설계실무자료집

제 1 권

설계행정/교통 및 기하구조/토공

제 2 권

배수공/터널공/포장공

제 3 권

구조물(교량)공/원가계산

제 4 권

부대(시설)공/참고자료

한국도로공사

제7편 구 조 물 공

차 례

제 7 편 구조물공

7-1 구조물의 미관 설계 ····· 3

7-2 고강도 콘크리트 적용 검토(설계기 16203-208, '93.12.22) ····· 17

7-3 교량 기초형식 선정기준(설계기 16210-211, '93.12.30)····· 27

7-4 강말뚝 부식에 관한 검토(설계기 16210-212, '93.12.30) ····· 33

7-5 교량 확폭 시공을 위한 설계 및 시공지침(도로기 17202-105, '94.4.12) ····· 42

7-6 농어촌도로 횡단구조물 설치기준 검토(설기 16203-87, '94.6.15) ····· 54

7-7 TEXOL 공법 사용성 검토(설일 16210-101, '94.7.5) ····· 59

7-8 교량신축 이음장치 유간확보를 위한 방안(설이 16203-125, '94.8.9) ····· 63

7-9 교대보호블럭 설치기준 검토(설이 16210-146, '94.9.17) ····· 69

7-10 교량 스라브 거푸집 개선방안 검토(설계일 16210-148, '94.9.22) ····· 80

7-11 스트럽 및 조립철근의 시공성 확보방안 검토(설이 16203-159, '94.10.5) ····· 90

7-12 섬유보강 Con'c설계 적용기준(설이 16210-162, '94.10.14)····· 96

7-13 구조물 모서리처리 설계기준 및 시방서작성(설일 16210-166, '94.10.31) ·····101

7-14 구조물 거푸집 개선방안 검토(설일 16210-168, '94.10.31) ·····108

7-15 PRE-FLEX Beam 개선 검토(설일 16210-221, '94.12.29)·····111

7-16 교좌장치 받침부 형하공간 및 보강철근 설계기준 검토(설이 16210-220, '94.12.29)·····117

7-17 P.C Beam 시공성 개선(설이 16210-170, '95.5.29)·····129

7-18 P.C Beam 교량의 Cross Beam 철근이음 단가 개선(설이 16210-160, '95.6.29) ···154

7-19 P.C Beam 정착부 표준도 보완 검토(설이 16210-238, '95.9.6)·····160

7-20 P.C BOX(I.L.M) 중간격벽 및 MID ANCHORAGE부 개선(설계기 16210-335, '95.12.26)·····175

7-21 아치형 라멘교 설계적용성 검토(설이 16210-349, '95.12.29) ·····221

7-22 현장타설 콘크리트 검토(설계이 16210-185, '96.6.29)·····258

7-23 수용성 무기징크도료 도장 적용단가 변경(설계이 16210-10052, '96.7.24) ·····262

7－24 강교도장 적용기준 검토(설계기 16210－280, '96.8.27)……277
7－25 철근이음 시공성 개선방안[대구경 현장타설 말뚝, 고교각(H≧30m)](설계일 16210－288, '96.9.2)……288
7－26 철근 가공조립 적용기준 개선(설계이 16210－308, '96.9.13)……316
7－27 PILE 시공법 적용성 검토(설계일 16210－307, '96.9.16) ……319
7－28 유지보수용 TENDON 설치방안(설계기 16210－331, '96.10.9) ……344
7－29 교량받침 강재의 방청기준 검토(설계일 16210－407, '96.11.26) ……356
7－30 교량 slab 거푸집 적용기준 보완시행(설계일 16210－598, '97.1.23) ……359
7－31 철근 콘크리트 구조물 덮개(피복)기준 검토(설계기 16210－48, '97.3.4) ……362
7－32 강관 pile 두부보강방법 변경(설계이 16210－4438, '97.4.22)……394
7－33 볼트식 강관말뚝 두부보강 공법(도연기 17206－185, '98.1.23)……418
7－34 교량 점검시설 개선 검토(설계이 16210－397, '97.6.19)……426
7－35 교량 슬래브 행선별 이격거리 검토(설계이 16210－165, '97.5.20) ……434
7－36 고교각 교량의 기둥단면 검토(설계일 16210－229, '97.6.30)……449
7－37 중공교각 코핑부 처리방안 검토(설계일 16210－230, '97.6.30)……462
7－38 고속도로 건설로 인한 생태계 보전방안 검토(동물이동통로)(설계개 16210－339 '97.9.12) ……468
7－39 강 BOX GIRDER교 내부점검구 설치기준 검토(설계삼 16210－377, '97.9.25) …497
7－40 교량 신축이음장치 누수방지방안 검토(설계삼 16210－522, '97.10.18) ……505
7－41 교대날개벽 설계기준검토(설계삼 16210－567, '97.11.1) ……515
7－42 교량 교면방수 적용기준 개선(설계삼 16210－616, '97.11.8)……519
7－43 교대 점검시설 설치기준 검토(설계삼 16210－1056, '97.12.2) ……540
7－44 PREFLEX BEAM 표준도 검토(설계삼 16210－883, '97.12.13) ……547
7－45 말뚝기초 재하시험 설계적용 기준검토(설계삼 16210－915, '97.12.16) ……586
7－46 옹벽구조물의 내진설계 적정성 검토(설심일 15201－493, '98.4.14)……592
7－47 강구조물의 방청 도장공사 시방 변경(도연재 19601－2379, '98.7.28) ……595
7－48 강교 강종선정 기준검토(설계이 15212－1240, '98.9.18) ……602
7－49 교대 날개벽 두께 및 날개 방호벽 철근 시공성검토(설계이 15212－1379, '98.9.30) ……609
7－50 암거 구조설계 기준 검토(설계일 15212－1634, '98.11.21)……613

7-1 구조물의 미관 설계

방 침

— 일본 수도 고속도로 후생회에서 발생한 "구조물의 경관설계에 관한 당면방침('90.7)"을 소개한 것임.

Ⅰ. 서 언

근래 구조물의 미관설계가 중요하게 인식되어지고, 구조물자체의 형상개선, 주변환경과 조화시킨 구조물 건설사례가 늘어나고 있으나 일반 고가교에서는 미관이 고려되지 않고 설계, 시공되는 사례도 많아 미관설계를 설계의 일부로 명기함과 동시에 전체 구조물에서 미관을 고려해야할 최소한의 항목을 요약하여 이 방침을 작성하였다.

Ⅱ. 총 칙

① 교량을 대상으로 구조물의 설계를 실시할 경우 반드시 미관설계를 해야한다.

② 이 방침은 일반교량, 고가교등의 미관설계에 있어서 최소한의 항목을 요약, 보다 개선된 구조물 건설에 기여하고자 한다.

미관성이 우수한 구조물을 설계하는 것은 중요하지만, 미관이 불량한 구조물을 건설하지 않는 것이 보다 중요하다. 이 방침은 이러한 방침을 근거로 미관상 좋지않은 구조물을 건설하지 않는 것

에 주된 · 목적을 두었다.

따라서, 이 방침은 일반교량, 고가교를 대상으로 미관설계를 의무화시킨 것이고 수도고속도로의 구조물은 도시를 형성하는 구조물의 일부로서 불필요하게 화려하지 않고 주변과 조화를 이루는 산뜻한 구조공간을 제공하는데 도움이 되도록 작성되었다.

Ⅲ. 미관설계에 있어 고려해야할 항목

(1) 구조물과 환경의 변화

일반 고가교의 형상, 색채는 주변환경에 융화되도록 설계하는 것을 원칙으로 한다.

도시내 고가교는 규모가 매우 크기때문에 그 현상, 색채를 주변환경이 갖는 형상, 색채에 적합하게, 주변환경에 융화되도록 설계하는 것을 원칙으로 한다.

단, 주변환경이 정비되지 않고 앞으로 변화가 예상되는등, 지역특성과 구조형태에 의해 그 형상과 색채가 적극적으로 환경을 지배할 경우도 있다는 것을 염두에 두어야 할 필요가 있다.

(2) 연속성 확보

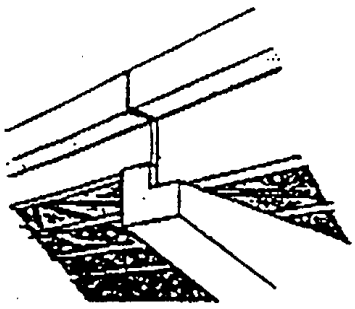
① 교량, 고가교의 구조형식, 빔배치, 형고, 상판돌출등은 가능한한 통일한다.
② 주빔 web의 바깥으로 교각의 coping부가 돌출되는 것을

피하고 빔의 연속성을 확보함과 동시에 교각형상, 교각간격, 교각의 기둥간격등을 통일하는 것도 검토해야 한다.

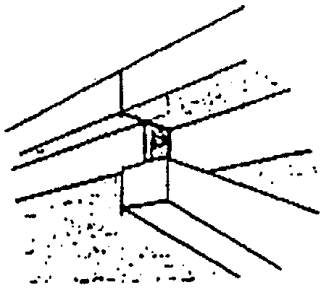
구조물의 연속성을 확보하기 위해 구조물의 형식등의 통일을 도모했다. 인접공구와의 통일성을 기하기 위해서는 이 항목에 대해 표를 작성, 확인하는 것이 좋다. 부득이하게 통일이 되지 않을 경우에는 형고등의 변화가 눈에 띄지 않도록 처리해야 하며, 구조형식등이 크게 변화할 경우에는 차이를 명확하게 구분하는 방법도 검토할 필요가 있다.

교각에 대해서는 주빔 web의 바깥으로 교각 coping부가 돌출되지 않도록 빔의 연속성을 확보하는 것이 좋다. 이때문에 지점위 cross beam에서 지승을 설치하는 방법에 대해서 검토하는 것이 좋다.

또한, 교각의 연속성이 손상되지 않고 교각의 형상, 교각간격, 교각의 기둥간격을 너무 변형시키지 않게 통일시켜 리듬감을 살리는 것도 검토하여야 한다.

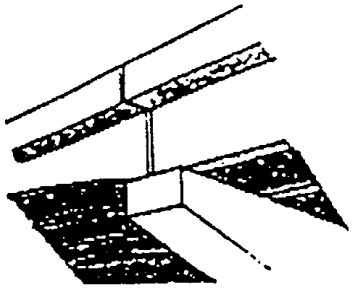


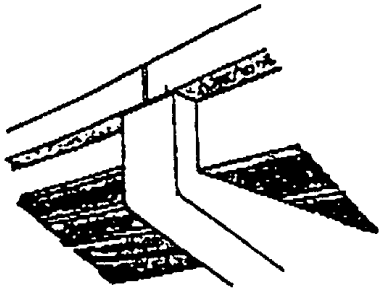
(beam 높이 차이 예)



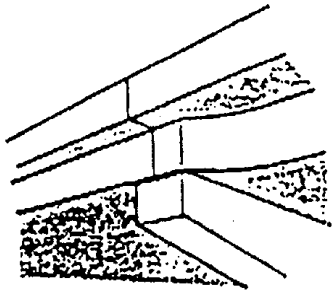
(beam 배치의 차이 예)

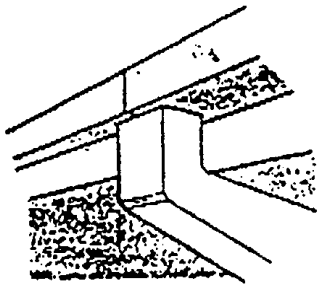
개 선 예



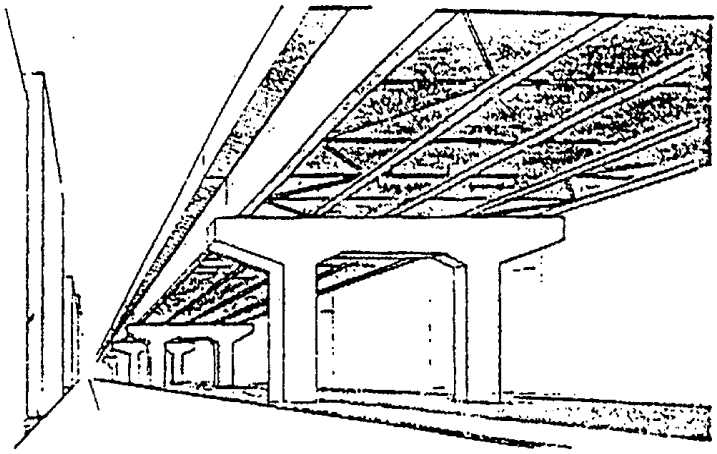


개 선 예

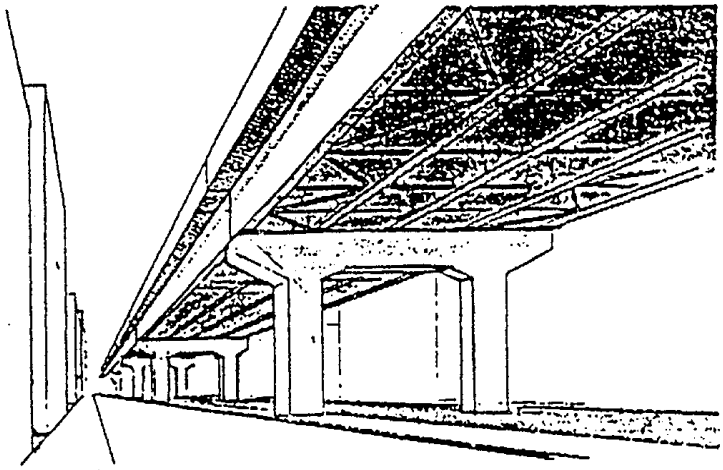




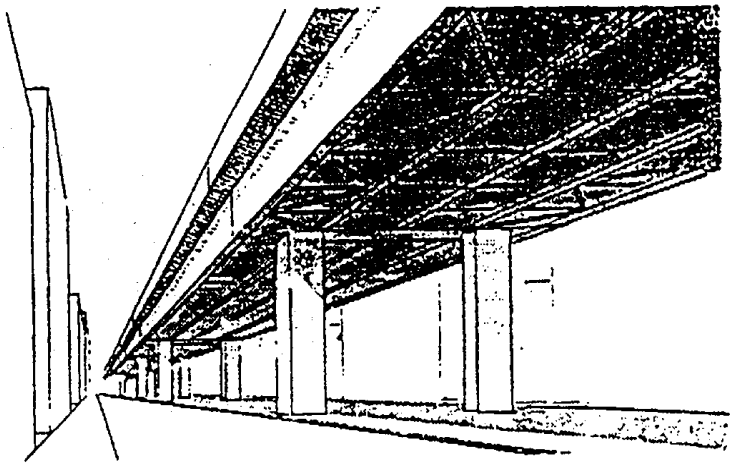
(그림 1) 빔높이, 빔배치를 달리한 경우의 개선예



(교각 코핑부의 연속성이 없는 경우)

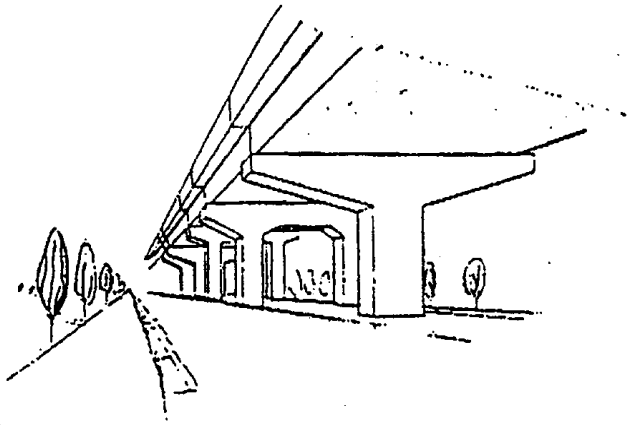


(교각 코핑부를 짧게한 경우)

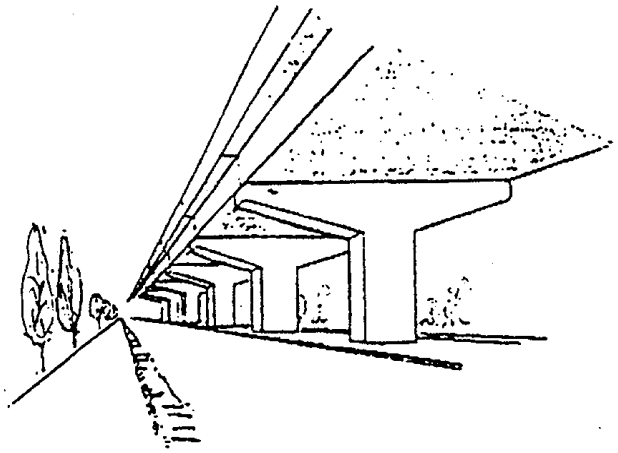


(교각 코핑부를 없앤 경우)

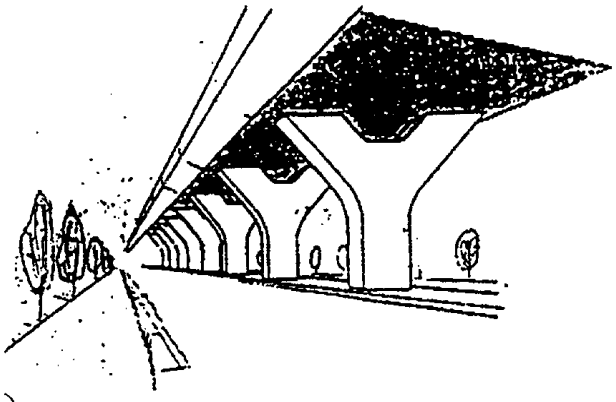
(그림 2) 교각 코핑부의 유무에 따른 차이



(연속성이 없는 경우)



(연속성을 갖는 경우A)



(연속성을 갖는 경우B)

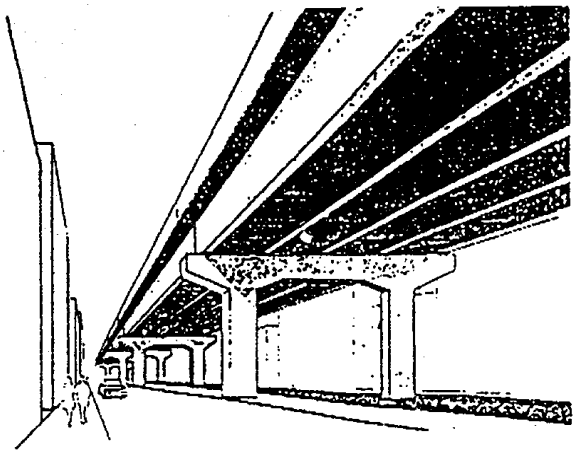
(그림 3) 교각의 연속성

(3) 중압감의 배제

중압감을 배제하기 위해, 형하공간과 측면여유확보에 대해 검토하여야 한다.

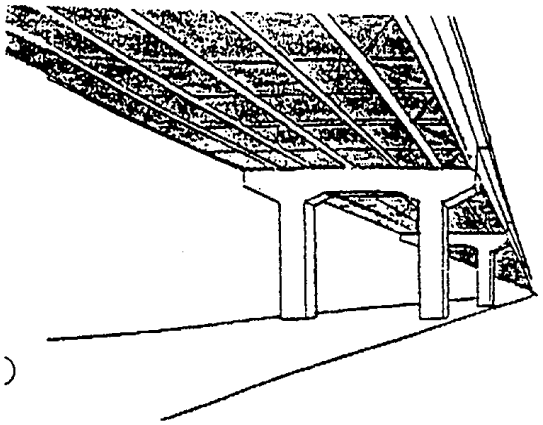
형하고가 낮고, 측면여유가 부족한 경우에는 보는 사람에게 중압감과 어두운 느낌을 갖게한다. 이러한 경우에는 형고는 될 수 있는한 낮게, 형하고를 높게, 교각과 빔을 강결구조로 하고 P.C빔과 강상판형에서는 상판의 돌출을 길게하는 등의 방법이 있으며, I빔의 사용시에는 표면화장판등을 채용할 것을 검토하는 것이 좋다. 단, 표면화장판의 채용은 주변환경과 표면흡음판의 필요성, 빔구조등과 관련으로 종합적으로 판단한다. 또한 중압감 배제의 견지에서 도시내 벽식교각은 피하는 것이 좋다.

도시내에서의 교각은 사람이 쉽게 접할 수 있는데 비해 너무 중압감을 느끼게하기 때문에 그 규격은 가늘게 하는것이 좋다. 그러나 부득이할 경우 기둥에 슬릿트를 만들거나 다각형의 음영을 이

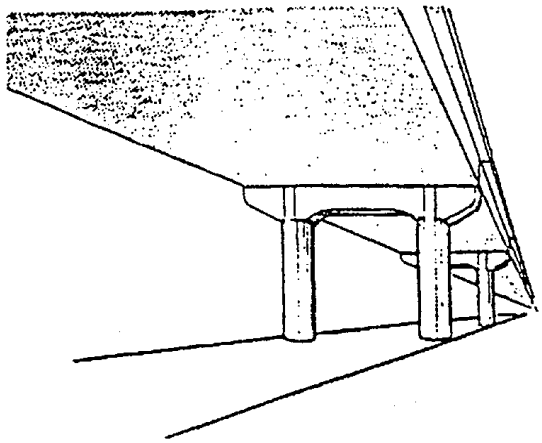


(그림 4) 중압감이 있는 예

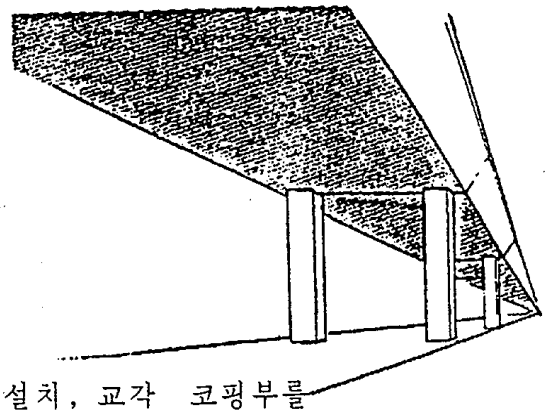
용하여 가늘게 보이게하는 방법에 대해서도 검토하여야 한다. 교각의 형상을 될 수 있는한 단순하고, 번잡하지 않는것이 중요하다.



(중압감이 있는 예)

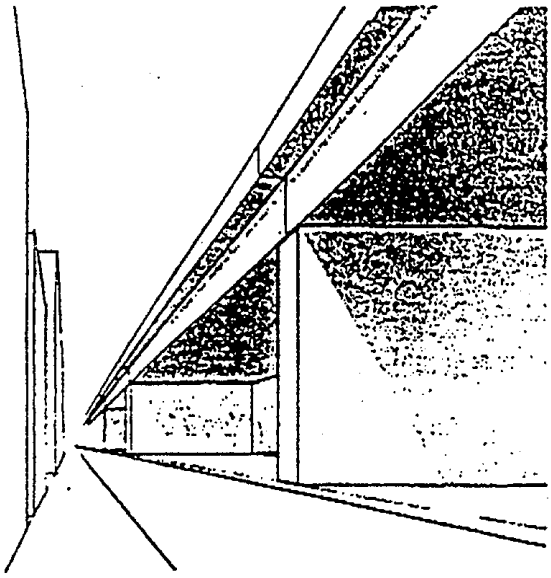


(저면 화장판으로 중압감을 줄인 예)

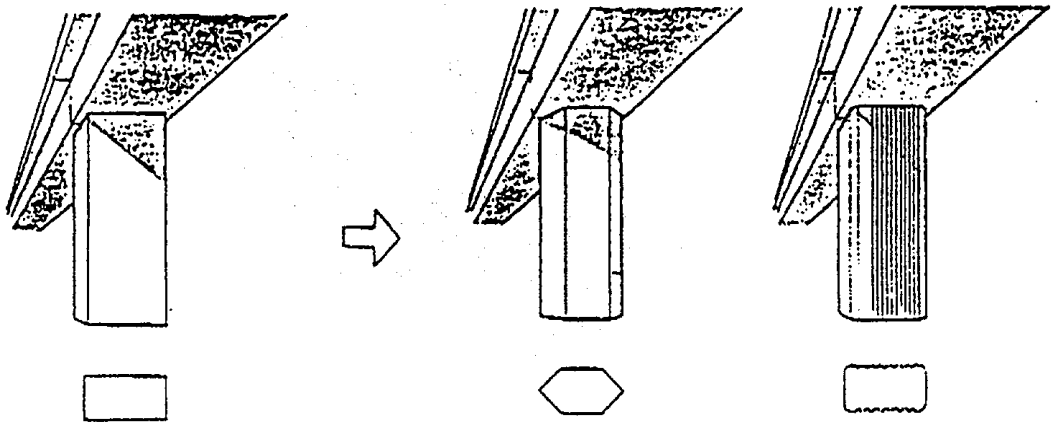


(저면과 측면에 화장판을 설치, 교각 코핑부를 없앤 예)

(그림 5) 중압감을 느끼게 하는 예

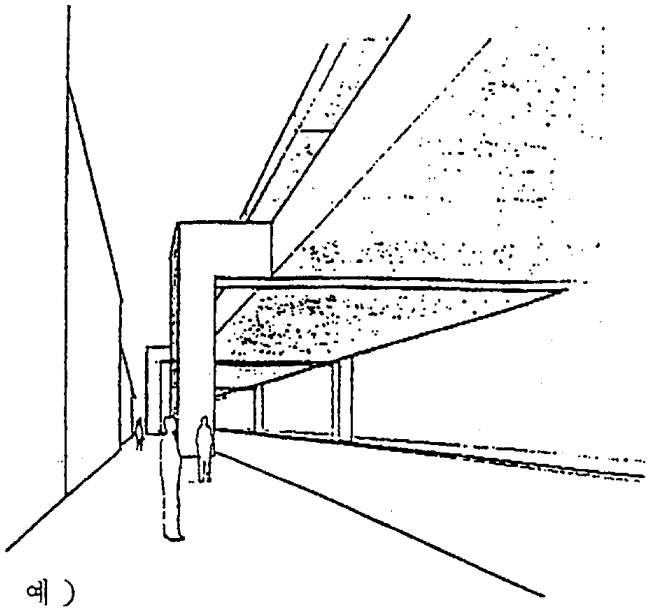


(그림 6) 벽형식의 교각을 사용하여 중압감이 강한 예

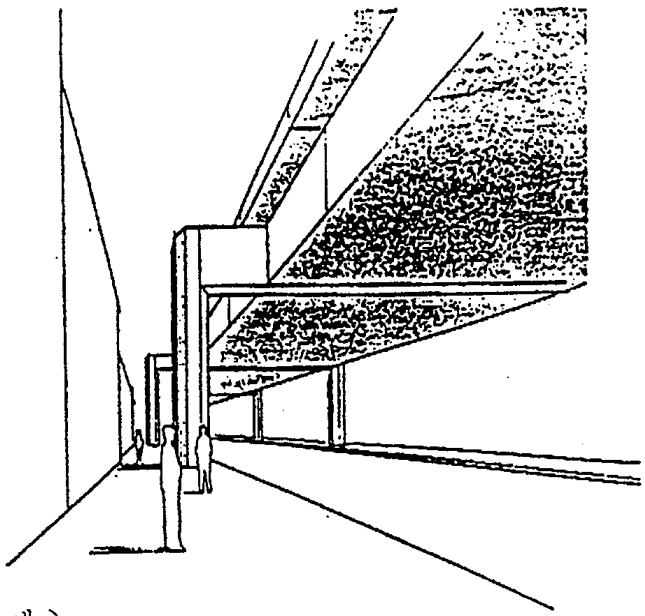


(massive한 교각) (다각형으로한 예) (슬릿트를 넣은 예)

(그림 7) 교각의 중압감을 줄이는 예



(중압감이 강한 예)



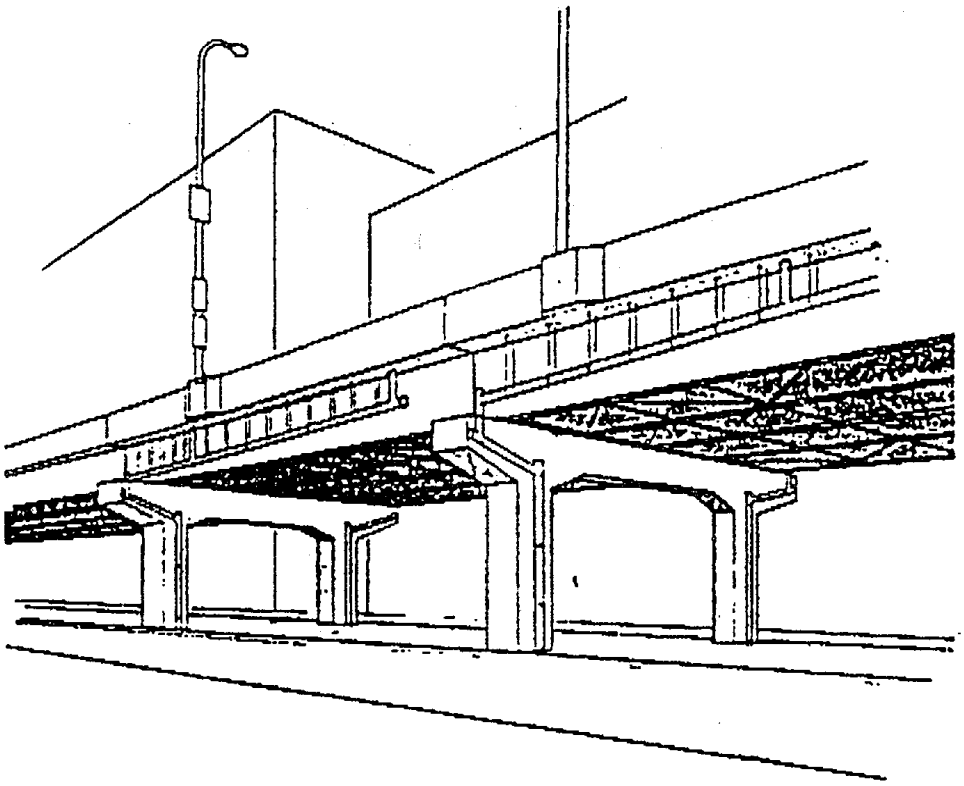
(중압감을 줄인 예)

(그림 8) 보도내 교각대책의 예

(4) 부속물의 미관설계

부속물의 처리방법에 따라 구조물의 미관이 크게 변할 수 있기 때문에 부속물설계는 충분히 고려, 유의해야 한다.

방음벽, 외부장식, 가로등, 배수시설등의 미관설계에 대해서는 통일적인 내용을 포함하고 있어야 한다. 각각의 설계에 있어, 이 방침의 취지에 따라 미관을 충분히 고려해야 한다.



(그림 9) 부속물이 미관을 해친 예

Ⅳ. 미관설계의 실시

구조물의 미관설계는 늦어도 상부는 개략설계, 하부는 상세설계

가 시행된 시점에서 실시해야 한다. 미관설계의 결과는 각 건설부국의 미관설계회에서 검토, 그 결과를 공무부 설계기술과에 보고한다.

설계비를 적산하기 위해서는 비교검토, 시각화의 내용등을 필요에 따라 예산에 편성한다.

V. 계획시 미관 고려사항

당초의 사업비산정 또는 공사실시계획단계에 있어서, 장래 미관설계에 고려해야 하는 사항을 검토해 보면 다음과 같다.

① 고가교의 형하고

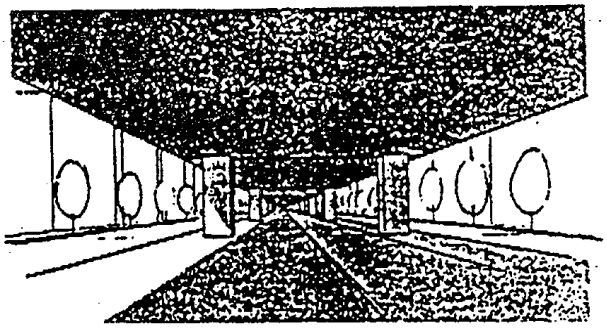
② 고가교의 측면여유

③ 구조형식, 골격, 단면형상

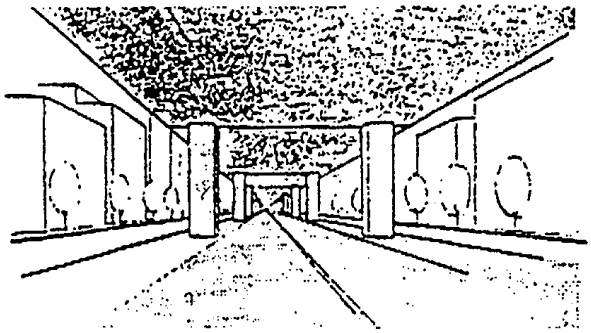
④ 화장판의 설치유무

설계시 미관설계를 하여도 선형등의 제약이 있어 충분한 대책을 취할 수 없는 경우가 있다. 따라서 당초의 사업비산정 또는 공사실시계획작성을 위해서는 ①~④의 내용과 방침Ⅲ에 나타낸 내용을 참고로 설계시 검토를 실시, 그 결과를 도면에 명기해야 한다.

예를들면 입지조건, 시공조건을 감안하여 보는 사람에게 중압감과 어두움을 느끼게 하지 않도록 될 수 있는한 빔위치를 높게하고, 상·하행선을 분리 중앙에 빛이 비칠 수 있도록 하는등의 검토를 하는 것이 좋다.

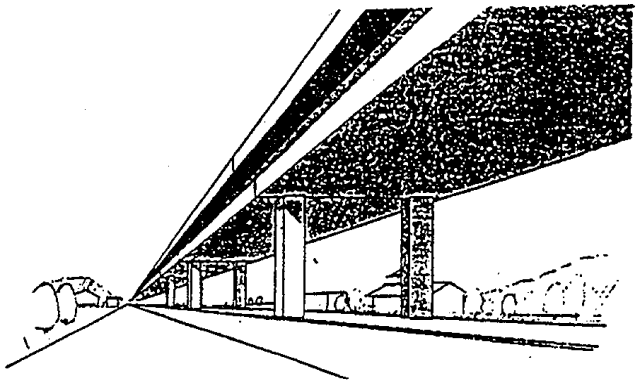


(a) 형하고가 낮은 경우

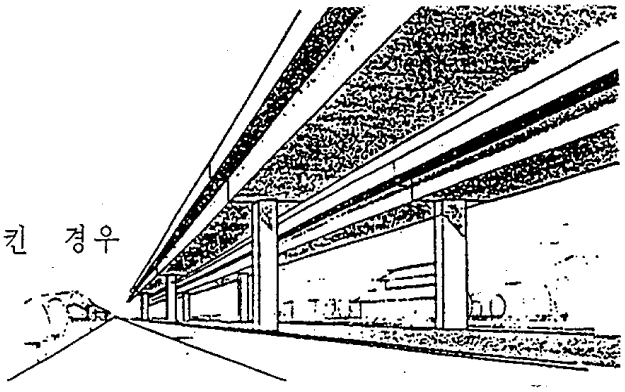


(b) 형하고가 높은 경우

(그림 10) 형하고의 차이에 따른 비교

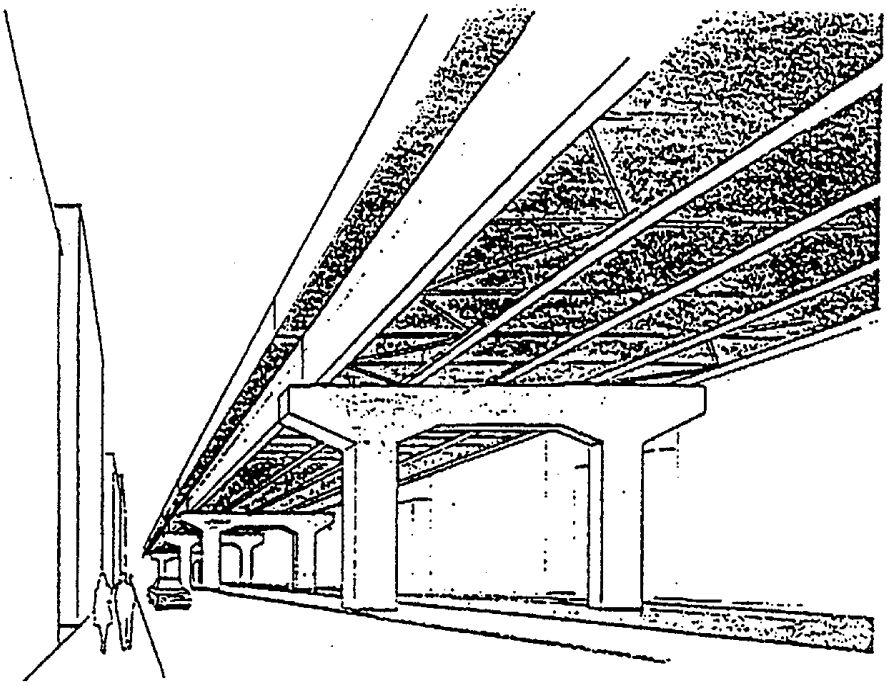


(a) 상·하형선 일체

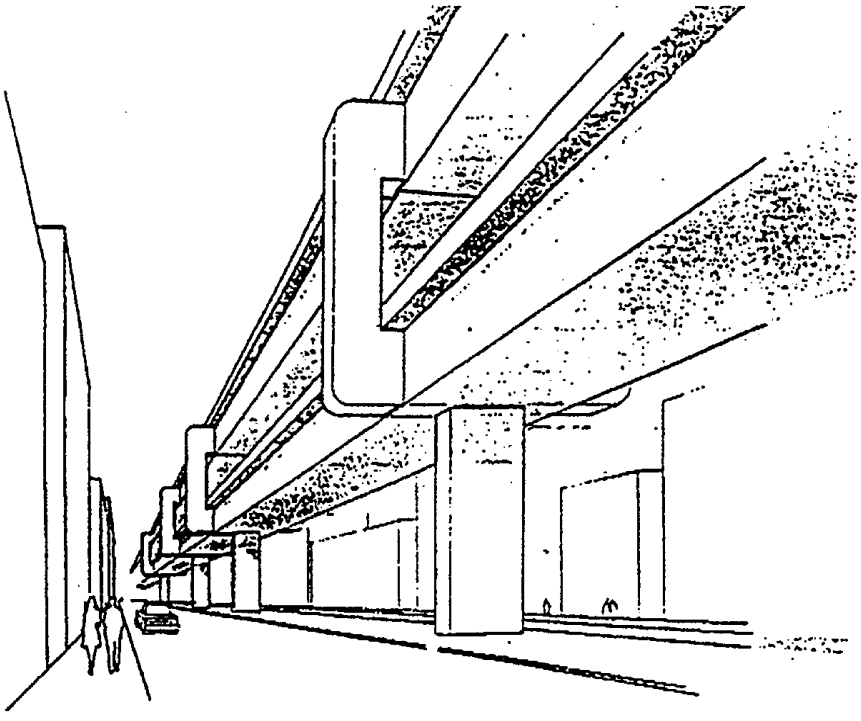


(b) 상·하행선을 분리시킨 경우

(그림 11) 상·하행선을 분리시키는 것에 따른 차이



(a) 상·하행선 일체의 1층식 고가교



(b) 상·하행선 분리의 2층식 고가교

(그림 12) 1층식과 2층식의 차이

7-2 고강도 콘크리트 적용 검토

방 침
설 계 기 16203-1208 ('93. 12. 22)

1. 검토 목적

o 최근 도시의 발달로 구조물 설치여건이 불리해지고, 구조물 규모가 대형화됨에 따라 공간을 효율적으로 이용하기 위한 방안의 하나로 고강도 콘크리트의 필요성이 증대되고 있어 이의 적용에 대하여 검토코자함

2. 고강도 콘크리트의 정의

가) 정의

o 고강도 콘크리트란 기존의 시멘트 콘크리트 재료에 배합비를 조정하고, 고성능 감수제를 첨가하여 얻은 높은 강도의 콘크리트를 말함.

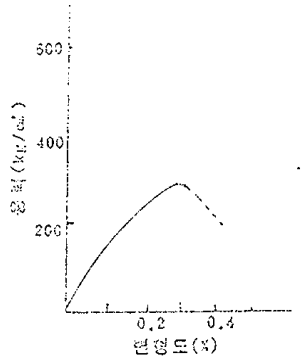
o 결합재가 시멘트계가 아닌 레진 콘크리트, 폴리머 함침 콘크리트 등은 그 사용재료, 제조방법 및 역학적 특성이 시멘트계와 현저히 다르기 때문에 통상 고강도 콘크리트의 범위에서 제외됨.

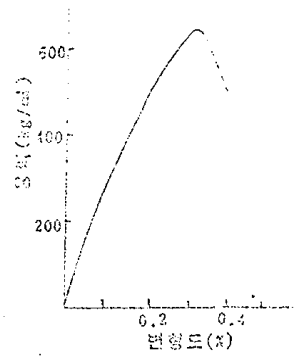
나) 강도 기준

- 고강도 콘크리트의 강도는 콘크리트의 종류, 사용분야 등에 따라 상이함.

구 분	강 도 기 준 (토 목 분 야)	비 고
국 내	o 고강도에 대한 기준 없음 (° 건축분야 - 일반 콘크리트 : σck = 280~360 kg/㎠ - 경량 콘크리트 : σck = 240~300 kg/㎠)	
일 본	o 보통중량 콘크리트 : σck = 600~800 kg/㎠ o 경량 콘크리트 : σck = 240 kg/㎠ 이상	
미 국	o 보통중량 콘크리트 : σck = 420 kg/㎠ 이상 o 경량 콘크리트 : σck = 280 kg/㎠ 이상 o 초고강도 콘크리트 : σck = 1,050 kg/㎠ 이상	

3. 보통콘크리트와 고강도 콘크리트의 역학적 특성 비교

<table>
<tr><th>구 분</th><th>보 통 콘 크 리 트</th><th>고 강 도 콘 크 리 트</th></tr>
<tr><td>· 응력변형도 특성</td><td> 

- 최대응력 이후의 하강구배가 완만함</td><td> 

- 최대응력 이후의 하강구배가 급합 (최성적 성질)</td></tr>
<tr><td>· 탄성계수 (Ec)</td><td>- Ec = 15,000 $\sqrt{\sigma ck}$ (σck=400미만)
- Ec = 10,500 $\sqrt{\sigma ck}$ (σck=400이상)
<table>
<tr><th>σck (kg/㎠)</th><th>Ec</th></tr>
<tr><td>210</td><td>2.2×10^5</td></tr>
<tr><td>240</td><td>2.35×10^5</td></tr>
<tr><td>270</td><td>2.5×10^5</td></tr>
<tr><td>300</td><td>2.6×10^5</td></tr>
<tr><td>400</td><td>2.8×10^5</td></tr>
<tr><td>500</td><td>3.1×10^5</td></tr>
</table></td><td>- 국내 기준 없음
· 일본
σck = 600 kg/㎠ 이상
Ec = 4.5 × 10 kg/㎠</td></tr>
<tr><td>· 휨강도 (σbk)</td><td>-</td><td>- 보통콘크리트와 강도 증진율이 비슷함 (σbk = 3.1 $\sqrt{\sigma ck}$)</td></tr>
<tr><td>· 건조수축 및 CREEP</td><td>-</td><td>- 보통 콘크리트 보다 다소 감소</td></tr>
</table>

4. 고강도 콘크리트의 장단점

가) 장 점

(1) 부재단면의 축소 및 자중감소 효과

(2) 콘크리트의 단위면적당 강도가 높아 재료의 효율적 이용

(3) 고유동화제 사용으로 시공성 향상

(4) 초기강도가 높아 거푸집의 조기탈형, 활용 가능

나) 단 점

(1) 단면이 작아 진동에 취약함

(2) 콘크리트의 취성적인 성질이 높아 급격히 파괴되고, 사전징후 발견이 어려움

(3) 철저한 품질 및 시공관리가 요구됨

5. 국내외 고강도 콘크리트 적용 현황

가) 국 내 (설계기준강도 σck = 500 kg/㎠ 이상)

건 물 명	위 치	년 도	강 도(kg/㎠)	시공 회사	비 고
분당시범 APT (28 층)	분당지구	'91	530	삼성종합건설	시험시공 (한양대, 삼성)
산 본 APT (15 층)	산본지구	'93	500	〃	

나) 외 국

① 교 량

국 명	교 량 명	연 도	강 도 (kg/㎠)	비 고
미 국	Huntington to Proctorville	'84	562	W.Va. to Ohio
	Tower Road	-	632	Washington
캐나다	Annacis	'86	562	British Columbia
일 본	Nitta Highway Bridge	'68	597	
	Kaminoshima Highway Bridge	'70	597	
	Fukamitsu Highway Bridge	'74	703	
	Ootanabe Railway Bridge	'73	801	
	Akkagawa Railway Bridge	'76	801	

② 건 축 물

국 명	건 물 명	위 치	년 도	강 도 (kg/㎠)	층 수
미 국 (22)	Lake Point Tower	Chicago	'65	527	70층
	Mid Continental Plaza	"	'72	633	50층
	Frontier Towers	"	'73	633	55층
	Royal Bank Plaza	Toronto	'75	619	43층
	Water Tower Plaza	Chicago	'75	633	79층
	River Plaza	"	'76	633	56층
	Helmsley Palace Hotel	New York	'78	562	53층
	Richmond-Adelaide Center	Toronto	'78	619	33층
	One Union Square Building	Seattle	'79	527	38층
	Larimer Place Condominium	Denber	'80	562	31층

국 명	건 물 명	위 치	년 도	강 도 (kg/㎠)	층 수
미 국	Texas Commerce Tower	Texas	'81	527	75층
	City Center Project	Minneapolis	'81	562	52층
	Petrocanada Building	Calgary	'82	510	34층
	Columbia Center	Seattle	'83	665	76층
	Interfirst Plaza	Dallas	'83	700	72층
	Onterie Center	Chicago	'84	598	60층
	Bethesada Metro Center	Washington D.C	'85	562	18층
	Century Square	Seattle	'86	700	30층
	Two Union Square	Seattle	'89	980	58층
	225 West Wacker Drive	Chicago	'89	980	31층
	Pacific First Center	Seattle	'89	980	46층
	311 South Wacker Building	Chicago	'90	840	65층

6. 경제성 검토

(단 위 : 원)

구 분	보통 콘크리트 (σck = 240kg/㎠)	고강도 콘크리트 (σck = 600kg/㎠)	증(Δ)감
①콘크리트 생산 단가 (M^3 당)	27,943	53,597	(증) 25,654
② 수량 대비	1.0	0.83	(Δ) 0.17
소 계 (①×②)	27,943	44,485	
제 잡 비 (50%)	13,971	22,243	
계	41,914	66,728	(증) 24,814

원/m^3

o 기둥부재의 단면은 압축력과 모멘트에 의한 P-M 상관도, 세장비 등에 의해 결정되어 지며, 동일 조건의 기둥부재(H = 20.0 M)에 대해 압축강도 240 kg/㎠ 와 600 kg/㎠를 적용하여 계산한 결과 약 17%의 수량이 감소가 됨 (ϕ 2.0 M → ϕ 1.8 M)

7. 검토 의견

가) 고강도 콘크리트의 이용 현황

o 고강도 콘크리트는 콘크리트의 고품질화에 따른 단위 면적당 재료의 효과가 높을뿐 아니라 부재 단면의 축소화를 통한 넓은 공간을 확보할 수 있어 선진국에서는 60년대부터 개발,30 층 이상의 고층빌딩에 많이 이용하고 있으나,

o 국내에서는 최근에 설계 기준 강도 500 kg/㎠의 콘크리트를 고층 아파트에 시험 시공 하였으며,아직 그 기준이 정립되지 않은 실정임

나) 구조물에의 적용

① 적용시 유리한 구조물

° 건축분야 : 고층 건물의 저층 기둥

° 토목분야

- 전단면이 압축을 받는 부재 : 기둥 ,PILE ,PC 부재 등
- 교량하부 공간 활용시의 교각
- 특히 큰 압축력을 받거나 내구성이 요구되는 교각 등

② 토목 구조물의 설계 적용시 σck = 500 kg/㎠ 까지는 문제점이 없는 것으로 판단됨

- 보통 콘크리트의 실험식이 6,000 PSI (420 kg/㎠)까지의 콘크리트 시험자료에 근거하고 있고,
- 현 도로교 시방서에서 σck = 500 kg/㎠ 까지의 탄성계수 값이 명시되어 있음

③ 설계 기준 강도 σck = 500 kg/㎠ 이상의 고강도 콘크리트는 최근에 들어서 시험시공 및 제반 역학적특성에 대해 연구,시험중에 있는 단계로서 설계 및 시공 기준이 정립되어 있지 않아 중요 구조물에 보편적으로 적용하기에는 곤란함

7-3 교량 기초형식 선정기준

방 침
설 계 기 16210-211 ('93. 12. 30)

1. 검 토 목 적

설계, 시공기술의 발달과 각종 신형장비의 보급 등으로 새로운 시공법의 개발이 계속적으로 이어져 왔다.

이는 교량 기초 형식 및 시공법에 있어서도 예외가 아니며, 특히 주목할 만한 것은 현장 타설 콘크리트 말뚝기초에 관한 대형 장비의 개발과 다양한 시공법의 개발이라 할 수 있다.

교량 기초형식은 지구상에 교량이 가설된 이후 현재에 이르기 까지 다양한 형태로 발전을 거듭하여 왔다.

이러한 다양한 교량 기초형식을 대상으로 특정 형식을 선정하기 위한 객관적 기준을 설정하는 것은 현실적으로 거의 불가능한 일임에 틀림없다.

그러나, 교량 기초형식의 분류와 각 형식별 장단점 및 적용성 등을 분석한 후 교량 기초형식 선정 과정을 체계적으로 정립하여 합리적인 설계가 이루어 지도록 하고자 함이 본 검토의 주요 목적이다.

2. 교량 기초 형식

가. 교량 기초형식의 분류

교량 기초형식은 기초의 형상, 구조적 특성, 시공 방법 등에 따라 〈표-1〉 과 같이 분류할 수 있다.

〈표-1〉 교량 기초형식의 분류

대 분 류	중 분 류	세 분 류	비 고
(1) 얕은기초	(가) 직접기초		
(2) 깊은기초	(나) 말뚝기초	(a) 기성말뚝기초 (b) 현장타설말뚝기초	나무, RC, PSC, PHC, 강관 등 ALL CASING(BENOTO), RCD, EARTH DRILL 등
	(다) 케이슨 기초	(a) OPEN 케이슨 기초 (b) 공기케이슨 기초	
	(라) 특수기초	(a) 강널말뚝기초 (b) 지중연속벽기초 (c) 다주식 기초 (d) 기 타	

나. 교량 기초형식 개요

<표-1>에서 분류된 각 교량 기초형식별 장단점 및 적용성을 살펴보면 <표-2>와 같이 정리할 수 있다.

〈표-2〉 교량 기초형식의 개요

구 분		장 . 단 점	적 용 성	비 고
직 접 기 초		- 지지 지반 확인 용이 - 시공 간단 - 연직하중 및 수평하중에 대한 지지력 큼	- Df≤5.0m - 주변에 장애물이 없으며 시공중 배수처리가 용이한 지역	
말뚝 기초	기성말뚝 기초	- 시공이 비교적 간단 - 품질관리가 용이 - 연직하중 및 수평하중에 대한 지지력 작음	- 5.0<Df<60.0m - 연직하중;500 T 이내	
	현장타설 말뚝기초	- 시공이 다소 복잡 - 품질관리 다소 복잡 - 연직하중 및 수평하중에 대한 지지력 보통	- 5.0<Df<60.0m - 연직하중;1,500 T 이내	
케이슨 기초	OPEN 케이슨 기초	- 시공이 다소 복잡 - 품질관리 다소 복잡 - 연직하중 및 수평하중에 대한 지지력 큼	- Df>5.0m - 연직하중;1,500 T 이상	
	공기 케이슨 기초	- 지지 지반 확인 용이 - 시공이 매우 복잡 - 연직하중 및 수평하중에 대한 지지력 큼	- 5.0<Df<20.0m - 연직하중;1,500 T 이상	
특 수 기 초		- 일반적인 기초형식으로 적용하기 곤란한 경우 특수 기초형식 적용 검토		

3. 교량 기초형식의 선정

가. 선정과정

교량 기초형식 선정에 있어 우선적으로 고려하여야 할 사항은

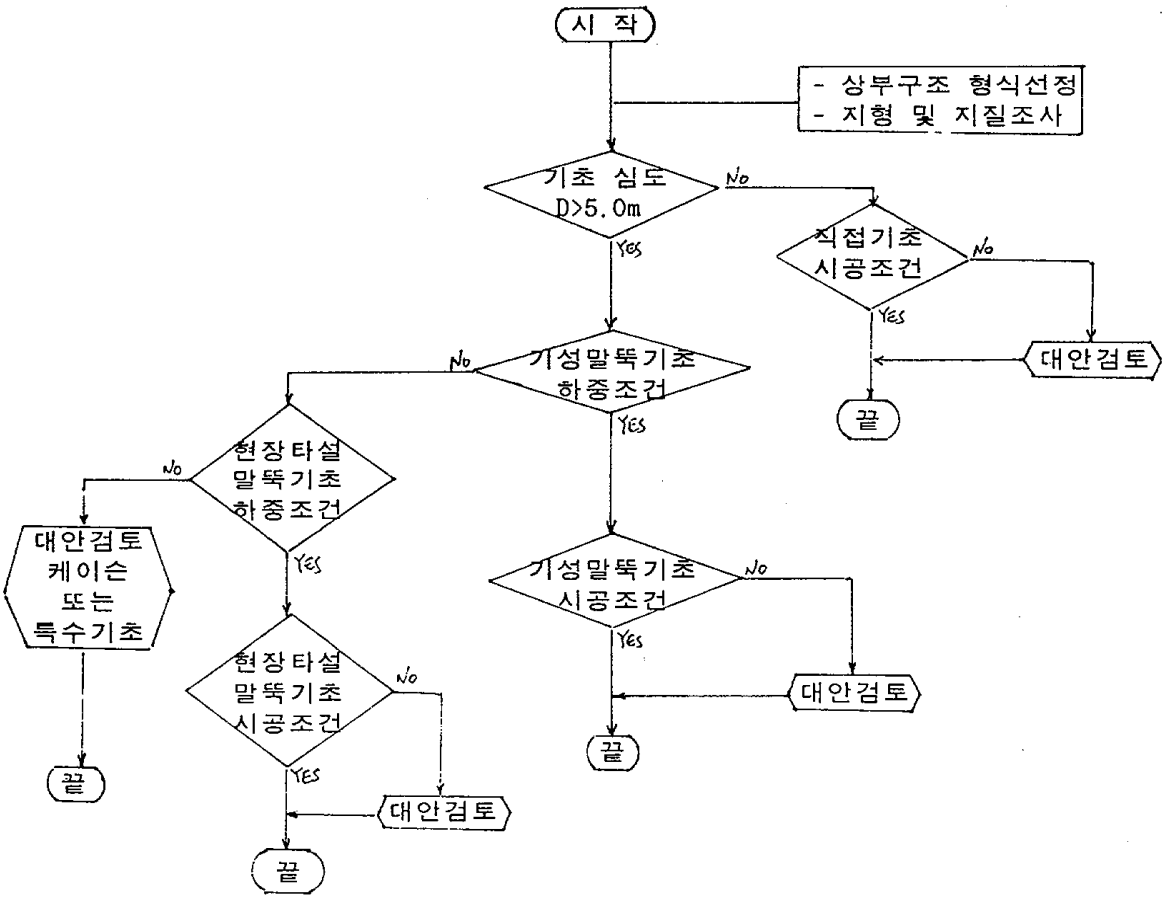
(1) 지형 및 지질조건

(2) 상부구조의 특성 (연직하중, 수평하중, 허용침하량 등)

(3) 시공조건 (주변환경) 등을 들 수 있다.

이들 고려사항을 기초로 하여 교량의 기초형식을 선정하는 과정을 요약하면 <표-3>과 같이 나타낼 수 있다.

〈표-3〉 교량 기초형식 선정과정



나. 선정기준

교량 기초형식 선정의 우선순위는

직접기초 -→ 기성말뚝기초 -→ 현장타설 말뚝기초 -→ 케이슨기초

-→ 특수기초 를 원칙으로 한다.

이를 기초로 선정기준(안)을 정리하면 <표-4>와 같다.

〈표-4〉 교량 기초형식 선정기준(안)

구 분		선 정 기 준	비 고
직 접 기 초		- 기초심도(Df);5.0m이내 - 연직하중;제한없음 - 터파기 영향권내 장애물이 없고 시공중 배수처리가 곤란하지 않을 것.	- 터파기 영향권내에 장애물이 있거나 시공중 배수처리가 곤란할 경우 특수가시설 설치 또는 기초형식 변경.
말뚝 기초	기성말뚝 기초	- 기초심도(Df);5.0m - 60.0m - 연직하중;500 T이내 - 자갈,호박돌,전석층이 없고 소음,진동에 무관한 지역.	- 자갈,호박돌,전석층등이 존재하거나 소음,진동이 문제가 될 경우 프리보링,매입공법등으로 보완하거나 기초 형식변경.
	현장타설 말뚝기초	- 기초심도(Df);10.0m - 60.0m - 연직하중;1,500 T이내 - 인접 구조물에 대한 영향이 큰 지역.	- 유심부의 경우 강관 + 현장타설 말뚝기초 형식 검토.
케 이 슨 기초	OPEN 케이슨 기초	- 기초심도(Df);제한없음 - 연직하중;1,500 T이상 - 지하수의 영향이 큰 지역.	- 대구경 현장타설 말뚝기초와 경제성,시공성 비교,검토후 형식 선정.
	공기 케이슨 기초	- 기초심도(Df);20.0m이내 - 연직하중;1,500 T이상 - 하상,수상등 특수지역.	- 시공성 복잡,전문 기능공 부족 등으로 특수한 경우를 제외하고는 적용 배제.
특 수 기 초		- 지간장 100m 이상의 대형, 특수교량기초 또는 특수한 현장 여건일 경우 적용.	

4. 검토 의견

교량 기초형식은 신형장비의 지속적인 개발과 함께 다양한 변화와 발전을 계속하고 있다.

특히, 주목할 만한 것은 현장타설 말뚝기초에 있어 대형 시공장비의 개발로 시공가능 규격과 시공가능 심도가 점차 확대되고 있으며 시공성이 향상됨에 따라 앞으로 케이슨기초의 대체형식으로 정착될 것으로 전망된다.

교량 기초형식의 선정에 있어서는 이러한 변화와 발전 추이를 적절히 반영함과 아울러 설계자의 다양한 의견이 반영되어야 하므로 일률적인 선정기준을 설정하는 것은 바람직하지 않는 것으로 판단된다.

0. 추후 검토 사항

- 강관 말뚝기초의 규격별 경제성 분석
- 기성 말뚝기초, 현장타설 말뚝기초, 케이슨기초의 경제성 비교, 분석

7-4 강말뚝 부식에 관한 검토

방 침
설 계 기 16210-212 ('93. 12. 30)

1. 검토목적

- 강말뚝은 재료의 인장강도와 압축강도가 비슷하고, 휨저항성이 크며 충격에 강하고 재료가 균질하다는것 등의 여러가지 장점이 있으나 부식에 의한 내구성의 저하가 문제시 되어왔다.
- 그러나, 실제설계에 있어 강말뚝의 부식두께 산정은 기초지반의 상태에 따라 통상적인 기준에 의하여 결정하고 있다.
- 여기서는 강말뚝의 부식에 대하여 면밀히 분석·검토하여 사용목적에 적합한 부식두께를 선정하여 합리적인 강말뚝 설계기준을 정립하는데 그 목적이 있다.

2. 강말뚝 부식의 원리

- 강말뚝이 흙속 또는 물속에서 부식하는 원인은 전기화학적 작용이 그 주된 이유이다.

  즉, 강이 흙, 물등의 전해질에 접하여 재료 및 환경의 차이에 따라서, 강재표면에 부분적 전위차가 생겨서 국부전지에 의하여 철이 이온으로 없어지는 것에 기인한다.

- 이를 화학적 진행과정을 통하여 살펴보면, 강재표면은 전위차에 의해 양극 (고전위부) 과 음극 (저전위부) 으로 나뉘어 진다. 그중 철의 자유전자 (e^-) 는 음극으로 이동하게 되며 그에 따라 양극에서는 e^- 를 잃은 철이온이 수산이온과 결합하여 제 1 수산화철 이 된다.

  이것은 수용성이 있고 양극부근의 물을 포화하여 산소의 공급과 더불어 불용성의 제 2 수산화철 로 되어 침착 반응이 진행된다.

  이와같은 과정을 통하여 강재표면은 부식이 진행된다.

- 따라서, 철의 부식원리는 다음의 3 조건에 기인하고 있다.
  - 전해질과의 접촉
  - 전위차의 존재
  - 산소의 공급
- 참고적으로, 방식장치는 상기의 3 조건 중 한 조건이상을 방지하는데 그 기본원리를 갖고 있다.

3. 강말뚝 부식율

- 철이 1년간 감해지는 두께(년간부식율 : mm/yr)에 대해서는 많은 조사예가 있고, 그 주변 환경조건에 따라 상당한 차이가 있다.

  그 동안의 자료조사를 분석해 보면 담수 또는 토중에서는 0.008mm/yr~0.16mm/yr, 해수의 영향이 있는 부분에서는 0.05mm/yr~0.36mm/yr로 현저한 차가 있어 일괄적으로 규정할 수는 없는 실정이다.

  그러나, 여러 분야에서 설계에 적용하는 강재부식율에 관한 기준을 다음과 같이 제시하고 있다.

〈표1-1〉 강관말뚝의 부식 감소 두께(도로교 표준 시방서, 건설교통부, 1996)

규 정 9. 10. 4 (3)	동 해 설 편
강관말뚝의 부식감소 두께는 말뚝이 흙 혹은 물이 접하는 면에 대하여 고려한다. 다만, 강관의 안쪽면에 대해서는 고려하지 않아도 된다.	일반적으로 2mm의 부식두께를 고려하면 된다. 해수 혹은 강의 부식을 촉진시키는 공장폐수 등의 영향을 받는 부분과 평상시 건조와 습윤을 반복하는 부분은 충분한 방식처리를 실시해야 한다.

〈표 1-2〉 강말뚝의 부식에 관한 기준 (일본)

구분	기준·지침·시방서	부 식 속 도 또 는 부 식 한 계
항만관계	• 운수성 항만국 감수: 항만시설의 기술상의 기준·동해설 (1979. 3) (일본항만협회)	• 표준치 HWL 이상 0.3 mm/yr, HWL과 해저간 0.1 mm/yr 해저니층중 0.03mm/yr, 육상대기중 0.1 mm/yr 흙안(잔류수위위) 0.03mm/yr, 흙안(잔류수위아래) 0.02mm/yr • 해 설 MLWL직하부에 부식이 집중하는 케이스가 있고, 현저한 경우의 집중부식속도는 1mm/yr정도로 됨을 소개하고 있다.
건축관계	• 건축기초구조설계기준 동해설 (1975.5) (일본건축학회)	• 부식한계 (0.2 mm/yr를 잡으면 충분함) × 내용연수
	• 건설성주택국건축지도과장통달 806 호 (1978. 11)	• 지반의 부식성 시험을 행한 경우는 연간부식한계 (mm/yr) × 80 (또는 내용년수) • 부식성 시험을 행하지 않은 경우는 2 mm
	• 동경도 건축구조설계지침 (1979. 5)	• 연간부식한계 (mm/yr) × 80 • 말뚝의 주변 흙에 접한 표면 2 mm • 강재로 둘러싸인 안쪽의 표면 0.5 mm
토목관계	• 구조물설계표준해설, 기초구조물 및 말뚝토압 구조물 등 (1974. 6) (일본국유철도)	• 말뚝의 주변 흙에 접한 표면 2 mm • 강재로 둘러싸인 안쪽의 표면 0.5 mm • 6 cm 이상의 두께인 콘크리트에 접한 표면 0 mm (이들의 값은 중간 정도의 부식성인 지반에서는 80 년 정도의 부식한계에 상당한다.)
	• 설계기준 (1978. 4) (고속도로공단)	• 부식한계 2 mm (표준)
	• 설계요령 제2집(1978. 4) (일본도로공단)	• 부식한계 2 mm
	• 설계기준 (제4차안) (1979. 4) (일본하수도사업단)	• 말뚝이 흙 또는 물에 접한 면 2 mm 강관말뚝 안쪽에 대해서는 고려하지 않아도 좋다.
	• 도로교시방서·동해설 IV 하부구조편 (1979. 8) (일본도로협회)	• 해수와 유해한 공장배수의 영향을 받지 않는 경우에는 환경의 부식성조사를 행하지 않으며, 방식처리도 실시하지 않을때는 상시 물안 및 흙안에 있는 부분 (지하수안 부분을 포함) 에 대해서는 2 mm 의 부식한계를 고려한다.
	• 토지 개량사업계획 설계기준, 설계, 공상 (1978.10) (농림수산성구조개선국)	• 말뚝이 주변 흙에 접한 표면 2 mm 강재로 둘러싸인 안쪽의 표면 0.5 mm 6 cm 이상의 두께의 콘크리트에 접한 표면 0 mm

• 표에서 나타난 바와같이, 건축·토목 관계 (일본) 에서는, 2 ㎜ 를 부식 한도 (외면) 의 표준으로 하고 있으나, 상기의 부식속도는 말뚝 외면에 대한 기준치 이고 말뚝내면에 대해서는 장기적으로 산소량이 '0' 으로 되므로 부식량을 무시 할 수 있다고 고려되어 있다.

4. 방식 대책

• 방식의 일반적인 대책방법은 다음과 같다.

- 강재의 두께 증가
- 콘크리트 피복형성
- 도장, 보호막의 형성
- 전기 방식법
- 상기 방법의 조합

이러한, 방법의 선택은 지반의 부식과 구조물의 내용년한에서 결정된다.

■ 강재 두께 증가

o 외력에 의해 필요한 말뚝두께 이외에 년간부식속도 × 설계수명에 필요한 두께를 고려하여 말뚝의 두께를 증가시키는 방법

■ 콘크리트 피복형성

o 강말둑 타입후 부식성이 심한 지반면 부근을 부분적으로 콘크리트로 피복하는 방법으로 말뚝의 주변에 외관을 타입하여 말뚝과 외관의 간격에 콘크리트를 충전할 수도 있다.

■ 도장, 보호막의 형성

o 주로 해수의 영향을 받는 구조물에 취하는 방법으로 강재표면에 도장 혹은 보호막을 형성시켜 방식성능의 향상을 도모하는 방법으로 다음의 종류가 있다.

- 도장 (페인트와 도료를 혼합)
- 유기질 라이닝
- 무기질 라이닝
- 금속 라이닝

■ 전기 방식법

o 피방식체를 직류전원의 (-) 극에 보조전극을 직류전원의 (+) 극에 접속하여 피방식체에 통전하는 외부전원 방식과 피방식체보다 저전위의 금속을 양극으로 접속하여 전류를 공급하는 유전양극 방식이 있다.

5. 강말뚝 부식량에 따른 지지력 검토

- 말뚝의 부식은 기초전체의 구조적 안정에 영향을 미친다.

  이는 지지력의 저하뿐아니라 말뚝 본체의 내구성에도 영향을 미치므로 본 검토에서는 부식의 정도에 따른 기초구조계의 영향을 판단코저 한다.

- 본 검토의 대상 말뚝은 고속도로 구조물의 강말뚝 ϕ406.4 × 9 m/m 를 그대상으로 한다.

- 대상 지반 및 말뚝

  - 외　　경 : ϕ406.4 mm
  - 두　　께 : 9 mm
  - 대상지반 : N = 40 (풍화잔류토층)
  - 타입식 강관말뚝

■ 선단 지지력 영향

- Qa = 1/3 × 30 × N × Ap (도로교 시방서 4.9.4.1)

  여기서 N = 40

  Ap = 말뚝의 선단 폐쇄 단면적 (부식두께 고려)

구분 \ 부식두께	t=1.5m/m	t=2.0m/m	t=2.5m/m	t=3.0m/m	비　　고
• 유 효 관 경 (m/m)	403.4	402.4	401.4	400.4	부식두께고려
• 유효 단면적 (m^2)	0.1278	0.1272	0.1265	0.1259	$\frac{\pi}{4} \cdot D^2$
• 선단 지지력 (TON)	51.120	50.88	50.60	50.36	1 본 당
• 비　　율	100.5	100	99.5	99.0	t = 2.0 mm 기　준

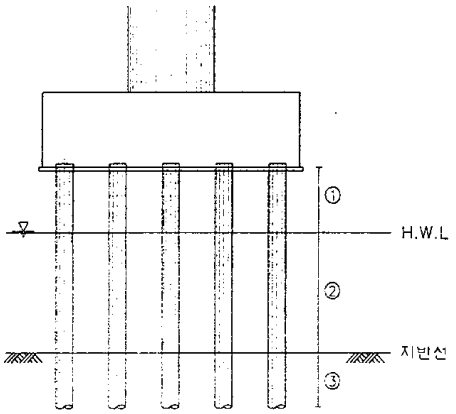
- 본 검토에서와 같이 부식두께의 차이로 인한 선단 지지력의 차는 아주 미소함을 알 수 있다.

6. 부식 대책 검토

구 분	부 식 두 께	대 책
육 상 토 중	.0.025mm(평균년부식율) ×80년(평균내구연한)=2.0mm	.강말뚝 두께증가 : +2.0mm
염분함유토중	.0.03mm(평균년부식율) ×80년(평균내구연한)=2.4mm	.강말뚝 두께증가 : +3.0mm
해상 및 수상 구 간	.고조수위(H.W.L)위: 0.3mm/yr×80년=24.0mm .고조수위와 해저지표면사이: 0.1mm/yr ×80년=8.0mm .바다밑 뻘속: 0.03mm/yr×80년=2.4mm .상시 물속: 0.025mm/yr×80년=2.0mm	.기초시공 형태에 따라 강재 두께를 증가하는 방법과 별도의 방식처리 방법을 비교,검토하여 대책 선정. .방식처리 방법은 신뢰성 및 유지관리 측면을 고려하여 선정 (전기 방식법 지양)
기 타	.공장폐수등 강말뚝 부식을 촉진시키는 조건에서는 별도의 검토가 이루어져야 함.	

※ 해상 및 육상구간

⇨ CASE 1 : FOOTING 하단이 H.W.L 이상에 위치할 때

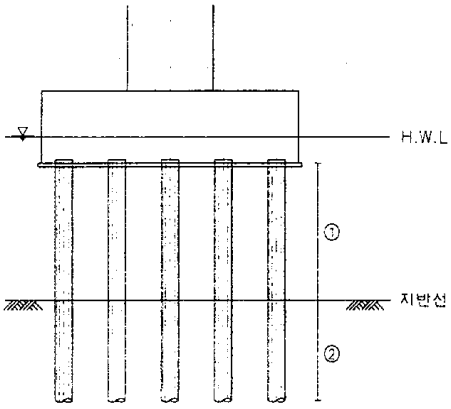


①구간 : 0.3mm/년 × 80년 = 24.0mm
→ 별도 방식처리 필요
(②구간 상단 0.5-1.0m를 포함하여 검토)

②구간 : 0.1mm/년 × 80년 = 8.0mm
→ 강말뚝 두께증가와 별도 방식처리에 대한 경제성 분석 결과에 따라 결정

③구간 : 0.03mm/년 × 80년 = 2.4mm
→ ②구간과 동일

⇨ CASE 2 : FOOTING 하단이 H.W.L 이하에 위치할 때



①구간 : 0.1mm/년 × 80년 = 8.0mm
→ 강말뚝 두께증가와 별도 방식처리에 대한 경제성 분석 결과에 따라 결정

②구간 : 0.03mm/년 × 80년 = 2.4mm
→ ①구간과 동일

7. 검 토 의 견

- 강말뚝의 부식에 관한 검토결과 부식 두께는 강말뚝의 설치 환경에 따라 변동되는 사항으로
  - 일반 환경(육상토중)하에서는 도로교 표준 시방서에 규정에 따라 2mm를 적용하고,
  - 염분함유지역에서는 부식환경임을 고려하여 3mm로 적용하며,
  - 공장폐수 유출지역, 해상 및 수상 지역에서는 기초시공 형태에 따라 별도의 방식 처리를 시행함이 타당한 것으로 판단됨.

7-5 교량 확폭 시공을 위한 설계 및 시공지침

방 침
도 로 기 17202-105 ('94. 4. 12)

1 적용범위

본 지침서은 기설부 교량에 인접해서 신설부 교량을 나란히 맞대어 시공하여 교량을 확폭시공하는 경우에 적용한다.

교량을 확폭시공하는 방법은 기존도로의 차선수, 통과 교통량, 하부도로조건, 장래 도로계획 등 여러가지 현장여건을 감안하여 결정해야 한다. 2차선 고속도로의 확장공사의 경우에는 보통 기존교량옆으로 중앙분리대를 포함하여 2차선교량을 편측확폭시공한다. 또한 현지여건 및 시공편의상 우회도로를 이용하여 이 곳으로 차량을 통행시키면서 교량을 확폭하는 경우도 발생한다.

편측확폭시공이나 우회도로를 이용하여 확폭시공하는 경우에는 시공측면에서 교량을 신설하는 경우와 다를 바가 없으며 기설부 교량과 신설부 교량사이에는 어떠한 형태의 조인트(시공조인트 또는 종방향 강조인트)도 발생하지 않기 때문에 교량확폭에 따른 문제점은 발생하지 않는다. 그러나 기설부 교량과 신설부 교량 사이에 조인트가 발생하는 경우에는 교량확폭에 따른 여러가지 문제점이 발생하게 된다.

따라서 본 지침서는 교량확폭시공시 기설부 교량과 신설부 교량 사이에 조인트가 발생되는 확폭교량에 대해서 적용한다.

2 확폭교량의 설계

> 교량을 확폭시공할 경우에 기설부 교량과 신설부 교량은 서로 독립된 교량으로 설계하여야 한다.

교량확폭시공은 교량의 신설과는 다른 여러가지 독특한 문제들을 지니고 있기 때문에 신설교량의 설계와는 설계개념을 달리할 필요성이 있다.

기존교량을 그대로 사용하여 확폭시공하는 경우에는 기존교량의 시공당시 설계하중은 신설부 교량의 설계하중보다 낮은 경우가 많고, 기존교량은 상당기간 공용되었기 때문에 시공당시보다 내하력이 저하된 상태에 있다. 따라서 기존교량을 그대로 사용하는 경우에는 신설부 교량은 현 도로교시방서의 규정을 적용하여 기존교량과 별도로 설계하는 것이 상례이다.

그러나 1, 2, 3차시공으로 차량을 우회시키면서 교량을 확폭신설하는 경우에는 일반적으로 확폭 후 교량의 완성된 상태를 기준으로 설계한다. 그렇지만 1차시공의 기설부 교량과 3차시공의 신설부 교량은 1~2년의 시공기간의 차이가 발생하며, 특히 시공중에 기설부 교량에는 1년이상 차량이 통행하게 된다. 또한 기설부와 신설부 교량 사이의 재령차 때문에 두 교량의 접합 후에도 신설부 교량의 상대적으로 큰 건조수축 및 크리이프변형에 의해서 기설부 교량에는 추가처짐 및 응력이 발생한다. 뿐만아니라 기설부와 신설부 교량의 접합면에서 두 교량 사이의 모멘트와 전단력이 완벽하게 전달된다는 보장도 없으며, 확폭교량의 현장조사에서도 접합면은 다른 부위에 비해서 손상이 먼저 일어 날 수 있는 취약한 부분이었다.

따라서 1, 2, 3단계로 교량을 확폭시공의 경우에도 기설부 교량과 신설부 교량은 서로 독립된 교량으로 설계하여야 하며 이를 위해서 활하중의 감소율(2차선 100%, 3차선 90%, 4차선 75%)과 충격하중을 두 교량에 별도로 적용해야 한다.

3 확폭교량의 접합부 시공

기설부 교량과 신설부 교량은 접합시공에 의해서 일체로 거동하도록 시공해야 하며, 접합시공방법은 두 교량의 상,하부구조를 서로 일정한 거리 띄워서 시공하여 완성한 후 두 교량사이를 콘크리트로 타설하여 접합하는 방법으로 한다.

접합부의 시공방법은 두 교량 사이에 종방향의 강조인트를 설치하여 두 교량이 구조적으로 완전히 독립된 교량으로 작용하게 하는 분리시공방법과 두 교량을 접합하여 일체구조로 작용하게 하는 접합시공방법으로 나눌 수 있다.

분리시공의 경우에는 콘크리트 타설시 동바리의 처짐, 솟음량(Camber)의 제작오차, 차량하중에 의한 부등처짐, 장기처짐 등에 의해서 두 교량 사이에는 필연적으로 단차가 발생한다. 조인트에서 발생한 급격한 단차는 통행차량의 승차감을 저하시키고 단차가 큰 장경간의 교량에서는 순간적인 교통사고를 일으킬 수 있다. 또한 차량의 충격에 의해서 조인트 뿐만 아니라 후타재 콘크리트의 파손 가능성이 크며, 제설작업을 위해서 사용하는 염화물이 유입되면 조인트가 부식되어 결과적으로 조인트의 주기적인 유지보수문제를 야기시킨다. 조인트는 교량 종방향으로 설치되어 있어서 연장이 길기 때문에 보수비가 과다해지며, 보수중의 사고의 위험성과 교통지체는 불가피하다. 그리고 염화물의 유입과 누수에 의해서 조인트 뿐만 아니라 주형과 하부구조에도 손상을 가중시키게 된다. 따라서 차량의 고속주행, 안정성 및 공용중의 유지관리측면을 중요시하는 고속도로에서는 교량의 확폭시공은 기설부와 신설부 교량을 일체구조로 시공하는 접합시공방법으로 시행되어야 한다.

접합시공방법은 기설부와 신설부 교량을 직접 맞대어 시공하는 직접접합시공과 신설부 교량을 일정 거리 띄워서 독립시공한 후 두 교량사이를 콘크리트로 타설하여 접

합하는 중간 콘크리트에 의한 접합시공으로 나눌 수 있다. 중간 콘크리트에 의한 접합시공방법은 두 교량을 서로 띄워서 시공한 후에 접합하기 때문에 직접접합에 비해서 다음과 같은 장점을 지니고 있다.

1) 하부 동바리에 의해서 시공하는 교량(슬래브교, 라멘교, 중공슬래브교등)의 상부 슬래브의 시공에서 신설부 교량의 동바리를 제거하더라도 신설부 교량의 사하중이 기설부 교량에 하중으로 작용하지 않는다. 따라서 동바리 제거에 따른 기설부 교량의 추가처짐 및 응력이 발생되지 않는다.

2) 신설부의 상부구조를 시공하기 전에 두 교량의 하부구조를 접합시공하면 하부구조가 서로 일체로 작용하기 때문에 그 이후에 시공되는 상부하중은 기설부의 하부구조에 추가하중으로 작용하게 된다. 반면에 신설부 교량의 상부구조가 완성된 뒤에 두 교량 하부구조와 상부구조의 접합부를 중간 콘크리트에 의해서 접합시공하게 되면 신설부 교량의 상부하중은 기설부 교량의 하부구조에 추가처짐 및 응력을 발생시키지 않는다.

3) 들보교의 경우에 두 교량사이에 발생한 처짐 단차는 중간 콘크리트에 의해서 쉽게 조정이 되며 급격한 단차를 완만한 경사가 되도록 해준다.

4) 신설부 교량의 방치기간 동안에는 신설부 콘크리트의 건조수축 및 크리이프변형에 의해서 기설부 교량에는 추가처짐 및 응력이 발생되지 않는다. 또한 신설부 교량의 방치기간을 길게하면 할수록 잔여 건조수축 및 크리이프변형이 작기 때문에 접합 후에도 기설부 교량에 추가되는 장기처짐과 응력을 줄일 수 있다. 특히 프리스트레스트 교량(P.C 중공슬래브교, P.C Box Girder교 등)에서는 강선정착 후에 신설부 교량의 종방향 변형(탄성변형, 장기변형)이 상당히 크게 발생하기 때문에 그 효과는 더욱 좋다.

5) 기설부 교량으로 차량을 통행시키면서 확폭하는 경우에 차량에 의한 진동이 직접적으로 신설부 교량에 영향을 미치지 않는다. 진동을 받는 중간 콘크리트의 타설 부위는 접합부에 대한 시공방법과 설계상세를 통해서 그 영향을 최소화할 수 있다.

중간 콘크리트에 의한 접합시공은 위와 같은 장점이 있는 반면 접합면이 2곳에서 발생하는 문제가 있다. 피로파괴시험 결과 접합면이 있는 시험체는 일체로 친 시험체에 비해서 피로파괴시의 하중반복횟수가 작아지는 경향을 보이나 반복횟수 100만회에 대한 피로강도는 정적 극한강도의 54.5~59.0%의 범위로서 일체치기 시험체의 55.3%와 거의 비슷한 수치를 나타내고 있다. 따라서 확폭교량의 접합면은 피로하중에 대해서 일체치기에 비해서는 취약하나 상당한 반복횟수를 가지기 때문에 충분한 공용성을 갖는다.

그러므로 중간 콘크리트에 의한 접합시공방법은 기설부 교량에 추가처짐 및 응력을 최소화시킴과 동시에 단차의 조정이 쉬우며 기설부 교량으로 차량을 통행시키면서 확폭하는 경우에는 유효한 시공방법이다.

4 교량확폭시공중의 교통처리

> 강교를 제외한 경간장 30m이내의 콘크리트 교량에 대해서는 기설부 교량으로 차량을 통행시키면서 신설부 교량을 확폭할 수 있다.

임시우회도로를 가설하여 차량을 이 곳으로 우회시켜서 교량을 확폭시공하는 방법과 1, 2, 3차시공으로 나누어 단계적으로 차량을 우회시키면서 교량을 확폭시공하는 방법은 시공중에 기설부 교량으로 차량이 통행하지 않기 때문에 신설부측의 콘크리트

에 주는 진동의 영향은 없게 된다. 그러나 전자의 방법은 임시교량을 포함하여 상당한 우회도로 가설비가 추가로 소요되며, 후자의 방법은 차량의 흐름을 최소한 3번 이상 번갈아서 우회시켜 주어야 하기 때문에 임시방호벽의 이동, 운반, 설치작업과 차선변경작업 등 시공이 매우 번거로워진다. 또한 두 방법 모두 우회구간내의 선형이 매우 불량하기 때문에 교통사고의 위험성이 항상 잠재해 있으며 시공중에 세심한 안전관리가 필요하다.

따라서 차량에 의한 진동이 굳지 않은 콘크리트에 큰 영향을 주지 않는다고 한다면 기설부 교량으로 차량을 통행시키면서 교량을 확폭시공하는 방법이 시공비 및 안전관리비의 절감차원에서 위의 두 시공방법보다 더욱 바람직하다.

우선 사람의 감각에 의존해서 진동을 평가한 결과는 매우 신빙성이 없게 된다. 교량위에서 사람을 올려놓고 진동의 크기를 느끼게 해보면 진동에 대한 사람의 감각이 매우 민감하게 작용할 뿐만 아니라 어느 정도의 두려움이 포함되어 있기 때문에 실제로 측정한 진동의 크기에 비해서 항상 크게 되고 과장되기 마련이다. 따라서 진동에 대한 평가는 측정과 시험에 의해서 결정되어야 한다.

차량에 의한 진동의 영향에 대한 시험 및 연구결과를 종합해보면 양생중의 진동은 콘크리트간의 부착강도에는 불리하지만 접합면에 신, 구콘크리트 접착제를 도포하면 부착강도는 개선되며, 철근과 콘크리트간의 부착강도에는 오히려 유리하게 작용한다. 또한 양생중 진동을 받으면 휨균열이 먼저 발생하기 쉬우나 접합면의 극한 휨,전단내력의 저하현상은 발생하지 않는다. 외국에서 실제 확폭교량에서 실시한 접합면 코아채취 분석결과 진동에 의한 접합면에서의 공극은 발견되지 않았다.

그리고 진동의 영향은 주로 진폭에 관계되는 것으로서 경간장 30m 이내의 콘크리트 교량에 대해서는 총중량 25ton 덤프트럭이 경간중앙에 재하된 경우에도 진폭이 2mm이내로 매우 작게 발생하기 때문에 중간 콘크리트 타설부위의 적절한 시공방법에 의해서 충분히 진동의 영향을 배제할 수 있다.

따라서 차량하중에 의해서 진폭이 크게 발생하는 강교나 장경간의 콘크리트교를

제외한 경간장 30m이내의 콘크리트교에 대해서는 경제적인 측면을 고려할 때 기설부 교량으로 차량을 통행시키면서 교량을 확폭하여도 무방하다.

5 중간 콘크리트, 거푸집, 철근 겹이음 상세

(1) 중간 콘크리트로는 초기 30일 이내에 최대한 팽창효과가 큰 팽창콘크리트를 사용한다.

(2) 중간 콘크리트의 폭은 시방서의 규정을 근거로 계산한 겹이음 길이와 50cm중 큰 값으로 한다.

(3) 중간 콘크리트의 슬럼프는 2.5~7.5cm이내로 하며, 최소시멘트양은 335kg/m^3 최대 물-시멘트비는 0.45로 한다.

(4) 거푸집은 기설부 및 신설부 교량의 하면을 따라 폭방향으로 30cm이상 더 뻗어서 설치해야 하며, 콘크리트 타설 후에도 콘크리트 하면에 완전히 밀착되어 콘크리트의 새어나감을 방지하여야 한다.

(5) 기설부와 신설부의 콘크리트 접합면과 철근은 완전히 이물질이 제거된 상태에서 콘크리트가 타설되어야 하며, 콘크리트 접합면은 콘크리트타설 직전에 신, 구콘크리트 접착제를 도포하여야 한다.

(6) 겹이음 철근은 적어도 철근의 양끝과 중간에서 용접이음하여야 한다.

(1) 중간 콘크리트로 사용하는 팽창콘크리트는 보통 초기 30일 이내의 기간에는 팽창변형을 일으키다가 그 이후에는 수축변형을 일으키며 초기의 팽창변형량이 클수록 최종 건조수축변형량은 작아진다. 팽창콘크리트는 혼화제로서 팽창제를 콘크리트에 혼합한 것으로서 첨가시킬 혼입량은 콘크리트의 설계강도를 기준으로 제조회사의 사용설명서를 참조하여 결정한다.

팽창콘크리트로 두 콘크리트 사이를 접합시공하게 되면 팽창콘크리트의 초기팽창변형에 의해서 접합 후 발생하는 신설부 콘크리트의 초기 건조수축변형이 억제되어 기설부 교량으로 전달되는 추가응력을 막아주는 완충재의 역할을 하게 된다.

(2) 중간 콘크리트의 폭이 클수록 건조수축변형에 대한 완충효과는 크다. 여러문헌을 검토해 본 결과 최소한 50cm이상의 폭이 되어야만 완충재의 역할에 무리가 없는 것으로 나타났고 또한 시방서에서 규정한 겹이음길이를 확보해야 하기 때문에 둘 중에 큰 값을 사용해야 한다. 접합면은 항상 겹이음이 끝나는 위치로서 철근량이 급격히 줄어들고 다른 곳보다 취약해지기 쉽기 때문에 되도록 휨모멘트에 의한 인장응력이 작은 곳에 위치하도록 하여야 한다.

(3) 콘크리트내의 물의 양이 많게 되면 굳지 않은 콘크리트 속에서 진동하고 있는 철근의 주위에는 물이 많이 포함된 낮은 강도의 페이스트(paste)가 모이게 되어 철근부착강도의 저하와 철근층내의 재료분리의 가능성이 있게 된다. 따라서 슬럼프와 물-시멘트의 비를 낮추고 시멘트의 양을 증가시켜서 상대적으로 물의 양을 줄여야 한다. 이러한 의미에서 조강이면서 고강의 특성을 갖는 콘크리트에 건조수축변형을 줄이기 위해서 팽창제를 혼입하여 사용하면 더욱 바람직한 시공방법이다.

(4) 거푸집하면에 시멘트 반죽이 새어나와 굳어버리면 표면상태가 매우 불량하게 되며 이것을 깨어버리고 모르타르로 마무리하게 되면 작업이 번거롭게 될 뿐만이 아니라 접합면에 손상을 일으킬 수 있다. 따라서 중간 콘크리트의 타설 후에도 콘크리트 하중에 의해서 거푸집이 처지지 않도록 거푸집이 양쪽 교량의 콘크리트 하면에 완전히 밀착시켜야 하며 거푸집은 충분한 강도를 갖도록 제작해야 한다.

접합면 부위는 콘크리트가 완전히 채워지기 어려우며 접합면 하부에서는 물이 쉽

게 새어나가서 거푸집을 제거하게 되면 하면에 틈새가 발생하는 경우가 많다. 따라서 중간 콘크리트의 타설시에는 접합면 주위에 콘크리트가 충분히 공급되도록 하고 진동다짐도 충분하게 실시하여야 한다.

기설부 교량으로 차량을 통행시키는 경우에는 기설부 교량측의 거푸집은 진동에 의해서 처짐이 쉽게 일어날 수 있도록 해야한다.

(5) 접합면과 철근에 묻어 있는 이물질은 콘크리트의 부착을 방해하기 때문에 완전히 청소가 된 후에 콘크리트가 타설되어야 한다.

시험결과에서 신, 구콘크리트 접착제는 콘크리트 접합면의 부착강도와 휨, 전단강도를 증가시키는 역할을 해주는 것으로 나타났다. 접착제는 콘크리트 타설 직전에 구콘크리트 접합면에 도포한다. 접착제의 고결시간이 중간 콘크리트의 종결시간과 비슷한 접착제를 사용하여 중간 콘크리트와 접착제가 서로 엉켜서 고결되도록 하는 것이 좋다.

(6) 신설부와 기설부 교량에서 뻗어나온 철근은 기설부 교량의 진동외에 굳지 않은 콘크리트속에서 추가적인 떨림이 발생하지 않도록 철근의 끝부분을 포함하여 용접에 의해서 서로 일체가 되도록 겹이음되어야 한다. 또한 철근을 중간 콘크리트내에서 구부려서 겹이음하게 되면 굽은 부위에 콘크리트의 충진이 불량하여 공극이 발생할 수 있기 때문에 직선상태의 철근으로 겹이음하여야 한다.

(1)~(6)항의 내용과 함께 기설부 교량에서 뻗어나온 철근과 거푸집내의 굳지 않은 콘크리트가 같은 진폭과 진동수로 서로 똑같이 움직인다면 진동의 영향은 없게 된다는 관점에서 상판에 대한 중간 콘크리트 부위의 철근 및 거푸집 상세도를 그려 보면 다음과 같다.

< 바람직한 방법 >　　< 바람직하지 않은 방법>

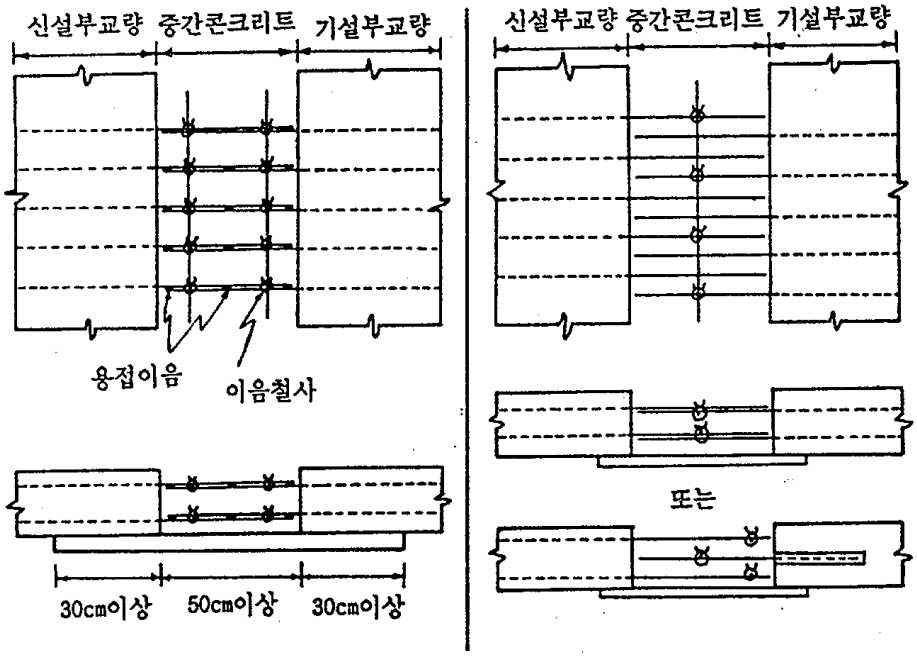


그림 9.4.1 철근 및 거푸집 상세도

6 중간 콘크리트 타설시기

중간 콘크리트는 신설부의 콘크리트 타설 후 90일이상이 경과한 후에 타설하여야 한다.

신설부 교량을 오래동안 방치하면 할수록 콘크리트의 장기변형 및 처짐이 많이 일어나서 기설부 교량에 미치는 영향은 작아지게 된다. 그러나 시공여건상 신설부 교량을 무한기간을 방치할 수는 없기 때문에 합리적인 방치기간의 설정이 필요하다. 콘크

리트는 타설 후 초기 90일 이내에 건조수축 및 크리이프에 의한 변형이 65%이상 발생한다. 또한 팽창콘크리트는 최종적인 건조수축변형량이 작고 초기의 팽창변형효과 때문에 접합 후에 발생하는 신설부 콘크리트의 잔류건조수축변형(약 35%)에 대해서는 충분한 완충재의 역할을 한다. 따라서 신설부 콘크리트의 방치기간을 최소한 90일 이상으로 정하는 것이 구조적인 문제를 최소화시키는데 있어서 합리적이다.

7 시공순서

교량의 확폭시공은 다음과 같은 시공순서를 따라야 한다.

(1) 기설부 교량의 상, 하부구조 접합부의 철근 빼내기

(2) 신설부 교량의 독립시공 및 상, 하부구조의 철근 빼내기

(3) 신설부 교량의 동바리 및 거푸집 제거

(4) 상, 하부구조 접합부의 거푸집 설치 및 철근 겹이음

(5) 상, 하부구조 접합부의 팽창콘크리트 타설

교량확폭시공시 시공순서를 잘못하면 기설부 교량에 추가응력을 유발시키게 된다. 특히 위에서 (2)의 시공단계에서 하부구조를 직접접합이나 중간콘크리트로 접합시켜 버리게 되면 기설부와 신설부의 하부구조가 일체화되었기 때문에 하부구조위에 올라서는 신설부 교량의 상부구조 사하중이 기설부 교량의 하부구조에 하중으로 작용하게 된다. 이러한 경우는 교대의 접합시공시 배면토압에도 똑같이 적용된다. 따라서 신설부 교량은 기설부 교량과 떠워서 모든 공정을 독립적으로 완료한 후에 두 교량사이의 상, 하부구조 접합부를 단순히 팽창콘크리트에 의해서 접합하는 원리가 적용되어야 한다.

8 기타 사항

(1) 기존 교량을 파쇄하여 철근을 뽑아내는 경우에는 파쇄시킬 부분을 명확히 구분하기 위해서 콘크리트 절단기로 상부피복의 일부를 절단한 후 콘크리트를 파쇄하여야 하며, 파쇄과정에서 기존 교량의 손상을 최소화하도록 주의해야 한다.

(2) 교대의 확폭시공시 흙막이공은 기존 교량에 인접해서 설치하기 때문에 차량의 충격에 충분히 견딜 수 있도록 설계해야 하며, 시공시 굴착 폭과 길이는 최소화해야 한다.

7-6 농어촌도로 횡단구조물 설치기준 검토

방 침
설 기 16203-87 ('94.6.15)

1. 검토목적

농어촌 도로 횡단구조물 설계시 현재의 도로사용 실태만을 고려한 설치기준을 적용하고 있는바, 농어촌 도로의 구조.시설기준에 관한 규칙('92.11, 내무부)에 명시된 도로의 종류별 기하구조 기준에 맞추어 설치기준을 변경코자 함.

2. 농어촌 도로의 종류와 기능 (농어촌 도로 정비법 제4조)

- 면 도 : 도로법에 규정된 도로(이하"군도이상의 도로"라 한다)와 연결되는 읍·면 지역내의 기간도로
- 리 도 : 군도이상의 도로및 면도와 분기하여 마을간이나 주요 산업단지등과 연결되는 도로
- 농 도 : 경작지등과 연결되어 농·어민의 생산활동에 직접 공용되는 도로

3. 농어촌 도로의 설계기준 (농어촌 도로의 구조·시설기준에 관한 규칙)

가. 설계속도

구 분		설계속도(km/hr)	비 고
면 도	평 지	50 (30)	
	산 지	40 (20)	
리 도		40 (30)	
농 도		20	

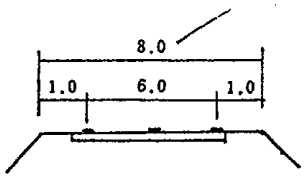
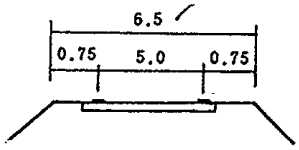
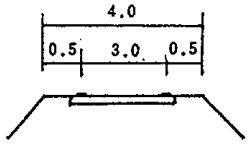
단, 면도와 리도는 부득이한 경우 속도를 20 km/hr 감하여 설계할 수 있다.

나. 표준횡단 구성

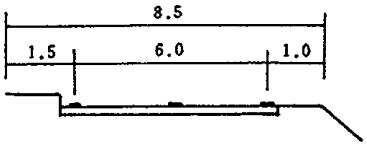
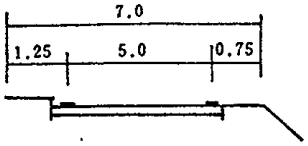
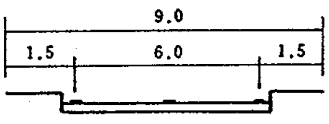
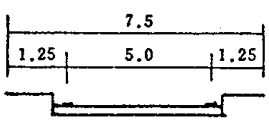
구 분		면 도	리 도	농 도	비 고
차 선 수		2	1	1	
차 선 폭		3.0	5.0	3.0	
충폭원	보도가 없을 경우	8.0	6.5	4.0	
	한쪽에만 보도 설치	8.5	7.0	-	
	양쪽에 보도 설치	9.0	7.5	-	

° 표준횡단면도

- 보도가 없는 경우

면 도	리 도	농 도
		

- 보도가 있는 경우

구 분	면 도	리 도
한쪽에만 보도를 설치하는 경우		
양쪽에 보도를 설치하는 경우		

다. 통과 높이

1) 일반적 기준 : H = 4.5 m

2) 부득이한 경우 ┌ H = 4.2 m
└ H = 3.0 m (대형자동차의 교통량이 현저히 적고 당해도로 인근에 대형자동차가 우회할 수있는 도로가 있는 경우)

라. 선 형

구 분		설계속도	최소곡선반경	시 거	비 고
면 도	평 지	50 (30)	90 (60)	65 (45)	
	산 지	40 (20)	60 (15)	45 (20)	
리 도		40 (20)	60 (15)	45 (20)	
농 도		20	15	20	

단, ( ) 는 부득이한 경우

4. 현 설계기준

가. 라멘교

° L = 12.0 M : 폭 4.0M 이상의 마을 진입로

° L = 15.0 M : 폭 4.0M 이상의 마을 진입로로서 수로와 겸용되는 경우

나. BOX

° 4.5 × 4.5 : 현재 대형 차량이 통행하고 있거나 장차 통행 가능성이 있는 곳

° 4.0 × 4.0 : 위의 규정에서 부득이 축소해야 할 경우

° 3.5 × 3.5 : 산간지대에서 차량의 통행이 없는 곳 또는 위의 기준에 만족하는 우회도로가 있는 곳

° 3.0 × 3.0 이하 : 위의 기준외에 부득이한 곳

5. 농어촌도로 횡단 구조물 설치기준(안)

농어촌 도로를 횡단하는 구조물 설치시의 최소 기준을 도로의 종류에 따라 다음과 같이 적용코자 함.

가. 면도, 리도및 농도

구 분	차선수	표준횡단폭원	적 용			비 고
			구조물형식	연 장	통과높이	
면 도	2	8.0 - 9.0	라멘교	10M 이상	4.8(4.2)	( )는 부득이한 경우
리 도	1	6.5 - 7.5	라멘교	8M 이상	4.8(4.2)	
농 도	1	4.0	BOX	4.5×4.5 (4.0×4.0)		부득이한 경우

(주) 1. 농어촌도로의 구조.시설기준에관한 규칙상의 기하구조기준을 만족시킬것.

2. 표준횡단폭원 이상의 도로에 대해서는 별도 검토.

3. 통과높이는 4.5M로 규정되어 있으나 포장덧씌우기등을 감안 4.8M 적용.

4. 수로와 병행하는 경우는 별도 검토.

나. 기타 새마을 도로등 비법정 도로

구조물 규격	적 용 기 준
4.5 × 4.5	- 현재 대형 차량이 통행하고 있거나 장차 통행가능성이 있는 곳
4.0 × 4.0	- 위의 규정에서 부득이 축소해야 할 경우
3.5 × 3.5	- 산간지대에서 차량의 통행이 없는 곳 또는 위의 기준에 만족하는 우회도로가 있는 곳
3.0 × 3.0	- 위의 기준외에 부득이한 곳

별 첨 # 농기계를 포함한 각종 차량의 폭

- 농어촌 도로의 구조.시설기준에 관한 규칙 해설및 지침 (p 20)

기 계 명 칭	차량폭	기 계 명 칭	차량폭
승 용 차	1.7	핸드 트랙터	1.3
대형 트럭(6톤이상)	2.5	씨드 드릴(종자 파종기)	3.0
소형 트럭(2톤이상)	1.7	롤러	2.4
경 자동차	1.4	매뉴얼스프레더(퇴비살포기)	2.0
경운기 (5ps미만)	0.6	브러시 브레이커	1.8
" (5ps이상)	0.7	디스크 해로우	2.3
승용트랙터 (30ps미만)	1.1	라임 소우어(석회 살포기)	3.5
" (30ps급)	1.7	팜 왜곤(농장용 왜곤)	2.0
" (50ps이상)	2.3	스피드 스프레이어(400ℓ)	1.0
콤바인(1조)	1.3	" (800ℓ)	1.5
" (2조)	1.6	" (1,500ℓ)	1.6
" (3조)	1.7	사료작물 수확기	2.4 - 3.1
" (20ps급)	2.3		
" (50ps급)	3.5	옥수수 수확기	2.4
" (90ps급)	3.5	크롭 케리(6㎥)	2.5
자전거	1.0	" (13㎥)	2.6
트레일러	1.9	건초 포장기	2.4

7-7 TEXOL 공법 사용성 검토

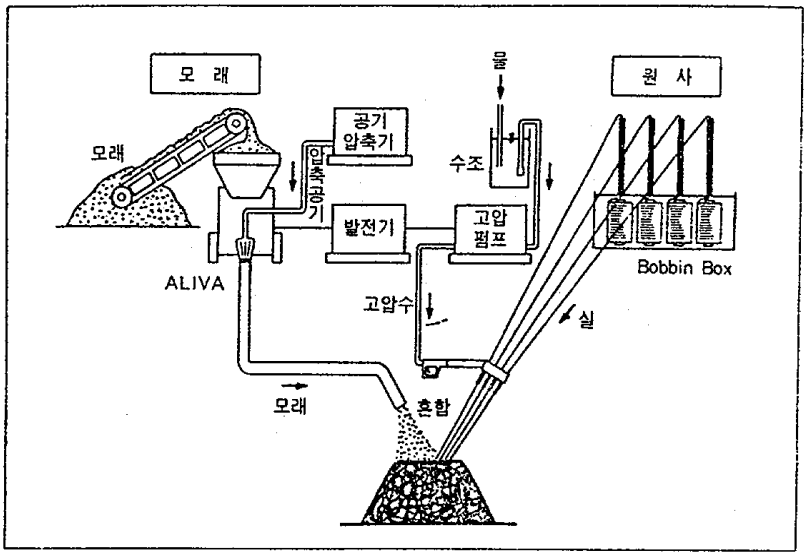
방 침
설 일 16210-101 ('94. 7. 5)

1. 검토목적

TEXSOL 공법은 1980년 프랑스에서 사면안정 보호 목적으로 개발되어 현재 국내일부 시공 현장(택지 조성등)에서 적용중인 공법으로서 고속도로 건설현장에서의 사용성 여부를 검토 하는데 있음.

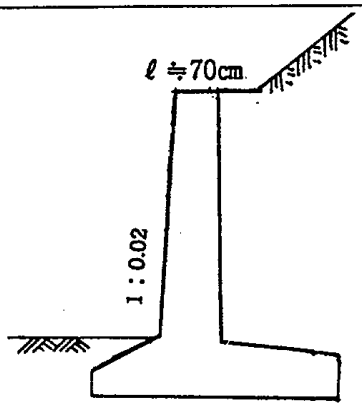
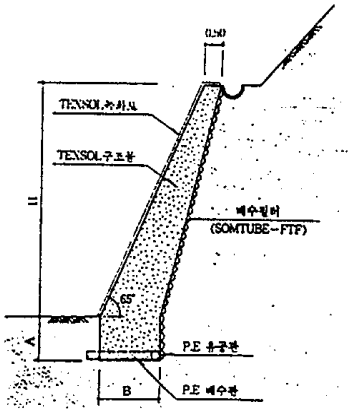
2. 공법의 개요

TEXSOL 공법은 보강토 공법의 일종으로서 모래와 화학섬유를 잘 혼입시켜 이로 인하여 생성되는 모래와의 점착력 증가로 보다 안정적인 사면 보호공을 구축함.



(TEXSOL 시공도)

3. TEXSOL 공법 비교

구 분		콘크리트 옹벽	TEXSOL 옹벽	비 고
재 료 구 성		시멘트, 모래, 자갈, 철근, 거푸집등	모래, 실	
개 요 도				
특징	경 제 성	- 성토부 : 공사비 저렴 - 절토부 : 공사비 고가	- 성토부 : 공사비 고가(160%) - 절토부 : 공사비 저렴(75%)	
	시공관리	- 시공과정 복잡 - 품질관리 복잡 - 많은 인력 필요로 기능공 확보 불리	- 시공과정 단순 - 품질관리 간단 - 적은 인력으로 시공 가능	
	유지관리	- 신축 줄눈 필요로 하자요인 - 지반 불량에 따른 부등침하 발생 - 차량 충돌시 균열발생 및 차량 파손	- 신축줄눈 불필요 - 부등침하에 따른 저항성 우수 - 차량 충돌시 충격흡수로 구조체 및 차량 안전도모	
	미 관	- 미관 불량	- TEXSOL 녹화토 처리로 미관 우수	

4. 검토의견

o TEXSOL 옹벽 공법은 '80년 프랑스에서 개발되어 '91년 국내에 도입된 이후로 일부 시공현장에 적용중인 공법으로서

- 경제성 검토 결과 절토부의 경우 경제성이 확보되고
- 시공관리, 유지관리, 미관등의 측면에서 기존 콘크리트 옹벽 공법에 비해 유리할 것으로 판단됨.

o 따라서 지형여건에 의해 장대사면 발생이 부득이한 경우와 절취로 인하여 지장물이 저촉되는 경우 이의 해소책으로서 본 공법의 적용이 유리한 것으로 판단되며

o 실시설계시 현지여건과 절취부의 토질특성을 감안 경제성. 안전성, 시공성등의 측면에서 개비온 옹벽, ROCK ANCHOR등 타공법과의 면밀한 비교 검토를 거친후 설계에 반영하는것이 바람직한것으로 판단됨.

3. 경제성 검토

- 성토부 옹벽

(단위 : 천원/M)

구분 / 노출면 높이	콘크리트 옹벽			TEXSOL 옹벽			비 고
	기 초 지 반			기 초 지 반			
	토사층	풍화암층	발파암층	토사층	풍화암층	발파암층	
2 M	412	555	702	524 (1:1.27)	558 (1:1.00)	593 (1:0.84)	
4 M	838	1,043	1,251	1,383 (1:1.65)	1,457 (1:1.40)	1,532 (1:1.22)	
6 M	1,425	1,695	1,968	2,764 (1:1.94)	2,889 (1:1.70)	3,012 (1:1.53)	
8 M	1,989	2,308	2,630	4,887 (1:2.46)	5,072 (1:2.20)	5,253 (1:2.00)	

*. ( )는 콘크리트 옹벽단가에 대한 TEXSOL 옹벽단가의 비율

- 절토부 옹벽

(단위 : 천원/M)

구분 / 노출면 높이	콘크리트 옹벽			TEXSOL 옹벽			비 고
	기 초 지 반			기 초 지 반			
	토사층	풍화암층	발파암층	토사층	풍화암층	발파암층	
2 M	442	649	884	524 (1:1.18)	558 (1:0.86)	593 (1:0.67)	
4 M	1,136	1,341	1,665	1,055 (1:0.93)	964 (1:0.72)	1,004 (1:0.60)	
6 M	2,211	3,371	4,716	2,327 (1:1.05)	1,506 (1:0.45)	1,555 (1:0.33)	
8 M	3,694	4,887	6,814	4,123 (1:1.12)	3,247 (1:0.66)	2,905 (1:0.43)	

*. ( )는 콘크리트 옹벽단가에 대한 TEXSOL 옹벽단가의 비율

7-8 교량신축 이음장치 유간확보를 위한 방안

방 침
설 이
16203-125
('94. 8. 9)

1. 검토 목적

교량의 신축장치는 온도변화에 의한 상부구조의 신축과 콘크리트의 건조수축, 크리프 및 활하중 재하시 보의 처짐에 의한 변위 등을 수용하고 주행차량의 하중과 충격에 저항하여 교량의 기능을 유지시키는 주요 부재임.

따라서 교량 시공시 신축장치에 대한 개념을 충분히 이해한 후 신축량과 유간이 정확히 유지되도록 정밀시공을 하여야만 신축장치가 본래의 기능을 발휘할 수 있음.

그러나 현재 신축장치 설계과정에서는 신축량 및 유간산출에 대한 근거와 시공시 유의사항 등에 대한 특별시방 규정내용이 다소 미흡하여 설계 개념에 대한 시공자의 이해 부족과 시공시 부주의로 인하여 신축장치가 부적절하게 시공되는 경우가 있어 이에 대한 보완대책을 검토하고자 함.

2. 신축장치의 설계와 시공

교량형식 및 지간결정 → 신축량 및 유간결정 (신축장치 형식결정)
→ 교대, 교각 시공 → 강교, 빔 제작 → Slab 시공 → 신축장치 시공

3. 현 설계과정

가. 신축량 계산

(1) 신축지간 100m 미만일 경우

- 개략 산출 공식에 의하여 신축량 계산

① 콘크리트교 : $\triangle \ell = 0.6\ell + 10$ (m/m)

② p c 교 : $\triangle \ell = 0.84\ell + 10$ (m/m)

③ 강 교 : $\triangle \ell = 0.72\ell + 10$ (m/m)

(ℓ : 지간, m)

(2) 신축지간 100m 이상일 경우

- 도로교 시방서 기준에 의하여 신축량 계산

① p c 교 : $\triangle \ell = \triangle \ell t + \triangle \ell s + \triangle \ell c + \triangle \ell r$ + 여유량

② 기타교량 : $\triangle \ell = \triangle \ell t + \triangle \ell s + \triangle \ell r$ + 여유량

$\triangle \ell t = \alpha \cdot \triangle T \cdot \ell$ (온도변화에 의한 신축량)

$\triangle \ell s = 20 \cdot \alpha \cdot \beta \cdot \ell$ (콘크리트의 건조수축에 의한 수축량)

$\triangle \ell c = Pt \cdot \phi \cdot \beta \cdot \ell / Ec \cdot Ac$ (콘크리트의 크리프에 의한 수축량)

$\triangle \ell r = \sum(hi \cdot \theta i)$ (보의 처짐에 의한 수축량)

α : 재료의 선 팽창계수

- 콘크리트 : 1.0×10^{-5}
- 강　　재 : 1.2×10^{-5}

β : 건조수축, 크리프에 대한 저감계수

ϕ : 콘크리트 크리프 계수 (2.0)

hi : 받침의 회전중심에서 보의 중립축까지의 높이 (2h/3)

θi : 보의 회전각

- 콘크리트교 : 1 / 300
- 강　　교 : 1 / 150

나. 신축장치 형식 및 설계유간 결정

(1) 신축지간 100m 이하 (신축량 100m/m 이하)의 경우

- 개략적인 공식에 의하여 계산된 신축량을 기준으로 설계기준에 제시된 신축장치 형식을 선정하되 아래와 같은 기준에 따라 적용

신축장(M)	콘크리트 교	PC 교	강 교
10	35	-	-
20	35	35	-
30	35	45	35
40	35	45	45
50	45	70	50
60	50	70	70
70	70	70	70
80	70	80	70
90	70	100	80
100	70	100	100

- 설계유간은 신축장치 형식에 따른 고유 수치임.

(2) 신축지간 100m 이상의 경우

- 도로교 시방서 기준에 의하여 신축량 계산
- 계산된 신축량을 기준으로 계산된 신축량보다 다소 여유있는 규격으로 신축장치 형식 선정
- 설계유간은 신축장치 형식에 따른 고유 수치임.

다. 특별시방서 규정

(1) 설계도서에 표시된 신축장치의 신축량은 상온 15 °C를 기준으로한 것이므로 설치시 온도를 고려한 신축량을 계산하여 감독원의 승인을 득한 후 설치하여야 한다.

(2) Anchor Bar 및 보강 철근은 슬래브 철근과 견고히 용접하여 감독원의 승인을 받은 후 다음 작업을 계속하여야 한다.

(3) 설치시 온도를 기준한 신축량, 회전, 방수 등에 관하여 충분히 검토하고 유간을 결정하여 설치해야 한다.

(4) 신축장치의 설치는 전문기술자로 하여금 설치토록 하여 평탄성 유지에 최선을 다하여야 한다.

(5) 신축장치의 콘크리트 타설면은 압력수, 압축공기 등에 의하여 깨끗이 청소하고 콘크리트를 타설하여야 한다.

(6) 콘크리트의 타설은 빠른 시간내에 타설하고 진동기를 충분히 사용하여 밀실한 콘크리트가 되도록 하여야 한다.

(7) 당해 제품의 시험성적서를 제출 후 승인된 제품이어야 한다.

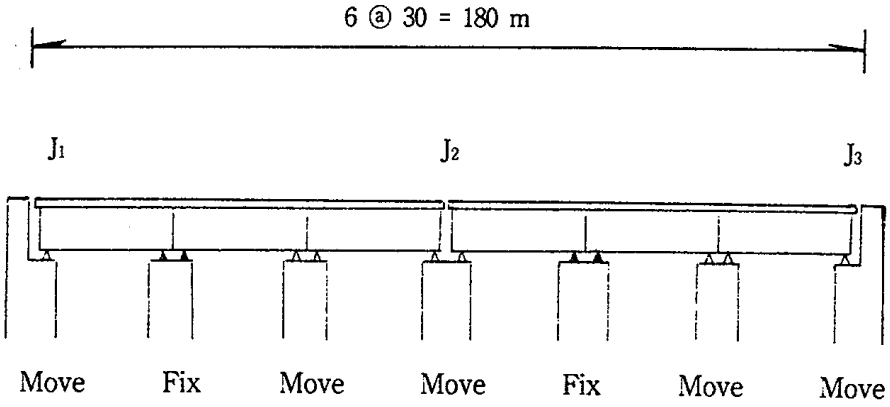
(8) 제품에 제조자 표시가 된 제품이어야 한다.

4. 보완 방안

가. 설계도 보완

교량의 신축장치 개소별 계산신축량, 설계신축량, 설계유간 및 최대, 최소 유간을 설계도에 표기

(예) pc빔교의 경우



계산신축량 $\triangle \ell = 0.84\ell + 10$

- J_1 : $\triangle \ell_1 = 0.84 \times 30 + 10 = 35.2$ m/m
- J_2 : $\triangle \ell_2 = 0.84 \times 90 + 10 = 85.6$ m/m
- J_3 : $\triangle \ell_3 = 0.84 \times 60 + 10 = 60.4$ m/m

○ 설계도에 표기할 사항

(단위 : m/m)

구분	계산산출량	설계신축량	신축장치형식	설계유간	최대유간	최소유간
J_1	35.2	50	NO. 50	50		
J_2	85.6	100	NO. 100	100		
J_3	60.4	70	NO. 80	100		

* 최대유간 및 최소유간은 표준도 보완후 표기.

나. 특별시방서 보완

(1) 일반사항

① 설계도에 제시된 신축량, 유간 및 강교 또는 빔 연장은 상온 15 °C를 기준으로 한 것이다.

② 시공자는 강교 또는 빔 제작에 앞서 제작시 온도와 상온 15 °C와의 온도차에 의한 신축량을 계산한 다음 감독원 또는 감리자의 검토를 거쳐 제작에 착수하여야 한다.

③ 교대 및 교각은 온도변화에 관계없이 설계도에 주어진 규격과 위치대로 정밀시공 하여야 한다.

④ 시공자는 교대 및 교각의 좌표와 실제 교량 연장과의 일치여부를 확인한 다음 시공하여야 한다.

⑤ 신축장치는 유간이 적을수록 구조적으로 유리하므로 최소유간이 확보되는 범위내에서 가급적 유간이 적게 되도록 설치하여야 한다.

(2) 슬래브 시공

① 시공자는 신축장치 설치를 위한 슬래브 단부 보강부가 설치하고자 하는 신축장치 설치에 적합한지 여부를 시공전 확인하여야 한다.

② 설계도에 제시된 내용이 미흡하거나 슬래브 단부 보강부의 규격이 설치하고자 하는 신축장치와 부적합할 경우 시공자는 별도의 보완대책을 수립하여 감독원 또는 감리자의 승인을 득한 후 시공하여야 한다.

③ 슬래브 시공시 교대와 슬래브 또는 슬래브 상호간 유간은 온도상승시 최소유간이 신축장치의 최소유간보다 10m/m정도 크게 유지되도록 시공하여야 한다.

④ 신축장치 설치를 위한 Block out은 설치하고자 하는 신축장치의 규격에 맞추어 여유량을 감안하여 시공하여야 하며, 노출철근은 신축장치와 연결이 용이하도록 시공하여야 한다.

(3) 신축장치

① 신축장치는 설계도에 제시된 신축량 및 유간을 충분히 확보할 수 있는 규격의 제품이어야 한다.

② 신축장치는 당해제품의 시험성적서를 제출하여 감독원 또는 감리자의 승인을 득한 제품을 사용하여야 한다.

③ 신축장치는 매 제품마다 제조자 표시가 된 제품이어야 한다.

(4) 신축장치 설치

① 신축장치의 유간은 설치시의 온도에 맞추어 신축량을 사전 계산한 다음 정밀하게 Setting하여야 한다.

② Anchor Bar 및 보강철근은 슬래브철근과 견고히 용접하여 감독원 또는 감리자의 검측을 받아야 한다.

③ 신축장치 Setting은 평탄성이 유지될 수 있도록 정밀하게 시공하여야 하며 Block out 부위는 압력수를 이용하여 깨끗하게 청소하여야 한다.

④ 후타재 콘크리트는 진동기를 사용하여 밀실한 콘크리트가 되도록 시공하여야 하며, 콘크리트 타설 중 신축장치 Setting 상태가 변형되지 않도록 주의하여 시공하여야 한다.

⑤ 콘크리트 타설시 신축장치 표면 홈으로 콘크리트가 들어가지 않도록 비닐 등으로 덮개를 하여야 하며, 마무리면은 신축장치 표면과 일치되도록 평탄하게 마무리 하여야 한다.

⑥ 콘크리트 타설 후 양생기간 동안 차폐시설을 충분히 설치하여 차량이나 사람에 의한 충격이나 진동을 방지하여야 한다.

⑦ 트랜스 프렉스형의 경우, 양생후 앙카볼트 및 고무판을 제거한 후 유간부의 거푸집 등 불필요한 이물질과 고무판 하부 홈 내부에 있는 몰탈 등을 완전히 제거하여야 하며 씰런트를 도포한 다음 고무판 및 앙카 볼트를 재설치하여야 한다.

다. 표준도 보완

신축장치 형식 다양화 및 형식별 설계신축량, 설계유간, 최대유간, 최소유간 등을 상세히 표기.

7-9 교대보호블럭 설치기준 검토

방 침
설 이 16210-146 ('94. 9. 17)

1. 검토목적

교량의 교대를 보호하는 교대보호블럭에 대하여 하천용과 육교용의 2가지 형식을 적용하고 있으나 정확한 설치기준이 없어 설계 및 시공시 혼란이 야기될 우려가 있는 바 이를 검토하여 설치기준을 정립하고자 하며, 또한 표준도를 검증하여 보다 합리적인 보호블럭 형태를 제시코자 함.

2. 교대보호블럭의 설치기준 검토

1) 현행의 설치기준

설계기준에 "앞성토가 있는 구간에는 교대의 전면에 보호블럭을 설치한다."라는 규정은 있으나, 하천용과 육교용의 설치에 따른 제반 기준이 확립되어 있지 않아 단순히 하천교량이라 판단되는 구간에 대하여 하천용 보호블럭을 적용하고 있음.

2) 검토의견

가. 하천교량 : 보호블럭을 설치할 필요가 있는 구간중 교대의 앞성토 사면이 홍수위시 수면과 접한 구간이 있을 경우는 하천용 교대보호블럭을 설치하고, 이외 구간은 육교용 교대보호블럭을 설치함.

나. 육 교 : 하천용 교대보호블럭 설치교량 이외의 모든 교량구간에는 육교용 교대보호블럭을 설치함.

3. 현행 표준도 분석

1) 교대보호블럭 설치도

- 현행 설치기준 :
  - 설계기준 : 평면 설치각도 명시
  - 수량산출기준 : 형하고 및 점검용 통로 설치 기준 명시
- 보호블럭 설치도를 현행 표준도에 추가하고자 함.

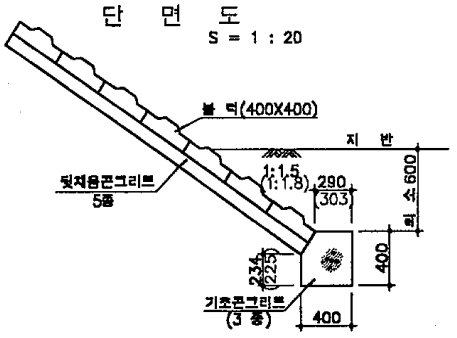
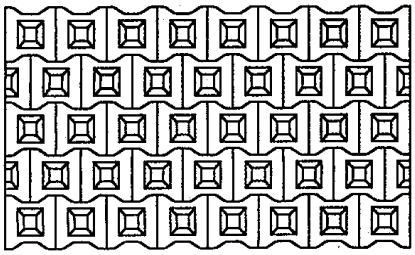
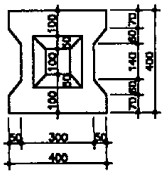
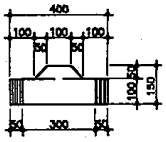
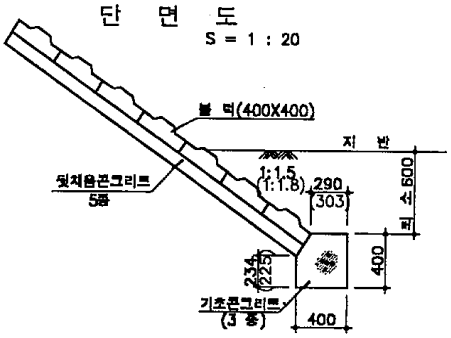
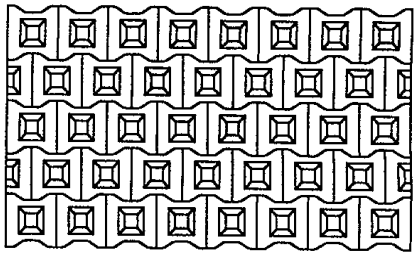
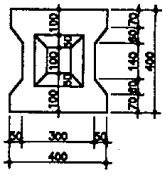
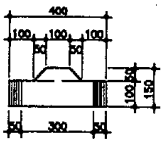
2) 형식 -1 : 하천용

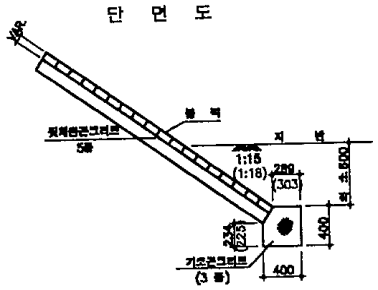
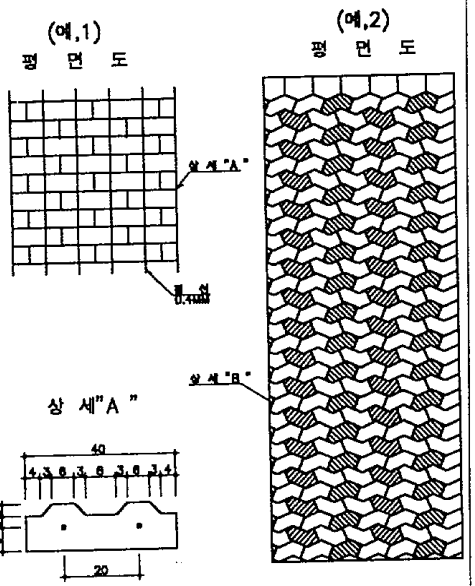
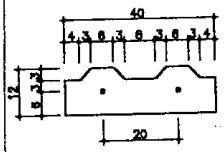
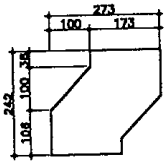
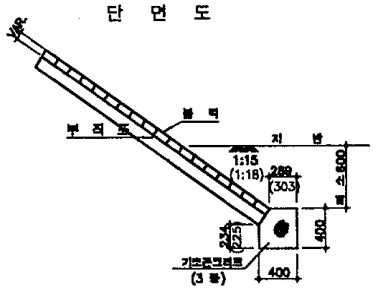
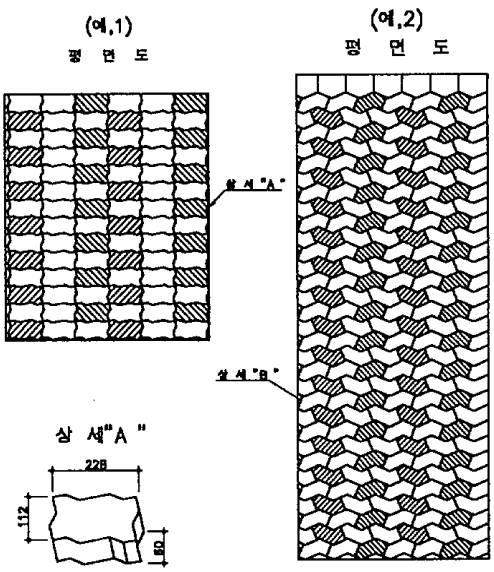
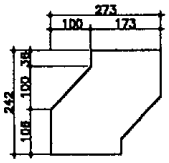
- 현재 한가지 형식의 보호블럭(I형 블럭)이 제시되어 있으며, 이는 가장 많이 시공시 적용되어 있으므로 현행대로 적용코자 함.
- 그러나 I형 블럭은 미관이 다소 불리한 바, 현장여건과 주변의 환경을 고려하여 다른 형태의 보호블럭을 적용 가능토록 현 표준도의 I형 블럭의 재료표를 삭제하고 「 주) 이 블럭은 한 예이며, 현장조건에 따라 다른 형식 및 콘크리트 2종으로 제작하여 사용할 수 있다. 」는 문안을 추가코자 함.

3) 형식 - 2 , 육교용

- 예 1)의 블럭형태(게다 블럭)는 현재 일반적으로 하천용(호안용)으로 사용되고 있는 형태이므로, 기존의 게다블럭 대신 인터록킹 블럭의 한 형태인 U형 블럭을 현재 적용되어 있는 예 2)의 블럭(S형 블럭)과 함께 제시코자 함.
- 또한 주)의 내용을 「 이 블럭은 한 예이며, 현장조건에 따라 다른 형식 및 콘크리트 2종으로 제작하여 사용할 수 있다. 」로 변경코자 함.
- 또한 현행 뒷채움 콘크리트(5종, 100mm)는 특별한 유수침투등의 문제가 없으므로 부직포로 변경하고자 함.

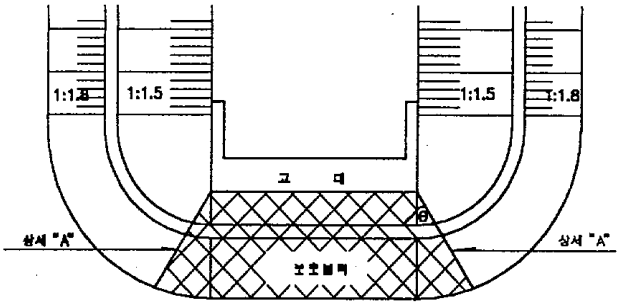
4. 표준도 보완(안)

구 분	현 행	보 완 (안)
교 대 보호블럭 상 세 도 (형식 - 1, 하 천 용)	단 면 도 S = 1 : 20  평 면 도 S = 1 : 20  재 료 표 (블 럭) (개 당) 블럭상세 S=1:10  재 료 표 (기 초) (M 당) 재 료 표 (보호블럭) (M^2 당)  배수 파이프 (P.V.C) ø50 L=70CM 0.5EA/M^2	단 면 도 S = 1 : 20  평 면 도 S = 1 : 20  블럭상세 S=1:10  재 료 표 (기 초)  주) 이 블록은 한 예이며 현장조건에 따라 다른 형식 및 콘크리트 2 종으로 제작하여 사용할 수 있다.
내 용	1) 블럭 및 보호블럭의 재료표를 삭제 함. 2) 주) "이 블럭은 한 예이며, 현장조건에 따라 다른 형식 및 콘크리트 2종으로 제작하여 사용할 수있다."를 추가함.	

구 분	현 행	보 완 (안)
교 대 보호블럭 상 세 도 (형식 - 2, 육 교 용)	단 면 도  (예,1) 평 면 도 / (예,2) 평 면 도  상 세"A"  상 세"B"  재 료 표 (기 초) (M 당) 주) 이 블럭은 한 예 이며 현장조건에 따라 콘크리트 2종으로 제작하여 사용할수 있다.	단 면 도  (예,1) 평 면 도 / (예,2) 평 면 도  상 세"A" 상 세"B"  재 료 표 (기 초) (M 당) 주) 이 블럭은 한 예 이며 현장조건에 따라 다른 형식 및 콘크리트 2종으로 제작하여 사용할수 있다.
내 용	1) (예 1)의 블럭 형태를 변경하여 적용 (게다 블럭 → U형 블럭) 2) 주) "이 블럭은 한 예이며, 현장조건에 따라 콘크리트 2종으로 제작하여 사용할 수 있다."를 "이 블럭은 한 예이며, 현장조건에 따라 다른형식 및 콘크리트 2종으로 제작하여 사용할 수 있다."로 변경 적용 3) 뒷채움 콘크리트(5종)을 부직포로 대체	

교대보호블럭설치도

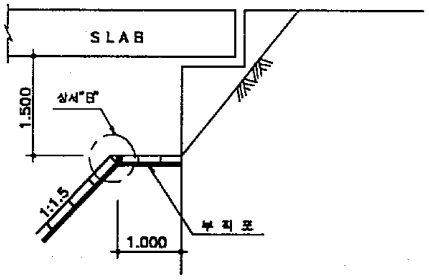
◦평 면 도



θ = 15°

(주: 설치각도는 현장여건에 따라 θ=45°미만의 범위내에서 조정설치)

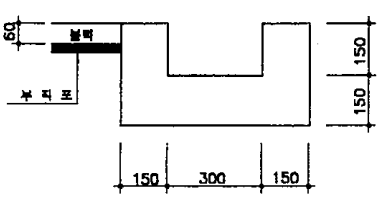
◦측 면 도



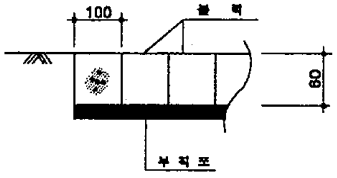
• SHOE 점검용 통로 : 폭 1.5M 이상. 폭 1.0M로 설치.

• 교면 배수파이프 설치시 : 보호블럭 측면 도수로 내로 유도.

상 세 "A"



상 세 "B"



재 료 표

(1M당)

구분 \ 공종	콘크리트	거푸집	비 고
단위	M^3	M^2	
도 수 로	0.058	0.30	3EA#25M/M
블 럭 마 감	0.008	–	5EA#50M/M

(주: 교면 배수파이프 설치위치에 상세"A"적용)

5. 검토결론

1) 교대보호블럭의 형식별 설치기준 (안)

구 분	내 용	적 용
하 천 교 량	· 교대보호블럭의 설치가 필요한 구간중 교대 앞성토의 사면이 홍수위시 수면과 접하는 구간이 있을 때	형식 - 1, 하 천 용 교대보호블럭
	· 교대 앞성토의 사면이 홍수위시 수면과 접하는 구간이 없을 때	형식 - 1, 육 교 용 교대보호블럭
육 교	· 하천용 교대 보호블럭 적용교량 이외의 모든 교량	형식 - 1, 육 교 용 교대보호블럭

2) 교대 보호블럭 현행 표준도 보완 (안)

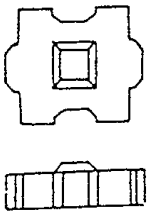
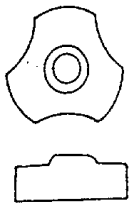
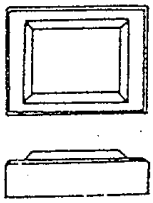
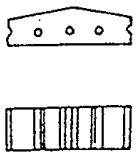
· 설치도 추가 : 평면 설치각도, 형하고 및 점검용통로 기준 포함

· 형식 - 1, 하천용 : 호안용 블럭인 현행의 I형 블럭 적용

· 형식 - 2, 육교용 : - 보도용 블럭인 인터록킹 블럭형태인 U형 및 S형 블럭 적용

- 뒷채움 콘크리트(5종)을 부직포로 대체

별첨#1 각종 보호블럭 사례조사

구 분	유신블럭	원형블럭	평판블럭	장대블럭	KEY STONE (블럭식 옹벽)
형 식					
규 격 (M/M)	400×400 ×100	480×415 ×150	315×480 ×100	700×200 ×200	203×457 ×311
M^2 당 수 량 (EA)	6.25	6.7	6.0	3.84	-
특 징	• 볼록한 면이 유속의 속도를 감소 • I형블럭과 가장 많이 쓰임 • 시공성, 미관이 양호한 편임 • 호안용의 경우 비교적 경제적	• 조인트의 말물림이 견고 • 단가가 높아 비경제적	• 자체중량에 의한 안전성이 있음 • 미관 양호 • 맞물림이 불안함 • 다소 비경제적	• D4mm철선을 사용연결하므로 연결성이 견고 • 철선구멍에 의한 파손이 우려됨 • 단가가 높아 비경제적	• 내수성, 시공성 양호 • 사면보호용 옹벽등에 사용 가능 • 단가가 높아 비경제적

첨 # 2

교대 보호블럭 단가 비교표

○ 물가자료 '94. 9월호, 공정상차도

(단위 : 원/m²)

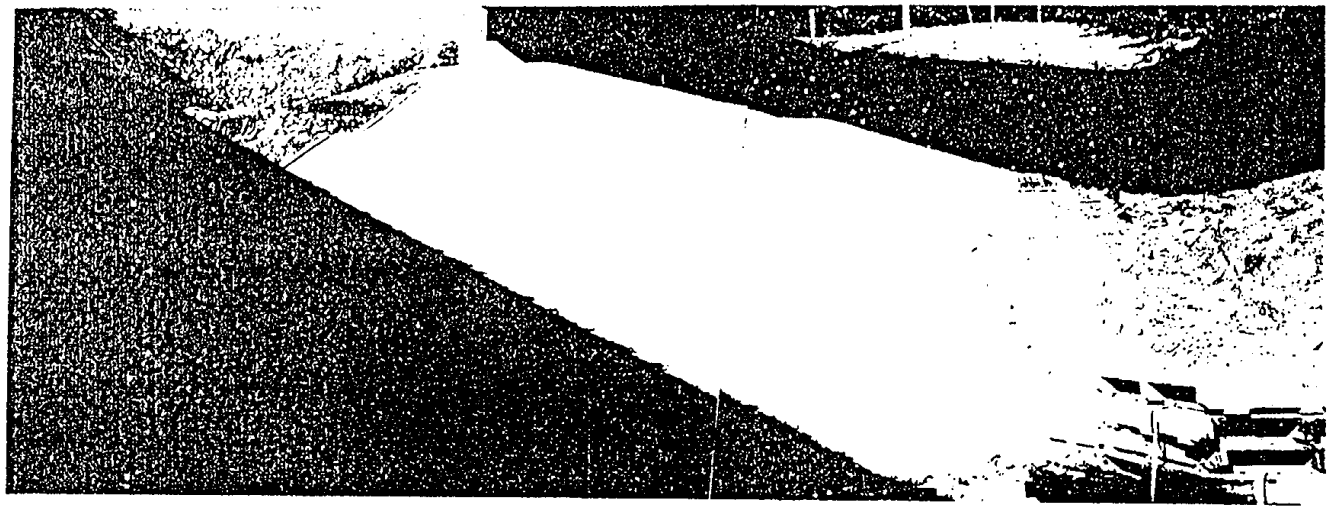
구 분		I형 블럭 400*400*100	게다 블럭 400*250*120	U,S형 블럭 (I.L.B) T=60	유신 블럭 400*400*100	원형 블럭 480*415*150	핑핀 블럭 480*350*100	장대 블럭 700*200*200	비 고
제	한국 호안	8,500	9,000	-	-	-	10,600	-	
	한국 I.L.B	-	-	5,000	-	-	-	-	
	호안 기업	9,300	9,000	-	-	-	-	9,050	
	제 원	8,500	10,500	-	8,500	-	10,800	-	
	한양 호안	8,000	7,500	-	-	-	-	6,500	
직	(주) 상아	9,000	8,500	-	9,600	-	-	7,700	
	한국 탑	8,500	8,500	-	9,600	8,600	-	6,400	
	제일 산업	8,500	8,500	-	8,500	-	-	-	
사	그랜드코단	-	-	5,000	-	-	-	-	
	대성 CON'C	9,000	9,200	5,000	9,000	-	-	-	
	대 산	9,000	9,200	-	9,000	10,500	10,500	7,700	

※ 한 단가 설계적용 블럭
- 하천용 : I형 블럭 (400*400*100)
- 육교용 : 게다블럭 (400*250*120)

※ 육교용 교대 보호블럭의 단가를 인터록킹 블럭 (U형 또는 S형 블럭)을 적용하고자 함.
(공정상차도 기준, m'당 약 2,500원 절감 가능)

별첨 # 3

교대 보호블럭 시공 사진첩



육교용 교대보호블럭 (U형 블럭) 시공 현장 , 서울외곽순환고속도로(판교-일산간) 학의J.C 램프교

육교용 교대보호블럭 (S형 블럭) 시공 현장 , 서해안고속도로(인천-안산) 군자교

하천용 교대보호블럭 (I형 블럭) 시공 현장 , 서해안고속도로(인천-안산) 월곡 3교

7-10 교량 스라브 거푸집 개선방안 검토

방 침
설 계 일 16210-148 ('94. 9. 22)

1. 검토목적

- 현재 GIRDER교의 슬래브 콘크리트 타설을 위하여 가설재로서 사용되고 있는 합판거푸집의 경우 하부도로의 교통량이 많거나 고소교량인 경우에는 제작·설치·해체 과정에서 시공성·안전성등이 결여되는 문제점이 제기되고 있고
- 근래 인건비 및 자재비의 급상승에 따른 경제성 측면에서의 불리한 여건이 증가되고 있는 점을 감안하여 개선방안을 강구코자 함.

2. 문제점

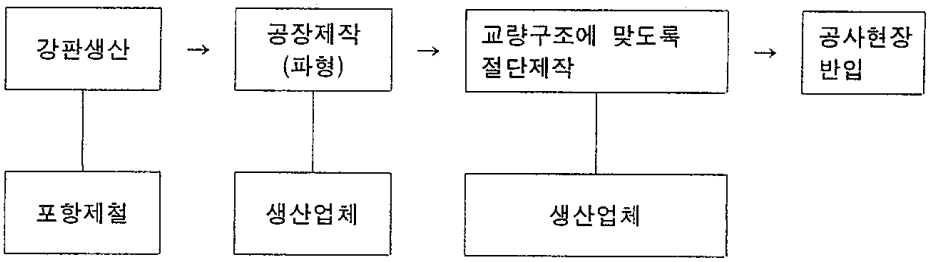
- 시공성 측면
  - 목재와 합판을 현장에서 반입하여 인력으로 거푸집을 제작·설치 및 해체하므로 공기가 많이 소요되고 작업 효율이 떨어짐
  - 합판 거푸집의 지지를 위하여 별도의 동바리 가설 작업이 필요함
  - 고교각의 경우 해체작업이 어려움
- 안전성 측면
  - 다수의 인력이 작업공간이 좁은 교각 상부에서 작업하게 됨에 따라 안전관리 확보 측면에서 불리함
  - 교량하부 공간이 공용중인 경우 거푸집 및 동바리 해체시 교통차단이 불가피함.
- 경제성 측면
  - 근래 인건비 및 자재비의 급상승
  - 사회 여건상 기능공 확보가 어려움

3. 개선방향

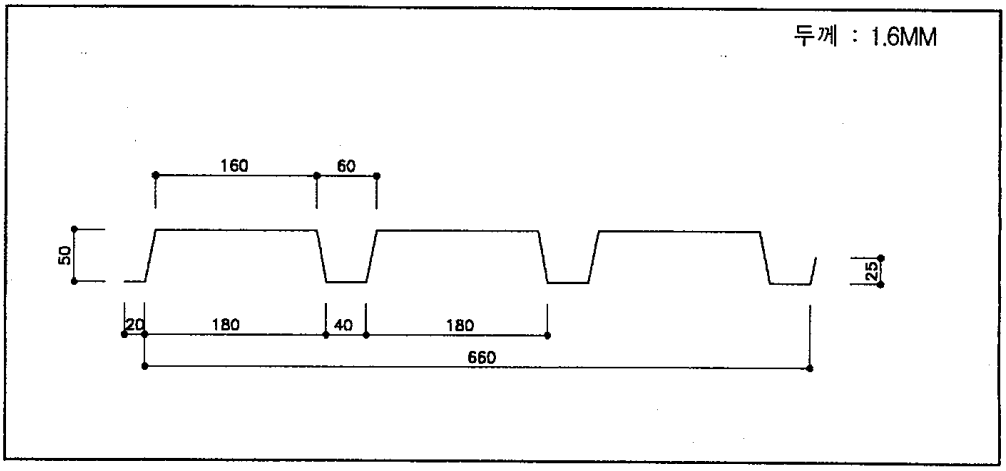
- 합판 거푸집 대신 신자재인 파형강판(DECK PLATE)의 대체 사용으로
  - 가설작업 공정의 단순화
  - 안전성 확보
  - 경제성 도모

4. DECK PLATE 개요

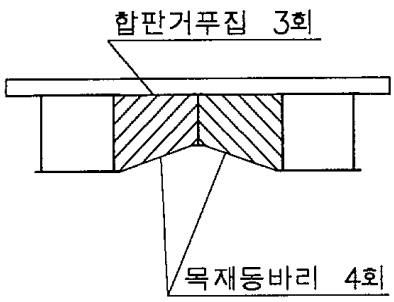
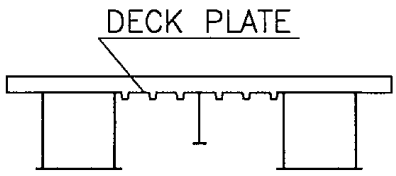
- 재질 : 용융아연 도금처리 강판 (HGI : KSD3506)
- 생산 및 제작 과정



- 형태 및 규격



5. 슬라브 거푸집 비교검토

구 분		현 행	개 선 (안)
개요	자재	합판거푸집과 목재동바리 사용	강재 DECK PLATE 사용
	공정	제 작 - 설 치 - 해 체	제 작 - 설 치
개 요 도			
공사비	PC빔	53,009 원/㎡	19,874 원/㎡
	S.T BOX	49,094 원/㎡	19,874 원/㎡
장단점		- 시공성 불량 - 안전성 불리 - 공기가 많이 소요 - 하부가 공용중인 도로의 경우 교통차단 필요 - 다수인력 필요 (기능공 확보가 어려움) - 경제성 불리 - 균열발생시 육안 식별가능으로 유지관리 용이	- 시공성 우수 - 안전성 우수 - 공기단축 가능 - 하부가 공용중인 도로의 경우 교통차단 불필요 - 소수인력으로 시공 가능 - 경제성 우수 - 균열발생시 육안식별이 어려워 유지관리 다소 불리

6. 검토의견

- 현재 시공중인 GIRDER교의 슬라브 콘크리트 타설을 위한 합판 거푸집은 교량 하부 도로의 교통량이 많거나 고소교량인 경우에
  - 시공성·안전성·공기·경제성 측면에서 불리하며
  - 특히 기능인력 확보 측면에서 불리함
- DECK PLATE 거푸집의 경우 합판거푸집 사용시의 문제점을 개선할 수 있으나 균열 발생시 육안확인이 곤란한 단점이 있음.
- 동 여건을 감안하여 향후 설계시 GIRDER 교량중 슬라브 합판거푸집 및 동바리 사용시 안전사고위험 내포 등 시공 및 안전관리 측면에서 문제가 발생할 수 있는 교량은 충분한 사전검토 후 DECK PLATE 적용을 고려하는 것이 바람직할 것으로 판단됨.

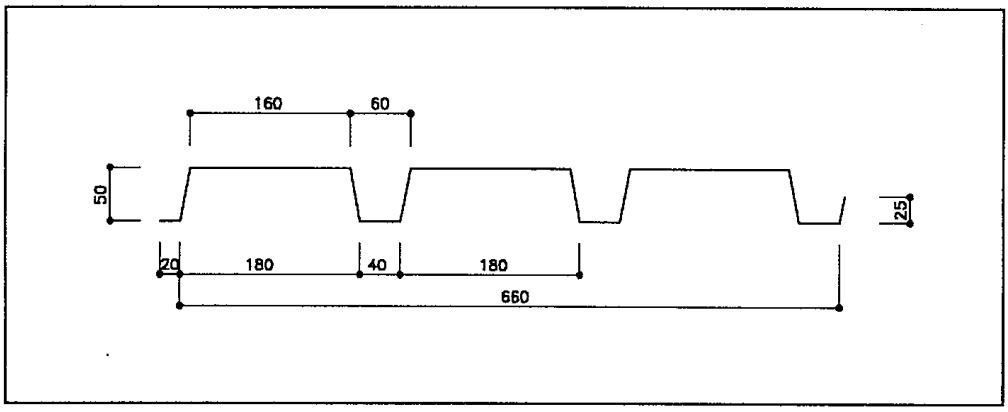
별첨 1

DECK PLATE 특별시방서 보완(신설)

1) 도급자는 DECK PLATE의 전개도 및 상세도를 작성하여 감독관에게 제출하고 승인을 받아야 한다.

2) 재료

- 품질 : 용융아연 도금 처리된 강판(HGI : KSD3506)을 사용한다.
- 규격 : 두께 1.6MM, 폭 660MM 또는 600MM를 기준으로 하며, 길이는 구조도면에 준하여 전개도 및 상세도에 명시하고 감독관 승인후 결정한다.



3) DECK PLATE 성형은 ROLL FORMING 공법으로 냉간성형한 것으로 정확한 치수와 소요 형태가 유지되어야 한다.

4) 설치전 변형이 발생한 부재는 수정후 설치한다. 단 열 등을 가해서는 안되며 감독원의 판단시 그 정도가 심한 것은 즉시 반출 교체해야 한다.

5) DECK PLATE의 헌치부 시공은 구조도면에 준하여 1:3의 헌치구배로 정확히 시공되어야 하며, 감독원이 적절한 보강작업이 필요하다고 판단시 도급자는 보강작업 방법을 제출, 승인을 받아 시공한다.

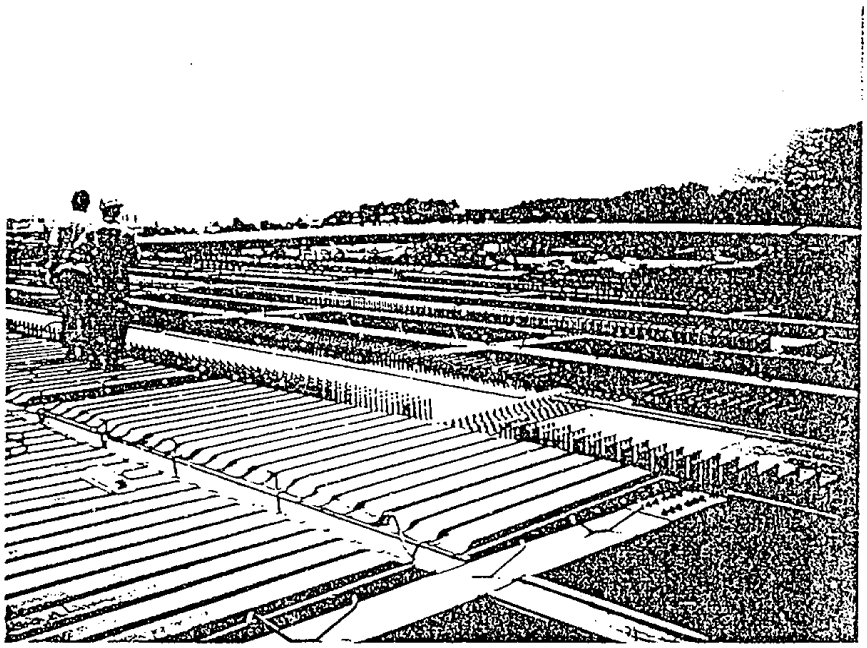
6) CON'C STOPER 철판(용융아연도금 처리된 강판)은 KSD 3506의 규정에 합격한 자재를 사용하여야 하며, 전개도 및 상세도에 준하여 제작, 설치해야 한다. 또한 제작은 반드시 PRESS 가공을 해야 한다.

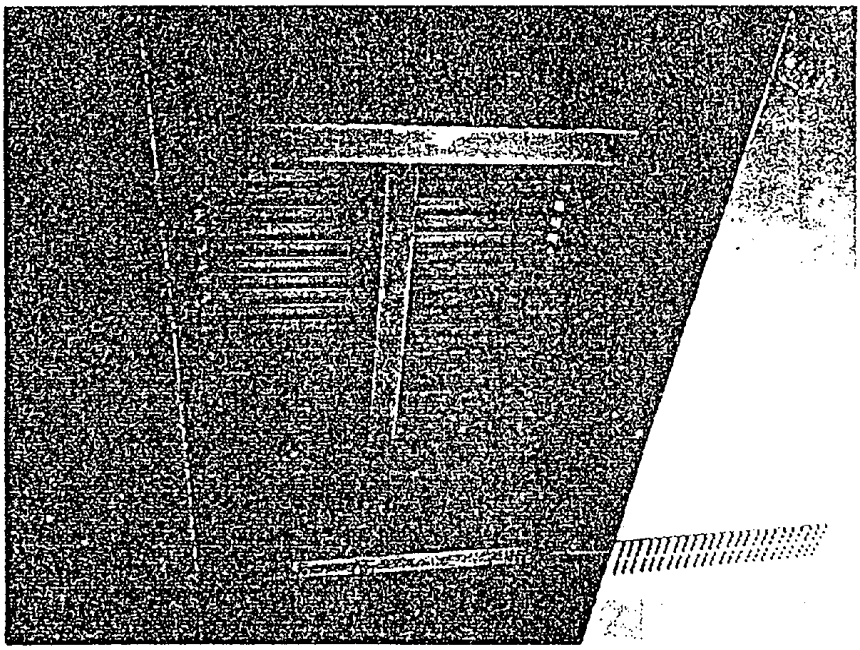
7) DECK PLATE 설치를 위한 용접은 점용접으로 하며 용접열에 따른 변형 및 도막탈리등이 발생치 않도록 하여야 한다.

8) DECK PLATE 설치시 콘크리트 타설에 따른 변형이 발생치 않도록 하여야 하며 설계도상에 제시된 교량 슬래브의 두께가 유지되도록 하여야 한다.

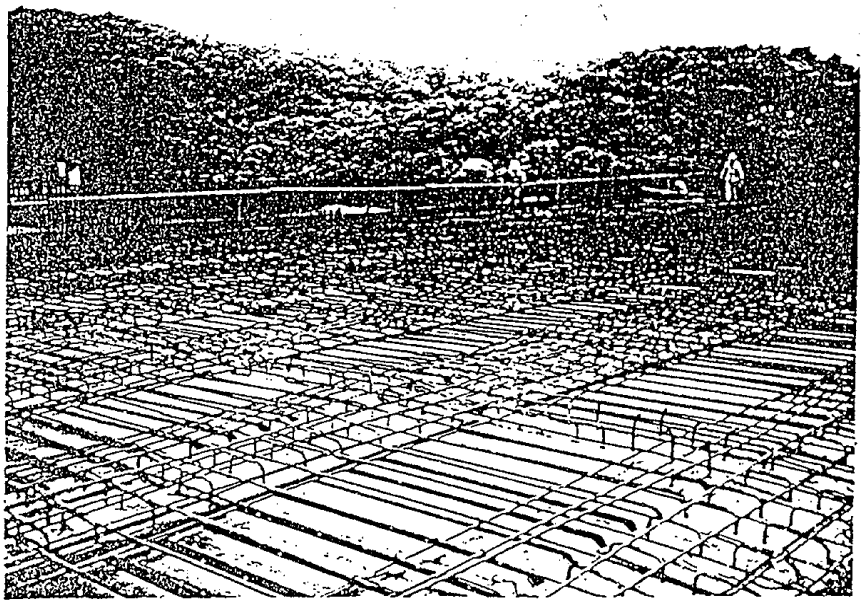
별 첨 2

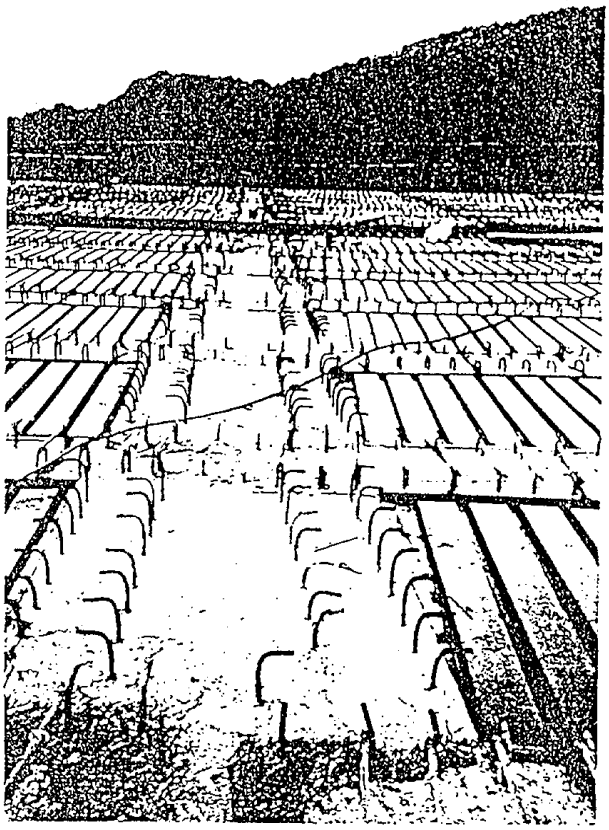
시 공 사 진 첩





S.T BOX교





P.C BEAM工

별 첨 3

DECK PLATE 시공실적

교 명	형 식	시공년도	물 량(㎡)	비 고
파 장 교	S.T BOX	'91	2,400	신갈-안산간 고속도로
치악 7 교	PLATE GIRDER	'92	3,060	중앙 고속도로
만 종 교	S.T BOX	'92	3,384	"
소래1,2교	S.T BOX	'92	2,634	제2경인 고속도로
군산 I.C교	S.T BOX	'92	1,010	서해안 고속도로
양산 J.C교	S.T BOX	'93	2,790	양산-구포간 고속도로
양산대교	S.T BOX	'94	8,300	양산-구포간 고속도로
내손대교	S.T BOX	'94	25,674	서울외곽 고속도로
부천고가교	S.T BOX	'94	45,000	"
학 현 교	P.C BEAM	'94	7,000	"
평촌고가교	S.T BOX	'94	58,000	"

공 사 비 비 교

구 분		DECK PLATE			합 판 거 푸 집							증 (△)감
					계	합판 3회			동바리 4회			
		단 가	수 량	금 액		단 가	수 량	금 액	단 가	수 량	금 액	
P.C BEAM (L = 30M)		19,874	1 m^2	19,874	53,010	17,634	1 m^2	17,634	19,975	1.771m^2	35,376	(△) 33,136
S.T BOX	B=4.0M H=2.2M	19,874	1 m^2	19,874	47,097	17,634	1 m^2	17,634	19,975	1.475m^2	29,463	(△) 27,223
	B=4.0M H=2.4M	19,874	1 m^2	19,874	49,095	17,634	1 m^2	17,634	19,975	1.575m^2	31,461	(△) 29,221
	B=4.0M H=2.6M	19,874	1 m^2	19,874	51,092	17,634	1 m^2	17,634	19,975	1.675m^2	33,458	(△) 31,218

7-11 스트럽 및 조립철근의 시공성 확보방안 검토

방 침
설 이 16203-159 ('94. 10. 5)

1. 검토목적

현재 설계에 적용되고있는 스터럽과 조립철근은 구분이 불명확할 뿐만 아니라 스터럽이 불필요한 바닥판의 경우에도 스터럽을 설계에 반영하므로서 시공상 어려움이 많은 실정임

실제 시공현장에서는 스터럽을 조립철근으로 변형 제작하여 시공하는 경우가 많아 설계와 시공이 부합되지 않고 있음

따라서 설계단계에서 스터럽과 조립철근에 대한 구분을 명확히 하고 현장에서 시공성을 확보할 수 있는 방안을 수립하여 부실시공 원인을 근본적으로 해소하고자 하는데 목적이 있음.

2. 스터럽 및 조립철근의 개념

o 스터럽(STIRRUP)

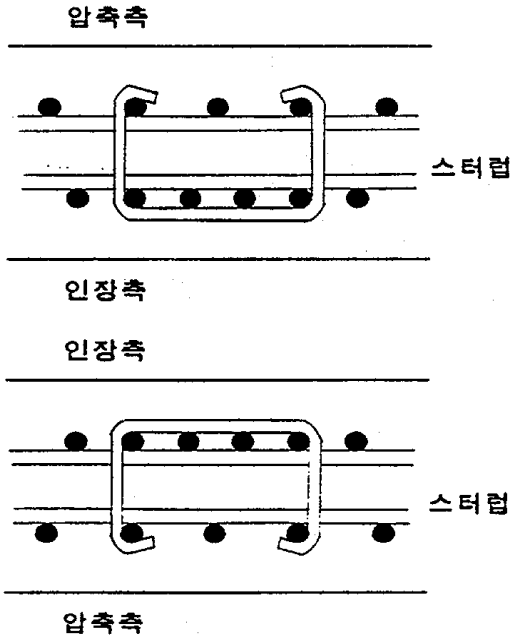
외력에 의한 전단력에 저항하는 구조적 기능을 가진 철근으로 정철근 또는 부철근을 둘러싸고 이에 직각 또는 경사지게 배치한 복부철근을 말한다.

o 조립철근

철근을 조립할때 상.하부 철근의 위치를 확보하기 위하여 사용하는 비구조적인 철근을 말한다.

- 현재 실시하고 있는 교량설계의 경우 스터럽과 조립철근에 대한 명확한 구분없이 스터럽이 조립철근의 역할을 겸할 수 있도록 하여 스터럽 형태로만 설계에 반영되고 있음.

3. 시방규정 정리

구 분	스 터 럽 철 근	비 고
○ 바 닥 판 (PC BEAM, PLATE GIRDER, S.T BOX GIRDER).	○ 전단에 대한 검토가 불필요하므로 스터럽 철근 불필요	
○ 슬라브 및 라멘교	○ 계산상 필요로하는 스터럽 철근을 시방에 맞게 배치  	
○ 확 대 기 초	○ 설계시 가능한 한 콘크리트 단면으로 전단력에 저항하도록 하여 스터럽 철근 의 사용을 피한다. ○ 부득이한 경우 스터럽 철근을 시방에 맞게 배치	

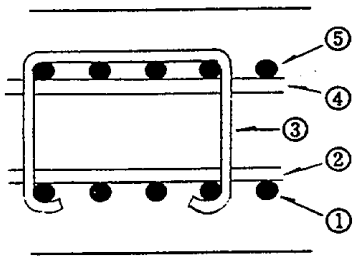
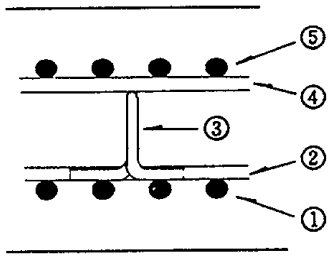
4. 개 선 방 안

가. 스터럽이 필요한 슬라브교, 라멘교 등의 경우

- 현재 설계하고있는대로 적용

나. 스터럽이 필요없는 GIRDER교의 경우

- 현재 설계하고있는 스터럽을 조립철근(Space Bar)으로 대체

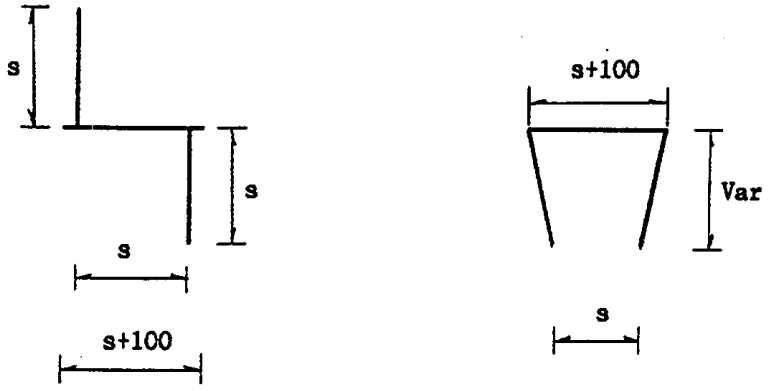
구 분	현 설 계	개 선 방 안	비 고
개 요 도	 ①,⑤ : 주철근 ②,④ : 배력철근 ③ : 스터럽	 ①,⑤ : 주철근 ②,④ : 배력철근 ③ : 조립철근 ※ ③번 철근은 상.하부 철근의 간격을 확보하기위한 Space Bar 로서 감독원의 승인을 얻어 기성제품을 사용할 수도 있다.	조립철근상세 (평면도) (정면도) (측면도)
시공순서	①→②→④→⑤→③	①→②→③→④→⑤	

5. 검토결과

현재까지 스터럽과 조립철근에 대한 명확한 구분없이 스터럽이 조립철근의 역할을 겸할 수 있도록 설계에 반영되어 왔으나 스터럽과 조립철근을 명확히 구분하고 스터럽의 필요 유무에 따라 스터럽과 조립철근을 적절히 설계에 반영하므로서 스라브 철근배근의 시공성을 확보하여 부실시공의 원인을 근본적으로 방지할 수 있을 것으로 기대됨.

별 첨 1

○ 조립철근 상세도



(평면도) (정면도)

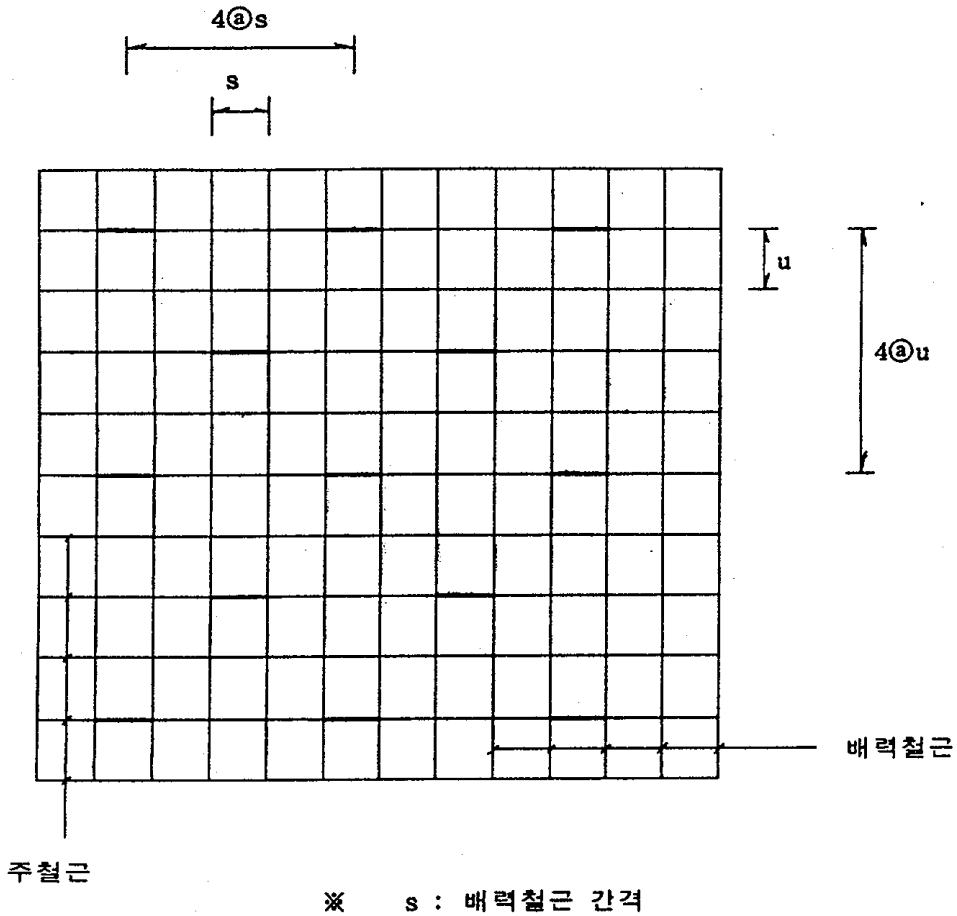
s : 배력근 간격

Var : 상부 배력근과 하부 주철근 간격

철근규격 : H13

별 첨 2

○ 조립철근 배치도



※ s : 배력철근 간격

u : 주철근 간격

< 배 근 도 >

○ 배 치 간 격 : 조립철근은 배력철근에 직각되게 설치하며 설치 간격은 슬라브의 두께 및 상부 작업조건 등에따라 다소의 차이는 있을 수 있으나 배치도와 같이 일반적으로 ㎡당 2개소 내외로 설치하는것이 바람직.

7-12 섬유보강 Con'c설계 적용기준

방 침
설 이 16210-162 ('94. 10. 14)

1. 목 적

콘크리트 취약점인 인장.휨강도를 개선하고, 콘크리트 구조물의 건조수축에 의한 균열을 억제할수 있는 신소재인 섬유보강 콘크리트를 설계에 적용하여 구조물의 품질향상 및 수명연장에 기여코자함.

- 관련근거 : 도로연구소 연품 17310 - 6756 ('94. 9. 9)

2. 섬유보강 콘크리트의 특성

○ 재 질 : 폴리프로필렌계 섬유

○ 표준배합 : 콘크리트 + P.P섬유 (1㎥당 0.9 kg)

○ 특 성 :

- 휨 및 인장강도 증진
- 건조수축에 의한 균열발생 억제
- 내부식성, 내산성, 내충격성 우수

3. 적용 기준

○ 교량 SLAB

적용교량 : 주형교량 SLAB만 적용 (PC-BEAM교, ST-BOX교)

제외교량 : PC-BOX교, 중공SLAB교, 라멘교

○ 교량 중분대, 난간방호벽 : 전체 교량

○ 신축이음장치 후타 콘크리트 : 도로연구소 시험시공 결과보고후 적용

4. 콘크리트 배합설계표

1) 시멘트 콘크리트 1종 (Ø25m/m)

구 분	기준강도 (kg/㎠)	시멘트 (kg)	굵은골재 (kg)	잔골재 (kg)	혼화제 (g)	섬유량 (g)	슬럼프 (cm)
Plain	270	392	1,072	714	588	-	13
섬유보강	270	392	1,072	714	588	900	13

2) 교량 난간 및 중앙분리대용 (Ø19m/m)

구 분	기준강도 (kg/㎠)	시멘트 (kg)	굵은골재 (kg)	잔골재 (kg)	혼화제 (g)	섬유량 (g)	슬럼프 (cm)
Plain	240	345	857	955	6.9	-	2.5
섬유보강	240	345	857	955	6.9	900	2.5

5. 소요 예산

가. 업체별 단가

품 명	업 체 명	규 격	단위	가 격	적용
화이버-록 (Fiber-Lok)	인희산업	PP제품 590g/㎥	대	5,200	
화이버-록 (Fiber-Lok)	미래기업	PP제품 800g/㎥	대	6,000	
화이버메쉬 (Fibermesh)	용 건 사	PP제품 900g/㎥	대	8,500	
콘.화이버 (Con-Fiber)	ss산업	PP제품 900g/㎥	대	5,000	○

나. 소요 예산

구 분	연 장 (1경간)	상 판 공 사 비 (천원)		증 감
		일반 콘크리트	섬유보강	
라 멘 교	19 m	39,598	40,702	증 2.8%
PC. Beam교	30 m	25,242	25,812	증 2.3%
ST. Box 교	50 m	45,282	46,302	증 2.3%
PC. Box 교	25 m	79,856	81,206	증 1.7%

6. 섬유보강재 콘크리트 시방

1. 섬유재료의 성능

가. 재　　료

순수 폴리프로필렌 또는 폴리에스터를 주원료로 섬유화한 재료로 시멘트 모르터 및 시멘트 콘크리트에 혼합 사용하여 초기 건조 수축에 의한 균열 발생을 억제시킬 목적으로 사용하며 재료의 선정시 아래의 성능에 대한 공인기관의 시험을 거친후 감독원의 승인을 받아야 한다.

나. 성　　능

1) 섬유는 내산성, 내염기성 및 내알칼리성이 모두 확보되어야 한다 건조섬유를 황산 20%용액, 염화칼슘 20%용액 및 가성소다 20%용액에 각각 72시간 침지후 물로 씻어 건조중량 감소율이 모든 경우 1.0%이내 이어야 한다.

- 순수 폴리프로필렌 섬유 이외의 섬유는 알칼리,물 또는 계면활성제에 의해 열화 할 수 있으므로 이에 대한 내화학성을 확인하여야 한다.

2) 섬유의 형상은 서로 연결된 형태의 섬유(Fibrillated type) 사용을 원칙으로 한다.

- 낱섬유(Monofilament) 사용시는 일반적으로 콘크리트 내에서의 결합력이 상대적으로 부족하며, 섬유가 뭉치는 Balling 현상이 발생하기 쉬우므로 이에 대해 시험혼합을 통한 뭉침현상 확인 및 인장 및 휨강도가 동등한 성과를 발휘 하는가 확인 하여야 한다.

2. 배합 및 혼합

가. 배　　합

콘크리트 배합은 설계상의 기본배합에 따라 현장배합을 수행한후 섬유보강재를 1㎥당 900g 첨가하는 것을 표준량으로 한다.

나. 혼　　합

1) Batch Plant에 투입시 계량 투입구 또는 믹서내부에 1batch 당 재료를 직접 투입하여 믹싱시간 조정결과 섬유가 고르게 분산되도록 plant 성능에 맞는 혼합 시간을 결정한다.

2) Agitator Mixer 트럭에 투입시 저속회전으로 1분내에 균등한 양을 투입 후 중속으로 3 - 4분 회전시켜 배합상태를 확인하여 섬유뭉침으로 인한 Balling 현상이 없이 고르게 분산되어야 한다.

3) 혼합시 물의 추가 투입은 없어야 한다

- 슬럼프는 약간 감소(1 - 2 Cm)하나 작업성 및 반죽 질기에는 영향이 없음.

3. 품 질 관 리

관리시험 종목 및 빈도는 건설기술 관리법 시행규칙 제17조 1항 (별표2)의 굳지않은 콘크리트 및 경화된 콘크리트 항목에 준한다.

7. 실시설계 적용

가. 적용 노선 : 중앙고속도로 안동~영주간 4차선 실시설계 (L=25.5km)

나. 대상 교량 및 수량

교량형식	교 량 명	연 장 (M)	수 량 (㎡)			
			계	SLAB	방호벽	난 간
계	26 개교	2,549	19,139	17,213	617	1,309
PC-BEAM교	8 개교	1,230	9,911	9,005	368	538
	만 운 교	270	2,112	1,923	82	107
	조 파 교	120	948	847	36	65
	오 암 교	150	1,297	1,191	45	61
	수 계 교	180	1,680	1,543	55	82
	오신 1교	30	116	99	7	10
	오신 2교	30	116	99	7	10
	보문대교	360	2,915	2,646	109	160
	옥 계 교	90	727	657	27	43
ST-BOX교	7 개교	1,150	9,092	8,208	206	678
	상리천교	450	3,571	3,236	136	199
	신 양 교	400	3,193	2,889	-	304
	미석육교	40	78	57	-	21
	소룡육교	50	103	73	-	30
	장 수 교	120	1,211	1,110	36	65
	영주I/C교	45	468	419	17	32
	성 산 교	45	468	424	17	27
라 멘 교	11 개교	169	136	-	43	93

다. 소요 예산

° 콘크리트 수량 : 19,139 ㎥

° 적용 단가 : 5,000 원

° 예산 : 19,139 × 5,000 × 1.50 = 143,542 천원

7-13 구조물 모서리처리 설계기준 및 시방서작성

방 침
설 일 16210-166 ('94. 10. 31)

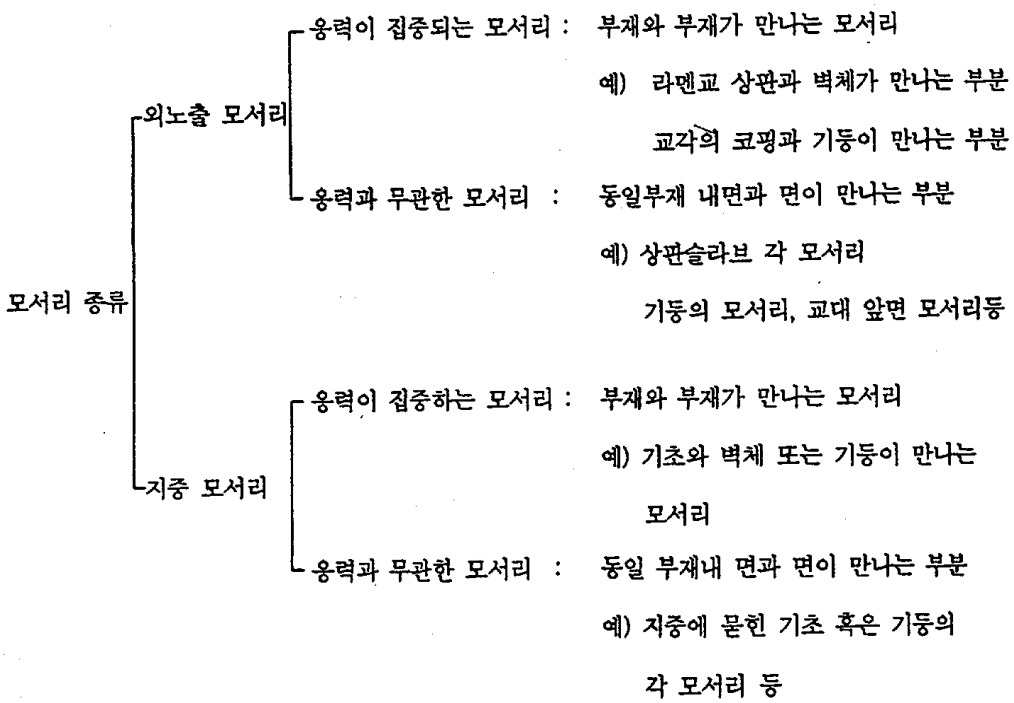
1. 구조물 모서리의 일반적 적용 기준

본 설계기준은 고속도로 건설공사의 구조물 모서리 설계에 적용한다.

2. 구조물 모서리 처리시 고려사항

- 모서리가 형성된 위치 및 응력 집중의 유무 판단.
- 각 구조물 부분별 특성 부각
- 전체 구조물과의 조화
- 철근 덮개 규정 고려
- 시공성을 고려한 처리 방법
- 주변경관과의 조화

3. 모서리 구분

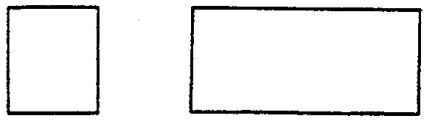
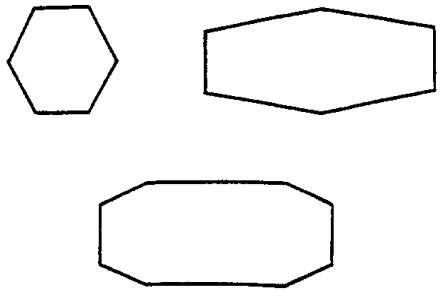
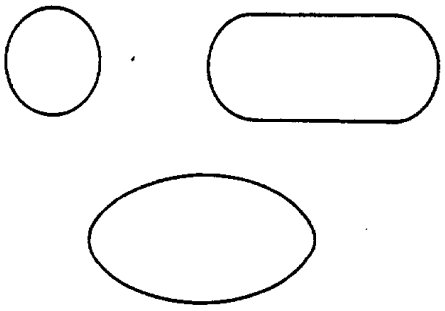
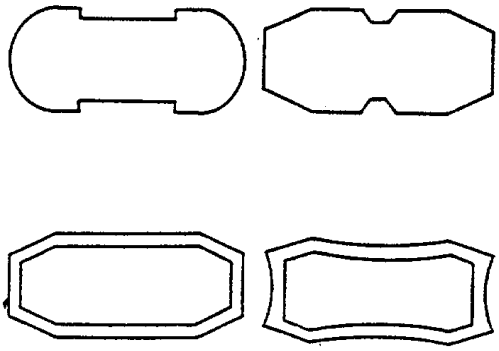


4. 구조물 부위별 모서리 처리

구조물의 미관과 안정성을 도모하고 모서리 파손을 방지할 수 있어야 하며, 상·하부 구조물과의 미적 조화를 고려하여 슬래브, 교각의 모양과 모서리 처리 형상을 설계하여야 한다.

가) 교 각

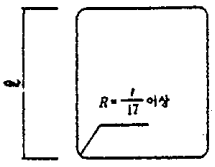
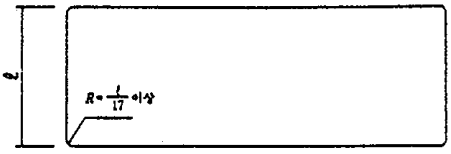
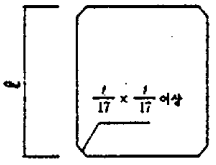
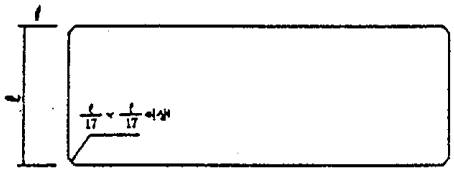
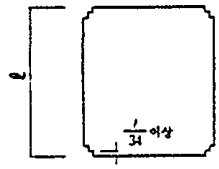
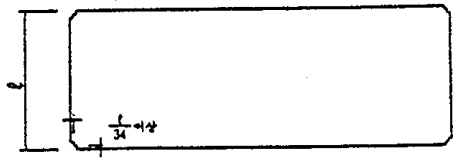
① 기둥의 형상

형 상	형 상 예 (평 면)	비고
사 각 형		모서리처리 필요
다 각 형		(내각 $\theta \leq 150°$ 인 경우 모서리 처리 필요)
원형 및 타 원 형		모서리처리 불필요
기 타		(내각 $\theta \leq 150°$ 인 경우 모서리 처리 필요)

② 모서리 처리 설계기준

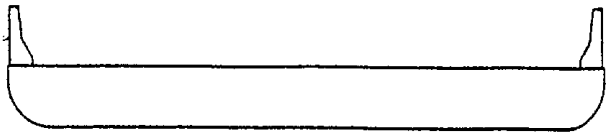
교각의 모서리 크기는 미관을 고려시 단변길이의 1/9~17정도를 적용하며, 이에 따른 구조검토서 및 철근 배근도를 작성하여, 감독원의 승인을 득하여야 한다. 또한 모서리 파손방지만을 고려할 경우, 최소 모따기는 2~7㎝ 크기를 적용하며, 미관을 위하여 무늬 거푸집, 홈파기 등을 반영하여야 한다.

- 사각형

구 분		형 상		비 고
기 둥	곡 면 처 리			ℓ : 기둥 단변의 길이
	삼 각 처 리			
	2 단 사 각 처 리			

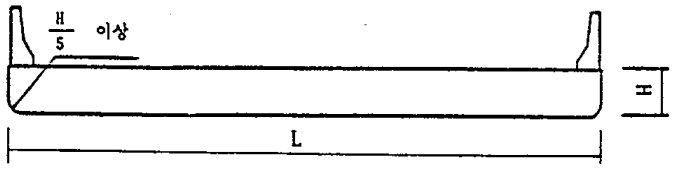
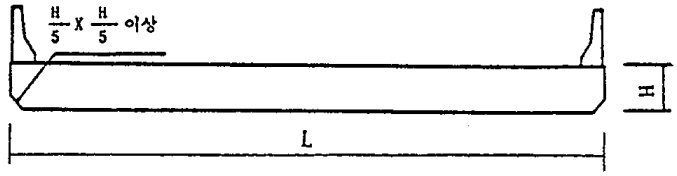
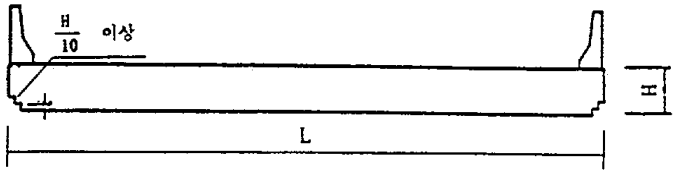
나) 상판 슬래브

① 슬래브의 형상

구 분	형 상 예	비 고
사 각 형		모서리처리 필요
곡 면		모서리처리 불필요
사 면		모서리처리 불필요

② 모서리 처리 설계기준

슬래브의 모서리 크기는 미관을 고려시 슬래브 두께의 1/2~1/5를 적용하되. 이에 따른 상판 슬래브의 구조 검토서 및 철근배근도를 별도 작성하여, 감독원의 승인을 득하여야 한다. 또한 모서리의 파손 방지만을 고려할 경우, 최소 모따기는 2~7cm의크기를 적용하며, 무늬거푸집 등 미관 향상을 위한 별도의 대책을 강구하여야 한다.

구 분	형 상
곡 면 처 리	
삼각 모따기	
2 단 사 각	

시 방 서

5.04 구조물 모서리 처리

1. 적용범위

본 항은 구조물모서리 처리 형상 및 치수에 관한 일반적 사항을 규정한다.

2. 모서리 처리

1) 도급자는 설계도면이나 구조물 모서리 처리 기준 규정에 따라 모서리 처리하는 것을 원칙으로 한다.

2) 기초상면의 모서리는 설계도면 또는 구조물 모서리 처리 기준등에 특별한 언급이 없거나 감독원의 별도의 지시가 없는 경우 다짐 장비 등에 의하여 파손될 우려가 있으므로 2cm ~7cm 정도 크기로 모따기를 하여야 한다.

3) 교대 전면, 교각, 슬래브의 모서리는 설계도면, 모서리 처리 기준 규정에 특별한 언급이 없거나 감독원의 별도의 지시가 없는 경우 아래 그림과 같이 반경을 2cm~7cm로 하여 곡면처리 또는 삼각 모따기로 하는 것으로 한다.

3. 철근의 덮개

모서리 처리를 모따기 혹은 곡면처리 등 어떠한 형태로 하더라도 철근 덮개 규정은 반드시 지켜야 한다.

4. 상세도

도급자는 모서리 처리에 따라 설계단면이 적어질 수 있으므로, 이에 따른 상세도 및 구조계산서를 작성하여 감독원의 승인을 득하여야 한다.

5. 거푸집

도급자는 모서리 처리모양에 따라 거푸집을 제작 설치하여야 하며, 이에 대한 거푸집 도면을 작성하여 감독원의 승인을 득하여야 한다.

7-14 구조물 거푸집 개선방안 검토

방 침
설 일 16210-168 ('94. 10. 31)

1. 검토목적

○ 교량의 교각 콘크리트 타설을 위하여 가설재로 사용되고 있는 거푸집의 설계에 있어 고교각의 경우 현재 시공성,경제성,미관 등을 고려 슬립폼 공법으로 강재 거푸집을 설계 반영하고 있으나 일반적인 교각의 경우 목재 거푸집을 사용하고 있어 거푸집 제작 설치 해체에 따른 시공성이 불리하고, 거푸집 해체시 콘크리트 노출면이 불량하며

○ 또한 작업의 전과정이 인력으로 구성되어 있어 현사회의 기능공 부족 여건상 공사 시행에 따른 애로가 있는 점을 감안하고

○ 목재거푸집의 경우 수차례의 반복사용시 재사용이 불가하여 사회경제적 차원에서 자원낭비 요소가 되고있는 점을 감안하여 개선방안을 강구코자함.

2. 문 제 점

○ 콘크리트 노출면의 미관이 불량함

○ 거푸집 제작 설치 해체에 따른 시공성이 불리함

○ 인력작업 불가피로 기능공 확보가 어려움

3. 개선방향

○ 목재거푸집 대신 강재거푸집 사용

- 콘크리트 노출면에 대한 미관 제고
- 시공성 확보
- 기능공 확보 어려움 해소

4. 교각 거푸집 비교검토

구 분	현 행		개 선 안
개 요	사각형 단면	원형 단면	강 재 거 푸 집
	합판거푸집	목재거푸집	
공 사 비 (원/㎡)	20,494 (3회 사용)	42,744 (3회 사용)	30,363 (35회 사용)
장.단점	○ 콘크리트 노출면 미관 불량 ○ 시공성 불리 ○ 다수인력 필요로 기능공 확보 여건상 불리 ○ 교각단면에 구애 받지 않고 적용가능 ○ 목재 거푸집의 경우 공사비 고가 ○ 합판 거푸집의 경우 공사비 저렴		○ 콘크리트 노출면 미관 양호 ○ 시공성 양호 ○ 소수인력으로 시공가능 ○ 교각단면의 통일 필요 ○ 목재 거푸집에 비하여 공사비 저렴 ○ 합판 거푸집에 비하여 공사비 고가

5. 검토의견

○ 미관 시공성 기능인력확보의 어려움 측면에서 강재거푸집 사용이 유리하며

○ 원형단면 교각의 경우 경제성 검토결과 정부표준품셈에 의거 35회 사용전제시 강재거푸집이 목재거푸집에 비해 경제성이 확보되는 것으로 판단되므로 향후 설계시는 강재거푸집으로 설계토록 하고 가능한한 강재거푸집의 전용이 원활하도록 교각단면 규격의 통일을 기하도록 하는 것이 바람직함

* 35회 전용시 적용교량 규모 판단

- 3.0 M × 35회 = 105 M
- 교각 평균높이 10M 가정시 교각 10기에 해당되며 교량규모는 4차선 P.C빔교의 경우 6ⓐ30M=180M 정도임

○ 아울러 일부 공사 공구의 경우 공사물량이 35회 사용을 충족시키지 못하는 경우가 발생할 수 있으나 공사시행 시기에 따라 인접 공사 공구에서 전환사용이 가능하고 사회간접자본의 확충에 따른 도로건설의 대폭시행으로 타공사에 계속사용이 가능하므로 한정된 자원의 효율적 이용과 품질확보를 유도하는 차원에서 강재거푸집으로 설계 반영하는 것이 바람직할 것으로 판단됨.

○ 사각단면 교각의 경우 강재 거푸집 사용시 경제성 확보가 어려우므로 현행대로 합판거푸집으로 설계 시행

7-15 PRE-FLEX Beam 개선 검토

방 침
설 일 16210-221 ('94. 12. 29)

1. 검 토 목 적

PRE-FLEX BEAM 하부 플랜지에 발생하는 인장균열을 억제하고 시공성을 제고코자 함.

2. 하부 플랜지 허용인장응력

가. 현 설계

o PRE-FLEX BEAM이 국내에 처음 도입될 당시 기존의 PC 빔과 S.T BOX GIRDER 고량에 비해 형고를 작게하여 형하고의 제한을 받는 고량에 적합한 형식으로 채택된 것이며, 대한토목학회에서 제정한 『프리플렉스 합성형 시방서』에 의거 하부플랜지의 허용인장응력을 2.0√δck (40kg/㎠)로 채택하였고

o 플랜지 하부콘크리트의 배근철근은 온도 및 건조수축에 의한 균열을 제어하기 위한 최소 철근량만을 배근

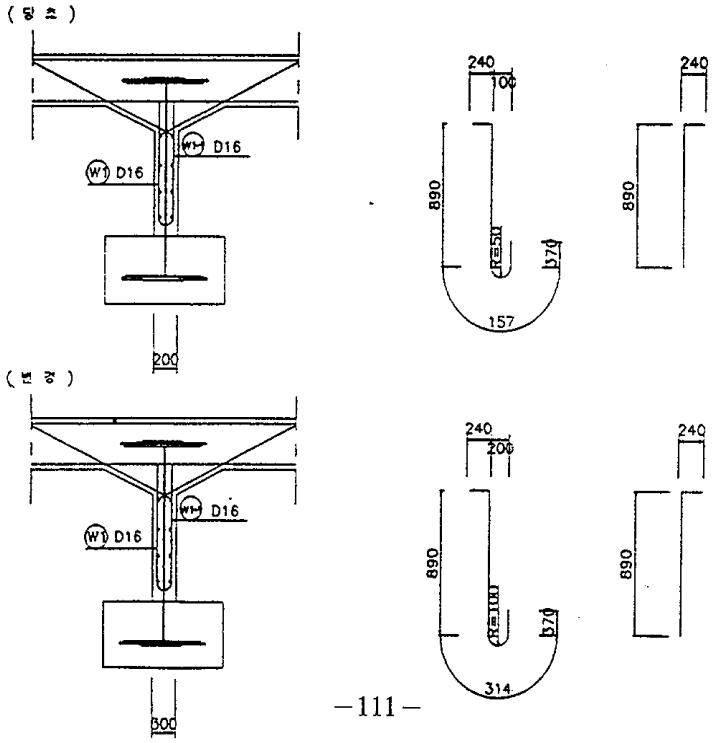
나. 변경안

o 균열이 생기지않도록 설계하기 위하여는 빔하면에 인장응력이 전혀 생기지 않도록 FULL PRESTRESS로 설계하여야 되나 경제적인 측면을 고려하여 현설계대로 PARTIAL PRESTRESS 개념으로 설계하되

o 빔하연에 발생하는 인장균열을 최대한 억제키 위하여 『도로교 표준시방서』에 의거 최대 허용인장응력을 1.5√δck(30kg/㎠)로 규정하고 이에 맞는 철근을 빔하부에 배근토록 설계

3. Web 폭 변경

시공성이 불량한 Web의 폭을 20cm에서 30cm로 변경하여 시공성 제고



4. 결 론

ㅇ.하부플랜지의 허용인장응력을 도로교 표준시방서에 의거 $1.5\sqrt{\delta ck}$로 변경하며 동규정에 적합하고경제적으로 빔을 제작키 위하여 다음과 같이 T.D를 변경하고 web폭 등을 변경하여 시공성을 제고함이 타당하다고 판단되며

구 분	기 존 내 용	개 선 내 용	비 고
ㅇ.형고	-빔간격2.5M ;형고1.0-1.5M -빔간격3.5M ;형고1.4-1.9M	-빔간격2.5M ;형고20㎝ 증가 -빔간격3.5M ;삭제	-강성을 증가시켜하부플랜지에 발생하는 인장응력을 감소
0.하부플랜지 - 사용철근량 -크기	-H16, H22 사용 (AS:17.91㎠/33.17㎠) -내측:900mm 외측:1,000-1,100mm	-H19,H25 사용 (AS:56.2㎠) -내외측 구분없이 1,000mm로 통일	-하부플랜지에 작용하는 인장력을 철근이 부담(회전시 발전하는 크랙을 방지하기 위하여 H25 보강) -시공성 제고
ㅇ.Web두께	-20㎝	-30㎝	-시공성제고
ㅇ.균열방지 보완책	-	-하부플랜지 하단에 wire mesh 설치	-양생과정에서 발생되는 미세균열 방지

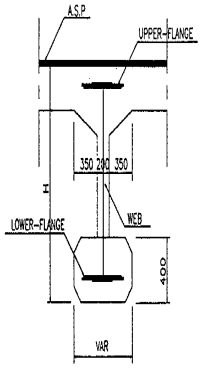
0.부득이하게 형하공간의 제한을 받는 곳은 T.D를 이용치 않고 지형에 적합한 형하공간을 확보할수 있도록 강재의 두께등으로 강성을 보완하여 별도의 설계를 시행

☞붙임 1.TD 변경요약 1부
2.규격별 단가비교표 1부
3.변경T.D 및 구조계산서 1부

PREFLEX-BEAM T.D요약(기준단면)

빔 간격 : 2.5M

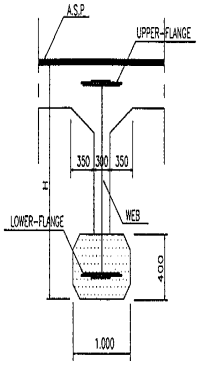
일 반 단 면 도	길이 × 형고 (M) (M)	강형재원 (MM)		CASTING-CON'C 발생응력(KG/CM²)				소요철근량 AS (㎠)	사용철근량 AS(㎠)	비 고
	CASING-CON'C (MM)	외 측	내 측	외 측		내 측				
				σ_{cu}	σ_{cl}	σ_{cu}	σ_{cl}			
	30.0 × 1.0	500 × 24 U.F 700 × 24 400 × 24 WEB 636 × 15 400 × 24 L.F 800 × 24	500 × 21 U.F 700 × 21 400 × 21 WEB 654 × 15 400 × 21 L.F 700 × 21	22.4	38.6	22.1	36.1	67.78	H16 × 9EA = 17.91	16.105톤/본 (19.228톤/본)
	900 × 400 (1,100)	700 × 24	600 × 21							
	35.0 × 1.1	500 × 28 U.F 700 × 28 400 × 28 WEB 712 × 15 400 × 28 L.F 800 × 28	500 × 26 U.F 700 × 26 400 × 26 WEB 724 × 15 400 × 26 L.F 700 × 26	21.6	35.7	22.1	37.2	70.03	H16 × 9EA = 17.91	23.315톤/본 (26.082톤/본)
	900 × 400 (1,100)	700 × 28	650 × 26							
	40.0 × 1.3	500 × 31 U.F 700 × 31 400 × 31 WEB 894 × 15 400 × 31 L.F 700 × 31	500 × 26 U.F 700 × 26 400 × 26 WEB 924 × 15 400 × 26 L.F 700 × 26	24.3	38.4	21.3	30.1	62.70	H16 × 9EA = 17.91	27.154톤/본 (31.444톤/본)
	900 × 400	600 × 31	600 × 26							
a. 방호벽 높이 : 860M b. 포 장 두 께 : 50MM c. 복부 콘크리트 두께 : 200MM d. CON'C의 허용인장응력 $\sigma t = 2.0\sqrt{\sigma ck}$	45.0 × 1.5	500 × 29 U.F 700 × 29 400 × 29 WEB 1106 × 18 400 × 29 L.F 700 × 29	500 × 27 U.F 700 × 27 400 × 27 WEB 1118 × 18 400 × 27 L.F 700 × 27	24.8	36.0	19.9	26.0	60.80	H16 × 9EA = 17.91	33.701톤/본 (35.609톤/본)
	900 × 400	600 × 29	600 × 27							



* 주; ( )는 외측형의 지수임

PREFLEX-BEAM T.D요약(개 정 안)

빔 간격 : 2.5M

일 반 단 면 도	길이 × 형고 (M) (M)	강형제원 (MM)		CASING-CON'C 발생응력(KG/CM²)				소요철근량 AS(㎠)	사용철근량 AS(㎠)	비 고
	CASING-CON'C (MM)	외 측	내 측	외 측		내 측				
				σ_{cu}	σ_{cl}	σ_{cu}	σ_{cl}			
 * 주; ( )는 외측형의 치수임	30.0 × 1.2	500 × 20 U.F 700 × 20 400 × 20 WEB 860 × 15 400 × 20 L.F 800 × 20 600 × 20	500 × 20 U.F 700 × 20 400 × 20 WEB 860 × 15 400 × 20 L.F 800 × 20 600 × 20	18.0	12.3	13.1	-0.9	33.67	H25 × 6EA H16 × 13EA = 56.20	16.84톤/본
	35.0 × 1.3	500 × 26 U.F 700 × 26 400 × 26 WEB 924 × 15 400 × 26 L.F 800 × 26 600 × 26	500 × 24 U.F 700 × 24 400 × 24 WEB 936 × 15 400 × 24 L.F 800 × 24 600 × 24	17.4	18.5	13.3	7.2	39.89	H25 × 6EA H16 × 13EA = 56.20	23.02톤/본 (24.49톤/본)
	40.0 × 1.5	500 × 26 U.F 700 × 26 400 × 26 WEB 1124 × 18 400 × 26 L.F 700 × 26 600 × 26	500 × 26 U.F 700 × 26 400 × 26 WEB 1124 × 18 400 × 26 L.F 700 × 26 600 × 26	17.2	18.8	11.5	7.5	40.00	H25 × 6EA H16 × 13EA = 56.20	29.22톤/본
a. 방호벽 높이 : 890M b. 포 장 두 께 : 80MM c. 복부 콘크리트 두께 : 300MM d. CON'C의 허용인장응력 $\sigma t = 1.5\sqrt{\sigma ck}$ (도.표.시. 6.3.3 (2) 2) 나항)	45.0 × 1.7	500 × 28 U.F 700 × 28 400 × 28 WEB 1312 × 18 400 × 28 L.F 700 × 28 600 × 28	500 × 28 U.F 700 × 28 400 × 28 WEB 1312 × 18 400 × 28 L.F 700 × 28 600 × 28	16.7	18.8	11.8	10.1	39.44	H25 × 6EA H16 × 13EA = 56.20	35.87톤/본

PREFLEX-BEAM 규격별 단가 비교표

94. 12

설계순공사비			변경전								변경후								비고
			형고	주요물량 (NET)			설계 순공사비				형고	주요물량 (NET)			설계 순공사비				
빔간격 (M)	길이 (M)	주형	(M)	철 판 (TON)	철 근 (TON)	레미콘 (㎥)	제 작 비	운반가설비	자 재 비	계	(M)	철 판 (TON)	철 근 (TON)	레미콘 (㎥)	제 작 비	운반가설비	자 재 비	계	
2.5	30.0	외측	1.0	19,229	0.847	11.960	19,490,000	814,000	7,648,000	27,952,000	1.2	16.691	1.792	11.960	18,152,000	814,000	7,035,000	26,001,000	
		내측		16.105	0.815	10.764	17,415,000	814,000	6,484,000	24,713,000		16.691	1.792	11.960	18,152,000	814,000	7,035,000	26,001,000	
	35.0	외측	1.1	26.082	1.033	15.356	25,848,000	996,000	10,286,000	37,130,000	1.3	24.559	2.111	13.960	25,146,000	996,000	9,969,000	36,111,000	
		내측		23.315	0.958	12.564	23,919,000	996,000	9,129,000	34,044,000		22.995	2.111	13.960	25,140,000	996,000	9,430,000	34,566,000	
	40.0	외측	1.3	31.444	1.081	14.364	29,350,000	996,000	12,085,000	42,431,000	1.5	29.091	2.387	15.960	28,338,000	996,000	11,740,000	41,074,000	
		내측		27.154	1.081	14.364	26,592,000	996,000	10,604,000	38,192,000		29.091	2.387	15.960	28,338,000	996,000	11,740,000	41,074,000	
	45.0	외측	1.5	35.609	1.209	16.164	34,227,000	1,225,000	13,675,000	49,127,000	1.7	35.874	2.700	17.960	34,983,000	1,225,000	14,298,000	50,506,000	
		내측		33.701	1.209	16.164	33,000,000	1,225,000	13,017,000	47,242,000		35.874	2.700	17.960	34,983,000	1,225,000	14,298,000	50,506,000	

PRE-FLEX빔 변경 T.D

7-16 교좌장치 받침부 형하공간 및 보강철근 설계기준 검토

방 침
설 이
16210-220
('94. 12. 29)

1. 검토목적

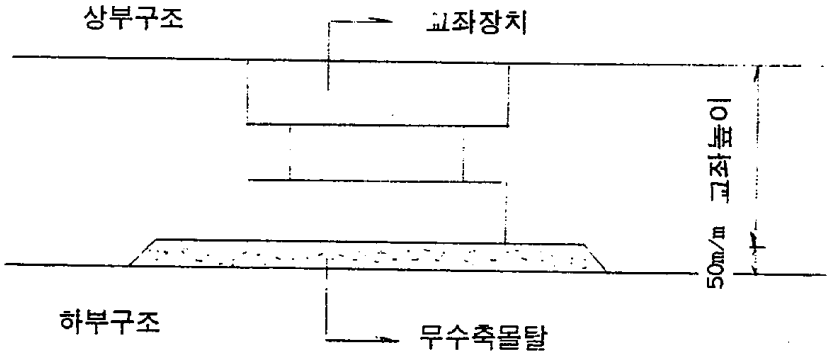
교좌장치 받침부에 대해 기존의 설계 및 시공사례를 토대로 제반 문제점을 분석하여 구조적으로 안전하면서 시공 및 유지보수의 편의를 도모할 수 있도록 다음의 사항을 주안점으로 검토하여 합리적인 방안을 제시하고자 함.

° 교좌장치의 적정형하공간
° 하부구조 연단거리 기준검토
° 교좌장치 받침부 설계기준

2. 기존설계현황 검토

1) 현 설계현황

° 연단길이 기준(도로교 표준시방서)외에는 별도의 검토없이 교좌장치 받침부에 면고르기 개념의 무수축몰탈(T=5Cm)만 시공토록 설계
° 형하공간 : 교좌장치 높이 + 무수축 몰탈두께 (T=5Cm)

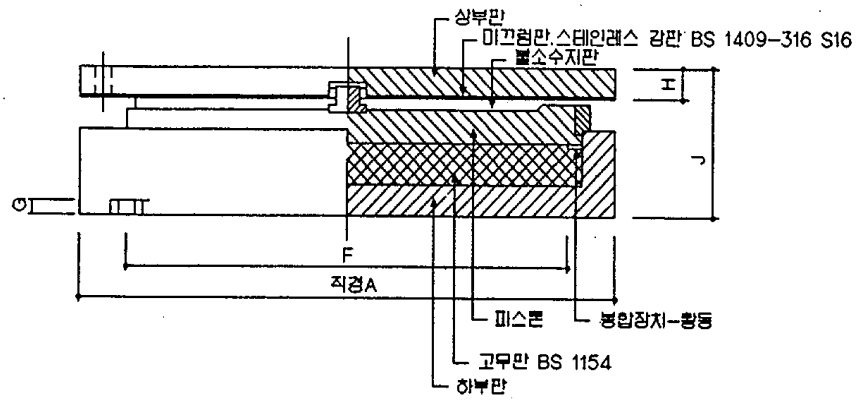


* 교좌높이 : 최소 58 m/m (포트받침 형식 50톤급)

최대 315 m/m (플레이트 받침형식 강교용 450톤급)

2) 교좌장치 높이 현황

① 포트 받침형식

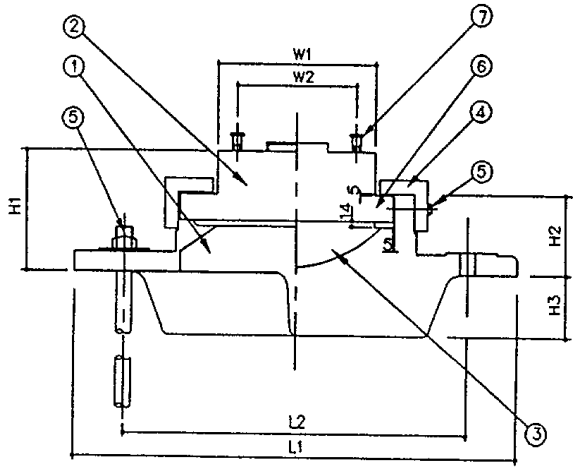


· 최 소 : 58 m/m (50톤급)

· 최 대 : 290 mm (5,000톤급)

(특수교량을 제외하고는 1000톤 (23Cm)이상의 교좌장치는 거의 적용치 않음)

② 플레이트 받침형식



· 강교

- 최 소 : 125m/m (50톤급)
- 최 대 : 315m/m (450톤급)

· PC - Beam 및 RC슬래브교

- 최 소 : 130m/m (50톤급)
- 최 대 : 260m/m (200톤급)

3) 현설계 문제점

대부분의 일반적인 교량의 형하공간이 30Cm 이내이며, 특히 안정성 및 시공성등의 사유로 현재 널리 이용되고 있는 포트형식의 교좌장치일 경우는 최소 11Cm 에서 25Cm내외정도 밖에는 형하공간을 확보하지 못하게 되어 다음과 같은 문제점이 발생한다.

° 시공상의 문제

- 슬래브교의 교대부 하부시공 곤란

  : 하부거푸집 및 동바리의 설치 및 해체가 곤란하여 미려한 구조물의 생산이 어려움

- 빔교의 교대부 교좌장치 용접 불량

  : sole plate 와 교좌장치 용접성 불량

° 유지관리상의 문제

- 공간이 협소하여 정밀한 관찰이 어렵다
- 교좌장치 기능상의 하자로 인하여 교체를 할경우 공간협소로 인하여 적정용량의 Jack을 설치 하기가 어렵고 Jack을 설치하더라도 작업공간의 확보가 안돼 교대·교각의 일부 훼손이 불가피한 실정

  * 유지보수에 사용되는 Jack의 규격

    - 규　　격 : 250톤~500톤
    - 높　　이 : 25Cm~30Cm
    - Jack의 설치자리에 면고르기용으로 통상 t=5Cm의 철판을 깔아놓고 시행

3. 설계개선방안

1) 적정 형하공간

가. 교좌장치 형하공간 관련규정

° 「도로설계요령」 P312 (한국도로공사)

- 받침높이가 30Cm 미만인 경우는 하부구조물 상단에 교좌를 설치하여 형하공간을 30Cm이상 확보해야만 한다.

° 「도로교 지승편람」 P71 (일본도로협회)

- 유지관리를 위한 공간으로서는 강제받침의 경우 300m/m이상, 고무받침의 경우에도 100m/m이상은 필요하며, 특히 받침의 높이가 낮은경우에는 콘크리트 받침을 설치하여 충분한 형하공간 을 확보하는것이 바람직하다.

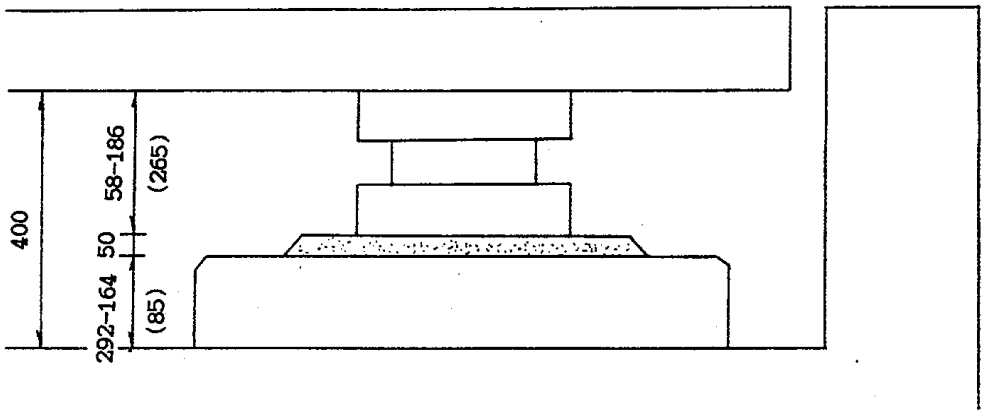
나. 형하공간 개선안

- 인체의 일부분(머리 및 어깨)이 들어가서 작업을 하거나 세밀하게 관찰을 할수 있고
- 유지보수시 Jack의 설치가 가능한 공간인 40Cm 로 형하공간을 결정하는것이 바람직함 (단 부득이한 경우는 45Cm까지 가능)
- 단 1000톤 이상 용량인 경우에는 shoe의 치수를 감안하여 별도의 설계시행

다. 기대효과

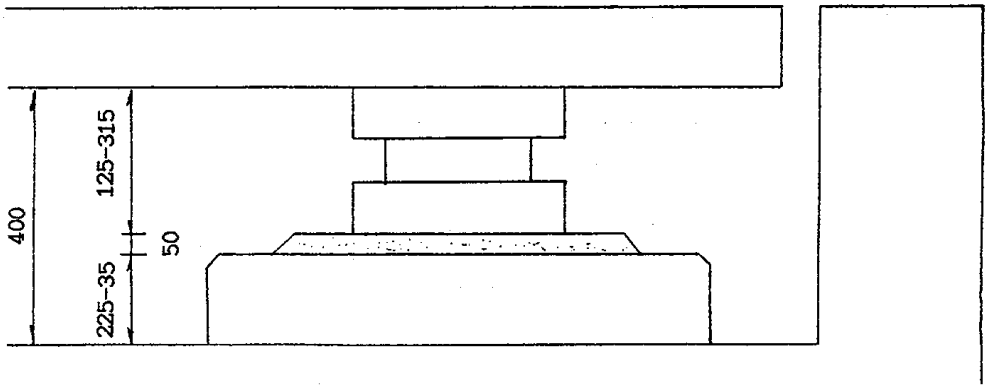
- 교좌장치에 대한 접근, 관찰 및 유지관리 용이
- 포트받침의 경우 하부받침의 볼트가 교각 또는 구체콘크리트에 매입되지 않아 받침 교체시 하부구조의 콘크리트를 훼손시킬 염려가 없음

* POT형식 받침인 경우 (1000T 미만)



* ( ) : ILM 교량인 경우
* ILM교량인 경우는 85mm로는 방석철근의 배근이 어려우므로 형하공간을 최대 45Cm까지 허용 (받침높이 135m/m)

* 플레이트 형식 받침인 경우 (최대 강교용 450톤급)



* 플레이트 형식의 교좌장치는 그 자체의 두께가 크므로 아래와 같이 규격별로 구분하여 적용
  ° 50톤급~250톤급 : 형하공간 40Cm적용
  받침부 : 225m/m~100m/m
  ° 275톤급~400톤급 : 형하공간 45Cm적용
  받침부 : 145m/m~100m/m
  ° 450톤급 : 교좌받침부없이 무수축몰탈 5Cm만 시공 (형하공간 365m/m)

2) 연단거리 기준 검토

가. 연단거리 관련규정

° 「도로교 표준시방서」 P973 (건설부)

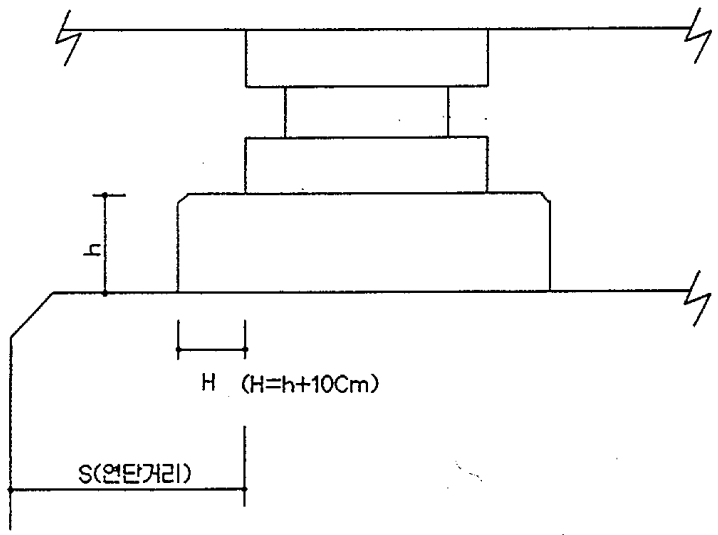
하부구조 정부에 있어서 교축방향의 받침연단과 하부구조 정부 연단사이의 거리 S (Cm)는 다음값 이상으로 한다.

- 들보의 지간길이 100m이하 : S=20+0.5L
- 들보의 지간길이 100m이상 : S=30+0.4L

단, L= 지간길이 (m)

나. 연단거리 기준검토

교좌장치 형하공간 확보를 위해 콘크리트 받침을 설치할 경우의 연단거리 적용기준은 원칙적으로 도로교 표준시방서의 기준을 적용하되 특히 소교량의 교각등에서 연단거리의 기준으로 인한 비경제적인 설계를 방지하기 위하여 아래 그림과 같이 교좌장치 전면으로부터 취하는 것으로 한다.



3) 교좌장치 하면 보강철근 설계기준

가. 교좌장치 하면 보강철근 적용기준이 명확히 제시되지 않아 설계자에 따라 철근량 및 배치방법이 크게 다른 양상을 보이므로, 이에 대한 기준을 제시코자 함.

나. 보강 개념

○ 연직 하중에 대한 보강

교좌장치 하면에 작용하는 지압력(연직하중)에 의한 인장응력 발생에대한 보강

○ 수평 하중에 대한 보강

교좌장치 하면에 작용하는 수평하중에 의한 전단력에 대한 보강

다. 연직하중에 대한 철근량

○ 교좌장치하면에는 연직하중에 의해 인장응력이 발생하므로 교축방향 및 교축직각방향으로 아래의 식에서 구한 철근량을 배근하여야 한다.

$$Asn = \frac{1}{4}\left(1 - \frac{b_1}{b_c}\right)\frac{P}{\sigma_{sa}}$$

Asn : 연직력에 대한 철근량 (㎠)

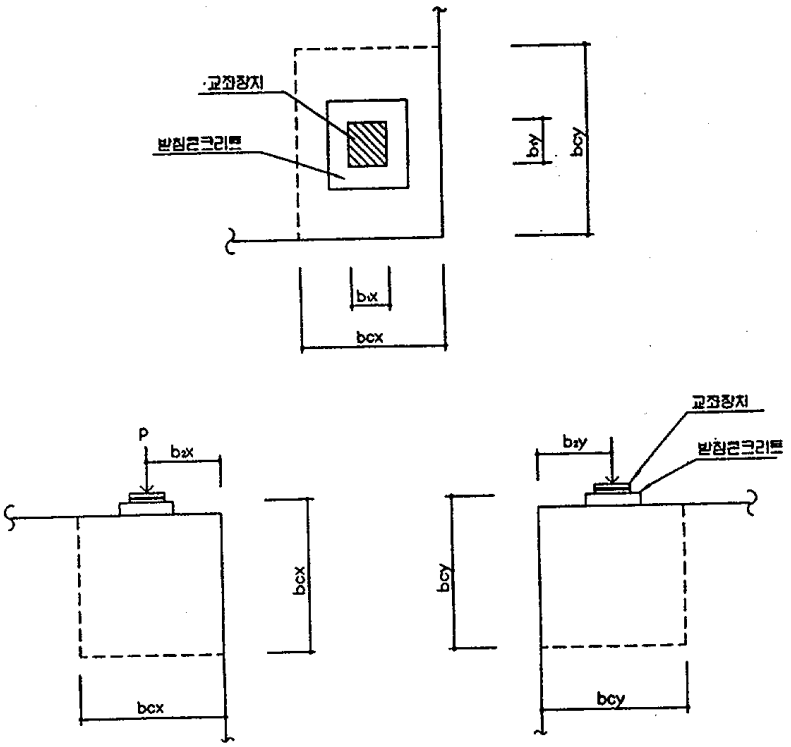
σ_{sa} : 철근의 허용인장응력도 (kg/㎠)

P : 연직하중 (kg)

b_1 : 연직하중의 작용폭

b_2 : P의 작용점으로부터 교좌장치 외측까지의 거리 (㎝)

b_c : 연직하중의 분포폭 ($b_c = 2\ b_2 \leq 5b_1$)



라. 수평하중에 대한 보강철근량

○ 교좌장치 하면에는 수평하중에 대한 보강철근으로서 아래의 식에서 구한 철근량을 배근하여야 한다.

$$Asn = \frac{Hs}{\sigma sa}$$

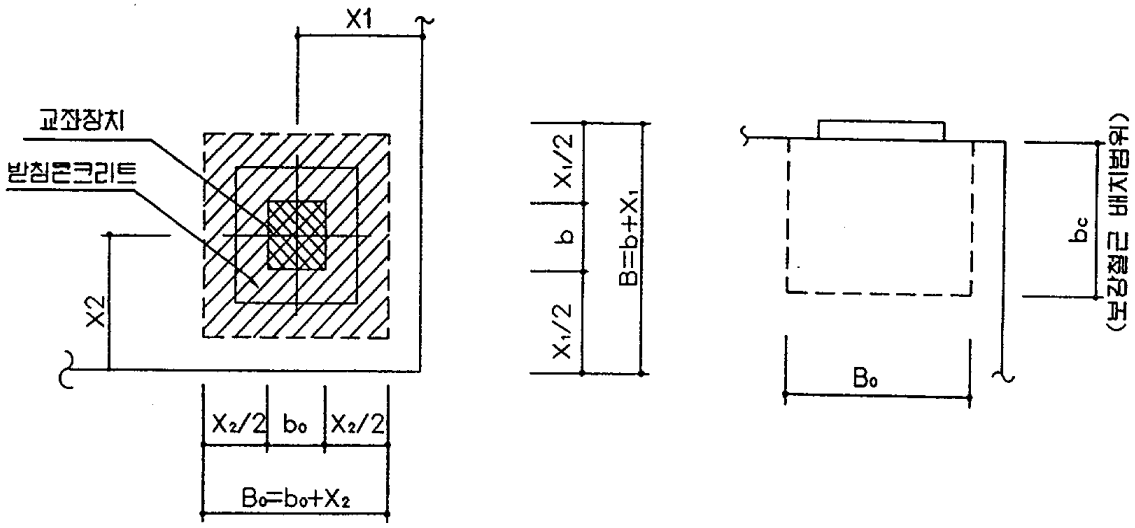
As : 수평하중에 대한 수평철근량 (㎠)

Hs : 교좌장치에 작용하는 수평하중 (Kg)

σ sa : 철근의 허용인장응력 (kg/㎠) - 수평하중 발생요인별 허용응력 할증 고려

마. 교좌장치 하면 보강철근 배치범위

○ 보강철근은 아래그림의 범위안에 배치토록 한다.



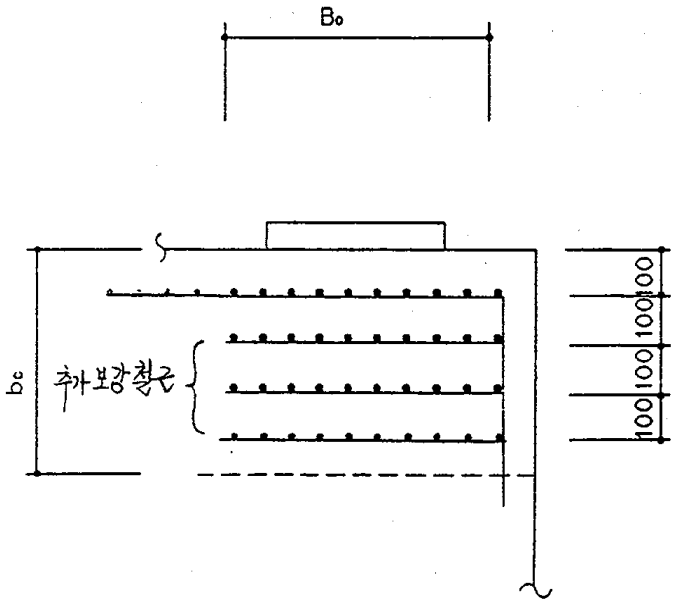
바. 보강철근 배근

○ 보강철근의 배근은 가급적 2단 이상으로 한다.

○ 하부구조 상부로부터 첫번째단 철근은 10 cm를 띄우고 이후는 10 - 15 cm 간격으로 배치한다. (표준 10cm)

○ 보강철근의 상단부는 교대 및 교각에 설치하는 배력근에서 10 cm 의 간격을 두고 배근

○ 배 근 예



4) 교좌받침 콘크리트 보강철근 설계기준

가. 보강 개념

○ 수평하중에 의해 교좌받침과 하부구조 상면사이의 전단응력에 대하여 수직철근의 전단마찰로 저항

○ 수평력에 의한 45° 방향의 전단파괴는 고려하지않아도 지장없음(교좌받침 콘크리트의 폭이 높이에 비해 10cm의 여유가 더 있으므로 45° 방향의 전단 파괴면은 발생치 않을 것으로 판단)

나. 보강 철근량

$As \geq H/\sigma sa$(전단마찰 계산시의 마찰계수 μ 적용)

As : 보강 철근량 (㎠)

H : 수평력 (Ton)

σsa : 철근의 허용인장응력 (kg/㎠)

다. 철근 배근방법

○ 교좌받침 콘크리트의 높이가 20Cm 이하인 경우는 1단 배치하고, 20Cm 이상인 경우는 2단 배치토록 한다.

○ 철근은 교좌받침 콘크리트 상면에서 구부려 하부구조 구체에 필요정착길이 이상 매입시켜야 한다.

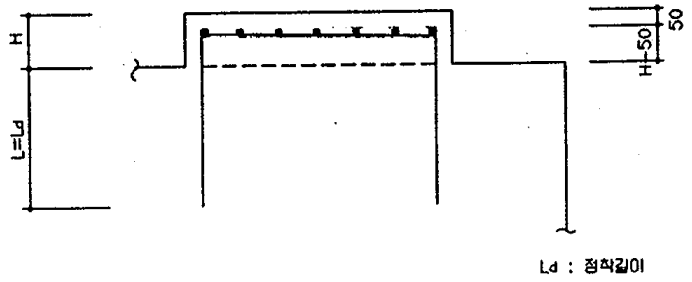
○ 상면의 철근배근 간격은 교좌장치 하면 보강철근의 간격과 일치시키도록 한다.

○ 앵커의 시공을 고려하여 C.T.C는 125를 기준으로 한다.

○ 온도 및 건조수축에 대한 최소 철근규정을 준수하여야 한다.

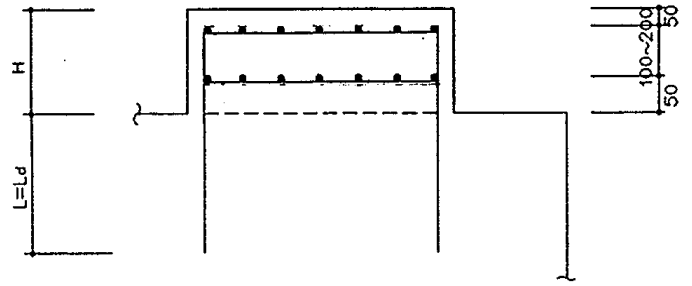
라. 철근 배근예

① H ≦ 200 mm



Ld : 정착길이

② H > 200 mm



Ld : 정착길이

4. 결 론

위에서 검토된 사항을 정리하면 다음과 같다.

1) 교좌장치의 시공성 및 유지보수시를 위하여 형하공간을 40Cm (특별한 경우 45Cm)로 증가시키고 교좌받침부(돌기부)를 구체와 동종의 콘크리트로 타설하되 특수교량(1,000톤이상)의 교좌장치부는 교좌장치의 규격에 맞추어 별도 설계 시행

2) 연단거리는 원칙적으로 도로교 표준시방서 기준에 의한다.

3) 교좌장치 하부는 수평 및 수직방향의 보강철근을 동검토서의 기준에 의거 산출한 보강철근을 배치하여 수평하중 및 연직하중에 저항토록 한다.

7-17 P.C Beam 시공성 개선

방 침
설 이 16210-170 ('95. 5. 29)

Ⅰ. 검 토 목 적

PC BEAM교의 시공시 발생하는 제반 문제점은 물론 구조적인 결함의 원인이 될 수 있는 사항을 근본적으로 해결하므로서 시공의 편리성을 도모함은 물론 부실공사 예방에 기여코자 함.

Ⅱ. 검토방법 및 방향

가. PC강선(SHEATH관) 배치

- o PC빔과의 부족한 피복두께 확보를 위하여 SHEATH관의 평면선형을 조정하고
- o SHEATH관의 정확한 위치 확보를 위하여 SHEATH관에 저촉되는 철근의 조립 방법을 일부 변경하여 배치

나. 강선 지지용 및 점검용 철근의 배치방법 개선

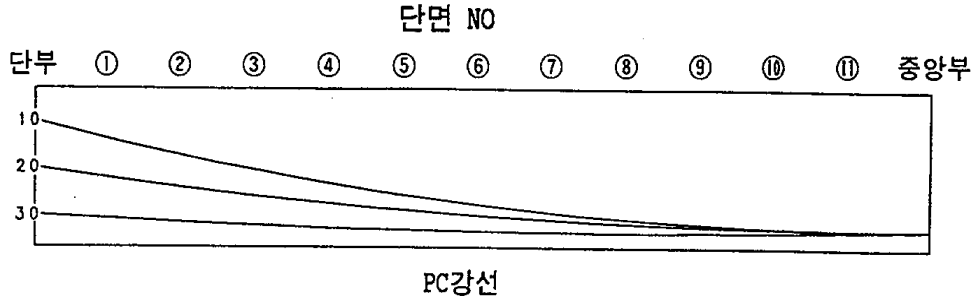
다. PC빔 단부 시공성 확보

- o PC빔교의 교대부분 단부 횡빔(Cross Beam) 높이를 현행 1.77M에서 충분한 작업공간이 확보될 수 있는 0.7M로 조정하여 시행하되
- o 상부 Slab 하중을 횡분배하고 빔의 비틀림을 방지하는 횡빔의 사각이 각각 0° , 30° , 40° 일때 빔높이 및 단면감소에 따른 구조적 안정성을 검토하고 각각의 경우에 대하여 격자해석을 수행하여 그 결과를 토대로 휨,전단 및 비틀림에 대한 빔의 안정성을 검토

Ⅲ. 개선 방안

1. PC 강선배치 및 철근배근 변경 검토

가. PC빔 L=25.0 M



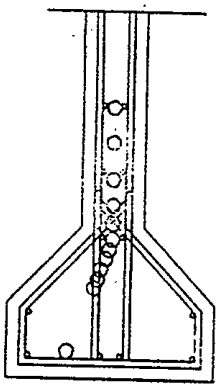
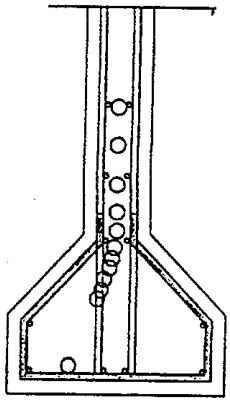
1) PC 강선의 평면선형 조정 : PC강선(2,3번)의 평면선형 조정

< 평면 횡거값 : PC빔 단면 중앙부에서의 거리 >

단면 번호	구 분	평면 횡거값(M/M)		비 고
		당 초	변 경	
	강선 No / 거리(M)	2,3	2,3	
단 부	0.0	0.0	0.0	
①	1.0	10.8	0.6	
②	2.0	23.4	2.5	
③	3.0	36.1	5.6	
④	4.0	48.7	9.8	
⑤	5.0	61.4	18.5	
⑥	6.0	75.3	32.6	
⑦	7.0	86.7	46.2	
⑧	8.0	99.4	65.5	
⑨	9.0	112.0	97.6	
⑩	10.0	124.7	131.3	
⑪	11.0	137.3	145.4	
중앙부	12.0	150.0	150.0	

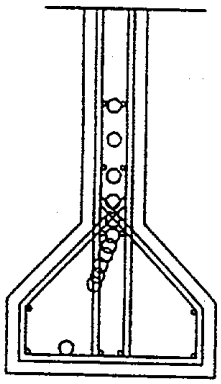
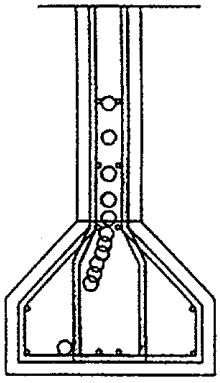
2) 하복부 보강철근 배근방법 개선

1, 2번 강선이 단면 ⑤~⑧번 사이에서 하복부 보강철근과 저촉되므로 이를 다음과 같이 개선

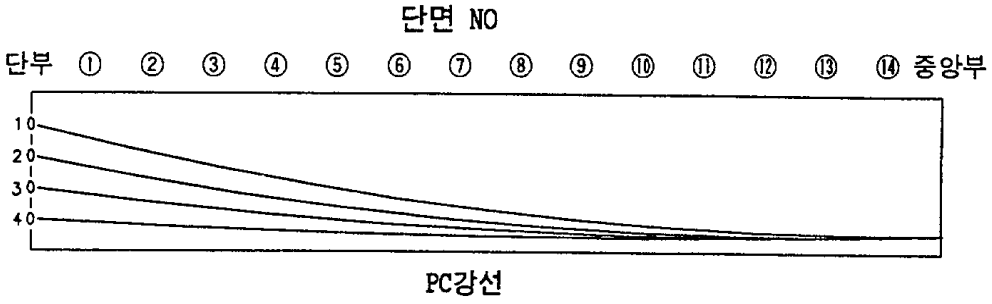
구 분	당 초	변 경
단면도		

3) 수직 전단철근 배근방법 개선

2번 및 3번 강선이 단면⑥~⑪ 사이에서 수직전단철근과 저촉되므로 다음과같이 개선

구 분	당 초	변 경
단면도		

나. PC빔 L=30.0 M



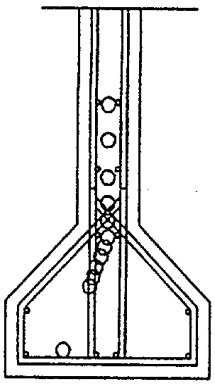
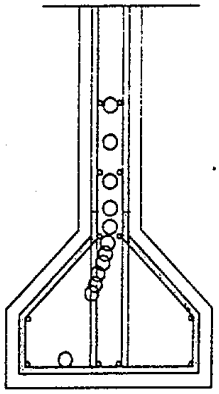
1) PC 강선의 평면선형 조정 : PC강선(3, 4번)의 평면선형 조정

< 평면 횡거값 : PC빔 단면 중앙부에서의 거리 >

단면 번호	구 분	평면 횡거값(M/M)		비 고
		당 초	변 경	
	강선 No / 거리(M)	3,4	3,4	
단 부	0.0	0	0.0	
①	0.8	16	1.4	
②	1.8	35	4.6	
③	2.8	52	9.9	
④	3.8	68	17.8	
⑤	4.8	82	28.8	
⑥	5.8	94	42.9	
⑦	6.8	106	59.8	
⑧	7.8	116	78.4	
⑨	8.8	125	96.7	
⑩	9.8	132	112.8	
⑪	10.8	138	125.6	
⑫	11.8	143	135.3	
⑬	12.8	146	142.3	
⑭	13.8	149	147.0	
중앙부	14.8	150	150.0	

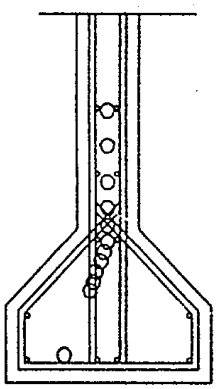
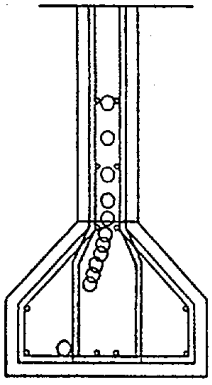
2) 하복부 보강철근 배근방법 개선

3번 강선이 단면 ②~④번 사이에서 저촉되고 1,2번 강선이 단면 ⑤~⑨번 사이에서 각각 하복부 보강철근과 저촉되므로 이를 다음과 같이 개선

구 분	당 초	변 경
단 면 도		

3) 수직 전단철근 배근방법 개선

3번 및 4번 강선이 단면⑤~⑨에서 수직전단철근과 저촉되므로 다음과같이 개선

구 분	당 초	변 경
단 면 도		

2. 강선 지지용 및 점검용 철근 배근방법 개선

가. 강선 지지용 철근

구 분	당 초	변 경	비 고
내 용	o 각 단면별 강연선의 위치 표기가 누락되어 시공시 강연선의 정확한 배치가 곤란	o 각 단면별 강연선의 정확한 배치를 위하여 횡 및 종방향의 위치를 도면에 표기	T.D 참조

나. 강선 점검용 철근 추가설치

o 강연선의 조립시 정확한 위치확보 여부를 확인하기 위하여 각 PC빔의 5개 단면에 대하여 점검용 철근을 추가배치

- L = 25 m : 중앙부 및 좌.우 각각 4m, 8m 지점에 설치
- L = 30 m : 중앙부 및 좌.우 각각 5m, 10m 지점에 설치

o T.D 참조

3. 횡빔의 안정성 검토

가. PC빔 L=25 M

1) 설계 조건

- 교　　폭 : 12.1 M (2차선)

- 빔 간 격 : S = 2.5 M

- 재료강도 : 콘크리트 δck = 270 kg/㎠ (슬라브)

δck = 400 kg/㎠ (PC 빔)

Re-Bar δy = 4,000 kg/㎠ (SD-40)

2) 단면력 검토

0 휨 모멘트

구　　분	단 위	Skew 0°	Skew 30°	Skew 40°	비　고
사 용 철 근	㎠	15.20			H25 - 3EA
극한 휨모멘트(Mu)	t.m	11.134	12.911	14.652	
설계 휨모멘트(ϕMn)	t.m	31.883	31.615	31.357	

여기서　　Mu < ϕMn　　∴ O.K

○ 전단 및 비틀림 모멘트

구 분	단 위	Skew 0°	Skew 30°	Skew 40°	비 고
극 한 전 단 력 (Su)	t	5.783	7.818	8.548	
허 용 전 단 력 (ϕSc)	t	21.946	18.983	16.788	
극한비틀림모멘트 (Tu)	t.m	1.624	2.011	2.225	
설계비틀림모멘트 (ϕTn)	t.m	4.703	3.527	2.754	

여기서 Su < ϕSc, Tu < ϕTn ∴ O.K

나. PC빔 L=30 M

1) 설계 조건

- 교　　폭 : 12.1 M (2차선)
- 빔 간 격 : S = 2.5 M
- 재료강도 : 콘크리트 δck = 270 kg/㎠ (슬라브)

δck = 400 kg/㎠ (PC 빔)

Re-Bar δy = 4,000 kg/㎠ (SD-40)

2) 단면력 검토

0 휨 모멘트

구　　분	단 위	Skew 0°	Skew 30°	Skew 40°	비　고
사 용 철 근	㎠	15.20			H25 - 3EA
극한 휨모멘트(Mu)	t.m	10.752	12.466	14.144	
설계 휨모멘트(ϕMn)	t.m	31.883	31.615	31.357	

여기서　　Mu < ϕMn　　∴ O.K

o 전단 및 비틀림 모멘트

구 분	단 위	Skew 0°	Skew 30°	Skew 40°	비 고
극 한 전 단 력 (Su)	t	7.674	8.976	11.811	
허 용 전 단 력 (ϕSc)	t	21.946	18.983	16.788	
극한비틀림모멘트 (Tu)	t.m	2.191	1.303	1.437	
설계비틀림모멘트 (ϕTn)	t.m	2.516	1.982	1.961	

여기서 Su < ϕSc, Tu < ϕTn ∴ O.K

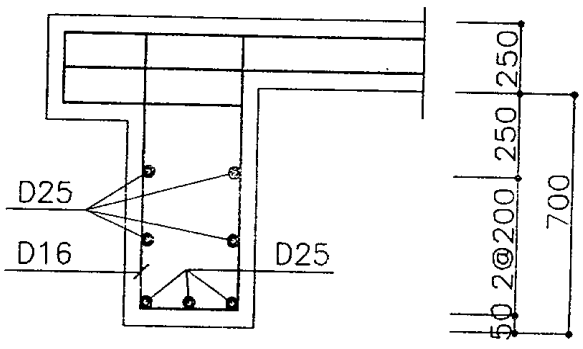
다. 안정성 검토결과

o 교대부 및 신축이음장치가 설치되는 지점의 횡빔(Cross Beam)을 1.77m에서 0.7m로 조정하고 휨, 비틀림 및 전단력에 대한 검토결과 안전

o 횡빔 축소로 작업공간을 확보할수 있어 시공성 향상은 물론 부실공사 예방에 기여할 것으로 기대됨.

라. 단부 CROSS BEAM 일반도(변경안)

(단위:m/m)



Ⅳ. 검토 결과

PC BEAM 제작 및 CROSS BEAM의 시공시 발생하던 문제점을 아래와 같이 근본적으로 해결하므로서 시공의 편리성을 도모함은 물론 부실공사 예방에 기여 할 것으로 기대됨

- PC BEAM SHEATH관 평면선형 조정
- SHEATH관에 저촉되는 전단철근 배근방법 조정
- 강선 지지용 및 점검용 철근 배근방법 개선
- 단부횡빔 높이조정 (1.77M → 0.7M)

붙 임 : 1. 변경 T.D(안) 1부.

2. SHEATH관 변경 검토서 1부.

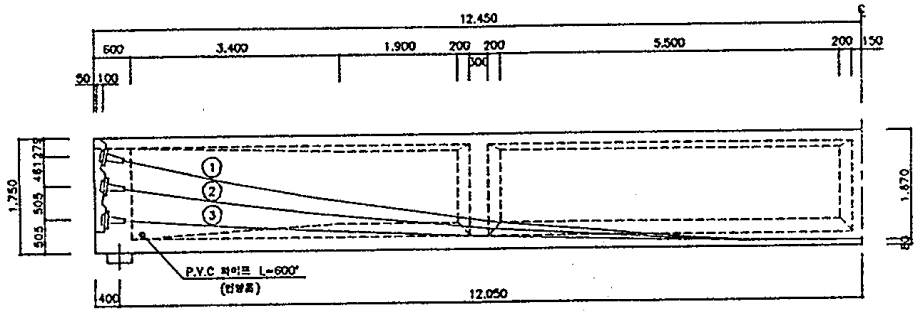
3. CROSS BEAM 구조계산서 1부.

PC BEAM 표준도(변경)

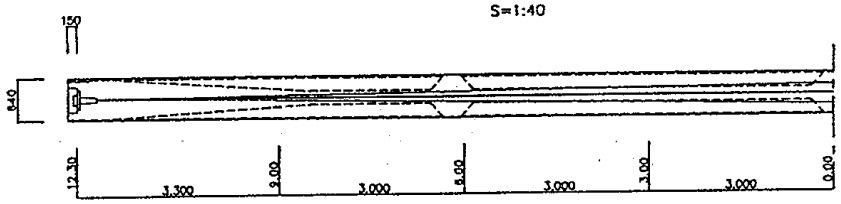
(L=25m, L=30m)

P.C 빔 일반도 (1)
(L=25.M00)

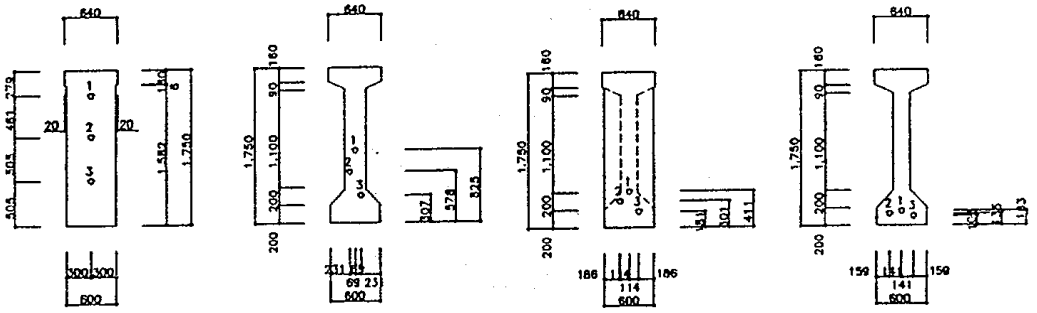
측 면 도
S=1:40



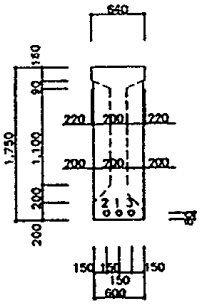
평 면 도
S=1:40



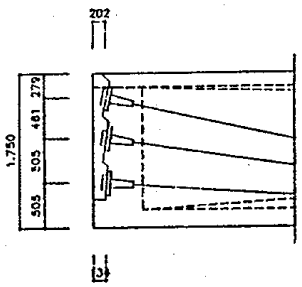
단 부 (12.30) | AT. 9.00 | AT. 6.00 | AT. 3.00



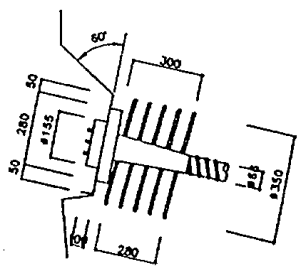
중앙부 (0.00)



단 부 상 세
S=1:30



앵 커 상 세
S=1:10



한국도로공사 KOREA HIGHWAY CORPORATION	표 준 도 TYPICAL DRAWING	도면목록	P.C빔일반도(1) (L=25.M00)	설계자		작성일		도면번호
				확인자		축 척		

P.C 빔 일반도 (2)
(L=25.^{M}00)

설계조건

조건			단위	조건치
콘크리트	재령 28일 압축 강도		KG/CM^2	400
	콘크리트	휨축강도	"	320
		휨축응력	"	176
		콘장응력	"	13.4
	설계허용	휨축응력	"	160
	작용시	콘장응력	"	30
강재	극한강도		KG/MM^2	190
	설계콘장응력		"	126
	항복응력		"	160
마찰계수			1/M	0.0066
곡률계수			1/RAD	0.300

긴장재위치

(단위: MM)

위치 \ 콘수	①	②	③
0.00	80	80	80
3.00	163	135	105
6.00	411	301	181
9.00	825	578	307
12.30	1.471	1.010	505

긴장작업

(단위: MM)

NO.	콘장순서	α	H (MM)	콘도경로(M)	α (Y = αx^2)	긴장력(TON)	콘장량(MM)
①	1	12°-44'-42"	1.391	26.110	0.009194262	152.0	145
②	2	8°-35'-57"	930	25.994	0.006147134	145.1	139
③	3	3°-57'-11"	425	25.920	0.002809174	138.9	134

처짐도

1) 빔자중에 의한 처짐 — 10.7

2) 슬래브의 사하중에 의한 처짐 — 10.7

3) 프리스트레스에 의한 솟음 — 28.9 / 24.100

4) 활하중에 의한 처짐 — 8.4

자 료 표

(수량)

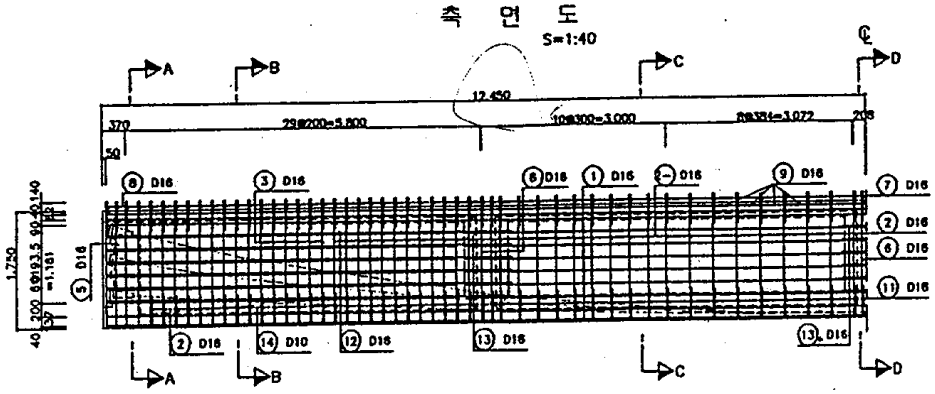
품명		규격	단위	수량	비고
콘크리트		40N/mm^2	M^3	18.881	
거푸집		T=3.2MM	M^2	131.540	
P.C강연선		3-ø12.7X12	KG	760.921	할증 5%
쉬스관		ø66	M	78.106	할증 5%
설계일반	고정		EA		
	콘장		EA	6	
몰탈		1 : 3	M^3	0.165	
그라우팅재			M^3	0.166	
P.V.C파이프		ø100MM	M	1.200	
철근	SD 30		TON	4.020	할증 3%

주)
1. KSD 7002_88 SWPC7B 12.7M/M^2 입덕세어선 강 : 2줄을 사용한다.
2. 콘크리트 설계기준 강도는 400KG/CM^{2}이고 긴장작업시의 압축강도는 320KG/CM^{2}이상이어야 한다.
3. 콘크리트 타설전에 강연선은 정확한 위치에 설치되도록 지지철근을 1.0M 간격으로 배치하여 고정시킨다.
4. 콘크리트 타설시 쉬스관에 물이나기 들어가지 않도록 주의한다.
5. 설계하중은 DB_24 이어 빔간격은 2.5M이다

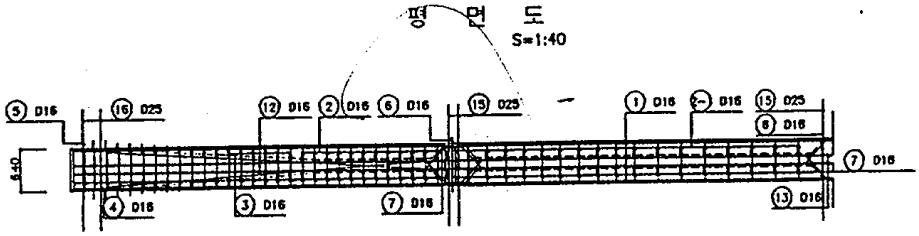
한국도로공사 KOREA HIGHWAY CORPORATION	표 준 도 TYPICAL DRAWING	도면명	P.C빔일반도(2) (L=25.^{M}00)	설계자		작성일		도면번호
				확인자		축 척		

P.C 빔 배 근 도 (1)
(L=25.^{M}00)

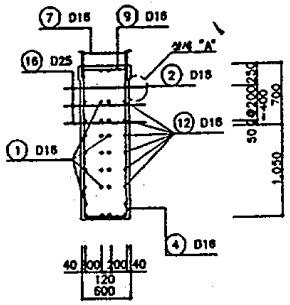
측 면 도
S=1:40



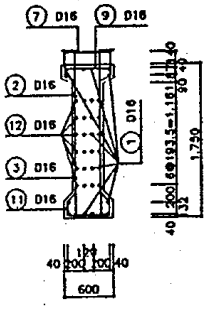
평 면 도
S=1:40



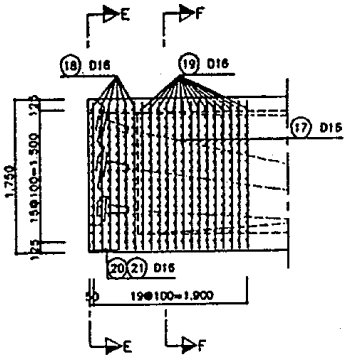
단 면 A–A



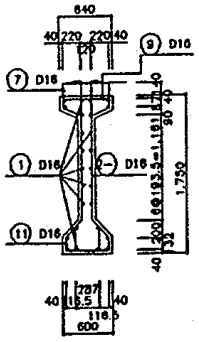
단 면 B–B



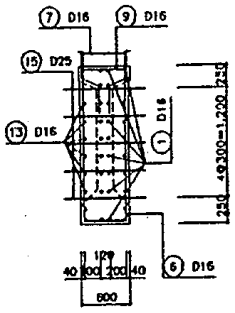
단 부 보 강



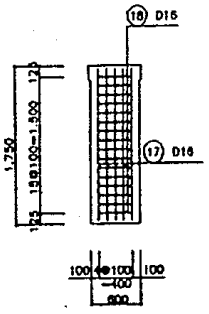
단 면 C–C



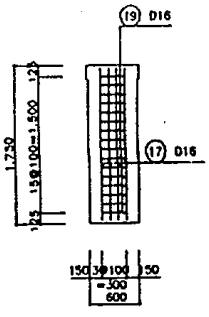
단 면 D–D



단 면 E–E



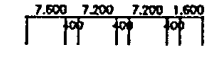
단 면 F–F



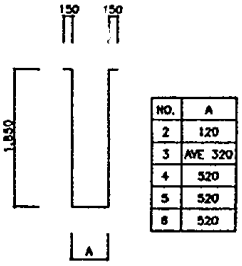
한국도로공사 KOREA HIGHWAY CORPORATION	표 준 도 TYPICAL DRAWING	도면번호	P.C빔배근도(1) (L=25.^{M}00)	설계자		작성일		도면번호
				확인자		축 척		

P.C 빔 배 근 도 (2)
(L=25.^{M}00)

철근상세도

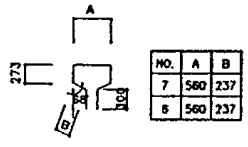


① D16 N=26 L=26,000



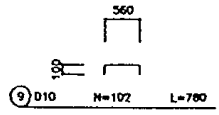
NO.	A
2	120
3	AVE 320
4	520
5	520
6	520

② D16 N=38 L=4,120
③ D16 N=32 L=4,320
④ D16 N=2 L=4,520
⑤ D16 N=4 L=4,520
⑥ D16 N=6 L=4,520

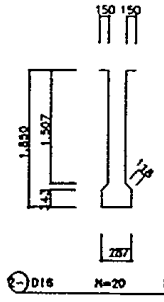


NO.	A	B
7	560	237
8	560	237

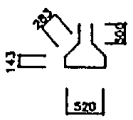
⑦ D16 N=98 L=2,180
⑧ D16 N=4 L=2,180



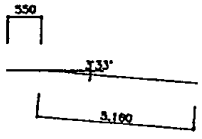
⑨ D10 N=102 L=780



⑩ D16 N=20 L=4,520

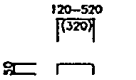


⑪ D16 N=92 L=1,970

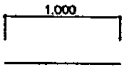


⑫ D16 N=24 L=5,710

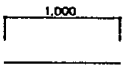
⑬ D16 N=38 L=1,170



⑭ D10 N=78 L=420

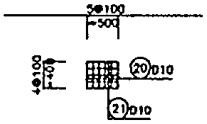


⑮ D25 N=30 L=1,000 (l=760)

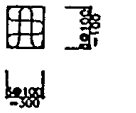


⑯ D25 N=14 L=1,000 (l=760)

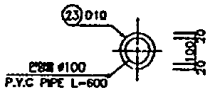
⑰ D16 N=172 L=1,650
⑱ D16 N=192 L=400
⑲ D16 N=448 L=300

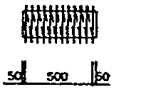


⑳ D10 N=12 L=400
㉑ D10 N=10 L=500

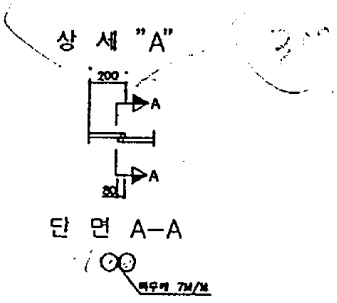


㉒ D10 N=6 L=2,870





㉓ D10 N=2 L=4,840



철 근 재 료 표

(PER EACH)

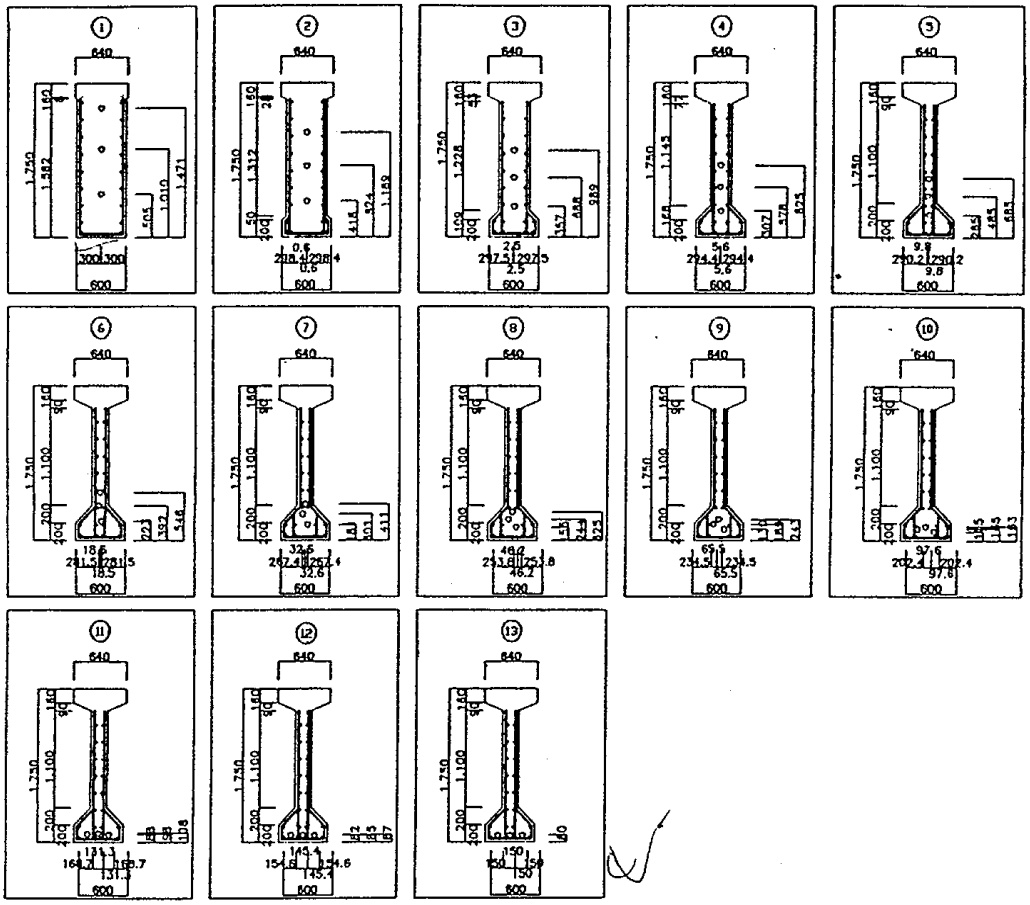
지오	작종	길 이 (M)	수 량 (EA)	총 길 이 (M)	단위중량 (KG/M)	중 량 (KG)	비 고 (TON)
15	D25	1,000 (760)	30	30.000 (22.800)			
16	"	1,000 (760)	14	14.000 (10.640)			
소 계				44.000 (33.440)	3.980	175.120 (133.091)	0.180 (0.137)
1	D16	26.000	26	676.000			
2	"	4.120	38	156.560			
2-1	"	4.520	20	90.400			
3	"	4.320	32	138.240			
4	"	4.520	2	9.040			
5	"	4.520	4	18.080			
6	"	4.520	6	27.120			
7	"	2.180	98	213.640			
8	"	2.180	4	8.720			
9	"	780	102	77.520			
11	"	1.720	92	158.240			
12	"	5.710	24	137.040			
13	"	1.170	36	42.120			
17	"	1.650	172	283.800			
18	"	400	192	76.800			
19	"	300	448	134.400			
소 계				2247.720	1.560	3506.443	3.612
14	D10	420	78	32.760			
20	"	400	12	4.800			
21	"	500	10	5.000			
22	"	2.870	6	17.220			
23	"	4.840	2	9.680			
소 계				69.480	0.560	38.898	0.040
총 계							3.832 (3.789)

주) ( )안의 치수는 외측빔 수량임.

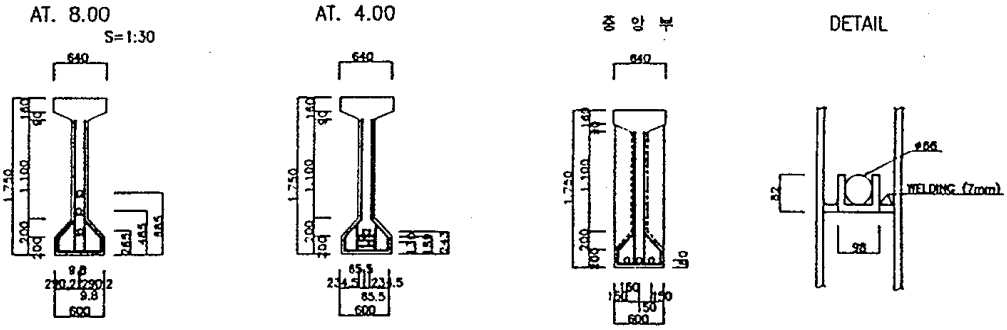
한국도로공사 KOREA HIGHWAY CORPORATION	표 준 도 TYPICAL DRAWING	도면명	P.C빔배근도(2) (L=25.^{M}00)	설계자		작성일	도면번호
				확인자		축 척	

P.C 빔 지지철근 배근도(3)
(L=25.M00)

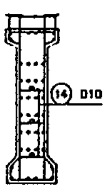
1. 2-1번 철근은 ⑦- ⑩ 까지만 배근하고
   2번 철근은 ①-⑥, ⑪ - ⑬ 까지 배근한다.



2. 강선 점검용 철근 배치 : 강연선의 정확한 위치 확보를 위하여 중앙부및 4m,8m 지점에는 아래와 같이 강선 위치 확보용 철근을 설치한다.



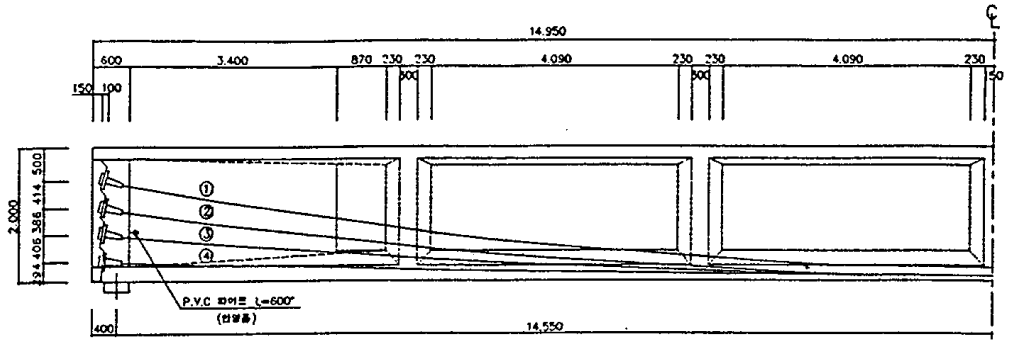
3. 강연선 지지 철근은 1.0m 간격으로 배근하여 강연선을 단단히 고정 시킬 것.



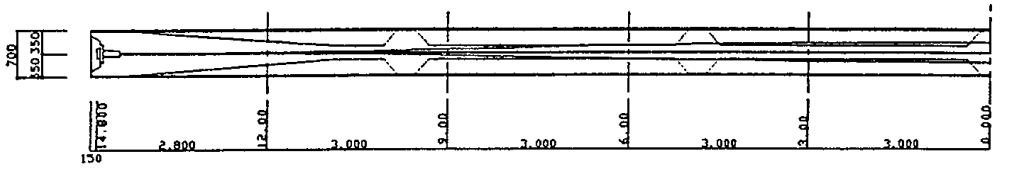
한국도로공사 KOREA HIGHWAY CORPORATION	표준도 TYPICAL DRAWING	도면명	P.C빔지지철근배근도(3) (L=25.M00)	설계자		작성일		도면번호
				확인자		축척		

P.C 빔 일반도 (1)
(L=30.^{M}00)

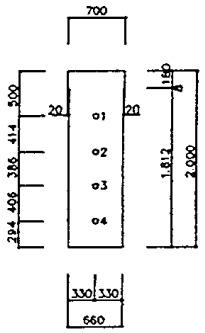
측 면 도



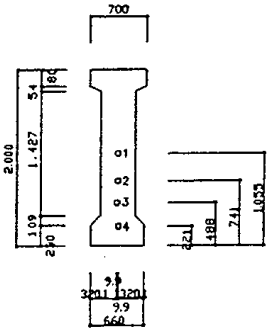
평 면 도



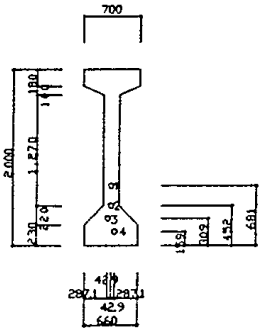
단 부



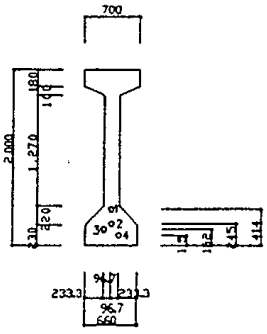
AT. 12.00



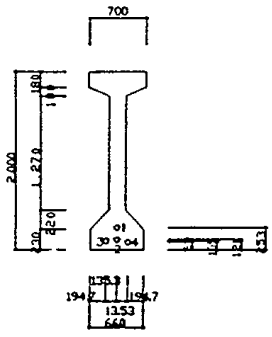
AT. 9.00



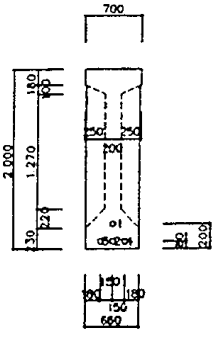
AT. 6.00



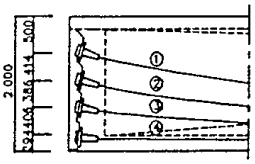
3.00



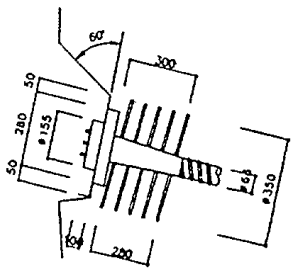
중 앙 부



단 부 상 세



앵 커 상 세



한국도로공사 KOREA HIGHWAY CORPORATION	표 준 도 TYPICAL DRAWING	도면번호	P.C빔일반도(1) (L=30.^{M}00)	설계자		작성일		도면번호
				확인자		축 척		

P.C 빔 일반도 (2)
(L=30.^{M}00)

설계조건

조건		단위	조건치
콘크리트	재령 28일 압축강도	KG/CM^2	400
	콘크리트	압축강도	"	320
		휨인장강도	"	176
		콘크리트	"	134
	설계허용	압축응력	"	150
	차 량	인장응력	"	30
철근	국 민 강 도		KG/MM^2	190
	허용인장응력		"	128
	항 복 점		"	160
마 찰 계 수			1/M	0.0066
곡 률 계 수			1/RAD	0.300

긴 장 재 위 치

(단위 : MM)

위치 \ 번호	①	②	③	④
0.00	200	80	80	80
3.60	277	140	117	93
7.20	508	318	227	131
9.10	692	460	314	161
12.70	1.157	821	537	238
14.80	1.500	1.086	700	294

긴 장 작 업

(단위 : MM)

NO.	긴장순서	α	H (MM)	프리텐션(N)	e (Y = αx^2)	긴 장 력(TON)	신 장 량(MM)
①	1	9°-57'-50"	1.300	31.052	0.005934989	145.5	166
②	2	7°-44'-31"	1.006	30.991	0.0045927684	141.4	162
③	3	4°-47'-20"	620	30.935	0.0028305332	136.9	157
④	4	1°-39'-22"	214	30.904	0.0009769905	132.4	153

처 짐 도

1) 빔자중에 의한 처짐 — 16.78

2) 슬래브의 사하중에 의한 처짐 — 14.76

3) 프리스트레스에 의한 솟음 — 36.97

4) 활하중에 의한 처짐 — 9.90

재 료 표

(본 당)

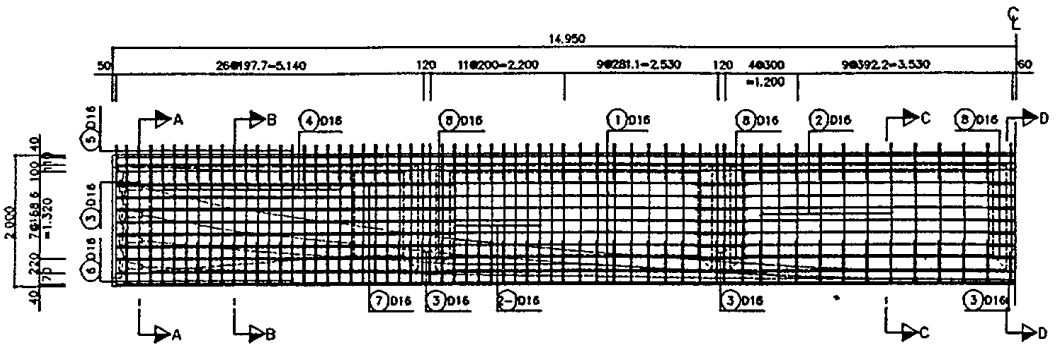
품명		규격	단위	수량	비고
콘크리트		400kg/cm^2	M^3	24.613	
거 푸 집		T=3.2MM	M^2	176.988	
P.C 강 연 선		ϕ-ϕ12.7X12	KG	1208.147	■■ 5%
쉬 스 관		ϕ65	M	125.625	■■ 8%
정착장치	고 정		EA		
	긴 장		EA	8	
몰 탈		1 : 3	M^3	0.218	
고강우방청그			M^3	0.265	
P.V.C 파이프		ϕ100MM	M	1.300	
철 근	SD 30		TON	5.165	■■ 3%

주)
1. KSD 7002_88 SWPC7B 12.7M/M^2 강재세어선 강 : 2종을 사용한다.
2. 콘크리트 설계기준 강도는 400KG/CM^{2}이고 긴장작업시의 압축강도는 320KG/CM^{2}이상이어야 한다.
3. 콘크리트 타설전에 강연선은 정확한 위치에 설치되도록 지지철근을 1.0M 간격으로 배치하여 고정시킨다.
4. 콘크리트 타설시 쉬스관에 몰타르가 흘러들어가지 않도록 주의한다.
5. 설계하중은 DB_24 이며 빔간격은 2.5M이다

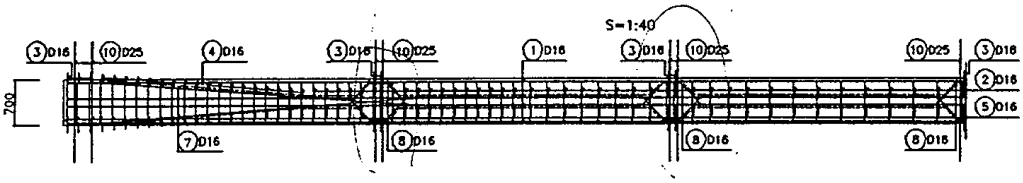
한국도로공사 KOREA HIGHWAY CORPORATION	표 준 도 TYPICAL DRAWING	도면명	P.C빔일반도(2) (L=30.^{M}00)	설계자		작성일		도면번호
				확인자		축 척		

P.C 빔 배 근 도 (1)
(L=30.M00)

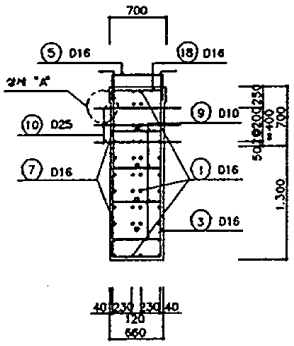
측 면 도
S=1:40



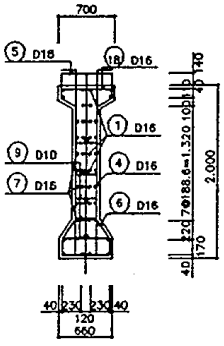
평 면 도
S=1:40



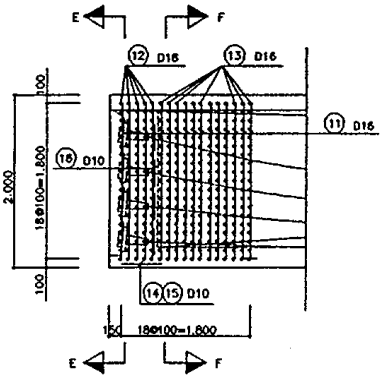
단면 A-A



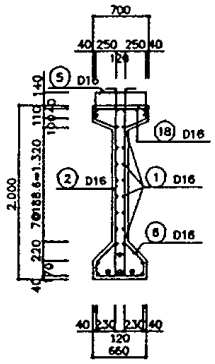
단면 B-B



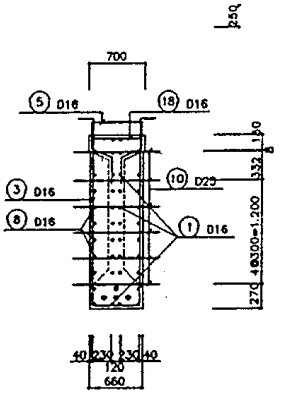
단부보강



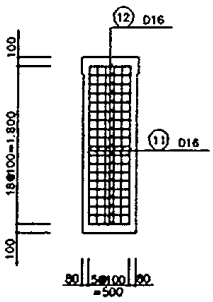
단면 C-C



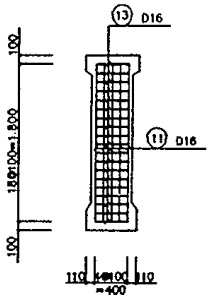
단면 D-D



단면 E-E



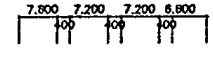
단면 F-F



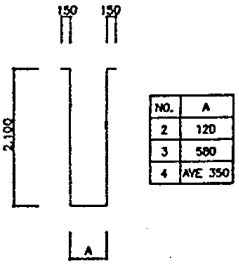
한국도로공사 KOREA HIGHWAY CORPORATION	표 준 도 TYPICAL DRAWING	도면명	P.C빔배근도(1) (L=30.M00)	설계자		작성일	도면번호
				확인자		축 척	

P.C 빔 배 근 도 (2)
(L=30.M00)

철근상세도

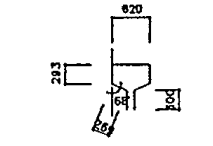


① D16 N=28 L=31.000

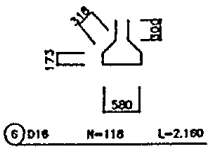


NO.	A
2	120
3	580
4	AVE 350

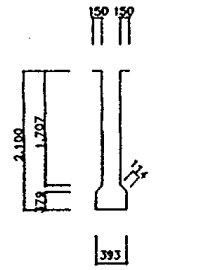
② D16 N=38 L=4.620
③ D16 N=16 L=5.080
④ D16 N=34 L=4.850



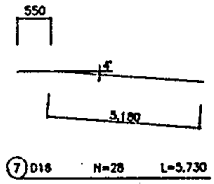
⑤ D16 N=124 L=2.340



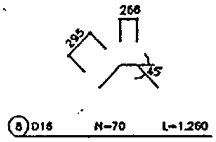
⑥ D16 N=118 L=2.160



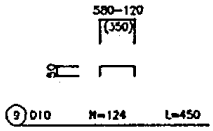
⑫ D16 N=38 L=5.090



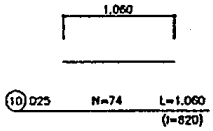
⑦ D16 N=28 L=5.730



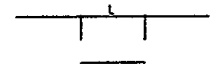
⑧ D16 N=70 L=1.260



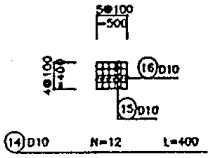
⑨ D10 N=124 L=450



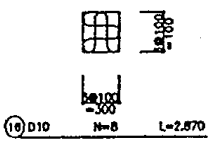
⑩ D25 N=74 L=1.060 (l=820)



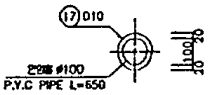
⑪ D16 N=200 L=1.900
⑫ D16 N=190 L=500
⑬ D16 N=532 L=400

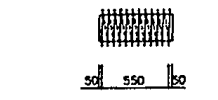


⑭ D10 N=12 L=400
⑮ D10 N=10 L=500

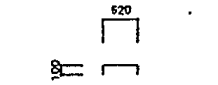


⑯ D10 N=8 L=2.870



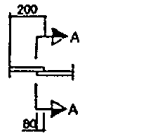


⑰ D10 N=12 L=4.840

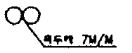


⑱ D16 N=124 L=820

상 세 "A"



단 면 A-A



철 근 재 료 표

(PER EACH)

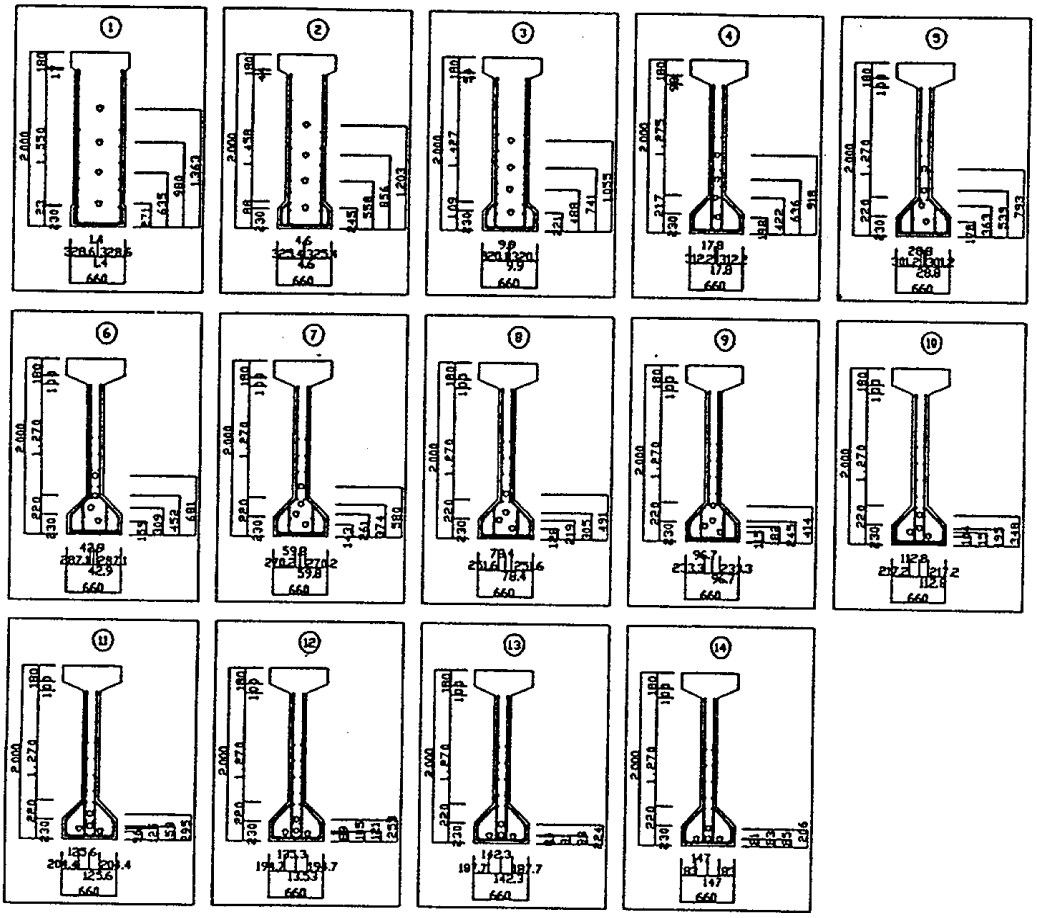
기호	직경	길이 (M)	수량 (EA)	총길이 (M)	단위중량 (KG/M)	중량 (TON)	할증3% (TON)
10	D25	1.060 (820)	74	78.440 (60.680)			
소계				78.440 (60.680)	3.980	31.216 (24.151)	0.327 (0.249)
1	D16	31.000	28	868.000			
2	"	4.620	36	166.320			
2-1	"	5.090	38	193.420			
3	"	5.080	16	81.280			
4	"	4.850	34	164.900			
5	"	2.340	124	290.160			
6	"	2.160	118	254.880			
7	"	5.730	28	160.440			
8	"	1.260	70	88.200			
11	"	1.900	200	380.000			
12	"	500	190	95.000			
13	"	400	532	212.800			
18	"	820	124	101.680			
소계				3058.080	1.560	4.770.805	4.914
9	D10	450	124	55.800			
14	"	400	12	4.800			
15	"	500	10	5.000			
16	"	2.870	8	22.960			
17	"	4.840	12	9.680			
소계				98.240	0.560	55.014	0.056
총계							5.297 (5.219)

주) ( )안의 지수는 최적별 수량임.

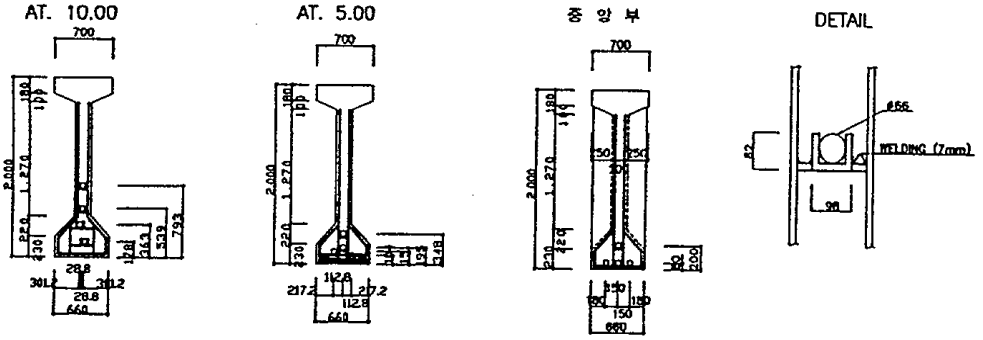
한국도로공사 KOREA HIGHWAY CORPORATION	표준도 TYPICAL DRAWING	도면명	P.C빔배근도(2) (L=30.M00)	설계자		작성일		도면번호
				확인자		축척		

P.C 빔 지지철근 배근도(3)
(L=30.^{M}00)

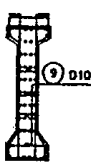
1. 2-1번 철근은 ⑤-⑨위치만 배근하고
   2번 철근은 ①-④, ⑩-⑭위치 배근한다.



2. 강선 점검용 철근 배치 : 강연선의 정확한 위치 확보를 위하여 중앙부와 5m,10m 지점에는 아래와 같은 강선 위치 확보용 철근을 설치한다.



3. 강연선의 지지철근은 1.0m 간격으로 배근하여 강연선을 단단히 고정 시킬 것.



한국도로공사 KOREA HIGHWAY CORPORATION	표 준 도 TYPICAL DRAWING	명칭	P.C빔지지철근배근도(3) (L=30.^{M}00)	설계자		작성일		도면번호
				확인자		축 척		

PC빔 시공성 개선방안

검 토 결 과 요 약

'95. 5.

설 계 사 업 소

1. PC 강선(Sheath관) 평면선형 조정

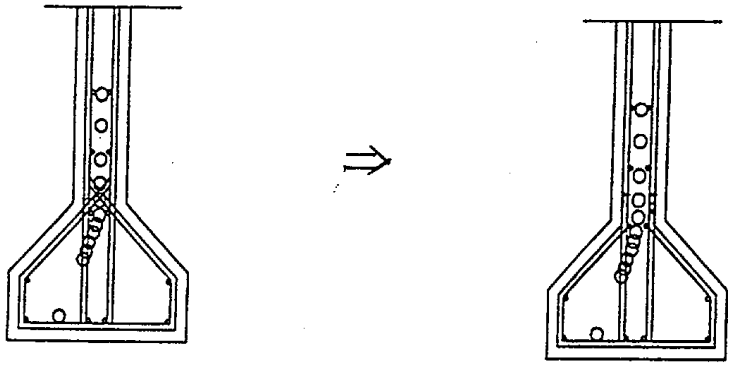
O PC빔과의 부족한 피복두께 확보를 위하여 Sheath관 평면선형 조정

2. 하복부 보강철근 및 수직 전단철근 배근방법 개선

O Sheath관 배치시 저촉되는 철근의 배근을 일부 변경하여 Sheath관의 일정한 선형 유지

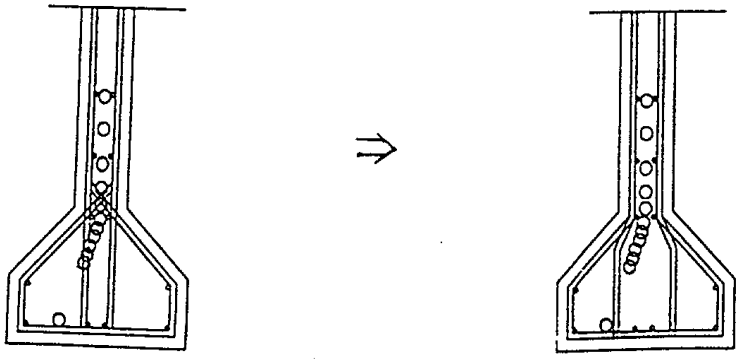
- 하복부 보강철근

(당 초) (변 경)



- 수직 전단철근

(당 초) (변 경)



3. 강선 지지용 및 점검용 철근 배근방법 개선

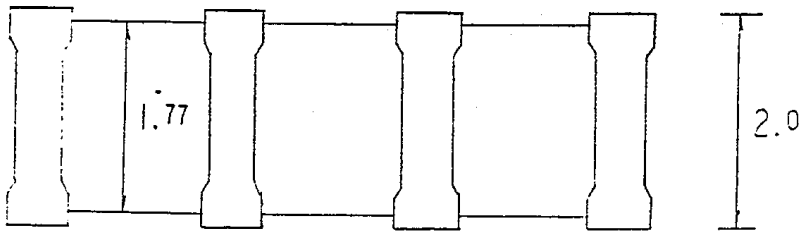
o 빔 제작시 각 단면별 Sheath관의 정확한 배치를 위하여 종.횡방향의 위치를 T.D에 표기

o 강선 점검용 철근배치

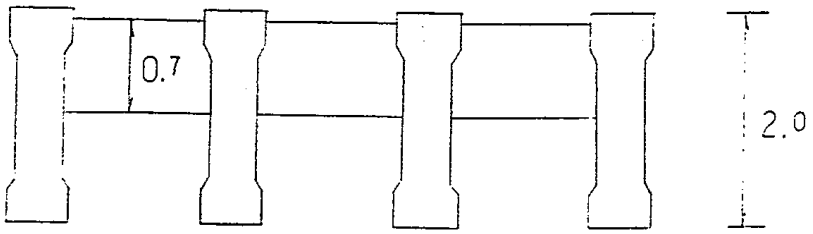
- 강연선의 정확한 위치확보 여부를 확인하기 위하여 5개 단면에 점검용 철근 추가배치(T.D 참조)

4. 단부 횡빔 단면축소

o 교대부 및 신축이음장치가 설치되는 지점의 횡빔(Cross Beam) 단면 높이를 1.77m(1.52m) 에서 0.7m로 조정하여 시공성 확보



(당 초)



(변 경)

7－18 P.C Beam 교량의 Cross Beam 철근이음 단가 개선

방 침
설 이
16210－160
('95. 6. 29)

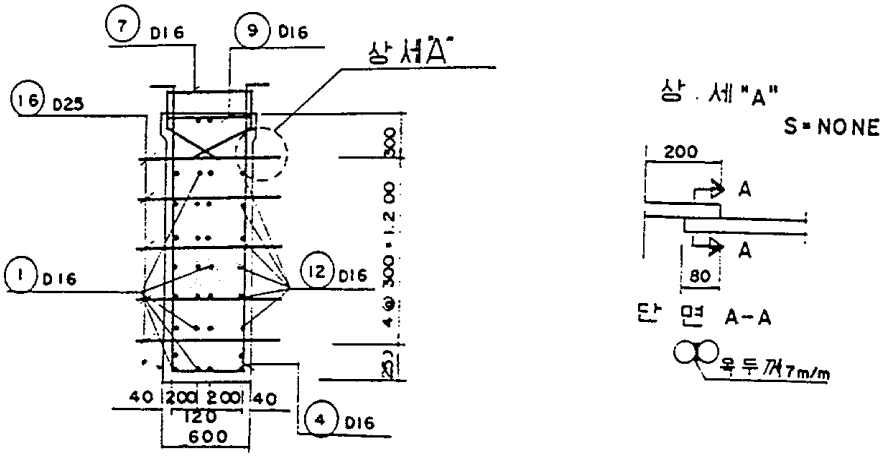
1. 검토목적

PC BEAM교의 BEAM과 CROSS BEAM 철근(D = 25M/M)사이의 이음에 대한 적용내용이 도면(표준도)과 적산을 위한 단가산출시 적용방법이 각각 다르게 적용하여 현장 시공상의 혼란을 야기하고 있을뿐만 아니라, 단가가 과다하게 계상되어 있어 이를 개선코자 함

2. CROSS BEAM 철근이음부의 설계적용 내용

가. 도면(표준도)상의 CROSS BEAM 철근이음부의 적용내용

- 선용접(FILLET 용접), 목두께 7M/M로 적용됨



나. 단가산출시의 적용내용

- 철근가스 압접 (D25)으로 적용되어 있음

3. CROSS BEAM 이음방법에 대한 단가비교

가. 30M 표준 BEAM 제작기준 단가 비교

구 분	선용접(FILLET용접) T=7M/M, 현장횡향	철근가스압접 (D 25)	비 고
'95년 기준 단가	6,490 원/M당	11,853 원/개소당	별첨 # 1
PC BEAM 1본당 단 가	26.88M × 6,490 = 174,451 원	168개소 × 11,853 = 1,991,304 원	

- PC BEAM 1본당 선용접이 철근가스압접과 비교할 경우 1,816,853 원이 절감되게 나타남
- PC BEAM 교 30M (4차선 교량)일 경우 약 1,800만원이 절감

나. 소요 예산

- 중앙고속도로 안동~영주간 (L = 25.5 KM) 2개 공구 기준의 절감액

구 분	1 공 구	2 공 구	비고
PC BEAM 본수	180 본	242 본	
절 감 액	180본×181.6 만원/본당 = 32,688 만원	242본×181.6 만원/본당 = 43,947 만원	

- **공구당 약 3.8억원이 절감됨**

4. 검토 의견

ㅇ 위의 검토내용과 같이 CROSS BEAM 철근이음은 표준도의 내용과 적산에 의한 내용이 서로 상이하므로 선용접 (FILLET 용접) 목두께 7M/M, 현장횡향으로 통일하여 설계 적용함이 타당함.

[별첨 # 2. 감사지적사항 (감사이 20108-3337호, '93.5.8) PC 빔의 CROSS BEAM 철근이음방법 개선 참조]

별 첨 # 1. FILLET용접 및 철근가스압접의 단가산출 내역

o FILLET 용접 (T = 7 M/M, 현장횡향) : M 당

용접봉 : 0.5 KG × 390 = 195 원

소요전력 : 3.10 KW × 25.3 = 78.43 원

용접공 : 0.031 인 / 0.3 × 48,800 = 5,042 원

특별인부 : 0.009 인 / 0.3 × 38,500 = 1,155 원

용접기 사용료 : 10.57 원

기타기구 손료 : 9.75 원

총 계 : 6,490 원/M당

o 철근가스 압접 (D25) : 개소당

아세틸렌 : 200 [L] × 3,200 / 862 [L/KG] = 742.45 원

산 소 : 200 [L] × 3,000 / 6,000 [L/병] = 100.00 원

용접공 : 0.08 인 × 1.2 × 48,800 = 4,684.8 원

연마공 : 0.046 인 × 1.2 × 48,000 = 2,649.6 원

절단공 : 0.05 인 × 1.2 × 44,600 = 2,676.0 원

기타기구 손료 : 1,001.04 원

총 계 : 11,853 원/개소당

개 선 사 항

⑯

1. 소 관 부 서 : 건설본부 (설계사업소, 건설1·2처), 기술본부(도로관리처)

2. 회 계 년 도 : 1993

3. 구 분 : 공사설계 및 시공업무

4. 제 목 : PC빔의 Cross Beam 철근 이음방법 개선

고속도로 신설, 확장 및 개량공사를 설계 및 시공함에 있어,

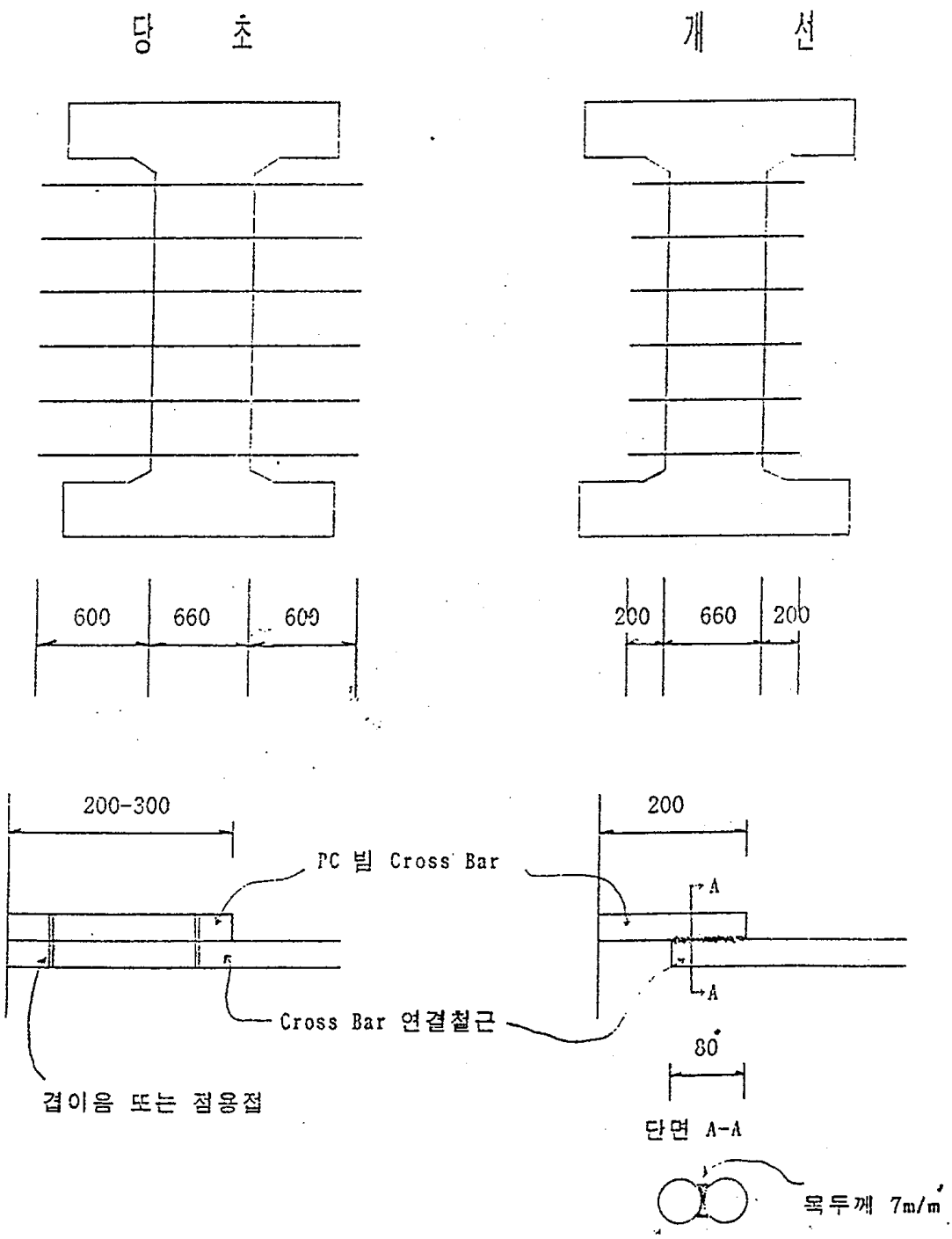
PC빔의 Cross Beam 철근(D 25mm)은 제작시 좌우로 60cm로 노출하여 조립시 겹이음토록 설계되어 있으나, 철근을 60cm 노출시 PC빔 제작후 철재 거푸집 탈형이 불가능하여 20-30cm만 노출케 한 후 연결철근(D 25mm와 D 16mm)을 접용접 또는 겹이음시 이음부에 측방향력 또는 전단력이 작용하는 경우 응력을 받아주지 못함으로 인하여 PC빔 주형이 횡방향으로 일체가 되지 못한 우려가 있는바,

설계주관 부서에서는 붙임도면과 같이 PC빔 좌·우 노출 철근길이를 20cm로 축소하고 이음부의 철근끝단 8cm를 선용접(목두께 7mm)하는 방안을 향후 설계시 반영토록 한 것이며, 공사주관 부서에서 기발주한 공사는 개선안대로 시공토록 조치함을 요함.

붙 임 : 도면 1부.

Cross Beam 철근 이음방법 개선(도면)

Non scale, 길이단위 : m/m



7-19 P.C Beam 정착부 표준도 보완 검토

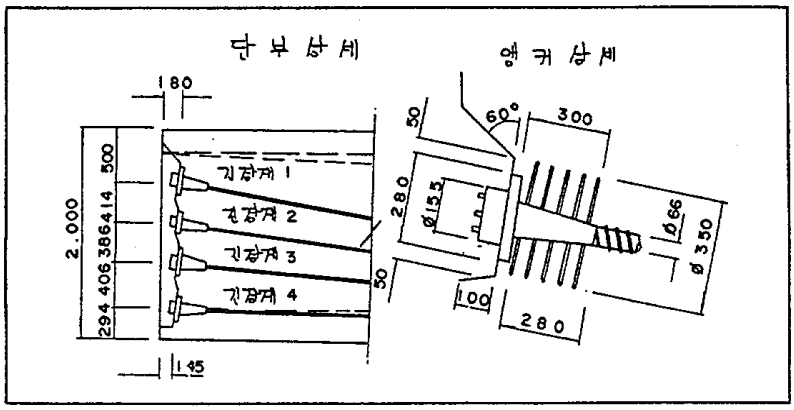
방 침
설 이
16210-238
('95. 9. 6)

1. 검토목적

▧ 현재 고속도로 건설현장에서 사용되고 있는 pc beam 정착구 규격이 각사 제품별로 서로 상이할 뿐만 아니라 표준도와 부합되지 않아

▧ 국부지압응력이 작용하는 지압판의 안정성검토를 국내외 시방규정을 참조로 하여 현재 국내에서 생산 및 보급되는 정착판을 위주로 구조검토를 실시하여 현실정에 맞고 안정성도 확보 할 수 있도록 표준도를 보완하는데 목적이 있음.

설계 표준도 (PC BEAM L=30m 정착부)



긴장력 TABLE

(단위 : TON)

구 분	잭킹 FORCE(P_J)	초기 프리스트레스(P_i)	유효 프리스트레스(P_e)
긴 장 재 1	144.50	125.50	109.90
긴 장 재 2	141.40	121.90	105.80
긴 장 재 3	136.90	120.10	102.40
긴 장 재 4	132.40	114.20	99.10

2. 각 시방서 규정검토

2.1 시방서별 허용지압응력

구 분		도로교 표준 시방서 개정판(1992.11 : p753)	콘크리트 표준 시방서 (p295)	AASTO 1992 DIVISION 1(DESIGN)	AASTO 1992 VISION 2(CONSTRUCTION)	AASHTO (1994 VOL 1)	P.T.I (POST-TENSIONING INSTITUTE) '85 년도	P.T.I (POST-TENSIONING INSTITUTE) '94 년도
정착부 허용지압응력	정착후		○ 포스트 텐션 부재 ①긴장재 정착 직후 $0.7\sigma'_{ci}\sqrt{\frac{A'_b}{A_b}-0.2}$ $\leq 1.1\sigma'_{ci}$	-	긴장시: $f_{cp}=0.8f_{ci}'\sqrt{\frac{A'_b}{A_b}-0.2}$ 그러나 $1.25f_{ci}'$ 혹은 5000 psi (350kg/cm²)중작은 값을 넘지 않아야 한다.	지압강도 $P_r=\phi f_{ps}A_e$ 단, f_{ps}은 다음의 값중 적은 값을 취한다. $f_{ps}=0.7f_{ci}'\sqrt{(A'_b/A_b)}$, and $2.25\,f_{ci}'$ 여기서, ϕ=저항계수(지압에 대하여 0.7) A_e=유효정착판 면적(A_b-구멍 면적)	AT TRANSFER LOAD $f_{cp}=0.8f_{ci}'\sqrt{\frac{A'_b}{A_b}-0.2}$ $\leq 1.25f_{ci}'$	AASHTO 94' 시방서와 동일한 개념이나 강도설계법을 적용한 것이 아니고 허용응력을 검토하게끔 아래의 허용 지압응력식을 제시 1) 국부영역철근이 없을때 (p=0x) $f_{cp}=0.5f_{ci}'\sqrt{(A'_b/A_b)}\leq 1.6f_{ci}'$
	사용하중시 작용시	○ 포스트 텐션 부재 사용하중상태에서 정착부 $\sigma_{ba}=210kg/cm^2\leq 0.9\sigma'_{ci}$	②프리스트레스 손실발생후 $0.5\sigma_{ck}\sqrt{\frac{A'_b}{A_b}}\leq$ $0.9\sigma_{ck}$	POST-TENSIONED ANCHORAGE AT SERVICE LOAD--3,000Psi (BUT, NOT TO EXCEED $0.9f_{ci}'$) (참조) 3,000Psi=3,000×(7.031×10⁻²) kg/cm²≒210kg/cm²	사용하중시: $f_{cp}=0.6f_c'\sqrt{(A'_b/A_b)}$ 그러나 $1.25f_c'$ 혹은 6250 psi (437.5kg/cm²)중작은 값을 넘지 않아야 한다.	위의 정착판 면적을 사용할 때 정착판의 두께비 (slenderness) n/t가 다음 값을 초과하지 않아야 한다. 초과할 경우는 벌첨할 것과 같은 모양의 면적만을 취한다. $n/t < 0.08(B_b/f_b)^{0.33}$ 여기서, t=정착판의 평균두께 B_b=정착판의 탄성두께 f_b=지압응력 n=구멍과 정착판 측면사이의 거리중 큰값	AT SERVICE LOAD $f_{cp}=0.6f_c'\sqrt{\frac{A'_b}{A_b}}$ $\leq 1.25f_c'$	2) 국부영역철근비 p=2x일때 $f_{cp}=0.75f_{ci}'\sqrt{(A'_b/A_b)}\leq 1.6f_{ci}'$
비 고		상기식들에서 : $\sigma_{ci}' = f_{ci}'$ = 초기 프리스트레스를 가할 당시의 콘크리트 압축강도 (kg/cm^2) $\sigma_{ck} = f_c'$ = 콘크리트의 압축강도 (설계기준강도, kg/cm^2) $\sigma_{ba} = f_{cp}$ = 허용지압압축응력 (kg/cm^2) A_b = 정착판의 면적 (cm^2) A_b' = 정착판과 같은 중심에서 기하적으로 상사모양을 갖는 정착 단부의 콘크리면적 (cm^2)							

2.2 시방서의 특성

국내외 시방규정을 비교하면 다음과 같은 유사점을 알수있다.

구 분	시 방 규 정	비 고
I	o 국내 도로교 표준시방서 o AASHTO (1992) - DIBISION 1 DESIGN -	o 도로 표준시방서가 AASHTO(설계편, 1992)과 같은 내용이나 AASHTO(설계편, 1992)에 수록된 별첨 정오표에는 II항의 시공편과 같은 식을 쓰도록 규정하고 있으므로 규정의 신뢰성 부족 o 허용응력 설계법
II	o AASHTO (1992) - DIBISION 2 CONSTRUCTION- o P.T.I (1985년도)	o 동일규정 o 허용응력 설계법
	o 국내 콘크리트 표준시방서	o AASHTO(시공편, 1992) 및 P.T.I(1985) 시방과 유사하나 안전을 고려하여 적용계수를 조금씩 낮춤 o 허용응력 설계법
III	o AASHTO (1994. VOL1)	o 강도설계법 적용 o 스파이럴 보강시는 "ROBERT의 실험식" 에 근거하여 지압강도 검토
	o P.T.I (1994년도)	o AASHTO(1994, VOL1)과 동일한 개념 o 허용지압응력

3. 구조계산 검토결과

3.1 검토방법

▧ 현재 사용되고 있는 PC BEAM(L = 30m, 12φ12.7m/m) 정착판에 대한 계산

▧ 국내 유통되고 있는 제품중 정착판 규모가 작은 V.S.L제품(22.5cm × 22.5cm)에 대하여 검토

▧ 각 시방서중 유사한것은 통합하여 3가지 시방규정에 대하여 검토

3.2 구조계산 결과 비교

구 분		Ⅰ도로고 표준시방서 AASHTO(92설계편)		Ⅱ콘크리트 표준시방서 AASHTO(92시공편) P.T.I ('85)		Ⅲ AASHTO ('94.) P.T.I ('94)		비 고
		허용응력 (kg/㎠)	지압응력 (kg/㎠)	허용응력 (kg/㎠)	지압응력 (kg/㎠)	설계하중 (TON)	극한하중 (TON)	
긴장재 1	긴 장 시	-	-	350	337.2	281.0	174.6	
	사용하중시	210	261.9	360	261.9	-	-	
긴장재 2	긴 장 시	-	-	350	336.9	279.2	169.7	
	사용하중시	210	252.1	343	252.1	-	-	
긴장재 3	긴 장 시	-	-	350	326.2	279.2	164.3	
	사용하중시	210	244.0	343	244.0	-	-	
긴장재 4	긴 장 시	-	-	350	315.4	281.4	158.9	
	사용하중시	210	236.1	360	236.1	-	-	
안 전 성		불 안 전		안 전		안 전 (스파이럴 보강철근 고려)		

3.3 검토결론

▧ 검토결과 Ⅰ항의 도로교 표준시방서 및 AASHTO('92 설계편) 시방규정에 대하여서만 불안전한 것으로 검토 되었으나

▧ 2.2항 내용에서 보듯이, AASHTO('92 설계편) 별첨에 수록된 정오표에는 AASHTO '92 시공편과 같은식으로 쓰도록 규정하고 있어서, AASHTO('92 설계편)과 동일한 국내 도로교 표준시방서는 허용지압응력 규정의 신뢰성에 문제가 있는 항목임으로

▧ 국내 콘크리트 표준시방서 규정으로 정착판 허용지압응력을 산출하는 것이 신뢰성이 있다고 판단된다.

4. 표준도 보완

① 현재 표준도에는 PC BEAM(L=30m) 정착판 규격이 정형화되어있는 것을 변화치수 "A"로 표기하고,

② 또한, 설계표준도에는 긴장력(P_J) 값만 표시되어 있는 것을 초기프리스트레스(P_i), 유효프리스트레스(Pe) 2가지 값을 추가로 표기할 것이며

③ 지압부의 안전성을 위하여 주석을 달아, 지압응력 검토방법을 제시한다.

긴 장 작 업

NO	긴장순서	α	H(mm)	절단길이(m)	$a(Y=a\chi^2)$	긴장력(P_J)	초기프리스트레스 (P_i)	유효프리스트레스 (P_e)	신장량(mm)
①									
②									
③									
④									

추가표기

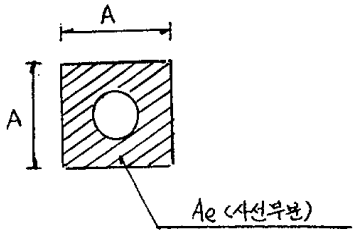
* 주 : 정착판 규격은 다음사항을 만족해야 한다.

① 정착판의 허용지압응력은 콘크리트 표준시방서 (P295)에 의하여 산출

② 작용지압응력 계산시

- 긴장직후 $\sigma_b = \frac{P_i}{A_e}$
- 사용하중 작용시 $\sigma_b = \frac{P_e}{A_e}$

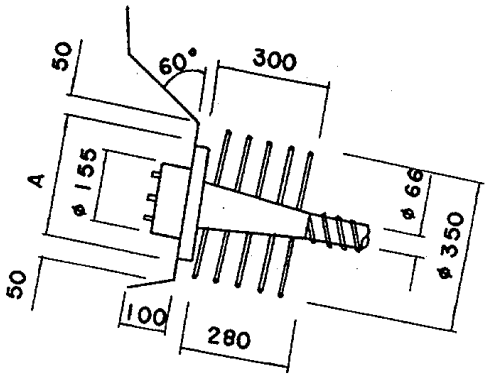
여기서 Ae(유효단면적)은 사선부분 면적임.



국내에서 생산 및 보급중인 PC빔 정착구 현황

품 명	회 사 명	12φ12.7	비 고
정착 지압판	스트롱 홀드	240	
	프레시네	220	
	V.S.L	225	
	한국 PC	230	
쉬 스 관	V.S.L	77(75)	
	스트롱 홀드	63	
	프레시네	75	
	한국 PC	66	

앵 커 상 세



별 첨

구 조 계 산 서

(1) 제원 및 물성치

(2) 도로교 표준시방서 ('92 AASHTO 설계편)

(3) 콘크리트 표준시방서 ('92 AASHTO 시공편, '85 P.T.I)

(4) '94 AASHTO ('94 P.T.I)

(1) 제원 및 물성치

① 콘크리트

$\sigma_{ck} = f_c' = 400\ kg/cm^2$ (콘크리트 압축강도)

$\sigma_{ci}' = f_{ci}' = 320\ kg/cm^2$ (긴장시 콘크리트 압축강도)

여기서, 콘크리트 강도는 실제 시공강도와는 차이가 나더라도 일반적인 조건으로 검토하기 위해서는 표준도의 값을 이용한다.

② PC BEAM (L=30m) 긴장력

긴장재 1 : $\sigma_{pi1} = 145.5$ ton, $\sigma_{pi1} = 125.5$ ton, $\sigma_{pi1} = 109.9$ ton,

긴장재 2 : $\sigma_{pi2} = 141.4$ ton, $\sigma_{pi2} = 121.9$ ton, $\sigma_{pi2} = 105.8$ ton,

긴장재 3 : $\sigma_{pi3} = 136.9$ ton, $\sigma_{pi3} = 120.1$ ton, $\sigma_{pi3} = 102.4$ ton,

긴장재 4 : $\sigma_{pi4} = 132.4$ ton, $\sigma_{pi4} = 114.2$ ton, $\sigma_{pi4} = 99.1$ ton,

여기서, σ_{pi} 는 긴장력을 나타내고 σ_{pi} 는 즉시 손실을 고려한 초기 프리스트레스 힘을, σ_{pe} 는 시간손실을 고려한 유효프리스트레스 힘을 나타낸다.

③ 정착판 및 상사단면력

A'_b = 정착판과 중심이 일치하고 기하학적으로 같은 모양을 가지는 콘크리트의 면적

$A'_{b1} = 41.4 \times 41.4 = 1713.96\ m^2$

$A'_{b2} = 38.6 \times 38.6 = 1489.96\ cm^2$

$A'_{b3} = 38.6 \times 38.6 = 1489.96\ cm^2$

$A'_{b4} = 40.6 \times 40.6 = 1648.36\ cm^2$

정착판 규격

$A_b = 22.5 \times 22.5 = 506.25\ cm^2$ (한국 PC 정착판의 면적)

정착판 유효면적

$A_e = A_b = - \pi d^2/4 = 506.25 - \pi\ 10.5^2/4 = 419.66$ (유효정착판 면적 = 정착판 면적 - 구멍면적)

(2) 도로교 표준시방서 ('92 AASHTO 설계편)에 의한 검토

$\sigma_{b1} = \sigma_{pe1}/A_e = 109.9 \times 10^3/419.66 = 261.9\ kg/cm^2 > 210\ kg/cm^2$ no good !

$\sigma_{b2} = \sigma_{pe2}/A_e = 105.8 \times 10^3/419.66 = 252.1\ kg/cm^2 > 210\ kg/cm^2$ no good !

$\sigma_{b3} = \sigma_{pe3}/A_e = 102.4 \times 10^3/419.66 = 244.0\ kg/cm^2 > 210\ kg/cm^2$ no good !

$\sigma_{b4} = \sigma_{pe4}/A_e = 99.1 \times 10^3/419.66 = 236.1\ kg/cm^2 > 210\ kg/cm^2$ no good !

(3) 콘크리트 표준시방서에 의한 검토 ('92 AASHTO 시공편 및 '85 PTI와 유사)

A) 긴장재 정착시 :

-. 긴장재 1

허용지압응력 :

$f_{cp1} = 0.7f_{ci}'\sqrt{((A'_{b1}/A_b)-0.2)} = 0.7\times320\times\sqrt{((1713.96/506.25)-0.2)} = 437.3\ kg/cm^2$

혹은 $1.1f_{ci}' = 1.1\times320 = 352\ kg/cm^2$

혹은 350 kg/cm^2을 넘지 않아야 한다.

그러므로 허용지압응력 $f_{cp1} = 350\ kg/cm^2$ 이다.

작용지압응력 :

$\sigma_{b1} = \sigma_{pi1}/A_e = 141.5\times10^3/419.66 = 337.2\ kg/cm^2 < 350\ kg/cm^2$ ok

-. 긴장재 2

허용지압응력 :

$f_{cp2} = 0.7f_{ci}'\sqrt{((A'_{b2}/A_b)-0.2)} = 0.7\times320\times\sqrt{((1489.96/506.25)-0.2)} = 370.9\ kg/cm^2$

혹은 $1.1f_{ci}' = 1.1\times320 = 352\ kg/cm^2$

혹은 350 kg/cm^2을 넘지 않아야 한다.

그러므로 허용지압응력 $f_{cp2} = 350\ kg/cm^2$ 이다.

작용지압응력 :

$\sigma_{b2} = \sigma_{pi2}/A_e = 141.4\times10^3/419.66 = 336.9\ kg/cm^2 < 350\ kg/cm^2$ ok

-. 긴장재 3

허용지압응력 :

$f_{cp3} = 0.7f_{ci}'\sqrt{((A'_{b3}/A_b)-0.2)} = 0.7\times320\times\sqrt{((1489.96/506.25)-0.2)} = 370.9\ kg/cm^2$

혹은 $1.1f_{ci}' = 1.1\times320 = 352\ kg/cm^2$

혹은 350 kg/cm^2을 넘지 않아야 한다.

그러므로 허용지압응력 $f_{cp3} = 350\ kg/cm^2$ 이다.

작용지압응력 :

$\sigma_{b3} = \sigma_{pi3}/A_e = 136.9\times10^3/419.66 = 326.2\ kg/cm^2 < 350\ kg/cm^2$ ok

-. 긴장재 4

허용지압응력 :

$f_{cp4} = 0.7f_{ci}'\sqrt{((A'_{b4}/A_b)-0.2)} = 0.7\times320\times\sqrt{((1648.36/506.25)-0.2)} = 391.6\ kg/cm^2$

혹은 $1.1f_{ci}' = 1.1\times320 = 352\ kg/cm^2$

혹은 350 kg/cm^2을 넘지 않아야 한다.

그러므로 허용지압응력 $f_{cp4} = 350\ kg/cm^2$ 이다.

작용지압응력 :

$\sigma_{b4} = \sigma_{pi4}/A_e = 132.4\times10^3/419.66 = 315.4\ kg/cm^2 < 350\ kg/cm^2$ ok

B) 프리스트레스 손실발생후 :

-. 긴장재 1

허용지압응력 :

$f_{cp1} = 0.5f_c'\sqrt{(A'_{b1}/A_b)} = 0.5\times400\times\sqrt{(1713.96/506.25)} = 368\ kg/cm^2$

혹은 $0.9f_c' = 0.9\times400 = 360\ kg/cm^2$

혹은 437.5 kg/cm^2을 넘지 않아야 한다.

그러므로 허용지압응력 $f_{cp1} = 360\ kg/cm^2$ 이다.

작용지압응력 :

$\sigma_{b1} = \sigma_{pe1}/A_e = 109.9\times10^3/419.66 = 261.9\ kg/cm^2 < 360\ kg/cm^2$ ok

-. 긴장재 2

허용지압응력 :

$f_{cp2} = 0.5f_c'\sqrt{(A'_{b2}/A_b)} = 0.5\times400\times\sqrt{(1489.96/506.25)} = 343\ kg/cm^2$

혹은 $0.9f_c' = 0.9\times400 = 360\ kg/cm^2$

혹은 437.5 kg/cm^2을 넘지 않아야 한다.

그러므로 허용지압응력 $f_{cp2} = 343\ kg/cm^2$ 이다.

작용지압응력 :

$\sigma_{b2} = \sigma_{pe2}/A_e = 105.8\times10^3/419.66 = 252.1\ kg/cm^2 < 343\ kg/cm^2$ ok

-. 긴장재 3

허용지압응력 :

$f_{cp3} = 0.5f_c'\sqrt{(A'_{b3}/A_b)} = 0.5\times400\times\sqrt{(1489.96/506.25)} = 343\ kg/cm^2$

혹은 $0.9f_c' = 0.9\times400 = 360\ kg/cm^2$

혹은 437.5 kg/cm^2을 넘지 않아야 한다.

그러므로 허용지압응력 $f_{cp3} = 343\ kg/cm^2$ 이다.

작용지압응력 :

$\sigma_{b3} = \sigma_{pe3}/A_e = 102.4\times10^3/419.66 = 244.0\ kg/cm^2 < 343\ kg/cm^2$ ok

-. 긴장재 4

허용지압응력 :

$f_{cp4} = 0.5f_c'\sqrt{(A'_{b4}/A_b)} = 0.5\times400\times\sqrt{(1648.36/506.25)} = 360.9\ kg/cm^2$

혹은 $0.9f_c' = 0.9\times400 = 360\ kg/cm^2$

혹은 437.5 kg/cm^2을 넘지 않아야 한다.

그러므로 허용지압응력 $f_{cp4} = 360\ kg/cm^2$ 이다.

작용지압응력 :

$\sigma_{b4} = \sigma_{pe4}/A_e = 99.1\times10^3/419.66 = 236.1\ kg/cm^2 < 360\ kg/cm^2$ ok

(4) '94 AASHTO에 의한 검토 ('94 PTI 시방과 유사)

강도설계법 적용 : ($\gamma P_i < P_r = \phi S_n$)

여기서, γ = 하중계수 1.2 (긴장력에 대하여)

L = 긴장력
P_r = 설계지압강도
ϕ = 강도감소계수 0.7 (지압에 대하여)
S_n = 공칭지압강도

-. 긴장재 1

설계지압강도 $P_r = \phi f_n A_e$

단, f_n은 다음의 값중 적은 값을 취한다.
$f_n = 0.7 f_{ci}' \sqrt{(A'_{b1}/A_b)} = 0.7 \times 320 \times \sqrt{(1713.96/506.25)} = 412.16$ kg/cm^2
혹은 $2.25 f_{ci}' = 2.25 \times 320 = 720$
그러므로 설계지압강도 $P_r = \phi f_n A_e = 0.7 \times 412.16 \times 419.66 = 121.1$ ton 이다.
극한하중 (factored load) $\gamma P_j = 1.2 \times 145.5 = 174.6$ ton > 121.1 ton no good!

⟶ 특별정착구 필요 (스파이럴 이나 띠철근을 보강한 정착구 통과시험을 실시하도록 규정하고 있으나 여기서는 Robert의 실험식을 이용하여 스파이럴을 보강한 경우의 강도 검토를 수행한다.

Robert의 실험식 :
$P_n = 0.70 f_{ci}' \sqrt{(A'_b/A_b)} A_e + 4 f_{lat} A_{core} (1-s/D)^2 < 3 f_{ci}' A_e$
단, $0.70 f_{ci}' \sqrt{(A'_b/A_b)} < 2 f_{ci}'$
여기서, f_{lat} = 횡방향 구속력
스파이럴의 경우 : $f_{lat} = 2 A_s f_y / Ds < 1.2$ksi (84 kg/cm^2)
직각타이의 경우 : $f_{lat} = A_s f_y / Ds < 1.2$ksi (84 kg/cm^2)

P_n = 공칭지압강도
f_{ci}' = 긴장시 콘크리트 압축강도
A_{core} = 스파이럴에 의하여 구속된 면적 ($\pi D^2/4$)
s = 스파이럴 피치 (pitch)
D = 스파이럴 외경
A_s = 스파이럴 단면적
f_y = 스파이럴 항복강도

⟶ 긴장재 1에 대하여 Robert의 식을 적용해보면,
$f_{lat} = 2 A_s f_y / Ds = 2 \times 2.865 \times 3000/(35 \times 5) = 98.2$ kg/cm^2 > 84 kg/cm^2
$A_{core} = \pi D^2/4 = \pi \times 35^2/4 = 962.1$ cm^2 이므로
$P_n = 0.70 f_{ci}' \sqrt{(A'_{b1}/A_b)} A_e + 4 f_{lat} A_{core} (1-s/D)^2 < 3 f_{ci}' A_e$
$= 0.7 \times 320 \times \sqrt{(1713.96/506.25)} \times 419.66 + 4 \times 84 \times 962.1 (1-5/35)^2 = 410$ ton
$> 3 f_{ci}' A_e = 3 \times 320 \times 419.66 = 402$ ton
그러므로 공칭지압강도 $P_n = 402$ ton 이고,
* 설계지압강도 $P_r = \phi P_n = 0.7 \times 402 = 281$ ton 이므로
극한하중(factored load) $\gamma P_j = 1.2 \times 145.5 = 174.6$ ton < 281 ton ok
* 정착판의 두께비(slenderness) $n/t < 0.08 (E_b/f_b)^{0.33}$ 검토
여기서,
t = 3.7 cm (정착판의 평균두께)

E_b = 2100000 kg/cm^2 (정착판의 탄성계수)

f_b = 145.5/419.66 = 346.7 kg/cm^2 (지압응력)

n = 6 cm (구멍과 정착판 측면사이의 거리중 큰값)

그러므로 n/t = 6/3.7 = 1.62 < 0.08 $(2100000/346.7)^{0.33}$ = 1.46 ok!

⟶ 표준도의 스파이럴 보강율 제대로 하면 긴장재 1의 정착부는 지압강도상 아무런 문제 없음!

-. 긴장재 2

설계지압강도 $P_r = \phi f_n A_e$

단, f_n은 다음의 값중 적은 값을 취한다.

$f_n = 0.7 f_{ci}' \sqrt{(A'_{b2}/A_b)} = 0.7 \times 320 \times \sqrt{(1489.96/506.25)} = 384.3$ kg/cm^2

혹은 $2.25 f_{ci}' = 2.25 \times 320 = 720$

그러므로 설계지압강도 $P_r = \phi f_n A_e = 0.7 \times 384.3 \times 419.66 = 112.9$ ton 이다.

극한하중 (factored load) $\gamma P_j = 1.2 \times 141.4 = 169.7$ ton > 112.9 ton no good!

⟶ 특별정착구 필요

⟶ 긴장재 2에 대하여 Robert의 식을 적용해보면,

$P_n = 0.70 f_{ci}' \sqrt{(A'_{b2}/A_b)} A_e + 4 f_{lat} A_{core} (1-s/D)^2 < 3 f_{ci}' A_e$

$= 0.7 \times 320 \times \sqrt{(1489.96/506.25)} \times 419.66 + 4 \times 84 \times 962.1 (1-5/35)^2 = 398.8$ ton

$> 3 f_{ci}'' A_e = 3 \times 320 \times 419.66 = 402$ ton

그러므로 공칭지압강도 P_n = 398.8 ton 이고,

* 설계지압강도 $P_r = \phi P_n = 0.7 \times 398.8 = 279.2$ ton 이므로
  극한하중(factored load) $\gamma P_j = 1.2 \times 141.4 = 169.7$ ton < 279.2 ton ok
* 정착판의 두께비(slenderness) n/t < $0.08 (E_b/f_b)^{0.33}$ 검토
  n/t = 6/3.7 = 1.62 < 0.08 × $(2100000/336.9)^{0.33}$ = 1.47 ok

⟶ 표준도의 스파이럴 보강율 제대로 하면 긴장재 2의 정착부는 지압강도상 아무런 문제 없음!

-. 긴장재 3

설계지압강도 $P_r = \phi f_n A_e$

단, f_n은 다음의 값중 적은 값을 취한다.

$f_n = 0.7 f_{ci}' \sqrt{(A'_{b3}/A_b)} = 0.7 \times 320 \times \sqrt{(1489.96/506.25)} = 384.3$ kg/cm^2

혹은 $2.25 f_{ci}' = 2.25 \times 320 = 720$

그러므로 설계지압강도 $P_r = \phi f_n A_e = 0.7 \times 384.3 \times 419.66 = 112.9$ ton 이다.

극한하중 (factored load) $\gamma P_j = 1.2 \times 136.9 = 164.3$ ton > 112.9 ton no good!

⟶ 특별정착구 필요

⟶ 긴장재 3에 대하여 Robert의 식을 적용해보면,

$P_n = 0.70 f_{ci}' \sqrt{(A'_{b3}/A_b)} A_e + 4 f_{lat} A_{core} (1-s/D)^2 < 3 f_{ci}' A_e$

$= 0.7 \times 320 \times \sqrt{(1489.961/506.25)} \times 419.66 + 4 \times 84 \times 962.1 (1-5/35)^2 = 398.8$ ton

$> 3f_{ci}'\ A_e = 3\times320\times419.66 = 402$ ton

그러므로 공칭지압강도 $P_n = 398.8$ ton 이고,

* 설계지압강도 $P_r = \phi P_n = 0.7\times398.8 = 279.2$ ton 이므로
  극한하중(factored load) $\gamma P_j = 1.2\times136.9 = 164.3$ ton < 279.2 ton O.K
* 정착판의 두께비(slenderness) $n/t < 0.08(E_b/f_b)^{0.33}$ 검토
  $n/t = 6/3.7 = 1.62 < 0.08 \times (2100000/336.9)^{0.33} = 1.47$ ok

⟶ 표준도의 스파이럴 보강을 제대로 하면 긴장재 3의 정착부는 지압강도상 아무런 문제 없음!

-. 긴장재 4

설계지압강도 $P_r = \phi f_n A_e$

단, f_n은 다음의 값중 적은 값을 취한다.

$f_n = 0.7f_{ci}'\sqrt{(A'_{bt}/A_b)} = 0.7\times320\times\sqrt{(1648.36/506.25)} = 404.2$ kg/cm^2

혹은 $2.25f_{ci}' = 2.25\times320 = 720$

그러므로 설계지압강도 $P_r = \phi f_n A_e = 0.7\times404.2\times419.66 = 118.7$ ton 이다.

극한하중 (factored load) $\gamma P_j = 1.2\times132.4 = 158.9$ ton > 118.7 ton no good!

⟶ 특별정착구 필요

⟶ 긴장재 4에 대하여 Robert의 식을 적용해보면,

$P_n = 0.70f_{ci}'\sqrt{(A'_{bt}/A_b)}A_e + 4f_{lat}A_{core}(1-s/D)^2 < 3f_{ci}'A_e$

$= 0.7\times320\times\sqrt{(1648.36/506.25)}\times419.66+4\times84\times962.1(1-5/35)^2 = 407.1$ ton

$> 3f_{ci}'\ A_e = 3\times320\times419.66 = 402$ ton

그러므로 공칭지압강도 $P_n = 402$ ton 이고,

* 설계지압강도 $P_r = \phi P_n = 0.7\times402 = 281.4$ ton 이므로
  극한하중(gactored load) $\gamma P_j = 1.2\times132.4 = 158.9$ ton < 281.4 ton ok
* 정착판의 두께비(slenderness) $n/t < 0.08(E_b/f_b)^{0.33}$ 검토
  $n/t = 6/3.7 = 1.62 < 0.08 \times (2100000/315.5)^{0.33} = 1.50$ ok

⟶ 표준도의 스파이럴 보강을 제대로 하면 긴장재 1의 정착부는 지압강도상 아무런 문제 없음!

방 침
설 계 기
16210－335
('95. 12. 26)

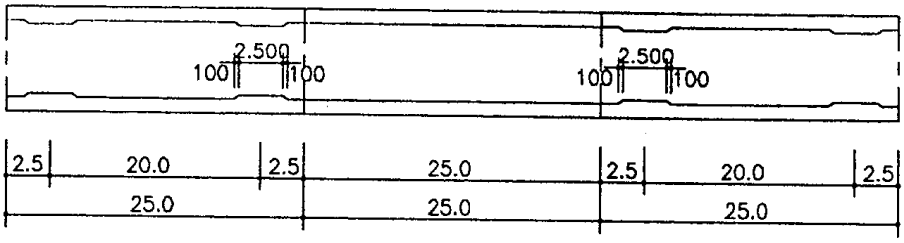
P.C BOX(I.L.M) 중간격벽 및 MID ANCHORAGE부 개선 방안

Ⅰ. 검토목적

P.C-Box Girder교 (I.L.M) 교량의 중간격벽부와 Mid-Anchorage부 현행 시공방법이 Box본체의 Launching 완료후 타설하는 방법으로 시공되고 있어 중간 격벽부와 Mid-Anchorage부 시공시 연결부 철근의 펴기작업 과정에서 발생하는 작업의 곤란 철근의 절단, 간격유지 곤란등 시공상의 문제를 내포하고 있어 이를 개선하여 시공성 향상 및 구조적 안정성을 도모코자 함.

Ⅱ. 기존시공방법 및 문제점

1. 일 반 평 면 도



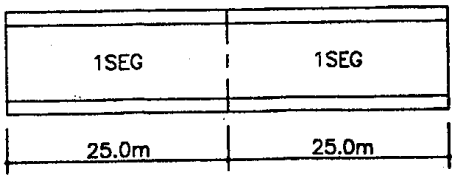
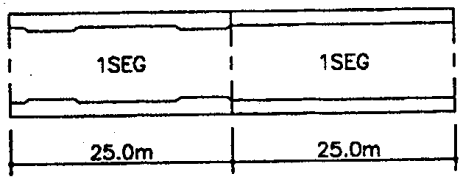
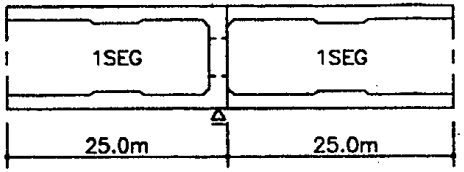
2. 기존시공방법

- P.C BOX 제작시 중간격벽 및 Mid-Anchorage부 없는 상태로 거푸집 제작
- 중간격벽 및 Mid-Anchorage부 철근은 Flange와 복부에서 이음장 이상 더 연장하여 미리 배근하고 구부려 놓음
- P.C BOX 본체 콘크리트 타설 및 압출작업
- 압출완료 후 미리 배근한 철근을 펴서 겹이음하여 배근하고 거푸집을 제작 설치한 후 콘크리트 타설하여 중간 격벽 및 Mid-Anchorage부 완성

3. 문제점

- Box본체의 Launching 완료후 중간 격벽부와 Mid-Anchorage부 시공시 연결부 철근의 펴기작업 과정에서 발생하는 작업의 곤란, 철근의 절단, 간격유지 곤란등 시공상의 문제로 Girder 본체와 일체 시공이 불확실

Ⅲ. 압출상태별 검토

구 분	본체 콘크리트만 압출시 (기존방법)	본체 + Anchor Block 압출시	본체 + Anchor Block + Diaphragm 압출시
평면도			
개 요	상.하부플랜지 및 복부등 본체 CON'C만 MOULD장에서 제작하여 압출하고 압출완료 후 Anchor Block 및 Dirphragm을 타설하는 방법으로 현재까지 주로 사용됨.	Anchor Block 부분의 거푸집을 별도 제작하여 필요구간에만 탈착에 의하여 Anchor Block을 타설한 후 압출하고 압출 완료후 Diaphragm을 타설하는 방법	지점 Diaphragm 부에서 Seg를 분할하여 Diaphragm 타설 및 제2방법에 의한 Anchor Block 설치후 압출하는 방법
장 점	· 본체 CON'C만 몰드장에서 제작하므로 거푸집 제작 및 시공이 용이 · 공기단축 · 가설시 작용하중이 가장 적으므로 구조적 안정성 양호 · 별도의 거푸집 불필요 및 소요강재가 적어 가장 경제적임.	· Anchor Block은 큰 집중하중을 받는 곳으로서 본체와 일체구조가 되므로 구조적으로 유리 · Anchor Block 연결철근 손상 우려 없슴.	· 본체와 Anchor Block 및 Diaphragm의 일체성 확보 유리 · Anchor Block 및 Diaphragm 연결철근 손상 우려 없슴.
단 점	· 본체와의 일체성이 다소 저하 · 연결철근 손상 우려 - 연결철근은 연강사용 - 별도 보강방법 필요 · Anchor Block은 큰 집중하중을 받는 부분으로서 일체성 저하시 구조적으로 불리	· 압출시 하중이 다소 커지므로 소요강재량 다소 증가 · Anchor Block부에 거푸집이 필요하게 되어 제작 및 시공성 양호 · 거푸집 제작이 간단 · 공사비 다소 고가	· 압출시 하중이 커지므로 소요강재량이 많아져 비경제적임. · Seg 구성이 지점부와 지간 중앙부에 위치하므로 구조적으로 취약함. · 별도 거푸집 위치가 일정치 않아 시공성이 불량하고 공기가 길어짐. · 거푸집 제작이 복잡 · 공사비 가장 고가
건 의		○	

Ⅳ. 개선방안

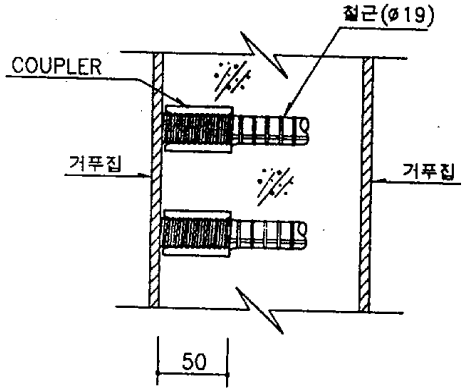
· Mid-Anchorage부는 철근연결용 Coupler를 사용하는 방안과 내부거푸집을 개선하여 Box Girder제작시 동시에 제작하여 압출하는 방안을 검토하여 유리한 방법으로 결정

가) Coupler 사용방법

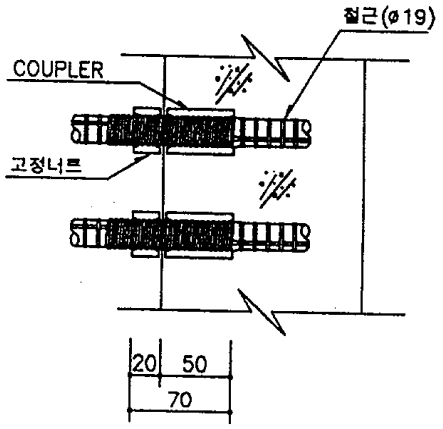
- Box Girder 중간격벽부의 플랜지와 복부에 철근에 이음 암Coupler를 매설하고 거푸집 설치후 P.C BOX 제작하여 압출

- 압출완료후 기 매설한 Coupler에 연결될 철근과 이어진 고정너트를 연결하여 격벽철근을 조립하여 콘크리트 타설

STEP 1 : Before Coupling



STEP 2 : After Coupling



나) 내부거푸집 개선방법

· Box Girder제작시 동시에 시공하기 위하여 BOX 내부거푸집의 구조를 변경 : 도면참조

· Box Girder 1-Segment는 25m이고 Seg내에 Mid-Anchorage가 있는 Seg와 없는 Seg가 번갈아 설치됨.

1) Mid-Anchorage부

- 내부 수평 Jack을 이용하여 Mid-Anchorage에 맞게 거푸집 설치

- Haunch 부위는 Wood Block 사용

- 콘크리트 타설후 수평 Jack과 Turn Buckle을 이용하여 Mid-Anchorage 내측에서 50㎝ 정도 안쪽으로 거푸집 탈락시킴.

- Mid-Anchorage가 없는 Seg에서는 Mid-Anchorage가 있는 Seg의 철재 거푸집에 내측에 목재거푸집을 추가로 설치

2) 일반부

- 내부 수평 Jack을 이용하여 Web에 맞게 거푸집 설치

- 콘크리트 타설후 수평 Jack과 Turn Buckle을 이용하여 거푸집을 Mid-Anchorage 두께 안쪽까지 탈락

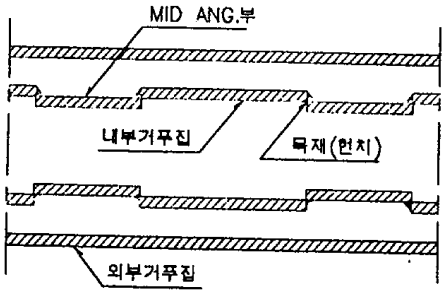
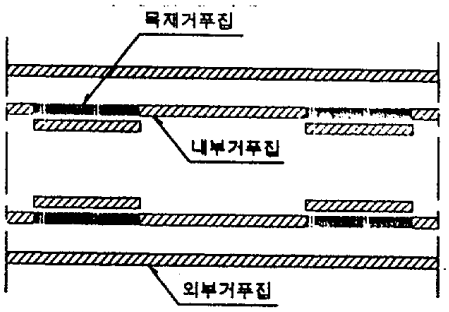
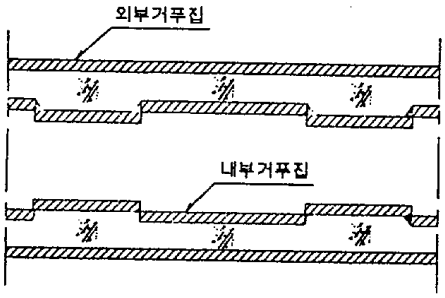
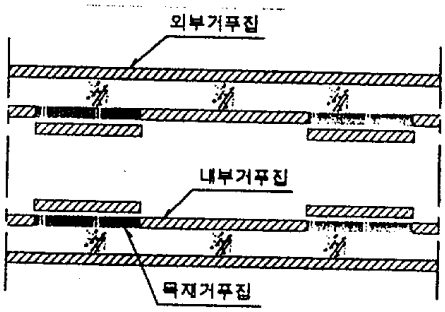
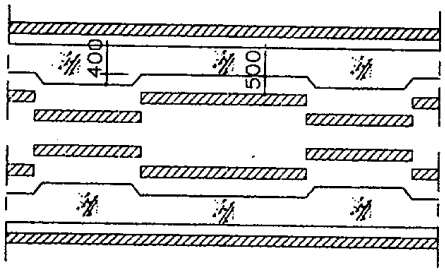
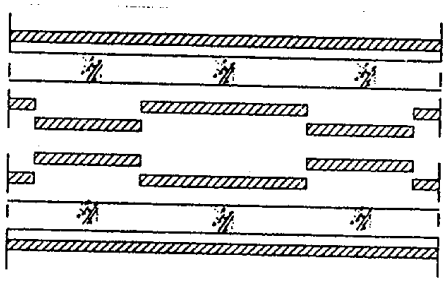
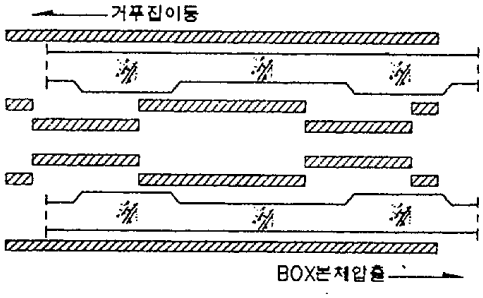
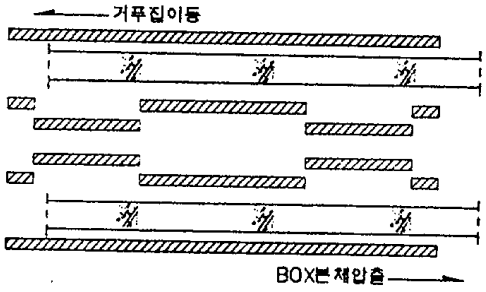
- Web 내측에서 50㎝정도 안쪽으로 탈락시키므로 (Mid-Anchorage 두께 : 40㎝) 한 Seg 완료후 내부거푸집 이동시 지장 없음.

3) 중간 격벽

- 중간격벽부를 시공후 압출하는 방법은 경제성, 시공성 및 구조적 안정성등에서 불리하므로 Box Girder 압출후 후타설하는 방법으로 시공토록 함.

- 중간격벽 구조가 복잡하여 일체시공을 위한 거푸집 변경은 곤란하여 연결 철근용 Coupler를 사용하는 방안으로 시공토록 함.

▣ 시공순서도

MID ANCHORAGEN 부	일 반 부
1. 거푸집설치 (헌치부는 목재 사용) 	5. 거푸집설치(MID ANCHORAGE 부는 목재거푸집 설치) 
2. 콘크리트 타설 및 양생 	6. 콘크리트 타설 및 양생 
3. 거푸집 탈락 	7. 거푸집 탈락 
4. 거푸집 이동 및 BOX 본체 압출 	8. 거푸집이동 및 BOX 본체 압출 
• 1~8의 과정을 반복 시행	

다) 경제성 비교

· Coupler 사용방법과 거푸집 개선방법 비교

<500m 교량기준>

구 분			Coupler사용	거푸집 개선	비 고
Coupler	수 량		260×16=4,160ea	-	Mid-anchor
			310× 9=2,790ea	310× 9=2,790ea	Diaphragm
	단 가		5,000원/EA	5,000원/EA	
	계		3,475만원	1,395만원	
거푸집	강재	중량	-	2.164TON	
		금액	-	250 만원	
	목 재		-	330 만원	
	합 판		-	210 만원	
	계		-	1,170만원	
철근 연장감소			△888만원	△888만원	
금 액			2,587만원	1,297만원	

라) 장단점 비교

구 분	Coupler 사용방법	거푸집 개선방법
장·단점	• 시공이 용이 • 별도의 숙련공이 필요없이 누구나 손쉽게 작업가능 • 본체와 별도의 시공으로 일체성 확보 다소 불리 • 공사비 고가	• 본체와 동시 시공으로 일체성 확보 유리 • 거푸집 설치해체가 간단하여 시공성 양호 • Mid-Anchorage가 없는 Seg에서는 별도의 목재거푸집 필요 • 공사비 보통

V. 검토결과

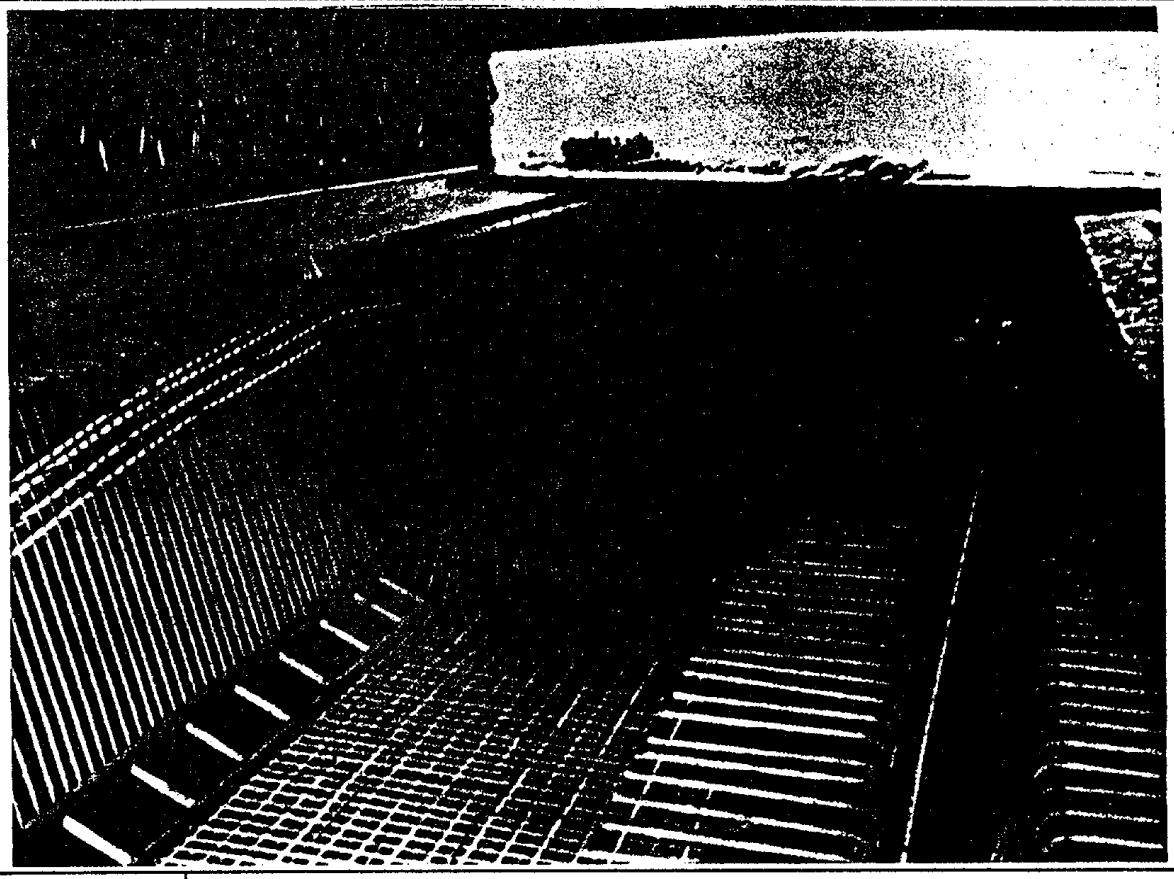
P.C Box Girder교 I.L.M 공법 교량의 중간격벽부와 Mid-Anchorage부 시공방법의 문제점을 해소하기 위해 검토결과

1. Mid-Anchorage부 시공은 고가의 Coupler를 사용하는 것 보다 경제적이고 시공성이 양호한 **거푸집을 개선**하여 일체시공하는 것이 타당하며

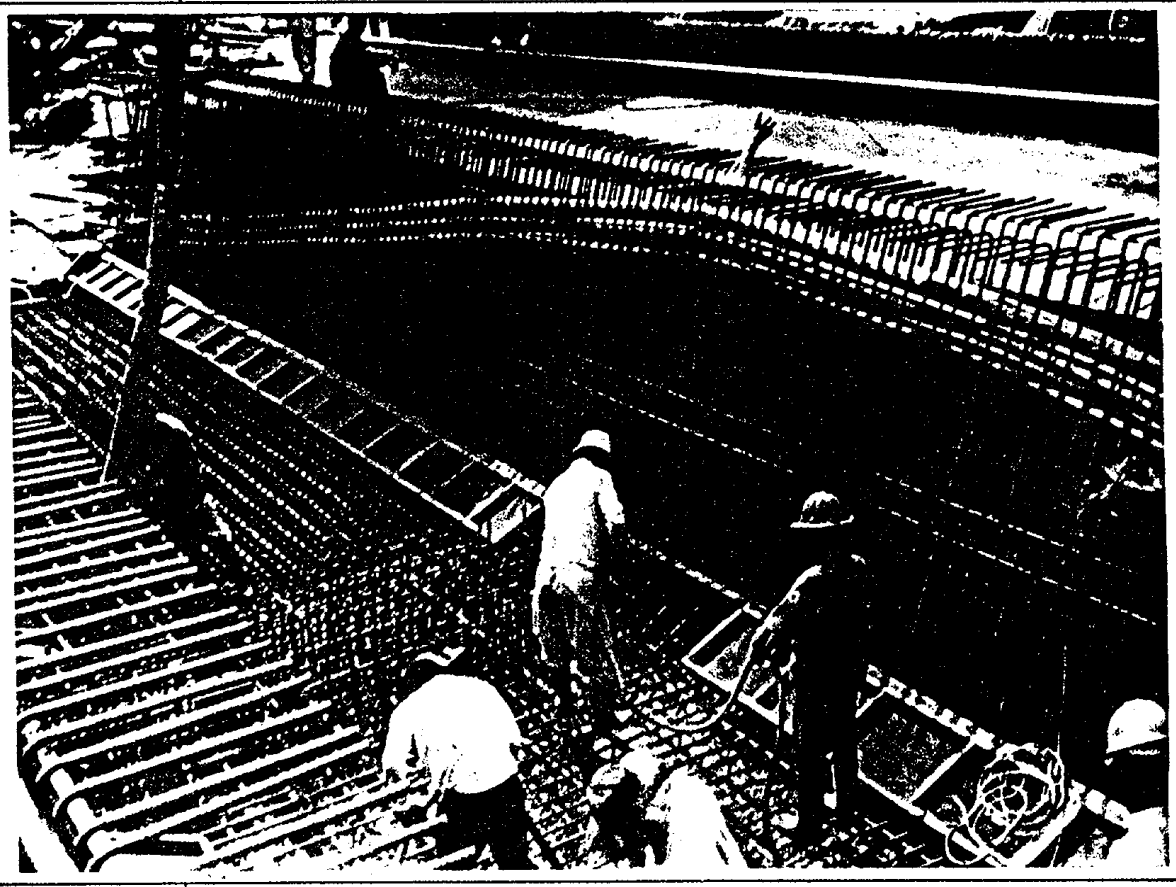
2. 중간격벽부는 일체시공시 사하중증가로 Launching의 구조적 안정성이 저하되고 거푸집 개선 또한 곤란하여 **Coupler를 사용**하는 것이 타당하다고 판단됨.

사 진 대 지

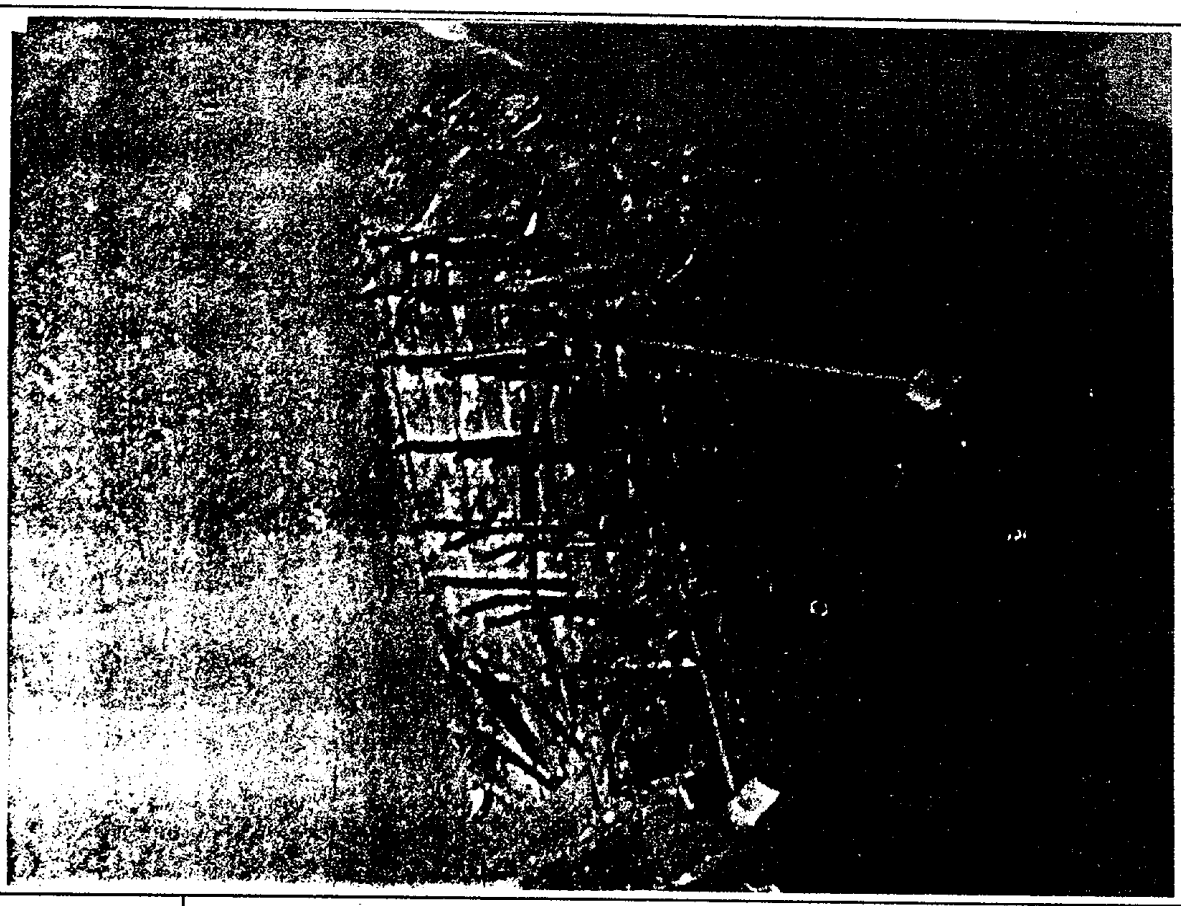
(PC BOX 중간격벽및 앵커리지부)



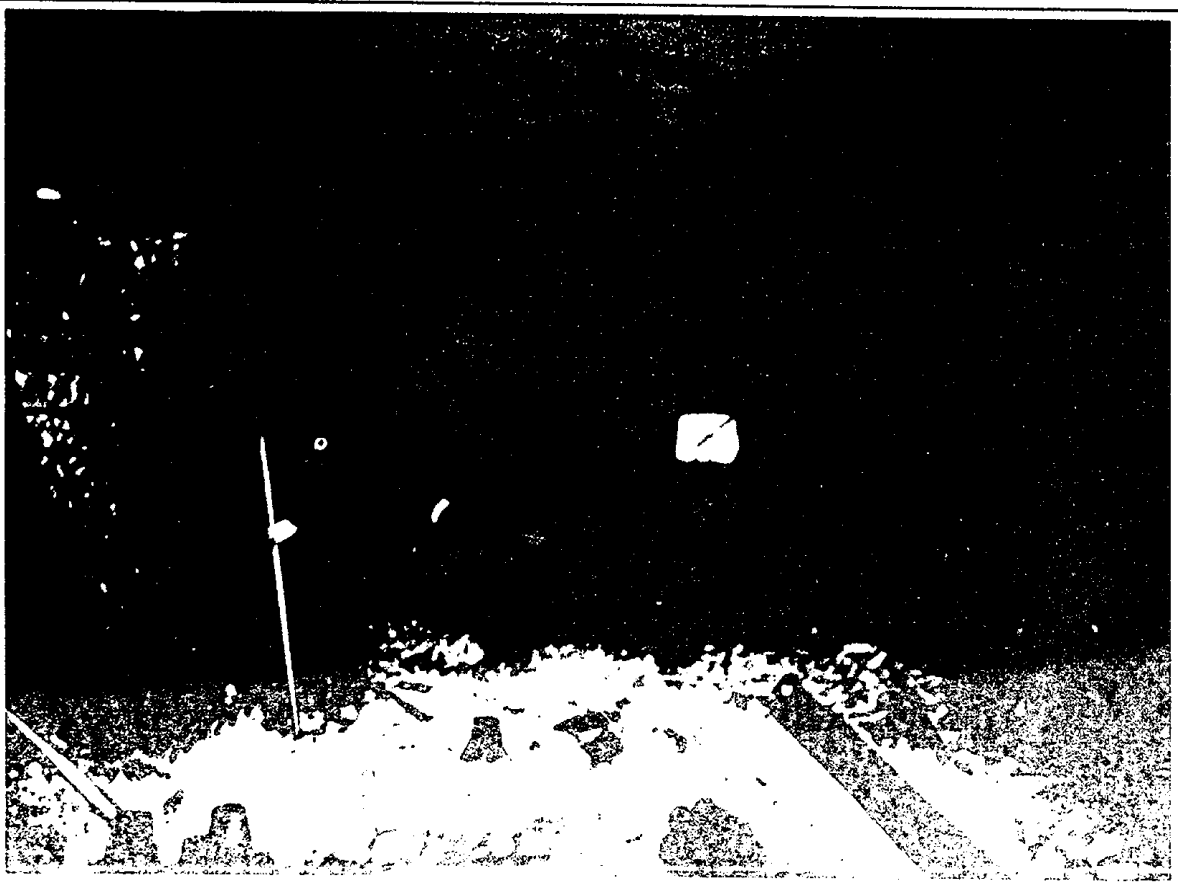
내 용	



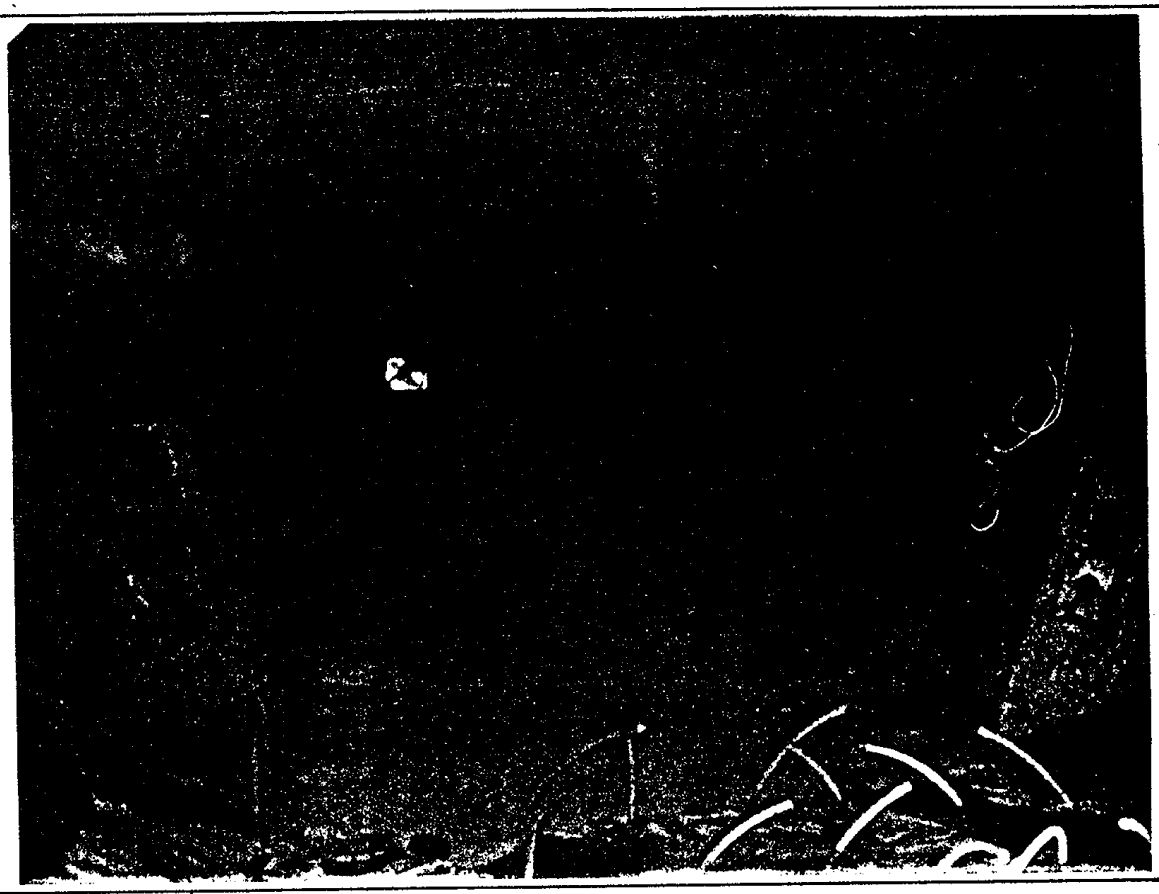
내 용	



내 용	



내 용	



내 용	

내 용	

▣ 단 가 산 출 근 거

▣ 기존방법과 COUPLER 사용방법의 경제성 비교

1. 기존방법 (철근겹이음)

◈ 철 근 (H19 기준)

· 구입 및 운반비 : 319,748원/TON

· 가공조립(복잡) : 393,844원/TON

· 조　　립(복잡) : 232,423원/TON

· 수　　량 : 0.419TON (1개소당)

· 단　　가 : 319,748 + 393,844 + 232,423 = 946,015원/TON

· 금　　액 : 0.419TON × 946.015원/TON ≒ 40만원

※ 단가구성은 자재비 및 초기 가공조립비에 압출후 철근 펴는 작업시 조립비를 추가 하였슴.

※ 철근가공조립은 복잡으로 하였슴.

2. COUPLER 사용 방법

· 5,000원/EA (견적서 참조)

· 수　　량 : 310EA (1개소당)

· 단　　가 : 5,000원/EA (자재비, 절단비, 가공비 포함)

· 금　　액 : 310EA × 5,000원/EA = 155만원

▣ 견적서 사본

見 積 書

TO:
NO.
1995 년 월 일

귀 하

韓成精密工業 株式会社
본 사: 서울시구로구 [illegible]
TEL: (02) 63 [illegible]
FAX: (02) 67 [illegible] 2220
공장: 충남아산군 [illegible]
TEL: (0418) 42 2100
FAX: (0418) 42 2100

下記와 같이 見積합니다.

합계금액:					원정 (V.A.T. 별도)(₩)		
No	品 名	規 格	數量	單位	單 價	金 額	備 考
1	나사이음연결철근	D19	1	SET	5000	5000	

< 세 부 견 적 >

1. 철근 나사산가공 D19용음 M24 나사산 가공 2EA
   1) 금형제작비 + 철근 재단작업 540 원
   2) 단조가공 (부품핀) 360 원
   3) 진조가공 (나사산가공) 300 원
   4) 일반관리비 (노무비 포함) 400 원

   합 계 : 3,000 원

2. 키플러 32 X 60L 1EA
   1) 재료비 + 절단비 400 원
   2) 선반가공비 (면치 작업) 200 원
   3) 나사산 가공비 300 원
   4) 일반관리비 (노무비 포함) 300 원
   5) 키플러 보호마개 (2차타설시 사용) 200 원

   합 계 : 1,400 원

3. 물류비용 (운반비 현장 도착도) 300 원

* 세 부 견 적 합 계 금: 5,000 원

합 계						

비 고
1. 납 기:
2. 납품장소: 현장 도착도
3. 결제방법:
4. 기 타:
5. 유효기간:
6. 담 당 자:

見 積 書

TO:

NO.

1995 년 월 일

(주) 귀 하

韓成精密工業 株式會社
본 사: 서울시구로구 구로동
TEL: (0 2) 6 3 3
FAX: (0 2) 6 7
공장: 충남아산둔포면
TEL: (0418) 4 2
FAX: (0418) 4 2 - 2 1 0 5

下記와 같이 見積합니다.

합계금액: 단가견적 원경 (V.A.T. 별도)(₩)

No	品 名	規 格	數量	單位	單 價	金 額	備 考
1	나사이음철근	D13 / M16	1	SET	3,500		
2	"	D16 / M20	1	"	4,500		
3	"	D19 / M24	1	"	5,000		
4	"	D22 / M27	1	"	5,500		
5	"	D25 / M30	1	"	6,000		
6	"	D29 / M33	1	"	6,500		
7	"	D32 / M36	1	"	7,000		
		--- 이	하	어	백	---	
합 계							

비고
1. 납기
2. 납품장소 : 현장 요적소
3 결제방법 :
4. 기 타
5. 유효기간
6. 담 당 자 :

▣ 수 량 산 출 근 거

*수량 산출 근거

1. ㅁ형강

- 100 x 50 x 4.5

  9.55kg/m x 2.25m x 11EA = 0.236 TON

- 125 x 75 x 4.5

  13.1kg/m x 2.75m x 11EA = 0.396 TON

2. CHANNEL

- 100 x 50 x 5 x 7.5

  11.92kg/m x 6.742m x 11EA = 0.884 TON

3. PLATE

- 200 x 100 x 10 x 220EA

  $7850kg/m^3$ x $0.0002m^3$ x 220EA = 0.345 TON

4. GUSSET PLATE

- 170 x 10 x 700

  $7850kg/m^3$ x $0.00119m^3$ x 11EA = 0.103 TON

5. 기 타 : 0.2 TON

6. 강재중량(증가분)

- ㅁ형 강 : 0.632 TON

- CHANNEL : 0.884 TON

- PLATE : 0.345 TON

- GUSSET PLATE : 0.103 TON

- 기 타 : 0.2 TON

- 합 계 : 2.164 TON

교량가설공

1. 단가 : 16,476 원/m^2

2. 면적 : 2.5×2.5×32개소 = 200m^2

3. 금액 : 200 × 16,476 = 3300000원

목재거푸집

1. 단가 : 33,000 원/m^3

2. 면적 : 0.4×2.5×2×32 = 64m^3

3. 금액 : 64×33,000 = 2112000원

· Mid-Anchor부

<1개소당>

구 분		기 존 방 법	Coupler 사용	비 고
Coupler	접합개소	260EA	260EA	
	수 량	0.351TON	260EA	
	단 가	946,015원/TON	5,000원/EA	
	금 액	33만원	130만원	
총 갯 수		16개소	16개소	
금 액		528만원	2,080만원	

· Diaphgram부

<1개소당>

구 분		기 존 방 법	Coupler 사용	비 고
Coupler	접합개소	310EA	310EA	
	수 량	0.419TON	310EA	
	단 가	946,015원/TON	5,000원/EA	
	금 액	40만원	155만원	
총 갯 수		9개소	9개소	
금 액		360만원	1,395만원	

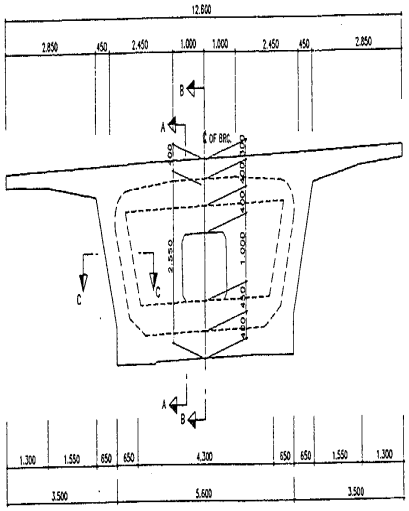
별첨 : PC-BOX 도면

1. 중간격벽부 상세도

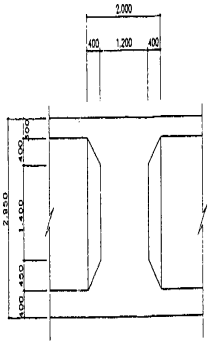
1-1 기존방법

(중간격벽부 철근이음방법)

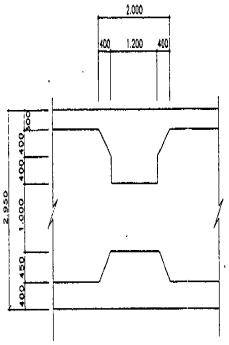
정면도
S=1:50



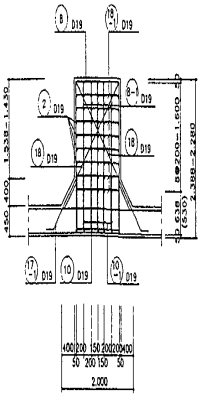
단면 A-A
S=1:50

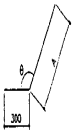


단면 B-B
S=1:50

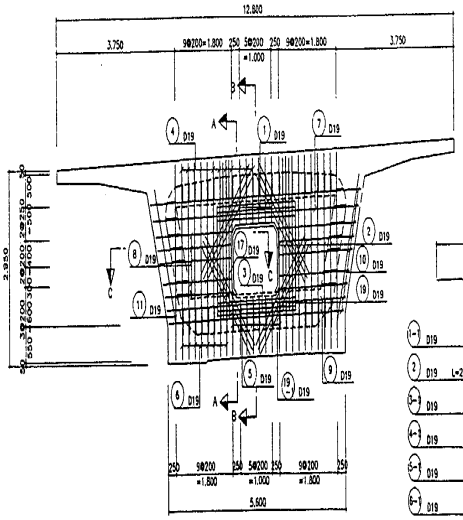


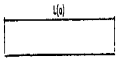
단면 C-C
S=1:50

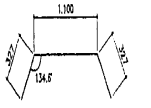




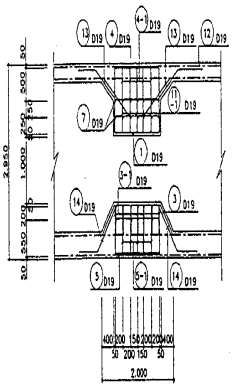
정면도
S=1:50



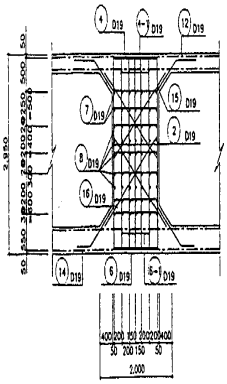




단면 A-A
S=1:50



단면 B-B
S=1:50



철근재료표
(PER 1EA)

번호	직경	길이 (M)	갯수	총길이 (M)	단위중량 (KG/M)	총중량 (KG)	비고
1	D19	2.600	6	15.600			ADD 3%
1-1	D19	750	30	22.500			
2	D19	2.510	126	316.260			
3	D19	2.450	6	14.700			
3-1	D19	480	42	20.160			
4	D19	2.560	24	61.440			
4-1	D19	730	120	87.600			
5	D19	2.600	6	15.600			
5-1	D19	750	30	22.500			
6	D19	2.780	18	50.040			
6-1	D19	840	90	75.600			
7	D19	4.840	14	67.760			
8	D19	4.090	10	40.900			
8-1	D19	1.430	40	57.200			
9	D19	5.610	14	78.540			
10	D19	2.960	18	53.280			
10-1	D19	930	90	83.700			
11	D19	2.850	4	11.400			
12	D19	1.050	48	50.400			
13	D19	1.120	12	13.440			
14	D19	1.590	48	76.320			
15	D19	2.500	36	90.000			
16	D19	2.500	36	90.000			
17	D19	2.000	84	168.000			
17-1	D19	1.380	36	49.680			
18	D19	1.100	144	158.400			
18-1	D19	2.040	36	73.440			
19	D19	1.500	42	63.000			
19-1	D19	1.900	42	79.800			
소 계				2,007.260			
총 계				2,007.260	2.250	4,516.335	4.652

(1) D19 B=750 L=2.600 N=6
(4) D19 B=730 L=2.560 N=24
(5) D19 B=750 L=2.600 N=6
(6) D19 B=840 L=2.780 N=18
(8) D19 B=1.360~1.630 L=4.090 N=10
(10) D19 B=930 L=2.960 N=18

(3) D19 L=1.750 N=6

(12) D19 A=752 B=135 L=1.050 N=48
(14) D19 A=1.289 B=131°5' L=1.590 N=48
(17) D19 A=1.084 B=137°45' L=1.380 N=36

(1-1) D19 L=750 N=30
(2) D19 L=2.520~2.500 L'=2.510 N=126
(3-1) D19 L=480 N=42
(4-1) D19 L=730 N=120
(5-1) D19 L=750 N=30
(6-1) D19 L=840 N=90
(7) D19 L=4.770~4.900 L'=4.840 N=14
(8-1) D19 L=1.380~1.488 L'=1.430 N=40
(9) D19 L=5.540~5.670 L'=5.610 N=14
(10-1) D19 L=930 N=90
(11) D19 a=2.870~2.830 L=2.850 N=4
(13) D19 L=1.120 N=12
(15) D19 L=2.500 N=36
(16) D19 L=2.500 N=36
(17) D19 L=2.000 N=84
(18) D19 L=1.100 N=144
(18-1) D19 L=2.040 N=36
(19) D19 L=1.500 N=42
(19-1) D19 L=1.900 N=42

한국도로공사 KOREA HIGHWAY CORPORATION

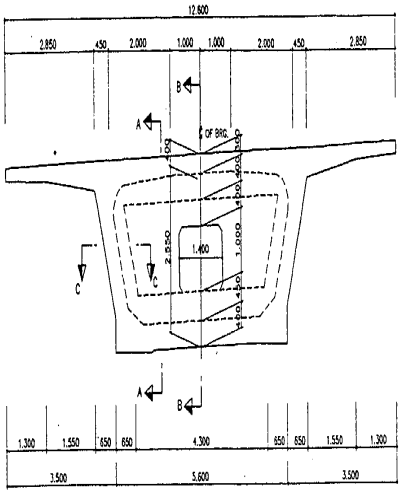
도면명	옥니교(상행선) 지점부, ANCH. DIAPHRAGM 철근 배근도(2)
설계자	SAM-3
축척	S=1:50 도면번호 2

1 - 2 개 선 방 안

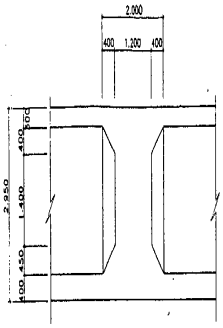
(중간격벽COUPLER사용방법)

허용응력설계법

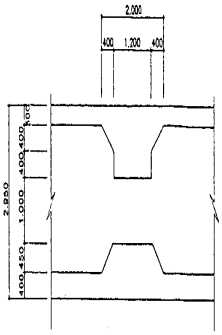
정 면 도
S=1:50



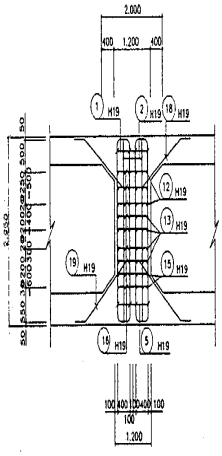
단 면 A-A
S=1:50



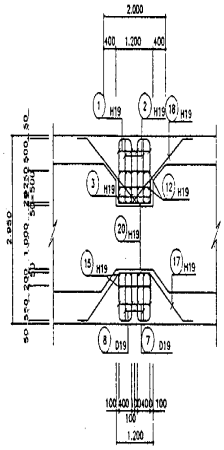
단 면 B-B
S=1:50



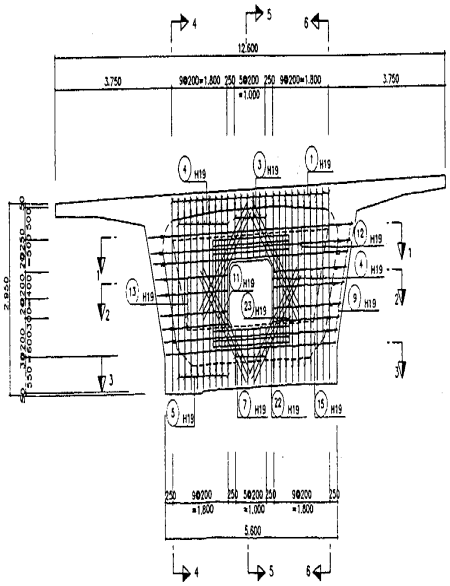
단 면 A-A
S=1:50



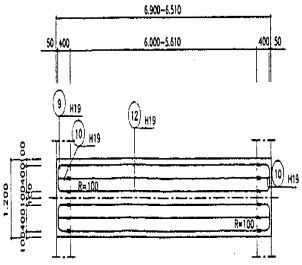
단 면 B-B
S=1:50



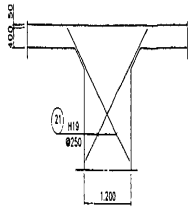
정 면 도
S=1:50



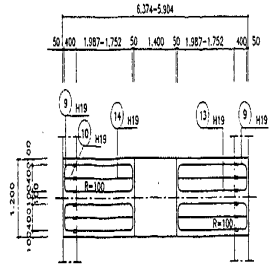
단 면 1-1



단 면 C-C
S=1:50



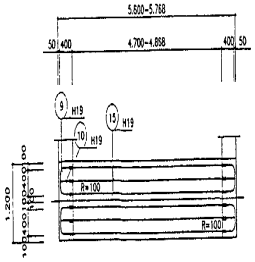
단 면 2-2



한국도로공사 KOREA HIGHWAY CORPORATION	
도면명	육니교(상행선) 지점부 ANCH . DIAPHRAGM 철근 배근도(1)
설계자	BYC1
축척	S=1:50 도면번호 4

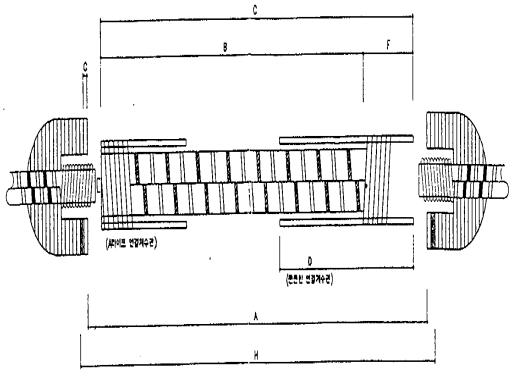
허용응력설계법

단면 3-3



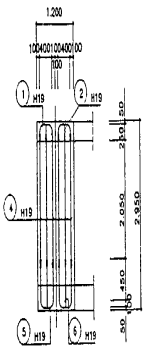
COUPLER 상 세

S=NONE

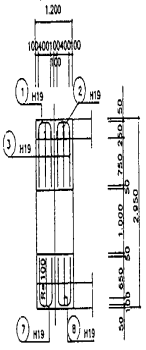


철근지름 (D)	A min	B min	C min	D	E	F	G	H min	X
19	222	172	204	141	24	32	10	242	50
25	278	215	255	178	30	40	13	304	64
32	327	252	299	208	36	47	13	353	75

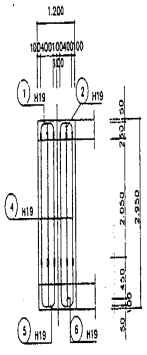
단면 4-4



단면 5-5



단면 6-6

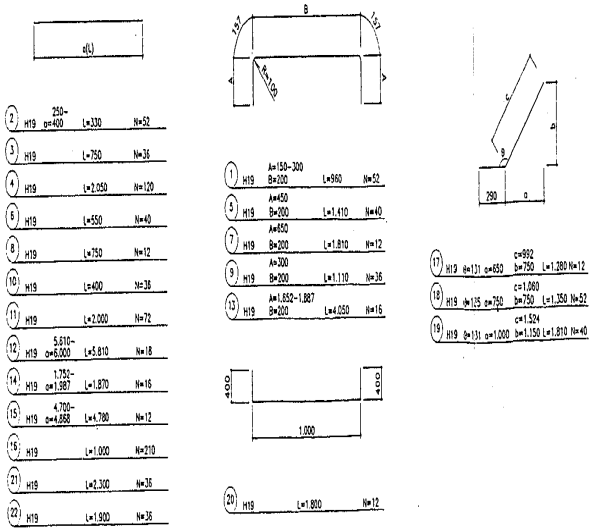


철근재료표

(PER 1EA)

번호	직경	길 이 (M)	갯수	총 길 이 (M)	단위중량 (KG/M)	총 중 량 (KG)	비 고
1	H19	960	52	49.920			ADD 3%
2	H19	330	52	17.160			
3	H19	750	36	27.000			
4	H19	2,050	120	246.000			
5	H19	1,410	40	56.400			
6	H19	550	40	22.000			
7	H19	1,810	12	21.720			
8	H19	750	12	9.000			
9	H19	1,110	36	39.960			
10	H19	400	36	14.400			
11	H19	2,000	72	144.000			
12	H19	5,810	18	104.580			
13	H19	4,050	16	64.800			
14	H19	1,870	16	29.920			
15	H19	4,780	12	57.360			
16	H19	1,000	210	210.000			
17	H19	1,280	12	15.360			
18	H19	1,350	52	70.200			
19	H19	1,810	40	72.400			
20	H19	1,800	12	21.600			
21	H19	2,300	36	82.800			
22	H19	1,900	36	68.400			
23	H19	1,500	36	54.000			
소 계				1,498.580	2.250	3,372.705 KG	3.474
총 계						3,372.705	3.474

철근상세도



도면명	육나고(상행선) 지점부, ANCH. DIAPHRAGM 철근 배근도(2)
설계자	BYC
축척	S=1:50 도면번호

KOREA HIGHWAY CORPORATION 한국도로공사

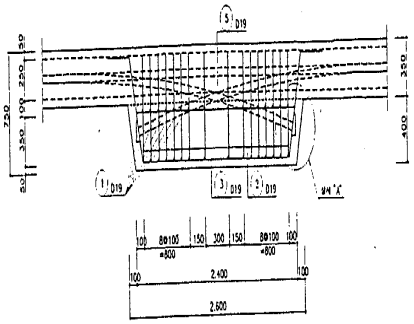
2. MID-ANCHORAGE 상세도

2-1 기존방법

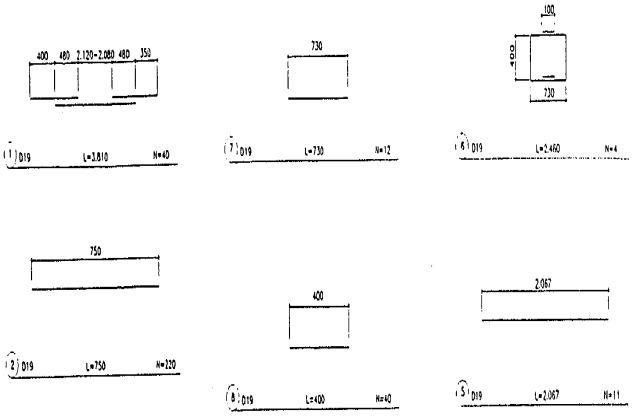
(MID-ANCHORAGE부 철근이음방법)

표준설계검토

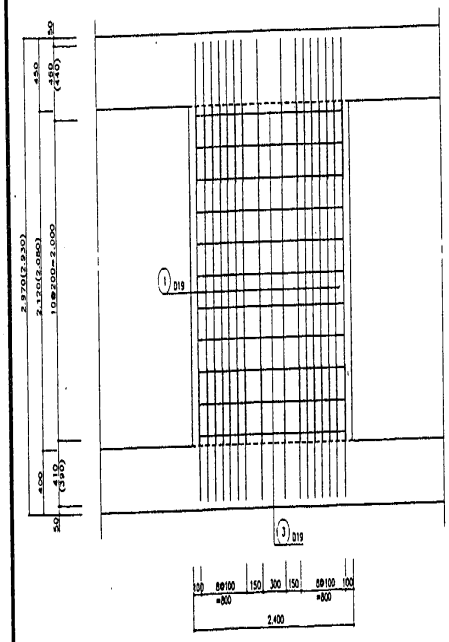
정 면 도
S=1:20

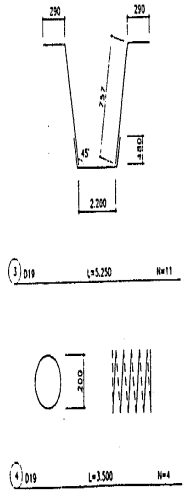


철 근 상 세 도

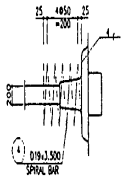


평 면 도
S=1:20

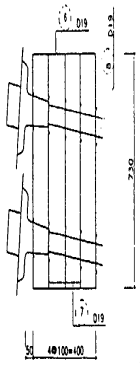




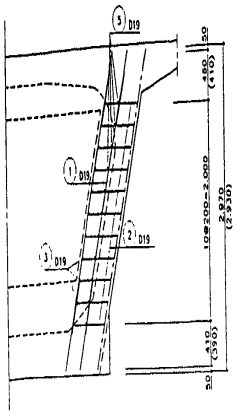
상 세 "A"
S=1:10



상 세 "A"
S=1:10



측 면 도
S=1:30



철 근 재 료 표

(PER 1EA)

번호	규격	길 이 (M)	조 수	총 길 이 (M)	단위중량 (KG/M)	중 량 (KG)	비 고
1	D19	3.810	40	152.400			ADD 3%
2	D19	750	220	165.000			
3	D19	5.250	11	57.750			
4	D19	3.500	4	14.000			
5	D19	2.067	11	22.737			
6	D19	2.460	4	9.840			
7	D19	730	12	8.760			
8	D19	400	40	16.000			
계				446.487	2.250	1,004.586	1.035
총 계						톤 1,004.586	1.035

한국도로공사 KOREA HIGHWAY CORPORATION

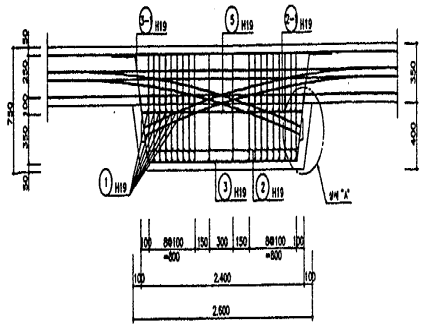
도면명	옥니교(상행선) MID ANCHORAGE 보강상세도
설계자	
작 직	도면번호 7

2 - 2 개 선 방 안(I)

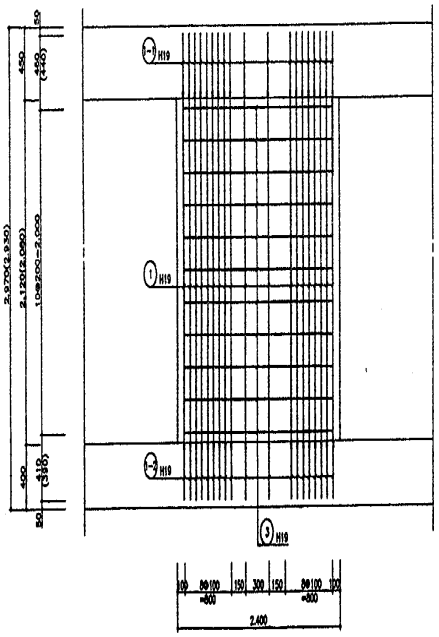
(MID ANCHORAGE부 COUPLER사용방법)

허용응력설계법

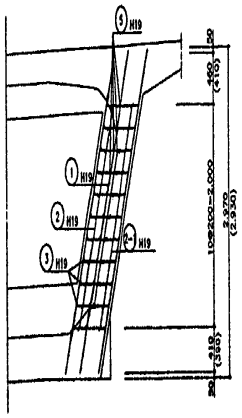
정 면 도
S=1:20



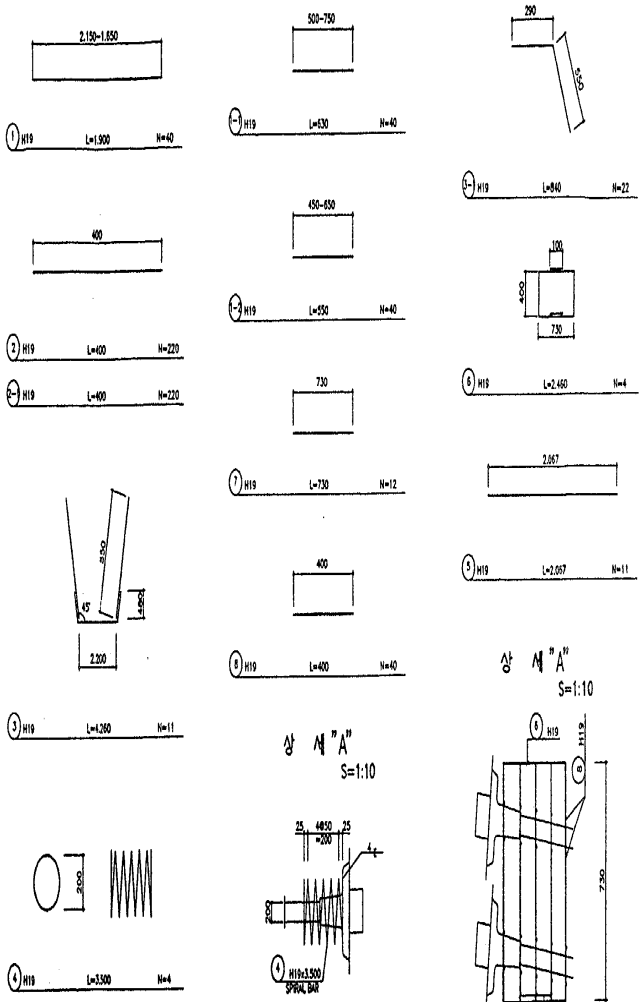
평 면 도
S=1:20



측 면 도
S=1:30

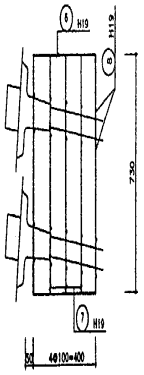


철 근 상 세 도



상 세 "A"
S=1:10

상 세 "A"
S=1:10



철근자료표

(PER 1EA)

번호	규격	길이 (M)	갯수	총길이 (M)	단위중량 (KG/M)	총중량 (KG)	비고
1	H19	1.900	40	76.000			ADD 3%
1-1	H19	0.630	40	25.200			
1-2	H19	0.550	40	22.000			
2	H19	0.400	220	88.000			
2-1	H19	0.400	220	88.000			
3	H19	4.260	11	46.860			
3-1	H19	0.840	22	18.480			
4	H19	3.500	4	14.000			
5	H19	2.067	11	22.737			
6	H19	2.460	4	9.840			
7	H19	0.730	12	8.760			
8	H19	3.500	40	18.000			
소 계				435.877	2.250	980.723	1.010
총 계						총 980.723	1.010

한국도로공사 KOREA HIGHWAY CORPORATION

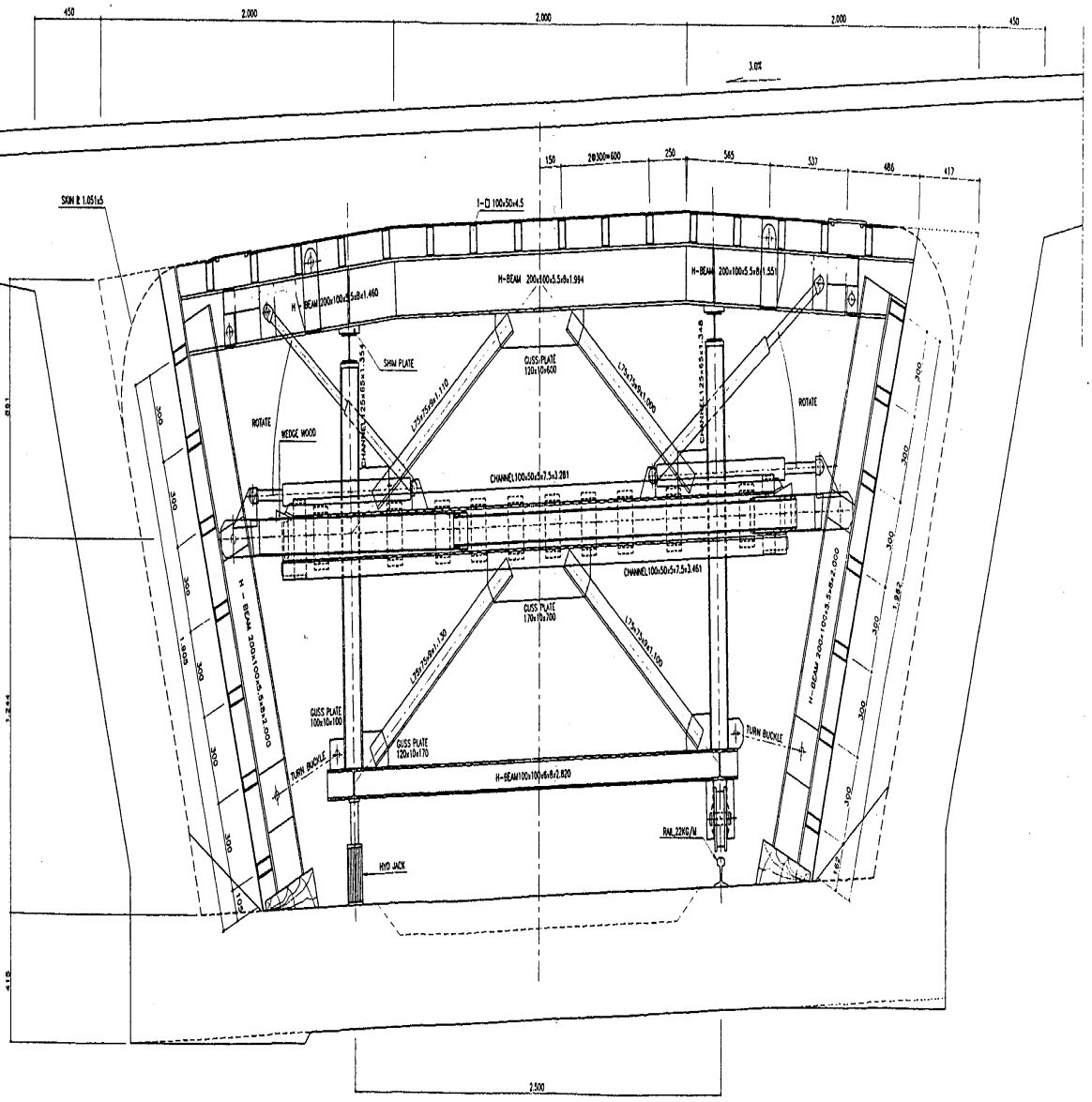
도면명	육니교(상행선) MID ANCHORAGE 철근보강상세도
설계자	
축척	S=1:20 도면번호 9

2 - 2 개 선 방 안(Ⅱ)

(MID ANCHORAGE부 거푸집개선방법)

허용응력설계법

내측 거푸집 상세도
S=1:10

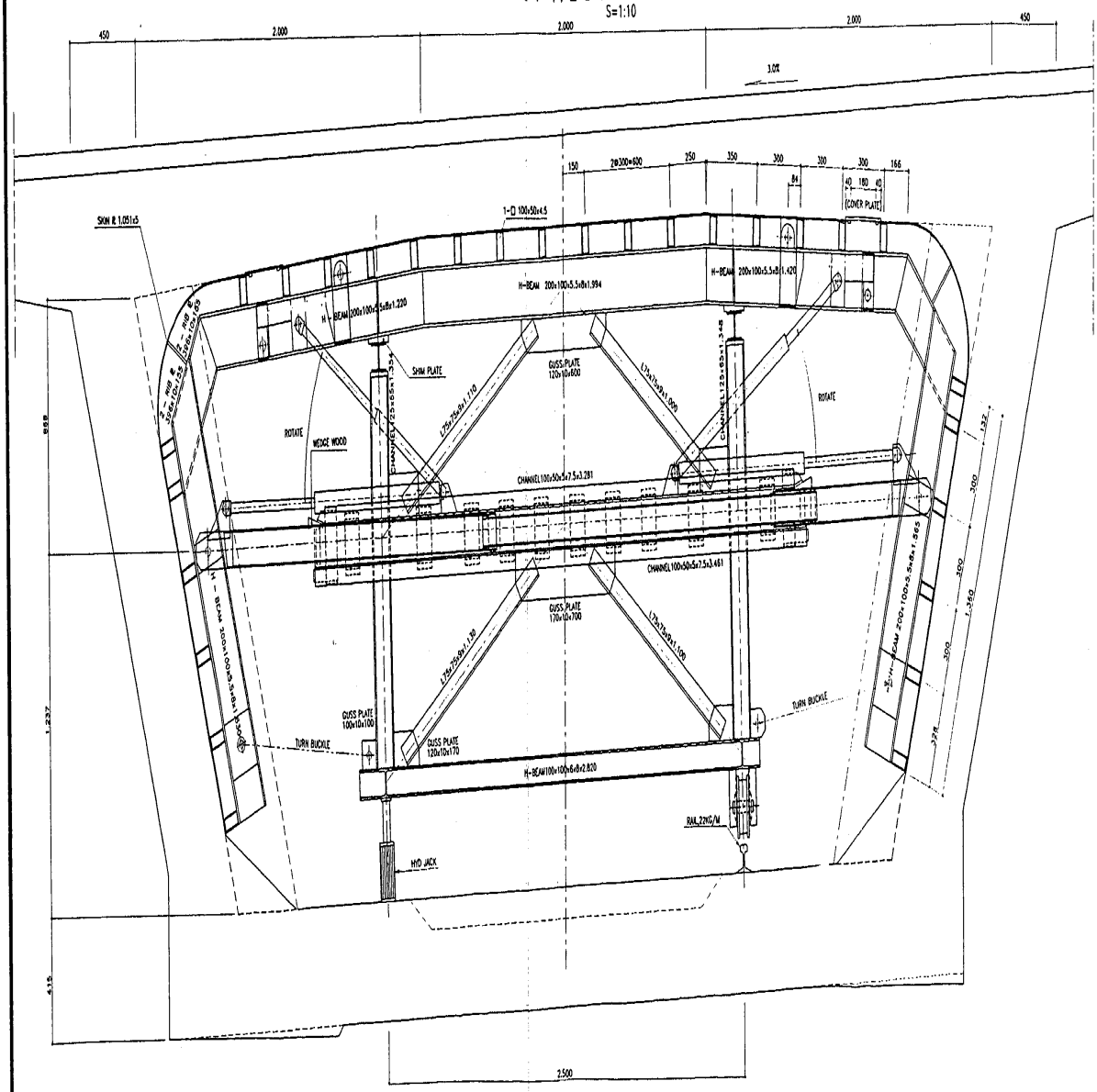


한국도로공사 KOREA HIGHWAY CORPORATION	
도면명	옥니고(상행선) 거푸집 상세도(4)
설계자	
축척	도면번호

허용응력설계법

내측 거푸집 상세도

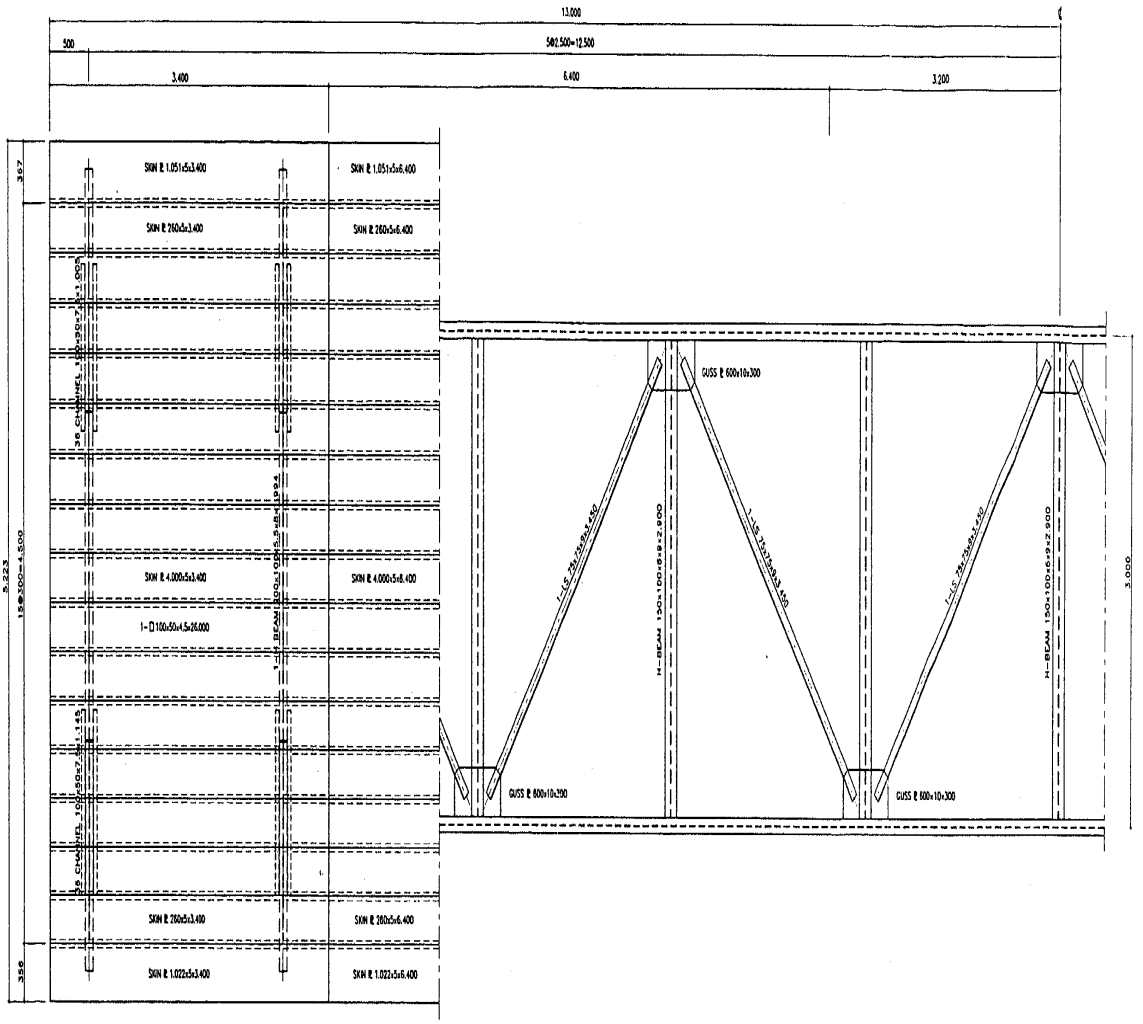
S=1:10

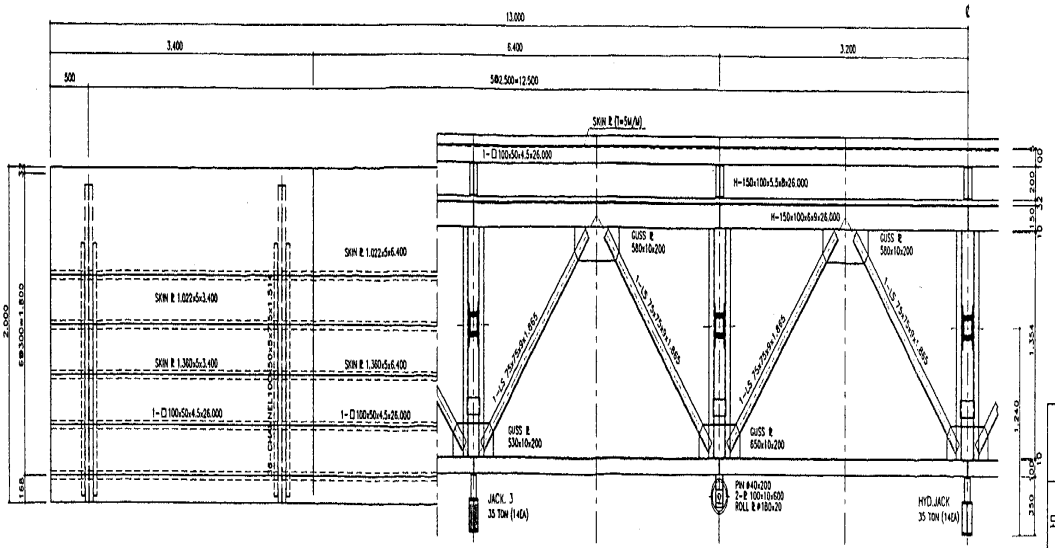


한국도로공사 KOREA HIGHWAY CORPORATION	
도면명	옥녀교(상행선) 거푸집 상세도(5)
설계자	
검 토	도면번호

허용응력설계법

평 면 도
S=1:20





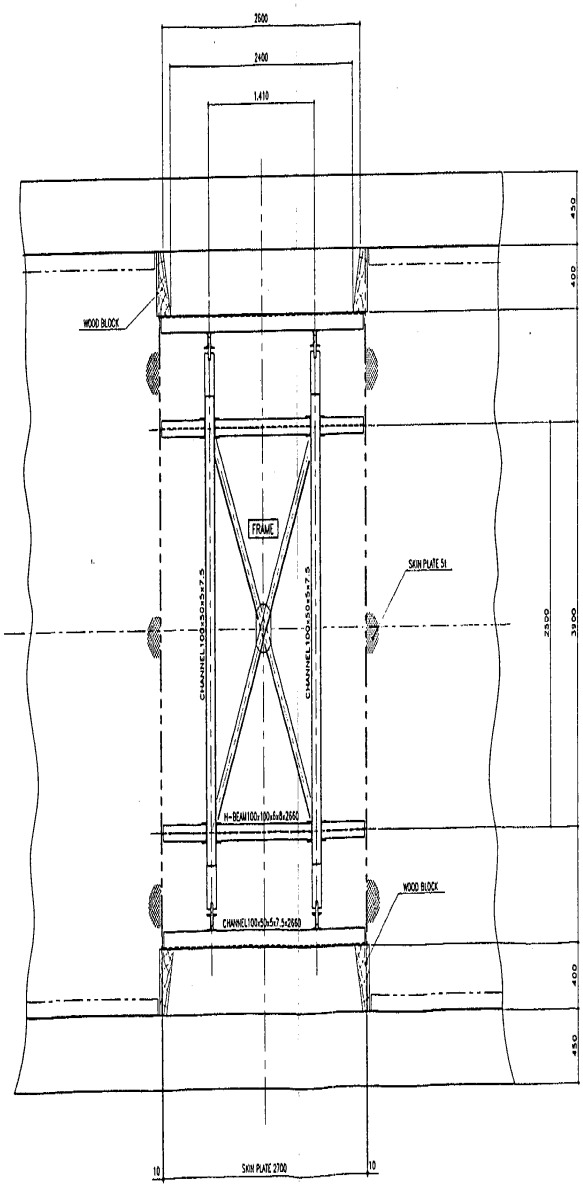
도면명	옥녀교(상행선) 거푸집 상세도(6)
설계자	
축 척	도면번호 13

KOREA HIGHWAY CORPORATION 한국도로공사

허용응력설계법

내부 거푸집 작업 상세도

(앙카 블럭 부분)

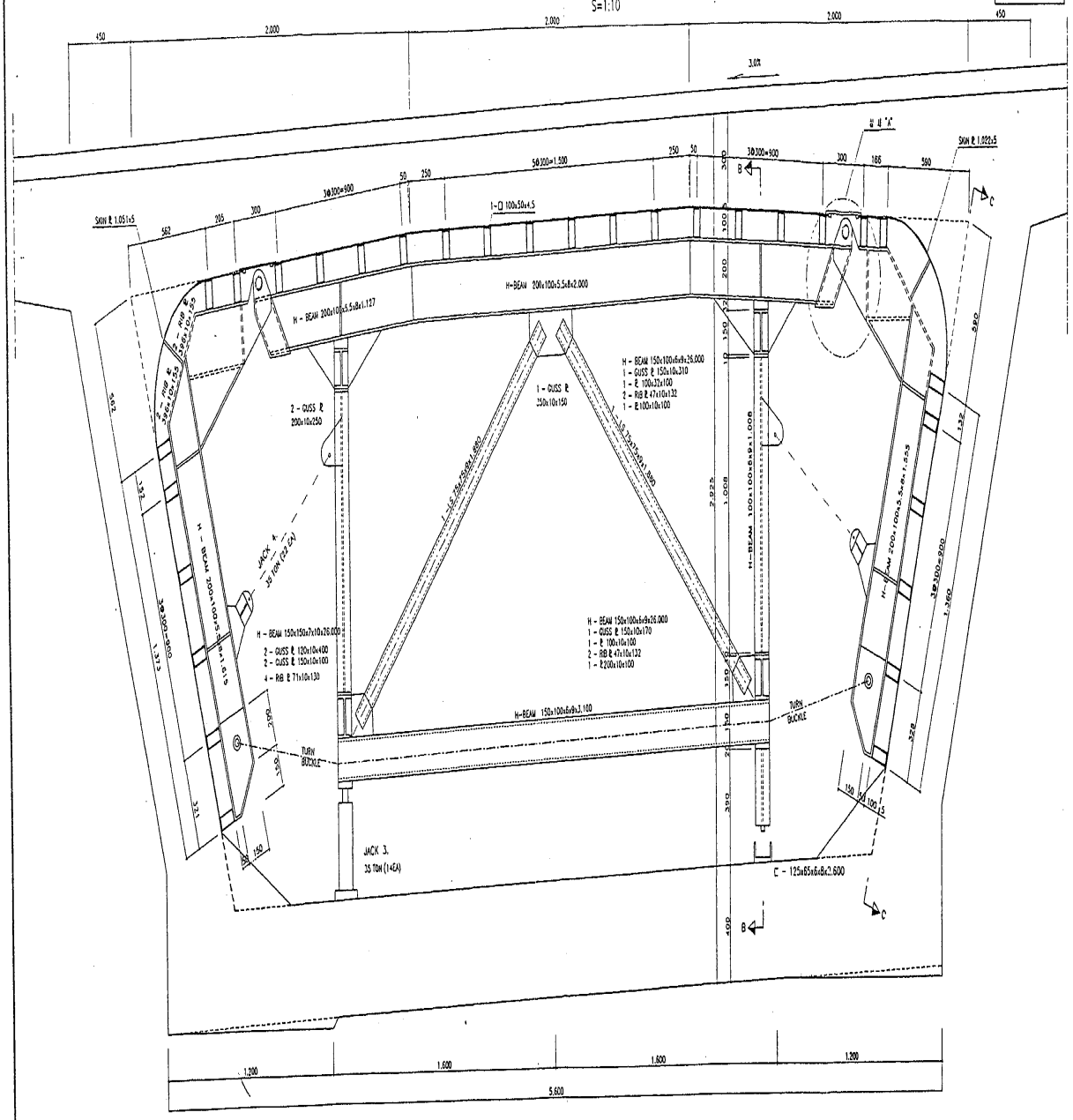


한국도로공사 KOREA HIGHWAY CORPORATION	
도면명	옥니교(상행선) 거푸집 상세도(7)
설계자	
축척	도면번호 15

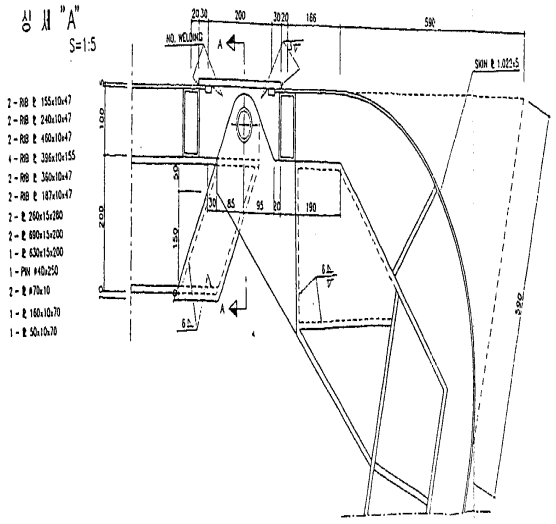
3 - 1 기 존 방 법

허용응력설계법

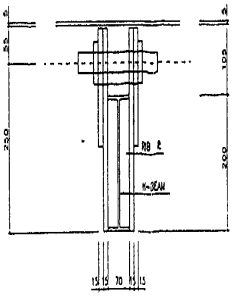
내측 거푸집 상세도
S=1:10



상 세 "A"
S=1:5



단 면 A - A
S=1:10



도면명	옥녀교(상행선) 거푸집 상세도(4)
설계자	
축 척	도면번호 16

한국도로공사 KOREA HIGHWAY CORPORATION

7-21 아치형 라멘교 설계적용성 검토

방 침
설 이
16210-349
('95. 12. 29)

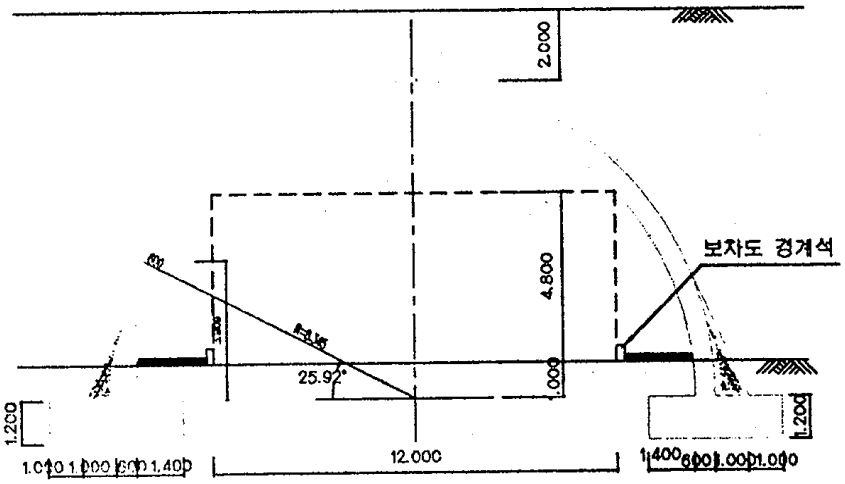
1. 검토목적

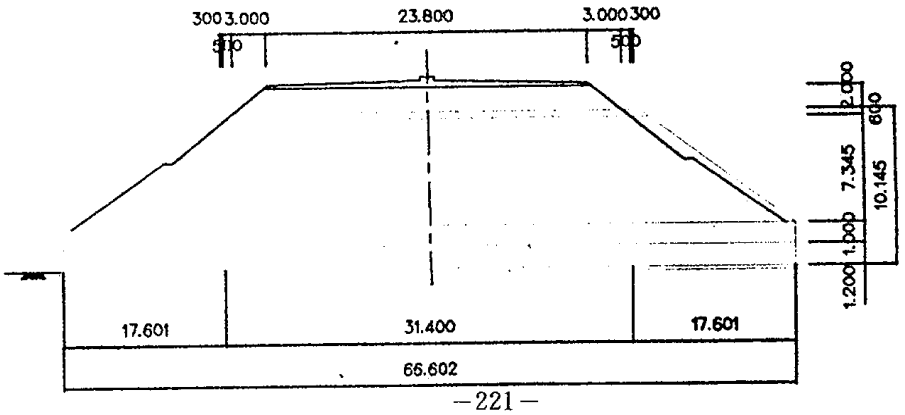
도로건설시 필수적으로 수반되는 교량가설은 통과기능성, 지역특성 및 지질조건, 형하조건, 미관, 경제성, 유지관리 등을 종합적으로 고려하여 교량형식 및 지간이 결정되나 소교량의 경우 주로 R.C라멘교로 설계·시공되고있어, 다양한 형식추구와 미관 및 기능성 제고를 위해 구조상 유리한 ARCH형 라멘교의 설계적용성 여부를 검토하고자 함.

2. 검토를 위한 가정

가. 설계교량제원 가정

검토대상은 아치크라운부 토피 2.0m, 지간 12.0m, 통과높이 4.8m인 단일원곡선 아치형 라멘교로 함.





나. 설계조건 가정

㉠ 아치크라운부의 상부토피는 최소 포장두께 이상으로하며 본 검토에서는 토피를 2.0m로 하며 도로의 횡단구배는 무시함.

㉡ 주변의 지형 및 흙쌓기는 좌우대칭으로 가정함.

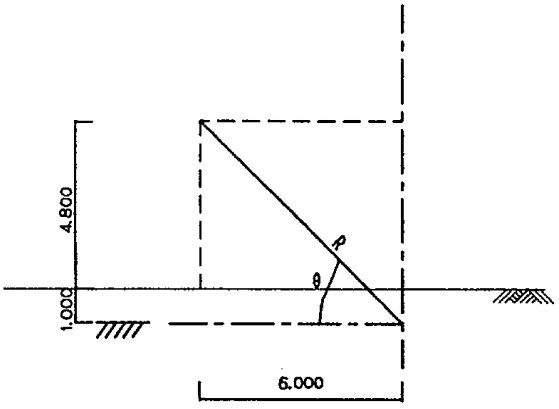
㉢ 사교의 경우 편토압을 받아 구조적으로 불리하므로 직교에 국한함.

㉣ 지지지반은 지지력이 충분히 확보되는 지반으로 가정.

㉤ 기초부의 Sliding안정성은 충분히 확보되는 것으로 가정.

3. 단면제원 결정

· 내공 치수 결정 : 통과폭원 12.0m일때 건축한계를 고려한. 내공단면은 다음과 같다.



$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{5.80}{6.00}\right) = 44^\circ\ 1'\ 44.32''$$

$$\therefore R = \frac{6.00}{\cos\theta} = 8.345m$$

4. 구조해석

가. 해석방법

- 2차원 단위 STRIP해석실시
- 단위 STRIP해석의 검증을 위해 3차원 유한요소해석을 실시 양자를 비교검토.

나. 하중선정 및 하중재하

㉠ 적용하중

- 사하중 : 자중, 상재토사
- 활 하 중
- 토 압
- 지점침하
- 온도하중
- 건조수축

㉡ 적용방법 (3차원 유한요소해석)

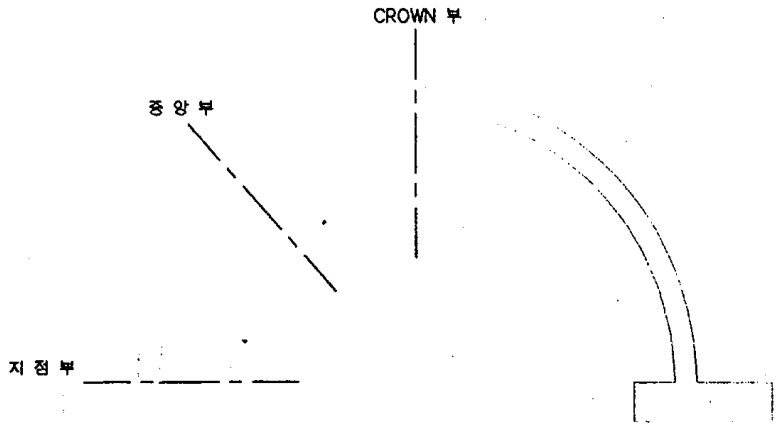
- 토피사하중 · · · 등가절점하중으로 환산재하
- 활 하 중 · · · 등가등분포활하중(DB-24기준)을 등가절점하중으로 환산재하
- 토 압 · · · 등가절점하중으로 환산재하

다. 모델링

㉠ 2차원 단위 STRIP해석 (별첨#1 "구조계산서"참조)

㉡ 3차원 유한요소해석 (별첨#2 "구조계산서"참조)

< 검토단면 개요도 >



라. 단면력 비교

㉠ 실하중

< CROWN >

구 분	단면력	단위	사 하 중	활 하 중	토 압	지점침하	온도하중
2차원 단위 STRIP해석	P	ton	36.507	8.601	18.427	0.026	0.606
	M	t·m	15.187	7.608	-19.452	·	1.913
3 차 원 유한요소해석	P	ton	36.476	9.670	17.565	0.047	0.575
	M	t·m	14.159	6.907	-18.298	·	1.928

< 중앙부(θ =45° 부) >

구 분	단면력	단위	사 하 중	활 하 중	토 압	지점침하	온도하중
2차원 단위 STRIP해석	P	ton	66.957	14.860	2.166	0.038	0.398
	M	t·m	21.432	7.717	-22.604	3.134	0.256
3 차 원 유한요소해석	P	ton	62.556	14.073	3.493	0.674	0.401
	M	t·m	18.187	6.660	-21.783	3.353	0.272

< 지 점 부 >

구 분	단면력	단위	사 하 중	활 하 중	토 압	지점침하	온도하중
2차원 단위 STRIP해석	P	ton	94.084	15.515	-5.066	0.443	0.083
	M	t·m	46.746	13.938	-55.392	3.870	3.337
3 차 원 유한요소해석	P	ton	88.856	13.706	-1.988	0.713	0.022
	M	t·m	48.330	13.303	-53.389	3.018	3.317

㉡ 극한하중

• CASE1 · · · · · · 1.3사하중 + 2.15활하중 + 1.7토압

• CASE2 · · · · · · 1.3사하중 + 1.7토압

• CASE3 · · · · · · 1.3사하중 + 1.3활하중 + 1.7토압 + 1.3(지점침하+온도하중)

< 2차원 단위 STRIP해석 >

	CROWN		중 앙 부		지 점 부	
	P	M	P	M	P	M
CASE 1	-97.277	3.032	-122.675	-6.026	-147.054	-3.430
CASE 2	-78.785	-13.325	-90.726	10.565	-113.697	-33.397
CASE 3	-90.788	-5.922	-111.001	4.949	-134.550	-24.646

< 3차원 유한요소해석 >

	CROWN		중앙부 ($\theta \fallingdotseq 45°$부)		지 점 부	
	P	M	P	M	P	M
CASE 1	-98.070	2.150	-117.518	-0.931	-141.601	-0.669
CASE 2	-77.279	-12.700	-87.261	13.388	-112.133	-27.932
CASE 3	-90.659	-6.227	-106.953	-9.443	-136.389	-18.874

㉡ 단면검토결과 (별첨#1 "구조계산서"참조)

구 분	P_u (ton)	M_u (t·m)	$\varnothing P_n$ (ton)	$\varnothing M_n$ (t·m)	비 고
지 점 부	147.054	33.397	1805.700	413.414	· 부재두께 : 160cm · 사용철근량 As = H16@125 = 47.664cm^2
중 앙 부	122.675	10.565	695.056	65.040	· 부재두께 : 60cm · 사용철근량 As = H16@125 = 31.776cm^2
크라운부	97.277	13.325	511.659	77.957	

· 2차원 단위 STRIP해석과 3차원 유한요소해석의 단면력 비교검토 결과 2차원 단위 STRIP해석시의 결과가 3차원 유한요소해석때보다 약간 상회하고 (약 15%내외)

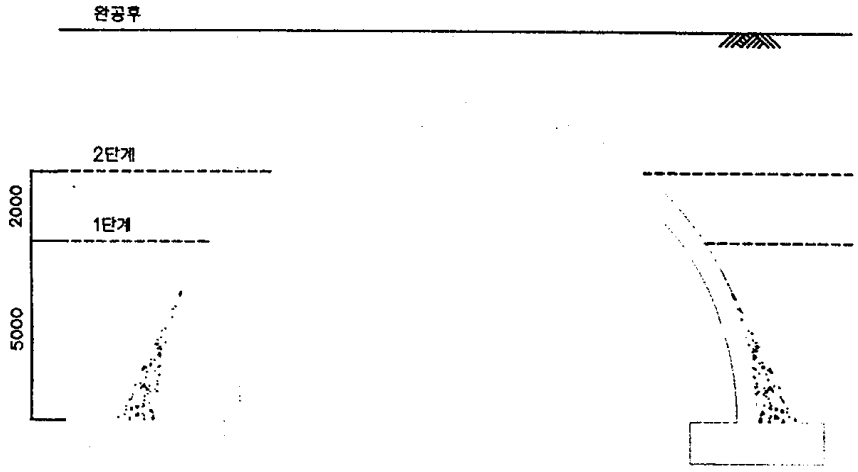
· 단면력 차이가 미소하여 단면결정에 영향을 미치지 않으며

· 안전측 설계유도 및 설계의 효율성 등을 감안하여 2차원 단위 STRIP해석 방법 적용

마. 시공단계별 검토 (별첨#3 "구조계산서"참조)

㉠ 완공후와 시공단계별로 작용단면력이 상이할 수 있으므로 이에대한 검토필요 (구조계는 동일)

㉡ 개요도



㉢ 시공단계별 단면검토결과 단면력이 일시적으로 증가하나 공칭강도에 의한 충분한 안전성이 확보됨.

㉣ 단면력 요약

< 설 하 중 >

하 중	크 라 운 부		중 앙 부		지 점 부	
	P (ton)	M (t·m)	P (ton)	M (t·m)	P (ton)	M (t·m)
사 하 중	-10.288	2.468	-18.694	-2.983	-37.319	9.553
활 하 중	-0.882	-0.732	-2.089	0.423	-3.731	0.260
토 압	-4.788	-6.555	-1.614	8.768	2.623	-25.844
지점침하	±0.026		±0.338	±3.134	±0.443	±3.870
온도하중	±0.606	±1.913	±0.398	±0.256	±0.083	±3.337

< 극한하중 >

	크 라 운 부		중 앙 부		지 점 부	
	P (ton)	M (t·m)	P (ton)	M (t·m)	P (ton)	M (t·m)
CASE 1	-23.410	-9.509	-31.537	11.937	-52.077	-30.957
CASE 2	-21.514	-7.935	-27.046	11.028	-44.056	-31.516
CASE 3	-21.567	-11.374	-30.719	12.477	-49.590	-40.547

바. 피토고 증가시 검토 (피토고 10.0m일 때) (별첨#4 "구조계산서" 참조)

㉠ 피토고 증가에 따른 동일 단면두께 및 철근량 적용여부를 판단하기 위하여 검토필요

㉡ 단면력 요약

< 극한하중 >

	CROWN		중앙부 ($\theta \fallingdotseq 45°$부)		지 점 부	
	P	M	P	M	P	M
CASE 1	-227.809	28.642	-283.656	-39.641	-316.171	49.171
CASE 2	-218.590	21.889	-267.374	-31.972	-298.338	34.896
CASE 3	-224.986	28.459	-278.176	-41.016	-309.804	52.896

㉢ 피토고 증가시 전체적으로 단면력이 증가하나(최대 모멘트 58%증가) 공칭강도에 의한 충분한 안전성 확보되므로 동일 단면두께 및 철근량 사용 가능

사. 구조해석 결과

㉠ 구조해석 방법

· 안전측 설계의 유도 및 설계의 효율성 등을 감안하여 2차원 단위 STRIP해석 방법 적용

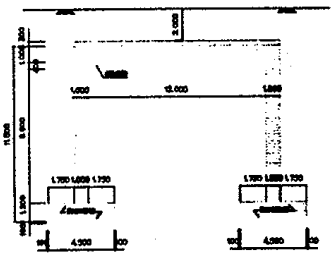
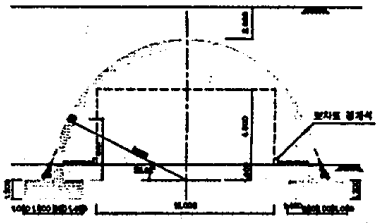
㉡ 시공 단계별 단면검토

· 시공중 단면력이 일시적으로 증가하나 공칭강도에 의한 충분한 안전성이 확보됨

㉢ 피토고 증가시 검토

· 전체적으로 단면력이 증가하나(최대 모멘트 58%증가) 공칭강도에 의한 충분한 안전성이 확보되므로 동일 단면두께 및 철근량 사용 가능

5. R.C라멘과 ARCH형 라멘제원 및 특성비교

구 분	R.C 라멘	ARCH형 라멘
단 면 도		
특성비교	· 휨지배 구조물 · 시공성 양호 · 미관 불량 · 피토고가 높을 때 부재두께 증가 및 구조적으로 불리 (약 4.0m이상 불가) · 계획고가 비교적 높을시 불리 (약 15m이상) · 휨균열 발생확률 높음 · 대부분의 교량에서 옹벽 필요 · 피토고가 없는 경우 접속 슬래브 필요	· 축력지배 구조물 · 높은 피토고일때 유리 · 토피에 관계없이 일정단면 유지 (토피 사하중에 의한 수평력과 토압수평력의 상쇄효과) · 압축 지배구조로 휨균열 방지 · 미관 양호 · 입출구부 성토사면과 동일구배처리로 주위 경관과의 조화우수 · 시거확보 용이 · R.C 라멘과 동일한 건축한계내에서 인도 확보 가능 · 필요지간, 기초심도 등에 의해 단면형상이 결정되므로 표준형상 결정 곤란 · 시공성 불량 · 성토사면 연단까지 구조물연장 필요 · 적용이 다소 제한적임. (지반조건, 성토고) · 구조물 뒷채움 및 접속 슬래브가 불필요
주요물량	· 콘크리트 : 2135 M^3 · 철 근 : 200 TON · 거 푸 집 : 합판 3회 2614M^2 · 동 바 리 : 3494 공/M^3 · 비 계 : 1457 M^2 · 뒷 채 움 : 4242 M^3	· 콘크리트 : 1345 M^3 · 철 근 : 120 TON · 거 푸 집 : - 합판 3회 : 1635 M^2 - 목재원형 : 1169 M^2 · 동 바 리 : 727 공/M^3 · 비 계 : 430 M^2
개략공사비 (4차선기준)	3.77억 (옹벽포함)	2.53억

6. 검토결론

■ 구조검증

- 2차원 단위 STRIP해석과 3차원 유한요소해석의 단면력 비교검토 결과 단면력의 차이가 단면결정에 영향을 미치지 않을 정도로 미소하며
- 2차원 단위 STRIP해석시의 결과치가 3차원 유한요소해석시의 결과치를 상회하므로 (약 15%)
- 안전측 설계유도 및 설계의 효율성 등을 감안하여 2차원 단위 STRIP해석 방법을 설계에 적용 (단, 원호형상과 축방향력 지배구조물 특성상 반토압 적용은 큰 의미를 지니지 않을 것으로 판단되나, 토압은 이론적인 값으로 실제 작용분포에 대해서는 이론치와 다를 수 있으므로 반토압 적용여부에 대한 세부검토가 필요하다.)

■ 통과기능성 측면에서는 R.C라멘교를 병행적용하여도 무방하나

- R.C라멘교의 경우 피토고가 높을시(약 4.0m이상) 적용이 곤란(부재두께의 증가등 별도보완필요)한 단점이 있으나
- ARCH형 라멘교의 경우 최소피토고(포장두께)로부터 피토고 10m까지는 단면두께 및 철근량 증가없이 적용 가능
- 축력 지배구조물로서 휨에 의한 균열을 억제하므로 건설후 구조물 수명이 길고 유지관리상 유리
- ARCH 구조 상부에 토공후 포장하므로 포장의 시공성 및 평탄성 양호
- 구조물 뒷채움 및 접속 스라브를 생략할 수 있어 공사비 저렴

따라서 이관이 우수하며 압축지배 구조로서 구조적으로 유리한 ARCH형 라멘교를 적극설계에 반영코자함.

< 최대단면력 비교표 >

		피토고 2.0M	피토고 10.0M	비 고
지 점 부	P	147.054	316.171	(증) 115 %
	M	33.397	52.896	(증) 58 %
CROWN부	P	97.277	227.809	(증) 134 %
	M	13.325	28.642	(증) 115 %

● 아치형 라멘교 설계 적용 공사비 비교분석

1. 공사비 비교

ㅇ. 기존 : 377 백만원 / 개소

ㅇ. 변경 : 253 백만원 / 개소 (△124 백만원)

2. 향후 절감 예상액

ㅇ. 2004년까지 고속도로 추가 건설계획

. 신 설 : 1,143 KM
. 확 장 : 359 KM

계 1,502 KM 중 신설노선 1,143 KM 적용

ㅇ. 공구수 : 1,143 KM ÷ 10 KM / 공구 = 114개 공구

(공구당 평균 2개소 적용 가능)

ㅇ. 총 절감 예상액

: 124 백만원 × 114개 공구 × 2개소 ≒ 283억원

ㅇ. 년간 절감 예상액

: 283 억원 ÷ 9년 = 31.4 억원

아치형라멘교 설계적용성 검토

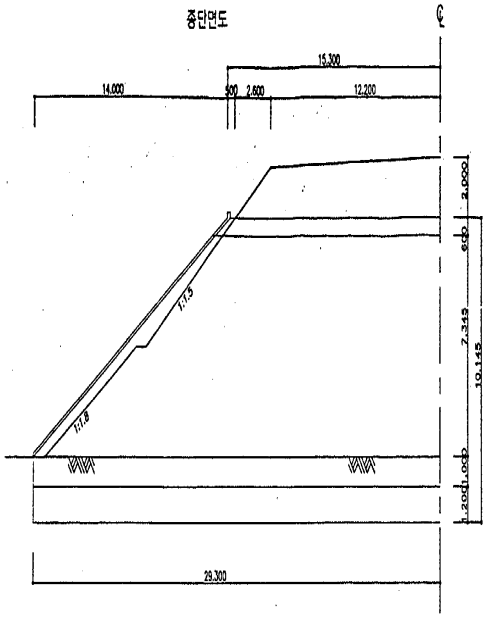
(별 첨)

별첨 #5. 일반도 및 구조도

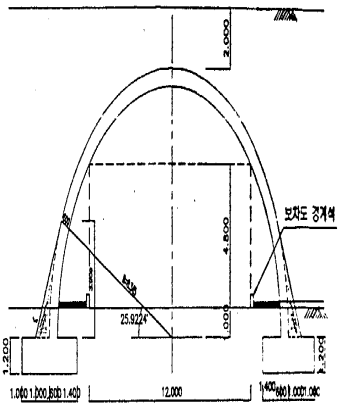
아 치 형 라 멘 교 일 반 도

S = 1:100

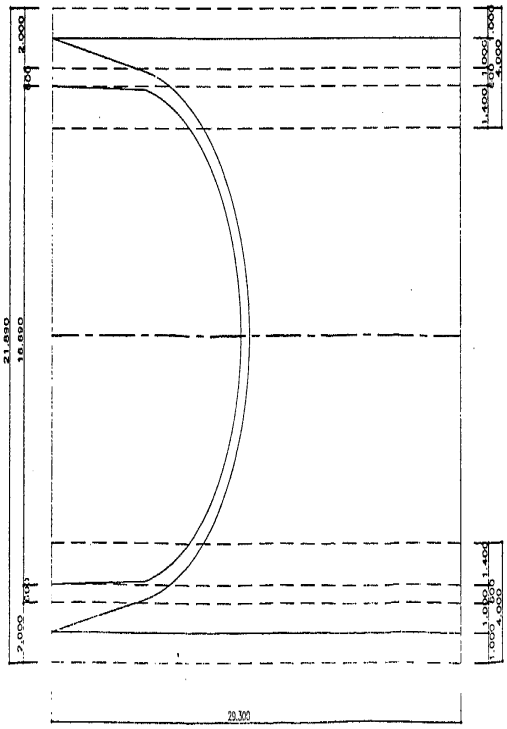
종단면도

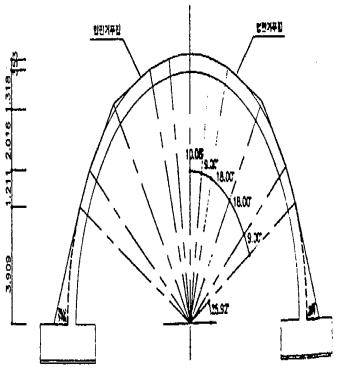


횡 단 면 도



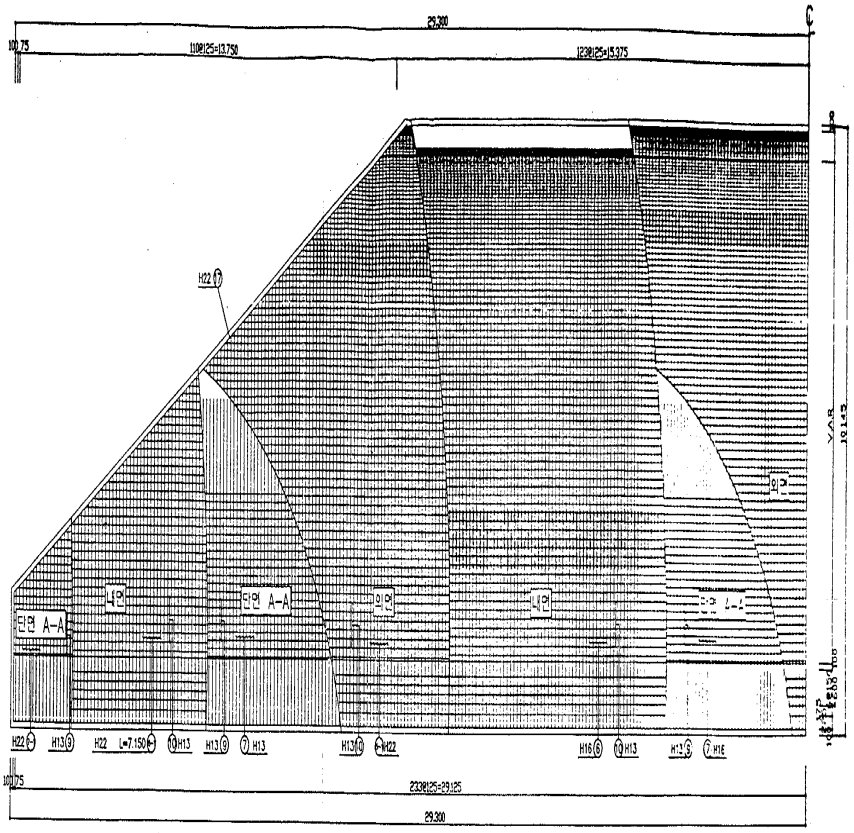
평 면 도

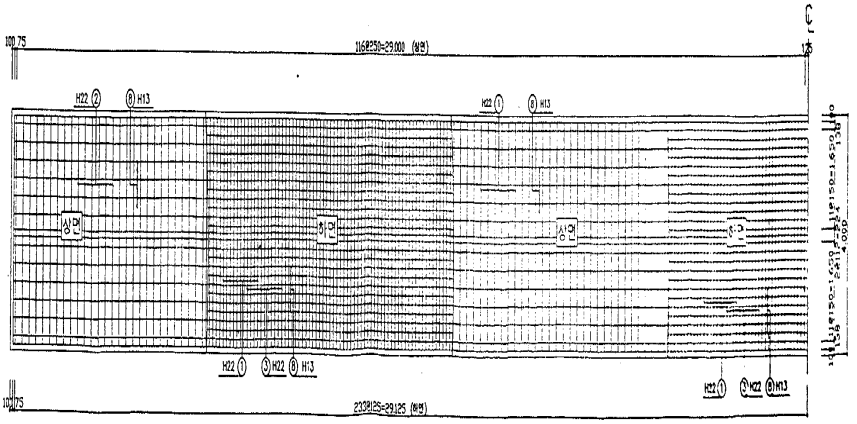




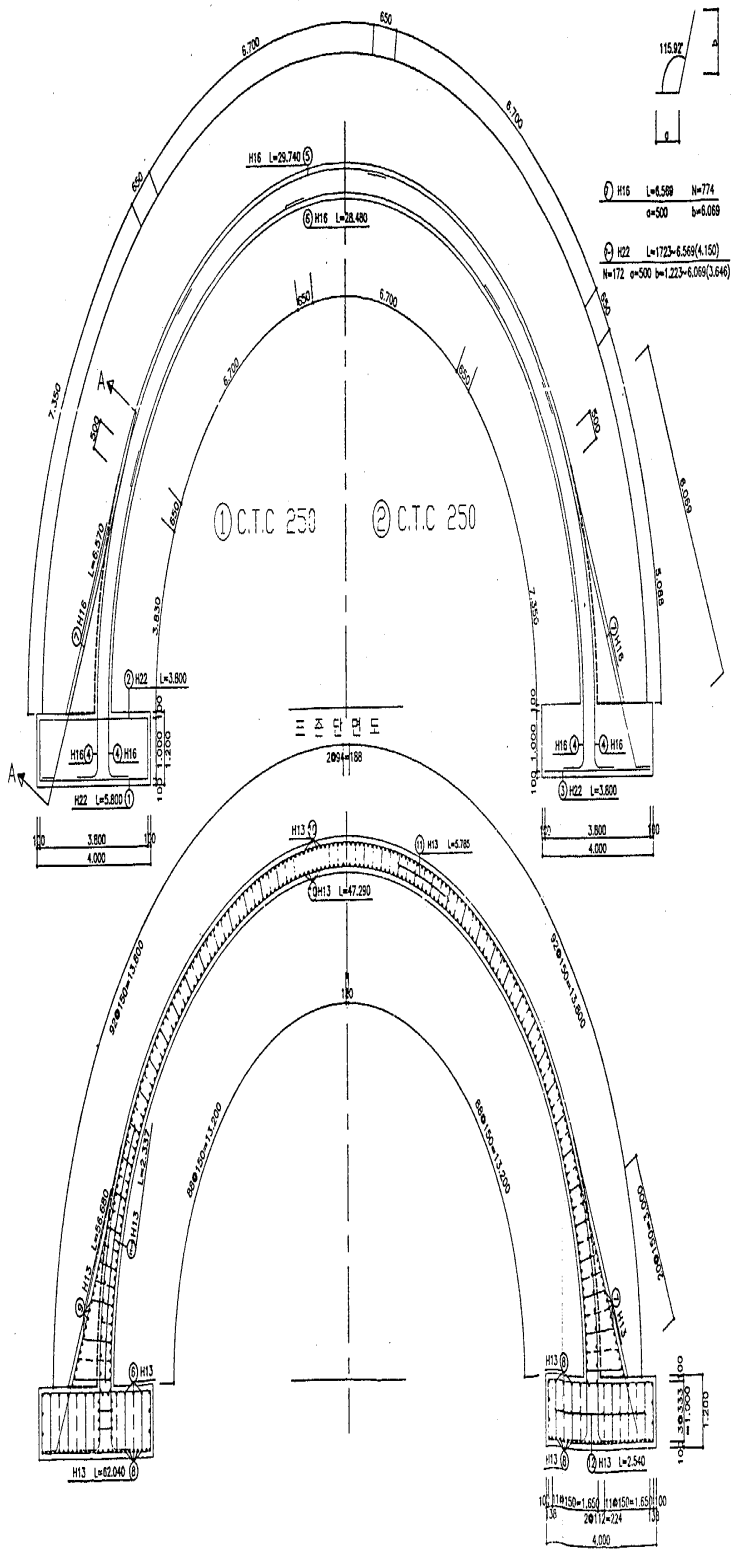
아 치 형 라 멘 교 배 근 도

S = 1:50

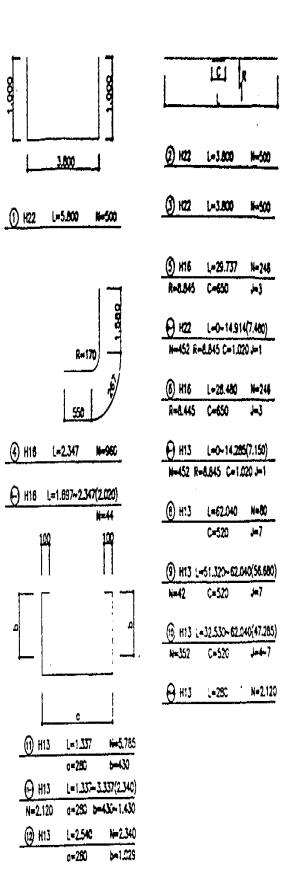




주철근조립도



철근상세도



② H22 L=3.800 N=500

③ H22 L=3.800 N=500

⑤ H16 L=29.737 N=248
R=8.845 C=650 ₩=3

⊖ H22 L=0~14.914(7.480)
N=452 R=8.845 C=1.020 ₩=1

⑥ H16 L=28.480 N=248
R=8.445 C=650 ₩=3

⊖ H13 L=0~14.285(7.150)
N=452 R=8.845 C=1.020 ₩=1

⑧ H13 L=62.040 N=80
C=520 ₩=7

⑨ H13 L=51.320~62.040(56.680)
N=42 C=520 ₩=7

⑩ H13 L=32.533~62.040(47.285)
N=352 C=520 ₩=7

⊖ H13 L=280 N=2.120

철근집계표

번호	재질	길이	수량	총길이	단위중량	총중량	비고
1	H22	5.800	520	2.992.000			2N ASD
2	//	3.800	500	1.900.000			
3	//	3.800	500	1.900.000			
5-1	//	7.480	452	3.371.920			
6-1	//	7.150	452	3.231.800			
7-1	//	4.150	172	713.800			
소 계				14.017.520	3.040	42.613.262	43.892 TON
4	H16	2.350	960	2.256.000			
4-1	//	2.020	44	88.880			
5	//	29.740	248	7.376.040			
6	//	28.480	248	7.063.040			
7	//	6.570	774	5.085.180			
소 계				21.752.180	1.580	33.933.398	34.951 TON
8	H13	62.040	80	4.963.200			
9	//	56.680	42	2.380.560			
10	//	47.290	352	16.646.080			
11	//	1.345	5.785	7.781.830			
11-1	//	2.345	2.120	4.969.400			
11-2	//	280	2.120	593.600			
12	//	2.540	2.340	5.943.600			
소 계				43.278.270	2.595	43.278.270	44.574 TON
총 계				79.047.970		119.825.030	123.417 TON

별첨 #6. 수량산출서 및 공사비내역서

공 종 명	규 격	수 량	단 위	단 가	금 액	비 고
Ⅰ. 토 공		1	식		[illegible]	
터파기		2,069.30	㎥	2,605	[illegible]	※.1
유 용 토		-676.19	㎥	562	-380,015	※.2
되메우기		1,393.17	㎥	2,390	[illegible]	※.3
공 계 토		-4,531.77	㎥	562	[illegible]	※.4
Ⅱ. 구 조 물 공		1	식		[illegible]	
콘크리트 타설	1종	1,345.42	㎥	51,697	[illegible]	※.5
무근콘크리트 타설		46.55	㎥	50,697	[illegible]	※.6
거푸집	합판3회	1,635.44	㎡	16,521	[illegible]	※.7
거푸집	합판4회	23.44	㎡	14,136	[illegible]	※.8
원형 거푸집	목재3회	1,169.26	㎡	34,519	[illegible]	※.9
비계	강관	430.17	㎡	7,341	[illegible]	※.10
동바리	강관	726.78	공㎡	15,104	[illegible]	※.11
철근 가공 조립	복 잡	123.16	ton	651,701	[illegible]	※.12
아스팔트방수		1,399.38	㎡	8,574	[illegible]	※.13
사공이음	기수관, t=5㎝	29.56	m	12,933	[illegible]	※.14
사공이음	스치로폴, t=20㎝	17.74	㎡	12,684	[illegible]	※.15

(주) 도화종합기술공사

공 종 명	규 격	수 량	단 위	단 가	금 액	비 고
사공이음	실런트	29.56	m	4,679	138,133	#.16

산 출 근 거		재 료 비	노 무 비	경 비	합 계	비 고
산근 #. 1 터파기	/㎥	33	2,404	168	2,605	TD035E40E
※ 기 계 (70%) + 인 력 (30%)						
1. 기 계 (백호우 0.7㎥) : 70%						
q1 = 0.7 <㎥>, K = 0.90, f = 1/1.30 = 0.77						
E = 0.65, Cm = 21 <Sec> (135°)						
Q = 3600 * 0.7 * 0.9 * 0.77 * 0.65 / 21 - 54.05 <㎥/Hr>						
경 비 13,016 / 54.05 * 0.7 = 168.5				168.5	168.5	E02010070
노 무 비 15,385 / 54.05 * 0.7 = 199.2			199.2		199.2	E02010070
재 료 비 2,589 / 54.05 * 0.7 = 33.5		33.5			33.5	E02010070
2. 인 력 : 30%						
* 보통인부 인원산출 : (0.20 + 0.27) / 2 = 0.235 <인>						
보통인부 : 0.235 <인> * 29,933 * 0.3 = 2,110.2			2,110.2		2,110.2	L085
작업반장 : 0.235 <인> * 1/37.5 * 50,127 * 0.3 = 94.2			94.2		94.2	L051
계 :		33.5	2,403.6	168.5	2,605.6	
TOTAL COST :		33	2,404	168	2,605	

(주) 도화종합기술공사

산 출 근 거	재 료 비	노 무 비	경 비	합 계	비 고
산근 H. 2 유용토 /㎥	78	257	197	562	ROTASE01
1. 포 설 (그레이다 3.6 ㎥)					
L = 2.9 <m>, H = 0.3 <m>, D = 50 <m>, E = 0.6					
f = 1.0, N = 4 <회>, t = 0.5 <min>					
V1 = 6.0 <km/Hr>, V2 = 6.5 <km/Hr>					
Cm = 0.06 + (50/6 + 50/6.5) + (2 + 0.5) = 1.96 <min>					
Q = (60 + 2.9 + 50 + 0.3 + 0.6 + 1) / (1.96 + 4) = 199.74 <㎥/Hr>					
경 비 : 11,383 / 199.74 = 56.9			56.9	56.9	E0502003b
노 무 비 : 15,385 / 199.74 = 77.0		77.0		77.0	E0502003b
재 료 비 : 5,042 / 199.74 = 25.2	25.2			25.2	E0502003b
소 계 :	25.2	77.0	56.9	159.1	
2. 살 수 (물탱크 5500 ℓ)					
1) 살수량 산정					
O.M.C (최적함수비) : 13 %					
N.M.C (자연함수비) : 8 %					
소요함수비 : 5 %					
W (O.M.C) = Ww / Ws + 100					
Ww = 1600<kg> - Ws					
W = (1600 - Ws) / Ws + 100					
(100 + W) + Ws = 160000					
Ws = 160000 / 113 = 1,415.93 <kg>					
Qw = 1,415.93 + (13 - 8) / 100 = 70.80 <kg/㎥>					
2) 살수비 산출					
L = 1.0 <km>, V = 15 <km/Hr>					

(주) 도화종합기술공사

산 출 근 거	재 료 비	노 무 비	경 비	합 계	비 고
E = 0.9, q = 5500 <ℓ>					
t1 (흡입준비) = 5 <min>, t3 (흡입시간) = 10 <min>					
t2 (운반시간) = (1 / 15) * 60 * 2 = 8.00 <min>					
t4 (살수시간) = 20 <min>, t5 (살수대기) = 5 <min>					
Cm = 5 + 8 + 10 + 20 + 5 = 45.00 <min>					
to = 45 - 10 = 35.00 <min>					
Q1 = 60 * 5,500 * 0.9 / 45 = 6,157.50 <ℓ/Hr>					
Q = Q1 / 70.8 = 87.39 <㎥/Hr>					
경 비 : 2,626 / 87.39 = 30.0			30.0	30.0	E72040055
노 무 비 : 8,573 / 87.39 = 98.1		98.1		98.1	E72040055
재 료 비 : 2,676 / 87.39 * to / Cm = 24.2	24.2			24.2	E72040055
소 계 :	24.2	98.1	30.0	152.3	
3. 다 짐					
1) 진동로울러 (자주식 10 ton)					
N = 6 <회>, V = 4 <km/Hr>, W = 1.9 <m>					
E = 0.6, D = 0.3 <m>, f = 1.0					
Q = 1000 * 4 * 1.9 * 0.6 * 0.3 * 1 / 6 = 228.00 <㎥/Hr>					
경 비 : 15,825 / 228 = 69.4			69.4	69.4	E1306b0100
노 무 비 : 12,055 / 228 = 52.8		52.8		52.8	E1306b0100
재 료 비 : 3,346 / 228 = 14.6	14.6			14.6	E1306b0100
2) 타이어로울러 (자주식 8 - 15ton)					
N = 4 <회>, V = 2.5 <km/Hr>, W = 1.8 <m>					
E = 0.6, D = 0.3 <m>, f = 1					
Q = 1000 * 2.5 * 1.8 * 0.6 * 0.3 * 1 / 4 = 202.50 <㎥/Hr>					

산 출 근 거	재 료 비	노 무 비	경 비	합 계	비 고
경 비 : 8,339 / 202.5 = 41.1			41.1	41.1	E140b0015
노 무 비 : 12,055 / 202.5 = 59.5		59.5		59.5	E140b0015
재 료 비 : 2,769 / 202.5 = 13.6	13.6			13.6	E140b0015
소 계 :	25.2	112.3	110.5	251.0	
계 :	77.6	257.4	197.4	562.4	
TOTAL COST :	78	257	197	562	

(주) 도화종합기술공사

산 출 근 거	재 료 비	노 무 비	경 비	합 계	비 고
산근 8. 3 되메우기 /㎥	0?	2,515	153	2,790	7D04A5E01
※ 기계 (70%) + 인력 (30%)					
1. 되메우기					
1) 인 력 : 30%					
보통인부 : 0.1 <인> * 29,933 * 0.3 = 897.9		897.9		897.9	L055
2) 기 계 (백호 0.7㎥) : 70%					
q1 = 0.7 <㎥>, K = 0.9, f = 1.0					
E = 0.65, Cm = 19 <sec>					
Q = 3600 * 0.7 * 0.9 * 1 * 0.65 / 19 = 77.59 <㎥/Hr>					
경 비 : 13,016 / 77.59 * 0.7 = 117.4			117.4	117.4	E020100?0
노 무 비 : 15,385 / 77.59 * 0.7 = 138.8		138.8		138.8	E020100?0
재 료 비 : 2,589 / 77.59 * 0.7 = 23.3	23.3			23.3	E020100?0
소 계 :	23.3	1,036.7	117.4	1,177.4	
2. 다 짐 (램머 80kg)					
A = 0.28 * 0.33 = 0.0924 <㎡>, f = 1.0					
N = 36000 <회/Hr>, E = 0.5, H = 0.20, P = 57 <회>					
Q = 0.0924 * 36,000 * 0.2 * 1 * 0.5 / 57 = 5.84 <㎥/Hr>					
경 비 : 386 / 5.84 = 66.0			66.0	66.0	E163?0050
노 무 비 : 8,634 / 5.84 = 1,478.4		1,478.4		1,478.4	E163?0050
재 료 비 : 400 / 5.84 = 68.4	68.4			68.4	E163?0050
소 계 :	68.4	1,478.4	66.0	1,612.8	
계 :	91.7	2,515.1	183.4	2,790.2	
TOTAL COST :	0?	2,515	153	2,790	

(주) 도화종합기술공사

산 출 근 거	재 료 비	노 무 비	경 비	합 계	비 고
산근 4. 4 공계토 /㎥	78	257	197	562	R07ASE02
1. 포설 (그레이다 3.6 ㎡)					
L = 2.9 <m>, H = 0.3 <m>, D = 50 <m>, E = 0.6					
f = 1.0, N = 4 <회>, t = 0.5 <min>					
V1 = 6.0 <km/Hr>, V2 = 6.5 <km/Hr>					
Cm = 0.06 + (50/6 + 50/6.5) + (2 + 0.5) = 1.96 <min>					
Q = (60 + 2.9 + 50 + 0.3 + 0.6 + 1) / (1.96 + 4) = 199.74 <㎥/Hr>					
경 비 : 11,383 / 199.74 = 56.9			56.9	56.9	E0502003b
노 무 비 : 15,385 / 199.74 = 77.0		77.0		77.0	E0502003b
재 료 비 : 5,042 / 199.74 = 25.2	25.2			25.2	E0502003b
소 계 :	25.2	77.0	56.9	159.1	
2. 살수 (물탱크 5500ℓ)					
1) 살수량 산정					
O.M.C (최적함수비) : 13 %					
N.M.C (자연함수비) : 8 %					
소요함수비 : 5 %					
W (O.M.C) = Ww / Ws * 100					
Ww = 1600<kg> - Ws					
W = (1600 - Ws) / Ws * 100					
(100 + W) * Ws = 160000					
Ws = 160000 / 113 = 1,415.93 <kg>					
Qw = 1,415.93 * (13 - 8) / 100 = 70.80 <kg/㎥>					
2) 살수비 산출					
L = 1.0 <m>, V = 15 <km/Hr>					

(주) 도화종합기술공사

산 출 근 거	재 료 비	노 무 비	경 비	합 계	비 고
E = 0.9, q = 5500 </>					
t1 (흡입준비) = 5 <min>, t3 (흡입시간) = 10 <min>					
t2 (운반시간) = (1 / 15) * 60 * 2 = 8.00 <min>					
t4 (살수시간) = 20 <min>, t5 (살수대기) = 5 <min>					
Cm = 5 + 8 + 10 + 20 + 5 = 48.00 <min>					
to = 45 - 10 = 35.00 <min>					
Q1 = 60 * 5,500 * 0.9 / 48 = 6,187.50 </Hr>					
Q = Q1 / 70.8 = 87.39 <㎥/Hr>					
경 비 : 2,626 / 87.39 = 30.0			30.0	30.0	E72040055
노 무 비 : 8,573 / 87.39 = 98.1		98.1		98.1	E72040055
재 료 비 : 2,676 / 87.39 * to / Cm = 24.2	24.2			24.2	E72040055
소 계 :	24.2	98.1	30.0	152.3	
3. 다 짐					
1) 진동로울러 (자주식 10 ton)					
N = 6 <회>, V = 4 <km/Hr>, W = 1.9 <m>					
E = 0.6, D = 0.3 <m>, f = 1.0					
Q = 1000 * 4 * 1.9 * 0.6 * 0.3 * 1 / 6 = 228.00 <㎥/Hr>					
경 비 : 15,825 / 228 = 69.4			69.4	69.4	E13060100
노 무 비 : 12,055 / 228 = 52.8		52.8		52.8	E13060100
재 료 비 : 3,346 / 228 = 14.6	14.6			14.6	E13060100
2) 타이어로울러 (자주식 8 - 15ton)					
N = 4 <회>, V = 2.5 <km/Hr>, W = 1.8 <m>					
E = 0.6, D = 0.3 <m>, f = 1					
Q = 1000 * 2.5 * 1.5 * 0.6 * 0.3 * 1 / 4 = 202.50 <㎥/Hr>					

산 출 근 거	재 료 비	노 무 비	경 비	합 계	비 고
경 비 : 8,339 / 202.5 = 41.1			41.1	41.1	E140o0015
노 무 비 : 12,055 / 202.5 = 59.5		59.5		59.5	E140o0015
재 료 비 : 2,769 / 202.5 = 13.6	13.6			13.6	E140o0015
소 계 :	28.2	112.3	110.5	251.0	
계 :	77.6	357.4	197.4	562.4	
TOTAL COST :	78	357	197	562	

(주) 도화종합기술공사

산 출 근 거	재 료 비	노 무 비	경 비	합 계	비 고
산근 #. 5 콘크리트 타설 1종 /㎥	42,965	5,911	2,821	51,697	SB113E01
1. 레 미 콘 : 1 <㎥> * 42,654 = 42,654.0	42,654.0			42,654.0	MP7371
2. 타설 인부 (철근, Boom타설)					
콘크리트공 : 0.07 <인> * 57,135 = 3,999.4		3,999.4		3,999.4	L025
보 통 인 부 : 0.05 <인> * 29,933 = 1,496.6		1,496.6		1,496.6	L055
3. 펌 프 카 (50㎥/Hr)					
- SLUMP : 8 ~ 12 cm					
- 1일타설량 : 100㎥ 이상					
- 작업 능력 : Q = 24.0 <㎥/Hr>					
경 비 : 66,745 / 24 = 2,781.0			2,781.0	2,781.0	E45040050
노 무 비 : 9,967 / 24 = 415.2		415.2		415.2	E45040050
재 료 비 : 4,935 / 24 = 205.6	205.6			205.6	E45040050
4. 다짐 기계 경비					
* 콘크리트 믹서 (0.45㎥) 기준					
Qa = 60 / 4 * 0.45 * 0.8 = 5.40 <㎥/Hr>					
1) 콘크리트 진동기 (3.5Hp)					
경 비 : 132 / 5.4 <㎥/Hr> = 24.4			24.4	24.4	E46110350
재 료 비 : 572 / 5.4 = 105.9	105.9			105.9	E46110350
2) 바이브레타 (봉상후력사블)					
경 비 : 35 / 5.4 = 6.4			6.4	6.4	E55020091
3) 에어호스 (3/4")					
경 비 : 45 / 5.4 = 8.3			8.3	8.3	E55010091
계 :	42,965.5	5,911.2	2,820.6	51,697.3	

(주) 도화종합기술공사

산 출 근 거	재 료 비	노 무 비	경 비	합 계	비 고
TOTAL COST :	42,065	5,911	2,521	51,097	

(주) 도화종합기술공사

산 출 근 거	재 료 비	노 무 비	경 비	합 계	비 고
산근 t. 6 무근콘크리트 타설 /㎡	34,045	16,652		50,697	S3113E01
1. 레 미 콘 : 1 <㎥> * 34,045 = 34,045.0	34,045.0			34,045.0	KP7372
2. 콘크리트 타설비					
콘크리트공 : 0.15 <인> * 37,135 = 5,570.2		5,570.2		5,570.2	L025
보통 인부 : 0.27 <인> * 29,933 = 8,081.9		8,081.9		8,081.9	L055
계 :	34,045.0	16,652.1		50,697.1	
TOTAL COST :	34,045	16,652		50,697	

(주) 도화종합기술공사

산 출 근 거	재 료 비	노 무 비	경 비	합 계	비 고
산근 #. 7 거푸집 합판3회 /㎡	5,124	11,397		16,521	SB1205307
※ 산근 # 17 참조					
1. 노 무 비 (1회의 47.1%)					
24,195 * 0.471 = 11,397.2		11,397.2		11,397.2	#. 17
2. 재 료 비 (1회의 46.1%)					
11,115 * 0.461 = 5,124.0	5,124.0			5,124.0	#. 17
계 :	5,124.0	11,397.2		16,521.2	
TOTAL COST :	5,124	11,397		16,521	

(주) 도화종합기술공사

산 출 근 거		재 료 비	노 무 비	경 비	합 계	비 고
산근 #. 8 거푸집 합판4회	/㎡	4,457	9,679		14,136	S31ESE407
※ 산근 # 17 참조						
1. 노 무 비 (1회의 40%)						
24,198 * 0.4	= 9,679.2		9,679.2		9,679.2	#. 17
2. 재 료 비 (1회의 40.1%)						
11,115 * 0.401	= 4,457.1	4,457.1			4,457.1	#. 17
계 :		4,457.1	9,679.2		14,136.3	
TOTAL COST :		4,457	9,679		14,136	

(주) 도화종합기술공사

산 출 근 거		재 료 비	노 무 비	경 비	합 계	비 고
산근 #. 9 원형 거푸집 목재4회	/㎡	8,601	26,215		34,819	5913SE307
※ 산근 # 15 참조						
1. 노 무 비 (1회의 51.5%)						
50.909 * 0.515 = 26,215.1			26,215.1		26,215.1	#. 15
2. 재 료 비 (1회의 42%)						
20.450 * 0.42 = 8,601.6		8,601.6			8,601.6	#. 15
계 :		8,601.6	26,218.1		34,819.7	
TOTAL COST :		8,601	26,215		34,819	

(주) 도화종합기술공사

산 출 근 거		재 료 비	노 무 비	경 비	합 계	비 고
산근 #. 10 비계 강관	/㎡	488	6,527	326	7,341	S916A5E03
※ 공사 기간 : 3개월						
1. 강 관 (48.6㎜ x 2.4㎜)						
3.99 <m> * 0.06 * 1,200 = 287.2		287.2			287.2	MA7000102
2. 이음 철물 (48.6㎜)						
0.5 <개> * 0.12 * 370 = 22.2		22.2			22.2	MA7000104
3. 조임 철물 (48㎜)						
2.08 <개> * 0.12 * 650 = 162.2		162.2			162.2	MA7000206
4. 받침 철물 (48㎜)						
0.04 <개> * 0.09 * 700 = 2.5		2.5			2.5	MA7000208
5. 철 물 (연귀용)						
0.04 <개> * 360 = 14.4		14.4			14.4	MA7000210
6. 비 계 공						
0.1 <인> * 65,265 = 6,526.5			6,526.5		6,526.5	L015
7. 기구 손료 (노무비의 5%)						
6,526.5 * 0.05 = 326.3				326.3	326.3	
계 :		488.5	6,526.5	326.3	7,341.3	
TOTAL COST :		488	6,527	326	7,341	

(주) 도화종합기술공사

산 출 근 거	재 료 비	노 무 비	경 비	합 계	비 고
산근 #. 11 동바리 강관 /공m²	362	14,742		15,104	T01138551
1. 강관 동바리 (내관φ48.6×2.4, 외관φ60.5×2.3)					
+ 손 율 (3개월) : 6%					
7,200 + 0.50 <본> + 0.06 = 345.6	345.6			345.6	M47002370
2. 인 건 비					
형틀목공 : 61,835 + 0.19 <인> = 11,745.6		11,745.6		11,745.6	L004
보통인부 : 29,933 + 0.10 <인> = 2,993.3		2,993.3		2,993.3	L055
3. 잡재료비 (재료비의 5%)					
345.6 + 0.05 = 17.2	17.2			17.2	
계 :	362.8	14,741.9		15,104.7	
TOTAL COST :	362	14,742		15,104	

(주) 도화종합기술공사

7-22 현장타설 콘크리트 검토

방 침
설 계 이 16210-185 ('96. 6. 29)

1. 검토목적

교량기초공법중 현장타설 콘크리트 말뚝의 시공방법중 회생강관 이용방법과 올케이싱 방법의 적용기준과 각 시공방법에 따른 콘크리트 타설시 발생하는 손실에 대한 할증기준을 정립하여 체계적이고 합리적인 설계를 도모코자 함.

2. 현장타설콘크리트 말뚝의 개요 및 설계적용현황

가.현장타설 콘크리트 말뚝 개요

○ 베노토공법(올케이싱)

- 케이싱을 압입하면서 햄머그래이브에 의해 내부굴착후 콘크리트 타설과 케이싱 인발로 콘크리트 말뚝을 형성

- 공벽유지 : 케이싱

○ 리버스 공법(RCD)

- 스탠드 파이프(케이싱)를 지하수위 보다 2m이상 유지하도록 압입하고 드릴빗트 회전으로 깍아진 흙을 드릴파이프를 통해 물과함께 배토, 굴착하고 콘크리트타설하여 말뚝을 형성

- 공벽유지 : 진흙막(머드휠름)

○ 어스드릴

- 스탠드 파이프를 지하수위보다 2m이상 유지하도록 압입하고 어스오가 바켓을 회전 굴착토를 버켓으로 배토하면서 굴착, 콘크리트를 타설하여 말뚝을 형성

- 공벽유지 : 벤토나이트

나. 현설계 적용현황

구 분		적 용 현 황	비 고
시공방법	올케이싱,나공부	육상부	
	회 생 강 관	ㅇ육상부 : 연약지반 ㅇ수중부 : 거푸집개념	
콘크리트 할 증	올 케 이 싱 (베 노 토)	1 - 5 %	
	회 생 강 관	0 - 5 %	
	나 공 부 (RCD,어스드릴)	11 %	

다. 콘크리트 할증 자료

표준품셈		표준적산 실무 품셈			지반공학회	
철근구조물	RCD	올케이싱	나공부		ALL CASING	NO CASING
1	14	5	800 mm	17	10	20
			800 - 1,000	15		
			1,000 - 1,300	13		
			1,300 - 1,500	11		
			1,500 - 1,800	8		
			1,800 - 2,000	7		

3. 문 제 점

ㅇ 현장타설 콘크리트 말뚝의 시공방법에 대한 적용기준이 없고

ㅇ 각 시공공법 적용시 콘크리트 타설시 발생하는 손실에 대하여 할증기준 설정없이 상이하게 설계에 적용되고 있으며, 품에 대한 자료에도 추천치가 서로 상이함.

4. 개선방안

<table>
<tr><th colspan="2">구 분</th><th colspan="2">적 용 기 준</th><th>비 고</th></tr>
<tr><td rowspan="2">시공방법
기 준</td><td>올케이싱</td><td colspan="2">○ 육상부(수중부에서 축도에 의한 경우 포함)</td><td></td></tr>
<tr><td>회생강관</td><td colspan="2">○ 육상부 :
- 압밀침하로 인한 부 주면 마찰력을 줄이기 위한 경우
- 연약한 지반에서 케이싱 인발시 측방변형으로 말뚝의 지름이 축소될 가능성이 큰 경우
- 말뚝의 주면 마찰력이 인발력 보다 큰 경우
○ 수중부
- 현장여건상 축도에 의한 육상 작업이 불가능한 경우
- 조수에 의한 파압이 큰 경우 거푸집 개념
- 해상구간에서 심각한 염해 등으로 콘크리트의 품질관리가 곤란한 경우</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="7">콘크리트
할증기준</td><td>올케이싱</td><td colspan="2">5 %</td><td rowspan="7">할증수량에 말뚝머리 처리부분 포 함</td></tr>
<tr><td rowspan="5">나공부</td><td>800 mm</td><td>17 %</td></tr>
<tr><td>800 - 1,000 mm</td><td>15 %</td></tr>
<tr><td>1,000 - 1,200 mm</td><td>13 %</td></tr>
<tr><td>1,200 - 1,500 mm</td><td>11 %</td></tr>
<tr><td>1,500 - 1,800 mm</td><td>8 %</td></tr>
<tr><td>1,800 - 2,000 mm</td><td>7 %</td></tr>
<tr><td>회생강관</td><td colspan="2">1 %</td></tr>
</table>

5. 검토의견

○ 현장타설 콘크리트 말뚝중 회생강관은 하상 및 해상에서 현장여건상 축도에의한 육상작업이 불가능한 경우 거푸집개념으로 사용하는 것을 원칙으로 하며, 육상부(축도에 의한 경우 포함)에서 펠층등 케이싱 인발시 공벽유지가 어렵고, 마찰력이커서 케이싱인발이 불가능한 경우와 해상부에서 심각한 염해등으로 콘크리트의 품질관리가 곤란한경우에 적용토록 하고

○ 말뚝 콘크리트 타설시 손실에 의하여 발생하는 콘크리트의 할증수량은 회생강관의 경우 현장타설 말뚝이 철근구조물임을 감안하여 1 %를, 올케이싱과 나공부의 경우는 표준 적산 실무자료 할증기준을 적용하여 각각 5 %와 말뚝의 직경에 따라 세분하여 7 - 17 %로 적용토록 하는 것이 타당하다고 사료됨.

7-23 수용성 무기징크도료 도장 적용단가 변경

방 침
설 계 이 16210-10052 ('96. 7. 24)

수용성 무기징크도료 도장 적용단가 변경

1. 검토 목적

o 『강구조물의 방청도장공사 시방』 기준 변경에 따른 수용성 무기징크도료 도장의 단가변경

o 강구조물의 부식방지용으로 도장하고 있는 수용성무기징크도료 도장의 품질 확보 (근거 도연기 17113-280, '96. 4. 24)

2. 도장 사양

가. 현행사양

도장구분	도장장소	도료TYPE	도장회수	도막두께(㎛)	비 고
내 부	공 장	전처리프라이마	1	15	
	공 장	무기징크도료	1	85	
외 부	공 장	전처리 프라이마	1	15	
	공 장	무기징크도료	1	85	
연결판	공 장	전처리 프라이마	1	15	
	현 장	무기징크도료	1	85	
외부포장면	공 장	전처리 프라이마	1	15	
	공 장	무기징크도료	1	50	
볼트,너트	공 장	전처리 프라이마	1	15	
	현 장	무기징크도료	1	85	

※ 도막두께 : 전처리 프라이마를 포함한 두께임

나. 변경사양

1) 변경기준

가) 도막두께 변경 : 85㎛ → 100㎛ (증 15㎛)

나) 도장회수 변경 : 1회 → 2회

다) 볼트,너트 전처리 : 전처리프라이마 → 아연말화성피막처리

라) 도료의 손실율 : 30~40% → 도막두께에 따라 보정

2) 변경내용

도장구분	도장장소	도료TYPE	도장회수	도막두께(㎛)	비 고
내 부	공 장	전처리 프라이마	1	15	
	공 장	무기징크도료	2	100	
외 부	공 장	전처리 프라이마	1	15	
	공장/현장	무기징크도료	2	100	
연결판	공 장	전처리 프라이마	1	15	
	현 장	무기징크도료	2	100	
외부포장면	공 장	전처리 프라이마	1	15	
	공 장	무기징크도료	1	65	
볼트,너트	공 장	아연말 화성피막	1	6	
	현 장	무기징크도료	2	100	

※ 도막두께 : 전처리 프라이마를 제외한 두께임

※ 볼트,너트의 전처리 : 초음파 세정에의한 아연말 화성피막으로 처리함

다. 설계 적용기준

o 설계 및 시공 중인 교량 : 변경단가 적용

3. 설계 적용단가

도장구분	도장장소	단위	도장비 (원)		증감율(%)
			현 행	변 경	
내부 도장	공 장	m2	10,488	13,215	26.0
외부 도장	공 장	m2	10,488	10,732	-
	현 장	m2	-	2,577	-
	계	m2	10,488	13,309	26.9
외부포장면 도장	공 장	m2	9,318	11,099	19.1
내.외부 볼트전처리	공 장	ton	5,243/m2	430,000	견적처리
연결판 전처리	공 장	m2	6,359	6,712	5.5
연결판 및 볼트도장	현 장	m2	9,371	11,019	17.6

4. 검토 결론

o 『강구조물의 방청도장공사 시방』에 명시한 도막두께 상향조정에 맞도록 도장회수 및 도료사용량, 변경 단가를 적용함으로써 도장공사의 효율적 품질관리에 기어코자 함.

5. 참고 자료 : 도장품 및 적산기준 산출근거

가. 적용자료

① 기계공사 적산자료 ('94 성안당, 申敬鎬 編著) : 도장편

명 칭	단위	평 면	철 골
일당 작업량	m3	80	40
일당 작업인원	인	6 모래건조,공급 3인 샌 딩 : 2인 조 장 : 1인	6 모래건조,공급 3인 샌 딩 : 2인 조 장 : 1인
콤푸레샤 210 c.f.m이상	일	1	1
에어호스 20×100 m		30일 사용	30일 사용
BLAST 손율 건조기 방진복 방진모	hr	3,875×10**-7	3,875×10**-7
모래(규사)	m3/m2	0.013~0.038	(0.013~0.038)×2

② 기계설비공사 품셈

1-4-2. 바탕만들기

구 분	모래 소요량(m3)		공 량 (인)	
	규 격	수 량	모래분사공	보통인부
SAND BLAST	규사함유량 80%	0.0508	0.0329	0.036

1-4-4. 조합페인트 칠

구 분	도 장 공 (인)			비 고
	1 회	2 회	3 회	
철 재 면	0.023	0.046	0.065	

◎ 일일작업량, 콤프레샤, BLAST손율은 기계공사 적산자료를 인용하고 모래소요량과 인부 품은 기계설비공사품셈을 적용함.

나. 적용기준

1) 표면처리비

○ 일일작업량 : (80 + 40) ÷ 2 = 60 (M2/일)

○ Q = 60 (M2/일) ÷ (8 HR/일) = 7.5 (M2/HR)

◎ 소요인부

모래분사공 : 0.0329 인/M2

보통인부 : 0.036 인/M2

◎ 소요자재

강재 표면처리용 모래 사용 (규사함유량 80%)

소요량 : 0.0508 m3/m2

◎ 소요장비 : AIR COMPRESSOR (250 C.F.M) 사용

2) 도 장 비

◎ 도장방법 : AIR SPRAY 도장

○ 현행 표준품셈에 적용 항목이 없으므로 조합페인트 철재면 적용

◎ 전처리 프라이마 도장 : 조합페인트칠 철재면 1회 품의 50% 적용

○ 도장공 : 0.023 인/M2 * 0.5 = 0.0115 인/M2

◎ 수요성 무기징크도료 도장 : 조합페인트칠 철재면 1회, 2회 품 적용

○ 도장공 1회 : 0.023 인/M2

○ 도장공 2회 : 0.046 인/M2

3) 도료소요량 산출공식

$$\text{도료소요량 } (\ell/m^2) = \frac{\text{D.F.T } (\mu m)}{\text{SV} \times 10 \times (1 - \text{LOSS})}$$

○ SV : 해당 도료의 고형분 용적비 (%)

° 수용성 고비율 전처리 프라이마 = 57

° 수용성 고비율 징크 실리케이트 = 68

○ D.F.T : 건조 도막두께 (μm)

○ LOSS : 도료 손실율 (%)

※ 도료의 손실율 계산표

구 분		내 용	손 실 량
1.건조도막 두께	가. 표면조도에 의한 도료손실	가) 철표면조도 0~50μm	D.F.T 10μm Loss
		나) 철표면조도 50~100μm	D.F.T 35μm Loss
	나. 시공상 손실	가) 브러쉬,로울러 도장	
		- 단순구조물	5%
		- 복잡구조물	10~15%
		나) 스프레이 도장	
		- 단순구조물	20%
		- 복잡구조물 1회 코팅	60%
		2회 코팅	40%
		3회 코팅	30%
2. 환경상 손실		가) 밀폐된 공간	5%
		나) 바람이 없는 외부	5~10%
		다) 바람이 부는 외부	20% 이상
3. 도료성질상 손실		가) 일액형 도료	5%
		나) 이액형 도료	5~10%

※ 도료 손실율 및 사용량 계산표

도장구분	도장장소	도장회수	도막두께(㎛)	손실율(%)	도료사용량(ℓ/㎡)
내 부	공 장	1	15	60	0.065
	공 장	2	60 + 40	55, 36	0.287
외 부	공 장	1	15	60	0.065
	공장/현장	2	60 + 40	55, 38	0.200
연결판	공 장	1	15	60	0.065
	현 장	2	60 + 40	56, 38	0.294
외부포장면	공 장	1	15	60	0.065
	공 장	1	65	58	0.227
볼트,너트	공 장	1	6	-	-
	현 장	2	60 + 40	56, 38	0.287

구 분		공장도장 1회 15㎛	공장도장 1회 65㎛
1. 건조도막	표면조도	10 ㎛	35 ㎛
	시공손실	15㎛ × 0.6 = 9㎛	65㎛ × 0.6 = 39㎛
2. 환경손실		34㎛ × 0.05 = 1.7㎛	139㎛ × 0.05 = 6.95㎛
3. 도료성질		35.7㎛ × 0.075 = 2.67㎛	145.95㎛ × 0.075 = 10.94㎛
계		38.37㎛	156.89㎛
Load-Factor		$\frac{38.37 - 15}{38.37} = 0.6090$ 적용 : **60** %	$\frac{156.89 - 65}{156.89} = 0.5856$ 적용 : **58** %
도료사용량 (ℓ/㎡)		$\frac{15}{57 \times 10 \times (1-0.60)} = 0.065$	$\frac{65}{68 \times 10 \times (1-0.58)} = 0.227$

구 분		공장도장 2회 60㎛	공장도장 2회 40㎛
1. 건조도막	표면조도	35 ㎛	0 ㎛
	시공손실	60㎛ × 0.4 = 24㎛	40㎛ × 0.4 = 16㎛
2. 환경손실		119㎛ × 0.05 = 5.95㎛	56㎛ × 0.05 = 2.8㎛
3. 도료성질		124.95㎛ × 0.075 = 9.37㎛	58.8㎛ × 0.075 = 4.41㎛
계		134.32㎛	63.21㎛
Load-Factor		$\frac{134.32 - 60}{134.32} = 0.5533$ **적용 : 55 %**	$\frac{63.21 - 40}{63.21} = 0.3670$ **적용 : 36 %**
도료사용량 (ℓ / ㎡)		$\frac{60}{68 \times 10 \times (1-0.55)} = 0.196$	$\frac{40}{68 \times 10 \times (1-0.36)} = 0.091$

구 분		현장도장 2회 60㎛	현장도장 2회 40㎛
1. 건조도막	표면조도	35 ㎛	0 ㎛
	시공손실	60㎛ × 0.4 = 24㎛	40㎛ × 0.4 = 16㎛
2. 환경손실		119㎛ × 0.075 = 8.92㎛	56㎛ × 0.075 = 4.2㎛
3. 도료성질		127.92㎛ × 0.075 = 9.59㎛	60.2㎛ × 0.075 = 4.515㎛
계		137.51㎛	64.71㎛
Load-Factor		$\frac{137.51 - 60}{137.51} = 0.5636$ **적용 : 56 %**	$\frac{64.71 - 40}{64.71} = 0.3818$ **적용 : 38 %**
도료사용량 (ℓ / ㎡)		$\frac{60}{68 \times 10 \times (1-0.56)} = 0.200$	$\frac{40}{68 \times 10 \times (1-0.38)} = 0.094$

336A02000	외부도장 (공장)	M2	G5552	10732
336A03000	외부도장 (현장)	M2	G5553	2577
336A04000	연결판 도장 (공장)	M2	G5554	6712
336A05000	연결판 및 볼트 도장 (현장)	M2	G5555	6598
336A06000	외부포장면 도장 (공장)	M2	G5556	11099
336A07000	내.외부 볼트,너트도장 (공장)	TON	G5557	430000
336A11000	내부도장 (공장) ===당초	M2	G5571	10488
336A12000	외부도장 (공장)	M2	G5572	10488
336A13000	연결판 도장 (공장)	M2	G5573	6359
336A14000	외부포장면도장 (공장)	M2	G5574	9318
336A15000	내부볼트 및 연결판도장 (현장)	M2	G5575	9371
336A16000	외부볼트 및 연결판도장 (현장)	M2	G5576	9371
336B00000	일반 중방식 도장 ----------			
336B01000	내부도장 (공장)	M2	G5561	0
336B02000	외부도장 (공장)	M2	G5562	0
336B03000	외부도장 (현장)	M2	G5563	0

ESC 작업끝 F1 도움말 F2 PE2 *.TXT F3 PE2 *.OUT F7 한화일수행 F8 -끝까지

단가산출: 중앙 고속도로 (영주-제천간) :제4공구

코드*	**********공종명**********	*단위	**화일*	***합계***
336000000	강교 도장			
336A00000	수용성 무기징크 도장 ----------			
336A01000	내부도장 (공장)	M2	G5551	13215
336A02000	외부도장 (공장)	M2	G5552	10732
336A03000	외부도장 (현장)	M2	G5553	2577
336A04000	연결판 도장 (공장)	M2	G5554	6712
336A05000	연결판 및 볼트 도장 (현장)	M2	G5555	6598
336A06000	외부포장면 도장 (공장)	M2	G5556	11099
336A07000	내.외부 볼트,너트도장 (공장)	TON	G5557	430000
336A11000	내부도장 (공장) ===당초	M2	G5571	10488
336A12000	외부도장 (공장)	M2	G5572	10488
336A13000	연결판 도장 (공장)	M2	G5573	6359
336A14000	외부포장면도장 (공장)	M2	G5574	9318
336A15000	내부볼트 및 연결판도장 (현장)	M2	G5575	9371
336A16000	외부볼트 및 연결판도장 (현장)	M2	G5576	9371
336B00000	일반 중방식 도장 ----------			
336B01000	내부도장 (공장)	M2	G5561	0
336B02000	외부도장 (공장)	M2	G5562	0
336B03000	외부도장 (현장)	M2	G5563	0

ESC 작업끝 F1 도움말 F2 PE2 *.TXT F3 PE2 *.OUT F7 한화일수행 F8 -끝까지

단가산출: 중앙 고속도로 (영주-제천간) :제4공구

코드*	**********공종명**********	*단위	**화일*	***합계***
336000000	강교 도장			
336A00000	수용성 무기징크 도장 ----------			
336A01000	내부도장 (공장)	M2	G5551	13215
336A02000	외부도장 (공장)	M2	G5552	10732
336A03000	외부도장 (현장)	M2	G5553	2577
336A04000	연결판 도장 (공장)	M2	G5554	6712
336A05000	연결판 및 볼트 도장 (현장)	M2	G5555	6598
336A06000	외부포장면 도장 (공장)	M2	G5556	11099
336A07000	내.외부 볼트,너트도장 (공장)	TON	G5557	430000
336A11000	내부도장 (공장) ===당초	M2	G5571	10488
336A12000	외부도장 (공장)	M2	G5572	10488
336A13000	연결판 도장 (공장)	M2	G5573	6359
336A14000	외부포장면도장 (공장)	M2	G5574	9318
336A15000	내부볼트 및 연결판도장 (현장)	M2	G5575	9371
336A16000	외부볼트 및 연결판도장 (현장)	M2	G5576	9371

336A010 내부도장 (공장) - 수용성무기징크도장 : M2

% 전처리프라이머(IC primeweld) 1회 (15μm) GRAY
% 수용성 고비율징크 실리게이트 2회 (100μm) GRAY

1. 표면 처리비				
구조물공 BASIC [B312B0000] 참조				
소 계 :	483.00	4409.00	351.00	5243.00
2. 재료비				
프라이마 : 0.065* <L> * 12600.00 = 819.00				
수용성고비율징크 : 0.287* <L> * 13600.00 = 3903.20				
소 계 :	0.00	0.00	4722.20	4722.20
3. 도장비 (2회 : AIR SPRAY)				
% 조합페인트칠 : 철재면 2회 적용 (전처리는 1회의 50% 적용)				
도장공 (L1) : 0.0230 <인> * 0.5 * 55408.00 = 637.19				
도장공 (L2) : 0.0460 <인> * 55408.00 = 2548.76				
기타기구 손료 (인건비의 2%)				
경 비 : (L1 + L2) * 0.02 = 63.71				
소 계 :	63.71	3185.95	0.00	3249.66
총 계	546.71	7594.95	5073.20	13214.86
	547	7595	5073	13215

336A020 외부도장 (공장) - 수용성무기징크도장 : M2

% 전처리프라이머(IC primewold) 1회 (15um) GRAY
% 수용성 고비율 징크실리게이트 1회 (60um) GRAY

1. 표면 처리비

구조물공 BASIC [B312B0000] 참조

소 계 :	483.00	4409.00	351.00	5243.00

2. 재료비

프라이마 : 0.065 <L> * 12600.00 = 819.00
수용성고비율징크 : 0.200 <L> * 13600.00 = 2720.00

소 계 :	0.00	0.00	3539.00	3539.00

3. 도장비 (1회 : AIR SPRAY)

% 조합페인트칠 : 철재면 1회 적용 (전처리는 50% 적용)
도장공 (L1) : 0.0230 <인> * 0.5 * 55408.00 = 637.19
도장공 (L2) : 0.0230 <인> * 55408.00 = 1274.38
기타기구 손료 (인건비의 2%)
경 비 : (L1 + L2) * 0.02 = 38.23

소 계 :	38.23	1911.57	0.00	1949.80
총 계	521.23	6320.57	3890.00	10731.80
	521	6321	3890	10732

336A030 외부도장 (현장) - 수용성무기징크도장 : M2

% 수용성 고비율 징크실리게이트 1회 (40um) GRAY

1. 재료비

수용성고비율징크 : 0.094 <L> * 13600.00 = 1278.40

소 계 :	0.00	0.00	1278.40	1278.40

2. 도장비 (1회 : AIR SPRAY)

% 조합페인트칠 : 철재면 1회 적용

도장공 (L) : 0.0230 <인> * 55408.00 = 1274.38

기타기구 손료 (인건비의 2%)

경 비 : L * 0.02 = 25.48

소 계 :	25.48	1274.38	0.00	1299.86
총 계	25.48	1274.38	1278.40	2578.26
	25	1274	1278	2577

336A070 내외부 볼트,너트 도장 (공장) - 수용성무기징크도장 : Ton

% 아연말 화성피막 1회 6-8 um

1. 표면처리비 (견적처리)

재료비 : 430000.00 = 430000.00

소 계 :	0.00	0.00	430000.00	430000.00
총 계	0.00	0.00	430000.00	430000.00
	0	0	430000	430000

336A040 연결판 도장 (공장) - 수용성무기징크도장 : M2

% 전처리프라이머(IC primewold) 1회 (15um)\GRAY

1. 표면 처리비				
구조물공 BASIC [B312B0000] 참조				
소 계 :	483.00	4409.00	351.00	5243.00
2. 재료비				
프라이마 : 0.065 <L> * 12600.00 = 819.00				
소 계 :	0.00	0.00	819.00	819.00
3. 도장비 (1회 : AIR SPRAY)				
% 조합페인트칠 : 철재면 1회 적용 (전처리는 50% 적용)				
도장공 (L) : 0.0230 <인> * 0.5 * 55408.00 = 637.19				
기타기구 손료 (인건비의 2%)				
경 비 : L * 0.02 = 12.74				
소 계 :	12.74	637.19	0.00	649.93
총 계	495.74	5046.19	1170.00	6711.93
	496	5046	1170	6712

336A050 연결판 및 볼트 도장 (현장) - 수용성무기징크도장 : M2

% 수용성 고비율 징크실리게이트 2회 (100um) GRAY

1. 바탕처리비

작업의 난이도 및 기타여건을 감안하여 50% 할증함.

계령공 : 0.1 <인> * 29474.00 * 1.5 = 4421.10

소 계 :	0.00	4421.10	0.00	4421.10

2. 재료비

수용성고비율징크 : 0.294 <L> * 13600.00 = 3998.40

소 계 :	0.00	0.00	3998.40	3998.40

3. 도장비 (1회 : AIR SPRAY)

% 조합페인트칠 : 철재면 2회 적용

도장공 (L) : 0.0460 <인> * 55408.00 = 2548.76

기타기구 손료 (인건비의 2%)

경 비 : L * 0.02 = 50.97

소 계 :	50.97	2548.76	0.00	2599.73
총 계	50.97	6969.86	3998.40	11091.23
	51	6970	3998	11091

336A060 외부포장면 도장 (공장) - 수용성무기징크도장 : M2

% 전처리프라이머(IC primewold) 1회 (15um) GRAY
% 수용성 고비율징크 실리게이트 1회 (65um) GRAY

1. 표면 처리비

구조물공 BASIC [B312B0000] 참조

소 계 :	483.00	4409.00	351.00	5243.00

2. 재료비

프라이마 : 0.065 <L> * 12600.00 = 819.00
수용성고비율징크 : 0.227 <L> * 13600.00 = 3087.20

소 계 :	0.00	0.00	3906.20	3906.20

3. 도장비 (1회 : AIR SPRAY)

% 조합페인트칠 : 철재면 1회 적용 (전처리는 50% 적용)
도장공 (L1) : 0.0230 <인> * 0.5 * 55408.00 = 637.19
도장공 (L2) : 0.0230 <인> * 55408.00 = 1274.38
기타기구 손료 (인건비의 2%)
경 비 : (L1 + L2) * 0.02 = 38.23

소 계 :	38.23	1911.57	0.00	1949.80
총 계	521.23	6320.57	4257.20	11099.00
	521	6321	4257	11099

7-24 강교도장 적용기준 검토

방 침
설 계 기 16210-280 ('96. 8. 27)

*고속도로 전문 시방서 개정('98.6)에 따른 도막 두께 증가 필요

1. 검토목적

- o 강교의 설치환경 및 모양 구분에 적합한 도장적용 기준 수립
- o 강교 도장의 유지관리 효율성 및 경제성 제고
- o 도장 작업의 안전성 확보와 환경오염 방지

2. 강교의 설치환경 및 모양 구분

가. 강교의 설치환경

지 구 별	설 치 환 경	비 고
전원, 산간계곡 및 도시지구	환경조건이 양호하여 강재의 부식이 경미하다고 예측되는 지구	
해 안 지 구	해안이 가까운 지구로 해염입자의 영향으로 강재부식 진행이 빠른 지구	
공 장 지 구	공장과 근접한 지구로 질산화물 등의 영향으로 강재부식 진행이 빠른 지구	
대기오염지구	도시등에서 대기 오염도가 대단히 높아 강재의 부식이 대단히 빠른 지구	
해 상 지 구	해상에 설치된 강구조물 또는 이와 동등한 부식환경에 놓여 있는 지구	
해변공업지구	해안과 공장의 환경조건이 중복된 지구	

한국도공사장

나. 강교의 모양

구 분	도장계열 선택 고려사항	비 고
교형외 표면	재도장 작업이 비교적 용이한 부분으로 도장 재료 선정은 설치환경에 대하여 장기간의 내구성을 기대할 수 있도록 고려	
도장작업이 야간에만 가능한 부분	야간 도장시 강재표면이 결로하는 경우가 많으므로 결로면에 특수 도료를 사용	
상자형 내표면(밀폐상태)	재도장시 밀폐공간에서 용제형 도료를 사용하면 화재 또는 폭발의 위험과 노동안전 문제가 대두되므로 이에 적합한 도료 선택 필요	
구조상 재도장이 불가능한 부분	육교 하부등에서 송전선 차단 조건등으로 작업의 단속, 장시간 정지등으로 도장막 열화 손상이 심하고 소지 조정이 불충분하게 되는 악조건을 고려한 도장계열 선택이 필요한 부분	
상 습 지 대	연락선 가동교, 해저터널안의 구조물과 같이 다습한 상태에서 내수성이 높은 도장계열이 요구됨	
콘크리트와 접촉하는 강부재	콘크리트와 접촉면에 폭우와 결로에 의하여 콘크리트 성분중 알카리 영향이 작용하므로 내 알카리성이 좋은 도장 계열 선택	

3. 도장계열 선택기준 (도로교 시방서)

설치환경구분 / 설치모양 구분	전원, 산간계곡 및 도 시 지 구	해안, 공장 및 대기 오 염 지 구	해상 및 해변공업 지 구
교 형 외 면	GA - 1	SF-1, SG-1, SG-2, SH-1, SH-2, SJ-1	SF-2 SH-2
야간에만 도장작업이 가능한 부분	GB - 1	SJ - 2	SK.- 2
상자형 내면	GCC - 2	SKL-2	
구조상 재도장이 곤란한 부분	GE - 2	SJ-2 SK-2	
상 습 지 대			
콘크리트 접촉부			

※ 선택기준의 개요

강교 설치위치의 환경조건과 부재의 부위별 도장 시공여건을 감안, 강재 부식이 빠른 특수환경과 공간이 밀폐되어 작업이 위험하고 재도장이 어려운 상자형 내면등은 내구성이 좋은 도장계열을 선택

4. 강교 도장 유지관리의 문제점

구 분	문 제 점	비 고
점 검 관 리	• 기존 강구조물 도장상태 점검에 인력, 시간낭비 및 점검장비 필요 (점검차량, 환기설비, 조명장치) • 구조 복잡한 부위 점검곤란 • 보수범위 선정의 정확도 부족	
재도장 시공성	• 현장 보수도장으로 기온, 습도에 따라 작업제약 많음. • 밀폐공간 도장시 결로 및 작업안전 대책 필요 • 고소 작업시 능률저하 및 안전대책 필요 • 강구조 부재의 진동에 의한 도장 시공성 불량 • 육교 하부교통 통제 필요 (차량, 보행자)	
재도장 경제성	• 작업제약과 능률저하로 도장비 고가 (초기 도장의 200% 내외) • 주기적 재도장으로 유지관리비 고가	
재도장시 환경 측 면	• 세정제 분산에 따른 대기 오염 규제설비 및 신고 필요(대기 환경보전법 제26조) • 희석제, 도료에 의한 수질 오염 • 경우에 따라 봉합 및 진공설비 필요	

새 한국도로공사장

5. 강교 내·외부 도장계열 비교

가. 상자형 강교내부

구 분	일반 중방식 도장	내후성 중방식 도장	초내후성 중방식 도 장	수용성 무기징크 도 료 도 장
표 면 처 리	준 나금속 브라스트 세정(SP10)	좌 동	좌 동	좌 동
도장 회수 (회)	2	2	2	1
도장순서, 도막 두께(㎛)	1st 무기질 징크계 도료 75 2nd 역청질계 도료 75	좌 동	좌 동	수용성 무기징크 전처리 프라이마 15~20 수용성 무기징크 도료(2회) 100
도 장 수 명	5 년	5 년	5 년	25 년
도 료 형 태	유기용제형	유기용제형	유기용제형	수 용 성
희 석 제	해당 신너	해당 신너	해당 신너	물
도 장 작 업 성	밀폐공간 작업 위험	좌 동	좌 동	위험 없음
초 기 도 장 비 (원/㎡)	10,914	10,914	10,914	13,215
25년간 재도장 (회)	4	4	4	-

※ 강구조물의 방청도장공사 시방기준 (한국도로공사 '96. 6)

*고속도로 전문 시방서 개정('98.6)에 따른 도막 두께 증가 필요

나. 강교 외부

구 분		일반 중방식 도장	내후성 중방식 도장	초내후성 중방식 도 장	수용성 무기징크 도 료 도 장
표 면 처 리		준 나금속 브라스트 세정(SP-10)	좌 동	좌 동	좌 동
도장회수 (회)		3	4	4	2
도장순서, 도막두께 (μm)	1st	무기질 징크계 도료 50	무기질 징크계 도료 70	무기질 징크계 도료 70	수용성 무기징크 도료 60
	2nd	염화고무계 중도 60	에폭시계 중도 90	에폭시계 중도 90	수용성 무기징크 도료 40
	3rd	염화 고무계 상도 60	우레탄계 상도 40	자연 건조형 불소 20	
	4th		우레탄계 상도 40	자연건조형 불소 20	
도 장 수 명		3~5년	5~10년	12~15년	25년 이상
도 료 형 태		유기용제형	유기용제형	유기용제형	수 용 성
희 석 제		해당 신너	해당 신너	해당 신너	물
도 장 비 (원/㎡)		13,453	14,793	19,180	13,309
25년간 재도장 (회)		5	3	1	-

※ 강구조물의 방청도장공사 시방기준 (한국도로공사 '96. 6)

*고속도로 전문 시방서 개정('98.6)에 따른 도막 두께 증가 필요

6. 도장 및 색채계획 적용 기준

가. 강교 도장 적용기준

설치위치	설 치 조 건	외부 및 외부 포장면	상자형 강교의 내부	비 고
전원, 산간계곡 도시지구	• 교고 20m이상 고소 교량 • 큰하천, 호수, 댐 횡단교량 • 색채 계획이 불필요한 기타 교량	수용성 무기징크 도료 도장	수용성 무기징크 도료 도장	
	• 색채 계획이 필요한 기타 교량	내후성 중방식 도장	〃	
해안지구, 공장지구	색채 계획이 필요한 교량	내후성 중방식 도장	〃	
	색채 계획이 불필요한 교량	수용성 무기징크 도료 도장	〃	
대기오염 지구, 해상지구, 해변 공업지구	색채 계획이 필요한 교량	초내후성 중방식 도장	〃	
	색채 계획이 불필요한 교량	수용성 무기징크 도료 도장	〃	
특수교량 (현수교, 사장교, 트러스교, 특수장대교)		설계심의 위원회 상정 심의 결정		

나. 색채계획 적용기준

- 색채 계획은 회색(80680) 이외의 색상으로 외표면을 도장하는 것임.
- 대상교량 선정기준
  - 주거지역 근접 가시권에 위치한 경우
  - 풍치지구, 역사유적지등 관광유람 지역에 위치한 경우
  - 도시환경과의 조화, 교량미관 심의 등에 의하여 색채계획이 필요한 경우

7. 검토의견

- o 대폭적인 고속도로망 확충으로 관리대상 강교가 증가됨에 따라 내구성이 좋고 경제적이며 유지관리가 효율적인 강교 방청 도장이 요구되며

- o 교량의 미관과 도장작업의 시공성 및 안전성, 환경오염 방지 등을 감안하여 강교 도장 적용기준 검토안으로 시행하는 것이 바람직하다고 사료됨.

참 고 자 료

- 강교설치 위치별 색채적용 기준

- 강 교 도 장 단 가

강교설치 위치별 색채 적용기준

('94. 제4차 기술 및 설계심의위원회 의결사항)

주변환경	환 경 색 채	색채계획의 주안점	적 용 색
도 시 부	• 도시부의 색채는 일반적으로 밝은 저채도 색을 기초로 구성 • 인공물이 주체로서 계절의 환경색에 변화되는 것은 많지 않음.	• 도시경관에 조화될 수 있는 밝은 중채도의 색을 기초로 계획 • 주위지형과 복합되는 색상 계획	주황색 (21618) 회 색 (80680)
산 간 부	• 지형에 기복이 있으면 수목을 선으로 변화한 자연경관으로 구성 • 계절의 변화에 따라 자연경관 색도 변화	• 수목, 토(土), 암(岩) 같은 자연경관이 안정된 색을 기초로서 조화가 되도록 계획 • 자연경관색은 계절의 변화에 대한 배려	녹 색 (41474) 회 색 (80680)
전 원 부	• 경사가 가파르지 않은 지형, 초목, 하천, 하늘과 같은 것으로 구성 • 계절변화에 따라 자연경관 색도 변화	• 자연경관 색으로서 안정된 색을 기초로 주위 환경과 조화가 되는 색을 기본으로 계획	녹 색 (41695) 회 색 (80680)
해 변 부	• 바다, 하늘, 모래사장 같은 곳은 밝은 색조로 구성 • 계절 변화에 따른 자연경관색의 변화는 산간부나 전원부 정도로 변화하지 않음.	• 바다, 하늘같은 쾌적한 색조로 조화되도록 설정 • 배경과 대비하여 채도는 고채도의 색을 선정	빨 강 (18479) 회 색 (80680)

강교 도장 단가

구 분		일반중방식 도장	내후성 중방식 도장	초내후성 중방식 도장	수용성 무기징크 도료 도장
내부 (원/㎡)	계	10,914	10,914	10,914	13,215
	표면처리비	5,243	5,243	5,243	5,243
	재료비	3,722	3,722	3,722	4,723
	도장비	1,949	1,949	1,949	3,249
외부 (원/㎡)	계	13,453	14,793	19,180	13,309
	표면처리비	5,243	5,243	5,243	5,243
	재료비	4,960	5,650	10,038	3,006
	도장비	3,250	3,900	3,899	1.950
외부 포장면 (원/㎡)	계	9,456	9,456	9,456	11,099
	표면처리비	5,243	5,243	5,243	5,243
	재료비	2,913	2,913	2,913	3,906
	도장비	1,300	1,300	1,300	1,950

7－25 철근이음 시공성 개선방안[대구경 현장타설 말뚝, 고교각(H≧30m)]

방 침
설 계 일 16210－288 ('96. 9. 2)

※ 대구경 현장타설 말뚝, 고교각(H>30m)

1. 검토목적

구조물의 주철근 이음시 통상적으로 겹이음방법을 사용하고 있으나, 나사 이음방법을 적용함으로 철근 겹이음시 발생하는 철근의 낭비를 없애고, 철근이 일직선으로 이음이 이루어지도록 함으로써 정밀시공을 도모코자 함.

2. 기존 주철근 겹이음의 문제점

◈ 겹이음부의 강도는 다른 이음방법에 비하여 겹이음부 주위의 콘크리트 성질에 의하여 크게 영향을 받으므로 콘크리트의 품질관리를 확실하게 하여야 한다.

◈ 겹이음시 zig-zag로 배치가 이루어짐으로 인하여 인접철근의 결속이 어려움.
(H32의 경우 160cm 상단에서 겹이음이 이루어짐)

◈ 겹이음시 철근의 순간격이 좁아 콘크리트 타설의 어려움이 발생하고 콘크리트 품질 저하 요인이 된다. (주철근 D32@100 배근시 순간격은 36mm에 불과함.)

◈ 고 교각(H > 30m)의 경우 8m 장철근 겹이음시 바람 등에 의해 극히 위험한 상태에서 작업하여 시공성, 안전성이 떨어짐.

◈ 겹이음에 의한 철근의 소요량이 많다.

철근에 따른 겹이음 길이 (σck=240kg/cm^2)

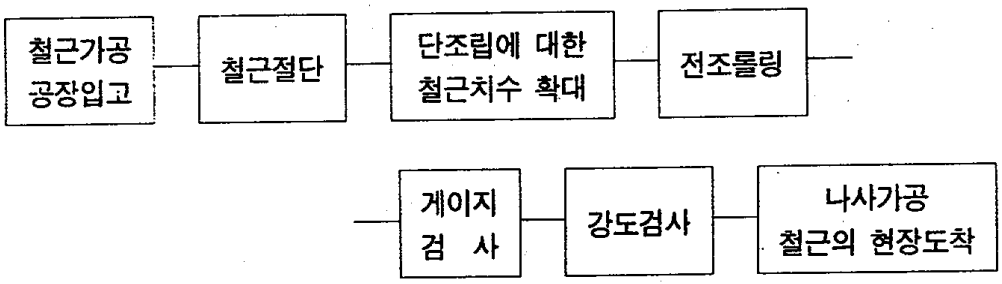
호 칭	인장철근 (B급 이음)	
	고 강 (SD-40)	연 강 (SD-30)
H 16 (D16)	50	37
H 19 (D19)	60	45
H 22 (D22)	78	58
H 25 (D25)	102	77
H 29 (D29)	129	97
H 32 (D32)	160	120

* 겹이음의 한곳에 집중되는 현상을 방지하기 위하여 일반적으로 B급이음을 적용함.

3. 부풀림 나사이음의 개요

단부 부풀림 나사이음은 철근의 이음부위 단면적을 크게하여 강도를 높일 목적으로 철근을 압착시켜 부풀린후 나사식으로 깍은 양쪽을 커플러와 잠금너트를 이용, 이음하는 방법임.

가. 나사의 가공순서



나. 나사의 가공방법 (단조법)

- 상온상태에서 압축기에 인입시켜 300ton의 유압으로 금형내에서 부풀림 (냉간가공)

다. 커플러 재질의 규격

- 재 질 : S45C (기계 구조용 탄소강)
- 규 격

철근지름	외경(mm)	길이(mm)	잠금너트길이(mm)	비 고
φ25	40	65	25	
φ29	45	75	30	
φ32	50	80	30	

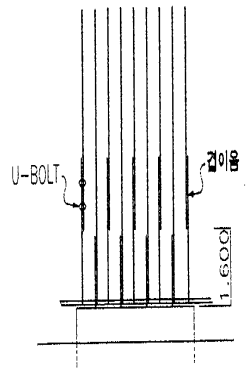
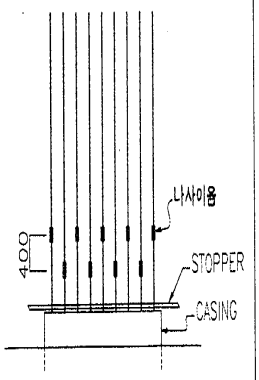
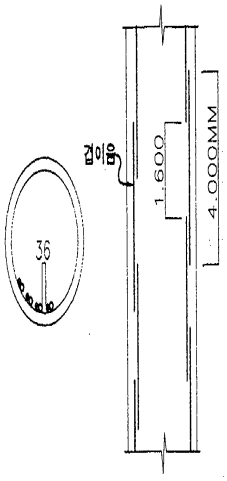
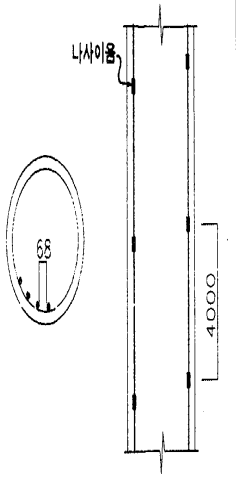
라. 기계적 이음장비

- 가공장비 : 절단기, 압축단조기, 절삭가공기, 롤링기
- 시공장비 : 파이프렌치, JIG(철근 뒤틀림 방지용)

4. 겹이음과 나사이음 비교

구 분	겹 이 음	나 사 이 음	비 고
시공방법	- 철근을 어긋나게 배치한 후 이음부위를 결속선, U Bolt 등을 이용하여 이음	- 철근을 압착시켜 부풀린 철근을 나사식으로 깍아 커플러와 잠금너트를 이용하여 이음	
구 조 적 측 면	- 겹이음부의 주철근 순간격이 좁아짐 (철근두께 만큼) - 겹이음 길이로 인한 이음개소 증가	- 이음부의 주철근 순간격 확보가 겹이음보다 우수 - 겹이음보다 이음개소 감소	• 현장타설말뚝 (L=30m 경우) - 겹이음 : 4개소 이음 - 나사이음 : 3개소 이음
시 공 성	- 시공속도 보통 - 철근망 제작 오차로 인한 시공의 정확성 결여 (현장타설말뚝 경우) - 해상부 시공시 U볼트 체결로 인한 방청 손상 - 철근의 지그재그 배치시 겹이음 길이에 의한 일정 높이 동시작업 어려움.	- 겹이음 보다 시공속도 빠름 (손으로 체결 가능) - 작업대의 설치로 인하여 철근망의 정확한 제작 가능 - 철근의 방청손상 가능성이 없음. - 철근의 지그재그 배치시 연결부의 인근배치로 동시작업 가능 - 나사 가공장으로의 운반이 필요 (적치장→나사가공장→현장)	• 해상부 방청 철근 사용할때 • 운반경로 1 Point 증가

5. 적용성의 검토

구 분	현장타설말뚝		고교각 (H ≥ 30m)	
	겹이음	나사이음	겹이음	나사이음
개 요 도				
시 공 성	• 시공속도 보통 • 인접철근의 겹이음 작업이 높은 곳에서 이루어지므로 시공성 불량 (zig-zag 겹이음 길이 이상)	• 손으로 체결가능하므로 시공속도가 빠름 • 인접철근의 지상 동시작업 가능 (zig-zag 40cm)	• 고 교각 시공시 8m 장철근(ø32 8mx6.23 kg/m=50kg) 조립곤란 : 안전사고 다수 발생 • 겹이음 체결이 미흡하여 안전성 결여 • 현장에서 4m 단철근으로 겹이음 시공하고 있는 실정임. • 시공속도 보통	• 4m 단위의 나사이음철근을 사용하여 시공성 양호 • 인접철근의 이음이 용이하여 시공속도가 빠름.
장·단점 및 특징	• 겹이음 개소의 증가 • 철근의 확실한 밀착을 위하여 U-Bolt 시공 • 염해우려가 있는 곳에서 시공시 코팅 비용의 증가 • 공사비 고가	• 겹이음보다 이음개소 감소 • 주철근의 이음부가 나사로써 체결, 연결됨으로 철근망 제작의 정밀성 필요 • 공의 심도가 일정하지 않으므로 인한 일정 길이의 나사이음철근 추가 소요 • 공사비 저렴	• 겹이음시 통상적으로 주철근의 간격이 100mm일 때 순간격은 36mm에 불과하여 콘크리트타설 및 품질관리가 어렵다. (교각의 최대골재 32mm 사용) • 인접철근의 겹이음이 높은 곳에서 시공됨으로 안전성 결여 • 공사비 고가	• 순간격의 확보가 용이하여 콘크리트 품질관리에 용이하다. • 인접철근의 나사이음이 거의 동일지점에서 시공됨으로 안전성 확보에 유리 • 공사비 저렴
공 사 비	1,522,400 / 공	1,143,000 / 공	4,126,100 / 교각	4,020,000 / 교각
검 토 의 견	현장타설말뚝의 주철근 조립시 기존의 겹이음 방법보다 공사비도 저렴하고 자연스럽게 정밀시공을 유도할 수 있는 나사이음방식으로 적용함이 타당함.		고교각의(H>30m) 주철근 조립시 교각의 주철근이 통상적으로 2단, 3단 배근되고 있는 실정임을 감안할 때 겹이음에 의한 철근의 순간격이 적어 콘크리트의 타설 및 품질관리가 불량하므로, 공사비도 다소 저렴하고 시공속도 및 콘크리트 품질관리에 유리한 나사이음공법을 적용함이 타당함.	

6. 검토결론

가. 현장타설말뚝

나사이음공법이 경제적인 측면에서도 유리하고, 품질이 확실히 보장되는 신기술공법임을 감안하고, 현장의 정밀시공을 자연스럽게 유도하는 방안 (작업대를 미리 제작하여 철근의 간격을 일정하게 유지)으로 판단되어 향후 현장타설말뚝 시공시 겹이음에 대한 대체시공방안으로 적합한 것으로 판단됨.

나. 고교각 (H > 30m)

- 교각의 주철근 연결시 일반적으로 겹이음 방식을 채택하고 있으나 고교각 (H>30m기준) 시공시 바람 등에 의해 안전사고 및 철근의 체결상태가 불안정하여 4m철근길이로 시공하고 있어 금번 검토에서는 4m철근에 대해 겹이음 시공과 나사이음 시공에 대하여 비교하였음.
- 고 교각에서 4m 단철근 겹이음 시공시 철근의 겹이음 Point가 다수 발생하여 철근의 강도유지 및 겹이음에 의한 철근의 밀집현상으로 콘크리트 타설불량 및 품질저하 요인이 발생할 수 있으며, 또한 zig-zag 겹이음시 인접철근이 높은 지점에서 겹이음 시공됨으로 인하여 안전성이 결여되어, 상대적으로 시공속도가 빠르고, 품질관리 및 안전성이 뛰어난 4m 철근 나사이음공법이 겹이음에 대한 대체시공방안으로 적합한 것으로 판단됨.

" 별　　첨 "

1. 나사이음공법 시공지침

2. 사진대지(서해대교 현장 나사이음 시공)

3. 단가비교표

별첨 1

나사이음공법 시공지침

나사이음공법 시공 지침

가. 현장타설말뚝

1. 개 요

현장타설 말뚝부 나사이음 연결시공은 기존 겹이음 공법의 결점을 보완하여 품질을 개선하고 시공성을 향상하여 정밀시공을 통한 구축물의 수명연장에 기어코자 함이다.

- 주철근 : SD 40 ϕ32 8M 기준
- 띠철근 : SD 40 ϕ29 (내부 띠철근)
  SD 40 ϕ16 (외부 띠철근)

* 해수가 인접한 지역등 염해의 우려가 있는 곳에서 시공시는 Epoxy Coating 철근을 사용한다.

2. 시공기준

주철근의 이음부가 나사로써 체결, 연결되므로 기초 철근망(선조 철근망) 제조에 있어 특히 정밀제작이 요구되며, 기존 겹이음시의 망제조 보다는 현저히 정밀하고 견고하게 제작되어야 한다.

따라서 선조망의 제작을 위해서는 망제작을 하기위한 UNIT(작업대)를 사용함이 바람직하다. (망제작대의 형상 및 치수는 별첨 도면 참조)

3. 망 제작 및 CASING내에 연결 인입작업에서 발생할 수 있는 공차 발생 포인트 및 해결방안은 아래 표와 같다.

구분	공 차 발 생 부 위	해 결 방 안 내 용	비고
철근망제조	① 철근의 배근간격이 일정치 않다.	① 미리 제작된 UNIT(작업대)에 철근을 인입하여 작업함으로써 그 간격이 일정하게 유지됨.	첨부사진1 참조
	② φ29 내측 띠철근	② 내측 띠철근 안쪽은 U-BOLT 체결한다.	
	③ 주철근과 띠철근의 이음매의 철선묶기 생략으로 망 이동시 변형 발생	③ 주철근과 띠철근의 맞닿은 CROSS 부분은 빠짐없이 철선으로 묶는다.	
	④ 주철근 배열이 뒤틀리는 경우	④ UNIT의 좌우 대칭되도록 그 구멍을 일정하게 함으로써 뒤틀림을 바로 잡는다.	
철근망인입작업	① 크레인으로 철근망을 들어올릴 때 접지부분의 휨 현상 발생	① 크레인의 "B" HOOK를 망 중앙에 2 POINT 잡아 중간정도 올리고 공중에서 달아 올린다. (A HOOK)	작업공정① 참조
	② 케이싱 입구에 전단망을 걸쳐 놓을 때 걸쳐진 띠철근의 변형	② 케이싱 입구에 STOPPER 6EA를 사용하여 수평을 유지하고 띠철근의 SLIP을 막기 위해 띠철근 윗쪽에 U-BOLT 체결	작업공정③ 참조 첨부사진 6 참조
	③ 전후좌우 위 아래의 공차	③ 띠철근과 연결부위가 1.5m 이므로 전후좌우는 인력으로 맞추고 아래 위의 공차는 40-50mm 허용오차가 있으므로 체결가능하다.	

◈ 기타 철근망 제작시 유의사항

① 내측 띠철근 결속시 굵은 반생으로 가능한 견고하게 결속되어야 한다.

② UNIT에 NUT 체결시 철판 양쪽을 견고하게 체결한다.

③ NUT 체결시 BOLT 머리부분을 일정하게 유지하여야 한다.

④ UNIT 고정시 움직이지 않게 견고하게 고정할 것. (안전사고방지)

⑤ 망제작 장소의 바닥을 가능한한 평탄하게 할 것.

◈ CASING의 길이가 일정하지 않아 발생하는 문제점 및 해결방안

공의 깊이가 낮을 때	공의 깊이가 깊을 때
공의 깊이를 미리 측정하여 깊이가 낮을 때는 맨 윗단을 절단하여 망을 제조한다.	공의 깊이가 일정 길이 이상 깊을 때는 맨 윗단에 덧이음을하여 두부길이를 유지한다. 덧붙이는 길이 0.5, 1, 1.5, 2, 2.5, 3, 3.5, 4m 별로 재고 유지한다.

• 기계적인 이음은 1개의 철근으로 간주되므로 맨 윗단의 절단이나 덧붙임이 허용됨.

◈ 시공전 강도시험 실시

• 나사이음 철근의 강도 및 품질을 확보하기 위하여 시공전에 규격별로 공인된 시험기관에 의뢰 강도시험을 실시한다.

• 시험성과는 다음 기준을 만족하는 것으로 한다.

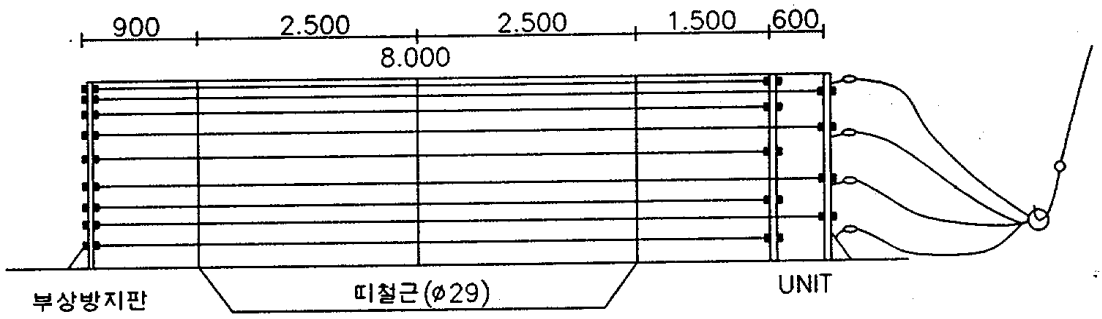
- 항복강도 4,000 kg/cm^2

- 인장강도 5,700 kg/cm^2

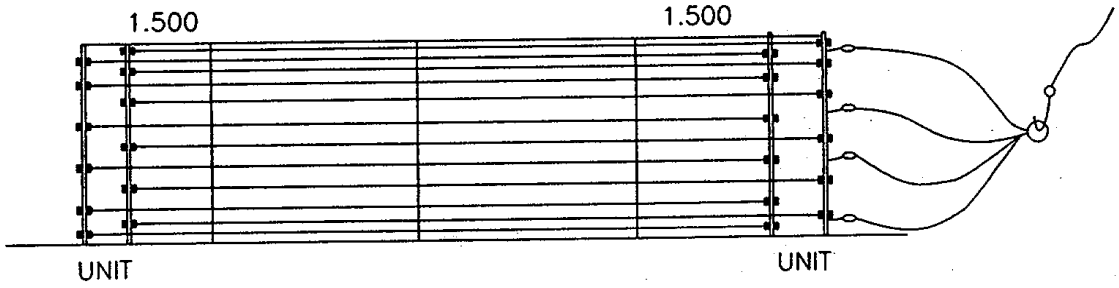
■ 철근망 제작 공정

제 1 단

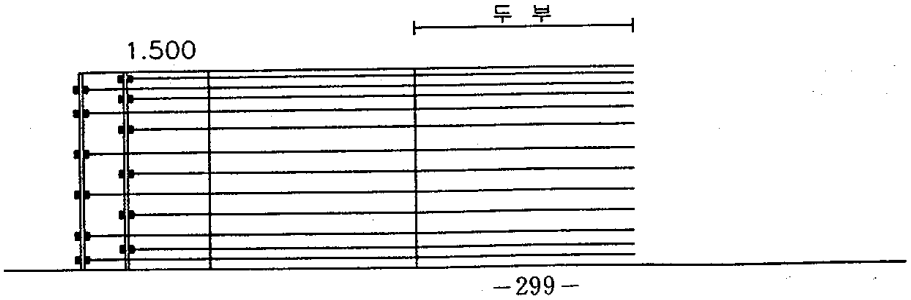
외부띠철근(ø16)은
최후에 감아 결속한다.



중 간 단

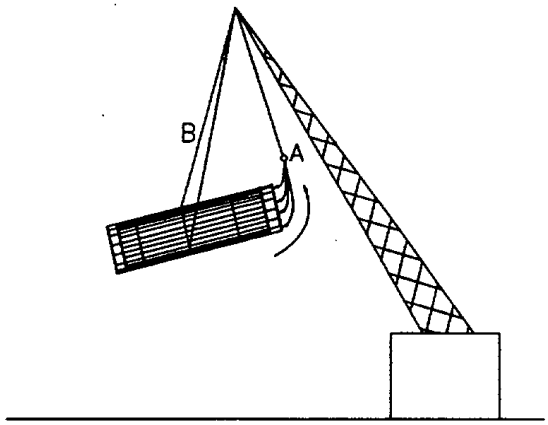


맨 윗 단 => 깊이 측정후 절단 및 덧붙임



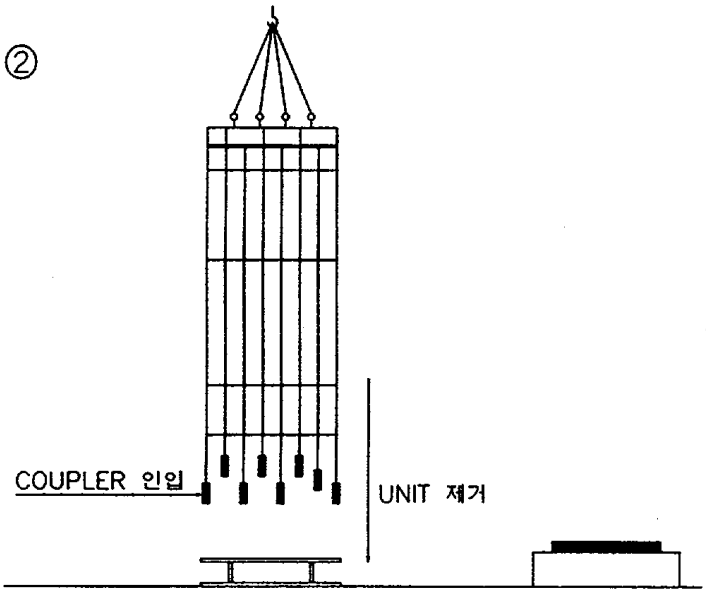
■ 인입 작업 공정

①



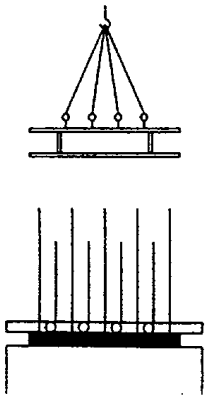
중간부 (B) HOOK를 2개소를
먼저 들어올리고 공중에서
(A)부로 들어올려 접지부분의
철근 휨현상을 방지한다.

②



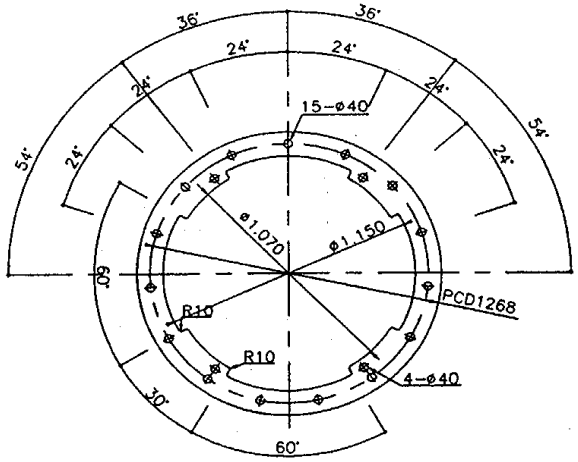
나사를 풀어 아랫단 UNIT를
떼어내고 COUPLER를
돌려 끼운다.

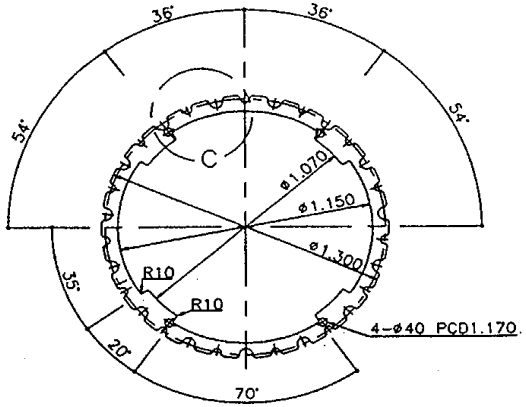
③



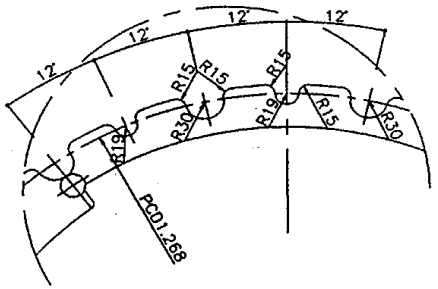
STOPPER 6EA를 가로 세로로
넣어 망을 CASING에 걸쳐놓고
나사를 풀어 윗 UNIT를 떼어
낸다.

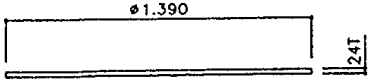
PLATE 12T



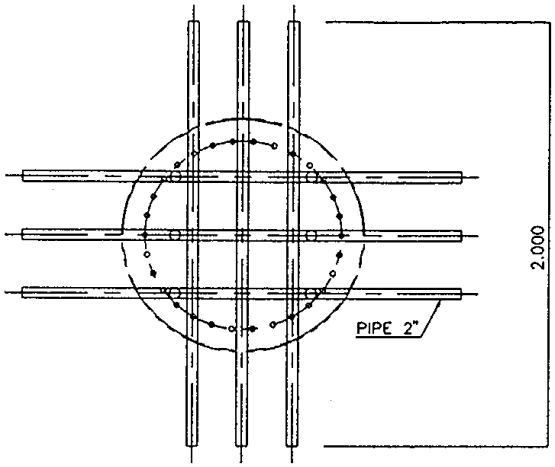


DETAIL "C"

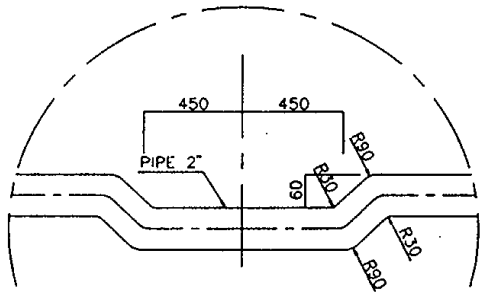


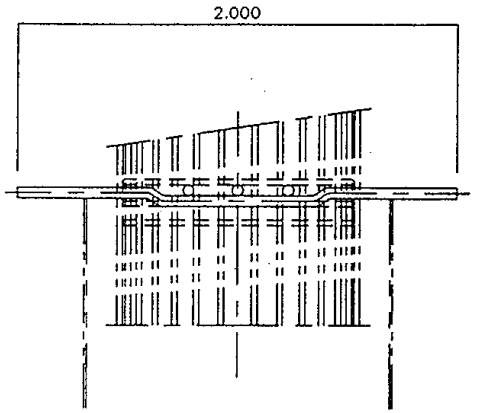


JIG FRAME 형상



DETAIL "B"





STOPPER 상세

나. 고교각 (H > 30m)

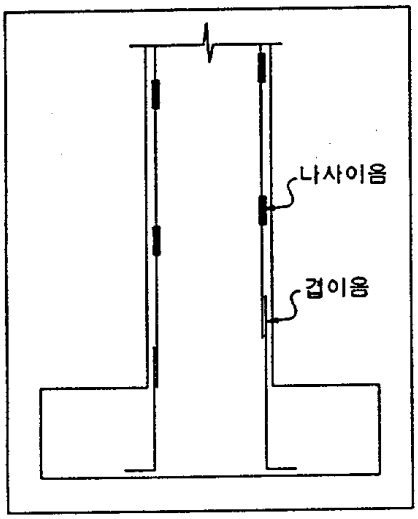
1. 개　　요

고 교각에 적용될 나사이음 연결시공은 기존 겹이음 공법에 의한 철근의 밀집현상을 피하여 시공성을 향상시키고 콘크리트 품질관리에 용이한 방식으로 구조물의 수명연장에 기여코자 함이다.

2. 시공기준

1) 고 교각의 작업성을 고려하여 주철근은 4m 단위의 나사이음철근을 사용한다.

2) 기초부위에서 계속 연장되는 주철근은 겹이음으로 연결시공한다.



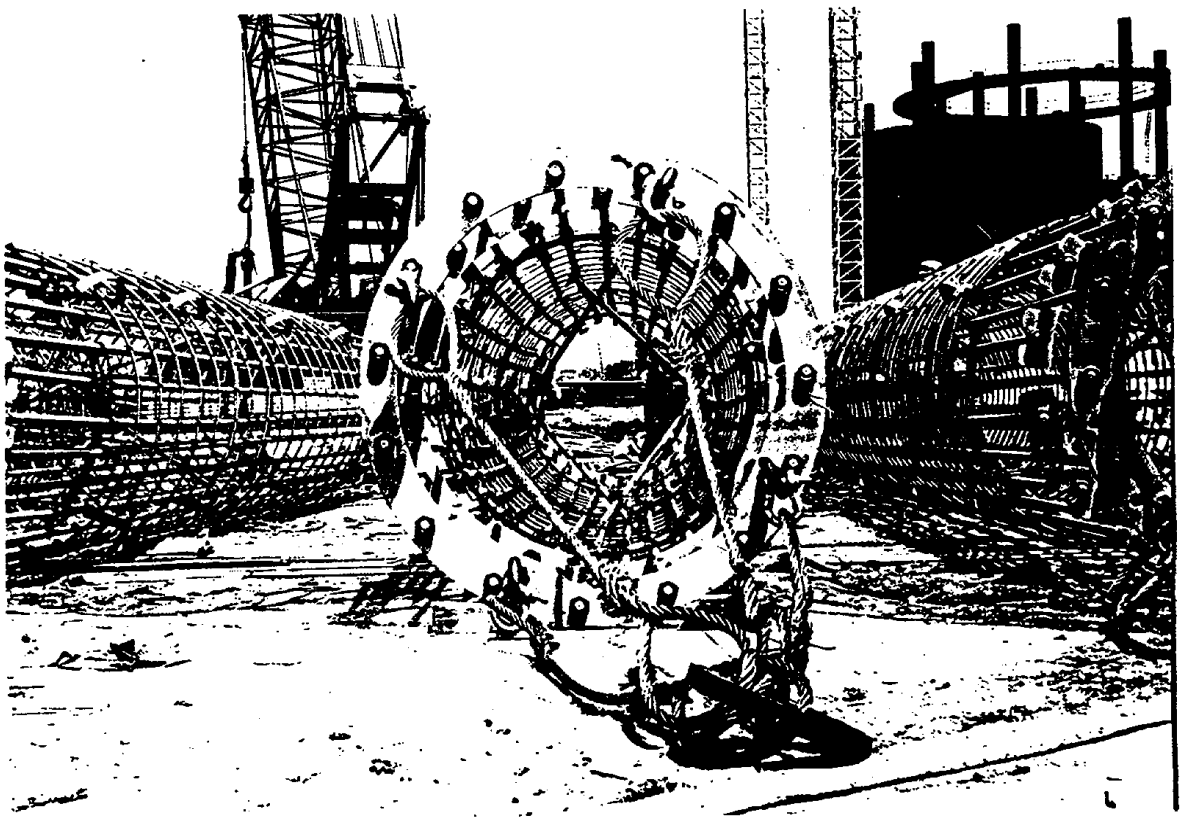
3. 연결철근의 상단과 철근의 계획고가 일치하지 않을 시는 맨 윗단은 덧이음을하여 두부길이를 유지한다.

덧붙이는 길이 2m 이하의 경우는 겹이음으로 철근상단을 시공하고 2m 이상일 경우는 나사이음철근을 절단하여 시공한다.

별첨 2

사 진 대 지

(서해대교 현장 나사이음시공)

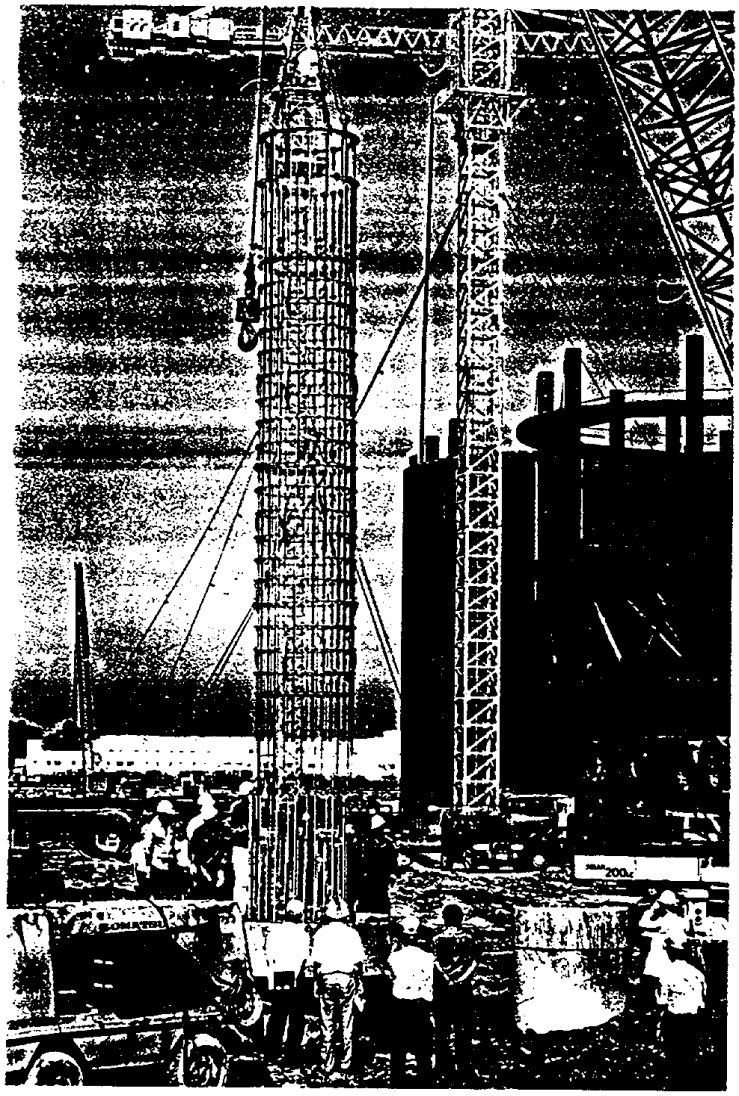


< 사 진 1 >

◈ JIG Frame에 주철근 연결

◈ ϕ29 내측 띠철근 고정

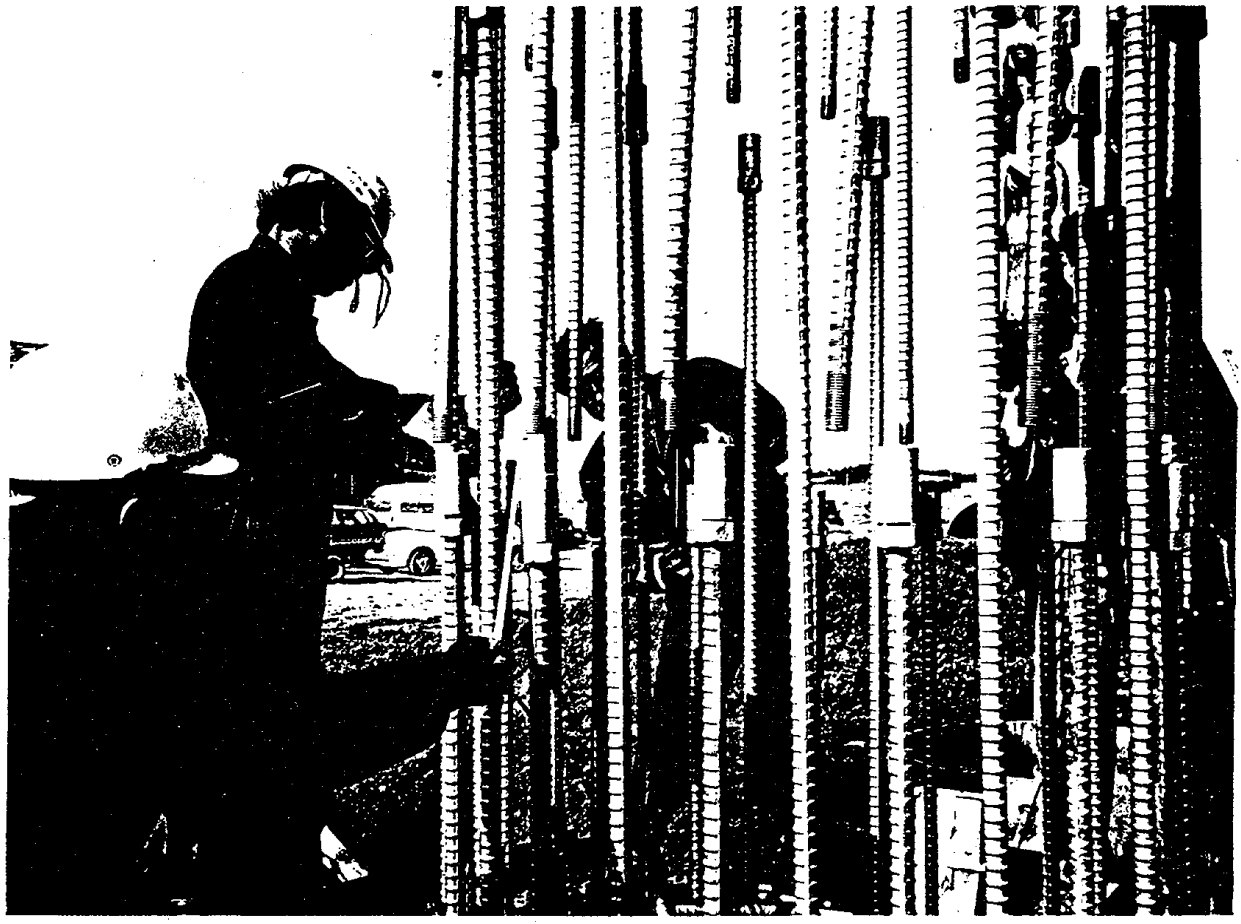
◈ 크레인으로 들어올리기 위한 갈고리 장착



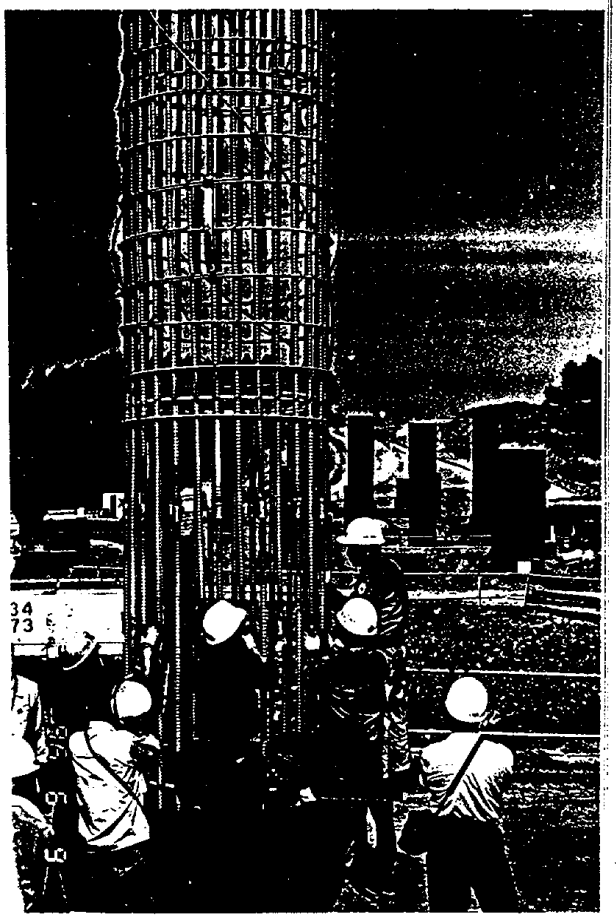
< 사 진 2 >

◈ 크레인으로 들어올려 하단 Unit 제거

◈ 나사이음 철근 연결 준비



< 사 진 3 >

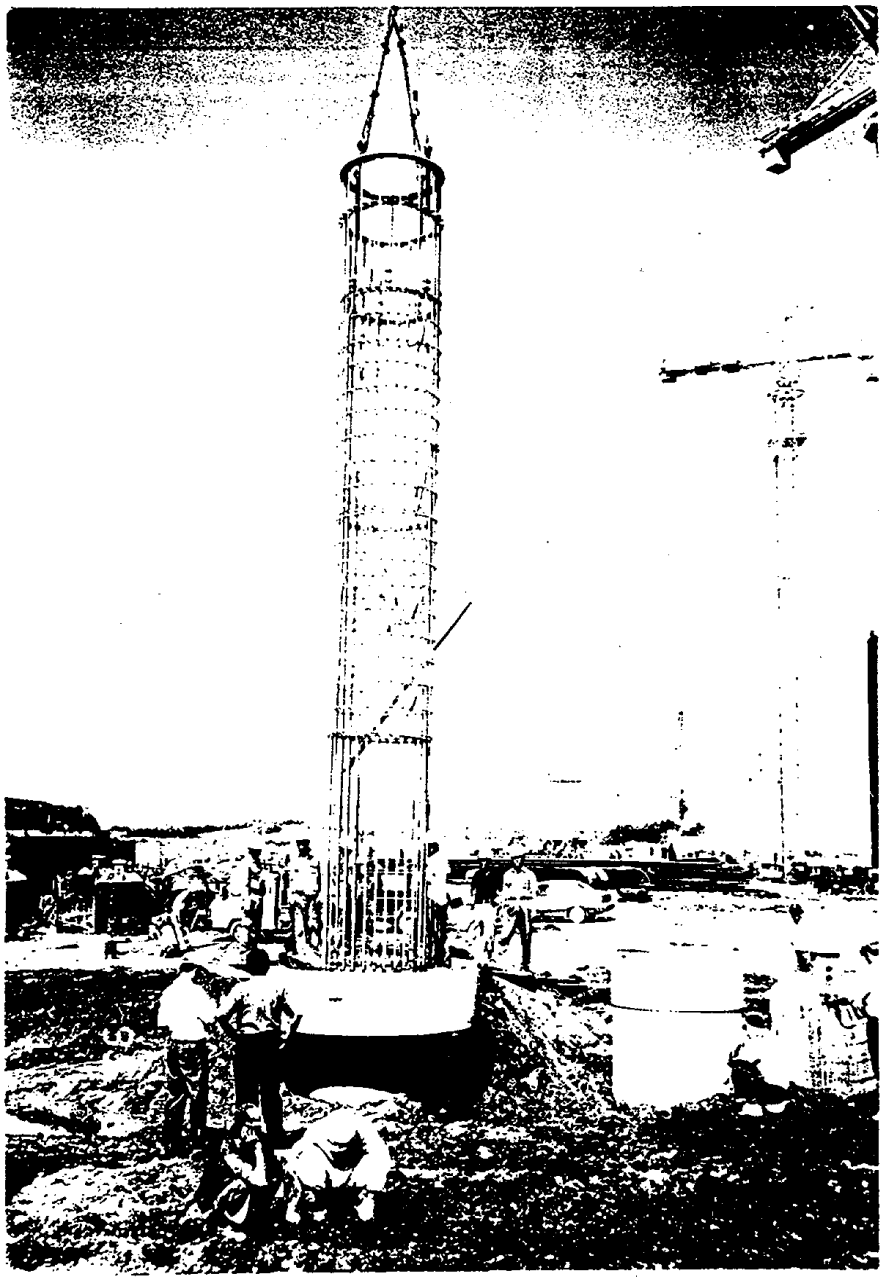


◈ 나사이음철근의 연결작업
(손으로 체결)

◈ Coupler의 Lock nut를 긴 나사쪽으로 회전시킨 후 연결철근을 맞대어 Coupler와 Lock nut를 역회전시켜 고정한다.

* Lock nut : 나사이음의 풀림을 방지하기 위한 Nut

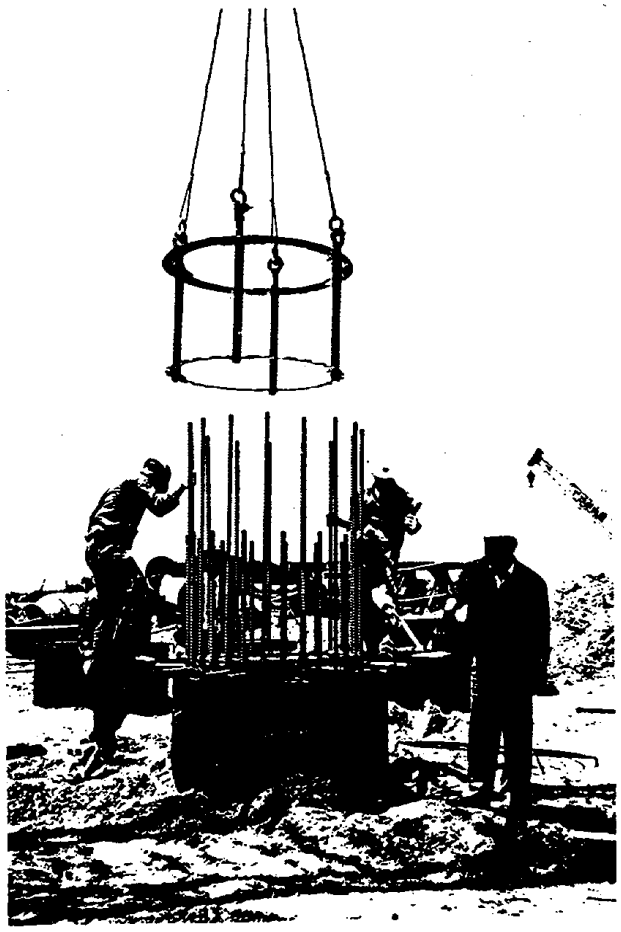
< 사 진 4 >



< 사 진 5 >

◈ 나사이음철근의 연결완료

◈ 철근망의 하강작업



< 사 진 6 >

◈ 철근망의 하강완료후 Stopper로 고정

◈ 상부 Unit의 제거

▣ 나사이음 강도시험 (서해대교 현장)

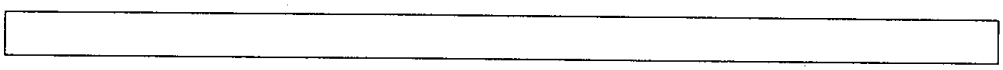
가. 일　　자 : '95. 4. 28

나. 장　　소 : 도로연구소

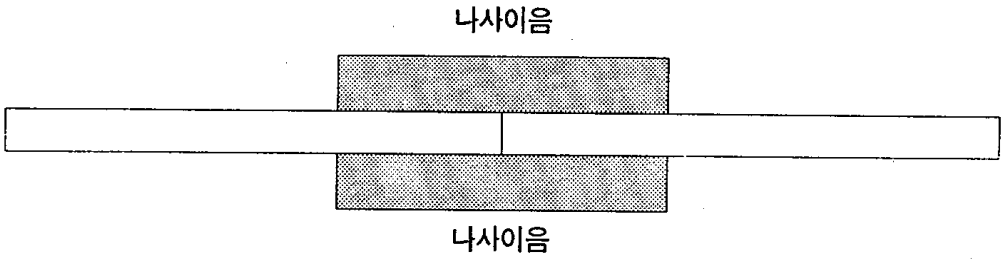
다. 시료규격 : SD40, ϕ32mm

(시료 A)

철근 SD40 ϕ32mm



(시료 B)



다. 시험성과

(단위 : kg/mm^2)

시험항목	항복강도 (kg/mm^2)	인장강도 (kg/mm^2)	파단후 나사이음부 상태	비 고
기 준	40	57		
시편 A	46.7	64.3		
시편 B	45.4	61.1	이상없음	

별첨 3

단 가 비 교 표

A) 현장타설말뚝 : - 말뚝길이 : 30M 기준

- 철근길이 : 8M 기준

* 32mm 철근 사용할 때 (1공당)

항 목	겹 이 음	나 사 이 음	비 고
주 철 근	40 - H32	40 - H32	SD - 40 기준
이음개소산출	4개소 x 40 = 160개소 L=1.6x160=256M W=6.23(KG)x256(M) =1.6 TON	3개소 x 40 = 120개소 나사이음단가 : 8,000/EA	• 겹이음길이 L=160CM • 나사이음단가는 현장 도착도임.
재 료 비	철근 = 496,000 U-Bolt=192,000	나사이음 = 960,000	철근 310,000 / TON U-Bolt 1가닥에 2EA 결속(600원/EA)
노 무 비	534,400 (334,000/TON)	33,000 (66,000/일)	나사이음 체결시간 2분/EA 2분x120EA=4HR
장 비 비	300,000	150,000 (체결시간 겹이음의 1/2)	크레인 300,000/일
계	1,522,400	1,143,000	감(▽) 379,400

주) 염해우려가 있는 지역의 시공시 Epoxy Coating 비용의 절감으로 인한 나사이음의 경제성 우수함.

주) 철근가공조립 보통적용 ('96 노무비)

$$\frac{\text{철근공}}{4.0\text{인x}66,000} + \frac{\text{인부}}{2.2\text{인x}31,866} = 334,000\text{원}/\text{ton}$$

B) 현장타설말뚝 : - 말뚝길이 : 30M 기준

- 철근길이 : 8M 기준

* 29mm 철근 사용할 때 (1공당)

항 목	겹 이 음	나 사 이 음	비 고
주 철 근	40 - H29	40 - H29	SD - 40 기준
이음개소산출	4개소 x 40 = 160개소 L=1.24x160=206M W=5.04(KG)x206(M) =1.0 TON	3개소 x 40 = 120개소 나사이음단가 : 7,000/EA	• 겹이음길이 L=129CM • 나사이음 단가는 현장도착도임.
재 료 비	철근 = 310,000 U-Bolt=192,000	나사이음 = 840,000	철근 310,000 / TON U-Bolt 1가닥에 2EA 결속 (600원/EA)
노 무 비 (가공,조립비)	334,000 (344,000/TON)	33,000 (66,000/일)	나사이음 체결시간 2분/EA 2분x120EA=4HR
장 비 비	300,000	150,000 (체결시간 겹이음의 1/2)	크레인 300,000/일
계	1,136,000	1,023,000	감 (▽) 113,000

주) 철근가공조립 보통적용 ('96 노무비)

$$\frac{\text{철근공}}{4.0\text{인x}66,000} + \frac{\text{인부}}{2.2\text{인x}31,866} = 334,000\text{원}/\text{ton당}$$

C) PIER (고교각) : - 교각높이 : 30M 기준

- 철근길이 : 4M 기준

* 32mm 철근 사용할 때 (1기당)

항 목	겹 이 음	나 사 이 음	비 고
주 철 근	81 - D32	81 - D32	SD - 30 기준
이음개소산출	9개소 x 81 = 729개소 L=1.2x729=875M W=6.23(KG)x875(M) x1.03=5.61TON	6개소 x 81 = 486개소 나사이음단가 : 8,000/EA	• 겹이음길이 L=120CM • 나사이음 단가는 현장도착도임.
재 료 비	철근 = 1,739,100	나사이음 = 3,888,000	철근 310,000 / TON
노 무 비 (철근가공조립)	5.61/1.03 x 419,000/ton = 2,282,000	132,000 (66,000/일)	나사이음 체결시간 2분/EA 2분x486EA=16HR
장 비 비	105,000	-	크레인 300,000/일
계	4,126,100	4,020,000	감 (▽) 106,100

주) 1. 기초부위에서 계속 연장하여 기둥부위까지 연결되는 철근은 제외

2. 교각 Dia=3.0m 주철근 1단 배근 기준

3. 철근가공조립 복잡 적용 (고교각)

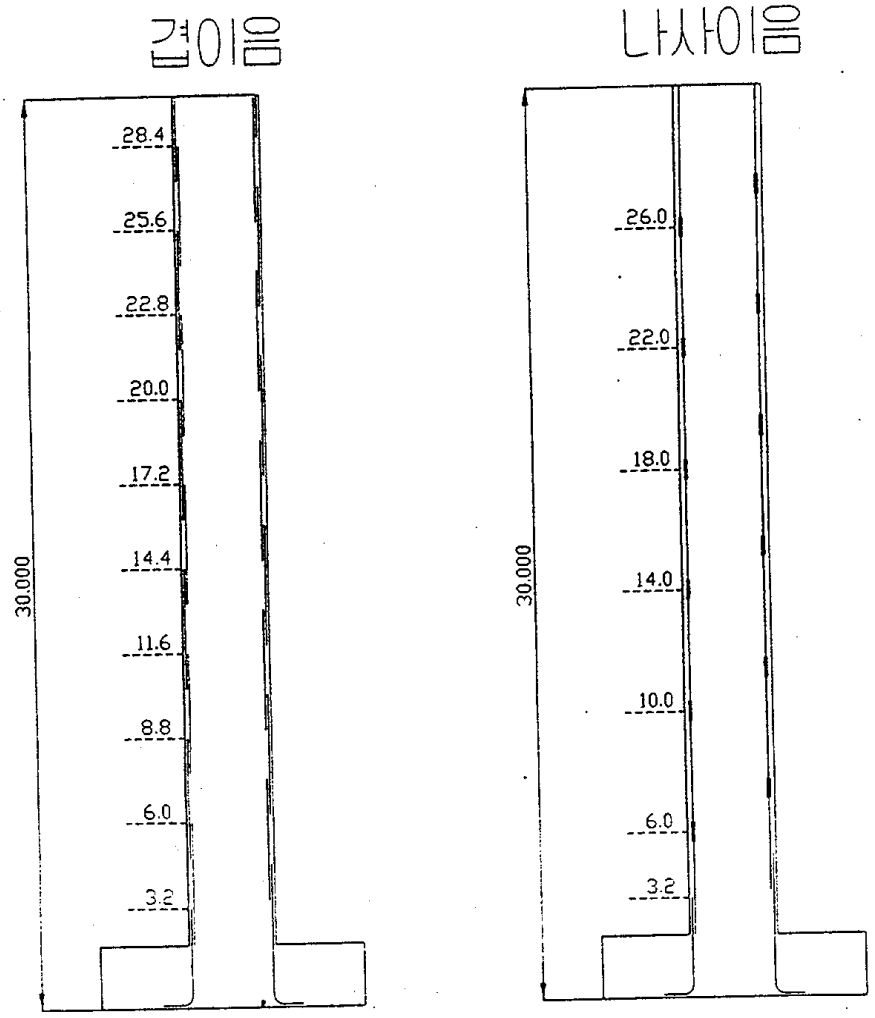
$$\frac{\text{철근공}}{5.0\text{인x}66,000} + \frac{\text{인부}}{2.8\text{인x}31,866} = 419,000\text{원/ton}$$

4. 철근의 들어올림 작업

1 cycle : 0.5H / ton (묶음 - 들어올림 - 내림)

장비비 = 300,000 x $\frac{0.5HR}{8HR}$ x 5.61 = 105,000

고 교각의 이음개소 비교



* 기초에서 인걸되는 철근은 겹이음을 사용한다.

7-26 철근 가공조립 적용기준 개선

방 침
설 계 이 16210-308 ('96. 9. 13)

1. 검토목적

- '96 건설표준품셈 개정에 따른 설계적용 기준 변경
- 철근 가공조립의 난이도 및 시공성을 감안한 구조물 형식별, 부위별, 적용 기준을 검토하여 설계에 반영코자 함.

2. 품셈 개정 내용

구 분	품 셈 기 준		도로공사 기준
	현 행	개 정	
간 단	측구 간단한 기초 중력식 옹벽	측구 간단한 기초 중력식 옹벽	측구 배수관 날개벽 중력식 옹벽
보 통	수문 반중력식 옹벽 교대	수문 반중력식옹벽 교대	반중력식 옹벽 교대 교량 접속슬래브 절성경계보강부 Pre-Flex빔 아래플랜지 교각(기초)
복 잡	교량슬래브 우물통 암거 부벽식 옹벽	교량슬래브 우물통 암거 부벽식옹벽등	교량슬래브, 라멘교 우물통 암거 역T형 옹벽 교각 (기둥,코핑)
매우복잡	-	교대(기둥식) 교각 지하철 터널	-

3. 적용방안

개정된 철근가공조립 기준중 매우복잡 품을 교대(기둥식), 교각, 터널공에 반영코자 함.

구 분		현 행	적용 방안	비고
교 대	일반형식	보 통	보 통	
	기 둥 식		매우복잡	
교 각	기 초	보 통	매우복잡	
	기둥, 코핑	복 잡		
터 널	배수구, 옹벽	간 단	간 단	
	난간,공동구	복 잡	복 잡	
	라이닝,벨마우스		매우복잡	

4. 검토 결론

o 현행 철근가공조립 기준을 '96 건설표준품셈 개정에 맞도록 변경하여 공사비 현실화 및 효율적인 공사관리에 기여코자 함.

o '96. 설계완료 구간부터 설계 적용.

※ 참고자료

가. 현행 철근 가공조립 기준 ('96 단가기준)

구 분	가 공		조 립		계	
	철근공(인)	인 부	철근공(인)	인 부	철근공(인)	인 부
간 단	1.0	0.6	1.9	1.0	2.9	1.6
보 통	1.5	0.9	2.5	1.3	4.0	2.2
복 잡	2.0	1.2	3.0	1.6	5.0	2.8
매우복잡	2.2	1.4	3.6	1.8	5.8	3.2

나. 철근 가공조립 단가적용 ('96 단가 기준)

구 분	결 속 선	철 근 공	인 부	고 철 대	계
간 단	5kg×840 = 4,200	2.9인×66,050 = 191,545	1.6인×31,866 = 50,986	1ton×0.03×-80,000 = -2,400	244,331
보 통	6.5kg×840 = 5,460	4.0인×66,050 = 264,200	2.2인×31,866 = 70,105	1ton×0.03×-80,000 = -2,400	337,365
복 잡	8.0kg×840 = 6,720	5.0인×66,050 = 330,250	2.8인×31,866 = 89,221	1ton×0.03×-80,000 = -2,400	423,795
매우복잡	9.5kg×840 = 7,980	3.8인×66,050 = 383,090	3.2인×31,866 = 101,971	1ton×0.03×-80,000 = -2,400	490,641

16% 증

7-27 PILE 시공법 적용성 검토

방 침
설 계 일 16210-307 ('96. 9. 16)

1. 검토목적

최근의 국내 경제규모의 확장에 따라 각종 구조물이 대형화 되고 이에 따라 말뚝기초도 대구경 및 장대화 추세가 뚜렷한 실정이며 환경적 측면에서는 각종 환경기준이 강화되고 있어 기초공사 시행시 각종 소음 및 진동에 대한 민원이 발생되는 경우가 많아 말뚝공사의 시공에 많은 제약이 따르고 있다. 따라서 여기서는 국내에서 주로 사용되는 말뚝시공법인 매입공법과 타입공법에 대해 각 공법별 문제점 및 경제성을 검토하여 말뚝기초 공법에 대한 기준을 설정하고저 한다.

2. 말뚝설계 및 시공상 문제점

일반적으로 말뚝의 파손 또는 기초파괴는 조사 및 설계, 시공과정의 하자가 요인이 되며 그 상세원인은 다음과 같다.

1) 타입 말뚝과 관련한 문제점 및 발생원인

문 제 점	발 생 원 인
· 말뚝, 두부손상 (좌굴,종방향크랙,뒤틀림등)	· 부적절한 햄머중량 · 말뚝단부 절단상의 문제 · 과잉항타
· 말뚝몸체의 손상 (뒤틀림,찌그러짐,만곡 등)	· 부적절한 햄머중량 · 항타장비의 방향조절 부적절 · 과잉항타 · 지반내의 장해물
· 강관말뚝의 파괴	· 말뚝두께의 부족
· 말뚝선단부의 손상	· 과잉항타 · 재항타 · 지반내의 장해물 · 암반 관입상의 문제
· 콘크리트 플러그(plug) 또는 슈를 가진 폐단말뚝에서 바닥판 부재의 상승 또는 플러그, 슈의 손상	· 용접미숙 · 과잉항타 · 콘크리트 플러그의 부실
· 시공불능, 능률저하	· 지층판정상의 오류
· 지지력부족, 부등침하	· 부마찰력 평가의 오류 · 지층판정의 오류
· 지반 · 구조물의 변형	· 지반의 측방이동이나 부상(浮上)

2) 매입 말뚝과 관련한 문제점 및 발생원인

문 제 점	발 생 원 인
· 말뚝몸체의 손상	· 시공장비의 부적합 · 지지층 조사의 불충분 · 말뚝삽입시의 시공관리 부적절
· 선굴착 깊이보다 말뚝선단 부가 높은 곳에 위치	· 시공장비의 부적합 · 전석, 자갈 등 지중장해물의 존재 · 공벽안정관리 부족 · 선단부 고정액 시공관리 부적합
· 인접지반 및 구조물의 변위	· 지중장해물 존재 · 공벽안정관리 부족
· 지지력 부족	· 최종항타 존재 · 지지층 조사의 불충분 · 선단부 고정액 시공관리 부적합 · 부적합한 주면고정액 사용
· 말뚝의 경사, 편심	· 말뚝삽입시의 시공관리 부적절
· 시공불능, 능률저하	· 공벽의 안정관리 · 지중장해물 존재
· 지지력부족, 부등침하	· 지층판정의 오류 · 말뚝첨설때나 고정액 주입시의 시공관리 미비
· 지반,구조물의 변형	· 공벽의 안정관리

3) 환경 관련 문제점

최근에 국내 건설업체의 말뚝시공과 관련된 문제점으로는 강화된 환경기준과 높아진 환경요구문제로 나타나는데 이 문제점을 세부적으로 살펴보면 주로 시공시 발생되는 소음과 진동에 관련된 문제이며 현실적으로 말뚝시공의 특성상 피하기 어려운 상황이다.

문 제 점	발 생 원 인
· 생리적 장해	· 항타에 의한 소음 및 진동
· 지반변동(침하,균열등)	· 항타진동시 지반이완 및 다짐효과에 의한 침하 · 항타진동에 의한 액상화 (지반조건)
· 먼지,가스 및 연기 등의 대기오염	· 디젤 및 유압항타에 의한 유연 발생
· 지하수변동 및 오염	· 항타 및 속파기공법 등의 시행에 의한 지반 조건의 교란 · 선단지지력 및 주면마찰력 확보를 위한 Cement paste 주입
· 집단 민원	· 유연 가스 발생 · 항타시 토사 비산 및 농작물 피해문제

3. 말뚝 시공공법의 변화추세

말뚝시공법의 변화추세를 파악하기위해 우리나라와 조건이 유사한 일본의 사례를 참조할 때 아래도와 같이 1990년도에 이미 직항타는 전체의 12.4%에 불과하며 매입공법이 60%이상을 차지하고 있으며 여기에 매입공법과 유사한 오거겸용 직항타까지 포함하면 전체 말뚝공사의 85%정도가 국내에서 시행되는 매입공법에 의해 시행되는 실정이다.

또 직항타의 비율 12.4%중에는 유압Hammer 등의 실적이 포함되어 있으므로 순수한 디젤 Hammer를 사용한 직항타는 전체 말뚝공사의 극히 일부분만 시행되는 것을 알 수 있다.

국내에서도 각종민원문제 등으로 저소음, 저진동 공법으로 변화되는 추세에 있으며 최근의 중앙환경분쟁조정 위원회에서도 건설현장에서 발생되는 각종소음, 진동 등에 의한 정신적 피해에 대해서도 피해보상을 해야 한다는 제정결정을 아래표와 같이 내리고 있는 실정이므로 각종민원문제를 최소화 할 수 있는 공법 (매입공법, 유압 Hammer 등)의 적용이 불가피한 추세에 있다.

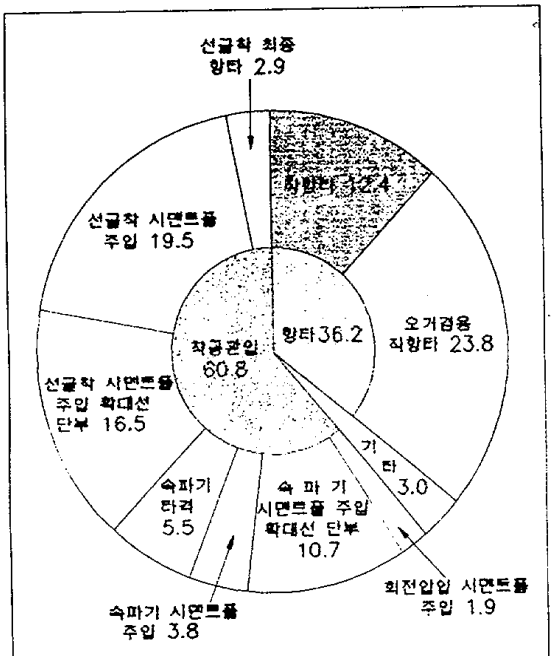


그림. 일본에서의 기성 콘크리트말뚝의 시공법별 구성비 (1990년)

건설공사 소음 피해 보상해야

아파트 건설 공사를 하면서 방음막 등을 설치했더라도 소음과 진동으로 이웃 주민들에게 정신적 피해를 주었을 때는 보상을 해야한다. 또 이같은 정신적 피해는 노인과 유아에게는 피해정도가 더욱 크므로 배상액의 20%를 가산해야 한다.

중앙환경분쟁조정위원회(위원장 윤창원)는 7월7일 인천광역시 부개동 오성아파트 마동주민 1백28명이 대한주택공사를 상대로 낸 소음·진동 및 먼지 등으로 인한 정신, 물질적 피해보상 신청사건에 대해 주택공사 건설공사의 소음과 먼지 등이 이웃주민들에게 정신적 피해를 준 사실을 인정하고 2천7백34만원을 배상하도록 결정했다.

조정위는 주택공사가 아파트 신축공사를 하면서 방음막을 설치했으나 실제 측정결과 항타작업 때는 소음도가 약88dB에 이르렀으며 항타작업을 않더라도 기초공사 기간중 최대 소음도가 70dB로 추정됐다고 밝히고 이같은 소음도는 이웃 주민들이 사회적 통념으로 참을 수 있는 한계를 넘었기 때문에 이로 인한 정신적 피해가 인정된다고 설명했다(토목기술 '96. 8)

4. 말뚝 시공공법의 비교검토

구 분	타 입 공 법				매 입 공 법
	디젤 햄 머	유 압 햄 머	드 롭 햄 머	바이브레이션 햄머	선굴착 공법
1.운 전	- 동력필요	- 유압유닛등 공급설비 필요	- 원치로서 가능	- 대용량의 전력필요	- 연속오거 장비 필요 - 최종타격 장비 필요 (필요시)
2.유지보수	- 분사펌프의 손질이 중요	- 유압호스의 설비점검 필요	- 필요없음	- 원동기 고장 다발	- 공벽붕괴 방지액 주입 (굴착액) (시멘트 풀 + 벤토나이트)
3.적용토질	- 경질지반에서 유리 ·견고한 지층에서 램의 stroke가 크게 되고 폭발력이 증대하여 작업능률이 양호함 폭발작용은 램이 튀어오르면서 행해지는 것으로 지반이 연약한 점토층 등의 경우 압축력이 감소하여 램의 반복작용이 저하폭발작용이 정지하게 되는 경우가 있다. 이것이 디젤햄머의 결점으로 연약층의 타입에는 능률이 떨어진다.	- 토질의 영향을 별로 받지 않음. ·램의 자유낙하에 따라 타입하는 단동식과 타입시에도 동력을 작동하는 복동식이 있으며 지반이 견고하거나 연약함에 관계없이 능률적으로 시공되며 항만 공사등 지층이 비교적 연약하여 디젤햄머로 비능률적인 작업에 많이 사용된다.	- 주로 연약지반에서 사용 ·10m이하의 얇은 항타에 이용되며 지층에 관계없이 시공속도 및 정밀도가 나쁘다.	- 연약지반에서 유리 ·말뚝에 진동을 주면 말뚝 주변의 흙도 진동상태로 되어 흙이 교란된다. 따라서 흙의 표면마찰저항이 현저히 감소함에 따라 타입 시공이 능률적으로 행해진다. 연약층에서는 유리하나 견고한 지층에서는 관입이 불가능할 경우가 있다.	- 점성토 지반에서 유리 - 느슨한 사질토층이나 ø15cm이상 모래자갈층에서는 사용불리 ·지반천공 후 말뚝 매입
4.환경영향	- 도심지에서는 소음, 진동 및 유연비산이 있어 적용 곤란 - 타입말뚝에 방음용 cover가 개발되어 소음문제는 해결할 수 있으나 진동 및 유연에 대해 유효한 대책은 없음.	- 램의 구동을 유압으로하고 방음 cover를 설치하여 디젤햄머에 비해 소음 및 진동을 감소 시킬수 있음.	- 도심지에서는 타격에 의한 소음 및 진동이 있어 적용 곤란	- 폭발 및 타격의 큰 소음은 없지만 높은 주파수의 진동이 있음.	- 저진동, 저소음공법으로 도심지 적용유리 - 굴착 후 토사의 비산 및 폐니수 처리에 문제가 발생
5.장 점	- 타격력이 크다. - 시공능률이 좋음 - 경량 소형으로 가능 - 경제적	- 모든 토질에 적용 가능 - 사항 및 수중항타 가능 - 인발에도 적용가능 - 낙하고를 조절하여 타격에너지 조정 용이 - 디젤햄머에 비해 유연,소음 및 진동감소 가능	- 장치가 간단 - 햄머의 중량과 낙하고를 조절하여 타입능력 조절 가능	- 저소음 - 인발에도 적용가능 - 연약지반에서 시공용이	- 저소음 저진동으로 도심지 근접 시공에 적합 - 환경규제 및 민원문제 최소화 할수 있음.
6.단 점	- 연약지반에서 비능률적 - 소음,유연,진동 등에 의한 각종 민원문제발생. - 윤활유 비산으로 환경공해 - 전석층, 호박돌층이 있는 지반에서는 말뚝의 파손우려가 있다.	- 부대장비가 많아 조작 능률 저하	- 햄머의 자연낙하에 의하므로 타입말뚝의 크기에 한계가 있다. ·낙하고의 관리가 어려움. ·정밀도 저하 ·소음,진동 등의 민원문제	- 대용량의 전력 필요 - 경질지반에서 비능률적 - 경사말뚝 시공은 곤란 - 연약 점성토에서 마찰 저항력 감소 - 진동에 의한 민원문제	- 말뚝선단부에 유수의 흐름이 있을 경우 공벽붕괴 위험이 있음. - 굴착토사, 폐니수처리 등의 환경문제가 있음 - 타입공법에 비해 지지력 저하 - 시공비 고가
6.단 가	3,210 원/m	5,020 원/본	1,350 원/m본	2,720 원/m	20,100 원/m
7.경 제 성	고 가	고 가	매 우 저 렴	고 가	고 가

5. 적용공법 검토

이상과 같은 검토 결과 타입말뚝의 경우는 소음, 진동, 유연 가스등의 발생이 불가피한 실정이므로 시공시 각종 민원 발생 우려가 높아 이에 대한 대책으로 말뚝시공시 저소음, 저진동 공법의 채용이 불가피한 추세이며, 국내에서도 매입공법을 도심지 구간에 대해 채택하고 있지만 매입공법은 지지력 확보의 문제점과 시공비 상승 등의 이유로 제한적으로 사용되고 있는 실정이다.

따라서 PILE시공시 적정 시공법을 선정하기 위해 각 환경저해 요인별 원인을 검토하고 그에 대한 대책을 검토하면 아래와 같다.

가. PILE 시공에 따른 제반 영향을 고려한 적용공법.

구 분	내 용	적 용 공 법
유연저감	• 유연발생은 디젤햄머 타격시 가장 크게 발생되며 유연의 비산은 인접 구조물의 경관손상 및 환경오염의 발생	- 자연형 디젤 해머 - 유압해머 - 기존 디젤햄머에 유연 비산방지 장치 부착 - 바이브로 해머
소음저감	• 타격에너지를 이용하는 직항타 공법에서 소음발생을 완전히 방지하는 것은 불가능하고 소음 저감을 위한 공법 적용	- 차음재료 이용한 방음 카바 - 방음벽 설치 - 타격소음의 저감을 위한 항타기 이용 (유압해머)
소음및유연 저 감	• 유연 및 소음저감공법을 병행적용하여 소음 및 유연의 발생 감소	- 유압해머 - 바이브로 해머 - 방음카바에 매연처리 장치병행한 디젤햄머
소음및진동 저 감	• 말뚝설치를 위한 지반굴착시 소음과 진동을 최소화하기 위한 매입말뚝 공법의 개발 및 사용	- 관입저항 경감법 (어스오거, 특수비트, 워터제트 등) - 유압리더에 의한 관입법 - 시멘트 풀을 주입 고결시키는 지지력 발현법
배제토의 비산 방지	• 항타 공법으로 말뚝 설치시 배제토 비산으로 인한 인근 농작물 피해 방지	- 배제토 비산 방지용 카바 설치

나. 말뚝 시공 공법별 적용기준

적용공법	설 치 환 경	비 고
디젤햄머	• 시공시 주변환경 저해요인이 없는 나대지 및 산악지역 • 비교적 견고한 지반 적용 • 주변에 농작물 피해발생 우려가 없는지역	
유압햄머	• 시,읍 단위이하의 행정구역중 주변에 민가나 시설물 근접 지역 • 지층이 연약하여 디젤햄머로 비능률적인 작업	
매입공법	• 시,읍 단위이상의 도심지내 근접공사 • 환경규제 및 민원발생 우려지역	

6. 검토결론

말뚝의 시공법의 결정은 주변여건(토질, 위치 및 환경적용 요인등)을 종합적으로 고려하여야 하며 .

1) 매입공법(선굴착)은 지지력 저하, 시공속도, 경제성 측면에서 불리 하므로 도심지 근접 시공시 소음 및 진동에의한 민원을 최소화 해야 하는 부득이한 경우에 부분 적용하며,
2) 항타 공법중 바이브레이션 및 드롭 Hammer 사용은 소음, 진동, 유연 등의 문제로 현장 적용성이 낮으므로 가급적 사용을 지양하고,
3) 유압 Hammer공법은 디젤 Hammer 공법에 비해 경제성에서는 다소 불리하나 유연가스 및 소음, 진동을 저감시킬수 있기때문에 민가나 시설물 인접구간에 민원해소에 최선의 대책이 될 수 있으므로 시단위이하의 행정지역에서 주변에 민가나 시설물등이 비교적 근접한 경우에 적용하고,
4) 디젤햄머는 사용시 환경적 저해 요인이 없는 나대지나 산악지역 및 농작물 피해발생 우려가 없는 지역 등에 사용함이 바람직 함
5) 따라서 말뚝기초 시공시 말뚝의 길이 및 직경을 고려하여 적정용량의 햄머가 선정되면 시공법의 결정은 아래와 같은 기준으로 적용 코저함.

- 매입공법 : 도심지내 근접시공 및 특수한 경우
- 유압햄머 : 시단위 이하의 행정지역중 주변에 민가나 시설물 근접지역 및 상수원 보호구역
- 디젤햄머 : 시공시 주변에 환경 저해 요인이 없거나 농작물 피해 발생 우려가 없는지역

첨 부

1. 말뚝시공법 개요

2. 환경기준

3. 공사비 산출근거

1. 말뚝시공법 개요

- **말뚝의 시공법**

강관PILE의 시공법은 전술한 것과 같이 크게 타입공법과 매입공법으로 구분되며 타입공법은 해머에 따라 타격식과 진동식으로 나누어지며 각 공법별 해머 선정은 아래와 같은 방법으로 결정된다.

1) 디젤햄머

시공 능률이 좋고 경제적이어서 국내에 가장 광범위하게 보급되어 있으며 장비는 항타대와 부속품(캡, 쿠션, 항타보조장치)으로 이루어져 있고 디젤 해머의 종류 및 선정 방법은 아래와 같다.

(1) 디젤 Hammer의 종류

형 식		K-13	K-25	K-35	K-45	KB 60	KB 80
전 중 량 (kg)		2,900	5,200	7,500	10,500	15,000	20,500
램 중 량 (kg)		1,300	2,500	3,500	4,500	6,000	8,000
타격회수(회/min)		40~60	39~60	39~60	39~60	35~60	35~60
타격에너지(kg.m)		3,700	7,500	10,500	13,500	16,000	22,000
연료 소비량 (l/hr)		3~8	9~12	12~16	7~21	24~30	32~40
윤활유소비량(l/hr)		1.0	1.5	2.0	2.5	4.0	6.0
연료탱크 용량 (l)		40	40	48	65	130	210
치수	전 장 (mm)	4,050	4,550	4,550	4,825	5,770	6,100
	폭 (mm)	616	768	881	996	1,135	1,384
	안빌직경(mm)	φ485	φ590	φ700	φ800	φ920	φ980

(2) 디젤해머의 선정

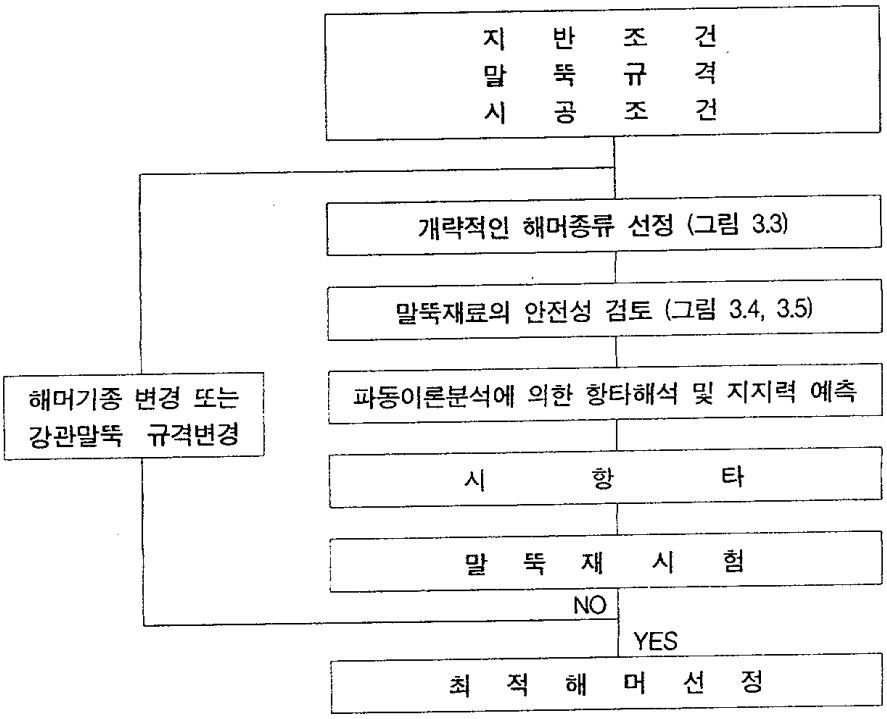
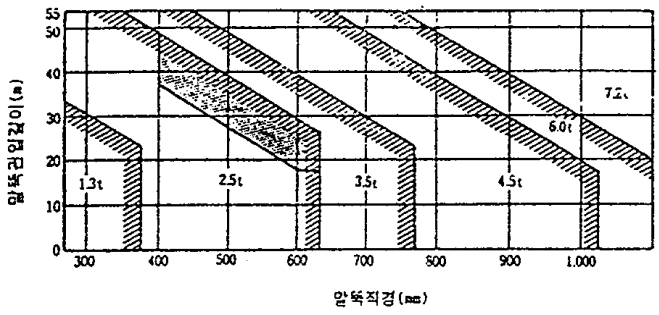


그림 3.2 디젤햄머의 선정



(주) 1. 말뚝길이가 15m이상이며 아래의 조건에 해당될 경우에는 햄머의 램중량을 위의 그림에 나타난 것보다 1등급 높은 것을 사용한다.

단, 램중량이 2.5ton인 경우에는 점으로 표시된 부분만을 사용한다.

① N값이 30이상인 모래층 또는 자갈층을 3m이상 관입하는 경우

② N값이 15이상인 점성토층을 3m이상 관입하는 경우

2. 항타보조장치를 사용할 경우에는 그 길이도 말뚝길이에 포함한다.

그림 3.3 개략적인 Hammer 선정

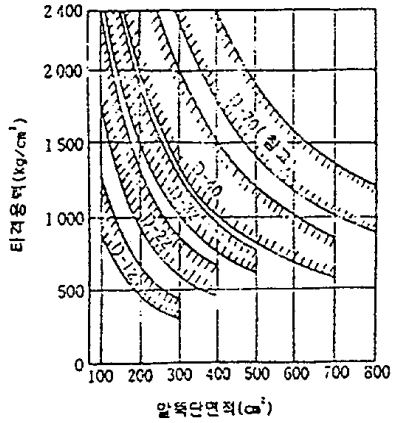
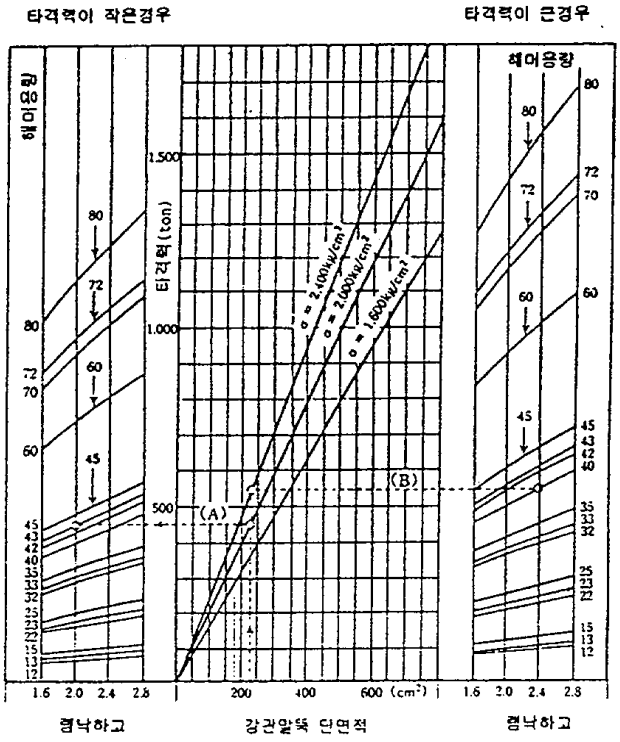


그림 3.4 항타응력과 해머의 선정



(예) φ 812.8㎜ × 9㎜ thk:A_s=227㎠)

타격력이 작은 경우, 램낙하고 2.0m→(A)→D43

타격력이 큰 경우, 램낙하고 2.4m→(A)→D40

그림 3.5 디젤 Hammer 선정도

(3) 공기, 경제성과 사용해머

공기 및 경제성의 측면에서 큰 해머로 여유를 두고 시공하는 것이 최근의 경향이나 과

대한 용량의 해머는 강관말뚝을 위험하게 할 뿐만아니라 설비비도 증가하므로 경제성 측면에서 문제점이 있다. 따라서 시공관리의 상황을 고려하여 항타응력이 1,600~2,000kg/cm^2 되도록 해머를 선정하는 것이 가장 이상적이다.

2) 유압햄머

디젤해머의 경우 시공성도 양호하고 경제적이지만 타격시에 큰 소음과 진동 및 유연이 발생한다는 단점이 있어 도심지 공사에서 각종 민원문제가 야기되므로 소음 및 유연을 저감시킬 목적으로 방음 커버를 설치한 유압해머를 많이 이용한다.

유압 Hammer는 램을 유압실린더에 의해 올리고 자유낙하시키는 구조 또는 강제 낙하 방식으로 되어 있는데, 항타기는 디젤 Hammer를 이용할때와 같은 것을 사용하되, 유압니트와 유압 제어판이 별도로 필요하며 유압호스로 연결되어 있다. 운전대에 설치되어 있는 제어시스템에 의해 Hammer의 가동 정지 및 낙하고 조정이 행해진다.

유압해머의 성능은 일반적으로 낙하높이와 램중량을 곱한 타격에너지로 표시되고 있으며, 유압햄머의 선정은 우선 앞의 디젤햄머의 선정도에서 적합한 디젤햄머의 중량을 구하고, 다음으로 그 디젤햄머의 타격에너지를 구해 적합한 타격에너지의 유압햄머를 구하는 것이 일반적이다.

또한 유압햄머의 성능표에는 적합한 디젤햄머가 기재되어 있지만, 낙하높이를 조정할 수 있으므로 폭넓게 디젤햄머에 적합할 수 있도록 기재되어 있다.

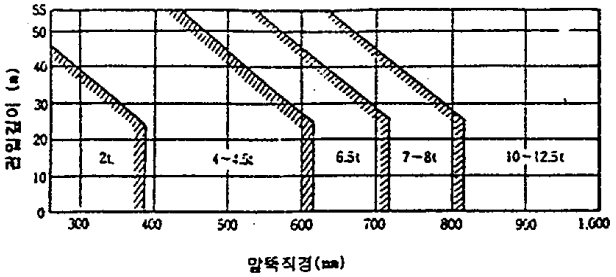
(1) 유압해머의 종류

항목 \ 개발회사 / 기종		(주)신호제강소		삼화기계(주)	(주)신영철공소	무강건설흥업(주)
		IK 45	HK 65	SCR 65	Z 65	PWJ 120
해머	램 중 량 (tf)	4.5	6.5	6.5	6.5	7.2 -
	총 중 량 (tf)	9.1	14.3	13.9	11.8	15.5
	최대램낙하고 (m)	1.2	1.8	1.2	1.6	1.8
	최대타격에너지(tf.m)	5.4	11.7	7.8	10.4	3.0
	타격회수 (회/분)	22~60	18~60	24~120	18~75	20~60
	직경×길이 (mm)	900×6950	1100×7950	1220×7280	1016×5507	892×7700
유압유니트	원 동 기	디 젤 엔 진		전 동 기	전 동 기	전 동 기
	원동기출력	152/2000 (PS/rpm)		75 kw	55 kw	90 kw
	중 량 (tf)	5.0		3.0	2.5	3.7
램낙하고방식		자유낙하방식		자유낙하방식	자유낙하방식	자유낙하방식
타격전달부 쿠션		견 목		견목·고무	견 목	견목·기름
적용말뚝별 직경 (mm)	콘크리트말뚝	Φ300~400	Φ300~600	Φ300~600	Φ300~600	Φ300~600
	강 관 말 뚝	Φ300~500	Φ300~800	Φ300~600	Φ300~600	Φ300~800
대응하는 디젤해머		13~25형	13~45형	13~35형	13~35형	13~35형

항목 \ 개발회사 / 기종		일본콘크리트공업(주) 일임건기 (주)		일본차량제조(주)		(주) 간 조 건 기 (주)		전천체관 (주)
		HNC-65	HNC-80	NH-40	NH-70	TK-120	TK-160	MK 70
해머	램 중 량 (tf)	6.5	6.5	4.0	6.5	6.5	8.5	7.0
	총 중 량 (tf)	13.3	15.2	9.8	14.4	12.8	16.8	15.5
	최대램낙하고 (m)	1.2	1.2	*1.52(0.8)	*1.28(0.8)	1.2	1.2	1.2
	최대타격에너지(tf.m)	7.8	9.6	6.1	10.4	7.8	10.2	8.4
	타격회수 (회/분)	18~70	18~70	28~80	25~70	22~75	20~60	23~50
	직경×길이 (mm)	1105×6530	1155×6930	1050×6930	1250×5610	914×6525	1016×6655	1400×6850
유압유니트	원 동 기	디 젤 엔 진		디 젤 엔 진		전 동 기	전 동 기	전 동 기
	원동기출력	121/1500 (PS/rpm)		160/2000 (PS/rpm)		75 kw	90 kw	75 kw
	중 량 (tf)	4.4		4.3		2.5	3.5	2.9
램낙하고방식		자유낙하방식		강제낙하방식		자유낙하방식		자유낙하방식
타격회전부 쿠션		견 목		견목·고무		견 목	견 목	고 무
적용말뚝별 직경 (mm)	콘크리트말뚝	Φ300~500	Φ300~600	Φ300~450	Φ300~600	Φ300~500	Φ300~600	Φ300~500
	강 관 말 뚝	Φ300~600	Φ300~800	Φ300~500	Φ300~600	Φ300~600	Φ300~800	-
대응하는 디젤해머		25~35형	25~45형	13~25형	13~35형	13~35형	25~45형	13~35형

* 자유낙하에 상당하는 높이. ( )는 실제낙하고

(2) 유압 Hammer의 선정



(주) 1. 말뚝관입길이가 15m이상이며 아래 조건이 해당되는 경우에는 위의 선정보다 1등급 높은 램중량의 유압해머를 사용한다.
① N값이 30이상인 모래층 모래자갈층을 3m이상 관입시키는 경우
② N값이 15이상인 점성토층을 3m이상 관입시키는 경우
2. 항타보조장치를 사용할 경우에는 그 길이도 말뚝길이에 포함한다.

그림 3.6 유압해머의 선정

(3) 항타관리

유압해머 항타의 경우 타격에너지, 최종 항타관리 및 말뚝의 지지력에 관한 자료가 많지 않는데, 국내의 경우 그간 디젤해머 항타기준을 참조하여 아래와 같이 시공되고 있으며 필히 시항타 및 재하시험을 통한 확인이 요구된다.

표3.1 국내에서 적용되는 유압해머 항타관리기준

유압해머 램중량 (ton)	동등한 디젤해머
5	K-25
7	K-35
9	K-45

따라서 제반 항타관리 및 최종항타 기준은 디젤해머에 준하여 시행한다.

3) 바이브레이션 햄머

바이브레이션 햄머는 그림 3.7을 기준으로하여 선정하고, 일반적으로 전기의 정격출력으로 성능을 표시하고 있다. 또한 큰 말뚝과 긴 말뚝을 타입하는 경우는 동적주면저항과 동적선단저항을 검토하게 된다. 바이브레이션햄머는 보통, 말뚝을 잡는 물림쇠 및 물림쇠의 유압유닛이 세트로 되어 있으며 발전기는 별도이다. 발전기는 햄머 정격출력의 3배정도인 것을 선정한다. 또, 물림쇄에는 강널판용과 강관용이 있으므로 사용에 있어서 주의 해야 한다. 최근에는 도심지에서 소음 및 진동 등의 문제로 잘 사용되지 않는다.

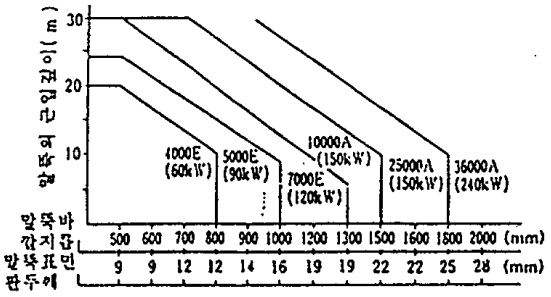


그림 3.7 바이브레이션 햄머 선정도

* 일반적으로 전기의 정격 출력으로 성능표시

PILE 깊이 (m) / PILE 구경 (mm)	6	10	15	20	25	30
φ 500		60KW			90KW	120KW
φ 600		60KW		90KW	120KW	150KW
φ 700		60KW		90KW	120KW	150KW
φ 800		60KW	90KW	120KW	150KW	
φ 900		90KW	120KW	150KW		
φ 1000		90KW	120KW	150KW		

4) 드롭햄머

드롭햄머는 햄머의 중량을 말뚝중량의 1에서 3배 또는 말뚝 10m당 중량으로서 선정한다. 같은 햄머사용상의 주의는 타격에너지를 얻기 위해서 낙하높이를 크게 하지 않는 것이며 보통말뚝머리의 파손을 방지하는 낙하높이는 2m 이하로 되어 있다. 현재는 거의 사용하지 않는다.

5) 선굴착공법

(1) 공법의 특징

선굴착공법중 타격에 의해 지지층에 관입을 확보하는 방법은 종래의 공법과 유사한 지지력을 얻을 수 있을 뿐만 아니라, 최종관입량에 의해 지지력을 확인할 수 있는 이점을 가지고 있다. 반면 타격에 의한 소음·진동을 피할 수 없기 때문에 저소음·저진동에 대한 완전한 대책이 될 수는 없다. 또 시멘트풀 주입공법은 작업이 복잡하고 공사비가 약간 높지만 소음·진동을 저감시킬 수 있고 말뚝 본체의 손상도 적은 장점을 갖는 반면 이토(泥土)와 이수처리가 요구된다.

(2) 시공관리

구 분	선굴착 및 최종항타공법	선굴착 및 시멘트풀 주입공법
말뚝의 지지력	선단지지력	주면마찰력+선단지지력
굴 착 심 도	충분한 지지층까지 굴착	충분한 지지층까지 굴착
공 벽 유 지	공벽붕괴 방지 (필요시 시멘트풀+벤토나이트주입)	공벽붕괴 방지 (필요시 시멘트풀+벤토나이트주입)
말뚝관입 심도	최종굴착심도보다 굴착직경 또는 말뚝직경이상 깊은곳까지 말뚝관입[1]	말뚝의 선단부가 최종굴착심도보다 50cm 범위 이내의 높은 곳까지만 관입 [2]
시멘트풀의 품질	해당없음	주면고정액의 시멘트 배합비 유지[3] 선단부고정액의 시멘트 배합비 유지 [4]

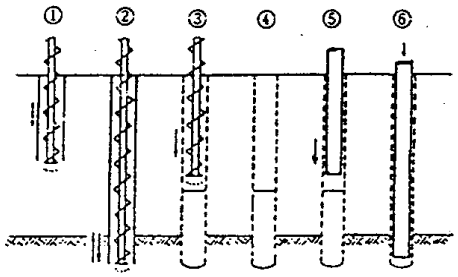
(주) 1) 선굴착으로 인하여 선단지지층의 교란이 발생하므로 선단지지력을 얻기 위해서는 선굴착 깊이보다 가능한 깊은곳까지 최종항타가 필요하다.

2) 부배합의 시멘트풀을 선단부 고정용으로 사용할 경우 말뚝의 선단부 고정액내에 위치하도록 한다.

3) 주면고정액의 표준시멘트 배합비는 물:시멘트:벤토나이트=450kg:120kg:25kg

4) 선단부고정액은 물-시멘트비가 0.7~0.8정도가 되게 하며 말뚝직경에 따라 시멘트함량을 400~800kg이 되도록 한다.

(3) 공법의 원리 및 시공순서



구 분	선굴착 및 최종항타공법	선굴착 및 시멘트풀 주입공법
①	연속오거로 지반굴착	연속오거로 지반굴착
②	선단지지층까지 굴착완료	굴착액 주입 선단지지층까지 굴착완로
③	-	선단부고정용 시멘풀 주입
④	-	주면고정용 시멘트풀 주입
⑤	-	강관말뚝삽입
⑥	최종항타로 지지층내의 관입	최종항타

그림 3.8 선굴착공법의 시공순서

2. 환 경 기 준

• **항타공법의 환경적 기준**

항타공법은 소음·진동에 의한 공해의 대표적인 공법으로 생각되어 엄격한 규제가 이루어지고 있다. 1m구간에서 대화의 소음을 60dB로 규정되어 질 때, 규제구역에서의 소음은 작업용지 경계로부터 30m 떨어진 지점에서 85phon이하, 진동은 작업용지 경계에서 75dB이하로 되어 있다. 실제로 발생하는 각 해머별 소음·진동의 범위는 허용치 이상으로 발생되며 다음과 같다.

① 건설작업 소음 규제 기준

기준 / 작업의 종류	기준치 (작업장 부지경계선에서 30m)	금지시간		1인당작업시간		동일장소 작업기간		일요·휴일에 있어서의 작업
(1)말뚝박기기	85dB (A) 이하	① 오후7시~익일오전7시	② 오후10시~익일오전6시	① 1일 10시간을 초과하지 않을 것	② 1일 14시간을 초과하지 않을 것	①,② 연속해서 6일을 초과하지 않을 것		금지
(2)대갈못치기기	85dB (A) 이하							
(3)착암기 (4)공기 압축기 (5)콘크리트프랜트	75dB (A) 이하	① 오후9시~익일오전6시				① 연속해서 1월을 초과하지 않을 것	② 연속해서 2월을 초과하지 않을 것	

▨ 항타공법별 소음의 범위

구분	디젤햄머 (dB)				유압햄머 (dB)			드롭햄머 (dB)	바이브로햄머 (dB)			선굴착공법 (dB)
	2t	2t~3t	3t~4t	4t~	4.5t	6.5t	8t		30kw	40kw	40kw이상	
7m	110~100	110~95	115~95	115~95	95~82	95~82	105~85	93~87	95~82	99~90	99~90	77~72
15m	108~95	105~90	110~95	110~95	92~80	90~75	98~80	90~85	88~75	89~80	95~81	73~68
30m	103~90	100~85	102~90	100~85	85~70	88~68	87~72	88~82	83~70	85~77	85~70	70~63

* 디젤햄머는 부지경계 30m 이상에서 항타하여야 함.

② 건설작업 소음 규제 기준

기준 / 건설작업의 종류	진동의 크기	작업할수 없는 시간		1일당의 작업시간		동일장소에 있어서의 작업시간		일요일·휴일에 있어서의 작업
		제1호구역	제2호구역	제1호구역	제2호구역	제1호구역	제2호구역	
말뚝박기기기 등을 사용하는 작업강구, 추구를 사용하는 작업 등	75dB을 초과하는 크기의 것이 아닐것	오후 7시 ~ 오전 7시	오후10시 ~ 오전 6시	10시간	14시간	연속 6일		금 지

(1) 제1호 구역이란

가. 양호한 주거환경을 보존하기 위하여, 정온의 유지를 필요로 하는 구역

나. 주거용에 이바지되고 있기 때문에 정온의 유지를 필요로 하는 구역

다. 주거용에 더하여 상업 등의 용으로 이바지하고 있는 구역으로서, 상당수의 주거가 집합되어 있기 때문에 진동의 발생을 방지할 필요가 있는 구역

라. 병원, 학교 등의 부지의 주변

(2) 제 2호 구역이란 주민의 생활환경을 보전할 필요가 있는 지역 중 (1)에 기술한 구역 이외의 구역

▨ 항타공법별 진동의 범위

구분	디젤 햄머 (dB)				유압 햄머 (dB)			드롭 햄머 (dB)	바이브로햄머 (dB)			선굴착 공법 (dB)
	2t	2t~3t	3t~4t	4t~	4.5t	6.5t	8t		30kw	40kw	40kw이상	
7m	80~75	83~73	90~77	90~70	85	88~85	92~72	90~63	78~72	75~70	90~71	-
15m	75~62	82~72	85~75	73~65	70	82~68	85~62	80~57	72~62	75~70	88~70	-
30m	68~50	73~57	73~59	73~62	60	81~58	78~58	83~63	58~50	68~60	79~53	-

항목		디젤해머	유압해머	드롭해머	바이브로해머	선굴착공법
환경	소음(부지경계로부터 30m지점에서 85phon이하)	×	△	△	○	○
	진동(소음경계에서 75dB이하)	×	×	△	×	○
	유연비산(부지경계외로 유연이 비산되지 않는다)	×	○	○	○	○
조작성, 작업능률		○	△	△	○	○
지지력의 확인		○	○	○	△	○

3. 개 략 공 사 비

각 공법별 공사비 산출 내역

(단위 : 원)

		디젤 햄머 (2.2ton)		유압식 햄머		드롭 햄머		바이브로 햄머		선굴착 공법		비 고
항타비	기계경비	24,587		유압식 햄머(5ton)	37,343	8,550		바이브로 햄머(30kw)	6,224	15,242		· PILE은 D400기준 · C/CRANE 25TON 적용 · 지층조건은 토사기준
				발전기 (125kw)	10,647			발전기 (100kw)	10,330			
				소 계	47,990			소 계	16,554			
	노무비	비계공	10,655	비계공	8,998	기계 운전원	41,899	비계공	9,384	비계공	6,671	· 드롭햄머 1일 작업량 328M
		보통인부	3,335	특수인부	3,286	비계공	203,607	보통인부	2,203	보통 인부	1,044	
						인 부	133,837					
		소 계	13,990	소 계	12,284	특별인부	49,579	작업반장	4,530	소 계	7,715	
						소 계	428,918	소 계	16,117			
천공비										19,085/M		· 로타리 천공기 기준 (토사품 적용)
계		38,577/12M		60,274/12M		443,380/328M		32,671/12M		22,957/12M		
+단위길이 *m당		3,210원/m		5,020원/m		1,350원/m		2,720원/m		1,913원/m+19,085원/m (천공비)=20,100원/m		

7-28 유지보수용 TENDON 설치방안

방 침
설 계 기 16210-331 ('96. 10. 9)

1. 검토목적

○ 프리스트레스 콘크리트 교량에서 공용기간중 교통량의 증가, 이용차량의 과적, 과속, 예상치 않은 크리프 처짐발생 및 교면재포장 등으로 인한 부가하중증가로 교량의 내하력 감소가 우려됨.

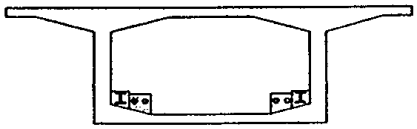
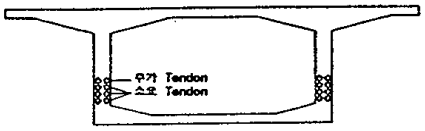
○ 내하력이 저하된 교량에서 추가 긴장 실시가 가능하도록 설계시 유지보수용 TENDON 설치방안을 검토하여 구조물의 안정성 도모와 유지관리의 효율성을 증대코저 함.

2. 설치기준

구 분	설 치 기 준	추가긴장재수량	비 고
도로교 표준 시방서	○ 교량건설후의 사하중의 증가, 교량의 균열 및 처짐조정을 위하여 PS.강재를 추가 배치 ○ 1-3세그먼트마다 거더축과 대칭을 이루도록 정·부 모멘트용 긴장재의 정착장치와 쉬스관배치를 고려	○ 전체 정, 부모멘트 용량의 5 %이상 ○ 교량길이방향으로 3세그먼트간격으로 균등배치 ○ 한쪽복부마다 최소한 1개의 비어 있는 쉬스관배치	
	○ 교량 처짐조절을 위해 PS. 강재를 추가로 배치가능토록 개구부를 통한 접근, 정착장치 및 굴곡 불록 설치가 가능토록 고려	○ 전체 정, 부모멘트용 포스트 텐셔닝 힘의 10 %	
AASHTO	○ 시공시 발주처 계약조건으로 설치	○ 이론요구 긴장력의 5 %	
외국문헌	○ 예비 PS. 강재용 DUCT준비 ○ 예비 강재의 정착부는 BOX GIRDER 내부에서 웨브와 상판부근에 있기 때문에 작업성이 좋음	○ 장차 도입가능한 부가량으로 전 프리스트레스의 5-10 %	Construction & Design of Pre-stressed Concrete Segmental Bridge (Walter Pondonlny Jr. & JeanM. Muller)

3. 유지관리용 TENDON 설치방안

가. PC. BOX GIRDER

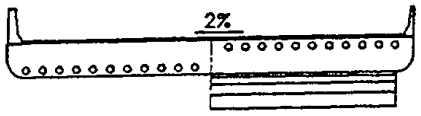
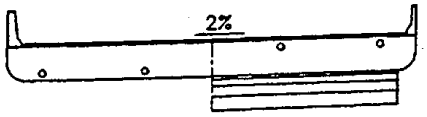
구 분	제 1 안 (EXTERAL TENDON설치)	제 2 안 (INTERNAL TENDON설치)
개 요	추가 PS.강재 설치를 위해 PSC. BOX GIRDER 내부 공간을 이용하여 설치하는 방안	추가 PS. 강재설치를 위한PSC. BOX GIRDER 단면내에 공DUCT를 설치하는 방안
개요도		
설치방법	BOX 내부의 복부판과 하부스라브 접속부에 별도의 방향변환 블럭을 경간 중앙부에 설치하고 교각 지점부에 정착 블럭을 설치	복부판 내부에 설치된 포물선형 공DUCT를 소정량보다 많게 매설하고 공용중 필요시 긴장재를 삽입 보강
장, 단점	○ 향후 긴장재 설치가 용이 ○ DUCT설치후 PS. 도입이 용이 ○ BOX내부에 블록설치에 따른 2차 시공이 필요	○ 공 DUCT 설치가 용이 ○ WEB내에 도입되므로 정착 및 부식방지가 양호 ○ 별도의 인장 정착부 설치 필요 ○ 공DUCT의 보호 필요 ○ PS. 강재 삽입이 곤란
사 용 TENDON 량	전 PRESTRESS의 10 %	전 PRESTRESS의 10 %
건의안	○	

나. PC. SLAB

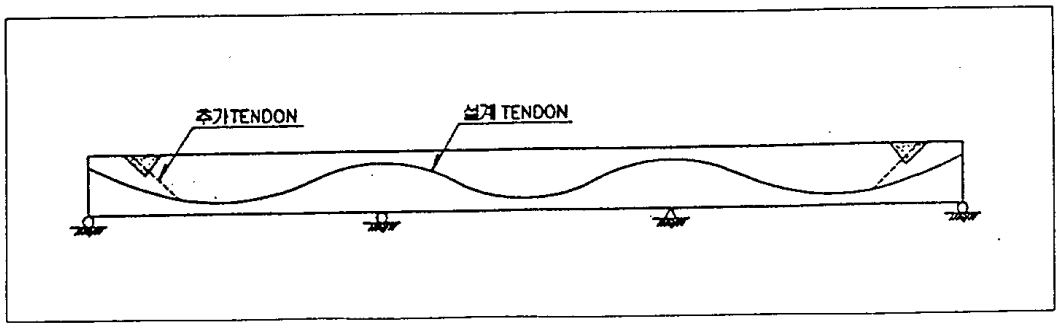
PC SLAB는 PC BOX GIRDER에 비해 단면이 작고 밀실하여 INTERNAL EXTRA TENDON 설치방안 이외에는 대책이 없음

1) TENDON 배치

가) 횡단면

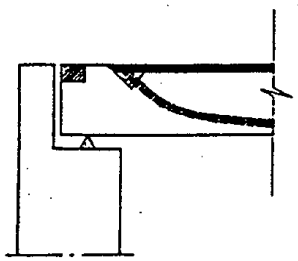
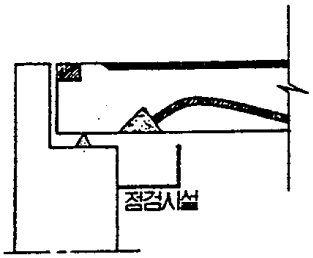
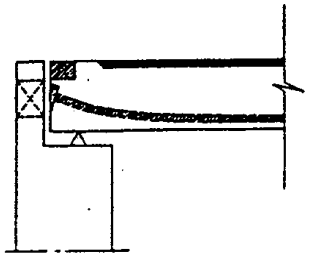
설계단면력에 의한 TENDON 배치	유지관리를 고려한 추가 TENDON배치
	

나) 종단면



설계단면력에 의한 TENDON을 교량 전폭에 대해 균등분포시켜 배치하고 유지관리용 추가TENDON은 계산 PS.강재량의 10 % 이상 설치가 가능하도록 전폭에 걸쳐 대칭으로 배치

2) 정착구 설치방안 검토

구 분	개 요 도	문 제 점	비 고
SLAB상면 배 치		ㅇ긴장작업시 교통통제 불가피 ㅇ쉬스관내로 콘크리트 공극수 및 교면수 침투로 인한 동파 및 내부표면 부식으로 구조물 내구성 저하예상 ㅇ정착구 주변의 확실한 방수처리 필요	채택 곤란
SLAB하면 배 치		ㅇ교대의 점검시설을 이용하여 긴장작업 가능 ㅇ정착구가 스라브 하면에 위치하므로 교면수에 의한 영향없음 ㅇ쉬스관내로 콘크리트 공극수 침투로 인한 동파 및 내부표면 부식으로 구조물 내구성 저하예상 ㅇ텐던 설치 선형 구조적으로 불가	채택 불가
교대배면 설 치		ㅇ설계 정착구와 동일 위치에 설치됨으로 구조적으로 유리 ㅇ출입시설 설치곤란 (단면두께부족으로 EXTRA 텐던설치 및 인장 곤란)	채택 불가

3) 쉬스관 유지관리 방안

추가 PS. 강재 설치용 쉬스관은 향후 PS.강재 도입전까지 공DUCT로 유지함에 따라 교면수 및 콘크리트 공극수 침투시 쉬스관 부식 및 동파 발생등으로 구조물 내하력 저하 및 기능저하 우려 있음.

쉬스관 부식방지를 위한 대책

문 제 점	대 책	비 고
쉬스관내에 교면수 및 공극수의 침투에 따른 동파 발생우려	쉬스관내에 특수 분말 충진	침투수에 의한 분말 응고시 추가 긴장재 삽입 곤란
공극수에 의한 쉬스관 표면 부식우려	○ 일반 STEEL DUCT 대신 아연도금 DUCT 사용 ○ 파상형 프라스틱 DUCT 사용	○ 완전방수 불가 (동파우려) ○ 외국제품 사용 ○ 시공비 과다(일반 덕트 단가의 3 - 4 배 ; 21,000 원/m)

4. PRESTRESSING의 도입시기

○ 예상치 못한 크리프 처짐이나 공용중 추가 교면포장 등 부가하중에 의한 보정 필요시

○ 교량의 공용기간중 균열이나 처짐이 허용치를 넘어 기능상 문제 발생시

○ 내하력 조사시 긴장력을 조사하여 설계긴장력과 비교하여 현저히 떨어졌을 때

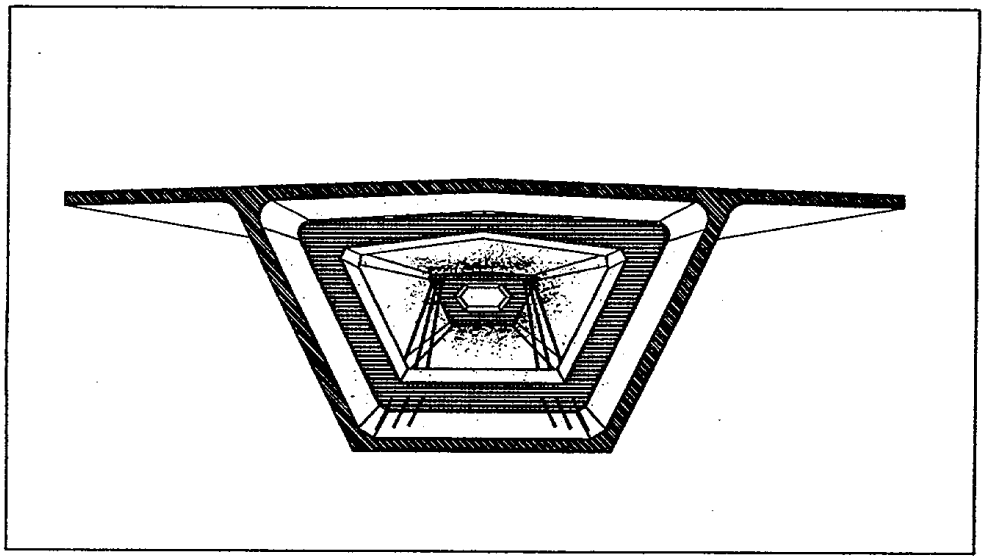
5. 검토결론

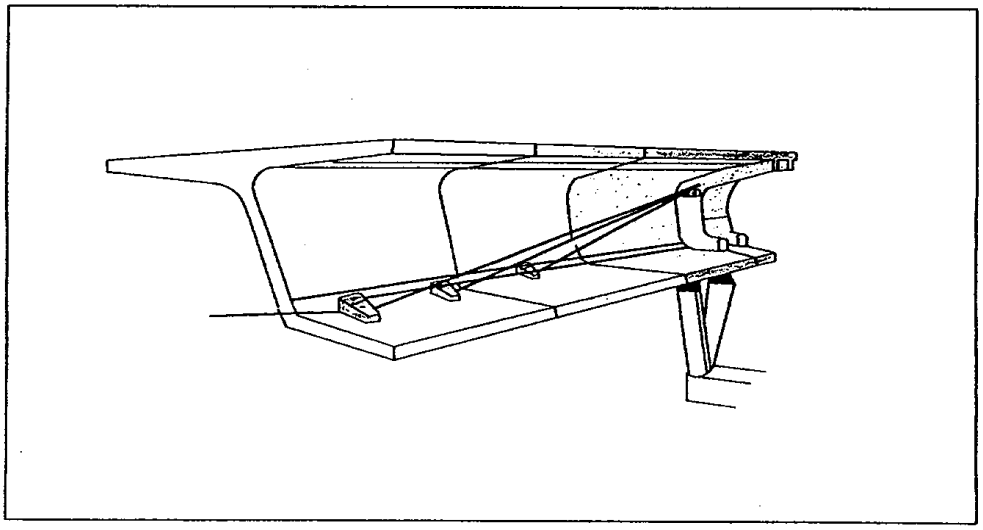
- PC. BOX GIRDER교에서는 교량건설후 사하중의 증가, 교량의 균열 발생, 처짐조절을 위하여 PS. 강재를 추가배치할 수 있도록 예비 DUCT설치가 필요하며 시공의 용이성 등을 감안하여 BOX내부 복부판과 하부 스라브 접속부의 공간을 이용하는 EXTERNAL TENDON 설치안이 바람직하며,

- PC SLAB 는 PC. BOX교와 달리 작은 지간을 갖는 소교량 등에서 채택되고 있는 교량 형식으로 단면이 작고 밀실하여 추가텐던을 INTERNAL EXTRA TENDON 설치방식으로 적용시 정착구의 위치 및 공DUCT의 유지관리상 문제점이 있어 PC. SLAB 에서는 설치하지 않는 것이 바람직하다고 사료됨.

첨 부 도 면

External Tendon 설치 개념도





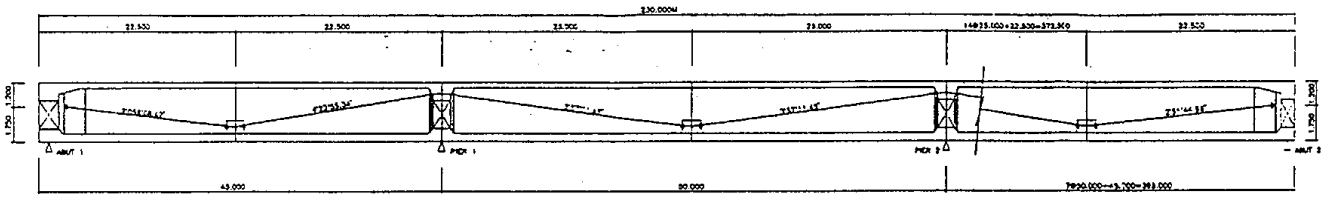
첨부도면 #1

유자 보수용 EXTERNAL TENDON (1) (I.L.M)

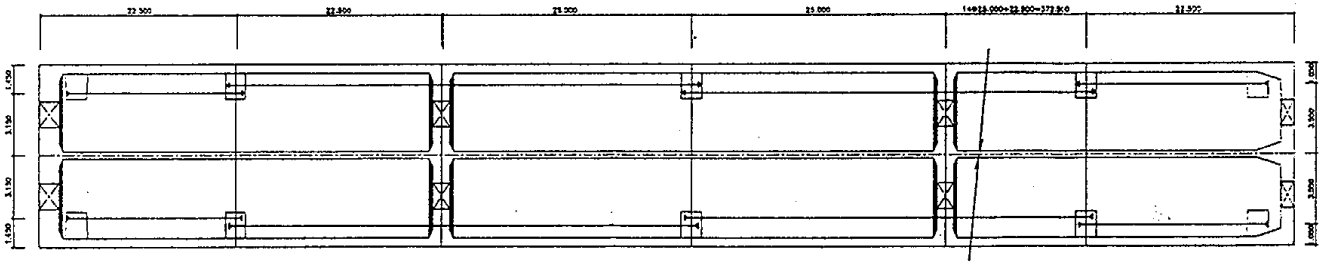
(19/0.5")

S< H = 1:200 / V = 1:100

종 단 면 도

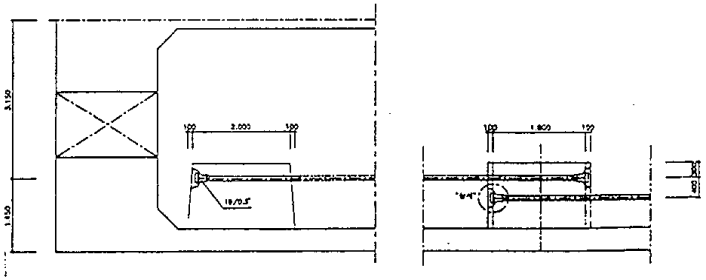


평 면 도



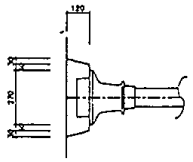
평 면 상 세 도

S = 1:40

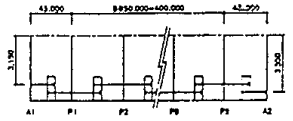


상 세

S = 1:10

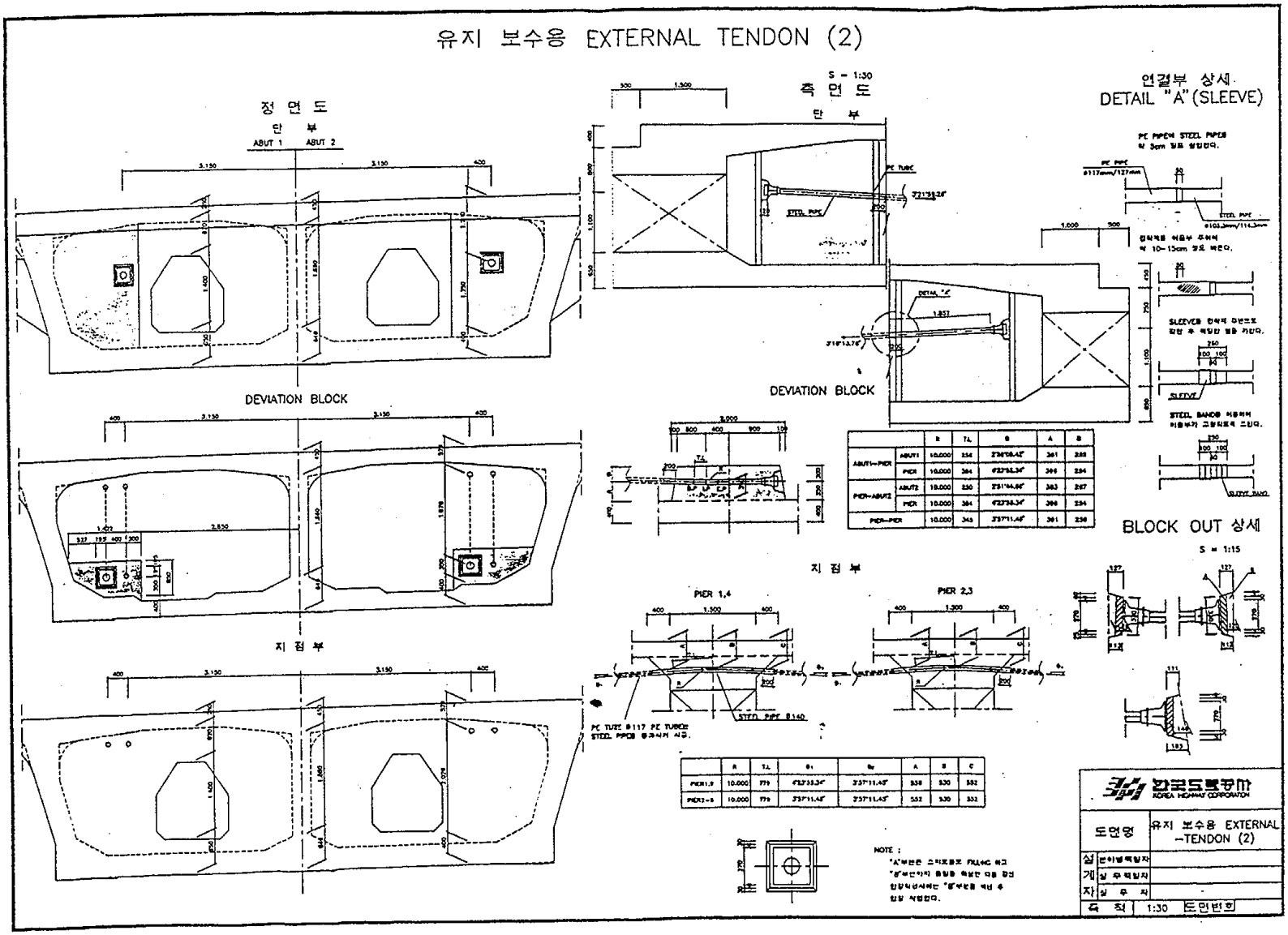


요 약 도



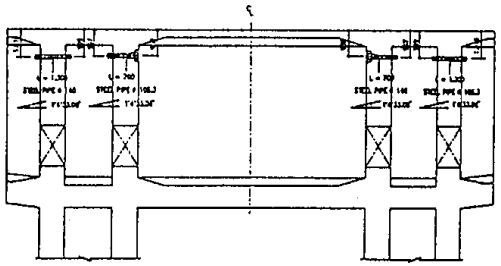
한국도로공사 KOREA HIGHWAY CORPORATION	
드린명	유지 보수용 EXTERNAL -TENDON (1)
설	
계	
자	
축 척	NONE 도면번호

유지 보수용 EXTERNAL TENDON (2)

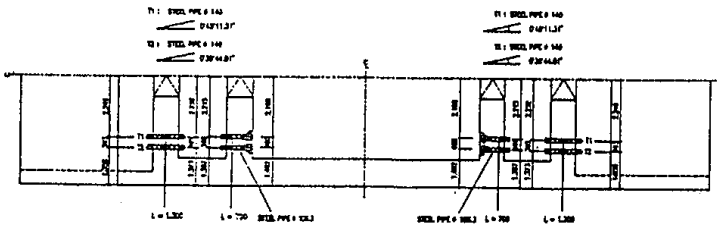


여유긴장재 배치도

단 면 TYPE 5



평 면 TYPE 5

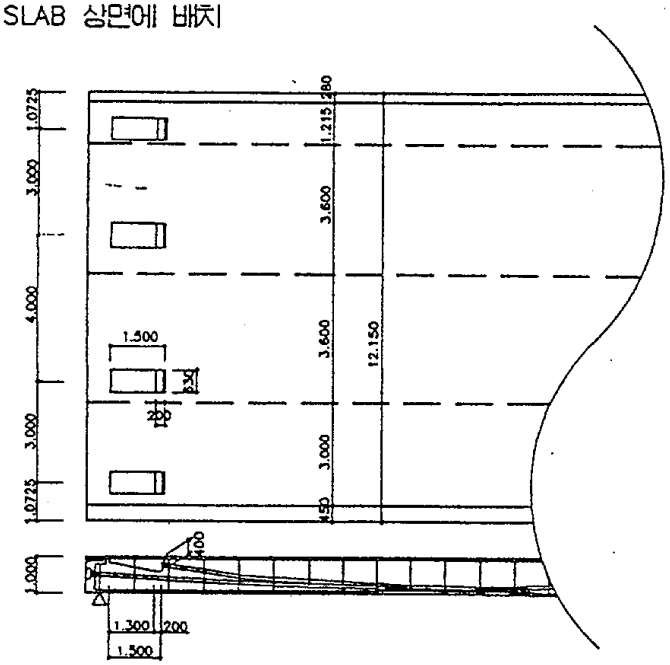


도면명	여유긴장재 배치도
설	
계	
자	
축 척	1:75 도면번호

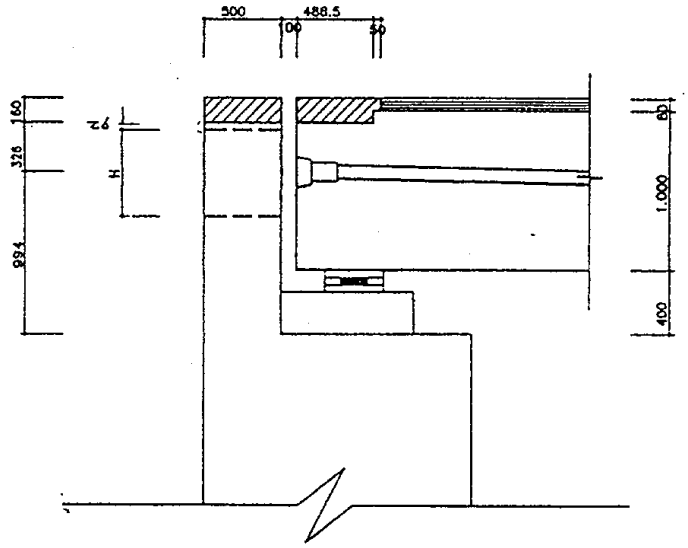
첨부도면 #2

■ 정착구 설치방안

1안 ; SLAB 상면에 배치



3안 ; 교대 배면을 이용



H:JACK 작업공간
(H>600)

7-29 교량받침 강재의 방청기준 검토

방 침
설 계 일 16210-407 ('96. 11. 26)

1. 검토목적

교량받침의 강재에 대한 방청은 주로 도장으로 처리하여 왔으나, 부식발생이 심하고 유지관리가 곤란한 실정이므로 개선방안을 검토코자 함

2. 현 방청처리 기준의 문제점 및 개선방향

가. 현 적용기준

중방식 도장 방식 적용

- 녹막이 페인트 1차도장
- 수지성 페인트 2차도장

나. 문제점

- 교량받침의 강재에 부식발생이 심하여 지속적인 보수도장 필요
- 보수도장의 시공성이 불량하여 재도장의 신뢰성 부족
  - 작업공간 협소
  - 소규모 작업 시행

다. 개선방향

교량받침의 중요도 및 보수도장의 시공성등을 고려하여 반영구적인 방청처리방식 강구

3. 관련 규정 요약

- 고속도로공사 일반시방서(609-3-6 강재받침의 방청)
  - 용융아연도금의 시공 및 아연부착량은 KSD8308(용융아연도금)의 규정 적용
  - 도장은 강구조물 도장 기준(606-3-14) 적용

- 고속도로공사 특별시방서
  - 일반시방서 규정 준용
  - 도장은 표면 블라스팅을 한 후 2액형 에폭시 프라이머를 50μm 두께로 도포하고, 에폭시 수지도료를 100μm 두께로 2차 도장

- 도로교 시방서(5.3.1.3 교량받침 제작 및 조립)
  - 스테인레스 강재가 아닌 강재 받침 부재(앵커볼트 포함)는 아연도금 실시

- 도로설계 요령(6.1.9 교량받침 방청)
  - P.C, R.C교의 받침 및 신축이음 설치장소의 받침, 부식환경이 나쁜 곳의 받침은 용융아연도금(부착량 550g/m^{2}이상) 실시
  - 기타의 경우는 특수 스테인레스강 또는 내식성 용접 합금강이 아닌한 원칙적으로 도장

4. 개선방안 검토

구 분	현 행	개 선 안	비 고
개 요	중방식 도장	용융아연도금	
방청원리	도막에 의한 방청	아연층에 의한 방청	
방 법	도료표면 도장	440℃전후의 아연속에 강재를 담궈서 아연피막 형성	
유지관리	재도장 필요	반영구적임	
색·외관	색채선택 자유로움	색채선택 제한적임	
경 제 성 (원/개소)	자 재 비: 1,187,000원 보수도장비: 580,000원 계 1,767,000원	자재비: 1,174,000원 도금비: 345,000원 계 1,519,000원	○150TON (MOVE) ○교량수명 50년기준

5. 검토의견

- 초기공사비는 다소 고가이나 (도장대비 약130%), 관련규정 및 교량받침의 중요도·보수도장의 작업성등을 고려하여 반영구적인 방청처리를 함이 타당한 것으로 사료됨
  - 스테인레스 강재가 아닌 교량받침 강재(앵커볼트 포함)의 방청처리는 용융아연 도금 방식 적용
  - 시방기준 : 아연부착량 550g/m^2이상(KSD 8308)

7-30 교량 slab 거푸집 적용기준 보완시행

방 침
설 계 일 16210-598 ('97. 1. 23)

"혼자타면 혼잡 두배, 둘이타면 절약 두배!"

한 국 도 로 공 사

우461-380 경기 성남 수정 금토 293-1/전화 (02)230-4775 / 전송(02)230-4509

문서번호 설계일 16210- 597

시행일자 1997. 1. 23.

(제1안)

수 신 내부결재

참 조

제 목 교량 슬라브 거푸집(DECK PLATE)적용기준 보완시행

1. 설계일 16210-148호('94. 9.22)의 관련입니다.

2. 교량 슬라브 거푸집(DECK PLATE)의 적용기준을 다음과 같이 보완 시행코자 합니다.

- 다 음 -

구 분	현 행	개 선 안	비 고
재 질	- 강 재	- 용융아연도금처리강판 (HGI:KSD3506)	보수도장의 시공성 및 경제성 측면 고려함
부식 방지 공법	- 하부노출면에 수용성 무기징크도장 (1회100㎛)에 의한 방청	- 도장작업 불필요	
적용 교량	- GIRDER교량	- GIRDER교량중 슬라브 합판거푸집 및 동바리 사용시 설치해체에 따른 안전사고 위험내포등 시공 및 안전관리 측면에서 문제점이 발생될 우려가 있는 교량에 제한적 사용	교량하부도로 이용 교통량이 많은 경우 및 고소교량에 적용

붙 임 : 특별시방서 변경 대비표. 끝.

(제 2 안)
수　　신 : 수신처참조
참　　조 :
제　　목 : 동건 통보

1. 설계일 16210-148호('94. 9.22)의 관련입니다.

2. 교량 슬라브 거푸집 (DECK PLATE)의 적용기준을 다음과 같이 보완 시행코자 하오니 업무에 참고하시기 바랍니다.

- 다　　음 -

구 분	현 행	개 선 안	비 고
재 질	- 강 재	- 용융아연도금처리강판 (HGI:KSD3506)	보수도장의 시공성 및 경제성 측면 고려함
부식 방지 공법	- 하부노출면에 수용성 무기징크도장 (1회100㎛)에 의한 방청	- 도장작업 불필요	
적용 교량	- GIRDER교량	- GIRDER교량중 슬라브 합판거푸집 및 동바리 사용시 설치해체에 따른 안전사고 위험내포등 시공 및 안전관리 측면에서 문제점이 발생될 우려가 있는 교량에 제한적 사용	교량하부도로 이용 교통량이 많은 경우 및 고소교량에 적용

붙 임 : 특별시방서 변경 대비표. 끝.

한 국 도 로 공 사 사 장

수신처 : 갑 17, 19-21, 직 6-14, 본 10-60

특별시방서 변경 대비표

구 분	당 초	변 경	비 고
5.01 공통사항 (P123)	6. 거어더교 슬라브 거푸집 타설시 데크플레이트 (DECK PLATE) 사용에 대한 시방은 다음 기준에 따른다. 가. 도급자는…. 나. 재료 1)품 질:KSD3503(SS40)의 규정에 합격된 자재를 사용한다. 2)규 격: 두께 …. 3)도 장: 도장은 데크플레이트 하부면에만 수용성 무기징크 도료(1회 100㎛)를 적용함을 원칙으로 하며 도장에 관해서는 본시방서의 수용성 무기징크도료 도장 시방에 따른다. 다.… … 바. 콘크리트 STOPPER철판은 KSD3503(SS400)의 규정에 … 사. 데크플레이트 설치를 위한 용접은 점용접으로 하며 용접열에 따른 변형 및 도막탈리 등이 발생치 않도록 해야한다. 또한 도막탈리로 녹이 발생할시에는 부분 재도장을 실시하여야 한다.	6.(좌동) 가. (좌동) 나. 재료 1)재질:용융아연도금 처리된 강판(HGI ; KSD3506)을 사용한다. 2)규격 : (좌동) 3)도장 : (삭제) 다. … … 바. 콘크리트 STOPPER철판(용융아연도금 처리된 강판)은KSD3506의 규정에 … 사. 데크플레이트 설치를 위한 용접은 점용접으로 하며 용접열에 따른 변형 등이 발생치 않도록 해야 한다.	재질변경 도장관련 조항 삭제 재질변경 도장관련 사항 삭제

7-31 철근 콘크리트 구조물 덮개(피복)기준 검토

방 침
설 계 기 16210-48 ('97. 3. 4)

1. 검토목적

■ 구조물 설치조건 (지중, 지상노출, 기상작용영향, 침식 또는 화학작용등)에 따른 시방서상 철근 덮개 기준검토와 아울러 무늬 및 문양거푸집 사용할 때의 덮개 부족을 감안한 세부검토를 통해 합리적인 덮개 기준을 정립하고자 함.

2. 검토배경

■ 도로교 표준시방서와 콘크리트 표준시방서의 부분적 규정 상이

■ 최소덮개와 사용 피복의 개념정립 및 이에따른 시방서 덮개 규정 준수

■ 사용피복 적용시 주관적 판단에 따른 혼선방지 및 통일성 도모

■ 무늬 및 문양거푸집 적용시의 덮개 부족에 따른 문제점 해소

3. 덮개 설정시 고려 사항

■ 구조물 설계 사용재료 및 부위 (슬래브, 기둥, 벽체등)

■ 기상작용 (수중, 외부노출, 지중, 화재등)

■ 콘크리트 표면에 작용하는 유해성 (화학, 침식작용 등)

■ 문양 및 거푸집의 음각 깊이

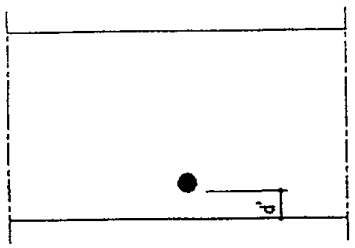
■ 부재치수의 허용오차

■ 구조물의 사용 안전성

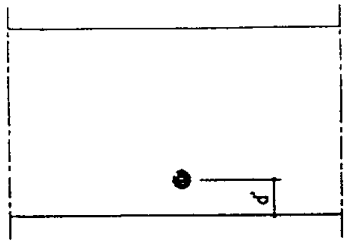
■ 유지관리 용이성

4. 검토방향

■ 도로교 표준시방서 및 콘크리트 표준시방서에서 제시한 최소 덮개 기준은 최외단 철근의 바깥쪽 표면으로부터 콘크리트 표면과의 최단거리를 기준으로 설정하고 있으나, 설계시 덮개기준은 주철근 도심에서 콘크리트 표면까지의 거리로 취하는바 이에 혼란을 초래할 우려가 있으므로 설계시 합리성을 감안한 사용피복 기준의 설정이 필요함.



< 최소덮개 >



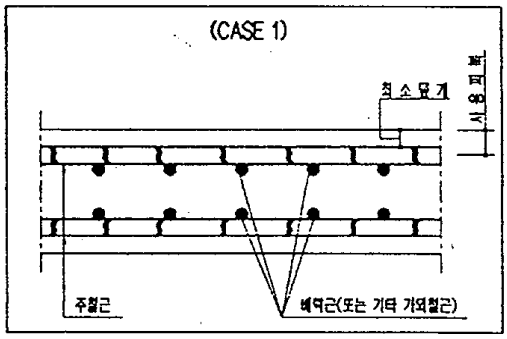
< 사용피복 >

• 최소덮개 : 최외단 철근의 바깥쪽 표면으로부터 콘크리트 표면과의 최단거리

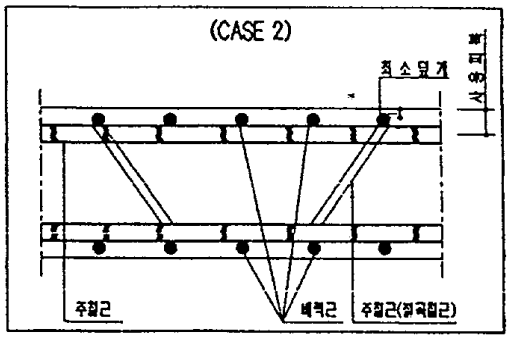
• 사용피복 : 주철근의 도심과 콘크리트 표면과의 거리

■ 도로교 표준시방서와 콘크리트 표준시방서의 기준이 상이한 경우에 대한 적용 우선 순위의 설정

■ 배력근이 콘크리트 표면 가까이 있을 경우에 대한 최소 덮개 기준이 없으므로 이에 대한 사용피복 기준 설정



< 주철근이 콘크리트 표면쪽에 있는 경우 >



< 배력철근이 콘크리트 표면쪽에 있는 경우 >

■ 무늬 및 문양거푸집 사용시 일반거푸집 적용시에 대해 철근 덮개가 줄어들게 되어 이에 따른 적절한 무늬 및 문양거푸집의 홈두께 산정 및 덮개 기준의 제시

5. 검토내용 (별첨 #1, 별첨 #2, 별첨 #3, 별첨 #4 참조)

■ 사용피복 검토 (별첨 #1 참조)

- 기상 작용영향을 고려하여 도로교 시방서상의 최소 덮개기준을 근거로한 사용피복의 설정
- 현행 사용피복에 대해 기상작용을 받는 교량 슬래브 콘크리트 덮개 규정강화(도로교 표준시방서) 내용에 따른 구조검토

- 검토조건
  - 단면두께일정 및 사용철근량 동일
  - 단면 검토시 유효높이(d)만 변화시킴. (피복증가치만큼 d값을 감소시킴)

- 검토결과

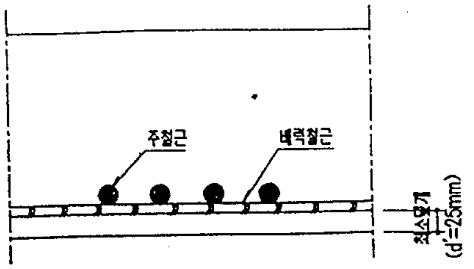
구 분	검 토 결 과
프리캐스트 거더교 형식의 바닥판 슬래브	유효높이 감소에 따른 철근증가량 미미
바닥판 슬래브 거더역할을 하는 교량형식 (라멘교, 슬래브교, PC BOX등)	유효높이 감소에 따른 철근증가량 미미

■ 시방서의 적용 우선 순위 (별첨 #1 참조)

- 도로교 표준시방서와 콘크리트 표준시방서의 최소 덮개 규정의 차이점 파악
- 차량 활하중의 영향을 받는 구조물을 도로교 표준시방서를 우선적으로 적용
- 도로교 표준시방서에 명확한 규정이 없는 사항중 콘크리트 표준 시방서에 명확히 규정된 사항은 콘크리트 표준시방서를 적용

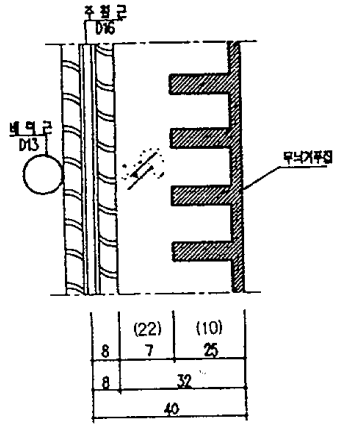
■ 배력근이 콘크리트 표면가까이에 있는 경우의 최소덮개 규정 (별첨 #2 참조)

- 배력근의 최소 덮개 규정에 대한 근거 선정 및 분석
- 내화 구조개념에 따른 규정 설정(안) 검토
- 철근 조립 방법의 장·단점 비교 분석
- 철근 조립 방법에 따른 사용피복 검토
- 검토결과 최소덮개 25m/m적용



■ 무늬 및 문양거푸집 사용시 철근 덮개 기준 검토 (별첨 #3 참조)

• 방호벽

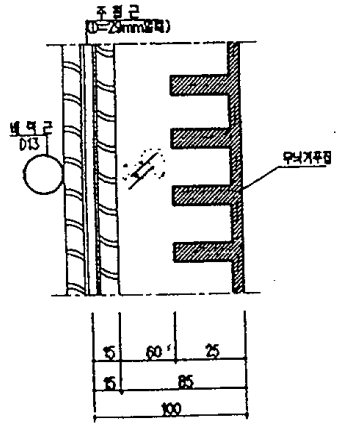


구 분	시방규정	무늬거푸집을 제외한 피복	사용피복
방호벽	25mm	7(22)mm	40mm

(* 주 : 괄호안의 치수는 홈깊이 10mm인 무늬거푸집 사용시일때)

- 가급적 무늬거푸집사용을 지양
- 부득이 적용할 경우에는 홈깊이 10mm 미만의 무늬거푸집 권장(덮개크기 Min 22mm)
- 교량미관상, 부득이 10mm이상의 무늬거푸집 사용할때는 최소덮개 25mm 확보에 따른 구조안전 검토가 요구됨.

• 교대부 전면

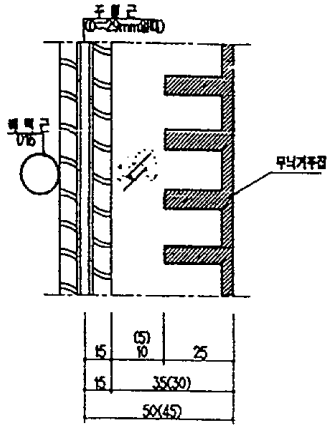


구 분	시방규정	무늬거푸집을 제외한 피복	사용피복
교대부	60mm (지상노출부)	60mm	100mm

- 지상노출부위의 시방규정에 만족하므로 현재대로 적용

• 날개벽 전면, 옹벽전면 및 통로 암거 내측벽

(현 행)

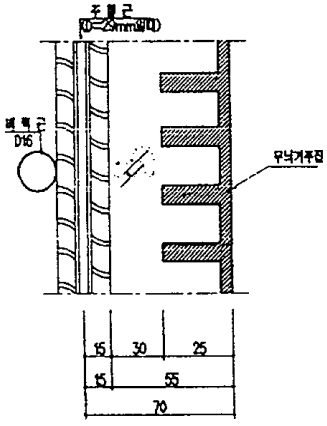


구 분	시방규정	무늬거푸집을 제외한 피복	사용피복
날개벽, 옹벽 및 통로암거	30mm	10mm (5mm)	50mm (45mm)

( )은 통로암거 사항

- 무늬거푸집을 제외한 피복이 시방규정에 크게 미달
- 사용피복 70mm 증가시켜 규정 준수 필요

(개선안)



구 분	시방규정	무늬거푸집을 제외한 피복	사용피복
날개벽, 옹벽 및 통로암거	30mm	30mm	70mm

6. 검토결론

가. 구조물 종류, 부위 및 사용거푸집별 개선방향

구 분		개 선 방 향	검 토 의 견
바 닥 판 슬 래 브		피복두께증가 (40,50m/m→60,70m/m)	• 교량표면의 동결 융해에 따른 부식 • 제빙 (염화칼슘) • 교량 유지관리 측면 고려요
라 멘 교 량		피복 규정의 세분화	• 지중·지상 노출에 따른 세분화된 피복 적용요
무늬 및 문양 거푸집 적용시	옹벽전면 및 날개벽 전면	피복두께증가 (50m/m→70m/m)	• 옹벽 표준도(T/D)는 무늬 거푸집 적용시 별도의 피복증가 고려요
	통 로 암 거 내 측 벽 교대부 전면	피복두께증가 (50m/m→70m/m)	• 암거 표준도(T/D)는 무늬 거푸집 적용시 별도의 피복증가 고려요
	난간방호벽	무늬거푸집 사용지양	• 피복 확보가 어려움 • 부득이 무늬거푸집 사용할 때는 최소철근덮개(25m/m) 확보에 따른 구조안전검토가 요구됨

나. 철근조립 방법에 따른 개선방향

- 철근 덮개 개정(안)은 주철근을 콘크리트 외측 표면측에, 배력근은 주철근 내측으로 배근하는 것을 기준으로 함.
- 바닥판 슬래브 하부, 옹벽전면, 날개벽 전면등, 흙과 접하지 않는 부위의 경우 철근조립의 시공성 확보를 위해 부득이 배력근을 콘크리트 외측 표면측에 배근할 경우에는 철근 피복 두께를 배력근 최소 덮개기준(25m/m)을 고려하여 증가시키는 것이 바람직함.

다. 적용방안

1) 사용피복적용

<표-1> 개선적용(안)

구분			시방규정 (mm)	사용피복 (mm)		비고
				현행(설계기준)	개선적용(안)	
슬래브 (바닥판)	상부		50	St. Box, PC Beam : 40 중공슬래브 : 50	60	주철근 Ø22이하
					70	주철근 Ø25이상
	하부		25	St. Box, PC Beam : 40 중공슬래브 : 50	40	주철근 Ø25이하
					50	주철근 Ø29이상
교대 (교각)	구체		지중 : 80	100	100	무늬거푸집사용시도 동일
	파라페트, 날개벽	노출면	30	50	50 (70)	( )는 무늬거푸집 사용시
		지중면	60	80	80	콘크리트 치기부터 구조물 수명까지 흙에 접해 있을 때 기준
라멘	슬래브	상부	콘시 ; 30 도시 : 60(50)	70	80 (70)	( )는 지상노출시
		하부	40	70	60	
	벽체		60	80	80	
	날개벽	노출면	30	80	50 (70)	( )는 무늬거푸집 사용시
		지중면	60	80	80	
옹벽	구체	노출면	30	50	50 (70)	( )는 무늬거푸집 사용시
		지중면	60	80	80	
암거	통로	노출면 (내측)	30	45	45 (70)	( )는 무늬거푸집 사용시
		지중면 (외측)	60	75	80	
	수로	노출면 (내측)	30	95	95	
		지중면 (외측)	60	75	75	
기초 (footing)	직접기초		80	100	100	
	PILE 기초	상면,측벽	80	100	100	
		하면	80	100	150 (200)	파일두부근입길이(100)고려 ( )는 경사말뚝 사용시

*슬래브의 마모층이 콘크리트일 경우 마모층 두께 4㎝ 별도 추가

*침식 또는 화학작용을 받는 경우에는 현지여건에 따라 아래의 방법중 적절한 방법을 선택하여 철근을 보호하여야 한다.

① 최소덮개의 증가 (가급적 사용피복은 10㎝이상을 적용)
② 에폭시 도막철근의 사용
③ 특수콘크리트의 덧씌움 등

*구조물 덮개 (피복) 증가(예, 난간, 날개벽)에 따른 교량표준폭원 변경시는 교량종평면도(일반도)에 주석 (Note)으로 명기

2) 설계중인 용역 : 본 기준 적용

3) 기시공중인 구간은 적용성을 별도 구조 검토후 적용

별 첨 #1

<구조물 종류별·부위별에 따른 시방서 적용순위 및 적용항목의 기준설정>

가. 시방서의 적용 우선 순위

① 도로에 인접하여 설치되는 구조물은 크게 교량 구조물(상부공, 하부공) 및 토공구조물(옹벽, BOX 암거...)로 분류된다.

② 상기 현장타설 콘크리트 구조물(교량구조물, 토공구조물)의 시방서 적용 순위는 차량의 활하중의 영향을 받는 구조물은 도로교 표준시방서를 우선적으로 적용한다.

*주 : 시방서 상호간에 다소의 상충된 부분은 충분히 검토한 후, 상호 조정되어야 할 사항임.

③ 도로교 표준시방서에 명확한 규정이 없는 사하중 및 콘크리트 표준시방서에 명확히 규정된 사항은 콘크리트 시방서에 준하여 적용한다. (예 : 옹벽 덮개 규정)

나. 구조물 종류별, 중요도에 따른 시방서상의 적용기준의 설정

① 콘크리트 표준시방서 및 도로교 표준시방서의 덮개 규정의 차이점

도로교 표준시방서에서는 교량상부의 콘크리트 바닥판에 대한 덮개 규정을 강화시켰으며 이외의 기타사항은 콘크리트 표준시방서와 큰 차이점이 없다.

<table>
<tr><th colspan="3">콘크리트 표준시방서 (콘시 P.203)</th><th colspan="3">도로교 표준시방서 (도시 P.343)</th></tr>
<tr><td rowspan="4">흙에 접하지 않는 콘크리트
(기상작용을 받는 경우)</td><td rowspan="4">슬래브
(바닥판)</td><td rowspan="4">30</td><td>50</td><td>상부철근</td><td rowspan="2">(3) 기상조건이 양호한 곳에서 콘크리트 바닥판 슬래브</td></tr>
<tr><td>25</td><td>하부철근</td></tr>
<tr><td>65</td><td>상부철근</td><td rowspan="2">(4) 부식에 대한 방지책이 없고 염분에 자주 노출되는 콘크리트 바닥판 슬래브</td></tr>
<tr><td>25</td><td>하부철근</td></tr>
</table>

(주 : "<표1> 철근의 최소덮개에 대한 시방규정" 참조)

② 교량 상부 바닥판의 상부피복두께 증가에 따른 문제점 검토

• 교량 상부 바닥판의 최소 덮개 증가에 따른 유효높이의 감소에 대한 구조검토

< 상부바닥판 슬래브의 철근피복 비교 >

구 분		시방규정(mm)	사용피복 (mm)		비 고
			현 행	개정 (안)	
슬래브 바닥판	상 부	50	ST. BOX ┐ 40 PC BEAM ┘ 중공슬래브 50	60	주철근 직경 D22이하
				70	주철근 직경 D25이상
	하 부	25	상 동	40	주철근 직경 D25이하
				50	주철근 직경 D29이상

- 프리캐스트 거더교 형식의 바닥판 슬래브에 미치는 영향은 거의 없다.

* 검토조건 ┌ 단면두께 일정 및 사용철근량 동일
　　　　└ 단면검토시 유효높이(d)만 변화시킴. (피복증가치만큼 d값을 감소시킴)

("부록 : 바닥판 상부 피복증가에 따른 구조검토 비교" 참조)

- 바닥판 슬래브 거더 역할을 하는 교량형식(라멘교, 슬래브교, P.C BOX...)에서는 부모멘트 구간의 사용철근량이 다소 증가하나 유효높이 d=1~2cm감소에 따른 철근 증가량은 미미한 것으로 판단됨.

<표1> 철근의 최

콘크리트 표준시방서 [1996년] (1988년)								
구 분				옹벽 [P.314] (P.276)	일반사항[P.203], (P.76) 프리스트레스트 콘크리트	현장치기 콘크리트	분류 NO.	분류 NO.
(1) 콘크리트 치기로부터 구조물의 수명까지 흙에 접하거나 수중에 있는 콘크리트				-	80	80	Ⓐ	①
(2) 흙에 접하거나 (심한) 기상작용을 받는 콘크리트			D16이상 철근	50 배면	-	- (60)	Ⓑ	②
			D16미만 철근	-	-	- (50)		
			벽체, 슬래브, 장선구조	-	30	-	Ⓒ	
			기타 부재	-	50	-		
(3) 흙에 접하지 않는 콘크리트	가) 기상 작용을 받는 경우	·슬래브 ·벽 체 ·장선구조	D35이하 철근	30 노출면	* 30 "©항" 적용	30	Ⓓ	③ ④
		·보 ·기둥		-	*40 "Ⓗ항" 적용	*40 "Ⓗ항" 적용	Ⓔ	⑤
		·쉘 ·절판부재	D16이상 철근	-	-	*30 "①항" 적용	Ⓕ	
			D16미만 철근	-	-	*20 "①항" 적용		
	나) 기상 작용을 받지 않는 경우	·슬래브 ·벽 체 ·장선구조	D35초과 철근	-	20	40	Ⓖ	⑥
			D35이하 철근	-	20	20		
		·보 ·기둥	주철근	-	40	40	Ⓗ	
			띠철근, 스터럽, 나선철근	-	30	40		
		·쉘 ·절판부재	D16이상 철근	-	20	30	Ⓘ	
			D16미만 철근	-	20	20		
(4) 침식 또는 화학작용을 받는 콘트리트		·벽 체		-		60	Ⓙ	
		·기타부재		-		80		
		·염해지역의 구조물 모서리				100		
-			-	-	-	-		⑦ ⑧
비 고				* 주) 1. 본 내용은 개정판 시방서 [1996년판]를 기준 • 괄호[P.]안의 페이지는 개정판 시방서 (19 • 괄호(P.)안의 페이지는 구 시방서 (1988년 2. 기호 "*" 표시가 있는 곳은 시방서상에 명확히 3. 상기의 철근 덮개의 크기는 (표준) 최소값으로			

소 덮개에 대한 시방규정

(단위:㎜)

도로교 표준 시방서 [1996년], (1992년)						
일반사항		하부구조 [P.557] (P.951)	말뚝기초 [P.723] [P.1145] (P.729) (P.1150)	구분		
현장치기 콘크리트 [P.343] (P.640)	프리스트레스트 콘크리트 [P.441] (P.773)					
80	-	· 기둥 및 확대기초 80 · 수중타설 100	-	(1) 콘크리트가 치기때부터 구조물의 수명까지 흙에 접해 있을 때. (수중 및 흙중의 경우)		
60	-	-	-	주철근	(2) 콘크리트가 흙에 접해 있거나 기상작용의 영향을 받을때	
50	-	-	-	·스터럽 ·띠철근 ·나선철근		
50	50	-	-	상부철근	(3) 기상조건이 양호한 곳에서 콘크리트 바닥판 슬래브	
25	25	-	-	하부철근		
65	-	-	-	상부철근	(4) 부식에 대한 방지책이 없고, 염분에 자주 노출되는 콘크리트 바닥판 슬래브	
25	-	-	-	하부철근		
-	-	· 대기중 40	-	·보 ·기둥	가) 기상작용을 받는 경우	(5) 흙에 접해있지 않은 콘크리트
-	25	-	-	·스터럽 ·전단철근		
-	-	-	-	-	나) 기상작용을 받지 않는 경우	(6) 기상작용의 영향을 받지 않거나 흙에 접해 있지 않은 콘크리트
40	-	-	-	주철근		
25		-	-	띠철근, 스터럽, 나선철근		
-	-	-	-	-		
-	-	-	-	-	-	
-	-	-	150 하면	수직말뚝	(7) 말뚝과 확대기초 결합부 근입깊이 최소 100㎜(방법 B)	
-	-	-	200 하면	경사말뚝		
-	-	-	150	주철근	(8) 현장타설 말뚝의 설계지름 (철근망 삽입시 시공성 고려)	

으로 서술하였음.
96년도판)의 내용임.
콘·시 및 1992년 도·시)의 내용임.
규정되어 있지 않으나, 시방서 내용 흐름상의 적용치임.
서, 설계적용시 최소값 이상으로 결정해야 함.

■ 부록 : 바닥판 상부 피복증가에 따른 구조검토 비교

P.C BEAM 바닥판 슬래브 계산 (예)

(2@30.0 = 60.0M)

구 분	현 행	개 선(안)
상 부 피 복	40 ㎜	60 ㎜
하 부 피 복	40 ㎜	40 ㎜
비고(구조검토)	괄호(*)안의 치수	

※ 검토 비교 조건

1) 단면 두께 일정

2) 피복증가에 따른 유효높이(d) 감소시킴

바닥판 상부 피복 증가에 따른 구조검토 비교

(PC BEAM, C.T.C 2.5 M 간격 설치 : "표준도" 기준)

구 분			현 행	개 선(안)
바닥판 CON'C 두께			25 Cm	25 Cm
상 부 피 복 하 부 피 복			4 Cm 4 Cm	6 Cm 4 Cm
DECK SLAB	중앙부	사용철근량	H16@125 = 15.89 ㎠	H16@125 = 15.89 ㎠
		Mu	6.695 t · m	6.695 t · m
		ϕMu	10.597 t · m	10.597 t · m
	지점부	사용철근량	H16@125 = 15.89 ㎠	H16@125 = 15.89 ㎠
		Mu	6.695 t · m	6.695 t · m
		ϕMu	10.597 t · m	9.516 t · m
켄틸레버부	방호벽측	사용철근량	H16@125 = 15.89 ㎠	H16@125 = 15.89 ㎠
		Mu	5.346 t · m	5.346 t · m
		ϕMu	10.597 t · m	9.516 t · m
	중분대측	사용철근량	H16@125 = 15.89 ㎠	H16@125 = 15.89 ㎠
		Mu	6.946 t · m	6.946 t · m
		ϕMu	10.597 t · m	9.516 t · m

1. 설계조건

1) 형　　식 : P.C BEAM (L = 30.0M)

2) 교　　폭 : 12.145M

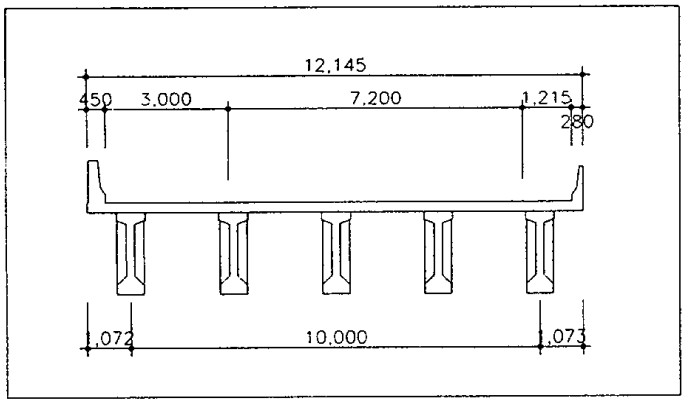
3) 연　　장 : 2@30.0 = 60.0M

4) 교량등급 : 1등교

5) 곡선반경 : R = ∞

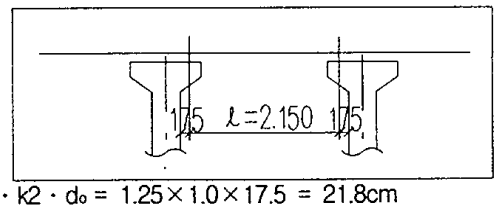
6) 경사각 : S = 90°

2. 단 면 도



3. DECK SLAB검토

1) 바닥판의 최소 두께 검토 (도.교.시 446p)



・연　속　판 :

지간 (L) = D + B/2 = 1.8 + 0.7/2 = 2.15 M

d_o = 3ℓ + 11 = 3 × 2.150 + 11 = 17.5cm

d = k1(대형차량의 교통량 및 보수작업 난이도 계수)・k2・d_o = 1.25×1.0×17.5 = 21.8cm

・켄틸레버판 (중분대측) :

지간 (L) = 1.073 - (0.28 + 0.3 + 0.25/2 + 0.2/2) = 0.268 M > 0.25

d_o = 8ℓ + 21 = 8 × 0.268 + 21 = 23.14cm

d = k1・k2・d_o = 1.1×1.0×23.14 ≒ 25cm

∴ t = 25cm적용

2) 중앙부

———— 작용하중 산정

i) 사하중

· 아스팔트 포장 (t=80m/m) : 0.08 × 2.3 = 0.184 t/m^2

· 슬 래 브 (t=25m/m) : 0.25 × 2.5 = 0.625 t/m^2

· DECK PLATE : = 0.100 t/m^2

ΣW_d = 0.909 t/m^2

ii) 활하중

· 설계하중 : DB - 24

· 충격계수 (i) $= \frac{15}{40+L} \leq 0.3$

$= \frac{15}{40+2.150} = 0.356 > 0.3$

$\therefore i = 0.3$

iii) 극한하중산정

· $M_d = \frac{W_d}{10} l^2 = \frac{1}{10} \times 0.909 \times (2.150)^2$

$= 0.420$ t·m/m

· $M_l = \frac{(2.150+0.6)}{9.6} \times 9.6 \times (1.0+0.3) \times 0.8$

$= 2.860$ t·m/m

· $M_u = 1.3M_d + 2.15M_l = 1.3 \times 0.420 + 2.15 \times 2.860$

= 6.695 t·m/m

———— 단면검토

i) 중앙부

σck = 270kg/cm2, σy = 4000kg/cm2

B = 100cm, D = 21cm, D' = 4cm, M_u = 6.695 t · m

$$\frac{\sigma y^2}{2 \cdot 0.85 \cdot \sigma ck \cdot b} \times As^2 - \sigma y \cdot d \cdot As + \frac{Mn}{\phi}$$

$$= \frac{4000^2}{2 \cdot 0.85 \cdot 270 \cdot 100} \times As^2 - 4000 \cdot 21 \cdot As + \frac{669500}{0.85} = 0$$

∴ As-req = 9.773 cm2

· 4/3 As = 13.03 cm2

· 14/σy×b×d = 7.35 cm2

· 0.002 × b × d = 4.20 cm2

As-use H16@125 = 15.89 cm2 > 13.03 cm2

$$a = \frac{As \times \sigma y}{0.85 \cdot \sigma ck \cdot b} = \frac{15.89 \cdot 4000}{0.85 \cdot 270 \cdot 100} = 2.77 \text{ cm2}$$

$\phi Mn = \phi \cdot As \cdot \sigma y \cdot (d-a/2)$

= 0.85 · 15.89 · 4000 · (21 − 2.77/2) = 10.597 t · m > 6.695 t · m O.K

ii) 지점부

σck = 270kg/cm2, σy = 4000kg/cm2

B = 100cm, D = 19(21)cm, D' = 6(4)cm

M_u = 6.695 t · m

$$\frac{\sigma y^2}{2 \cdot 0.85 \cdot \sigma ck \cdot b} \times As^2 - \sigma y \cdot d \cdot As + \frac{Mn}{\phi} \text{ n}$$

$$= \frac{4000^2}{2 \cdot 0.85 \cdot 270 \cdot 100} \times As^2 - 4000 \cdot 19(21) \cdot As + \frac{669500}{0.85} = 0$$

∴ As-req = 10.910(9.773) cm2

· 4/3 As = 14.55(13.031) cm2

· 14/σy×b×d = 6.65(7.35) cm2

· 0.002 × b × d = 3.80(4.20) cm2

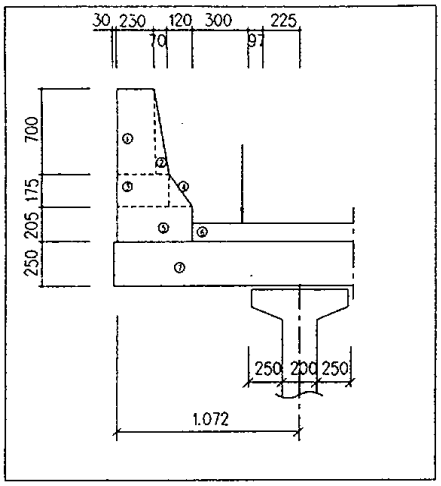
As-use H16@125 = 15.89 cm2 > 14.55 cm2 (13.031)

$$a = \frac{As \times \sigma y}{0.85 \cdot \sigma ck \cdot b} = \frac{15.89 \cdot 4000}{0.85 \cdot 270 \cdot 100} = 2.77 \text{ cm2}$$

$\phi Mn = \phi \cdot As \cdot \sigma y \cdot (d-a/2)$

= 0.85 · 15.89 · 4000 · (19(21) − 2.77/2) = 9.516(10.597) t · m > 6.695 t · m O.K

3) 방호벽측



———— 작용하중 산정

① 사하중

구 분	W_d		Arm	M_d
1	0.23 × 0.700 × 2.5	= 0.403	0.702	0.283
2	0.07 × 0.700 × 1/2 × 2.5	= 0.061	0.564	0.034
3	0.300 × 0.175 × 2.5	= 0.131	0.667	0.087
4	0.120 × 0.175 × 1/2 × 2.5	= 0.026	0.477	0.012
5	0.420 × 0.205 × 2.5	= 0.215	0.607	0.130
6	0.397 × 0.08 × 2.3	= 0.073	0.199	0.015
7	0.847 × 0.25 × 2.5	= 0.529	0.424	0.224

ΣW_d = 1.438 t/m ΣM_d = 0.785 t·m/m

② 활하중

· 윤하중 분포폭 (E)

E = 0.8L + 1.14 = 0.8 × 0.097 + 1.140 = 1.218m

· 충격계수(i)

$$i = \frac{15}{40+0.097} = 0.374 \; > \; 0.3$$

∴ i = 0.3

$$\cdot \; M_l = \frac{9.6}{1.218} \times 0.097 \times (1.0+0.3) = 0.994 \text{ t·m/m}$$

③ 충돌하중 (설계속도 V=100km/hr)

$H = (V/60)^2 \times 0.75 + 0.25 = (100/60)^2 \times 0.75 + 0.25 = 2.333$ t/m/m

∴ M_{CO} = 2.333 t/m/m

④ 풍하중

$$\frac{B}{D} = \frac{12.145}{1.08} = 11.245 \; > \; 8.0$$

$P_w = 240 \times D = 240 \times 1.080 = 259.20$ kg/m < 600 kg/m

∴ P_w = 600 kg/m

$$M_w = 0.6 \times \frac{1.080^2}{2} = 0.350 \text{ t·m/m}$$

⑤ 하중조합

· CASE 1 : 사하중+활하중

$M_u = 1.3D + 2.15L$

$= 1.3 \times 0.785 + 2.15 \times 0.994 = 3.158$ t·m

· CASE 2 : 사하중+활하중+충돌하중

$M_u = 1.3D + 1.3L + 1.3M_{co}$

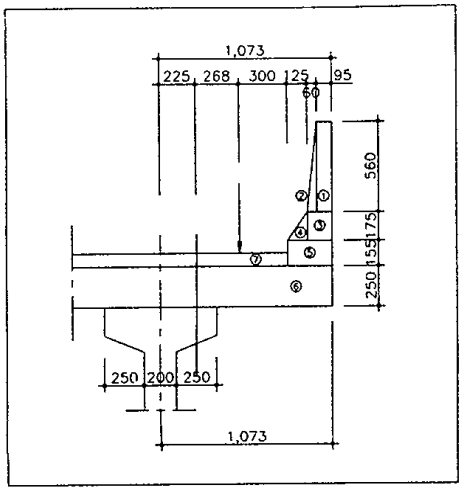
$= 1.3 \times 0.785 + 1.3 \times 0.994 + 1.3 \times 2.333 = 5.346$ t·m

· CASE 3 : 사하중+활하중+풍하중

$M_u = 1.3D + 1.3L + 1.3 \cdot W/2$

$= 1.3 \times 0.785 + 1.3 \times 0.994 + 0.65 \times 0.350 = 2.540$ t·m

4) 중분대측



———— 작용하중 산정

① 사하중

구 분	W_d	Arm	M_d
1	0.095 × 0.560 × 2.5 = 0.133	0.801	0.107
2	0.06 × 0.560 × 1/2 × 2.5 = 0.042	0.733	0.031
3	0.155 × 0.175 × 2.5 = 0.068	0.771	0.052
4	0.125 × 0.175 × 1/2 × 2.5 = 0.027	0.651	0.018
5	0.280 × 0.155 × 2.5 = 0.109	0.708	0.077
6	0.847 × 0.25 × 2.5 = 0.530	0.424	0.225
7	0.567 × 0.08 × 2.3 = 0.105	0.284	0.030

ΣW_d = 1.014 t/m ΣM_d = 0.540 t·m/n

② 활하중

· 윤하중 분포폭 (E)

E = 0.8L + 1.14 = 0.8 × 0.268 + 1.140 = 1.354m

· 충격계수(i)

$$i = \frac{15}{40+0.268} = 0.373 > 0.3 \qquad \therefore i = 0.3$$

· $M_l = \frac{P}{E} \times L \times (l+i)$

$$= \frac{9.6}{1.354} \times 0.268 \times (1.0+0.3) = 2.470 \text{ t·m/m}$$

③ 충돌하중 (설계속도 V=100km/hr)

$H = (V/60)^2 \times 0.75 + 0.25 = (100/60)^2 \times 0.75 + 0.25 = 2.333$ t·m

$\therefore M_{CO} = 2.333$ t·m

④ 풍하중

$$\frac{B}{D} = \frac{12.145}{0.89} = 13.646 > 8.0$$

$P_w = 240 \times D \times 1.3 = 240 \times 0.89 \times 1.3 = 277.68$ kg/m < 600 kg/m

$\therefore P_w = 600$ kg/m

$$M_w = 0.6 \times \frac{0.89^2}{2} = 0.238 \text{ t·m/m}$$

⑤ 하중조합

· CASE 4 : 사하중+활하중

$M_u = 1.3D + 2.15L$

$= 1.3 \times 0.540 + 2.15 \times 2.470 = 6.013$ t·m

· CASE 5 : 사하중+활하중+충돌하중

$M_u = 1.3D + 1.3L + 1.3M_{co}$

$= 1.3 \times 0.540 + 1.3 \times 2.470 + 1.3 \times 2.333 = 6.946$ t·m

· CASE 6 : 사하중+활하중+풍하중

$M_u = 1.3D + 1.3L + 1.3W/2$

$= 1.3 \times 0.540 + 1.3 \times 2.470 + 0.65 \times 0.238 = 4.068$ t·m

$\therefore$ CASE5 적용

⑥ 단면설계

σck = 270 kg/cm2, σy = 4000 kg/cm2

B = 100 cm, D = 19(21) cm, D' = 6(4) cm

M_u = 6.946 t · m

$$\frac{\sigma y^2}{2 \cdot 0.85 \cdot \sigma ck \cdot b} \times As^2 - \sigma y \cdot d \cdot As + \frac{Mn}{\phi}$$

$$= \frac{4000^2}{2 \cdot 0.85 \cdot 270 \cdot 100} \times As^2 - 4000 \cdot 19(21) \cdot As + \frac{694600}{0.85} = 0$$

∴ As-req = 11.350(10.156) cm2

· 4/3 As = 15.13(13.541) cm2

· $14/\sigma y \times b \times d$ = 6.65(7.35) cm2

· 0.002 × b × d = 3.80(4.20) cm2

As-use H16@125 = 15.89 cm2 > 15.13 cm2
(13.541)

$$a = \frac{As \times \sigma y}{0.85 \cdot \sigma ck \cdot b} = \frac{15.89 \cdot 4000}{0.85 \cdot 270 \cdot 100} = 2.77 \text{ cm2}$$

$\phi Mn = \phi \cdot As \cdot \sigma y \cdot (d - a/2)$

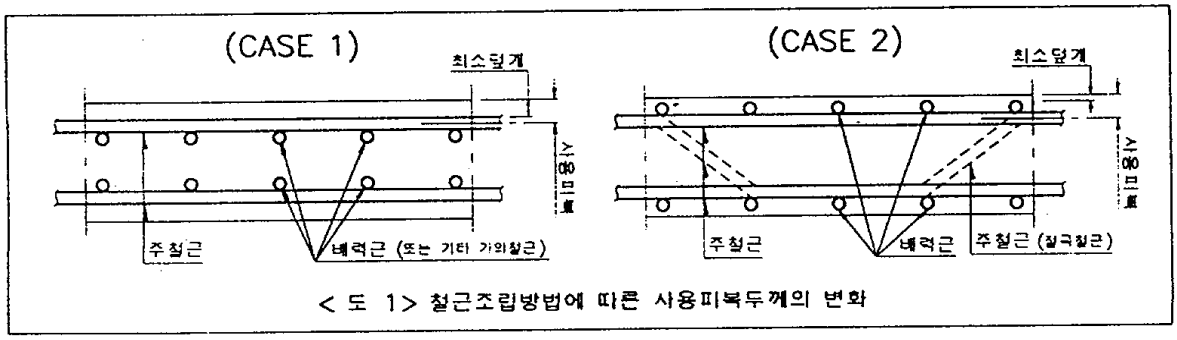
= 0.85 · 15.89 · 4000 · (19 − 2.77/2) = 9.516 t · m > 6.946 t · m O.K
(21) (10.597)

별 첨 #2

철근배근의 종류별 중요도에 따른 철근덮개크기의 구분 및 철근조립방법에 따른 시공성 고려시의 문제점 검토

가. 철근배근의 종류별 중요도에 따른(주철근, 배력근, 기타 .....) 최소 덮개 크기의 구분이 명확하지가 않다.

1) 시방서 규정상의 최소 덮개 크기 산정시 문제점



< 도 1> 철근조립방법에 따른 사용피복두께의 변화

[주 : 최소 덮개(시방규정) : 철근의 표면과 콘크리트 표면과의 최단거리
사용 피복 : 주철근 도심에서 콘크리트 표면까지의 최단거리
(구조계산시 적용값)]

① 주철근과 배력근의 조립방법에 따라 사용피복 두께의 크기가 변하며 (배력근 직경만큼 사용피복 두께 차이가 남) 거더교의 상부 슬래브와 같이 얇은 부재의 경우는 구조물 안전측면 및 경제적 단면 설계에 크게 영향을 미친다.

[시방서상에는 바닥판 슬래브의 철근 종류별(주철근, 배력근) 중요도에 따른 철근덮개 크기의 구분이 없이, 동일하게 적용하도록 규정이 모호하게 되어 있음]

② 주철근과 배력근의 조립방법(CASE1, CASE2)의 선택은 구조물 특성을 고려한 철근조립의 시공성을 감안하여 선택하는 것이 바람직함.

2) 사용 철근(주철근 및 배력근)의 중요도에 따른 철근덮개 규정이 모호한다.

현재 시방서에서 흙에 접하지 않고 기상작용을 받지 않은 보•기둥의 경우는 사용철근의 중요도에 따라 다음아래와 같이 구분하고 있으나 기타 구조물에서는 주철근과 배력근의 철근 덮개 규정을 동일하게 적용하도록 되어 있는바 경제적 단면설계를 위해 구분할 필요가 있다고 판단됨.

구 분("<표 1"> 참조)			시 방 규 정	
			콘시[P.203]	도시 [P.343]
흙에 접하지 않는 콘크리트 (기상작용을 받지 않은 경우)	보•기둥	주철근	40	40
		띠철근, 스터럽, 나선철근	30	25

① 배력근의 역할

- 배력근은 응력을 분포시킬 목적으로 주철근(정철근 또는 부철근)과 직각에 가까운 방향으로 배치한 보조적인 철근이다.
- 주철근간의 상대적 처짐을 감소시켜 응력의 균등분포를 도모하고 윤하중에 대해 단위폭당 배근된 주철근이 전부 유효하게 저항할 수 있도록 보조역할을 수행한다.
- 콘크리트의 횡방향 수축 및 온도변화 등으로 인한 균열발생을 제어한다.
- 시공시 주철근 간격을 일정하게 유지시킨다.

② 배력근의 최소덮개 규정(안)에 대한 근거

- 철근의 최소 수평간격 [도시 P.346, 콘시 P.201]

  철근표면이 완전히 콘크리트에 둘러싸여 부착력이 잘 발휘되도록하기 위해 인접한 철근사이에 일정한 간격을 확보하도록 규정하고 있다.

  따라서 이 철근부착 개념을 배력근의 최소덮개 규정에 이용할 수 있다고 판단됨.

구 분	철근 부착개념 도입시		철근 수평 순간격 (시방규정)
CON'C 종류	1종 CON'C(σ_{ck}=270kg/㎠)	2종 CON'C(σ_{ck}=240kg/㎠)	• 25㎜ 이상 • 굵은골재 최대치수의 4/3 배 이상 • 철근의 공칭지름 이상
(일반적) 골재최대치수	25 ㎜	32 ㎜	
일반적으로 사용하는 배 력 근 규 격	D19(H19)이하 철근	D19(H19)이하 철근	
배력근 최소덮개 범 위 (안)	• 25㎜ 이상 • 25×¾=33㎜ 이상 • 19㎜ 이상	• 25㎜ 이상 • 32×¾=43㎜ 이상 • 19㎜ 이상	
주요대상구조물	• 콘크리트 바닥판 • (속빈) SLAB • 라멘교	• 교량 하부부근 (교대,교각,우물통기초) • 암거, 옹벽, 날개벽	

• 내화구조 개념에 따른 최소덮개 [콘시 P.206]

(골재 II) 기준 [보 • 기둥 : 25~50㎜ / 슬 래 브 : 20~25㎜]

③ 배력근에 대한 최소 덮개 규정(안)

상기사항 및 구조물 특성에 따른 경제적 단면설계를 위하여 다음 아래와 같이 가정함.

배력근 최소덮개 규정(안)

* 기상 작용을 받는 경우 : 25㎜ (도로교 표준시방서에서 허용하는 최소덮개 크기)

* 주 : 배력근 설치에 따른 최소 덮개 규정에 저촉 소지가 있는 구조물에 대하여 검토

• (바닥판)슬래브, 슬래브거더교, 옹벽, 암거, 날개벽 및 파라페트

• 뒷장의 "<표2> 설계상 사용피복 검토" 참조

나. 주철근과 배력근의 조립방법 (case1, case2) 선정기준에 대한 명확한 구분이 없다.

■ 철근 조립방법의 장단점 비교

구 분	CASE1	CASE2	CASE3
개 요	주철근 (정,부철근)을 con'c 표면쪽에 배근하는 방법	배력근을 CON'C표면쪽에 배근하는 방법	인장 압축부위를 구분하여 CASE1과 CASE2의 조립 방법의 장점을 취하여 배근 하는 방법 예) 인장측 : CASE1 방법 압축측 : CASE2 방법
특징 및 장단점	• 경제적 단면설계 • 휨균열 제어에 효과적임 • (수직, 수평)절곡 주철근이 있는 경우는 철근조립시 작업공간에 제약을 받음. • 벽체와 같은 수직 주철근의 경우는 작업공간확보 측면에서 벽체두께가 1.0m이상되어야 철근조립 시 시공성이 있음.	• 배력근 설치 개념에 부합됨 (다음 아래의 "3)항" 참조) • 철근조립이 간편하고 용이함 • 정,부철근 배근시 절곡 주철근을 이용하여 효율적인 철근배치가 가능함 • 현 시방서 규정에 따른 철근 덮개 규정적용시 비경제적 단면설계가 됨 (얇은 부재일 경우)	• 구조물의 전단면에 걸쳐 중립축에 대한 인장측과 압축측이 한 방향으로 일정하게 구분된 구조물에 적용이 가능하다. (예: 옹벽, 날개벽 ....) • 주철근 이음위치를 고려하면서 작업공간 확보를 위하여 철근 조립순서에 대한 사전 숙지가 필요하다.
철근조립 방법 선정기준(안)	• 사하중의 지배를 받는 부재로서 휨균열 발생 우려가 있는 부위 ①(속빈)슬래브교 및 라멘 형식교량의 상부 슬래브 <조건> • 가급적 절곡주철근의 사용을 지양한다. • 전단보강철근(절곡주철근, 또는 스터럽)을 별도 보강하거나 조립방법을 개선한다. ②PRECAST거더의 지지를 받는 바닥판 슬래브	• 특별한 경우가 아니면 "CASE2"의 조립방법을 적용한다. [철근조립이 간편하여 현장에서 주로 적용 하고 있음]	• 철근조립 방법 "CASE2"의 대상 구조물중, 교량 미관을 위한 무늬 거푸집 사용할 때, 철근덮개 크기의 확보를 위한 경제적 단면 설계시 적용 가능함. <조건> • 배력근 내부 삽입에 필요한 작업공간 확보가 가능해야 함 - 비교적 소규모의 구조물 (날개벽) - 연속 벽체의 경우 가급적 시공 죠인트 (신축이음) 설치 간격으로 줄인다. (옹벽)

*참조 : 사용철근의 종류 선택시 고려사항(안)

현재 1종 콘크리트 적용대상 구조물에는 고강도 철근(SD40)을 적용하도록 되어 있는바,

적용 부위별 구분이 필요하다고 판단됨.

■ 주철근(정,부철근) 및 배력근 : 철근 가공에 따른 손상방지를 위하여, 정착을 위한 절곡 이외에 구조역할부위는 가급적 직선철근 배근을 원칙으로 한다. (SD40적용)

■ 전단보강 절곡철근, 스터럽, 띠철근 및 기타 가외철근 : 철근가공을 요하는 부위는 철근 가공의 시공성을 위하여 D19(SD30적용)이하의 철근을 사용한다.

■ 사 유 : 전단보강 절곡 주철근 사용 제한에 따른 주철근의 효율적 배근이 어려워 주철근 사용량이 다소 증가하나, 현재 고강도 철근의 무리한 가공에 따른 손상이 많이 발생하고 있는 바 교량의 장기적 내구성 측면에서 고강도 주철근의 가공을 가급적 피하는 것이 좋다고 판단됨.

<표2> 설계상 사용피복 검토

*주 : 철근(주철근,배력근) 조립방법 구분
- CASE1 : 주철근을 CON'C 외측표면쪽에 배치
- CASE2 : 배력근을 CON'C 외측표면쪽에 배치

구 분		시방규정(mm) 주철근 / (배력근)	사용피복 (mm)			검 토
			철근 조립방법 고려시			
			사용철근	CASE1	CASE2	
프리캐스트 거더의 지지를 받는 바닥판 슬래브	상부	50(25)	• 주철근 및 배력근 (D19기준)	60	60	■ CASE1 50+19.1×(1/2)=59.6<60 ■ CASE2 25+19.1×(3/2)=53.7<60
	하부	25(25)	• 주철근 및 배력근 (D19기준)	40	*55	■ CASE1 25+19.1×(1/2)=34.6<40 ■ CASE2 25+19.1×(3/2)=53.7>40*
슬래브 거더교	상부	50(25)	• 주철근 (D19기준) • 배력근 (D19기준)	• D22이하 60 • D29이상 70	좌 동	■ CASE1 • 주철근 D22 이하 25+22.2×(1/2)=61.1≃60 • 주철근 D25 이상 (D29적용) 25+28.6×(1/2)=64.3<70 ■ CASE2 • 주철근 D22 이하 25+19.1+22.2×(1/2)=55.2<60 • 주철근 D25 이상 (D29적용) 25+19.1+28.6×(1/2)=58.4<70
	하부	25(25)	• 주철근 (D29기준) • 배력근 (D19기준)	• D25이하 40 • D29이상 50	• D25이하 *60 • D29이상 *60	■ CASE1 • 주철근 D25 이하 25+25.4×(1/2)=37.7<40 • 주철근 D29 이상 25+28.6×(1/2)=39.3<50 ■ CASE2 • 주철근 D25 이하 25+19.1+25.4×(1/2)=56.8>40* • 주철근 D29 이상 25+19.1+28.6×(1/2)=58.4>50*

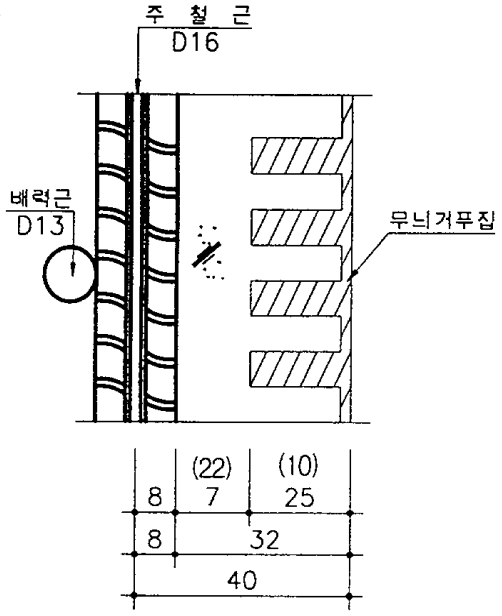
구 분			시방규정(mm) [주철근] [(배력근)]	사용피복 (mm) 철근 조립방법 고려시			검 토
				사용철근	CASE1	CASE2	
교대 (교각)	구 체		80	• 주철근 (D29기준) • 배력근 및 스터럽 (D19기준)	100	100	검토 생략
	파리페트 날 개 벽	전 면	30		50	*60	■ CASE1 30+28.6×(1/2)=44.4<50 ■ CASE2 25+19.1+28.6×(1/2)=58.4>50*
		배 면	60		80	80	검토 생략
라멘	슬 래 브	상 부	60	상 동	80	80	상 동
		하 부	40		70	70	상 동
	벽 체		60		80	80	검토 생략
	날 개 벽	전 면	30		50	*60	교대 날개벽 검토 참조
		배 면	60		80	80	검토 생략
옹벽	구 체	전 면	30	상 동	50	*60	교대 날개벽 검토 참조
		배 면	60		80	80	검토 생략
기초	직 접 기 초		80	상 동	100	100	검토 생략
	PILE 기 초	상 면	80		100	100	
		하 면 수직 말뚝	80		150	150	
		하 면 경사 말뚝	80		200	200	
수로 암거	흙접촉부(외측)		60		75	75	검토 생략
	물접촉부(내측)		80		95	95	
통로 암거	흙접촉부(외측)		60		75	75	<외측> 검토생략 <내측> ■ CASE1 30+28.6×1/3=44.4<45 ■ CASE2 25+15.9+28.6×1/2=55.2>45*
	내 공 부(내측)		30	주철근D29기준	45	*60	

별 첨 #3

교량미관 고려시 (무늬 및 문양거푸집 사용) 피복두께 검토

(*주 : 무늬거푸집 면의 철근 조립방법은 CASE1 (주철근을 CON'C 표면에 배치)방법을 적용한다.)

가. 방호벽



구 분	시방규정	무늬거푸집을 제외한 피복	사용피복
방호벽	25㎜	7(22)㎜이상	40㎜

(* 주 : 괄호안의 치수는 홈깊이 10㎜인 무늬거푸집 사용시일때)

■ 방호벽은 다음조건하에 현재 사용 피복 두께(40mm) 적용가능함.

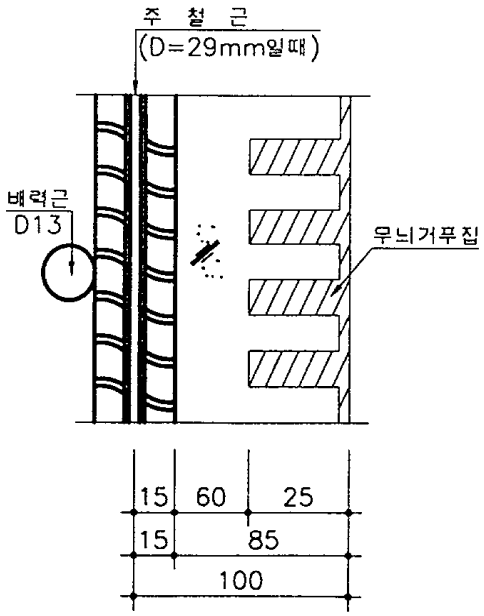
- 가급적 무늬거푸집 사용을 지양하여야 하며 부득이 적용하여야 할 때는 10㎜ 미만의 홈깊이를 가진 무늬거푸집의 사용을 권장함 (무늬거푸집 홈깊이 10㎜ : 덮개크기=22㎜≒25)

■ 현장시공시 검토사항

교량 미관상,부득이 홈깊이가 10mm이상의 무늬거푸집을 사용할때는 최소덮개 25mm 확보에 따른 구조안전검토가 요구됨.

- 적용 무늬 거푸집의 홈깊이에 따른 구조물의 유효높이 감소량을 고려하여 인장철근 규격 및 배치간격의 적절한 조정이 필요함.

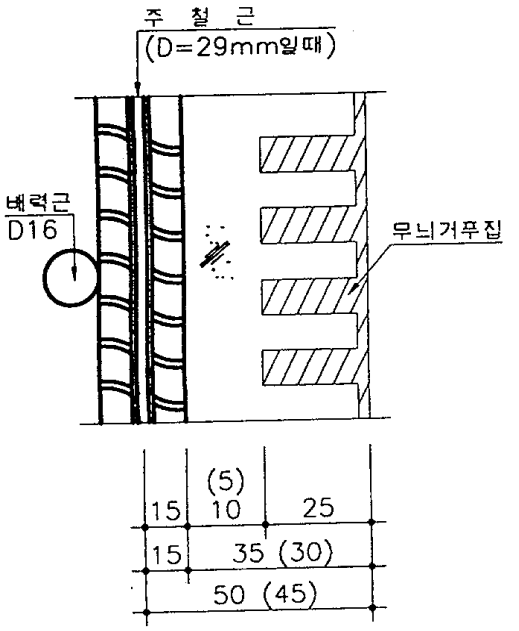
나. 교대부 전면



구 분	시방규정	무늬거푸집을 제외한 피복	사용피복
교대부	60㎜ (지상노출부)	60㎜	100㎜

■ 교대부전면은 지상노출부위의 시방규정에 만족하므로 현재 사용 피복두께 (100㎜) 적용

다. 날개벽전면, 옹벽전면 및 통로암거 내측벽

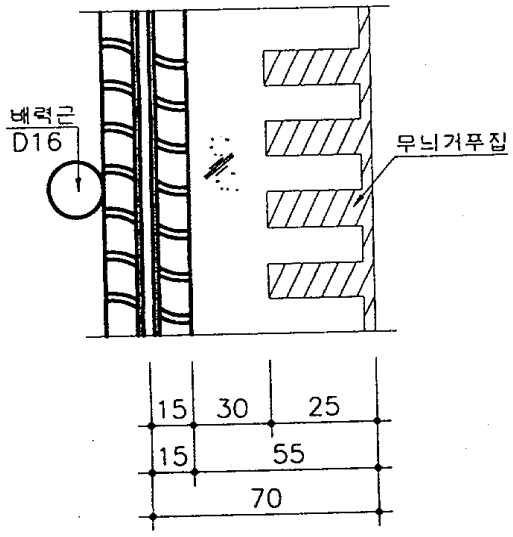


*주 : 괄호( )안의 치수는 "통로암거"에 대한 사항임.

구 분	시방규정	무늬거푸집을 제외한 피복	사용피복
날개벽 • 옹벽 및 (통로암거)	30㎜	10㎜ (5)	50㎜ (45)

■ 날개벽 옹벽 및 통로암거 내측은 무늬거푸집을 제외한 피복이 시방규정에 크게 미달하므로 보강필요

수 정 후



구 분	시방규정	무늬거푸집을 제외한 피복	사용피복
날개벽 • 옹벽 및 (통로암거)	30㎜	30㎜	70㎜

■ 날개벽, 옹벽은 20㎜ 보강 및 통로암거 내측은 25㎜ 보강후 무늬 거푸집을 제외한 피복이 시방규정에 만족하므로 개정(안) 사용피복(70㎜) 적용 (*주철근 D29, H29≒30㎜기준)

■ 옹벽 및 암거표준도 (T/D) 적용시 무늬거푸집 사용에 따른 두께 증가는 설계도 작성시 별도로 고려하여 표시한다.

*참고 : 부재치수의 시공정밀도 [도시P.894, 1996]

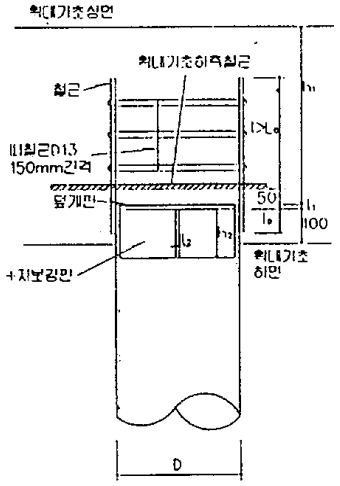
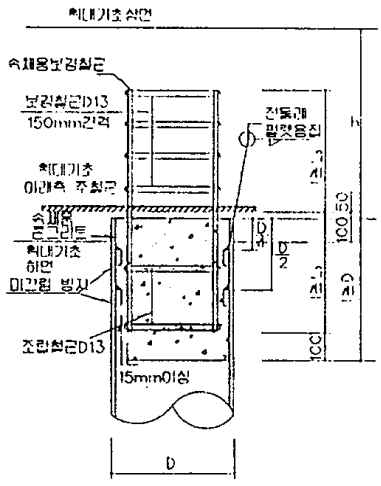
7-32 강관 pile 두부보강방법 변경

방 침
설 계 이
16210-4438
('97. 4. 22)

1. 검토목적

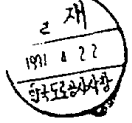
- 현재 설계·시공시 적용하고 있는 강관 PILE 두부 보강방법을 시공성이 우수한 방법으로 개선
- 강관 PILE 두부 보강방법 개선으로 예산절감에 기여

2. 강관파일 두부 보강방법 개선(안)

구 분	당 초	개 선
도 면		
공법특징	• 십자보강판, 덮개판 필요 • 강관 PILE 외부와 기초에 근입되는 철근에 대한 용접 필요 • 속채움 CON'C 불필요	• 십자 보강판, 덮개판 불필요 • 강관 PILE 내부에 근입되는 철근에 대한 용접 불필요 • 속채움 CON'C 필요 • 강관 PILE 내부에 미끄럼 방지턱 용접 필요
*공 사 비	1,811억원	989억원 (감)822억원

* 공사비는 총 161개 공구 기준으로 대비하였음 (설계중 : 97개 공구, 미착공 및 착공후 미시공 : 64개 공구)

3. 검토의견



강관 PILE 두부 보강방법을 개선하면 시공성이 우수하고 구조적으로도 유리하며 교량 기초 품질향상에 기여할 뿐만 아니라 건설공사비 절감 【절감액(추정) : 822억원】에도 크게 기여하게 되므로 설계중인 노선 및 설계후 미착공 노선과 시공중인 노선에 적용 시행하는 것이 바람직하다고 판단됨.

4. 구조기술사의 의견

구조기술사	검 토 의 견	조 치 방 안	비 고
임 호 상 (건화ENG)	◦ 시공 및 구조적 확실성에 있어서 개선(안)이 유리하다고 판단됨 ◦ 속채움 CON'C 타설을 위한 거푸집 고정용 받침시공이 곤란하므로, 공동부 모래채움 후 철근 배치 및 CON'C 타설방법이 유리 ◦ 속채움 CON'C를 2종($240kg/cm^2$)으로 하는 것이 타당	- ◦ 거푸집(6회) 시공은 CON'C 경화전 일시적 역할이며, 모래채움 반영시 강관 PILE 시공방법에 따라 깊이가 불균일하여 적용이 곤란함 ◦ 거푸집 고정용 받침의 별도 시공방법을 허용『표준도 주)8, 별첨 .』 -	
함 호 식 (금호ENG)	◦ 당초 방법의 강관 PILE 외부와 철근용접으로 인한 강관 원재료에 손상을 주는 것에 비해 개선(안)이 구조상 유리하다고 판단 ◦ 속채움 CON'C를 구조물 기초와 동종으로 시공하는 것이 타당하다고 사료됨	- -	
김 재 혁 (청석ENG)	◦ 강관 PILE과 기초 CON'C 접속부 구조는 일체구조 역할 ◦ 띠철근을 나선철근으로 개선	- ◦ 시공과정에서 개선가능	
김 진 수 (경일기술)	◦ 하단에 주철근이 배치된 기초CON'C와 강관 PILE 두부 10cm 정착으로 속채움 CON'C 파손 가능성이 없다고 판단됨 ◦ 속채움 CON'C는 2종이 타당하다고 판단됨	- -	
엄 종 욱 (서영기술단)	◦ FOOTING과 강관 PILE 10cm와 내부철근의 고정된 구조로 강관 내부 CON'C 파손 우려 없슴 ◦ 일본에서도 개선(안)과 유사한 구조를 사용 충분히 검증됨 ◦ 미끄럼 방지턱의 용접관리 어려움	- - ◦ 미끄럼 방지턱의 시공깊이가 D400 M/M 에서는 20CM, D508M/M에서는 25cm로 용접 시공할 것	
김 재 웅 (한석ENG)	◦ 속채움 CON'C는 2종 적용이 타당하다고 판단됨 ◦ 거푸집 고정용 받침 시공 곤란	- ◦ 별도의 시공방법을 허용『표준도 주)8, 별첨 .』	

5. 건설공사비 절감 예상액 판단

(원 / 본)

구 분	당 초	개 선	증(△)단가	비 고
D406.4 m/m	409,332	232,117	△170,215	제잡비 포함
D508.0 m/m	527,955	278,818	△249,137	

1) 설계중인 공구

예) 서해안 고속도로 (군산-무안간) 강관 PILE 설계 현황

(단위 : 개소)

공구 / 구분	평균	계	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
교 량	14	168	9	18	11	17	15	9	13	16	15	13	13	19
교대·교각	40	484	63	50	56	41	53	23	38	13	42	30	40	35

- D406.4m/m와 D508m/m 예산절감(평균) : 213,000원/본 (잡비 포함)
- 공구당 강관 PILE 시공 교량(평균) : 14개소
- 공구당 강관 PILE 시공 교대·교각(평균) : 40개소
- 교대, 교각당 강관 PILE(평균) : 60본 (4차로 기준)
- '97. 현재 설계중인 공구 : 97개 공구

○ 예산절감액(추정) : 213,000원/본 × 40개소 × 60본 × 97공구 = 495억원

2) 설계 완료·공사 미발주, 착공후 미시공 공구

- 설계완료·미발주 : 35개 공구 (민자사업 29개 공구 포함)
- 착공후 강관 PILE 미시공 : 29개 공구 (98개 공구중 30%적용)

○ 예산 절감액(추정) : 213,000원/본 × 40개소 × 60본 × 64공구 = 327억원

◎ 총 예산 절감액(추정) : 822억원

별 첨

1. 당초 표준도

2. 변경 표준도

3. PILE 단면도

4. 단가산출내역

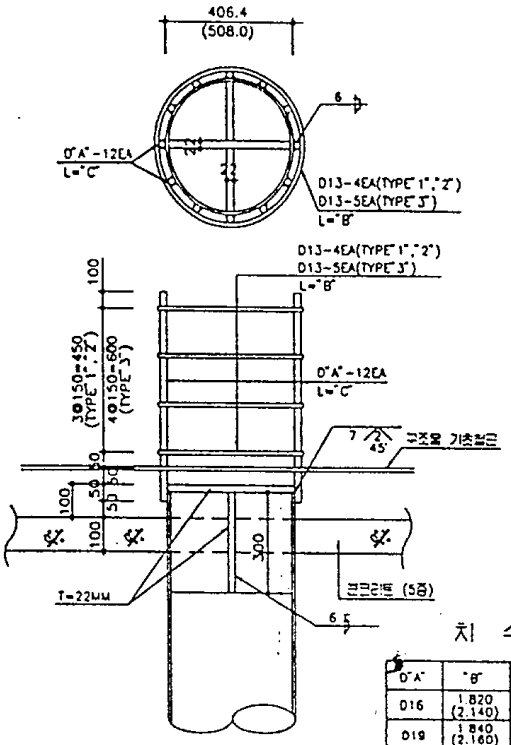
강 관 말 뚝 상 세 도

(D = 406.4, 508.0MM)

당초TD

두 부 상 세

S=1:10

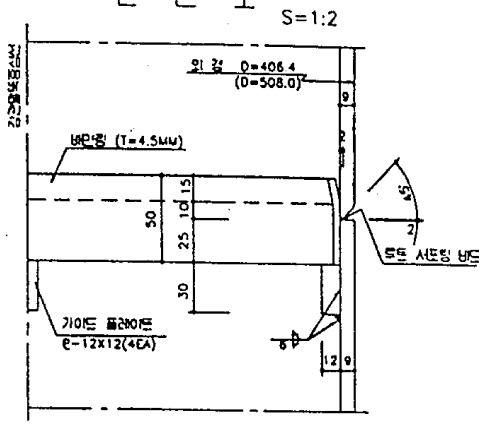


치 수 표

D"A"	"B"	"C"	비 고
D16	1.820 (2.140)	700	TYPE "1"
D19	1.840 (2.160)	700	TYPE "2"
D22	1.860 (2.180)	650	TYPE "3"

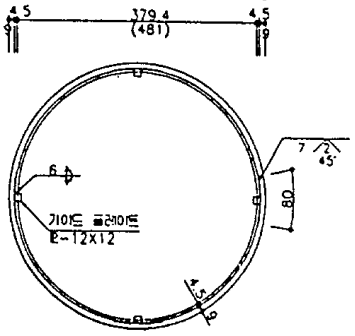
이 음 상 세 단 면 도

S=1:2

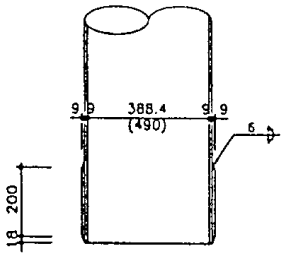


평 면 도

S=1:5



단 부 상 세



재 료 표

(1개소당)

구 분		규 격	단 위	수 량	비 고
강 관		T=22MM	KG	67.659 (93.101)	ADD 10%
"		T=9MM	"	20.284 (25.245)	-
용 접		7MM	M	1.277 (1.596)	V 형
"		6MM	"	7.619 (7.992)	FILLET
절 단		T=9MM	"	1.505 (1.824)	
"		T=22MM	"	2.932 (3.454)	
철 근	TYPE"1"	D16	KG	13.497(13.497)	ADD 3%
		D13	"	7.461 (8.773)	-
	TYPE"2"	D19	"	19.467 (19.467)	-
		D13	"	7.543 (8.855)	-
	TYPE"3"	D22	"	31.938 (31.938)	-
		D13	"	9.531 (11.171)	-

재 료 표

(1개소당)

구 분	규 격	단 위	수 량	비 고
강 관	T=12MM	KG	0.149 (0.149)	ADD 10%
	T=4.5MM	KG	2.343 (2.963)	-
용 접	T=7MM	M	0.320 (0.320)	V형
	T=6MM	M	0.288 (0.288)	FILLET
절 단	T=12MM	M	0.168 (0.168)	
	T=4.5MM	KG	1.256 (1.575)	

주) 1. ( )수치는 D=508MM의 경우임

2. 콘크리트 : σ_{ck}=240 kg/cm²
   철 근 : SD30

3. 말뚝의 수직반력이 75T(120T) 이상일 경우는 수직지반 support에 대한 별도 검토 필요

4. 말뚝의 수평반력이 24T(30T) 이상일 경우는 수평지반 support에 대한 별도 검토 필요

5. 말뚝상단 콘크리트의 필요두께

• D=406.4	• D=508
R=40T : 40cm	R=60T : 50cm
R=50T : 48cm	R=70T : 55cm
R=60T : 54cm	R=80T : 60cm
R=70T : 60cm	R=90T : 65cm
R=80T : 64cm	R=100T : 70cm

6. 정착철근 (SD30)

사용철근(D"A")	설계모멘트	
D16	5.5 T.M (6.5 T.M)	TYPE"1"
D19	7.5 T.M (9.0 T.M)	TYPE"2"
D22	10.0 T.M (11.5 T.M)	TYPE"3"

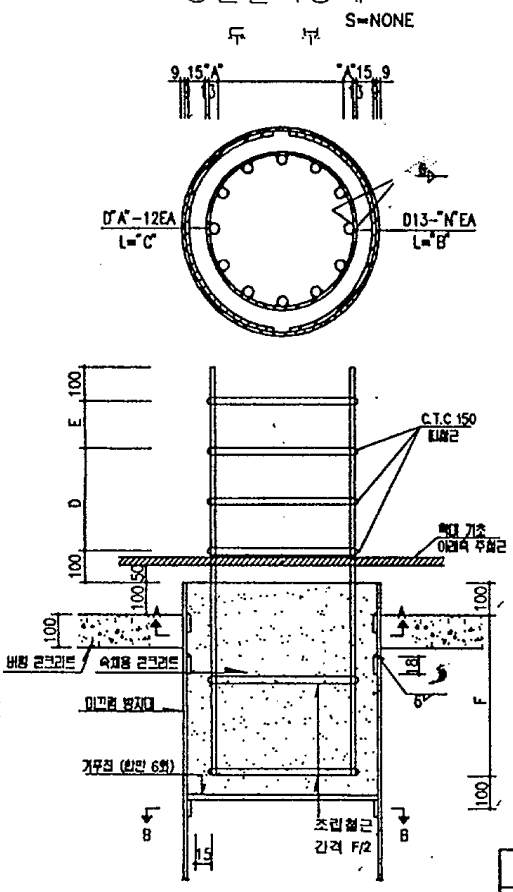
7. 정착철근의 길이가 말뚝상단의 콘크리트 두께보다 클 경우 정착철근을 구부려서 기초 콘크리트에 정착한다.

한국도로공사 KOREA HIGHWAY CORPORATION	표 준 도 TYPICAL DRAWING	도면명	강관 말뚝 상세도	설계자		작성일	1996. 8	도면번호
				확인자		축 척		3.131

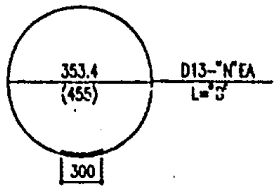
강관말뚝상세도 (1)

변경TD

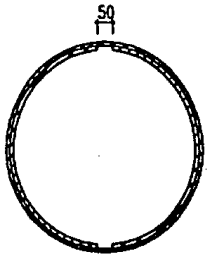
강관말뚝상세



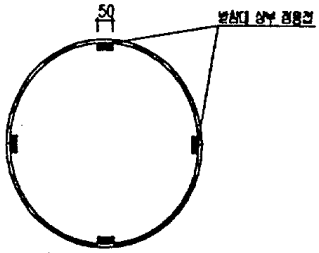
띠철근상세



단면 A-A

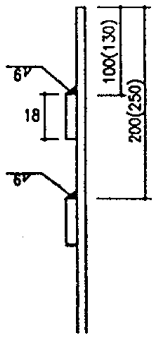


단면 B-B

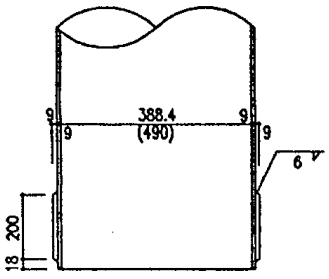


D"A"	B	C	D	E	F	N	비 고
D16	1.410 (1.729)	1.300	2@150=300	100	600	6	TYPE"1"
D19	"	1.500	2@150=300	200	700	6	TYPE"2"
D22	"	1.700	3@150=450	150	800	7	TYPE"3"

미끄럼방지대 상세



단부



재 료 표

(개소당)

구 분		규 격	단 위	수 량	비 고
강 판		T=9m/m	KG	23.417(29.270)	+10%
용 접		6mm	M	7.434(9.349)	
페 인		T=9m/m	M	3.963(4.921)	
철근	TYPE "1"	D16	KG	25.066(25.066)	+3%
		D13	KG	8.672(10.634)	"
	TYPE "2"	D19	KG	41.715(41.715)	"
		D13	KG	8.672(10.634)	"
	TYPE "3"	D22	KG	63.876(63.876)	"
		D13	KG	10.117(12.407)	"
거 푸 집		합판 6 회	M^2	0.118(0.189)	
속채움 콘크리트	TYPE "1"	fck=240kg/cm²	M^3	0.097(0.154)	+2%
	TYPE "2"	"	M^3	0.109(0.173)	"
	TYPE "3"	"	M^3	0.121(0.192)	"

* ( )안은 ø=508 치수임

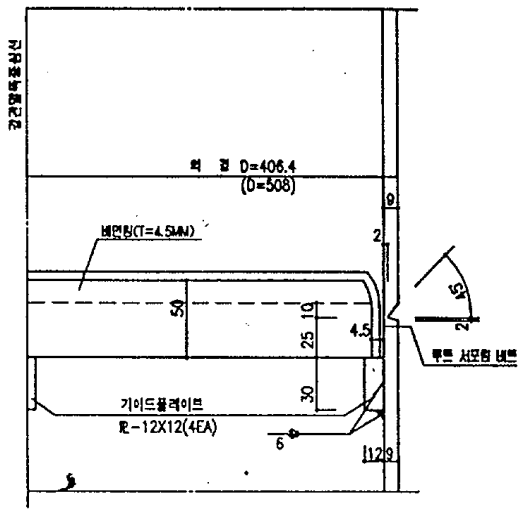
한국도로공사 KOREA HIGHWAY CORPORATION	표 준 도 TYPICAL DRAWING	도면명	강관말뚝상세도 (1)	설계자		작성일	1997.3	도면번호
				확인자		수 치		

강관말뚝상세도 (2)

강관말뚝이음상세

단 면 도

S=1:20



주) 1.( )수치은 D=508MM의 경우임

2.콘크리트 : σ_{ck}=240kg/cm²

철 근 : SD30

3.말뚝의 수직반력이 75T(120T)이상일 경우는 수직지압 용력에 대한 별도 검토 필요

4.말뚝의 수평반력이 24T(30T) 이상일 경우는 수평지압 용력에 대한 별도 검토 필요

5.말뚝상단 콘크리트의 필요두께 (R=덕택)

D=406.4	D=508
R=40T : 40cm	R=60T : 50cm
R=50T : 48cm	R=70T : 55cm
R=60T : 54cm	R=80T : 60cm
R=70T : 60cm	R=90T : 65cm
R=80T : 64cm	R=100T : 70cm

6.정착철근(SD30)

사용철근(D"A")	설계모멘트
D16	5.5T.M (6.5T.M) —TYPE"1"
D19	7.5T.M (9.0T.M) —TYPE"2"
D22	10.0T.M (11.5T.M) — TYPE"3"

7.정착철근의 길이가 말뚝상단의 콘크리트 두께보다 클 경우 정착철근을 구부려서 기초 콘크리트에 정착한다.

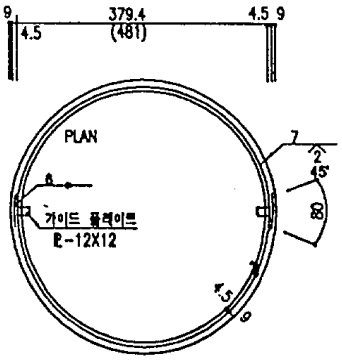
8.인린 거푸집 및 방식대는 속채움 콘크리트 양생 고정용으로 현장여건에 따라 설치하지 않을수 있음.

9.마끄러짐 방지대 두께는 9m/m, 폭은 두께의 두배 이상으로서 전 둘레를 필렛용접 한다.

10.방식대는 마끄럼방지대 조각으로 4곳에 접용접 한다.

평 면 도

S=1:5



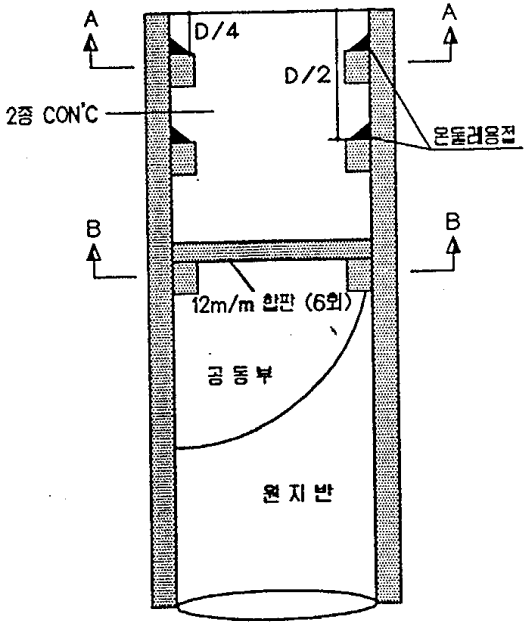
※ ( )은 ϕ=508 적수임

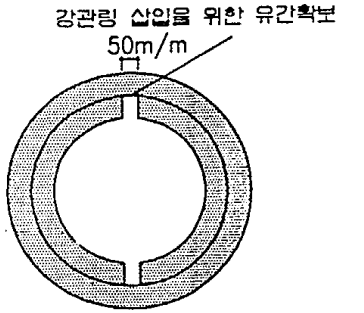
(개 소 당)

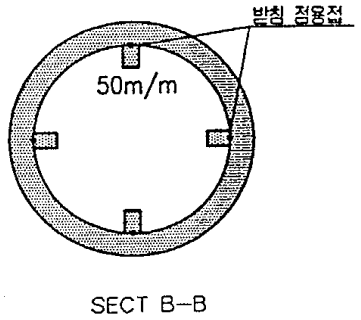
구 분	규 격	단 위	수 량	비 고
강 판	T=12MM	KG	0.149(0.149)	ADD 10%
"	T=4.5MM	"	2.343(2.963)	
절 단	T=12MM	M	0.168(0.168)	
"	T=4.5MM	KG	1.256(1.575)	
용 접	T=7MM	M	0.320(0.320)	V 홈
"	T=6MM	"	0.288(0.288)	FILLET

한국도로공사 KOREA HIGHWAY CORPORATION	표 준 도 TYPICAL DRAWING	도면명	강 관 말 뚝 상 세 도 (2)	설계자		작성일	1997.3	도면번호
				확인자		축 척		

강 관 PILE 단 면 도







* 합판 고정용 받침은 CON'C 경화전 일시적 역할로 별도의 시공방법 허용
  - PILE 내부 공동부 깊이 작을시 합판, 고정용 받침 생략후 필요 깊이까지 토사등 되메움후 CON'C 시공
  - 고정용 받침 설치 위치에 +형 철근 용접
  - 수직철근(2EA)과 합판을 연결후 미끄럼 방지턱 유간 위치부에 밀착 강관 PILE 상단부에 용접 고정 시키는 방법등

단가 산출 내역

단가 산출 집계표

본당

구 분	단 위	당초(안)	변경(안)	비 고
D406.4m/m	원	272,888	154,745	TYPE "3"기준
D508.0m/m	원	354,940	185,879	〃

단가 산출내역 (D406.4m/m)

( )안 D508.0m/m 본당

구 분	단 위	당초(안)	변경(안)	비 고
거푸집 (합판 6회)	원	-	1,414 (2,264)	
강관 PILE 자재비 (길이차이)	〃	-	-	
두부 및 선단보강 (강판, 용접, 절단)	〃	247,464 (328,890)	102,599 (129,006)	
콘 크 리 트 2종	〃	-	3,850 (6,266)	
철 근 가 공 조 립	〃	13,822 (14,160)	25,486 (26,275)	
철 근 구 입	〃	11,602 (11,890)	21,396 (22,068)	
계	〃	272,888 (354,940)	154,745 (185,879)	

PILE 두부보강 수량 산출

가).D406.4m/m

구 분	규 격	단위	당초(안)	변경(안)	비 고
강 판	T=22m/m	kg	0.3*0.3884*0.022*7850*2+π*(0.3884)^2/4*0.022*7850 =60.708/66.778		+10%
	T= 9m/m	〃	0.2*π*0.009*0.4064*7850 =18.04/19.844(선단부)	0.018*π*0.4064*0.009 *2*7850+선단부 =21.288/23.417	〃
속 채 움 콘크리트	σ_{ck}=240kg/cm^2	m^3		{π/4*(0.3884)^2}*(0.800+ 0.100*2)=0.118/0.121	+2%
철 근	D 22	〃	(0.80+0.05+0.08)*12*3.04 =33.926/34.944	(0.80*2+0.100)*12*3.04 =62.016/63.876	+3%
	D 13	〃	{(0.4064+0.022+0.013)*2+0.300}* 3*0.995 =5.034/5.186	{(0.4064-0.009*2*2-0.015 *2+0.013)*π+0.300}*7 *0.995=9.822/10.117	〃
거 푸 집	합판 6회	M^2		π/4*(0.3884)^2=0.118	

나).D508.0m/m

구 분	규 격	단위	당초(안)	변경(안)	비 고
강 판	T=22m/m	kg	0.3*0.490*0.022*7850*2+π *(0.490)^2/4*0.022*7850 =83.341/91.675		+10%
	T= 9m/m	〃	0.2*π*0.009*0.508*7850 =22.550/24.805(선단부)	0.018*π*0.508*0.009*2*7850 +선단부 =26.609/29.270	〃
속 채 움 콘크리트	σ_{ck}=240kg/cm^2	m^3		{π/4*(0.490)^2}*(0.800+0.100*2) =0.189/0.192	+2%
철 근	D 22	〃	(0.80+0.05+0.08)*12*3.04 =33.926/34.944	(0.80*2+0.100)*12*3.04 =62.016/63.876	+3%
	D 13	〃	{(0.508+0.022+0.013)*2+0.300} *3*0.995 =5.988/6.167	{(0.508-0.009*2*2-0.015*2+0.013)*π+0.300}*7*0.995 =12.045/12.407	〃
거 푸 집	합판 6회	M^2		π/4*(0.490)^2=0.189	

* 동일 조건에서 비교하였기 때문에 당초 표준도와는 다소 차이남

공 종	산 출 내 역	경 비	노 무 비	재 료 비	합 계
3-10-C-01	310C010 강관말뚝-두부및 선단보강 (R= 406.4 M/M) : 개소			당초(D406.4)	
	1. 강 판				
	T; 22 M/M : 66.778 <KG> * 323.34 = 21591.99				
	T; 9 M/M : 19.544 <KG> * 321.86 = 6386.98				
	고재대 : -86.622 <KG> / 1.10 * 0.1 * 58.18 = -458.15				
	소 계 :	0.00	0.00	27520.82	27520.82
	2. 철근 가공 및 조립(보통) : 별도계산				
	소 계 :	0.00	0.00	0.00	0.00
	3. 잡철물 제작설치				
	배수공 BASIC [B213B0000] 참조				
	경 비 : 78.747 <KG> * 68381.00 / 1000 <KG/TON> = 5384.79				
	노무비 : 78.747 <KG> * 2069689.00 / 1000 <KG/TON> = 162981.79				
	재료비 : 78.747 <KG> * 33165.00 / 1000 <KG/TON> = 2611.64				
	소 계 :	5384.79	162981.79	2611.64	170978.22
	4. 말뚝머리 정리비				
	1) 인건비				
	용 접 공 : 0.57 <인> * 60956.00 = 34744.92				
	보통인부 : 0.37 <인> * 34005.00 = 12581.85				
	2) 재료비				
	산 소 (J1): 0.10 <병> * 3500.00 = 350.00				
	아세틸렌 (J2): 0.22 <KG> * 5500.00 = 1210.00				
	3) 기구손료(재료비의 5%)				
	: (J1 + J2) * 0.05 = 78.00				
	소 계 :	78.00	47326.77	1560.00	48964.77
	총 계	5462.79	210308.56	31692.46	247463.81
		5463	210309	31692	247464

공 종	산 출 내 역	경 비	노 무 비	재 료 비	합 계
3-10-C-01	310C010 강관말뚝-두부및 선단보강 (R= 406.4 M/M) : 개소			변경(D406.4)	
	1. 강 관				
	T: 22 M/M : 0.000 <KG> * 323.34 = 0.00				
	T: 9 M/M : 23.417 <KG> * 321.86 = 7536.99				
	고재대 : -23.417 <KG> / 1.10 * 0.1 * 58.18 = -123.85				
	소 계 :	0.00	0.00	7413.14	7413.14
	2. 철근 가공 및 조립(보통) : 별도계산				
	소 계 :	0.00	0.00	0.00	0.00
	3. 잡철물 제작설치				
	버수공 BASIC [B213B0000] 참조				
	경 비 : 21.288 <KG> * 68381.00 / 1000 <KG/TON> = 1455.69				
	노무비 : 21.288 <KG> * 2069689.00 / 1000 <KG/TON> = 44059.53				
	재료비 : 21.288 <KG> * 33165.00 / 1000 <KG/TON> = 706.01				
	소 계 :	1455.69	44059.53	706.01	46221.23
	4. 말뚝머리 정리비				
	1) 인건비				
	용 접 공 : 0.57 <인> * 60956.00 = 34744.92				
	보통인부 : 0.37 <인> * 34005.00 = 12581.85				
	2) 재료비				
	산 소 (J1): 0.10 <병> * 3500.00 = 350.00				
	아세틸렌 (J2): 0.22 <KG> * 5500.00 = 1210.00				
	3) 기구손료(재료비의 5%)				
	: (J1 + J2) * 0.05 = 78.00				
	소 계 :	78.00	47326.77	1560.00	48964.77
	총 계	1533.69	91386.30	9679.15	102599.14
		1534	91386	9679	102599

공종	산 출 내 역	경 비	노 무 비	재 료 비	합 계
[illegible]-C-02	310C020 강관말뚝-두부및 선단보강 (R= 508 M/M) : 개소			당초(D508.0)	
	1. 강 판				
	T; 22 M/M : 91.675 <KG> * 323.34 = 29642.19				
	T; 9 M/M : 24.805 <KG> * 321.86 = 7983.73				
	고재대 : -116.480 <KG> / 1.10 * 0.1 * 58.18 = -616.07				
	소 계 :	0.00	0.00	37009.85	37009.85
	2. 철근 가공 및 조립(보통) : 별도계산				
	소 계 :	0.00	0.00	0.00	0.00
	3. 잡철물 제작설치				
	배수공 BASIC [B213B0000] 참조				
	경 비 : 105.891 <KG> * 68381.00 / 1000 <KG/TON> = 7240.93				
	노무비 : 105.891 <KG> * 2069689.00 / 1000 <KG/TON> = 219161.43				
	재료비 : 105.891 <KG> * 33165.00 / 1000 <KG/TON> = 3511.87				
	소 계 :	7240.93	219161.43	3511.87	229914.23
	4. 말뚝머리 정리비				
	1) 인건비				
	용 접 공 : 0.72 <인> * 60956.00 = 43888.32				
	보통인부 : 0.47 <인> * 34005.00 = 15982.35				
	2) 재료비				
	산 소 (J1) : 0.13 <병> * 3500.00 = 455.00				
	아세틸렌 (J2) : 0.28 <KG> * 5500.00 = 1540.00				
	3) 기구손료(재료비의 5%)				
	: (J1 + J2) * 0.05 = 99.75				
	소 계 :	99.75	59870.67	1995.00	61965.42
	총 계	7340.68	279032.10	42516.72	328889.50
		7341	279032	42517	328890

공 종	산 출 내 역	경 비	노 무 비	재 료 비	합 계
3-10-C-02	310C020 강판말뚝-두부및 선단보강 (R= 508 M/M) : 개소			변경(D508.0)	
	1. 강 판				
	T; 22 M/M : 0.0 <KG> * 323.34 = 0.00				
	T; 9 M/M : 29.270 <KG> * 321.86 = 9420.84				
	고재대 : -29.270 <KG> / 1.10 * 0.1 * 58.18 = -154.81				
	소 계 :	0.00	0.00	9266.03	9266.03
	2. 철근 가공 및 조립(보통) : 별도계산				
	소 계 :	0.00	0.00	0.00	0.00
	3. 잡철물 제작설치				
	배수공 BASIC [B213B0000] 참조				
	경 비 : 26.609 <KG> * 68381.00 / 1000 <KG/TON> = 1819.55				
	노무비 : 26.609 <KG> * 2069689.00 / 1000 <KG/TON> = 55072.35				
	재료비 : 26.609 <KG> * 33165.00 / 1000 <KG/TON> = 882.48				
	소 계 :	1819.55	55072.35	882.48	57774.38
	4. 말뚝머리 정리비				
	1) 인건비				
	용 접 공 : 0.72 <인> * 60956.00 = 43888.32				
	보통인부 : 0.47 <인> * 34005.00 = 15982.35				
	2) 재료비				
	산 소 (J1) : 0.13 <병> * 3500.00 = 455.00				
	아세틸렌 (J2) : 0.28 <KG> * 5500.00 = 1540.00				
	3) 기구손료(재료비의 5%)				
	: (J1 + J2) * 0.05 = 99.75				
	소 계 :	99.75	59870.67	1995.00	61965.42
	총 계	1919.30	114943.02	12143.51	129005.83
		1919	114943	12144	129006

공 종	산 출 내 역	경 비	노 무 비	재 료 비	합 계
3-10-A-01	310A010 강관말뚝-자재비 (R= 406.4 M/M, T= 9 M/M) : M				
	1. PILE 자재비 : 현장도착도				
	재료비 : 1 <M> * 36200.00 = 36200.00				
	소 계 :	0.00	0.00	36200.00	36200.00
	2. 고재대				
	재료비 : 88.2 <KG/M> * 0.05 * -58.18 = -256.57				
	소 계 :	0.00	0.00	-256.57	-256.57
	총 계	0.00	0.00	35943.43	35943.43
		0	0	35943	35943
3-10-A-02	310A020 강관말뚝-자재비 (R= 406.4 M/M, T=12 M/M) : M				
	1. PILE 자재비 : 현장도착도				
	재료비 : 1 <M> * 47850.00 = 47850.00				
	소 계 :	0.00	0.00	47850.00	47850.00
	2. 고재대				
	재료비 : 116.7 <KG/M> * 0.05 * -58.18 = -339.48				
	소 계 :	0.00	0.00	-339.48	-339.48
	총 계	0.00	0.00	47510.52	47510.52
		0	0	47511	47511

공 종	산 출 내 역	경 비	노 무 비	재 료 비	합 계
3-10-A-03	310A030 강관말뚝-자재비 (R= 508 M/M, T= 9 M/M) : M				
	1. PILE 자재비 : 현장도착도				
	재료비 : 1 <M> * 45400.00 = 45400.00				
	소 계 :	0.00	0.00	45400.00	45400.00
	2. 고재대				
	재료비 : 110.7 <KG/M> * 0.05 * -58.18 = -322.02				
	소 계 :	0.00	0.00	-322.02	-322.02
	총 계	0.00	0.00	45077.98	45077.98
		0	0	45078	45078
3-10-A-04	310A040 강관말뚝-자재비 (R= 508 M/M, T=12 M/M) : M				
	1. PILE 자재비 : 현장도착도				
	재료비 : 1 <M> * 60200.00 = 60200.00				
	소 계 :	0.00	0.00	60200.00	60200.00
	2. 고재대				
	재료비 : 146.8 <KG/M> * 0.05 * -58.18 = -427.04				
	소 계 :	0.00	0.00	-427.04	-427.04
	총 계	0.00	0.00	59772.96	59772.96
		0	0	59773	59773

공 종	산 출 내 역	경 비	노 무 비	재 료 비	합 계
B-2-09-B	B209B00 철근 가공조립 (보통) : TON				
	1. 결속선 (R=0.9 M/M)				
	재료비 : 6.5 <KG> *600.00 = 3900.00				
	소 계 :	0.00	0.00	3900.00	3900.00
	2. 철근공				
	노무비 : 4.0 <인> *69452.00 = 277808.00				
	소 계 :	0.00	277808.00	0.00	277808.00
	3. 인 부				
	노무비 : 2.2 <인> *34005.00 = 74811.00				
	소 계 :	0.00	74811.00	0.00	74811.00
	4. 고철대				
	(3 %)				
	재료비 : 1.0 <TON> * 0.03 * (-58180.00) = -1745.40				
	소 계 :	0.00	0.00	-1745.40	-1745.40
	총 계	0.00	352619.00	2154.60	354773.60
		0	352619	2155	354774

공 종	산 출 내 역	경 비	노 무 비	재 료 비	합 계
5-31-A-02	531A020 철근 자재 및 운반 (D = 13 M/M) : TON				
	1. 자재비 : (하치장도)				
	<D=13 M/M>: 1 <TON> * 274296.00 = 274296.00				
	소 계 :	0.00	0.00	274296.00	274296.00
	2. 운반비 : 배수공 BASIC [B20100000]				
	경 비 : 4108.00 * 1 <TON> = 4108.00				
	노무비 : 13211.00 * 1 <TON> = 13211.00				
	재료비 : 2006.00 * 1 <TON> = 2006.00				
	소 계 :	4108.00	13211.00	2006.00	19325.00
	총 계	4108.00	13211.00	276302.00	293621.00
		4108	13211	276302	293621
5-31-A-03	531A030 철근 자재 및 운반 (D = 16 M/M 이상) : TON				
	1. 자재비 : (하치장도)				
	<D=16 M/M>: 1 <TON> * 269126.00 = 269126.00				
	소 계 :	0.00	0.00	269126.00	269126.00
	2. 운반비 : 배수공 BASIC [B20100000]				
	경 비 : 4108.00 * 1 <TON> = 4108.00				
	노무비 : 13211.00 * 1 <TON> = 13211.00				
	재료비 : 2006.00 * 1 <TON> = 2006.00				
	소 계 :	4108.00	13211.00	2006.00	19325.00
	총 계	4108.00	13211.00	271132.00	288451.00
		4108	13211	271132	288451

공 종	산 출 내 역	경 비	노 무 비	재 료 비	합 계
B-2-21-K	B221K00 2층 콘크리트 생산,운반 (D=40MM) - 침근 : M3				
	1. 콘크리트 생산				
	배수공 BASIC [B221A0300] 참조				
	경 비 : 1755.00 * 1.0 <M3> * 1.01 = 1772.55				
	노무비 : 1851.00 * 1.0 <M3> * 1.01 = 1869.51				
	재료비 : 730.00 * 1.0 <M3> * 1.01 = 737.30				
	소 계 :	1772.55	1869.51	737.30	4379.36
	콘크리트 운반				
	배수공 BASIC [B20800000] 참조				
	경 비 : 3733.00 * 1.0 * 1.01 = 3770.33				
	노무비 : 2550.00 * 1.0 * 1.01 = 2575.50				
	재료비 : 1452.00 * 1.0 * 1.01 = 1466.52				
	소 계 :	3770.33	2575.50	1466.52	7812.35
	총 계	5542.88	4445.01	2203.82	12191.71
		5543	4445	2204	12192

공 종	산 출 내 역	경 비	노 무 비	재 료 비	합 계
B-2-11-A-02	B211A02 콘크리트타설(철근구조물) : M3				
	VIBRATOR 포함				
	1. 콘크리트 타설비				
	콘크리트공 : 0.17 * 61538.00 = 10461.46				
	인 부 : 0.29 * 34005.00 = 9861.45				
	소 계 :	0.00	20322.91	0.00	20322.91
	2. 다짐기계경비 [E32011]				
	(VIVRATOR 45 MM)				
	경 비 : 172.82 / 6.0 = 28.80				
	재료비 : 567.99 / 6.0 = 94.66				
	소 계 :	28.80	0.00	94.66	123.46
	총 계	28.80	20322.91	94.66	20446.37
		29	20323	95	20447

공 종	산 출 내 역	경 비	노 무 비	재 료 비	합 계
B-2-12-B-03	B212B03 합판거푸집(6회) : M2				
	합판거푸집1회 [B212A0200] 참조				
	노무비 : 26184.00 * 0.320 = 8378.88				
	재료비 : 10375.00 * 0.347 = 3600.12				
	소 계 :	0.00	8378.88	3600.12	11979.00
	총 계	0.00	8378.88	3600.12	11979.00
		0	8379	3600	11979

공 종	산 출 내 역	경 비	노 무 비	재 료 비	합 계
B-2-12-A-02	B212A02 합판 거푸집 (1회) : M2				
	1. 합 판				
	(T=12 M/M, 내수합판)				
	(J1):1.03 <M2> *6521.00 = 6716.63				
	소 계 :	0.00	0.00	6716.63	6716.63
	2. 각재 (육송)				
	(J2): 0.038 <M2> *203593.00 = 7736.53				
	소 계 :	0.00	0.00	7736.53	7736.53
	3. 결속선 (#8 철선)				
	: 0.29 <KG> *410.00 = 118.90				
	소 계 :	0.00	0.00	118.90	118.90
	4. 못 (N=75)				
	: 0.20 <KG> *524.00 = 104.80				
	소 계 :	0.00	0.00	104.80	104.80
	5. 박리제 (중유)				
	: 0.19 <L> *178.58 = 33.93				
	소 계 :	0.00	0.00	33.93	33.93
	6. 형틀목공				
	: 0.28 <인> *65580.00 = 18362.40				
	소 계 :	0.00	18362.40	0.00	18362.40
	7. 인 부				
	: 0.23 <인> *34005.00 = 7821.15				
	소 계 :	0.00	7821.15	0.00	7821.15
	8. 고재대				
	(합판 + 각재) 의 30 %				
	: - (J1 + J2) * 0.3 = -4335.94				
		0.00	0.00	-4335.94	-4335.94

공 종	산 출 내 역	경 비	노 무 비	재 료 비	합 계
	총 계	0.00	26183.55	10374.85	36558.40
		0	26184	10375	36559

7-34 교량 점검시설 개선 검토

방 침
설 계 이 16210-397 ('97. 6. 19)

1. 검 토 목 적

강도로교 상세부 설계지침에 의거 교대 및 교각의 고정식 점검시설 기준 재정립

- 설계기준 설정
- 교량 형식에 적합한 표준도 작성

2. 개 선 검 토

가. 설 치 조 건

구 분	당 초	변 경 (안)
교 대 부 점검시설	교량 하부 조건이 앞채움 성토가 없는 교대로 별도의 장비 없이는 접근 관찰이 곤란한 경우	"작 등"
교 각 부 점검시설	교고 (주형 하단부터 지면, 수면, 노면 등 까지의 거리)가 5M 이상인 경우 → 매 교각마다 설치	ㅇ 교고(주형 하단부터 지면, 수면, 노면등 까지의 거리)가 7M 이상인 경우 → 매 교각마다 설치 ㅇ 교고가 7M 미만이라도 별도의 장비설치시 하부 도로를 점유하거나 고속도로 교통소통에 지장을 초래할 경우 → 설치를 요하는 교각에 적용 ㅇ 신축이음 장치가 있는 교각 → 일상점검이 가능토록 교고에 제한을 받지않고 설치
	교고가 5M 미만인 경우라도 하부 조건이 일상적인 접근이 곤란한 경우 → 설치를 요하는 교각에 적용	

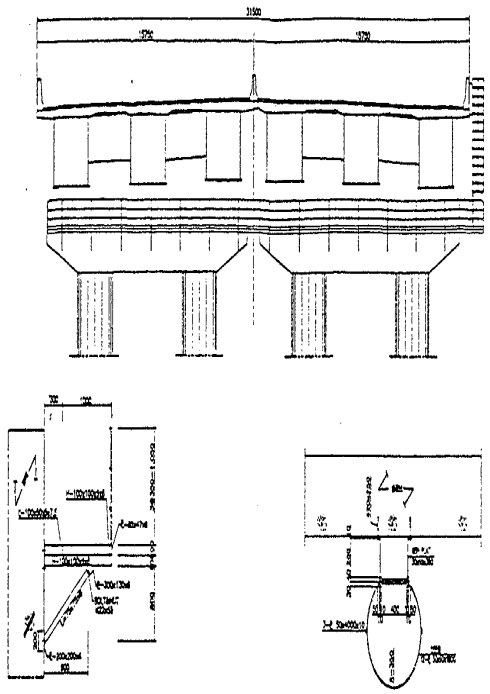
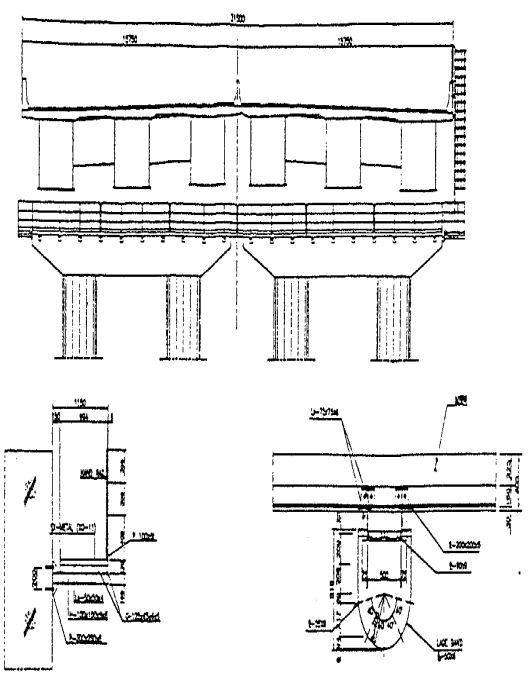
※ 단, ① 교량 점검시설 설치로 인하여 하부 주행차량에 지장을 줄 경우에는 현장여건을 감안하여 제외할 수 있다.

② 연장이 긴 장대교는 경제성, 시공성, 유지관리 측면에 대하여 이등식 점검시설과 설치 타당성을 비교 검토하여 설계에 반영.

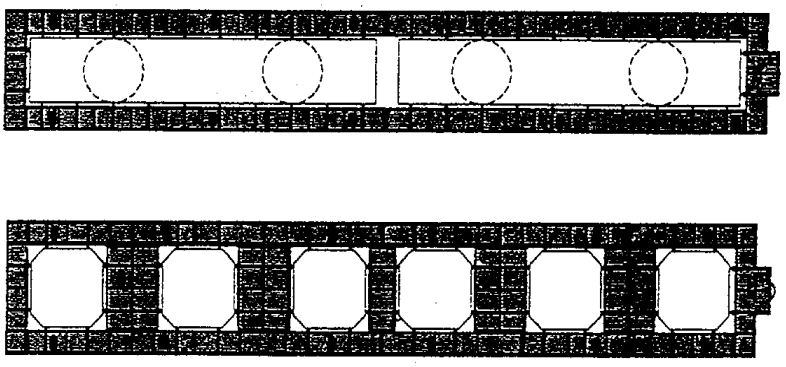
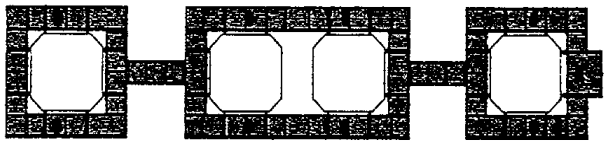
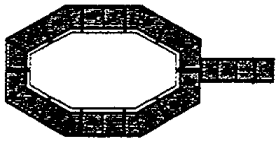
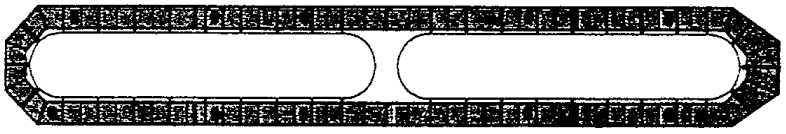
나. 설 계 기 준

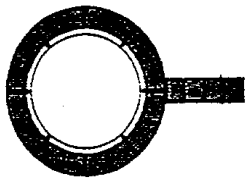
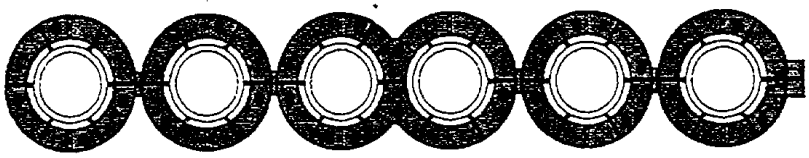
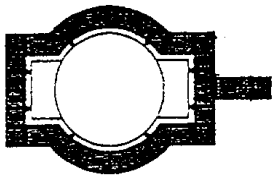
구 분		당 초	변 경 (안)
설계하중	점검통로	-	점검로에 작용시키는 설계 활하중은 350kg/m² 로 한다
	난 간	-	난간의 설계하중은 수직방향 60kg/m, 수평방향 40kg/m 를 상단 난간에 작용시키는 것으로 한다
	출 입 사 다 리	-	사다리에 작용하는 설계 활하중은 집중하중으로 사람 하중 100kg/인이 2.1m 간격으로 걸려있는 것으로 한다
규격	점검통로	◦ 유 효 폭 : 100 cm	◦ 유 효 폭 : 100 cm
	난 간	◦ 높 이 : 105 cm ◦ 중간레일 : 2 본	◦ 높 이 : 100 cm ◦ 중간레일 : 2 본
	출 입 사 다 리	◦ 발판간격 : 35 cm ◦ 발 판 폭 : 40 cm ◦ 발판지름 : 22 mm (Round bar)	◦ 발판간격 : 35 cm ◦ 발 판 폭 : 50 cm ◦ 발판지름 : 22 mm (Round bar)
재질	점검통로	Expanded Metal	Expanded Metal
	난 간	Steel (도장)	Steel(용융아연도금) 또는 Stainless Steel
	출 입 사 다 리	Steel (도장)	Steel(용융아연도금) 또는 Stainless Steel
고정방법		Set Anchor	Embeded Anchor
설치단면		코핑이 있는 교량의 사각 단면에 대한 표준도 제시	교각 형태별 표준도 제시

다. 교량점검시설 개선(안)

구 분	당 초	변 경 (안)		
단면도				
재 질	○ 점검통로 : Expanded Metal ○ 난 간 : Steel (도장) ○ 출입사다리 : Steel (도장)	1 안 ○ 점검통로:Expanded Metal ○ 난 간:Stainless Steel ○ 출입사다리:Stainless Steel	2 안 ○ 점검통로:Stainless Steel ○ 난 간:Stainless Steel ○ 출입사다리:Stanless Steel	3 안 ○ 점검통로:Expanded Metal ○ 난 간:Steel (도장) ○ 출입사다리:Steel (도장)
장 단 점	○ 공사비 저렴 ○ 부식에 대한 내구성 불량 — 정기적 도장 필요 ○ 코핑길이가 짧은 교량에 적용 불가 ○ 미관 불량	○ 공사비 보통 ○ 부식에 대한 내구성 양호 ○ 미관이 양호	○ 공사비 고가 ○ 부식에 대한 내구성 우수 ○ 미관이 양호	○ 공사비 저렴 ○ 부식에 대한 내구성 떨어짐 ○ 미관이 보통
공 사 비 (6차로사각 단면기준)	23 백만원	32 백만원	36 백만원	28 백만원
건 의		○		

3. 교각형태별 점검시설 표준단면

구 분		단 면 형 태
사각형	일체식	
	분리식	
팔각형	단주식	
	다주식	

구 분		단 면 형 태
원형	단주식	
	다주식	
	돌출식	

4. 검 토 의 견

- 교량 점검시설 표준(안) 정립으로 인한 기대효과
  - 교각 TYPE별 표준도 제정으로 적용성 제고
  - 부식에 강한 자재 사용으로 점검시설의 내구성 증대
  - 고정방법을 Set Anchor식에서 Embeded Anchor식으로 변경하므로 시공성 향상
  - 출입구폭 및 출입사다리 발판폭 확대로 사용성 개선
  - 통일된 점검시설 설치로 고속도로 교량의 미관 증진
  - 교각TYPE 선정시 교량 점검시설 설치를 고려한 설계적용 가능
- 교량 점검시설에 대하여
  - 강도로교 상세부 설계지침(건설교통부)에 의거 설계기준을 정립하고
  - 점검시설의 재질은 경제성 및 유지관리 등을 감안 변경 1안을 적용 코자하며
  - 교량 형식에 따라 적용이 가능한 표준도를 정립하여

교량 유지관리의 효율성을 제고하는 것이 바람직하다고 판단됨.

5. 참 고 자 료 : "별 첨"

7-35 교량 슬래브 행선별 이격거리 검토

방 침
설 계 이
16210-165
('97. 5. 20)

1. 검토 목적

현행 교량 슬래브의 상·하행선 이격거리는 10 m/m (ILM교량 제외)를 일률적으로 적용하여 왔으나 "고속도로 교량의 내진설계 지침 ('96. 12)"이 제정됨에 따라 교좌장치가 설치되는 교량에 대하여 적정한 상·하행선 이격거리를 검토코자 함.

2. 내진 설계 지침

가. 내진설계시 교좌장치 배치는 상부구조의 질량중심과 하부구조의 강성중심간의 대칭성 확보를 위하여 횡방향 수평력을 지지하는 교좌장치의 고정축선이 상부구조의 질량 중심을 통과하므로써 대칭성을 확보하여야 함

(교좌장치 고정 축선을 상·하행선 CENTER LINE에서 각 행선 CENTER로 변경)

나. 상부 구조의 특성상 질량 중심과 강성 중심이 일치하지 않는 경우 가능한 한 편심거리가 최소화 되도록 배치하여야 함

다. 교좌장치 배치에 따른 상부 슬래브의 횡방향 온도 신축량을 처리하기 위하여 상·하행선 분리시 신축 이격거리를 고려하여야 함

*. 별첨 # 1 "고속도로 교량의 내진설계 지침 ('96. 12)" 참조

3. 검토 내용

가. 교좌장치 배치에 따른 상·하행선 신축 유간 계산결과 (보통 지방)

(단위 : m/m)

구 분	편도 2차로	편도 3차로	편도 4차로	비 고
PC,PF BEAM교	6.1 (7.3)	7.9 (9.5)	10.9 (13.1)	현행 10.0
STEEL GIRDER교	10.6 (12.3)	10.4 (12.2)	12.6 (14.7)	〃
RC,PC SLAB교	6.1 (7.3)	7.9 (9.5)	9.7 (11.6)	〃

*. 계산 근거: 별첨 # 7, ( )안 한랭 지방

나. 신축 유간 계산결과 편도 차로수, 교량 형식, 적용지방등에 따라 횡방향 신축유간량이 일정치 않음

다. 외국자료에 의하면 미국의 NEW JERSEY주등에서는 상·하행선 이격거리를 3/4″ (≒20m/m), 일본의 경우 20 m/m 이상을 확보. (별첨 # 5)

4. 결 론

가. 검토 의견

신축 유간량 계산결과 편도 차로수, 교량 형식, 적용지방등의 여건에 따라서는 10 m/m 이격으로도 온도 신축 처리가 가능한 경우가 있으나, 차등 적용시의 혼돈을 방지하고 통일성을 기하기 위하여, ILM 교량을 제외한 교좌장치 설치 교량에 대하여는 일률적으로 상·하행선 이격거리 10 m/m를 20 m/m로 변경 시행하는 것이 타당함 (교좌장치가 없는 R.C 라멘교와 일반 교대의 상·하행선 접속부는 10 m/m 적용)

나. 추진 계획

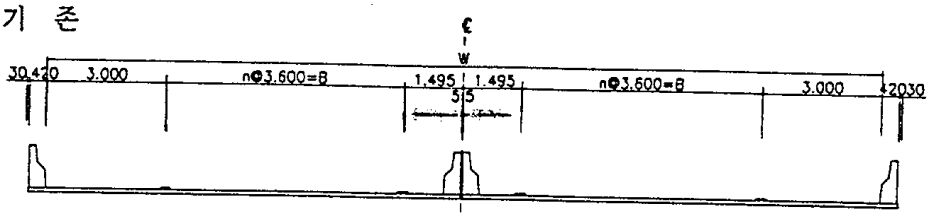
'97년 현재 내진설계중인 교량 및 설계완료·공사 미발주 노선의 교량에 대하여 적용 시행

도 면

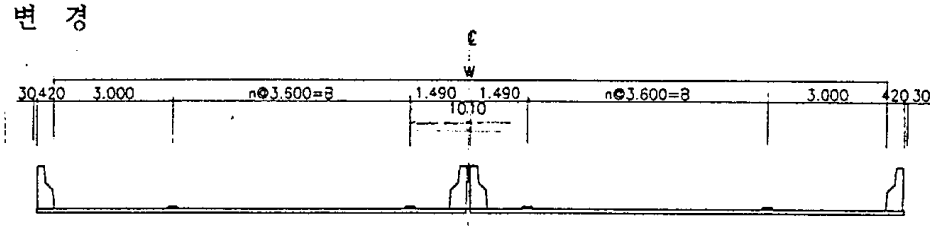
가. 표준 중앙분리대

1). 표준 횡단면도

가). 기 존

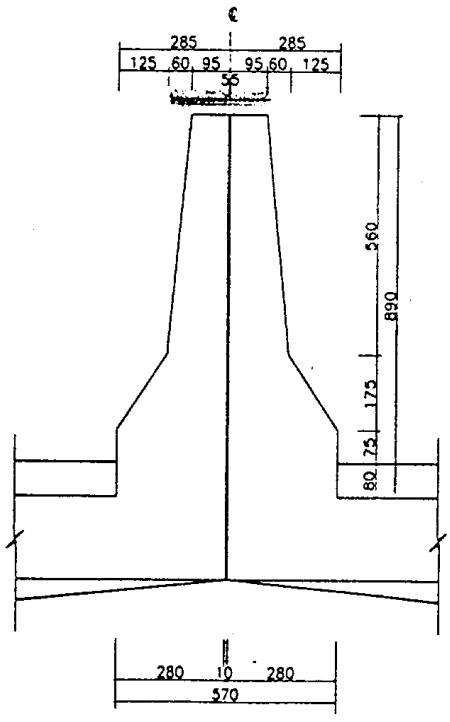


나). 변 경

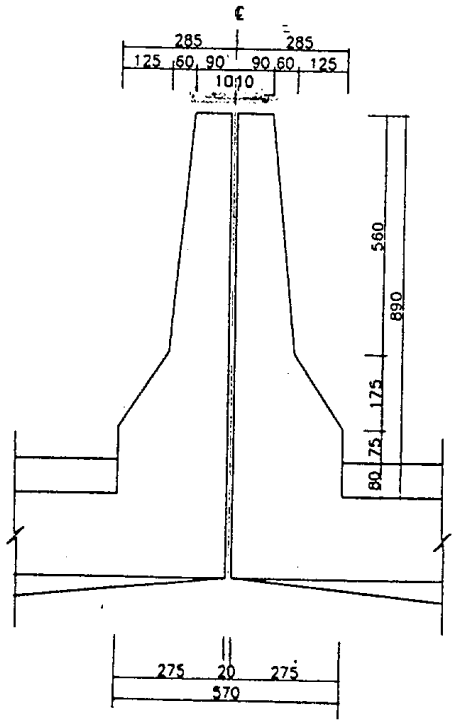


2). 교량중분대 상세도

가). 기 존



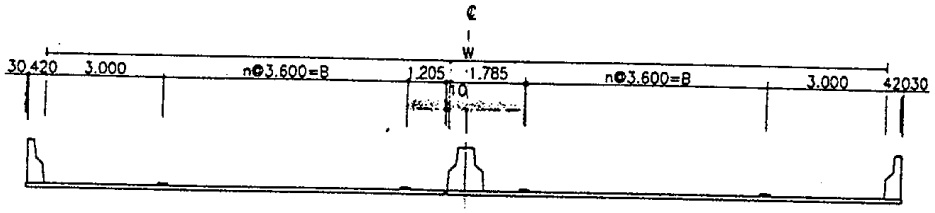
나). 변 경



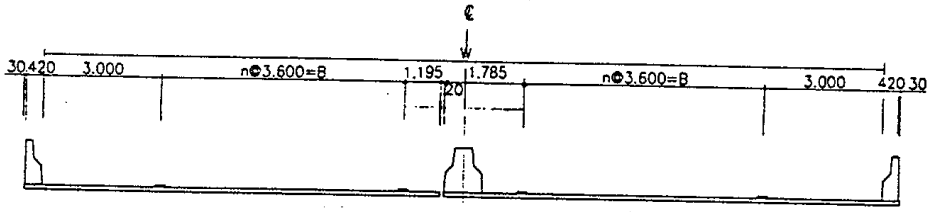
나. 개선 중앙분리대

1). 표준 횡단면도

가). 기 존

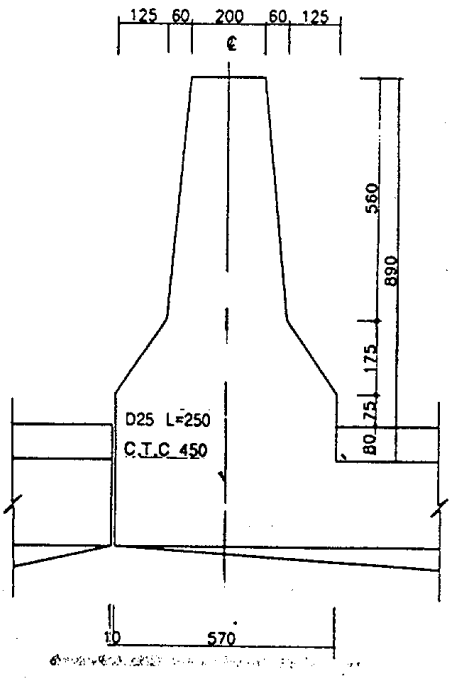


나). 변 경

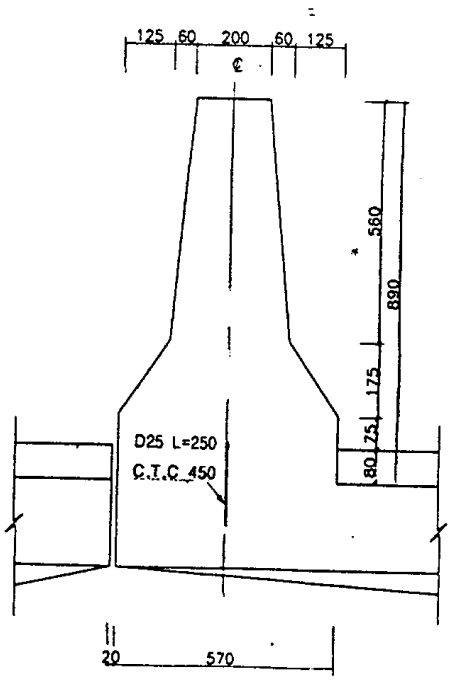


2). 교량중분대 상세도

가). 기 존



나). 변 경



검 토 의 견 서

교량 슬래브 상·하행선 이격거리에 대한 검토

1. 교량 슬래브의 상·하행선 이격거리는 교량 상판의 온도 변화에 따른 신축량, 지진시 상·하행선 슬래브의 진동에 따른 이격량, 교량 중분대 시공시 시공의 간편성 등을 고려하여 결정하여야 한다.

2. 온도 변화에 따른 신축량에 의한 교량 슬래브의 상·하행선 이격거리는 상부 구조형식(상부구조재질), 횡방향 폭원, 교좌장치의 배치 등을 고려하여 결정되어져야 하므로 시공성을 고려하여 특별히 이격거리가 떨어져야 하는 교형 (F.C.M. P.C BOX교, I.L.M P.C BOX교)을 제외하고 일반적인 교량에서는 기 검토되어진 20mm의 이격거리는 합당한 것으로 판단된다.

3. 지진시 상·하행선 슬래브의 진동에 따른 이격거리는 교량의 형식, 교각의 높이, 교각의 강성, 교장 등에 따라 그 값차이가 나며, 내진 설계 지침상에도 내진 설계시 구조물의 일부 파괴는 허용하고 있으므로 교각이 상당히 높거나(교각높이 50m이상), 교장이 긴 경우(교장 500m이상)등 특수한 교량을 제외하고는 지진시 상·하슬래브의 진동에 따른 이격거리는 무시하고 단지 온도변화에 따른 신축량에 의한 필요한 이격거리인 20mm를 적용하는 것이 타당하다고 판단된다.

1997 . 5 . 20

(주) 건 화 엔 지 니 어 링

구조기술사 임 호 상

검 토 의 견 서

1. 횡방향 이격거리(개선안:20m/m)는, 현행 고속도로가 공사시 전면통제를 방지하기 위한 방안등 여러 가지 측면에서 고속도로의 특성을 고려하여 상·하행 분리구조를 유지하고 있음을 감안할 때 분리의 기본목적을 만족하는 가운데 지진력에 대한 평형구조계의 확보라는 측면에서 교좌장치를 질량중심에 설치하므로 요구되는 이격양으로써, 20m/m를 선정한 내용은 매우 합리적인 것으로 사료됨.

2. 지진발생시 횡방향 이동량에 대한 본 이격거리(개선안:20m/m)는, 고속도로의 구조계가 교통처리 측면에서 분리하였을뿐 일반적인 범위에서는 상·하행이 같은 거동을 한다고 볼 수 있다.
따라서 횡방향 변위량이 본 이격거리를 초과한다 하여도 상·하행이 같은 방향의 변위량이므로 이격거리는 큰 문제가 아닐 것으로 사료되며 혹 지반의 구성 및 구조계의 특성상 상반된 횡방향 변위가 발생하더라도 상판의 횡방향 강성이 매우커 부분적인 파괴만이 예상되며 구조계가 낙교하는 등의 치명적인 현상은 발생치 않을 것으로 사료된다.

3. 향후 지진의 횡방향 거동에 의한 본 이격거리의 적정성은 교좌장치의 특성(고무,강재,면진 · · · 등)에 따라 다양한 연구가 필요할 것이며 한시적으로 일반적 구조계에서는 본 이격거리에 대한 사용성은 확보될 것으로 사료된다.

(주) 서 영 기 술 단
구조기술사 : 조 선 규 ㊞

검 토 의 견 서

1. 교좌장치 배치는 상부구조의 질량중심과 하부구조의 강성중심간의 대칭성 확보에 따라 고정교좌장치가 상부구조의 질량중심으로 이동 배치되었다.

   따라서 교량슬래브의 상·하행선간 평시 온도, 크리프, 건조수축 등에 의한 신축량을 고려, 중앙분리대에서 신축 이격거리를 확보하여야 한다.

2. 또한 지진시 상·하행선간 중앙분리대의 이격거리는 횡방향으로 구조물간의 충돌이 발생할 확률이 비교적 적고, 또한 내진설계지침에 의하면 충돌이 발생할 경우에도 에너지 흡수가 가능하고 낙교방지 측면과 받침 및 슬래브에 발생하는 부분적인 피해는 허용될 수 있다고 언급되어 있다.

3. 따라서 중앙분리대의 이격거리는 교좌장치 배치에 따른 온도 신축량 등을 고려한 20m/m로 적용하여도 무리가 없다고 사료됨.

두 산 엔 지 니 어 링 (주)

구조기술사 김 용 훈

"별　　첨"

2.3 내진 설계 기본 조건

고속도로 교량의 내진 설계에 대해서 지진에 대해 절대적으로 안전을 보장할 수 있는 구조 형식은 존재하지 않는다. 그러나 내진 저항 구조의 효율성을 높이기 위한 구조 계획의 기본 조건은 다음과 같다.

(1) 단순성(Simplicity)
(2) 대칭성(Symmetry)
(3) 완전성(Completeness)
(4) 연속성(Continuity)

〔 해설 〕구조물의 지진 피해는 지진에 대해서 절대적으로 안전하다고 보장될 수 있는 구조 형태는 존재하지 않음을 전제로 한 것으로 과거의 지진 피해 교량을 비교 분석한 결과에 의한 적용성이 제시된 것이다 따라서 일반적인 구조 거동에 기인한 기본 조건으로서 위의 조건이 만족될 경우 교량의 내진 성능이 극대화될 수 있다.

(1) 단순성(Simplicity) 단순한 형태의 구조물에 발생하는 피해가 경미하다는 지진 피해의 분석 결과에 의한 것으로 단순성이란 구조물의 질량 중심에 작용하는 수평 관성 지진 하중이 짧고, 직접적인 경로로 지반에 전달되는 하중 전달 경로를 유지함을 의미하며, 단순한 구조 형식 선정이 좋은 내진성 구조 형태를 유지하는 단계라 할수 있다. 따라서 복잡한 하중 경로가 예상되거나, 수중 또는 하상부나 접근이 어려운 고가등에 대해서는 파괴 부재(fuse element)를 설치하여 하중 경로를 제어하므로써 지진 피해시 원활한 피해 복구 및 교통 소통을 확보하는 방법이 사용되기도 한다.

(2) 대칭성(Symmetry): 구조물에는 전단 또는 수평 강성의 중심과 질량 중심이 존재하며, 구조물의 대칭성은 질량 중심과 강성 중심의 편심에 의한 회전을 최소화하여 비틀림에 의한 피해를 최소화하기 위한 기본 조건으로 기하학적 대칭, 강성 대칭 및 질량 중심과 강성 중심의 대칭이 있다.

(3)완전성(Completeness): 완전성은 교량의 여러 구조 요소가 지진시 서로 간의 과도한 변형을 분배시킬수 있도록 완전히 연결된 상태를 유지함을 의미한다. 부재간의 연결은 관성력이 지반 또는 연결 장치(Connection)로 전달될 수 있도록 충분한 강성을 가져야 한다. 즉 교좌 장치는 거더의 낙교를 방지하기 위한 충분한 받침 지지 길이를 확보하여야 하며; 받침은 상부 구조에서 전달되는 하중을 파괴 없이 하부 구조에 전달할 수 있는 여유 강도를 가져야 하고, 하부 구조는 지진 하중을 소성 변형에 의한 에너지 소산(Dissipation)에 필요한 연성도(Ductility)와 하중을 기초에 전달하기 위한 적절한 강성(Stiffness)을 가져야 한다.

최소 이격 거리 확보와 과도한 변위 방지를 위한 받침의 최소 지지 길이 확보 및 교대 뒷채움 흙의 수동 토압을 이용한 이탈 장치와 보의 연결선 등의 이동 제한 장치등으로 낙교 방지 시설을 설치함으로써 교량의 낙교에 의한 인명의 손상이나 교통의 차단을 방지하기 위한 목적의 보강재이다.

6.2 신축 이음 장치의 설계

6.2.1 주요 구조물간의 최소 이격 거리

교량의 단부에는 원칙적으로 식 6.2.1에 의해 산출되는 이격 거리 이상의 신축 이음 장치를 구조물 사이에 설치하는 것을 원칙으로 한다.

$$S_B = \begin{cases} U_B & \text{(상판과교대간)} \\ \sqrt{U_{B1}{}^2 + U_{B2}{}^2} & \text{(인접하는상판)} \end{cases}$$

S_B : 받침 단부의 최소 이격 거리(m)

U_B : 교대상의 탄성 설계 지진 변위(m)

U_{B1} , U_{B2} : 신축 이음부의 각 진동 단위의 탄성 설계 지진 변위(m)

〔 해설 〕 주요 구조물간에 이격 거리가 없으면 지진시에 구조물간에 충돌이 발생하여 내진 설계의 구조계와 다른 구조계로 진동할 가능성이 있다. 이러한 점을 방지하기 위해 각각의 구조 단위가 자유롭게 진동할 수 있도록 주요 구조물간의 최소 이격 거리를 규정한 것이다. 여기서 주요 구조물이란 교대 및 받침을 말한다. 구조물 간에 충돌이 발생할 경우에도 낙교 방지 측면과 받침 및 교대에 발생하는 손상은 부분적인 피해로서 허용할 수 있다는 의견도 있다. 도로교 표준 시방서 V편 내진 설계편에 있어서도 지진시의 받침의 이동량에 대한 제한은 두고 있지 않으며, 대지진이 발생하였을 경우에는 교대 및 받침간 사이에 충돌에 의한 에너지 흡수가 발생한다는 의견도 있다. 그러나 본 지침에서는 내진 설계 원리에 충실한 설계 방법을 규정한다는 관점에서 원칙적으로 주요 구조물 간에는 최소 이격 거리를 둔다고 규정한 것이다. 따라서, 구조물 간의 충돌 영향 범위를 알 수 있는 경우에는 충돌에 의해 발생하는 구조물의 손상 정도를 감안하여 최소 이격 거리를 수정할 수 있다.

6.4 교좌 장치의 수평 지지력 계산

(1)교량의 안전성 확보를 위해 교좌 장치의 수평 지지력 계산을 수행하여야 한다.
(2)교좌 장치의 허용 수평 지지력은 정적 수평 변위에 의한 수평력과 등적 계산 결과에 의한 수평력 보다 작지 않아야 하며 소요의 수평 지지력은 받침 및 배치도에 명시하여야 한다.
(3)교좌 장치의 수평 저항력을 보강한 경우 보강된 교좌 장치의 규격 및 배치에 대해 별도의 계산서 및 도면을 첨부하여야 한다.

〔 해설 〕교좌 장치는 상부와 하부의 연결부로서 설계 지진력에 대해 탄성적으로 지지되어야 하며 교량의 일체성 및 완전성을 확보하기 위한 중요 부재이다. 따라서 교좌 장치는 상시의 정적 수평 변위에 의한 수평력과 등적 수평력에 대해 안전하여야 하며 필요에 따라 수평 지지력이 보강된 교좌 장치를 사용할 수도 있다. 이런 경우에는 주문 제작된 교좌 장치에 대해 별도의 설계를 수행하여야 하며, 교좌 장치에 대한 도면을 첨부하도록 하였다.

제 7 절 기타 내진 설계 상세 지침

7.1 교좌 장치 배치 방법

교좌 장치를 사용할 경우 교좌 장치 배치 방법은 가능한 한 고정 받침과 일방향 받침의 축선이 상부 구조의 질량 중심을 통과하도록 배치하여야 한다.

〔 해설 〕 교좌 장치의 배치 방법은 2.3의 내진 설계 기본 조건에 적합하도록 상부 구조의 질점과 하부 구조의 강성 중심간의 대칭성 확보를 위하여 종·횡 방향 수평력을 지지하는 고정 지점(fixed point)의 축선이 상부 구조의 질량 중심을 통과하므로써 대칭성(symmetry)을 확보하도록 하였다. 이는 편심에 의한 상부 구조의 회전을 방지하기 위한 것으로, 특히 고속 도로 교량의 경우와 같이 광폭의 교량으로 상 하행선 교량을 분리한 교량의 경우 기존의 교좌 배치 방법과 상이하므로 주의하여야 한다. 이때 상부 슬래브의 횡방향 온도 신축량을 처리하기 위하여 상·하행선이 분리된 경우 종방향으로 신축 이음 장치를 설치하여야 한다. 그러나, 상부 구조의 특성상 질량 중심과 강성 중심이 일치하지 않은 경우, 가능한 편심 거리가 최소되도록 배치하는 것이 좋다.

■ 규정

2) 콘크리트교의 온도변화 범위는 지역별 평균기온을 고려하여 정한다. 보통의 경우 온도의 증강은 각각 15℃로 하면 된다. 단면의 최소 치수가 70cm 이상인 경우에는 위 표준을 10℃로 하면 된다.

바닥판과 기타 부분의 온도차에 의해 생기는 단면력을 산출하는 경우의 온도차는 5℃를 표준으로 하고 온도분포는 바닥판과 기타부분에 있어서 균일하다고 본다.

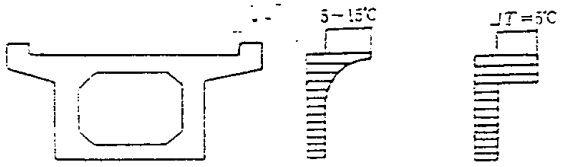
3) 합성보의 바닥판 콘크리트와 강재들보의 온도차는 10℃로 하고 온도분포는 강재들보와 바닥판 콘크리트 각각이 일정하게 분포한다고 본다.

■ 해설

2) 바닥판 상면과 기타의 부분에서는 일광의 직사 등의 영향을 받아 온도차가 생긴다. 이 값은 구조물의 형식, 입지조건, 기상조건 등에 따라 다르다.

실측에 의하면 바닥판의 상면과 하면에서는 5~15℃의 온도차가 해설 그림 2.12.3 (a)에 보인 바와 같이 발생하고, 복부부의 온도분포는 거의 일정하다. 따라서 계산의 편의상 온도분포를 해설 그림 2.12.3(b) 에 보인대로 온도차를 5℃ 라고 가정한다.

이 값은 실측된 온도분포에서 산출된 응력과 큰 차이가 없는 응력이 발생하도록 환산한 것이다.



(a) 들보단면의 실제 온도분포 (b) 계산상의 가정 온도분포

그림 2.12.3 바닥판과 보의 온도차

(2) 설계시 선팽창계수

1) 강교에서 강재의 선팽창계수는 1.2×10^{-5}으로 한다.

2) 콘크리트교에서 철근 및 콘크리트의 선팽창계수는 1.0×10^{-5}으로 한다.

3) 강재와 콘크리트의 합성형교에서 강재 및 콘크리트의 선팽창계수는 2.0×10^{5}으로 한다.

(3) 가등발침의 이동량 산정시 온도변화의 범위 및 선 팽창계수는 표 2.12.1의 값을 표준으로 한다.

(2) 이 조항은 온도변화에 따른 응력계산에 필요한 각 재료의 선팽창계수를 나타낸 것이다.

(3) 여기에 규정한 온도변화의 범위는 (1)항과 수치가 다르나 이는 실제교량에서 신축량의 측정결과 등에 의하여 정한 값이다.

(4) 수중 또는 토중에 있는 구조물에 대해서는 온도변화의 영향을 고려하지 않는다.

표 2.12.1 가등발침의 이동량 산정시 온도변화 및 선팽창계수

교량 종류	온 도 변 화		선팽창계수
	보통지방	한냉한 지방	
PC교, RC교	-5℃~+35℃	-15℃~+35℃	1.0×10^{-5}
강교(상로교)	-10℃~+40℃	-20℃~+40℃	1.2×10^{-5}
강교(하로교 및 강바닥판교)	-10℃~+50℃	-20℃~+40℃	1.2×10^{-5}

1. 콘크리트교

(단위 : mm)

항목 / 지간(M)	온도변화	건조수축	CREEP	소 계	신축여유량	합 계
10	4	1	-	5	11	16-NO.45
20	8	2	-	10	12	25-NO.45
30	12	3	-	15	13	28-NO.50
40	16	4	-	20	14	34-NO.70
50	20	5	-	25	15	40-NO.70
60	24	6	-	30	16	46-NO.70
70	28	7	-	35	17	52-NO.70
80	32	8	-	40	18	58-NO.80
90	36	9	-	45	19	64-NO.80
100	40	10	-	50	20	70-NO.100

주) 가. 은도변화 : -5℃ ~+35℃,. 시공시 15℃, 은도차 : +20℃

나. 콘크리트 선팽창계수 : 10×10^{-6}

다. 건조수축은 20℃로 하고 콘크리트 타설후 신축장치 설치까지의 재령은 2~3개월로 생각하며 저감계수는 0.5로 하였다.

라. 포장 및 활하중에 의한 형 단부의 회전 및 시공오차 등으로 신축의 변위량은 여유량으로 예상하며 기본 신축량의 20%에 일률적으로 10mm를 더하는 것으로 한다.

마. 산 식

항목 / 지간	온도변화	건조수축	CREEP	소 계	신축여유량	합 계
ℓ	0.4 ℓ	0.1 ℓ	-	0.5 ℓ	0.1 ℓ +10	20.6 ℓ +10

2. PC교

(단위 : mm)

항목 / 지간(M)	온도변화	건조수축	CREEP	소 계	신축여유량	합 계
10	-	-	-	-	-	-
20	8	2	4	14	12..8	26.8-NO.50
30	12	3	6	21	14.2	35.2-NO.50
40	16	4	8	28	15.6	43.6-NO.70
50	20	5	10	35	17.0	52.0-NO.80
60	24	6	12	42	18.4	60.4-NO.80
70	28	7	14	49	19.8	68.8-NO.100
80	32	8	16	56	21.2	77.2-NO.100
90	36	9	18	63	22.6	85.6-NO.120
100	40	10	20	70	24.0	94.0-NO.120

주) 가. 온도변화 : -5℃~+35℃, 시공시 15℃, 온도차 : +20℃

나. 콘크리트 선팽창계수 : 10×10^{-6}

다. 건조수축의 저감계수 : 0.5

라. Prestress에 의한 축응력도 σ_p : 60kg/㎠, E_c=300,000kg/㎠, CREEP계수 ϕ=2.0로 하고, 저감계수는 Prestress도입후 2~3개월로 생각하여 0.5로 한다.

마. 신축여유량은 기본신축량(소계)×0.14ℓ+10으로 한다

바. 산 식.

항목 / 지간	온도변화	건조수축	CREEP	소 계	신축여유량	합 계
ℓ	0.4ℓ	0.1ℓ	0.2ℓ	0.7ℓ	0.14ℓ+10	0.84ℓ+10

휨방향은 Creep영향없음

3. 강　　교

(단위 : mm)

항목 / 지간(M)	온도변화	건조수축	CREEP	소　계	신축여유량	합　계
10	-	-	-	-	-	-
20	-	-	-	-	-	-
30	18	-	-	18	13.6	31.6-NO. 70
40	24	-	-	24	14.8	38.8-NO. 70
50	30	-	-	30	16.0	46.0-NO. 80
60	36	-	-	36	17.2	53.2-NO.100
70	42	-	-	42	18..4	60.4-NO.100
80	48	-	-	48	19.6	67.6-NO.100
90	54	-	-	54	20.8	74.8-NO.120
100	60	-	-	60	22.0	82.0-NO.120

주) 가. 온도변화 : -10℃ ~ +40℃

나. 선팽창계수 : 12×10^{-6}

다. 포장 및 활하중에 의한 형단부의 회전 및 시공오차 등으로 신축의 변위량은 여유량으로서 예상하여 기본 신축량(소계)의 20%에 일률적으로 10mm를 더하는 것으로

라. 산　　식.

항목 / 지간	온도변화	건조수축	CREEP	소　계	신축여유량	합　계
ℓ	$0.5\times1.2\,\ell$	-	-	$0.6\,\ell$	$0.12\,\ell+10$	$0.72\,\ell+10$

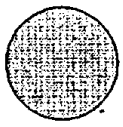
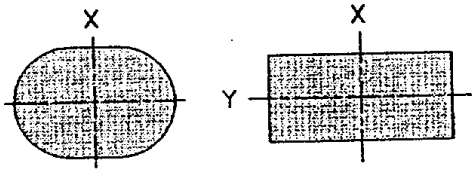
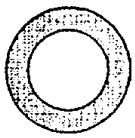
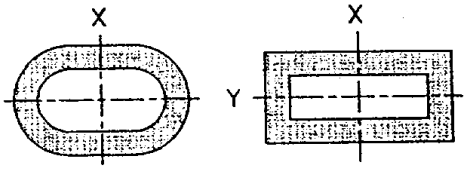
7-36 고교각 교량의 기둥단면 검토

방 침
설 계 일 16210-229 ('97. 6. 30)

1. 검토목적

고속도로 설계시 교량구조물이 장대·고교각화에 따라 하부교각이 대단면화되는 추세에 있어 시공성 및 경제성, 구조적 안정성 측면에서 충실교각과 중공교각의 적용성을 비교검토

2. 교각기둥 단면의 비교

구 분	충 실 단 면	중 공 단 면
단면형태	정방형  장방형 	정방형  장방형 
	· 고교각일 경우 교축방향의 지진력 보다 교축직각방향의 풍하중 영향이 크므로 장방형 단면이 많이 쓰임	
강 성	· 동일 단면적에서 중공단면에 비해 불리	· 동일 단면적에서 충실단면에 비해 유리
시 공 성	· 단면이 단순하므로 거푸집 설치 및 배근이 유리 · 고교각에서 단면이 클 경우 수화열 발생 우려	· 충실단면에 비해 거푸집 설치 및 배근이 다소 복잡
미 관	· 중공단면에 비해 외관치수가 작으므로 교량계획고가 낮을수록 유리	· 충실단면에 비해 외관치수가 크므로 교량계획고가 높을수록 시각적 안정감 유리
특 성	· 낮은 교각에서는 시공성 및 미관에서 유리하나 고교각일 경우 필요 강성을 확보하기 위해서 단면이 과대하므로 경제성 및 수화열발생등 시공성에서 불리	· 낮은 교각에서는 미관 및 시공성에서 불리하나 고교각일 경우 필요강성 확보 및 미관에서 유리

3. 교각 적용사례

o 조사 교량개소 : 21개소

- P.C BOX GIRDER교 : 10개소
  - 중공 단면교각 : 8개소
  - 충실 단면교각 : 2개소
- P.C BEAM교 : 5개소
  - 중공 단면교각 : 2개소
  - 충실 단면교각 : 3개소
- STEEL BOX GIRDER교 : 6개소
  - 중공 단면교각 : 2개소
  - 충실 단면교각 : 4개소

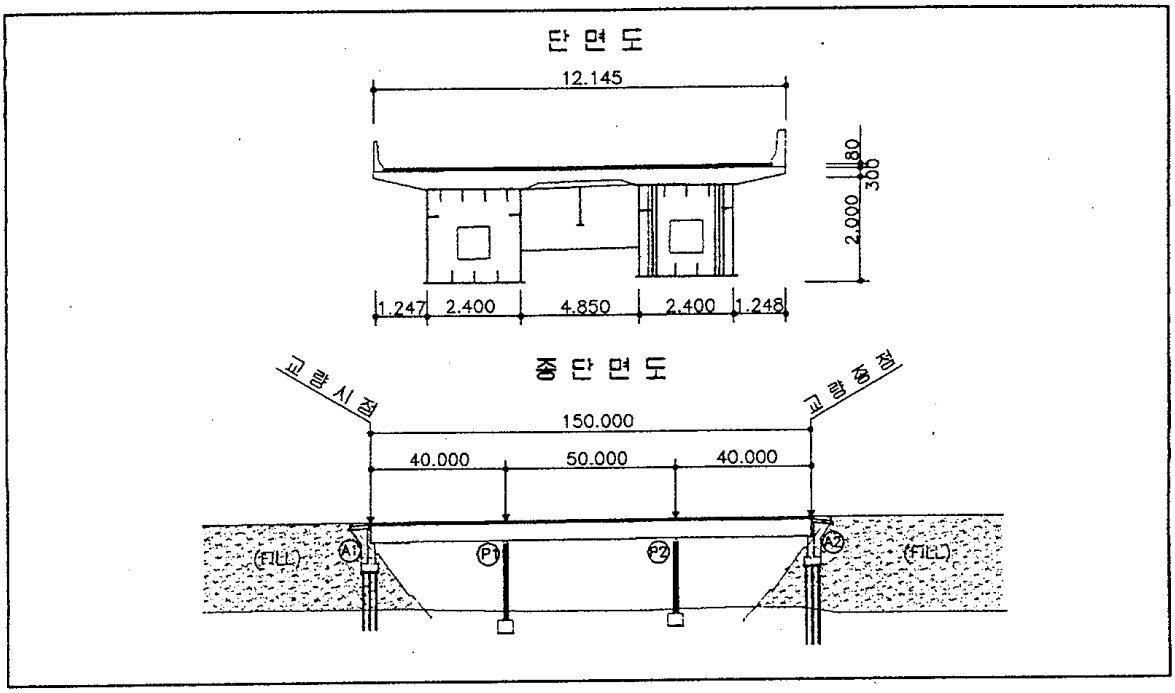
노선명	교량명	연장 (m)	교각높이 (m)	상부형식	기둥형식	
					중공형	충실형
부산~대구 (경산~삼랑진)	고정교	1,320	50.6	P.C BOX	○	
	하도1교	990	34.7	ST. BOX		○
대전~당진 (예산~당진)	용수천교	750	40.3	P.C BOX	○	
	안산3교	284	44.4	ST. BOX		○
	금강대교	490	40.7	P.C BOX	○	
구미~현풍	회성교	490	35.0	P.C BOX	○	
	고산교	330	31.0	P.C BEAM	○	
	상용교	330	32.9	P.C BEAM		○
	삼대2교	380	33.4	ST. BOX	○	
대전~통영 (무주~죽천)	사천교	300	42.0	ST. BOX		○
	구량천교	750	53.0	P.C BOX	○	
	상가교	210	38.0	P.C BEAM		○
영동선 (월정~강릉)	반정1교	230	71.0	P.C BOX		○
	성산1교	475	50.0	P.C BOX	○	
	성산2교	470	91.6	P.C BOX	○	
	송앙교	280	46.3	P.C BOX		○
천안~논산 (정안~논산)	분토교	180	31.8	P.C BEAM		○
	민목2교	180	41.1	P.C BEAM	○	
	계민교	330	62.7	ST. BOX	○	
	웅진대교	1,135	33.9	ST. BOX		○
영동고속도로 (원주~강릉)	상대3교	705	88.0	P.C BOX	○	

4. 상부형식에 따른 교각기둥의 검토

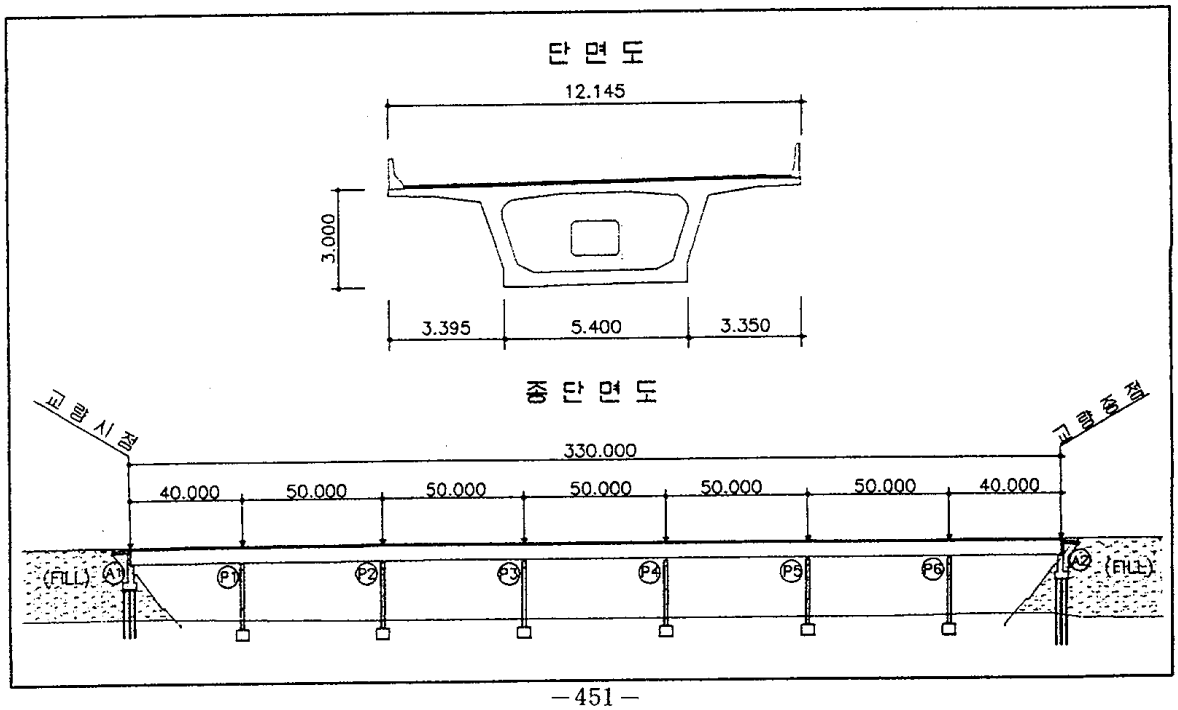
- 교각기둥의 단면검토를 위한 상부형식은 계획고가 높을 경우 비교적 사용빈도가 높은 STEEL BOX GIRDER와 P.C BOX GIRDER로 한다.

(1) 종단면도

■ STEEL BOX GIRDER교 : L=40+50+40=130M



■ P.C BOX GIRDER교 : L=40+5@50+40=330M



(2) 기둥설계 단면력 산정

- 축력, 수평력, 모멘트는 다음의 하중조합중 가장 불리한 경우를 선택

  • 1.3D + 2.15L + 1.3Q

  • 1.3D + 1.3L + 1.3Q+1.3WL

  • 1.3D + 1.3Q + 1.3W

  • 1.3D + 1.3Q + 1.3E

  여기서 D : 사하중
  L : 활하중
  Q : 온도하중
  W : 활하중 비재하시 풍하중
  WL : 활하중 재하시 풍하중
  E : 지진하중

- 작용하중

  • 사하중 (상부사하중, 기둥자중)

  • 활하중

  • 풍하중

- 상부구조에 작용하는 풍하중 (kg/m^2)

단 면 형 상	풍 하 중
$1 \leq B/D < 8$	$[400-20(B/D)]\ D \geq 600$
$8 \leq B/D$	$240\ D \geq 600$

여기서 B : 교량 총폭(m), D : 교량상부 총 높이 (m)

- 하부구조에 작용하는 풍하중 (kg/m^2)

구체의 단면형상		풍 하 중
원형 및 트랙형	활하중 재하시	75
	활하중 비재하시	150
각 형	활하중 재하시	150
	활하중 비재하시	300

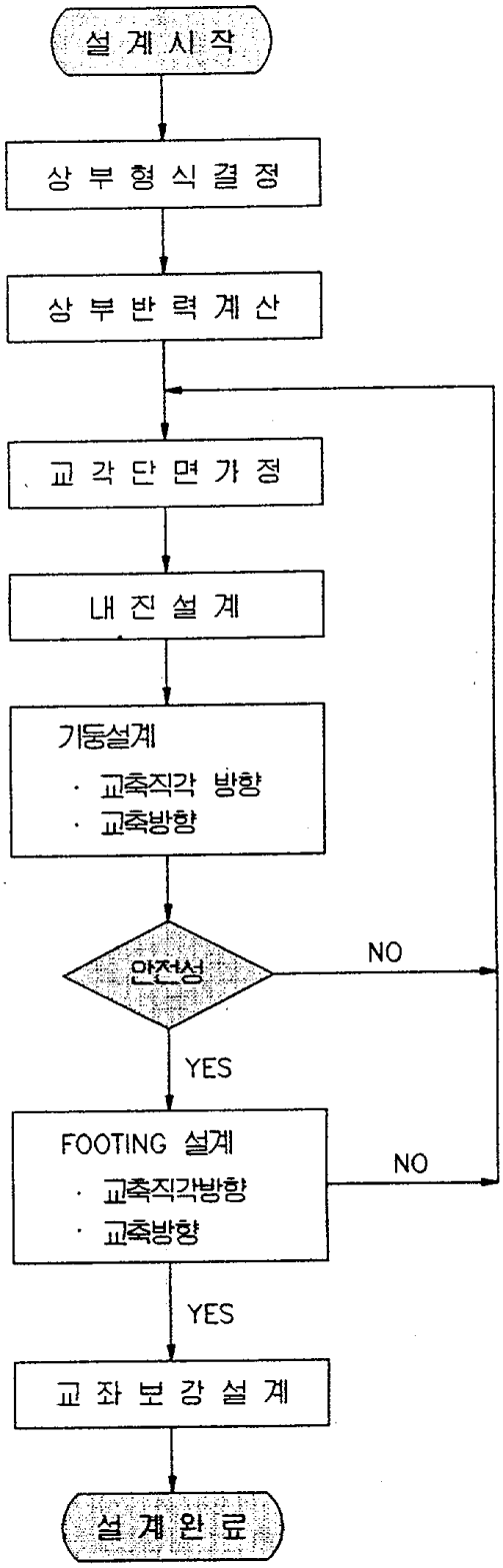
- 지진하중

  • 내진해석에 의한 교축방향과 교축직각방향의 지진하중 고려

  • 교각강성 ($K = \frac{3 \cdot E \cdot I}{\ell^3}$) 에 따라 교각이 낮을수록 지진의 영향을 크게 받으며 고교각일수록 지진의 영향보다 풍하중의 영향이 크게 고려된다.

  • 적용 지진저항계수 R = 3 (단주)

(3) 구조계산 흐름도


설 계 시 작
상 부 형 식 결 정
상 부 반 력 계 산
교 각 단 면 가 정
내 진 설 계
기둥설계
· 교축직각 방향
· 교축방향
안전성
NO
YES
FOOTING 설계
· 교축직각방향
· 교축방향
NO
YES
교 좌 보 강 설 계
설 계 완 료

(4) 적용 상부하중

구 분			STEEL BOX GIRDER (TON)	P.C BOX GIRDER (TON)	비 고
반 력 (TON)	사 하 중		806.6	1313.0	· $\delta = \Delta T \cdot \alpha \cdot \ell$ · 교축방향 수평력은 슈 마찰력과 등가 수평력중 작은값을 적용한다.
	활 하 중		338.1	338.1	
	계		1144.7	1651.1	
수평력 (TON)	풍하중 (교축직각방향)	활하중 비재하	75.8	84.5	
		활하중 재하	44.2	48.6	
	슈마찰력 (교축방향) or 등가수평력		80.7 or $P = \frac{3EI\delta}{L^3}$	131.3 or $P = \frac{3EI\delta}{L^3}$	

* 상부사하중의 10% 적용
* 온도에 의한 신축

o 지진해석

- 교각기둥단면의 강성에 따라 다중모드 스펙트럼(multi mode Spectrum)에 의한 반력 및 수평력을 산출한다.

구 분 (TON)		STEEL BOX GIRDER교				P.C BOX GIRDER교			
		충실단면기둥		중공단면기둥		충실단면기둥		중공단면기둥	
		교축방향	교축직각방향	교축방향	교축직각방향	교축방향	교축직각방향	교축방향	교축직각방향
H=10M	반 력	26.0	26.0	30.5	30.5	18.9	18.9	30.6	30.6
	수평력	260.4	172.1	30.0	180.8	396.6	246.6	484.3	321.0
H=20M	반 력	16.7	16.7	26.5	26.5	9.7	9.7	9.9	9.9
	수평력	175.4	125.4	181.5	136.7	253.9	134.0	282.3	152.6
H=30M	반 력	7.2	7.2	10.5	10.5	15.1	15.1	15.3	15.3
	수평력	147.2	96.8	162.1	111.3	192.8	113.9	194.7	113.7
H=40M	반 력	5.7	5.7	6.3	6.3	14.8	14.8	13.9	13.9
	수평력	118.1	71.3	127.1	71.1	158.2	99.9	163.3	100.3
H=50M	반 력	6.3	6.3	6.3	6.3	5.9	5.9	6.3	6.3
	수평력	110.2	66.9	110.2	66.3	142.8	90.2	144.7	90.5
H=60M	반 력	6.3	6.3	6.3	6.3	4.2	4.2	3.8	3.8
	수평력	106.1	64.6	105.8	63.8	135.9	86.6	136.9	85.6

(5) 교각제원 비교

- STEEL BOX GIRDER교

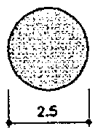
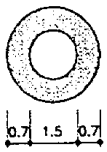
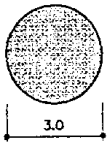
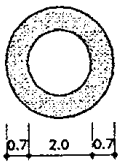
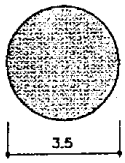
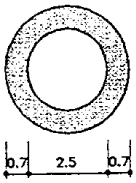
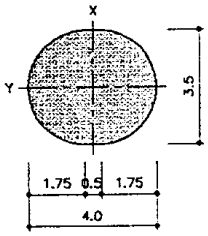
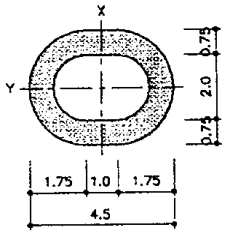
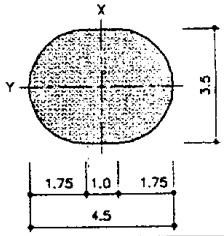
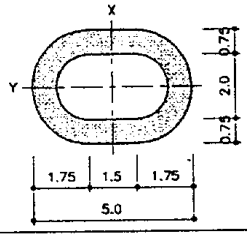
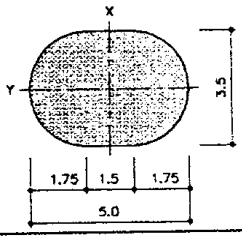
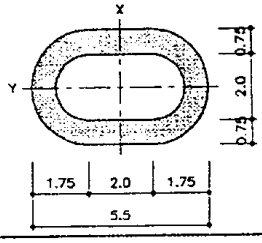
구분		형식	단면 직경 (m)	단면 두께 (t)	면적 (m^2)	단면 2차 모멘트 I (m^4) 교축직각방향	단면 2차 모멘트 I (m^4) 교축방향	기둥강성 $K = \frac{3 \cdot E \cdot I}{l^3}$ (t/m) 교축직각방향	기둥강성 $K = \frac{3 \cdot E \cdot I}{l^3}$ (t/m) 교축방향	기둥 작용력 P_u (ton)	기둥 작용력 M_u (t·m)	설계강도 P_d (ton)	설계강도 M_d (t·m)
10 M	충실	원형	2.5		4.909	1.9175	1.9175	13231	13231	1234	1733	1532	2152
	중공	원형	3.0-2.5	0.5	2.159	1.9175	1.9175	13231	13231	1165	1733	2034	3080
		원형	2.9-1.5	0.7	4.838	3.2234	3.2234	22241	22241	1245	1932	1317	2105
20 M	충실	원형	3.0		7.069	3.9761	3.9761	3429	3429	1508	2482	1734	2855
	중공	원형	3.5-2.88	0.31	3.105	3.9761	3.9761	3429	3429	1310	2482	1474	3131
		원형	3.4-2.0	0.7	5.938	5.7743	5.7743	4980	4980	1434	2707	2054	4206
30 M	충실	원형	3.5		9.621	7.3662	7.3662	1882	1882	1986	3536	2783	4953
	중공	원형	4.0-3.2	0.4	4.521	7.3662	7.3662	1882	1882	1604	3536	1707	4475
		원형	3.9-2.5	0.7	7.037	9.4386	9.4386	2412	2412	1735	3503	1870	4354
40 M	충실	원형	4.0		12.566	12.5664	12.5664	1355	1355	2647	4856	3830	7476
		타원형	4.0-3.5		11.3714	8.9506	9.1526	965	987	2527	4856	3282	6308
	중공	원형	4.5-3.52	0.49	6.170	12.5664	12.5664	1355	1355	1905	4537	2270	6739
		타원형	4.5-3.5	0.75	7.9795	12.3007	9.4870	951	1023	2086	4537	2640	7383
50 M	충실	원형	4.5		15.904	20.1289	20.1289	1111	1111	3528	6435	5823	11521
		타원형	4.5-3.5		13.121	11.6111	10.9391	641	604	3180	6435	3914	7920
	중공	원형	5-3.83	0.585	8.100	20.1289	20.1289	1111	1111	2266	5802	2864	9517
		타원형	5.0-3.5	0.75	8.7295	17.0964	10.9402	944	604	2345	5802	2376	8431
60 M	충실	원형	5.0		19.665	30.6796	30.6796	1694	1694	4667	8301	8571	16897
		타원형	5.0-3.5	0.75	14.871	14.7091	12.7256	812	702	3948	8301	4638	9751
	중공	원형	5.5-4.13	0.685	10.357	30.6796	30.6796	1694	1694	3028	7151	4177	13890
		타원형	5.5-3.5	0.75	9.4795	22.8969	12.3933	1264	684	2897	7151	2972	12736

- P.C BOX GIRDER교

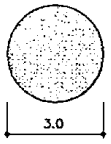
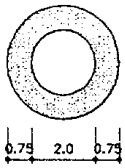
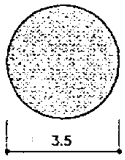
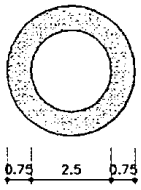
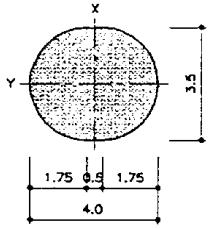
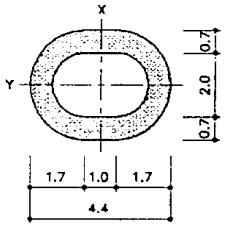
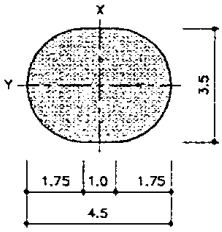
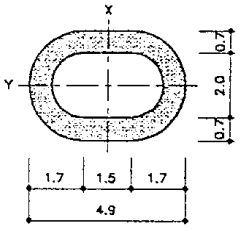
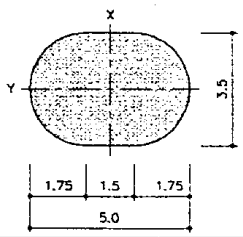
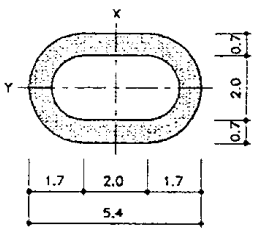
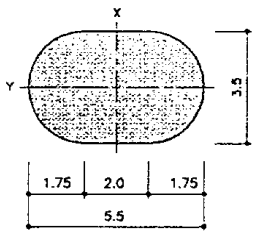
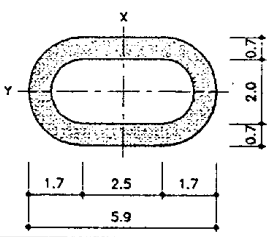
구분		형식	단면		면적 (m^2)	단면 2차 모멘트 I (m^4)		기둥강성 $K = \frac{3 \cdot E \cdot I}{l^3}$ (t/m)		기둥 작용력		설계 강도	
			직경 (m)	두께 (t)		교축직각방향	교축방향	교축직각방향	교축방향	P_u (ton)	M_u (t·m)	P_d (ton)	M_d (t·m)
10 M	충실	원형	3.0		7.069	3.9761	3.9761	27435	27435	1936	2115	3667	4006
	중공	원형	3.5-2.0	0.75	6.4795	6.5808	6.5808	45407	45407	1948	2098	5176	5709
20 M	충실	원형	3.5		9.621	7.3662	7.3662	6353	6353	2332	3353	3971	5710
	중공	원형	4.0-2.5	0.75	7.6576	10.6489	10.6489	9185	9185	2204	2984	3885	5882
30 M	충실	타원형	4.0-3.5		11.371	3.9506	9.1526	2287	2339	2815	4542	4274	6895
	중공	타원형	4.4-3.4	0.7	7.338	11.998	8.383	2255	2424	1784	3603	3360	7464
40 M	충실	타원형	4.5-3.5		13.121	11.6111	10.9391	1252	1179	3412	6917	3662	7424
	중공	타원형	4.9-3.4	0.7	8.038	16.739	9.687	1275	1314	2933	4955	5008	10447
50 M	충실	타원형	5.0-3.5		14.871	14.7091	12.7256	812	702	4123	10288	4838	12071
	중공	타원형	5.4-3.4	0.7	8.738	22.4850	10.9920	784	767	3370	6370	7421	18798
60 M	충실	타원형	5.5-3.5		16.621	18.4634	14.5120	590	464	4948	14558	5691	16745
	중공	타원형	5.9-3.4	0.7	10.348	29.3230	12.2960	542	496	3859	7854	7533	22585

(6) 적용교각기둥의 검토단면

가. STEEL BOX GIRDER교

구 분	충 실 단 면 기 둥	중 공 단 면 기 둥	
H=10M	 A = 4.9087 m² W = 49.080 m³ As = 4.908 TON	 A = 4.8380 m² W = 48.380 m³ As = 6.289 TON	
H=20M	 A = 7.0686 m² W = 141.372 m³ As = 14.137 TON	 A = 5.9376 m² W = 118.752 m³ As = 15.438 TON	24%
H=30M	 A = 9.6211 m² W = 288.633 m³ As = 28.863 TON	 A = 7.0372 m² W = 211.116 m³ As = 27.445 TON	73%
H=40M	 A = 11.3710 m² W = 454.844 m³ As = 45.485 TON	 A = 7.9795 m² W = 319.180 m³ As = 41.493 TON	90%
H=50M	 A = 13.1211 m² W = 656.055 m³ As = 65.606 TON	 A = 8.7295 m² W = 436.475 m³ As = 56.742 TON	66%
H=60M	 A = 14.8711 m² W = 892.266 m³ As = 89.227 TON	 A = 9.4795 m² W = 568.770 m³ As = 73.940 TON	64%

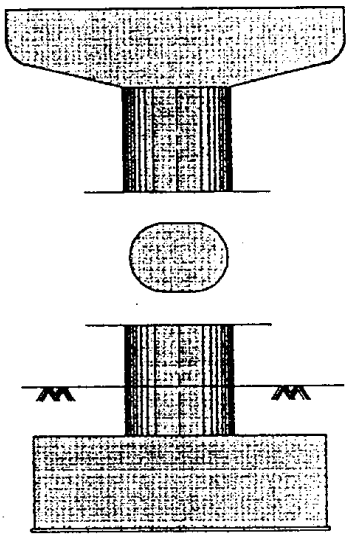
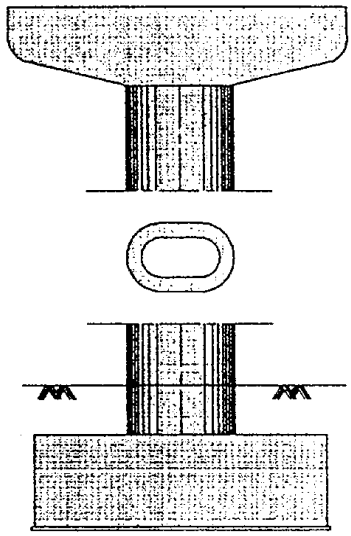
나. P.C BOX GIRDER교

구 분	충 실 단 면 기 둥	중 공 단 면 기 둥
H=10M	 A = 7.0686 m² W = 70.686 m³ As = 7.069 TON	 A = 6.4795 m² W = 64.795 m³ As = 8.423 TON
H=20M	 A = 9.6211 m² W = 192.422 m³ As = 19.242 TON	 A = 7.6576 m² W = 153.152 m³ As = 19.910 TON
H=30M	 A = 11.3711 m² W = 341.133 m³ As = 34.113 TON	 A = 7.3380 m² W = 239.385 m³ As = 31.120 TON
H=40M	 A = 13.1211 m² W = 524.844 m³ As = 52.485 TON	 A = 8.0380 m² W = 377.488 m³ As = 49.073 TON
H=50M	 A = 14.8711 m² W = 743.555 m³ As = 74.356 TON	 A = 8.7380 m² W = 511.860 m³ As = 66.542 TON
H=60M	 A = 16.6211 m² W = 997.266 m³ As = 99.730 TON	 A = 9.4380 m² W = 662.232 m³ As = 86.090 TON

5. 교각기둥 단면에 따른 공사비 비교

구 분	STEEL BOX GIRDER교			P.C BOX GIRDER교		
	충실단면교각	중공단면교각	비 고	충실단면교각	중공단면교각	비 고
H = 10M	8,452,000	9,737,000	1,285,000	12,173,000	13,040,000	867,000
H = 20M	24,345,000	23,899,000	△ 446,000	33,137,000	30,822,000	△ 2,315,000
H = 30M	49,705,000	42,488,000	△ 7,217,000	58,746,000	48,177,000	△ 10,569,000
H = 40M	78,329,000	64,236,000	△ 14,093,000	90,384,000	75,970,000	△ 14,414,000
H = 50M	112,780,000	87,842,000	△ 25,138,000	128,048,000	103,013,000	△ 25,035,000
H = 60M	153,658,000	114,467,000	△ 39,191,000	171,742,000	133,276,000	△ 38,466,000

6. 교각기둥에서 충실단면과 중공단면의 특성비교

구 분	충 실 단 면	중 공 단 면
단면도		
구조적 안정성	· 단위면적이 커서 축력에 유리 · 수화열로 인한 균열발생 우려 · 고교각일 경우 세장비가 큰 장주 (ℓ/γ>100)가 될 수있어 구조적 불리	· 단면에 비해 휨 강성이 커서 휨 모멘트에 유리 · 단면이 작아 수화열로 인한 균열감소 · 고교각일 경우도 세장비 (ℓ/γ)가 작아지므로 구조적 유리
교각 안정성	· 휨 강성이 작아서 고교각에 불리 · 고교각에서 시각적 안정감 불리 · 시공성 유리	· 불필요한 단면을 줄일수 있어 경제적인 설계가능 · 휨 강성이 크므로 고교각에 유리 · 고교각에서 시각적 안정감 유리 · 고교각에서 적용성 유리 · 시공성 다소불리
주요물량 (H=40M기준 1기당)	· 콘크리트 : 525 M^3 · 철 근 : 52 TON	· 콘크리트 : 377 M^3 (△ 148) · 철 근 : 49 TON
개략공사비 (H=40M 기준 1기당)	78 백만원	64 백만원 (△ 14)

7. 검토 결론

▣ 고교각 설치시 기둥 단면에 대해 검토한 결과 중공 형태의 기등이 충실형태에 비해 강성이 크고, 불필요한 단면을 줄일수 있어 구조적 안정성 및 경제성 측면에서 유리한 것으로 검토되어 향후 설계시 반영코자함

■ 구조적 안정성

- H=30M이상의 교각에서 충실단면 대비 중공단면 성능
  - · 콘크리트 단면적 : 30~40% 감소
  - · 축 력 : 15~35% 감소
  - · 단면2차모멘트(I) : 30~60% 증가
  - · 설계모멘트 강도(M_D) : 10~50% 증가
- 중공형태 사용시 축력 감소로 인한 지반 반력 감소로 기초의 경제적 설계 가능

■ 경제성

- H=30M 이상일 경우 중공단면의 콘크리트량이 약 30~40%감소

▣적용기준

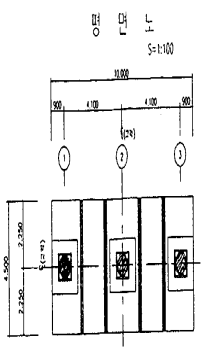
■ H=30M이상의 고교각일 경우 가급적 중공단면 적용

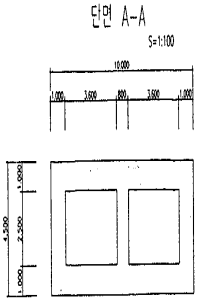
(도심지 통과 구간등 미관을 특별히 고려할 경우 별도 검토)

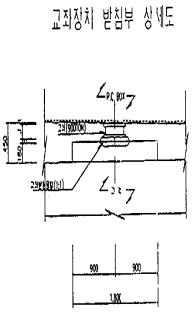
■ H=30M이하의 교각일 경우는 상부 구조 형식등 여건에 따라 적용

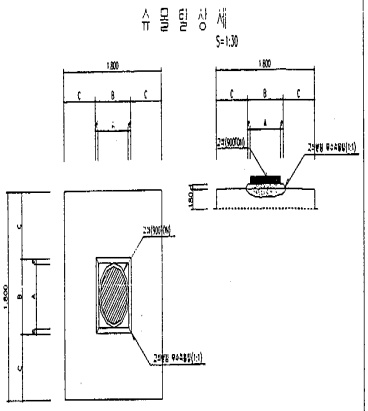
영동고속도로(원주-강릉간)4차로 확장공사

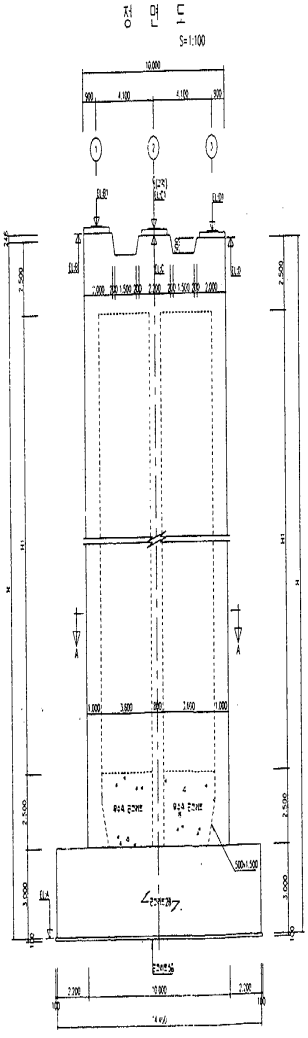
제10공구: 왕산 · 능경

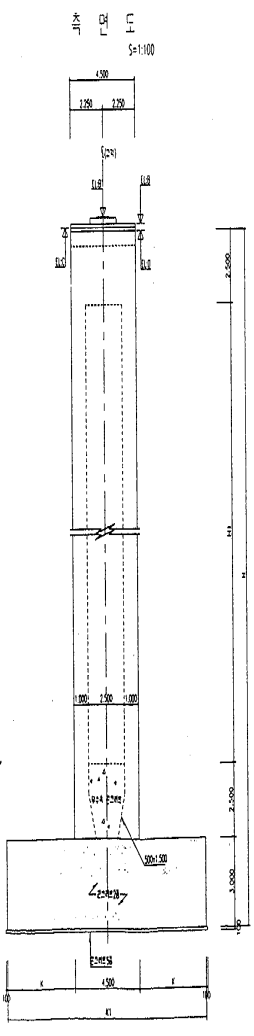












ELEVATION 표

교각 / P번호	P1	P2	P3	P4	P5
G.A	654.300	631.500	618.000	643.500	668.100
G.B	656.820	697.620	696.620	695.620	694.620
G.B1	656.886	697.880	696.880	695.886	694.886
G.T	656.595	697.595	696.595	695.595	694.595
G.C1	656.706	697.740	696.740	695.706	694.706
G.L2	656.382	697.382	696.382	695.382	694.382
G.L20	656.620	697.620	696.620	695.620	694.620

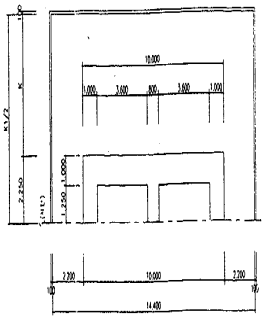
치 수 표

교각 / 부호	P1	P2	P3	P4	P5
H	44.000	75.800	78.300	51.800	25.200
H1	36.000	67.800	70.300	43.800	17.200
K	3.750	4.750	4.750	3.750	3.750
K1	12.000	14.000	14.000	12.000	12.000

고정받침 몰딜 치수표

부호 / 규격	일반부	일반부	고정부
SHOE (TON)	500	800	500
A	750	760	750
B	550	870	800
C	450	485	450
d ①	52	78	70
d ②	55	81	73
d ③	58	84	76
e	55	55	55
J	167	171	170
t ①	51	71	71
t ②	18	18	18
t ③	15	15	15

기 초 평 면 도
S=1:100



(주)

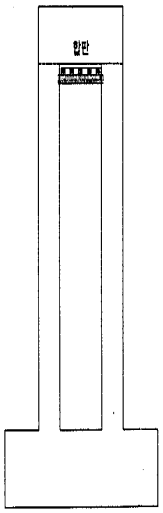
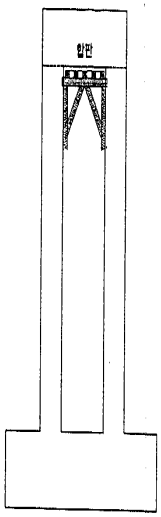
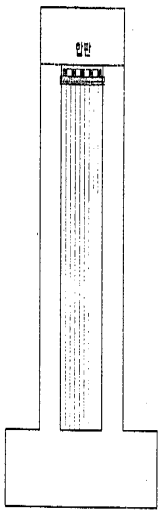
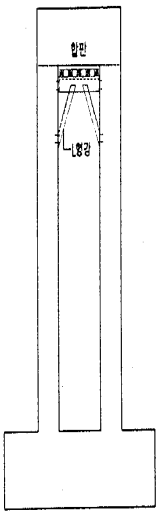
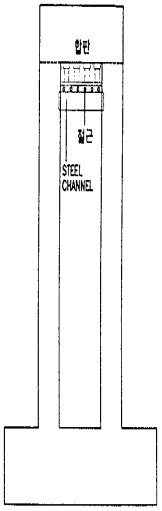
1. 콘크리트 압축강도 fck=240kg/cm² 이상.
2. 구체 콘크리트 허용휨압축응력도 σc=140kg/cm² 이하.
3. 기초 콘크리트 콘크리트 허용 σc=120kg/cm² 이하.
4. 교좌 시공시에 상부는 SHOE 상부로 보강 시공한다.
5. SHOE 상부 및 SHOE 의 선정은 설계에서 한다.
6. 철근의 구조물 상세 도면에서 정하지를 제외한 값이 한다.

주철 철근 100 × 100

주철 철근 30 × 30

한국도로공사 KOREA HIGHWAY CORPORATION		
도면명	왕산고교(원주방향) 교각 일반도	
설계	본이엘건설사	조 영 호
계산	유 정 건설사	김 웅 기
지질	무 지	황 태 용
축 척	1:100	도면번호

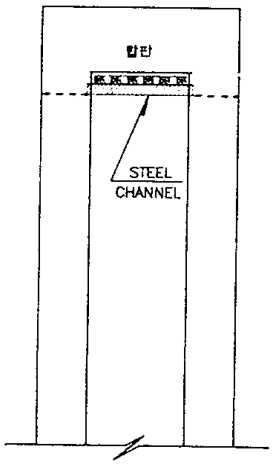
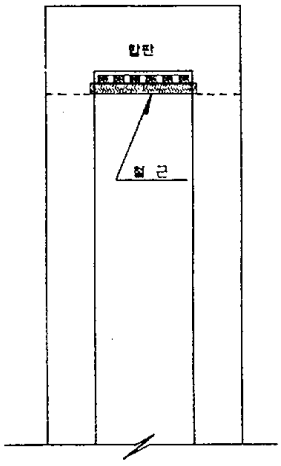
3. 중공교각 코핑부 처리현황

구 분		처 리 개 요				
공법	거푸집	합 판	합 판	합 판	합 판	합 판
	동바리	-	부분설치(목재)	전체설치(목재)	부분설치(강재)	STEEL CHANNEL+철근
개 요 도						
공사비(폭2×4M기준)		134천원/개소	296천원/개소	1,749천원/개소	871천원/개소	681천원/개소
설 계 적 용 예		칠원대교(남해선)외 대다수 적용	구량천교(대전-진주)	영종대교(신공항)	고정교(부산-대구)	서해대교(서해안)
장 · 단 점		· 폐합부 Con'c 타설에 따른 구조적 안정성이 없어 현실적으로 사용되지 않음. · 공사비 저렴	· 구조적으로 안정 · 고소구간에서 시공성 및 작업원 안정성 불리 · 공사비 저렴	· 구조적으로 안정 · 내공부분 전체 동바리 설치 곤란 · 공사비 고가	· 구조적으로 안정 · 고소구간에서 시공성 및 작업원 안정성 불리 · 공사비 보통	· 구조적으로 안정 · 시공성 양호 · 공사비 보통

■ 중공교각 설계적용 사례

공 사 명	교 량 명	형 식	교 각		내공막기 공법	
			높이	내공규격 (전체)	거푸집	동바리
부산~대구	고정교	P.C BOX	45M	5.4×1.65 (7.0×3.25)	합 판	부분 설치
신 공 항	영종대교	TRUSS	36M	4.0×2.0 (8.0×4.5)	합 판	전체 설치
대전~진주	구량천교	P.C BOX	50M	4.8×1.0 (7.0×3.0)	합 판	부분 설치
남 해 선	칠원대교	ST BOX	26M	2.0×2.1 (3.0×3.5)	합 판	-
서 해 안	서해대교	P.C BOX	46M	3.4×3.0 (5.0×4.0)	합 판	부분설치
대전~당진	금강대교	P.C BOX	35M	2.6×1.45 (4.0×2.85)	합 판	-
영 동 선	왕산3교	P.C BOX	70M	5.0×2.5 (7.0×4.5)	합 판	-
전주~함양	게민교	S.T BOX	50M	2.8 × 2.2 (4.6×4.0)	합 판	-

4. 중공 교각 코핑부 처리 개선 방안

구 분	1 안	2 안
공 법	합판 거푸집 + Steel channel	합판 거푸집 + 철근
개 요 도		
공 사 비 (폭2×4M기준)	570 천원/ 개소	752 천원/개소
장 · 단점	• 시공성 및 안전성 양호 • 콘크리트 타설시 구조적으로 안정 • 공사비 고가	• 시공성 및 안전성 양호 • 내공 폭이 클 경우 구조적으로 불리 • 공사비 고가

5. 검토 의견

교량 구조물의 장대화 및 고교각화에 따라 중공 교각의 사용이 증가되고 있어 취약하기 쉬운 코핑부 동바리 작업을 구조적 안정성및 시공성을 감안하여 STEEL CHANNEL로 적용 하는 것이 바람직하다고 판단됨.

방 침
설 계 개
16210－339
('97. 9. 12)

동물이동 전용통로 검토

1. 검토목적

고속도로 건설로 자연생태계가 단절되어지는 구간중 보호가치가 필요한 지역에 대하여 서식공간 보호 및 생태계의 연결을 위한 통로(Eco-Bridge) 설치 기준을 수립함으로써 환경친화적인 건설사업 시행을 도모하고자 함.

2. 동물 이동경로와 도로의 관계

- 동물류의 이동경로 특성 : 하천주변과 수림지(樹林地)를 맺는 방향으로 보통은 등고선에 직교
- 도 로 의 경 로 특 성 : 자동차의 운동학적 특성에 따라 연직방향에 직각으로 종.평면 구성을 이룸으로써 보통은 등고선에 평행하여 동물의 이동경로를 방해하게 됨

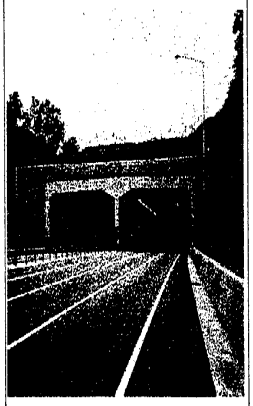
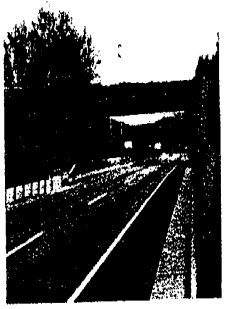
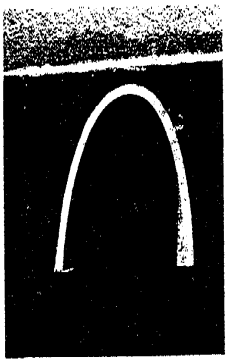
3. 단절방지 방안

- 산간 능선 절개지를 터널 또는 육교형식으로 연결
- 성토로 단절되는 지역 : BOX형, 아치라멘교형, 횡배수관등으로 연결.
- 암거 또는 횡배수관을 도로 밑으로 설치하고 또한 관거의 밑면을 원지반의 표토로 복원(바닥면 Con'c노출 회피)하여 주변환경의 특성에 맞게 수목 및 지형 조성
- 굴곡이 심한 계곡부는 가능한 교량으로 설계
- 터널, 육교, BOX, 횡배수관등으로 연결시 이동통로 바닥은 원지반 표토로 복원하고 주변지형에 있는 수목 식재.

4. 동물이동통로에 관한 사례

구분	사 례 내 용	비고
한국	- 동물이동통로에 관하여 구체적으로 제시된 관련규정은 없음 - 오대산 진고개, 성남시 분당구 중앙공원 및 지리산 시암재등에 설치	
일본	- 일본의 신간선은 가능한한 터널화하여 생태계의 파괴를 최소화함. - 다백산고원 도로에 야생동물통로를 폭4m, 높이4.5m 규격으로 설치하고 지표는 자연석으로 포장 - 반제조일 국립공원안을 통과하는 국도에 생태변화를 우려 개착식이 아닌 굴착터널과 암거대신 교량으로대체하여 생태계에 배려 - 구주횡단 자동차도로에 일본 원숭이의 이동을 위하여 폭 1m, 연장40m 교량을 설치	
중국	- 선관 자동차도로에 횡배수관을 Ø1,500㎜, L=67m를 설치하였으며, 관내부에 폭 75㎝의 통로를 조성함 - 광자 도로구간에 물고기를 보호하기위하여 Ø1,500㎜의 횡배수관을 설치하여 내부에 폭 9㎝ 두께 5㎝의 발판을 설치하여 물고기가 거슬러 올라갈수있도록함	
미국	- 암거형태의 경우 가로, 세로 크기가 각각 4.27m이상을 권고 - 터널, 육교 등을 설치할 경우 폭원을 15m이상 권장 (미국 주 도로관리공무원 협회) - 하천주변 야생동물 이동용 숲을 조성하는 경우 그폭을 30.5m이상 유지하도록 권고 (미국 국립야생생물연구소)	
독일	- 배수관에 양서류의 이동을 위한 Pipe 설치시 연장과 내경과의 관계를 규정(Ø1.0~1.5m, L=20~50m) - 도로밑을 흐르는 수로 등에 양서류등이 다닐수 있도록 흙제방을 높게하고 풀들이 자라게하여 이동통로를 조성하고있음 - 아우토반에 소동물용 터널을 설치하여 생태계의 연결을 고려	
프랑스	- 도로의 상부에 이동통로설치시(육교 등) 폭을 7~12m확보하고 높이 2m정도의 담장이나 울타리를 설치하여 시각적으로 차폐함 - 성토구간에 횡단 이동로 설치시 산돼지나 다람쥐에 대하여 높이=길이/10.(최소 3m이상), 폭은 높이의 2배를 확보한다	

5. Eco-Bridge유형 및 형태별 적용방안

구분	절토부 설치형식		성토부 설치형식			비고
	터널형	육교형	BOX 형	아치라멘교 형	PIPE 형	
개요	- 절토부 통과시 터널굴착 또는 절개후 원지형 복구	- 양절토부에 본선을 횡단 하는 동물이동 전용육교 설치	- BOX 바닥을 주변 지반보다 낮게 설치한후 원지반 복토.	- 설치지점의 원지반을 유지한 상태에서 아치형 라멘교량 시공	- 기존 횡배수관 설치위치 및 시공방법 동일	
조감도						
적용범위	- 주,야간 교통량이 많은 지역의 능선을 절개한 지역 - 환경변화에 예민한 동물서식지 - 삼림 보호 필요시	- 주,야간 교통량이 적은 지역의 능선을 절개한 지역 - 산등성이나 대지의 짐승통로	- 계곡부나 저지의 짐승통로 - 교량설치가 불가 또는 비경제적일 때 - 양서류, 파충류 및 포유류등에 적용가능	- 계곡부나 저지의 짐승통로 - 교량설치가 불가 또는 비경제적 일때 - 양서류, 파충류, 포유류 및 어류등 모든 생물에 적용가능	- 절,성토 구분없이 적용가능 - 파충류, 양서류, 곤충류 및 소형동물 서식지	
장·단점	- 주변지형과 가장 친화적 - 생태계 연결효과 가장 확실 - 유지관리 양호 - 공사비 고가 - 시공복잡, 공기과다 소요	- 주변지형과의 조화 양호 - 생태계 연결효과 양호 - 유지관리 곤란 - 장경간 필요시 설계 및 시공곤란 - 공사비 고가 - 교량형식 및 단면에 제한	- 주변지형과 조화 양호 - 생태계 연결효과 우수 - 유도식재 필요 - 시공성 양호 - 공사비 저렴 - 표준형상 설정 가능	- 주변환경과의 조화 양호 - 생태계 연결효과 우수 - 유도식재 필요 - 시공이 다소 복잡 - 공사비 다소 고가 - 표준형상 설정가능	- 배수관 입,출구부 개선필요 - 연결효과 양호 - 동물의 다리를 적시지 않는 별도통행로 강구 - 공사비 저렴 - 표준형상 설정가능	
추정공사비	30,800천원/m	29,000천원/m	3,590천원/m (3×4M)	3,710천원/m (R=3M)	260천원/m (φ1,000)	

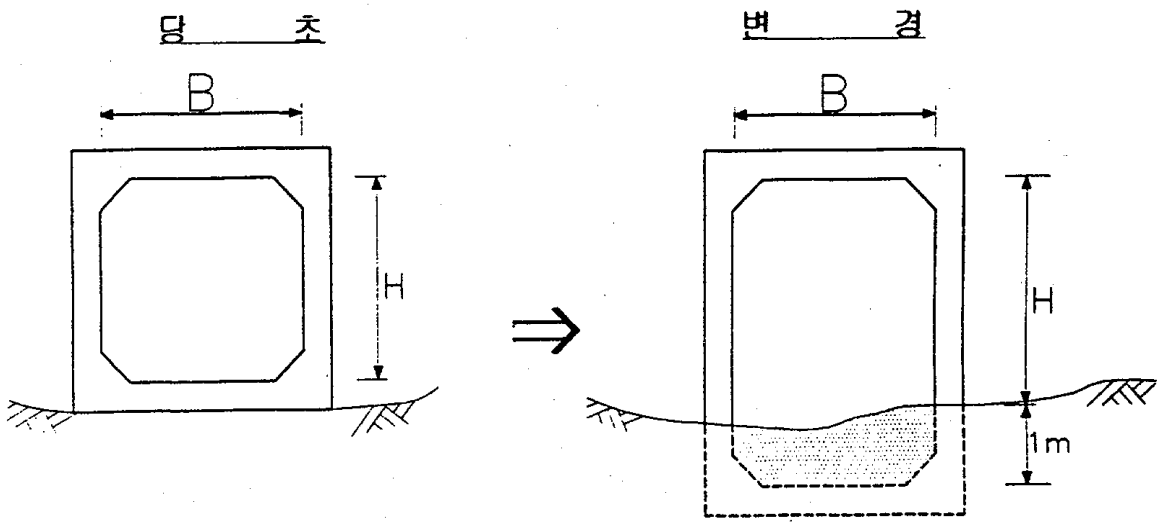
6. 유형별 설치기준 검토(안)

가. BOX 형

▣ 수로 BOX를 이용할 경우

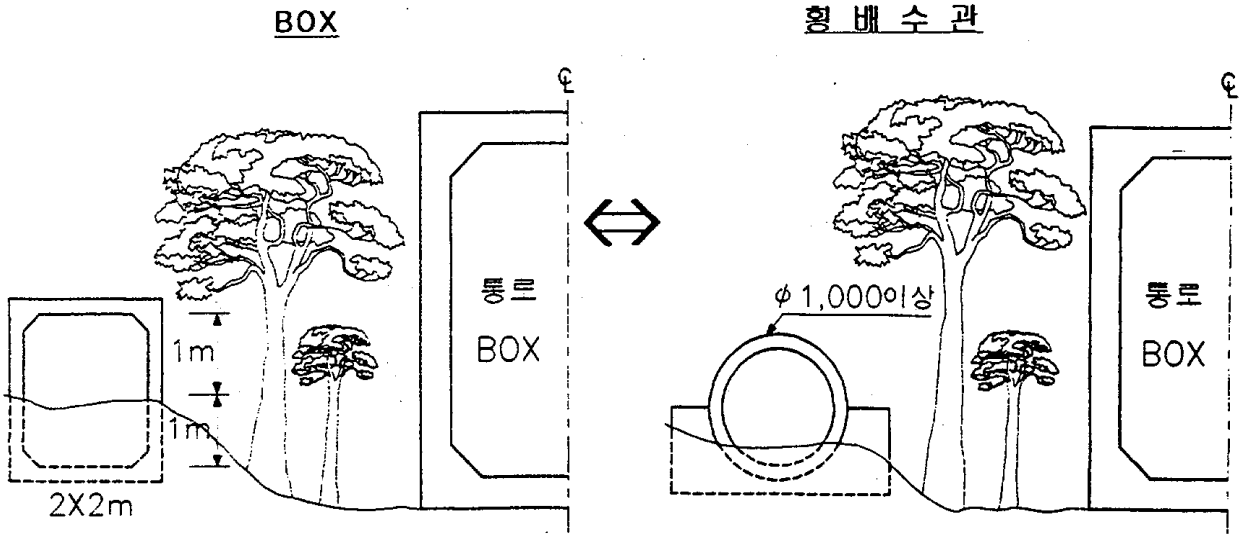
: BOX 바닥의 복토깊이를 감안하여 BOX 높이를 1m 확대 적용

기존수로		변경수로		비 고
규 격	공 사 비	규 격	공 사 비	
2 × 2	1,045천원/m	2 × 3	2,273천원/m	증1,228천원/m
3 × 3	2,218천원/m	3 × 4	3,590천원/m	증1,372천원/m

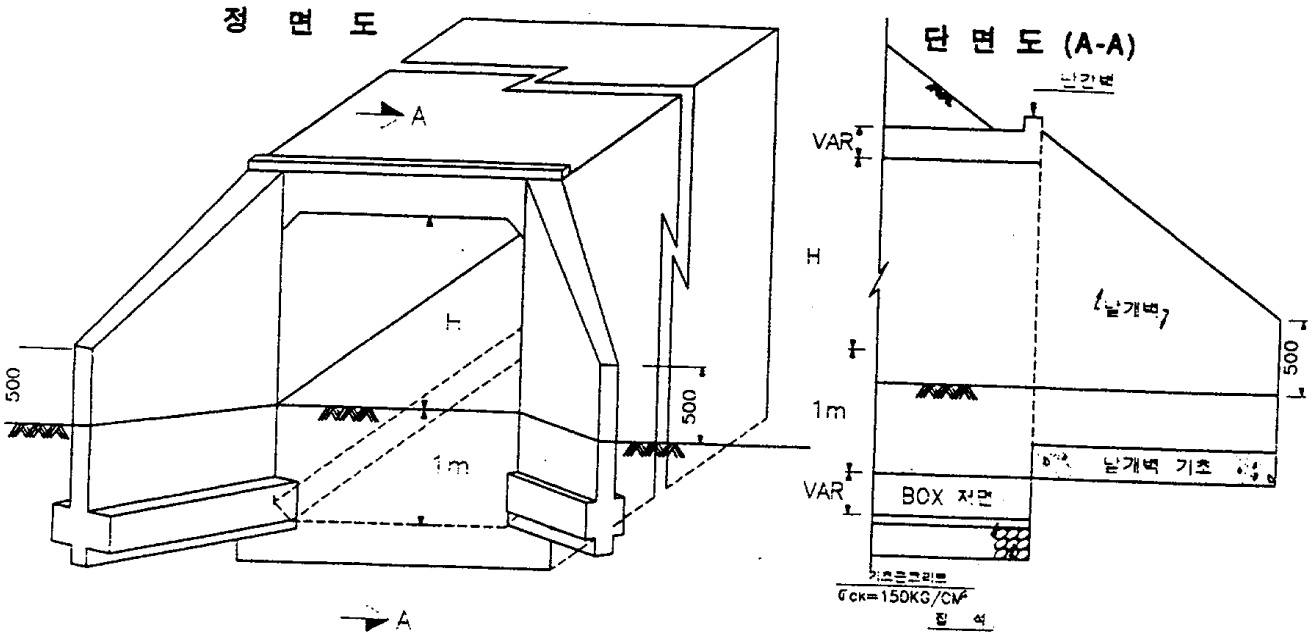


▣ 통로 BOX 우선 설치 구간일 때

: 별도 BOX 또는 횡배수관을 주변 적정 위치에 이격하여 설치



▣ BOX 일 반 도



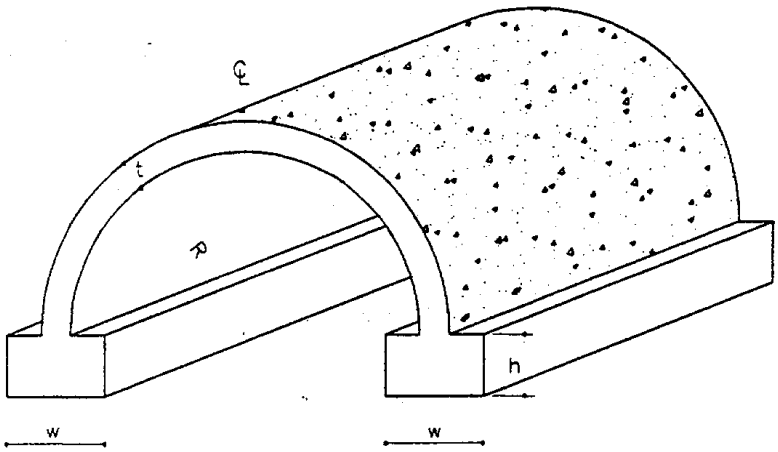
<특 기 사 항>

- BOX 규격
  - 배수단면 소요 높이를 1m 확대
  - 통르 BOX 근접구간에 설치시 : 2×2m BOX 또는 φ1,000 횡배수관을 현장여건에 부합되도륵 별도 설치

- 날개벽은 종전과 같이 변경없이 시행
- 암거 바닥면에서 지반 높이까지 주변의 자연석과 원지반 표토로 복토
- 수로 설치시 가능한 1m 정도의 육상 통로 조성
- 접속저판(Approch pannel) 설치 불필요
- 입. 출구 부위에 자연식생 초목류 이식하여 주위환경과 조화되게 조경
- 평상시 유량이 많을 경우는 별도 이등통르 설치(BOX또는 횡배수관) 검토
- BOX통과 유속은 2.5m/sec 미만으르 하며 표트의 세굴우려가 적은지점 선정

나. 아치라멘교 형 : BOX형 설치위치 선정과 동일 (기초지반고려)

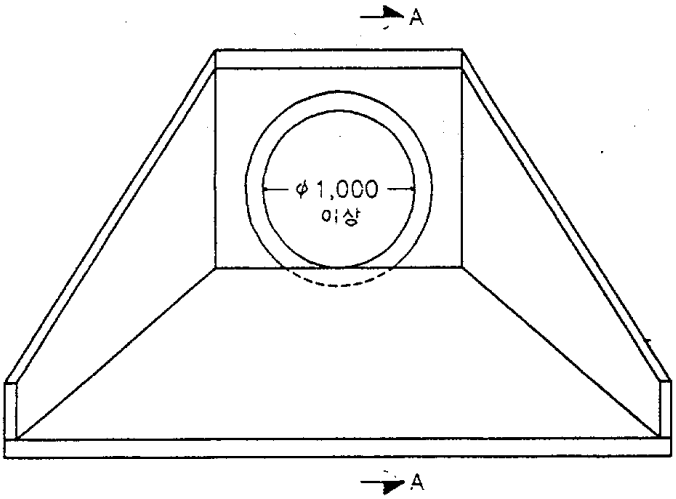
- 미관을 중시하는 구간
- 설치지점의 기초지반이 견고하며 SKEW=0일 때 적용
- R=2M이상 권장



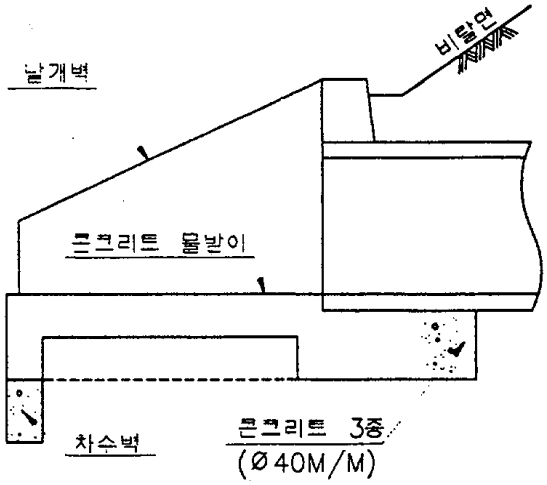
일 반 도

다. 횡배수관 형 : 생태계 이동통로 목적 병행시 Ø 1000㎜ 규격 이상

- 일반 횡배수관 설치와 동일



정 면 도



단 면 도(A-A)

7. 검 토 의 견

ㅇ 산간지 등에 고속도로 건설로 인하여 자연생태계의 단절이 예상되는 지역은 환경영향평가 결과에 의거 동물의 서식공간 보호 및 생태계의 연결을 위한 통로 등을 설치하여 환경친화적인 건설사업이 시행되도록함이 바람직하며,

ㅇ 실시설계 준공전에 환경영향평가 협의가 완료된 경우에는 환경영향평가 협의결과에 따른 동물이동통로를 실시설계에 적극 반영하고,

실시설계 준공이후 환경영향평가가 완료된 경우에는 공사시행부서에서 설계변경하여 시행함이 타당하다고 사료됨.

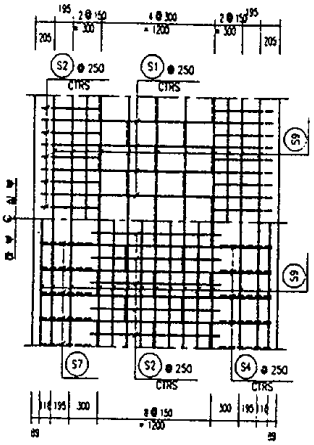
ㅇ 지형 또는 주변 생태계의 특성상 동물이동통로 설치가 필요할시는 지형 여건과 자연환경에 조화되도록 적합한 동물이동통로의 형태를 검토하여 적용토록 함.

BOX형 동물이동통로

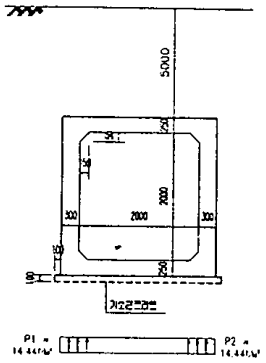
한국도로공사

상 판

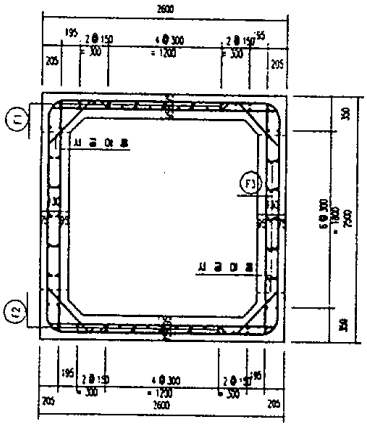
Scale 0 1 2 3.0 M



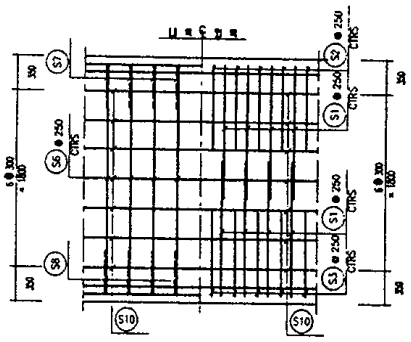
일 반 도



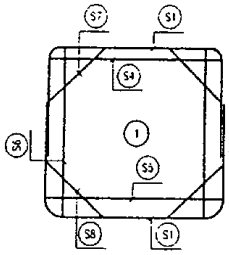
단 면

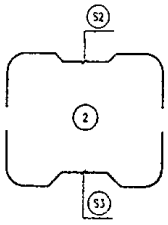


측 벽

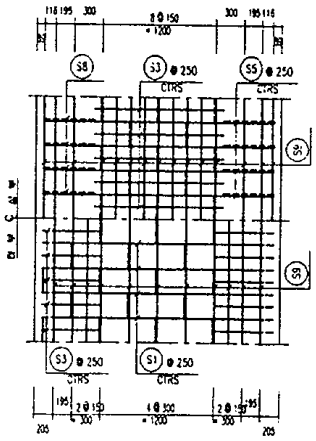


주 철 근 조 립 도





저 판



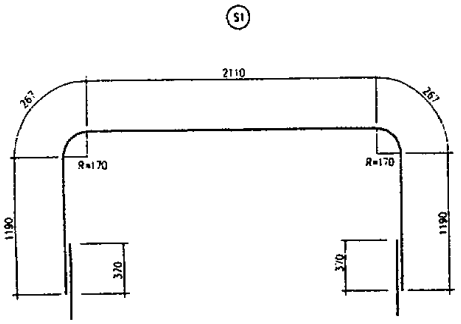
재 료 표

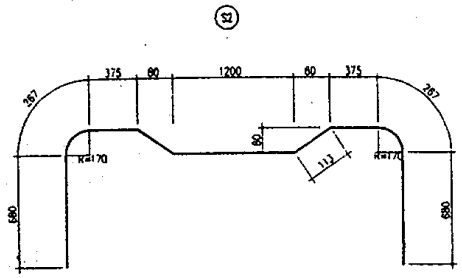
(1 ON 당)

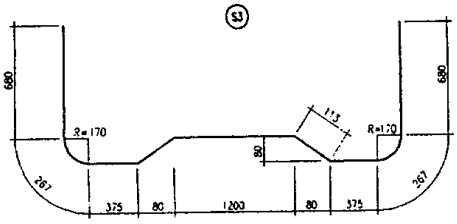
골 재	구 격	단 위	수 량	비 고
콘크리트	σ_{ck} = 240 KG/CM^2	M^3	2.545	본 체
	σ_{ck} = 150 KG/CM^2	M^3	0.280	기 초
거 푸 집	합 판 (3 회)	M^2	10.95	
철 근	S D 30	TON	0.370	

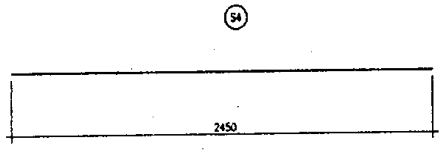
한국도로공사 KOREA HIGHWAY CORPORATION	표 준 도 TYPICAL DRAWING	도면명	BOX형 동물이동통로 (1@2.00M X 2.00M) 토피 = 2.00~5.00 M	설계자		작성일	1997. 6	도면번호
				확인자		축 척		

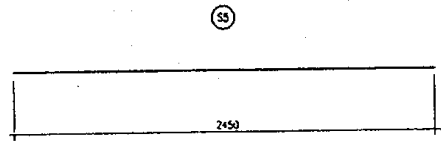
철 근 상 세 도

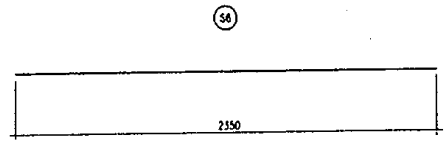


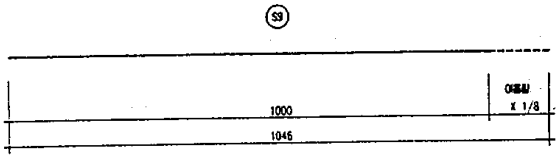


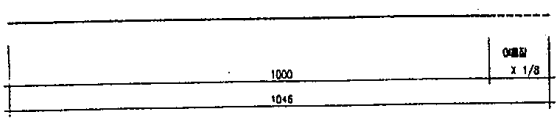


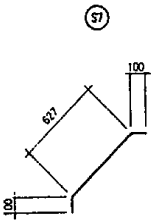


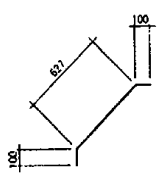


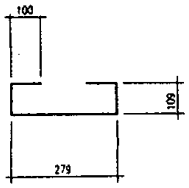


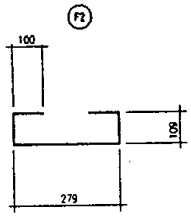


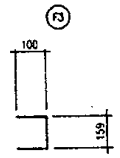












철 근 집 계 표

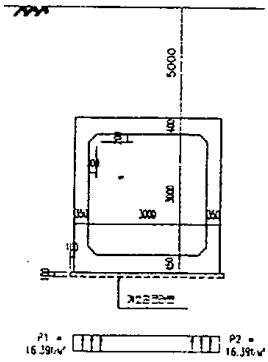
(1.0M 당)

부 호	직 경	길 이 (MM)	개 수	총 길 이 (M)	단위중량(KG/M)	중 량 (KG)	비 고 (콘크리트, TON)
S1	D16	5,024	8.00	40.193			
S2	D16	4,070	4.00	16.281			
S3	D16	4,070	4.00	16.281			
S4	D16	2,450	4.00	9.800			
S5	D16	2,450	4.00	9.800			
S6	D16	2,350	8.00	18.800			
S7	D16	827	8.00	6.616			
S8	D16	827	8.00	6.616			
소 계				124.387	1.560	194.044	0.200
F1	D13	697	10.00	6.970			
F2	D13	697	10.00	6.970			
F3	D13	359	20.00	7.180			
S9	D13	1,046	52.00	54.392			
S10	D13	1,046	28.00	29.288			
소 계				104.800	0.995	104.276	0.107
총 계							0.307

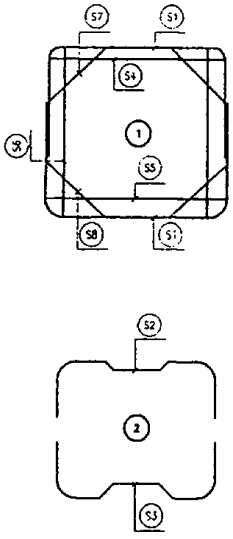
한국도로공사 KOREA HIGHWAY CORPORATION	표 준 도 TYPICAL DRAWING	도면명	BOX형 동물이동통로 (1@2.00M×2.00M) 토피 = 2.00~5.00 M	설계자		작성일	1997. 6	도면번호
				확인자		축척		

Scale 0 1 2 3.0 M

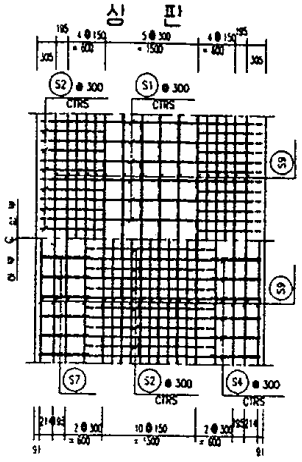
일 반 도



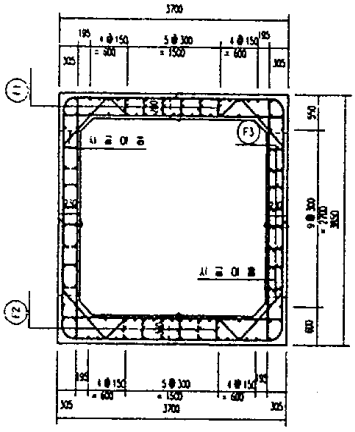
주 철 근 조 립 도



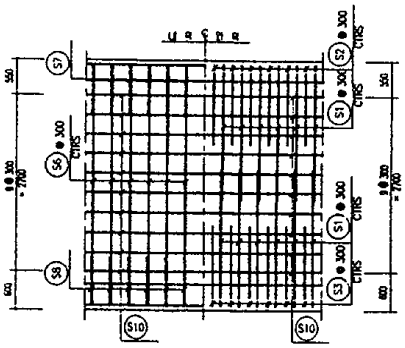
상 판



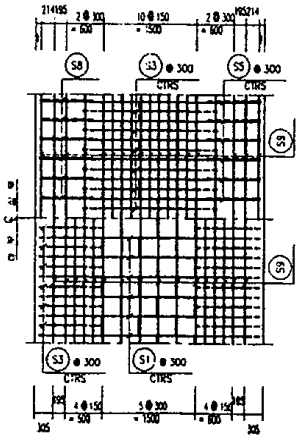
단 면



측 면



저 판



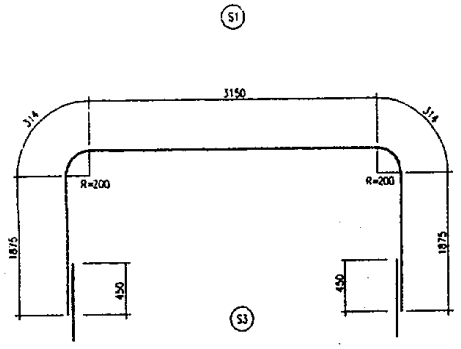
재 료 표

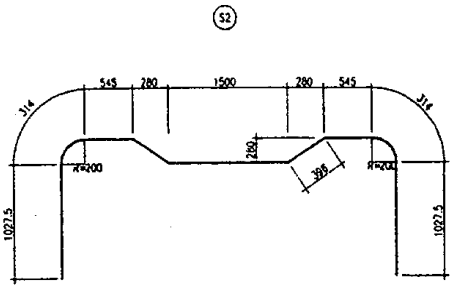
(1.0M 당)

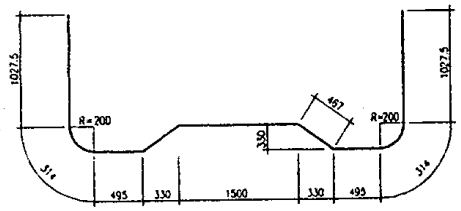
종 별	규 격	단 위	수 량	비 고
콘크리트	σ_{ck} = 240 KG/CM^2	M^3	5.325	본 체
	σ_{ck} = 150 KG/CM^2	M^3	0.390	지 오
거 푸 집	합 판 (3 회)	M^2	16.63	
철 근	S D 30	TON	0.516	

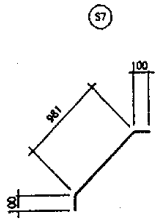
한국도로공사 KOREA HIGHWAY CORPORATION	표 준 도 TYPICAL DRAWING	도면명	BOX형 등물이등통로 (1@3.00M×3.00M) 토피 = 2.00~5.00 M	설계자		작성일	1997. 6	도면번호
				확인자		축 척		

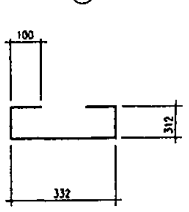
철 근 상 세 도

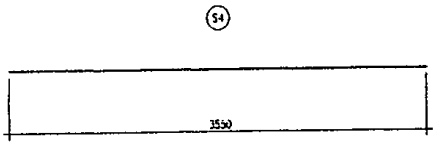


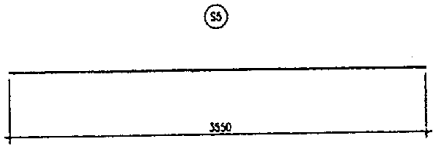


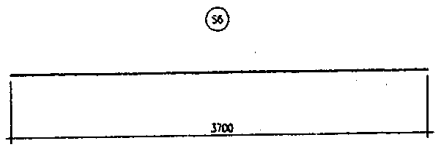


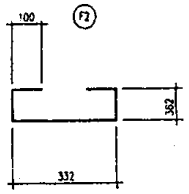


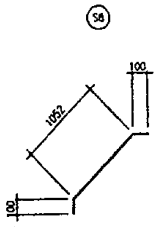


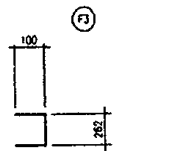


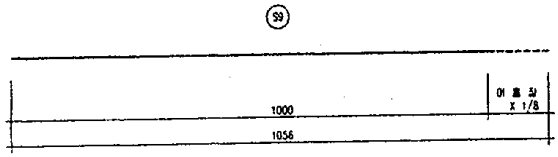


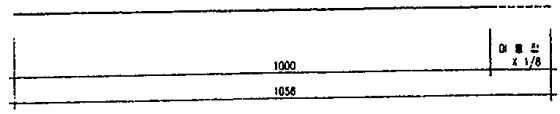












철 근 집 계 표

(1.0M 도)

부 호	직 경	길 이 (MM)	본 수	총 길 이 (M)	단위중량(KG/M)	중 량 (KG)	비 고 (할증 3%, TON)
S1	D19	7,528	6.67	50.189			
S2	D19	6,065	3.33	20.218			
S3	D19	6,107	3.33	20.356			
S4	D19	3,550	3.33	11.833			
S5	D19	3,550	3.33	11.833			
S6	D19	3,700	6.67	24.667			
S7	D19	1,181	6.67	7.873			
S8	D19	1,252	6.67	8.347			
소 계				155.316	2.250	349.461	0.360
S9	D13	1,056	70.00	73.920			
S10	D13	1,056	40.00	42.240			
F1	D13	1,156	10.00	11.560			
F2	D13	1,256	10.00	12.560			
F3	D13	462	26.67	12.320			
소 계				152.600	0.995	151.837	0.156
합 계							0.516

한국도로공사 KOREA HIGHWAY CORPORATION	표 준 도 TYPICAL DRAWING	도면명	BOX형 동물이동통로 (1@3.00M×3.00M) 폭 = 2.00~5.00 M	설계자		작성일	1997. 6	도면번호	
				확인자		축 척			

아 치 라 멘 형 동 물 이 동 통 로(1)

(토피 = 10.0 M)

일 반 도

S = 1 : 200

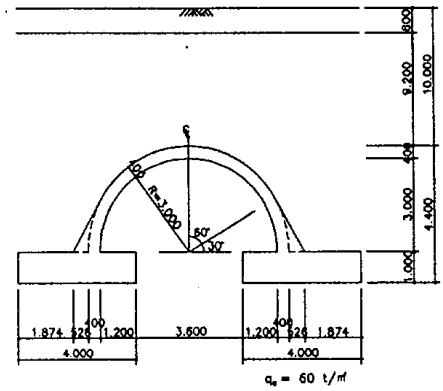
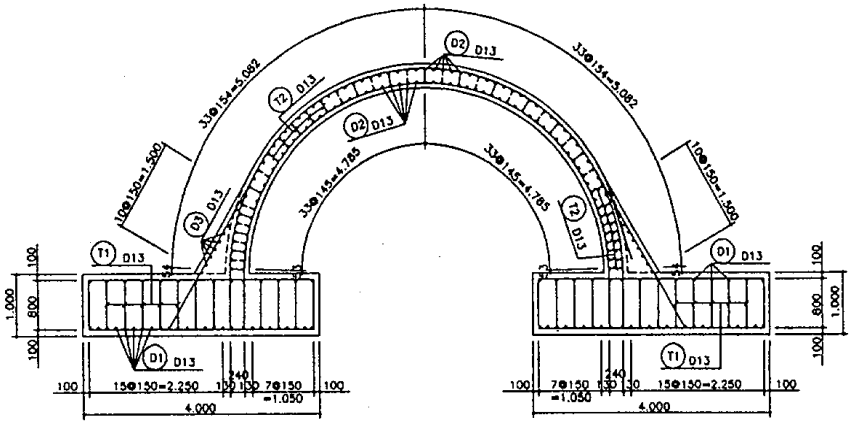


표 준 단 면 도

S = 1 : 100



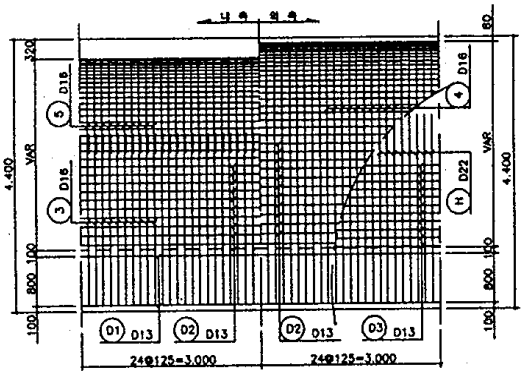
한국도로공사 KOREA HIGHWAY CORPORATION	표 준 도 TYPICAL DRAWING	도면명	아치라멘형동물이동통로(1) (토피 = 10.0 M)	설계자		작성일	1997. 6	도면번호
				확인자		승 책		

아 치 라 멘 형 동 물 이 동 통 로(2)

(토피 = 10.0 M)

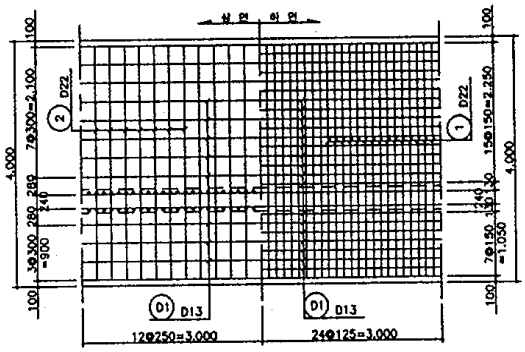
측 면 도

S = 1 : 100



기 초 평 면 도

S = 1 : 100



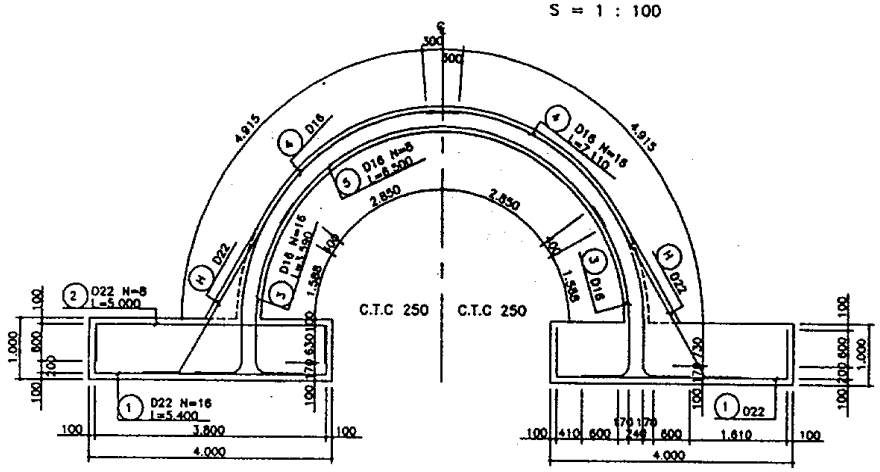
한국도로공사 KOREA HIGHWAY CORPORATION	표 준 도 TYPICAL DRAWING	도면명	아치라멘형동물이동통로(2) (토피 = 10.0 M)	설계자		작성일	1997. 6	도면번호
				확인자		축 척		

아 치 라 멘 형 동 물 이 동 통 로(3)

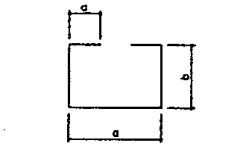
(토피 = 10.0 M)

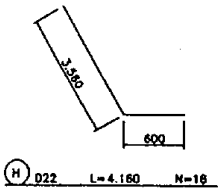
주 철 근 조 립 도

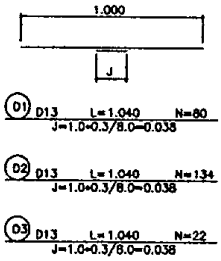
S = 1 : 100



철 근 상 세







철 근 재 료 표

(SD 30) (1.0M당)

번 호	직 경	길 이	갯 수	총 길 이	단위중량	총 중 량	비 고
1	D22	5.400	16	86.400			가산 3%
2	"	5.000	8	40.000			
H	"	4.160	16	66.560			
소 계				192.960	3.040	586.598	0.604
3	D16	3.590	16	57.440			
4	"	7.110	16	113.760			
5	"	6.500	8	52.000			
소 계				223.200	1.560	348.192	0.356
D1	D13	1.040	80	83.200			
D2	"	1.040	134	139.360			
D3	"	1.040	22	22.880			
T1	"	2.190	20	43.800			
T2	"	1.050	82	86.100			
소 계				375.340	0.995	373.463	0.384
● 계						1.308.253	1.346

한국도로공사 KOREA HIGHWAY CORPORATION	표 준 도 TYPICAL DRAWING	도면명	아치라멘형동물이동통로(3) (토피 = 10.0 M)	설계자		작성일	1997. 6	도면번호
				확인자		축 척		

아 치 형 동 물 이 동 통 로(1)
(토 피 = 20.0 M)

일 반 도
S = 1 : 200

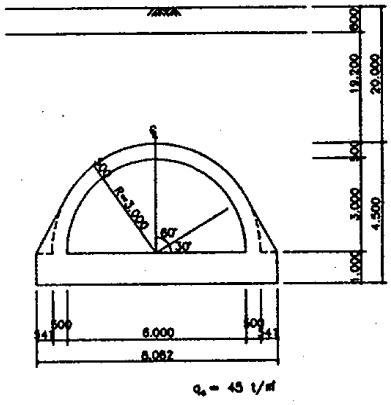
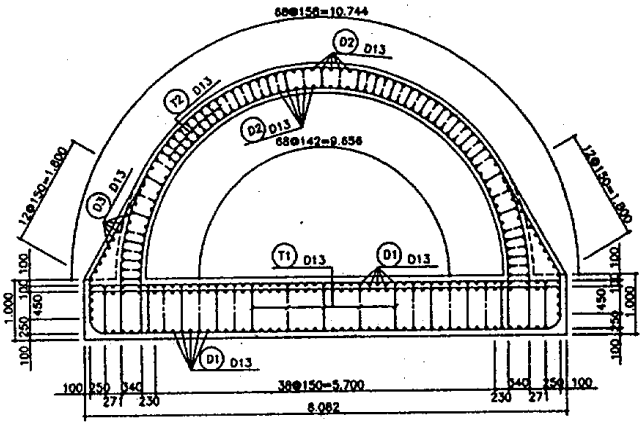


표 준 단 면 도
S = 1 : 100

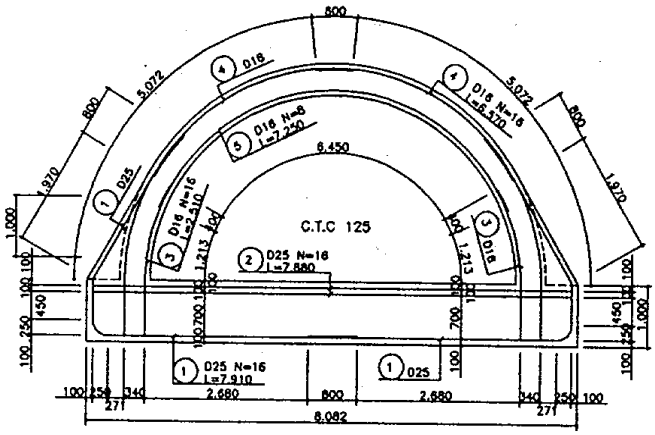


한국도로공사 KOREA HIGHWAY CORPORATION	표 준 도 TYPICAL DRAWING	도면명	아치형동물이동통로(1) (토 피 = 20.0 M)	설계자		작성일	1997. 6	도면번호
				확인자		축 척		

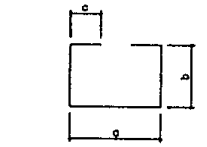
아 치 형 등 물 이 동 통 로(3)
(토 피 = 20.0 M)

주 철 근 조 립 도

S = 1 : 100

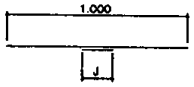


철 근 상 세



T1 D13 L=2,200 N=38
a=288 b=838 c=117

T2 D13 L=1,250 N=114
a=279 b=369 c=117



D1 D13 L=1,040 N=159
J=1.0+0.3/8.0=0.038

D2 D13 L=1,040 N=138
J=1.0+0.3/8.0=0.038

D3 D13 L=1,040 N=26
J=1.0+0.3/8.0=0.038

철 근 재 료 표

(SD 30) (1.0M당)

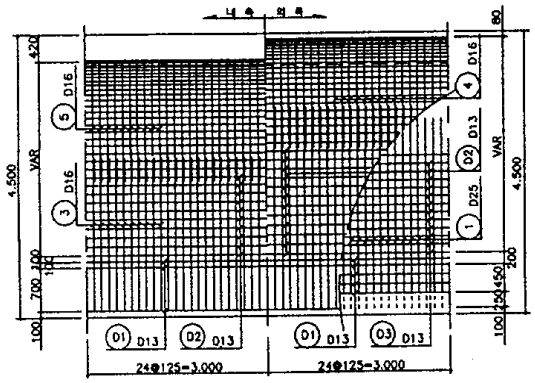
번 호	규 격	길 이	갯 수	총 길 이	단위중량	총 중 량	비 고
1	D25	7.910	16	126.560			가설 3%
2	"	7.888	16	126.080			
소 계				252.640	3.980	1,005.507	1.035
3	D16	2.510	16	40.160			
4	"	6.570	16	105.120			
5	"	7.250	8	58.000			
소 계				203.280	1.560	317.117	0.326
D1	D13	1.040	159	165.360			
D2	"	1.040	138	143.520			
D3	"	1.040	26	27.040			
T1	"	2.200	38	83.600			
T2	"	1.250	114	142.500			
소 계				562.020	0.995	559.210	0.575
총 계						1,881.833	1.936

한국도로공사 KOREA HIGHWAY CORPORATION	표준도 TYPICAL DRAWING	도면명	아치형등물이동통로(3) (토 피 = 20.0 M)	설계자		작성일	1997. 6	도면번호
				확인자		축척		

아 치 형 등 물 이 동 통 로(2)
(토 피 = 20.0 M)

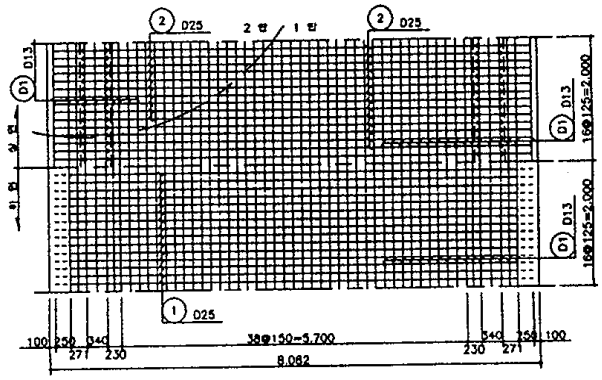
측 면 도

S = 1 : 100



하 부 슬 래 브

S = 1 : 100



한국도로공사 KOREA HIGHWAY CORPORATION	표 준 도 TYPICAL DRAWING	도면명	아치형동물이동통로(2) (토 피 = 20.0 M)	설계자		작성일	1997. 6	도면번호
				확인자		승 인		

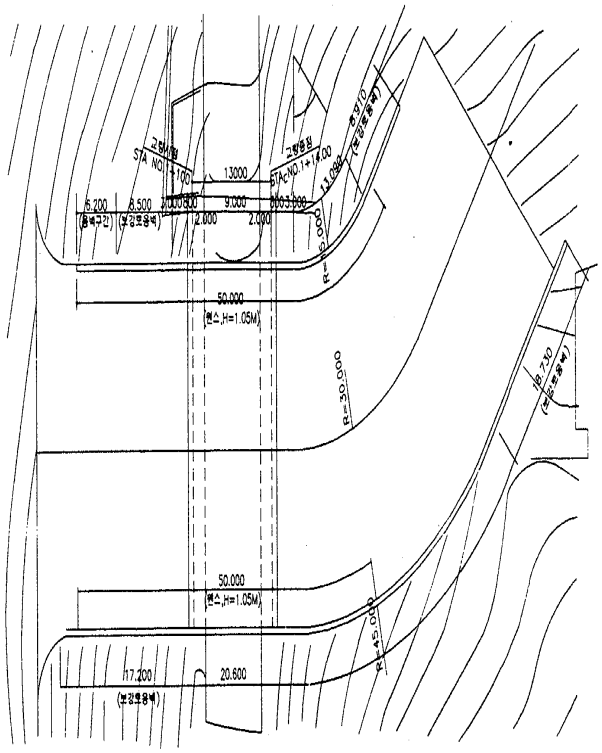
야생동물 이동통로 건설 설계예

(관 련 도 면)

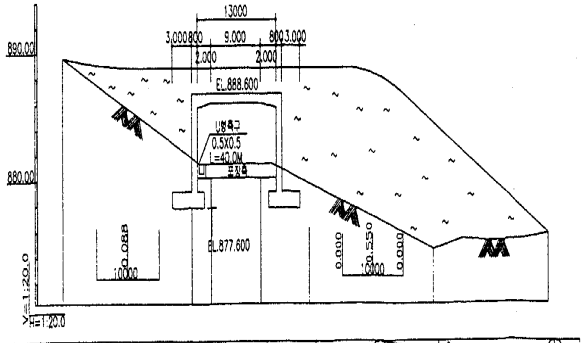
목 차

1. 평면 및 종단면도
2. 구조물 (안)의 비교(예)
3. 식 혈 도
4. 식 혈 배 치 도
5. 보강토 조립식 옹벽

평 면 및 종 단 면 도

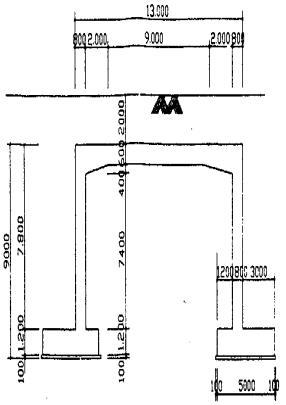


종단면도
S = 1:200

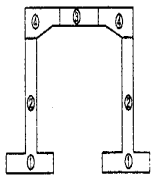


구 배		S=7.00% H=7.00 L=100		LEVEL L=40.000		S=44.00% H=13.20 L=30.00	
계획고	889.30	889.30	888.60	888.60	888.60	884.20	875.40
지반고	889.30	882.00	881.40	881.30	881.20	874.20	875.40
거 리	0.00	20.00	3.20	8.80	8.00	20.00	20.00
거 리	NO.0+0.00	NO.1	+3.20	+12.00	NO.2	NO.3	NO.4

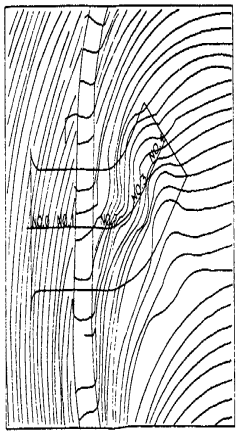
단 면 도
S = 1:10



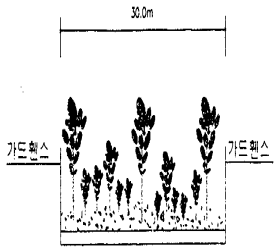
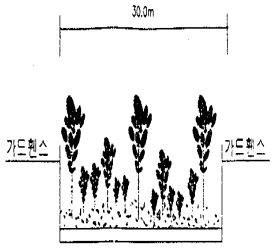
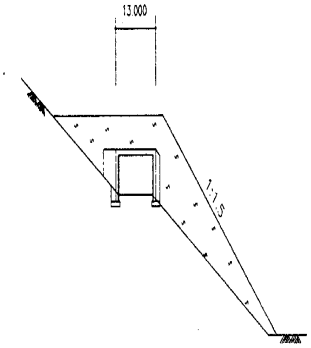
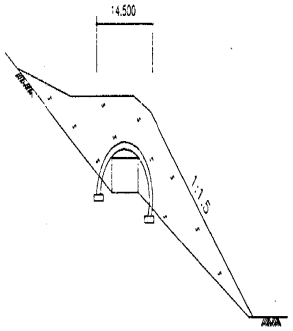
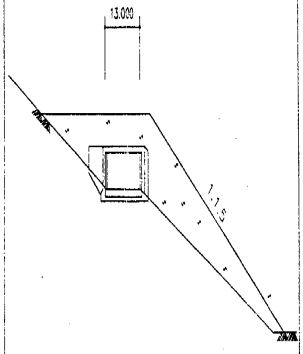
타설순서



위 치 도
S = 1:600

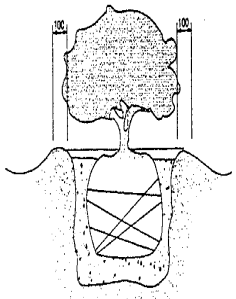


구조물(안)의 비교(예)

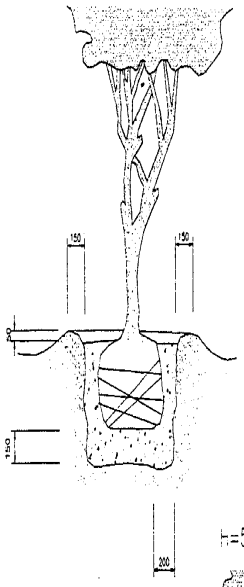
구 분	제 1 안 (문 형 라 멘 교)	제 2 안 (콘 크 리 트 아 치 교)	제 3 안 (B O X 형 교)
단 면 도			
종 단 면 도			
추정 사업비	8억 7천만원	11억 9천만원	9억 5천만원
특 성	시공성 양호 공사비 저렴 드로의 개방감이 있어 시거확보 양호 주변경관과 조화되지 못하여 다소 미관 불량	시공성 보통 공사비 다소 증가 개방감이 없고 주행성불량 주변경관과 조화가 잘되며 미관 양호	시공성 보통 공사비 보통 시거확보가 곤란하여 주행상 다소 불량 미관 불량
추 천 안	○		

식 혈 도

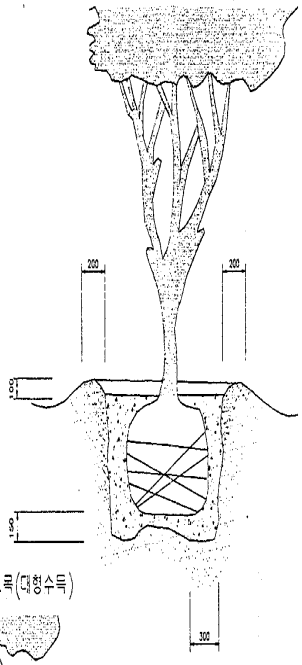
H=1.0M미인관목(소)



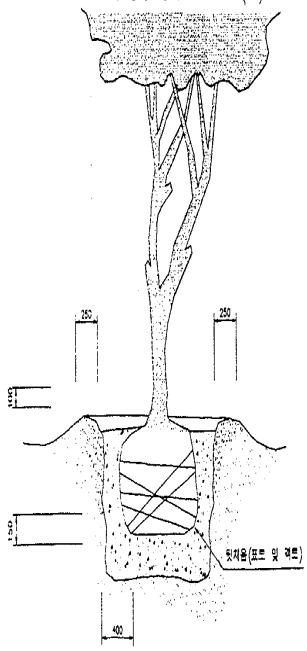
H=1.0~2.0M미인관목(중)



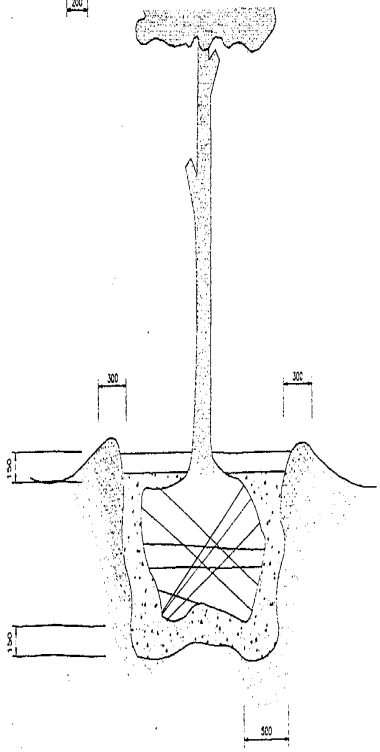
H=2.0~3.0M미인관목(대)고목(소)



H=3.0~5.0M미인고목(중)



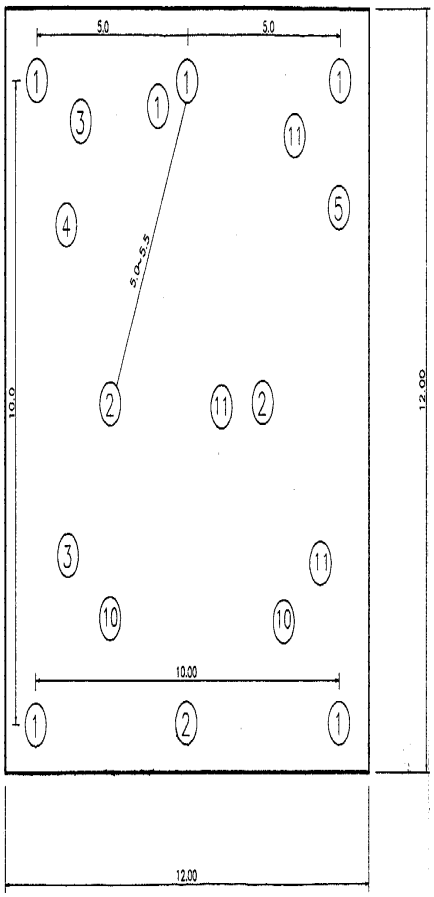
H=5.0M이상고목(대형수목)



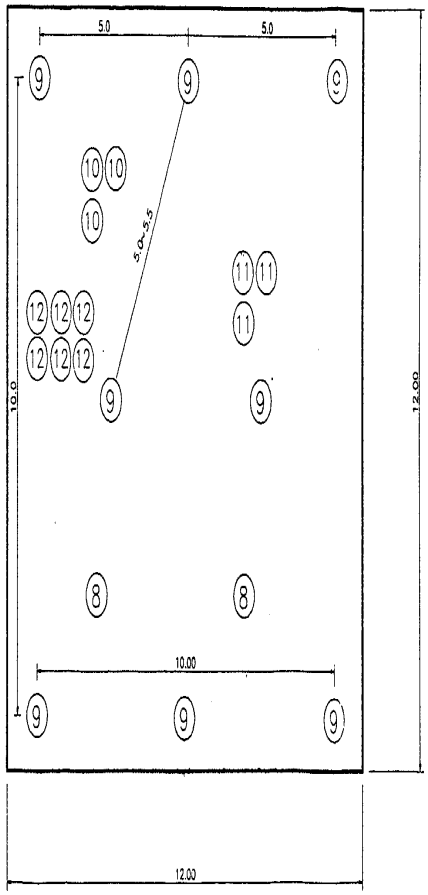
식 혈 배 치 도

S = 1 : 5

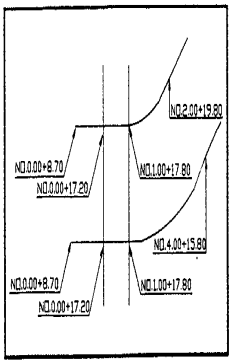
상 부



하 부



① 계암 나무
② 신갈 나무(도토리 나무)
③ 단풍취(개갈닥지)
④ 고로쇠 나무
⑤ 굴참 나무(신갈나무의 종류)
⑥ 산벚 나무
⑦ 층층 나무
⑧ 피 나 무
⑨ 소 나 무
⑩ 청가시 덩굴
⑪ 대 나 무
⑫ 초 피



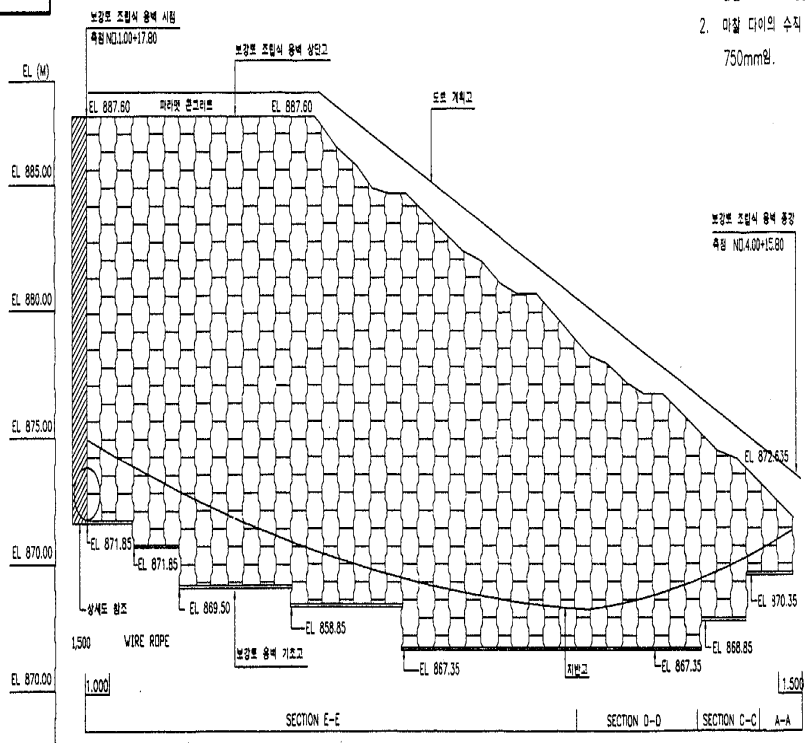
보 강 토 조 립 식 옹 벽

NO.1.00+17.80-NO.4.00+15.80 SCALE 1:100

우측 (OUTSIDE VIEW)

참조 :

1. 판넬의 수평 거리등 표시하지 않은 거리는 1,500mm 임.
2. 마찰 다이의 수직 거리는 750mm임.



| | | |

7-39 강 BOX GIRDER교 내부점검구 설치기준 검토

방 침
설 계 삼 16210-377 ('97. 9. 25)

1. 검 토 목 적

- 강 BOX GIRDER교의 내부점검시설을 확충하여 유지관리 효율성 증대
- 점검시설의 규격을 결정하여 유지관리의 일관성 확보

2. 설치현황 및 문제점

- 강 BOX GIRDER교의 교대 단부에만 내부점검구를 설치하고 있어, 장대강교의 경우 교량 중간부의 점검 및 유지보수시 불편초래.
- 점검시설 규격 및 기준이 정립되지 않아 점검자의 불편 또는 유지관리의 일관성이 없음.

3. 강 BOX GIRDER 내부점검구 설치방안 검토

가. 규격검토

(1) 국내외 적용기준

(단위 : mm)

구 분		점검구 규격		비 고
		단 부	중간부	
일본	나고야 고속도로 공단 (강구조물 설계기준)	—	원 형 (Ø 600)	
일본	토목학회 (강구조시리즈)	—	타원형 (400×600)	
일본	한신 고속도로 공단 (강구조물 설계기준)	최소폭 600	타원형 (600×800)	권장 규격
한국	건설교통부 (강도로교 상세부 설계지침)	최소 400×800	—	

(2) 적용방안

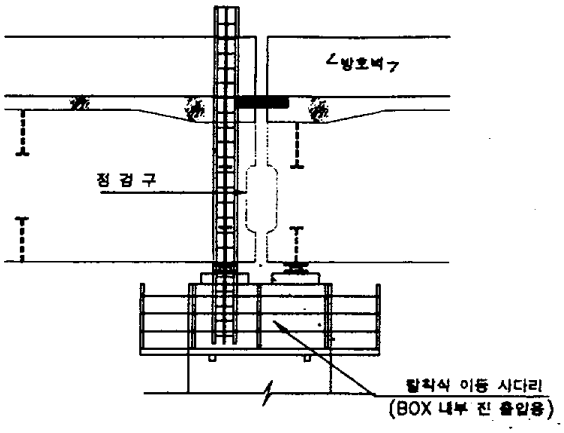
- 연속 상자형교 단부(신축이음장치 설치위치) : 최소 400×800mm 타원형
- 연속 상자형교 중간부(연속교각위치) : 400×600mm 타원형

※ 점검 및 유지관리상 필요시 구조적으로 문제 없는 범위내에서 규격확대 조정가능

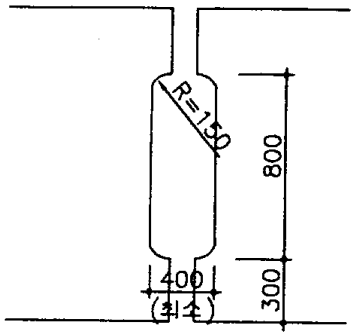
나. 설치 방법

(1) 신축이음장치가 있는 교각부는 BOX GIRDER의 측면에 점검구 설치

<설 치 도>



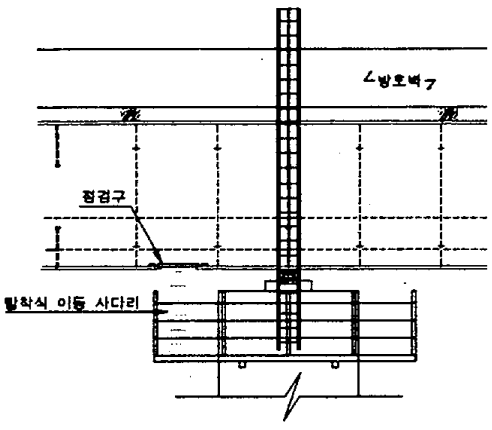
< 점검구 상세도>



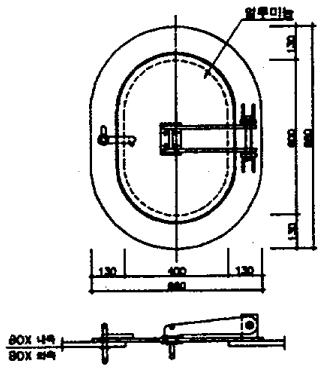
※ 출입이 용이하도록 점검구 하단 높이는 300mm로 조정

(2) 신축이음장치가 없는 교각부는 BOX GIRDER의 하부에 점검구 설치

<설 치 도>



< 점검구 상세도>



다. 연속교 점검구 설치기준

◦ 설치간격 : 연속교 100~150m 기준 1개소 설치

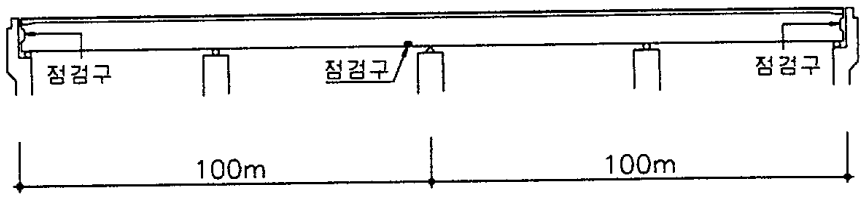
◦ 교량의 연속 경간장에 따라 설치개수는 증감

◦ 연장별 적용(예) : 경간장 50m 기준

연장 (경간수)	점검구 설치개수			비 고
	교대부 (측면 점검구)	교각부 (하면 점검구)	계	
100m (2)	2	-	2	
150m (3)	2	-	2	
200m (4)	2	1	3	100+100m
250m (5)	2	1	3	100+150m
300m (6)	2	1	3	150+150m
350m (7)	2	2	4	100+150+100m
400m (8)	2	2	4	150+100+150m

※ 400m 보다 긴 경우는 400m 이하 적용사례 준용

◦ 점검구 설치도(예) : 연장 200m 인 경우



4. 검토결론

◦강 BOX GIRDER교의 유지관리 효율성을 증대하기 위하여 교각부에 내부 점검시설 설치

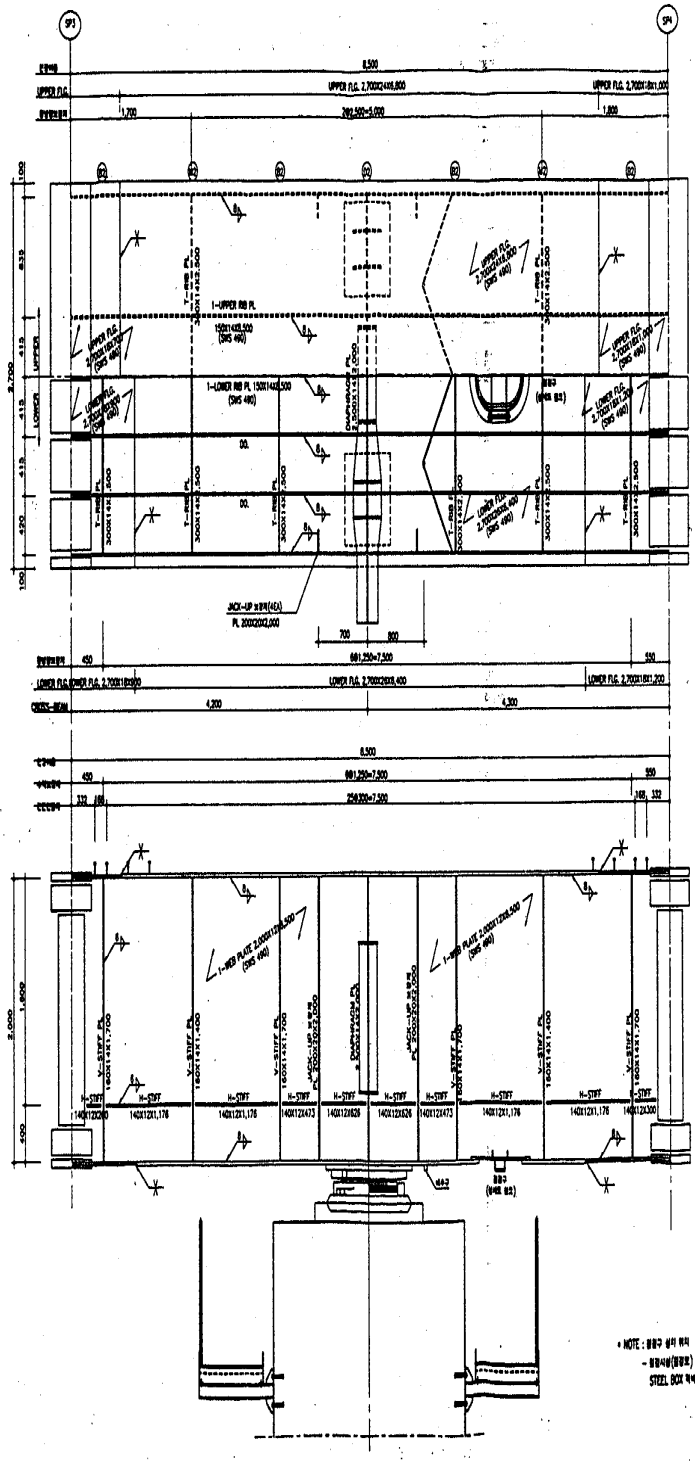
- 신축이음장치가 있는 교각부는 BOX GIRDER 측면에 점검구 설치
- 신축이음장치가 없는 교각부는 BOX GIRDER 하부에 점검구 설치

◦점검시설의 일관성 및 타당성을 확보하기 위하여 점검시설 규격기준을 확립하여 적용

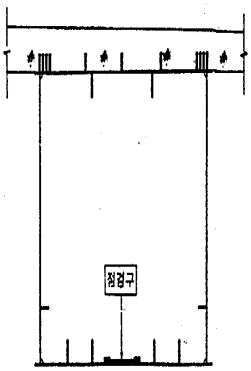
- 신축이음장치가 있는 교각부 : 최소 400×800 mm
- 신축이음장치가 없는 교각부 : 400×600 mm

※ 점검 및 유지관리상 필요시 구조적으로 문제 없는 범위내에서 규격확대 조정가능

강상형 상세도(예)



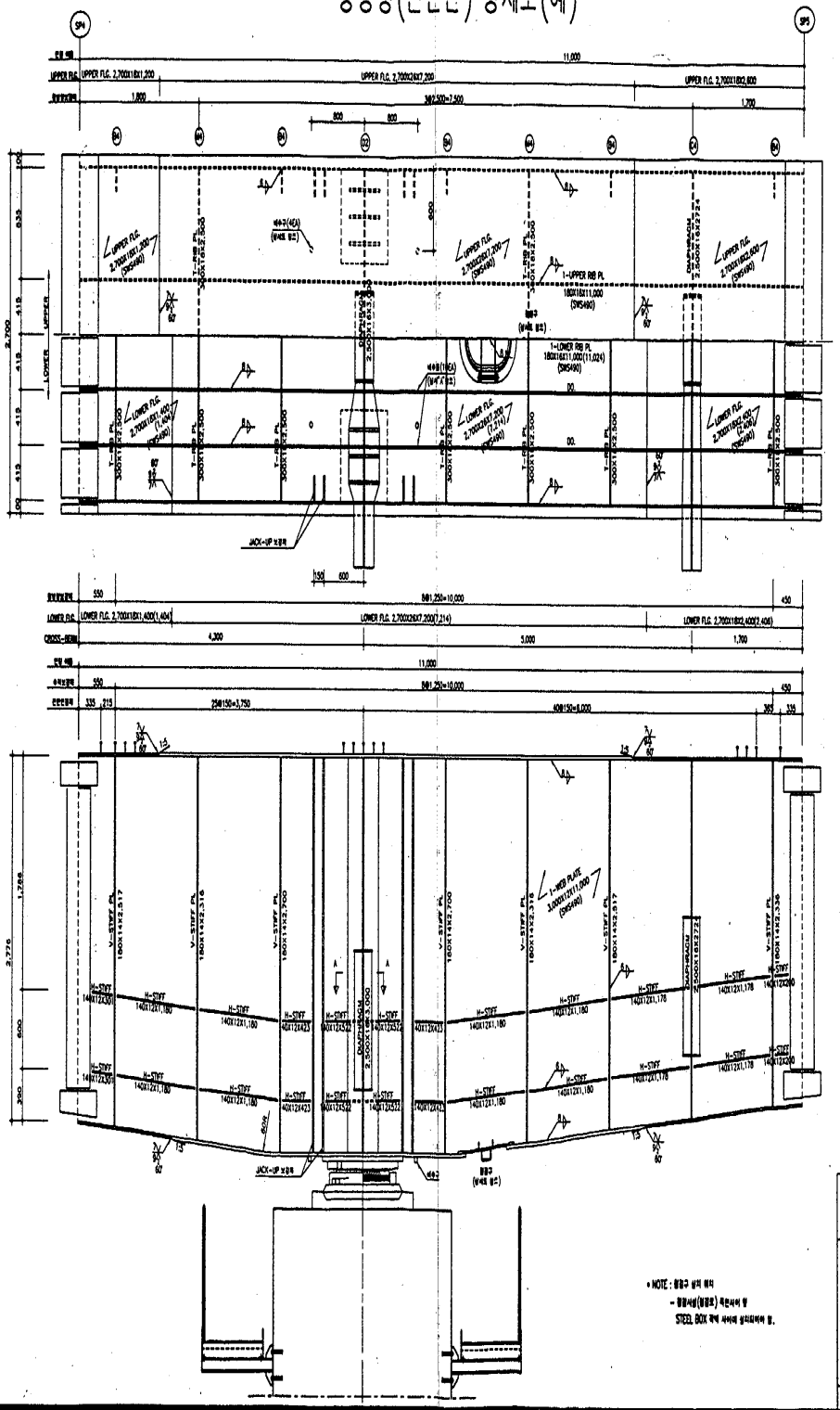
점검구 설치 단면도



* NOTE : 점검구 설치 위치
- 점검시에(점검로) 작업시에 및
STEEL BOX 작업 시에에 설치되어야 함.

한국도로공사 KOREA HIGHWAY CORPORATION		
도면명	강상형 상세도(예)	
설계담당자		
계산담당자		
작성자		
축척		도면번호

강상형(변단면) 상세도(예)



• NOTE : 횡방향 보의 위치
- 형식세부(형합로) 적도서에 부
STEEL BOX 격벽 세부의 설치위치에 함.

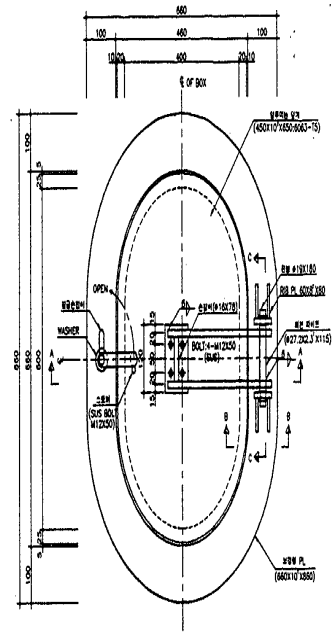
도면명	강상형(변단면) 상세도(예)
설계책임자	
설계부책임자	
작성자	
축척	도면번호

한국도로공사 KOREA HIGHWAY CORPORATION

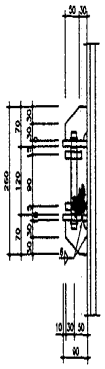
점검구 상세도(예)

(400X600 타원형)

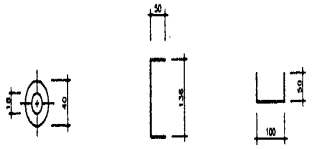
평 면 도



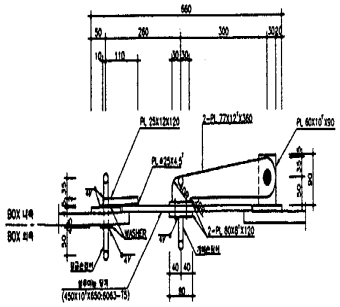
단면 C-C



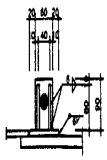
WASHER (THK:4.5m/m)　　원형손잡이(ø16X236)　　거꾸손잡이(ø16X200)



단면 A-A



단면 B-B



한국도로공사 KOREA HIGHWAY CORPORATION		
도 면 명	점검구 상세도(예) (400X600 타원형)	
설계	본사설계담당자	
	계설계책임자	
검토	심 우 지	
승 인		도면번호

7-40 교량 신축이음장치 누수방지방안 검토

방 침
설 계 삼 16210-522 ('97. 10. 18)

1. 목 적

교량 신축이음장치 자체의 방수성 검증과 난간·중분대 연결부에서의 누수 방지방안 및 설치조건에 따른 최적기준을 검토하여, 누수에 취약한 신축이음장치부를 개선코자함.

2. 현행 적용기준

가. 시방기준

ㅇ 도로교 표준시방서 규정

ㅇ 5. 2. 1 일반사항
신축이음은 개방식 신축이음, 밀폐식 혹은 방수신축이음, 강재 보호장치의 신축이음, 이러한 특성들이 결합된 신축이음, 압축 봉함 신축이음, 교량바닥 신축이음 조립체 등을 포함한다.
모든 **신축이음 봉함재**는 신축이음장치로부터 **이물질과 물의 침투를 방지**하여야 한다.

ㅇ 5. 2. 3 재료
고무외의 다른 재료는 75년 이상의 사용수명을 가지고 있어야 한다. 신축이음 봉함재에 사용되는 고무와 물받이는 25년이상의 사용수명을 가져야 한다.

ㅇ 5. 2. 5.1 설치중 일반사항
설치 후 그리고 **최종 승인전**에 바닥 신축이음은 기술자의 입회하에 **신축이음을 통한 누수여부 시험을 실시**하여야 한다.

(발췌분)

나. 고속도로 설계 적용기준

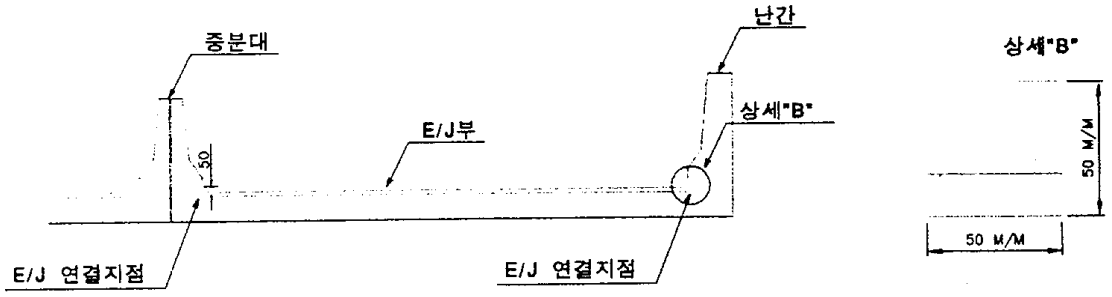
■ 신축 유간별 적용기준

종 류	사 용 구 간
RUBBER JOINT	총 신축량이 100m/m 이하인 곳
WATERTIGHT JOINT	총 신축량이 100m/m 이상인 곳

■ 누수방지대책 기준

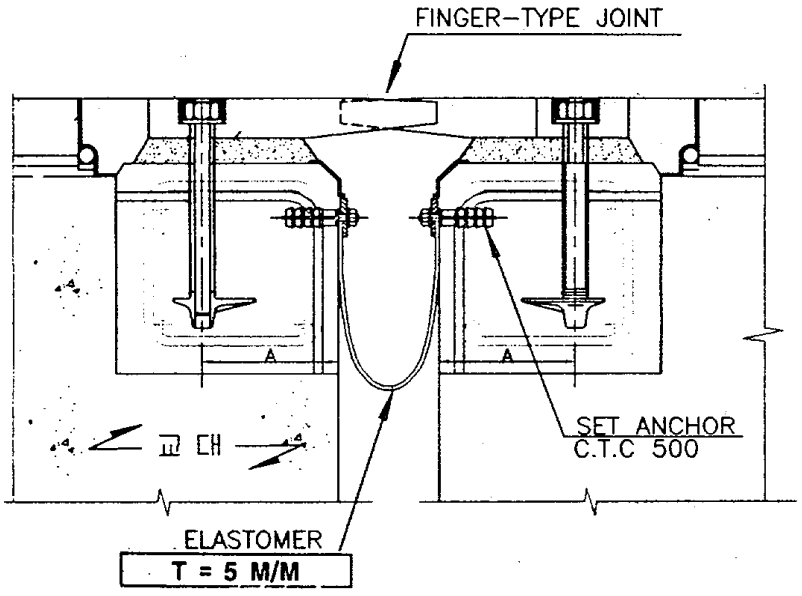
o 신축이음 장치 단부 (난간, 중분대 방호벽 설치부)

- 신축이음장치를 50M/M 수직으로 꺾어올리도록 규정



o 신축이음장치 자체의 누수방지 기준

- 방수 성능이 없는 Finger형의 경우 : 물받이 설치 (표준도 참조)



- 기타 형식 : 규정없음

3. 문제점

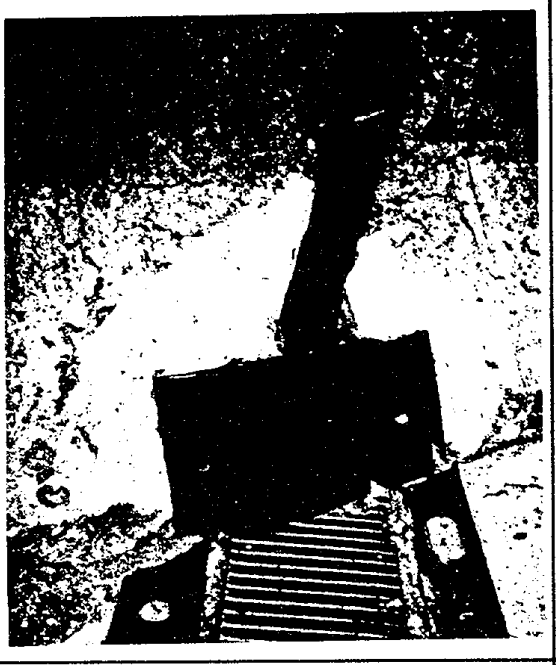
가. 신축장 100M/M이하의 교량에 적용하는 고무판형식 신축이음 장치의 경우 1.0~1.8M 규격품을 연결 사용토록 되어 있어, 이음부에서 누수 발생우려

※ 일부노선(내서~냉정,전주~함양,천안~논산등)은 전 교량에 물받이 설계도입 하였으나 시공 및 유지관리에 어려움이 있음.

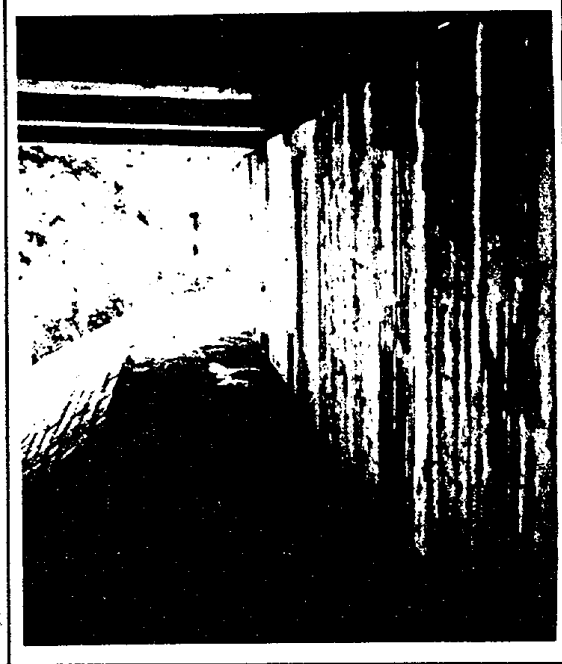
나. 고무판형식중 고무판을 볼트로 조여 고정토록 되어 있는 제품의 경우, 차량 충격으로 접착부에서 누수 우려

다. 난간부는 신축이음장치 단부 50M/M를 수직으로 꺾어올려 설치토록 되어 있으나, 절단하여 올려 놓는 형태로 시공하여 설치효과 없음.

라. 강우 및 차량바퀴에 의한 물튀김으로 콘크리트 난간부 누수 가중



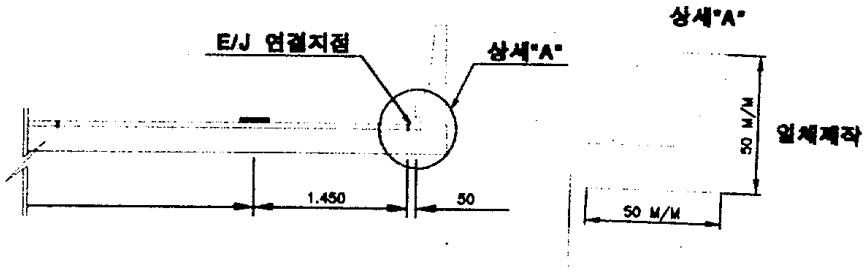
신축이음장치 단부

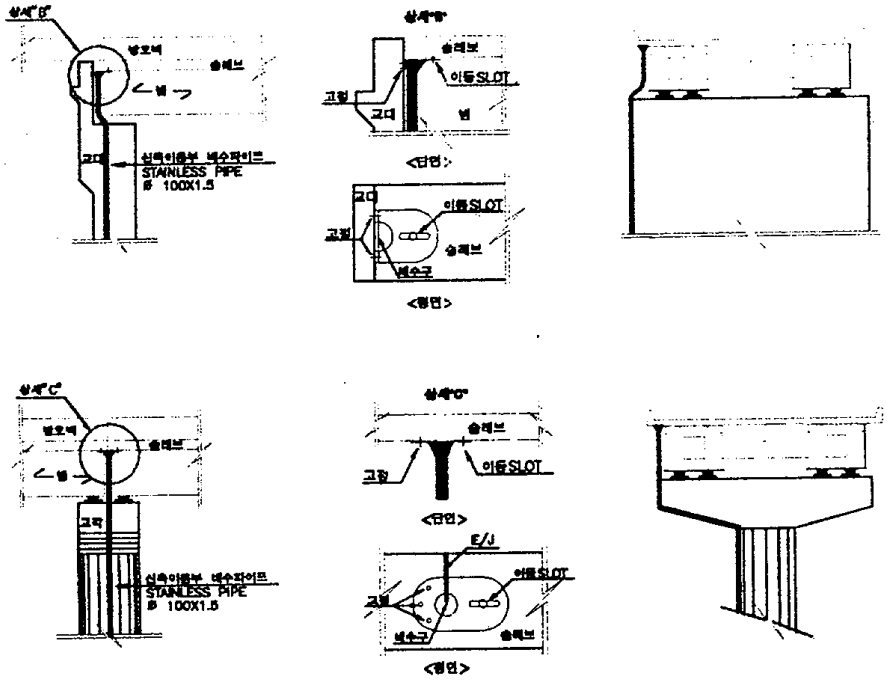


신축이음장치 연결부 누수

4. 개선방안 검토

가. 신축이음장치 난간부 처리방안(고무제품)

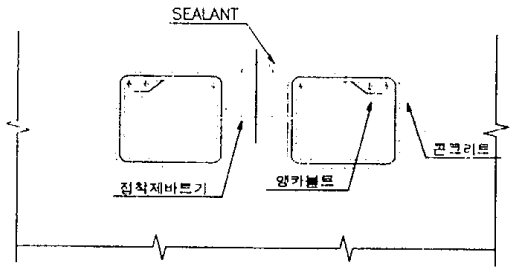
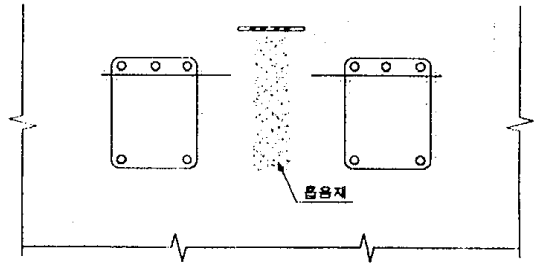
구 분	제 1 안
개 요	o 난간단부 일체식으로 제작설치
내 용	 o 근거 : 도로교 표준시방서 5.2.4 규정 - 특별한 연결부분에서의 분기점은 일체로 성형되어야 한다.
장·단점	o 단부제품 제작용이 및 시공간단 o 교좌면으로 누수 근원적 방지 o 신축이음장치 설치부 길어깨 및 중분대측 오물퇴적 o 사교의 경우 난간 단부 일체식제작 불가로 사교적용 가능제품 선정필요
설 치 비	-

제 2 안	비 고
신축이음장치 단부 스라브 하단에 물받이 및 Joint 배수 파이프 설치	
	
길어깨 및 중분대 측대 오물배출 용이 유간이 좁아 Joint 배수파이프 설치 곤란, 특히 교대 파라펫트부 설치가 어려움 설치비 추가소요 지속적인 유지관리 필요	
21,000원/M	

나. 신축이음장치 고무제품 자체의 누수 방지방안

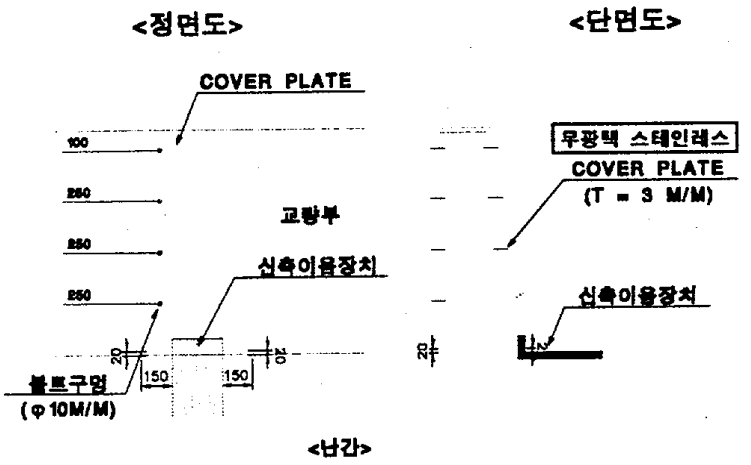
- o 가장 완벽한 누수방지 방안은 물받이 설치방법이나 시공 불가능
- o 방수성능이 우수한 제품사용 유도

방수 성능 비교

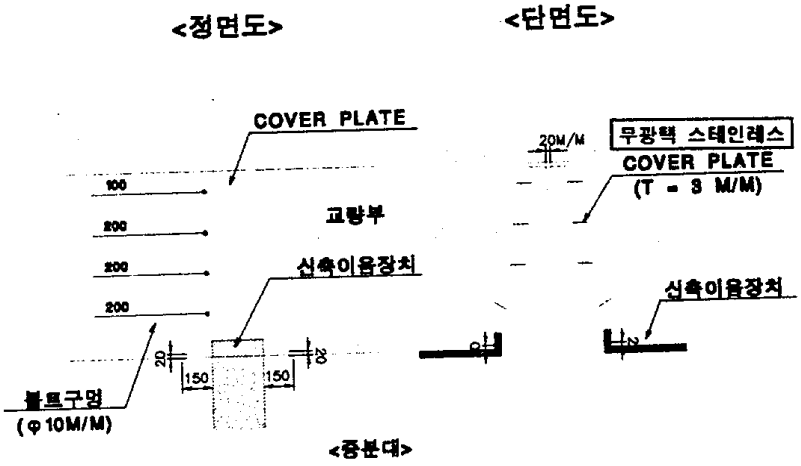
구 분	고무판 삽입형	일체시공형
단 면 도		
검 토	· 규격품으로서 신축이음장치 연결부는 물론 고무판과 후타 콘크리트사이에서 누수발생 우려	· 규격제품 연결부를 볼트로 고정토록 되어 있어 고무판 삽입형 제품에 비하여 방수효과 우수 · 일체시공으로 고무판과 후타콘크리트 사이의 공극 발생 적음
검토의견	고무판 하부로 누수가 예상되는 고무판 삽입형 제품보다는 일체시공형이 방수성이 좀더 우수함.	

다. 교량신축이음장치와 연결되는 난간, 중분대 처리

o 덮개(cover plate) 설치



<난간>



<중분대>

- 기대효과 : 미관개선, 완전방수 유도

※ 기시행 덮개 설치노선

: 서울외곽순환고속도로(산본~퇴계원)

5. 결 론

가. 적용기준

- ㅇ 고무판형식 신축이음장치는 방수효과가 보다 우수한 일체시공형 제품 사용
- ㅇ 교량신축이음장치 물받이는 Finger형에 한하여 설치
- ㅇ 교량신축이음장치 단부는 일체식 제품으로 시공
- ㅇ 교량 신축이음장치 단부를 일체식으로 시공이 불가능한 사교의 경우 고무제품 사용지양
- ㅇ 교량신축이음장치와 연결되는 난간,중분대부 덮개(cover plate)설치

나. 적 용

- ㅇ 설 계 용 역 : '97년 12월이후 준공대상 용역
- ㅇ 시공중인 현장 : 현장여건을 감안하여 시공

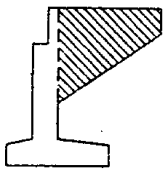
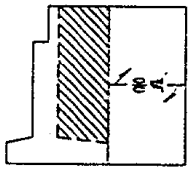
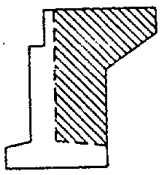
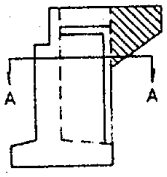
7-41 교대날개벽 설계기준검토

방 침
설 계 삼 16210-567 ('97. 11. 1)

1. 검토 목적

교대 배면토사의 보호를 목적으로 설치되는 교대 날개벽의 형상 및 길이의 적정성을 검토하여 뒷채움재의 침하 및 유실로 인한 교량 접속부의 손상 방지 및 구조물의 안정성확보에 만전을 기하고자 함.

2. 교대 날개벽 형식

구 분	평 행 형	측 벽 형	혼 합 형	BOX보강형
제한장	8m 이하	8m 이하	8m 이하	8m 이상
단면도				

※ 측벽형은 대부분 옹벽과 병행하여 설치함.

3. 제 규정 및 설계기준 검토

구 분	도로교표준시방서 (건설교통부)	도로설계요령 (한국도로공사)	도로설계요령 (일본도로공단)	비 고
하 중 조 건	ㅇ활하중에 의한 재하하중 ㅇ정지토압	ㅇ재하하중 ㅇ주동토압	좌동	
날개벽형식	ㅇ평행형 ㅇ혼합형 ㅇ측벽형	ㅇ혼합형 원칙	좌동	

4. 적 용 현 황

가. 노 선 별

구 분	평 행 형	측 벽 형	측벽형+옹벽	혼 합 형	계
신설노선	- (-)	3개소 (4.05%)	6개소 (8.11%)	45개소 (60.81%)	54개소 (72.97%)
확장노선	8개소 (10.81%)	- (-)	- (-)	12개소 (16.22%)	20개소 (27.03%)
계	8개소 (10.81%)	3개소 (4.05%)	6개소 (8.11%)	57개소 (77.03%)	74개소 (100%)

나. 교대 가설위치별

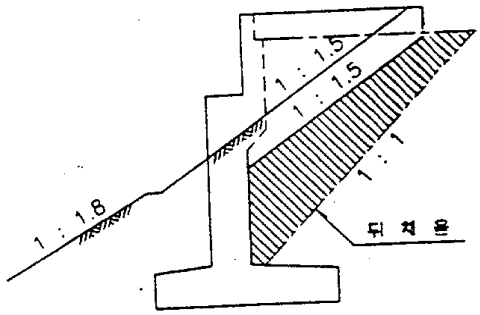
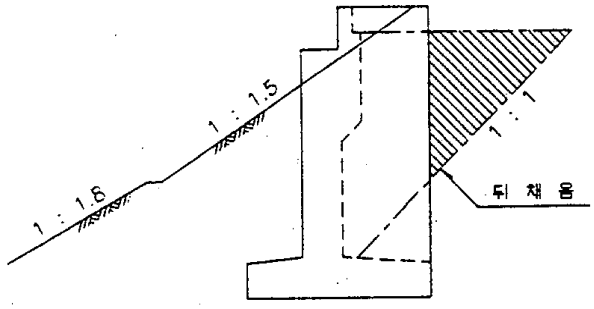
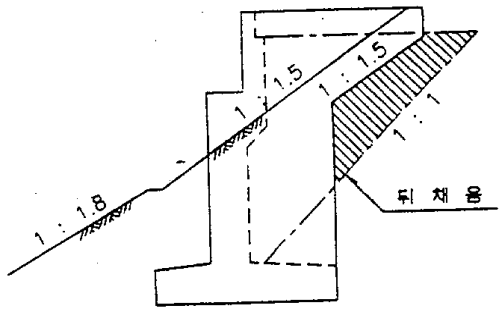
구 분	평 행 형	측 벽 형	측벽형+옹벽	혼 합 형	계
성 토 부	1개소 (1.35%)	- (-)	2개소 (2.70%)	45개소 (60.81%)	48개소 (64.86%)
절 토 부	7개소 (9.46%)	3개소 (4.05%)	4개소 (5.41%)	12개소 (16.22%)	26개소 (35.14%)
계	8개소 (10.81%)	3개소 (4.05%)	6개소 (8.11%)	57개소 (77.03%)	74개소 (100%)

다. 적용현황분석

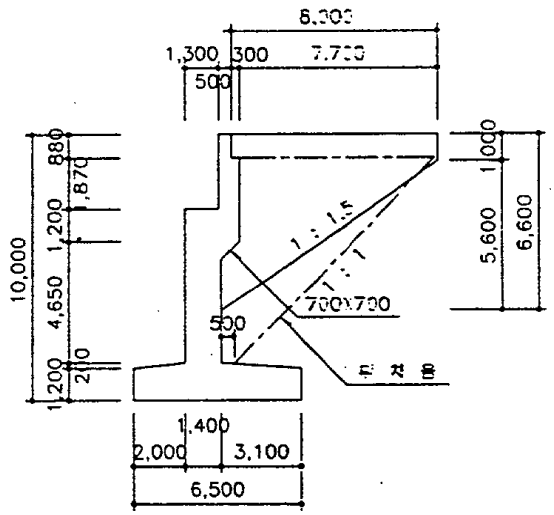
- o 평행형 : 확장 노선 (11 %)
- o 측벽형 : 신설 노선 (12 %)
- o 혼합형 : 확장 및 신설노선 에 적용 (77 %)

5. 문 제 점

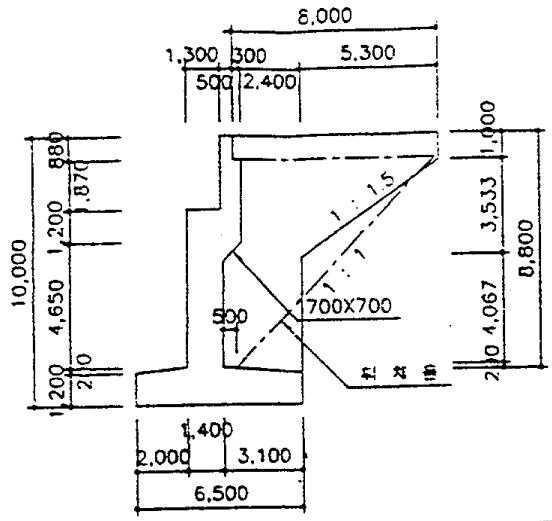
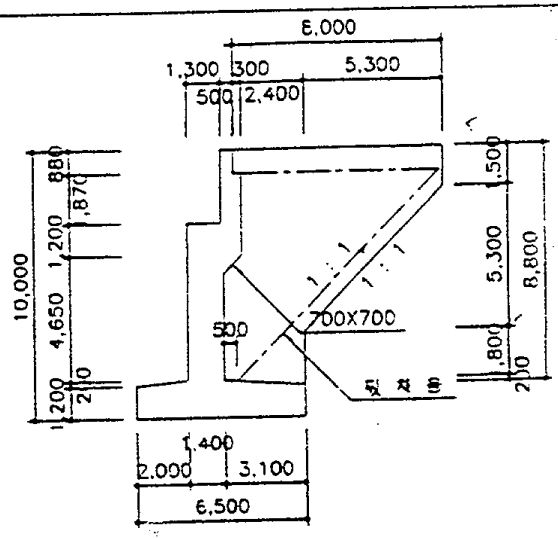
- o 날개벽에 적용하는 설계 토압 적용기준이 정지토압과 주동토압으로 상이
- o 날개벽의 형상 및 면적이 뒷채움재 시공구간보다 작아 뒷채움재의 유실발생 및 시공성 불량
- o 날개벽의 경사구배가 완만하여 날개벽 하부의 토공구간 기계다짐 작업공간이 협소하여 정밀한 시공이 곤란

구 분	단 면 도
평 행 형	
측 벽 형	
혼 합 형	

6. 개선 방안

구 분		현
날 개 벽 형 식		평 행 형
날 개 벽 두 께		60 cm
단 부 토 중 깊 이		1.0 m
단 부 이 격 거 리		50 cm
경 사 구 배		1 : 1.5
단 면 도		
뒷 채 움 면 적		32.092 m^2
날 개 벽 면 적		29.174 m^2 (22.134 m^2)
뒷채움에 대한 날개벽	부족면적	9.484 m^2
	여분면적	0.097 m^2
공 사 비		6,198 천원/개소
장 · 단 점		· 뒷채움재에 비해 날개벽 형상 및 면적이 부족 · 뒷채움재의 장기 침하 및 유실방지에 불리 · 날개벽 하부의 토공 작업공간 협소 · 공사비가 저렴

주 : ( )는 포장면에서 브라켓까지의 면적 A = 8 × 0.88 = 7.04m^2 공제된 것임.

행	개 선 안
혼 합 형	혼 합 형
60 ~ 80 cm	60 ~ 80 cm
1.0 m	1.5 m
50 cm	50 cm
1 : 1.5	1 : 1
	
32.092 m^2	32.092 m^2
38.886 m^2 (31.846 m^2)	46.219 m^2 (39.179 m^2)
3.370 m^2	-
3.695 m^2	7.658 m^2
8.281 천원/개소	9.303 천원/개소
뒷채움재에 비해 날개벽 형상 및 면적이 다소 부족 뒤채움의 장기 침하 및 유실방지에 다소 불리 날개벽 하부의 토공 작업공간 다소 협소 공사비가 다소 고가	· 뒷채움재 유실없이 작업가능토록 날개벽 형상 및 면적이 충분히 확보 · 뒤채움의 장기 침하 및 유실방지에 유리 (침하를 고려하여 약 77cm 정도 확보) · 날개벽 하부의 토공 작업공간 확보에 다소 유리 · 공사비가 고가(증 1.022 천원 / 개소)

7. 검토 결론

가. 검토 의견

ㅇ 설계시 교대 날개벽에 적용하는 토압은 교대 뒷채움재의 전압 등으로 인한 날개벽 접속부의 균열 발생을 감안하여 안전측인 도로교 표준시방서 규정의 정지 토압 적용

ㅇ교대 뒷채움부의 유실방지와 시공성을 감안하여

- 날개벽 형식 선정
  - 날개벽 길이가 8m이하 : 혼합형
  - 날개벽의 길이가 8m를 넘는 경우 : 측벽형 + 옹벽
  - 앞성토로 인해 토지이용에 영향을 받는 경우 : 측벽형 + 옹벽
- 혼합형 날개벽 하단부 구배 : 날개벽 뒷채움 구배와 동일하게 1 : 1.5 → 1 : 1로 변경

나. 적용방안

ㅇ'97. 1 이후 발주 용역부터 적용

ㅇ교대의 높이가 높아(H= 10M초과) 날개벽 길이가 8M를 넘는 경우 측벽형+옹벽으로 하되 지형여건상 옹벽설치로 인해 터파기가 과대하고 비경제적인 경우 뒷채움부의 유실방지를 위한 토공계획을 세워 날개벽 구배를 당초 1:1.5 를 적용할 수 있다

7-42 교량 교면방수 적용기준 개선

방 침
설 계 심 16210-616 ('97. 11. 8)

1. 검토목적

교면방수 재료에 대한 특성을 검토, 신설 및 확장공사 구간의 교량 형식에 따른 효율적인 방수공법의 적용기준을 설정하여 우수 침투로 인한 교량상부 슬래브의 철근 부식 및 콘크리트의 열화, 강교 Girder의 부식으로 인한 내구성 저하를 방지코저함.

2. 방수공법 적용현황 및 문제점

가. 방수공법 적용현황

ㅇ 국 내

구 분			적용방수공법			비 고
			침투식	방수막 형식		
				쉬 트	도막식	
고속도로	설 계	일반적	○			
		부분적		○		지중라멘교, PC.교량
	시 공	일반적	○			
		부분적		○		
	유지관리	일반적	○	○		'95실용화 연구결과따라 쉬트적용
		부분적			○	경부선 금강1교외 7개교량
서 울 시	일반적				○	
	성수대교			○	○	
국도	일 반 적		○			
	부 분 적				○	여주, 양평, 용담,강화대교 등

o 외 국

국 가	적 용 공 법 (%)					비 고
	에폭시 피복 철근	방수막 형식		포장계	기 타	
		쉬 트	도 막			
미 국	82	11			7	
일 본		50	47	2	1	

나. 문 제 점

o 방수 공법에 대한 적용기준이 없음

o 일반적으로 사용하는 침투식 방수공법의 경우

- 고강도 콘크리트(설계기준강도 350Kg/Cm2이상)에서 침투깊이 확보곤란
- 거더교 및 빔교에서 활하중에 의한 반복응력으로 균열(헤어크랙) 발생시 방수효과 확보 곤란

o 교량 상부슬래브의 편구배 및 종단구배가 낮은 부분에 방수막과 교면포장사이에 물고임 현상 발생

o 도막식 방수공법 적용을 위한 시방기준이 없음

3. 교면 방수층에 요구되는 기본적 성질

o 불투수성을 가질 것

o 콘크리트 상판 균열에 대한 추종성이 클 것

o 차량제동으로 인한 전단저항성을 가질 것

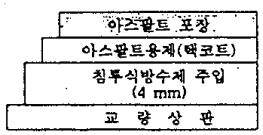
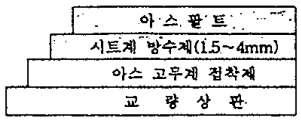
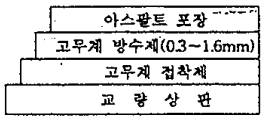
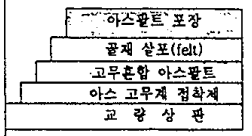
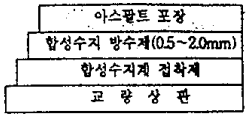
o 교량 상판 및 교면포장재료와 접착성이 우수할 것

o 교면포장시 열팽창에 의한 재질 변화가 없을 것

o 시공이 용이할 것

o 화학적 저항성이 양호할 것

4. 방수재료의 종류 및 적용방안 검토

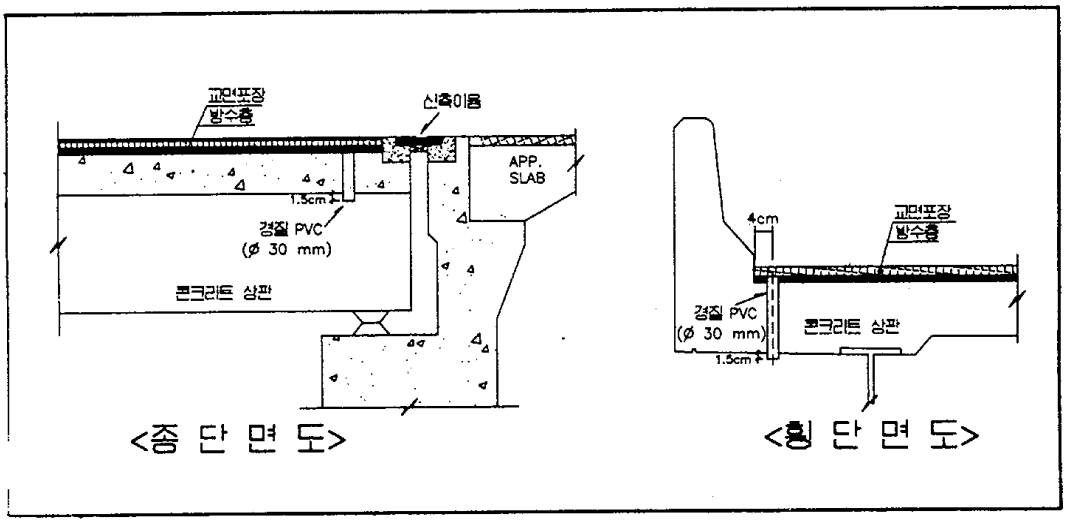
구 분	침 투 식	방수막 형식				비 고
		쉬 트 식	도 막 식			
			합 성 고 무 계	A P 계	합성수지 계	
개 요 도						
공법개요	콘크리트 슬래브 표면의 미세공극에 방수재의 침투로 방수막형성	부직포 또는 직포에 가열 용해한 고무 혼합 AP를 함침 피복시킨 쉬트를 접착용 AP 또는 가열하여 교량슬래브에 접착	고무를 톨루엔 등의 용재에 용해한 액체를 교량슬래브에 도포	주로 AP를 합성고무 등으로 품질을 개선한 고체를 교량슬래브에 가열 용해	열 경화성수지를 혼합하여 교량슬래브에 도포	
장·단점	○ 물과 장기접촉 및 슬래브 크랙발생시 방수효과 발휘 곤란 ○ 시공이 간편 ○ 공사비 저렴 ○ 고강도 콘크리트에서 방수액의 침투가 어렵고, 방수층의 일정 두께 유지곤란	○ 방수성능 우수 ○ 균열에 대한 추종성 양호 ○ 동절기 쉬트의 경화로 인한 파손 및 박리 우려 ○ 시공성 불량 ○ 공사비 고가 ○ 도막두께 일정 ○ 기포 발생시 보수 곤란 ○ 배수구, 신축이음 장치부위 마감처리 곤란	○ 방수성능 우수 ○ 균열에 대한 추종성 양호 ○ 전단저항성 양호 ○ 접착성 양호 ○ 시공성 불량 ○ 공사비 다소 고가 ○ 일정한 도막두께 유지 곤란 ○ 연결부 없는 연속시공이 가능하며 바닥판의 형상과 무관하게 설치 가능 ○ 합성수지계는 국내에 시공실적이 거의없으며, 합성수지계를 사용하는 일본의 경우도 시공실적(1%)이 적음			
경 제 성 (원 / M2)	2,100	28,600 - 30,700	20,600 - 33,500	22,000	49,000	
적용기준	상부슬래브 설계기준 강도가 350Kg/Cm^{2}이하로 공용중 추가 균열발생우려가 적은 교량	○ PC 및 강상판형 교량 ○ 공용중 진동으로 슬래브에 미세균열 발생이 우려되는 거더교 ○ 적설지역에 염화칼슘 살포로 염해물에 의한 상부슬래브의 피해가 우려되는 교량				

* 적설지역 : 최근 5년이상의 최대 적설깊이의 평균이 50Cm이상 지역 또는 이에 준하는 지역(도로의 구조·시설기준에 관한 규정)

5. 교면방수 공법 적용에 따른 보완사항

가. 쉬트방수 및 도막방수 공법적용시 물고임 방지를 위한 배수구 설치

o 종단 구배 및 편구배 하단부에 배수파이프 설치



나. 특별시방서 보완 : 도막식 방수공법 항목 추가(별첨 참조)

6. 검 토 결 론

가. 검 토 의 견

○ 교량 형식별 적용기준

교 량 형 식		방 수 공 법			비 고
		침투식	방수막 형식		
			쉬트식	도막식	
라 멘		○			지중라멘교 제외
슬래브	PSC.		○	○	
	RC.	○			
거 더	STEEL		○	○	
	PSC.		○	○	

○ 방수막 형식중 합성수지계는 경제성이 떨어지고 국내 및 일본의 시공사례를 감안하여 시공성 입증후 적용

○ 적설지역에 설치되는 교량은 제설작업에 따른 염해물에 의한 교량상판의 피해가 우려되므로 방수막 형식의 방수공법 적용

○ 방수막형식의 방수공법을 적용하는 교량에서 종단구배 및 편구배가 낮은 부분의 방수층 상단에 물고임 방지를 위한 배수파이프 설치

○ 도막식 방수 공법 적용을 위한 특별시방서 보완

나. 적용방안

○ 용역 준공 잔여기간 2개월 이내 : 미적용

○ 그 이외의 용역 : 적용

특 별 시 방 서 (안)

■ 도막 방수

1. 적용범위

본 시방은 도막식 방수재료를 사용한 교량의 콘크리트 상판 및 강상판 방수 공사에 필요한 표면 처리 시공 및 품질 관리에 대하여 적용한다.

2. 상판의 표면처리

가. 콘크리트 상판

1) 방수 공사시 콘크리트 상판의 재령이 최소한 2주이상 되어야 하고 상판은 구멍이나 돌출된 부분이 없어야 한다.

2) 방수 작업시 콘크리트 상판면에 레이턴스, 먼지 유지등이 부착되어 있어서는 안 된다.(숏브라스트나 기계기구 사용제거)

3) 강우 직후나 콘크리트 상판이 수분을 함유하여서는 안되며 건조상태의 확인은 육안 관찰이나 참고로 고주파 수분계를 사용할 수 있다.

나. 강상판

1) 방수작업시 먼지, 유지등이 부착되어 있어서는 안 된다.

2) 강수직후에는 강상판면을 충분히 건조시켜야 한다.

3. 상판 표면의 개선

가. 손망치와 끌 사용

나. 회전연마와 공기 압축기, 숏브라스트

다. 유지류는 용제를 침투시킨 걸레 사용

4. 방수층의 시공

가. 공통사항

1) 기상조건

- 기온 5℃이하 상태에서 시공하지 않은 것이 바람직하며 5℃이하에서 시공이 부득이한 경우 적외선 램프 등을 사용하며 콘크리트 상판면을 예열하거나 이동식 방풍 판넬 등을 세워 바람에 의한 온도저하를 방지하는 등 보온에 노력을 기울여야 한다.

- 작업장에 비가 내렸을 경우에 작업을 중지하여야 하며 작업완료 직후의 강우에 의하여 도막에 요철이 생겼을 경우에는 충분히 건조하여 그 위에 추가 도막 작업을 시행하여야 한다.

2) 재료의 보관

- 용제형의 접착제 및 방수재는 인화성이 강하므로 현장 보관시 다량으로 두지 않아야하며 취급시에는 환기에 충분히 주의하여야 한다.

- 또한 냄새가 강하므로 보관장소의 선택에 있어 부근의 환경을 충분히 고려하여야 하며 취급시에는 환기에 충분히 주의하여야 한다.

3) 도막방수재료의 시공조건은 공급제품의 시방사양에 따를 수 있으며 시공전 감리원 또는 감독원의 승인을 받은후 시공하여야 한다.

나. 접착층의 시공

1) 접착제의 도포는 필요한 기계기구를 사용하여 얼룩없이 균일하게 도포할 수 있게 한다.

2) 접착제를 2층이상으로 도포할 경우에는 각 층을 균일하게 도포토록 할 것이며 일반적으로 1층을 교축직각방향으로 2층을 교축방향으로 도포토록 한다.

3) 접착제 시공시 재료가 넘친다든지 고이게 하지 않도록 주의함과 동시에 소요량 이상을 일정한 곳에 도포치 않도록 하며 표준사용량을 넘어서 도포하였을 경우 그 부분을 제거하여 재도포하여야 한다.

4) 2층 이상 도포할 경우에는 1층을 도포후 다음층을 도포할 때까지 30-60분 정도 건조시킨다.

5) 도포된 접착층은 휘발물을 충분히 증발시킬 필요가 있으므로 손상없이 소정시간 양생을 한다.

6) 양생시간은 아스팔트계, 고무계는 20℃에서 1시간 정도, 5℃에서 2시간 정도를 표준으로 하며 접착제의 종류, 기온, 바람, 지촉 건조시간등을 고려하여 결정한다.

7) 양생중에 강우가 있을 경우 수분을 충분히 제거하는 동시에 오물이 부착하지 않도록 주의할 것

8) 역청 고무계 접착제의 경우 2층째 시공후 12시간 양생하며 양생후 오랜 기간 방치하는 것은 접착층 그 자체에 문제가 없으나, 공사차량의 통행 등으로 손상, 접착성이 저해될 우려가 있으므로 피하는 것이 좋다.

9) 경화성 아스팔드계 접착제는 차량의 주행이 가능한 상태까지 양생하나, 그 시간은 지촉 경화 시간을 초과해서는 안된다. 지촉 경화시간은 기온에 따라 주의하여야 하며 10~60℃사이에 온도-지촉 경화시간 곡선에 의하여 시공시기의 기온에 있어 지촉 경화시간을 확인해 두어야 한다. 또한, 현장에 있어서 도포면에 혼합물 온도보다 20℃ 낮은 온도로 가열한 유리봉을 접촉시켜봐서 경화 상태를 확인하는 것이 바람직하다.

다. 방수층의 시공

1) 방수재의 도포는 필요한 기계기구를 이용하여 고르지 못한 부플움이 생기지 않도록 균일하게 시공하여야 하며 교면 포장 재료에 의하여 손상 받지 않는 제품을 사용하여야 한다.

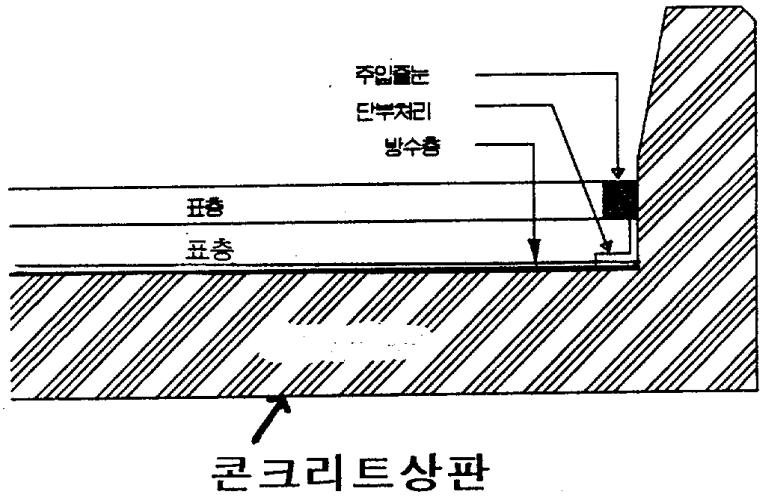
2) 중복 도포하는 방수재는 교축 직각방향, 교축방향의 순서대로 도포하고 방향을 바꾸어 중복 도포토록 한다. 이 경우 도포한 것끼리 부착을 위하여 충분한 시간을 가지고 단계적으로 도포할 필요가 있다.

3) 부풀음이 발생하여 볼록하게 보이는 장소는 그 부분을 손상치 않도록 공기를 유출시켜야 한다.

4) 방수재는 포설 작업까지 손상되지 않도록 충분히 주의하여 양생하여야 하며 양생중 방수재 위를 차량 주행, 중량물 재하, 기름에 의해 손상되지 않도록 하여야 한다.

5) 각 층의 양생시간을 사용하는 방수재료에 따라 다르지만 일반적으로 가열형 방수재는 양생시간이 짧고 용제형의 경우 도포후 확실한 부착을 위해 충분히 양생할 필요가 있으며 양생시간은 20℃ 상태에서 4~48시간 정도이다.

6) 배수구 부분 신축이음부 보차도 경계부 등의 단부는 아래 그림과 같이 방수층을 치켜 올려 도포한다.



5. 품질 기준

가. 합성고무 도막계 방수재

항 목	표 준 치	시 험 방 향
작 업 성	포장작업에 지장이 없을 것	JIS K5400
지속 건조시간(20℃)	6시간 이내	JIS K5400
불 휘 발 성(%)	30 이상	JIS K6839
인장강도(20℃, kg/cm)	15 이상	JIS K6839
최대 하중시신장율(%)	450 이상	JIS K6021
내 굴 곡 선(-10℃)	직경 10mm의 심봉에 절속시 견디는것	JIS K5400
내 알 카 리 성(20℃)	포화 $Ca(OH)_2$ 용액에 15일간 침수시 이상없을것	JIS K5400
내 염 수 성(20℃)	3% 식염수에 15일간 침수시 이상이없는것	JIS K5400

나. 아스팔트 도막계 방수재

항 목	표 준 치	시 험 방 법
작 업 성	포장작업에 지장이 없을것	JIS K5400
지속건조시간(20℃)	6시간이내	JIS K5400
불 휘 발 성(%)	30 이상	JIS K6839
인장강도(20℃, kg/cm)	15 이상	JIS K6839
최대 하중시 신장율 (%)	450 이상	JIS K6021
내 굴 곡 성(-10℃)	직경 10mm의 심봉에 절속시 견디는것	JIS K5400
내알카리성(20℃)	포화 $Ca(OH)_2$ 용액에 15일간 침수시 이상이 없는것	JIS K5400
내 염 수 성(20℃)	3% 식염수에 15일간 침수시 이상이 없는것	JIS K5400

6. 시험기준 및 공정관리

가. 시험기준

1) 시험종류 및 시험대상 몰드

- 방수성시험 : 콘크리트 상판 및 방수층
- 전도가요성시험 : 강판 및 방수층
- 전단시험 : 콘크리트상판 또는 강판 및 방수층, 아스팔트 혼합율
- 인장접착시험 : 콘크리트상판 또는 강판 및 방수층, 아스팔트 혼합율
- 수침7일후의 인장접착시험 : 콘크리트상판 또는 강판 및 방수층, 아스팔트 혼합율

2) 시험에 사용하는 공시체의 제작 조건

- 강판 : 두께 0.5mm 정도의 냉간압연 강판을 사용하고 방수층을 시공할 면에 사포(빼빠) 280호에 금속광택이 날때까지 균일하게 문지른후 용제를 사용하여 탈지

- 콘크리트 : 보통시멘트, 조골재 최대치수 20mm, 슬래브 8cm, 압축강도 300kg/cm2이며 콘크리트 타설면은 나무흙손으로 미장

- 아스팔트 콘크리트 : 밀입도 아스콘(13mm), 다짐은 마샬다짐기 사용

3) 품질기준

시 험 항 목		시험온도 (℃)	규격치	시험방법
방 수 성 시 험		20	감수량 0.5ml 이하	별첨 시험 방법에 의함
저온가요성시험		- 10	방수재의 훼손이 없을 것	
전 단 시 험	강 도	- 10	8 kg/cm^2 이상	
		20	1.5 kg/cm^2 이상	
	변형율	- 10	0.5 % 이상	
		20	1.0 % 이상	
인장접착시험	강 도	- 10	12 kg/cm^{2}이상	
		20	6 kg/cm^2 이상	
수침7일후의 인장접착시험	강 도	20	수침전의 50%이상	

* 상기조건은 에폭시 수지계 방수층에는 적용치 않음

나. 공정관리

종 별	항 목	방 법	횟수 또는 범위
상 판	수 분 량	타설후의 경과일수의 확인 및 육안에 의한 표면의 건조상태 확인	전 면
접착층 및 방수층	도 장 량 도장얼룩 기 포 혼 합	납품서 및 공간이 있는가확인 전면육안 〃 〃	$300m^2$를 초과하지 않는 범위에서 1일1회 실시
단 부 처 리		육 안	전 개 소
배 수 구 부	구 멍 부 배수구단부	육 안	각주위마다

시 험 방 법

1. 방수성 시험

(1) 시험목적

콘크리트 상판방수층으로서의 적부를 조사하기 위함.

(2) 시험조건

1)시험기구 : 콤프렛샤 및 방수성 시험장치

2)시험온도 : 20℃

3)수　　압 : 1kgf/㎠

4)가정시간 : 30분

5)공 시 체 : 20×20×5cm의 콘크리트판 상에 방수층을 시공

6)측정항목 : 감수량

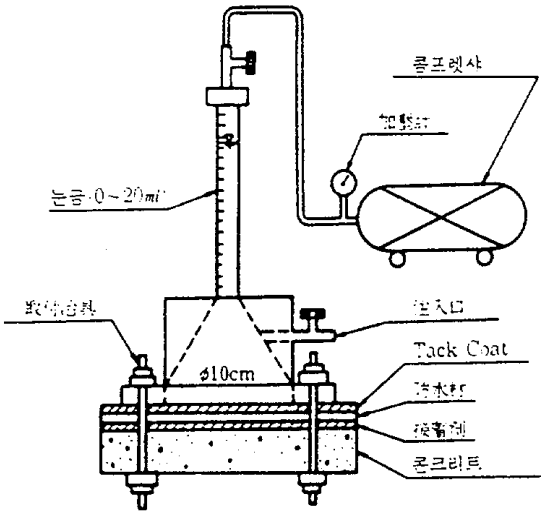
7)측정시간 : 0분, 3분, 33분

8)시험개수 : 2개

(3) 시험방법

공시체에 방수성 시험장치를 부착한 후 주입구에서 물을 넣어 눈금을 읽는다(0분). 따라서 콤프렛샤에서 1kgf/㎠의 압력을 걸어 3분후와 33분후의 눈금을 읽고, 3분에서 33분까지의 3분간의 감수량을 측정한다.

따라서 3분에서 33분까지의 감수량을 비교한 한 이유는 가압초기에는 재료에 물의 흡수 등 감수량이 일정치 않고 0~3분후의 감수량을 측정시간으로서 한 것은 공시체에 방수시험장치의 부착이 나쁠 때, 현저한 감수량의 변화가 있으므로 이것을 체크하기 위함이다. 방수성 시험방법은 그림 1과 같다.



<그림 1.> 방수성 시험방법

2. 저온가요성 시험

(1) 시험목적

콘크리트 상판에 Crack이 생겼을 경우, 저온가요성이 나쁜 방수층은 저온시에 콘크리트상판에 Crack에 추종치못하고, 갈라지는 일이 있으므로 이것을 조사하기 위함.

(2) 시험조건

1)시험기구 : 시험편을 눌러 맞추는 부분의 환봉의 직경이 10㎜ 저온가요성 시험장치 및 저온조

2)시험온도 : -10℃

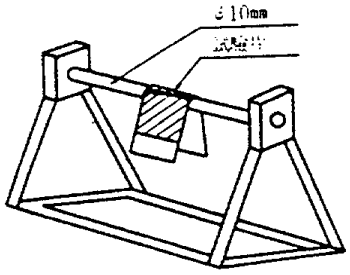
3)시 험 편 : 150×50×0.5㎜의 강판상에 방수층을 시공

4)측정항목 : 강판을 180℃ 절곡시의 방수재의 손상 또는 갈라지는 것의 유무

5)시험개수 : 3개

(3) 시험방법

시험편을 -10℃의 저온조에 4시간이상 양생한 후 속히 그 중앙부를 -10℃로 냉각하여 둔 직경 10㎜의 환봉(만델)에 눌러 대고, 3초 이내에 이것을 감아 되도록 180℃ 절곡하여 방수재의 훼손 또는 금이 간 발생의 유무를 관찰하여 합격여부를 판정한다. 저온가요성 시험방법은 그림2와 같다



<그림 2.> 저온 가요성 시험방법

(4) 합격 불합격의 판정

저온가요성시험에 있어 합격, 불합격은 시험개수 3개중, 2개이상 합격했을 경우를 합격, 그 이외의 경우 불합격으로 한다.

또, 합격여부의 판정기준은 방수재의 상부 또는 tack coat부위가 가늘게 갈라지거나 방수재가 훼손되었을 때

3. 전단시험

(1) 시험목적

방수층을 설치했을 경우 방수층의 전단강도가 낮으며 콘크리트상판이나 아스팔트 포장의 경계면에서 차량에 의해 생기는 전단력에 의해 밀림을 조사하기 위해서 이다.

(2) 시험조건

1)시험기구 : 재하속도와 시험온도를 정확히 콘트롤하는 시험기(인스도론 만능시험기, 항온조등) 및 전단 시험용 기구

2)시험온도 : -10℃, 20℃

3)공 시 체 : 30×30×10cm의 콘크리트 판에 방수층을 시공하여, 그 위에 아스팔트 콘크리트를 5cm 두께로 포설한다. 그로부터 전단시험용 공시체를 10×10×15cm의 치수로 3개를 취한다.

4)측정항목 : 전단강도, 전단변형율, 파괴형태(참고)

5)시험개수 : 3개

(3) 시험방법

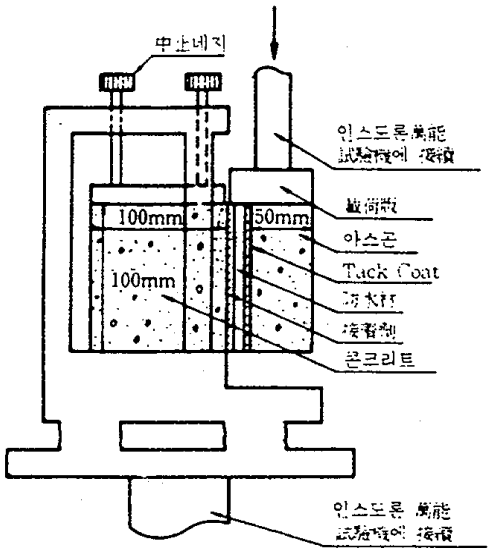
공시체를 시험장치에 부착, 소정의 시험온도에 있어 재하속도 1㎜/min에서 시험한다.

(4) 계산방법

전단시험에 있어 전단강도, 변형율은 아래에 의하여 소수점이하 첫째자리까지 구한다.

$$\text{전단강도(kgf/㎠)} = \frac{\text{전단하중(kgf)}}{\text{전단면적(㎠)}}$$

$$\text{전단변형율(\%)} = \frac{\text{최대하중시에 있어 늘어난 길이(㎜)} \times 100}{\text{공시체의 길이(㎜)}}$$



<그림 3.> 전단 시험방법

4. 인장접착시험

(1) 시험목적

차량통행에 의한 진동이나 충격하중을 받았을 경우 방수층의 접착강도가 낮으면 콘크리트 상판이나 아스팔트 포장과의 경계면에서 탈리 여부를 조사하기 위함.

(2) 시험조건

1)시험기구 : 시험용량 3Ton의 유압접착시험기

2)시험온도 : -10℃, 20℃

3)공 시 체 : 30×30×10cm의 콘크리트판에 방수층을 시공하고 그 위에 아스팔트 콘크리트를 5cm 두께로 포설한다. 이 공시체에 코아컷터로 Ø10cm의 구멍 3곳을 적당한 간격으로, 콘크리트 상판에 도달할 때까지 절삭한다.

4) 측정항목 : 접착강도, 파괴형태(참고)

5) 시험개수 : 3개

(3) 시험방법

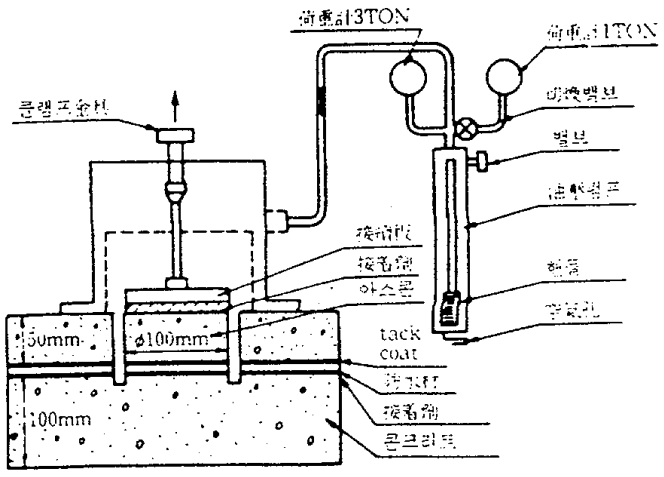
코아컷터로 절취된 부분에 Ø10cm의 강재접착판을 접착제을 써서 접착한다. 접착제가 경화한 후 유압식접착시험기를 사용하여 소정의 시험온도에 있어 재하속도 약 1kgf/㎠/sec로 시험한다.

시험방법을 그림4와 같다.

(4) 계산방법

인장접착시험에 있어 강도는 아래에 의해 정수치까지 구한다.

$$\text{인장접착강도(kgf/㎠)} = \frac{\text{접착하중(kgf)}}{\text{접착면적(㎠)}}$$



<그림 4.> 접착 시험방법

5. 수침 7일 후의 인장접착시험

(1) 시험목적

콘크리트 상판에 물이 침투했을 경우 물의 영향에 의한 접착력의 저하 관계를 조사하기 위함.

(2) 시험조건

1)시험기구 : 시험용량 3Ton의 유압접착시험기 및 수조

2)시험온도 : 20℃

3)수침양생온도 : 20℃

4)수침일수 : 7일간

5)시험항목 : 접착강도, 파괴형태(참조)

6)공 시 체 : 30×30×10cm의 콘크리트판에 방수층을 시공하고 그 위에 아스팔트 콘크리트를 5㎝ 두께로 포설한다. 이 시공체에 코아컷터로 Ø10㎝의 구멍 3곳을 적당한 간격으로 설치하여 콘크리트상판에 도달할때까지 절삭한다.

7)시험개수 : 3개

(3) 시험방법

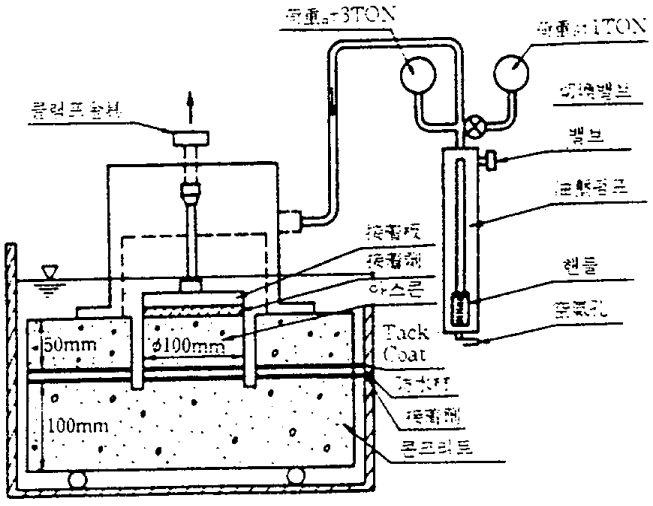
코아컷터로 절취된 부분에 Ø10㎝의 강재접착판(스텐레스제가 좋다)을 접착제(에폭시 수지등)을 써서 접착한다. 이것을 수온 20℃ 수조에 7일간 전면수침시킨 후, 수조에서 꺼내어, 즉시 유압식 접착시험기를 써서, 소정의 시험온도에 있어 재하속도 약1kgf/㎠/sec로 시험한다.

시험방법은 그림5와 같다.

(4) 계산방법

수침 7일 후의 인장접착 시험에 있어 강도는, 아래식에 의해 정수치까지 구한다.

$$\text{인장접착강도비}(\%) = \frac{\text{수침후의 인장접착하중}(\text{kgf/㎠}) \times 100}{\text{수침전의 인장접착강도}(\text{kgf/㎠})}$$



<그림 5.> 수침접착 시험방법

방수공법 단가현황

(단위:원)

구 분		재 질	제 품 명	재료비	노무비	경 비	순 공사비	총 공사비	비고
침투식				816	559	17	1,392	2,088	
쉬트식		AP	MORTER-PLAS	7,011	13,269	210	20,490	30,735	한국석유공업
			라비로드 TP400	6,456	9,640	3,000	19,096	28,644	(주) 보왕
			로드시트	6,456	13,134	-	19,590	29,385	중앙방수
도막식	합성고무	크로로프렌	CRO-COAT	9,138 (6,708)	12,601 (9,107)	630 (455)	22,369 (16,270)	33,554 (24,405)	한국석유공업
			크로로프렌	5,210	8,546	-	13,756	20,634	삼원건화
			ESDAIN	6,712	9,105	3,255	19,072	28,608	남창공영
			BRI-COAT	5,296	10,416	112	15,824	23,736	화천개발
	기타고무	무기질탄성	TACKTEX	4,725	6,275	1,100	12,100	18,150	동림텍크
		라텍스고무	COBRA VM-327	7,280	2,942	328	10,550	15,825	기초건설화학
		고무계	PITCHMASTIC	18,404	1,833	4,096	24,333	36,500	영신기공
		"	합성씰	12,086	11,911	2,000	25,997	38,996	중앙방수
		액상고무	SLABCOAT	23,635	21,444	644	45,723	68,585	SHO-BOND
	AP고무	AP고무계	슈프림데크코트	6,996	6,390	1,000	14,386	21,579	삼송마그마

※ ( ) : 강상판

공 종	산 출 내 역	경 비	노 무 비	재 료 비	합 계
6-10-J	방수공 (교면방수-침투식) : M2				
	1. 재료비				
	방 수 제 :				
	(J) : 0.20 <L/M2> * 4000.00 = 800.00				
	소 계 :	0.00	0.00	800.00	800.00
	2. 인건비				
	보통인부 :				
	(L) : 0.016 <인> * 34947.00 = 559.15				
	소 계 :	0.00	559.15	0.00	559.15
	3. 기구 손료				
	인건비의 3 %				
	경 비 : (L) * 0.03 = 16.77				
	소 계 :	16.77	0.00	0.00	16.77
	4. 잡재료비				
	재료비의 2 %				
	재 료 비 : (J) * 0.02 = 16.00				
	소 계 :	0.00	0.00	16.00	16.00
	총 계	16.77	559.15	816.00	1391.92
		17	559	816	1392

7-43 교대 점검시설 설치기준 검토

방 침
설 계 삼 16210-1056 ('97. 12. 2)

1. 검토목적

교량 교대부 점검을 위한 시설인 교량 점검계단의 적정 설치기준을 검토하여 유지관리의 효율성을 도모코자 함.

2. 현행기준

o **교량 점검계단 : 교량 하부조건이 앞채움 성토일 때**

- 연장 30M미만 교량 : 교대(A1,A2)의 상하 양측중 편측에 설치 (2개소/1개교량)
- 연장 30M이상 교량 : 교대(A1,A2)의 상하 양측 모두 설치 (4개소/1개교량)

3. 문제점

o **연장 30M미만 교량의 경우 교량 점검계단을 상하행 편측으로 각 1개소씩 설치토록 되어 있으나, 교량하부 조건상 점검자의 이동이 곤란한 경우 유지관리 소홀 우려**

o **교량 점검계단을 잡석으로 설치토록 설계되어 시공성 및 미관불량**

4. 개선방안

o 교량 점검계단 설치기준

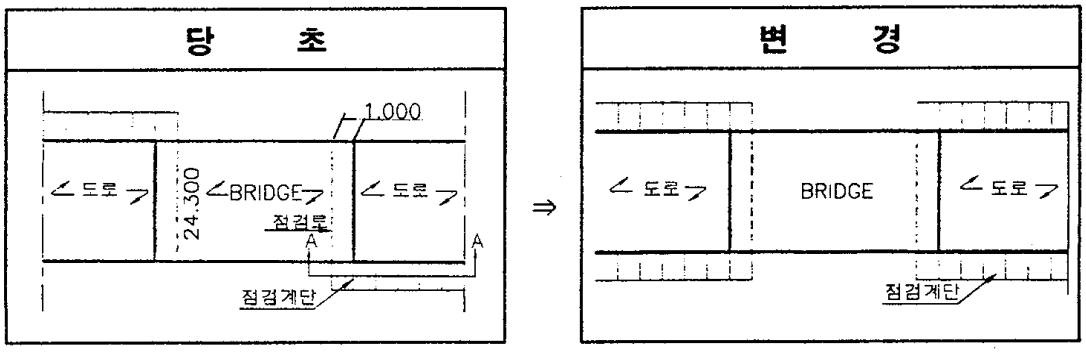
- 연장 30M이상인 교량 : 교대 상하 양측 모두 설치

- 연장 30M미만 교량중 교량 하부로의 이동이 가능한 경우

  : 현행기준적용(교대 상하 양측중 편측설치)

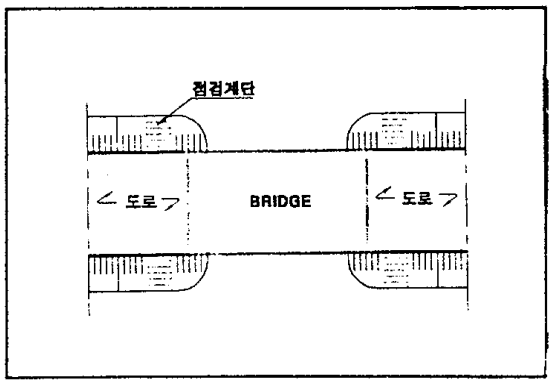
- 연장 30M미만 교량중 교량 하부로의 이동이 곤란한 경우

  : 교대양측에 교량 점검계단 설치

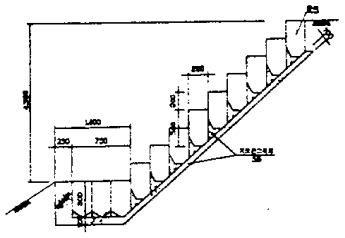


- 교량 점검로 설치교량 : 점검로에 연결 설치

- 교량 점검로 미설치교량 : 법면하단까지 설치



o 교량 점검계단 설치방법

구 분	당 초	변 경	비고
개요도			
재 질	잡 석	Precast Con'c 블록	
장단점	o 미관 불량 o 시공성 불량 o 공사비 고가	o 미관 양호 o 시공성 양호 o 공사비 저렴	
공사비 (천원/개소)	639	405	감 234

5. 검토결론

o 설치기준

- 교량 하부로 이동이 곤란한 경우 교대 양측에 점검계단 설치
- 교량 점검계단을 잡석에서 Precast 콘크리트 블록으로 변경
- 표준도에서 교량 점검계단 삭제

o 적용방안

- 공구별 공정감안 적용

o 기대효과

- 유지관리 편의 제고
- 시공성 및 미관 개선
- 예산절감 : 4.5억원/년간

(당 초)

공 종	산 출 내 역	경 비	노무비	재료비	합 계
3-32A	331A000 점검용 계단(B=1.0M) : 개소				
	1. 깬잡석				
	배수공 BASIC [B215D0000] 참조				
	경 비 : 12.75 <M3> * 1305.00 = 16638.75				
	노무비 : 12.75 <M3> * 14993.00 = 191160.75				
	재료비 : 12.75 <M3> * 288.00 = 3672.00				
	소 계 :	16638.75	191160.75	3672.00	211471.5
	2. 설치비				
	석 공 : 0.22<인> * 6.38<M2> * 70616.00 = 99116.61				
	인 부 : 0.22<인> * 6.38<M2> * 34005.00 = 47729.41				
	소 계 :	0.00	146846.02	0.00	146846.02
	3. 기초 콘크리트(5종 50M/M)				
	배수공 BASIC [B211B0100] 참조				
	경 비 : 0.94 <M3> * 0.00 = 0.00				
	노무비 : 0.94 <M3> * 18412.00 = 17307.28				
	재료비 : 0.94 <M3> * 0.00 = 0.00				
	소 계 :	0.00	17307.28	0.00	17307.28
	4. MORTAR (1:3)				
	배수공 BASIC [B210C0000] 참조				
	경 비 : 0.650 <M2> * 2790.00 = 1813.50				
	노무비 : 0.650 <M2> * 36732.00 = 23875.80				
	재료비 : 0.650 <M2> * 10903.00 = 7086.95				
	소 계 :	1813.50	23875.80	7086.95	32776.25
	5. 거푸집(합판 6회)				
	배수공 BASIC [B212B0300] 참조				
	경 비 : 1.48 <M2> * 0.00 = 0.00				
	노무비 : 1.48 <M2> * 8379.00 = 12400.92				
	재료비 : 1.48 <M2> * 3780.00 = 5594.40				
	소 계 :	0.00	12400.92	5594.40	17995.32
	총 계	18452.25	391590.77	16353.35	426396.37
		18452	391590	16353	426395

(변 경)

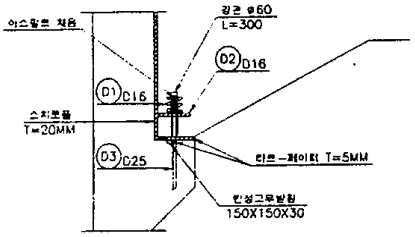
공 종	산 출 내 역	경 비	노무비	재료비	합 계
3-31A	331A000 점검용 계단 : 개소				
	1. PC 블록 (400*300*235)				
	재료비 : 62<EA> * 2250 = 139500.00				
	소 계 :	0.00	0.00	139500.00	139500.00
	2. 설치비				
	조적공 : 0.21<인> * 4.50<M2> * 66437.00 = 62782.96				
	인 부 : 0.20<인> * 4.50<M2> * 35932.00 = 32338.80				
	소 계 :	0.00	95121.76	0.00	95121.76
	3. 기초 콘크리트(5종 50M/M)				
	배수공 BASIC [B211B0100] 참조				
	경 비 : 1.05 <M3> * 0.00 = 0.00				
	노무비 : 1.05 <M3> * 19869.00 = 20862.45				
	재료비 : 1.05 <M3> * 0.00 = 0.00				
	소 계 :	0.00	20862.45	0.00	20862.45
	4. 상단 마무리 몰탈(1:3)				
	배수공 BASIC [B211B0100] 참조				
	경 비 : 0.0086 <M3> * 1871.00 = 16.09				
	노무비 : 0.0086 <M3> * 37840.00 = 325.42				
	재료비 : 0.0086 <M3> * 10733.00 = 92.30				
	소 계 :	16.09	325.42	92.30	433.81
	5. 거푸집(합판 6회)				
	배수공 BASIC [B212B0300] 참조				
	경 비 : 1.16 <M2> * 0.00 = 0.00				
	노무비 : 1.16 <M2> * 9142.00 = 10604.72				
	재료비 : 1.16 <M2> * 3731.00 = 4327.96				
	소 계 :	0.00	10604.72	4327.96	14932.68
	총 계	16.09	126914.35	143920.26	270850.70
		16	126914	143920	270850

부 대 공 (2)

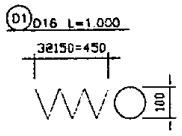
(당초)

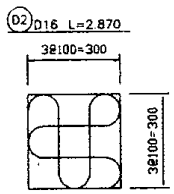
접속슬래브 이음 상세

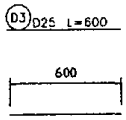
S=1:20



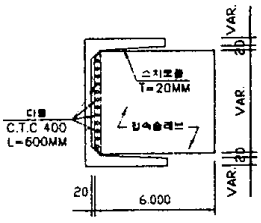
주) 1) 스치로폴(T=20MM)은 M² 수량처리
2) 다웰설치는 개소로 수량처리(설치간격 400MM)
3) 한성고무 받침설치 간격은 400MM







접속슬래브

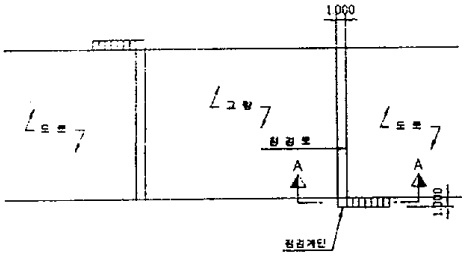


재 료 표

(개소당)

재 료 명	규 격	단 위	수 량	비 고
철 근	SD - 30	KG	8.677	ADD 3%
타르-페이퍼	T = 5MM	M²	0.12	
강 관	ø60MM	M	0.30	
한성고무받침	150X150X30	EA	1	
아스팔트	아스팔트	M³	0.001	

점 검 용 계 단

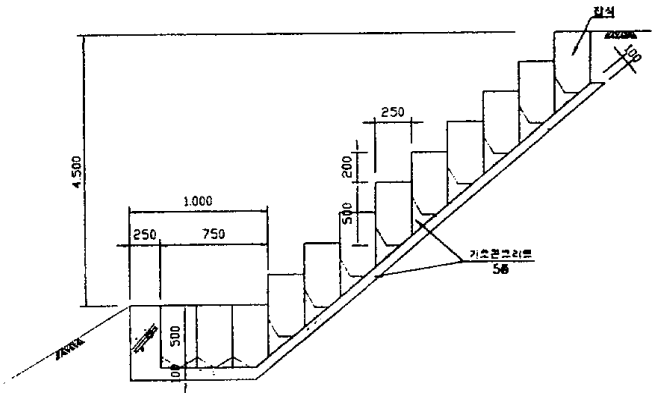


재 료 표

(개소당)

품 명	단 위	수 량	수 량
잡 석	M³	29.0	
기초콘크리트	M³	6.759	5 종
기초거푸집	M²	15.640	일반 6회

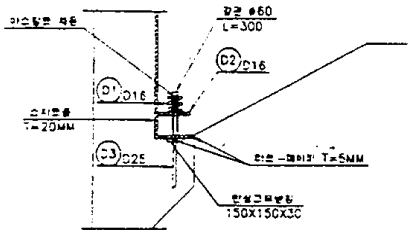
단 면 A - A



한국도로공사 KOREA HIGHWAY CORPORATION	표 준 도 TYPICAL DRAWING	도면명	부 대 공 (2)	설계자		작성일	1996. 12	도면번호
				확인자		축 척		3. 141

부 대 공 (2) (변경)

접속슬래브 이음 상세
S=1:20



주) 1) 슬치보강(T=20MM)은 ㎡ 수량처리
2) 이음설치는 개소로 수량처리(설치간격 400MM)
3) 콘크리트 방호설치 간격은 400MM

재 료 표

(개소당)

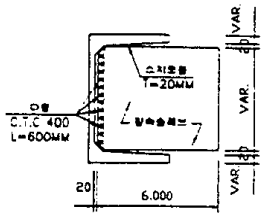
재 료 명	규 격	단 위	수 량	비 고
철 근	SD - 30	KG	8.677	ADD 3%
강판 -메이지	T = 5MM	㎡	0.12	
철 근	ø60MM	M	0.30	
콘크리트방호	150X150X30	EA	1	
재 료 계	아스팔트	㎡	0.001	

D1 D16 L=1,000
3@150=450
100

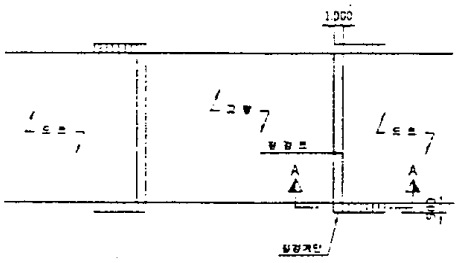
D2 D16 L=2,870
3@100=300
3@100=300

D3 D25 L=600
600

접속슬래브



접 합 요 령 도



주) 그림 접합부는 자동용 PRECAST CONC BLOCK

한국도로공사 KOREA HIGHWAY CORPORATION	도 준 드 TYPICAL DRAWING	부 대 공 (2)	설 계 자		최 성 일	1996. 12	도면번호
			확 인 자		욱 희		3. 141

7-44 PREFLEX BEAM 표준도 검토

방 침
설 계 삼 16210-883 ('97. 12. 13)

1. 검 토 목 적

도로교 표준시방서(1996년)의 개정 및 강도로교 상세부 설계지침(1997년) 제정 등에 따른 PREFLEX-BEAM 표준도의 적정성을 검토하여 제 기준에 부합되도록 표준도를 개정코자 함.

2. 표준도 검토 대상

- 빔간격 : 2.5M

  L = 30M, 35M, 40M, 45M

- 빔간격 : 2.7M

  L = 30M, 35M, 40M, 45M

3. 문 제 점

- 96년도 도로교 표준시방서의 개정됨에 따른 적용기준 변경
- 97년도 제정된 강도로교 상세부 설계 지침에 따른 용접 상세 내용 변경
- PREFLEX-BEAM의 제작 단계별 거동 측정 연구 보고서 결과에 따른 LOSS CAMBER량의 조정이 필요
- 하부 플랜지 콘크리트 타설시 철근 및 강재 간섭으로 공극이 발생

4. 검 토 내 용

○ 설 계 기 준

구 분	현 설 계	변 경 안	비 고
교량난간 방호벽	H=890mm	H=1080mm	설이 16210-145 ('95. 6. 19)
콘크리트 탄성계수	$E_c = 15,000\sqrt{\sigma_{ck}}$	$E_c = 10,500\sqrt{\sigma_{ck}} + 70,000$	도.교.시 P.332
합성형의 바닥판 콘크리트허용응력	허용압축응력 ; $\frac{\sigma_{ck}}{3.5} < 100kg/cm^2$	허용압축응력 ; $0.3\sigma_{ck} < 100kg/cm^2$	도.교.시 P.247
	허용인장응력 ; $\frac{\sigma_{ck}}{15} < 25kg/cm^2$	허용인장응력 ; $0.07\sigma_{ck} < 25kg/cm^2$	도.교.시 P.248
PREFLEXION의 LOSS CAMBER	5%	10%	프리플렉스 빔의 제작 단계별 거동측정연구 (국민대학교, '96. 12)

○ 표 준 도

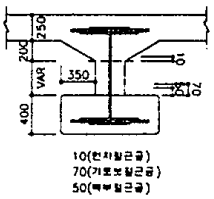
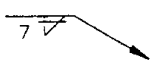
구 분	현 설 계	변 경 안	비 고
철근 이음장	일반철근 B급 이음	상부철근 B급이음	도.교.시 P.358
가로보와 헌치 및 복부 철근공	WEB의 천공위치 기준 상이	WEB의 천공위치 기준 설정	
와이어 매쉬	40×40 (2mm)	80×80 (2.6mm)	하부 FLANGE CON'C 타설시 철근 및 강재 간섭으로 공극발생
용접기호		KS B 0052 용접기호 적용	강도로교 상세부 설계지침

구 분	현 설 계	변 경 안	비 고
스캘럽조정	R = 30mm	R = 40mm	강도로교 상세부 설계지침
지점부 보강재 부근의 용접	스캘럽설치, 필렛용접	보강재모서리를 Chipping, 완전 홈 용접	강도로교 상세부 설계지침
플랜지 단부 용접	온 둘레 용접	끝단을 NO-WELDING 처리	DESIGN OF WELDED STRUCTURES

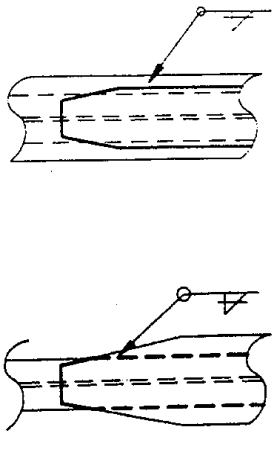
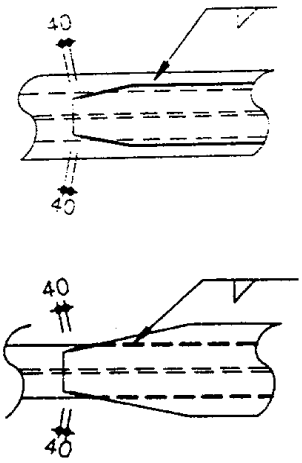
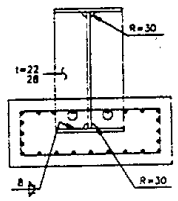
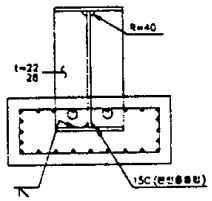
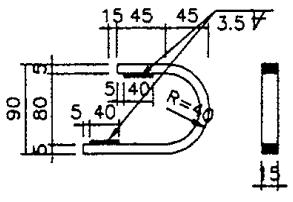
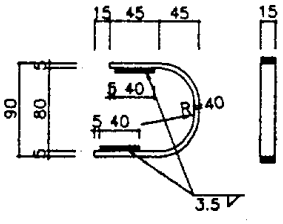
5. 검 토 결 론

- 도로교 표준시방서('96 개정) 및 강도로교 상세부 설계지침('97제정) 규정에 적합하고,
- 프리플랙스 빔의 제작단계별 거동측정 연구결과에 따라 PREFLEXION의 LOSS CAMBER를 5%에서 10%로 변경적용
- 피로저항강도 증대를 위해 플랜지 단부 용접부위를 NO WELDING 처리
- 가로보, 헌치 및 복부철근에 대한 WEB의 천공위치 설정
- 하부 FLANGE 콘크리트 타설시 철근 및 강재간섭으로 인한 공극 발생 방지를 위해 와이어 매쉬 간격을 변경

PREFLEX BEAM 표준도 변경 요약 (1)

항 목	당 초	변 경	비 고
1. 계산서(설계조건)			
1) 방호벽	H = 890mm	H = 1080mm	설이 16210-145 ('95. 6. 19)
2) 아래플랜지 콘크리트 탄성계수	$Ec = 15,000\sqrt{\sigma_{ck}}$ (kg/cm²)	$Ec = 10,500\sqrt{\sigma_{ck}} \div 70,000$ (kg/cm²)	도교.시 P.332
3) 합성형의 바닥판 콘크리트 허용응력	허용압축응력 ; $\frac{\sigma_{ck}}{3.5} < 100kg/cm^2$ 허용인장응력 ; $\frac{\sigma_{ck}}{15} < 25kg/cm^2$	허용압축응력 ; $0.3\sigma_{ck} < 100kg/cm^2$ 허용인장응력 ; $0.07\sigma_{ck} < 25kg/cm^2$	도교.시 P.247 , P.248
4) PREFLEXION의 LOSS CAMBER	5%	10%	프리플렉스 빔의 제작 단계별 거동 측정 연구
2. 표준도			
1) 강재명칭	SS 41	SS 400	도교.시 P.120
2) 가로보 철근공 간격	L = 30M ; 310 L = 35M ; 292 L = 40M ; 292 L = 45M ; 286	L = 30M ; 304 L = 35M ; 286 L = 40M ; 286 L = 45M ; 286	가로보, 헌치 및 복부 철근 천공위치 기준 
3) 헌치 및 복부 철근공 간격	L = 30M ; 260 , 290 L = 35M ; 242 , 272 L = 40M ; 242 , 272 L = 45M ; 236 , 266	L = 30M ; 254 , 284 L = 35M ; 236 , 266 L = 40M ; 236 , 266 L = 45M ; 236 , 266	
4) 용접기호			강도로교 상세부 설계지침 1997 건설교통부 P.212

PREFLEX BEAM 표준도 변경 요약 (2)

항 목	당 초	변 경	비 고
5) 플랜지 단부 용접 방법			끝단을 NO WELDING 처리하여 피로저항 강도 증대 DESIGN OF WELDED STRUCTURES – BY OMER W. BLODGETT.
6) 스캘럽	R = 30mm	R = 40mm	강도로교 상세부 설계지침 P.27
7) 지점부 보강재 부근의 용접			강도로교 상세부 설계지침 P.28
8) 철근 이음장	② H13 L = 324 ④ ⑤ H16 L = 500 ⑥ H25 L = 790	② H13 L = 550 ④ ⑤ H16 L = 690 ⑥ H25 L = 1110	상부철근 B급 이음 (도.교.시 P.358)
9) 와이어 매쉬	750W 40×40 (2mm)	750W 80×80 (2.6mm)	하부플랜지 CON'C 타설시 공극발생으로 간격 변경
10) 전단 연결재 상세			

PREFLEX BEAM 표준도 변경 요약 (3)

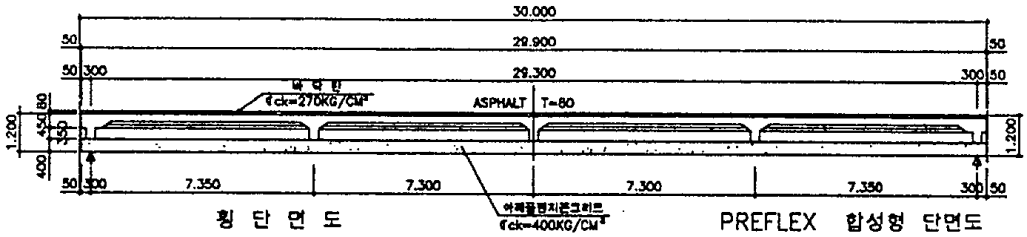
항 목	당 초	변 경	비 고
11) 설계 및 제작하중	도 면 참 조	도 면 참 조	방호벽 높이 및 아래플랜지 콘크리트 탄성계수 변경
12) PREFLEX 일반 재료표 (철근)	L = 30M ; 1.792T / 1.845T L = 35M ; 2.111T / 2.174T L = 40M ; 2.387T / 2.458T L = 45M ; 2.700T / 2.781T (NET / ADD3%)	L = 30M ; 1.861T / 1.916T L = 35M ; 2.158T / 2.222T L = 40M ; 2.474T / 2.548T L = 45M ; 2.797T / 2.881T (NET / ADD3%)	이음장에 따른 수량 변경
13) 솟음도(CAMBER)	도 면 참 조	도 면 참 조	-방호벽 높이 -아래플랜지 콘크리트 탄성계수 변경 -LOSS CAMBER 변경
14) 강재수량	L = 45M (빔간격 2.5M, 2.7M) 39.948T / 43.942T (NET / ADD 10%)	L = 45M (빔간격 2.5M, 2.7M) 39.685T / 43.654T (NET / ADD 10%)	중간보강재 삭제

프 리 플 렉 스 빔

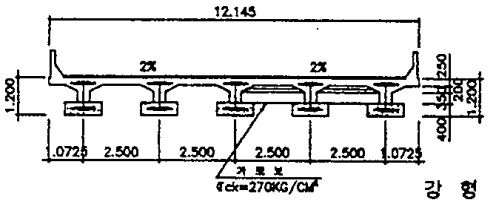
당초

프 리 플 렉 스 빔 L = 30.00M(1)

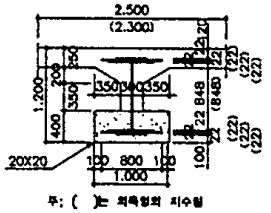
중 단 면 도



횡 단 면 도

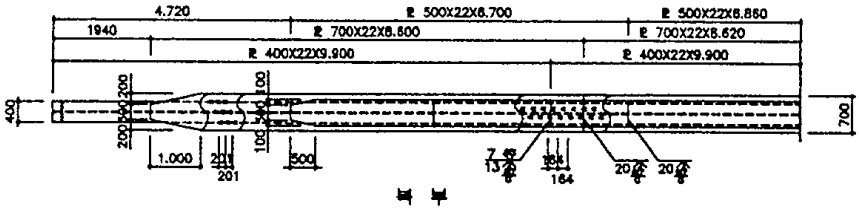


PREFLEX 합성형 단면도

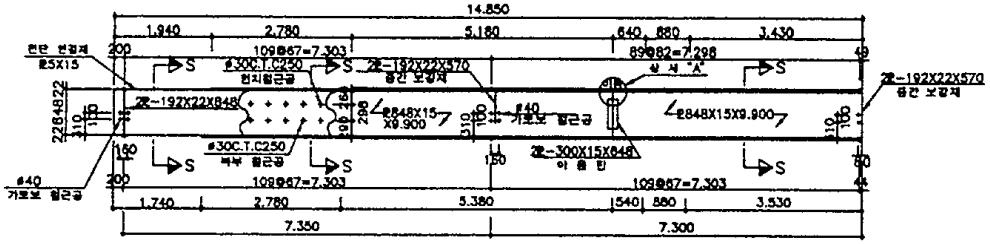


강 형 제 작 도

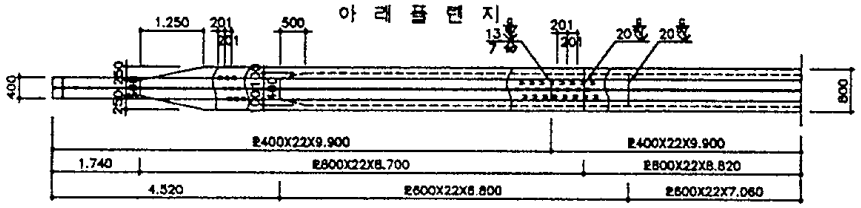
위 플 랜 지



복 부



아 래 플 랜 지



설계 및 제작하중

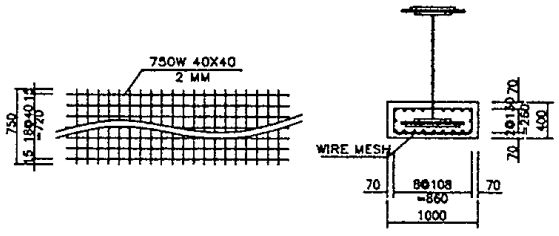
구 분		외력 주행	내력 주행	비 고
설 계 방 법		허용응력 설계법		
설 계 하 중		DB-24,DL-24		
프리플렉션	하 중	130.291 TON	130.291 TON	4 등분점 재하
	모멘트	954.385 T.M	954.385 T.M	"
지점 반력	사하중	78.741 TON	76.422 TON	주형 1 본당
	활하중	36.268 TON	28.479 TON	"

PREFLEX빔 일반자료표

(본 1개당)

구 분	규 격	수 량	비 고
콘크리트	f'ck=400KG/CM²	11.960	
강재거푸집	1.000X400X29.900	5.620	
철 근	SD 40	1.792	1.845 (3% 가산)
강 재	SWS 520 B	18.182	20.000 (10% 가산)
본단면경재	SS 41	836EA	
WIRE MESH	750W40X40X5.000	6 EA	직경2mm

와이어메쉬 상세



< 특 기 사 항 >

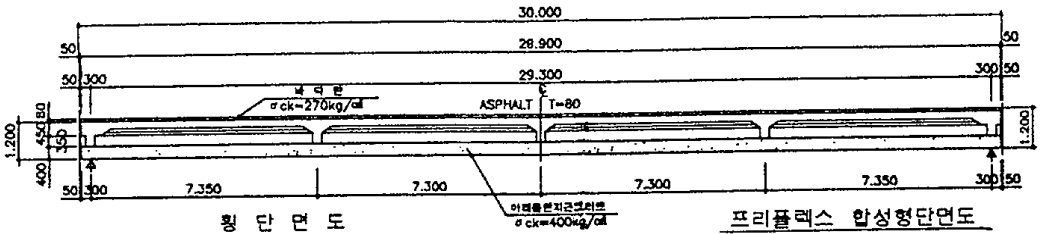
1. 중립시 발생된 잔류응력을 제거하기 위하여 PREFLEXION을 2회에 걸쳐서 시행한다.
2. PREFLEXION 및 RELEASE시 하중재하 및 제거는 5 TON/MIN 정도로 천천히 재하하고 제거한다.
3. CASING CON'C의 양생과정중 발생하는 CREEP , SHRINKAGE , 수화열에 의한 CARCK을 방지하기 위하여 CASING CON'C 타설에 WIRE MESH를 설치한다.

한국도로공사 KOREA HIGHWAY CORPORATION	표 준 도 TYPICAL DRAWING	도면명	프리플렉스빔(1) (L=30.00M,빔간격2.5M)	설계자		작성일	1996. 5	도면번호
				확인자		축 척		3. 11

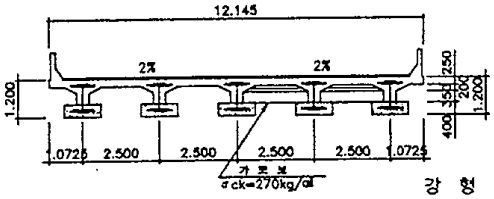
변경

프 리 플 렉 스 빔 L = 30.00M(1)

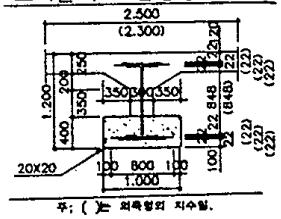
중 단 면 도



횡 단 면 도



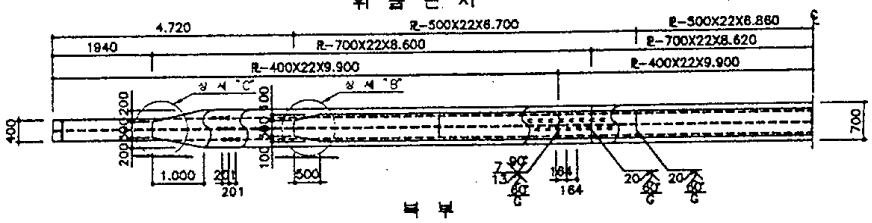
프리플렉스 합성형단면도



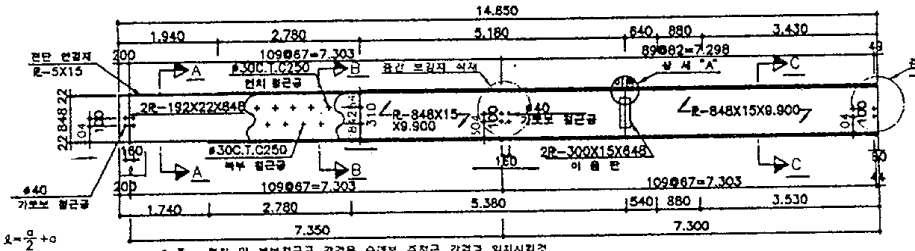
주; ( )는 외측형의 치수임.

강 형 제 작 도

위 플 랜 지



복 부

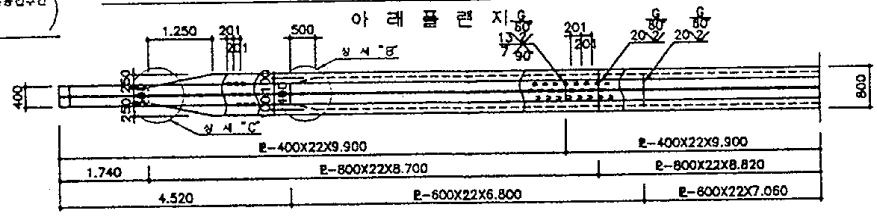


* 주 : 현치 및 복부철근공 간격은 슬래브 주철근 간격과 일치시킬것.

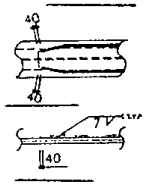
$X = \frac{W}{2} + a$

(W: 단지점부 완전종용접구간
a : 교좌장치 길이)

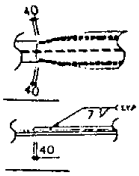
아 래 플 랜 지



상세"B"



상세"C"



설계 및 제작하중

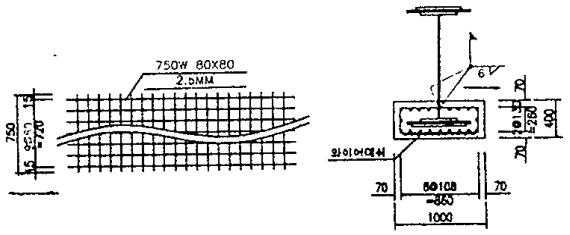
구 분		외측 주형	내측 주형	비 고
설 계 방 법		허용응력 설계법		
설 계 하 중		DB-24,DL-24		
프리플렉션	자 중	135.503 TON	135.503 TON	4 등분점 지점
	모멘트	992.560 TON	992.560 TON	"
지점 반력	사하중	68.749 TON	68.179 TON	주형 1 본당
	활하중	38.579 TON	31.763 TON	"

프리플렉스빔 일반재료표

(형1개당)

구 분	규 격	수 량	비 고
콘크리트	σck=400kg/㎠	11.960 ㎥	
강재거푸집	1,000X400X29,900	54.820 ㎡	
철 근	SD 40	1.861 T	1.916 T (3% 가산)
강 재	SWS 520 B	18.069 T	19.876 T (10% 가산)
콘단변결재	SS 400	836EA	
WIRE MESH	750W80X80X5,000	6 EA	직경2.6mm

와이어메쉬 상세



< 특 기 사 항 >

1. 용접시 발생된 잔류응력을 제거하기위해 PREFLEXION을 2회 걸쳐서 시행한다.
2. PREFLEXION 및 RELEASE시 이용재하 및 제거는 5 TON/MIN 정도로 천천히 재하하고 제거한다.
3. CASING CON'C의 발생과정을 발생하는 CREEP, SHRINKAGE, 수화열에의한 CRACK을 방지하기위하여 CASING CON.C 타설에 WIRE MESH를 설치한다.
4. 사각인 경우 가로보 철근공은 SKEW 각도에 따라 복부 연장한다.
5. 인지점부에서의 완전용접구간은 적용고속장치의 길이를 고려하여 적용한다.

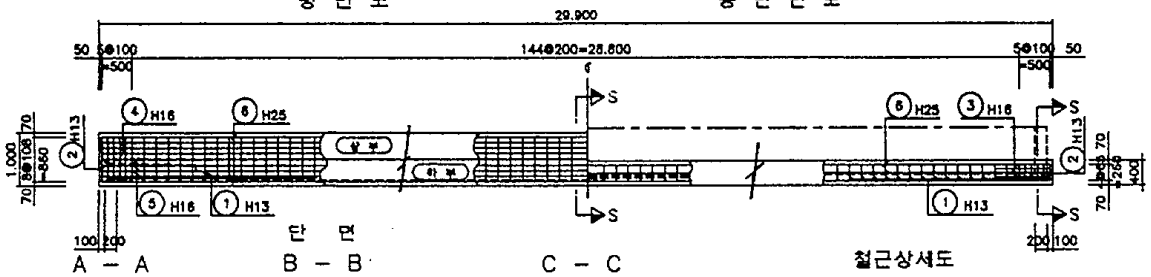
한국도로공사 KOREA HIGHWAY CORPORATION	표 준 도 TYPICAL DRAWING	도면명	프리플렉스빔(1) (L=30.00M,빔간격2.5M)	설계자		작성일	1997. 11	도면번호
				확인자		승 인		3. 11

당초

프 리 플 렉 스 빔 L = 30.00M(2)

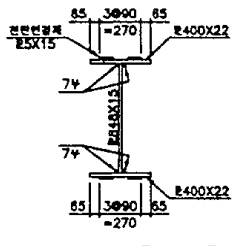
아래플랜지콘크리트배근도

평 면 도

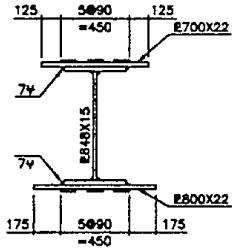


단 면

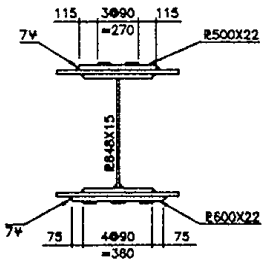
A – A



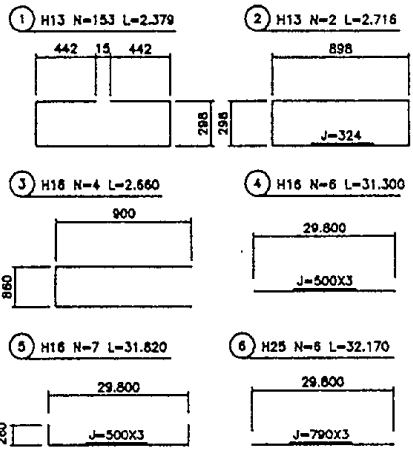
B – B



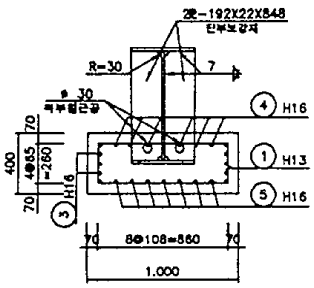
C – C



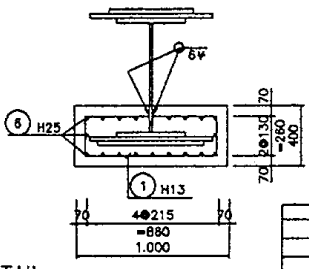
철근상세도



D – D



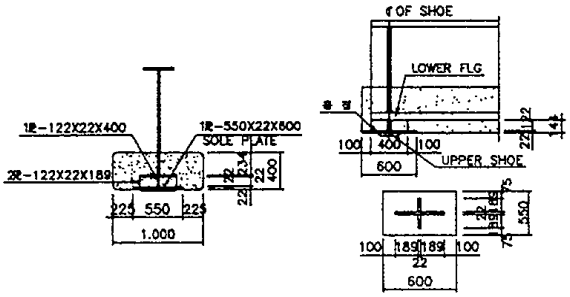
E – E



철 근 재 료 표

규 격	총 길 이(M)	단위중량	중량(TON)
H13	369.419	0.995	0.367
H16	421.180	1.56	0.657
H25	193.020	3.98	0.768
합 계			1.792

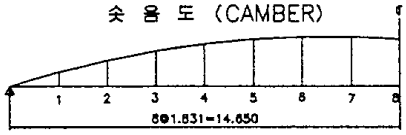
SOLE PLATE DETAIL



강 형 재 료 표

구 분	규 격	길 이	매 수	중량(TON)
위플랜지	ℓ 400X 22	9.900	3	2.051
위플랜지	ℓ 700X 22	5.600	2	2.079
위플랜지	ℓ 700X 22	5.620	1	1.042
위플랜지	ℓ 500X 22	6.700	2	1.157
위플랜지	ℓ 500X 22	5.860	1	0.592
이래플랜지	ℓ 400X 22	9.900	3	2.051
이래플랜지	ℓ 800X 22	5.700	2	2.424
이래플랜지	ℓ 800X 22	5.820	1	1.218
이래플랜지	ℓ 600X 22	6.800	2	1.409
이래플랜지	ℓ 600X 22	7.060	1	0.731
복부판	ℓ 848X 15	9.900	3	2.965
단부보강재	ℓ 192X 22	0.848	4	0.112
중간보강재	ℓ 192X 22	0.570	6	0.113
이음판	ℓ 300X 15	0.646	4	0.091
SOLE PLATE	ℓ 122X 22	0.400	2	0.017
"	ℓ 122X 22	0.189	4	0.016
"	ℓ 550X 22	0.600	2	0.114
전단연결재	ℓ 5X 15	246	836	
합 계				18.182

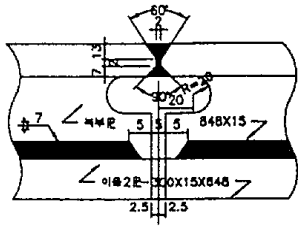
숏 옴 도 (CAMBER)



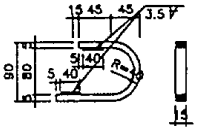
위 종 \ 지점	1	2	3	4	5	6	7	8
프리플렉션(5%가산)	58	113	164	207	241	265	280	285
릴랙스	-44	-85	-124	-156	-182	-200	-211	-215
프리플렉스빔자중	7	14	21	26	31	34	38	37
바닥판,복부,가로보콘크리트	10 (10)	20 (19)	28 (28)	36 (35)	42 (41)	47 (46)	50 (49)	51 (50)
포장,연석등	3 (3)	5 (6)	8 (9)	10 (11)	11 (13)	12 (15)	13 (16)	13 (16)
건조수축크리프	-2 (-2)	-4 (-3)	-5 (-5)	-6 (-6)	-7 (-7)	-8 (-7)	-8 (-7)	-8 (-8)
합 계	32 (33)	63 (64)	92 (93)	116 (118)	136 (138)	151 (153)	160 (162)	162 (165)

( )안의 지수는 최종후절 CAMBER량 (단위:MM)

상세 "A"



전단연결재상세 <말굽형>



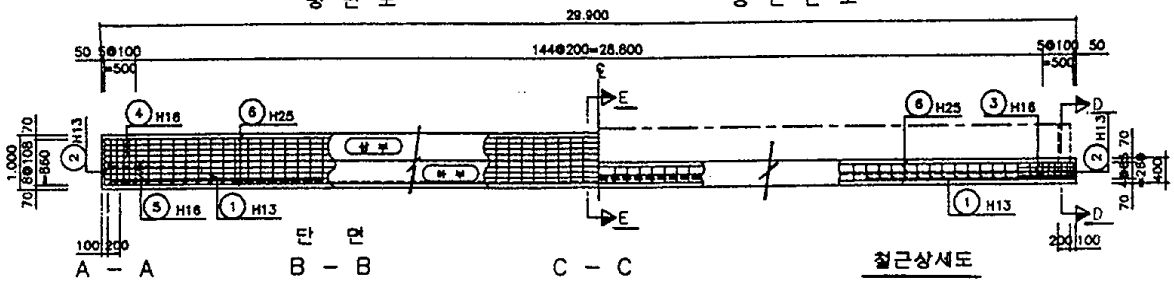
한국도로공사 KOREA HIGHWAY CORPORATION	표 준 도 TYPICAL DRAWING	도면명	프리플렉스빔(2) (L=30.00M빔간2.5M)	설계자		작성일	1996. 5	도면번호
				확인자		축척		3. 12

변경

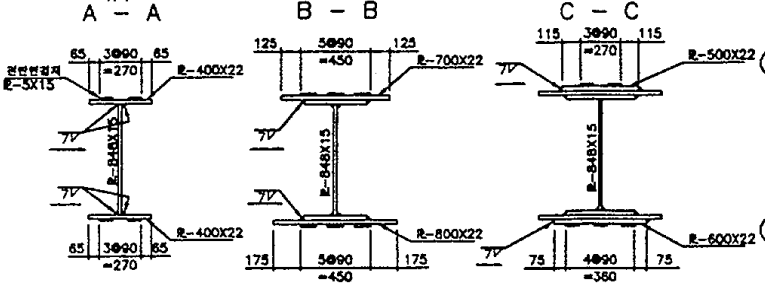
프 리 플 렉 스 빔 L = 30.00M(2)

아래플랜지콘크리트배근도

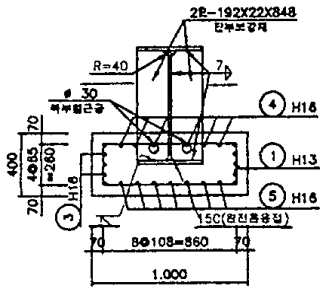
평 면 도



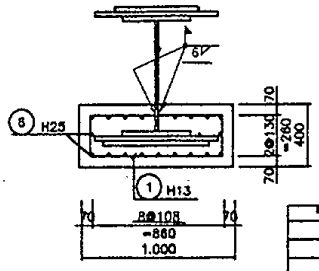
단 면



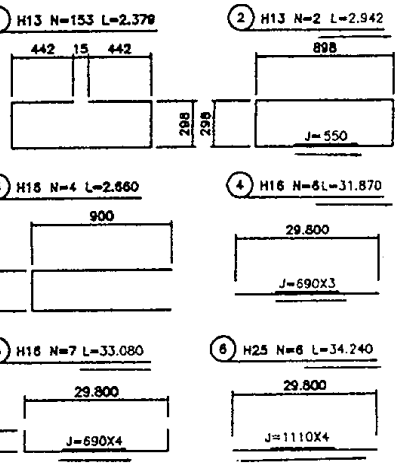
D – D



E – E



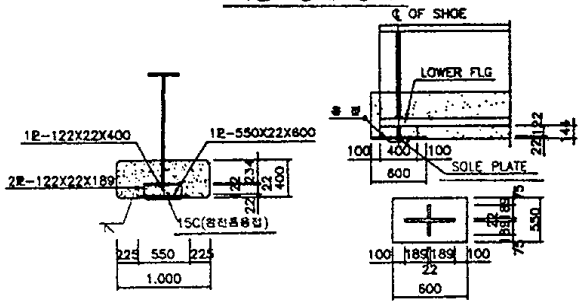
철근상세도



철 근 재 료 표

규 격	총 길 이(M)	단위중량	중량(TON)
H13	369.871	0.995	0.368
H16	433.420	1.56	0.678
H25	205.440	3.98	0.817
합 계			1.861

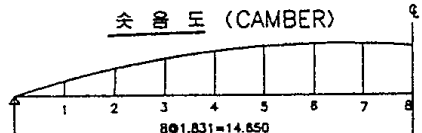
지점보강재 상세



강 형 재 료 표

구 분	규 격	길 이	갯 수	총 중(TON)
웨플판지	R-400X 22	9.900	3	2.051
웨플판지	R-700X 22	8.600	2	2.079
웨플판지	R-700X 22	8.620	1	1.042
웨플판지	R-500X 22	6.700	2	1.157
웨플판지	R-500X 22	8.860	1	0.592
아래플판지	R-400X 22	9.900	3	2.051
아래플판지	R-800X 22	6.700	2	2.424
아래플판지	R-800X 22	8.820	1	1.218
아래플판지	R-600X 22	6.800	2	1.409
아래플판지	R-600X 22	7.060	1	0.731
복부판	R-848X 15	9.900	3	2.965
단부보강재	R-192X 22	0.848	4	0.112
이음판	R-300X 15	0.648	4	0.091
지점보강재	R-122X 22	0.400	2	0.017
"	R-122X 22	0.189	4	0.016
"	R-550X 22	0.600	2	0.114
전단연결재	R-5X 15	246	836	
합 계				18.059

숏 용 도 (CAMBER)

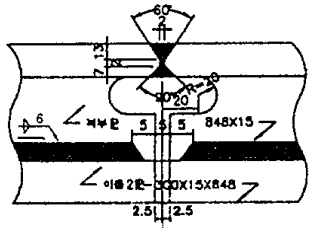


※주:-LOSS CAMBER는 단면형상 및 용접방법 기타조건에 의해 가감될 수 있다.
-각 단계별 숏잉 변화량 측정은 거동량을 기준으로 할 것.

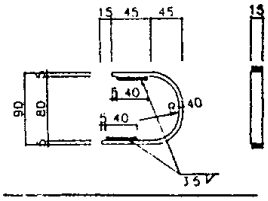
지점 / 항목	1	2	3	4	5	6	7	8
프리플렉션	57	112	162	205	239	263	277	282
LOSS CAMBER(10%)	6	11	16	21	24	26	28	28
릴리스	-44	-86	-125	-158	-184	-203	-214	-217
프리플렉스빔자중	7	13	19	24	28	31	33	34
바닥판,복부,가로보콘크리트	10 (10)	19 (19)	28 (27)	35 (34)	41 (40)	46 (45)	48 (47)	49 (48)
포장,연석등	2 (2)	3 (4)	5 (5)	6 (7)	7 (8)	8 (9)	8 (10)	9 (10)
건조,수축,크리프	-3 (-3)	-4 (-5)	-7 (-6)	-8 (-8)	-9 (-9)	-10 (-10)	-9 (-10)	-11 (-11)
합 계	35 (35)	68 (68)	98 (98)	125 (125)	146 (146)	161 (161)	171 (171)	174 (174)

( )안의 지수는 최적조정 CAMBER임. (단위 : mm)

상세 "A"



전단연결재상세(말굽형)

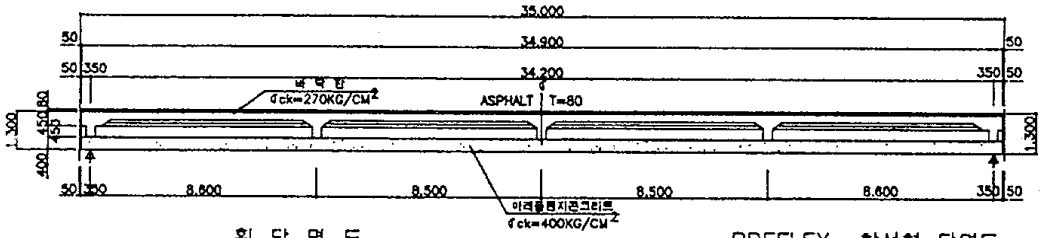


한국도로공사 KOREA HIGHWAY CORPORATION	표 준 도 TYPICAL DRAWING	도면명	프리플렉스빔(2) (L=30.00M빔간격2.5M)	설계자	작성일	1997. 11	도면번호
				확인자	수 직		3.12

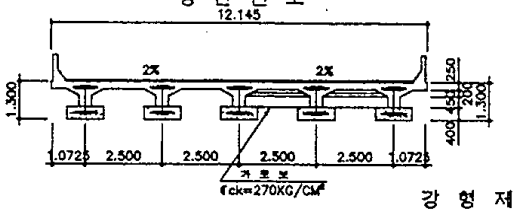
당초

프 리 플 렉 스 빔 L = 35.00M(1)

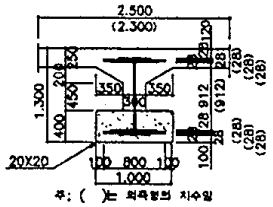
종 단 면 도



횡 단 면 도

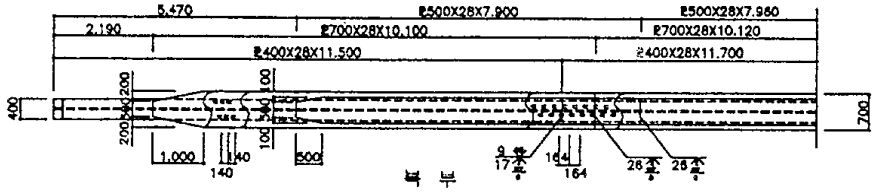


PREFLEX 합성형 단면도

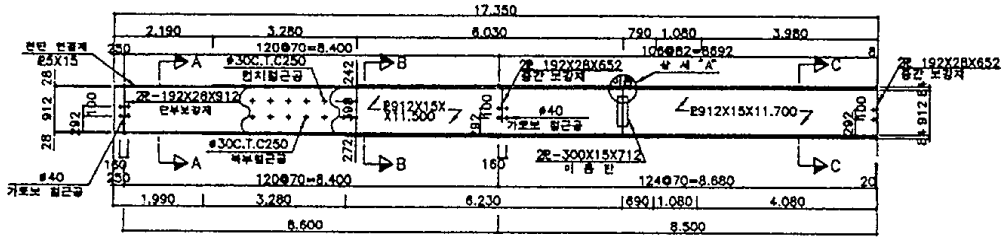


강 형 제 작 도

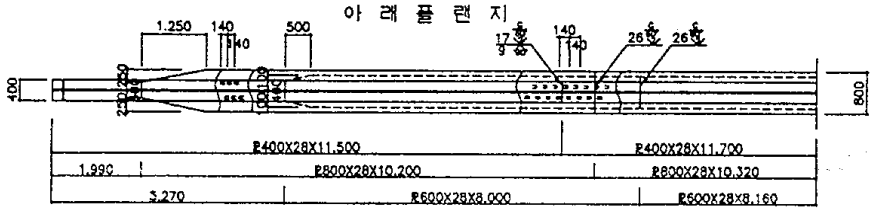
위 플 랜 지



복 부



아 래 플 랜 지



설계 및 제작하중

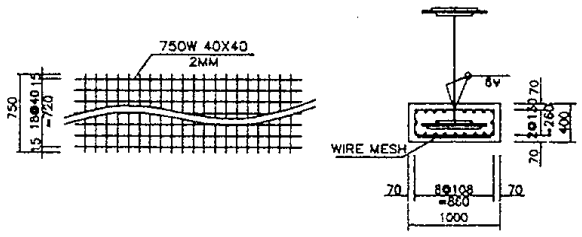
구 분		외측 주형	내측 주형	비 고
설 계 방 법		허용응력 설계법		
설 계 하 중		DB-24,DL-24		
프리플렉션	하 중	152.210 TON	152.210 TON	4 등분점 지하
	모멘트	1301.395 T.M	1301.395 T.M	-
지점 반력	사하중	92.752 TON	94.959 TON	주점 1 본당
	활하중	36.948 TON	28.375 TON	-

PREFLEX빔 일반 재료표

(한 1개당)

구 분	규 격	수 량	비 고
콘크리트	f'ck=400KG/CM²	13.960	
강재거푸집	1.000X400X34.900	63.620	
철 근	SD 40	2.111	2.174 (3%가산)
강 재	SWS 520B	26.354	28.989 (10%가산)
현단면결재	SS 41	944EA	
WIRE MESH	750W40X40X5000(2MM)	7EA	적정 2mm

와이어메쉬 상세



< 특 기 사 항 >

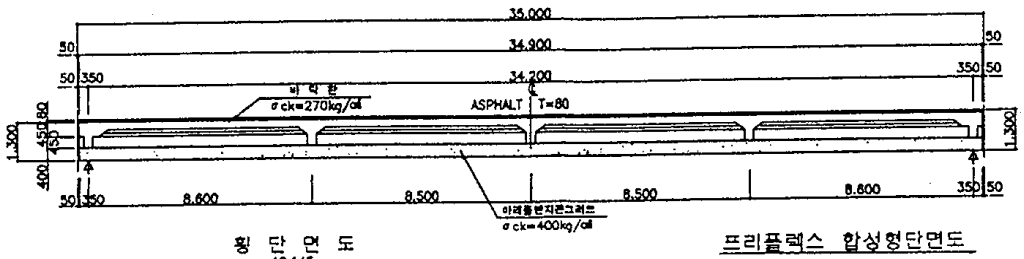
1. 용접시 발생된 잔류응력을 제거하기 위하여 PREFLEXION을 2회에 걸쳐서 시행한다.
2. PREFLEXION 및 RELEASE시 하중재하 및 제거는 5 TON/MIN 정도로 천천히 재하하고 제거한다.
3. CASING CON'C의 양생과정중 발생하는 CREEP , SHRINKAGE , 수화열에 의한 CARCK을 방지하기 위하여 CASING CON'C 하면에 WIRE MESH를 설치한다.

한국도로공사 KOREA HIGHWAY CORPORATION	표 준 도 TYPICAL DRAWING	도면명	프리플렉스빔(1) (L=35.00M,빔간격2.5M)	설계자		작성일	1996. 5	도면번호
				확 인 자		축 척		3. 13

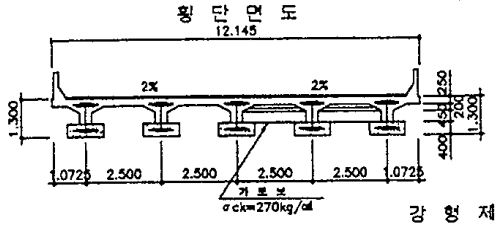
변경

프 리 플 렉 스 빔 L = 35.00M(1)

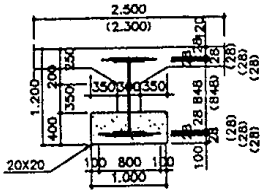
종 단 면 도



횡 단 면 도

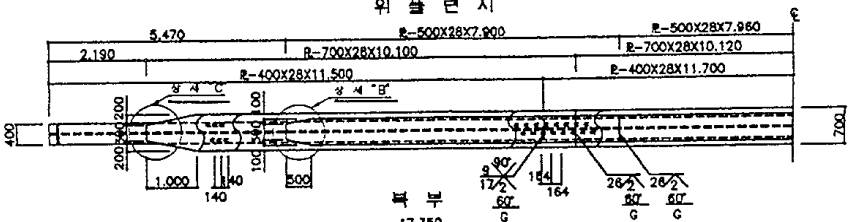


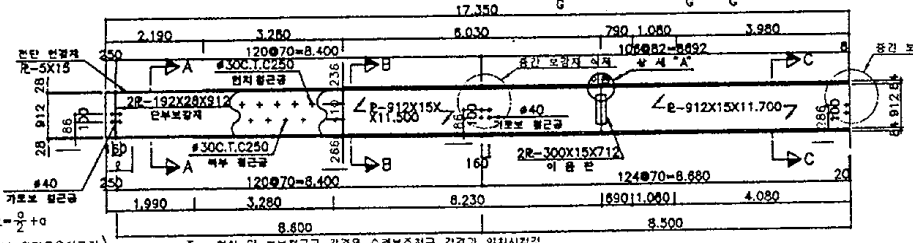
프리플렉스 합성형단면도



강 형 제 작 도

위 플 랜 지

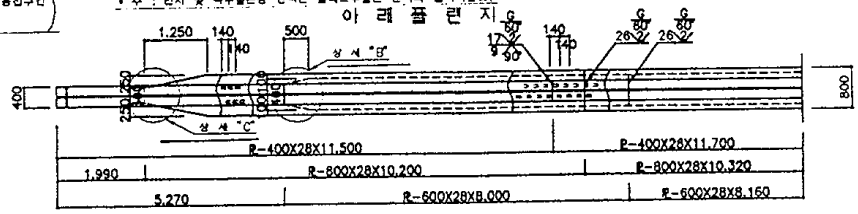




$\ell = \frac{a}{2} + \alpha$

(ℓ : 단지점부 완전콘용접구간, α : 고장장치 길이)

아 래 플 랜 지



설계 및 제작하중

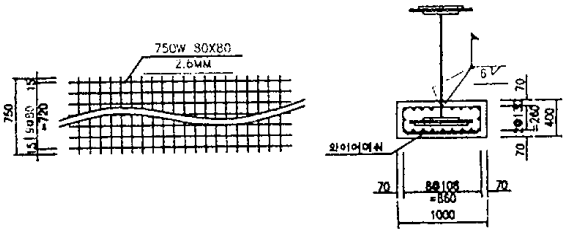
구 분		외측 주형	내측 주형	비 고
설 계 방 법		허용응력 설계법		
설 계 하 중		DB-24,DL-24		
프리플렉션	하 중	158.298 TON	158.298 TON	4 등분점 재하
	모멘트	1353.451 TON	1353.451 TON	-
자 점 변 력	사하중	83.046 TON	84.412 TON	주형 1 본당
	활하중	39.222 TON	31.380TON	"

프리플렉스빔 일반재료표

(1개당)

구 분	규 격	수 량	비 고
콘크리트	σck=400kg/㎠	13.360	
강재거푸집	1.000X400X34.900	63.820	
철 근	SD 40	2.158	2.222 (3%가산)
강 재	SWS 520B	26.189	28.808 (10%가산)
콘단변결재	SS 400	944EA	
와이어메쉬	750W80X80X5.000	7EA	직경2.6mm

와이어메쉬 상세



< 특 기 사 항 >

1. 중앙시 입상된 잔류응력을 제거하기위해 PREFLEXION을 2회 걸쳐서 시행한다.
2. PREFLEXION 및 RELEASE시 하중재하 및 제거는 5 TON/MIN 정도로 천천히 재하하고 제거한다.
3. CASING CON'C의 양생과정중 발생하는 CREEP, SHRINKAGE, 수화열에의한 CRACK을 방지하기위하여 CASING CON.C 내면에 WIRE MESH를 설치한다.
4. 사각인 경우 가로보 철근공은 SKEW 각도에 따라 복부 전공한다.
5. 단지점부에서의 완전콘용접구간은 직용고려상치의 길이를 고려하여 적용한다.

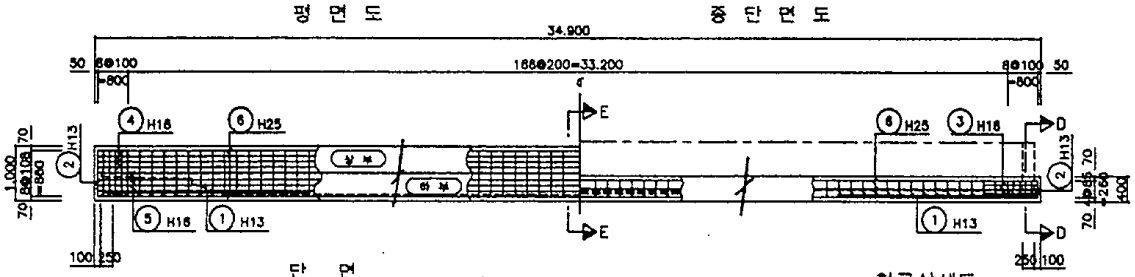
한국도로공사 KOREA HIGHWAY CORPORATION	표 준 도 TYPICAL DRAWING	도면명	프리플렉스빔(1) (L=35.00M,빔간격2.5M)	설계자		작성일	1997. 11	도면번호
				확인자		승 인		3. 13

당초

프 리 플 렉 스 빔 L = 35.00M(2)

아래플랜지콘크리트배근도

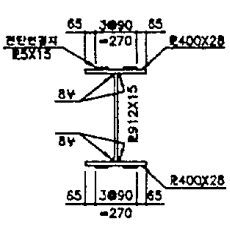
평 면 도



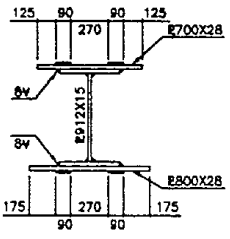
종 단 면 도

단 면

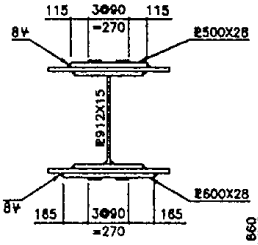
A – A



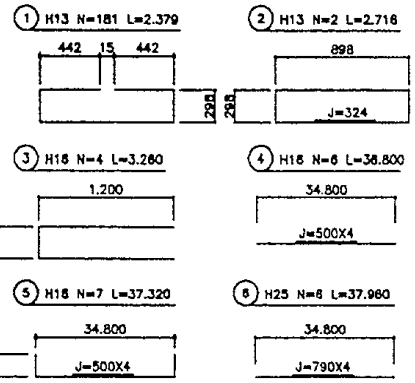
B – B



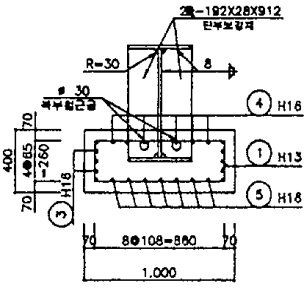
C – C



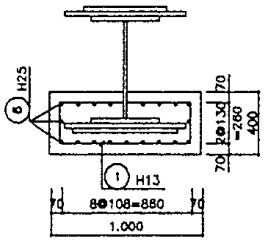
철근상세도



D – D



E – E



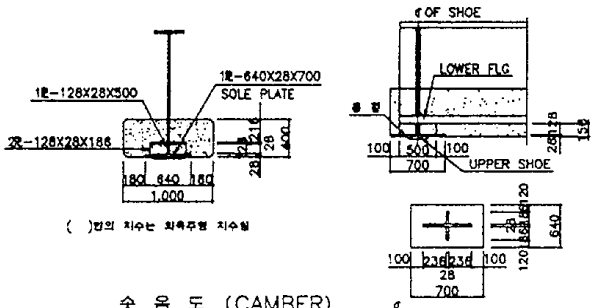
철근재료표

종 별	총 길 이(M)	단위중량	중량(TON)
H13	436.031	0.995	0.433
H16	495.080	1.56	0.772
H25	227.780	3.98	0.906
?ℓ 계			2.111

강형재료표

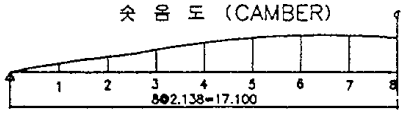
구 분	규 격	길 이	개 수	중량(TON)
위플랜지	ℓ 400X 28	11.500	2	2.022
위플랜지	ℓ 400X 28	11.700	1	1.028
위플랜지	ℓ 700X 28	10.100	2	3.108
위플랜지	ℓ 700X 28	10.120	1	1.557
위플랜지	ℓ 500X 28	7.900	2	1.736
위플랜지	ℓ 500X 28	7.960	1	0.875
아래플랜지	ℓ 400X 28	11.500	2	2.022
아래플랜지	ℓ 400X 28	11.700	1	1.028
아래플랜지	ℓ 800X 28	10.200	2	3.587
아래플랜지	ℓ 800X 28	10.320	1	1.814
아래플랜지	ℓ 800X 28	8.000	2	2.110
아래플랜지	ℓ 600X 28	8.160	1	1.076
복부판	ℓ 912X 15	11.500	2	2.470
복부판	ℓ 912X 15	11.700	1	1.258
단부보강재	ℓ 192X 28	0.912	4	0.154
중간보강재	ℓ 192X 28	0.652	6	0.165
SOLE ℓ	ℓ 128X 28	0.500	2	0.028
"	ℓ 128X 28	0.186	4	0.021
"	ℓ 840X 28	0.700	2	0.197
이음판	ℓ 300X 15	0.712	4	0.100
전단연결재	ℓ 5X 15	246	944	
합 계				26.354

SOLE PLATE DETAIL



( )안의 치수는 최대주형 치수임

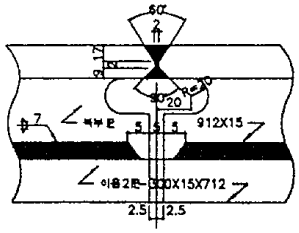
숏 움 도 (CAMBER)



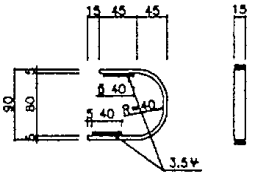
위 치 / 지점	1	2	3	4	5	6	7	8
프리플렉션(5%가산)	72	140	203	256	298	328	348	352
일리스	-58 (-57)	-111	-160	-203	-236	-260	-274	-279
프리플렉스빔자중	10	21	30	38	44	49	52	53
바닥판,복부,거더콘크리트	13 (13)	26 (26)	37 (36)	47 (46)	56 (57)	62 (63)	65 (67)	67 (68)
포장,연석등	4 (4)	8 (8)	11 (12)	14 (15)	17 (16)	19 (19)	20 (21)	20 (21)
건조수축,크리프	-3 (-2)	-4 (-4)	-6 (-5)	-7 (-6)	-8 (-7)	-9 (-8)	-10 (-8)	-10 (-9)
합 계	40 (41)	79 (80)	115 (117)	148 (148)	170 (173)	188 (192)	200 (203)	203 (207)

( )안의 치수는 최대주형 CAMBER임 (단위:MM)

상세 "A"



전단연결재상세(말급형)



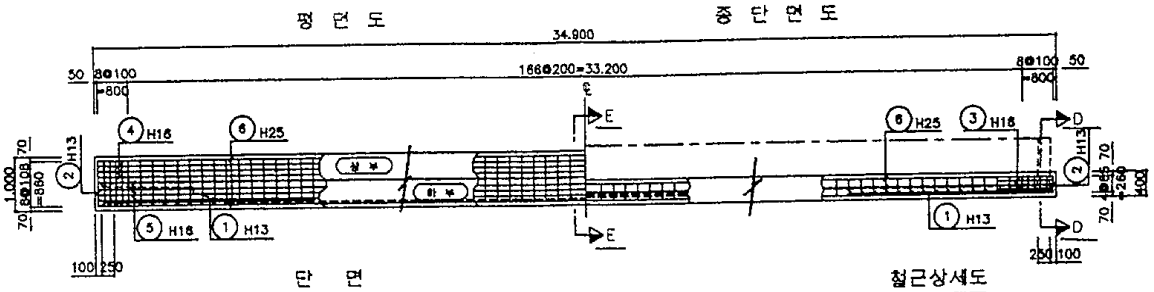
한국도로공사 KOREA HIGHWAY CORPORATION	표 준 도 TYPICAL DRAWING	도면명	프리플렉스빔(2) (L=35.00M,빔간격2.5M)	설계자		작성일	1996. 11	도면번호
				확.인.자		축 척		3. 14

변경

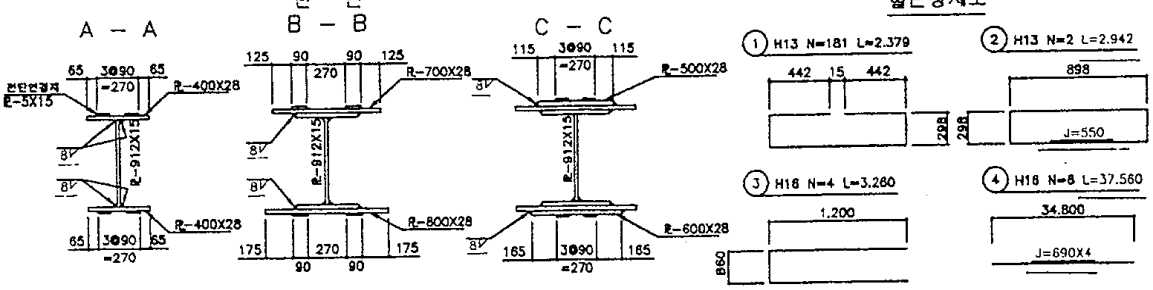
프 리 플 렉 스 빔 L = 35.00M(2)

아래플랜지콘크리트배근도

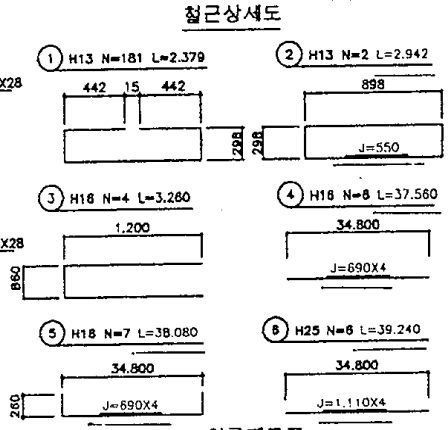
평 면 도

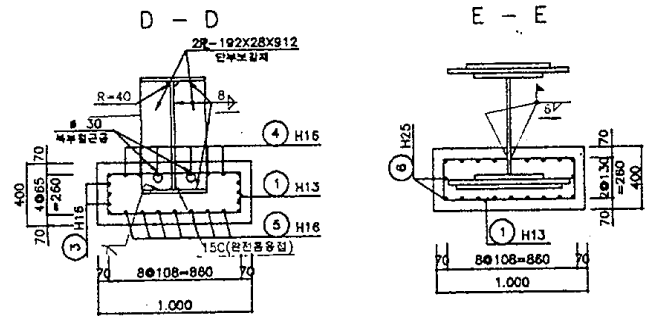


중 단 면 도



철근상세도





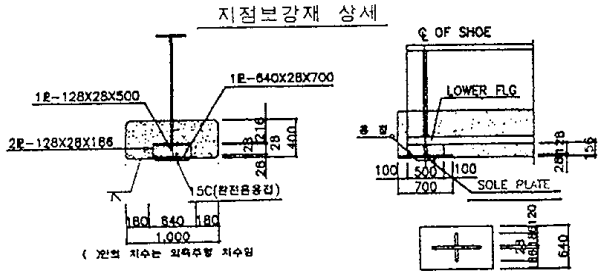
철근재료표

철 경	총 길 이(M)	단위중량	중량(TON)
H13	436.483	0.995	0.434
H16	504.960	1.56	0.787
H25	235.440	3.98	0.937
합 계			2.158

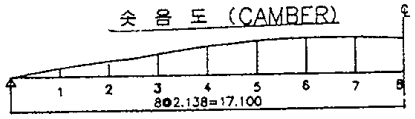
강형재료표

구 분	규 격	길 이	갯 수	총 량(TON)
위플랜지	R-400X 28	11.500	2	2.022
위플랜지	R-400X 28	11.700	1	1.028
위플랜지	R-700X 28	10.100	2	3.108
위플랜지	R-700X 28	10.120	1	1.557
위플랜지	R-500X 28	7.900	2	1.736
위플랜지	R-500X 28	7.980	1	0.875
아래플랜지	R-400X 28	11.500	2	2.022
아래플랜지	R-400X 28	11.700	1	1.028
아래플랜지	R-800X 28	10.200	2	3.587
아래플랜지	R-800X 28	10.320	1	1.814
아래플랜지	R-600X 28	8.000	2	2.110
아래플랜지	R-600X 28	8.160	1	1.076
복부판	R-912X 15	11.500	2	2.470
복부판	R-912X 15	11.700	1	1.256
단부보강재	R-192X 28	0.912	4	0.154
지점보강재	R-128X 28	0.500	2	0.028
"	R-128X 28	0.186	4	0.021
"	R-640X 28	0.700	2	0.197
이음판	R-300X 15	0.712	4	0.100
전단연결재	R-5X 15	246	944	
합 계				26.189

지점보강재 상세



숏 음 도 (CAMBER)

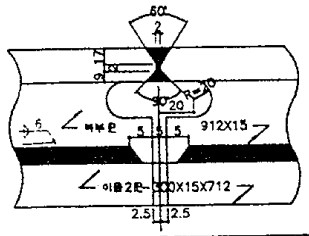


※:-LOSS CAMBER는 완전합성 및 응집방법 기타조건에 따라 고려할수도 있음. 그외 상세는 시방서에 따라 측정하여 거등량을 기준으로 할 것.

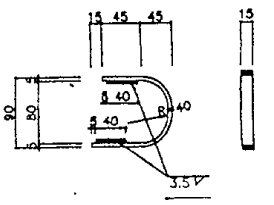
지점 / 하중	1	2	3	4	5	6	7	8
프리플렉스	71	139	201	254	295	325	343	349
LOSS CAMBER(10%)	7	14	20	25	30	33	34	35
릴리스	-56	-111	-160	-202	-235	-259	-273	-278
프리플렉스설치중	10	19	27	34	40	44	47	48
바닥판,복부,기초보콘크리트	13 (13)	25 (25)	37 (36)	46 (45)	54 (53)	60 (59)	64 (63)	66 (64)
포장,연석등	3 (2)	5 (5)	7 (7)	9 (9)	11 (10)	12 (12)	13 (12)	13 (13)
건조수축,크리프	-5 (-4)	-8 (-7)	-9 (-9)	-10 (-11)	-13 (-13)	-13 (-14)	-15 (-15)	-15 (-16)
합 계	43 (43)	85 (84)	123 (122)	156 (154)	182 (180)	202 (200)	213 (211)	217 (215)

( )안의 치수는 외측주형 CAMBER임. (단위 : mm)

상세 "A"



전단연결재상세(말굽형)

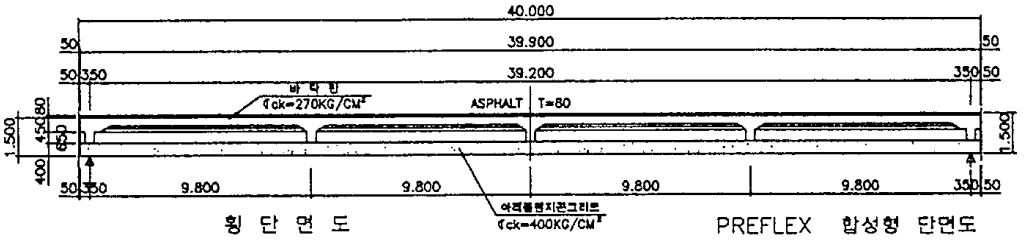


한국도로공사 KOREA HIGHWAY CORPORATION	표 준 도 TYPICAL DRAWING	도면명	프리플렉스빔(2) (L=35.00M,빔간격2.5M)	설계자		작성일	1997. 11	도면번호
				확인자		축 척		3. 14

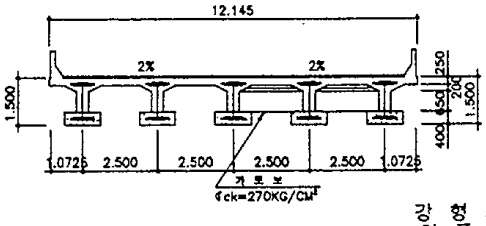
당초

프 리 플 렉 스 빔 L = 40.00M(1)

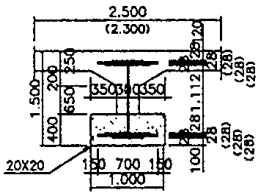
중 단 면 도



횡 단 면 도



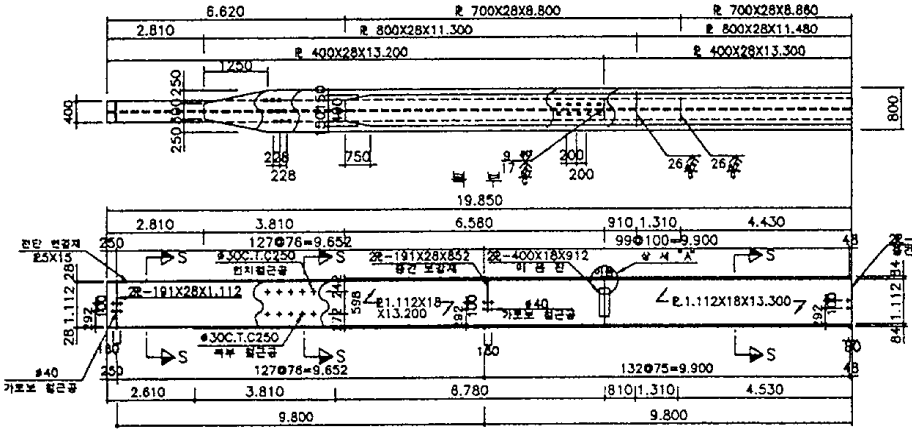
PREFLEX 합성형 단면도



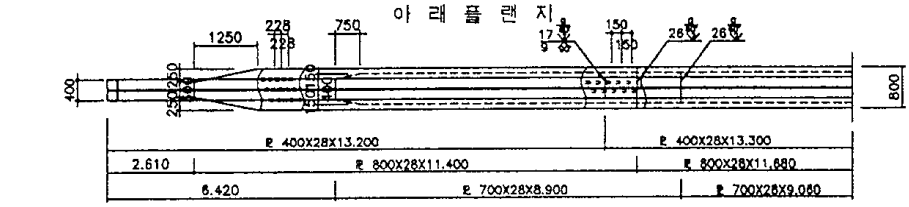
주; ( )는 외측빔의 치수임

강 형 제 작 도

위 플 랜 지



아 래 플 랜 지



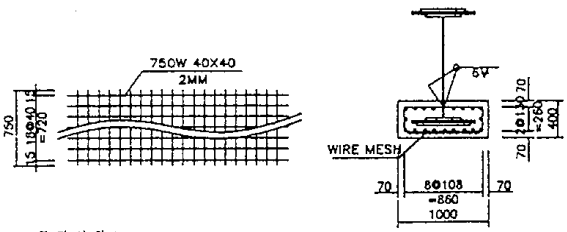
설계 및 제작하중

구 분		외측 주형	내측 주형	비 고
설 계 방 법		허용응력 설계법		
설 계 하 중		DB-24,DL-24		
프리플렉션	하 중	179.979 TON	179.979 TON	4 등분점 재하
	모멘트	1763.794 T.M	1763.794 T.M	"
지점 반력	사하중	113.058 TON	114.490 TON	주형 1 본당
	활하중	37.184 TON	28.702 TON	"

PREFLEX 빔 일반 재료표 (한 개당)

구 분	규 격	수 량	비 고
콘크리트	ℓck=400KG/CM²	15.960 M³	
강재거푸집	1.000X400X39.900	72.820	
철 근	SD 40	2.387 T	2.458 (3% 가산)
강 재	SWS 520 B	34.327 T	37.759 (10% 가산)
콘크리트재	SD 41	974EA	
WIRE MESH	750W 40X40X5000	8EA	

와이어메쉬 상세



< 특 기 사 항 >

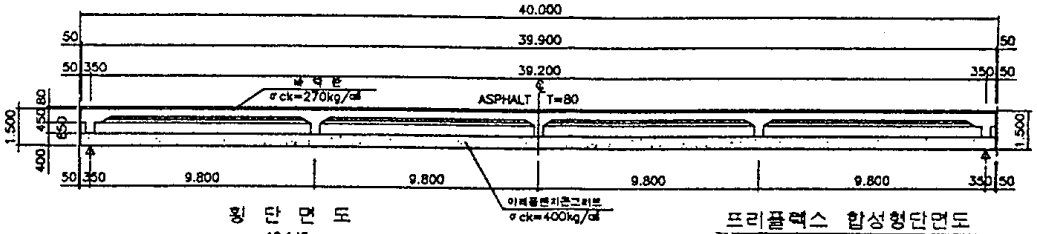
1. 중합시 발생된 잔류응력을 제거하기 위하여 PREFLEXION을 2회에 걸쳐서 시행한다.
2. PREFLEXION 및 RELEASE시 하중재하 및 제거는 5 TON/MIN 정도로 연속적 제하하고 제거한다.
3. CASING CON'C의 양생과정중 발생하는 CREEP , SHRINKAGE , 수화열에 의한 CARCK을 방지하기 위하여 CASING CON'C 타설에 WIRE MESH를 설치한다.

한국도로공사 KOREA HIGHWAY CORPORATION	표 준 도 TYPICAL DRAWING	도면	프리플렉스빔(1) (L=40.00M,빔간격2.5M)	설계자		작성일	1996. 5	도면번호
				확 인 자		축 척		3. 15

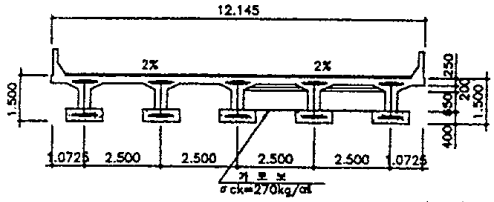
변경

프 리 플 렉 스 빔 L = 40.00M(1)

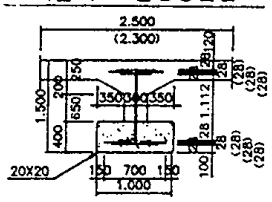
중 단 면 도



횡 단 면 도



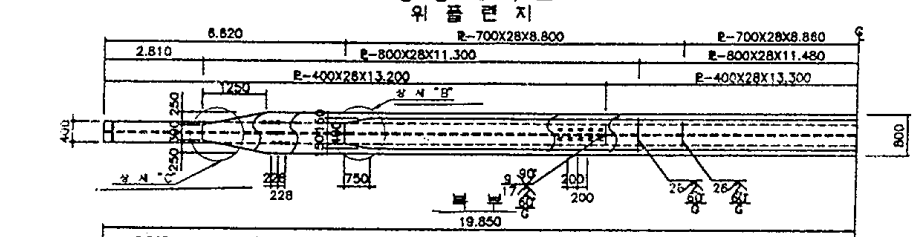
프리플렉스 합성형단면도

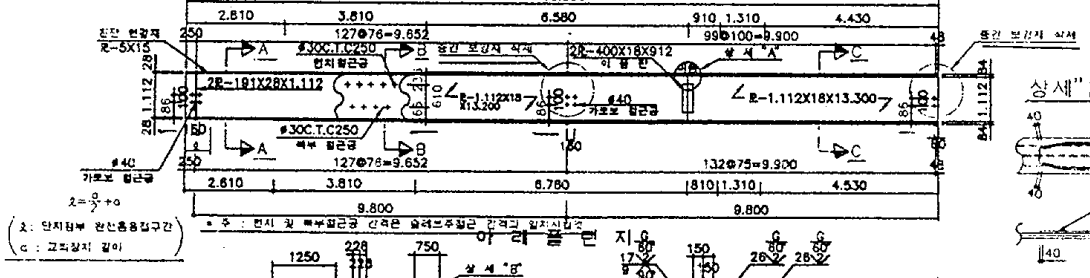


주; ( ) 는 최종형의 치수임

강 형 제 작 도

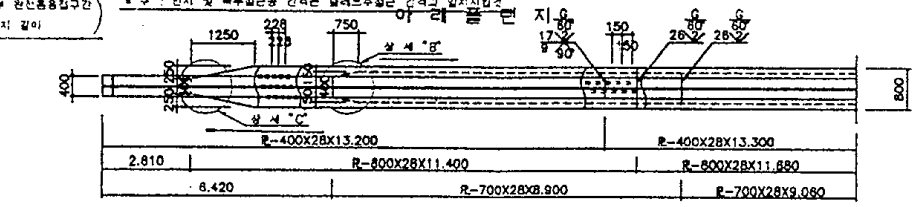
위 플 랜 지





(ℓ : 단지점부 완전충용접구간
c : 고력볼지 길이)

아 래 플 랜 지



설계 및 제작하중

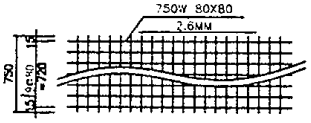
구 분		외측 주형	내측 주형	비 고
설 계 방 법		허용응력 설계법		
설 계 하 중		DB-24,DL-24		
프리플렉션	하 중	182.316 TON	182.316 TON	4 등분점 재하
	모멘트	1786.700 TON	1786.700 TON	"
지점 반력	사하중	101.408 TON	102.650 TON	주형 1 본당
	활하중	39.488 TON	31.806 TON	"

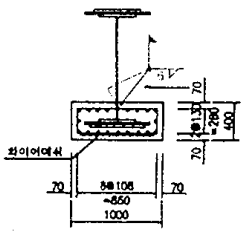
프리플렉스빔 일반재료표

(형1개당)

구 분	규 격	수 량	비 고
콘크리트	σck=400kg/㎠	15.960㎥	
강재거푸집	1,000X400X39,900	72.620㎡	
철 근	SD 40	2.474T	2.548 (3% 가산)
강 재	SWS 520 B	34.113T	37.524 (10% 가산)
앤드프레이트	SS 400	974EA	
WIRE MESH	750WX80X80X5000	8EA	직경 2.6MM

와이어메쉬 상세





< 특 기 사 항 >

1. 공장시 일방된 진동응력을 제거하기위해 PREFLEXION을 2회 걸쳐서 시행한다.
2. PREFLEXION 및 RELEASE시 하중지속 및 제거는 5 TON/MIN 정도로 천천히 재하하고 제거한다.
3. CASING CON'C의 양생과정을 방생하는 CREEP, SHRINKAGE, 수화열에의한 CRACK을 방지하기위하여 CASING CON,C 하면에 WIRE MESH를 설치한다.
4. 사교인 경우 가로보 철근공은 SKEW 각도에 따라 복부 전근한다.
5. 단지점부에서의 완전충용접구간은 작용고력강재의 강의를 고려하여 적용한다.

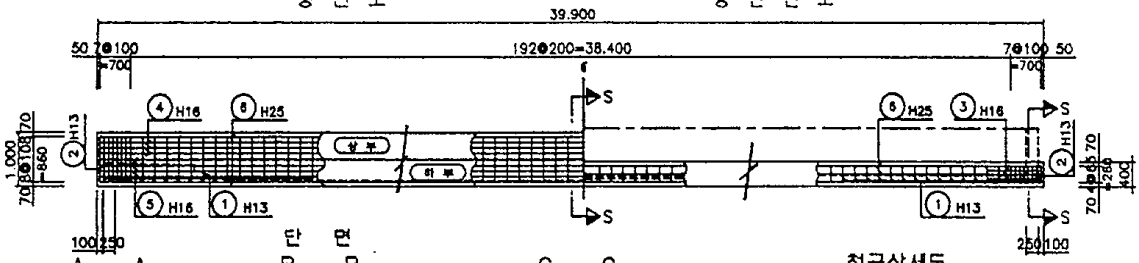
한국도로공사 KOREA HIGHWAY CORPORATION	표 준 도 TYPICAL DRAWING	도면명	프리플렉스빔(1) (L=40.00M,빔간격2.5M)	설계자		작 성 일	1997. 11	도면번호
				확 인 자		축 척		3. 15

탕조

프 리 플 렉 스 빔 L = 40.00M(2)

아래플랜지콘크리트배근도

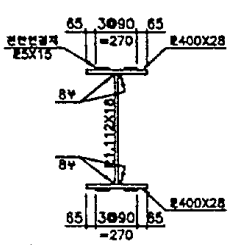
평 면 도



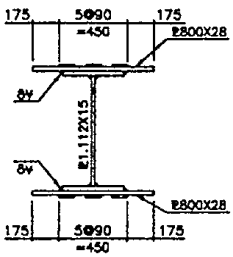
종 단 면 도

단 면

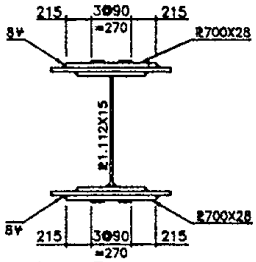
A – A



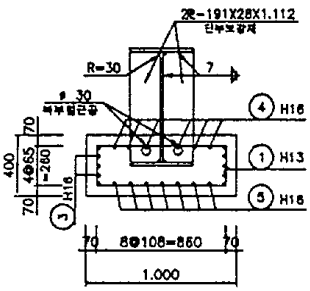
B – B



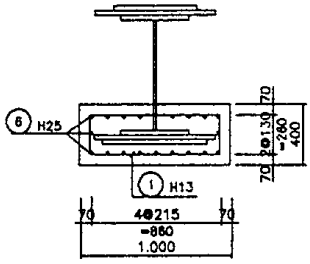
C – C



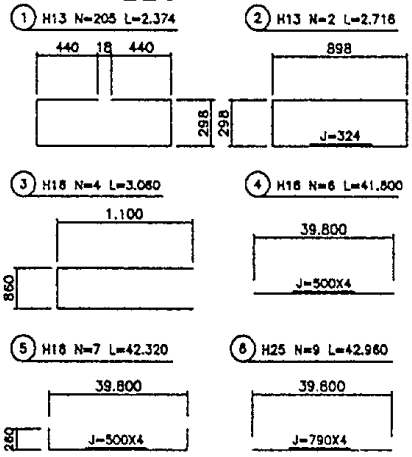
D – D



E – E



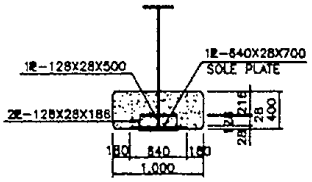
철근상세도

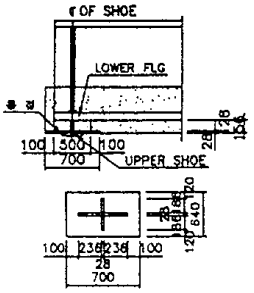


철근재료표

규 격	총길 이(M)	단위중량	중량(TON)
H13	492.102	0.995	0.489
H16	559.280	1.56	0.872
H25	257.780	3.98	1.026
합 계			2.387

SOLE PLATE DETAIL

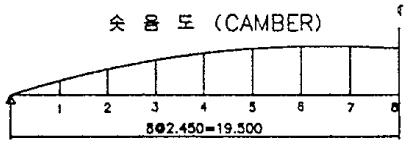




강형재료표

구 분	규 격	길 이	갯 수	중량(TON)
위플랜지	PL 400X 28	13.200	2	2.321
위플랜지	PL 400X 28	13.300	1	1.169
아플랜지	PL 800X 28	11.300	2	3.974
위플랜지	PL 800X 28	11.480	1	2.018
위플랜지	PL 700X 28	8.800	2	2.708
위플랜지	PL 700X 28	8.860	1	1.363
아래플랜지	PL 400X 28	13.200	2	2.321
아래플랜지	PL 400X 28	13.300	1	1.169
아래플랜지	PL 800X 28	11.400	2	4.009
아래플랜지	PL 800X 28	11.680	1	2.054
아래플랜지	PL 700X 28	8.900	2	2.738
아래플랜지	PL 700X 28	9.060	1	1.394
복부판	PL1.112X 18	13.200	2	4.148
복부판	PL1.112X 18	13.300	1	2.089
단부보강재	PL 191X 28	1.112	4	0.186
중간보강재	PL 191X 28	0.852	6	0.214
SOLE PLATE	PL 128X 28	0.500	2	0.028
"	PL 125X 28	0.186	4	0.021
"	PL 640X 28	0.700	2	0.197
이음판	PL 400X 18	0.912	4	0.206
전단연결재	PL 5X 15	246	974	
합 계				34.327

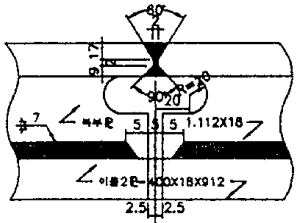
솟 음 도 (CAMBER)



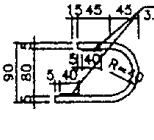
위 치 / 지점	1	2	3	4	5	6	7	8
프리플렉스빔(3차선)	77	152	219	277	323	355	375	381
캠버스	-61	-119	-172	-218	-253	-279	-294	-299
프리플렉스빔자중	12	23	33	42	49	55	58	59
바닥판,복부,가로보콘크리트	15 (15)	29 (29)	42 (42)	54 (53)	63 (62)	70 (69)	74 (73)	76 (74)
포장,방식등	5 (5)	9 (9)	13 (13)	17 (17)	20 (20)	22 (22)	23 (23)	23 (24)
건조수축,크리프	-3 (-3)	-5 (-5)	-8 (-8)	-9 (-10)	-11 (-11)	-12 (-12)	-12 (-13)	-12 (-13)
합 계	45 (45)	89 (88)	128 (127)	163 (161)	191 (189)	211 (209)	224 (221)	228 (225)

( )안의 치수는 악록주형 CAMBER임 (단위:MM)

상세 "A"



전단연결재상세(말급형)



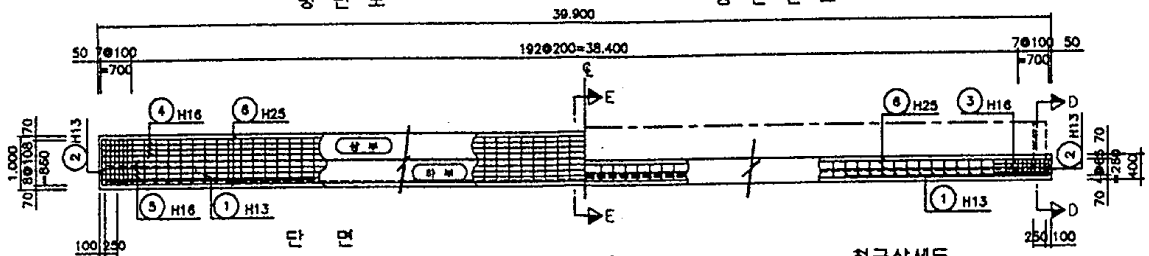
한국도로공사 KOREA HIGHWAY CORPORATION	표 준 도 TYPICAL DRAWING	도면명	프리플렉스빔(2) (L=40.00M,빔간격2.5M)	설계자		작성일	1996. 5	도면번호
				확인자		축 척		3. 16

변경

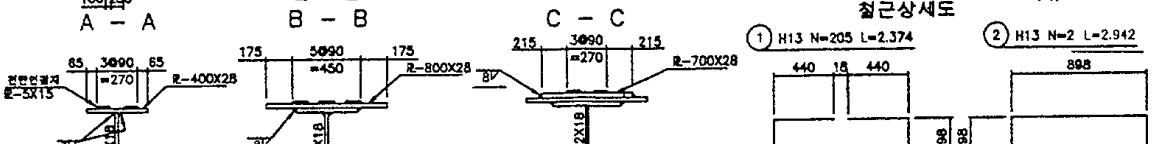
프 리 플 렉 스 빔 L = 40.00M(2)

아래플런지콘크리트바닥도

평 면 도

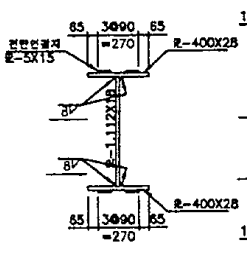


중 단 면 도

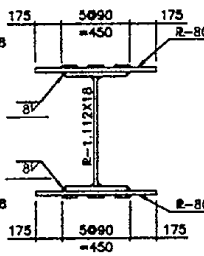


단 면

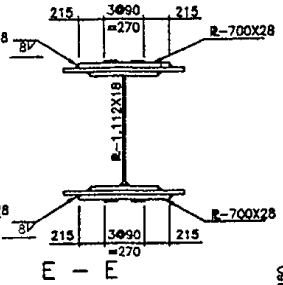
A – A



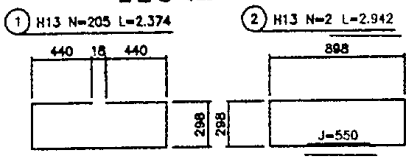
B – B

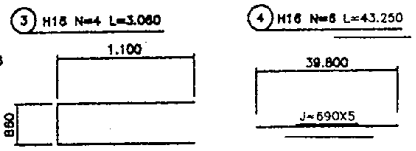


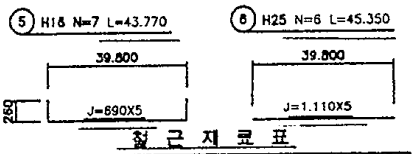
C – C



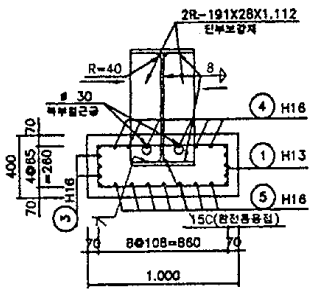
철근상세도



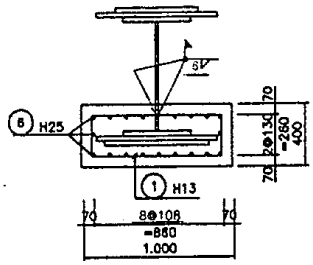




D – D



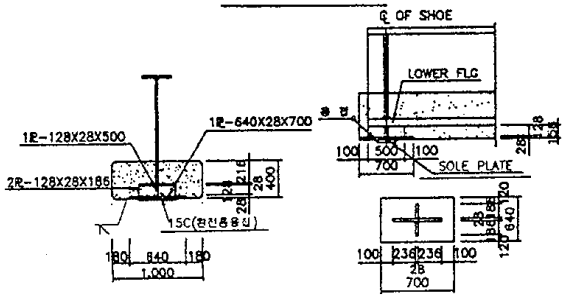
E – E



철 근 재 료 표

부 재	총 길 이(M)	단위중량	중량(TON)
H13	492.554	0.995	0.490
H16	578.130	1.56	0.901
H25	272.100	3.98	1.083
합 계			2.474

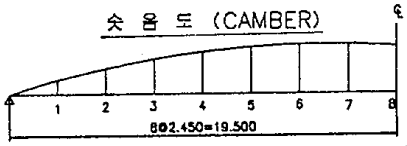
지점보강재 상세



강 형 재 료 표

구 분	규 격	길 이	개 수	중 량(TON)
웨플런지	R-400X 28	13.200	2	2.321
웨플런지	R-400X 28	13.300	1	1.169
웨플런지	R-800X 28	11.300	2	3.974
웨플런지	R-800X 28	11.480	1	2.018
웨플런지	R-700X 28	8.800	2	2.708
웨플런지	R-700X 28	8.860	1	1.363
아래플런지	R-400X 28	13.200	2	2.321
아래플런지	R-400X 28	13.300	1	1.169
아래플런지	R-800X 28	11.400	2	4.009
아래플런지	R-800X 28	11.580	1	2.054
아래플런지	R-700X 28	8.900	2	2.738
아래플런지	R-700X 28	9.060	1	1.394
복부판	R-1.112X18	13.200	2	4.148
복부판	R-1.112X18	13.300	1	2.089
단부보강재	R-191X 28	1.112	4	0.186
지점보강재	R-128X 28	0.500	2	0.028
-	R-128X 28	0.188	4	0.021
-	R-640X 28	0.700	2	0.197
이음판	R-400X 18	0.912	4	0.206
전단연결재	R-5X 15	248	974	
합 계				34.113

숏 옴 도 (CAMBER)

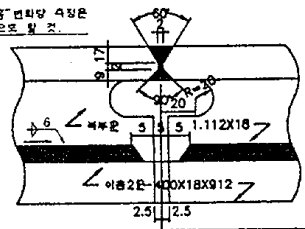


지점 / 하중	1	2	3	4	5	6	7	8
프리플렉션	75	146	212	268	311	343	362	368
LOSS CAMBER(10%)	7	15	21	27	31	34	36	37
릴렉스	-59	-116	-168	-212	-247	-272	-286	-291
프리플렉스합자중	11	21	30	38	45	50	53	54
바닥판,복부,거푸보콘크리트	14 (14)	28 (28)	41 (40)	52 (51)	61 (59)	67 (66)	71 (70)	73 (71)
포장,연석등	3 (3)	6 (6)	8 (8)	10 (10)	12 (12)	13 (13)	14 (14)	14 (15)
건조수축,크리프	-4 (-5)	-8 (-9)	-10 (-10)	-13 (-14)	-14 (-14)	-15 (-16)	-17 (-18)	-18 (-19)
합 계	47 (46)	92 (91)	134 (133)	170 (168)	199 (197)	220 (218)	233 (231)	237 (235)

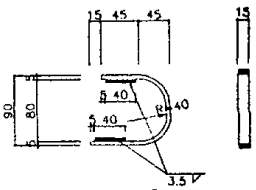
( )안의 치수는 최종주행 CAMBER임. (단위 : mm)

주:-LOSS CAMBER는 단면형상 및 용접방법 기타조건에 따라 기입필수 있다.
-각 단계별 "숏옴" 변화량 측정은 거동당을 기준으로 할 것.

상세 "A"



전단연결재상세(앞굽형)

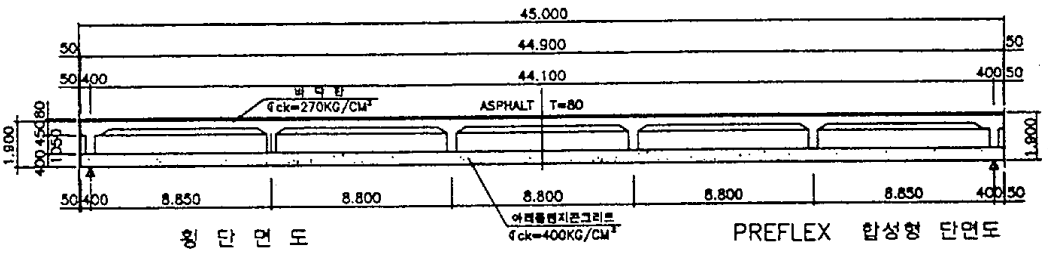


한국도로공사 KOREA HIGHWAY CORPORATION	표 준 도 TYPICAL DRAWING	도면명	프리플렉스빔(2) (L=40.00M,빔간격2.5M)	설계자		작성일	1997. 11	도면번호
				확인자		결 재		3. 16

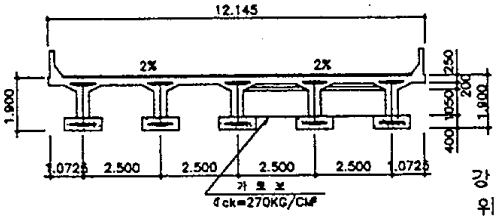
당초

프 리 플 렉 스 빔 L = 45.00M(1)

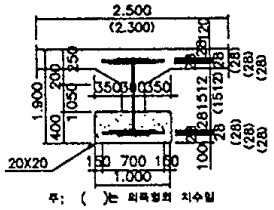
종 단 면 도



횡 단 면 도

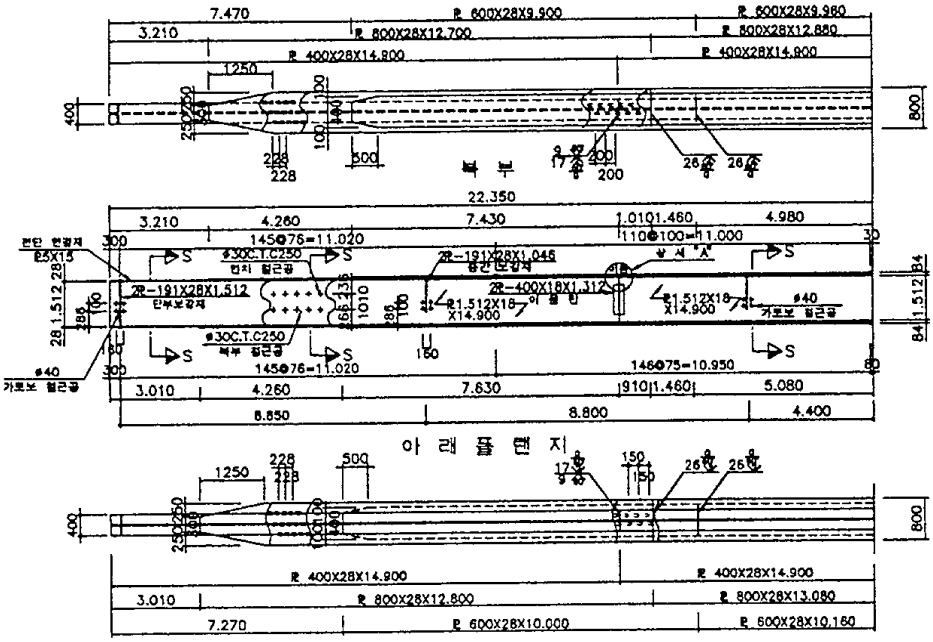


PREFLEX 합성형 단면도



강 형 제 작 도

위 플 랜 지



아 래 플 랜 지

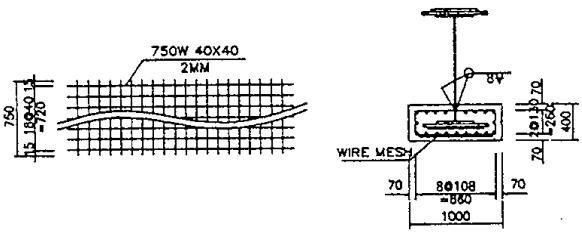
설계 및 제작하중

구 분		외측 주형	내측 주형	비 고
설 계 방 법		허용응력 설계법		
설 계 하 중		DB-24,DL-24		
프리플렉션	하 중	217.436 TON	217.436 TON	4 등분점 지하
	모멘트	2397.231 T.M	2397.231 T.M	"
지점 반력	사하중	135.316 TON	137.884 TON	주형 1 본당
	활하중	39.654 TON	30.628 TON	"

PREFLEX빔 일반재료표 (본 1개당)

구 분	규 격	수 량	비 고
콘크리트	₡ck=400KG/CM²	17.980 M³	
합제거푸집	1.000X400X44.900	81.820 M²	
철 근	SD 40	2.700 T	2.781 T (3% 가산)
강 재	SWS 520 B	39.948 T	43.942 T (10% 가산)
전단연결재	SS 41	1.096EA	
WIRE MESH	750W 40X40X5000	9EA	

와이어메쉬 상세



< 특 기 사 항 >

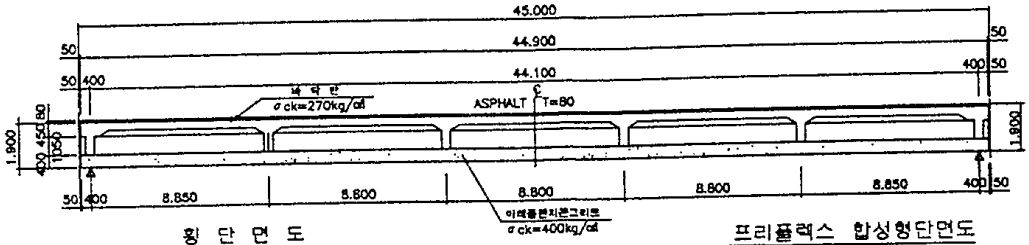
1. 종집식 합성된 단류응력을 제거하기 위하여 PREFLEXION을 2회에 걸쳐서 시행한다.
2. PREFLEXION 및 RELEASE시 하중재하 및 제거는 5 TON/MIN 정도로 천천히 재하하고 제거한다.
3. CASING CON'C와 합성곡중등 발생하는 CREEP , SHRINKAGE , 수화열에 의한 CARCK을 방지하기 위하여 CASING CON'C 하면에 WIRE MESH를 설치한다.

한국도로공사 KOREA HIGHWAY CORPORATION	표 준 도 TYPICAL DRAWING	도면명	프리플렉스빔(1) (L=45.00M,빔간격2.5M)	설계자		작성일	1996. 5	도면번호
				확 인 자		축 척		3. 17

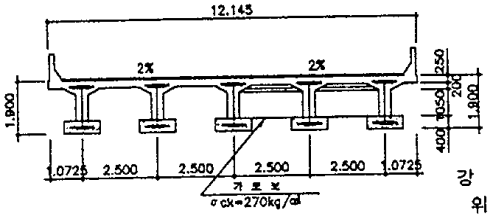
변경

프 리 플 랙 스 빔 L = 45.00M(1)

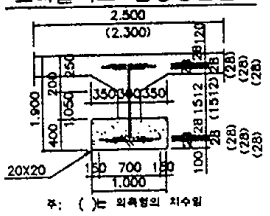
중 단 면 도



횡 단 면 도

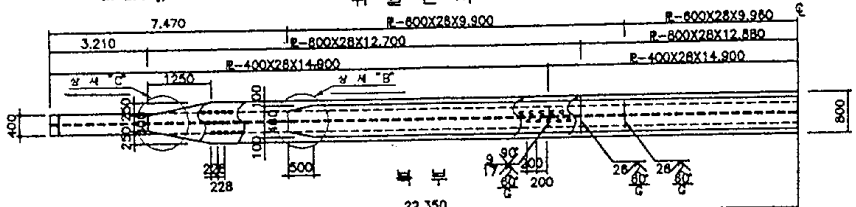


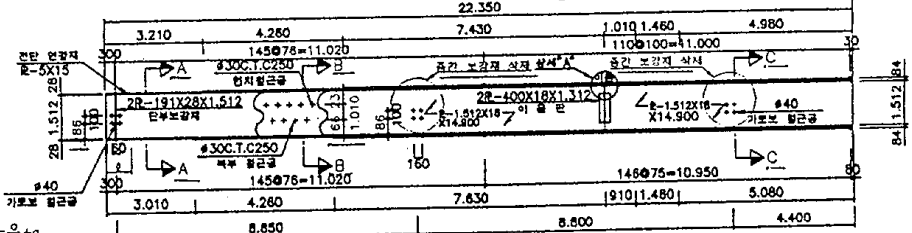
프리플렉스 합성형단면도



강 형 제 작 도

위 플 랜 지



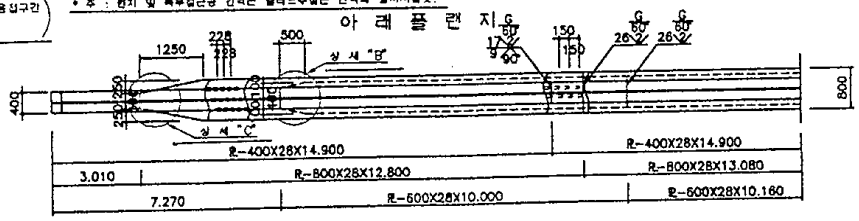


$x = \frac{w}{2} + a$

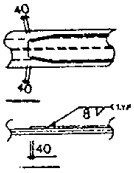
(x : 단지접부 현진종용접구간
a : 고장장치 길이)

* 주 : 현지 및 복부절곡공 간격은 슬래브주철근 간격과 일치시킴것.

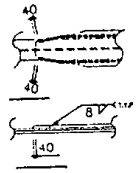
아 래 플 랜 지



상세"B"



상세"C"



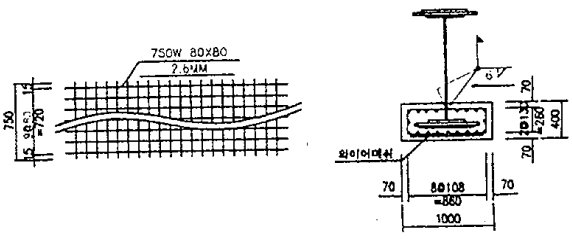
설계 및 제작하중

구 분		외측 주형	내측 주형	비 고
설 계 방 법		허용응력 설계법		
설 계 하 중		DB-24,DL-24		
프리플렉션	하 중	212.000 TON	212.000 TON	4 점분점 재하
	모멘트	2337.300 TON	2337.300 TON	"
지점 반력	사이중	122.144TON	124.595 TON	주형 1 본당
	끝이중	42.116 TON	33.947TON	"

프리플렉스빔 일반재료표 (형1개당)

구 분	규 격	수 량	비 고
콘크리트	σck=400kg/㎠	17.960 ㎥	
강재거푸집	1.000X400X44.900	81.620 ㎡	
철 근	SD 40	2.797 T	2.881 T (3% 가산)
강 재	SWS 520 B	39.685 T	43.654 T (10% 가산)
전단연결재	SS 400	1,096EA	
WIRE MESH	750W 80X80X5000	9EA	직경 2.6mm

와이어메쉬 상세



< 특 기 사 항 >

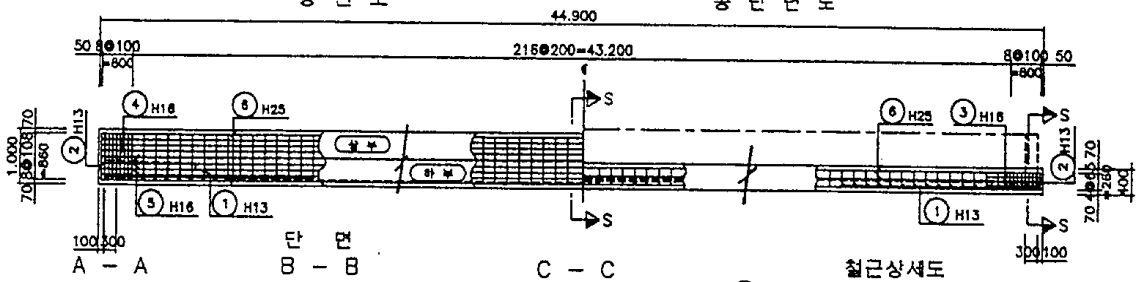
1. 공장시 입설된 잔류응력을 제거하기위해 PREFLEXION을 2회 걸쳐서 시행한다.
2. PREFLEXION 및 RELEASE시 하중재하 및 제거는 5 TON/MIN 정도로 천천히 재하하고 제거한다.
3. CASING CON'C의 합성거동을 발생하는 CREEP, SHRINKAGE, 수화열에의한 CRACK을 방지하기위하여 CASING CON.C 하면에 WIRE MESH를 설치한다.
4. 사고한 경우 가로보 절곡공은 SKEW 각도에 따라 복부 진공한다.
5. 단지접부에서의 현진종용접구간은 직경고장장치의 길이를 고려하여 처음한다.

한국도로공사 KOREA HIGHWAY CORPORATION	표 준 도 TYPICAL DRAWING	도면명	프리플렉스빔(1) (L=45.00M,빔간격2.5M)	설계자		작성일	1997. 11	도면번호
				확인자		승 인		3. 17

당초

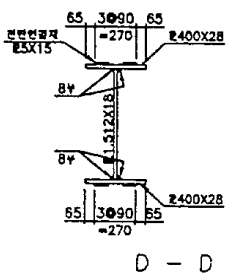
프 리 플 렉 스 빔 L = 45.00M(2)

평 면 도 아래플랜지콘크리트배근도 중 단 면 도

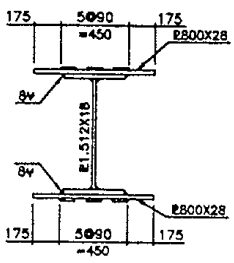


단 면

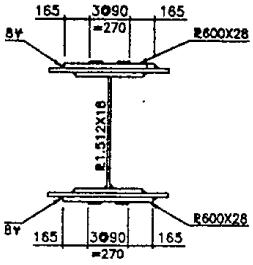
A – A



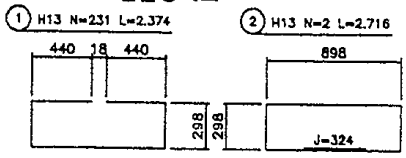
B – B

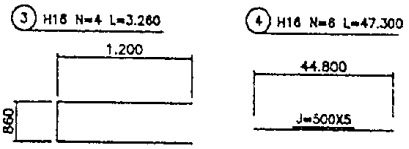


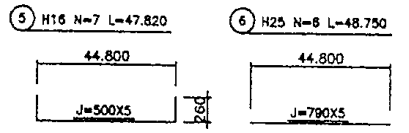
C – C



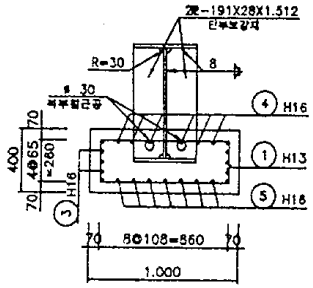
철근상세도



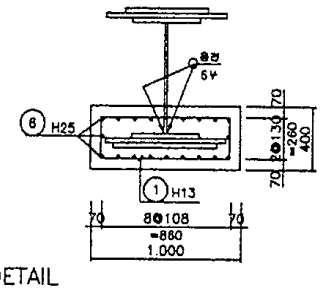




D – D



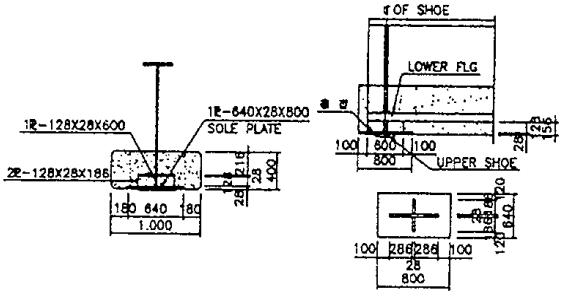
E – E



철근재료표

직 경	총 길 이(M)	단위중량	중량(TON)
H13	553.826	0.995	0.551
H16	831.580	1.56	0.985
H25	292.500	3.98	1.164
합 계			2.700

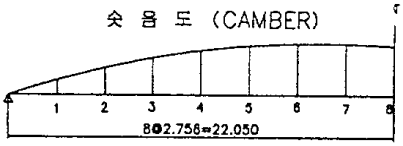
SOLE PLATE DETAIL



강형재료표 (외측)

구 분	규 격	길 이	갯 수	중량(TON)
아플랜지	R 400X 28	14.900	3	3.930
아플랜지	R 800X 28	12.700	2	4.486
아플랜지	R 800X 28	12.880	1	2.265
아플랜지	R 600X 28	9.900	2	2.611
아플랜지	R 600X 28	9.960	1	1.313
이래플랜지	R 400X 28	14.900	3	3.930
이래플랜지	R 800X 28	12.800	2	4.501
이래플랜지	R 800X 28	13.080	1	2.300
이래플랜지	R 600X 28	10.000	2	2.638
이래플랜지	R 600X 28	10.160	1	1.340
복부판	R1.512X 18	14.900	3	9.550
단부보강재	R 191X 28	1.512	4	0.254
중간보강재	R 191X 28	1.046	8	0.263
SOLE PLATE	R 128X 28	0.600	2	0.034
"	R 128X 28	0.186	4	0.021
"	R 640X 28	0.800	2	0.236
이음판	R 400X 18	1.312	4	0.298
전단연결재	R 5X 15	248	1096	
합 계				39.948

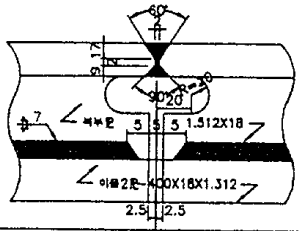
솟 음 도 (CAMBER)



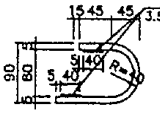
하중 \ 지점	1	2	3	4	5	6	7	8
프리플렉션(5%가산)	78	152	220	278	323	356	376	382
릴랙스	-60	-117	-169	-214	-249	-274	-289	-294
프리플렉스빔자중	11	21	31	39	45	50	53	54
바닥판,복부,가로보콘크리트	18 (15)	31 (30)	45 (43)	57 (55)	67 (64)	74 (71)	79 (76)	80 (77)
오일,연석등	4 (4)	8 (8)	12 (12)	15 (15)	18 (18)	19 (20)	21 (21)	21 (21)
건조수축,크리프	-4 (-4)	-7 (-7)	-9 (-10%)	-11 (-12%)	-13 (-14%)	-14 (-15%)	-15 (-15%)	-15 (-16%)
합 계	45 (44)	89 (87)	129 (127)	163 (161)	191 (188)	212 (209)	224 (221)	228 (225)

( )안의 지수는 외측주형 CAMBER량 (단위:MM)

상세 "A"



전단연결재상세(알급형)



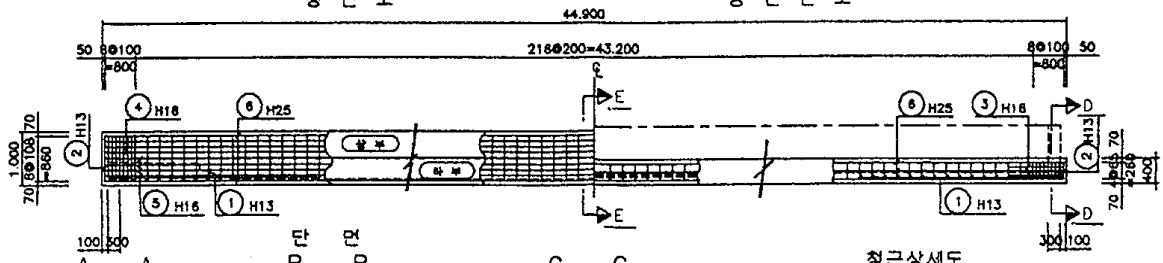
한국도로공사 KOREA HIGHWAY CORPORATION	표 준 도 TYPICAL DRAWING	도면번호	프리플렉스빔(2) (L=45.00M,빔간격2.5M)	설계자		작성일	1996. 5	도면번호
				확 인 자		축 척		3. 18

변경

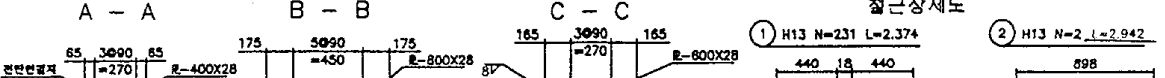
프 리 플 렉 스 빔 L = 45.00M(2)

아래플랜지콘크리트배근도

평 면 도

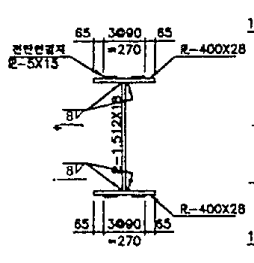


종 단 면

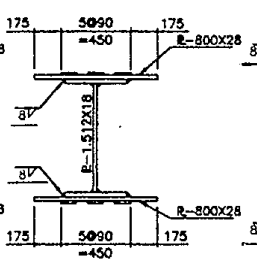


단 면

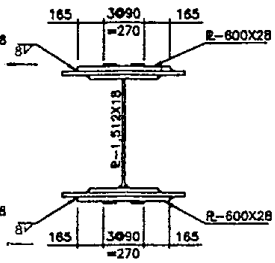
A – A



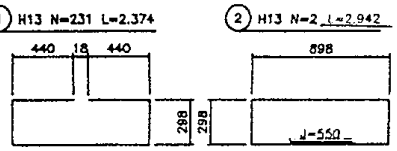
B – B

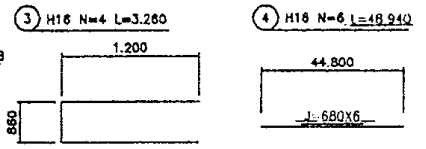


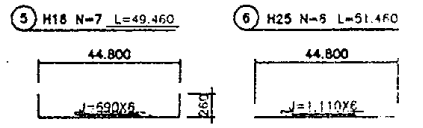
C – C



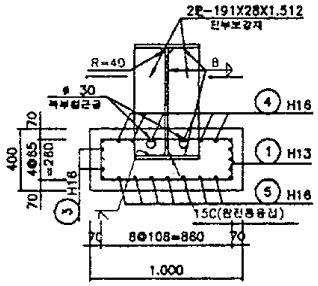
철근상세도



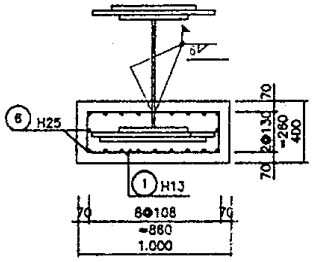




D – D



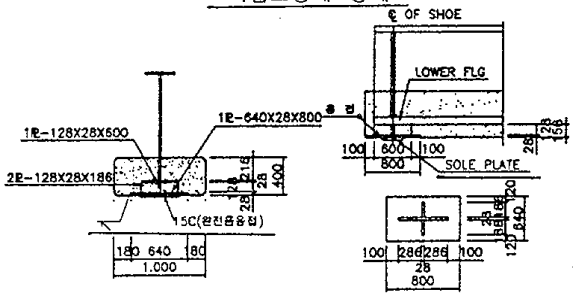
E – E



철 근 재 료 표

직 경	총 길 이(M)	단위중량	중량(TON)
H13	554.278	0.995	0.551
H16	652.900	1.56	1.018
H25	308.760	3.98	1.229
합 계			2.797

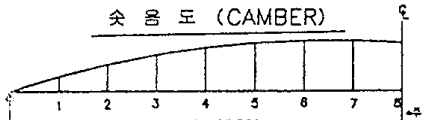
지점보강재 상세



강형재료표 (외측)

구 분	규 격	길 이	갯 수	중 량(TON)
하플랜지	R-400X28	14.900	3	3.930
하플랜지	R-800X28	12.700	2	4.466
하플랜지	R-800X28	12.880	1	2.265
하플랜지	R-800X28	9.900	2	2.611
하플랜지	R-600X28	9.960	1	1.313
아래플랜지	R-400X28	14.900	3	3.930
아래플랜지	R-800X28	12.800	2	4.501
아래플랜지	R-800X28	13.080	1	2.300
아래플랜지	R-600X28	10.000	2	2.638
아래플랜지	R-600X28	10.160	1	1.340
복부판	R-1.512X18	14.900	3	9.550
단부보강재	R-191X28	1.512	4	0.254
지점보강재	R-128X28	0.600	2	0.034
"	R-128X28	0.186	4	0.021
"	R-640X28	0.800	2	0.236
이음판	R-400X18	1.312	4	0.296
전단연결재	R-5X15	246	1,096	
합 계				36.888

숏 옴 도 (CAMBER)

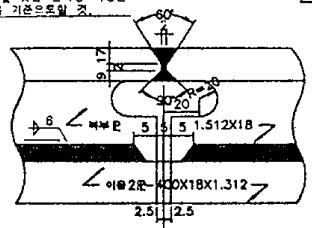


주 : -LOSS CAMBER는 단면형상 및 용접방법 기타조건에 따라 가감 할 수 있다.
-각 단계별 숏옴 변화량 적정은 거동량을 기준으로할 것.

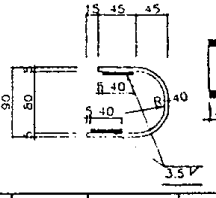
지점 / 항목	1	2	3	4	5	6	7	8
프리플렉션	72	141	204	258	300	331	349	355
LOSS CAMBER(10%)	7	14	20	26	30	33	35	35
합계스	-56	-110	-159	-201	-234	-258	-272	-276
프리플렉스량자중	10	19	28	35	42	46	49	50
바닥판,복부,가로보콘크리트	15 (15)	30 (29)	43 (42)	55 (53)	65 (62)	72 (69)	76 (73)	77 (74)
포장,연석등	3 (3)	5 (5)	7 (7)	9 (9)	11 (11)	12 (12)	13 (13)	13 (13)
검조수속,그레이트	-4 (-5)	-7 (-7)	-9 (-10)	-13 (-13)	-16 (-16)	-17 (-17)	-18 (-18)	-18 (-18)
합 계	47 (46)	92 (91)	134 (132)	169 (167)	198 (195)	219 (216)	232 (229)	236 (233)

( )안의 숫자는 외측주형 CAMBER량. (단위 : mm)

상세 "A"



전단연결재상세(말굽형)

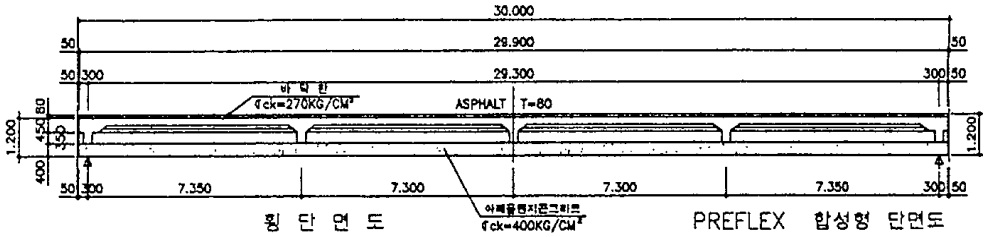


한국도로공사 KOREA HIGHWAY CORPORATION	표 준 도 TYPICAL DRAWING	도면	프리플렉스빔(2) (L=45.00M,빔간격2.5M)	설계자		작성일	1997.11	도면번호
				확인자		축 척		3. 18

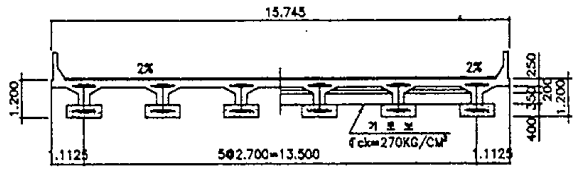
당초

프 리 플 렉 스 빔 L = 30.00M(1)

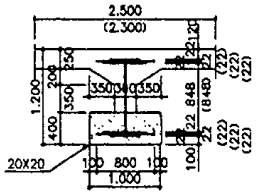
중 단 면 도



횡 단 면 도



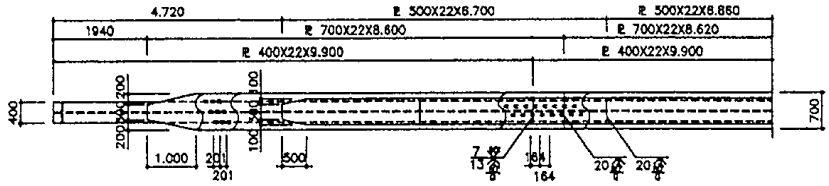
PREFLEX 합성형 단면도



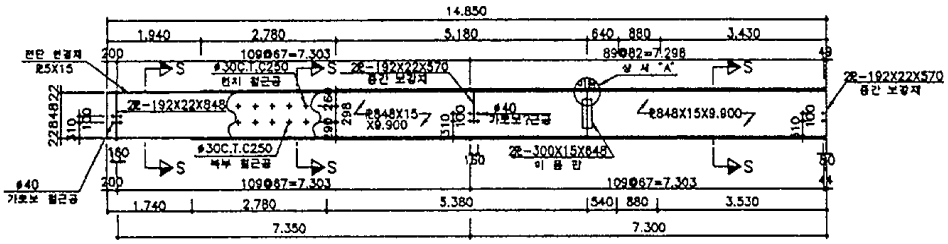
주: ( )는 외측형의 치수임

강 형 제 작 도

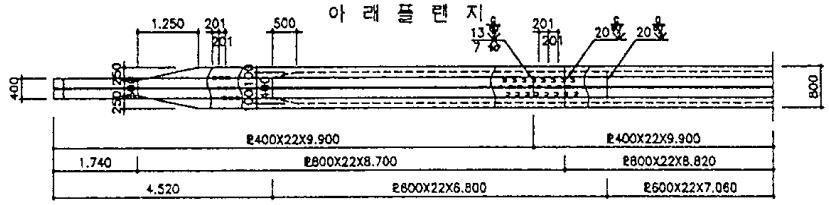
위 플 랜 지



복 부



아 래 플 랜 지



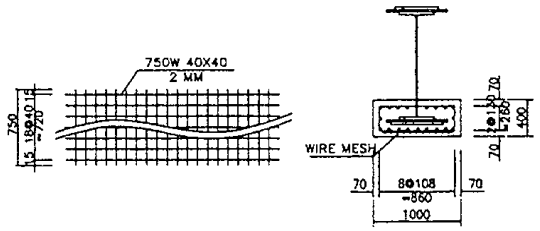
설계 및 제작하중

구 분		외측 주형	내측 주형	비 고
설 계 방 법		허용응력 설계법		
설 계 하 중		DB-24,DL-24		
프리플렉션	하 중	130.291 TON	130.291 TON	4 등분점 지하
	모멘트	954.385 T.M	954.385 T.M	"
지점 반력	사하중	80.554 TON	77.255 TON	주형 1 본당
	활하중	38.553 TON	31.017 TON	"

PREFLEX 빔 일반재료표 (본 1개당)

구 분	규 격	수 량	비 고
콘크리트	f'ck=400KG/CM²	11.960	
강재거푸집	1,000X400X29.900	54.620	
철 근	SD 40	1.792	1.845 (3% 가산)
강 재	SWS 520 B	18.182	20.000 (10% 가산)
콘크리트	SS 41	836EA	
WIRE MESH	750W40X40X5,000	6 EA	피복 2mm

와이어메쉬 상세



< 특 기 사 항 >

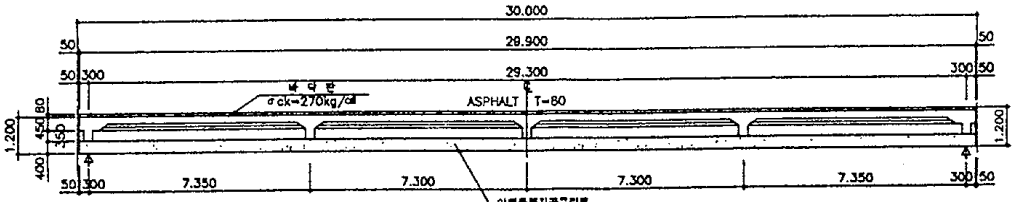
1. 운전시 발생된 콘크리트의 자기수축에 의한 PREFLEXION을 2일에 걸쳐서 시행한다.
2. PREFLEXION 및 RELEASE시 허용재하 및 저장는 5 TON/MIN 정도로 천천히 재하하고 저하한다.
3. CASING CON'C의 양생과정중 발생하는 CREEP, SHRINKAGE, 수화열에 의한 CRACK을 방지하기 위하여 CASING CON.C 하면에 WIRE MESH를 설치한다.

한국도로공사 KOREA HIGHWAY CORPORATION	표 준 도 TYPICAL DRAWING	도면명	프리플렉스빔(1) (L=30.00M,빔간격2.7M)	설계자		작성일	1996. 5	도면번호
				확인자		축 척		3. 19

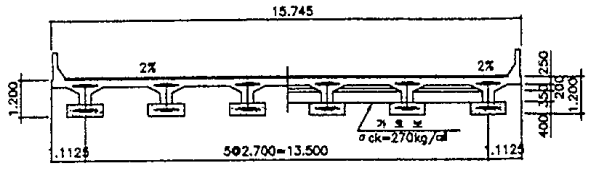
변경

프 리 플 렉 스 빔 L = 30.00M(1)

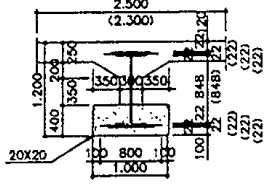
종 단 면 도



횡 단 면 도

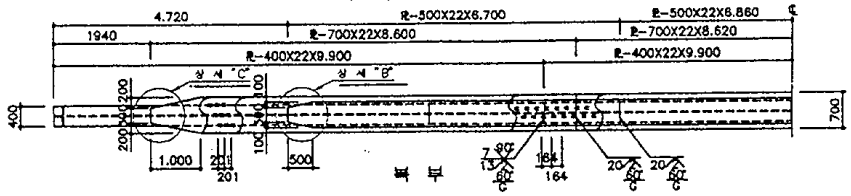


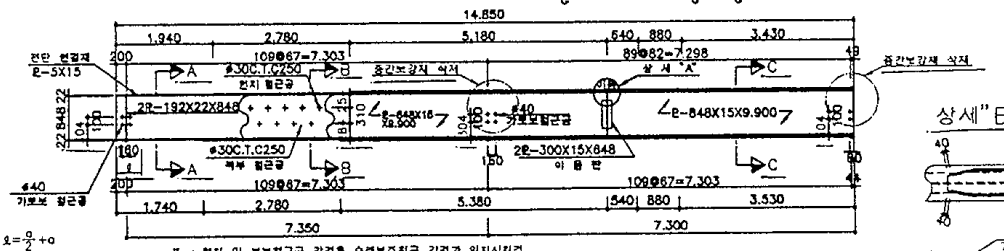
프리플렉스 합성형단면도



강 형 제 작 도

위 플 랜 지



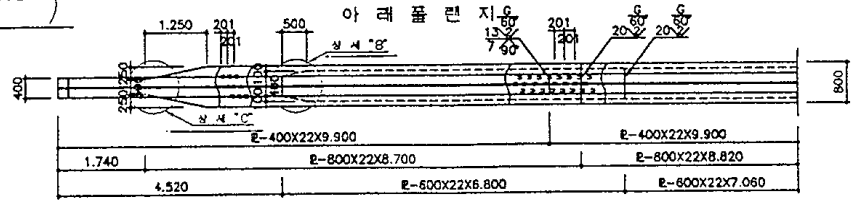


$x = \frac{a}{2} + a$

(x : 단지점부 완전용접구간
a : 고력장지 길이)

* 주 : 현치 및 복부철근과 간격은 슬래브주철근 간격과 일치시킴.

아 래 플 랜 지



설계 및 제작하중

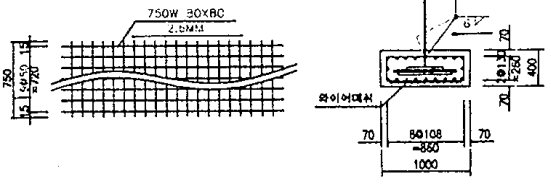
구 분		외측 주형	내측 주형	비 고
설 계 방 법		허용응력 설계법		
설 계 하 중		DB-24,DL-24		
프리플렉션	하 중	132.897TON	132.897 TON	4 등분점 지하
	모멘트	973.473 TON	973.473TON	"
지점 반력	사하중	70.688TON	70.044TON	주형 1 본당
	활하중	39.882TON	33.576TON	"

프리플렉스빔 일반재료표

(1개당)

구 분	규 격	수 량	비 고
콘크리트	σck=400kg/㎠	m^3	
강재거푸집	1.000X400X29.900	54.820	
철 근	SD 40	1톤 861	1톤 916 (3% 가산)
강 재	SWS 520 B	18톤 069	19톤 876 (10% 가산)
전단연결재	SS 400	838EA	
WIRE MESH	750W80X80X5.000	6 EA	직경 2.6mm

와이어메쉬 상세



< 특 기 사 항 >

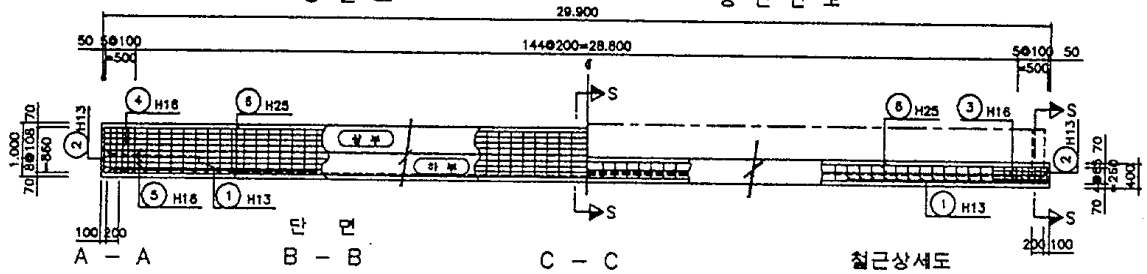
1. 용접시 발생된 잔류응력을 제거하기위해 PREFLEXION을 2회 걸쳐서 시행한다.
2. PREFLEXION 및 RELEASE시 하중재하 및 제거는 5 TON/MIN 정도로 천천히 재하하고 제거한다.
3. CASING CON'C의 양생과정중 발생하는 CREEP, SHRINKAGE, 수화열에의한 CRACK을 방지하기위하여 CASING CON,C 하면에 WIRE MESH를 설치한다.
4. 사각인 경우, 거푸로 철근은 SKEW 각도에 따라 복부 철근한다.
5. 단지점부에서의 완전용접구간은 직용고력장지의 길이를 고려하여 적용한다.

한국도로공사 KOREA HIGHWAY CORPORATION	표 준 도 TYPICAL DRAWING	도면명	프리플렉스빔(1) (L=30.00M,빔간격2.7M)	설계자		작성일	1997. 11	도면번호
				확인자		승 인		3. 19

당초

프 리 플 렉 스 빔 L = 30.00M(2)

평 면 도

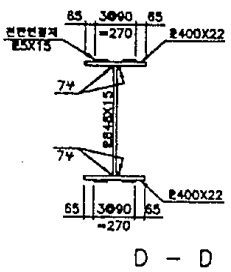


아래플랜지콘크리트비근도

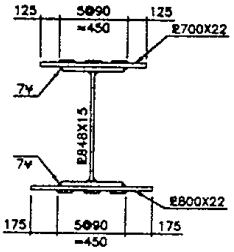
중 단 면 도

단 면

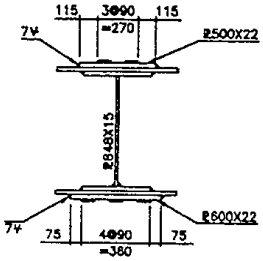
A – A



B – B

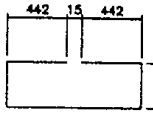


C – C

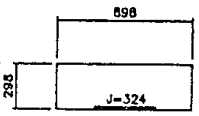


철근상세도

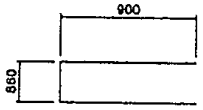
① H13 N=153 L=2.379



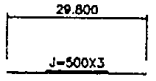
② H13 N=2 L=2.716



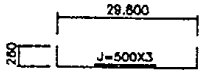
③ H16 N=4 L=2.660



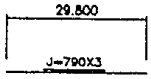
④ H16 N=6 L=31.300



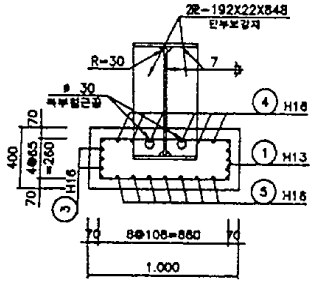
⑤ H16 N=7 L=31.820



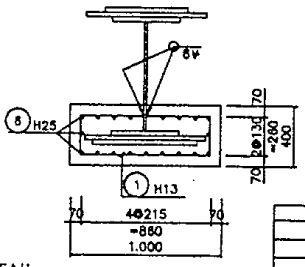
⑥ H25 N=6 L=32.170



D – D



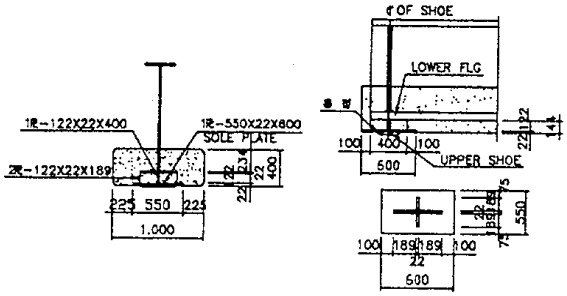
E – E



철 근 재 료 표

지 경	총 길 이(M)	단위중량	중량(TON)
H13	369.419	0.995	0.367
H16	421.180	1.58	0.657
H25	193.020	3.98	0.768
합 계			1.792

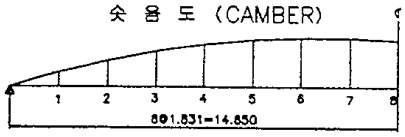
SOLE PLATE DETAIL



강 형 재 료 표

구 분	규 격	길 이	갯 수	중량(TON)
위플랜지	R 400X 22	9.900	3	2.051
위플랜지	R 700X 22	8.600	2	2.079
위플랜지	R 700X 22	8.620	1	1.042
위플랜지	R 500X 22	6.700	2	1.157
위플랜지	R 500X 22	8.860	1	0.592
아래플랜지	R 400X 22	9.900	3	2.051
아래플랜지	R 800X 22	8.700	2	2.424
아래플랜지	R 800X 22	8.820	1	1.218
아래플랜지	R 600X 22	6.800	2	1.409
아래플랜지	R 600X 22	7.060	1	0.731
복부판	R 848X 15	9.900	3	2.965
단부보강재	R 192X 22	0.648	4	0.112
중간보강재	R 192X 22	0.570	6	0.113
이음판	R 300X 15	0.648	4	0.091
SOLE PLATE	R 122X 22	0.400	2	0.017
〃	R 122X 22	0.189	4	0.016
〃	R 550X 22	0.600	2	0.114
전단연결재	R 5X 15	246	836	
합 계				18.182

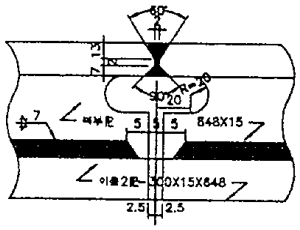
숏 용 도 (CAMBER)



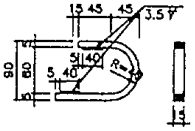
하중 \ 지점	1	2	3	4	5	6	7	8
프리플렉션(3차기성)	58	113	164	207	241	265	280	285
릴랙스	-44	-85	-124	-156	-182	-200	-211	-215
프리플렉스빔자중	7	14	21	26	31	34	36	37
바닥판,복부,가로보콘크리트	11 (10)	21 (20)	30 (29)	38 (37)	45 (43)	50 (48)	53 (51)	54 (52)
포장,연석등	2 (3)	5 (6)	7 (9)	9 (11)	10 (13)	11 (15)	12 (16)	12 (16)
건조수축,크리프	-2 (-2)	-4 (-3)	-5 (-4)	-6 (-5)	-7 (-6)	-8 (-7)	-8 (-7)	-8 (-7)
합 계	33 (33)	64 (65)	93 (95)	118 (120)	138 (141)	153 (156)	162 (165)	165 (168)

( ) 안의 지수는 최종부설 CAMBER량 (단위:MM)

상세 "A"



전단연결재상세(말굽형)



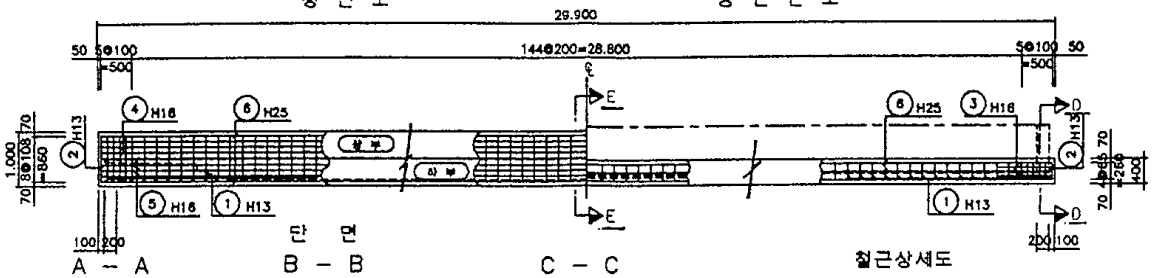
한국도로공사 KOREA HIGHWAY CORPORATION	표 준 도 TYPICAL DRAWING	명	프리플렉스빔(2) (L=30.00M빔간2.7M)	설계자		작성일	1996. 6	도면번호
				확인자		축 척		3. 20

변경

프 리 플 렉 스 빔 L = 30.00M(2)

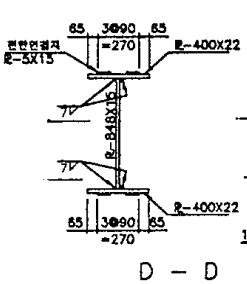
아래플랜지콘크리트배근도

평 면 도

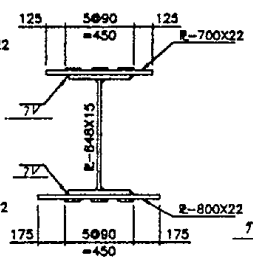


단 면

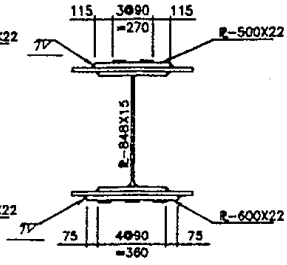
A – A



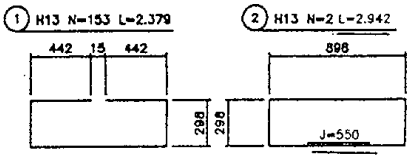
B – B

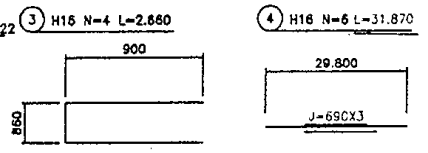


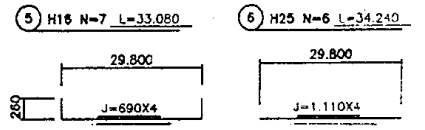
C – C



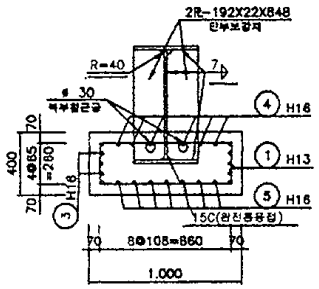
철근상세도



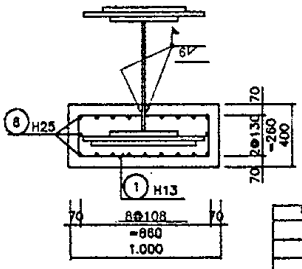




D – D



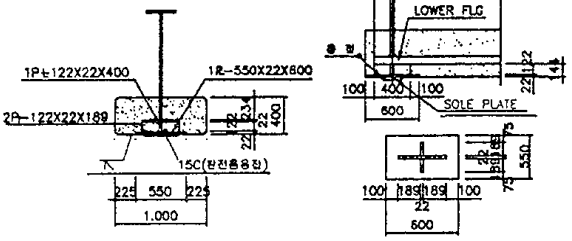
E – E



철 근 재 료 표

철 종	총 길 이(M)	단위중량	중량(TON)
H13	369.871	0.995	0.368
H16	433.420	1.56	0.676
H25	205.440	3.98	0.817
합 계			1.861

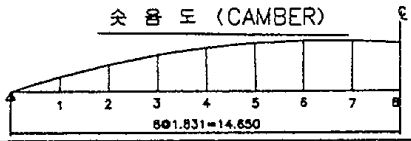
지점보강재 상세



강 형 재 료 표

구 분	규 격	길 이	매 수	중 량(TON)
하플랜지	R-400X 22	9.900	3	2.051
하플랜지	R-700X 22	8.600	2	2.079
하플랜지	R-700X 22	8.820	1	1.042
하플랜지	R-500X 22	8.700	2	1.157
하플랜지	R-500X 22	8.860	1	0.592
하복플랜지	R-400X 22	9.900	3	2.051
하복플랜지	R-800X 22	8.700	2	2.424
하복플랜지	R-800X 22	8.820	1	1.218
하복플랜지	R-600X 22	8.800	2	1.409
하복플랜지	R-600X 22	7.060	1	0.731
복부판	R-848X 15	9.900	3	2.965
단부보강재	R-192X 22	0.848	4	0.112
이종판	R-300X 15	0.648	4	0.091
	R-122X 22	0.400	2	0.017
지점보강재	R-122X 22	0.189	4	0.018
-	R-550X 22	0.600	2	0.114
전단연결재	R-5X 15	246	836	
합 계				18.069

숏 용 도 (CAMBER)



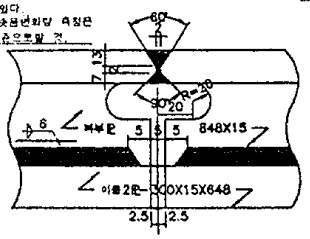
지점 / 하중	1	2	3	4	5	6	7	8
프리플렉션	56	110	159	201	234	258	272	277
LOSS CAMBER(10%)	6	11	16	20	23	26	27	28
합계스	-43	-85	-123	-155	-181	-199	-210	-213
프리플렉스빔자중	7	13	19	24	28	31	33	34
바닥판,복부,기포보강리브	10 (10)	20 (20)	29 (28)	37 (36)	44 (42)	48 (47)	51 (50)	52 (51)
포장,연석등	2 (2)	3 (4)	5 (6)	6 (7)	7 (8)	8 (9)	8 (10)	8 (10)
라프수축,크리프	-3 (-3)	-3 (-4)	-6 (-6)	-7 (-7)	-7 (-6)	-9 (-9)	-8 (-9)	-10 (-11)
합 계	35 (35)	69 (69)	99 (99)	126 (126)	148 (148)	163 (163)	173 (173)	176 (176)

( )안의 지수는 최종주형 CAMBER임.

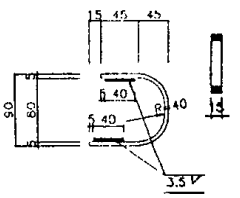
(단위 : mm)

※:-LOSS CAMBER는 단면형상 및 응집방법 기타조건에 따라 가감할 수 있다. 그러나 단계별 숏용변화량 측정은 거동량을 기준으로할 것.

상세 "A"



전단연결재상세(말굽형)

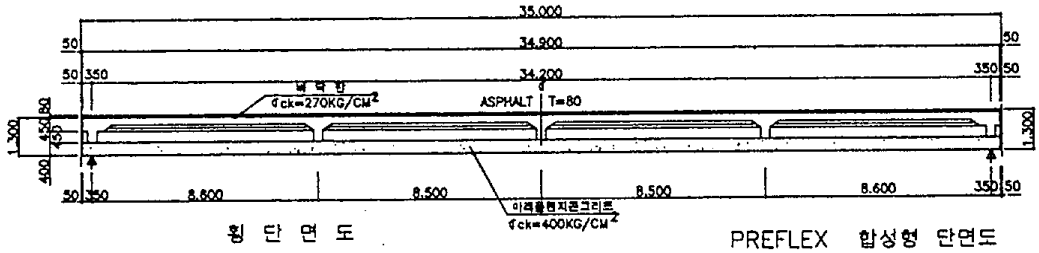


한국도로공사 KOREA HIGHWAY CORPORATION	표 준 도 TYPICAL DRAWING	도면명	프리플렉스빔(2) (L=30.00M빔간2.7M)	설계자		작성일	1997. 11	도면번호
				확인자		축 척		3. 20

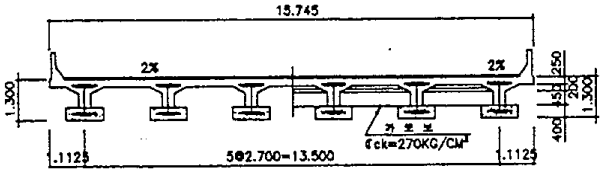
당초

프 리 플 렉 스 빔 L = 35.00M(1)

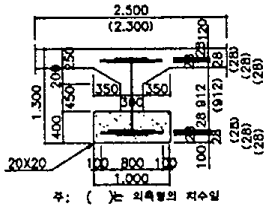
종 단 면 도



횡 단 면 도

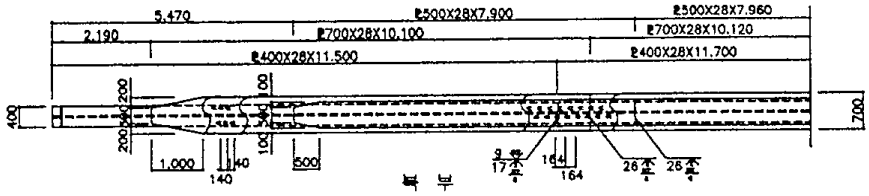


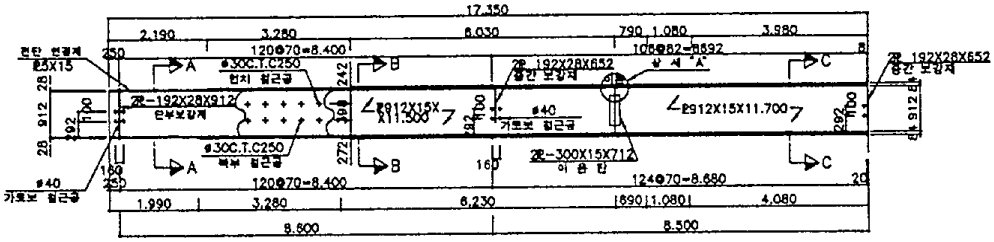
PREFLEX 합성형 단면도



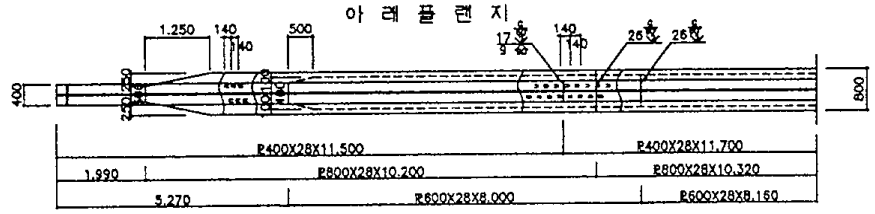
강 형 제 작 도

위 플 랜 지





아 래 플 랜 지



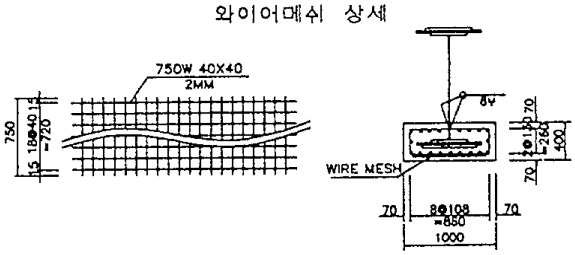
설계 및 제작하중

구 분		외측 주형	내측 주형	비 고
설 계 법		허용응력 설계법		
설 계 하 중		DB-24,DL-24		
프리플렉션	차 중	152.210 TON	152.210 TON	4 등분점 재하
	모멘트	1301.395 T.M	1301.395 T.M	"
지점 반력	사하중	90.525 TON	95.951 TON	주형 1 본당
	활하중	38.217 TON	30.817 TON	"

PREFLEX 빔 일반 재료표 (형 1개당)

구 분	규 격	수 량	비 고
콘크리트	ϕck=400KG/CM²	13.980	
강재거푸집	1.000X400X34.900	63.620	
철 근	SD 40	2ℓ111	2ℓ174 (3%가산)
강 재	SWS 520B	26.754	28.989 (10%가산)
콘단연결재	SS 41	944EA	
WIRE MESH	750W40X40X5000(2MM)	7EA	7장 2mm

와이어메쉬 상세



< 복 기 사 항 >

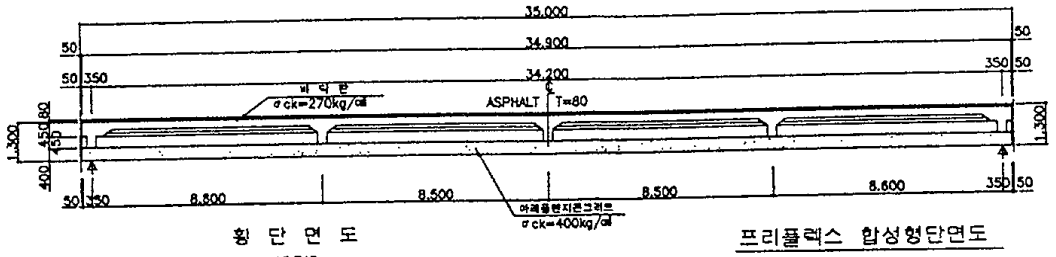
1. 콘크시 발생된 잔류응력을 저감하기위해 PREFLEXION을 2회에 걸쳐서 시행한다.
2. PREFLEXION 및 RELEASE시 하중재하 및 저감는 5 TON/MIN 정도로 천천히 재하하고 저감한다.
3. CASING CON'C의 양생과정중 발생하는 CREEP, SHRINKAGE, 수화열에의한 CRACK을 방지하기위하여 CASING CON,C 하면에 WIRE MESH를 설치한다.

한국도로공사 KOREA HIGHWAY CORPORATION	표 준 도 TYPICAL DRAWING	도면명	프리플렉스빔(1) (L=35.00M,빔간격2.7M)	설계자		작성일	1996. 5	도면번호
				확인자		축 척		3. 21

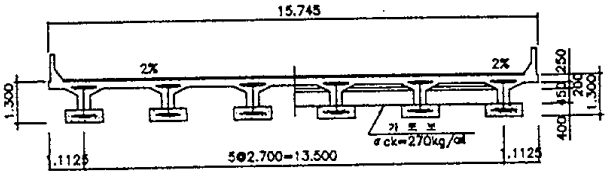
변경

프 리 플 렉 스 빔 L = 35.00M(1)

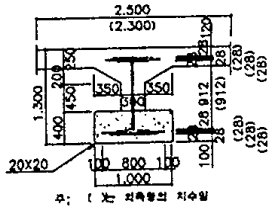
중 단 면 도



횡 단 면 도

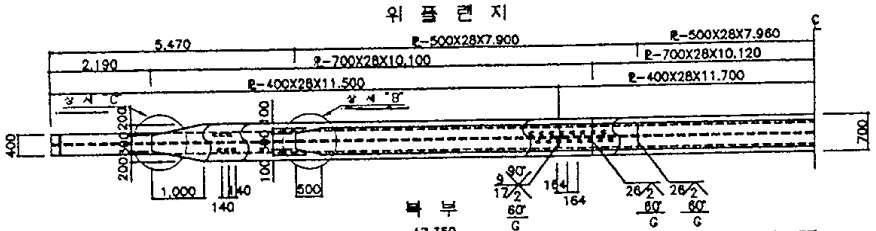


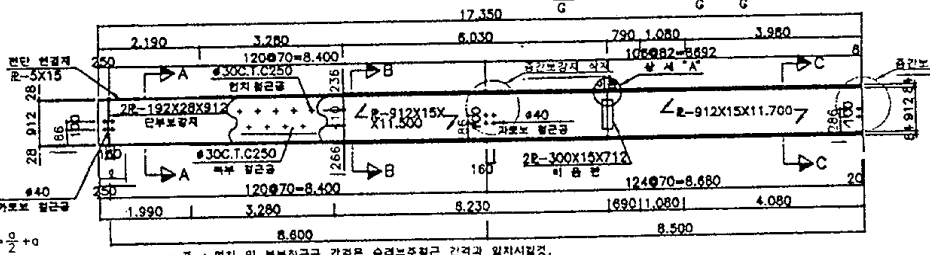
프리플렉스 합성형단면도



강 형 제 작 도

위 플 랜 지

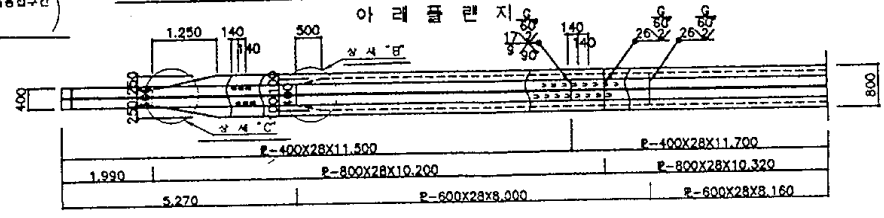


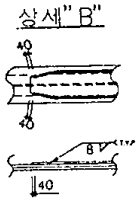


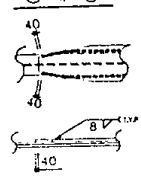
$x = \frac{a}{2} + a$

(x: 단지점부 완전충격간격, a: 고력장치 길이)

아 래 플 랜 지







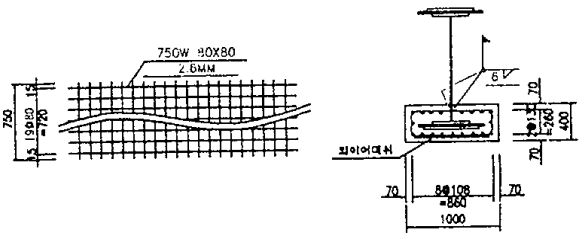
설계 및 제작하중

구 분		외측 주형	내측 주형	비 고
설 계 방 법		허용응력 설계법		
설 계 하 중		DB-24,DL-24		
프리플렉션	하 중	155.254 TON	155.254 TON	4 등분점 재하
	모멘트	1327.423 TON	1327.423 TON	"
지점 반력	사하중	83.553 TON	86.448 TON	주형 1 본당
	활하중	42.288 TON	33.206 TON	"

프리플렉스빔 일반재료표 (1거더당)

구 분	규 격	수 량	비 고
콘크리트	σck=400kg/㎠	13.980	
강재거푸집	1,000X400X34,900	63.620	
철 근	SD 40	2.158	2.222 (3%가산)
강 재	SWS 520B	26.189	28.808 (10%가산)
콘크리트	SS 400	944EA	
WIRE MESH	750W80X80X5000(2MM)	7EA	직경 2.6mm

와이어메쉬 상세



< 특 기 사 항 >

1. 출점시 발생된 잔류응력을 제거하기위해 PREFLEXION을 2회 걸쳐서 시행한다.
2. PREFLEXION 및 RELEASE시 하중재하 및 제거는 5 TON/MIN 정도로 천천히 재하하고 제거한다.
3. CASING CON'C의 양생과정중 발생하는 CREEP, SHRINKAGE, 수화열에의한 CRACK을 방지하기위하여 CASING CON.C 하면에 WIRE MESH를 설치한다.
4. 사고인 경우 가로보 철근공은 SKEW 각도에 따라 복부 전공한다.
5. 단지점부에서의 완전충격간격은 적용구간차지의 길이를 구간하여 적용한다.

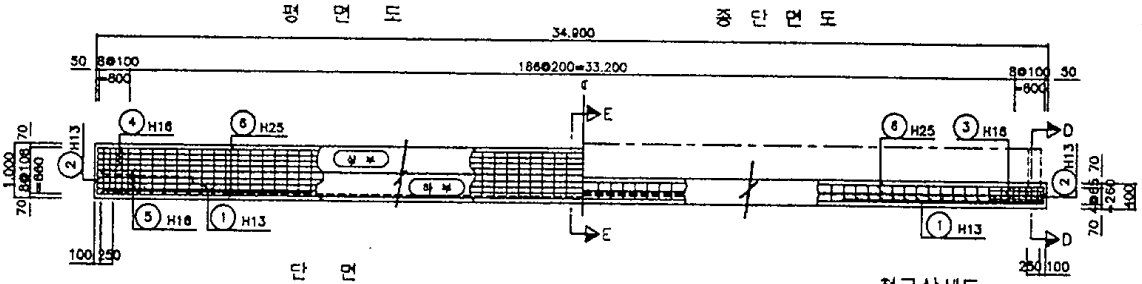
한국도로공사 KOREA HIGHWAY CORPORATION	표 준 도 TYPICAL DRAWING	도면명	프리플렉스빔(1) (L=35.00M,빔간격2.7M)	설계자		작성일	1997. 11	도면번호
				확인자		축 척		3. 21

당초

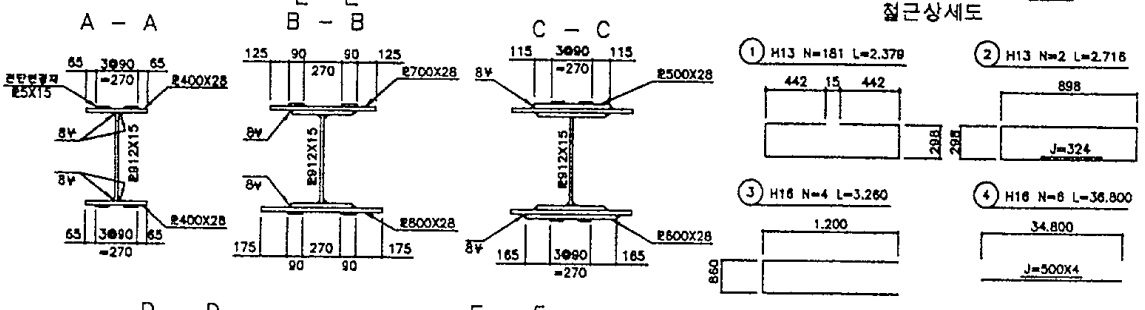
프 리 플 렉 스 빔 L = 35.00M(2)

아래플랜지콘크리트배근도

평 면 도



중 단 면 도



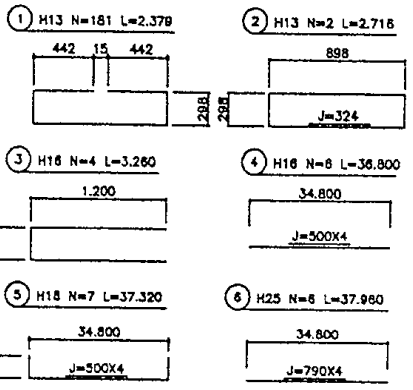
단 면

A – A

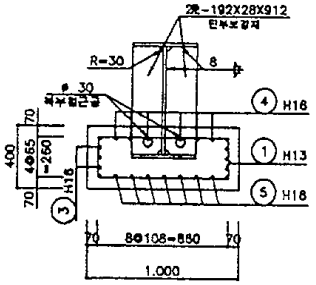
B – B

C – C

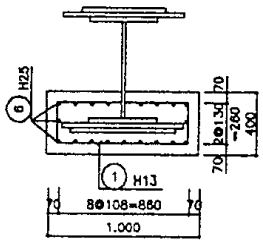
철근상세도



D – D



E – E



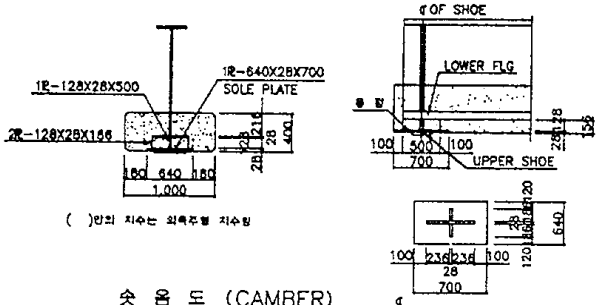
철근재료표

규 격	총 길 이(M)	단위중량	중량(TON)
H13	436.031	0.995	0.433
H16	495.080	1.56	0.772
H25	227.760	3.98	0.906
합 계			2.111

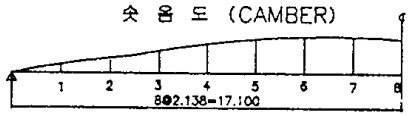
강형재료표

구 분	규 격	길 이	조 수	중량(TON)
위플랜지	ℓ 400X 28	11.500	2	2.022
위플랜지	ℓ 400X 28	11.700	1	1.028
위플랜지	ℓ 700X 28	10.100	2	3.108
위플랜지	ℓ 700X 28	10.120	1	1.557
위플랜지	ℓ 500X 28	7.900	2	1.736
위플랜지	ℓ 500X 28	7.980	1	0.875
아래플랜지	ℓ 400X 28	11.500	2	2.022
아래플랜지	ℓ 400X 28	11.700	1	1.028
아래플랜지	ℓ 800X 28	10.200	2	3.587
아래플랜지	ℓ 800X 28	10.320	1	1.814
아래플랜지	ℓ 600X 28	8.000	2	2.110
아래플랜지	ℓ 600X 28	8.160	1	1.076
복부판	ℓ 912X 15	11.500	2	2.470
복부판	ℓ 912X 15	11.700	1	1.258
단부보강재	ℓ 192X 28	0.912	4	0.154
중간보강재	ℓ 192X 28	0.652	6	0.165
SOLE R	ℓ 128X 28	0.500	2	0.028
"	ℓ 128X 28	0.186	4	0.021
"	ℓ 840X 28	0.700	2	0.197
이음판	ℓ 300X 15	0.712	4	0.100
전단연결재	ℓ 5X 15	246	944	
합 계				26.354

SOLE PLATE DETAIL



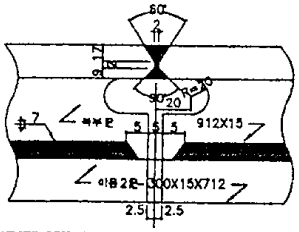
숏 옴 도 (CAMBER)



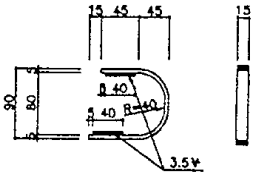
항 목 \ 지점	1	2	3	4	5	6	7	8
프리플렉션(5%가산)	72	140	203	256	298	328	346	352
릴렉스	-57	-111	-160	-203	-236	-260	-274	-279
프리플렉스빔자중	10	21	30	38	44	49	52	53
바닥판,복부,가로보콘크리트	14 (14)	28 (27)	40 (39)	51 (49)	60 (58)	66 (64)	70 (68)	72 (69)
포장,연석등	4 (3)	7 (6)	11 (9)	14 (11)	16 (13)	18 (15)	19 (16)	19 (16)
건조수축,크리프	-2 (-3)	-4 (-5)	-5 (-7)	-6 (-8)	-7 (-9)	-9 (-10)	-10 (-11)	-10 (-11)
합 계	41 (40)	81 (78)	118 (113)	149 (143)	175 (168)	193 (186)	205 (197)	208 (201)

( )안의 치수는 외측주형 CAMBER임 (단위:MM)

상세 "A"



전단연결재상세(말굽형)



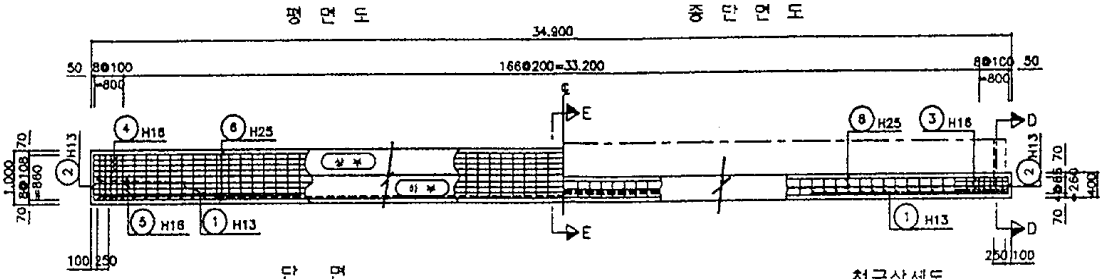
한국도로공사 KOREA HIGHWAY CORPORATION	표 준 도 TYPICAL DRAWING	도면명	프리플렉스빔(2) (L=35.00M,빙간격2.7M)	설계자		작성일	1996. 5	도면번호
				확인자		결 재		3. 22

변경

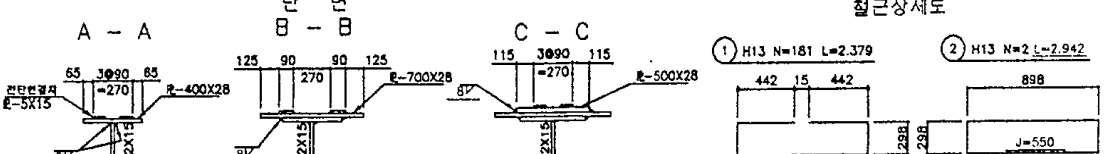
프 리 플 렉 스 빔 L = 35.00M(2)

아래플런지콘크리트배근도

평 면 도

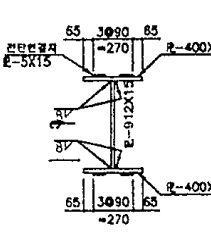


중 단 면

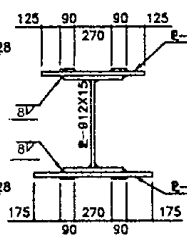


단 면

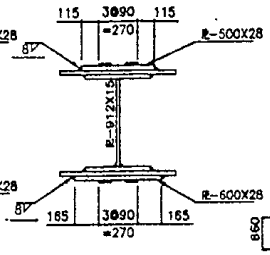
A – A



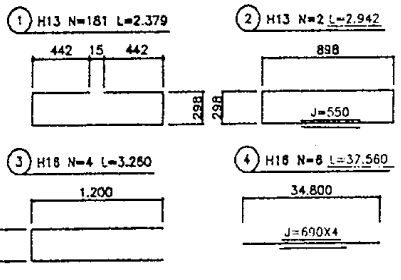
B – B



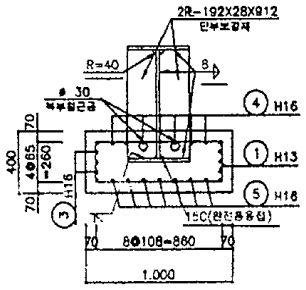
C – C



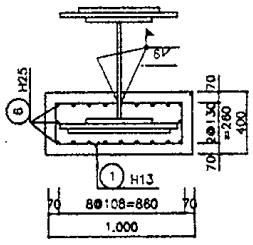
철근상세도



D – D



E – E



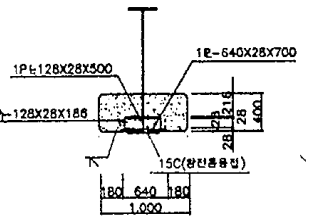
철근재료표

규 격	총 길 이(M)	단위중량	중량(TON)
H13	436.483	0.995	0.434
H16	504.960	1.56	0.787
H25	235.440	3.98	0.937
합 계			2.158

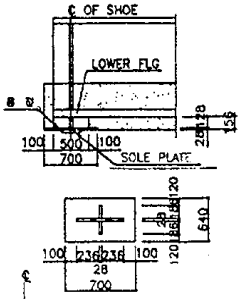
강재재료표

구 분	규 격	길 이	갯 수	총 중량(TON)
하플런지	R-400X 28	11.500	2	2.022
하플런지	R-400X 28	11.700	1	1.028
하플런지	R-700X 28	10.100	2	3.098
하플런지	R-700X 28	10.120	1	1.557
하플런지	R-500X 28	7.900	2	1.736
하플런지	R-500X 28	7.960	1	0.875
아래플런지	R-400X 28	11.500	2	2.022
아래플런지	R-400X 28	11.700	1	1.028
아래플런지	R-800X 28	10.200	2	3.587
아래플런지	R-800X 28	10.320	1	1.814
아래플런지	R-800X 28	8.000	2	2.110
아래플런지	R-600X 28	8.160	1	1.076
복부판	R-912X 15	11.500	2	2.470
복부판	R-912X 15	11.700	1	1.256
단부보강재	R-192X 28	0.912	4	0.154
지점보강재	R-128X 28	0.500	2	0.028
-	R-128X 28	0.186	4	0.021
-	R-640X 28	0.700	2	0.197
이음판	R-300X 15	0.712	4	0.120
전단연결재	R-5X 15	248	944	
합 계				20.181

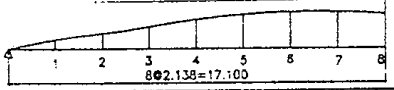
지점보강재 상세



( )안의 치수는 외측주형 치수임



숫 움 도 (CAMBER)



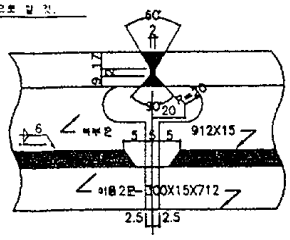
지점 / 항목	1	2	3	4	5	6	7	8
하플랜지	70	136	197	249	290	319	336	342
LOSS CAMBER(10%)	7	14	20	25	29	32	34	34
릴리스	-55	-108	-157	-198	-231	-254	-268	-273
프리플렉스빔자중	10	19	27	34	40	44	47	48
바닥판,복부,가로보콘크리트	14 (13)	27 (26)	39 (37)	49 (47)	57 (56)	64 (62)	68 (65)	69 (67)
포장,연석등	2 (2)	5 (4)	7 (6)	9 (8)	10 (9)	11 (10)	12 (11)	12 (11)
건조수축,크리프	-4 (-4)	-7 (-7)	-9 (-9)	-10 (-11)	-10 (-12)	-12 (-13)	-13 (-14)	-12 (-14)
합 계	44 (43)	86 (84)	124 (122)	158 (154)	185 (181)	204 (200)	216 (211)	220 (215)

( )안의 치수는 외측주형 CAMBER임.

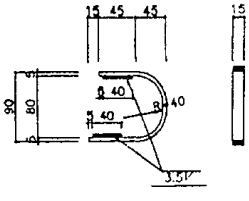
(단위 : mm)

*주:-LOSS CAMBER는 단면형상 및 응집방법 콘크리트강에 따라 가감할수 있다.
-각 단계별 하중 변화량 측정은 거동량을 기준으로 할 것.

상세 "A"



전단연결재상세(감급형)

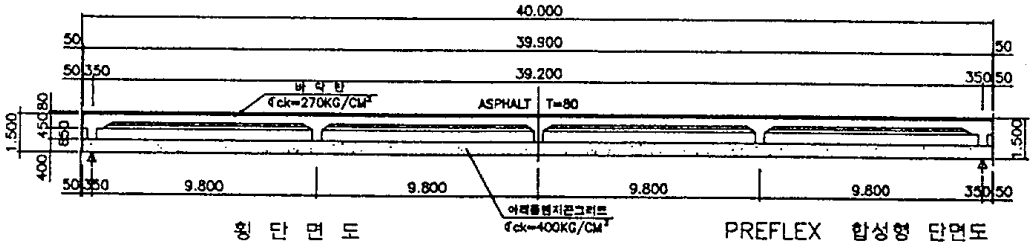


한국도로공사 KOREA HIGHWAY CORPORATION	표 준 도 TYPICAL DRAWING	도면명	프리플렉스빔(2) (L=35.00M,빔간격2.7M)	설계자		작성일	1997. 11	도면번호
				확인자		수 정		3. 22

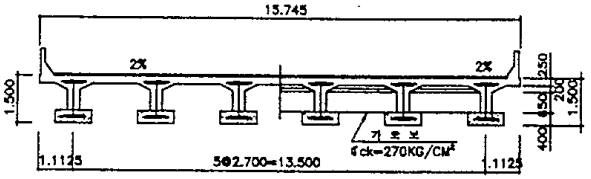
당초

프 리 플 렉 스 빔 L = 40.00M(1)

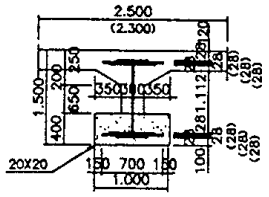
중 단 면 도



횡 단 면 도



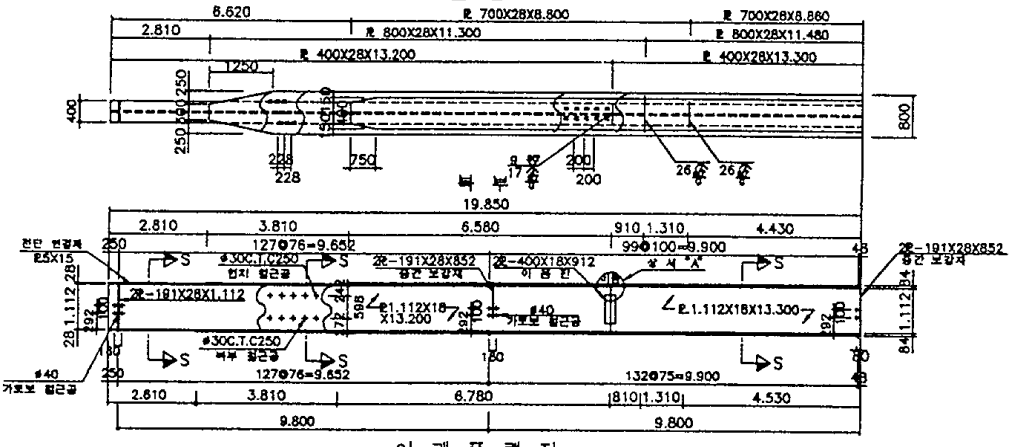
PREFLEX 합성형 단면도



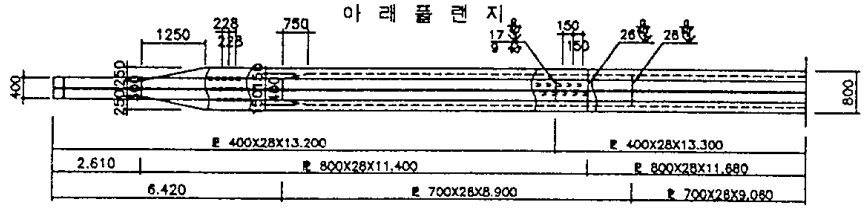
주; ( )는 최측벽의 치수임

강 형 제 작 도

위 플 랜 지



아 래 플 랜 지



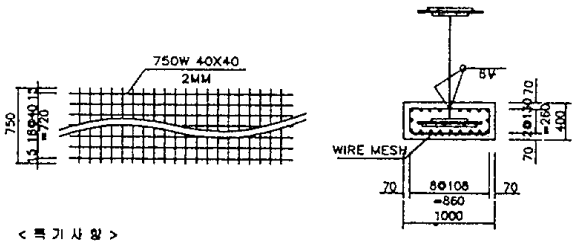
설계 및 제작하중

구 분		외측 주형	내측 주형	비 고
설 계 방 법		허용응력 설계법		
설 계 하 중		DB-24,DL-24		
프리플렉션	하 중	179.979 TON	179.979 TON	4 등분점 재하
	모멘트	1763.794 T.M	1763.794 T.M	-
지점 반력	사하중	112.663 TON	115.201 TON	주형 1 본당
	활하중	37.806 TON	31.229 TON	-

PREFLEX빔 일반재료표 (빔 1개당)

구 분	규 격	수 량	비 고
콘크리트	$\sigma ck=400KG/CM^2$	15.960^{m^3}	
강재거푸집	1.000X400X39.900	72.620^{m^2}	
철 근	SD 40	2.387^{T}	2.458^{T} (3% 가산)
강 재	SWS 520 B	34.327^{T}	37.759^{T} (10% 가산)
콘크리트블럭	SD 41	974EA	
WIRE MESH	750W 40X40X5000	8EA	

와이어메쉬 상세



< 특 기 사 항 >

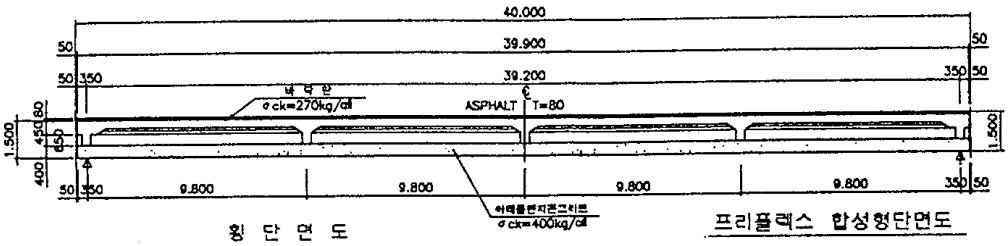
1. 등단시 발생된 잔류응력을 제거하기위해 PREFLEXION을 2회에 걸쳐서 시행한다.
2. PREFLEXION 및 RELEASE시 하중재하 및 제거는 5 TON/MIN 정도로 천천히 재하하고 제거한다.
3. CASING CON'C의 합성과정중 발생하는 CREEP, SHRINKAGE, 수화열에의한 CRACK을 방지하기위하여 CASING CON,C 하면에 WIRE MESH를 설치한다.

한국도로공사 KOREA HIGHWAY CORPORATION	표 준 도 TYPICAL DRAWING	도면명	프리플렉스빔(1) (L=40.00M,빔간격2.7M)	설계자		작성일	1996. 5	도면번호
				확인자		축척		3. 23

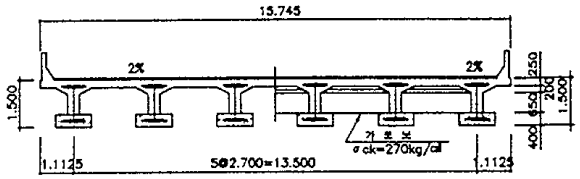
변경

프 리 플 렉 스 빔 L = 40.00M(1)

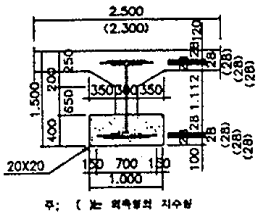
중 단 면 도



횡 단 면 도



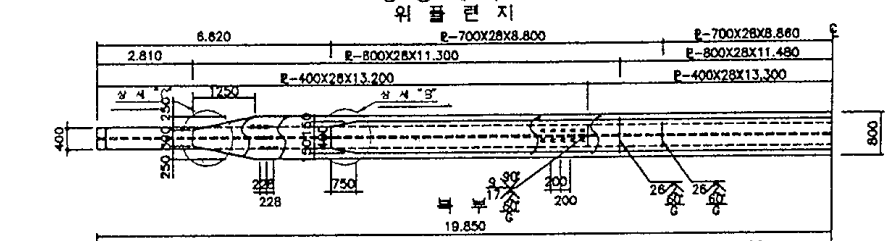
프리플렉스 합성형단면도



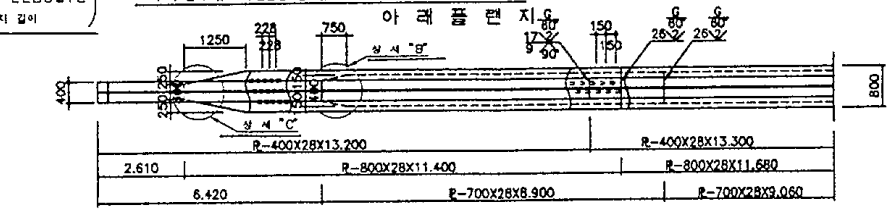
주: ( ) 는 최종형의 치수임

강 형 제 작 도

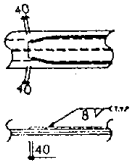
위 플 랜 지



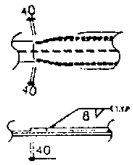
아 래 플 랜 지



상세"B"



상세"C"



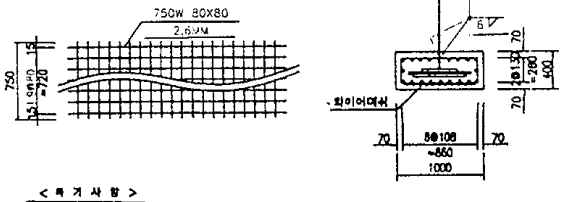
설계 및 제작하중

구 분		외측 주형	내측 주형	비 고
설 계 방 법		허용응력 설계법		
설 계 하 중		DB-24,DL-24		
프리플렉션	하 중	182.316 TON	182.316 TON	4 등분점 지하
	모멘트	1786.700 TON	1786.700 TON	"
지점 반력	사하중	102.877 TON	105.003 TON	주형 1 본당
	활하중	41.921 TON	33.693 TON	"

프리플렉스빔 일반재료표 (1개당)

구 분	규 격	수 량	비 고
콘크리트	σck=400kg/㎠	15.960	
강재거푸집	1,000X400X39.900	72.620	
철 근	SD 40	2T474	2T548 (3% 가산)
강 재	SWS 520 B	34.113	37.524 (10% 가산)
콘벤션캡제	SS 400	974EA	
WIRE MESH	750W 80X80X5000	8EA	직경 2.6mm

와이어메쉬 상세



< 특 기 사 항 >

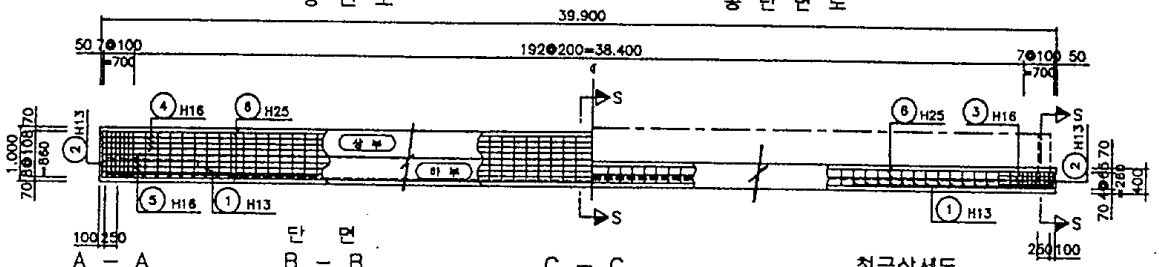
1. 응력시 발생된 인장응력을 제거하기위해 PREFLEXION을 2회 걸쳐서 시행한다.
2. PREFLEXION 및 RELEASE시 이동제하 및 제거는 5 TON/MIN 정도로 천천히 제하하고 제거한다.
3. CASING CON'C의 발생과정중 발생하는 CREEP, SHRINKAGE, 수화열에의한 CRACK을 방지하기위하여 CASING CON.C 하면에 WIRE MESH를 설치한다.
4. 사고인 경우 가로보 철근과은 SKEW 각도에 따라 배부 전결한다.
5. 인장강부시사의 시전육유단구간은 적용고려하지 않아야 한다.

한국도로공사 KOREA HIGHWAY CORPORATION	표 준 도 TYPICAL DRAWING	도면명	프리플렉스빔(1) (L=40.00M,빔간격2.7M)	설계자		작 성 일	1997. 11	도면번호
				확 인 자		축 척		3. 23

당초

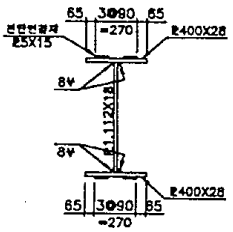
프 리 플 렉 스 빔 L = 40.00M(2)

평 면 도 — 아래플랜지콘크리트배근도 — 종 단 면 도

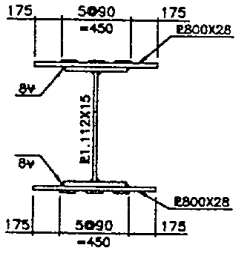


단 면

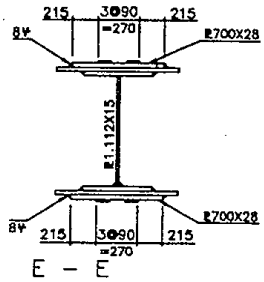
A – A



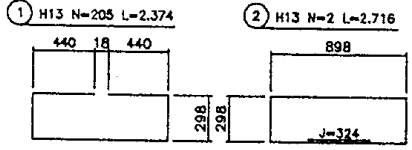
B – B

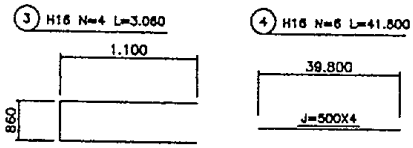


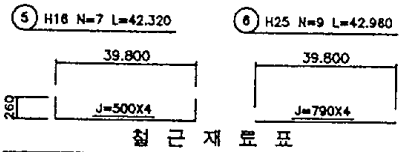
C – C



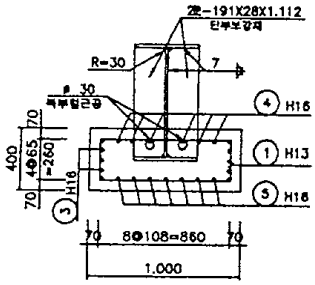
철근상세도



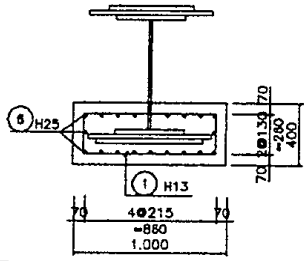




D – D



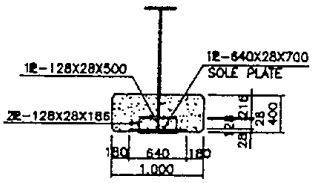
E – E

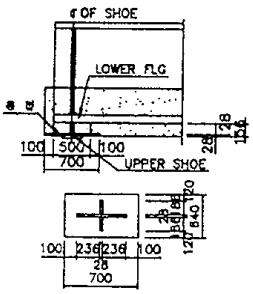


철 근 재 료 표

지 경	총 길 이(M)	단위중량	중량(TON)
H13	492.102	0.995	0.489
H16	539.280	1.56	0.872
H25	257.760	3.98	1.026
합 계			2.387

SOLE PLATE DETAIL

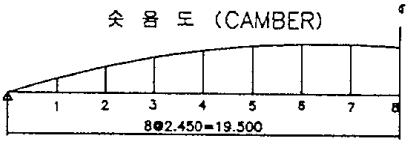




강 형 재 료 표

구 분	규 격	길 이	개 수	중량(TON)
위플랜지	R 400X 28	13.200	2	2.321
위플랜지	R 400X 28	13.300	1	1.169
위플랜지	R 800X 28	11.300	2	3.974
위플랜지	R 800X 28	11.480	1	2.018
위플랜지	R 700X 28	8.800	2	2.708
위플랜지	R 700X 28	8.860	1	1.363
아래플랜지	R 400X 28	13.200	2	2.321
아래플랜지	R 400X 28	13.300	1	1.169
아래플랜지	R 800X 28	11.400	2	4.009
아래플랜지	R 800X 28	11.680	1	2.054
아래플랜지	R 700X 28	8.900	2	2.738
아래플랜지	R 700X 28	9.060	1	1.394
복부판	R1.112X 18	13.200	2	4.148
복부판	R1.112X 18	13.300	1	2.089
단부보강재	R 191X 28	1.112	4	0.186
중간보강재	R 191X 28	0.852	6	0.214
SOLE PLATE	R 128X 28	0.500	2	0.028
"	R 128X 28	0.186	4	0.021
"	R 640X 28	0.700	2	0.197
이음판	R 400X 18	0.912	4	0.206
전단연결재	R 5X 15	246	974	
합 계				34.327

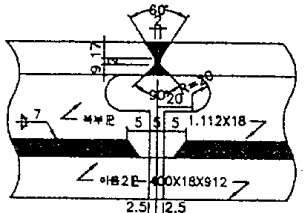
솟 음 도 (CAMBER)



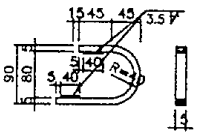
종 별 \ 지점	1	2	3	4	5	6	7	8
프리플렉션(5%가산)	78	153	221	279	325	358	377	384
캠버스	-61	-120	-173	-219	-255	-281	-296	-301
프리플렉스형자중	12	23	33	42	49	55	58	59
바닥판,복부,가로보콘크리트	15 (15)	31 (30)	45 (43)	57 (55)	67 (64)	74 (71)	78 (75)	80 (77)
포장,연석등	4 (4)	8 (8)	12 (12)	15 (15)	18 (17)	19 (19)	21 (21)	21 (21)
건조수축,크리프	-3 (-3)	-6 (-6)	-8 (-8)	-10 (-10)	-11 (-12)	-12 (-13)	-13 (-14)	-13 (-14)
합 계	46 (45)	89 (88)	130 (127)	164 (162)	193 (189)	213 (209)	226 (222)	230 (226)

( )안의 지수는 지속주형 CAMBER임 (단위:MM)

상세 "A"



전단연결재상세(말굽형)



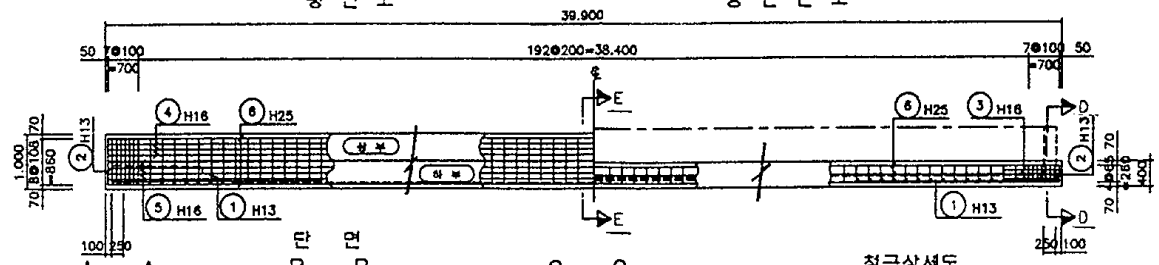
한국도로공사 KOREA HIGHWAY CORPORATION	표 준 도 TYPICAL DRAWING	도면명	프리플렉스빔(2) (L=40.00M,빔간격2.7M)	설계자		작성일	1996. 5	도면번호
				확인자		축 척		3. 24

변경

프 리 플 렉 스 빔 L = 40.00M(2)

아래플랜지콘크리트배근도

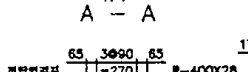
평 면 도



중 단 면

단 면

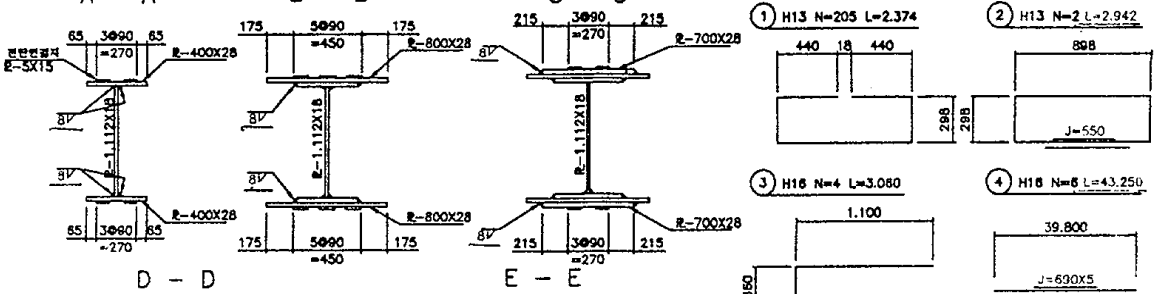
A – A

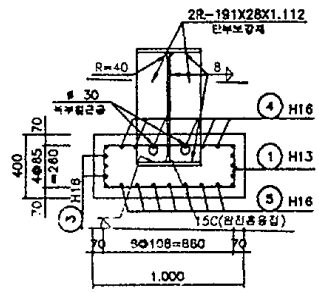


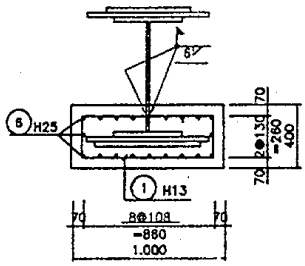
B – B

C – C

철근상세도



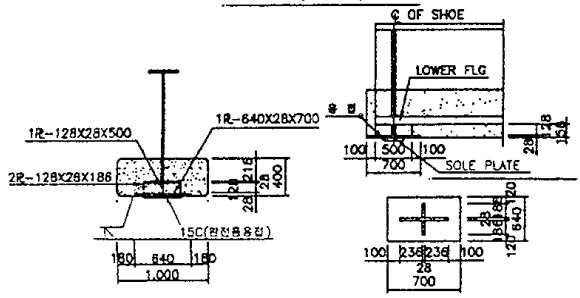




철 근 재 료 표

규 격	총 길 이(M)	단위중량	중량(TON)
H13	492.554	0.995	0.490
H16	578.130	1.56	0.901
H25	272.100	3.98	1.083
합 계			2.474

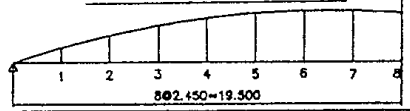
지점보강재 상세



강 형 지 료 표

구 분	규 격	길 이	개 수	중 량(TON)
웨플판지	PL-400X 28	13.200	2	2.321
웨플판지	PL-400X 28	13.300	1	1.169
웨플판지	PL-800X 28	11.300	2	3.974
웨플판지	PL-800X 28	11.480	1	2.018
웨플판지	PL-700X 28	8.800	2	2.708
웨플판지	PL-700X 28	8.860	1	1.363
아래플판지	PL-400X 28	13.200	2	2.321
아래플판지	PL-400X 28	13.300	1	1.169
아래플판지	PL-800X 28	11.400	2	4.009
아래플판지	PL-800X 28	11.680	1	2.054
아래플판지	PL-700X 28	8.900	2	2.738
아래플판지	PL-700X 28	9.060	1	1.394
복부판	PL-1.112X 18	13.200	2	4.148
복부판	PL-1.112X 18	13.300	1	2.089
단부보강재	PL-191X 28	1.112	4	0.186
지점보강재	PL-128X 28	0.500	2	0.028
-	PL-128X 28	0.186	4	0.021
-	PL-640X 28	0.700	2	0.197
이음판	PL-400X 18	0.912	4	0.205
전단연결재	PL-5X 15	246	974	
합 계				34.[illegible]

숏 용 도 (CAMBER)

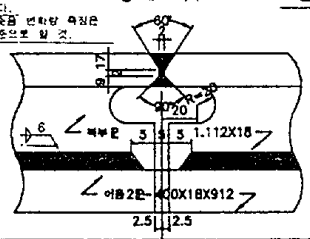


지점 / 항목	1	2	3	4	5	6	7	8
프리플렉션	75	146	212	268	311	343	362	368
LOSS CAMBER(10%)	7	15	21	27	31	34	36	37
릴리스	-59	-116	-168	-212	-247	-272	-286	-291
프리플렉스성자중	11	21	30	38	45	50	53	54
바닥판,복부,가로보콘크리트	15 (15)	30 (29)	43 (42)	55 (53)	64 (62)	71 (69)	75 (73)	77 (74)
포장,연석등	3 (3)	5 (5)	8 (8)	10 (10)	11 (12)	13 (13)	13 (14)	14 (14)
건조수축,크리프	-4 (-5)	-7 (-8)	-10 (-11)	-13 (-14)	-13 (-15)	-15 (-17)	-16 (-19)	-18 (-19)
합 계	48 (47)	94 (92)	136 (134)	173 (170)	202 (199)	224 (220)	237 (233)	241 (237)

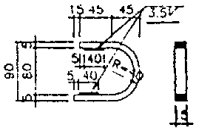
( )안의 지수는 외측주형 CAMBER량. (단위 : mm)

*주:-LOSS CAMBER는 단면형상 및 응집방법 기타조건에 따라 가감될수 있다.
-각 단계별 포장 변화량 측정은 거동량을 기준으로 할 것.

상세 "A"



전단연결재상세(말급형)

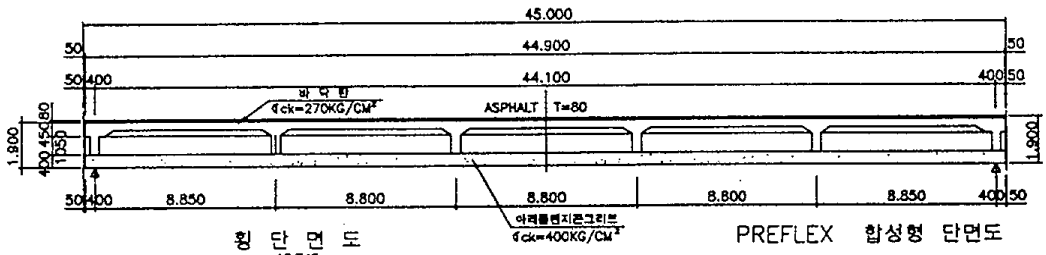


한국도로공사 KOREA HIGHWAY CORPORATION	표 준 도 TYPICAL DRAWING	도면명	프리플렉스빔(1) (L=40.00M,빔간격2.7M)	설계자		작성일	1997.11	도면번호
				확인자		축 척		3. 24

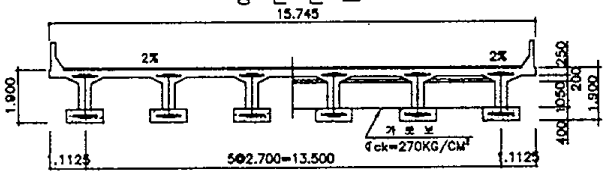
당초

프 리 플 렉 스 빔 L = 45.00M(1)

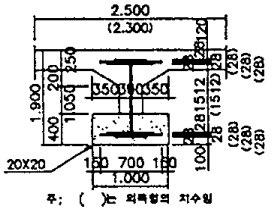
종 단 면 도



횡 단 면 도



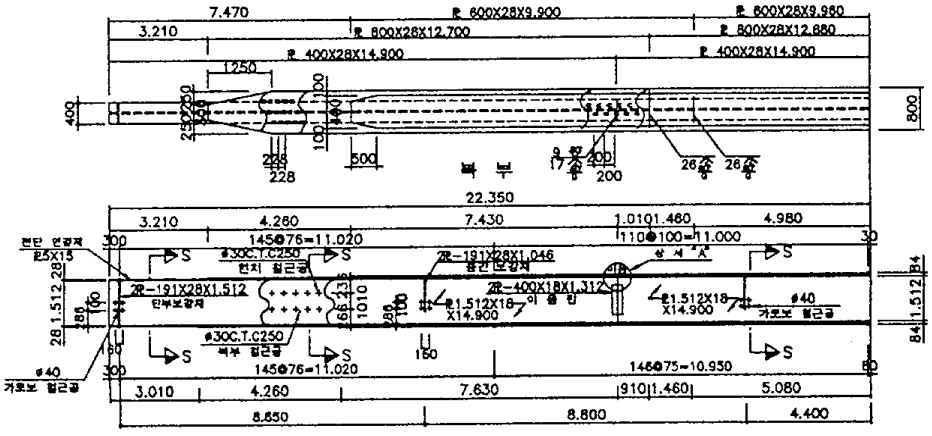
PREFLEX 합성형 단면도



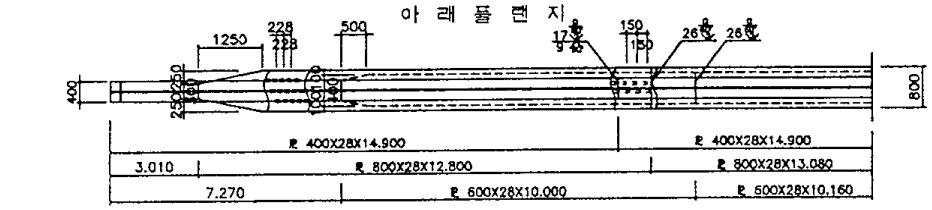
주; ( )는 외측형의 치수임

강 형 제 작 도

위 플 랜 지



아 래 플 랜 지



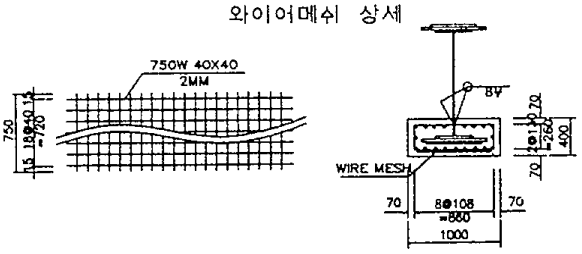
설계 및 제작하중

구 분		외측 주형	내측 주형	비 고
설 계 방 법		허용응력 설계법		
설 계 하 중		DB-24,DL-24		
프리플렉션	하 중	217.436 TON	217.436 TON	4 등분점 지하
	모멘트	2397.231 T.M	2397.231 T.M	"
지점 반력	사하중	135.169 TON	138.892 TON	주형 1 본당
	활하중	40.253 TON	33.328 TON	"

PREFLEX빔 일반재료표 (빔 1개당)

구 분	규 격	수 량	비 고
콘크리트	σck=400KG/CM²	17.960 M³	
강제거푸집	1.000X400X44.900	81.820 M²	
철 근	SD 40	2.700 T	2.781 T (3% 가산)
강 재	SWS 520 B	39.948 T	43.942 T (10% 가산)
현단변철재	SS 41	1.096EA	
WIRE MESH	750W 40X40X5000	9EA	

와이어메쉬 상세



< 특 기 사 항 >

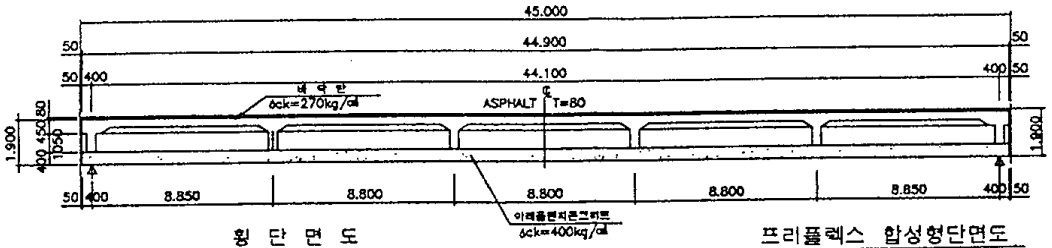
1. 운반시 발생된 잔류응력을 제거하기위해 PREFLEXION을 2회에 걸쳐서 시행한다.
2. PREFLEXION 및 RELEASE시 하중재하 및 제거는 5 TON/MIN 정도로 천천히 재하하고 제거한다.
3. CASING CON'C의 일상대공정중 발생하는 CREEP, SHRINKAGE, 수화열등에 의한 CRACK을 방지하기위하여 CASING CON,C 하면에 WIRE MESH를 설치한다.

한국도로공사 KOREA HIGHWAY CORPORATION	표 준 도 TYPICAL DRAWING	도면명	프리플렉스빔(1) (L=45.00M,빔간격2.7M)	설계자		작성일	1996. 5	도면번호
				확인자		축 척		3. 25

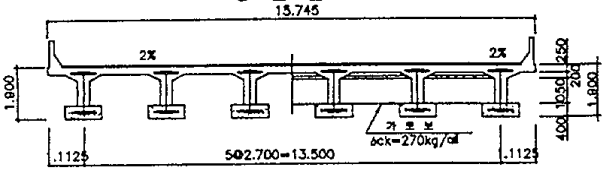
변경

프 리 플 렉 스 빔 L = 45.00M(1)

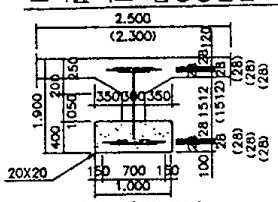
중 단 면 도



횡 단 면 도



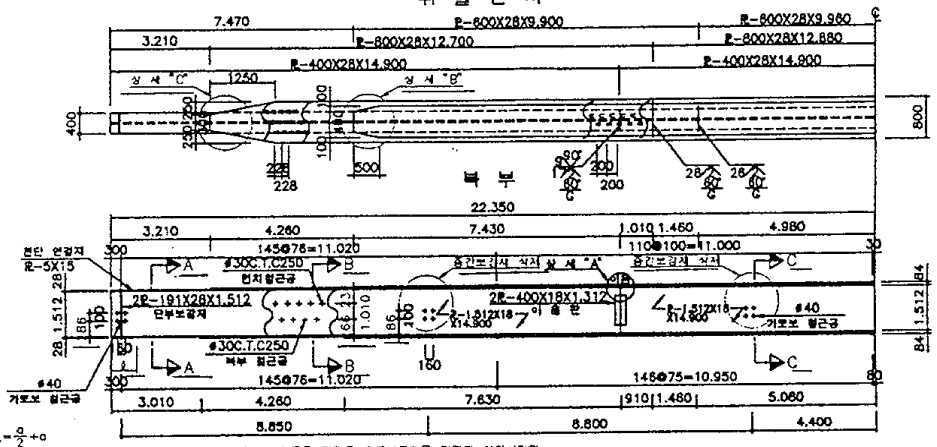
프리플렉스 합성형단면도



주; ( )는 외측형의 치수임

강 형 제 작 도

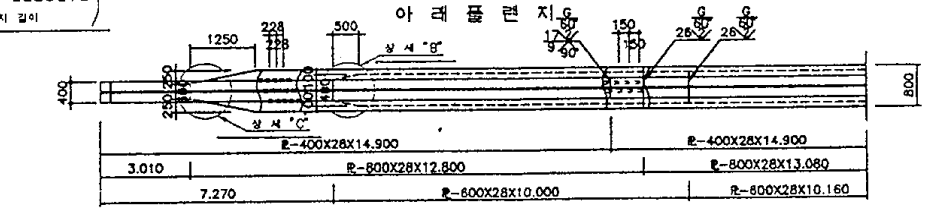
위 플 랜 지



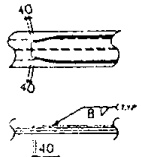
$\ell = \frac{\alpha}{2} + a$

(ℓ : 단지점부 장간품용접구간
a : 고장장치 길이)

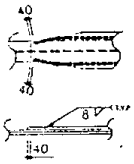
아 래 플 랜 지



상세"B"



상세"C"



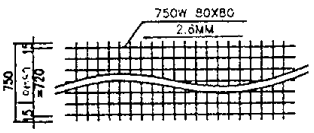
설계 및 제작하중

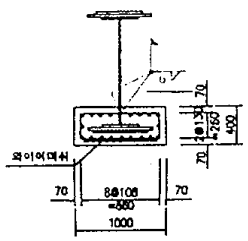
구 분		외측 주형	내측 주형	비 고
설 계 방 법		허용응력 설계법		
설 계 하 중		DB-24,DL-24		
프리플렉션	하 중	212.000 TON	212.000 TON	4 등분점 재하
	모멘트	2337.300 TON	2337.300 TON	"
지점 반력	사하중	123.978 TON	127.447 TON	주형 1 본당
	활하중	44.649 TON	35.962 TON	"

프리플렉스빔 일반재료표 (철1개당)

구 분	규 격	수 량	비 고
콘크리트	σck=400kg/㎠	17.960 ㎥	
경질거푸집	1,000X400X44,900	81.820 ㎡	
철 근	SD 40	2.797 T	2.881 T (3% 가산)
강 재	SWS 520 B	39.685 T	43.654 T (10% 가산)
콘단면경재	SS 400	1,096EA	
WIRE MESH	750W 80X80X5000	9EA	직경 2.6mm

와이어메쉬 상세





< 특 기 사 항 >

1. 용접시 입상된 잔류응력을 제거하기위해 PREFLEXION을 2회 접적시 시행한다.
2. PREFLEXION 및 RELEASE시 하중제하 및 제거는 5 TON/MIN 정도로 천천히 제하하고 제거한다.
3. CASING CON'C의 양생과정등 발생하는 CREEP, SHRINKAGE, 수화열에의한 CRACK을 방지하기위하여 CASING CON.C 하면에 WIRE MESH를 설치한다.
4. 사각인 경우 가로보 철근은 SKEW 각도에 따라 복부 직교한다.
5. 단지점부에서의 장간품용접구간은 허용고장장치의 길이를 고려하여 적용한다.

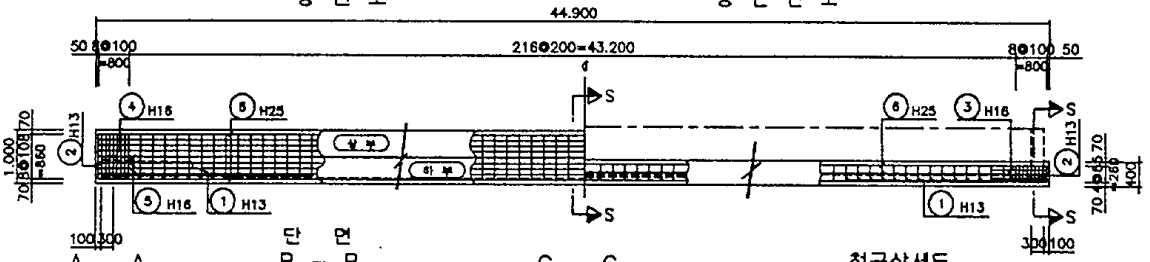
한국도로공사 KOREA HIGHWAY CORPORATION	표 준 도 TYPICAL DRAWING	도면명	프리플렉스빔(1) (L=45.00M,빔간격2.7M)	설계자		작 성 일	1997. 11	도면번호
				확 인 자		축 척		3. 25

프 리 플 렉 스 빔 L = 45.00M(2)

당초

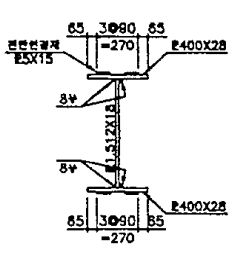
아래플렌지콘크리트배근도

평 면 도

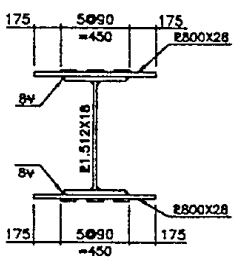


단 면

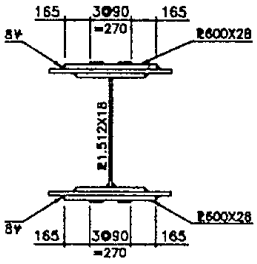
A – A



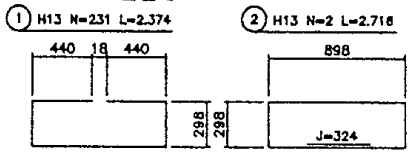
B – B

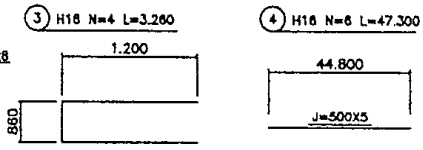


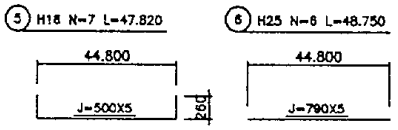
C – C



철근상세도



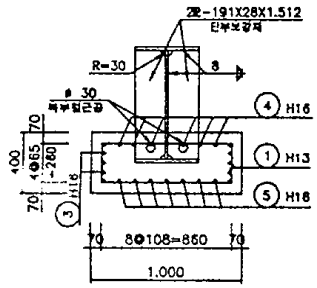




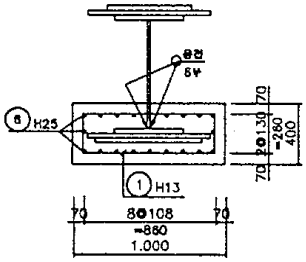
철 근 재 료 표

직 경	총 길 이(M)	단위중량	중량(TON)
H13	553.826	0.995	0.551
H16	631.580	1.56	0.985
H25	292.500	3.98	1.164
합 계			2.700

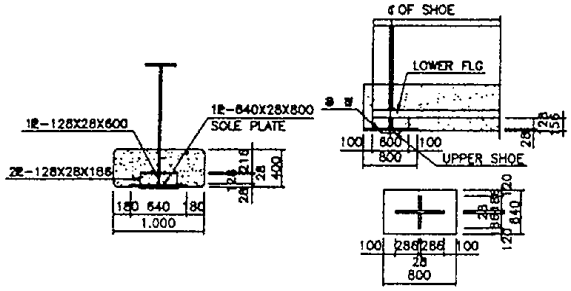
D – D



E – E



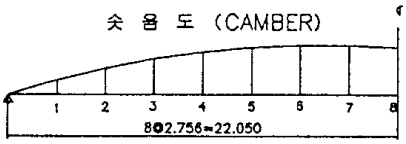
SOLE PLATE DETAIL



강 형 재 료 표 (외측)

구 분	규 격	길 이	개 수	중량(TON)
위플렌지	ℛ 400X 28	14.900	3	3.930
위플렌지	ℛ 800X 28	12.700	2	4.486
위플렌지	ℛ 800X 28	12.880	1	2.265
위플렌지	ℛ 600X 28	9.900	2	2.611
위플렌지	ℛ 600X 28	9.960	1	1.313
아래플렌지	ℛ 400X 28	14.900	3	3.930
아래플렌지	ℛ 800X 28	12.800	2	4.501
아래플렌지	ℛ 800X 28	13.080	1	2.300
아래플렌지	ℛ 600X 28	10.000	2	2.638
아래플렌지	ℛ 600X 28	10.160	1	1.340
복부판	ℛ1,512X 18	14.900	3	9.550
단부보강재	ℛ 191X 28	1.512	4	0.254
횡간보강재	ℛ 191X 28	1.046	6	0.263
SOLE PLATE	ℛ 128X 28	0.600	2	0.034
"	ℛ 128X 28	0.186	4	0.021
"	ℛ 640X 28	0.800	2	0.236
이음판	ℛ 400X 18	1.312	4	0.296
전단연결재	ℛ 5X 15	246	1096	
합 계				39.948

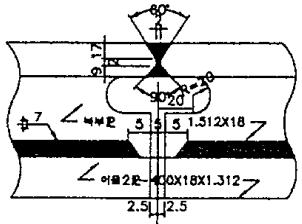
솟 음 도 (CAMBER)



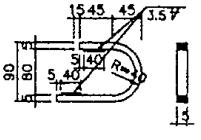
위 치 / 지점	1	2	3	4	5	6	7	8
프리플렉션(5톤카산)	78	152	220	278	323	356	376	382
탈락스	-60	-117	-169	-214	-249	-274	-289	-294
프리플렉스빔자중	11	21	31	39	45	50	53	54
바닥판,복부,가로보콘크리트	17 (16)	33 (31)	47 (45)	60 (57)	70 (67)	78 (74)	83 (79)	84 (80)
포장,잡하중	4 (4)	7 (7)	11 (11)	13 (14)	16 (16)	17 (18)	19 (19)	19 (19)
강모수축,크리프	-4 (-4)	-7 (-7)	-9 (-10)	-11 (-12)	-13 (-14)	-14 (-15)	-15 (-16)	-15 (-16)
합 계	46 (45)	90 (88)	130 (127)	165 (161)	193 (189)	214 (209)	226 (221)	230 (225)

( )안의 치수는 외측주빔 CAMBER임 (단위:MM)

상세 "A"



전단연결재상세(말굽형)



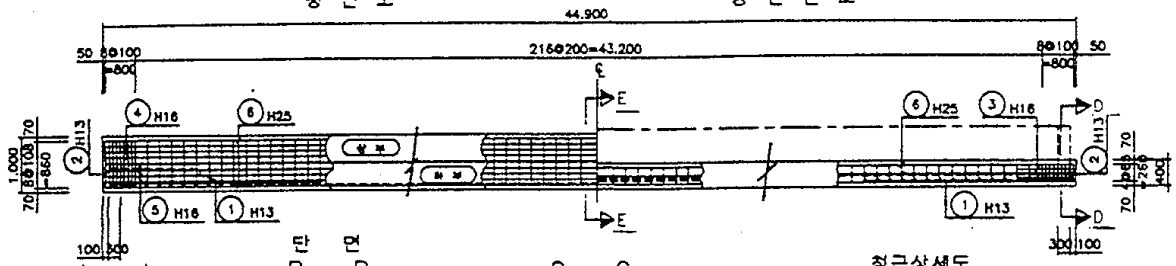
한국도로공사 KOREA HIGHWAY CORPORATION	표 준 도 TYPICAL DRAWING	도면번호	프리플렉스빔(2) (L=45.00M,빔간격2.7M)	설계자		작성일	1996. 5	도면번호
				확인자		축 척		3. 26

변경

프 리 플 렉 스 빔 L = 45.00M(2)

아래플랜지콘크리트배근도

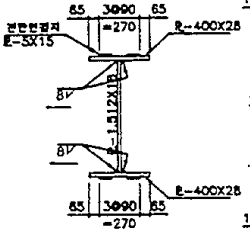
평 면 도



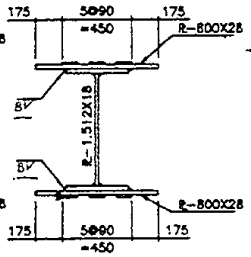
중 단 면

단 면

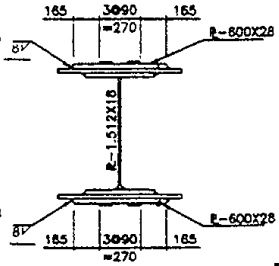
A – A



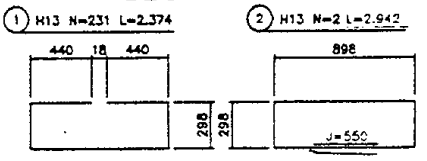
B – B

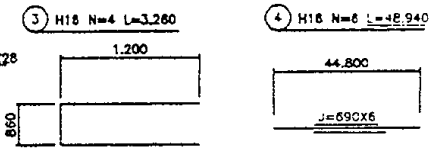


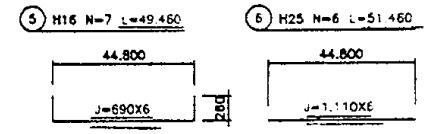
C – C



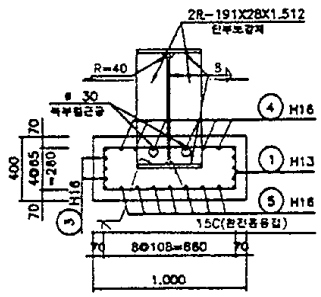
철근상세도



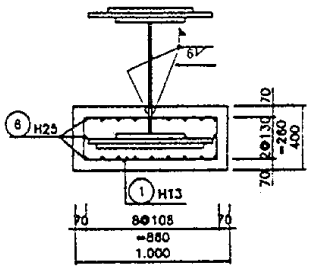




D – D



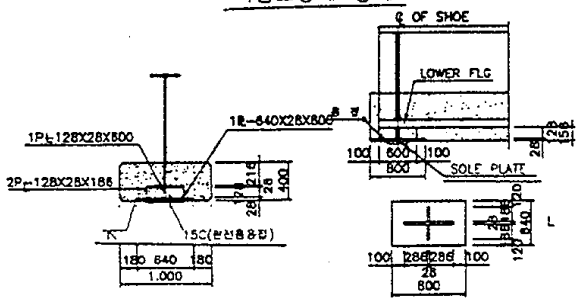
E – E



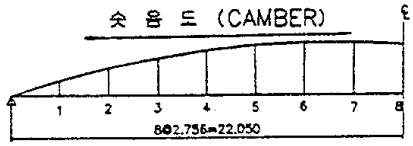
철 근 재 료 표

종 별	총 길 이(M)	단위중량	중량(TON)
H13	554.276	0.995	0.551
H16	652.900	1.56	1.018
H25	308.760	3.98	1.228
합 계			2.797

지점보강재 상세



숏 옵 도 (CAMBER)



지점 / 하중	1	2	3	4	5	6	7	8
프리플렉스	72	141	204	258	300	331	349	355
LOSS CAMBER(10%)	7	14	20	26	30	33	35	35
합	-56	-110	-159	-201	-234	-258	-272	-276
프리플렉스+합	10	19	28	35	42	46	49	50
바닥판,복부,가로보콘크리트	16 (15)	32 (30)	46 (43)	58 (55)	68 (65)	75 (72)	80 (76)	81 (77)
도장,안전등	2 (2)	5 (5)	7 (7)	9 (9)	10 (11)	12 (12)	12 (12)	12 (13)
강조수축,크리프	-3 (-3)	-7 (-7)	-10 (-10)	-13 (-13)	-14 (-16)	-16 (-17)	-17 (-18)	-16 (-18)
합 계	48 (47)	94 (92)	136 (133)	172 (169)	202 (196)	223 (216)	236 (231)	241 (235)

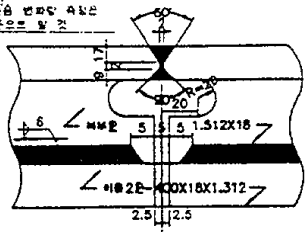
( )안의 지수는 외측주형 CAMBER임. (단위 : mm)

강형재료표 (외측)

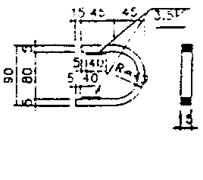
구 분	규 격	길 이	개 수	중 량(TON)
허플랜지	R-400X 28	14.900	3	3.930
허플랜지	R-800X 28	12.700	2	4.488
허플랜지	R-800X 28	12.880	1	2.265
허플랜지	R-600X 28	9.900	2	2.611
허플랜지	R-600X 28	9.960	1	1.313
아래플랜지	R-400X 28	14.900	3	3.930
아래플랜지	R-800X 28	12.800	2	4.501
아래플랜지	R-800X 28	13.080	1	2.300
아래플랜지	R-600X 28	10.000	2	2.638
아래플랜지	R-600X 28	10.160	1	1.340
복부판	R-1.512X 18	14.900	3	9.550
단부보강재	R-191X 28	1.512	4	0.254
지점보강재	R-128X 28	0.600	2	0.034
"	R-128X 28	0.186	4	0.021
"	R-640X 28	0.800	2	0.236
허용판	R-400X 18	1.312	4	0.298
전단연결재	R-5X 15	246	1,096	
합 계				39.680

※ -LOSS CAMBER는 탄성처짐 및 콘크리트 크리프에 의한 처짐량을 감안하여 대략 그값의 10%로 산출하였으며 실제 현장에서 적용할 때에는 거푸집을 기준으로 할 것

상세 "A"



전단연결재상세(말굽형)



한국도로공사 KOREA HIGHWAY CORPORATION	표 준 도 TYPICAL DRAWING	도면명	프리플렉스빔(2) (L=45.00M,빔간격2.7M)	설계자		작성일	1997. 11	도면번호
				확인자		축척		3. 26

7-45 말뚝기초 재하시험 설계적용 기준검토

방 침
설 계 삼 16210-915 ('97. 12. 16)

1. 검토목적

말뚝기초의 시공품질 확보를 위한 재하시험의 빈도가 우리 공사방침으로 결정됨에따라 재하시험 종류와 시험방법의 설계적용기준을 설정코자 함.

2. 재하시험 적용기준(도연품 17301-162, '97. 8.21)

가. 기성말뚝

ㅇ 빈도

재하시험 종류	시 험 빈 도	비 고
연직재하시험	교량별 처음 100본 1회 다음 250본 1회 그다음 매 500본 1회	건설교통부 「토목공사표준일반시방서」 적용

ㅇ 재하시험 방법

- 「정재하시험」을 원칙으로 하되 현장여건에 따라 변경 시행할 수 있음

나. 현장타설말뚝

ㅇ 빈도

재하시험 종류	시 험 빈 도	비 고
연직재하시험	교량별 처음 100본 1회 다음 250본 1회 그다음 매 500본 1회	건설교통부 「토목공사표준일반시방서」 적용
수평재하시험	교량별 1회	

ㅇ 재하시험 방법

- 연직재하시험은 「정재하시험」을 원칙으로 하되 현장여건에 따라 기타 재하시험으로 변경 시행할 수 있음

3. 재하시험 방법 검토

가. 연직재하시험 비교

구 분	정 재 하 시 험	동 재 하 시 험	정 동 재 하 시 험
개 요	· 설계하중의 2~3배 하중을 직접 재하하거나 반력말뚝을 이용하여 극한 지지력을 확인하는 시험법	· 파일항타시 타격에너지를 파일항타분석기(PDA : pile driving analyzer)로 분석하여 극한 지지력, 건전도, 리바운드량등을 확인하는 시험법	· 정재하시험 말뚝 하중의 5%를 반력하중으로 작용시켜, 순간적인 가스압으로 가속도를 줌으로서 필요 재하 하중을 얻어, 극한지지력을 확인 하는 시험법
시 험 기 준	국내 : KSF 2445 미국 : ASTM 1143-81	국내 : - 미국 : ASTM D4945-89	-
적 용 사 례	방화대교외 다수	서해대교외 다수	서해대교, 신행주대교
장 · 단점	· 하중을 직접 재하함으로 지지력 확인에 가장 신뢰성 있음 · 중량물 재하시 총 중량 상재(설계하중 2배)에 어려움이 있음 · 시험시간이 가장 김 (평균 1일, 최대 3일) · 시험 비용이 고가	· 지지력 확인에 대한 신뢰도가 다소 떨어짐 (±15%) · 항타 system 및 말뚝 리바운드 관리 가능 · 건전도(파일 손상여부) 확인 가능 · 시험시간이 짧음 · 시험비용이 저렴 (1.5백만원/회) · SIP, 현장타설 콘크리트 말뚝시 시험용 항타장비 별도 필요	· 시험기준이 정립되어 있지 않아 적용 및 신뢰도 판단이 어려움 · 국내 시험실적이 적음 · 시험시간이 짧음 · 시험비용 다소고가 (7백만원/회)

나. 정재하시험방법

<table>
<tr><th colspan="2">구 분</th><th colspan="3">반력 말뚝 이용</th><th colspan="3">중량물 재하</th><th>비 고</th></tr>
<tr><td colspan="2">적용조건</td><td colspan="3">· 반력말뚝의 인발 저항력이 시험말뚝의 최대 시험하중 이상 확보(시험시 별도 검토서 첨부요)

· 시험말뚝과 지지말뚝의 수평간격이 최소 말뚝직경의 5배이상 또는 2.0m이상 확보</td><td colspan="3">· 중량물 지지부와 시험말뚝은 적어도 1.5M이상 확보</td><td rowspan="5">산출서별첨

-제잡비율 : 45%</td></tr>
<tr><td rowspan="3">시험비(백만원)</td><td>구분</td><td>1회</td><td>2회~(마지막-1)</td><td>마지막회</td><td>1회</td><td>2회~(마지막-1)</td><td>마지막회</td></tr>
<tr><td>강관말뚝(φ508)</td><td>32</td><td>8</td><td>12</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr>
<tr><td>현장타설말뚝(φ1,500)</td><td>104</td><td>11</td><td>25</td><td>236</td><td>81</td><td>101</td></tr>
<tr><td colspan="2">적용가능 말 뚝</td><td colspan="3">· 선단지지말뚝이외의 모든 말뚝</td><td colspan="3">· 모든말뚝 (설계하중이 큰 경우 유리)</td></tr>
<tr><td colspan="2">기 타</td><td colspan="3">· 다른방법으로 하중재하가 가능할시(Earth Anchor등) 적용가능</td><td colspan="3">· 재하물 별도확보 가능한 경우 CON'C 블록을 대신하여 사용가능</td></tr>
</table>

다. 수평재하시험방법

<table>
<tr><th>구 분</th><th colspan="3">일방향 재하시험</th><th>교번 재하시험</th><th>비 고</th></tr>
<tr><td>시험목적</td><td colspan="3">· 수평설계하중 확인(교량의 교각, 연약지반의 교대, 풍하중을 받는 건물의 기초)</td><td>· 지진시 말뚝의 거동예측시 사용</td><td rowspan="4">산출서별첨

-제잡비율 : 45%</td></tr>
<tr><td>적용조건</td><td colspan="3">· 반력말뚝 이용가능</td><td>· 교번 재하시험을 시행하기 위하여 주변에 1개이상의 말뚝이 필요</td></tr>
<tr><td rowspan="2">시 험 비
(백만원)</td><td>1회</td><td>2회~
(마지막-1)</td><td>마지막회</td><td rowspan="2">고가</td></tr>
<tr><td>7</td><td>6</td><td>6</td></tr>
<tr><td>시험기간</td><td colspan="3">· 시험이 간단
· 시험장비가 간단하여 조립과 해체에 시간소요가 작다.</td><td>· 일방향 재하 시험보다 시간이 많이 소요
· 시험 완료후 재하대의 분리에 시간소요</td></tr>
</table>

4. 적용기준별 재하시험비 비교

(금액단위:백만원)

구 분		1 안	2 안	3 안	비 고		
적용 기준		전교량 정재하 시험	현장타설말뚝 : 정재하시험 기 성 말 뚝 : 동재하시험	현장타설말뚝 : 정재하시험 기성말뚝 : 100본까지 동재하시험 나음250본까지 정재하시험 나머지 동재하시험			
서해안	13공구 (L=328M)	307	149	222.5	교 량 수	현장타설말뚝	1
						기 성 말 뚝	7
					파일본수	현장타설말뚝	140
						기 성 말 뚝	2,861
	4공구 (L=197M)	245	150	186.5	교 량 수	현장타설말뚝	2
						기 성 말 뚝	8
					파일본수	현장타설말뚝	81
						기 성 말 뚝	1,136
	14공구 (L=47.7M)	292	49.5	155.5	교 량 수	현장타설말뚝	-
						기 성 말 뚝	20
					파일본수	현장타설말뚝	-
						기 성 말 뚝	2,883
동해안	10공구 (L=201M)	275	143	179.5	교 량 수	현장타설말뚝	1
						기 성 말 뚝	9
					파일본수	현장타설말뚝	60
						기 성 말 뚝	1,750
	1 공구 (L=138M)	211	131	148	교 량 수	현장타설말뚝	1
						기 성 말 뚝	6
					파일본수	현장타설말뚝	24
						기 성 말 뚝	656
	2 공구 (L=66M)	188	30	110	교 량 수	현장타설말뚝	-
						기 성 말 뚝	11
					파일본수	현장타설말뚝	-
						기 성 말 뚝	1,987

※ 현장타설말뚝으로 시공된 대표공구 2개소(최대, 최소)와 현장타설말뚝이 없는 공구1개소 표본검토 결과임

- 반력이 작은 소교량까지 정재하시험 적용은 시험비 및 시험기간이 과다 소요되며
- 2안의 경우 시험비는 최소이나, 기성말뚝으로 시공된 장대교량에 대한 동재하시험 시행은 내하력 판정에 신뢰가 부족함.
- 기성말뚝으로 시공된 장대교량의 지지력에 대한 신뢰성 확보가 가능하며, 동재하시험과 정재하시험 결과의 비교분석으로 동재하시험의 정확도를 제고할 수 있는 3안이 타당한 것으로 사료됨.

5. 검토결론

가. 설계 적용기준

○ **연직재하시험**

교량 / 빈도	현장타설말뚝	기성말뚝	비 고
교량별 말뚝수 처음 100본까지	정재하시험	동재하시험	
다음 250본까지	〃	정재하시험	
이후 매 500본마다	〃	동재하시험	

- 정재하시험은 반력말뚝이용을 원칙으로 하되 현장여건에 따라 중량물재하 또는 동재하시험방법으로 변경적용
- 정동재하시험은 시행실적이 미미하여 설계적용 대상에서 제외하였으나, 현장여건상 필요한 경우 적용가능

○ **수평재하시험**

빈 도	시험방법	비 고
교량별	일방향 재하시험	현장타설 말뚝에만 적용

나. 적용시기

○ '98. 1이후 준공예정인 설계부터 적용

7-46 옹벽구조물의 내진설계 적정성 검토

방 침
설 심 일 15201-493 ('98. 4. 14)

1. 검토목적

: 옹벽구조물의 내진설계 적용에 있어 그 적정성을 판단하여 경제적이고 효율적인 설계업무를 수행코자 함.

2. 설계 및 시방기준

구 분	시 방 기 준	비고
○도로교 표준시방서 ('96. 4)	○상부구조와 교대의 연결부(받침, 전달연결재등)는 설계지진력에 저항하도록 설계하여야 한다. ○옹벽에 대한 언급 없음	
○콘크리트 표준시방서 ('96. 5)	○도로교 설계시에는 도로교 표준시방서를 따르도록 한다.	
○도로설계요령('92.12)	○높이 8m이상의 옹벽에 대하여는 책임기술사의 판단하에 지진의 영향을 고려함.	
○고속도로 내진설계 지침('96.12)	○지진시 토압산정 개요에 - 지진시의 횡방향토압은 옹벽구조물의 이동이나 전도를 야기한다. - 상세적용 방안 없음.	
○고속도로 옹벽표준도 제정보고서('94.11)	○국내외 지진 발생빈도 및 옹벽구조물의 중요도, 파괴시 인명 및 재산손실등을 고려할 때 지진의 고려는 초기건설비의 과대(약20%) 및 옹벽의 지진에 의한 붕괴시 인접구조물등에 대한 영향이 미소하므로 지진의 영향을 고려하지 않는 것으로 결정.	
○주요시설물의 내진설계 성능기준(안)	○지진시에는 옹벽에 작용하는 배면토압의 증가, 동수압의발생, 뒷채움재의 액상화현상등에 의해 옹벽의 손상 또는 파괴가 발생할 수 있으므로 설계시 이를 고려. ○기존의 내진설계기준 수정 및 신규제정을 위한 보고서로 세부기준 없음.	

3. 옹벽구조물의 내진설계 검토

가. 현설계 현황 및 문제점

ㅇ '96. 11. ~ '97. 12. 까지 시행된 실시설계 용역중 노선별로 내진설계 적용여부가 상이함.

· 총14개노선 62개 공구중

- 적 용 : 7개노선 29개공구
- 미적용 : 8개노선 33개공구

ㅇ 내진설계 반영시 국내의 지진 발생빈도 및 옹벽구조물의 중요도, 파괴시 인명 및 재산손실 등을 감안할 때 초기 건설비 과다 (약 20%증가)

ㅇ 내진설계 적용에 대한 뚜렷한 규정이 없음.

나. 검토의견

ㅇ 도로교 표준시방서, 콘크리트 표준시방서에 명시된 교대 및 옹벽편에 옹벽에 대한 의미는 도로교의 경우 교대를 의미하는 것으로 추정되며, 고속도로 교량의 내진설계지침 및 기타 요령에도 뚜렷한 적용기준이 없음.

ㅇ 교량의 경우 지진발생에 따른 교량파손시 복구에 따른 비용 및 기간이 과다하게 소요되므로 내진설계를 적용함이 타당하며, 옹벽구조물의 경우 콘크리트 및 철근이 10~20%가량 추가소요 되는등 비경제적일 뿐만 아니라 지진에 의한 옹벽파괴시 파급영향이 미소하므로 세부지침 수립시까지 보류하는 것이 바람직함.

4. 조치계획

ㅇ 현재 옹벽구조물에 대한 내진설계 반영여부는 시방규정에 명확히 제시되어 있지 않고 포괄적 의미로만 언급하고 있으므로, 건설교통부에서 주관하여 추진중인 "'98주요시설물의 내진설계 성능기준(안)」 중 도로내진설계 성능기준의 세부지침 수립후 적용함이 타당하다고 판단됨.

ㅇ 기 설계완료하였거나 시행중인 용역성과품에 대한 조치

- 설계중인 노선 : '98. 6이후 준공노선부터 미적용
- 설계완료 및 공사중(미시공)인 노선 : 공사시 설계변경

※ 첨 부

1. 옹벽구조물 내진설계 적용현황
2. 구조전문가 의견서
3. 관련시방 및 지침내용 사본

7-47 강구조물의 방청 도장공사 시방 변경

방 침
도 연 재 19601-2379 ('98. 7. 28)

한 국 도 로 공 사

우461-380 / 경기도 성남시 수정구 금토동 293-1 / 전화(02)230-4864 / 전송(02)230-4608
재료시험부 부장 김동원 과장 이창근 담당자 공유석

문서번호 도연재 19601 - 2379

시행일자 1998. 7. 28. (3년)

수 신 수신처 참조

참 조

제 목 강구조물의 방청 도장공사 시방 변경 통보

---

1. 도연기 17113-280호 ('96.4.24)의 관련입니다.

2. 위호와 관련하여 강구조물의 방청 도장공사 시방이 고속도로 전문시방서 7-16 강구조물공 3. 14 강교도장 편과 같이 변경 제정되어, 이에 대한 주요 변경 내용을 발췌하여 별첨과 같이 통보하오니 업무에 적극 활용하시기 바랍니다.

첨 부 주요 변경 시방 내용 1부. 끝.

한 국 도 로 공 사 사 장

전결 도로연구소장 이재익

수 신 처 : 갑18, 20-23, 27 직3, 6-18 본10-60 지18, 28, 68

첨 부 #

주요 변경 시방 내용

도 장 사 양	당 초	변 경	비 고
염화고무계 도장 (외부 도장)	○ 교량외부 무기징크 50㎛ + 염화고무 60㎛ + 염화고무 60㎛ ○ 연결판 및 볼트부위 현장도장사양 보강 다크로볼트(6-8㎛) + 무기징크(연결판)50㎛ + 염화고무 60㎛ + 염화고무 60㎛	○ 교량외부 **무기징크 75㎛** + 염화고무 60㎛ + 염화고무 60㎛ ○ 연결판 및 볼트부위 현장도장사양 보강 **다크로볼트(6-13㎛)**, 무기징크(연결판)50㎛ + **염화고무MIO 75㎛** + 염화고무 60㎛ + 염화고무 60㎛	관련근거 : 고속도로 전문시방서 표 7 - 44
우레탄계 도장 (외부 도장)	○ 교량외부 무기징크 70㎛ + 에폭시 90㎛ + 우레탄 40㎛ + 우레탄 40㎛ ○ 연결판 및 볼트부위 현장도장사양 보강 다크로볼트(6-8㎛) + 무기징크(연결판)70㎛ + 에폭시 90㎛ + 우레탄 40㎛ + 우레탄 40㎛	○ 교량외부 **무기징크 75㎛ + 에폭시 100㎛** + 우레탄 40㎛ + 우레탄 40㎛ ○ 연결판 및 볼트부위 현장도장사양 보강 **다크로볼트(6-13㎛)**, **무기징크(연결판) 50㎛** **+ 에폭시 프라이머 75㎛ + 에폭시 100㎛** + 우레탄 40㎛ + 우레탄 40㎛	관련근거 : 고속도로 전문시방서 표 7 - 45
불소수지계 도장 (외부 도장)	○ 교량외부 무기징크 70㎛ + 에폭시 90㎛ + 불소 20㎛ + 불소 20㎛ ○ 연결판 및 볼트부위 현장도장사양 보강 다크로볼트(6-8㎛) + 무기징크(연결판)70㎛ + 에폭시 90㎛ + 불소 20㎛ + 불소 20㎛	○ 교량외부 **무기징크 75㎛ + 에폭시 100㎛ + 불소 25㎛** **+ 불소 25㎛** ○ 연결판 및 볼트부위 현장도장사양 보강 **다크로볼트(6-13㎛)**, **무기징크(연결판) 50㎛** **+ 에폭시 프라이머 75㎛ + 에폭시 100㎛** **+ 불소 25㎛ + 불소 25㎛**	관련근거 : 고속도로 전문시방서 표 7 - 46
역청질계 도장 (내부 도장)	○ 연결판부위 현장도장사양 보강 다크로볼트(6-8㎛) + 무기징크(연결판)75㎛ + 역청질 75㎛	○ 연결판부위 현장도장사양 보강 **다크로볼트(6-13㎛)**, **무기징크(연결판) 50㎛** **+ 염화고무MIO 75㎛** + 역청질 75㎛	관련근거 : 고속도로 전문시방서 표 7 - 44
탈에폭시계 도장 (내부 도장)	-	○ 교량내부 **무기징크 75㎛ + 탈에폭시 100㎛** ○ 연결판 및 볼트부위 현장도장사양 **다크로볼트(6-13㎛)**, **무기징크(연결판) 50㎛** **+ 에폭시 프라이머 75㎛ + 탈에폭시 100㎛**	관련근거 : 고속도로 전문시방서 표 7 - 47
후막형 에폭시계 도장 (내부 도장)	-	○ 교량내부 **무기징크 75㎛ + 후막형 에폭시 100㎛** ○ 연결판 및 볼트부위 현장도장사양 **다크로볼트(6-13㎛)**, **무기징크(연결판) 50㎛** **+ 에폭시 프라이머 75㎛ + 후막형 에폭시 100㎛**	관련근거 : 고속도로 전문시방서 표 7 - 48
후막형 탈 에폭시계 도장 (내부 도장)	-	○ 교량내부 **무기징크 75㎛ + 탈에폭시 150㎛ + 탈에폭시 150㎛** ○ 연결판 및 볼트부위 현장도장사양 **다크로볼트(6-13㎛)**, **무기징크(연결판) 50㎛** **+ 에폭시 프라이머 75㎛ + 탈에폭시 150㎛** **+ 탈에폭시 150㎛**	관련근거 : 고속도로 전문시방서 표 7 - 49
수용성무기 징크계 도장 (내 · 외부 및 연결판 도장)	○ 현장, 공장도장 구분 ○ 볼트부위 도장(현장도장) 다크로볼트(6-8㎛) + 수용성무기징크 100㎛	○ 본도장은 공장도장으로 100㎛ 통일 ○ 볼트부위 도장(현장도장) : **다크로볼트(6-13㎛)** + 외부볼트도장: **우레탄계**, 불소수지계, 수용성무기징크계 내부볼트도장: **후막형에폭시계**, 수용성무기징크계	관련근거 : 고속도로 전문시방서 표 7 - 50
내 · 외부 도장사양	○ 외부도장 : 염화고무계, 우레탄계, 불소수지계 내부도장 : 역청질계 ○ 외부도장 : 수용성무기징크계 내부도장 : 수용성무기징크계	○ 외부도장 : 염화고무계 내부도장 : 역청질계 ○ 외부도장 : 우레탄계, 불소수지계 내부도장 : **탈에폭시계**, **후막형 에폭시계**, **후막형 탈 에폭시계** ○ 외부도장 : 수용성무기징크계 내부도장 : 수용성무기징크계	관련근거 : 고속도로 전문시방서 표 7 - 44 ~표 7 - 50

표 7-44 일반 중방식 도장사양

구 분	공 정		도료명칭 및 방법	도막두께 (㎛)	도장 횟수
교량외부	1차 표면처리		SSPC - SP 10		
	전처리 프라이머		무기질 아연말 숍프라이머	20	1
	2차 표면처리		SSPC - SP 10		
	공장도장	제1층	무기질 아연말 도료	75	1
		제2층	미스트 코트 (Mist coat)	-	
		제3층	염화고무계 도료	60	1
	공장/현장도장	제4층	염화고무계 도료	60	1
	계			195	
교량내부	1차 표면처리		SSPC - SP 10		
	전처리 프라이머		무기질 아연말 숍프라이머	20	1
	2차 표면처리		SSPC - SP 10		
	공장도장	제1층	무기질 아연말 도료	75	1
		제2층	미스트 코트 (Mist coat)	-	
		제3층	역청질계 도료	75	1
	계			150	
연 결 판	표면처리		SSPC - SP 10		
	공장도장	제1층	무기질 아연말 도료	50	1
	계			50	
교량외부 볼트 및 연결판	표면처리	연결판	SSPC - SP 3		
		볼 트	화성피막 (다크로) 처리 → SSPC - SP 3	평균 6-13	
	현장도장	제1층	염화고무 MIO 도료	75	1
		제2층	염화고무계 도료	60	1
		제3층	염화고무계 도료	60	1
	계			195	
교량내부 볼트 및 연결판	표면처리	연결판	SSPC - SP 3		
		볼 트	화성피막 (다크로) 처리 → SSPC - SP 3	평균 6-13	
	현장도장	제1층	염화고무 MIO 도료	75	1
		제2층	역청질계 도료	75	1
	계			150	
콘크리트 접합부위	표면처리		SSPC - SP 10		
	공장도장	제1층	무기질 아연말 도료	75	1
	계			75	

표 7-45 내후성 중방식 도장사양

구 분	공 정		도료명칭 및 방법	도막두께 (㎛)	도장 횟수
교량외부	1차 표면처리		SSPC - SP 10		
	전처리 프라이머		무기질 아연말 숍프라이머	20	1
	2차 표면처리		SSPC - SP 10		
	공장도장	제1층	무기질 아연말 도료	75	1
		제2층	미스트 코트 (Mist coat)	-	
		제3층	후막형 에폭시계 도료	100	1
		제4층	폴리 우레탄계 도료	40	1
	공장/현장도장	제5층	폴리 우레탄계 도료	40	1
	계			255	
교량내부	표 7-47, 7-48, 7-49 교량내부 도장사양 중에서 택일한다.				
연 결 판	표면처리		SSPC - SP 10		
	공장도장	제1층	무기질 아연말 도료	50	1
	계			50	
교량외부 볼트 및 연결판	표면처리	연결판	SSPC - SP 3		
		볼 트	화성피막 (다크로) 처리 → SSPC - SP 3	평균 6-13	
	현장도장	제1층	에폭시 프라이머	75	1
		제2층	후막형 에폭시계 도료	100	1
		제3층	폴리 우레탄계 도료	40	1
		제4층	폴리 우레탄계 도료	40	1
	계			255	
콘크리트 접합부위	표면처리		SSPC - SP 10		
	공장도장	제1층	무기질 아연말 도료	75	1
	계			75	

표 7-46 초내후성 중방식 도장사양

구 분	공 정		도료명칭 및 방법	도막두께 (㎛)	도장 횟수
교량외부	1차 표면처리		SSPC - SP 10		
	전처리 프라이머		무기질 아연말 숍프라이머	20	1
	2차 표면처리		SSPC - SP 10		
	공장도장	제1층	무기질 아연말 도료	75	1
		제2층	미스트 코트 (Mist coat)	-	
		제3층	후막형 에폭시계 도료	100	1
		제4층	자연 건조형 불소수지 도료	25	1
	공장/현장도장	제5층	자연 건조형 불소수지 도료	25	1
	계			225	
교량내부	표 7-47, 7-48, 7-49 교량내부 도장사양 중에서 택일한다.				
연 결 판	표면처리		SSPC - SP 10		
	공장도장	제1층	무기질 아연말 도료	50	1
	계			50	
교량외부 볼트 및 연결판	표면처리	연결판	SSPC - SP 3		
		볼 트	화성피막 (다크로) 처리 → SSPC - SP 3	평균 6-13	
	현장도장	제1층	에폭시 프라이머	75	1
		제2층	후막형 에폭시계 도료	100	1
		제3층	자연건조형 불소수지 도료	25	1
		제4층	자연건조형 불소수지 도료	25	1
	계			225	
콘크리트 접합부위	표면처리		SSPC - SP 10		
	공장도장	제1층	무기질 아연말 도료	75	1
	계			75	

표 7-47 내부도장 (타르 에폭시 마감)

구 분	공 정		도료명칭 및 방법	도막두께 (㎛)	도장 횟수
교량내부	1차 표면처리		SSPC - SP 10		
	전처리 프라이머		무기질 아연말 숍프라이머	20	1
	2차 표면처리		SSPC - SP 10		
	공장도장	제1층	무기질 아연말 도료	75	1
		제2층	미스트 코트 (Mist coat)	-	
		제3층	타르 에폭시계 도료	100	1
	계			175	
교량내부 볼트 및 연결판	표면처리	연결판	SSPC - SP 3		
		볼 트	화성피막 (다크로) 처리 → SSPC - SP 3	평균 6-13	
	현장도장	제1층	에폭시 프라이머	75	1
		제2층	타르 에폭시계 도료	100	1
	계			175	

표 7-48 내부도장 (에폭시 마감)

구 분	공 정		도료명칭 및 방법	도막두께 (㎛)	도장 횟수
교량내부	1차 표면처리		SSPC - SP 10		
	전처리 프라이머		무기질 아연말 숍프라이머	20	1
	2차 표면처리		SSPC - SP 10		
	공장도장	제1층	무기질 아연말 도료	75	1
		제2층	미스트 코트 (Mist coat)	-	
		제3층	후막형 에폭시계 도료	100	1
	계			175	
교량내부 볼트 및 연결판	표면처리	연결판	SSPC - SP 3		
		볼 트	화성피막 (다크로) 처리 → SSPC - SP 3	평균 6-13	
	현장도장	제1층	에폭시 프라이머	75	1
		제2층	후막형 에폭시계 도료	100	1
	계			175	

표 7-49 내부도장 (후막형 타르 에폭시 마감)

구 분	공 정		도료명칭 및 방법	도막두께 (㎛)	도장 횟수
교량내부	1차 표면처리		SSPC - SP 10		
	전처리 프라이머		무기질 아연말 숍프라이머	20	1
	2차 표면처리		SSPC - SP 10		
	공장도장	제1층	무기질 아연말 도료	75	1
		제2층	미스트 코트 (Mist coat)	-	
		제3층	타르 에폭시계 도료	150	1
		제4층	타르 에폭시계 도료	150	1
	계			375	
교량내부 볼트 및 연결판	표면처리	연결판	SSPC - SP 3		
		볼 트	화성피막 (다크로) 처리 → SSPC - SP 3	평균 6-13	
	현장도장	제1층	에폭시 프라이머	75	1
		제2층	타르 에폭시계 도료	150	1
		제3층	타르 에폭시계 도료	150	1
	계			375	

⑤ 수용성 무기징크 도장사양은 표 7-50과 같다.

표 7-50 수용성 무기징크 도장사양

구 분	공 정		도료명칭 및 방법	도막두께 (㎛)	도장 횟수
교량외·내부 및 연결판	1차 표면처리		SSPC - SP 10		
	전처리 프라이머		수용성 무기징크 숍프라이머	20	1
	2차 표면처리		SSPC - SP 10		
	공장도장	제1층	수용성 무기징크 도료	50	1
		제2층	미스트 코트 (Mist coat)	-	
		제3층	수용성 무기징크 도료	50	1
	계			100	
교량외부 볼트	표면처리		화성피막 (다크로) 처리 → SSPC - SP 3	평균 6-13	
	본도장의 교량외부도장 또는 표7-45, 표7-46의 볼트 도장사양에 따른다.				
교량내부 볼트	표면처리		화성피막 (다크로) 처리 → SSPC - SP 3	평균 6-13	
	본도장의 교량외부도장 또는 표7-48의 볼트 도장사양에 따른다.				
콘크리트 접합부위	표면처리		SSPC - SP 10		
	공장도장	제1층	수용성 무기징크 도료	65	1
	계			65	

※ 볼트부위 도장사양의 색상은 본도장 색상과 일치하여야 한다.

※ 볼트부위 도장사양이 본도장과 다를 경우에는 도장의 사후관리에 의하여 본도장과 같은 수명을 보장해야한다.

7-48 강교 강종선정 기준검토

방 침
설 계 이
15212-1240
('98. 9. 18)

1. 검토 목적

강거더(BOX, Plate)교의 사용강재는 통상 KSD3515(용접 구조용 압연 강재)규격에 적합하고 도로교 표준 시방서 시방기준(P119~P122)에 적합한 강종을 선정하여 사용토록 하고 있으나, 주부재와 부부재를 구분하여 설계 적용시 일부 혼란을 초래하고 있어, 이에 합리적이고 통일된 강종 선정 기준을 검토코자 함.

2. 적용사례 및 제규정 분석

가. 노선별 적용사례 비교

구 분	주 부 재 (S.W.S 490)	부 부 재 (S.W.S 400)	비 고
대구-포항간	Flange, Web , 종Rib, Splice Sole plate, Stringer, 지점보강재 수평보강재, 지점부 다이아프램	수직 보강재, 일반부 다이아프램 맨홀, 횡Rib, Cross-beam부재	별첨 1
서 해 안 (당진-서천)	Flange, Web , 종·횡Rib, Splice Stringer, 지점보강재, 다이아프램, 수평보강재, Sole plate	수직 보강재,맨홀, Cross-beam부재	별첨 2
부산-대구간	Flange, Web , 종Rib, Splice	Cross-beam, 수평 및 수직보강재, Sole plate, 다이아 프램, 맨홀, 지점보강재, 횡Rib, Stringer	별첨 3
경부선확장 (구마-동대구)	Flange, Web , 종Rib, Splice 지점부 다이아프램, Stringer, 수평보강재, 지점 보강재	Cross-beam, 횡Rib, 수직보강재, 일반부 다이아프램, 맨홀	별첨 4
전주-함양간	Flange, Web , 종Rib, Splice Cross-Beam, Stringer	수직보강재, 일반부 다이아 프램 맨홀, 횡Rib, Cross-beam부재	별첨 5
서 해 안 (군산-함평)	Flange, Web , 종Rib, Splice 수평보강재, 지점보강재	다이아프램, Cross-beam, Access Door, 내부 출입구, 결로수집수구	별첨 6
안중-음성	Flange, Web , 종Rib, Splice	수평보강재, 수직보강재, 횡Rib, Cross-beam, Sole plate, 다이아프램	별첨 7
대전-당진	Flange, Web , 종Rib, Splice 수평보강재, 지점보강재, 다이아프램, Sole plate	횡Rib, 수직보강재, Cross-beam,	별첨 8
동 해 안 (동해-주문진)	Flange, Web , 종Rib, Splice 수평보강재, Jack-up 보강재, 지점보강재, 다이아프램(지점부)	수직보강재, 횡Rib, 다이아프램(중간부)	별첨 9

※ 문제점 : 상기의 표와 같이 노선에 따라 주부재와 부부재의 구분이 (특히 Cross Beam, Stringer, Sole Plate, 보강재등) 서로 상이함.

나. 도로교 표준 시방서상의 규정 검토 (별첨 10)

- 강교의 사용강재 선정은 구조물의 사용조건(기상조건, 응력상태), 중요도(주요부재, 2차부재)에 따라 인성이 좋고 용접에 알맞는 강종을 선정(도.시 P121)토록 하고 있으나, 주요부재와 2차부재의 대한 명확한 정의가 없고 다음과 같이 포괄적으로 규정하고 있음. (도.시 P151)

구 분	대 상	비 고
주요부재 (주부재)	주구조, 바닥틀	
2차 부재 (부부재)	브레이싱	주요부재의 2차적인 기능을 가진 부재

- 수직보강재의 강종 : 수직보강재의 강종은 복부판의 강종과는 관계없이 SS 400급의 강재를 사용하여도 좋음 (도.시 P231)
- 수평보강재의 강종 : 수평보강재는 그 부착 위치의 복부판에 생기는 최대 응력과 같은 응력이 발생한다고 보고 강재의 종류를 결정 하여야 함 (도.시 P233)

다. 외국 사례 검토(일본)

구 분	주 부 재	부 부 재	비 고
일 본 도로교시방서 ('97.12)	주구조, 바닥틀	브레이싱 (주요 부재의 2차적 기능을 가진 부재)	포괄적으로 규정 별첨 12
한 신 고속도로공단 ('92. 4)	Flange, Web , 종 Rib, Splice 수평보강재, 지점부 다이아 프램, 주부재와 횡빔 또는 부부재와 연결부	주부재를 제외한 모든 부재 Cross beam, 지점부 이외의 다이아프램, 수직보강재, Stringer, Sole Plate 등	별첨 13
혼슈 시코쿠 연락교공단 ('93. 5)	주형, 바닥틀, 형의 단보강재, 하중분배횡형 및 이음연결재	수직, 수평브레이싱, 중간보강재, 다이아프램, 주부재와의 연결부, Stringer Plate Girder의 수평보강재 등	별첨 14
일본 도로공단 ('97. 10)	Flange, Web	Cross beam, Sole Plate 수직 보강재 등	PLATE GIRDER (사례검토) 별첨 15

3. 검토 내용

가. 문 제 점

- 설계 적용시 혼돈을 방지하기 위하여 강거더교 각부재의 기능 및 중요도와 응력 수준에 따라 주요부재와 2차부재의 상세한 구분이 필요함
- 일본의 경우도 도로교 표준 시방서에서는 주부재와 부부재의 구분을 포괄적으로 규정하고, 각 공단 별로 별도의 상세한 기준을 제정하여 사용하고 있으며 Cross Beam, Stringer, Sole Plate, Diaphragm 등을 부부재로 분류하고 있음
- 강종 명칭이 도로교 표준 시방서('96.4)와 KS D3515(용접 구조용 압연강재) 규격('97.10)과 상이함.(SWS → SM으로변경) (별첨 11)

나. 강재 허용응력 비교 (도.시 P124)

강 종	SM 400 (SWS 400)	SM 490 (SWS 490)
허 용 인 장 응 력	1400kg/cm^2	1900kg/cm^2
허 용 축 방 향 압 축 응 력	$\ell / r \leq 20$ 1400kg/cm^2	$\ell / r \leq 15$ 1900kg/cm^2
	$20 < \ell / r \leq 93$ $1400 - 8.4x$ $(\ell / r - 20)$	$15 < \ell / r \leq 80$ $1900 - 13x$ $(\ell / r - 15)$
	$93 < \ell / r$ $\frac{12000000}{6700+(\ell / r)^2}$	$80 < \ell / r$ $\frac{12000000}{5000+(\ell / r)^2}$
허 용 전 단 응 력	800kg/cm^2	1100kg/cm^2
항 복 응 력	2400kg/cm^2	3200kg/cm^2

고속도로의 강거더교 강종은 주요부재는 SM 490 (SWS490), 2차부재는 SM 400 (SWS400)을 사용하고 있음.

다. 경제성 비교(자재비 + 제작비)

(98년 7월기준, T=25mm기준)

구 분	단 위	SM 490	SM 400	비 고
단가 비교	원 / ton	2,737,000	2,690,000 (△1.7% 저렴)	제잡비 55%포함

라. 강종 선정 원칙 (도 · 시 p121)

① 기상조건 : 강교 가설지점의 최저온도 조건이 강재 선정의 주요 인자가 되며, 이것은 저온하에서의 강재 두께에 따른 취성파괴 가능성을 미연에 방지 하기 위함임.

현재 고속도로 강거더교의 주부재는 SM 490, 부부재는 SM 400을 주로 사용하고 있는바, 기상조건 측면에서 볼 때 두종류 모두 저온하에서의 취성파괴는 없음.

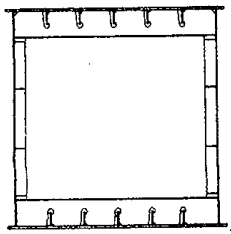
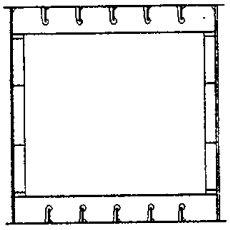
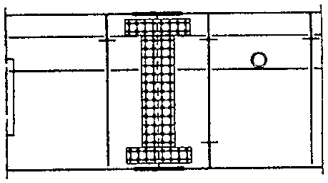
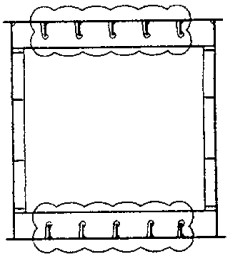
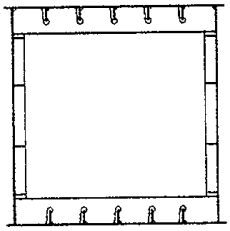
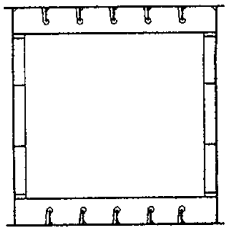
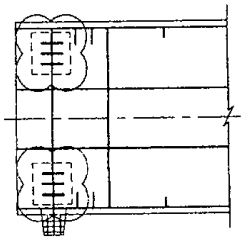
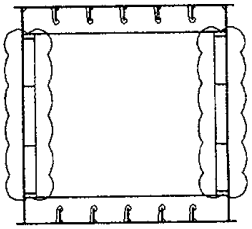
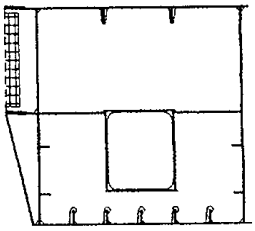
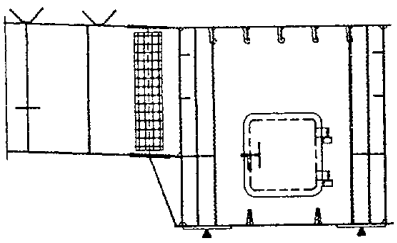
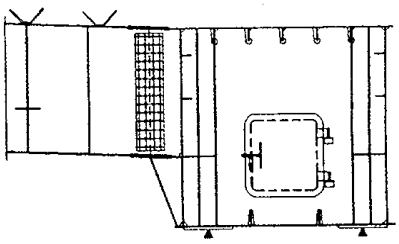
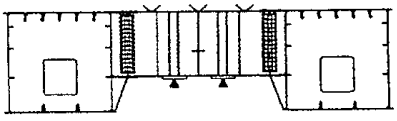
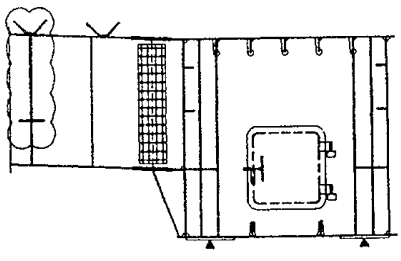
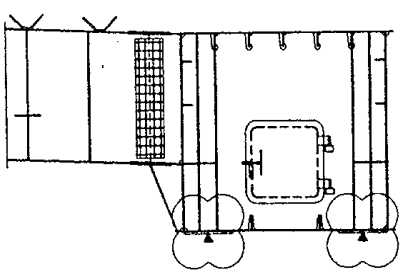
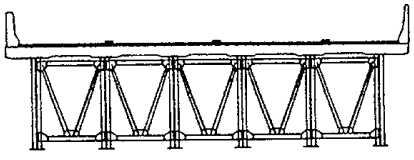
② 응력조건 : 일정한 설계조건하에서 각 부재의 응력수준 정도가 강종선정의 중요한 조건이 됨.

③ 중 요 도 : 주요부재로서의 기능을 수행하는 부재인지 아니면 2차적인 역할을 담당하는 부재인지에 따라 강종선정을 달리함.

마. 부재별 기능 및 적용 기준 검토

구 분	기 능	응력수준 (상대적)	중요도 구 분	사용 강종	비 고
상 · 하 플랜지	외부하중을 직접 부담하며 휨모멘트에 저항하는 주거더 부재	High	주요부재	SM 490	그림 1
복 부 (Web)	외부하중을 직접 부담하며 전단력에 저항하는 주거더 부재	High	주요부재	SM 490	그림 2
주거더연결판 (Splice Plate)	주거더를 연결하는 연결판으로 휨모멘트 및 전단력에 저항	High	주요부재	SM 490	그림 3

구 분	기 능	응력수준 (상대적)	중요도 구 분	사용 강종	비 고
종 리 브	주형의 일부로 작용하며 휨모멘트에 대하여 저항	High	주요부재	SM 490	그림 5
횡 리 브	플랜지 국부 좌굴방지용 보강재	Low	2차부재	SM 400	그림 5
수직 보강재	복부의 면외 변형방지 및 복부 좌굴방지용 보강재	Low	2차부재	SM 400	그림 6
지점부 수직 보강재	연직하중이 집중되는 부분으로 받침에 원활한 하중 전달	High	주요부재	SM 490	그림 7
수평 보강재	복부의 수평방향 좌굴방지용 보강재로 부착되는 위치의 복부 응력과 같은 응력이 작용	High	주요부재	SM 490	그림 8
격 벽 (Diaphragm)	박스거더의 횡단면 변형 방지 및 비틀림 모우멘트에 대한 보강	Low	2차부재	SM 400	그림 9
지점부 격벽	횡단면 변형방지와 비틀림 저항 능력 보강은 물론 수직하중을 부담하여 지점에 전달	High	주요부재	SM 490	그림 10
횡 빔 (Cross-beam) 연결부 포함	주형의 하중 분배 및 전달	Low	2차부재	SM 400	그림 11
교좌장치가 설치되는 횡빔	형하공간 제약등 특수한 경우에 교좌장치를 횡빔에 설치 큰 연직하중을 횡빔을 통해 하부로 전달	High	주요부재	SM 490	그림 12
스트링거 (Stringer)	종방향 Girder의 역할보다는 슬래브 하중을 횡빔으로 전달하는 역할이 주기능	Low	2차부재	SM 400	그림 13
Sole plate	지점부 수직하중을 확실하게 받침에 전달 (해석상으로는 지점부 수직보강재가 응력 부담) pre-flex beam의 경우 주부재로 적용	Low	주요부재	SM 490	그림 14
Plate Girder교 Bracing재	주요부재의 2차적 기능을 가진 부재	Low	2차부재	SM 400	그림 15

그 림 1	그 림 2	그 림 3
		
그 림 4	**그 림 5**	**그 림 6**
		
그 림 7	**그 림 8**	**그 림 9**
		
그 림 10	**그 림 11**	**그 림 12**
		
그 림 13	**그 림 14**	**그 림 15**
		

바. 개선 방안

구 분	대 상	비 고
주요부재 (주부재) SM 490	상·하플랜지, 복부, 종리브, 수평보강재, 주부재 연결판, 지점부 다이아프램, Sole Plate, 교좌장치가 설치되는 횡빔 및 보강재, 지점부 수직보강재, 유지보수 Jack-up 수직보강재등 응력수준이 높은 부재	
2차 부재 (부부재) SM 400	횡리브, 수직보강재, 스트링거, 횡빔, 지점부 이외 다이아프램, 부부재 연결판, 횡빔 및 스트링거의 보강재, 주부재와 횡빔 연결부, 연결부 브라켓, Plate Girder교의 브레이싱등 2차적 기능을 가진 보강 부재	

4. 검토 결론

가.검토 결과

강교(BOX, Plate Girder교) 설계시 강종 선정 설계기준을 응력수준과 부재기능의 중요도에 따라 주부재와 부부재로 구분 적용함에 있어 "개선 방안"으로 변경하여 통일 적용코자 함 (강종 명칭 SWS → SM으로 변경)

나.기대 효과

- 통일된 기준 수립으로 설계 혼선 방지
- 부재별 합리적인 강종 선정으로 보수적 (과다) 설계 지양

다.적용 방안

- 방침 결정후 설계기준, 구조물도등 설계도서에 반영 조치
- 실시설계 용역 잔여기간 3개월 이상 노선부터 설계 적용

7－49 교대 날개벽 두께 및 날개 방호벽 철근 시공성검토

방 침
설 계 이 15212－1379 ('98. 9. 30)

1. 검토목적

교대 날개벽 상단에 시공되는 교량난간 방호벽 철근과 교대 날개벽 철근의 간격상이에 따른 철근의 위치 확보 및 방호벽 폭원을 감안한 날개벽의 두께 확보 방안을 검토하여 시공 및 설계의 적정성을 기하고자 함

2. 교대 날개벽 두께 적용 및 방호벽 철근 적용현황

○ 교대 날개벽 두께 적용현황

- 날개벽 길이 6m 이하 : 41.5 ～ 50㎝
- 날개벽 길이 6 ～ 7m : 50 ～ 70㎝
- 날개벽 길이 7 ～ 8m : 80 ～ 90㎝

○ 교대 날개벽 및 방호벽 철근 배근 현황

날개벽 길이 (m)	날개벽 철근 간격(㎝)		방호벽철근 간격(㎝)	비 고
	내측	외측		
6	10～12.5	20～25	20	
7	10～12.5	20～25		
8	12.5	25		

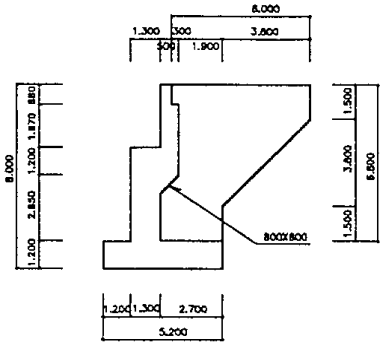
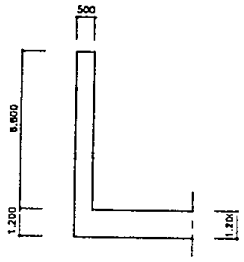
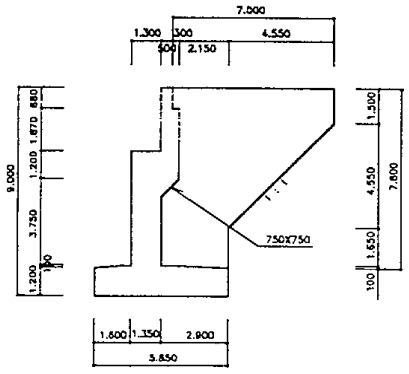
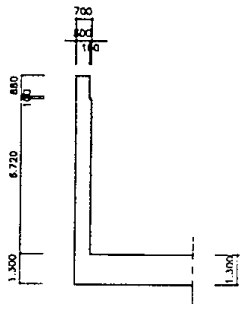
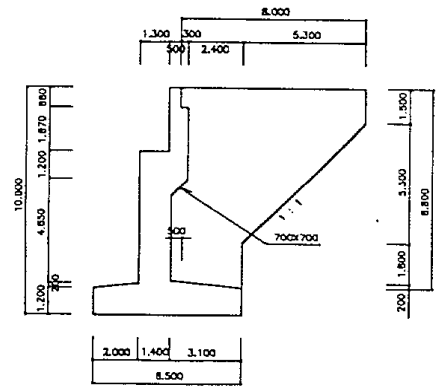
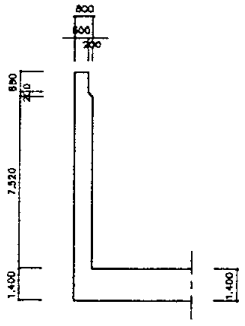
3. 문 제 점

○ 교량 난간 방호벽 높이 변경(0.88m→1.08～1.25m)에 따라 방호벽 폭원이 37.5㎝에서 42㎝～42.6㎝로 변경됨에 따라 날개벽 폭원이 방호벽 폭원보다 작은 경우 방호벽의 시공성 확보가 곤란하고 날개벽 철근 간격(10㎝～25㎝)과 방호벽 철근간격(20㎝)의 불일치로 방호벽 철근의 위치 확보가 곤란

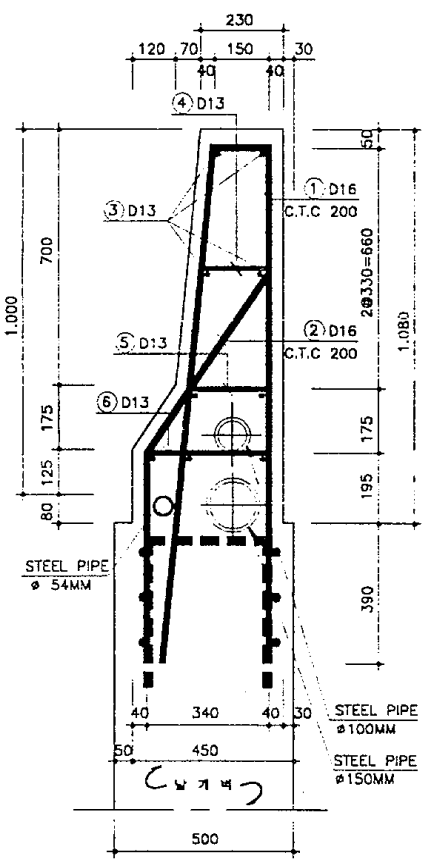
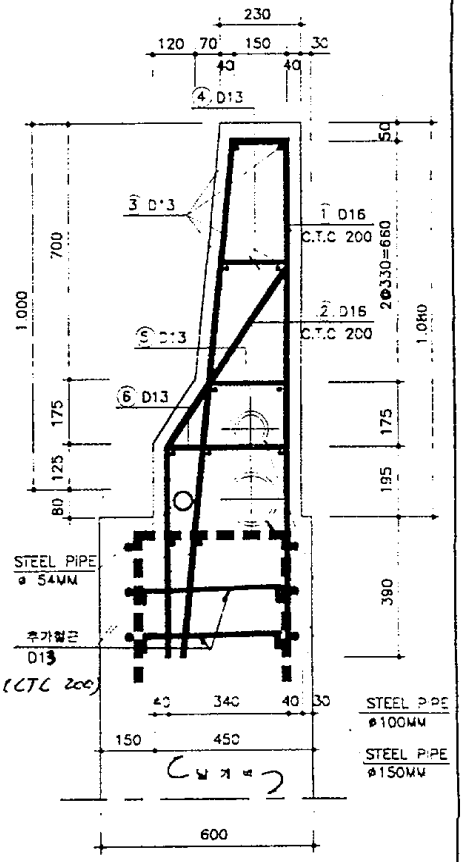
○ 교대 날개벽 길이에 따른 날개벽 두께 상이로 날개벽 적정단면 검토 필요

4. 개선방안

○ 날개벽 두께를 방호벽 폭원을 감안하여 날개벽 길이에 따라 50 ㎝이상으로 하고 60㎝를 넘지 않도록 변단면 적용

날개벽 길 이	정 면 도	단 면 도
6m이하		
7m		
8m		

○ 교량 난간 방호벽 주철근 및 날개벽 수직철근 결속이 가능토록 보조철근 설치

구분	날개벽 두께	
	50㎝	60㎝
단면도		
검토 내용	방호벽 철근 매입 및 결속 양호	방호벽 철근 매입은 양호하나 방호벽 주철근 결속을 위하여 추가 철근 필요

5. 검토결론

가. 검토의견

○ 날개벽 두께가 50㎝를 초과하는 경우 교대 날개벽 부위에 설치되는 난간 방호벽 철근의 위치 확보를 위하여 날개벽 철근 간격을 방호벽 철근에 맞추어 날개벽 철근 간격을 조정하는 것보다 날개벽 철근사이에 조립용 철근을 추가 설치하고

○ 날개벽 길이에 따른 날개벽의 두께를 구조적 안정성 확보 및 방호벽 시공성을 고려하여 날개벽 두께를 50㎝이상을 확보하고, 접속 슬래브 설치를 감안하여 상부 폭원이 60㎝이내가 되도록 변단면 처리하는 것이 타당하다고 사료됨

나. 적용방안

○ 99년 1월 준공하는 용역부터 적용

6. 향후 추진계획

○ 교대 날개벽 폭원을 감안하여 접속슬래브 표준도 변경

7-50 암거 구조설계 기준 검토

방 침
설 계 일 15212-1634 ('98. 11. 21)

1. 검토목적

고속도로용 암거표준도 개정을 추진함에 있어 구조설계 기준을 **외국 적용사례 및 관련시방과 비교·분석하여 정립**하고 시공성을 감안 사용 규격을 검토하여 암거표준도를 재작성 **설계의 내실화**를 도모코자 함.

2. 검토내용

가. 토피 및 규격 적용 범위

암거표준도 개정에 적용할 **토피범위** 및 암거 최소·최대 **적용규격** 검토

나. 노면활하중 적용기준

현행 암거 표준도상의 노면활하중은 **서울 지하철공사 설계기준인 Kög ler 공식을 준용한 것으로**, 고속도로 시공 조건에 비해 대체적으로 **활하중의 영향을 과대 평가**하고 있는 바, 국내·외 각국의 시방규정을 비교·검토하여 암거표준도 개정에 적용할 **노면활하중 기준** 검토

다. 토피하중 적용기준

현행 암거표준도의 토피하중은 단순히 **상판 상부의 토괴자중만을 고려**하고 있으나, **BOX 상부 토괴와 BOX 외측 토괴간의 침하량 상이**에 따른 토괴간 하향 마찰로 인해 추가하중이 발생하는 바, 국내·외 각국의 시방규정을 비교·검토하여 암거표준도 개정에 적용할 **토피하중 기준** 검토

라. 하중계수 적용기준

현행 고속도로 암거표준도는 제정당시(1992) 도로교 표준시방서(1983)에 강도설계법 규정이 없어 **콘크리트 표준시방서(1988)의 하중계수를 적용**하였으나, **현행 개정된 도로교 표준시방서(1992, 1996)와 하중계수 상이**로 인하여 적용상에 혼란이 있는 바, 국내·외 각국의 시방규정을 비교·검토하여 암거표준도 개정에 적용할 **하중계수 기준** 검토

가. 토 피 및 규 격 적 용 범 위

1. 토 피

표준도의 적용토피는 **현행** 암거표준도, 개정작업중인 **건교부** 암거표준도 및 **일본 건설기술협회** 암거표준도의 **적용범위인 최소 1.0m~최대 10.0m**를 적용하며, 10m이상은 국내·외 적용사례가 없으므로 표준도에는 미적용 (별첨 #1 참조)
그러나 현장여건상 부득이 **토피두께 10.0m이상 발생시** 별도의 설계를 하며, 이때 적용 설계기준은 본 **기준 준용**

2. 암거의 규격

현행 암거 규격에서 **유지보수가 어렵고 시공성이 불량한 수로암거 H=1.5m이하의 규격은 제외하고, 교량설치가 필요치 않는** 설치 연장이 긴 통로의 조명확보, **민원발생에 대비하여 통로암거 6.0×4.5 추가**

구 분	1련 암거 (B×H)		2련 암거 (B×H)		3련 암거 (B×H)	
	현 행	개 정	현 행	개 정	현 행	개 정
통로암거	3.0×3.0	3.0×3.0	-	-	-	-
	3.5×3.5	3.5×3.5	-	-	-	-
	4.0×4.0	4.0×4.0	-	-	-	-
	4.5×4.5	4.5×4.5	-	-	-	-
	-	**6.0×4.5 (추가)**	-	-	-	-
수로암거	**1.0×1.0**	**삭 제**	**1.5×1.5**	**삭 제**	**2.0×1.5**	**삭 제**
	1.5×1.0	**삭 제**	**2.0×1.5**	**삭 제**	2.5×2.0	2.5×2.0
	1.5×1.5	**삭 제**	2.0×2.0	2.0×2.0	3.0×2.5	3.0×2.5
	2.0×1.5	**삭 제**	2.5×2.5	2.5×2.5	3.5×3.5	3.5×3.5
	2.0×2.0	2.0×2.0	3.0×2.5	3.0×2.5	-	-
	2.5×2.0	2.5×2.0	3.0×3.0	3.0×3.0	-	-
	2.5×2.5	2.5×2.5	3.5×3.0	3.5×3.0	-	-
	3.0×2.0	3.0×2.0	3.5×3.5	3.5×3.5	-	-
	3.0×2.5	3.0×2.5	-	-	-	-
	3.0×3.0	3.0×3.0	-	-	-	-

나. 노면 활하중 적용기준

1. 검토목적

■ 현행 고속도로 암거의 노면활하중은 **서울지하철공사 설계기준을 준용한 것으로, 노면 활하중의 영향을 다소 과대평가**하고 있는 것으로 판단됨.

■ 따라서 국내·외 **각국의 시방규정을 비교·검토**하여 암거표준도 개정에 적용할 **노면활하중 기준을 설정**하고자 함.

2. 각국 시방기준서 (별첨 #2 참조)

■ 국 내

- 도로설계 요령 (한국도로공사)

■ 외 국

- 도로설계 요령 (일본도로공단)
- 공동구 설계기준 (일본도로협회)
- STANDARD SPECIFICATIONS FOR HIGHWAY BRIDGES (AASHTO, 미국)

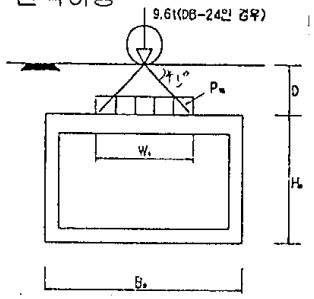
3. 각국 시방규정의 비교

도 로 설 계 요 령 (1992.12) (한국도로공사, 일본도로공단)

• 종방향 단위 길이당 하중

$$P = \frac{2 \times \text{윤하중}}{\text{차량점유폭}}$$

• 활하중에 의한 연직하중



- 토피두께 4.0m미만

$$P_{vl} = \frac{P(1+i)}{W_1} = \frac{P(1+i)}{0.2+2D}$$

토피두께 (D,m)	충격계수 (i)
0.15 ≤ D ≤ 1	0.3
1 < D ≤ 2	0.2
2 < D ≤ 3	0.1
3 < D	0.0

$B_o > W_1$ 일 때

$$P_{vl} = \frac{2P(1+i)(B_o - D - 0.1)}{B_o^2}$$

- 토피두께 4.0m이상

$$P_{vl} = 1.0\ t/m^2$$

공동구 설계지침 (일본도로협회)

• 종방향 단위 길이당 하중

$$P = \frac{2 \times \text{윤하중}}{\text{차량점유폭}} \times (1+i)$$

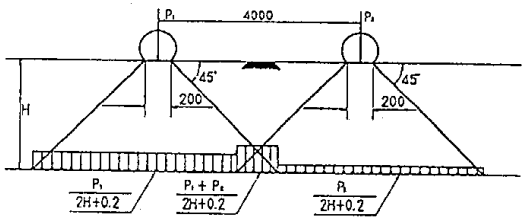
• 활하중에 의한 연직하중

- 토피두께 H < 1.9m인 경우

$$q = \frac{P_1}{2H+0.2}$$

- 토피두께 H≥1.9m인 경우

$$q = \frac{P_1 + P_2}{2H+0.2}$$



토피두께 (H,m)	충격계수 (i)
H < 3.5	0.3
3.5 ≤ H	0.0

- 토피두께 H≥3.5m인 경우

$$q = 1.0\ t/m^2$$

AASHTO (미국, 1996)

• 토피두께(H) 2ft(0.6m)이상인 경우

$$q = \frac{P}{(1.75H)^2}$$

• 다수의 집중하중이 중복될 때는 전체 영향면적에 균등하게 작용하는 것으로 본다.

• 1련 Box인 경우 토피높이가 .8ft(2.4m) 또는 Box폭이상이면 활하중 무시

• 다련 Box인 경우 토피높이가 Box 전체 폭이상이면 활하중 무시

토피두께 (H,m)	충격계수 (i)
0 ≤ H ≤ 0.3	0.3
0.3 < H ≤ 0.6	0.2
0.6 < H < 0.9	0.1
0.9 ≤ H	0.0

4. 각국 시방기준에 따른 노면활하중 계산

■ 도로설계요령(한국도로공사,일본도로공단), 일본공동구 설계기준, AASHTO(미국) 시방규정의 노면활하중에 의한 연직하중을 비교검토

토 피 (m)	현행표준도 (서울지하철공사 Kogler 공식)	도로설계요령 (한국도로공사, 일본도로공단)	공 동 구 설 계 기 준 (일본도로협회)	AASHTO (미 국)	비 고
1.0	5.1	3.782	3.782	3.135	
2.0	2.1	1.829	2.476	0.784	
3.0	1.5	1.135	1.677	-	
4.0	1.5	1.000	1.000	-	
5.0	1.5	1.000	1.000	-	
6.0	1.5	1.000	1.000	-	
7.0	1.5	1.000	1.000	-	
8.0	1.2	1.000	1.000	-	
9.0	1.1	1.000	1.000	-	
10.0	0.9	1.000	1.000	-	

(단위 : t/m^2)

■ 비교 결과 **현행 표준도**에 적용한 **서울 지하철공사 적용기준이 가장 크며**, 기타 규정에 비해 **과대 평가됨**.

■ **도로설계요령**(한국도로공사, 일본도로공단) 및 **공동구 설계기준**(일본도로협회)상의 규정에 의한 **노면 활하중은 그 값이 유사**하며, **AASHTO**(미국)규정에 의한 노면 활하중이 **가장 적은 값**을 나타냄.

■ 따라서 표준도 개정시에는 **도로설계요령(한국도로공사, 일본도로공단) 규정을 적용**하는 것이 합리적.

5. 노면활하중 산정

■ 도로설계요령 기준 적용

1) 토피높이 및 암거폭별 노면활하중($P_{v\ell}$)

(단위 : t/m^2)

D \ B	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	비 고
1.0	3.782 1.0	3.782 0.667	3.782 0.5	3.727 0.4	3.513 0.333	3.260 0.286	3.016 0.25	2.794 0.222	2.596 0.2	2.42 0.182	2.265 0.167	2.127 0.154	2.004 0.143	
1.2	2.954 1.2	2.954 0.8	2.954 0.6	2.954 0.48	2.901 0.4	2.759 0.343	2.592 0.3	2.427 0.267	2.273 0.24	2.133 0.218	2.005 0.200	1.890 0.185	1.787 0.171	
1.4	2.560 1.4	2.560 0.933	2.560 0.7	2.560 0.56	2.560 0.467	2.508 0.4	2.400 0.35	2.276 0.311	2.150 0.28	2.031 0.255	1.920 0.233	1.818 0.215	1.724 0.2	
1.6	2.259 1.6	2.259 1.067	2.259 0.8	2.259 0.64	2.259 0.533	2.257 0.457	2.208 0.4	2.124 0.356	2.028 0.32	1.930 0.291	1.835 0.267	1.745 0.246	1.661 0.229	
1.8	2.021 1.8	2.021 1.2	2.021 0.9	2.021 0.72	2.021 0.6	2.021 0.514	2.016 0.45	1.972 0.4	1.905 0.36	1.828 0.327	1.749 0.30	1.672 0.277	1.599 0.257	
2.0	1.829 2.0	1.829 1.333	1.829 1.0	1.829 0.8	1.829 0.667	1.829 0.571	1.829 0.5	1.820 0.444	1.782 0.4	1.726 0.364	1.664 0.333	1.600 0.308	1.536 0.286	
2.2	1.530 2.2	1.530 1.467	1.530 1.1	1.530 0.88	1.530 0.733	1.530 0.629	1.530 0.55	1.530 0.489	1.521 0.44	1.489 0.4	1.447 0.367	1.400 0.338	1.351 0.314	
2.4	1.408 2.4	1.408 1.6	1.408 1.2	1.408 0.96	1.408 0.8	1.408 0.686	1.408 0.6	1.408 0.533	1.408 0.48	1.396 0.436	1.369 0.40	1.333 0.369	1.293 0.343	
2.6	1.304 2.6	1.304 1.733	1.304 1.3	1.304 1.04	1.304 0.867	1.304 0.743	1.304 0.65	1.304 0.578	1.304 0.52	1.303 0.473	1.291 0.433	1.266 0.4	1.236 0.371	
2.8	1.214 2.8	1.214 1.867	1.214 1.4	1.214 1.12	1.214 0.933	1.214 0.8	1.214 0.7	1.214 0.622	1.214 0.56	1.214 0.509	1.212 0.467	1.200 0.431	1.178 0.4	
3.0	1.135 3.0	1.135 2.0	1.135 1.5	1.135 1.2	1.135 1.0	1.135 0.857	1.135 0.75	1.135 0.667	1.135 0.6	1.135 0.545	1.135 0.5	1.133 0.462	1.121 0.429	
3.2	0.970 3.2	0.970 2.133	0.970 1.6	0.970 1.28	0.970 1.067	0.970 0.914	0.970 0.8	0.970 0.711	0.970 0.64	0.970 0.582	0.970 0.533	0.970 0.492	0.967 0.457	
3.4	0.914 3.4	0.914 2.267	0.914 1.7	0.914 1.36	0.914 1.133	0.914 0.971	0.914 0.85	0.914 0.756	0.914 0.68	0.914 0.618	0.914 0.567	0.914 0.523	0.914 0.486	
3.6	0.865 3.6	0.865 2.4	0.865 1.8	0.865 1.44	0.865 1.2	0.865 1.029	0.865 0.9	0.865 0.8	0.865 0.72	0.865 0.655	0.865 0.6	0.865 0.554	0.865 0.514	
3.8	0.821 3.8	0.821 2.533	0.821 1.9	0.821 1.52	0.821 1.267	0.821 1.086	0.821 0.95	0.821 0.844	0.821 0.76	0.821 0.691	0.821 0.633	0.821 0.585	0.821 0.543	

$P_{v\ell}/(D/B_o)$

2) 토피높이 및 암거폭별 노면활하중 ($P_{v\ell}$ · D)

(단위 : t/m)

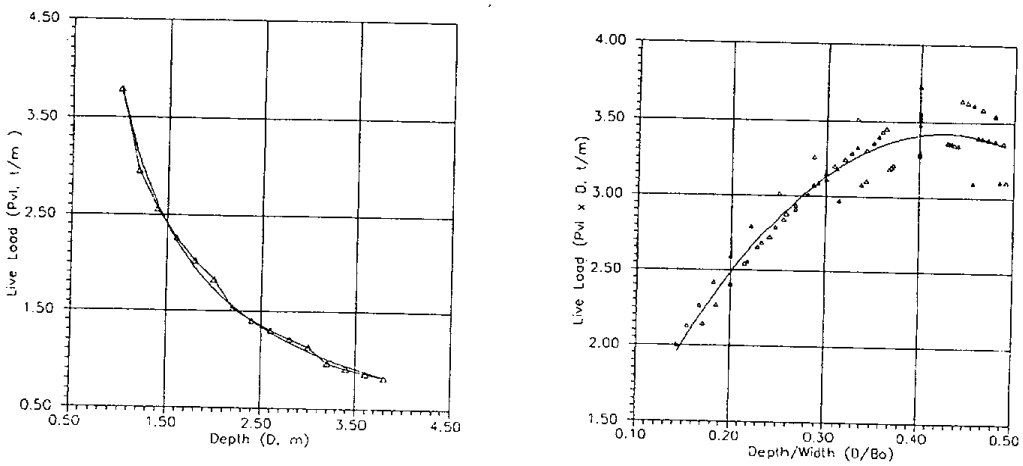
D \ B	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	비 고
1.0				3.727 0.4	3.513 0.333	3.260 0.286	3.016 0.25	2.794 0.222	2.596 0.2	2.420 0.182	2.265 0.167	2.127 0.154	2.004 0.143	
1.2				3.545 0.48	3.481 0.4	3.311 0.343	3.110 0.3	2.912 0.267	2.728 0.24	2.560 0.218	2.406 0.2	2.268 0.185	2.145 0.171	
1.4					3.584 0.467	3.511 0.4	3.360 0.35	3.186 0.311	3.010 0.28	2.843 0.255	2.688 0.233	2.545 0.215	2.414 0.2	
1.6						3.611 0.457	3.533 0.4	3.399 0.356	3.245 0.32	3.088 0.291	2.936 0.267	2.792 0.246	2.658 0.229	
1.8							3.629 0.45	3.550 0.4	3.429 0.36	3.291 0.327	3.148 0.3	3.010 0.277	2.878 0.257	
2.0								3.640 0.444	3.564 0.4	3.452 0.364	3.328 0.333	3.200 0.308	3.072 0.286	
2.2								3.366 0.489	3.346 0.44	3.276 0.4	3.184 0.367	3.080 0.338	2.972 0.314	
2.4									3.379 0.48	3.351 0.436	3.286 0.40	3.199 0.369	3.103 0.343	
2.6										3.388 0.473	3.357 0.433	3.292 0.4	3.214 0.371	
2.8											3.394 0.467	3.360 0.431	3.298 0.4	
3.0												3.399 0.462	3.363 0.429	
3.2												3.104 0.492	3.095 0.457	
3.4													3.108 0.486	
3.6														
3.8														

$P_{v\ell}$ · D/(D/B_o)

3) 노면활하중 산정용 합리식 유도

■ 토피두께, 암거폭 및 노면활하중과의 상관관계 분석

■ 토피두께별, 암거폭별 노면활하중에 대한 회귀분석을 수행하여 일반식 유도



(D/B ≥ 0.5) (D/B < 0.5)

< 노면활하중 회귀곡선 >

■ 합 리 식

• $D/B_o \geq 0.5$ $P_{v\ell} = 3.813D^{-1.141}$

$D/B_o < 0.5$ $P_{v\ell} \cdot D = -17.5(D/B_o)^2 + 15.3(D/B_o) + 0.3$

4) 결과비교

(단위 : t/m^2)

D \ B	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0	비 고
1.0	3.782 3.850	3.782 3.850	3.782 3.850	3.727 3.620	3.513 3.454	3.260 3.244	3.016 3.031	2.794 2.834	2.596 2.660	2.42 2.505	2.265 2.367	2.127 2.241	2.004 2.130	
1.2	2.954 3.127	2.954 3.127	2.954 3.127	2.954 3.010	2.901 3.017	2.759 2.908	2.592 2.763	2.427 2.615	2.273 2.470	2.133 2.336	2.005 2.217	1.890 2.110	1.787 2.004	
1.4	2.560 2.623	2.560 2.623	2.560 2.623	2.560 2.623	2.560 2.592	2.508 2.586	2.400 2.508	2.276 2.404	2.150 2.294	2.031 2.188	1.920 2.082	1.818 1.986	1.724 1.900	
1.6	2.259 2.252	2.259 2.252	2.259 2.252	2.259 2.252	2.259 2.252	2.257 2.273	2.208 2.263	2.124 2.206	2.028 2.128	1.930 2.044	1.835 1.961	1.745 1.874	1.661 1.804	
1.8	2.021 1.969	2.021 1.969	2.021 1.969	2.021 1.969	2.021 1.969	2.021 1.969	2.016 2.023	1.972 2.011	1.905 1.967	1.828 1.907	1.749 1.842	1.672 1.775	1.599 1.709	
2.0	1.829 1.746	1.829 1.746	1.829 1.746	1.829 1.746	1.829 1.746	1.829 1.746	1.829 1.746	1.820 1.822	1.782 1.810	1.726 1.775	1.664 1.727	1.600 1.676	1.536 1.622	
2.2	1.530 1.566	1.530 1.566	1.530 1.566	1.530 1.566	1.530 1.566	1.530 1.566	1.530 1.566	1.530 1.635	1.521 1.656	1.489 1.645	1.447 1.617	1.400 1.578	1.351 1.536	
2.4	1.408 1.418	1.408 1.418	1.408 1.418	1.408 1.418	1.408 1.418	1.408 1.418	1.408 1.418	1.408 1.418	1.408 1.505	1.396 1.518	1.369 1.508	1.333 1.485	1.293 1.454	
2.6	1.304 1.294	1.304 1.294	1.304 1.294	1.304 1.294	1.304 1.294	1.304 1.294	1.304 1.294	1.304 1.294	1.304 1.294	1.303 1.393	1.291 1.401	1.266 1.392	1.236 1.372	
2.8	1.214 1.189	1.214 1.189	1.214 1.189	1.214 1.189	1.214 1.189	1.214 1.189	1.214 1.189	1.214 1.189	1.214 1.189	1.214 1.189	1.212 1.296	1.200 1.301	1.178 1.293	
3.0	1.135 1.099	1.135 1.099	1.135 1.099	1.135 1.099	1.135 1.099	1.135 1.099	1.135 1.099	1.135 1.099	1.135 1.099	1.135 1.099	1.135 1.099	1.133 1.211	1.121 1.214	
3.2	0.970 1.021	0.970 1.021	0.970 1.021	0.970 1.021	0.970 1.021	0.970 1.021	0.970 1.021	0.970 1.021	0.970 1.021	0.970 1.021	0.970 1.021	0.970 1.122	0.967 1.137	
3.4	0.914 0.953	0.914 0.953	0.914 0.953	0.914 0.953	0.914 0.953	0.914 0.953	0.914 0.953	0.914 0.953	0.914 0.953	0.914 0.953	0.914 0.953	0.914 0.953	0.914 1.060	
3.6	0.865 0.893	0.865 0.893	0.865 0.893	0.865 0.893	0.865 0.893	0.865 0.893	0.865 0.893	0.865 0.893	0.865 0.893	0.865 0.893	0.865 0.893	0.865 0.893	0.865 0.893	
3.8	0.821 0.839	0.821 0.839	0.821 0.839	0.821 0.839	0.821 0.839	0.821 0.839	0.821 0.839	0.821 0.839	0.821 0.839	0.821 0.839	0.821 0.839	0.821 0.839	0.821 0.839	

도로설계요령기준/회귀분석에 의한 일반식

6. 설계 노면활하중 제시

- 상기 검토결과에 의거 아래와 같은 설계 노면활하중 결과 도출
- 다련 BOX인 경우 외측 1BOX의 폭을 Bo로 취함.
- 노면 활하중이 1.0t/㎡이하일 때는 1.0t/㎡으로 함.

1) $D/B_o \geq 0.5$

토피두께 (D, m)	노면활하중 (P_{vl}, t/㎡)	비 고
1.0	3.9	• 토피의 중간 값은 노면활하중 상위의 값을 적용
1.5	2.5	
2.0	1.8	
2.5	1.4	
3.0	1.1	
3.5 이상	1.0	

2) $D/B_o < 0.5$

D/B_o	$P_{vl} \times D$, t/m	비 고
0.1	1.7	• D/B_o의 중간 값은 $P_{vl} \times D$의 상위 값을 적용 • 노면활하중(P_{vl})은 표의 값을 D로 나누어 구함.
0.2	2.7	
0.3	3.3	
0.4 이상	3.6	

7. 결 론

■ 노면 활하중에 대한 각국의 시방규정을 비교·검토한 결과 **도로설계요령(한국도로공사, 일본도로공단)을 적용하는 것이 합리적.**

■ 실무 적용성 및 설계 자동화를 위하여 **노면 활하중에 대한 회귀분석을 실시한 결과 상기 표와 같은 노면활하중 값을 적용**

다. 토피하중 적용기준

1. 검토목적

■ 암거 상부에 작용하는 토피하중은 **계획토피고, BOX측면의 다짐도 및 BOX 설치위치 특성(절토부, 성토부)에 기초한 흙과 구조물의 상호작용을 고려**하여 결정,

■ 따라서 토피하중에 대한 **국내·외 각 국의 시방규정을 비교·검토**하여 암거표준도 개정에 적용할 **토피하중 기준을 설정**하고자 함.

2. 각국 시방기준서 (별첨 #3 참조)

■ 국 내

• 도로설계요령 (한국도로공사)

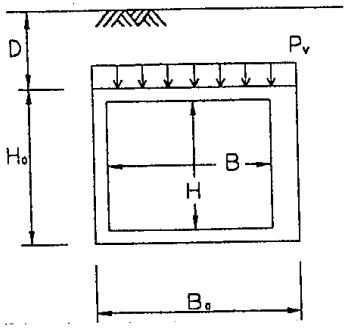
■ 외 국

• 도로설계요령 (일본도로공단)

• 토목구조물 표준설계 (일본건설성)

• STANDARD SPECIFICATIONS FOR HIGHWAY BRIDGES (AASHTO, 미국)

3. 현행 표준도와 각국 시방규정의 비교

<table>
<tr><th>현 행 표 준 도</th><th>도로설계요령 (한국)
(한국도로공사, 일본도로공단)</th><th>토목구조물 표준설계 (일본)
(일본건설성)</th><th>AASHTO (미국)</th><th>비 고</th></tr>
<tr>
<td>• 슬래브 상부 토피자중만 고려
• $P_v = \gamma \cdot D$
P_v : 토피하중
γ : 흙의 단위중량
D : 토피높이</td>
<td>• 토피고와 BOX폭의 비에 따라 할증
 

• $Pv = \alpha \cdot \gamma \cdot D$
<table>
<tr><th>D/B_o</th><th>α</th></tr>
<tr><td>$D/B_o < 1$</td><td>1.0</td></tr>
<tr><td>$1 \leq D/B_o < 2$</td><td>1.2</td></tr>
<tr><td>$2 \leq D/B_o < 3$</td><td>1.35</td></tr>
<tr><td>$3 \leq D/B_o < 4$</td><td>1.5</td></tr>
<tr><td>$4 \leq D/B_o$</td><td>1.6</td></tr>
</table>
</td>
<td>• 토피고와 BOX폭의 비에 따라 할증
• $P_v = \alpha \cdot \gamma \cdot D$
• 기초지반이 양호하고 말뚝기초 등을 적용하지 않을 때 α =1.0
• 연약지반상에 Culvert가 구축되는 경우
- 말뚝기초등 강성기초로 지지되어 있지 않고 성토의 침하와 함께 동시에 침하하는 경우
α = 1.0
- 말뚝기초 등을 적용하고 성토의 침하에 저항하는 경우
<table>
<tr><th>D/B_o</th><th>α</th></tr>
<tr><td>$D/B_o < 1$</td><td>1.0</td></tr>
<tr><td>$1 \leq D/B_o < 2$</td><td>1.2</td></tr>
<tr><td>$2 \leq D/B_o < 3$</td><td>1.35</td></tr>
<tr><td>$3 \leq D/B_o < 4$</td><td>1.5</td></tr>
<tr><td>$4 \leq D/B_o$</td><td>1.6</td></tr>
</table>
</td>
<td>• 토피고와 BOX폭의 비에 따라 할증 (Marston-Spangler Theory)
• $P_v = \alpha \cdot \gamma \cdot D$
• 성토부
$\alpha = 1+0.2(D/B_o) \leq \beta$
β = 1.15 (BOX측면 다짐)
1.4 (BOX측면 미다짐)
• 절토부
$\alpha = (C_d \cdot B_d^2) / \{D \cdot B_o\}$
• 허용응력 설계법 적용시는 상기의 규정 미적용</td>
<td></td>
</tr>
</table>

4. 결과요약

■ 토피하중에 대한 할증계수는 BOX폭(BO)의 함수이므로 통로 BOX 및 수로 BOX에 대하여 각각 최대 및 최소 폭에 대하여 계산한 결과를 비교

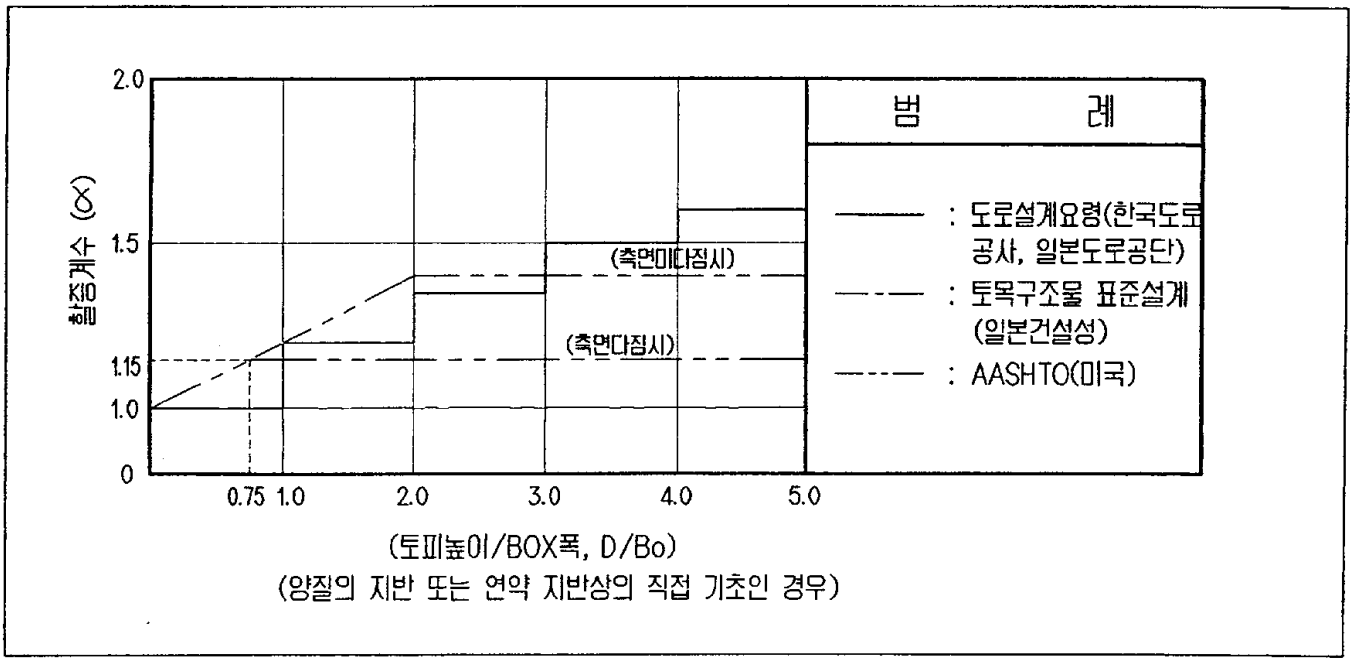
■ 통로 BOX

• 토피높이별 할증계수 (3.0×3.0m, B_0=3.6m)

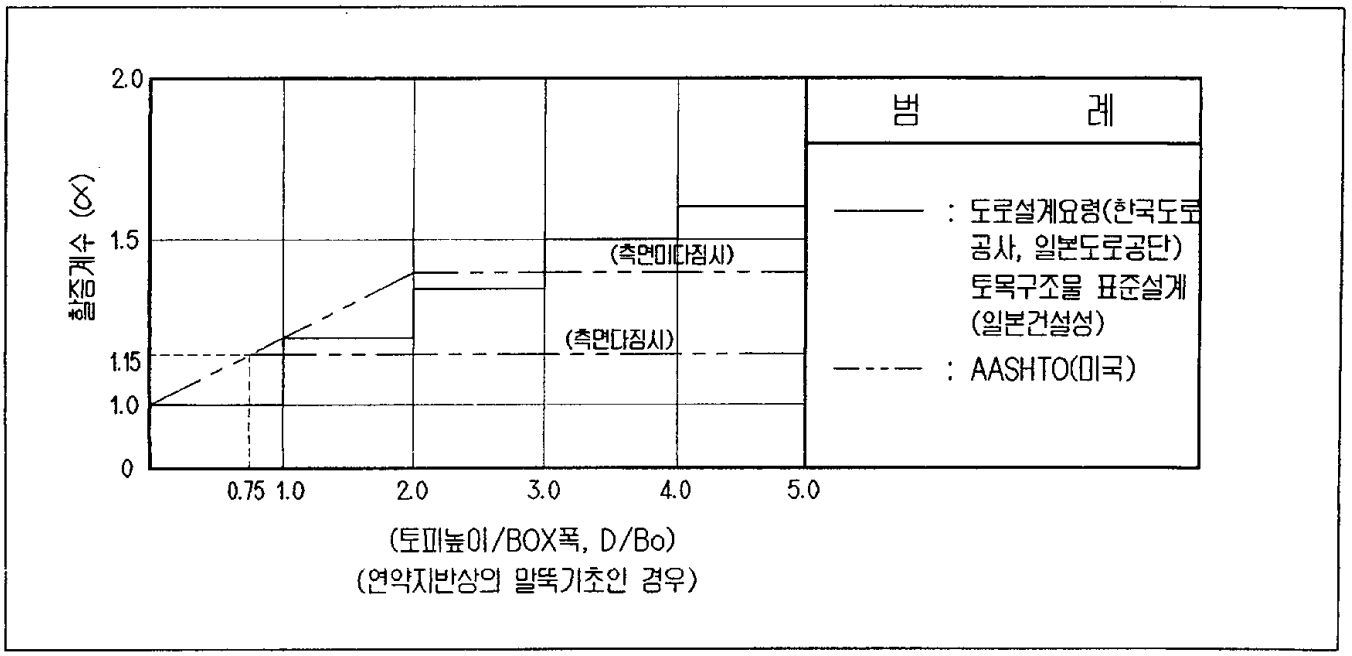
토피높이 (m)	도로설계요령 (한국도로공사, 일본도로공단)	토목구조물 표준설계 (일본건설성)		AASHTO (미국)		비 고
		기초지반 양호하고 말뚝기초가 아닐 때, 성토의 침하와 함께 침하할 때 (연약지반)	말뚝기초 등을 사용하고 성토의 침하에 저항 (연약지반)	측면다짐시	측면미다짐시	
1.0	1.0	1.0	1.0	1.06	1.06	
2.0	1.0	1.0	1.0	1.11	1.11	
3.0	1.0	1.0	1.0	1.15	1.17	
4.0	1.2	1.0	1.2	1.15	1.22	
5.0	1.2	1.0	1.2	1.15	1.28	
6.0	1.2	1.0	1.2	1.15	1.33	
7.0	1.2	1.0	1.2	1.15	1.39	
8.0	1.35	1.0	1.35	1.15	1.40	
9.0	1.35	1.0	1.35	1.15	1.40	
10.0	1.35	1.0	1.35	1.15	1.40	

• 토피높이별 할증계수 (4.5×4.5m, B_0=5.3m)

토피높이 (m)	도로설계요령 (한국도로공사, 일본도로공단)	토목구조물 표준설계 (일본건설성)		AASHTO (미국)		비 고
		기초지반 양호하고 말뚝기초가 아닐 때, 성토의 침하와 함께 침하할 때 (연약지반)	말뚝기초 등을 사용하고 성토의 침하에 저항 (연약지반)	측면다짐시	측면미다짐시	
1.0	1.0	1.0	1.0	1.04	1.04	
2.0	1.0	1.0	1.0	1.08	1.08	
3.0	1.0	1.0	1.0	1.11	1.11	
4.0	1.0	1.0	1.0	1.15	1.15	
5.0	1.0	1.0	1.0	1.15	1.19	
6.0	1.2	1.0	1.2	1.15	1.23	
7.0	1.2	1.0	1.2	1.15	1.26	
8.0	1.2	1.0	1.2	1.15	1.30	
9.0	1.2	1.0	1.2	1.15	1.34	
10.0	1.2	1.0	1.2	1.15	1.38	



(양질의 지반 또는 연약 지반상의 직접 기초인 경우)



(연약지반상의 말뚝기초인 경우)

< 토피하중 할증계수 >

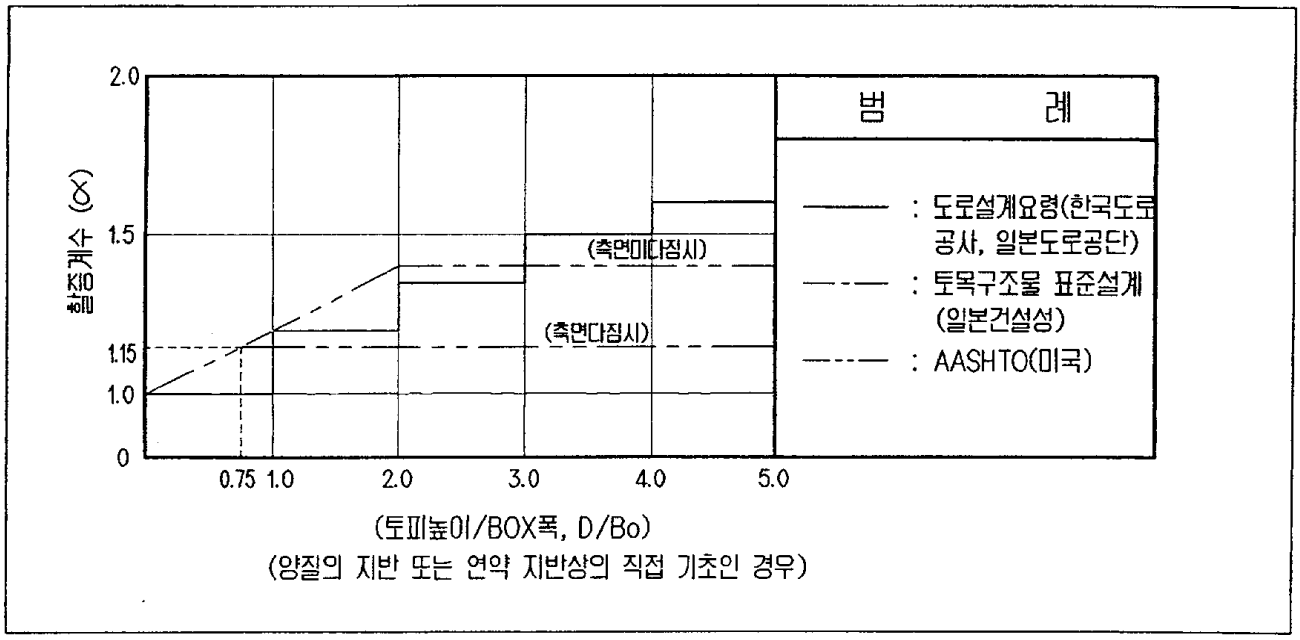
■ 수로 BOX

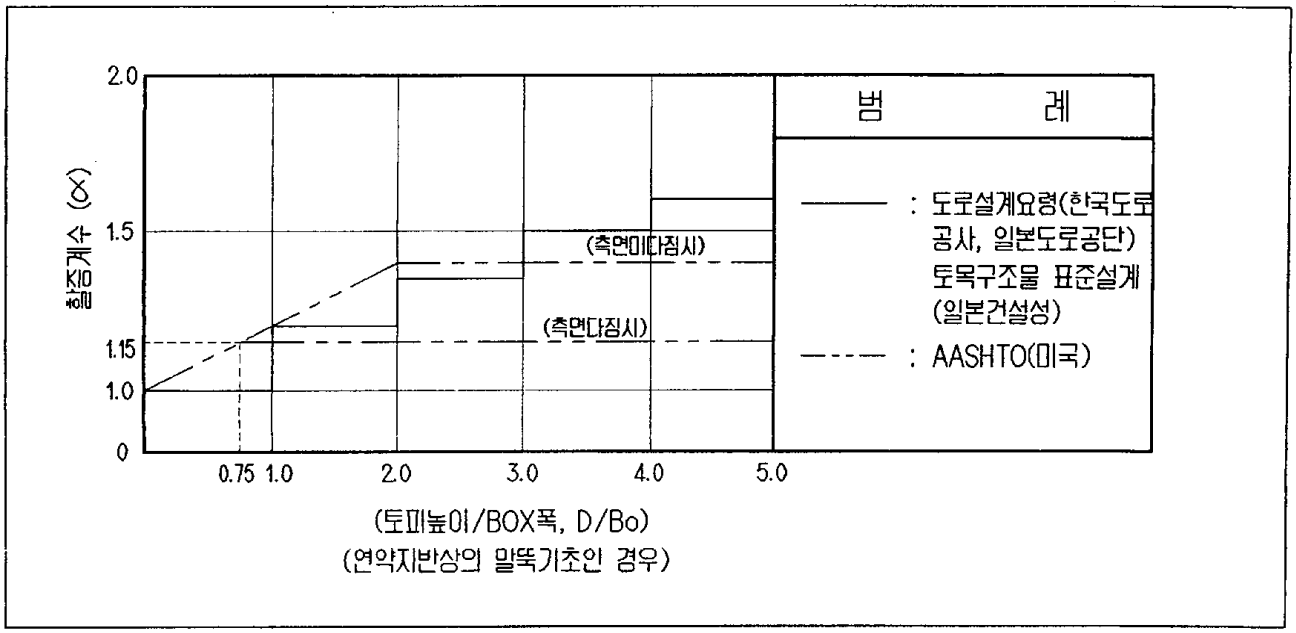
• 토피높이별 할증계수 (1.0×1.0m, B_0=1.6m)

토피높이 (m)	도로설계요령 (한국도로공사, 일본도로공단)	토목구조물 표준설계 (일본건설성)		AASHTO (미국)		비 고
		기초지반 양호하고 말뚝기초가 아닐 때, 성토의 침하와 함께 침하할 때 (연약지반)	말뚝기초 등을 사용하고 성토의 침하에 저항 (연약지반)	측면다짐시	측면미다짐시	
1.0	1.0	1.0	1.0	1.13	1.13	
2.0	1.2	1.0	1.2	1.15	1.25	
3.0	1.2	1.0	1.2	1.15	1.38	
4.0	1.35	1.0	1.35	1.15	1.40	
5.0	1.5	1.0	1.5	1.15	1.40	
6.0	1.5	1.0	1.5	1.15	1.40	
7.0	1.6	1.0	1.6	1.15	1.40	
8.0	1.6	1.0	1.6	1.15	1.40	
9.0	1.6	1.0	1.6	1.15	1.40	
10.0	1.6	1.0	1.6	1.15	1.40	

• 토피높이별 할증계수 (3@3.5×3.5m, B_0=11.7m)

토피높이 (m)	도로설계요령 (한국도로공사, 일본도로공단)	토목구조물 표준설계 (일본건설성)		AASHTO (미국)		비 고
		기초지반 양호하고 말뚝기초가 아닐 때, 성토의 침하와 함께 침하할 때 (연약지반)	말뚝기초 등을 사용하고 성토의 침하에 저항 (연약지반)	측면다짐시	측면미다짐시	
1.0	1.0	1.0	1.0	1.02	1.02	
2.0	1.0	1.0	1.0	1.03	1.03	
3.0	1.0	1.0	1.0	1.05	1.05	
4.0	1.0	1.0	1.0	1.07	1.07	
5.0	1.0	1.0	1.0	1.09	1.09	
6.0	1.0	1.0	1.0	1.10	1.10	
7.0	1.0	1.0	1.0	1.12	1.12	
8.0	1.0	1.0	1.0	1.14	1.14	
9.0	1.0	1.0	1.0	1.15	1.15	
10.0	1.0	1.0	1.0	1.15	1.17	


2.0
1.5
1.15
1.0
0
할증계수 (∝)
0.75 1.0 2.0 3.0 4.0 5.0
(토피높이/BOX폭, D/Bo)
(양질의 지반 또는 연약 지반상의 직접 기초인 경우)
(측면미다짐시)
(측면다짐시)
범 례
: 도로설계요령(한국도로공사, 일본도로공단)
: 토목구조물 표준설계 (일본건설성)
: AASHTO(미국)


2.0
1.5
1.15
1.0
0
할증계수 (∝)
0.75 1.0 2.0 3.0 4.0 5.0
(토피높이/BOX폭, D/Bo)
(연약지반상의 말뚝기초인 경우)
(측면미다짐시)
(측면다짐시)
범 례
: 도로설계요령(한국도로공사, 일본도로공단)
토목구조물 표준설계 (일본건설성)
: AASHTO(미국)

< 토피하중 할증계수 >

5. 결 론

- 토피높이와 BOX 폭의 비(D/B_0)가 클수록 즉 동일 토피높이에서는 BOX 폭이 좁을수록 하중 증가
- 현행 표준도 단면에 도로설계요령(한국도로공사, 일본도로공단) 상의 규정적용시 토피하중이 최대 60%까지 증가
- 도로설계요령상의 규정은 일본 규정중 가장 불리한 연약지반상의 말뚝기초에 관한 규정을 준용한 것으로 사료되는 바, 이는 일본규정의 매우 과다한 설계개념을 적용한 것으로 판단되고, 국내암거 시공여건(측면다짐, 기초지반 등)에 비추어 과대 평가된 것으로 판단됨.
- 또한 일본규정을 적용시, 직접기초의 경우 할증계수 α=1.0 이며, 일본의 암거표준도는 허용응력설계법을 적용하였으므로, 이것은 AASHTO 기준의 허용응력설계법 적용시와 부합됨.
- AASHTO 규정은 강도설계법에서만 적용되고, 허용응력설계법에서는 적용되지 않으며, 그 내용이 측면다짐시와 미다짐시로 나뉘어 있는 바, 이중 측면다짐시가 국내 여건에 부합됨.
- 따라서, 국내 R.C 구조물의 설계법이 강도설계법을 원칙으로 하고 토피하중 재하방법은 AASHTO(미국) 규정을 적용하는 것이 합리적.

라. 하중계수 적용기준

1. 검토목적

■ **현행 고속도로 암거표준도는** 제정당시(1992) 도로교 표준시방서(1983)에 강도설계법 규정이 없어 **콘크리트 표준시방서(1988)의 하중계수를 적용**하여 작성,

■ 개정 도로교 표준시방서(1992, 1996)에 **강도설계법이 도입**됨에 따라 **현행 도로교 표준시방서(1996)의 규정을 적용**하는 것이 타당할 것으로 판단됨.

■ 그러나 **현행 도로교 표준시방서와 콘크리트 표준시방서상의 하중계수의 상이**, 암거구조물이 도로구조물이냐 콘크리트 구조물이냐에 대한 시각차이 등으로 인하여 **적용에 혼란**.

■ 따라서 **국내·외 각국의 시방규정을 비교·검토**하여 암거표준도 개정에 적용할 **하중계수 적용 기준을 설정**하고자 함.

2. 각국 시방기준서 (별첨 #4 참조)

■ 국 내

- 도로교 표준시방서 (건설교통부, 1996)
- 콘크리트 표준시방서 (건설교통부, 1996)

■ 외 국

- STANDARD SPECIFICATION FOR HIGHWAY BRIDGES (AASHTO, 미국)
- BUILDING CODE REQUIREMENTS FOR STRUCTURAL CONCRETE (ACI, 미국)

3. 각국 시방규정의 비교

구분	콘크리트 표준시방서(1996)	도로교 표준시방서(1996)	AASHTO (1996, 미국)	ACI (1995, 미국)
개요	• ACI(미국)을 근간으로 하여 국내 실정 반영 • 하중조합시 ACI의 하중계수를 강화(할증)하여 적용 • 지하구조물에 대한 반토압 개념 추가	• AASHTO(미국) 및 일본 도로교 시방서를 근간으로 하여 국내 실정 반영 • 공통편 하중계수 부분은 일본 도로교 시방서 준용 • 공통편 하중조합 부분은 AASHTO(미국) 준용 • 연직토압에 대한 하중계수 추가		
하중조합	• 사하중, 활하중, 횡토압 작용시 U=1.5D+1.8L+1.8H • 사하중이 토압효과를 감소시킬 때 U=0.9D+1.8L+1.8H - 상기식은 활하중이 0일때도 고려하여야 한다. - 지하구조물 등에서는 반토압을 적용할 수 있다. D : 사하중 L : 활하중 H : 횡토압	• 사하중, 활하중, 토압 작용시 U=1.3D+2.15L+1.7H • 반횡토압 적용시 토압하중 계수는 0.65 • 상기 하중조합에서 연직토압 적용시 연직토압 하중계수는 1.5 D : 사하중 L : 활하중 H : 토 압	• 사하중, 활하중, 토압 작용시 $U=\gamma(\beta_D \cdot D+\beta_L \cdot L+\beta_E \cdot E)$ γ : 1.3 β_D : 1.0 β_L : 1.0 (수직토압) 1.3 (수평토압) β_E : 0.5 (반횡토압) D : 사하중 L : 활하중 E : 토 압	• 사하중, 활하중, 토압 작용시 U=1.4D+1.7L+1.7H - 사하중이 토압효과 감소시킬 때 U=0.9D+1.7H • 상기 하중조합에 의한 결과가 아래 값 이상 이어야 한다. U=1.4D+1.7L D : 사하중 L : 활하중 H : 토 압

4. 도·시와 콘·시에 의한 계산결과 요약 및 비교

1) 도로교 표준시방서 기준 적용 (통로 BOX 4.5×4.5)

구 분		상 판		측 벽		저 판		비 고
		지점부	중앙부	지점부	중앙부	지점부	중앙부	
Type-1 (H=1.0m)	모 멘 트	24.009	26.837	25.784	7.428	25.784	35.662	
	전 단 력	38.196	-	29.033	-	44.906	-	
Type-2 (H=2.0m)	모 멘 트	19.509	21.057	22.917	5.857	22.917	27.503	
	전 단 력	29.345	-	25.437	-	35.960	-	
Type-3 (H=3.0m)	모 멘 트	23.539	27.352	26.944	7.524	26.944	37.548	
	전 단 력	35.438	-	29.311	-	43.953	-	
Type-4 (H=4.0m)	모 멘 트	27.953	33.502	30.809	8.187	30.809	44.607	
	전 단 력	42.938	-	32.934	-	51.453	-	
Type-5 (H=5.0m)	모 멘 트	32.366	39.651	34.674	8.849	34.674	51.667	
	전 단 력	50.438	-	36.557	-	58.953	-	
Type-6 (H=6.0m)	모 멘 트	38.455	50.068	41.746	10.623	41.746	63.880	
	전 단 력	60.339	-	42.293	-	70.831	-	
Type-7 (H=7.0m)	모 멘 트	42.971	56.639	45.814	11.417	45.814	71.208	
	전 단 력	67.989	-	46.047	-	78.481	-	
Type-8 (H=8.0m)	모 멘 트	48.110	67.649	53.860	12.535	53.860	80.695	
	전 단 력	76.713	-	51.448	-	89.202	-	
Type-9 (H=9.0m)	모 멘 트	52.397	74.255	57.964	13.336	57.964	87.624	
	전 단 력	83.954	-	55.098	-	96.443	-	
Type-10 (H=10.0m)	모 멘 트	56.681	80.864	62.064	14.133	62.064	94.558	
	전 단 력	91.195	-	58.742	-	103.684	-	

2) 콘크리트 표준시방서 기준 적용 (통로 BOX 4.5×4.5)

구분		상판		측벽		저판		비고
		지점부	중앙부	지점부	중앙부	지점부	중앙부	
Type-1 (H=1.0m)	모멘트	22.150	23.510	24.815	8.813	24.815	32.369	
	전단력	34.435	-	28.283	-	42.178	-	
Type-2 (H=2.0m)	모멘트	19.047	19.329	23.146	8.961	23.146	26.080	
	전단력	28.095	-	25.971	-	35.728	-	
Type-3 (H=3.0m)	모멘트	23.571	25.675	27.779	11.347	27.779	36.282	
	전단력	34.875	-	30.392	-	44.700	-	
Type-4 (H=4.0m)	모멘트	28.098	31.541	31.792	12.931	31.792	42.973	
	전단력	42.375	-	34.329	-	52.200	-	
Type-5 (H=5.0m)	모멘트	32.625	37.408	35.805	14.514	35.805	49.664	
	전단력	49.875	-	38.267	-	59.700	-	
Type-6 (H=6.0m)	모멘트	38.962	47.417	43.233	17.312	43.233	61.776	
	전단력	59.957	-	44.247	-	72.063	-	
Type-7 (H=7.0m)	모멘트	43.605	53.671	47.457	19.016	47.457	68.713	
	전단력	67.607	-	48.304	-	79.713	-	
Type-8 (H=8.0m)	모멘트	49.165	64.405	55.994	21.733	55.994	78.504	
	전단력	76.791	-	53.951	-	91.202	-	
Type-9 (H=9.0m)	모멘트	53.643	70.277	60.299	23.499	60.299	85.119	
	전단력	84.123	-	57.874	-	98.534	-	
Type-10 (H=10.0m)	모멘트	58.118	77.052	64.601	25.262	64.601	91.737	
	전단력	91.455	-	61.792	-	105.866	-	

5. 결과고찰

■ 도·시 및 콘·시의 하중계수 비교

< 하 중 계 수 >

구 분	도로교 표준시방서	콘크리트 표준시방서	비 고
BOX 자중	1.30	1.5 (0.9)	
활 하 중	2.15	1.8 (0.0)	
토 피 하 중	1.50	1.5 (0.9)	
전 토 압	1.70	1.8	
반 토 압	0.65	0.9	

• 사하중 계수

- 콘·시에서는 **BOX자중** 및 **토피자중**을 사하중으로 간주하여 **하중계수 1.5**를 **적용**
- 도·시에서는 **BOX자중은 사하중, 토피하중은 연직토압**으로 간주하여 하중계수를 각각 **1.3, 1.5 적용**
- 전체하중(BOX자중+토피자중)을 100으로 가정할 때 하중계수 적용시 도·시와 콘·시의 하중비는 다음과 같음.

< 현행 BOX 표준도 기준 BOX자중 비율 >

토 피	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0
{BOX자중/(BOX자중+토피하중)}×100	38%	22%	20%	16%	13%	13%	12%	12%	11%	10%

< 하중계수 적용에 따른 하중비 >

구 분 \ 토 피 고	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0
도·시	142	146	146	147	147	147	148	148	148	148
콘·시	150									
도·시/콘·시	95%	97%	97%	98%	98%	98%	99%	99%	99%	99%

- 따라서 **사하중(BOX 자중) 계수의 상이**에 의한 **단면력의 차이**는 미소할 것으로 판단됨.

• **활하중 계수**

- 도·시에서는 2.15, 콘·시에서는 1.8을 적용하고 있으며 도·시 적용하중이 약 20% 증가
- 그러나 BOX 표준도 **개정 설계기준(안)**의 노면활하중 적용시 **현행 한국도로공사 기준**에 의한 활하중보다 **그 값이 저하**되므로 활하중 계수상이에 따른 **단면력의 차이는 미소.**

• 토압계수는 도·시가 콘·시보다 비교적 낮게 책정.

■ 특수하중조합

구 분	도로교 표준시방서	콘크리트 표준시방서	비 고
하중조합	• **반토압 적용**	• **반토압 적용** • 사하중이 **토압효과 감소시 사하중 계수 감소**	
효 과	• 반토압 계수가 콘·시보다 상대적으로 작으므로 **상판 및 저판 정모멘트 증가**	• **사하중 계수 감소에 따라 측벽 정모멘트 증가**	

■ 예제계산 결과 (통로 BOX 4.5×4.5)

구 분	상 판		측 벽		저 판	
	지 점 부	중 앙 부	지 점 부	중 앙 부	지 점 부	중 앙 부
모멘트	• 토피 3.0m 부터 콘·시가 최대 2.5%증가	• 전반적으로 도·시가 최대 14% 증가	• 토피 2.0m 부터 콘·시가 최대 4.1%증가	• 전반적으로 콘·시가 최대 79% 증가	• 토피 2.0m 부터 콘·시가 최대 4.1%증가	• 전반적으로 도·시가 최대 10% 증가
전단력	• 토피 7.0m까지는 도·시, 토피 8m이상은 콘·시가 최대 약 10% 증가		• 토피 2.0m부터 콘·시가 최대 약 5.2%증가		• 토피 3.0m부터 콘·시가 최대 약 6.5%증가	

• **지점부 모멘트는 도·시보다 콘·시가 최대 4.1% 증가한 그 차이는 미소함.**

• **상판 및 저판 중앙부 모멘트는 반토압 계수의 영향으로 도·시가 최대 14% 증가하나 그 차이는 미소.**

• 측벽 중앙부 모멘트는 콘·시의 사하중 계수 감소로 콘·시가 최대 79% 증가로 무시할 수 없을 정도임.

• 그러나 사하중은 상시 작용하는 명확한 확정적 하중이므로 사하중 계수의 감소는 불합리.

• 측벽은 중앙부와 지점부의 단면력 차이가 발생하나 중앙부 단면은 최소철근 규정에 지배됨.

6. 결 론

■ 도·시와 콘·시의 하중조합을 비교한 결과 각각의 하중계수는 상이하나 구조물 거동에 지배적인 사하중 및 토압계수는 그 차이가 미소.

■ 해석결과에 따른 상판 및 저판 단면력(모멘트)은, 지점부에는 콘·시가 최대 4.1% 증가하고, 중앙부는 도·시가 최대 14% 증가하나, 그 차이 역시 미소.

■ 미국의 ACI에서는 Culvert에 대한 설계기준이 없으나, AASHTO에서는 작용하중 및 하중조합이 명확하게 규정되어 있는 바, 이는 Culvert가 도로구조물임을 반증.

■ 따라서 강도설계법 적용시 BOX 구조물의 하중계수는 도·시 규정을 적용함이 합리적.

3. 검 토 결 론

가.검토 결과

암거표준도 개정에 필요한 구조설계 기준을 국내·외 각국 시방규정을 비교·검토, 다음과 같이 설정함

1). 토피 및 규격 적용 범위

가) 토 피 고

- 암거표준도의 적용 토피고는 현행 암거표준도, 개정중인 **건교부** 및 일본 **건설기술협회** 암거표준도의 **적용 범위인 최소 1.0m~최대 10.0m를 적용**
- 현장 여건상 부득이 **토피두께 10.0m이상 발생시** 현장여건(지반조건등)을 고려하여 별도의 설계를 하며, 이때 적용 설계기준은 **개정 기준 준용**

나) 암거 규격

현행 암거규격에서 **유지보수가 곤란하고 시공성 불량으로 적용사례가 적은 수로암거 H=1.5m이하의 규격은 제외**하고, **교량으로 설치하지 않는** 연장이 긴 통로암거의 조명확보, **민원발생에 대비하여 통로암거 6.0×4.5 추가**

2). 노면활하중 적용기준

■ 국내·외 각국의 시방규정에 의한 **노면활하중 값을 비교·검토**한 결과는 다음과 같은 바,

① 지하철공사

② 도로설계요령(한국도로공사, 일본도로공단)

③ 공동구 설계기준(일본도로협회)

④ AASHTO(미국)

① > ② ≒ ③ > ④

■ **DB-24** 교통하중을 감안한 **도로설계요령**(한국도로공사, 일본도로공단) 제시방법을 적용.

노면 활하중 적용기준

• $D/B_o \geq 0.5$

토피두께 (D,m)	노면활하중 ($P_{v\ell}$, t/m^2)	비 고
1.0	3.9	• 토피의 중간 값은 노면 활하중 상위의 값을 적용
1.5	2.5	
2.0	1.8	
2.5	1.4	
3.0	1.1	
3.5 이상	1.0	

• $D/B_o < 0.5$

토피두께 (D,m)	$P_{v\ell} \times D$ (t/m^2)	비 고
1.0	1.7	• D/B_o의 중간 값은 노면 활하중 상위의 값을 적용 • 노면활하중($P_{v\ell}$)은 표의 값을 D로 나누어 구한다.
0.2	2.7	
0.2	3.3	
0.4 이상	3.6	

3). 토피하중 적용기준

■ **도로설계요령**(한국도로공사, 일본도로공단)상의 토피하중에 대한 활증계수는 토목구조물 표준설계(일본건설성) 규정의 도입시의 **안전측 설계개념(강성기초)**을 적용한 것으로 판단되어 국내 암거 시공여건(측면다짐, 기초지반등)에 비추어 과대 평가된 것으로 판단됨.

■ **AASHTO 규정은 강도설계법에만** 적용되고, 그 내용이 측면다짐시와 미다짐시로 나뉘어 있는 바, 이중 **측면다짐시가 국내여건에** 부합되므로 토피하중에 대한 활증계수 적용기준은 **AASHTO(미국) 규정**을 적용.

토피하중 적용기준

AASHTO (미국)
• 토피고와 BOX폭의 비에 따라 할증 (Marston-Spangler Theory) $P_v = \alpha \cdot \gamma \cdot D$ $\alpha = 1 + 0.2(D/B_o) \quad \leq \quad \beta = 1.15$

*. **토피고 10M초과 별도 설계시** 기초지반 상태(강성기초 여부등) 조건에 따라 **할증계수(α)의** 도로설계요령 제시방법 준용등 **별도 검토후 설정**

4). 하중계수 적용기준

■ 도로교 표준시방서는 AASHTO(미국) 및 일본 도로교시방서, 콘크리트 표준시방서는 ACI(미국)를 근간으로하여 국내실정 반영

■ 도로교 표준시방서와 콘크리트 표준시방서의 하중조합을 비교한 결과 각각의 하중계수는 상이하나 **구조물 거동에 지배적인 사하중 및 토압계수는 그 차이가 미소함.**

■ 미국의 **ACI에서는 암거에 대한 설계기준은 없으나, AASHTO**에서는 작용하중 및 **하중조합이 명확히 규정**되어 있는 바, 이는 **암거가 도로 구조물**임을 반증.

■ 따라서 암거의 하중계수 적용기준은 **도로교 표준시방서 규정**을 적용.

하중계수 적용기준

도로교 표준시방서 하중조합	비 고
• 사하중, 활하중, 토압작용시 : U=1.3D+2.15L+1.7H • 반횡토압 적용시 토압하중계수 : 0.65 • 상기 하중조합에서 연직토압 적용시 연직토압 하중계수 : 1.5	D : 사하중 L : 활하중 H : 토 압

나.적용 방안

1).이상의 검토결과와 도로연구소, 공사 주관부서, 각 건설사업소의 의견 등 시공시 개선이 요구되는 사항에 대하여 검토·수렴하여 암거 표준도를 개정

2).표준도에 미포함된 암거(규격외 설계시, 확장구간에서 기존구조물 단순확장시등)에 대하여는 노선별 실시설계시 별도 설계

3).토피고 **10M초과 암거에 대하여 별도 설계시** 기초지반 상태등(강성기초 여부) 조건에 따라 **활증계수(α)의 도로설계요령 방법 준용등 별도 검토**

4).**설계중인 노선 : 방침결정후 표준도 개정완료시 계속 용역중인** 노선부터 설계 반영

5).용역잔여기간 부족으로 설계반영이 불가한 노선 및 **설계 완료후 공사 미발주** 노선, 공사중인 노선 : 공사 주관부서에서 공사시행시 설계 변경후 적용

암 거 설 계 기 준
자 문 의 견 서

1. 현재 적용중인 활하중 기준은 지하철 공사의 기준으로 다소 과다한 값으로 평가되고 있는 바, 본 설계기준은 합리적 제안으로 판단됨.

2. 토피하중은 피토고가 높을수록 그 영향이 지배적이며 암거상부와 측면지반과의 상대처짐에 따른 영향을 고려함이 타당한 것으로 사료됨.

3. 미국의 경우, 암거는 도로교 대상으로 포함되어 있고 ACI Code에는 없는 점을 감안할 때 도로교 시방서 대상으로 하여, 그에 적합한 하중계수를 적용함이 타당함.

4. 전단을 콘크리트가 전부 부담토록 하는 방안은 시공성 향상측면에서는 바람직하나 단면이 과다해 질 수 있으므로 전단철근을 적용함이 바람직할 것으로 사료됨. → 반영여부

5. 배력철근의 경우, 건조수축 및 온도에 의한 균열제어 측면에서 주요한 요소임을 감안하여 압축 및 인장구역 구분없이 등간격으로 철근을 배치하여 효과적인 균열제어를 도모하기 바람.

토목구조기술사
조 선 규

암거구조설계 기준검토 자문의견

1. 설계기준을 작성함에 있어 외국 적용사례 및 관련시방과 비교·분석하여 정립하는 등 접근방법이 합리적이고 타당성이 있다고 판단되며, 기준 제시가 명확하므로써 설계 및 시공 내실화를 도모키 위한 활용방법이 기대됨.

2. 검토방향이 주철근에 관련된 내용으로 국한하고 있으나 현재 시공되고 있는 암거의 균열 발생 원인의 대부분은 암거 노출면의 배력 철근 부족에 기인하고 있으므로 균열발생 억제(최소화)를 위해서는 배력 철근 보강이 필요하다고 판단됨.

   - 철근량을 유효 적절히 사용(주철근의 20%이상) 하여 가급적 가는 철근으로 전면과 배면부 동일 배근 반영예정

3. 암거 저면 지반의 지지력이 불균등할 경우(절·성 경계부 또는 지지력 상이 구간) 또는 암거 저면 지반의 지지력이 암거 전 연장에 걸쳐 균등할 경우라도 상부 하중 재하 상태가 부등분포 상태의 경우에는 부등변위에 의해 암거 종방향으로 응력이 발생되며 이 경우 암거 배력 철근이 주철근 역할을 하게되어 휨 인장 균열이 발생될 수 있으므로 종방향 검토에 대한 적용기준 제시가 필요하다고 판단됨.

자문위원 : 조 영 호

암거구조 설계기준
검 토 의 견 서

1. 지금까지 설계 문제점으로 제시되어온 토피하중 및 하중계수에 대한 기준검토는 매우 바람직 함.

2. 토피하중과 하중계수 적용기준에 관한 결론까지의 접근과정과 제시된 결론은 합리적인 방안으로 사료됨.

3. 그러나, 현재 도로교 표준시방서의 개정작업이 진행중인 바 개정안에 대한 비교설명 또는 언급이 필요한 것으로 판단됨.

4. 아울러 금번 암거 구조설계기준에 배력철근 산정 및 배치와 종방향 거동에 따른 신축이음 길이에 대한 검토가 포함되어야 할 것으로 사료됨. 특히 건조수축 및 온도변화에 따른 영향과 종방향 거동등을 고려할 때 배력철근의 배치는 등간격 배치가 바람직 하다고 사료됨.

1998. 11. 19.

토목구조기술사

강 희 철

※ 현행과 개정(안) 비교·분석(예)

1. 개 요

■ **현행** 암거표준도 **설계기준**과 암거표준도 **개정**작업에 따른 **설계기준(안)**에 의한 **단면력** 및 **필요철근량**을 **비교·분석**하여, 설계기준개정에 따른 영향을 파악하고자 함.

2. 전제조건

■ 대상구조물 : 4.5×4.5m 통로 암거, 2@3.5×3.5m 수로 암거 (현행 표준도)

■ 토피높이 : 1.0m, 2.0m, 5.0m, 7.0m, 10.0m

3. 검토내용

■ 단면력 산정

- 현행 표준도 기준 및 설계기준(안)에 따른 단면력(축력, 전단력, 모멘트) 산정
- 설계기준(안)에 따른 부재계산용 전단력은 지지면에서 유효높이(d)+헌치 폭의 1/3만큼 떨어진 곳의 전단력 산정

■ 단면산정

- 휨모멘트, 축력 및 전단력에 의한 필요철근량 산정
- 사용성 조건 만족을 위한 최소철근량 산정
- 사용철근량은 철근직경 한정에 따른 철근량의 비연속성, 배근 Cycle 및 인접부재와의 연관성 등에 의해 결정되므로 상대적 비교가 곤란

■ 결과 비교

- 현행 표준도 기준과 설계기준(안)에 의한 단면력 및 필요철근량 대비

4. 설계기준 비교

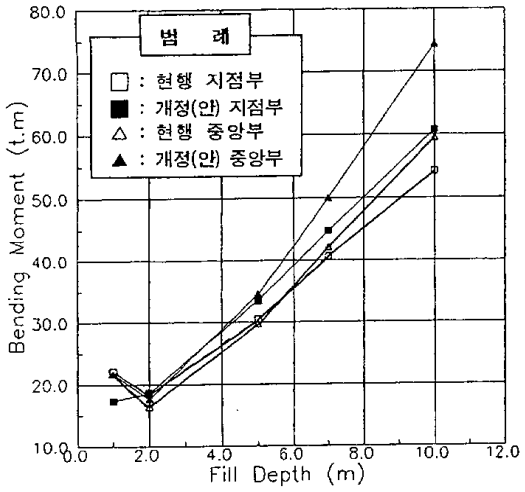
<table>
<tr><th>구 분</th><th>현행 표준도 설계기준</th><th>개정 표준도 설계기준 (안)</th><th>비 고</th></tr>
<tr><td>■ 적 용
시방서</td><td>• 콘크리트 표준시방서
(건교부, 1988)</td><td>• 도로교 표준시방서
(건교부, 1996)</td><td></td></tr>
<tr><td>■ 암거상면
토피자중</td><td>• $P_v = \gamma D$
P_v : 연직토압
γ : 흙의 단위중량
• 하중계수 : 사하중에 포함시켜 1.2 적용</td><td>• $P_v = \alpha \gamma D$
α : $1.0+0.2(D/B_o) \leq 1.15$
• 하중계수 : 연직토압에 대한 하중계수 1.5 적용</td><td></td></tr>
<tr><td>■ 노 면
활하중</td><td>• 서울시 지하철 기준 (Kögler)
(단위 : ton, m)
<table>
<tr><th>토 피</th><th>활하중</th><th>토 피</th><th>활하중</th></tr>
<tr><td>1.0</td><td>5.1</td><td>6.0</td><td>1.5</td></tr>
<tr><td>2.0</td><td>2.1</td><td>7.0</td><td>1.5</td></tr>
<tr><td>3.0</td><td>1.5</td><td>8.0</td><td>1.2</td></tr>
<tr><td>4.0</td><td>1.5</td><td>9.0</td><td>1.1</td></tr>
<tr><td>5.0</td><td>1.5</td><td>10.0이상</td><td>0.9</td></tr>
</table></td><td>• 도로설계요령(한국도로공사) 기준 적용
- $D/B_o \geq 0.5$
(단위 : ton, m)
<table>
<tr><th>토 피</th><th>활하중</th><th>토 피</th><th>활하중</th></tr>
<tr><td>1.0</td><td>3.9</td><td>2.5</td><td>1.4</td></tr>
<tr><td>1.5</td><td>2.5</td><td>3.0</td><td>1.1</td></tr>
<tr><td>2.0</td><td>1.8</td><td>3.5이상</td><td>1.0</td></tr>
</table>
- $D/B_o < 0.5$
<table>
<tr><th>D/B_o</th><th>$P_{v\ell} \times D$</th><th>D/B_o</th><th>$P_{v\ell} \times D$</th></tr>
<tr><td>0.1</td><td>1.7</td><td>0.3</td><td>3.3</td></tr>
<tr><td>0.2</td><td>2.7</td><td>0.4이상</td><td>3.6</td></tr>
</table></td><td></td></tr>
<tr><td>■ 과재하중
에 의한
토압</td><td>• $q_\ell = k_o \cdot P_{v\ell}$
q_ℓ : 과재하중에 의한 토압
k_o : 정지토압 계수
$P_{v\ell}$: 노면 활하중</td><td>• $q_\ell = k_o \cdot q$
q : 과재하중 ($1.0t/m^2$)</td><td></td></tr>
<tr><td>■ 하중계수</td><td>• 사 하 중 : 1.2
• 활 하 중 : 1.8
• 전 토 압 : 1.8
• 반 토 압 : 0.9</td><td>• 사 하 중 : 1.3
• 활 하 중 : 2.15
• 연직토압 : 1.5
• 전 토 압 : 1.7
• 반 토 압 : 0.65</td><td></td></tr>
</table>

<table>
<tr><th>구 분</th><th>현행 표준도 설계기준</th><th>개정 표준도 설계기준 (안)</th><th>비 고</th></tr>
<tr><td>■ 전단계산</td><td>• 절점 전단력 적용
• 전단철근 보강</td><td>• 지지면에서 유효높이(d)+헌치 폭의 1/3만큼 떨어진 곳의 전단력 적용
• $\varnothing S_c$(콘크리트전단강도)>S_u(극한전단력)가 되도록 단면두께 증가하고, $1/2\varnothing \cdot S_c<S_u<\varnothing \cdot S_c$일 경우 최소전단철근 적용</td><td></td></tr>
<tr><td>■ 사용성 검 토</td><td>• 누락</td><td>• 추가</td><td></td></tr>
<tr><td>■ 우각부 계 산</td><td>• 누락</td><td>• 추가</td><td></td></tr>
<tr><td>■ 철근 피복</td><td>
<table>
<tr><th colspan="2">구 분</th><th>덮 개 (mm)</th></tr>
<tr><td rowspan="2">통로 암거</td><td>노출면(내측)</td><td>45</td></tr>
<tr><td>지중면(외측)</td><td>75</td></tr>
<tr><td rowspan="2">수로 암거</td><td>노출면(내측)</td><td>95</td></tr>
<tr><td>지중면(외측)</td><td>75</td></tr>
</table>
* 덮개는 주철근 도심과 콘크리트 표면까지의 거리
</td><td>
<table>
<tr><th colspan="2">구 분</th><th>덮 개 (mm)</th></tr>
<tr><td rowspan="2">통로 암거</td><td>노출면(내측)</td><td>45</td></tr>
<tr><td>지중면(외측)</td><td>80</td></tr>
<tr><td rowspan="2">수로 암거</td><td>노출면(내측)</td><td>95</td></tr>
<tr><td>지중면(외측)</td><td>75</td></tr>
</table>
* 통로암거 저판내측은 마모층개념으로 피복 4.0cm 추가
* 수로암거 저판내측은 세굴등의 방지를 위하여 피복 3.0cm 증가
</td><td></td></tr>
<tr><td>■ 하중조합</td><td>1) LOAD CASE 1
사하중×1.2+활하중×1.8+토압×1.8
2) LOAD CASE 2
사하중×1.2+활하중×1.8+토압×0.9
3) LOAD CASE 3 (MAX)
L.C 1, L.C 2
4) LOAD CASE 4 (MIN)
L.C 1, L.C 2
5) LOAD CASE 5 (SUM)
L.C 1, L.C 2, L.C 3, L.C 4</td><td>1) LOAD CASE 1
사하중×1.3+활하중×2.15+연직토압×1.5+토압×1.7
2) LOAD CASE 2
사하중×1.3+활하중×2.15+연직토압×1.5+토압×0.65
3) LOAD CASE 3
사하중×1.3+연직토압×1.5+토압×1.7
4) LOAD CASE 4 (MAX)
L.C 1, L.C 2, L.C 3</td><td></td></tr>
</table>

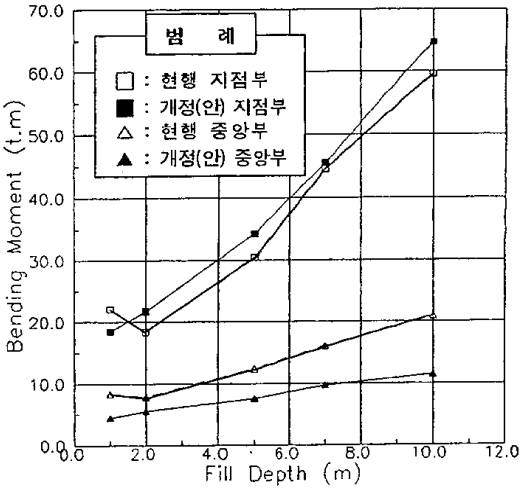
5. 결과요약

1) 통로 BOX (4.5×4.5m)

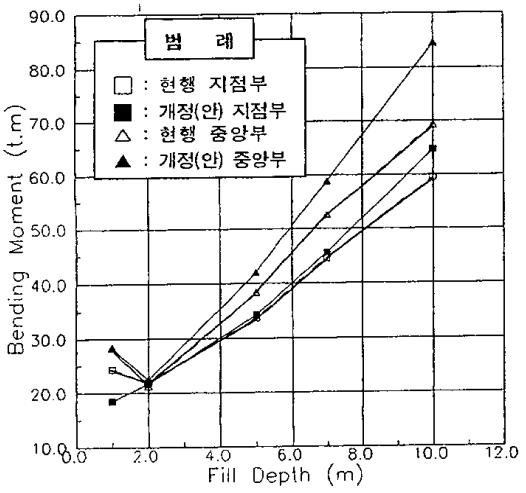
■ 단 면 력



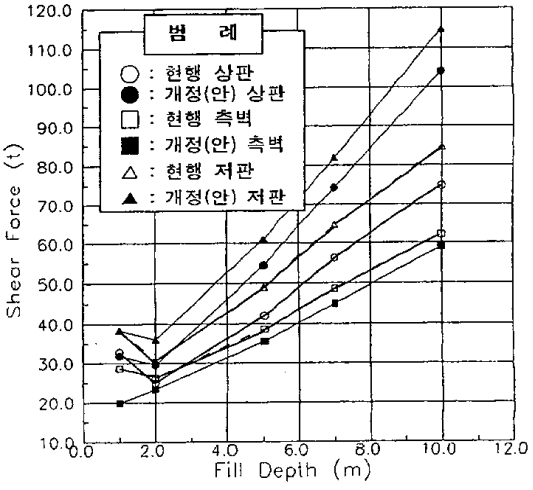
< 상 판 >



< 측 벽 >

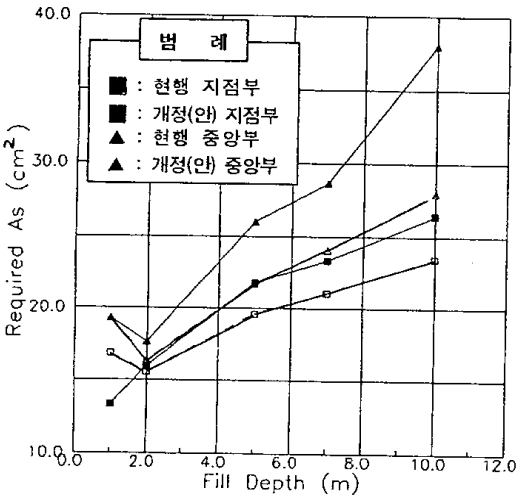


< 저 판 >

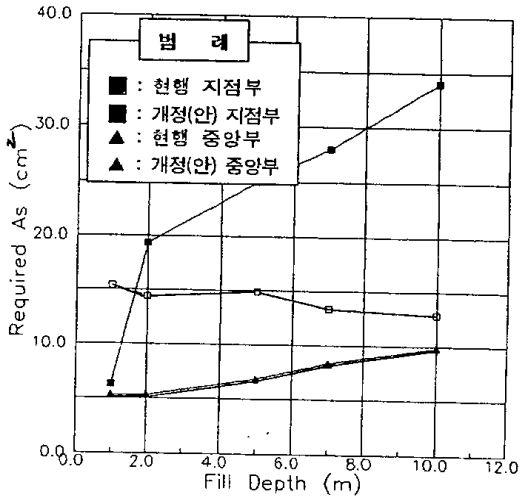


< 전 단 력 >

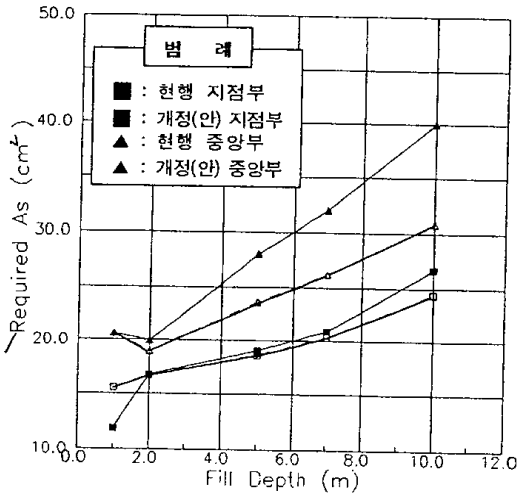
■ 철 근 량


범 례
■ : 현행 지점부
■ : 개정(안) 지점부
▲ : 현행 중앙부
▲ : 개정(안) 중앙부
Required As (cm²)
Fill Depth (m)
40.0
30.0
20.0
10.0
0.0
2.0
4.0
6.0
8.0
10.0
12.0

< 상 판 >


범 례
■ : 현행 지점부
■ : 개정(안) 지점부
▲ : 현행 중앙부
▲ : 개정(안) 중앙부
Required As (cm²)
Fill Depth (m)
40.0
30.0
20.0
10.0
0.0
2.0
4.0
6.0
8.0
10.0
12.0

< 측 벽 >


범 례
■ : 현행 지점부
■ : 개정(안) 지점부
▲ : 현행 중앙부
▲ : 개정(안) 중앙부
Required As (cm²)
Fill Depth (m)
50.0
40.0
30.0
20.0
10.0
0.0
2.0
4.0
6.0
8.0
10.0
12.0

< 저 판 >

■ 단면력 비교

< 휨 모멘트 > (단위 : t · m)

구 분		토피두께 1.0m		토피두께 2.0m		토피두께 5.0m		토피두께 7.0m		토피두께 10.0m	
		현 행	개정(안)	현 행	개정(안)	현 행	개정(안)	현 행	개정(안)	현 행	개정(안)
상 판	지점부	22.04	17.34	18.37	18.64	30.50	33.47	40.72	44.77	54.26	60.73
	중앙부	21.68	21.68	16.37	17.61	29.78	34.54	42.15	50.01	59.49	74.39
측 벽	지점부	22.04	18.50	18.37	21.72	30.50	34.29	44.54	45.54	59.57	64.69
	중앙부	8.33	4.43	7.80	5.47	12.34	7.55	16.09	9.66	20.91	11.43
저 판	지점부	24.35	18.50	21.91	21.72	33.83	34.29	44.54	45.54	59.57	64.69
	중앙부	28.40	28.40	21.30	22.42	38.42	41.95	52.50	58.90	69.27	84.50

< 전 단 력 > (단위 : ton)

구 분	토피두께 1.0m		토피두께 2.0m		토피두께 5.0m		토피두께 7.0m		토피두께 10.0m	
	현 행	개정(안)	현 행	개정(안)	현 행	개정(안)	현 행	개정(안)	현 행	개정(안)
상 판 지점부	32.75	31.85	25.03	29.59	41.97	54.41	56.20	74.34	74.85	103.94
측 벽 지점부	28.69	19.87	26.34	23.30	38.61	35.54	48.63	44.91	62.13	58.95
저 판 지점부	38.42	38.29	30.71	36.03	48.99	60.99	64.57	81.91	84.57	114.76

< 축 력 > (단위 : ton)

구 분	토피두께 1.0m		토피두께 2.0m		토피두께 5.0m		토피두께 7.0m		토피두께 10.0m	
	현 행	개정(안)	현 행	개정(안)	현 행	개정(안)	현 행	개정(안)	현 행	개정(안)
측 벽	38.42	38.29	30.70	36.03	48.99	62.31	64.57	83.70	84.57	114.76

■ 필요철근량 비교 (단위 : cm^2)

구분			상판		측벽		저판	
			지점부	중앙부	지점부	중앙부	지점부	중앙부
토피두께 1.0m	휨	현 행 기 준	16.86	19.29	15.38	5.32	15.56	20.63
		개정(안)기준	13.33	19.28	6.30	5.33	11.87	20.63
		사용성 기준						
	전단	현 행 기 준	0.23		0.48		0.19	
		개정(안)기준						
토피두께 2.0m	휨	현 행 기 준	15.54	16.34	14.38	5.32	16.76	18.94
		개정(안)기준	15.95	17.62	13.30	5.33	16.78	19.96
		사용성 기준			19.30			
	전단	현 행 기 준			0.21		0.05	
		개정(안)기준						
토피두께 5.0m	휨	현 행 기 준	19.59	21.67	14.88	6.83	18.65	23.63
		개정(안)기준	21.73	25.25	11.80	6.83	19.05	25.87
		사용성 기준		26.00	25.00			28.00
	전단	현 행 기 준	0.46		0.76		0.48	
		개정(안)기준	0.15					
토피두께 7.0m	휨	현 행 기 준	21.03	24.05	13.38	8.32	20.31	26.20
		개정(안)기준	23.32	28.68	9.30	8.33	20.90	29.49
		사용성 기준			28.00			32.00
	전단	현 행 기 준	0.72		0.97		0.78	
		개정(안)기준	0.11					
토피두께 10.0m	휨	현 행 기 준	23.44	27.96	12.88	9.82	24.41	30.79
		개정(안)기준	26.45	35.18	10.80	9.83	26.69	37.77
		사용성 기준		38.00	34.00			40.00
	전단	현 행 기 준	1.12		1.34		1.39	
		개정(안)기준	0.22				0.25	

■ 단면력 증분

< 휨 모멘트 > (단위 : %)

구 분		토피두께 1.0m	토피두께 2.0m	토피두께 5.0m	토피두께 7.0m	토피두께 10.0m
상판	지 점 부	-21	1	10	10	12
	중 앙 부	0	8	16	19	25
측벽	지 점 부	-16	18	12	2	8
	중 앙 부	-47	-30	-39	-40	-45
저판	지 점 부	-24	-1	1	2	9
	중 앙 부	0	-4	9	12	22

< 전 단 력 > (단위 : %)

구 분	토피두께 1.0m	토피두께 2.0m	토피두께 5.0m	토피두께 7.0m	토피두께 10.0m
상판지점부	-3	18	30	32	39
측벽지점부	-31	-12	-8	-8	-5
저판지점부	0	17	24	27	36

< 축 력 > (단위 : %)

구 분	토피두께 1.0m	토피두께 2.0m	토피두께 5.0m	토피두께 7.0m	토피두께 10.0m
측 벽	0	17	27	30	36

■ 철근량 증분 (단위 : %)

구 분		토피두께 1.0m	토피두께 2.0m	토피두께 5.0m	토피두께 7.0m	토피두께 10.0m
상판	지 점 부	-21	3	11	11	13
	중 앙 부	0	8	20	19	36 ✓
측벽	지 점 부	-59	34	68	109	164
	중 앙 부	0	0	0	0	0
저판	지 점 부	-24	0	2	3	9
	중 앙 부	0	5	18	22	30

3) 결과분석

구 분	내 용	원 인 분 석	비 고
■ 단면력 감소	• 토피두께 2.0m이하일때의 전단력 및 휨모멘트 감소 • 토피두께에 상관없이 측벽지점부 전단력 및 측벽중앙부 휨모멘트 감소	• 노면활하중 감소 : 5.1t/m^2 → 2.51 t/m^2 • 활하중에 의한 토압 감소 : 2.17t/m^2 → 0.426 t/m^2 • 전토압 하중계수 감소 : 1.8 → 1.7 • 반토압 하중계수 감소 : 0.9 → 0.65	
■ 단면력 증대	• 토피두께 2.0m이상에서 단면력 증대	• 연직토압 하중계수 증가 1.2 → 1.5 • 연직토압 할증계수 적용 : 최대 1.15	
■ 철근량 감소	• 토피두께 2.0m이하에서 필요철근량 감소	• 단면력 감소요인에 의해 필요철근량 감소	
■ 철근량 증대	• 토피두께 2.0m이상에서 필요철근량 증가	• 단면력 증가요인에 의해 필요철근량 증가 • 사용성 검토에 의해 필요철근량 증가	

6. 결 론

■ 단면계산용 하중 (극한하중)

- 토압 하중계수 감소로 횡토압 감소
- 연직토압 하중계수 증가 및 할증계수 적용으로 연직토압 증가

■ 상기와 같은 하중 증·감에 따라 전체적으로 **측벽의 단면력은 감소**하고, **저판 및 상판**은 토피 2.0m이상에서는 **단면력이 증가**함.

■ 또한 **철근량**은 모든 부재에서 **토피 2.0m이상에서는 증가**함은 알 수 있으며, 특히 **측벽**은 단면력의 감소에도 불구하고 **필요철근량이 증가**함을 알 수 있는데, 이는 **사용성 만족을 위한 필요철근량**이 지배적이기 때문임.

제 8 편 원 가 계 산

차 례

제 8 편 원가계산

8－1 고성토 및 대절토구간 건설공법 경제성 비교 검토(설계기 16210－99, '91.6.11) …659

8－2 원가계산 기준 개선방안 검토(설계기 16203－231, '92.12.30)……675

8－3 B/P 설치기준 검토(설이 16203－97, '94.7.1) ……683

8－4 되메우기 및 다짐공 개선방안 검토(설이 16210－139, '94.9.9) ……696

8－5 콘크리트 생산단가 내역변경(안)(설이건 16210－161, '94.10.14)……709

8－6 강관말뚝 규격별 경제성 검토(설계이 16210－170, '95.4.14) ……715

8－7 측량대가 산정 기준 개선(설계이 16210－81, '96.3.20) ……736

8－8 발파암 면고르기 적정설계 검토(설계일 16210－34, '97.2.19) ……744

8－9 환경관리비적용기준 개선(설계개협 16210－427, '97.7.2) ……748

8－10 고속도로 건설공사 품질관리비 적용(도연품 19404－1496, '98.5.22) ……782

8－11 건설공사 원가계산 작성지침 변경(설계이 15201－1162, '98.8.31) ……816

8－12 건설근로자 퇴직공제 부금비 적용기준(설계이 16212－705, '98.5.25)……826

8－13 고용보험료 적용기준검토(설계이 15201－1162, '98.8.31)……832

8－14 미진동 발파구간 면고르기 적용기준검토(설계일 15212－1299, '98.9.21) ……840

8-1 고성토 및 대절토구간 건설공법 경제성 비교 검토

방 침
설 계 기 16210-99 ('91. 6. 11)

1. 검토목적

최근 대도시 주변 지가의 급상승으로 인하여 고속도로 건설 용지비가 계속 증가 추세에 있어 과다한 용지 편입이 요구되는 고성토 및 대절토 구간에 대하여 구조물로 통과할 경우와 경제성을 비교검토 함으로써 고속도로 계획 및 설계시 활용코져 함.

2. 경제성 검토방향 및 범위

가) 검토방향

4차선 신설 고속도로를 기준으로 절토 및 성토 높이와 용지비 변화에 따른 공법별 경제성을 비교(유지관리비 제외)

나) 비교공법 및 검토범위

(1) 고성토 구간

○ 토공축조공법

○ 옹벽을 설치한 토공축조공법

○ 교량통과 공법

(2) 대절토 구간

○ 토공 절취 공법

○ 터널 통과 공법

(3) 검토범위

구 분	범 위
성토구간	○ 성토높이 H=5.0m 이상 고성토 지역(순성토) ○ 성 토 고 H=5.0m 단위로 경제성 비교
절토구간	○ 절토높이 H=5.0m 이상 대절토 지역 ○ 절 토 고 H=5.0m 단위로 경제성 비교

3. 공법별 건설비 산정기준

가) 건설비 산정기준

○ 신설 4차선 고속도로 건설비 기준(공사비, 용지비)

○ 콘크리트 포장 기준(T=80cm)

○ '91 노임 및 중기사용료 적용

○ 공법별 산정 조건

구 분	공 법 명	조 건
고성토 구간	토 공 축 조	○ 순 성 토
	옹 벽 설 치	○ 옹벽높이 • H= 8.0m 이하 : 중력식 • H=10.0m : 부벽식
	교 량 통 과	○ 콘크리트교 및 강교로 구분
대절토 구간	토 공 절 취	○ 일반적인 절취구간
	터 널 통 과	○ 2차선 터널

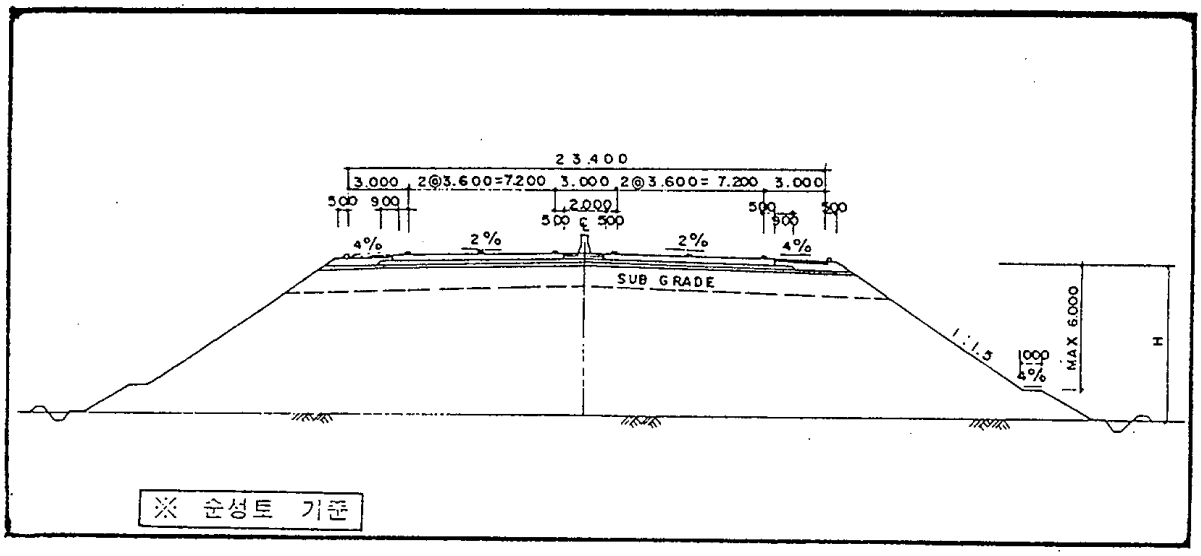
○ 운반거리 및 속도 기준

구 분	운 반 거 리	운 반 속 도	비 고
• 토취장 • 석산(포장쇄석용) • 골 재 (조, 세골재, 보조기층재)	20㎞	20㎞/hr (적재, 공차)	
• 현장내 운반거리	5㎞	15㎞/hr(적재, 공차)	

나) 공법별 표준단면도

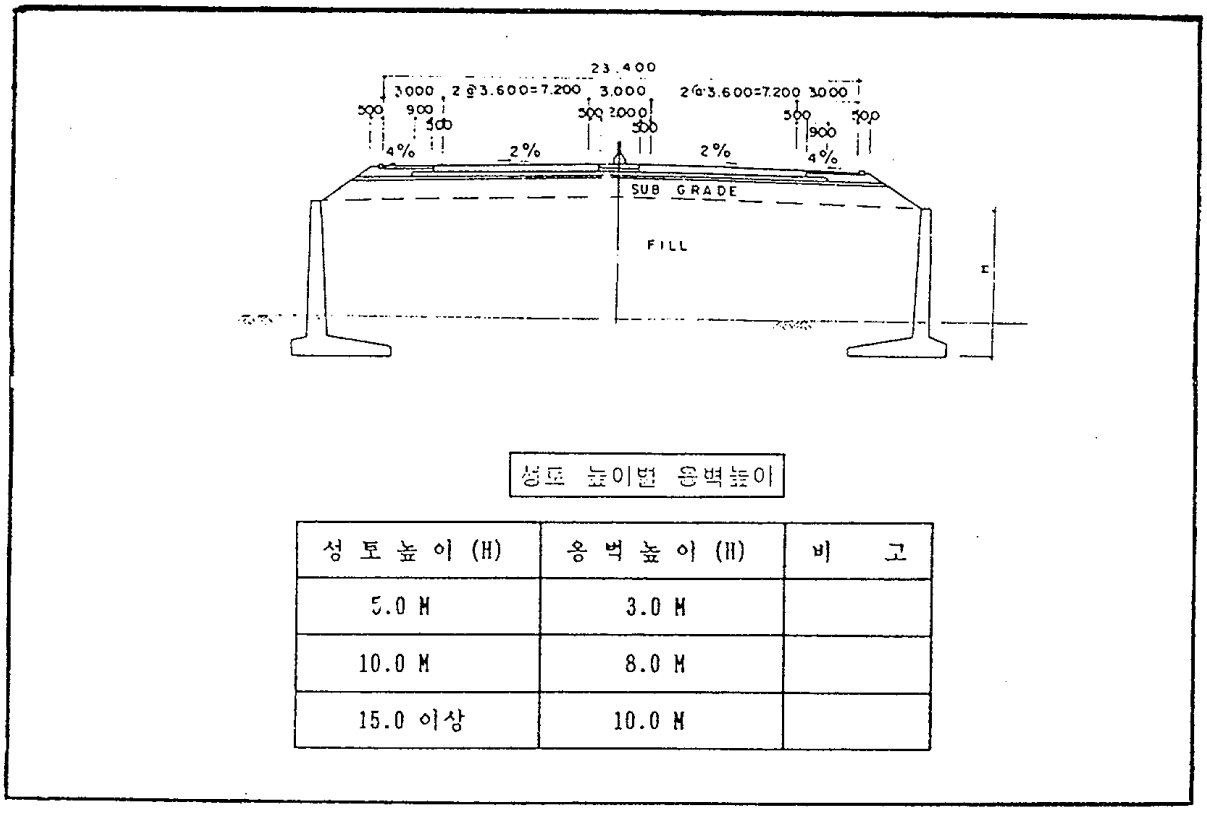
고성토 구간

토공축조공법



※ 순성토 기준

옹벽을 설치한 토공 축조공법

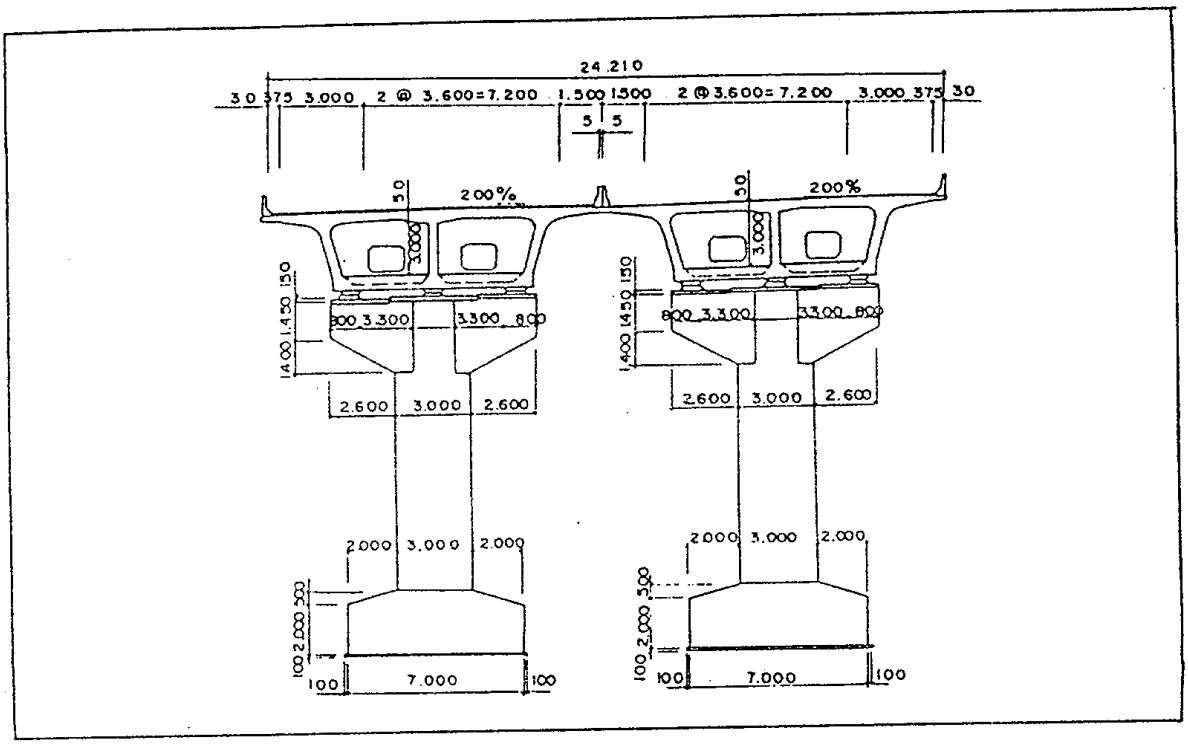


성토 높이별 옹벽높이

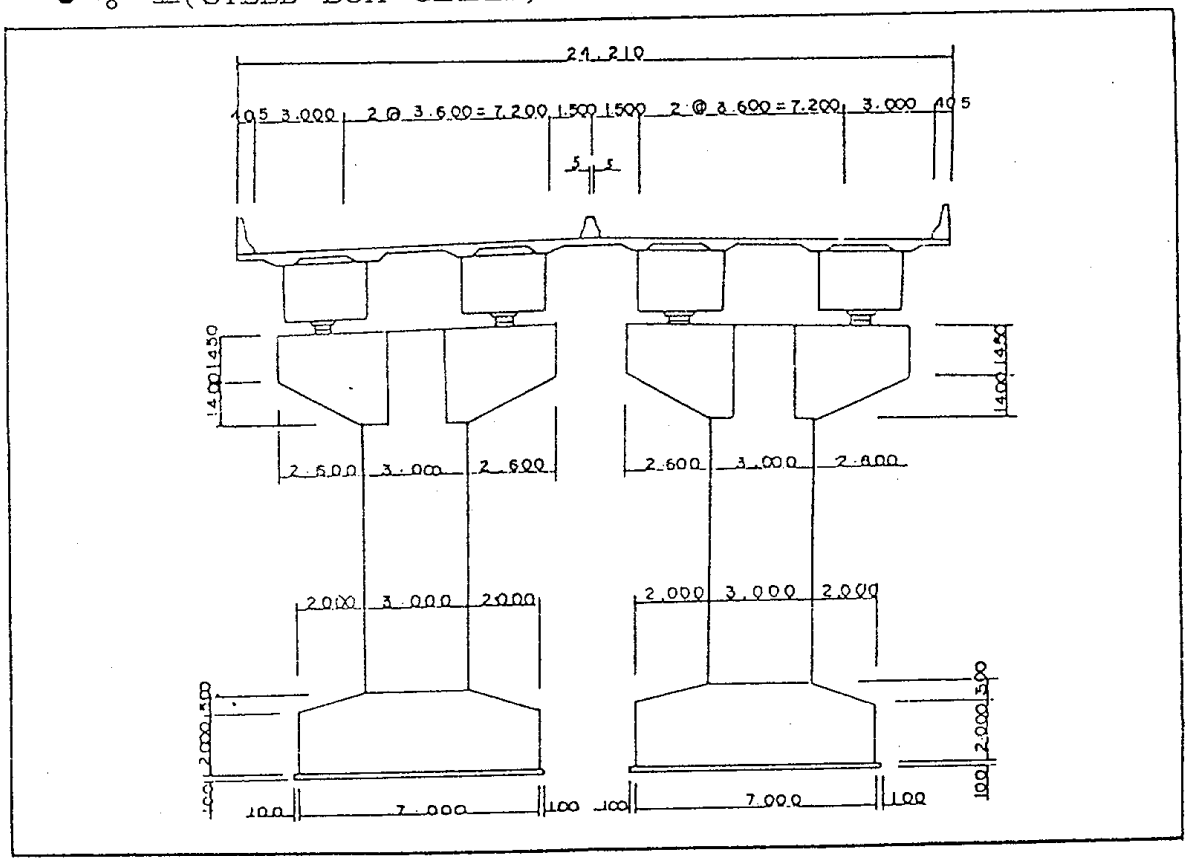
성 토 높 이 (H)	옹 벽 높 이 (H)	비 고
5.0 M	3.0 M	
10.0 M	8.0 M	
15.0 이상	10.0 M	

교량 통과 공법

● 콘크리트교(I. L. M)

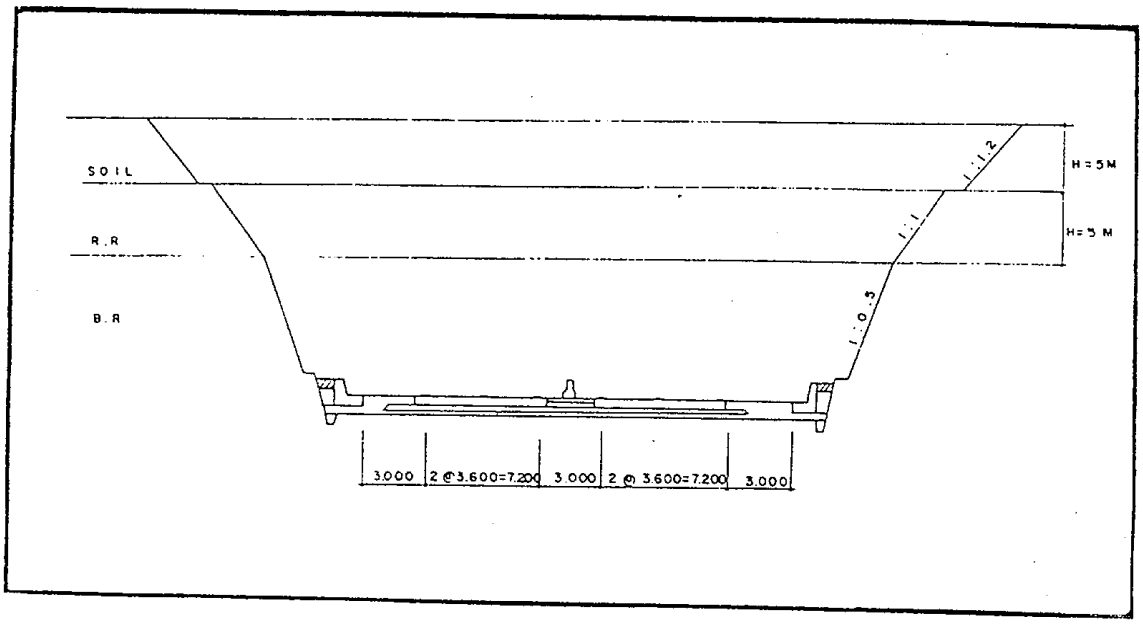


● 강 교(STEEL BOX GIRDER)

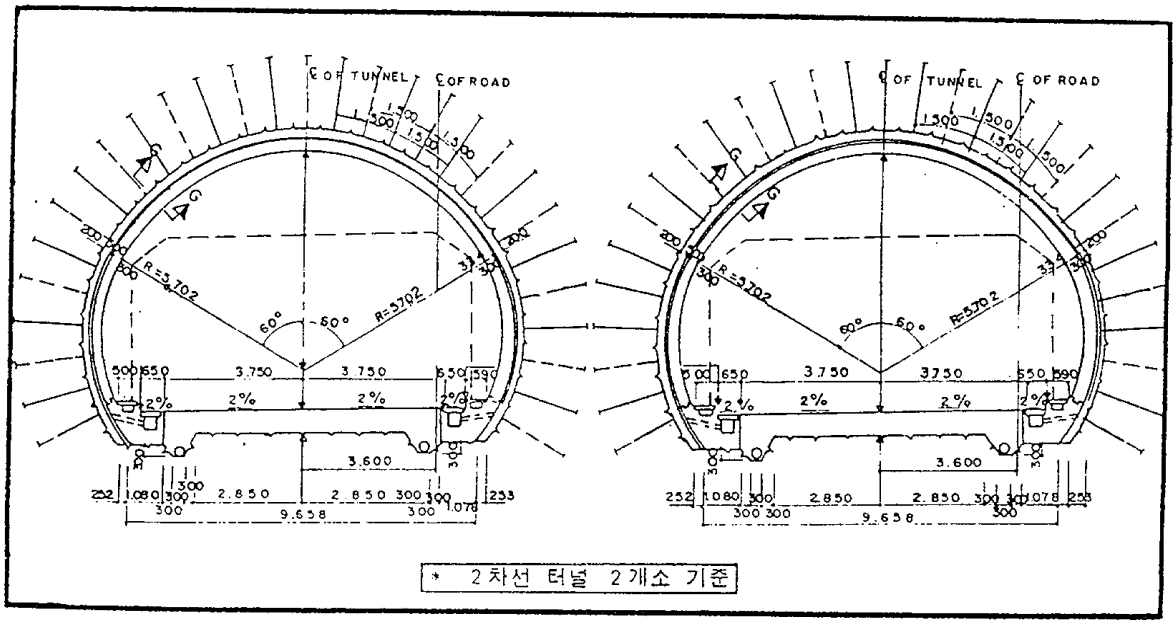


대절토 구간

토공절취공법



터널통과공법



* 2차선 터널 2개소 기준

4. 공법별 건설비 비교

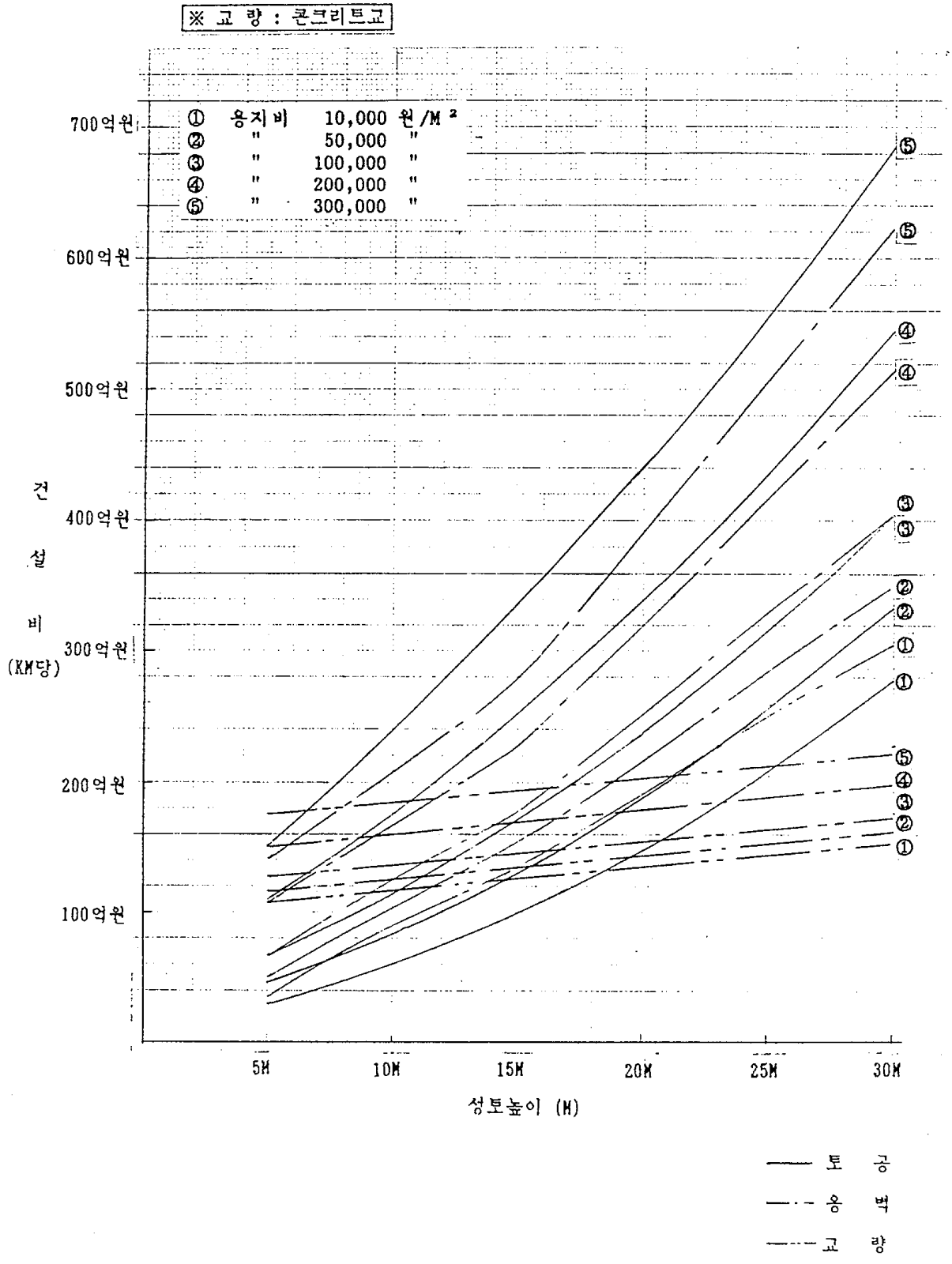
가) 고성토 구간 건설비(4차선 ㎞당)

○ 교량공법 : 콘크리트교(42~62만원/㎡)

(단위 : 억원)

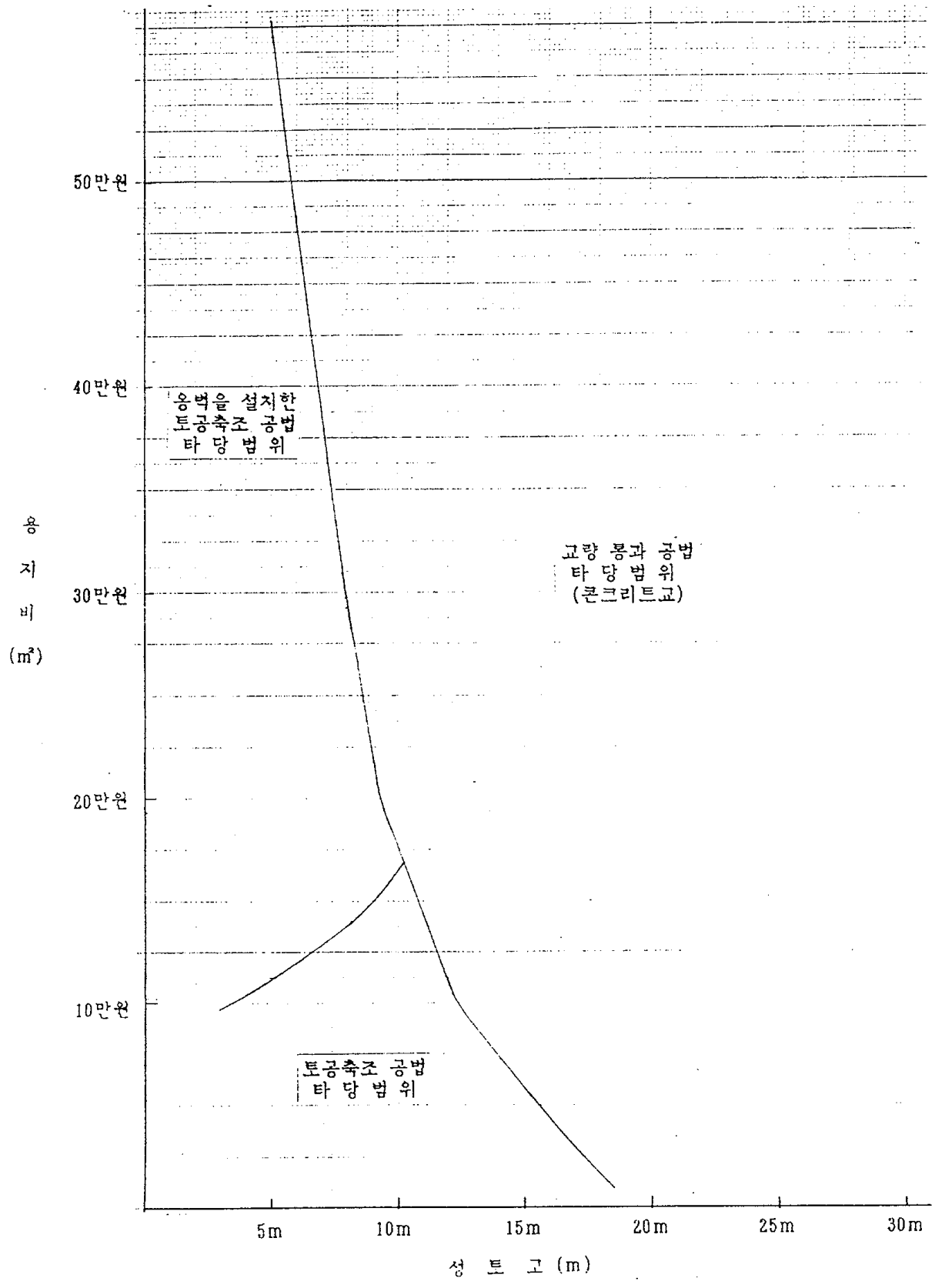
성토고 \ 용지비 / 공법		1만원/㎡ (3.3만원/평)	5만원/㎡ (165만원/평)	10만원/㎡ (33만원/평)	20만원/㎡ (66만원/평)	30만원/㎡ (99만원/평)
5.0m	토 공	28 (4)	45 (21)	66 (43)	109 (85)	151 (128)
	옹 벽	34 (4)	49 (18)	67 (37)	103 (73)	140 (110)
	교 량	104 (2)	114 (12)	126 (24)	150 (48)	174 (73)
10.0m	토 공	57 (6)	81 (31)	112 (62)	174 (124)	236 (185)
	옹 벽	87 (4)	103 (20)	124 (41)	164 (81)	205 (122)
	교 량	113 (2)	123 (12)	135 (24)	159 (48)	183 (73)
15.0m	토 공	96 (8)	128 (41)	169 (82)	251 (164)	333 (246)
	옹 벽	132 (5)	152 (25)	176 (49)	226 (98)	275 (148)
	교 량	123 (2)	132 (12)	145 (24)	169 (48)	193 (73)
20.0m	토 공	145 (10)	186 (51)	236 (102)	338 (203)	439 (305)
	옹 벽	186 (7)	213 (35)	248 (69)	318 (139)	387 (208)
	교 량	132 (2)	142 (12)	154 (24)	178 (48)	202 (73)
25.0m	토 공	205 (12)	253 (61)	313 (121)	434 (242)	555 (363)
	옹 벽	247 (9)	282 (45)	327 (89)	416 (178)	505 (267)
	교 량	142 (2)	151 (12)	164 (24)	188 (48)	212 (73)
30.0m	토 공	275 (14)	331 (71)	401 (141)	542 (282)	683 (423)
	옹 벽	302 (11)	346 (55)	401 (110)	511 (220)	621 (330)
	교 량	151 (2)	161 (12)	173 (24)	197 (48)	221 (73)

( ) : 용지비



고성토구간의 성토높이 및 용지비 변화에 따른

공법별 건설비 도표



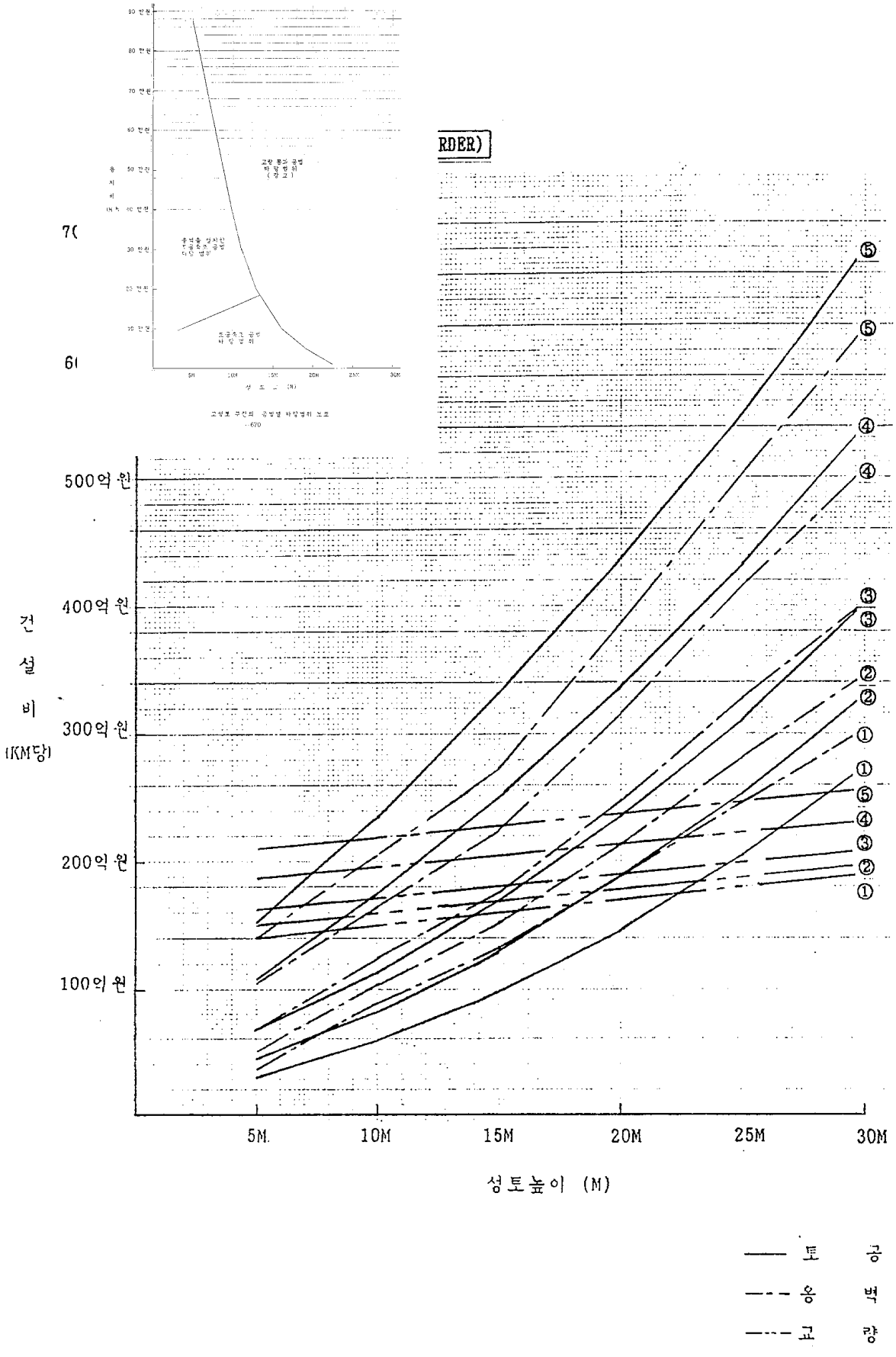
고성토 구간의 공법별 타당범위 도표

○ 교량공법 : 강교(57~77만원/㎡)

단위 : 억원

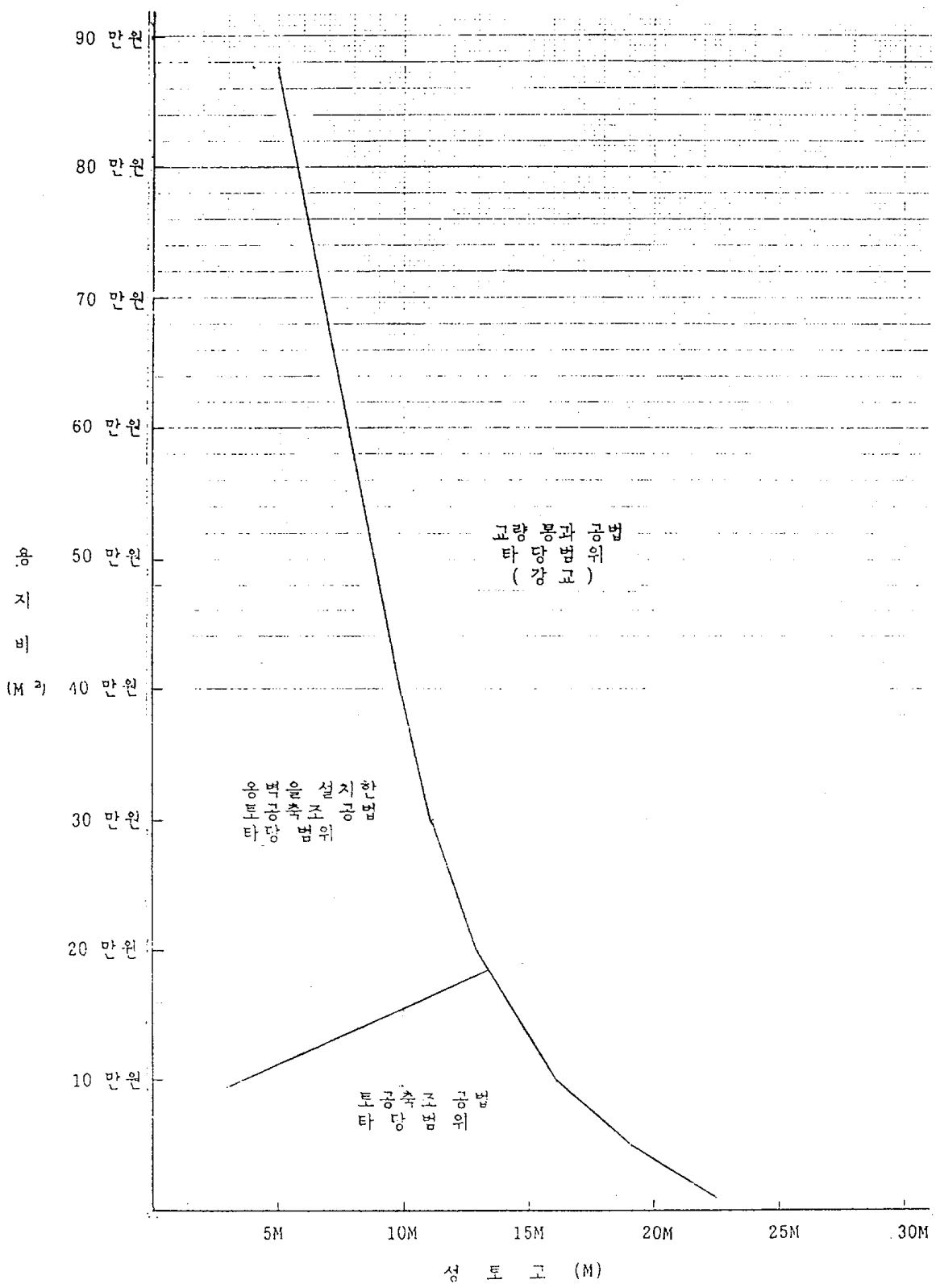
성토고 \ 용지비 / 공법		5만원/㎡ (16.5만원/평)	10만원/㎡ (33만원/평)	20만원/㎡ (66만원/평)	30만원/㎡ (99만원/평)	40만원/㎡ (132만원/평)
5.0m	토 공	45 (21)	66 (43)	109 (85)	151(128)	194(170)
	옹 벽	49 (18)	67 (37)	103 (73)	140(110)	176(146)
	교 량	150 (12)	163 (24)	187 (48)	211 (73)	235 (97)
10.0m	토 공	81 (31)	112 (62)	174(124)	236(185)	298(247)
	옹 벽	103 (20)	124 (41)	164 (81)	205(122)	246(162)
	교 량	160 (12)	172 (24)	196 (48)	220 (73)	245 (97)
15.0m	토 공	128 (41)	169 (82)	251(164)	333(246)	415(328)
	옹 벽	152 (25)	176 (49)	226 (98)	275(148)	324(197)
	교 량	169 (12)	182 (24)	206 (48)	230 (73)	254 (97)
20.0m	토 공	186 (51)	236(102)	338(203)	439(305)	541(406)
	옹 벽	213 (35)	248 (69)	318(139)	387(208)	456(278)
	교 량	179 (12)	191 (24)	215 (48)	239 (73)	264 (97)
25.0m	토 공	253 (61)	313(121)	434(242)	555(363)	676(484)
	옹 벽	282 (45)	327 (89)	416(178)	505(267)	594(356)
	교 량	188 (12)	200 (24)	225 (48)	249 (73)	273 (97)
30.0m	토 공	331 (71)	401(141)	542(282)	683(423)	824(564)
	옹 벽	346 (55)	401(110)	511(220)	621(330)	731(440)
	교 량	198 (12)	210 (24)	234 (48)	258 (73)	283 (97)

( ) : 용지비



고성토구간의 성토 높이및 용지비 변화에 따른

공법별 건설비 도표



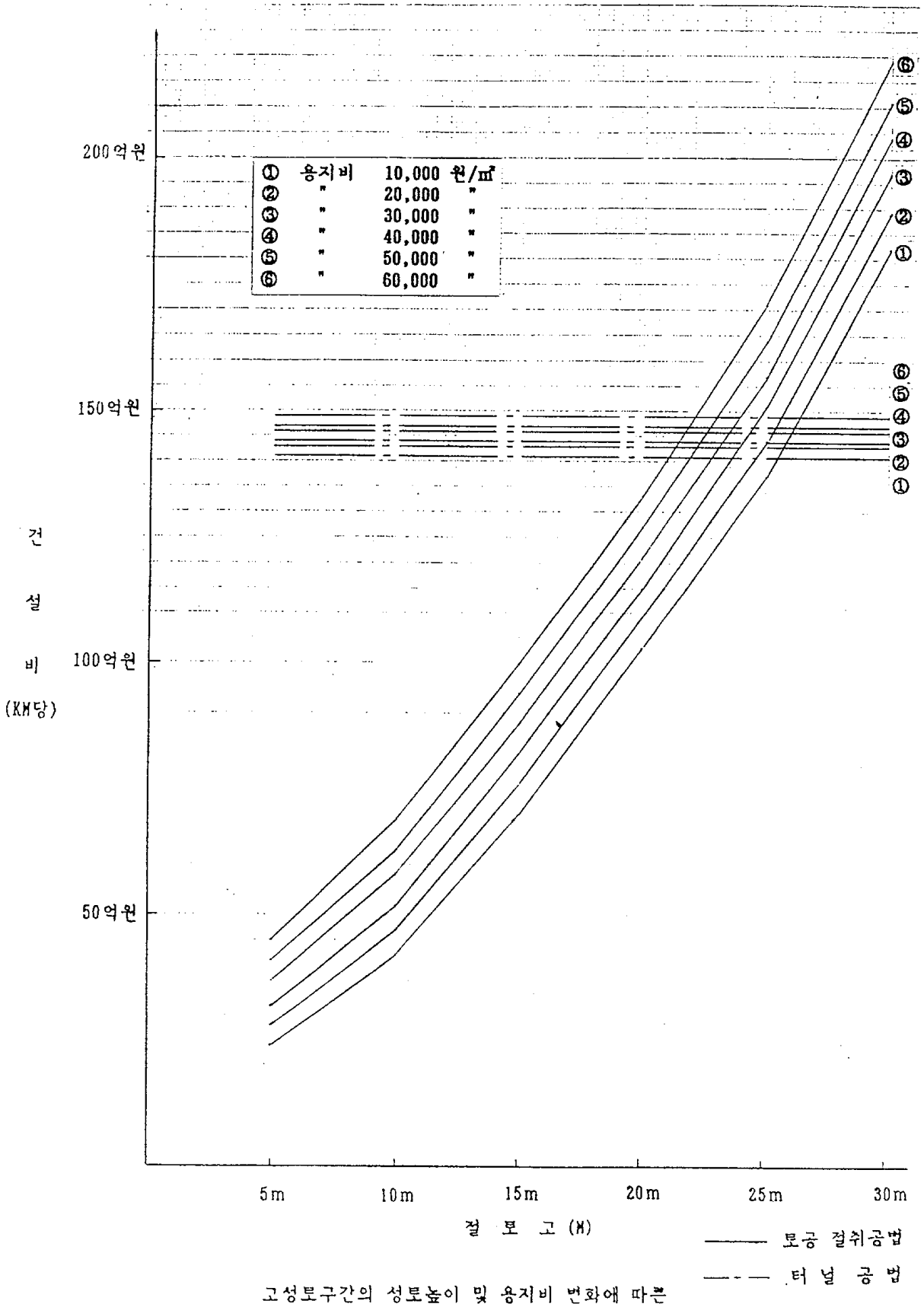
고성토 구간의 공법별 타당범위 도표

나. 대절토 구간 건설비(4차선 ㎞당)

단위 : 억원

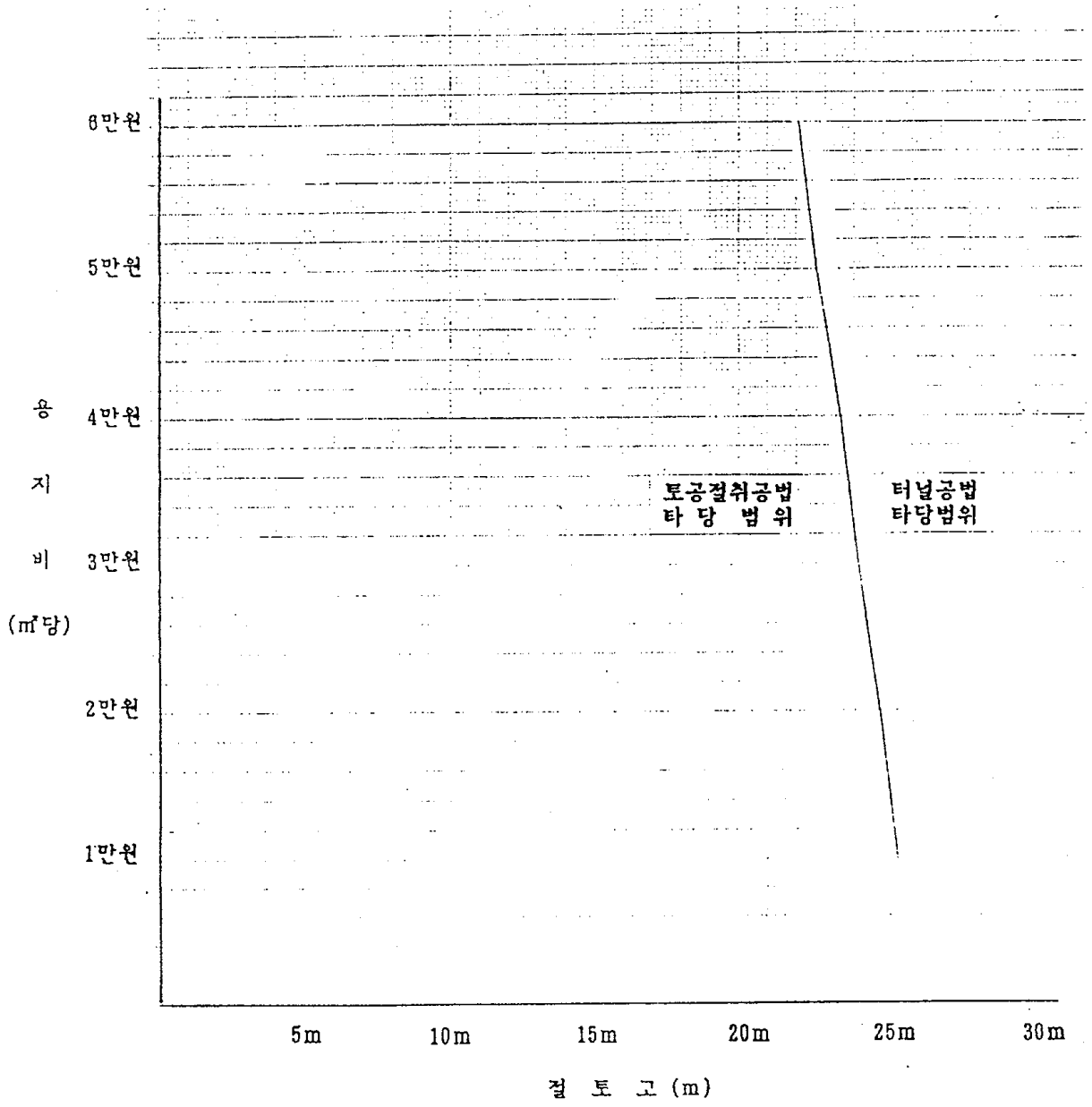
공법 \ 용지비 / 절토고		1만원/㎡ (3.3만원/평)	2만원/㎡ (6.6만원/평)	3만원/㎡ (9.9만원/평)	4만원/㎡ (13.2 만원/평)	5만원/㎡ (16.5 만원/평)	6만원/㎡ (19.8 만원/평)
토공절취공법	5.0m	24 (4)	28 (8)	32(13)	37(17)	41(21)	45(25)
	10.0m	42 (5)	47(11)	52(16)	58(22)	63(27)	69(32)
	15.0m	70 (6)	76(12)	82(18)	88(23)	94(29)	100(35)
	20.0m	103 (6)	109(12)	115(18)	121(24)	127(31)	133(37)
	25.0m	137 (7)	144(13)	151(20)	157(27)	164(34)	171(40)
	30.0m	182 (7)	189(15)	197(22)	204(30)	211(37)	219(44)
터널공법		141 (2)	143 (3)	144 (5)	146 (6)	147 (8)	149 (9)

( ) : 용 지 비



고성토구간의 성토높이 및 용지비 변화에 따른

공법별 건설비 도표



대절토 구간의 공법별 타당범위 도표

5. 검토의견

가) 지가변화에 따른 고성토 및 대절토 구간에 대한 공법별 건설비 비교검토결과 경제적 타당범위는 다음과 같이 구분됨.

1) 고성토 구간

○ 교 량 : 콘크리트교(교량건설비 : 42~62만원/㎡)

용지비 / 성토고	6만원/㎡ (20만원/평)	11만원/㎡ (36만원/평)	17만원/㎡ (56만원/평)	55만원/㎡ (181만원/평)
5.0m	토 공	옹 벽		교 량
10.0m	토 공		교 량	
15.0m	토 공	교 량		
20.0m	교 량			

8-2 원가계산 기준 개선방안 검토

방 침
설 계 기 16203-231 ('92. 12. 30)

※ 감독차량비 산정기준 수정 (감사일 16108-213호, '98. 5. 25 및 건설공사 감리대가기준에 근거)

1. 검토목적

고속도로 건설공사의 예정가격 작성준칙에 의한 원가계산에 있어 건설사업소의 개선의견 등을 검토하여 보다 현실에 부합되도록 합리적인 원가계산을 도모코자 함.

2. 검토사항

가. 중기사용료의 인건비 산정

나. 고속도로 확장공사의 평균주행속도

다. 성토용 재료 할증

라. 구조물용 코팅 거푸집 적용

마. 감독차량비 산정기준

바. 현장 유지 관리비

3. 검토내용

가. 중기사용료의 인건비 산정

1) 적용근거

■ 근로기준법 (제 28조 1항) : 계속 근로 년수 1년에 대하여 30일분 이상의 평균임금을 퇴직금으로서 퇴직하는 근로자에게 지급

■ 원가계산에 의한 예정가격 작성준칙 (제 18조 1항) : 상여금은 년 400% 범위를 초과하여 계상할 수 없다.

2) 현 황

■ 설계적용

- "(1)항" 근거에 의하여 시간당 인건비 산정시 우리공사에서는 상여금 200%, 퇴직급여충당금 100%를 적용

■ 현장여건

- 실제 300% 이상 상여금을 지급하고 있음. ('91 지급현황 참조)

3) 개선방안

■ 실제 시공회사에서도 상여금 300% 이상 지급하고 있는 현 실정을 고려하여 상여금 300%, 퇴직급여충당금 100%로 적용하여 공사원가 계산시 반영코자 함.

■ 공사원가 계산시 적용산식

시중노임단가 × 1/8 × 16/12 × 25/20

나. 고속도로 확장공사의 평균 주행속도

1) 적용근거

- 표준품셈의 운반도로와 평균주행속도 (km/hr)

도 로 상 태	평균속도	
	적재	공차
• 토취장 또는 토사장 등의 운행	5	7
• 성토장내의 미정비된 불량한 노면 • 1차선의 미개수된 교차대기가 필요한 산간지 도로	7	10
• 1차선의 교차가 힘든 산간지 도로 • 1차선의 교차대기가 필요한 공사용 가설도로 • 1차선의 제방 등의 도로	10	10
• 교차가 가능한 제방 등의 도로 • 2차선의 미개수된 산간지 미포장도로	12	12
• 2차선 이상의 개수된 산간지 미포장도로 • 2차선 이상의 공사용 가설도로	15	15
• 2차선 이상의 교통량 및 교통대기가 많은 시가지 포장도로 (7,000 대/일 이상) • 2차선 이상의 미포장도로	20	20
• 2차선 이상의 시가지 포장도로 (7,000~2,000 대/일) • 2차선 이상의 유지관리 상태가 극히 양호한 공사용 도로	25	25
• 2차선 이상의 교외 포장도로 (2,000 대/일 이상) • 2차선 이상의 극히 양호한 미포장도로	25	30
• 2차선 이상의 노면이 고르지 못한 포장도로 (2,000 대/일 미만)	30	35
• 2차선 이상의 포장도로 (2,000 대/일 미만)	35	35
• 2차선 고속도로	50	50
• 4차선 고속도로	60	60

주) 1. 교통제한 구간의 제한속도로 운반로상에 있을때에는 제한속도 이내에서 적용하여야 한다.
2. 위표를 적용할 수 없는 경우에는 도로, 폭, 경사, 노면상태, 교통량, 교차점, 곡선, 가옥 등을 고려하여 정한다.
3. 공사현장내 또는 공사용 도로는 유지보수의 상태가 중요하다.

2) 현 황

■ 고속도로 설계적용 현황

- 평균주행속도 적용

기 존 도 로	공 사 현 장 내	비 고
• 2차선 고속도로 : 50 km/hr	• 토 공 : 15 km/hr	
• 4차선 고속도로 : 60 km/hr	• 배 수 공 : 15 km/hr (신설) 32.5 km/hr (확장)	
• 2차선 이상 포장 도로 : 35 km/hr	• 구조물공 : 15 km/hr (신설) 32.5 km/hr (확장)	
• 2차선 이상 비포장 도로 : 20 km/hr	• 포 장 공 : 적재시 V1 = 25 km/hr (신설) 37.5 km/hr (확장) 공차시 V2 = 30 km/hr (신설) 40 km/hr (확장)	
• 공사용 진입도로 : 10 km/hr	• 부 대 공 : 적재시 V1 = 25 km/hr (신설) 37.5 km/hr (확장) 공차시 V2 = 30 km/hr (신설) 40 km/hr (확장)	

- 설계시 확장구간 고속도로의 평균주행속도는 서비스 수준, 노폭, 노면상태, 교통량 등 제반여건을 고려치 않고 표준품셈에 의거 일괄적으로 적용

■ 실제 고속도로 확장공사에서는 교통지체에 따라 평균주행속도가 낮아 작업효율이 저하됨.

3) 적정 평균주행속도 검토

■ 고속도로 서비스 수준 기준

- 고속도로의 확장시기가 서비스 수준 "E" 일 경우, 설계속도 100 km/hr (4차선) 이상인 고속도로에서의 주행속도는 50 km/hr 이고, 설계속도 80 km/hr (2차선)인 고속도로에서의 주행속도는 45 km/hr 임.

- 서비스 수준 "F"인 경우의 평균주행속도는 상기값보다 현저히 적을 것으로 판단되나 추정하기가 곤란한 실정임.

<고속도로의 서비스 수준표>

Los	밀 도 (승용차/ km차선)	설계속도 120 km/시			설계속도 100 km/시			설계속도 80 km/시		
		속도	V/C	최대서비스 교 통 량 (승용차/시/차선)	속도	V/C	최대서비스 교 통 량 (승용차/시/차선)	속도	V/C	최대서비스 교 통 량 (승용차/시/차선)
A	< 10	>100	0.35	875	-	-	-	-	-	-
B	< 15	> 90	0.54	1,350	> 80	0.49	1,225	-	-	-
C	< 20	> 85	0.77	1,925	> 75	0.69	1,725	> 70	0.67	1,595
D	< 25	> 75	0.93	2,325	> 70	0.84	2,100	> 65	0.83	1,975
E	< 40	> 50	1.00	2,500	> 50	1.00	2,500	> 45	1.00	2,380
F	> 40	< 50	-	-	< 50	-	-	< 45	-	-

4) 개선방안

확장공사 구간내 고속도로의 평균주행속도는 서비스 수준, 노폭, 노면상태, 확장구간 내의 차량우회, 교통량 등을 감안 서비스 수준 "E"를 기준으로 기존 2차선 확장구간은 45 km/hr, 기준 4차선 이상 확장구간은 50 km/hr을 적용코자 함.

다. 성토용 재료 할증

1) 현 황

고속도로 건설공사의 성토용재료 토량을 표준품셈에 의한 토량환산계수를 일률적으로 적용하고 있으나 암성토 공극채움 및 시공중 손실 등에 따른 성토재료가 부족한 실정임.

2) 검토내용

- 성토재를 제외한 토목재료(시멘트, 철근, 모래, 막자갈 등)는 설계시 할증율을 고려하고 있으나, 토량은 설계에 반영하지 않고 있으며
- '92년도 건설공사 표준품셈에는 아래표와 같이 노상 및 노반 재료의 할증을 제시하고 있으며 특히, 암(경암, 보통암, 연암)을 토사와 혼합성토 할 때에는 공극채움으로 인한 토사량을 계상할 수 있도록 규정하고 있음.

※ 노상 및 노반재료 (선택층, 보조기층, 기층 등)

종 류	할 증 율 (%)	기 설 계	검 토 (안)
모 래	6	6	6
부순돌, 자갈, 막자갈	4	4	4
석 분	0	0	0
점 질 토	6	-	6

3) 개선방안

■ 시공중에 손실되는 성토용 재료의 손실량을 고려하여 표준품셈에서 제시하고 있는 노반 및 노상재료 점질토 할증율 6%를 노체, 노상, 녹지대 성토에 적용코자 함.

라. 구조물용 코팅 거푸집 적용

1) 현 황

원가계산시 합판 거푸집을 적용하고 있으나, 노출되는 구조물에는 미관을 고려하여 현재 건설공사 현장에서 코팅 거푸집을 많이 사용하고 있음.

2) 검토내용

■ 현재 사용중인 거푸집용 보통합판은 흡수로 인한 강한 접착력 때문에 거푸집 제거시 콘크리트 표면 탈리현상 및 곰보등이 발생되어 미관을 크게 해치는 원인이 되고 있으며,

■ 발생된 홈을 메우기 위하여 모르터를 사용하면 이미 양생된 콘크리트 벽면과의 색상차에 의해 오히려 미관을 더 해칠 수 있으므로

■ 특히 미관을 고려해야 할 부분의 거푸집 재질은 표면 코팅 거푸집으로 변경하는 것이 타당할 것으로 사료됨.

3) 개선방안

미관을 고려해야 할 구조물(교량, 통로암거, 옹벽) 노출부위의 거푸집은 코팅거푸집을 실제에 맞추어 사용토록 함.

(2) 종합보험료

- 보험업법에 의해 재무부가 인가한 보험료
- 종합보험 산정기준

  평균연령 : 38세

  보험가입 평균년수 : 4년

자) 자동차세

- 지방세법에 의한 자동차 세액

바. 현장 유지관리비

1) 현 황

고속도로 건설시 장기 계속공사에 따른 현장 유지관리비, 준공시 청소 및 뒷정리를 위한 비용이 실제 소요되어 이에 대한 반영이 건의되고 있음.

2) 실제 유지관리 소요항목

■ 공사중 배수시설 관리

- 토사 측구
- 배수관

■ 통로암거 정리

■ 기타 현장 유지관리

- 공사용 진·출입을 위한 현장 인근마을 도로의 유지관리
- 노면정리 및 우기시 배수시설
- 법면 및 현장내 정리
- 준공시 청소 및 뒷정리
- 기타

마. 감독차량비 산정기준

1) 적용근거 : 건설부 기감 30720-329 ('92. 9. 21) 건설공사 감독관 차량비 산정기준 및 건설공사 감리대가기준에 의거 적용

2) 적용대상 : 공사감독업무를 수행함에 있어 감독용 차량이 필요한 공사현장

3) 산정방법

가) 감독관 차량비 계상의 구성요소는 손료, 재료비, 보험료, 자동차세로 한다.

나) 승용차, 짚차의 선택조건

(1) 승용차 : 기존 포장도로의 확포장, 기존 도로의 개수공사 등 지반이 비교적 양호하고 평탄하여 승용차 주행이 가능한 공사 현장

(2) 짚 차 : 도로신설공사, 산악, 습지 등 험한지역의 공사 등 승용차 주행이 곤란한 공사현장

다) 감독관 차량의 배기량

(1) 승용차 : 1500cc 이하로서 차종은 공사의 종류, 성질, 규모에 따라 결정

(2) 짚 차 : 2238cc 이하로서 차종은 공사의 종류, 성질, 규모에 따라 결정

라) 차량대수

(1) 공사비 1000억원 미만 : 1대

(2) 공사비 1000억원 이상 : 2대 이상

마) 손료 및 재료비의 산정일수 : 25 일/월

바) 감독관 차량의 시간당 손료 (상각비, 정비비, 관리비 계수)

(1) 승용차 : 1.706×10^{-7}

(2) 짚 차 : 1.476×10^{-7}

사) 재료비

(1) 주연료 소모량(승용차 : 휘발유, 짚차 : 경우) : 10ℓ/일 사용을 원칙으로 하되 공사의 종류, 성질, 규모에 따라 조정

(2) 잡유 (승용차, 짚차) : 주연료비의 10%

아) 보험료

(1) 책임보험료

- 보험업법에 의해 재무부가 인가한 보험료

(2) 종합보험료

- 보험업법에 의해 재무부가 인가한 보험료
- 종합보험 산정기준

  평균연령 : 38세

  보험가입 평균년수 : 4년

자) 자동차세

- 지방세법에 의한 자동차 세액

바. 현장 유지관리비

1) 현 황

고속도로 건설시 장기 계속공사에 따른 현장 유지관리비, 준공시 청소 및 뒷정리를 위한 비용이 실제 소요되어 이에 대한 반영이 건의되고 있음.

2) 실제 유지관리 소요항목

■ 공사중 배수시설 관리

- 토사 측구
- 배수관

■ 통로암거 정리

■ 기타 현장 유지관리

- 공사용 진·출입을 위한 현장 인근마을 도로의 유지관리
- 노면정리 및 우기시 배수시설
- 법면 및 현장내 정리
- 준공시 청소 및 뒷정리
- 기타

3) 유지관리 비용품 검토 및 적용

구 분		단 가 구 성 내 용	비 고
토 사 측 구		• 토사측구 터파기의 30% 적용	
배수관	D 800	• 인력 터파기 (0.2 인/m^3)	• 20% 매몰 가정
	D 1,000	• 인력 터파기 (0.2 인/m^3)	
	D 1,200	• 인력 터파기 (0.2 인/m^3)	
통로 암거 정리		• 세척제 : 0.5 통 • 세척공 : 0.016 인 • 넝 마 : 0.01kg (m^2당)	• 구체 및 날개벽 노출면 적용
기타 현장유지 관리비		• 보통인부 : 0.01 인/m^2 • 기타 잡재료비 : 인건비의 5%	• 본선 및 I.C 도로폭 ┌ 4차선 : 23.4 m^2/m ├ 6차선 : 30.6 m^2/m └ 8차선 : 37.8 m^2/m

※ 세부내용 별첨

- 적용방법 : 별도항목(1식) 계상

4) 개선방안

고속도로 건설공사가 장기 계속 공사임을 감안하여 준공까지 유지관리를 위하여 상기 유지관리 비용품을 설계에 반영코자 함.

8-3 B/P 설치기준 검토

방 침
설 이 16203-97 ('94. 7. 1)

1. 검토 목적

고속도로 건설공사에 사용되는 콘크리트 B/P의 적정한 설치기준을 검토하여 보다 합리적이고 경제적인 설계를 도모코자함

2. 현행 콘크리트 B/P 설치기준 및 문제점

가. 현행 콘크리트 B/P 설치기준

구 분	구조물용	포장용	터널용	비고
규 격 (m^3/hr)	60	120	40	
설치대수	1	2	1	
Con'c 생산 능력 (m^3/hr)	20	54	22.5	
설치기간	실공사기간	6 ~ 9개월	라이닝타설기간	
부지면적(m^2)	2,000	7,200(3,600*2)	1,750	

나. 문제점

- 공사 규모의 대형화로 구조물용 콘크리트 생산능력 부족
- 콘크리트 B/P 설치대수가 많으므로써 부지 확보에 어려움
- B/P 용량및 설치수가 현장 실정에 부적합
- 터널용B/P는 터널 shotcrete 작업의 습식화 검토로 별도 설치 불필요

3. 콘크리트 B/P 설치현황및 분석

구 분		공구수	CON'C 포장 공구	B/P 설치 현황			비고
				3 기	2 기	1 기	
서울외곽순환		7	3		3		
영동고속도로 확장		9	9		8	1	
서해안	인천~안산간	5	2	1	1		
	시흥~안산간	1	1		1		
	(I/C)	3	1			1	
제 2 경인 고속도로		3	1		1		
중앙고속도로		10	9		9		
남해	양산~구포간	5	1			1	
	냉정~구포간	3					
대전 ~ 진주간		1					
구마 (옥포~내서간)		7	5		4	1	
호남 (고서~순천간)		8	7			7	
계		62	39	1	27	11	

※ 현재 시공중인 62개 현장을 분석한 결과

가. 구조물용 B/P는

- 구조물작업을 시행하는 56개 공구중

1) 60 ㎥/hr의 B/P를 설치 운영하는 공구가 10개공구로 약 18 % 이며

2) 90 ㎥/hr의 B/P를 설치 운영하는 공구가 22개공구로 약 40 % 이며

3) 120 ㎥/hr의 B/P를 설치 운영하는 공구가 24개공구로 약 42 % 임.

나. 포장용 B/P는

- C'onc 포장을 시행하는 39개 공구중

1) 설계대로 2기를 모두 설치한 공구는 1개 공구에 불과하고

2) 1기 (120 ㎥/hr)를 설치 운영하는 공구가 약 70 % 이며

3) 인접공구 B/P를 지원받아 운영하는 공구가 약 30 % 인 실정임.

※ 별첨 #1 : 콘크리트 B/P 설치현황

4. B/P 적정규격 검토

가. 품셈 적용 기준

$$Q = \frac{60 \times q \times E}{CM} \quad (m3/hr)$$

B/P 용량	60 m3/hr	120 m3/hr		비 고
		구조물용	포장용	
q	1.0	2.0	1.5	믹서용량
E	0.5	0.5	0.9	작업효율
CM	1.5	1.5	1.5	CYCLE
Q	20	40	54	생산능력

나. B/P 용량 계산

1) 구조물 작업시

- 구조물 1일 평균 작업량 : 250 ~ 300 m3 기준
- 60 m3/hr 사용시 : 300 m3 ÷ 20 m3/hr = 15 hr
- 120 m3/hr 사용시 : 300 m3 ÷ 40 m3/hr = 8 hr

2) CON'C 포장 작업시

- CON'C 포장 1 일 작업량 : 350 M 기준
- CON'C 수량 : 350 m × 8.2 m × 0.3 m = 861 m3/hr
- 시간당 생산량 : 861 m3/hr ÷ 8 hr = 107 m3/hr
- 적정대수 : 107 m3/hr ÷ 54 m3/hr = 2 기

다. 적정용량 검토

1) 구조물 작업시 : 120 m³/hr 용량 확보

2) 포 장 작업시 : 240 m³/hr 용량 확보하거나
120 m³/hr 용량 2 기 확보

5. 공사비 비교

가. 변경단가 적용기준

- 구조물용 B/P 용량 : 120 m³/hr, 1 기
- 포 장 용 B/P 용량 : 120 m³/hr, 1 기

나. 단가산출 내역 비교

공 종		단위	단 가 (원)			비 고
			당 초	변 경	증(△)감	
측구공 19		m3	7,794	11,539	3,745	
중분대 19		m3	7,196	10,652	3,456	
Con'c 생산		m3	6,758	5,804	(△) 954	
Con'c 타설		m3	6,805	6,206	(△) 599	
B/P	구조물	식	21,902,534	29,519,158	7,616,624	
	포장용	식	49,732,316	24,866,158	△24,866,158	
	터널용	식	15,602,475	-	△15,602,475	
	계		87,237,325	54,385,316	△32,852,009	

다. 공구별 공사비 비교

구 분		현 행	검 토 (안)	증 (△) 감	비 고
고 서 ~ 순 천 (2공구)	C'onc생산, 타설	587,147	546,419	(△) 40,727	· Con'c량 : 54,269m³
	B/P설치, 해체	71,634	54,385	(△) 32,852	
	계	658,781	600,804	(△) 73,579	
안 산 ~ 안 중 (7공구)	C'onc생산, 타설	560,685	493,578	(△) 67,106	· Con'c량 : 49,446m³
	B/P설치, 해체	71,634	54,385	(△) 32,852	
	계	632,319	547,963	(△) 99,958	
부 산 ~ 대 구 (3공구)	C'onc생산, 타설	1,164,581	1,021,249	(△)143,332	· Con'c량 : 103,475m³
	B/P설치, 해체	71,634	54,385	(△) 32,852	
	계	1,236,215	1,075,634	(△)176,244	

※ 별첨 #2 : 콘크리트 생산비 현황

6. 검토 의견

가. 검토의견

1) 콘크리트 B/P 설치수가 과다하여 현실에 부적합하며

2) 공사규모의 대형화로 구조물용으로 대 용량의 B/P가 필요하고

3) 터널 SHOTCRETE 타설은 구조물용 B/P를 사용하도록 하고

4) 포장용 콘크리트 타설시기는 구조물이 거의 완료된 상태이므로

5) 구조물및 포장용 콘크리트 타설을 위하여 콘크리트 B/P 용량을 240 m³/hr 이상 확보토록 해야 한다고 판단됨

나. 적용방안

1) 구조물용 콘크리트 B/P 용량 변경 : 60 m³ → 120 m³

2) 포장용 콘크리트 B/P (120 m³/hr) 수량변경 : 2 기 → 1 기

구 분		현 행	적 용 (안)	비 고
구조물용 B/P	규격 및 대수	60m³/hr - 1 기	120m³/hr - 1 기	
	설치 기간	실공사 기간	실공사 기간	
	부지 면적	2,000 m²	3,600 m²	
포장용 B/P	규격 및 대수	120m³/hr - 2 기	120m³/hr - 1 기	설치 및 해체기간 포함
	설치 기간	6 ~ 9 개월	9 개월	
	부지 면적	7,200 m²	3,600 m²	
터널용 B/P	규격 및 대수	40m³/hr - 1 기	삭 제	
	설치 기간	라이닝 타설기간		
	부지 면적	1,750 m²		

다. 기대효과

1) 구조물용 콘크리트 생산능력 향상

2) B/P 설치를 위한 부지 확보 용이

3) 공사비 절감

7. 제기준 변경내용

○ 수량산출기준

구분	내 용
당초	3.29 콘크리트 배치플랜트 · 1 식으로 수량산출 4.20 콘크리트 배치플랜트 · 각공종에 소요되는 콘크리트를 생산하기 위하여 산출한다 a. 설 치 : 1 식으로 산출 b. 철 거 : 1 식으로 산출
변경	3.29 콘크리트 배치플랜트 · 1 식으로 수량산출 4.20 콘크리트 배치플랜트 · 1 식으로 수량산출

○ 특별시방서

구분	내 용
당초	6.04 시멘트 콘크리트포장 1. 포장콘크리트의 생산 나. 배치플랜트는 시간당 공칭생산능력이 240 m3이상 이어야 하고 8시간 작업을 기준하여 1일 360m이상 시공이 가능해야 한다.
변경	6.04 시멘트 콘크리트포장 나. 배치플랜트는 시간당 공칭생산능력이 240 m3이상 이어야 하고 8시간 작업을 기준하여 1일 350m이상 시공이 가능해야 한다. 5.12 콘크리트 배치플랜트 (신설) 배치플랜트는 시간당 공칭생산능력이 120 m3이상으로 설치하여야 한다. 단 공사시행 초기년도 인접공구와 합등으로 사용 가능할시 단가 변경없이 건설사업소 승인하에 조정운용할 수 있다.

○ 단가설명서

구분	내 용
당초	3.27 콘크리트 생산 또는 구입 (m3당) · BATCH PLANT는 60 m3/hr기준이며 설치비는 별도 계상한다 3.29 콘크리트 배치플랜트 (1식당) a. 설 치 공 . 이 단가는 콘크리트 BATCH PLANT (60 m3/hr) 1기에 대한 설치비용으로 부지임대료, 부지정지비, 기초 콘크리트 타설 및 BATCH PLANT의 조립비, 운반비등이 포함된다. 4.20 콘크리트 배치플랜트 (1식당) a. 설 치 공 . 이 단가는 콘크리트 배치플랜트 (120 m3/hr) 2기에 대한 설치비용으로 부지임대료, 부지정지비, 기초 콘크리트 타설 및 배치플랜트의 조립비, 운반비, 골재적치장 설비비등이 a. 철 거 공 . 이 단가는 콘크리트 배치플랜트 (120 m3/hr) 2기에 대한 철거비용으로 여기에는 철거비 및 운반비가 포함된다.
변경	3.27 콘크리트 생산 또는 구입 (m3당) 60 m3/hr기준 → 120 m3/hr기준 3.29 콘크리트 배치플랜트 (1식당) a. 설 치 공 60 m3/hr기준 → 120 m3/hr기준 4.20 콘크리트 배치플랜트 (1식당) a. 설 치 공 120 m3/hr 2기 → 120 m3/hr 1기 a. 철 거 공 120 m3/hr 2기 → 120 m3/hr 1기

별첨 1 : 콘크리트 B/P 설치 현황

구 분		설 치 현 황 (㎥/HR)			비 고
노 선 명	공 구	구조물용	포장용	터널용	
서울외곽순환 고속도로	1	120	120	-	○
	2	120	150	60	○
	3	90	150	-	○
	4	120	-	-	
	5	120	150	-	
	12	90	-	-	
	19	90	-	-	
영동 고속도로 확장 (신갈~원주간)	1	60	120	-	○
	2	90	120	-	○
	3	90	120	-	○
	4	150	120	-	○
	5	90	100	-	○
	6	120	60	-	○
	7	120	-	-	○
	8	105	60	-	○
	9	90	60	-	○
서해안 고속도로 (인천~안산간)	1	120	-	-	
	2	120	-	-	
	3	90	-	-	
	4	90	150, 90	-	○
	5	60	150	-	○
(시흥~안산간)	2	120	150	-	○

○ : C'onc 포장 시행공구

구 분		설 치 현 황 (㎥/HR)			비 고
노 선 명	공 구	구조물용	포장용	터널용	
서해안 고속도로 (I/C)	당진	150	-	-	○
	군산	임가공	-	-	
	목포	임가공	-	-	
제 2경인 고속도로	1	90	-	-	
	2	90	150	-	○
	3	60	-	-	
중앙고속도로	1	120	90	-	○
	2	120	120	-	○
	3	90	-	-	○
	4	90	120	-	○
	5	60	-	-	○
	6	60	120	-	○
	7	60	90	-	○
	만종	60	90	-	○
	10	90	-	-	
	11	90	150	-	○
남해 고속도로 (양산~구포간)	1	90	-	-	○
	2	-	-	-	
	3	100	-	-	
	4	-	-	-	
	5	90	-	-	
(냉정~구포간)	1	-	-	-	
	2	150	-	-	
	3	120	-	-	

○ : C'onc 포장 시행공구

구 분		설 치 현 황 (m³/HR)			비 고
노 선 명	공 구	구조물용	포장용	터널용	
대전~진주간 고속도로	서진주~진주	120	-	40	
구마 고속도로 (옥포~내서간)	1	120	-	45	○
	2	150	-	-	○
	3	120	-	-	○
	4	60	150	-	○
	5	100	-	-	○
	6	-	-	-	
	7	60	-	-	
호남고속도로 (고서~순천간)	1	120	-	-	○
	2	90	-	-	○
	3	60	-	40	○
	4	120	-	-	○
	5	120	-	40	○
	6	120	-	-	○
	7	90	-	40	○
	8	120	-	-	

○ : C'onc 포장 시행공구

별첨 2 : 콘크리트 생산비 현황

(고서~순천 : 제 2공구)

공 종		수 량	단 가 (원)			금 액 (원)		
			당 초	변 경	증(△)감	당 초	변 경	증(△)감
측구공 19		3,600	7,794	11,539	3,745	28,058,400	41,540,400	13,482,000
중분대 19		4,887	7,196	10,652	3,456	35,166,852	52,056,324	16,889,472
P.C	생산	2,724	6,758	5,804	(△) 954	18,408,792	15,810,096	△ 2,598,696
19	타설	"	6,805	6,206	(△) 599	18,536,820	16,905,144	△ 1,631,676
1 종	생산	18,097	4,470	3,516	(△) 954	80,893,590	63,629,052	△17,264,538
25	타설	"	6,805	6,206	(△) 599	123,150,085	112,309,982	△10,840,103
2 종	생산	24,961	4,530	3,576	(△) 954	113,073,330	89,260,536	△23,812,794
32	타설	"	6,805	6,206	(△) 599	169,859,605	154,907,966	△14,951,639
3 종	40	-	4,029	3,075	(△) 954	-	-	
5 종	50	-	7,794	3,048	(△) 954	-	-	
소	계	54,269				587,147,474	546,419,500	△40,727,974
구 B	설치		60㎥/h	120㎥/h		18,402,770	24,560,404	6,157,634
조 /	해체					3,499,764	4,958,754	1,458,990
물 P								
포 B	설치		120㎥/h	2기→1기		39,814,808	19,907,404	△19,907,404
장 /	해체					9,917,508	4,958,754	△ 4,958,754
용 P								
터 B	설치		40㎥/h	삭 제		12,868,846		△12,868,846
널 /	해체					2,733,629		△ 2,733,629
응 P								
소	계					87,237,325	54,385,316	△32,852,009
총	계					674,384,799	600,804,816	△73,579,983

(안산~안중 : 제 7공구)

공 종		수 량	단 가 (원)			금 액 (원)		
			당 초	변 경	증(△)감	당 초	변 경	증(△)감
측구공 19		1,146	7,794	11,539	3,745	8,931,924	13,223,694	4,291,770
중분대 19		721	7,196	10,652	3,456	5,188,316	7,680,092	2,491,776
P.C	생산	3,651	6,758	5,804	(△) 954	24,673,458	21,190,404	△ 3,483,054
19	타설	"	6,805	6,206	(△) 599	24,845,055	22,658,106	△ 2,186,949
1 종	생산	14,629	4,470	3,516	(△) 954	65,391,630	51,435,564	△13,956,066
25	타설	"	6,805	6,206	(△) 599	99,550,345	90,787,574	△ 8,762,771
2 종	생산	29,299	4,530	3,576	(△) 954	132,724,470	104,773,224	△27,951,246
32	타설	"	6,805	6,206	(△) 599	199,379,695	181,829,594	△17,550,101
3 종 40		-	-	-	-			
5 종 50		-	-	-	-			
소 계		49,446				560,684,893	493,578,252	△67,106,641
구 B 조 / 물 P	설치		60m³/h	120m³/h		18,402,770	24,560,404	6,157,634
	해체					3,499,764	4,958,754	1,458,990
포 B 장 / 용 P	설치		120m³/h	2기→1기		39,814,808	19,907,404	△19,907,404
	해체					9,917,508	4,958,754	△ 4,958,754
터 B 널 / 용 P	설치		40m³/h	삭 제		12,868,846		△12,868,846
	해체					2,733,629		△ 2,733,629
소 계						87,237,325	54,385,316	△32,852,009
총 계						647,922,218	547,963,568	△99,958,650

(부산~대구 : 제 3공구)

공 종		수 량	단 가 (원)			금 액 (원)		
			당 초	변 경	증(△)감	당 초	변 경	증(△)감
측구공 19		719	7,794	11,539	3,745	5,603,886	8,296,541	2,692,655
중분대 19		1,917	7,196	10,652	3,456	13,794,732	20,419,884	6,625,152
P.C	생산	22,791	6,758	5,804	(△) 954	154,021,578	132,278,964	△21,742,614
19	타설	"	6,805	6,206	(△) 599	155,092,755	141,440,946	△13,651,809
1 종	생산	5,758	4,470	3,516	(△) 954	25,738,260	20,245,128	△ 5,493,132
25	타설	"	6,805	6,206	(△) 599	39,183,190	35,734,148	△ 3,449,042
2 종	생산	65,691	4,530	3,576	(△) 954	297,580,230	234,911,016	△62,669,214
32	타설	"	6,805	6,206	(△) 599	447,027,255	407,678,346	△39,348,909
3 종	40	4,823	4,029	3,075	(△) 954	19,431,867	14,830,725	△ 4,601,142
5 종	50	1,776	4,002	3,048	(△) 954	7,107,552	5,413,248	△ 1,694,304
소 계		103,475	-	-	-	1,164,581,305	1,021,248,946	△143,332,359
구 B	설치		60m³/h	120m³/h		18,402,770	24,560,404	6,157,634
조 / 물 P	해체					3,499,764	4,958,754	1,458,990
포 B	설치		120m³/h	2기→1기		39,814,808	19,907,404	△19,907,404
장 / 용 P	해체					9,917,508	4,958,754	△ 4,958,754
터 B	설치		40m³/h	삭 제		12,868,846		△12,868,846
널 / 응 P	해체					2,733,629		△ 2,733,629
소 계						87,237,325	54,385,316	△32,852,009
총 계						1,251,878,356	1,075,634,262	△176,244,094

8-4 되메우기 및 다짐공 개선방안 검토

방 침
설 이 16210-139 ('94. 9. 9)

1. 검토 목적

현행 되메우기및 다짐작업의 단가적용 방법이 3가지 유형으로 분류 적용되고 있는 터파기 방법과는 무관하게 인력작업으로 일괄적용 되고 있고, 현장의 실 시공방법이 대부분 기계화로 전환 시행되고 있어, 현재 적용되는 단가를 현실화하여 보다 합리적이고 경제적인 설계를 도모코자 함.

2. 현행 적용 기준

○ 터파기 후 인력 되메우기 적용 품.

구 분	단위	되메우기	다 짐 공	계
보 통 인 부	인	0.10	0.11	0.21
인부단가('94)	원	22,300	22,300	22,300
m3 당 단가	원	2,230	2,453	4,683

○ 공종별 수량 산출방법

가. 토 공 : 타공정에서 이기됨

나. 배 수 공 : 항목별 수량을 취합하여 계상

(L형측구 되메우기는 토공으로 이기)

다. 구조물공 : 항목별 수량을 취합하여 계상

라. 포 장 공 : 토공으로 이기 (다이크 외측 되메우기)

마. 부 대 공 : 각 항목별로 단가내에서 계상하여 산출

바. 터 널 공 : 항목별 수량을 취합하여 계상 (갱문및 옹벽 되메우기)

3. 문제점 분석

가. 현행 공종별 터파기 및 되메우기 단가 적용기준

터파기			되메우기	비고
공종	적용방법	단가		
배수시설	인력 50% 백호우 50%	2,590	인력100%	단위 : 원/m3
구조물	인력 30% 백호우 70%	1,724	4,683	
부대시설	인력 100%	4,240		

- 터파기 및 되메우기 단가적용 방법의 연계성 결여
- 터파기 작업방법이 종래 인력에서 기계시공으로 전환되고 있음
- 인력품 적용으로 고가의 단가적용

나. 성토및 되메우기 적용단가 비교

공종		적용장비	단가(원/m3)	비고
성토 및 다짐공	노체	그레이다 진동로라 타이어로라	648	
	노상	그레이다 진동로라 타이어로라	705	
	녹지대	불도자	121	
되메우기 및 다짐공		인력	4,683	

- 일반 성토작업의 적용 장비사용과 비교시 상대적 고가
- 장비 대형화및 능률향상으로 인력공종 경감
- 현장 노무자 구입난 및 작업원의 기피현상
- 공사현장 실제 시공방법이 대부분 기계시공으로 전환

4. 개선방안 검토

가. 되메우기 기계화 시공 가능여부 판단

공종			터파기공	되메우기 개선방안			비고
				기계시공 가능여부	사용장비 검토		
					되메우기	다짐공	
토공			-	○	백호우 0.7 M3	램머80KG	
배수공	측구공	° V형 측구	인력 50% 기계 50%	〃	〃	〃	
		° L형 측구	〃	〃	〃	〃	
		° U형 측구	〃	〃	〃	〃	
		° 산마루측구	〃	〃	〃	〃	
	배수관공		인력 30% 기계 70%	〃	〃	〃	
	암거공		〃	〃	〃	〃	
	기타공	° 수로보호공	〃	〃	〃	〃	
		° 종배수관	〃	〃	〃	〃	
		° 집수정공	〃	〃	〃	〃	
		° 용수로공	〃	〃	〃	〃	
		° 도수로공	인력 50% 기계 50%	〃	〃	〃	
구조물공	° 교대		인력 30% 기계 70%	〃	〃	〃	
	° 교대보호공		〃	〃	〃	〃	
	° 교각		〃	〃	〃	〃	
	° 옹벽		〃	〃	〃	〃	

공종		터파기공	되메우기 개선방안			비고
			기계시공 가능여부	사용장비 검토		
				되메우기	다짐공	
포 장 공 (다이크)		-	○	백호우 0.7 M3	램머80KG	
부대공	° 표지판	인 력	△	인 력	"	
	° 데리네이타	"	"	"	"	
	° 가드레일	"	"	"	"	
	° 가드휀스	"	"	"	"	
	° 낙석방지책	"	"	"	"	
	° 도로경계표주	"	"	"	"	
	° 방음벽	인력 30% 기계 70%	○	백호우 0.7 M3	"	
	° 비탈면보호공	인력 50% 기계 50%	"	"	"	
터널공 (갱문및 옹벽)		인력 30% 기계 70%	"	"	"	

○ : 대형기계 사용가능　　△ : 인력 되메우기

※ 터파기 작업방법을 기준으로 하여

1) 인력+기계시공으로 이루어진 공종의 되메우기 작업은 전면 기계화 시공이 가능한 것으로 판단되므로 대형장비 사용 (백호우 0.7 M3)

2) 인력시공으로 이루어진 공종의 되메우기 작업은 물량이 소량이거나 작업조건이 불량한 여건의 작업이므로 소형장비 사용(백호우 0.4 M3)이 가능하나 터파기 작업과의 연계성을 고려하여 인력되메우기 적용

3) 다짐작업은 기존의 인력다짐을 소형 다짐장비인 램머 (80KG)를 사용하고 기계사용으로 인한 별도의 인력 면고르기를 적용

나. 되메우기 및 다짐공 개선방안 검토

○ 되메우기 개선방안

1) 터파기 공종과의 연계성

2) 작업물량의 다소

3) 작업조건의 난이도 등을 종합적으로 판단하여

다음 2가지 안으로 적용하는 방안을 검토하기로 함.

가) 작업조건이 양호 또는 보통인 경우 :

· 터 파 기 작업방법 : 인력+기계시공

· 되메우기 작업방법 : 기계사용 (백호우 0.7 M3)

나) 작업조건이 불량인 경우 :

· 터 파 기 작업방법 : 인력시공

· 되메우기 작업방법 : 인력시공

○ 다짐공 개선방안

1) 다짐작업은 현장여건상 대형 다짐장비의 투입이 곤란한 작업조건이고 작업물량이 소량인 작업이므로 소형 다짐장비(램머 80KG) 사용을 검토

2) 종래의 인력다짐에서는 적용품에 면고르기의 비용이 계상되어 있으나 기계로 다짐시에는 노출면에 대하여 별도의 인력 면고르기를 적용하는 것이 타당한 것으로 판단됨

○ 개선방안 요약

작업조건	터파기 작업방법	되메우기 작업방법		다짐공 작업방법	
		현 행	개 선 안	현 행	개 선 안
양호	인력 30% 기계 70%	인 력	백호우 0.7 M3	인 력	램머80KG + 인력고르기
보통	인력 50% 기계 50%	인 력	백호우 0.7 M3	인 력	램머80KG + 인력고르기
불량	인력	인 력	인 력	인 력	램머80KG + 인력고르기

5. 단가 내역 검토

가. 되메우기 적용단가

○ 인력 되메우기

보통인부 : 0.1 인/M3 × 22,300 원 = 2,230 원/M3

○ 기계 되메우기

1) 유압식 백호우 0.4 M3 사용시

Q1= 0.4 M3, F = 0.692, K = 1.1, E = 0.65

CM = 16 SEC (선회 90°)

Q = 3,600 × 0.4 × 1.1 × 0.692 × 0.65 / 16

= 44.53 (M3/HR)

경 비 : 13,016 / 44.53 =	191.98
노무비 : 9,741 / 44.53 =	218.75
재료비 : 2,522 / 44.53 =	45.47
소 계	456.20 원/M3

2) 유압식 백호우 0.7 M3 사용시

Q1= 0.7 M3, F = 0.692, K = 1.1, E = 0.65

CM = 19 SEC (선회 90°)

Q = 3,600 × 0.7 × 1.1 × 0.692 × 0.65 / 19

= 65.62 (M3/HR)

경 비 : 13,016 / 65.62 =	198.35
노무비 : 9,741 / 65.62 =	148.44
재료비 : 2,522 / 65.62 =	38.42
소 계	385.22 원/M3

※ 장비선정 : 경제성면에서 유리한 백호우 0.7 M3 사용

나. 다짐공 적용단가

○ 인력 다짐

보통인부 : 0.11 인/M3 × 22,300 원 = 2,453 원/M3

○ 기계 다짐 및 면고르기

- 기계다짐 (램머 80 KG 사용시)

A = 0.28 × 0.33 = 0.092, N = 36000

H = 0.15, F = 1, E = 0.5, P = 57

Q = N × A × H × F × E / P

= 36000 × 0.092 × 0.15 × 1 × 0.5 / 57 = 4.36 M3/HR

경 비 : 386 / 4.36 = 88.5

노무비 : 5,066 / 4.36 = 1,161.9

재료비 : 433 / 4.36 = 99.3

소 계 1,349.7 원/M3

- 인력 면고르기 : (별첨 #1 : 단위수량)

적용품 : (0.24+0.19) / 2 / 10 = 0.0215 인/M2

단위보정 : 0.0215 인/M2 × 1.48 (M2/M3) = 0.03 인/M3

보통인부 : 0.03 × 22,300 = 669 원/M3

계 : 2,018.7 원/M3

다. 단가 비교분석 (별첨#2 : 되메우기및 다짐공 신규단가)

공 종		단 가 적 용			증(△)감
		계	되메우기	다 짐 공	
현 행		4,483	2,230	2,453	
개선	작업조건 양호보통	2,403	385	2,018	△ 2,080
	작업조건 불량	4,248	2,230	2,018	△ 235

※ 개선후 단가 내역을 분석해 보면

1) 작업조건이 보통인경우 : 46.3 % 절감

2) 작업조건이 불량인경우 : 5.2 % 절감

6. 공사비 분석

가. 공사비 증감내역

1) 적용공구

- 4차선 확장 : 영동고속도로 원주-새말 2개공구 (19.01 km)

- 4차선 신설 : 대전-진주간 고속도로 죽천-안의간 2개공구 (13.4 km)

2) 공사비 내역

공 종	단 가	수 량			금 액 (원)
		계	영 동	대전진주	
토 공	△2,080	11,287	7,332	3,955	△ 23,476,960
배수공	△2,080	82,357	50,822	31,535	△ 171,302,560
구조물공	△2,080	104,881	44,420	60,461	△ 218,152,480
부대공	△ 235	10,538	5,506	5,032	△ 2,476,430
터널공	△2,080	12,852	-	12,852	△ 26,732,160
소 계		221,915	108,080	113,835	△ 442,140,590
제잡비					0.4800
총 계					△ 654,368,073

※ km당 공사비 절감액

654,368,073 원 ÷ 32.41 KM = 20,190,313 원 = 20,000 천원/km

나. 예산 절감 내역

1) 향후 고속도로 건설계획 : 별첨 #3

신설 : 1,143 km
확장 : 359 km

계 1,502 km

2) 예산 절감액

1,502 km × 20,000,000 원/km = 30,040,000,000 원

※ 향후 설계부터 적용시

고속도로 건설이 종료되는 시기인 2004년 까지 300억원을 절감하여

매년 약 30억원의 절감 효과가 있을 것으로 판단됨

7. 검토 결론

가. 검토 의견

되메우기 및 다짐공에 대한 개선방안을 검토하여 본 결과, 현행 인력 시공방법은 터파기와 연관성을 고려치 않은 일괄적인 적용으로 원가의 과다계상은 물론 작업의 효율성 저하등 많은 문제점을 내포하고 있어 본 검토 내용대로 개선하는 것이 바람직하다고 판단됨.

나. 기대 효과

1) 공사비 절감

2) 작업능률 향상

3) 현장관리 용이

다. 설계 반영 계획

구 분	설계완료,공사시행 구간	설계중인 구간
조치내용	설계완료구간 : 공사발주 전 공사주관부서 협조하여 변경 조치 (건설1,2처) 공사시행구간 : 현행유지	중앙고속도로 안동-영주간 4차선 확장 실시설계부터 설계 반영조치

별첨#1 : 인력 면고르기 단위수량 결정

공 종			되메우기 (m3)	면고르기 (m2)	보정치 (m2/m3)	평균수량 (m3)	미사용 (×)
계			-	-	-	27,325	
배수공	측구공	° V형 측구	0.947	1.483	1.57	1,453	
		° L형 측구	0.302	0.750	2.48	1,483	
		° U형 측구	1.015	2.100	2.07	459	
		° 산마루측구	1.396	1.512	1.08	1,923	
	배수관공		4.121	5.567	1.35	9,343	
	암 거 공		24.81	13.78	0.56	2,885	
	기타공	° 수로보호공	16.42	9.340	0.57	964	
		° 종배수관	0.359	1.323	3.69	2,149	
		° 집수정공	11.196	8.080	0.72	516	
		° 용수로공	5.335	3.371	0.63	1,906	
		° 도수로공	0.520	0.990	1.90	-	×
구조물	° 교대보호공		1.880	2.800	1.49	59	
	° 옹 벽		5.222	5.372	1.03	2,393	
포장공 (다이크)			0.101	0.689	6.82	-	×
부대공	° 표지판		27.449	4.297	0.16	-	×
	° 데리네이타		0.381	1.000	2.62	17	
	° 가드레일		1.284	1.620	1.26	24	
	° 가드휀스		0.150	0.820	5.47	-	×
	° 낙석방지책		1.681	2.620	1.56	65	
	° 도로경계표주		0.148	0.574	3.85	53	
	° 방음벽		0.770	2.704	3.51	432	
	° 비탈면보호공		0.266	0.690	2.59	1,052	
터널공 (갱문및 옹벽)			-	-	-	-	

○ 단위보정 평균치 : Σ (보정치 × 평균수량) ÷ Σ 평균수량

40,440 / 27,325 = 1.48 m2/m3

별첨#2 : 되메우기 및 다짐공 신규 단가

1. 되메우기 및 다짐공 (기계)

가. 되메우기 (기계)

유압식 백호우 0.7 M3 사용

Q1= 0.7 M3, F = 0.692, K = 1.1, E = 0.65, CM=19SEC (선회90°)
Q = 3,600 × 0.7 × 1.1 × 0.692 × 0.65 / 19 = 65.62 (M3/HR)

경 비 : 13,016 / 65.62 = 198.35
노무비 : 9,741 / 65.62 = 148.44
재료비 : 2,522 / 65.62 = 38.42

나. 다짐 및 면고르기

1) 기계다짐 (램머 80 KG 사용시)

A = 0.28 × 0.33 = 0.092, N = 36000
H = 0.15, F = 1, E = 0.5, P = 57

Q = N × A × H × F × E / P
= 36000 × 0.092 × 0.15 × 1 × 0.5 / 57 = 4.36 M3/HR

경 비 : 386 / 4.36 = 88.5
노무비 : 5,066 / 4.36 = 1,161.9
재료비 : 433 / 4.36 = 99.3

2) 인력 면고르기 : 별첨 #1

적용품 : (0.24+0.19) / 2 / 10 = 0.0215 인/M2
단위보정 : 0.0215 인/M2 × 1.48 (M2/M3) = 0.03 인/M3
보통인부 : 0.03 × 22,300 = 669 원/M3

경 비 : 286.85
노무비 : 1,979.34
재료비 : 137.72 ===> 계 : 2,403

2. 되메우기 및 다짐공 (인력)

가. 되메우기 (인력)

보통인부 : 0.1 인/M3 × 22,300 원 = 2,230 원/M3

나. 다짐 및 면고르기

1.번과 동일

경 비 : 88.50
노무비 : 4,060.90
재료비 : 99.30 ===> 계 : 4,248

별첨#3 : 고속도로 신설및 확장 현황

구 분		연 장 (KM)	시행기간	시 행 중	미 시 행	차선수
계		2,215.8		712	1,503.8	
신설	소 계	1,576.7		432.8	1,143.9	
	서해안	353	'90-2004	135	218	4
	┌ 인천-안산	27.6	'90-'94	27.6		
	├ 안중-당진	18.8	'90-'98	18.8		
	├ 사천-군산	22.7	'90-'97	22.7		
	├ 무안-목포	23.2	'90-'97	23.2		
	├ 안산-안중	42.7	'92-'96	42.7		
	└ 잔여구간	218	'98-2004		218	
	시흥 - 안산	12.5	'91-'97	12.5		6
	서울외곽순환	92	'90-2003	21.5	70.5	8
	┌ 판교-안양	15.9	'91-'95	15.9		
	├ 안양-양지	14.4	'98-2001		14.4	
	├ 양지-송내	9.3	'92-'97		9.3	
	├ 송내-서운	5.6	'94-'98	5.6		
	├ 서운-일산	11.9	'92-'97		11.9	
	└ 일산-퇴계원	34.9	'98-2003		34.9	6
	제 2 경인	15.5	'90-'95	15.5		6
	부산 - 대구	100.4	'90-2003	20.2	80.2	4
	┌ 양산-구포	16.3	'90-'95	16.3		
	├ 구포-서부산	3.9	'93-'97	3.9		
	└ 대구-대동	80.2	'97-2003		80.2	
	대구 - 춘천	280	'89-2004	151	129	4
	┌ 대구-안동	87	'89-'95	87		
	├ 안동-영주	25.5	'93-2000		25.5	
	├ 영주-제천	60.7	'94-2004		60.7	
	├ 제천-원주	38	'89-'95	38		
	├ 원주-홍천	42.8	'97-2004		42.8	
	└ 홍천-춘천	26	'89-'95	26		
	하동 - 동광양	7.6	'90-'95	7.6		4
	대전 - 진주	161	'91-2003	7.8	153.2	4
	┌ 대전-무주	42.7	'97-2003		42.7	
	├ 무주-함양	60.3	"		60.3	
	└ 함양-진주	58.0	'91-'98	7.8	50.2	

구 분		연 장 (KM)	시행기간	시 행 중	미 시 행	차선수
	중부내륙	154	'96-2004		154	4
	대전남부순환	20.8	'94-'97	20.8		4
	천안 - 논산 및 공주 - 서해안	139	'96-2001		139	4
	대전 - 당진	100	'96-2002		100	4
	군산-전주-함양	100	'96-2002		100	4
	수도권신공항	40.9	'89-'99	40.9		4
확장	소 계	639.1		279.2	359.9	
15개	경부선			19.6	103.8	
구간	반포-양재	5.2	'91-'95	5.2		4 → 6
	청원-비룡	26.4	'93-'97	14.4	12	4 → 4
	구미-동대구	51.3	'96-'99		51.3	4 → 6
	언양-부산	40.5	'98-2001		40.5	4 → 6
	경인선 서인천-도화	6.6	'94-'98	6.6		4 → 6
	영동선			95.1	107.7	2 → 4
	신갈-원주	77	'90-'94	77		
	원주-새말	18.1	'94-'96	18.1		
	원주-강릉	107.7	'96-2001		107.7	
	남해선			22.2	31.7	4 → 8
	냉정-구포	22.2	'91-'95	22.2		
	내서-냉정	31.7	'96-'99		31.7	
	호남선 고서-순천	71.4	'92-'96	71.4		2 → 4
	구마선 옥포-내서	64.3	'91-'95	64.3		2 → 4
	중부선 하남-호법	40.7	'97-'99		40.7	4 → 6
	동해선 강릉-동해	41.7	'97-2001		41.7	2 → 4
	순환선 판교-퇴계원	34.3	"		34.3	4 → 6

8-5 콘크리트 생산단가 내역변경(안)

방 침
설 이 건 16210-161 ('94. 10. 14)

1. 목 적

현행 배치플랜트내에 설치하여 운영토록 되어있는 물탱크의 사용료를 계상함에 있어, 물탱크 제작을 위한 강재의 손율 개념으로 단가를 산출하여 콘크리트 생산을 포함하고 있는 약50개 공종에서 반복 계상되고 있는바, 이를 통합하여 콘크리트 배치플랜트 설치공내에 물탱크 재작비를 계상 반영함으로써 단가산출 작업의 통일을 기하고자 함.

2. 현행 산출 기준

가. 물탱크 적정규격 판단

공 종		콘 크 리 트 종 별							
		P.C Φ19	1종 Φ25	2종 Φ32	2종 Φ40	빈배합 C'onc	스라브 C'onc	L 형 측구	중분대 C'onc
생산량	시간당	40	40	40	40	54	54	48	42
	일일(㎥)	320	320	320	320	432	432	384	336
포설량	시간당					64	144	10	11.5
	일일(㎥)					518	1157	80	92
포설장비		C'onc 펌프카				AP. 휘니셔	C'onc 페이버	C'onc 휘니셔	C'onc 휘니셔
들량	m3당(kg)	179	177	170	176	154	156	160	150
	일일(톤)	57.2	56.6	54.4	56.3	66.5	67.4	61.4	50.4
물탱크 규격	길이	3.9'	3.9	3.9	3.9	4.1	4.1	4.0	3.7
	중량	3.582	3.582	3.582	3.582	3.958	3.958	3.768	3.223

나. 물탱크 사용료 계산방법

○ 콘크리트 종별 1일 물사용량 계산 : TON/DAY

○ 물탱크 제작 강재중량 계산 : TON

○ 콘크리트 총수량 계산 : m³

○ 사용료 계산 (손율 개념) : m³

1) 자재비 계산

2) 고철대 계산

3) 제작비 계산

다. P.C 콘크리트 생산시 물탱크 사용료 계산에

- WATER TANK 손료

W/C : 179 <KG/M3>

- 일일 물사용량

: 40.00 <M3/HR> × 8 <HR> × 0.179 <T/M3> = 57.28 <TON/DAY>

- 물탱크 중량

: 3.9 × 3.9 × 5 <EA> × 0.006 × 7.85 = 3.582 <TON/EA>

- 콘크리트 총수량 (CON) = 78685 <M3>

1) 재료비 : 3.582 × 1.1 × 298,986 / CON = 14.97

2) 고 재 : -3.582 × 0.1 × 74,545 / CON = -0.34

3) 제작비 (잡철물 제작 참조)

배수공 BASIC [B213A0000] 참조

경 비 : 30,711.00 × 3.582 / CON = 1.39

노무비 : 891,159.00 × 3.582 / CON = 40.56

재료비 : 18,300.00 × 3.582 / CON = 0.83

3. 문제점

가. 동일공종 반복작업 수행 : 약50회

나. 콘크리트 종별에 따라 물탱크 용량이 변화

다. 콘크리트 수량집계의 모순

※ 물탱크 사용료 계산 공종

구 분	공 종 명	항목수	비 고
계		51	
배 수 공	. L형 측구 . 횡배수관 . 집수정 . 암거 . 수로보호공 . 다이크 . 도수로 . 용수로공	6 12 1 2 3 2 2 2	
구조물공	. 구조물용C'onc생산	6	
포 장 공	.빈배합 C'onc생산 .콘크리트 C'onc생산	1 1	
부 대 공	. 중분대 . 방호벽 . 계 단	7 2 1	
터 널 공	. 라이닝 . SHOT-CRETE	1 2	

4. 개선방안

※ 콘크리트 배치플랜트 설치비에 물탱크사용료 포함하여 산출

- 전공종을 소화할수 있는 용량의 물탱크에 대한 사용료를 손료개념이 아닌 제작및 설치.해체비용 산출

가. 제작규격 판단

공 종		콘 크 리 트 종 별					사용 계획	
		구조물 C'onc	빈배합 C'onc	스라브 C'onc	L 형 측구	중분대 C'onc	2기 사용시	1기 사용시
물탱크 규 격	길이	3.9	4.1	4.1	4.0	3.7	4.1	5.1
	중량	3.582	3.958	3.958	3.768	3.223	3.958	6.367

나. 제작단가 산출

1) 물탱크 1기 제작시

- 구조물용B/P에 대용량의 물탱크 1기 설치시

W/C : 156 <KG/M3>

%% 일일 물사용량

: 54 <M3/HR> × 2기 × 8 <HR> × 0.156 <T/M3> = 134.78 <TON/DAY>

%% 물탱크 중량

: 5.2 × 5.2 × 5 <EA> × 0.006 × 7.85 = 6.367 <TON/EA>

○ 재료비 : 6.367 × 1.1 × 298,986 = 2,094,008

○ 제작비 (잡철물 제작 참조)

배수공 BASIC [B213A0000] 참조

경 비 : 30,711.00 × 6.367 = 195,536

노무비 : 891,159.00 × 6.367 = 5,674,009

재료비 : 18,300.00 × 6.367 = 116,516

○ 고재대 : -6.367 × 1.1 × 0.9 × 74,545 = -469,881

%% 소 계 : 7,610,188

2) 물탱크 2기 제작시

- 구조물용B/P, 포장용B/P에 각1기 설치시

  W/C : 156 <KG/M3>

- 일일 물사용량

  : 54.00 <M3/HR> × 8 <HR> × 0.156 <T/M3> = 67.39 <TON/DAY>

- 물탱크 중량

  : 4.1 × 4.1 × 5 <EA> × 0.006 × 7.85 = 3.958 <TON/EA>

○ 재료비 : 3.958 × 1.1 × 298,986 = 1,301,725

○ 제작비 (잡철물 제작 참조)

배수공 BASIC [B213A0000] 참조

경 비 : 30,711.00 × 3.958 = 121,554

노무비 : 891,159.00 × 3.958 = 3,527,207

재료비 : 18,300.00 × 3.958 = 76,389

○ 고재대 : -3.958 × 1.1 × 0.9 × 74,545 = -292,098

%% 소 계 : 4,734,777 × 2기 = 9,469,554

다. 경제성 판단

구 분		물 탱 크 설 치		비 고
		1 안	2 안	
설치방법		구조물용B/P에 대용량 1기 설치	구조물용B/P, 터널용B/P 별도 설치	
소요대수		1 기	2 기	
비용	단 가	7,610,188	9,469,554	
	제잡비	45 %	45 %	
	금 액	11,034,772	13,723,853	
건의안		○		

5. 결 론

물탱크의 사용료를 산출하는 작업은 강재의 손율 개념에서 콘크리트 배치플랜트 설치공내에 물탱크 재작비를 계산 반영하는 방법으로 변경하는 것이 타당하다고 판단됨.

가. 단가산출 작업변경

당초 : 콘크리트 생산단가 작업공종내 계산 (50여개 공종)

변경 : 콘크리트 배치플랜트내 물탱크재작비 반영

나. 설계적용 :

1) '94년이후 실시설계분 부터 적용

2) 기 설계완료분(미발주)은 발주설계전 변경시행

8-6 강관말뚝 규격별 경제성 검토

방 침
설 계 이 16210-170 ('95. 4. 14)

1. 검토 목적

고속도로 교량 설계시 사용되는 기초의 형식으로는 크게 얕은기초와 깊은기초로 대별되며, 말뚝기초는 기초슬래브로부터의 하중을 지반에 전달하기 위하여 지반에 말뚝을 타입하여 설치한 기초를 말하며 R.C말뚝, P.C말뚝, 강관말뚝, 현장타설 콘크리트말뚝등이 있다.

이중 강관말뚝은 다른재료의 타압말뚝보다 부식하기 쉽고, 다소 비싸다는 단점이 있으나 다음과 같은 장점이 있어 최근 많이 사용되어지고 있다.

① 지지력이 크다

② 수평저항력이 크다

③ 관입성능이 뛰어나다

④ 말뚝의 길이조절이 용이하다

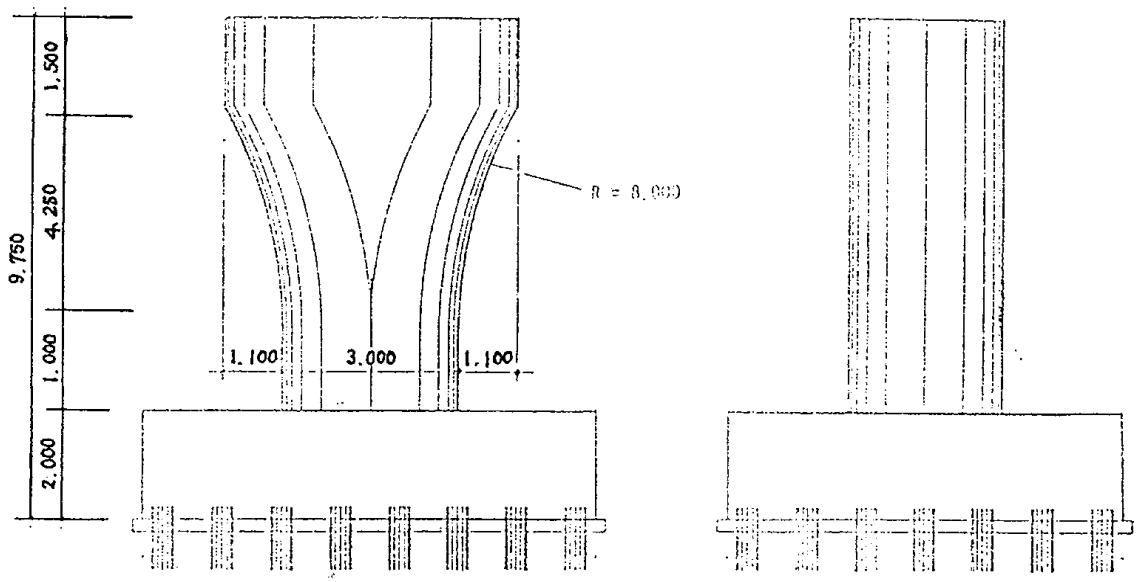
⑤ 이음이 용이하고 정착시공에 적합하다

⑥ 운반, 취급이 용이하다

그러나, 강관말뚝의 적용에 있어 여러가지 다양한 규격에 대한 경제성등의 검증 없이 일반적으로 한가지의 규격(Φ 406.4 M/M)을 사용하고 있는바, 강관말뚝의 규격별 및 말뚝길이별 검토를 통하여 최적 사용규격을 산정하므로써 보다 합리적이고 경제적인 설계를 도모코자 함.

2. 설계조건 가정

가. 단면



나. 교각형식 : T형 교각, 원기둥

다. 상부구조 : STEEL BOX GIRDER교

라. 강관말뚝의 규격별 제원

규 격 (M/M)	두께 t (M/M)	단면적 A1 (부식공제) (㎠)	단면2차모멘트 (부식공제) I (㎤)	선단지지 면적 (㎠)	비 고
Φ 406.4	9.0	87.0	17,000	1,297	부식두께 2M/M 고려
Φ 508.0	9.0	109.3	33,753	2,030	
Φ 609.6	10.0	150.2	67,059	2,900	
Φ 812.8	12.0	251.0	200,190	5,189	

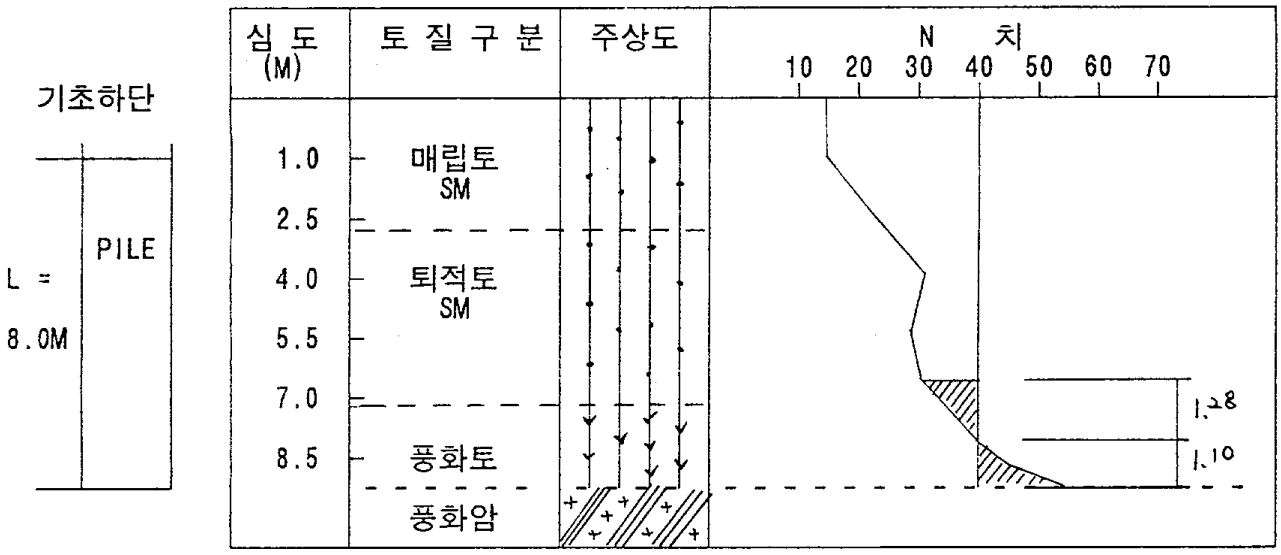
마. 작용하중

구 분	수평력 (TON)	수 직 력 (TON)			모 멘 트 (t.m)	비 고
		Vc	Wf	계		
교축 직각 방향	52.55	1,744.06	VAR	VAR	1,242.32	
교축 방향	78.39	1,744.06	VAR	VAR	764.35	

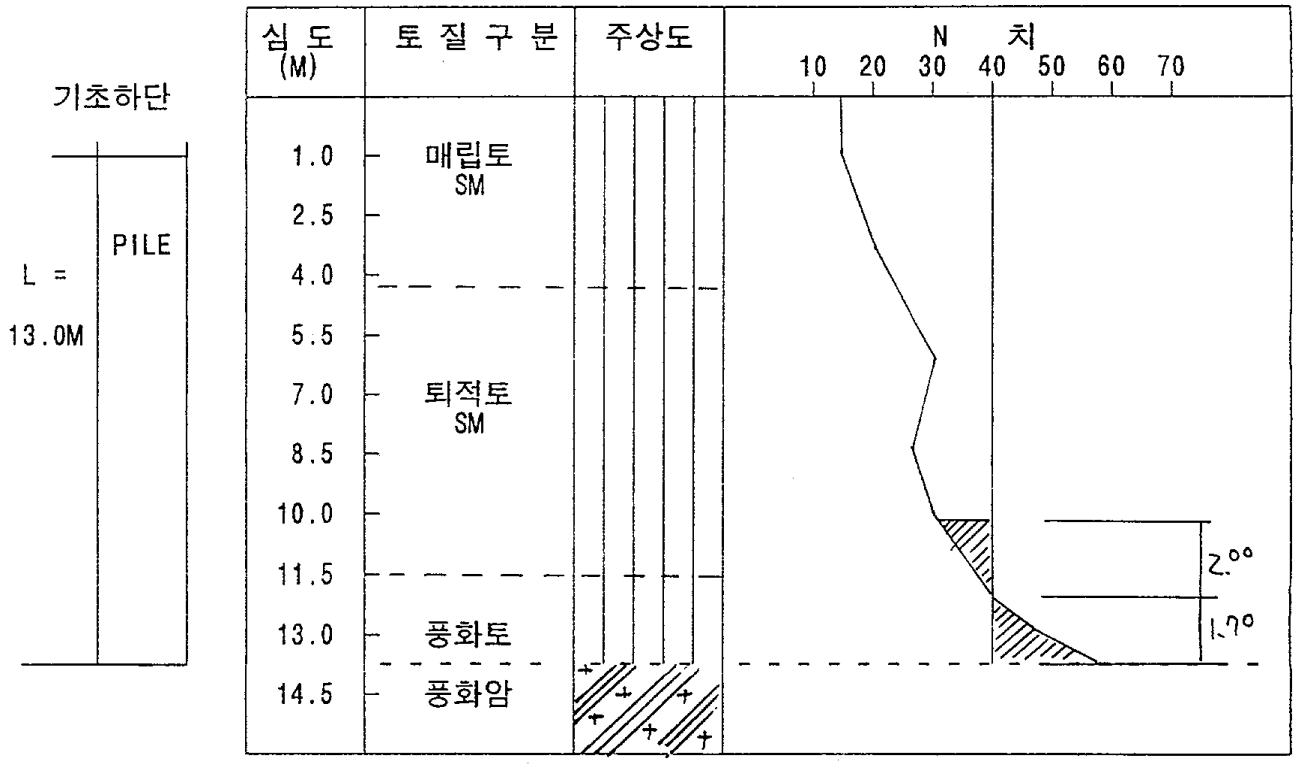
° Vc : 상부,교각 수직력 ° Wf : FOOTING 자중 = VAR

바. 토질 및 말뚝 근입상태

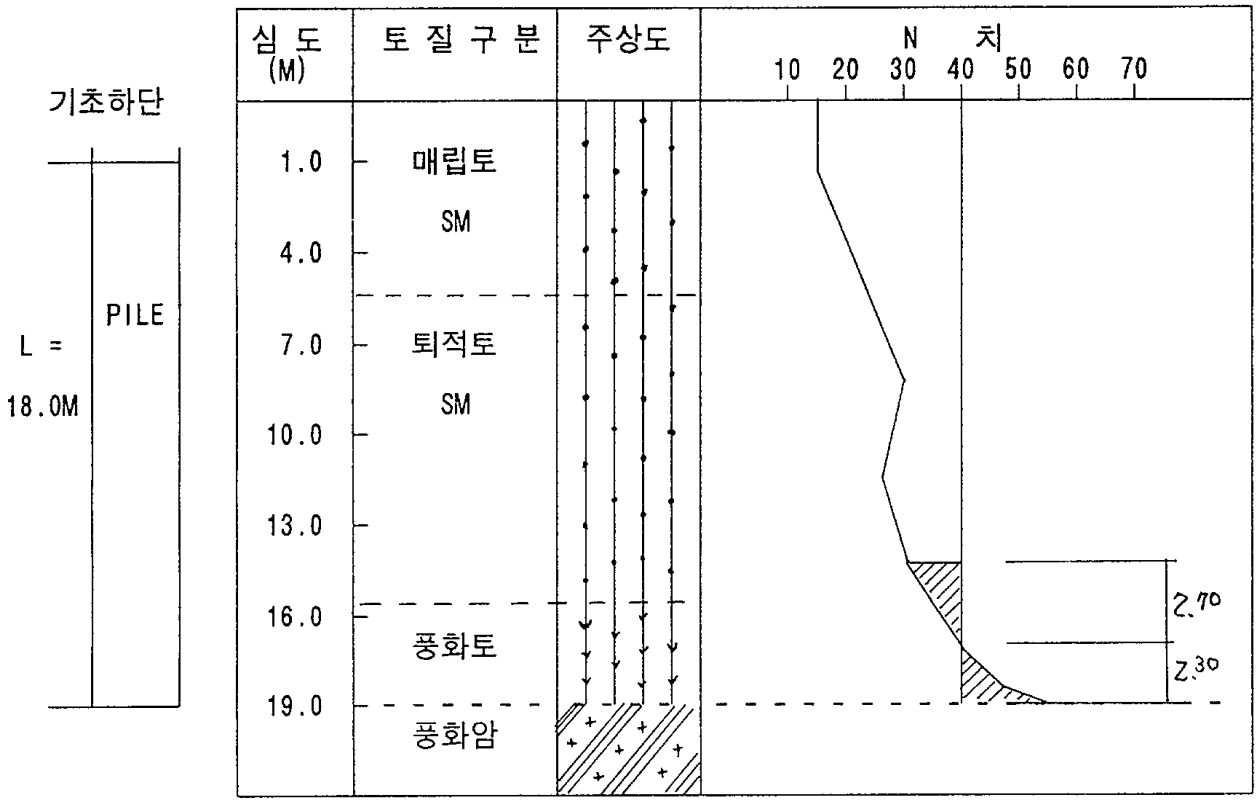
1) 말뚝길이 L = 8.0 M



2) 말뚝길이 L = 13.0 M



3) 말뚝길이 L = 18.0 M


기초하단
PILE
L =
18.0M
심 도
(M)
토 질 구 분
주상도
N 치
10 20 30 40 50 60 70
1.0
4.0
7.0
10.0
13.0
16.0
19.0
매립토
SM
퇴적토
SM
풍화토
풍화암
2.70
2.30

3. 강관말뚝 구조계산 요약 (허용지지력 계산결과 별첨 # 1)

구 분	길 이 (M)	허용지지력 (TON/EA)	최대작용력 (TON/EA)	작용/허용 (%)	말뚝본수	비고
Φ 406.4 (T=9M/M)	8.0	71.84	58.75	81.8	48	
	13.0	85.04	68.55	80.6	42	
	18.0	98.11	82.06	83.6	35	
Φ 508.0 (T=9M/M)	8.0	100.94	78.99	78.3	35	
	13.0	122.64	96.39	78.6	28	
	18.0	138.98	114.60	82.5	24	
Φ 609.6 (T=10M/M)	8.0	120.42	93.42	77.6	30	
	13.0	165.73	138.27	83.4	20	
	18.0	185.32	137.77	74.3	20	
Φ 812.8 (T=12M/M)	8.0	160.30	139.86	87.3	20	
	13.0	255.17	225.78	88.5	12	
	18.0	299.98	224.67	74.9	12	

4. 강관말뚝 규격별 단가 (본당)

(단위 : 원)

구 분	길이 (M)	자 재 비	항 타 비	선단및두부 보강	말뚝이음	계
Φ 406.4 (T=9M/M)	8	309,153	39,960	156,820	-	505,933
	13	502,133	45,958	156,820	-	704,911
	18	695,113	144,306	156,820	4,575	1,000,814
Φ 508.0 (T=9M/M)	8	389,069	48,773	207,995	-	645,837
	13	631,934	58,753	207,995	-	898,682
	18	874,799	192,543	207,995	5,754	1,281,091
Φ 609.6 (T=10M/M)	8	518,759	57,530	258,397	-	834,686
	13	842,579	71,285	258,397	-	1,172,261
	18	1,166,399	252,299	258,397	6,932	1,684,027
Φ 812.8 (T=12M/M)	8	770,602	71,406	358,070	-	1,200,078
	13	1,251,627	88,085	358,070	-	1,697,782
	18	1,732,652	411,222	358,070	9,289	2,511,233

※ FOOTING 콘크리트 M³ 당 단가 : 110,982원/M³

5. 경제성 비교

(단위 : 원)

길이 (M)	규 격 (M/M)	FOOTING 금액	강관말뚝 금액	합 계	최저가대비	비 고
8.0	Φ 406.4 (T=9M/M)	10,654,272	24,284,784	34,939,056	100	
	Φ 508.0 (T=9M/M)	13,129,170	22,604,295	35,733,465	102.3	
	Φ 609.6 (T=10M/M)	17,046,835	25,040,580	42,087,415	120.6	
	Φ 812.8 (T=12M/M)	19,998,956	24,001,560	44,000,516	126.1	
13.0	Φ 406.4 (T=9M/M)	9,332,488	29,606,262	38,928,750	119.9	
	Φ 508.0 (T=9M/M)	10,498,897	25,163,096	35,661,993	109.9	
	Φ 609.6 (T=10M/M)	11,364,556	23,445,220	34,809,776	107.3	
	Φ 812.8 (T=12M/M)	12,074,841	20,373,384	32,448,225	100	
18.0	Φ 406.4 (T=9M/M)	7,768,740	35,028,490	42,797,230	107.7	
	Φ 508.0 (T=9M/M)	9,000,640	30,746,184	39,746,824	100	
	Φ 609.6 (T=10M/M)	11,364,556	33,680,540	45,045,096	113.3	
	Φ 812.8 (T=12M/M)	12,074,841	30,134,796	42,209,637	106.2	

※ FOOTING의 규격은 말뚝의 배치에 의하여 변화됨.(별첨#2. 강관말뚝 배치도 참조)

6. 검토 내용

가. 앞의 내용과 같이 4개규격의 강관말뚝을 규격별로 지층의 토질단면을 한가지로 로 가정하여 경제성을 검토한 결과 말뚝길이별 최적규격이 각각 8.0M일 경우 Φ 406.4 M/M, 13.0M일 경우 Φ 812.8 M/M, 18.0M일 경우 Φ 508.0 M/M가 가장 경제적인 규격으로 나타남.

나. 위의 결과내용은 허용지지력 산정시 정역학적 지지력 산정방식에 의한 도로교 표준시방서(p1104)의 Terzaghi공식을 주로 사용하는데, 말뚝 선단지반의 극한 지지력 qd산정시 (도로교 시방서 p1105, 그림 9.4.1 "말뚝의 선단지반의 극한 지지력 qd의 산정도" 참조) 함수관계인 근입비 (지지층에서의 환산깊이 / 말뚝 지름)가 5이상 또는 5에 가까울수록 직경이 커지는 만큼 극한지지력이 크지만, 5이하로 내려갈수록 직경이 커지는 만큼 효과는 나타나지 않으므로 토질상태를 감안하여 근입비 5정도를 근입시킬수 있는 직경의 선택이 필요하다.

다. 이와 같이 강관말뚝기초의 규격별 경제성 여부는 토질조건과 깊은 관련이 있으며, 또한 말뚝의 허용지지력을 산정할때 어떠한 방법을 선택하느냐에 따라 허용지지력이 차이가 나므로 경제성 여부도 쉽게 판단하기 어렵다.

7. 검토 결론

앞의 검토내용과 같이 일률적인 강관말뚝의 최적규격을 도출하는것은 다소 무리가 있는바, 교량하부의 기초형식 선정시 강관말뚝에 대하여는 지층의 토질상태, 항타깊이(말뚝의 길이),교량의 상부및 하부형식등을 종합적으로 고려하여 경제성 검토를 통한 최적규격을 산정하여 실시설계에 적용함이 타당할것으로 사료됨.

별 첨 # 1. 강관말뚝 규격별 허용지지력 계산

1) 말뚝길이 L = 8.0 M 일 경우

가) Φ 406.4 M/M

- 선단지지력

N1 = 말뚝선단의 N치 = 50

N2 = 말뚝선단에서 4D 범위에 있는 평균 N치 = (50+40)/2 = 45

$\bar{N}$ = (N1+N2)/2 = (50+45)/2 = 47.5 > 40 ∴ $\bar{N}$ = 40

근입비 (L/D) = 2.38 / 0.406 = 5.862 ∴ L/D = 5

∴ qd = (L/D) × 6 × $\bar{N}$ = 5 × 6 × 40 = 1,200 T/㎡

- 주면마찰력

층번호	심도(M)	층두께	토 질	평균N치	주면마찰력	$l_i f_i$ (T/M)
1	1.5	1.5	사질토	19	N/5 = 3.8	1.5×3.8= 5.7
2	3.0	1.5	사질토	26	N/5 = 5.2	1.5×5.2= 7.8
3	4.5	1.5	사질토	28	N/5 = 5.6	1.5×5.6= 8.4
4	6.0	1.5	사질토	29	N/5 = 5.8	1.5×5.8= 8.7
5	7.5	1.5	사질토	38	N/5 = 7.6	1.5×7.6= 11.4
6	8.0	0.5	풍화토	49	N/5 = 9.8	0.5×9.8= 4.9
Σ						46.9

- 허용지지력

Ru = qd.A + UΣ$l_i f_i$

= 1,200 × 0.1297 + 1.277 × 46.9 = 215.53 TON/EA

Ra = Ru/3 = 215.53/3 = 71.84 TON/EA

나) Φ 508.0 M/M

- 선단지지력

N1 = 50, N2 = (50+35)/2 = 42.5

$\bar{N}$ = (N1+N2)/2 = (50+42.5)/2 = 46.25 > 40 ∴ N = 40

근입비 (L/D) = 2.38 / 0.508 = 4.68

∴ qd = (L/D) × 6 × $\bar{N}$ = 4.68 × 6 × 40 = 1,123 T/m²

- 주면마찰력 : Φ406.4M/M 참조 $\Sigma l_i f_i$ = 46.9 T/M

- 허용지지력

Ru = 1,123 × 0.2030 + 1.596 × 46.9 = 302.82 TON/EA

Ra = Ru/3 = 302.82/3 = 100.94 TON/EA

다) Φ 609.6 M/M

- 선단지지력

N1 = 50, N2 = (50+30)/2 = 40

$\bar{N}$ = (N1+N2)/2 = (50+40)/2 = 45 > 40 ∴ N = 40

근입비 (L/D) = 2.38 / 0.6096 = 3.9

∴ qd = (L/D) × 6 × $\bar{N}$ = 3.9 × 6 × 40 = 936 T/m²

- 주면마찰력 : Φ406.4M/M 참조 $\Sigma l_i f_i$ = 46.9 T/M

- 허용지지력

Ru = 936 × 0.2900 + 1.915 × 46.9 = 361.25 TON/EA

Ra = Ru/3 = 361.25/3 = 120.42 TON/EA

라) Φ 812.8 M/M

- 선단지지력

N1 = 50, N2 = (50+28)/2 = 39

$\bar{N}$ = (N1+N2)/2 = (50+39)/2 = 44.5 > 40 ∴ N = 40

근입비 (L/D) = 2.38 / 0.8128 = 2.9

∴ qd = (L/D) × 6 × $\bar{N}$ = 2.9 × 6 × 40 = 696 T/m²

- 주면마찰력 : Φ406.4M/M 참조 $\Sigma l_i f_i$ = 46.9 T/M

- 허용지지력

Ru = 696 × 0.5189 + 2.553 × 46.9 = 480.89 TON/EA

Ra = Ru/3 = 480.89/3 = 160.30 TON/EA

2) 말뚝길이 L = 13.0 M 일 경우

가) Φ 406.4 M/M

- 선단지지력

N1 = 말뚝선단의 N치 = 50

N2 = 말뚝선단에서 4D 범위에 있는 평균 N치 = (50+40)/2 = 45

$\bar{N}$ = (N1+N2)/2 = (50+45)/2 = 47.5 > 40 ∴ $\bar{N}$ = 40

근입비 (L/D) = 3.70 / 0.406 = 9.11 ∴ L/D = 5

∴ qd = (L/D) × 6 × $\bar{N}$ = 5 × 6 × 40 = 1,200 T/㎡

- 주면마찰력

층번호	심도(M)	층두께	토 질	평균N치	주면마찰력	$l_i f_i$ (T/M)
1	1.5	1.5	사질토	18	N/5 = 3.6	1.5×3.6= 5.4
2	3.0	1.5	사질토	22	N/5 = 4.4	1.5×4.4= 6.6
3	4.5	1.5	사질토	28	N/5 = 5.6	1.5×5.6= 8.4
4	6.0	1.5	사질토	29	N/5 = 5.8	1.5×5.8= 8.7
5	7.5	1.5	사질토	28	N/5 = 5.6	1.5×5.6= 8.4
6	9.0	1.5	사질토	29	N/5 = 5.8	1.5×5.8= 8.7
7	10.5	1.5	사질토	33	N/5 = 6.6	1.5×6.6= 9.9
8	12.0	1.5	풍화토	40	N/5 = 8.0	1.5×8.0= 12.0
9	13.0	1.0	풍화토	49	N/5 = 9.8	1.0×9.8= 9.8
Σ						77.9

- 허용지지력

Ru = qd.A + UΣ$l_i f_i$

= 1,200 × 0.1297 + 1.277 × 77.9 = 255.12 TON/EA

Ra = Ru/3 = 255.12/3 = 85.04 TON/EA

나) Φ 508.0 M/M

- 선단지지력

N1 = 50, N2 = (50+35)/2 = 42.5

$\bar{N}$ = (N1+N2)/2 = (50+38)/2 = 44 40 ∴ $\bar{N}$ = 40

근입비 (L/D) = 3.70 / 0.508 = 7.23 ∴ L/D = 5

∴ qd = (L/D) × 6 × N = 5 × 6 × 40 = 1,200 T/㎡

- 주면마찰력 : Φ406.4M/M 참조 $\Sigma \Delta i f i$ = 77.9 T/M

- 허용지지력

Ru = 1,200 × 0.2030 + 1.596 × 77.9 = 367.93 TON/EA

Ra = Ru/3 = 367.93/3 = 122.64 TON/EA

다) Φ 609.6 M/M

- 선단지지력

N1 = 50, N2 = (50+38)/2 = 44

$\bar{N}$ = (N1+N2)/2 = (50+44)/2 = 47 > 40 ∴ $\bar{N}$ = 40

근입비 (L/D) = 3.70 / 0.6096 = 6.06 ∴ L/D = 5

∴ qd = (L/D) × 6 × $\bar{N}$ = 5 × 6 × 40 = 1,200 T/㎡

- 주면마찰력 : Φ406.4M/M 참조 $\Sigma \Delta i f i$ = 77.9 T/M

- 허용지지력

Ru = 1,200 × 0.2900 + 1.915 × 77.9 = 497.18 TON/EA

Ra = Ru/3 = 497.18/3 = 165.73 TON/EA

라) Φ 812.8 M/M

- 선단지지력

N1 = 50, N2 = (50+30)/2 = 40

$\bar{N}$ = (N1+N2)/2 = (50+40)/2 = 45.0 > 40 ∴ $\bar{N}$ = 40

근입비 (L/D) = 3.7 / 0.8128 = 4.55

∴ qd = (L/D) × 6 × $\bar{N}$ = 4.55 × 6 × 40 = 1,092 T/㎡

- 주면마찰력 : Φ406.4M/M 참조 $\Sigma \Delta i f i$ = 77.9 T/M

- 허용지지력

Ru = 1,092 × 0.5189 + 2.553 × 77.9 = 765.52 TON/EA

Ra = Ru/3 = 765.52/3 = 255.17 TON/EA

3) 말뚝길이 L = 18.0 M 일 경우

가) Φ 406.4 M/M

- 선단지지력

N1 = 말뚝선단의 N치 = 50

N2 = 말뚝선단에서 4D 범위에 있는 평균 N치 = (50+44)/2 = 47

$\bar{N}$ = (N1+N2)/2 = (50+47)/2 = 48.5 > 40 ∴ $\bar{N}$ = 40

근입비 (L/D) = 5.0 / 0.406 = 12.32 ∴ L/D = 5

∴ qd = (L/D) × 6 × $\bar{N}$ = 5 × 6 × 40 = 1,200 T/m²

- 주면마찰력

층번호	심도(M)	층두께	토 질	평균N치	주면마찰력	Σ $l_i f_i$ (T/M)
1	3.0	3.0	사질토	19	N/5 = 3.8	3.0×3.8= 11.4
2	6.0	3.0	사질토	24	N/5 = 4.8	3.0×4.8= 14.4
3	9.0	3.0	사질토	29	N/5 = 5.8	3.0×5.8= 17.4
4	12.0	3.0	사질토	28	N/5 = 5.6	3.0×5.6= 16.8
5	15.0	3.0	사질토	32	N/5 = 6.4	3.0×6.4= 19.2
6	18.0	3.0	풍화토	49	N/5 = 9.8	3.0×9.8= 29.4
Σ						108.6

- 허용지지력

Ru = qd.A + U$\Sigma l_i f_i$

= 1,200 × 0.1297 + 1.277 × 108.6 = 294.32 TON/EA

Ra = Ru/3 = 294.32/3 = 98.11 TON/EA

나) Φ 508.0 M/M

- 선단지지력

N1 = 50, N2 = (50+42)/2 = 46

$\bar{N}$ = (N1+N2)/2 = (50+46)/2 = 48 > 40 ∴ $\bar{N}$ = 40

근입비 (L/D) = 5.0 / 0.508 = 9.84 ∴ L/D = 5

∴ qd = (L/D) × 6 × $\bar{N}$ = 5 × 6 × 40 = 1,200 T/㎡

- 주면마찰력 : Φ406.4M/M 참조 Σ = 108.6 T/M

- 허용지지력

Ru = 1,200 × 0.2030 + 1.596 × 108.6 = 416.93 TON/EA

Ra = Ru/3 = 416.93/3 = 138.98 TON/EA

다) Φ 609.6 M/M

- 선단지지력

N1 = 50, N2 = (50+40)/2 = 45

$\bar{N}$ = (N1+N2)/2 = (50+45)/2 = 47.5 > 40 ∴ $\bar{N}$ = 40

근입비 (L/D) = 5.0 / 0.6096 = 8.20 ∴ L/D = 5

∴ qd = (L/D) × 6 × $\bar{N}$ = 5 × 6 × 40 = 1,200 T/㎡

- 주면마찰력 : Φ406.4M/M 참조 $\Sigma \mu_i f_i$ = 108.6 T/M

- 허용지지력

Ru = 1,200 × 0.2900 + 1.915 × 108.6 = 555.97 TON/EA

Ra = Ru/3 = 555.97/3 = 185.32 TON/EA

라) Φ 812.8 M/M

- 선단지지력

N1 = 50, N2 = (50+33)/2 = 42.5

$\bar{N}$ = (N1+N2)/2 = (50+42.5)/2 = 46.3 40 ∴ $\bar{N}$ = 40

근입비 (L/D) = 5.0 / 0.8128 = 6.15 ∴ L/D = 5

∴ qd = (L/D) × 6 × $\bar{N}$ = 5.0 × 6 × 40 = 1,200 T/㎡

- 주면마찰력 : Φ406.4M/M 참조 $\Sigma \mu_i f_i$ = 108.6 T/M

- 허용지지력

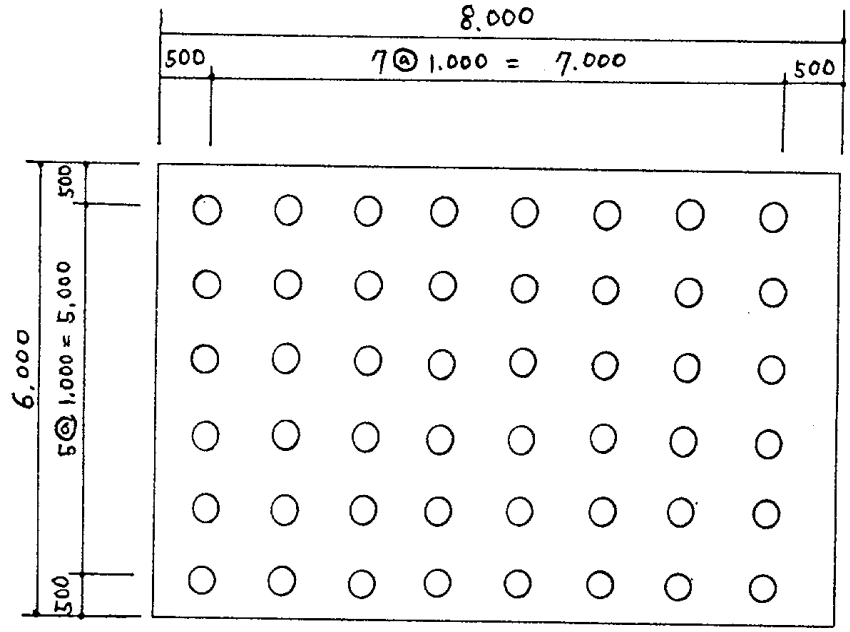
Ru = 1,200 × 0.5189 + 2.553 × 108.6 = 899.94 TON/EA

Ra = Ru/3 = 899.94/3 = 299.98 TON/EA

별 첨 # 2. 강관말뚝 규격별 배치도

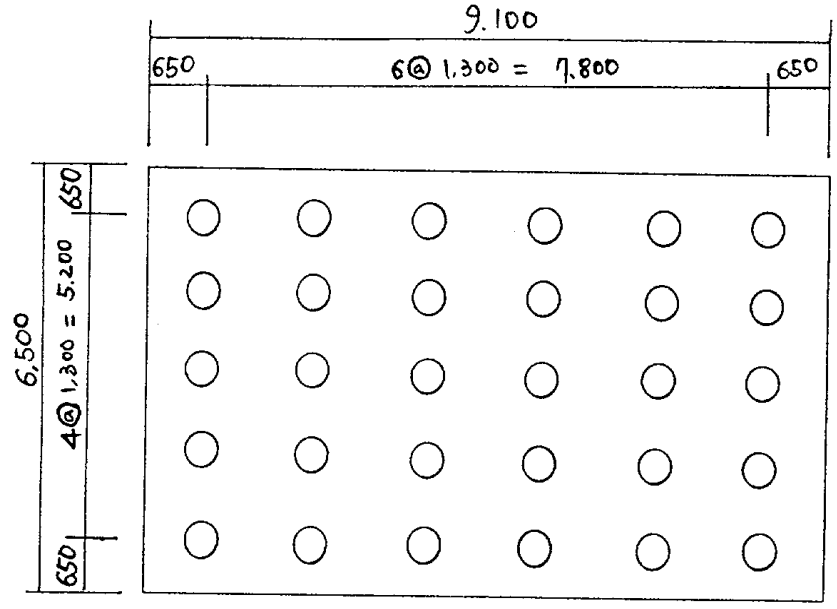
1) 말뚝길이 L = 8.0 M 일 경우

- Φ 406.4 M/M



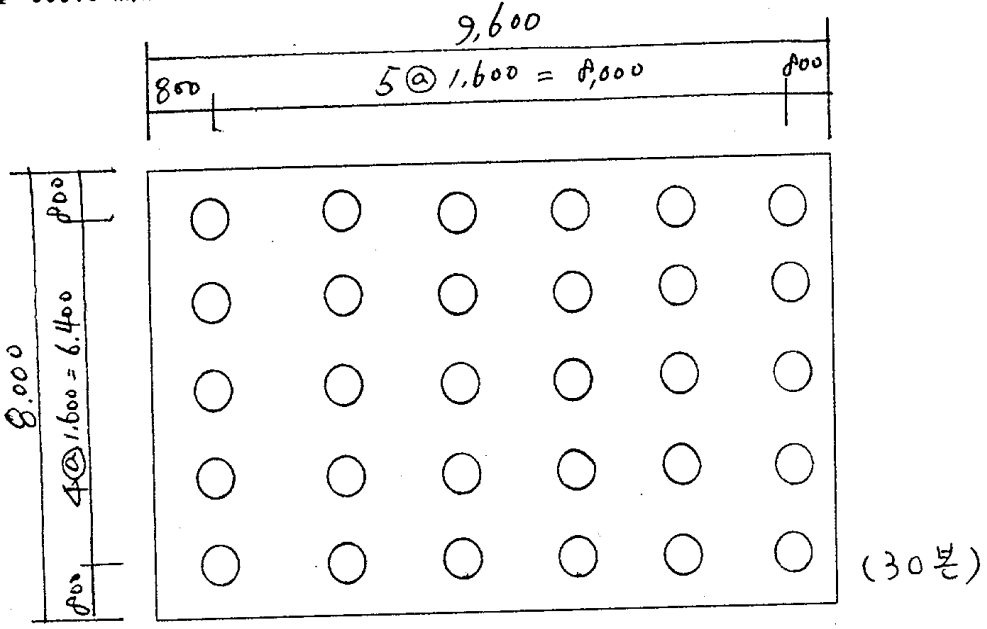
(48본)

- Φ 508.0 M/M

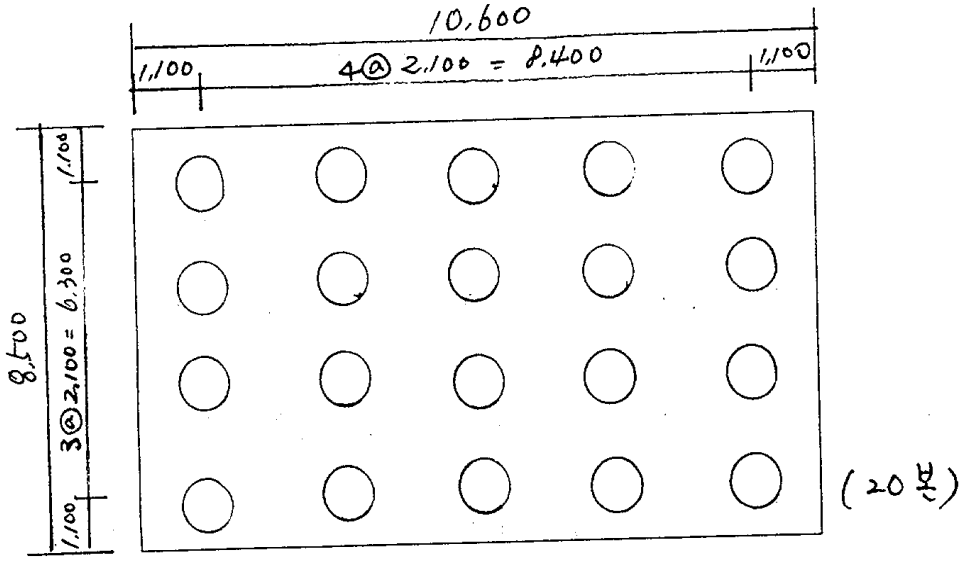


(35본)

- Φ 609.6 M/M

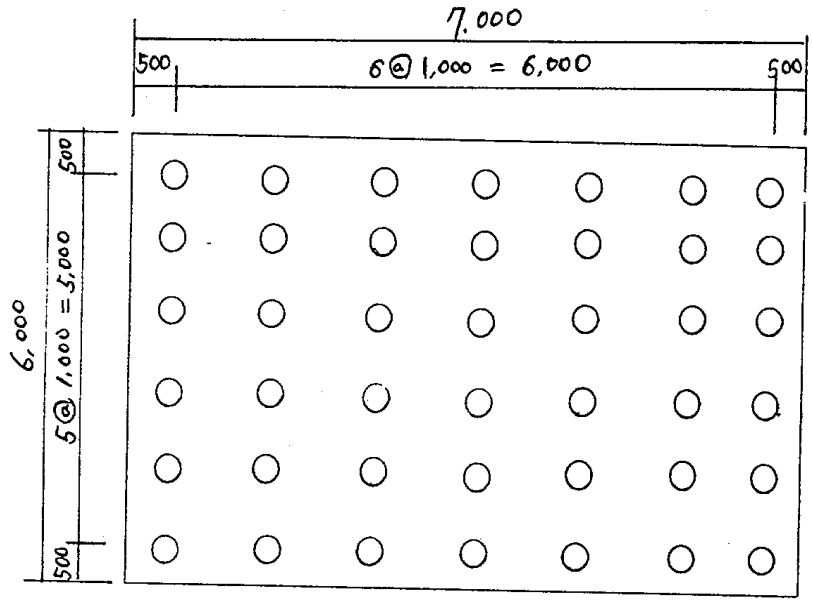


- Φ 812.8 M/M



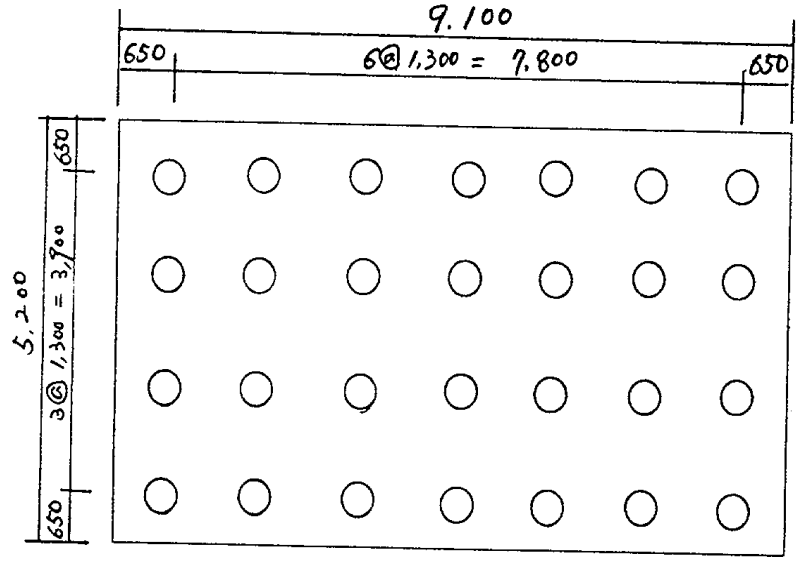
2) 말뚝길이 L = 13.0 M 일 경우

- Φ 406.4 M/M



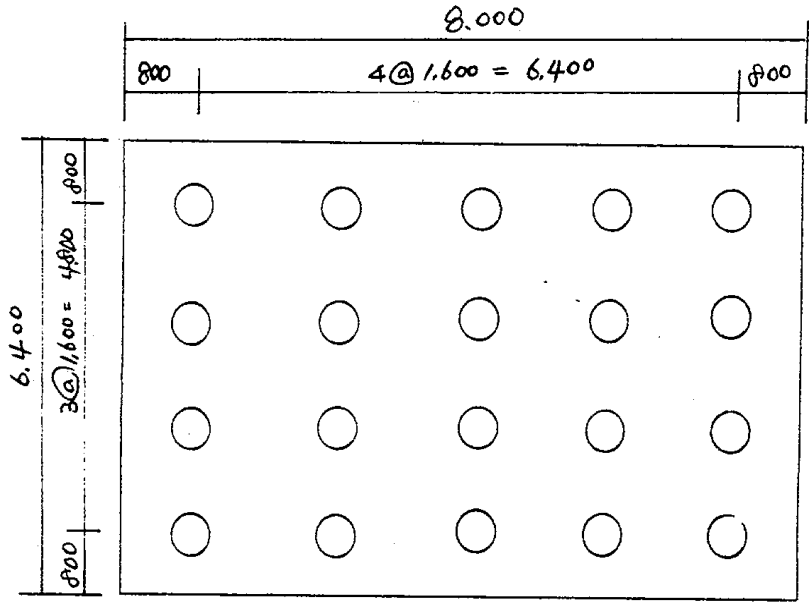
(42본)

- Φ 508.0 M/M



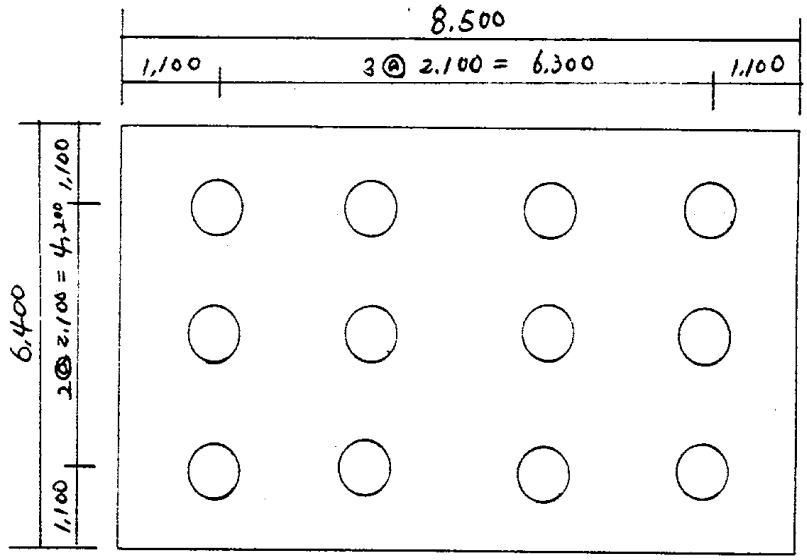
(28본)

- Φ 609.6 M/M



(20본)

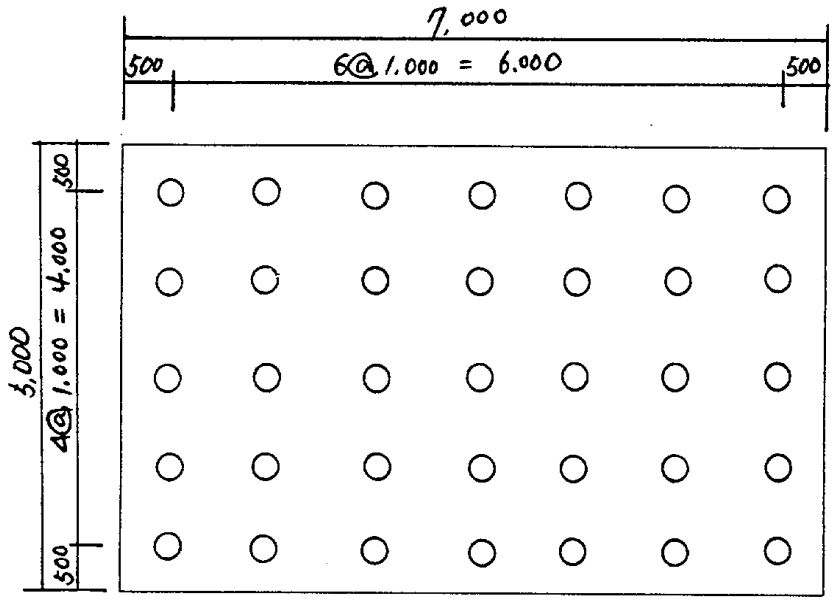
- Φ 812.8 M/M



(12본)

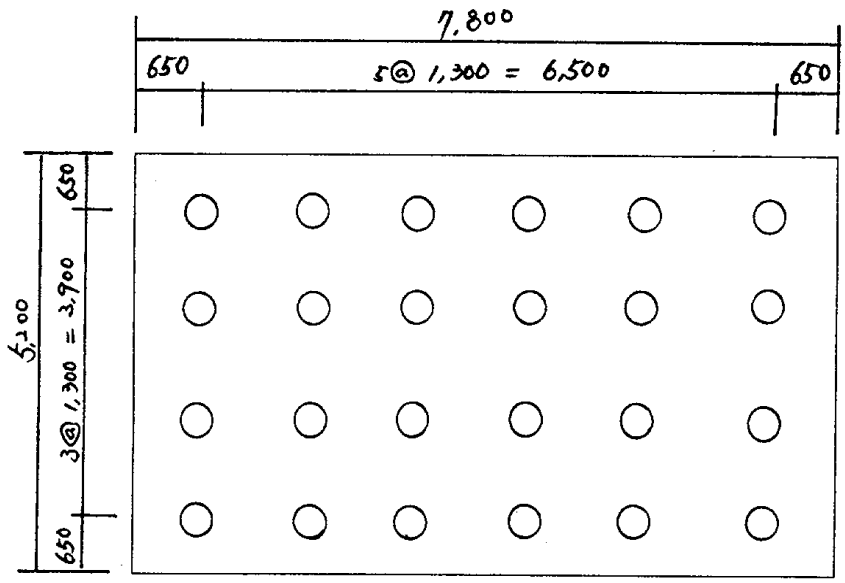
3) 말뚝길이 L = 18.0 M 일 경우

- Φ 406.4 M/M



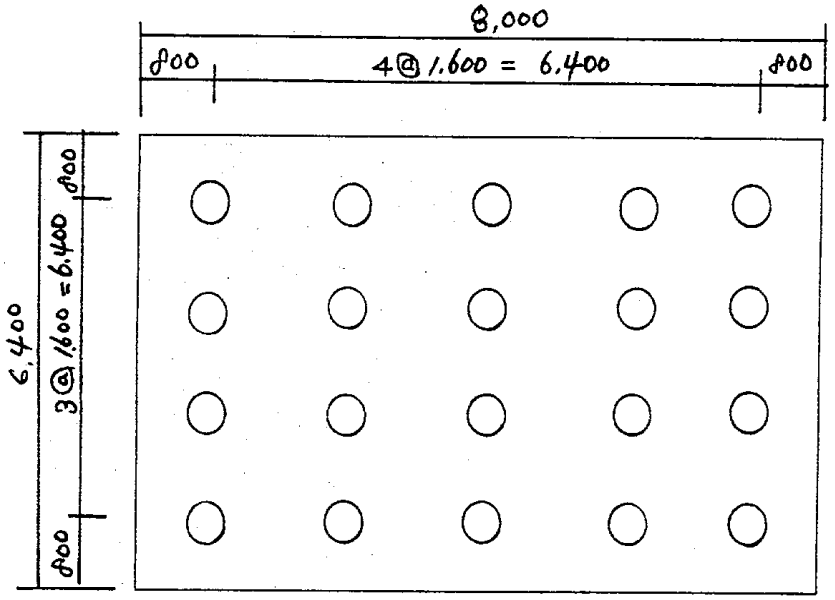
(35본)

- Φ 508.0 M/M



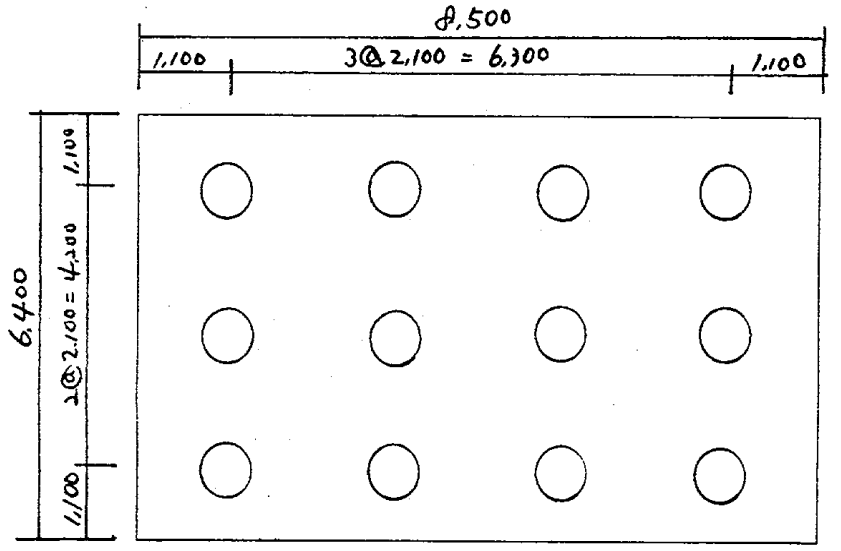
(24본)

- Φ 609.6 M/M



(20본)

- Φ 812.8 M/M



(12본)

8-7 측량대가 산정 기준 개선

방 침
설 계 이 16210-81 ('96. 3. 20)

※ 측량용역 대가기준 개정(건설교통부고시 제1997-212호, '97. 7. 5)에 따른 방침보완

1. 검토목적

- 측량의 내실화로 근원적인 부실설계 예방
- 설계의 내실화 및 선진화 유도
- 세계화, 개방화에 대비하여 국가 기술 경쟁력 제고

2. 현행 대가 산출상의 문제점

- 부실측량은 부실설계와 직결되나 현 실정상 측량업이 3D 업종으로 인식되어 우수한 인력확보 및 기술발전 곤란

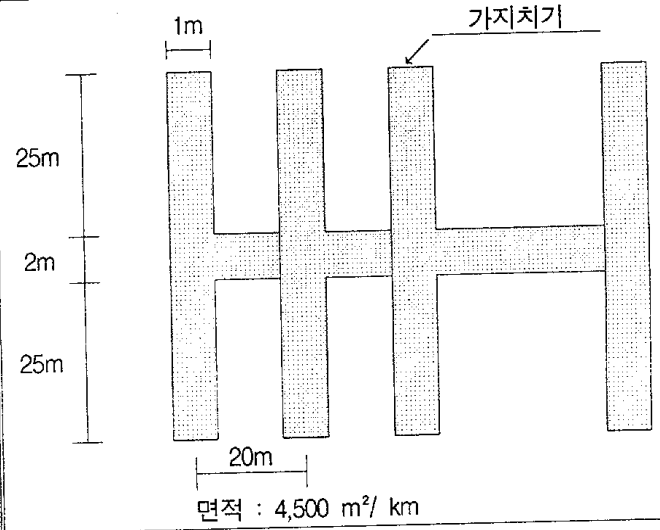
구 분	실시설계용역에 포함되는 각종 측량비	별도 용역으로 발주하는 각종 측량비	비 고
산출방법	• 표준품셈에 의거 측량에 소요되는 실비만 계상(부대비용 제외)	• 실비정액 가산방식에 의거 계상 - 제경비 : 직접인건비의 110~120% - 기술료 : (직접인건비+제경비) × 20~40%	
문 제 점	• 표준품셈에 의거 별도 계상토록 되어있는 벌채보상비, 재료비, 소모품비 등이 미계상 • 인건비 상승 및 3D업종으로서 충분한 대가 미반영으로 측량성과 기대가 곤란	• 측량작업 난이도에 무관하게 제경비 및 기술료 계상 • 좌동	

※ 법적근거 : 엔지니어링 사업대가 기준
측량용역 대가의 기준

3. 대가 산출방법 개선안

가. 실시설계 용역에 포함되는 각종 측량비

- 표준품셈에 의거 측량에 소요되는 실비만 계상하되 부대비용 별도 반영

구 분	반 영 내 용	비 고
벌채보상비 (가지치기)	 면적 : 4,500 m²/ km	
측량재료비 (말 목)	• 중심선 말목 • I.P 점, 원곡선 및 완화곡선 시 · 종점 말목 말목 : 55 EA/KM	
소모품비	• 장갑, 스프레이 등	

나. 별도 용역으로 발주하는 각종 측량비

- 지형여건에 따라 제경비 및 기술요율 조정

구 분	제 경비율(%)	기술료율(%)	비 고
직할시이상 대 도 시	120	40	• 제경비 : 직접인건비의 110~120% • 기술료 : 직접인건비에 제경비를 합한금액의 20~40%로 계상
산 림 지 번 화 지	115	30	
보통시가지	115	30	
교외촌락지	110	20	
농지, 구릉지	110	20	

▣ 적용방법

- 계획노선이 각 지구별 80% 이상 통과할 경우 : 각 지구율 적용
- 계획노선이 각 지구별 80% 미만 통과할 경우 : 노선이 통과하는 각 지구별 연장비율에 의거 제경비 및 기술요율 조정

4. 검토의견

건설분야 개방화에 대비하여 부실설계 예방과 국가 기술경쟁력을 제고하고 실시설계 내실화를 기하기 위하여 측량대가를 법적범위내에서 개선 시행함이 바람직할 것으로 판단됨.

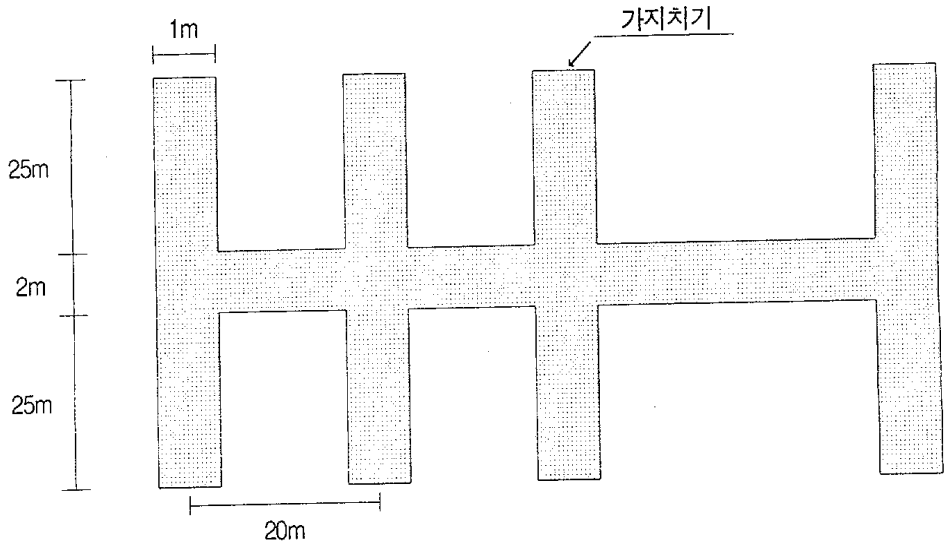
벌채보상비 · 재료비 · 소모품비 적용방법

1. 측량지구 : 산림지구에만 적용

2. 설계반영방법 : 별도 1개 item으로 반영

3. 적용방법

가. 벌채보상비(가지치기 : 3m²당 1주) : KM당



▣ 소요면적

1) 종방향(A_1) : 2.0 m × 1,000 m = 2,000 m²

2) 횡방향(A_2) : 1,000 m / 20 m × 25 × 2 = 2,500 m²

$A_1 + A_2 = 4,500\ m^2$

3) 톱, 낫 소모량

20m × 20m = 400m²당 1EA 소모

나. 측량재료비(말목) : KM당

1) 중심선 말목 : 1,000 / 20 = 50EA

2) 중요말목(곡선 및 완화곡선 시 · 종점) : 1km당 I.P 1개소로 산정

I.P점 : 1EA, 원곡선 및 완화곡선 시 · 종점 각 2EA : 5EA

다. 소모품비 : KM 당

1) 장갑

4,500 / 3 × 0.0137 = 21 EA

2) 스프레이

1 EA / KM

단 가 산 출 (예)

1. 벌채보상비(가지치기) : KM 당

가. 인건비 (보통인부)

4,500 / 3 × (0.015 + 0.007 + 0.019) / 3 × 31,866 = 653,252

나. 톱, 낫 소모량

- 4,500 / 400 = 11EA
- 톱 : 11EA × 6,000 = 66,000
- 낫 : 11EA × 1,900 = 20,900

2. 측량재료비 (말목) : KM당

- 55EA × 350 = 19,250

3. 소모품비 : KM 당

- 장　　갑

  21 EA × 300 = 6,300

- 스프레이

  1 EA × 1,500 = 1,500

계 : 1 + 2 + 3 = 767,202 원/KM

※ 참고자료

◉ 측량용역 대가의 기준

구 분	내 용	비 고
제 3 조	• 직접측량비 : 직접인건비에 직접경비를 합산한 것 • 간접측량비 : 제경비에 기술료를 합산한 것	
제 4 조	• 용역대가 : 직접측량비 + 간접측량비	
제 7 조 제 8 조	• 직접인건비 : 측량기술사, 기능사 및 측부, 인부에게 지급되는 급료, 제수당, 상여금 및 퇴직적립금 등 • 직접경비 : 여비, 재료비, 임차료, 운반비 및 산재보험금	직접측량비
제 9 조 제 10 조	• 제 경 비 : 임원, 서무, 경리직원 등의 급여, 사무실비, 광열수도비, 소모품비, 비품, 통신비, 제세공과 등으로 직접인건비의 110~120%로 계상 • 기 술 료 : 조사연구비, 기술개발비, 기술훈련비 및 이윤 등을 포함한 것으로 직접인건비에 제경비를 합한 금액의 20~40%로 계상	간접측량비

◉ 지구별 구분

■ 보통 시가지라 함은 도시시설물 또는 교통량에 의하여 주간작업에 다소 지장을 주는 군청소재지 및 시 등을 말하며 도청소재지 이상의 도시로서 교통의 장애로 주간작업에 심한 장애를 주는 지역을 말한다.

■ 교외 및 촌락지라 함은 전항에 미치지 못하는 촌락소도시 또는 대도시의 교외를 말한다.

■ 농지 또는 구릉지라 함은 작업상의 장애물이 거의 없는 지역을 말한다.

■ 산림지라 함은 수목 등의 장애물이 있고 경사도가 심한지역을 말한다.

■ 번화지라 함은 가옥 밀집지역으로서 특히 교통량이 많으며, 경우에 따라서는 야간작업을 하지 않으면 측량이 불가능한 지역을 말한다.

■ 직할시 이상 대도시라 함은 대도시 중심부를 통과하는 지역으로 야간 작업만 측량이 가능한 지역을 말한다.

◉ 엔지니어링 사업대가의 기준

구 분	내 용	비 고
제 3 조	**용역대가** • 공사비 비율에 의한 방식 : 공사비에 일정비율을 곱하여 산출한 금액에 추가업무비용을 합산하여 산출 • 실비 정액가산 방식 : 직접인건비, 직접경비, 제경비, 기술료의 합계로 산출	
제 10 조	**추가업무비용** • 각종측량 • 각종종사, 시험 및 검사 • 공사감리를 위하여 현장에 근무하는 기술자의 제비용 • 위탁자의 요구에 의하거나 기타 계획의 변동과 같은 추가업무가 부가되었을 때의 비용 • 모형제작, 투시도 또는 조감도의 작성 • 보고서 작성 및 인쇄비 • 용지도 및 보상물 작성비 • 설계도의 인쇄비 및 청사진비 (5부 초과하는 경우)	2호 내지 4호는 실비정액 가산방식에 의거 산출
제 15 조 내지 제 17 조	• 직접경비 : 여비, 특수자료비, 측량비, 시험비, 모형제작비 등 그 실비를 계상 • 제 경 비 : 직접 인건비의 110~120% • 기 술 료 : (직접인건비 + 제경비) × 20~40%	실비정액 가산방식에 의한 대가산출

8-8 발파암 면고르기 적정설계 검토

방 침
설 계 일 16210-34 ('97. 2. 19)

1.검토목적

고속도로 신설 및 확장 공사 절취면 고르기 적용 기준 검토

2. 절취면 면고르기 기준적용 실태

구 분	신 설 공 사	확 장 공 사
발파암깍기	• 발 파 100%	• 발 파 10% • 브레카 90%
발파암 면고르기	• 요철면 고르기 : 소형 브레카 • 부석 정리 : 보통인부	• 좌 동

◈ 확장공사 시행구간의 암 절취는 대부분 브레카로 절취하여, 절취면의 요철이 시방 기준치 이내로 시행이 가능함

3. 발파암 면고르기 적용 기준 개선

구 분	현 행	개 선
신 설	· 요철면 고르기 :소형브레카 · 부석 정리 : 보통인부 - 5,808원/M²	· 현행대로 시행
확 장	· 요철면 고르기 :소형브레카 · 부석 정리 : 보통인부 - 5,808원/M²	· 부석정리 : 보통인부 - 1,989원/M²

4. 검 토 의 견

확장 공사 구간 암절취는 브레카를 이용함으로서 절취면의 요철이 시방기준에 적합토록 시공이 가능하므로, 요철면고르기 적용기준을 변경하는 것이 바람직하다고 판단됨

별 첨 : 변경단가 산출서

〈당　　초〉

공　종	산　　출　　내　　역	경　비	노 무 비	재 료 비	합　계
1-10-A-03	110A03 법면보호공(발파암 면고르기　　) :m^2				
	1. 기계사용료				
	(연암+보통암,경암)/2 기준				
	1) 공기압축기(3.5m^3/분, 125C.F.M) :[E22011]				
	경　비 : 1,201.80×(0.125+0.155)/2 = 168.25				
	노무비 : 10,959.11×(0.125+0.155)/2 = 1534.27				
	재료비 : 1,503.88×(0.125+0.155)/2 = 210.54				
	2) 소형브레이카(페이브먼트 브레이카 25KG) :[E23011]				
	경　비 : 243.90×(0.245+0.305)/2 = 67.07				
	노무비(착암공) : 53,477.00×1/8×(0.245+0.305)/2=1,838.27				
	소　　계 :	235.32	3,372.54	210.54	3818.40
	2. 인　부				
	보통인부 : (0.051+0.066)/2(인)×34,005.00=1,989.29		1,989.29		
	소　　계 :	235.32	5,361.83	210.54	5,807.69
	총　　계 :	235	5,362	211	5,808

〈변　　경〉

공　종	산　　출　　내　　역	경　비	노 무 비	재 료 비	합　계
1-10-A-03	110A03 법면보호공(발파암 면고르기 : 확장부, 인력) :m^2				
	1. 인　부				
	보통인부 : (0.051+0.066)/2(인)×34,005.00=1,989.29				
	소　　계 :		1,989.29		1,989
	총　　계				1,989

8-9 환경관리비적용기준 개선

방 침
설계개협 16210-427 ('97. 7. 2)

1. 검토목적

환경친화적인 건설사업시행을 위하여 공사원가 작성시 환경오염 저감시설의 설치 및 처리비용 계상에 대한 기준을 현실에 맞게 정립하여 일관성 있게 적용함으로서 관계법령 준수와 건설현장의 환경민원 및 분쟁소지를 해소하고자 함.

2. 환경관리비 개요

ㅇ환경관리비 = 환경보전비 + 폐기물 처리비

<원가계산에 의한 예정가격 작성준칙 제18조> 경비

- 환 경 보 전 비 : 계약목적물의 시공을 위한 제반 환경오염 방지시설을 위한 것으로서 관련법령에 의하여 있거나 의무지워진 비용
- 폐기물 처리비 : 계약목적물의 제조와 관련하여 발생되는 오물, 잔재물 폐유, 폐알카리, 폐고무, 폐합성수지등 공해유발 물질을 법령에 의거 처리하기 위하여 소요되는 비용

3. 현행 환경관리비 계상방법 및 문제점

가. 현행 계상방법 (관련근거 : 설계기 16210-213호 '93. 12. 30)

- 대한건설협회 발간「완성공사 원가구성 분석」 자료에 의하여 환경관리비를 기타경비에 요율로 설계에 반영 (재무부 회계통첩 2210-591, '89. 3. 8)

나. 기타경비율에 포함된 환경관리비율 추이

(단위 : %)

항목 \ 년도	'93	'94	'95	'96	'97	비 고
계	0.00	0.012	0.008	0.039	0.066	
환 경 보 전 비	0.00	0.011	0.004	0.011	0.028	
폐기물처리비	0.00	0.001	0.004	0.028	0.038	

다. 공사현장내 환경관리비용 투입 실태

(단위 : 천원)

구 분	중앙 1 건설사업소	대진 1 건설사업소	대진 2 건설사업소	영 남 건설사업소	영 동 건설사업소	서해대교 건설사업소	서해 2 건설사업소	비고
실제 투입 비 용	63,874 / 327,204	40,494 / 388,659	31,992 / 156,495	72,441 / 120,350	97,998 / 175,743	37,643 / 219,900	77,490 / 566,531	최소 / 최대
설계반영 비 용	순공사비 1,000 억원일 때			'94년 환경관리비율 적용시 - 12,000천원 반영 '95년 환경관리비율 적용시 - 8,000천원 " '96년 환경관리비율 적용시 - 39,000천원 "				

※ 환경 보전비, 폐기물 처리비 = (노무비 + 재료비 + 간접노무비) × 적용요율

라. 환경관리비 적용상의 문제점

구 분	세 부 내 용
○ 환경관리비의 적용범위 모호	- 법령에 의거 처리 또는 규정되어 있거나 의무 지워진 비용으로 규정함으로서 다양하게 해석되며 매우 광범위함.
○ 원가계산 자료의 신뢰성 미흡	- 완성공사 원가구성 분석자료의 환경관리비 요율이 매우 낮아 비현실적임.
○ 현행 설계계상 방법으로는 현장여건변화에 따른 설계 변경 곤란	- 환경관리비가 기타경비에 포함됨으로 설계변경 불가. - 환경 관련 소요수량 및 비용의 정량화 또는 계상화 곤란. - 정부 회계제도의 관련규정 위배 (중복계상)
○ 환경오염 저감시설에 대한 시방규정 없음.	- 환경저감 시설물에 대한 제원, 설치 및 운영기준 미 설정으로 각 현장별 설치규격 및 관리기준 상이

4. 환경관리비 적용대상

구분		내용	대책	적용방안		비고
				환경보호시설	공사중 환경관리비	
자연환경	지형지질	- 절토사면 처리	- 설계 표준구배	○		
			- 필요구간 사면 보강	○		
		- 성토부	- 배수시설 고려	○		
		- 차단 지역	- 교량, 암거, 동물이동전용통로 (Eco-bridge등) 설치	별도 방침 시행		
	동, 식물상	- 작업구간내 벌채 및 식재	- 수목벌채는 최소화하고 법면 녹화계획 수립	○		
생활환경	토지이용	- 편입용지, 지장물	- 보상계획 수립	○		
	대기질	- 주거지역 근접 통과	- 차량속도 제한(20km/hr)	-	-	
		- 골재야적장 비산분진	- 주기적 살수	○		
			- 이동식 방진망 설치		○	
			- 가설 방음벽		○	
			- 골재덮개 및 천막시설		○	
		- B/P 설치지역 부유먼지	- 세륜, 세차시설		○	
			- 폐수처리시설		○	
			- 덮개시설		○	
	수질	- 하천 교량공사	- 하천오염 방지를 위한 공법 선정	○		
			- 오탁 방지망		○	
	폐기물	- 철거가옥등 건설폐자재 및 계약목적물과 관련하여 발생되는 공해유발 물질	- 매립폐기물 : 처리업체에 위탁(매립)		○	
			- 소각폐기물 : (대량발생시) - 소각로설치후 자체 소각처리		○	
			(소량발생시) - 위탁처리			
	소음진동	- 건설장비 소음, 진동	- 장비 이동속도 제한	○		
		- 터널발파 소음, 진동	- 가설방음벽		○	
		- 토공발파 소음, 진동	- 가설방음벽		○	
		- 공용후 주행차량 소음	- 방음벽 설치	○		

5. 환경관리비 계상 방법 검토(안)

구분	현 행	변 경		비고
		제 1 안	제 2 안	
개요	- 원가계산시 환경관리비(환경보전비,폐기물처리비)를 경비요율에 포함 반영.	- 원가계산시 환경관리비(환경보전비, 폐기물처리비)를 직접계상하여 반영. - 기타경비율에서 공제	- 현행방법 유지 - 현장 여건에 따라 환경시설, 폐기물처리비를 추가 계상하여 반영	
관련근거	- 원가계산에 의한 예정가격 작성준칙(제18조, 35조) - 설계기16210-213호 ('93. 12. 30)	- 원가계산에 의한 예정가격 작성준칙(제18조, 35조)		
장·단점	- 회계규정의 준수 - 원가작성 업무 간단 - 원가계산시 추정금액과 현장집행 공사비 차액이 크게 발생. - 공사현장 여건 반영 곤란 - 현행 적용 방법	- 회계규정의 준수 - 원가작성 업무 복잡 - 원가계산 금액이 실제 현장집행 공사비에 근접 가능 - 현장여건에 따라 변경 또는 추가반영 가능 - 일반적인 적용 방법	- 현실성 결여 - 원가작성 업무 복잡 - 원가계산 금액이 실제 현장집행 공사비에 근접 가능 - 현장여건에 따라 변경 또는 추가반영 가능	
적용		○		

6. 환경관리비 적용기준(안)

항 목	단 위	검 토 내 용	계 상 방 법(안)	비 고
세륜, 세차시설	개소	- 이 동 식(개소당 6개월 설치비용) - 고 정 식	- 환경영향평가시 협의된 지점	
폐수, 처리시설	개소	- 기계, 배관, 전기등으로 토목공사 제외 - 1일 처리능력 50㎥ 기준	- 환경영향평가시 협의된 지점	견적처리
가 설 방 진 망	m	H = 6m	- B/P, 크랏샤장등 필요지역	
가 설 방 음 벽	m	H = 3.2m	- 주거지역 인접공사시 - 소음피해 우려시	
골재 덮개시설	m^2	- PVC코팅지, PE텍스	- B/P 등 필요지점	
오 탁 방 지 망	m^2	- 25 ton (2* 10m)	- 해상 및 하천오염 우려시	
폐기물 처리비	ton	- 폐기물 관리법상 폐기물의 처리를 위하여 필요한 국가 또는 지자체에서 고시한 비용	- 제잡비 공제금액으로 반영 - 재생처리 가능한 부산물은 제외.	국가 또는 해당 지자체의 고시된 수수료
소 각 로	개소	- 수 냉 식 - 처리능력 50kg/hr 기준	- 자체소각이 경제적일 때 - 현장 특성에따라 탄력적 조치	견적처리

7. 검 토 의 견

- 공사중 시행되는 환경관리비를 경비요율에 포함 시행시는 설계적용 금액과 실제 소요되는 비용의 차이가 크게 발생됨으로, 설계중이거나 추후 발주되는 설계 및 공사에대한 원가계산시는 환경관리비를 직접 계상방식으로 적용하고자함

(단, 소각 가능한 폐기물은 위탁업체에 의뢰하여 처리하는 비용과 현장에 소각로를 설치운영하는 비용중 경제적인 방법으로 선정하고 위탁처리된 폐기물처리비용에 대한 제잡비는 계상하지 않는다.)

문서번호 : 설계개 16210- zz8

제 목 : 환경관리비 적용기준 개선

협 조 :

건 설 본 부 장 :

특수건설본부장:

건 설 1 처 장 :

건 설 2 처 장 :

특 수 건 설 처 장 :

확 장 건 설 처 장 :

도 로 연 구 소 장 :

붙 임 # 1

(참 고 자 료)

- 환경관리비 기관별 설계반영 현황
- 경비 비목별 계상방법 현황
- 환경관련 공사비 투입현황
- 관련부서 의견현황

◎. 환경관리비 기관별 설계반영 현황

구 분	철 도 청	수자원공사	한국토지공사	고속철도공단	한국전력공사	서울지방국토관리청	대한주택공사	도 공	비고
환경보전비	세륜·세차시설 가설방음판 가설방지망	세륜시설 방호벽 방음벽 오염방지망	세륜시설 오탁방지망 운반로살수작업 침사조 방음,방진망 가설울타리	세륜 세차시설 환기시설 방음벽	가설변소 환경보전비 1식 반영 (실적 정산)	세륜시설 운영 설치 철거비 방음벽	세륜, 세차시설 (현지 여건 조사후 설계 반영하거나 공 사중 설계변경)	요율계상	
	직접계상	직접계상	직접계상	직접계상	직접계상	직접계상	직접계상	간접계상	
폐기물처리비	실적정산	실적정산	실적정산	실적정산	실적정산	실적정산	실적정산	요율계상	

◎. 경비 비목별 계상방법 현황 (설기 16210-7호 '95. 1.10)

비 목	계상방법		비 고
	직접계상	요율계상	
기계경비	○		
전력비	○		
운반비	○		
특허권사용료	○		
기술료	○		
품질관리비	○		
가설비	○		
지급임차료	○		
보험료	○		
보관비	○		
외주가공비	○		
안전관리비	○		
수도광열비		○	
연구개발비		○	미 반영
복리후생비		○	
소모품비		○	
여비		○	
교통비		○	
통신비		○	
세금과공과		○	
도서인쇄비		○	
지급수수료		○	
환경보전비		← ○	직접계상 변경
폐기물처리비		← ○	직접계상 변경

◎. 환경관련 공사비 투입 현황

(단위 : 천원)

구 분	중앙1 건설사업소	대진1 건설사업소	대진2 건설사업소	영 남 건설사업소	영 동 건설사업소	서해대교 건설사업소	서 해 2 건설사업소	신공항 지원사업소	비고
합 계	63,874 ~ 327,204	40,458 ~ 388,659	31,992 ~ 156,495	72,441 ~ 120,350	97,998 ~ 175,743	37,643 ~ 219,900	77,490 ~ 566,531	99,698 ~ 177,186	
세륜. 세차 시설	10,000 ~ 120,000	9,560 ~ 49,092	3,101 ~ 36,000	10,800 ~ 41,709	2,000 ~ 9,000	3,453 ~ 25,400	3,600 ~ 20,000	15,000 ~ 45,000	
가 설 방진망	1,600 ~ 10,920	7,648 ~ 26,769	746 ~ 18,555	-	24,800 ~ 40,000	3,500	2,000 ~ 14,601	7,500 ~ 14,880	
방 진 덮 개	274 ~ 13,000	540 ~795	3,865 ~ 20,000	-	400 ~ 1,755	10,000	930 ~ 1,930	-	
집 진 시 설	8,000 ~ 40,000	15,000 ~ 23,704	8,000 ~ 16,500	6,000 ~ 23,000	5,400 ~ 10,200	-		-	
가 설 방음벽	8,520 ~ 27,984	-	12,080	4,641	60,788	-	-	31,598	
폐 수 처 리 시 설	33,000 ~ 41,300	7,500 ~ 50,274	3,000 ~ 40,000	51,000	2,700 ~ 30,000	20,000 ~ 49,000	4,000 ~ 35,000	35,600 ~ 64,290	
폐기물 처리비	2,480 ~ 74,000	210 ~ 238,025	1,200 ~ 13,360	-	1,900 ~ 24,000	690 ~ 132,000	66,960 ~ 495,000	10,000 ~ 21,418	

◎ 관련부서 의견 현황

구분 \ 내용	현장내 기본적으로 설치되거나 설계 반영 요구되는 오염 방지 시설물	폐기물 처리비의 실적정산 처리 방안에 대한 의견회신	환경관리비 적용기준에 관한 기타 의견	비고
건설1처	• 가설방진망 • 가설방음벽 • 세륜세차시설 • 오폐수시설 • 방진덮개 • 오탁방지막 • 집진시설 • 쓰레기소각로	• 폐기물 처리업체 위탁처리가 불가한 부분으로 실시설계시 정량화가 곤란하고 해당 항목 다양하므로 공사 시행시 사전 승인 및 증빙 자료에 의해 실정산처리		
건설2처	• 가설방진망 • 세륜세차시설 • 쓰레기소각로 • 방진덮개 • 집진시설 • 가설방음벽 • 오폐수시설 • 하천 오탁방지시설 • 수목가이식 • 환경보전비	• 폐기물 처리업체 위탁처리가 불가한 부분으로 실시설계시 정량화가 곤란하고 해당항목 다양하므로 공사 시행시 사전 승인 및 증빙자료에 의해 실정산처리	• 환경관련법 이행에 요구되는 법면 녹화, 소음·진동방지 공법 적용 사항은 지속적 설계반영 조치 • 건설폐자재 재활용 촉진법에 의거 사용 가능한 폐자재는 우선활용 건의 • 공사이후 발생 (현장사무실, B/P장철거등) 되어 재활용이 불가한 건설 폐자재의 처리 기준 재정립 필요 • 환경보전사항 시방서상에 세부적으로 명기	
특수건설처	• 지장물철거로 발생되는 폐기물 • 현장내 쓰레기통 • 쓰레기 소각로 • 이동식 화장실 • 가설방진방 • 비산분진망(B/P장, 골재야적장, C/R장, 시험실돌드, 양생수조) • C/R장 집진시설 • 이동식 가설방음벽 • 폐수처리시설(B/P장, 터널입구) • 환경보호 입간판 • 수목가이식	• 계약목적물의 시공과 관련하여 발생되는 지정폐기물인 오니류, 폐유류, 폐플라스틱류, 재등 공해유발물질은 감독원이 확인한 위탁처리 업체의 영수증에 의해 실적정산 처리	• 지방 자치단체간 환경관리 실태(상수도 보호구역, 산림 지역등)가 상이한 실정으로 일정 요율로 적용 시키는 방법은 공사현장에 실질적으로 적용 시키기는 비현실적임 • 공사현장 특성별로 산출 가능한 비목은 직접 계상하고 산출불가 비목은 일정요율로 적용하는 것이 바람직	

구분 \ 내용	현장내 기본적으로 설치되거나 설계 반영 요구되는 경오염 방지 시설물	폐기물 처리비의 실적정산 처리 방안 에 대한 의견회신	환경관리비 적용기준에 관한 기타 의견	비고
확장건설처	• 차량속도로 제한표지(20km/h) • 살수차 • 방진망 • 세륜세차시설 • 간이방음벽 • 골재덮개 및 천막시설 설치 • 폐수처리시설 • 덮개시설설치 • 방진방 • 간이방음벽 • 물막이공 • 오탁방지막 • 간이방음벽	• 공사현장내 발생되는 폐기물의 처리후 처리비용 설계반영 - 확장공사 구간 범면에 산재한 폐기물 - 공사구간내 매립된 폐기물 - 지장물철거시 발생되는 폐기물	• 공사현장내 기본적으로 설치하는 환경오염 방지 시설물 설치비 및 관리비, 폐기물 처리비는 직접 공사비에 반영하고 요율로 적용되는 환경 관리비는 간접비 개념으로 설계반영	
도로연구소	• 폐수처리시설(B/P장, 크라샤장, 터널입출구) • 세륜세차시설(B/P장, 크라샤 출부, 공사차량출입부) • 가설방음벽(발파, 항타등 고소음 발생작업장) • 가설방진망(비산먼지발생 작업장 주변) • 오탁방지망(하천및 해안공사장)	• 현장발생 폐기물 -건축폐기물, 건설폐재, 폐유, 오니, 일반쓰레기 • 처리방법 및 처리비, 발생량등이 상이 하므로 실적정산이 바람직	• 민원발생 및 환경 오염과 직접연관이 있으므로 시공시 발주자와 계약자 사이에 분쟁이 없도록 설계서, 공사 시방서등 계약문서에 구체적으로 명시하는 것이 바람직함	

붙 임 # 2

설계설명서 & 단가설명서(안)

▣ 설 계 설 명 서

◎ 설계 변경조건(안)

-. 폐기물처리비

공사중 발생되는 폐기물은 당해 법규 및 제반 규정에따라 처리계획을 수립하여 처리하여야 하며, 계약목적물의 시공과 관련하여 불가피하게 발생하는 폐기물중 소각가능 폐기물은 발생량에 따라 적정한 처리방법으로 자체 소각처리하거나, 또는 소각 불가하여 위탁처리할 폐기물과 함께 우리공사의 승인을 득한후 허가된 업체에 위탁하며 위탁처리된 폐기물은 감독원이 확인한 증빙자료에 의하여 실적정산한다.

▣ 단 가 설 명 서 (안)

5. □□ 부 대 공 (환경관리)

- a **세륜.세차시설(이동식) : 개소**

  : 이 단가는 이동식 세륜.세차시설의 설치를 위한 자재비, 설치 및 철거비등 제반비용으로 6개월의 기계경비 비용을 포함한다.

- b **세륜.세차시설(고정식) : 개소**

  : 이 단가는 고정식 세륜.세차시설의 설치를 위한 자재비, 설치 및 철거비등 제반비용을 포함한다.

- c **폐수처리시설 : 개소**

  : 이 단가는 수질환경보전법에 부합되도록 폐수처리시설의 기계, 배관, 전기설치 및 철거에 필요한 비용으로 토목공사비용은 별도계상한다.

- d **가설 방진망 : m**

  : 가설방진망의 설치 및 철거비, 자재비에 대한 손율을 고려한 단가이다.

- e 가설 방음벽 : m

: 이 단가는 가설방음벽 자재비의 손율과 설치 및 철거비용을 포함한 단가이다.

- f 오탁 방지망 : ㎡

: 이 단가는 수질오염방지를 위하여 설치되는 시설로 재료비 및 설치, 철거비를 포함한 단가이다.

- g 골재 덮개시설 : ㎡

: 이 단가는 현장내 야적된 골재덮개 시설로서 덮개의 자재를 구입하여 설치 및 철거하는 단가이다.

5. ○○ 폐기물 처리비

- a 매립폐기물 : ton

: 이 단가는 계약목적물의 시공과 관련하여 발생하는 재활용이 불가능한 폐기물을 을 허가된 위탁처리업체에서 수집, 운반케하여 관련법에따라 매립 처리하는데 소요되는 비용으로서 도급자에 대한 제잡비는 포함되지 아니한다

- b 소각폐기물 : ton

: 이 단가는 계약목적물의 시공과 관련하여 발생하는 재활용이 불가능한 폐기물 중 소각가능한 폐기물로서 허가된 위탁처리업체에서 수집, 운반케하여 관련법에 따라 소각 처리하는데 소요되는 비용으로서 도급자에 대한 제잡비는 포함되지 아니한다

- 측 정

이 물량은 허가된 위탁업체에서 처리된 폐기물로 처리종류 및 성상에 따라 분류하여 측정한 중량(ton)으로 한다.

- c 소각로 : 개소

: 이 단가는 자체소각처리가 경제적일때 폐기물의 소각처리시설을 위한 소각로(수냉식, 50kg/hr)의 설치 와 철거 및 운영비용으로 소각로의 손율을 고려한 단가이다.

- 측 정

이 물량은 자체 폐기물소각 시설을 개소로 측정한다.

별 첨 # 3

특별 시방서(안)

(환경관리공)

설계사업소

Ⅰ. 대기질

1. 가설방진망, 세륜.세차시설

- B/P장, 골재야적장, 주거인접지역 공사장 등 비산먼지의 영향을 받는 지역은 대기 환경보전법에 의거 『비산먼지의 발생을 억제하기 위한 시설의 설치 및 필요한 조치에 관한 기준』에 준하여 가설방진망 및 세륜.세차 시설을 설치하여야 한다.

2. 방진 덮개

- 골재 야적장 등 비산의 우려가 있는 지역 또는 감독원이 승인하는 지역은 방진덮개를 설치하여야 한다.

Ⅱ. 폐 기 물 처 리

1. 건설폐기물 처리

가. 처리대상

건설폐기물 특정폐기물과 일반폐기물로 구분되며 계약목적물의 시공과 직접 관련하여 발생되는 폐기물로 환경영향 평가협의 내용에 따라 공사현장에서 재활용이 불가한 건설폐기물을 성상별, 종류별로 분리하여 허가된 폐기물 전문 처리업체에 위탁하여 처리한다.

나. 처리방법

- 건설폐기물은 「폐기물관리법」과 「자원의 절약과 재활용촉진에 관한 법률」에 따라 처리하여야 하며 폐기물의 발생량이 최소화되도록 조치를 강구하여야 한다.

2. 소 각 로

- 폐기물 처리계획 수립시 자체 소각처리 방법과 위탁처리 방법중 경제적인 방법으로 처리되어야 한다.
- 설치에 관한 기준은 폐기물관리법의 관련 규정에 의한다.

3. 현장내 쓰레기통

- 일반폐기물 보관시설 또는 용기는 재활용 일반폐기물 · 가연성 일반폐기물 및 불연성 일반폐기물을 구분하여 보관할 수 있도록 설치하여야 한다. 다만, 시 · 군 · 구의 분리 수집계획 및 지역적 여건을 고려하여 그 구분 · 설치기준을 달리할 수 있다.

III. 소음 · 진동

1. 가설방음벽

- 공사중 학교, 병원, 주거지, 각종 농장 및 소음피해 우려지역등은 소음 규제치를 초과하지 않도록 가설 방음벽 설치를 검토하여야 한다.

IV. 수질

1. 폐수처리시설

- 현장 여건에 따라 폐수가 발생될 경우에는 폐수처리 시설을 설치, 운영하고 수질 환경보전법에 의한 기준에 만족하도록 한다.

2. 오탁 방지망

- 해양 및 하천공사의 매립, 준설, 교량공사시 오탁수의 유출확산으로 인한 주변 수역의 수산자원 및 자연환경에 미치는 영향을 최소화하여 자연환경의 보존, 해양 및 하천외의 자원을 보호하기 위하여 감독원이 필요하다고 인정하는 경우에는 오탁방지망을 설치, 운영하여야 한다.

V. 기타

- 기타 현장에서 발생되는 환경오염 물질은 관련법규에 따라 적법하게 처리하여야 한다.

Ⅵ. 환경관리 교육

가. 교육주기

(1) 안전관리자의 관리아래 보건환경관리자를 두고, 다음의 업무를 수행하게 한다.

㉮ 공사장내의 환경관리에 관한 업무계획의 수립

㉯ 환경영향 저감시설의 설치 및 운영여부 감독

㉰ 환경점검, 교육, 훈련계획의 수립 및 실시

㉱ 사후환경영향조사의 내용기록 및 감독

(2) 착공시 환경에 관한 의식교육을 전체 직원을 대상으로 실시한다.

(3) 분기 1회 정기적으로 전체직원을 참석시켜 환경에 관한 의식교육 및 홍보를 실시하고, 환경피해, 주민민원 등에 따른 환경영향 저감대책을 토의한다.

나. 교육내용

(1) 환경관리책임자는 현장관리자에게 다음의 내용 및 자료가 포함된 환경관리교육을 실시한다.

㉮ 공사로 인한 환경의 악영향에 관한 통제, 사례 및 정보

㉯ 작업자의 자질에 관한 사항

㉰ 환경관리 조직에 관한 사항

㉱ 환경관련 제도, 기준, 절차 및 관련법류에 관한 사항

㉲ 작업공정에 관한 사항

㉳ 환경의 악영향 저감방안에 관한 사항

㉴ 저감대책의 준수에 관한 사항

㉵ 환경영향평가서에 제시된 저감방안의 이행방안

(2) 현장담당자, 작업반장, 조장 및 일반근로자의 환경능력 배양을 위해 다음과 같은 내용의 교육을 실시토록 한다.

㉮ 현장담당자의 환경관리책임과 직무

㉯ 작업환경관리 및 안전작업 방법

㉰ 현장환경 개선 방법, 환경관리기법

㉱ 이상발견 및 중대한 환경오염 사고발생시 처리방법

㉲ 환경관련 법규 및 환경의 악영향 저감대책

㉳ 저감대책시행 요령과 환경관련 사고조사 분석 요령

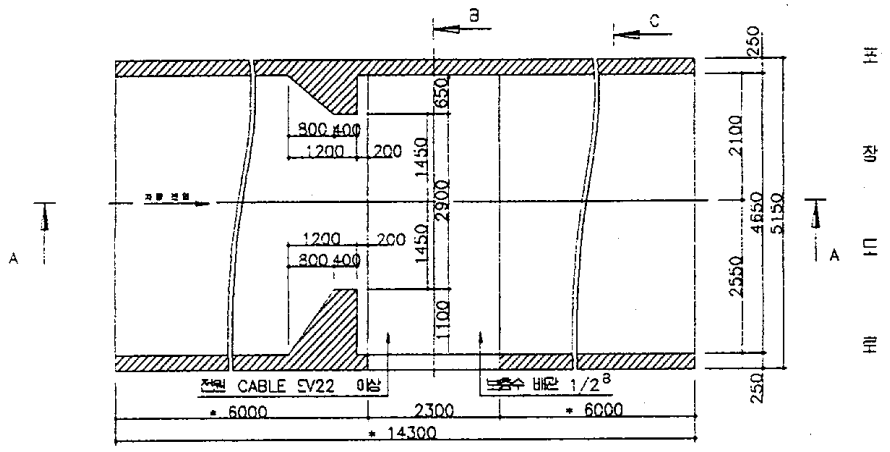
붙 임 # 4

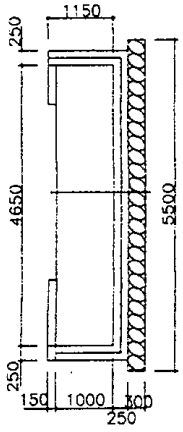
환경시설물 설치도(안)

세륜세차시설 일반도(1)

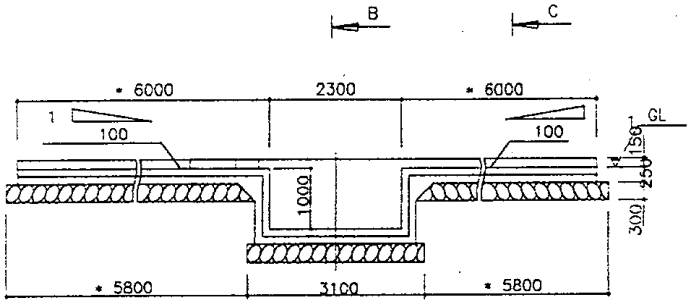
(이 동 식)

세륜기 기초도면

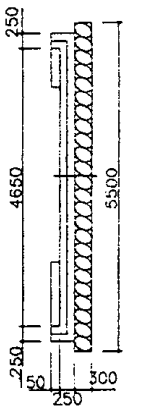




SECTION OF B-B



SECTION OF A-A



SECTION OF C-C

품 종	규 격	단 위	수 량	비 고
레 미 콘	3 종	M^3	18.845	
거 푸 집	-	M^2	42.575	
잡 석	-	M^3	18.545	
철 근	SD - 30	TON	0.564	D 13
배 관	1/2 B	M	-	
전 선	550V, EV22 이상 x 3C	M	-	

NOTE :

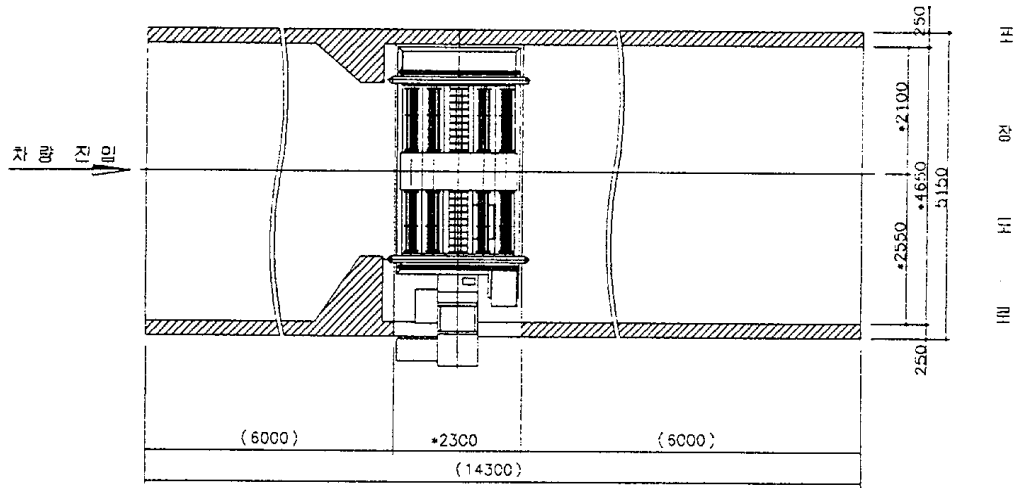
1. 전원 CABLE 및 보충수 배관은 사정에 의해 현장 조정 가능함
2. * 표시는 사정에 의해 현장 조정 가능함

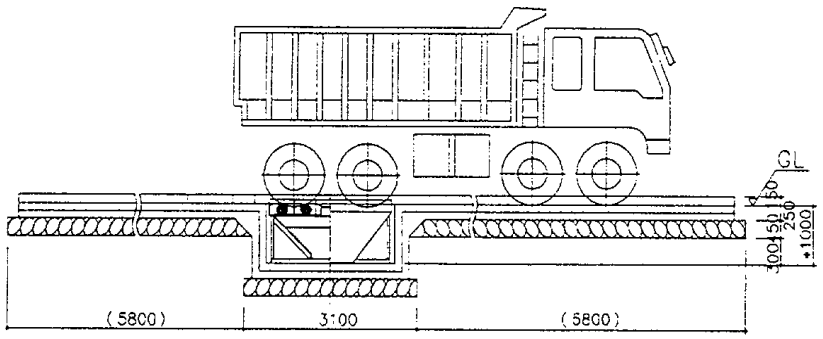
한국도로공사 KOREA HIGHWAY CORPORATION	표 준 도 TYPICAL DRAWING	도면명	세륜세차시설 일반도(1) (이 동 식)	설계자		작성일	1997.6.	도면번호
				확인자		축 척		

세륜세차시설 일반도(2)

(이 등 식)

세륜기설치예





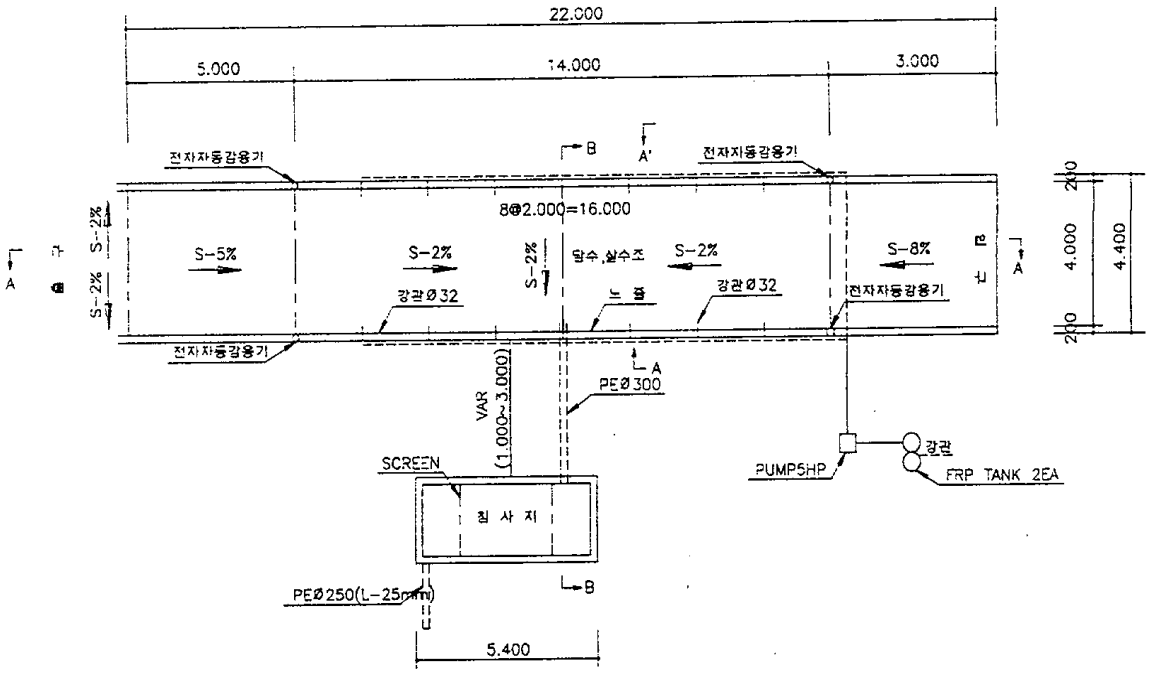
한국도로공사 KOREA HIGHWAY CORPORATION	표 준 도 TYPICAL DRAWING	도면명	세륜세차시설 일반도(2) (이 동 식)	설계자		작성일	1997.6.	도면번호
				확인자		축 척		

세륜세차시설 일반도(1)

(고 정 식)

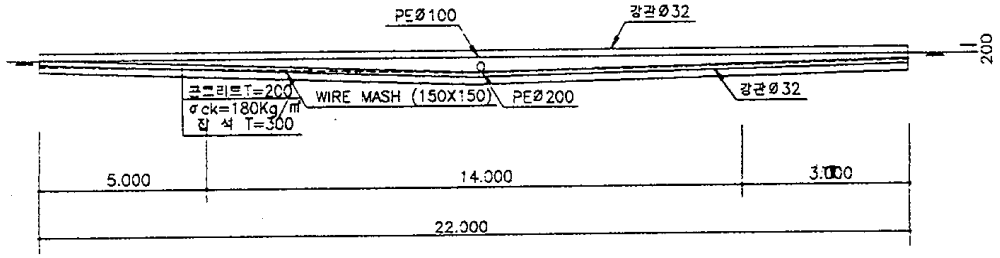
평 면 도

S=1:200



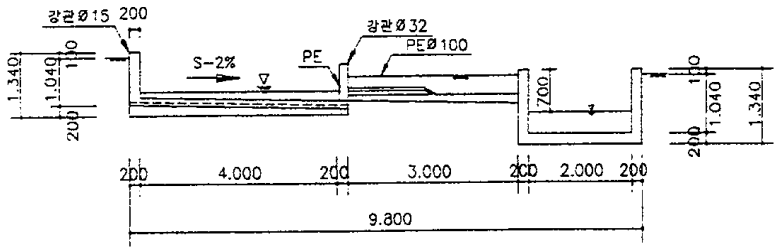
횡단면도 (A-A)

S=1:100



횡단면도(B-B)

S=NONE

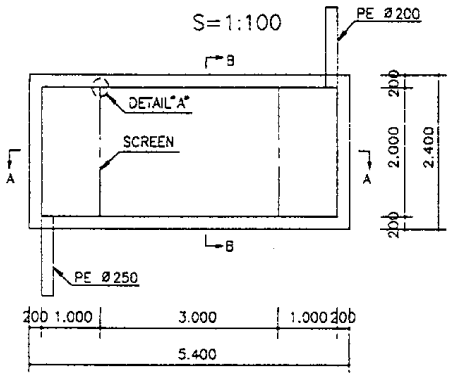


한국도로공사 KOREA HIGHWAY CORPORATION	표 준 도 TYPICAL DRAWING	일반도	세륜세차시설 일반도(1) (고 정 식)	설계자		작성일	1997.6.	도면번호
				확인자		축 척		

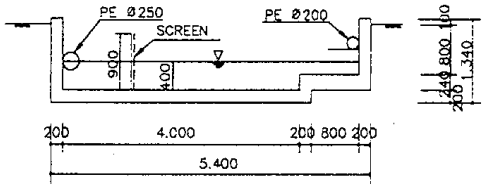
세륜세차시설 일반도(2)

(고 정 식)

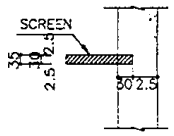
침사지 상세도



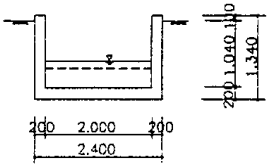
횡단면도(A-A)



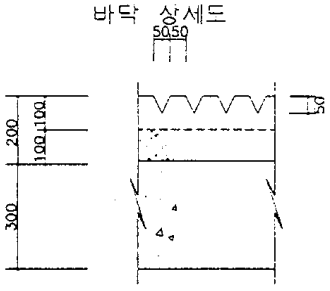
DETAIL "A"



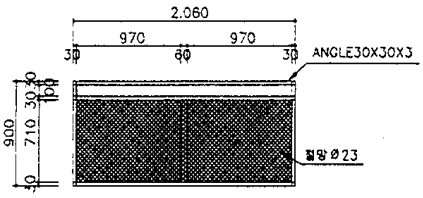
횡단면도(B-B)



바닥 상세도



SCREEN 상세도



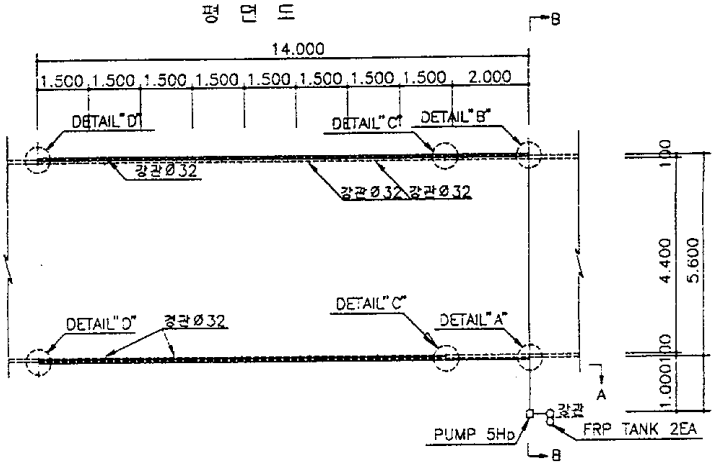
한국도로공사 KOREA HIGHWAY CORPORATION	표 준 도 TYPICAL DRAWING	도면명	세륜세차시설 일반도(2) (고 정 식)	설계자		작성일	1997.6.	도면번호
				확인자		축 척		

세륜세차시설 일반도(3)

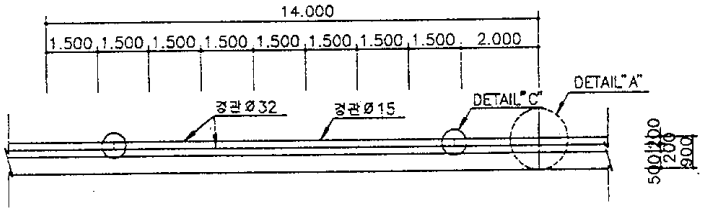
(고 정 식)

배 관 상 세 도

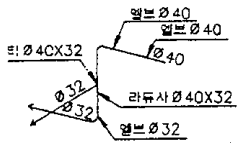
평 면 도



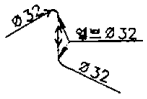
중 단 면 도(A-A)



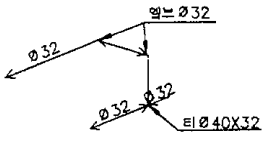
DETAIL "A"



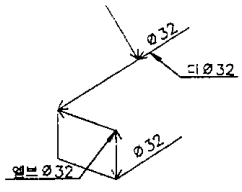
DETAIL "B"



DETAIL "C"



DETAIL "D"

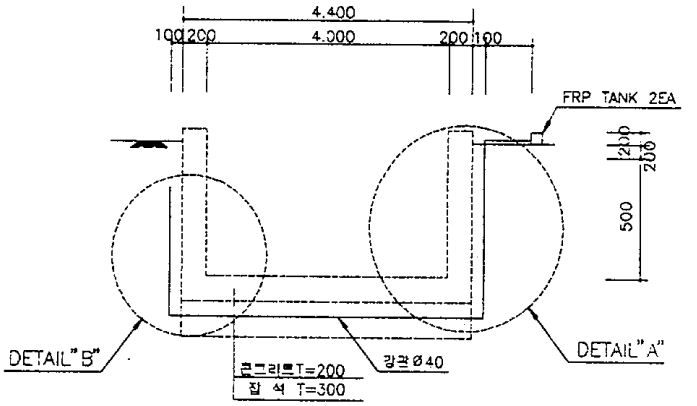


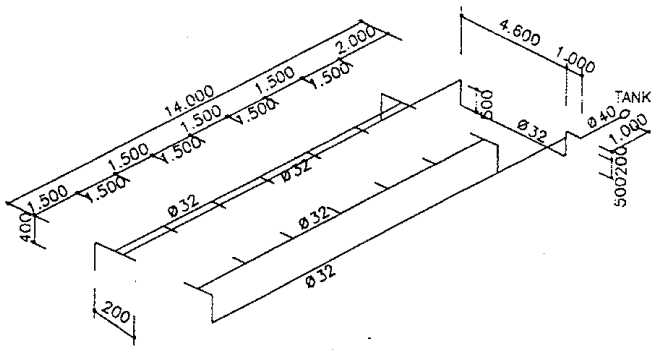
한국도로공사 KOREA HIGHWAY CORPORATION	표 준 도 TYPICAL DRAWING	도면번호	세륜세차시설 일반도(3) (고 정 식)	설계자		작성일	1997.6.	도면번호
				확인자		축 척		

세륜세차시설 일반도(4)

(고 정 식)

횡단면도(B-B)



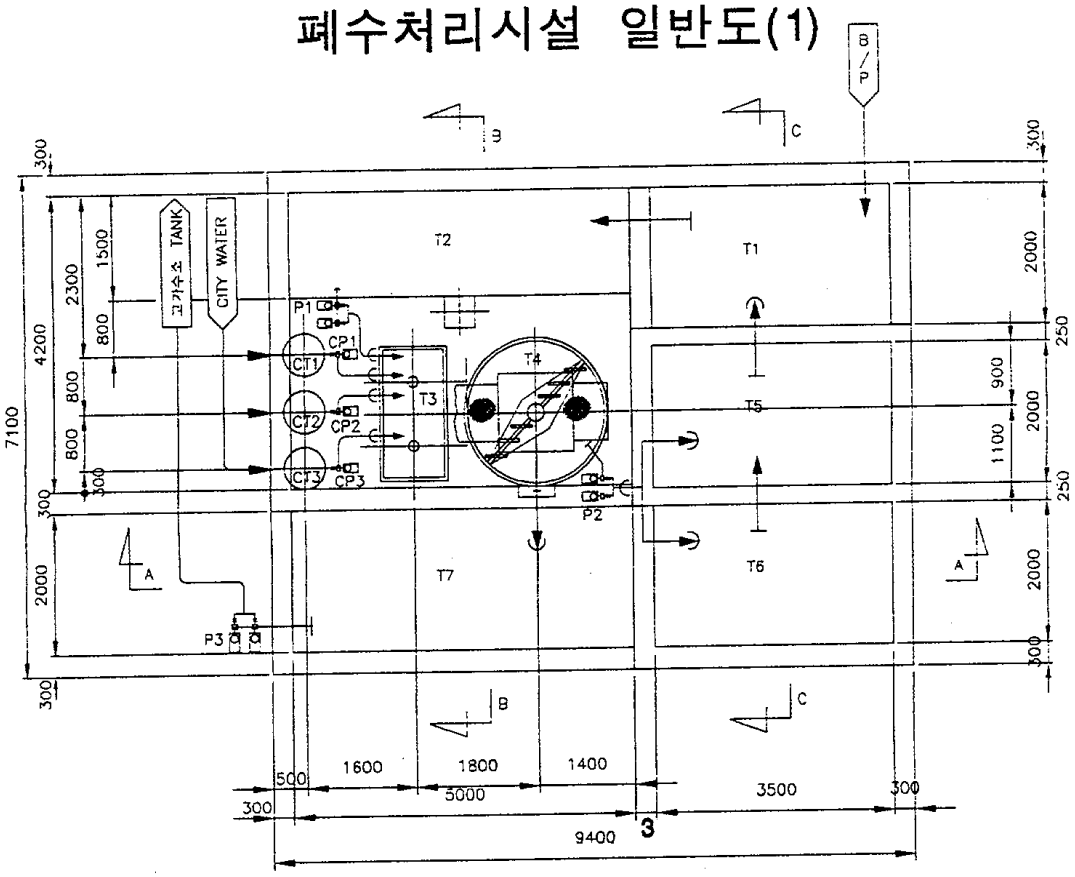


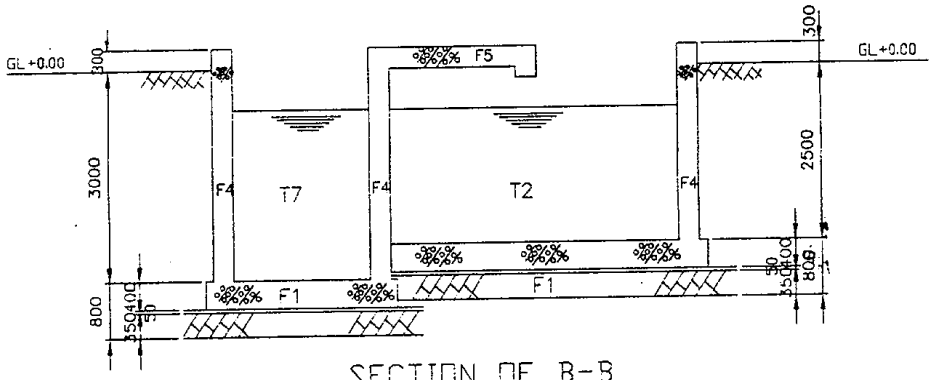
재 료 표

종 별	재료치스	수 량	단 위
레미콘 타설 (도근)	3 종	45.71	m³
합 판 거 푸 집	6 회	20.80	m²
합 판 거 푸 집	4 회	87.84	m²
잔철물제작 및 설치(간단)		0.013	TON
고 조 물 혈 기	브레이커+BH07	45.71	m³
파형PE관부설 및 접합	Ø250m/m	5.75	m
파형PE관부설 및 접합	Ø300m/m	0.75	m
파형PE관부설 및 접합	Ø100m/m	0.30	m
강관나선합 및 부설	D=15m/m	18	개소
	D=32m/m	69	개소
	D=40m/m	6	개소
잡 석	D=150m/m	44.90	m³
와 이 어 그 물	#8 150X150	136	m²
철 망	Ø23X5	16	m²
앵 글	30x30x3	8.81	m
강 관	Ø32	59.80	m
	Ø40	22.20	m
엘 보	Ø32	9	개
	Ø40	2	개
니 플 (가단주철제)	Ø15	14	개
	Ø32	4	개
	Ø40	1	개
소 켓 (가단주철제)	Ø32	2	개
	Ø40	3	개
볼 밸 브	D40	1	개
티 (가단주철제)	D40X32	1	개
	D40X15	14	개
레 듀 사	D40X32	1	개
노 즐		18	개
전 자 감 응 기		4	개소
PUMP	5 HP	1	개
FRP TANK	3 TON	2	개

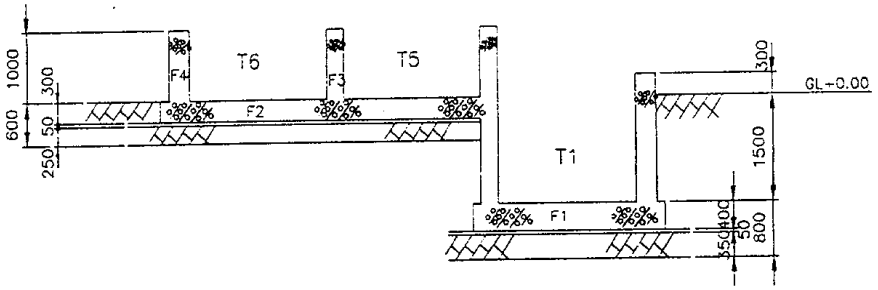
한국도로공사 KOREA HIGHWAY CORPORATION	표 준 도 TYPICAL DRAWING	도면명	세륜세차시설 일반도(4) (고 정 식)	설계자		작성일	1997.6.	도면번호
				확인자		축 척		

폐수처리시설 일반도(1)





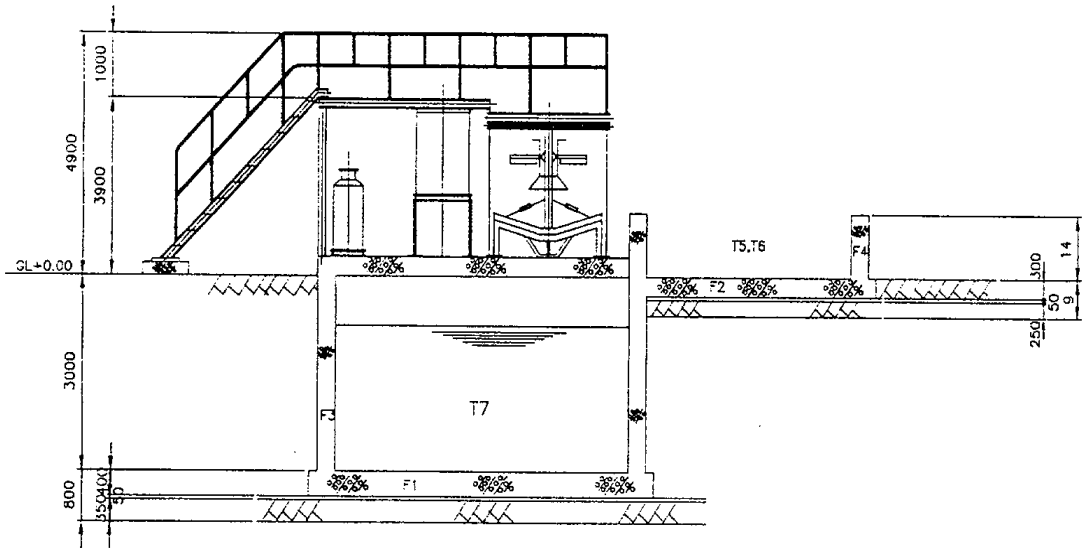
SECTION OF B-B

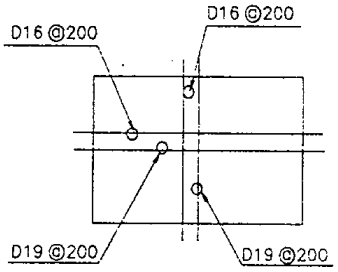


SECTION OF C-C

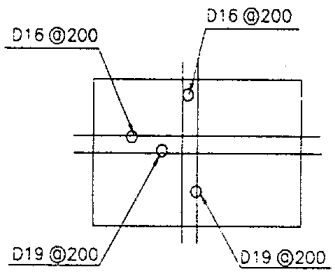
한국도로공사 KOREA HIGHWAY CORPORATION	표 준 도 TYPICAL DRAWING	도면명	폐수처리시설 일반도(1)	설계자		작성일	1997.6.	도면번호
				확인자		축 척		

폐수처리시설 일반도(2)

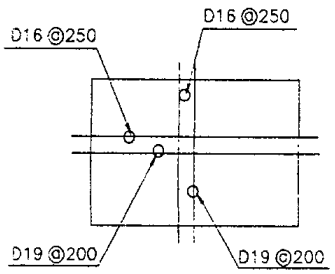




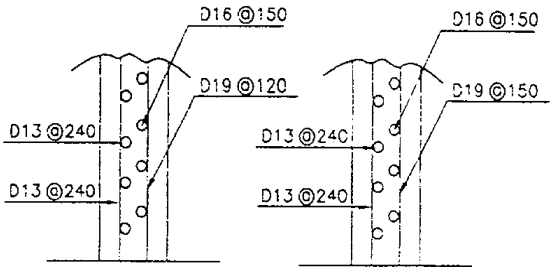
NAME	F1
THK	400



NAME	F2
THK	300



NAME	F5
THK	300



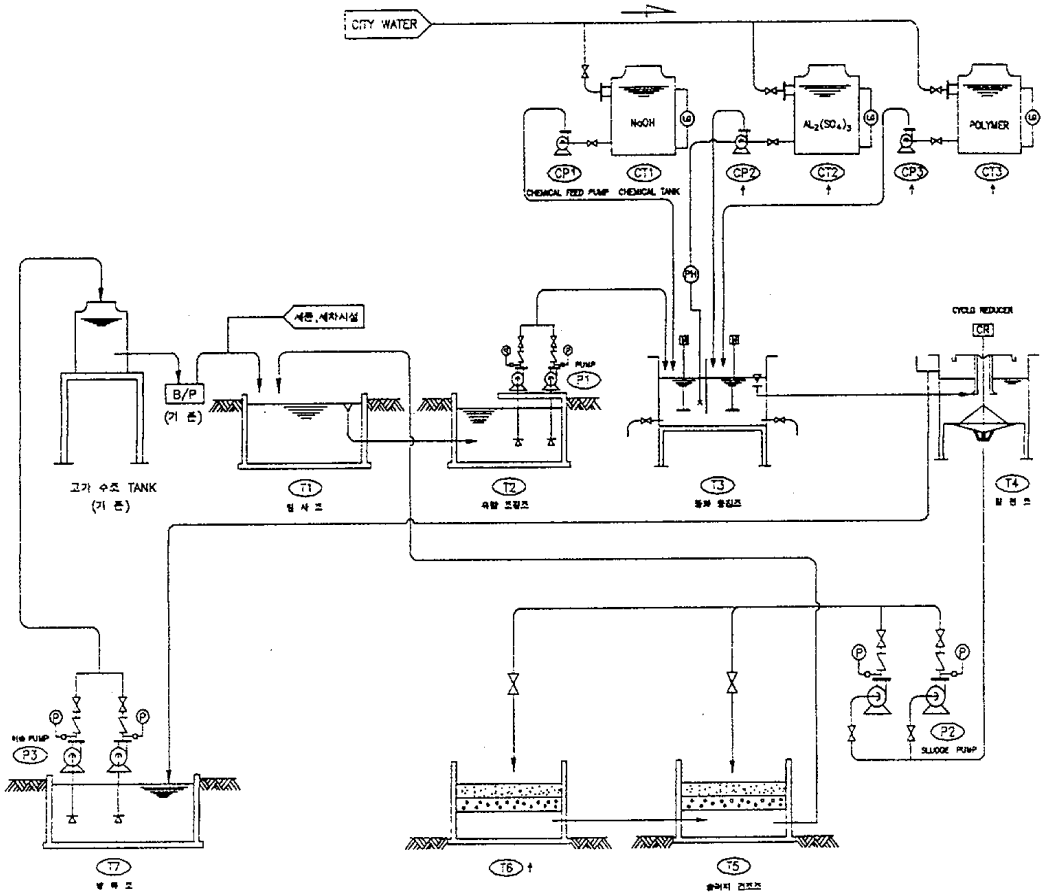
NAME	F4
THK	300

NAME	F3
THK	250

NO.	DESCRIPTION	MAT'L	Q'TY	REMARKS
T1	침 사 조	R.C	1	4200Wx3500Lx1500H
T2	유량 조정조	R.C	1	4000Wx5000Lx2500H
T3	중화 응집조	SS41	2	900Wx900Lx1400H
T4	침 전 조	SS41	1	ø2000x3000H
T5	슬러지 건조조	R.C	1	2000Wx3500Lx1000H
T6	↑	R.C	1	2000Wx3500Lx1000H
T7	방 류 조	R.C	1	2000Wx5000Lx3000H
CT1	CHEMICAL TANK		1	500L
CT2	↑		1	500L
CT3	↑		1	500L
CP1	CHEMICAL FEED PUMP		1	3000cc/min
CP2	↑		1	3000cc/min
CP3	↑		1	3000cc/min
P1	이송 PUMP		2	0.2m³/minx10mHx2HP
P2	SLUDGE PUMP		2	0.1m³/minx10mHx1HP
P3	이송 PUMP		2	0.2m³/minx18mHx3HP
CR	CYCLO REDUCER		1	0.15rpmx0.4KW

한국도로공사 KOREA HIGHWAY CORPORATION	표 준 도 TYPICAL DRAWING	도면명	폐수처리시설 일반도(2)	설계자		작성일	1997.6.	도면번호
				확인자		축 척		

폐수처리시설 기계설치도



NOTE

- (LG) : LEVEL GAUGE
- ⧖ : HOOD VALVE
- ⋈ : BALL VALVE
- ⊣⊢ : CHECK VALVE
- (P) : PRESSIRE GAUGE
- [M] : MOTER(AGITATER)
- (PH) : PH METER

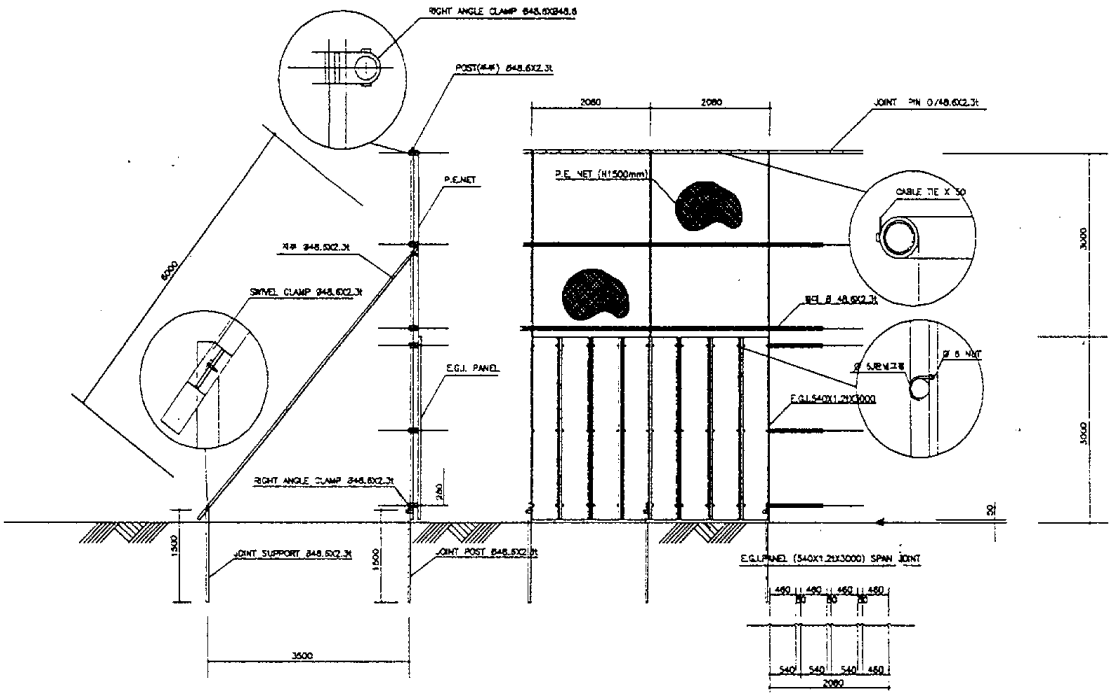
NO.	DESCRIPTION	MAT'L	Q'TY	REMARKS
T1	침 사 조	R.C	1	2000Wx3500Lx1500H
T2	유량 조정조	R.C	1	4200Wx5000Lx2500H
T3	중화 응집조	SS41	2	900Wx900Lx1400H
T4	침 전 조	SS41	1	ø2000x3000H
T5	슬러지 건조조	R.C	1	2000Wx3500Lx1000H
T6	〃	R.C	1	2000Wx3500Lx1000H
T7	방 류 조	R.C	1	2000Wx5000Lx3000H
CT1	CHEMICAL TANK		1	50OL
CT2	〃		1	500L
CT3	〃		1	500L
CP1	CHEMICAL FEED PUMP		1	3000cc/min
CP2	〃		1	3000cc/min
CP3	〃		1	3000cc/min
P1	이송 PUMP		2	$0.2m^3$/minx10mHx2HP
P2	SLUDGE PUMP		2	$0.1m^3$/minx10mHx1HP
P3	이송 PUMP		2	$0.2m^3$/minx18mHx3HP
CR	CYCLO REDUCER		1	0.15rpmx0.4KW

한국도로공사 KOREA HIGHWAY CORPORATION	표 준 도 TYPICAL DRAWING	도면명	폐수처리시설 기계설치도	설계자		작성일	1997.6.	도면번호
				확인자		축 척		

가설방진망 일반도

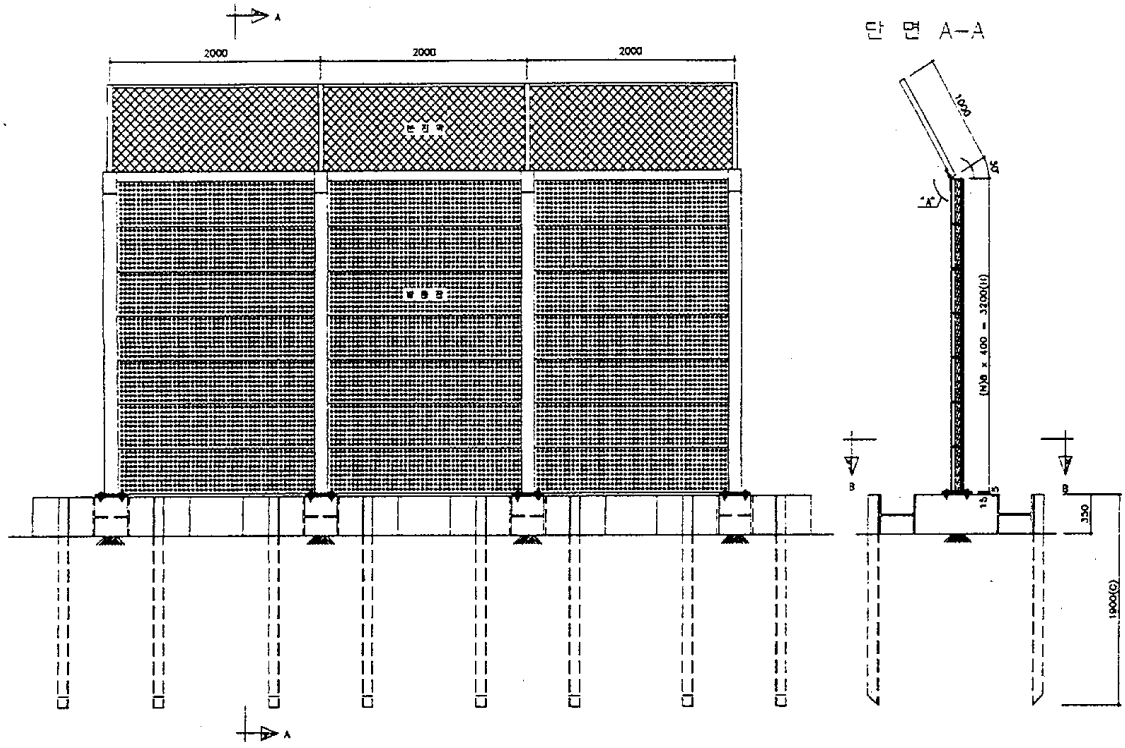
(E.G.I. 본진당 FENCE)

S = 1:50

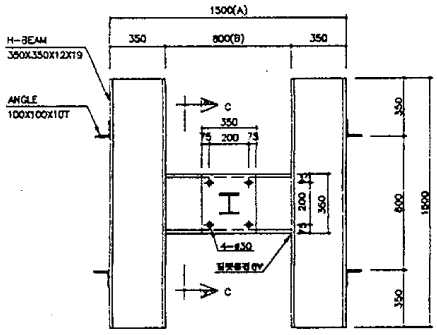


한국도로공사 KOREA HIGHWAY CORPORATION	표 준 도 TYPICAL DRAWING	도면번호	가설방진망 일반도	설계자		작성일	1997.6.	도면번호
				확인자		축 척		

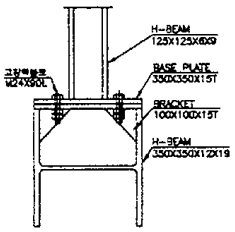
가설방음벽 상세도



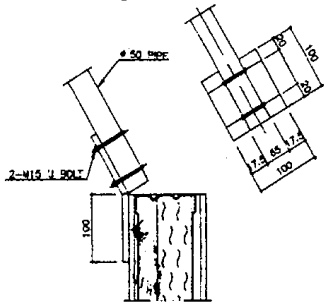
단 면 B-B



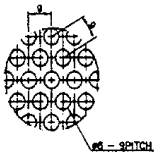
단 면 C-C



상세 "A"



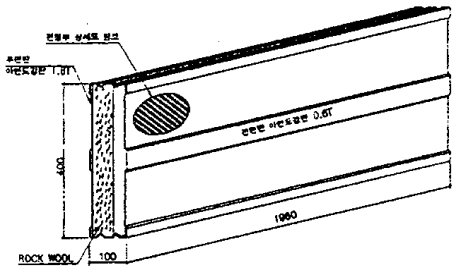
펀칭부 상세도



치수표

H	A	B	C	H-BEAM	N
3,200	1,500	900	2,000	125X125X6.5X9	8
4,000	1,800	1,100	2,250	150X150X7X10	10
5,200	2,000	1,300	2,500	150X150X7X10	13

칼라 방음판 상세도



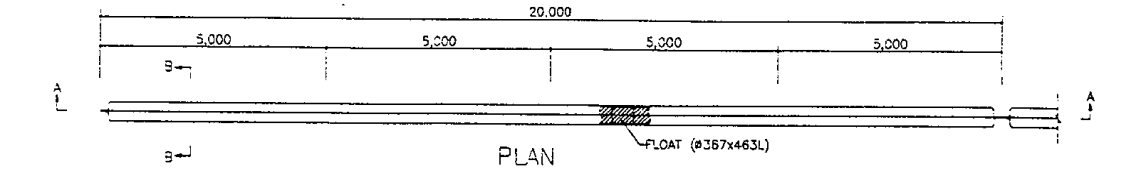
자 재 표

수량 : 1SPAN 기준

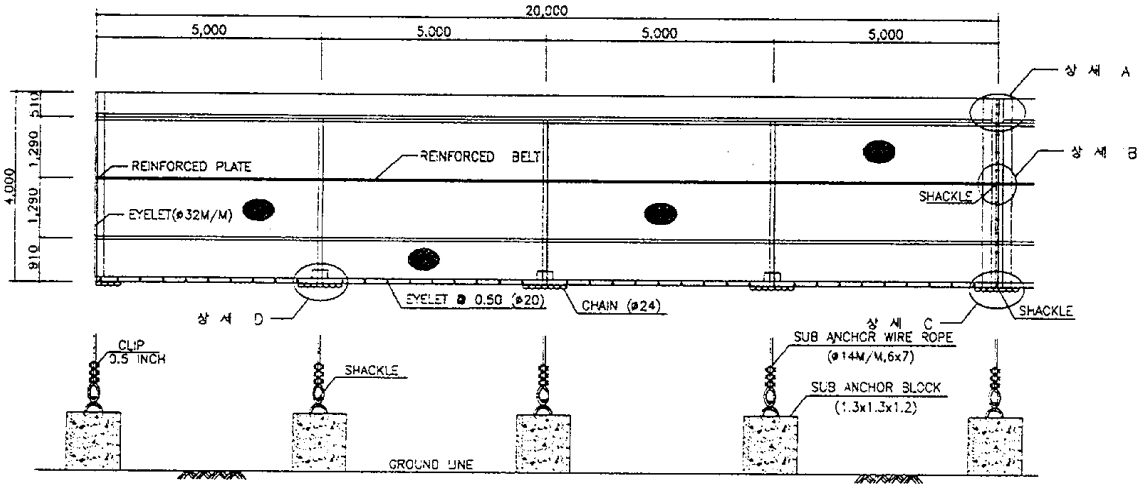
품번	품 명	규 격	수 량	비 고
1	COLOUR 아연판	1990 X 400 X 100T	8	아연도금처리
2	한 단 위	2000 X 1000 X 9 X 9개	1	
3	BASE BEAM	350 X 350 X 12 X 19t	2	아연도금처리
4	MAIN BEAM	125 X 125 X 6.5 X 9t	1	아연도금처리
5	BASE PLATE	350 X 350 X 15T	2	아연도금처리
6	고장력 BOLT/NUT	M24 X 100L	4	
7	U BOLT/NUT	M15	2	
8	PIPE	ø50	2	
9	BRACKET	100 X 100 X 15T	2	아연도금처리
10	ANGLE	100 X 100 X 10T	4	아연도금처리
11	RUBBER SPONGE	1650 X 100 X 35T	1	
12	WIRE ROPE	ø8 X 9400L	1	
13	H형 SUPPORT	50 X 6T X 1600L	4	아연도금처리

한국도로공사 KOREA HIGHWAY CORPORATION	표 준 도 TYPICAL DRAWING	도면명	가설방음벽 상세도	설계자		작성일	1997.6.	도면번호
				확인자		축 척		

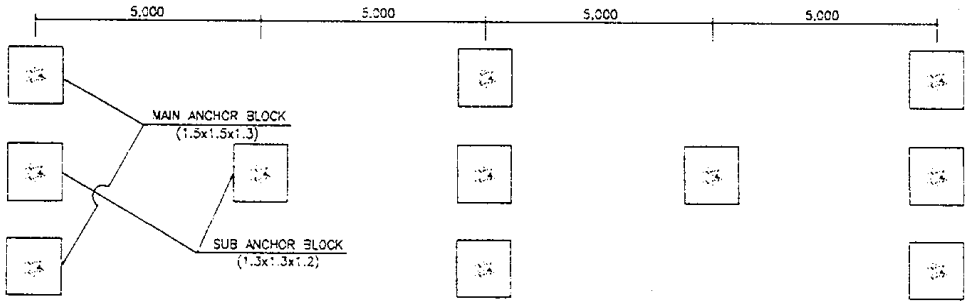
오탁방지막 상세도(1)



PLAN

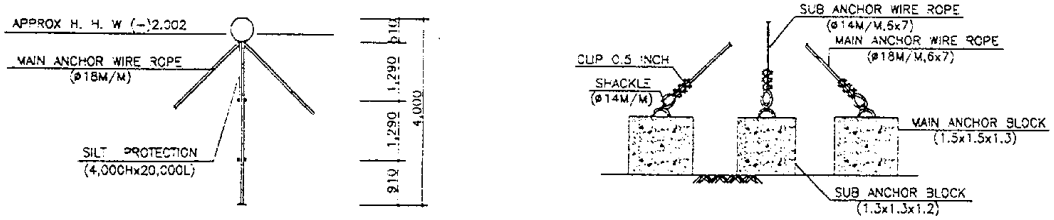


단면 A-A



블럭 배치도

단 면 B - B

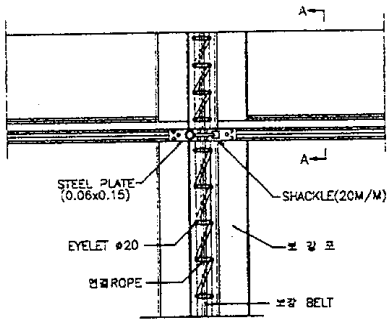


앵커 블럭 제원표

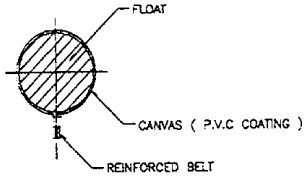
풍속 (m/sec)	20.0	13.0	7.0
조류속 (m/sec)	1.21	0.8	0.4
수 심 (h)	16.0	10.0	5.0
MAIN ANCHOR BLOCK	1.5W×1.5L×1.3H	1.0W×1.0L×0.8H	0.5W×0.5L×0.5H
SUB ANCHOR BLOCK	1.3W×1.3L×1.2H	0.9W×0.9L×0.8H	0.4W×0.4L×0.4H

한국도로공사 KOREA HIGHWAY CORPORATION	표 준 도 TYPICAL DRAWING	도면번호	오탁방지막 상세도(1)	설계자		작성일	1997.6.	도면번호
				확인자		측 척		

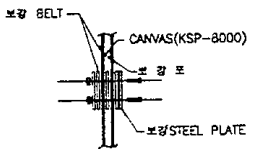
오탁방지막 상세도(2)



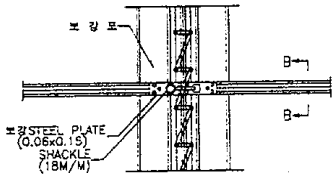
상 세 - A



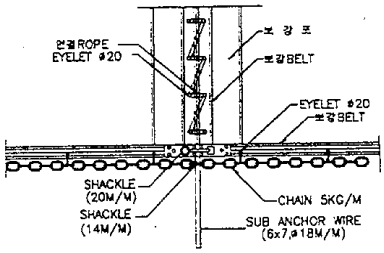
단 면 A - A



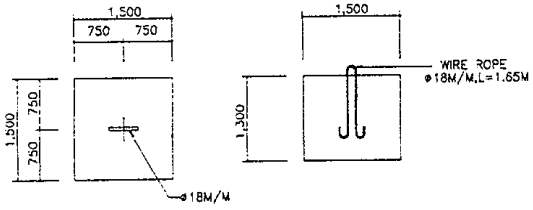
단 면 B - B



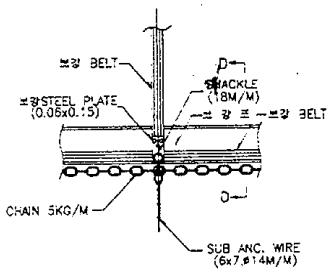
상 세 - B



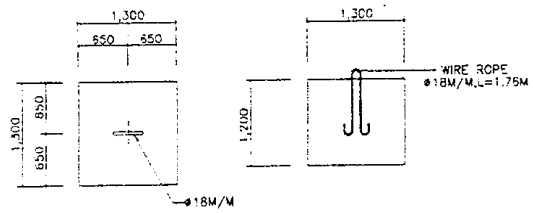
상 세 - C



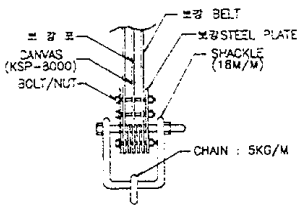
MAIN ANCHOR BLOCK



상 세 - D



SUB ANCHOR BLOCK



단 면 D - D

한국도로공사 KOREA HIGHWAY CORPORATION	표 준 도 TYPICAL DRAWING	도면	오탁방지막 상세도(2)	설계자		작성일	1997.6.	도면번호
				확인자		축 척		

8-10 고속도로 건설공사 품질관리비 적용

방 침
도 연 품 19404-1496 ('98. 5. 22)

1. 개 요

고속도로 건설공사에 적용하고 있는 품질시험 빈도와 품질시험비 산출 및 정산방법에 관한 관련법령의 개정에 따라 현장 품질시험 빈도의 합리적인 조정·통일과 실질적인 품질시험비를 반영하여 부실시공을 방지코자 함

2. 관련법규

◆ 건설기술관리법 ('97. 8. 25)

○ 품질관리비 산출 및 사용기준(시행규칙 제19조)

- 품질관리비 : 품질보증계획 또는 품질시험계획에 의한 품질관리에 소요되는 비용으로서 품질시험비와 기타시험비로 구분

- 발주자는 당해 건설공사 내역서에 품질시험의 (당해 건설공사 시방서에 따라 시행)종목·방법 및 회수와 품질관리비 사용내역을 각 항목별로 명시할 수 있으며 발주자 또는 감리원이 확인한 시험성적서 등에 의한 품질관리활동 실적에 의하여 정산한다.

◆ 원가계산에 의한 예정가격 작성준칙 ('98. 2. 20)

품질관리를 위하여 요구되는 비용(시험관리인을 제외한 품질시험인건비 포함)을 경비(품질관리비)에 계상하도록함

3. 품질관리비 구성

품질관리비는 품질보증계획 또는 품질시험계획에 의하여 품질관리활동에 소요되는 비용으로서 품질시험비와 기타 품질관리비로 구분

구 분	당 초	변 경
구 성	품질시험비 (인건비 미포함)	품질관리비 - 품질시험비 (인건비 포함) - 기타 품질관리비
정 산	미 정 산	정 산

4. 품질시험비

가. 계 상

① **설계시** : 공사 내역서에 품질시험의 종목, 방법, 회수, 시험비 명시
- 시험비 : 직접인건비와 기타시험비로 구분(간접인건비 부분 제외)

② **시공전** : 수급인은 품질시험비 사용내역서를 품질보증계획서 또는 품질시험계획서 제출시 첨부하여 공사 시행부서의 승인을 득해야 함

☞ 설계시 누락된 시험항목을 추가하고 기타 품질관리비 사용내역을 작성·제출하여 발주자의 승인을 받음

③ **시공중·후** : 공사 시행시 실제 시험회수에 따라 품질시험비 정산

품질시험비용 구성

① 수탁시험수수료의 시험비 구성 〈도로연구소 수탁(의뢰)시험비〉

수탁시험비 = 직접인건비(기술자+시험사)+장비손료+공공요금+재료비+
간접인건비+일반관리비

② 설계계상 품질시험비 구성

품질시험비 = 직접인건비(시험사)+장비손료+공공요금+재료비

㉠ 인 건 비

○ 시험비(인건비) 구성내역중 직접인건비와 간접인건비 분류

- 품질시험비용 산출기준(건교부 고시 제1994-97)중 인건비 구성은 기술자와 시험사로 구분되어 있음

- 역할구분 및 현장 품질시험 및 검사의 성격에 따라 기술자는 간접인건비(시험관리인 : 예정가격 작성준칙)로 분류하고 시험사 인건비 부분만 직접인건비로 인정

구 분	기술자	시험사
역 할	○시험성과에 대한 정확도 확인 ○시험과정에 대한 정확도 확인 (시험법에 따른 진행 여부) ○시험과정에 대한 분석 ○시험결과에 대한 신뢰성 확인	○시험시료의 준비 ○시험공시체 제작 ○시험법에 의한 시험 진행 ○시험결과 도출 및 확인 ○시험성과표 작성

구 분	기술자	시험사
자격요건	ㅇ **특급기술자** 기술사,기사1급12년이상 박사3년,석사7년,학사12년, 전문대졸14년이상 ㅇ **중급기술자** 기사1급 5년이상10년미만, 기사2급 7년이상15년미만, 학사5년이상10년미만, 전문대졸7년이상12년미만,고졸9년이상 14년미만	ㅇ **1급(특급)시험사** 토목·건축품질시험기술사,토목·건축기사1급10년,토목·건축기사2급13년,건설재료시험기사1급8년,건설재료시험기사2급11년이상 건설공사업무를 수행한자, 기사1급10년,기사2급13년 이상 품질관리업무를 수행한 자, 박사3년이상,석사9년이상,학사12년이상,전문대15년이상 품질관리업무를 담당한자, 국공립시험기관 또는 품질검사전문기관에서 10년이상 품질관리업무를 담당한 자 ㅇ **2급(고급)시험사** 토목·건축기사1급 7년, 토목·건축기사2급10년, 건설재료시험기사 1급5년, 건설재료시험기사2급 8년이상 건설공사업무를 수행한자, 기사1급 7년, 기사2급 10년 이상 품질관리업무를 수행한자 박사1년이상,석사6년이상, 학사9년이상,전문대12년, 고등학교졸업후15년이상 품질관리업무를 담당한 자, 국공립시험기관 또는 품질검사전문기관에서 7년이상 품질관리업무를 담당한 자

구 분	기술자	시험사
자격요건		**ㅇ중급(3급)시험사** 토목·건축기사1급 4년, 토목·건축기사2급 7년, 건설재료시험기사1급 2년,건설재료시험기사2급 5년,건설재료시험기능사 7년 이상 건설공사업무를수행한 자 기사1급 4년, 기사2급 7년이상 품질관리 업무를 수행한 자 석사학위3년, 학사학위 6년 ,전문대학졸업후 9년, 고등학교 졸업후 12년이상 품질관리업무를 수행한 자, 국공립시험기관 또는 품질검사전문기관에서 5년이상 품질관리업무를 담당한 자 **ㅇ초급(4급)시험사** 토목·건축기사1급1년, 토목·건축기사2급 1년이상 건설공사업무를 수행한 자 건설재료시험기사1·2급기능사 자격을 가진자 기사1급, 기사2급 1년이상 품질관리업무를 수행한 자 학사학위1년, 전문대학졸업후 1년, 고등학교졸업후 3년이상 품질관리업무를 수행한 자, 국공립시험기관 또는 품질검사전문기관에서 2년이상 품질관리업무를 담당한 자

○ 인건비 적용 기준

건설부장관 고시 제1994-97호(품질시험비용 산출시 공공요금 및 인건비 산출 단위량 기준) 및 관련협회 고시 노임단가 또는 엔지니어링 진흥법 제10조에 의한 엔지니어링 사업대가 기준 적용

㉡ **장비손료** = $\frac{(\text{상각율}+\text{수리율})\times\text{기계가격}}{\text{연간표준장비가동시간}\times\text{내용연수}}\times\text{장비가동시간}$

○ 상각율 및 수리율

장비구분	상 각 율	수 리 율
모우터 및 기계	0.8	0.6
게이지 기계	0.8	0.6
초자류	1.0	-
금속류	0.9	0.3
게이지	1.0	0.6

○ 기계가격 : 구입가격

○ 연간표준 장비가동시간 : 2,000시간

○ 내용연수 : 10년(기계류 및 계량기), 3년(초자류 및 금속류)

㉢ **공공요금** : 정부고시 요금

㉣ **재료비** = 사용재료비용 + $\frac{\text{인건비}+\text{공공요금}}{100}$

품질시험비용 적용

① 현장 관리시험 및 검사 비용

설계시험비 구성중 본 기준안의 인건비 규정에 의한 소요시험사 인력에 대한 직접인건비와 기타시험비(장비손료+공공요금+재료비 ; 도로연구소 매년초 수탁시험수수료 산출분 적용)로 구분하여 적용

② 건설자재·부재의 생산자가 납품시 품질보증자료(시험성적서등)를 제출하는 자재의 시험 및 검사 비용

발주자의 품질시험·검사 차원에서 시험비 반영하며 이때의 시험비용은 공인시험기관에 시험의뢰하여 공인된 시험성적서가 요구되므로 공인시험기관 시험수수료(평균) 적용

시험빈도 산정기준

① 건설기술관리법 시행규칙에 명시된 시험항목

건기법 시험빈도를 공사 실정에 부합되도록 일부 조정

② 기타 시험항목

공사관련 시방서, 본사 품질관리 지침, 현장 시행기준을 참조하여 설정

③ 품질인증자재

건설업자 또는 주택건설등록업자가 품질시험 또는 검사를 실시하지 않을 수 있는 재료

○ 품질검사 전문기관의 시험성적서가 제출되는 재료

○ 산업표준화법에 의한 한국산업규격 표시품(KS제품)

○ 주택건설촉진법등 관계법령에 의하여 품질검사를 받았거나 품질을 인증받은 재료

☞ 발주자가 제품의 품질적정 또는 품질변동 확인을 위하여 제품 반입시 1회에 한하여 품질시험·검사비 반영

④ 품질보증자재

자재,부재를 생산 또는 납품시 생산·수입·판매자가 시험성적서등 품질보증자료를 제출해야 하는 자재

○ 철근
○ H형강
○ 레미콘
○ 아스콘
○ 부순돌
○ 발주자가 요구한 자재

☞ 생산자가 제시하는 품질보증과는 별도로 발주자가 제품 품질의 적정 또는 품질변동을 확인하기 위한 품질시험·검사비 반영

※ 품질시험 빈도 : 붙임 #1

나. 정 산

▣ 회계예규 2200.04-148 ('95.7.10)의 "실비정산기준"에 따라 실비정산

▣ 설계에 반영된 공사량에 따라 시험빈도 기준에 의한 실제 시험횟수만큼 시험비 정산

※ 시험빈도기준(붙임 #1) 보다 시험횟수가 초과하는 경우의 초과분 시험비는 미반영

※ 시험대장 및 시험성적서 확인 : 시험감독 또는 시험담당 감리원

5. 기타 품질관리비

예정가격 작성시 품질시험비 합계의 10%이상을 계상하고 공사시 현장에서 품질관리활동 실적에 따라 정산 하거나 예정가격 작성시 기타 품질관리비 대상 세부내역을 명시하고 공사시 이에 따라 정산

가. 계 상

① 기타 품질관리대상 내역을 각 항목별로 명시할 경우

현장 품질관리시 발생할 수 있는 기타 품질관리비의 항목별 세부내역을 명시하고 단위당 금액에 의한 기타 품질관리비 계상

② 기타 품질관리대상 내역을 각 항목별로 명시할 수 없는 경우

예정가격 작성시 품질시험비 합계의 10%이상 금액을 기타 품질관리비로 계상

기타 품질관리비 구성

항 목	사 용 내 역
품질문서 관련비용	○ 품질보증계획서, 품질보증 및 품질관리절차서, 시공작업 및 시공관리절차서, 기타 품질관련문서 작성비
시험 및 검사기구 부대비용	○ 품질시험을 위한 시설비용, 시험 및 검사기구 검교정비
시험차량비	○ 품질시험에 소요되는 차량의 감가상각비, 유류비,차량보험료등 제경비
품질관련 교육훈련비	○ 현장근로자의 품질관련교육훈련에 소요되는 교재대 및 외부 초빙강사료등
기 타	○ 품질보증 및 품질관리업무와 관련하여 발주자가 승인한 사항

나. 정 산

▣ 회계예규 2200.04-148 ('95.7.10)의 "실비정산기준"에 따라 실비정산

▣ 시험감독 또는 시험담당감리원이 확인한 시험성적서 등에 의한 품질관리활동 실적에 따라 정산

① 기타 품질관리대상 내역을 각 항목별로 명시한 경우

설계서에 명시된 기타 품질관리비의 항목별 세부내역 및 단위당 가격에 따라 정산.

② 예정가격 작성시 품질시험비 합계의 10%이상 금액을 기타 품질관리비로 계상한 경우

승인을 득한 품질보증계획서 또는 품질시험계획서에 명시한 사용내역서를 근거로 실제로 소요된 단위당 가격에 따라 정산.

※ 기타 품질관리비 사용내역 확인 : 시험감독 또는 시험담당 감리원

6. 적용시기

가. 품질시험 빈도

본 적용(안) 시행일 이후 발주공사부터 적용

나. 품질관리비(품질시험비,기타 품질관리비)

본 적용(안) 시행일 이후 발주공사부터 적용

(붙 임 #1)

건설현장 품질시험비 설계계상 빈도 기준

1. 토 공

공 종	종별구분	시험종류	시험방법	시험빈도	시험빈도 산출근거	수수료			비고
						계	시험사인건비	기타시험비	
노 체	성토용 흙	함 수 량	KS F 2306	50,000㎥ 마다	토취장 평균 토취량 (건기법 ; 토취장 마다)	7,307	2,890	4,417	
		체 가 름	KS F 2302			21,640	15,330	6,310	
		흙의 0.08㎜체 통과율	KS F 2309			16,081	7,226	8,855	
		비 중	KS F 2308			14,908	9,976	4,932	
		액 성 한 계	KS F 2303			20,443	15,616	4,827	
		소 성 한 계	KS F 2304			17,031	12,408	4,623	
		실 내 C. B. R.	KS F 2320			130,344	101,520	28,824	
		실 내 다 짐	KS F 2312			64,790	47,127	17,663	
	다짐도검사	함 수 량	KS F 2306	2,000㎥ 마다	건설기술관리법 품질시험기준	7,307	2,890	4,417	
		현 장 밀 도	KS F 2311			55,687	50,178	5,509	
	암 성 토	평 판 재 하	KS F 2310	2,000㎥ 마다	현장밀도 불가시 적용 (암성토)	103,557	101,358	2,199	
노 상	성토용 흙	함 수 량	KS F 2306	50,000㎥ 마다	토취장 평균 토취량 (건기법 ; 토취장 마다)	7,307	2,890	4,417	
		체 가 름	KS F 2302			21,640	15,330	6,310	
		흙의 0.08㎜체 통과율	KS F 2309			16,081	7,226	8,855	
		비 중	KS F 2308			14,908	9,976	4,932	
		액 성 한 계	KS F 2303			20,443	15,616	4,827	
		소 성 한 계	KS F 2304			17,031	12,408	4,623	
		실 내 C. B. R.	KS F 2320			130,344	101,520	28,824	
		실 내 다 짐	KS F 2312			64,790	47,127	17,663	
	다짐도검사	함 수 량	KS F 2306	1,000㎥ 마다	건설기술관리법 품질시험기준	7,307	2,890	4,417	
		현 장 밀 도	KS F 2311			55,687	50,178	5,509	
	마무리층검사	프 루 프 롤 링	5톤이상복륜하중(타이어접지압5.6kg/㎠)통과	완성노상 전구간 3회이상		6,665	1,321	5,344	(km/차로)

※ 외부공인시험기관에 의뢰시험해야할 항목중 우리공사 품질시험비 반영 : ★
외부공인시험기관에 의뢰시험해야할 항목중 외부 공인시험기관 평균시험비(붙임 #8) 반영 : ☆

공 종	종별구분	시험종류	시험방법	시험빈도	시험빈도 산출근거	수수료			비고
						계	시험사인건비	기타시험비	
연약지반	연약지반용 MAT	인장강도 및 신율	KS F 2124	20,000㎡ 마다	건설기술관리법 품질시험기준	8,875	-	-	☆
		봉 합 강 도	KS F 0530			7,000	-	-	☆
		투 수	KS F 2128			50,000	-	-	☆
		무 게 측 정	KS F 2123			2,833	-	-	☆
		인 열 강 도	KS F 2127	필요시		7,250	-	-	☆
		파 열 강 도	KS F 2125			7,250	-	-	☆
		계				68,078 75,328 (인열,파열강도추가시)			
	드레인 보드	인장강도 및 신도	KS F 2124	20,000㎡ 마다	건설기술관리법 품질시험기준	12,666	-	-	☆
		무 게 측 정	KS F 2123			2,667	-	-	☆
		유효 구멍 크기	KS F 2126			100,000	-	-	☆
		내 약 품 성	KS M 3506			10,667	-	-	☆
		투 수	KS F 2128			50,000	-	-	☆
		계				176,000			
	Sand Mat (SD, PD, SCP용 모래)	체 가 름	KS F 2502	3,000㎡ 마다	현장관리기준 1,000㎡ 마다를 현실에 맞게 완화	21,640	15,330	6,310	
		0.08㎜체 통과율	KS F 2309			16,081	7,226	8,855	
	계 측	계 측 비 별 도 계 상				-	-	-	
구조물 뒷채움	뒷채움 재료	골재비중 및 흡수율	KS F 2504	골재원마다 3회	재료 선정을 위한 시험	20,894	14,650	6,244	
		마 모 율	KS F 2508			24,932	12,615	12,317	
		모 래 당 량	KS F 2340			38,168	31,717	6,451	
		수 정 C. B. R.	KS F 2320			130,344	101,520	28,824	
		실 내 다 짐	KS F 2312			64,790	47,127	17,663	
		골재 0.08㎜체 통과율	KS F 2309	구입또는 생산시 1,000㎡ 마다	재료 생산시 품질관리 사항	16,081	7,226	8,855	
		체 가 름	KS F 2502			21,640	15,330	6,310	
	다짐도 검사	함 수 량	KS F 2306	50㎥ 마다	평판재하시험 불가시	7,307	2,890	4,417	
		현 장 밀 도	KS F 2311			55,687	50,178	5,509	
		평 판 재 하	KS F 2310	50㎥ 마다	건기법 개소별 3층 마다의 수량 평균	103,557	101,358	2,199	

※ 외부공인시험기관에 의뢰시험해야할 항목중 우리공사 품질시험비 반영 : ★
외부공인시험기관에 의뢰시험해야할 항목중 외부 공인시험기관 평균시험비(붙임 #8) 반영 : ☆

공 종	종별구분	시험종류	시험방법	시험빈도	시험빈도 산출근거	수수료			비고
						계	시험사인건비	기타시험비	
절토	석재 (암질)	비중 및 흡수율 압축강도(습윤)	KS F 2518 KS F 2519	재질변화시마다 (정밀한암분류시 탄성파시험병행, 터널 및 절토부 암판정시 적용)	건설기술관리법 품질시험기준	27,266 13,394	21,020 12,731	6,246 663	
지반조사	토질조사	토질조사비 별도 계상				-	-	-	

※ 외부공인시험기관에 의뢰시험해야할 항목중 우리공사 품질시험비 반영 : ★
외부공인시험기관에 의뢰시험해야할 항목중 외부 공인시험기관 평균시험비(붙임 #8) 반영 : ☆

2. 배수공 및 구조물공

공 종	종별구분	시험종류	시험방법	시험빈도	시험빈도 산출근거	수수료			비고
						계	시험사인건비	기타시험비	
콘크리트 공사	굵은 골재	체가름 50 ㎜	KS F 2502	골재원마다 10회	재료선정을 위한 시험 (건기법 ; 골재원마다 1,000㎥ 마다)	21,640	15,330	6,310	
		체가름 32 ㎜							
		체가름 25 ㎜							
		체가름 19 ㎜							
		0.08㎜체 통과율	KS F 2309	골재원마다 3회		16,081	7,226	8,855	
		비중 및 흡수율	KS F 2504			20,894	14,650	6,244	
		마모	KS F 2508			24,932	12,615	12,317	
		안정성	KS F 2507			59,342	24,458	34,884	
		단위중량	KS F 2505			18,916	16,386	2,530	
		알카리골재반응	KS F 2545,2546	(필요시) 골재원마다	건설기술관리법 품질시험기준	58,425	17,966	40,459	
	잔 골 재	체 가 름	KS F 2502	골재원마다10회	재료선정을 위한 시험 (건기법 ; 골재원마다 1,000㎥ 마다)	21,640	15,330	6,310	
		0.08㎜체 통과율	KS F 2309	골재원마다 3회		16,081	7,226	8,855	
		비중 및 흡수율	KS F 2504			20,894	14,650	6,244	
		안정성	KS F 2508			59,342	24,458	34,884	
		단위중량	KS F 2507			18,916	16,386	2,530	
		유기불순물	KS F 2505			12,664	12,273	391	
		염화물함량	염분함량측정기	바다모래 1일 3회이상	건설기술관리법 품질시험기준	1,389	1,375	14	
	혼 합 수	PH	KS F 4009	수원별 1회	건설기술관리법 품질시험기준	11,960	-	-	☆
		증발잔류물				19,400	-	-	☆
		황산염				26,725	-	-	☆
		염화물				18,600	-	-	☆
		계				76,685			
	배 합 설 계	배 합 설 계	콘크리트 표준시방서	종별 1회 골재원별 PSC	건설기술관리법 품질,시험 기준	587,580	417,119	170,461	
				1 종					
				1종섬유					
				2 종					
				3종 25					
				3종 50					
				수 중					
				중분대					
				기계타설					
	현장배합	현장배합 수정	-	작업개시전 1회		콘크리트 생산으로 갈음			

※ 외부공인시험기관에 의뢰시험해야할 항목중 우리공사 품질시험비 반영 : ★
외부공인시험기관에 의뢰시험해야할 항목중 외부 공인시험기관 평균시험비(붙임 #8) 반영 : ☆

공 종	종별구분	시험종류		시험방법	시험빈도	시험빈도 산출근거	수수료			비고
							계	시험사인건비	기타시험비	
콘크리트 공사	콘크리트 생산	체가름	50 ㎜	KS F 2502	종별 1일 1회 이상	우리공사 지침 (현장 일일 수정배합용)	21,640	15,330	6,310	
			32 ㎜							
			25 ㎜							
			19 ㎜							
			모 래							
		표면수량	50 ㎜	KS F 2509			16,128	15,858	270	
			32 ㎜							
			25 ㎜							
			19 ㎜							
			모 래							
	굳지않은 콘크리트	슬 럼 프		KS F 4009	배수공,소구조물 콘크리트타설량 100㎥ 마다	건기법의 품질시험기준을 평균수량으로 변경 (건기법 ; ·1일타설량 150미만: 100마다 ·1일타설량 150이상: 150마다)	5,516	5,392	124	
		공 기 량					17,184	16,705	479	
		염 화 물 함 량		염분함량측정기			1,389	1,375	14	
	굳은 콘크리트	압축 강도	배수공 및 소 구조물	KS F 2405	구조물공, 구입 레미콘 콘크리트 타설량 150㎥ 마다		61,734	47,378	14,356	
			구조물 공							
			구입 레미콘							
	시 멘 트	비 중		KS L 5110	300톤 마다	재료 선정을 위한 시험 (포장용 시멘트 포함)	7,938	6,417	1,521	
		안 정 도		KS L 5107			29,966	17,966	12,000	
		분 말 도		KS L 5201			16,902	16,193	709	
		압 축 강 도		KS L 5105			25,807	12,375	13,432	
		응 결 시 간		KS L 5108			17,781	8,250	9,531	
		계					97,694			
	콘크리트용 화학혼화제	감 수 율		KS F 2560	제조회사별, 3개월 이상 저장시	건설기술관리법 품질. 시험검사기준	18,916	16,386	2,530	☆
		공 기 량		"			17,184	16,705	479	
		비 중		"			8,014	6,417	1,597	
		고 형 분		"			9,971	6,417	3,554	
		블 리 이 딩		"			6,668	6,417	251	
		응 결 시 간		"			17,076	8,250	8,826	
		압 축 강 도		"			25,807	12,375	13,432	
		적외선흡수스펙트럼		KS M 0024			110,000	-	-	
		계					213,636			

※ 외부공인시험기관에 의뢰시험해야할 항목중 우리공사 품질시험비 반영 : ★
외부공인시험기관에 의뢰시험해야할 항목중 외부 공인시험기관 평균시험비(붙임 #8) 반영 : ☆

공 종	종별구분		시험종류	시험방법	시험빈도	시험빈도 산출근거	수수료			비고
							계	시험사인건비	기타시험비	
콘크리트 공사	플랜트		계량기눈금 점검 자동계량장치 점검	시방서 또는 관련규격	작업개시전 1회	건설기술관리법 품질시험 기준	-	-	-	장비관련 사항
			믹서성능 시험	"	필요시마다		-	-	-	
	철근방청제		철근의 염수침지 콘크리트중 철근 부식촉진 콘크리트 응결시간 콘크리트 압축강도	KS F 2561	제조회사별 3개월마다	건설기술관리법 품질시험 기준	- 124,415 17,781 61,734	- 32,761 8,250 47,378	- 91,654 9,531 14,356	
			계				203,225			
	플라이애쉬		비 중 분 말 도 압 축 강 도 비 단 위 수 량	KS L 5405	제조회사별 3개월마다	건설기술관리법 품질시험 기준	7,938 16,902 25,807 21,200	6,417 16,193 12,375 17,535	1,521 709 13,432 3,665	★
			계							
	교면 방수 (침투식)	방수제	침전흡수비(24hr) 내산성 내염성	시방서 또는 관련규격	제조회사별	우리공사 지침	5,000 10,000 10,000	- - -	- - -	☆ ☆ ☆
			계				25,000			
		시공	침투깊이	코아채취	○ 30m이하교량 : 차선별 ○ 400㎡마다	우리공사 지침	5,900	4,684	1,216	공당
	교면 방수 (쉬트식)	쉬트	인장강도 인열강도 신율(최대인장시) 내염수성 내알카리성 저온부착성 내 열 성 저온가요성 흡수팽창성 면적당중량	KS F 4917 KS F 4917 KS F 4917 시방서 또는 관련규격 " " " " " "	제조회사별	우리공사 지침	503,800 32,600 503,800 26,700 22,000 28,900 36,400 30,000 212,000 11,600	- - - - - - - - - -	- - - - - - - - - -	★ ★ ★ ★ ★ ★ ★ ★ ★ ★
			계				1,407,800			

※ 외부공인시험기관에 의뢰시험해야할 항목중 우리공사 품질시험비 반영 : ★
외부공인시험기관에 의뢰시험해야할 항목중 외부 공인시험기관 평균시험비(붙임 #8) 반영 : ☆

공 종	종별구분	시험종류		시험방법	시험빈도	시험빈도 산출근거	수수료			비고
							계	시험사인건비	기타시험비	
철강 구조물 공사	강재	인장강도 및 신율 탄소당량		KS 규격	제조회사별 제품규격별 100톤마다	우리공사 지침	강재반입시 밀시트로 대치			
	강교 용접	맞이음 내부 결함	방사선 투과시험	KS B 0845	I형보,상자형보, 트러스, 아치등 이음부재총연장 당 5/100 또는 .5이음당 1매	건설기술관리법 품질시험 기준	비파괴시험비 별도 계상			
		필렛 용접부	자분탐상 또는 침투액 탐상	자분탐상법 또는 침투액 탐상법	주부재크레이터 측 10개소당 1개소		"			
		용접비이드 외관 및 형상		육안검사	주부재 이음마다		-	-	-	
	강 교 용 페 인 트	무기 징크계	건조도막상태 주도 용기내상태, 비중 불휘발분 건조시간 금속아연 전아연	시방서 또는 관련규격	제조회사별 제품규격 마다	건설기술관리법 품질시험 기준 중 도로표지용도료의 품질시험기준 적용	7,656 13,469 4,621 10,061 12,033 8,098 20,000 20,000	- - - - - - - -	- - - - - - - -	★ ★ ★ ★ ★ ★ ☆ ☆
			계				95,938			
		염화 고무계	연화도 주도 비중 용기내상태 흐름성 불휘발분 인화점 건조시간	시방서 또는 관련규격	제조회사별 제품규격 마다	건설기술관리법 품질시험 기준 중 도로표지용도료의 품질시험기준 적용	7,000 13,469 10,061 4,621 5,000 12,033 6,849 8,098	- - - - - - - -	- - - - - - - -	☆ ★ ★ ★ ☆ ★ ★ ★
			계				67,131			

※ 외부공인시험기관에 의뢰시험해야할 항목중 우리공사 품질시험비 반영 : ★
외부공인시험기관에 의뢰시험해야할 항목중 외부 공인시험기관 평균시험비(붙임 #8) 반영 : ☆

공 종	종별구분	시험종류		시험방법	시험빈도	시험빈도 산출근거	수수료			비고
							계	시험사인건비	기타시험비	
철강 구조물 공사	강교용 페인트	역청 질계	연화도	시방서 또는 관련규격	제조회사별 제품규격 마다	건설기술관리법 품질시험 기준 중 도로표지용도료의 품질시험기준 적용	7,000	-	-	☆
			주도				13,469	-	-	★
			비중				10,061	-	-	★
			용기내상태				4,621	-	-	★
			인화점				6,849	-	-	★
			건조시간				8,098	-	-	★
			계				50,098			
		에폭 시계	용기내상태	시방서 또는 관련규격	제조회사별 제품규격 마다	건설기술관리법 품질시험 기준 중 도로표지용도료의 품질시험기준 적용	4,621	-	-	★
			주도				10,061	-	-	★
			분산도				4,000	-	-	☆
			건조시간				8,098	-	-	★
			도장작업성				4,000	-	-	☆
			외관				4,000	-	-	☆
			은폐율				15,030	-	-	★
			상도적합성				4,000	-	-	☆
			내충격성				5,000	-	-	☆
			부착성				15,173	-	-	★
			내알칼리성				12,646	-	-	★
			내휘발				7,337	-	-	★
			내유성				17,850	-	-	★
			불휘발분				12,373	-	-	★
			계				124,189			
		우레 탄계	건조도막상태	시방서 또는 관련규격	제조회사별 제품규격 마다	건설기술관리법 품질시험 기준 중 도로표지용도료의 품질시험기준 적용	7,656	-	-	★
			색상				17,567	-	-	★
			용기내상태				4,621	-	-	★
			작업성				9,325	-	-	★
			불휘발분				12,373	-	-	★
			건조시간				8,098	-	-	★
			주도				13,469	-	-	★
			비중				10,061	-	-	★
			연화도				4,000	-	-	☆
			흐름성				5,000	-	-	☆
			광택				4,000	-	-	☆
			계				96,170			

※ 외부공인시험기관에 의뢰시험해야할 항목중 우리공사 품질시험비 반영 : ★
외부공인시험기관에 의뢰시험해야할 항목중 외부 공인시험기관 평균시험비(붙임 #8) 반영 : ☆

공 종	종별구분		시험종류		시험방법	시험빈도	시험빈도 산출근거	수수료			비고]
								계	시험사인건비	기타시험비	
철강 구조물 공사	고장력볼트,너트 및 와샤	제품	인장강도,신율(볼트) 경도(볼트,너트,와샤) 보증하중(너트) 토크계수치(세트)		KS B 1010	제조회사별 제품규격마다	건설기술관리법 품질시험기준	26,025 2,000 6,000 8,000	- - - -	- - - -	★ ☆ ☆ ☆
			계					42,025			
		시공	볼트체결검사		시방서 또는 관련규격	볼트수의 10%	우리공사 지침	16,198	12,467	3,731	100개당
기초공	기성 말뚝		콘크리트말뚝(PSC, PHC등)	휨강도시험	KS F 4303	제조회사별 200개 마다	건설기술관리법 품질시험기준	18,069	-	-	★
			강관말뚝	인장강도 및 신율 굽힘 시험 용접부인장강도 편평성	KS D 3566	제조회사별 200개 마다	건설기술관리법 품질시험기준	26,025 18,612 26,025 5,000	- - - -	- - - -	★ ★ ★ ☆
				계				75,662			
				현장용접부 비파괴검사	KS B 0896(UT) KS B 0845(RT) KS B 0816(PT)	10이음당 1매	건설기술관리법 품질시험기준	비파괴검사비 별도 계상			
			재하시험	연직재하시험	시방서 또는 관련규격	교량별 처음 100본당 1회 다음 250본당 1회 그다음매500본당1회	건교부「토목공사 표준시방서」 및 우리공사 지침	재하시험비 별도계상			
	현장 타설 말뚝		재하시험	연직재하시험	시방서 또는 관련규격	교량별 처음 100본당 1회 다음 250본당 1회 그다음매500본당1회	건교부「토목공사 표준시방서」 및 우리공사 지침	재하시험비 별도계상			
				수평재하시험	시방서 또는 관련규격	교량별 1회	우리공사 시방서				
	확대기초 (옹벽기초) 지반지지력		평판재하시험		KS F 2310	개소당 1회 (암반지역제외)	풍화토 이하의 지반에 확대기초를 시공하는 경우 지지력 확인 필요 (옹벽직접기초포함)	103,557	101,358	2,199	

※ 외부공인시험기관에 의뢰시험해야할 항목중 우리공사 품질시험비 반영 : ★
외부공인시험기관에 의뢰시험해야할 항목중 외부 공인시험기관 평균시험비(붙임 #8) 반영 : ☆

공 종	종별구분		시험종류	시험방법	시험빈도	시험빈도 산출근거	수수료			비고
							계	시험사인건비	기타시험비	
철근 및 강선	철 근		인장강도 및 신율 굴곡	KS D 3504	제품 규격별 100 ton 마다	건설기술관리법 품질시험기준	26,025 18,612	- -	- -	★ ★
			계				44,637			
	철근이음	압접	초 음 파 검 사	KS D 0273	압접개소의 10%	건설관리법 품질시험기준 (우리공사 지침)	비파괴검사비용 별도 적용			
			압접부 인장시험	KS D 0244	200개당 3회		26,025	-	-	★
		기계적	인장강도 겉모양	KS D 3504	200개당 2회		26,025 -	- -	- -	★
	PS 강선 및 강연선		인장강도 및 신율 릴 렉 세 이 션	KS D 7002	제조 회사별	건설기술관리법 품질시험기준	26,025 148,006	- -	- -	☆ ★
			계				174,031			
	PS 봉강		인장강도 및 신율 릴 렉 세 이 션	KS D 3505	제조 회사별	건설기술관리법 품질시험기준	26,025 148,006	- -	- -	☆ ★
			계				174,031			
PSC공	팽창제		컨 시 스 턴 시 블리딩율 및 팽창율 압 축 강 도	KS F 2432 KS F 2433 KS F 2426	교량마다 1회	우리공사 지침	16,255 12,239 25,807	15,858 11,917 12,375	397 322 13,432	
			계				54,301			
	PSC 콘		인장 및 압축	시방서 또는 관련규격	제조 회사별 제품규격마다	건설기술관리법 품질시험기준	26,025	-	-	★
	쉬 스 관		인장강도 및 신율	KS D 3506			26,025	-	-	★
	PSC정착구		인장 및 압축	시방서 또는 관련규격		우리공사 지침	26,025	-	-	★
교좌장치 및 신축 이음장치	고무재료		인장강도, 신장율 경 도 압축 영구줄음율 노 화 오 존 저 항 성 회 복 율	KS F 4420 KS F 4424 시방서	제조 회사별 제품규격마다	건설기술관리법 품질시험기준	16,120 4,667 9,867 19,400 24,033 7,533	- - - - - -	- - - - - -	★ ★ ☆ ☆ ☆ ☆
			계				81,620			
	금속재료		인장강도 및 신율 경 도	KS F 4420 KS F 4424 시방서	제조 회사별 제품규격마다	건설기술관리법 품질시험기준	26,025 5,667	15,852 -	10,173 -	★ ☆
			계				31,692			
	무수축제		컨시스턴시 블리딩율 및 팽창율 압축강도	KS F 2432 KS F 2433 KS F 2426	교량마다 1회	우리공사 지침	16,255 12,239 25,807	15,858 11,917 12,375	397 322 13,432	
			계				54,301			

※ 외부공인시험기관에 의뢰시험해야할 항목중 우리공사 품질시험비 반영 : ★
외부공인시험기관에 의뢰시험해야할 항목중 외부 공인시험기관 평균시험비(붙임 #8) 반영 : ☆

공 종		종별구분	시험종류	시험방법	시험빈도	시험빈도 산출근거	수수료			비고
							계	시험사인건비	기타시험비	
보강토옹벽	판넬식	전면판 (precast)	콘크리트 압축강도	KS F 2405	제조회사별 제품규격마다	우리공사 지침	16,936	13,426	3,510	★
		friction tie (섬유보강재)	최소단기파괴하중 공칭폭 공칭두께 공칭코일길이	시방서 또는 관련규격	제조회사별 제품규격마다	우리공사 지침	10,000 1,750 1,750 1,750	- - - -	- - - -	☆ ☆ ☆ ☆
			계				15,250			
	블럭식	전면블럭	압축강도 흡 수 율	KS F 2405	3,000개 마다	우리공사 지침	16,936 18,069	13,426 17,373	3,510 696	★ ★
			계				35,005			
		지오그리드	극한인장강도	ASTM D 4595	제조회사별 제품규격마다	우리공사 지침	15,000	-	-	☆
	뒷채움재		직접전단시험 (금속)	시방서 또는 관련규격	구입 또는생산시 1,000㎥마다	우리공사 지침	60,759	-	-	★

※ 외부공인시험기관에 의뢰시험해야할 항목중 우리공사 품질시험비 반영 : ★
외부공인시험기관에 의뢰시험해야할 항목중 외부 공인시험기관 평균시험비(붙임 #8) 반영 : ☆

공 종	종별구분	시험종류	시험방법	시험빈도	시험빈도 산출근거	수수료			비고
						계	시험사인건비	기타시험비	
부직포	토목용부직포	인장강도 및 신율 투수	KS F 0520 KS F 2322	○ 맹암거용 : 20,000㎡ 마다 ○ 터널용 : 7,000㎡ 마다	우리공사 지침	16,120 9,278	- -	- -	★(고무제품) ★(토목섬유)
		계				25,398			
지수판	지수판 (연질염화 비닐수지판)	인장강도 및 신율 노화성 유연성 내약품성	KS M 3805	제조회사별	건설기술관리법	16,210 31,300 12,000 34,562	- - - -	- - - -	★(고무제품) ☆ ☆ ★
		계				94,072			
배수관	유공관	밀도 인장강도 및 신율 외압강도	시방서 또는 관련규격	제조회사별	우리공사 지침	12,187 15,250 23,333	- - -	- - -	★(플라스틱) ★(플라스틱) ★(플라스틱 변형하중)
		계				50,770			
	RC관	외압강도 및 내압강도	시방서 또는 관련규격	규격별 200개마다	우리공사 지침	33,100	-	-	☆
	무근 콘크리트관	외압강도	시방서 또는 관련규격	규격별 300개마다	우리공사 지침	33,100	-	-	☆
	벤치플륨관	휨강도	시방서 또는 관련규격	규격별 1,000개마다	우리공사 지침	25,266	-	-	★(플라스틱 휨강도)
	철근콘크리트 플륨관	굽힘강도	시방서 또는 관련규격	규격별 100개마다	우리공사 지침	18,069	-	-	★(콘크리트 제품)
	이중벽 합성수지관	밀도 인장강도 및 신율 외압강도	KS M 3500	제조회사별	건설기술관리법 품질시험기준	12,187 13,320 23,333	- - -	- - -	★(플라스틱) ★(플라스틱) ★(플라스틱 변형하중)
		계				48,840			
	재생수지 도수로	압축강도 휨강도 비중 흡수량	KS M 3500	제조회사별	우리공사 지침	23,233 25,226 12,187 12,664	- - - -	- - - -	★(플라스틱 변형하중) ★(플라스틱) ★(플라스틱) ★(플라스틱)
		계				73,310			

※ 외부공인시험기관에 의뢰시험해야할 항목중 우리공사 품질시험비 반영 : ★
외부공인시험기관에 의뢰시험해야할 항목중 외부 공인시험기관 평균시험비(붙임 #8) 반영 : ☆

3. 포장공

공 종	종별구분	시험종류	시험방법	시험빈도	시험빈도 산출근거	수수료			비고
						계	시험사인건비	기타시험비	
동상방지층,선택층,보조기층	선택층 및 보조기층 재 료	0.08㎜체 통과율	KS F 2511	골재원마다 3회	건설기술관리법 품질,시험 기준	16,081	7,226	8,855	
		비중 및 흡수율	KS F 2503			20,894	14,650	6,244	
		마 모 율	KS F 2508			24,932	12,615	12,317	
		안 정 성	KS F 2507			59,342	24,458	34,884	
		실 내 CBR	KS F 2320			130,344	101,520	28,824	
		실 내 다 짐	KS F 2312			64,790	47,127	17,663	
		모 래 당 량	KS F 2340			38,168	31,717	6,451	
		체 가 름	KS F 2502	생산 또는 구입시 1,000㎥마다		21,640	15,330	6,310	
	다짐도 검사	함 수 량	KSF2306또는급속함수량측정방법	500㎥ 마다		7,307	2,890	4,417	
		현 장 밀 도	KS F 2311			55,687	50,178	5,509	
		평 판 재 하 (현장밀도 불가시)	KS F 2310			103,557	101,358	2,199	
	마무리면 검사	푸 르 푸 롤 링	5톤이상의복륜하중(타이어접지압5.6 kg/cm²이상)통과	전구간 2차로 기준 500m 마다	건설기술관리법 품질시험기준	9,756	-	9,756	
시멘트 안정처리기층	재 료	배 합 설 계	표준시방서	골재원별 1회	건설기술관리법 품질,시험 기준	587,580	417,119	170,461	
		0.08㎜체 통과율	KS F 2511	골재원 마다 3회		16,081	7,226	8,855	
		비중 및 흡수율	KS F 2503			20,894	14,650	6,244	
		마 모 율	KS F 2508			24,932	12,615	12,317	
		안 정 성	KS F 2507			59,342	24,458	34,884	
		실 내 다 짐	KS F 2312			64,790	47,127	17,663	
		점토덩어리 함유량	KS F 2512			25,022	18,926	6,096	
		체 가 름	KS F 2502	생산시 1,000㎥마다		21,640	15,330	6,310	
	다짐도검사	함 수 비	KSF2306또는급속함수량측정방법	포설량 500㎥ 마다		7,307	2,890	4,417	
		현장밀도 및 두께	KS F 2311			55,687	50,178	5,509	
		압 축 강 도	KS F 2382			48,569	41,666	6,903	(일축압축)

※ 외부공인시험기관에 의뢰시험해야할 항목중 우리공사 품질시험비 반영 : ★
외부공인시험기관에 의뢰시험해야할 항목중 외부 공인시험기관 평균시험비(붙임 #8) 반영 : ☆

공 종	종별구분	시험종류		시험방법	시험빈도	시험빈도 산출근거	수수료			비고
							계	시험사인건비	기타시험비	
시멘트 콘크리트 포 장	배합 설계	배 합 설 계		시방서	골재원마다 1회	건설기술관리법	587,580	417,119	170,461	
	콘크리트 포장 재료	굵은골재	체 가 름	KS F 2502	골재원별 3회	건설기술관리법 품질시험기준 (배수공 및 구조물공의 콘크리트공과 동일)	21,640	15,330	6,310	
			비중흡수율	KS F 2503			20,894	14,650	6,244	
			마 모 율	KS F 2508			24,932	12,615	12,317	
			안 정 성	KS F 2507			59,342	24,458	34,884	
			단 위 중량	KS F 2505			18,916	16,386	2,530	
			세장편평율	시방서			-	-	-	
		잔골재	비중흡수율	KS F 2504	골재원별 3회		20,894	14,650	6,244	
			#0.08mm-통과율	KS F 22511			16,081	7,226	8,855	
			유기불순물	KS F 2510			12,664	12,273	391	
			안 정 성	KS F 2507			59,342	24,458	34,884	
			단 위 중량	KS F 2505			18,916	16,386	2,530	
			체 가 름	KS F 2502			21,640	15,330	6,310	
			염 분 함량	염분함량측정기			1,389	1,375	14	(회)
	콘크리트 생산 (현장배합수정)	굵은골재	체 가 름	KS F 2502	콘크리트 타설량 300m³마다	1일포설량 240m기준으로 1일 2회 기준	21,640	15,330	6,310	
			표면수량	KS F 2509			16,128	15,858	270	
		잔골재	체 가 름	KS F 2502			21,640	15,330	6,310	
			표면수량	KS F 2509			16,128	15,858	270	

※ 외부공인시험기관에 의뢰시험해야할 항목중 우리공사 품질시험비 반영 : ★
외부공인시험기관에 의뢰시험해야할 항목중 외부 공인시험기관 평균시험비(붙임 #8) 반영 : ☆

공 종	종별구분	시험종류	시험방법	시험빈도	시험빈도 산출근거	수수료			비고
						계	시험사인건비	기타시험비	
시멘트 콘크리트 포 장	콘크리트 혼합물	슬 럼 프 공 기 량 휨 강 도	KS F 2402 KS F 2401 KS F 2407	콘크리트 타설량 200m^{3}마다	일일 타설량을 감안 콘크리트보다 빈도 완화	5,516 17,184 66,667	5,392 16,705 52,287	124 479 14,380	
	평 탄 성	종 방 향(7.6m)	7.6m 측정기	차선별 150m당 1회	건설기술관리법 품질시험기준	29,191	28,394	797	km/차로
		횡 방 향 (3m)	직선자	200m마다		-	-	-	
	주입줄눈재	침 입 도 흐 름 접 착 성 고 사 시 간 고착 건조시간 회 복 율	시방서 또는 관련규격	제조회사마다	건설기술관리법 품질시험기준	12,600 13,900 37,000 17,500 20,300 15,200	- - - - - -	- - - - - -	☆ ☆ ☆ ☆ ☆ ☆
		계				116,500			
	양 생 제	보 수 능 력 고 형 분 건 조 시 간 컨 시 스 턴 시	KS F 2540	제조회사마다	건설기술관리법 품질시험기준	218,359 9,971 36,572 7,972	- 6,417 22,284 7,565	- 3,554 14,288 407	★
		계				272,874			
	다웰바	인장강도 및 신율	KS B 0801	제조회사마다	우리공사 지침	26,025	15,852	10,173	★
아스 팔트 콘크 리트 포장공	재 료	굵은골재 체 가 름 25㎜	KS F 2502	골재원마다 10회	재료선정을 위한 시험 시험정도 유지를 위한 평균적용 (건기법 : 골재원 마다)	21,640	15,330	6,310	
		굵은골재 체 가 름 19㎜	KS F 2502	골재원마다 10회		21,640	15,330	6,310	
		굵은골재 체 가 름 13㎜	KS F 2502	골재원마다 10회		21,640	15,330	6,310	
		굵은골재 0.08미리 통과율	KS F 2511	골재원마다 10회		16,081	7,226	8,855	
		굵은골재 비중및흡수율	KS F 2503	골재원마다 3회		20,894	14,650	6,244	
		굵은골재 마 모 율	KS F 2508	골재원마다 3회		24,932	12,615	12,317	
		굵은골재 안 정 성	KS F 2507	골재원마다 3회		59,342	24,458	34,884	
		굵은골재 피 막 박 리	KS F 2355	골재원마다 3회		29,650	24,228	5,422	
		굵은골재 편평세장율	시방서	골재원마다 3회		-	-	-	

※ 외부공인시험기관에 의뢰시험해야할 항목중 우리공사 품질시험비 반영 : ★
외부공인시험기관에 의뢰시험해야할 항목중 외부 공인시험기관 평균시험비(붙임 #8) 반영 : ☆

공 종	종별구분	시험종류		시험방법	시험빈도	시험빈도 산출근거	수수료			비고
							계	시험사인건비	기타시험비	
아스팔트 콘크리트 포장공	재 료	잔골재	모래체가름	KS F 2502	골재원마다10회	건설기술관리법 품질시험기준의 재료선정을 위한 평균적용	21,640	15,330	6,310	
			깬모래체가름	KS F 2502			21,640	15,330	6,310	
			비중및흡수	KS F 2504	골재원마다3회		20,894	14,650	6,244	
			안 정 성	KS F 2507			59,342	24,458	34,884	
		석 분	입 도	KS F 3501	제조회사마다3회		13,045	10,644	2,401	
			수 분				18,021	8,454	9,567	
			비 중	KS F 5110			27,266	21,020	6,246	
	플 랜 트	체 가 름 (콜드빈, 하트빈)		KS F 222502	아스팔트 콘크리트 포설량350ton 마다	일일포설량 30a 기준시 350ton	21,640	15,330	6,310	
		계량기 0점 검사		시방서			-	-	-	
		아스팔트(가열시)온도 골재 온도		온도계	1시간에 1회이상	건설기술관리법 품질시험기준	-	-	-	자동 계량장치
	혼합물	배 합 설 계		시방서	재료가 다른 각 배합마다	건설기술관리법 품질시험기준	413,338	285,336	128,002	
		혼 합 물 온 도		온도계	15ton마다	트럭당 1회	-	-	-	
		역 청 함 유 량		KS F 2502	350ton마다	30a≒350ton으로	95,310	60,237	35,073	
		추 출 입 도		KS F 2502			25,368	21,936	3,432	
		마 샬 안 정 도		KS F 2337			34,497	29,723	4,774	
	포설후	밀 도		KS F 2353	30 a 마다	건설기술관리법 품질시험기준	4,217	3,666	551	
		두 께		KS F 2367			29,534	27,045	2,489	
		평탄성	종방향(7.6m)	7.6m측정기 직선자	차선별150m마다		29,191	28,394	797	km/차로
			횡방향(3m)		차선별200m마다		-	-	-	

※ 외부공인시험기관에 의뢰시험해야할 항목중 우리공사 품질시험비 반영 : ★
외부공인시험기관에 의뢰시험해야할 항목중 외부 공인시험기관 평균시험비(붙임 #8) 반영 : ☆

공 종	종별구분	시험종류	시험방법	시험빈도	시험빈도 산출근거	수수료			비고
						계	시험사인건비	기타시험비	
아스팔트 콘크리트 포장공	스트레이트 아스팔트 (도로포장용)	침 입 도	KS M 2201	2,000ton마다	건설기술관리법 품질시험기준	17,030	-	-	★
		신 도				14,000	-	-	★
		비 중				13,795	-	-	★
		인 화 점				12,945	-	-	★
		삼염하에틸렌가용분				19,184	-	-	★
		박막 가열후 신도비				36,035	-	-	★
		계				112,989			
	컷백 아스팔트	점 도	KS M 2202	제조회사제품 규격마다	건설기술관리법 품질시험기준	16,172	-	-	★
		체 찌 끼				12,488	-	-	★
		저 장 안 정 도				15,124	-	-	★
		부 착 시 험				13,823	-	-	★
		입 자 전 하				5,585	-	-	★
		증 발 침 입 도				35,005	-	-	★
		증발삼염화에틸렌가용분				19,184	-	-	★
		계				117,381			
	유화 아스팔트	점 도	KS M 2203	제조회사제품 규격마다	건설기술관리법 품질시험기준	16,172	-	-	★
		인 화 점				12,945	-	-	★
		체 찌 기				12,488	-	-	★
		증 발 침 입 도				35,005	-	-	★
		증 발 심 도				35,017	-	-	★
		증발삼염화에틸렌가용분				19,185	-	-	★
		계				130,812			
콘크리트 인터록킹 블럭포장	인터록킹 블럭	휨 강 도	KS F 4419	10,000개 마다 10개	건설기술관리법 품질시험기준	18,069	-	-	★ (con'c제품)
		흡 수 율				13,366	-	-	★
		계				31,435			

※ 외부공인시험기관에 의뢰시험해야할 항목중 우리공사 품질시험비 반영 : ★
외부공인시험기관에 의뢰시험해야할 항목중 외부 공인시험기관 평균시험비(붙임 #8) 반영 : ☆

4. 터널공

공 종	종별구분		시험종류		시험방법	시험빈도	시험빈도 산출근거	수수료			비고
								계	시험사인건비	기타시험비	
터 널 공	숏 크 리 트		압축강도	8hr 3일 28일	KS F 2405	각1회/200m²	우리공사 지침	61,734	47,378	14,356	
			두께측정(코아)		시방서 또는 관련규격	3공/20m		15,576	12,413	3,163	공당, 8cm
	강섬유 숏크리트	강섬유	인장강도 형상비 휨시험		〃	자재반입시 마다	〃	7,500 25,000 7,500	- - -	- - -	☆ ☆ ☆
			계					40,000			
		혼합물	휨강도	1일 3일 28일	KS F 2408	100m³마다	〃	66,667	52,287	14,380	★
			휨인성 강섬유혼입량		시방서 또는 관련규격	1,000m³마다		82,235 -	18,124 -	78,389 -	★
			두께측정(코아)		〃	3공/20m		29,534	27,045	2,489	
	록 볼 트		재 질	인장 및 신율	KS D 3504	1회/6,000개	건기법 100 ton을 4 m 록볼트로 환산	26,025	15,852	10,173	★
			인 발 시 험		계측비로 계상			-	-	-	
	계 측		내공변위 지중변위 천단침하 숏크리트응력 록볼트축력		계 측 비 별 도 계 상			-	-	-	

※ 외부공인시험기관에 의뢰시험해야할 항목중 우리공사 품질시험비 반영 : ★
외부공인시험기관에 의뢰시험해야할 항목중 외부 공인시험기관 평균시험비(붙임 #8) 반영 : ☆

공 종	종별구분	시험종류	시험방법	시험빈도	시험빈도 산출근거	수수료			비 고
						계	시험사인건비	기타시험비	
터 널 공	방 수 쉬 트	인 장 성 능	KS F 4911	7,000m²마다	건설기술관리법 품질시험기준	474,630	-	-	★
		인 열 성 능	〃			25,869	-	-	★
		가열 신축 성상	〃			36,906	-	-	★
		신축시열화성상(열화시)	〃			81,432	-	-	★
		접 합 인 장 성 능	〃			10,000	-	-	☆
		계				628,837			
	와이어매쉬 (용접철망)	인장강도 및 신율	KS D 3552	제조회사마다	건설기술관리법 품질시험기준	26,025	-	-	★
	스 틸 리 브	인장 강도 · 신율	KS B 0802	제조회사마다	건설기술관리법 품질시험기준	26,025	-	-	★
		굴 곡 시 험	KS B 0804			18,612	-	-	★
		계				44,637			
	급 결 재	압 축 강 도	KS L 5105	제조회사마다	건기법 혼화제 시험기준 적용	25,807	12,375	13,432	
		응 결 시 간	KS L 5108			17,076	8,250	8,826	
		계				42,883			
	타 일	흡 수 율	KS L 1001	제조회사 마다	개정전 건설기술관리법 기준 적용	7,533	-	-	☆
		뒷 굽 길 이				4,500	-	-	☆
		접 착 력	KS L 1001	600m'마다		16,566	-	-	☆
	아 연 도 파형강관	아연도금 부착량	KS D 0201	50 ton 마다	우리공사 지침	13,818	13,210	608	
		인장강도, 연신율	KS B 0802			26,025	-	-	★
		Lockseam부 인장강도	AASHTO T 249			26,025	-	-	★
		개 공 율	ASTM A 760			5,333	-	-	☆
		계				71,201			

※ 외부공인시험기관에 의뢰시험해야할 항목중 우리공사 품질시험비 반영 : ★
외부공인시험기관에 의뢰시험해야할 항목중 외부 공인시험기관 평균시험비(붙임 #8) 반영 : ☆

5. 부대공

공 종	종별구분	시험종류	시험방법	시험빈도	시험빈도 산출근거	수수료			비고
						계	시험사인건비	기타시험비	
부대공 및 기타	상온형 도로표지용 도료	도료용기내 상태	KS M 5322	제조회사 마다 제품규격 마다	건설기술관리법 품질·시험 기준	4,621	-	-	★
		주 도				13,469	-	-	★
		비 중				10,061	-	-	★
		불점착건조성				55,217	-	-	★
		도료 도막상태				7,656	-	-	★
		확산반사율				15,272	-	-	★
		도료은폐율				15,030	-	-	★
		블 리 딩				16,807	-	-	★
		내 마 모				26,895	-	-	★
		촉진내후성				456,120	-	-	★
		내 수 성				15,279	-	-	★
		내알카리성				12,646	-	-	★
		불휘발분				12,373	-	-	★
		안 료 분				13,172	-	-	★
		색 상				17,567	-	-	★
		계				692,185			
	융착식 도로 표지용 도료	도료용기내 상태	KS M 5333	제조회사 마다 제품규격 마다	건설기술관리법 품질·시험 기준	4,621	-	-	★
		주 도				13,469	-	-	★
		비 중				10,061	-	-	★
		불점착건조성				55,217	-	-	★
		도료 도막상태				7,656	-	-	★
		확산반사율				15,272	-	-	★
		도료은폐율				15,030	-	-	★
		블 리 딩				16,807	-	-	★
		내 마 모				26,895	-	-	★
		촉진내후성				456,120	-	-	★
		내 수 성				15,279	-	-	★
		내알카리성				12,646	-	-	★
		불휘발분				12,373	-	-	★
		안 료 분				13,172	-	-	★
		색 상				17,567	-	-	★
		계				692,003			

※ 외부공인시험기관에 의뢰시험해야할 항목중 우리공사 품질시험비 반영 : ★
외부공인시험기관에 의뢰시험해야할 항목중 외부 공인시험기관 평균시험비(붙임 #8) 반영 : ☆

공 종	종별구분		시험종류	시험방법	시험빈도	시험빈도 산출근거	수수료			비고
							계	시험사인건비	기타시험비	
부대공 및 기타	가열형 도로 표지용 도료		비 중	KS M 5336	제조회사 마다 제품규격 마다	건설기술관리법 품질·시험 기준	10,061	-	-	★
			연 화 점				6,849	-	-	★
			불점착건조성				55,217	-	-	★
			도막의 겉모양				7,656	-	-	★
			확산반사율(흰색)				15,272	-	-	★
			내마모성				26,895	-	-	★
			내알카리성				12,646	-	-	★
			불휘발분				12,373	-	-	★
			촉진내후성				456,120	-	-	★
			열안정성(노란색1종)				7,721	-	-	★
			계				603,089(백색) 610,810(황색)			
	가드레일		아연부착량	KS D 3503	제조회사 마다 제품규격 마다	우리공사 지침	13,818	13,210	608	
			인장강도 및 신율				26,025	-	-	★
			굽힘성				18,612	-	-	★
			계				58,455			
	가드레일 지주		아연부착량	KS D 3566	제조회사 마다 제품규격 마다	우리공사 지침	13,818	13,210	608	
			인장강도 및 신율				26,025	-	-	★
			굽힘성				18,612	-	-	★
			편평성				5,000	-	-	☆
			계				63,455			
	표지판 (알루미늄)	판	인장강도 및 신율	KS D 6759	제조회사 마다 제품규격 마다	우리공사 지침	26,025	-	-	★
			굽힘성				18,612	-	-	★
			두께				-	-	-	
			계				44,637			
		찬넬 및 앵글	인장강도 및 신율	KS D 6759	제조회사 마다 제품규격 마다	우리공사 지침	26,025	-	-	★
			경도				5,667	-	-	☆
			두께				-	-	-	
			계				31,692			
	표지판 지주	H형	인장강도 및 신율	KS D 3503	제조회사 마다 제품규격 마다	우리공사 지침	26,025	-	-	★
			굽힘성				18,612	-	-	★
			계				44,637			
		원형	인장강도 및 신율	KS D 3566	제조회사 마다 제품규격 마다	우리공사 지침	26,025	-	-	★
			굽힘성				18,612	-	-	★
			편평성				5,000	-	-	☆
			계				49,637			

※ 외부공인시험기관에 의뢰시험해야할 항목중 우리공사 품질시험비 반영 : ★
외부공인시험기관에 의뢰시험해야할 항목중 외부 공인시험기관 평균시험비(붙임 #8) 반영 : ☆

공 종	종별구분			시험종류	시험방법	시험빈도	시험빈도 산출근거	수수료			비고
								계	시험사인건비	기타시험비	
부대공 및 기타	방음판	반사형		투과손실	KS M 2808	제조회사별	우리공사 지침	1,183,400	-	-	☆
		흡음형		투과손실	KS F 2808	제조회사별	우리공사 지침	1,183,400	-	-	☆
				흡음율	KS F 2805			835,250	-	-	☆
				계				2,018,650			
		칼라	반사형	투과손실	KS F 2808	제조회사별	우리공사 지침	1,248,450	-	-	☆
				촉진내후성	KS F 2274			510,000	-	-	☆
				내충격	시방서 또는관련규격			12,500	-	-	☆
				광택	"			7,000	-	-	☆
				계				1,777,950			
			흡음형	투과손실	KS F 2808	제조회사별	우리공사 지침	1,183,400	-	-	☆
				흡음율	KS F 2805			750,900	-	-	☆
				촉진내후성(1000hr)	KS F 2274			510,000	-	-	☆
				염수분무(500hr)	시방서 또는관련규격			250,000	-	-	☆
				내충격	"			13,500	-	-	☆
				내산성	"			29,910	-	-	☆
				내알카리성	"			2,000	-	-	☆
				광택	"			5,000	-	-	☆
				도막두께	"			13,088	12,833	255	
				부착	"			-	-	-	
				계				2,757,543			
	방음벽지주			인장강도 및 신율	KS D 3503	제조회사별	우리공사 지침	26,025	-	-	★
				굽힘성				18,612	-	-	★
				계				44,637			
	호안블럭			압축강도	KS F 2405	5,000개마다	건설기술관리법 품질시험기준	61,734	-	-	★
	비탈면 보호블럭			압축강도	KS F 2405	5,000개마다	건설기술관리법 호안블럭 기준 적용	61,734	-	-	★
	비탈면 PE블럭			압축강도	KS M 3816	5,000개마다	건설기술관리법 호안블럭 기준 적용	61,734	-	-	★
				휨강도	KS F 2408			66,667	-	-	★
				계				128,401			

※ 외부공인시험기관에 의뢰시험해야할 항목중 우리공사 품질시험비 반영 : ★
외부공인시험기관에 의뢰시험해야할 항목중 외부 공인시험기관 평균시험비(붙임 #8) 반영 : ☆

공 종	종별구분		시험종류	시험방법	시험빈도	시험빈도 산출근거	수수료			비고
							계	시험사인건비	기타시험비	
부대공 및 기타	보도용 콘크리트판		휨강도 흡수율 유색층두께	KS F 4001	200매 마다	건설기술관리법 품질시험기준	18,069 13,366 -	17,373 9,667 -	696 3,699 -	
			계				31,435			
	콘크리트 경계블럭		휨강도 흡수율	KS F 4006	1,000매 마다	건설기술관리법 품질시험기준	18,069 13,366	17,373 9,667	696 3,699	
			계				31,435			
	아연도철선 (돌망태, 개비온)		인장강도 아연부착량 피복철선 피복두께 아연균일성	KS D 7002	제조회사별	건설기술관리법 품질시험기준	26,025 13,818 - 18,400	- - - -	- - - -	★ ★ ★
			계				58,243			
	데리네이터	알미늄판	인장강도 및 신율 굽힘성 두께	KS D 6701 KS D 6006	제조회사별	우리공사 지침	26,025 18,612 -	- - -	- - -	★ ★ ★
		알미늄판	계				44,637			
		지주 강판	인장강도 및 신율 굽힘성 편평성	KS D 3566	제조회사별	우리공사 지침	26,025 18,612 5,000	- - -	- - -	★ ★ ☆
		지주 강판	계				49,637			
		지주 강판	인장강도 및 신율 굽힘성 경도	KS D 3512	제조회사별	우리공사 지침	26,025 18,612 5,667	- - -	- - -	★ ★ ☆
		지주 강판	계				50,304			
		반사체	재귀반사성능 색도	시방서 또는 관련규격	제조회사별	우리공사 지침	40,000 9,500	- -	- -	☆ ☆
		반사체	계				49,500			
	차광망	철재	아연부착량	KS D 0201	제조회사별	우리공사 지침	13,818	13,210	608	
		플라스틱	밀도 인장강도 및 신율 경도 촉진내후성(300hr)	KS M 3016 KS M 3006 KS M 3043 KS M 5000	제조회사별	우리공사 지침	12,187 15,250 4,333 819,763	- - - -	- - - -	★ ★ ☆ ★
		플라스틱	계				851,533			

※ 외부공인시험기관에 의뢰시험해야할 항목중 우리공사 품질시험비 반영 : ★
외부공인시험기관에 의뢰시험해야할 항목중 외부 공인시험기관 평균시험비(붙임 #8) 반영 : ☆

8-11 건설공사 원가계산 작성지침 변경

방 침
설 계 이 15201-1162 ('98. 8. 31)

1. 설계이15212-683호('98.5.22)중 건설공사 원가 작성지침은 본 지침으로 변경 적용함.

2. 변경항목 : 고용보험료 항목추가

3. 변경사유

o 항목추가 : 고용보험료(원가계산에 관한 예정가격 작성준칙 제18조, '98.2.20)

4. 변경내용

(단위 : %)

구 분		당 초	변 경	비 고
산업재해보상보험 요율		2.90	2.90	
퇴직공제 부금비 요율		2.42	2.42	
고용보험 요율		-	0.28	기업등급별 별도 적용
기타 경비율	5억원 미만, 6개월 이하	6.36	6.36	
	5~30억원 미만, 7~12개월 이하	7.23	7.23	
	30~50억원 미만, 13~36개월 이하	9.24	9.24	
	50~100억원 미만, 37개월 이상	10.10	10.10	
	100~200억원 미만, 37개월 이상	11.36	11.36	
	200억원 이상, 37개월 이상	10.07	10.07	

주) 1. 산업재해보상보험 요율은 일반건설공사(갑)을 기준한 것으로 공사종류별 별도 적용하여야함.

2. 퇴직공제부금비 요율은 공사예정금액 100억원 이상인 고속도로 건설공사(토목공사)에 적용하며 건축공사 및 기타공사의 경우 별도 검토후 적용하여야 함.

3. 고용보험 요율은 공사예정금액이 3억4천만원 이상인 고속도로 건설공사(토목공사)에 적용하며 건축공사 및 기타공사의 경우 별도 검토후 적용하여야 함

4. 본 지침의 기타경비율은 토목공사를 기준한 것으로 건축공사 및 특수공사의 경우 별도 산출적용하여야 함.

공 종	종별구분		시험종류	시험방법	시험빈도	시험빈도 산출근거	수수료			비고
							계	시험사인건비	기타시험비	
부대공 및 기타	가드 휀스	철망	아연부착량 인장강도 및 신율	KS D 3552	제조회사별 제품규격마다	우리공사 지침	13,818 26,025	13,210 -	608 -	★
			계				39,843			
		지주	인장강도 및 신율 굽힘성 편평성	KS D 3566	제조회사별 제품규격마다	우리공사 지침	26,025 18,612 5,000	- - -	- - -	★ ★ ☆
			계				49,637			
	낙석 방책	철망	인장강도	KS D 3552	제조회사별 제품규격마다	우리공사 지침	26,025	-	-	★
		로우프	파단강도 최소비틀림횟수 아연부착량	KS D 3514	제조회사별 제품규격마다	우리공사 지침	5,000 8,000 13,818	- - -	- - -	☆ ☆ ★
			계				26,818			
		지주	아연부착량 인장강도 및 신율 굽힘성	KS D 3566	제조회사별 제품규격마다	우리공사 지침	13,818 26,025 18,612	13,210 - -	608 - -	★ ★
			계				58,455			
	낙석 방지 망	망	인장강도	KS D 3552	제조회사별 제품규격마다	우리공사 지침	26,025	-	-	★
		로우프	파단강도	KS D 3514	제조회사별 제품규격마다	우리공사 지침	5,000	-	-	☆
	그레이팅카바		아연부착량	KS B 0802	제조회사별 제품규격마다	우리공사 지침	13,818	-	-	☆
	그라스비드		입도(1호) 입도(2호) 입도(3호) 비중 외관형성 굴절율 내수성	KS L 2521	제조회사별 제품규격마다"	우리공사 지침	21,790 19,118 16,087 9,932 16,825 22,940 15,508	- - - - - - -	- - - - - - -	★ ★ ★ ★ ★ ★ ★
			계				86,995(1호입도) 84,323(2호입도) 81,292(3호입도)			
	차선도색		살포량(속도,압력) 휘도	시방서 또는 관련규격	작업개시전 1회 30,000㎡마다	우리공사 지침	- 15,695	- -	- -	★
			계				15,695			

※ 외부공인시험기관에 의뢰시험해야할 항목중 우리공사 품질시험비 반영 : ★
외부공인시험기관에 의뢰시험해야할 항목중 외부 공인시험기관 평균시험비(붙임 #8) 반영 : ☆

8-11 건설공사 원가계산 작성지침 변경

방 침
설 계 이 15201-1162 ('98. 8. 31)

1. 설계이15212-683호('98.5.22)중 건설공사 원가 작성지침은 본 지침으로 변경 적용함.

2. 변경항목 : 고용보험료 항목추가

3. 변경사유

o 항목추가 : 고용보험료(원가계산에 관한 예정가격 작성준칙 제18조, '98.2.20)

4. 변경내용

(단위 : %)

구 분		당 초	변 경	비 고
산업재해보상보험 요율		2.90	2.90	
퇴직공제 부금비 요율		2.42	2.42	
고용보험 요율		-	0.28	기업등급별 별도 적용
기타 경비율	5억원 미만, 6개월 이하	6.36	6.36	
	5~30억원 미만, 7~12개월 이하	7.23	7.23	
	30~50억원 미만, 13~36개월 이하	9.24	9.24	
	50~100억원 미만, 37개월 이상	10.10	10.10	
	100~200억원 미만, 37개월 이상	11.36	11.36	
	200억원 이상, 37개월 이상	10.07	10.07	

주) 1. 산업재해보상보험 요율은 일반건설공사(갑)을 기준한 것으로 공사종류별 별도 적용하여야함.

2. 퇴직공제부금비 요율은 공사예정금액 100억원 이상인 고속도로 건설공사(토목공사)에 적용하며 건축공사 및 기타공사의 경우 별도 검토후 적용하여야 함.

3. 고용보험 요율은 공사예정금액이 3억4천만원 이상인 고속도로 건설공사(토목공사)에 적용하며 건축공사 및 기타공사의 경우 별도 검토후 적용하여야 함

4. 본 지침의 기타경비율은 토목공사를 기준한 것으로 건축공사 및 특수공사의 경우 별도 산출적용하여야 함.

5. 공사원가 작성

구 분		내 용	산 식	비 고
공사원가	재 료 비 직접노무비 경 비		품셈에 의하여 계상	제잡비 공제금액
	간접노무비	품셈에 따라 계상되는 노무량을 제외한 작업현장에서 보조작업 종사 노무자, 종업원 및 현장 감독자등의 노무량	직접노무비×간접노무비율	
	산재보험료	노동부 고시율 지급 (매년 변경 고시됨)	(직접노무비+간접노무비) ×산재보상보험요율	
	안전관리비	품셈에 의한 별도계상비용을 제외한 법에 규정된 사항의 이행에 필요한 비용	(재료비+직접노무비+지급자재비(VAT제외)-별도계상비용)×안전관리비율	
	퇴직공제 부 금 비	관계법령에 의하여 건설근로자 퇴직공제제도에 가입하는데 소요되는 비용	직접노무비×퇴직공제 부금비율	
	고용보험료	고용보험법에 의한 고용보험료로서 사업주가 부담하는 비용	(직접노무비+간접노무비) ×고용보험요율	
	기타 경비	경비비목으로 품셈에 의한 계상분을 제외한 비용	(직접노무비+간접노무비+재료비)×기타경비율	
일반관리비		기업의 유지를 위한 관리활동 부문에서 발생하는 제비용으로서 공사원가에 속하지 아니하는 모든 영업비용	(공사원가-제잡비공제금액) ×일반관리비율	
이 윤		영업이익	(공사원가-재료비-제잡비 공제금액+일반관리비)×이윤율	

6. 제잡비 산출근거

가. 간접노무비

1) 근거규정 : 원가계산에 의한 예정가격 작성준칙 제4조, 제8조

가) 제4조(비목별 가격결정의 원칙) ③항

- 재료비, 노무비, 경비의 각 세비목 및 그 물량(재료량, 노무량, 소요량) 산출은 계약목적물에 대한 규격서, 설계서 등에 의하거나 제35조의 규정에 의한 원가계산자료를 근거로 하여 산정하여야 한다.

나) 제9조 (노무비) ②항, ④항

- 간접노무비는 직접 제조작업에 종사하지는 않으나 작업현장에서 보조작업에 종사하는 노무자, 종업원과 현장 감독자 등의 기본급과 제수당, 상여금, 퇴직급여충당금의 합계액으로 한다.
- 간접노무비는 제35조의 규정에 의한 원가계산 자료를 활용하여 직접노무비에 대하여 간접노무비율($\frac{\text{간접노무비}}{\text{직접노무비}}$)을 곱하여 계산한다.

2) 계산방법(회계통첩 회제2210-591, '89.3.8)

- 직접계상방법 : 발주목적물의 노무량을 예정하고 노무비 단가를 적용하여 계산
- 비율분석방법 : 원가계산자료를 이용하여 계산된 간접노무비율을 표준품셈에 따라 계상된 직접노무비에 곱하여 계산
- 보완적용방법 : 공사종류등에 따른 간접노무비율을 당해 계약목적물의 규모, 공종, 기간등의 특성에 따라 활용하여 간접노무비 계상

3) 적 용

- 직접계산 및 원가계산 자료에 의한 비율분석 방법이 곤란하여 보완적용 방법에 의한 간접노무비(품셈에 의한 직접노무비×간접노무비율) 적용
- 간접노무비율

구분	공사종류				공사규모			공사기간			비고
	건축공사	토목공사	특수공사	기타	5억미만	5~30억미만	30억이상	6개월미만	6~12개월미만	12개월이상	
%	14.5	15	15.5	15	14	15	16	13	15	17	

※ 산출예 (토목공사, 30억이상, 12개월 이상) : (15+16+17) ÷ 3 ≒ 16%

나. 산재보상보험료

1) 근거규정 : 산업재해보상보험법 제62조, 근로기준법 제18조

가) 산업재해보상보험법 제62조

- 보험료는 보험가입자가 경영하는 사업의 임금총액에 동종의 사업에 적용되는 보험요율을 곱한 금액으로 한다.

나) 근로기준법 제18조 (임금의 정의)

- 임금이라 함은 사용자가 노동의 대상으로 노동자에게 임금, 봉급, 기타 여하한 명칭으로 든지 지급하는 일체의 금품을 말한다.

2) 적 용

- 노동부고시 산업재해보상보험 요율 적용 계상(년1회 고시)

  · 산업재해보상보험료 = (직접노무비+간접노무비)×보험요율

- 산업재해보상보험 요율(노동부고시 제97-57, '97.12.30)

구 분	일반건설공사(갑)	비 고
산재보상보험 요율	29/1,000	

다. 안전관리비

1) 근거규정 : 건설공사 표준안전관리비 계상 및 사용기준 제2조, 제5조

- 안전관리비는 대상액에 안전관리비 비율을 곱한 금액으로 한다.
- 발주자가 재료를 제공할 경우에는 당해금액을 대상액에 포함시킬 때의 안전관리비는 당해금액을 포함시키지 않는 대상액을 기준으로 하여 계상한 안전관리비의 1.2배를 초과할 수 없다.
- 안전관리비 대상액은 재료비와 직접노무비를 합한 금액(발주자가 재료를 제공할 경우에는 당해 비용을 포함한 금액)을 말한다.
- 별도계상비용 : 건설사업장의 산업재해 예방에 필요한 비용으로서 표준안전관리비 사용내역에 포함되지 아니한 비용은 적정한 방법으로 공사 설계내역서에 계상하여야 한다.

2) 계상방법

· 대상액이 5억원 미만 또는 50억 이상 일 경우

· 대상액이 5억원 미만 또는 50억 이상 일 경우

-안전관리비=[재료비+직접노무비+지급자재비(VAT제외)-별도계상비용]×비율

· 대상액이 5억원 이상 50억원 미만인 경우

-안전관리비=[재료비+직접노무비+지급자재비(VAT제외)-별도계상비용]×비율+기초액

3) 적　　용

· 건설공사 종류 및 규모별 안전관리비 계상 기준표

대상액 / 공사종류	5억원 미만	5억원이상 50억원 미만		50억원 이상
		비율	기초액	
일반건설공사(갑)	2.48%	1.81%	3,294천원	1.88%

· 적 용 : 안전관리비(A)와 안전관리비(B)×1.2중 작은 금액

- 안전관리비(A) = [재료비+직접노무비+지급자재비(VAT제외) - 별도계상비용]×비율
- 안전관리비(B)=[재료비+직접노무비-별도계상비용]×비율

라. 건설근로자 퇴직공제부금비

1) 근거규정 : 원거계산에 의한 예정가격 작성준칙 제18조

- 건설근로자 퇴직공제부금비는 관계법령에 의하여 건설근로자 퇴직공제제도에 가입하는데 소요되는 비용을 말한다.

※관계법령 : 건설근로자의 고용개선 등에 관한 법률 제8조 및 건설산업기본법 제87조 및 동법 시행령 제83조

2) 적　용(설계이15212-683, '98.5.22)

· 적용대상 : '98.1.1이후 입찰공고된 공사예정금액이 100억원 이상인 고속도로 건설공사

· 퇴직공제부금비 = 직접노무비×2.42%

마. 고용보험료

1) 근거규정 : 고용보험법 제56조 및 동법 시행령 69조

- 사업주가 부담하여야 하는 보험료는 당해사업에 종사하는 피보험자인 노동자의 임금총액에 고용안정사업의 보험요율을 곱한 금액, 직업능력개발사업의 보험요율을 곱한 금액, 실업급여 보험요율의 1/2을 곱한 금액을 합한 금액으로 한다.

2) 적 용(설계이15201-1162, '98.8.31)

- 적용대상 : 공사금액이 3억4천만원 이상인 고속도로 건설공사
- 고용보험료 = 근로자 임금총액(직접노무비+간접노무비)×적용 보험요율

· 적용 보험요율 (단위 : %)

구 분	'98.12.31까지	'99.1.1이후	비 고
1등급	0.28	1.04	
2등급	0.50	0.91	
3등급	0.68	0.81	
4등급	0.55	0.67	
5등급	0.44	0.56	
6등급	0.35	0.47	
7등급	0.33	0.45	

주) 업체등급 구분은 등급별유자격자 명부등록 및 운용기준에 의함(재무처)

바. 기타 경비

1) 근거규정 : 원가계산에 의한 예정가격 작성준칙 제18조
공사원가계산시 실무처리보완자료(회제2210-591, '89.3.8)

가) 원가계산에 의한 예정가격 작성준칙 제18조

- 경비는 공사의 시공을 위하여 소요되는 공사원가중 재료비, 노무비를 제외한 원가를 말하며, 기업의 유지를 위한 관리활동 부문에서 발생하는 일반관리비와 구분한다.
- 경비는 당해 계약목적물 시공기간의 소요(소비)량을 측정하거나 제35조의 규정에 의한 원가계산자료나 계약서, 영수증 등을 근거로 산정하여야 한다.

나) 공사원가계산시 실무처리보완자료

- 실제계상외 경비비목은 소요(소비)량을 측정하거나 계약서, 영수증 등을 근거로 예정하거나, 또는 업체의 원가계산 자료(공사원가 명세서등)를 분석한 후 비율 산정하여 계산한다.
- 특정업체의 원가계산자료에 의하여 비율을 산정하는 것은 자의적이 될 우려가 있어 계약상대방으로 적당하다고 예상되는 2개업체 이상의 원가자료를 활용하여야 하며, 다수기업의 평균치를 나타내는 공신력있는 기관의 통계자료(한국은행 발간 " 기업경영분석", 건설협회 발간 "완성공사 원가구성분석")를 보완적으로 활용할 수 있다.

※ 품셈 및 법령에 의하여 산출가능한 비목은 실제계산

· 대상경비 : 전력비, 운반비, 기계경비, 특허권사용료, 기술료, 품질관리비, 가설비, 지급임차료, 보험료, 보관비, 외주가공비, 안전관리비, 퇴직공제부금비, 폐기물처리비, 환경보전비

2) 계상방법

- 대한건설협회 발간 "완성공사 원가구성분석" 자료이용 기타 경비율 산정
- 대상경비 : 수도광열비, 연구개발비, 복리후생비, 소모품비, 여비교통비, 통신비, 세금과 공과 , 도서인쇄비, 지급수수료

3) 적 용

- 년1회 기타경비율을 산정하여 적용(별첨#1 참조)
- 기타경비 = (직접노무비+간접노무비+재료비)×기타경비율

사. 일반관리비

1) 근거규정 : 원가계산에 의한 예정가격 작성 준칙 제11조, 제19조

가) 제11조 (일반관리비의 내용)

- 일반관리비는 기업의 유지를 위한 관리활동부분에서 발생하는 제비용으로서 제조원가에 속하지 아니하는 모든 영업비용 중 판매비 등을 제외한 비용

나) 제19조 (일반관리비)

- 공사규모별 일반관리비율 : 아래의 비율을 초과하여 계상 할 수 없다.

공사원가	5억원 미만	5억~30억원 미만	30억원 이상	비 고
일반관리비율	6%	5.5%	5%	

2) 적 용

- 일반관리비 = (공사원가-제잡비공제 금액)×일반관리비율

아. 이 윤

1) 근거규정 : 원가계산에 의한 예정가격 작성 준칙 제20조

- 이윤은 영업이익을 말하며 공사원가중 노무비, 경비와 일반관리비의 합계액(이 경우 기술료 및 외주가공비는 제외한다)에 이윤율 15%를 초과하여 계상 할 수 없다.

2) 적 용

- 이윤율 : 15%
- 이 윤 : (공사원가-재료비-제잡비 공제금액+일반관리비)×이윤율

기타 경비율('96년도 완성공사 원가구성 분석)

구 분	공사종류별 (토목공사)	공사규모별						공사기간별			
		5억원 미만	5억원이상 30억원미만	30억원이상 50억원미만	50억원이상 100억원미만	100억원이상 200억원미만	200억원이상	6개월이하	7개월이상 12개월이하	13개월이상 36개월이하	37개월이상
재료비+노무비	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
기타 경비계											
수도 광열비	0.571	0.143	0.295	0.524	0.653	0.792	0.596	0.148	0.266	0.561	0.904
복리 후생비	3.617	1.903	2.284	2.951	3.151	3.003	2.048	1.835	2.137	2.155	3.699
소 모 품 비	1.377	1.462	1.525	1.365	1.353	1.144	0.821	1.443	1.488	1.004	1.071
여비,교통비,통신비	0.695	0.262	0.410	0.556	0.636	0.560	0.375	0.338	0.488	0.366	0.642
세금과 공과	0.320	0.130	0.317	1.312	1.119	2.244	2.296	0.228	0.538	2.226	0.961
도서 인쇄비	0.613	0.056	0.108	0.198	0.231	0.296	0.387	0.066	0.095	0.181	0.880
지급 수수료	2.739	0.533	0.836	1.574	2.133	5.033	2.665	0.628	0.981	2.842	2.944

구 분	계						평균					
	5억원미만 6개월이하	5~30억원 7~12개월	30~50억원 13~36개월	50~100억원 37개월이상	100~200억원 37개월이상	200억원이상 37개월이상	5억원미만 6개월이하	5~30억원 7~12개월	30~50억원 13~36개월	50~100억원 37개월이상	100~200억원 37개월이상	200억원이상 37개월이상
재료비+노무비												
기타 경비계							6.367	7.231	9.247	10.101	11.366	10.070
수도 광열비	0.862	1.132	1.656	2.128	2.267	2.071	0.287	0.377	0.552	0.709	0.755	0.690
복리 후생비	7.355	8.038	8.723	10.467	10.319	9.364	2.451	2.679	2.907	3.489	3.439	3.121
소 모 품 비	4.282	4.390	3.746	3.801	3.592	3.269	1.427	1.463	1.248	1.267	1.197	1.089
여비,교통,통신비	1.295	1.593	1.617	1.973	1.897	1.712	0.431	0.531	0.539	0.657	0.632	0.570
세금과 공과	0.678	1.175	3.858	2.400	3.525	3.577	0.226	0.391	1.286	0.800	1.175	1.192
도서 인쇄비	0.735	0.816	0.992	1.724	1.789	1.880	0.245	0.272	0.330	0.574	0.596	0.626
지급 수수료	3.900	4.556	7.155	7.816	10.716	8.348	1.300	1.518	2.385	2.605	3.572	2.782

공사원가계산 변경대비 현황(공사비 100억원 기준)

(단위 : 백만원)

구 분		당 초	변 경	증(△)감	비 고
공사원가	공사비소계	재 료 비 : 4,000 노 무 비 : 3,000 경 비 : 3,000 제잡비공제금액 : 400	좌 동	-	지급자재비 : 1,000 (부가세 제외)
	간접노무비	3,000×0.16 = 480	좌 동	-	
	산재보험료	(3,000+480)×29/1,000 = 100	좌 동	-	
	기타 경비	(3,000+480+4,000)×0.1136 = 849	좌 동	-	
	안전관리비	(4,000+3,000+1,000-a)×0.0188 = 150	좌 동	-	a : 별도계상 비용
	퇴직공제부금비	3,000×0.0242 = 72	좌 동	-	
	고용보험료	-	(3,000+480)×0.0050 = 17	17	2등급 업체 기준
	소 계	11,651	11,668	17	
일 반 관 리 비		(11,651-400)×0.05 = 562	(11,668-400)×0.05 = 563	1	
이 윤		(11,651-4,000-400+562)×0.15 = 1,171	(11,668-4,000-400+563)×0.15 = 1,174	3	
공 사 비 계		13,384	13,405	21	
부 가 가 치 세		1,338	1,340	2	
도 급 액 계		14,722(100%)	14,745(100.15%)	23	

주) 본 표는 공사비 100억원인 토목공사를 기준하여 산출한 예로서 원가계산시 『원가계산에 의한 예정가격 작성준칙』 및 『건설공사 표준안전관리비 계상 및 사용기준』 등 법정경비 산출기준에 의거 해당요율을 적용하여야 함.

8-12 건설근로자 퇴직공제 부금비 적용기준

방 침
설 계 이 16212-705 ('98. 5. 25)

1. 검토목적

건설근로자의 고용개선 등에 관한 법률(법률제5249호, '96.12.31)에 의거 건설근로자 퇴직공제제도가 시행됨에 퇴직공제부금비 설계반영기준을 마련코자함

2. 관련법령(별첨참조)

- 건설근로자 고용개선 등에 관한 법률('96.12.31, 노동부)
- 건설산업기본법 제87조 및 같은법 시행령 제83조('96.12.30, 건교부)
- 원가계산에 의한 예정가격 작성준칙 제18조('98.2.20, 재정경제부)

3. 건설근로자 퇴직공제제도

가. 개 요

건설업을 영위하는 사업주가 "건설근로자 퇴직공제회"와 건설근로자를 피공제자로 하는 공제계약을 체결하여 공제회에 공제금을 납부하고 당해 건설근로자가 건설업에서 퇴직시 퇴직공제회에서 퇴직공제금을 지급

나. 도입배경

일용건설근로자의 고용개선과 복지증진을 도모하고 이를 통한 공사품질의 향상을 기하여 부실공사 방지 및 건설산업의 경쟁력을 강화

다. 퇴직공제제도 피공제 대상근로자 : 일용 건설근로자

건설근로자의 고용개선등에 관한 법률 제2조 2항에 의거 건설업에 종사하는 모든 근로자를 대상으로 하나 상용근로자에 대하여는 근로기준법 제28조 1항에 의거 법정퇴직금을 받으므로 피공제자 대상에서 제외함

라. 가입대상공사(건설산업기본법 제87조 및 같은법 시행령 제83조)

(1) 의무가입대상

① 국가 또는 지방자치단체가 발주하는 공사로서 공사예정금액이 100억원 이상인 공사

② 국가 또는 지방자치단체가 자본금 또는 출자금 총액의 2분의 1이상을 출자 또는 출연한 법인이 발주하는 공사로서 공사예정금액이 100억원 이상인 공사

③ 주택건설촉진법 제33조 제1항의 규정에 의한 사업계획의 승인을 받아 건설하는 500호 이상의 공동주택공사

(2) 임의가입대상공사

- 의무가입대상공사 이외의 모든 건설공사

마. 공제부금의 부담주체

- 의무가입대상공사 : 발주자
- 임의가입대상공사 : 발주자 또는 사업주

바. 공제부금

- 1일 : 2,100원/인
- 10일 : 21,000원/인

사. 공제부금액의 정산 : 건설산업기본법 시행령 제83조 3항에 의거 도급금액산출내역서 공제부금액이 납부한 금액을 초과할 경우 정산가능

아. 적용시기

- '98. 1. 1. 이후 입찰공고분 부터 적용

4. 건설근로자 퇴직공제부금비 적용방법

가. 적용근거

- 건설산업기본법 제87조 2항('96.12.30, 건교부)에 건설근로자 퇴직공제제도 가입 소요금액을 건설공사의 도급금액 산출내역서에 명시토록함
- 원가계산에 의한 예정가격 작성준칙 제18조 2항 24호('98.2.20개정)에 건설근로자 퇴직공제부금비를 공사원가의 경비항목으로 반영토록 조항 신설

나. 적용방법

- 구체적인 언급 없음

5. 퇴직공제부금비 적용기준 검토

가. 적용기준

(1) 적용대상공사 : 공사예정금액이 100억원 이상인 고속도로 건설공사
(건설산업기본법 제87조 및 같은법 시행령 제83조 규정에 의함)

(2) 적용대상근로자 : 일용건설근로자

(3) 공제부금 : 2,100원/일(1인당)

나. 산정방법

건설근로자 퇴직공제부금비의 직접산출이 어려우므로 당해공사의 노무비(기본급)중 퇴직공제제도의 피공제대상인 일용 건설근로자 노무비의 비율을 분석하여 공제부금액을 산정

(1) 일용 건설근로자에 대한 노무비 산출방법

※일용건설근로자 노무비=노무비기준금액×일용건설근로자 비율

①노무비 기준금액=직접노무비중 기본급+간접노무비중 기본급

-일용건설근로자의 임금은 대한건설협회에서 공표하는 시중 노임단가로 산출된 기본급여액이므로 노무비에서 근로기준

법상에서 규정하고 있는 제수당, 상여금 및 퇴직급여충당금 등을 제외한 금액을 노무비 기준금액으로 함

㉮ 직접노무비중 기본급의 비율

· 현재 설계완료된 공사의 원가계산자료를 활용하여 직접노무비중 기본급의 비율을 산출함

· 직접노무비중 기본급의 비율 : 95%

㉯ 간접노,무비중 기본급의 비율 = $\frac{\text{기본급}}{\text{간접노무비}}$(%)

· 간접노무비의 구성 : 기본급+퇴직금+상여금+제수당

· 간접노무비 = 직접노무비×간접노무비율

※ 간접노무비율 : 공사원가계산시 실무처리 보완자료(회제2210-591, '89.3.8) 이용 산출

· 간접노무비율 : 16%

② 일용건설근로자의 비율 : 건설업통계조사보고서(통계청, '97.12. 발행) 이용 산출

㉮ 해당공사 분류 : 토목건설업

㉯ 일용건설근로자(임시기능공, 단순노무자) 비율 : 75.92%

(2) 건설업 평균노임

· 대한건설협회 공표노임중 공사직종 평균노임 적용

· 평균노임 : 69,053원/일

(3) 일용 건설근로자 노무비중 공제부금액이 차지하는 비율

- 공제부금액 비율 = $\frac{\text{공제부금비}}{\text{일용건설근로자노무비}} = \frac{\text{일용근로자수} \times \text{공제부금}}{\text{일용근로자수} \times \text{평균노임}}$

$= \frac{\text{공제부금}}{\text{평균노임}}$(%)

(4) 퇴직공제부금비 = 일용 건설근로자 노무비×공제부금액 비율(%)

= 노무비 기준금액×일용건설근로자 비율× $\frac{\text{공제부금}}{\text{평균노임}}$(%)

다. 퇴직공제부금비 산정

구 분		적 용
직접노무비중 기본급의 비율		· 직접노무비중 기본급의 비율 = $\frac{\text{기본급}}{\text{직접노무비}} \times 100(\%)$ · 공사원가계산시 상여금을 반영하는 노임 : 중기관련 노임 (기타노임 : 일일노임 적용) · 현재 설계완료되어 있는 공구를 대상으로 직접노무비중 기본급이 차지하는 비율을 분석하여 적용 · 직접노무비중 기본급의 비율 : 95%적용(세부내역 별첨)
간접노무비중 기본급의 비율	간 접 노무비	· 공사원가계산시 실무처리보완자료 (회제2210-591, '89.3.8) 참조 · 공사종류별(토목공사) : 15% 공사규모별(30억원이상) : 16% 공사기간별(12개월이상) : 17%] 를 평균하여 적용 · 간접노무비율 적용 : 16%
	퇴직금	· 근로기준법 제28조 ①항 · 1년간 1개월분 급료 · 적용 : 1,200% × 1/12 = 100%
	상여금	· 원가계산에 의한 예정가격 작성준칙 제9조①항 · 적용 : 400%
	퇴직금 + 상여금	· 적용 : 500%
	기본급 비 율	· 16.0 × 1,200/1,700 ≒ 11%
노 무 비 기준금액		· 직접노무비 × 95.0 × (100+11) = 직접노무비 × 105%
일용근로자의 비율		· 건설업통계조사보고서(통계청 발행 참조) · 고속도로공사 분류 : 토목건설업 · 일용근로자 비율 : 토목건설업 전체 일용근로자비율을 적용 · 적용 : (37,307+68,774)/139,715=75.92%
공제부금		· 건설근로자 퇴직공제제도의 주요내용 해설(건설근로자 퇴직공제회 발행) 참조 · 적용 : 2,100원/일
건 설 업 평균노임		· 건설업임금실태 조사보고서(대한건설협회 발행) 참조 · 적용 : 69,053원/일
퇴직공제부금비 산출 방법		· 노무비 기준금액 × 일용근로자 비율 × $\frac{\text{공제부금}}{\text{평균노임}}$
퇴직공제부금비		· 직접노무비 × 105% × 75.92% × $\frac{2,100}{69,053}$ = 직접노무비 × 2.42%

※ 조달청 적용기준(직접노무비 × 2.51%) : 별첨참조

6. 검토결과

가. 적용대상 : '98.1.1 이후 입찰공고된 공사예정금액이 100억원 이상인 고속도로 건설공사

나. 건설근로자 퇴직공제부금비 적용
- 퇴직공제부금비 : 직접노무비 × 2.42%
- 공사원가의 경비항목으로 반영

다. 계약특수조건 및 설계변경조건에 건설근로자 퇴직공제부금비 정산조건을 추가

라. 설계금액 발표시 "퇴직공제부금비는 000원×투찰율(입찰금액/설계금액) 이상을 내역에 반영" 할 것을 명시

마. 건설업통계조사보고서상의 일용노무자 비율, 공제부금 및 건설업 평균노임 변동시에는 적용요율을 변경함

바. 건축 및 기타공사는 별도 검토후 적용

8-13 고용보험료 적용기준검토

방 침
설 계 이 15201-1162 ('98. 8. 31)

1. 검토목적

고용보험법에 의한 적정 고용보험료를 공사원가에 반영하기 위한 기준을 마련코자함

2. 관련법령

- 고용보험법 및 같은 법 시행령
- 원가계산에 의한 예정가격 작성준칙 제18조('98.2.20, 재정경제부)

3. 고용보험 제도

가. 개 요

고용보험제도란 사업주와 근로자로부터 고용보험료를 징수하여 고용보험기금을 조성하고 고용보험사업(고용안정사업, 직업능력개발사업, 실업급여)을 실시하므로써 근로자의 생활안정과 구직활동을 촉진하기 위한 제도임

나. 적용범위 : 상시 5인이상의 근로자를 사용하는 모든 사업 또는 사업장(이하"사업")에 적용하되 건설공사에 있어서는 총공사금액이 3억 4천만원 이상(지급자재포함)인 건설공사에 적용함 (노동부고시 제1998-26호, '98.6.27)

다. 보험료율 : 고용안정사업의 보험료율, 직업능력개발사업의 보험료율 및 실업급여의 보험료율로 구분하여 정함

라. 보 험 료 : 근로자의 임금총액 × 사업별 보험료율

마. 보험료의 부담

- 고용안정사업, 직업능력개발사업 : 사업주가 전액부담
- 실업급여 : 사업주 및 근로자가 각 1/2씩 부담

바. 보험료의 납부

- 개산보험료 (추정임금총액×보험료율)를 보험년도 초일 또는 보험성립일로부터 70일이내 납부하고 다음 보험년도 초에 근로자에게 실제 지급한 임금총액에 대한 확정보험료로 정산함

※ 근로자 부담 보험료 : 사업주가 근로자에게 지급되는 임금에서 원천공제

사. 보험혜택

- 고용안정사업, 직업능력개발사업 : 모든 근로자
- 실업급여 : 상용근로자(일용근로자 제외)

4. 고용보험사업 현황

가. 고용안정사업

국내외 경기의 변동, 산업구조의 변화, 기타 경제상의 이유로 인력이 부족하게 되거나 고용기회가 감소하여 고용상태가 불안하게 되는 경우 실시하는 피보험자(근로자)의 실업예방, 재취직의 촉진, 고용기회의 확대등 고용안정을 위한 사업

나. 직업능력개발사업

근로자에게 직업생활의 전기간을 통하여 직업능력을 개발·향상시킬 수 있는 기회를 제공

다. 실업급여

근로자가 실업한 경우 관계법령에 의거 구직급여 및 취직촉진 수당을 지급

※ 대상근로자의 특례 : 실업급여의 경우 일용근로자(3개월미만 근무 근로자)는 제외되므로 보험료 대상 금액은 일용근로자를 제외한 상용근로자의 임금총액으로함

5. 사업별 고용보험요율

구 분		'98.12.31까지	'99.1.1 이후	비고
고용안정사업	-	2/1,000	3/1,000	
직업능력개발사업	· 상시 150인 미만의 근로자를 사용하는 사업주의 사업	1/1,000	좌 동	
	· 상시 150인 이상의 근로자를 사용하는 사업주의 사업	- 우선지원대상기업의 범위에 해당하는 사업 : 3/1,000	좌 동	
		- 우선지원대상기업의 범위에 해당되지 않는 사업 : 5/1,000	- 1,000인미만의 근로자를 근로자를 사용하는 사업주의 사업으로서 우선지원대상기업에 해당하지않는 사업 : 5/1,000	
			- 상시 1,000인이상의 근로자를 사용하는 사업주의 사업 : 7/1,000	
	-	- 직업훈련기본법에 의한 직업훈련의무업체 : 0.5/1,000	삭 제	
실업급여	-	6/1,000	10/1,000	

주1) 사업주가 상시 사용하는 근로자의 수 : 당해 사업주가 행하는 모든 사업(국외사업제외)에서 상시 사용하는 근로자의 수를 합산한 수

주2) 직업훈련기본법에 의한 직업훈련의무업체 : 전년도 상시근로자수가 1,000인 이상인 사업주 및 전년도 공사실적액이 793억6,400만원 이상인 사업주(직업훈련기본법 시행령 제14조 및 노동부 고시 제1997-50호)

주3) 우선지원대상기업 : 상시 사용하는 근로자의 수가 건설업의 경우 300인 이하인 기업

6. 고용보험료 적용시의 문제점

○ 직업능력개발사업의 경우 기업의 상시근로자수에 따라 적용보험요율이 달라지므로 원가계산시 보험요율 결정이 어려움

○ 건설현장은 특성상 지속적인 근무가 아니고 공사공정에 따라 일정 기간씩 반복하여 장기간 근무하는 형태이므로 상용근로자 비율산정이 곤란함

7. 우리공사 고용보험료 적용기준 검토

가. 적용기준

(1) 적용 대상공사 : 총공사금액(지급자재 포함)이 3억 4천만원 이상인 고속도로 건설공사

(2) 적용 보험료 : 사업주가 부담하는 보험료 전액

= 근로자 임금총액(직·노+간·노) × 사업별 적용 보험요율

나. 보험요율 산정

(1) 고용안정사업의 보험료율

- '98.12.31 까지 : 2/1,000
- '99. 1. 1 이후 : 3/1,000

(2) 직업능력개발사업 보험료율 검토

- 직업능력개발사업의 경우 보험요율이 기업규모(상시근로자수)에 따라 차등적용되나 원가계산시 어떤 규모의 기업이 수주할 것인지를 알 수 없기 때문에 고용보험법 시행령 제69조 제3항에 의하여 산출된 상시근로자수를 근거로 우리공사 『등급별 유자격자 명부등록 및 운용기준』 상의 기업등급별 보험요율을 산정하여 공사규모에 따른 입찰가능 기업의 등급에 해당하는 보험요율을 검토

① 등급별 유자격자 등록내용

(단위 : 억원미만~억원이상)

등 급	도급한도액 (토건,토목,건축)	공사배정범위(추정금액기준)		비 고
		토 목	건 축	
1등급	1,100이상	300이상	200이상	
2등급	1,100~360	300~174.9	200~174.9	
3등급	360~185	174.9~100	174.9~100	
4등급	185~120	100~ 70	100~70	
5등급	120~ 80	70~ 58.3	70~58.3	
6등급	80~ 54	58.3~ 40	58.3~40	
7등급	54~ 30	40~ 30	40~30	

② 상시근로자수에 의한 보험요율 검토(고용보험법 시행령 제69조 제3항)

$$\text{- 상시근로자수} = \frac{\text{전년도 공사실적액} \times \text{전년도 노무비율}}{\text{전년도 건설업 월평균임금} \times 12}$$

· 공사실적액 : 대한건설협회 자료 참고(건협조사 제1822호)

· 노무비율 : 29%(노동부고시 제97-59호)

· 건설업 월평균임금 : 1,609,686원(노동부고시 제97-61호)

i) '98. 12. 31까지 적용

등 급	업체수	N<150 (1/1,000)		150≤N≤300 (3/1,000)		300<N<1000 (5/1,000)		1000≤N (0.5/1,000)		가중평균치
		업체수	비 율 (%)	업체수	비 율 (%)	업체수	비 율 (%)	업체수	비 율 (%)	
1등급	108	-	-	-	-	2	2	106	98	0.59/1,000
2등급	120	6	5	2	2	59	49	53	44	2.78/1,000
3등급	179	3	2	26	14	146	82	3	2	4.55/1,000
4등급	198	18	9	135	68	45	23	-	-	3.28/1,000
5등급	298	138	46	155	52	5	2	-	-	2.12/1,000
6등급	272	240	88	32	12	-	-	-	-	1.24/1,000
7등급	514	514	100	-	-	-	-	-	-	1.00/1,000

※ 공사실적액에 따른 상시근로자수(N) 산정현황(별첨#1 참조)

ii) '99. 1. 1이후 적용

등 급	업체수	N<150 (1/1,000)		150≤N≤300 (3/1,000)		300<N<1000 (5/1,000)		1000≤N (7/1,000)		가중평균치
		업체수	비 율 (%)	업체수	비 율 (%)	업체수	비 율 (%)	업체수	비 율 (%)	
1등급	108	-	-	-	-	2	2	106	98	6.96/1,000
2등급	120	6	5	2	2	59	49	53	44	5.64/1,000
3등급	179	3	2	26	14	146	82	3	2	4.68/1,000
4등급	198	18	9	135	68	45	23	-	-	3.28/1,000
5등급	298	138	46	155	52	5	2	-	-	2.12/1,000
6등급	272	240	88	32	12	-	-	-	-	1.24/1,000
7등급	514	514	100	-	-	-	-	-	-	1.00/1,000

③ 전년도 공사실적액에 의한 보험요율 검토(전년도 공사실적액이 79,364백만원 이상인 업체 : 0.5/1,000, '98.12.31까지 적용)

등 급	업체순위	업체수	직업훈련 의무업체수	비율 (%)	비 고
1등급	1~109	108	106	98	
2등급	110~229	120	38	31	
3등급	230~408	179	2	1	

④ 직업능력개발사업 보험요율 적용

- 직업능력개발사업의 경우 보험요율이 기업규모(상시근로자수)와 전년도 공사실적액에 따라 차등적용되나 원가계산시에는 어떤규모의 기업이 수주할 것인지를 알 수 없고
- 상시근로자수 산정 및 전년도 공사실적액에 따라 보험요율을 분석한 결과 전년도 공사실적액에 의한 보험요율은 직업훈련의무업체만을 적용하는 방법이며 상시근로자수에 의한 분석결과 범위 이내이므로 상시근로자수에 의한 분석결과의 가중평균치를 적용

(3) 실업급여 보험료율 적용

① 실업급여의 경우 일용근로자는 제외되므로 조달청등 적용 사례를 분석하여 상용근로자에 대한 노무비 비율을 산정하여 이를 고려한 보험요율을 적용

서울지방노동청	노 동 부	조 달 청	적 용
10~15%선으로 경미한 실적	고용보험법상 규정 없음	별도기준작성시 까지 노무비(직·노+간·노)의 10%를 적용	노무비(직·노-간·노)의 10% (조달청 기준 준용)

② 적용보험료율 : 보험요율×사업주 부담율×상용근로자 노무비율

· '98.12.31 까지 : 6/1,000×1/2×10% = 0.3/1,000

· '99. 1. 1 이후 : 10/1,000×1/2×10% = 0.5/1,000

다. 고용보험요율 산출

- 적용 보험요율 = (고용안정사업의 보험요율+직업능력개발사업의 보험요율-실업급여의 보험요율)

업체구분	'98. 12. 31 까지	'99. 1. 1 이후	비 고
1등급	· 2/1,000- 0.59/1,000+0.3/1,000 = 0.289%	· 3/1,000+6.96/1,000+0.5/1,000 = 1.046%	
2등급	· 2/1,000-2.78/1,000+0.3/1,000 = 0.508%	· 3/1,000+5.64/1,000+0.5/1,000 = 0.914%	
3등급	· 2/1,000-4.55/1,000+0.3/1,000 = 0.685%	· 3/1,000+4.68/1,000+0.5/1,000 = 0.818%	
4등급	· 2/1,000-3.28/1,000+0.3/1,000 = 0.558%	· 3/1,000+3.28/1,000+0.5/1,000 = 0.678%	
5등급	· 2/1,000+2.12/1,000+0.3/1,000 = 0.442%	· 3/1,000+2.12/1,000+0.5/1,000 = 0.562%	
6등급	· 2/1,000+1.24/1,000+0.3/1,000 = 0.354%	· 3/1,000+1.24/1,000+0.5/1,000 = 0.474%	
7등급	· 2/1,000+1.00/1,000+0.3/1,000 = 0.33%	· 3/1,000+1/1,000+0.5/1,000 = 0.450%	

8. 검 토 결 과

가. 적용 대상공사 : 총공사금액(지급자재 포함)이 3억4천만원 이상인 고속도로 건설공사

나. 대상 임금총액 : 원가계산서상의 노무비(직접노무비+간접노무비)

다. 적용 보험료 : 사업주가 부담하는 보험료 전액

= 노무비(직접노무비+간접노무비)×적용 보험요율

○적용 보험요율

(단위 : %)

구 분	'98.12.31 까지	'99. 1. 1 이후	비 고
1등급	0.28	1.04	
2등급	0.50	0.91	
3등급	0.68	0.81	
4등급	0.55	0.67	
5등급	0.44	0.56	
6등급	0.35	0.47	
7등급	0.33	0.45	

라. 공사원가의 경비항목으로 반영

마. 고용보험료율 변경시(노동부) 적용요율을 변경함

바. 적용시기 : '98. 8. 설계용역 준공예정인 노선부터 적용

(단, - '98. 12. 31이전 설계완료하여 '99.1.1이후 공사발주하는 노선은 고용보험요율을 변경하여 적용

- 고용보험료 적용 이전 실시설계 완료하여 '98. 8월 이후 공사발주하는 노선은 고용보험을 반영하여 발주함)

사. 건축 및 기타공사는 별도 검토후 적용

8-14 미진동 발파구간 면고르기 적용기준검토

방 침
설 계 일 15212-1299 ('98. 9. 21)

1. 검토목적

절토부 미진동발파공법 적용구간의 암절취면 면고르기 적용기준 검토

2. 발파암 면고르기 적용실태

구 분	일반발파	확장발파	미진동발파
발파암깍기	· 발파 : 100%	· 발파 : 10% · 브레이카 : 90%	· 발파 : 50% · 브레이카 : 50%
면고르기	· 요철면고르기 : 소형 브레이카 · 부석정리 : 보통인부	· 요철면고르기 : 미실시 · 부석정리 : 보통인부	· 요철면고르기 : 소형 브레이카 · 부석정리 : 보통인부

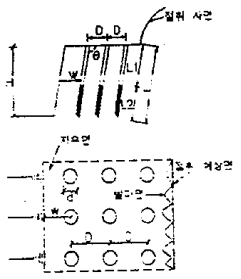
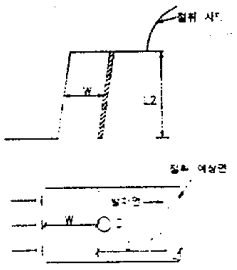
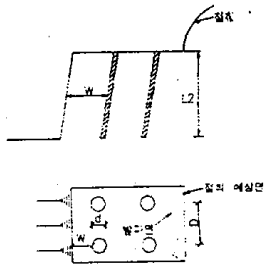
3. 발파공법 설계적용 기준

- 공사의 효율성과 민원발생 방지를 위해 진동 허용속도 0.5cm/sec 기준

구 분	발파원과 지장물과의 거리		
	30m 이내	30~60m	60m 이상
소음 및 공사기간에 영향이 없을 경우	확장발파 (브레이카파쇄공법)	미진동 발파공법	일반발파
소음 및 공사기간에 영향이 있을 경우	무진동파쇄공법	미진동 발파공법	일반발파

4. 발파공법에 따른 면고르기 적용검토

가. 공법현황

구 분	일반발파	확장발파	미진동발파
공법개요	일반화약을 이용 하여 천공후 발파 (발파 : 100%)	백호브레이카를 이용하여 암면 파쇄 (발파 : 10%, 브레이카 : 90%)	천공후 미진동파쇄기를 장진하고 나머지 구멍은 모래로 충진, 전기점화하여 폭발압력에 의하여 발생하는 인장주응력으로 파쇄 균열을 발생시켜 브레이카로 암파쇄 (발파 : 50%, 브레이카 : 50%)
개 요 도			

나. 미진동 발파암 면고르기 적용 검토

1) 미진동발파공법은 발파(50%)와 브레이카작업(50%)을 병행하므로 면고르기를 일반발파구간과 동일하게 적용하는 것은 불합리함

2) 확장발파공법은 대부분 브레이카작업이므로 암절취면에 대한 별도의 면고르기 작업이 불필요하나 미진동발파공법은 일반발파와 비교시 발파가 정교하므로 일반발파 구간 면고르기의 30%를 적용

5. 미진동 발파암 면고르기 적용기준 개선

구 분	현 행	개 선	비 고
면고르기	· 요철면고르기 : 소형브레이카 · 부석정리 : 보통인부	· 요철면고르기 : 소형브레이카(30%) · 부석정리 : 보통인부	
단 가	· 요철면고르기 : 4,558원/m^2 · 부석정리 : 2,208원/m^2 · 계 : **6,766원/m^2**	· 요철면고르기 : 4,558/m^2×0.3 = 1,367/m^2 · 부석정리 : 2,208원/m^2 · 계 : **3,575원/m^2**	(감)3,191원/m^2

6. 검토의견

현행 미진동발파구간의 면고르기를 일반발파구간과 동일하게 적용하는 것은 불합리하며 미진동발파공법은 발파가 정교하여 일반발파구간 면고르기의 30%를 적용코자함

※ 별 첨 : 단가산출서 1부

별첨 : 단가산출서

<당 초>

공 종	산 출 내 역	경 비	노 무 비	재 료 비	합 계
1-10-A-03					
	110A03 법면보호공 (발파암 면고르기) : m^2				
	1. 기계사용료				
	(연암 + 보통암, 경암) / 2 기준				
	1) 공기압축기 (3.5m^3/분, 125 C.F.M) : [E22011]				
	경 비 : 2,020.51 * (0.125 + 0.155) / 2 = 282.87				
	노무비 : 11,817.33 * (0.125 + 0.155) / 2 = 1,654.42				
	재료비 : 3,853.24 * (0.125 + 0.155) / 2 = 539.45				
	2) 소형브레이카(페이브먼트 브레이카 25KG) : [E23011]				
	경 비 : 410.31 * (0.245 + 0.305) / 2 = 112.83				
	노무비(착암공) : 57,292.00 * 1/8 * (0.245+0.305) / 2 = 1,969.41				
	재료비 : 0.00 * (0.245 + 0.305) / 2 = 0.00				
	소 계 :	395.70	3,623.83	539.45	4,558.98
	2. 인부				
	보통인부 : (0.051 + 0.066) / 2<인> * 37,736.00 = 2,207.55				
	소 계 :	0.00	2,207.55	0.00	2,207.55
	총 계 :	395.70	5,831.38	539.45	6,766.53
		396	5,831	539	6,766