

제 4 편 배 수 공

차 례

제 4 편 배 수 공

4-1 파형강판(CSP) 사용법 검토(설계기 16210-117, '93.8.18)	3
4-2 성토부 도수로 규격검토(설계기 16210-71, '94.4.27)	22
4-3 설계 강우강도 기준 검토(설일 16210-105, '94.7.8)	38
4-4 종배수관 터파기 수량산출 기준 검토(설일 16210-121, '94.7.26)	43
4-5 현장제작 콘크리트관 개선방안 검토(설일 16210-173, '94.11.3)	48
4-6 흙쌓기부 도수로 지중매설 방안 검토(설일 16210-180, '94.11.11)	56
4-7 연약지반상 암거 팽창조인트 설치방안 검토(설일 16210-210, '94.12.27)	60
4-8 절토사면의 배수시설 규격개선(설일 16210-223, '94.12.30)	83
4-9 부채도로 배수로 개선방안 검토(설일 16203-30, '95.2.16)	96
4-10 횡단 배수관 재질 및 설치방법 개선(설일 16210-84, '95.4.25)	123
4-11 BOX구조물의 미끄러짐 방지시설 설치기준(설이 16110-128, '95.6.9)	139
4-12 BOX 구조물 보강방안 검토(유·출입부 접속 저관 및 차수벽)(설계기 16210-133, '95.5.10)	144
4-13 암거보강 슬래브 설계기준 검토(설계일 16210-268, '96.8.23)	156
4-14 옹벽 뒷채움부 배수처리 개선 검토(설계기 16210-302, '96.9.12)	192
4-15 L형측구(형식-3) 개선방안 검토(설계기 16210-12442, '96.10.8)	206
4-16 U형 용수로 개선방안(설계일 16210-376, '96.11.4)	212
4-17 암거 신축이음부 누수방지방안 검토(설계개 16210-440, '96.12.28)	218
4-18 암거 날개벽 개선검토(설계삼 16210-146, '97.5.8)	227
4-19 횡단배수관 규격검토(설계개 16210-207, '97.6.19)	262
4-20 교면배수구 설치기준 검토(설계일 16210-222, '97.6.27)	283
4-21 노면배수(길어깨부) 처리방안 검토(설계기 16210-227, '97.6.30)	318
4-22 산마루측구 설치방안 검토(설계개 16210-424, '97.10.1)	331
4-23 곡선부 내측(중분대) 노면 배수처리 개선방안(설계이 16210-604, '97.11.6)	340
4-24 L형 측구 뒷채움 개선(설계개 16210-606, '97.11.6)	346
4-25 교면배수 집수구 재질개선(설계일 16210-602, '97.11.6)	369
4-26 V형 측구 설치기준 검토(설심이 15212-865, '98.7.1)	379
4-27 성토부 다이크 및 도수로 개선방안검토(설심이 15201-1212, '98.9.12)	384
4-28 중앙분리대용 집수정 배수능력 향상(설심일 15212-1599, '98.11.16)	400

4-1 파형강관(CSP) 사용법 검토

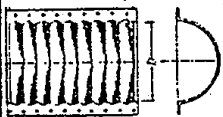
방 침

설 계 기
16210-117
('93. 8. 18)

1. 검토 목적

파형강관이란, 아연도금된 강판의 표면을 물결처럼 주름을 주어 내, 외압 강도를 증가시키도록 제작한 관을 말하며, 1896 년 미국에서 개발된 이래 선진외국에서는 100 여년간 널리 사용되어 왔으나, 국내에서의 사용실적은 거의 전무한 실정이었다. 지난 '91 년 응용 아연도금 강판의 국내생산이 가능하게 됨에 따라, 건설현장에서의 사용이 일반화될 것으로 전망되므로 구조적 안정성, 시공성, 경제성 등을 기존 콘크리트관과 비교분석하여 고속도로 배수관으로서의 사용성 여부를 검토코자 함.

2. 파형강관의 종류

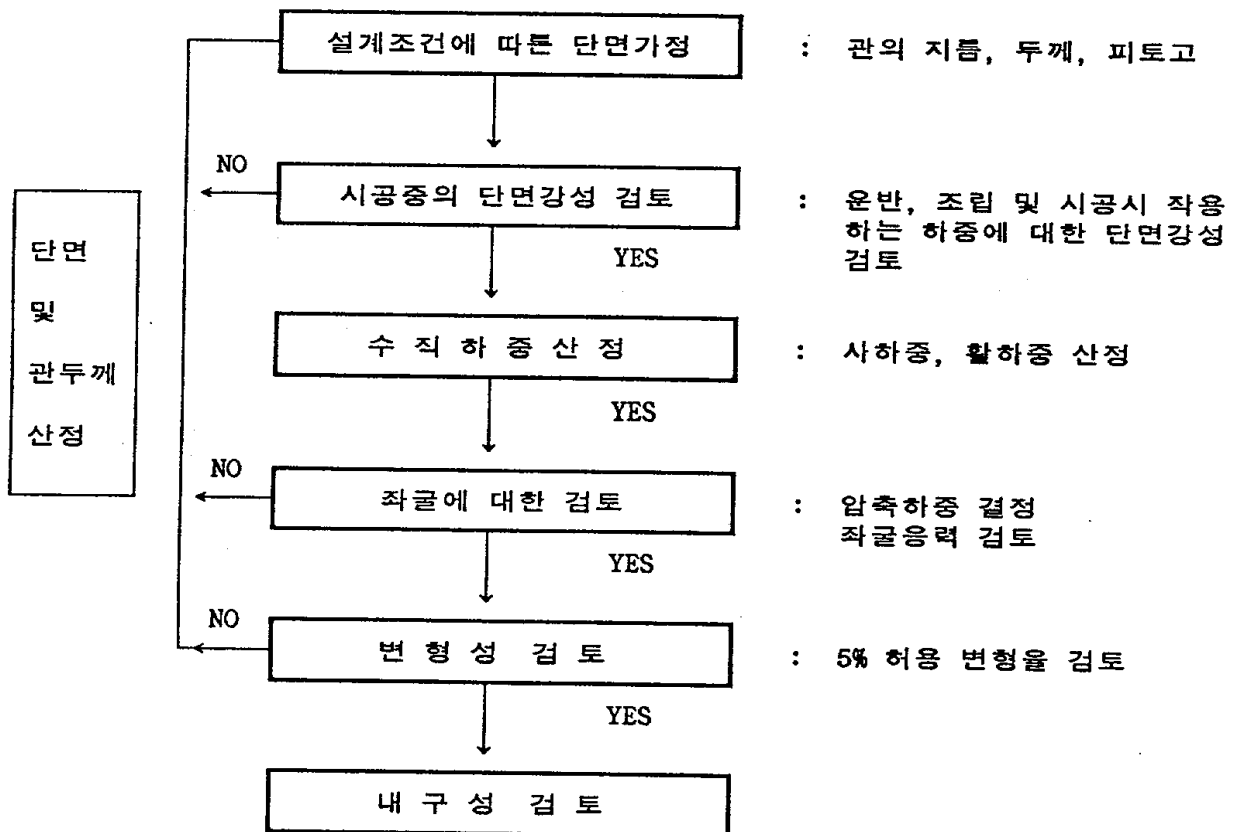
구 분		기 호	연 결 방 식	비 고
단면모양	파형			
원 형 	1 형	SCP 1 R	색선의 연결 방식은 축방향 플랜지 방식, 원둘레 방향 랩 방식	
	2 형	SCP 2 R	색선의 연결 방식은 축방향, 원둘레 방향 모두 랩 방식	
	1S형	SCP 1 RS	스파이럴형 강관을 커플링밴드 방식으로 연결	나 선 형
	3S형	SCP 3 RS	스파이럴형 강관을 커플링밴드 방식으로 연결	
에칭게이션형 	2 형	SCP 2 E	색선의 연결 방식은 축방향, 원둘레 방향 모두 랩 방식	
관 아치형 	2 형	SCP 2 P		
아치형 	2 형	SCP 2 A		

3. 사용성 검토시 고려사항

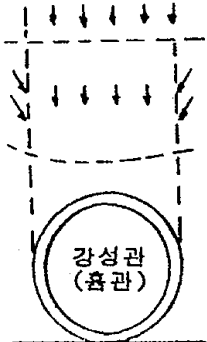
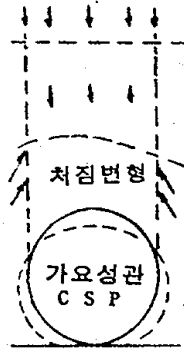
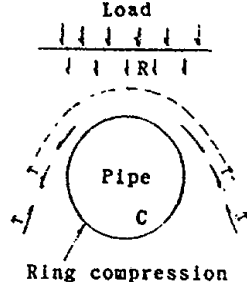
- 토압, 활하중 등 외력에 대한 구조적 안정성
- 부식, 마모 등에 대한 내구성
- 콘크리트관과 비교하여 시공성 및 경제성

4. 구조적 안정성 검토

1) 구조해석 흐름도



2) 콘크리트관과 파형강관의 역학적 특성 비교

구 분	콘 크 리 트 관	파 형 강 관
• 관변형 형상		
• 구조적 특성	- 수직 하중으로 발생하는 휨 모멘트에 대해 자체강성으로 저항 - 관저의 수직반력 증대로 인한 강성 기초 필요 - 휨강성 EI가 과대하여 휨강성 저항체로써 작용 - Marston 토압이론 사용 - 발생최대 모멘트와 균열 모멘트와의 비교 검토	- 연성변형으로 인해 모든 재하 하중이 파형강관상에 등분포 하중으로 적용 - 다져진 뒷채움재에 의해 관 둘레의 토층링구조 형성 - 파형강관과 토층링이 복합 강도를 형성  - 휨강성 EI가 미소하여 축방향 저항체로써 작용 (압축링법 도입) - 축방향력에 의한 좌굴응력 비교 검토

3) 파형강관 두께의 결정

설치조건, 단면형상, 관경 및 토피에 따라 다음사항을 검토하여 판두께를 결정한다.

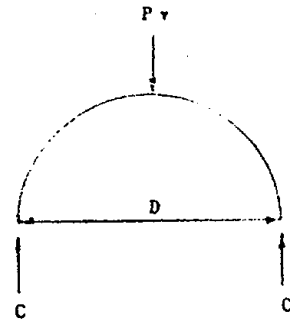
기) 압축링법에 의한 관벽의 압축력 산정

$$C = P_v \times \frac{D}{2}$$

C : 링압축력

P_v : 작용하중

D : 관 경



나) 관벽의 허용압축응력 검토

$$\frac{D}{r} < 294 \text{ 일 때, } f_c = 2,320 \text{ kg/cm}^2$$

$$294 < \frac{D}{r} < 500 \text{ 일 때, } f_c = 2,812 - 5,695 \times 10^{-3} \left(\frac{D}{r} \right)^2$$

$$\frac{D}{r} > 500 \text{ 일 때, } f_c = \frac{3,466 \times 10}{\left(\frac{D}{r} \right)}$$

r : 단면 2차 반지름

D : 관 경

f_c : 허용 압축 응력

다) 강판의 소요 단면적 산정

$$A_r = \frac{C}{f_c}$$

A_r : 관벽의 단면적

C : 관벽의 압축력

f_c : 관벽의 허용응력

라) 단면강성의 검토

운반, 조립 및 뒷채움 시공중에 발생하는 하중에 대한 변형을 검토한다.

$$FF = \frac{D^2}{EI}$$

FF : Flexibility Factor , E : 강역 탄성계수

D : 관 경 , I : 단면 2차 모멘트

마) 처짐량에 대한 검토

콘크리트관은 벽체의 균열에 의해 파괴하는데 비해, 파형강관은 벽체의 파괴보다는 처짐 변형성 (5 %)을 검토한다.

$$n = FdFk \frac{Wr^3}{EI + 0.061 E^- r^3}$$

$$E^- = \frac{Es}{2(1-\mu^2)}$$

n : 수평방향의 처짐량

Fd : 흙의 Creep 계수

Fk : 설치각에 의한 정수

W : 연직 하중

r : 파형강관의 반경

Es : 흙의 변형계수

μ : 흙의 포이슨비

E^- : 수평방향 지반반력계수

5. 내구성 검토

내구성이란 배수관으로서의 제기능을 발휘할 수 있는 능력을 의미하며, 재료 측면 뿐만 아니라, 고려되어야 할 모든 설계인자 (부식, 마모, 균열 등) 를 모두 포함하고 있으나, 여기서는 파형강관 내구수명의 결정적 요인인 부식에 대해서 검토코자 한다.

1) 파형강관 부식의 영향 요인

부식이란 화학적 또는 전기 화학적 반응에 의해서 금속의 성질이 파괴되거나 용해되는 현상을 말하며, 배수관은 산, 알칼리, 염, 화학물질 및 공업폐수 등을 함유하는 다양한 토질과 수질하에서 부식된다. 부식인자로는 다음과 같다.

가) 전기 저항도 (Resistivity)

금속의 부식정도를 예측하는 가장 간단한 기준이 토양의 전기 저항이며, 토양중에 용해된 염류의 농도가 전기 저항으로 대표될 수 있다.

일반적으로 토양의 전기저항이 클수록 이온화산속도가 느리므로 부식속도는 감소한다.

토양의 전기 저항에 따른 부식성

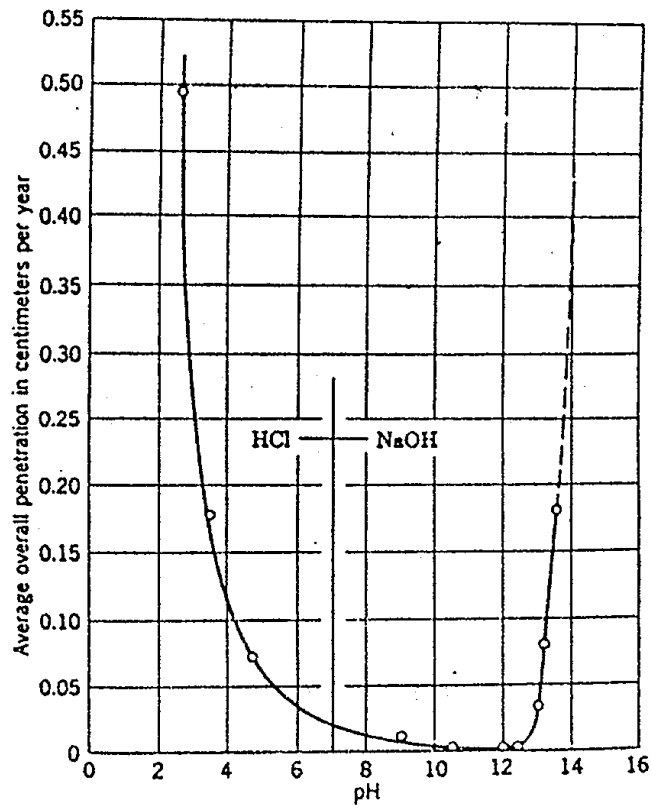
토양의 전기저항 (ohm-cm)	염 함 량	부 식 성	강의 평균부식 속도 (μm/year)
10 ² 이하	대단히 높다	대단히 크다	100 이상
10 ² ~ 10 ³	높 다	크 다	30 ~ 100
10 ³ ~ 10 ⁴	낮 다	낮 다	4 ~ 30
10 ⁴ 이상	대단히 낮다	대단히 낮다	4 이하

토양 및 수질의 전기 저항도

토 양	전 기 저 항 (ohm-cm)	수 용 액	전 기 저 항 (ohm-cm)
점토 (Clay)	750 - 2,000	해 수	25
양토 (Loam)	2,000 - 10,000	염 수	2,000
자갈 (Gravel)	10,000 - 30,000	음 료 수	4,000
모래 (Sand)	30,000 - 50,000	표 면 수	5,000
암석 (Rock)	50,000 - 무한대 (이론적)	증 류 수	무한대 (이론적)

나) 수소 이온화 농도 (PH)

아연은 PH 6~12 범위에서 안정되어 서서히 용해되지만, PH 3 이하와 PH 13 이상에서는 즉시 용해되므로, 강산성 (PH < 5.5)과 강알칼리성 (PH > 8.5)의 환경에서의 사용은 불리하다. PH 수용액 중에서의 아연의 용해속도는 다음도표와 같다.

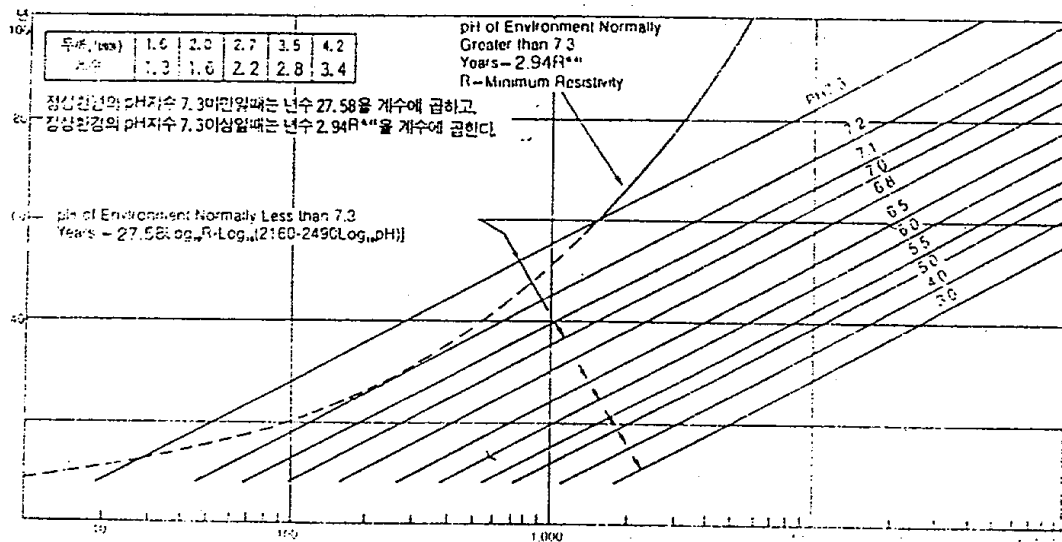


다) 마 모

마모는 유속 및 Bed Load (암석, 모래 등)의 함수이며, 유속이 4.5 m/sec 이하일 때는 심각한 마모현상을 야기시키지 않는다.

2) 내구 수명 결정

파형강관 내구수명은 토양에 의한 부식보다는 강관내부의 수용액 부식에 결정되며, 내구수명 예측 기법으로 캘리포니아 기법, 미 파형강관 협회 및 AISI 조사결과가 있다. 캘리포니아 기법은 파형강관의 내구수명 예측시, pH와 최소전기저항값을 사용하며, 아래도표는 1.32mm 강판두께 기준의 구멍부식까지의 내용년수를 나타낸다. 또한 다른 강판 두께는 보정상수를 사용하여 내구수명을 예측할 수 있다.



최소전기저항도

PH < 7.3 인 경우

$$Y_1 = 27.58 [\text{Log } R - \text{Log } (2160 - 2490 \text{ Log PH})]$$

PH > 7.3 인 경우

$$Y_2 = 2.94 R$$

Y_1, Y_2 : 내구수명

R : 전기 저항도

PH : 수소 이온 농도

3) 내구 수명 향상 방안

대부분의 배수관 매설위치는 중성의 PH를 나타내므로, 응응 아연도금만으로 그 사용이 가능하나, 가혹한 환경조건으로 인해 특히 부식이 우려되는 곳에는 사용수명을 향상시키기 위해 보호 피막 처리가 필요하다.

피막 방법으로는 아스팔트계, 폴리머계, 에폭시계도료 및 콘크리트 라이닝 처리방법이 있으며, 관구배에 따른 내구수명 연장은 다음 도표와 같다.

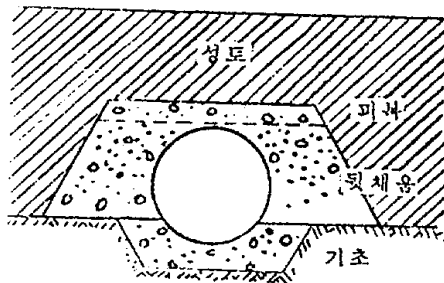
관의 구배	마 모 정 도	아스팔트계 피복시 부가 년수
1 % 이하	보 통 입	35
	심 함	25
1 ~ 2 %	보 통 입	30
	심 함	20
3 ~ 4 %	보 통 입	25
	심 함	20
4 % 이상	보 통 입	20
	심 함	15

6. 시 공 성 검 토

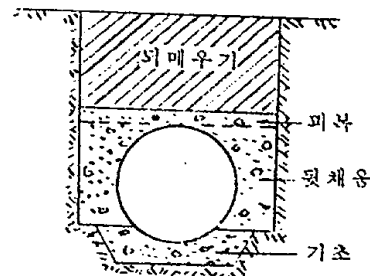
1) 기초 및 뒷채움

콘크리트관 (강성)은 연직하중으로 발생된 휨 모멘트에 대해 관자체의 강성에 의해 저항하므로, 주변 되메우기나 흙의 성질에 대해서 큰 문제는 없다.

그러나 파형강관 (가요성)의 경우, 주변의 흙과 토층링을 형성, 복합구조로써 외력에 저항하므로 양질의 뒷채움 재료와 충분한 다짐 등 정밀한 시공이 요구되며, 일반적인 파형강관의 설치방법은 돌출형과 도랑형으로 대별된다.



(a) 돌출형



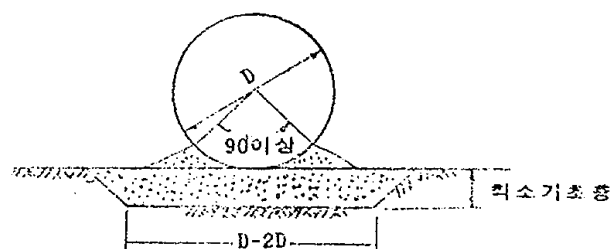
(b) 도랑형

관기초 두께표

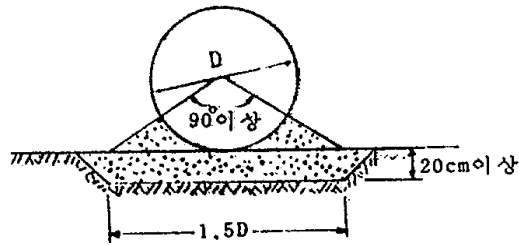
관 직 경 (mm)	최소 기초 두께 (cm)
200 이 하	10
250 ~ 450	15
500 ~ 900	20
1,000 ~ 2,000	30
2,000 이상	0.2 Do

* Do = 관 바깥 직경

가) 보통 지반에 설치하는 경우

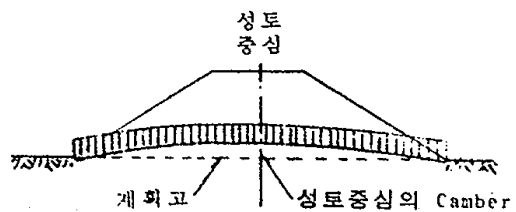
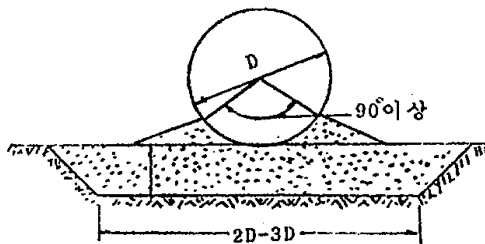


나) 압반의 경우

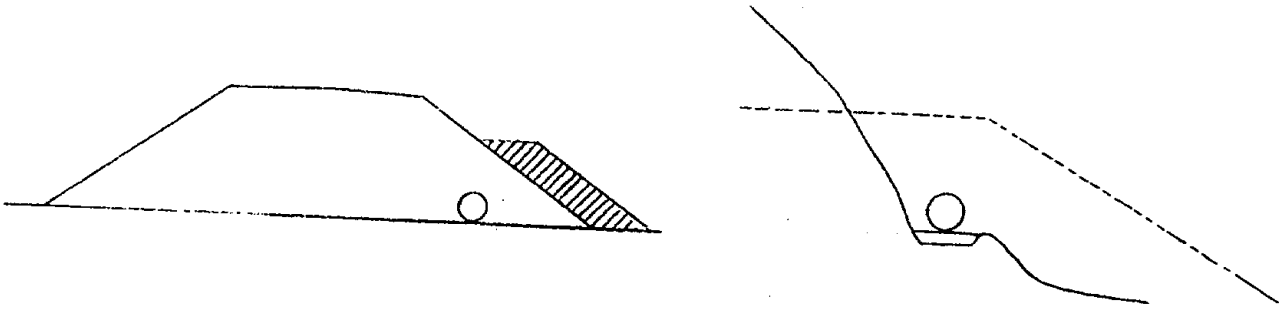


다) 연약지반의 경우

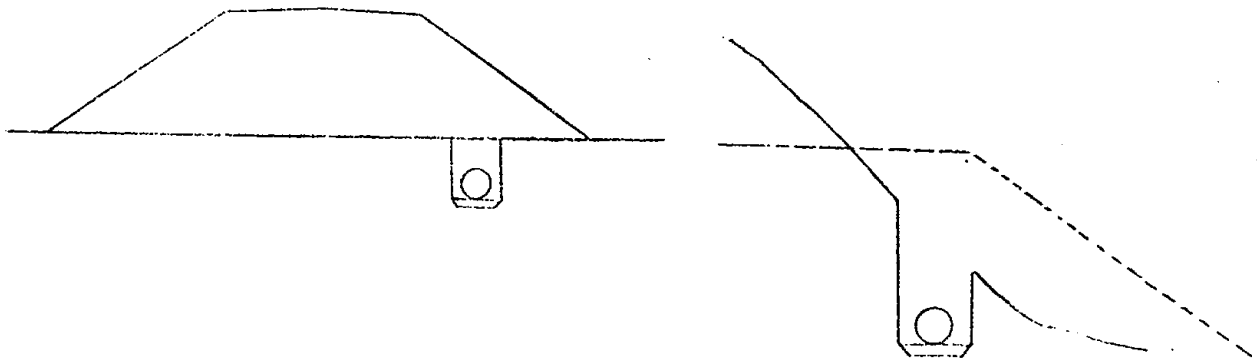
- 연약지반에 파형강관을 설치할 경우, 가급적 양질의 재료로 치환 ($H = 0.3 \sim 0.5 D$) 토목 하며, 연직하중에 의한 침하를 고려 Camber를 주도록 한다.
- Camber량은 도로의 중심, 노면, 법면끝 등 각 위치에 있어서의 침하량을 추정하고, 일반적으로 도로중심의 침하량을 1, 노면 0.8 법면끝단 0.2 정도의 침하량을 적용한다.
- Camber의 한도 ($\frac{1}{75} \sim \frac{1}{100}$)는 설치후 통수 가능여부에 따라 결정되며, 소요 단면 보다 큰 단면의 것을 사용하든지 Camber량을 감하는 방법 또는 계획고 보다 얇은 곳에 설치되도록 한다.



라) 편압을 받는 경우



(a) 잘못된 설치법



(b) 올바른 설치법

2) 이음 부

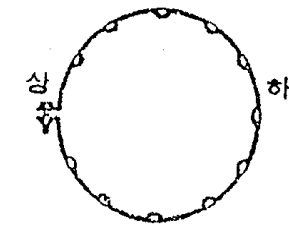
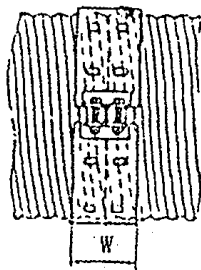
- 두개의 관을 연결하는 방식으로 수밀성을 유지하는 것이 중요하다.

이음 연결방식 (KS D3590 참조) 에는 파형강관 양끝을 나선파형에서 직선파형으로 굴곡이 되어 끝과 끝이 이가 맞아 틈새가 없으며 여기에 O - Ring이나 네오프렌 가스켓을 삽입하여 볼팅 (Ø 3/8") 방식으로 조여 수밀성이 보장될 수 있도록 결합해야 한다.

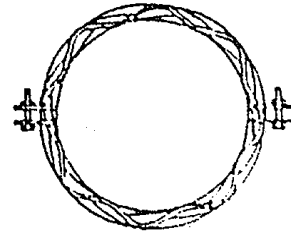
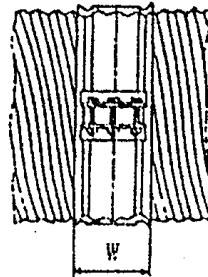
또한, 집합부의 도장이 평활하게 되도록 손질하여야 한다.

관 조립용 볼트는 관의 오목한 부분에서 끼우고 볼록한 부분에서 너트들 충분히 조여야 한다.

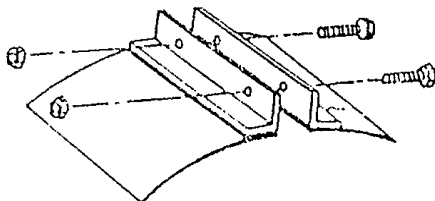
- 이음방식에는 커플링밴드, 애플라밴드 등이 있으나 KS 규정에서는 커플링밴드 방식을 규정하고 있다.



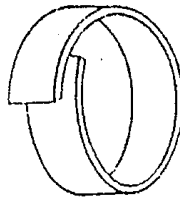
D형식



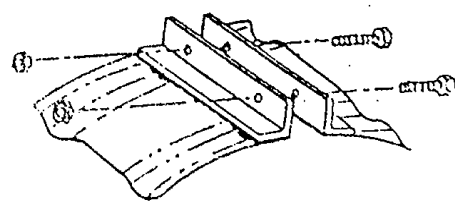
S형식



편평식 커플링밴드



네오프렌가스켓



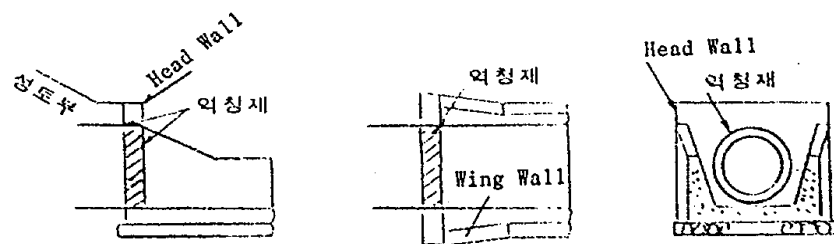
파형식 커플링밴드

3) 날 개 벽

- 일반적으로 파형강관에는 날개벽을 설치하지 않으며, 관의 유입구 및 유출구가 심한 세굴을 받을 염려가 있거나 유수폭이 넓고 유수가 원활하게 유입하지 않는 경우, 날개벽을 설치하며 관의 변형이 완료되었을 때 설치한다.

또한, 날개벽의 상부 (관보다 외측부분)는 철근으로 보강하는 것이 좋다.

날개벽의 접착 부위는 날개벽에 45 cm 간격으로 앵커볼트를 박아서 시공한다.



7. 경제성 검토

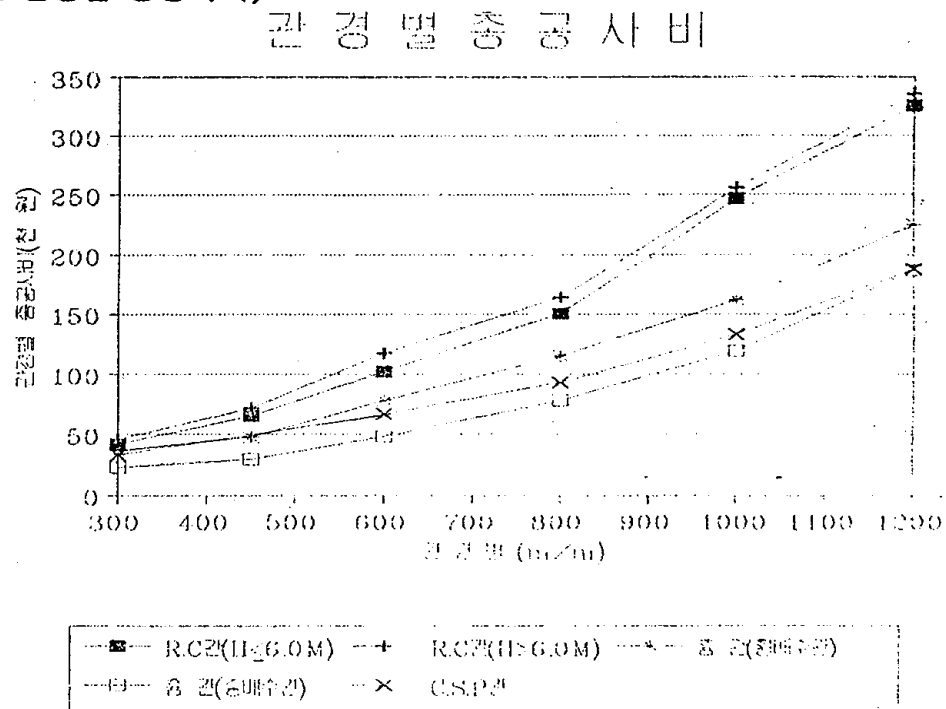
1) 파형강관의 경제적 특성

- 단위중량이 콘크리트관에 비하여 $\frac{1}{6} \sim \frac{1}{17}$ 수준이므로 운반 및 시공이 유리 (소형장비 시공가능)
- 본당 길이 (4 ~ 8 m)가 콘크리트 관 (2.5 m) 에 비하여 훨씬 크므로 접합개소 최소화로 인한 수밀성 및 시공성 증대
- 관벽이 얇으므로 시공 터파기 최소화 가능
- 관기초의 모래부설로 기초 공사비 절감

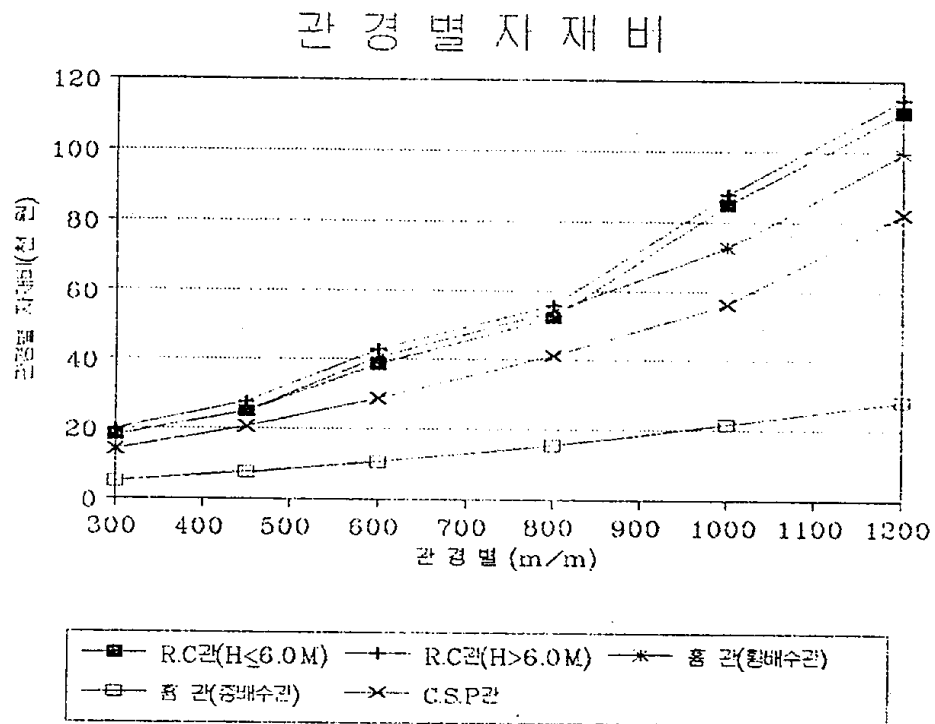
2) 파형강관과 콘크리트관의 경제성 비교

- 고속도로 건설공사에서 사용되는 콘크리트관과 파형강관의 공사비 비교내용은 다음 도표와 같다.

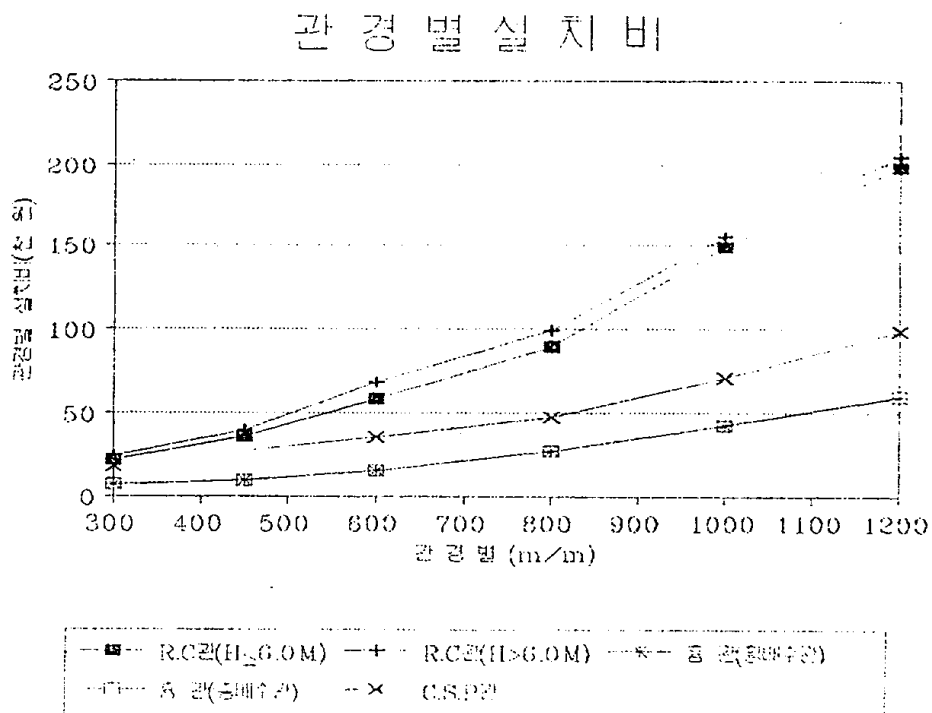
(표 1-1 관경별 총공사비)



<표 1-2 관경별 자재비>



<표 1-3 관경별 설치비>



〈표 1-4 파형강관 과 콘크리트관과의 공사비비교〉

관 경 (M/M)	R.C 관 H<6.0	흙 관 (형배수관)	C.S.P관	R.C 관 대 비 (%)	흙관(형배수 관) 대비 (%)
300	40,849	35,680	35,680	80.1	91.6
450	64,790	46,879	-	-	-
600	102,742	77,905	66,459	64.6	85.3
800	150,573	114,737	93,173	61.8	81.2
1000	246,414	161,993	132,802	53.9	81.9
1200	326,020	225,380	187,776	57.6	83.3
평 균	155,231	110,429	102,583	63.6	86.6

※ NOTE : 관경별 적용두께

φ 300: 1.6 M/M

φ 600: 1.6 M/M

φ 1000: 1.8 M/M

φ 450: 1.6 M/M

φ 800: 1.6 M/M

φ 1200: 2.0 M/M

8. 검토결과

1) 콘크리트 관과 파형강관의 사용성 비교표

구 분	콘 크 리 트 관	파 형 강 관
구 조 적 안 정 성	- 강성 변형특성 - 관저의 수직 반력증대로 인한 강성기초 필요	- 파형강관과 토층링이 복합 강도를 형성 외력에 저항 - 가요성 변형 특성에 따른 양질의 기초 및 뒷채움 재료 필요
내부식성	부식의 검토 불필요	- 수질 및 토질의 전기저항도 및 수소이온농도 (PH)가 지배적 요인 - 국내 각 지역에 대한 기준치 설정이 불가능 - 폐수, 오수등 환경조건이 불리한 경우에 대해 피복 도장 및 아스팔트 코팅이 필요
경 제 성	- 관자재비 저렴 - 기초 및 관부설 공사비 고가 - 대구경 (D600 이상) 일수록 경제성 불리	- 관자재비 고가 - 기초 및 관부설 공사비 저렴 - 대구경 (D600 이상) 및 횡배수관의 경우 약 10%~40%의 공사비 절감 효과 기대
시 공 성	- 시공경험 축적 - 재료구득이 용이 - 운반 및 취급이 불리 - 양생 및 단계별 시공과정이 복잡하며 장기간의 공기 소요	- 운반 및 취급이 용이 - 시공기간 단축 - 구조적 특성에 따른 뒷채움 재료 및 다짐의 정밀시공 (AASHTO 90% 이상) 요구

2) 검토 의견

- 파형강관의 구조적 안정성, 시공성 및 경제성 측면에서 고속도로 배수관으로써의 사용성은 입증되며,
- 배수관 설치위치의 지역별, 토양별 환경이 상이하여, 부식인자에 의한 내구수명 예측이 현실적으로 어려우며, 또한 캘리포니아 수정기법에 의한 일부지역 (섬진강, 낙동강 수계등) 의 내구수명을 예측결과(포함제철), 내구년한 이 부족(30~38년)한 것으로 검토되었음.
- 폐수, 오수등 환경적으로 불리한 지역 및 유수, 유입토사에 의한 마모가 우려되는 지역에 배수관을 설치하는 경우 강판두께 보강 및 보호피막 처리에 따른 추가 공사비 및 유지관리비 상승이 예상되나,
- 건설현장에서의 인력난, 천연골재의 고갈로 인한 재료취득의 곤란 및 경제적인 설계기법의 도입 등을 감안 고속도로 종.횡배수관 및 부체도로 횡배수관 등에 시험시공의 절차를 통한 단계적 접근이 타당할 것으로 판단됨.

시험결과 → 문제점으로 해결책
by

9. 참고 문헌

가) 관련규정

- 도로공사 표준시방서 (건설부)
- 한국공업규격 (KS) (공업진흥청)
- AASHTO

나) 참고문헌

- Handbook of Steel Drainage & Highway Construction Products (AISI)
- Modern Sewer Design (AISI)
- Corrugated Steel Pipe (NCSPA)
- Corrugated Metal Culvert Manual (日本 土質工學會)
- 파형강관의 내구성 평가 (포항종합제철)
- 도로설계 요령(한국도로공사)

4-2 성토부 도수로 규격검토

방 침
설 계 기
16210-71
('94. 4. 27)

1. 검토목적

도로횡단 배수관과 연결되는 성토부 도수로의 단면이 1단 성토부에 설치될 경우 횡단 배수관의 규격에 관계없이 동일한 단면(600×500 M/M)으로 설계 및 시공되고 있어 비경제적일 뿐만 아니라 유지관리시 성토부 도수로 비탈면의 유실을 초래하는 등 비합리적인 단면이므로 횡단 배수관의 통수유량에 따른 적정단면을 검토하여 설계 및 시공의 합리성을 도모코자 함.

2. 단면검토시 고려사항

- 가. 횡단 배수관의 통수능력
 - 최대유속, 최대구배
- 나. 성토부 비탈면구배
- 다. 각종 손실수두 및 에너지관계
- 라. 시공의 합리성

3. 횡단배수관 통수능력 검토

가. 유역면적에 따른 유출량 추정 (배수구조물 설계법)

1) 합 리 식 : $Q_d = 0.278 C I A$ ($A < 4 \text{ km}^2$)

Q_d : 설계유량 (m^3/sec)

C : 유출계수

I : 강우강도

A : 유역면적 (km^2)

2) 표준유출법 : $Q_d = RF \times LF \times FF \times Q$ ($4 \text{ km}^2 < A < 40 \text{ km}^2$)

RF : 강우강도

LF : 유출계수

FF : 생기빈도계수

Q_d : 유출량 (설계유량, m^3/sec)

A : 유역면적 (km^2)

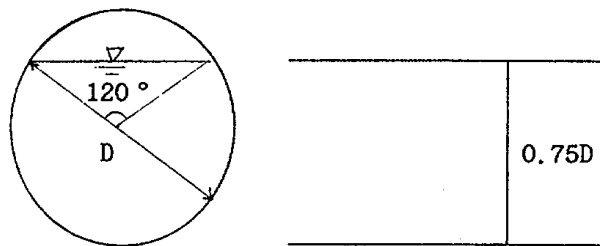
Q : 표준유출량

나. 최대 통수유량 산정

1) 유속에 따른 통수유량 산정

가) 최대수심

우수의 배수를 위한 폐합관거는 항상 자유수면을 가지는 개수로로서
 등류공식이 적용되며, 설계통수량은 만류유량의 80%를 취하고, 이때
 수심은 0.75D 가된다.



나) 통수유량 산정

직 경 (M)	수 위 0.75 D	통 수 단면적 (M ²)	유 속 (M / sec)							
			1.0	2.0	3.0	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0
			유 량 (M ³ / sec)							
0.3	0.225	0.057	0.057	0.114	0.171	0.228	0.256	0.285	0.313	0.342
0.6	0.450	0.227	0.227	0.454	0.681	0.908	1.026	1.135	1.248	1.362
0.9	0.600	0.404	0.404	0.808	1.212	1.616	1.818	2.020	2.222	2.424
1.0	0.750	0.632	0.632	1.264	1.896	2.528	2.844	3.160	3.476	3.792
1.2	0.900	0.910	0.910	1.820	2.730	3.640	4.095	4.550	5.005	5.460

2) 관 구배에 따른 관경별 통수유량 산정

가) 통수능 (Manning의 평균유속 공식 적용)

$$\textcircled{1} \quad A = \frac{\pi D^2}{4} \times \frac{240^\circ}{360^\circ} + \frac{D}{2} \sin(60^\circ) \times \frac{D}{2} \cos(60^\circ)$$

$\begin{matrix} 0.523 D^2 \\ 0.433 D \\ 0.25 D \end{matrix}$

$$= 0.6319 D^2$$

$$\textcircled{2} \quad P = \pi D \times \frac{240^\circ}{360^\circ} = 2.0944 D$$

$$\textcircled{3} \quad R = \frac{A}{P} = 0.3017 D$$

$$\textcircled{4} \quad K = \frac{1}{n} \times A \times R^{2/3}$$

$$\textcircled{5} \quad Q = K \times I^{1/2}$$

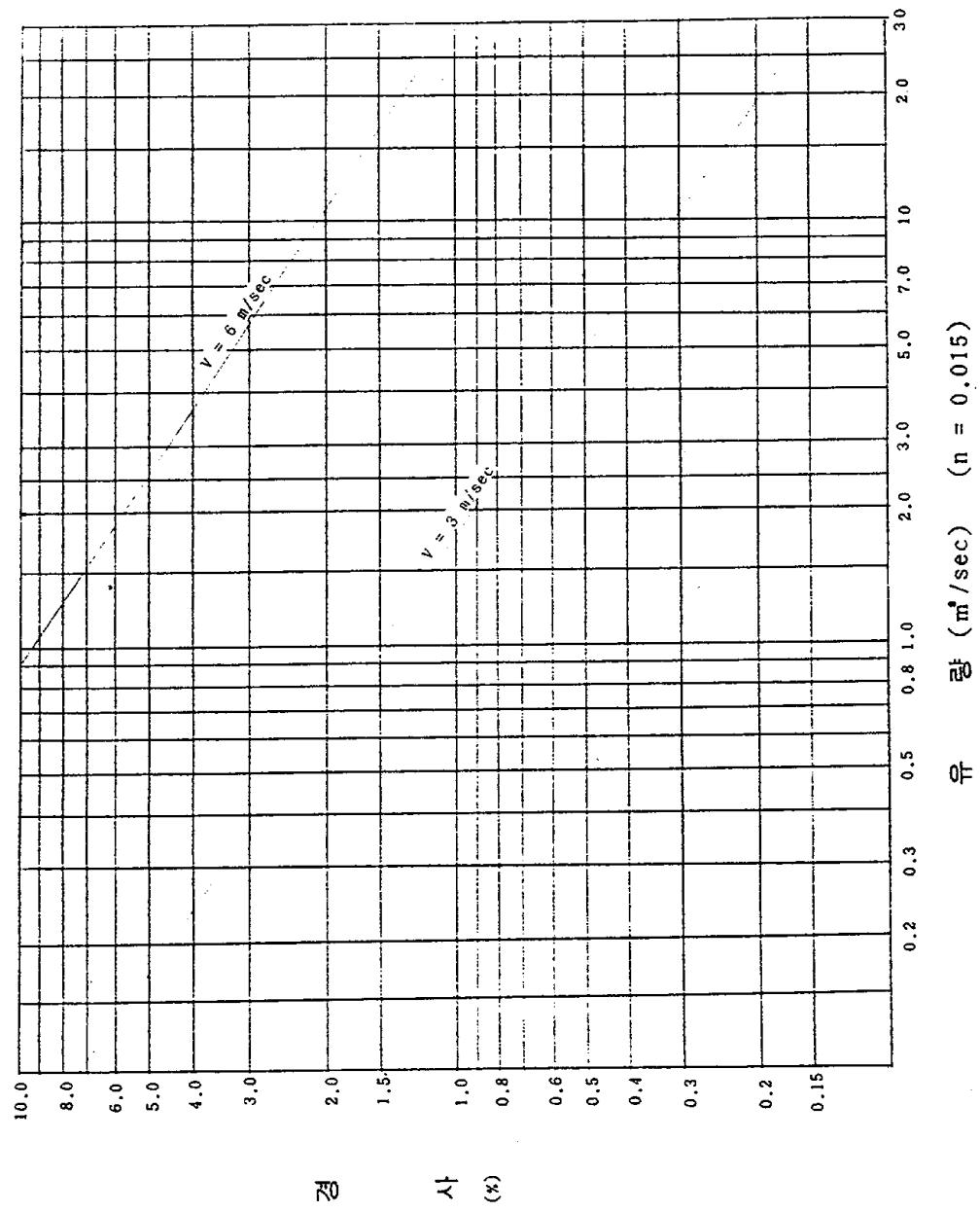
(n = 0.015)

관 경 D (M)	수 위 0.75 D (M)	통수단면적 A (M ²)	윤 변 P (M)	경 심 R=A/P (M)	R ^{2/3}	통 수 능 K
0.3	0.225	0.057	0.628	0.091	0.202	0.7676
0.6	0.450	0.227	1.256	0.181	0.319	4.8275
0.8	0.600	0.404	1.675	0.241	0.387	10.4232
1.0	0.750	0.632	2.094	0.302	0.450	18.9600
1.2	0.900	0.910	2.513	0.362	0.508	30.8186

나) 통수유량 산정

관 경 D (M)	통 수 능 K	구 배 (%)					비 고
		0.78	1.0	1.35	1.98	4.94	
		유 량 (m³/sec)					
0.3	0.7676	0.067	0.076	0.089	0.107	0.171	
0.6	4.8426	0.427	0.484	0.562	0.681	1.076	
0.8	10.4232	0.920	1.042	1.212	1.462	2.316	
1.0	18.9600	1.674	1.896	2.202	2.661	4.214	
1.2	30.8186	2.731	3.081	3.580	4.325	6.849	

다) 유량 - 경사 - 유속과의 상관관계



[유량 - 경사 - 유속 상관도표]

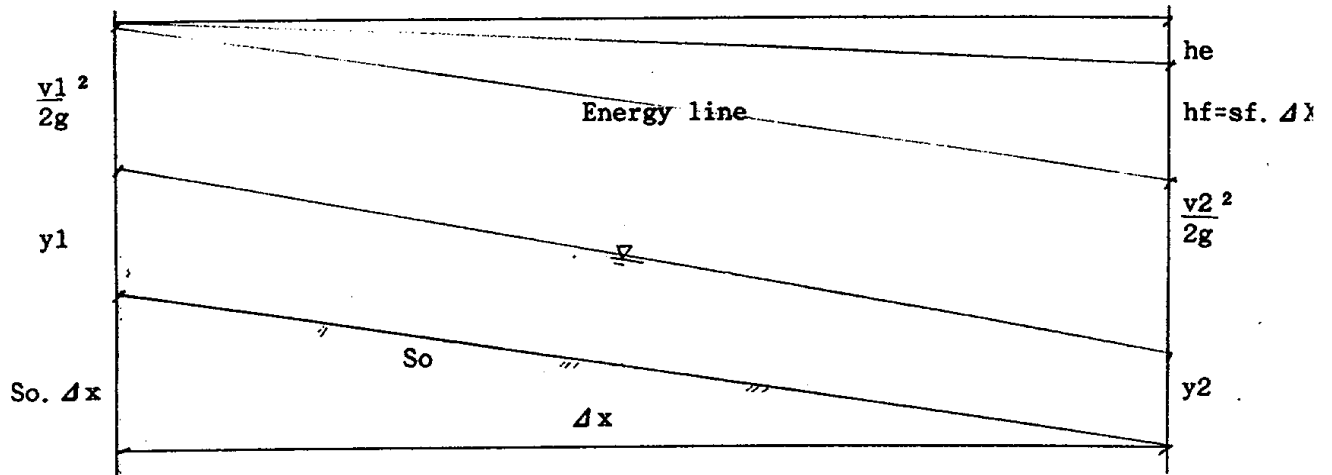
라) 각 관별 최대 통수유량 산정

횡단 배수관은 자유수면을 가지는 개수로로써 등류공식을 이용하며,
관내 최대유속은 침식방지를 고려한 3m/sec 를 적용하여 최대통수유량을
산정함.

관 경 (MM)	300	600	800	1000	1200
최대통수량 (m ³ /sec)	0.171	0.681	1.212	1.896	2.730

4. 도수로 통수능력 및 적정규격 검토

가. 직접 축차계산법(Direct Step Method)을 이용한 수면곡선 계산



$$S \cdot \Delta x + y_1 + \frac{v_1^2}{2g} = y_2 + \frac{v_2^2}{2g} + sf \cdot \Delta x + he$$

$$S \cdot \Delta x + E_1 = E_2 + sf \cdot \Delta x + he$$

$$\therefore \Delta x = \frac{E_2 - E_1}{S_o - S_f}$$

$$sf = 1/2 (sf_1 + sf_2)$$

$$sfi = \frac{n^2 \cdot v^2}{R^{4/3}}$$

S_o : 수로의 경사

s_f : Energy 경사선 or 마찰경사

y_1, y_2 : 수심

E_1, E_2 : 흐름의비에너지(Specific energy)

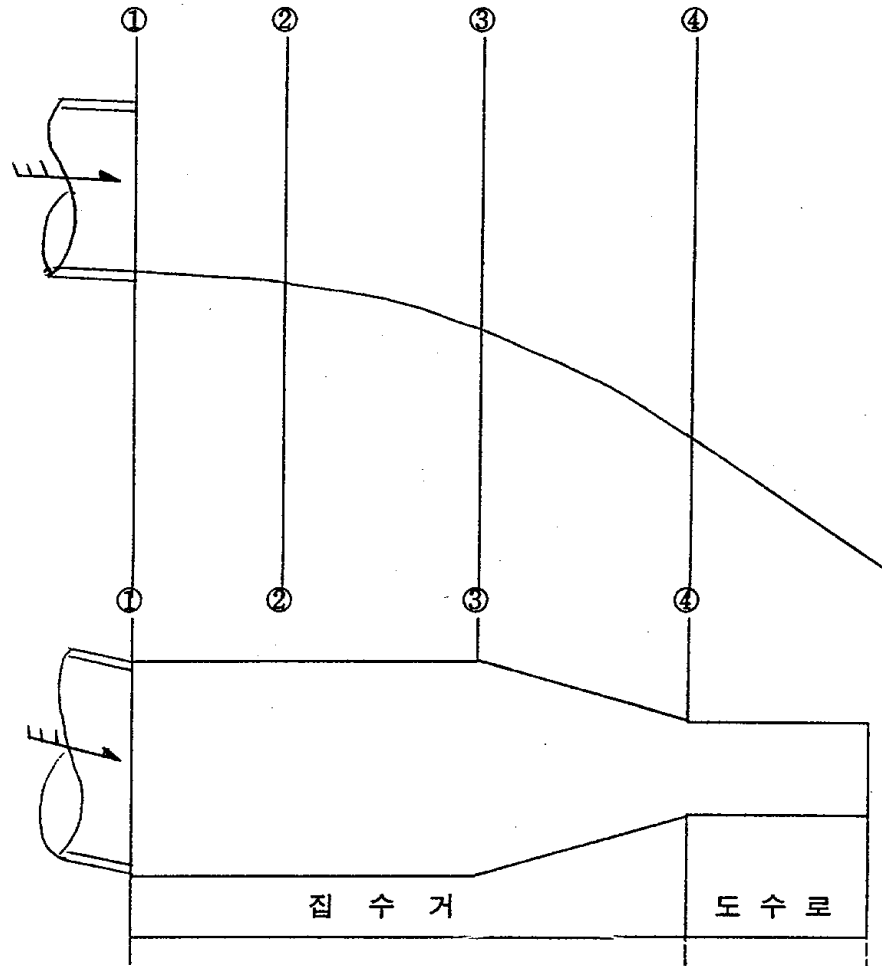
he : 와류로인한 손실(통상 무시함)

$\frac{v_1^2}{2g}, \frac{v_2^2}{2g}$: 속도수두

hf : 마찰손실수두

기지(既知)의 수심을 이용 에너지 관계를 고려하여 시행착오적으로 거리 Δx 만큼 떨어진 점의 수심 즉, 수면곡선을 축차적으로 연결해 나가는 방법이다.

나. 기존 횡단 배수관 규격별 수심 검토

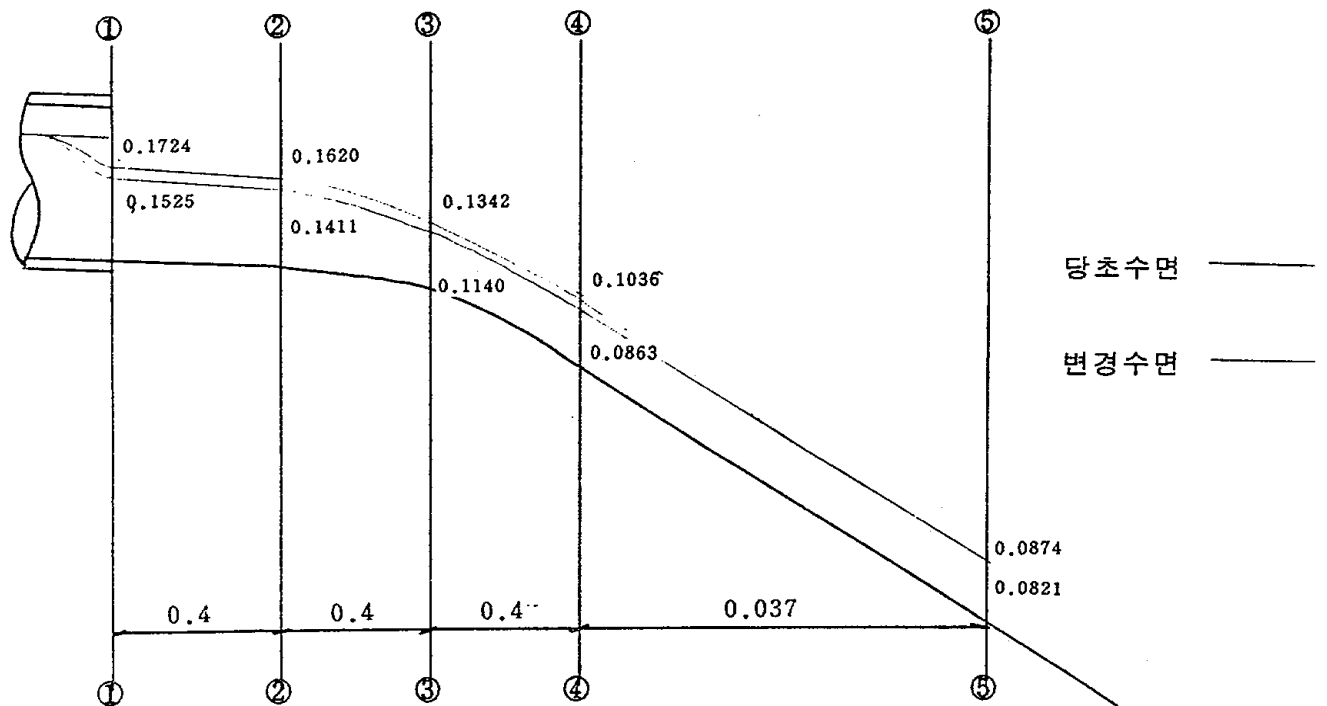


- 기존 도수로 각 지점별 수심 검토

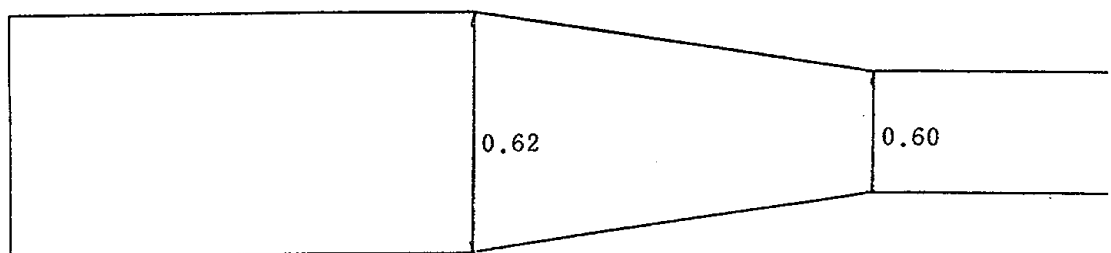
관 경 (MM)	집수거폭 (M)	도수로폭 (M)	도 수 로 이 높 (M)	지 점 별 수 심 (M)			
				①	②	③	④
300	0.62	0.6	0.5	0.1525	0.1411	0.0863	0.0874
600	0.96	0.6	0.5	0.3829	0.3329	0.2019	0.2552
800	1.20	0.6	0.5	0.5364	0.4064	0.2692	0.3982
1000	1.44	0.6	0.5	0.6894	0.4574	0.3293	0.5657
1200	1.68	0.6	0.5	0.8417	0.5020	0.3820	0.7559

다. 횡단배수관 규격별 수면곡선

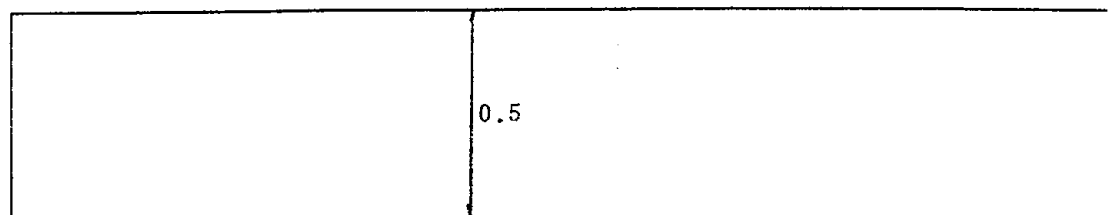
$D = 300 \text{ M/M}$



당
초
단
면

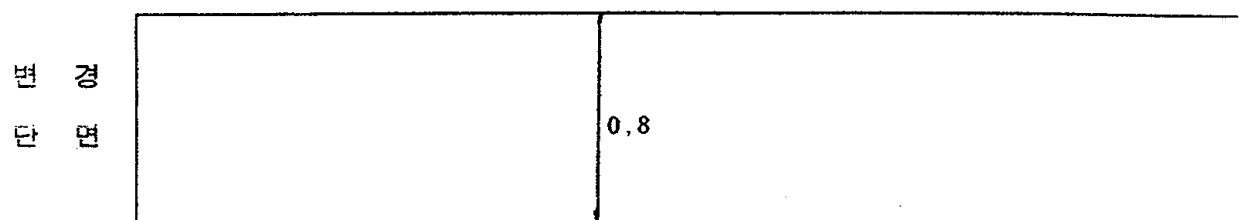
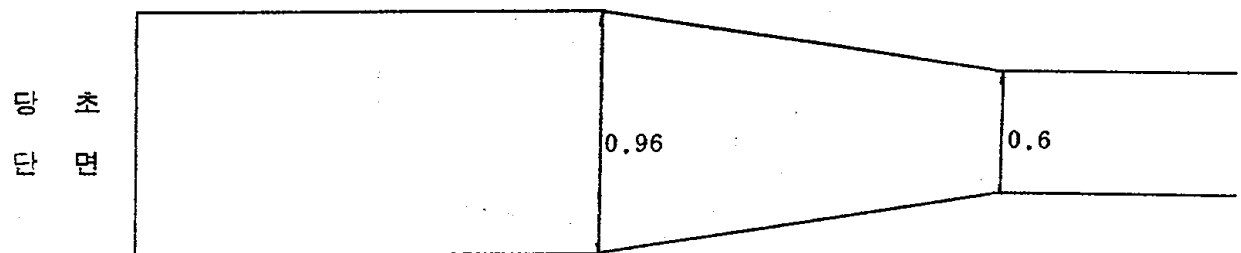
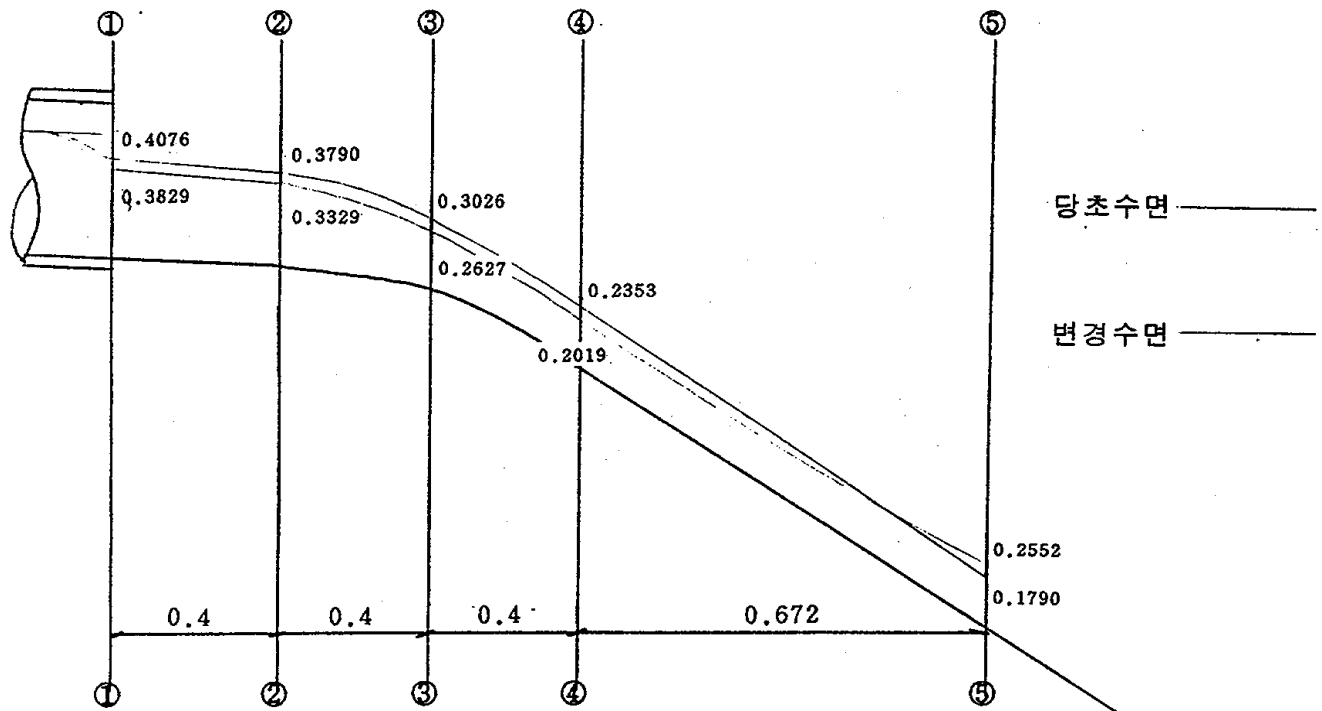


변
경
단
면



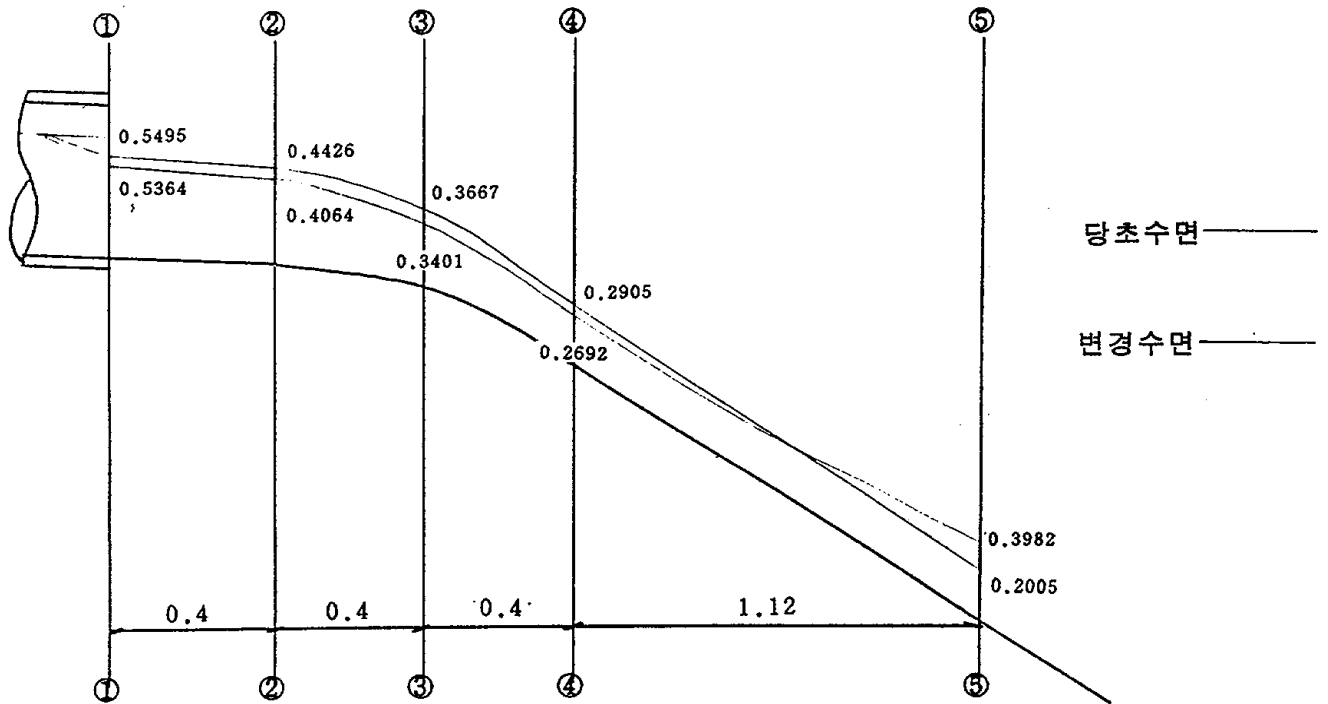
다. 횡단배수관 규격별 수면곡선

$D = 600 \text{ M/M}$

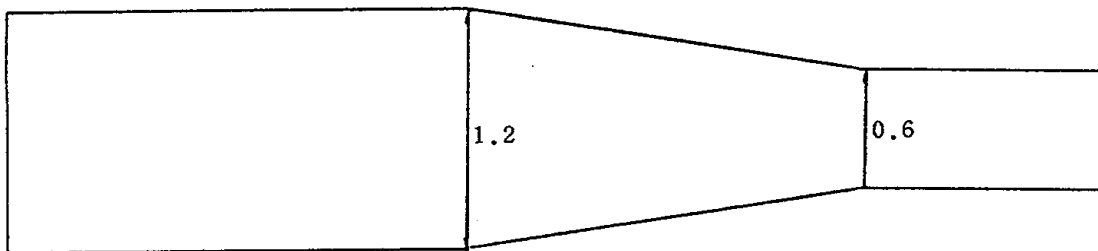


다. 횡단배수관 규격별 수면곡선

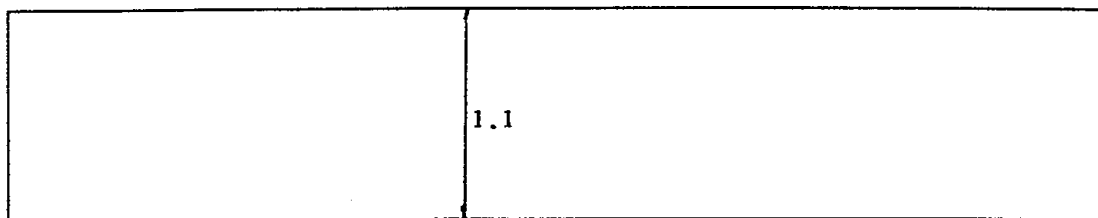
$D = 800 \text{ M/M}$



당
초
단
면

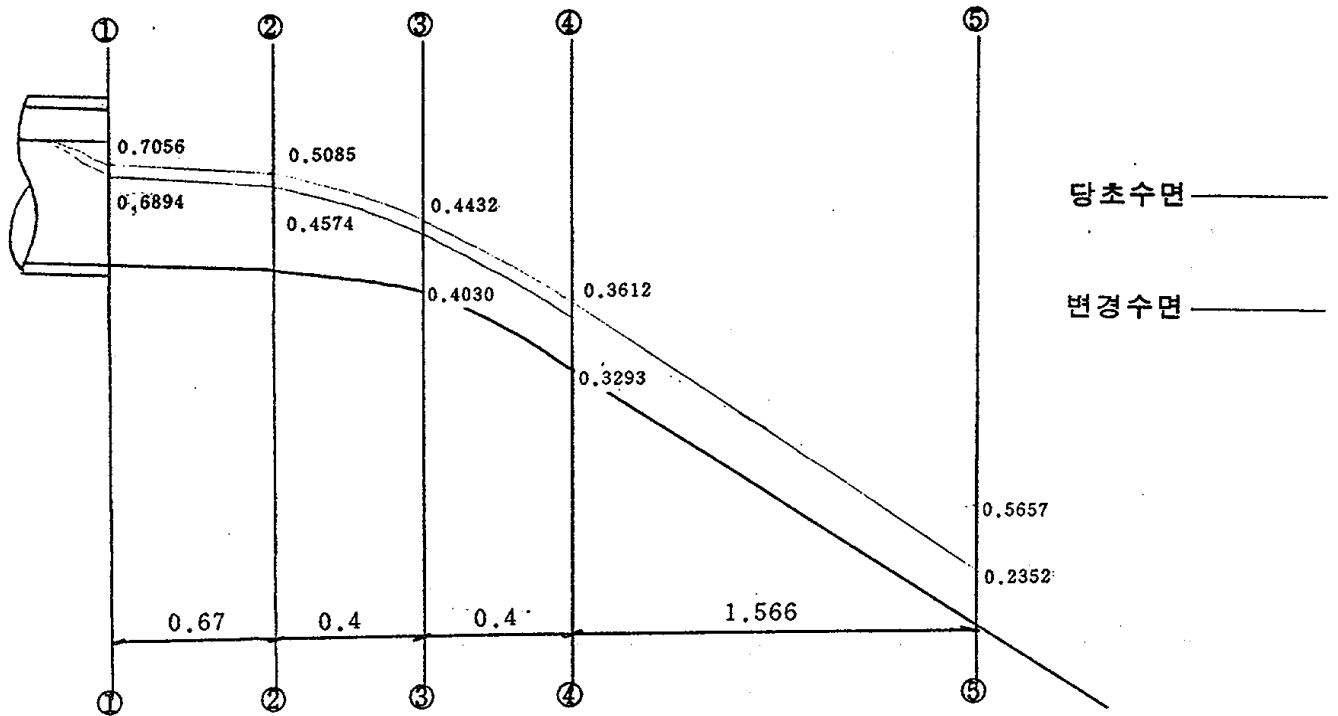


변
경
단
면

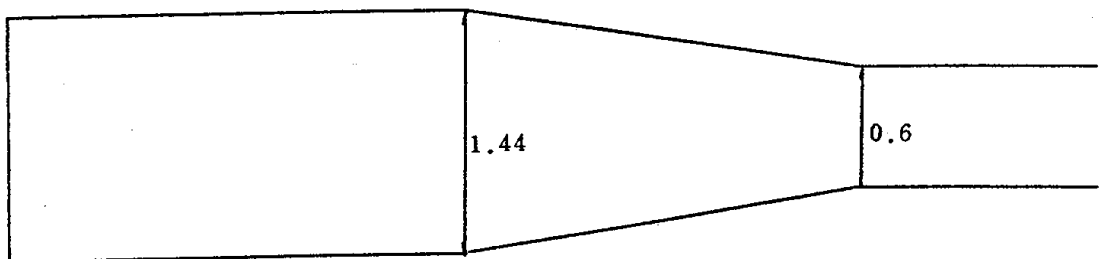


다. 횡단배수관 규격별 수면곡선

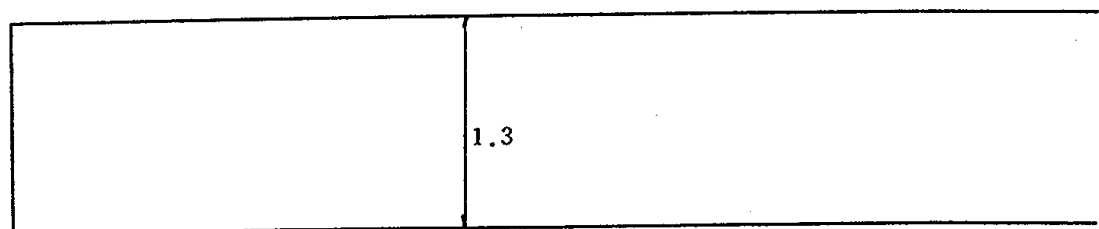
$D = 1000 \text{ M/M}$



당
초
단
면

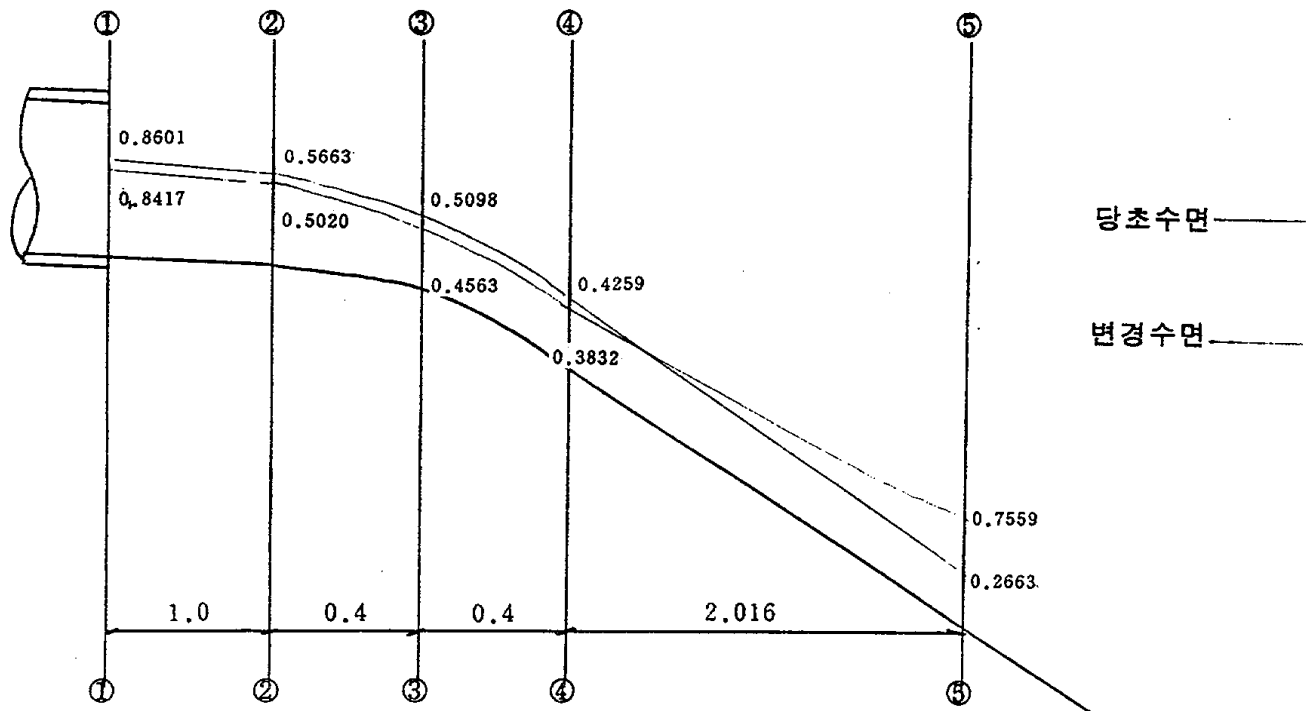


변
경
단
면

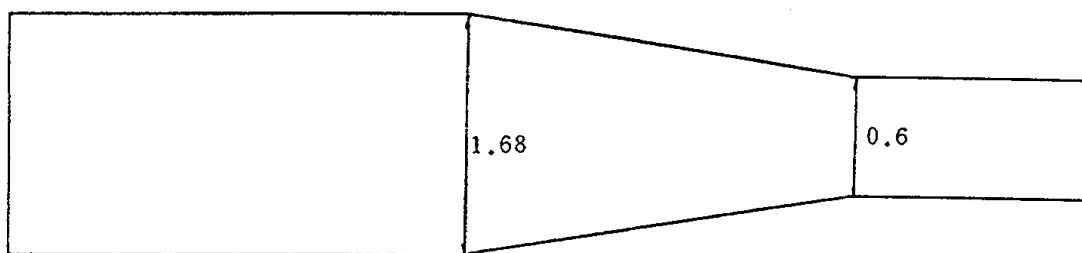


다. 횡단배수관 규격별 수면곡선

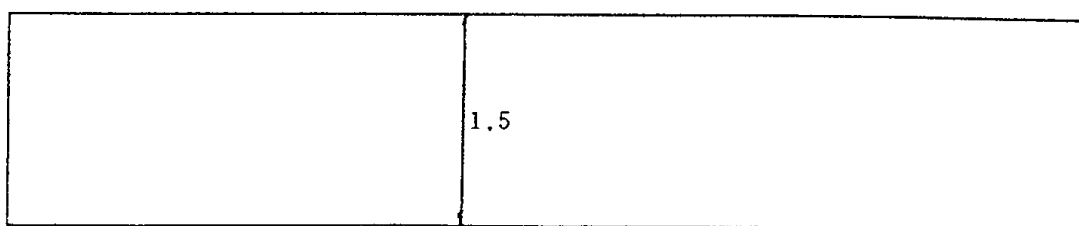
$$D = 1200 \text{ M/M}$$



당
초
단
면



변
경
단
면



라. 도수로 폭원 조정에따른 규모 검토

관 경 (MM)	도 수 로 규 격 (M)		도수로 시점부 수 심 (M)	변경 도수로 시점부높이(M)
	당 초	변 경		
300	0.6×0.5	0.50×0.3	0.104	0.30
600	0.6×0.5	0.80×0.4	0.235	0.40
800	0.6×0.5	1.10×0.4	0.291	0.40
1000	0.6×0.5	1.30×0.5	0.361	0.50
1200	0.6×0.5	1.50×0.6	0.426	0.60

* 상기 표의 수심은 취약부인 도수로 시점부 수심이며, 이후 수심은
저하 되어 결국 등류 수심에 수렴하게되므로 도수로를 Over 하지 못함.

5. 검토의견

기존 1단 성토부 도수로 규격은 횡단 배수관의 규격에 관계없이 일률적인 규격 (600×500 M/M)을 적용하므로써, 도수로 시점부에서 비경제적인 단면이 발생 하거나, 단면부족으로 인한 수위 급상승으로 Over Flow의 우려가 예상되므로

- 비경제적인 단면은 규격을 축소하고, 단면이 부족한 단면은 경제적인 수로 단면(1:2)을 고려하여 규격을 상향 조정함.
- 기존 1단 성토부 도수로 중 2련 Pipe의 경우는 현 설계에서 배제되고 있으므로 (필요시 BOX 처리) 검토에서 제외 : 표준도 삭제
- 방수로 부분은 시공성 및 유속등을 고려하여 수로보호공(차수벽)을 침전조로 변경
- 2단 성토부 도수로 단면은 1단 도수로 단면으로 수용가능.

따라서 1단 성토부 도수로 단면과 2단 성토부 도수로 단면은 동일한 규격으로 설치 하는 것이 타당한 것으로 판단됨.

관 경 (MM)	당 초 도 수 로 규 격 (M)		변 경 규 격(M) 1단,2단 성토부
	1 단 성토부	2 단 성토부	
300	0.6 × 0.5	0.62 × 0.5	0.50 × 0.30
600	0.6 × 0.5	0.96 × 0.5	0.80 × 0.40
800	0.6 × 0.5	1.20 × 0.5	1.10 × 0.40
1000	0.6 × 0.5	1.44 × 0.5	1.30 × 0.50
1200	0.6 × 0.5	1.68 × 0.5	1.50 × 0.60

6. 참고문헌

- . Open channel Hydraulics (Mc Graw/Hill)
- . Hand Book of Hydraulic Engineering (John Willy & Sons)
- . Design of Small Dams (USBR)
- . Water Measurement Manual (USBR)
- . 水理學 (청문각, 윤용남)
- . 應用水理學 (형설출판사, 최영박)
- . 도로설계요령 (한국도로공사)
- . 도로설계요령 (일본도로공단)

4-3 설계 강우강도 기준 검토

방	침
설	일
16210-105	
('94. 7. 8)	

1. 검토목적

고속도로 배수구조물 설계시, 유출량산출에 사용되는 강우강도표 (I.D.F곡선: INTENSITY DURATION FREQUENCY) 의 제정 및 하천시설기준의 개정에 따라 신규 발표된 확률강우강도표에 의한 고속도로 배수구조물 설계시 합리적인 설계기준을 수립코자 함.

2. 설계 강우강도의 개념

- 설계 강우강도는 확률빈도년 및 강우지속시간에 따른 강우량 크기 (mm/hr) 를 말하며, 장기간 관측소 (기상청 또는 건설부) 의 강우량 자료에 의해 작성됨.
- 중소규모 유역면적 ($A < 4\text{km}^2$) 에 설치되는 배수구조물의 소요단면결정시 유출량의 산출에 이용됨.

3. 유출량 산정방법

- 중소규모 유역 면적 ($A < 4\text{ km}^2$) 에 설치되는 배수구조물의 유출량 산출은 합리식을 이용

$$Q = 0.278 CIA$$

Q : 유출량 (m^3/sec)

I : 강우강도 (mm/hr)

횡단배수시설 (BOX, PIPE 등) : 강우강도표 이용

노면배수시설 (성토부 도수로, L 형 집수정, 중분대 집수정 등)

: 간이식 (권역별 확률강우강도식) 이용

C : 유출계수

A : 유역면적 (km^2)

4. 현행 강우강도표의 문제점

- 현행 강우강도표는 1974 년 IBRD 차관사업시 외국기술자에 의해 작성된 자료로써, 중앙기상대 측후소 와 I.D.F 곡선의 기지점이 일치하지 않고, 우량 관측년도가 짧아 신뢰도가 떨어짐.
- 생기빈도 구분년도가 5종 (2년, 5년, 10년, 20년, 25년)으로 구분되어 있어 적용시 다소 제약이 있음.
- 노면배수 시설물 (성토부 도수로, L 형 집수정, 중분대 집수정 등) 의 유출량 산출시 적용되는 권역별 확률 강우강도식은 간이식으로써, 지점별 강우자료의 동질성을 고려치 않아, 권역별 대표값과 지점별 강우강도값간에 오차가 발생하며, 특히 II 구역 (전라북도, 충청남도)의 강우 강도식은 오차의 범위가 심하여 적용이 불가함.

5. 강우강도 비교 검토

가. 현행 I.D.F 곡선과 개정 I.D.F 곡선에 의한 강우강도 비교

구 분		2 년 10 분	5 년 10 분	20 년 20분	비 고
춘 천	현 행	95	123	120	
	개 정	71	92	91	
서 울	현 행	80	125	157	
	개 정	83	123	149	
강릉	현 행	69	86	84	
	개 정	52	68	76	
서 산	현 행	84	94	88	
	개 정	85	104	100	
청 주	현 행	90	98	90	
	개 정	88	110	113	
추 풍 령	현 행	73	92	94	
	개 정	67	80	82	
전 주	현 행	91	120	122	
	개 정	88	113	120	
광 주	현 행	76	90	93	
	개 정	80	104	100	
목 포	현 행	87	101	91	
	개 정	73	92	90	
여 수	현 행	87	105	130	
	개 정	78	111	113	
대 구	현 행	78	107	133	
	개 정	70	96	102	
포 함	현 행	83	106	107	
	개 정	63	85	83	
부 산	현 행	71	106	133	
	개 정	83	120	130	

나. 간이식 (권역별 확률 강우강도식) 과 I.D.F 곡선에 의한 강우강도 비교

o 간이식 (권역별 확률 강우 강도식)

권역별 확률 강우 강도 식

ZONE	Rainfall Intensity Probability Formula							
	2(yr.)	3	5	10	20	30	50	70
I	$\frac{372}{t}$	$\frac{446}{t}$	$\frac{520}{t}$	$\frac{612}{t}$	$\frac{697}{t}$	$\frac{746}{t}$	$\frac{806}{t}$	$\frac{827}{t}$
II	$\frac{218}{\sqrt{t-2.69}}$	$\frac{260}{\sqrt{t-2.72}}$	$\frac{306}{\sqrt{t-2.76}}$	$\frac{360}{\sqrt{t-2.81}}$	$\frac{410}{\sqrt{t-2.86}}$	$\frac{440}{\sqrt{t-2.88}}$	$\frac{475}{\sqrt{t-2.88}}$	$\frac{498}{\sqrt{t-2.90}}$
III	$\frac{426}{t}$	$\frac{502}{t}$	$\frac{581}{t}$	$\frac{678}{t}$	$\frac{766}{t}$	$\frac{816}{t}$	$\frac{876}{t}$	$\frac{916}{t}$
IV	$\frac{184}{t}$	$\frac{200}{\sqrt{t-1.63}}$	$\frac{239}{\sqrt{t-1.60}}$	$\frac{289}{\sqrt{t-1.25}}$	$\frac{338}{\sqrt{t-1.45}}$	$\frac{366}{\sqrt{t-1.35}}$	$\frac{401}{\sqrt{t-1.35}}$	$\frac{425}{\sqrt{t-1.32}}$

※ 1980 년, 이원환 (연세대)

o 강우강도 비교

구 분			3 년 10 분	5 년 10 분	비 고
I 지 역	간 이 식		115	137	
	개 정	춘 천	81	92	
		서 울	103	123	
II 지 역	간 이 식		588	761	
	개 정	서 산	95	104	
		전 주	100	113	
III 지 역	간 이 식		126	146	
	개 정	부 산	100	120	
		목 포	84	92	
IV 지 역	간 이 식		131	153	
	개 정	강릉	59	68	
		대구	80	96	

6. 검토의견

○ 노면 배수시설물 및 일반 배수구조물의 유출량 산출은 건설부(1988년) 에서 제시한

개정 I.D.F 곡선을 사용토록 하되,

- 축후소가 있는 지역은 지점별 강우강도표를 적용하고

- 축후소가 없는 지역은 최인접 축후소의 강우강도표를 사용하되, 계획대상지점의

확율 강우량도를 이용하여 강우강도표를 작성한 값과, 최인접 축후소의 강우강도

표와 비교후 큰 값을 적용함.

○ 개정 I.D.F 곡선의 사용은 중앙고속도로 안동 - 영주간 4차선 확장 실시설계구간
부터 설계 반영함.

4-4 종배수관 터파기 수량산출 기준 검토

방 침

설 일
16210-121
('94. 7. 26)

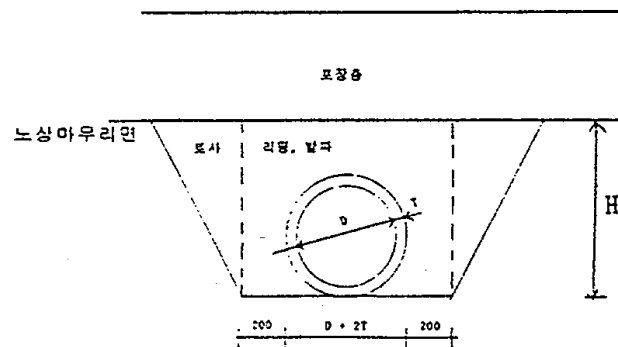
1. 검토배경

L형측구 및 중앙분리대 하부에 설치되는 종배수관의 터파기 수량 산출은 포장두께와 집수정규격에 따라 구분 산출하여야하나, 일률적으로 계상됨으로써 설계업무에 부적절하다는 지적(감사이 20108-3401('94. 5. 11))과 관련, 적절한 수량산출기준을 수립하여 설계업무의 합리성을 도모코자 함.

2. 현행 산출 방법의 문제점

종배수관 터파기는 종배수관과 연결되는 집수정 규격과 공구별 포장두께를 감안하여 노상마무리면과 종배수관 상단을 일치시켜 수량을 산출하여야 하나 정확한 산출기준 없이 일률적으로 산출하고 있음.

현행 터파기 단면



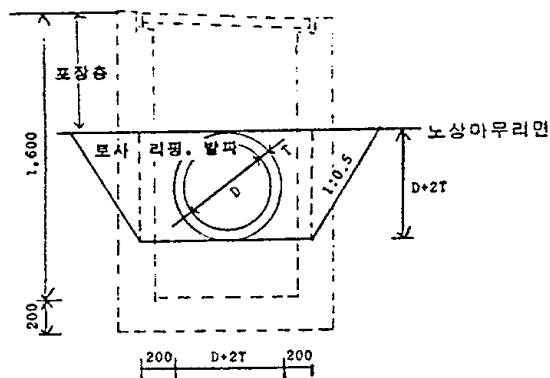
공구별 터파기 적용 깊이(H)

공구별 관경	고서-순천 5공구	신갈-원주 9공구	청원-회덕	대전-진주 14공구	비 고
Ø 300	360	500	500	750	
Ø 450	950	750	750	750	
Ø 600	1000	1150	1150	750	

3. 수량산출기준 검토(안)

가. 증배수관 상단이 노상층내에 있을 경우

증배수관 상단과 노상마무리면을 맞추어 터파기 수량 산출



터파기 수량

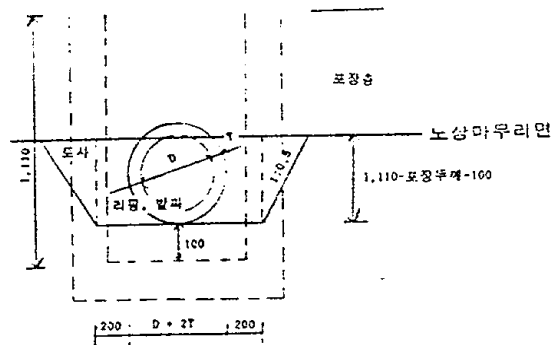
m³/M당

구 분	토 사	암
Ø 300	0.338	0.274
Ø 450	0.625	0.487
Ø 600	1.015	0.770

※ 최소한 침전턱 10CM는 확보해야 함

나. 증배수관 상단이 포장층내에 있을 경우

증배수관 하단을 집수정 내측 하단에 침전턱 10CM를 둔 위치와 일치시켜 터파기수량 산출



※ 터파기 수량은 포장 두께에 따라 공구별 별도 산출

4. 향 후 조 치 계 획

가. 종배수관 터파기에 대하여 수량산출기준에 수록토록 함.

나. 설계 반영 계획

구 분	설계완료 또는 공사시행중 구간	설 계 중 구 간
조 치 내 용	공사발주후 또는 공사시행중 설계변경 조치토록 공사주관 부서 협조 (건설 1, 2 처)	중앙고속도로 안동-영주간 4차선 확장 실사설계부터 설계 반영

터파기 수량 산출

〈기존〉

구 분	밑 변 (D+2T+0.4)	윗 변 (D+2T+0.4+H)	높 이 (H)	터 파 기 량 (M3)
Ø 300	0.3+0.06+0.4	0.76+0.5	0.5	0.505
Ø 450	0.45+0.076+0.4	0.926+0.75	0.75	0.976
Ø 600	0.6+0.10+0.4	1.10+1.15	1.15	1.926

〈개선〉

구 분	밑 변 (D+2T+0.4)	윗 변 (D+2T+0.4+H)	높 이 (H)	터 파 기 량 (M3)
Ø 300	0.3+0.06+0.4	0.76+0.36	0.36	0.338
Ø 450	0.45+0.076+0.4	0.926+0.526	0.526	0.625
Ø 600	0.6+0.10+0.4	1.10+0.70	0.70	1.015

관경별 터파기 수량 비교

구 분	기 존(1)		개 선(2)		비 고 (1-2)
	터파기깊이	터파기량	터파기깊이	터파기량	
Ø 300	0.5	0.505	0.36	0.338	0.167
Ø 450	0.75	0.976	0.526	0.625	0.351
Ø 600	1.15	1.926	0.70	1.015	0.911

공구별 종배수관 연장

단위 : M

구 분	평 균	서해안 (군산-목포)	서해안 (당진-군산)	중부내륙 5공구	중부내륙 6공구	중부내륙 7공구	비 고
계	2613	3849	1801	2732	1361	3323	
Ø 300	1885	2609	1415	1585	920	2895	
Ø 450	182	-	-	910	-	-	
Ø 600	546	1240	386	237	441	428	

공사비 절감액

구 분	터 파 기 량	단 가			배수관 연 장	공 사 비 (천원)
		계	터파기	되메우기		
계 (제잡비포함)					2613	6,373 (9,432)
Ø 300	0.167	7273	2590	4683	1885	2,290
Ø 450	0.351				182	465
Ø 600	0.911				546	3,618

4-5 현장제작 콘크리트관 개선방안 검토

방 침

설 일
16210-173
('94. 11. 3)

1. 검토 목적

기존의 현장제작 콘크리트관은 제작장에서 철선을 인력으로 가공 및 조립토록 되어 있어 철선의 조립상태가 조잡할뿐만 아니라 콘크리트 타설시 철선의 간격 및 피복두께가 일정하게 유지되지 않는 등의 문제점이 있어 기성제품인 용접철망의 대체 사용방안을 검토하여 관제작의 용이성 및 품질향상을 도모코자 함.

2. 현장 제작 콘크리트관 개요

가. 제 작 기 준 : 관경 D=800 M/M 이상 본선 횡단배수관

나. 주 요 제 원

구 분	D = 800 M/M	D = 1000 ~ 1200 M/M	비 고
H ≤ 6M	· 철선직경 : 6M/M 원형철선 · 사용철선량 : 34.1 KG/M당 · 관 두 께 : 100 M/M	· 철선직경 : 9M/M 원형철선 이중 배근 · 사용철선량 : 77 ~ 111 KG/M당 · 관 두 께 : 120 ~ 140 M/M	
H > 6M	· 철선직경 : 9M/M 원형철선 이중 배근 · 사용철선량 : 37.9 KG/M당 · 관 두 께 : 130 M/M	· 철선직경 : 9M/M 원형철선 이중 배근 · 사용철선량 : 78 ~ 112 KG/M당 · 관 두 께 : 140 ~ 160 M/M	

다. 철선사용의 문제점

- 사용철선의 직경이 두꺼워 인력에 의한 가공 조립이 어려움
- 숙련된 기능공의 확보가 어렵고 가공조립된 철선의 형상이 조잡함
- 철선조립후 콘크리트 타설시 철선의 배근 간격 및 피복두께가 일정하게 유지되지 않아 관의 품질저하가 예상됨

※ 공장제작 원심력 철근 콘크리트관의 경우는 공장에서 기계설비를 이용하여 원형철망을 가공조립후 관을 제작하므로 균등한 품질의 관생산 가능

3. 용접철망 특성

가. 재 료 : KSD 3552(철선)에서 규정하는 보통 철선

나. 생 산 규 격

- 철 선 경 : $\Phi 2.0 \sim \Phi 12.0$ M/M
- 폭 원 : 최대 3.0M 까지 가능
- 길 이 : 0.9 M ~ 10 M (운반이 용이토록 생산 가능)
- 망 목 : 50 ~ 300 M/M. (정사각형 또는 직사각형)

다. 생 산

기계설비에 의해 고강도 철선을 연속적으로 교차시키고 모든 교차지점은 자동전기저항용접되며 그물망의 평면형태로 제작됨

라. 용접철망 현장 적용 사례

- 터널 슛크리트 보강재 ($\Phi 4.8 \times 100 \times 100$)
- 콘크리트 포장의 예각부 및 노즈부 포장 보강 ($\Phi 8.0 \times 150 \times 150$)
- 공항 활주로 포장
- 기 타 (조립식 주택 부재 보강재, 울타리, 축사 등)

마. 사용성 검토시 고려사항

- 현장에서 용접철망의 원형 가공조립 가능 여부
- 콘크리트 타설시 철망의 고정 방안
- 구조적 안정성
- 작업성 향상 여부 및 경제성

4. 개선 방안 검토

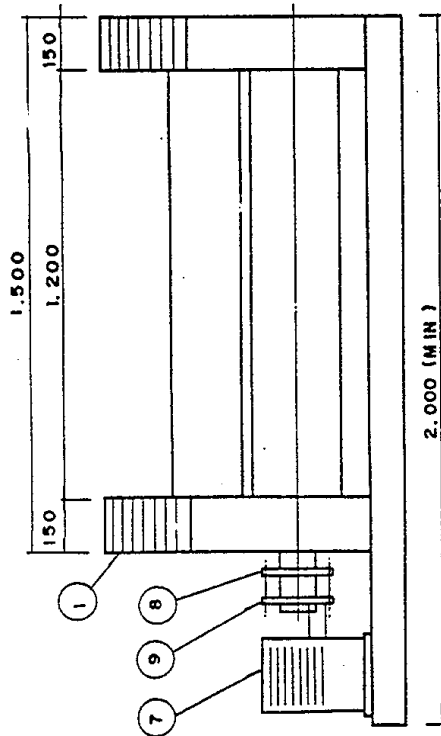
구 분		현 행	개 선 안	비고
개요	철 선 형 태	ROLL형상의 철선 구입	기성제품인 용접철망(평면) 구입	
	철선가공조립	제작장 인력 작업	제작장 기계 작업	
	철선위치고정	-	SPACE BAR 사용	
철 선 량	D = 800 M/M	· D = 6M/M 원형 철선 · 철선간격: 25*115 ~ 53*149 · 소요철선량: 34 ~ 38KG/M당	· D = 6 ~ 9M/M 원형 철선 · 철망간격: 50*100 ~ 75*150 · 소요철선량: 23 ~ 58KG/M당	
	D = 1000 ~ 1200M/M	· D = 9M/M 원형 철선 · 철선간격: 66*225 ~ 53*211 · 소요철선량: 78 ~ 112KG/M당	· D = 9M/M 원형 철선 · 철망간격: 75*150 · 소요철선량: 80 ~ 95KG/M당	
철선가공조립품 (톤당)		철근공 5인 + 인부 2.8인	유압식벤딩롤라 + 인부 2인	
철선조립비	D = 800 M/M	36천원 ~ 40천원	32천원 ~ 33천원	
	D = 1000 ~ 1200M/M	82천원 ~ 118천원	90천원 ~ 108천원	
장 . 단 점		· 인력작업으로 작업성 불량 · 인력에의한 철선가공조립으로 조립상태 조잡 · 콘크리트 타설시 철선의 일정한 배근간격및 피복 두께 유지 곤란으로 관의 품질 저하 우려	· 기계화 시공으로 작업성 개선 · 기계작업에의한 철망가공조립으로 정밀한 관제작 가능 · 콘크리트타설시 space-bar 사용으로 철망의 일정한 배근간격 및 피복두께 유지로 제작관의 품질관리 용이 · 용접철망의 주문생산으로 자재구입 다소 곤란	

5. 검토 의견

- 제작장에서 인력에 의한 용접철망의 원형조립은 불가능하며, 시험제작 결과 유압식 벤딩 롤라를 이용한 성형은 가능한 것으로 판단됨.
- 콘크리트 타설시 철망의 편심으로 인한 균열발생을 방지하고, 구조적 안정성 확보를 위해 SPACE BAR 추가반영
- 현장에 유압식 벤딩롤라를 설치해야하는 다소의 번거로움은 있으나, 동 설비가 간단한 구조로써 현장제작(제작비 약4백만원)이 가능하며,
- 균일한 철선배근 및 피복두께 유지로
 - 작업성 및 관 품질 향상
 - 인력난 해소
 - 기계화 시공 유도차원에서 용접철망을 사용한 관 제작 방안을 건의함.

로울러 베딩머시인 제작도

측 면 도
S=1:15



정 면 도

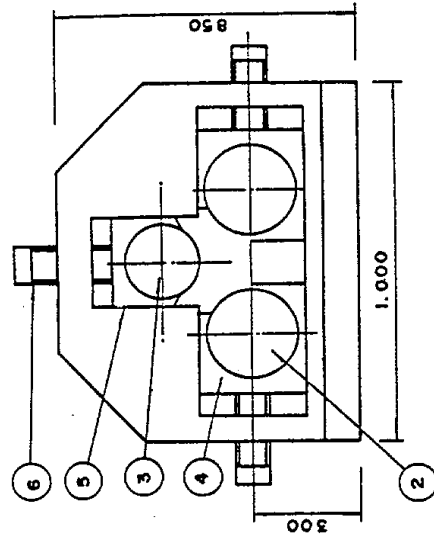


표
제 료 표

No	품 명	규 격	단 위	수 량	No	중 량	명	규 격	단 위	수 량
1	본체 제작				4	고정 로울러 부싱		φ 318 × φ 260 × 150	EA	4
	1) 밑판 후레임					고강 파이프		400 × 150 × 15T	EA	8
	CHANNEL	100 × 50	mm	6,000		PLATE		300 × 150 × 15T	EA	2
	2) 측면지지 후레임	1000 × 2000 × 12T	EA	1						
					5	고정 로울러 부싱		φ 267 × φ 215 × 150	EA	2
						고강 파이프		400 × 150 × 15T	EA	6
	PLATE	1000 × 750 × 22T	EA	4		PLATE				
		150 × 900 × 12T	EA	2		조강 보물트 너트		φ 100 × 500	EA	6
		150 × 400 × 12T	EA	16	6			φ 200 × 300	EA	6
		150 × 600 × 12T	EA	2				φ 200 × 100	EA	6
		150 × 650 × 12T	EA	2		완 봉				
2	고정 로울러									
	고강파이프	φ 267 × φ 215 × 1500	EA	2	7	간속모터 및 체인 스프리켓				
	완 봉	φ 220 × 500	EA	2		간속모터		SHIP 60:1	대	1
	청판 후렌지	φ 270 × 20T	EA	2		RS		80 × 15T	EA	1
3	이동 로울러				8	체인스프리켓 (고정로울러 연동용)				
	고강 파이프	φ 216 × φ 175 × 1500	EA	1		RS		80 × 20T	EA	2
	완 봉	φ 180 × 500	EA	1	9	체인스프리켓 (고정로울러 회전 전달용)				
	청판 후렌지	φ 220 × 20T	EA	1		RS		80 × 18T	EA	1

특 별 시 방 서 보 완

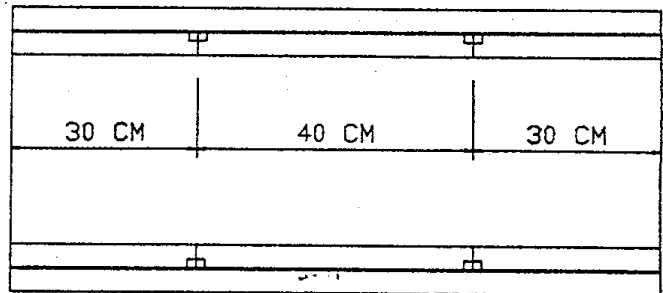
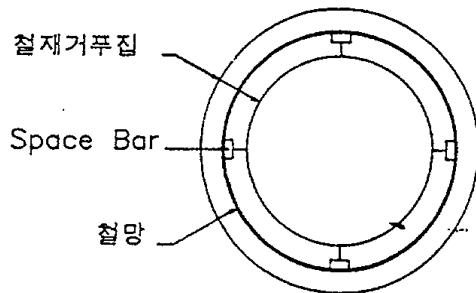
가. 보 완 내 용

번 호	제 목	현 행	보 완	비 고
4. 01	재 료	철근콘크리트 재료에 관하여는 관련시방서의 각 조항에 따른다.	1. 철근콘크리트 재료에 관하여는 관련시방서의 각 조항에 따른다. 2. R.C관 제작시 사용되는 용접철망은 KSD 7017규정을 만족하는제품을 감독원의 승인을 득한후 사용하여야하며 ROLLING M/C을 이용한 철망가공은 용접부위가 손상되지 않도록 주의하여야하고 이상이 발견될 경우에는 즉시 교체하여야한다.	추 가
4. 02	R.C, HUME PIPE	1. 모든 관은 설계도서 또는 감독원이 지시한 구배에 정확히 맞도록하며 하류측 또는 낮은쪽에서부터 설치하여야한다 이때 기초와 잘 밀착이 되도록하고 관이 서로 어긋나지 않도록 주의해야 한다. 2. 관에 SOCKET가 붙어 있는 경우에는 SOCKET를 관의 상류쪽 또는 높은 곳으로 향하도록 설치한다 SOCKET가 없는 관은 Collar접합, Flange접합으로 한다. 3. 관이음부의 외부는 모르터로 완전히 채우고 매끄럽게 마무리해야한다. 4. 관부설이 완료되면 감독원이 부설상태를 확인한 후 되메우기를 시행해야 한다. 5. 관배열및 안전상 이상이 있거나 손상된곳이 발견될 경우에는 재배열하거나 제거하여 새것으로	1. 작 동 2. 작 동 3. 작 동 4. 작 동 5. 작 동	

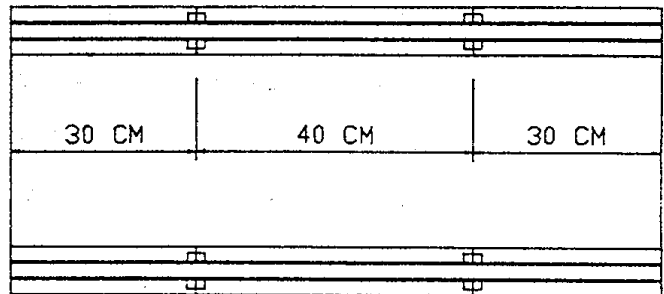
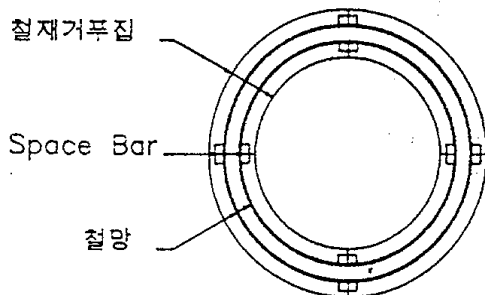
번 호	제 목	현 행	보 완	비 고
		교체해야 한다 6. -	6. R,C관 제작을 위한 콘크리트 타설시 용접철망 고정 및 일정한 피복두께 유지를 위하여 space-bar를 설치하여야 하며 설치수량은, 단철망일 경우에는 8개 이상, 복철망일 경우에는 16개 이상을 원칙으로 하고 설치완료후 감독원의 승인을 득한후 콘크리트를 타설하여야 한다.	추 가

나. Space - Bar 설치 상세도

- 단철망일 경우



- 복철망일 경우



4-6 흙쌓기부 도수로 지중매설 방안 검토

방 침	
설	일
16210-180	
('94. 11. 11)	

1. 검토 목적

고속도로의 노면수 처리를 위하여 설치되는 흙쌓기부 도수로가 인터체인지 녹지대 및 도시부 비탈면에 위치할 경우 세굴, 부분파손등으로 인하여 미관을 저해하므로 비탈면에 노출된 도수로를 지중매설관으로 대체하는 방안을 검토코자 함.

2. 검토시 고려사항

- 지중매설관의 재질 선정 검토
- 굴절부를 고려한 배수 능력 검토
- 이음부의 수밀성 확보
- 시공성 및 경제성
- 유지관리 용이성

3. 지중매설관 시설 기준

- 최소관경 : 우수관거 및 합류관거의 최소관경은 300M/M이상으로 함.
- 최소토피 : 관거의 최소토피는 1.0M 이상으로 하는 것을 원칙으로 함.

단, 지형조건에 의해서 이것이 불가능할 경우에는 드로관리자와 협의하여 최소토피를 결정 할 수 있음.

※ 법면토피 : 60CM 적용

(CONSTRUCTION STANDARDS 1977

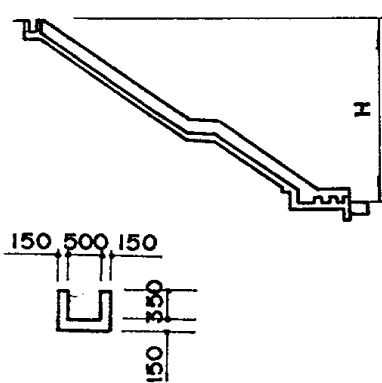
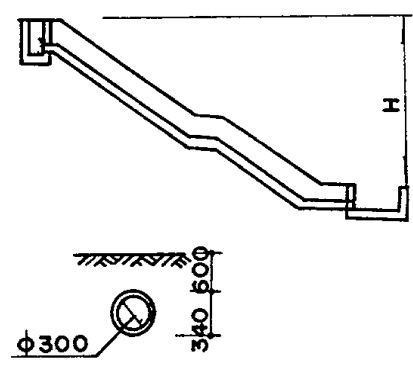
- COMMONWEALTH OF MASSACHUSETTS)

- 소요의압강도 : 450KG/M 이상

4. 지중매설관의 재료 특성 비교

구 분		PE(THP) 관	HUME 관	파 형 강 관
개 요	재 질	고밀도 폴리에틸렌계 수지	콘크리트 + 철선	강관 + 아연도금
	특 성	외압강도를 높이기 위해 관벽을 T형으로 압출 성형한 관	원심력 회전으로 제작된 콘크리트관	표면에 주름을 내어 내,외압강도를 증가시킨 관
물 리	외압 강도 (5%변형하중)	1300 KG/M	1800 KG/M (균열하중)	3400 KG/M
특 성	단위 중량 (KG/M)	5.3	84	14.8
이 음 부 수 밀 성		이음관+접착제 (양호)	칼라 + 몰탈 (보통)	커플링밴드 (양호)
생 산	관 경	Ø 150 - Ø 1,000	Ø 300 - Ø 1,200	Ø 300 - Ø 3,650
규 격	길 이	4M, 6M	2.5M	4M, 6M, 12M
자재비 (Ø 300 M/M)	직 관 (M당)	3,710원	10,320원	14,500원
	곡 관 (EA당)	13,700원	불 가	57,000원
장 , 단 점		- 경량제품으로 취급 용이 - 굴절부 처리 가능 - 연결부 접착제 도포 및 고무바킹처리로 수밀성 양호 - 자재비 저렴	- 중량제품으로 취급 불리 - 굴절부 처리 곤란 - 칼라접합으로 금구-배부 설치시 누수 방지를 위하여 접합부에 MORTAR 처리 필요	- 경량제품으로 취급 용이 - 굴절부 처리 가능 - 시공성 불량 - 누수방지를 위하여 커플링밴드 처리 필요 - 자재비 고가

5. 개 선 방 안 검 토

구 분		현 행 (콘크리트 도수로)	변 경 (지중매설관)	비 고
단 면				
개 요	집 수 설	다이크 집수거 (2160 × 230 × 350)	길어깨집수정 + GRATING (500 × 1000 × 1000)(1130 × 630)	
	배 수 설	현장타설 콘크리트 도수로	고밀도 P.E관	
	통수능	0.62 m ³ /SEC	0.49 m ³ /SEC	설계유량 0.051m ³ /S
공 사 비	1 단	813,000원	943,000원	H= 6.0M
	2 단	1,560,000원	1,248,000원	H=12.0M
장 , 단 점		· 유지관리 용이 · 소구조물이 산재하여 공사및 품질관리 곤란 · 미관 다소 불량 · 비탈면 세굴 우려	· 미 관 양 호 · 우기시 되메우기부분의 Sliding 발생 우려 · 침전물퇴적시 유지관리 곤란 · 시공성 불량 -토피부 되메우기 및 다짐 곤란 -암성토부 터파기 곤란 · 관이음부의 수밀성 확보에 다소 곤란 · 집수정 추가 설치 필요	

6. 검토 의견

성토부 도수로 시공시 미관 및 주변 경관과의 조화를 고려하여야 하는 인터체인지 구간(녹지대 측면은 제외)이나 도시부 시가지 통과구간 등은 현장에서 판단하여 매설형 P.E관으로 대체 시공토록함.

4-7 연약지반상 암거 팽창조인트 설치방안 검토

방 침	
설	일
16210-210	
('94. 12. 27)	

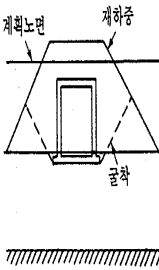
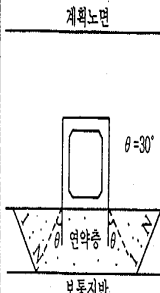
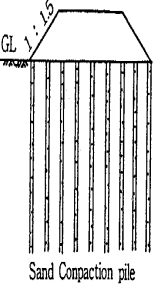
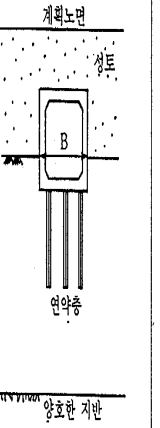
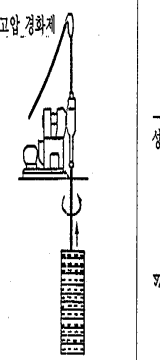
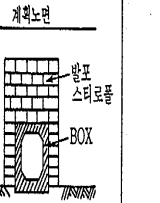
1. 검토목적

연약지반상에 통로 및 배수암거 설치시 연약지반의 부등침하와 지지력 부족으로 암거 조인트 부위의 벌어짐, 파손등의 손상이 발생하여 내공단면 부족과 배수불량으로 인한 유지관리 곤란 및 민원의 소지가 예상되므로 암거 조인트의 파손을 방지할 수 있는 방안을 검토코자 함.

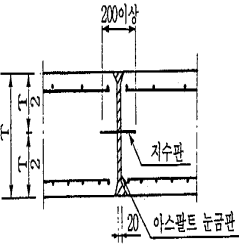
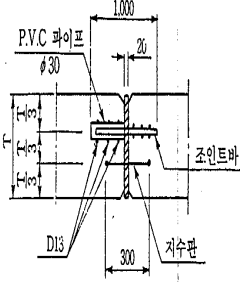
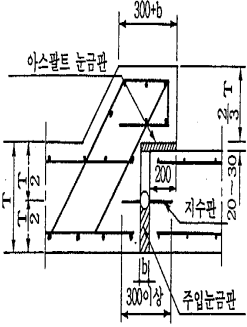
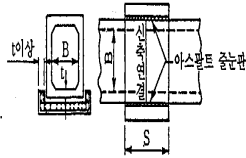
2. 연약지반상 암거 설치시 문제점

- 가. 암거가 매설된 부근에서 흠과 상대적 침하 발생
- 나. 연약지반 처리후 잔류침하에 의한 이음부 벌어짐
- 다. 암거의 부등침하나 흠의 침식으로 유체의 흐름방향으로 지반 세굴현상
- 라. 지반의 부등침하 발생으로 암거에 응력집중현상이나 비틀림 발생

3. 연약지반 처리공법 비교

구 분	1. Preloading 공법	2. 치 환 공 법	3. S.C.P 공 법	4. 마찰말뚝 공법	5. 약 액 주 입 공 법	6. EPS 공법
개 념 도						
공법개요	• 암거가 놓일 위치에 하중을 미리 재하하여 지반을 압밀시키고 강도를 높인후 굴착하여 암거설치	• 연약층의 일부나 전부를 제거하고 양질의 토사로 치환하여 지반을 안정시키고 침하를 억제	• 연약지반을 잘 다져주면서 모래기둥을 삽입 지반의 전단강도 증대 및 선입밀 시킴. • 연약지반 전체를 Sand Drain 공법으로 개량할 경우 장비가 같으므로 효과적	• 선단지지 말뚝기초는 암거의 성토부의 단차가 발생하므로 연약층이 두꺼울 경우 사용	• 지반내에 주입관을 삽입 화학약액의 압송 충전에 의해 지반을 고결 지반강도 증대기대	• 폴리스티렌 발포수지 (EPS) 의 초경량성, 내압축성, 시공성 등의 특징을 이용 성토하중을 경량화 하여 압밀침하량을 줄이는 공법
장 · 단점	• 2차 압밀로 인한 장기간의 전류침하 예상 • 장기간의 공정소요	• 단기간에 양질의 지반 확보 • 연약층 심도가 깊은 곳에 사용 • 연약층의 두께가 변화할 경우 부등침하 방지 유리	• Preloading 공법 병행시 단 기간에 지반처리 가능 • 2차 압밀에 의한 전류침하 발생 • 공사비 고가	• 단기간에 기초공사 완료 • 부마찰력 유발로 국부침하 우려	• 단기간에 지반처리 가능 • 장기적인 강도저하 발생우려 • 불균질한 강도 증가시 국부 침하 발생 • 공사비 고가	• 신속한 시공 • 성토하중 감소 효과 • 단차발생 • 시공사례 적음

4. 암거의 신축이음 설치방안 검토

구분	현행 설계 방법 (지수판 연결)	조인트바 보강	콘크리트 보강턱 설치	콘크리트 받침 설치
0형 상				
개요	지수판으로 연결	암거 저판에 보강철근 삽입	이음부 둘레에 콘크리트 보강턱 설치	이음부 하부에 콘크리트 받침 설치
지반조건	- 건고한 지반에 사용 - 부등침하가 없을 경우 사용	- 전류침하량에 대한 더울림 시공 - 암거 상부 성토 높이 5m 미만시 사용	- 전류침하량에 대한 더울림 시공 - 비틀림 발생시 사용 - 암거 상부 성토높이에 관계없이 사용가능	- 전류침하량에 대한 더울림 시공 - 암거 상부 성토 높이에 관계없이 사용가능
공사비	164,000 원/개소	323,000 원/개소	1,363,000 원/개소	764,000 원/개소
장·단점	- 기초지반이 건고할 경우 경제적 - 시공성 양호 - 침하 발생시 벌어짐에 의해 누수 및 단차 발생	- 더울림 시공시 적합 - 부등침하가 커질경우 파손 우려 - 공사비 고가	- 부등침하로 인한 비틀림 발생시 적합 - 이음부 시공이 복잡 - 공사비 고가	- 부등침하로 인한 탈락방지 - 시공성 보통 - 추가공정 필요 - 공사비 고가

5. 검토의견

가. 연약지반상에 암거를 설치할 경우 2차압밀에 의한 잔류침하 및 부등침하에 의한 암거 이음부 벌어짐과 탈락 등의 현상을 방지키 위해 이음부의 보강 대책이 요구됨.

나. 현행 방법은 잔류침하가 없을 경우 사용가능하므로 부등 침하발생시 벌어짐 및 이음부 탈락등의 결함 발생으로 연약지반에서 사용 불가.

다. 연약지반 암거의 신축이음은 구조물의 연성기능 확보를 위하여 최대응력 집중부위를 피해 15-30m 간격으로 설치요망.

라. 신축이음부의 보강은 잔류침하량, 부등침하, 성토고 등의 현장여건에 따라 설계되어야 하나 일반적인 연약지반의 경우

-암거상부 성토고 5m 미만의 경우 조인트 바 보강

-성토고가 5m 이상의 경우 콘크리트 보강받침 설치를 건의 함.

첨 부

I. 공 사 비

II. 수 량 산 출

III. 구 조 검 토

I. 공사비

	현행설계방법 (지수관설치)	Joint Bar 보강	Bracket 설치	받침판 설치
내 용	$8,308 \times 19.75\text{m}$ $= 164,083$	$8,308 \times 19.75\text{m}$ $+ 158,425$ $= 322,508$	$8,308 \times 19.75\text{m}$ $+ 299,686 \times 4\text{개소}$ $= 1,362,827$	$8,308 \times 19.75\text{m}$ $+ 599,412 \times 1\text{개소}$ $= 763,495$
계	164,083원	322,508원	1,362,827원	763,495원

공종	산	출	내	역	노	무	비	재	료	비	경	비	제
	시공이음(지수판:300*5M/M)/M												
	1. 재료비												
	1) 아스팔트 JOINT FILLER (T=20M/M)												
	A = 40380 W/DR / 200 L/DR / 0.001 M3/L = 201900 W/M3												
	1 M	×	0.02 M	×	0.437 M	×		201900 W/M3	=	1,765			1,765
	2) JOINT SEALANT (20M/M*25M/M)												
	S = 0.02 × 0.025 × 1.000 = 0.0005 M3												
	1180 KG/M3	×	3980 W/KG	×	0.0005	×			=	2,348			2,348
	3) 수평창성 고무 (300*5M/M)												
	1	×	3,800						=	3,800			3,800
	2. 설치비(재료비의 5%)												
	7,913	×	5%						=	396			396
	제												
										396			396
										6,148			6,148
													8,308

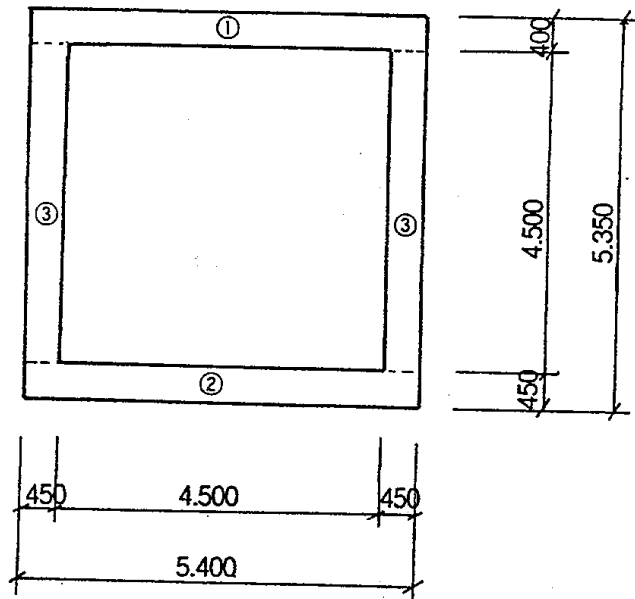
공종	산	출	내	여	노	무	비	재	료	비	정	비	제
	시공이음(JOINT BAR 보강)/면												
	1. 재료비												
	1) JOINT BAR (D32 L=1.0M)												
	0.218 <TON>	×	260,000	×	1.03		=	58,380					58,380
	2) P.V.C PIPE (D=40MM, L=50CM)												
	35 <EA>	×	0.50 M	×	3480 W/4M	/	4 M	=	15,225				15,225
	3) 보강철근 (D13, L=52M)												
	0.062 <TON>	×	263,000	×	1.03		=	16,795					16,795
	4) 철근가공조립(보통)												
	0.280 <TON>	×	216,000				=	60,480			60,480		60,480
	2. 설치비(재료비의 5%)												
	150,881	×	5%				=	7,544		7,544			7,544
	계												158,425

공종	산	출	내	역	노 무 비	재 료 비	경 비	계
	BRACKET 설치 / 변							
	1. 콘크리트(설계기준강도 240KG/CM3)							
	1.617 M3	×	1.01	×	46755	=	76,359	76,359
	2. 타 설 비							
	1.617 M3	×	7790			=	12,596	12,596
	3. 철근							
	D19 :	0.174 <TON>	×	260,000	×	1.03	=	46,597
	D13 :	0.031 <TON>	×	263,000	×	1.03	=	8,398
	4. 철근가공조립(복잡)							
		0.205 <TON>	×	271,000			=	55,555
	5. 합판3회							
	7.055 M2	×	14200			=	100,181	100,181
	계							
					12,596	231,535	55,555	299,686

공종	산	출	내	여	노 무 비	재 료 비	경 비	계
	콘크리트 받침/개소							
	1. 콘크리트(설계기준강도 240KG/CM3)							
	4.440 M3	×	1.01	×	46755	=	209,668	209,668
	2. 타 설 비							
	4.440 M3	×	7790	=	34,588			34,588
	3. 철근							
	D16 :	0.382 <TON>	×	260,000	×	1.03	=	102,300
	D13 :	0.045 <TON>	×	263,000	×	1.03	=	12,190
	4. 철근가공조립(보통)							
		0.427 <TON>	×	216,000	=		92,232	92,232
	5. 합판4회							
	11.240 M2	×	12200	=			137,128	137,128
	6. 아스팔트 JOINT FILLER(T=20M/M)							
	2.800 M2	×	0.02 M	×	201900 W/M3	=	11,306	11,306
	계				34,588	472,592	92,232	599,412

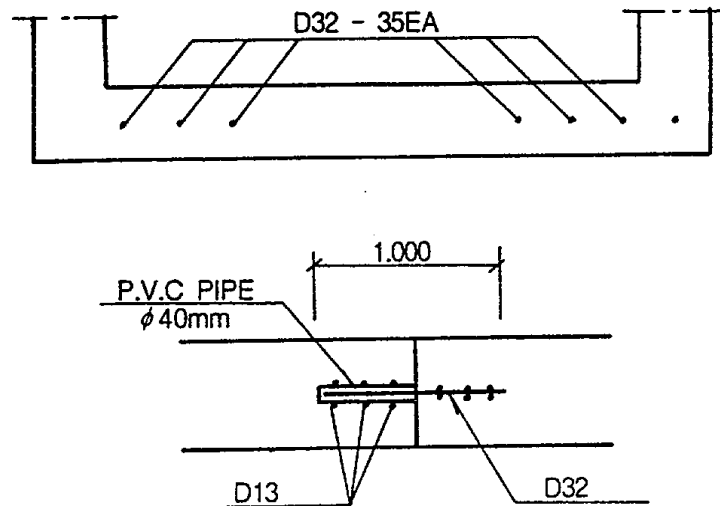
II. 수량산출

1. 현행 설계 방법



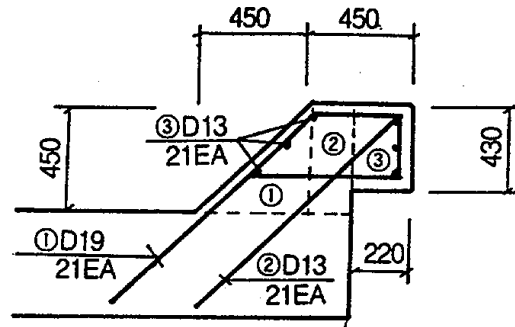
- 1) 지수판 : $\left\{ 4.5 + (0.45 + 0.45) \times \frac{1}{2} \right\} \times 2EA$
 $+ \left\{ 4.5 + (0.45 + 0.4) \times \frac{1}{2} \right\} \times 2EA = 19.750m$
- 2) 실런트 : 지수판과 같음 = 19.750m
- 3) 줄눈재 : ① $0.4 \times (4.5 + 0.45 \times 2EA) = 2.160$
 ② $0.45 \times (4.5 + 0.45 \times 2EA) = 2.430$
 ③ $0.45 \times 4.5 \times 2EA = 4.050$
- 계 8.640m²

2. Joint Bar 보강방법



- 1) 지수관 : 19.750m (현행 설계방법과 같음)
- 2) 실런트 : 19.750m (현행 설계방법과 같음)
- 3) 줄눈재 : 8.640㎡ (현행 설계방법과 같음)
- 4) P.V.C PIPE (φ=40mm, L=0.5m) : 35EA
- 5) 철근
 - (1) D32 : L=1.000m × 35EA = 35.0m (0.218t)
 - (2) D13 : L=5.200m × 12EA = 62.4m (0.062t)

3. Bracket 설치방법



- 1) 지수판 : 19.750m (현행 설계방법과 같음)
- 2) 실런트 : 19.750m (현행 설계방법과 같음)
- 3) 줄눈재 : 8.640m' (현행 설계방법과 같음)
- 4) 콘크리트

$$① \frac{1}{2} \times 0.45^2 \times 5.4 = 0.547$$

$$② 0.45 \times 0.23 \times 5.4 = 0.559$$

$$③ 0.43 \times 0.22 \times 5.4 = 0.511$$

계 1.617m'

- 5) 철근 (C.T.C 250 : 21EA)

- (1) D19

$$① L = (1.131 + 0.379 + 0.330 + 0.709) \times 21EA = 53.529m$$

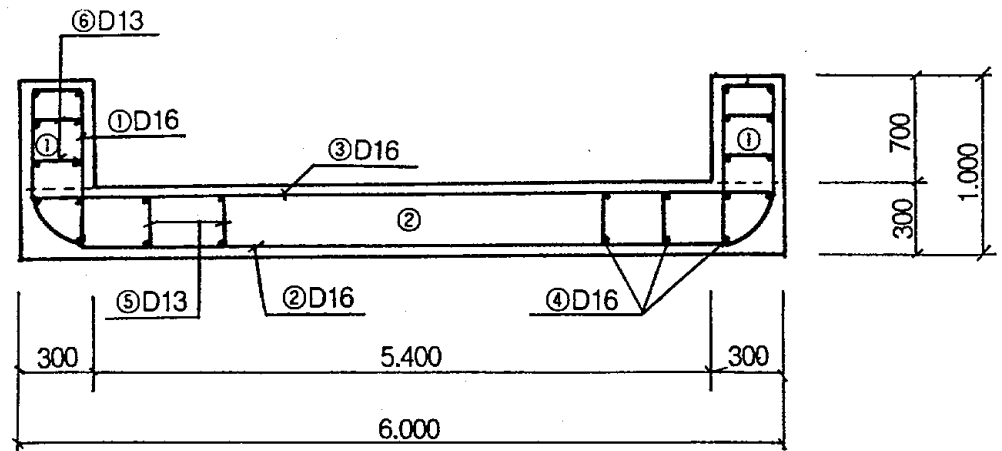
$$② L = 1.131 \times 21EA = 23.751m \quad \text{계 } 77.280m \quad (0.174t)$$

$$(2) D13 : L=5.2 \times 6EA = 31.200m (0.031t)$$

- 6) 거꾸집 (합판 3회)

$$(0.45\sqrt{2} + 0.43 + 0.22 + 0.02) \times 5.4 = 7.055m'$$

4. 콘크리트 보강 받침 (L=2.0m)



- 1) 지수판 : 19.750m (현행 설계방법과 같음)
- 2) 실런트 : 19.750m (현행 설계방법과 같음)
- 3) 줄눈재 : 8.640 (현행 설계방법) + 2.0 × 0.7 × 2EA = 11.440m³
- 4) 콘크리트

$$\begin{aligned}
 (1) & 0.3 \times 0.7 \times 2.0 \times 2EA = 0.840 \\
 (2) & 6.0 \times 0.3 \times 2.0 = 3.600 \\
 & \text{계} \quad 4.440\text{m}^3
 \end{aligned}$$

5) 철근 (C.T.C 250)

(1) D16

$$\begin{aligned}
 ① & L= 1.1 \times 9EA = 9.900 \\
 ② & L= 7.528 \times 9EA = 67.752 \\
 ③ & L= 5.9 \times 9EA = 53.100 \\
 ④ & L= 1.9 \times 60EA = 114.000 \\
 & \text{계} \quad 244.752\text{m} \quad (0.382\text{t})
 \end{aligned}$$

(2) D13

$$\begin{aligned}
 ⑤ & L= 0.4 \times 95EA = 38.000 \\
 ⑥ & L= 0.4 \times 18EA = 7.200 \\
 & \text{계} \quad 45.200\text{m} \quad (0.045\text{t})
 \end{aligned}$$

6) 거푸집 (합판 4회)

$$: (0.7 + 1.0) \times 2.0 \times 2EA + (0.3 \times 0.7 \times 2 + 6.0 \times 0.3) \times 2EA = 11.240\text{m}^3$$

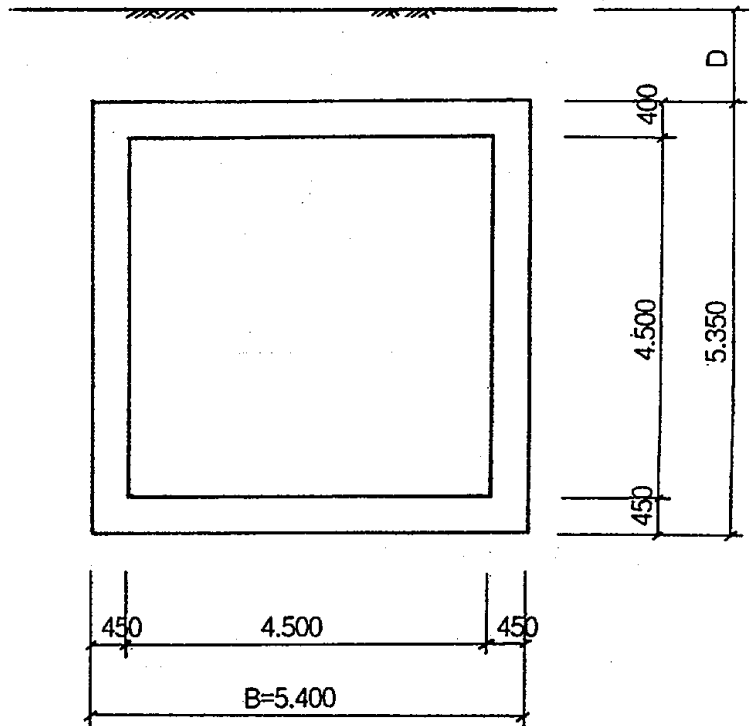
Ⅲ. 구조 검토

1. 단면가정

$$\sigma_{ck} = 240\text{kg/cm}^2$$

$$\sigma_y = 3000\text{kg/cm}^2$$

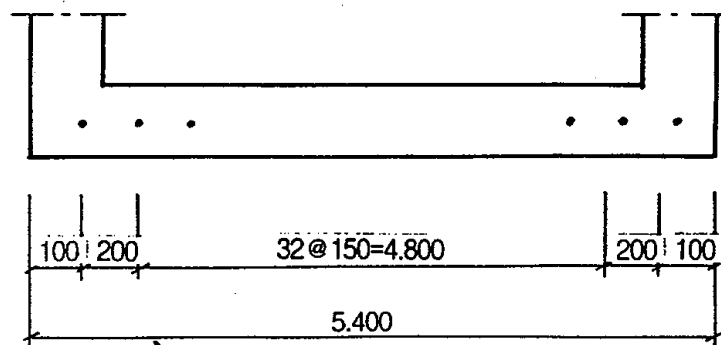
$$\gamma = 2.000\text{t/m}^3$$

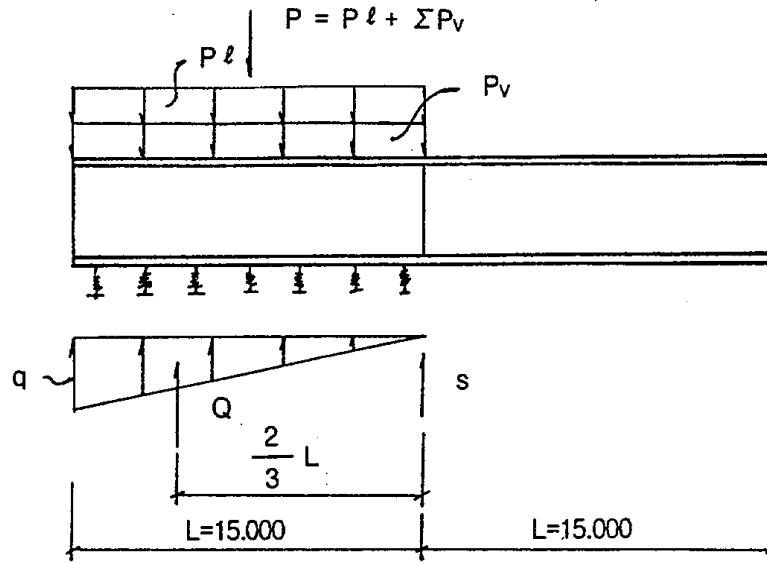


2. Joint Bar 보강

도로설계요령 제2권 P.399 참조

시공성을 고려하여 Joint Bar의 최소 간격을 15cm로 하면 바닥 slab에 최대로 배근할 수 있는 Joint Bar의 갯수는 $(5.400 - 0.100 \times 2) \times 1/0.150 = 34.667\text{개} \Rightarrow 35\text{개}$





$$\Sigma Y = 0 \quad \therefore \Sigma P\ell + \Sigma P_v - Q - S = 0 \quad \text{-----} \quad ①$$

$$+\uparrow \Sigma M = 0 \quad (\Sigma P\ell + \Sigma P_v) \times \frac{L}{2} - \frac{2}{3} QL = 0$$

$$\therefore Q = \frac{(\Sigma P\ell + \Sigma P_v) \times 4}{2} \times \frac{3}{2.4} = \frac{3}{4} (\Sigma P\ell + \Sigma P_v) \quad \text{-----} \quad ②$$

식 ① 에 식 ② 를 대입하면

$$\Sigma P\ell + \Sigma P_v - 3/4 (\Sigma P\ell + \Sigma P_v) - S = 0$$

$$\therefore \Sigma P_v = \left(S - \frac{\Sigma P\ell}{4} \right) \times 4$$

$$\text{여기서 } P\ell = P \cdot (1+i) = 6.400 \times (1+0.3) \quad (i=0.3\% \text{가정})$$

$$= 8.320 \text{t/m}$$

$$\therefore \Sigma P\ell = P\ell \times L = 8.320 \times 15.00 = 124.800 \text{t}$$

$S = \text{철근의 허용 전단력} \times \text{Joint Bar의 최대 면적}$

$$= 800 \text{kg/cm}^2 \times (D32 - 35EA = 277.970 \text{cm}^2)$$

$$= 222.376 \text{t}$$

$$\therefore \Sigma P_v = (222.376 - 124.800 \times 1/4) \times 4 = 764.704 \text{t}$$

2) 성토고 = 10.000m 일 경우

1)과 같은 방법으로

$$\Sigma P \ell = 124.800t$$

$$\Sigma P_v = 5.4 \times 10.0 \times 2.0 = 108.000t$$

$$\therefore S_u = 1/4 (2.15 \times 124.800 + 1.3 \times 108.000) = 102.180t$$

$$d = \frac{102.180t}{0.7 \times 0.53 \times \sqrt{240} \times 540} = 32.922cm$$

$$\therefore H = 32.922 + 5 = 37.922cm \Rightarrow 40cm$$

4. 받침판 설치

: BRACKET 설치와 같음

1) 성토고 = 5.000m일 경우 : H=35cm

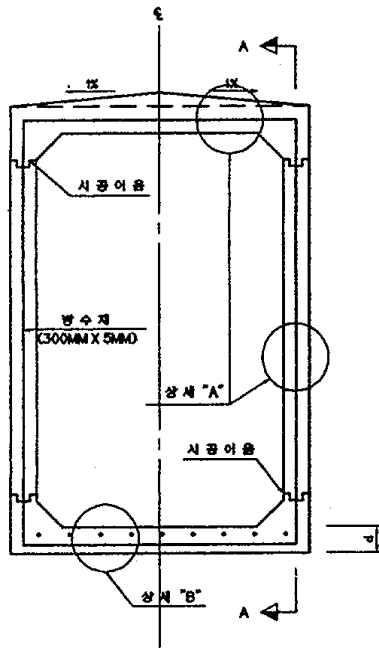
2) 성토고 = 10.000m일 경우 : H=40cm

암거 신축이음 설치 상세도 (1)

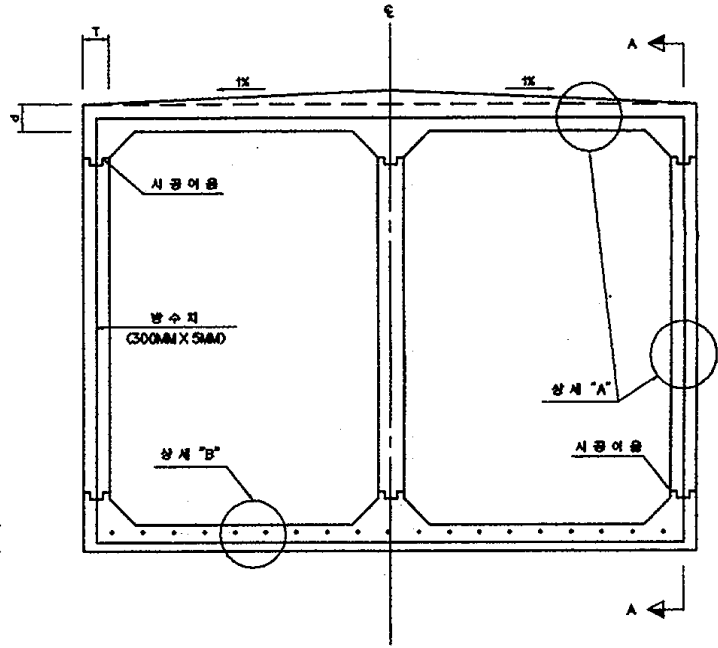
(연약지반, 토피 5M 미만)

S=1:40

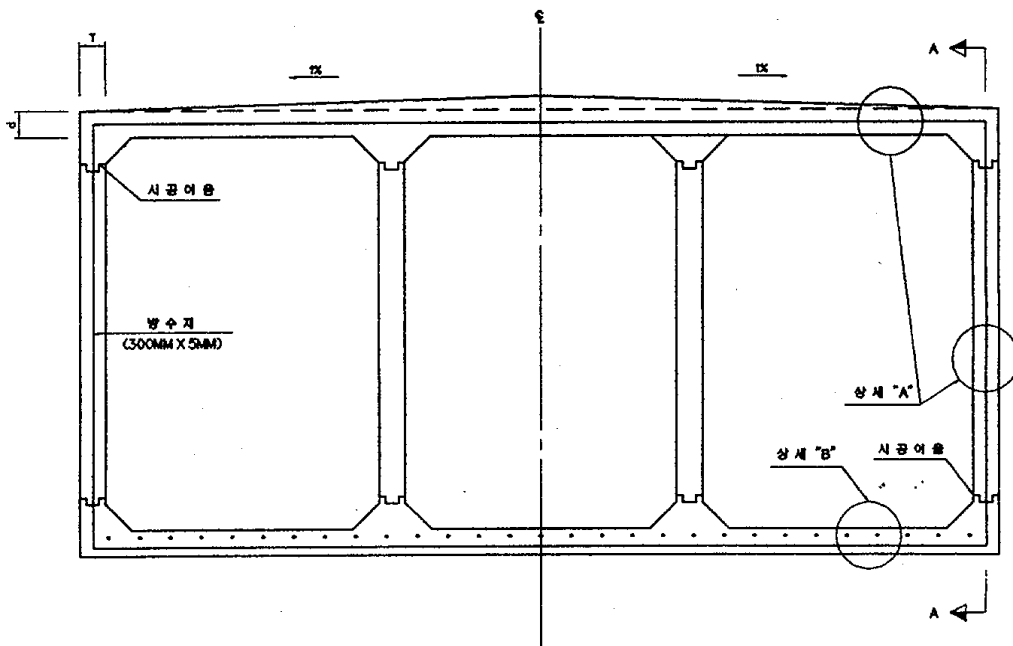
1 런 암 거



2 런 암 거



3 런 암 거

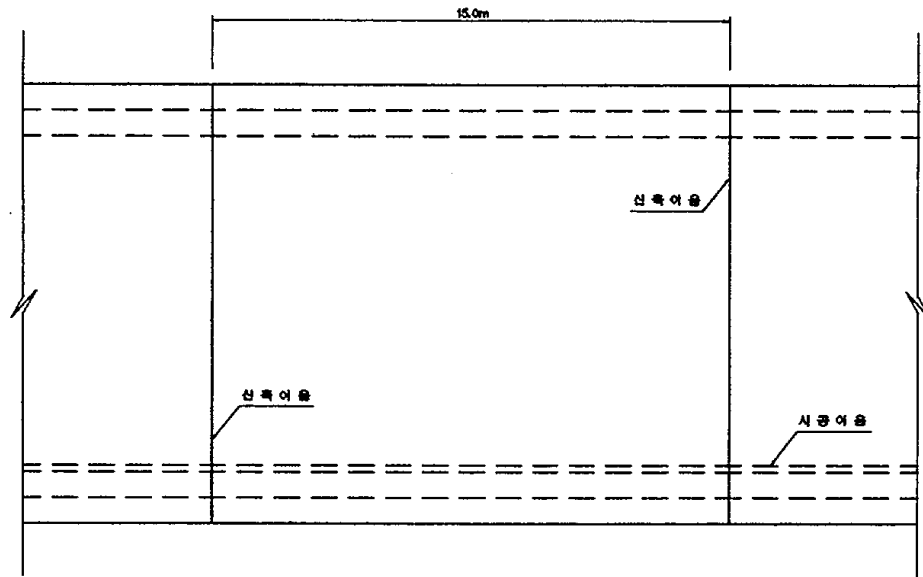


암거 신축이음 설치 상세도 (2)

(연약지반, 토피 5M 미만)

S=1:40

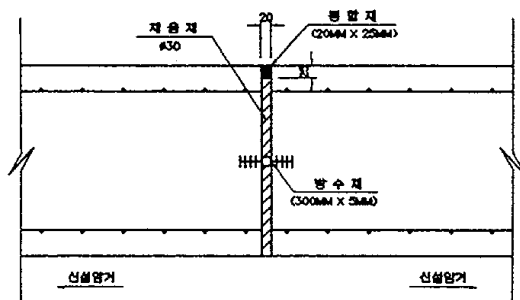
단면 A-A



신축이음 연결상세도

S=1:10

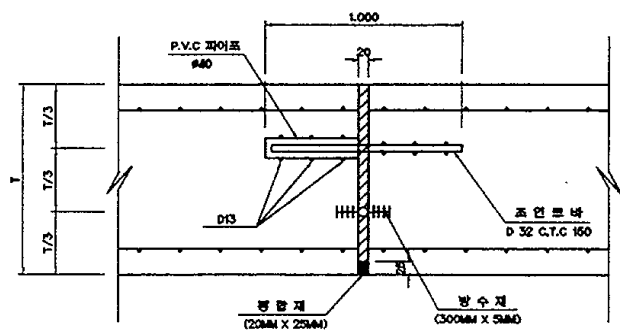
상세 "A"



신축이음 연결상세도

S=1:10

상세 "B"

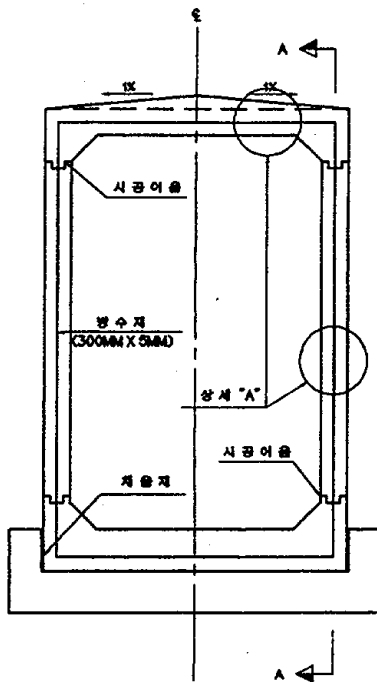


암거 신축이음 설치 상세도 (3)

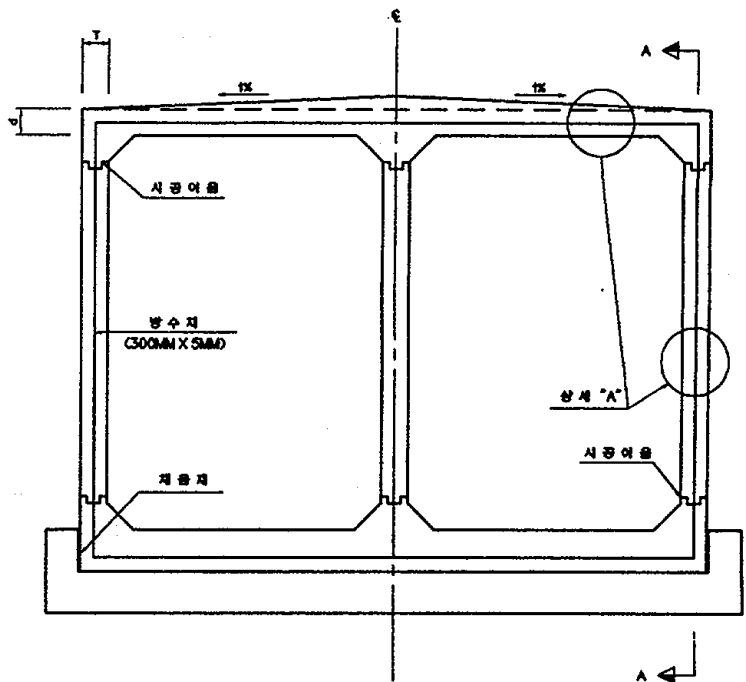
(연약지반 토피 5M 이상)

S=1:40

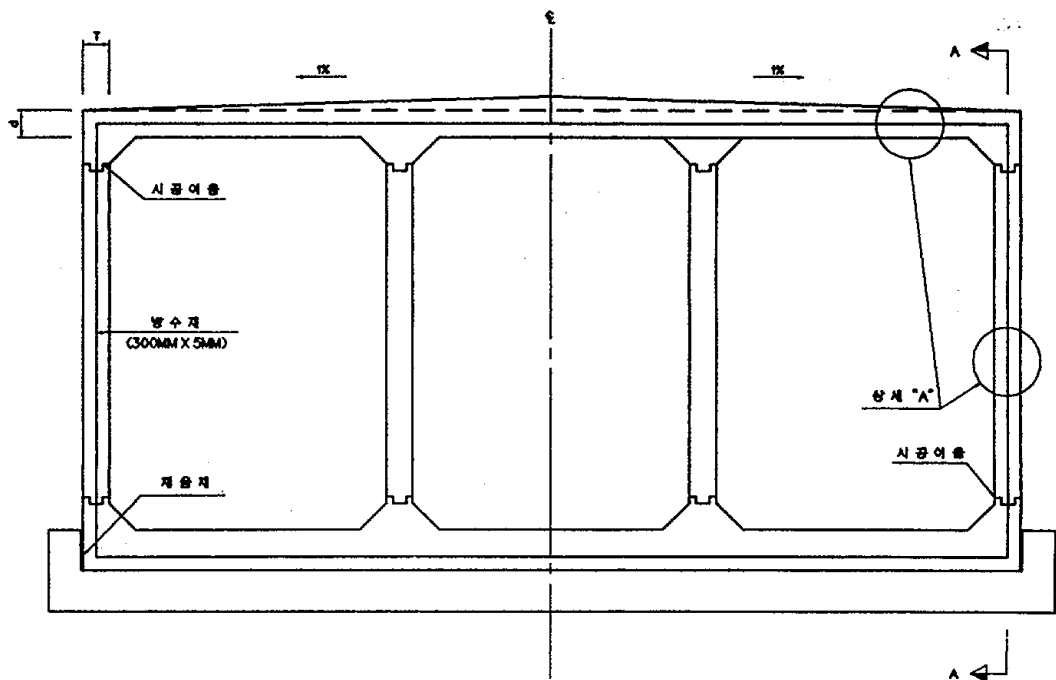
1 런 암 거



2 런 암 거



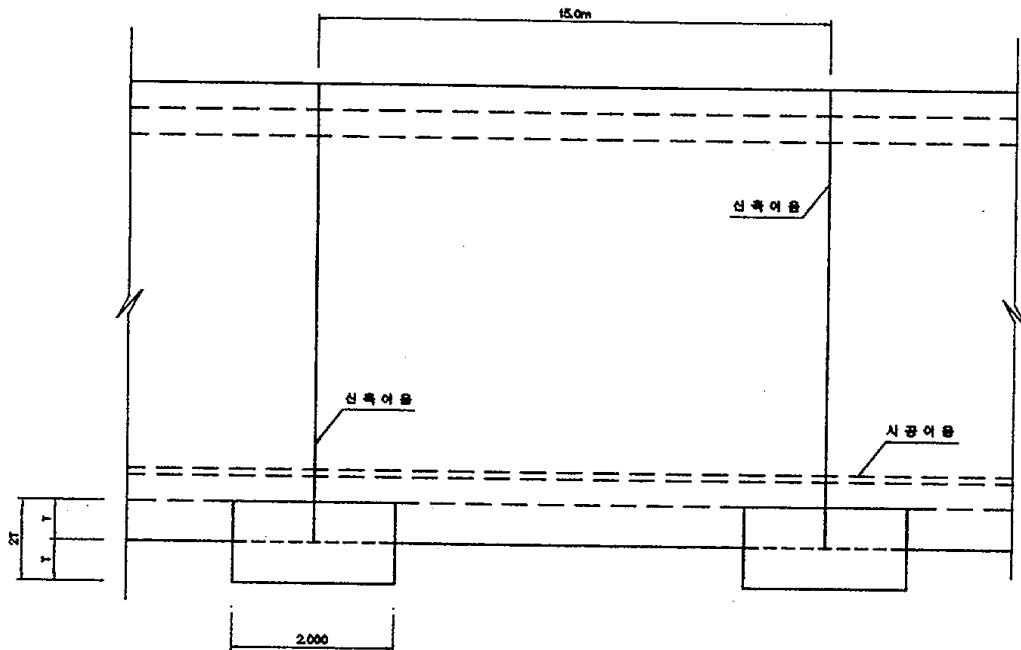
3 런 암 거



암거 신축이음 설치 상세도 (4) (연약지반 토피 5M 이상)

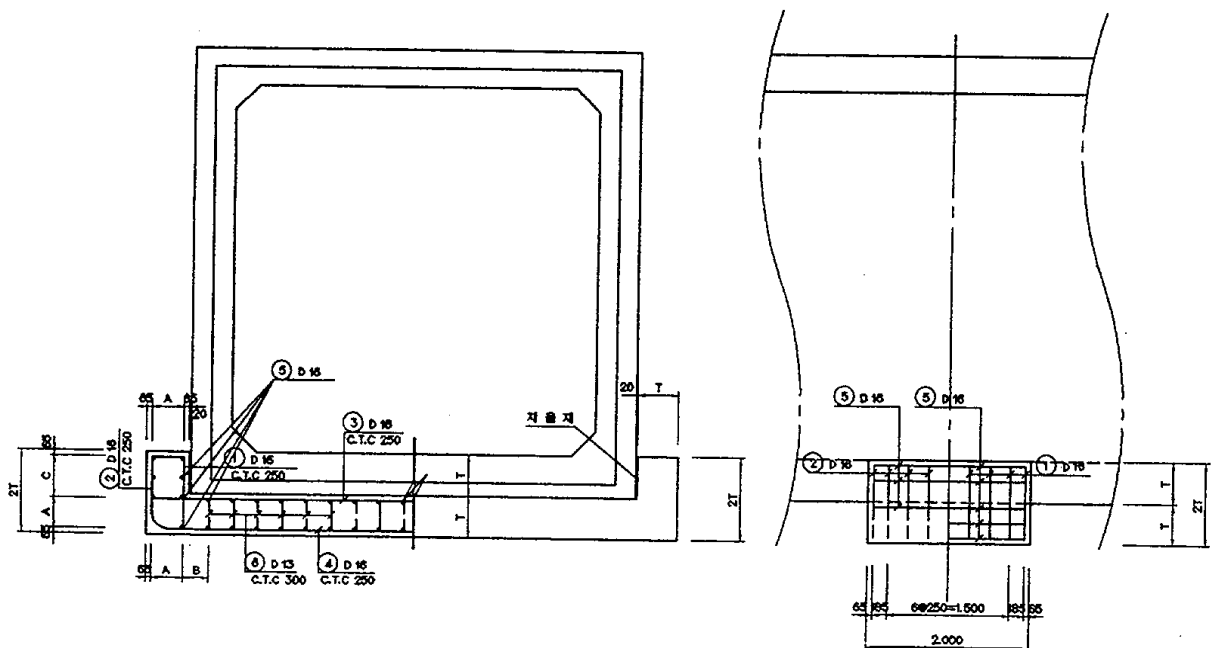
S=1:40

단면 A-A



받침판 보강 상세도

S=1:40



표준도
TYPICAL DRAWING

도면명

암거 신축이음 설치상세도
(연약지반 토피 5M 이상)

설계자
확인자

작성일
축적

도면번호

4-8 절토사면의 배수시설 규격개선

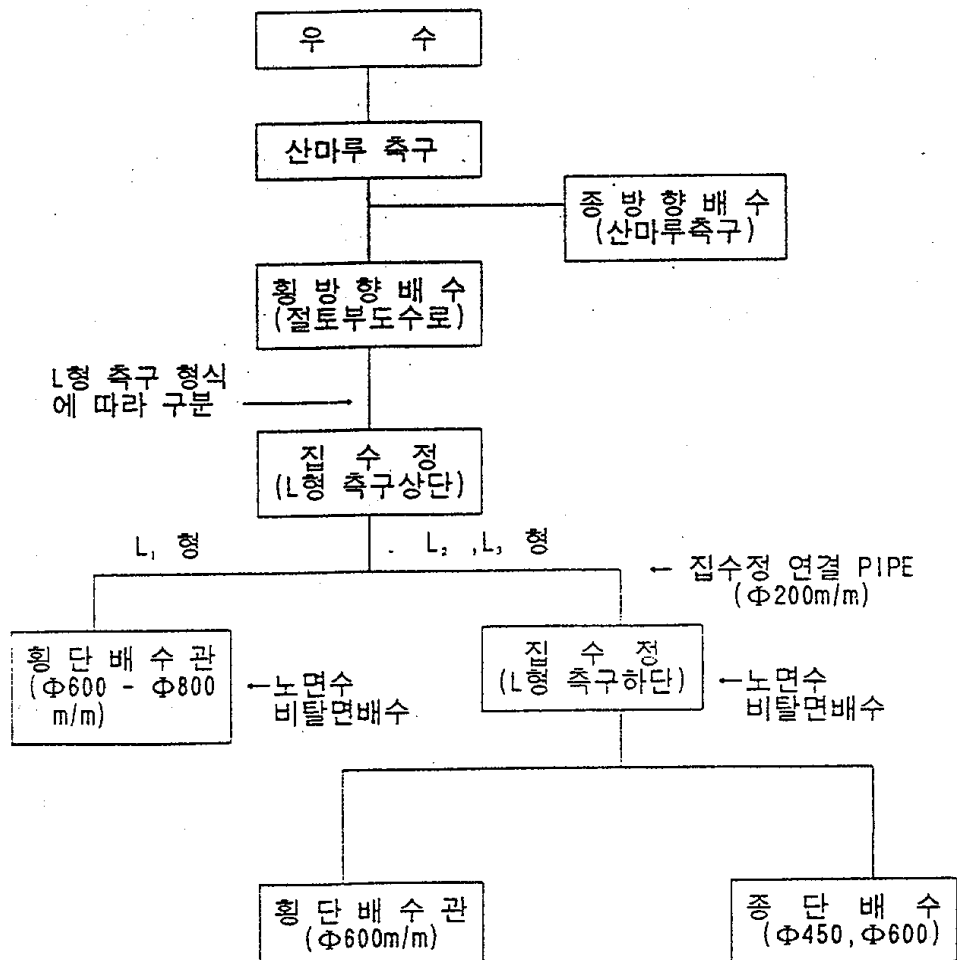
방 침

설 일
16210-223
('94. 12. 30)

1. 검토목적

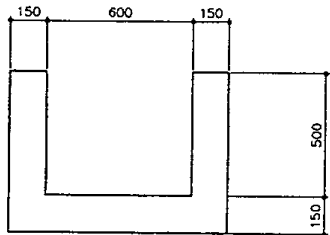
고속도로 절토부에 설치하는 배수시설물(도수로, 집수정, 연결배수구, 증·횡배수관) 각각의 통수능력을 검토하여, 유수흐름이 원활하며 배수용량이 증대될수 있는 연계배수 체계를 수립하고, L형측구가 길어깨폭원에 포함됨에 따라 측구하단 배수시설(증배수관, 집수정, Grating Cover)의 구조적 안정성을 검토, 보완코자 함.

2. 절토부 배수흐름도

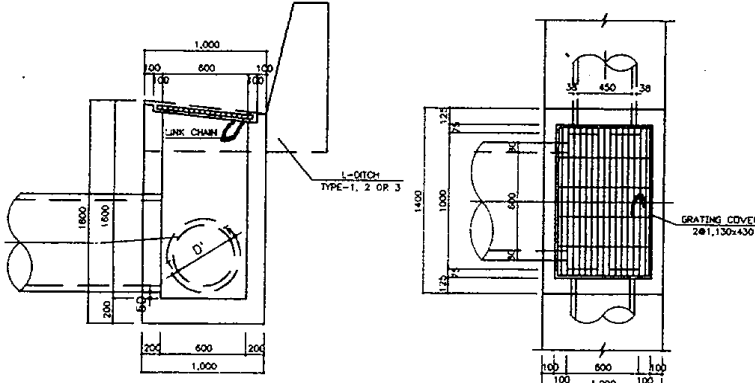


3. 현행 배수체계 문제점

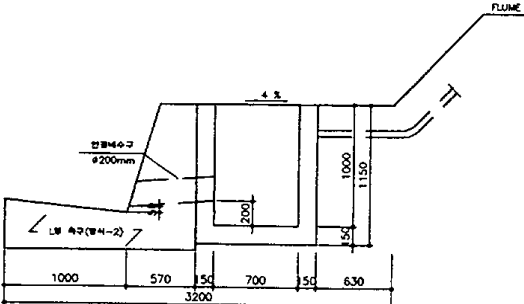
가. 절토부 도수로

단	면	문 제 점
		-도수로 규격의 단일화로 유입유량에 따른 차등 적용 곤란

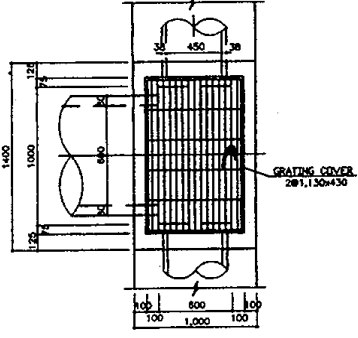
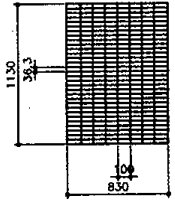
나. 절토부 집수정(L형 측구하단)

단	면	문 제 점
		-횡배수관이 $\Phi 600\text{M/M}$ 단일 규격이므로 유지관리 고려 시 $\Phi 800\text{M/M}$ 이상이 바람직 함 -L형측구 저판의 길어깨포함 에 따른 집수정 안정 검토 필요 -현장 시공시 L형측구 상단 집수정으로 대체 시행중임

다. 집수정 연결 PVC PIPE

단	면	문 제 점
		-유입유량에 관계없이 일률 적 규격임 -L2의 경우 통수능력이 연계 시설에 비해 절대 부족함 · 도수로 : $0.840\text{m}^3/\text{sec}$ · 연결PIPE : $0.093\text{m}^3/\text{sec}$

라. L형측구 저판의 길어깨폭 포함에 따른 Grating Cover 구조검토 필요

단	면	문 제 점
		-L형측구 저판의 길어깨폭원 내 포함및 집수정규모 변경 에 따른 안정성 검토 필요

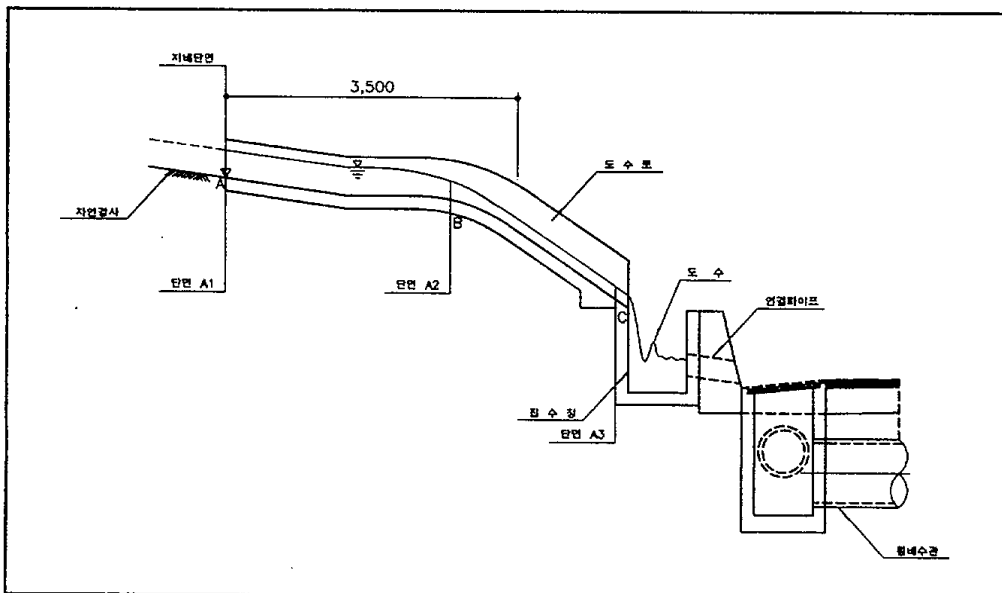
개선방안 검토

가. 절토부 도수로

1) 현행 도수로 통수량 검토

- 수로내 물의 흐름

절토부 도수로내의 물의 흐름 상태는 시간에 따라 변하지는 않으나 공간적으로 변하는 개수로내의 정상부등류로 취급하며, 상류에서 유입되어 A점을 통과하는 유량이 도수로 단면을 지배하게 되므로 A점을 지배단면(CONTROL POINT)으로 하여 통수량을 산정한다.



- 도수로내에 접근하는 유속은 유역의 지형인자와 도달시간간의 경험식을 적용

경 사(I)	1/100 이상	1/100 - 1/200	1/200 이하	비 고
유 속(V)	3.5 m/sec	3.0 m/sec	2.1 m/sec	

(KRAVAN 공식에 의한 지형조건과 유속관계 : '87 수해백서 보고서, 서울시)

- 통 수 량

경 사(I)	1/100 이상	1/100 - 1/200	1/200 이하	통수단면적
유 량	0.840m ³ /sec	0.720m ³ /sec	0.504m ³ /sec	0.24m ²

2) 설계완료구간의 절토부 도수로 유입유량

구 분	단 위	최 대	최 소	평 균	비 고
유역면적	m ² (m*m)	92700 (304*304)	2400 (50*50)	16800 (130*130)	대전-진주 4공구외 9개공구
유입유량	m ³ /sec	1.948	0.050	0.353	

(합리식 적용 $Q=0.278CIA$, $C=0.6$, $I=126$)

3) 도수로 규격 세분화

현행 일률적인 도수로 규격을 유역의 지형인자와 유입유량에 따라 경제적 설계가 가능토록 다음과 같이 세분화 하여 선택 적용토록 함.

규 격		Q (m ³ /sec)	A (km ²)	L * H (M * M)	적 용 기 준 (유역면적:m ²)
당 초	변 경				
600*500	TYPE-1 (300*250)	0.210	0.0099	100*100	10,000 이하
	TYPE-2 (400*350)	0.392	0.0186	137*137	10,000-18,000
	TYPE-3 (500*450)	0.630	0.0299	173*173	18,000-30,000
	TYPE-4 (600*500)	0.840	0.0399	200*200	30,000-40,000

나. 절토부 집수정 (TYPE - 2,3)

1) 연계 배수시설에 따라 규격 변경

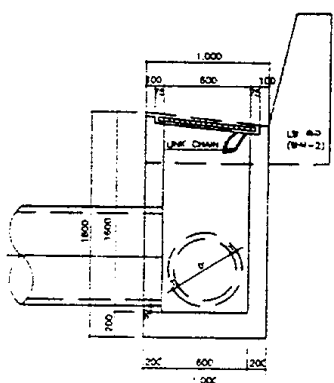
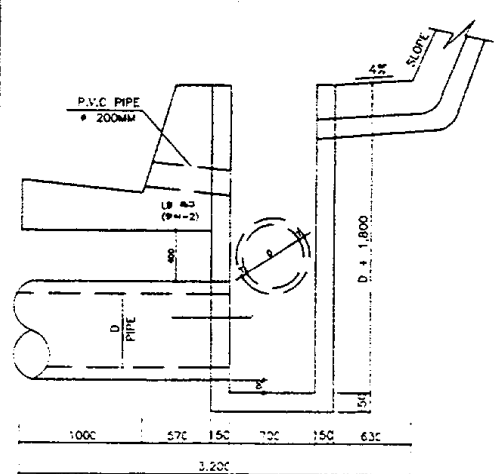
- 횡배수관은 유지관리를 감안 $\Phi 800\text{M/M}$ 이상으로 확대하며 유입유량에 따라 선별 적용토록 규격 세분화

2) 집수정 상단의 길어깨폭원내 포함에 따른 구조적 안정성 검토

집수정 상단에 설계하중 재하시 집수정 벽체에 휨응력이 발생하여 철근보강이 필요(별첨 구조계산서 참조)

- 사용철근량
 - 인장측 : D13 & D13 @ 200 = 12.670 cm^2
 - 압축측 : D13 & D13 @ 400 = 6.335 cm^2

3) 집수정 형식 비교

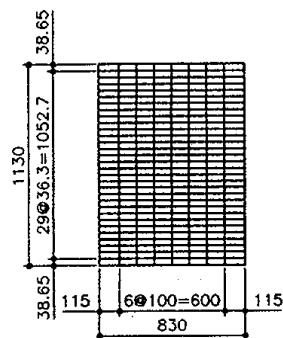
구 분	현 행	변 경
단 면		
장 단 점	- 유지관리 다소 용이 - 집수정 연결배수구의 용량 부족 - 공사비 고가 - 집수정 뚜껑 보강 필요	- 집수정이 깊어 유지관리 다소 곤란 - 집수정 연결배수구 용량 충분 - 공사비 저렴 - 집수정 뚜껑 설치 불필요 - 유지관리를 고려 계단철근 설치 - 집수정 위치의 비탈구배 및 소단 폭 조정 필요
검 토 의 견	- L, 형은 현행 및 변경안 모두 적용 - L, 형은 유지보수 및 연결배수구의 능력을 감안 현행안을 적용	

라. L형측구 하단 시설물 구조 검토

- L형측구 저판이 길어깨폭원에 포함됨에 따라 차량이 주행 및 정차할 경우, GRATING COVER의 구조적 안정성 검토
- 집수정 규격 확대에 의한 경제적인 GRATING COVER 규격 및 형식 검토

1) 구조 검토

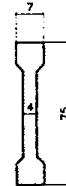
- 현행 I - BAR(75*7m/m) 사용시



- 평면도 -

- BEARING BAR PITCH 36.3 m/m
- CROSS BAR PITCH 100.0 m/m
- S.F = 0.44

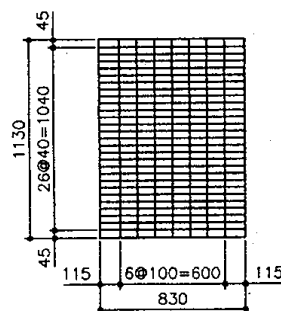
I - BAR 75 * 7



- 단면도 -

∴ N.G

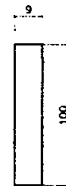
- FLAT - BAR(100*9m/m) 변경 사용시



- 평면도 -

- BEARING BAR PITCH 40.0 m/m
- CROSS BAR PITCH 100.0 m/m
- S.F = 1.15

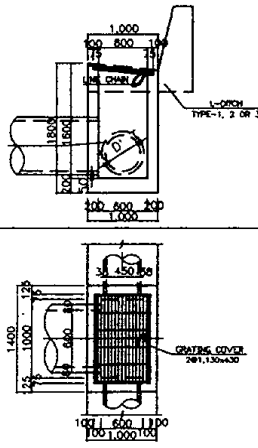
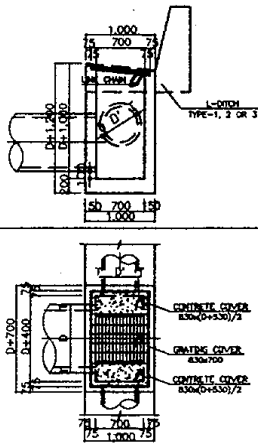
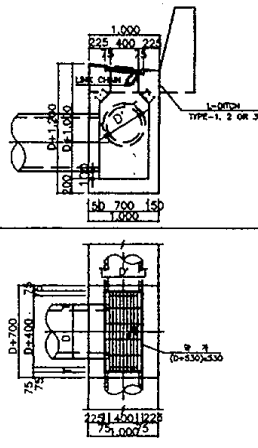
FLAT - BAR 100 * 9



- 단면도 -

∴ O.K

2) 형식 비교

구 분		제 1 안	제 2 안	제 3 안
개 요		현행과 규격은 동일하나 사용 재질을 변경하여 구조적 안정성 확보 I-BAR → FLAT-BAR	FLAT-BAR를 사용하여 구조적 안정성을 기하되, 경제성을 고려 콘크리트 덮개와 분리하여 시공	기존 I-BAR로 구조적 안정성을 확보할 수 있도록 지간장을 축소 계산지간장 L=70cm → L=40cm
단 면				
사 용 부 재		FLAT-BAR 100*9	FLAT-BAR 100*9	I - BAR 75*7
GRATING 규격		830MM * 1230MM	830MM * 700MM	530MM * 1230MM
구조 검토	허용응력	18 kg/mm ²	18 kg/mm ²	18 kg/mm ²
	작용응력	15.6 kg/mm ²	15.6 kg/mm ²	14.58 kg/mm ²
	안 전 율	1.15	1.15	1.23
재 료 비		237,600 원/EA	154,800 원/EA (CON'C덮개 포함)	74,000 원/EA
장 . 단 점		- 시공성 양호 - 유지관리 용이 - 공사비 다소 고가	- 시공성 복잡 - 유지관리 불리 - 공사비 보통	- 시공성 불량 - 유지관리 불량 - 공사비 저렴
검 토 의 건		다소 비경제적이거나 전체적으로 공사비 증가는 많지않을 것으로 판단 되고 시공성및 유지관리측면에서 양호한 제 1 안을 건의		

5. 검토결과

상기 검토 내용을 토대로 절토부에 설치되는 배수시설물을 다음과 같이 개선코자 함

가. 절토부도수로 규격은 경제적 설계를 감안하여, 유출량에 따라 규격을 세분하여 적용.

나. 절토부 집수정과 연결되는 횡단배수관의 규격을 $\Phi 800\text{M/M}$ - $\Phi 1200\text{M/M}$ 으로 확대하며
침전턱을 100M/M 설치

다. 집수정 벽체 두께는 200M/M $\rightarrow$ 150M/M으로 변경하며 철근을 보강

라. L1 측구 집수정은 현행대로 시행

마. L2 측구 집수정은 상단집수정에 횡배수관을 연결하는 형식을 추가하며 유지관리를
고려하여 계단철근을 설치

바. 집수정 연결 배수 PIPE는 L형측구 및 집수정 형식에 따라 원형 또는 구형으로 선택
적용

사. GRATING COVER는 구조적 안정성을 고려 현행 I-BAR 규격을 FLAT-BAR 규격으로 변경

다. 『집수정 배수구 규격검토』

배수구 규격별 용량 세부검토서

1. 현행 절토부 배수구 규격 및 용량

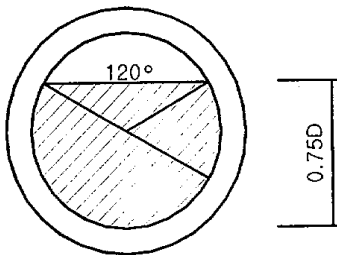
도수로규격 구분		TYPE-1 (300x250)	TYPE-2 (400x350)	TYPE-3 (500x450)	TYPE-4 (600x500)	비 고
유입유량 (A)		0.210m ³ /sec	0.392m ³ /sec	0.630m ³ /sec	0.840m ³ /sec	
L2형	규 격	Ø300m/m	Ø300m/m	700x200	700x200	S=7%
	통수량 (B)	0.2759m ³ /sec	0.2759m ³ /sec	0.5227m ³ /sec	0.5227m ³ /sec	
	용량검토	A<B OK	A>B NO	A>B NO	A>B NO	
L3형	규 격	Ø200m/m	Ø200m/m	Ø250m/m	Ø250m/m	S=109%
	통수량 (C)	0.3693m ³ /sec	0.3693m ³ /sec	0.6692m ³ /sec	0.6692m ³ /sec	
	용량검토	A<C OK	A>C NO	A<C OK	A>C NO	

2. 배수구 용량 증대방안 세부검토

가. 산출기준

$$\text{통수량 } Q = A \times V = A \times \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times I^{\frac{1}{2}}$$

1) 원형 배수구



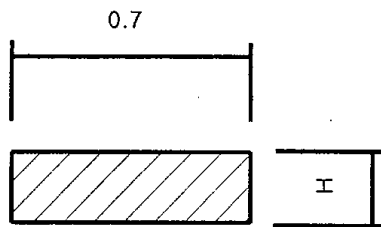
$$A = \pi \frac{D^2}{4} \times \frac{240}{360} + \frac{D}{2} \times \sin 60^\circ \times \frac{D}{2} \times \cos 60^\circ = 0.63185 D^2$$

$$P = \pi D \times \frac{240}{360} = 2.0944 D$$

$$R = \frac{A}{P} = 0.3017 D$$

$$n = 0.011 \text{ (P.V.C)} \\ 0.013 \text{ (흙관)}$$

2) 구형 배수구



$$A = 0.7(H \times 0.8)$$

$$P = 2(H \times 0.8) + 0.7$$

$$R = \frac{P}{A}$$

$$n = 0.013$$

나. 규격별 통수량 산정

(원형배수구 $n = 0.011$, 구형 배수구 및 홈관 $n=0.013$)

직 경 (mm)	조도계수 (n)	수 심 (m)	통수단면 (A)m ²	윤 변 (P)m	경 심 (R)m	$R^{2/3}$	Q (m ³ /sec)	비 고
Ø 200	0.013 (0.011)	0.1500	0.0253	0.4189	0.0603	0.1538	$0.2993 \times I^{1/2}$ ($0.3537 \times I^{1/2}$)	()는 P.V.C관
Ø 250	0.013 (0.011)	0.1875	0.0395	0.5236	0.0754	0.1785	$0.5424 \times I^{1/2}$ ($0.6410 \times I^{1/2}$)	
Ø 300	0.013 (0.011)	0.2250	0.0569	0.6283	0.0905	0.2016	$0.8824 \times I^{1/2}$ ($1.0428 \times I^{1/2}$)	
Ø 350	0.013	0.2625	0.0774	0.7330	0.1056	0.2234	$1.3301 \times I^{1/2}$	
Ø 400	0.013	0.3000	0.1011	0.8377	0.1207	0.2442	$1.8991 \times I^{1/2}$	
Ø 450	0.013	0.3375	0.1279	0.9425	0.1358	0.2642	$2.5993 \times I^{1/2}$	
700x200	0.013	0.1600	0.1120	1.0200	0.1098	0.2293	$1.9755 \times I^{1/2}$	
700x250	0.013	0.2000	0.1400	1.1000	0.1273	0.2531	$2.7257 \times I^{1/2}$	
700x300	0.013	0.2400	0.1680	1.1800	0.1424	0.2727	$3.5241 \times I^{1/2}$	

다. 구매에 따른 통수량

* ()는 PVC관

구매(%)	Ø200	Ø250	Ø300	Ø350	Ø400	Ø450	700x200	700x250	700x300	비 고
7%	0.0792 (0.0936)	0.1435 (0.1696)	0.2335 (0.2759)	0.3519	0.5025	0.6877	0.5227	0.7212	0.9324	L2형 측구
10%	0.0946 (0.1118)	0.1715 (0.2027)	0.2790 (0.3298)	0.4206	0.6005	0.8220	0.6247	0.8619	1.1144	구매조정안
15%	0.1159 (0.1370)	0.2101 (0.2482)	0.3417 (0.4039)	0.5151	0.7355	1.0067	0.7651	1.0556	1.3649	구매조정안
20%	0.1338 (0.1582)	0.2425 (0.2866)	0.3946 (0.4663)	0.5950	0.8493	1.1624	0.8835	1.2190	1.5760	구매조정안
109%	(0.3693)	(0.6692)	(1.0887)	(1.3886)	(1.9827)	(2.7137)	(2.0625)	(2.8457)	(3.6793)	L3형 측구

라. 형식별 배수구 적용

구 분 \ 도수로규격			TYPE-1 (300x250)	TYPE-2 (400x350)	TYPE-3 (500x450)	TYPE-4 (600x500)	비 고
유 입 유 량			0.210m ³ /sec	0.392m ³ /sec	0.630m ³ /sec	0.840m ³ /sec	
L2형측구	현 행	연결배수구	Ø300	Ø300	700x200	700x200	S=7%
		통 수 량	0.2759	0.2759	0.5227	0.5227	
	개 선	연결배수구	Ø300	Ø350	700x250	700x250	S=10%
		통 수 량	0.279099	0.4206	0.8619	0.8619	
L3형측구	현 행	연결배수구	Ø200	Ø200	Ø250	Ø250	S=109%
		통 수 량	0.3693	0.3693	0.6692	0.6692	
	개 선	연결배수구	Ø200	Ø250	Ø250	Ø300	S=109%
		통 수 량	0.3693	0.6692	0.6692	1.0887	

4-9 부체도로 배수로 개선방안 검토

방 침

설 일
16203-30
('95. 2. 16)

1. 검토 목적

성토 법면의 표면수 처리를 위하여 본선 성토부와 부체도로 사이에 설치되는 배수로 (반월관, $\phi 300\text{mm}$)는 부체도로 이용차량의 안전사고 우려, 시공성 불량, 반월관 측면의 세굴로 인한 배수기능 저하 및 유지관리가 곤란하므로, 성토법면의 높이에 따른 통수량을 감안하여, 경량재질의 기성제품 또는 I형 측구의 대체 사용방안을 검토하여 설계 및 시공의 합리성을 도모코자 함.

2. 부체도로 배수시설의 기능 및 검토시 고려사항

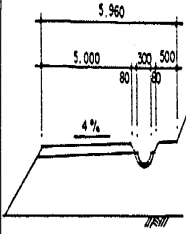
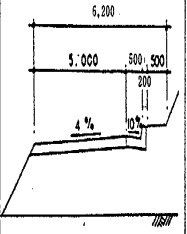
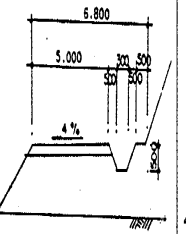
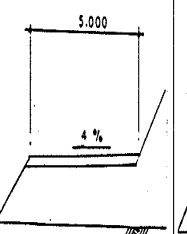
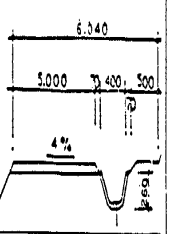
가) 부체도로 배수시설의 기능

- 본선 성토부 유입수의 차단
- 집수정을 통하여 중.형방향 배수 유도

나) 검토시 고려사항

- 성토법면의 높이 및 길이에 따른 배수기능 확보
- 운반 및 설치 등의 시공성
- 차량운행의 안정성
- 유지관리 및 경제성

3. 부체도로 배수시설 개선방안 검토

구 분	현 행	검 토 1 안	검 토 2 안	검 토 3 안	검 토 4 안	비 고
개 요	반월형 (콘크리트 제품)	I형 (현장타설콘크리트)	토사 측구	측구 삭제	U형 (PE 조립식 배수로)	
단 면						
공 사 비	15,900 원/m	14,003 원/m	700 원/m	-	18,121 원/m	
통 수 량	0.058 m³/sec	0.061 m³/sec	0.237 m³/sec	-	0.107 m³/sec	
장 · 단점	· 경량제품으로 운반 및 설치 편리 · 반월관 생산 기피로 구입 곤란 · 공용중 파손 우려 · 공사비 고가	· 현장 콘크리트 타설로 운반 및 설치 편리 · 미관 양호 · 도로 여유폭 확보로 이용 차량 안정성 제고 · 공사비 보통	· 법면 토사 유입으로 매물 및 유지관리 편리 · 미관 불량 · 용지점유 과다 · 공사비 저렴	· 법면수가 노면에 직접 유수 하여 토사 유입으로 인한 도로기능 상실 및 유지관리 곤란 · 미관 불량 · 용지점유 최소 · 시공성 양호	· 경량제품으로 운반 및 설치, 유지관리 유리 · JOINT 부위 누수방지시설 필요 · 공용중 파손 우려 · 공사비 고가	
건 의		○				

4. 검토 의견

- 현재 사용하고 있는 부체도로 반월관은 제품구입이 곤란하며, 우천시 토사유입 등으로 배수기능이 저하되고 유지관리가 곤란하므로
- 성토부 도수로의 연계성, 집수정 설치의 용이성, 차량주행의 안정성, 유지관리 용이 및 미관측면에서 양호한 L형 측구로 대체설치를 건의함.

산출근거 및 유량계산표

1. 단가 산출 근거

· 반월관 (토사)

1. 측구 터파기(토사) : $0.06\text{m}^3 \times 2,590\text{원}/\text{m}^3 = 155.4 \text{ 원}$

2. 관 설치(D=300m/m) : $1.0\text{m} \times 13,542\text{원}/\text{m} = 13,542 \text{ 원}$

계 : 13,697 원

· I형 (현장 타설)

1. 레미콘 구입 : $0.15\text{m}^3 \times 1.02 \times 32,300\text{원}/\text{m}^3 = 4,941 \text{ 원}$

2. 콘크리트 타설 : $0.15\text{m}^3 \times 11,796\text{원}/\text{m}^3 = 1,769 \text{ 원}$

3. 거 푸 집 : $0.62\text{m}^3 \times 11,748\text{원}/\text{m}^3 = 7,283 \text{ 원}$

4. 되 메 우 기 : $0.12\text{m}^3 \times 4,683\text{원}/\text{m}^3 = 562 \text{ 원}$

계 : 14,555 원

· U형 (P.E 조립식 400×345×260×1,000)

1. 재 료 비 : $1.00\text{m} \times 13,500\text{원}/\text{m} = 13,500\text{원}$

2. 설 치 비 : 작업반장 : $0.01\text{인}/\text{본} \times 36,100\text{원}/1.5\text{m} = 240 \text{ 원}$

특별인부 : $0.0375\text{인}/\text{본} \times 31,200\text{원}/1.5\text{m} = 780 \text{ 원}$

보통인부 : $0.075\text{인}/\text{본} \times 22,300\text{원}/1.5\text{m} = 1,115 \text{ 원}$

3. 터 파 기 : $0.30\text{m}^3 \times 2,590\text{원}/\text{m}^3 = 777 \text{ 원}$

4. 되메우기 : $0.20\text{m}^3 \times 4,683\text{원}/\text{m}^3 = 937 \text{ 원}$

계 : 17,349 원

· 토사 측구

1. 측구 터파기 : $0.18\text{m}^3 \times 2,590\text{원}/\text{m}^3 = 466 \text{ 원}$

201A000 측구터파기 (토사) : M3
 1. 기계 터파기
 백호우 0.4 M3 [R03101]
 Q1-0.4 K-0.9 P-0.77 R- 0.6
 CM= 19 <SBC> (135 DEGREE)
 Q = 3600 * 0.4 * 0.9 * 0.77 * 0.6 / CM = 31.51 <M3/HR>
 요율 = 50 %
 경 비 : 8549.04 / Q * 0.5 = 135.65
 노무비 : 12128.37 / Q * 0.5 = 192.45
 재료비 : 2045.47 / Q * 0.5 = 32.45
 소 계 :
 2. 인력 터파기
 요율 = 50 %
 인 부 : 0.2 <인> * 22300.00 * 0.5 = 2230.00
 소 계

135.65	192.45	32.45	360.55
0.00	2230.00	0.00	2230.00
135.65	2422.45	32.45	2590.55
136	2422	32	2590

2030000 퇴배우기공 : M3
 인부 : (0.1 + 0.11) <인> * 22300.00 = 4683.00
 소 계 :
 총 계

0.00	4683.00	0.00	4683.00
0.00	4683.00	0.00	4683.00
0	4683	0	4683

B211B01 콘크리트타설(부근구조물) : M3
 VIBRATOR 제외
 콘크리트 타설비
 콘크리트공 : $0.15 * 38500.00 = 5775.00$
 인 소
 인 부 : $0.27 * 22300.00 = 6021.00$
 계 :
 총 계

0.00	11796.00	0.00	11796.00
0.00	11796.00	0.00	11796.00
0	11796	0	11796

B211B03 콘크리트타설(소형구조물) : M3
 VIBRATOR 제외
 콘크리트 타설비
 콘크리트공 : $0.24 * 38500.00 = 9240.00$
 인 소
 인 부 : $0.42 * 22300.00 = 9366.00$
 계 :
 총 계

0.00	18606.00	0.00	18606.00
0.00	18606.00	0.00	18606.00
0	18606	0	18606

B212A02 합판 거꾸집 (1회) : M2

1. 합 판
(T=12 M/M, 내수합판)
(J1): 1.03 <M2> * 6147.00 = 6331.41

소 계 :
2. 각재 (육송)
(J2): 0.038 <M2> * 285000.00 = 10830.00

소 계 :
3. 결속선 (#8 철선)
: 0.29 <KG> * 400.00 = 116.00

소 계 :
4. 못 (N=75)
: 0.20 <KG> * 388.00 = 77.60

소 계 :
5. 박리재 (중유)
: 0.19 <L> * 105.84 = 20.10

소 계 :
6. 형틀복공
: 0.28 <인> * 42800.00 = 11984.00

소 계 :
7. 인 부
: 0.23 <인> * 22300.00 = 5129.00

소 계 :
8. 교체대
(워판 + 각재) 의 30 %
: - (J1 + J2) * 0.3 = -5148.42

소 계 : 총 계

0.00	0.00	6331.41	6331.41	6331.41
0.00	0.00	10830.00	10830.00	10830.00
0.00	0.00	116.00	116.00	116.00
0.00	0.00	77.60	77.60	77.60
0.00	0.00	20.10	20.10	20.10
0.00	11984.00	0.00	0.00	11984.00
0.00	5129.00	0.00	0.00	5129.00
0.00	0.00	-5148.42	-5148.42	-5148.42
0.00	17113.00	12226.69	29339.69	29339.69
0	17113	12227	29340	29340

B212B02 합판거꾸집 (4회) : M2

합판거꾸집1회 [B212A0200] 창조

노무비 : 17113.00 * 0.400 = 6845.20

재료비 : 12227.00 * 0.401 = 4903.02

소 계 :
총 계

0.00	6845.20	4903.02	11748.22
0.00	6845.20	4903.02	11748.22
0	6845	4903	11748

221A000	반월관 (D=300 M/M) : M	
1.	콘크리트 구입 (3층40 M/M)	
	배수공 BASIC [B222B0000]	참조
	경비 : 0.035 <M3> *	0.00 / 2.5 <M> = 0.00
	노무비 : 0.035 <M3> *	0.00 / 2.5 <M> = 0.00
	재료비 : 0.035 <M3> *	39649.00 / 2.5 <M> = 555.08
	소계 :	
2.	콘크리트 타설 (3층40 M/M)	
	배수공 BASIC [B211B0300]	참조
	노무비 : 0.035 <M3/EA> *	18606.00 / 2.5 <M> = 260.48
	소계 :	
3.	거푸집 (합판 4회)	
	배수공 BASIC [B212B0200]	참조
	노무비 : 0.502 <M2/EA> *	6845.00 / 2.5 <M> = 1374.47
	재료비 : 0.502 <M2/EA> *	4903.00 / 2.5 <M> = 984.52
	소계 :	
4.	설치	
1)	재료비 : 8500.00 * 1.0 <M3> = 8500.00	
2)	운반비	
3)	배수공 BASIC [B216A0000]	참조
	(참관 설치비의 50 %)	
	설치비 : 0.07 <인> * 0.50 * 34400.00 = 1204.00	
	노무비 :	
	소계 :	
	총 계	

B216A00 반월관 운반 (공장-현장 (D=300 M/M)) : M

1. 운반비

(덩프트력 10.5 TON) : [E11031]
 반월관 단위중량 = 0.089 <TON/본>
 대당 적재본수 Q1= 10.5 / 0.089
 Q1= 118 <본>

E = 0.9 T1 = T3 = 118

T2 = 286.78 = 286.78

T4=0.42

CM= T1 + T2 + T3 + T4

CM= 118 + T2 + 118 + 0.42 = 523.20 <MIN>

Q = 60 * Q1 * 0.9 / CM = 12.18 <본/HR>

정 비 : 6853.14 / Q / 2.5 = 225.06

노무비 : 7013.50 / Q / 2.5 = 230.32

재료비 : 4922.22 / Q / 2.5 * (T2 / CM) = 88.60

소 계 :

225.06 230.32 88.60 543.98

2. 적하비

본당 소요인부수 (P) = 0.089 * 1000 / 50 <KG/인> = 1.78 <인>

운 반 : 2 조 * 2 <인> = 4 <인>

트럭하차 : 2 <인>

계 : 6 <인>

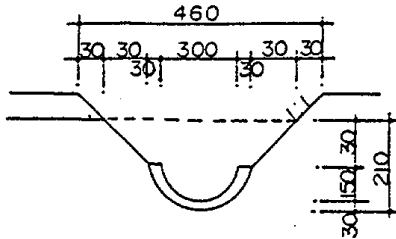
노무비 : (6 * 22300.00) * (118 / 450) / 118 / 2.5 = 118.93

소 계 :

0.00 118.93 0.00 118.93
 225.06 349.25 88.60 662.91
 225 349 89 663

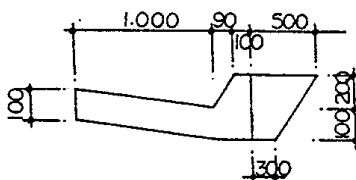
2. 수량 산출 근거

· 반월관 (D = 300mm)



$$\text{터파기} : \left\{ (0.42 + 0.36) \times \frac{1}{2} \times 0.03 + \frac{\pi \times 0.36^2}{4} \times \frac{1}{2} \right\} \times 1.0 = 0.06 \text{ m}^3$$

· L형 측구

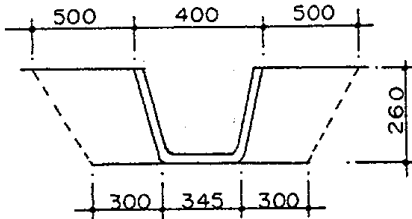


$$\text{콘크리트} : \{ 1.0 \times 1.0 + 0.19 \times 0.1 + (0.1 + 0.19) \times \frac{1}{2} \times 0.2 \} \times 1.0 = 0.148 \text{ m}^3$$

$$\text{거푸집} : \{ 0.1 + \sqrt{(0.09^2 + 0.2^2)} + 0.3 \} \times 1.0 = 0.62 \text{ m}^2$$

$$\text{되메우기} : \{ (0.5 + 0.3) \times \frac{1}{2} \times 0.3 \} \times 1.0 = 0.12 \text{ m}^3$$

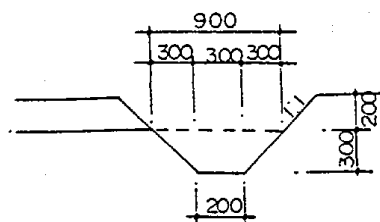
· U형(P.E 조립식, 400×345×260×1,000)



$$\text{터파기} : \{ (1.40 + 0.945) \times \frac{1}{2} \times 0.26 \} \times 1.0 = 0.30 \text{ m}^3$$

$$\text{되메우기} : \{ 0.30 - (0.40 + 0.345) \times \frac{1}{2} \times 0.26 \} \times 1.0 = 0.20 \text{ m}^3$$

· 토사 측구



$$\text{터파기} : \{ (0.9 + 0.3) \times \frac{1}{2} \times 0.30 \} \times 1.0 = 0.18 \text{ m}^3$$

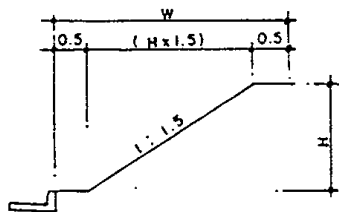
3. 유량 계산표

· 부체도로 배수시설 단면에 대한 유량 검토

$$Q = A \cdot V \quad V = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}} \quad R = \frac{A}{P}$$

구 분 형 식	A (m ²)	V (m/sec)	Q (m ³ /sec)	비 고
반월관 (D = 300mm)	0.035	1.36	0.048	
L형 콘크리트	0.051	0.86	0.044	
토사 측구	0.180	1.32	0.237	
P.E 조립식 배 수 로	0.097	1.29	0.125	

· 성토 법면 높이에 따른 측구 선택 검토



$$Q = \frac{1}{360} \times r \times s \times 0.6 \times W \times 10^{-4}$$

$$\begin{aligned} \therefore s &= \frac{3.6 \times 10^6 \times Q}{88 \times 0.6 \times W} & r &= 88.0 \\ &= \frac{158,400}{52.8 \times W} \quad (\text{L형측구}) & Q &= 0.044 (\text{L형측구}) \\ &= \frac{450,000}{52.8 \times W} \quad (\text{기성 제품}) & Q &= 0.125 (\text{기성제품}) \end{aligned}$$

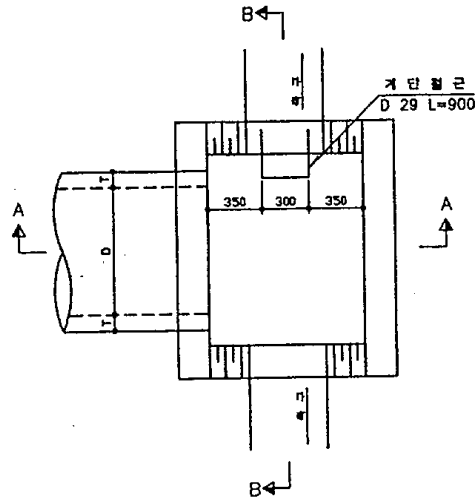
성토법면 (H)		1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0	비 고
W		2.5	4.0	5.5	7.0	8.5	10.0	12.8	14.6	16.4	18.2	
S (거리)	L형측구	1,200	750	545	428	353	300	234	205	182	164	
	기성제품 측 구	3,409	2,130	1,549	1,217	1,002	852	665	583	519	468	

별첨 #1.변 경 표 준 도

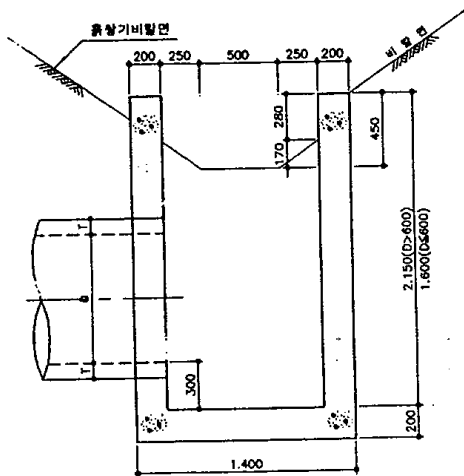
흡상기부집수정

평면도

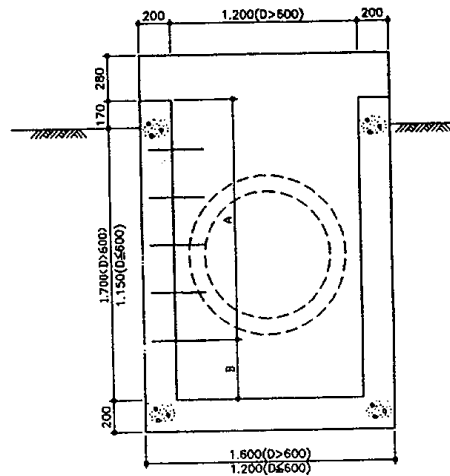
S=120



단면 A-A



단면 B-B



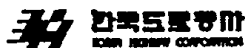
재료표

(H ≤ 6.0)

구분	콘크리트 ($\phi 40N/M$)	거푸집	타파기	외배우기	계단철근		
					D29		
면적	M^2	M^2	M^2	M^2	A	B	KG
300 80	1.553	13.679	13.842	10.746	3 ϕ 300=900	420	13.608
450 70	1.526	13.409	13.842	10.746	3 ϕ 300=900	420	13.608
600 80	1.490	13.049	13.842	10.746	3 ϕ 300=900	420	13.608
800 100	2.364	20.825	23.690	18.426	3 ϕ 300=1,500	370	22.680
1,000 120	2.280	19.981	23.690	18.426	3 ϕ 300=1,500	370	22.680
1,200 140	2.177	18.955	23.690	18.426	3 ϕ 300=1,500	370	22.680

(H > 6.0)

구분	콘크리트 ($\phi 40N/M$)	거푸집	타파기	외배우기	계단철근		
					D29		
면적	M^2	M^2	M^2	M^2	A	B	KG
300 80	1.548	13.624	13.842	10.746	3 ϕ 300=900	420	13.608
450 100	1.515	13.292	13.842	10.746	3 ϕ 300=900	420	13.608
600 120	1.470	12.848	13.842	10.746	3 ϕ 300=900	420	13.608
800 130	2.345	20.631	23.690	18.426	3 ϕ 300=1,500	370	22.680
1,000 140	2.264	19.822	23.690	18.426	3 ϕ 300=1,500	370	22.680
1,200 160	2.158	18.767	23.690	18.426	3 ϕ 300=1,500	370	22.680



표준도
TYPICAL DRAWING

도면명

배수관 날개벽 (1번)
흡관보강 (2)

설계자
확인자

작성일
축척

1994.5

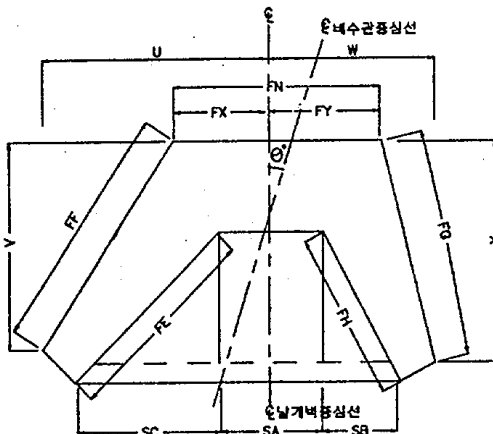
도면번호
2.23

배수관 날개벽 (1련)

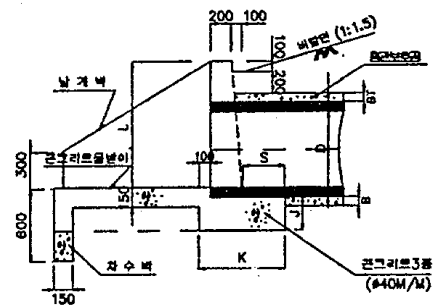
출관보강 (2)

구배 = 1:1.5

기초평면도



단면 B-B



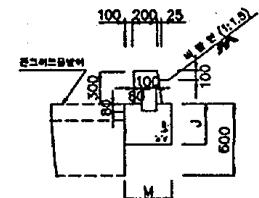
1련 배수관

구배:1:1.5

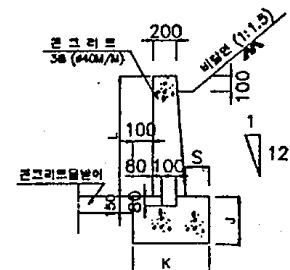
(1개소당)

치 수 표 (M/M)														수 량		
D	T	H(N)	SA	SB	SC	SL	FE	FF	FG	FH	FN	FX	FY	비율 비율	비율 비율	비율 비율
800	86	5-15	1,316	721	721	1,299	1,442	1,975	1,975	1,442	2,566	1,293	1,293	6.10	2.10	10.75
			1,373	721	1,269	1,299	1,796	2,169	1,975	1,442	2,458	1,145	1,313	6.51	2.30	11.89
			1,389	328	1,269	1,299	1,796	2,189	2,003	1,266	2,794	1,212	1,582	6.73	2.27	11.63
		20	1,779	160	1,666	1,299	2,100	2,403	2,082	1,222	3,133	1,283	1,850	7.58	2.49	13.15
			1,356	721	721	1,299	1,442	1,978	1,978	1,442	2,628	1,313	1,313	6.10	2.10	10.75
			1,413	721	1,269	1,299	1,796	2,170	1,976	1,442	2,498	1,165	1,333	6.51	2.30	11.89
	82	5-10	1,529	328	1,269	1,299	1,796	2,170	2,004	1,268	2,834	1,232	1,602	6.73	2.27	11.63
			1,819	160	1,666	1,299	2,100	2,404	2,083	1,222	3,173	1,303	1,870	7.58	2.49	13.15
			1,548	908	908	1,623	1,816	2,439	2,439	1,816	2,920	1,510	1,410	9.57	3.16	14.80
		15	1,513	908	1,593	1,623	2,254	2,687	2,439	1,816	2,870	1,336	1,534	10.17	3.45	16.13
			1,757	415	1,593	1,623	2,254	2,687	2,456	1,603	2,769	1,417	1,352	10.52	3.43	15.87
			2,107	203	2,086	1,623	2,632	2,984	2,546	1,549	3,675	1,505	2,170	11.81	3.81	17.75
1000	82	5-10	1,598	908	908	1,623	1,816	2,436	2,436	1,816	2,960	1,530	1,430	9.57	3.16	14.60
			1,653	908	1,593	1,623	2,254	2,688	2,436	1,816	2,810	1,356	1,554	10.17	3.45	16.13
			1,797	415	1,593	1,623	2,254	2,688	2,457	1,603	2,809	1,437	1,372	10.52	3.43	15.87
		15	2,147	203	2,086	1,623	2,632	2,985	2,547	1,549	3,715	1,525	2,190	11.81	3.81	17.75
			1,648	908	908	1,623	1,816	2,438	2,438	1,816	3,020	1,560	1,460	9.57	3.16	14.80
			1,713	908	1,593	1,623	2,254	2,691	2,439	1,816	2,970	1,386	1,584	10.17	3.45	16.13
	95	5-10	1,757	415	1,593	1,623	2,254	2,691	2,460	1,603	2,869	1,467	1,402	10.52	3.43	15.87
			2,207	203	2,086	1,623	2,632	2,988	2,550	1,549	3,775	1,555	2,220	11.81	3.81	17.75
			1,814	1,093	1,093	1,943	2,186	2,904	2,904	2,186	3,442	1,761	1,681	16.20	4.81	19.50
		15	1,887	1,093	1,913	1,943	2,707	3,208	2,904	2,186	3,346	1,557	1,789	17.15	5.22	21.49
			2,058	501	1,913	1,943	2,707	3,208	2,929	1,935	3,818	1,852	2,164	17.78	5.18	21.14
			2,467	245	2,505	1,943	1,943	3,568	3,029	1,872	4,289	1,754	2,535	19.91	5.78	23.64
1200	95	5-10	1,874	1,093	1,093	1,943	2,186	2,907	2,907	2,186	3,502	1,791	1,711	16.20	4.81	19.50
			1,947	1,093	1,913	1,943	2,707	3,211	2,907	2,186	3,406	1,587	1,819	17.15	5.22	21.49
			2,118	501	1,913	1,943	2,707	3,211	2,928	1,935	3,878	1,862	2,194	17.78	5.18	21.14
		15	2,527	245	2,505	1,943	1,943	3,568	3,032	1,872	4,349	1,784	2,565	19.91	5.78	23.64
			1,974	1,093	1,093	1,943	2,186	2,911	2,911	2,186	3,802	1,841	1,761	16.20	4.81	19.50
			2,047	1,093	1,913	1,943	2,707	3,215	2,911	2,186	3,506	1,637	1,869	17.15	5.22	21.49
82	5-10	2,218	501	1,913	1,943	2,707	3,215	2,932	1,935	3,978	1,732	2,244	17.78	5.18	21.14	
		2,627	245	2,505	1,943	1,943	3,573	3,036	1,872	4,449	1,834	2,615	19.91	5.78	23.64	

단면 C-C
(날개벽 단부)



단면 D-D
(날개벽 이음부)



한국도로공사
Korea Highway Corporation

표준도
TYPICAL DRAWING

도면명

배수관 날개벽 (1련)
출관보강 (2)

설계자
확인자

작성일
축척

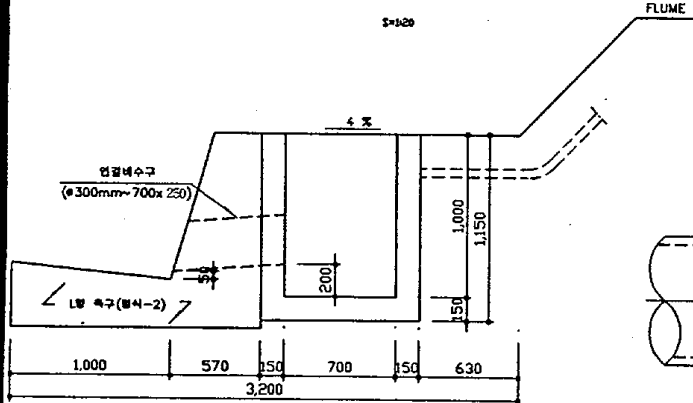
1994.5
도면번호
2.23

땅깍기부 집수정 (2)

형 식 - 2

L 형 측 구 상 단

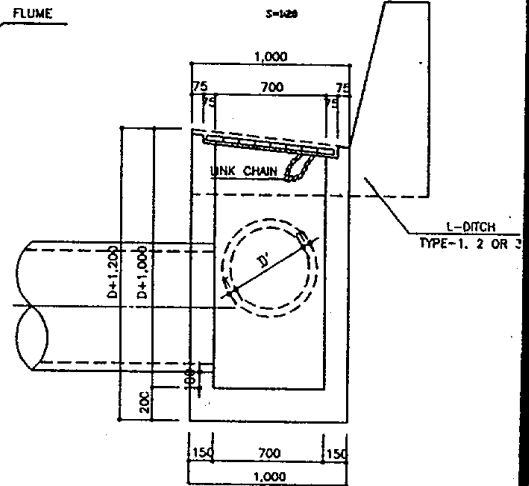
단 면 도



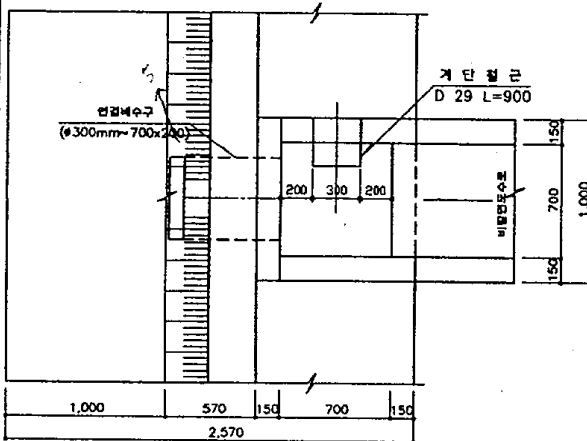
형 식 - 3

L 형 측 구 하 단

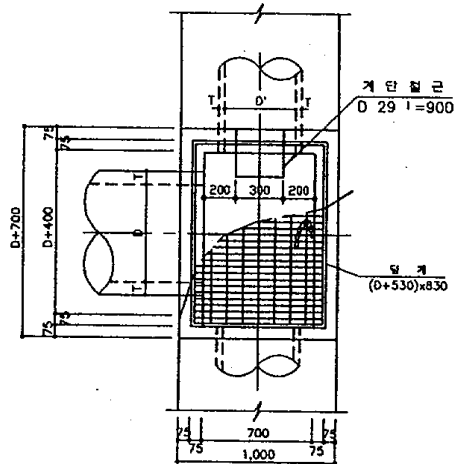
단 면 도



정 면 도



평 면 도



자 료 표

(계량)

구분	콘크리트	거푸집	타파기	식재유기	계단철근	배수관
구격	3층(φ40MM)	방탄4층	모사	모사	D 29	PVC φ300MM
단위	M3	M2	M3	M3	KG	M
연결배수구 φ 300 MM	0.604	5.729	1.752	1.477	9.072	0.707
구형배수구 700x200	0.594	5.930	1.752	1.477	9.072	

자 료 표

(계량)

구분	구격	콘크리트		거푸집		GRATING COVER		계단철근		
		3층(φ40MM)	방탄4층	M3	M2	(D+530)x830	EA	A	B	중량(Kg)
φ 800MM	φ 450MM	1.257	13.990	1330x830	1EA	350	300	13.608	9.072	
	φ 600MM	1.206	13.320							
φ 1,000MM	φ 450MM	1.481	16.548	1530x830	1EA	550	300	13.608	13.608	
	φ 600MM	1.431	15.875							
φ 1,200MM	φ 450MM	1.715	19.240	1730x830	1EA	450	2φ300=600	18.144	18.144	
	φ 600MM	1.665	18.570							

한국도로공사
KORROAD CORP.

표 준 도
TYPICAL DRAWING

도
영역

배수관 날개벽 (1번)
홈보강 (2)

설계자
확인자

작성일
축적

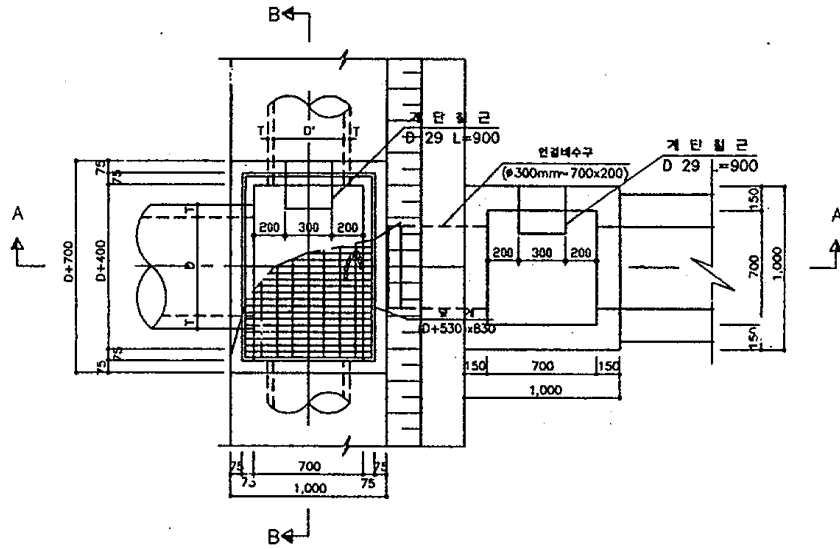
1994.5
도면번호
2.23

땅각기부 집수정 (3)

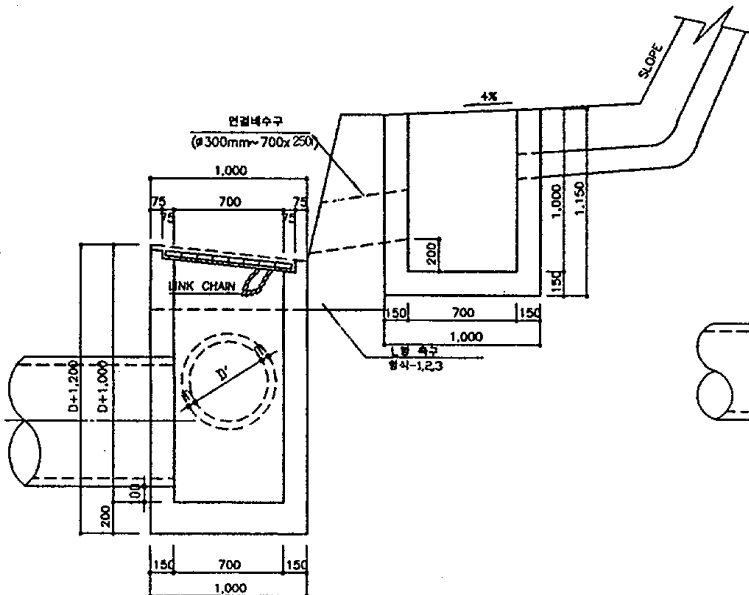
형 식 4 - 1

평 면 도

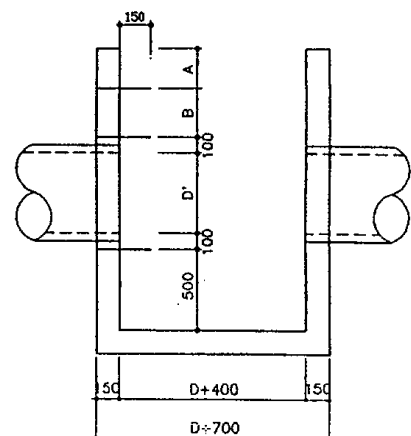
S=1:20



단 면 A - A



단 면 B - B



주) 단면수평은 땅각기부 집수정(2)참조.



표 준 도
TYPICAL DRAWING

도
명

배수관 날개벽 (1번)
출관보강 (2)

설계자
확인자

작성일
축척

1994.5

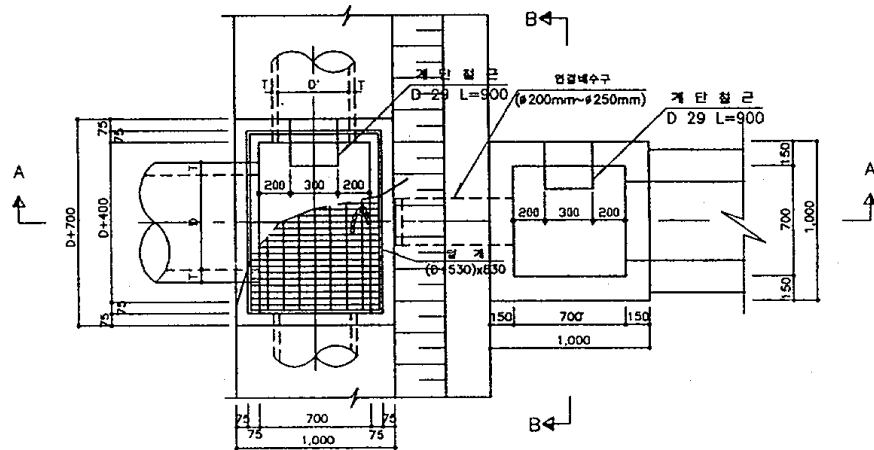
도면번호
2.23

땅각기부 집수정 (4)

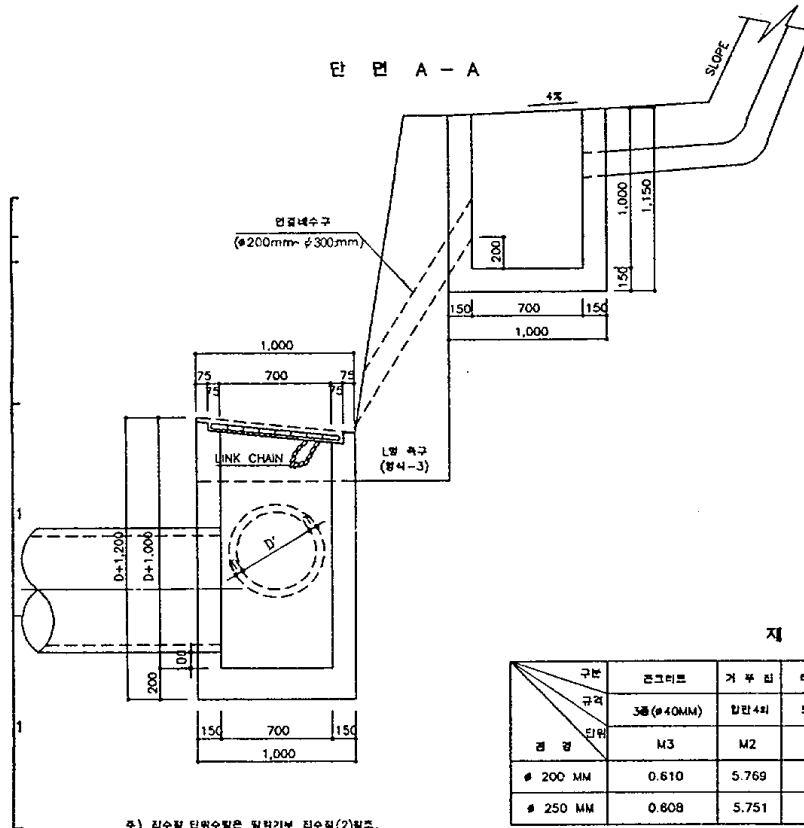
형 식 4 - 2

평 면 도

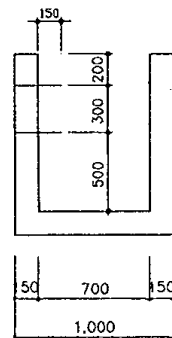
S=1:20



단 면 A - A



단 면 B - B



자 료 표

(계량)

구분	콘크리트	거푸집	터치기	외대유기	계단 철근	배수관
규격	3종 (φ40mm)	합판 4회	모사	모사	D 29	PVC 9200-9250mm
단위	M3	M2	M3	M3	KG	M
φ 200 MM	0.610	5.769	1.752	1.477	9.072	1.547
φ 250 MM	0.608	5.751	1.752	1.477	9.072	1.547

주) 집수정 단면수량은 땅각기부 집수정(2)참조.

한국건설산업
KORIAN CONSTRUCTION CORPORATION

표 준 도
TYPICAL DRAWING

도면명

배수관 분개벽 (1번)
홍관보강 (2)

설계자
확인자

작성일
축척

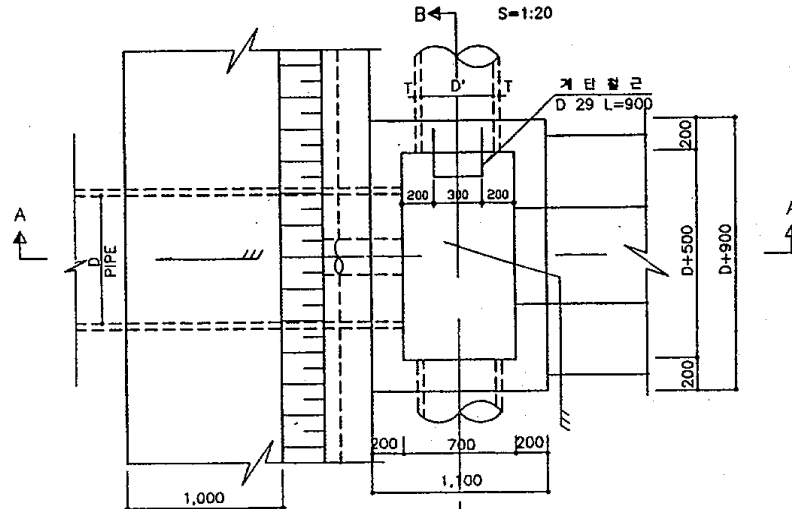
1994.5

도면번호
2.23

땅깍기부 집수정 (5)

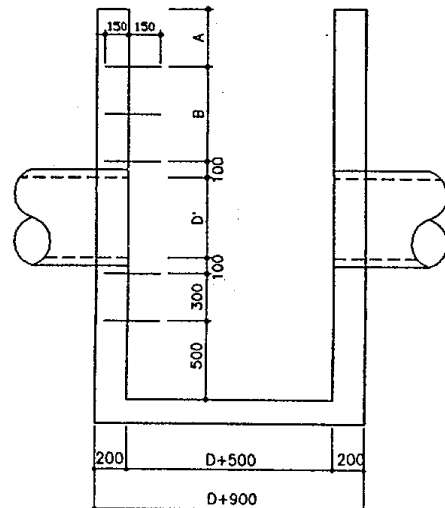
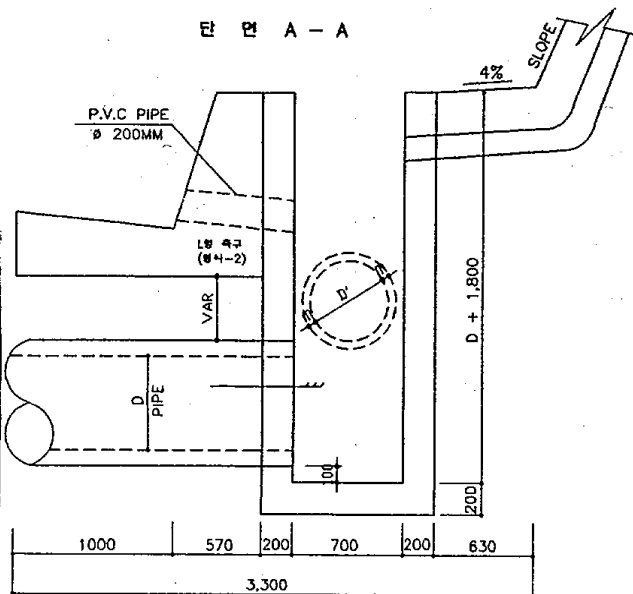
형 식 - 5

평 면 도



단 면 A - A

단 면 B - B



자 료 표

(계량)

관경	구경	구분					계단합계		
		콘크리트	거푸집	타자기	외배수기	배수관	D 29		
		38(φ10MM)	합판4회	단백	단백	PVC φ200MM	A	B	중량(Kg)
φ 800 MM	φ 450 MM	2.560	21.263	14.654	9.418	0.729	550	2φ300=600	22.680
	φ 600 MM	2.493	20.928				400	2φ300=600	22.680
φ 1,000 MM	φ 450 MM	2.935	24.759	16.973	10.703	0.729	450	3φ300=900	27.216
	φ 600 MM	2.868	24.424				300	3φ300=900	27.216
φ 1,200 MM	φ 450 MM	3.325	28.053	19.432	12.040	0.729	350	4φ300=1,200	31.752
	φ 600 MM	3.258	27.718				500	3φ300=900	27.216



표준도
TYPICAL DRAWING

도면번호

배수관 날개벽 (1관)
출판보강 (2)

설계자
확인자

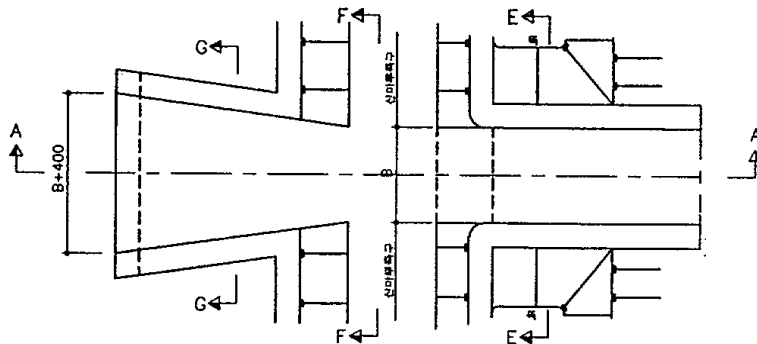
작성일
축척

1994.5
도면번호
2.23

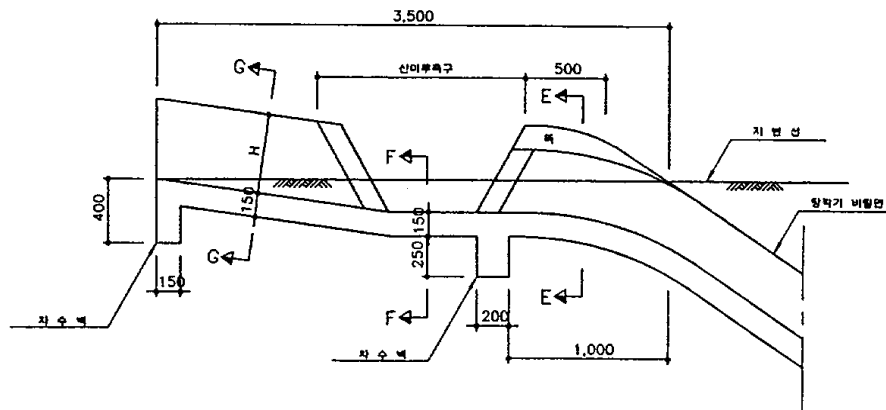
땅각기부 도수로 (1)

평면도

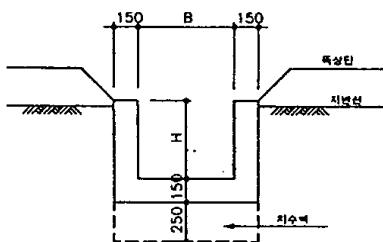
S=1:20



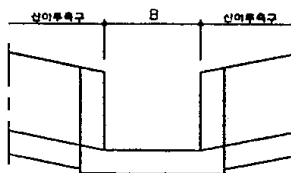
단면 A-A



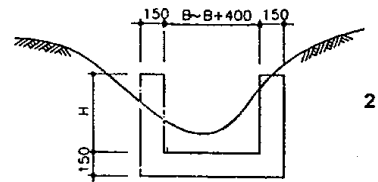
단면 E-E



단면 F-F



단면 G-G



표준도
TYPICAL DRAWING

영역

배수관 넓개벽 (1번)
물관보강 (2)

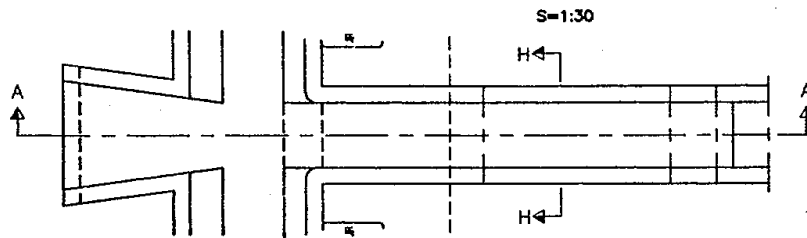
설계자
확인자

작성일 1994.5
축척

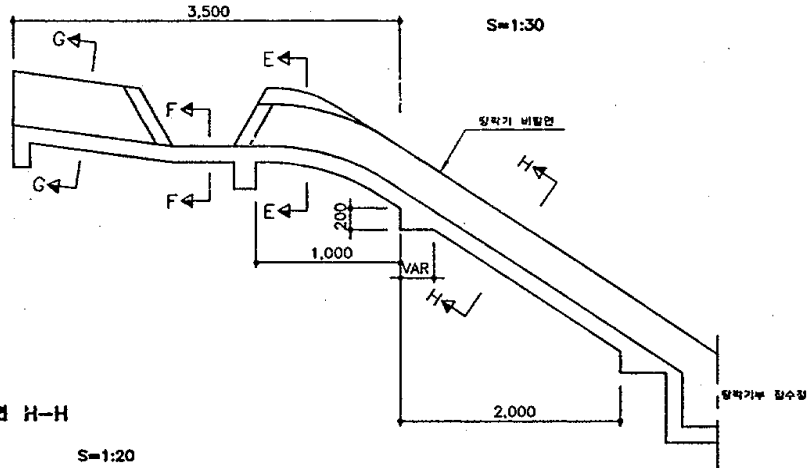
도면번호
2.23

땅깍기부 도수로 (2)

평면도



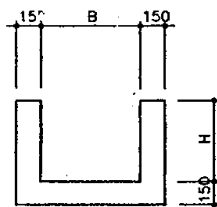
단면 A-A



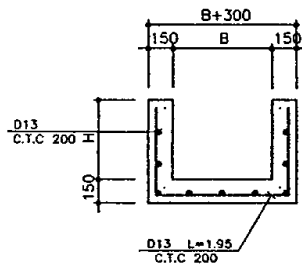
단면 H-H

S=1:20

(H≤10M)



(H>10M)



재료표

구분	도수로 (단면)	길이 (미터)			도수로 (단면)			길이 (미터)
		콘크리트	거푸집	터파기	콘크리트	거푸집	터파기	
도수로 (단면)	비율구분	3층 (φ25MM) M3	합판4매 M2	M3	3층 (φ25MM) M3	합판4매 M2	M3	D13 ?
600x500	1:0.5	1.139	9.809	5.803	0.285	2.30	1.058	18.656
	1:0.7	1.081	9.337	5.641				
	1:1.0	1.044	9.044	6.158				
	1:1.2	1.032	8.944	6.418				
	1:1.5	1.022	8.861	6.385				
	1:2.0	1.013	8.612	6.357				
500x450	1:0.5	1.026	8.830	5.320	0.255	2.10	0.900	18.656
	1:0.7	0.974	8.400	5.180				
	1:1.0	0.941	8.131	5.675				
	1:1.2	0.930	8.041	5.898				
	1:1.5	0.921	7.965	5.869				
	1:2.0	0.913	7.902	5.845				
400x350	1:0.5	0.988	7.340	4.757	0.210	1.70	0.675	18.656
	1:0.7	0.931	6.992	4.647				
	1:1.0	0.895	6.774	5.089				
	1:1.2	0.883	6.701	5.278				
	1:1.5	0.873	6.640	5.255				
	1:2.0	0.864	6.589	5.237				
300x250	1:0.5	0.813	5.840	4.222	0.165	1.30	0.480	18.656
	1:0.7	0.767	5.573	4.139				
	1:1.0	0.739	5.407	4.532				
	1:1.2	0.729	5.351	4.689				
	1:1.5	0.721	5.304	4.673				
	1:2.0	0.714	5.265	4.659				



표준도
TYPICAL DRAWING

도면

배수관 날개벽 (1번)
흙관보강 (2)

설계자
확인자

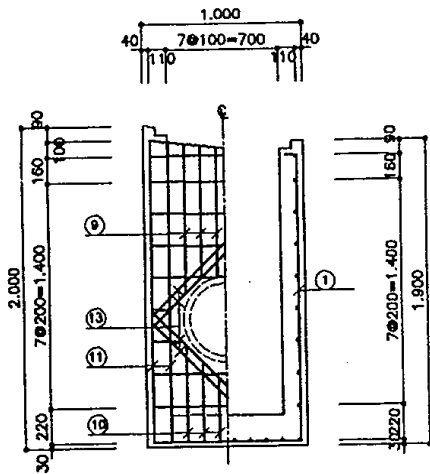
작성일
측척

1994.5
도면번호
2.23

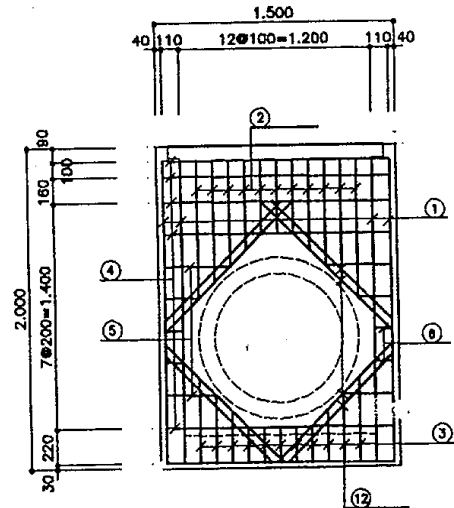
정수집부기각땅

Ø 800

정면도

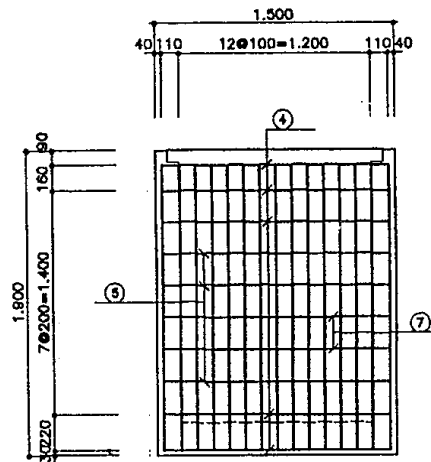


측면도

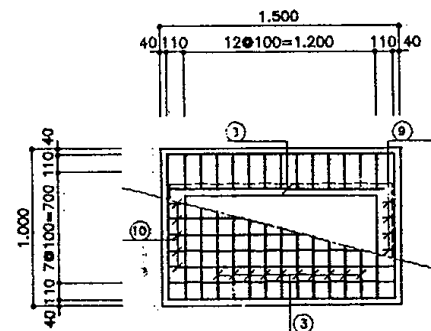


철근재료표

번호	단면	규격	길이	갯수	총길이	비고
1		D13	4.720	4	18.880	
2		"	640	11	7.040	
3		"	3.050	11	33.550	
4		"	4.700	5	23.500	
5		"	3.970	3	11.910	
6		"	355	4	1.420	
7		"	1.710	2	3.420	
8		"	1.420	4	5.680	
9		"	940	12	11.280	
10		"	2.440	6	14.640	
11		"	5.080	4	20.320	
12		"	1.200	8	9.600	
13		"	750	16	12.000	
총 길이					173.240 M	
단 위 중 량					0.995 KG/M	
총 중 량					172.374 KG	



평면도



한국도로공사
KORROAD CORP.

표준도
TYPICAL DRAWING

도면
영역

배수관 날개벽 (1면)
홍관보강 (2)

설계자
확인자

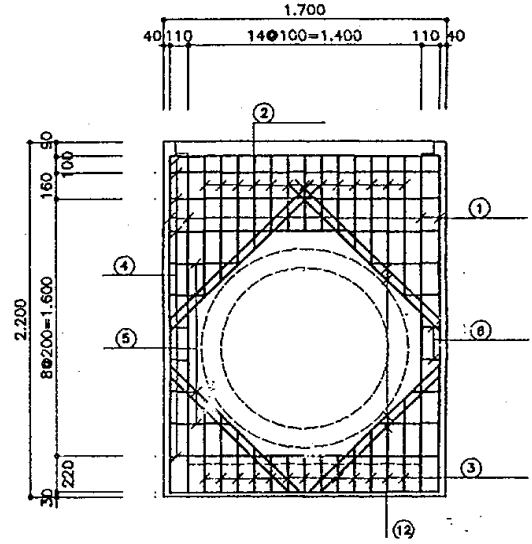
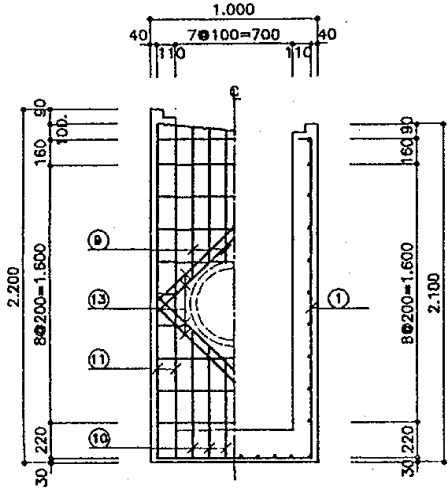
작성일 1994.5
축척
도면번호 2.23

정수집부기각땅

정면도

Ø 1,000

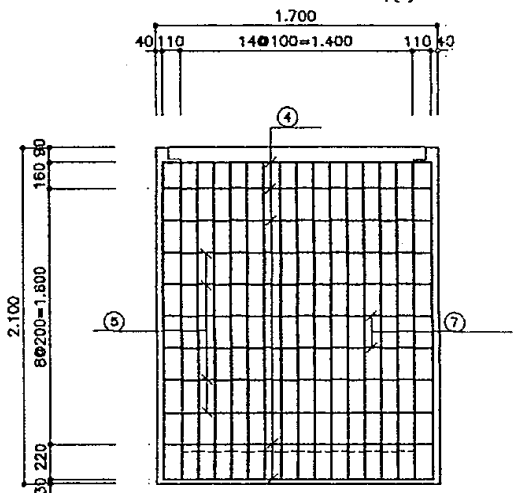
측면도



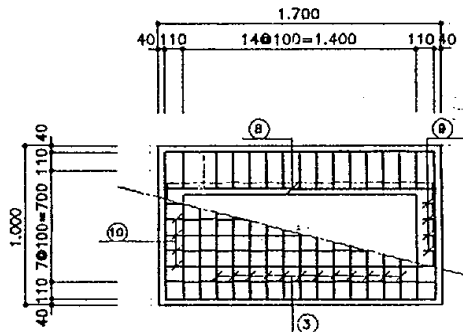
합근재료표

(1개소당)

번호	단면	규격	길이	갯수	총길이	비고
1		D13	5.120	4	20.480	
2		"	0.640	13	8.320	
3		"	3.280	13	42.640	
4		"	5.100	5	25.500	
5		"	3.170	4	12.680	
6		"	0.355	4	1.420	
7		"	1.910	2	3.820	
8		"	1.620	4	6.480	
9		"	0.940	12	11.280	
10		"	3.040	6	18.240	
11		"	5.680	4	22.720	
12		"	1.400	8	11.200	
13		"	0.750	16	12.000	
총 길이					198.780 M	
단 위 중 량					0.995 KG/M	
총 량					195.798 KG	

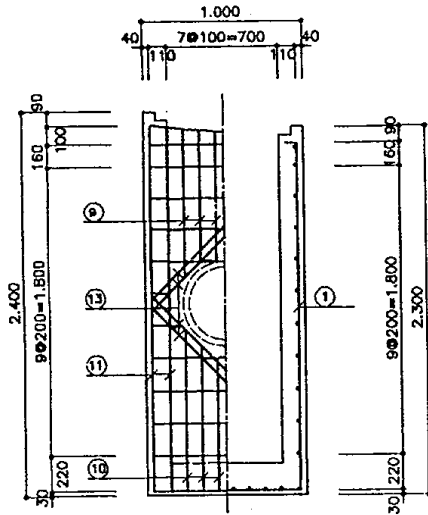


평면도

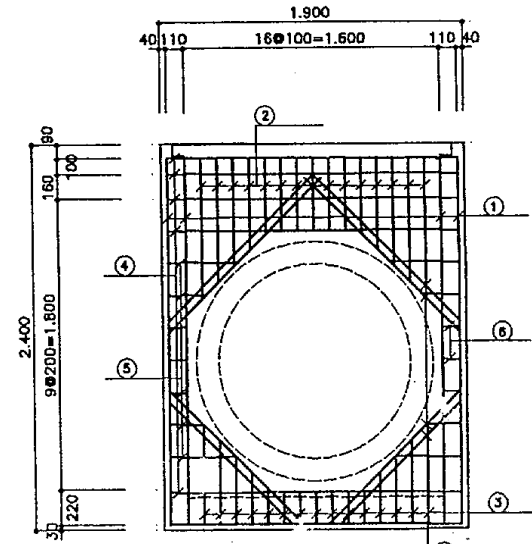


망각기부집수정

정면도 Ø1,200



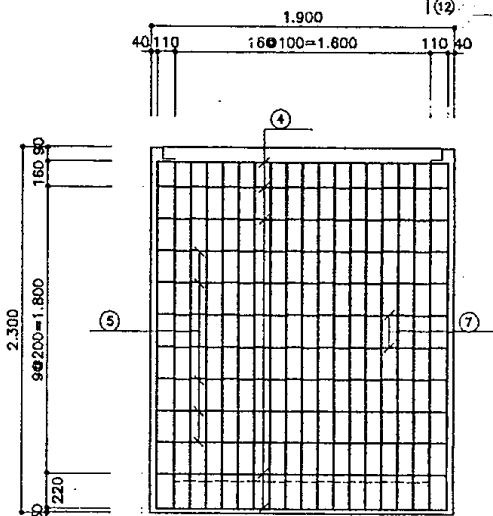
측면도



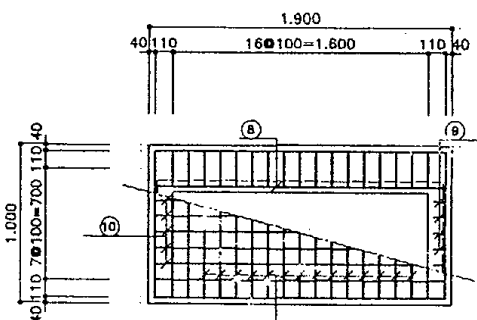
철근재표

(1개소당)

번호	철근	규격	길이	갯수	총길이	비고
1		D13	5.520	4	22.080	
2		"	650	15	9.750	
3		"	3.500	15	52.500	
4		"	5.500	5	27.500	
5		"	4.360	5	21.800	
6		"	355	4	1.420	
7		"	2.110	2	4.220	
9		"	1.720	4	6.880	
11		"	840	12	11.280	
12		"	3.640	6	21.840	
13		"	6.280	4	25.120	
14		"	1.440	8	11.520	
15		"	750	16	12.000	
총 길이					227.910 M	
단위 중량					0.995 KG/M	
총 중량					226.770 KG	



평면도



한국도로공사
Korea Express Corporation

표준도
TYPICAL DRAWING

도면

배수관 설계 (1인)
관보관 (2)

설계자
확인자

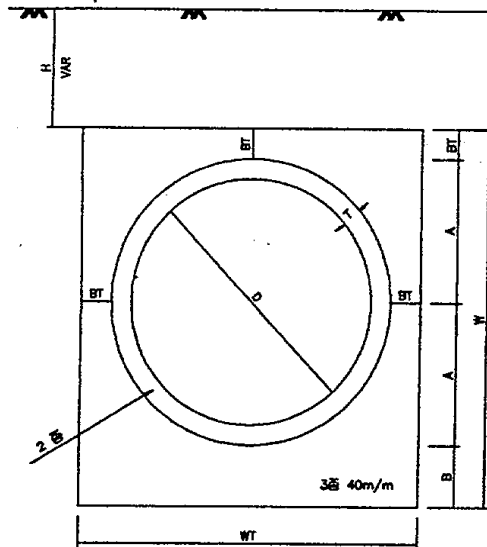
작성일
축척

1994.5
2.23

도면번호

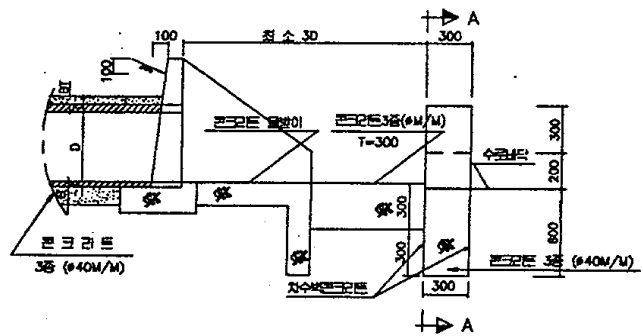
흡관보강 (Surrounding) 단면제원

흡관보강(Surrounding)단면제원



출구부상세도

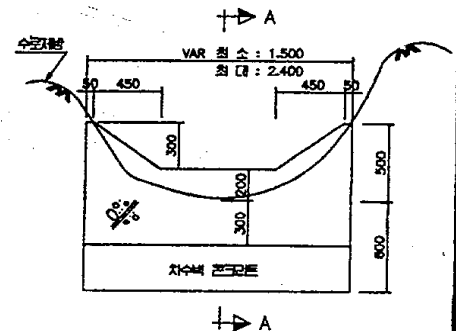
단면 A-A



1련 배수관 재료표

(1M당)

구분		치수						수량		
		D	T	BT	A	B	W	WT	콘크리트 3층 (#40M/M)	거꾸림 (원관88) M ²
성	H = 5m	800	66	150	466	250	1,332	1,232	0.959	2.644
	H = 10m			150	466	250	1,332	1,232	0.959	2.644
	H = 15m			150	466	250	1,332	1,232	0.959	2.644
	H = 20m			170	466	250	1,352	1,272	1.038	2.704
보	H = 5m	1000	82	150	582	250	1,564	1,464	1.226	3.128
	H = 10m			150	582	250	1,564	1,464	1.226	3.128
	H = 15m			170	582	250	1,584	1,504	1.318	3.128
	H = 20m			200	582	300	1,664	1,564	1.538	3.328
고	H = 5m	1200	95	170	695	300	1,860	1,730	1.700	3.720
	H = 10m			170	695	300	1,860	1,730	1.700	3.720
	H = 15m			200	695	300	1,890	1,790	1.866	3.780
	H = 20m			250	695	300	1,940	1,890	2.149	3.880



출구부재료표

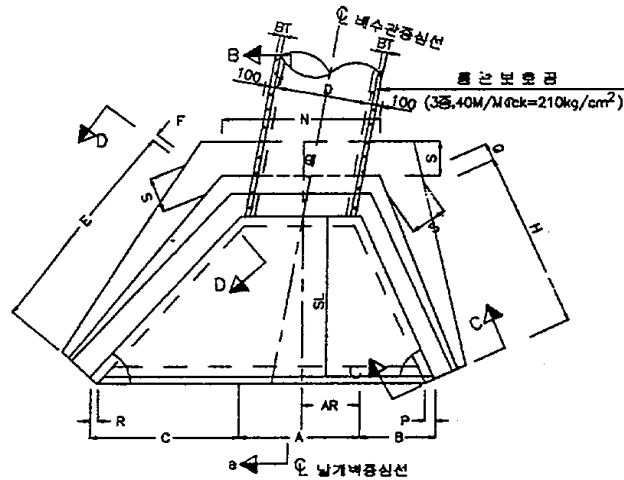
콘크리트 3층 (#40m/m)	$L \times 0.24 + 0.0875 (M^3)$
거꾸림 (원관88)	$L \times 0.24 + 0.4300 (M^2)$
터파기	$L \times 0.24 + 0.0900 (M^3)$

배수관 날개벽 (1련)

홀관보강 (1)

구배 = 1:1.5

평면도



1련 배수관

구배 1:1.5

치수표 (M/M)

지 수 표 (M/M)																											
D	T	H(M)	θ	α	β	A	B	C	E	F	G	H	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	U	V	W	X	
800	66	5-15	0 TO 8	80	80	1.432	750	750	500	116	116	1.500	566	884	1.316	425	1.664	5087	50	87	475	1.748	1.922	1.748	1.922		
			8 TO 22	45	60	1.472	750	1.290	1.837	83	116	1.500	566	884	1.316	425	1.437	5087	71	71	475	2.286	1.855	1.788	1.922		
			22 TO 37	45	75	1.607	348	1.299	1.837	83	154	1.345	566	884	1.316	425	1.844	2697	71	71	475	2.333	1.855	1.481	1.999		
		37 TO 52	37 1/2	82 1/2	1.901	171	1.693	2.134	68	175	1.310	566	884	1.316	425	2.144	1399	79	61	475	2.841	1.826	1.443	2.042			
		0 TO 8	60	60	1.472	750	750	500	116	116	1.500	566	884	1.336	425	1.704	5087	50	87	475	1.788	1.923	1.788	1.923			
		8 TO 22	45	60	1.512	750	1.290	1.837	83	116	1.500	566	884	1.336	425	1.477	5087	71	71	475	2.286	1.856	1.788	1.923			
	82	20	22 TO 37	45	75	1.647	348	1.299	1.837	83	154	1.345	566	884	1.336	425	1.844	2697	71	71	475	2.353	1.856	1.484	2.001		
			37 TO 52	37 1/2	82 1/2	1.941	171	1.693	2.134	68	175	1.310	566	884	1.336	425	2.184	1399	79	61	475	2.881	1.827	1.483	2.043		
			0 TO 8	60	60	1.684	937	1.937	1.874	116	116	1.874	612	1.020	1.532	450	1.898	5087	50	87	592	2.073	2.369	2.073	2.369		
		5-10	8 TO 22	45	60	1.712	937	1.823	2.295	83	116	1.874	612	1.020	1.532	450	1.911	5087	71	71	592	2.728	2.296	2.097	2.369		
			22 TO 37	45	75	1.875	435	1.623	2.295	83	154	1.680	612	1.020	1.532	450	2.112	2697	71	71	592	2.809	2.296	1.709	2.452		
			37 TO 52	37 1/2	82 1/2	2.229	214	2.115	2.668	68	175	1.637	612	1.020	1.532	450	2.472	1399	79	61	592	3.442	2.285	1.674	2.497		
1,000	82	5-10	0 TO 8	60	60	1.704	937	1.937	1.874	116	116	1.874	612	1.020	1.552	450	1.936	5087	50	87	592	2.093	2.370	2.093	2.370		
			8 TO 22	45	60	1.752	937	1.823	2.295	83	116	1.874	612	1.020	1.552	450	1.951	5087	71	71	592	2.748	2.397	2.117	2.370		
			22 TO 37	45	75	1.915	435	1.623	2.295	83	154	1.680	612	1.020	1.552	450	2.152	2697	71	71	592	2.829	2.297	1.729	2.453		
		20	37 TO 52	37 1/2	82 1/2	2.269	214	2.115	2.668	68	175	1.637	612	1.020	1.552	450	2.512	1399	79	61	592	3.462	2.266	1.694	2.498		
			0 TO 8	60	60	1.744	937	1.937	1.874	116	116	1.874	612	1.024	1.582	450	1.996	5087	50	87	592	2.123	2.372	2.123	2.373		
			8 TO 22	45	60	1.812	937	1.823	2.295	83	116	1.874	612	1.024	1.582	450	2.011	5087	71	71	592	2.778	2.299	2.147	2.373		
	95	20	22 TO 37	45	75	1.975	435	1.623	2.295	83	154	1.680	612	1.024	1.582	450	2.212	2697	71	71	592	2.859	2.299	1.759	2.458		
			37 TO 52	37 1/2	82 1/2	2.329	214	2.115	2.668	68	175	1.637	612	1.024	1.582	450	2.572	1399	79	61	592	3.492	2.269	1.724	2.501		
			0 TO 8	60	60	1.930	1,122	1,122	2,244	116	116	2,244	755	1,180	1,765	500	2,162	5087	50	87	733	2,434	2,825	2,434	2,825		
		5-10	8 TO 22	45	60	1.988	1,122	1,943	2,748	83	116	2,244	755	1,180	1,765	500	2,185	5087	71	71	733	3,220	2,741	2,462	2,825		
			22 TO 37	45	75	2,176	521	1,943	2,748	83	154	2,012	755	1,180	1,765	500	2,413	2697	71	71	733	3,315	2,741	1,966	2,825		
			37 TO 52	37 1/2	82 1/2	2,588	256	2,552	3,192	68	175	1,960	755	1,180	1,765	500	2,832	1399	79	61	733	4,071	2,708	1,947	2,971		
1200	95	20	0 TO 8	60	60	1.990	1,122	1,122	2,244	116	116	2,244	755	1,180	1,795	500	2,222	5087	50	87	733	2,464	2,828	2,464	2,828		
			8 TO 22	45	60	2,046	1,122	1,943	2,748	116	116	2,244	755	1,180	1,795	500	2,245	5087	71	71	733	3,250	2,744	2,492	2,828		
			22 TO 37	45	75	2,236	521	1,943	2,748	83	154	2,012	755	1,180	1,795	500	2,473	2697	71	71	733	3,348	2,744	2,026	2,923		
		5-10	37 TO 52	37 1/2	82 1/2	2,649	256	2,552	3,192	68	175	1,960	755	1,180	1,795	500	2,892	1399	79	61	733	4,101	2,709	1,977	2,974		
			0 TO 8	60	60	2,090	1,122	1,122	2,244	116	116	2,244	755	1,187	1,845	500	2,322	5087	50	87	733	2,514	2,832	2,514	2,832		
			8 TO 22	45	60	2,146	1,122	1,943	2,748	83	116	2,244	755	1,187	1,845	500	2,345	5087	71	71	733	3,300	2,748	2,542	2,832		
	95	20	22 TO 37	45	75	2,336	521	1,943	2,748	83	154	2,012	755	1,187	1,845	500	2,573	2697	71	71	733	3,398	2,748	2,076	2,927		
			37 TO 52	37 1/2	82 1/2	2,749	256	2,552	3,192	68	175	1,960	755	1,187	1,845	500	2,992	1399	79	61	733	4,150	2,712	2,027	2,978		



한국엔지니어링
KOOKMIN ENGINEERING CO., LTD.

표준도
TYPICAL DRAWING

비고

배수관 날개벽 (1련)
홀관보강 (1)

설계자
확인자

작성일
축척

도면번호

4-10 횡단 배수관 재질 및 설치방법 개선

방 침	
설	일
16210-84	
('95. 4. 25)	

1. 검토 목적

고속도로용 횡배수관은 성토고에 따른 구조적 안정성 등의 문제로 현장제작 콘크리트관을 사용하였으나 시공성 복잡, 장기간의 공기소요, 현장여건상 B/P 설치가 늦어질 경우 설계와 시공의 불합리한 문제점 등이 있어 기성제품의 대체 사용방안을 검토하여 설계 및 시공의 합리성을 도모코자 함.

2. 검토시 고려사항

가. 현장제작관의 문제점

- 인력에 의한 철선가공조립에 따른 숙련된 기능공 확보 어려움
- 강재거푸집 준비 및 콘크리트 양생기간 소요로 인한 작업공기 지연
- 단위 생산 길이(1M)가 짧아 이음부 과다 발생 및 품질관리 곤란

나. 기성제품 사용성 검토시 고려사항

- 토압, 활하중 등 외력에 대한 구조적 안정성
- 관 종류에 따른 특성 및 시공성
- 작업성 향상 여부 및 경제성
- 공기 단축 및 유지관리 용이성

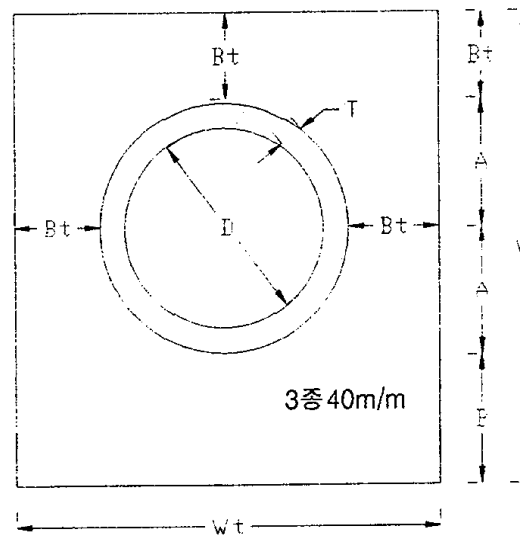
3. 관종류별 비교 검토

구 분		R.C 관			흙 관(Surrounding)			P.C 관		
특 성		- 철선 또는 철망을 구입하여 현장에서 제작			- 원심력 회전 다짐방법으로 강도를 강화시킨 철선보강의 원심력 철근 콘크리트관 (KSF 4403)			- 원심력 회전다짐과 축전압으로 강도를 더욱 강화시킨 P.C 보강의 원심력 프리스트레스 관 (KSF 4405)		
본당제작 길이		1.0 m			2.5 m			4.0 m		
관 의 성 질		강 성 관			강 성 관			강 성 관		
구조적 안정성		흙과 압축을 받는 구조물로 안정성검토 (허용응력 설계법에 의한 안정성 검토)			유한요소법(FEAC)을 이용한 지중구조물로 안정성 검토			균열하중에 의한 최대 휨모멘트와 관의 최소 저항 모멘트 비교에 의한 안정성 검토		
공 사 비 (원/m)	성토고 / 직경	D=800	D=1000	D=1200	D=800	D=1000	D=1200	D=800	D=1000	D=1200
	H = 5 m	247,023	380,132	496,883	269,553	362,863	490,762	223,037	329,615	450,400
	H = 10 m	265,853	380,643	520,690	269,553	362,863	490,762	254,327	355,737	491,232
	H = 15 m	265,853	380,643	520,690	269,553	372,386	507,423	-	-	-
	H = 20 m	265,853	380,643	520,690	277,776	397,418	536,027	-	-	-
장 · 단 점		- 고속도로 횡단배수관에 사용 - 성토고 하중에 따른 안정성 유리 - 부식·마모에 따른 내구성 및 유지관리 유리 - 현장 제작으로 품질관리 곤란 및 제작기간이 김 - 제작길이가 1.0M 로서 연결부 과다발생 및 시공성 다소 불량 - 공사비 고가			- 고속도로 종배수관 및 국도횡배수관에 사용 - Surrounding 보강시 성토고 하중에 안정성 확보 가능 - 부식·마모에 따른 내구성 및 유지관리 유리 - 공장제작으로 품질관리 양호 및 작업공기 단축 가능 - 길이 2.5m로 운반·설치·시공성 양호 - 공사비 저렴			- 상수관 및 농업용수관에 주로 사용되며 도로용 배수관으로 사용실적 없음 - 성토고 하중에 따른 안정성 다소 불리 - 부식·마모에 따른 내구성 및 유지관리 유리 - 기성제품으로 구입은 용이하나 길이 4.0m 의 강선매입관으로 절단 불가 - 중량이 무거워 운반·설치·시공성불량 - 공사비 저렴		

4. 흙관의 콘크리트 보강(Surrounding)방안 검토

기성제품인 흙관은 사용가능 성토고가 3m ~ 4m로서, 고속도로용 횡배수관 용도로 사용이 곤란하므로, 높은 성토고에도 구조적 안정성을 확보할수 있도록 흙관에 콘크리트 (3종 40M/M, $\sigma_{ck}= 210 \text{ kg/cm}^2$) 를 보강하여 최적의 단면을 선정

흙관보강(Surrounding)단면제원



단위 : m/m

구	분	D	T	Bt	A	B	W	Wt
성	H= 5 m	800	66	150	466	250	1,332	1,232
	H=10 m			150	466	250	1,332	1,232
	H=15 m			150	466	250	1,332	1,232
	H=20 m			170	466	250	1,352	1,272
토	H= 5 m	1000	82	150	582	250	1,564	1,464
	H=10 m			150	582	250	1,564	1,464
	H=15 m			170	582	250	1,584	1,504
	H=20 m			200	582	300	1,664	1,564
고	H= 5 m	1200	95	170	695	300	1,860	1,730
	H=10 m			170	695	300	1,860	1,730
	H=15 m			200	695	300	1,890	1,790
	H=20 m			250	695	300	1,940	1,890

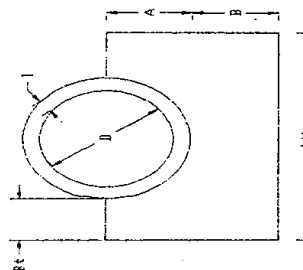
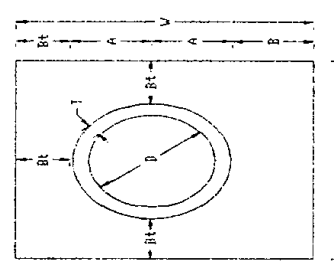
5. 검토 의견

- 현장제작 R.C관은 현재 제작 및 시공경험은 풍부하나 시공성 복잡, 작업 공기 과다 소요 및 공사비가 고가이며,
- 기성제품인 흙관은 휨, 압축응력 부족으로 성토고에 따른 콘크리트 Surrounding 보강이 필요함.
- 고속도로 횡배수관으로 사용되는 R.C관 대신에 콘크리트 보강 흙관을 사용함으로써 작업공기 단축, 공사비 절감 및 토공사 조기추진 용이 등을 기대할 수 있으므로, 향후 설계시 부터 흙관사용을 원칙으로 하고 자재구입 및 운반거리, 경제성 등 현장여건상 불가피할 경우 기존 현장제작관과 병행하여 사용할 수 있도록 표준도 및 시방서에 수록코자함.
- ※ 산지부의 급구배 구간 및 폐, 오수등으로 배수관의 마모가 우려되는 지역은 기존 현장제작관을 사용토록함.

단면제원 및 공사비 비교

별첨 : 단면제원 비교표

단위 M/M () : 구조해석단면

구 분	현 장 제 작 관	기 시 공 (수원-청원)	출 관 보 강(SURROUNDING)						
단 면									
단면제원	D=800	D=1000	D=1200	D=800	D=1000	D=1200	D=1200		
Wt	1,300	1,640	1,880	1,132	1,364	1,590	1,232(1,092)	1,464(1,364)	1,730(1,630)
W	-	-	-	1,282	1,544	1,850	1,332(1,092)	1,564(1,364)	1,860(1,630)
T	100	120	140	66	82	95	66 (66)	82(82)	95 (95)
A	466	582	695	466	582	695	466(466)	582(582)	695 (695)
B	150	250	250	250	280	360	250 (80)	250 (100)	300(120)
Bt	150	200	200	100	100	100	150 (80)	150 (100)	170(120)

공 사 비 비 교

구 분		현장제작 콘크리트관		보강 원심력콘크리트관		비 고
개 요		- 현장제작장 제작후 현장내 운반 - 운반(제작장→현장) T2 = 19.60 MIN - 콘크리트(구체및기초) : 현장 B/P 생산		- 인근공장 구입 (공장상차도) - 운반(인근공장→현장) T2 = 202.8 MIN - 콘크리트(기초) : 레미콘 구입		
공 사 비	공 종 별	수 량	금 액	수 량	금 액	
	관 제 작	1.1 M	96,350	1.03 M	31,896	
	배수관 운반 및 적하비	1.1 M	7,044	1.03 M	4,759	
	터 파 기	3.967m³	7,506	4.75 m³	8,981	
	기초 CON'C생산	0.461m³	12,067	0.978m³	42,209	
	기초 CON'C 운반 및 타설	0.452m³	7,203	0.959m³	13,191	
	거푸집 (6회)	1.3 m³	14,193	2.664m³	29,086	
	관 부 설 비	1.0 M	10,290	1.0 M	39,796	
	접합 MORTAR	0.046m³	1,662	-	-	
	되 메 우 기	2.730m³	14,046	3.106m³	15,981	
	직접공사비 계		170,361		185,899	증 15,538
	제 잡 비 (45%)		76,662		83,654	
도 급 공 사 비			247,023		269,553	증 22,530

배수관공구별운반거리

공 구	구분	단위	현장제작관	원심력흡관	비 고
평 균	T2	MIN	19.6	202.80	
	거리	KM	6.34	49.0	
	운반비	원	5922	4552	
대전 -진주 14 공구	T2	MIN	17.7	286.78	
	거리	KM	12.6	69.9	
	운반비	원	5778	5528	
대전 -진주 15 공구	T2	MIN	15.97	286.78	
	거리	KM	6.9	77.8	
	운반비	원	5739	6057	
대전 -진주 16 공구	T2	MIN	21.12	261.67	
	거리	KM	2.59	69.76	
	운반비	원	5853	5173	
대전 -진주 17 공구	T2	MIN	22.82	291.34	
	거리	KM	10.74	69.9	
	운반비	원	5888	5593	
원주 -새말 1 공구	T2	MIN	11.24	24.92	
	거리	KM	2.6	5.6	
	운반비	원	5636	1788	
예천 -영주 2 공구	T2	MIN	30.33	145.37	
	거리	KM	6.9	26.3	
	운반비	원	6052	3520	
신공항 1 공구	T2	MIN	18.0	86.04	
	거리	KM	2.1	24.0	
	운반비	원	6511	4209	

보강흙관 단가 비교

D = 800 M/M (H=10M 이하)

단위 : M당

구 분	레미콘 구입	B/P 생산	비 고
1. 배수관 구입	31,896	31,896	공장상차도
2. 배수관 운반	4,759	4,759	
3. 터 파 기	8,981	8,981	
4. 거 푸 집	29,086	29,086	
5. 관접합 및 부설	39,796	39,796	
6. 되메우기	15,981	15,981	
7. 기초콘크리트타설	13,191	13,191	
8. 레미콘 구입	42,209		
9. 콘크리트생산 및 운반		31,490	
계	185,899	175,180	
제 잡 비 (45%)	83,654	78,831	
총 계	269,553	254,011 (△ 15,542)	

보강흙관 단가 비교

제잡비 포함

단위 : M당

구 분	레미콘 구입	B/P 생산	비 고
D = 800 M/M	269,553	254,011 (△ 15,542)	H=10M 이하
D = 1,000 M/M	362,863	343,033 (△ 19,830)	◇
D = 1,200 M/M	490,762	463,282 (△ 27,480)	◇
D = 800 M/M	269,553	254,011 (△ 15,542)	H=15M 이하
D = 1,000 M/M	372,386	351,633 (△ 20,753)	◇
D = 1,200 M/M	507,423	477,606 (△ 29,817)	◇
D = 800 M/M	277,776	261,066 (△ 16,710)	H=20M 이하
D = 1,000 M/M	397,418	372,780 (△ 24,638)	◇
D = 1,200 M/M	536,027	501,881 (△ 34,146)	◇

별 첨 2

특 별 시 방 서

배수관공 특별시방서

4.03 배수관공

1. 횡배수관, 종배수관 설치공

가. 고속도로용 중, 횡배수관은 원심력 철근콘크리트관(흙관) 사용을 원칙으로 하되
 횡배수관용은 콘크리트로 보강하여야 하며 다음의 경우에는 현장제작관(R.C관)
 과 병행하여 사용할 수 있다.

- 1) 산지부 급구배 구간 및 오, 폐수등으로 배수관의 마모가 예상되는 경우
- 2) 자재구입이 어려울 경우
- 3) 운반거리 과다등으로 경제성이 불리할 경우

나. 품 질 기 준

- 1) 관은 규격별로 200개마다 1회이상 외압강도 시험을 실시하여야 하며 KSF 4403
 에서 규정하는 다음값 이상 이어야 한다.

(단위: kg/m)

규격(m/m)	균 열 하 중	파 괴 하 중	비 고
300	1800	2700	균열하중 : 0.05m/m 균열이 300m/m이상 생겼 을때 하중 파괴하중 : 최대하중
450	2400	3600	
600	3000	4500	
800	3600	5400	
1000	4200	6300	
1200	4600	7300	

- 2) 철근 콘크리트관의 허용치수

(단위 : mm)

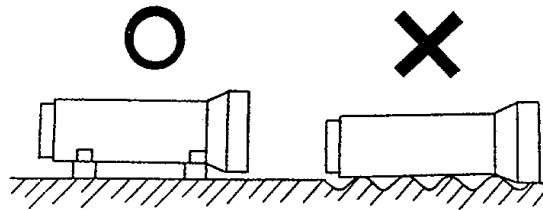
규 격	내 경	두 겜	길 이	비 고
150 - 250	± 3	+ 3 - 2	+ 15 - 10	
300 - 900	± 4	+ 4 - 2		
1000 - 1350	± 6	+ 6 - 3		
1500 - 1800	± 8	+ 8 - 4		

다. 시공시 유의사항

1) 관(管)의 취급

가) 관은 콘크리트 제품이므로 하역작업시 크레인등의 장비를 이용하여 조심스럽게 취급한다.

나) 관의 보관은 아래 그림과 같이 수평한 곳에 각재등을 깔아서 파손되지 않도록 유의하여야 한다.



다) 고무링은 직사광선에 노출되지 않도록 해야 하며 구겨지거나 비틀어진 상태로 보관해서는 안된다.

2) 관(管)의 포설(布設)

가) 관거의 최소 토피는 1M 이상으로 하여야 한다.

나) 터파기 바닥은 소정의 구배가 되게하고 지반이 연약한 경우는 양질의 재료로 치환하여야 하며 바닥은 잘다져 관부설후 부등침하가 생기지 않도록 한다.

다) 배수관은 설계도서 또는 감독원이 지시한 구배에 정확히 맞도록 하며 하류측 또는 낮은쪽부터 설치하여야 한다

라) 관은 기초 및 다음 이음관끼리 밀착이 되도록하고 서로 어긋나지 않도록 하여야 한다.

마) 관에 소켓(Socket)이 붙어 있는 경우에는 소켓이 관 상류쪽 또는 높은 곳으로 향하도록 설치한다. 소켓이 없는 관은 Collar 접합, Flange 접합으로 하되 고무링, 커플링밴드등을 부착하여 누수되는 일이 없도록 설치하여야 한다.

바) 관배열 및 안전상 이상이 있거나 손상된 곳이 발견될 경우에는 재배열하거나 새 것으로 교체하여야 한다.

사) 원심력 철근 콘크리트 관은 되도록이면 절단되지 않도록 배수관 연장을 계획하여야 하며 부득이한 경우에는 미관 및 수밀성이 확보되도록 정교하게 절단, 시공하여야 한다.

3) 되메우기

가) 관부설이 완료되면 감독원이 부설상태를 확인한 후 되메우기를 시행하여야 한다

나) 되메우기 재료는 노상재료와 동등한 품질 이상의 것을 사용하여야 하며 돌등이 섞여 배수관에 집중하중이 발생하지 않도록 하여야 한다

다) 불도저, 덤프트럭등으로 되메우기 재료를 한꺼번에 쏟아 붓지 않아야 하며 KSF 2312(흙의 다짐시험 방법)에서의 A,B,C,D,E에 의해 정해지는 시방규정의 최소 밀도 이상으로 균일하게 다져야 한다.

4-11 BOX구조물의 미끄러짐 방지시설 설치기준

방 침
설 이
16110-128
('95. 6. 9)

1. 검토 목적

고속도로 공사시 통.수로 박스가 일정한도의 경사를 초과할 경우 미끄러짐으로 인해 박스 구조물의 구조적 안전성 및 기능성 유지에 문제점 발생이 우려되어 박스구조물 미끄러짐 방지 방안을 검토하여 설계에 적용코자함.

2. 검토 내용

가. 검토 기준

차종 및 장비별 등판능력에 요구되는 최대구배와 박스구조물 자중에의한 최소 미끄러짐 구배 사이를 검토 기준 대상으로 설정함.

1) 통행 차량 및 장비의 등판 능력 조사

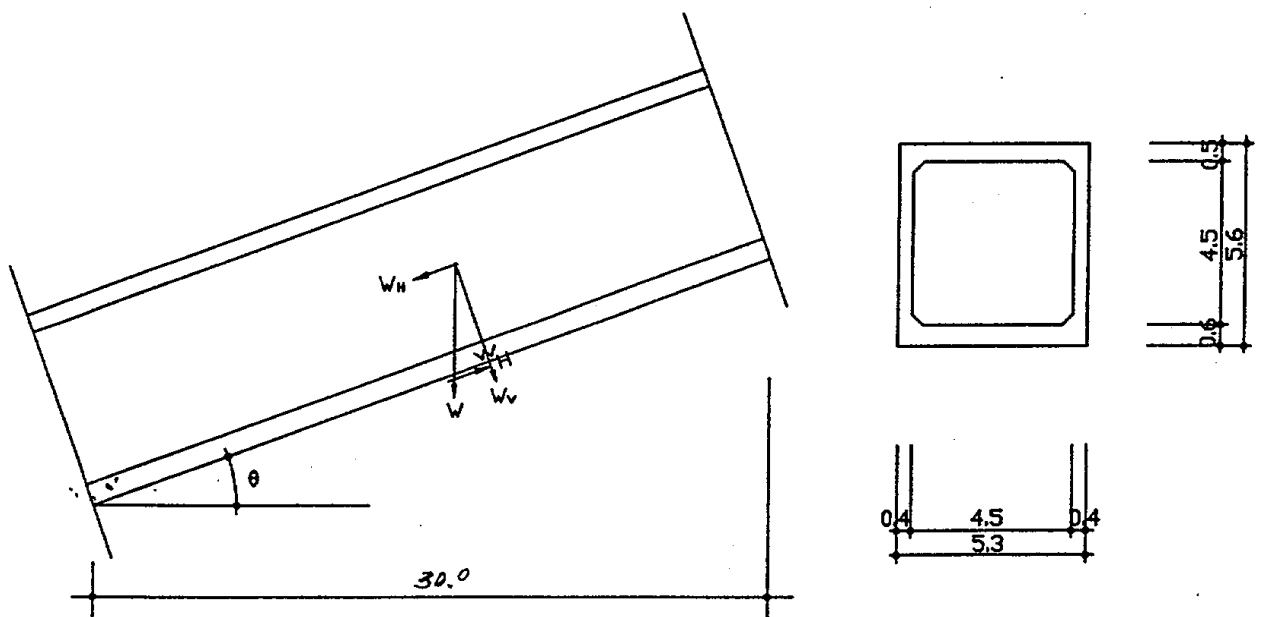
구 분	등 판 각 도	비 고
승 용 차	26.38°	엑센트
경 운 기	약 30°	1 TON 적재시
덤 프 트 렉	34.38°	15 TON
백 호 우	30°	궤도차량(0.3m ³)

○ 등판능력 조사 결과 승용차 최대 등판가능 각도인 26.38° (49.6%)이하 구배에 대하여 검토가 필요함.

2) 박스구조물 자중에 의한 최소 미끄러짐 각도 검토

○ 검토 적용 기준

- 저면흙의 내부 마찰각 : $\phi = 30^\circ$
- 저면흙의 마찰계수 : $\mu = \tan(2/3\phi) = 0.364$
- 미끄러짐에 대한 안전율 : $n = 1.5$
- 검토구조물 : $4.5 \times 4.5\text{m}$ (통로박스), $L=30\text{ m}$



- 박스 자 중 : W
- 수 평 력 : $W_H = W \times \sin \theta$
- 수 직 력 : $W_V = W \times \cos \theta$
- 마 찰 저 항 력 : $W_F = \mu \times W_V$
- 최 소 구 배 : $\theta = 13.64^\circ \approx 14^\circ$

$$N = \frac{W_F}{W_H} = \frac{\mu \times W_V}{W_H} = \frac{\mu \times W \times \cos \theta}{W \times \sin \theta} = 1.5$$

$$\therefore \theta = 14^\circ$$

○ 박스 자중에 의해 미끄러짐이 발생하는 최소 한계 구배인 14° ($S=25\%$) 이상 구배에 대하여 검토가 필요함.

나. 경사 구배에 따른 미끄러짐 검토

차량 및 장비에 의한 최대 등판가능구배 및 박스자중에 의한 최소구배는

검토결과 $\theta = 14^{\circ} \sim 26^{\circ}$ 로 통로박스(4.0×4.0m, 3.0×3.0m)에 대하여 검토함.

* 별첨 구조 계산서 참조

다. 고속도로 BOX 구배현황 조사

○ 중앙고속도로 안동 - 영주간 BOX 구조물 구배 조사

단위 : 개소

구 배 (%)	계		1 공 구		2 공 구		비 고
	통 로	수 로	통 로	수 로	통 로	수 로	
계	32	31	16	11	16	20	
0 ~ 5	18	22	8	6	10	16	
5 ~ 10	4	6	3	5	1	1	
10 ~ 15	10	2	5	-	5	2	
15 이상	-	1	-	-	-	1	17.2 %

○ 구배 조사 결과 최대박스구배가 17%이하로서 미끄러짐이 발생하기 시작하는

최소구배인 $\theta = 14^{\circ}$ (S=25%) 에 해당하는 박스는 없는것으로 조사됨.

3. 개선 방안 검토

가. 경사 구배에 따른 활동 검토

박스 구배가 $\theta = 14^\circ$ 이하에서는 박스 자중에 의한 활동현상이 발생하지 않으며, $\theta = 26^\circ$ 이상의 구배에서는 차량의 소통이 불가하므로 검토구배의 한계를 $\theta = 14^\circ \sim 26^\circ$ 로 결정하여 개선 방안 적용함.

나. 미끄러짐 방지를 위한 전단키 설치

- 1) 전단키 단면 제원 : 높이 = 0.6 M, 폭 = 0.4 M, 길이 = 박스폭과 동일
- 2) 설치 위치 : 박스 구배가 높은측에 1개소 설치
- 3) 전단키 철근량 산정

○ 통로 박스 4.5X 4.5 M

구 분 구 배	안 전 율		전단키 철근량 산출			비고
	전단키 설치전	전단키 설치후	필 요 철근량	사 용 철근량	전 단 철근량	
14 °	1.46	2.27	8.34 CM ²	D16@125 = 15.9 CM ²	-	
16 °	1.26	1.97	9.43 CM ²	D16@125 = 15.9 CM ²	D13-U형 스테럽 C.T.C 250	
18 °	1.12	1.75	10.70 CM ²	D16@125 = 15.9 CM ²	D13-U형 스테럽 C.T.C 250	
20 °	1.00	1.55	11.86 CM ²	D16@125 = 15.9 CM ²	D13-U형 스테럽 C.T.C 250	
22 °	0.90	1.40	-	-	-	

○ 통로 박스 3.0× 3.0 M

구 분	안 전 을		전단키 철근량 산출			비고
	전단키 설치전	전단키 설치후	필 요 철근량	사 용 철근량	전 단 철근량	
14 °	1.46	2.27	6.00 CM ²	D16@125 = 15.9 CM ²	-	
16 °	1.26	1.97	6.64 CM ²	D16@125 = 15.9 CM ²	-	
18 °	1.12	1.75	7.46 CM ²	D16@125 = 15.9 CM ²	-	
20 °	1.00	1.55	8.27 CM ²	D16@125 = 15.9 CM ²	-	
22 °	0.90	1.40	-	-	-	

○ 박스 종단구배 $\theta = 20^\circ$ 이상에서는 전단키를 설치하더라도 전단키의 파괴 이전에 활동이 먼저 발생하는 구배로서 설치의 효과가 없음.

4. 검토 결론

통행차량과 장비의 등판각도 및 박스 자중을 고려한 미끄러짐 방지 대책 검토 결과, $\theta = 14^\circ$ (S=25%) 이상으로 박스구배를 설계시는 미끄러짐 방지 전단키를 설치해야 하며, 설계시 이에 대한 별도의 구조검토가 시행될 수 있도록 배수 설계기준에 명시하여 조치함이 타당하다고 판단됨.

4-12 BOX 구조물 보강방안 검토(유·출입부 접속 저판 및 차수벽)

방 침

설 계 기
16210-133
('95. 5. 10)

1. 검토목적

고속도로 횡단구조물인 암거(Box)의 시공중 또는 공용시 부등침하, 균열 및 박리에
방과 통로암거 연결 접속도로와의 연속성 등을 감안하여 통로암거의 경우 접속저판,
수로암거는 차수벽을 보강하여 설계 및 시공의 합리성을 도모코자 함.

2. 기존 접속저판 및 차수벽 설치방법의 문제점

가. 통로암거

1) 암거구체와 접속저판(Apron), 접속도로 포장이 각각 분리시공됨에 따른 접속
저판의 단차발생 및 파손

2) 암거구체와 접속저판, 접속도로의 콘크리트 종류상이

- 암거구체 : $\sigma_{ck} = 240\text{kg/cm}^2$ (철근 콘크리트)
- 접속저판 : $\sigma_{ck} = 210\text{kg/cm}^2$ (무근 콘크리트)
- 접속도로 : $\sigma_{bk} = 45\text{kg/cm}^2$ (무근포장 콘크리트)

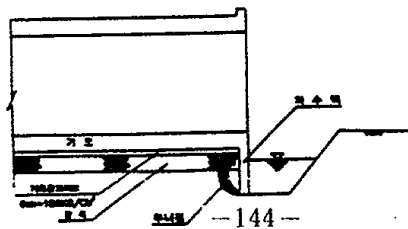
3) 암거 구체 바닥판, 접속저판 및 접속도로 포장이 동일한 기능을 갖고 있으나
하부 기초재료 및 설치두께 상이로 부등침하, 파손 및 단차발생

- 암거바닥판 : 암거 규격별, 피토고별 철근콘크리트+레벨링 콘크리트
(10cm)+잡석(30cm)
- 접속 저판 : 3종 무근콘크리트 (20cm)
- 접속 도로 : 무근 포장콘크리트 (20cm) + 선택재료층 (20cm)

※ 접속저판 하부에 동상방지층이 없어 동상(凍上) 및 연화(軟化) 되풀이

나. 수로암거

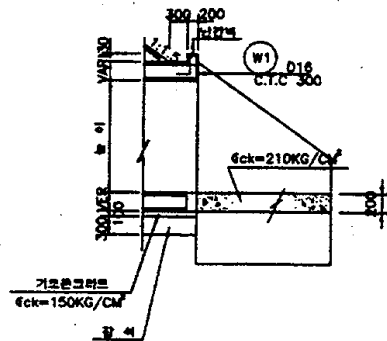
레벨링 콘크리트 치기후 차수벽 및 날개벽 설치용 터파기후 수중 노출로 암거
기초 하부 무너짐



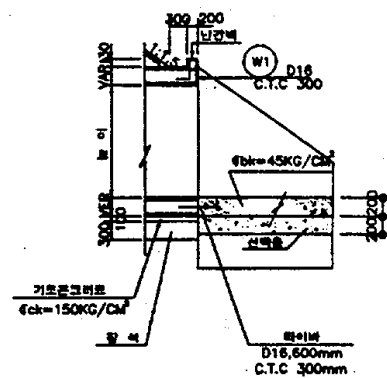
3. 개선방안

가. 통로암거

- 1) 암거구체와 접속저판 사이에 Tie Bar 설치 (D16, L=600, C.T.C 300 단철근)
- 2) 접속저판 콘크리트를 포장 콘크리트로 변경 (인력 포설)
3종 콘크리트 ($\sigma_{ck} = 210\text{kg/cm}^2$) $\rightarrow$ 포장 콘크리트 ($\sigma_{bk} = 45\text{kg/cm}^2$)
- 3) 접속저판 하부에 접속도로 포장과 동일한 두께의 선택재료층 부설 : T=20cm



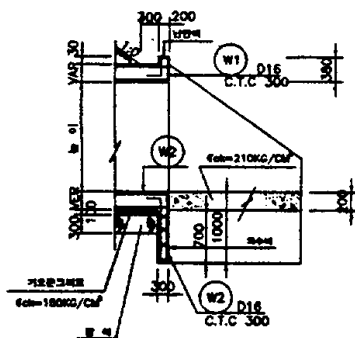
(현 행)



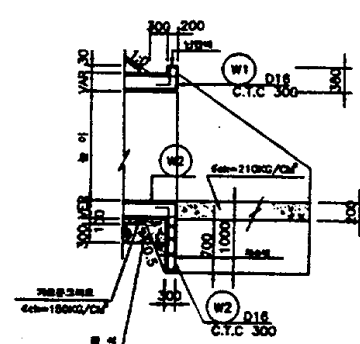
(변경)

나. 수로암거

레벨링 콘크리트 타설시 1:0.5 구배의 채움 콘크리트(5종, $\sigma_{ck}=150\text{kg/cm}^2$) 동시 타설



(현 행)



(변경)

※ 통로 및 수로암거 바닥콘크리트는 차륜접지 및 유수세굴등에 따른 마모·침식을 고려하여 현장 시공시 가급적 저 슬럼프의 콘크리트로 시공하는 것이 바람직함.

4. 세부 검토내용 및 표준도 변경사항 : 별첨

5. 검토결과

가. 개선효과

1) 통로암거

- 암거 구체와 접속 저판 사이에 Tie Bar 설치로 접속저판의 단차예방
- 접속저판 콘크리트를 포장 콘크리트로 변경하여 접속도로 포장과 연계성 부여
- 접속저판 하부에 접속도로 포장과 동일한 두께의 선택재료 부설로 동상을 방지하여 단차 및 파손예방

2) 수로암거

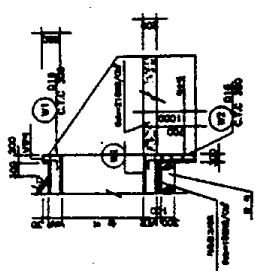
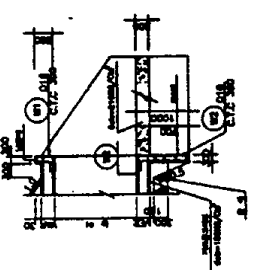
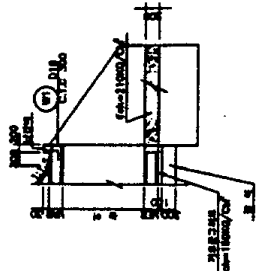
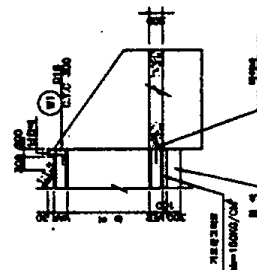
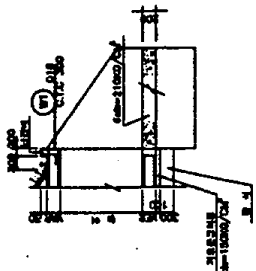
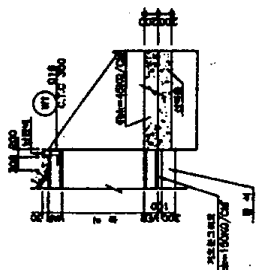
- 레벨링 콘크리트 타설시 1:0.5 구배의 채움 콘크리트 동시 타설로 암거기초, 차수벽 및 날개벽 콘크리트 동시 시공을 위한 차수벽과 날개벽 기초 터파기 이후 철근조립 및 거푸집 설치기간중 용수로 인한 수로암거 기초 입출구 연약화 및 암거 기초하부 무너짐 예방

나. 검토결론

- 1) 표준도 변경
- 2) 실시설계시 반영
- 3) 기발주 구간은 현지 판단후 설계변경 반영

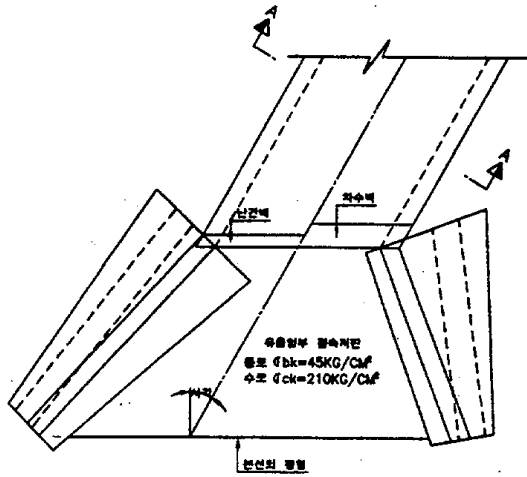
별첨 : 세부검토내용 및 표준도 변경사항

세부 검토 내용

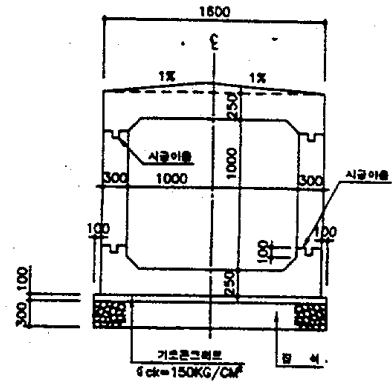
진 토 내 용			내 용 설 명		수 량 및 단 가					
구분	현 형	변 경	현 형	변 경	규 격	수 량 (m³) 1 : 0.5	금액 (원) 1 : 0.5	비 고		
자 수 비 보 강			• 레벨링 콘크리트 $\sigma_{ck} = 150\text{kg/cm}^2$ (T = 10cm)	• 차수벽 보강 레벨링 콘크리트 타설 시 1:0.5 구배의 채움 콘크리트 동시 타설	1.0×1.0	0.144	9,000	m³ 당 60,600원 적용		
					1.5×1.5	0.189	12,000			
					2.0×2.0	0.234	14,200			
					2.5×2.5	0.279	17,000			
					3.0×3.0	0.324	20,000			
BOX구체와 접속저판 연결			• 통로 BOX 구체와 접속저판 연결 없음	• 통로 BOX 구체와 접속저판을 타이바로 연결 (D16, L=600mm C.T.C300mm 단철근)	규 격	수 량 (m) 타 이 바	금액	비 고		
					3.0	3.0	48,600	m당 단가 16,200원 적용		
					3.5	3.5	56,700			
					4.0	4.0	64,800			
					4.5	4.5	72,900			
선 택 중 포 설			• 통로 BOX 접속저판 $\sigma_{ck} = 210\text{kg/cm}^2$ 선택중 포설 없음	• 통로 BOX 접속저판 $\sigma_{bk} = 45\text{kg/cm}^2$ 선택중 20cm 포설 (접속도로 포장과 동일)	규 격 (II)	수 량 (m³)	단가(원) $\sigma_{ck}=210$ kg/cm² $\sigma_{bk}=45$ kg/cm²	금액(원) $\sigma_{ck}=210$ kg/cm² $\sigma_{bk}=45$ kg/cm²	선택상 수량 (m³)	금액 (원)
					3.0	4.790	66,600	324,000	4.790	62,300
					3.5	6.710	66,600	454,000	6.710	87,200
					4.0	8.960	66,600	606,000	8.960	116,500
					4.5	11.330	66,600	766,000	11.330	147,300

1련암거 유출입부 접속저판, 난간벽, 차수벽 일반도

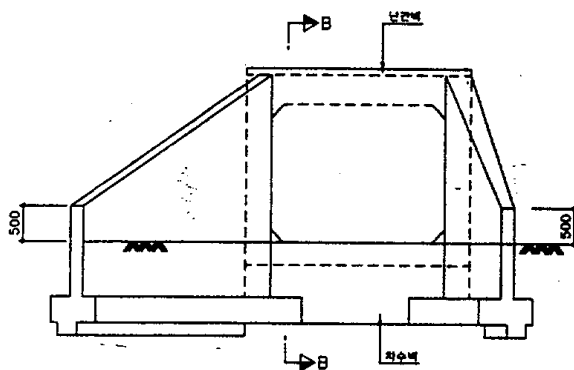
평면도



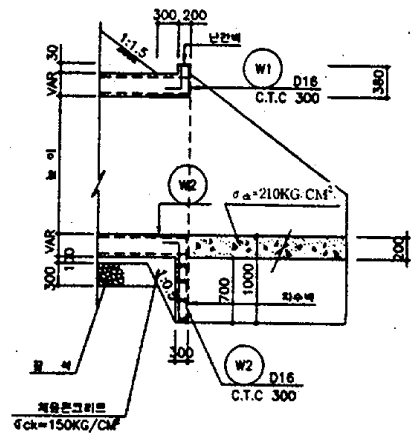
단면 A-A



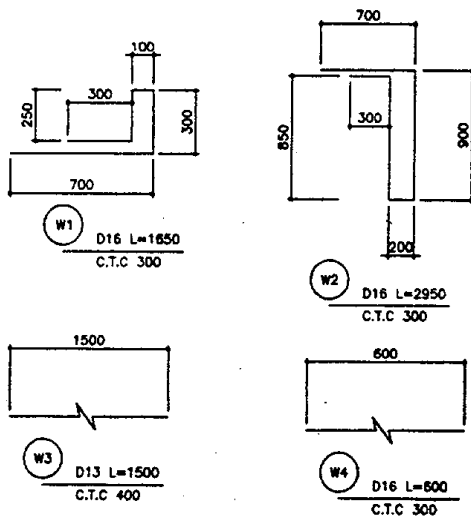
정면도



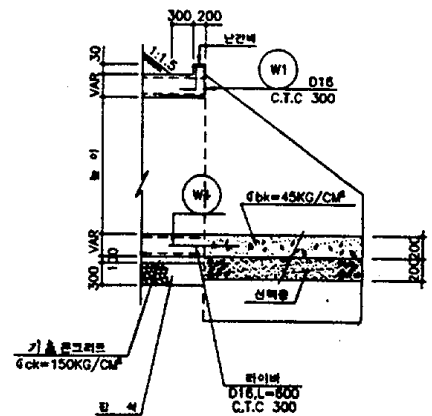
단면 B-B(수문)



철근상세도



단면 B-B(동로)



표준도
TYPICAL DRAWING

도면명

1련암거 유출입부 접속저판
난간벽, 차수벽 일반도

설계자

확인자

작성일

1994. 12

도면번호

2

공사비 증감 대비표

(단위 : 원)

구분	규격		차 수 벽 보 강 (1 : 0.5)			구분	규격		선 택 총		타 이 바		계
			금	액					당초	변경 (추가)	당초	변경 (추가)	
수 로 B O X	1.0×1.0		-	9,000	9,000	통 로 B O X	3.0×3.0		-	62,300	-	48,600	110,900
	1.5	1.0	-	12,000	12,000		3.5×3.5		-	87,200	-	56,700	143,900
		1.5	-	12,000	12,000		4.0×4.0		-	116,500	-	64,800	181,300
	2.0	1.5	-	14,200	14,200		4.5×4.5		-	147,300	-	72,900	220,200
		2.0	-	14,200	14,200								
	2.5	2.0	-	17,000	17,000								
		2.5	-	17,000	17,000								
	3.0	2.0	-	20,000	20,000								
		2.5	-	20,000	20,000								
		3.0	-	20,000	20,000								

적 용 단 가

■ Con'c 강도별 적용단가

Con'c m' 단가	타 설 비	계
$\sigma_{ck_{210}} = 51,000$	16,600/m'	67,600
$\sigma_{ck_{240}} = 54,000$	16,600/m'	70,600
$\sigma_{bk_{45}} = 50,000$	16,600/m'	66,600
$\sigma_{ck_{150}} = 44,000$	16,600/m'	60,600

선 택 층(T=20cm) 재료비 및 포설비 단가

재료비 : 터널암 유용 ; 9,000

석 산 구 입 ; 11,000

포설비 : 4,000/m'

적 용 : 터널암 유용 (9,000)+포설비(4,000) = 13,000/m'

종 별 콘 크 리 트 단 가

- 조골재 터널암 유용 -

<m³ 당>

공		종	P.C CON'C (ϕ 19)	1 종 CON'C (ϕ 25)	2 종 CON'C (ϕ 32)	3 종 CON'C (ϕ 40)	5 종 CON'C (ϕ 50)	표 총 CON'C	LEAN CON'C
생 산	PLANT 사 용 료		2,667	2,667	2,667	2,667	2,667	1,805	1,805
	시멘트구입 및 운반		28,341	19,944	17,645	16,895	11,647	17,695	9,397
	혼 화 제		2,722	419	483	-	-	6	-
	세골재 구입 운반 (상 차 도)		10,312	11,059	11,045	10,664	11,073	10,636	12,932
	조 골 재 (생 산)		2,644	1,991	1,568	1,227	1,247	1,555	1,209
	골 재 투 입		639	633	635	636	639	480	483
	물 사 용 료		362	358	344	338	277	315	311
	소 계		47,687	37,071	34,387	34,427	27,550	32,492	26,137
현 장 내 운 반			3,360	3,360	3,360	3,360	3,360	1,707	1,707
크 랫 샤 설 치, 해 체			142	142	142	142	142	142	142
B / P 설 치, 해 체			212	212	212	212	212	778	778
계			51,401	40,785	38,101	36,141	31,264	35,119	28,764
제 잡 비 (40 %)			20,560	16,314	15,240	14,456	12,505	14,047	11,505
총 계			71,961	57,099	53,341	50,597	43,769	49,166	40,269

- 조골재 석산구입 -

<m³ 당>

공 종		P.C CON'C (φ 19)	1 중 CON'C (φ 25)	2 중 CON'C (φ 32)	3 중 CON'C (φ 40)	5 중 CON'C (φ 50)	표 총 CON'C	LEAN CON'C
생 산	PLANT 사 용 료	2,667	2,667	2,667	2,667	2,667	1,805	1,805
	시멘트구입 및 운반	28,341	19,944	17,645	16,895	11,647	17,695	9,397
	혼 화 제	2,722	419	370	-	-	6	-
	세골재 구입 운반 (상 차 도)	10,312	11,059	11,045	10,664	11,073	10,636	12,932
	조골재운반 (상차도)	6,848	5,619	5,664	5,492	6,118	5,616	5,411
	골 재 투 입	639	633	635	636	639	480	483
	물 사 용 료	362	358	344	338	277	315	311
	소 계	51,891	40,699	38,370	36,692	32,421	36,553	30,339
현 장 내 운 반		3,360	3,360	3,360	3,360	3,360	1,707	1,707
크 랫 사 설 치, 해 체		-	-	-	-	-	-	-
B / P 설 치, 해 체		212	212	212	212	212	778	778
계		55,463	44,271	41,942	40,264	35,993	39,038	32,824
제 잡 비 (40 %)		22,185	17,708	16,777	16,106	14,397	15,615	13,130
총 계		77,648	61,979	58,719	56,370	50,390	54,653	45,954

혼합골재 생산단가

<m³ 당>

공 종		터 널 암 유 용		석 산 구 입		비 고
		보조기충	선 택 충	보조기충	선 택 충	
혼 합 골 재 생 산 비	1. 암	-	-	6,842	6,842	
	1) 석 산 개 발 비	-	-	-	-	
	2) 발 파 비	-	-	-	-	
	3) 기 계 사 용 료	-	-	-	-	
	4) 집 트	-	-	-	-	
	5) 소 합	-	-	-	-	
	6) 적 사	-	-	-	-	
	7) 운 반	-	-	-	-	
	8) 크 랫 사 투 입	1,359	1,359	-	-	
	2 세 골 재	-	-	-	-	
	1) 세 골 재 구 입	2,171	2,171	-	-	
	2) 운 반	996	996	-	-	
	3) 크 랫 사 투 입	139	139	-	-	
	3. 파 쇄 및 혼 합	2,580	1,406	-	-	
	4. 생 산 품 정 리	483	483	-	-	
	5. 운 반	2,115	2,115	2,264	2,264	
	6. 크 랫 사 설 치 해 체	142	142	-	-	
	7. 사 트	△2,621	△2,621	-	-	
	계	7,364	6,190	9,106	9,106	
	제 잡 비 (40%)	2,946	2,476	2,276	2,276	
	총 계	10,310	8,666	11,382	11,382	

4-13 암거보강 슬래브 설계기준 검토

방 침

설 계 일
16210-268
('96. 8. 23)

1. 개 요

- 콘크리트 슬래브의 경우 연단부와 우각부는 일반적으로 중앙부보다 약하고 다른 구조물과 접속되는 위치 즉 횡단구조물(암거등) 상에서 부등침하등이 예상되어 포장 슬래브 지지력 손실을 가져올 수 있다. 이와 같은 포장슬래브의 취약부위에 대하여 콘크리트 슬래브를 보강하여 소요지지력을 확보할 수 있도록 한다.

2. 기존 보강슬래브 설치방법의 문제점

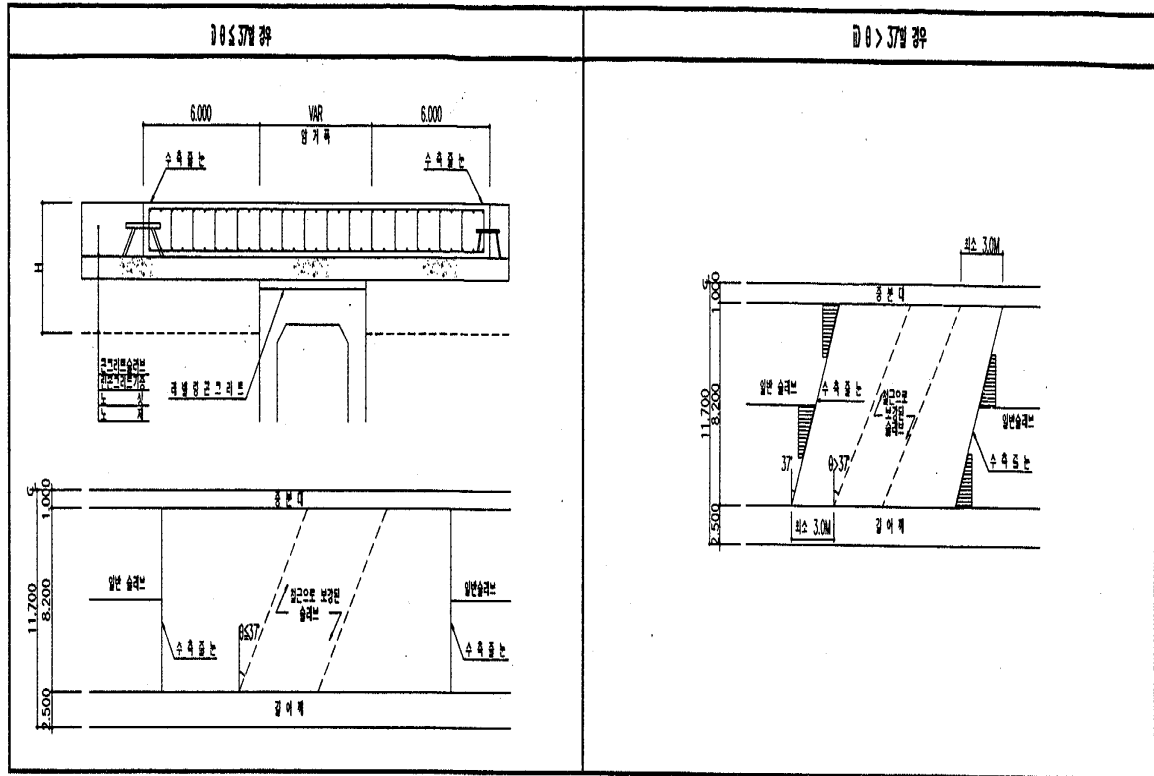
- 사각이 큰 경우($\theta > 37^\circ$ 이상) 구조적으로 취약한 예각부 발생
- 예우각부는 일반적으로 중앙부보다 약하여 철망으로 보강하나 시공상 복잡성 내포
- BOX SIZE 및 사각별로 표준화 되어 있지 않아 설계 및 시공의 번거로움 상존
- 슬래브 접속부에 설치되는 줄눈이 사각으로 설치되므로 슬래브 거동 신축방향이 일치되지 않아 취약부 상존

3. 기존 설계기준의 검토

구 분		현 행 기 준	도로포장 설계시공 지침 (건설부) 및 도로설계요령	일 본 기 준
보 강 슬 래 브	연장	$\theta \leq 37^\circ$ 일 경우 • 6m+암거 폭+6m: 1개 $\theta > 37^\circ$ 일 경우 • 3m+암거 폭+3m: 1개 우각부 보강별도	• 3m+암거 폭+3m	$\theta \leq 20^\circ$ 인 경우 • 10m+암거 폭+10m (보강슬래브 1매) $\theta > 20^\circ$ 인 경우 • 20m+암거 폭+20m (보강슬래브 2매)
	두께	• t=30cm (본선포장두께)	• t=20cm 이상 (통상의 슬래브 두께)	• t=30cm (본선포장두께)
	주철근	• D19, CTC150	• D13 이중철망	• D22 CTC300
줄 눈	팽창줄눈	-	-	일반슬래브와 보강슬래브 접속부
	수축줄눈	• 일반슬래브와 보강 슬 래브 접속부	• 일반슬래브와 보강슬래 브 접속부	• 보강슬래브와 보강슬 래브의 접속부

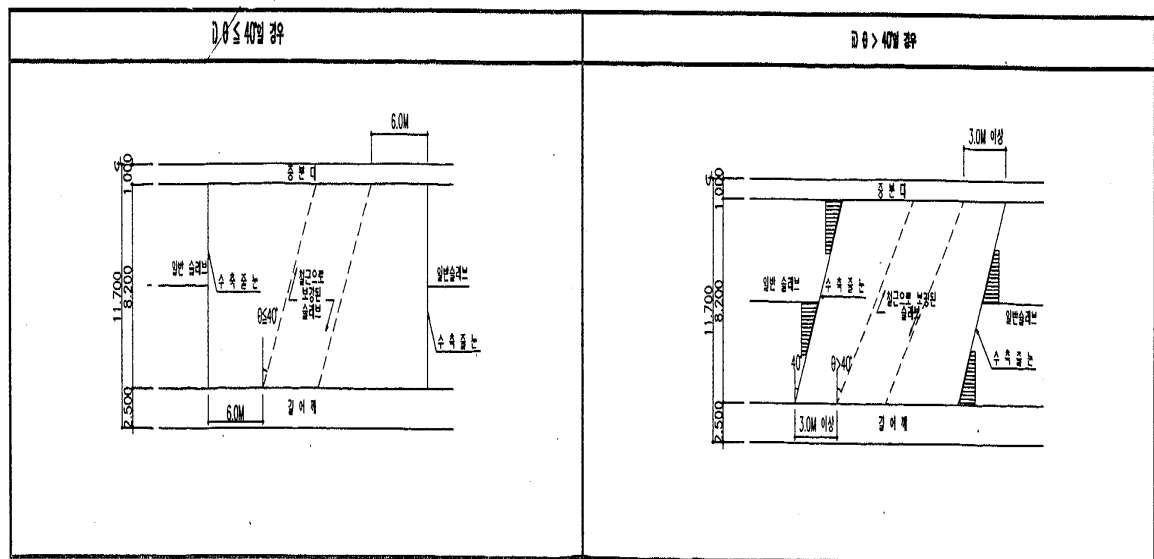
현행 기준

암거상단이 포장층내에 위치할 경우 암거보강

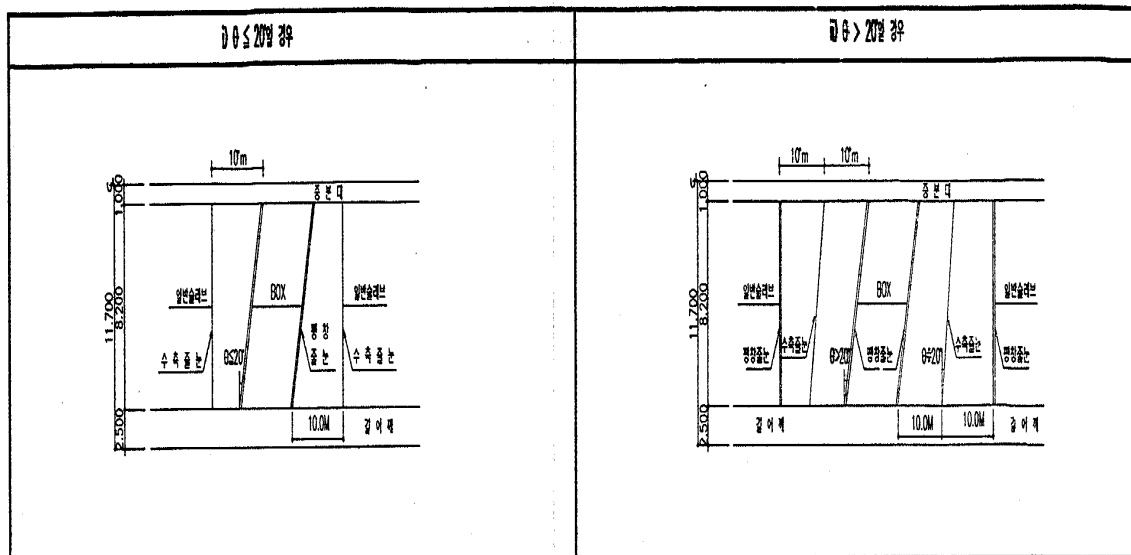


도로포장 설계시공지침(건설부) 및 도로설계요령

암거상단이 포장층내에 위치할 경우 암거보강



최소 성토 두께 15cm 이상 45cm 미만 BOX



4. 개선방안

구분	현황	개선방안 (1)	개선방안 (1)	개선방안 (2)																									
18.53% 이하																													
18.53% 이상	• BOX 규격 및 사각별은 표준화 되어 있지 않음 • 각 경우별로 연장, 철근량을 별도로 계산하므로 번거로움 심함	• 포장콘크리트 하부 보강	• 포장콘크리트 하부 보강	보강부 연장 (L) <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="5">BOX 4.5 X 4.5 인 경우</th> </tr> <tr> <th>구분</th> <th>θ=0°</th> <th>θ=15°</th> <th>θ=30°</th> <th>θ=45°</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>41cm</td> <td>18.0 M</td> <td>20.0 M</td> <td>23.0 M</td> <td>28.0 M</td> </tr> <tr> <td>61cm</td> <td>16.0 M</td> <td>21.0 M</td> <td>25.0 M</td> <td>32.0 M</td> </tr> <tr> <td>81cm</td> <td>16.0 M</td> <td>22.0 M</td> <td>28.0 M</td> <td>35.0 M</td> </tr> </tbody> </table> * 차량진행방향 직각으로 수축결합 설치하여 유각부 삭제	BOX 4.5 X 4.5 인 경우					구분	θ=0°	θ=15°	θ=30°	θ=45°	41cm	18.0 M	20.0 M	23.0 M	28.0 M	61cm	16.0 M	21.0 M	25.0 M	32.0 M	81cm	16.0 M	22.0 M	28.0 M	35.0 M
BOX 4.5 X 4.5 인 경우																													
구분	θ=0°	θ=15°	θ=30°	θ=45°																									
41cm	18.0 M	20.0 M	23.0 M	28.0 M																									
61cm	16.0 M	21.0 M	25.0 M	32.0 M																									
81cm	16.0 M	22.0 M	28.0 M	35.0 M																									

5.개선방안에 대한 구조특성 및 경제성 비교

구 분		현 행				개 선 방 안 (1)				개 선 방 안 (2)			
암거보강 슬 레 브	구조해석결과	- 교축방향의 보강슬래브 길이중 암거에서 슬래브 끝단까지 길이의 70%를 지간으로 하여 2차원 단순보로 해석한 결과 6.0m일때 부모멘트 14.847ton필요 - 사용 con/c $\sigma_{bk} = 45\text{kg/cm}^2$ - 사용철근 D19@150으로는 부족함				- 단경간으로 경간장을 슬래브길이의 70%로 보고 상부 활하중은 슬래브 및 빈배합 콘크리트에 의한 유효폭에 작용하는 등분포하중으로 계산한 결과 교축방향에 최대 정 모멘트가 22.2t·m 발생 - 사용 con/c $\sigma_{ck} = 240\text{kg/cm}^2$ - 사용철근 D22@250				- 탄성체 지반위에 거동하는 3차원 판이론으로 해석한 결과 교축방향 최대 부모멘트가 20.903m발생 - 사용 con/c $\sigma_{bk} = 45\text{kg/cm}^2$ - 사용철근 H19@120			
	구조 특성 및 단면형상	- 포장슬래브 자체를 철근으로 보강 - 사각이 $\theta \leq 37^\circ$ 일 경우와 $\theta > 37^\circ$ 일 경우로 나눔 - 사각에 의한 예각부 발생				암거에 BRACKET을 설치하여 포장체 하부보강				- 포장슬래브 자체를 철근으로 보강 - 사각이 0° 15° 30° 45° 의 4 경우로 나눔 - 사각에 의한 예각부 삭제			
철근배근	설 치 규 모	보강판 1매 및 우각부 보강철근				암거 좌우측으로 보강판 2매				보강판 1매			
	철 근 배 근	- 차량 진행 방향 상면 : D19@150 - 차량진행 직각방향상면 : D13@500 - 차량 진행 방향 하면 : D19@150 - 차량진행 직각방향하면 : D13@500				- 차량 진행 방향 상면 : D22@250 - 차량진행 직각방향상면 : D16@250 - 차량 진행 방향 하면 : D22@125 - 차량진행 직각방향하면 : D16@125				- 차량 진행 방향 상면 : H19@120 - 차량진행 직각방향상면 : H13@200 - 차량 진행 방향 하면 : H19@120 - 차량진행 직각방향하면 : H13@200			
개략물량 및 공사비	사 각 별	0°	15°	30°	45°	0°	15°	30°	45°	0°	15°	30°	45°
	면 적(M ²)	147	164	189	123	98	98	98	98	147	164	189	230
	콘크리트(M ³)	본선표장	본선표장	본선표장	본선표장	51	51	51	51	본선표장	본선표장	본선표장	본선표장
	철 근(TON)	5.240	5.902	6.927	4.518	7.236	7.517	7.744	8.238	7.768	8.581	10.062	12.094
	공사비(천원)	4,400	4,900	5,700	3,900	7,300	7,500	7,800	8,300	6,400	7,000	8,200	9,800

6. 검토 의견

- 연속보로 가정하여 지간의 70%를 고려한 해석은 지간길이가 길어질수록 전반적으로 철근량이 증가하여, 과다설계의 우려가 있으므로 접속슬래브 형식으로 설계하면 철근량이 감소하여 사업비 절감을 도모할수 있음.

현 행	개 선 방 안 (1)	개 선 방 안 (2)
○ 교축방향 슬래브 길이의 70%를 연속보로 하여 2차원 해석 - 연속슬래브 암거 뒷채움부의 다짐불량에 의한 처짐을 고려 암거로부터 슬래브 끝단까지 길이의 70%를 지간으로 해석하였으나 사용 철근량 부족	○ 단순보로 해석하여 상부사하중 및 활하중 재하하여 중앙부에 최대 정모멘트 발생.	○ 탄성체 위에서 거동하는 슬래브를 3차원 판이론 해석 ○ 활하중에 대하여 암거상에서 최대 부모멘트가 발생

- 사각에 의하여 슬래브 길이가 길어져도 암거상단에서 부모멘트가 최대로 발생한다.
- 판 해석에 따른 해석에서도 암거상단에서 부모멘트가 최대로 발생하여 우각부 보강철근이 없으면 전반적으로 철근량 증가가 필요 하다고 판단됨.
- 접속슬라브 형식으로 암거 벽체 상단에 브라켓을 설치하여 보강슬래브를 설치하면 구조적 안정성 및 경제성이 확보 된다고 판단됨.

(암거보강 슬래브 개선안)

구 분	암거보강 슬래브			비 고
	현 행	개 선 안 (1)	개 선 안 (2)	
CON'C	$\sigma_{bk}=45\text{kg/cm}^2$	$\sigma_{ck}=240\text{kg/cm}^2$	$\sigma_{bk}=45\text{kg/cm}^2$	
철 근	D19@150	D22@250	H19@120	차량진행방향 상 단 기 준

7. 검토결과

- 개선방안(2)는 사각이 있는 암거의 경우
 - 보강슬래브 길이 과대 (8차로 $\theta = 45^\circ$ 경우 : 35m)
 - 상·하행선의 줄눈 일치의 어려움
 - 사업비 고가 등의 현행 기준과 동일한 문제점을 내포.
- 상면이 포장층내에 위치하는 암거와 피토고가 1.5m이내인 지중라멘교에 시멘트 콘크리트 및 아스팔트 콘크리트 포장 구분없이 개선방안(1)을 공히 적용하여 설계 및 시공의 일관성, 단순화 도모

8. 기대 효과

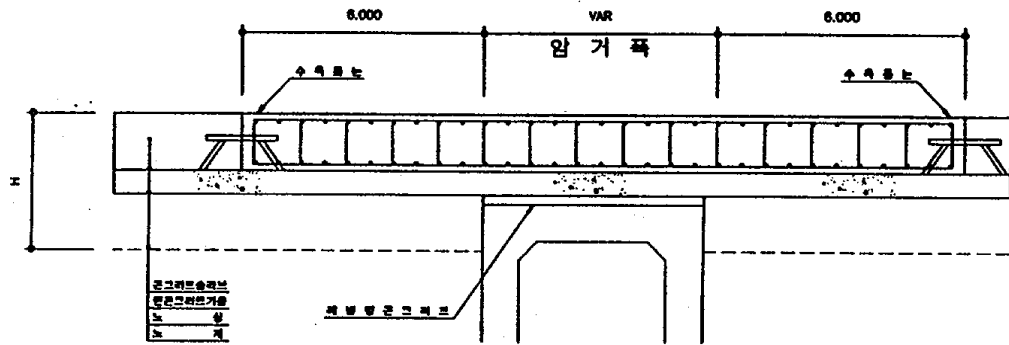
- 암거보강 슬래브의 단순화로 시공성 개선
- 예각부 삭제로 하자요인 경감
- 암거보강 슬래브 사각별, 연장별 도면의 표준화로 설계업무 개선

별첨

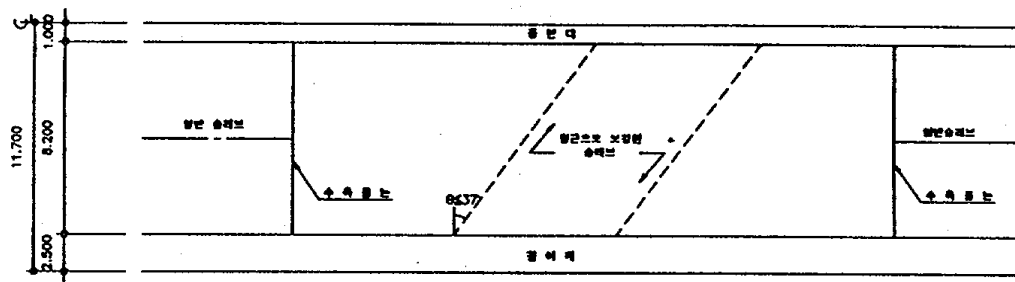
1. 현행 표준도
2. 개선안 (1) 표준도
3. 개선안 (2) 표준도
4. 수량 및 공사비 산출

1. 현행 표준도

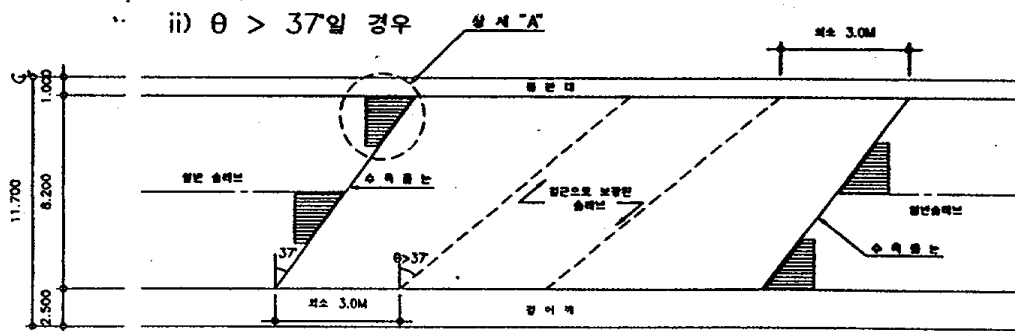
암 거 보 강 부 (1)



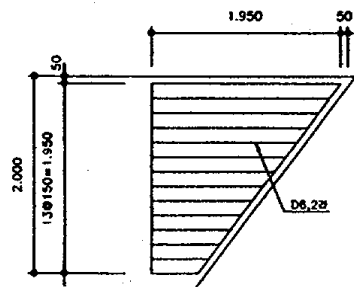
i) $\theta \leq 37^\circ$ 일 경우



ii) $\theta > 37^\circ$ 일 경우



상 세 "A"



주) 암 거 상단이 포설층내에 위치할 경우 암 거 보강



표 준 도
TYPICAL DRAWING

도 면 명

암거보강부 네근도
(4차트)(1)

설 계 자
확 인 지

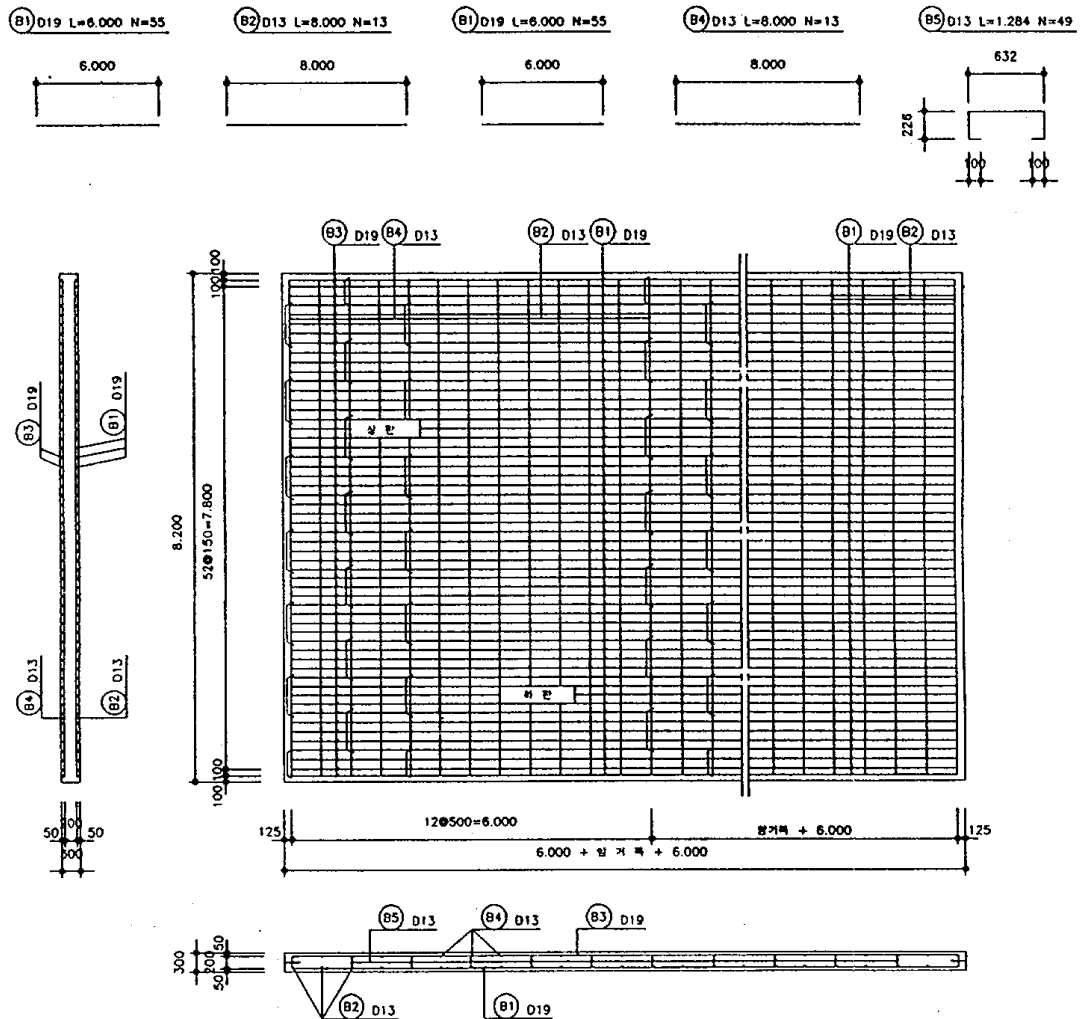
작 성 일
측 적

1994. 12
4. 26

도면번호

암거보강부 배근도(4차로) (2)

철근 상세도



철근 집계표

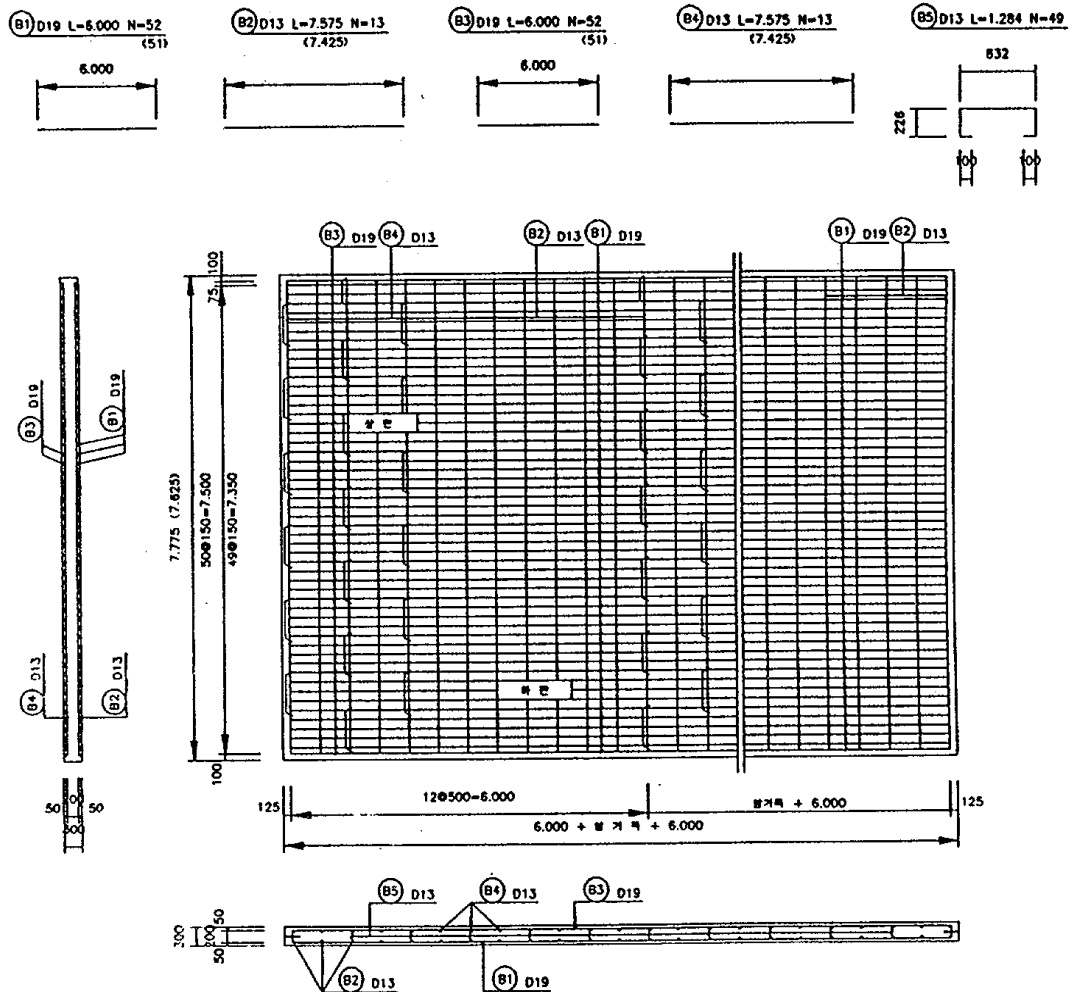
(계소량 6.0M X 8.2M)

번호	직경	길이	갯수	총 길이	단위중량	총 중량	비고
1	D19	6,000	55	330,000			합계 3%
3		6,000	55	330,000			
소계				660,000	2.250	1,485,000	
2	D13	8,000	13	104,000			
4		8,000	13	104,000			
5		1,284	49	62,916			
소계				270,916	0.995	269,561	
총계						1,754	1,807

※ 수량 산출시 (2 X 6M + 양기폭)에 해당하는 발판형 산출

암거보강부 배근도(8차로)

철근 상세도



철근 집계표

주행선 (7.775)

주행선 (7.625)

(계소당 양측 6.0M씩 포함)						
번호	직경	길이	갯수	총 길이	단위용량	총 용량
B1	D19	6,000	52	312,000		
B3	D19	6,000	52	312,000		
Σ				624,000	2.250	1,404,000
B2	D13	7,575	13	98,475		
B4	D13	7,575	13	98,475		
B5	D13	1,284	49	62,916		
Σ				259,866	0.995	259,866
총 계						1,663,866

(계소당 양측 6.0M씩 포함)						
번호	직경	길이	갯수	총 길이	단위용량	총 용량
B1	D19	6,000	51	306,000		
B3	D19	6,000	51	306,000		
Σ				612,000	2.250	1,377,000
B2	D13	7,425	13	96,525		
B4	D13	7,425	13	96,525		
B5	D13	1,284	49	62,916		
Σ				255,966	0.995	255,966
총 계						1,632,966



표준도
TYPICAL DRAWING

도면명

암거보강부 배근도
(8차로)(2)

설계자
확인자

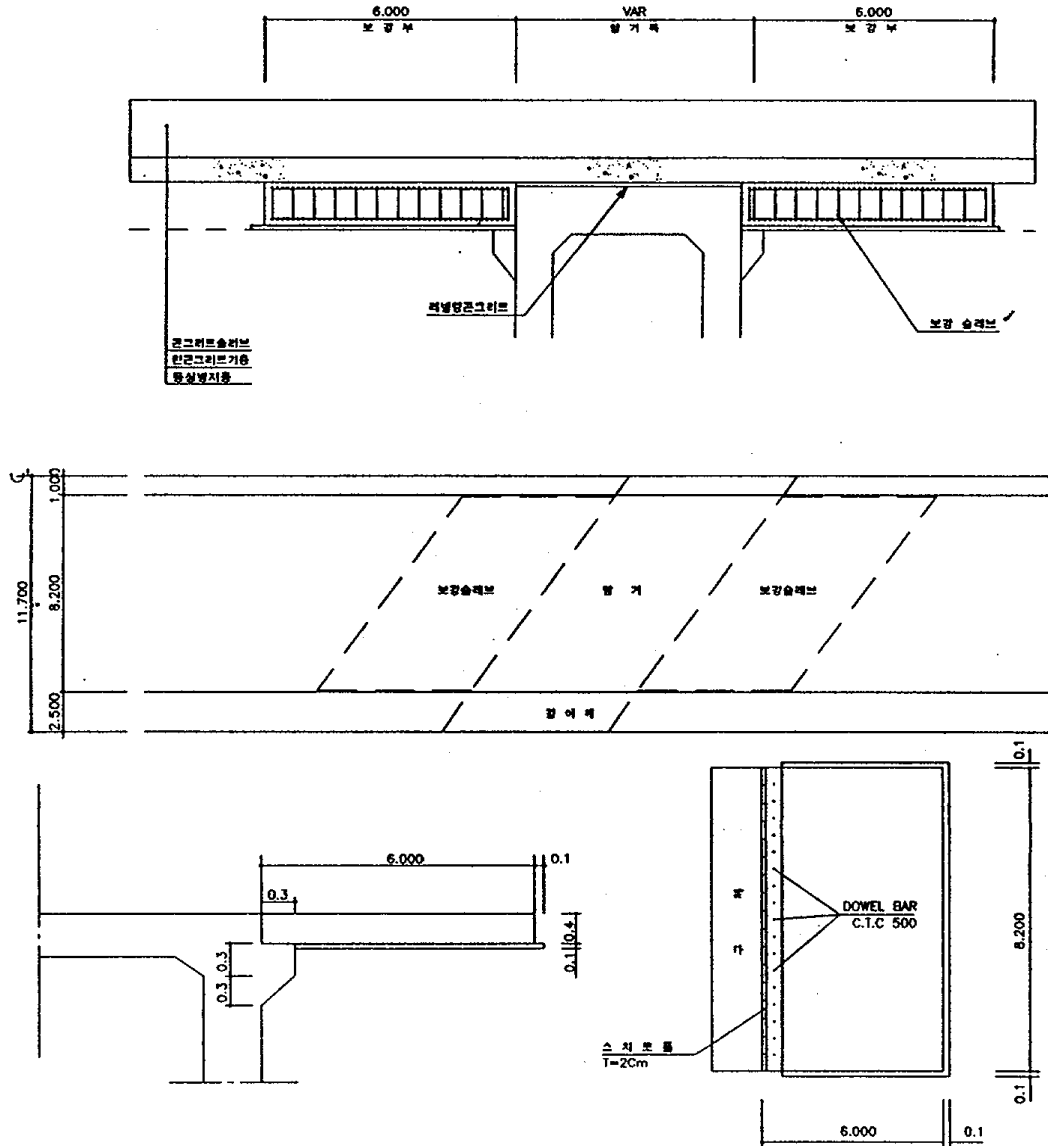
작성일
측척

1994. 12
4. 29

도면번호

2. 개선안 (1) 표준도

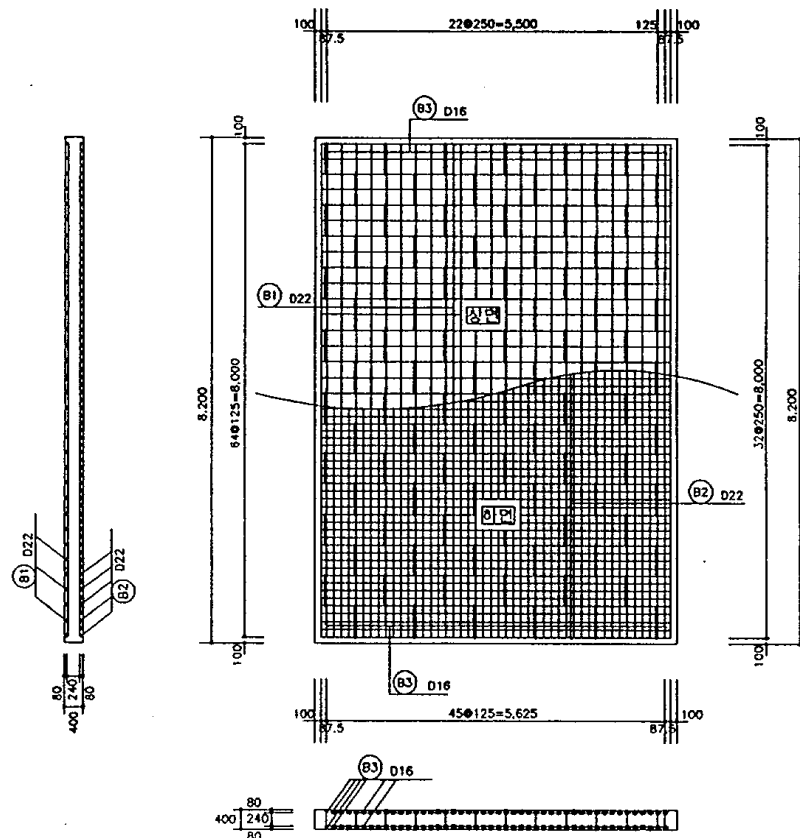
암거보강부 (4차로) (1)



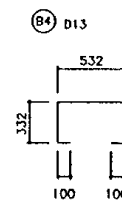
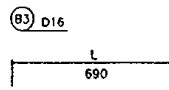
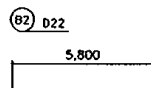
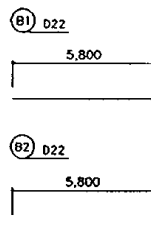
(단위수량: 2EA)

공 종	규 격	단 위	사 각			
			0°	15°	30°	45°
구채콘크리트	$\phi=240 \text{ kg/m}^3$	M³	39.36	39.36	39.36	39.36
기초콘크리트	$\phi=150 \text{ kg/m}^3$	M³	9.744	9.744	9.744	9.744
거푸집	입판 4회	M³	16.20	16.40	17.20	18.90
DOWEL BAR		EA	34	36	38	48

암거보강부 배근도(4차로)(2)



철근 상세도



철근 집계표 (4차로)(3)

(할증3%)

분 류	번호	직경	길 이	갯수	총 길 이	게소	단위중량	총 중 량	비 고
0°	B1	D22	5.800	33	191.400	2	3.04	1163.712	
	B2	D22	5.800	65	377.000	2	3.04	2292.160	
	B3	D16	8.000	74	592.000	2	1.56	1847.040	
	B4	D13	1.396	96	134.016	2	0.995	266.692	
소 계						연 강		5 ^T .570	5 ^T .737
15°	B1	D22	5.800	33	191.400	2	3.04	1163.712	
	B2	D22	5.800	65	377.000	2	3.04	2292.160	
	B3	D16	8.972	74	663.928	2	1.56	2071.455	
	B4	D13	1.396	96	134.016	2	0.995	266.692	
소 계						연 강		5 ^T .794	5 ^T .968
30°	B1	D22	5.800	33	191.400	2	3.04	1163.712	
	B2	D22	5.800	65	377.000	2	3.04	2292.160	
	B3	D16	9.928	74	734.672	2	1.56	2292.177	
	B4	D13	1.396	96	134.016	2	0.995	266.692	
소 계						연 강		6 ^T .015	6 ^T .195
45°	B1	D22	5.800	33	191.400	2	3.04	1163.712	
	B2	D22	5.800	65	377.000	2	3.04	2292.160	
	B3	D16	12.004	74	888.296	2	1.56	2771.484	
	B4	D13	1.396	96	134.016	2	0.995	266.692	
소 계						연 강		6 ^T .494	6 ^T .689



표 준 도
TYPICAL DRAWING

도
면
명

철근 집계표 (4차로)

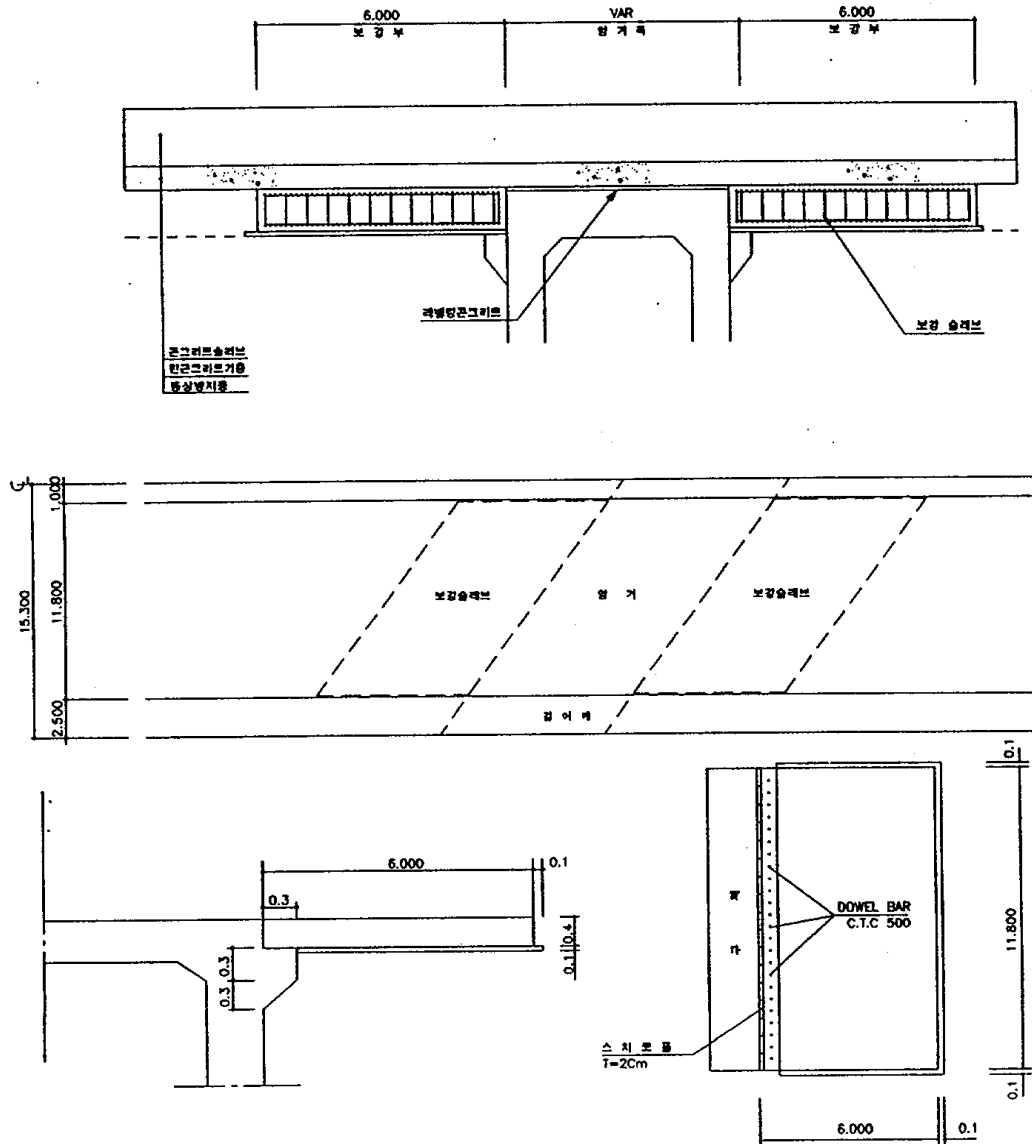
설 계 자
확 인 자

작 성 일
측 척

1996. 7

도면번호
4. 26

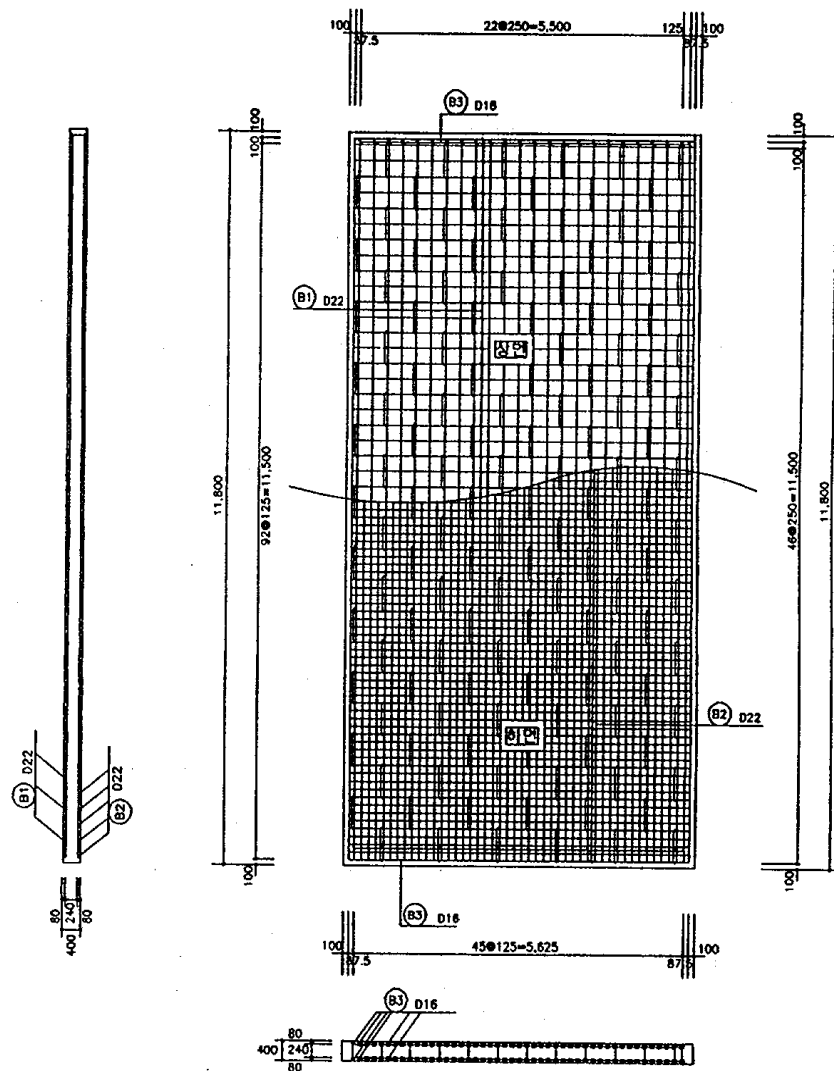
암거보강부 (6차로) (1)



(단위수량:2EA)

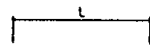
공 종	규 격	단 위	사 각			
			0°	15°	30°	45°
구체콘크리트	$\sigma_c = 240 \text{ kg/cm}^2$	M³	56.64	56.64	56.64	56.64
기초콘크리트	$\sigma_c = 150 \text{ kg/cm}^2$	M³	13.92	13.92	13.92	13.92
거꾸집	입판 4회	M³	19.00	19.40	20.50	23.00
DOWEL BAR		EA	48	50	56	68

암거보강부 배근도(6차로)(2)

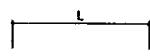


철근상세도

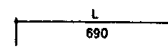
(B1) D22



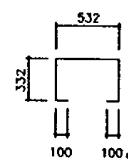
(B2) D22



(B3) D16



(B4) D13



철근집계표 (6차로)(3)

(합중3%)

분류	번호	지경	길이	갯수	총 길이	개소	단위중량	중량	비고
0°	B1	D22	5.800	48	278.400	2	3.04	1692.672	
	B2	D22	5.800	94	545.200	2	3.04	3314.816	
	B3	D16	12.290	74	909.460	2	1.56	2037.515	
	B4	D13	1.396	138	192.648	2	0.995	383.370	
소 계						연 강		7 ^T .428	7 ^T .651
15°	B1	D22	5.800	48	278.400	2	3.04	1692.672	
	B2	D22	5.800	94	545.200	2	3.04	3314.816	
	B3	D16	12.906	74	955.044	2	1.56	2979.737	
	B4	D13	1.396	138	192.648	2	0.995	383.370	
소 계						연 강		8 ^T .371	8 ^T .622
30°	B1	D22	5.800	48	278.400	2	3.04	1692.672	
	B2	D22	5.800	94	545.200	2	3.04	3314.816	
	B3	D16	14.315	74	1059.310	2	1.56	3305.047	
	B4	D13	1.396	138	192.648	2	0.995	383.370	
소 계						연 강		8 ^T .696	8 ^T .957
45°	B1	D22	5.800	48	278.400	2	3.04	1692.672	
	B2	D22	5.800	94	545.200	2	3.04	3314.816	
	B3	D16	17.378	74	1285.972	2	1.56	4012.233	
	B4	D13	1.396	138	192.648	2	0.995	383.370	
소 계						연 강		9 ^T .403	9 ^T .685



표준도
TYPICAL DRAWING

도면명

철근집계표 (6차로)

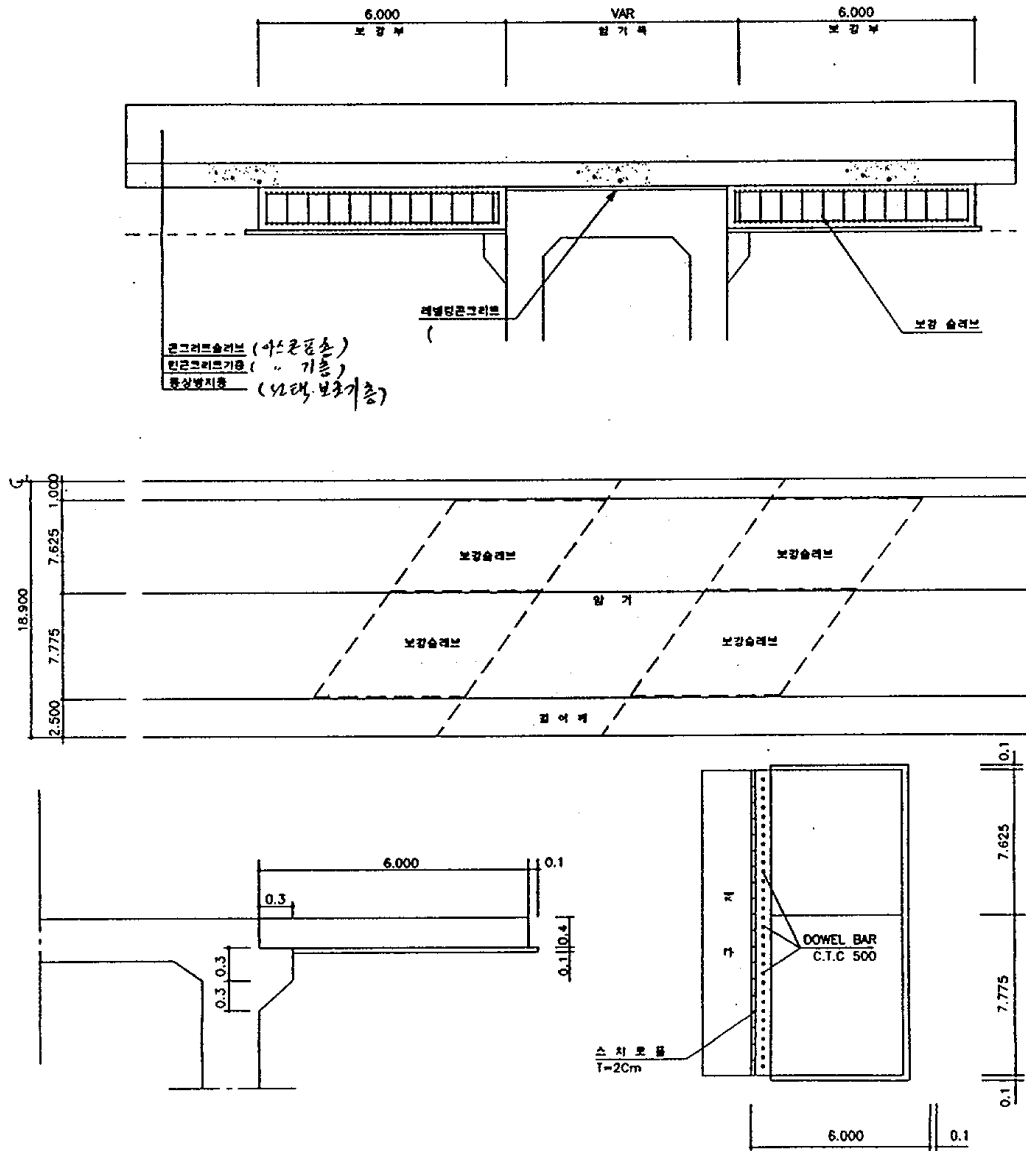
설계자
확인자

작성일
측척

1996. 7
4. 26

도면번호
4. 26

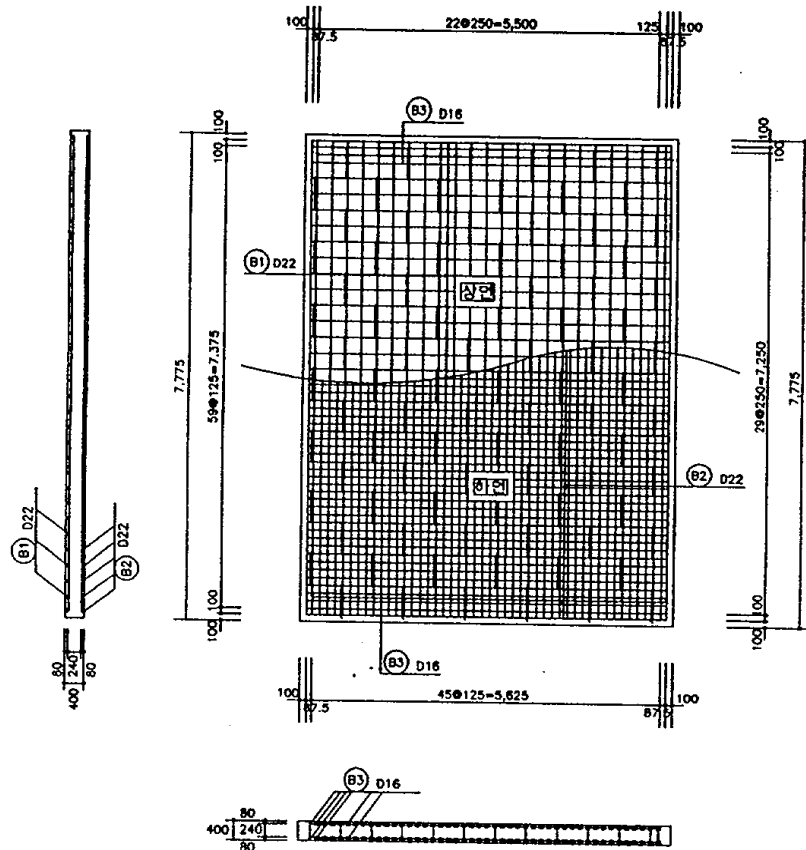
암거보강부 (8차로) (1)



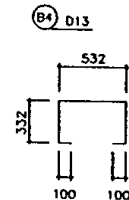
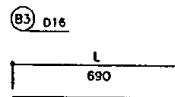
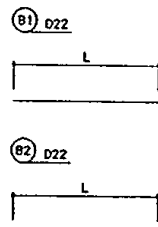
(단위수량:2EA)

공종	규격	단위	사각			
			0°	15°	30°	45°
구체콘크리트	$\alpha=240 \text{ kg/m}^3$	M³	73.92	73.92	73.92	73.92
기초콘크리트	$\alpha=150 \text{ kg/m}^3$	M³	18.096	18.096	18.096	18.096
거푸집	임판 4회	M²	21.90	22.40	23.80	27.00
DOWEL BAR		EA	62	64	72	88

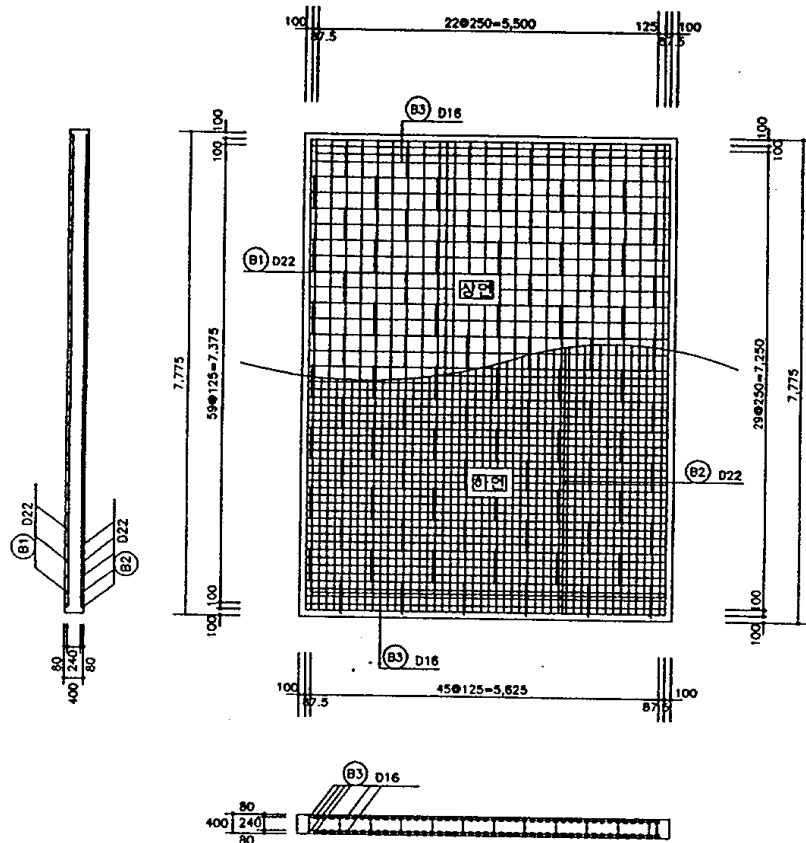
암거보강부 배근도(8차로:주행선)(2)



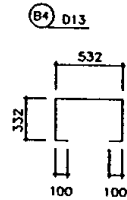
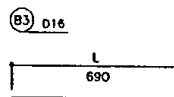
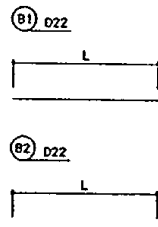
철근상세도



암거보강부 배근도(8차로:주행선)(2)

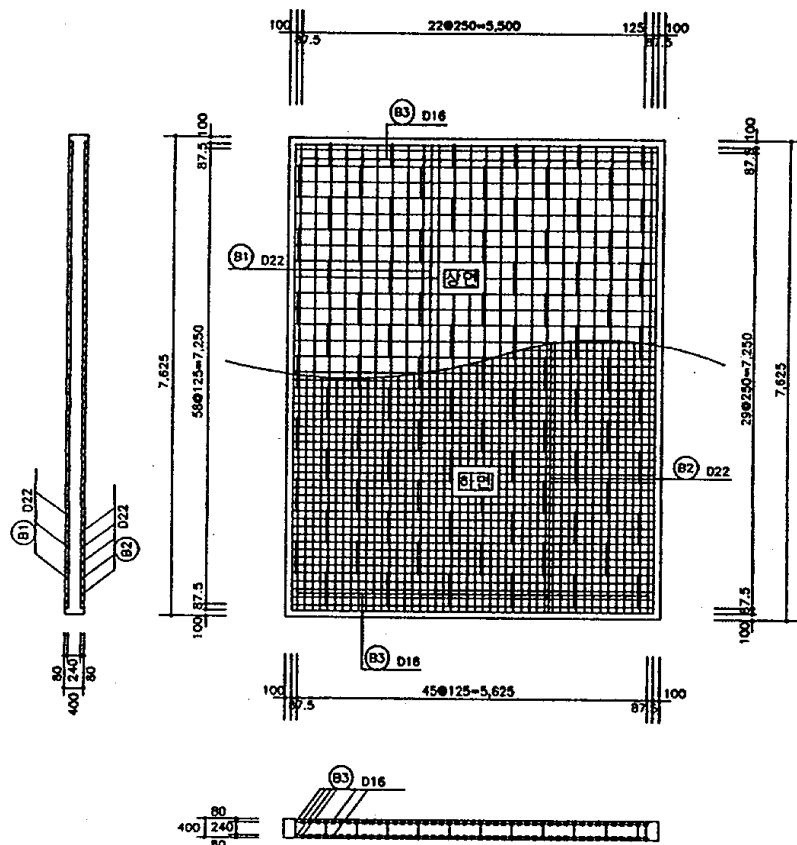


철근상세도



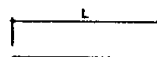
	표준도 TYPICAL DRAWING	도면명 암거보강부 배근도 (8차로:주행선)(2)	설계자		작성일	1996. 7	도면번호 3.135
			확인자		확칙		

암거보강부 배근도 (8차로:추월선)(3)

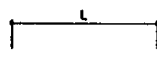


철근 상세도

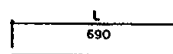
(B1) D22



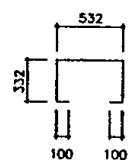
(B2) D22



(B3) D16



(B4) D13



표준도
TYPICAL DRAWING

영역

암거보강부 배근도
(8차로:추월선)(3)

설계자
확인자

작성일
측척

1996. 7
3.135

철근집계표 (8차로:주행선)(4)

(할증 3%)

분류	번호	직경	길이	갯수	총 길이	개소	단위중량	총 중량	비고
0°	B1	D22	5.800	33	191.400	2	3.04	1163.712	
	B2	D22	5.800	62	359.600	2	3.04	2186.368	
	B3	D16	7.575	74	560.550	2	1.56	1748.916	
	B4	D13	1.396	90	125.640	2	0.995	250.024	
소 계						연 강		5T.349	5T.509
15°	B1	D22	5.800	33	191.400	2	3.04	1163.712	
	B2	D22	5.800	62	359.600	2	3.04	2186.368	
	B3	D16	8.532	74	631.368	2	1.56	1969.868	
	B4	D13	1.396	90	125.640	2	0.995	250.024	
소 계						연 강		5T.570	5T.737
30°	B1	D22	5.800	33	191.400	2	3.04	1163.712	
	B2	D22	5.800	62	359.600	2	3.04	2186.368	
	B3	D16	9.437	74	698.338	2	1.56	2178.815	
	B4	D13	1.396	90	125.640	2	0.995	250.024	
소 계						연 강		5T.779	5T.952
45°	B1	D22	5.800	33	191.400	2	3.04	1163.712	
	B2	D22	5.800	62	359.600	2	3.04	2186.368	
	B3	D16	11.403	74	843.822	2	1.56	2632.725	
	B4	D13	1.396	90	125.640	2	0.995	250.024	
소 계						연 강		6T.233	6T.420



한국도로공사
KOREA HIGHWAY CORPORATION

표준도면
TYPICAL DRAWING

도면명

철근집계표
(8차로:주행선)(4)

설계자
확인자

작성일
숙칙

1996. 7
4. 26

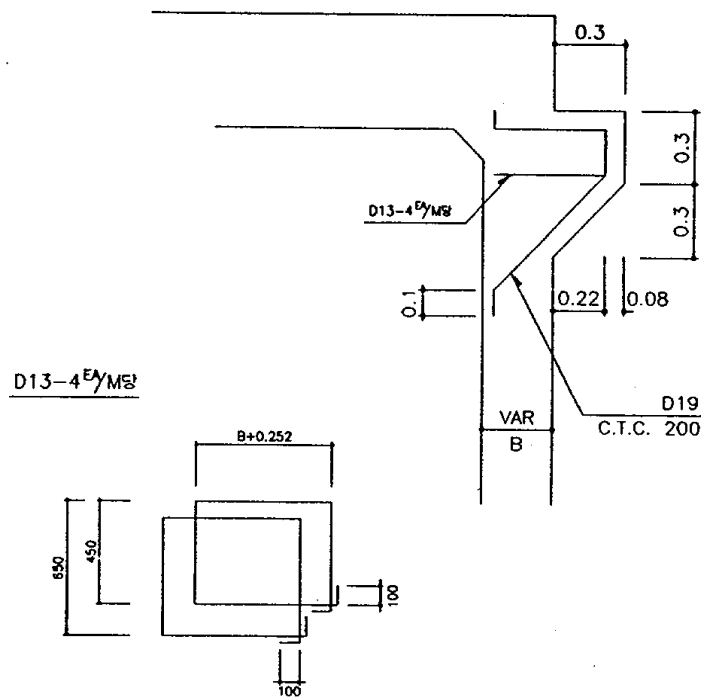
도면번호

철근 집계표 (8차로:추월선)(5)

(할증 3%)

분류	번호	직경	길이	갯수	총 길이	개소	단위중량	총 중량	비고
0°	B1	D22	5.800	32	185.600	2	3.04	1128.448	
	B2	D22	5.800	61	353.800	2	3.04	2151.104	
	B3	D16	7.425	74	549.450	2	1.56	1714.284	
	B4	D13	1.396	90	125.640	2	0.995	250.024	
소 계						연 강		5 ^T .244	5 ^T .401
15°	B1	D22	5.800	32	185.600	2	3.04	1128.448	
	B2	D22	5.800	61	353.800	2	3.04	2151.104	
	B3	D16	8.377	74	619.898	2	1.56	1934.082	
	B4	D13	1.396	90	125.640	2	0.995	250.024	
소 계						연 강		5 ^T .464	5 ^T .628
30°	B1	D22	5.800	32	185.600	2	3.04	1128.448	
	B2	D22	5.800	61	353.800	2	3.04	2151.104	
	B3	D16	9.264	74	685.536	2	1.56	2138.872	
	B4	D13	1.396	90	125.640	2	0.995	250.024	
소 계						연 강		5 ^T .668	5 ^T .838
45°	B1	D22	5.800	32	185.600	2	3.04	1128.448	
	B2	D22	5.800	61	353.800	2	3.04	2151.104	
	B3	D16	11.191	74	828.134	2	1.56	2583.778	
	B4	D13	1.396	90	125.640	2	0.995	250.024	
소 계						연 강		6 ^T .113	6 ^T .296

BRACKET 상세도



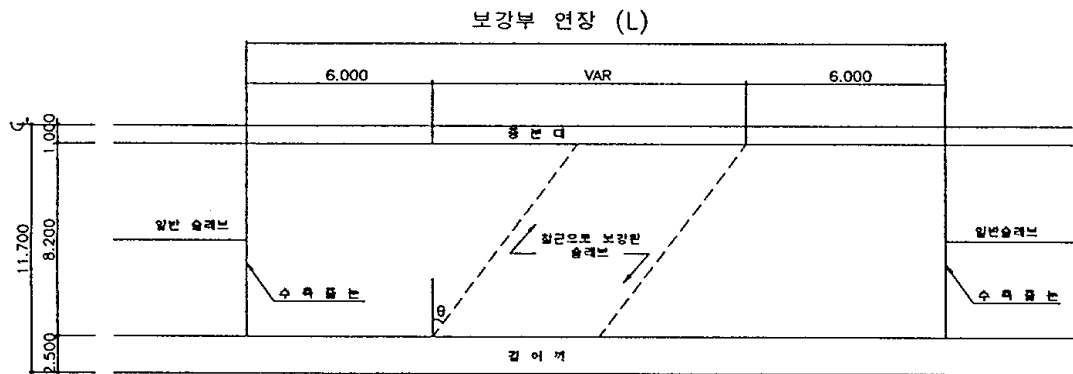
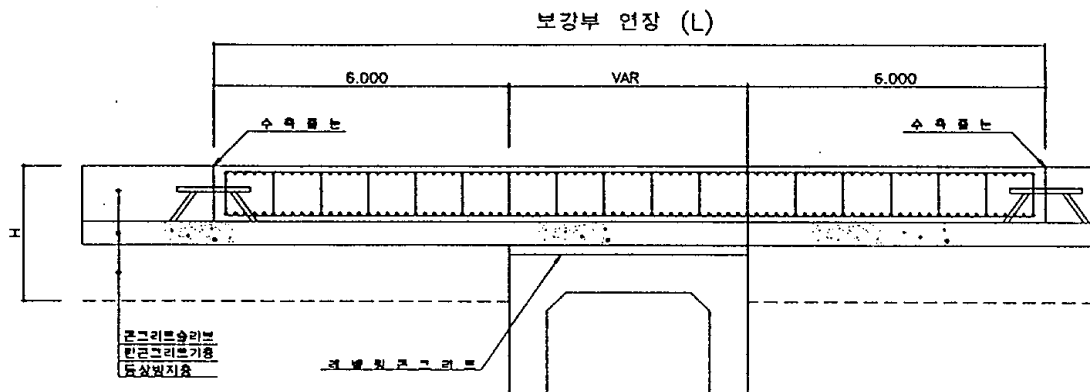
1. 큰 크리트 : $(0.3 + 0.6) \times 0.5 \times 0.3 \times l = 0.135 \times l$

2. 거 부 집 : $0.3 + \sqrt{(0.3)^2 + (0.3)^2} \times l + (0.3 + 0.6) \times \frac{1}{2} \times 0.3 \times 2^{EA}$
 $= 0.57 + 0.424l$

3. 철 근(D19) : $\{ B + 0.24 \times 2 + \sqrt{(2 \times (5 + 0.14))^2} \} \times 2.25 \text{ kg/m} \times \text{갓수}$

3. 개선안 (2) 표준도

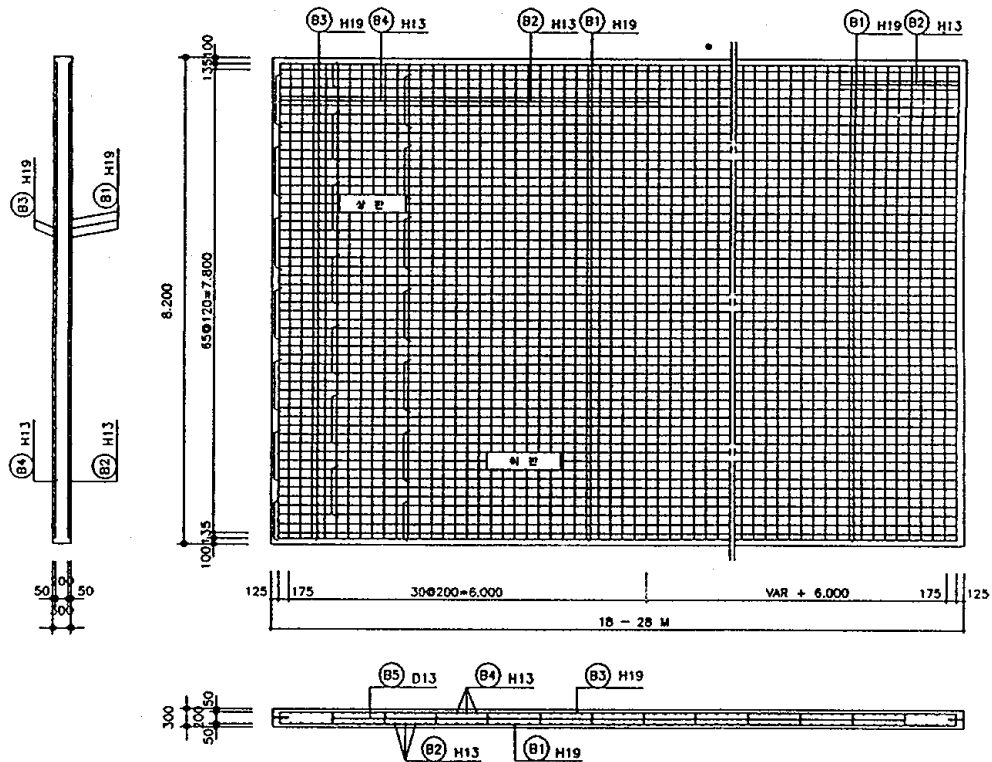
암 거 보 강 부 (1)



보강부 연장 (L)

구 분		BOX 4.5 X 4.5 인 경우			
		$\theta=0^\circ$	$\theta=15^\circ$	$\theta=30^\circ$	$\theta=45^\circ$
보 강 부 연 장 (L)	4차로	18.0 M	20.0 M	23.0 M	28.0 M
	6차로	18.0 M	21.0 M	25.0 M	32.0 M
	8차로	18.0 M	22.0 M	28.0 M	35.0 M

철근상세도

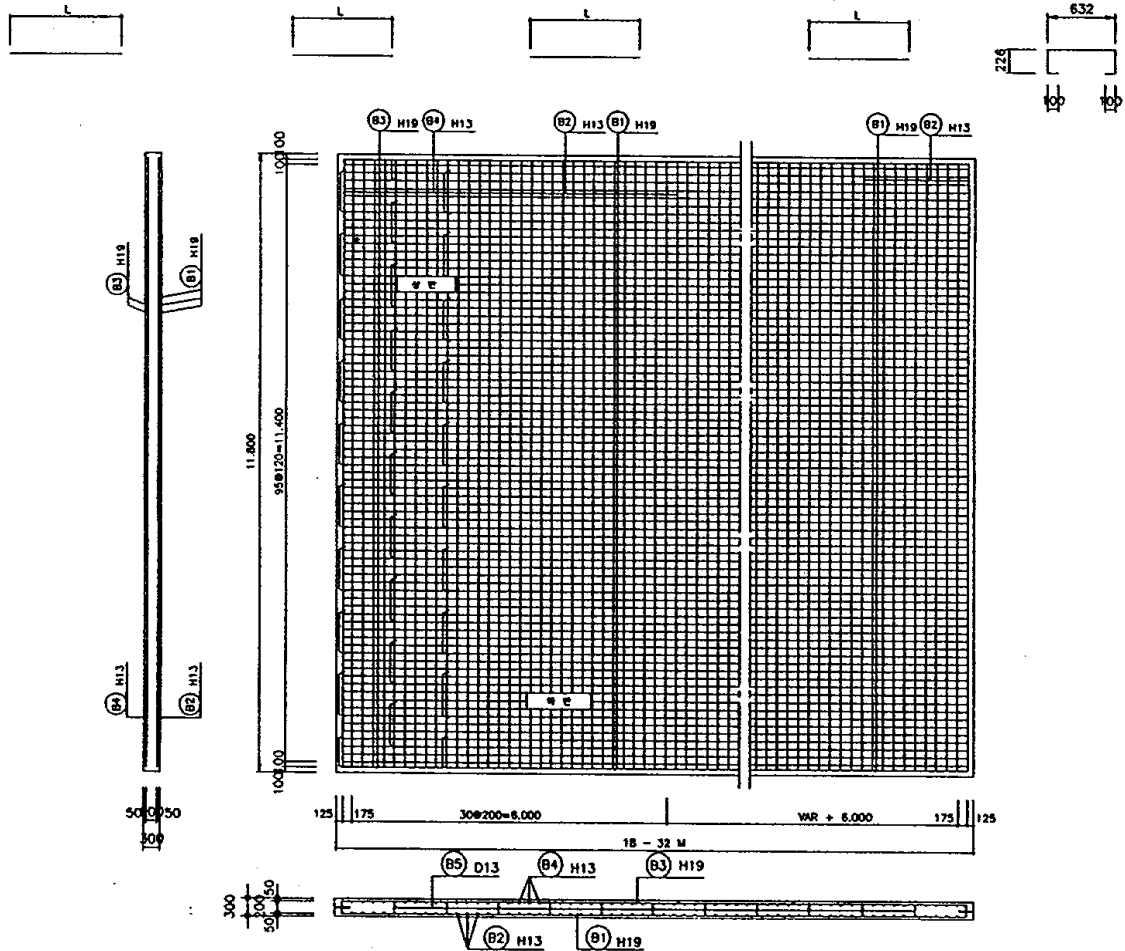


철근집계표																			
(B)		직경	단위 중량	L = 18 M				L = 20 M				L = 23 M				L = 28 M			
번호				길이	갯수	총길이	총중량	길이	갯수	총길이	총중량	길이	갯수	총길이	총중량	길이	갯수	총길이	총중량
1	H19			19.410	68	1319.880		21.410	68	1455.88		25.240	68	1716.32		30.240	68	2056.32	
3	H19			19.410	68	1319.880		21.410	68	1455.88		25.240	68	1716.32		30.240	68	2056.32	
소 계		2.250				2639.76	5939.460			2911.76	6551.46			3432.64	7723.44			4112.64	9253.44
2	H13			8.000	90	720.000		8.000	100	800.00		8.000	115	920.00		8.000	140	1120	
4	H13			8.000	90	720.000		8.000	100	800.00	1592.0	8.000	115	920.00	1830.80	8.000	140	1120	2228.80
소 계		0.995				1440	1432.800			1600.00				1840.00				2240	
5	D13			1.284	133	170.772	169.918	1.284	147	188.748	187.804	1.284	168	215.712	214.633	1.284	203	260.652	259.349
소 계		0.995																	
총 계						7542.176				3331.264				9768.873				1741.583	
합 증		3%		7' 768				8' 581				10' 062				12' 094			

암거보강부 배근도(6차로) (1)

철근 상세도

(B1) H19 L=17.750 J=2 L'=19.410 N=98 H19 L=20.750 J=2 L'=22.410 N=98 H19 L=24.750 J=3 L'=27.240 N=98 H19 L=31.750 J=4 L'=35.070 N=98	(B2) H13 L=11.600 J=1 L'=12.150 N=90 H13 L=11.600 J=1 L'=12.150 N=105 H13 L=11.600 J=1 L'=12.150 N=125 H13 L=11.600 J=1 L'=12.150 N=160	(B3) H19 L=17.750 J=2 L'=19.410 N=98 H19 L=20.750 J=2 L'=22.410 N=98 H19 L=24.750 J=3 L'=27.240 N=98 H19 L=31.750 J=4 L'=35.070 N=98	(B4) H13 L=11.600 J=1 L'=12.150 N=90 H13 L=11.600 J=1 L'=12.150 N=105 H13 L=11.600 J=1 L'=12.150 N=125 H13 L=11.600 J=1 L'=12.150 N=160	(B5) D13 L=1.284 N=190 D13 L=1.284 N=220 D13 L=1.284 N=260 D13 L=1.284 N=330
--	---	--	---	--



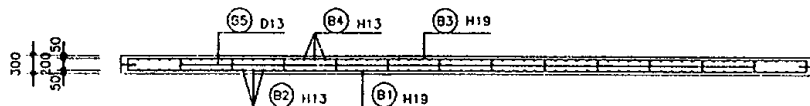
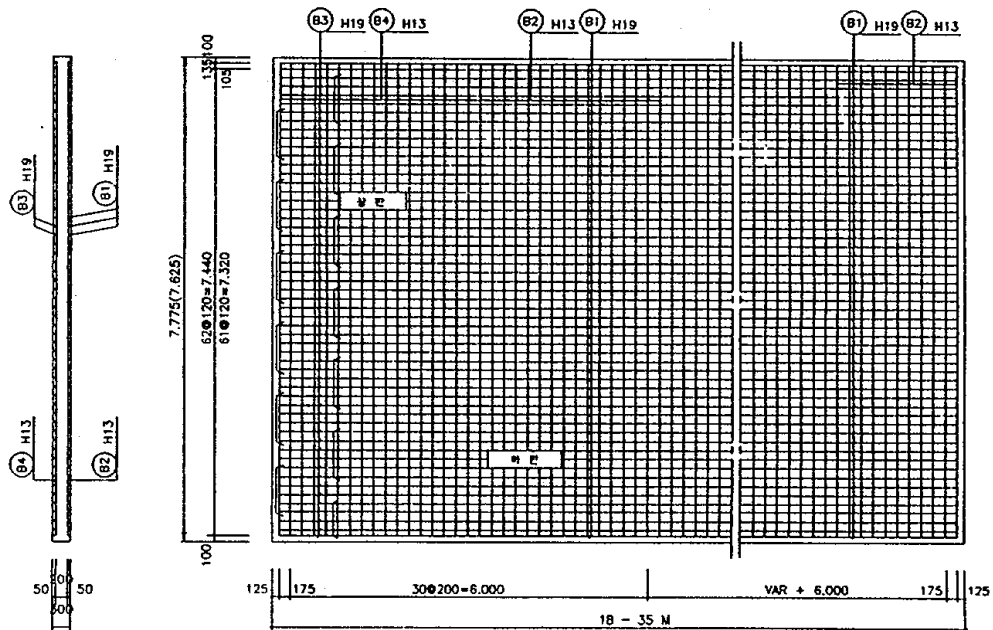
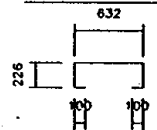
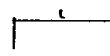
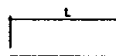
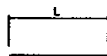
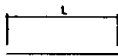
⑧ 철근 집계표

번호	직경	단위 중량	L = 18 M				L = 21 M				L = 25 M				L = 32 M			
			길이	갯수	총길이	총중량	길이	갯수	총길이	총중량	길이	갯수	총길이	총중량	길이	갯수	총길이	총중량
1	H19		19.410	98	1902.18		22.410	98	2196.18		27.240	98	2669.52		35.070	98	3436.86	
3	H19		19.410	98	1902.18		22.410	98	2196.18		27.240	98	2669.52		35.070	98	3436.86	
소 계			2.250		3804.36	8559.81			4392.36	9882.81			5339.04	12012.84			6873.72	15465.87
2	H13		12.150	90	1093.5		12.150	105	1275.75		12.150	125	1518.75		12.150	160	1944.0	
4	H13		12.150	90	1093.5		12.150	105	1275.75		12.150	125	1518.75		12.150	160	1944.0	
소 계			2.250		2187.00	2176.065			2551.5	2538.743			3037.5	3022.313			3888.0	3868.56
5	D13		1.284	190	243.96		1.284	220	282.48		1.284	260	333.84		1.284	330	423.72	
소 계			0.995		243.96	242.740			282.48	281.068			333.84	332.171			423.72	421.601
총 계						0978.615				2702.621				5367.324				1975.031
일 증			3%			11' .308			13' .084				15' .828				20' .349	

암거보강부 배근도(8차로) (1)

철근상세도

(B1) H19 L=17.750 J=2 L'=19.410 N=64(63) H19 L=21.750 J=2 L'=23.410 N=64(63) H19 L=27.750 J=3 L'=30.240 N=64(63) H19 L=34.750 J=4 L'=38.070 N=64(63)	(B2) H13 L=7.575(7.425) N=90 H13 L=7.575(7.425) N=110 H13 L=7.575(7.425) N=145 H13 L=7.575(7.425) N=175	(B1) H19 L=17.750 J=2 L'=19.410 N=64(63) H19 L=21.750 J=2 L'=23.410 N=64(63) H19 L=27.750 J=3 L'=30.240 N=64(63) H19 L=34.750 J=4 L'=38.070 N=64(63)	(B2) H13 L=7.575(7.425) N=90 H13 L=7.575(7.425) N=110 H13 L=7.575(7.425) N=145 H13 L=7.575(7.425) N=175	(B5) D13 L=1.284 N=133 D13 L=1.284 N=161 D13 L=1.284 N=203 D13 L=1.284 N=252
--	---	--	---	--



철근 집 계 표

주행선 (7.775)

(B)

번호	직경	단위 중량	L = 18 M				L = 22 M				L = 28 M				L = 35 M			
			길이	갯수	총길이	총중량	길이	갯수	총길이	총중량	길이	갯수	총길이	총중량	길이	갯수	총길이	총중량
1	H19		19.410	64	1242.24		23.410	64	1498.24		30.240	64	1935.36		38.07	64	2436.48	
3	H19		19.410	64	1242.24		23.410	64	1498.24		30.240	64	1935.36		38.07	64	2436.48	
소 계			2.250		2484.48	5590.08			2996.48	6742.08			3870.72	8709.12			4872.96	10964.16
2	H13		7.575	90	681.75		7.575	110	833.25		7.575	140	1060.5		7.575	175	1325.625	
4	H13		7.575	90	681.75		7.575	110	833.25		7.575	140	1060.5		7.575	175	1325.625	
소 계			2.250		1363.5	1356.683			1666.5	1658.188			2121.02	2110.395			2651.25	2637.994
5	D13		1.284	133	170.772		1.284	161	206.724		1.284	203	260.652		1.284	252	323.568	
소 계			0.995		170.772	169.918			206.724	205.690			260.652	259.349			323.568	321.950
총 계						7116.681				8605.938				1078.864				3924.104
일 증 3%					7' .330				8' .864				11' .411				14' .342	

추월선 (7.625)

(B)

번호	직경	단위 중량	L = 18 M				L = 22 M				L = 28 M				L = 35M			
			길이	갯수	총길이	총중량	길이	갯수	총길이	총중량	길이	갯수	총길이	총중량	길이	갯수	총길이	총중량
1	H19		19.410	63	1222.83		23.410	63	1474.83		30.240	63	1905.12		38.07	63	2398.41	
3	H19		19.410	63	1222.83		23.410	63	1474.83		30.240	63	1905.12		38.07	63	2398.41	
소 계			2.250		2445.66	5502.735			2949.66	6636.735			3810.24	8573.04			4796.82	10792.845
2	H13		7.425	90	668.25		7.425	110	816.75		7.425	140	1039.5		7.425	175	1299.375	
4	H13		7.425	90	668.25		7.425	110	816.75		7.425	140	1039.5		7.425	175	1299.375	
소 계					1336.5	1329.818			1633.5	1625.333			2079.0	2068.605			2598.75	2585.756
5	D13		1.284	133	170.772		1.284	161	206.724		1.284	203	260.652		1.284	252	323.568	
소 계			0.995		170.772	169.918			206.724	205.690			260.652	259.349			323.568	321.950
총 계						7002.47				8467.758				10900.994				3700.55
일 증 3%					7' .213				8' .722				11' .228				14' .112	

4. 수량 및 공사비 산출

수량 산출(4차로 : $\theta=0^\circ$)

구 분	현 행	개 선 안 (1)	개 선 안 (2)
콘 크 리 트	본 선 포 장	51.318m ³	본 선 포 장
철 근	5.240TON	7.286TON	7.768TON
수 축 줄 눈	16.4 M	24.6M(본선포장)	16.4M

공사비 비교(4차로 : $\theta=0^\circ$)

항 목	단위	단 가	현 행		개 선 안 (1)		개 선 안 (2)	
			수량	금액	수량	금액	수량	금액
콘크리트 생산,타설	M ³	20,300			51	1,035,300		
선택층 공제	M ³	13,610			△) 51	△)694,110		
거 푸 집	M ²	14,338			16	229,408		
DOWEL설치	개소	7,515			34	255,510		
가로수축 줄눈	M	3,869	16	61,904	24	92,856	16	61,904
철근가공조립(보통)	TON	313,475	5.240	1,642,609	7.286	2,283,978	7.768	2,435,074
소 계				1,704,513		3,202,942		2,496,978
도급 공사비				2,556,769		4,804,413		3,745,467
자재비 줄눈	M	11,200	16	179,200	24	268,800	16	179,200
자재비 철근	TON	314,418	5.240	1,647,550	7.286	2,290,849	7.768	2,442,399
총 공사비				4,400,000		7,300,000		6,400,000

수량 산출(4차로 : $\theta=15^\circ$)

구 분	현 행	개 선 안 (1)	개 선 안 (2)
콘 크 리 트	본 선 포 장	51.318m ³	본 선 포 장
철 근	5.902TON	7.517TON	8.581TON
수 축 줄 눈	16.4 M	24.6M(본선포장)	16.4M

공사비 비교(4차로 : $\theta=15^\circ$)

항 목	단위	단 가	현 행		개 선 안 (1)		개 선 안 (2)	
			수량	금액	수량	금액	수량	금액
콘크리트 생산,타설	M ³	20,300			51	1,035,300		
선택층 공제	M ³	13,610			△) 51	△)694,110		
거 푸 집	M ²	14,338			16	229,408		
DOWEL설치	개소	7,515			36	270,510		
가로수축 줄눈	M	3,869	16	61,904	25	96,725	16	61,904
철근가공조립(보통)	TON	313,475	5.902	1,850,129	7.517	2,356,391	8.581	2,689,929
소 계				1,912,033		3,294,224		2,751,833
도급 공사비				2,868,050		4,941,336		4,127,749
자재비 줄눈	M	11,200	16	179,200	25	280,000	16	179,200
자재비 철근	TON	314,418	5.902	1,855,695	7.517	2,363,480	8.581	2,698,021
총 공사비				4,900,000		7,500,000		7,000,000

수량 산출(4차로 : $\theta = 30^\circ$)

구 분	현 행	개 선 안 (1)	개 선 안 (2)
콘 크 리 트	본 선 포 장	51.318m ³	본 선 포 장
철 근	6.927TON	7.744TON	10.062TON
수 축 줄 눈	16.4 M	24.6M(본선포장)	16.4M

공사비 비교(4차로 : $\theta = 30^\circ$)

항 목	단위	단 가	현 행		개 선 안 (1)		개 선 안 (2)	
			수량	금액	수량	금액	수량	금액
콘크리트 생산,타설	M ³	20,300			51	1,035,300		
선택층 공제	M ³	13,610			△) 51	△)694,110		
거 푸 집	M ²	14,338			17	243,746		
DOWEL설치	개소	7,515			38	285,570		
가로수축 줄눈	M	3,869	16	61,904	24	92,856	16	61,904
철근가공조립(보통)	TON	313,475	6.927	2,171,441	7.744	2,427,550	10.062	3,154,185
소 계				2,233,345		3,390,912		3,216,089
도급 공사비				3,350,017		5,086,368		4,824,133
자재비 줄눈	M	11,200	16	179,200	24	268,800	16	179,200
자재비 철근	TON	314,418	6.927	2,177,973	7.744	2,434,852	10.062	3,163,674
총 공사비				5,700,000		7,800,000		8,200,000

수량 산출(4차로 : $\theta=45^\circ$)

구 분	현 행	개 선 안 (1)	개 선 안 (2)
콘크리트	본선포장	51.318m ³	본선포장
철근	4.518TON	8.238TON	12.094TON
수축줄눈	20.5 M	24.6M(본선포장)	16.4M

공사비 비교(4차로 : $\theta=45^\circ$)

항 목	단위	단 가	현 행		개 선 안 (1)		개 선 안 (2)	
			수량	금액	수량	금액	수량	금액
콘크리트 생산,타설	M ³	20,300			51	1,035,300		
선택층 공제	M ³	13,610			△) 51	△)694,110		
거푸집	M ²	14,338			19	272,422		
DOWEL설치	개소	7,515			48	360,720		
가로수축 줄눈	M	3,869	21	81,249	24	92,856	16	61,904
철근가공조립(보통)	TON	313,475	4.518	1,416,280	8.238	2,582,407	12.094	3,791,166
소 계				1,497,529		3,649,595		3,853,070
도급 공사비				2,246,293		5,474,392		5,779,605
자재비 줄눈	M	11,200	21	235,200	24	268,800	16	179,200
자재비 철근	TON	314,418	4.518	1,420,540	8.238	2,590,175	12.094	3,802,571
총 공사비				3,900,000		8,300,000		9,800,000

4-14 옹벽 뒷채움부 배수처리 개선 검토

방 침
설 계 기 16210-302 ('96. 9. 12)

1. 검토목적

현행 옹벽배면 배수처리는 잡석과 4각단면의 필터로 적용하고 있으나 시공성이 불량하고 토사혼입으로 배수 기능이 저하될 우려가 있어 시험시공 결과에 따라 옹벽배면 배수처리 개선 방안을 강구코자함.

2. 추진경위

- 옹벽뒷채움부 배수 개선방안 검토 및 시험시공 방침 결정 ('94. 11. 25)
- 개선공법(Drain Board) 시험시공지시 ('94. 12. 3)
 - 서해안 고속도로 안산~안중간 제6공구
- 시험시공 : '95. 6~'95. 9
 - 개선공법(Drain Board) 구간 : 100m (H = 7.5~8.0m)
 - 기 존 방 식 구간 : 41m (H = 8.0~4.1m)
- 시험시공 결과 보고 ('96. 7. 30)

3. 배면배수의 기능

- 배면 토압의 증가를 억제하고
- 뒷채움부 토사의 등상과 등결에 따른 수축 팽창 방지

4. 관련 시방규정

콘크리트 표준시방서 (건 교 부)	구조물 기초 설계기준 (건 교 부)	도로 설계 요령 (한국도로공사)	비 고
• 지름 10cm의 배수공을 4.5m 간격으로 설치하며 배수층의 두께는 30~40cm 정도로 한다.	• 5~10cm의 배수공을 3.0m 마다 설치한다. • 옹벽뒷면의 배수공 위치에 자갈 또는 쇠석을 채워서 필터로 한다. • 위와같은 배수공만으로 충분한 배수효과를 얻을 수 없을 때에는 뒷채움에 사용하는 흙이 배수층으로 볼 수 있는 좋은 조건의 재료를 쓴다.	• 직경 10cm 정도의 배수공을 약 4m 간격으로 설치하며 부벽식 일 경우 부벽 사이에 적어도 1개의 배수공을 설치한다.	

5. 개선방안

가. 시험시공 결과

1) 주요내용

- 시공성과 품질관리 및 배수효과는 양호하나 Drain Board 및 부직포 부착이 곤란함.

2) 문제점 보완내용

문 제 점	보 완 방 안
• Drain Board 부착을 위한 옹벽 면갈이 곤란	• 면갈이 삭제 (철선, 콘크리트 잔재 등 이물질 제거)
• Drain Board 부착곤란	• 본드부착 → 콘크리트 못으로 개선 (Gun 사용)
• 부직포 부착곤란	• 본드부착 → 콘크리트 못으로 개선 (Gun 사용)

6. 검토의견

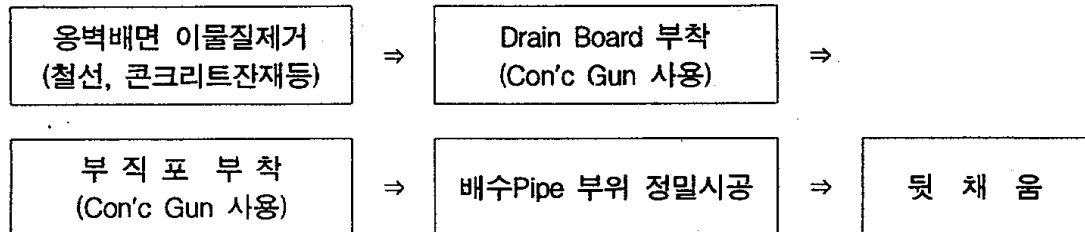
- 옹벽 뒷채움부 배수시설의 시공성 향상과 확실한 품질관리를 통해 배수기능 확보를 위하여 Drain Board 공법으로 개선함이 바람직 하다고 판단됨.
- '96. 10이후 실시설계 준공 노선부터 설계적용

별첨

1. 시공순서 및 시공시 유의사항(특별규정)
2. 세 부 산 출 내 역(단가산출서포함)
3. 시 방 기 준
 - DRAIN BOARD
 - 부 직 포
4. 표 준 도

1. 시공순서 및 시공시 유의사항(특별규정)

■ 시공순서



■ 시공시 유의사항 (특별규정)

- Drain Board(폴리스틸렌 일면 배수재)를 부착시킬 옹벽배면은 부착에 장애가 되는 철선, 콘크리트 잔재 등 이물질을 제거하여야 한다.
- Drain Board 부착은 시공시 탈락 또는 이동되지 않도록 핀(con'n Gun)을 사용하여 Drain Board 상단을 적정간격($0.667EA/m^2$ 이상)으로 고정시킨다.
단 시공성을 감안 Drain Board 돌기(core)의 겹침(overlap)은 하지 않는 것을 원칙으로 한다.
- 부직포로 Drain Board 상단을 10cm 이상 감아 싼후 옹벽 배면에 부착하여야 한다.
- 부직포 부착은 시공시 탈락 또는 이동되지 않도록 적정간격($2EA/m^2$ 이상)으로 설치하여 고정시킨다. 이때 연결부분은 5cm 이상 겹치도록 이음(위에 부직포가 아래 부직포 바깥쪽으로 이음)을 하여야 한다.
- Drain Board 하단시공은 배수Pipe 상단까지 붙여야 한다.
- 배수Pipe 부위의 시공은 Drain Board를 별도로 $30cm \times 20cm$ 규격으로 뒤집어서 부착시키고 배수Pipe 유입구($\varnothing 100mm$)와 접하는 Drain Board내 돌기 (core)는 돌기마다 구멍을 낸다. 이때 부직포의 상단은 10cm 이상 겹치(위에 부직포가 아래 부직포 바깥쪽으로 이음)도록 하고 하단 및 좌·우는 5cm 이상 감아싸야 한다.
- 뒷채움 흙은 반드시 내부 마찰각이 30° 이상인 양질의 사질토 이상 재료를 사용하여야 한다.
- 뒷채움 작업시는 장비 근접에 의한 Drain Board와 부직포가 손상되지 않도록 유의하여야 한다.
- 본 시방서에 명기되지 않은 사항은 감독원과 협의후 시공하여야 한다.

2. 세부산출 내역

- M당 단가비교

H = 6m 기준

구 분	현 행	검 토 (안)
잡 석 채 움	$\{(0.4+0.6) \times 1/2 \times 0.4 \times 3\text{단}\}$ $\times 38,264\text{원}/\text{m}^3$ $= 22,958 \text{ 원}$	-
부 직 포	$0.85\text{m}^2 \times 3\text{EA} \times 1,968\text{원}/\text{m}^2$ $= 5,018 \text{ 원}$	$(4.45\text{m} \times 1\text{m} + 0.4\text{m} \times 0.3\text{m} \times 0.222\text{EA})$ $\times 2,367\text{원}/\text{m}^2 = 10,596 \text{ 원}$
PVC 파이프	$0.667\text{EA} \times 1,641\text{원}/\text{EA} = 1,094 \text{ 원}$	$0.222\text{EA} \times 1,641\text{원}/\text{EA} = 364 \text{ 원}$
Drain Board 재 료 비 및 설 치 비	-	$6,009\text{원}/\text{m}^2 \times (4.35\text{m} \times 1\text{m} + 0.3\text{m}$ $\times 0.2\text{m} \times 0.222\text{EA}) = 26,219 \text{ 원}$
소 계	29,070	37,179
제집비포함 (50%)	43,605	55,768
단가비교 (직접비)	100%	(증) 127 %

공종	산출내역	경비	노무비	재료비	계
	D01542 부직포 설치 (옹벽용) / m^2 ※ 1일 500 m^2 작업 기준 높이에 대한 인건비 할증:50% 1. 재료비 : $1750.00 * 1 \text{ m}^2 * 1.05 = 1837$ 소계			1,837 1,837	1,837 1,837
	2. 설치비 : 보통인부 : $31866.00 * 0.006 \text{ 인} * 1.5 = 286$ 소계		286 286		286 286
	3. PIN 설치 (CONCRETE GUN 사용기준) 1) 재료비 (L=32MM) $45.00 * 2 \text{ EA/m}^2 * 1.03 = 92$ 2) 인건비 특별인부: $49575.00 * 0.002 \text{ 인} * 1.5 = 148$ 3) 기구손료 (재료비의 5%) $92 * 5 \% = 4$ 소계		148 148 4 4	92 92	92 148 4 244
	계	4	434	1,929	2,367
		4	434	1,929	2,367

공종	산출내역	경비	노무비	재료비	계
	D01541 DRAIN BOARD 설치 / m²				
	※ 1일 500m² 작업 기준				
	높이에 대한 인건비 할증:50%				
	1.재료비 (T=0.92CM 75CM*25.6M)				
	5544.00*1.00= 5544			5,544	5,544
	소계			5,544	5,544
	2.노무비				
	보통인부: 31866.00*0.006 인 *1.5= 286		286		286
	소계		286		286
	3.PIN 설치 (CONCRETE GUN 사용기준)				
	1)재료비 (L=32MM)				
	45.00*0.667 EA/m² *1.03= 30			30	30
	2)인건비				
	특별인부: 49575.00*0.002 인 *1.5= 148		148		148
	3)기구손료 (재료비의 5%)				
	30*5 % = 1	1			1
	소계	1	148	30	179
	계	1	434	5,574	6,009
		1	434	5,574	6,009

3. 시방기준

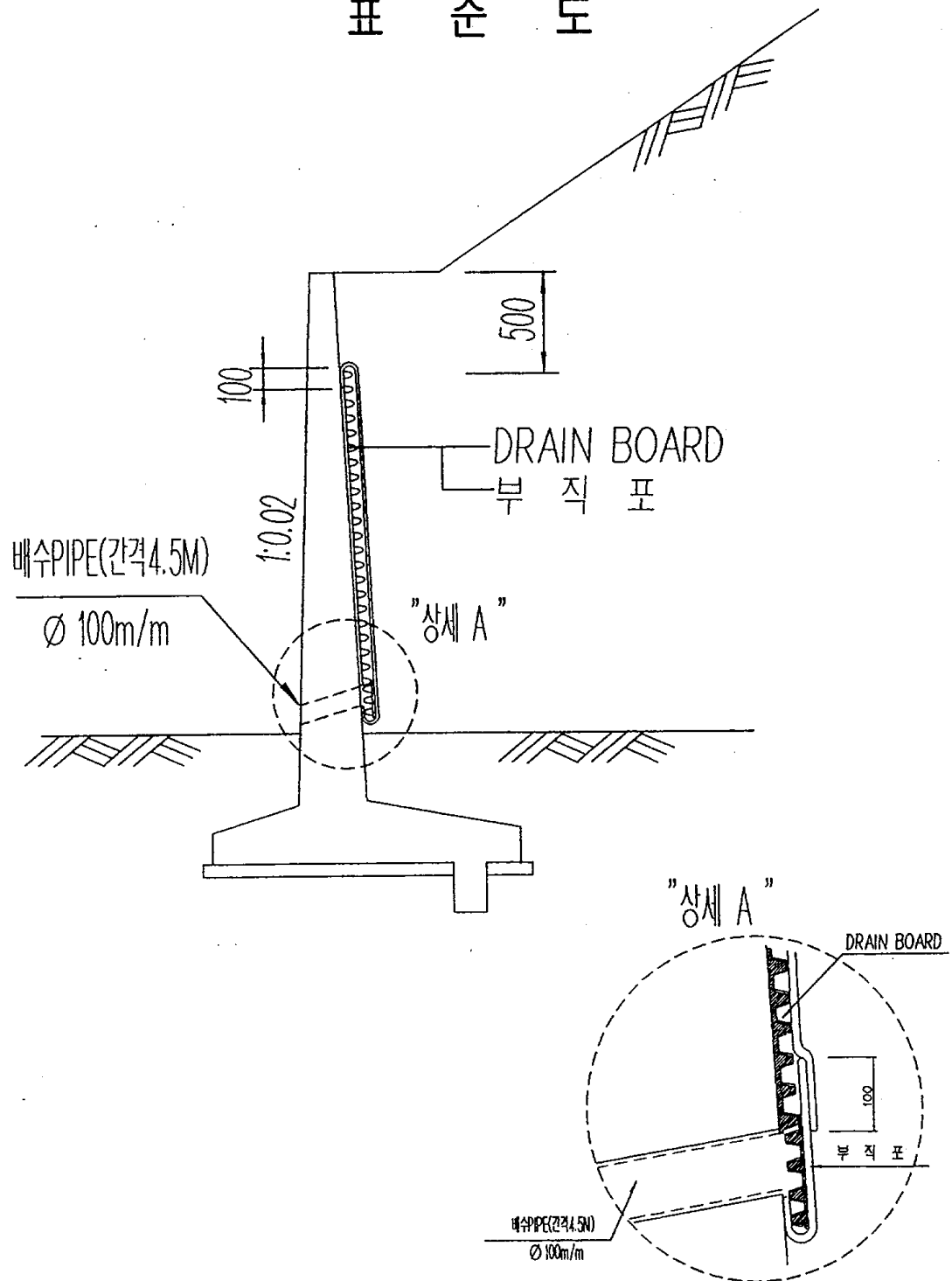
- Drain Board(폴리스틸렌 배수제)

구 분	시험항목	단 위	시험방법	품 질 기 준	적용기준	비 고
DRAIN BOARD	재 질		KSM 0210	폴리스틸렌90% 이상		
	압 축 강 도		KSM 3015 (준용)	50 Ton/m ² 이상		

- 부 직 포

구 분	시험항목	단 위	시험방법	품 질 기 준	적용기준	비 고
DRAIN BOARD	재 질		KSK 0210	합성섬유 90% 이상		
	노 후 도		KSK 0706	기존인장 강도의 95% 이상		
	형 성		-	부 직 포		
	두 께		KSK 0506	1.8 m/m 이상		
	인 장 강 도		KSK 0520 (GRAB)	45 kg 이상		
	신 도		KSK 0521	50 % 이상		
	봉 합 강 도		KSK 0530	인장강도 이상		
	투 수 계 수	CM/S	FSF 2322	$\alpha \times 10E-1 - \alpha \times 10E-2$		

표준도



Drain Board 국내 유통현황

제품 회사명	제 품 명	국내생산여부	전화번호	비고(제품형태)
신 원 산 업	Hole-Drain	국 산	529-8946	코아가 보통크기며 단부가 평면임
시 지 ENG	PUBLIC DRAIN	일제수입	574-0583	양면배수
프라임산업	DELTA-MS -MS20 -DRAIN등	독일제수입	589-0720	코아가 크며 단부 가 평면임.
한국그레이스산업		미제수입	032-814-2051	
한국프라스틱	CORE-DRAIN	국 산	498-9984	코아 단부 형태가 원형임.

4-15 L형측구(형식-3) 개선방안 검토

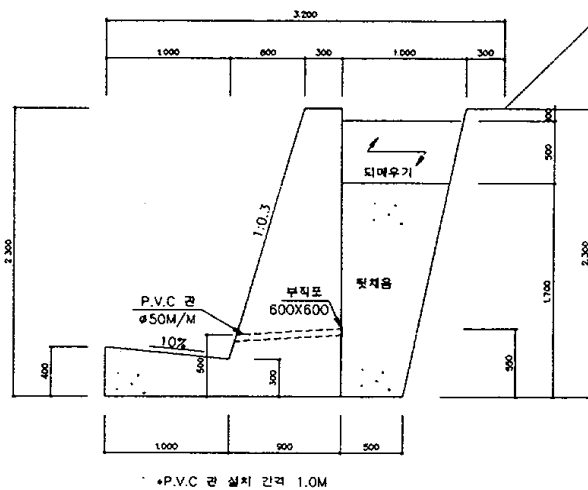
방 침

설 계 기
16210-12442
('96. 10. 8)

1. 검토목적

현행 고속도로 대절토부에 설치되는 L형측구(형식 - 3)는 설계표준도상에 측구저판과 옹벽구체의 접속부를 연결하는 양카철근이 계상되지 않아 시공현장에서 양카철근의 길이, 직경, 간격 등이 별도로 기준없이 무분별하게 시공되는 실정으로서 향후 시공의 안정성 및 통일성을 가하기 위해 표준도를 보완코자함.

2. 현행 설계단면



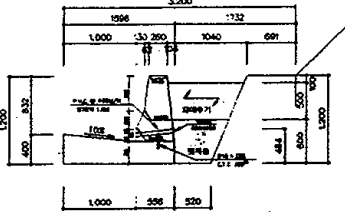
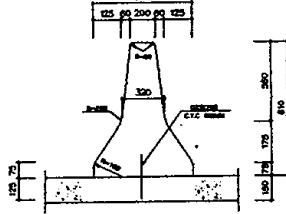
재 료 표

(1m 당)

구분 규격 단위 형식	콘 크 리 트		거푸집	철 근	되여우기	빗 채 음	스치로폴 T=10MM	P.V.C관 ($\phi 50M/M$)	부 직 포	봉 합 제 3.2MM × 38MM	비 고
	3중채석 ($\phi 19M/M$)	3중 ($\phi 25M/M$)	합판3회	D=16	M ³	M ³	M ²	M	M ²	M	
3 (H=2.30M)		1.820	4.788		0.462	1.165	0.061	0.841	0.360		

3. 유사구조물

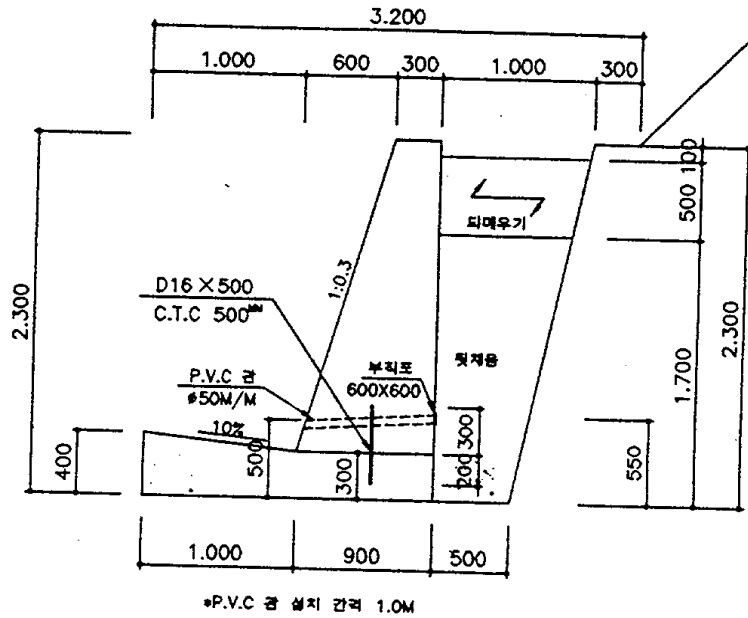
현재 고속도로 설계 및 시공중인 유사한 시설물

구 분	L형 측구 (형식 - 2)	중 앙 분 리 대 (토공용)
단 면		
철 근	규 격 : D=16m/m, L=250m/m 간 격 : C.T.C 300m/m 철근량 : 1.3kg/m	규 격 : D=25m/m, L=250m/m 간 격 : C.T.C 450m/m 철근량 : 2.209kg/m

4. 검토결과

- L형측구(형식 - 3) 양카철근의 직경은 L형측구(형식 - 2)와 동일 직경인 D16m/m로 보강.
- 양카철근 설치간격은 전단검토결과 C.T.C 1.5m로 계산되었으나 안전측면을 고려하여 50cm 간격으로 설치.
- 양카철근의 길이는 정착 및 부착 검토결과를 고려하여 50cm(저판 20cm, 구체 30cm)로 설치.
- 현재 실시설계 중인 용역부터 표준도 개선 시행.(’96. 11 이후 준공되는 실시설계 용역부터 적용)

※ 변경 단면



재 료 표

(1m 당)

구분 규격 단위 형식	콘 크 리 트		거주집	철 근	되메우기	뒷 채 움	스치로폴 T=10MM	P.V.C관 (ø500/M)	부 직 포	봉 합 제 3.2MM X38MM	비 고
	3종쇄석 (ø19M/M)	3종 (ø25M/M)	합판3회	D=16							
	M ³	M ³	M ²	Kg(Net)							
3 (H=2.30M)		1.820	4.788	1.560	0.462	1.165	0.061	0.841	0.360		

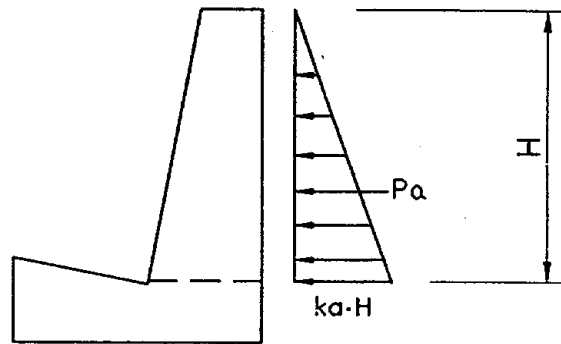
주) L형측구 뒷채움부 단면은 L형측구 뒷채움개선(설계개 16210-606호('97.11.6))
방식에 의거 개선되었음

#별 첨

구 조 계 산 서

구조검토

■ 전단검토



$$Z = \frac{P}{A} = \frac{1.030 \times 10^3}{1.324} = 777.94 < Z_a = 800 \text{ kg/cm}^2$$

$$P_a = 1/2 K_a \gamma H^2 = 1/2 \times 0.271 \times 1.90 \times 2.0^2 = 1.030 \text{ ton}$$

$$\bullet K_a = 0.271$$

$$\bullet \gamma = 1.90$$

$$\bullet H = 2.0$$

$$A = D16 (C \cdot T \cdot C 1,500) = 1.324 \text{ cm}^2$$

■ 정착검토

$$l_a = \frac{0.06 A_b \sigma_y}{\sqrt{\sigma_{ck}}} > 0.006 d_b \sigma_y$$

$$= \frac{0.006 \times 1.986 \times 3,000}{\sqrt{210}} = 24.668 \text{ cm} > 0.006 \times 1.59 \times 3,000 = 28.620 \text{ cm}$$

$$\therefore l_a \approx 28.620 \text{ cm} \approx 30 \text{ cm}$$

l_a = 인장을 받는 이형철근의 정착길이

A_b = 전단철근의 단면적 (D : 1.986 cm^2)

d_b = 철근의 공칭지름 (D16 : 1.59 cm)

■ 부착검토

$$\ell_a = \frac{\sigma_{sa}}{4\tau_{oa}} \cdot d = \frac{1500}{4 \times 12} \times 1.590 = 49.68\text{cm} \approx 50\text{cm}$$

ℓ_a = 부착 응력으로 계산하는 겹이음 길이

σ_{sa} = 철근의 허용 인장응력 (1500 kg/cm²)

τ_{oa} = 콘크리트의 허용 부착응력 ($0.8\sqrt{\sigma_{ct}} = 12 \text{ kg/cm}^2$)

d = 철근의 지름

4-16 U형 용수로 개선방안

방 침

설 계 일
16210-376
('96. 11. 4)

1. 검토목적

고속도로 인접지의 농경지에 설치되는 U-형 용수로의 구조적 안정성, 시공성 및 유지관리의 용이성 등을 검토하여 합리적인 설계 및 시공방안을 도모코저 함.

2. 현행 U-형 용수로의 문제점

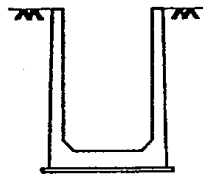
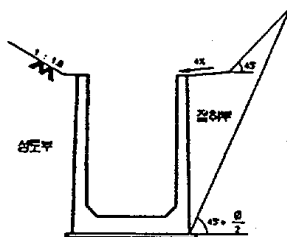
- 바닥 슬래브 하부의 지지력 부족우려
- 측벽 되메우기 부위의 침하에 따른 배수불량
- 과도한 측벽 높이(H=3.0m)로 인한 구조적 불안
- 유지관리 시설 미비
- 신축이음설치 미비

3. 검토상 고려사항

- 구조적 안정성
- 바닥판 기초하부 보강
- 유지관리를 사다리 및 버팀대 설치

4. 개선방안 검토

가. 구조적 안정성

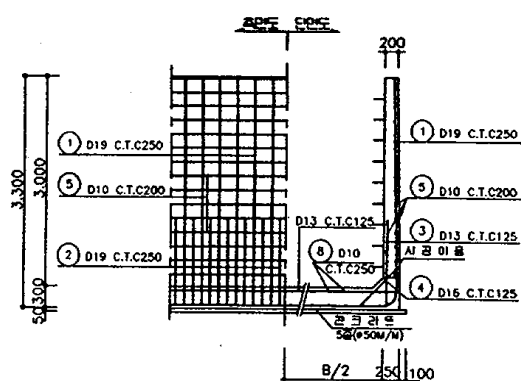
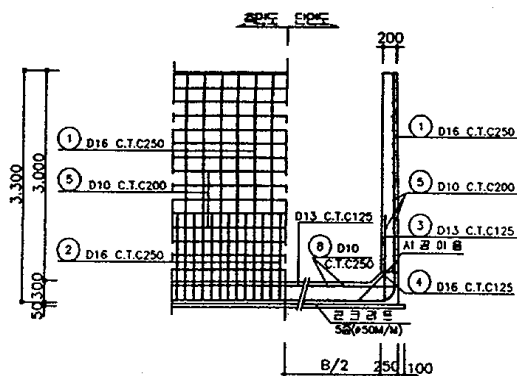
구 분	단 면	검토결과	개선방안	비 고
뒷채움 경사가 없을 경우		- 현행 표준도의 구조적 안정성 양호 - $M_u=9.16 \text{ t.m}$ - $\phi M_n=9.66 \text{ t.m}$ - $\phi M_n > M_u$ O.K	-	- 작용 모멘트 : M_u - 허용 모멘트 : ϕM_n
뒷채움 경사가 있을 경우		- 형식 17, 18에서 구조적 불안정 - $M_u=12.84 \text{ t.m}$ - $\phi M_n=9.66 \text{ t.m}$ - $\phi M_n < M_u$ N.G (전단철근 및 휨 철근 보강)	형식 17 : $2 \times D16 @ 300$ $\rightarrow 2 \times D16 @ 250$ 형식 18 : $2 \times D16 @ 250$ $\rightarrow 2 \times D19 @ 250$	전단철근은 바닥기초 상부에서 $\frac{L}{4}$ 되는 곳까지 설치

◎ 버팀대 설치가 없는부분

- 단 면 도 -

뒷채움 경사가 없을 경우

뒷채움 경사가 있을 경우

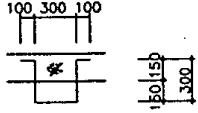
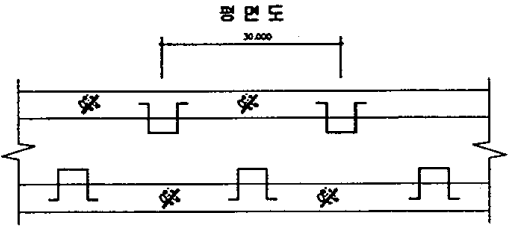
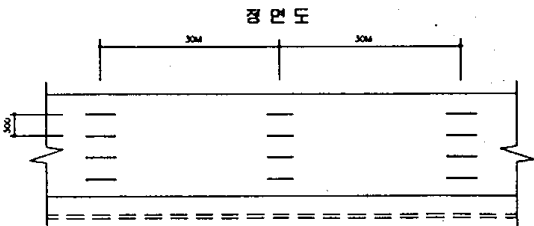


나. 바닥판 기초하부 보강

구 분	현 행	개 선 방 안	기대효과
기초잡석 설치	기준없음	1. N=15 이상의 지지력 확보 2. 지내력이 부족한 지반 및 연약지반의 경우 환토, 잡석 부설 등의 지반보강후 LEAN CON'C타설	부등침하 및 파손방지

다. 유지관리용 사다리 및 버팀대 설치

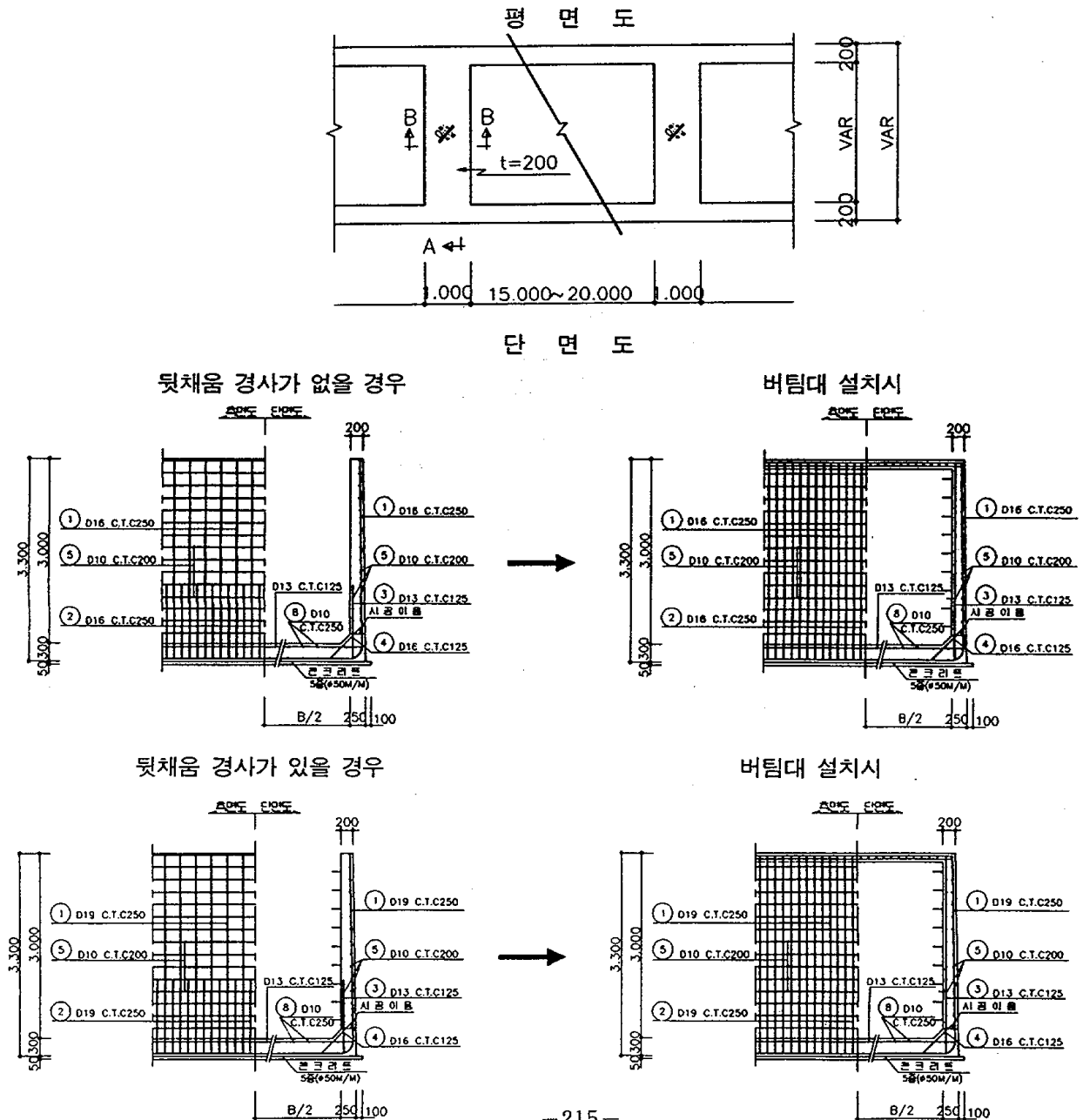
1) 유지관리용 사다리

구 분	현 행	개 선 방 안	기 대 효 과
사다리 설치	기준없음	- H=2.0M이상일 경우 D19 C.T.C 300간격으로 방청 철근사다리 설치  - 사다리간 설치간격은 현장 여건에 맞게 엇갈리게 설치 (C.T.C 30.0m)  	- 유지관리 용이

2) 버팀대 설치

구 분	현 행	개 선 방 안	기 대 효 과
버팀대 설치	기준없음	- H=2.0M이상, 최대폭 B=2.0M이상 되는 곳에 15~20m 간격으로 설치 - 버팀대 설치시 응수개거 상단부에 휨모멘트 및 전단력 발생으로 철근 보강	- 유지관리 용이 - 인접능경지간의 연결로 역할

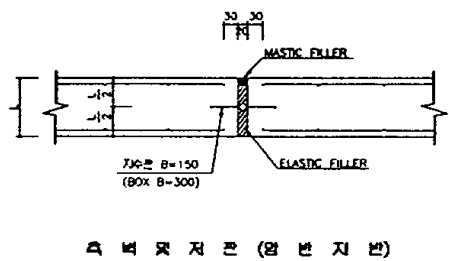
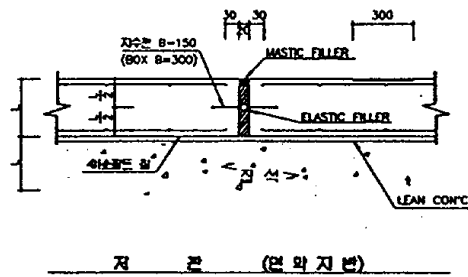
◎ 버팀대 설치가 있는부분



라. 줄눈 설치 방안

구 분	현 행	개 선 방 안	기 대 효 과
신 축 이 음	없 음	- 옹벽 시방서 기준 15m ~ 20m	• 건조수축, 온도 변화 등 부피변화에 의한 구조물 의 균열 및 파손방지

신 축 이 음
EXPANSION JOINT



5. 검토의견 및 개선효과

- 배수시설 계획시 이설수로 및 용수로의 기존 통수단면 확보, 수리시설로서의 기능, 시공성 및 유지관리 측면을 고려하여 불가피한 경우에 한하여 U-형 용수개거 형식을 선정하고
- 구조적 안정성, 시공성 개선, 점검 및 청소용이 등을 고려하여 상기 개선방안으로 시행을 건의함.

6. 검토결론

- U-형 용수개거중 형식 17, 18은 뒷채움 경사가 있을 경우 전단 및 휨철근 보강
- 지내력이 부족한 U-형 용수개거 바닥판 기초 하부에 환토, 잡석 부설 등의 지반보강 후 LEAN CON'C 타설로 부등침하 및 파손방지
- 높이 2.0m 이상의 개거에 유지관리를 방청철근 사다리 좌, 우 엇갈림 설치(D19, C.T.C = 30cm, 간격 30m)
- $H \geq 2.0m$, $B \geq 2.0m$ 인 용수개거에 버팀대 설치(C.T.C=15~20m, B=1.0m, t=20cm)
- C.T.C=15~20m 의 신축줄눈 및 지수판 설치로 구조물의 균열 및 파손 방지
- 형식 17, 18의 경우 합판거푸집 사용횟수 구분조정 (노출벽면: 3회, 흙과 접하는 배면: 4회)

7. 향후 조치계획

가. 표준도 수정

나. '96년 10월 이후 발주분에 대하여 설계시 반영

다. 설계완료 또는 시공중인 노선은 현지 판단 후 설계변경 반영

4-17 암거 신축이음부 누수방지방안 검토

방 침

설 계 개

16210-440

('96. 12. 28)

1. 검토 목적

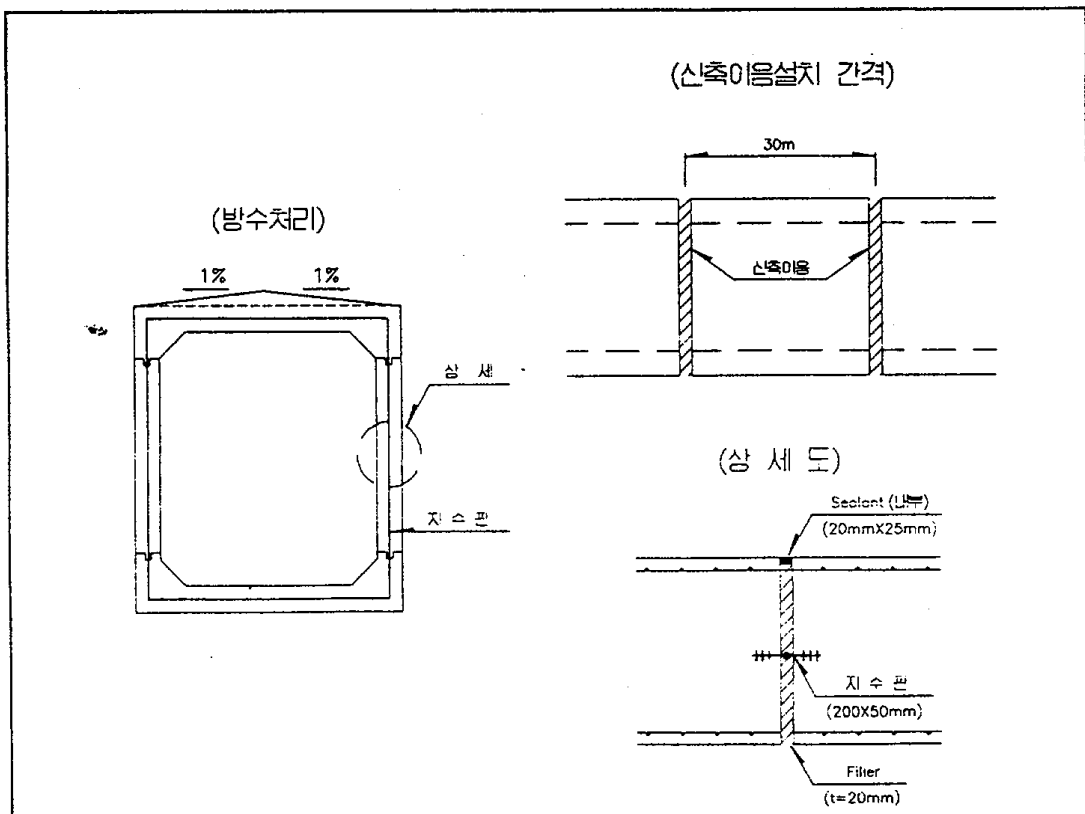
고속도로 횡단 구조물인 통·수로 암거의 신축 이음부 누수로 인한 구조물 내 구성 지하 및 이용 주민 불편을 감안 신축 이음부의 방수 처리 기준을 보완하여 설계 및 시공의 합리성을 도모코자함

2. 신축 이음부 현황

가. 설계 기준

구 분	신축이음간격	방 수 처 리		비 고
통·수로암거	30M	지수판설치 (200*5MM)	슬래브 횡단 구배 1% / 1%	

나. 신축 이음부



3. 현행 방수 처리 문제점

가. 누수 발생 원인

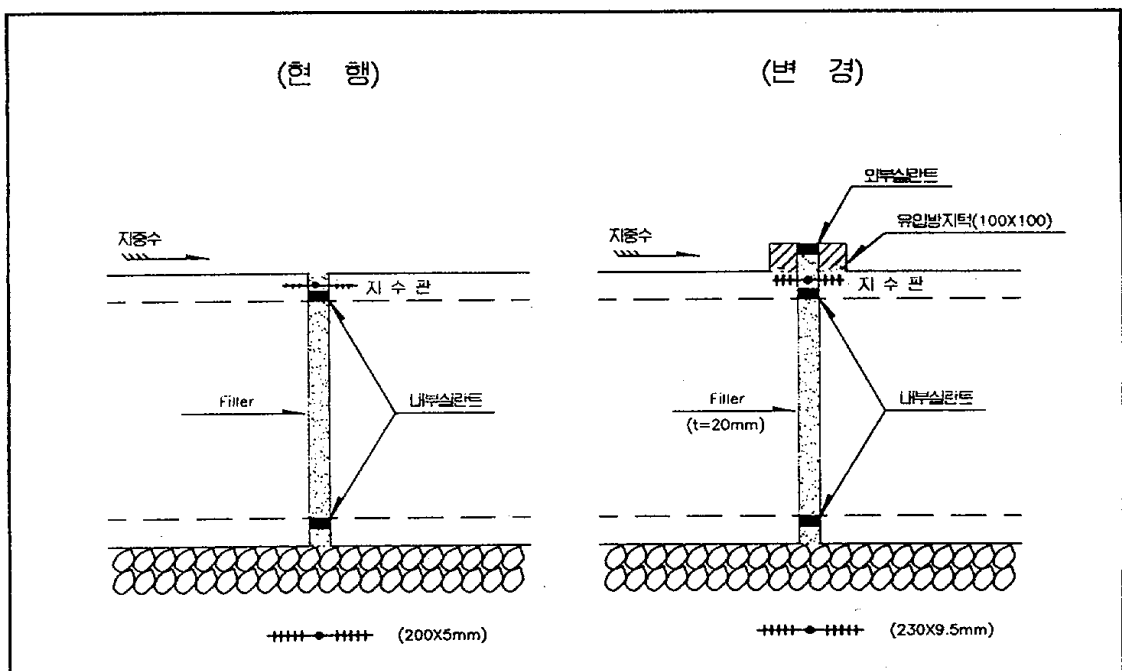
- 신축 이음부에 지중수 유입
- 지수 처리 불량
 - 지수판 파손(부등 침하, 구조물 신축, 취급 부주의등)
 - 지수판 설치 불량

나. 현행 방수 처리 문제점

- 지수판 규격이 작아 설치시 편기 및 파손이 많이 발생
- 신축 이음부로 유입되는 지중수 차단 미흡

4. 개선 방안

- 지수판 규격 확대
 - 폭 20CM, 두께 5MM → 폭 23CM, 두께 9.5MM
- 지중수 유입 차단
 - 신축 이음 단부 슬래브에 지중수 유입 방지턱 설치 (10CM*10CM)
 - 신축 이음 외부에 실런트(SEALANT) 처리



5. 공사비 분석

공 종	현 행	개 선	증(△)감	비 고
◦ 유입 방지턱 설치	-	600	600	※공구당평균 : 6백만원 증가
◦ 지수판 설치	13,641	20,960	7,319	
계 (원/M)	13,641	21,560	7,919	제잡비50% 포함

6. 검토 의견

- ▣ 통.수로 암거 신축 이음부의 누수로 인한 구조물 내구성 저하 및 누수시 보수 공사의 어려움을 감안 지수판 규격 확대 및 지중수 유입 방지 시설을 설치하여 신축 이음부 누수 발생 요인을 차단하는 것이 타당한 것으로 판단됨

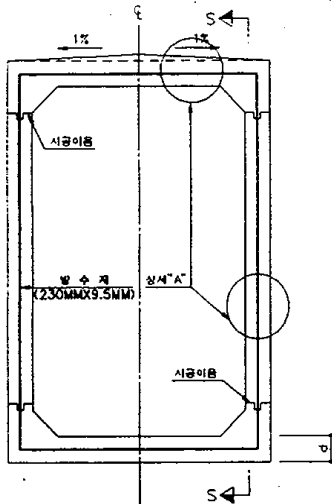
제 1 장 : 변 형 과 연

변경 암거 연결상세 및 방수상세도 (1)

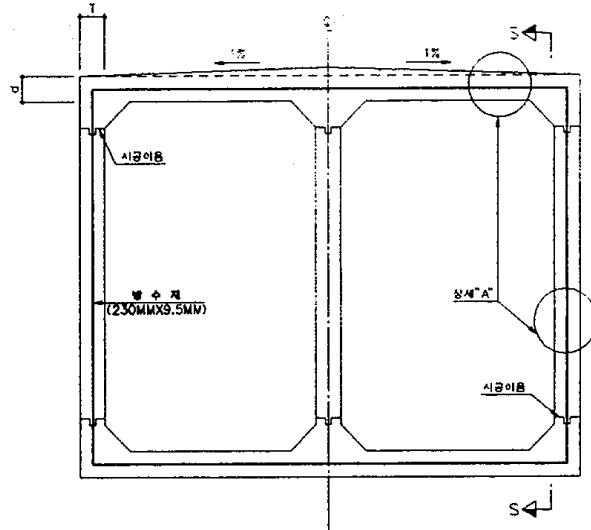
S=1:40

(신축이음)

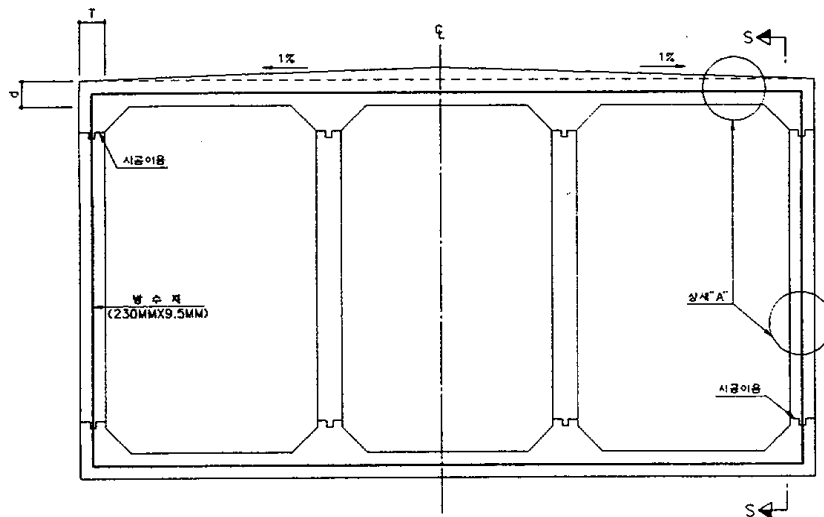
1련 암거



2련 암거



3련 암거



표준도
TYPICAL DRAWING

도면명

암거 연결상세 및
방수 상세도

설계자
확인자

작성일
측량

1994. 12

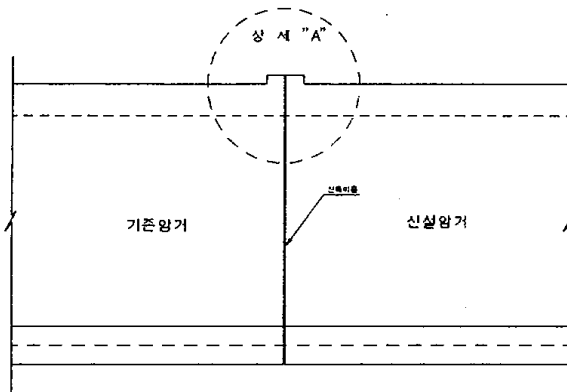
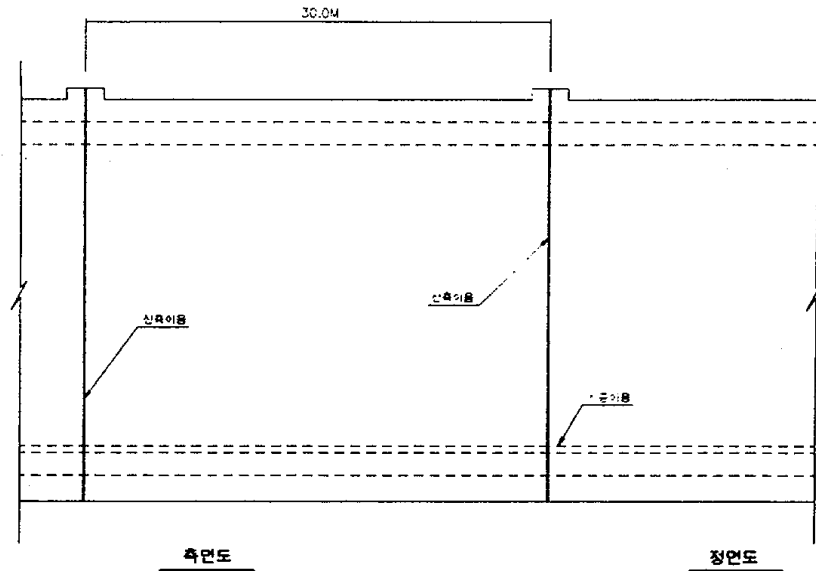
도면번호
321

변경암거 연결상세 및 방수상세도 (2)

(신축이음)

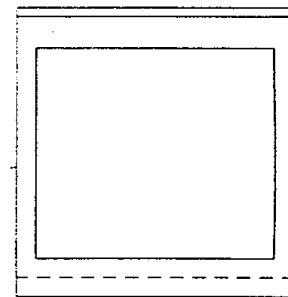
S=1:40

단면 A-A



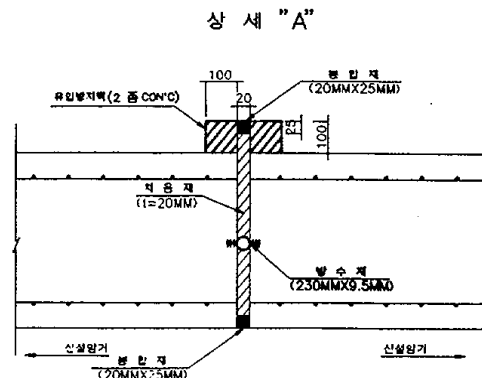
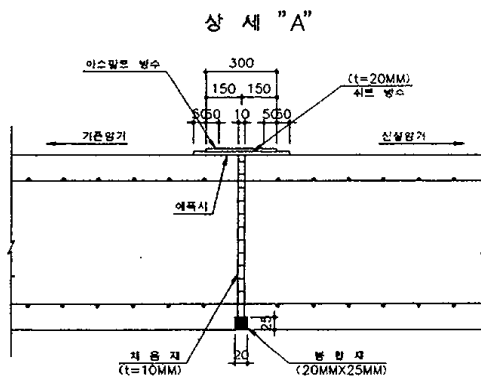
기존암거와 신설암거 연결상세도

S=1:10



신설암거 연결상세도

S=1:10



부 록 2 : 공 사 비 산 출

공 사 비 분 석

=====

■ 단 가 비 교

공 중	당 조	변 경	증 (△) 감	비 고
지수판 설치 (M)	13,641	20,960	7,319	제감비 50%포함

■ 공사비 증가 현황

노 선 명	연 장 (노선 평균)	지수판 설치 (노선 평균)	공사비 증가 (전원)	비 고
평 균	8.2 KM	747 M	5,467	4자로 구간
영 동 선 (원주-강릉)	7.5	495	3,623	
서 해 안 (당진-서천)	11.3	1,274	9,324	
전주-함양간 (용진-신촌)	5.4	552	4,040	
부산-대구간 (경산-삼량진)	8.7	669	4,896	

공종	산출내역	경비	노무비	재료비	계
2-15-E 지수판 (M)	1. 재료비				
	1) JOINT FILLER				
	$A = 5400.00 \text{ <원/매> } / (1.00 \times 1.0 \times 0.01) = 540000$				
	<W/M3>				
	$(J1) : 0.015 \times 0.375 \times 1.00 \times A = 3037.50$				
	2) HIGHTHNSION(충진제)				
	$(J2) : 0.02 + 0.015 / 2 \times 0.026 \times 1.00 \times 2 \times 3 / 4 \times 1400$				
	$(\text{KG/M3}) \times 4300.00 = 3950.6$				
	3) P. V. C 지수판 (230 M/M * 9.5 M/M)				
	$(J3) : 6320 \text{ <W/M> } \times 1.00 = 6320.00$				
	소 계 :	0.00	0.00	13308.10	13308.10
	2. 설치비				
	(재료비의 5 %)				
	노무비 : $(J1 + J2 + J3) \times 0.05 = 655.4$				
	소 계 :	0.00	665.40	0.00	665.40
	총 계	0.00	665.40	13308.10	13973.50
		0	665	13308	13973*

4-18 암거 날개벽 개선검토

방 침

설 계 삼
16210-146
('97. 5. 8)

1. 검토 목적

- 본체와 일정한 사각을 가진 옹벽식으로 시공되는 통로 암거의 날개벽을 시공성이 우수하고 구조적으로 안전하며 경제적이고 품질관리가 양호한 평행식 날개벽으로 개선

2. 현행 방법

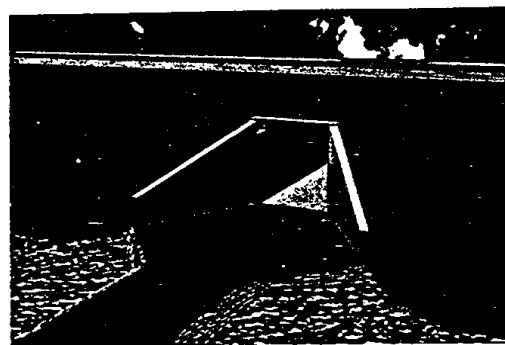
- 날개벽을 본체와 분리된 일정사각을 갖는 옹벽으로 설계
 - 기초심도가 본체보다 깊음
 - 안정성 확보를 위한 넓은 저판 및 전단키 설치
 - 기초지반의 지지력이 부족한 경우 파일 또는 지지력 확보대책 필요
 - 토압저감을 위한 대책 (배수공, 양질릿채움 재료) 필요
 - 옹벽높이에 따라 저판폭원 변화
- 날개벽 전도 또는 부등침하로 인한 본체와 접속부의 벌어짐 방지를 위하여 연결시공
 - 앵카 철근설치
 - 본체와 동시타설 유도

3. 검토 경위

- 일본암거에 표준적용
 - 일본 토목구조물 표준설계1(건설성 제정)에 기준제시
- '95 갯벌동아리 창안소그룹에서 연약지반 암거날개벽에 적용제안하여 은상수상
 - 시험시공 : 남해고속도로 냉정~구포간 및 양산~구포간 고속도로의 연약지반 6 개소
 - 시험시공 결과 .
 - 연약지반 측방유동으로 인한 균열 및 침하예방
 - 공기 단축
 - PILE 기초 불필요로 공사비 절감
 - 미관 우수

4. 개선방안

가. 개선안 비교

구분		현	행	개	선	안
개요		• BOX 구체와 분리되어 일정한 사각을 가진 옹벽형식		• BOX 구체와 일체식으로 도로와 평행한 교량날개 벽 형식		
개 요 도	입체도					
	조감도					
장 단 점		• 분리시공에 따른 시공성 불량 • 날개벽 돌출에 따른 통행차량 시거 불량 • 본체와 접속부 벌어짐 발생 우려 • 확장공사시 날개벽 깨기, 가시설 필요 (공사비 추가소요 : 16,500 천원/개소) • 연약지반 기초지반 보강 공사비 과다 소요 (연약지반 처리, 말뚝설치 등) • BOX 구체에 구조적 영향 없음 • 부체도로와 접속처리 불량 • 국내암거에 표준 적용		• 본체와 동시 시공으로 시공성 양호 (강결) • 시거 양호 • 일체구조로 접속부 벌어짐 발생해소 • 확장공사시 날개벽 깨기 및 가시설 설치 불필요 • 연약지반 기초지반 보강 공사불필요(갯벌동아리 창안소그룹에서 연약지반에 적용제안) • 공사비 절감 • BOX 구체에 구조적 영향에 따른 철근 보강필요 • 부체도로와 접속처리 용이 • 일본 암거에 표준 적용		
공 사 비	통 로 (4.5×4.5)	43,836 천원/개소		28,305 천원/개소 (감 15,531 천원)		

나. 기대효과

- 구조적 측면

- 강결 일체구조로 BOX 본체와 날개벽 연결부간 상대변위가 발생치 않아 균열 등 하자발생 요인 제거
- 특히 연약지반의 경우 날개벽에 대한 별도 기초보강이 불필요

- 미관 및 기능 측면

- 날개벽 전면부에 무늬거푸집 설치등이 용이하여 미관 개선에 유리
- 날개벽 돌출에 따른 시거장애개선 및 중압감 배제
- 부체도로와 접속처리 용이

- 시공측면

- 구체와 동시 콘크리트 타설로 공기절감 및 시공성 향상과 품질관리 용이
- 터파기 및 되메우기 등 추가 토공사 불필요
- 확장공사시 기존 암거의 날개벽 및 구체일부 콘크리트 깨기와 성토법면 붕괴 예방을 위한 토류 가시설 설치가 불필요
- 확장시 콘크리트 깨기에 의한 암거 이음부의 구조적 손상 및 품질저하 우려 없음

- 경제적 측면

- 고속도로 건설비 절감효과
(통로 : 15,530천원/개소)
- 특히 연약지반부의 경우 날개벽 기초 지지를 위한 파일(Pile) 설치 불필요로 공사비 대폭절감
(통로 : 31,400천원/개소당, 길이10M기준)

다. 절 감 액

구 분	노 선 (개소)	연 장 (km)	암 거 현 황 (개소)	절감금액 (억원)	비 고
			통 로		
계	28	1,731	1,598	248	
시공중인 암거	13	811	347	54	
설계중 또는 설계완료된 암거	15	920	1,251	194	

5. 검토 결론

가. 국내에서 남해고속도로 냉정 - 구포간 및 양산 - 구포간 고속도로의 연약지반에 시험시공을 실시하여 시공성, 경제성, 구조안전성이 입증되었음

나. 적용방안

- 사각 60° 이상의 경우 : 지형여건상 평행식으로 설치가 불합리한 경우 외에는 평행날개벽으로

개선적용

- 설계중이거나 추후 설계시는 평행 날개벽으로 설계
- 설계완료후 미착수 공사는 공사 착수후 설계변경 시행
- 시공중인 공사는 노선별 기 시공정도, 철근 가공여부 등 현장여건 등을 고려하여 시행
부서에서 적용여부 결정

- 사각 60° 미만의 경우 : 현장 여건에 맞추어 평행날개벽이나 기존옹벽식 날개벽중 선택적용

- 수로암거는 공사시행중인 구간의 시험시공을 실시하여 적용성 검토.

첨 부 자 료

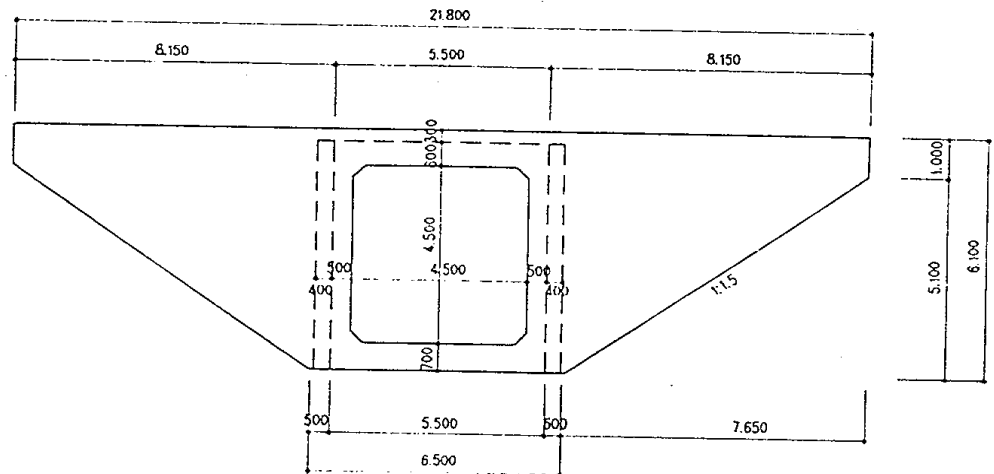
- # 1. 구조검토서 요약 및 구조계산서
- # 2. 기술 자문 의견서
- # 3. 산출 세부 내역
- # 4. 날개벽 공사내역 비교

#1. 구조검토서 요약 및 구조계산서

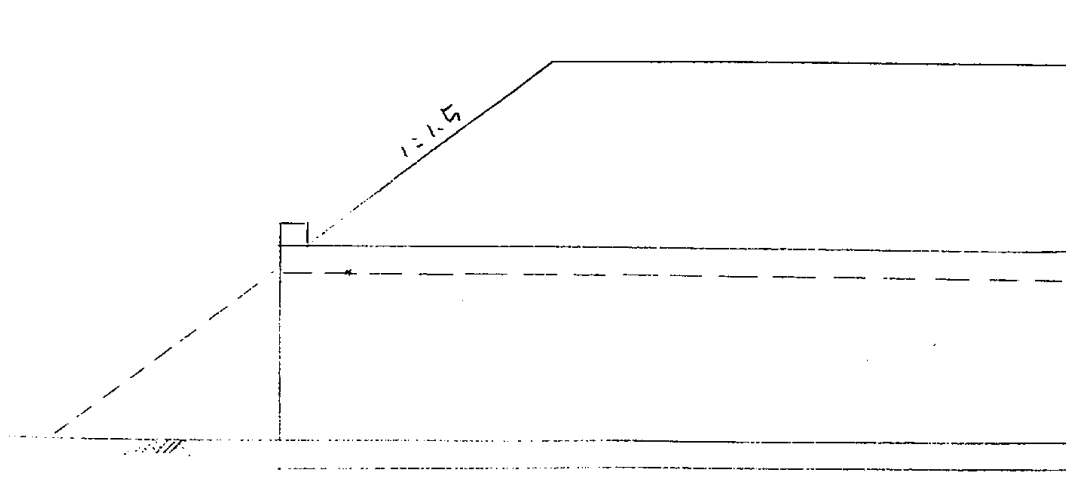
□ 통로 BOX 4.5M×4.5M

1. 설계조건

1) 단면가정



- 단 면 도 -



- 측 면 도 -

2) 재료강도

- 콘크리트 설계기준 강도 : $\sigma_{ck} = 240\text{kg/cm}^2$
- 철근 항복응력(SD30) : $\sigma_y = 3000\text{kg/cm}^2$

3) 단위중량

- 철근 콘크리트 : $\omega_c = 2.50\text{t/m}^3$
- 뒷 채움재 : $\gamma_1 = 2.0\text{t/m}^3$
- 성채토 : $\gamma_1 = 2.0\text{t/m}^3$

4) 토 압

- 뒷채움재의 내부마찰각 : $\phi = 35^\circ$
- 토압계수 : 정지토압계수

$$k_0 = (1 - \sin \phi)(1 + \sin \beta)$$

$$- \beta : \text{성토구배} \quad 1:1.5 \rightarrow \beta = \tan^{-1}(1/1.5) \approx 3.4^\circ$$

$$\therefore k_0 = (1 - \sin 35^\circ)(1 + \sin 3.4^\circ) = 0.665$$

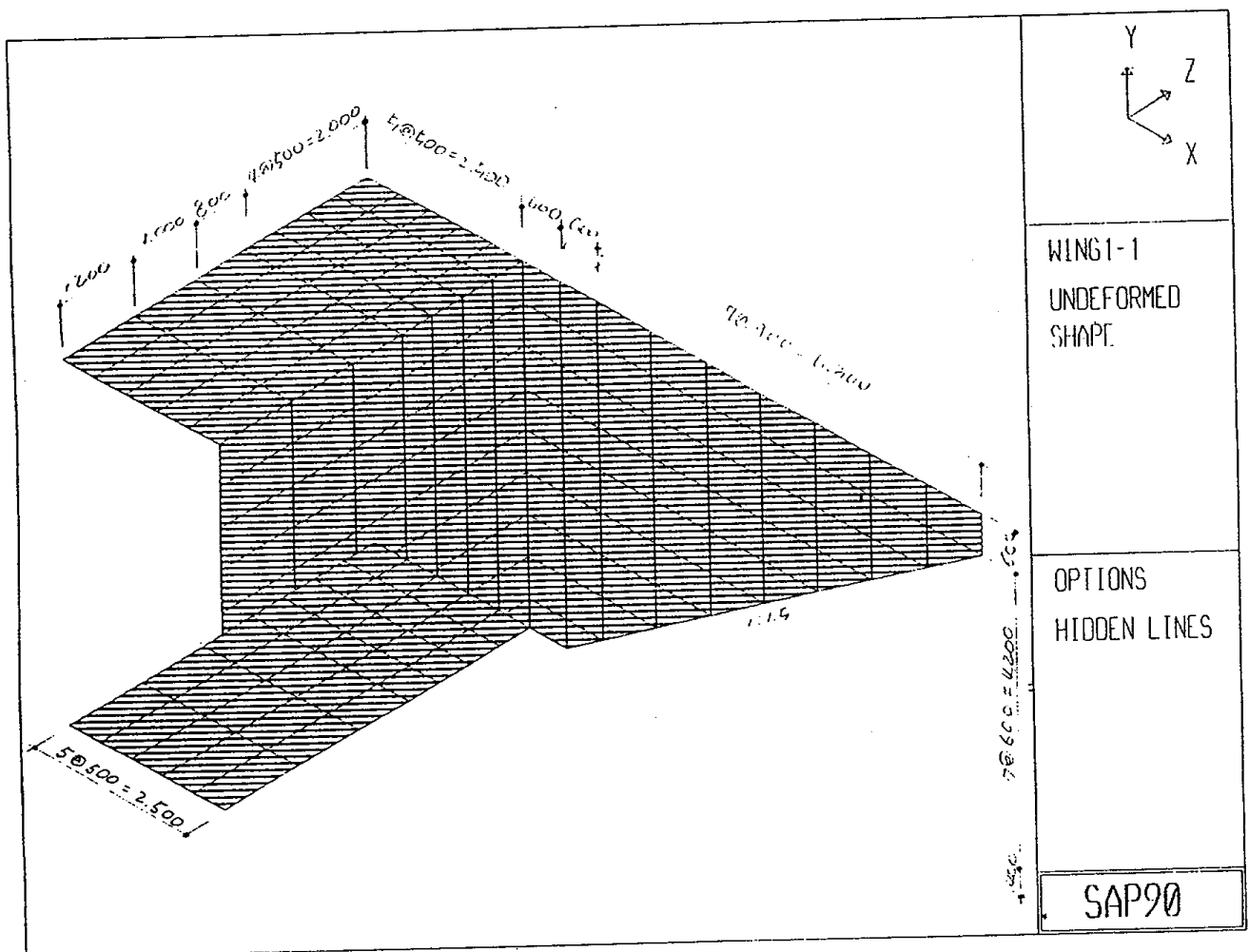
5) 설계시 조건

- 고정날개벽에 작용하는 정지토압의 함수는 성토구배 1:1.5의 조건에만 (참고: Guide to RETAINING WALL DESIGN, Geotechnical Engineering Office Civil Engineering Department Hong Kong #1, P.62, 6.2 Earth Pressure at Rest) 및 BOX높이에 상관되므로, 고정날개벽을 설치함으로서 추가되는 하중은 날개벽 구체자중 및 날개벽에 작용하는 정지토압이며 이 두하중모두 성토구배와만 연관성이 있다.

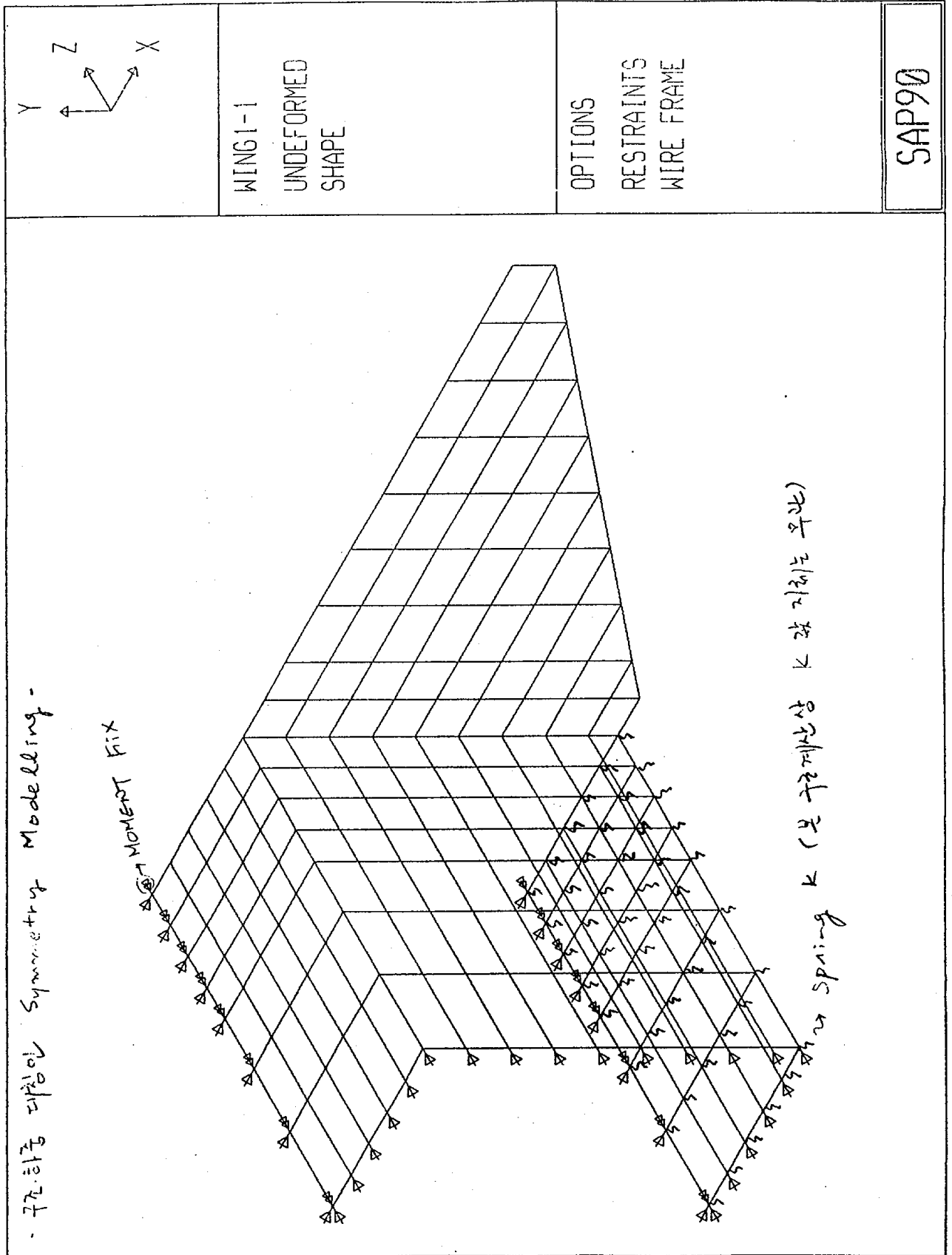
또한 본체구조물(BOX)에 미치는 영향 평가를 위해 3차원 해석을 실행하고, 날개벽의 경우 2D 해석과 비교하며 아울러 BOX벽체 강성변화(토피별로 강성이 다름. 한국도로공사 표준도 제2권 P138~147-3 참조)에 따른 영향도 검토를 실시하였다.

2. MODELING

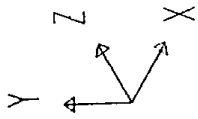
- SHELL ELEMENT를 사용, 3D MODELING을 구성하였으며, 구조하중대칭인 Symmetry Structure이므로 적절한 경계조건을 활용하며 MODELING 구성을 간편하게 수행하였다.



- MODELLING -



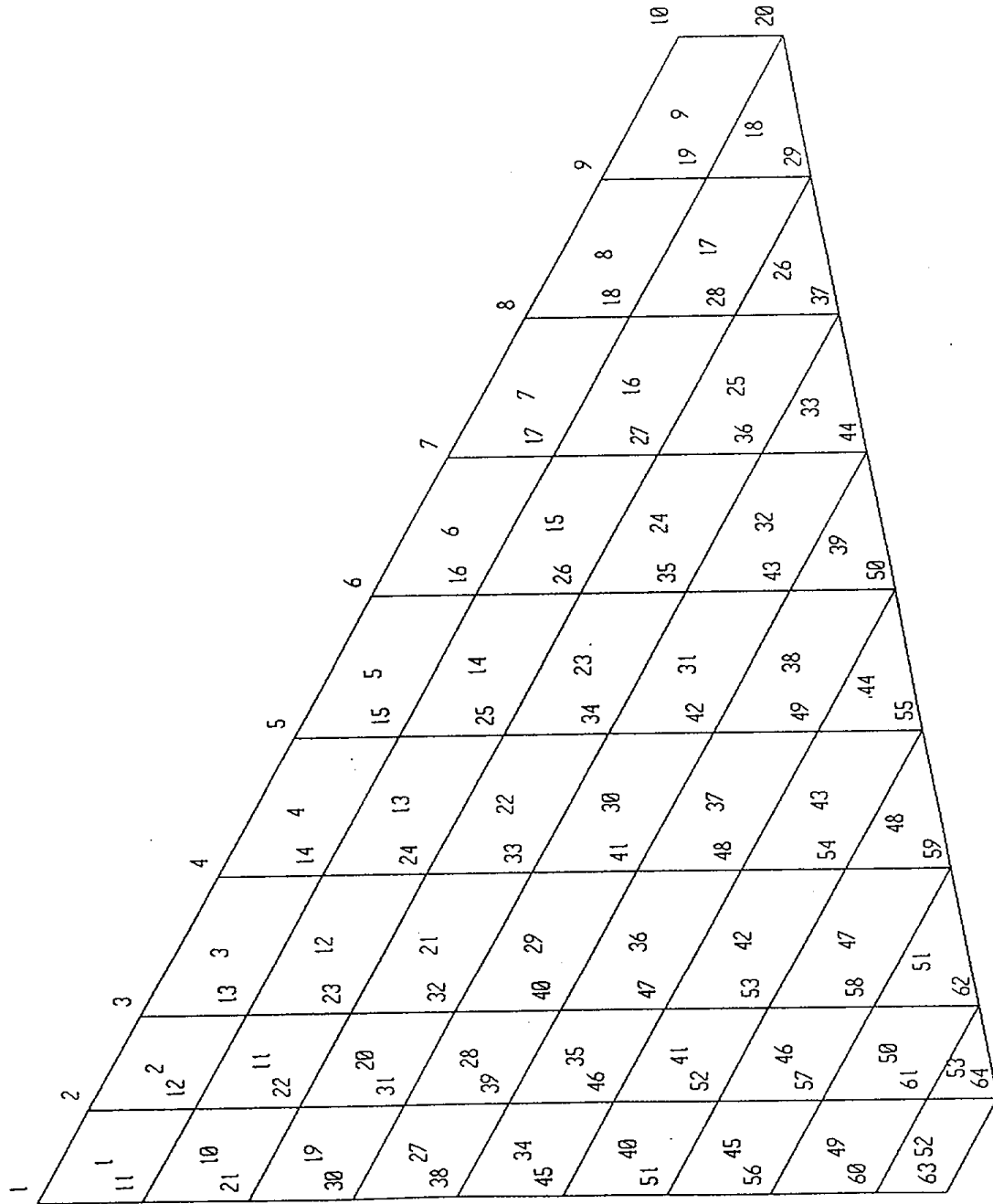
- Element Node, Element No. -

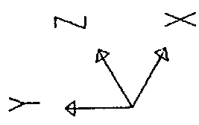


WING 1-1
UNDEFORMED
SHAPE

OPTIONS
JOINT IDS
ELEMENT IDS
WIRE FRAME

SAP90



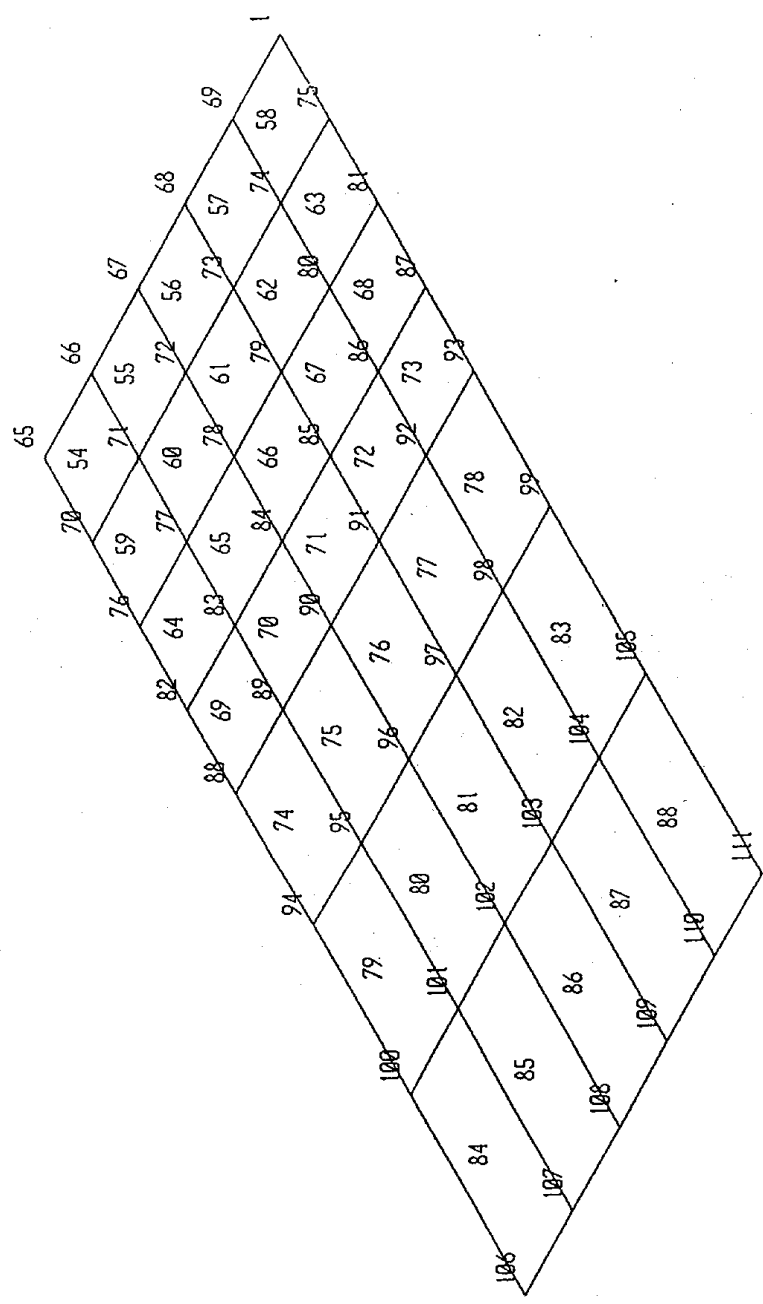


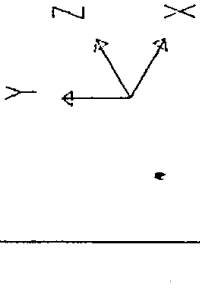
WING 1-1
UNDEFORMED
SHAPE

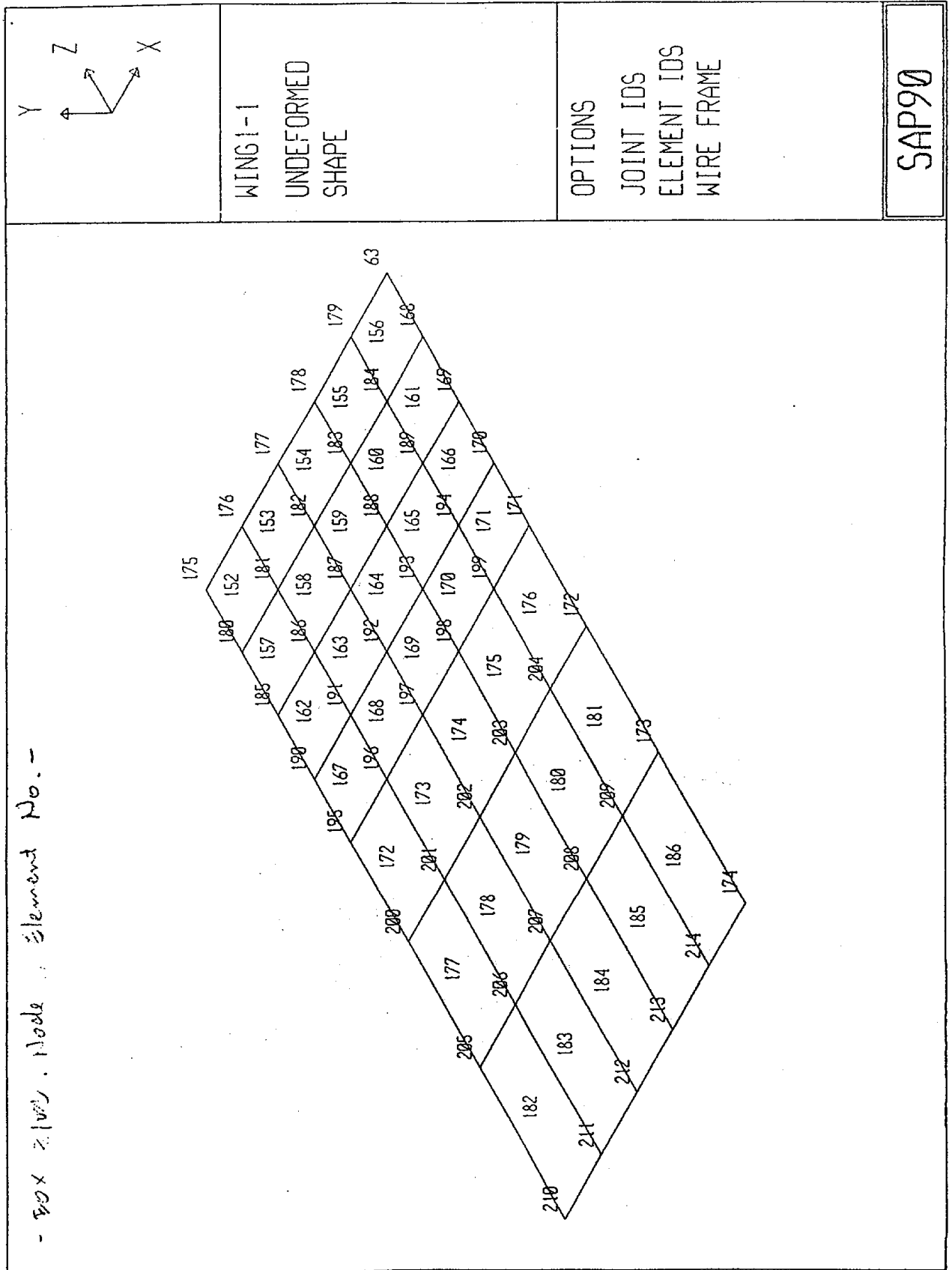
OPTIONS
JOINT IDS
ELEMENT IDS
WIRE FRAME

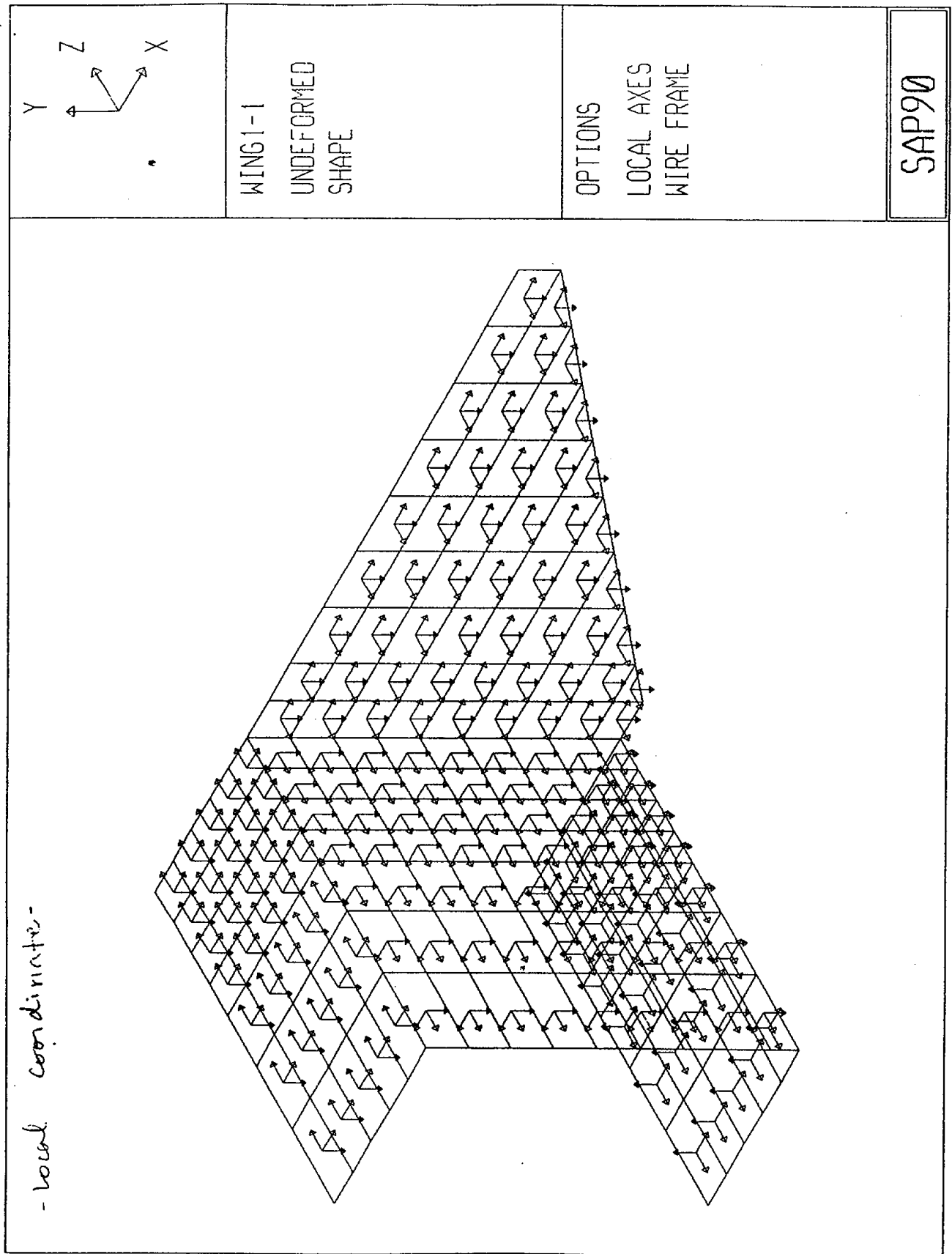
SAP90

- Box Joint Node, Element No. -



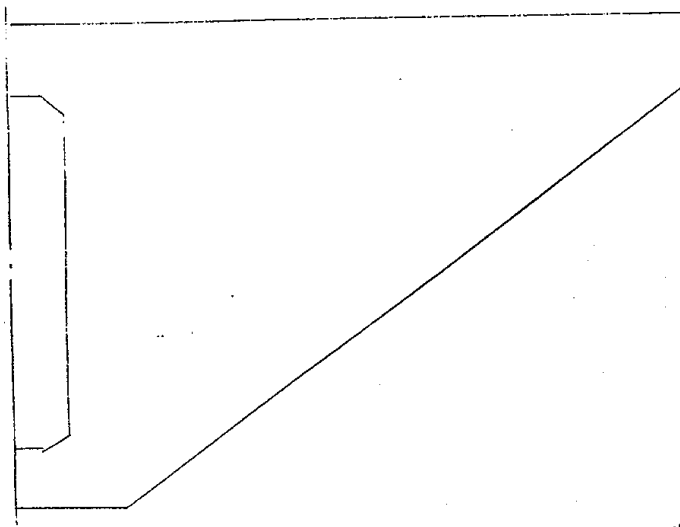
- Box and Node, Element No. -	
WING 1-1 UNDEFORMED SHAPE	OPTIONS JOINT IDS ELEMENT IDS WIRE FRAME
SAP90	





3. 하 중

- 1) 구체사하중 : Program 자체계산 (L/C1)
- 2) 상재토사 및 BOX에 작용하는 정지토압등 : 날개벽 일체형에 대해 분리형과 같이 구조물에 미치는 영향이 없으므로 무시
- 3) 날개벽에 작용하는 정지토압 (L/C2)

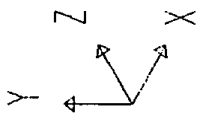
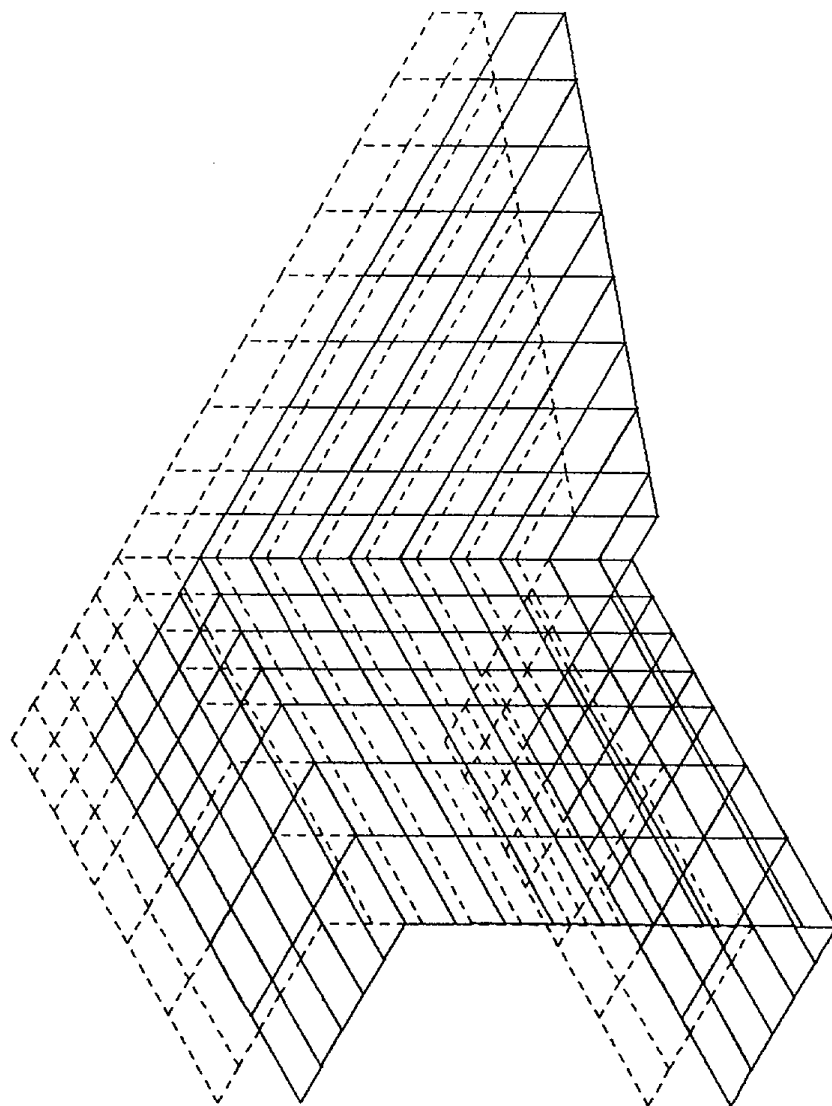


(구배 1:1.5 ; 토피 H=5.0m)

$$\begin{aligned}
 k_0 &= (1 - \sin 34^\circ) (1 + \sin 34^\circ) \\
 &= 0.665 \\
 P &= k_0 \cdot \gamma \cdot H^2 \\
 &= 0.665 \times 2.0 \times 5.0^2 \\
 &= 16.625 \text{ t/m}^2
 \end{aligned}$$

7. 24.1.14.1

- 4/6.1 ; 7/21/21% 212121-

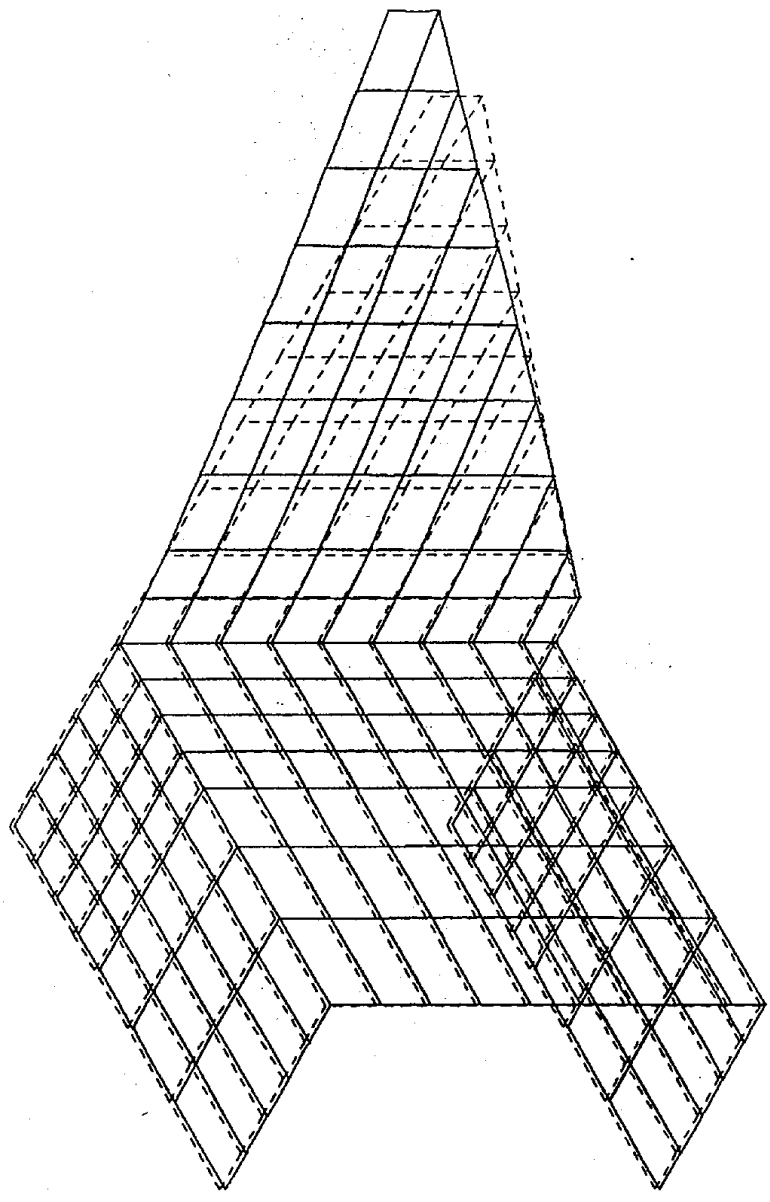


WING1-1
DEFORMED
SHAPE
LOAD 1

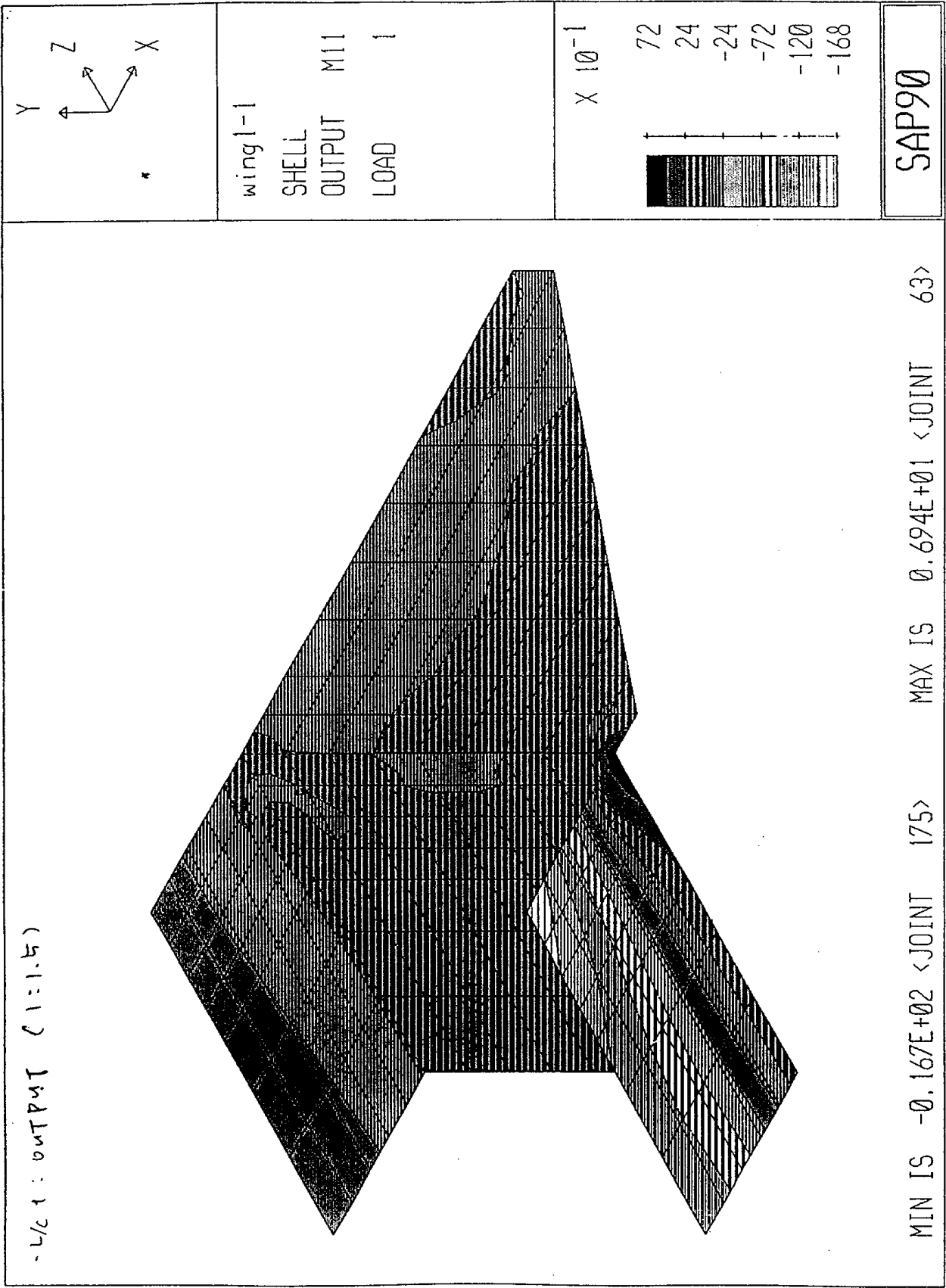
MINIMA
X-0.2574E-04
Y-0.2862E+00
Z-0.1878E-04
MAXIMA
X 0.1304E-03
Y-0.2856E+00
Z 0.5282E-04

SAP90

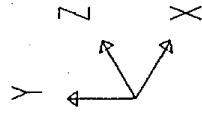
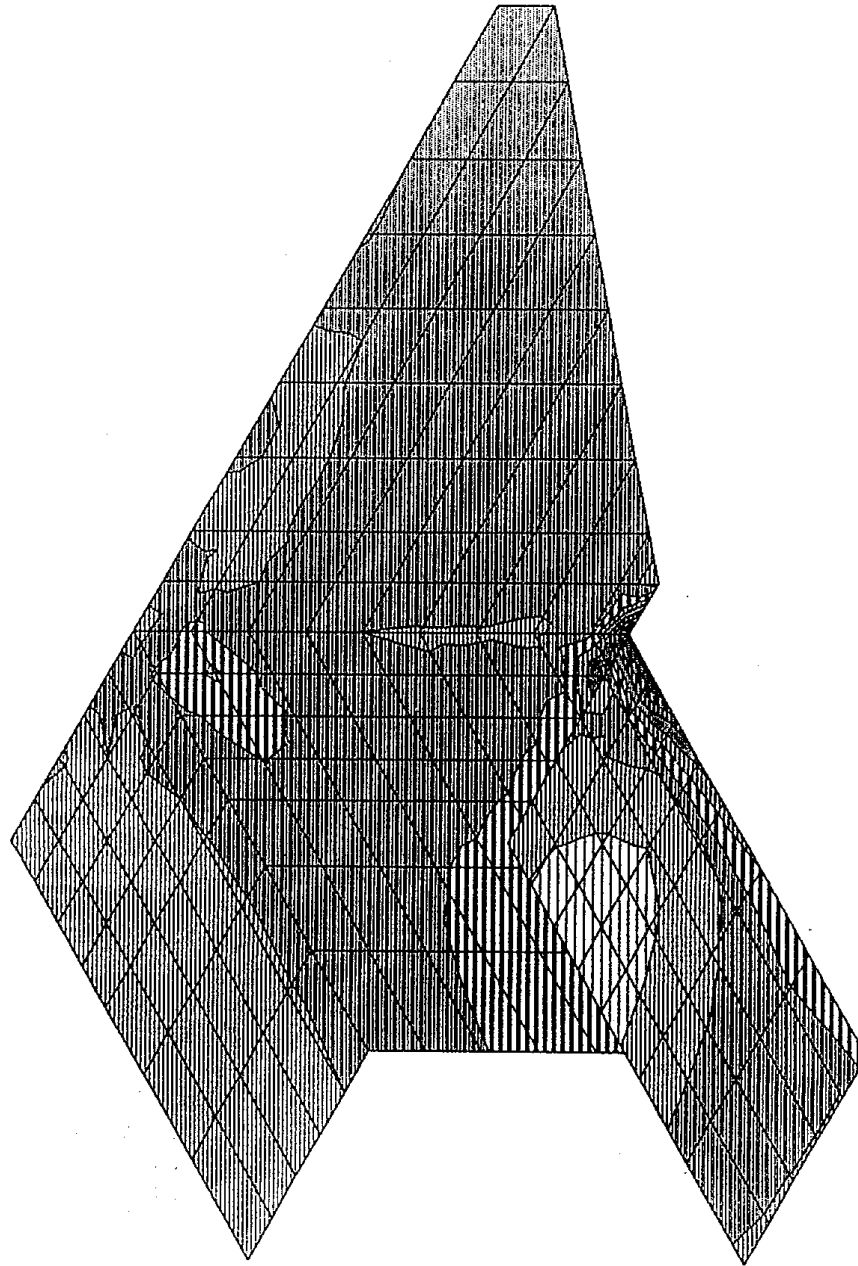
- 1/1 ~ 1/4 : 1/4 ~ 1/4 1/4 1/4



	WING1-1 DEFORMED SHAPE LOAD 2	MINIMA X-0.1687E-03 Y-0.9698E-03 Z-0.1375E-04 MAXIMA X 0.1087E-03 Y-0.8605E-03 Z 0.1830E-01	SAP90
--	--	---	------------------



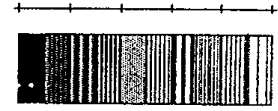
- 1/2 1 . output (1:1.5)



wing1-1
SHELL
OUTPUT M22
LOAD 1

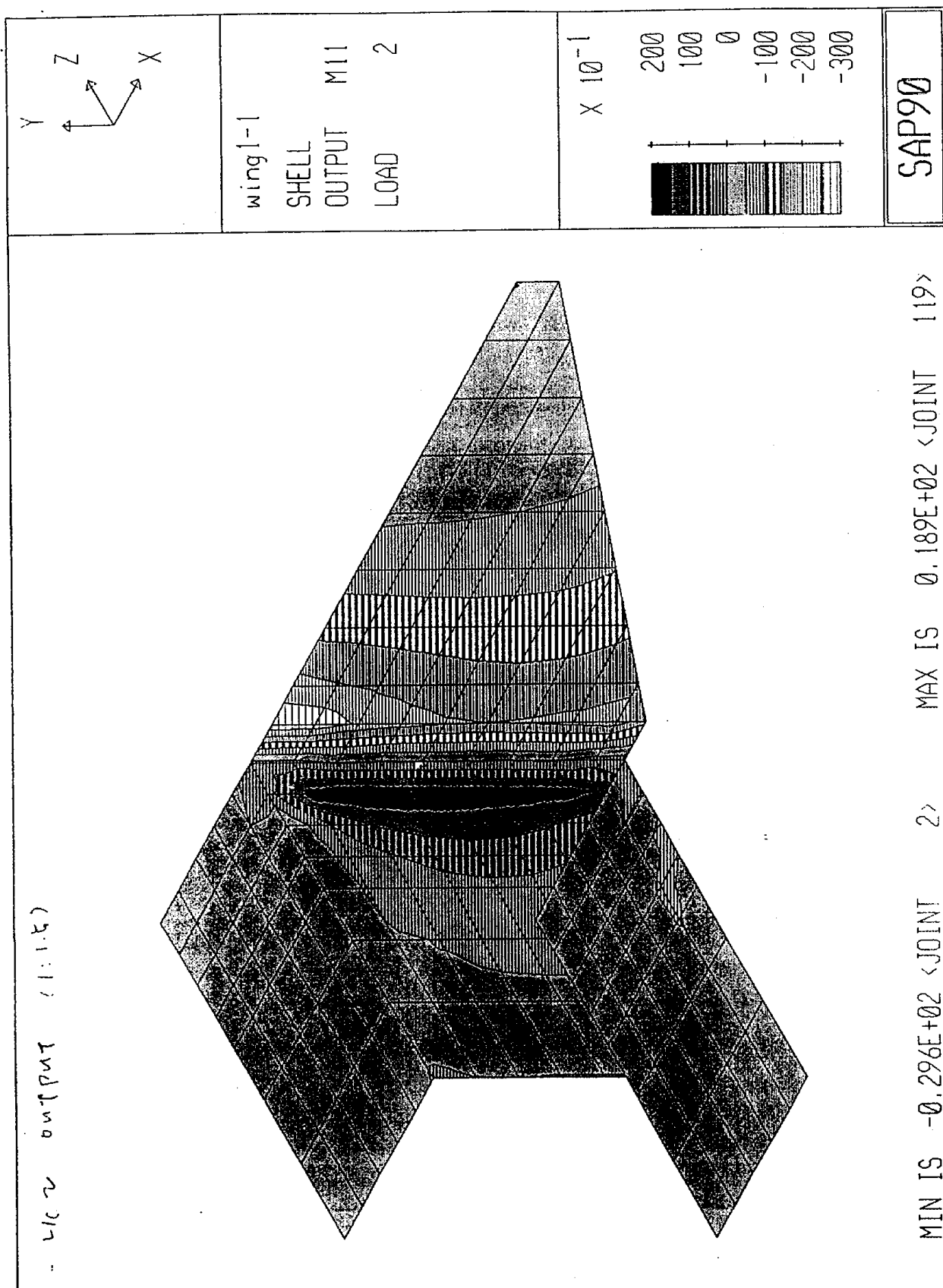
$\times 10^{-2}$

680
510
340
170
0
-170

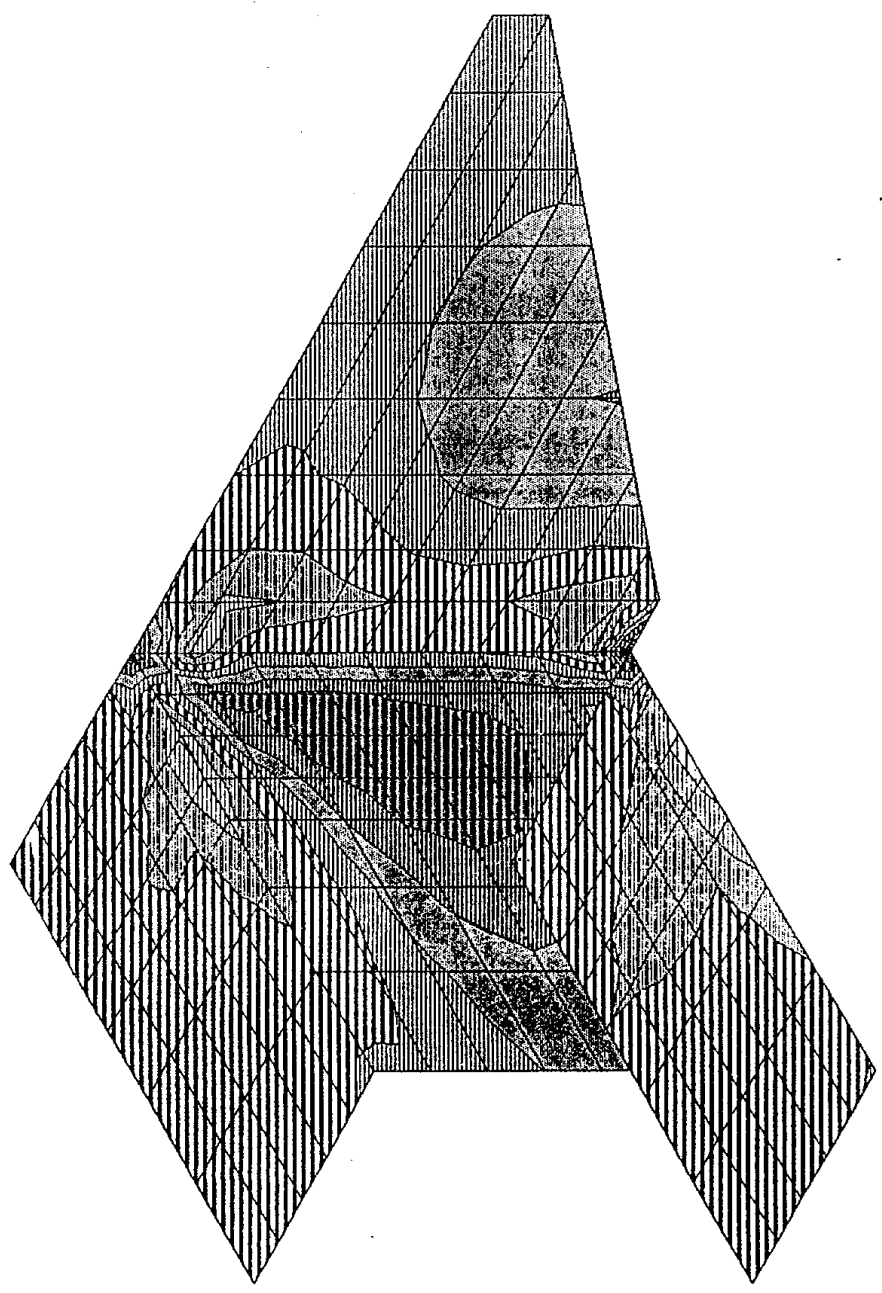


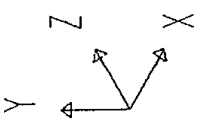
SAP90

MIN IS -0.169E+01 <JOINT 190> MAX IS 0.650E+01 <JOINT 63>



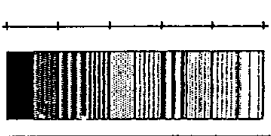
-L/C 2 : output (1:1.5)





wing1-1
SHELL
OUTPUT M22
LOAD 2

$\times 10^{-1}$

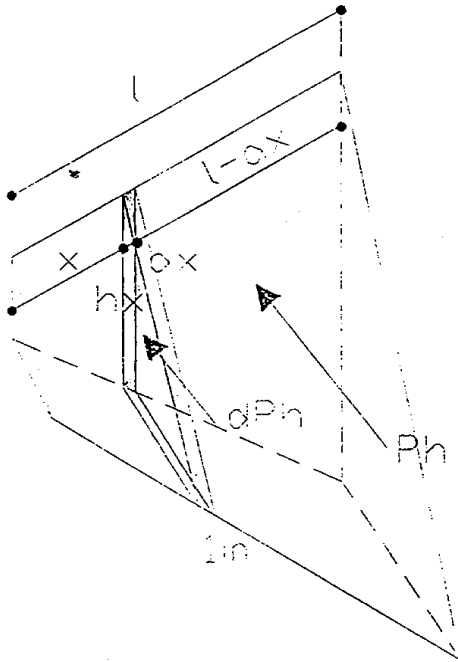


90
60
30
0
-30
-60

SAP90

MIN IS -0.568E+01 <JOINT 169> MAX IS 0.791E+01 <JOINT 63>

5. CANTILEVER 해석



$$h_x = 1.0 + \frac{x}{n}$$

$$dP_H = \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot K_o \cdot h_x^2 \cdot dx$$

$$P_H = \int_0^l dP_H$$

$$= \int_0^l \frac{1}{2} \gamma \cdot K_o \cdot h_x^2 dx$$

$$= \int_0^l \frac{1}{2} \gamma \cdot K_o \cdot \left(1.0 + \frac{x}{n}\right)^2 dx$$

$$x = \frac{\int_0^l \frac{1}{2} \gamma \cdot K_o h_x^2 (l-x) dx}{\int_0^l \frac{1}{2} \gamma \cdot K_o \cdot h_x^2 dx}$$

where $n = 1.5$

$$K_o = 0.665$$

$$\gamma = 2.0$$

$$P_H = \int_0^{8.150} \frac{K_o}{2} \cdot \gamma \cdot h_x^2 \cdot dx = 0.665 \int_0^{8.15} \left(1 + \frac{x}{1.5}\right)^2 dx$$

$$= 0.665 \times \left[8.150 + \frac{8.150^2}{1.5} + \frac{8.15^3}{3 \times 1.5^2} \right]$$

$$= 88.20 \text{ ton}$$

$$x = \frac{0.665 \times [8.15^2 + 1/2 \times 4.432 \times 8.15^2 + 1/3 \times 2.955 \times 8.15^3 - 1/4 \times 0.444 \times 8.15^4]}{88.20}$$

$$= 1.940 \text{ m}$$

$$\therefore M = M = \frac{88.20 \times 1.940}{5.80} = 29.50 \text{ t-m/m}$$

6. 단 면 력

구 분			날 개 벽	구 체 (벽체)
3D FEM해석	L/C 2	M11	28.0t·m (47.6t·m)	20.0t·m (34.0t·m)
	모 멘 트	M22	-	-
Cantilever 해 석	L/C 2	M11	29.5t·m (50.15t·m)	-
	모 멘 트	M22	-	-

(*) ()안은 LOAD FACTOR 1.7적용한 값임.

L/C 1에 대해서는 구체자중이 본체에 미치는 영향이 미소하며 따라서 그 영향은 무시할 수 있을 것으로 판단된다. 날개벽 자중에 의한 BOX하단의 반력의 분포도 균일한 것으로 나타나 BOX본체의 PILE기초시에도 평행날개벽 자중에 의한 PILE반력의 분포가 비교적 균일하며 최고토피 아래 구조물 반력에 비해 입·출구 날개벽 측의 반력은 작을 것으로 사료되므로 이에대한 별도의 검토는 수행하지 않는다.

또한, 날개벽 계산시에는 CANTILEVER해석에 의한 방법이 설계시보다 효율적일 것으로 사료된다.

7. 결 론

벽체 두께가 토피별로($t=40\text{cm}\sim 110\text{cm}$)증가하여도 그 강성변화에 따른 단면력의 영향은 미비한 것으로 판단되었으며 따라서, 토피별 날개벽의 배근변화등은 필요없이 표준화할 수 있을 것으로 사료된다.

요약하면, 통로 BOX $4.5\text{m}\times 4.5\text{m}$ 에서 날개벽 두께 $t=50\text{cm}$, 주철근은 D29@100으로 배근하며 구조계산은 날개벽을 CANTILEVER로서 고려하여 해석함이 설계시 합리적일 것으로 사료된다.

다만, 3차원 해석을 통하여 본체 BOX구조물 벽체에 별도의 보강이 필요하며 그 보강은 D29@200을 배력근에 추가로 배치하여야 한다.

단면 설계 및 검토 (강도 설계법)

———— ; 통로 BOX

* ————— 날개벽

* 부재 :

* 절점 :

*** (계산조건) ***

$$\begin{aligned}\sigma_{ck} &= 240.00 \text{ kg/cm}^2 \\ \sigma_y &= 3000.00 \text{ kg/cm}^2\end{aligned}$$

모멘트	(Mu) =	50.150 t.m
전단력	(Su) =	.000 t
축력	(Pu) =	.000 t
부재 폭	(B) =	100.00 cm
유효깊이	(D) =	42.00 cm
철근피복	(D2) =	8.00 cm

*** (필요철근량) ***

유효깊이 (D) = 42.00 cm

평형모멘트 (Mb) = $0.85 \times \sigma_{ck} \times A \times B \times (D-A/2) \times 0.85 = 12471232.0 \text{ kg.cm}$

여기서 $A = K \times X = 23.96 \text{ cm}$
 $K = .850 \quad \sigma_{ck} < 280. \quad : \quad K = 0.85$
 $\sigma_{ck} > 280. \quad : \quad K = 0.85 - (\sigma_{ck} - 280) \times 0.007/10.$
 $X = 6120 \times D / (6120 + \sigma_y) = 28.18 \text{ cm}$

--- Mu < Mb ---

$$\begin{aligned} * As &= Mu / (\sigma_y \times (D-Ac/2) \times 0.85) = 51.46 \text{ cm}^2 \\ As' &= = .00 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

여기서, $Ac = (0.85 \times \sigma_{ck} \times B \times D - \sqrt{(0.7225 \times \sigma_{ck}^2 \times B^2 \times D^2 - 2 \times \sigma_{ck} \times B \times Mu)}) / (0.85 \times \sigma_{ck} \times B) = 7.57 \text{ cm}$

철근비 (P)	= As / (B × D)	= .012
최대철근비 (Pmax)	= $0.75 \times 0.85 \times \sigma_{ck} \times A / (\sigma_y \times D)$	= .029
최소철근비 (Pmin)	= $14 / \sigma_y$	= .005

--- 스티럽이 필요없음 ---

$$Sc = 0.7 \times 0.53 \times \sqrt{\sigma_{ck}} \times B \times D = 24139.5 \text{ kg} > Su$$

----- O. K. -----

*** (사용철근량) ***

$$\begin{aligned} * \text{ 사용 } A_s &= D29@100 &= 64.20 \text{ cm}^2 \\ \text{ 사용 } A_s' &= D16@200 &= 9.95 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

*** (설계모멘트 검토) ***

$$\Phi M_n = 0.85 \times (A_s \times \sigma_y \times (D-A/2)) = 6103012.7 \text{ kg} \cdot \text{cm}$$

$$\text{여기서, } A = A_s \times \sigma_y / (0.85 \times \sigma_{ck} \times B) = 9.44 \text{ cm}$$

$$\text{----- } \Phi M_n > M_u \text{ -----}$$

$$\text{----- O. K. -----}$$

* ----- 벽체

* 부재 :

* 절점 :

*** (계산조건) ***

$$\begin{aligned} \sigma_{ck} &= 240.00 \text{ kg/cm}^2 \\ \sigma_y &= 3000.00 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned}$$

모멘트	(Mu)	=	34.000 t.m
전단력	(Su)	=	.000 t
축력	(Pu)	=	.000 t
부재 폭	(B)	=	100.00 cm
유효깊이	(D)	=	42.00 cm
철근퍼복	(D2)	=	8.00 cm

*** (필요철근량) ***

$$\text{유효깊이 (D)} = 42.00 \text{ cm}$$

$$\text{평형모멘트 (Mb)} = 0.85 \times \sigma_{ck} \times A \times B \times (D-A/2) \times 0.85 = 12471232.0 \text{ kg} \cdot \text{cm}$$

$$\begin{aligned} \text{여기서 } A &= K \times X &= 23.96 \text{ cm} \\ K &= .850 \quad \sigma_{ck} < 280. &: K = 0.85 \\ & \quad \sigma_{ck} > 280. &: K = 0.85 - (\sigma_{ck} - 280) \times 0.007/10. \\ X &= 6120 \times D / (6120 + \sigma_y) &= 28.18 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\text{--- } M_u < M_b \text{ ---}$$

$$\begin{aligned} * A_s &= M_u / (\sigma_y \times (D-A_c/2) \times 0.85) = 33.74 \text{ cm}^2 \\ A_s' &= &= .00 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

$$\text{여기서, } A_c = (0.85 \times \sigma_{ck} \times B \times D - \sqrt{(0.7225 \times \sigma_{ck}^2 \times B^2 \times D^2 - 2 \times \sigma_{ck} \times B \times M_u)}) / (0.85 \times \sigma_{ck} \times B) = 4.96 \text{ cm}$$

철근비	(P)	=	$A_s / (B \times D)$	=	.008
최대철근비	(Pmax)	=	$0.75 \times 0.85 \times \sigma_{ck} \times A / (\sigma_y \times D)$	=	.029
최소철근비	(Pmin)	=	$14 / \sigma_y$	=	.005

--- 스테럽이 필요없음 ---

$$Sc = 0.7 \times 0.53 \times \sqrt{(\sigma_{ck}) \times B \times D} = 24139.5 \text{ kg} > Su$$

----- O. K. -----

*** (사용철근량) ***

$$\begin{aligned} * \text{ 사용 } As &= D16@200 + D29@200 &= 42.05 \text{ cm}^2 \\ \text{사용 } As' &= D16@200 &= 9.95 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

*** (설계모멘트 검토) ***

$$\Phi Mn = 0.85 \times (As \times \sigma_y \times (D - A/2)) = 4172017.2 \text{ kg} \cdot \text{cm}$$

$$\text{여기서, } A = As \times \sigma_y / (0.85 \times \sigma_{ck} \times B) = 6.18 \text{ cm}$$

----- $\Phi Mn > Mu$ -----

----- O. K. -----

#2. 기술지문 의견서

■ 기술지문 결과 요약

자 문 위 원	자 문 내 용	조 치 결 과
(주) 서영기술단 조 신 규	• 평행날개벽 적용은 시공성, 경제성 등에서 상당히 효과적인 방법으로 판단되나 외면의 토공사면이 유실될 우려가 있으므로 시면끝단에 경계석 또는 콘크리트를 불럭 설치하여 토사유출 방지 강구	• 뒷채움시의 다짐은 시방규정에 입각하여 임격 관리토록 하겠으며 날개벽 외측 성토법면 끝단에는 경계석(Precast Concrete)을 설치하여 토공사면부 유실을 사전에 차단토록 하였음.
(주) 용 마 조 영 호	• 임기는 날개벽 개선안대로 처리함이 타당하며 수로암거 법면의 석축은 유지관리 및 시공성 문제점이 있으므로 다른방법 검토바람. • 시공이음부 누수방지를 위해 날개벽 연결부 지수관 삽입이 바람직. • 날개벽 단면은 시공성을 고려 동일두께 적용 방안 검토 바람.	• 수로암거에 접속되는 석축은 현장여건에 따라 옹벽 등의 콘크리트 구조물로 처리하여 시공성 및 유지관리 효율성을 도모하겠음. • 암거벽체외 날개벽은 콘크리트를 동시에 타설하여 시공이음이 생기지 않도록 계획된바 지수관 삽입이 필요없을 것으로 사료되며 도면에 "임기벽체외 날개벽은 시공이음이 생기지 않도록 동시 시공한다"로 주기를 수록하겠음. • 날개벽 끝단으로 갈수록 단면력이 작아지는 변단면의 경우 자중을 줄일 수 있어 본체에 미치는 영향이 작아지며 일방향으로 균등하게 변화되는 단면으로 계획된바, 시공성에는 특별한 문제가 없을 것으로 사료됨.
(주) 금호 ENG 강 희 철	• 평행식 날개벽 적용은 경제성·미관 시공성 측면에서 우수하다고 판단되는바 시험시공을 통해 우수성 입증후 전면 적용하는 것을 적극 추천함.	• 전면적용 방안을 강구하겠음.
(주) 유 신 코테레이식 김 우 중	• "평행날개벽" 이란 용어가 구조물의 특징을 나타내지 못한다고 생각되므로 좀더 적절한 용어 적용이 바람직함. 예 : 일체식 날개벽 등 • 구조해석 방법 및 결과 - 4.5×4.5 FEM 해석결과는 BOX내측에 최대값 (-29.6) 발생하나 6. 단면력표(28.0)와 차이 나므로 확인 요망. - FEM 그림 출력에는 벽체외의 영향이 더 크게 나오는바 확인요망. - 벽체외의 영향이 더 크면 날개벽 주철근 D29@100, BOX 보강 D29@200은 재검토 요망. • 도면 - 인정 주철근 W3 D29와 W14 D29의 정착을 확실하게 하기 위하여 끝부분을 절곡하는 것이 바람직함. - 현치 철근 H D16은 실제 인장을 받는 주요 철근이므로 D25~D.29 사용이 바람직함. • 적용성 - 현 평행날개벽은 토사의 유실 등에 의해 입구기 막힌 기능성도 있으므로 - 일체식, 분리식을 선택하여 적용할 수 있도록 배려바람.	• "평행날개벽" 이란 용어는 "도로설계 요령 제2권 P405"에 의거해서 설정한 용어이므로 용어의 동일성을 기한다는 측면에서 타당한 것으로 사료됨 • FEM 해석결과를 재확인한 결과 날개벽에 영향이 더 크게 나오는 것으로 판단되며, 최대값 발생구역도 날개벽 측이므로 기설계한 내용에 무리가 없는 것으로 사료됨. • 인정 주철근을 절곡·배근하겠으며 Haunch 철근도 주철근과 같은 철근으로 D29로 변경 하였음. • 날개벽 외측 성토법면 끝단에는 연석 등을 설치하여 입구측으로 토사유실이 되지않도록 조치하였음

#3. 산출세부 내역

- 시 공 중 : 전노선 실제현황 (통로 BOX 695개소)
- 적 용 : 전체 암거 개소중 미시공분 50%로 추정하여 적용
- 설 계 중 : 3개노선 평균치 적용

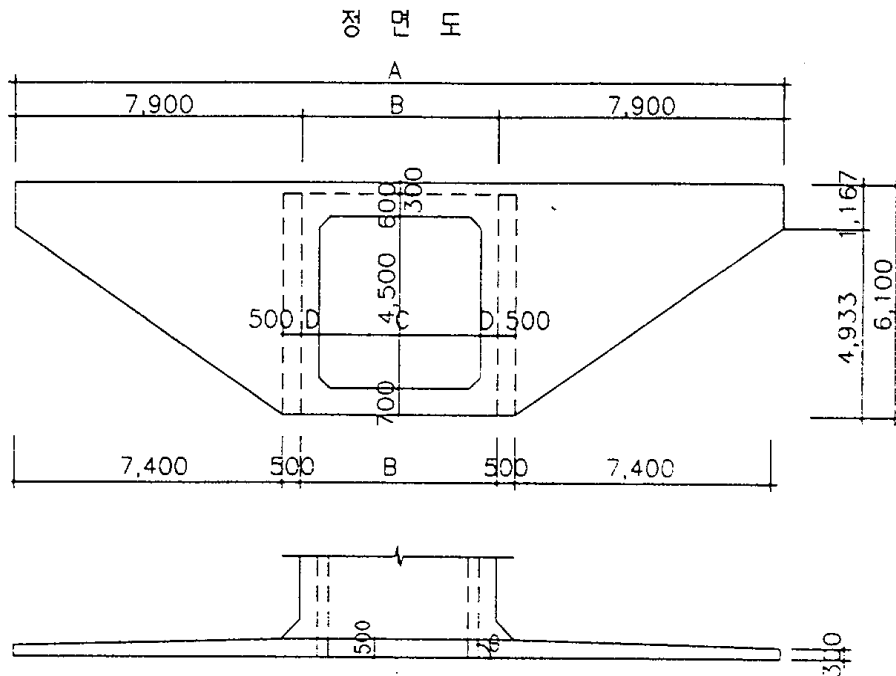
구 분	구 간	연 장 (km)	암 거 현 황 (개소)	비 고
			통 로	
계		167.2	227	
천안~노산간 고속도로	정안~논산	60.8	96	
구마~옥포간 고속도로	아포~현풍	63.3	81	
부산~대구간 고속도로	경산~삼랑진	43.5	50	
KM당 평균		KM	1.36	통로 : 절감액 15,531,000원/개소

4 날개벽 공사내역 비교

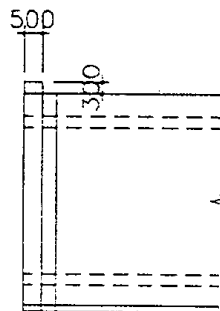
구분			단위	통로 BOX (4.5×4.5)		비고
				기존	개선	
주요공량	주요	2중Ø32	m³	89.70	53.06	
		3중Ø40	m³	34.90	15.74	
		5중Ø50	m³	7.88		
	거푸집	3회	m²	103.68	128.7	
		4회	m²	49.88	-	
		코팅	m²	105.75	124.13	
	철근	TON	8.472	13.08		
	동바리강관	공/M³	-	31.21		
	비계강관	m²	159.62	182.56		
	토	터파기	m³	321.48	-	
		되메우기	m³	192.86		
		뒷채움	m³	305.28		
		공석축	m²	-		
	공사비	공제토노체	m³	609.9	537.98	
		공제페줄떼	m²	162.28	179.9	
선택층		m³	34.00	15.74		
공사비			원	43,836,000	28,305,000	제잡비포함

#1.날개벽 개선 표준도(안)

일 반 도 (1)



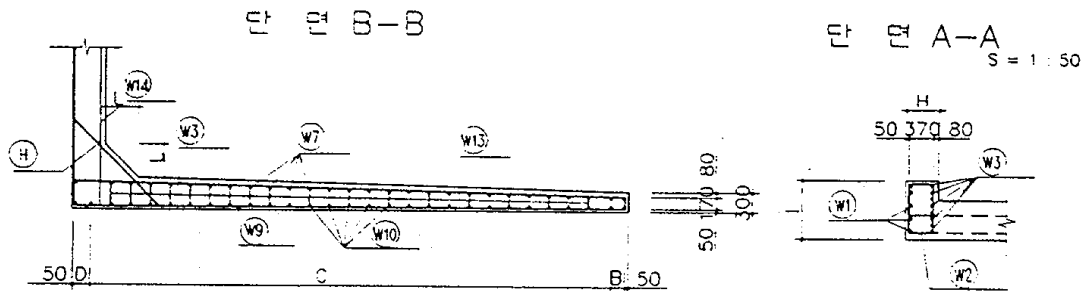
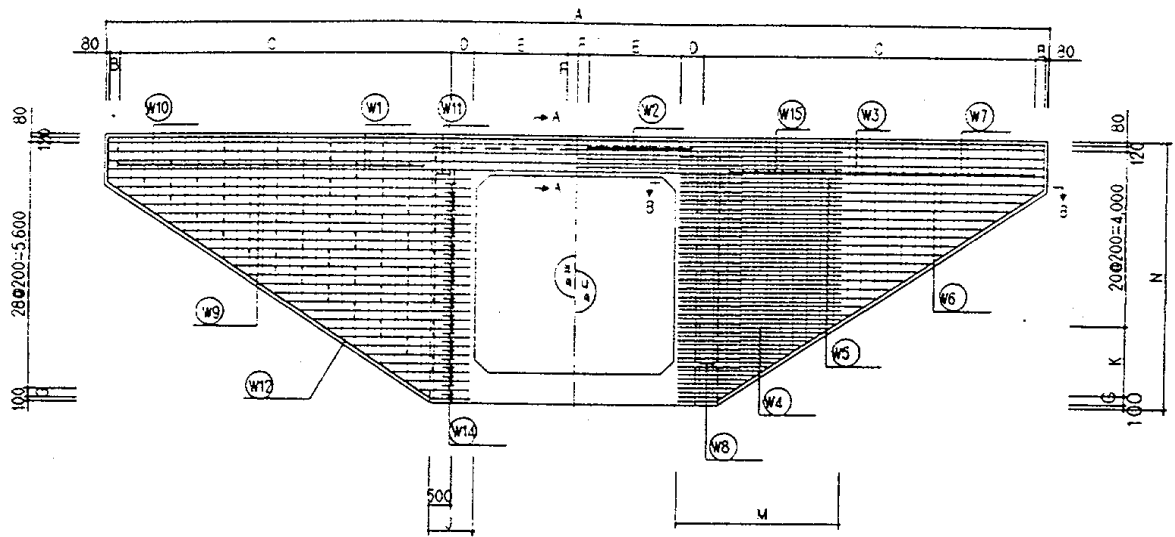
측 면 도



사각별 치수표

θ°	A	B	C	D
90	21.300	5.500	4.500	500
75	21.495	5.695	4.659	518
60	22.150	6.350	5.196	577

날개벽 배근도 (2)



치수표

θ	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	비고
90	21.300	220	25φ300 =7.500	2φ275 =550	7φ300 =2.100	200	200	500	900	1,000	16φ100 =1.600	500	3.507	6.100	
75	21.495	220	25φ300 =7.500	2φ284 =568	7φ300 =2.100	279.5	200	500	900	1,018	16φ100 =1.600	500	3.513	6.100	
60	22.150	220	25φ300 =7.500	2φ313.5 =627	8φ300 =2.400	248	200	500	900	1,077	16φ100 =1.600	500	3.532	6.100	



표준
TYPICAL DRAWING

비고

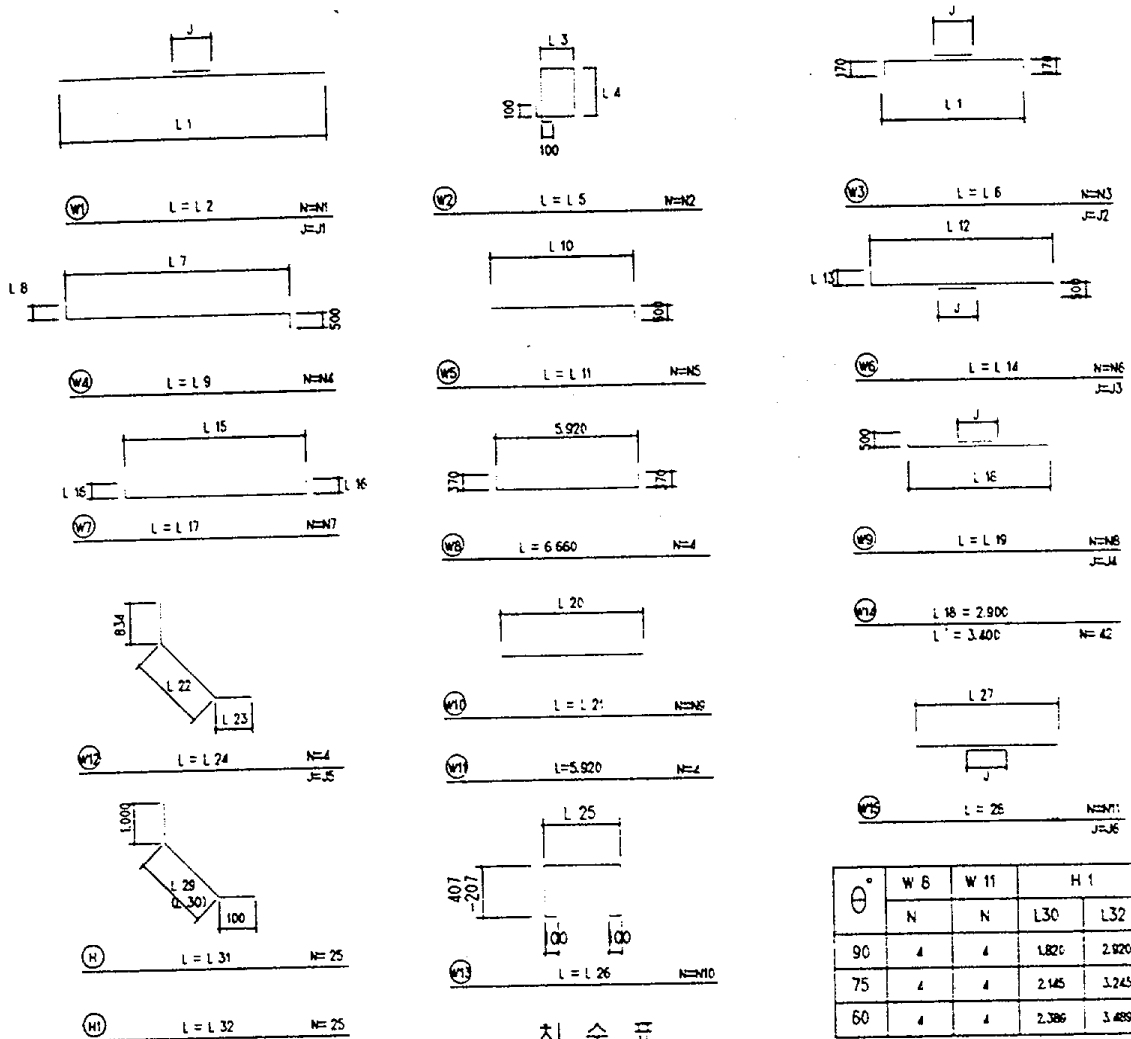
등포(1@ 4.50M X 4.50M)
= 2.00 ~ 5.00 M

설계자
확인자

작성일
수식

도면번호
73

철근 상세도 및 치수표 (3)



θ°	W 1				W 2				W 3				W 4			
	L 1	L 2	N 1	J 1	L 3	L 4	L 5	N 2	L 1	L 6	N 3	J 2	L 7	L 8	L 9	N 4
90	21.140	23.080	5	1.940	415	820	2.670	19	21.140	23.420	5	1.940	1.165 -3.565	170	3.035	34
75	21.335	23.275	5	1.940	415	820	2.670	19	21.335	23.615	5	1.940	1.187 -3.587	170	3.057	34
60	21.990	23.930	5	1.940	415	820	2.670	21	21.990	24.270	5	1.940	1.246 -3.646	170	3.116	34

θ°	W 5			W 6			W 7			W 9		
	L 10	L 11	N 5	L 12	L 13	L 14	N 6	J 3	L 15	L 16	L 17	N 7
90	3.507	4.007	34	3.865 -8.270	170	6.740	34	-	1.165 -6.087	370	4.165	48
75	3.513	4.013	34	3.887 -8.270	170	6.749	34	-	1.165 -6.087	370	4.165	48
60	3.532	4.032	34	3.946 -8.270	170	6.776	34	-	1.165 -6.087	370	4.165	48

θ°	W 10			W 12			W 13			W 15			H	
	L 20	L 21	N 9	L 22	L 23	L 24	J 5	L 25	L 26	N 10	L 27	L 28	N 11	J 6
90	1.162 -6.807	3.625	50	8.876	889	10.949	370	412	1.226	96	11.614	12.584	3	970
75	1.162 -6.807	3.625	50	8.876	887	10.967	370	412	1.226	96	11.785	12.755	3	970
60	1.162 -6.807	3.625	50	8.876	946	11.026	370	412	1.226	96	12.360	13.330	3	970



한국도철

표준도
TYPICAL DRAWING

도면명

용도(10 4.50M X 4.50M)
= 2.00 ~ 5.00 M

설계자
확인자

작성일
확인

1997. 7

도면번호
74

철근상세 및 재료표(4)

30°		90°					
구	직경	길이 (m)	수	길이 (m)	단위중량(kg/m)	총중량(TON)	비
#1	329	23,080	3	115.400			400.3%
#3	329	23,420	3	117.100			
#4	329	3,029	34	103.326			
#5	329	4,307	34	136.238			
#6	329	6,740	34	329.160			
#14	329	3,400	30	170.000			
#15	329	12,584	3	37.732			
#	329	2,920	25	73.000			
#1	329	2,920	25	73.000			
Σ	개			1,054.976	5.040	5.317	5.477
#9	319	5,229	50	261.000			
Σ	개			261.000	2.250	1.587	0.605
#2	316	2,670	19	50.730			
#7	316	4,163	48	199.920			
#8	316	6,660	4	26.640			
#10	316	3,623	30	181.250			
#11	316	3,920	4	23.680			
#12	316	10,949	4	43.796			
Σ	개			526.016	1.560	1.821	1.846
#13	313	1,226	36	117.696			
Σ	개			117.696	1.996	1.117	1.121
Σ	개					5.843	7.948

		75'						
구분	점번호	남위(m)	동경(m)	단면폭(m)	중량(kg/m)	중심하중(TON)	비고	
#1	329	23,275	5	16,373		(TON)	A00 J E	
#3	329	23,615	5	18,075				
#4	329	1,257	34	10,938				
#5	329	4,213	34	13,442				
#6	329	6,749	34	229,466				
#14	329	1,400	50	170,000				
#15	329	12,755	3	38,263				
#	329	2,720	25	68,000				
#1	329	3,245	25	91,125				
Σ	계			1,061,686	5,040	5,351	5,511	
#9	319	5,229	50	261,450				
Σ	계			261,450	2,250	2,588	3,606	
#2	316	2,670	19	50,730				
#7	316	4,165	18	199,920				
#8	316	6,660	4	26,640				
#10	316	1,625	50	181,250				
#11	316	5,920	4	23,600				
#12	316	10,967	4	43,868				
Σ	계			526,068	1,560	3,821	3,846	
#13	313	1,226	96	117,696				
Σ	계			117,696	3,996	3,117	0,121	
총	계					6,878	7,084	

θ		50°					
구경	직경	길이(m)	구경	중량(m)	단위중량(kg/m)	총중량(TON)	비고
#1	φ29	23.930	3	119.650			
#3	φ29	24.270	5	121.350			
#4	φ29	3.116	34	105.944			
#5	φ29	4.332	34	137.988			
#8	φ29	6.779	34	230.452			
#14	φ29	3.400	50	170.300			
#15	φ29	13.330	3	39.990			
△	φ29	2.347	25	53.675			
#1	φ29	3.487	25	97.175			
△		φ		1075.324	5040	5420	5582
#9	φ19	5.258	50	252.900			
△		φ		252.900	2.250	1.592	1.609
#2	φ16	2.970	21	56.070			
#7	φ16	4.163	48	199.920			
#8	φ16	5.660	4	26.640			
#10	φ16	3.625	50	181.250			
#11	φ16	5.920	4	23.680			
#12	φ16	11.026	4	44.104			
△		φ		531.664	1.560	1.829	3.854
#13	φ13	1.225	36	117.636			
△		φ		117.636	3.996	2.117	3.121
△		φ				6.957	7.166

사각별 일반수량 집계표(5)

단	종	단	30'	75'	50'
콘크리트(구체)	2종 (φ32mm)	㎡	27,114	27,144	27,242
거울	단판 거울	㎡	71,628	71,684	77,987
	그림 거울	㎡	61,526	61,594	67,791
바닥	단판	㎡	207,760	208,852	209,289
벽바닥	단판	㎡	14,602	14,602	14,602

4-19 횡단배수관 규격검토

방 침

설 계 개
16210-207
('97. 6. 19)

1. 검 토 목 적

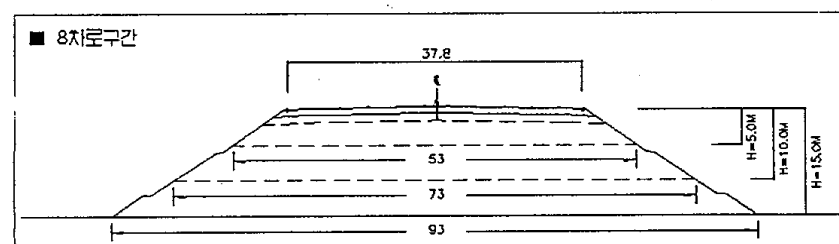
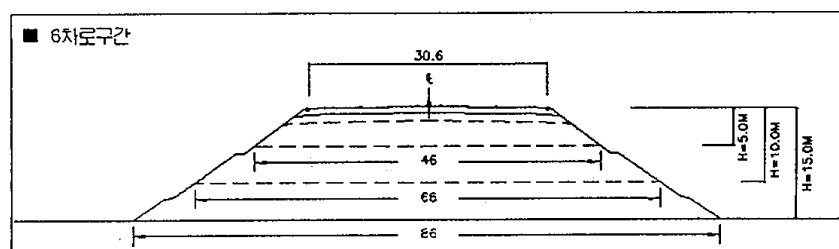
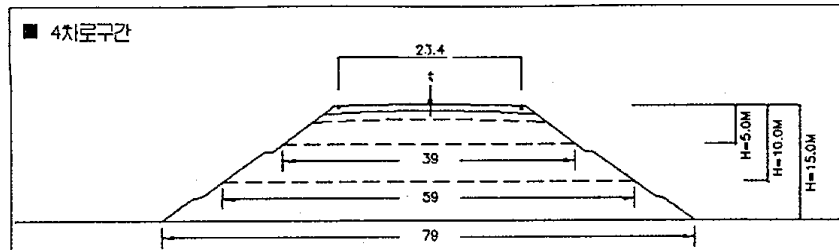
- 다차로 고속도로와 고성토 건설로 횡단배수관의 연장이 증가됨에 따라,
배수관 내부 퇴적토사 제거 및 점검등 유지관리의 어려움이 날로
증가하여 유지관리를 감안한 배수관의 최소규격을 검토코자 함.

2. 현행 적용기준

(단위 : mm)

구 분	고 속 도 로		국 도	비 고
	도로설계 실무편람('96)	노선별적용기준		
최 소 규 격	ø 800	ø 800, ø 1000	ø 800	

3. 차로수 및 성토고별 배수관 연장($\theta=90^\circ$)



차로수	성토고	연장 (m)	비고
4차로	5m	39	
	10m	59	
	15m	79	
6차로	5m	46	
	10m	66	
	15m	86	
8차로	5m	53	
	10m	73	
	15m	93	

4. 유지관리 문제점

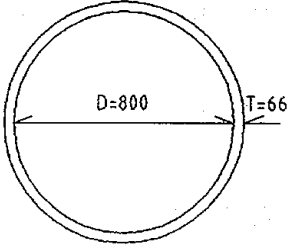
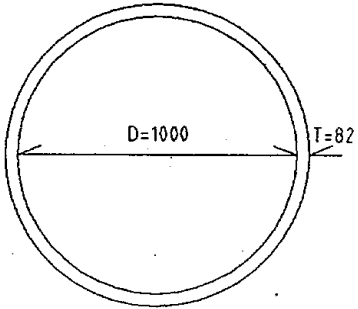
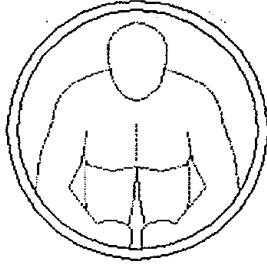
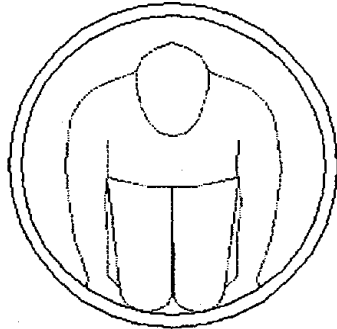
- 배수관 연장증가시 유지관리 곤란
 - 다차로 및 고성토 구간은 긴연장의 배수관이 설치되어 관경이 적을시 유지관리 곤란
 - 점검 및 유지보수 작업능률 저하
- 토사 퇴적물로 인한 통수단면 부족, 배수불량
 - 배수관내 토사 퇴적으로 통수단면 감소
 - 배수관 경사 완만시(평지부) 배수관 내부 퇴적토 발생
 - 배수관 유입·유출부 수로의 토사퇴적으로 배수관 내부 퇴적토 발생

5. 배수구조물내 퇴적방지 조건 (토사+자갈)

- 적정유속: 1.5m/sec 이상
- 배수구조물 경사 1.0 % 이상 유지 필요
(관련근거 : 배수구조물 설계법, 1987. 한국도로공사)

6. 규격검토

■ 유지관리를 고려한 규격검토

구 분	ø 800 m/m	ø 1000 m/m
단 면 도		
배수관내 작업자세	옆 드 려 기 기	기 기
작업 여유폭	 최소직경 : ø 635m/m 적정직경 : ø 760m/m	 최소직경 : ø 785m/m 적정직경 : ø 915m/m
통수단면	$0.5020 \times 0.8 = 0.40 \text{ m}^2$	$0.785 \times 0.8 = 0.63 \text{ m}^2$
공 사 비	191,590 원/m	259,477 원/m (증 67,857 원/m)
장 · 단점	• 작업공간 협소로 유지보수 및 점검 곤란 • 퇴적물 발생 및 집중강우시 배수처리 불리 • 공사비 저렴	• 유지관리시 작업 효율성 증대 (기기자세로 작업 가능) • 단면증가로 일정량의 퇴적도 발생시에도 배수기능 저하 예방 • 공사비 고가

7. 검토결과

- 배수관 내부 토사퇴적 및 연약지반의 장기침하에 의한 배수기능 저하를 예방하고, 내부점검등 유지관리 효율성을 제고하기 위하여
 - 배수관 경사가 1%이하인 경우
 - 연장이 60m이상인 경우(장래 확장계획 감안)
 - 연약지반에 위치한 경우
 - 평야지에 위치하여 장기적으로 유입, 유출부 접속 수로의 퇴적에 의한 배수불량 우려가 있는 지역 등에는
- 횡단배수관의 최소직경을 $\phi 1000$ mm 이상으로 시행코자 함.

공 사 비 산 출 거

보강원심력 철근 콘크리트관 단가표

※ 전주-함양간 고속도로 건설공사 실시설계 참조

구 분	보강원심력 철근콘크리트관 (D=800)	보강원심력 철근콘크리트관 (D=1,000)	비 고
1. 배수관	38,008 원	60,338 원	(공장상차도)
2. 배수관 운반	5,877 원	7,781 원	(운반비+하차비)
3. 기초콘크리트 구입	46,396 원	59,313 원	(3종 25mm무근)
4. 기초콘크리트 타설	17,657 원	22,573 원	
5. 거푸집 (합판 6회)	32,148 원	38,034 원	
6. 관부설비	51,504 원	71,438 원	(크레인트럭+노무비)
계	191,590 원	259,477 원	

보강원심력 철근콘크리트관 단가산출

1. 보강원심력 철근 콘크리트관 (D = 800M/M)

가. 배수관 (공장상차도)	: 1.0 M × 36,901.00 × 1.03	= 38,008
나. 배수관 운반	: 1.0 M × (4,803.42 + 1,073.67) ÷ 2.5M × 1.03	= 5,877
다. 기초콘크리트 구입 (3종 25무근)	: 0.959 M ³ × 48,379.00	= 46,391
라. 기초콘크리트 타설	: 0.959 M ³ × 18,412.00	= 17,657
마. 거푸집	: 2.644 M ³ × 12,159.00	= 32,148
바. 관부설비	: 1.0 M × (12,234.56 + 39,269.22)	= 51,504
∴ 가 + 나 + 다 + 라 + 마 + 바 = 191,590원/M		

2. 보강원심력 철근 콘크리트관 (D = 1,000M/M)

가. 배수관 (공장상차도)	: 1.0M × 58,581.00 × 1.03	= 60,338
나. 배수관 운반	: 1.0M × (6,708.51 + 1,073.67) ÷ 2.5M × 1.03	= 7,781
다. 기초콘크리트 구입 (3종 25무근)	: 1.226M ³ × 48,379.00	= 59,313
라. 기초콘크리트 타설	: 1.226M ³ × 18,412.00	= 22,573
마. 거푸집	: 3,128M ³ × 12,159.00	= 38,034
바. 관부설비	: 1.0M × (15,633.05 + 55,804.8) = 71,438	= 71,438
∴ 가 + 나 + 다 + 라 + 마 + 바 = 259,477원/M		

공종 2-10-C-01-A 210C01A 보강 원심력 철근콘크리트관 (D=800 M/M)		산출내역		경비 노무비 재료비 합계	
: M					
1. 배수관 (공장 상차도)					
재료비 : 1.0 <M> * 36901.00 * 1.03 = 38008.03		0.00		0.00 38008.03 38008.03	
소 계 :					
2. 배수관 운반					
배수공 BASIC [B218A0500] 참조		1757.00		3089.00 1031.00 5877.00	
소 계 :					
3. 기초 콘크리트 구입 (3종25MM-무근)					
배수공 BASIC [B221G0000] 참조		0.00 = 0.00			
경비 : 0.959 <M3/M> *		0.00 = 0.00			
노무비 : 0.959 <M3/M> *		0.00 = 0.00			
재료비 : 0.959 <M3/M> *		48379.00 = 46395.46			
소 계 :		0.00		0.00 46395.46 46395.46	
4. 기초 콘크리트 타설					
배수공 BASIC [B211B0100] 참조		0.00 = 0.00			
경비 : 0.959 <M3/M> *		0.00 = 0.00			
노무비 : 0.959 <M3/M> *		18412.00 = 17657.10			
재료비 : 0.959 <M3/M> *		0.00 = 0.00			
소 계 :		0.00		17657.10 0.00 17657.10	
5. 거푸집 (합판 6회)					
배수공 BASIC [B212B0300] 참조		8379.00 = 22154.07			
노무비 : 2.644 <M2/M> *		3780.00 = 9994.32			
재료비 : 2.644 <M2/M> *		0.00			
소 계 :		22154.07		9994.32 32148.39	
6. 관 부설비					
1) 크레인 트럭 10 TON : [E06011]					
경비 : 9980.06 * 0.36 = 3592.82					

공종	산출내역	경비	노무비	재료비	합계
노무비 :	$22643.97 \times 0.36 = 8151.82$				
재료비 :	$1360.90 \times 0.36 = 489.92$				
2) 노무비					
배관공 : $0.180 < \text{인} > \times 51160.00 = 9208.80$					
인 부 : $0.884 < \text{인} > \times 34005.00 = 30060.42$					
소 계 :					
		3592.82	47421.04	489.92	51503.78
		5349.82	90321.21	95918.73	191589.76
총 계		5350	90321	95919	191590

공 중				산 출 내 역				경 비				노 무 비				재 료 비				합 계			
노무비 :				22643.97 * 0.46 = 10416.22																			
재료비 :				1360.90 * 0.46 = 626.01																			
2) 노무비																							
배관공 :				0.24 <인> * 51160.00 = 12278.40																			
인 부 :				1.28 <인> * 34005.00 = 43526.40																			
소 계 :																							
총 계																							

공 종	산 출 내 역	경 비	노 무 비	재 료 비	합 계
8-2-11-B-01	B211B01 콘크리트타설(무근구조물) : M3				
	VIBRATOR 제외				
	콘크리트 타설비				
	콘크리트공 : $0.15 * 61538.00 = 9230.70$				
	인 부 : $0.27 * 34005.00 = 9181.35$				
	소 계 :	0.00	18412.05	0.00	18412.05
	총 계	0.00	18412.05	0.00	18412.05
		0	18412	0	18412

공 중 산 출 내 역				
B-2-12-B-03 B212B03 합판거푸집(6회) : M2				
합판거푸집1회 [B212A0200] 참조				
노무비 :	26184.00 * 0.320 =	8378.88		
재료비 :	10892.00 * 0.347 =	3779.52		
소 계 :				
		0.00	8378.88	3779.52
		0.00	8378.88	3779.52
		0	8379	3780
				12158.40
				12158.40
				12159

공종	산출내역	경비	노무비	재료비	합계
----	------	----	-----	-----	----

B-2-18-A-05 B218A05 원심력 철근콘크리트관 운반비 (공장-현장 D= 800 M/M) : M

1. 운반비 (DUMP TRUCK 10.5 TON) : [B11031]

원심력 철근콘크리트관 단위중량 : 1230.00 <KG/2.5M>

대당 적재본수 Q1= 10.5 <TON> * 1000 / 1230.00

Q1= 9 <본>

E = 0.9

T1 = 3 * 9 = 27.00 (T1 = T3)

T2 = 212.79 = 212.79

T4=0.42

CM= T1 + T2 + T3 + T4

CM= 27 + 212.79 + 27 + 0.42 = 267.21 <MIN>

Q = 60 * 9 * 0.9 / 267.21 = 1.82 <산/HR>

경비 : 6853.14 / 1.82 = 3765.46

노무비 : 9936.76 / 1.82 = 5459.75

재료비 : 5561.94 / 1.82 * (212.79 / 267.21) = 2433.62

소 계 : [1/2.5*1.03]

2. 하차비

인 부 : 트럭상 2 <인>	1 본당 로프매기 1 <MIN>
트럭하 2 <인>	선회 및 풀기 2 <MIN>

계	4 <인>	계	3 <MIN>
---	-------	---	---------

1) 트럭 크레인 10 TON : [E06011]

경비 : 9980.06 * 3 / 60 = 499.00

노무비 : 22643.97 * 3 / 60 = 1132.19

재료비 : 1360.90 * 3 / 60 = 68.04

2) 인 부 : 4 <인> * 34005.00 * 3 / 450 = 906.80

소 계 : [1/2.5*1.03]

205.58	840.06	28.03	1073.67
--------	--------	-------	---------

공종	산출내역	경비	노무비	재료비	합계
----	------	----	-----	-----	----

B-2-18-A-06 B218A06 원심력 철근콘크리트관 운반비 (공장-현장 D=1000 M/M) : M

1. 운반비 (DUMP TRUCK 10.5 TON) : [E11031]

원심력 철근콘크리트관 단위중량 : 1951.00 <KG/2.5M>

대당 적재본수 Q1= 10.5 <TON> * 1000 / 1951.00

Q1= 5 <본>

E = 0.9

T1 = 3 * 5 = 15.00 (T1 = T3)

T2 = 212.79 = 212.79

T4=0.42

CM= T1 + T2 + T3 + T4

CM= 15 + 212.79 + 15 + 0.42 = 243.21 <MIN>

Q = 60 * 6 * 0.9 / 243.21 = 1.33 <본/HR>

경비 : 6853.14 / 1.33 = 5152.73

노무비 : 9936.76 / 1.33 = 7471.24

재료비 : 5561.94 / 1.33 * (212.79 / 243.21) = 3658.84

소 계 : [1/2.5*1.03]

2122.92 3078.15 1507.44 6708.51

2. 하차비

인 부 : 트럭상 2 <인> 1 본당 로프매기 1 <MIN>
트럭하 2 <인> 신회 및 풀기 2 <MIN>

계 4 <인> 계 3 <MIN>

1) 트럭 크레인 10 TON : [E06011]

경비 : 9980.06 * 3 / 60 = 499.00

노무비 : 22643.97 * 3 / 60 = 1132.19

재료비 : 1360.90 * 3 / 60 = 68.04

2) 인 부 : 4 <인> * 34005.00 * 3 / 450 = 906.80

소 계 : [1/2.5*1.03]

205.58 840.06 28.03 1073.67

구분	산출내역	경비	노무비	재료비	합계
	I 단위보정 : 1,2번 / 2.5 M * 1.03 I				
		2328.50	3918.21	1535.47	7782.18
총계		2328	3918	1535	7781

공종	산출내역	경비	노무비	재료비	합계
B-2-21-G	B221G00 3층 콘크리트 구입 (0=25 M/M) - 부근 : M3				
	레이콘 구입비				
	재료비 : 1.0 <M3> * 1.02 * 47430.00 = 48378.60				
	소 계 :	0.00	0.00	48378.60	48378.60
	총 계	0	0	48379	48379

공종	산출내역	경비	노무비	재료비	합계
B-2-12-A-02 B212A02 합판 거푸집 (1회) : M2					
1. 합판					
	(T=12 M/M, 내수합판)				
	(J1) : 1.03 <M2> * 5908.07 = 6085.31	0.00	0.00	6085.31	6085.31
2. 각재 (육송)					
	(J2) : 0.038 <M3> * 239520.95 = 9101.79	0.00	0.00	9101.79	9101.79
3. 결속선 (#8 철선)					
	: 0.29 <KG> * 410.00 = 118.90	0.00	0.00	118.90	118.90
4. 못 (N=75)					
	: 0.20 <KG> * 568.00 = 113.60	0.00	0.00	113.60	113.60
5. 박리제 (중유)					
	: 0.19 <L> * 148.58 = 28.23	0.00	0.00	28.23	28.23
6. 형틀목공					
	: 0.28 <인> * 65580.00 = 18362.40	0.00	18362.40	0.00	18362.40
7. 인부					
	: 0.23 <인> * 34005.00 = 7821.15	0.00	7821.15	0.00	7821.15
8. 고체대					
	(합판 + 각재) 의 30 %				
	: - (6085.31 + 9101.79) * 0.3 = -4556.13	0.00	0.00	-4556.13	-4556.13

산출내역				
공종	경비	노무비	재료비	합계
총계	0.00	26183.55	10891.70	37075.25
	0	26184	10892	37076

4-20 교면배수구 설치기준 검토

방 침

설 계 일
16210-222
('97. 6. 27)

1. 검토목적

고속도로 교량 노면부의 원활한 배수처리로 고속주행차량의 안전성 및 쾌적성을 제고하기위하여 배수구의 설치간격 및 규격에 대한 합리적인 설계기준을 수립코자 함.

2. 설계 적용현황

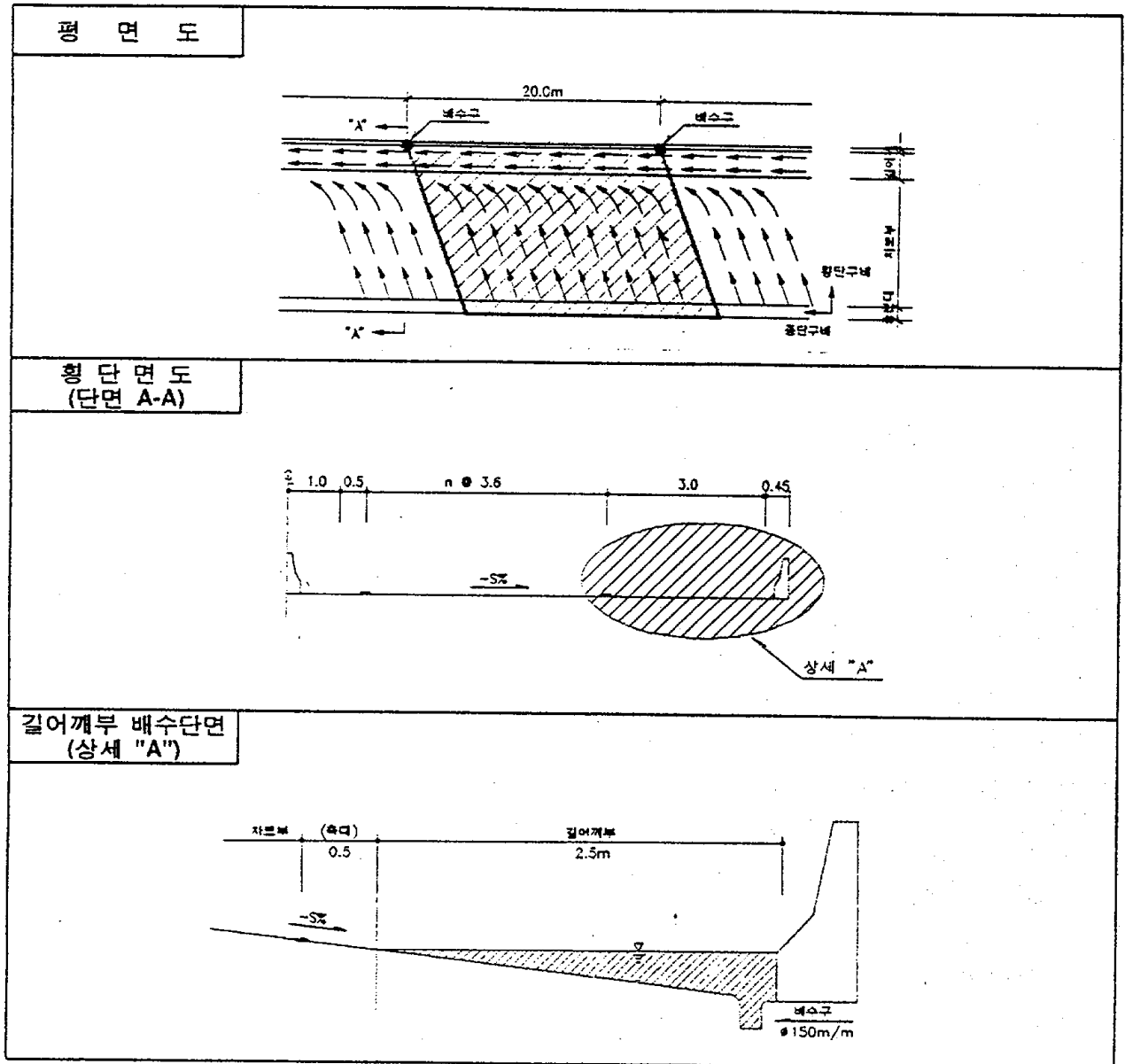
1) 교면배수시설의 국내·외 제 기준

구 분	도로교표준시방서	도로설계요령	AASHTO	일본도로교시방서	일본 도로 공단 설계요령
· 배수구 간격 및 배치	· 20m이하 · 원활한 교면배수를 위한 횡단구배배치 · 갓길에 필요한 간격으로 충분한 크기의 배수구 설치 · 종단구배가 0.5%인 경우 최저부에 배수구 설치하고 그부근 간격은 3~10m · 신축장치부근 배수구 설치	· 20m이하 · 종단곡선이 오목한 경우 중앙에 배수구 설치 · 완곡곡선 및 S곡선 구간의 변곡점 부근에 횡단구배가 수평인 곳에는 차도양측에 배수구 설치 · 신축장치 상류측 배수구 설치	· 교면 유출수율 충분한 배수할 수 있는 규격 및 간격으로 설치	· 원활한 교면배수를 위한 횡단구배배치 · 노면에 필요한 간격으로 충분한 크기의 배수구 설치 · 종단구배가 0.5%인 경우 최저부에 배수구 설치하고 그 부분 간격은 3~10m · 신축장치 부근 배수구 설치	· 20m이하 · 종단구배가 0.5%인 경우 중앙에 배수구 설치 · 완곡곡선 및 S곡선 구간의 변곡점 부근에 횡단구배가 수평인 곳에는 차도양측에 배수구 설치 · 신축장치 상류측 배수구 설치
· 배수구 단면 · 형 상 · 규 격 · 배수관 경사 · 안전율	· 원형 · 내경 15cm이상 · - · -	· 원형 · 내경 15cm이상 · 3%이상 · 유출량의 3배를 유하시킬수 있는 규격	· - · 4inch 이상 · - · -	· 원형 · 내경 15cm이상 · - · -	· 원형 · 내경 15cm이상 · 3%이상 · 유출량의 3배를 유하시킬수 있는 규격

2) 교면배수시설 설계현황

노 선 명	배 수 구 간 격			비고(준공)
	4차로	6차로	8차로	
서해안고속도로(인천~안산간)		20.0m		90.11
서울외곽순환(판교~김포간)			20.0m	91.12
호남고속도로(고서~순천간)	20.0m			92. 9
대전~진주간 고속도로	20.0m			93. 4
중앙고속도로(안동~영주간)	20.0m			94.11
중앙고속도로(영주~제천간)	20.0m			95.12
부산~대구고속도로(경산~삼랑진간)	20.0m			96.12

3) 설계적용단면



3. 현행기준의 문제점

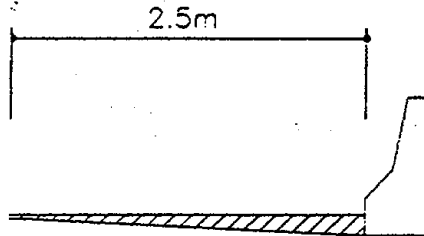
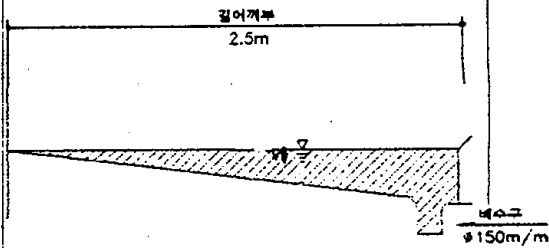
- 교량노면부 배수설계는 통상 도로교 표준시방서 및 도로설계요령의 기준을 참고하여 배수구의 간격을 20m이내로 설계하고 있으나 세부설계기준이 없는 실정임.
- 길어깨로 집수된 유량이 배수구로 모두 유출된다고 가정하여 길어깨 통수능력에 따른 배수구 간격결정으로 설계의 현실성이 결여(별첨 1. 참조)
- 그러나 실제 길어깨로 집수된 유량은 모든 배수구로 유출되지 못하고 잔류유량이 종단구배에 따라 낮은 지점으로 중복되어 합류됨.
- 따라서 교량의 폭원, 종·횡단구배, 배수관의 경사, 배수구 통수능력 등을 고려치 않고 설계하여 교면배수가 적절치 못한 경우가 발생, 물고임으로 인한 교통안전상 문제점 내포

4. 개선방안 검토

가. 개선방향

- 교량배수구 설치기준에 대한 세부설계 이론 및 기준의 검토로 합리적인 교량배수설계 기준의 정립
- 실제 배수구로 유출되는 유출량에 따른 배수구 형태 및 간격 결정
- 교량내 물고임 및 차도부 유입 방지로 고속주행차량의 안전성 및 쾌적성 제고

나. 개선내용

구 분	현 행	개 선
설계이론 및 적용	- 길어깨 통수능력 기준 (길어깨 집수유량은 모두 배수구로 유출 가정) - 적용 . 일반구간 : 20m . sag부 : 3-10m(실제적용 없음)	- 배수구 배수능력 기준 (실제 배수구 유출량에 따른 설계) - 적용 . 일반구간 : 10-20m . sag부 : 3-10m
기준 배수단면	- 길어깨부 단면 	- 배수구 집수면적 
장·단 점	- 배수구 설계 간단 (수리계산없이 20m 적용) - 세부설계 방법이 없어 20m 이하 설계적용 곤란 - 교량폭원, 중·횡단구배 등 배수 영향의 고려없이 동일설계로 설계의 현실성 부족 - 배수구 유출량을 고려하지 않아 물고임 및 차도부 유입으로 고속주행 차량의 안전상 문제점 내포	- 배수구 설계 다소 복잡 (수리계산에의거 배수기준적용) - 세부설계 방법의 정립으로 sag부 및 20m이하 적용 가능 - 교량폭원, 중·횡단구배 등 배수영향을 고려하여 실제적 설계가능 - 배수구 유출량을 고려하여 설계함으로써 교량내 물고임 및 차도부 유입방지로 고속주행 차량의 안전성 및 쾌적성 향상

다. 배수구 유출량에 따른 설치기준

☞ 참고 : Drainage of Highway Pavement, 미연방 도로국(FHWA) HEC-12, 1984.

☞ 기본원리

① 유량구분

$$Q = Q_i + Q_b$$

여기서 Q : 길어깨에 집수되는 총유량

Q_i : 집수구로 유출되는 유량($Q_{intercepted}$)

Q_b : 집수구로 유출되지 않고 증방향으로 흐르는 유량($Q_{bypassed}$)

$$Q_i = E \times Q$$

$$= Q \times [R_f E_o + R_s(1-E_o)]$$

여기서, Q : 길어깨에 집수되는 총유량(m^3/sec)

R_f : 집수구전면으로 흐르는 유량(Q_w)중 집수구로 유출되는 유량의 비율

$$= 1 - 0.09(V-V_o)$$

→ 표 1

E_o : 전체 길어깨 유량에 대한 집수구전면 흐름 유량의 비율

$$= 1 - (1-W/T)^{2.67}$$

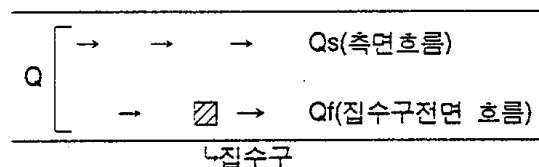
W : 배수구 폭(m)

T : 전체 수로폭(m)

R_s : 측면흐름유량(Q_s)중 집수구로 유출되는 유량의 비율

$$= 1 / \left(\frac{0.15V^{1.3}}{S \times L^{2.3}} \right)$$

→ 표 2



$$Q = Q_w + Q_s$$

② 길어깨 최대 통수량중 실제로 집수구로 유출되는 유량(Q_i)에 의한 집수구 간격결정

$$\cdot \text{초기 집수구 설치위치} = \frac{\text{길어깨최대통수량}}{\text{단위길이당유량}}$$

$$\cdot \text{집수구 간격} = \frac{\text{집수구유출량}(Q_i)}{\text{단위길이당유량}}$$

1) 길어깨 최대 통수량

$$Q = 0.8 \times 1/n \times A \times R^{2/3} \times I^{1/2}$$

여기서 n : 조도계수(=0.015)

A : 길어깨 최대 통수단면적(m²)

R : 등수반경 ($\frac{A}{P}$)

I : 수로경사(%)

(단위 : m³/sec)

횡단	종단	0.3%	0.5%	1.0%	1.5%	2.0%	2.5%	3.0%
1 %		0.00488	0.00631	0.00982	0.01092	0.01261	0.01410	0.01544
2 %		0.01540	0.01989	0.02812	0.03444	0.03977	0.04446	0.04871
3 %		0.03007	0.03883	0.05491	0.06725	0.07765	0.08682	0.09511
4 %		0.04825	0.06230	0.08810	0.10790	0.12459	0.13930	0.15259
5 %		0.06953	0.08976	0.12694	0.15547	0.17952	0.20071	0.21987
6 %		0.09359	0.12083	0.17088	0.20928	0.24165	0.27018	0.29596

2) 배수구 설치간격

☑ 현행 하천용 집수구(φ188m/m)

• 원형집수구(φ188m/m) : 직사각형 집수구(15cm×18cm)로 계산

① Rf 결정

• 집수구 길이(L) = 0.18cm × $\frac{1 \text{ ft}}{0.3048 \text{ cm}}$ = 0.59ft

• 길어깨 유속(V)

$$V = 1/n \times R^{2/3} \times I^{1/2}$$

(단위 : ft/sec)

횡단	종단	0.3%	0.5%	1.0%	1.5%	2.0%	2.5%	3.0%
1 %		0.64	0.83	1.17	1.43	1.65	1.85	2.03
2 %		1.01	1.30	1.85	2.26	2.61	2.92	3.20
3 %		1.32	1.70	2.40	2.94	3.40	3.80	4.16
4 %		1.58	2.04	2.89	3.54	4.09	4.57	5.01
5 %		1.82	2.36	3.33	4.08	4.71	5.27	5.77
6 %		2.05	2.64	3.74	4.58	5.28	5.91	6.47

• Rf <표 1 참조>

횡단	종단	0.3%	0.5%	1.0%	1.5%	2.0%	2.5%	3.0%
1 %		1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
2 %		1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
3 %		1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
4 %		1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.96
5 %		1.0	1.0	1.0	1.0	0.99	0.94	0.90
6 %		1.0	1.0	1.0	1.0	0.94	0.89	0.82

② Eo 결정

$$E_o = 1 - (1 - W/T)^{2.67}$$

여기서 W : 배수구 폭 → 0.15m

T : 수로 폭 → 2.5m

$$E_o = 1 - (1 - 0.15/2.5)^{2.67}$$

$$= 0.152$$

③ Rs 결정

$$Rs = 1 / \left(\frac{0.15V^{1.3}}{S_x L^{2.3}} \right) \text{ 혹은 표 2를 이용하여 산출}$$

여기서 V : 길어깨 유속(ft/sec)

Sx : 수로 횡구배

L : 집수구 길이 → 0.59ft

횡단 \ 종단	0.3%	0.5%	1.0%	1.5%	2.0%	2.5%	3.0%
1 %	0.04	0.03	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
2 %	0.04	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00
3 %	0.04	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00
4 %	0.03	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00
5 %	0.03	0.02	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00
6 %	0.03	0.02	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00

④ 유출량(Qi) 결정

$$Q_i = Q \times [R_f E_o + R_s(1-E_o)]$$

(단위 : m³/sec)

횡단 \ 종단	0.3%	0.5%	1.0%	1.5%	2.0%	2.5%	3.0%
1 %	0.00092	0.00110	0.00147	0.00175	0.00200	0.00222	0.00242
2 %	0.00283	0.00343	0.00458	0.00550	0.00628	0.00697	0.00760
3 %	0.00546	0.00664	0.00891	0.01070	0.01223	0.01359	0.01482
4 %	0.00870	0.01060	0.01426	0.01714	0.01960	0.02178	0.02283
5 %	0.01248	0.01522	0.02050	0.02466	0.02793	0.02952	0.03086
6 %	0.01674	0.02044	0.02756	0.03316	0.03573	0.03765	0.03792

⑤ 배수구 설치간격

$$Q = \frac{1}{3.6} \times C \times \gamma \times A \times 10^{-6} = \frac{1}{3.6} \times C \times \gamma \times W \times S \times 10^{-6} \text{ (m}^3/\text{sec)}$$

$$\rightarrow S = \frac{3.6 \times 10^6 \times Q_i}{C \times \gamma \times W} \text{ (m)}$$

C : 유출계수 → 0.9

γ : 강우강도 → 104mm/hr(서울측후소 3년 빈도 적용시)

W : 폭원 → 왕복4차로 : 12.15m

왕복6차로 : 15.75m

왕복8차로 : 19.35m

☑ 왕복4차로

횡단 \ 종단	0.3%	0.5%	1.0%	1.5%	2.0%	2.5%	3.0%
1 %	2.9	3.5	4.6	5.6	6.3	7.0	7.7
2 %	9.0	10.8	14.5	17.4	19.9	22.1	24.1
3 %	17.3	21.0	28.2	33.9	38.7	43.0	46.9
4 %	27.6	33.6	45.1	54.3	62.0	68.9	72.3
5 %	39.5	48.2	64.9	78.1	88.4	93.4	97.7
6 %	53.0	64.7	87.2	105.0	113.1	119.2	120.0

☑ 왕복6차로

횡단 \ 종단	0.3%	0.5%	1.0%	1.5%	2.0%	2.5%	3.0%
1 %	2.2	2.7	3.6	4.3	4.9	5.4	5.9
2 %	6.9	8.4	11.2	13.4	15.3	17.0	18.6
3 %	13.3	16.2	21.8	26.1	29.9	33.2	36.2
4 %	21.3	25.9	34.8	41.9	47.9	53.2	55.7
5 %	30.5	37.2	50.1	60.2	68.2	72.1	75.4
6 %	40.9	49.9	67.3	81.0	87.3	92.0	92.6

☑ 왕복8차로

횡단 \ 종단	0.3%	0.5%	1.0%	1.5%	2.0%	2.5%	3.0%
1 %	1.8	2.2	2.9	3.5	4.0	4.4	4.8
2 %	5.6	6.8	9.1	10.9	12.5	13.9	15.1
3 %	10.9	13.2	17.7	21.3	24.3	27.0	29.5
4 %	17.3	21.1	28.3	34.1	39.0	43.3	45.4
5 %	24.8	30.3	40.8	49.0	55.5	58.7	61.3
6 %	33.3	40.6	54.8	65.9	71.0	74.8	75.4

㉔ 현행 육교용 집수구(25cm×25cm)

① Rf 결정

• 집수구 길이(L) = $0.23\text{cm} \times \frac{1\text{ ft}}{0.3048\text{cm}} = 0.75\text{ft}$

• 길어깨 유속(V)

$$V = 1/n \times R^{2/3} \times I^{1/2}$$

(단위 : ft/sec)

횡단 \ 종단	0.3%	0.5%	1.0%	1.5%	2.0%	2.5%	3.0%
1 %	0.64	0.83	1.17	1.43	1.65	1.85	2.03
2 %	1.01	1.30	1.85	2.26	2.61	2.92	3.20
3 %	1.32	1.70	2.40	2.94	3.40	3.80	4.16
4 %	1.58	2.04	2.89	3.54	4.09	4.57	5.01
5 %	1.82	2.36	3.33	4.08	4.71	5.27	5.77
6 %	2.05	2.64	3.74	4.58	5.28	5.91	6.47

• Rf <표 1 참조>

횡단 \ 종단	0.3%	0.5%	1.0%	1.5%	2.0%	2.5%	3.0%
1 %	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
2 %	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
3 %	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
4 %	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
5 %	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.94
6 %	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.93	0.88

② Eo 결정

$$Eo = 1 - (1 - W/T)^{2.67}$$

여기서 W : 배수구 폭 → 0.23m
T : 수로 폭 → 2.5m

$$Eo = 1 - (1 - 0.23/2.5)^{2.67} \\ = 0.227$$

③ Rs 결정

$$Rs = 1 / \left(\frac{0.15V^{1.3}}{S_x L^{2.3}} \right) \text{ 혹은 표 2를 이용하여 산출}$$

여기서 V : 길어깨 유속(ft/sec)

Sx : 수로 횡구배

L : 집수구 길이 → 0.75ft

횡단 \ 종단	0.3%	0.5%	1.0%	1.5%	2.0%	2.5%	3.0%
1 %	0.07	0.05	0.03	0.02	0.01	0.01	0.01
2 %	0.06	0.04	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01
3 %	0.06	0.04	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01
4 %	0.06	0.04	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01
5 %	0.06	0.04	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01
6 %	0.05	0.03	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01

④ 유출량(Qi) 결정

$$Q_i = Q \times [R_f E_o + R_s(1-E_o)]$$

횡단 \ 종단	0.3%	0.5%	1.0%	1.5%	2.0%	2.5%	3.0%
1 %	0.00138	0.00166	0.00220	0.00263	0.00300	0.00332	0.00362
2 %	0.00425	0.00514	0.00687	0.00823	0.00940	0.01043	0.01137
3 %	0.00820	0.00996	0.01335	0.01602	0.01830	0.02033	0.02216
4 %	0.01307	0.01590	0.02136	0.02565	0.02932	0.03257	0.03552
5 %	0.01874	0.02284	0.03071	0.03691	0.04220	0.04689	0.04815
6 %	0.02513	0.03066	0.04128	0.04963	0.05676	0.05878	0.06074

⑤ 배수구 설치간격

$$Q = \frac{1}{3.6} \times C \times \gamma \times A \times 10^{-6} = \frac{1}{3.6} \times C \times \gamma \times W \times S \times 10^{-6} \text{ (m}^3/\text{sec)}$$

$$\rightarrow S = \frac{3.6 \times 10^6 \times Q_i}{C \times \gamma \times W} \text{ (m)}$$

C : 유출계수 → 0.9

γ : 강우강도 → 104mm/hr(서울측후소 3년 빈도 적용시)

W : 폭원 → 왕복4차로 : 12.15m

왕복6차로 : 15.75m

왕복8차로 : 19.35m

☑ 왕복4차로

횡단 \ 종단	0.3%	0.5%	1.0%	1.5%	2.0%	2.5%	3.0%
1 %	4.4	5.2	7.0	8.3	9.5	10.5	11.5
2 %	13.5	16.3	21.7	26.1	29.8	33.0	36.0
3 %	26.0	31.5	42.3	50.7	57.9	64.3	70.2
4 %	41.4	50.3	67.6	81.1	92.8	103.1	112.4
5 %	59.3	72.3	97.2	116.8	133.6	148.4	152.4
6 %	79.6	97.1	130.7	157.1	179.7	186.1	192.3

☑ 왕복6차로

횡단 \ 종단	0.3%	0.5%	1.0%	1.5%	2.0%	2.5%	3.0%
1 %	3.4	4.0	5.4	6.4	7.3	8.1	8.8
2 %	10.4	12.6	16.8	20.1	23.0	25.5	27.8
3 %	20.0	24.3	32.6	39.1	44.7	49.6	54.1
4 %	31.9	38.8	52.2	62.6	71.6	79.9	86.7
5 %	45.8	55.8	75.0	90.1	103.0	114.5	117.6
6 %	61.4	74.9	100.0	121.2	138.6	143.5	148.3

☑ 왕복8차로

횡단 \ 종단	0.3%	0.5%	1.0%	1.5%	2.0%	2.5%	3.0%
1 %	2.7	3.3	4.4	5.2	6.0	6.6	7.2
2 %	8.4	10.2	13.7	16.4	18.7	20.7	22.6
3 %	16.3	19.8	26.5	31.8	36.4	40.4	44.1
4 %	26.0	31.6	42.4	51.0	58.3	64.7	70.6
5 %	37.2	45.4	61.0	73.4	83.9	93.2	95.7
6 %	50.0	60.9	82.0	98.7	112.8	116.8	120.7

3) 교량 종배수관 최대 통수량 검토

☐ 종배수관(육교용)의 최대 통수량과 집수구 유출량(Qi) 비교

→ 종배수관 최대통수량에 따른 배수구 간격이 20.0m 이상되는 구배결정

$$Q = \frac{1}{n} \times A \times R^{2/3} \times I^{1/2}$$

① 종배수관 최대 통수량

n : 조도계수 → 0.015

A : 통수 단면적 → $0.6319D^2 = 0.01518m^2$

R : 경심(=통수단면적 ÷ 윤변) → $0.3017D = 0.04676m$

I : 배수관 경사(%)

$$Q = \frac{1}{0.015} \times 0.01518 \times 0.04676^{2/3} \times I^{1/2} = 0.13139 \times I^{1/2} \text{ m}^3/\text{sec}$$

② 배수구 설치간격

$$S = \frac{3.6 \times 10^6 \times Q}{C \times r \times W}$$

☐ 교량 종배수관 최대 통수능력 및 배수구 간격

배수관 경사 (I)	통 수 능 력		배 수 구 간 격		
	최대통수능력	안전율(=3)적용	왕복 4차선	왕복 6차선	왕복 8차선
3%	0.02276	0.00758	24.4	18.8	15.3
4%	0.02628	0.00876	28.2	21.8	17.7
5%	0.02938	0.00979	31.5	24.3	19.8
6%	0.03218	0.01073	34.6	26.7	21.7
7%	0.03476	0.01159	37.4	28.8	23.4
8%	0.03716	0.01239	39.9	30.8	25.1
9%	0.03942	0.01314	42.4	32.7	26.6
10%	0.04155	0.01385	44.7	34.4	28.0

③ 검토결과

교량 종배수관 최대 통수능력과 집수구 유출량(Qi) 검토결과 왕복 6,8차선에서 일부 배수관 구배의 경우, 최대간격 20.0m를 확보하지 못하므로 종배수관 설치구배는

- 왕복 4차로 : 3%이상
- 왕복 6차로 : 4%이상
- 왕복 8차로 : 6%이상 설치필요

5. 검토의견

- 길어깨 통수능력에 따른 배수구 설치시
 - 길어깨로 집수된 유량은 종방향 흐름에 따른 손실발생으로 배수구로 모두 유출되지 못하고 잔류유량이 종단구배에 따른 낮은 지점으로 중복되어 흐름으로써
 - 교량내 일부구간에서 물고임 혹은 유량의 차도부 유입으로 교통안전상 문제점 내포
- 따라서 교량배수구 설치는
 - 집수구 통수능력에 따른 수리검토 실시(수리계산서 명기)로 배수구 간격 적용
 - 배수관 형태는 배수의 효율성을 감안 사각형 집수구 적용
 - * 사각형 집수구는 배수관(스텐레스) 연결부를 원형으로 개선(별첨5 표준도 참조)
 - 배수관 설치구배는 4차로 3%이상, 6차로 4%이상, 8차로 6%이상 적용

집수구 형태	배수구 설치간격(m)			비고
	최대간격	일반구간	Clothoid, Sag부	
○ 사각 집수구 (250m/m×250m/m)	20m ✓	10m' - 20m' ✓ (5m 단위로)	3m' - 10m' ✓ (정수 단위로)	

- 설계적용 : '97이후 신규 발주노선 부터 적용

- 별첨 -

1. 교량길어깨 배수능력에 따른 배수구 설치간격 검토

- 1) 적용단면
- 2) 길어깨 최대 통수량
- 3) 배수구 설치간격
- 4) 검토결과

2. 규격조정시 배수구 설치간격 검토

- 1) 집수구 규격(270mm×360mm)
- 2) 집수구 규격(400mm×450mm)

3. 적용예

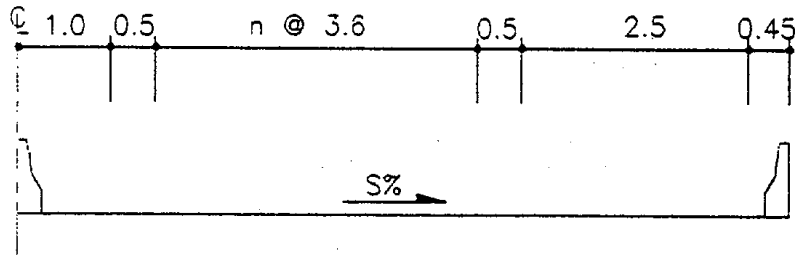
4. 적용도표

5. 집수구 단가산출

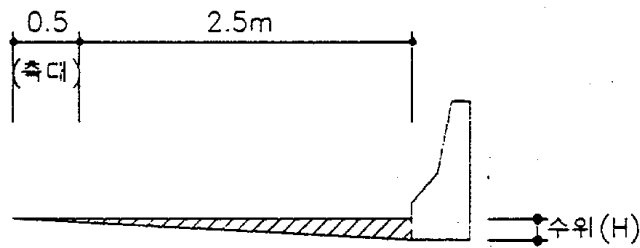
1. 교량 길어깨 배수능력에 따른 배수구 설치간격 검토

1) 적용단면

① 표준 횡단면도



② 길어깨부 배수단면



2) 길어깨부 배수단면

① 횡단구배에 따른 통수량

$$Q = 0.8 \times \frac{1}{n} \times A \times R^{2/3} \times I^{1/2}$$

n : 조도계수 → 0.015

A : 통수단면적 → $\frac{1}{2} \times 2.5 \times H$

R : 경심 (= 통수단면적 ÷ 윤변)

I : 종단구배

횡단구배	수위(H) m	통수면적(A) m ²	윤변(P) m	경심(R) m	R ^{2/3}	통수량(Q) m ³ /sec
1%	0.025	0.03125	2.52512	0.01238	0.05350	$Q = 0.08917 \times I^{1/2}$
2%	0.050	0.06250	2.55050	0.02450	0.08437	$Q = 0.28122 \times I^{1/2}$
3%	0.075	0.09375	2.57612	0.03639	0.10982	$Q = 0.54909 \times I^{1/2}$
4%	0.100	0.12500	2.60200	0.04804	0.13215	$Q = 0.88100 \times I^{1/2}$
5%	0.125	0.15625	2.62812	0.05945	0.15233	$Q = 1.26941 \times I^{1/2}$
6%	0.150	0.18750	2.65450	0.07063	0.17088	$Q = 1.70875 \times I^{1/2}$

② 횡단 및 종단의 합성구배에 따른 통수량(Qd)

(단위 : m³/sec)

횡단 \ 종단	0.3%	0.5%	1.0%	1.5%	2.0%	2.5%	3.0%
1%	0.00488	0.00631	0.00982	0.01092	0.01261	0.01410	0.01544
2%	0.01540	0.01989	0.02812	0.03444	0.03977	0.04446	0.04871
3%	0.03007	0.03883	0.05491	0.06725	0.07765	0.08682	0.09511
4%	0.04825	0.06230	0.08810	0.10790	0.12459	0.13930	0.15259
5%	0.06953	0.08976	0.12694	0.15547	0.17952	0.20071	0.21987
6%	0.09359	0.12083	0.17088	0.20928	0.24165	0.27018	0.29596

3) 배수구 설치간격

$$Q = \frac{1}{3.6} \times C \times \gamma \times A \times 10^{-6} = \frac{1}{3.6} \times C \times \gamma \times W \times S \times 10^{-6} \text{ (m}^3/\text{sec)}$$

$$\rightarrow S = \frac{3.6 \times 10^6 \times Q}{C \times \gamma \times W} \text{ (m)}$$

C : 유출계수 → 0.9

γ : 강우강도 → 104mm/hr(서울측후소 3년 빈도 적용시)

W : 폭원 → 왕복4차로 : 12.15m

왕복6차로 : 15.75m

왕복8차로 : 19.35m

① 왕복 4차로 : W=12.15m

(단위 : m)

횡단 \ 종단	0.3%	0.5%	1.0%	1.5%	2.0%	2.5%	3.0%
1%	15.4	20.0	28.2	34.6	39.9	44.6	48.9
2%	48.8	63.0	89.0	109.0	125.9	140.7	154.2

* 횡단구배 3%~6%는 현행 20.0m 간격으로 충분

② 왕복 6차로 : W=15.75m

(단위 : m)

횡단 \ 종단	0.3%	0.5%	1.0%	1.5%	2.0%	2.5%	3.0%
1%	11.9	15.4	21.8	26.7	30.8	34.4	37.7
2%	37.6	48.6	68.7	84.1	97.1	108.6	118.9

③ 왕복 8차로 : W=19.35m

(단위 : m)

횡단 \ 종단	0.3%	0.5%	1.0%	1.5%	2.0%	2.5%	3.0%
1%	9.7	12.5	17.7	21.7	25.1	28.0	30.7
2%	30.6	39.5	55.9	68.5	79.0	88.4	96.8

4) 검토결과

- 길어깨 통수능력에 따른 배수구의 설치간격은 횡단구배 1%에서 왕복4차로의 경우 종단구배 0.3%, 왕복 6차로의 경우 종단구배 0.5%, 왕복 8차로의 경우 1.0%이내에서 20m보다 짧은 간격이 필요하다.
- 그러나 위의 방법은 길어깨로 집수된 모든 유량이 배수구로 모두 유출될때에만 적용이 가능하므로 설계적용은 현실성이 부족함.

2. 규격 조정시 설치간격 검토

→ 형식 : p - 1 - 7/8(그림1, 2 참조)

☒ 집수구 규격 : 직사각형 집수구(270m/m×360m/m) 경우

→ 유효집수구(224m/m×314m/m)

① Rf 결정

$$\cdot \text{집수구 길이}(L) = 0.314\text{cm} \times \frac{1 \text{ ft}}{0.3048\text{cm}} = 1.03\text{ft}$$

· 길어깨 유속(V)

$$V = 1/n \times R^{2/3} \times I^{1/2}$$

(단위 : ft/sec)

형단 \ 종단	0.3%	0.5%	1.0%	1.5%	2.0%	2.5%	3.0%
1 %	0.64	0.83	1.17	1.43	1.65	1.85	2.03
2 %	1.01	1.30	1.85	2.26	2.61	2.92	3.20
3 %	1.32	1.70	2.40	2.94	3.40	3.80	4.16
4 %	1.58	2.04	2.89	3.54	4.09	4.57	5.01
5 %	1.82	2.36	3.33	4.08	4.71	5.27	5.77
6 %	2.05	2.64	3.74	4.58	5.28	5.91	6.47

· Rf <표 1 참조>

형단 \ 종단	0.3%	0.5%	1.0%	1.5%	2.0%	2.5%	3.0%
1 %	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
2 %	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
3 %	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
4 %	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
5 %	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
6 %	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.99	0.93

② Eo 결정

$$Eo = 1 - (1 - W/T)^{2.57}$$

여기서 W : 배수구 폭 → 0.224m

T : 수로 폭 → 2.5m

$$Eo = 1 - (1 - 0.224/2.5)^{2.57}$$

$$= 0.222$$

③ Rs 결정

$$Rs = 1 / \left(\frac{0.15V^{1.3}}{S_x L^{2.3}} \right) \text{ 혹은 표 2를 이용하여 산출}$$

여기서 V : 길어깨 유속(ft/sec)

Sx : 수로 횡구배

L : 집수구 길이 → 1.03ft

횡단 \ 종단	0.3%	0.5%	1.0%	1.5%	2.0%	2.5%	3.0%
1 %	0.14	0.09	0.05	0.04	0.03	0.02	0.02
2 %	0.12	0.08	0.05	0.03	0.02	0.02	0.02
3 %	0.12	0.08	0.04	0.03	0.02	0.02	0.02
4 %	0.11	0.07	0.04	0.03	0.02	0.02	0.02
5 %	0.11	0.07	0.04	0.03	0.02	0.02	0.01
6 %	0.11	0.07	0.04	0.03	0.02	0.02	0.01

④ 유출량(Qi) 결정

$$Q_i = Q \times [R_f E_o + R_s(1-E_o)]$$

(단위 : m³/sec)

횡단 \ 종단	0.3%	0.5%	1.0%	1.5%	2.0%	2.5%	3.0%
1 %	0.00161	0.00185	0.00233	0.00273	0.00307	0.00338	0.00366
2 %	0.00489	0.00567	0.00723	0.00850	0.00959	0.01057	0.01147
3 %	0.00938	0.01092	0.01400	0.01649	0.01864	0.02056	0.02231
4 %	0.01488	0.01737	0.02233	0.02634	0.02980	0.03289	0.03571
5 %	0.02127	0.02488	0.03206	0.03785	0.04284	0.04730	0.05137
6 %	0.02846	0.03334	0.04303	0.05084	0.05758	0.06299	0.06447

⑤ 배수구 설치간격

$$Q = \frac{1}{3.6} \times C \times \gamma \times A \times 10^{-3} = \frac{1}{3.6} \times C \times \gamma \times W \times S \times 10^{-6} \text{ (m}^3/\text{sec)}$$

$$\rightarrow S = \frac{3.6 \times 10^6 \times Q_i}{C \times \gamma \times W} \text{ (m)}$$

C : 유출계수 → 0.9

γ : 강우강도 → 104mm/hr(서울측후소 3년 빈도 적용시)

W : 폭원 → 왕복4차로 : 12.15m

왕복6차로 : 15.75m

왕복8차로 : 19.35m

☑ 왕복4차로

횡단 \ 종단	0.3%	0.5%	1.0%	1.5%	2.0%	2.5%	3.0%
1 %	5.1	5.8	7.4	8.6	9.7	10.7	11.6
2 %	15.5	18.0	22.9	26.9	30.4	33.5	36.3
3 %	29.7	34.6	44.3	52.2	59.0	65.1	70.6
4 %	47.1	55.0	70.7	83.4	94.3	104.1	113.0
5 %	67.3	78.7	101.5	119.8	135.6	149.7	162.6
6 %	90.1	105.5	136.2	161.0	182.3	199.4	204.1

☑ 왕복6차로

횡단 \ 종단	0.3%	0.5%	1.0%	1.5%	2.0%	2.5%	3.0%
1 %	3.9	4.5	5.7	6.7	7.5	8.3	8.9
2 %	11.9	13.8	17.7	20.8	23.4	25.8	28.0
3 %	22.9	26.7	34.2	40.3	45.5	50.2	54.5
4 %	36.3	42.4	54.5	64.3	72.8	80.3	87.2
5 %	51.9	60.7	78.3	92.4	104.6	115.5	125.4
6 %	69.5	81.4	105.1	124.2	140.6	153.8	157.4

☑ 왕복8차로

횡단 \ 종단	0.3%	0.5%	1.0%	1.5%	2.0%	2.5%	3.0%
1 %	3.2	3.7	4.6	5.4	6.1	6.7	7.3
2 %	9.7	11.3	14.4	16.9	19.1	21.0	22.8
3 %	18.6	21.7	27.8	32.8	37.0	40.9	44.3
4 %	29.6	34.5	44.4	52.4	59.2	65.4	71.0
5 %	42.3	49.4	63.7	75.2	85.2	94.0	102.1
6 %	56.6	66.3	85.5	101.1	114.4	125.2	128.1

☐ 집수구 규격 : 직사각형 집수구(400m/m×450m/m) 경우

→ 형식 : p - 1 - 7/8(그림1, 2참조)

① Rf 결정

$$\bullet \text{ 집수구 길이(L)} = 0.45\text{cm} \times \frac{1 \text{ ft}}{0.3048\text{cm}} = 1.5\text{ft}$$

• 길어깨 유속(V)

$$V = 1/n \times R^{2/3} \times I^{1/2}$$

(단위 : ft/sec)

횡단 \ 종단	0.3%	0.5%	1.0%	1.5%	2.0%	2.5%	3.0%
1 %	0.64	0.83	1.17	1.43	1.65	1.85	2.03
2 %	1.01	1.30	1.85	2.26	2.61	2.92	3.20
3 %	1.32	1.70	2.40	2.94	3.40	3.80	4.16
4 %	1.58	2.04	2.89	3.54	4.09	4.57	5.01
5 %	1.82	2.36	3.33	4.08	4.71	5.27	5.77
6 %	2.05	2.64	3.74	4.58	5.28	5.91	6.47

• Rf <표 1 참조>

횡단 \ 종단	0.3%	0.5%	1.0%	1.5%	2.0%	2.5%	3.0%
1 %	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
2 %	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
3 %	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
4 %	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
5 %	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
6 %	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

② Eo 결정

$$Eo = 1 - (1 - W/T)^{2.57}$$

여기서 W : 배수구 폭 → 0.40m
T : 수로 폭 → 2.5m

$$Eo = 1 - (1 - 0.40/2.5)^{2.57} \\ = 0.372$$

③ Rs 결정

$$Rs = 1 / \left(\frac{0.15V^{1.3}}{S_x L^{2.3}} \right) \text{ 혹은 표 2를 이용하여 산출}$$

여기서 V : 길어깨 유속(ft/sec)

Sx : 수로 횡구배

L : 집수구 길이 → 1.5ft

횡단 \ 증단	0.3%	0.5%	1.0%	1.5%	2.0%	2.5%	3.0%
1 %	0.27	0.19	0.11	0.08	0.06	0.05	0.05
2 %	0.25	0.17	0.10	0.07	0.06	0.05	0.04
3 %	0.24	0.16	0.10	0.07	0.05	0.04	0.04
4 %	0.23	0.16	0.09	0.07	0.05	0.04	0.04
5 %	0.22	0.15	0.09	0.06	0.05	0.04	0.03
6 %	0.22	0.15	0.09	0.06	0.05	0.04	0.03

④ 유출량(Qi) 결정

$$Q_i = Q \times [R_f E_o + R_s(1-E_o)]$$

횡단 \ 증단	0.3%	0.5%	1.0%	1.5%	2.0%	2.5%	3.0%
1 %	0.00266	0.00311	0.00395	0.00462	0.00520	0.00571	0.00618
2 %	0.00814	0.00956	0.01225	0.01438	0.01621	0.01785	0.01935
3 %	0.01566	0.01844	0.02370	0.02788	0.03148	0.03469	0.03762
4 %	0.02488	0.02934	0.03781	0.04455	0.05033	0.05550	0.06021
5 %	0.03560	0.04203	0.05427	0.06399	0.07235	0.07980	0.08660
6 %	0.04767	0.05634	0.07285	0.08595	0.09722	0.10726	0.11642

⑤ 배수구 설치간격

$$Q = \frac{1}{3.6} \times C \times \gamma \times A \times 10^{-6} = \frac{1}{3.6} \times C \times \gamma \times W \times S \times 10^{-6} \text{ (m}^3/\text{sec)}$$

$$\rightarrow S = \frac{3.6 \times 10^6 \times Q_i}{C \times \gamma \times W} \text{ (m)}$$

C : 유출계수 → 0.9

γ : 강우강도 → 104mm/hr(서울측후소 3년 빈도 적용시)

W : 폭원 → 왕복4차로 : 12.15m

왕복6차로 : 15.75m

왕복8차로 : 19.35m

☐ 왕복4차로

횡단 \ 종단	0.3%	0.5%	1.0%	1.5%	2.0%	2.5%	3.0%
1 %	8.4	9.8	12.5	14.6	16.5	18.1	19.6
2 %	25.8	30.3	38.8	45.5	51.3	56.5	61.2
3 %	49.6	58.4	75.0	88.3	99.7	109.8	119.1
4 %	78.8	92.9	119.7	141.0	159.3	175.7	190.6
5 %	112.7	133.1	171.8	202.6	229.0	252.6	274.1
6 %	150.9	178.4	230.6	272.1	307.8	339.5	368.5

☐ 왕복6차로

횡단 \ 종단	0.3%	0.5%	1.0%	1.5%	2.0%	2.5%	3.0%
1 %	6.5	7.6	9.6	11.3	12.7	14.0	15.1
2 %	19.9	23.4	29.9	35.1	39.6	43.6	47.2
3 %	38.2	45.0	57.9	68.1	76.9	84.7	91.9
4 %	60.8	71.6	92.3	108.8	122.9	135.5	147.0
5 %	86.9	102.6	132.5	156.3	176.7	194.9	211.5
6 %	116.4	137.6	177.9	209.9	237.4	261.9	284.3

☐ 왕복8차로

횡단 \ 종단	0.3%	0.5%	1.0%	1.5%	2.0%	2.5%	3.0%
1 %	5.3	6.2	7.9	9.2	10.3	11.4	12.3
2 %	16.2	19.0	24.3	28.6	32.2	35.5	38.5
3 %	31.1	36.6	47.1	55.4	62.6	69.0	74.8
4 %	49.4	58.3	75.2	88.5	100.0	110.3	119.7
5 %	70.8	83.5	107.9	127.2	143.8	158.6	172.1
6 %	94.7	112.0	144.8	170.9	193.2	213.2	231.4

3. 적 용 예(1)

1) 설계조건

① 폭 원 : 왕복8차로 →19.35m(63.5ft)

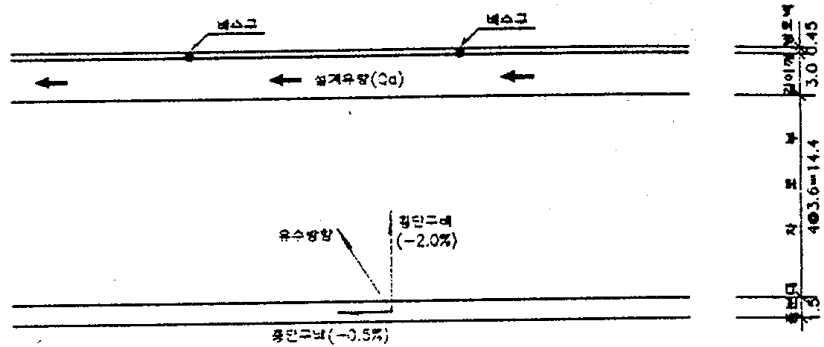
② 조 드 계 수 : 0.015

③ 수로구배 (ft) : 0.02

④ 수로 폭 (T) : 2.5m(8.2ft)

⑤ 강우강도 (I) : 104mm/hr

⑥ 유출계수(C) : 0.9



2) 설계유량

① 길어깨 최대통수량(m^3/sec)

$$\begin{aligned} Q_{max} &= A \cdot V \\ &= 0.8 \times A \times 1/n \times R^{2/3} \times I^{1/2} \\ &= 0.01989m^3/sec \end{aligned}$$

② 단위 길이당 설계유량($m^3/sec/m$)

$$\begin{aligned} Q &= 0.278CIA \\ &= 0.278 \times 0.9 \times 104 \times (19.35 \times S) \times 10^{-6} \\ &= 0.0005 \times Sm^3/sec \\ &= 0.0005m^3/sec/m \end{aligned}$$

③ 집수구 유출량(Q_i)

☐ 육교용(230m/m × 230m/m) 집수구 적용

$$\begin{aligned} Q_i &= Q \times [RfE_o + Rs(1-E_o)] \\ &= 0.01989 \times [1.0 \times 0.227 + 0.0429 \times (1-0.227)] \\ &= 0.00514m^3/sec \end{aligned}$$

3) 배수구 간격

① 초기 집수구 위치

$$= \frac{\text{길어깨최대통수량}}{\text{단위길이당설계유량}}$$

$$= \frac{0.01989}{0.0005} = 39.8\text{m}$$

∴ 교량시점부터 20.0m 위치에 초기 집수구 설치

② 집수구 간격

☐ 육교용 집수구(250m/m×250m/m) 적용

$$S = \frac{\text{집수구유출량}(Q_i)}{\text{단위길이당설계유량}}$$

$$= \frac{0.00514}{0.0005} = 10.3\text{m}$$

∴ 10.0m 간격으로 설치

4) 공사비 비교

구 분	현 행		개 선	비고
	육교용	하천용	육교용	
설치간격 (m)	20.0	20.0	10.0	
설치갯수(EA)	5	5	10	
공 사 비 (원)	348,840	164,525	511,040	

* 개선안의 집수구는 사각형 집수구(250m/m×250m/m) 사용

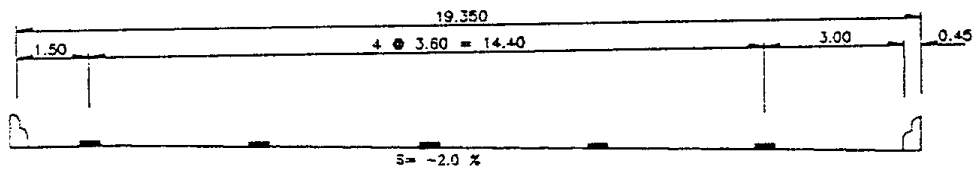
적 용 예 (2)

1) 설계조건

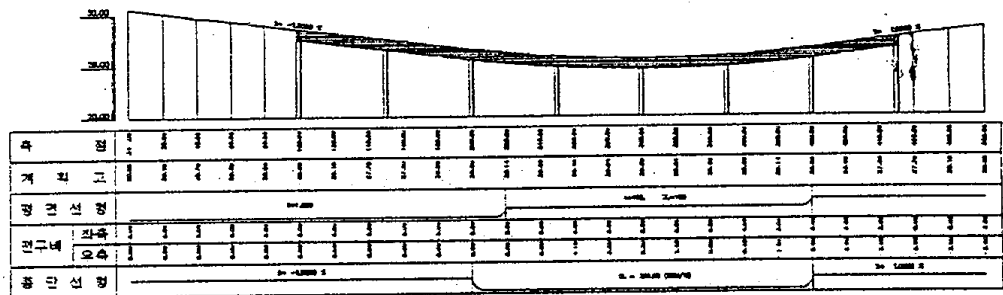
- ① 차 로 폭 : 8차르(W=19.35m)
- ② 평 면 선 형 : R=1,000m, A=400m
- ③ 종 단 선 형 : -2.0%→2.0%(교량내 증곡선 설치)
- ④ 집수구 규격 : 250m/m×250m/m
- ⑤ 배수구 규격 : 150m/m

2) 적용단면

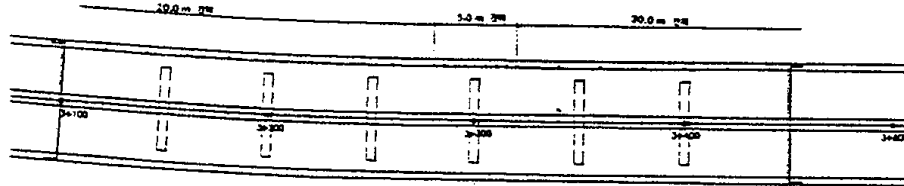
① 횡 단 구 성



② 종 단 선 형



3) 교면배수구 설치



㉑ 좌측(길어깨측)

① 초기 집수구 위치 ($S = \frac{\text{길어깨 최대통수량}}{\text{단위길이당유량}}$)

○ 교량시점부 = $\frac{0.17952}{0.0005} = 359.0\text{m}$ (편구배: 5.3%, 종단구배: 2.0%)

○ 교량종점부 = $\frac{0.03977}{0.0005} = 79.5\text{m}$ (편구배: 2.0%, 종단구배: 2.0%)

∴ 최대간격 20.0m 간격

② 집수구 간격결정

○ 교량구간내 총 유량 = $0.278 \times C \times I \times A$
 $= 0.278 \times 0.9 \times 104 \times 19.35 \times 350.0 \times 10^{-6}$
 $= 0.1762\text{m}^3/\text{sec}$

○ 최대 간격 20.0m에서 집수구 유출량(Q_i)

- STA. 3+120 ~ 3+200 (횡단구배 : -5%, 종단구배 : -2%)

$$Q_i = Q_{20} \times [RfE_o + R_s(1-E_o)]$$

$$Q_{20} = 0.278 \times 0.9 \times 104 \times (19.35 \times 20.0 \times 10^{-6})$$

$$= 0.01\text{m}^3/\text{sec}$$

$$Q_i = 0.01 \times [1.0 \times 0.227 + 0.01 \times (1 - 0.227)]$$

$$= 0.00235\text{m}^3/\text{sec}/\text{EA}$$

- STA. 3+200 ~3+280(횡단구배 : -5%, 종단구배 : -1.2%)

$$Q_i = 0.01 \times [1.0 \times 0.227 + 0.02 \times (1 - 0.227)]$$

$$= 0.00242 \text{ m}^3/\text{sec/EA}$$

- STA. 3+320 ~3+340(횡단구배 : -5%, 종단구배 : +0.6%)

$$Q_i = 0.01 \times [1.0 \times 0.227 + 0.04 \times (1 - 0.227)]$$

$$= 0.00258 \text{ m}^3/\text{sec/EA}$$

- STA. 3+340 ~3+400(횡단구배 : -3.4%, 종단구배 : +1.4%)

$$Q_i = 0.00235 \text{ m}^3/\text{sec/EA}$$

- STA. 3+400 ~3+450(횡단구배 : -2%, 종단구배 : +2.0%)

$$Q_i = 0.00235 \text{ m}^3/\text{sec/EA}$$

○ 최오목부(STA.3+280~3+340) 집수유량

$$= 0.1762 - (0.00235 \times 5 + 0.00242 \times 4 + 0.00258 + 0.00235 \times 5)$$

$$= 0.1404 \text{ m}^3/\text{sec}$$

• 배수구 설치 갯수

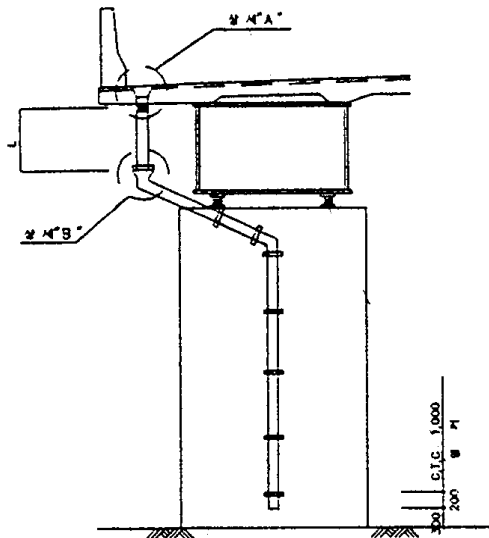
$$N = \frac{0.1404}{0.01874} = 7.5 \text{ 개} \rightarrow 8 \text{ 개}$$

• 설치간격

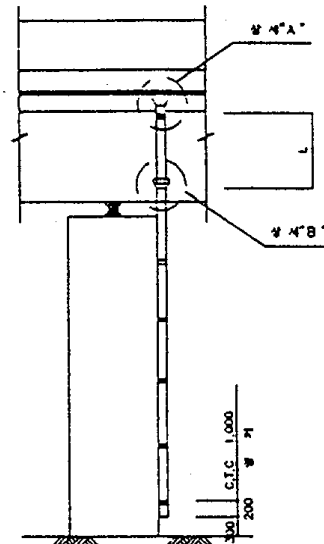
$$S = \frac{40.0}{8} = 5.0 \text{ m}$$

배수시설상세도 (1)

정면도
S = 1:50

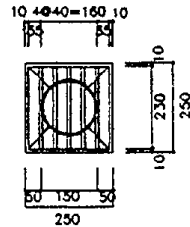


측면도
S = 1:50



상세 "A"

평면도
S = 1:5

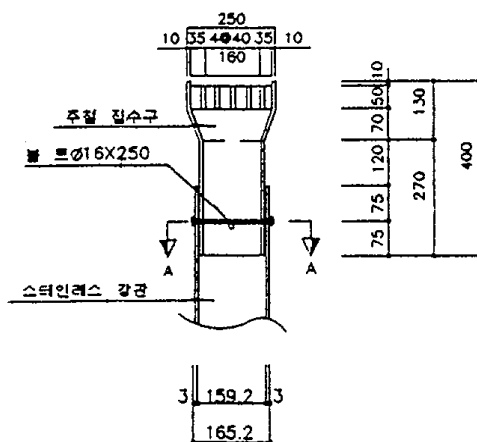


재료표

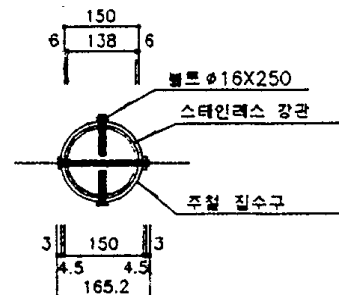
(계 소 양)

구분	구격	수량	총량(kg)	비고
단 수 구	230X10X50	5	4.169	주철
	230X10X60	2	2.001	
	250X10X60	2	2.175	
	250X140X10	1	1.118	
	#150X6X270	2	5.535	
계			4.998	
배수관	#165.2X3XL	1		스테인레스 강관
볼트	#16X200	2		

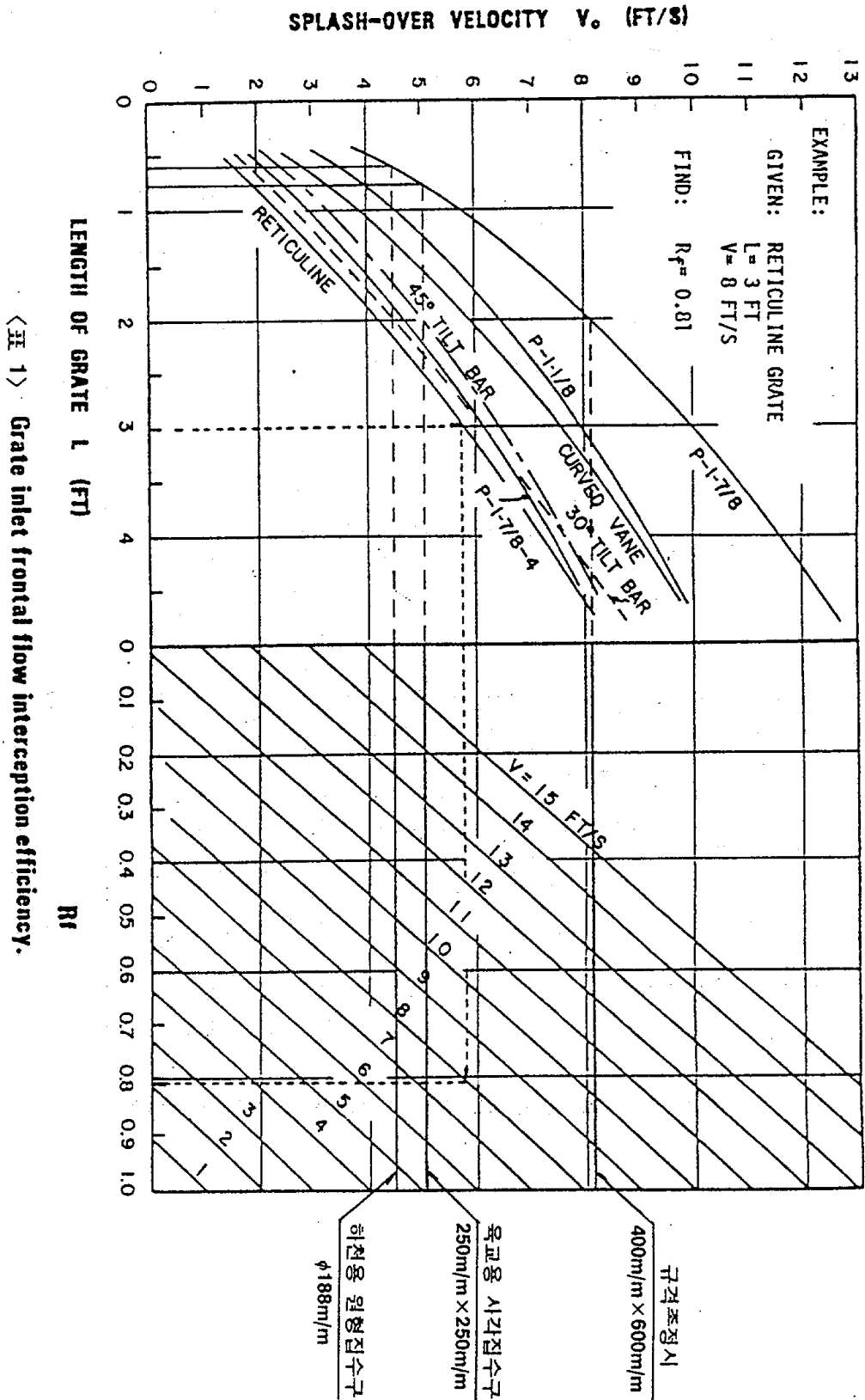
정면도



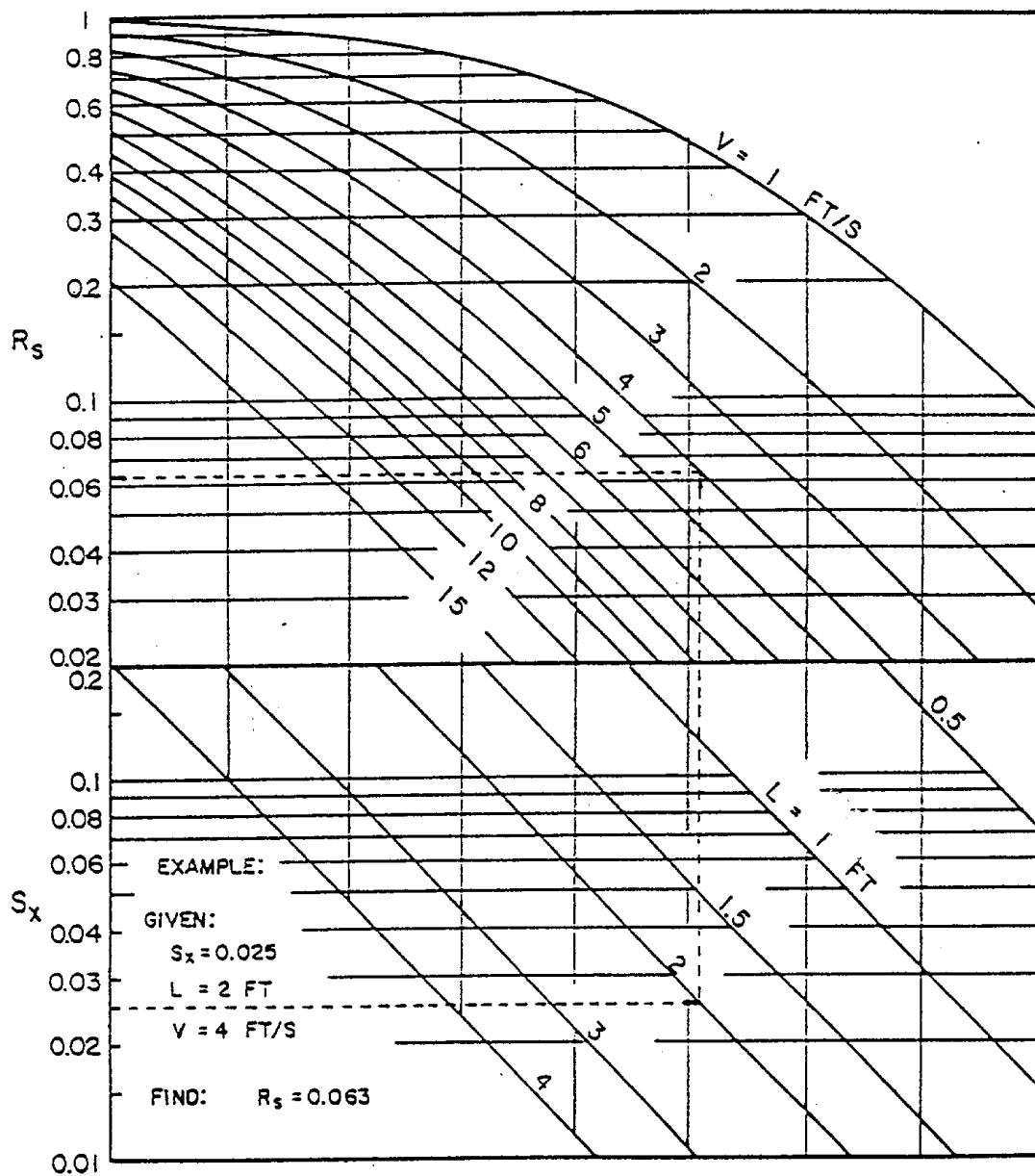
단면 A-A



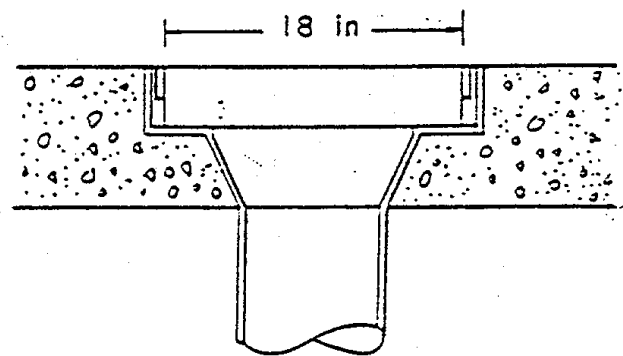
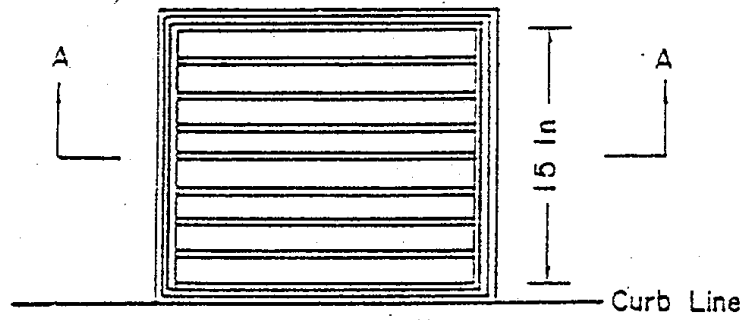
4. 적용도표



〈표 1〉 Grate inlet frontal flow interception efficiency.

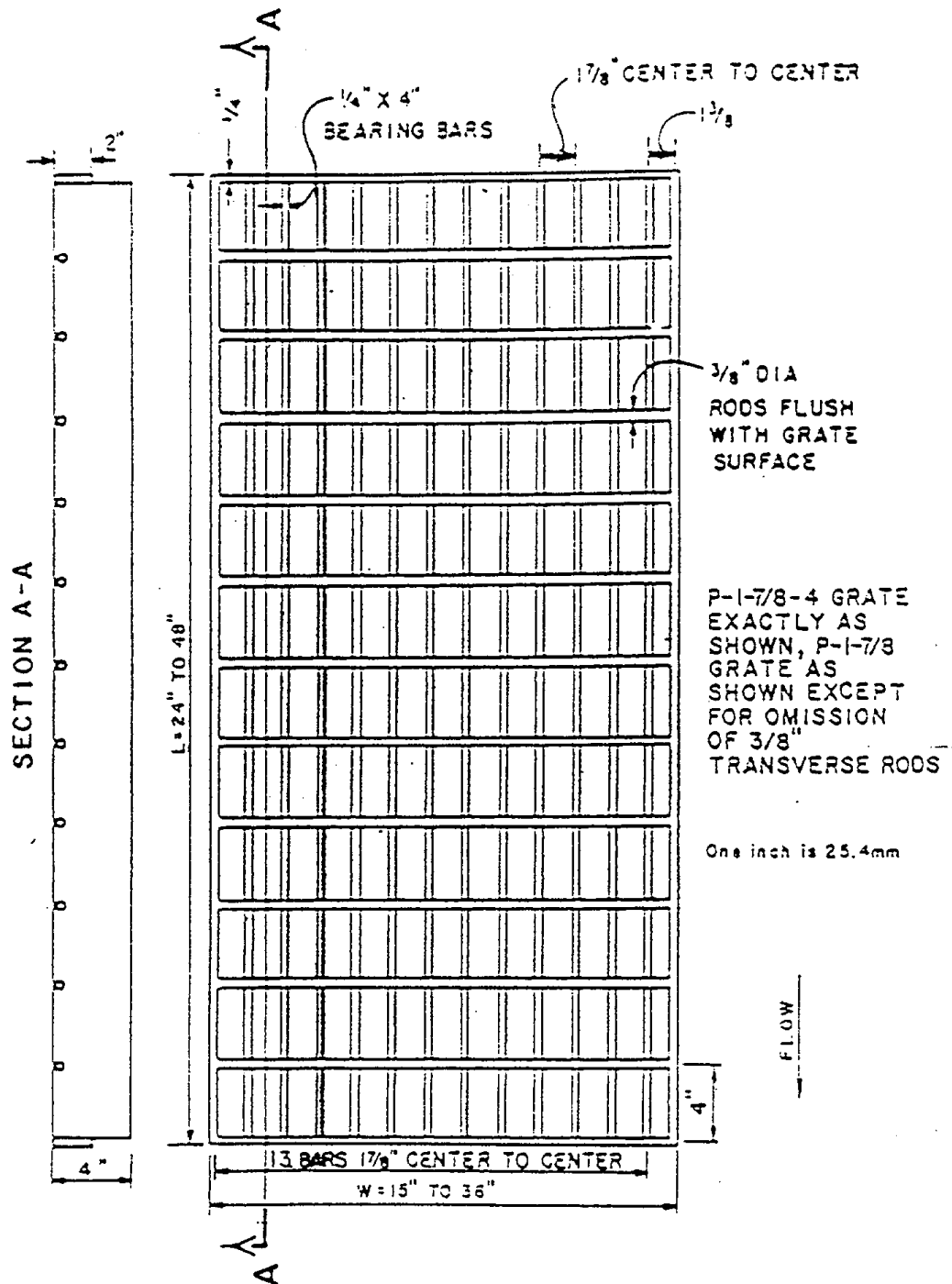


〈丑 2〉 Grate inlet side flow interception efficiency.



〈그림 1〉 Bridge inlet.

㉔ 규격조정시 집수구 형태



〈그림 2〉 P-1-7/8 and P-1-7/8-4 grates.

5. 집수구 단기산출

※ 개신형 집수구									
공종	단위	수량	단가	금액	노무비	재료비	합계	비고	
3-24-B-01	배수시설 개신형 집수구 (주철) : 개								
1. 재료비									
가) 주철 : 14.998 (KG) * 1.10 * 1220.00 = 20127.31									
나) 고세 : 1.50 (KG) * (-65.45) = -98.17									
총계 :				0.00	0.00	20029.14	20029.14		
2. 제작 및 설치비 (집침통 제작 설치)									
* 배수관 BASIC [021300000] 참조									
강비 : 14.998 * 63835.00 (W/TON) / 1000 (KG) = 957.39									
노무비 : 14.998 * 1975723.00 (W/TON) / 1000 (KG) = 29631.89									
재료비 : 14.998 * 32410.00 (W/TON) / 1000 (KG) = 486.08									
총계 :				957.39	29631.89	486.08	31075.36		
				957.39	29631.89	20515.22	51104.50		
				957	29632	20515	51104		

※ 회행 하천용 전수구

공종	신	내	외	경	비	노	부	비	세	료	비	합	계
3-24-A-01	배수시설	과일중	배수구 (주철)	:	개								

1. 세로비

가) 주철 : $8.644 \text{ (KG)} \times 1.10 \times 1220.00 = 11600.24$

나) 강판 (J=6 M/M)

: $1.210 \text{ (KG)} \times 1.1 \times 259.99 = 346.04$

다) BOLT, NUT (R=16*200)

: $2 \text{ (EA)} \times 303.00 = 606.00$

라) 콘세 : $0.99 \text{ (KG)} \times -65.45 = -64.79$

총 계 :

0.00 0.00 12487.49 12487.49

2. 제작 및 설치비 (전철류 제작 설치)

배수공 BASIC [R21300000] 참조

경비 : $9.854 \times 63835.00 \text{ (W/TON)} / 1000 \text{ (KG)} = 629.03$

노부비 : $9.854 \times 1975723.00 \text{ (W/TON)} / 1000 \text{ (KG)} = 19468.77$

세로비 : $9.854 \times 32410.00 \text{ (W/TON)} / 1000 \text{ (KG)} = 319.36$

총 계 :

629.03 19468.77 319.36 20417.16
629.03 19468.77 12806.85 32904.65
629 19469 12807 32905

[illegible]
$$1) \quad \Delta : \Delta : 20,475 \text{ (KG)} \cdot 1,10 \cdot 1220,00 = 27411,45$$
$$11.111; 2.04 \text{ (KG)} = -113.61$$

	0.00	0.09	27-1-1, 94	27-1-1, 94
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
41				
42				
43				
44				
45				
46				
47				
48				
49				
50				
51				
52				
53				
54				
55				
56				
57				
58				
59				
60				
61				
62				
63				
64				
65				
66				
67				
68				
69				
70				
71				
72				
73				
74				
75				
76				
77				
78				
79				
80				
81				
82				
83				
84				
85				
86				
87				
88				
89				
90				
91				
92				
93				
94				
95				
96				
97				
98				
99				
100				

```

: ml $! basic [ 021300000 ] 413

```

$$1, '01 : 20,475 \times 1975/27.00 \langle W/10N \rangle / 1000 \langle K0 \rangle = 40452.92$$

—

12.12.8.53

6510082

16-10160

211908

653 / 654

4-21 노면배수(길어깨부) 처리방안 검토

방 침

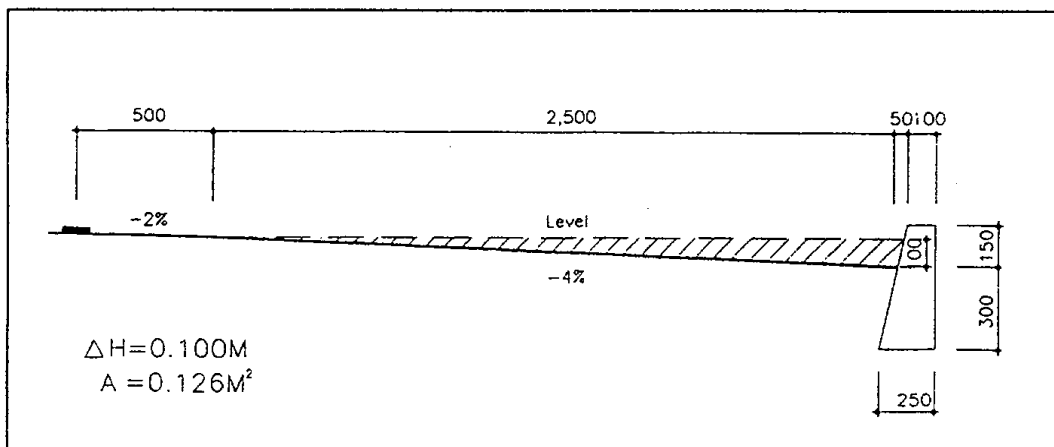
설 계 기
16210-227
('97. 6. 30)

1. 검토목적

- 도로 종단구배 감안시 길어깨 측구 접속형태별 물고임 발생이 불가피한 구간에 대하여
- 원활한 배수처리를 위한 배수시설물 설치기준 정립으로
- 도로구조체 보호와 주행안정성 확보

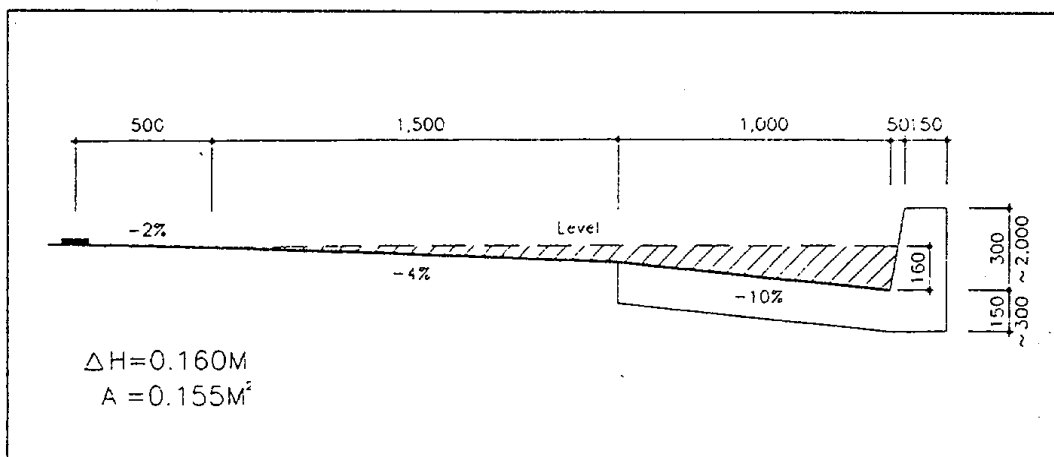
2. 길어깨 위치별 배수단면 및 형상

가. 성토부



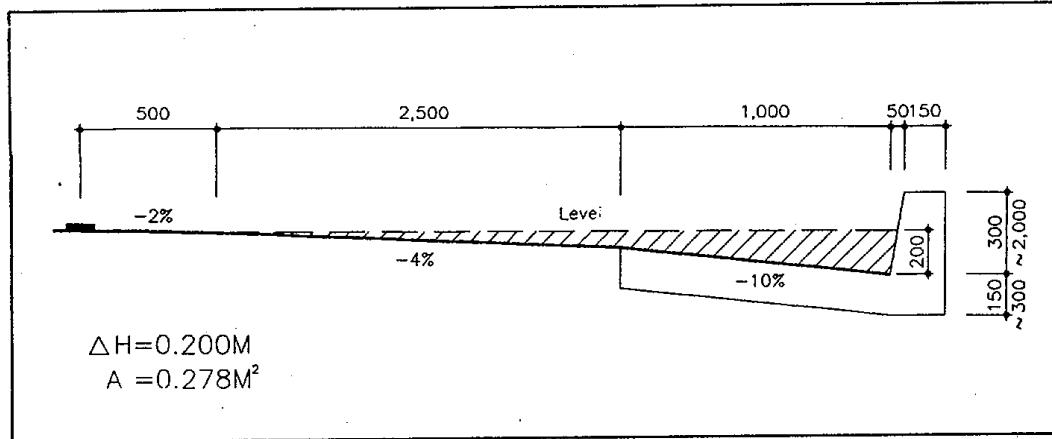
나. 절토부

1) 일반구간

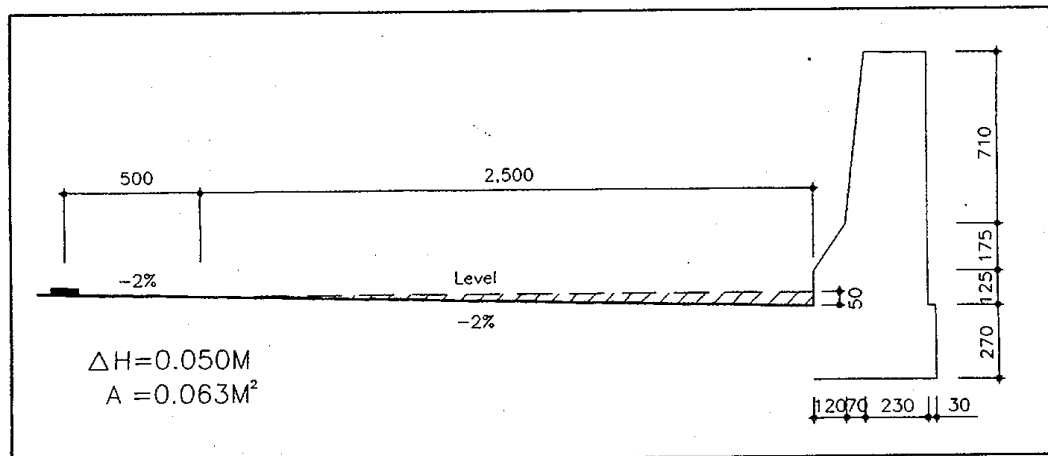


2) 특별구간 : 터널전후, 장대교(L≥100m)전후, 곡선부내측(R≤1000, V=100km/h)

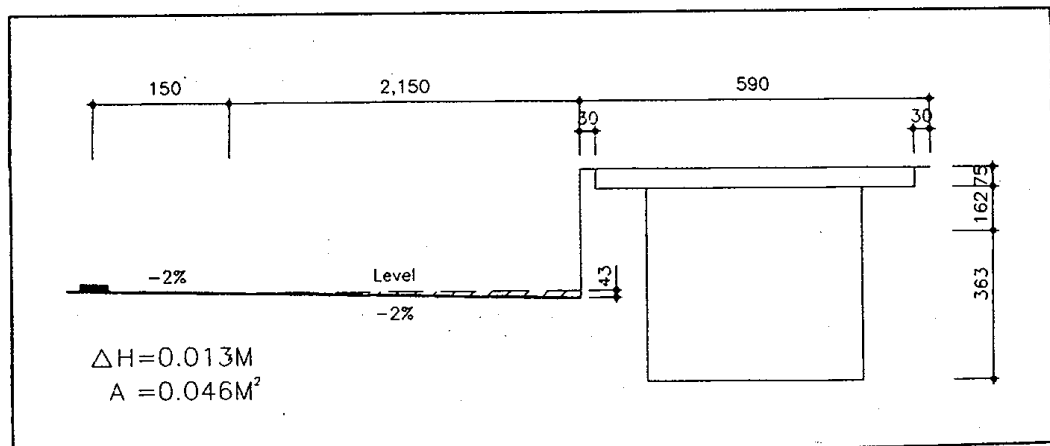
(R≤1500, V=120km/h)



다. 교량구간



라. 터널내 구간

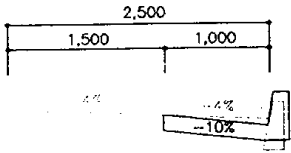
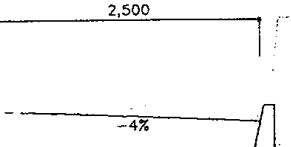
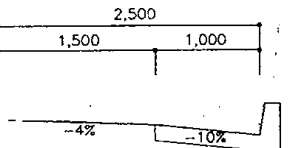
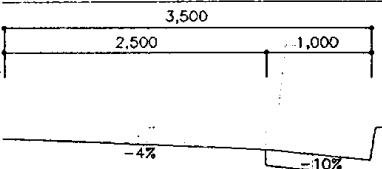
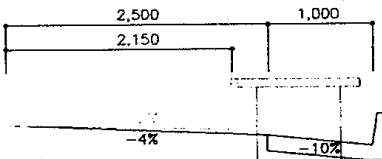


3. 길어깨 접속형태별 물고임 발생 원인 및 현행 문제점

가. 물고임 발생원인

- 길어깨부 배수 측구 위치별 형식 및 횡단구배 상이에 따른 접속부 단차 발생

나. 길어깨 접속형태별 단차산정

구분	해 당 부 위	접속형태	개 념 도	산 정 근 거	단차
①	성토부↗절토부	다이크와 L형측구		성토부길어깨 : $0.04 \times 2.5M = 10\text{cm}$ 절토부길어깨 : $0.04 \times 1.5M + 0.1 \times 1.0M = 16\text{cm}$ ※ 단차 = $16\text{cm} - 10\text{cm} = 6\text{cm}$	6cm
②	성토부↘교량	다이크와 교량난간		성토부길어깨 : $0.04 \times 2.5M = 10\text{cm}$ 교량부길어깨 : $0.02 \times 2.5M = 5\text{cm}$ ※ 단차 = $10\text{cm} - 5\text{cm} = 5\text{cm}$	5cm
③	절토부↘장대교	L형측구와 교량난간		절토부길어깨 : $0.04 \times 2.5M + 0.1 \times 1.0M = 20\text{cm}$ 교량부길어깨 : $0.02 \times 2.5M = 5\text{cm}$ ※ 단차 = $20\text{cm} - 5\text{cm} = 15\text{cm}$	15cm
④	절토부↘소교량	L형측구와 교량난간		절토부길어깨 : $0.04 \times 1.5M + 0.1 \times 1.0M = 16\text{cm}$ 교량부길어깨 : $0.02 \times 2.5M = 5\text{cm}$ ※ 단차 = $16\text{cm} - 5\text{cm} = 11\text{cm}$	11cm
⑤	절토부↘터널	L형측구와 길어깨측구		절토부길어깨 : $0.04 \times 2.5M + 0.1 \times 1.0M = 20\text{cm}$ 터널부길어깨 : $0.02 \times 2.15M = 4.3\text{cm}$ ※ 단차 = $20\text{cm} - 4.3\text{cm} = 15.7\text{cm}$	15.7cm

다. 현행 문제점

- 길어깨 측구 접속형태 및 부위별 횡단구배 차이 미고려.

(예) 성토부 4%, 절토부 4%+10%, 교량부 2%, 터널부 2%

- 상이한 횡단구배의 길어깨 접속시 횡단구배 조정구간 미고려.

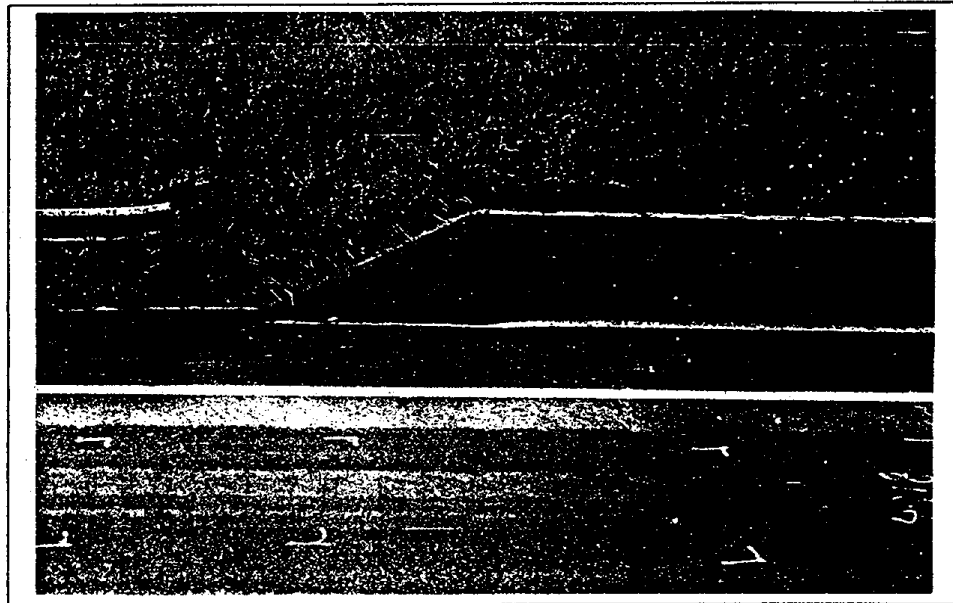
4. 물고임 구간 처리방안

가. 원인별 물고임구간 배수처리방안

① 성토 ↗ 절토 (오르막구배)

가) 발생원인

절토부와 성토부 경계부 단차에 의한 물고임 발생 (단차 6cm)



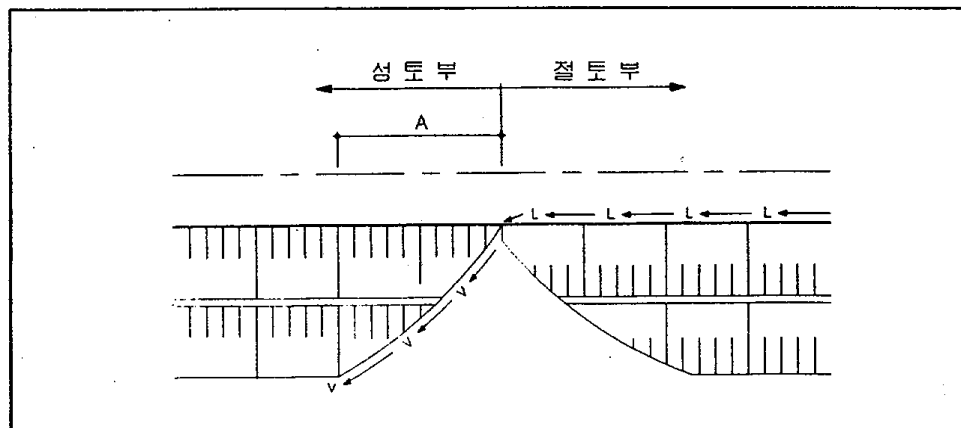
- 종단구배에 따른 물고임 연장

종단구배(S)	-0.5%	-1.0%	-2.0%	-3.0%	-4.0%	비 고
물고임연장(L)	12m	6m	3m	2m	1.5m	$L = \text{단차} \div S$

나) 처리방안

절 · 성 경계부에 노면수 유출을 위한 V형측구 설치

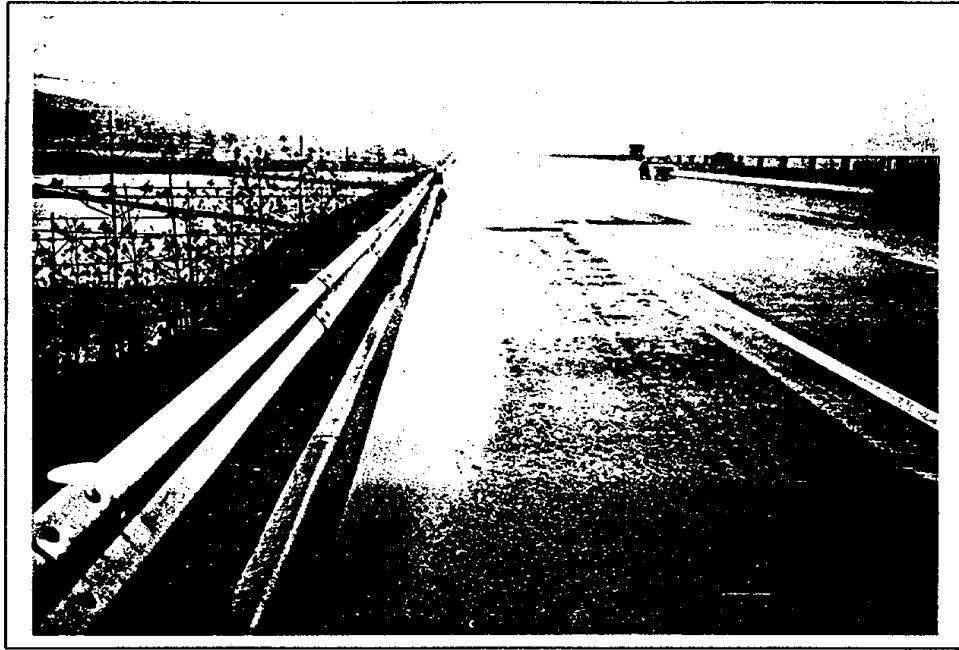
다) 개념도



② 성토 ∨ 교량 (내리막 구배)

가) 발생원인

성토부와 교량부 길어깨 접속부의 횡단구배 차이로 인해 접속부 도로끝단 단차에 의한 물고임 발생 (단차 5cm)



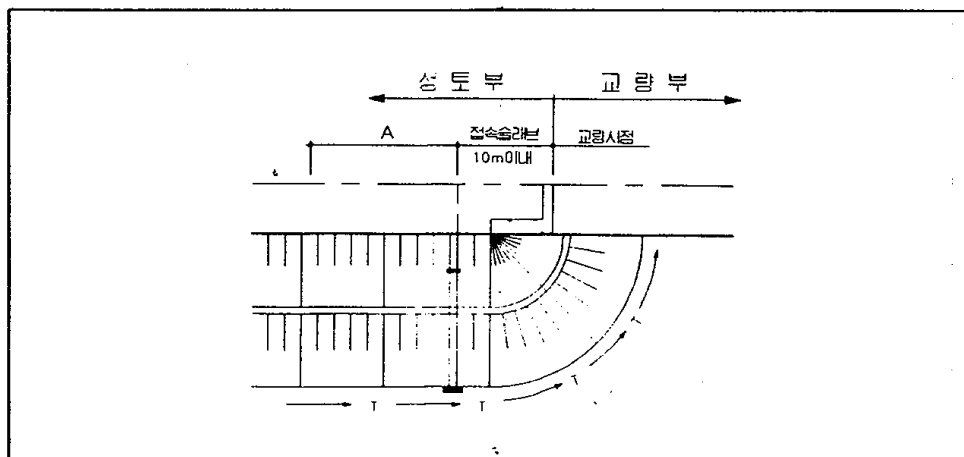
- 종단구배에 따른 물고임 연장

종단구배(S)	-0.5%	-1.0%	-2.0%	-3.0%	-4.0%	비 고
물고임연장(L)	12m	6m	3m	2m	1.5m	$L = \text{단차} \div S$

나) 처리방안

아스콘 포장용 교량 접속슬래브의 경우 날개벽 또는 날개옹벽 끝단, 콘크리트 포장용의 경우 교량 접속슬래브 끝단에 도수로를 설치 하여 노면수 유출

다) 개념도



③ 절토 \ 장대교량 (내리막 구배) ※ 장대교량 : $L \geq 100\text{m}$

가) 발생원인

절토부와 교량부 길어깨 접속부의 횡단구배 차이로 인해 접속부 도로끝단 단차

와 집수폭의 축소($B=1.0\text{m}$)로 물고임 발생 (단차 15cm)

- 종단구배에 따른 물고임 연장

종단구배(S)	-0.5%	-1.0%	-2.0%	-3.0%	-4.0%	비 고
물고임연장(L)	30m	15m	7.5m	5m	3.8m	$L = \text{단차} \div S$

나) 처리방안

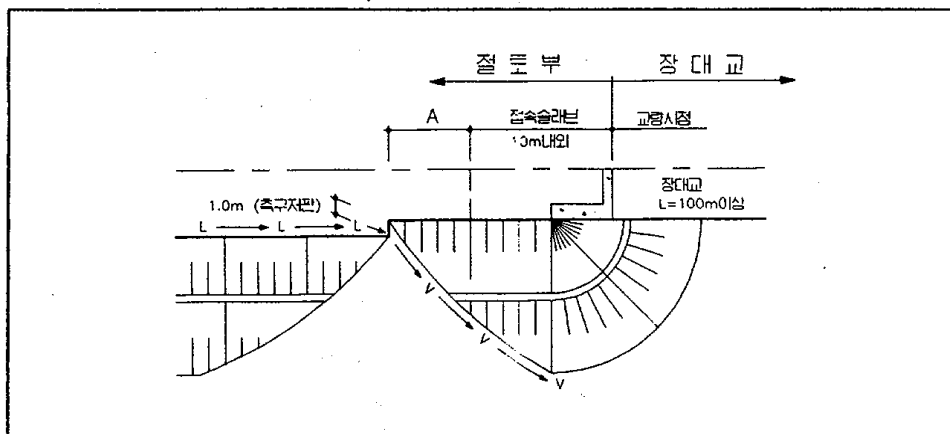
장대교량 전후구간의 L형측구 저판폭($B=1.0\text{m}$)은 길어깨 폭에 포함시키지 않으며

교대전면 뒷채움등 일부 성토구간이 위치하므로 교대 전면 접속슬래브 끝지점까지

L형측구를 연장 설치하여 L형측구가 끝나는 지점에 성토부도수로 또는 V형

측구를 설치하여 노면수 및 범면수 유출

다) 개념도



④ 절토 ∨ 소교량 (내리막구배)

가) 발생원인

절토부와 교량부 길어깨 접속부의 횡단구배 차이로 인해 접속부 도로끝단 단차에 의한 물고임 발생 (단차 11cm)



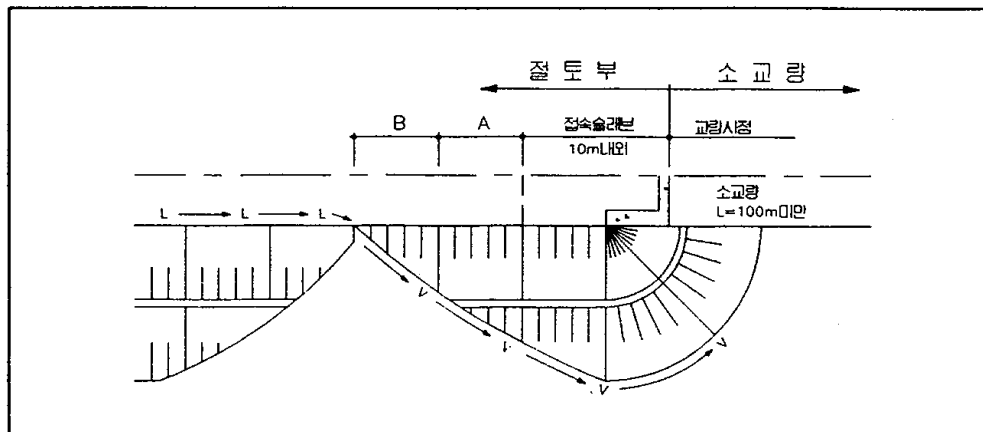
- 종단구배에 따른 물고임 연장

종단구배(S)	-0.5%	-1.0%	-2.0%	-3.0%	-4.0%	비 고
물고임연장(L)	22m	11m	5.5m	3.7m	2.8m	$L = \text{단차} \div S$

나) 처리방안

- L형측구가 끝나는 지점(접속슬래브 끝단에서 단차해소를 위한 횡단구배 조정구간을 더한 지점)에 V형측구 또는 성토부도수로 설치로 노면수 및 법면수 유출
- 현지 여건 감안 L형측구를 연장 설치하여 아스콘포장의 경우 날개벽 또는 날개옹벽끝단, 콘크리트포장의 경우 교량 접속슬라브 끝단에 도수로 설치

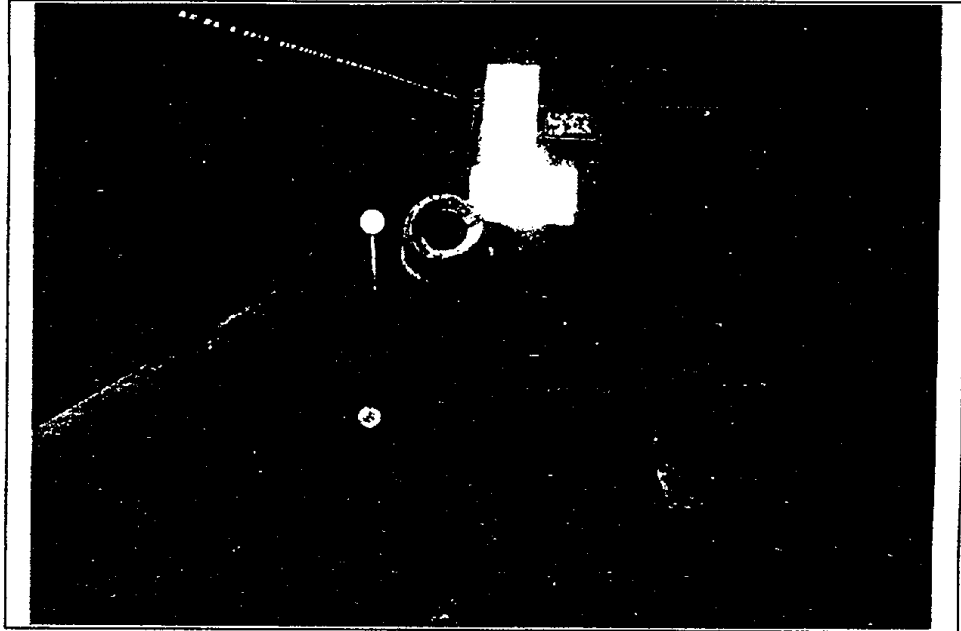
다) 개념도



⑤ 절토 \ 터널 (내리막 구배)

가) 발생원인

절토부와 터널부 길어깨 접속부의 횡단구배 차이로 인해 접속부 도로끝단 단차와 집수폭의 축소($B=2.5+1.0-2.15=1.35\text{m}$)로 물고임 발생 (단차 15.7cm)



- 종단구배에 따른 물고임 연장

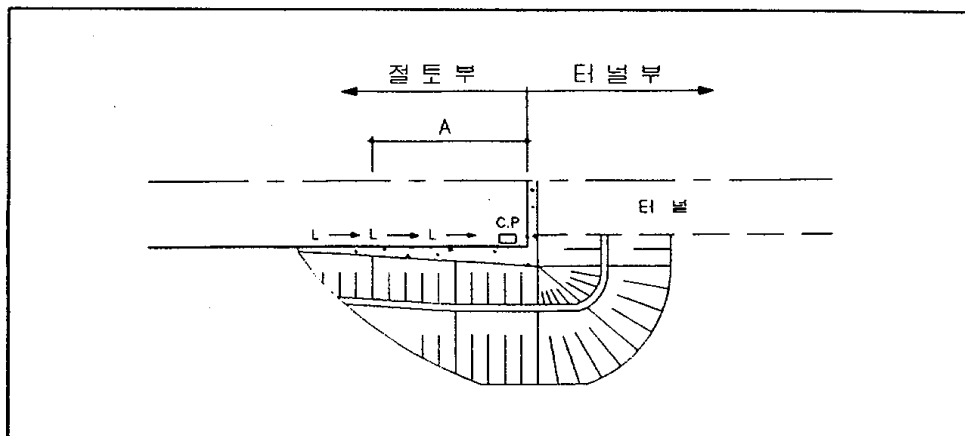
종단구배(S)	-0.5%	-1.0%	-2.0%	-3.0%	-4.0%	비 고
물고임연장(L)	31.4m	15.7m	7.9m	5.2m	3.9m	$L=\text{단차} \div S$

나) 처리방안

터널 전후구간은 L형측구 저판폭($B=1.0\text{m}$)을 길어깨 폭에 포함시키지 않으므로 측구저판에 집수정을 설치하여 노면수 및 법면수 유출

(이때 집수유량은 L형측구저판 종배수 또는 반대편 집수정을 통한 횡단배수)

다) 개념도



나. 길어깨 횡단구배 변화구간 단차조정

① 기본식

$$L_s = B \times \Delta i \times \frac{1}{100q}$$

L_s : 횡단구배 접속설치길이(m)

B : 단차조정구간 집수폭(m)

Δi : 길어깨 접속부 횡단구배차이(%)

q : 횡단구배 접속설치율(1/250)

② 구간별 단차조정 연장 산정

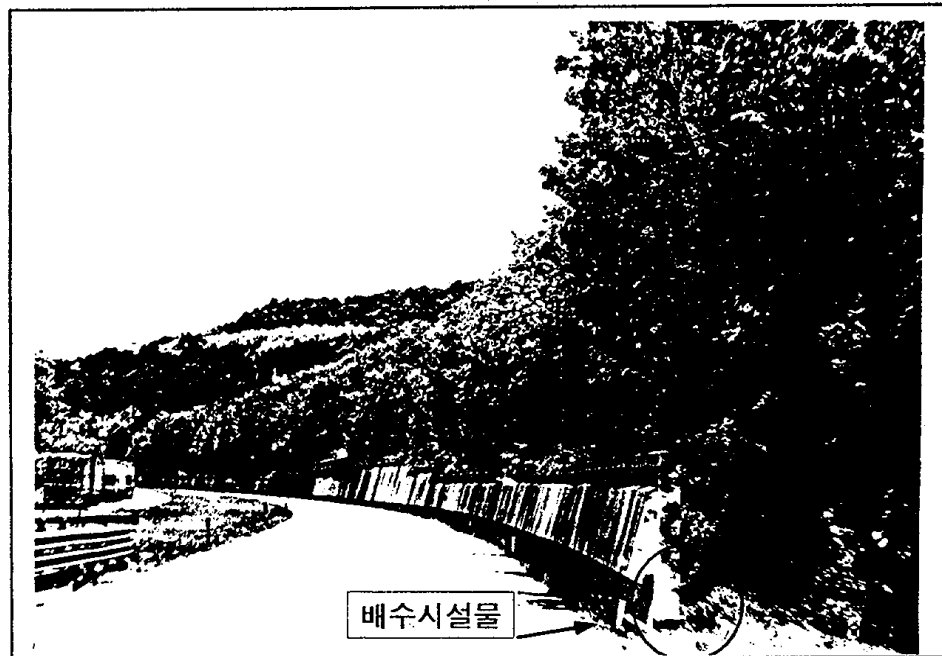
구 분	횡 단 구 배	단차조정 집수폭(B)	단 차 조 정 산정연장(Ls)	비 고
①성토↔절토	성토부횡단구배:4% 절토부측구저판:10% 6%차이	1.0m	15m	절·성 경계지점 기준 성토부 길어깨를 15.0m 이내에서 횡단 구배 조정
②성토↔교량	성토부횡단구배:4% 교량부횡단구배:2% 2%차이	2.5m	12.5m	콘크리트포장의 경우 교량접속 슬래브 끝단(교량시점에서10m 이내)에서, 아스콘포장의 경우 교량 날개벽 끝지점에서 성토부 길어깨를 12.5m이내에서 횡단 구배 조정
③절토↔장대교	절토부횡단구배:4% 교량부횡단구배:2% 2%차이	2.5m	12.5m	절토부길어깨를 교량 접속슬래브 끝단(교량시점에서10m이내)에서 12.5m 이내로 횡단구배 조정
④절토↔소교량	절토부횡단구배:4% 절토부측구저판:10% 6%차이	1.0m	15m	V형측구 설치지점 기준 교량시점 방향 길어깨를 27.5m이내에서 횡단구배 조정
	교대인접절토부:4% 교량부횡단구배:2% 2%차이	2.5m	12.5m	
⑤절토↔터널	절토부횡단구배:4% 터널부횡단구배:2% 2%차이	2.5m	12.5m	터널시점 기준 절토부길어깨를 12.5m 이내로 횡단구배 조정

※ (3), (5)의 절토부 L형측구 저판 폭1m는 제외하여 단차조정연장 산정

5. 외국사례조사

이탈리아 고속도로

① 성토 ㄱ 절토 (오르막구배)



※ 절·성 경계지점에 배수시설물 설치.

② 성토 ㄴ 교량 (내리막 구배)



※ 교량시점부 배수시설물 설치.

6. 검토결과

길어깨부 측구는 설치 위치별 형식이 상이하며 이로 인한 접속부 단차는 불가피하므로 이 지점의 원활한 배수와 주행연속성 확보를 위하여 다음과 같은 기준으로 배수시설물 설치 및 단차 조정을 적용코자 함.

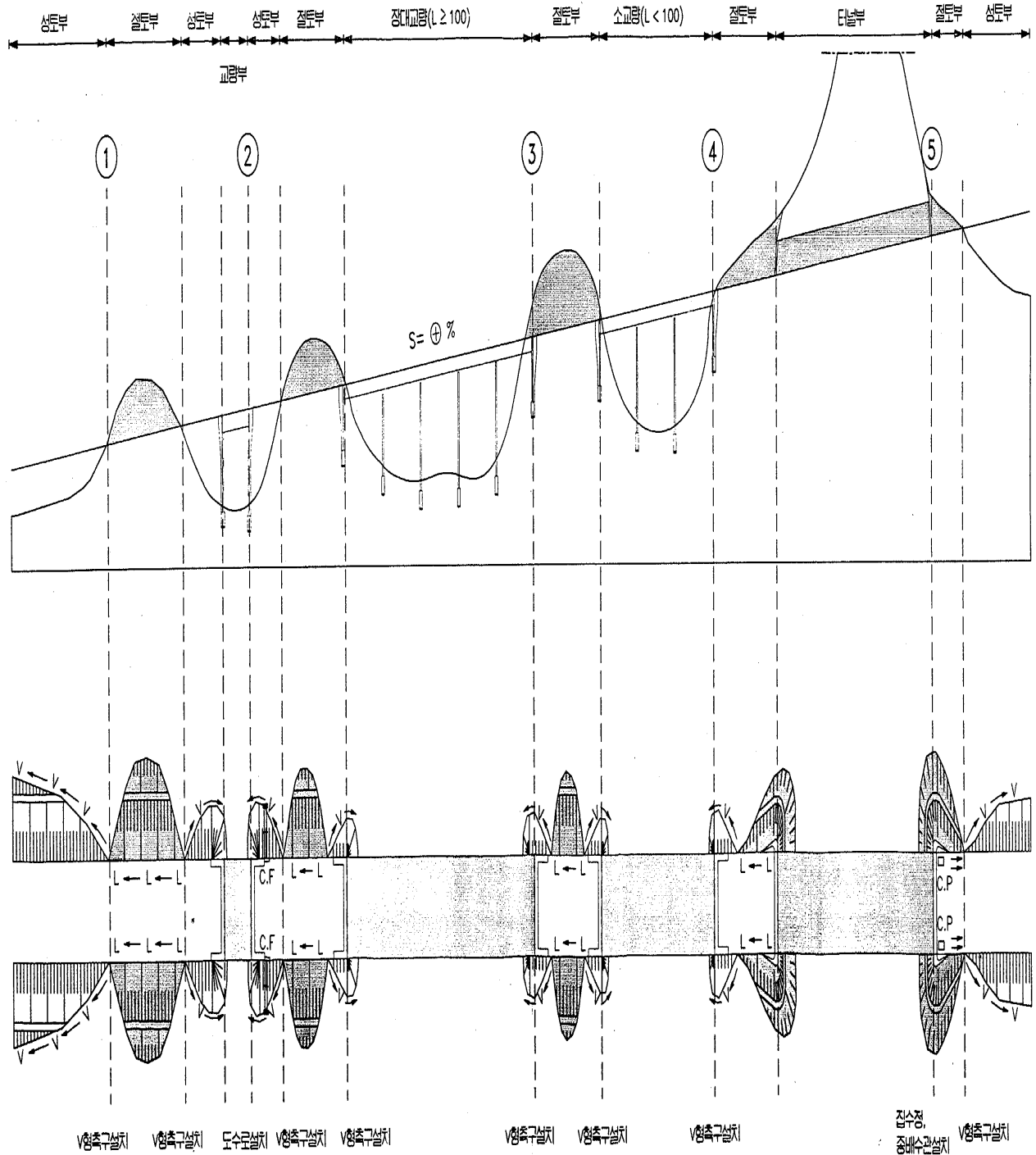
- 노면수의 원활한 처리를 위하여 배수시설물을 반드시 설치하여야 하는 경우

NO.	배수취약예상구간	설치배수시설물	설치위치
①	• 성토↗절토 (오르막구배)	V형 측구 U형 측구 지중매설관등	절·성 경계지점
②	• 성토↘교량 (내리막구배)	집수거+도수로 집수정+배수관+도수로	교량 접속슬래브 또는 날개벽 옹벽 끝단
③	• 절토↘장대교량(내리막구배)	V형 측구 U형 측구 집수정설치등	교량 접속슬래브 또는 날개옹벽 끝단
④	• 절토↘소교량 (내리막구배)	V형 측구 U형 측구 집수정설치등	교량 접속슬래브 또는 날개옹벽 끝단
⑤	• 절토↘터널 (내리막구배)	집수정+중배수관 집수정+횡배수관+ 집수정+중배수관등	터널입구 절토부측 길어깨 끝단

- 단차해소를 위한 길어깨 횡단구배를 조정하여야 하는 경우

- 절토↔소교량의 경우에만 30m 이내에서 횡단구배 조정구간을 두고
- 기타 상이한 횡단구배의 길어깨 접속시 15m 이내에서 횡단구배 조정구간을 둠

※ 적용(예)



* 번호 ①②③④⑤는 배수시설을 반드시 설치하여야하는 접속지점

* 상이한 길에 접속시 모든 경우 편구배 변형접속 필요.

4-22 산마루측구 설치방안 검토

방 침

설 제 개
16210-424
(’97. 10. 1)

1. 검토목적

- 고속도로 절토부의 표면수로 인한 비탈면의 침식 및 붕괴예방을 위하여 설치되는 산마루 측구를 시공성향상, 공기단축 및 공사비 절감을 위하여 기성제품(PYS,PE) 조립식 배수로를 사용하고 있으나,
- 우수침투로 인한 측구하부의 세굴, 제품의 변형등으로 유지보수·관리의 문제점이 도출되어 그 적용방안을 재검토 설계 및 시공, 유지관리의 합리성을 도모코져 함.

2. 산마루 측구(조립식) 설계현황(’95~’97)

(단위:m)

구 분	계	Type-1	Type-2	Type-3	Type-4
총 계 (총연장 L=788.3Km)	203,441 (203Km)	50,331	81,044	60,880	11,186
’95 준 공 부산~대구(삼랑진~대동)외 6개 노선(L=179.4Km)	50,548 (50Km)	17,596	19,794	10,636	2,522
’96 준 공 천안~논산(정안~논산)외 13개 노선(L=506.4Km)	127,281 (127Km)	25,065	46,931	46,851	8,434
’97 준 공 서울외곽(판교~퇴계원) 외 4개 노선(L=102.5Km)	25,612 (25Km)	7,670	14,319	3,393	230

3. 기성제품(PYS,PE) 산마루 측구 문제점

○ 원지반과의 밀착불량으로 침투수에 의한 배수로 저판 세굴발생, 배수기능 저하

- 기성제품의 자중이 적고, 원지반과의 이질성으로 밀착불량
- 터파기부 정지 및 뒷채움 다짐 불량으로 인한 세굴
- 이음부 및 앵커부의 누수발생 및 부력현상 발생
- 측면 토압에 의한 변형으로 지보재의 휨 및 탈리 발생

○ 내구성 및 유지보수 불량

- 장기적인 햇빛노출(열화현상)로 탈색 및 제품강도 저하, 미관 불량
- 온도변화에 따른 신축 팽창으로 제품변형발생
- 유지보수시 동일자재확보 곤란
- 내연성 재료로 산불 등 화재에 취약

○ 지형변화에 따른 적응성 저하

- 급경사 지형 및 불량 암질시 앵커시공 곤란으로 저부 틈새 발생
- 풍화토, 산사 등과 같이 풍화 및 침식에 취약한 곳의 설치에 제약
- 지형 조건에 따른 단면 변화가 어려움(특히 곡선부)
- 분기, 합류부 및 성토부 도수로와의 연결처리 어려움

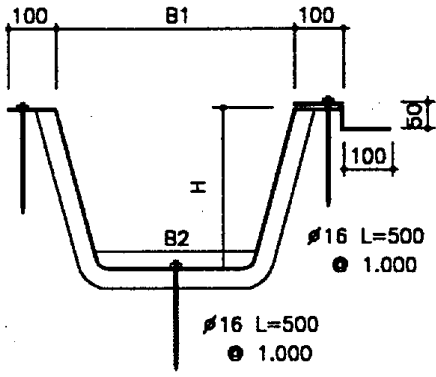
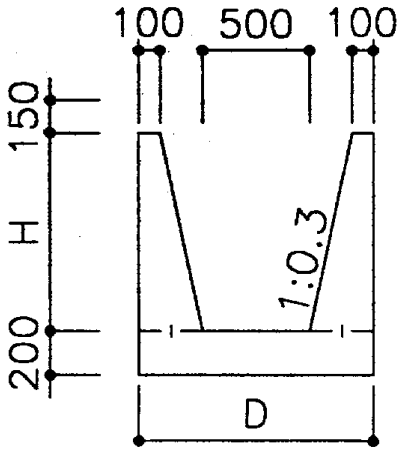
■ 침하에 의한 측구 파손



■ 토압에 의한 측구 변형 및 파손



4. 산마루 측구 비교 검토

구 분	현 행 (PYS 조립식 배수로)	변 경 (안) (현장타설 콘크리트)
단 면	 (H=0.45m)	 (H=0.45m)
공사비	89,710원/M	103,689원/M (증14%)
장 · 단점	• 도수로 저면 세굴로 절토사면 유실 우려 (급구배 구간 세굴 현상 심화) • 내구성 불량 - 열화현상으로 제품의 탈색 및 강도의 저하 • 지형변화에 따른 적응성 저하 • 유지관리·보수 어려움 • 시공성(운반 및 설치) 양호 • 공사비 다소 저렴	• 도수로 저면 세굴 방지 및 세굴로 인한 절토사면 유실 예방 • 내구성 및 유지보수 양호 (콘크리트 사용) • 지형변화에 따른 적응성 양호 • 유지관리·보수 양호 • 고소지역 시공성 다소 불량 • 공사비 보통

5. 공사 및 유지관리부서 의견

“별첨 1” 참조

6. 검토 결론

- 고소지역에서의 시공성 향상과 공사비 절감을 위해 시행한 기성제품(PYS, PE) 산마루 측구의 시공 결과, 토압에 의한 제품의 변형, 이음부 누수에 의한 세굴 및 부력현상 발생, 내구성 및 유지보수의 불량 등 문제점이 있어 이에 대한 보완대책이 강구되어야 할 것으로 사료되며,
- 공사 및 유지관리부서의 의견을 반영하여 고소지역에서의 시공성은 다소 떨어지나 산마루 측구의 기능유지 및 내구성, 유지보수 관리가 양호한 현장 타설 콘크리트 측구로 설치함이 바람직할 것으로 판단됨

별첨

공 사 비 산 출

Type - 1 (H=0.45m)

단위 : 원

구 분	P.E브라켓배수로	현장타설콘크리트	비 고
총 계	90,752	103,689	
1. 터 파 기	2,123	5,469	
2. 거 푸 집	-	31,740	
3. 콘크리트 구입	-	13,801	
4. 콘크리트 타설	-	14,506	
5. 철근가공 조립	-	256	
6. 철근 자재비	-	298	
7. 제품가격(m당)	42,900	-	
8. 관 설 치 비	15,842	-	
9. 되 메 우 기	1,723	5,440	
10. 순 공 사 비	62,588	71,510	
11. 제 잡 비(45%)	28,164	32,179	

○ 터 파 기 : 1. P.E 브라켓 배수로

$$0.550 \times 3,680 = 2,123\text{원}$$

2. 현장타설콘크리트

$$1,417 \times 3,860 = 5,469\text{원}$$

○ 되 메 우 기 : 1. P.E 브라켓 배수로

$$0.249 \times 6,922 = 1,723\text{원}$$

2. 현장타설콘크리트(인력)

$$0.786 \times 6,922 = 5,440\text{원}$$

○ 철근자재비 : 현장타설콘크리트

$$0.001 \times 298,415 = 298\text{원}$$

공종		산출내역				경비 노무비 재료비 합계			
2-05-B	205B000	산마루속구 형식-1 (P.B 브라켓배수트): M							
	1.	재료비 (규격:880*550*550 M/M)							
		재료비 : 1.0 <M> * 42900.00 = 42900.00				0.00	0.00	42900.00	42900.00
		소 계 :							
	2.	인건비							
		1) 설치공							
		작업반장 : 0.015 <인> * 60639.00 * 1.0 <M> = 909.58							
		특별인부 : 0.086 <인> * 53828.00 * 1.0 <M> = 4629.20							
		보통인부 : 0.176 <인> * 34005.00 * 1.0 <M> = 5984.88							
		2) 브라켓설치공							
		보통인부 : 0.127 <인> * 34005.00 * 1.0 <M> = 4318.63				0.00	15842.29	0.00	15842.29
		소 계 :				0.00	15842.29	42900.00	58742.29
		총 계				0	15842	42900	58742

공 중	산 출 내 역	경 비	노 무 비	재 료 비	합 계
2-05-A	205A000 산마루 측구 형식-1 (H=0.45M) : M				

1. 거푸집 (합판4회)

배수공 BASIC [B212B0200] 참조

노무비 : $2.240 <M2/M> * 10474.00 = 23461.76$

재료비 : $2.240 <M2/M> * 3696.00 = 8279.04$

소 계 :

0.00 23461.76 8279.04 31740.80

2. 콘크리트 구입 (3종 25M/M)

배수공 BASIC [B221G0000] 참조

정 비 : $0.345 <M3> * 0.00 = 0.00$

노무비 : $0.345 <M3> * 0.00 = 0.00$

재료비 : $0.345 <M3> * 40005.00 = 13801.72$

소 계 :

0.00 0.00 13801.72 13801.72

3. 콘크리트 타설 (3종 25M/M)

* 산마루측구 콘크리트 소운반 (지계)

A) 평 지 : 10 (M)

B) 20 % 경사 고개길 50 M 운반

직고 = $50 * 0.2 = 10 <M>$

평균운반길이 (S1) = $10 + 50 + (6.0 * 10.00) = 120.00 <M>$

소운반평균운반길이 (S) = $S1 - 20 = 100.00 <M>$

(20M 는 콘크리트타설단가에 포함)

$N = (2500 * 450) / ((120 * 100.0) + (2500 * 2)) = 66.18 <회/일>$

노무비 (M) = $34005.00 / (66.18 * 0.05) * 2.3 <TON/M3> = 23635.99$

배수공 BASIC [B211B0100] 참조

노무비 : $0.3450 <M3/M> * (18412.00 + M) = 14506.55$

소 계 :

0.00 14506.55 0.00 14506.55

4. 철근 가공 조립 (간단)

배수공 BASIC [B209A0000] 참조

공 중		산 출 내 역		경 비	노 무 비	재 료 비	합 계
				0.00 = 0.00			
				경 비 : 0.001 <TON/M> *			
				노 무 비 : 0.001 <TON/M> *	255819.00 = 255.81		
				재 료 비 : 0.001 <TON/M> *	1091.00 = 1.09		
				소 계 :			
				총 계			
					0.00	255.81	1.09
					0.00	38224.12	22081.85
					0	38224	22082
							256.90
							60305.97
							60306

4-23 곡선부 내측(중분대) 노면 배수처리 개선방안

방 침

설 계 이
16210-604
('97. 11. 6)

1. 검토목적

고속도로의 곡선부 내측(중분대)에 노면배수를 처리하기 위하여 집수정을 설치하고 있으나 설치간격이 부적절하여 호우시 신속한 배수 처리가 되지 않아 교통소통의 장애는 물론 교통사고의 위험성이 있고 점차 다차로화 되고 있는 현실과 교통안전을 감안, 곡선부 내측의 노면배수 처리방법을 개선코자 함.

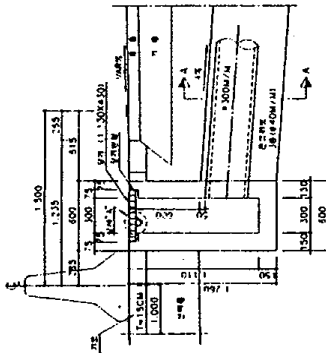
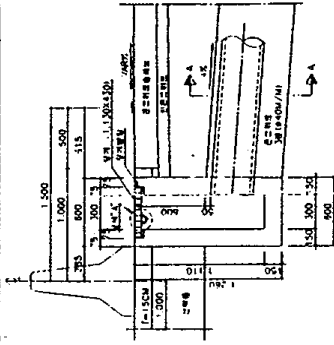
2. 현행 곡선부 내측 노면배수시설 설치기준

구 분	설 치 기 준	비 고
고속도로 설계기준	◦ 집수정 설치 - 설치간격 · 최대 : 30M, 최소 : 20M - 가능한 등간격으로 배치 ※ 설치간격 계산결과 20M미만인 경우에도 20M간격으로 설치	한국도로공사
도로설계요령	◦ 집수정 설치 - 설치간격 · 최대 : 30M, 최소 : 5M - 가능한 등간격으로 배치	한국도로공사 일본도로공단

3. 현행 문제점

- 필요 집수정 설치간격이 20M 미만인 구간에도 최소 20M로 설치하므로써 호우시 노면배수 불량
- 노면수 정체에 의하여 차량 통행시 반대 방향으로 물이 튀어 교통안전 저해
- 도로설계요령과 설계기준이 상이

4. 개선방안

구분	현행	개선안	비고
종류	집수정(최소간격20m) + 중배수관 + 횡배수관	집수정(간격VAR) + 중배수관 + 횡배수관	
단면도			
구분	집수정설치간격	횡배수관설치간격	공사비
2차로	20M	330M	125,000원/M
3차로	20M	230M	133,000원/M
4차로	20M	180M	142,000원/M
장단점	배수처리	불량	원활
	시공성	보통	보통
	유지관리	보통	보통
	다차로도도로적용	불리	유리
	안전성 및 주행성	불량	유리
공사비	저렴	다소고가	
건의의안	○		

*비교기준
대길~금산간
3공구:
R=1.100
S=0.9%
I=3.0%

5. 집수정 설치간격 및 종배수로 최대연장 계산 결과

가. 집수정 설치간격

■ 2차로

(단위 : m)

횡단 구배(%) \ 종단 구배(%)	0.3	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0
1.0	1.43	1.72	2.09	2.26	2.36	2.42	2.41
	5	5	5	5	5	5	5
2.0	4.53	5.45	6.61	7.15	7.48	7.66	7.63
	5	5	10	10	10	10	10
3.0	8.87	10.69	12.95	14.02	14.66	14.92	14.96
	10	10	10	10	10	10	10
4.0	14.29	17.21	20.87	22.57	23.61	24.19	24.09
	10	10	20	20	20	20	20
5.0	20.66	24.90	30.18	32.65	34.15	35.00	34.85
	20	20	30	30	30	30	30
6.0	27.92	33.64	40.78	44.12	46.14	47.29	47.09
	20	30	30	30	30	30	30

■ 3차로

(단위 : m)

횡단 구배(%) \ 종단 구배(%)	0.3	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0
1.0	1.03	1.24	1.50	1.62	1.70	1.74	1.73
	5	5	5	5	5	5	5
2.0	3.25	3.92	4.75	5.14	5.37	5.51	5.49
	5	5	5	5	5	5	5
3.0	6.38	7.68	9.31	10.07	10.53	10.80	10.75
	10	10	10	10	10	10	10
4.0	10.27	12.37	15.00	16.23	16.97	17.39	17.32
	10	10	10	10	10	10	10
5.0	14.85	17.90	21.69	23.47	24.54	25.15	25.05
	10	10	20	20	20	20	20
6.0	20.07	24.18	29.31	31.71	33.16	33.99	33.85
	20	20	20	30	30	30	30

■ 4차로

(단위 : m)

횡단 구배(%) \ 종단 구배(%)	0.3	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0
1.0	0.80	0.97	1.17	1.27	1.32	1.36	1.35
	5	5	5	5	5	5	5
2.0	2.54	3.06	3.71	4.01	4.19	4.30	4.28
	5	5	5	5	5	5	5
3.0	4.98	6.00	7.27	7.86	8.22	8.43	8.39
	5	10	10	10	10	10	10
4.0	8.01	9.66	11.71	12.66	13.24	13.57	13.52
	10	10	10	10	10	10	10
5.0	11.59	13.97	16.93	18.32	19.16	19.63	19.55
	10	10	10	10	10	10	10
6.0	15.66	18.87	22.88	24.75	25.88	26.53	26.42
	10	10	20	20	20	20	20

※ 소요가격
설계반영

나. 종배수관 최대연장

(단위 : m)

구 분	구배 직경(%) (mm)	0.3	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0
2차로	D300	182.6	235.9	333.5	408.7	471.8	527.4	557.7
		180	230	330	400	470	520	570
	D450	538.4	694.9	982.6	1203.8	1389.8	1553.9	1702.1
		530	690	980	1200	1380	1550	1700
	D600	1159.5	1497.2	2117.2	2593.2	2994.3	3347.4	3666.9
		1150	1490	2110	2590	2990	3340	3660
	D800	2497.5	3224.2	4559.5	5584.5	6448.4	7209.5	7897.5
		2490	3220	4550	5580	6440	7200	7890
3차로	D300	131.3	169.6	239.7	293.8	339.1	379.1	415.2
		130	160	230	290	330	370	410
	D450	387.0	499.5	706.3	865.2	998.9	1116.8	1223.4
		380	490	700	860	990	1110	1220
	D600	833.4	1076.1	1521.7	1863.9	2152.2	2406.0	2635.6
		830	1070	1520	1860	2150	2400	2630
	D800	1795.1	2317.4	3277.2	4013.9	4634.8	5181.8	5676.4
		1790	2310	3270	4010	4630	5180	5670
4차로	D300	102.4	132.3	187.1	229.3	264.7	295.9	324.1
		100	130	180	220	260	290	320
	D450	302.0	389.8	551.2	675.3	779.6	871.7	954.8
		300	380	550	670	770	870	950
	D600	650.5	839.9	1187.7	1454.7	1679.7	1877.8	2057.1
		650	830	1180	1450	1670	1870	2050
	D800	1401.1	1808.7	2557.8	3132.8	3617.4	4044.3	4430.3
		1400	1800	2550	3130	3610	4040	4430

※ 소요간격
설계반영

6. 검토의견

◦ 곡선부 내측(중분대)의 집수정을 현행기준대로 최소20M, 최대 30M간격으로 설치할 경우 신속한 노면배수처리가 곤란하므로 집수정의 설치간격을

- 0 - 6M 미만 : 5M

- 6 - 20M 미만 : 10M

- 20 - 30M 미만 : 20M

- 30M 이상 : 30M로하여 도로설계요령 설치기준과 부합되도록 하며,

◦ 호우시 신속한 노면배수처리로 주행차량의 안전을 도모하고 이용객의 서비스질을 향상코자 함

◦ 적용시기 : '98. 1. 1 이후 실시설계용역 준공예정인 노선부터 적용

4-24 L형 측구 뒷채움 개선

방 침

설 제 개
16210-606
(’97. 11. 6)

1. 검토목적

절토부에 설치되는 L형측구(형식-2, 3)의 뒷채움에 대한 문제점을 검토하여 개선

방안을 수립하므로써 시공성 및 유지관리의 효율화를 기하고자 함.

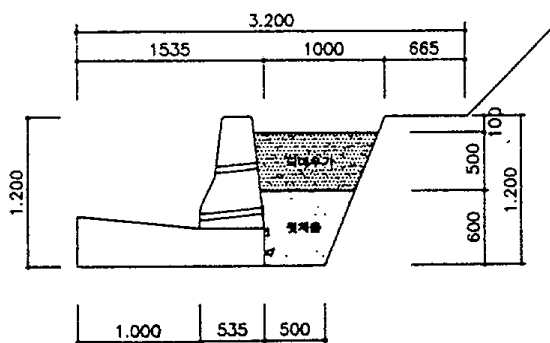
2. 현행 설치 기준 및 단면

1) L형측구 설치기준

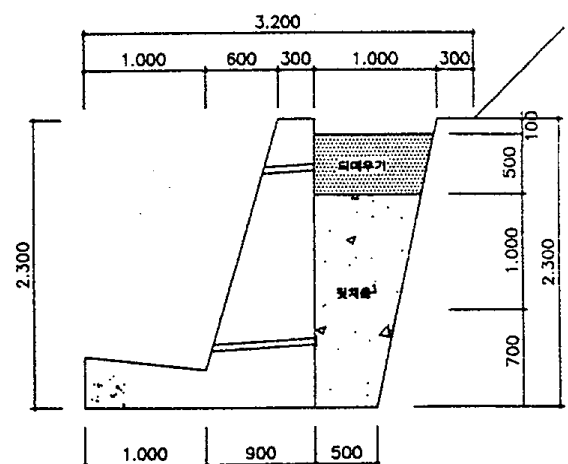
구 분	설 치 기 준	비 고
형식 - 2	리핑암+발파암 10.0m이상, 발파암 10.0 - 30.0m	H = 1.2m
형식 - 3	발파암 30.0m 이상	H = 2.3m

2) 표준단면

■ 형식 - 2

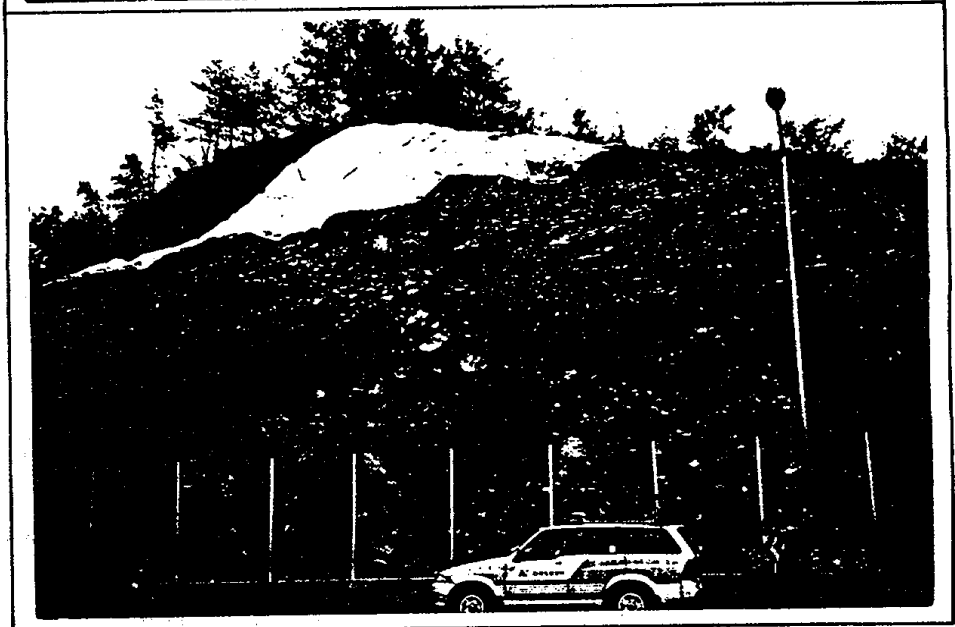
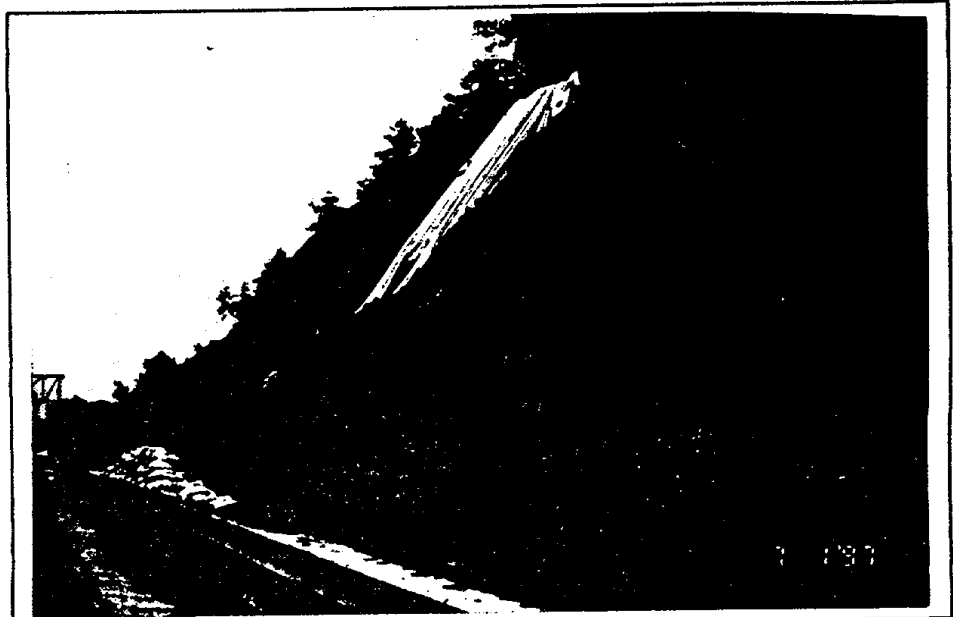


■ 형식 - 3



3. L형 측구 뒷채움 및 되메우기 시공에 따른 문제점

- 비탈면 안정 이전에 절토사면에서 유출된 토사, 암버력의 적치공간 부족으로 본선유입 가능
 - 유지관리 곤란, 집수정 토사 막힘 현상
- 집중 강우시 절토사면에서 발생된 토사가 우수와 함께 본선으로 월류현상 발생
- L-3 옹벽 뒷채움 과다



4. 형식별 비교 검토

구 분		현 행	대 안
형식 -2	개 요	· 뒷채움(H=0.6m) · 되메우기(H=0.5m) 시행 · 배면공간(V=0.1m³/m당)	· 뒷채움(H=0.6m) 시행 · 배면공간(V=0.6m³/m당)
	단면도		
	공사비	11,609원/m당	8,788원/m당 (△2,821원/m당)
형식 -3	개 요	· 뒷채움(H=1.7m), · 되메우기(H=0.5m) 시행 · 배면공간(V=0.1m³/m당)	· 뒷채움(H=0.7m), · 되메우기(H=1.0m) 시행 · 배면공간(V=0.6m³/m당)
	단면도		
	공사비	29,479원/m당	13,971원/m당 (△15,508원/m당)
장 단 점		· 유지관리 불리 · 절토 비탈면 초기 안정시까지 유출되는 토사 및 잔버력의 길어깨측 유입 가능 · 집중강우시 우수(흙탕물) 월류로 미관 불량 · 뒷채움 및 되메우기부 품질관리 곤란 · 공사비 고가	· 유지관리 유리 · 절토 비탈면에서 유출된 토사 및 잔버력의 길어깨측 유입 방지 · 집중강우시 우수 월류 방지 가능 · 측구 상단 관목류 식재시 복토 필요 · 공사비 절감
건 의			○

5. 검토결론

■ 검토의견

- 절토 비탈면이 안정되기 전까지 비탈면에서 발생하는 토사 및 잔버럭의 본선 유입을 방지하고, 수목식재구간에 대해서는 수목식재용 복토를 조경공사에 포함토록 하므로써 조경공사의 원활을 기하며, 공사비 측면에서도 유리한 검토 대안으로 개선하여 시행하고,
- L형측구 되메우기 축소에 따라 낙석방책 기초 H-Post 매입깊이를 별첨 #3과 같이 변경(0.45m⇒0.7m)코자 함.

■ 향후 조치계획

- '97. 12월 준공 노선부터 적용
 - 표준도 변경(L형측구 뒷채움, 낙석방책 기초)
- 조경식재구간은 조경공사 시행자가 복토 후 수목을 식재토록 관련 부서와 협조

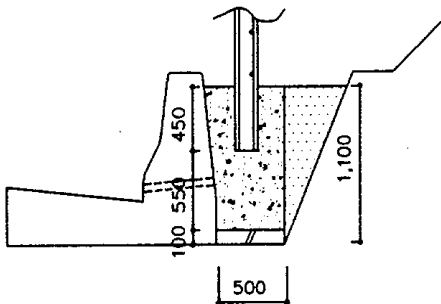
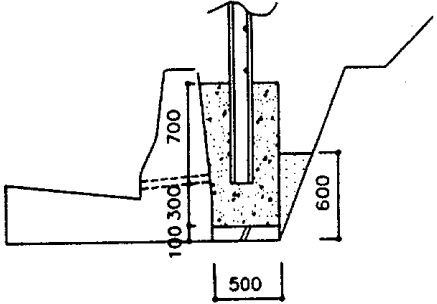
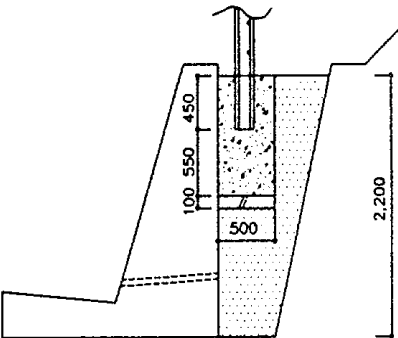
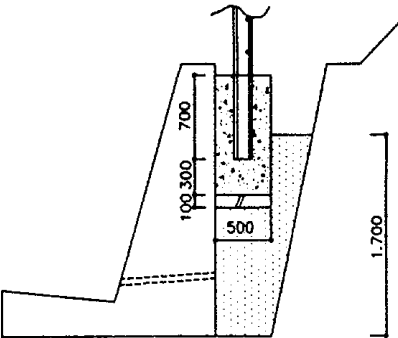
별첨 #1

낙석방책 설치 방안 검토

■ 개 요

- L형측구 뒷채움 및 되메우기 생략에 따른 낙석방책 기초 설치 단면 변경
- 낙석방책 기초 규격 및 형상은 기존 그대로 유지

■ 기초 지주 근입 깊이 변경

구분	현 행	변 경
T Y P E 2		
T Y P E 3		

■ 낙석방책 구조계산

◎ 설계의 가정 조건

- 낙석방책의 기초로서 사용되는 옹벽구조에 대해서만 검토한다.
- 낙석의 충돌위치는 지주의 하단으로부터 $2/3h$ 인 지점으로 한다.
- 최대휨Moment 발생지점은 지주근입깊이의 중간지점으로 한다.

1. 지주의 근입깊이 검토

○ 작용휨Moment

$$M = F_y \times \left(\frac{2}{3}h + \frac{d}{2} \right) = 1.120 \times \left(\frac{2}{3} \times 2.853 + \frac{0.9}{2} \right) = 6.634 \text{ t} \cdot \text{m}$$

○ 휨응력도

$$\sigma = \frac{F_y}{A} + \frac{W}{Z} = \frac{1120}{40 \times 25} + \frac{2.634 \times 10^5}{\frac{40 \times 25^3}{12}} \times 12.5 = 64.34 \text{ kg/cm}^2 < \sigma_{ca}$$

여기서 $A = b \cdot d$

○ 전단응력도

$$\begin{aligned} \tau &= \frac{F_y}{2 \times c \cdot d} < \tau_a \\ &= \frac{1120}{2 \times 14.1 \times 90} = 0.44 < \tau_a \end{aligned}$$

사용지주	$F_y(\text{Kg})$	$d(\text{Cm})$	$M(\text{t} \cdot \text{m})$	$\sigma(\text{Kg/Cm}^2)$	$\tau(\text{Kg/Cm}^2)$
H-150×75×5×7	1,120	90	2.634	63.34	0.44

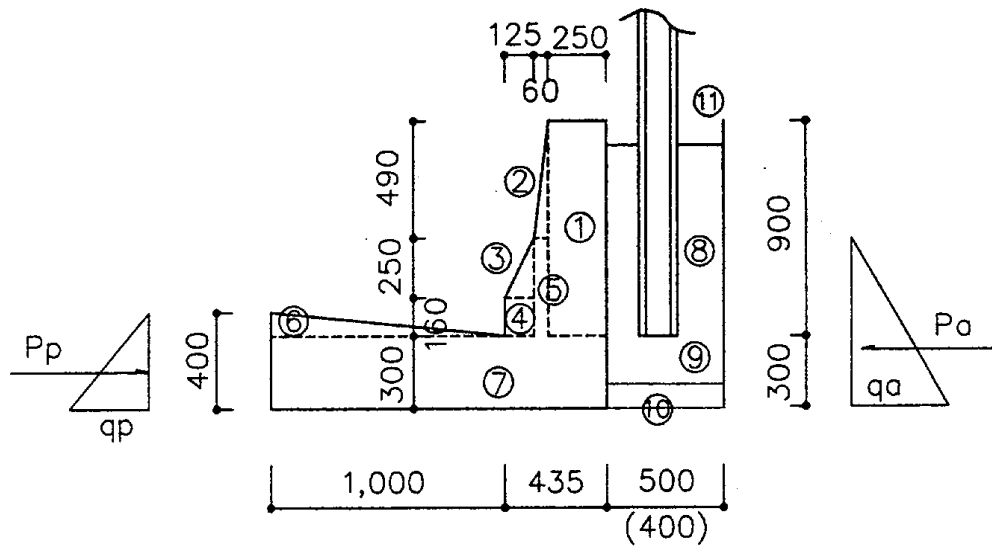
※ 단, $c = 14.1 \text{ Cm}$, $h = 2.853 \text{ m}$ 임.

3종 콘크리트 사용 : $\sigma_{ca} = 0.4 \times 210 = 84 \text{ Kg/Cm}^2$

$$\tau_{ca} = 0.25 \times \sqrt{210} = 3.6 \text{ Kg/Cm}^2$$

2. 기초옹벽의 검토

○ 지주의 간격이 2.0m이므로 2.0m 폭원으로 검토



○ 작용수직력

번호	P_v	X	M_x
1	$0.25 \times 0.9 \times 2.0 \times 2.35 = 1.058$	1.31	1.386
2	$1/2 \times 0.06 \times 0.49 \times 2.0 \times 2.35 = 0.069$	1.165	0.080
3	$1/2 \times 0.125 \times 0.25 \times 2.0 \times 2.35 = 0.073$	1.083	0.079
4	$0.125 \times 0.16 \times 2.0 \times 2.35 = 0.094$	1.063	0.100
5	$0.06 \times 0.41 \times 2.0 \times 2.35 = 0.116$	1.155	0.134
6	$1/2 \times 1.0 \times 0.1 \times 2.0 \times 2.35 = 0.235$	0.333	0.078
7	$1.435 \times 0.3 \times 2.0 \times 2.35 = 2.023$	0.718	1.453
8	$0.6 \times 0.25 \times 2.0 \times 1.9 = 1.425$	1.685	2.401
9	$1.0 \times 0.5 \times 0.4 \times 2.35 = 0.470$	1.685	0.792
10	$0.1 \times 0.5 \times 2.0 \times 2.35 = 0.235$	1.685	0.396
11	$0.014 \times 2.853 = 0.040$	1.685	0.067
계	5.834		6.966

○ 작용수평력

$\phi=30^\circ$, $\gamma_1=1.9\text{t/m}^2$ 로 가정

$$K_a = \tan^2 (45^\circ - \phi/2) = 0.333$$

$$K_p = \tan^2 (45^\circ + \phi/2) = 3.000$$

$$q_a = 0.333 \times 0.6 \times 1.9 = 0.380\text{t/m}^2$$

$$P_a = 1/2 \times 0.380 \times 0.6 \times 1.6 = 0.1824\text{ton}$$

$$P_h = 0.1824 + 1.120 = 1.3024\text{ton}$$

$$M_y = 0.1824 \times 0.20 + 1.12 \times (1.1 + 2.853 \times 2/3) = 3.3987 \text{ t} \cdot \text{m}$$

$$q_p = 3 \times 0.4 \times 1.9 = 2.28\text{t/m}^2$$

$$P_p = 1/2 \times 2.28 \times 0.4 \times 2.0 = 0.912\text{ton}$$

$$\Sigma P_h = 0.1824 + 1.120 - 0.912 = 0.39\text{ton}$$

$$\Sigma P_y = 3.399 - 0.912 \times 0.133 = 3.278\text{ton}$$

○ 안정성 검토

- 전도 검토

$$F_s = \frac{6.966}{3.278} = 2.13 > 2.0 \quad \therefore O.K$$

- 활동 검토

$$F_s = \frac{0.6 \times 5.834}{0.390} = 8.98 > 1.5 \quad \therefore O.K$$

별첨 #2

공사비 산출 근거

■ 단위당 뒷채움 공사비 분석

(단위 : 원/m)

구 분	현 행	변 경	증, (△)감	비 고
L형 측구 형식 2	11,609	8,788	△ 2,820	
L형 측구 형식 3	29,479	13,917	△15,562	

■ 향후 총절감 추정금액

구 분	평균수량/KM	금 액 (원/M)	추가 건설 계획 연장	계(백만원)	비 고
형식 - 2	328.4M	2,820	2,820KM	2,612	※제잡비 50%포함
형식 - 3	11.6M	15,562		509	
계				3,121	

○ '97 ~ 2005년 까지 고속도로 건설 계획 ('97 기획실 자료)

신 설 : 2,112.2Km

확 장 : 707.4Km

계 : 2,820Km

■ Km당 평균 수량 산출

노선명	공 구	연장 (Km)	형식-2 (m)	형식-3 (m)	비고 (준공년도)
총 계	60	570.8	187,424	6,626	
대전-금산	소계	11.3	3,275	555	'96
	1	5.1	1,494	460	
	2	6.2	1,781	95	
대전-당진	소계	55.5	19,679	1,638	'95
	1	8.5	4,251	748	
	2	10.9	7,014	635	
	3	8.8	3,632	255	
	4	14.5	2,065	-	'96
	5	12.7	2,717	-	
중부내륙	1	15.3	3,051	-	'97
영동선 새말-둔내	소계	15.0	4,738	-	'95
	3	5.9	1,419	-	
	4	9.1	3,319	-	
중앙선 영주-홍천	소계	42.0	12,421	-	'96
	1	12.3	3,686	-	
	2	9.9	4,518	-	
	3	10.4	1,997	-	
	4	9.4	2,220	-	
서해안 당진-서천	소계	101.9	34,656	-	'96
	1	12.2	3,193	-	
	2	12.8	1,595	-	
	3	10.1	1,950	-	
	4	12.6	7,749	-	
	5	10.2	4,401	-	
	6	10.3	2,391	-	
	7	12.4	5,268	-	
	8	10.9	3,328	-	
	9	10.4	4,781	-	

노선명	공 구	연장 (Km)	형식-2 (m)	형식-3 (m)	비고 (준공년도)
부산-대구 삼랑진-대동	소계	22.7	6,242	2,323	'95
	1	11.3	3,179	1,119	
	2	11.4	3,063	1,204	
영주-제천	소계	60.0	19,717	-	'95
	1	9.5	3,240	-	
	2	7.5	966	-	
	3	5.3	1,194	-	
	4	4.2	2,023	-	
	5	6.3	2,062	-	
	6	8.1	4,890	-	
	7	9.4	2,294	-	
	8	9.8	3,048	-	
월정-강릉	소계	36.6	14,914	167	'96
	11	10.1	4,505	-	
	12	4.8	1,334	-	
	13	3.3	1,993	-	
	14	4.8	922	-	
	15	7.9	4,638	-	
	16	5.7	1,522	167	
신갈-안산	소계	24.1	16,574	330	'96
	1	8.2	2,258	105	
	2	7.0	11,263	120	
	3	8.8	3,053	105	
대전-진주	소계	14.1	4,223	498	'96
	6	7.9	2,324	249	
	7	6.2	1,899	249	

노선명	공 구	연장 (Km)	형식-2 (m)	형식-3 (m)	비고 (준공년도)
구미-현풍	소계	63.3	26,371	-	'95
	1	9.7	5,936	-	
	2	12.3	5,512	-	
	3	14.6	4,606	-	
	4	14.5	6,711	-	
	5	12.2	3,606	-	
진주-통영	소계	25.1	7,168	757	'96
	21	13.7	3,606	145	
	23	11.4	4,106	612	
하일-호법	소계	36.7	6,030	178	'96
	1	12.7	2,250	178	
	3	10.8	630	-	
	4	13.2	3,150	-	
도화-인천	2	3.6	36	-	'96
부산-대구 경산-삼랑진	소계	43.6	8,329	-	'96
	4	11.7	4,000	-	
	5	7.5	658	-	
	6	4.6	1,445	-	
	7	10.3	2,186	-	
	8	9.5	40	-	

※Km당 연장 산출

형식-2 : $187424 / 570.8 = 328.4 \text{ (m/Km)}$

형식-3 : $6626 / 570.8 = 11.6 \text{ (m/Km)}$

■ 공사비 세부 산출 내역

구 분	형 식 - 2		형 식 - 3	
	현 행	대 안	현 행	대 안
개 요	• 뒷채움 실시 • 되메우기 실시	• 뒷채움 실시 • 되메우기 생략	• 뒷채움 실시 • 되메우기 실시	• 뒷채움 실시 • 되메우기 실시
뒷 채 움	60cm	60cm	170cm	70cm
되메우기	50cm	-	50cm	100cm
옹벽배면 여유공간	10cm	60cm	10cm	60cm
개 념 도				
산출내역	• 단위m당 체적 - 뒷 채 움 : 0.384m³/m - 되메우기 : 0.463m³/m • m³당 금액 - 뒷 채 움 : 15,260원/m³ - 되메우기 : 4,062원/m³	• 단위m당 체적 - 뒷 채 움 : 0.384m³/m - 되메우기 : 없음 • m³당 금액 - 뒷 채 움 : 15,260원/m³ - 되메우기 : 4,062원/m³	• 단위m당 체적 - 뒷 채 움 : 1.165m³/m - 되메우기 : 0.462m³/m • m³당 금액 - 뒷 채 움 : 13,693원/m³ - 되메우기 : 4,062원/m³	• 단위m당 체적 - 뒷 채 움 : 0.406m³/m - 되메우기 : 0.830m³/m • m³당 금액 - 뒷 채 움 : 13,693원/m³ - 되메우기 : 4,062원/m³
	• 뒷 채 움 : 15,260 × 0.384 = 5859 • 되메우기 : 4,062 × 0.463 = 1880 - 계 : 7739	• 뒷 채 움 : 15,260 × 0.384 = 5859 • 되메우기 : 없음 - 계 : 5859	• 뒷 채 움 : 15,260 × 1.165 = 17,777 • 되메우기 : 4,062 × 0.462 = 1,876 - 계 : 19,653	• 뒷 채 움 : 15,260 × 0.406 = 6195 • 되메우기 : 4,062 × 0.759 = 3,083 - 계 : 9,278
공 사 비	7739 × 1.5(제 잡비) = 11,609원/m	5859 × 1.5(제 잡비) = 8,788원/m (△2,820원/m)	19653 × 1.5(제 잡비) = 29,479원/m	9,278 × 1.5(제 잡비) = 13,917원/m (△15,562원/m)

2-06-B	206B000	1.형	측구	형식-2 (11-1.20) : M	산	출	내	역	정	비	노	무	비	재	로	비	합	계
--------	---------	-----	----	--------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

1. 콘크리트 생산

1 시멘트 1 자갈 (19MM) 1 모래 1 A.B 제 1 W/C 1 SLUMP 1

1 321 1 1243 1 627 1 0.0064 1 49.81 4 CM 1

1 (327) 1 (1280) 1 (689) 1 (0.0065) 1 1 1

SIGMA (28) -210 <KG/CM2> A.B 제-시멘트량의 0.002 %

조골재 (쇄석) 19 MM 단위수량-150 <KG/M3>

%% 모래, 자갈 비율

모래 (A) = 627 / 1600 <KG/M3> = 0.39 <M3> : 0.3919

자갈 (B) = 1243 / 1700 <KG/M3> = 0.73 <M3> : 0.7312

계 - 1.1231 <M3>

%% CONCRETE 배치플랜트 (120 M3/HR) 생산

Q1=1.5 <M3> (SLUMP 5 CM 미만)

B=0.8

CM=1.5

QB=60 * Q1 * 0.8 / CM = 48.00 <M3/HR>

%% CONCRETE 위니셔 작업량

QP1 = 37.02 <M3/HR>

1) 콘크리트 배치플랜트 사용료 (발전기 포함) : [B31041]

경 비 : 57926.00 / QP1 = 1564.72

노무비 : 31909.34 / QP1 = 861.94

재료비 : 20662.21 * (QP1/QB) / QP1 = 430.46

2) 골재투입 (메이포다 타이어 1.34 M3) : [B04051]

기) 모래

$Q1 = 1.34 \quad K = 1.2 \quad P = 1.0 \quad B = 0.75 \quad T1 = 6 \quad T2 = 14$
 $CM = 1.8 * 8 + T1 + T2$
 $CM = 1.8 * 8 + 6 + 14 = 34.40 <SHC>$
 $QS = 3600 * 1.34 * 1.2 * 1.0 * 0.75 / CM = 126.21 <M3/Hr>$

나) 자갈

$Q1 = 1.34 \quad K = 1.0 \quad P = 1.0 \quad B = 0.6 \quad T1 = 10 \quad T2 = 14$
 $CM = 1.8 * 8 + T1 + T2$
 $CM = 1.8 * 8 + 10 + 14 = 38.40 <SHC>$
 $QF = 3600 * 1.34 * 1.0 * 1.0 * 0.6 / CM = 75.38 <M3/Hr>$

%% 배이로다 투입능력

$QP = QS * 0.3489 + QP * 0.6511 = 93.11 <M3/Hr>$

%% 플랜트의 골재투입량

$QR = 1.1230 * QP1 = 41.57 <M3/Hr>$
 정 비 : 9463.42 / $QP1 = 255.62$
 노무비 : 17796.52 / $QP1 = 480.72$
 재료비 : 4870.67 * $(QR / QP) / QP1 = 58.74$

3) 물 운반비 (5500 L WATER TANK 사용)

배수공 BASIC [B21900000] 참조
 정 비 : 435.00 * 0.160 = 69.60
 노무비 : 1438.00 * 0.160 = 230.08
 재료비 : 487.00 * 0.160 = 77.92

4) 모래구입 및 운반 : 별도계상

5) 조골재 구입 및 운반 (해석 19 M/M) : 별도계상

6) A.B 제

재료비 : 0.0065 <KG> * 900.00 = 5.85

7) 시멘트 구입 및 운반 : 별도계상

1	공 종	1	신	출	내	역	1	정	비	1	노	무	비	1	재	료	비	1	합	계	1
---	-----	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

8) 콘크리트 가동시 보조인원

$$Q = QP1 \times 8 < \text{HR/DAY} > = 296.16 < \text{M3/DAY} >$$

$$\text{보통인부} : 3 < \text{인} > \times 34947.00 / Q = 354.00$$

$$\text{소 계} : \text{단위보정} [0.8570 \times 1.02]$$

2. 콘크리트 운반

$$\text{콘크리트 믹서 트럭 } 6.0 \text{ M3} : [B27111]$$

$$T1 = 6.0 / 48.00 \times 60 = 7.50 < \text{MIN} >$$

$$T3+T4=11.0$$

$$T2 = 47.80 = 47.80$$

$$CM = T1 + T2 + T3 + T4$$

$$CM = T1 + T2 + T3 + T4 = 66.30 < \text{MIN} >$$

$$Q = 60 \times 6.0 \times 0.95 / CM = 5.16 < \text{M3/HR} >$$

$$\text{정 비} : 14821.01 / Q = 2872.28$$

$$\text{노무비} : 9291.64 / Q = 1800.70$$

$$\text{재료비} : 8316.74 / Q = 1611.77$$

$$\text{소 계} : \text{단위보정} [0.8570 \times 1.02]$$

3. 포설 및 양생

1) 포설 및 양생

$$\text{가) 콘크리트 취나서 (중앙관리대용)} : [B74011]$$

$$QP1 = 0.8 < \text{M/MIN} > \times 0.9 \times 0.857 < \text{M3/M} > \times 60$$

$$QP1 = 37.02 < \text{M3/HR} >$$

$$\text{정 비} : 41595.78 / QP1 = 1123.60$$

$$\text{노무비} : 17796.52 / QP1 = 480.72$$

$$\text{재료비} : 4125.32 / QP1 = 111.43$$

나) 양생

$$A = 2.14 < \text{M2/M} > / 0.857 < \text{M3/M} > = 2.497 < \text{M2/M3} >$$

(1) 양생제

공	출	내	역	정	비	노	루	비	재	로	비	합	계
재료비 :	2.497	*	128.60	-	321.11								

(2) 양생공

노루비 (L1) : $0.003 <인> * 2.497 * 44843.00 = 335.91$

(3) 기구손료 (노루비의 5 %)

정 비 : $L1 * 0.05 = 16.79$

다) 포설 인진비 (기계포설)

1일 포설량 : $QP1 * 8 <HR> = 296.16 <M3>$

보통인부 : 5 <인>

청소 및 라인 설치 : 1 <인>

측구양측 CONC 정리 : 2 <인>

POWER COVER 작업원 : 2 <인>

미장공 (JOINT) : 1 <인>

보통인부 A- 5 <인> * $34947.00 = 174735.00$

미장공 (B) = 1 <인> * $67466.00 = 67466.00$

계 (C) = A + B = 242201.00

노루비 : C / $80.32 = 3015.45$

소 계 : 단위보정 [0.857]

2) 비닐필기 (T= 0.08 M/M) :M2

기> 비닐 자재 (0.08 M/M * $360 CM * 91 M$)

: $1.57 * 161.90 <W/M2> * 1.05 = 266.89$

소 계 :

나> 철치비

: $1.57 * 0.004 <인> * 34947.00 = 219.46$

소 계 :

3) 줄눈설치

%6M 간격으로 CUTTING, 연 장 = $2.14 M/개소$

기) 콘크리트 절단

공 항	산 출 내 역	정 비	노 무 비	재 료 비	합 계
	포장공 BASIC [B40300000] 참조 -				

정 비 : 54.00 * 38/75 = 27.36

노 무 비 : 669.00 * 38/75 = 338.96

재 료 비 : 669.00 * 38/75 = 338.96

나) BACKUP ROD (D = 5 M/M)

재 료 비 : 1.0 <M> * 4.00 * 1.05 = 4.20

다) 프리이머 (상온형)

A = (0.0155 * 2 * (3.14 * 0.0032) / 2) * 1 <M> = 0.04 <M2/M>

재 료 비 : A * 0.25 <L/M2> * 1.03 * 3300.00 = 33.99

라) 충전재 (상온형)

B = (0.01 * 0.0032 * (0.0032 * 0.0025 / 3)) * 1 <M> * 1400 <KG/M3> = 0.05 <KG/M>

재 료 비 : B * 1.03 * 4300.00 = 221.45

마) 설치비

보통인부 : 3 <인> * 34947.00 / 100 <M> = 1048.41

소 계 : 단위보정 [2.14/6]

4. 뽕채움재 (랜집석)

가) 채집 및 운반

배수공 [D215D0000] 참조

정 비 : 0.384 <M3/M> * 1750.00 = 672.00

노 무 비 : 0.384 <M3/M> * 14674.00 = 5634.81

재 료 비 : 0.384 <M3/M> * 601.00 = 230.78

나) 부설비 : 0.384 <M3/M> * 0.65 * 34947.00 = 8722.77

소 계 :

672.00 14357.58 230.78 15260.36

5. P.V.C PIPE (D=50M/M)

재 료 비 : 0.438 <M> * 603.00 = 264.11

설치비 : 0.438 <M> * 0.01 <인> * 34947.00 = 153.06

소 계 :

0.00 153.06 264.11 417.17

공종	산출내역	정비	노무비	재료비	합계
----	------	----	-----	-----	----

6. 부치포 (유틸베드 SH3D)

재료비 : $0.360 \text{ <M2/M>} * 1030.00 = 370.80$

소 계 :

0.00 0.00 370.80 370.80

7. 스톱로프 (T=10 M/M)

가) 자재비

$C = 802.00 / (0.01 * 0.9 * 1.8) = 49506.17$

재료비 : $0.035 * 0.01 * C = 17.32$

나) 설치비

노무비 : $0.035 * 34947.00 * 0.03 = 36.69$

소 계 :

0.00 36.69 17.32 54.01

8. 철근기공 조립 (간단)

1) 재료비 : 별산

2) 운반비 : 별산

3) 철근공

노무비 : $2.9 \text{ <인>} * 70979.00 = 205839.10$

4) 인 부

노무비 : $1.6 \text{ <인>} * 34947.00 = 55915.20$

5) 고철대

(3 %)

재료비 : $1.0 \text{ <TON>} * 0.03 * (-72000.00) = -2160.00$

소 계 : 단위보정 [0.0013]

총 계

0.00 340.28 -2.80 337.48
5821.90 22144.28 3641.04 31607.22
5822 22144 3641 31607

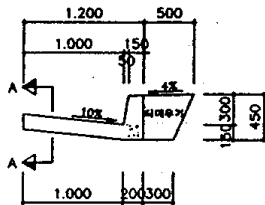
별첨 #3

변경

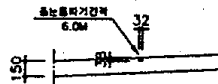
L형 측구 상세도

S = 1:30

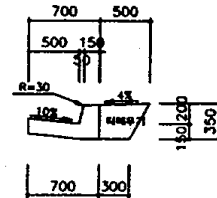
형식 - 1



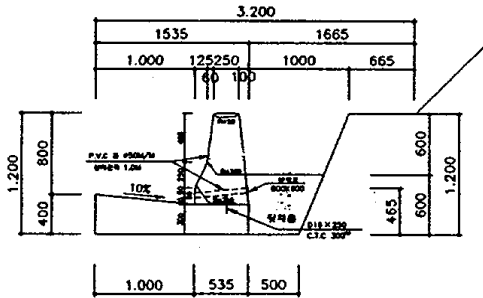
상세 A-A



형식 - 4

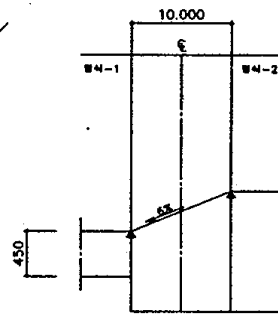


형식 - 2

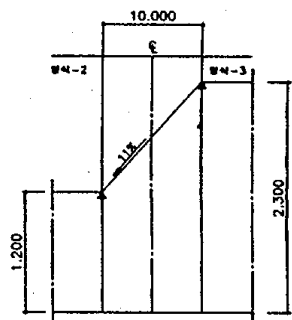


단) * 측구벽면과 구개는 분리하여 거제시공
* 측구벽 구개연결부 일기상온 설치
* 구개상부에 흙받침 부니 설치

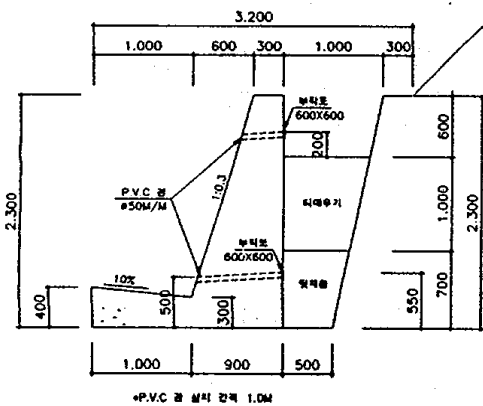
완화측구 (형식-1)



완화측구 (형식-2)



형식 - 3



재 료 표

구분	콘크리트	거푸집	방수	외배수기	외배수기	스키로틀	P.V.C	부착물	합계	비고
단위	3종시멘트 (190kg/30)	3종 (235kg/30)	방수 3종 D=16	외배수기	외배수기	T=10MM (450M/30)	P.V.C (450M/30)	부착물	3.2MM X 30MM	
형식-1 (H=0.45M)	0.233			0.180					0.242	
형식-2 (H=1.20M)	0.857		1.300	0.384	0.035	0.738	0.720			
형식-3 (H=2.30M)	1.820	4.788	0.685	0.403	0.061	1.261	0.720			
형식-4 (H=0.35M)	0.140	0.706		0.140					0.143	

* 인속이용계 (스키로틀 간격) : 30.0M

작 용 기 준

구분	설 치 기 준	비 고
형식 - 1	표시된 외배수기, 방수 10.0M 미만	H=0.45M
형식 - 2	외배수기+방수 10.0M이상, 방수 10.0M-30.0M	H=1.2M
형식 - 3	방수 30.0M 이상	H=2.3M
형식 - 4	부착물	H=0.35M

한국도로공사
KOREA HIGHWAY CORPORATION

표준도
TYPICAL DRAWING

도면

측구 상세도
(L형)

설계자

작성일

1994. 12

도면번호

확인자

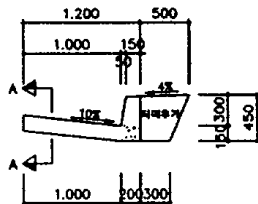
확인

2. 2

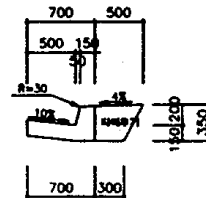
L형 측구상세도

S = 1:30

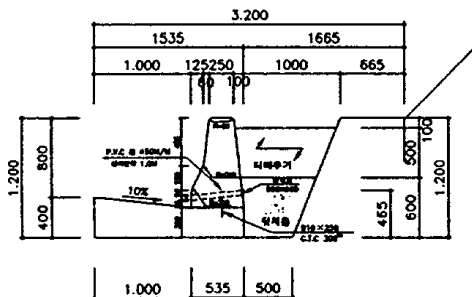
형식 - 1



형 식 - 4

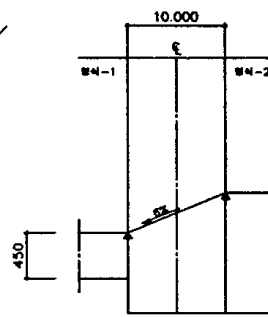


형 식 - 2

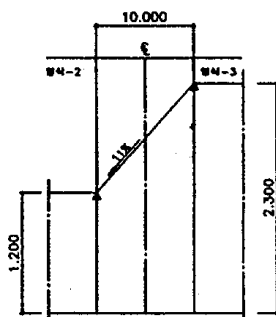


주) • 육구지천의 구제는 본회의에 개제시공
•지관과 구제간결부 일거함공 설치
•구제상부에 음향장 추보 설치

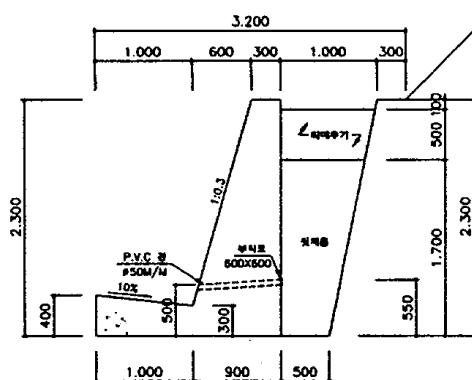
원화촉구(형식-1)



완화촉구(형식-2)



형 식 - 3



수·유·공 공 설치 간격 1.0M

재 토 포

(119)										
구분	콘크리트		거푸집	보	금	리	타	타	타	타
구분	38 세	38	합 38	D=16						
단위	194/1b	194/1b	194/1b							
방식	m ³	m ³	m ³	Kg/Net	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³
1 (H=0.55m)	0.233				0.180					0.242
14=1.20m	0.857			1.300	0.463	0.384	0.035	0.436	0.360	
11=2.30m		1.820	4.788		0.462	1.165	0.061	0.841	0.360	
(H=0.55m)	0.140	0.706			0.140					0.143

• 실험이론장(스치오름)간격 : 30.0M

적용 기준

구분	상치 기준	비고
실시 - 1	호서 및 여정길, 양지길 10.0M 미만	H=0.45M
실시 - 2	여정길+양지길 10.0M이상, 양지길 10.0M-30.0M	H=1.2M
실시 - 3	양지길 30.0M 이상	H=2.3M
실시 - 4	부차로 외	H=0.35M

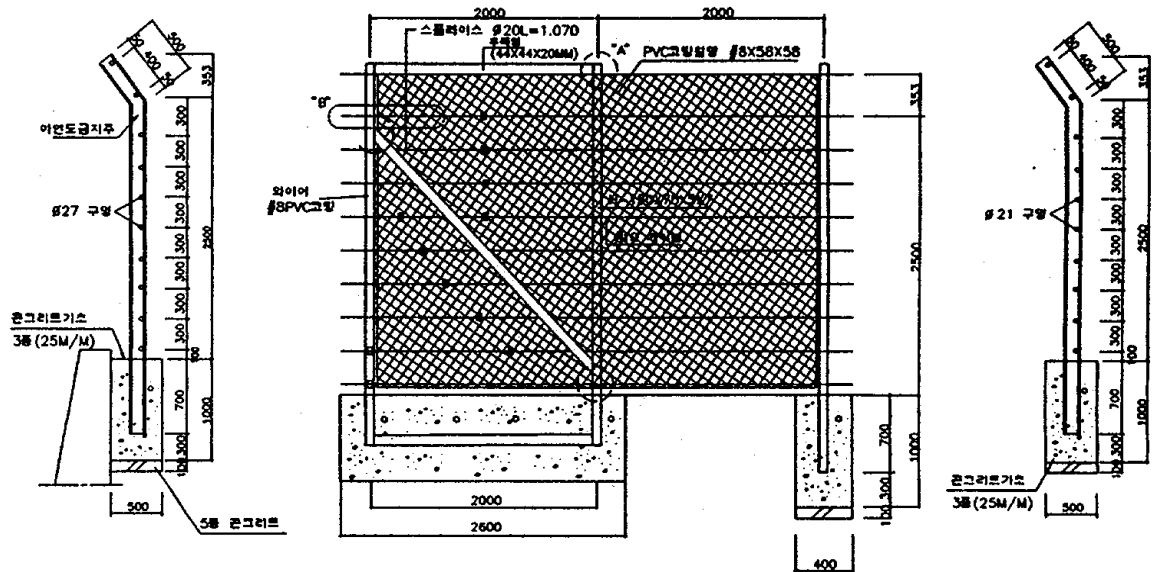
변경

낙석방책

측면도
단면도

정면도

측면도
단면도

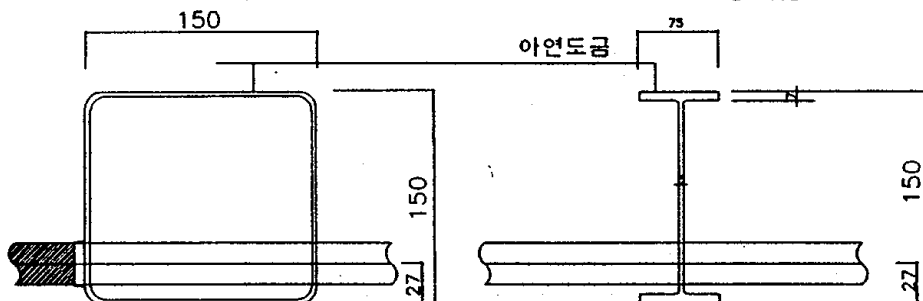


- 주) 1. 발파암 및 풍화암등 혼합고의 높이 6m이상부터 낙석방책을 설치
2. 6m 이하구간이라도 현장에서 낙석이 우려한다고 판단시 설치
3. 콘크리트기초와 지주는 일체로 제작후 이동설치
4. 유지관리 및 케이블 장력유지를 위해 최대 100m 마다 단부지주를 설치하되 설치현장에 따라 60 ~ 100m 마다 등간격으로 단부지주를 조정설치 (단부지주간 순간격:50Cm)

단부지주
(150X150X5)
S=1:3

중간지주
(150X75X5X7)
S=1:3

아연도금케이블
(Ø18.3X7)
S=1:1



표준도
TYPICAL DRAWING

도면명

낙석방책

설계자

작성일

1996.18

도면번호

확인자

주최

5.103

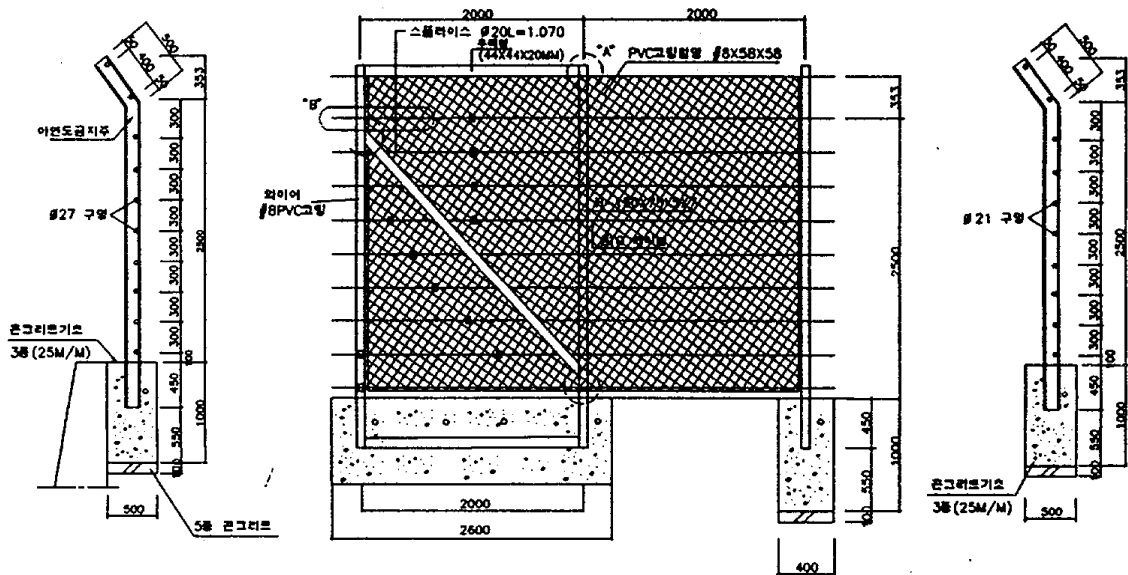
기 존

낙 석 방 책

측 면 도
아 연 도 금

정 면 도

측 면 도
아 연 도 금



- 주) 1. 발파암 및 풍화암등 혼입고의 높이 6m이상부터 낙석방책을 설치
2. 6m 이하구간이라도 현장에서 낙석이 우려한다고 판단시 설치
3. 콘크리트기초와 지주는 일체로 제작후 이동설치
4. 유지관리 및 케이블 장력유지를 위해 최대 100m 마다 단부지주를 설치하되 설치연장에 따라 60 ~ 100m 마다 등간격으로 단부지주를 조정설치 (단부지주간 순간력:50Cm)

단 부 지 주
(150X150X5)

S=1:3

중 간 지 주
(150X75X5X7)

S=1:3

아 연 도 금 케이블
(Ø18.3X7)

S=1:1

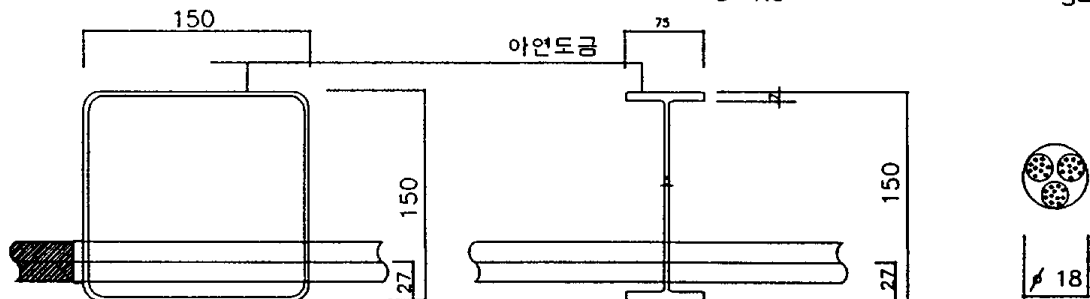


표 준 도
TYPICAL DRAWING

낙 석 방 책

설 계 자
확 인 자

작 성 일
확 인

1996.18
5.103

4-25 교면배수 집수구 재질개선

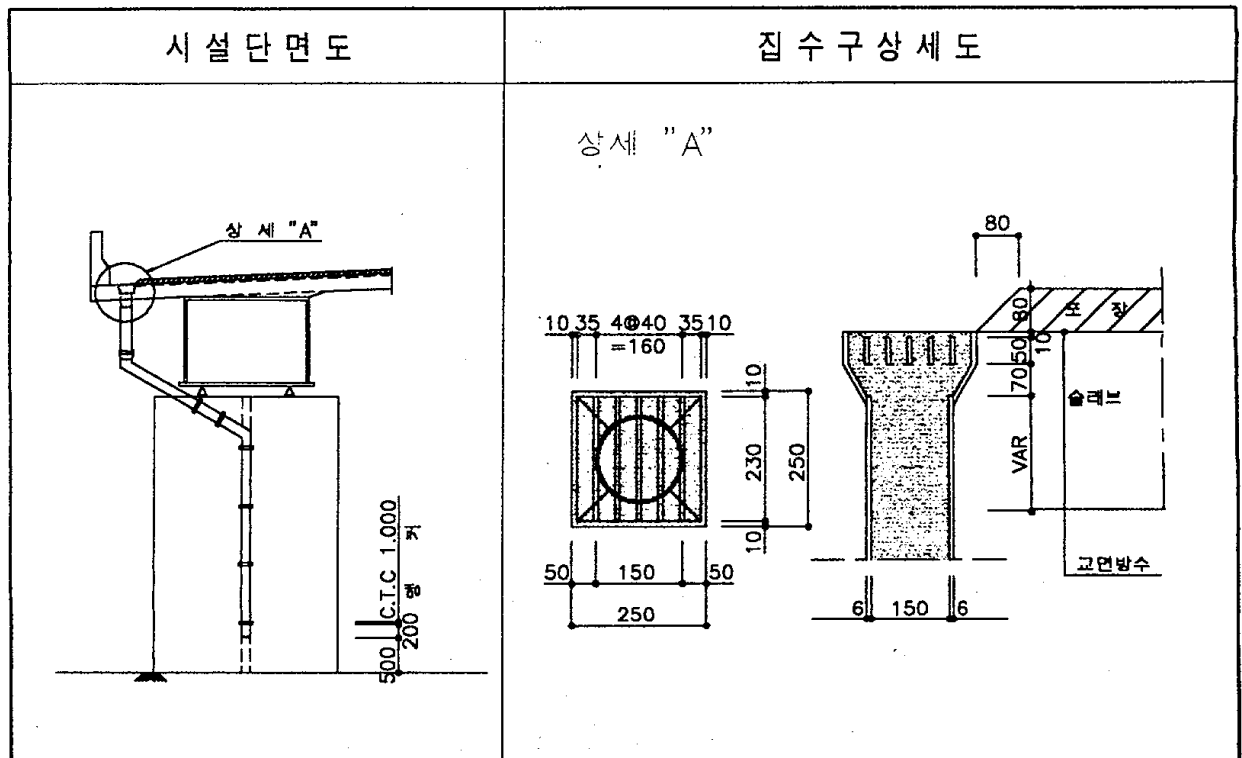
방 침

설 계 일
16210-602
('97. 11. 6)

1. 검토목적

교면배수 집수구는 주철재질로서 시간경과에 따라 녹 발생으로 교량스라브 하부 미관이 불량해지고 유지보수(녹제거)가 어려우므로 미관 및 유지관리 측면을 고려하여 집수구 재질 개선을 검토코자 함.

2. 집수구 단면도



3. 현행 집수구 (주철재) 문제점

- 녹 발생으로 교량스라브 하부 미관 불량
- 유지보수 필요
- 내구성 저하

4. 집수구 재질개선 비교 검토

구 분	현 행	개 선 (안)	비 고
재 질	주 철	스 테 인 레 스	
시 공 성	• 현장 제작 곤란 • 주문제작 가능	• 현장 제작 가능 • 주문제작 가능	
경 제 성	72,501 원/개소	79,954 원/개소	
장 · 단점	• 시간경과에 따른 녹 발생으로 미관 불량 • 유지보수 필요 • 내구성, 내식성 적음 (충격에 약함) • 공사비 저렴	• 녹 발생 없음 • 유지보수 불필요 • 내구성, 내식성 양호 • 공사비 증액(7,453원/개소)	
건 의		○	

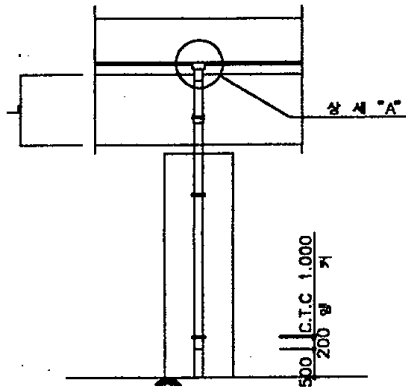
5. 검토결과

- 교면배수 집수구는 주철재로서 설치후 시간경과시 녹 발생으로 교량스라브 하부 미관불량 및 내구성이 저하되므로
- 공사비는 다소 증액되나
- 미관 및 유지관리 측면에서 스테인레스강재질로 개선할 것을 건의함.
- 기타 관련 개선사항
 - 집수구 설치위치 : 교면포장 침투수 배수를 고려하여 교면방수 시공면과 일치시켜 설치
 - 하천용 교면배수관 : 집수구와 배수관 연결이 용이하고 유입쓰레기 퇴적을 방지키 위하여 고리형 연결구로 개선
- 적용방안
 - 설계적용 : '98. 1월 이후 준공 대상부터 반영
 - 시공중인 현장 및 유지보수시 : 현장여건을 감안하여 시공

육교용 교면 배수 집수구 상세도

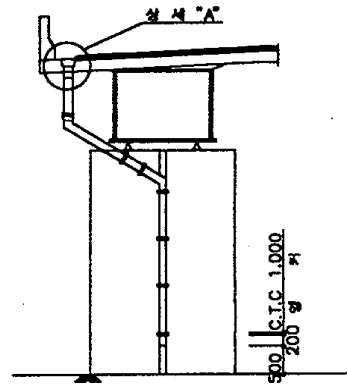
측면도

S = 1 : 50

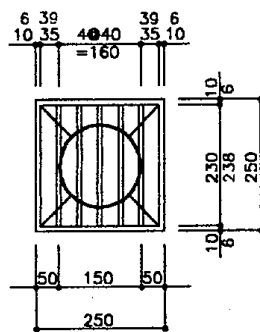


단면도

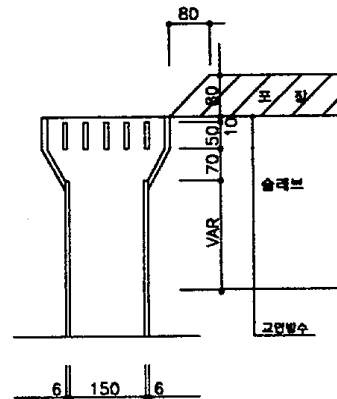
S = 1 : 50



배수 상세 "A"



단면도



집수구재료표 (주철)

(계소당)

구분	규격	수량	총량(KG)	비고
집수구	230X10X50	5	4.169	주철 7.25 TON/M ³
	230X10X60	2	2.001	
	250X10X60	2	2.175	
	250X86X10	4	6.235	
	φ150X6X270	1	5.535	
	계		20.115	
배수관	φ165.2X3XL	1		스테인레스강관
볼트	φ16X200	2		

집수구재료표 (스테인레스)

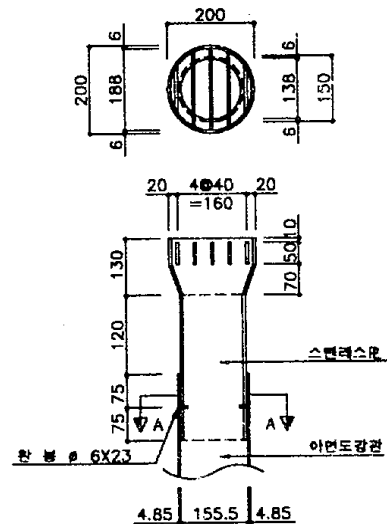
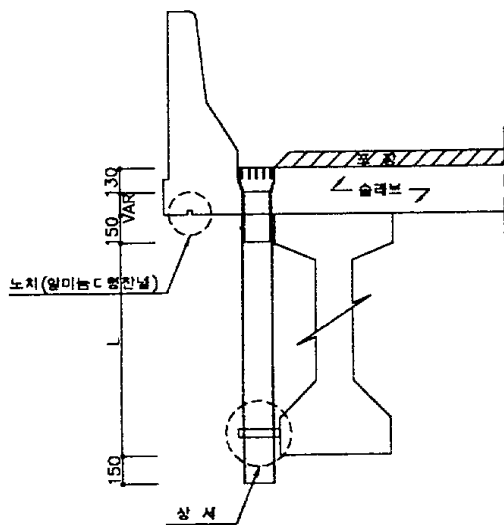
(계소당)

구분	규격	수량	총량(KG)	비고
집수구	238X6X50	5	2.824	스테인레스 7.91 TON/M ³
	238X6X60	2	1.355	
	250X6X60	2	1.424	
	250X86X6	4	4.082	
	φ150X6X270	1	6.039	
	계		15.724	
배수관	φ165.2X3XL	1		스테인레스강관
볼트	φ16X200	2		

하천용 교면배수집수구상세도

(하천교량용)

단면도



재료표

(개소당)

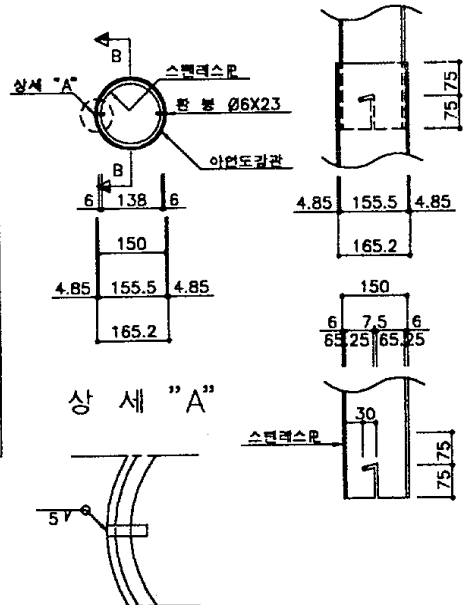
구분	규격	수량	중량 (kg)	비고
집수구	Ø 200 x 6 x 60	1	1.640	스테인레스
	Ø 200	1	1.674	"
	Ø 150 x 6 x 70			
	50 x 6 x 138	1	0.325	스테인레스
	50 x 6 x 119	2	0.560	"
	50 x 6 x 69	2	0.325	"
	Ø 150 x 6 x 330	1	6.765	스테인레스
	계		11.289	
배수관	Ø 165.2 x 4.85 x (L + 300)	1		아연도관
관봉	Ø 6 X 23	2		

* NOTE

- 단, 집수구(스테인레스) 길이는 슬래브 두께 T=250mm로
가장하여 재료표를 산출한 것임.

단면 A-A

단면 B-B



표준도
TYPICAL DRAWING

도면명

배수시설상세도(1)
(하천교량용)

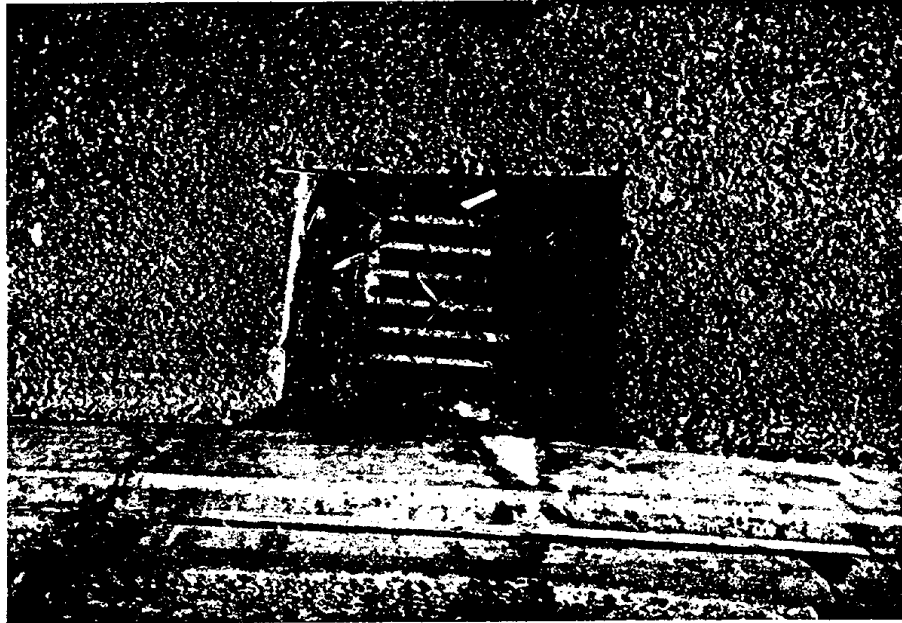
설계자
확인자

작성일
속적

97.8

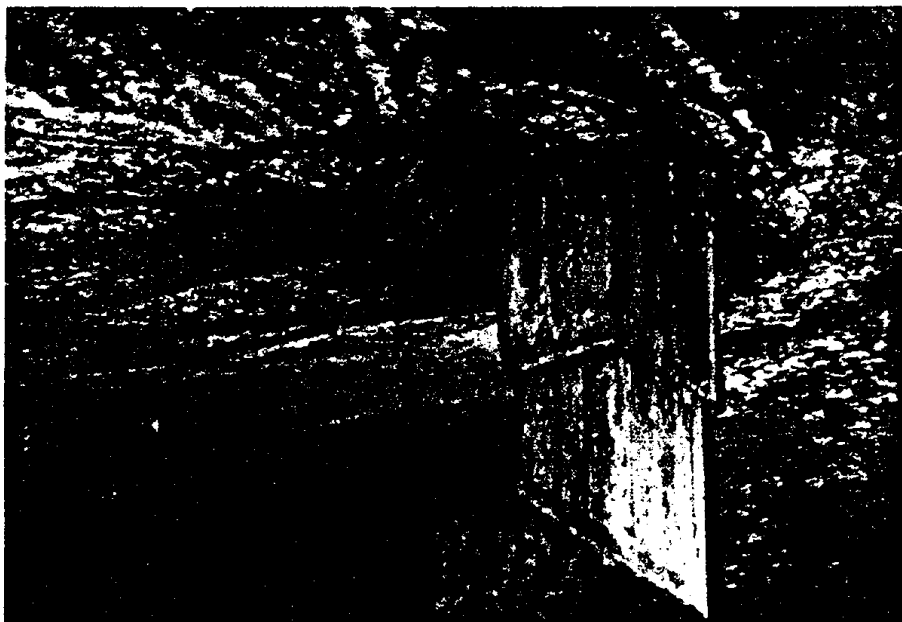
도면번호
3.107

☐ 교면배수 집수구 현황 사진



집수구 (상부)

녹 및 부식의 발생



집수구 (하부)

녹물침투로 미관이 불량함

별첨

☑ 강재 두께 검토

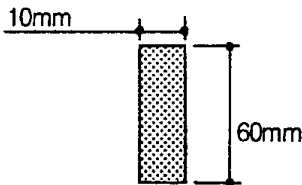
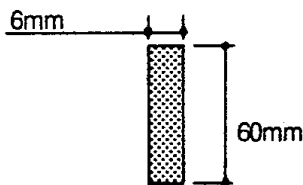
1) 검토목적

현행 교량용 교면배수 집수구는 주철재로서 부식 등을 고려하여 주철 PL t=10mm로 구조되어 있으나 스테인레스강으로 재질 개선할 경우 부식의 영향이 거의 없으므로 일반 구조강 특성(인장강도) 측면에서의 두께를 비교 검토코자 함.

2) 검토시 고려사항 및 참고문헌

- 강재특성 (부식여부)
- 하중 미고려
- 인장강도 (kg/mm^2)
- 도로교 표준시방서 (건교부 : '96. 5)
- 강재규정 (KS D3503, D3698)

3) 두께 검토

구 분	주 철 (판)	스테인레스강(판)	비 고
강 동	SWS 400	STS316Ti ~ STS304	
부재단면			
인장강도	41 ~ 52	53 ~ 63	kg/mm^2
단면 인장강도	197 ~ 250 (표면부식 1mm/20년 고려)	191 ~ 227	kg
녹·부식	있 음	없 음	

4) 검토결과

- 기존 집수구의 주철(판) 두께 10mm 기준으로 하고 스테인레스강(판) 두께를 6mm로 가정하여 검토한 결과 주철의 부식을 고려하지 않을 경우 단면인장강도 기준에 미달하나 실제 주철의 20년 정도의 표면부식(1mm : 추정치)을 고려할 때는 범위내에 적합한 것으로 나타남.
- 따라서 교량용 교면배수 집수구의 경우 재하중이 거의 없으므로 집수구 단면확대 기대효과를 감안 스테인레스강(판) 6mm 두께를 적용함.

[illegible]

[illegible]

[illegible]

공종	산	출	내	역	계	재료비	노무비	경비
D02135	잡철물 제작설치. (스텐레스봉) / TON							
1. 재료비								
스텐레스: 18.48 KG *3940.00*1.4=	101935.6				101935.6	101935.6		
산 소 : 6300 L * 0.75*1.4=	6615.0				6,615	6,615		
아세틸렌: 2.8 KG * 3500.00*1.4=	13720.0				13,720	13,720		
유지(경유): 0.17 L *218.10*1.4=	51.9				51.9	51.9		
소계	122322.5				122322.5			
2. 인건비								
철판공: 27.65 인 *69932.00*1.4=	2707067.7				2707067		2707067	
인 부: 0.66 인 *34947.00*1.4=	32291.0				32,291		32,291	
용접공: 2.60 인 *65629.00*1.4=	238889.5				238889.5		238889.5	
특별인부: 0.74 인 *55074.00*1.4=	57056.6				57,056.6		57,056.6	
소계	3035304				3035304		3035304	
3. 기구손료								
용접기사용료:								
20.83 HR *286.00*1.4=	8340.3				8,340.3			8,340.3
전력소비량 :								
126.0 * 52.10*1.4=	9190.4				9,190.4			9,190.4
소계	17,530.7				17,530.7			17,530.7
4. 기타손료(인건비의3%):								
3035304.8*0.03=	910.5				910.5			910.5
소계	910.5				910.5			910.5
계	3176068				3176068	122322.5	3035304	18,441.2
	3176068				3176068	122,322	3035305	18,441

4-26 V형 측구 설치기준 검토

방 침

설 심 이
15212-865
('98. 7. 1)

1. 검 토 목 적

감사실에서 시행한 '96년 준공노선(신설, 확장) 특별점검 결과와 고속도로 건설 및 유지관리부서에서 유지관리 효율성 증진과 민원해소를 위하여 설계개선을 요구한 성토법면 하단부에 설치하는 측구(토사, V형)의 설치기준을 검토하여 이를 보완코자 함.

2. 현 기 준

가. 측구형식 선정기준 (도로설계요령)

측구(Side Ditch)의 형상과 구조는 지형, 배수의 목적, 배수량, 배수위치, 경제성 등 여러가지 조건에 따라 적절한 형태와 크기를 선정하여야 한다.

나. 측구 설치기준 (현행 설계기준)

- 토사측구 : 산지, 평지, 농경지 등 용지확보가 유리한 구간에 설치한다.
- V형측구 : L형측구와 토사측구의 연결부분이나, 땅깎기·흙쌓기부에서 흙쌓기부 비탈면에 단차가 심하고 세굴될 가능성이 많은 곳에 설치하며, 측구 유지관리상 필요한 구간에 설치한다.

3. 토사측구의 문제점

○ 공사시

- 우기시 측구의 유실 빈발로 민원발생
- 지속적인 측구 준설 필요

○ 유지관리시

- 측구에 토사 등의 퇴적이 쉬우며, 퇴적물 준설 등 유지관리가 어려움. (인력준설)
- 측구 매몰로 도로법면수의 농경지 유입에 따른 민원발생 빈발
- 인근 농경지 농작물 경작시 측구 훼손 발생
- 측구 훼손 또는 소멸로 도로부지 경계 불분명

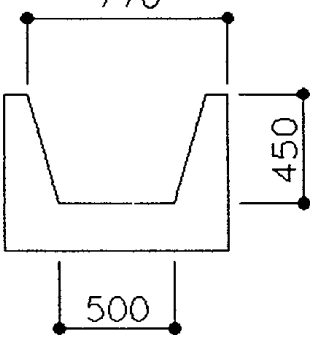
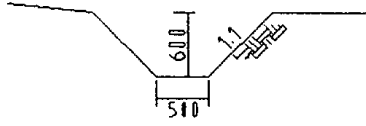
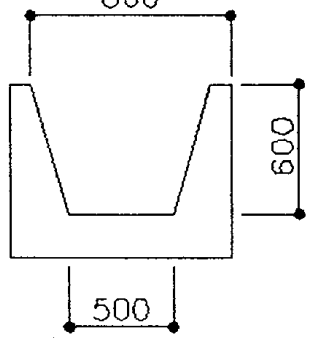
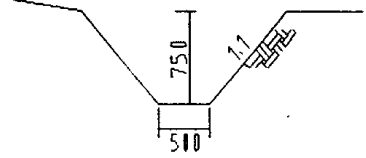
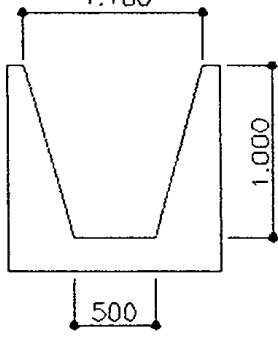
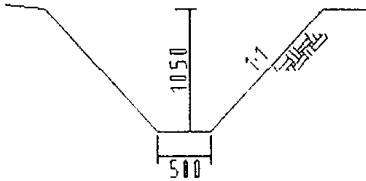
4. 현 설계 적용 실태

토사측구의 설치기준은 산지, 나지(평지), 농경지 등 용지확보가 유리한 구간에 설치토록 되어있으나, 퇴적으로 인한 배수불량 및 유지관리 곤란, 인접토지간의 경계 불분명 등으로 야기될 수 있는 민원발생의 사전예방을 위하여 농경지 지역은 대부분 V형측구를 적용하고 있음.

5. 토사측구 와 V형측구 비교

구 분	토 사 측 구	V 형 측 구	비 고
단면도			
설치위치	○ 산지, 평지, 농경지 등 용지 확보가 유리한 구간	○ L형측구와 토사측구의 연결부 ○ 흙쌓기부 비탈면에 단차가 커서 세굴될 가능성이 많은 곳	
공사비 (원/m당)	3,100	91,203 (중 88,103)	TYPE-2 기준
장·단점	○ 공사비 저렴 ○ 퇴적토 발생시 유지관리 어려움 ○ 퇴적토로 인한 배수불량으로 민원 발생 ○ 인접 농경지와 고속도로 용지경계 불분명	○ 공사비 고가 ○ 퇴적토제거 등 유지관리 용이 ○ 배수처리 양호 ○ 고속도로 부지경계 명확	

※ 규격별 용량 비교

V 형 측 구		토 사 측 구	
규 격	유 량 (㎥/sec)	규 격	유 량 (㎥/sec)
TYPE - 1 	0.424		0.438
TYPE - 2 	0.672		0.743
TYPE - 3 	1.591		1.706

$$Q = 0.8 AV = 0.8 A \frac{1}{n} R^{2/3} I^{1/2}$$

n [V형 측구 : 0.013

토사측구(수초가 있을 때) : 0.040

6. 검토 의견

측구는 성토법면의 하단부에 설치하는 배수시설로서 배수로 기능 뿐 아니라 용지경계의 기준척도로 이용되므로 용지경계를 명확히 할 필요가 있는 지역, 측구유실 또는 배수불량으로 유지관리가 어려운 지역 및 민원발생 우려지역 등은 농경지, 평지일지라도 V형측구 설치를 확대 적용함이 타당할 것으로 사료됨.

7. 조치 계획

가. V형측구 설치 설계기준 보완

- 현 행 : L형측구와 토사측구의 연결부분이나 땅깍기·흙쌓기부에서 흙쌓기부 비탈면에 단차가 심하고 세굴될 가능성이 많은 곳에 설치하며, 측구 유지관리상 필요한 구간에 설치한다.
- 개 정 : L형측구와 토사측구의 연결부분과 땅깍기, 흙쌓기부에서 흙쌓기 비탈면에 단차가 커서 세굴될 가능성이 많은 곳, 용지경계를 명확히 할 필요가 있는 곳, 퇴적토에 의한 배수불량으로 민원발생이 우려되는 곳 등 측구 유지관리상 필요한 구간에 설치한다.

나. 시행시기 : 방침 결정후 시행

4-27 성토부 다이크 및 도수로 개선방안검토

방 침

설 심 이
15201-1212
(’98. 9. 12)

1. 목 적

기존 고속도로에 설치되어있는 다이크 및 도수로 등의 문제점과 설계기준을 검토, 보완하여 집중강우시 노면수의 원활한 배수처리로 이용차량의 안전운행을 도모하고 성토법면 손괴를 예방하여 고속도로 유지관리의 효율성을 증진코자 함.

2. 다이크 및 도수로의 기능

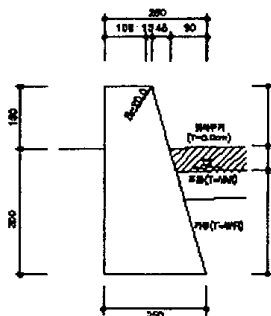
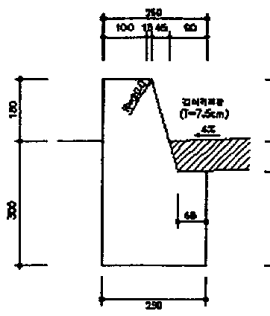
가. 다이크

- 노면수를 성토부 도수로로 유도(성토법면 유실방지)
- 길어깨 주·정차 차량의 이탈방지
- 주행차량의 시선 유도

나. 도수로

다이크에 의해 집수된 노면수 배출

3. 길어깨 배수시설 설계기준

구 분	종 전	현 행
다이크		
도수로	○ 도수로 설치간격 - 일반구간 및 곡선내측부 최소 : 100m, 최대 : 300m - 곡선외측부 최소 : 60m, 최대 : 300m ※ 적용노선 - 영동선 (신갈~원주간) 확장 - 남해선 (냉정~구포간) 확장 - 제2경인선 (서창~석수간) 확장 등	○ 도수로 설치간격 - 일반구간 및 곡선내측부 최대 : 100m - 곡선외측부 최대 : 200m ※ 적용노선 - 서울외곽순환선 (벽제~퇴계원간) - 대구~포항간 고속도로 - 경부선 (구미~동대구간) 확장 등

설일 16210-179('94.12.8)

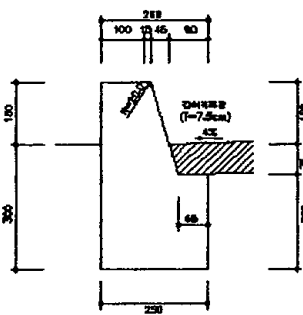
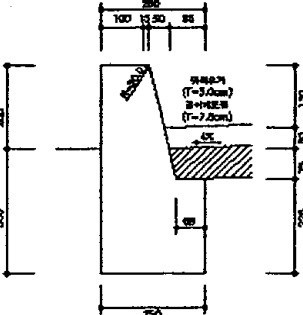
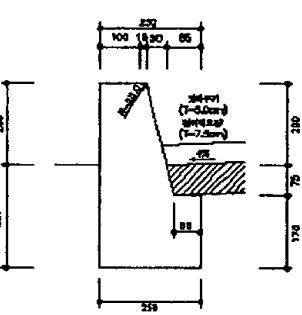
4. 고속도로 노면배수 문제점

○ 서울외곽순환고속도로(산본~퇴계원) 조사

구 분	문 제 점	대 책
도수로	○도수로 설치 이격거리 과다 - 일반구간, 곡선내측 100~150m - 곡선외측(일부구간) 최대 300m 이상	○도수로 추가설치로 간격조절 (현행 설계기준 : 최대간격 100m)
	○도수로 설치위치 부적절 - 종단곡선 오목(凹)부, 절성경계부, 교량전후구간, 비상주차대, 굴곡부 등 노면수가 집중되는 곳에 도수로 미설치	○도수로 추가설치 보완 ○설계 및 설계심사시 도수로 설치위치 적정성 검토 철저 시행 ○종단곡선 오목(凹)부에 도수로 설치간격 축소
	○도수로 집수거 유입단면 부적절 - L형측구부 :  형의 집수거로 노면수 유입이 원활치 못함 - 성 토 부 : 집수거 유입구 라운딩처리 미실시	○L형측구 집수정 보완 - 설계시 집수거를 집수정으로 변경 (현재 시행중) ○집수거 유입구를 개량형으로 수정
	○집수거 면벽 및 도수로 연결부 외벽 높이 부족 - 집중강우시 노면수의 월류로 주변 성토부 세굴, 유실	○집수거 외벽높이 상향조정
	○집수거 주위 EL시공 부적절 - 시공잘못 또는 포장면 침하로 집수거 입구(Con'c)가 포장면보다 높아 노면수의 유입이 원활치 못하며 통과수량 과다	○집수거 형태 개선 필요
다이크	○종단곡선 오목(凹)부 적정위치 도수로 미설치로 월류 발생	○종단곡선 오목(凹)구간 최저점부 도수로 설치 및 도수로 규격 확대 ○종단곡선 오목(凹)부 다이크 높이 조정 필요
	○종단곡선 오목(凹)부에 노면수 집중으로 월류 발생	
	○길어깨 포장 시공잘못으로 다이크 높이가 축소에 의한 월류 발생	

5. 대 책

가. 다이크 높이 조정

구 분	1안	2안	3안
개 요	○ 전구간 현행기준과 동일 (h=15Cm)	○ 일반구간 : 현행기준과 동일 (h=15Cm) ○ 다이크 높이 조정(h=20Cm) - 종단곡선 오목(凹)부(L=300m) - ASCON포장(덧씌우기 보수) 구간	○ 전구간을 높이 상향 조정 (h=20Cm)
단 면			
장단점	○ 전구간 일정높이로 시공성 유리 ○ ASCON 덧씌우기시 길어깨 배수능력 저하	○ 구간별 높이 상이로 시공성 다소 불리 ○ ASCON 덧씌우기에 의한 높이부족 방지 ○ 노면수 집중(종단곡선 오목(凹)부)에 의한 월류 예방	○ 전구간 일정높이로 시공성 유리 ○ ASCON 덧씌우기에 의한 높이부족 방지 ○ 노면수의 다이크 월류시 본선 침수범위 확대 ○ 길어깨 주행차량에 의한 밀림 우려 ○ 차량충돌시 전복 우려 높음
건의안		○	

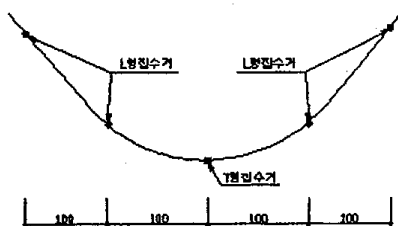
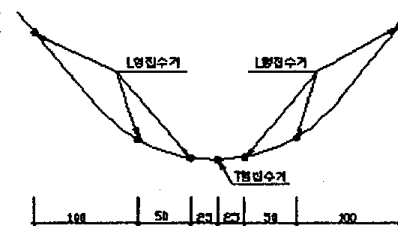
※ 다이크 배수처리능력 검토 : 별첨

※ 본선 침수범위 검토 : 별첨

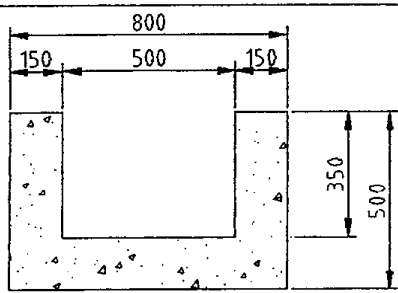
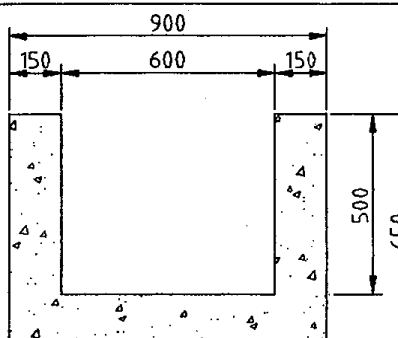
※ 경제성 분석 : 별첨

- 연역지반 구간 : 잔류부등침하 등을 감안하여 공사시행시 현장여건에 따라 다이크 높이를 추가검토, 조정이 필요함.

나. 도수로 설치간격 조정

구 분	현 행	개 선
내 용	○ 설치간격 - 일반구간, 곡선부 내측구간 최대 : 100m - 곡선부 외측구간 최대 : 200m	○ 설치간격 - 일반구간, 곡선부 내측구간 최대 : 100m - 곡선부 외측구간 최대 : 200m - 종단곡선 오목(凹)구간 저점부 전후(20~30m)에 추가설치
설 치 간 격		
장단점	○ 노면수 집중으로 저점부 도수로 용량 부족 ○ 집중호우시 도수로 월류에 의한 성토법면 유실	○ 종단곡선 오목(凹)구간 노면수 집중 현상 해소 ○ 원활한 노면수 처리로 성토법면 보호

다. 종단곡선(오목부) 저점부 도수로 규격 확대

구 분	현 행	개 선
규 격	500mm × 350mm	600mm × 500mm
단면도		
장단점	○ 집중호우에 의한 노면수 집중시 매수 용량 부족으로 월류에 의한 성토법면 유실 우려 ○ 공사비 저렴	○ 노면수 처리 원활 ○ 성토법면 유실 방지 ○ 공사비 고가

라. 집수거 개선

구 분	현 행	개 선
개 요	○ 집수거 유입부와 노면포장면 일치	○ 집수거 유입부를 주변 포장보다 낮게 설치 ○ 집수거 면벽높이 상향조정($h=5\text{Cm}$이상) 및 저판폭 확대($B=30\text{Cm}$)
단면도		
평면도		
장·단점	○ 노면수의 도수로 유입이 원활치 못하며 통과수량 과다 ○ 시공불량 또는 포장면 침하시 집수거 기능 저하 ○ 월류에 따른 성토비탈면 유실우려	○ 노면수의 도수로 유입 원활 ⇒ 통과수량 최소 ○ 시공 또는 포장면 침하로 인한 배수로 기능 저하 억제 ○ 노면수의 월류 방지 ○ 저판폭 확대로 유지보수 용이 ○ 길어깨 주행차량 주행성 다소 불리

6. 조치계획

- 현재 실시설계를 시행중인 노선은 개선된 방안으로 적용하고
- 시공중인 현장의 경우는 공사진척 및 현장여건에 따라 최대한 개선된 방안으로 변경조치하며
- 공용중인 도로인 경우 현장여건에 따라 유지관리시 보완조치

별첨자료

목 차

1. 표 준 도

2. 성토부 도수로 설치간격 검토

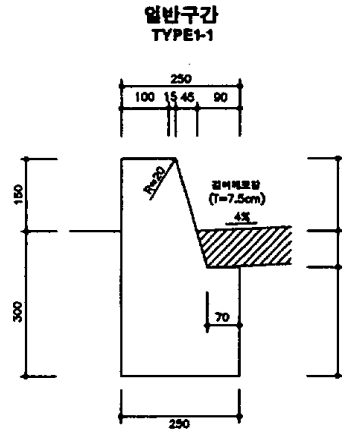
3. 성토부 다이크 배수능력 검토

4. 다이크 월류시 침수범위 검토

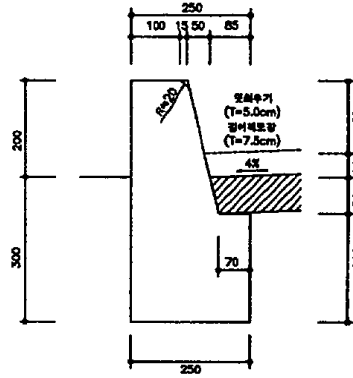
5. 다이크 경제성분석

6. 사 진 첩

흙쌓기부 다이크 변경 TYPE-1

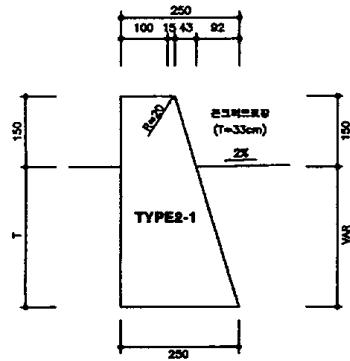


아스콘 덧씌우기 보수구간, 종단오목구간
TYPE1-2

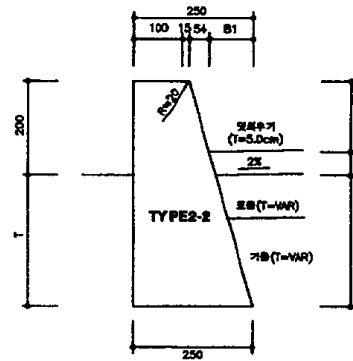


TYPE-2

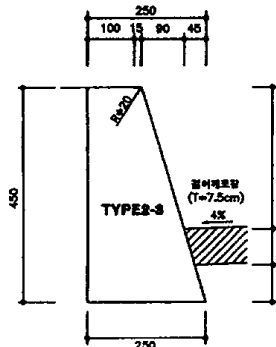
깊어짐 보강부(일반구간)



깊어짐 보강부(아스콘 덧씌우기 보수구간)



방음벽구간



■ 현장타설 다이크 시공시 유의사항

- 1) 트랙(Track)이 지나가는 자리는 요철이 없도록 한다.
 - 2) 다이크 시공시 노면포장의 두께 및 높이를 감안한 계획고를 계산하여 String line 을 설치한다.
 - 3) String line 설치시는 견고하고 자갈이 발생하지 않도록 곡선부는 5.0m 미만 스틱(Stick)을 설치하고, 장력은 25Kg이상으로 한다.
 - 4) 다이크 시공후 노면포장하는 것을 원칙으로 한다.
 - 5) 아스팔트 노면포장 다칠시 일련 또는 파손될수 있으므로 주의하여야 한다.
 - 6) 3m 직선자로 측정하여 다이크의 높이가 1cm이상 차이되거나 선형이 불량한 곳은 재시공하여야 한다.
 - 7) 균열방지를 위한 수축줄눈은 6m간격으로 설치하고, 줄눈 컷팅시기를 준수해야 한다.
 - 8) T는 콘크리트 슬래브 두께로 30Cm 이상으로 한다. (단, 슬래브 두께가 30Cm미만인 경우 30Cm로 한다.)
- 덧씌우기 포장보수구간 : 편도2차로 이하의 ASCON포장구간

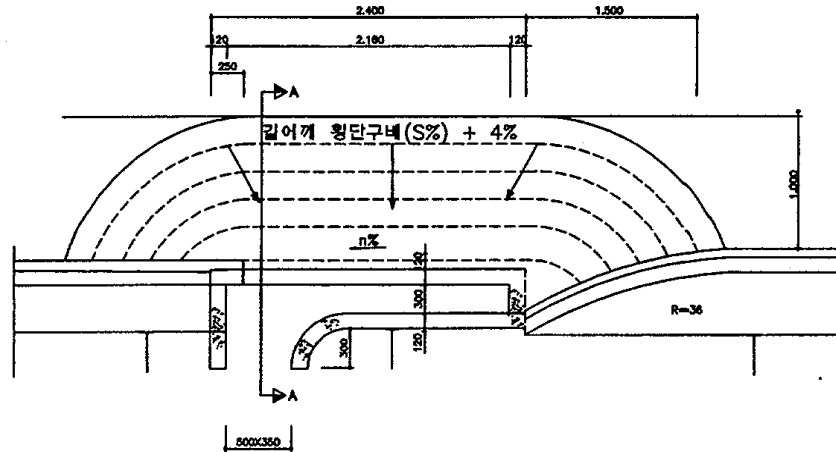
재 료 표

형식	콘크리트	콘크리트	적용구간	비고
형식	형식	Ø19MM	강재	
형식	형식	M ³	M ³	
TYPE1	1-1	0.08957	-	일반구간
	1-2	0.09717	-	아스콘 덧씌우기 보수구간, 종단 오목구간(L=300m)
TYPE2	2-1	0.08757	-	연결보강부 일반구간(T=30Cm)
		0.08200	-	연결보강부 일반구간(T=33Cm)
	2-2	0.09686	-	연결보강부 아스콘 덧씌우기 보수구간(T=30Cm)
		0.09129	-	연결보강부 아스콘 덧씌우기 보수구간(T=33Cm)
	2-3	0.08200	-	방음벽구간

흙쌓기부 다이크 집수거<1> 변경

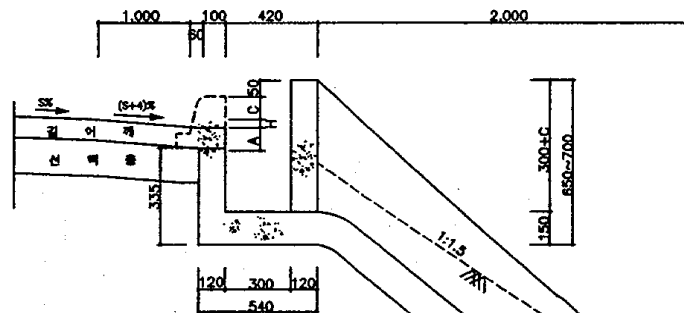
< L 형 >

S = 1:50



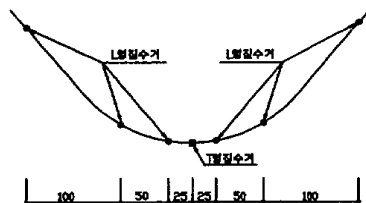
단면 A-A

S = 1:30



- * A : 깊어개 포장(75)
- H : 집수거부위 포장구배조정 4%(40)
- C : 다이크 노출높이(일반부:150, 보강부:200)

오목종단곡선부 집수거 설치기준(최대설치간격)



■ 흙쌓기부다이크 집수거시공시 유의사항

- 1) 집수거는 일반구간에는 L형, 종단곡선부에는 T형을 설치하여야 한다.
- 2) 설치간격은 설계도에 명시한 정확한 위치에 설치하여야 한다.
- 3) 집수거 전면 1m 폭 깊어개 포장은 경사를 두어 물이 자연스럽게 유입될 수 있도록 하여야 한다.
- 4) 가드레일 지주가 집수거내부에 설치되지 않도록 시면에 감독원과 협의하여 집수거 위치를 조정하여야 한다.
- 5) T형 집수거 전후구간 추가설치

재 료 표

(개 당)			
구 분	규 격	단 위	수 량
콘크리트	3종 (S25M/MD)	m³	0.430
거 주 질	일반 4회	m²	4.700
터 화 기	인 벽	m²	0.618



표 준 도
TYPICAL DRAWING

도 면 명

흙쌓기부다이크집수거<1>
< L 형 >

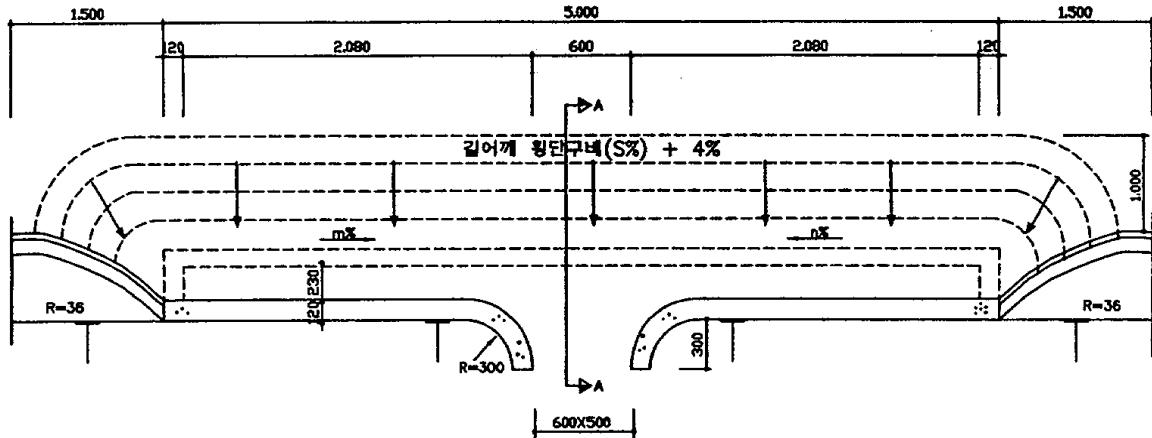
설 계 자
확 인 자

작 성 일
측 력

1998. 9
도면번호
2. 68

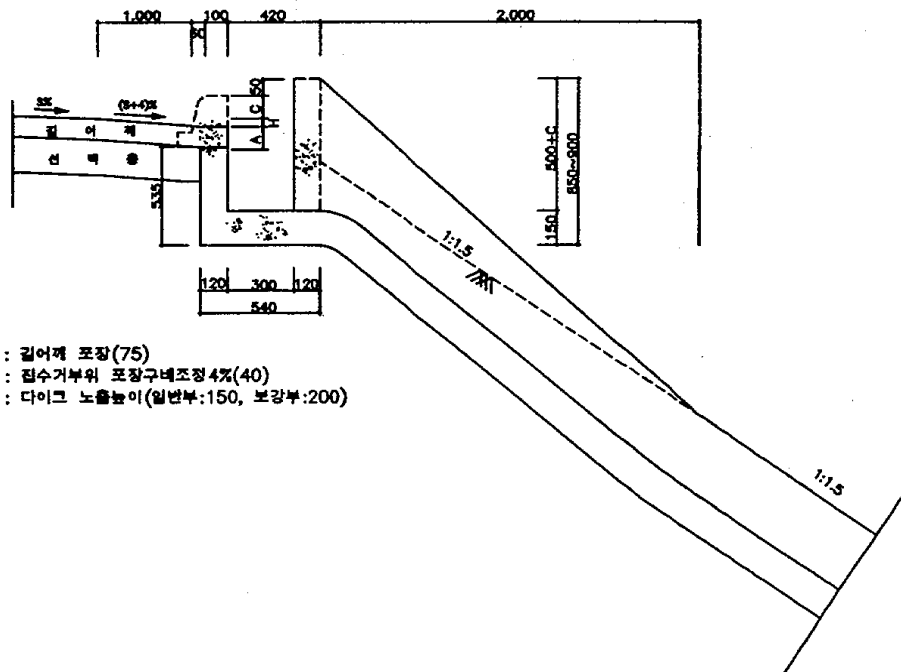
흙쌓기부 다이크 집수거<2> 변 경

(T 형)



단 면 A-A

S = 1:30



- * A : 길어개 포장(75)
- H : 집수거부위 포장구배조정 4%(40)
- C : 다이크 노출높이(일반부:150, 보강부:200)

제 표 표(T-형)

구 분	구 격	단 위	수 량
콘크리트	3층(925MM)	M ³	0.808
거 투 질	일반 4세	M ³	8.832
터 파 기	일반	M ³	1.094

■ 흙쌓기부다이크 집수거시공시 유의사항

- 1) 집수거는 일반구간에는 L형, 종단구간에는 T형을 설치하여야 한다.
- 2) 설치구간은 설계도에 명시한 정확한 위치에 설치하여야 한다.
- 3) 거드레일 지주가 집수거내부에 설치되지 않도록 사전에 감독현과 협의하여 집수거 위치를 조정하여야 한다.
- 4) 도수로는 흙쌓기 도수도(형식-1)(1)를 적용



표 준 도
TYPICAL DRAWING

도 면 명

흙쌓기부다이크집수거(1)
(L 형)

설 계 자
확 인 자

작 성 일
측 혁

1998. 9 도면번호
2. 69

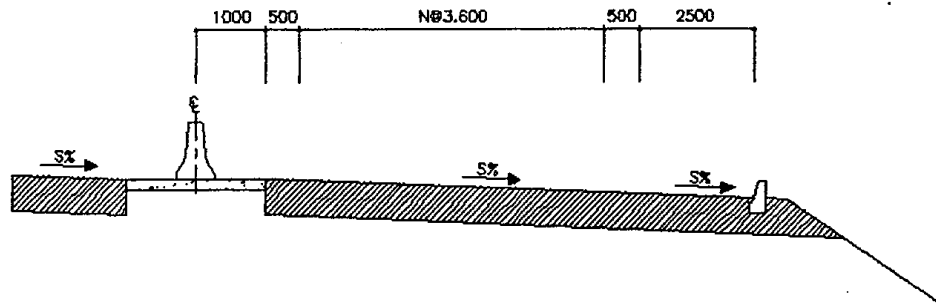
별첨 #2

□ 성토부 도수로 설치간격 검토

○ 설치기준

- 설계강우빈도 : 3년
- 최대도수로 설치간격 : 100m
- 집수거형태 일반구간 : L형
 Seg구간 : T형

○ 설치간격 계산값



$$\text{산정식 } S = \frac{3.6 \times 10^6 \times Q}{C \times \gamma \times W} \text{ (m}^3/\text{sec)}$$

S : 도수로 간격
Q : 통수량
C : 유출계수
 γ : 강우강도
W : 집수폭

구분	길어깨 횡단구배	종단구배							비고
		0.3%	0.5%	1.0%	1.5%	2.0%	2.5%	3.0%	
1방향 2차로	4%	157	202	287	351	405	454	497	
	5%	226	292	413	506	584	653	715	
	6%	304	393	556	681	786	879	963	
1방향 3차로	4%	120	155	219	269	310	347	380	
	5%	173	224	316	387	47	500	547	
	6%	233	301	426	521	602	673	737	
1방향 4차로	4%	97	126	178	218	251	281	308	
	5%	140	181	256	313	362	405	443	
	6%	189	244	344	422	487	545	597	

(최대 설치간격 100m 이하)

별첨 #3

□ 성토부 다이크 배수능력 검토

1) 설계조건(배수능력 산정시 불리한 조건 설정)

$$\bigcirc Q_1(\text{통수유량}) = A \cdot V = A \times \frac{1}{n} \cdot R^{\frac{2}{3}} I^{\frac{1}{2}}$$

- A : 통수단면(측대외측에서 다이크까지의 단면)의 80%
(초기 포장 및 1회 OVERLAY시 검토)

- N(조도계수) : 0.013

$$- R(\text{경심}) = \frac{A}{P}$$

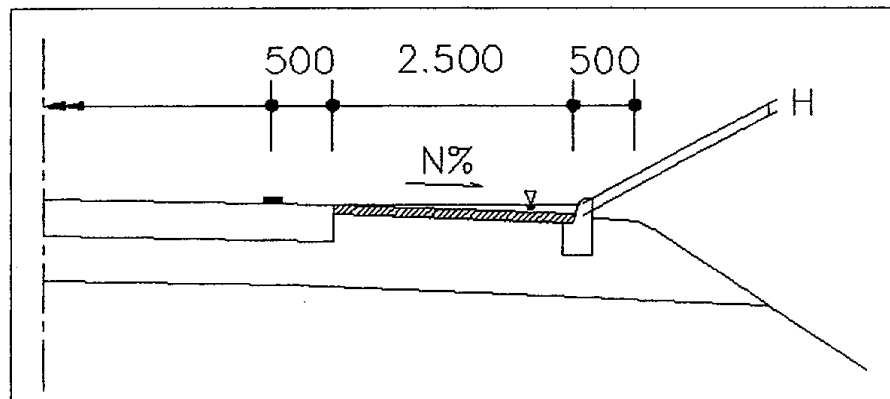
- I = 0.5%(최소 종단 구배)

$$\bigcirc Q_2(\text{설계유량}) = 0.278 CIA$$

- 강우강도(3년 빈도) I = 105mm/hr(서울지역) 최고 강우지역

- C = 0.9(포장면)

- A = 도로폭원 × 100m(도수로 최대 간격)



2) 본선 배수능력 검토

○ 검토조건 : 도수로간격 최대100m, 종단구배 0.5% (가장 불리한 조건)

가) 초기 포장시

차 로 수	편도 2차로			편도 3차로			편도 4차로		
횡단구배	4%	5%	6%	4%	5%	6%	4%	5%	6%
H	0.1	0.125	0.150	0.1	0.125	0.150	0.1	0.125	0.150
통수유량 (Q_1)	0.057504	0.08285	0.11153	0.057504	0.08285	0.11153	0.057504	0.08285	0.11153
설계유량 (Q_2)	0.03074			0.04019			0.04965		
IF $Q_1 > Q_2$	O.K	O.K	O.K	O.K	O.K	O.K	O.K	O.K	O.K

○ 문제점 : 없 음

※ 수용가능 강우강도 — 2차로 : 205mm/hr (30년빈도)
 3차로 : 150mm/hr (10년빈도)
 4차로 : 121mm/hr (5년빈도)

나) 1회 덧씌우기($t=5\text{cm}$) 시행후

차 로 수	편도 2차로			편도 3차로			편도 4차로		
횡단구배	4%	5%	6%	4%	5%	6%	4%	5%	6%
H	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
통수유량 (Q_1)	0.057504	0.04570	0.03783	0.057504	0.04570	0.03783	0.057504	0.04570	0.03783
설계유량 (Q_2)	0.03074			0.04019			0.04965		
IF $Q_1 > Q_2$	O.K	O.K	N.G	O.K	O.K	N.G	O.K	N.G	N.G

* ASCON 포장보수방법(포장보수 및 설계지침 1998. 1, 도로관리처)

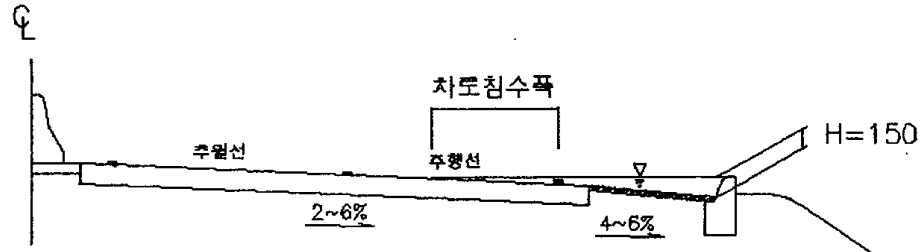
- 편도2차로이하 : 덧씌우기 포장보수
- 편도3차로이상 : 절삭덧씌우기 포장보수

○ 문제점 : ASCON 포장구간 덧씌우기 포장시 다이크 높이 축소($h = 15\text{Cm} \Rightarrow h = 10\text{Cm}$)로 종단구배 0.5%이하, 편구배 6%이상 구간에서 노면수 집수 용량 부족

별첨 #4

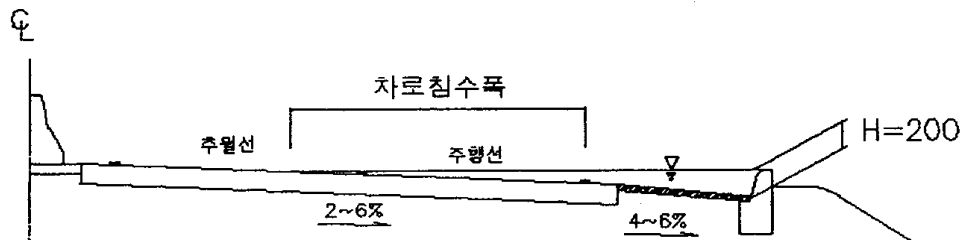
□ 다이크 월류시 침수범위 검토

가. 다이크 높이(H) 15Cm일 경우



본선 횡단구배	차로 침수 폭	비 고
2%	2.0 m	주행선 1/2 침수
3%	1.16 m	주행선 1/3 침수
4%	0.75 m	주행선 1/4 침수
5%	-	-
6%	-	-

나. 다이크 높이(H) 20Cm일 경우



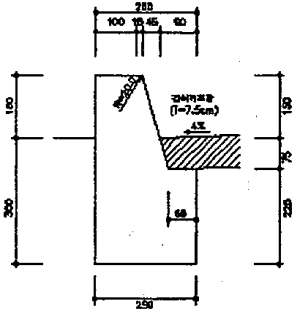
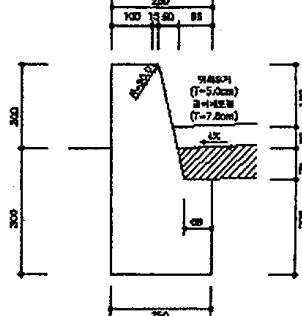
본선 횡단구배	본선침수폭	비 고
2%	4.5 m	주월선 1/3 침수
3%	2.83 m	주행선 2/3 침수
4%	2.0 m	주행선 1/2 침수
5%	1.0 m	주행선 1/4 침수
6%	0.33 m	주행선 일부침수

○ 문제점 : 노면수가 다이크 월류시에는 고속도로 본선의 침수가 수반되어 본선 교통 흐름에 큰 장애 및 교통사고 원인제공

별첨 #5

□ 다이크 경제성 분석

가.공사비 비교

구 분	일 반 구 간 (h=15Cm)	덧씌우기 구간 (h=20Cm)
단 면 도		
공사비	10,803,000원/Km	11,720,000원/Km (증 917,000원)

나. 경제성 분석(Km당)

구 분	초기사업비	5년후 추가사업비 (1회덧씌우기)	10년후 추가사업비 (2회덧씌우기)	비 고
건설공사시 다이크 보강	11,720,000원	-	-	· 98년 현재가치 · 할인률 : 13% · 물가상승률:7%
덧씌우기보수후 다이크 보강	10,803,000원	8,614,000원	7,765,000원	
증, 감액	증 917,000원	감 7,697,000원	감 6,848,000원	

4-28 중앙분리대용 집수정 배수능력 향상

방 침

설 심 일
15212-1599
('98. 11. 16)

1. 검토목적

- 고속도로 본선의 곡선구간 중분대측 노면배수시설을 개선하여 강우시 주행차량의 안전도를 증대하고, 시공성을 향상코자 함.

2. 곡선부 노면배수시설 설치기준

구 분	설 치 기 준	비 고
고속도로 설계기준	○ 집수정 설치간격 - 최소 5m, 최대 30.0m - 수리계산에 의하여 간격 조정 ○ 집수정 및 연결 배수관 규격 - 집수정 규격 : 600×1,300m/m - GRATING COVER : 430×1,130m/m - 종·횡배수관 : ϕ 300m/m	설계이 16210-604 ('97.11. 6)

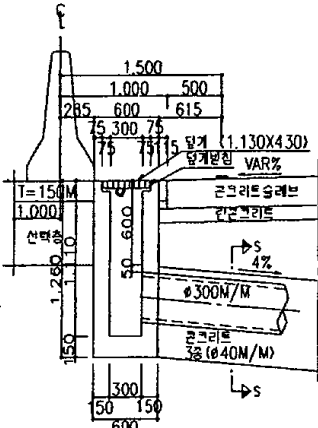
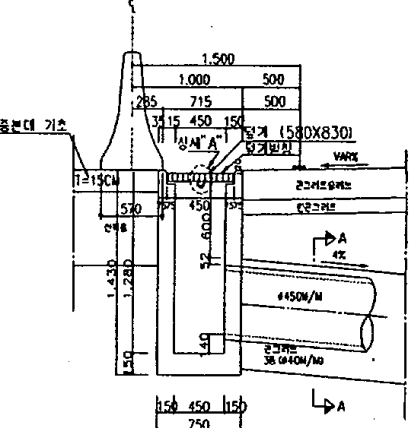
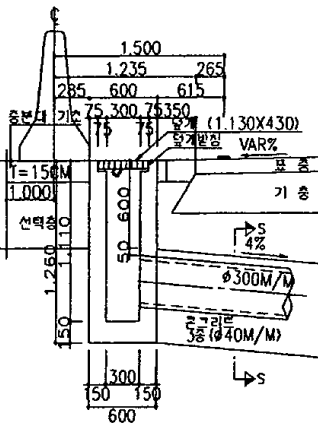
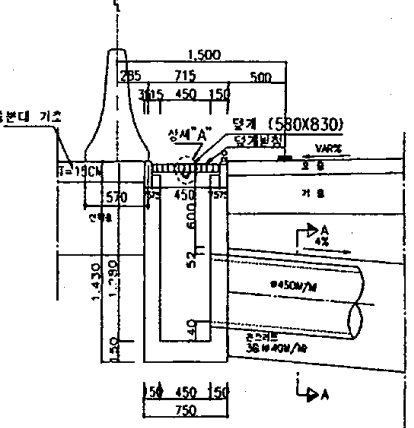
3. 문 제 점

- 집수정 유입부 횡단폭 부족으로 노면수 완전유입 안됨.(잉여수가 흘러 편구배 Level 부근 노면에 유로 형성→사고요인)
- 종, 횡배수관 규격이 300mm로서 통수단면이 적어 횡배수관 및 성토부 도수로 설치 간격 좁아짐(공사비 증가, 시공성 불량)
- 중분대 기초와 집수정 상면 EL이 동일하여 시공오차 등으로 집수정이 높게 설치될 경우 노면수 유입불량
- 집수정 단면협소로 청소작업 곤란

4. 개선방안

- 중분대 측방여유폭을 활용하여 집수정 규격을 확대 배수능력 향상
- 종·횡배수관 규격을 상향조정하여 노면배수 처리능력 증대
- 집수정 상면을 중분대 기초상면보다 낮게 시공토록 조정

5. 포장공법별 중분대 집수정 개선(안)

구 분		현	행	개	선	안	비	고
단 면 도	콘크리트 포장							
	아스팔트 포장							
집수정 규격	집수정 체	600×1,300×1,260		750×1,000×1,430				
	두 경 STEEL GRATING	430×1,130×75		580×830×75				
	집수면적	0.3×1.0 = 0.30m ²		0.45×0.70 = 0.315m ²				
장·단 점	배수처리	보통		양호				
	시공성	보통		양호				
	유지관리	보통		양호				
건의안				○				

6. 기대효과

가. 중분대측 노면수 배수원활

○ 이용차량 안전 제고

나. 포장접속부 시공성 향상

다. 종·횡배수관의 규격 확대로 시공성 향상

7. 검토결과

○ 중분대용 집수정 규격 변경

구 분	현 행	개 선	비 고
규 격	600×1,300×1,260	750×1,000×1,430	집수정을 노면계획고보다 2cm 낮게 시공

○ 종, 횡배수관 규격 확대

구 분	현 행	개 선	비 고
종배수관	φ 300m/m	φ 450m/m	
횡배수관	φ 300m/m	φ 450m/m	

○ 집수정 설치간격은 현행기준과 동일

○ 중분대 횡배수관 설치간격 확장

- 종배수관 통수단면 확대로 횡배수관 설치간격 확장 조정

구 분	현 행	개 선	비 고
· 횡배수관 규격	φ 300m/m	φ 450m/m	
최대설치 간격	180m	530m	종단구배 0.3%, 편도2차로, 편구배 2%

8. 적용방안

○ 현재 실시설계중인 노선은 개선(안)으로 적용하고

○ 시공중인 노선은 구간별 공사 진척에 따라 변경 시행

제 5 편 터 널 공

차 례

제 5 편 터 널 공

5-1 터널내 동상 방지층 설치 검토(설계기 16202-82, '91.5.11)	405
5-2 NATM과 TBM 공법 비교 검토(설계기 16203-99, '93.7.12).....	410
5-3 피난연결 터널단면 검토(설계기 16203-195, '93.12.6)	445
5-4 터널내 공동구 및 배수구 개선방안 검토(설계기 16203-26, '94.2.14)	450
5-5 터널 Shotcrete 공법 검토(설기 16203-111, '94.7.16)	455
5-6 터널 비상주차대 설치 기준(설일 16210-85, '95.4.24)	460
5-7 강섬유 보강 슛크리트 적용 기준(설이 16210-144, '95.6.19).....	465
5-8 정지토압계수 산정을 위한 수압파쇄시험 적용(설계이 16204-158, '96.5.30).....	470
5-9 터널굴착공법 개선방안시행(설계개 16210-159, '96.5.31)	503
5-10 터널측방 여유폭 개선방안 검토(설계개 16210-260, '96.8.22).....	508
5-11 터널 입·출구부 낙석방지책 설치 검토(설계일 16210-939, '97.12.17)	514
5-12 터널 방재시설 기준개정시행(시설설 14101-106, '98.2.3)	528
5-13 터널 격자지보재의 적용성 검토(설계기 15212-287, '98.3.5)	535
5-14 H형강 지보재 단가적용 검토(설계기 15212-270, '98.3.3).....	541
5-15 터널입출구 개구부 설치기준 검토(설계일 15212-456, '98.4.6)	546
5-16 터널용 방수셔트 품질기준 설정(도연품 19404-1511, '98.5.23)	559
5-17 검사원 통로 설치기준 검토(설계기 15212-1352, '98.8.28)	564

5-1 터널내 동상 방지층 설치 검토

방 침

설 계 기
16202-82
('91. 5. 11)

1. 검토목적

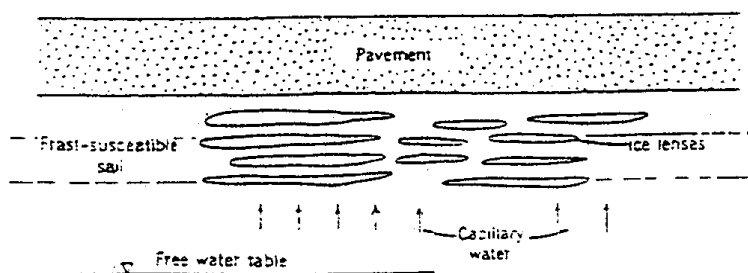
도로의 포장에 있어서 동상의 피해를 줄이기 위해 동상의 영향을 받는 토질을 양질의 동상방지층재로 치환하는 공법을 채택하고 있으며, 터널내의 경우 일반적으로 노상이 암반으로 구성되어 동상의 영향을 적게 받는 것은 명확하다고 생각된다. 따라서, 터널내에 동상방지층재 설치 유무를 검토하여 합리적이고 경제적인 설계에 기여코자 한다.

2. 동상의 정의

도로의 노상내에서 생긴 얼음덩어리(Ice Lens)가 한기에 접하는 방향으로 성장함에 따라 노면이 융기하여 포장면에 균열이 발생하는 현상 및 얼었던 노상 및 포장체가 융해되면서 체적의 변화를 일으켜 포장을 손상시키는 현상.

3. 동상의 원인

- 지반이 동상을 일으키기 쉬운 토질 또는 암반으로 주어진 경우
- 동상에 필요한 물의 공급이 충분한 경우
- 지중의 온도가 빙점 이하일 경우



4. 동상에 따른 도로 피해

- 동상을 일으키는 노상토가 얼어서 팽창함에 따라 포장면이 균열로 인한 피해
 - 동상에 따른 피해는 노상면의 동상량이 주로 도로의 횡단방향으로 불균일하게 발생, 대개 중앙에서 최대가 되기때문에 도로 중심선 부근에서 커다란 균열발생 (포장면의 횡인장 균열발생).
 - 동상으로 인한 체적의 변화 : 약 10% 정도의 팽창
- 용해기의 노상지지력 저하에 따른 피해
 - 동결이 진행될 시에 지하로부터 발생한 모관수에 의해 토층의 함수량이 현저하게 증대.
 - 빙층의 용해과정에서 잔존하고 있는 하층의 동결층이 지수층의 역할을 하게 되어 배수에 방해를 일으킴.
 - 노상토의 조직은 상주(霜柱)가 생김에 따라 분리되어 그 밀도가 낮아짐.
 - 중차량의 통하중에 의해 노상토는 더욱 약화되어 포장이 파괴되며 이때 噴泥 현상 발생.
 - 포장면의 균열 틈새로 표면수가 침투하여 노상, 노반의 지지력이 더욱 저하되어 포장파괴의 원인 제공.

5. 동상의 대책

: 동상의 3가지 원인중 어느 한가지를 인공적으로 억제하는 방법

- 치환공법 : 동상성 흙을 동상을 일으키기 어려운 토질로 치환하는 방법
- 단열공법 : 노상에 단열층을 설치하여 동상성 노상토의 온도저하를 적게하여 동상을 감소시키는 방법
- 안정처리공법 : 시멘트나 약제등을 동상성 흙에 첨가 혼합하여 흙의 성질을 변화시키든지 동결온도를 내리는 방법
- 차수공법 : 노상토중에 비닐쉬트나 아스팔트등의 차단층을 설치하여 지하수로부터 동상성 흙을 차단하는 방법

※ 고속도로의 경우 시공성, 경제성등을 감안 일반적으로 치환공법 채택.

6. 터널내 포장의 동상 영향 검토

가. 동상방지층재의 치환 불필요 요인

- 터널내의 노상은 일반적으로 암반으로 구성되어 동상을 쉽게 일으키는 토질이 아니며, 치환재료인 동상방지층재 (SB-1)에 비하여 지지력이 충분함.
- 터널 내부는 외부와 달리 온도의 변화가 적어 일반적으로 동상의 영향이 적음.
- 터널 양측 인버트부에 배수구 및 팽암거를 설치하여 배수처리가 가능.

나. 동상방지층재의 치환 필요 요인

- 터널내 암반의 균열부로부터 용수의 발생과 발파로 인한凹,凸면에 물이 고입에 따라 동상 원인제공
- 발파면의凹,凸에 따른 배수처리 불량으로 암반의 풍화에 따른 지지력 약화
- 터널 입출구부 일정구간의 온도변화의 영향에 따른 동상 원인제공
- 암반내에 존재하는 절리, 층리 및 단층대의 존재
- 터널내 일부구간의 노상은 지지력이 약하거나 동상을 일으키는 층으로 구성

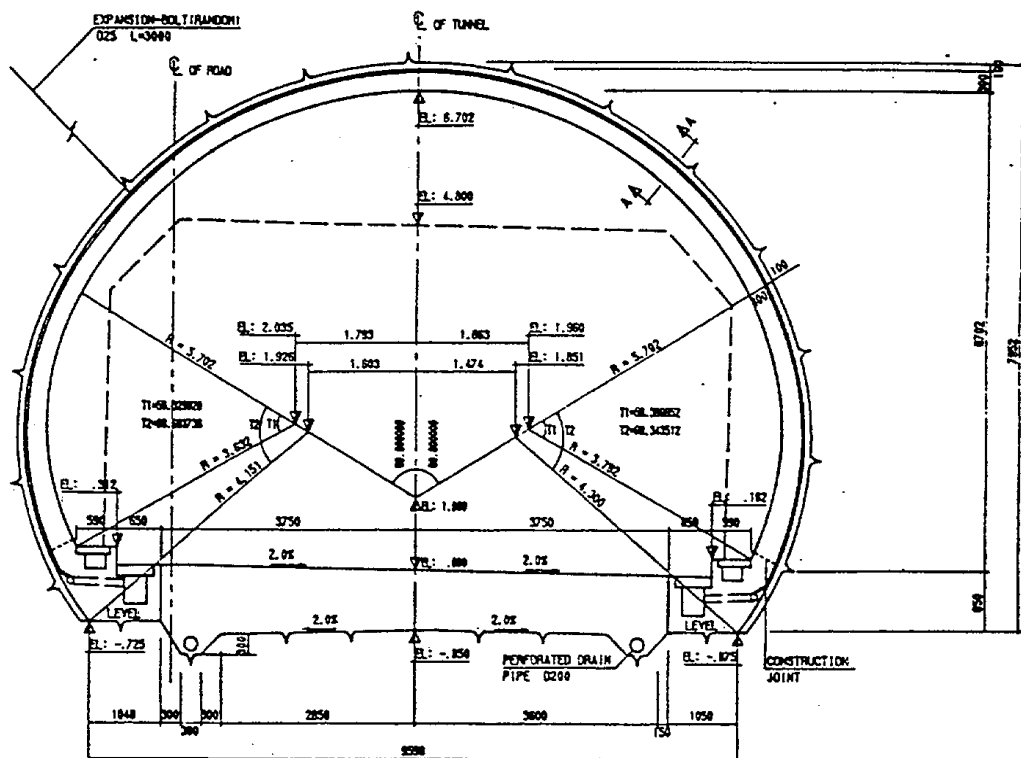
(TYPE I - TYPE V)

암 반 분 류	단 면	비 고
경 암	표 준 단 면 (I)	
보 통 암	" (II)	
연 암	" (III)	
<u>풍 화 암</u>	<u>" (IV, V)</u>	

다. 기 설계된 예

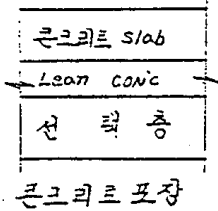
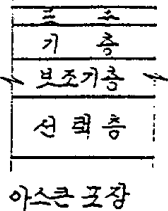
(단 위 : Cm)

구 분	포장 두께	터널내 포장두께	비 고
경 부 고 속 도 로	62.5	37.5	· 선택층 15cm 포설 (포장파손 발생)
최근설계된고속도로	60 - 90	60 - 90	· 동일포장두께 시공
일 반 국 도	60 - 90	60 - 90	”
중 앙 고 속 도 로 (축령터널)	83	63	· 선택층 20 cm 포설
일 본	60 - 90	50 - 60	· 선택층 20 cm 포설



7. 경제성 비교

(2차선, m 당)

항 목		선택층 40cm	선택층 20cm	선택층 15cm	비 고
단 면					
공 사 량 (m³)	굴 착	3.0	1.5	1.125	
	버력처리	3.0	1.5	1.125	
	선택 층	3.0	1.5	1.125	
공 사 비 (원)		125,000	63,000 (▼) 62,000	47,000 (▼) 78,000	282,000

8. 검토의견 및 결론

- 터널내의 동상방지층재는 용수 및 물고임등에 의한 동상의 영향을 고려하여 동상방지층 15cm를 포설.
- ※ 바닥면凹凸에 따른 면고르기 수량 별도 반영 (T = 5cm)
- 터널내 노상면의 풍화등에 의한 지지력 감소를 고려하여 표준 TYPE IV 및 TYPE V는 본선과 동일한 두께의 동상방지층을 포설.
- 터널 입·출구부는 온도변화에 따른 동상 영향을 고려하여 터널 입·출구부 각각 50m는 본선과 동일한 두께의 동상방지층을 포설.

5-2 NATM과 TBM 공법 비교 검토

방 침

설 계 기
16203-99
('93. 7. 12)

1. 개 요

○ 터널 시공법은 발파굴착공법과 기계굴착공법으로 대별.

- 발파에 의한 굴착공법.

. NATM공법 (New Austrian Tunnelling Method)

- 기계에 의한 굴착공법

. TBM공법(Tunnel Boring Machine)

○ 현재 국내 도로터널은 대부분 NATM에 의한 공법으로 시공.

- 기술정착

- 시공용이

- 경제성

○ 최근 TBM에 의한 공법도입(국내 24대 도입)으로 터널시공법 다양화

- 환경영향을 고려한 지하철 및 대도시 인근부 터널 (소음, 진동방지)

- 수로터널

○ 따라서 터널공법에 대한 공법별 적용성, 경제성 검토는 물론 합리적인 공법 선정 필요성 대두.

- NATM, TBM

2. 공법별 특징

N A T M

- 특 징

- 2-4차선 시공 가능.
- 기존 암반 지지력을 최대한용 및 최소의 지보재(shotcrete, rock-bolt)를 설치.
- 화약 사용 발파 굴착.
- 1984년 호남 터널 공사에 적용되면서 현재 가장 보편화된 공법.
- 풍부한 시공경험과 기술축적.

- 시공방법

- 천공 ⇒ 화약장약 및 발파 ⇒ 버력처리 ⇒ 지보재설치 ⇒ 천공
Shotcrete
Rock-Bolt
Steel-Rib(H-Beam)

T B M

- 특 징

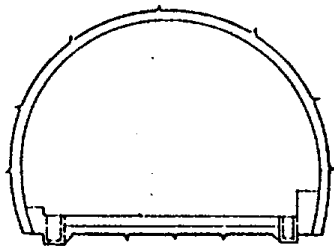
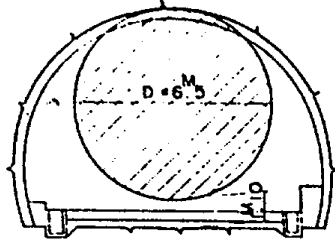
- 2차선 이하시만 시공가능.
- 완전기계식 굴착공법.
기계본체 + 부속설비(운반장비)
(굴착용 Cutter) (부속설비, 콘베이어 벨트)
- 전단면 원형단면으로만 굴착.
- 1985년 국내최초 도입, 현재 주로 수로터널 및 대도시 (서울시) 작업시 활용중
- 도로터널 시공경험 및 기술 축적 미흡

- 시공방법

- 장비이동 (해체 및 조립) ⇒ 굴착 및 굴진 (동력, 부속설비)
총중량: 400 - 600ton (분해시: 25 - 90ton)



3. 공법별 장단점

구분	공법	NATM 공법	TBM 공법	비 고
단면형상				
시공방법		- 화약발파에 의한 굴착.	- TBM에 의한 기계굴착후 화약 발파에 의한 확공.	
시공속도 (공사기간)		- 60m/월. (2차선 일방향)	- TBM굴착: 260m/월(φ6.5m경우) - 확공굴착: 80m/월 - TBM및 확공굴착: 62m/월	
장 단 점		- <u>시공장비가 소규모로 산악지 터널에 적합하고 시공경험 많음.</u> - <u>단면변화가 심하거나 곡선터널인 경우, 굴착단면이 큰경우, 불량지반인 경우도 시공가능.</u> - <u>화약발파로 인한 작업환경 불량 및 도심지 민원발생 가능지역에 부적합.</u> - 모암의 이완으로 지내력이 저하되고 여굴이 많이 발생.	- <u>환경피해가 우려되는곳에 적합. (무진동, 무소음)</u> - <u>소규모터널(φ4m이하)인 경우 굴진속도가 빠르고, 시공연장이 2Km이상인 수로터널은 경제적.</u> - 굴착중 단면변화 및 곡선터널인 경우 대처 곤란. - 극경암 및 풍화암에는 굴착곤란 - <u>장비이동 및 운반이 어렵고 대규모의 동력및 부대설비 필요</u>	
경 제 성		- 공사비*저렴 (740만원/㎡당)	- 공사비 고가 (1,030만원/㎡당)	1.4배

4. 경제성 비교

(중부내륙고속도로 여주-구미간 상주터널(L=3,194m)을 대상으로 굴착단가 비교)

구분	공법 N A T M 공 법	공법 T B M 공 법	비 고
1. 굴 착	1,282,500 원/M	2,416,380 원/M	1.9배
2. 버럭처리	453,150 원/M	846,570 원/M	1.8배
3. 지보공	1,084,740 원/M	1,331,960 원/M	1.2배
4. 가시설 및 부대공	1,328,000 천원/식	2,946,000 천원/식 - 고압전력인입 (2,400KV) - 임시수전설비 - Rail설치, 해체 - 심정개발 (150톤/일) - 급. 배수시설 - 침전설비 (정화조)	2.2배
공 사 비	23,640 백만원	32,903 백만원	1.4배

5. 검토의견



- 국내에 도입된 TBM장비는 외국에 주문제작으로 생산하여 반입하고 있으며 구입가격은 130억원/대로서 고가의 장비임.

【 7개사에서 24대(Ø2.6-11.3m)를 보유 】

27%

- 국제적으로 TBM에 의한 굴착실적은 도로터널 5%, 수로터널 65%, 철도터널 3%, 기타 27%로서 대부분 직경 4m 미만의 소규경 터널 굴착에 적용되었고, 직경 4m이하의 적은수로터널 단면에서는 2Km이상 굴착할 경우 NATM에 비하여 경제성이 있다고 판단됨.

27%

- TBM공법은 도로터널의 경우 경제적인 측면에서는 불리하나, 주거밀집 지역 및 주요시설(병원, 학교) 등에 근접하여 시공하는것이 불가피할 경우에는 민원예방 및 원활한 공사 추진을 위하여 적용할 타당성이 있음.

참 고 자 료

1 . T B M 적용 현황

1. 터널별 실적

단위 : 건

구 분	계	4m 미만	4 ~ 5m	5 ~ 7m	7m 이상	비고
계	736 (100 %)	436 (59 %)	106 (14 %)	137 (19 %)	57 (8 %)	
도로터널	<u>34</u> (5 %)	10	2	7	15	
수로터널	<u>482</u> (65 %)	385	55	7	15	
철도터널	<u>23</u> (3 %)	-	-	-	23	
기 타	<u>197</u> (27 %)	41	49	103	4	

※ 세계적 TBM 제작회사 (ROBBINS, WIRTH, ATLAS COPCO) 전체 실적임.
(지하철 건설본부 자료)

2. 국내실적

22건 (2,41.5km: 8건)

구경	대	공 사 명	터널연장 (m)	굴착기간	시공회사	효 과
3.0	1	제4땅굴 역갱	320	'90. 1~ '90. 3	유원건설	• 무진등, 무발파로 보안유지 • 정밀측량으로 적갱도 관통
3.3	1	주암댐 광역상수도	7,000		동아건설	
3.5	1	서울지하철 5-9 공구	886	준 비 중	진로건설	• 기존 화곡터널 및 주변 고층아파트 하부 안전통과 예상
	1	울산공업용수 제 1 터널	3,162	'92.10~ 굴 진 중	진로건설	• 자연훼손방지 및 공사기간 단축 • 울산 및 주변도시 급수난 조기 해소
	3	울산공업용수 제 2 터널	18,120	'90.10~ 굴 진 중	유원건설	
	2	영천 도수터널	32,973	굴 진 중	대림산업 (주)한양	• 사갱건설 최소화 로 자연훼손방지 및 공사비 절감
	1	서울지하철 5-21 공구	628×2련	'92. 7~ '92.12	유원건설	• 기존 지하철 2호선 하부 및 고가차도하부 안전 통과 • 주변 고층빌딩 안전성 확보

구경	대	공 사 명	터널연장 (m)	굴착기간	시공회사	효 과
4.5	1	부산 구덕 상수도 터널	2,258	'86. 2~ '86.10	진로건설	• 비상용 저수탱크 로 활용 (33,000 ton) • 우회관로 매설 공사비 94억원 절감
	1	주암댐 도수터널	11,446	'87. 7~ '90. 5	진로건설	• 전체 사업기간 1년 단축 • CON'C 복공 절감 • 인근사찰, 주민과 의 마찰 해소
	✓ 1	남산 1호 쌍굴터널 (선진도강)	✓ 1,498	'90. 2~ '90. 7	진로건설	• 인접 기존 남산 터널 안전 (15 m 거리)
	1	서울 지하철 5-27 공구	577×2련	'93. 1~ 굴 진 중	진로건설	• 노후주택 밀집지 역 하부 통과 • 인접 지하철 기존 역사 안전
	✓ 1	부산 해운대 신시가지 우회도로 (3공구)	390×2련	준 비 중	진로건설	• 인근 군부대 주요 시설물 안전유지 • 주민과의 마찰 해소 예상
	1	쌍용 동해 시멘트 운반 터널	5,700	'92.10~ 굴 진 중	진로건설	• 자연훼손방지 및 공사기간 단축 • 인근 사찰 및 주민과의 마찰 해소

구경	대	공 사 명	터널연장 (m)	굴착기간	시공회사	효 과
5.0	2	북악터널 배수지	4,900× 2런	준 비 중	유원건설	• 주변환경 보호 • 교통체증 및 시민 불편 최소화
	2	부산 해운대 신시가지 우회터널 (2공구)	1,100× 2런	준 비 중	(주)한양	• 인근 주민과의 마찰해소 예상 • 시민생활 불편 요인 제거
6.5	1	북부도시고속도로 2공구	1,700	준 비 중	(주)한양	• 인근 구조물 피해 방지 • 공사기간 단축으로 교통난 조기 해소
	1	북부도시고속도로 3공구	1,650	준 비 중	유원건설	
7.0	1	부산 지하철 3공구	2,171	'87. 4~ '88. 6	진로건설	• 기존 지상 대피터널 및 도로손괴 방지 • 인구밀집지역 각종 민원 해소
	1	서울 지하철 5-9 공구	670×2런	'92. 2~ 굴 진 중	진로건설	• 기존 화곡터널 및 주변 고층아파트 안전성 확보
	1	북부도시고속도로 2공구	1,788	준 비 중	(주)한양	• 인근 구조물 피해 방지 • 공사기간 단축으로 교통난 조기 해소
8.0	1	북부도시고속도로 3공구(설계상 6.5m 를 유원건설에서 8.0m로 시공계획임)	1,630	준 비 중	유원건설	
11.3	1	남산 1호 쌍굴터널	1,498	'91. 9~ '92. 6	진로건설	• 노후된 기존 1호 터널 방지 • 인근 아파트 및 시설물 관련 민원해소

3. 해외주요실적

국명	공 사 명	터 널 굴착경	터널연장	투입장비	비 고
프랑스 영 국	도버해협 횡단 해저터널	Φ 5.6m Φ 8.2m	16,270m 40,000m×2런	ROBBINS 5대 기 타 2대	'87 착공 시공중
미 국	CALAVERAS 수력도수터널	Φ 4.3m Φ 5.5m	2,147m 12,905m	ATLAS COPCO 1대 ROBBINS 5대	'85 착공 (Φ 4.3완료)
스위스	지하원자력 시험 터널	Φ 4.5m	27,000m	WIRTH 5대	'85 착공 ~ '87 굴착완료
	NEUCHATEL 도로 터널	Φ 11.3m	1,500m×2런	WIRTH 3대	'86 착공 ~ '87 굴착완료
스웨덴	SALTSJO 도수 터널	Φ 3.5m	7,500m	ATLAS COPCO 1대	'86 착공 ~ '88 완공
노르 - 웨이	수력발전소 도수 터널	Φ 4.5m	10,000m	WIRTH 1대	'86 착공 ~ '88 완공
중 국	TIANSHENGQIAN 터널	Φ 10.8m	9,000m	ROBBINS 1대	'84 착공 ~ '87 완공
독 일	LORBERG	Φ 6.5m	12,100m	WIRTH 1대	'86 착공
홍 콩	345XVA 전력구 터널	Φ 4.8m	5,000m	ROBBINS 1대	'89 착공 ~ '91 완공

2 . 국내 T B M 보유 현황

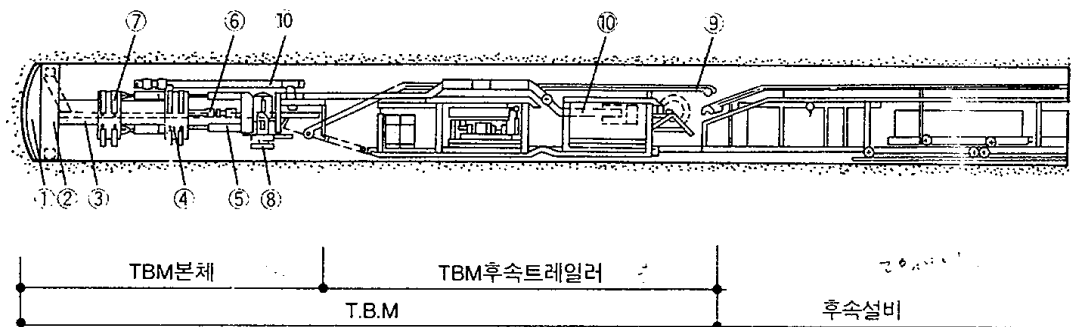
보유사	기 종 (MODEL)	규격	제 작 사	도입년도	비 고
유 원 건 설	TB 260/280E	Ø 2.6	WIRTH	91. 3	
	TB 280/350E	Ø 3.0	WIRTH	90. 1	HEAD Ø 3.2, Ø 3.5 보유
	TB 320/380E	Ø 3.5	WIRTH	90. 1	HEAD Ø 3.8보유
	TB 320/380E	Ø 3.5	WIRTH	91. 3	
	TB 320/380E	Ø 3.5	WIRTH	91. 6	
	TB 440/520H	Ø 5.0	WIRTH	92. 8	
	TB 500/600H	Ø 5.0	WIRTH	92. 3	
	TB 640/780H	Ø 6.5	WIRTH	92. 1	
	TBS 780/920H	Ø 8.0	WIRTH	91. 4	
	보 유 대 수	9 대			
진 로 건 설	ROBBINS 1410-251	Ø 3.5	ROBBINS	91. 6	
	ROBBINS 1410-252	Ø 3.5	ROBBINS	92. 4	
	ROBBINS 149-248	Ø 4.5	ROBBINS	89. 6	
	TB 390/480E	Ø 4.5	WIRTH	85.10	
	TBS 700E	Ø 7.0	WIRTH	85. 5	
	TBE 450/1130H	Ø 11.3	WIRTH	88. 5	확 대 기
	보 유 대 수	6 대			
한 양	MK 10	Ø 3.5	ATLAS COPCO	92. 2	
		Ø 5.0	ATLAS COPCO	92.12 도입	
		Ø 5.0	ATLAS COPCO	93.초 도입	
		Ø 6.5	ATLAS COPCO	92년말도입	
		Ø 7.0	ATLAS COPCO	92년말도입	
	보 유 대 수	5 대			

보유사	기 종 (MODEL)	규격	제 작 사	도입년도	비 고
동아건설		Ø 3.3	ATLAS COPCO	91. 2	
대림산업		Ø 3.5	ALPINE	92. 4	
현대건설	ROBBINS 1410-251	Ø 3.5	ROBBINS		
쌍용건설		Ø 4.5	ALPINE	92년말 도입	
삼성중건					Ø 3.5 1대 : 93년 도입예정
국내 총 보유대수		24 대			

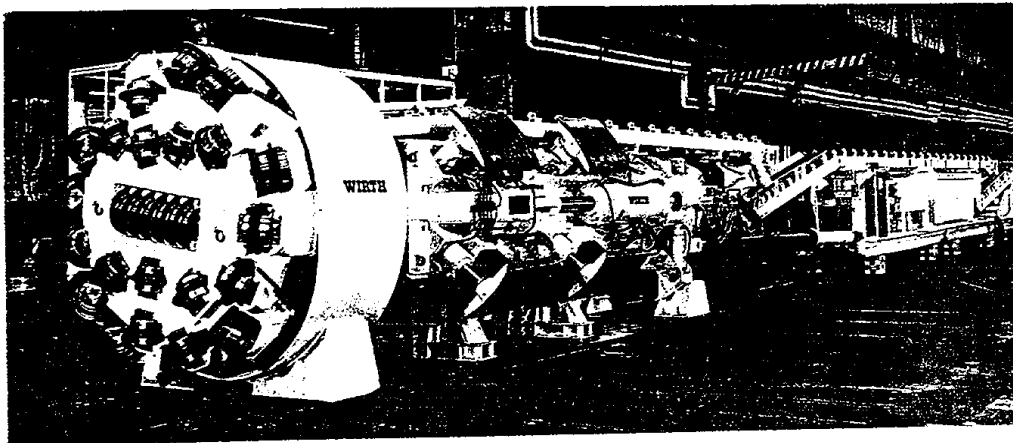
3 . T B M 기 계 구 조

〈 기계 구조 〉

TBM은 기계본체와 기계본체를 작동하기 위한 각종 실내 설비시설을 적재하고 있는 후속트레일러, 버력반출을 위한 후속설비로 구성되어 있음.

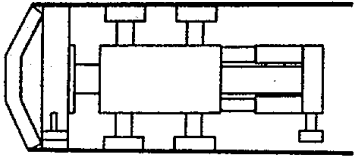
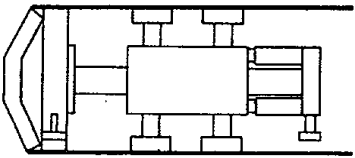
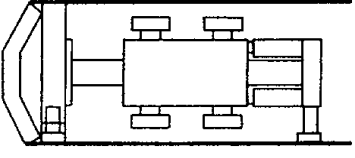
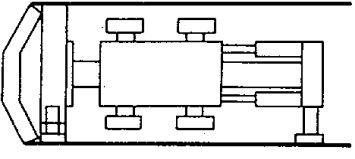
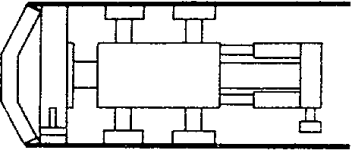


- ① �터헤드 ② 유압식 지지대 ③ 내부 켈리 ④ 외부 켈리 ⑤ 추진실린더
 ⑥ �터헤드 구동장치 ⑦ 클램핑 패드 ⑧ 후부 지지대 ⑨ 벨트 콘베이어
 ⑩ 집진기

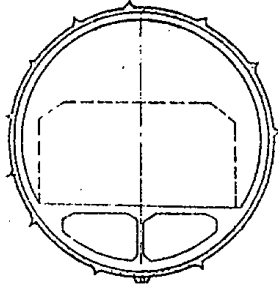
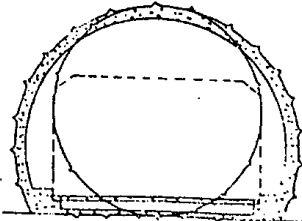
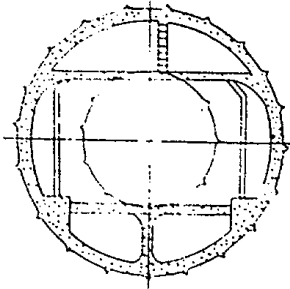


4 . T B M 굴착 작업 순서

○ TBM 굴착 작업 순서

	(제 1 단계) * CLAMPING PAD를 터널벽면에 압착 * 압 뒤 기계지지대를 위로 오므림 * CUTTER HEAD 작동시작
	(작동 2 단계) * 1 STROKE의 굴진이 끝남 (1 STROKE : 0.9m~1.4m) * INNER KELLY만 전진상태
	(제 3 단계) * 앞, 뒤 기계 지지대를 지상으로 내림 * CLAMPING PAD를 터널벽면으로부터 품
	(제 4 단계) * OUTER KELLY를 1 STROKE만큼 전진시킴 * 뒷쪽 기계 지지대로서 기계굴진방향을 조정함 (기계 방향을 레이저 광선방향과 일치시킴)
	(제 5 단계) * 제1 단계와 같음

5 . T B M 굴착 방법 비교

구 분	전 단 면 굴 착 (TBM)	NATM 확 공 (TBM + NATM)	TBM 확 공 (TBM + TBE)
굴착단면			
시공개요	전단면을 TBM으로 굴착	TBM 1차 굴착후 NATM 2차 확공	TBM 1차 굴착후 TBE 2차 확공
특 징	- 기계식 굴착이므로 모암의 이완이 적고 여굴발생량이 적음 - 직경 8m 이상의 굴착은 장비의 효율, 후속설비비 증대, 시공성 및 경제성이 저하됨. - 굴착단면이 작은 (ϕ 4.0m 이하) 수로 터널등에 주로 적용 - 시공중 터널단면 변경이 곤란함. - 원형굴착으로 인한 비활용 단면이 발생되어 비경제적임	- TBM에 의한 선진도갱으로 지질, 지층상태를 파악하기가 용이하므로 후속시공시 대응조치가 용이함. - 기계식 굴착후 확공발파로 여굴 발생 - 확공발파로 인하여 모암에 균열발생 및 지반 지지력 저하 우려 - 시공중 터널단면 변경이 가능 - 경제적인 단면으로 시공 가능	- TBM과 TBE를 연결하여 굴착하는 기계식 방법으로 암질의 변화가 심한곳에 용이 - 기계식 굴착이므로 여굴발생량이 적음 - 기계식 굴착으로 모암의 지내력을 최대한 활용 가능 - 단면변경이 곤란 - 비활용 단면이 발생되어 비경제적임
공 사 비	고 가	저 렵	보 통

* TBE : 확대굴착기

6 . T B M 제 원

가, 기종별 제원

명칭	단위	기종					
		Φ 2.6m	Φ 3.0m ~ 3.2m	Φ 3.5m	Φ 5.0m ~ 5.6m	Φ 8.0m	Φ 11.3m
굴 착 경	mm	2,600	3,000~ 3,200	3,500	5,000~ 5,600	8,000	11,300
굴 착 압 력	ton	440	630	840	1,530	2,250	1,530
설 비 용 량	kw	500	950	1,150	1,750	2,400	2,150
변압기 용량	KVA	800	1,260	1,600	2,400	3,000	4,000
기계 총 중량	ton	120	150	170	400	520	660
등 판 각 도	%	20	20	20	20	15	15
굴착최소반경	m	300	230	230	350	350	150
조 립 기 간	일	25	25	25	30	45	50
해 체 기 간	일	20	20	25	25	40	45

나, 굴진속도

구분	기종					
	Φ 2.6m	Φ 3.0m ~ 3.2m	Φ 3.5m	Φ 5.0m ~ 5.6m	Φ 8.0m	Φ 11.3m
시간당 굴진거리	1 ~	1.2 ~	1.1 ~	0.8 ~	0.6 ~	0.4 ~
	1.4m	1.6m	1.4m	1.1m	0.9m	0.5m
1 일 굴진거리 (15시간 기준)	15 ~	18 ~	16 ~	12 ~	9 ~	6 ~
	21m	24m	21m	16m	13m	7m
월 굴진거리 (월 22일 기준)	330~	390~	350~	260~	190~	130~
	460m	520m	460m	350m	280m	150m

다. TBM 용수량

항목	단위	기종					
		Ø 2.6m	Ø 3.0m ~ 3.2m	Ø 3.5m	Ø 5.0m ~ 5.6m	Ø 8.0m	Ø 11.3m
일당 용수량 (15hr 기준)	ton	83 ~ 145	97 ~ 170	112 ~ 195	154 ~ 270	238 ~ 416	220 ~ 384
총일당급수량 (20% 가산)	ton	100 ~ 174	117 ~ 204	134 ~ 234	184 ~ 324	285 ~ 499	264 ~ 461

※ 굴착시 암반면과의 마찰열 발생을 억제키 위한 용수임.

라. TBM 의 운송용적

구분 기종	CUTTER HEAD				INNER KELLY			
	길 이 (mm)	넓 이 (mm)	너 비 (mm)	중 량 (kg)	길 이 (mm)	넓 이 (mm)	너 비 (mm)	중 량 (kg)
Ø 5.0 ~ 5.6m	5,000	5,000	2,000	25,000	13,000	2,000	2,000	35,000
Ø 8.0m	4,800	4,800	2,200	50,000	11,000	2,100	2,800	90,000
Ø 11.3m	3,500	3,500	2,000	35,000	13,000	2,000	2,000	35,000

7 . 상주터널 공법 검토

노선명: 중부내륙고속도로 여주-구미간 (제 6 공구)
(낙동 - 선산)

연 장: 상행선 1,627 M (2 차선)
하행선 1,567 M

단위 공사비 산출내역

* 보통암 1m 기준

구 분	N A T M	T B M (Φ6,500) + 확공
계	6,293,000 원/m	9,714,000 원/m
1. 굴착	발파굴착 $85.5\text{m}^3/\text{m} \times 15,000\text{원}/\text{m}^3$ $= 1,282,500 \text{ 원}/\text{m}$	- TBM (Φ6,500m) $33.2\text{m}^3/\text{m} \times 53,879\text{원}/\text{m}^3$ $= 1,788,782 \text{ 원}/\text{m}$ - 확공 (NATM) $52.3\text{m}^3/\text{m} \times 12,000\text{원}/\text{m}^3$ $= 627,600 \text{ 원}/\text{m}$
	소 계 1,282,500 원/m	소 계 2,416,382 원/m
2. 버력처리	페이로다 및 덤프트럭 사용 $85.5\text{m}^3/\text{m} \times 5,300\text{원}/\text{m}^3$ $= 453,150 \text{ 원}/\text{m}$	- 벨트 컨베이어 사용 $33.2\text{m}^3/\text{m} \times 17,150\text{원}/\text{m}^3$ $= 569,380 \text{ 원}/\text{m}$ - 페이로다 및 덤프트럭 사용 $52.3\text{m}^3/\text{m} \times 5,300\text{원}/\text{m}^3$ $= 277,190 \text{ 원}/\text{m}$
	소 계 453,150 원/m	소 계 846,570 원/m
3. 지보공	- 숏크리트 $4.17\text{m}^3/\text{m} \times 172,000\text{원}/\text{m}^3$ $= 717,240 \text{ 원}/\text{m}$ - 특 볼트 $3.5\text{set}/\text{m} \times 105,000\text{원}/\text{set}$ $= 367,500 \text{ 원}/\text{m}$	- 숏크리트 $5.18\text{m}^3/\text{m} \times 172,000\text{원}/\text{m}^3$ $= 890,960 \text{ 원}/\text{m}$ - 특 볼트 $4.2\text{set}/\text{m} \times 105,000\text{원}/\text{set}$ $= 441,000 \text{ 원}/\text{m}$
	소 계 1,084,740 원/m	소 계 1,331,960 원/m
4. 라이닝 CON'C 및 방수		
	소 계 660,100 원/m	소 계 660,100 원/m
5. 가시설공	배수시설 및 임시조명 $26,929,590 \div 3,194 = 8,431 \text{ 원}/\text{m}$	침전설비, 한전설비, 케이블 설치 등 $1,009,346,000 \div 3,194$ $= 316,000 \text{ 원}/\text{m}$
	소 계 8,431 원/m	소 계 316,100 원/m
6. 부대공	갱문공, 계측 $1,301,409,000 \div 3,194$ $= 407,454 \text{ 원}/\text{m}$	전기요금, 심정개발, 레일설치 해체, 갱문공, 계측 $1,936,634,000 \div 3,194$ $= 606,335 \text{ 원}/\text{m}$
	소 계 407,454 원/m	소 계 606,335 원/m
7. 자재비	소 계 447,985 원/m	소 계 447,985 원/m
8. 간접 공사비	(1~6) × 50% 소 계 1,948,640 원/m	소 계 3,088,668 원/m

1. 공사비 비교표

구 분		단위	T.B.M (Ø6.5m) + 확공			N A T M		
			수량	단가	금 액	수량	단가	금 액
굴착	T.B.M	M³	82,360	53,879	4,437,474,440			
	확 공	"	127,146	12,000	1,525,752,000			
	N A T M	"	60,403	15,000	906,045,000	270,149	15,000	4,052,235,000
	소 계				6,869,271,440			4,052,235,000
버력처리	T.B.M	M³	82,360	17,150	1,412,474,000			
	확공+전단면	"	196,399	5,300	1,040,914,700			
	N A T M	"				286,643	5,300	1,516,027,900
	소 계				2,453,388,700			1,516,027,900
지보공	Shotcrete	M³	18,899	172,000	3,250,628,000	16,407	172,000	2,822,004,000
	Rock Bolt	SET	16,564	105,000	1,739,220,000	12,993	105,000	1,364,265,000
	Steel Rib	SET	275	580,000	159,500,000	275	580,000	159,500,000
	소 계				5,149,348,000			4,345,769,000
복공	Con'c 라이닝	M³	27,698	13,500	373,923,000	27,698	13,500	373,923,000
	강재거푸집	SET	4		434,384,000	4		434,384,000
	방수공	M²	82,282	15,800	1,300,055,600	82,282	15,800	1,300,055,600
	소 계				2,108,362,600			2,108,362,600
직접공사비 계					16,580,370,740			12,022,394,500
기타 공 사 비					1,455,155,383			1,455,155,383
부대	쟁 문 공	식	1		346,379,105	1		346,379,105
	내 장 공	"	1		622,499,769	1		622,499,769
	배 수 공	M	6,388	30,000	191,640,000	6,388	30,000	191,640,000
	Rail 설치해체	식	3,194	52,000	159,768,000			-
	계 측 비	"	1		258,000,000	1		140,890,150

구 분			단위	T.B.M (Ø6.5m) + 확공			N A T M		
				수량	단가	금 액	수량	단가	금 액
공	전기요금		식	1		298,415,824			-
	가설사무실		"						-
	삼정개발		"	1		60,000,000			-
	소 계					1,936,634,698			1,301,409,024
가 시 설 물	급수시설		식	1		49,000,000	-	-	-
	배수시설		"	1		53,346,913	1		10,772,513
	임시조명		"	1		151,000,000	1		16,155,000
	침전설비		"	1		41,000,000	-	-	-
	임시수전설비		"	1		190,000,000	-	-	-
	TBM CABLE 설치		"	1		156,000,000	-	-	-
	기타 간선 및 관리운영유지비		"	1		298,000,000	-	-	-
	한전인입		"	1		28,000,000	-	-	-
	터널배전반		"	1		43,000,000	-	-	-
	소 계			1		1,009,346,913	-		269,275,900
계								14,805,886,499	
간 접 공 사 비				50 %		10,490,753,867	50 %		7,402,943,249
합 계						31,472,261,601			22,208,829,748
자 재 대	시멘트	포대	TcN	6.930	48,555	336,486,150	6.930		
		분말	"	14.900	53,902	803,139,800	14.900		
	철 근		"	1.120 ¹⁴⁹	260,000	291,238,740	1.120 ⁴⁹		
	계					1,430,864,690			1,430,864,690
총 계						32,903,126,291			23,639,694,438

÷ 3.194

≒ 1,300 원/㎡/M.평

÷ 3.194

≒ 1,140 원/㎡

2. 소요 공기 산출

가. TBM + NATM 확공

공 종	물 공 방	소 요 공 기	공 사 기 간 (월)																																												
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42			
공 사 준 비	1 식	1 개월	—																																												
토 공	88,328 m ³	88,328m ³ ÷22,000m ³ /월÷2 = 2.0 개월	—	—	—																																										
TBM 조립, 경구 NATM 및 PILOT 하널굴착	지보패면 TYPE 4,5,6 L = 40×2 = 80.0 m PILOT경 2개소×20m = 40.0m	1.5 개월 (4방향) 0.5 개월			—	—																																									
본 선 정 T B M + N A T M 확 공	총 연 장 L = 1,627m+1,567m = 3,194m																																														
	TBM (Φ6.5m) 1,277+1,205 = 2,482.0m	2,482.0m÷(260m/월×24) ÷ 5.0개월 (TBM 24대 투입, 2방향)				—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	NATM 확공 1,277+1,205 = 2,482.0m	2,482.0m÷310m/월 ÷ 8.0개월 (4방향)										—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	전단면 NATM 지보패면 4,5,6 : 172.0m	172m÷130m/월 ÷ 5.0 개월 (2방향)																																													
	지보패면 2,3 : 540.0m	540m÷110m/월 ÷ 5.0개월 (2방향)																																													
라이닝 COM'C 및 방수처리 공	1 식	3,194m÷9m/월×5일/cycle÷ 25일/월 ÷ 4조 ÷ 13개월																																													
배수구 및 공동구	1 식	5 개월																																													
연립 통로	전단면 NATM 2 개소 × 18.9m = 37.8m (굴착량 : 650 m ³)	1 개월												—																																	
경 문 공	4 개소	3 개월																																													
터 널 포 장 공	포충 및 빈콘크리트 : 11,600m ³ 선택층 : 3,600 m ³	3 개월																																													
터 널 부대 시설	터널, 화강석활입 및 부대 : 1식	5 개월																																													
설 비 공	1. 원기 TBM 설치 공사 2. 방재 설비 공사 3. 자동 제어 공사	6 개월 7 개월 4 개월																																													
부 대 공	1 식	12 개월																																													

나, R/W 굴착

공종	물공발	소요공기	공사기간 (월)																																												
공사준비	1식	1개월	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40					
토공	88,328 m ³	88,328m ³ ÷22,000m ³ /월÷2 = 2.0개월																																													
경구설치 및 보강	4 개소	1.0개월																																													
NATURAL CONCRETE POURING SYSTEM	1. 본선경 L=3,280m (상행선 1,670m, 하행선 1,610m)	• 굴착: 269,308m ³ • 비복처리: 265,107m ³ • 스티크리브: 16,407m ³ (Steel-rib 237set 설치 포함) • ROCK-BOLT: 14,715 set • 빔수처리: 81,762m ³ • LINING CON'C : 27,528m ³ • 배수구 및 공동구: 1식 1cycle 32,612m ³ ÷60m ³ /일÷25일/월 ÷4방향÷3교대 = 13개월 1cycle 3,194m ³ ÷5m ³ /set×55set/cycle ÷25일/월÷4조 = 18개월 5개월																																													
	2. 연립통로 L = 37.8m (2 개소)	굴착량 : 850 m ³ 1개월																																													
강판공	4 개소	3개월																																													
터널포장공	표층 및 원본크리트 : 11,600m ³ 선택층 : 3,600 m ³	3개월																																													
터널부대 시설	타입, 화강석활입 및 부대 : 1식	5개월																																													
설비공	1. 환기 FAN 설치 공사 2. 방제 설비 공사 3. 자동 제어 공사	6개월 7개월 4개월																																													
부대공	1식	12개월																																													

국내 장대터널 현황

500m 이상 39개소
 고속도로 : 11개소
 국도 및 기타 : 28개소

순위	터널명	도로명	연장(M)	종단구배	차선수	환기방식	설계회사	비고
1	죽령터널	중앙고속도로	4,740	0.3 %	1방향 2차선	JET-FAN +수직갱, 집진기	대한	설계완
2	철모산터널	국도(경남창원)	2,340	2 % (1940m) + 1.25% (400m)	"	상행: 반평류식 하행: JET-FAN	삼우	"
3	중산터널	지방도(강원화천)	1,986					
4	바달재터널	국도(충북제천)	1,960	0.6 %	1방향 2차선	상행: 반평류식 하행: 평류식	삼우	설계완
5	구덕터널	부산직할시도	1,870	1.6 %	"	반평류식		시공완
6	수리터널	서울외곽(남부)	1,866	0.52 %	1방향 4차선	"	극동	설계완
7	황령산터널		1,843	2.2 %	1방향 2차선	"		
8	제2만덕터널	부산직할시도	1,740	2.88 %	"	"		시공완
9	상주터널	중부내륙고속도로	1,700	1.25 %	"	JET - FAN	대한	설계중
10	불암터널	서울외곽(북부)	1,650	0.96 %	1방향 3차선	반평류식	한국종합	"
11	수락터널	"	1,600	1.0 %	"	"	동일	"
12	남산2호터널	서울특별시도	1,580	3% (780m) + 2.5% (800m)	2방향 2차선	평류식		시공완
13	남산1호터널	"	1,530	3.5 %	1방향 2차선	반평류식	한국종합	시공중
14	마성터널	영동고속도로	1,460	0.62 %	"	JET - FAN	"	"
15	오천터널	지방도(강원양구)	1,296					
16	남산3호터널	서울특별시도	1,270	0.5 %	1방향 2차선	반평류식		시공완
17	수암터널	서울외곽(남부)	1,254	2.0 %	1방향 4차선	JET - FAN	극동	설계완
18	광안터널	부산직할시도	1,200	1.1 %	1방향 2차선	반평류식		시공완
19	포이 - 내곡	도시고속(분당)	1,180	3.0 %	"	상행: JET-FAN 하행: 반평류식	삼우	설계완
20	다부터널	중앙고속도로	1,040	3.0 %	"	JET - FAN	한국종합	시공중

로 (2) 형에 속한다.

토사가 유동상태의 지반의 경우는 굴착면의 안정을 위한 추가적인 조치가 요구되며, 추가적인 조치로는 굴착공간을 유지하기 위하여 (1) 압축공기, (2) 슬러리 또는 압력수를 이용한다. 이에 대한 자세한 설명은 생략하며, 슬러리를 이용하는 경우의 TBM의 작업현황도는 그림 16.8 과 같다.

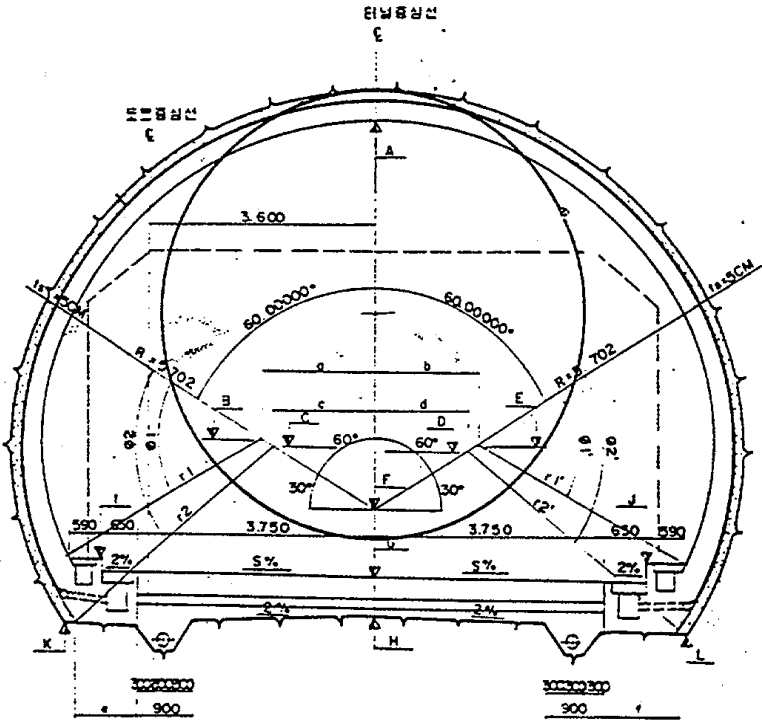
16.5 TBM 설계를 위한 자료

일반도로 터널의 경우와 설계를 위한 자료는 대동소이하며, TBM 공법이라서 크게 다를 것은 없다. 설계를 위한 조사항목 및 분석해야 할 사항은 다음과 같다.

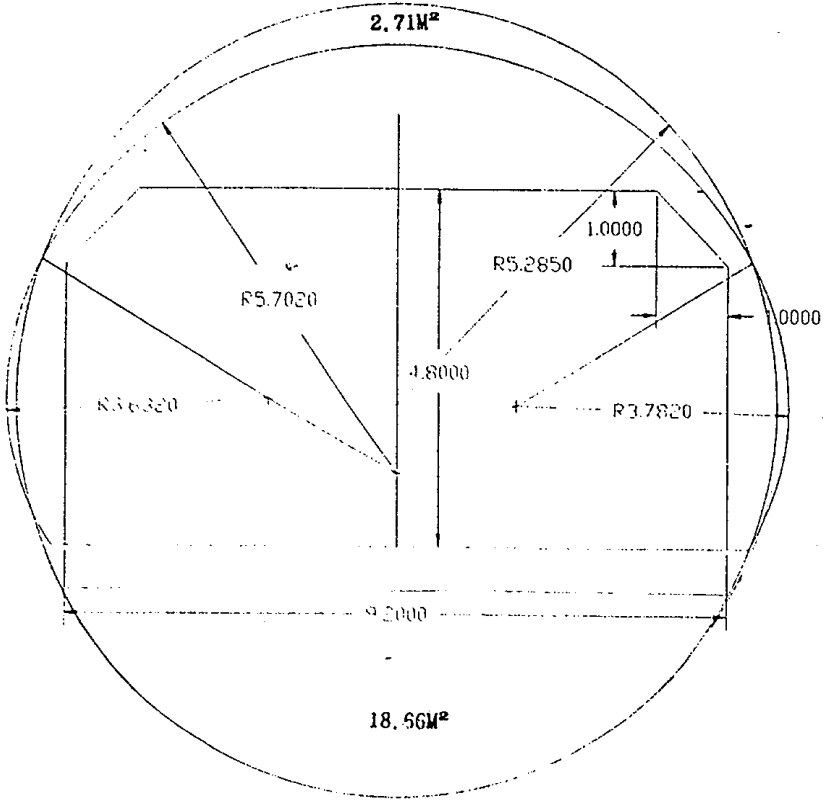
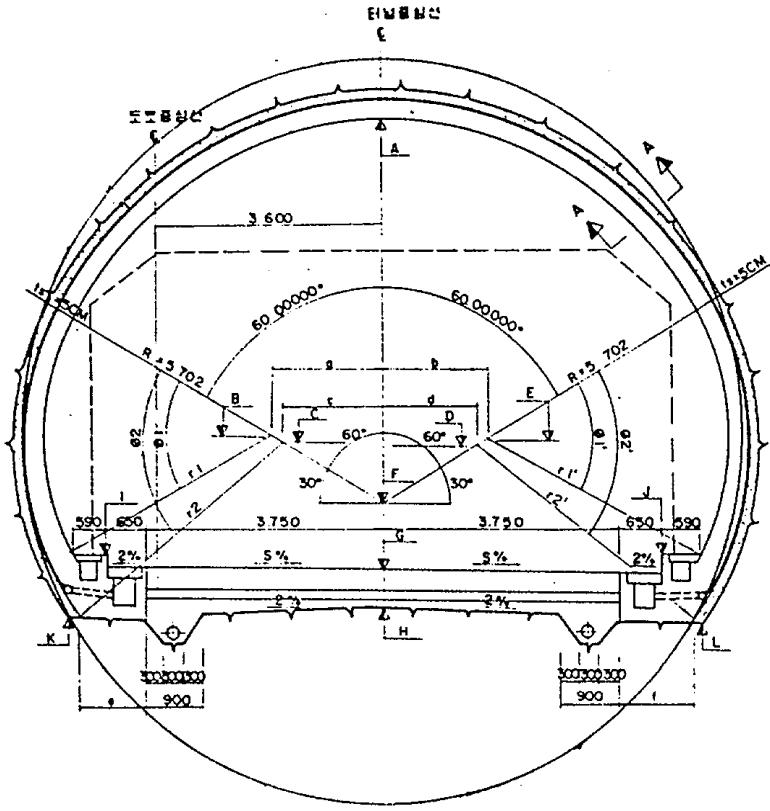
- (1) 지반조사
- (2) 암반의 강도 및 실내실험
- (3) TBM 사용시 장비의 굴착전진에 따른 선형관리
- (4) 굴착물질 처리계획(버럭처리)
- (5) 라이닝 및 지보재 시공계획
- (6) TBM과 기존 터널공법과의 경제성 비교
- (7) 굴착연장에 따른 경제성 비교
- (8) TBM 관련된 기타 추가적인 사항

국내의 경우 TBM 공법을 신공법이라 하여 채용하고자 하는 노력이 많이 있는 것으로 아나 실제로는 1950년대 후반에 개발된 30년이 경과한 공법이며, 모든 공법은 불요불급 아니면 경제성 및 효율성 제고의 목적에서 개발되었다는 것을 명심해야 할 것이다. 단지 신공법의 적용실적 등의 쫓점보다는 장비의 초기투자비, 타공법과의 경제성, 현장여건 등을 감안하여 타공법과 적용 비교검토에 따른 현장의 특수성과 경제적인 측면에서 경쟁력이 있는 경우에만 적용가능한 것이라 판단된다.

NATM과 TBM 굴착단면 비교



NATM과 TBM 굴착단면 비교



5-3 피난연결 터널단면 검토

방 침

설 계 기
16203-195
('93. 12 .6)

[사장님 영동고속도로 확장공사 현장 순시시 지시사항]

피난 연결 터널 단면 확충 필요성 여부에 대한 재검토 내용을 보고코자 합니다.

1. 설치개요 및 목적

- 피난 연결 터널은 장대터널에서 화재 또는 긴급상황 발생시 매연 등으로 인한 피해로부터 운전자와 승객을 우선 피난시키기 위한 시설로 매연 확산속도와 대피속도를 고려하여 적정 간격으로 설치하는 시설이며,
- 구급차 및 소방차의 진출입으로 초기피해를 극소화하고,
- 유지관리에도 유리한 시설임.

2. 설치 기준

가. 설치간격

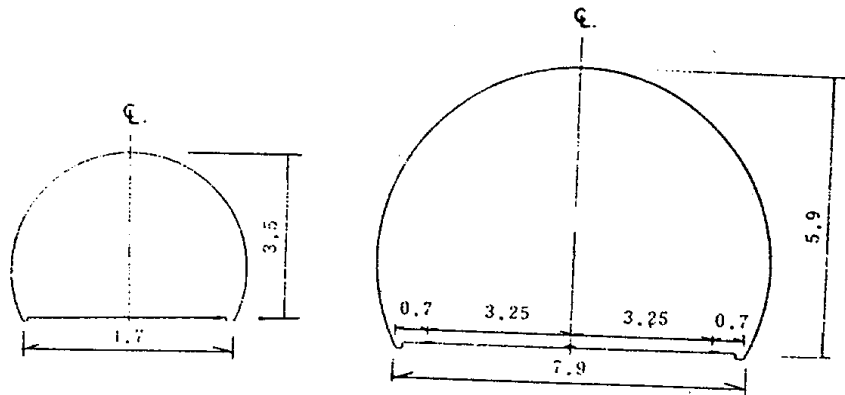
구 분	설치간격(m)	비 고
터널공사 표준시방서	-	필요시 비상용 피난통로 설치
도로의 구조,시설기준에 관한 규정	750	
도로설계요령 (도공)	750	
도로설계요령 (일본)	750	

나. 설치 규격

(1) 일반적인 기준

구 분	설 치 규 격	비 고
도로설계요령 (일본)	4.7 m × 3.5 m	
국내터널 설치 규격	4.7 m × (3.5 - 5.9 m)	

(2) 설치규격 비교



기존설계 (1안)

검토안 (2안)

구 분	1 안	2 안
설치규격 (m)	$\frac{4.7 \times 3.5}{1차선}$	$\frac{7.9 \times 5.9}{2차선}$
목 적	° 비상시 운전자 및 승객이 도보로 우선 피난 ° 구급차 및 소방차 진입로	° 비상시 차량이 대향차선 터널로 대피 ° 구급차 및 소방차 진입로
공 사 비	<u>1.0 억원 / 개소</u>	<u>1.9 억원 / 개소</u>
장 . 단점	° <u>일반적인 피난연결터널 설치 기준</u> ° 비상시 터널내의 차량대피 곤란 ° <u>공사비 저렴</u>	° <u>비상시 차량이 피난연결터널을 통하여 대향 터널로 대피 가능</u> ° 차량이동에 의한 대향터널로의 매연이동으로 교통혼잡 우려 ° <u>차량 대피로 인한 혼란 가중</u> ° <u>차량이동으로 인한 매연확산으로 피해확대 우려</u> ° 유지보수 용이 ° <u>공사비 고가</u>

3. 검토 의견

상.하행 터널을 상호 연결하여 긴급시를 대비한 피난연결터널은

- 화재 또는 긴급상황 발생시 운전자 및 승객을 우선 사고터널에서 대피 시

키고

- 구급차 및 소방차등 긴급차량의 진.출입으로 활용하는 것이 일반적인 설치

목적임.

- ° 피난연결터널의 규격을 확대할 경우 터널 상호간 차량소통은 다소 용이할 것으로 판단되나, 차량이동에 의한 매연확산 가중으로 피해확대 및 대향터널의 교통 상태를 혼잡하게 할 우려가 있는 등 문제점을 내포하고 있어

- 피난연결터널의 설치기준은

• 간 격 : 750 m 정도

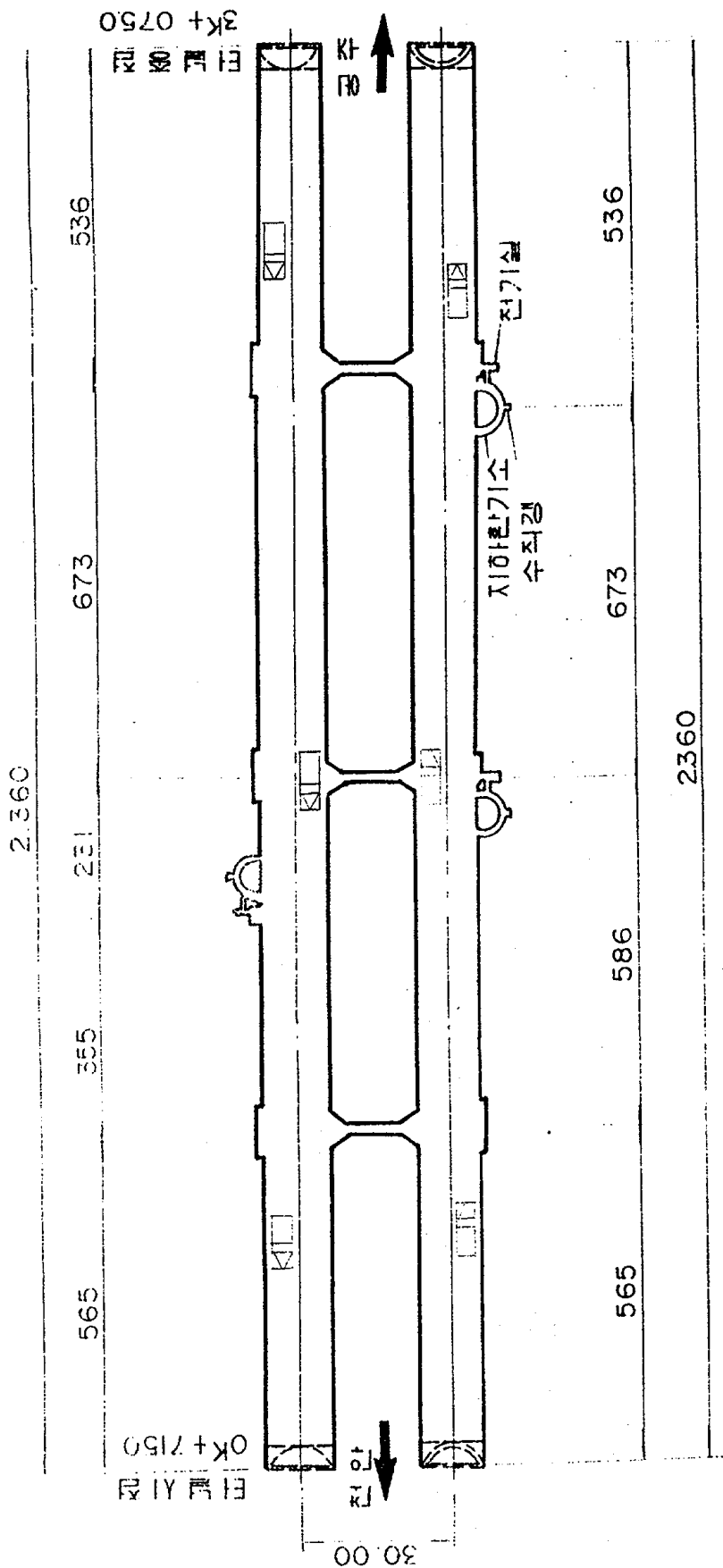
• 규 격 : 4.7m(폭) × 3.5m(높이)

으로 하는 것이 타당한 것으로 사료됨.



※ 기 설계예

구 분	용 도	내공단면의 크기 (m)		비 고
		폭	높 이	
죽 령 터 널 (4,740 m)	인 도 용	2.8	3.0	
	차 도 용	4.7	4.24	구급차 및 소방차기준 으로한 어느정도의 대형차량
수 리 터 널 (1,800 m)	차 도 용	4.7	5.9	4.8m의 건축한계 확보 ※비상주차대와 겸용
상 주 터 널 (1,655 m)	차 도 용	4.7	3.5	
불모산 터 널 (2,340 m)	차 도 용	4.7	3.5	
마 성 터 널 (1,460 m)	차 도 용	4.7	5.9	
차 령 터 널 (2,360 m)	차 도 용	4.7	3.5	



(131) >

자령터널 피난연결통로 설치 계획

5-4 터널내 공동구 및 배수구 개선방안 검토

방 침

설 계 기

16203-26

('94. 2. 14)

1. 검토목적

현재 고속도로 터널에 적용되고 있는 공동구와 배수구의 표준형식은 시공의 난이도가 높을뿐아니라 대부분의 작업이 시공조건이 불량한 터널내부에서 이루어지므로 품질관리가 어렵고 조잡한 시공이 될 우려가 높으므로, 터널내 공동구와 배수구의 표준형식을 개선하여 시공성이 양호하고 기능과 품질확보가 용이한 최적형식을 선정하고자 함.

2. 공동구 및 배수구의 기능

가. 공동구

- ° 광통신 케이블 및 일반통신, 전원 케이블 설치공간 확보
- ° 터널내 조명, 환기, 교통관제 등을 위한 케이블 설치공간 확보
- ° 각종 케이블의 추가설치, 교체, 점검 및 유지보수 공간 확보

나. 배수구

- ° 노면 배수구 : 터널내부로 유입되는 노면수 및 터널내 청소 등으로 발생하는 표면수의 배수처리
- ° 배면 배수구 : 방수슈트 배면으로 유도되는 터널내 용수의 배수처리
- ° 저면 배수구 : 굴착면 하부로 유입되는 용수의 배수처리

3. 검토방향

가. 기능확보

- ° 공동구 : 터널규모에 따라 공동구 내부에 설치되는 시설물의 종류가 다양하게 변화하므로 터널규모에 따라 구분
 - 터널연장 1km 이하 : 300 × 300 (m/m)
 - 터널연장 1km 이상 : 450 × 600 (m/m) 이상
- ° 배수구 : 각 위치별 발생유량을 처리할 수 있는 규격선정
 - 노면 배수
 - 배면 배수
 - 저면 배수

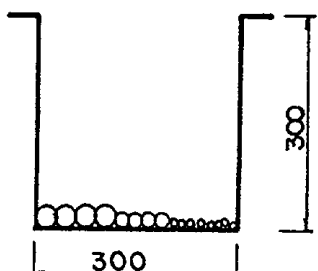
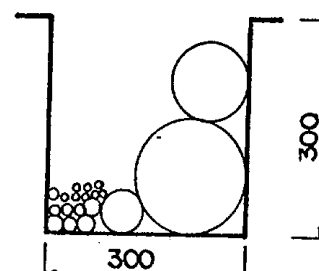
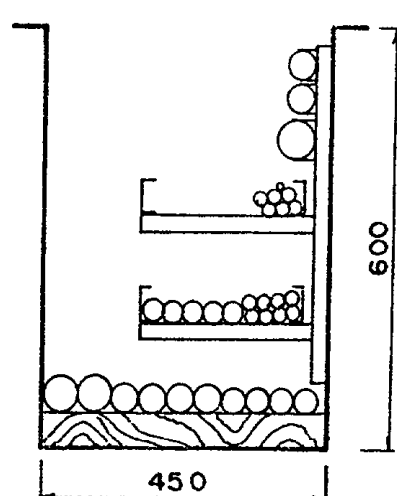
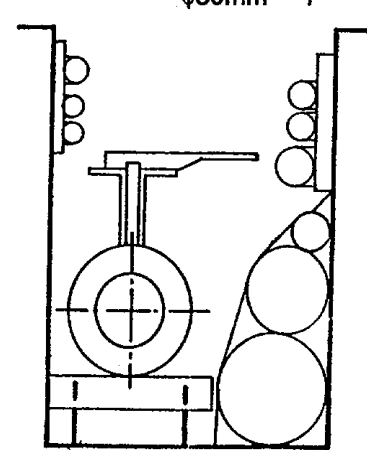
나. 시공성확보

공동구 및 배수구의 시공은 대부분의 작업이 시공조건이 불량한 터널 내부에서 이루어지므로 이를 감안하여 시공이 용이한 pipe 또는 Precast 제품을 최대한 활용토록하며, 현장타설 콘크리트는 구조를 단순화

다. 유지관리, 기타

공동구 및 배수구는 추후 예상되는 용량증대에 대하여 충분한 규격을 확보 토록 하며, 청소 등 유지관리가 용이한 구조로 함. 배수구는 차량 주행에 따른 주행성 및 안전성 고려

공동구내 설치 시설물

구 분	좌 측 공 동 구	우 측 공 동 구	비 고
터널연장 1Km이하	○ 조명전원 : 16선 $\left[\begin{array}{l} 17\text{mm} - 4 \\ 15\text{mm} - 4 \\ 11\text{mm} - 8 \end{array} \right]$ 	○ 조명 전원 : 16선 ○ 광통신 및 일반통신 Cable $\phi 150\text{mm} - 1, \phi 100\text{mm} - 1$ ○ 교통관리시스템용 전원 Cable $\phi 50\text{mm} - 1$ 	
터널연장 1Km이상	○ 환기설비용 동력Cable : $\phi 150\text{mm}$ CCTV설치용 Cable : $\phi 42\text{mm} - 1$ $\phi 28\text{mm} - 2$ ○ 조명전원 : 16선 	○ 환기제어설비 Sensor $\phi 28\text{mm} - 3$ ○ 소화전 설비 : $\phi 200\text{mm} - 1$ ○ 소화전 비상선 : $\phi 42\text{mm} - 1,$ $\phi 38\text{mm} - 1$ ○ 조명 전원 : 16선 ○ 광통신 및 일반통신 Cable $\phi 150\text{mm} - 1, \phi 100\text{mm} - 1$ ○ 교통관리시스템용 전원 Cable $\phi 50\text{mm} - 1$ 	터널 연장에 따라 설치 수량이 상이하므로 당해 터널 설계시 단면 설정 2014. 11. 14

4. 검토내용

구분	기존방식	검토 1 안	검토 2 안	검토 3 안
개요	○ 공동구 - 구체콘크리트: 현장타설 콘크리트 - 덮개: Pre-cast 브릭 ○ 배수구: - 구체콘크리트: 현장타설 콘크리트 - 덮개: Pre-cast 브릭	○ 공동구 - 구체콘크리트: 시공이 용이한 형태로 개량한 현장타설콘크리트 - 덮개: 공동구내 오수의 침투를 최소화 하기위하여 Pre-cast T형브릭으로 설치 ○ 배수구: - T-P관을 매설하고 상단은 본선과 동일한 포장으로 시공. - 배수구 50m마다 맨홀설치하고 덮개는 접수능력을 고려 Grating Cover를 설치	○ 공동구 - 구체콘크리트: 시공이 용이한 형태로 개량한 현장타설콘크리트 - 덮개: 공동구내 오수의 침투를 최소화 하기위하여 Pre-cast T형브릭으로 설치 ○ 배수구 - 출관을 매설하고 상단은 본선과 동일한 포장으로 시공. - 배수구 50m마다 맨홀설치하고 덮개는 접수능력을 고려 Grating Cover를 설치	○ 공동구 - 구체콘크리트: 시공이 용이한 형태로 개량한 현장타설 콘크리트 - 덮개: 공동구내 오수의 침투를 최소화 하기 위하여 덮개를 Pre-cast T형 브릭으로 설치 ○ 배수구 - 구체와 덮개가 일체화된 원심력 Pre-cast 관으로 설치. (중어블) - 배수구 50m마다 맨홀설치
단면				
단면				
특징	○ 공동구내 배선 및 교체 등 유지관리 용이. ○ 공동구 및 배수구의 구체콘크리트와 Pre Cast 덮개 시공성 불량 (철근배근, 거푸집설치 해체 및 콘크리트 타설) * 공사비: 187,000원/M	○ 공동구내 배선 및 교체 등 유지관리 용이. 시공성 양호. ○ 배수구 상단포장을 본선과 같은 형태로 하므로써 주행성 및 미관 향상. ○ 배수구 청소 등 유지관리 다소 미흡. * 공사비: 143,000원/M	○ 공동구내 배선 및 교체 등 유지관리 용이. 시공성 양호. ○ 배수구 상단포장을 본선과 같은 형태로 하므로써 주행성 및 미관 향상. ○ 배수구 청소 등 유지관리 다소 미흡. * 공사비: 146,000원/M	○ 공동구내 배선 및 교체 등 유지관리 용이. 시공성 양호. ○ 배수구 덮개와 구체를 일체화 하므로써 구조적으로 안정. * 공사비: 169,000원/M
견의안		0		

5-5 터널 Shotcrete 공법 검토

방 침

설 기
16203-111
('94. 7. 16)

1. 검토목적

터널 시공시 지보재로 사용되는 뿔어붙이기 콘크리트(Shotcrete)가 현재 건식공법으로 설계, 시공하고 있으나, 터널내부에서 작업시 인체에 유해한 시멘트와 급결재의 분진, 비산등으로 시공성과 작업환경이 열악하여 품질확보가 곤란하므로, 시공방법이 개량된 습식공법에 의한 기계화 시공으로 변경하여 시행코자 함.

2. 뿔어붙이기 콘크리트공법 개요

○ 공법 개요

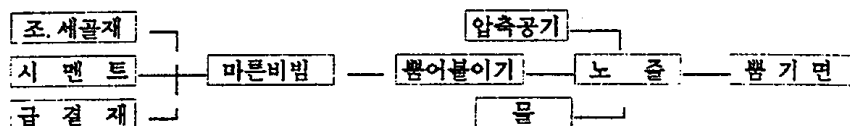
터널 굴착시 원지반의 이완을 방지하기 위하여, 압축공기를 이용하여 콘크리트를 호스와 노즐을 통하여 압송하여 속도에 의한 충격력으로 터널 굴착표면에 부착시키는 공법

○ 뿔어붙이기 콘크리트의 기능

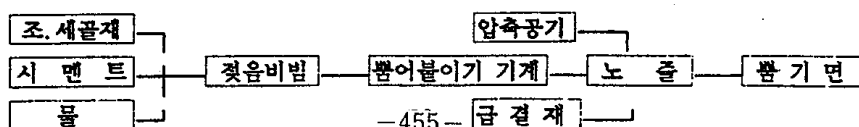
- 지반을 조기에 안정시키고, 굴착면의 요철을 줄이며 응력집중을 완화
- 콘크리트 아취(Arch)로 작용하고, 하중을 분담하며, 암반의 균열에 대한 보강효과
- 지반의 움직임(舉動)을 구속하고 전단 저항력을 높이며 Rock-bolt의 힘을 지반에 분산시켜 전달하며, 굴착면의 풍화 등에 의한 이완을 억제

○ Shotcrete 공법의 종류

- 건 식 : 시멘트, 골재, 첨가재를 건조한 상태로 혼합하여 운반하고 노즐에서 물과 혼합하여 분사하는 공법



- 습 식 : 슛크리트 재료를 배합비에 의거 사전에 시멘트, 골재, 물을 혼합하여 운반하고 노즐에서 급결재를 혼합하여 분사하는 공법.



5. 검토의견

공 동 구

- 원형관 형태로 매설하는 경우 배관 및 교체가 곤란하고, 종전의 4각형 단면보다 비경제적인 단면이 되어 추가설비 설치시 용량이 부족하게 될 우려가 있음.
- 타기관(의왕-과천간,경기도)에서 원형관으로 매설한 사례가 있으나, 공동구내에 ANCHOR 설치가 곤란하는등 유지관리가 곤란하여 적용에 타당성이 없는 것으로 판단됨.

배 수 구

- 기존방식은 미관 및 시공성이 불량하고 시공후 배수구 위로 차량주행시 평탄성 불량으로 인한 사고발생 위험이 높고 덮개 파손이 예상됨.

6. 검토결과

- 공동구는 공용기간중 배관 및 교체 등 유지관리가 용이한 기존의 4각형단면 형식으로 적용함이 타당한것으로 판단됨.
- 배수구는 공사비가 저렴하고 시공성, 주행성 및 미관이 양호한 검토1안의 THP관으로 적용하고, 현재 시공중인 터널중 배수구와 공동구를 시공하지 않은 터널도 변경된 단면으로 시행함이 타당하다고 판단됨.

3. 건식 및 습식 Shotcrete 공법 비교

구 분	건 식 공 법	습 식 공 법
공 법 개 요	- 믹서에서 조.세골재 시멘트 및 급결재를 미리 혼합하고 뿜어붙이기 작업시 노즐에서 물과 재료를 혼합	- 고정식 B/P에서 조.세골재 시멘트 및 물을 계량하여 혼합하고 뿜어붙이기 작업시 노즐에서 급결재와 재료를 혼합
소요 인력 및 장비	- 인력구성 - 작업반장 1 인 - 기계운전수 2 인 - 노즐공 1 인 - 보통인부 6 인 - 노즐공조수 1 인 - 계 11 인 - 장비조합 - 콘크리트 믹서 (0.3m³/hr) - 공기압축기(Air compressor) - ALIVA: (가격: 55,000천원 - 규격: 9m³/hr)	- 인력구성 - 중기조정원 2 인 - 특수인부 1 인 - 보통인부 3 인 - 계 6 인 - 장비조합 - 고정식 기존B/P사용 (60m³/hr) - 운반: 믹서트럭 (6.0 m³) - 공기압축기(Air compressor) - 콘크리트 펌프 및 분사로보트: (가격: 1 - 3.3 억원 - 규격: 13 m³/hr)
장 단 점	- 시공경험이 충분하며, 장비가격이 저렴하고 국내보유대수 많음. - 시공중 분진이 과다히 발생하고, 작업을 위한 시거가 확보 되지 않아 시공두께 불균일등 정밀시공 곤란. - 시멘트 및 급결재의 분산으로 진폐 병등 유발원인이 되며, 작업조건 열악. - 작업인원이 과다히 소요되며, 고기능의 숙련된 기능공 확보가 곤란하고 시공중 안전사고 위험성 내포. - 노즐 또는 운반호스의 중간에서 작업원이 인력으로 물과 건비빔 재료와 물의 양을 조정하여 혼합하므로 품질관리가 곤란하고 콘크리트 품질 불균일 - 탈락율(Rebound)이 많이 발생되어 재료 손실(35 - 45%) 과다 및 비경제적.	- 시공경험이 부족하고 시공장비가 고가이며 국내 보유대수 적음. - 시공중 분진발생이 적어 작업환경이 개선되고, 작업을 위한 시거확보가 용이하므로 기계화 시공 및 정밀시공 가능 - 작업환경 개선으로 공사관리 원활 - 전 작업이 기계시공이 가능하므로 소수의 인원으로 작업이 가능하고 공사중 안전성 증가 및 품질관리가 확실하며 경제적 시공가능. - 콘크리트 생산시 정확한 계량에 의하여 충분히 혼합하므로 품질관리 용이 - 탈락율(Rebound)이 적게되어(10-15%) 원가절감이 가능하고 경제적 시공가능.

4. 경제성 검토

(M³ 당)

구 분	건 식	습 식	증감액 (비율)
계	334,299 원/m ³	264,099 원/m ³	△ 70,200 (△20.9%)
장비 사용료	Con'c Mixer (0.3m ³ /hr): 1,852 Air compressor : 4,896 Aliba : 16,233 소 계 22,981 원/m ³	con'c 생산 및 운반 : 7,974 (B/P, mixer truck 6m3) Air compressor : 3,390 분사 robot (습식장비): 56,345 소 계 : 67,709 원/m ³	+ 44,728 원/m ³
재료비	시 멘 트: 400kg×67= 26,800 모 래: 1080kg×16.2=17,496 쇄석골재: 731kg×5.1= 3,728 급 결 재: 17.8kg×800=14,240 물사용료: 180kg×1.8= 324 잡재료비: 3,415 손실금액:66,003×0.736=48,578 소 계: 114,581 원/m ³	시멘트: 450kg×67 = 30,150 모 래: 732kg×16.2= 11,858 쇄식골재: 805kg×5.1= 4,105 급결재: 22.5kg×800= 18,000 유동화재:4.5kg×1,300= 5,850 물사용료:234kg×1.8 = 421 잡재료비 2,209 손실금액:72,593×0.157=11,397 소 계 83,990 원/m ³	△ 30,591 원/m ³
인건비	* 작업원 구성 (11명/조) 작업반장 1인, 중기운전수 2인 노출공 1인, 노중공조수 1인 보통인부 6인 소 계 : 196,737 원/m ³	* 인부 구성 (6명/조) 중기운전수 2인 보통인부 3인 특수인부 1인 소 계 : 112,400 원/m ³	△ 84,337 원/m ³

5. 검토 의견

- 습식 슛크리트는 건식에 비하여
 - 분진이 거의 발생치 않으므로 작업환경 개선.
 - 고정식 B/P에서 혼합물을 생산함에 따라 품질관리 확실.
 - 타락율 감소, 시공능률 향상으로 경제성 유리.

- 건식 슛크리트 장비는 국내에 많이 보급된 반면, 습식 장비는 보급율이 적고 고가의 수입장비이므로 초기투자부담 우려.

- 습식에 의한 기계화 시공은 작업능률 증대 및 품질관리가 용이한 반면 시공경험이 부족하여 초기에는 적용에 어려움이 예상되나, 국내의 시공수준 향상 및 기계화 시공을 유도키 위해 습식으로 전환코자 하며, 정착단계 까지는 슛크리트의 타락율을 현장시험 결과에 의거 $\pm 5\%$ 를 적용.

- 습식공법에 의한 기계화 시공은 건식공법보다 시공성, 환경측면, 경제성 등에서 충분한 효과가 있으므로, 추후 시행시 변경된 습식공법으로 적용코자 함.

5-6 터널 비상주차대 설치 기준

방 침	
설	일
16210-85	
('95. 4. 24)	

비상주차대 개요

- 가. 비상주차대란 차량의 고장 및 사고시 차량을 일시 주차시키기 위한 공간
- 나. 700~800m 간격으로 주행차선측에 30m×3m 규격으로 설치

검토목적

- 가. 적절한 비상주차대 구간 결정
- 나. 비상주차대와 피난연결통로를 병합하여 터널단면의 굴착시공성 향상 및
공사비 절감효과, 기능여부 검토

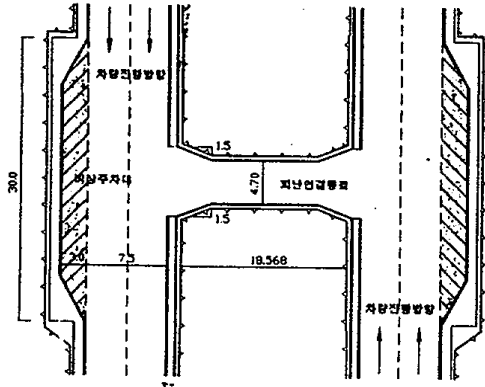
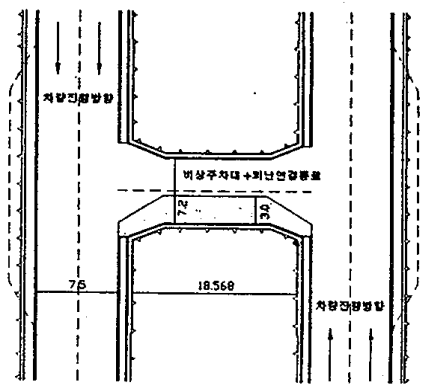
검토내용

- 가. 비상주차대 일반규정
- 나. 비상주차대 비교검토
- 다. 구조적 안정성 검토
- 라. 시공사례

비상주차대 일반규정

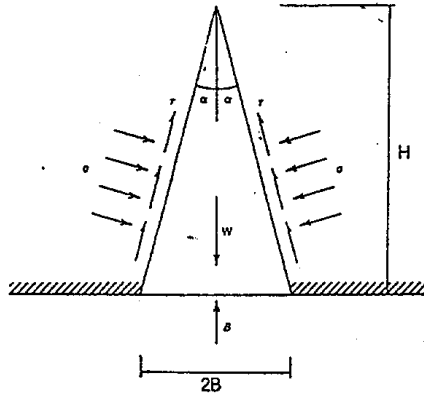
구 분		국내(한국도로공사)	일본(도로협회)	노르웨이(터널지침서)
설치기준	설치간격	· 경제성 고려 : 750m	· 연장 750m이상 터널에 설치 · 일방향터널 : 750m	이용차량과 터널조건에따라 300 - 1,500 M
	규격	· 30m×3m	· 30m×3m	· 승용차용 : 24m×3m · 중차량용 : 44m×3m
시공사례	국 내		국 외	
	· 차령 터널 : 536~673m · 창원 터널 : 418~700m · 죽령 터널 : 581~730m · 상주 터널 : 530~560m		· 가 네 즈 터널(일 본) : 600~730m · 오 슬 로 터널(노르웨이) : 270~1,520m · 포라비취터널(오스트리아) : 480~850m · 코쉬베르그터널(오스트리아) : 500~950m	
형 단 면 도				
평 면 도				

비상주차대 비교검토

구 분	기 본 안	검 토 안
개 요 도		
주 행 성	- 고장및 사고차량이 비상주차대에 대피가 용이 - 비상주차대에서 본선 진입 용이 - 운전자가 비상주차대 위치 인지 용이 - 비상주차대가 저속차선쪽에 위치함으로써 유사시 차량진입 용이	- 고장및 사고차량 대피가 곤란하여 교통정체 예상 - 비상주차대에서 본선 진입시 본선차량 통제 및 신호체계 수립필요 - 본선타널에서 화재및사고발생시 다른 터널로 진입을 요하는 구조차량이 비상주차대에 정차한 차량으로 구조작업에 지장초래
안 정 성	- 비상주차대 구간의 단면은 확대되었으나 피난연결통로의 단면이 작아 본선타널 자체의 안정성이 검토안보다 안정 - 피난연결통로 단면이 검토안에 비해 작아 안정성 유리	- 비상주차대 구간의 본선단면은 기본안에 비해 작으나 피난연결통로의 단면확대로 본선부도 기본안에 비해 불안정 - 피난연결통로 단면이 크므로 접속부의 안정성이 기본안보다 불리 - 천정부(Crown부)의 넓이가 기본안에 비해 크므로 Key Block에 대한 위험도 증대
시 공 성	- 비상주차대 단면이 본선부와 상이하여 시공성 다소 불량 - 비상주차대 굴착공간은 피난연결통로 굴착시 장비 운반및 Rock Bolt시공 작업공간으로 이용 - 국내사례 다수 (육십령터널,차령터널,죽령터널, 등) - 국외사례 (일본도로규정,노르웨이 도로자침서, 등)	- 본선구간은 단면확대가 없으므로 연속적 시공가능 - 피난연결통로 단면 증가로 접속부의 안정성이 감소되며 이로인해 Rock Bolt 길이 및 간격, Shotcrete 물량증대 - 국내·외 사례 없음
공 사 비 (차령터널 기준)	2.25억/개소	1.64억/개소
종 합 의 견	- 고장및 사고차량처리가 원활하여 비상주차대 고유기능측면에서 유리 - 터널단면구조가 검토안에 비해 안정 - 시공성및 공사비측면은 불리	- 시공성및 공사비측면은 유리 - 터널구조적으로 불리 - 진·출입 불량으로 비상주차대 고유기능측면에서 불리
건 의 안	○	

구조적 안정성 검토

■ Key Block에 의한 파괴



$$\tau = \sigma \tan \phi$$

$$\omega = \gamma \cdot b \cdot h \text{ (단위길이당)}$$

파괴의 한계상태에서

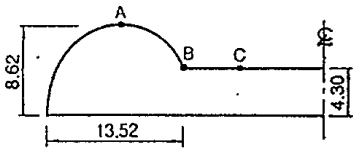
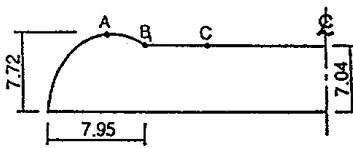
$$B - W + 2 \cdot h \cdot \sigma \cdot \tan \phi = 0$$

$$\therefore \frac{B}{W} = 1 - \frac{2\sigma \tan \phi}{2b}$$

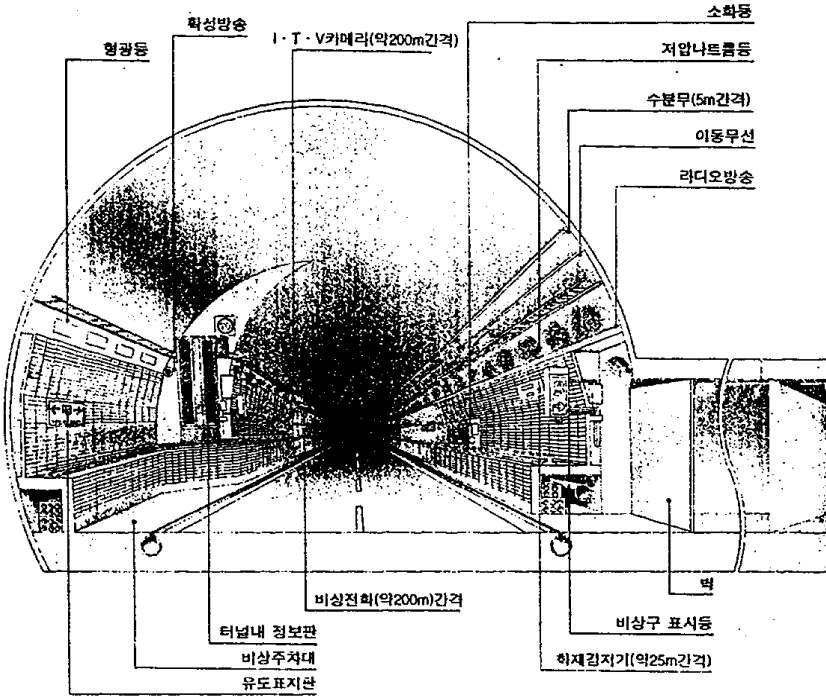
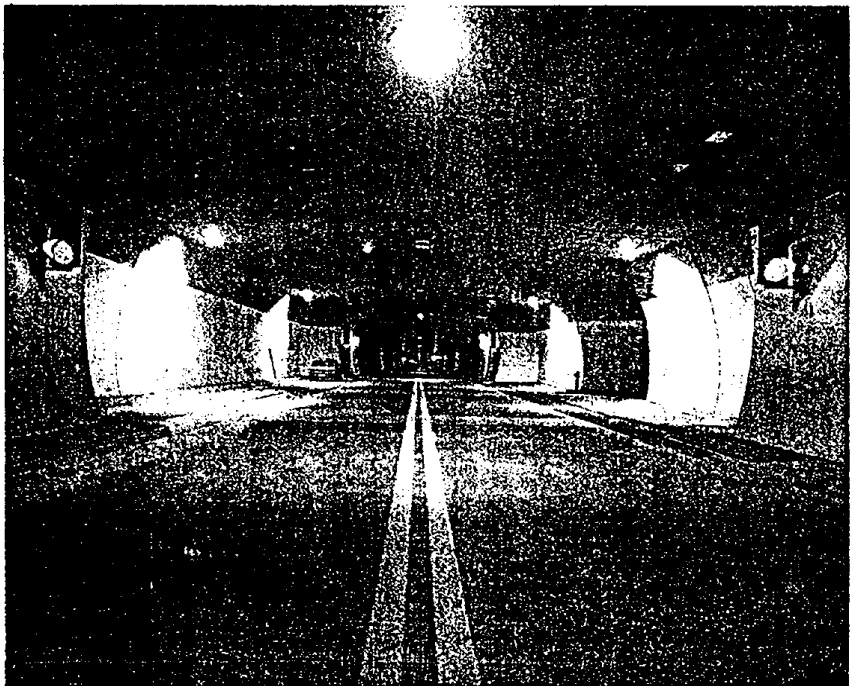
$B = 0$ 이라면 (굴착직후)

$$b_{\max} = \frac{2\sigma \tan \phi}{\gamma}$$

■ FDM에 의한 해석결과

구 분		기 본 안			검 토 안		
해 석 단 면							
	해 석 조 건	· 지반조건 : 경암 · 지표로부터 터널계획고까지 심도: 20m · $K_0 = 1.0$ Shear Modulus = 140,000 t/m² · $\nu = 0.3$ Bulk Modulus = 234,000 t/m²			· 지반조건 : 경암 · 지표로부터 터널계획고까지 심도: 20m · $K_0 = 1.0$ Shear Modulus = 140,000 t/m² · $\nu = 0.3$ Bulk Modulus = 234,000 t/m²		
해 석 결 과	구 분	A	B	C	A	B	C
	최대주응력 (t/m ²)	9.08	0.83	1.02	10.00	0.71	-1.12
	최소주응력 (t/m ²)	-8.73	-12.51	-8.16	-10.64	-21.83	-27.05
	수직 변위 (mm)	0.503	0.572	0.484	0.496	0.568	0.553
	수평 변위 (mm)	0.022	0.065	0.085	0.019	0.001	0.039
총 합 의 견		· A,B,C지점에서 평가된 응력검토결과 기본안은 검토안에 비해 전반적으로 다소 양호 · 본선터널이 검토안보다 단면이 크므로 상부 침하량은 다소 크다. · 응력과 변위를 비교해 볼때 기본안이 안정			· 비상주차대+파난연결통로. 단면확대로 안정성 및 수직침하면에서도 기본안에 비해 불리.		

시공사례

구 분	시 공 단 면
사례 1 일본 가네쯔터널 (L=11,055m)	 주행차선측에 30×3m 1개소
사례 2 오스트리아 포라비취터널 L=9,755m)	 주행및 추월차선측에 30×3m 2개소

5-7 강섬유 보강 슛크리트 적용 기준

방 침

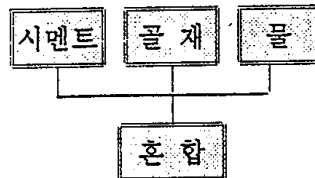
설 이
16210-144
(’95. 6. 19)

1. 검토목적

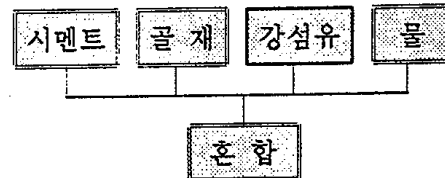
터널시공시 굴착지반의 이완을 억제하기 위하여 시공되는 슛크리트를 종전의 공법보다 시공성, 품질, 경제성 등이 향상된 강섬유보강 슛크리트의 적용 타당성을 검토하여 변경 시행코자 함.

2. 강섬유보강 슛크리트 개요

(종 전 방 식)



(강섬유보강 콘크리트)

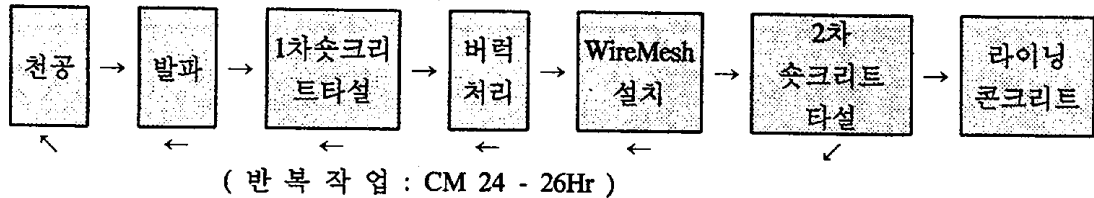


※ 강섬유보강 슛크리트 : 콘크리트의 강성을 보완하기 위하여 콘크리트 생산시 수많은 철선(직경: 0.5mm, 길이: 30mm, 용도에 따라 규격이 상이함)을 콘크리트내에 혼입하여 배합한 콘크리트

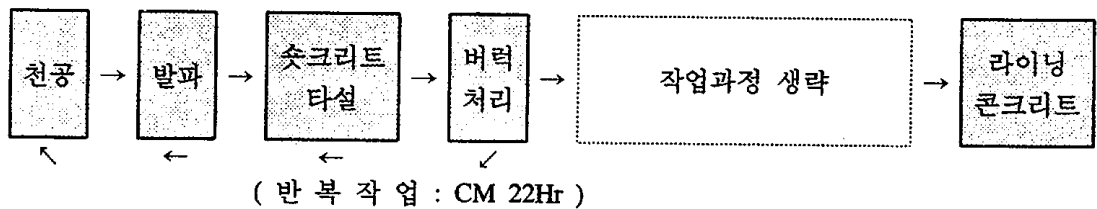
종 전 방 식	강섬유보강 슛크리트
굴착암반 스�크리트 철망(Wire Mesh)	굴착암반 스�크리트 강섬유(Steel Fiber)

3. 터널시공 개요

0 종 전



0 변 경 (안)



0 강섬유보강 슛크리트의 물성

구 분	종 전	개 선	증 감(%)	비 고
인장 강도 (Kg/m^3)	32.7	34.5	증 8.2	강섬유 혼입량: 40Kg/M ³ 기준 (서울대 오병환교수 검토자료 인용, 93.4)
등가 휨강도(Kg/m^3)	4.4	22	증 500	
압축 강도 (Kg/m^3)	254	258	증 1.5	

0 적용사례

구 분	적 용 실 적 및 적 용 추 세	비 고
외 국	◦ 80년대부터 유럽 및 미주지역에 공법적용이 시작되어 터널공법이 발달된 대부분의 국가에서 적용되고 있음 (미국, 노르웨이, 이태리, 스페인, 일본, 홍콩등)	
국 내	◦ 93년경부터 탄광 및 지하철현장에서 일부 적용하고 있으며, 대규모 현장인 석유비축기지 공사는 대부분 적용하고 있음.	

4. 강섬유보강 슛크리트의 특징

구 분	종 전 방 식	개 선 방 안	비 고
개 요	스�크리트의 강도를 보완하기 위하여 Wire Mesh를 설치.	스�크리트의 강성을 보완하기 위하여 강섬유를 혼입하고, Wire Mesh의 설치를 생략.	
장 단 점	- 굴착에 의한 여굴이 많이 발생될 경우 Wire Mesh 설치가 곤란하고 보강효과 감소 - 스�크리트타설시 Wire Mesh에 진동을 주므로 부착력 감소 및 층분리 현상 발생 - 스�크리트에 균열발생 빈도가 크며, 균열발생시 보강효과 저하 - 터널굴착 즉시 슛크리트로 보강하여야 효과가 크나 Wire Mesh 설치에 따른 보강시기 지연으로 보강효과 저하 - Wire Mesh설치의 시공성이 불량하고 작업과정이 복잡 - Wire Mesh설치로 인한 작업시간이 증가되어 공사비 증가 - 국내 생산자재로 시공가능	- 굴착 요철면에 균일한 두께로 시공이 가능하므로 보강효과 증진 - 콘크리트의 인장강도, 휨강도, 전단강도가 증가되고, 시공두께 감소 가능 (20%, 20cm→16cm) - 균열발생에 대한 저항성이 크고, 균열발생후에도 인성(잔류강도) 증가 - 터널굴착 즉시 슛크리트의 시공이 가능하므로 보강효과 증가 - 작업공종 단순화되어 품질향상 및 안전성 증가 - 작업시간 단축으로 인한 공사비 절감 가능 - 국내생산에서는 강섬유의 생산이 불가하여 수입에 의존 (국내에 생산설비 건립 추진중)	
적 용	소규모 공사 및 건식공법으로 시공시 유리	대규모 공사 및 습식으로 시공시 유리	

5. 적 용 기 준

구 분	종 전		변 경 (안)		비 고
	시공방법	시공두께(Cm)	시공방법	시공두께(Cm)	
경 암 (Type1)	Sotcrete	5	Sotcrete	5	변경없음
보통암 (Type2)	Sotcrete+ WireMesh	5	섬유보강 Sotcrete	5	강섬유 혼입량: 40Kg/M³ 기준 ()내는 국제 터널협회(ITA) 검토 결과 자료
연 암 (Type3)	Sotcrete+ WireMesh	10	섬유보강 Sotcrete	8 (6.5)	
풍화암 (Type4)	Sotcrete+ WireMesh	15	섬유보강 Sotcrete	12	
풍화토 (Type5)	Sotcrete+ WireMesh	20	섬유보강 Sotcrete	16 (13.5)	
갯구부 (Type6)	Sotcrete+ WireMesh	20	섬유보강 Sotcrete	16 (13.5)	

터널설계현황 □ 설계 완료 (22 개소/ 21.7Km)
□ 설 계 중 (24 개소/ 21.1Km)

6. 경제성 분석

가. 터널 M당 공사비 비교

(단 위 : 원)

구 분	당 초	변 경	증 감	비 고
계	9,727,731	9,083,043	△ 644,688	
재 료 비	1,694,897	2,242,007	547,110	
노 무 비	5,309,442	4,531,760	△ 777,682	
경 비	2,723,392	2,309,276	△ 414,116	

※ 4차선터널 기준

나. 공종별 M당 비교

(단 위 : 원)

구 분	당 초	변 경	증 감	비 고
계	9,727,731	9,083,043	△ 644,688	
굴 착	4,338,945	4,123,231	△ 215,714	
버 력 처 리	1,819,318	1,746,151	△ 73,167	
숫 크 리 트	2,661,852	2,790,255	128,403	
Wire Mesh	454,819	-	△ 454,819	
기 타	452,797	423,406	△ 29,391	

다. 예산절감액 : 270 억원

7. 검토결과

○ 강섬유보강 슛크리트는

- 1차라이닝의 휨강도, 인성, 취성등이 종전의 방식보다 향상되고, 공법 개선을 통한 품질향상 및 경제적인 시공이 가능하며,
- 굴착단면을 조기에 보강할수 있으므로 시공중 낙반사고 위험감소 및 영구 구조물에 대한 안전성이 향상되고,
- 선진 외국에도 공법의 장점이 인정되어 강섬유보강 슛크리트의 적용이 급속히 증가되고 있는 추세로서, 국내의 건설시장 개방에 대비하여 신공법 도입을 통한 경쟁력 향상을 기하기 위하여 공법 개선이 요구되므로,
- 추후 발주되는 터널공사는 종전의 방법보다 품질, 안전성, 경제성 측면 등에서 유리한 강섬유보강 슛크리트로 변경 시행코자 함.



5-8 정지토압계수 산정을 위한 수압파쇄시험 적용

방 침

설 계 이
16204-158
('96. 5. 30)

1. 검토개요

터널을 설계함에 있어 초기응력인 K_0 값은 터널해석시 입력자료로 활용되어 지하공동의 방향성 및 단면형상을 결정하고 터널지보의 적정성을 판단하게 되는 중요한 요소이다.

따라서 초기응력 산정을 위한 시험방법을 비교 검토하여 적정시험방안을 수립 터널설계시 적용하여 설계 합리성 및 적정성을 기하고자 함.

2. 정지토압계수의 필요성

○ 지하공동의 방향성 및 단면형상 결정

- 지하공동의 방향은 최대 주응력과 평행한 방향이 유리
- K_0 에 따라 응력집중 성향이 변화하므로 지하공동의 단면형상 결정에 적용
- $K_0 < 1$: 상하로 긴 타원형상이 구조적으로 유리
- $K_0 = 1$: 원형단면 형상이 구조적으로 유리
- $K_0 > 1$: 좌우로 긴 타원형상이 구조적으로 유리

○ 터널해석시 입력자료로 활용하여 터널지보의 적정성 검토

○ 원형터널굴착시 응력분포 해석

K_0	응력집중위치	변 위
<u>1이하</u>	<u>측벽부</u>	측벽변위에 비해 천단변위가 큼
<u>1이상</u>	<u>천단부</u>	천단변위에 비해 측벽변위가 큼

3. 현실계 적용방식 검토

가. 설계적용현황

노 선 명	터 널 명	사용정지토압계수	비 고
영 동 선	진 부 터 널	0.5	추정치
	둔 내 터 널	<u>1.8 - 2.5</u>	<u>수압파쇄시험</u>
삼랑진-대동	상 동 터 널	0.5	추정치
중 앙 선	죽 령 터 널	0.4	"
대전-진주	육십령 터널	0.8	"

나. 문제점

초기응력치를 추정사용함으로써

- 굴착단면의 응력변화를 감안하지 못하므로써 신뢰성 결여
- 응력이 지보능력 초과 가능성이 있어 지보변경요인 발생우려

다. 해소대책

- 초기측압계수를 시험에 의하여 측정하는 방법을 검토
- 선정된 시험방법에 의하여 초기 측압계수를 측정하여 터널해석시 적용

4. 정지토압계수 산정위한 시험방법 검토

구 분	수압파쇄시험	응력해방법 (OVERCORING법)	응력보상법 (FLAT JACK법)	비 고
개 요	시추공에팩커로 밀봉된 구간을 설정하고 수압을 가하여 공벽에 인공균열을 발생시키면서 수압과 가압시간과의 관계로부터 초기지압의 크기를 결정하고 압인팩커로균열방향을 측정하여초기지압의 방향성 결정	터널굴착중 시추공을 뚫어 공지나 공벽에 응력게이지를 부착한후 주위를 over-coring을 하여변형률의 량을 측정한후 실내시험에서 구한 탄성계수와 연계하여 초기지압 산정	터널측벽이나 막장에 측정하고자 하는방향으로 기준점을 설치하고 그 가운데slot를 뚫어 기준점사이의 거리변화를 측정한후 slot에 flatjack를삽입하고 압력을 가하여 기준점사이의 거리가 회복될 때까지압력을 측정하여 초기지압을 산정	
장 · 단점	0 깊은 심도의 3차원적 초기지압 측정 0 장비진입로 필요 0 수직방향을 주응력의 한방향으로 가정	0 터널막장에3차원적 초기지압측정이 가능 0 시험을 위해 터널공경의3배를수평보링해야 하므로 비경제적	0 터널굴착중 간단히 실시 가능 0 1방향 응력만측정 0 시공중 시험시 지반이 이완되므로 자료의 신빙성저하	
국 내 적용사례	0 대구 지하철2호선 0 영동고속도로 둔내터널 0 유류기지(평택, 여수,거제)	0 광산터널 0 삼랑진 양수 발전소	0 연구목적으로 시행	
장비보유 현황	한국자원연구소	0 한국자원연구소 0 강원대(임한욱교수) 0 코오롱 건설	한국자원연구소	
시험비용	20,000천원/ 50m이내	작 동		
검토의견	기보링공을 그대로 이용하여 3차원적 초기지압측정이가능하며 신뢰성이 있는 값을 얻을 수 있는 수압파쇄 시험이 타당하다고 사료됨.			

5. 검토결론

가. 검토의견

- 지반내 초기응력계수(K_0)는 추정치를 적용하여 응력을 평가 적용하므로서 굴착단면의 응력변화를 감안하지 못하여 신뢰성이 결여되며, 응력이 지보 능력 초과 가능성이 있어 지보의 변경요인이 발생할 문제점이 있으며, 중앙건설기술 심의시 초기응력의 조사에 의한 터널해석을 시행할 것을 요구하는 실정을 감안하여,
- 터널내 초기응력 산출하기 위한 시험방법을 검토한 바 수압파쇄시험, 응력 해방법, 응력보상법등이 있으나 자료의 신뢰성 및 설계자료 산정을 위한 방법으로는 수압파쇄시험법이 적정할 것으로 사료됨.

나. 적용방안

- 지표 지질조사 및 탄성파탐사, 보링시추등 지질조사를 시행하고 지반조건을 고려 토질 및 지질기술자의 자문받아 시행위치 선정
- 설계중인 용역과업 : 불임 설계중인 터널32개소중 장대터널(1Km이상)에 대해 적용하되 지역별 시험치를 공유토록 시험위치 조정시행하고 설계반영
(장대터널7개소중 대관령 1터널제외 6개 터널)
- 추후발주분 : 과업지시서에 명시 및 설계반영
 - 1차 : 시험장비 및 인력을 감안 장대터널(1Km이상)에 우선 적용하고, 일반터널은 지역별 시험치를 공유토록 시험위치 조정
(한국자원연구소 협조)
 - 2차 : 시험장비 및 인력등 조건구비 완료시 전 터널에 확대 적용

설계중 터널 현황

용역명	준공일	터널현황 (개소)	장대터널 (개소)	비고
전주 - 함양	'96. 11	2		설계기준부
정안 - 논산	"	1		"
신갈 - 안산	"	2		설계개발부
서해안 (당진 - 서천)	'96. 8	3		설계2부
광주시우회	'96. 12	3	1(장성:3,420)	설계1부
부산 - 대구 (경산 - 삼랑진)	'96. 11	7	2(하도:1,500 고정:1,050)	"
구미 - 현풍	'96. 12	7	1(대성:1,480)	설계개발부
대전 - 진주 (무주 - 죽천)	'96. 11	3	1(죽천:1,080)	"
영동선 (월정 - 강릉)	'96. 9	4	2 (대관령1:1,850, 대관령3:1,195)	설계2부
서해안 (무안 - 함평)	'97. 8	1		설계심사부
계		33	7	

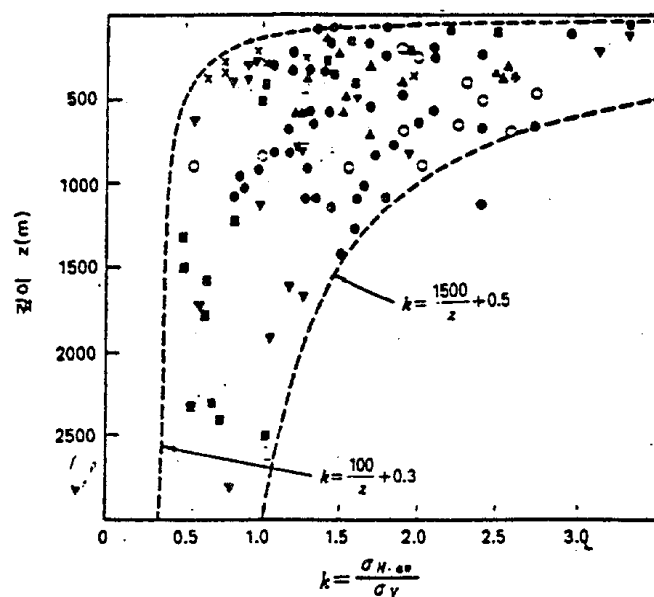
• 대전광역시 한국자원연구소 부지 측정사례

측정심도 (m)	K_0	$\sigma_{Hmax}/\sigma_{Hmr}$	비 고
37	3.86	1.56	• 심도가 깊어질수록 감소 경향을 나타냄
43	3.58	1.43	
73	2.62	1.19	

• 국내 각종현장 측정사례

현 장 명	측정심도(m)	K_0	비 고
삼랑진양수발전소	150	0.94	• 동일지역의 경우 심도가 깊어질수록 감소 경향을 나타냄
무주양수발전소	267	1.07	
울산LPG저장기지	142	0.74	
	195	0.71	• 퇴적암 분포지역인 탄광에서 높게 나타남.
제 1 연 화 광 산	315	0.87	
제 2 연 화 광 산	200	1.34	
상 동 광 산	285	0.91	
	594	0.90	
강 원 광 산	802	1.43	
함 백 광 산	198	1.42	

• 세계 각 지역의 측정사례



주) K_0 값은 심도가 깊어질수록 크고 분산이 심하며 깊어질수록 0.5~1.0에 접근하는 경향을 나타냄

수 압 파 쇄 시 험

목 차

1. 개요

2. K_0 의 이용

3. 본 설계구간의 지질및 지중응력 상태

4. 둔내터널의 적용 “예”

5. 수압파쇄시험 적용성검토

6. 별첨

1. 개요

수압파쇄시험은 시추공내의 일정한 깊이에서 수압을 가하여 인공적으로 균열을 발생시켜 균열의 방향과 가해진 압력등을 산정하여 수평방향 주응력의 크기와 방향등의 지중응력 상태를 파악하는 시험이다.

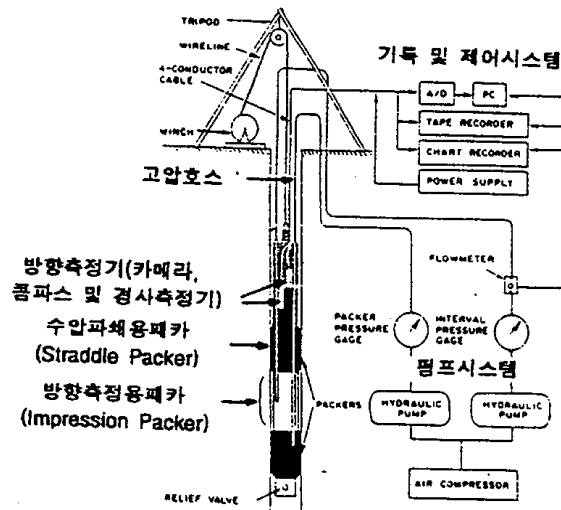
정지토압계수 K_0 는 다음과 같이 수직응력에 대한 수평응력의 비로 나타낸다.

$$K_0 = \sigma_H(\text{수평응력}) / \sigma_V(\text{수직응력})$$

$$\sigma_V(\text{수직응력}) : \text{단위중량} \times \text{깊이} = \gamma \times z$$

$$\sigma_H(\text{수평응력}) : K_0 \times \sigma_V(\text{수직응력})$$

<수압파쇄시험 모식도>



<수압파쇄시험 전경>



2. K_0 의 이용

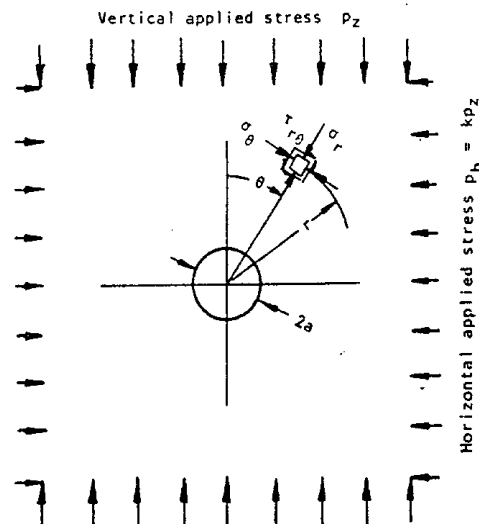
■ 지하공동의 방향성 및 단면형상 결정

- 지하공동의 방향은 최대 주응력과 평행한 방향이 유리
- K_0 에 따라 응력집중 성향이 변화하므로 지하공동의 단면형상 결정에 적용
 - $K_0 < 1 \rightarrow$ 상하로 긴 타원형상이 구조적으로 유리
 - $K_0 = 1 \rightarrow$ 원형 단면형상이 구조적으로 유리
 - $K_0 > 1 \rightarrow$ 좌우로 긴 타원형상이 구조적으로 유리

■ 터널 해석시 입력자료로 사용 $\rightarrow$ 터널지보의 적정성 검토

■ 원형터널 굴착시 응력분포

- σ_r : 공동의 반경방향 응력
- σ_θ : 공동의 접선방향 응력
- $\tau_{r\theta}$: 공동의 전단응력
- $\sigma_r = 1/2 \sigma_z \{ (1 + K) (1 - a^2/r^2) + (1 - K) (1 - 4a^2/r^2 + 3a^4/r^4) \cos 2\theta \}$
- $\sigma_\theta = 1/2 \sigma_z \{ (1 + K) (1 + a^2/r^2) - (1 - K) (1 + 3a^4/r^4) \cos 2\theta \}$
- $\tau_{r\theta} = 1/2 \sigma_z \{ -(1 - K) (1 + 2a^2/r^2 - 3a^4/r^4) \sin \theta \}$
- 천단 및 바닥면에서의 응력 : $\sigma_\theta = \sigma_z (3K - 1)$
- 측벽에서의 응력 : $\sigma_\theta = \sigma_z (3 - K)$



■ 원형단면의 경우 굴착면의 변위, 응력

K_0	응력집중 위치	변 위
1 이하	측 벽 부	천단변위 증가
1 이상	천 단 부	측벽변위 증가

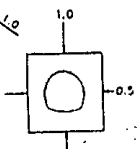
■ 초기응력 산정위한 대표적인 시험방법

- 수압파쇄시험 (Hydraulic Fracturing Test)
- 응력 해방법 (USBM, Overcoring Method)
- 응력 보상법 (Flat Jack Test)

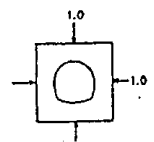
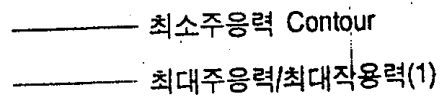
■ 수압파쇄시험위 적용

- 상기의 시험중 수압파쇄시험은 최신장비의 도입과 기초설계 단계에서의 적용성 및 시추공을 이용한 깊은 깊이에서의 시험성등으로 가장 적합한 방법임.

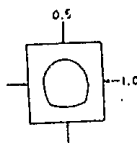
■ 측압계수에 따른 주응력 분포도



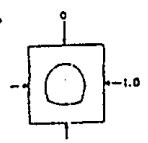
(A) $K_0 = 0.5$



(B) $K_0 = 1.0$



(C) $K_0 = 2.0$



(D) $K_0 = \infty$

3. 본 설계구간의 지질 및 지중응력 상태

■ 3공구 터널구간 개요

영동고속도로 (월정 ~ 강릉) 4차로 확장공사 제3공구인 본 설계구간은 대관령 2, 3, 4터널이 계획되어 있으며 터널의 최대토피는 다음과 같다.

터널명	대관령 2터널	대관령 3터널	대관령 4터널
최대토피(m)	84	177	50

대관령 4터널은 토피가 비교적 작고 풍화대층이 상대적으로 얇기 때문에 터널에 대한 암반내의 수평주응력의 영향이 비교적 적을 것으로 판단된다.

■ 지질상황 및 지중응력상태

본 설계구간에서는 쥬라기의 화강암이 기반암으로 광범위하게 분포하고 있다. 본 화강암은 한반도 중부권의 경기육괴를 따라 동-서방향으로 광범위하게 분포하는 대보화강암의 일부이며 기존의 편마암류 및 퇴적암류 지대를 관입하며 상승·고결된 암체이다.

얕은 깊이에서 암반의 수평토피압은 수직하중의 1~3배 정도로 알려지고 있다. 지질 이력(Geological History) 및 지질구조, 수평방향 지각운동(Thrust Fault등과 같은 역 단층운동등)등이 발생하면 수평응력이 수직응력의 5~10배까지 분포되기도 한다. 오스트레일리아 등에서는 수평응력이 수직응력의 30배까지 보고되기도 한다.

본 설계구간의 화강암체는 중생대 쥬라기에 생성된 이래 대소규모의 지각운동을 받지않아 현재 수평응력은 암반생성 시기의 잔류응력(Residual Stress)과 유사할 것으로 판단된다.

■ 본 설계구간에서의 적용검토

본 설계구간에서는 암반층의 토피가 가장크고 암반내의 응력상태가 터널에 미치는 영향이 가장 큰 대관령 3터널에서 수압파쇄시험을 실시하는 것이 적합하며 시험심도는 타 터널에서의 적용성을 위해 심도별로 수회 실시하는 것이 바람직할 것으로 판단된다.

4. 둔내터널의 적용 “예”

영동고속도로 (원주 ~ 월정) 4차로 확장공사 제6공구에 위치한 둔내터널 중앙부인 수직갱 구간과 터널 종점부에서 수행된 수압파쇄시험 자료는 다음과 같다.

■ 지질

터널구간의 지질상태는 중생대 주라기 화강암이 기반암으로 광범위하게 분포하고 있으며 신생대 제3기의 맥암류가 부분적으로 관입하고 있는 지반이다.

■ 시험결과

구 분	터널 심도	시험 심도	수 직 응 력	최소수평 응 력	최대수평 응 력	최대수평 응력방향	K ₀
수직갱 위 치	GL -210m	133m	3.55	6.63	8.87	N(50-70)W	2.5
		158m	4.22	7.27	9.91	N(15-45)W	2.3
		163m	4.37	6.15	7.74	N(40-80)W	1.8
		178m	4.77	7.27	8.61	N(40-60)W	1.8
터 널 종점부	GL -23m	13m	0.35	0.49	0.72	N60W	2.1
		25.5m	0.68	0.98	1.32	N20W	1.9

둔내터널 구간에서 시험된 수압파쇄시험 결과 K₀ = 1.8~2.5 정도의 분포를 보이고 있다.

■ 본 설계구간의 적용성

둔내터널 구간의 기반암과 본 설계구간의 기반암은 동일한 대보 화강암체이며 지질이력과 지질구조등이 유사하므로 지중응력 상태가 유사할 것으로 판단된다.

5. 수압파쇄시험 적용성 검토

■ 시험위치

수압파쇄시험은 시험장비 및 대형시추기의 운반을 위한 차량진입이 가능하여야 하므로 본 설계구간에서는 대관령 3터널 중앙부인 STA. 2K000 지점이 적합하다.

■ 시추 및 시험심도

- 시추심도는 터널단면의 최대 설계깊이 정도인 150m 정도가 적당하다.
- 시험심도는 대관령 2, 3, 4 터널의 지중응력의 분포를 파악하기 위하여 30~40m, 60~70m, 100~110m, 140~150m등의 깊이에서 실시함이 적당하다.

■ 시험기간

시추기간 : 약 40일
 수압파쇄시험 : 약 10일
 시험 결과분석 : 약 20일
 총 소요기간 : 70일

■ 시험비용

- 시추비용(150m 기준)

항 목	수 량	단 가	금 액
점토 및 풍화암	5m	63,000	315,000
모 래	3m	70,000	210,000
자 갈	2m	150,000	300,000
연 암	10m	80,000	800,000
경 암	130m	170,000	22,100,000
계	150m		23,725,000

- 수압파쇄시험비 : ₩30,000,000(별첨 1참조)
- 부대비용(Comp., 운반비등) : ₩1,000,000
- 총 소요비용 : ₩54,725,000

6. 별첨

■ 시험비용 산출근거

■ 수압파쇄시험 결과 보고서(문내터널)

추가소요 예산현황

노 선 명	대 상 터 널 현 황		추가소요 예산 (천 원)	비 고
	터 널 명	연 장 (M)		
광주시우회	장 성 터 널	3,420	25,000	
부산 - 대구 (경산 - 삼량진)	하 도 터 널	1,500	25,000	
	고 정3 터널	1,050	25,000	
구미 - 현풍	대 성 터 널	1,480	25,000	
대전 - 진주 (무주 - 죽천)	죽 천 터 널	1,080	25,000	
영 동 선 (월정 - 강릉)	대관령3터널	1,195	32,000	
계	6개소	9,725	157,000	

“ 소 인 생 략 ”
한 국 자 · 원 연 구 소

우 305-350 대전직할시 유성구 가정동 30번지 / 전화 (042)868-3014 / 전송 (042)861-9720

문서번호 자개 600- / 445

시행일자 1995. 11. 15. (년)

(경 유)

수 신 수신처 참조

참 조

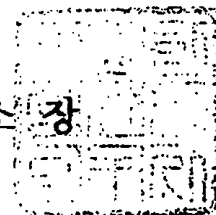
선 견			지 시	
접 수	일자 시간		절 재 공 람	
	번호			
	처리과			
	담당자			

제 목 수압파쇄시험에 따른 심도별 적용단가

1. 귀사의 무궁한 발전을 기원합니다.
2. 수압파쇄시험에 대한 심도별 단가를 별첨과 같이 송부하오니 업무에 참조하시기 바랍니다.

첨부 : 가. 심도에 따른 수압파쇄 적용 단가표 1부,
나. 50M 기준 수압파쇄시험 단가표 1부, 끝.

한 국 자 원 연 구 소 장



수신처 : 대우엔지니어링(주)

· 현지암반 초기응력측정을 위한 수압파쇄시험 단가표 ·

- 심도별 적용 단가표 -

적용 심도	시추공 규격	단가(단위:천원)	비고
50M 이내	Diamond Boring, NX size	20,000 ¹⁾	별첨 수압파쇄단가표 (50M 기준) 참조
100M 이내	상 동	30,000	1)의 150%
200M 이내	상 동	40,000	1)의 200%
300M 이내	상 동	50,000	1)의 250%
	- 이 하	여	백 -

※ 단, 산악 및 험악한 지형과 같은 열악한 조건에서 시험이 실시될 경우, 장비 setting 에 따른 부대 경비 및 기타 지원사항은 사용자 측에서 부담함을 원칙으로 하되, 필요시 쌍방간의 합의에 의해 조정될 수 있음.

수압파쇄시험 단가표(50M 기준)

- 수압파쇄에 의한 현지암반응력측정 -

번호	항목	내역	금액	비고
1	인건비 <현장시험>		8,462,400원 (3,526,000원)	94 과기처 인건비 기준표에 의함
	연구책임자	115,800원/인 × 10일 × 1인 =	1,158,000원	
	선임급	87,600원/인 × 10일 × 2인 =	1,752,000원	
	원급	61,600원/인 × 10일 × 1인 =	616,000원	
	<자료처리>		(4,936,400원)	
	연구책임자	115,800원/인 × 14일 × 1인 =	1,621,200원	
	선임급	87,600원/인 × 14일 × 2인 =	2,452,800원	
	원급	61,600원/인 × 14일 × 1인 =	862,400원	
2	여비		1,646,000원	서울-대전 9박10일 기준 (지역에 따라 변경 될 수 있음)
	연구책임자	435,000원/회 × 1회 × 1인 =	435,000원	
	선임급	411,800원/회 × 1회 × 2인 =	823,600원	
	원급	387,400원/회 × 1회 × 1인 =	387,400원	
3	재료 및 전산처리비		1,242,880원	
	-Packer Sleeve	100,000원/개 × 5개 =	500,000원	
	-Lamp & Cover	54,000원/개 × 5개 =	270,000원	
	-Orientation Film	8,000원/개 × 10개 =	80,000원	
	-Video Tape	5,500원/개 × 8개 =	44,000원	Borehole Camera 8
	-Gasoline	12,000원/인 × 10일 =	120,000원	발전기용
	-기타		8,880원	Masking tape 등
	-Syquest (270MB)	120,000원/개 × 1개 =	120,000원	Data Back-up 용
	-Diskette 큐		100,000원	
4	수용비 및 수수료		6,110,000원	
	-차량사용비	150,000원 × 2회(왕복) =	300,000원	장비운반료
	-차량사용비	40,000원 × 10일 =	400,000원	연구소 차량 사용료
	-장비손료 (수압파쇄장비)	499,800원/인 × 10일 =	4,998,000원	당 연구소 기준
	(고압용 Rod)	2,700원/m × 50m =	135,000원	
	-공공요금		100,000원	
	-기타 제잡비		177,000원	
5	기술료	(인건비) × 30%	2,538,720원	
	합계		20,000,000원	

※ 50m 시추공 (NX size) 1개공 기준

※ 사용자측 부담조건 : - 시추장비 및 운용기능공

- 장비보관장소

- 시험시 필요한 깨끗한 물

- 공기압축기 1대(Rated Operating Pressure : 7~10kg/cm²,

Free Air Delivery : 3.5~5.0m³/min(125~175cfm))

영동고속도로 원주-강릉간 4차선 확장공사(제 6공구)

수 압 파 쇄 시 험 보 고 서

1995.12

(주) 대우엔지니어링

1. 서론

1.1 연구 목적과 필요성

암반터널 등 지하구조물의 설계와 안정성 해석에 있어서 굴착대상 암반에 대한 현지암반의 초기응력 산정은 대단히 중요한 선결과제로 떠오르고 있다. 특히, 지하구조물은 그 특성상, 건설 단계 이전에 이미 지하구조물이 건설될 대상 암반에 대한 특성 및 현지암반의 초기응력 등, 암반에 대한 각종 정보가 면밀히 파악되어야 한다.

일반적으로 암반내에 임의의 구조물을 굴착하게 되면, 암반내에 존재하던 초기응력이 교란을 받아 지하구조물 주위의 응력의 재배치가 발생하게 된다. 따라서 암반의 응력은 굴착전의 초기응력(virgin stress)과 굴착후에 재배치된 유도응력(induced stress)으로 분류되며, 초기응력은 상부피복암(overburden)의 중력에 의한 응력(gravitational stress), 지각의 운동에 의한 地體應力(tectonic stress), 지각의 침식후에 잔류된 잔류응력(residual stress) 등으로 분류된다.

이러한 응력을 측정하는 방법은 여러 가지가 있으나, 대개는 응력보상법(flat jack method), 응력개방법(overcoring method), 그리고 수압파쇄법(hydraulic fracturing method) 등이 주로 이용되고 있으며, 응력개방법에는 공경변형법(diametral deformation method), 공저변형법(doorstoper method), 공벽변형법(Leeman method)이 있다.

이들 각종 측정법 중에서, 수압파쇄법은 시추공을 이용하므로 지하구조물의 구축을 위한 기초설계단계, 즉 굴착단계 이전에 적용이 가능하다는 점과, 지하 심부까지의 적용이 가능하다는 점, 그리고 탄성정수가 필요하지 않다는 점에서 유용한 기법으로 사용되어질 수 있다.

본 연구에서는 강원도 둔내지역에 건설될 도로터널과 관련하여, 터널이 굴착될 대상 암반의 역학적 특성조사와 현지암반 초기지압을 측정하여 설계에 반영코자 한다. 즉, 지표지질조사 등을 통해 시험시추공의 위치를 선정하여 시추조사를 실시한 결과, 얻어진 시추코아를 이용하여 비중 및 흡수율, 탄성파속도, 탄성계수 및 포아송비, 인장 및 압축강도, 그리고 삼축압축시험에 의한 전단강도 및 내부마찰각 측정 등의 암석물성시험을 실시하고, 이 시추공에 대하여 수압파쇄를 실시, 현지암반 초기지압을 측정하였다. 이러한 조사 및 시험결과는 도로터널의 기본골격설계 및 전산해석을 통한 안정성해석 등에 활용될 것이다.

1.2 연구내용

TB-4 (NX hole, 39m depth) 수직시추공에 대하여 다음과 같은 수압파쇄 및 암석물성시험을 실시, 설계시 기본자료로 제시코자 한다.

▶ 수압파쇄시험 ◀

- 시추공 TV 카메라를 이용한 시추공내 촬영조사 및 수압파쇄 시험구간 선정
- 수압파쇄 압력-시간 곡선으로부터 응력해석 실시
- 균열방향 측정기 및 균열 압인 패카를 이용한 주응력 방향 산정

▶ 암석물성시험 ◀

- 비중 및 흡수율
- 탄성파속도
- 탄성계수 및 포아송비
- 단축압축강도 및 인장강도
- 삼축압축시험에 의한 전단강도 및 내부마찰각

2. 시험구간의 선정

초기지압측정을 위한 수압파쇄시험 대상구역은 강원도 둔내지역의 도로터널 개발부지로서, 그림 2-1에서 보는 바와 같이 TB-4 시추공에 대하여 수압파쇄 대상 시험구간을 선정하기 위해 시추공 TV 카메라 장비를 투입하였으나, slime으로 인한 시추공내 지하수의 탁도가 너무 심하여 시추공벽의 촬영에는 실패하였으므로, 시추코아분석에 의해 시험구간을 선정할 수 밖에 없었다.

시추코아분석에 의하면, TB-4 시추공의 경우, 상부 1.9m까지는 토사층이며 그 하부는 3m까지 풍화암 또는 연암이고, 그 하부는 시추종점까지 화강암이 나타나고 있으나, 8~9m지점 등 몇몇 심도에서 dyke가 거의 수직하게 관입해 있음을 알 수 있었다. 전체적으로 균열이 상당히 심하게 발달되어 있어 수압파쇄 구간으로 선정할 수 있는 최소한의 범위인 1m 정도의 구간을 찾기가 매우 힘들었으며, 따라서 터널예정심도인 25m 지점 근처 및 상부 2개 지점(16m 및 13m)에 대하여 수압파쇄를 실시하기로 결정하였다.

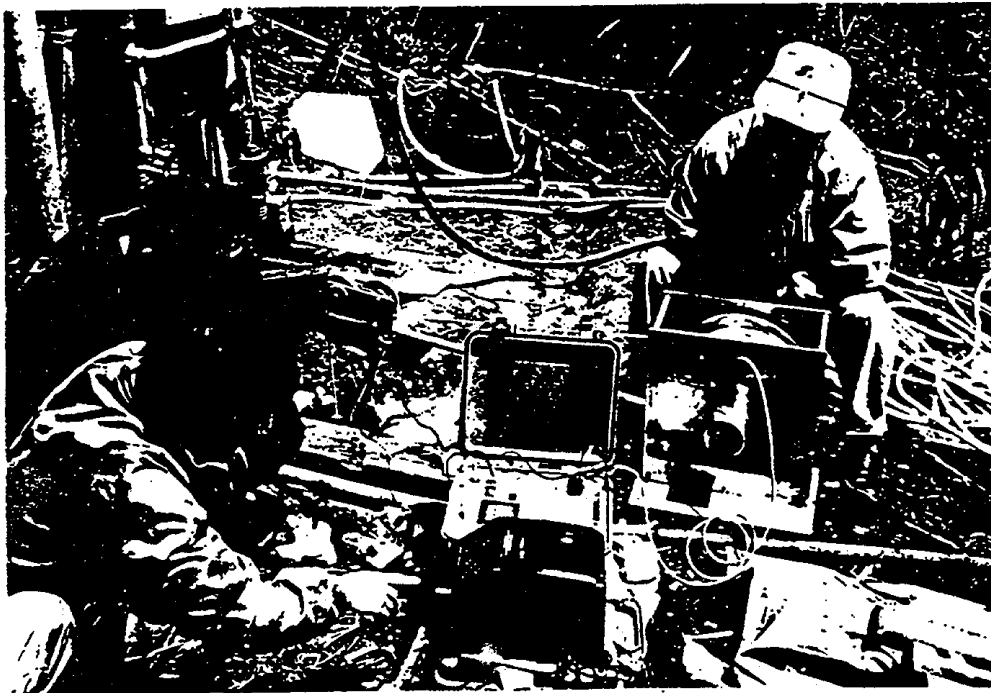


그림 2-1 시추공 TV 카메라를 이용한 시추공내 촬영모습

3. 수압파쇄시험장비 및 시험방법

3.1 시험장비

본 시험에서 사용된 수압파쇄용 패카는 미국 Baker사의 Lynes packer (스트래들패카)로서, 이 패카는 선정된 시험구간의 상하부를 밀폐하여 가압구간을 설정하며, 이 구간을 가압하여 암반을 파쇄시키는데 사용된다.

펌프시스템은 수압파쇄시 패카압력 및 시험구간내의 파쇄압력을 조절하는 역할을 하며, 여기서는 미국 Rockworks사에 의해 제작된 시스템을 사용하였다.

가압구간과 패카내로 유체를 압입, 조절하는 펌프시스템은 일차적으로 계측 및 자료처리 시스템에 의해 조절된다. 가압구간 및 패카의 압력과 가압구간내로 유입되는 유량은 각각 압력변환기 및 유량계를 통하여 전기적 신호로 바뀐 뒤, 아날로그-디지털 변환기가 내장되어 있는 컴퓨터로 저장되거나 또는 4-채널 레코더로 기록된다.

수압파쇄에 의해 시추공벽상에 형성된 수압파쇄균열을 찍어내기 위하여 압인패카(impression packer)를 사용하는데, 여기서 사용한 압인패카는 미국 Baker사의 제품이다.

균열을 찍어내기 위해서는, 압인슬리브(impression sleeve)가 부착된 압인패카를 케이블 또는 파이프 등으로 균열이 있는 구간에 정확히 위치시킨 다음, 압인패카를 가압하여 압인슬리브를 공벽에 완전히 밀착시켜 균열이 슬리브에 압인되도록 한다. 이때, 균열의 방향을 조사하기 위하여 다음의 균열방향측정기를 함께 사용한다.

균열방향측정기는 시추공의 방향 뿐만아니라 균열압인패카와 함께 사용하여 수압파쇄균열의 방향을 측정하는데 사용된다. 본 시험에서 사용된 균열방향측정기는 미국 Kuster사의 3/4" Pee Wee 모델이다. 이 장치에는 기계식타이머, 소형카메라, 카메라용 플래쉬, 전원장치(6V 건전지), 그리고 방위표시장치가 부착

되어 있다.

시추공방향측정기의 방위표시장치는 자성의 영향을 받으므로 방향측정기가 위치하는 부분의 파이프는 비자성인 스테인레스 파이프를 사용한다. 이 파이프 내부에는 Mule shoe가 부착되어 있는데 이것은 압인된 균열방향을 결정하는데 기준방향으로 이용된다. 즉, 시추공내로 투입되는 방향측정기는 Mule shoe에 의해 유도되어 자동적으로 이 방향으로 위치하게 되어 있으므로, 압인패카와 이 파이프를 연결할 때 Mule shoe방향과 일치하는 기준선을 압인패카에 표시해 두면, 방향측정기의 기준선과 압인패카의 기준선은 정확히 일치하게 된다. 방향측정을 위해서는 먼저 필름을 장착한 뒤, 타이머로 촬영될 시간을 설정하여 공내에 투입하면 일정시간이 지난 뒤 자동으로 기준선의 방향과 시추공의 경사를 촬영하게 된다. 따라서, 시험후 방향측정기의 촬영필름과 압인패카의 기준선을 비교함으로써 균열의 방향을 판독할 수가 있다.

그림 3-1은 수압파쇄 시스템의 전체계통도이며, 그림 3-2는 균열방향 측정기와 균열압인 패카가 시추공내에 설치된 모식도를 나타내고 있다. 또한 그림 3-3은 패카 및 가압구간의 압력과 유량의 변화를 계측하고 기록하는 계측·자료처리부를 나타내고 있으며, 그림 3-4는 계측·자료처리부와 함께 수압파쇄용 고압펌프부(사진의 우하단) 및 이를 조정하는 컨트롤러부(사진의 좌하단)을 나타내고 있다.

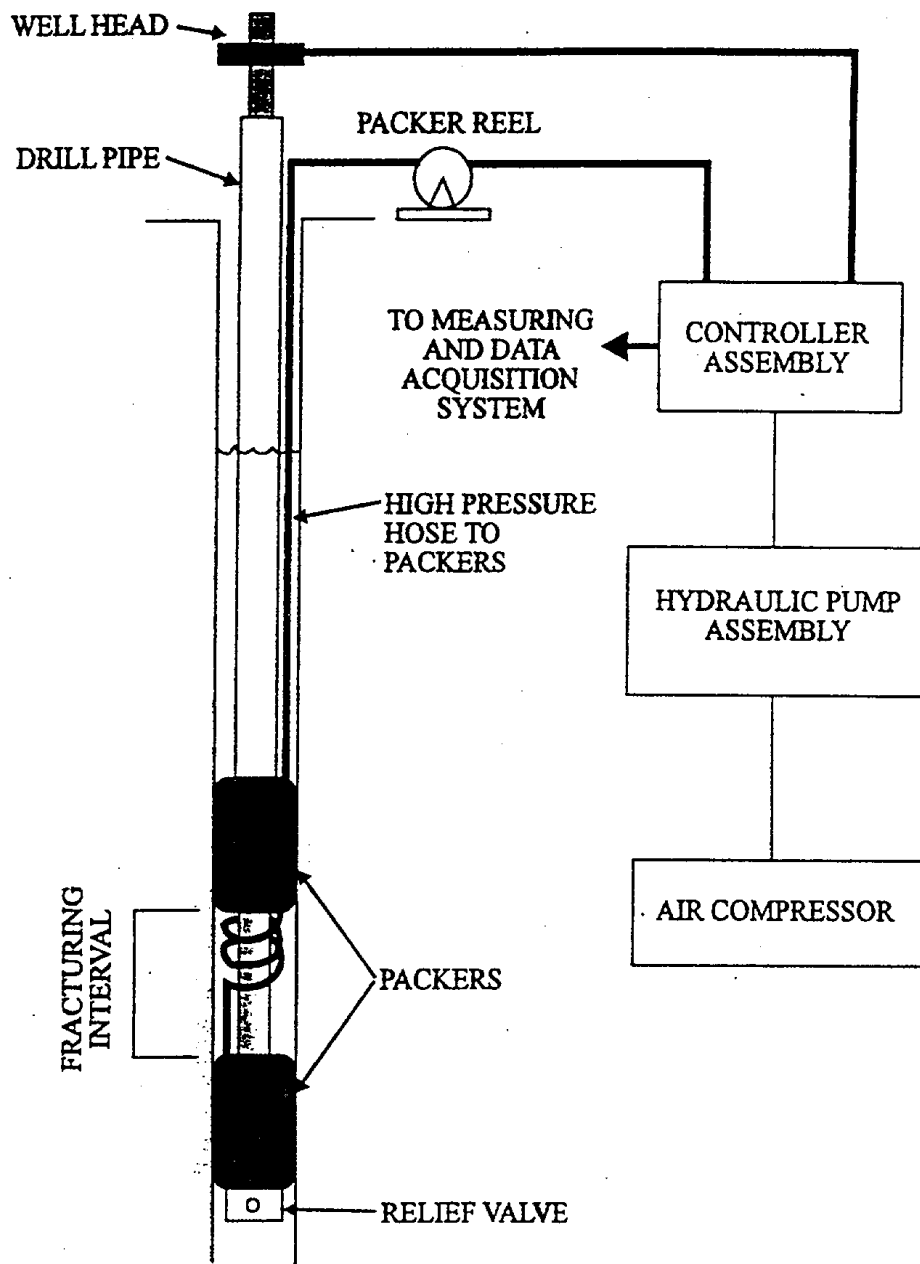


그림 3-1 수압파쇄시스템의 전체계통도

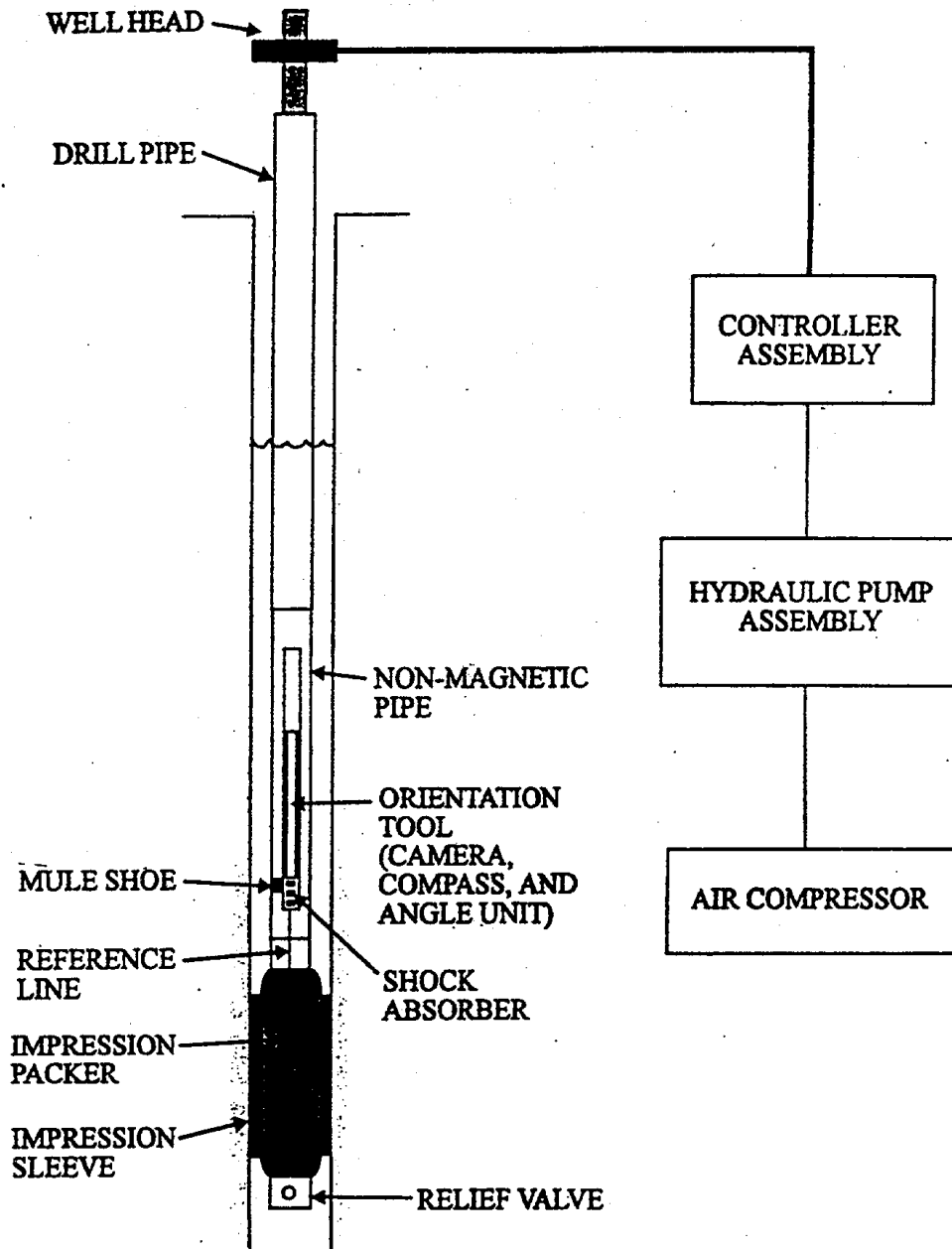


그림 3-2 균열방향측정기와 균열압인패카가 시추공내에 설치된 모습

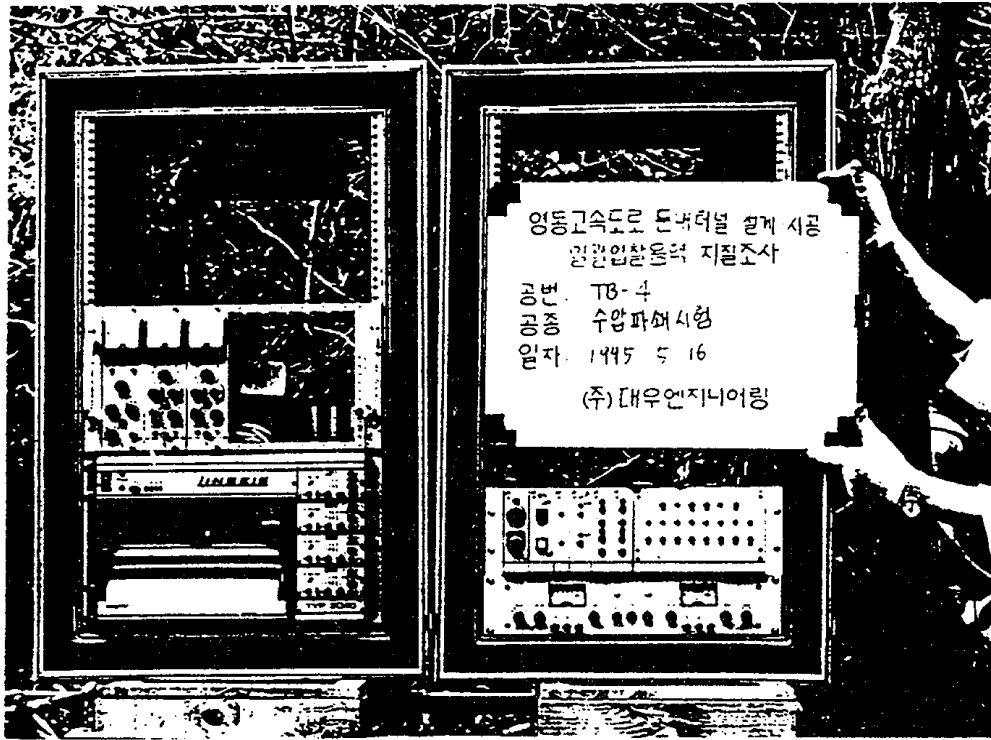


그림 3-3 계측 및 자료처리 시스템

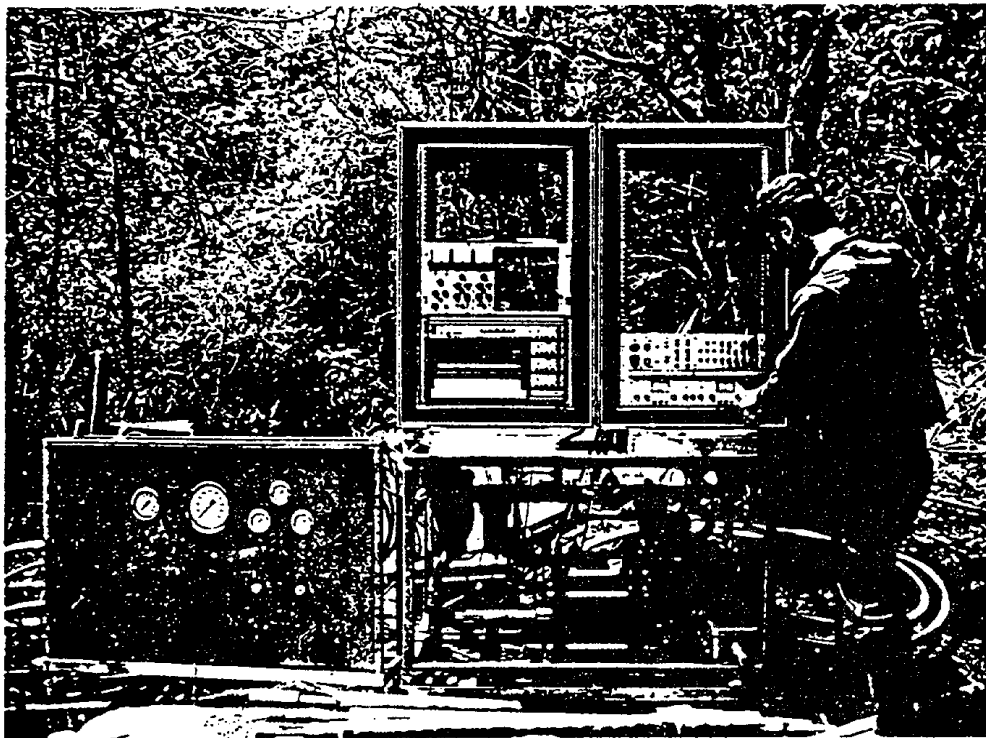


그림 3-4 고압펌프부 및 컨트롤러부

3.2 시험방법

이상의 수압파쇄장비를 이용하여 시추공에 대한 수압파쇄시험을 수행하는 절차를 단계적으로 설명하면 다음과 같다.

- ㉠ 시추공촬영카메라와 시추공경측정기를 이용해 조사된 시추공의 상태를 분석하여 수압파쇄구간을 설정한다.
- ㉡ 설정된 수압파쇄구간과 스트래들패카의 가압구간이 정확히 일치하도록 스트래들패카를 시추파이프에 연결하여 시추공내 설정심도까지 내린다(그림 3-5 참조).
- ㉢ 펌프시스템내의 조절장치에 부착된 패카릴리즈밸브를 잠근 뒤, 패카밸브를 열어 패카용 펌프(small pump)를 작동, 패카를 가압한다.
- ㉣ 원하는 압력까지 패카가 가압되면 패카용 펌프를 끄고 압력계를 통해 패카의 압력변화를 주시한다.
- ㉤ 패카가 시추공벽상에 완전히 밀착하는 동안 압력의 저하가 관찰되면 다시 패카용 펌프를 작동시켜 원하는 압력까지 재가압한다.
- ㉥ 패카의 압력이 일정하게 유지될 때까지 ㉣와 ㉤를 수회 반복한다.
- ㉦ 패카의 압력이 일정하게 유지되면 패카밸브를 완전히 잠근다.
- ㉧ 가압구간내에 유체를 압입하기 위해 가압구간용 펌프(big pump)를 작동시킨다. 이때, 계측 및 자료처리시스템의 기록계와 PC를 통해 패카의 압력과 가압구간내의 압력 및 유량을 측정한다.
- ㉨ 기록계상의 가압구간내 압력-시간그래프를 통해 초기파쇄압력이 확인되면 펌프의 작동을 멈추고 압력의 저하를 관찰한다.
- ㉩ 압력이 일정치에 접근되는 것이 확인되면 다시 펌프를 작동시켜 이차파쇄 또는 균열개구가 될 때까지 재가압한다.
- ㉪ 이차파쇄가 일어나면 다시 가압을 멈추고 압력의 저하를 관찰한다.
- ㉫ 균열개구압력과 균열폐쇄압력이 확인될 때까지 ㉩와 ㉪를 수회 반복한다.

- ㉓ 가압구간용 펌프의 릴리즈밸브를 열어 고압수를 빼낸 뒤, 다시 패카펌프의 릴리즈밸브를 열어 공벽에 밀착되었던 패카를 릴리즈시킨 후 시추파이프들을 끌어 올려 스트래들패카를 회수한다.
- ㉔ 수압파쇄에 의해 형성된 균열을 조사하기 위해 압인패카를 시추공내로 투입하는데, 이때 압인패카의 압인슬리브가 수압파쇄균열을 정확히 찍도록 하기 위해 시추파이프를 조정하여 수압파쇄구간에 정확히 위치토록 한다.
- ㉕ 가압용 펌프를 이용하여 압인패카를 가압한다. 이때 압력은 수압파쇄시 측정되었던 초기파쇄압력과 균열개구압력의 사이값을 유지하도록 한 뒤, 약 20~30분 정도 기다린다.
- ㉖ 가압구간용 펌프의 밸브를 열어 압인패카의 압력을 뺐 뒤, 시추공의 방향과 경사를 측정하기 위해, 시추공방향측정기에 필름을 장착하고 타이머를 이용하여 촬영될 시간을 설정한 뒤(그림 3-6 참조), 이를 시추파이프내로 투입한다(그림 3-7 참조).
- ㉗ 시추공방향측정기가 내장되어 있는 외부파이프가, 시추파이프중의 최하단 즉, 압인패카에 직접 연결되는 파이프내에 부착되어 있는 Mule shoe에 완전히 안착하는지를 소리로서 확인한다.
- ㉘ 시추공의 경사와 방향이 촬영될 때까지 기다린 뒤, 원치와 원치끝에 부착된 외부파이프 포획장치를 이용하여 시추공방향측정기를 끌어 올린다.
- ㉙ 시추파이프를 끌어 올려 압인패카를 끌어 올린 뒤 압인슬리브를 조사하여 균열의 양상을 관찰한다.
- ㉚ 시추공방향측정기용 필름현상기를 이용하여 시추공방향측정기내의 필름을 현상하여 시추공의 경사와 방향을 확인하고, 이를 슬리브상에 찍힌 균열과 비교해 수압파쇄에 의한 균열의 발생방향을 조사한다.

그림 3-8 은 수압파쇄 시험의 전체 모습이다.



그림 3-5 스트래들 패카에 시추파이프를 연결하여 시추공내로 투입하는 모습

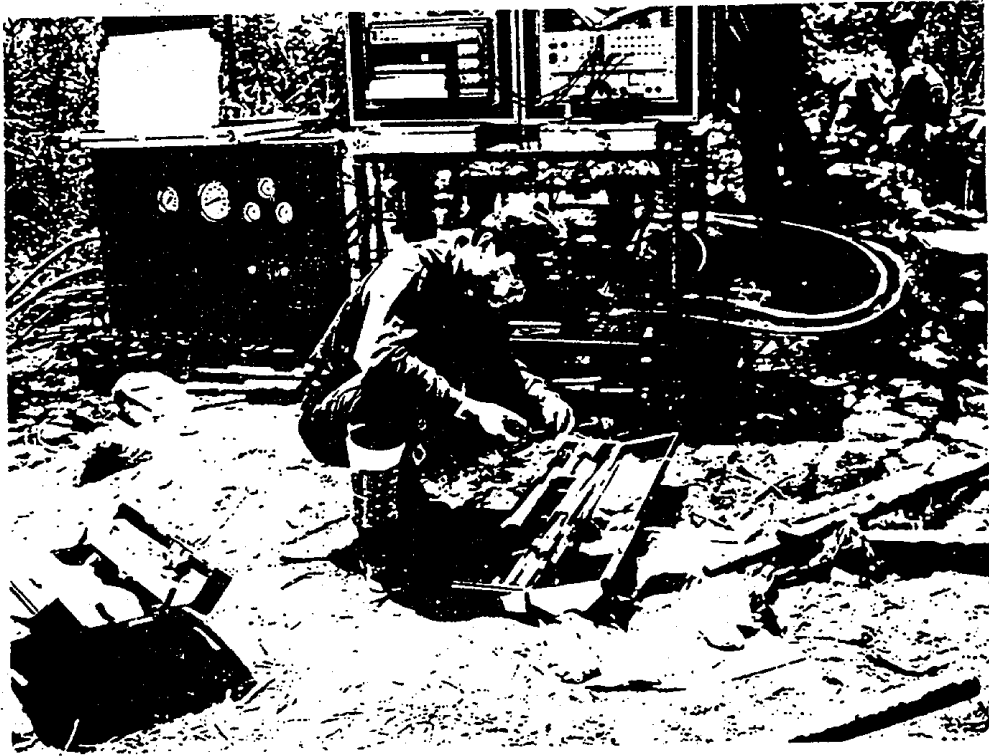


그림 3-6 시추공방향측정기에 필름을 장착하는 모습



그림 3-7 시추공방향측정기를 시추파이프내로 투입하는 모습



그림 3-8 수압파쇄 시험장면

5-9 터널굴착공법 개선방안시행

방 침

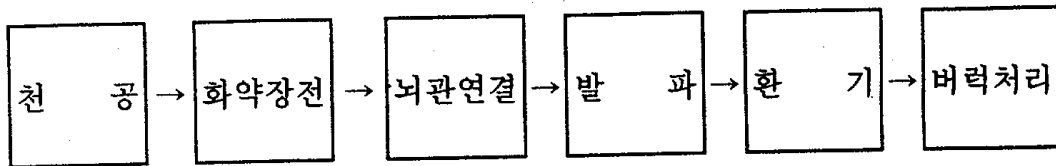
설 제 개
16210-159
(’96. 5. 31)

1. 목 적

터널시공시 기존 굴착공법의 문제점을 개선하여 국내 건설시장 개방에 대비한 기술개발 촉진과 시공안전성 향상, 주변환경 피해 감소 및 경제적 시공을 도모하고자 함.

2. 기존 굴착공법 및 문제점

● 기존 굴착 방법



(V-Cut) (다이나마이트) (전기뇌관)

● 문 제 점

- 암질이 좋은 구간의 굴진장이 짧아 공사기간 및 공사비 증가
- 다이나마이트와 전기뇌관 사용으로 작업장 안전사고 유발 및 작업인원 많이 소요
- 발파시 소음, 진동이 커 주변 환경피해로 인한 민원발생

3. 굴착공법 개선방안

가. 개선방안 비교

구분		원행	신기술 (분착식 다단 발파공법)	개선
공법	종약 기폭시스템	V - CUT	SUPEX - CUT	CYLINDER CUT
		다이나마이트	다이나마이트	ANFO, 에멀전
		전기노관	전기노관	비전기노관
		V - cut	supex cut	cylinder cut
장단점		- 1발파의 굴진장 제약으로 공기가 길어지고 공사비 증가 - 심발의 집중발파로 발파진동이 크고 발파효율 낮음	- 순폭, 사압으로 굴진율이 낮아지는 경우가 많음 - 집중발파로 진동이 큼	- 1발파의 굴진장이 증가되어 공기가 단축되고 공사비 감소 - 2자유면 형상으로 발파진동이 적어 주변환경피해가 감소되고 발파 효율 높음
		다이나마이트	좌 동	ANFO, 에멀전
		- 충격에 민감하여 작업장 안전성 불리 - 고폭속으로 발파진동이 커 주변환경 피해 큼 - 인력장약으로 작업인원 많이 소요(10-11명) - 가격이크고(1,120원/kg)	좌 동	- 충격에 둔감하여 작업안전성 유리 - 저폭속으로 발파진동이 작아 주변 환경 피해 감소 - 기계장약으로 작업인원 감소(8명) - 가격이 저렴: ANFO (600원/kg) - 내수성 우수 : 에멀전
		전기노관	좌 동	비전기노관
		국내사용실적 많음	진교부 신기술로 지정 국내선경건설시공현장에서만 부분적으로 적용(3개소 중 실패 2개소) 시험시공단계로 '실제시공시 발파효율이 떨어지는 경우가 많아 전현장에 표준적으로 적용이 어려움	선진외국에서 대부분 적용

나. 적용사례

구분	사	례
국 내	1992년대부터 민원구간의 터널에서 일부 적용하고 있으며, 점차 증가되는 추세임 ● 부산도시고속도로 황령산터널(1,850m) ● " 백양산터널(2,400m) ● 대전~진주간 고속도로 1공구 나동.신울터널(580m) 등	
국 외	1970년대부터 유럽지역에 이 공법이 적용되어 터널공법이 발달한 대부분 유럽 및 미주지역에서 적용하고 있음. ● 노르웨이 Alesund 해저터널(7,700m) ● " Fjaerland 도로터널(7,500m) ● " Gjøvik Ice Hockey Stadium ● 프랑스 Chamoise 도로터널(3,200m) ● 스웨덴 핵폐기물 해저처리장 ● 스페인, 프랑스 Somport 도로터널(8,600m)외 다수	

4. 적용기준

구분	현행				개선				비고
	심발법	굴진장	화약	기시시스템	심발법	굴진장	화약	기시시스템	
경압 (Type 1)	V-Cut	3m	다이나마이트	전기뇌관	Cylinder Cut	3.5m	ANFO	비전기 뇌관	2 차선
보통압 (Type 2)	"	3m	"	"	"	3.5m	"	"	
연압 (Type 3)	"	2m	"	"	"	2m	"	"	
풍화암 (Type 4)	"	1.5m	"	"	"	상:1.5m 하:3.0m	에멀전	"	
풍화토 (Type 5)	"	1.2m	"	"	"	1.2m	"	"	
갱구부 (Type 6)	"	1.2m	"	"	"	1.2m	"	"	

5. 경제성 분석

가. 굴착단가 비교

(경 암)

구 분	당 초	개 선	증 감 액
굴진장 중 가 (3→3.5M)	●사이클타임 관련 - 1발파당 사이클타임 : 25.8시간/8m(8.6시간/m) - 1발파당 굴착작업조 : 3.227조/3m(1.07조/m) 1,955,709원/M ●록볼트 간격 : 4개소/3m 9,994원/M	●사이클타임 관련 - 1발파당 사이클타임 : 28.75시간/3.5m(8.2시간/m) - 1발파당 굴착작업조 : 3.593조/3.5m(1.02조/m) 1,810,514원/M ●록볼트 간격 : 4개소/3.5m 8,561원/M	감 145,195원/M 감 1,433원/M
굴착소요 인원감소	●굴착작업원 : 11명 - 작업 반장 : 2 - 중기운전수 : 1 - 중기 조수 : 1 - 갱내 인부 : 4 - 화 약 공 : 1 - 화약공조수 : 2 727,204원/M	●굴착작업원 : 10명 - 작업 반장 : 2 - 중기운전수 : 1 - 중기 조수 : 1 - 갱내 인부 : 3 - 화 약 공 : 1 - 화약공조수 : 2 630,686원/M	감 96,518원/M
화약 및 뇌관개선	●1m'당 화약비 - G.D : 1,313원/m' - Finex-1 : 247원/m' ●1m'당 뇌관비 - 전기뇌관 : 268원/m' 138,260원/M	●1m'당 화약비 - ANFO : 505원/m' - 에멀전 : 334원/m' - 도폭선 : 331원/m' ●1m'당 뇌관비 - 비전기뇌관 : 630원/m' 137,952원/M	감 308원/M
계	2,831,167원/M	2,587,713원/M	감 243,454원/M

나. M당 굴착공사비 분석

(제잡비 포함, 단위 : 원)

구 분	비율(%)	1M당 굴착 공사비			비 고
		당 초	개 선	증 감	
경 압(Type-1)	37.6	4,246,750	3,881,569	감 365,181(8.5%)	● 2차선 기준 ● 내서~냉정 고속도로 실시설계 기준
보 통(Type-2)	35.1	4,219,623	3,936,510	감 283,113(6.7%)	
연 압(Type-3)	14.9	5,489,002	5,020,456	감 468,546(8.5%)	
풍화암(Type-4)	7.4	7,597,629	7,479,868	감 117,761(1.5%)	
풍화토(Type-5)	3.8	8,699,980	8,477,796	감 222,184(2.5%)	
강구부(Type-6)	1.2	8,841,022	8,765,028	감 75,994(0.8%)	
평균절감단가				감 324,563(7%)	

다. 예산절감액 : 369억 (6.5억원/Km, 터널공사비의 3.4%)

- 1Km당 절감액(4차선)
 $324,000 \times 2 \times 1,000m = 6.5\text{억}$
- 실시설계후 미발주 및 실시설계중인 노선의 터널연장
 : 56.8Km(4차선기준)
 $56.8\text{Km} \times 6.5\text{억/Km} = 369\text{억}$

6. 검토결론

터널 굴착공법 개선시

- 초기에는 정밀시공에 따른 경험과 숙련공 부족으로 다소 어려움이 예상되나
- 굴진장 증가로 공사비 절감 및 공기가 단축되며,
- 안전한 화약 및 뇌관 사용으로 작업장 안전성 증대 및 공사비가 절감 되고,
- 발파시 소음 및 진동이 저감되어 주변환경피해로 인한 민원이 감소되므로,

이후 실시설계 및 실시설계완료후 미발주 구간의 터널공사에는

본 터널굴착공법 개선(안)으로 적용코자함.

※굴착단가는 '96기준이므로 최근 단가 기준으로 적용하여야 함

5-10 터널측방 여유폭 개선방안 검토

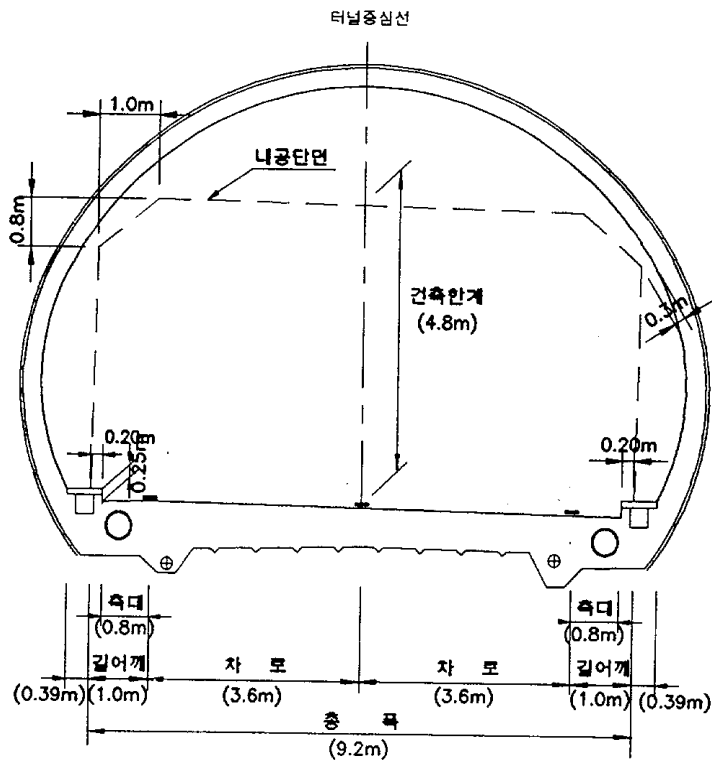
방 침
설 계 개
16210-260
('96. 8. 22)

1. 검토목적

- 고속도로 교통용량 증대 효과
- 터널 유지관리시 2차로 운용
- 운전자의 심리적 불안감으로 인한 터널 내부의 교통사고 감소 및 비상시 이용차량의 대피차로 확보

2. 터널의 구조 시설기준

○ 표준단면 (2차선)



○ 구조·시설 기준

구 분	차 로 폭	측 방 여 유		체 폭 원	건 축 한 계
		측 대	길 어 깨		
구 조 · 시 설 기 준	최소 3.5 m	0.75 m	1.0 m	최소 9.0 m	4.5m 이상
터 널 표 준 도	3.6 m (토공과 동일한 폭)	0.80 m (배수구포함)	1.0 m	9.2 m	4.8m (덧씌우기 및 시공 오차 고려)

3. 기존터널 측방여유폭의 문제점

- 측방여유폭이 적어 토공부와 연속성 및 주행성 결여
- 터널 진입시 측방여유폭의 갑작스런 감소로 운전자의 심리적 불안감으로 인한 차량 주행속도, 교통용량 저하 및 교통사고 발생
- 터널보수시 작업공간이 좁아 1차로 차단으로 인한 교통지정체 현상 발생
- 내공단면이 적어 자연환기에 다소 불리
- 비상시 대피차로 활용이 어려움

□ 터널 측방 여유폭과 주행특성

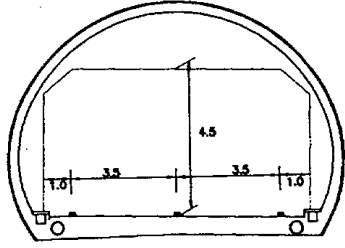
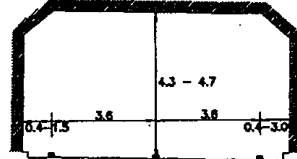
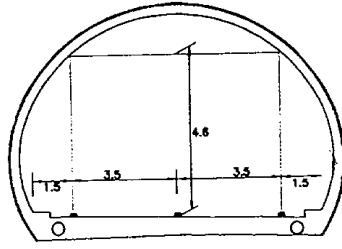
측 방 여 유 폭	감 소 율		비 고
	주 행 속 도	교 통 용 량	
w = 4.25 m	5 %	5 %	○ 기존도로 구간 대비
w = 2.5 m	6 %	6 %	
w = 2.0 m	6.7%	6.7%	
w = 1.25 m	10 %	10 %	
w = 1.00 m	14 %	15 %	

□ 도로시설별 교통사고 다발지점 현황

구 분	계	기 본 구 간	출 입 시 설	터 널	교 량	휴 게 소	B.S	T.G
시 설 물	-	-	208	36	1,319	43	253	88
사고다발지점	47	14	14	6	4	3	3	3
비 율 (%)	100	30	30	13	9	6	6	6

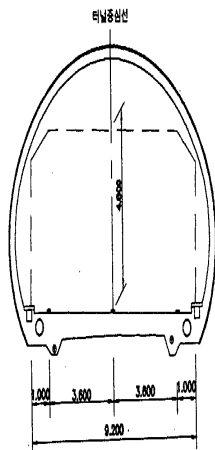
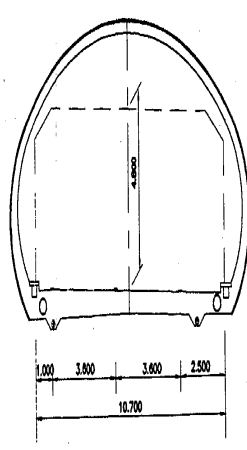
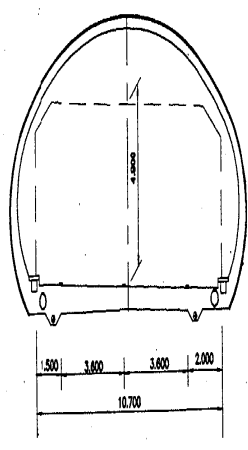
(’95 고속도로 교통사고 특성 및 감소대책에 관한 보고서 : 한국도로공사)

4. 외국 터널폭원 기준

구 분	설계 속도 (km/h)	차로폭 (m)	축 방 여 유 (m)		도로 폭(m)	건축 한계 (m)	비 고
			측 대	길어깨			
일 본 도 로 공 단	100~ 120	3.5	0.75	1.0	9.0	4.5 (4.7)	
미국AASHTO (A Policy on Geometric Design of Highways and Streets)	100~ 120	최소 : 3.3 바람직 : 3.6	최소 좌:0.3 우:0.3 좌:1.5 우:3.0	최소 좌:0.7 우:0.7 좌:2.2 우:3.7	최소 : 9.0 : 13.2	최소 : 4.3 : 4.7	
노르웨이 (Norwegian Design Guide Road Tunnels)	100~ 120	3.5	기준 없음	기준 없음	7.0	4.6	

5. 터널 측방여유폭 개선 방안

(2차선 기준)

구 분			현 형	개 선 1 안	개 선 2 안
표 준 단 면					
도로폭원	총 폭 원		9.2m	10.7m	10.7m
	차 로 폭		3.6m × 2 = 7.2m	3.6m × 2 = 7.2m	3.6m × 2 = 7.2m
	길어깨	좌 측	1.0m	1.0m	1.5m
		우 측	1.0m	2.5m	2.0m
내 공 (굴 착) 단 면 적			60.32㎡ (76.61㎡)	72.23㎡ (90.48㎡)	72.23㎡ (90.48㎡)
단 위 공 사 비			1,172 만원/m	1,347 만원/m (15%증가)	1,347 만원/m (15%증가)
장 · 단 점			• 공사비 저렴 • 토공부와 연속성 및 주행성 불량 • 운전자 심리적 불안감 초래로 교통사고 발생과다 • 주행속도 및 교통용량 저하 • 환기 불리 • 유지관리 불리 (보수작업시 1차로 차단으로 교통지정체 현상 발생) • 비상시 대피차로 활용 불가	• 공사비 증가 • 토공부와 연속성 및 주행성 보통 • 주행속도 및 교통용량 증대(9%) • 운전자 심리적 불안감 다소 해소로 교통사고 발생 감소 효과 • 환기 유리 (환기연장 약180m 감소효과) • 유지관리 유리 (보수작업시 2차로 운용가능으로 교통소통 용이) • 비상시 소형차 대피차로 활용 가능	• 공사비 증가 • 토공부와 연속성 및 주행성 양호 • 주행속도 및 교통용량 증대(9%) • 운전자 심리적 불안감 해소로 교통사고 발생 감소 효과(추월차로 운전자 다소 유리) • 환기 유리 (환기연장 약180m 감소효과) • 유지관리 다소 불리(보수작업시 2차로 운용 불가) • 비상시 대피차로 활용 불가

6. 검토 결론

- 고속도로 터널부에서 교통용량을 증대시키고, 유지보수시 2차로 운용으로 교통지체를 해소하며, 운전자의 심리적 불안감으로 인한 터널부의 교통사고 감소 및 비상시 이용차량에 대피차로를 확보하여 줌으로서 이용자에게 편의를 제공하고 고속도로 주행차량의 안전성, 쾌적성을 증대시키는 효과가 크므로 1안으로 터널 측방 여유폭을 개선코자 함.
- '96. 발주된 실시설계부터 적용시행

95-20-77-4

5-11 터널 입·출구부 낙석방지책 설치 검토

방 침
설 계 일
16210-939
('97. 12. 17)

1. 검토목적

터널 입·출구부 절취사면은 장기간 풍화, 동결융해, 집중호우로 인한 사면붕괴 및 균열로 낙석이 발생하여 주행차량의 안전사고 우려와 사면붕괴시 유지보수의 어려움이 있어 낙석방지책 설치방안에 대하여 검토코자 함.

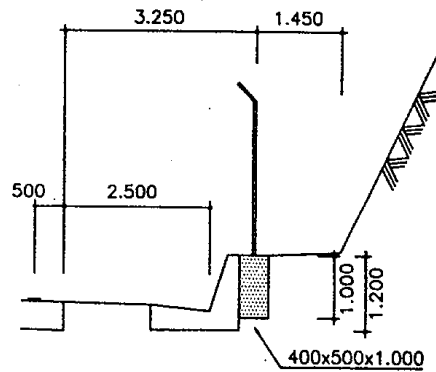
2. 현행 설계기준 내용

1) 설치기준

- 발파암 및 풍화암의 혼합절취고가 6m 이상인 구간
- 6m 이하 구간이라도 낙석이 우려된다고 판단되는 경우

2) 설치높이 : 시공성 및 미관을 고려하여 2.853m (표준형)로 함.

3) 설치형식 : 옹벽부와 토공부로 구분



단 면 도

3. 문제점 및 검토사항

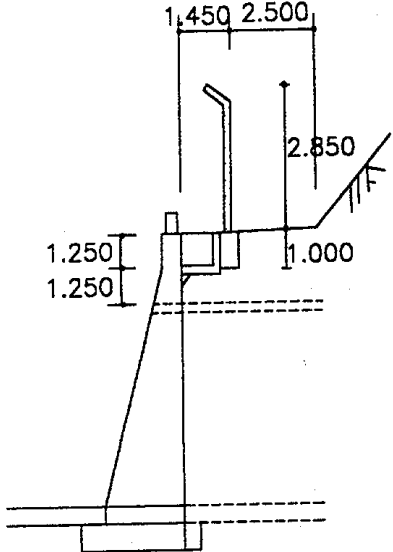
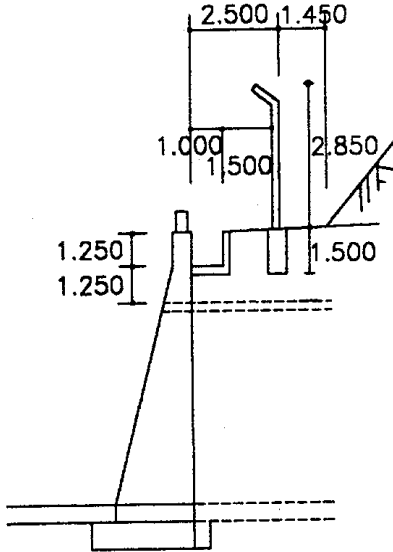
1) 문제점

- 절토부의 낙석방책 설계기준은 있으나 터널 입·출구부에 적용한 사례는 거의 없음.
- 터널 입·출구부 낙석방책 설치에 대한 검토 및 기준이 없어 적용이 어려운 실정임.
 - 기존 낙석방책 적용시 안정성 검토
 - 낙석방책 설치위치등 터널부 설치에 대한 세부기준 미비

2) 검토사항

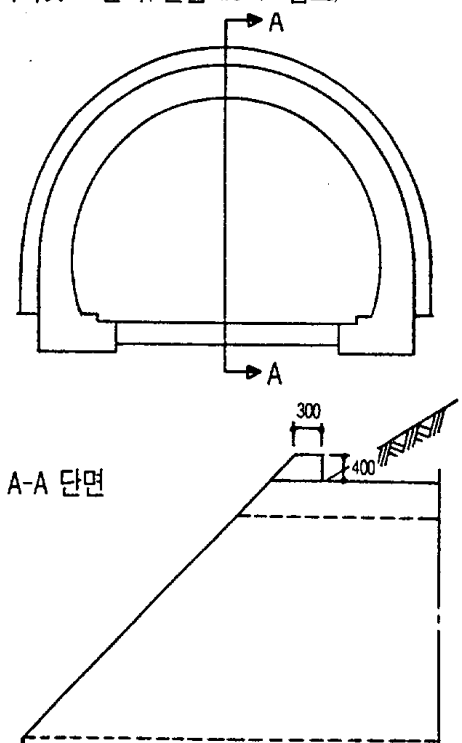
- 낙석방지책 설치 위치 검토
- 낙석방지책 안정성 검토
- 낙석방지책 지주 기초 구조 검토

4. 낙석방지책 설치위치 비교

구 분	현	행	개	선	안	비 고
개 요	• 갯문 배수구 후면에 설치		• 갯문에서 2.5m 이격 설치			“별첨 #1” 참조
단 면 도						
장 · 단점	• 낙석방지책 전면의 공간이 적어 차로에 낙석 위험성 우려 • 유지관리 · 보수시 안전사고 우려 • 낙석으로 배수로의 막힘 • 면벽 구조 보강 필요		• 낙석방지책 전면의 공간확보로 차로에 낙석 위험이 적음 • 유지관리 · 보수시 공간확보로 안전 사고 예방 • 낙석으로 인한 배수로의 막힘이 적음 • 현행 기초 확대 필요(“별첨 #2”참조) (400×500×1,000→500×500×1,500)			
건 의			○			

5. 검토의견

- 터널 입·출구부는 일반 절토부 구간보다 낙석에 의한 교통사고 위험성이 크고 낙석 발생시에는 교통소통에 지장을 초래하게 됨.
- 따라서 주행차량의 안전성 확보 및 유지관리 측면을 감안하여 면벽식 갱문의 경우 터널 입·출구부에 낙석방지책 설치를 건의하며
- 벨마우스 또는 원통절개형식 갱문의 경우는 토사유실을 방지토록 파라펫트를 설치함.
- 설치방안

면벽식 갱문형식	벨마우스 또는 원통절개 갱문형식
- 낙석방지책 설치 : 갱문에서 2.5m 이격 설치 - 낙석방지책 적용("별첨 #3" 참조) - 낙석방지책 높이(H) : 2.85m - 지주 설치간격 : 2.0m - 지주 규격 : 150×75×5×7 - 낙석방지책 지주 기초("별첨 #2" 참조) - 규격 : 500×500×1,500(가로×세로×높이) - 콘크리트 : 3종 25mm ($\sigma_{ck} = 210\text{Kg}/\text{cm}^2$)	- 파라펫트 설치("별첨 #3-1" 참조) 

- 적용방안
 - 설계용역 : '98. 1월 이후 준공대상부터 반영
 - 시공중인 현장 및 기존터널 : 현장여건을 감안 시공

별첨 #1

▣ 낙석방지책 설치 위치 검토

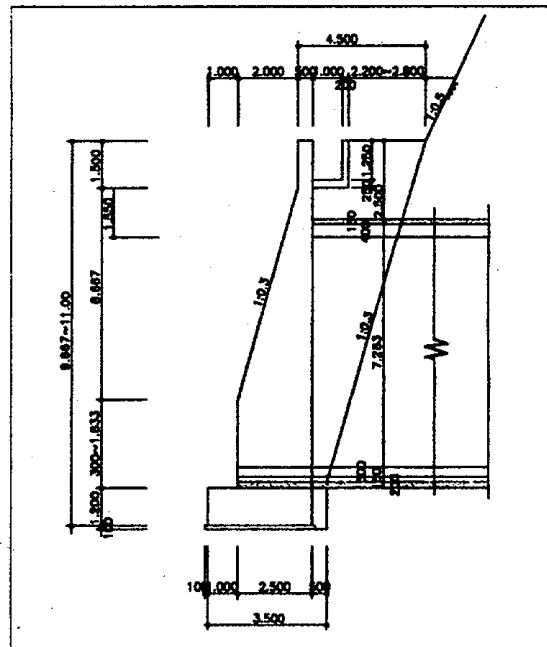
1. 검토개요

터널 입·출구부의 낙석방지책 설치 위치는 낙석에 대한 안전성, 유지관리 및 보수공간 확보, 갭문 상단 여유폭 등을 고려하고 기존 터널에 있어서 낙석방지책 추가 설치시를 감안하여 검토함.

2. 검토시 필요요소

1) 갱구부 소단폭 :

면벽식 터널 입·출구부의 상단 소단폭은 기존터널 및 현행설계시 기준을 검토한 결과 터널단면(차로수), 개착식 터파기 깊이에 따라 다소 차이는 있으나 갱구 전면에서 약 4.5m 정도가 확보됨.



2) 낙석방지책 높이(h) : 2.85m

시공성 및 경제성 측면의 일관성을 고려하여 현행 낙석방지책 높이 2.85m를 적용

3) 상단 배수 측구 규격 : B × H = 1.0m×1.25m

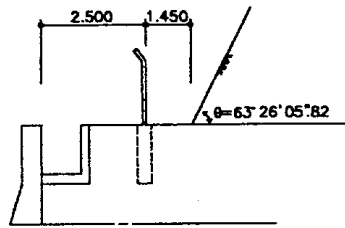
배수구 규격은 갯구부 유역 홍수량에 따라 달라질 수 있으나 일반적으로 1.0m×1.25m를 적용

4) 낙석방지책 앞 뒤 통행로 및 유지보수 공간폭 : 0.8m~1.3m

낙석방지책 보수 및 퇴적토 처리에 필요한 통행로 및 유지보수 작업공간은 최소 0.8m 최대 1.3m
로 적용(참고문헌 “건축의 그래픽”의 인체 비교 데이터)

3. 낙석방지책 설치 위치 검토

- 1) 터널 입·출구부 낙석방지책 설치위치는 낙석에 의한 안전 및 유지보수 공간확보를 고려하여 설계하며 다음과 같이 위치를 선정 검토 하였음.
- 2) 갯문에서 3m 이격 설치



※ 위치 안전성 검토

$0 < \ell < (h_1 \sec \theta - h_1) \cdot \cot \theta$ 의 경우 이므로

$h > (h_1 \sec \theta - \ell \tan \theta)$ 에서

$$2.85 > (4.47 - 2.9)$$

$$= 2.85 > 1.57$$

여기서 $\ell = 1.45\text{m}$, $h_1 = 2.0\text{m}$, $h = 2.85\text{m}$

4. 검토결과

터널 입·출구부의 낙석방지책 설치는 안전성, 유지관리 및 보수공간 확보를 고려하고 현행 낙석방지책 설치위치를 감안하여 갯구전면에서 2.5m 이격 설치하는 것이 적절한 것으로 판단됨.

별첨 #2

☑ 낙석방지책 구조 검토

1. 낙석방지책(지주, 와이어로프) 구조 검토

1) 설계 낙석 결정(W.H)

W(낙석중량) : 40kg, 60kg, 100kg, 200kg, 300kg

H(낙석의 낙하높이) : 5m, 10m, 15m, 20m, 30m, 40m

2) 낙석에너지의 계산

$$E_i = (1 + \beta) \left(1 - \frac{\mu}{\tan \theta}\right) W \cdot H$$

여기서 β : 회전에너지에 관계하는 계수(0.1 정도)

μ : 낙석의 등가 마찰계수(0.05~0.4 : 0.2 적용)

θ : 사면구배(63° 26' 05.82")

3) 낙석에너지(E_i) 계산결과

(t · m)

구 분		W (ton)					비 고
		0.04	0.06	0.1	0.2	0.3	
H (m)	5	0.198	0.297	0.495	0.99	1.485	
	10	0.396	0.594	0.99	1.98	2.97	
	15	0.594	0.891	1.485	2.97	4.455	
	20	0.792	1.188	1.98	3.96	5.94	
	30	1.188	1.782	2.97	5.94	8.910	
	40	1.584	2.376	3.960	7.920	11.880	

4) 낙석방지책 가능 흡수에너지(E_T) 계산

$$E_T = E_R + E_P + E_N$$

여기서 E_R = 와이어로프 흡수에너지

E_P = 지주의 흡수에너지

E_N = 철망의 흡수에너지

① 와이어로프 탄성력 T_y

※ $\varnothing 18\text{mm}$ 의 경우

단면적 : 1.29cm^2

항복장력(T_y) : 12ton

절단하중(T') : 16ton

② 반력 R 계산

$$R = 2T_y \sin \theta_1$$

$$\left(\frac{a}{2} + \frac{T_y \cdot L}{2E_W \cdot A} \right) \cos \theta_1 = \frac{a}{2}$$

여기서 a : 지주간격 (2.0m)

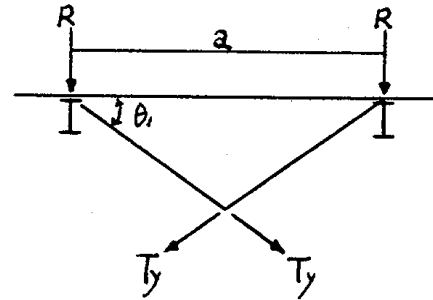
L : 와이어로프 전길이 (20m)

E_W : 와이어로프 탄성률 ($2.0 \times 10^6 \text{kg/cm}^2$)

A : 와이어로프 단면적 (1.29cm^2)

따라서 $\theta_1 = 17^\circ 08' 46''.36$

$$R = 2 \cdot T_y \cdot \sin \theta_1 = 7.075 \text{ (ton)}$$



③ 지주하단부 소성 변형하는 경우 힘 F_y 계산

$$F_y = \frac{M_0}{h_2} = \frac{\sigma_y \cdot Z}{h_2}$$

여기서 M_0 : 소성모멘트 (2.131 t·m)

h_2 : 작용점 ($\frac{2}{3}h = 2.5 \times \frac{2}{3} = 1.67\text{m}$)

σ_y : H강 항복점응력도 (SS41에서 $2,400\text{kg/cm}^2$)

Z : H강 단면계수 ($150 \times 75 \times 5 \times 7 : 88.8\text{cm}^3$)

$$\text{따라서 } F_y = \frac{M_0}{h_2} = \frac{2.131}{1.67} = 1.276 \text{ (ton)}$$

④ $R \geq F_y$ 의 경우 E_P , E_R 계산

$$\begin{aligned} E_P &= 2F_y \cdot \sigma = 2F_y \cdot h_2 \cdot \tan 15^\circ = 0.54h_2 \cdot F_y \\ &= 0.54 \times 1.67 \times 1.276 = 1.151 \text{ t} \cdot \text{m} \end{aligned}$$

$$E_R = \frac{L}{E_W \cdot A} (T^2 - T_0^2)$$

$$T = \frac{F_y}{2 \sin \theta_2}$$

$$\left(\frac{a}{2} + \frac{T \cdot L}{2E_W \cdot A} \right) \cos \theta_2 = \frac{a}{2}$$

여기서 T : 16ton T_0 : 0.5ton

따라서 $\theta_2 = 19^\circ 40' 37''.17$

$$\therefore T = \frac{F_y}{2 \sin \theta_2}$$

$$= 1.895 \text{ ton}$$

$$E_R = \frac{L}{E_w \cdot A} (T^2 - T_0^2) = 2.590 t \cdot m$$

⑤ E_N 은 $2.5 t \cdot m$ 를 적용

$$⑥ E_T = E_R + E_P + E_N = 2.590 + 1.151 + 2.500 = 6.241 t \cdot m$$

5) 지주단면, 와이어로프 검토

① 가정단면

- 지주(형강) : $150 \times 75 \times 5 \times 7$

- 와이어로프 : $\varnothing 18\text{mm}$

② 검토결과

$E_T > F_s \cdot E_t$ 에서 F_s : 안전율(1.0)

E_T (낙석방지책 가능 흡수에너지) = 5.546 ton

2. 낙석방지책 기초 구조 검토

1) 단면가정

$$r_t = 1.9 t/m^3$$

$$r (\text{Con'c}) = 2.3 t/m^3$$

$$\phi = 30^\circ$$

$$K_a = (1 - \sin \theta) / (1 + \sin \theta) = 0.333$$

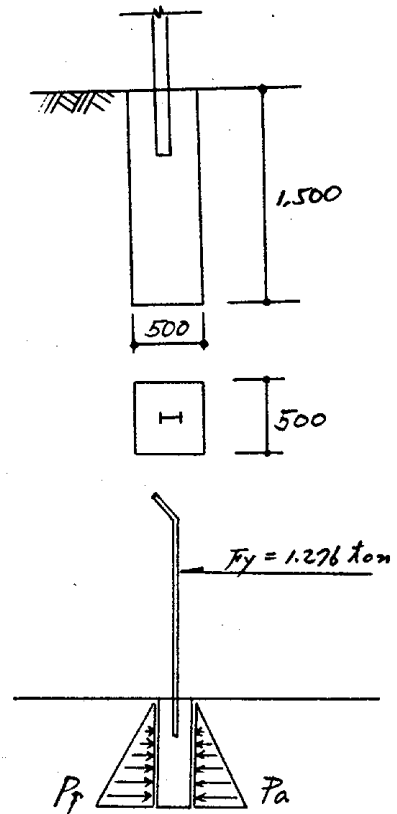
$$K_p = (1 + \sin \theta) / (1 - \sin \theta) = 3.00$$

$$P_p = \frac{1}{2} \cdot K_p \cdot r \cdot h^2$$

$$= \frac{1}{2} \times 3.00 \times 1.9 \times 1.5^2 = 6.412 t/m$$

$$P_a = \frac{1}{2} \cdot K_a \cdot r \cdot h^2$$

$$= \frac{1}{2} \times 0.333 \times 1.9 \times 1.5^2 = 0.711 t/m$$



2) 단면력 산정

i) 전도 Moment

$$Ma_1 = 1.276 \times 3.17 = 4.044$$

$$Ma_2 = 0.711 \times 1.5 \times \frac{1}{3} \times 0.5 = 0.177$$

$$\text{계} = 4.221t \cdot m$$

ii) 저항 Moment

$$Mp_1 = 0.5 \times 0.5 \times 1.5 \times 2.3 \times 0.25 = 0.215$$

$$Mp_2 = 6.412 \times 1.5 \times \frac{1}{3} \times 1.5 = 4.809$$

$$\text{계} = 5.024t \cdot m$$

3) 전도 검토

$$F_s = \frac{\sum Mp}{\sum Ma} = \frac{5.024}{4.221} = 1.19 \quad \text{안정 O.K!}$$

4) 검토 결과

- 상기 검토결과 기초단면은 $500 \times 500 \times 1,500(H)$ 로 결정
- 기초매설후 충분한 다짐($50 \geq N > 10$)을 시행하며
- 되메움 토질은 사질토가 적당함.

3. 단면응력 검토

1) 콘크리트 허용 응력

$$M = F_y \left(\frac{2}{3} h + \frac{d}{2} \right) = 1.276 \times \left(1.67 + \frac{0.45}{2} \right) = 2.418t \cdot m$$

$$\sigma = \frac{F_y}{A} + \frac{M}{Z}$$

$$= \frac{1.276 \times 10^3}{40 \times 50} + \frac{2.418 \times 10^5}{16,666} = 15.15 \text{kg/cm}^2$$

$$\sigma_a = 0.4 \sigma_{ck} = 0.4 \times 210 = 84 \text{kg/cm}^2$$

$$\therefore \sigma = 15.15 \text{kg/cm}^2 < \sigma_a = 84 \text{kg/cm}^2 \quad \text{OK !}$$

2) 콘크리트 전단 응력

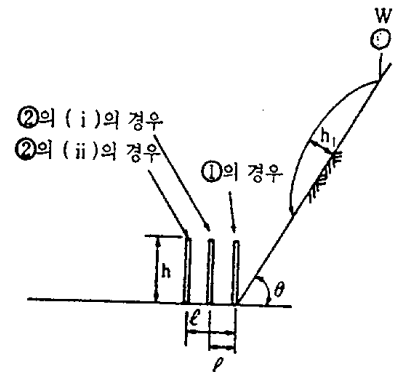
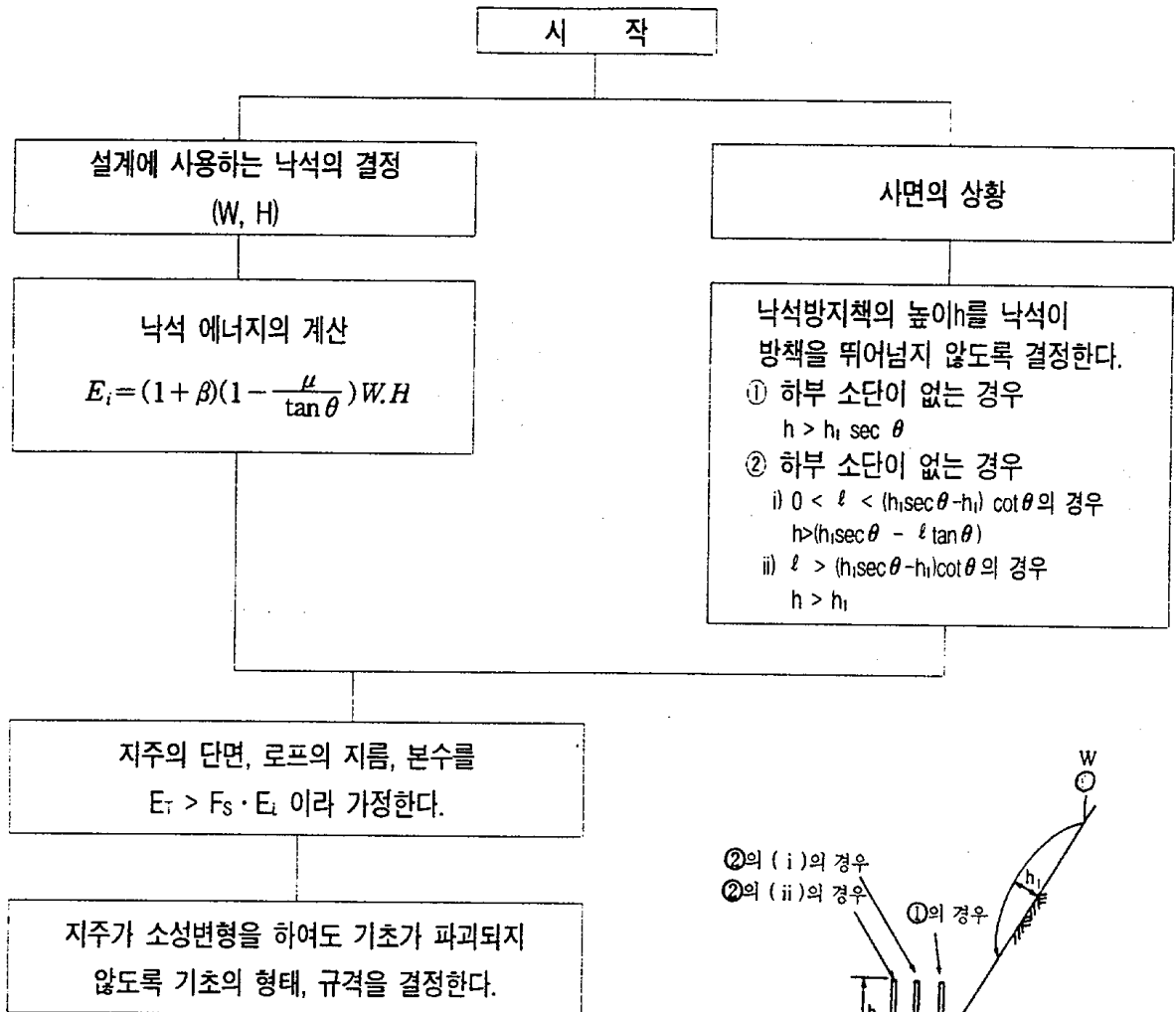
$$\tau = \frac{F_y}{2c \cdot d}$$

$$= \frac{1.276 \times 10^3}{2 \times 24.7 \times 45} = 0.574 \text{kg/cm}^2$$

$$\tau_a = 0.25 \sqrt{\sigma_{ck}} = 3.623 \text{kg/cm}^2$$

$$\therefore \tau = 0.574 \text{kg/cm}^2 < \tau_a = 3.623 \text{kg/cm}^2 \quad \text{OK !}$$

※ 낙석방지책 설계 순서



E_i : 설계에 이용하는 낙석에너지
 W : 낙석 중량(ton)
 H : 낙석의 낙하 높이
 θ : 사면구배(°)
 μ : 낙석의 등가마찰계수
 β : 회전에너지에 관계하는 계수(0.1정도)
 h_1 : 낙석 도약높이(2.0m)
 ℓ : 사방의 폭
 F_s : 안전율(1.0)
 E_r : 낙석방지책의 가능 흡수에너지
 h : 낙석방지책의 울타리 높이

사면의 종류와 등가마찰계수 μ 의 값

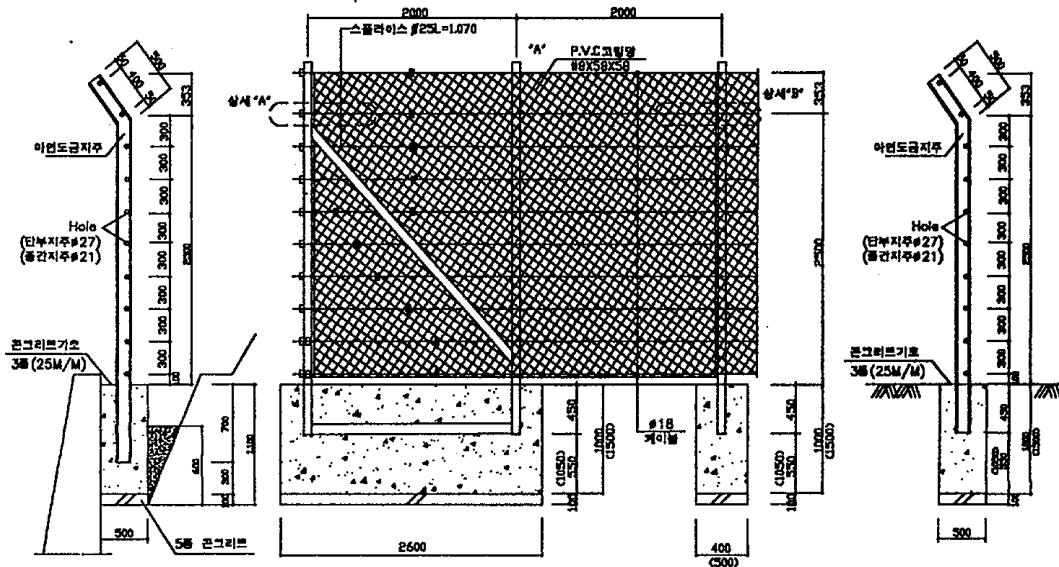
낙석 및 경사면의 특성	μ
경암, 둥근모양 凹凸 작음, 입목없음	0.05
연암, 네모형~둥근형 凹凸 중~대, 입목없음	0.15
토사, 애추, 둥근형~네모형 凹凸 소~중, 입목없음	0.25
애추, 큰역쉬인 애추, 네모형 凹凸 대~중, 입목없거나 있음	0.31~(0.4)

낙 석 방 책

측 면 도
웅 벽 웅

정 면 도

측 면 도
(터널, 토공용)

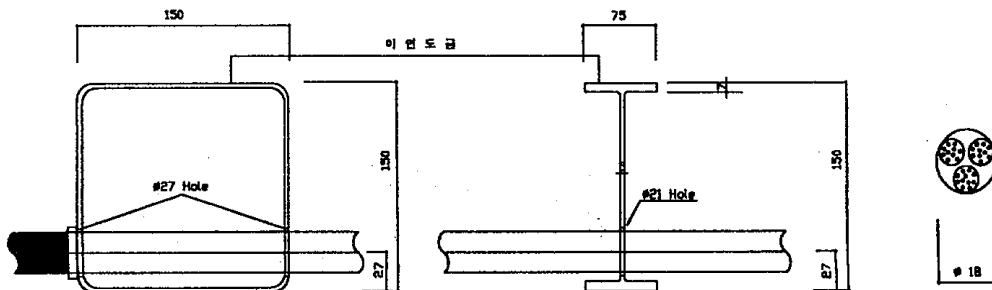


- 주) 1. 발지암 및 풍화암을 콘크리트 높이 8m이상부터 낙석방책을 설치
2. 6m 이하구간이라도 현상에서 낙석이 우려한다고 판단시 설치
3. 콘크리트구조와 지주는 일체로 제작후 이용설치
4. 유지관리 및 케이블 장력유지를 위해 최대 100m 마다 단부지주를 설치하고 설치면갈에 따라 60~100m 마다 중간지주로 단부지주를 포함설치 (단부지주간 순간격: 50m)

상세 "A"
단부지주 S = 1 : 3
(150X150X5)

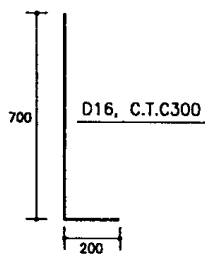
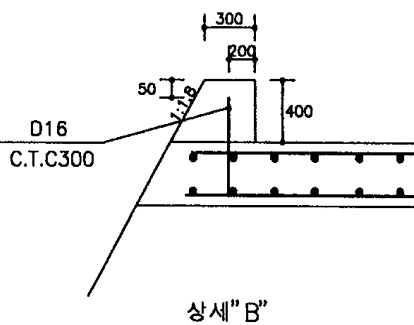
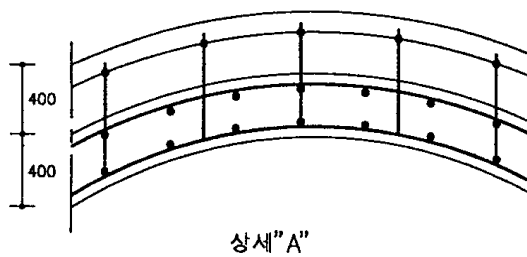
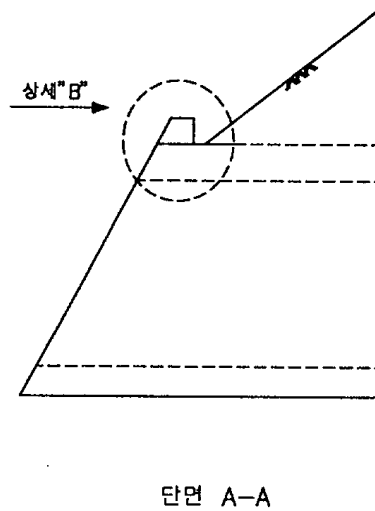
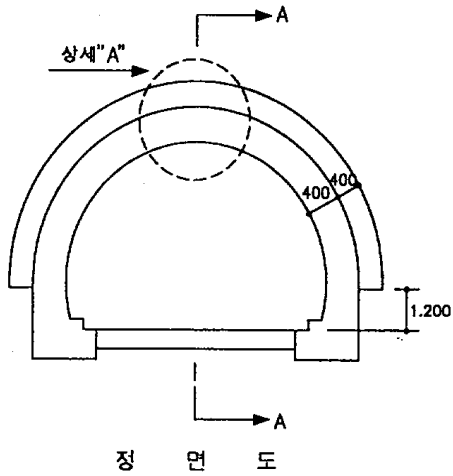
상세 "B"
중간지주 S = 1 : 3
(150X75X5X7)

아연도금케이블단면
($\phi 18$: $\phi 7X3EA$)
S = 1 : 1



별첨 #3-1

벨마우스 또는 원통절개 강문형식
(파라펫트 설치)



재 료 표 (M당)

구 분	규 격	단 위	수 량	비 고
철 근	D16	kg	4.680	3.333EA/m
콘크리트	CK=240kg/cm ³	m ³	0.264	28#32mm
거꾸집	합판 3회	m ²	1.523	



표 준 도
TYPICAL DRAWING

도면 명
벨마우스 또는 원통절개
강문형식 (파라펫트 설치)

설 계 자
확 인 자

작 성 일
측 력

1997.12
도면번호
5.103-1

별첨 #4

☑ 공사비 내역

공종	명 칭	규 격	수량	단위	단 가	금 액	비 고
	낙석방지책(20m/1개소)					2,877,447	
A	터파기	인력	10	M ³	10,484	104,840	D20346
B	되메우기 및 다짐	인력	7	M ³	7,338	51,366	D00092
C	콘크리트 타설	소형, 진동기 포함	7	M ³	67,565	472,955	D00166
D	거푸집	소형, 합판6회	36.3	M ²	18,101	657,066	D00153
E	낙석방지책	H=2.5M	10	경간	159,122	1,591,220	D00604

5-12 터널 방재시설 기준개정시행

방 침

시 설 설

14101-106

('98. 2. 3)

한 국 도 로 공 사

우)461-380 / 경기 성남 수정 금토 293-1 / 전화(02)230-4523 / 전송(02)230-4304 / 담당 윤철옥

문서번호: 시설설 14101-106

시행일자: 1998. 2. 3.

경 유:

수 신: 수신처 참조

제 목 터널 방재시설 기준 개정 시행 통보 및 기준 적용 지시

우리공사 터널 방재시설 기준 개정(안)의 설계심의가 완료됨에 따라 아래와 같은 기준으로 시행코자 하니, 각 방재시설별 주관부서는 세부 시설기준수립 및 기준적용 시행에 만전을 기하기 바랍니다.

아 래

가. 건 명 : 터널 방재시설 기준 개정

나. 기준 개정 사유

- 소방법 시행령 개정('97.9.27)에 따라 법적 소방설비 반영
- 터널내 재해발생시 대고객 안전확보를 위해 신속한 감지와 상황전파로 구난체계 구축을 위한 필수시설 반영

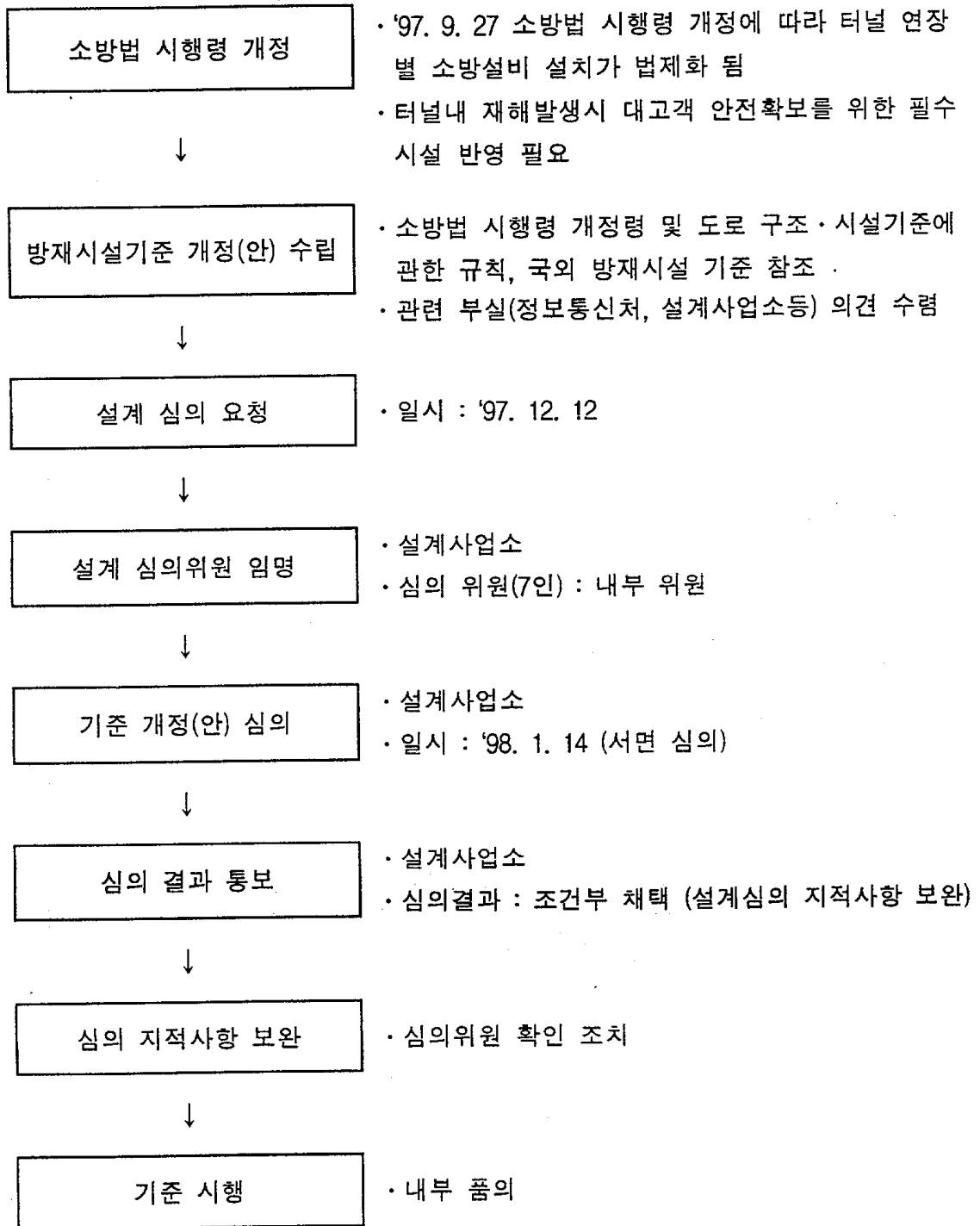
다. 기준 개요

- 소방설비 : 소화설비, 경보설비, 피난설비, 소화활동설비
- 기타시설 : 통보 및 경보설비, 기타설비

라. 기준 적용

- 설계적용 : 설계중에 있거나 향후 발주 공사 설계
- 공사적용 : 착공전 터널과 공사진행중으로 추진공정상 설계변경 시행이 가능한 터널
- 기존터널 : 필요시 사업계획에 반영하여 시설 보완

기준 개정 경위



터널 방재시설 기준

1. 터널 연장별 방재시설 기준

방재시설			터널연장(m)	4,000 이상	2,000 이상	1,000 이상	800 이상	500 이상	200 이상	200 미만
소 방 설 비	소 화 설 비	소 화 기 구		●	●	●	●	●	●	●
		옥내소화전설비		●	●	●				
		물분무설비		●						
	경 보 설 비	비상경보설비		●	●	●	●	●		
		화재감지기		●	●					
		비상방송설비		●	●	●				
	피 난 설 비	비상조명등		●	●	●	●	●	●	
		유도표시판		●	●	●				
	소 화 활 동 설 비	제 연 설 비		●	●	●				
		무선통신보조설비		●	●	●	●	●		
		연결송수관설비		●	●					
		비상콘센트설비		●	●	●	●	●		
기 타 시 설 비	통 보 · 경 보 설 비	비 상 전 화		●	●	●	●	●		
		정보표시판 (터널입구)		●	●	●	●			
	기 타 설 비	비상전원설비		●	●	●	●	●	●	
		라디오재방송설비		●	●	●	●	●	●	
		CCTV		●	●	●				
		피난연락경		●	●	●				
		비상주차대		●	●	●				

※ 터널입구 정보표시판등 상기 방재시설은 터널여건 및 주변상황에 따라 필요시에는 기준 터널연장 미만 터널에도 설치할 수 있음.

2. 방재시설별 설치기준 및 정의

방 재 시 설			설 치 기 준	정 의
소 방 설 비	소화 설비	소 화 기 구	50m 간격으로 설치	사람이 직접 조작하여 소화약제를 방출하는 기구
		옥내소화전설비	50m 간격으로 설치	사람이 소화전함에 비치되어 있는 호스 및 노즐 을 이용 물을 분사하여 소화작업을 행하는 설비
		물분무설비	일제방수구역은 50m로 한다	물분무헤드를 사용하여 물을 운무형상으로 분사 하여 화재를 질식·냉각 작용에의해 소화하는 설비
	경보 설비	비상경보설비	소화기또는소화전함 에 병설(비상벨설비)	화재발생시 화재장소 또는 중앙감시실에서 터널 내에 경보를 발령하여 화재를 통보할 수 있는 설비
		화재감지기		감지기에 의하여 화재로 인한 열, 연기, 빛 등을 감지하여 화재를 수신반에 알리는 설비
		비상방송설비	50m 간격으로 설치	비상시 중앙감시실에서 방송을 통하여 대피지시 등을 할 수 있는 설비
	피난 설비	비상조명등	야간점등회로를 이용하여 설치	화재로 인한 정전시 외부전원없이 자체전원으로 터널내 조명을 할수 있는 설비
		유도표시판	200m간격으로 설치	터널내 위치나 입출구부 방향 및 거리를 표시 하여 사람을 유도하는 표지판 설비
	소화 활동 설비	제 연 설 비	환기설비와 병용	화재시 발생하는 유독가스를 방출하거나 제거 하는 설비
		무선통신 보조설비	라디오 재방송 설비와 병설	소방대원이 화재장소에서 화재진압시 외부 소방대원과 무선통신이가능하도록 소방대상물에 동축케이블등을 설치하여 상호 연락이 가능하도 록 함
		연결송수관설비	50m 간격으로 방수구 설치	소방대상물의 외부에서 내부의 화재장소까지 소 방용수를 공급할 수 있도록 설치하는 배관, 송수 구, 방수구등으로 구성
		비상콘센트설비	100m 간격으로 소화기 또는 소화전함에 병설	화재장소에서 전원을 공급받을수 있도록 설치하 는 콘센트

방재시설		설치기준	정의
기 타 시 설	통보·경보설비	비상전화	200m 간격으로 설치 터널안의 교통사고나 화재사고 등의 비상시에 사고당사자 또는 발견자가 터널관리소에 연락하기 위한 비상전용의 전화
	정보표시판(터널입구)	터널입구 500M전방 설치를 표준으로 하되, 타 표시판등의 장애 요소를 고려하여 500M이내 시인성이 확보되는 위치에 설치	터널안의 비상사태 발생시 터널밖의 주행 차량에게 터널안의 이상을 빨리 알려 진입을 정지 시킴으로서 사고의 확대를 방지함(전광식, 자막식, 신호등 등이 있음)
	기타설비	비상전원설비	수배전반에 설치 정전시 조명등 및 방재시설에 전원을 공급하는 설비
		라디오재방송설비	터널로 진입, 통과하는 차량에 라디오를 수신할 수 있도록 하는 설비 (AM, FM)
		CCTV	터널 구배, 선형, CCTV품질 등을 고려하여 가시거리가 확보되도록 설치 터널내외부 상황을 관리사무실에서 모니터를 통하여 확인하여 긴급상황에 대처할 수 있는 설비
		피난연락경	750m간격으로 설치 터널내 재해발생시 인접터널로 사람이거나 차량이 대피할 수 있도록 설치되는 연락경으로 방화문 설치
		비상주차대	750m간격으로 설치 차량의 고장이나 사고시 1차 사고를 낸 차량이 다른 사고를 유발하지 않도록 다른 차량의 주행에 방해가 되지 않게 주차시키는 비상 주차 장소

※ 상기 방재시설 설치 기준은 일방향 2차선 터널을 표준으로 작성된 것으로 터널 연장 및 차로수, 선형등의 특수여건 고려시와 소방법령에 적합하고 관할소방서와의 합의 도출시에는 보완(시설의 가감)하여 시설할 수 있다.

신·구 터널 방제시설 기준 대비

구 분 방 제 시 설 터널연장(m)		소 방 법 ('97.9.27개정)		도로 구조, 시설 기준에 관한 규칙		우 리 공 사 기 준										설 치 기 준		비 고
						신 기 준					구 기 준							
						2000 이상	1000 이상	500 이상	500 미만	3000 이상	1500 이상	800 이상	800 미만	4000 이상	2000 이상			
소 화 설비	소 화 기 구	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	소방법에 의거 (원 기준과 동일)	
	옥내소화전설비	•															소방법에 의거 삭제가능하나, 장터널(4,000m이상) 대규모 화재에 대비하여 지동 및 수동작동이 가능한 물분무설비 설치	*일본의 경우 AA급 터널에 적용하고 있음
	물분무설비																	
	비상경보설비	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	소방법에 의거 (500m미만 터널 삭제)	
	화재감지기																신속한 화재감지와 통보를 위하여 2000m이상 터널내 화재 감지기 시설	
소 방 설비	비상방송설비																비상시 방송을 통한 상황전파를 위해 1000m이상 터널에 설치	
	비상조명등	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	200m 이상 터널에 설치 (한국공업규격 터널조명기준에 의거)	*KS A 3703
	유도표시판																피난유도를 위해 1000m 이상 터널에 설치	
	제 연 설 비	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	소방법에 의거 (원 기준과 동일)	
	무선통신보조설비	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	소방법에 의거 (원 기준과 동일)	
소 화 설비	연결송수관설비	•																
	비상콘센트설비	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	소방법에 의거	
	비 상 전 화			•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	도로 구조, 시설기준에 관한 규칙에 의거 500m이상 터널에 설치	
	정보표시판 (터널임구)			•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	비상 상황의 대 고객 신속 전파를 위해 800m이상 터널에 설치	
	비상전원설비																정전에 대비한 시설로 200m이상 터널에 설치	
기 타 시 설	라디오재방송설비																이용차량의 라디오 수신용 위해 200m이상 터널에 설치	
	CCTV																내, 외부 상황 감시를 위해 1000m이상 터널에 설치	
	피난안내판																제해시 신속한 대피를 위해 1000m이상 터널에 방화문과 함께 설치	
	비상주차대																제해시 신속한 대피를 위해 1000m이상 터널에 설치	
	급 수 전																시설상제 (소회집으로 기류)	

방재시설별 주관부서 현황

방 재 시 설			주 관 부 서			
			계획(세부시설기준)	설계(1,000m이상)	설계(1,000m미만)	시 행
소 방 설 비	소 화 설 비	소 화 기 구	시설관리처(설비)	시설관리처(설비)	시설관리처(설비)	시설관리처 건설사업소
		옥내소화전설비	“	“	“	“
		물분무설비	“	“	“	“
	경 보 설 비	비상경보설비	시설관리처(전기)	시설관리처(전기)	시설관리처(전기)	“
		화재감지기	“	“	“	“
		비상방송설비	“	“	“	“
	피 난 설 비	비상조명등	“	“	“	“
		유도표시판	“	“	“	“
	소 화 활 동 설 비	제 연 설 비	시설관리처(설비)	시설관리처(설비)	시설관리처(설비)	“
		무선통신보조설비	정보통신처	시설관리처(전기)	정보통신처	정보통신처 시설관리처 건설사업소
		연결송수관설비	시설관리처(설비)	시설관리처(설비)	시설관리처(설비)	시설관리처 건설사업소
		비상콘센트설비	시설관리처(전기)	시설관리처(전기)	시설관리처(전기)	“
기 타 시 설 비	통 보 · 경 보 설 비	비 상 전 화	정보통신처	“	정보통신처	정보통신처 시설관리처 건설사업소
		정보표시판 (터널입구)	“	“	“	“
	기 타 설 비	비상전원설비	시설관리처(전기)	“	시설관리처(전기)	시설관리처 건설사업소
		라디오재방송설비	정보통신처	“	정보통신처	정보통신처 시설관리처 건설사업소
		CCTV	시설관리처(전기)	“	시설관리처(전기)	시설관리처 건설사업소
		피난연락경	설계사업소	설계사업소	설계사업소	설계사업소 건설사업소
		비상주차대	“	“	“	“

5-13 터널 격자지보재의 적용성 검토

방 침

설 계 기

15212-287

('98. 3. 5)

1. 검토목적

NATM공법에 의한 터널 공사시 H형 강지보재의 문제점을 개선한 격자지보재가 개발되어 기능성, 시공성, 경제성에 대한 대체 지보재로서의 적용성을 검토하고자 함.

2. 강지보재의 기능

- 슛크리트 라이닝의 하중분산을 위한 보강

스utc리트와 일체화 시킴으로써 지보공의 강성, 강도 증가

- 굴착면의 일시적인 지보기능

스utc리트와 록볼트의 소요강도가 발현되기 전의 지보

- 천단지지공 (Forepoling) 또는 경사 록볼트 등의 지점(支點)

자립성이 나쁜 지반에서 사용되는 보조공법(Forepoling등)의 지점 역할

- 터널단면의 형상 유지

3. H형 강지보재의 문제점

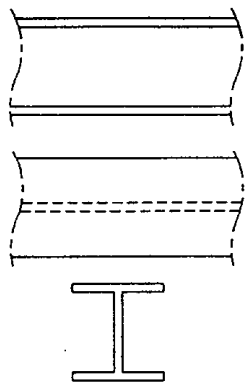
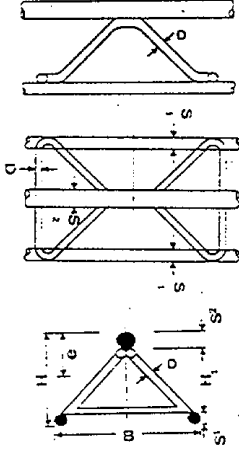
- 중량이 크므로 인력설치시 시공성 저하

- H형강 플랜지 배면의 슛크리트 밀설시공 곤란

- H형강의 형상(판형)에 따른 슛크리트 리바운드량 과다 발생 불가피

- 터널 보조공법 (Forepoling, 강관다단 그라우팅 공법등)의 적용시 시공성 불리

4. 강지보재의 비교

구 분		H형 강지보재	격자지보재	비 고
설 치 단 면				
재 료 특 성		- 항복응력 : 2,400kg/cm² (SS 400) - 허용응력 : 1,400kg/cm²	- 항복응력 : 5,200kg/cm² (특수강) - 허용응력 : 3,000kg/cm²	
단 면 특 성	단위중량 (kg/m)	• H 100 - 17.2 • H 125 - 23.8 • H 150 - 31.5	• LG 70 - 12.5 (LG 50 - 12.3) • LG 95 - 14.9 • LG 115 - 15.9	73% (72%) 63% 50%
	단면계수 (cm ³)	• H 100 - 76.6 • H 125 - 135.5 • H 150 - 218.7	• LG 70 - 51.3 (LG 50 - 38.0) • LG 95 - 78.2 • LG 115 - 93.5	67% (50%) 58% 43%
	저항모멘트 (t · m)	• H 100 - 1.07 • H 125 - 1.90 • H 150 - 3.06	• LG 70 - 1.54 (LG 50 - 1.14) • LG 95 - 2.35 • LG 115 - 2.81	144% (107%) 124% 92%
	허용축하중 (t)	• H 100 - 30.66 • H 125 - 42.43 • H 150 - 56.20	• LG 70 - 40.05 (LG 50 - 40.05) • LG 95 - 46.92 • LG 115 - 46.92	131% (131%) 110% 83%

구 분	H형 강지보재	격자지보재	비 고
기 능 성	• 격자지보재는 단면계수 및 단면적이 H형 강지보재 보다 작으나 재료의 허용응력이 2배 이상 커 저항모멘트 및 허용축하중이 7~44% 정도 더 크므로 <u>지보기능 우수</u> • 격자지보 사용시 설치시간 단축으로 급작스런 지반변화 예방		
시 공 성	• 중량이 커서 설치 불리 • 보조공법 적용시 시공성 저하 (천공각도 유지곤란) • H형강의 형상에 따른 숏크리트 리바운드량 과다	• <u>경량(52~72%)이므로 설치 가 용이</u> • 보조공법 적용시 요구되는 천공각도 유지가능 • 숏크리트 타설시간 절약 (약 8%) • <u>지보설치시간 절약</u> (약4~53%) • 숏크리트 리바운드량 감소	
품질관리	• 지보재 배면의 숏크리트 공극 발생 • 강성이 크므로 변위 억제력이 큼	• <u>지보재 배면의 숏크리트 밀실 시공가능</u> • 숏크리트와 결합력이 우수하여 밀실시공에 의한 방수효과 증대 • 숏크리트와 연속체 형성으로 터널 안정성 증대 • 굴착면에 밀착 시공으로 인한 급작스런 지반변위 방지 • <u>숏크리트의 축력분담율이 커지므로 (86%) 철저한 품질관리 필요</u> • <u>강봉부재간 연결이 용접으로 이루어지므로 철저한 용접관리 필요</u>	
공 사 비 (순공사비 기준)	• H-100×100×6×8 : <u>4,094,600원/조</u>	• TYPE 50×20×30 : <u>4,036,919원/조</u>	<u>△57,681원</u> (△1.4%)

구 분	H형 강지보재		격자지보재	비 고
강지보재간 상응부재	H-100×100×6×8	쉴크리트 두께		쉴크리트 두께
		12cm	TYPE 50-20-30	12cm
		16cm	TYPE 70-20-30	16cm
		16cm	TYPE 70-20-30	16cm
	H-125×125×6.5×9	15cm	TYPE 95-20-30	15cm
			(TYPE 70-26-34)	
			TYPE 95-22-32	15cm
	H-150×150×7×10	20cm	(TYPE 70-26-34)	
			TYPE 115-22-32	20cm
			TYPE 115-26-34	20cm
			TYPE 130-26-34	20cm

5. 국내 터널 격자지보 적용현황

- 영동고속도로 확장공사 6공구 둔내터널(턴키) 시공
 - TYPE 50×20×30 규격 적용 (지보패턴 T-4)
- 대전-진주간 고속도로 건설공사 4공구 단성터널 시험시공
 - TYPE 70×20×30 규격 적용 (지보패턴 T-5)
- 경부고속철도 6-1공구 신부터널 시험시공
- 호남 복선화 철도 공사 5공구
- 설계완료구간
 - 대구지하철 (성서, 범어동, 매곡동구간)
 - 부산지하철 (303, 306, 307, 308공구)
 - 대구-포항간, 진주-통영간, 동해고속도로 턴키구간
 - 경부고속철도 (10-1, 10-2, 6-4공구)
 - 우면산 터널, 만월산 터널등

6. 검토의견

- ☑ 터널공사의 강지보재로서 격자지보재의 적용성을 검토한 결과 H형 강지보재에 비하여 다음과 같은 장점이 있음.
 - 부재의 경량화에 따른 설치시간 및 슐크리트 타설시간 단축, 리바운드량의 감소
 - 지보재 배면의 공극 발생 최소화로 지보재와 지반의 일체화 거동
 - 슐크리트와 지보재의 일체화로 터널 안정성 증대
 - 터널 보조공법의 적용 용이
- ☑ 격자지보재는 각 강봉 부재간 용접 연결의 신뢰성 및 슐크리트의 품질 확보가 매우 중요하므로 철저한 품질관리가 요구됨.
- ☑ 격자지보가 H형 강지보재에 비해 상대적으로 저항모멘트 및 허용 축하중이 큰 반면 강성이 적으므로 격자지보재를 3차로 이상 대단면 터널 및 고강성이 요구되는 지반에 적용할 경우 시공에 각별한 유의 필요
- ☑ 두 지보재간의 건설공사비 차이는 거의 없음.
- ☑ 최근의 고속도로 실시설계 심의시 터널의 안전성 확보를 위해 H형 강지보재 대신 격자지보재를 사용하도록 지적되고 있는 실정임.
- ☑ 따라서, '98. 3.이후 준공되는 고속도로 건설공사 실시설계 구간의 2차로 터널의 강지보재로 H형 강지보재 외에도 격자지보재도 설계에 반영될 수 있도록 하고, 3차로 이상의 대단면 터널은 현장여건에 따라 별도 검토하여 적용여부를 결정토록 함.
- ☑ 강지보재간 상응 규격 (2차로 터널)

표준지보패턴	슐크리트 두께 (강섬유보강,Cm)	H-형 강지보재		격자지보재		비고
		규격	높이 (Cm)	규격	높이 (Cm)	
4	12	100×100×6×8	10	50-20-30	10	
5	16	"	10	70-20-30	12	
6	16	"	10	70-20-30	12	

고속도로 터널공사

강지보재 단가비교 (Type-4)

(set당)

구 분	H형강 지보	격 자 지 보	비 고
계	4,094,600원	4,036,919원 (△57,681원)	
강 지 보	567,063원	608,258원	
숫크리트	$9.745\text{m}^3 \times 323,162\text{원}/\text{m}^3 =$ 3,149,213원	$9.478\text{m}^3 \times 323,162\text{원}/\text{m}^3 =$ 3,062,929원	
숫크리트 버력처리	$1.353\text{m}^3 \times 9,684\text{원}/\text{m}^3 =$ 13,102원	$1.086\text{m}^3 \times 9,684\text{원}/\text{m}^3 =$ 10,516원	
숫크리트 자 재 비	- 시멘트 $68,072\text{원}/\text{ton} \times 9.745\text{m}^3 \times$ $0.441\text{ton}/\text{m}^3$ $= 292,542\text{원}$ - 모 래 $13,438\text{원}/\text{ton} \times 9.745\text{m}^3 \times$ $0.665\text{ton}/\text{m}^3 / 1.6\text{ton}/\text{m}^3$ $= 54,427\text{원}$ - 자 갈 $4,072\text{원}/\text{ton} \times 9.745\text{m}^3 \times$ $0.782\text{ton}/\text{m}^3 / 1.7\text{ton}/\text{m}^3$ $= 18,253\text{원}$	- 시멘트 $68,072\text{원}/\text{ton} \times 9.478\text{m}^3 \times$ $0.441\text{ton}/\text{m}^3$ $= 284,527\text{원}$ - 모 래 $13,438\text{원}/\text{ton} \times 9.478\text{m}^3 \times$ $0.665\text{ton}/\text{m}^3 / 1.6\text{ton}/\text{m}^3$ $= 52,936\text{원}$ - 자 갈 $4,072\text{원}/\text{ton} \times 9.478\text{m}^3 \times$ $0.782\text{ton}/\text{m}^3 / 1.7\text{ton}/\text{m}^3$ $= 17,753\text{원}$	

5-14 H형강 지보재 단가적용 검토

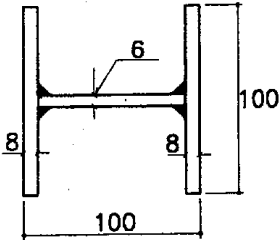
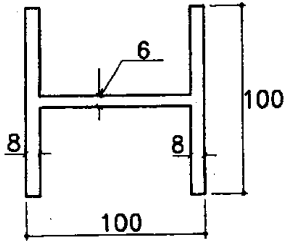
방 침

설 계 기
15212-270
('98. 3. 3)

1. 검토목적

터널 지보재로 사용되는 H형강의 수요증대에 따라 규격품의 공장제작이 가능하므로 이의 단가적용 방안에 대하여 검토코자 함

2. 현 황

구 분	잡철물 제작	규격품 가공조립
단 면		
H형강 제작	· 철판 구입 · 공장에서 용접하여 H형강 제작	· 규격품 공장 생산 및 냉간 가공(휨 가공)
단가 적용	· 『잡철물 제작』 품 적용 · 적용품 25.2인(TON당) (철판공21.8인, 보통인부0.56인, 용접공2.21인, 특별인부0.63인)	· 『철골 가공 조립』 품 적용(공장작업) · 적용품 8.15인(TON당) (본뜨기0.5인, 변형잡기0.95인, 금긋기0.53인, 절단0.5인, 가공2.29인, 조립3.2인, 세움바로잡기 0.18인)
장 · 단점	· 용접제작으로 품질관리 불리 · 제작공정 복잡 · 제작비 고가	· 공장제작으로 품질관리 용이 · 제작공정 단순 · 규격품 사용으로 제작비 저렴

3. 단가 비교(2차로 터널 기준)

(단위 : 원)

구 분		잡철물 제작 (100×100×6×8)	규격품 가공 조립 (100×100×6×8)	비 고
T Y P E	4	1,112,272	555,729	(△556,543)
	5	1,105,604	549,662	(△555,942)
	6	1,094,244	544,848	(△549,396)
T Y P E	4	522조 × 1,112,272 = 580,605,984	522조 × 555,729 = 290,090,538	· 청주 ~ 상주 4공구 변경 적용시 (1개소/928m)
	5	40조 × 1,105,604 = 44,224,160	40조 × 549,662 = 21,986,480	
	6	24조 × 1,094,244 = 26,261,856	24조 × 544,848 = 13,076,352	
계		651,092,000	325,153,370	(△325,938,630)

(순공사비 기준)

4. 검토 의견

- H형강의 수요증대에 따라 규격품으로 공장제작(3,4차로 포함)이 가능하므로 품질관리가 용이하고 사용성 및 경제성 등을 감안 규격품의 『철골 가공 조립』 품으로 적용함이 타당한 것으로 사료됨
- 설계적용 : '98이후 설계 준공노선부터 적용

첨부 : 1. 특별시방서 개정(안)
2. 단가산출서

☑ '98이후 설계 준공 현황

노 선	터 널 (개소/m)	비 고
계	9/29,788	
대구~포항간	2/3,734	반영가능
서울외곽순환 (벽제~퇴계원)	5/23,558	반영가능
호남선(135KM) 개량	1/730	반영가능
경부선(165KM) 개량	1/1,766	반영가능
남해선(354KM) 개량	-	

☑ 미발주 터널 변경 적용시('98사업계획에 의거, 민자구간 제외)

○ 터널 현황

차 로 수	터널현황, 편도기준(개소/m)	지보공 적용
2 차 로	84/51,082m	0.254 EA/m
3 차 로	6/871	"

○ 절감액 산정

차로수	제 작	규격품 조립가공	증 감
2차로	12,974조 × 1,105,604원 =14,344,106,296원	12,974조 × 549,662원 =7,131,314,788원	7,212,791,508원
3차로	221조 × 1,937,091원 =428,097,111원	221조 × 919,425원 =203,192,925원	224,904,186원
계			7,437,695,694 × 1.5 =11,156,543,541원

(제 잡비 포함)

1. 특별시방서 개정(안)

3. 강지보공

가. 일반사항

- 1) 강지보공은 사전 감독원의 승인을 득한 제작 설계도에 따라 제작하여야 한다.
- 2) 시공자는 작업이 지연되는 것을 막기위해 최소한도의 부품을 현장에 확보하여야 한다.

나. 재료

- 1) H형 강지보공에 사용되는 강재의 재질은 SS 400 (KS D 3505 일반구조용 압연강재)인 규격품을 사용함을 원칙으로 하나 감독원과 사전협의 승인을 득한 후 SWS 400 (KS D 3515 용접 구조용 압연강재)을 사용할 수 있으며 강지보공은 공작 제작하여 사용하여야 한다.
- 2) 마찰이음에 쓰이는 볼트, 너트 및 와샤는 KS D 1010에 규정하는 것이라야 한다.
- 3) H형 강지보공은 냉간가공에 의하여 휨가공을 하거나 강판제작을 행하여야 한다. 단, 강판제작에 의할 때는 미리 감독원의 승인을 득하여야 한다.
- 4) 강지보공은 H형 강지보재 및 격자지보재(Lattice Girder)등 현장여건에 따라 별도 검토한 후 알맞는 것으로 택하여야 한다.

다. 설치작업

- 1) 강지보공은 원지반의 이완이 될 수 있는대로 적게 되도록 굴착 후 시공도면에 제시된 순서에 의거 가능한 한 빠른 시간안에 설치하여야 한다.
- 2) 강지보공의 설치에 있어서는 지질에 따라서 침하가 생기지 않도록 필요한 조치를 강구하여야 한다.
- 3) 강지보공은 정해진 위치에 정확히 설치하여 지보공 설치후 위치중심, 고정 등에 대하여 검측을 행하여 감독원의 승인을 받아야 한다.
- 4) Grout된 Pipe나 Fore Piling등을 하는 경우에는 강지보공이 이동하거나 뒤틀리는 것을 막아야 하며 이때의 설치오차는 10cm 이내로 하여야 한다.
- 5) 강지보공의 점검
강지보공에 대하여는 항시 관찰하여 이상유무를 조사하여야 하며 이상이 있다고 인정되는 경우에는 즉시 보강하여야 한다.

5-15 터널입출구 개구부 설치기준 검토

방 침

설 계 일
15212-456
('98. 4. 6)

1. 검토목적

고속도로 확장 및 신설공사시 산지부 통과로 인한 터널 구조물 설치가 증가함에 따라 터널화재 등 비상시 교통전환 및 회차를 위한 터널 입출구 개구부 설치에 대한 기준이 정립되지 않아 각 노선마다 상이하게 적용되고 있는 실정이므로 이를 검토하여 터널 입출구 개구부 설치기준을 정립코자 함.

2. 현 황

가. 중분대개구부 설치기준

구 분	국 내	국 외(일본)	비 고
적용근거	• 도로설계요령 1991(한국도로공사)	• 도로설계요령 1987 (일본도로공단)	
설치위치	• 평면곡선반경 600m 이상인 시거가 좋은 토공부 • 터널, 인터체인지, 휴게소 전후 구간 반드시 설치 • 설치간격은 2km를 표준	• 평면곡선반경 600m 이상인 시거가 좋은 토공부 • 터널, 인터체인지, 휴게소 전후 구간 반드시 설치 • 설치간격은 2km를 표준	
설치기준	• 개구부 형상 -차량이 추월선간을 이동하는데 필요한 차선변경 연장 • 개구부 통과속도:설계속도 50%적용 • 수평이동속도:1.0m/sec	• 개구부 형상 • 차량이 추월선간을 이행하는 크로소이드 주행궤적으로 결정 • 개구부 통과속도:50km/hr • 원심가속도 변화율(p): 1m/sec ³	
• 산출식	$L = \frac{V}{3.6} \times \frac{B}{H}$ 여기서 L : 개구부 길이(m) V : 개구부통과속도(km/h) B : 수평이동거리(m) H : 수평이동속도(m/sec)	$A = \sqrt{\frac{0.0215}{P}} \cdot \sqrt{V^3}$ 여기서 A : Parameter(m) P : 원심가속도변화율(m/sec) V : 주행 속도	
• 개구부 연장	(4차로 기준) 설계속도(km/h) 120 100 80 통과속도(km/h) 60 50 40 연장(m) 110 90 80 ※ 적용 : 100km/h : 80m, 120km/h : 120m	중분대폭원 3.0 2.0 개 구 부 50m 40m 접 속 구 간 30m 30m	
• 개구부 형상도			

나. 선형분리구간 개구부 설치기준 : 없음

나. 터널입출구부 개구부 설계현황

과업명	분리구간현황	분리구간연장	개구부연장	개념도
중부내륙(충주~상주) : 4공구(이류·문준)	• NOSE↔부연터널 (부연터널: 400m)	L=500m	-	
	• 장고개↔두정터널 (장고개터널: 500m) (두정터널: 620m)	L=860m	L=80m	
	• 매현터널↔NOSE (매현터널: 860m)	L=1420m	-	
영동(원주~강릉) 고속도로 : 제12공구 (동계~왕산)	• 대관령 1터널구간 (대관령1터널: 1870m)	L=2990m	L=20m	
부산~대구간 고속도로 : 제3공구 (동대구~2공구)	• 남천터널구간 (남천터널 : 837m)	L=2747m	-	
호남권 연결고속도로 (천안~공주: 2공구)	• 차령터널 구간 (차령터널 : 2360m)	L=3920m	-	
경부고속도로 (동이~청성간 선형개량 공사)	• 금강터널 구간 (금강터널 : 615m)	L=2425m	L=20m	
대전~진주간 고속도로(제13공구 : 안의~함양)	• 안우터널 구간 (안우터널 : 1415m)	L=3190m	L=90m L=80m	

3. 문제점

- 설계기준 및 교통운영상 터널 전후구간에는 반드시 설치토록 하고 있으나 선형 분리구간에 터널 입출구 개구부를 설치하지 않는경우가 많아 터널 화재등 비상시 교통처리상 문제점 내포
- 분리구간내 충분한 개구부 설치 기준이 없어 각노선별 적용이 상이하며 현형 개구부 연장 산출 기준은 분리구간내 적용이 현실적으로 곤란
 - 설계속도 120km/h : 400m
 - 설계속도 100km/h : 350m

4. 선형분리구간 개구부 검토

1) 설치기준

- 개구부 통과속도를 만족하는 기하구조 기준으로 개구부 연장 결정
- 개구부 통과속도

본선 설계속도 (km/h)	120	100	비 고
개구부 통과속도(km/h)	60	50	

※ 수평이동 거리 : 26.4m 적용(도로중심간 이점거리 22.8m ; 차로폭 3.6m)

2) 분리구간 개구부 설치연장

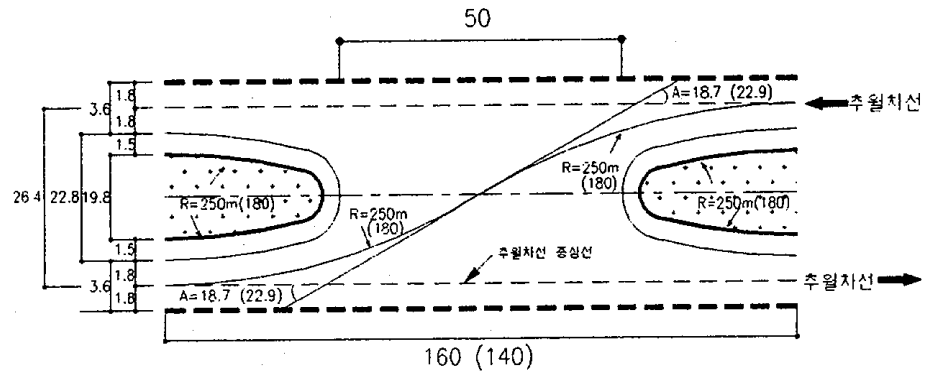
구 분 개구부 통과속도	최소 곡선반경			최소 곡선장			개구부 길이		비 고
	설계기준	계산값	적용값	설계기준	계산값	적용값	계산값	적용값	
60km/hr	250	249	250	70	81.0	80	160.1	160	
50km/hr	180	179	180	60	68.9	69	135.2	140	

※ 설치연장 산출기준 : 별첨

3) 개구부 포장

- 포장형식 : 아스콘포장
- 포장단면 : 길어깨포장 동일

4) 개념도

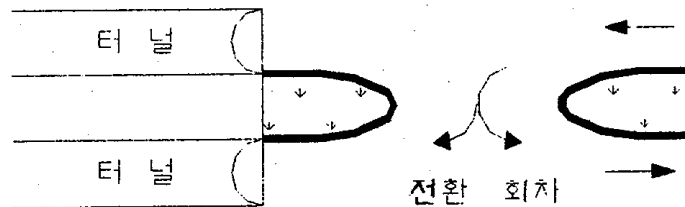


() 본선설계속도 $V=100\text{km/hr}$ 인 경우

【설치위치】

- 터널 및 교량등 구조물 연속되어 선형분리가 길어지는 구간
 - 터널 및 교량전후 시거가 양호한 토공부
 - 진행방향 터널 출구부의 정지시거를 고려 : 회차시 반대방향(터널주행차량) 차량의 주행

안정성을 위해 터널 출구부에서 정지시거 고려

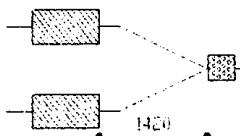
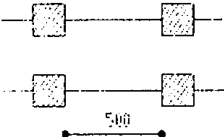
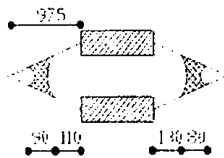
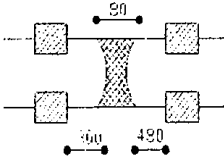
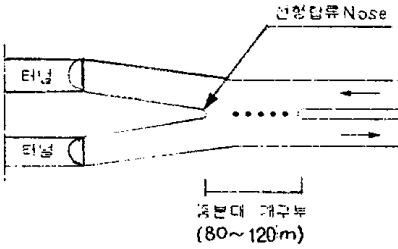
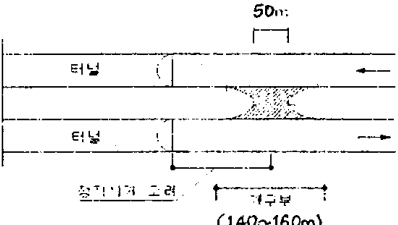


최소 정지시거고려

설계속도 120Km/hr → 280m
 100Km/hr → 200m

- 개구부 범위내(160m, 140m 구간) 볼록형 녹지대 구간은 시거확보를 위하여 도로표면에
 서부터 1.0m 이하 설치

5. 터널입출구 개구부 설치방안

구 분	현 행	개 선 (안)
개 요	• 적용기준없음	• 선형분리구간내 개구부(검토안)을 추가적용 가능한 터널 입출구부에 개구부 설치 - 현행 중분대 개구부 - 선형분리구간 개구부(검토안)
설 치 방 안	• 현실계 적용 - 중분대 개구부 : 80,120m  - 선형분리구간 : 적용상이   	• 1개 터널부에서만 선형이 분리되는 경우: 현행 중분대개구부 적용 - 개구부 연장 : 80~120m - 2-Arch터널, 종단분리 구간등 - 교량등 구조물설치로 지형상 분리구간내 설치가 곤란한 경우  • 터널과 터널, 터널과 장대교량의연속으로 선형분리구간이 긴 경우 (검토안적용) - 개구부 연장 : 140~160m - 터널 입출구부에서 최소정지시거 (200~280m) 고려설치 - 교량등 구조물, 터널관리동등 주변 여건을 고려 위치 결정 
비 고		○

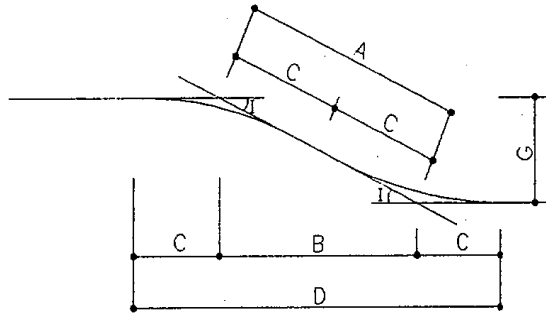
6. 검토결론

- 고속도로 터널 입출구부에 설치하고 있는 개구부는
 - 개구부의 연장 및 설치위치 등 적용기준이 없는 실정이며
 - 현행 중앙분리대 개구부 기준 적용시 선형분리구간에서 개구부 연장(350~400m)이 과도하게 산출되는 등 현실적으로 적용이 곤란함.
- 따라서, 터널입출구 개구부 설치기준을 검토한 결과
 - 1개 터널부에서 단순선형분리 되는 경우 : 평면선형분리 Nose에 중분대 개구부(현행)
 - 터널 및 장대교량의 연속으로 선형분리가 긴 경우 : 분리구간내 개구부(검토안)를 적용 코자함
- 적용방안
 - 설계중 : '98. 6 이후 준공예정인 설계노선부터 적용
 - 공사중 : 현장여건을 감안 검토 적용

< 별첨 >

1. 분리구간 개구부 산출근거
2. 기 설계현황

1. 분리구간 개구부 산출근거



계산식

$$A = G \sin i$$

$$B = G \tan i$$

$$C = A/2$$

$$R = C \tan(i/2)$$

$$CL = (\pi C / 180) \times R \times i$$

1) 개구부 통과속도 $V=60\text{km/hr}$

(단위:m)

교각(I)	G	A	B	C	D	R	CL	비 고
15°	26.4	102.0	98.5	51.0	200.5	387	101.2	
18.7°	26.4	82.3	77.9	41.1	160.1	249	81.2	적용값
20°	26.4	77.1	72.5	38.5	149.5	218	76.0	
25°	26.4	62.4	56.6	31.2	119.0	140	61.0	

2) 개구부 통과속도 $V=50\text{km/hr}$

(단위:m)

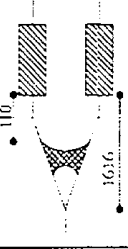
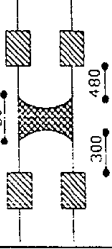
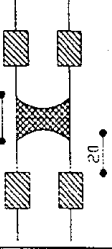
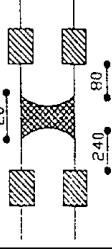
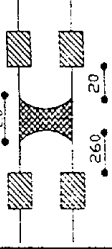
교각(I)	G	A	B	C	D	R	CL	비 고
15°	26.4	102.0	98.5	51	200.5	387	101.2	
20°	26.4	77.2	72.5	38.6	149.7	218	76.0	
22.07°	26.4	70.2	65.0	35.1	135.2	179	68.9	적용값
25°	26.4	62.4	56.6	31.2	119.0	140	61.0	

3) 검토결과 정리

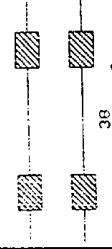
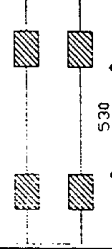
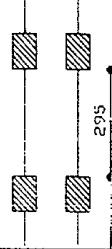
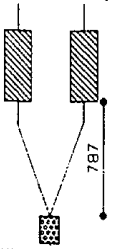
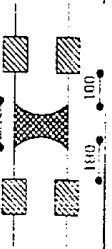
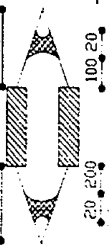
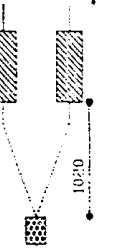
(단위:m)

구 분 개구부통과 속도	최소 곡선반경			최소 곡선장			개구부 길이		비 고
	설계기준	계산값	적용값	설계기준	계산값	적용값	계산값	적용값	
설계속도 60km/hr	250	249	250	70	81.0	80	160.1	160	
설계속도 50km/hr	180	179	180	60	68.9	69	135.2	140	

2. 기 설계현황

과업명	터널명	터널연장	분리현황		분리구간 연장	개구부현황		개념도
			NOSE⇄터널	터널⇄터널		현황	개구부연장	
제 4공구 : 이류 ~문주	부연터널	400M	○		L=1616M	• 분리구간내 개구부 설치 - 터널입출구부 2개소	L=20M	
	장고개터널	500M		○	부연터널 ~ 장고개터널 L=500M	• 개구부 미설치	-	
	두정터널	620M		○	장고개터널 ~ 두정터널 L=860M	• 장고개 터널 출구부 : 300M 지점 • 두정터널입구부 : 480M 지점	80M	
	수현1터널	360M		○	두정터널 ~ 수현1터널 L=620M	• 두정터널 출구부 : 20M 지점	20M	
	수현2터널	320m		○	수현1터널 ~ 수현2터널 L=340M	• 수현1터널 출구부 : 240M 지점 • 수현2터널 입구부 : 80M 지점	20M	
	매현터널	860m		○	수현2터널 ~ 매현터널 L=300M	• 수현2터널 출구부 : 260M 지점 • 매현터널 입구부 : 20M 전방지점	20M	
	물리골	-	○		매현터널 ~ NOSE L=1420M	-	-	
중 부 내 록 (출 주) 상 주) 고 속 도 록								

과 업 명	터널연장	분리현황		분리구간 연장	개구부현황		개 널 도
		NOSE↔터널	터널↔터널		현 황	개구부연장	
서울외곽 순환 고속도로	2 공구 (운중~학의)	450m	○	NOSE~터널입구 L=578M 터널출구~NOSE L=376M	-	-	
서울외곽 순환 고속도로	6 공구 (산본~인양동)	1860m	○	5공구와 7공구 도면필요	-	-	
부산~대구간 고속도로	3 공구 (동대구~경산)	837m	○	NOSE~터널입구 L=1260M 터널출구~NOSE L=650M	-	-	
의왕~과천간 고속도로	3 공구	660m	○	NOSE~터널입구 L=580M 터널출구~NOSE L=1170M	-	-	
경부고속 도로 동아~청양간 신형개량공사	1 공구	615m	○	NOSE~터널입구 L=550M 터널출구~NOSE L=1260M	금강터널 출구부 15m	20m	
		210m	○	NOSE~터널입구 L=615M	-	-	
청주~상주간 고속도로 건설공사	4 공구 (회북~모은)	840m		터널출구~NOSE L=846M	-	-	

과업명	터널명	터널연장	분리현황		분리구간 연장	개구부현황		개념도
			NOSE↔터널	터널↔터널		현황	개구부연장	
남해고속도로 문산I.C~진주T.N간 선형개량공사	진주1터널	250M	○		470M	-	-	
	진주2터널	290M		○	진주1터널~진주2터널 L=38M	-	-	
	진주3터널	325M		○	진주2터널~진주3터널 L=530M	-	-	
	진주4터널	470M		○	진주3터널~진주4터널 L=295M	-	-	
영동(원주~강릉)고속도로 제13공구 (왕산~능정)	대관령 2터널	670M	○		L=787M	-	-	
	대관령 3터널	1179M		○	대관령2터널~ 대관령 3터널 L=355M	• 대관령 2터널 출구부 : 180M 지점 • 대관령 3터널 입구부 : 150M 지점	25M	
	대관령 1터널	1870M	○		NOSE~터널입구 L=570M 터널출구~NOSE L=550M	• 대관령 1터널 입구부 : 200M 지점 • 대관령 1터널 출구부 : 100M 지점	20M 20M	
	마성터널	1450M	○		L=1020M	-	-	

과 영 명	터널명	터널연장	분리현황		분리구간 연장	개구부현황		개 널 도
			NOSE←터널	터널←터널		현	개구부연장	
제 6공구 : 사리~수서	사동1터널	600M	○		일반중분대 2터널 L=580M	-	-	
	사동2터널	360M		○	사동1터널~사동2터널 L=440M	• 사동1터널 출구부 : 120M 지점 • 사동2터널 입구부 : 200M 지점	120m	
	-	-	○		사동1터널~NOSE L=600M	• 사동2터널 출구부 : 120M 지점	120m	
제 4공구	동해1터널	562M	○		NOSE~터널입구 L=2030M	• 동해1터널 입구부 : 40M 전방	80m	
	-	-	○		NOSE~터널출구 L=750M	• 동해1터널 출구부 : 72M 전방	80m	
5공구~6공구	동해2터널	970M	○		NOSE~터널입구 L=640M	• 동해2터널 입구부 : 전방 40M 지점	120m	
	동해3터널	1800M		○	동해2터널~동해3터널 L=970M	• 동해2터널 출구부 : 280M 전방 • 동해3터널 입구부 : 570M 전방	120m	
	-	-	○		동해3터널~NOSE L=860M	• 동해3터널 출구부 : 32M 전방	120m	

[illegible]

도령 19404-1511

5-16 터널용 방수쉬트 품질기준 설정

방 침
도 연 품
19404-1511
('98. 5. 23)

1. 개정 목적

터널 작업중 또는 완공후 용수 및 배수에 의한 누수 방지를 위해 숏크리트와 2차 라이닝 사이에 설치되는 방수쉬트에 대한 품질기준을 명확히 함으로써 구조물의 내구성 및 품질향상 도모

2. 현실태 및 문제점

가. 현실태

구 분	고속도로특별시방서	K S 규 격		J I S 규 격		비 고
	ECB 및 SHPVC	염화비닐 수지계	에틸렌아세트산 비닐수지계	염화비닐 수지계	에틸렌아세트산 비닐수지계	
두 개 (mm)	2.0 이상	1.0 이상	1.0 이상	1.0 이상	1.0 이상	ECB: ethylene copolymerized bitumen
인장강도 (kg/cm ²)	2.077 이상	102 이상 [204이상]	128 이상	100 이상	125 이상	
신 장 륜 (%)	SHPVC : 350 이상 ECB : 500 이상	200 이상	450 이상	200 이상	450 이상	SHPVC: super high polyvinyl chloride
인열강도 (kg/cm ²)	-	40.8 이상	40.8 이상	40 이상	40 이상	

나. 문 제 점

- 공사내 각 시방서 및 지침서의 방수쉬트 인장강도가 서로 상이
 - 「고속도로 건설공사 특별시방서」 및 「고속도로 전문시방서」
방수쉬트 인장강도 : 2.077kg/cm² 이상
 - 「영동고속도로 원주-강릉간 9공구 특별시방서」
방수쉬트 인장강도 : 8.5kg/mm² (850kg/cm²) 이상
 - 수도권 건설사업소 「고속도로공사 시공 및 품질관리지침서(I)」
방수쉬트 인장강도 : 8.5N/mm² (86.7kg/cm²) 이상

⇒ 터널용 방수쉬트의 인장강도에 대한 품질기준 모호로 방수쉬트의 형식적 관리시행

- 기타 터널용 방수쉬트의 품질기준 (인열강도, 가열신축량, 열화처리후 인장성능, 접합성상) 미확보

3. 터널용 방수쉬트 품질기준

가. 개정방향

터널용 방수쉬트는 KS항목으로써 공사내 기준 및 국내·외 기준을 고려하여 품질기준 재정립

나. 품질기준

구 분			단 위	당 초		개 정 (안)		적 용 기 준
				SHPVC	ECB	염화비닐 수지계	에틸렌 아세트산 수지계	
두 겹			m/m	2.0 이상	2.0 이상	2.0 이상	2.0 이상	고속도로 건설공사 특별시방서
인 장 강 도 (무처리, 20℃)			kg/cm ²	2.077 이상	2.077 이상	102 이상	128 이상	KS F 4911 JIS A 6008
파단시 신장률 (무처리, 20℃)			%	350 이상	500 이상	350 이상	500 이상	고속도로 건설공사 특별시방서
인 열 강 도 (무처리, 20℃)			kg/cm ²	-	-	40.8 이상	40.8 이상	KS F 4911 JIS A 6008
가 열 신 축 량			m/m	-	-	신장 2 이하 수축 4 이하	신장 2 이하 수축 4 이하	KS F 4911 JIS A 6008
열화 처리 후 인장 성능	인장 강도비	가열 처리	%	-	-	80 이상 150 이하	80 이상 150 이하	KS F 4911 JIS A 6008
		알카리 처리	%	-	-	80 이상 120 이하	80 이상 120 이하	KS F 4911 JIS A 6008
	신장 률비	가열 처리	%	-	-	70 이상	70 이상	KS F 4911 JIS A 6008
		알카리 처리	%	-	-	90 이상	80 이상	KS F 4911 JIS A 6008
접 합 성 상			.	-	-	기준선으로부터 어긋남 및 박리의 길이가 5mm이하이며 해로운 어긋남등 이상한 곳이 없을것		KS F 4911 JIS A 6008

※ 국내 생산가능 터널용 방수쉬트

▷ 염화비닐 수지계 : PVC (Polyvinyl chloride)

SHPVC (Super high polyvinyl chloride) 등

▷ 에틸렌 아세트산 수지계

HDPE (High density polyethylene)

ECB (Ethylene Copolymerized bitumen)

EVA (Ethylene vinyl chloride) 등

3. 방수시설

나. 재료

방수에 사용되는 재질은 다음 규격에 합격한 제품으로 감독원의 승인을 득한 제품이어야 한다.

1) 부직포

가) 재질은 단일겹 부직포이어야 한다.

나) 장섬유 부직포이어야 한다.

다) 두께 : 2.0 mm 이상

라) 중량 : 400 g/m² 이상

마) 인장강도 : 13.95 kg/cm² 이상

바) 신도 : 50% 이상

사) 투수계수 : 평균 2.62×10^{-1} cm/sec

아) 폐기오수 및 지중화학성분에 대한 내구성이 커야한다.

2) 방수쉴트

가) 재질은 KS F 4911에 따르며, 염화비닐계 수지 및 에틸렌 아세트산 수지계이어야 하며 기준은 아래와 같다.

구분			염화비닐 수지계	에틸렌 아세트산 수지계
두께			2.0 mm 이상	2.0 mm 이상
인장강도 (무처리, 20℃)			102 kg/cm ² 이상	128 kg/cm ² 이상
파단시 신장률 (무처리, 20℃)			350 % 이상	500 % 이상
인열강도 (무처리, 20℃)			40.8 kg/cm ² 이상	40.8 kg/cm ² 이상
가열신축량			신장 2 mm 이하 수축 4 mm 이하	신장 2 mm 이하 수축 4 mm 이하
열화 처리 후 인장 성능	인장 강도비	가열 처리	80% ~ 150%	80% ~ 150%
		알카리 처리	80% ~ 120%	80% ~ 120%
	신장 률비	가열 처리	70% 이상	70% 이상
		알카리 처리	90% 이상	80% 이상
접합성상			기준선으로부터 어긋남 및 박리의 길이가 5mm이하이며 해로운 어긋남 등 이상한 곳이 없을 것	

- 3) 터널 공동구 내로 유입된 터널 세정 우수등은 공동구 하부에 P.V.C 배수관(φ100 mm, C.T.C. 10 m)을 설치하여 배수구로 유도 처리한다.
- 4) 터널 하부에서 생기는 응수는 좌우측에 질수 유공관(아연도강관 φ200 mm)을 종방향으로 설치하여 배수한다.
- 5) 배수구(구경 φ100 mm) 및 질수 유공관(아연도강관 φ200 mm)등 종방향 배수 Pipe는 터널 종단 구배에 따라 경구부트 유드리어 경구부 질수장치에 할부 설치되도록, 설치 구배에 특히 유의하여 시공되어야 한다.

3. 방수시설 (현행 특별시방서)

가. 제들의 역할 및 기능

1) 부진포 (Fleece)의 역할

가) 방수슈트가 2차 라이닝 콘크리트 타설시 불규칙한 스틱리트 표면에 의해 손상되는 것을 방지한다.

나) 부진포는 스틱리트와 2차 라이닝 사이에 방수슈트와 함께 설치되어 암반의 움직임이나 2차 라이닝 콘크리트 변형시 오는 방수슈트의 손상을 방지하며, 터널 전면적에서 원활한 배수작용을 한다. 특히 배수터널에서는 침투수를 자연스럽게 배수구로 유도시켜 수압이 증가하는 것을 배제시킨다.

다) 배수구와 없는 완전한 방수터널에서는 침투수의 수압이 한곳에 증가하는 것을 방지하고 이 수압을 균등하게 배분한다.

2) 방수슈트의 역할

가) 어떠한 침투수도 터널내부로 유입되는 것을 방지하여야 한다.

나) 어두운 터널 현장내부에서 2차 라이닝 콘크리트를 타설하기 전에 기 설치된 방수슈트가 표피에 손상을 입었을 경우 즉시 확인하여 손상부분을 보수하여야 한다.

다) 2차 라이닝 콘크리트 타설중에 야기되기 쉬운 방수슈트의 손상을 방지하기 위하여 느슨하게 방수슈트가 설치되어야 한다.

나. 재 료

방수에 사용되는 재질은 다음 규격에 합격한 제품으로 감독원의 승인을 득한 제품이어야 한다.

1) 부진포

가) 재질은 단일겹 부직포이어야 한다.

나) 장섬유 부직포이어야 한다.

다) 두께 : 2.0 mm 이상

라) 중량 : 400 g/m² 이상

마) 인장강도 : 13.95 kg/cm² 이상

바) 신장률 : 50% 이상

사) 투수계수 : 평균 2.62×10^{-1} cm/sec

아) 폐기수 및 지중화학성분에 대한 내구성이 커야한다.

2) 방수쉬트

가) 재질은 KS F 4911에 따르며, ECB (Ethylene Copolymer Bitumen) 및 SHPVC (Super High Polyvinyl Chloride) 이어야 한다.

나) 두께 : 2.0 mm 이상

다) 인장강도 : 2.077 kg/cm² 이상

라) 신장률 : 500% 이상 (ECB), 350% 이상 (SHPVC)

마) 산내구성 및 산 알칼리에 대한 저항성이 양호하여야 한다.

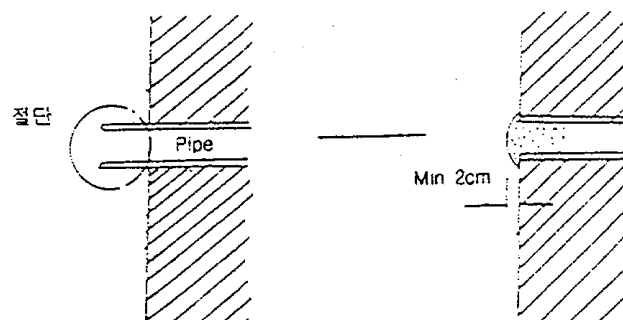
4. 방수공의 작업

가. 숯크리드 완성면의 면고르기

1) 면정리시에는 응수처리도 동시에 행하여야 한다.

2) 응수는 질수관으로 집수하여 배수트에 연결시켜야 한다.

3) 모든 관은 절단하고 속채움을 한 다음 모르타르로 마감정리하며 이때의 마감두께는 최소 2 cm트 한다.



5-17 검사원 통로 설치기준 검토

방 침

설 계 기

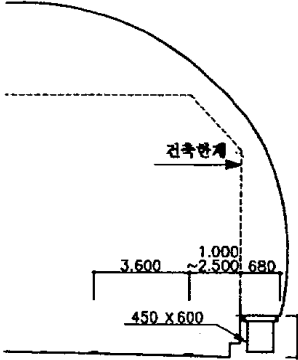
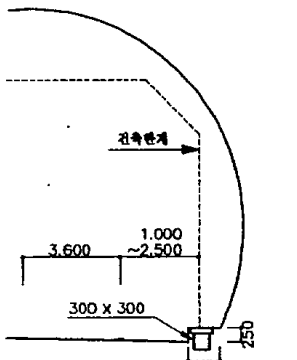
15212-1352

('98. 8. 28)

1. 검토 목적

터널의 장대화 추세에 따른 각종 설비의 증대 및 이의 효율적인 관리를 위한 보수점검시 관리원의 안전성을 확보하고 주행차량에 미치는 영향을 최소화 할 수 있도록 검사원 통로의 설치기준에 대하여 검토코자 함

2. 현황 및 문제점

구 분	장대터널(1,000m이상)	중소터널(1,000m미만)
단 면		
현 황	- 공동구 외측 규격 680×800mm - 노건 · 기존터널 : 1.0m · 확폭터널 : 2.5m	- 공동구 외측 규격 590×250mm - 노건 · 기존터널 : 1.0m · 확폭터널 : 2.5m
문 제 점	- 공동구 상단은 관리원 보행공간으로 다소 협소 - 차량의 차로 이탈시 관리원의 안전성 다소 결여	- 공동구 상단은 관리원 보행공간으로 협소 - 차량의 차로 이탈시 관리원의 안전성 결여
비 고	- 검사원 통로 설치에 대한 기준은 정하지 않고 설치필요에 따라 일본도로공단의 「설계요령」 내용을 참고토록 한국도로공사 「도로설계요령」에 명기	

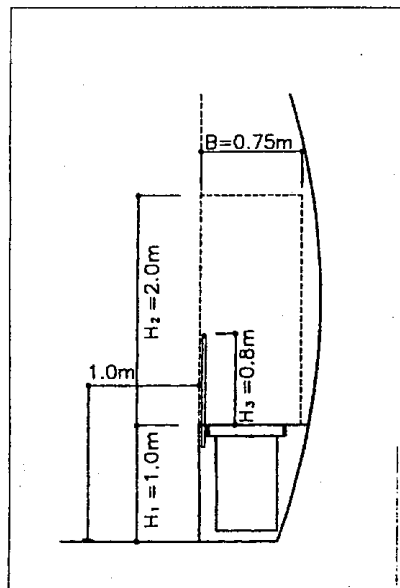
3. 검사원통로 설치 기준 (일본도로공단)

가. 설치기준

터널 안에서 연장, 교통량, 교통형태, 터널의 연속성을 종합적으로 판단하고 검사원 통로를 만들도록 한다.

- 방재등급 "A급"(3,000m이상) 이상의 터널
- 터널이 연속적으로 설치된 곳으로
 - 검사원 통로가 있는 2개의 터널사이의 터널
- 검사원 통로는 원칙적으로 한쪽(주행차로옆)에 설치
- 검사원 통로의 설치가 주행차로의 운전자에게 상당한 심리적 부담감을 줄 우려가 있으므로 이의 설치시에는 신중을 기하여야 함.

나. 검사원 통로 설치 표준규격



H₁ : 통행차가 검사원 통로를 접촉해도 검사원을 보호할 수 있는 높이로 트럭 BUMPER의 높이가 98cm 인점을 고려 1.0m

B : 1인 보행공간 0.75m

H₂ : 검사원의 보행 및 작업에 지장을 주지 않는 높이로 2.0m

H₃ : 난간 0.8m

※ 일본 터널의 경우 측방여유폭 1.0m임

4. 고속도로 터널의 공동구 규격 및 방재시설 기준

가. 터널내 공동구 규격 (설계기16203-26 ('94. 12. 4))

구 분	내 용	비 고
공동구의 형태	· 공용기간중 배관 및 교체등 유지관리가 용이한 4각형 단면형식을 적용	
공동구내 설치시설물	· 광통신 및 일반통신 케이블, 전원케이블 · 소화전 설비등의 관로시설 · 조명, 환기(동력, 제어), 교통관제 케이블등	
공동구 규격	· 공동구 내부에 설치되는 시설물의 종류가 터널규모에 따라 변화하므로 다음과 같이 구분 - 1,000m 미만 : 300×300 - 1,000m 이상 : 450×600 이상	

나. 터널 방재시설 기준 (시설설14101-106('98. 2. 3))

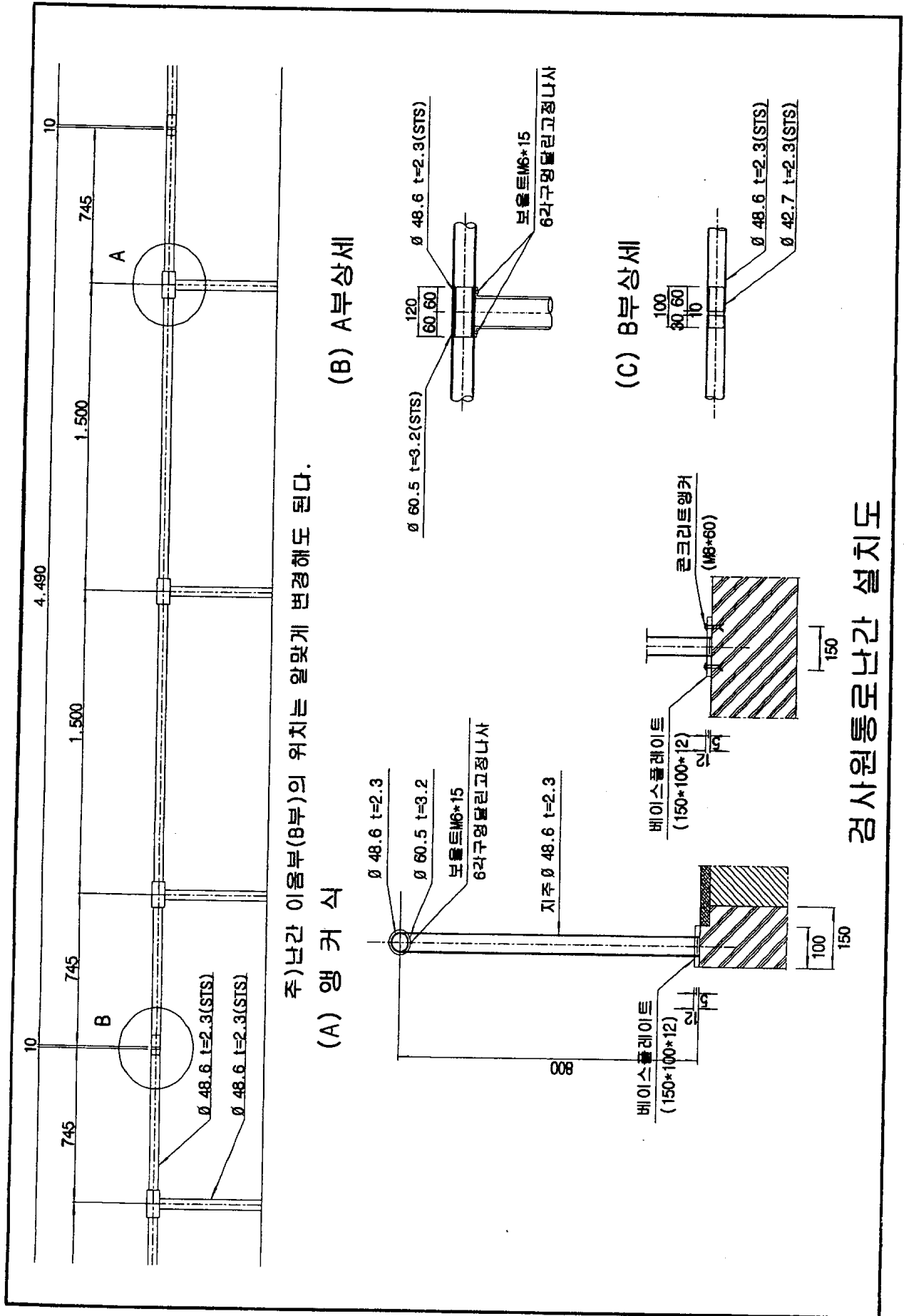
터널연장(m) 방재시설		4,000 이상	2,000 이상	1,000 이상	800 이상	비 고 (일본 방재등급)
소방 설비	옥내소화전설비	○	○	○		3,000m 이상시 설치 (Ø200mm)
	물 분 무 설 비	○				
	화 재 감 지 기	○	○			
	비상 방송 설비	○	○	○		
	제 연 설 비	○	○	○		1,000m 이상시 필요에 따라 설치 (제트팬)
	연결 송수관 설비	○	○			
기 타	C C T V	○	○	○		
	피 난 연 락 껑	○	○	○		
	비 상 주 차 대	○	○	○		

5. 검사원 통로 설치(안)

구 분	장 대 터 널 (1,000m이상)	중 소 터 널 (1,000m미만)		비 고
개 요	• 검사원 통로 설치 - 통로 폭 원 : 0.75m - 높 이 : 1.0m (공동구 높이조정 0.2m)	• 검사원 통로 미설치 - 통로 폭 원 : 0.59m - 높 이 : 0.25m	• 검사원 통로 설치 - 통로 폭 원 : 0.75m - 높 이 : 1.0m (공동구 높이 조정 0.75m)	
설치단면				
장 · 단점	• 터널단면 추가 확대 없음 • 교통통제 없이 점검 가능 • 운전자의 심리적 위압감 발생 • 공동구 높이 조정(0.2m)으로 검사원 통로 설치가능하여 터널 점검시 안전성 증대	• 터널단면 추가 확대 없음 • 점검 및 유지 보수시 길어깨 통제 필요 • 운전자의 심리적 위압감 최소	• 추가 단면확대(3m²) 필요(중 75만원/m) • 교통통제 없이 점검 가능 • 운전자의 심리적 위압감 발생	
검토의견	• 보수점검의 빈도가 높은 장대터널은 추가 단면확대없이 공동구 높이를 조정하여 검사원 통로 설치	• 터널내 관리시설물이 적어 보수점검 빈도가 낮고 확폭된 길어깨부를 이용 점검 및 보수 시행	• 교통통제 없이 보수점검이 가능하나 터널내 관리시설물이 적어 보수점검 빈도가 낮고, 추가 단면확대에 따른 공사비 증액	
결 의	○	○		

6. 검토의견

- 1,000m 이상 장대터널의 경우 공동구 높이를 조정(0.8→1.0m)
검사원 통로 설치로 효율적인 보수점검 및 관리원의 안전을
확보코자 하며
- 1,000m 미만 중소 터널의 경우 터널내 관리시설물이 적어 보
수점검빈도가 상대적으로 낮고 측방여유폭을 활용 보수점검
시행이 가능하므로 검사원 통로를 설치하지 않는 것으로 건
의함



주) 난간 이음부(B부)의 위치는 알맞게 변경해도 된다.

(A) 앵커 식

(B) A부 상세

(C) B부 상세

경사원통로난간 설치도

[illegible]

제 6 편 포 장 공

차 례

제 6 편 포 장 공

6-1	고속도로의 포장설계법 비교	575
6-2	교면포장 설계기준(안)	593
6-3	포장 설계법 비교	595
6-4	연약지반 포장의 허용침하량 기준(건설일 17111-121, '89.11.24)	606
6-5	길어깨 포장 설계 기준(도로기 17113-5049, '90.8.2)	613
6-6	콘크리트 포장면 연마 설계적용 기준 검토(설일 16210-135, '94.9.2)	620
6-7	보조기층 및 선택층 재료의 단위중량 검토(설일 16210-154, '94.9.28)	626
6-8	길어깨 포장 보강방안 검토(설이 16210-200, '94.12.10)	630
6-9	시멘트 콘크리트 포장 교량접속부 설계기준 검토(설계일 16210-350, '95.12.29) ...	647
6-10	콘크리트포장 슬래브 두께 산정기준 검토(설계삼 16210-512, '97.10.17)	661
6-11	I/C연결로 길어깨의 본포장 두께 적용검토(설계이 16210-584, '97.11.4)	668

6-1 고속도로의 포장설계법 비교

방 침

I. 개 요

1. 포장공법의 개요

도로에서 포장은 교통하중이나 기상작용과 같은 환경의 영향을 가장 많이 받는 부분으로서 포장공법을 대별하면 아스팔트 콘크리트 포장과 같은 가요성(Flexible) 포장과 시멘트 콘크리트 포장과 같은 강성(Rigid) 포장으로 구분할 수 있다.

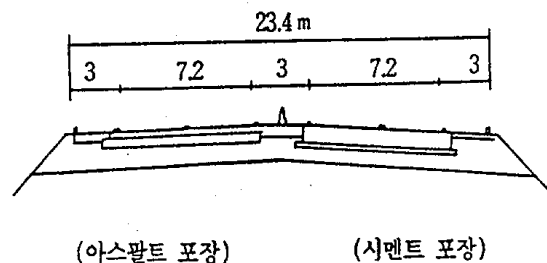
1) 가요성 포장

하중에 의한 전단력에는 저항이나 휨에 대한 저항력은 없고, 포층은 기층, 보조기층과 일체로 변형되며, 다소의 변형에는 복원성이 있다. 대표적인 것으로는 역청계 포장으로서 골재를 역청재료로 결합시켜 포장체를 구성하게 된다.

2) 강성포장

하중을 포장판의 휨강도에 의하여 저항하게 하는 포장구조이다. 강성포장이란 시멘트 콘크리트 포장을 지칭하며 무근 콘크리트 포장, 연속철근 콘크리트포장, 프리스트레스트 콘크리트 포장, 철근 콘크리트포장 등으로 형식이 분류된다.

3) 포장단면



4) 경제성 비교

구 분		아스팔트콘크리트포장(A)	시멘트콘크리트포장(B)	비고(A/B)
포장단면		표층(T=5cm) 기층(T=25cm) 보조기층 및 선택재료층(T=50cm) · 교통조건 : 10년 · 8.2톤 누계통과축수 : 31.42×10^6	스라브(T=30cm) 빈배합콘크리트 (T=15cm) 보조기층 및 선택재료층(T=35cm) · 교통조건 : 20년 · 8.2톤 누계통과축수 : 43.35×10^6	
경제성	초기건설비	247백만원(2차선 km당)	234백만원(2차선 km당)	106%
	유지관리비(20년)	101백만원	51백만원	200% (추정)
	계	348백만원	285백만원	122%

5) 장·단점 비교

구 분	시멘트 콘크리트 포장	아스팔트 포장	비 고
장점	-초기 건설비가 아스팔트 포장보다 저렴함. -중차량에 대한 내구성이 커서 수명이 20년 이상으로 유지보수비 저렴.	-시멘트 콘크리트 포장에 비하여 승차감이 양호함. -보수가 용이함. -시공후 조기 교통개방이 가능함.	
단점	-시공시 고도의 기술 및 숙련이 요구됨.	-중차량에 대한 내구성이 약하여 바퀴자국(소성변형)과 노면 파손이 잦음. -건설 및 보수비가 많이 들고 노면의 노화로 덧씌우기 포장(5~10년) 등 대규모 보완이 요구됨. -잦은 유지보수공사 시행으로 이용자의 불편을 초래함.	

2. 포장공법의 변천 과정

1) 외국의 포장역사 및 변천 과정

1930년대 이전까지는 석유화학공업이 발달되지 않아 브릭 또는 쇠석 포장이 주로 이용되었으나, 2차대전 이후 석유화학공업의 발달로 아스팔트를 포장재료로 활용한 침투식 아스팔트 포장(마카뎀공법)의 시작으로 1950-1960년대 이르러 근대의 아스팔트 포장이 일반화되었으며, 1960년대 이후 자동차공업의 발달과 경제성장으로 인한 수송량 증대와 차량의 대형화에 따라 가요성 포장의 소성변형 등 중차량에 대한 문제점으로 강성포장인 시멘트 콘크리트 포장 공법이 개발, 현재 세계각국에서 시행되고 있는 실정이며 특히 시멘트 콘크리트 포장 공법의 초기에는 이론적으로 스라브자체가 교통하중에 견디는 것으로하여 기층없이 보조기층위에 무근 콘크리트 포장을 시공하였으나 줄눈부의 파손, Pumping 현상 등 하자가 많이 발생하여 시멘트 안정처리 기층을 병행 시행하고 있으며, 시공기술의 발전과 포장장비의 발달로 연속철근콘크리트공법(CRCP)도 시행되고 있는 추세이다.

2) 우리 나라 고속도로 포장의 변천 과정

우리 나라는 1968년도 경인고속도로와 1969년 경부고속도로를 아스팔트 콘크리트 포장으로 건설한 이후 도로포장공법은 아스팔트 콘크리트포장 공법이 일반화되었으나, 1970년대말 두차선의 유가파동으로 인한 아스팔트 가격의 상승으로 1981년도 부산-마산간 고속도로(41.2km)에서 시멘트 콘크리트 기층공법을 시초로 88올림픽고속도로(182.9km)에서 전단면 시멘트 콘크리트 포장을 시공하였으며, 경제성장에 따른 물동량의 증가와 차량의 대형화 추세에 맞추어 호남고속도로 4차선 확장공사(기층 51.5km, 전단면 114.6km)의 86년 개통 이후 1987년에 개통한 중부고속도로에서는 대형 포장장비의 도입과 시공기술의 향상으로 시멘트 안정처리 기층 위에 시멘트 콘크리트 스라브를 포설하는(무근 95km, 연속철근 콘크리트 129.5km) 공법이 정착되었으며, 이후 판교-구리, 신갈-안산, 중앙고속도로, 90년도 말 착공한 서해안 고속도로도 연약지반의 일부 구간(10km)를 제외하고는 중차량에 유리하고, 유지관리 비용을 감안, 시멘트 콘크리트 포장으로 설계, 시공하고 있다.

3. 노선별 포장 현황

(’90. 12 현재 2차선 기준)

노 선	구 간	계 (km)	포 장 구 분				비 고
			아스팔트포장		콘크리트포장		
			실적	비율(%)	실적	비율(%)	
계		2,472	1,402	56.7	1,072	43.3	
경부선	서울-부산	878	534	60.8	344	39.2	
경인선	서울-인천	48	48	100	-	-	
호남선	대전-순천	432	248	57.4	184	42.6	
남해선	부산-순천	303	177	58.4	126	41.6	
영동선	수원-강릉	201	201	100	-	-	
동해선	강릉-동해	42	42	100	-	-	
구마선	대구-마산	101	84	83.2	17	16.8	
울산선	언양-울산	29	29	100	-	-	
88올림픽선	광주-대구	183	8	4.0	175	95.6	
중부선	서울-대전	247	23	9.3	224	90.7	

II. 포장설계법 비교

1. 포장설계법 개요

포장구조 설계는 포장면에 발생하는 교통하중을 노상의 지지능력에 부합되도록 분산시키는 전달매체의 역할을 수행토록하는 기법으로써 가요성 포장과 강성 포장의 특성에 따라 1920년 이후 계속적으로 연구, 개발되어 이론적 방법과 경험적 방법으로 분류, 발전되어 왔으나 현재까지 일정한 체계적 방법론이 정립되었다고 할 수는 없으며, 각 나라마다 나름대로의 잠정적인 설계법을 사용하고 있는 실정이며, 우리나라에서는 미국의 AASHTO 포장설계법의 개념에 맞추어 설계하고 있다.

1) 구조설계의 기본개념

가. 가요성 포장

서로 다른 재료로 구성된 포장층이 다층구조를 형성하여 재하하중에 합성적으로 작용하고, 교통하중의 강도 크기를 점차적으로 감소시켜, 노상면에 분산시키는 구조용량을 갖도록 역학적 기능을 부여시키는 개념이다.

나. 강성 포장

포장슬래브의 보작용(Beam Action)에 의하여 교통하중의 강도를 감소시켜서 노상에 분산 전달(환경 및 기상에 의한 영향 포괄)시키는 개념이며, 강성포장에 서의 보조기층 및 선택재료층은 ① 뒹뒹작용 방지 ② 동상 방지 ③ 노상토의 팽창 및 수축 억제 ④ 시공성 확보의 기능으로 설치한다.

2) 포장설계 요소

포장구조설계를 정량적으로 처리하기 위한 설계절차에 필요한 입력 조건을 표준화하면 다음 5개사항으로 구분된다.

① 노상 조건, ② 교통 조건, ③ 재료 조건, ④ 환경 조건, ⑤ 경제 조건

2. 아스팔트 콘크리트 포장 설계법

1) 구조 설계법 종류

- CBR 설계법(1940년대 전반 PORTER와 미육군 공병단에 의해 확립)
- TA 설계법(1960년대 일본 도로협회)
- AASHTO 설계법(1966년 미국 AASHTO에서 잠정지침 발간 후 '72년도 보완, '86년 개정)

2) 설계법의 비교

구 분	CBR 설계법	TA 설계법	'72.AASHTO 잠정 지침	'86.AASHTO 설계법	비고
특 징	최소 두께 개념으로 포장체 강도 정량화 안됨	최소 두께 개념으로 포장체 강도 정량화	도로 이용자 측면의 서비스 지수개념 도입 및 포장체 강도 정량화	서비스 지수개념, 재료별 특성에 따른 포장체 강도 이외의 신뢰도 개념 도입 및 환경 조건 감안	별첨 #1 참조
교통조건	일평균 계획 교통량 (A, B, C)	일평균 계획 교통량 (대형차 1방향 L, A, B, C, D) • 5ton이상 적재차량	공용 교통량을 8.2T 환산 단축 하중 누가통과 축수	공용 교통량을 8.2T 환산 단축 하중 누가통 과 축수 신뢰도 고려	
노상조건	노상의 설계 CBR	노상의 설계 CBR	노상의 지지력계수(S)	노상의 동탄성계수(MR)	
환경조건	동결 깊이 고려	동결 깊이 고려	동결 깊이 고려	동결 깊이 고려 설계 서비스 능력 손실 (△ PSI)	

포장 두께	재료의 강도	CBR(입상 재료 기준)	등치 환산계수(표층 아스팔트 혼합물 기준)	상대 강도 계수 (재료별 특성치)	상대 강도 계수 (재료별 특성치)	
	전체 강도	각층 재료의 CBR에 따른 두께만을 고려	$T=A_1T_1+A_2T_2 + \dots$	$SN=A_1D_1+A_2D_2 + \dots$	$SN=A_1D_1M_1+A_2D_2M_2 + \dots$	
	전체 강도	교통조건과 노상조건으로 부터 포장체 전체 두께를 고려	5T 환산 율하중의 누가통과 회수와 노상토의 CBR를 고려하여 경험식으로부터 강도 T 결정	교통조건 및 노상조건 외에 서비스 지수개념을 도입, 소요 SN치 결정	교통조건 및 노상조건 외에 서비스 지수개념을 도입, 소요 SN치 결정	
	전체 두께	필요로 하는 포장 전체 두께 결정	필요로 하는 포장 전체 두께 결정	시공성과 유지보수를 고려한 총별 최소 두께 결정	시공성과 유지보수를 고려한 총별 두께 결정	

3) AASHTO 설계법 적용

가. 1960년대 노상지지력(CBR)에 따른 TA 설계법이 사용되었으나(예: 암반의 경우 포장두께가 적게 산출되나 실제 파손됨) 1966년도에 AASHTO에서 교통 이용자 입장에서 판정 기준인 서비스지수(SN)의 개념(포장층개념)해석과 1972년도 이를 도표화 동설계 기법의 실용화로 AASHTO 설계법이 보편화되었으며 신뢰도 및 환경조건 등을 보완, 1986년도 개정되어 현재의 포장설계 기법으로 사용되고 있다.

나. '86년 주요 개정사항

- 설계교통량 및 공용성에 따른 신뢰도 개념 도입.
- 노상지지력계수(S) → 동탄성계수(MR)로 대체
- 포장두께지수(SN) ; 지역특성(R) → 배수영향(Cd)으로 대체
- 환경영향(온도, 수분)을 고려 서비스능력 손실(ΔPSI)반영

다. 항목별 설계적용

항 목	'86 AASHTO	적 용	비 고
교통 · 등가단축 하중계수	AASHTO 도로시험 결과자료 표준화	AASHTO 도로시험 자료를 근거로 국내 축하중 조사연구 자료적용	'88년 연구조사 실시. (건설부) 첨부 #3 참조.
환경 · 서비스능력손실	AASHTO 지침 도표화	AASHTO 도표 활용	
노상강도 · 동탄성계수	설계 지역별 시험 실시 그 성과를 적용(지역별로 12-24개월)	AASHTO 지침 예시 자료 활용	국내 지역별 시험성과가 미비하며, 실용적인 시험법 미개발
신뢰도	공용 실적평가 자료 표준화	AASHTO 지침자료 활용	국내 공용실적 평가 연구자료 부족
재료 · 상대강도 계수 · 기층, 보조기층, 배수계수	AASHTO 시험 결과 자료 표준화 AASHTO 도로시험 결과 자료 표준화	AASHTO 시험자료를 근거로 국내 기후와 비슷한 미국 4개주 평균값 적용	국내 기후, 재료, 조건에 따른 강도특성 연구조사 중임 ('90 건설부)

3. 시멘트 콘크리트 포장 설계법

1) 구조 설계법 종류

- 콘크리트 포장 요강('55년 일본 도로협회에서 발간 후 '64, '73, '84년 개정)
- PCA 설계법('46년 미국 포틀랜드 시멘트협회

서 발간 후 '66년 개정)

- AASHTO 설계법('72년 미국 AASHTO에서 잠정지침 발간 후 '86년 개정)

2) 설계법의 비교

구 분	콘크리트 포장 요강	PCA 설계법	'72.AASHTO 잠정지침	'86.AASHTO 설계법	비고
특 징	구조 해석적인 방법으로 교통조건에 따른 슬라브 단면을 표준화	구조 해석적인 설계법으로 교통량의 빈도수 개념	공용 자료를 근거로한 설계법으로 교통량 통과 축수 개념 및 서비스 개념 도입	공용 자료를 근거로한 설계법으로 교통량 통과 축수 개념, 서비스 개념 및 신뢰도 도입	첨부 #2 참조
교통조건	일평균 계획 교통량 (대형차 1방향 교통량 L, A, B, C, D) • 5 TON 이상 적재차량	공용 교통량의 각 단축 하중 및 복축 하중의 분포와 통과 빈도수	공용 교통량을 8.2T 환산 단축 하중 누가통과 축수	공용 교통량을 8.2T 환산 단축하중 누가통과 축수 신뢰도 고려	
노상조건	노상의 설계 지지력 (K 30)	노상의 설계 지지력 (K 75)	유효 노상 반력 계수 (K)	유효 노상 반력 계수(K) 환경 영향에 의한 지지력 감소(LS) 고려	
포 장 두 께	슬라브 응력	단부 또는 세로 줄눈부	단부	우각부	위험 예상위치
	CON'C 슬라브 두께	교통량 구분에 따른 슬라브 단면 표준화(15, 20, 25, 28, 30CM)	슬라브 구조 해석으로 두께 산정	포장 공용성에 미치는 요소를 감안 두께 산정	포장 공용성에 미치는 요소를 감안 두께 산정

3) AASHTO 설계법 적용

가. 콘크리트 포장 설계법은 1955-1960년까지 구조 해석적인 접근 방법인 콘크리트 포장 요강과 PCA 법이 개발되어 사용되었으나 1972년 AASHTO에서 도로 이용자 측면에서 쾌적한 주행성에 따른 서비스 개념 해석 이후 1986년 공용성에 미치는 제반 영향을 고려토록 보완되어 현재 포장설계기법으로 사용되고 있다.

나. '86년 주요 개정 사항

- 신뢰도 개념도입(가요성 포장설계의 경우와 동일)
- 환경적인 사항 고려(가요성 포장설계의 경우와 동일)
- 보조기층 침식 및 빈배합 보조기층 등의 내용 포함.
- 배수 영향 고려.

다. 항목별 설계 적용

항 목	'86 AASHTO	적 용	비 고
교통 -동가단축 하중계수 (ESALF)	AASHTO 도로시험 결과자료 표준화	AASHTO 도로시험 결과를 근거로 국내 축하중 조사연구 자료 적용	'88년 연구조사 (건설부) 첨부#3 참조
환경(온도, 수분) -서비스 능력 손실	AASHTO 지침 도표화	AASHTO 지침 도표 활용	
노상강도 -동탄성계수(MR) -유효노상반력계수(K)	· 설계지역별 시험실시하여 성과 적용 (12-24개월간 지역별) · 설계모델 표준화	AASHTO 지침 예시 자료 활용	국내 지역별 시험성과가 미비하며, 실용적인 시험법 미개발
신뢰도	공용 실적평가 자료 표준화	AASHTO 지침 예시 자료 활용	국내 공용 실적평가 연구자료 부족
콘크리트 -탄성계수(EC) -파괴계수(SC')	AASHTO 시험결과 표준화	AASHTO 시험 자료 적용	

4. 노선별 포장설계 현황

구 분	개통시기	포장공법	포장설계법	포장층두께 (cm)
1. 경 부 선	'70. 7	아스팔트	TA	22.5
2. 경 인 선	'68. 12	·	·	20.0
3. 호 남 선	'73. 11	·	AASHTO 잠정지침	20.0
4. 영 동 선	'75. 10	·	·	14-20
5. 동 해 선	'75. 10	·	·	17.0
6. 남 해 선	'73. 11	·	·	30.0
7. 구 마 선	'77. 12	·	·	19-24
8. 부 마 선	'81. 9	콘크리트,아스팔트	·	30.0
9. 88올림픽선	'84. 6	콘크리트	·	30.0
10. 중 부 선	'87. 12	·	·	30.0
11. 영동-동해 연 결 선	'88. 12	·	·	30.0
12. 판교-구리 신갈-안산	(공사중)	·	AASHTO 잠정지침(보완)	30.0
13. 중 앙 선	(공사중)	·	·	25-28
14. 서 해 안	(공사중)	·	·	30.0

Ⅲ. 포장설계법 적용에 대한 검토

1. AASHTO 설계법 적용시 고려 요소

1) 현재까지 우리 나라 고속도로의 포장구조 설계법은 AASHTO 도로시험과 같은 대형 공용 모델시험이 없으므로 미국의 1958~1960년까지 베이트도로 시험포장의 주행시험 결과 얻어진 서비스 능력, 공용성을 토대로 이론적 해석방법으로 새로 작성된 AASHTO 도로 포장구조 설계법(1966년 잠정지침, 1972년 개정 잠정지침, 1986년 개정지침)을 일부 보완 잠정적으로 적용하고 있다.

2) AASHTO 포장구조 설계법(1986년)의 주요 입력 변수인

- 설계 교통량 산정을 위한 축하중 환산계수
- 노상조건인 지지력 계수산정을 위한 실용적인 시험법
- 재료특성에 따른 상대강도 계수
- 환경 요인인 온도, 수분에 대한 우리 나라 조건

에 따른 정량화

등에 대한 지속적인 연구검토가 필요한 것으로 판단된다.

2. 포장설계 방법론

1) 포장구조 결정을 위한 방법은 유럽과 일본에서 사용하는 경험적 해석 방법과 미국에서 사용하는 이론적 해석방법으로 분류되나, 각 방법별 구조단면은 대등소이하며 포장공법 자체가 경험을 토대로 이루어지는 공법인 점을 감안할 때 우리 나라의 공용 실적을 검토하여 교통량 및 노상조건에 따라 표준단면을 적용하는 실용적 방안에 대하여 향후 지속적인 검토가 필요한 것으로 판단된다.

2) 포장 파손에 미치는 영향을 계속적으로 추적조사를 시행하고, 특히 배수처리에 있어 지하배수(포장층하부 및 노상면) 요소를 설계, 시공시 소홀함이 없어야겠다.

참고자료

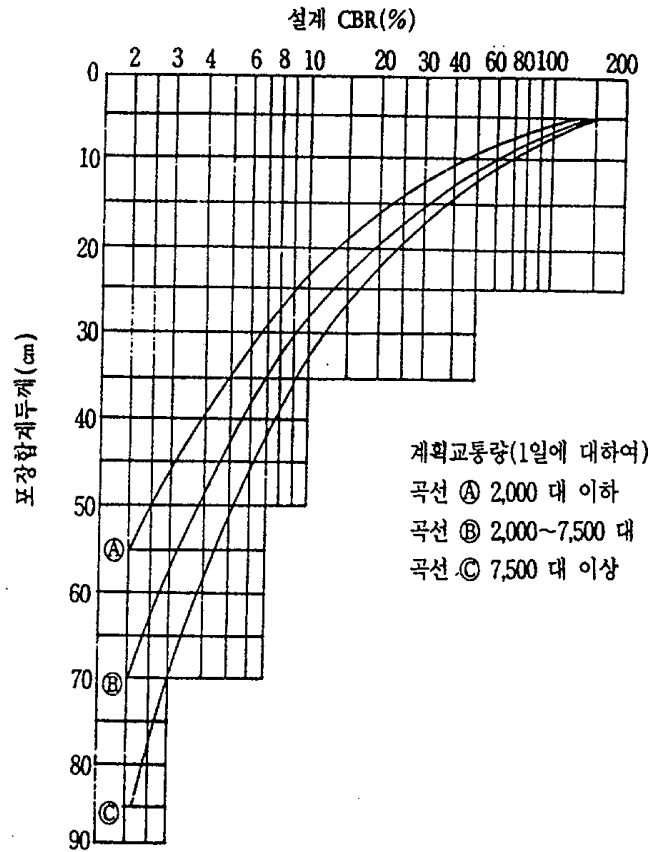
- # 1. 아스팔트 콘크리트 포장 설계법
- # 2. 시멘트 콘크리트 포장 설계법
- # 3. AASHTO 설계 주요 입력변수 적용

1. 아스팔트 콘크리트 포장 설계법

1) CBR 설계법

$$H = \frac{58.5P^{0.4}}{CBR^{0.6}} \text{ (cm)}$$

P: 설계운하중



CBR 설계법의 설계곡선

2) TA 설계법

TA와 H(합계두께)의 목표 값

설계 CBR	목표로 하는 값(cm)									
	L교통		A교통		B교통		C교통		D교통	
	TA	H	TA	H	TA	H	TA	H	TA	H
2	17	52	21	61	29	74	39	90	51	105
3	15	41	19	48	26	58	35	70	45	83
4	14	35	18	41	24	49	32	59	41	70
6	12	27	16	32	21	38	28	47	37	55
8	11	23	14	27	19	32	26	39	34	46
12	-	-	13	21	17	26	23	31	30	36
20이상	-	-	-	-	-	-	20	23	26	27

$$H = \frac{28.0N^{0.1}}{CBR^{0.6}}, \quad T_A = \frac{3.84N^{0.16}}{CBR^{0.3}}$$

3) AASHTO 설계법

가. '72 잠정지침

$$\log W_t = 9.36 \log (SN+1) - 0.02 +$$

$$\frac{G_t}{0.40 + \frac{1094}{(SN+1)^{5.19}}}$$

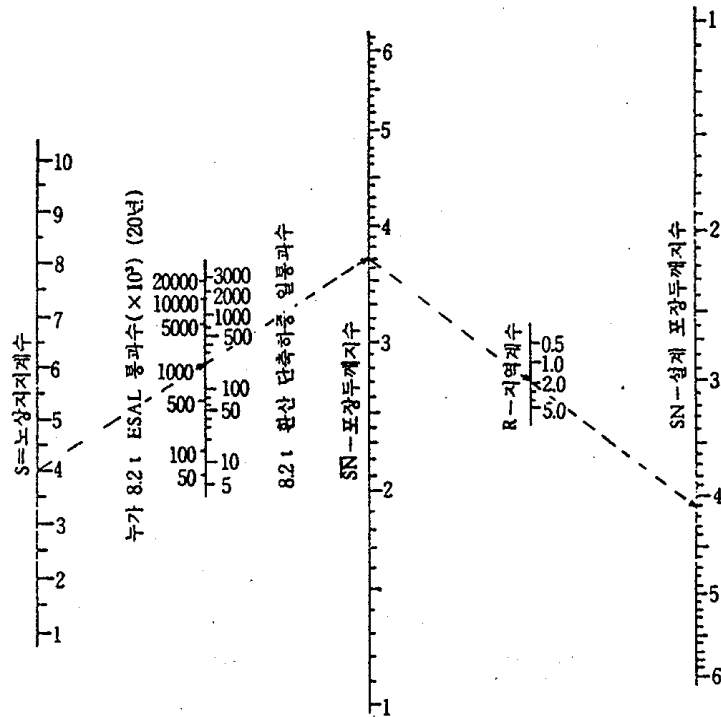
$$+ 0.372 (S_i - 3.0)$$

W_t : 8.2t 등가하중 교통량

S_i : 노상지지계수

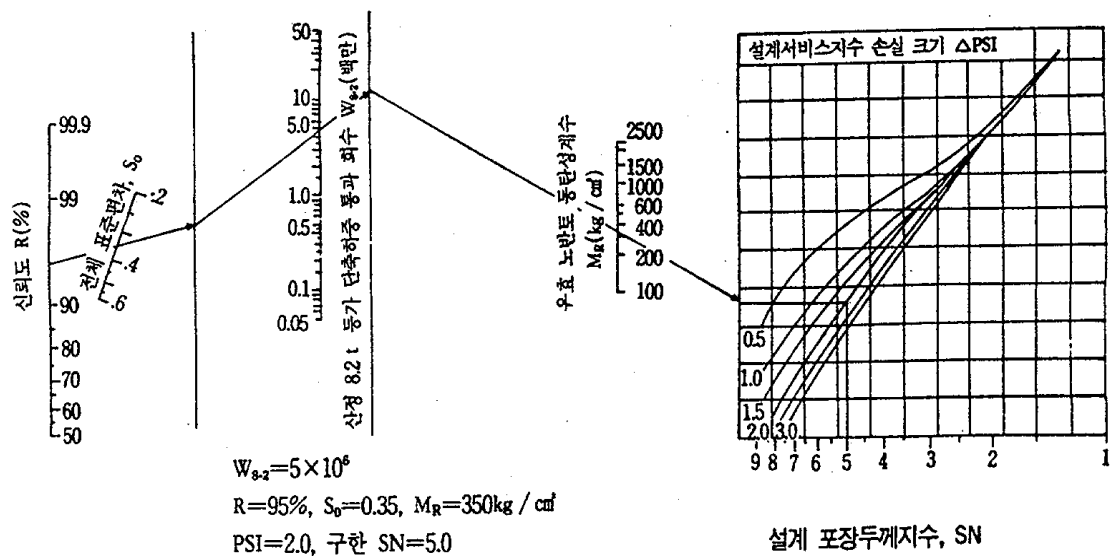
$$G_t : \log \left(\frac{4.2 - P_t}{4.2 - 1.5} \right)$$

P_t = 최종 서비스지수



가요성 포장구조 설계 도표($P_t=2.5$)

나) '86 개정



2. 시멘트 콘크리트 포장 설계법

1) 콘크리트 포장 요강설계법('81. 12. 한국도로협회)

설계단면의 예

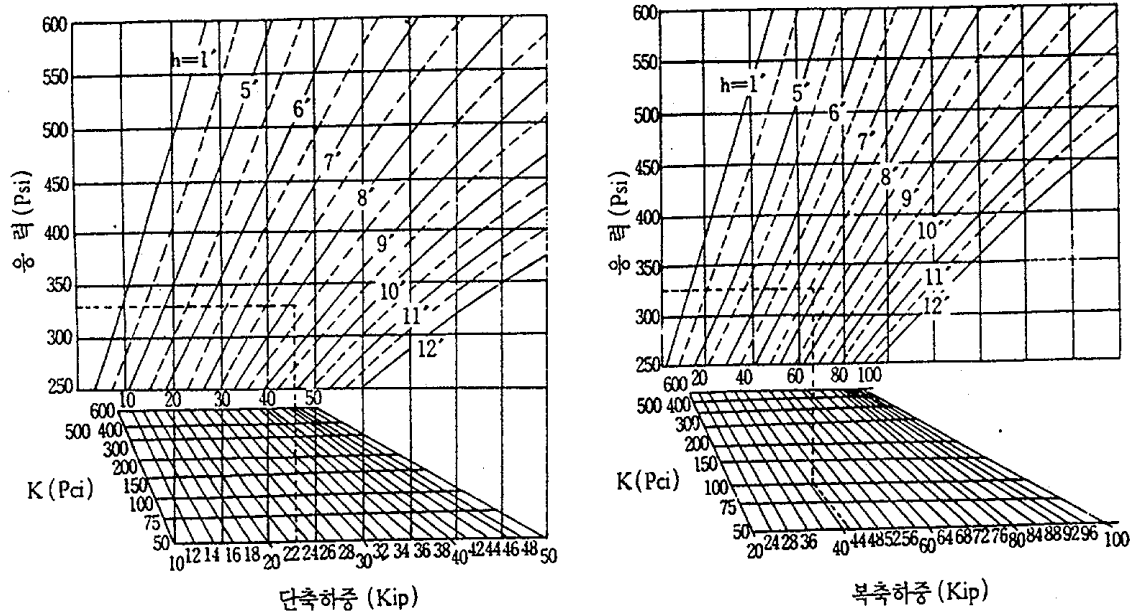
(단위 : cm)

구분	노상설계 CBR	2	3	4	6	8	12 이상
L · A 교 통	입상재료	15-20 콘크리트판 80 CBR>80 20 CBR>20 15-30 콘크리트차단층	15-20 콘크리트판 80 CBR>80 20 CBR>20	15-20 콘크리트판 80 CBR>80	15-20 콘크리트판 80 CBR>80	15-20 콘크리트판 80 CBR>80	15-20 콘크리트판 80 CBR>80
	시멘트 안정처리 (입상재료)	15-20 콘크리트판 20 콘크리트안정처리 30 CBR>20 15-30 콘크리트차단층	15-20 콘크리트판 20 콘크리트 안정처리 30 CBR>20	15-20 콘크리트판 15 콘크리트 안정처리	15-20 콘크리트판 15 콘크리트 안정처리	15-20 콘크리트판 15 콘크리트 안정처리	15-20 콘크리트판 15 콘크리트 안정처리
B 교 통	입상재료	80 콘크리트판 80 CBR>80 20 CBR>20 15-30 콘크리트차단층	80 콘크리트판 80 CBR>80 20 CBR>20	80 콘크리트판 80 CBR>80 20 CBR>20	80 콘크리트판 80 CBR>80	80 콘크리트판 80 CBR>80	80 콘크리트판 80 CBR>80
	시멘트 안정처리 (입상재료)	80 콘크리트판 20 콘크리트 안정처리 45 CBR>20 15-10 콘크리트차단층	80 콘크리트판 20 콘크리트 안정처리 30 CBR>20	80 콘크리트판 20 콘크리트 안정처리	80 콘크리트판 15 콘크리트 안정처리	80 콘크리트판 15 콘크리트 안정처리	80 콘크리트판 15 콘크리트 안정처리
C · D 교 통	시멘트 안정처리 (입상재료)	20-30 콘크리트판 40 아스팔트중간층 80 CBR>80 20 CBR>20 15-30 콘크리트차단층	20-30 콘크리트판 40 아스팔트중간층 80 CBR>80 20 CBR>20	20-30 콘크리트판 40 아스팔트중간층 80 CBR>80 20 CBR>20	20-30 콘크리트판 40 아스팔트중간층 80 CBR>80	20-30 콘크리트판 40 아스팔트중간층 80 CBR>80	20-30 콘크리트판 40 아스팔트중간층 80 CBR>80
	시멘트 안정처리 (입상재료)	20-30 콘크리트판 20 콘크리트 안정처리 45 CBR>20 15-30 콘크리트차단층	20-30 콘크리트판 20 콘크리트 안정처리 30 CBR>20	20-30 콘크리트판 20 콘크리트 안정처리	20-30 콘크리트판 15 콘크리트 안정처리	20-30 콘크리트판 15 콘크리트 안정처리	20-30 콘크리트판 15 콘크리트 안정처리

교통량의 구분

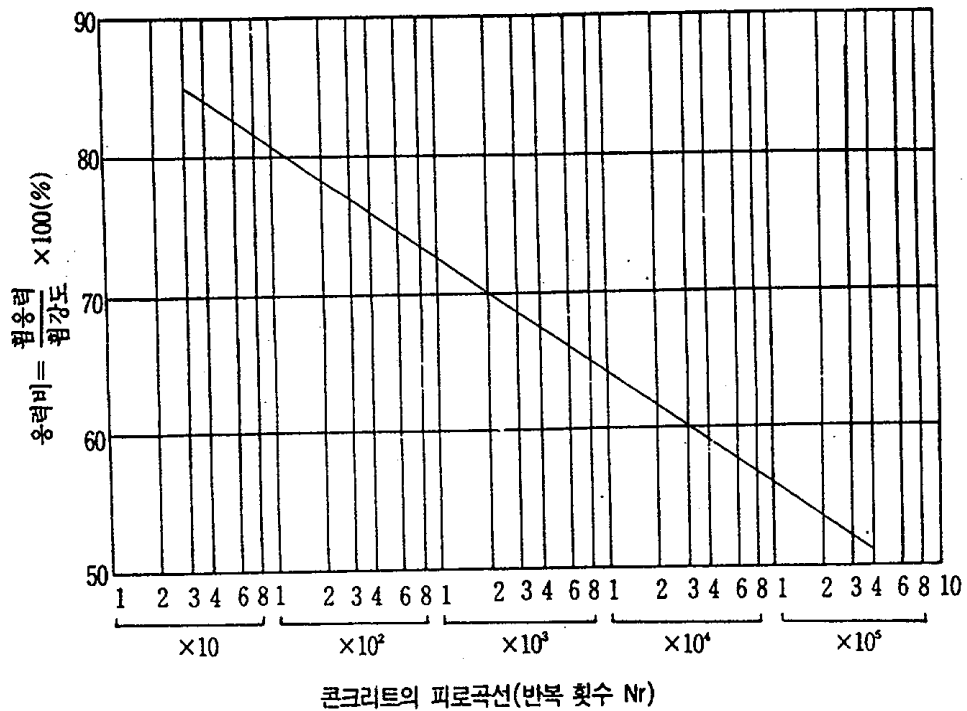
교통량의 구분	대형차교통량(대/일, 1방향, 5톤 이상)
L 교 통	100 미만
A 교 통	100 이상 250 미만
B 교 통	250 이상 1,000 미만
C 교 통	1,000 이상 3,000 미만
D 교 통	3,000 이상

2) PCA 설계법



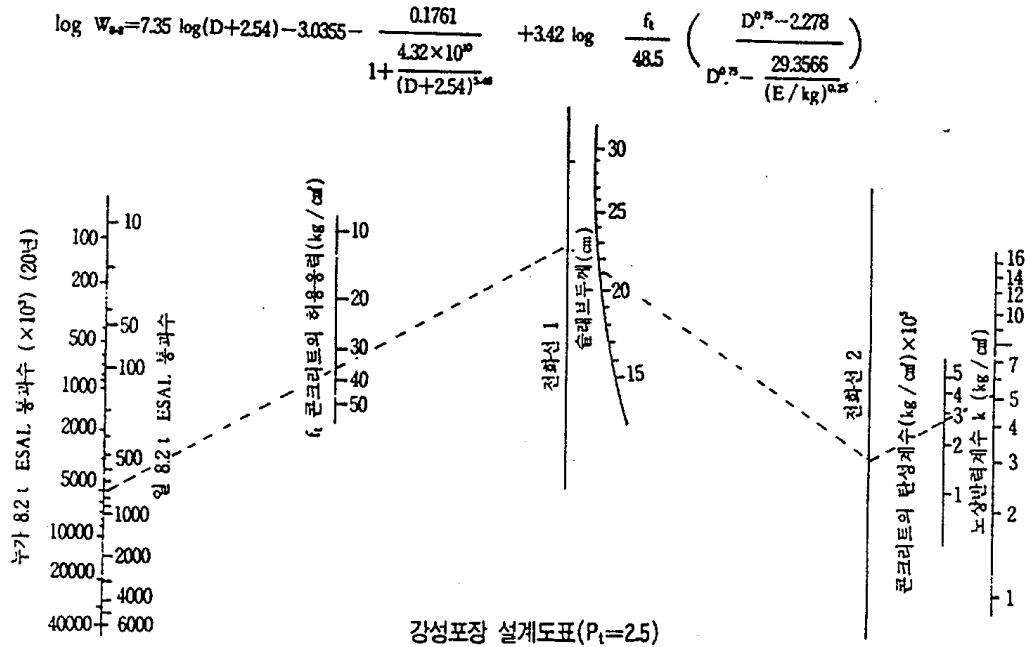
PCA 설계를 위한 축하중-응력곡선

응 력 비	통과횟수	피로곡선식
0.51 - 0.85	$30 - 4 \times 10^5$	$S_r = 97.1 - 8.21 \log N_r$



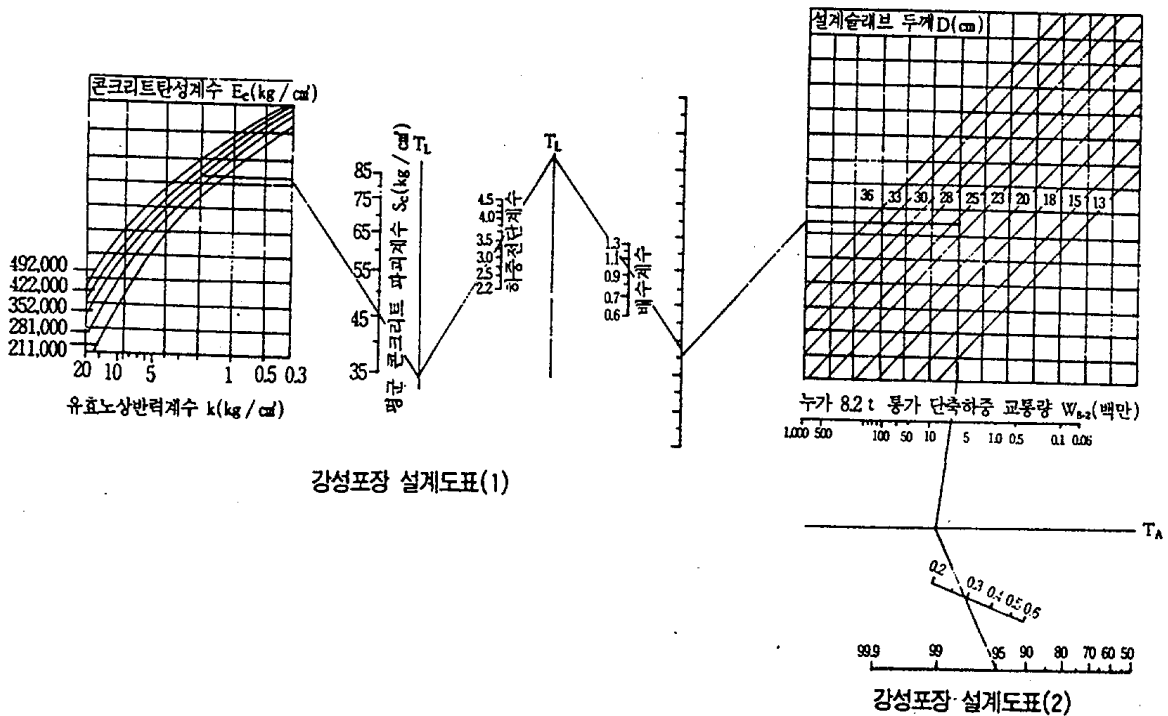
3) AASHTO 설계법

가. '72 잠정지침



나. '86 개정

$$\log W_{sa} = Z_R \cdot S_0 + 7.35 \log(D+1) - 0.06 + \frac{\log \left[\frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5} \right]}{1 + \frac{1.624 \times 10^7}{(D+1)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32 P_1) \log \left[\frac{S'_c \cdot C_d (D^{0.75} - 1.132)}{215.63 \left[D^{0.75} - \frac{18.42}{(E_c/k)^{0.25}} \right]} \right]$$



3. AASHTO 설계 주요 입력변수 적용

1) 포장설계 교통하중

가. 설계법별 교통조건

구 분	기본개념	설계요소	비고
TA 법	교통량 개념	일평균 계획 교통량 (대/일)	1960년대
AASHTO	교통하중 개념	공용기간 동안의 설계기준 축하중(8.2TON) 누가통과 축수	1972년 이후

나. 설계 교통하중의 적용 방법

AASHTO 설계법은 미국의 도로시험 성과분석을 토대로 포장 설계기법을 제시한 것이나, 도로의 통과 교통량이 승용차에서 대형차 등 여러 차종의 복합 교통으로 이루어지며, 미국의 차종별 차량 조건과 우리나라의 차량 조건이 상이하므로 기준 축하중 및 차종별 기준 축하중 환산계수 적용 방법을 계속적으로 검토하여 1988년 기준치를 정립 현재 우리 나라 포장 설계에 적용하고 있다.

다. 노선별 설계교통 하중 현황

ㄱ) 기준 축하중

구 분	두께 설계법	기준 축하중	비 고
경 부 선	TA 법	-	
호남선(대전-전주) 영동선(신갈-새말)	AASHTO 법	10 TON	우리나라 차량 운송법상의 제한하중
호남, 남해(전주-순천)이후		8.2 TON	AASHTO 기준 축하중 기준 (18,000lb=8.2 TON)

ㄴ) 축하중 환산계수

구 분			기 준 축하중	축하중 환산 계수							비 고
				승용차	소형 버스	보통 버스	소형 트럭	보통 트럭	대형 트럭	특수 트럭	
AASHTO		아스팔트	8.2톤	0.0002	0.0001	1.403	0.015	0.781	1.472	3.288	
		콘크리트		-	0.001	0.839	0.004	0.616	3.425	4.478	
1978년 이전	호남선 (대전-전주) 영동선, (신갈-새말)	아스팔트 포장	10톤	0.0007	0.14		0.01	0.14	0.4	1.0	-
1978 - 1987년	중부고속도로	아스팔트	8.2톤	0.00018	-		0.032	0.96		2.626	
		콘크리트		0.00022	0.966		0.036	0.972		2.883	
1988년 이후	서해안	아스팔트		0.0001	0.0004	1.031	0.013	0.752	1.434	2.130	자동차축하중 조사연구결과 (’88건설부)
		콘크리트		0.0001	0.0004	1.043	0.015	0.796	2.520	3.266	

· 도로등급 : 고속도로

· 포장강도 : 가요성-SN=5

강 성-D=30 CM

· 최종 서비스 지수 PT=2.5

2) 노상 강도

가. 동탄성 계수(M_R)

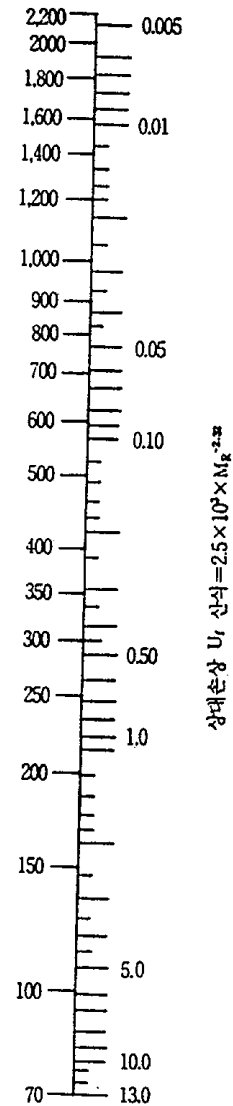
-AASHTO ('86 개정)

· 지역별 시험 (12~24개월)

가요성포장에 대한 유효 노반 동탄성계수 산정 예

월	노반동탄성 계수 M_R (kg/cm^2)	상대손상 U_f
1	1,400	0.01
2	1,400	0.01
3	175	1.51
4	280	0.51
5	280	0.51
6	500	0.13
7	500	0.13
8	500	0.13
9	500	0.13
10	500	0.13
11	280	0.51
12	1,400	0.01
계 : ΣU_f		3.72

노반동탄성계수 M_R (kg/cm^2)



$$\text{평균 : } U_f = \frac{\Sigma U_f}{n} = \frac{3.72}{12} = 0.31$$

유효 노반 동탄성계수 $M_R(\text{kg}/\text{cm}^2) = 350$

나. 유효 노상 반력계수 (K)

-AASHTO ('86 개정)

유효 노상 반력계수 산정 예

시험보조기층

형태 : 입상재료

두께(cm) : 15

치지력 손실 LS : 1.0

강성기초의 깊이(m) : 1.5

설계 슬래브 두께(cm) : 23

(1) 월	(2) 노반계수 Mr (kg/cm ²)	(3) 보조기층계수 Esb (kg/cm ²)	(4) 합성 k값 (kg/cm ²) (그림 3.5)	(5) 강성기초의 k값 (kg/cm ²) (그림 3.6)	(6) 상대손상 Ur (그림 3.7)
1	1,400	3,500	30.4	37.4	0.35
2	1,400	3,500	30.4	37.4	0.35
3	, 175	1,000	04.4	06.4	0.86
4	, 280	1,000	06.4	08.3	0.78
5	, 280	1,000	06.4	08.3	0.78
6	, 490	1,400	11.3	15.0	0.60
7	, 490	1,400	11.3	15.0	0.60
8	, 490	1,400	11.3	15.0	0.60
9	, 490	1,400	11.3	15.0	0.60
10	, 490	1,400	11.3	15.0	0.60
11	, 280	1,000	06.4	08.3	0.78
12	1,400	3,500	30.4	37.4	0.35

계 : $\Sigma U_r = 7.25$ 평균 : $\bar{U}_r = \frac{\Sigma U_r}{n} = \frac{7.25}{12} = 0.60$

유효 노상 반력계수 $K(\text{kg/cm}^2) = 15$

치지력 손실에 대한 수정 노상 반력계수 $K(\text{kg/cm}^2) = 4.7$

3) 상대강도 계수

가. 설계법별 재료의 강도

구분	기본개념	설계요소	비고
TA 법	최소두께 설계개념	아스팔트 표층재료 강도기준(상대강도 계수)	
AASHTO 법	층별 두께 개념		

나. 상대강도 계수 적용방법

아스팔트 포장두께 산정을 위하여 포장면에 작용하는 교통하중에 의한 응력 해석을 포장체 구성 재료별(표층, 기층, 보조기층) 특성에 따른 아스팔트 포층 혼합물을 기준 상대강도 계수 적용 방법을 제시한 것이나 AASHTO 설계법 자체가 미국의 도로시험성과 분석을 토대로 설계기법을 제시한 것으로서 재료의 강도는 정량적으로 규정할 수 있는 반면 기후조건에 따른 재료별 교통응력 분담에 차이가 있는 것으로 판단되어 1988년 이후에는 우리 나라 기후조건과 비슷한 미국의 4개주 시험치를 감안 우리 나라 아스팔트 포장 설계에 적용하고 있다.

다. 상대강도 계수적용 현황

구분	기준	상대강도 계수			비고
		표층 (프랜트혼합)	기층(아스팔트 안정처리)	보조기층 (입상재료)	
1987년 이전	AASHTO '61 제안치	0.176	0.136	0.043	
1988년 이후	AASHTO '72 수정제안치(단, 지역여건에 따라 시험에 의하여 산정토록 함)	0.145	0.112	0.031	우리 나라 지역 여건과 비슷한 미국 중부내륙 4개주 평균치 적용
	우리 나라 지역 여건과 비슷한 미국 4개 주의 평균값	평균	0.110	0.034	
		오하이오	-	-	
		유타	0.118	0.039	
		와이오밍	0.098	-	
		일리노이 스	0.114	0.029	

4) 신뢰도

- AASHTO 예시 ('86 개정)

신뢰도 개념의 적용은 다음 과정에 따라 시행한다.

가. 도로의 기능을 분류하고 위치가 지방부인지 도시부 조건인지를 결정한다.

나. 표1의 범위에서 신뢰도를 선택한다. 신뢰도가 높을수록 고급의 포장구조가 필요하게 된다.

다. 현장조건을 대표하는 표준편차(S_o)를 선택한다. AASHTO 도로시험에서 얻어낸 S_o 값은 교통오차가 포함되지 않았지만 도로시험에서 얻어낸 공용 예상오차는 강성 포장에서는 0.25, 가요성 포장에서는 0.35이다. 이 오차는 강성과 가요성 포장에서 각각 0.35와 0.45인 교통전체 표준편차에 상응한다.

도로기능분류	신뢰도	
	도시부	지방부
고속도로	85-99.9	80-99.9
주요간선도로	80-99.0	75-95.0
연결로	80-95.0	75-95.0
국지도로	50-80.0	50-80.0

6-2 교면포장 설계기준(안)

방 침

1. 교면 포장의 목적

- 교통 하중에 의한 충격, 기상조건으로 부터 교량 SLAB 보호
- 통행차량의 주행성 확보

2. 교면 포장의 조건

- 교량 SLAB와의 부착성
- 반복 휨응력에 대응
- 평탄성 확보 (평탄성이 나쁜 경우 큰 충격력에 따른 SLAB 파손 원인)
- 마모에 대한 저항성
- 불투수성

3. 시행현황

구 분	시멘트 콘크리트 표층	아스팔트 콘크리트 표층	비 고
단 면	마모층 ($T = 4\text{ cm}$) 교 량 SLAB	A.P 표층 ($T = 5\text{ cm}$) 교 량 SLAB	
시 공 및 설계적용예	• 호남고속도로 4차선 확장공사 • 중부고속도로	• 남해선 마산-진주간 4차선 확장공사 • 판교-구리 및 신갈- 안산 고속도로의 현재 시행중인 공사	

구 분	시멘트 콘크리트 표층	아스팔트 콘크리트 표층	비고
비 고	I.L.M적용 교량은 A.P 표 층 5 cm 시행		

4. 시방규정

- 도로교 표준시방서 (건설부) : 5 - 8 cm 아스팔트 포장
- 도로포장 설계. 시공지침 (건설부) : 5 - 8 cm 아스팔트 포장
- 도로설계 요령 (일본 도로공단) : 7.5 cm 아스팔트 포장
- STANDARD SPECIFICATIONS
FOR HIGHWAY BRIDGES (AASHTO) : 2 층 포설

5. 문제점

- 2 회 포설 불가
- 평탄성 불량
- 부착력 약화
- 재포장시 교량 SLAB CON'C 에 악영향 우려 (교면방수등)
- * I.L.M 및 F.C.M 등 교량의 SLAB 허용 요철량 ± 2 cm

6. 검토의견

교량 SLAB 위 ASPHALT CON'C 표층재 두께 8 cm, 2 회 포설
(레벨링층 감안) 하는 것이 타당할 것으로 판단됨.

6-3 포장 설계법 비교

방 침

1) 아스팔트 콘크리트 포장

- AASHTO 잠정 설계법 (1972)
- AASHTO 개정 설계법 (1986)
- TA 법

2) 시멘트 콘크리트 포장

- AASHTO 잠정 설계법 (1981)
- AASHTO 개정 설계법 (1986)
- PCA 법

가. 포장설계방법별 설계조건 비교

1) 아스팔트포장 설계

항목	TA 설계 방법	AASHTO 잠정 설계법 (1972)	AASHTO 개정 설계법 (1986)	비고
교통조건	공용개시 5년후 대형차 1방향 교통량	설계기간내에 예상되는 누가 8.2 T 환산 단축하중수	설계기간내에 예상되는 누가 8.2 T 환산 단축하중에 신뢰도 개념을 적용하여 실제 통과 교통하중과의 차이를 고려함으로써 교통량 예측의 오차로 인하여 설계기간내에 포장이 파손되는 것을 방지하였다.	
	구분			
	교통량			
	설계운하중			
	5T환산누가 통과회수			
	L 100 미만 A 100-250 B 250-1,000 C 1,000-3,000 D 3,000 이상	2 T 3 T 5 T 8 T 12 T	3×10^4 15×10^4 100×10^4 700×10^4 3500×10^4	
노상강도	설계 CBR 설계 CBR이 설계구간내에 조사된 여러 지점의 CBR 값을 통계 확률 개념으로 분석하여 결정 되어진다.	토질 지지력치(S) S 값은 토질 특성치 (CBR, R 값, 군지수) 와의 상관관계로부터 구한다.	유효노상 동탄성 계수 노상토에 대한 계절별 동탄성계수를 AASHTO T274 시험방식에 의해 산정하며, 이들을 율별로 평균한 값을 사용한다.	

항목	TA 설 계 법	AASHTO 잠정 설계법 (1972)	AASHTO 개정 설계법 (1986)	비고
설 계 법 특 정	- 설계기간 10년에 대한 포장층 두께설계 시에는 사용이 간편하다. - 설계가정이 단순하여 포장의 실제적인 공용성 평가에 따른 정량적인 분석이 어렵다.	- 토질특성치와 상관관계치를 갖는 지지력치(S)와 설계기간내 누가 18KIPS 환산단축하중에 의해 포장체의 소요강도를 결정한다. - 환경조건을 나타내는 지역계수(R)가 포장체의 강도에 영향을 미친다. - 포장설계에 서비스 지수개념을 도입하여, 도로등급별 포장상태를 규정하고 있다.	- AASHTO 잠정설계법을 포장의 시스템 측면으로 발전시킨 설계법이다. - 설계교통하중에 신뢰도 개념을 도입하여, 포장 파손의 가능성을 감소시킨다. - 노상강도를 CBR치 대신에 재료의 기본특성을 제시해 주는 등탄성 계수로 나타낸다. - 환경조건으로 동상 및 흡수팽창이 설계 기간내에 포장구조의 서비스 지수감소에 미치는 영향을 정상적으로 고려한다.	

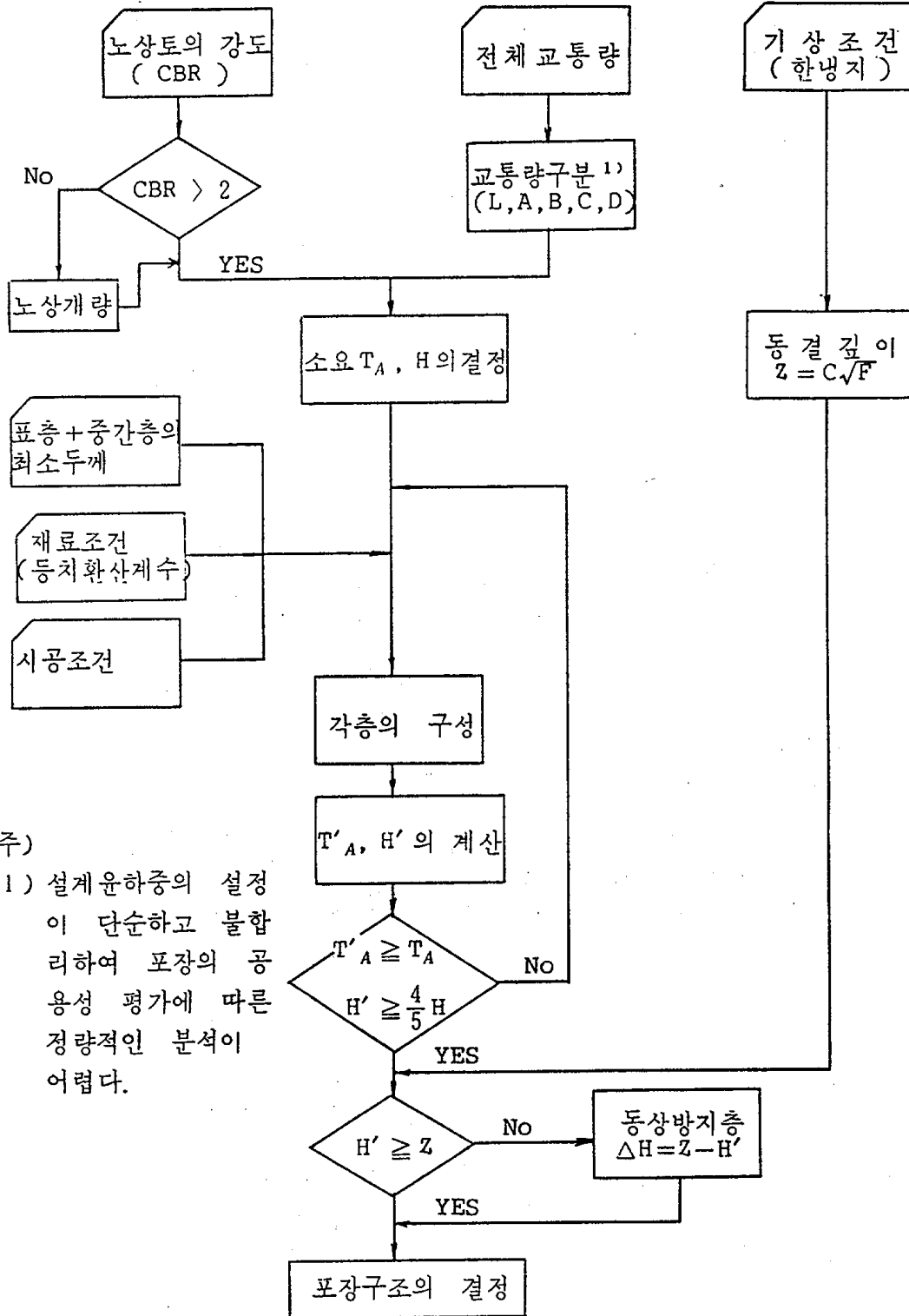
2) 콘크리트 포장 설계법

항목	PCA 설계법	AASHTO 잠정 설계법 (1981)	AASHTO 개정 설계법 (1986)	비고
교통조건	설계기간내 예상되는 단축 하중 및 부축하중의 분포 및 통과 축수	설계기간내에 예상되는 누가 8.2 T 환산 단축하중 통과 축수	아스팔트포장 설계와 동일	
노상 지지력	- 노상 지지력 계수(K) - 합성 K_c 치 (보조기층 및 노상의 합성 지지력)	- 노상 지지력 계수(K) - 합성 K_c 치 (보조기층 및 노상의 합성 지지력)	- 유효 노상 반력 계수 - 노상동탄성계수, 보조기층의 두께 및 탄성계수 (E_{SB}), 강성기초의 영향 및 지지층의 지지력 손실을 감안하여 결정한다.	
환경조건	하중 형태별 재하로 인한 침식 상태를 검토하며, 축이 많을수록 침식의 영향이 크다.	별도로 고려되지 않는다.	- 배수시설 및 배수조건이 포장두께 설계시에 고려된다. - 동상 및 흡수 팽창 현상으로 인한 포장체의 서비스 지수감소가 슬래브두께 설계에 고려된다.	
특징	- 구조해석적 설계법이다. - 슬래브 두께 산정시에, 하중 형태별 재하에 따른 피로응력 및 침식응력을 검토한다.	- 공용자료를 근거로 한 설계법이 다. - 도로의 공용성에 영향을 미치지 않는 요소는 고려되지 않았다.	AASHTO 잠정설계법에 여러 설계인자를 추가 또는 보정하여 발전시킨 설계법이다.	

나. 포장설계법별 흐름도

1) 아스팔트 포장 설계법

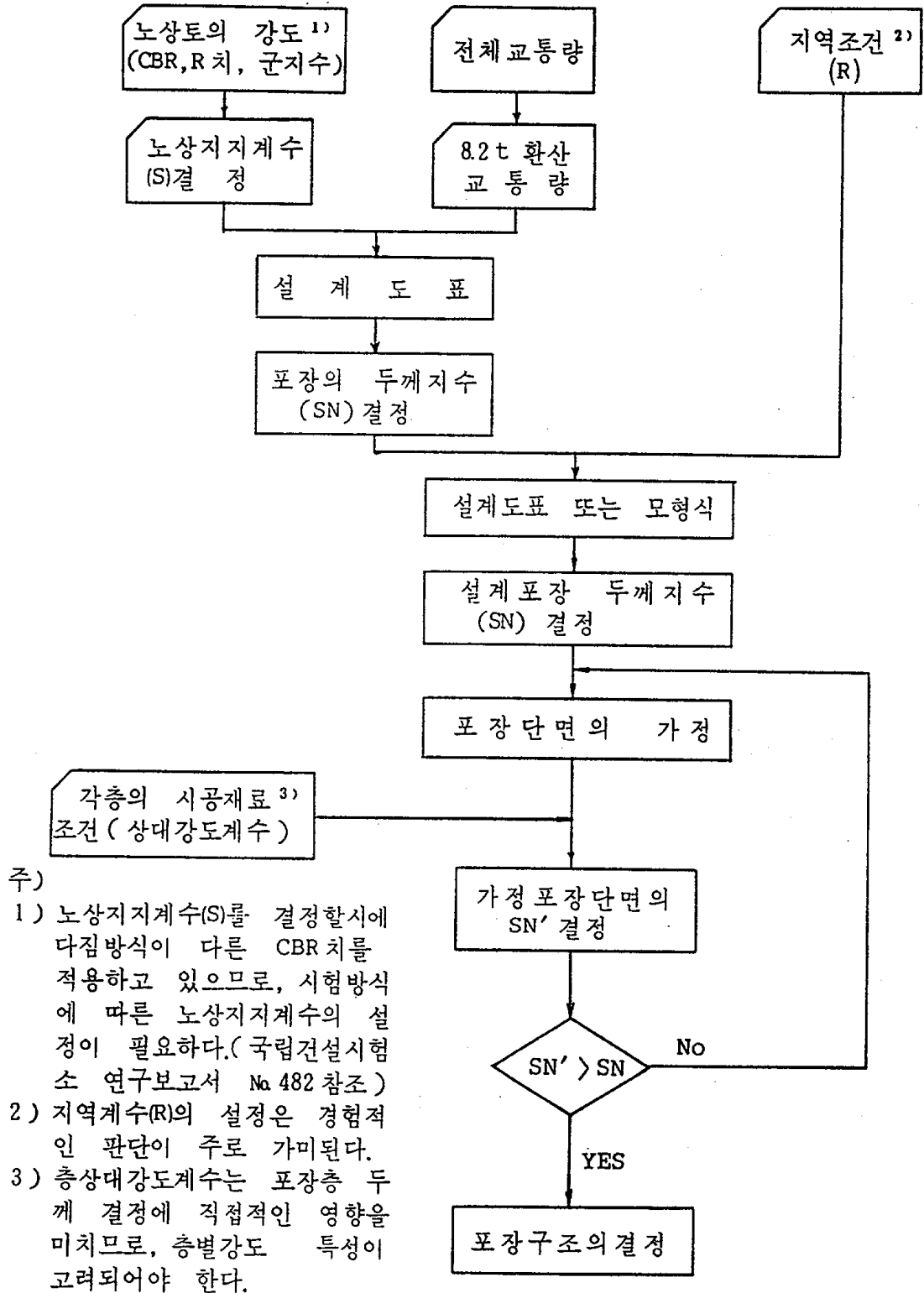
(ㄱ) TA 설계법



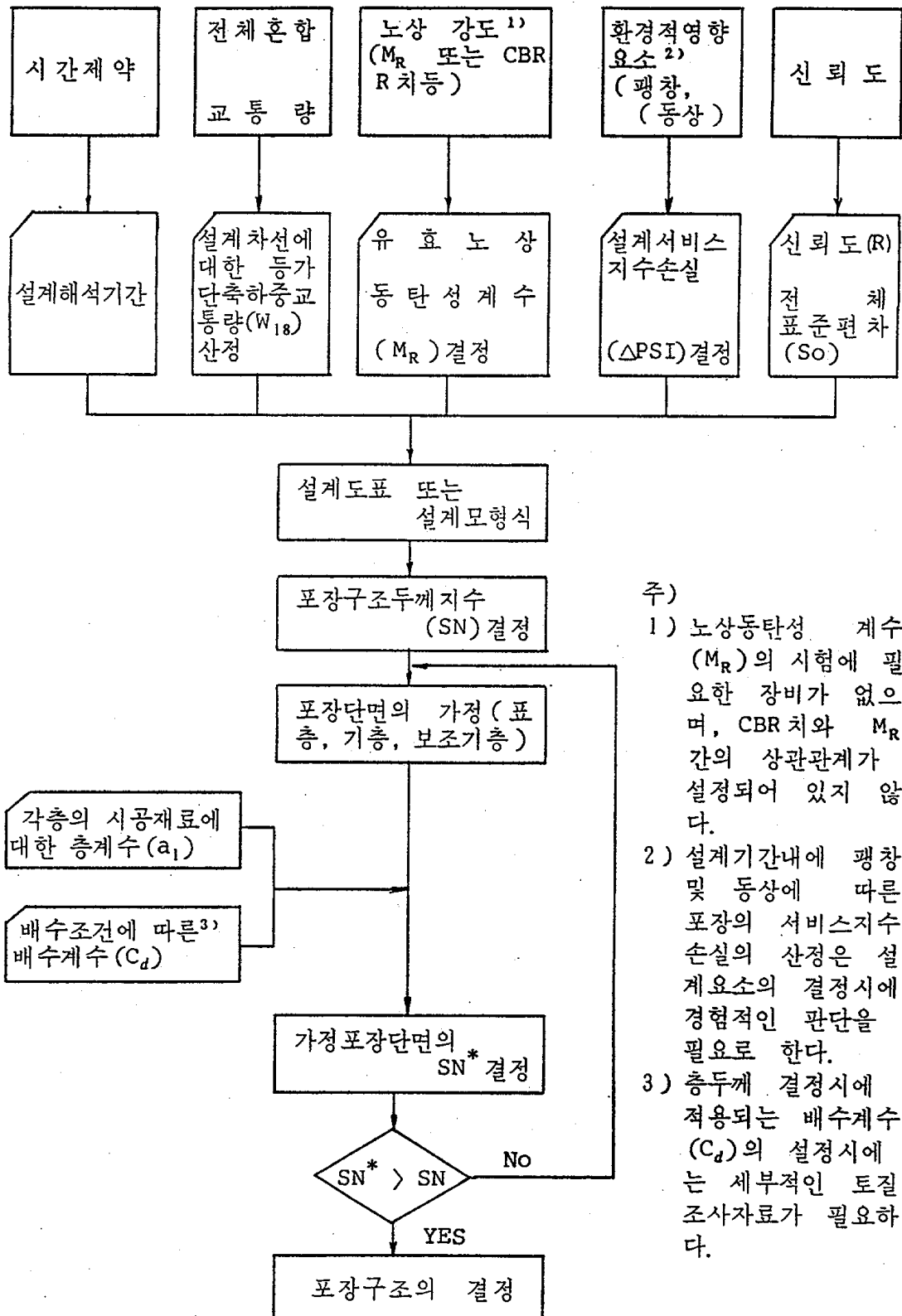
주)

1) 설계운하중의 설정이 단순하고 불합리하여 포장의 공용성 평가에 따른 정량적인 분석이 어렵다.

(ㄴ) AASHTO INTERIM GUIDE (1972)

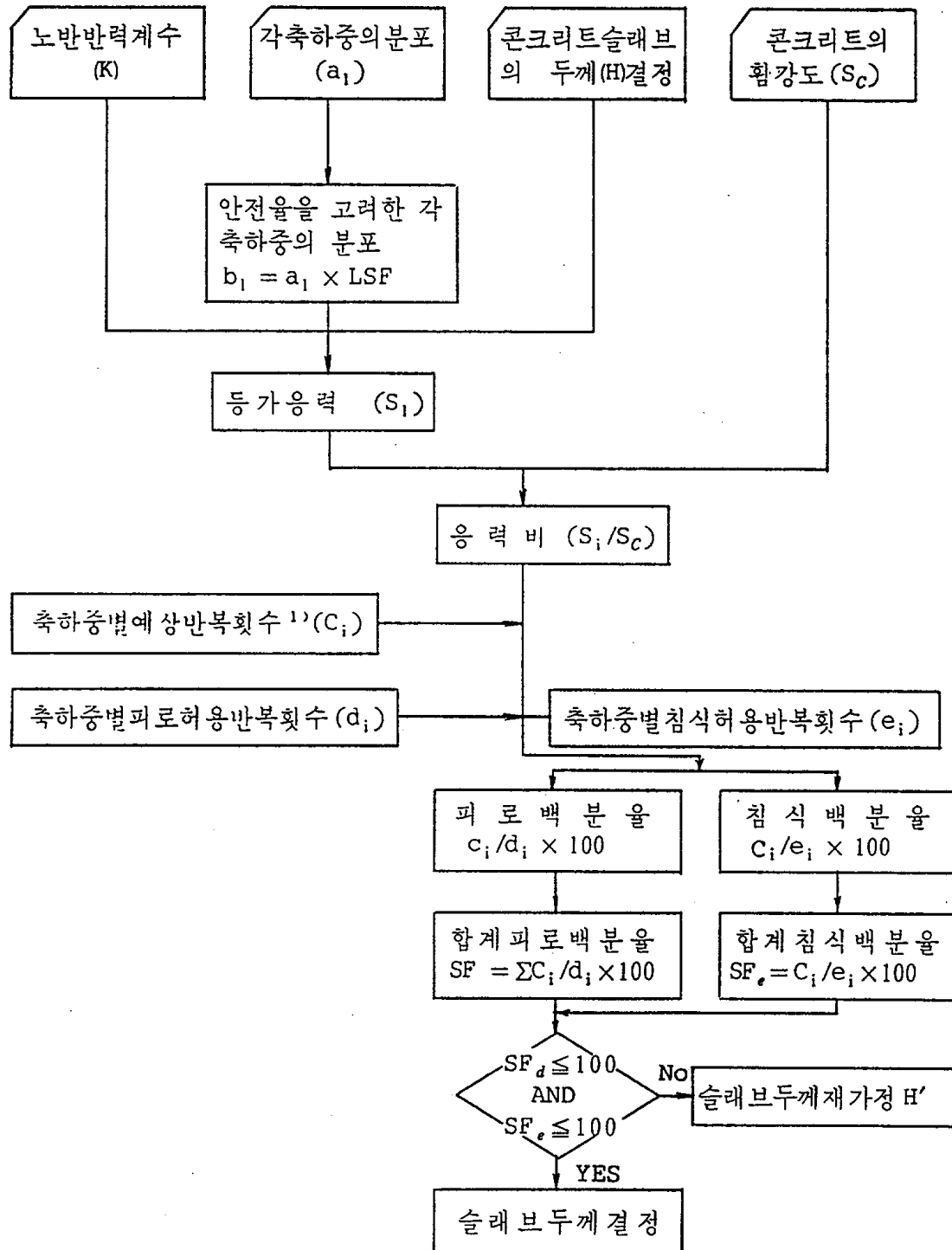


(c) AASHTO DESIGN GUIDE (1986)



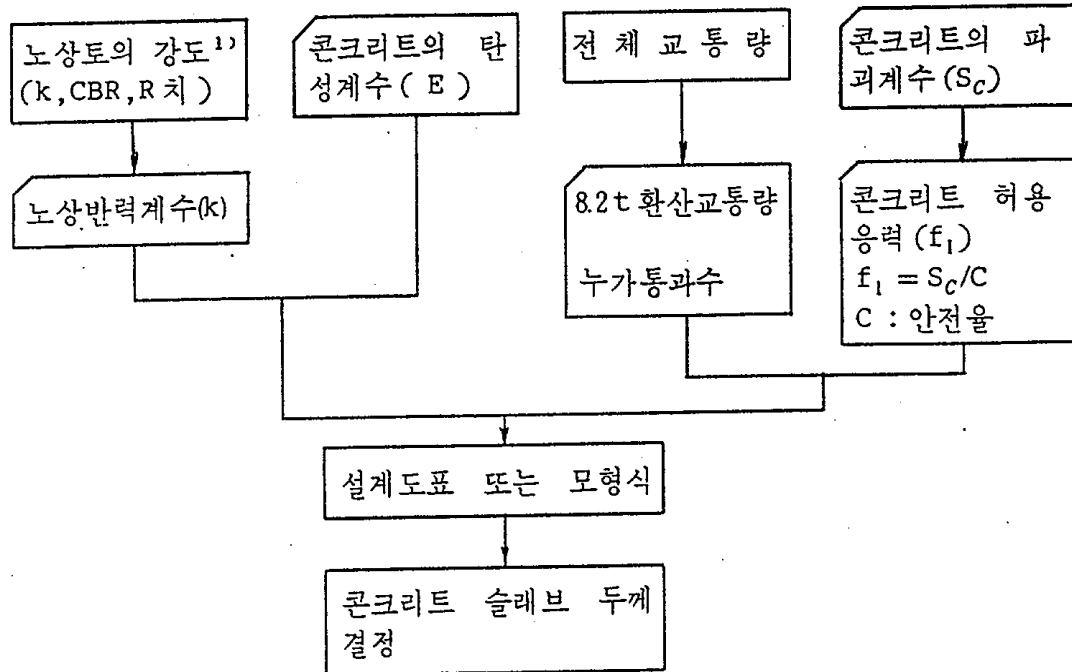
2) 콘크리트 포장 설계법

(ㄱ) PCA 설계법



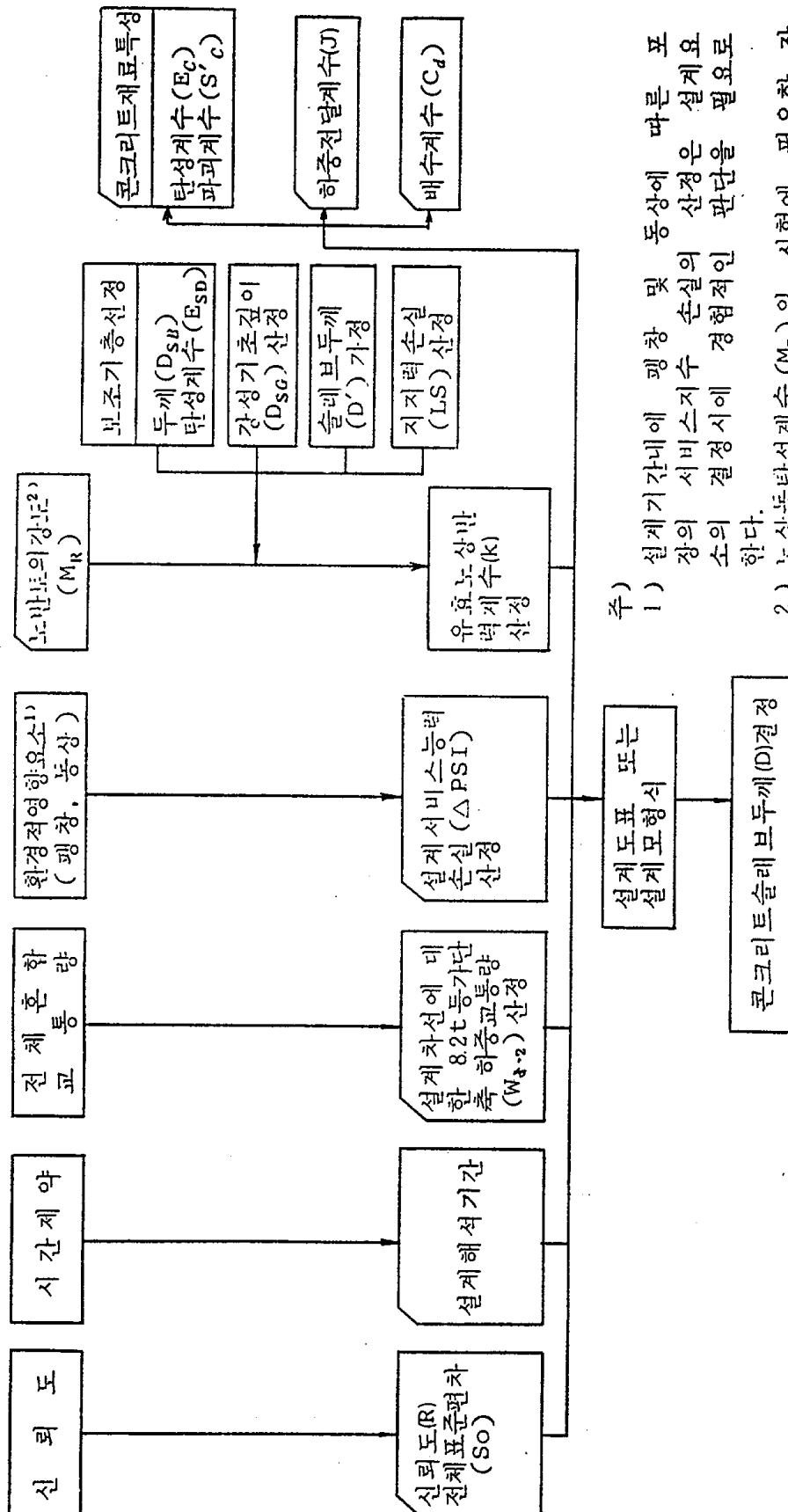
주 : 1) 축하중별 예상 반복횟수를 필요로 하므로, 설계 축중수의 산정이 어렵다.

(ㄴ) AASHTO INTERIM GUIDE (1981)



주 : 1) K 치는 보조기층의 지지력을 감안한 합성 K_c 치로 하는 것이 적
합하다.

(ㄷ) AASHTO DESIGN GUIDE (1986)



주)

- 1) 설계기간내에 팽창 및 동상에 따른 포장의 서비스수 손실의 산정은 설계요소의 결정시에 경험적인 판단을 필요로 한다.
- 2) 노상동탄성계수 (M_R)의 시험에 필요한 장비가 없으며, CHR 치와 M_R 간의 상관관계가 설정되어 있지 않다.
- 3) 배수계수의 설정시에는 세부적인 토질조사 자료가 필요하다.

다. 설계법의 적용

그동안 국내에서는 AASHTO 잠정설계법이 이론적 및 경험적 근거가 가장 풍부한 설계법으로 인정받아 널리 사용되어 왔다. 아스팔트 포장 설계법인 TA 설계법은 사용은 간편하지만, 포장설계를 제반 설계조건에 대해 정량적으로 분석하기에 부적합하며, 콘크리트 포장 설계법인 PCA 설계법은 축하중별 누적 축중수가 산정되어야 하므로, 설계 운하중의 적용이 어렵다.

1986년에 발간된 AASHTO 개정설계법은 설계 및 추정교통량의 오차를 감안한 신뢰도 개념도입, 노상지지력의 동탄성 계수시험에 의한 산정 그리고 동상 및 노상팽창으로 인한 포장 서비스지수 손실의 정량적인 평가등, 설계 요소를 새로이 또는 보완적인 측면에서 고려함으로써, 설계에 보다 분석적인 기법을 적용하여 정확성을 기하였다. 그러나 실제로 AASHTO 개정 설계법의 적용에 있어서는 동탄성계수 시험기구(AASHTO T274)의 미비, 여러 포장 사용 재료 및 재료원에 대한 시험 성과자료의 부족 그리고 각종 설계 계수의 정확한 적용의 어려움등을 고려하여 현재로서는 AASHTO 잠정설계법을 적용하는 것이 바람직하다.

6-4 연약지반 포장의 허용침하량 기준

방 침

건설일

17111-121

('89. 11. 24)

1. 목 적

아스팔트 및 시멘트 콘크리트 포장 설계시 공용개시후의 허용잔류 침하량에 대한 기준을 설정코자 함.

2. 적용기준 현황

관련도시	기준(cm)	비 고
○ 도로설계 요령 ('76 일본도로공단발간)	10 이하	- 포장공사 종료후의 노면요철에 관한 허용치 - 기준량 초과시 성토공정 및 연약지반 대책공을 검토, 허용치 되도록 설계
○ 연약한 지반의 조사, 설계와 시공 ('81 건설부 발행)	10 - 30 5 - 10	- 성토가 연결되는 구간 - 교량등 접속부 성토
○ 도로토공 (Ⅲ) 연약지반처리 ('84 산해당 . 일본판)	10 이하	- 공용 개시후의 허용침하량을 동기준 이하로 함.

3. 문제점

가. 고속도로 건설시 사전에 허용잔류 침하기준을 설정하여 공용개시후의 도로에 유해한 침하가 잔류하지 않도록 계획,

설계, 시공의 각 단계에서 고려해야 되며, 동기준을 적용하여 연약지반 처리공법등을 선정해야 하나 그 기준이 모호하며

나. 특히 시멘트 콘크리트 포장과 아스팔트 콘크리트 포장을 구분하여 적용할 수 있는 기준이 없음.

4. 적용기준 변경 및 기술자문 의뢰

적용도서및 기술자문	적 용 예		비 고
	종 전	변 경	
도로설계요령	10 cm이하 ('76일본 도로공단 발 간)	기준치 삭제 ('83일본 도로공단 개정판)	○ '76 발간 - 허용잔류 침하량이 10 cm초과 시 성토공정 및 연약지반 대책공을 검토하여 허용치 이하가 되도록 설계 - 아스팔트, 콘크리트 구분 없음 ○ '83 개정 - 경제적인 공법으로 장기침하를 확실히 적게할 수 없는점 - 도로성토의 경우 상당한 장기 침하에 대해서도 유지관리 단계에서 처리가 가능한점 - 시간, 침하관계 예측이 어려운 점
기타국내책자	—	—	○ 고속도로 일반시방서, 도로공사 표준시방서 및 기타 국내지침서 : 기준명시 없음.

적용도서및 기술자문	적 용 예		비 고
	종 전	변 경	
기술자문 교수단의견(1)	—	—	○ 연약지반에서 어떤 시점에서의 잔류 침하량을 설계기준으로 제시한다는 것은 대단한 모험이 따르는 문제임. ○ 연약지반 구간에는 STAGE CONSTRUCTION 개념을 도입하여 간이 포장을 실시하여 압밀완료 후 최종 마무리 포장을 권장하며, 아스팔트 포장에서는 특별히 잔류침하량을 지정할 필요없음. ○ 연약지반상 콘크리트 포장은 가급적 피하는 것이 좋으며 부득이 시행할 경우 RAFT FOUNDATION 개념을 도입하여 이 기초의 허용 침하량으로 많이 사용되는 값을 적용함.
기술자문 교수단의견(2)	—	—	○ 잔류 침하량이 예상되는 구간에서는 시멘트 콘크리트 포장을 지양하고 아스팔트 포장을 원칙으로 한다.

적용도서및 기술자문	적 용 예		비 고
	종 전	변 경	
기술자문 교수단의견(2)	—	—	○ 지역적 특수성에 따라 시공성과 경제성등이 다를수 있으므로 획일적인 허용잔류 침하량의 기준 설정을 생략한다. ○ 종래의 허용잔류 침하량보다 큰 침하량이 예상되는 상태에서 도로포장을 하는 경우에는 이를 정당화 하는데 원칙을 경제성 비교와 도로서비스 측면등으로 규정할 필요가 있다.
기술자문 교수단의견(3)	—	—	○ 포장의 평탄성 관리측면에서 허용 침하량 고려할 수 없다. — 연약지반상 압밀도 100% 목표 한계가 있다. — 막대한 공사비 투자 — 연약층의 두께와 토성에 따라 압밀현상이 다양하여 허용잔류 침하량에 대한 기준을 설정하는데 문제가 있음.

적용도서및 기술자문	적 용 예		비 고
	종 전	변 경	
기술자문 교수단의견(3)	-	-	- 설계자가 현장여건에 따라 연약지반의 깊이나 토성 그의 공사기간등을 고려하여, 도로의 구조물과 도로의 기능을 저해하지 않은 범위내에서 합리적으로 설계하는 것이 기술자의 재량이며 특권이다. - 소기의 압밀도를 달성하지 못할 경우에는 간이포장후 경년에 따라 본포장을 시행 - 특히 시멘트 콘크리트 포장인 경우에는 허용잔류 침하란 고려할 수 없음.

5. 검토의견서

가. 기존자료 및 기술자문 교수의견

- 1) 도로설계 요령 (일본도로공단 발간) 허용잔류 침하기준
삭제 (종전 10 cm 이하)

2) 연약지반 조사설계와 시공 (건설부 발간)

10-30 cm (성토연결 구간)

- 아스팔트 콘크리트 { 5-10 cm (구조물 접속부)
포장 구분없음.

3) 도로교통(II) 연약지반 처리 (산해당, 일본판) 10 cm 이하

- 아스팔트, 콘크리트 포장 구분 없음.

4) 기술자문 교수단 의견

- 허용잔류 침하기준 설정할 수 없음.

나. 의견 및 대책

1) 기존 관련자료 (국·내외 기술서적) 및 기술자문 교수

의견을 토대로 아스팔트 포장과 콘크리트 포장에 대한
잔류허용 침하기준 구분 설정 관리가 현실상 어려운 실
정으로 사료되며

2) 연약층의 두께와 토성에 따라 압밀현상이 다양하고 지역

적 특수성에 따라 시공성과 경제성이 다르므로 지반의

충분한 조사, 시공성, 경제성, 공사기간 및 도로서비스 측
면등을 종합 검토하여 포장의 공법을 선정하여야 한다.

3) 연약지반에서의 포장공법은 아스팔트 포장시행을 권장하고

부득이 교통의 특성으로 인하여 시멘트 콘크리트 포장이
필요할 경우에는 충분한 공사기간을 확보하거나 간이포장

을 시행하여 압밀이 종료된 후 시멘트 콘크리트 포장을
시행토록 함.

- 4) 연약지반에서 허용잔류 침하기준은 최종 압밀도의 95 %
이상으로 설정하여 설계에 반영토록 하고, 시공관리시는
이론 잔류 침하량이 10 cm이하가 되도록 관리함.

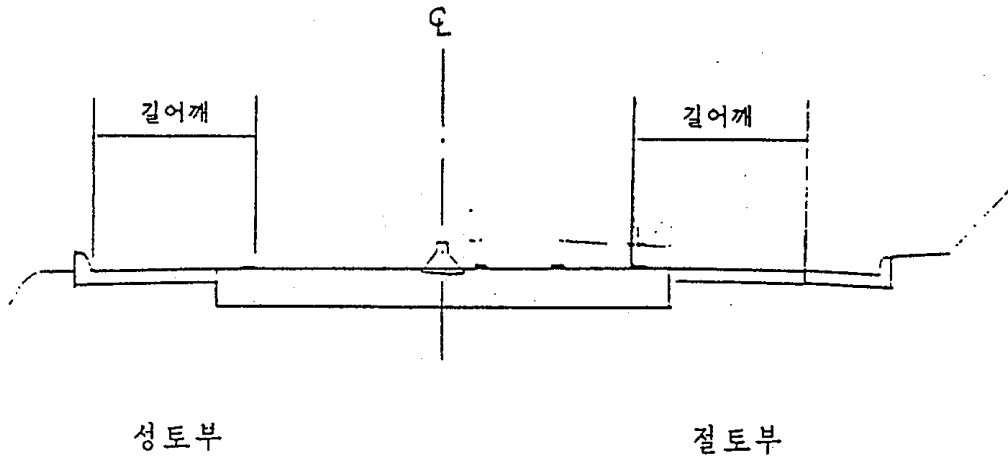
6-5 길어깨 포장 설계 기준

방 침

도 로 기
17113-5049
('90. 8. 2)

1. 길어깨의 정의

길어깨는 도로의 일부분으로서 주행차량의 고장이나 정지시 긴 급주차공간으로 이용할 수 있고 도로의 표층과 기층의 측방 지지력을 확보해 주는 도로의 일부분



2. 길어깨의 기능

- 본선 포장에 접속하여 도로의 주요 구조부 보호
- 고장 및 사고차량의 대피장소
- 측방 여유폭으로서 교통의 안전성과 쾌적성에 기여
- 노상시설 설치 공간
- 유지보수 작업 공간
- 성토부의 경우 노면 배수를 위한 측구 역할
- 보도가 없는 도로에서 보행자의 통행부분

- 제설작업에 필요한 여유폭

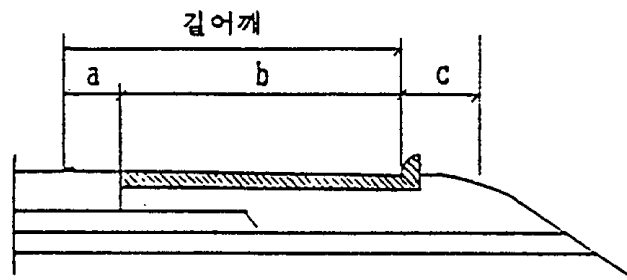
3. 길어깨의 폭원

가. 관계법규 : 도로의 구조, 시설기준에 관한 규정

(대통령령 제 13001 호. '90.5.4)

설계속도	도로구분	차도우측에 설치하는 길어깨의 최소폭
80 km / h 이 상	고속도로	3.0 m

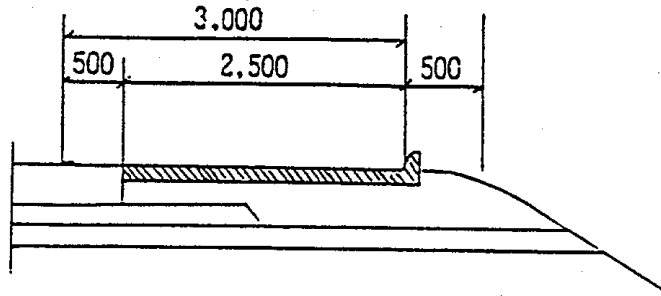
나. 국내 고속도로 적용예



단위 : mm

노 선 명	a	b	c	비 고
호 남 고 속 도 로	500	2,100	400	4 차 선 확 장
남 해 고 속 도 로	500	2,350	650	
중 부 고 속 도 로	500	2,350	650	
판 교 ~ 구 리 신 갈 ~ 안 산	500	2,350	650	

다. 설계기준

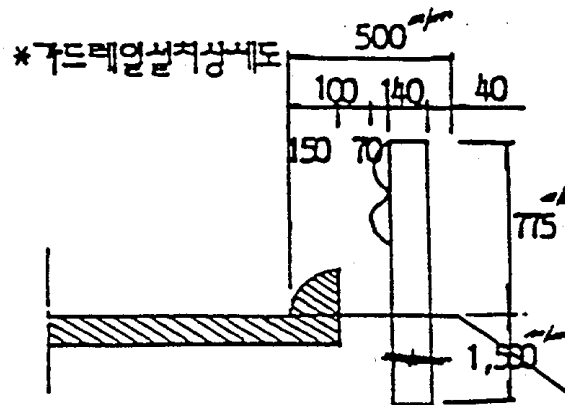


※ 보호길어깨는 다이크를 포함 0.5 m

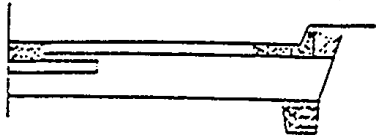
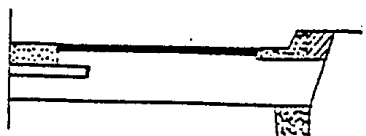
(길어깨의 순폭을 3.0 m로 함)

※ 가드레일 설치 상세도

* 가드레일설치상세도



4. 길어깨 포장 형식

구 분	시멘트 콘크리트	아스팔트 콘크리트
단 면		
재 료	시멘트 콘크리트	아스콘기층재
장 단 점	○ 길어깨의 단부지지로 본 선포장의 응력 및 처짐을 감소하여, 포장수명 증대효과 ○ 재료구득 및 관리 용이 ○ 주행차선과 동일색상으로 시선유도가 불리 ○ 길어깨부 다짐이 불량할 경우 파손될 우려	○ 색상구분으로 이용차량의 시선유도가 용이 ○ 시공성 양호 ○ 길어깨다짐 부족에 의한 부분적인 하차에 대해서 보수 용이 ○ 공사비 다소 저렴 ○ 줄눈부 봉합의 어려움으로 침투수로 인한 포장 피해 우려
시공실적 및 설계사례	○ 부산~마산간 고속도로 ○ 호남고속도로 ○ 88 고속도로 ○ 중부고속도로 일부구간	○ 중부고속도로 ○ 남해고속도로 마산~진주 간 4차선 확장공사 ○ 판교~구리 및 신갈~안산 간 고속도로 ○ 중앙고속도로
설계기준	아스팔트 콘크리트 포장을 원칙. 단, 부득이한 경우 시멘트콘크리트 시행가능	

※ 길어깨 포장형태의 미국 시행예

포 장 형 태	Interstate & Major Highways	Local Roads
역 청 포 장	21 개 주	8 개 주
시멘트 콘크리트 포장	3 개 주	—
본선과 동일포장	3 개 주	2 개 주
기 타 (비포장및 변단면등)	12 개 주	19 개 주
계	39 개 주	29 개 주

5. 길어깨 포장의 두께

가. 설계기준

길어깨의 포장두께 산정에 대한 일정한 설계기준이 없음.

나. 현재 계획중인 고속도로 길어깨 포장두께 (공용기간 20년 기준)

노 선 명	본 선 포 장	길어깨포장 (아스팔트 콘크리트)	비 고
판교 ~ 구리 신갈 ~ 안산	시멘트 콘크리트 (T = 30 cm)	7.5 cm	
중앙고속도로	시멘트 콘크리트 (T = 25~28 cm)	10 cm	
경인고속도로 8차선확장공사	아스팔트콘크리트 (기층 T = 25 cm) (표층 T = 10 cm)	15 cm	길어깨로 교통우회
경수고속도로 8차선확장공사	''	7.5 cm 10 cm	
남해고속도로 진주 ~ 광양간 4차선확장공사	시멘트 콘크리트 (T = 30 cm)	10 cm	
	아스팔트콘크리트 (기층 T = 25 cm) (표층 T = 7.5 cm)	7.5 cm	공용기간 10년기준

다. 외국의 예

— 미 국

(본선 시멘트콘크리트 포장에 설치되는 아스콘길어깨 두께)

길어깨 두께(cm)	주 (개)	비 율 (%)
7.5 미만	4	14
7.5 ~ 15 이하	13	45
22.5 cm 이하	7	24
본선 포장 두께	5	17
계	29	100

— 일 본

(차도를 시멘트 콘크리트 포장으로 길어깨를 아스팔트 포장으로 하는 경우)

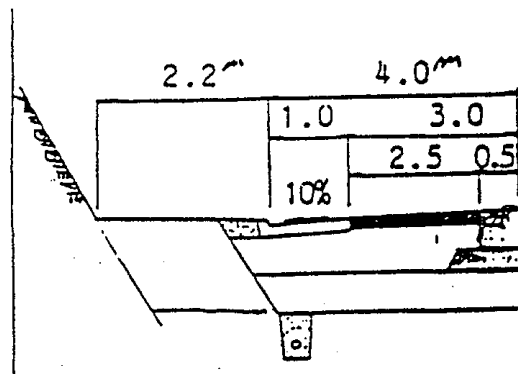
TA = 15 - 20 정도로 함.

라. 길어깨 포장두께 설계기준

본 선 포 장	길어깨 포장	비 고
시멘트 콘크리트 포장	아스팔트 기층재 (T = 7.5 cm)	
아스팔트콘크리트 포장	아스팔트 기층재 (T = 7.5 cm)	

6. 절토부 하단 소단폭 설계기준

(절토부 하단 소단폭 2.2 m)



6-6 콘크리트 포장면 연마 설계적용 기준 검토

방 침

설 일
16210-135
('94. 9. 2)

1. 검토목적

고속도로 신설 및 확장공사의 콘크리트 포장구간에 평탄성을 확보하기 위한 시공준
부위의 “포장면연마” 수량산출기준이 각 노선별로 상이하게 적용되고 있어 이에 대한
적정한 수량산출기준을 정립하여 설계업무에 합리성을 기하고자함.

2. 문제점 분석

- 포장면 연마량 산출기준이 각 노선별로 상이
- 포장장비의 대형화 및 능률향상으로 인한 수량산출 기준 재정립 필요

3. 적용현황

가. 노선별 포장면 연마량 설계 적용 기준 현황

노 선	발 주 시 기	연 마 기 준	비 고
판교 - 구리 및 신갈 - 안산	'88. 2	전 , 후 15 M	팽창줄눈기준
신 갈 - 원 주	'91. 9	"	
육 포 - 내 서	'91. 10	"	
냉 정 - 구 포	'91. 10	"	
고 서 - 순 천	'92. 11	전 , 후 5 M	
양 산 - 구 포	'92. 7	전 , 후 15 M	
서 을 외 광	'91. 12	전 , 후 1.8 M	
서 해 대 교	'93. 11	전 , 후 15 M	
제 2 경 인	'90. 12	"	
시 흥 - 안 산	'92. 12	"	
안 산 - 안 중	'93. 12	전 , 후 5 M	
서 천 - 군 산	'93. 12	전 , 후 15 M	
무 안 - 목 포	'93. 12	"	

* 최근 설계된 노선은 전, 후 5 m 로 적용(중부내륙 등)

나. 기존 시공 포장 연마량 실사현황

구 분	서해안 4공구(상행선)	서해안 4공구(하행선)	제 2 경 인 (2공구)
포장 연마 면적	2,724.96㎡	2,599.89㎡	2,260.62㎡
팽창 및 시공줄눈 길 이	379.6 m	394.0 m	460.2 m
평균포장 연마폭	$2,724.96 \div 379.6$ = 7.18 ÷ 7.2 m	$2,599.89 \div 394.0$ = 6.60 ÷ 6.6 m	$2,260 \div 460.2$ = 4.9 ÷ 5.0 m
평균 포장 연마 연 장	평 균 3.6 m	평 균 3.3 m	평 균 2.5 m

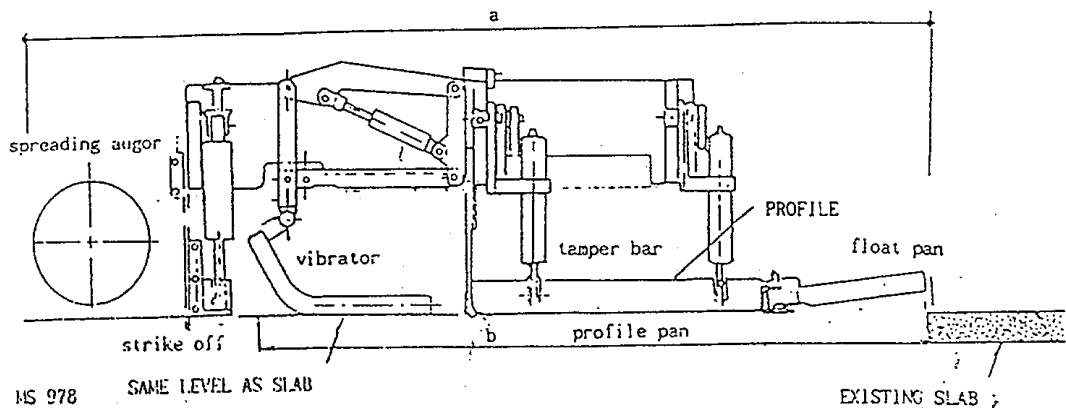
다. 국도 및 지방도 설계 적용 기준

현재 국도 및 지방도에서 시멘트 콘크리트 포장공사의 시공줄눈 부위 포장면 연마에 대한 사항은 별도 적용하고 있지 않음.

4. 개선방안 검토

가. 포장면 연마구간 산정

○ 기설 슬라브로 부터 출발

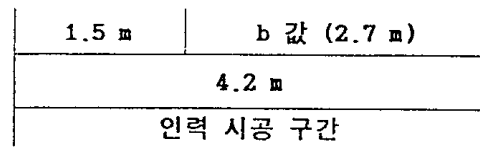
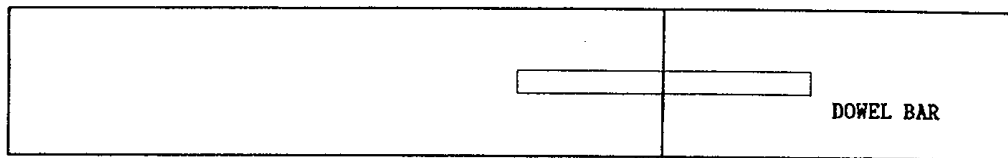


- 기설 슬라브 끝에서 포설을 시작하여 FLOAT PAN 이 수평을 이루었을때 정상적인 시공이됨. (그림참조)
- 콘크리트 포장장비 제원중에서 b 값 (vibrator - float pan) 길이 만큼은 인력시공이 불가피하며 추후 포장면 연마가 필요.

모 델	a (M)	b (M)	폭	엔진마력(HP)	비 고
S F - 250	3.1	2.6	3.66 - 11.6	250	
S F - 450	3.2	2.7	3.66 - 11.6	250	
S F - 350	3.0	2.6	3.66 - 11.6	250	
G P - 4000	3.1	2.7	3.66 - 11.6	400	
평 균	3.1	2.7			

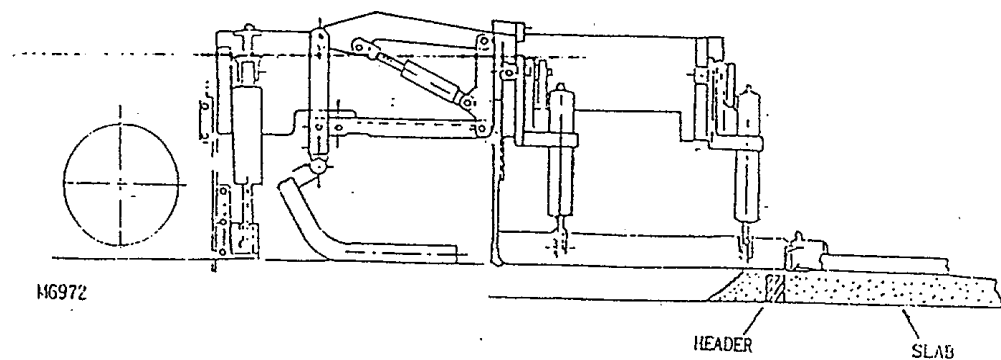
← 전 행 방 향

EXISTING SLAB

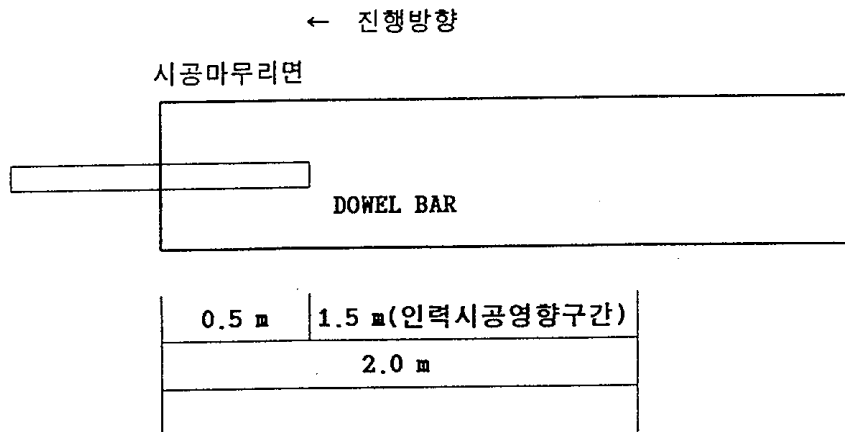


- 포장장비의 제원에서 산출한 b 값은 이론적인 수치이며 실제시공시 인력시공 영향 범위인 1.5 m 를 여유분으로 가산 적용함이 타당

○ 슬라브 종결작업



- 슬라브 종결작업이 예상되는 지점에 Header를 위치시키고 장비를 주행시킨후 다웰바를 설치한 다음 그림을 콘크리트로 채워 인력으로 다짐을 하면서 평탄마무리를 함.



- 따라서 슬라브 종결작업시에는 2.0 m 정도가 인력시공구간이며 추후포장연마가 필요.

나. 포장 연마 단가 검토

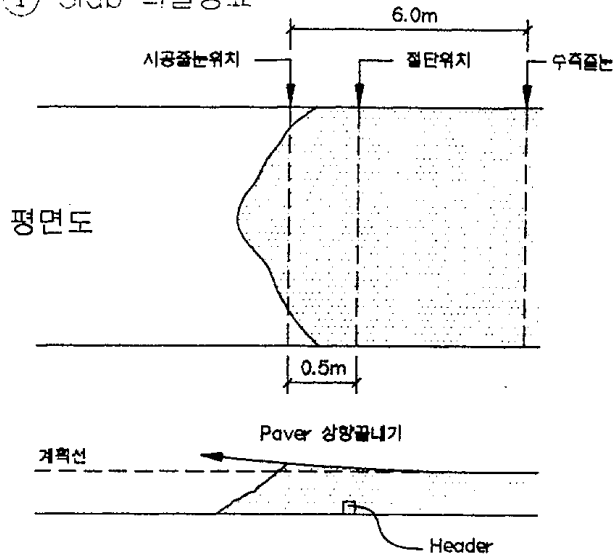
구 분	단 초	변 경	비 고
단 위	㎡ (포장 면적)	식	
금 액	11,502 원/㎡	11,502 원/㎡ x 면적	

5. 검토 결론

- 과거에는 대체로 15m 로 적용된 경우가 많으나 이는 장비나 기술자의 능력이 상대적으로 낙후된 시기에 적용된 수치이며 장비나 시공기술이 어느정도 숙달된 현시점에서는 과다한 것으로 판단됨.
- 시공줄눈 부위의 포장면 연마 구간은 장비의 종류, 시공기술 등에 따라 다르나 실측치와 국내의 시공경험을 토대로 검토한 결과 연마구간은 시공시점부 4.2 m, 종점부 2.0 m 정도로서 시공줄눈 개소당 6 m 가 적절한 것으로 사료됨.
- 포장면 연마 공종은 포장공의 부수적인 공종으로서 설계변경이 곤란하므로 1식 단가로 구성함이 타당한 것으로 사료됨.

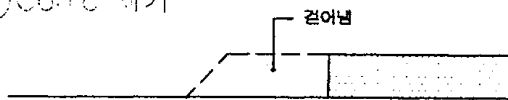
Con'c 포장 Slab 타설 순서도

① Slab 타설종료



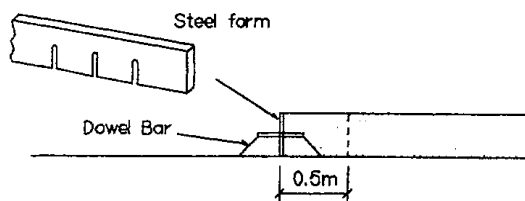
당일 Slab 타설종료시 시공준비 위치보다 약 50cm 못미치는 지점에 Header를 매설하고 Con'c 제거시 훼손 또는 처짐을 고려하여 Paver를 Up시키면서 Finish함.

② Con'c 제거



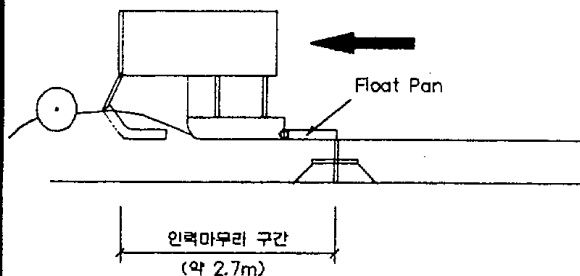
Backhoe 등을 이용하여 절단 위치까지 Con'c 꺼내냄.

③ 시공준비(평창준비)설치 및 인력포설



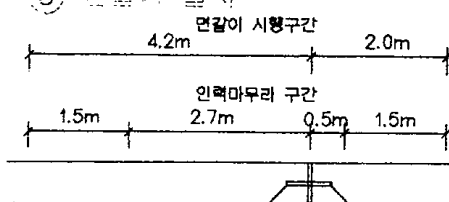
Dowel Bar 및 Steel Form을 설치하고 Con'c 타설. 다짐은 진동기 사용, 인력 평탄성 마무리.

④ Paver Slab 포설



Paver를 기설 Slab로부터 전진시켜 Float Pan이 포설시점부에 올때 정상적인 포설시작. (이때부터 Senser 타기시작) 장비에 따라 다소 차이가 있으나 약 2.7m 정도의 인력마무리 필요.

⑤ 완결기 설치



이론상 인력마무리 구간은 시공준비 전·후로 약 2.7m, 0.5m이나 인력 포설시 인접지역에 미진영향에 따라 약 1.5m 씩의 여유폭이 필요.

콘크리트 포장 연마 공사비 비교

(단위 : 원)
(2차포설 기준)

공구연장 연마량		6 km	8 km	10 km
전 . 후 15m		48,000,000	62,000,000	79,000,000
전 . 후 5m		16,000,000	20,000,000	26,000,000
전 . 후 3m		9,000,000	12,000,000	16,000,000
절 감 액	전.후 15m대비	△ 39,00,000	△ 50,000,000	△ 63,000,000
	전.후 5m대비	△ 7,000,000	△ 8,000,000	△ 10,000,000

6-7 보조기층 및 선택층 재료의 단위중량 검토

방	침
설	일
16210-154	
('94. 9. 28)	

1. 검토목적

현행 보조기층 및 선택층의 수량산출에 있어 단위중량 적용은 골재원별 실제 단위중량을 적용하지않고 표준품셈에서 제시한 일반적인 단위중량을 적용함에 따라 비합리적인 설계가 이루어지고 있다고 판단되어 현재 고속도로 건설현장에서 사용되고 있는 재료의 실 단위 중량을 검토하여 합리적인 설계기준을 정립코자 함.

2. 단위중량의 적용기준 및 문제점

1) 현행 적용기준

보조기층 및 선택층재료의 단위중량은 골재원별, 입도별 습윤밀도등에 따라 달라지나 설계시 표준품셈에서 제시한 일반적인 단위중량을 적용하고 있음.

- 자갈 섞인 모래의 평균값 (자연상태) : 2.0t/m^3 ($1.9 \sim 2.1\text{t/m}^3$)

2) 문 제 점

- o 보조기층 및 선택층 재료의 구분없이 단위 중량을 동일하게 적용
- o 표준품셈상의 자갈섞인 모래는 모래가 주된 재료로서 보조기층 및 선택층 재료와 상이
- o 설계시 보조기층 및 선택층 재료의 단위중량 시험이 가능하나 대표값으로 인정하기가 곤란함.
- o 각기 다른 현장여건에 부합되는 공통 단위중량 (평균 단위중량)에 대한 검증이 안 되어 있음.

3. 단위중량 검토

보조기층 및 선택층 재료의 단위중량 비교는 현재 공사중인 고속도로 건설의 실제 단위중량 시험 자료를 대상으로 비교함.

가. 노선별 단위중량 검토

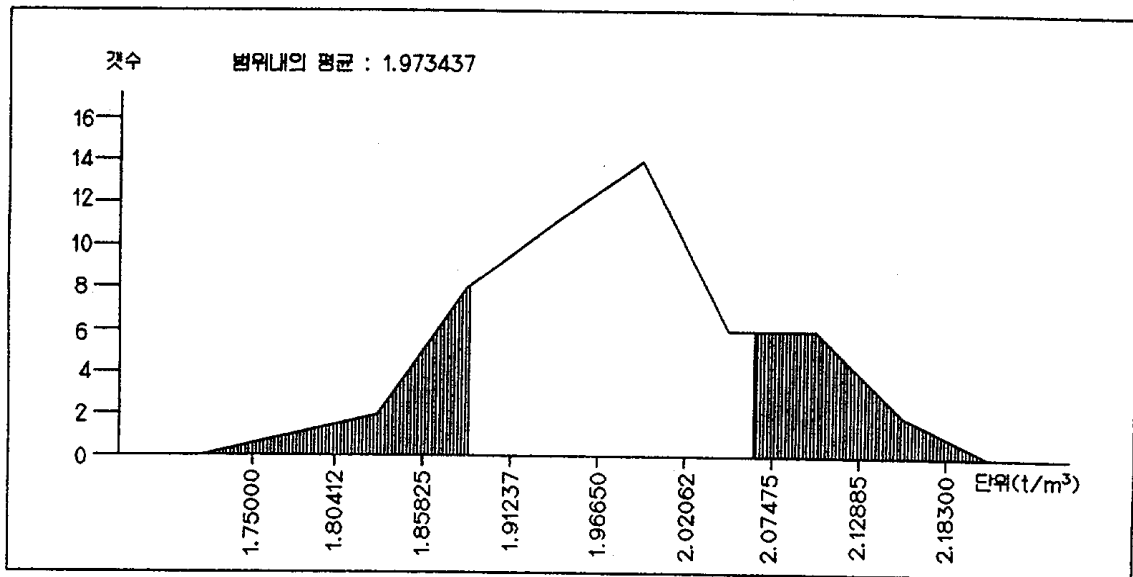
구분	단위중량	계	수 도 권	중앙남부	중앙북부	영 남 권	호 남 권	서 해
보 조 기 층	계	34	5	7	9	4	3	6
	1.908 ~1.912	1	-	-	-	1	-	-
	1.912 ~1.966	10	3	-	2	1	3	1
	1.966 ~2.020	16	2	7	5	1	-	1
	2.020 ~2.091	7	-	-	2	1	-	4
선 택 층	계	37	7	8	7	7	4	4
	1.901 ~1.942	3	2	1	-	-	-	-
	1.942 ~1.990	18	3	4	4	3	4	-
	1.990 ~2.037	12	1	3	3	3	-	2
	2.037 ~2.062	4	1	-	-	1	-	2

나. 단위중량 평균치

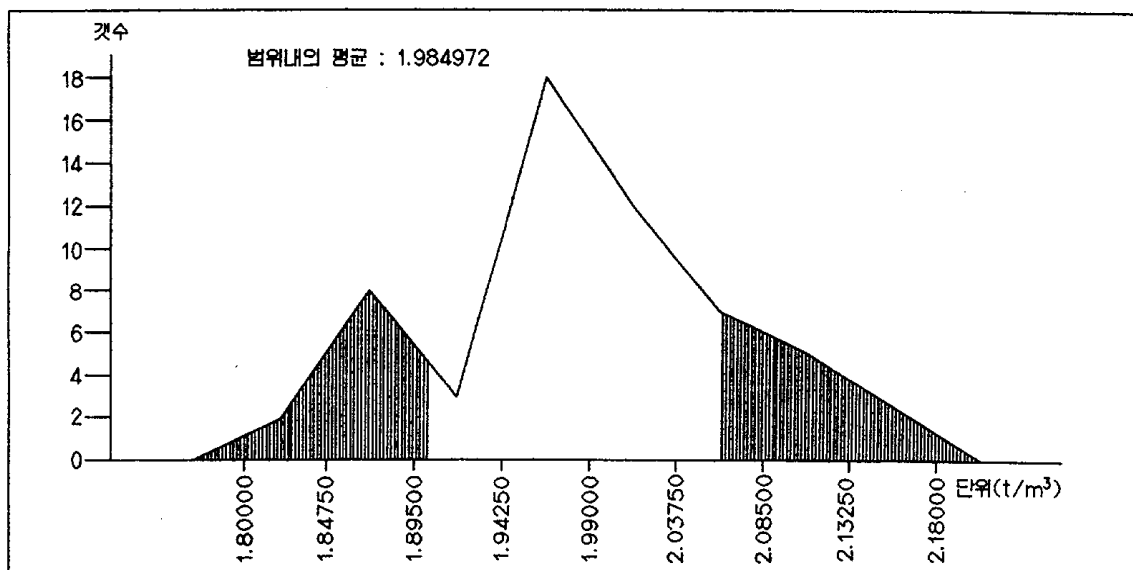
구 분	보조기층(t/m ³)	선택 층(t/m ³)	비 고
현 행	2.0	2.0	자 연 상 태
시험 평균값	1.973	1.985	〃

다. 도수 분포도

1) 보조기층



2) 선택 층



4. 검토의견

- o 보조기층 및 선택층 재료의 단위중량은 골재원별로 많은 편차를 보이고 있으나 현장에서 시험한 단위 중량 평균치와 설계에 적용하고 있는 단위중량이 거의 근접한 수치를 보이고 있어 현재 적용 단위중량인 2.0t/m^3 을 적용함이 타당하다고 판단됨.

6-8 길어깨 포장 보강방안 검토

방	침
설	이
16210-200	
('94. 12. 10)	

1. 검토 목적

길어깨에 중차량 대기 또는 통행등 이용도가 증대되고 있는 현실을 감안하여 본선 포장구조에 비하여 크게 취약한 길어깨 포장의 교통하중을 고려한 구조검토 등 대응책을 강구하기 위함

2. 길어깨의 정의 및 설계기준

가. 길어깨의 정의

길어깨는 도로의 일부분으로서 주행차량의 고장이나 정지시 긴급주차공간으로 이용할 수 있고 도로의 표층과 기층의 측방 지지력을 확보해 주는 도로의 일부분

나. 길어깨의 기능

- 본선 포장에 접속하여 도로의 주요 구조부 보호
- 고장 및 사고차량의 대피장소
- 측방 여유폭으로서 교통의 안전성과 쾌적성에 기여
- 노상시설 설치 공간 및 유지보수 작업 공간
- 제설작업에 필요한 여유폭

다. 길어깨의 폭원

- 도로의 구조·시설기준에 관한 규정(대통령령 제13001호, '90. 5. 4)

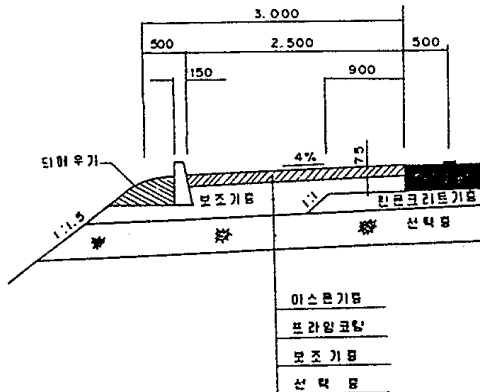
설 계 속 도	도 로 구 분	차도우측에 설치하는 길어깨의 최소폭
80km/h 이상	고 속 도 로	3.0m

라. 설계기준

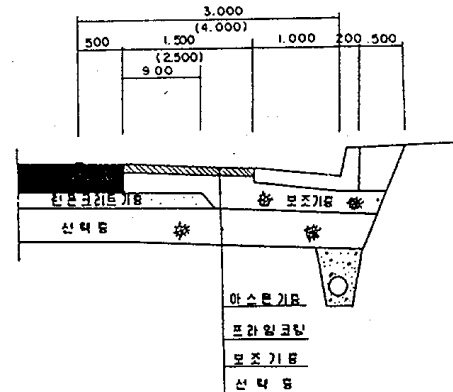
- 일반구간의 경우 아스콘 기층재($T=7.5\text{cm}$)를 원칙으로 한다.
단, 부득이한 경우 시멘트 콘크리트 포장($T=15\text{cm}$) 시행가능

<일반구간의 길어깨 포장 단면도>

• 성토부

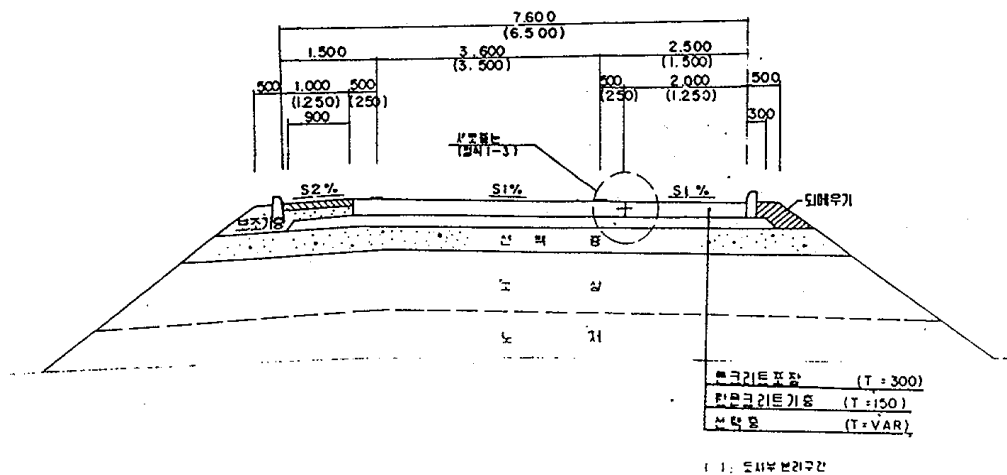


• 절토부



- 연결로 곡선부내측 길어깨의 포장은 본선과 동일한 포장단면 적용
(도로기 17113-10294)

<연결로 곡선부 내측 길어깨 포장 단면도>



- 영업소의 TAPER 시·종점부 길어깨 10m는 차도포장과 동일단면 적용

3. 외국의 적용현황

- 길어깨의 포장두께 산정에 대한 설계교통량을 명시한 규정은 없으나 참고자료에 의하면 대체로 다음과 같이 보고 있음
 - 본선 차선당 교통량의 2.4%정도
 - 본선 일방향 교통량의 1 %정도
 - 1일 18Kips(8.2ton) 기준으로 1대
- 길어깨 포장형태의 미국 시행예

포 장 형 태	Interstate & Major Highways	Local Roads
역 청 포 장	21 개주	8 개주
시멘트 콘크리트 포장	3 개주	-
본선과 동일 포장	3 개주	2 개주
기 타	12 개주	19 개주
(비포장 및 변단면등)		
계	39 개주	29 개주

※ 상세자료는 다음의 “미국의 각주별 노건단면” 참조

- 아스콘 포장 길어깨의 두께
 - 미 국

길어깨의 두께 (cm)	주 (개)	비 율 (%)
7.5 미만	4	14
7.5 ~15 이하	13	45
22.5 이하	7	24
본 선 포 장 두 께	5	17
계	29	100

- 일 본

T_A 값이 15 ~ 20 정도가 되도록 함

4. 현행 길어깨 포장의 구조해석

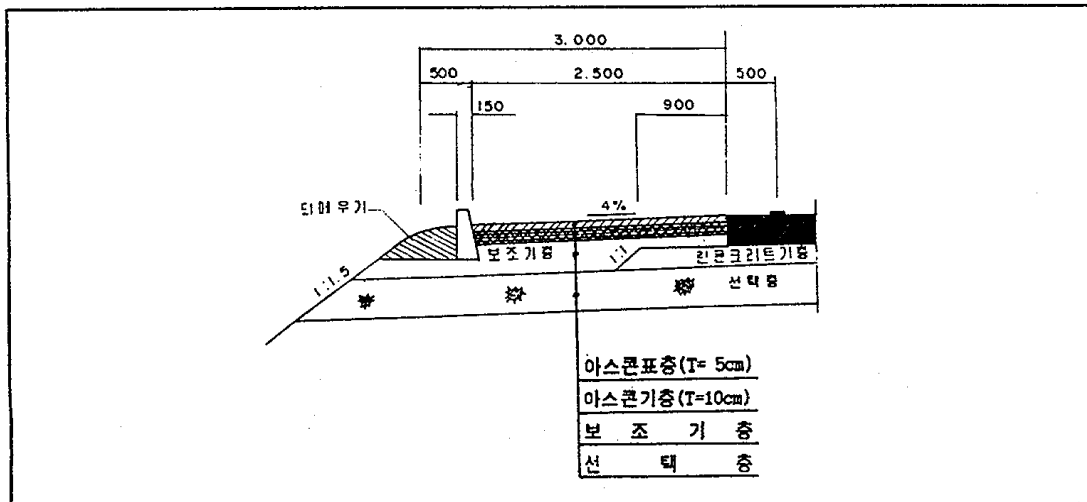
- 현행 길어깨 포장(기층 7.5cm, 보조기층 37.5cm)을 분석시 도로설계요령에서 규정하고 있는 기준을 만족하고 있으나 기준의 최소치에 근접되어 있음

구 분	도로설계요령기준	현행(기층 7.5cm)	비 고
SN	2.5~3.5	2.7	AASHTO설계법
T _A	15~20	15.4	T _A 설계법

※ 산정근거 별첨자료 참조

5. 길어깨 포장 보강방안 검토

- 가. 기존 아스콘 길어깨 포장을 보강하는 방안(표층 5cm, 기층 10cm)



- 도로설계 요령의 기준치의 상한값을 목표로 포장단면산정

구 분	도로설계요령기준	아스콘 보강	비 고
SN	2.5~3.5	3.36	
T _A	15~20	20.5	

※ 산정근거 별첨자료 참조

장 점

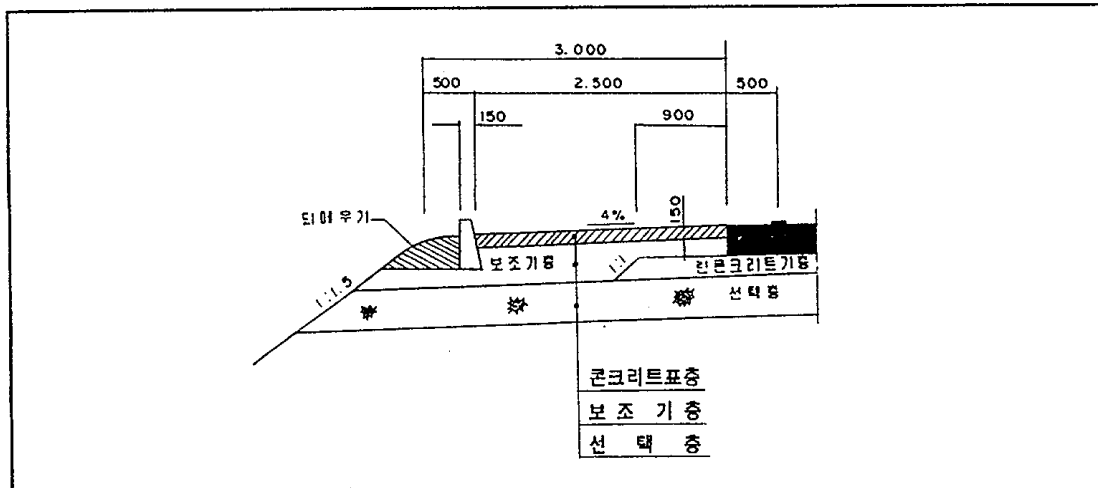
- 중차량 대기 또는 통행에 대한 내구성 증대
- 접합부 침투수에 의한 포장파괴에 유리

단 점

- 경제적 측면에서 불리 : KM당 1,600 만원 증가

현 행	아 스 콘 보 강	증 감 액
6,150 만원	7,750 만원	+) 1,600 만원

나. 시멘트 콘크리트(T=15cm)포장으로 적용하는 방안



- 길어깨포장을 시멘트 콘크리트 포장으로 하는 경우의 설계기준은 명확히 규정되어 있지 않고 길어깨의 정확한 통행교통량 산정이 불가능하여 “도로 포장·설계시공지침”에 의거 본선교통량의 2.4%를 적용하여 설계된 포장단면임(산정근거 별첨자료 참조)

장 점

- 노면의 단부지지로 본선포장의 응력 및 처짐을 감소하여 본선포장의 수명증대
- 본선포장이 시멘트 콘크리트 포장일 경우 자재수급 및 관리 용이
- 줄눈의 효율적 봉합으로 방수효과 증대

■ 단 점

- 시공성 불리
- 주행차선과 동일색상으로 시선유도 불리
- 길어깨부의 다짐이 불량할 경우 심각한 파손우려
- 경제적인 측면에서 불리 : KM당 1,810 만원 증가

현 행	시멘트 콘크리트 개량	증 감 액
6,150 만원	7,860 만원	+) 1,810 만원

6. 검토 결론

- I/C 연결로 길어깨
 - I/C 연결로 길어깨의 본포장 두께 적용검토사항과 연계적용
(설계이 16210-584, '97.11. 4)

※ 길어깨의 통행규제

관 련 법 규	규 제 내 용
· 도로교통법 제 56조 · 도로교통법 시행령 제 73조 · 도로교통법 시행규칙 제 53조	· 길어깨로의 통행금지 · 길어깨 통행시 3만원 범칙금 부과 · 벌점30점 부과, 30일 면허정지

1. 길어깨 포장의 T_A 및 SN 산정을 위한 근거자료

■ 길어깨 포장 구조 기준 (도로설계요령 P.190)

- (1) 측대는 차도부 포장과 동일한 구조와 두께로서 일체 구조로 한다.
- (2) 측대를 제외한 길어깨의 포장은 본선 주행 차량의 시인성, 유지관리 중차량 침범 빈도, 그리고 시공성들을 고려하여 적정의 포장 형식을 선택하는 것이 바람직하다.
- (3) 길어깨를 아스팔트 포장 구조로 하는 경우, $SN = 2.5 \sim 3.5$ (또는 $T_A = 15 \sim 20$ cm) 표층 두께 7.5 cm 이상 적용하고, 콘크리트 포장 구조로 하는 경우 슬래브 두께를 15 cm 이상인 구조로 한다.

길어깨 포장의 표층 또는 콘크리트 슬래브 아래의 기층 또는 보조기층의 재료는 차도부 포장과 동일 재료를 적용하고, 지하 배수 처리에 대한 특별한 대책이 필요하다. 이것의 설계 두께는 최소 15 cm를 유지하여야 한다.

■ T_A 계산에 사용하는 등치환산계수

사용하는 위치	공법·재료	조건	등치환산계수
표층	표층, 중간층용 가열 아스팔트 혼합물		1.00
기층	역청 안정 처리	안정도 350kg이상	0.80
		안정도 250~350kg	0.65
	시멘트 안정 처리	1축압축강도 30kg/cm ²	0.55
	입도조정	수정 CBR 80이상	0.35
	침투식		0.55
	머캐덤		0.35
	교로스래그	입도조정교로스래그부순물(MS)	0.35
		수경성 (MS)	0.55
보조기층	막부순물, 자갈, 모래 등	수정 CBR 30이상	0.25
		수정 CBR 20~30	0.25
	시멘트 안정 처리	일축 압축강도(7일), 10kg/cm ²	0.25
	석회 안정 처리	일축 압축강도(10일), 7kg/cm ²	0.25
	교로스래그	교로스래그 크라샤현(CS)	0.25

■ SN 산정에 사용하는 재료별 상대강도계수

포장층	표층(A-C)	기층(B-B)	보조기층	비고
상대강도	0.145	0.110	0.051	보조기층(석산쇄석)

2. 현행 아스콘 길어깨 포장의 T_A 및 SN 산정

○ 포장구조 : 아스콘 기층($T=7.5\text{cm}$) + 보조기층($T=37.5\text{cm}$)

○ 따라서 : $T_A = 7.5 \times 0.80 + 37.5 \times 0.25 = 15.4$

$$SN = 7.5 \times 0.110 + 37.5 \times 0.51 = \underline{2.74}$$

3. 아스콘 보강시 T_A 및 SN 산정

○ 포장구조 : 아스콘 표층($T=5\text{cm}$) + 아스콘 기층($T=10\text{cm}$)
+ 보조기층($T=30\text{cm}$)

○ 따라서 : $T_A = 5 \times 1.0 + 10 \times 0.80 + 30 \times 0.25 = 20.5$

$$SN = 5 \times 0.145 + 10 \times 0.110 + 30 \times 0.051 = 3.36$$

4. 교통량에 따른 길어깨의 콘크리트 포장두께 검토

1) 개 요

길어깨 포장을 콘크리트 슬래브로 할 경우 교통량 변화에 따른 포장두께의 변화를 검토

2) 적용기준

가. 적용 환산 교통량 : 공용기간 20년의 주행선 환산누계 교통량의 2.4% 적용

(도로 포장설계, 시공지침 P.358)

나. 서비스 지수 : $P_t = 2.5$

다. 하중전달계수 : $J = 3.2$

라. 콘크리트의 휨 강 도 : 45kg/cm^2 (640Psi)

마. 콘크리트의 허용응력 : $640 \times 0.75 = 480\text{Psi}$

바. 콘크리트의 탄성계수 : $E_c = 4 \times 10^4 \text{Psi}$

사. Composite K-Value : 480(선택층 적용)

아. 사 용 식

- 주행선 교통량 = $D_D \times D_L \times W_{8.2}$
- $W_{8.2}$: 양방향누가 등가 단축하중
- D_D : 방향 분배 계수
- D_L : 차선 분배 계수

※ D 적용값

1방향차선수	차선분배 계수 (D)
2	0.8
3	0.6
4	0.5

3) 산 정 결 과

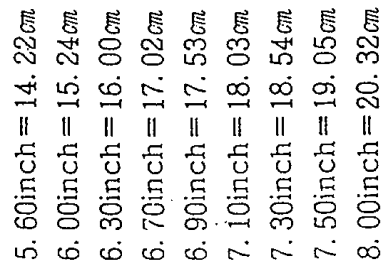
(단위 : ESAL 대)

본선 ESAL 교통량 (양방향)	주행선 교통량				적용 환산 교통량				길이개 포장두께 (cm)			써비스 수준
	4차선	6차선	8차선	8차선	4차선	6차선	8차선	8차선	4차선	6차선	8차선	
50,000,000	20,000,000	15,000,000	12,000,000	12,000,000	480,000	360,000	300,000	300,000	14.22	-	-	A에 해당
60,000,000	24,000,000	18,000,000	15,000,000	15,000,000	576,000	432,000	360,000	360,000	15.24	13.97	-	C에 해당
80,000,000	32,000,000	24,000,000	20,000,000	20,000,000	768,000	576,000	480,000	480,000	16.00	15.24	13.97	D에 해당
100,000,000	40,000,000	30,000,000	25,000,000	25,000,000	960,000	720,000	600,000	600,000	17.02	15.75	15.49	F에 해당
130,000,000	52,000,000	39,000,000	32,500,000	32,500,000	1,248,000	936,000	780,000	780,000	17.53	16.51	16.10	
150,000,000	60,000,000	45,000,000	37,500,000	37,500,000	1,440,000	1,080,000	900,000	900,000	18.03	17.07	16.41	
180,000,000	72,000,000	54,000,000	45,000,000	45,000,000	1,728,000	1,296,000	1,080,000	1,080,000	18.54	17.55	17.07	
200,000,000	80,000,000	60,000,000	50,000,000	50,000,000	1,920,000	1,440,000	1,200,000	1,200,000	19.05	18.03	12.27	
250,000,000	100,000,000	75,000,000	62,500,000	62,500,000	2,400,000	1,880,000	1,500,000	1,500,000	20.32	18.80	18.16	

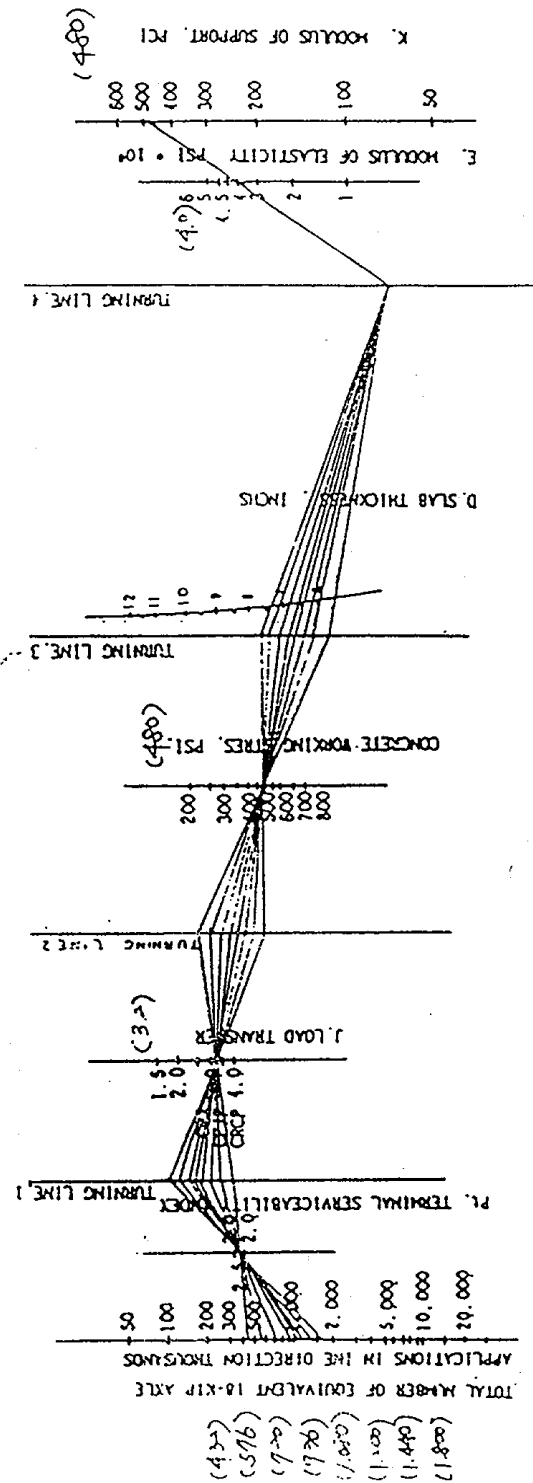
※ 적용 환산 교통량 : 주행선 교통량×2.4%

※ 설계 서비스 수준 : 지방지역은 C 수준 적용

도시지역은 D 수준 적용

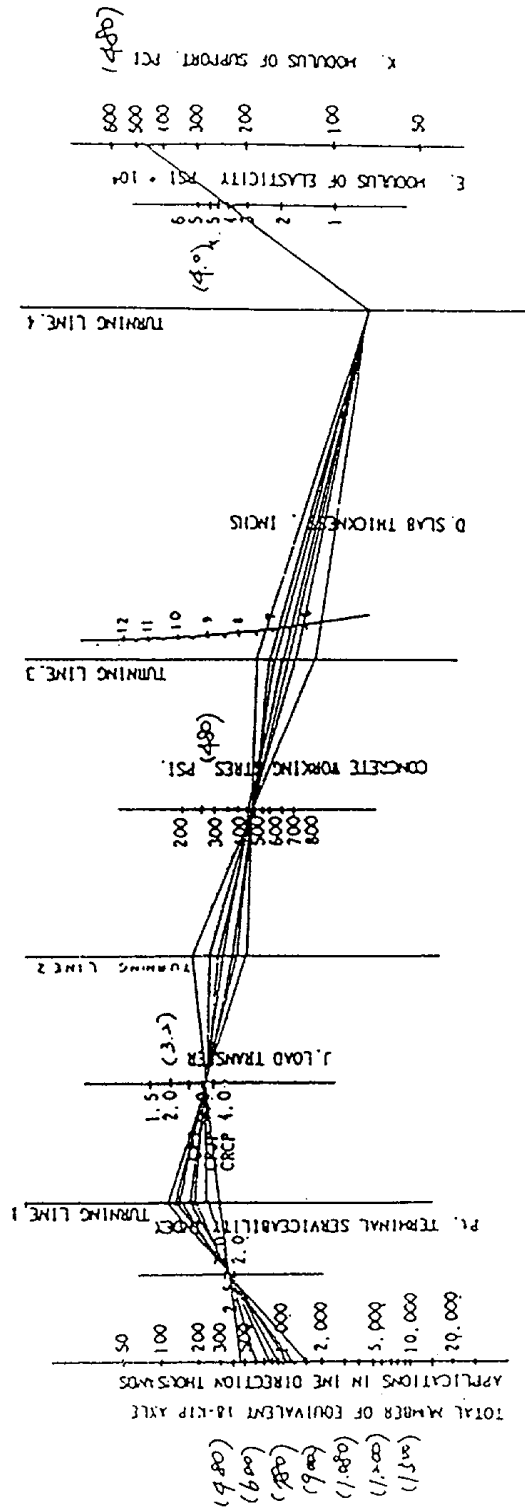


Design Chart of Rigid Pavements. Pt=2.5



Design Chart of Rigid Pavements. $P_t = 2.5$

- 5. 50inch = 13.97cm
- 6. 00inch = 15.24cm
- 6. 20inch = 15.75cm
- 6. 50inch = 16.51cm
- 6. 72inch = 17.07cm
- 7. 9inch = 17.55cm
- 7. 10inch = 18.03cm
- 7. 40inch = 18.80cm



Design Chart of Rigid Pavements. Pt=2.5

- 5. 50inch = 13.97cm
- 6. 10inch = 15.49cm
- 6. 34inch = 16.10cm
- 6. 46inch = 16.41cm
- 6. 72inch = 17.07cm
- 6. 80inch = 17.27cm
- 7. 15inch = 18.16cm

포장투계와 서비스 수준 분석

본선 ESAL (양 방 향)	주행선 ESAL (4차선기준) (V)	교		통		설 시 계 간 교 통 량 (C)	SFI= C×1.2	V/C = SFI/ 2,744	LOS 110 Kph	중분대 포 두 께 (cm)
		승용차(A) (72%)	버 스(B) (7%)	트 렉(T) (21%)	계 (TOT)					
50,000,000	20,000,000	42,353,600	4,100,000	12,380,000	58,833,600	1,208	1,450	0.53	A	14.22
60,000,000	24,000,000	50,824,320	4,920,000	14,856,000	70,600,320	1,450	1,740	0.63	C	15.24
80,000,000	32,000,000	67,765,760	6,560,000	19,808,000	94,133,760	1,934	2,321	0.85	D	16.00
100,000,000	40,000,000	84,207,200	8,200,000	24,760,000	117,667,200	1,417	2,901	1.05	F	17.02
130,000,000	52,000,000	110,119,360	10,660,000	32,188,000	152,967,360	-	-	-		

설계시간 교통량 C = TOT ÷ (20 × 365) × 0.15

* 승용차 A = (B + T) × 2.57

비 스 B = V × 0.205

트 렉 T = V × 0.619

* 보정계수 F_v (도로조건) = 0.98 (포장단으로 2, 4차선 한쪽만 장애물)

F_p = 1.0 (운전자 보정계수)

* 증차량 보정 F_{h_v} = $\frac{1}{1 + 0.21(4.0 - 1) + 0.07(3.0 - 1) + 0} = 0.56$

V/C = $\frac{1}{(2500) (2) (0.98) (0.56) (1.0)} = \frac{SFI}{2744}$

설계시간 교통량 계산

1. ESAL은 승용차 대수 제외함.

2. 주행성 ESAL = 본선 ESAL (양방향) $\times 0.5 \times 0.8$

(주행선 교통량은 한방향 교통량의 80% 분담)

3. 차 량 구 성

비 율

승 용 차 : 72%, 버 스 : 7%, 트 렉 : 21%

4. 차종별 ESAL 환산 개수

승 용 차 : 0, 버 스 : 0.849, 화 물 차 : $\left\{ \begin{array}{l} \text{보 통} : 0.612 \\ \text{대 형} : 2.048 \end{array} \right.$

보통화물차와 대형화물차와의 비율을 각각 50%씩 가정

$\left\{ \begin{array}{l} \text{보 통} : 0.612 \\ \text{대 형} : 2.048 \end{array} \right. \quad (0.612 + 2.048) / 2 = 1.33 / \text{화물차 1대당}$

5. 차량 축하중개념을 자동차 대수로 환산

승 용 차 72% ————— 0

버 스 7% $\times 0.849 = 5.943\%$

화 물 차 21% $\times 1.33 = \frac{27.93\%}{33.873\%}$

ESAL에 미치는 효과량

ESAL에 기여한 량

버 스 : $\frac{5.943}{33.873} \times 100 = 17.5\%$

화 물 차 : $\frac{27.93}{33.873} \times 100 = 82.5\%$

○ ESAL을 서비스차량대수로 환산

- 버 스 : $1 \div 0.899 = 1.17\text{배}$

- 화물차 : $1 \div 1.33 = 0.75\text{배}$

$$- \text{승용차} : 72\% \div (7\% + 21\%) = 2.57\text{배}$$

$$\cdot \text{승용차대수} = (\text{버스대수} + \text{화물차}) \times 2.57$$

$$\text{버 스 대 수} = V \times \overbrace{0.175 \times 1.17}^{0.205}$$

$$\text{화물차대수} = V \times \underbrace{0.825 \times 0.75}_{0.619}$$

※ 버스, 화물차대수를 구한뒤에 승용차대수 계산함.

아스팔트 콘크리트 노면 단면 (1974.)

(단 위 : inch)

주 이 목	표 층		기 층		보 조 기 층	
	재 료	두 께	재 료	두 께	재 료	두 께
ALABAMA	AC	1	AC	3	선택재료	4.5
ARIZONA	AC	4	AB	4-5	ASB	4-6
CALIFORNIA	AC	3-5, 5	AB	6	ASB	가 변
CONNECTICUT	AC	3	SSB	6	비규정재	6-18
GEORGIA	AC	1.5	CTB	6	선택재료	4.5
FLORIDA	AC	1	SA	5	모래점토	6
IDAHO	AC	3.6	AB	8.4	ASB	2.4
ILLINOIS	AC	1.6	CTB, ATB	6.5	ASB	4
INDIANA	ST	-	ATB	6	ATSB	4
KENTUCKY	AC	2	AB	가변		
KANSAS	-	9 테이퍼	AB	4	LTS	6
LOUISIANA	AC	8 - 10	AC	3	LTS	
MAINE	AC	3	AB	9	ASB	9
MICHIGAN	AC	1	ATB	6 - 7	ASB	14
MISSOURI	AC	2	ATB CTB	6 5	ASB	5 - 7
MINNESOTA	AC	1.5 - 2	AB	3	ASB	9 - 11
NEW YORK	AC, ST	1	유제안정 처리자갈	3	ASB	17
NORTH CAROLINA	ST, AC	1	AB	8	ASB	4
NORTH DAKOTA	AC	4	ATB	4	LTS	
	AC	2	유제, 킷백처리	6		
OHIO	AC	3	ATB	5 - 6	ASB	6
OREGON	AC	포장두께	CTB	4 - 6	LTS, CTS	6
PENNSYLVANIA	AC, ST	4	AB	6	ASB	12
SOUTH CAROLINA	AC	-	ATB	-	-	-
SOUTH DAKOTA	AC	2	ATB LTB	6 6	AC	2
TEXAS	AC	8	ATB	4	LTS	-
UTAH	AC	3	AB	6	ASB	8
WASHINGTON	AC	2	AB	3	ASB	7
WEST VIRGINIA	PR	3	AB	6	ASB	6
WISCONSIN	AC	3	AB	6	ASB	16

AB 채석기층
AC 아스몬
ASB 채석보조기층
ATB 역청처리기층
ATSB 역청처리보조기층
CTB 시멘트처리기층

LTB 석회처리기층
LTS 석회처리노체
PM 침투 마카담
SA 모래 아스팔트
SSB 염분안정처리기층
ST 표층처리

6-9 시멘트 콘크리트 포장 교량접속부 설계기준 검토

방 침

설 계 일
16210-350
('95. 12. 29)

1. 개 요

콘크리트 포장에서 콘크리트 슬라브는 일반적으로 연단부와 우각부가 중앙부 보다 약하고 타 구조물과 접속되는 위치, 특히 교대 뒷채움부는 부등침하로 인한 지지력 손실과 단차 발생등으로 인하여 주행차량이나 교대에 치명적인 영향을 미치게 되므로 접속 슬라브및 완충슬라브를 설치하여 그 영향을 최소화 하도록 한다.

2. 검 토 목 적

사각이 있는 교량에 설치하는 접속 슬라브및 완충슬라브의 경우 철근의 가공조립에 의한 복잡성, 인력시공에 따른 시공성 불량및 변단면의 예각 부처리에 따른 취약부가 과다하여 유지보수에 많은 문제점을 안고있어 이에 대한 개선책을 마련코자 함.

3. 기존 완충및 접속슬라브 설치방법의 문제점

- 1) 사각이 있는 교량의 경우 접속슬라브에 각을 균등 배분함에 따라 구조적으로 취약한 예각부 과다 발생
- 2) 변단면 철근 콘크리트 슬라브 갯수가 많아 철근 가공조립 및 예. 우각부 철근보강으로 복잡성 내포
- 3) 슬라브 장변과 단변의 길이 차이가 매우 심하고 최소 단변의 길이가 4.0m로 매우 짧아 탄성지반 위에서 응력분포 집중이 심하여 외적 회전 등 부등침하 변형에 취약
- 4) 철근콘크리트 포장체 과다 시공으로 비 경제적
- 5) 슬라브 접속부에 설치되는 줄눈이 변화가 심한 사각으로 설치되므로 슬라브 거동 신축방향이 일치되지 않아 취약부 상존
- 6) 매 교량별, 사각별 도면처리의 번거로움 상존

4. 기존 설계기준의 검토

1) 기존 검토 비교

구 분		현 행 기 준	포장설계지침 및 도로설계요령	일 본 기 준
접 속 슬 래 브	연 장	• $6m \leq L < 10m$: 1개 • $L = \text{교대뒷채움} + 1m$	• $L = 6M$, 1~3개 ($6m \leq L \leq 10m$) - 단, 교대높이 10m이하는 설치 개소 축소가능하나 매립한 범위 보다 크게 할 것	• $L = 8M$ - $V \geq 80km/hr$이며 교 대높이 6m 이상 - 기타교대높이 12m 이상 • 길이 5M - 상기이외
	두 께	• $t = 40cm$ • 교대부 $t = 88cm$	• $t = 35cm$ • 교대부 $t = 53cm$	• $t = 37.5cm \sim 45cm$ • 교대부 $t = 88cm$
	주 철 근	• H19, CTC 150	• D16, CTC 100 • 우각부 보강	• D22, CTC 150 • $L = 5m$ 기준
완 충 슬 라 브	설 치 대 수	• $\theta = 90^\circ$: 1개 • $\theta \neq 90^\circ$: 2개 • 6차선 $\theta < 55^\circ$: 3개 • 8차선 $\theta < 65^\circ$: 3개 ($4m \leq L \leq 10m$)	• 1개	• $\theta \geq 70^\circ$: 1개 • $\theta < 70^\circ$: 2개 $5m \leq L \leq 10m$
	두 께	• $t = 40cm$ (마모층 8cm)	• $t = 35cm \sim$ 포장두께	• $t = 37.5cm \sim 45cm$ (마모층 5cm)
	주 철 근	• D16, CTC150	• $\phi 6mm$ 2중철망 (우각부 보강)	• D 22, CTC 200
줄 눈	팽창 줄눈	• 포장판과 완충슬라브	• 포장판과 완충슬라브	• 포장판과 완충 슬라브 및 10m 포장판에 추가 1개소
	뒤틀림 줄눈부	• 수축줄눈으로 대체	• 완충슬라브와 접속슬라브 사이 설치	• 팽창줄눈 1개소 추가 로 대체
	문제점	• 콘크리트·포장체와 완충 SLAB의 단차(15 cm)로 인해 팽창줄눈의 설치 및 역할에 불리함.		

2) 기준 변경과정 요약

(가) 1차변경 (92년)

- Connection Slab에 노건부 Taper 생략으로 형태 단순화
- 사각이 있을 경우 매 Connection slab에 각을 균등 배분
- 최소 단변장을 3m $\rightarrow$ 4m로 변경
 - θ 값이 큰 경우 단변장을 6M로 2판 설치
 - θ 값이 작은 경우 단변장을 4M로 3판 설치
- 교량 ABUT와 APP. SLAB 연결부 처리변경 (나선보강)

(나) 2차변경 (93년)

- 교면포장 변경 (5cm $\rightarrow$ 8cm)으로 TD 변경

5. 개선방안에 대한 구조특성및 경제성 비교

구 분		현 행	개 선 방 안 (1)	개 선 방 안 (2)	비 고
접 속 슬래브	구 조 해 석 결 과	- 교축방향의 접속판 길이의 60%를 지간으로 하여 2차원 단순보로 해석한 결과 최대 저항 정모멘트가 21.804t·m 필요 - 사용CON'C $\sigma_{bk}=45$ - 사용철근 H19@150	- 탄성체 지반위에서 거동하는 3차원 판 이론으로 해석한 결과 교축방향 최대정 모멘트가 22.080 t·m 발생 - 사용CON'C $\sigma_{ck}=270$ - 사용철근 H19@120	- 교축방향의 접속판길이의 60%를 지간으로 하여 2차원 단순보로 해석한 결과 최대 저항 정모멘트가 21.804 t·m 필요 - 사용CON'C $\sigma_{ck}=270$ - 사용철근 H19@150	
	구 조 특성및 단 면 형 상	- 교대로부터의 길이가 뒷채움까지 일정함. - 사각에 의한 예각부가 2개소 발생	교대와 접합부에만 예각부가 발생하나 교대의 Bracket에 의해 지지됨.	현행과 동일	
완 충 슬래브	구 조 해 석 결 과	- 구조계산은 수행하지 않고 가외철근 사용 - 사용CON'C $\sigma_{bk}=45$ - 사용철근 D16@150	- 탄성체지반위의 슬래브를 이동하중에 대하여 3차원 해석한 결과 교축방향 최대 정모멘트가 12.082 t·m 발생 - 사용CON'C $\sigma_{ck}=270$ - 사용철근 H16@150	- 탄성체지반위의 슬래브를 이동하중에 대하여 3차원 해석한 결과 교축 방향 최대 정모멘트가 12.763 t·m 발생 - 사용CON'C $\sigma_{ck}=270$ - 사용철근 H16@150	
	구 조 특성및 단 면 형 상	- 사각을 조정하기 위하여 1매~3매 설치 - 사각에 따라 예각부가 6개소 발생 - 줄눈설치 수량최대	- 사각단면 1매 설치 - 예각부가 없음. - 줄눈설치 수량최소	- 사각을 조정하기 위하여 1매설치 - 사각에 따라 예각부가 1개소 발생 - 줄눈설치 수량다소 많음.	
경제성	접속및 완 충 슬래브	- 콘크리트 : 118.85m³ - 철 근 : 7.701ton - 팽창줄눈 : 8.20m - 가로수축줄눈 : 25.68m	- 콘크리트 : 93.64m³ - 철 근 : 8.262ton - 팽창줄눈 : 8.20m - 가로수축줄눈 : 11.675m	- 콘크리트 : 99.17m³ - 철 근 : 6.731ton - 팽창줄눈 : 8.20m - 가로수축줄눈 : 16.510m	※4차선45° 사각 기준
공 사 비		12,771,000	11,266,000	10,795,000	※단가비교표 참 조
채 택 안			○		

4 차 선

현행		개 선 방 안 (1)		개 선 방 안 (2)	
구 분	평 면 도				
1) $\theta=90^\circ$ 일 경우 접속슬래브(VAR) +완충슬래브(6.0)					
	2) $45^\circ \leq \theta < 90^\circ$ 일 경우 접속슬래브(VAR) +완충슬래브(VAR) +완충슬래브(6.0)				

6 차 선

현행		개 선 방 안 (1)		개 선 방 안 (2)																																																																	
구 분	평 면 도																																																																				
1) $\theta=90^\circ$ 일 경우 접속슬래브(VAR) +완충슬래브(6.0)																																																																					
2) $55^\circ \leq \theta < 90^\circ$ 일 경우 접속슬래브(VAR) +완충슬래브(VAR) +완충슬래브(6.0)	<table border="1"> <caption>치 수 표</caption> <tr> <th>θ</th> <th>60°</th> <th>65°</th> <th>70°</th> <th>75°</th> <th>80°</th> <th>85°</th> <th>90°</th> </tr> <tr> <td>a</td> <td>9.406</td> <td>8.751</td> <td>8.147</td> <td>7.581</td> <td>7.040</td> <td>6.516</td> <td>6.000</td> </tr> </table>	θ	60°	65°	70°	75°	80°	85°	90°	a	9.406	8.751	8.147	7.581	7.040	6.516	6.000	<table border="1"> <caption>치 수 표</caption> <tr> <th>θ</th> <th>45°</th> <th>50°</th> <th>55°</th> <th>60°</th> <th>65°</th> </tr> <tr> <td>a_{max}</td> <td>18.620</td> <td>17.233</td> <td>16.036</td> <td>14.977</td> <td>14.020</td> </tr> <tr> <td>b_{max}</td> <td>16.655</td> <td>15.584</td> <td>14.660</td> <td>13.842</td> <td>13.103</td> </tr> <tr> <td>c</td> <td>8.62</td> <td>7.233</td> <td>6.036</td> <td>4.977</td> <td>4.020</td> </tr> </table>		θ	45°	50°	55°	60°	65°	a _{max}	18.620	17.233	16.036	14.977	14.020	b _{max}	16.655	15.584	14.660	13.842	13.103	c	8.62	7.233	6.036	4.977	4.020	<table border="1"> <caption>치 수 표</caption> <tr> <th>θ</th> <th>45°</th> <th>50°</th> <th>55°</th> <th>60°</th> <th>65°</th> </tr> <tr> <td>a_{max}</td> <td>18.620</td> <td>17.233</td> <td>16.036</td> <td>14.977</td> <td>14.020</td> </tr> <tr> <td>b_{max}</td> <td>16.655</td> <td>15.584</td> <td>14.660</td> <td>13.842</td> <td>13.103</td> </tr> <tr> <td>c</td> <td>8.62</td> <td>7.233</td> <td>6.036</td> <td>4.977</td> <td>4.020</td> </tr> </table>		θ	45°	50°	55°	60°	65°	a _{max}	18.620	17.233	16.036	14.977	14.020	b _{max}	16.655	15.584	14.660	13.842	13.103	c	8.62	7.233	6.036	4.977	4.020
θ	60°	65°	70°	75°	80°	85°	90°																																																														
a	9.406	8.751	8.147	7.581	7.040	6.516	6.000																																																														
θ	45°	50°	55°	60°	65°																																																																
a _{max}	18.620	17.233	16.036	14.977	14.020																																																																
b _{max}	16.655	15.584	14.660	13.842	13.103																																																																
c	8.62	7.233	6.036	4.977	4.020																																																																
θ	45°	50°	55°	60°	65°																																																																
a _{max}	18.620	17.233	16.036	14.977	14.020																																																																
b _{max}	16.655	15.584	14.660	13.842	13.103																																																																
c	8.62	7.233	6.036	4.977	4.020																																																																
3) $45^\circ \leq \theta < 55^\circ$ 일 경우 접속슬래브(VAR) +완충슬래브(VAR) +완충슬래브(6.0)	<table border="1"> <caption>치 수 표</caption> <tr> <th>θ</th> <th>45°</th> <th>50°</th> <th>55°</th> </tr> <tr> <td>a</td> <td>7.933</td> <td>7.300</td> <td>6.754</td> </tr> </table>	θ	45°	50°	55°	a	7.933	7.300	6.754	<table border="1"> <caption>치 수 표</caption> <tr> <th>θ</th> <th>70°</th> <th>75°</th> <th>80°</th> <th>85°</th> <th>90°</th> </tr> <tr> <td>a_{max}</td> <td>13.137</td> <td>12.310</td> <td>11.520</td> <td>10.754</td> <td>10.000</td> </tr> <tr> <td>b_{max}</td> <td>12.422</td> <td>11.763</td> <td>11.173</td> <td>10.582</td> <td>10.000</td> </tr> <tr> <td>c</td> <td>9.137</td> <td>8.310</td> <td>7.520</td> <td>6.754</td> <td>6.000</td> </tr> </table>		θ	70°	75°	80°	85°	90°	a _{max}	13.137	12.310	11.520	10.754	10.000	b _{max}	12.422	11.763	11.173	10.582	10.000	c	9.137	8.310	7.520	6.754	6.000	<table border="1"> <caption>치 수 표</caption> <tr> <th>θ</th> <th>70°</th> <th>75°</th> <th>80°</th> <th>85°</th> <th>90°</th> </tr> <tr> <td>a_{max}</td> <td>13.137</td> <td>12.310</td> <td>11.520</td> <td>10.754</td> <td>10.000</td> </tr> <tr> <td>b_{max}</td> <td>12.422</td> <td>11.763</td> <td>11.173</td> <td>10.582</td> <td>10.000</td> </tr> <tr> <td>c</td> <td>9.137</td> <td>8.310</td> <td>7.520</td> <td>6.754</td> <td>6.000</td> </tr> </table>		θ	70°	75°	80°	85°	90°	a _{max}	13.137	12.310	11.520	10.754	10.000	b _{max}	12.422	11.763	11.173	10.582	10.000	c	9.137	8.310	7.520	6.754	6.000								
θ	45°	50°	55°																																																																		
a	7.933	7.300	6.754																																																																		
θ	70°	75°	80°	85°	90°																																																																
a _{max}	13.137	12.310	11.520	10.754	10.000																																																																
b _{max}	12.422	11.763	11.173	10.582	10.000																																																																
c	9.137	8.310	7.520	6.754	6.000																																																																
θ	70°	75°	80°	85°	90°																																																																
a _{max}	13.137	12.310	11.520	10.754	10.000																																																																
b _{max}	12.422	11.763	11.173	10.582	10.000																																																																
c	9.137	8.310	7.520	6.754	6.000																																																																

*6차선의 경우 포장을 2차선+1차선 분리포설 하므로
줄눈의 엇갈림 설치에 따른 문제점을 해소하기 위하여
사각에 따라 1차선 포설측 완충 slab 설치 연장을
2차선측 줄눈에 맞추어 시행.

*6차선의 경우 포장을 2차선+1차선 분리포설하므로
 줄눈의 잇갈림 설치에 따른 문제점을 해소하기 위하여
 사각에 따라 1차선 포설측 완충 slab 설치 연장을
 2차선측 줄눈에 맞추어 시행.

8 차 선

현행		개 선 방 안 (1)		개 선 방 안 (2)																																																															
구 분	평 면 도																																																																		
1) $\theta=90^\circ$ 일 경우 접속슬래브(VAR) +완충슬래브(6.0)																																																																			
2) $65^\circ \leq \theta < 90^\circ$ 일 경우 접속슬래브(VAR) +완충슬래브(VAR) +완충슬래브(6.0)	치 수 표 <table border="1"> <tr> <th>θ</th> <th>65°</th> <th>70°</th> <th>75°</th> <th>80°</th> <th>85°</th> <th>90°</th> </tr> <tr> <td>a</td> <td>9.591</td> <td>8.803</td> <td>8.063</td> <td>7.368</td> <td>6.674</td> <td>6.000</td> </tr> </table>	θ	65°	70°	75°	80°	85°	90°	a	9.591	8.803	8.063	7.368	6.674	6.000	치 수 표 <table border="1"> <tr> <th>θ</th> <th>45°</th> <th>50°</th> <th>55°</th> <th>60°</th> <th>65°</th> </tr> <tr> <td>a</td> <td>18.620</td> <td>17.233</td> <td>16.036</td> <td>14.977</td> <td>14.020</td> </tr> <tr> <td>b</td> <td>20.255</td> <td>18.604</td> <td>17.181</td> <td>15.921</td> <td>14.782</td> </tr> <tr> <td>c</td> <td>8.82</td> <td>7.233</td> <td>6.036</td> <td>4.977</td> <td>4.020</td> </tr> </table>		θ	45°	50°	55°	60°	65°	a	18.620	17.233	16.036	14.977	14.020	b	20.255	18.604	17.181	15.921	14.782	c	8.82	7.233	6.036	4.977	4.020	치 수 표 <table border="1"> <tr> <th>θ</th> <th>45°</th> <th>50°</th> <th>55°</th> <th>60°</th> <th>65°</th> </tr> <tr> <td>a</td> <td>18.620</td> <td>17.233</td> <td>16.036</td> <td>14.977</td> <td>14.020</td> </tr> <tr> <td>b</td> <td>20.255</td> <td>18.604</td> <td>17.181</td> <td>15.921</td> <td>14.782</td> </tr> <tr> <td>c</td> <td>8.82</td> <td>7.233</td> <td>6.036</td> <td>4.977</td> <td>4.020</td> </tr> </table>		θ	45°	50°	55°	60°	65°	a	18.620	17.233	16.036	14.977	14.020	b	20.255	18.604	17.181	15.921	14.782	c	8.82	7.233	6.036	4.977	4.020
θ	65°	70°	75°	80°	85°	90°																																																													
a	9.591	8.803	8.063	7.368	6.674	6.000																																																													
θ	45°	50°	55°	60°	65°																																																														
a	18.620	17.233	16.036	14.977	14.020																																																														
b	20.255	18.604	17.181	15.921	14.782																																																														
c	8.82	7.233	6.036	4.977	4.020																																																														
θ	45°	50°	55°	60°	65°																																																														
a	18.620	17.233	16.036	14.977	14.020																																																														
b	20.255	18.604	17.181	15.921	14.782																																																														
c	8.82	7.233	6.036	4.977	4.020																																																														
3) $45^\circ \leq \theta < 65^\circ$ 일 경우 접속슬래브(VAR) +완충슬래브(VAR) +완충슬래브(6.0)	치 수 표 <table border="1"> <tr> <th>θ</th> <th>45°</th> <th>50°</th> <th>55°</th> <th>60°</th> </tr> <tr> <td>a</td> <td>9.133</td> <td>8.307</td> <td>7.594</td> <td>6.964</td> </tr> </table>	θ	45°	50°	55°	60°	a	9.133	8.307	7.594	6.964	치 수 표 <table border="1"> <tr> <th>θ</th> <th>70°</th> <th>75°</th> <th>80°</th> <th>85°</th> <th>90°</th> </tr> <tr> <td>a</td> <td>13.137</td> <td>12.310</td> <td>11.520</td> <td>10.754</td> <td>10.000</td> </tr> <tr> <td>b</td> <td>13.733</td> <td>12.748</td> <td>11.808</td> <td>10.897</td> <td>10.000</td> </tr> <tr> <td>c</td> <td>9.137</td> <td>8.310</td> <td>7.520</td> <td>6.754</td> <td>6.000</td> </tr> </table>		θ	70°	75°	80°	85°	90°	a	13.137	12.310	11.520	10.754	10.000	b	13.733	12.748	11.808	10.897	10.000	c	9.137	8.310	7.520	6.754	6.000	치 수 표 <table border="1"> <tr> <th>θ</th> <th>70°</th> <th>75°</th> <th>80°</th> <th>85°</th> <th>90°</th> </tr> <tr> <td>a</td> <td>13.137</td> <td>12.310</td> <td>11.520</td> <td>10.754</td> <td>10.000</td> </tr> <tr> <td>b</td> <td>13.733</td> <td>12.748</td> <td>11.808</td> <td>10.897</td> <td>10.000</td> </tr> <tr> <td>c</td> <td>9.137</td> <td>8.310</td> <td>7.520</td> <td>6.754</td> <td>6.000</td> </tr> </table>		θ	70°	75°	80°	85°	90°	a	13.137	12.310	11.520	10.754	10.000	b	13.733	12.748	11.808	10.897	10.000	c	9.137	8.310	7.520	6.754	6.000				
θ	45°	50°	55°	60°																																																															
a	9.133	8.307	7.594	6.964																																																															
θ	70°	75°	80°	85°	90°																																																														
a	13.137	12.310	11.520	10.754	10.000																																																														
b	13.733	12.748	11.808	10.897	10.000																																																														
c	9.137	8.310	7.520	6.754	6.000																																																														
θ	70°	75°	80°	85°	90°																																																														
a	13.137	12.310	11.520	10.754	10.000																																																														
b	13.733	12.748	11.808	10.897	10.000																																																														
c	9.137	8.310	7.520	6.754	6.000																																																														

*8차선의 경우 포장을 2차선+2차선 분리포설 하므로
 줄눈의 엇갈림 설치에 따른 문제점을 해소하기 위하여
 사각에 따라 길이에측 2차선 포설측 완충 slab 설치
 연장줄 내측 줄눈에 맞추어 시형.

*1차선
 6차선

*8차선의 경우 포장을 2차선+2차선 분리포설 하므로
줄눈의 엇갈림 설치에 따른 문제점을 해소하기 위하여
사각에 따라 길어깨측 2차선 포설측 완충 slab 설치
연장을 니측 줄눈에 맞추어 시행.

*1차선

■ 철근 배근도 비교

구 분		현 행	개 선 1 안	개 선 2 안	비 고
접 속 SLAB	설치 규모	• 1매 설치	• 변단면1매 설치	• 사각에 따라 일 정길이1매설치	
	철근	• 교축상면 : H13@600	좌 동	좌 동	
	배근	• 교축직각상면 : H13@200	"	"	
	면적	• 교축하면 : H19@150	• 교축하면 : H19@120	• 교축하면 : H19@150	
완 중 SLAB	배근	• 교축직각하면 : H13@200	좌 동	좌 동	
	면적	116.75 m ²	184.90 m ²	116.75 m ²	사각45° 4차선
	설치 규모	• 1~3매 설치	• 1매설치(L=6M)	• 변단면 1매설치	
	철근	• 교축상면 : D13@600	• 교축상면 : H13@600		
완 중 SLAB	배근	• 교축직각상면 : D13@450	• 교축직각상면 : H13@450	좌 동	
	배근	• 교축하면 : D16@150	• 교축하면 : H16@150		
	배근	• 교축직각하면 : D13@450	• 교축직각하면 : H13@450		
	면적	132.02 m ²	49.20 m ²	82.82 m ²	사각45° 4차선
설치총면적		248.77 m ²	234.10 m ²	199.57 m ²	사각45° 4차선

▶ 팽창 줄눈 (형식 3-3, 3-4)

[illegible]

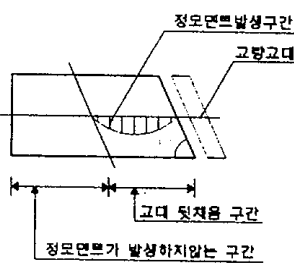
6. 검토 의견

- 접속 슬래브 변단면 처리시 구조해석 결과 (탄성체 지반위의 3차원 판 이론 해석) 문제 없음
- 철근 콘크리트 타설 수량 최소화로 경제성 유리
- 완충 슬래브 단순화로 시공성 개선 (변단면 3매 → 사각단면 1매)
- 예각부 축소로 하자요인 경감 (가로수축줄눈 최소화 : 25.68m → 11.7m)
- 접속 슬래브의 사각별, 연장별 도면의 표준화로 설계업무 개선
- 현행 교량 접속슬라브및 완충슬라브의 사용콘크리트가 포장용 콘크리트 (슬럼프 4cm)를 인력타설하도록 설계되어있으나 슬럼프치가 작아 시공성이 불량하므로 펌프카 타설이 가능하도록 1종 CON'C로 변경하고 구조해석상 부족한 부재력을 보강 시행함이 바람직함.

구 분	교량접속슬라브		완충슬라브		비 고
	현행안	개선안	현행안	개선안	
CON'C	$\sigma_{bk}=45$	$\sigma_{ck}=270$	$\sigma_{bk}=45$	$\sigma_{ck}=270$	
철근	H19@150	H19@120	D16@150	H16@150	차량진행 방향하면 기준

7. 결 론

- 접속 슬래브 변단면 1매 설치시에도 교대 뒷채움부의 부등침하로 인한 교량및 구조체의 영향을 최소화 하는데 문제가 없으므로 개선방안 (1)을 채택 시행코자함.

현	행	개 선 방 안 (1)	결 과 분 석
	• 교축방향접속판 길이의 60%를 단순보로 하이 2차원해석 - 접속 슬래브 최대길이 10m에 대하여 <u>교대뒷채움부의 다짐불량에 의한 처짐을 고려</u> 접속판 길이의 60%를 <u>지간으로 해석</u> 하였으나 접속판이 길어질 경우 과도한 단면이 필요 - 사각을 접속판에 직각처리할 경우 접속판 장변의 최대 길이(4차선, 사각 45° 기준)가 21.675m로 길이의 60%에 해당하는 <u>지간 13m의 단순보로 계산할 경우 접속판 두께 및 소요철근 과다</u>	• 탄성재 위에서 거동하는 슬래브를 <u>3차원 판이론 해석</u> - 사하중에 대하여 교축방향 접속판 길이의 약 65%에서 정모멘트가 발생하였으며 횡방향으로 접속판 길이가 변하여도 발생구간은 일정 	• 결과적으로 사각에 의해 접속판 길이가 변하여도 교대에서 일정거리 구간에 정모멘트가 발생하는 것으로 판단되며, 실제 교대 뒷채움도 교대배면 일정거리에 설치된다. • 따라서 사각에 의해 접속판 길이가 변하여도 단변장에 해당되는 일정거리에 적합한 철근을 배근하면 접속판의 구조적 안정성은 <u>확보된다고</u> 판단됨.

- 완충 슬래브 현행기준이 여러개의 변단면 처리로 시공및 경제성측면에서 불리하므로 이를 표준화하여 개선코자 함
- 현행 팽창줄눈 형식이 콘크리트포장체와 완충슬래브의 단차(15cm) 및 STEEL PLATE설치등 시공성 불량으로 인해 팽창줄눈 본래의 기능에 문제점이 많아 슬래브가 동단면에서 균등한 힘의 분배가 이루어지도록 개선코자 함.
- 현행 교량 접속슬라브및 완충슬라브의 사용철근 및 콘크리트 종별 사용기준을 정립시행코자함

6-10 콘크리트포장 슬래브 두께 산정기준 검토

방 침

설 계 삼
16210-512
('97. 10. 17)

1. 검 토 목 적

- 콘크리트 시방서, 도로포장 설계 및 시공지침 등 관련 시방규정에 제시된 콘크리트 포장 설계법의 적용기준이 명확하지 않으며, 제시된 설계법은 배수계수, 계절별 동탄성 계수, 축하중의 분포에 대한 통과빈도수 등 관련자료의 부족으로 적용상 문제점이 있어 콘크리트 포장 설계방법에 대한 설계 적용기준을 설정하고
- 포장두께 산정결과에 따른 포장두께가 다양하여 모든 두께를 전부 적용하기에는 문제가 있어 합리적인 포장두께 적용기준을 검토하여 설계의 표준화와 내실화를 기하고자 함

2. 현행 설계법 및 문제점

가. 현 행 설 계 법

○ 설 계 기 준

도로포장설계 및 시 공 지 침 ('91. 건교부)	콘크리트표준시방서 ('96개정, 건교부)	도 로 설 계 요 령 (포장편) ('92개정, 한국도로공사)
○ AASHTO설계법 (86개정) ○ 콘크리트포장요강 설계법 (일 본)	○ AASHTO 86 방법 ○ PCA방법 ○ 콘크리트포장요강 설계법 등 공인된 방법 사용	○ 설계기간 총교통량이 50,000 ESAL 이상 : AASHTO잠정지침('81) ○ 교통량이 적거나 관련 설계 입력 변수에 요구되는 기본설계 자료를 구하기 어려운 경우 또는 개략적 구조설계를 필요로할 경우 : 콘크리트 포장요강 설계법 ★ 보강철근, 구조세목설계: AASHTO'86지침 ★ 관련입력변수 적정 산정: AASHTO'86지침

○ 현행 설계 적용방법

- 포장 슬래브 두께 산정

- AASHTO '81 잠정지침식 이용
- AASHTO '81 잠정 지침식의 도표이용

- 합성노상 반력계수 (K_c) 적용

- PCA설계법에 의한 CBR치를 이용, 노상의 간접 K 값 산정후 AASHTO('81) 잠정지침의 도표를 이용 린콘크리트 및 노상의 복합 K_c 값 산정
- AASHTO '86지침에 의한 노상, 선택층, 린콘크리트 상단의 복합 K_c 치를 산정하는 방법

- 등가 축하중 계수 : 포장 두께 30Cm 조건을 일률적으로 적용

- 설계 차선하중

- 차선 분포율을 4차로 80 %, 6차로 60 %, 8차로 50 %로 근거없이 하한치를 일률적으로 적용

- 포장 두께 : 25, 28, 30Cm 단위로 적용하고 산정된 두께가 30Cm이상일 경우도 30Cm로 적용

나. 문제점

○ 설계방법상의 문제점

- 지침 및 시방서에서 제시하고 있는 PCA설계법과 AASHTO '86설계법은 입력변수에 대하여 아래와 같이 자료 부족 및 시험 결과치가 없으므로 합리적 적용 곤란

PCA 설 계 법	AASHTO '86 설계법	비 고
○ 설계기간내 예상되는 각 단축 하중 및 복축하중 분포와 통과 빈도수	○ 교통량 및 공용성 추정에 대한 표준편차 계수, 합성표준 오차 ○ 노상토 및 보조기층의 계절적 합성노상반력 계산 ○ 배수계수 결정시 포장체의 포화 상태 시간	

- 외국 도로 포장 설계법을 그대로 적용함에 따라 포장 설계 절차의 일관성 결여 및 설계 결과에 대한 신뢰도 미확보
- 시공 이력이 짧아 시공된 포장에 대한 검증이 미흡

○ 적용상의 문제점

- 포장 설계법에 대한 적용기준이 확실치 않음
- 합성노상 반력계수 산정방법이 상이하게 적용됨
- 등가 축하중 계수 적용시 포장 두께 30Cm 조건을 일률적으로 적용
- 누가 축하중 계수 분포율
 - 차선수에 따른 분배계수의 근거없이 하한치 적용
- 슬래브 두께산정
 - 지침 및 도로설계요령(포장편)의 AASHTO '81 잠정식이 인쇄 및 번역과정에서 오류발생
 - 두께산정식을 C.G.S 단위로 환산하면서 두께차이 발생(2.2Cm)
 - 도표를 이용할 경우 간편하나 도표를 복사하여 이용함에 따른 왜곡 변위 발생 및 주관적 작성에 따른 오차 발생우려
- 계산된 두께에 대한 적용기준 없음

3. 개 선 방 안 검 토

가. 설계방법 통일

- 적용 설계기준 : '81AASHTO 잠정지침적용
- 입력변수 조정

입력변수	현행				적용				비고
등가축하중 계수 (18Kips ESAL)	차종		차축구성	두께 (30cm)	차종		차축	두께 (평균)	평균치 적용
	승용차		2A4T	0.0001	승용차		2A4T	0.0001	
	버스	소형	2A4T	0.0004	버스	소형	2A4T	0.0004	
		보통	2A6T	1.043		보통	2A6T	1.043	
	트럭	소형	2A4T	0.015	트럭	소형	2A4T	0.015	
		보통	2A6T	0.796		보통	2A6T	0.795	
		대형	3A10T	2.520		대형	3A10T	2.516	
	특수			2.948	특수			2.482	
누가 ESAL의 배분율	$W_{8.2} = D_D \times D_L \times W_{8.2}$ ◦ D_D : 방향별 분배계수(0.5) ◦ D_L : 차로별 분배계수 ◦ $W_{8.2}$: 양방향 누가 8.2t 등가 단축하중 교통량				◦ D_D : 0.5를 적용 ◦ D_L : 차로별 분배계수 ◦ W_{18} : 양방향 누가 18Kips 등가 단축하중 교통량				
	방향별 차로수	분배계수 (%)	비고		방향별 차로수	적용 분배계수 (%)	AASHTO 기준	기존고속 도로분석 결과	
	1	100			- 1	100	100	100	
	2	80			2	80	80 - 100	70	
	3	60			3	60	60 - 80	60	
	4	50			4	50	50 - 75	50	

입력변수	현행			적용	비고
슬래브두께 산정식	$\log W_{8.2} = 7.35 \log (D + 2.54)$ $- 3.04 + \frac{Gt}{1 + \frac{4.32 \times 10^{10}}{(D + 2.54)^{8.46}}}$ $+ (4.22 - 0.32P_d) \times$ $\log \left[\frac{S_c' \times (D^{0.75} - 2.278)}{15.16 \times J \times [D^{0.75} - \frac{29.3566}{(\frac{E_c}{K_c})^{0.25}}]} \right]$ ○ 결과 : cm 단위 ○ $G_t = \log \left(\frac{4.5 - P_t}{4.5 - 1.5} \right)$			$\log W_{18} = 7.35 \log (D + 1)$ $- 0.06 + \frac{Gt}{1 + \frac{1.624 \times 10^7}{(D + 1)^{8.46}}}$ $+ (4.22 - 0.32P_d) \times$ $\log \left[\frac{S_c' \times (D^{0.75} - 1.132)}{215.63 \times J \times [D^{0.75} - \frac{18.42}{(\frac{E_c}{K_c})^{0.25}}]} \right]$ ○ 결과 : inch 단위 ○ $G_t = \log \left(\frac{4.5 - P_t}{4.5 - 1.5} \right)$	자동차 축하중 조사 (’88. 건 설기술 연구원)
하중전달 계수 (J)	구분	아스팔트 길어깨	Con’c길어깨 (타이바연결)	좌 동	
	다우웰바 사용	3.2	2.5~3.1		
	다우웰바 없는경우	3.8~4.4	3.6~4.2		
허용응력 (S_c')	S_c / C C : 안전율(보통 1.33, 특별한 경우 2.0) S_c : 재령 28일에서 휨강도			좌 동	
노상반력 계수 (K_c)	○ AASHTO '81잠정 지침의 부록 D-4 도표 이용			$\log K_c = -2.807 + 0.1253 (\log D_{SB})^2$ $+ 1.062 \times \log M_R + 0.1282 \times \log D_{SB} \times$ $\log E_{SB} - 0.414 \log D_{SB} - 0.0581 \cdot$ $\log E_{SB} - 0.1317 \cdot \log D_{SB} \cdot \log M_R$ ○ 상기식을 이용 선택층 상단의 K치와 린콘크리트 포장 상단의 K치 산정 ○ $M_R = 24 K_c$	

나. 포장두께 결정

구 분	현 행	1 안	2 안
두께 적용 개 요	설계두께 계산결과에 관계없이 일률적으로 30cm 적용	설계두께 계산결과 - 12inch (30.5cm) 이하 : 30cm - 12inch (30.5cm) 초과 : 33cm	설계두께 계산결과 - 10inch~11inch : 28cm - 11inch~12inch : 30cm - 12inch~13inch : 33cm - 13inch~14inch : 35cm
장·단 점	- 포장두께 30Cm초과구간(37%)에 대한 공용기간전 포장수명유지가 곤란하여 포장유지관리체계(PMS)에 의한 조기관리 필요 - 표준화 및 기술자의 인지도가 가장 높아 시공 및 유지관리가 용이	- 포장두께30, 33Cm구간에 대한 공용기간 동안 수명유지가 가능하며 33Cm초과구간(15%)에 대하여 수명유지를 위한 포장유지관리체계(PMS)에 의한 조기관리 필요 - 표준화가 가능하고 기술자의 인지도가 높아 시공 및 유지관리가 용이	- 포장두께를 다양하게 적용함으로써 공용기간동안 포장수명유지 가능 - 두께가 다양하여 표준화가 어렵고 기술자의 인지도가 낮아 시공 및 유지관리가 불량
공 사 비 (4차선 기준)	761 백만원/km	30cm : 761백만원/km 33cm : 777백만원/km (증16백만원/km)	28cm : 751백만원/km (감10백만원/km) 30cm : 761백만원/km 33cm : 777백만원/km (증16백만원/km) 35cm : 786백만원/km (증25백만원/km)
검토의견	- 미국의 경우, 92년도 조사결과 73년도에 조사한 결과에 비해 포장 슬래브두께가 증가되는 추세이며, - 우리나라의 경우 설계중인 구간 및 설계완료된 구간의 설계두께를 분석한 결과 65개 공구중 55%가 28-30Cm이며, 중차량의 증가에 따라 28%가 32-34Cm로 두께가 분포하고 있음을 감안하고 - 시공 및 유지관리의 효율성을 고려 30, 33Cm를 적용함이 타당하다고 사료됨		

1. 검토기준

가. 검토의견

- 설계기준 : AASHTO '81 잠정지침을 적용하되 우선 입력변수를 조정하여 사용하고 도로연구소와 협조, 적용계수 산정을 위한 연구를 통하여 보다 진보된 AASHTO '86설계법으로 변경추진
- 포장 Con'c 슬래브 두께 :
 - 계산 결과 두께가 12 INCH(30.5Cm)이하 : 30Cm
 - 12 INCH(30.5Cm)를 초과하는 경우 : 33Cm적용
 - 포장두께 산정결과 35Cm를 초과하는 경우 경제성과 시공성을 감안하여 별도 방안을 검토하여 적용
- 추가검토사항
 - '86 AASHTO 설계법 적용을 위한 계수적용기준을 도로연구소에 연구의뢰
 - 배수계수 (Cd)
 - 계절별 동탄성 계수 (Mr)
 - 장기적으로 도로주행시험을 통한 한국적 포장 설계기준 정립
 - 등가축하중계수 재조사
 - 교통량조사 차종과 등가축하중 계수 적용차종 통일
(교통량조사 : 7개차종, 등가축하중계수 적용차종 : 12개차종)
 - 차량의 대형화 추세를 감안하여 차종별 등가축하중 계수 재조사

6-11 I/C연결로 길어깨의 본포장 두께 적용검토

방 침

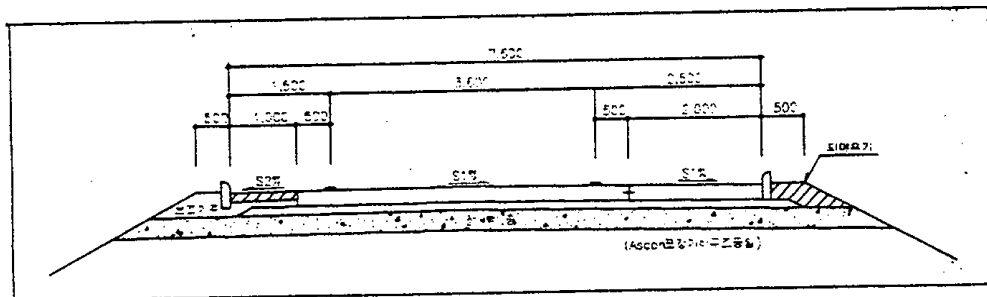
설 계 이
16210-584
('97. 11. 4)

1. 검 토 목 적

- I/C의 Loop 연결로 곡선부 내측 길어깨(우측 길어깨) 설계시 이용차량의 길어깨 주행으로 인한 길어깨부 파손을 방지하기 위한 본포장 두께의 적용은 곡선반경 (R)이 100m 미만인 단곡선 구간만 제한되어 있으나, 단곡선 접속 완화구간도 길어깨 파손이 발생되므로 개선코자 함
- I/C의 진출 연결로도 일시적인 Ramp 용량 증대로 교통지체가 발생하여 감속차로 및 연결로 길어깨의 파손이 발생하는 바 이에 따른 포장 방안을 개선코자 함

2. 현 행 기 준

가. 단 면 도



1). Loop Ramp

- Loop 연결로 곡선부 ($R < 100\text{m}$ 구간)에 대하여 차량의 곡선 내측 길어깨 주행에 따른 파손 및 침하에 대비 곡선부 내측 길어깨 포장을 본선포장 단면으로 동일 시행 [설계이 16210-200호('94. 12. 10)]

2). 진출 D-Ramp

- 고속도로 본선 주행차량의 지체를 방지하고자 2차로로 운용이 가능하게 전폭을 본선 포장단면으로 동일 시행 [설계기 16203-72호('95' 4. 17)]

나. 문제점

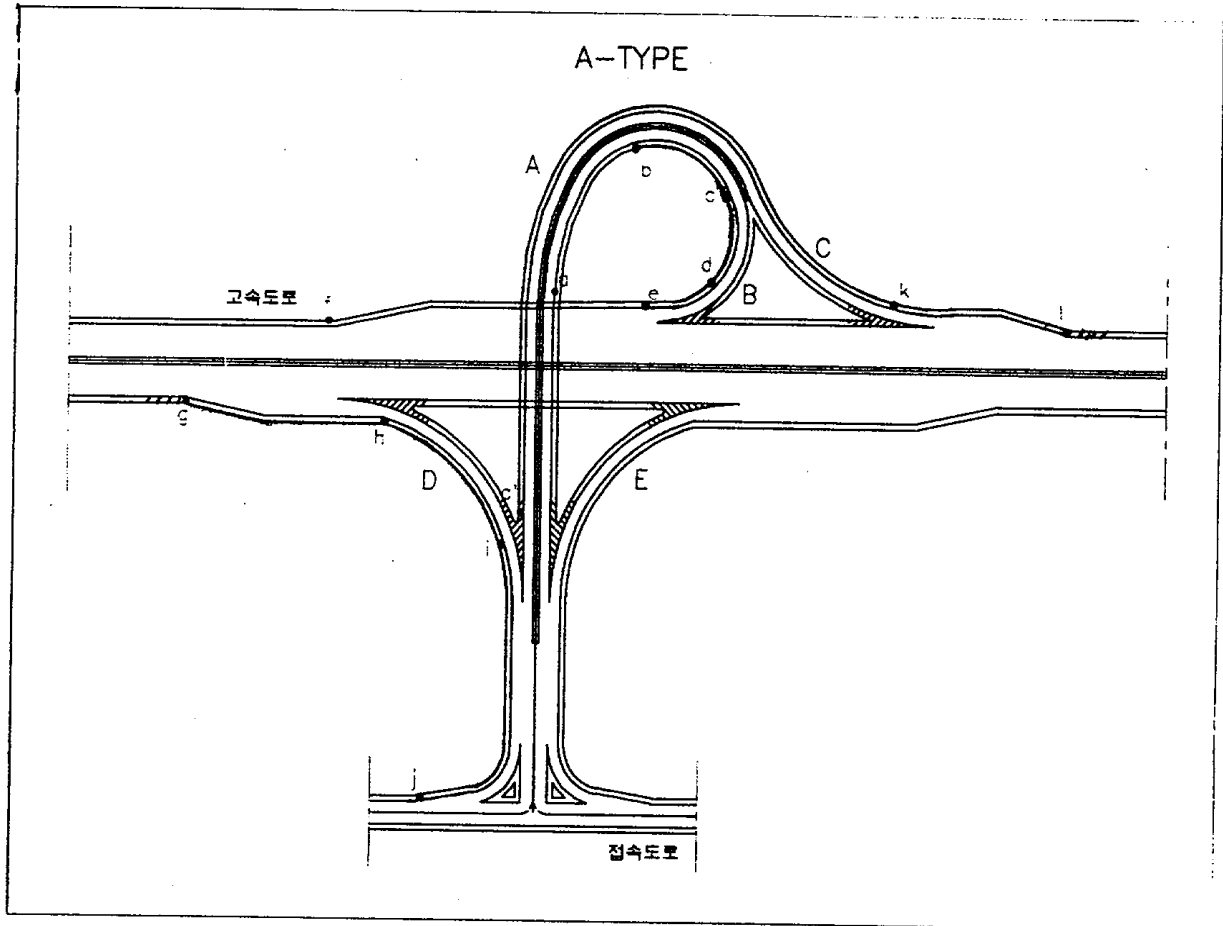
- Loop 연결로의 경우 $R < 100\text{m}$ 의 단곡선 구간만 본포장 두께로 적용하므로써 $R \geq 100\text{m}$ 인 완화곡선 구간의 길어깨 파손 및 침하 발생
- 후불제 시행으로 영업소 진출차량 정체로 인해 차량의 연결로 길어깨 주행에 따른 파손 및 침하 발생
- 고속도로와 접속하는 접속도로에서의 신호대기등에 따라 진출차량 정체로 인해 차량의 연결로 길어깨 주행에 따른 파손 및 침하 발생
- 진출로에서의 차량 정체로 인하여 본선의 교통 Service 수준 저하와 교통 안전 사고 발생 우려

3. 검토 방향

- 연결로 길어깨부의 본선포장 단면 적용은 현재 교통운용 상태 및 유지 관리 측면을 고려함
- 진입 Loop 연결로에 있어서 곡선반경 $R < 100\text{m}$ 의 단곡선 구간 적용 기준은 접속되는 완화곡선 구간까지 확대 적용
- 본선은 20년, 출입시설은 도시부 10년, 지방부 15년 공용기간으로 설계함에 있어서 30번째 교통량 기준으로 설계하고 있으나 첨두시 교통량을 최대한 허용할 수 있는 진출 연결로의 2차로 운용을 감안
- 도시부의 Rush Hour와 관광지의 일시적인 Lamp용량 증대에 따른 본선부의 교통 지체를 해소하여 본선 주행차량과 진출차량의 Service 증진 및 교통안전을 개선
- 고속도로 본선으로의 진입 연결로는 가속 차선부의 Service 수준과 교통안전을 고려, 현행안 유지
- 보편적 형식인 Trumpet I/C 형식에 따라 각 연결로 별로 길어깨부의 본선포장 단면 적용방안 검토

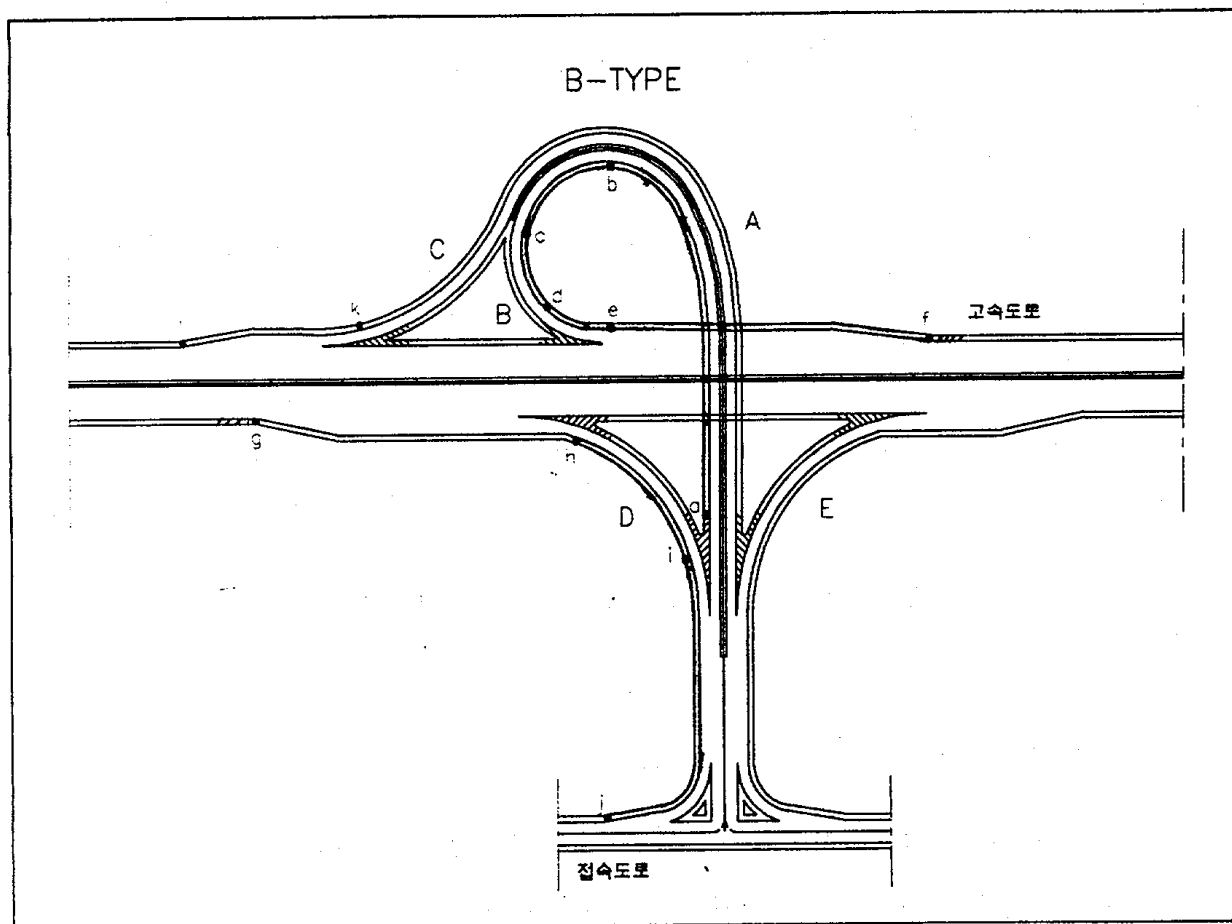
4. 검 토 안

1). A - TYPE



구 분	당 초	개 선	비 고
진출 D-Ramp	o Ramp 시점(h)에서 종점(i)까지 적용	o 감속차로 Taper(g)에서 A-Ramp (j)까지 적용	
진출 C-Ramp	-	o 감속차로 Taper(l)에서 D-Ramp와의 합류점(a')까지 적용	
진입 B-Ramp	o $R < 100\text{m}$ 의 단곡선 구간적용 (c에서 d까지)	o $R < 100\text{m}$ 의 접속완화 구간 시점(b)에서 종점(e)까지 적용	

2). B - TYPE



구 분	당 초	개 선	비 고
진출 D-Ramp	o Ramp 시점(h)에서 종점(i)까지 적용	o 감속차로 Taper(g)에서 A-Ramp (j)까지 적용	
진출 B-Ramp	o R < 100m의 단곡선 구간적용 (c에서 d까지)	o 감속차로 Taper(f)에서 A-Ramp의 Nose(a)까지 적용	

5. 검토 결론

가. 검토 의견

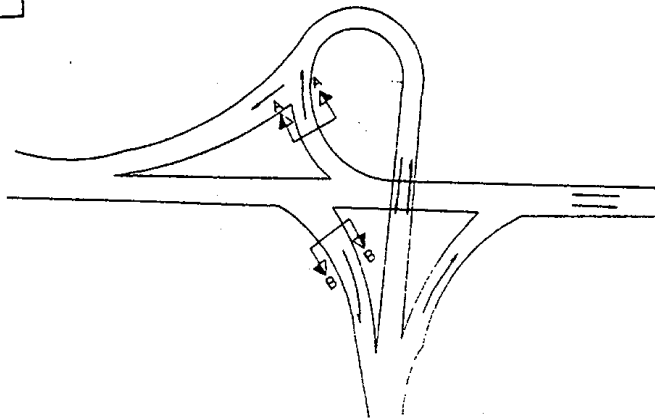
- B-Ramp는 A-TYPE I/C의 경우 곡선반경(R) <100M 의 단곡선과 접속되는 완화 곡선 구간과 B-TYPE I/C의 경우 감속차로 Taper에서 A-Ramp와 D-Ramp의 합류점까지 구간에 대해 길어깨 포장을 본포장 단면으로 적용
- D-Ramp는 감속차로 Taper에서 A-Ramp와 접속도로 합류점까지 구간에 대하여 길어깨를 본포장 단면으로 적용
- 진출시의 C-Ramp는 감속차로 Taper에서 A-Ramp와 D-Ramp의 합류점까지 구간에 대하여 길어깨를 본포장 단면 적용
- 진출 연결로가 평행식이 아닌 직접식인 경우는 평행 감속차로 설계 연장에 준한 본선부 길어깨를 보강 (본선 설계 속도에 따라 160 - 240m)
- 진출 교통량이 적은 지방부인 경우와 I/C 중심에서 접속도로까지의 연장이 과다 (1Km이상)한 경우 및 접속도로 처리가 입체인 경우는 접속도로까지의 보강 범위를 축소 적용
- 진출 연결로에 대하여는 Trumpet 형식이 아닌 I/C에 있어서도 개선안을 준용하여 적용

나. 추진 방향

- '97년 현재 설계용역중인 노선은 용역 잔여기간 3개월 이상인 노선부터 적용
- 용역기간 3개월 미만인 노선과 설계완료후 미발주 노선 및 시공중인 노선은 시공 시 설계변경후 시행

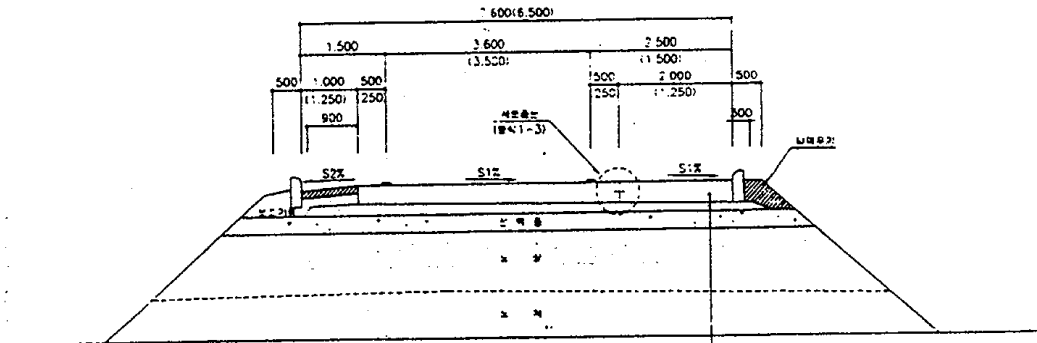
당 초

연 결 로 길 어 깨 포 장



큰 그 리 트 포 장 (1)

단 면 A-A
S=1:50

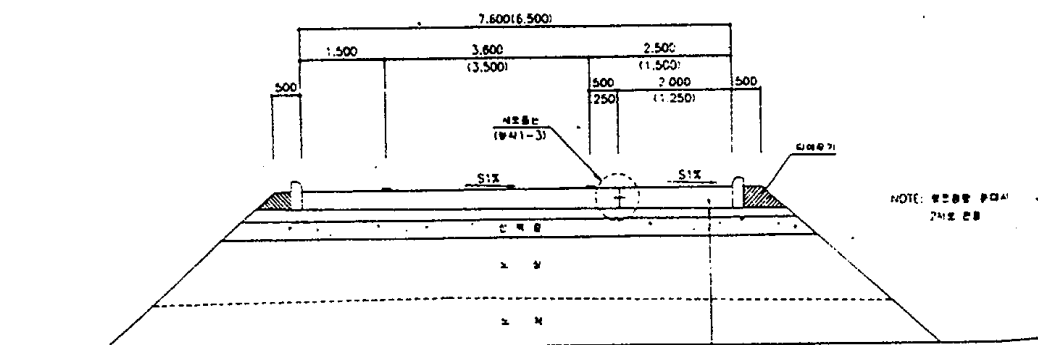


(1) R<100M 일
외측 길어깨 보강포장

큰 그 리 트 포 장 (T=300)
한 겹 노면거울 (T=150)
산 액 울 (T=VAR)

(1) 도시배면과구간

단 면 B-B
S=1:50



NOTE: 평면종단 중대시
2차로 전용

큰 그 리 트 포 장 (T=300)
한 겹 노면거울 (T=150)
산 액 울 (T=VAR)

(1) 도시배면과구간



표 준 도 면
TYPICAL DRAWING

연 결 로 길 어 깨 포 장
(큰 그 리 트 포 장)

설 계 자
확 인 자

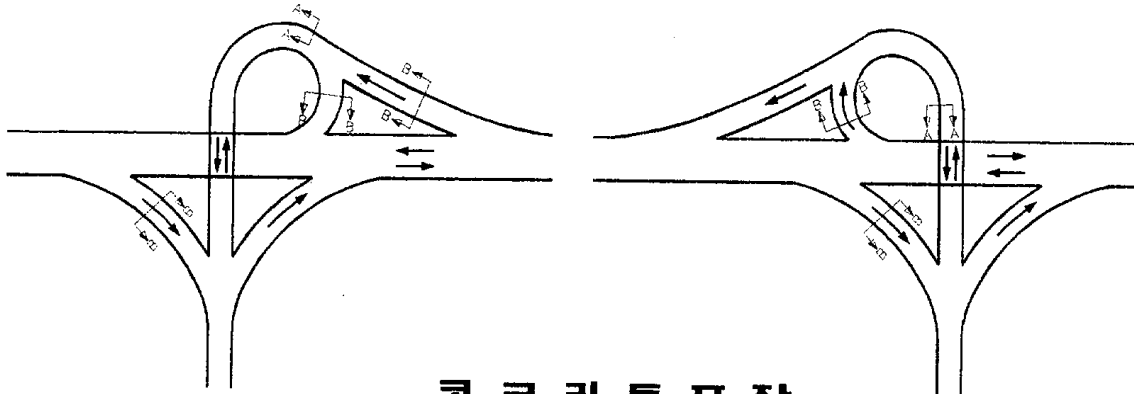
직 상 임
직

1995. 9

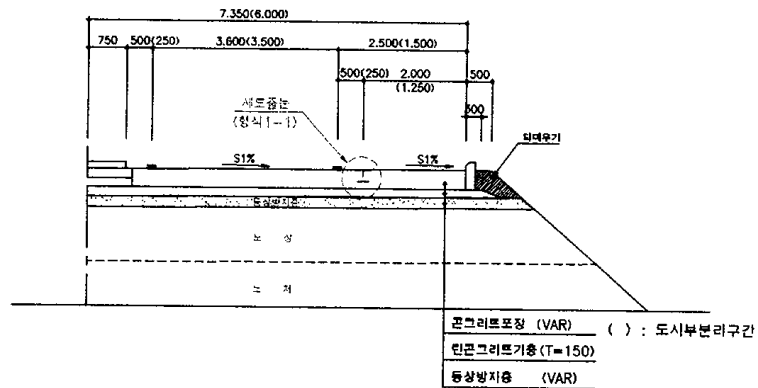
도면번호
4. 33

변경

연결로 길어깨 포장



콘크리트 포장 단면 A-A



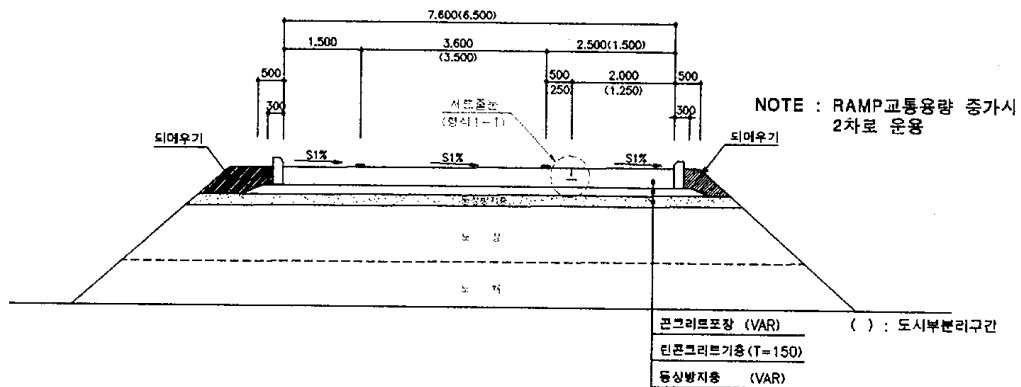
주) 1.설계이16210-584호 ('97 11.4)참조.

2.진출 RAMP는 감속차로부터 접속도로까지 우측 길어깨 보강포장.

3.I.C 중분대 구간을 제외하고 진출연결로 좌측 길어깨도 보강포장.

4.전입 LOOP RAMP R = 100m미만 단곡선 구간을 제외한 완화곡선을 포함한 구간 우측 길어깨 보강포장.

단면 B-B



표준도면
TYPICAL DRAWING

연결로 길어깨 포장
(콘크리트 포장)

설계자
확인자

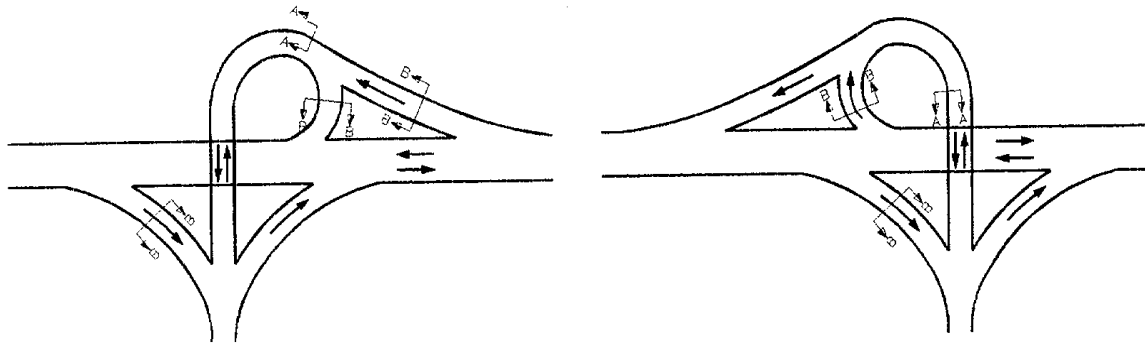
작성일
축척

1995. 9

도면번호
4. 34

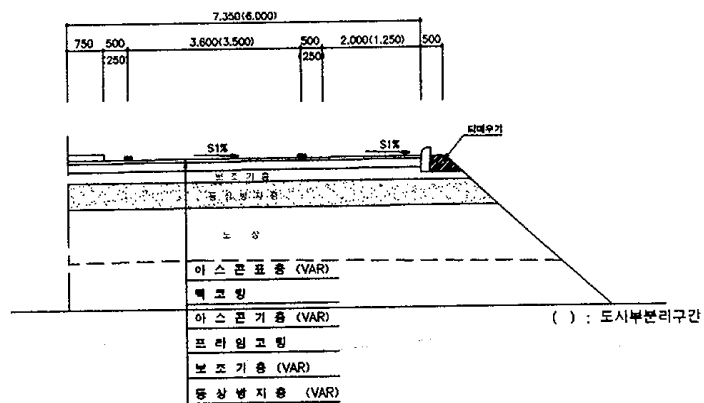
변경

연결로 길어깨 포장



아스팔트 포장

단면 A - A



- 주) 1.설계이16210-584호 ('97 11.4)참조.
 2.진출 RAMP는 감속차로부터 접속도로까지 우측 길어깨 보강포장.
 3.I.C 중분대 구간을 제외하고 진출연결로 좌측 길어깨도 보강포장.
 4.진입 LOOP RAMP R = 100m미만 단곡선 구간을 제외한 완화곡선을 포함한 구간 우측 길어깨 보강포장.

단면 B - B

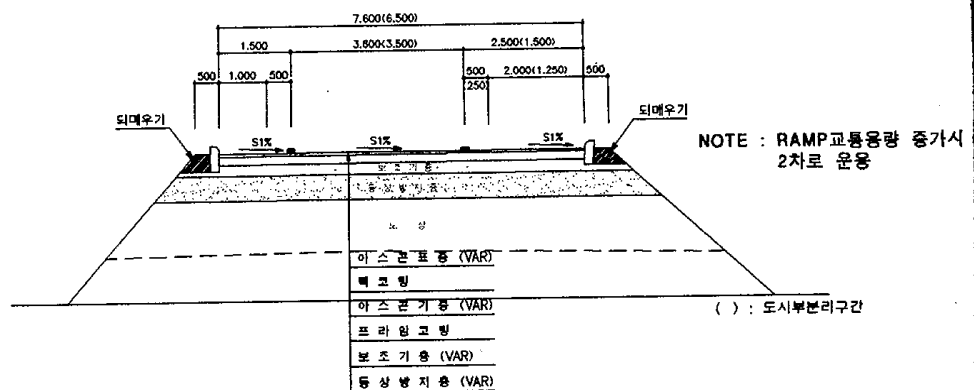


표 준 도
TYPICAL DRAWING

연결로 길어깨 포장
(아스팔트 콘크리트 포장)

설 계 자
확 인 자

작 성 일
측 적

1995. 9

도면번호
4. 34

차 례

제 1 편 설계행정

- 1-1 설계 대장 작성(설계기 16210-3, '92.1.13)
- 1-2 간접피해 보상 제도화 방안 검토(설이 16210-176, '94.11.10)
- 1-3 간접피해 시설물에 대한 설계기준 검토(설계이 16210-398, '96.11.9)
- 1-4 실시설계 용역감독 Check List(설계기 16210-183, '94.11.16)
- 1-5 지장 한전철탑 이설방법 개선 검토(설계기 16210-245, '96.8.7)
- 1-6 고속도로 건설공사 실시설계 심사계획(설계심 16204-434, '96.12.24)
- 1-7 설계도면 작성기준 개선(설계기 16210-76, '97.3.19)
- 1-8 고속도로 실시설계 용역 인쇄대가 지급방안 변경검토(설계기 16210-98, '97.4.3)
- 1-9 항공측량 성과품 관리개선방안 검토(설계개 16210-125, '97.4.22)
- 1-10 설계사업소 인터넷망 개설(설계개 16210-185, '97.5.30)
- 1-11 기술자 경력관리 시스템 구축(설계개 16210-560, '97.10.31)
- 1-12 설계실무자료 DATABASE 구축(설계개 16210-561, '97.10.31)
- 1-13 실시설계 심사지침 개정(설심일 15202-185, '98.2.12)
- 1-14 설계심의위원회운영지침(설심일 15203-257, '98.2.28)
- 1-15 실시설계 감리업무지침(설심이 15205-301, '98.3.9)
- 1-16 설계자문운영지침(설심이 15204-248, '98.2.26)
- 1-17 항공사진측량 도면축척 변경 검토(설계기 15212-147, '98.2.6)
- 1-18 설계성과품 CD 제작기준 개선 검토(설심이 15212-510, '98.4.17)
- 1-19 설계용역 발주전 심의 검토(설심일 15203-1155, '98.8.29)
- 1-20 기술제안서 작성시 업체명 무기명 처리방안 검토(설계기 15212-1156, '98.8.29)
- 1-21 기술자문용역 실적 적용방안 검토(설계기 15212-1351, '98.9.28)
- 1-22 고속도로 실시설계 적정 용역기간 검토(설계기 15212-1515, '98.10.24)
- 1-23 민원 유형별 분석을 통한 민원 최소화방안 검토(설계기 15212-1514, '98.10.24)

차 례

제 2 편 교통 및 기하구조

- 2-1 중앙분리대 방호벽 및 절토법면 정지시거에 미치는 영향 검토(설계기 16210-33, '91.2.27)
- 2-2 인터체인지 접속부 처리(잠정)지침(설계기 16210-65, '91.4.19)
- 2-3 고속도로 기하구조 설계기준(설계기 16203-67, '91.4.23)
- 2-4 표준 횡단구배 및 편구배 설치방안 검토[서울외국순환](설계일 16203-81, '91.5.10)
- 2-5 고속도로 출입시설 기하구조 설계기준(설계기 16203-255, '91.11.6)
- 2-6 편구배 접속설치 기준(설계기 16202-122, '92.7.23)
- 2-7 영업소 기하구조 설계기준(설계기 16110-149, '92.8.29)
- 2-8 설계속도 상향조정 검토(설계기 16203-82, '93.6.15)
- 2-9 선형설계의 일반지침(설계기 16203-87, '93.6.24)
- 2-10 고속도로 횡단폭원 검토(도로기 17113-10294, '93.10.18)
- 2-11 I.C영업소 기하구조 검토(설계기 16203-187, '93.11.30)
- 2-12 영업소 회차로 설치기준 검토(설계기 16203-75, '94.5.16)
- 2-13 유출 Ramp 차선폭 단계적변화 적용성 검토(설일 16210-136, '94.9.6)
- 2-14 가·감속 차선폭 및 연장 조정(설계기 16203-2, '95.1.20)
- 2-15 본선 영업소 광장 접속비율 조정(설계기 16203-45, '95.3.4)
- 2-16 병설터널 전·후 접속방법 개선(설이 16203-65, '95.4.12)
- 2-17 영업소 진입 Ramp 운영 방안(설기 16203-72, '95.4.17)
- 2-18 인터체인지 접속도로 및 연결로 진·출입부의 평면교차로 기하구조 검토(설계기 16210-189, '96.7.2)
- 2-19 장래 확장고려 교량통과 높이·경간구성, 암거토피확보 및 방음시설 설치방안 (설계기 16210-2894, '97.3.19)
- 2-20 곡선부 최대 편구배 설계기준 검토(설계일 16210-194, '97.6.9)
- 2-21 오르막차로 설치방안 검토(설계심 16210-204, '97.6.19)
- 2-22 교통처리용 우회차로 기준검토(설계일 16210-326, '97.9.10)
- 2-23 영업소 광장부 길어깨 폭 변경(설계이 16210-585, '97.11.4)
- 2-24 고속도로 차로감소부 설계기준 개선검토(설계일 16210-635, '97.11.11)

차 례

제 3 편 토 공

- 3-1 실시설계 토질조사 기준(설계기 16210-392, '92.1.18)
- 3-2 토질조사 기준 개선(설계이 16210-90, '96.3.25)
- 3-3 고속도로 건설공사 토질조사 CHECK LIST(설계기 16203-97, '93.7.10)
- 3-4 절토부 암발파 적용기준 검토(안)(설계기 16203-209, '93.12.29)
- 3-5 대절토부 소단폭원 검토(설일 16210-89, '94.6.16)
- 3-6 연약지반 토목섬유(PP, PET) 설계기준 검토(설일 16210-167, '94.10.31)
- 3-7 대절토사면 안정검토를 위한 지침(설일 16210-226, '94.12.30)
- 3-8 대절토부 붕괴예방을 위한조사, 기준 검토(설계일 16210-307, '95.12.13)
- 3-9 대절토부 조사·설계기준 검토(설계일 16210-380, '96.11.6)
- 3-10 토사면 정밀 암발파 검토(설계심 16210-139, '97.4.30)
- 3-11 토질조사 대가 기준 개선검토(설계일 15201-234, '98.2.23)
- 3-12 보강토옹벽과 성토 시설물 중복구간 처리방안(설계이 15212-1226, '98.9.15)
- 3-13 보강토옹벽의 보강재 설계적용 방안검토(설계이 15212-1228, '98.9.15)
- 3-14 가도 토공 설계기준 검토(설계이 15201-1380, '98.9.30)

차 례

제 4 편 배 수 공

- 4-1 파형강판(CSP) 사용법 검토(설계기 16210-117, '93.8.18)
- 4-2 성토부 도수로 규격검토(설계기 16210-71, '94.4.27)
- 4-3 설계 강우강도 기준 검토(설일 16210-105, '94.7.8)
- 4-4 중배수관 터파기 수량산출 기준 검토(설일 16210-121, '94.7.26)
- 4-5 현장제작 콘크리트관 개선방안 검토(설일 16210-173, '94.11.3)
- 4-6 흙쌓기부 도수로 지중매설 방안 검토(설일 16210-180, '94.11.11)
- 4-7 연약지반상 암거 팽창조인트 설치방안 검토(설일 16210-210, '94.12.27)
- 4-8 절토사면의 배수시설 규격개선(설일 16210-223, '94.12.30)
- 4-9 부체도로 배수로 개선방안 검토(설일 16203-30, '95.2.16)
- 4-10 횡단 배수관 재질 및 설치방법 개선(설일 16210-84, '95.4.25)
- 4-11 BOX구조물의 미끄러짐 방지시설 설치기준(설이 16110-128, '95.6.9)
- 4-12 BOX 구조물 보강방안 검토(유·출입부 접속 저판 및 차수벽)(설계기 16210-133, '95.5.10)
- 4-13 암거보강 슬래브 설계기준 검토(설제일 16210-268, '96.8.23)
- 4-14 옹벽 뒷채움부 배수처리 개선 검토(설계기 16210-302, '96.9.12)
- 4-15 L형측구(형식-3) 개선방안 검토(설계기 16210-12442, '96.10.8)
- 4-16 U형 용수로 개선방안(설제일 16210-376, '96.11.4)
- 4-17 암거 신축이음부 누수방지방안 검토(설제개 16210-440, '96.12.28)
- 4-18 암거 날개벽 개선검토(설제삼 16210-146, '97.5.8)
- 4-19 횡단배수관 규격검토(설제개 16210-207, '97.6.19)
- 4-20 교면배수구 설치기준 검토(설제일 16210-222, '97.6.27)
- 4-21 노면배수(길어깨부) 처리방안 검토(설계기 16210-227, '97.6.30)
- 4-22 산마루측구 설치방안 검토(설제개 16210-424, '97.10.1)
- 4-23 곡선부 내측(중분대) 노면 배수처리 개선방안(설제이 16210-604, '97.11.6)
- 4-24 L형 측구 뒷채움 개선(설제개 16210-606, '97.11.6)
- 4-25 교면배수 집수구 재질개선(설제일 16210-602, '97.11.6)
- 4-26 V형 측구 설치기준 검토(설심이 15212-865, '98.7.1)
- 4-27 성토부 다이크 및 도수로 개선방안검토(설심이 15201-1212, '98.9.12)
- 4-28 중앙분리대용 집수정 배수능력 향상(설심일 15212-1599, '98.11.16)

차 례

제 5 편 터 널 공

- 5-1 터널내 동상 방지층 설치 검토(설계기 16202-82, '91.5.11)
- 5-2 NATM과 TBM 공법 비교 검토(설계기 16203-99, '93.7.12)
- 5-3 피난연결 터널단면 검토(설계기 16203-195, '93.12.6)
- 5-4 터널내 공동구 및 배수구 개선방안 검토(설계기 16203-26, '94.2.14)
- 5-5 터널 Shotcrete 공법 검토(설기 16203-111, '94.7.16)
- 5-6 터널 비상주차대 설치 기준(설일 16210-85, '95.4.24)
- 5-7 강섬유 보강 슛크리트 적용 기준(설이 16210-144, '95.6.19)
- 5-8 정지토압계수 산정을 위한 수압파쇄시험 적용(설계이 16204-158, '96.5.30)
- 5-9 터널굴착공법 개선방안시행(설계개 16210-159, '96.5.31)
- 5-10 터널측방 여유폭 개선방안 검토(설계개 16210-260, '96.8.22)
- 5-11 터널 입·출구부 낙석방지책 설치 검토(설계일 16210-939, '97.12.17)
- 5-12 터널 방재시설 기준개정시행(시설설 14101-106, '98.2.3)
- 5-13 터널 격자지보재의 적용성 검토(설계기 15212-287, '98.3.5)
- 5-14 H형강 지보재 단가적용 검토(설계기 15212-270, '98.3.3)
- 5-15 터널입출구 개구부 설치기준 검토(설계일 15212-456, '98.4.6)
- 5-16 터널용 방수쉬트 품질기준 설정(도연품 19404-1511, '98.5.23)
- 5-17 검사원 통로 설치기준 검토(설계기 15212-1352, '98.8.28)

차 례

제 6 편 포 장 공

- 6-1 고속도로의 포장설계법 비교
- 6-2 교면포장 설계기준(안)
- 6-3 포장 설계법 비교
- 6-4 연약지반 포장의 허용침하량 기준(건설일 17111-121, '89.11.24)
- 6-5 길어깨 포장 설계 기준(도로기 17113-5049, '90.8.2)
- 6-6 콘크리트 포장면 연마 설계적용 기준 검토(설일 16210-135, '94.9.2)
- 6-7 보조기층 및 선택층 재료의 단위중량 검토(설일 16210-154, '94.9.28)
- 6-8 길어깨 포장 보강방안 검토(설이 16210-200, '94.12.10)
- 6-9 시멘트 콘크리트 포장 교량접속부 설계기준 검토(설계일 16210-350, '95.12.29)
- 6-10 콘크리트포장 슬래브 두께 산정기준 검토(설계삼 16210-512, '97.10.17)
- 6-11 I/C연결로 길어깨의 본포장 두께 적용검토(설계이 16210-584, '97.11.4)

차 례

제 7 편 구조물공

- 7-1 구조물의 미관 설계
- 7-2 고강도 콘크리트 적용 검토(설계기 16203-208, '93.12.22)
- 7-3 교량 기초형식 선정기준(설계기 16210-211, '93.12.30)
- 7-4 강말뚝 부식에 관한 검토(설계기 16210-212, '93.12.30)
- 7-5 교량 확폭 시공을 위한 설계 및 시공지침(도로기 17202-105, '94.4.12)
- 7-6 농어촌도로 횡단구조물 설치기준 검토(설기 16203-87, '94.6.15)
- 7-7 TEXOL 공법 사용성 검토(설일 16210-101, '94.7.5)
- 7-8 교량신축 이음장치 유간확보를 위한 방안(설이 16203-125, '94.8.9)
- 7-9 교대보호블럭 설치기준 검토(설이 16210-146, '94.9.17)
- 7-10 교량 스라브 거푸집 개선방안 검토(설계일 16210-148, '94.9.22)
- 7-11 스트립 및 조립철근의 시공성 확보방안 검토(설이 16203-159, '94.10.5)
- 7-12 섬유보강 Con'c설계 적용기준(설이 16210-162, '94.10.14)
- 7-13 구조물 모서리처리 설계기준 및 시방서작성(설일 16210-166, '94.10.31)
- 7-14 구조물 거푸집 개선방안 검토(설일 16210-168, '94.10.31)
- 7-15 PRE-FLEX Beam 개선 검토(설일 16210-221, '94.12.29)
- 7-16 교좌장치 받침부 형하공간 및 보강철근 설계기준 검토(설이 16210-220, '94.12.29)
- 7-17 P.C Beam 시공성 개선(설이 16210-170, '95.5.29)
- 7-18 P.C Beam 교량의 Cross Beam 철근이음 단가 개선(설이 16210-160, '95.6.29)
- 7-19 P.C Beam 정착부 표준도 보완 검토(설이 16210-238, '95.9.6)
- 7-20 P.C BOX(I.L.M) 중간격벽 및 MID ANCHORAGE부 개선(설계기 16210-335, '95.12.26)
- 7-21 아치형 라멘교 설계적용성 검토(설이 16210-349, '95.12.29)
- 7-22 현장타설 콘크리트 검토(설계이 16210-185, '96.6.29)
- 7-23 수용성 무기징크도료 도장 적용단가 변경(설계이 16210-10052, '96.7.24)

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

차 례

제 8 편 원가계산

- 8-1 고성토 및 대절토구간 건설공법 경제성 비교 검토(설계기 16210-99, '91.6.11)
- 8-2 원가계산 기준 개선방안 검토(설계기 16203-231, '92.12.30)
- 8-3 B/P 설치기준 검토(설이 16203-97, '94.7.1)
- 8-4 퇴매우기 및 다짐공 개선방안 검토(설이 16210-139, '94.9.9)
- 8-5 콘크리트 생산단가 내역변경(안)(설이전 16210-161, '94.10.14)
- 8-6 강관말뚝 규격별 경제성 검토(설계이 16210-170, '95.4.14)
- 8-7 측량대가 산정 기준 개선(설계이 16210-81, '96.3.20)
- 8-8 발파암 면고르기 적정설계 검토(설계일 16210-34, '97.2.19)
- 8-9 환경관리비적용기준 개선(설계개협 16210-427, '97.7.2)
- 8-10 고속도로 건설공사 품질관리비 적용(도연품 19404-1496, '98.5.22)
- 8-11 건설공사 원가계산 작성지침 변경(설계이 15201-1162, '98.8.31)
- 8-12 건설근로자 퇴직공제 부금비 적용기준(설계이 16212-705, '98.5.25)
- 8-13 고용보험료 적용기준검토(설계이 15201-1162, '98.8.31)
- 8-14 미진동 발파구간 면고르기 적용기준검토(설계일 15212-1299, '98.9.21)

차 례

제 9 편 부대(시설)공

- 9-1 콘크리트 중앙분리대 방호벽 개선(설계기 16110-123, '92.7.23)
- 9-2 공사 우회구간 안전관리 기준(교통시 09305-2011, '93.3.22)
- 9-3 투명 방음벽 시행방안 검토(설계기 16210-62, '93.5.14)
- 9-4 방음벽 지주의 설치방안 검토(설계기 16210-80, '93.6.14)
- 9-5 안전시설 개선 검토(교통시, 09305-271, '93.11.16)
- 9-6 가드레일 품질개선 검토(도로기 17111-1665, '94.3.14)
- 9-7 영업소 BOX 규격 개선방안 검토(설기 16210-147, '94.9.22)
- 9-8 가드웬스 개선 사항(설일 16210-171, '94.11.1)
- 9-9 중앙분리대 기초 및 소분리대 기계화 시공에 따른 단가적용 방법 검토(설계기 16203-195, '94.12.1)
- 9-10 방음판넬 보호방안 검토(설계기 16203-26, '94.12.30)
- 9-11 칼라 방음벽 적용성 검토(설일 16210-85, '92.12.30)
- 9-12 중앙분리대 차광망 개선방안 검토(설이 16210-144, '94.12.31)
- 9-13 방음벽 단부처리 및 지주형식 개선(설기 16110-68, '95.4.13)
- 9-14 교량 유지관리를 표지판 설치기준(건일 1610-3431, '95.5.10)
- 9-15 교량난간 방호벽 개선(설이 16210-145, '95.6.19)
- 9-16 공사중 법면보호공 단가 적용(설기 16210-155, '95.6.28)
- 9-17 고성토구간 안전시설 보강 검토(설기 16210-177, '95.7.10)
- 9-18 연약지반구간 중앙분리대 형식 검토(설기 16210-263, '95.10.31)

- 9-19 교량 중앙준리대 개선방안 검토(설계기 1210-348, '95.12.29)
- 9-20 콘크리트 시설물 시공개선 시행(설계기 16210-120, '96.1.8)
- 9-21 적설한냉지역 자동도로 융설시스템 설치(설계이 16210-246, '96.8.7)
- 9-22 긴급피난시설 설치기준 검토(설계이 16202-247, '96.8.7)
- 9-23 PRECAST 방호벽 개선방안 검토(설계이 16210-257, '96.8.13)
- 9-24 낙석방책 단부지주 설치기준 검토(설계이 16210-11010, '96.8.19)
- 9-25 LOOP RAMP DYKE 기계화 시공방안 검토(설계일 16210-272, '96.8.24)
- 9-26 인터체인지 소분리대 안전성 제고방안(설계일 16210-298, '96.9.10)
- 9-27 문형식 표지판 지주형식 검토(설계기 16210-416, '96.11.30)
- 9-28 철근보관 및 가공창고 설치방안 검토(설계이 16210-124, '97.4.22)
- 9-29 부대사업시설 건물부지 적정규모 검토(시설건협 13310-83, '97.4.23)
- 9-30 토공용 방음벽 기초단면 변경(설계이 16210-578, '97.10.30)
- 9-31 강설지역 가드레일 개선방안(교통시 09305-495, '97.11.25)
- 9-32 갈매기 표지판 설치기준 검토(설심일 15212-325, '98.3.13)
- 9-33 성토비탈면 점검로 설치 검토(설심일 15212-512, '98.4.17)
- 9-34 IC 소분리대 안전시설 정비방안(교통시 10302-564, '98.5.7)
- 9-35 건설사업소 시설규모의 적정성검토(건이일 15105-327, '98.6.12)
- 9-36 방음벽 설치관련 기준검토(설심일 15212-890, '98.7.3)
- 9-37 낙석방지망 설치방법 검토(설계이 15211-1172, '98.9.2)
- 9-38 데리네이터 설치기준검토(설계이 15211-1173, '98.9.2)
- 9-39 문형식 표지판 지주 및 기초단면 개선(설계이 15212-1559, '98.10.31)