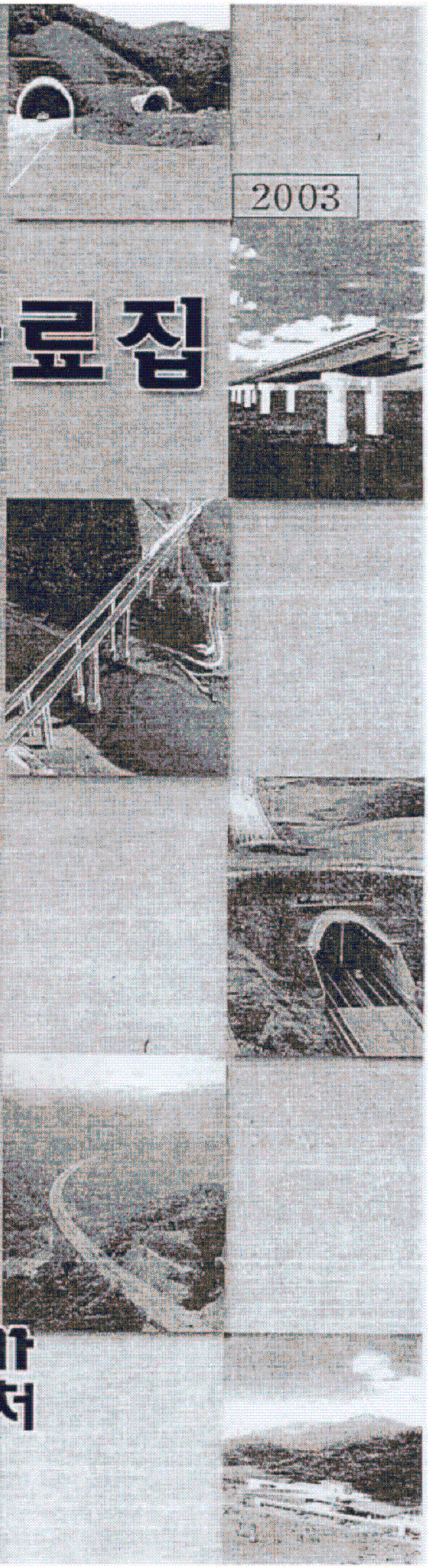


2003

설계실무자료집

2004. 1

한국도로공사
설 계 처

차 례

제 1 편 설계행정

1-1 항공측량 지형도 작성방안 검토 (설계설10201-52, '03.2.20) ····· 5

1-2 시설물 명칭 부여기준 검토 (설계설10202-130, '03.5.12) ····· 8

1-3 실적공사비 적산제도 추진방안 검토 (설계설10201-168, '03.6.17) ····· 17

1-4 잡철물 제작 및 설치단가 검토 (설계도10201-303, '03.8.21) ····· 22

제 2 편 설계기준 및 개선

2-1 출입시설 계획 목표연도 조정방안 검토 (설계설10201-96, '03.3.31) ····· 70

2-2 소일네일링 설계 개선 검토 (설계도13201-102, '03.4.8) ····· 74

2-3 터널 막장 전방 암질 예측방안 검토 (설계구10201-452, '03.11.18) ····· 78

2-4 소수주형 판형교 적용 검토 (설계구10201-10, '03.1.14) ····· 84

2-5 IPC거더 연속교 적용 검토 (설계구10201-105, '03.4.10) ····· 124

2-6 LMC 교면포장 적용 개선 (설계구10201-302, '03.8.20) ····· 129

2-7 교량점검시설 설치기준 개선 (설계구10201-153, '03.6.3) ····· 137

2-8 교량방호울타리(기계타설) 철근피복두께 조정 (설계구10201-405, '03.10.6) ····· 185

2-9 교량배수시설 설치기준 개선 (설계구10201-477, '03.12.3) ····· 227

2-10 터널 라이닝콘크리트 타설 사이클타임 조정 시행 (설계도10201-9, '03.1.10) ····· 234

2-11 터널 내부 타일규격 조정 시행 (설계도10201-38, '03.1.29) ····· 238

2-12 터널 갱문부 설계기준 검토 (설계도10201-70, '03.3.14) ····· 250

2-13 2-ARCH 터널 개선방안 검토 (설계구10201-150, '03.5.30) ····· 263

2-14 터널 맹암거규격 적용기준 검토 (설계도10201-259, '03.7.21) ····· 272

2-15 터널 피난연락갱 설치기준 검토 (설계구10201-311, '03.8.26) ····· 280

2-16 연결로 포장두께 검토 (설계도10202-101, '03.4.4) ····· 290

2-17 차로이탈 인식시설(Rumble-strips) 적용기준 검토 (설계도10201-104, '03.4.10) ····· 336

2-18 시멘트 콘크리트 포장의 거친면 마무리 개선 (설계도10207-30426, '03.9.8) ····· 339

2-19 휴게소 포장공법 검토 (설계도10201-441, '03.11.10) ····· 350

2-20 요금소 개구부 설치기준 개선 (설계설10201-467, '03.11.27) ····· 376

제 3 편 참고자료

3-1 터널 굴착지반 구배 조정 검토 (건설원10105-149, '02.12.30) ····· 383

3-2 인·허가자료 관리방안 개선(안) (건설지13105-19, '03.3.15) ····· 388

3-3 장터널 옥외 연결 공동구 설치방법 변경 (시설전09111-30144, '03.3.17) ····· 398

3-4 콘크리트용 부순모래의 적용성 및 품질관리기준 검토 (기술품10504-24, '03.3.21) ···· 400

3-5 포장 그루빙(Grooving) 확대 시행방안 검토 (도로포07202-42, '03.3.24) ····· 408

3-6 저중강판을 이용한 합성형 틍로암거 개선 (기술의10410-49, '03.3.29) ····· 413

3-7 교량용 방호울타리 적용방안 검토 (건설원10105-62, '03.8.13) ·····(417

3-8 사전환경성검토 용역 대가 산정 기준 (기술환10804-30362, '03.8.14) ····· 444

3-9 강관말뚝 두부보강 적용방안 검토 (건설지10308-73, '03.8.30) ····· 449

3-10 확장구간(4→6차로) 중앙분리대폭 개선 검토 (건설기10105-88, '03.10.6) ····· 453

3-11 PSC Box Girder교의 유지관리용 점검통로 개선방안(건설술10105-100, '03.11.5) ···· 461

3-12 고속도로 건설공사 터널공동구 덮개 개선 검토(안) (건설기10105-106,'03.11.11) ····467

3-13 교량난간방호벽(무늬거푸집) 기계화시공 검토 (건설계10105-92, '03.11.17) ····· 473

3-14 중앙분리대 개구부 처리 방안 (건설기10105-123, '03.12.5) ····· 485

3-15 터널갱문부 가시설 시공방안 검토 (건설관10105-129 '03.12.29) ····· 490

3-16 V형측구, 산마루측구 규격 세분화 검토 (기술의10410-217, '03.12.29) ···495

3-17 고교각 나사식 철근이음 간격 개선(건설관10105-132, '03.12.31) ····· 509

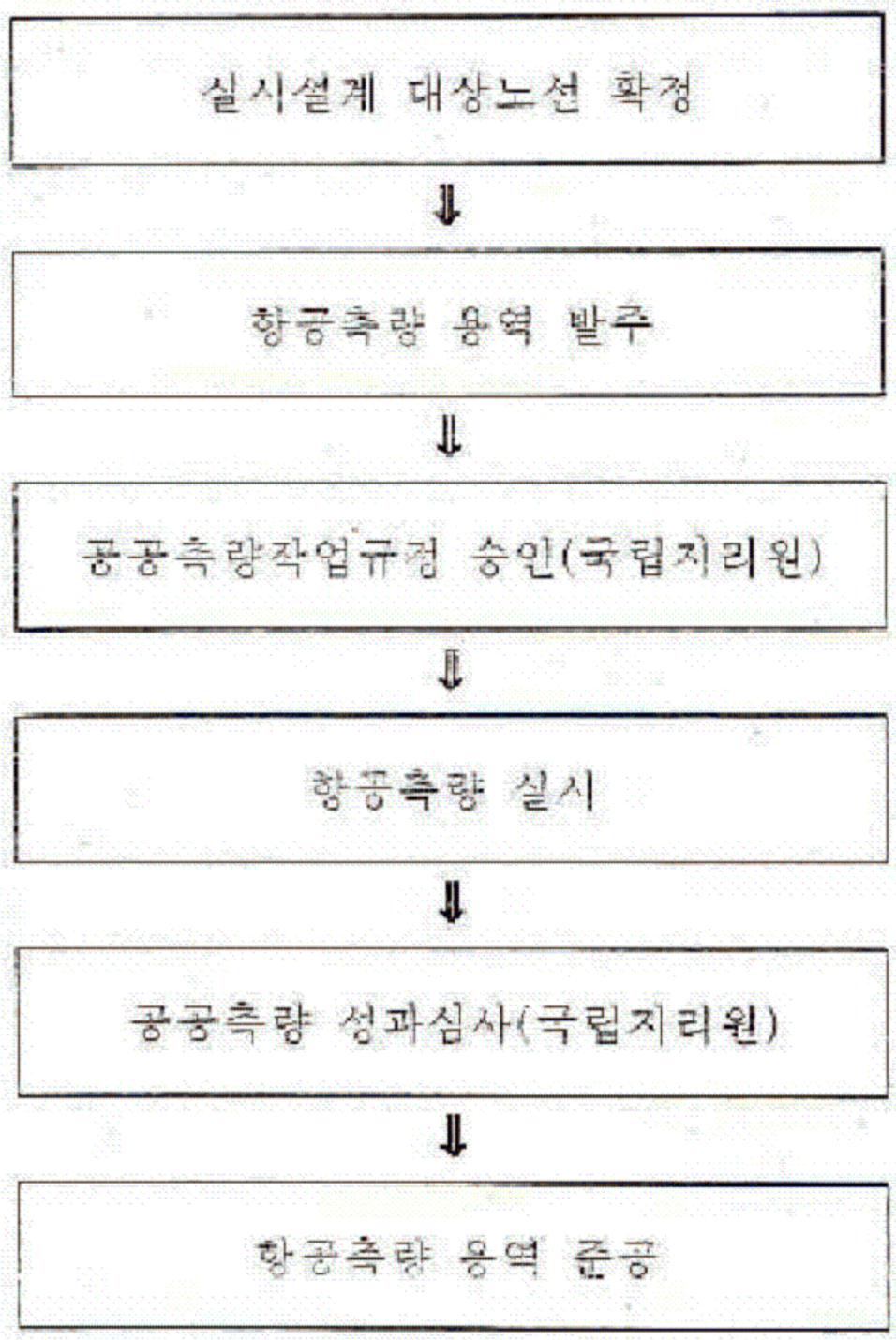
1-1 항공측량 지형도 작성방안 검토

방 침
설 계 실 10201-52 ('03.2.20)

1. 검토목적

○ 고속도로 건설공사 실시설계를 위한 지형도 제작시 활용되는 항공측량 수치지도(1:1,000)가 국립지리원에서 68개시의 도시계획구간 등에 대하여 제작 완료됨에 따라 이를 활용하여 경제적이면서도 합리적인 지형도 제작 방안을 모색코자 함.

2. 현행 지형도 제작방법

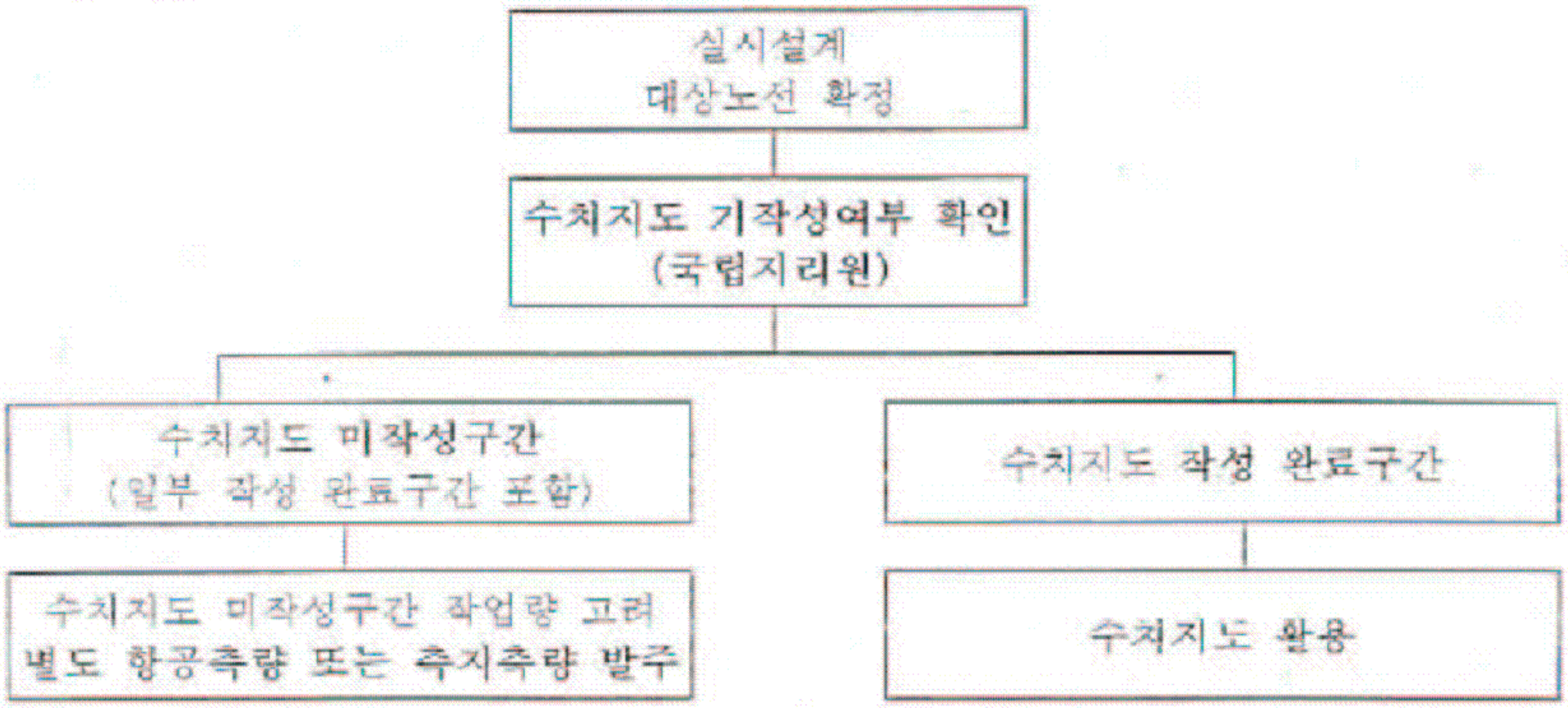


3. 개선방향

○ 국립지리원 보유 수치지도 자료 활용으로 예산절감

4. 개선방안

가. 흐름도



나. 기작성 수치지도 활용

○ 다만 기작성 수치지도가 지형여건 변경 등으로 현황과 상이할 경우 실시설계시 보완측량 시행.

5. 검토결과

○ 실시설계 대상노선 확정시 기 작성된 수치지도를 최대한 활용키 위하여 항공측량 발주전에 해당구간 수치지도의 작성여부를 국립지리원에 확인하여,

○ 수치지도가 기 작성되었을 경우 기존자료를 활용토록 하되, 자료내용이 현황과 상이하여 보완측량이 필요할 경우 실시설계시 시행토록 하고,

○ 미작성구간에 대해서는 작업량 등을 고려하여 항공측량 및 측지측량 등 적정한 방법으로 별도 발주 시행

[별 첨] 국립지리원 수치지도 작성현황

[별 첨]

국립지리원 수치지도 작성현황

○ 1/1,000 수치지도 작성현황(2002년말 현재)

- 68개시가 참여하여 12,753도엽 작성(도심지만 제작)

년도	제작대상	작성현황(도엽)	
		제작	수정
'95	부산시등 5개시	329	
'96	서울시등 23개시	4,491	
'97	서울시등 26개시	5,171	
'98	평택시등 20개시	2,053	
'99	부산시등 4개시	384	
'01	과천시등 5개시	325	775
'02	-		1,462

※ 1도엽

- 규 격 : 442m × 555m = 0.245㎢

방 침
설 계 처
10202-130
('03.5.12)

1-2 시설물 명칭 부여기준 검토

1. 검토목적

고속도로 이용객의 편리성과 시설물의 유지관리의 효율성을 위하여 명칭 부여기준이 수립되지 않은 휴게소 및 터널의 명칭부여기준을 수립하여 설계시부터 확실한 시설물 명칭을 적용코자 함

2. 시설물 명칭기준 검토

가. 휴게소

1) 휴게소 설치기준(도로설계요령 - 부대시설편)

○ 배치간격

모든 휴게시설 상호간 25km를 표준으로 하고, 최대 50km 간격으로 한다. 휴게소 상호간은 50km를 표준으로 하고, 최대 100km 간격으로 한다.

○ 입지조건

자연환경조건, 건설의 적합성, 유지관리조건 및 교통기술적 조건을 고려하여 선정한다.

2) 명칭부여 기준

가) 지방자치단체 명칭 부여 (군단위 이상)

나) 휴게소가 위치한 주요 명승지(산, 강, 호수 등) 명칭 부여

(예 : 지리산 휴게소, 섬진강 휴게소)

다) 해당 지방자치단체가 요구할 경우 지역 특성을 나타내는 명칭 부여

(예 : 인삼랜드 휴게소)

라) 동일 시·군에 2개 이상의 휴게소가 있을 경우

○ 처음 개통 휴게소는 시·군 명칭 사용

○ 두번째 개통 휴게소부터는 차 순위 행정구역 명칭 사용

나. 터 널

1) 터널의 지형적인 특성

○ 행정구역은 대부분 산과 강을 경계로 구분됨에 따라, 터널의 시·종점 행정구역이 다른 경우가 많음

○ 산악지형이 많은 우리나라 특성상 1개 시·군에 많은 터널이 건설되는 경우가 있음

2) 명칭부여 기준

가) 지방자치단체의 면단위 이상 명칭 부여

나) 인지도가 높은 지역 명칭(산, 령, 고개) 부여

(예 : 광교터널, 죽령터널, 육십령터널, 삼마치터널)

다) 동일명칭 다수 발생시 이정순서(서→동, 남→북)에 따라 순번부여

(예 : 대관령1~6터널, 치악1~4터널)

라) 2개 이상의 지자체를 통과하는 경우

○ 터널이 통과하는 지역(산, 령, 고개) 명칭 부여

○ 터널연장 비율이 높은 지자체 명칭 부여(터널연장의 70% 이상)

○ 연속 터널이 발생되는 경우는 동일명칭에 순번 부여

○ 터널 시점부 지자체 명칭 부여

다. 시설물의 명칭은 실시설계시 관련 지자체와 협의하여 가급적 지자체 의견수렴

3. 적 용

○ 실시설계전이거나 실시설계중인 노선은 실시설계시 조정명칭 적용

○ 공사중이거나 실시설계가 완료된 노선은 본 방침을 우선 적용하여 준공전에 관련기관 협의를 거쳐 확정

□ 참고자료

가. 출입시설 명칭 기준 (기획조01511-699, '99.12.7)

- ○ 지방자치단체구역 명칭 부여 (읍단위 이하의 행정구역 명칭 부여 지양)
- ○ 주요 시설이나 인지도가 높은 시설의 명칭 부여
- ○ 지방자치단체 구역 명칭이 기 부여된 경우
  - 지방차지단체구역 명칭에 방향 명칭(동서남북) 부여
  - 방향명칭을 부여하고도 부족한 경우
    - 차 순위 행정구역 명칭 사용
- ○ 부득이 한 경우를 제외하고 동일명칭 부여 금지(JCT 제외)

나. 교량 명칭 기준 (도로계09307-30899, '00.11.7)

구 분		명 칭 부 여 기 준	비 고
본선교	하천횡단 교량	·○○천교, ○○강교 : 해당하천명 사용	·동일명칭 다수 발생시 이정순서에 따라 순번부여
	철도횡단 교량	·○○철교 : 리, 동 명칭 사용	
	500M이상 교량	·○○교 : 면, 구 명칭 사용	
	500M미만 교량	·○○교 : 리, 동 명칭 사용	
횡단육교		·○○육교 : 리, 동 명칭 사용	
IC, JCT내 교량		·주교량 : ○○IC교, ○○JCT교 ·기타교량 : 시점부로부터의 순서에 따라 번호 부여 ○○IC2교, ○○JCT2교	·시점우선, 하행우선, 본선우선 순으로 순번 부여
기 타		·해당지역 행정기관 및 지역주민 의견이 있을 때는 가급적 반영 ·상징성이 큰 장대교량의 경우 혹은 교량의 특성을 표현할 수 있는 경우 별도 명칭부여 가능	

출입시설명칭
기준설정 및 조정계획(안)

2001. 4

- 목 차 -

○ 검토목적
○ 현 황
○ 기준 및 조정계획

한국도로공사
KOREA HIGHWAY CORPORATION
기 획 조 정 실

□ 검토목적

○ 출입시설은 이용객이 쉽게 인지할 수 있도록 지방자치 단체구역 및 지명도가 높은 명칭을 부여해야 하나, 일부 읍, 면, 리, 동 등의 행정구역 명칭을 사용하고 있어 이용객의 불편 및 민원 발생 초래

○ 따라서, 출입시설 명칭기준을 재정립하여 현재 계획 및 공사중인 출입시설의 명칭 조정

※ 지방자치단체 - 광 역 : 특별시, 광역시, 도
기 초 : 시, 군, 구

□ 현 황

1. 행정구역 명칭 부여 : 383개소 89%

○ 지방자치단체구역(시, 군, 구) 명칭 : 211개소 49%

○ 읍, 면, 리, 동 등의 행정구역 명칭 : 171개소 40%

2. 주요시설이나 지명도가 높은 시설명칭 부여 : 48개소 11%

3. 출입시설 명칭 현황

구 분	계	지방자치단체구역			읍,면,리,동	주요시설			
		소계	시,군,구	방향명칭 추가		소계	명승지	지형특성	주요시설
계	430	211	144	67	171	48	21	3	24
기존노선	251	116	81	35	112	23	8	2	13
공사중 노선	91	49	35	14	27	15	8	1	6
계획노선	88	46	28	18	32	10	5	0	5

※ 계획노선 : `01. 3 현재 타당성조사완료 ~ 착공전 노선

□ 기준 및 조정계획

1. 기 준

○ 지방자치단체구역 명칭 부여(읍단위 이하의 행정구역 명칭 부여 지양)

○ 주요 시설이나 인지도가 높은 시설의 명칭 부여

○ 지방자치단체 구역 명칭이 기 부여된 경우

- 지방자지단체구역 명칭에 방향 명칭(동서남북) 부여
- 방향명칭을 부여하고도 부족한 경우
  · 차 순위 행정구역 명칭 사용

○ 부득이 한 경우를 제외하고 동일명칭 부여 금지(JCT 제외)

2. 조정계획

○ 기존노선 : 상기 기준에 위배되더라도, 명칭 변경시 이용자의 혼란이 우려되므로 현행 유지

○ 계획 또는 공사중인 노선

- 읍, 면, 리, 동 등의 행정구역 명칭, 기존 출입시설과의 중복명칭, 주요 시설 명칭 등은 상기 기준에 의거 변경

○ 조정현황

구분	계	당 초					변 경				
		지자체	읍	면	리,동	주요시설	지자체	읍	면	리,동	주요시설
계	187	97	16	40	4	30	119	15	12	1	40
공사중	99	51	7	19	2	20	59	6	8	1	25
계 획	88	46	9	21	2	10	60	9	4	0	15

3. 적 용

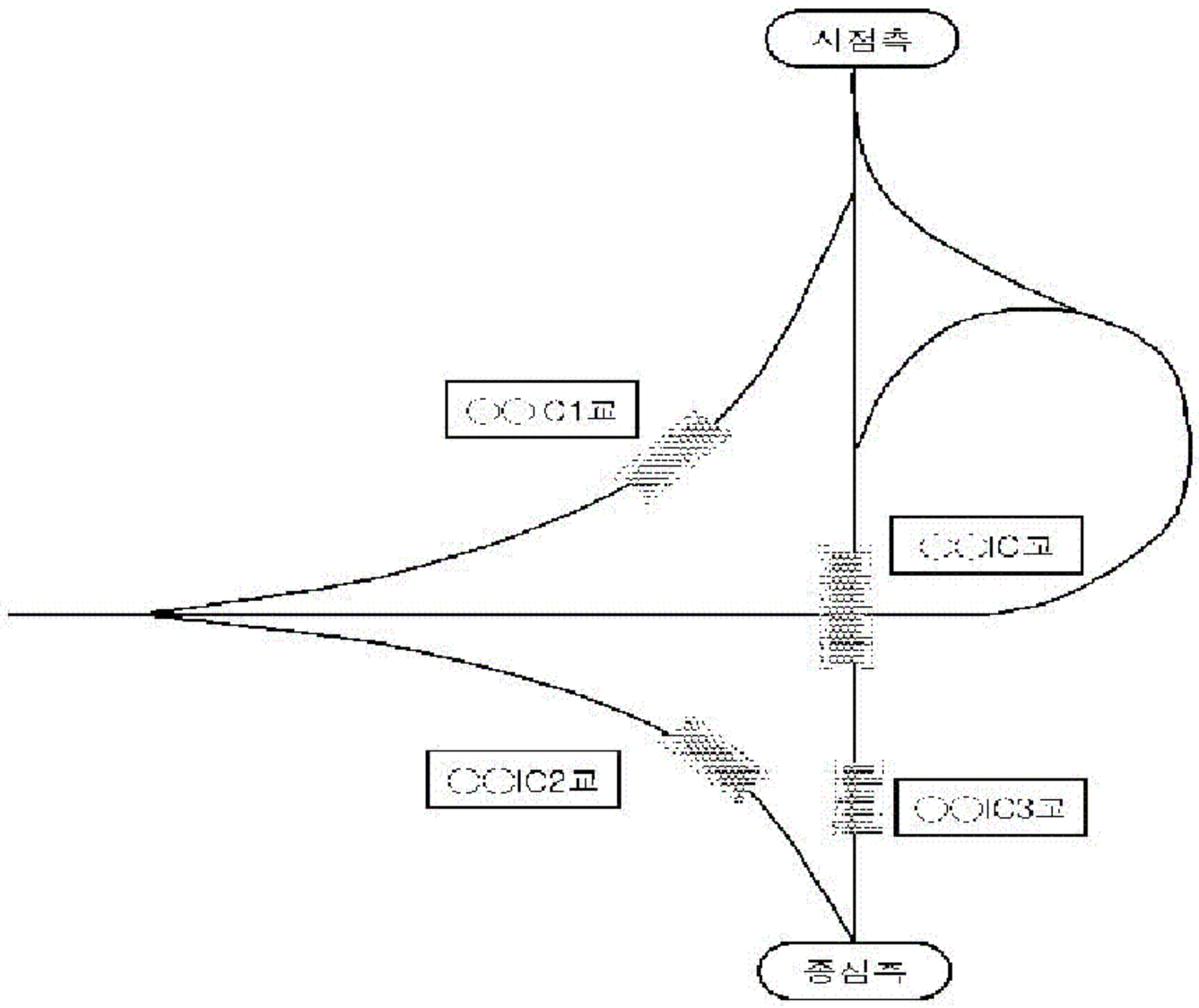
○ 공사중 및 실시설계가 완료된 노선은 준공전에 관련기관 협의를 거쳐 확정

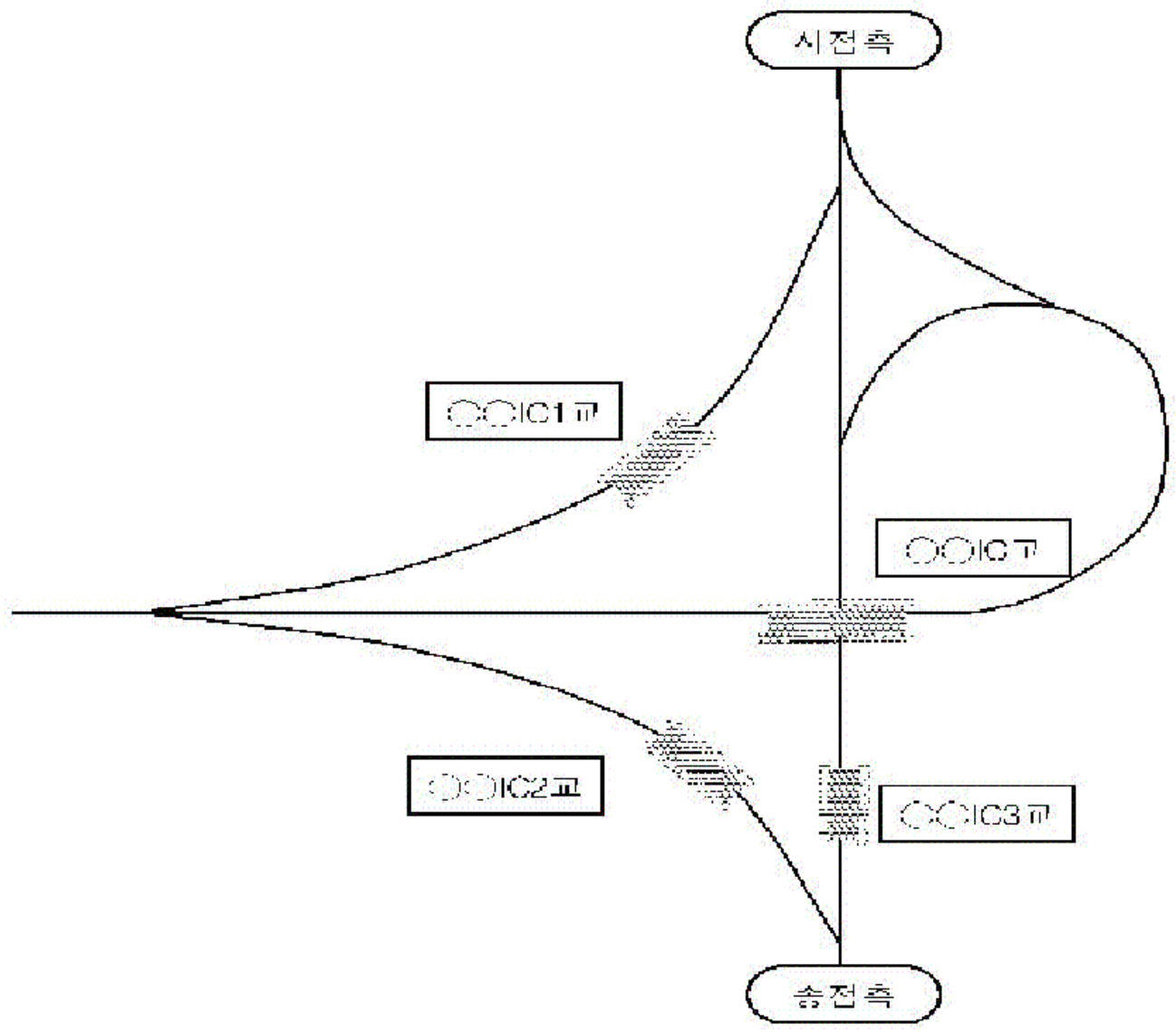
○ 실시설계전이거나 실시설계중인 노선은 실시설계시 조정명칭 적용
(사전에 지자체와 협의)

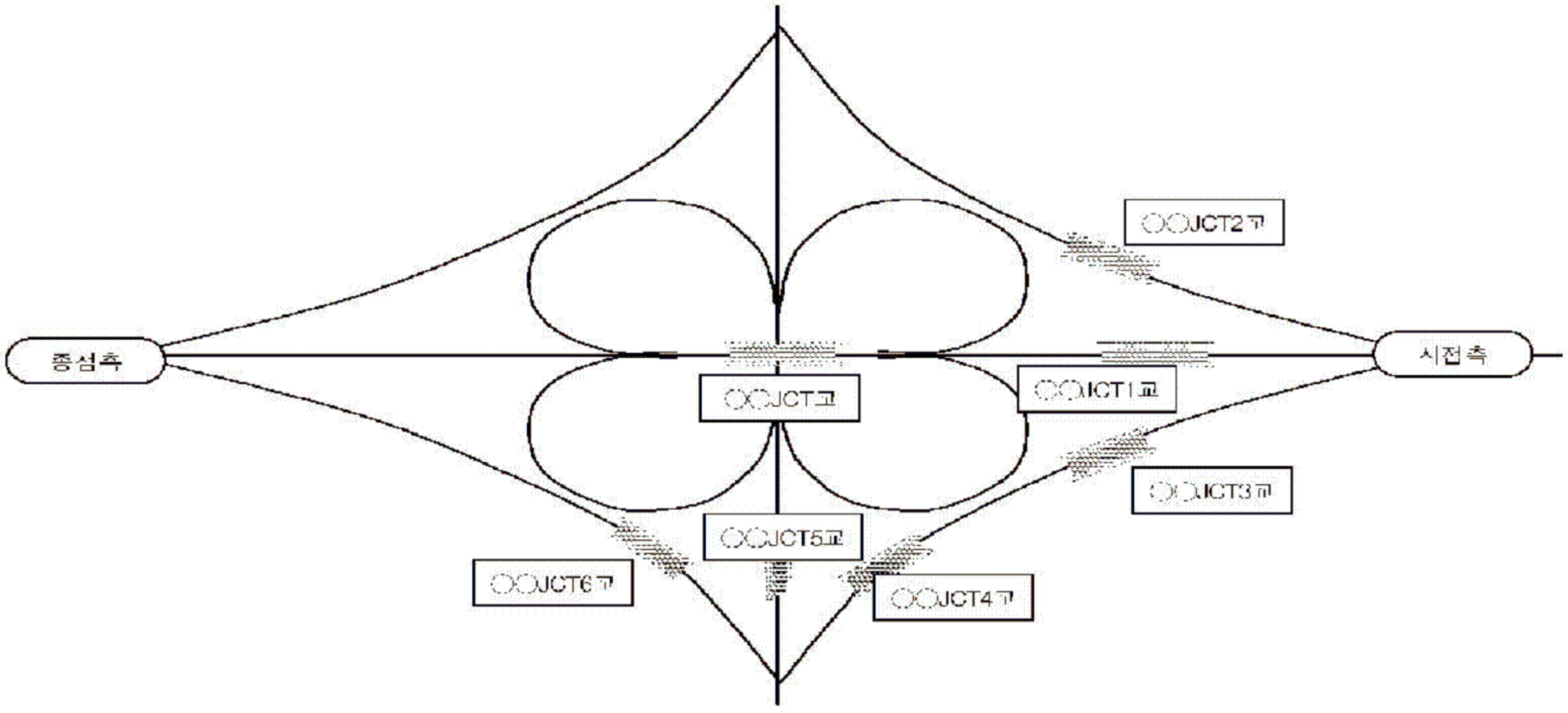
교량명칭 부여기준

구 분		명칭부여기준	비 고
본선교	하천횡단교량	·○○천교, ○○강교 : 해당하천명 사용	· 동일명칭 다수 발생시 이정순서에 따라 순번부여 ex) ○○천2교, ○○강2교, ○○철2교, ○○2교, ○○2육교
	철도횡단교량	·○○철교 : 리,동명칭 사용	
	500M이상교량	·○○교 : 면,구명칭 사용	
	500M미만교량	·○○교 : 리,동명칭 사용	
횡단육교		·○○육교 : 리,동명칭 사용	· 횡단육교 : 고속도로 위로 입체 교차하여 통과하는 지방도, 군도, 농로 등 고속도로 이외의 도로상 설치 교량
IC, JCT내 교량		· 주교량 : ○○IC교, ○○JCT교	· 주교량 – IC : 주램프와 본선 교차지점 설치교량 – JCT : 본선과 본선 교차지점 설치교량
		· 기타교량 : 시점부로부터의 순서에 따라 번호 부여 ○○IC2교, ○○JCT2교	· 기타교량 : 시점우선, 하행우선, 본선우선순으로 순번 부여
기 타		· 해당지역 행정기관 및 지역주민 의견이 있을 때는 가급적 반영	· ex)수리산교, 퇴옹교
		· 상징성이 큰 징대교량의 경우 혹은 교량의 특성을 표현할 수 있는 경우 별도 명칭부여 가능	· ex)서해대교, 부천고가교

IC, JCT 명칭부여 (예)






종점측
시점측
○○JCT2구
○○JCT고
○○JCT1교
○○JCT3마
○○JCT5교
○○JCT6구
○○JCT4구

1-3 실적공사비 적산제도 추진방안 검토

방 침
설 계 설 10201-168 ('03.6.17)

1. 검토배경

정부에서는 2004년도부터 공공 건설공사 예정가격 산정시 실적공사비 적산제도를 단계적으로 도입코자 추진하고 있으며, 이에 따라 실적공사비 적산제도 실무적용을 위한 세부 추진계획 및 실무추진반 구성방안을 검토코자 함

2. 추진경위

- ○ '92. 6 : 적산제도개선을 위한 연구용역 착수(한국건설기술연구원)
- ○ '95. 7 : 실적공사비 적산제도의 근거마련(국가계약법 시행령 제9조)
- ○ '96. 10 : 관련회계예규(내역입찰집행요령) 개정
- ○ '96. 10 : 토목 · 건축 · 기계설비 수량산출기준 제정
- ○ '00. 4 : 실적공사비 측적요령 제정
- ○ '01. 5 : '01년도부터 모든설계용역에 대하여 정부제정"수량산출기준지침서"에 의거 공종분류
- ○ '02. 1 : 향후 발주되는 공공공사 실시설계에 정부제정 "수량산출기준"에 의거 물량내역서 작성토록 의무화
- ○ '03. 4 : '04년 공공 건설공사 예정가격 산정시 실적공사비 적산방식 부분 적용 예정

3. 실적공사비 적산제도

1) 정 의

과거 시행된 건설공사로부터 산출된 공종별 계약단가를 시간, 규모, 지역차 등에 대한 보정을 실시하여 차기 건설공사의 예정가격단가로 활용하는 제도

5. 실적공사비 도입시 검토사항

○ 물가상승율(K치) 적용방안 강구

○ 입찰시 예가사정에 따른 차이 보정

○ 시간, 규모, 지역차등에 관한 보정계수 개발

○ 최저가 입찰제도 시행으로 낙찰률이 낮은 공종 계약단가 보정방안 강구

6. 세부 추진방안

1) 실적공사비 적용에 필요한 제도 정비 : 건교부 용역 시행중 (건기원)

○ 제잡비율 적용을 위한 「실적공사비에 의한 예정가격 작성 준칙」 마련

○ 공사비지수등 실적단가 적정성 확보 방안 마련

2) 실적공사비 축적

○ "수량산출기준 지침서"에 의거 내역서를 작성하여 공사 발주
(우리공사 기시행중)

○ 발주공사 예정가격과 계약단가를 구분하여 축적

3) 실적공사비 선별

○ '04년부터 변동요인이 적은 공종증 낙찰율(계약단가÷예정단가)이 ±15% 범위인 단가를 선택하여 단계적으로 시행

4) 실적단가 현가화(update)

○ 선별과정을 거쳐 선택된 실적단가를 현재 시점의 가치로 환산

○ 현가화 방법

$$\text{실적공사비단가집의단가} \times \frac{\text{건설공사비지수(예정가격작성시점)}}{\text{건설공사비지수(단가집작성시점)}}$$

※ 건설공사비 지수 : 건교부 용역 시행중 (건기원)

4. 예정가격 산정방식 비교

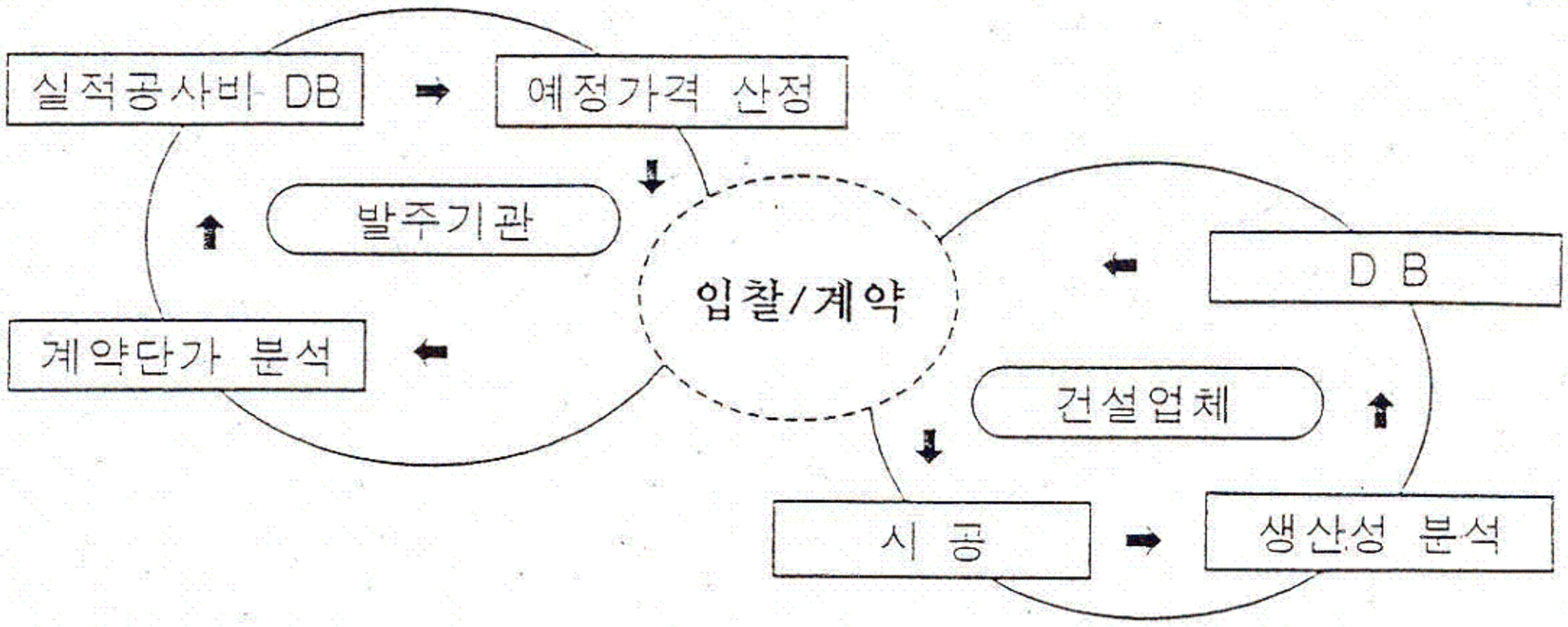
1) 총괄 집계표

원가계산 방식			실적공사비 방식			비 고
순공사비	1. 토 공		순공사비	본체공사비	1. 공종별 합계 (1) ○○단위시설 (2) ○○단위시설 (3)	· 목적물 시공을 위한 직접비용
	2. 배수공					
	3. 구조물공					
	4. 포장공					
	5. 부대공					
	6. 터널공					
				공통공사비	2. 공통가설비	· 목적물 시공을 위한 간접비용
	7. 제경비	(1) 간접노무비 (2) 산재보험료 (3) 퇴직공제부금비 (4) 고용보험료 (5) 안전관리비 (6) 기타경비			3. 간접노무비 4. 경 비 (1) 산재보험료 (2) 퇴직공제부금비 (3) 고용보험료 (4) 안전관리비 (5) 기타경비	
8. 일반관리비			일반관리비등		5. 일반관리비	
9. 이 윤					6. 이 윤	
10. 부가가치세			7. 부가가치세			

2) 산출방법 (예, 철근)

항 목	원가계산방식	실적공사비 방식
철근 및 보강재	1. 철근가공조립 - 간단, 보통, 복잡으로 구분 - 각 시설물에 따라 분산 적용 2. 스페이샤 설치 - 별도 항목으로 구성 3. 철근구입 및 운반 - 부대공에서 일괄처리	· 재료의 구입, 운반, 절단, 가공 및 조립에 대한 비용과 스페이샤에 관련된 비용이 모두 포함됨

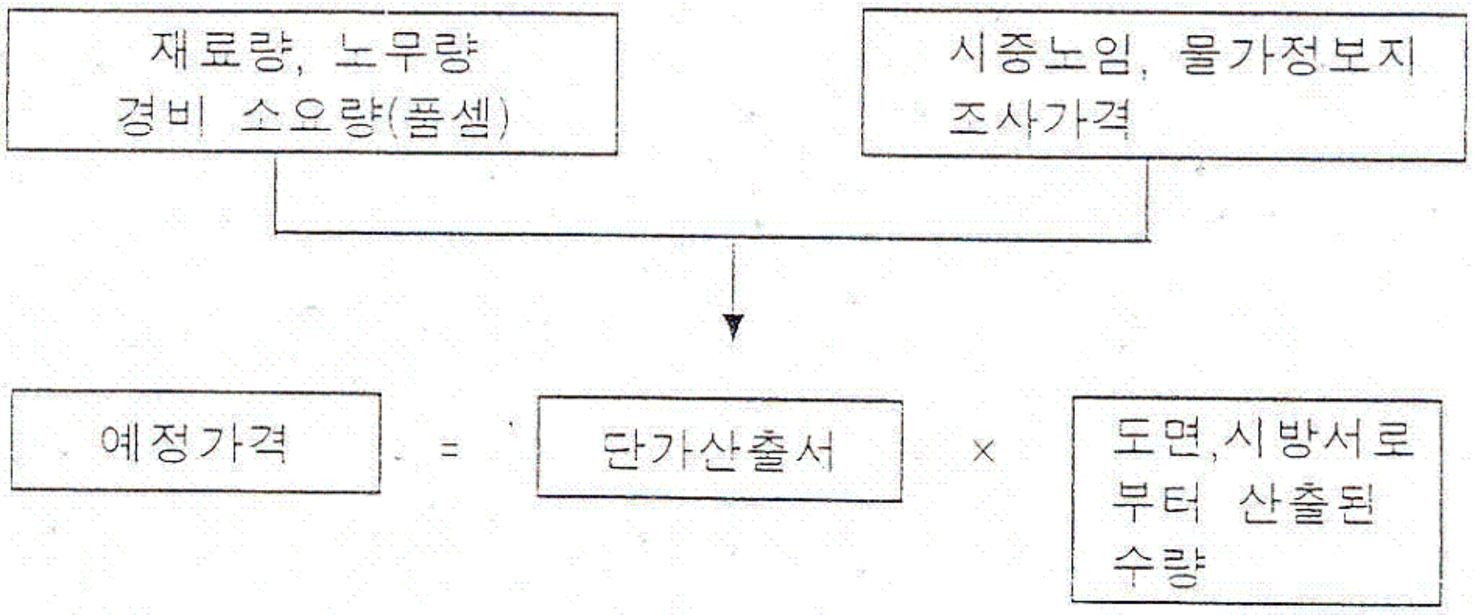
2) 축적 개념도



3) 단계별 추진내용

○ Ⅰ단계 : 원가계산에 의한 예정가격 산정

-공종분류:발주기관별로 공사특성에 맞게 임의분류

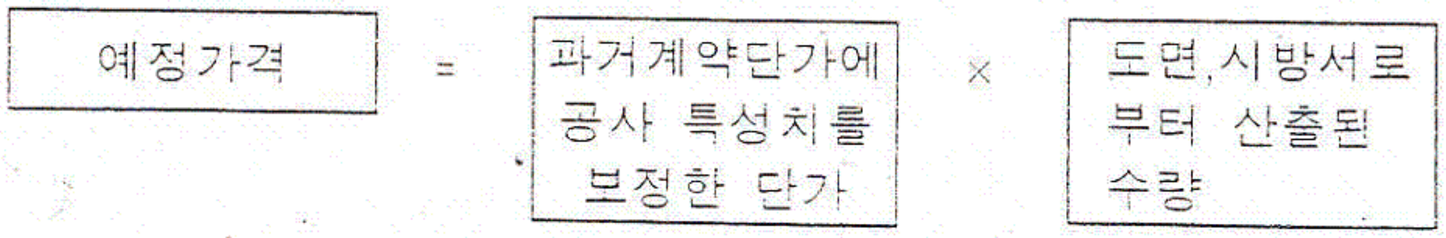


○ Ⅱ단계 : 실적공사비 축적단계

- 정부제정 "수량산출기준 지침서"에 의거 공종을 분류하여 Ⅰ단계에서와 같이"원가계산방식"으로 예정가격 산정 및 계약체결후 **계약단가** 축적

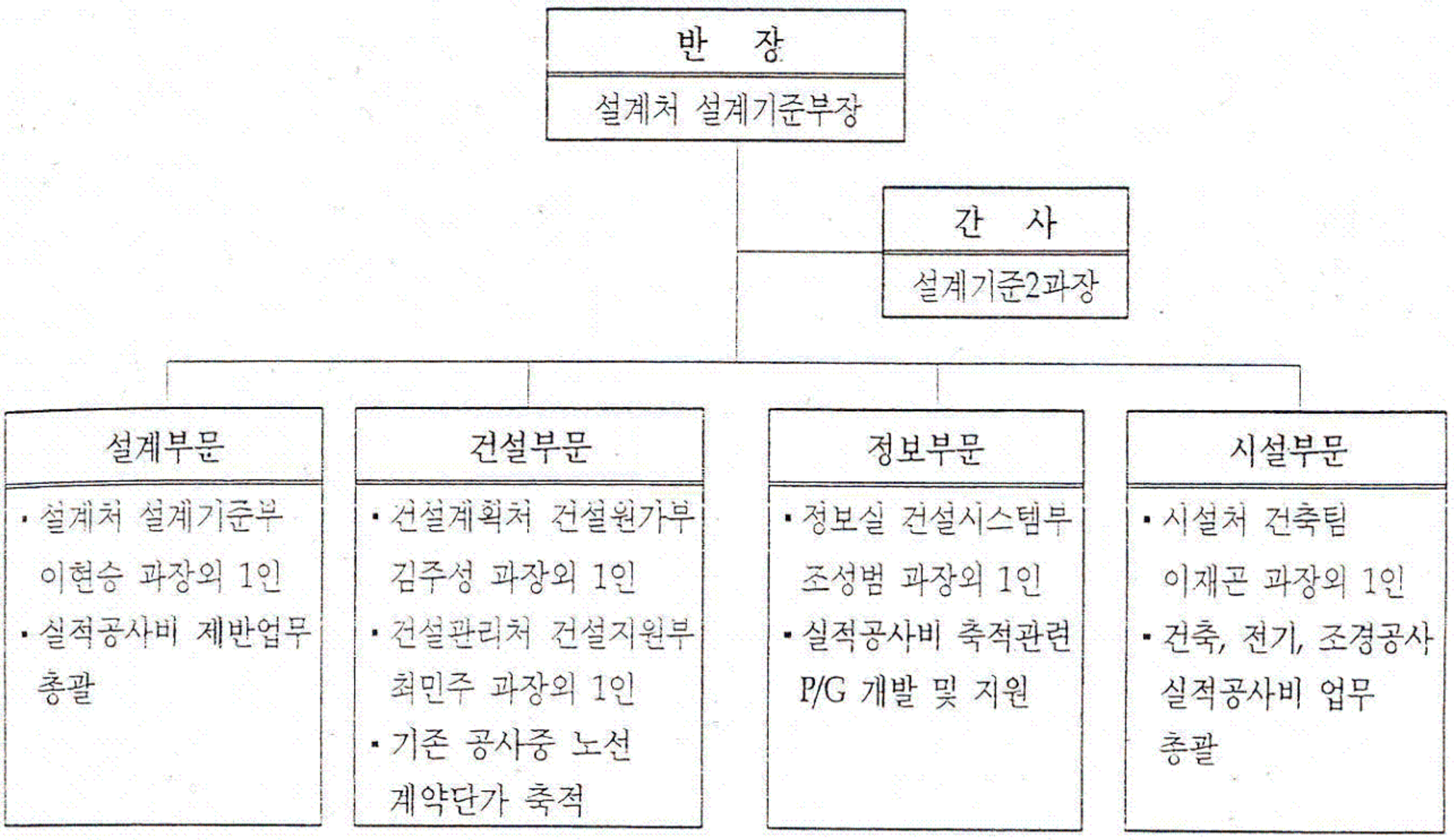
※우리공사 : 2단계 시행중

○ Ⅲ단계 : 실적공사비에 의한 예정가격 산정(실적공사비 축적이후)



7. 실적공사비 실무 추진반 구성 및 운영

1) 구 성



2) 운 영

○ 각 부문별 추진실적 점검 : 월 2회

8. 검토의견

○ 현행 표준품셈에 의한 공사원가 산정방식이 건설현장 여건의 다양성 및 건설기술의 변화에 대한 적응의 한계성등으로 인해 실적공사비 적산제도 도입의 필요성이 제기되고 있으며,

○ 정부에서는 '04년 초부터 발주하는 공공 건설공사 예정가격 산정시 실적단가가 축적되는 일부 공종부터 단계적으로 실적공사비 적산제도를 도입할 예정임(건교부 건환58710-173, '03.5.31)

○ 또한 '04년 이후부터는 발주청별 자체 실적단가 축적 분석 및 단가집 발간 등을 통해 실적공사비 적산제도를 확대 적용 하여야 함

○ 따라서 실적공사비 적산제도의 조속 정착을 위한 우리공사 내부 실무추진반(건설, 정보, 설계, 시설)을 우선 구성 운영하되, '04년 이후 실적공사비 확대 적용시 업무량을 고려하여 별도조직 운영이 필요할 것으로 판단됨.

방 침
설 계 도
10201-303
('03.8.21)

1-4 잡철물 제작 및 설치단가 검토

1. 검토목적

교량점검시설, 내민식표지판등의 경량철골을 대상으로 하는 철제품의 제작 및 설치에 적용하고 있는 잡철물 제작 및 설치품에 대한 적정 적용기준을 검토코자 함

2. 적용기준

○ 표준품셈

경량철골을 대상으로 하는 철제품의 제작 및 설치에 적용되는 품

- 경량철골(주자재) : 철판, 앵글, 파이프등
- 철제품(잡철물)
  - ·피트 및 맨홀 뚜껑류
  - ·계단 및 난간철물류
  - ·PD문, D.C문, 환기구 철물등의 간이 창호류
  - ·Checked Plate, Expanded metal류

3. 잡철물 단가 적용 추진경위

1) '98. 12 설계단가 적정성 검토 결과

공 종	적용 품		적용단가 (원/ton)			사 유
	기존	변경	기존	변경	증(Δ)감	
교량 점검시설	잡철물 제작·설치	잡철물 제작·설치	2,377,017	1,744,783	Δ632,264	• 현장 여건에 맞게 노무품 조정 - 철판공: 27.65→16인

2) '01. 3 설계단가 적정성 검토 결과

공 종	적용 품		공사비 (원)			사 유
	기존	변경	기존	변경	증(Δ)감	
Coping 거푸집	잡철물 제작	철골 가공조립	618,337	374,817	Δ243,520	• 주자재가 중량자재 (ㄷ형강) 이므로 철골 가공조립 적용
육교용 직관	잡철물 제작·설치	잡철물 설치	64,105	42,634	Δ21,471	• 직관은 기성제품 으로 설치비만 반영

3) 2002. 7. 30 : 감사지적사항 조치요구 (감사실→설계치)

○잡철물 제작품은 경량철골을 주자재로 적용 하여야 하나 **H형강등 중량철물에 대해 적용**하는 경우가 있으며,

○**공장생산 기성제품에 대해서 적용**하는 경우가 있으므로 이에 대한 조치 요망

4. 잡철물 단가 설계 적용 현황

※대상 : 춘천~양양(춘천-동홍천간) 제3공구

공 종	세 부 공 종	적 용 품	적용수량 (TON)	자재종류	비고
공통공사	작업용비계	제작	2.714	강관	
	버팀보 띠장 설치·철거	설치	21.958	앵글,Channel	
	Precast 방호벽	제작	0.297	PLATE,앵글,원형철근,강관	
	철근야적장 (Type-A)	제작,설치	2.936	PLATE,H-BEAM	
	세륜세차시설	제작	0.013	SCREEN 제작	
	가설방음벽	제작	0.035	지지기구(강판)제작	
교량공사	강관말뚝이음	제작,설치	0.0028	PLATE	
	우물통슈	제작,설치	0.163	PLATE	
	우물통 재하비	제작	6.580	재하대제작(H-BEAM)	
	강재거푸집	제작	2.372	PLATE, FLAT BAR,CHANNEL	
	육교용 배수구	제작,설치	0.056	강관,PLATE	
	육교용 직관	설치	0.017	강관,PLATE	
	육교용 곡관	제작,설치	0.003	강관,이음부제작	
	육교용 연결관	제작,설치	0.002	PLATE	
	육교용 집수구	제작,설치	0.018	PLTAE	
	포스트텐션보(30,35M PC)	제작	0.246	PLATE,STUD	
	신축이음장치 덮개시설	제작,설치	0.022	PLATE	
	교대,교각 점검시설	제작	1.719	PLATE,강관,앵글,형강	
포장 부대공사	내민식 표지판(형식2-2)	제작	0.923	강관,PLATE	
	중분대 개구부	제작	0.297	PLATE,앵글,철근,강관	

5. 문제점

○ 현 표준품셈상의 잡철물 제작 및 설치품 적용기준이 포괄적으로 되어있어 설계적용상의 혼선이 발생하고 있으며

○ 주자세가 기성제품인 경우와 H형강등과 같은 중량철물에 내해서도 적용하는 사례가 빈번함

6. 검토의견

○ 잡철물 제작 및 설치 적용 공종중

- 중량철물 적용품

·잡철물 제작⇒철골가공조립, 잡철물 설치⇒철골세우기 적용

- 기성제품에 적용하였을 경우 **적용수량 삭제**

○ 변경내용 ( ) : 잡비포함

공 종	세부공종	적용수량(TON)		공 사 비 (원)		
		당초	변경	당초	변경	증(Δ)감
공통공사	철근야적장 (Type-A)	▪ 잡철물 제작설치 : 2.936	▪ 잡철물 제작설치 :1.676 ▪ 철골가공조립 및 철골세우기 :1.26	23,938,215	21,865,844	Δ2,072,371 (Δ3,067,109)
	버팀보 설치철거	▪ 잡철물 설치 : 21.958	▪ 잡철물 설치 : 6.5 ▪ 철골세우기 : 15.403	70,306,537	63,365,406	Δ6,941,131 (Δ10,272,873)
교량공사	우물통 재하비 (재하대제작)	▪ 잡철물 제작 : 6.58	▪ 철골가공조립 : 6.58	2,066,891	1,245,014	Δ821,877 (Δ1,216,377)
포장및 부대공사	교각 점검시설	▪ 잡철물 제작설치 : 1.719	▪ 잡철물 제작설치 : 0.9 ▪ 잡철물 설치 : 0.819	34,199,030	32,811,385	Δ1,387,645 (Δ2,053,714)
	내민식표지판 (형식2-2)	▪ 잡철물 제작 : 0.923	▪ 잡철물 제작 : 0.34	9,832,037	8,843,812	Δ988,225 (Δ1,462,573)

○ 공사비 절감액 : **Δ47,000천원** (잡비포함, 춘천 -- 동홍천3공구 적용시)

7. 검토결론

1) 중량철물 적용 공종

ㅇ **철근야적장(Type-A, Type-B)**

⇒Plate 수량은 잡철물 제작·설치, H-Beam 수량은 철골가공조립·철골세우기 적용

ㅇ **버팀보 설치 철거**

⇒Jack 연결부, 사보강 연결재 L형앵글 수량은 잡철물 설치, channel 수량은 철골세우기 적용

ㅇ **우물통 재하비**

⇒재하대 제작시 사용되는 H-Beam 수량은 철골가공조립 적용

2) 기성제품 적용 공종

ㅇ **교대, 교각 점검시설**

⇒main post, handrail post는 공장 기성제품 이므로 잡철물 제작 수량에서 제외하며 설치만 잡철물품 적용

ㅇ **내민식 표지판**

⇒지주로 사용되는 강관 및 표지판 거치에 사용되는 횡방향 강관(2조)은 공장 기성제품 이므로 잡철물 제작 수량에서 제외

8. 적용방안

ㅇ 실시설계 중인 노선 및 설계 완료후 공사 미발주 노선 적용

별첨 #1 관련 도면

#2 단가산출서

단가산출서(당초)

당 초 단 가 산 출 근 거

산 출 근 거	재료비	노무비	경 비	합 계	비 고
6)ROLLER					
M150x40 : 36 EA * 13,930 = 501,480.0	501,480.00			501,480.00	
M 60x20 : 76 EA * 6,250 = 475,000.0	475,000.00			475,000.00	
M 22x22 : 96 EA * 3,450 = 331,200.0	331,200.00			331,200.00	
7)조립핀					
M10Mx85 : 64 M * 63 = 4,032.0	4,032.00			4,032.00	
8)H-BEAM					
150x150x 7x 10 : 1.260 TON * 378,000 * 1.07 = 509,619.6	509,619.60			509,619.60	
9)WASHER					
D30x 4 : 128 EA * 40 = 5,120.0	5,120.00			5,120.00	
10)고재					
3.970*0.05+0.118*0.05+1.676*0.1+1.260*0.07 = ? -0.460 TON					
재료비 : -0.460 TON * 65,000 = -29,900.0	(29,900.00)			(29,900.00)	
소 계 :단위보정 [1 * 1.00]	5,773,219.50			5,773,219.50	
+----------+					
| 단위보정: 공사기간에 대한 손율(60개월) |					
+----------+					
나)잡철물제작 및 설치					
배수공 BASIC [PB213B0000] 참조					
경 비 : 70,485 * 2.936 TON = 206,943.9			206,943.90	206,943.90	
노무비 : 2,002,020 * 2.936 TON = 5,877,930.7		5,877,930.70		5,877,930.70	
재료비 : 53,429 * 2.936 TON = 156,867.5	156,867.50			156,867.50	
소 계 :	156,867.50	5,877,930.70	206,943.90	6,241,742.10	

당 초 단 가 산 출 근 거

산 출 근 거	재료비	노무비	경 비	합 계	비 고
AB2002 철근야적장 /SUM	**12,902,559.00**	**10,102,198.00**	**933,458.00**	**23,938,215.00**	
1.구조물(TYPE-A15Mx20M)					
가) 자재비					
1)BS PIPE					
D60.5m/mx3.2T : 304.0 M * 2,807 * 1.05 = 895,994.4	895,994.40			895,994.40	
D42.7m/mx2.3T : 642.16 M * 1,564 * 1.05 = 1,054,555.1	1,054,555.10			1,054,555.10	
D34.0m/mx2.3T : 151.956 M * 1,352 * 1.05 = 215,716.7	215,716.70			215,716.70	
D27.2m/mx2.3T : 410.272 M * 1,098 * 1.05 = 473,002.5	473,002.50			473,002.50	
D19.0m/mx1.2T : 512.01 M * 732 * 1.05 = 393,530.8	393,530.80			393,530.80	
2)각형 PIPE					
32x32x1.5T : 84 M * 1,941 * 1.05 = 171,196.2	171,196.20			171,196.20	
3)PLATE					
150x20x6 : 0.254 ton * 329,000 * 1.1 = 91,922.6	91,922.60			91,922.60	
150x20x6 : 0.407 TON * 329,000 * 1.1 = 147,293.3	147,293.30			147,293.30	
40x20x6 : 0.217 TON * 329,000 * 1.1 = 78,532.3	78,532.30			78,532.30	
50x10x6 : 0.314 TON * 329,000 * 1.1 = 113,636.6	113,636.60			113,636.60	
190x50x6 : 0.060 TON * 329,000 * 1.1 = 21,714.0	21,714.00			21,714.00	
250x20x6 : 0.330 TON * 329,000 * 1.1 = 119,427.0	119,427.00			119,427.00	
50x50x6 : 0.015 TON * 329,000 * 1.1 = 5,428.5	5,428.50			5,428.50	
50x 6x6 : 0.014 ton * 329,000 * 1.1 = 5,066.6	5,066.60			5,066.60	
100x10x6 : 0.040 ton * 329,000 * 1.1 = 14,476.0	14,476.00			14,476.00	
45x10x6 : 0.025 ton * 329,000 * 1.1 = 9,047.5	9,047.50			9,047.50	
4)BOLT-NUT					
M30x250 : 36 EA * 2,400 * 1.05 = 90,720.0	90,720.00			90,720.00	
M20x120 : 72 EA * 282 * 1.05 = 21,319.2	21,319.20			21,319.20	
M10x120 : 77 EA * 77 * 1.05 = 6,225.4	6,225.40			6,225.40	
5)ANCHOR					
R20x200 : 112 EA * 407 * 1.05 = 47,863.2	47,863.20			47,863.20	

당 초 단 가 산 출 근 거

산 출 근 거	재료비	노무비	경 비	합 계	비 고
PB213C0000 잡철물 설치 /TON	**7,840.00**	**462,534.00**	**15,439.00**	**485,813.00**	
1.재료비					
용 접 봉 : 2.77 KG * 1,220 = 3,379.4	3,379.40			3,379.40	
산 소 : 945 L * 8,000/6000 = 1,260.0	1,260.00			1,260.00	
아세틸렌 : 0.4 KG * 8,000 = 3,200.0	3,200.00			3,200.00	
소 계 :	7,839.40			7,839.40	
2.인건비					
철 공 LAL1 = 5.85 인 * 63,963 = 374,183.5		374,183.50		374,183.50	
비 계 공 LAL2 = 0.71 인 * 75,140 = 53,349.4		53,349.40		53,349.40	
인 부 LAL3 = 0.10 인 * 40,922 = 4,092.2		4,092.20		4,092.20	
용 접 공 LAL4 = 0.39 인 * 63,468 = 24,752.5		24,752.50		24,752.50	
특별인부 LAL5 = 0.11 인 * 55,970 = 6,156.7		6,156.70		6,156.70	
소 계 :		462,534.30		462,534.30	
3.기구손료:[E40011]					
용접기손료 : 3.12 HR * 71 = 221.5			221.50	221.50	
전력소요량 : 18.9 KW * 71 = 1,341.9			1,341.90	1,341.90	
기타손료 (인건비의 3 %)					
: (LAL1+LAL2+LAL3+LAL4+LAL5) * 0.03 = 13,876.0			13,876.00	13,876.00	
소 계 :			15,439.40	15,439.40	
전체 합계	7,840.00	462,534.00	15,439.00	485,813.00	

당 초 단 가 산 출 근 거

산 출 근 거	재료비	노무비	경 비	합 계	비 고
PB213B0000 잡철물 제작 설치 /TON	**53,429.00**	**2,002,020.00**	**70,485.00**	**2,125,934.00**	
1.재료비					
용 접 봉 : 18.48 KG * 1,220 = 22,545.6	22,545.60			22,545.60	
산 소 : 6300 L * 8,000/6000 = 8,400.0	8,400.00			8,400.00	
아세틸렌 : 2.8 KG * 8,000 = 22,400.0	22,400.00			22,400.00	
유지(경유) : 0.17 <L> * 488 = 82.9	82.90			82.90	
소 계 :	53,428.50			53,428.50	
2.인건비					
철 공 LAL1 = 27.65 인 *63,963 = 1,768,576.9		1,768,576.90		1,768,576.90	
인 부 LAL2 = 0.66 인 *40,922 = 27,008.5		27,008.50		27,008.50	
용 접 공 LAL3 = 2.60 인 *63,468 = 165,016.8		165,016.80		165,016.80	
특별인부 LAL4 = 0.74 인 *55,970 = 41,417.8		41,417.80		41,417.80	
소 계 :		2,002,020.00		2,002,020.00	
3.기구손료:[E40011]					
용접기손료 : 20.83 HR * 71 = 1,478.9			1,478.90	1,478.90	
전력소요량 : 126.0 KW *71 = 8,946.0			8,946.00	8,946.00	
기타손료 (인건비의 3 %)					
: (LAL1+LAL2+LAL3+LAL4) * 0.03 = 60,060.6			60,060.60	60,060.60	
소 계 :			70,485.50	70,485.50	
전체 합계	53,429.00	2,002,020.00	70,485.00	2,125,934.00	

당 초 단 가 산 출 근 거

산 출 근 거	재료비	노무비	경 비	합 계	비 고
PB213A0000 잡철물 제작 /TON	**45,589.00**	**1,592,835.00**	**56,646.00**	**1,695,070.00**	
1.재료비					
용 접 봉 : 15.71 KG * 1,220 = 19,166.2	19,166.20			19,166.20	
산 소 : 5355 L * 8,000/6000 = 7,140.0	7,140.00			7,140.00	
아세틸렌 : 2.4 KG * 8,000 = 19,200.0	19,200.00			19,200.00	
유지(경유) : 0.17 <L> * 488 = 82.9	82.90			82.90	
소 계 :	45,589.10			45,589.10	
2.인건비					
철 공 LAL1 = 21.80 인 * 63,963 = 1,394,393.4		1,394,393.40		1,394,393.40	
인 부 LAL2 = 0.56 인 * 40,922 = 22,916.3		22,916.30		22,916.30	
용 접 공 LAL3 = 2.21 인 * 63,468 = 140,264.2		140,264.20		140,264.20	
특별인부 LAL4 = 0.63 인 * 55,970 = 35,261.1		35,261.10		35,261.10	
소 계 :		1,592,835.00		1,592,835.00	
3.기구손료					
용접기손료 : [E40011]					
: 17.71 HR * 71 = 1,257.4			1,257.40	1,257.40	
전력소요량 : 107.1 KW * 71 = 7,604.1			7,604.10	7,604.10	
기타손료 (인건비의 3 %)					
: (LAL1+LAL2+LAL3+LAL4) * 0.03 = 47,785.0			47,785.00	47,785.00	
소 계 :			56,646.50	56,646.50	
전체 합계	45,589.00	1,592,835.00	56,646.00	1,695,070.00	

당 초 단 가 산 출 근 거

산 출 근 거	재료비	노무비	경 비	합 계	비 고
다)조합페인트					
구조물공 BASIC [RB31300000]참조					
경 비 : 77 * 246.607 M2 = 18,988.7			18,988.70	18,988.70	
노무비 : 3,886 * 246.607 M2 = 958,314.8		958,314.80		958,314.80	
재료비 : 963 * 246.607 M2 = 237,482.5	237,482.50			237,482.50	
소 계 :	237,482.50	958,314.80	18,988.70	1,214,786.00	
라)H-형강 및 기타 자재운반					
구조물공 BASIC [RB322D2300]참조					
경 비 : 3,196 * 7.893 TON = 25,226.0			25,226.00	25,226.00	
노무비 : 6,921 * 7.893 TON = 54,627.4		54,627.40		54,627.40	
재료비 : 2,239 * 7.893 TON = 17,672.4	17,672.40			17,672.40	
소 계 :	17,672.40	54,627.40	25,226.00	97,525.80	
2.천막					
가)자재비					
1)원단(KT4202)					
0.54mmx 122cm : 479.00 M2 * 1,739 = 832,981.0	832,981.00			832,981.00	
2)묶은띠 (2중겹)					
: 492.942 M * 486 = 239,569.8	239,569.80			239,569.80	
3)묶은로프					
: 1971.765 M * 270 = 532,376.5	532,376.50			532,376.50	
4)설치비					
비계공 : 0.02 인 * 479.000 * 75,140 = 719,841.2		719,841.20		719,841.20	
소 계 :	1,604,927.30	719,841.20		2,324,768.50	

당 초 단 가 산 출 근 거

산 출 근 거	재료비	노무비	경 비	합 계	비 고
2) CRANE 10 TON (적하) : [E06011]					
경 비 : 21,210 * T3 / 60 = 7,070.0			7,070.00	7,070.00	
노무비 : 23,799 * T3 / 60 = 7,933.0		7,933.00		7,933.00	
재료비 : 3,232.51 * T3 / 60 = 1,077.5	1,077.50			1,077.50	
3) 인건비 (적하)					
비계공 : 4 인 * 75,140 * T3 / 450 = 13,358.2		13,358.20		13,358.20	
보통인부: 3 인 * 40,922 * T3 / 450 = 5,456.2		5,456.20		5,456.20	
소 계 : 단위보정 [1/20*1.719]	3,136.70	5,544.40	3,581.40	12,262.50	
+----------+					
I %% 단위보정 : 2<번> / 20 <TON> * 1.719<TON> I					
+----------+					
3.제작및설치비					
고소할증율 산출					
지상 10M 미만 : 0%: 0 개소					
11 - 20M : 10%: 1 개소					
21 - 30M : 20%: 1 개소					
30 - 50M : 30%: 8 개소					
51 - 60M : 40%: 0 개소					
61 - 70M : 50%: 0 개소					
71 - 90M : 60%: 0 개소					
91 -110M : 70%: 0 개소					
111 -130M : 80%: 0 개소					

평균할증율: HA=(0*0+10*1+20*1+30*8)/10= 27.00 %					
(고소할증 = 27 %)					
(간단구조 = 0 %)					
1) 잡철물 제작 (간단구조) 1.719 TON					
배수공 BASIC [PB213A0000] 참조					
경 비 : 56,646 * 1.719 TON * 1.0 = 97,374.4			97,374.40	97,374.40	
노무비 : 1,592,835 * 1.719 TON * 1.0 = 2,738,083.3		2,738,083.30		2,738,083.30	

당 초 단 가 산 출 근 거

산 출 근 거	재료비	노무비	경 비	합 계	비 고
KE1124 교각 안전점검통로 형식-4 교각용 4차로/NR	**26,165,816.00**	**5,650,321.00**	**2,382,893.00**	**34,199,030.00**	
송정1교 : , 총중량 : T1 = 17.185 TON , E1 = 10 개소					

전체개소 : E = 10 = 10.00 개소					
전체총중량 : T = 17.185 = 17.185 TON					
평균 중량 : AT = 17.185 / 10 = 1.719 TON/개소					
1.재료비 <견적서 참조>					
1.0 식 * 25,810,751 * 10 = 258,107,510.0	258,107,510.00			258,107,510.00	
소 계 [단위보정 1/10] :	25,810,751.00			25,810,751.00	
2.운반비					
% 하치장 – 현장					
% 운반중량 :					
JT = 1.719 = 1.719 TON/개소					
적재시간 T1 = 20 = 20.00					
운 반 T2 = 151.71 = 151.71					
적하시간 T3 = 20 = 20.00					
대기시간 T4 = 0.42 = 0.42					

계 CM = T1 + T2 + T3 + T4 = 192.13 MIN					
1) TRAILER 20 TON : [E50011]					
경 비 : 10,805 * CM / 60 = 34,599.4			34,599.40	34,599.40	
노무비 : 11,792 * CM / 60 = 37,759.9		37,759.90		37,759.90	
재료비 : 14,007.55 * CM / 60 * (T2 / CM) = 35,418.0	35,418.00			35,418.00	

당 초 단 가 산 출 근 거

산 출 근 거	재료비	노무비	경 비	합 계	비 고
PLATE(T= 7.0M/M) : 43.6 <KG> *1.10*333,000/1000= 15,970.6	15,970.60			15,970.60	
PLATE(T= 4.0M/M) : 16.8 <KG> *1.10*338,200/1000= 6,249.9	6,249.90			6,249.90	
고 재 : -((417.5+133.5+26.7)*0.05+344.9*0.1)*70 = -4,436.2	(4,436.20)			(4,436.20)	
2) 제작비 : 배수공 BASIC [PB213A0000] 참조					
경 비 : 0.923 TON * 56,646 = 52,284.2			52,284.20	52,284.20	
노무비 : 0.923 TON * 1,592,835 = 1,470,186.7		1,470,186.70		1,470,186.70	
재료비 : 0.923 TON * 45,589 = 42,078.6	42,078.60			42,078.60	
9.지주부속자재					
앵커볼트(ϕ30*1.332) : 8 EA *10000 = 80,000.0	80,000.00			80,000.00	
H.T.B (M20 * 50 M/M) : 8 EA *318 = 2,544.0	2,544.00			2,544.00	
덮 개 (ϕ390 *2) : 1 EA *3000 = 3,000.0	3,000.00			3,000.00	
덮 개 (ϕ200 *2) : 4 EA *2500 = 10,000.0	10,000.00			10,000.00	
10.용융도금비					
경 비 : 0.923 TON * 50000 = 46,150.0			46,150.00	46,150.00	
재료비 : 0.923 TON * 550000 = 507,650.0	507,650.00			507,650.00	
11.표지판(형식 2-2)					
터널표지(427-3) 3.4*2.25 : N1 = 2 EA					
매표소예고표지(433-1,2) 3.0*2.25 : N2 = 0 EA					
화물차,승합차,면제차량우측으로표지(453) 3.0*2.25 : N3 = 0 EA					
J1 = N1 EA * 5400000 = 10,800,000.00					
J2 = N2 EA * 1850000 = 0.00					
J3 = N3 EA * 1620000 = 0.00					
NUM = N1 + N2 + N3 = 2.00					
SUM = J1 + J2 + J3 = 10,800,000.00					
AVER = SUM / NUM = 5,400,000.00					
재료비 : 1 EA * AVER = 5,400,000.0	5,400,000.00			5,400,000.00	
12.표지판설치					
부대공 BASIC [VB515B0000] 참조					
노무비 : 1 EA * 51,152 W/EA = 51,152.0		51,152.00		51,152.00	
재료비 : 1 EA * 2,558 W/EA = 2,558.0	2,558.00			2,558.00	
소 계 :	7,057,669.10	2,582,930.90	191,437.90	9,832,037.90	
전체 합계	7,057,669.00	2,582,931.00	191,437.00	9,832,037.00	

당 초 단 가 산 출 근 거

산 출 근 거	재료비	노무비	경 비	합 계	비 고
노무비 : 0.544 TON/EA * 405,619 W/TON = 220,656.7		220,656.70		220,656.70	
재료비 : 0.544 TON/EA * 2,298 W/TON = 1,250.1	1,250.10			1,250.10	
6.거푸집(거친마감)					
배수공 BASIC [PB212B0300] 참조					
노무비 : 16 M2/EA * 10,113 W/M2 = 161,808.0		161,808.00		161,808.00	
재료비 : 16 M2/EA * 3,662 W/M2 = 58,592.0	58,592.00			58,592.00	
7.지주설치비					
POST(강관,D= 355.6*6.3 M/M L= 7.690 M) W=417.5 (KG)					
강관 (D= 165.2*4.5 M/M L= 7.500 M) W=133.5 (KG)					
강관 (D= 165.2*4.5 M/M L= 1.500 M) W= 26.7 (KG)					
강판 T= 32 M/M , W=181.5 (KG)					
강판 T= 18 M/M , W= 67.8 (KG)					
강판 T= 10 M/M , W= 35.2 (KG)					
강판 T= 7 M/M , W= 43.6 (KG)					
강판 T= 4 M/M , W= 16.8 (KG)					

총중량 : 922.6 KG / 1000 = 0.923 TON					
1) 트럭 탑재형크레인 (5 TON) : [E06131]					
세우기 시간= 15 (TON/일) 가설중량= 0.923 (TON)					
HR = 0.923 TON / 15 TON/일 * 8 HR = 0.49 HR					
MIN = HR HR * 60 = 29.40 분					
경 비 : 3,344 * HR HR = 1,638.5			1,638.50	1,638.50	
노무비 : 11,502 * HR HR = 5,635.9		5,635.90		5,635.90	
재료비 : 3,747.84 * HR HR = 1,836.4	1,836.40			1,836.40	
2) 설치비					
비계공 A1 = 1 인 * 75,140 = 75,140.00					
철골공 A2 = 2 인 * 67,147 = 134,294.00					

계 AS = A1 + A2 = 209,434.00					
노무비 : AS * MIN / 450 = 13,683.0		13,683.00		13,683.00	
8.지주재료비					
강관 (D=355.6M/M T=6.30M/M) : 417.5 <KG> *1.05*733= 321,328.8	321,328.80			321,328.80	
강관 (D=165.2M/M T=4.50M/M) : 133.5 <KG> *1.05*650= 91,113.7	91,113.70			91,113.70	
강관 (D=165.2M/M T=4.50M/M) : 26.7 <KG> *1.05*650= 18,222.7	18,222.70			18,222.70	
PLATE(T=32.0M/M) : 181.5 <KG> *1.10*374,000/1000= 74,669.1	74,669.10			74,669.10	
PLATE(T=18.0M/M) : 67.8 <KG> *1.10*370,000/1000= 27,594.6	27,594.60			27,594.60	
PLATE(T=10.0M/M) : 35.2 <KG> *1.10*369,000/1000= 14,287.6	14,287.60			14,287.60	

당 초 단 가 산 출 근 거

산 출 근 거	재료비	노무비	경 비	합 계	비 고
LH1242 내민식 표지판(형식 2-2 : 427-3,433-1,2) ϕ355.6*6.3*7.69/NR	**7,057,669.00**	**2,582,931.00**	**191,437.00**	**9,832,037.00**	
1.터파기					
부대공 BASIC [VB501D0100] 참조					
경 비 : 33.65 M3/EA * 100 W/M3 = 3,365.0			3,365.00	3,365.00	
노무비 : 33.65 M3/EA * 5,845 W/M3 = 196,684.2		196,684.20		196,684.20	
재료비 : 33.65 M3/EA * 38 W/M3 = 1,278.7	1,278.70			1,278.70	
2.되메우기					
부대공 BASIC [VB502B0000] 참조					
경 비 : 26.35 M3/EA * 342 W/M3 = 9,011.7			9,011.70	9,011.70	
노무비 : 26.35 M3/EA * 3,797 W/M3 = 100,050.9		100,050.90		100,050.90	
재료비 : 26.35 M3/EA * 283 W/M3 = 7,457.0	7,457.00			7,457.00	
3.잔토처리					
인 부 : 7.3 M3 * 0.2 인 * 40,922 = 59,746.1		59,746.10		59,746.10	
4.콘크리트(3종25M/M)					
1) 콘크리트 생산및 운반					
부대공 BASIC [VB513D0200] 참조					
경 비 : 7.3 M3/EA * 10,247 = 74,803.1			74,803.10	74,803.10	
노무비 : 7.3 M3/EA * 6,989 = 51,019.7		51,019.70		51,019.70	
재료비 : 7.3 M3/EA * 29,603 = 216,101.9	216,101.90			216,101.90	
2) 콘크리트 타설 (소형 콘크리트 바이브레타 포함)					
배수공 BASIC [PB211A0300] 참조					
경 비 : 7.3 M3/EA * 5 W/M3 = 36.5			36.50	36.50	
노무비 : 7.3 M3/EA * 33,719 W/M3 = 246,148.7		246,148.70		246,148.70	
재료비 : 7.3 M3/EA * 29 W/M3 = 211.7	211.70			211.70	
5.철근					
1) 자재비:(하치장도)					
D=13 M/M : 0.020 TON * 282,164 * 1.03 = 5,812.5	5,812.50			5,812.50	
D=16 M/M이상: 0.524 TON * 277,455 * 1.03 = 149,748.0	149,748.00			149,748.00	
2) 운반비:배수공BASIC[PB20100000]					
경 비 : 4,194 * 0.544 TON * 1.03 = 2,349.9			2,349.90	2,349.90	
노무비 : 10,992 * 0.544 TON * 1.03 = 6,159.0		6,159.00		6,159.00	
재료비 : 4,550 * 0.544 TON * 1.03 = 2,549.4	2,549.40			2,549.40	
3) 가공조립(복잡):배수공 BASIC [PB209C0000] 참조					
경 비 : 0.544 TON/EA * 3,307 W/TON = 1,799.0			1,799.00	1,799.00	

당 초 단 가 산 출 근 거

산 출 근 거	재료비	노무비	경 비	합 계	비 고
3.재하비산출					
1) 재하물 사용료					
총재하량 Q1 = 10.000 = 10.00 TON/기					
재 하 물 : 고철 사용					
내용년수 : 10 년					
잔 존 율 : 10 %					
사 용 료 : Q7 = Q6 * (1-0.1) * (1/10) * (1/12) = 0.02					
= Q7 * Q1 TON/기 * 65,000 = 13,000.0 원/기	13,000.00			13,000.00	
소 계 :	13,000.00			13,000.00	
2) 재하대 제작(10*7.5)					
* H -BEAM (300 * 300 * 10 * 15)					
중량 Q =(((10.0 *4)+(7.5 *4))* 94 KG/M)/1000 = 6.58 TON					
(1) 재료비					
(6개월 미만 30 % 손율 적용)					
: Q TON *366,400 * 0.30 /10 기 = 72,327.3 원/기	72,327.30			72,327.30	
소 계 :	72,327.30			72,327.30	
(2) 제 작					
배수공 잡철물 제작 BASIC [PB213A0000] 참조					
경 비 : Q TON * 56,646 / 10 기 = 37,273.0			37,273.00	37,273.00	
노 무 비 : Q TON * 1,592,835 / 10 기 = 1,048,085.4		1,048,085.40		1,048,085.40	
재 료 비 : Q TON * 45,589 / 10 기 = 29,997.5	29,997.50			29,997.50	
소 계 :	29,997.50	1,048,085.40	37,273.00	1,115,355.90	
4.중기사용료					
* 20 TON 크레인 (무한궤도) :[E05031]					
경 비 : Q2 HR * 16,500 * 5.5 평균LOT = 151,552.5			151,552.50	151,552.50	
노 무 비 : Q2 HR * 23,799 * 5.5 평균LOT = 218,593.8		218,593.80		218,593.80	
재 료 비 : Q2 HR * 6,207.36 * 5.5 평균LOT = 57,014.6	57,014.60			57,014.60	
소 계 :	57,014.60	218,593.80	151,552.50	427,160.90	
5.인건비					
비계공 : 4 인 *75,140* Q2* 5.5 평균LOT / 8 = 345,080.4		345,080.40		345,080.40	
인 부 : 2 인 *40,922* Q2* 5.5 평균LOT / 8 = 93,967.1		93,967.10		93,967.10	
소 계 :		439,047.50		439,047.50	
전체 합계	172,339.00	1,705,727.00	188,825.00	2,066,891.00	

당 초 단 가 산 출 근 거

산 출 근 거	재료비	노무비	경 비	합 계	비 고
KF6000 우물통 재하비 /NR	**172,339.00**	**1,705,727.00**	**188,825.00**	**2,066,891.00**	
1.재하량산출 총재하량 / 우물통 기수 = 10.00 TON/기 Q1 = 100 TON / 10 기 = 10.00 TON/기 2.재하시간산출 1) 적재.적하시간 Q2 = Q1 / 12.0 TON/HR * 2 회 = 1.67 HR/기 2) 우물통 굴착 침하 LOT별 토질별 굴착시간 산출 외토침입율:1.0,1.05,1.10,1.15 1 LOT 육상토사 A1 = 100 M3 /10 기 *1.00/25.58 M3/HR = 0.39 HR 1 LOT 수중토사 A2 = 90 M3 /10 기 *1.05/19.19 M3/HR = 0.49 HR 2 LOT 육상토사 A3 = 80 M3 /10 기 *1.05/22.74 M3/HR = 0.37 HR 2 LOT 수중토사 A4 = 70 M3 /10 기 *1.10/17.05 M3/HR = 0.45 HR 3 LOT 육상자갈및사력층 A5 = 60 M3 /10 기 *1.10/12.30 M3/HR = 0.54 HR 3 LOT 수중자갈및사력층 A6 = 50 M3 / 8 기 *1.15/ 9.84 M3/HR = 0.73 HR 4 LOT 수중풍화암 A7 = 40 M3 / 9 기 *1.0/ 3.38 M3/HR = 1.31 HR 5 LOT 수중풍화암 A8 = 30 M3 / 8 기 *1.0/ 3.10 M3/HR = 1.21 HR 6 LOT 수중연암 A9 = 20 M3 /10 기 *1.0/ 2.74 M3/HR = 0.73 HR ---------- 계 Q3 = A1+A2+A3+A4+A5+A6+A7+A8+A9 = 6.22 HR 3) 구조물 콘크리트 타설 비 계 : 4 HR 거 푸 집 : 4 HR 철근가공조립 : 8 HR 콘크리트타설 : 8 HR 양 생 : 7 DAY * 8 HR = 56 HR ---------- 계 : 80 HR/LOT Q4 = 80 HR * 5.5 평 균 LOT 수 = 440.00 H/R 4) 우물통 재하 일수 적재 적하 Q2 = 1.67 HR 굴착 침하 Q3 = 6.22 HR 구체 타설 Q4 = 440.00 HR ---------- 계 Q5 = Q2 + Q3 + Q4 = 447.89 HR Q6 = Q5 / 8 HR / 25 일/월 = 2.24 월/기					

당 초 단 가 산 출 근 거

산 출 근 거	재료비	노무비	경 비	합 계	비 고
가) 자재대					
1) L 형강 - 90x 90x10					
: 6.555 TON * 1.05 * 362,000 = 2,491,555.5	2,491,555.50			2,491,555.50	
2) CHANNEL - 300x 90x9x13					
: 15.403 TON * 1.07 * 445,000 = 7,334,138.4	7,334,138.40			7,334,138.40	
3) 철 판					
T=25 M/M : 2.847 TON * 1.10 * 374,000 = 1,171,255.8	1,171,255.80			1,171,255.80	
T=14 M/M : 15.752 TON * 1.10 * 369,000 = 6,393,736.8	6,393,736.80			6,393,736.80	
T=12 M/M : 15.016 TON * 1.10 * 369,000 = 6,094,994.4	6,094,994.40			6,094,994.40	
T= 9 M/M : 1.044 TON * 1.10 * 369,000 = 423,759.6	423,759.60			423,759.60	
3) 철 근(띠장용 BRACKET)					
D=22 M/M : 2.565 TON * 1.03 * 277,455 = 733,022.2	733,022.20			733,022.20	
4) 고재대					
: -(6.555*0.05+ 15.403*0.07) TON * 65,000 = -91,387.4	(91,387.40)			(91,387.40)	
5) 볼트너트					
D22x60 : 292 EA * 1.05 * 462 = 141,649.2	141,649.20			141,649.20	
D22x75 : 3155 EA * 1.05 * 502 = 1,663,000.5	1,663,000.50			1,663,000.50	
D16x60 : 0 EA * 1.05 * 122 = 0.0					
D16x900: 0 EA * 1.05 * 2,000 = 0.0					
6) J A C K					
재료비 : 0 EA * 55,000 = 0.0					
소 계 :	26,355,725.00			26,355,725.00	
나) 설치 (잡철물설치 참조)					
배수공 BASIC [PB213C0000] 참조					
경 비 : 15,439 * 21.958 TON = 339,009.5			339,009.50	339,009.50	
노무비 : 462,534 * 21.958 TON = 10,156,321.5		10,156,321.50		10,156,321.50	
재료비 : 7,840 * 21.958 TON = 172,150.7	172,150.70			172,150.70	
소 계 :	172,150.70	10,156,321.50	339,009.50	10,667,481.70	
전체 합계	36,251,493.00	25,930,947.00	8,124,097.00	70,306,537.00	

당 초 단 가 산 출 근 거

산 출 근 거	재료비	노무비	경 비	합 계	비 고
+----------+					
I %% 단위보정 : 2<번> / 20 <TON>*1.07*145.929<TON> I					
+----------+					
다) H 형강 설치					
가설능력 : 길이 15 M일 경우 7.29 본/일					
Q = 7.29 * 15 = 109.35 M/DAY					
1) TRUCK CRANE 25 TON : [E06041]					
경 비 : 40,428 * 8 / Q = 2,957.6			2,957.60	2,957.60	
노무비 : 23,799 * 8 / Q = 1,741.1		1,741.10		1,741.10	
재료비 : 5,185.48 * 8 / Q = 379.3	379.30			379.30	
2) 인건비					
비 계 공 : 3 인 *75,140/ Q = 2,061.4		2,061.40		2,061.40	
철 골 공 : 2 인 *67,147/ Q = 1,228.1		1,228.10		1,228.10	
특별인부 : 1 인 *55,970/ Q = 511.8		511.80		511.80	
보통인부 : 2 인 *40,922/ Q = 748.4		748.40		748.40	
%% 단위 중량 Q1=0.094 TON/M					
소 계 : 단위보정 [1/0.094*145.929]	588,839.00	9,766,065.40	4,591,485.20	14,946,389.60	
+----------+					
I 단위보정 :(1)+2))/0.094<TON/M>*145.929					
+----------+					
라) H 형강 철거					
가설능력 : 길이 15 M일 경우 11.67 본/일					
Q = 11.67 * 15 = 175.05 M/DAY					
1) TRUCK CRANE 25 TON : [E06041]					
경 비 : 40,428 * 8 / Q = 1,847.6			1,847.60	1,847.60	
노무비 : 23,799 * 8 / Q = 1,087.6		1,087.60		1,087.60	
재료비 : 5,185.48 * 8 / Q = 236.9	236.90			236.90	
2) 인건비					
비 계 공 : 3 인 *75,140/ Q = 1,287.7		1,287.70		1,287.70	
철 골 공 : 1 인 *67,147/ Q = 383.5		383.50		383.50	
특별인부 : 1 인 *55,970/ Q = 319.7		319.70		319.70	
보통인부 : 2 인 *40,922/ Q = 467.5		467.50		467.50	
소 계 : 단위보정 [1/0.0940*145.929]	367,772.10	5,504,938.60	2,868,281.00	8,740,991.70	
+----------+					
I 단위보정 : (1)+2)) 1/0.094<TON/M>*145.929					
+----------+					
2.L형강,JACK연결부,사보강연결재,BRACKET설치및철거					

당 초 단 가 산 출 근 거

산 출 근 거	재료비	노무비	경 비	합 계	비 고
AA2104 STRUT 설치및 철거 /SUM	**36,251,493.00**	**25,930,947.00**	**8,124,097.00**	**70,306,537.00**	
1.STRUT및WALE					
## 3개월 손율 : 15 % 적용					
가) 자재비					
가. H-WALE (300*300*10*15)					
: 145.929 TON * 1.07 * 366,400 = 57,211,172.5	57,211,172.50			57,211,172.50	
나. 고재대					
MAA = -(145.929*0.07)*65,000= -663,976.9	(663,976.90)			(663,976.90)	
소 계 :[0.15]	8,482,079.30			8,482,079.30	
+----------+					
I %% 단위보정 : 1<번> * 15 % I					
+----------+					
나) 자재 운반비					
% 하치장 - 현장					
적재시간 T1 = 20 = 20.00					
운 반 T2 = 151.71 = 151.71					
적하시간 T3 = 20 = 20.00					
대기시간 T4 = 0.42 = 0.42					

계 CM = T1 + T2 + T3 + T4 = 192.13 MIN					
1) TRAILER 20 TON : [E50011]					
경 비 : 10,805 * CM / 60 = 34,599.4			34,599.40	34,599.40	
노무비 : 11,792 * CM / 60 = 37,759.9		37,759.90		37,759.90	
재료비 : 14,007.55 * CM / 60 * (T2 / CM) = 35,418.0	35,418.00			35,418.00	
2) CRANE 10 TON (적하) : [E06011]					
경 비 : 21,210 * T3 / 60 = 7,070.0			7,070.00	7,070.00	
노무비 : 23,799 * T3 / 60 = 7,933.0		7,933.00		7,933.00	
재료비 : 3,232.51 * T3 / 60 = 1,077.5	1,077.50			1,077.50	
3) 인건비 (적하)					
비 계 공: 4 인 * 75,140 * T3 / 450 = 13,358.2		13,358.20		13,358.20	
보통인부: 3 인 * 40,922 * T3 / 450 = 5,456.2		5,456.20		5,456.20	
소 계 : 단위보정 [1/20*1.07*145.929]	284,927.70	503,621.40	325,321.40	1,113,870.50	

당 초 단 가 산 출 근 거

산 출 근 거	재료비	노무비	경 비	합 계	비 고
D= 30 M , F= 0.77, E= 0.8					
Q1 = 5.50 * 0.92 = 5.06					
U1 = 70.0, U2= 78.0					
CM = D/U1 + D/U2 + 0.25 = 1.06					
Q = 60.0 * Q1 * F * E / CM = 176.43 M3/HR					
경 비 : 30,931 / Q * 75.04 M3 = 13,155.7			13,155.70	13,155.70	
노무비 : 19,216 / Q * 75.04 M3 = 8,173.0		8,173.00		8,173.00	
재료비 : 24,542.49 / Q * 75.04 M3 = 10,438.5	10,438.50			10,438.50	
소 계 :	10,438.50	8,173.00	13,155.70	31,767.20	
2)임대료: 공통공사 AB3508 에서 계상					
소 계 :					
7.콘크리트깨기					
토공 BASIC [O101A00000]참조					
경 비 : 6,700 * 51.60 M3 = 345,720.0			345,720.00	345,720.00	
노무비 : 6,318 * 51.60 M3 = 326,008.8		326,008.80		326,008.80	
재료비 : 2,349 * 51.60 M3 = 121,208.4	121,208.40			121,208.40	
소 계 :	121,208.40	326,008.80	345,720.00	792,937.20	
8.중기사용료					
트럭크레인 [E06041]					
경 비 : 40,428 * 8.00 HR = 323,424.0			323,424.00	323,424.00	
노무비 : 23,799 * 8.00 HR = 190,392.0		190,392.00		190,392.00	
재료비 : 5,185.48 * 8.00 HR = 41,483.8	41,483.80			41,483.80	
소 계 :	41,483.80	190,392.00	323,424.00	555,299.80	
전체 합계	12,902,559.00	10,102,198.00	933,458.00	23,938,215.00	

당 초 단 가 산 출 근 거

산 출 근 거	재료비	노무비	경 비	합 계	비 고
3.콘크리트					
가)자재비					
1)레미콘3종40-210-8(구입)					
: 24.00 M3 * 1.02 * 43,720= 1,070,265.6	1,070,265.60			1,070,265.60	
2)레미콘3종40-160-8(구입)					
: 27.60 M3 * 1.02 * 40,390= 1,137,059.2	1,137,059.20			1,137,059.20	
3)콘크리트타설(무근 : VIB 제외)					
배수공 BASIC [PB211B0100]참조					
경 비 : 0 * 51.60 M3 = 0.0					
노무비 : 21,381 * 51.60 M3 = 1,103,259.6		1,103,259.60		1,103,259.60	
재료비 : 0 * 51.60 M3 = 0.0					
소 계 :	2,207,324.80	1,103,259.60		3,310,584.40	
4.합판거푸집6회					
배수공 BASIC [PB212B0300]참조					
경 비 : 0 * 85.40 M2 = 0.0					
노무비 : 10,113 * 85.40 M2 = 863,650.2		863,650.20		863,650.20	
재료비 : 3,662 * 85.40 M2 = 312,734.8	312,734.80			312,734.80	
소 계 :	312,734.80	863,650.20		1,176,385.00	
5.버팀목(목재)					
1.0x0.2x0.3M : 0.06 M3 * 210,000 * 192 EA = 2,419,200.0	2,419,200.00			2,419,200.00	
소 계 :	2,419,200.00			2,419,200.00	
6.부지정지및임대료					
1)정지					
불도쟈 32 TON : [E01071]					

당 초 단 가 산 출 근 거

산 출 근 거	재료비	노무비	경 비	합 계	비 고
재료비 : 45,589 * 1.719 TON * 1.0 = 78,367.4	78,367.40			78,367.40	
2) 잡철물 설치 1.719 TON					
배수공 BASIC [PB213C0000] 참조					
경 비 : 15,439 * 1.719 TON * (1.0+(27/100)) = 33,705.3			33,705.30	33,705.30	
노무비 : 462,534 * 1.719 TON * (1.0+(27/100)) = 1,009,771.8		1,009,771.80		1,009,771.80	
재료비 : 7,840 * 1.719 TON * (1.0+(27/100)) = 17,115.7	17,115.70			17,115.70	
3) EMBEDDED ANCHOR 설치					
노무비(특별인부) : 55,970 * 42 EA * 0.24 = 564,177.6		564,177.60		564,177.60	
4) 기계사용료(트럭크레인 20TON) : [E06031]					
7일 1개소 작업					
경 비 : 40,147 * 8 HR * 7.0 DAY = 2,248,232.0			2,248,232.00	2,248,232.00	
노무비 : 23,799 * 8 HR * 7.0 DAY = 1,332,744.0		1,332,744.00		1,332,744.00	
재료비 : 4,579.39 * 8 HR * 7.0 DAY = 256,445.8	256,445.80			256,445.80	
소 계:	351,928.90	5,644,776.70	2,379,311.70	8,376,017.30	
전체 합계	26,165,816.00	5,650,321.00	2,382,893.00	34,199,030.00	

단가산출서(변경)

변 경 단 가 산 출 근 거

산 출 근 거	재료비	노무비	경 비	합 계	비 고
VB51400000 철골가공조립 /TON	**18,962.00**	**427,055.00**		**446,017.00**	
1. 철골가공조립					
* 강재총사용량 : 30TON 미만					
* 기본철골공수 : A = 10.24 인					
* 부재 종류에따른 분류 : B = 0.71					
* 작업난이도에 따른 분류 : C = 0.875					
* 철 골 공 수 D = A * B * C = 6.36					
1) 노무비					
철 골 공 : 6.36 인 * 67,147 = 427,054.9		427,054.90		427,054.90	
2) 소요부자재					
산 소 : 3.5 M3 * 8,000 * 1000 / 6000 = 4,666.6	4,666.60			4,666.60	
아세틸렌 : 1.7 KG * 8,000 = 13,600.0	13,600.00			13,600.00	
서비스볼트 : 1.0 본 * 30 = 30.0	30.00			30.00	
보조강재 : 2.0 KG * 333 = 666.0	666.00			666.00	
소 계:	18,962.60	427,054.90		446,017.50	
전체 합계	18,962.00	427,055.00		446,017.00	

변 경 단 가 산 출 근 거

산 출 근 거	재료비	노무비	경 비	합 계	비 고
재료비 : 624 * 1.260 TON = 786.2	786.20			786.20	
소 계 :	114,225.30	3,937,012.80	118,132.80	4,169,370.90	
다)조합페인트					
구조물공 BASIC [RB31300000]참조					
경 비 : 77 * 246.607 M2 = 18,988.7			18,988.70	18,988.70	
노무비 : 3,886 * 246.607 M2 = 958,314.8		958,314.80		958,314.80	
재료비 : 963 * 246.607 M2 = 237,482.5	237,482.50			237,482.50	
소 계 :	237,482.50	958,314.80	18,988.70	1,214,786.00	
라)H- 형강 및 기타 자재운반					
구조물공 BASIC [RB322D2300]참조					
경 비 : 3,196 * 7.893 TON = 25,226.0			25,226.00	25,226.00	
노무비 : 6,921 * 7.893 TON = 54,627.4		54,627.40		54,627.40	
재료비 : 2,239 * 7.893 TON = 17,672.4	17,672.40			17,672.40	
소 계 :	17,672.40	54,627.40	25,226.00	97,525.80	
2.천막					
가)자재비					
1)원단(KT4202)					
0.54mmx 122cm : 479.00 M2 * 1,739 = 832,981.0	832,981.00			832,981.00	
2)묶은띠 (2중겹)					

변 경 단 가 산 출 근 거

산 출 근 거	재료비	노무비	경 비	합 계	비 고
소 계 :단위보정 [1 * 1.00]	5,773,219.50			5,773,219.50	
+--------------------------------------+					
| 단위보정: 공사기간에 대한 손율(60개월) |					
+--------------------------------------+					
나) 철물제작 및 설치					
1) 잡철물 제작 및 설치					
배수공 BASIC [PB213B0000] 참조					
경 비 : 70,485 * 1.676 TON = 118,132.8			118,132.80	118,132.80	
노무비 : 2,002,020 * 1.676 TON = 3,355,385.5		3,355,385.50		3,355,385.50	
재료비 : 53,429 * 1.676 TON = 89,547.0	89,547.00			89,547.00	
2) 철골가공조립 (제작)					
부대공 BASIC [VB51400000] 참조					
경 비 : 0 * 1.260 TON = 0.0					
노무비 : 427,055 * 1.260 TON = 538,089.3		538,089.30		538,089.30	
재료비 : 18,962 * 1.260 TON = 23,892.1	23,892.10			23,892.10	
3) 철골세우기 (설치)					
부대공 BASIC [VB514A000] 참조					
경 비 : 0 * 1.260 TON = 0.0					
노무비 : 34,554 * 1.260 TON = 43,538.0		43,538.00		43,538.00	

변 경 단 가 산 출 근 거

산 출 근 거	재료비	노무비	경 비	합 계	비 고
4)BOLT-NUT					
M30x250 : 36 EA * 2,400 * 1.05 = 90,720.0	90,720.00			90,720.00	
M20x120 : 72 EA * 282 * 1.05 = 21,319.2	21,319.20			21,319.20	
M10x120 : 77 EA * 77 * 1.05 = 6,225.4	6,225.40			6,225.40	
5)ANCHOR					
R20x200 : 112 EA * 407 * 1.05 = 47,863.2	47,863.20			47,863.20	
6)ROLLER					
M150x40 : 36 EA * 13,930 = 501,480.0	501,480.00			501,480.00	
M 60x20 : 76 EA * 6,250 = 475,000.0	475,000.00			475,000.00	
M 22x22 : 96 EA * 3,450 = 331,200.0	331,200.00			331,200.00	
7)조립핀					
M10Mx85 : 64 M * 63 = 4,032.0	4,032.00			4,032.00	
8)H-BEAM					
150x150x 7x 10 : 1.260 TON * 378,000 * 1.07 = 509,619.6	509,619.60			509,619.60	
9)WASHER					
D30x 4 : 128 EA * 40 = 5,120.0	5,120.00			5,120.00	
10)고재					
3.970*0.05+0.118*0.05+1.676*0.1+1.260*0.07 = ? -0.460 TON					
재료비 : -0.460 TON * 65,000 = -29,900.0	(29,900.00)			(29,900.00)	

변 경 단 가 산 출 근 거

산 출 근 거	재료비	노무비	경 비	합 계	비 고
AB2002 철근야적장 /SUM	**12,859,917.00**	**8,161,280.00**	**844,647.00**	**21,865,844.00**	
1.구조물(TYPE-A15Mx20M)					
가) 자재비					
1)BS PIPE					
D60.5m/mx3.2T : 304.0 M * 2,807 * 1.05 = 895,994.4	895,994.40			895,994.40	
D42.7m/mx2.3T : 642.16 M * 1,564 * 1.05 = 1,054,555.1	1,054,555.10			1,054,555.10	
D34.0m/mx2.3T : 151.956 M * 1,352 * 1.05 = 215,716.7	215,716.70			215,716.70	
D27.2m/mx2.3T : 410.272 M * 1,098 * 1.05 = 473,002.5	473,002.50			473,002.50	
D19.0m/mx1.2T : 512.01 M * 732 * 1.05 = 393,530.8	393,530.80			393,530.80	
2)각형 PIPE					
32x32x1.5T : 84 M * 1,941 * 1.05 = 171,196.2	171,196.20			171,196.20	
3)PLATE					
150x20x6 : 0.254 ton * 329,000 * 1.1 = 91,922.6	91,922.60			91,922.60	
150x20x6 : 0.407 TON * 329,000 * 1.1 = 147,293.3	147,293.30			147,293.30	
40x20x6 : 0.217 TON * 329,000 * 1.1 = 78,532.3	78,532.30			78,532.30	
50x10x6 : 0.314 TON * 329,000 * 1.1 = 113,636.6	113,636.60			113,636.60	
190x50x6 : 0.060 TON * 329,000 * 1.1 = 21,714.0	21,714.00			21,714.00	
250x20x6 : 0.330 TON * 329,000 * 1.1 = 119,427.0	119,427.00			119,427.00	
50x50x6 : 0.015 TON * 329,000 * 1.1 = 5,428.5	5,428.50			5,428.50	
50x 6x6 : 0.014 ton * 329,000 * 1.1 = 5,066.6	5,066.60			5,066.60	
100x10x6 : 0.040 ton * 329,000 * 1.1 = 14,476.0	14,476.00			14,476.00	
45x10x6 : 0.025 ton * 329,000 * 1.1 = 9,047.5	9,047.50			9,047.50	

변 경 단 가 산 출 근 거

산 출 근 거	재료비	노무비	경 비	합 계	비 고
PB213C0000 잡철물 설치 /TON	**7,840.00**	**462,534.00**	**15,439.00**	**485,813.00**	
1.재료비					
용 접 봉 : 2.77 KG * 1,220 = 3,379.4	3,379.40			3,379.40	
산 소 : 945 L * 8,000/6000 = 1,260.0	1,260.00			1,260.00	
아세틸렌 : 0.4 KG * 8,000 = 3,200.0	3,200.00			3,200.00	
소 계 :	7,839.40			7,839.40	
2.인건비					
철 공 LAL1 = 5.85 인 * 63,963 = 374,183.5		374,183.50		374,183.50	
비 계 공 LAL2 = 0.71 인 * 75,140 = 53,349.4		53,349.40		53,349.40	
인 부 LAL3 = 0.10 인 * 40,922 = 4,092.2		4,092.20		4,092.20	
용 접 공 LAL4 = 0.39 인 * 63,468 = 24,752.5		24,752.50		24,752.50	
특별인부 LAL5 = 0.11 인 * 55,970 = 6,156.7		6,156.70		6,156.70	
소 계 :		462,534.30		462,534.30	
3.기구손료:[E40011]					
용접기손료 : 3.12 HR * 71 = 221.5			221.50	221.50	
전력소요량 : 18.9 KW * 71 = 1,341.9			1,341.90	1,341.90	
기타손료 (인건비의 3 %)					
: (LAL1+LAL2+LAL3+LAL4+LAL5) * 0.03 = 13,876.0			13,876.00	13,876.00	
소 계 :			15,439.40	15,439.40	
전체 합계	7,840.00	462,534.00	15,439.00	485,813.00	

변 경 단 가 산 출 근 거

산 출 근 거	재료비	노무비	경 비	합 계	비 고
PB213B0000 잡철물 제작 설치 /TON	**53,429.00**	**2,002,020.00**	**70,485.00**	**2,125,934.00**	
1.재료비					
용 접 봉 : 18.48 KG * 1,220 = 22,545.6	22,545.60			22,545.60	
산 소 : 6300 L * 8,000/6000 = 8,400.0	8,400.00			8,400.00	
아세틸렌 : 2.8 KG * 8,000 = 22,400.0	22,400.00			22,400.00	
유지(경유) : 0.17 <L> * 488 = 82.9	82.90			82.90	
소 계 :	53,428.50			53,428.50	
2.인건비					
철 공 LAL1 = 27.65 인 *63,963 = 1,768,576.9		1,768,576.90		1,768,576.90	
인 부 LAL2 = 0.66 인 *40,922 = 27,008.5		27,008.50		27,008.50	
용 접 공 LAL3 = 2.60 인 *63,468 = 165,016.8		165,016.80		165,016.80	
특별인부 LAL4 = 0.74 인 *55,970 = 41,417.8		41,417.80		41,417.80	
소 계 :		2,002,020.00		2,002,020.00	
3.기구손료:[E40011]					
용접기손료 : 20.83 HR * 71 = 1,478.9			1,478.90	1,478.90	
전력소요량 : 126.0 KW *71 = 8,946.0			8,946.00	8,946.00	
기타손료 (인건비의 3 %)					
: (LAL1+LAL2+LAL3+LAL4) * 0.03 = 60,060.6			60,060.60	60,060.60	
소 계 :			70,485.50	70,485.50	
전체 합계	53,429.00	2,002,020.00	70,485.00	2,125,934.00	

변 경 단 가 산 출 근 거

산 출 근 거	재료비	노무비	경 비	합 계	비 고
PB213A0000 잡철물 제작 /TON	**45,589.00**	**1,592,835.00**	**56,646.00**	**1,695,070.00**	
1.재료비					
용 접 봉 : 15.71 KG * 1,220 = 19,166.2	19,166.20			19,166.20	
산 소 : 5355 L * 8,000/6000 = 7,140.0	7,140.00			7,140.00	
아세틸렌 : 2.4 KG * 8,000 = 19,200.0	19,200.00			19,200.00	
유지(경유) : 0.17 <L> * 488 = 82.9	82.90			82.90	
소 계 :	45,589.10			45,589.10	
2.인건비					
철 공 LAL1 = 21.80 인 * 63,963 = 1,394,393.4		1,394,393.40		1,394,393.40	
인 부 LAL2 = 0.56 인 * 40,922 = 22,916.3		22,916.30		22,916.30	
용 접 공 LAL3 = 2.21 인 * 63,468 = 140,264.2		140,264.20		140,264.20	
특별인부 LAL4 = 0.63 인 * 55,970 = 35,261.1		35,261.10		35,261.10	
소 계 :		1,592,835.00		1,592,835.00	
3.기구손료					
용접기손료 : [E40011]					
: 17.71 HR * 71 = 1,257.4			1,257.40	1,257.40	
전력소요량 : 107.1 KW * 71 = 7,604.1			7,604.10	7,604.10	
기타손료 (인건비의 3 %)					
: (LAL1+LAL2+LAL3+LAL4) * 0.03 = 47,785.0			47,785.00	47,785.00	
소 계 :			56,646.50	56,646.50	
전체 합계	45,589.00	1,592,835.00	56,646.00	1,695,070.00	

변 경 단 가 산 출 근 거

산 출 근 거	재료비	노무비	경 비	합 계	비 고
VB514A0000 철골세우기 /TON	**624.00**	**34,554.00**		**35,178.00**	
1. 철골세우기 (현장설치)					
* 기본철골공수(저층) : A = 0.067 인					
* 비 계 공 : B = 0.4 인					
* 보통볼트 (가조임) : C = 20 * 1.04					
1) 노무비					
철 골 공 : 0.067 인 * 67,147 = 4,498.8		4,498.80		4,498.80	
비 계 공 : 0.4 인 * 75,140 = 30,056.0		30,056.00		30,056.00	
2) 소요부자재					
보통볼트 : 20.8 개 * 30 = 624.0	624.00			624.00	
소 계:	624.00	34,554.80		35,178.80	
전체 합계	624.00	34,554.00		35,178.00	

변 경 단 가 산 출 근 거

산 출 근 거	재료비	노무비	경 비	합 계	비 고
: 492.942 M * 486 = 239,569.8	239,569.80			239,569.80	
3)묶은로프					
: 1971.765 M * 270 = 532,376.5	532,376.50			532,376.50	
4)설치비					
비계공 : 0.02 인 * 479.000 * 75,140 = 719,841.2		719,841.20		719,841.20	
소 계 :	1,604,927.30	719,841.20		2,324,768.50	
3.콘크리트					
가)자재비					
1)레미콘3종40-210-8(구입)					
: 24.00 M3 * 1.02 * 43,720= 1,070,265.6	1,070,265.60			1,070,265.60	
2)레미콘3종40-160-8(구입)					
: 27.60 M3 * 1.02 * 40,390= 1,137,059.2	1,137,059.20			1,137,059.20	
3)콘크리트타설(무근 : VIB 제외)					
배수공 BASIC [PB211B0100]참조					
경 비 : 0 * 51.60 M3 = 0.0					
노무비 : 21,381 * 51.60 M3 = 1,103,259.6		1,103,259.60		1,103,259.60	
재료비 : 0 * 51.60 M3 = 0.0					
소 계 :	2,207,324.80	1,103,259.60		3,310,584.40	
4.합판거푸집6회					
배수공 BASIC [PB212B0300]참조					
경 비 : 0 * 85.40 M2 = 0.0					
노무비 : 10,113 * 85.40 M2 = 863,650.2		863,650.20		863,650.20	
재료비 : 3,662 * 85.40 M2 = 312,734.8	312,734.80			312,734.80	
소 계 :	312,734.80	863,650.20		1,176,385.00	
5.버팀목(목재)					
1.0x0.2x0.3M : 0.06 M3 * 210,000 * 192 EA = 2,419,200.0	2,419,200.00			2,419,200.00	
소 계 :	2,419,200.00			2,419,200.00	

2-1 출입시설 계획 목표연도 조정방안 검토

방 침
설 계 설 10201-96 ('03.3.31)

1. 검토목적

고속도로 실시설계시 출입시설 계획 목표연도(도심부 10년, 지방부 15년)가 본선 계획 목표연도(20년)와 상이하며, 특히 도시지역 출입시설의 경우 공용개시후 얼마지나지 않아 지·정체 발생으로 확장사례가 빈번하므로 이에 대한 개선방안을 검토코자 함.

2. 목표연도의 정의 및 관련규정

1) 정 의

「도로계획 및 설계당시를 기준으로 도로의 시설확장없이 적절한 유지관리만으로 목표연도의 예측교통량에 대하여 원하는 서비스수준과 도로의기능을 유지할 수 있도록 도로의 내용연수 범위 내에서 교통량 예측의 정확성을 어느정도 신뢰할 수 있는 기간적 범위」

2) 목표연도 관련 규정

○ 국내 규정

구 분	도로의 구조·시설 기준에 관한 규칙 (건설교통부 '99)	도로설계요령 (한국도로공사 2001)	도로설계기준 (건설교통부 2001)	도로 용량 편람 (건설교통부 2001)
계획 목표연도	· 본 선 - 도시부: 15~20년 - 지방부: 20년 · 출입시설 : 기준없음	· 본선: 20년 · 출입시설: 15년 ※도시지역의 경우 10년가능	· 본선: 20년 · 출입시설 : 기준없음	· 별도기준 없음

○ 국외 규정

구 분	규 정
미국	본선 교통량 예측 범위로서 보통 20년
일 본	본선 교통량 예측범위로서 보통 20년

노 선	IC명	목표연도	연도별 교통량		소요 차로수	비 고
			개통후	AADT		
부산~울산	기장	15년	10년 (2012)	22,567	1	-설계준공: '99.12
			15년 (2012)	25,568	1	
			200년 (2012)	26,725	1	
경부선 (동대구~경주)	경산	10년	10년 (2012)	53,915	2	- 설계준공: '99.2
			15년 (2017)	55,286	2	
			20년 (2022)	56,657	2	
영동선 (호법~가남)	이천	10년	10년 (2012)	29,836	1	- 유입주방향1개소 - 설계준공: '97.12
			15년 (2017)	35,287	2	
			20년 (2022)	39,558	2	
춘천~양양 (춘천-등홍천)	등홍천	15년	10년 (2017)	10,268	1	-설계준공: 2002.12
			15년 (2022)	12,843	1	
			20년 (2026)	14,611	1	

5. 문제점

○ 본선(20년)과 출입시설 구간(10, 15년)의 계획 목표연도가 서로 상이함

○ 특히 도시지역의 경우 공용개시후 택지의 개발 또는 주변시가화 등으로 얼마 지나지 않아 지·정체 발생에 따른 확장사례가 빈번하게 발생

○ 도시지역의 경우 추후 확장이 어렵고 사업비 고가

※ 출입시설 확장사례('01~'02 수도권)

구 분	공사내용	사업비	추진사유
영동선 월곶IC 외 8개소	램프 개량공사	43.7억원	병목 및 용량 부족

3. 현행 기준

구 분		목표연도	비 고
고속도로	· 타당성조사 · 기본설계 · 실시설계	· 본선 : 20년 · 출입시설 : 15년 ※도시지역의 경우 10년가능	※개통연도 기준
건교부(지방국토관리청)		· 본선 : 20년 · 출입시설 : 기준없음	〃
서울시		· 본선 : 10년 · 출입시설 : 기준없음	〃

4. 공용중인 출입시설별 소요차로수 현황

노 선	IC명	목표연도	연도별 교통량		소요 차로수	비고
			개통후	AADT		
서울외곽 (판교~퇴계원)	성남	10년	10년 (2011)	72,492	2	-유입주방향 1개소 (성남→판교) - 설계준공: '97.8
			15년 (2016)	82,259	2	
			20년 (2021)	93,341	3	
〃	송파	10년	10년 (2011)	108,619	2	- 유입,유출주방향 2개소 - 설계준공: '97.8
			15년 (2016)	114,095	3	
			20년 (2021)	118,835	3	
〃	서하남	10년	10년 (2011)	80,600	2	-유입주방향 1개소 - 설계준공: '97.8
			15년 (2016)	91,770	3	
			20년 (2021)	118,970	3	
무안~광주	서광산	15년	10년 (2017)	11,433	1	- 설계준공: '02.11
			15년 (2022)	12,271	1	
			20년 (2027)	13,793	1	

6. 개선방안

○ 도시부, 지방부 출입시설(IC, JCT) 계획 목표연도를 현행 10년 또는 15년에서 본선 계획 목표연도인 20년에 맞추어 차로수를 산정 함으로서 지·정체 발생 방지

※ 도시부 고속도로에서 본선 계획 목표연도를 불가피하게 20년 미만으로 축소적용시에는 해당 노선의 출입시설 목표연도는 본선 목표연도에 맞추어 설계시행

7. 적용방안

○ 대상과업 : 타당성조사, 기본설계, 실시설계

○ 현재 설계중이거나 향후 설계발주 예정노선 적용

방 침
설 계 도 13201-102 ('03.4.8)

2-2 소일네일링 설계 개선 검토

Ⅰ. 검토목적

사면보강을 위한 소일네일링 공법의 현상에서 적성설계여부를 확인할 수 있는 설계자료 보완방안과 경제적인 설계를 위하여 층별 네일 길이 차등 적용 방안 및 예비해석시 가상활동면 밖으로 근입되어야하는 네일 길이 산정근거를 검토코자 함.

※ 관련근거 : 감사기 120108-30088('02.3.20)

소일네일링 설계에 대하여

① 현장에서 적정 설계 여부를 확인할 수 있도록 설계자료보완방안 강구

② 층별 네일길이 차등적용

③ 가상활동면 밖으로 근입되어야하는 네일 길이 산정근거를 제시토록 요청

Ⅱ. 소일네일링공법 적용사례

과 업 명	비탈면 높이(m)	경 사	설치간격 (m)	설치길이 (m)	설치 단수	안 전 율	
						보강전	보강후
경부고속도로 동이~청성간 선형 개량공사 실시설계	39.3	풍화암/ 1 : 0.7	1.5 x 1.5	5.0 동일길이	13단	0.93	1.29
88고속도로 (옥포~성산간)확장 공사 실시설계	38.5	토사/ 1 : 1.0	1.5 x 1.5	8.0 동일길이	8단	0.85	1.35
부산~울산간 고속도로 건설공사 실시설계(제8공구)	60.0	풍화암/ 1 : 0.7	2.0 x 2.0	10.0 동일길이	20단	0.616	2.00
청주~상주간 고속도로 건설공사 (제8공구)	24.8	토사/ 1 : 1.0	2.5 x 3.0	15.0 동일길이	8단	1.11	1.21
기계~신항만간 고속도로 건설공사 실시설계(제2-1공구)	20.0	풍화암/ 1 : 0.8	1.5 x 1.5	8.0 동일길이	4단	1.15	1.88

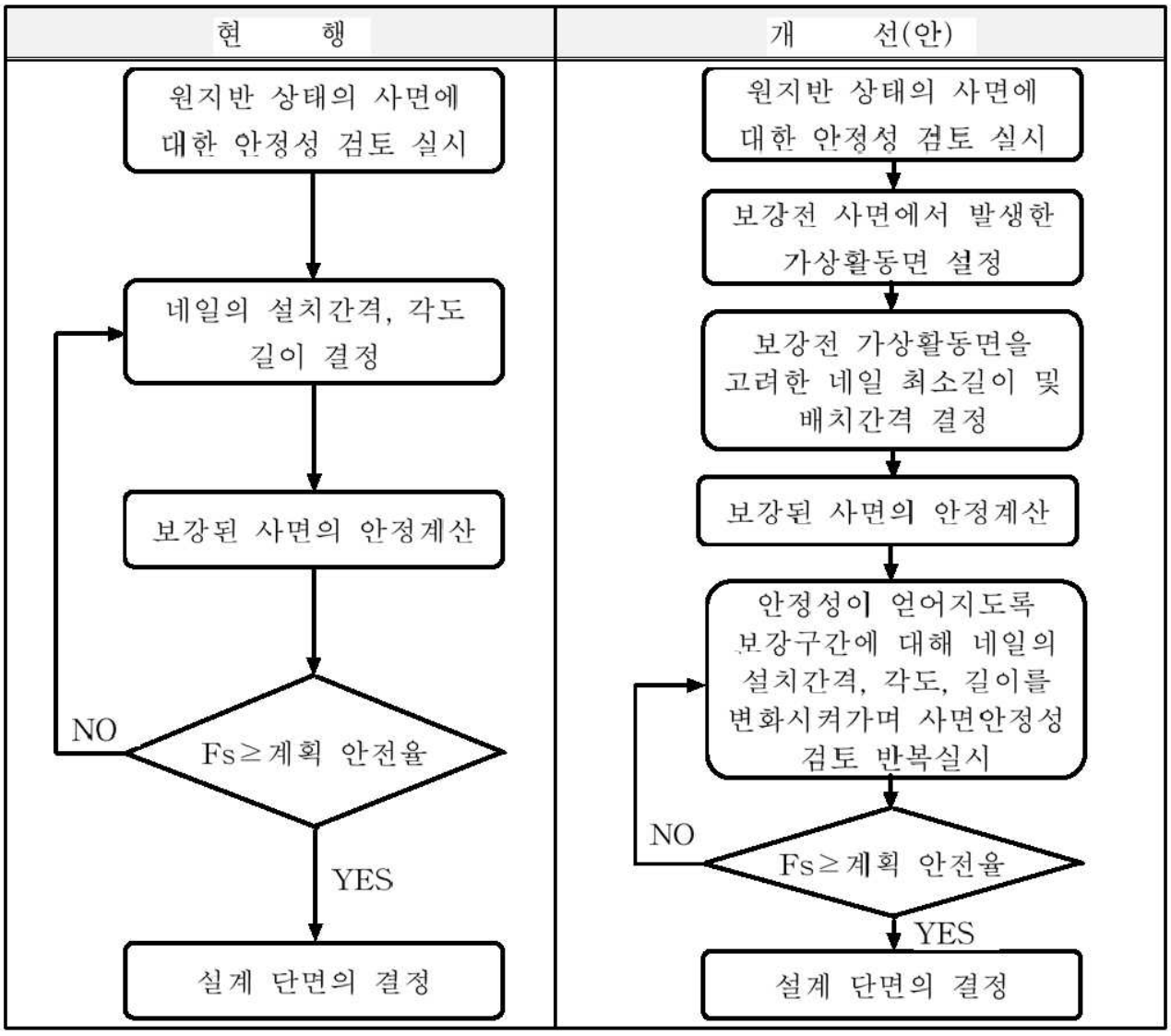
○ 사면해석 결과에 따라 보강을 실시하는 경우 대부분 동일 길이의 네일을 적용하여 안전율을 확보토록 설계에 적용하고 있음

Ⅲ. 소일네일링 설계기준 검토(안)

1. 설계자료보완방안

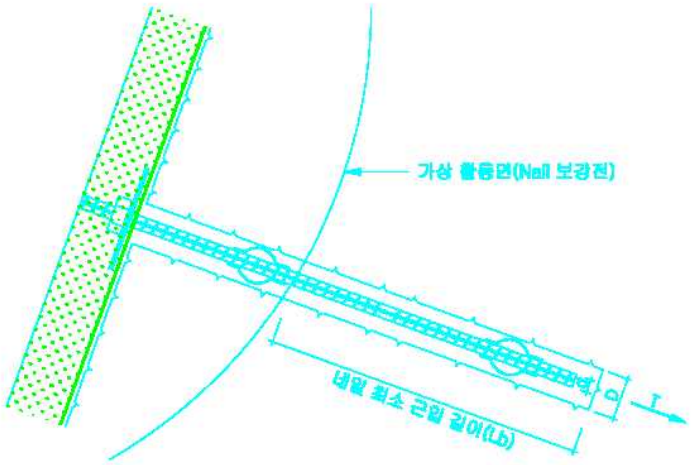
<table>
<tr><th>현 행</th><th>개 선(안)</th></tr>
<tr><td>○ 네일링 적용프로그램 해석 결과만 수록
○ 입력 물성치 일부 수록</td><td>
<table>
<tr><td>해석 프로그램</td><td>특성, 입력자료</td></tr>
<tr><td>지반</td><td>점착력(C), 내부마찰각(ϕ),단위중량</td></tr>
<tr><td>네일</td><td>인장, 전단 및 휨에 대한 강도, 부식고려유무,</td></tr>
<tr><td>지반-네일</td><td>지반과 보강체의마찰력, 현장관리기준치(허용인발력)</td></tr>
<tr><td>보강사면의 형태</td><td>사면의 기울기, 상부하중유무, 네일길이, 수평설치간격, 설치기울기</td></tr>
</table>
</td></tr>
</table>

2. 층별 네일길이 차등 적용방안



3. 가상활동면 근입 네일길이 산정근거

현 행	개 선(안)
○ 토양과 그라우트 주위면 마찰저항력을 고려한 최소근입네일길이 산정	○ 예비해석으로 네일 최소 근입길이(보강전 사면에서 발생한 가상활동면 내부 네일길이에 추가되는 파괴면 외부측 네일 설치길이)를 다음과 같이 산정 1) $L_b \geq \frac{F_s \cdot T}{T_{pull}}$ 2) $L_b \geq \frac{F_s \cdot T}{\pi D \tau_1}$ 3) $L_b \geq \frac{F_s \cdot T}{\pi d \tau_2}$ 1), 2), 3)중 가장 큰 값 적용 ※ 1)은 기존 시험자료가 있는 경우 여기서, T_{pull} : 시험한 인발내력(tonf/m) D : 천공지름(m), d : 보강재 지름(m) τ_1 : 지반과 그라우트의 주면 마찰저항력(tf/㎡) τ_2 : 철근과 그라우트의 주면 마찰저항력(tf/㎡) L_b : 보강재 정착길이(m) T : 보강재 인장저항력(tonf) F_S : 안전율



가상활동면 근입 네일길이 개요도

Ⅳ. 검토결론

○ 현장에서 설계의 적정여부를 확인할 수 있도록 해석프로그램의 특성 및 네일길이 산정 근거 자료를 명기

○ 층별 네일길이 차등적용을 위하여 소요안전율이 얻어지도록 보강구간에 대하여 네일의 설치간격, 각도, 길이를 변화시켜가며 사면안정성 검토를 실시하여 보강의 최적화 유도

○ 가상활동면 근입 네일길이 산정은 시험인발내력, 토양과 그라우트의 주위면 마찰저항력, 철근과 그라우트 주위면 마찰력을 고려한 근입길이를 산정하여 가장 큰값을 적용

Ⅴ. 적용방안

○ '03. 4월 이후 설계완료노선부터 적용

방 침
설 계 구
10201-452
('03.11.18)

2-3 터널 막장 전방 암질 예측방안 검토

1. 검토목적

터널내 암질 급변구간에서 연약대를 사전에 예측하여 지보패턴 및 굴착방법 변경을 신속히 하므로써 낙반사고를 예방하며 시공효율을 높이기 위한 터널내 막장 전방 암질예측을 위한 탄성파 반사법 탐사 및 수평 선진보링 적용방안을 제시코자 함.

2. 검토배경

가. 파쇄대 또는 탄질층과 같은 연약대가 갑자기 나타나는 경우 굴착방법 및 지보패턴 변경에 대한 신속 대응곤란으로 낙반사고 발생우려

나. 연약대 도달전에 암질변화를 예측할 수 있는 조사방법 필요

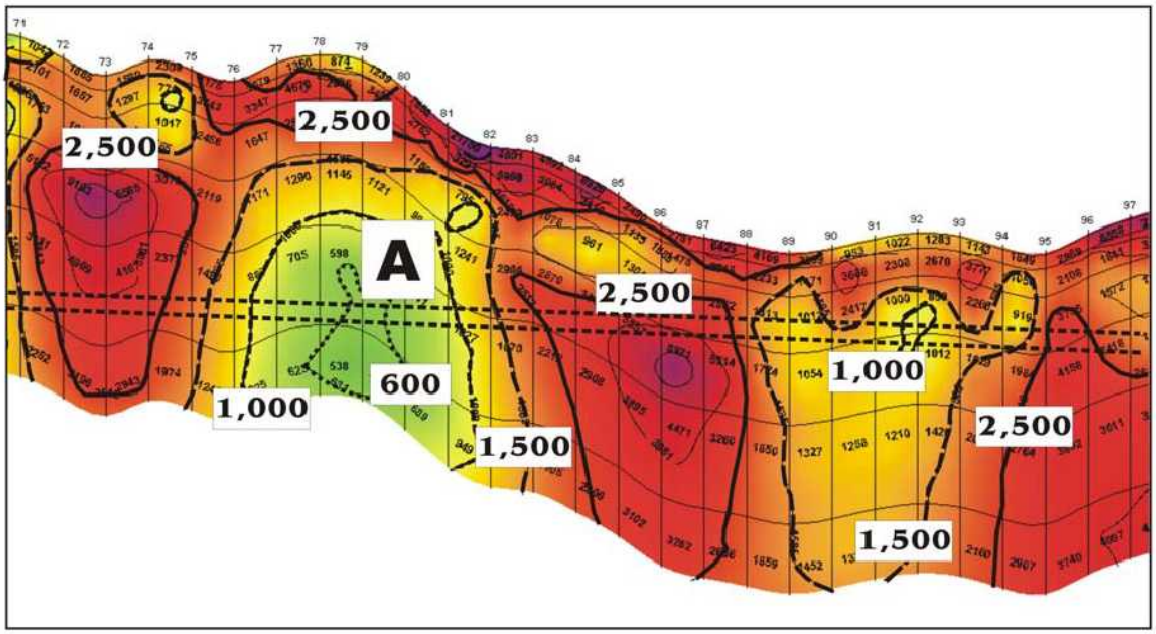
다. 터널내 수평선진 보링은 암질을 정확히 파악할 수 있으나 보링수행시 시간이 장시간 소요되고 보링깊이의 한계로 인하여 전방 사전 암질예측기능을 충분히 발휘하지 못하고 있으므로 이를 보완할 탐사방법 필요

3. 터널내 탄성파 반사법 탐사란 ?

터널 내부에서 탄성파를 발생시켜 약100~200m 막장 전방의 불연속면에서 반사된 신호를 분석하여 **불연속면의 위치와 암질 등을 파악하는 탄성파 반사법 탐사.**

4. 적용방안

가. 실시설계시 수행한 터널의 물리탐사 결과 연약대가 발견된 경우 터널내 막장 탄성파 반사법 탐사를 **연약대 위치별로 각 1회 반영하며,** 연약대의 전기비저항치 또는 탄성파 속도가 인접구간에 비하여 매우 작아 **암편확인이 필요한 경우 선진 수평보링을 반영함**



전기비저항 탐사결과를 이용한
터널내 탄성파반사법 탐사 적용위치(A지점) 선정예

나. 계측결과 변위가 과대하거나 **막장의 암질이 갑자기 연약화**하여 전방의 암질을 예측할 필요가 있는 경우 **공사시 탐사를 시행하며, 암종 또는 절리면 상태 확인이** 필요한 경우 **선진수평보링을 추가 시행**

5. 조사결과 활용

◎ 터널내 탄성파 반사법 탐사

가. 절리면, 단층과 같은 **불연속면의 위치 및 주향, 경사 추정**

나. 탄성파 속도 분석에 의한 **암반의 탄성계수 추정**

다. 터널굴착시 약대층의 암질을 100~200m전에 사전 예측하여 **굴착방법 및 지보패턴 변경을 적기에 시행할 수 있는 기초자료** 제공

라. 암질 변경에 미리 대비하여 굴착시 안전사고에 대응 가능

◎ 수평선진보링

가. 일축압축강도 시험 또는 점하중 시험을 위한 시료 채취

나. 암종, 암질 및 절리면 거칠기 확인 가능

다. **물리탐사결과로 추정된 암질을 직접 확인** 가능

6. 결론

가. 현재 실시설계중인 노선은 물리탐사 결과에 따라 반영

나. 공사중인 노선은 계측 및 막장관찰결과에 따라 필요시 반영

붙 임 터널내 탄성파 반사법 탐사 공사시방서

터널내 탄성파 반사법 탐사

(1) 조사목적

① 단층파쇄대, 탄질층 등과 같이 암질이 급격히 불량한 지층 존재 여부를 파악한다.

② 설계단계에서 추정되거나 공사시 예측되는 약대층을 터널 갱내에서의 위치, 규모, 터널축과의 교차각도 등의 특성을 파악한다.

(2) 조사위치

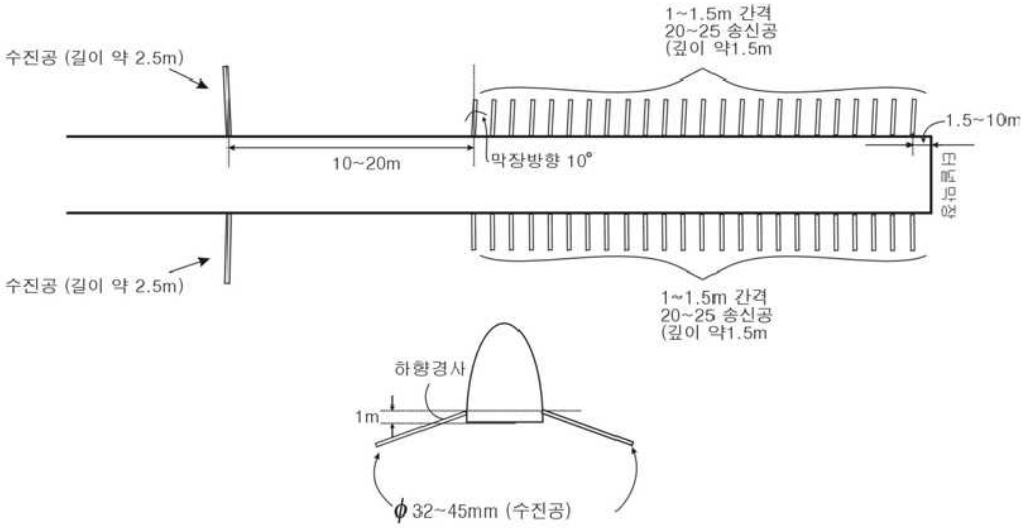
터널안에서 예상 약대층의 약100～200m 이전에서 탐사한다

(3) 탐사방법

막장전방을 예측하기 위한 터널내 탄성파반사법탐사는 다음과 같은 2가지 방식이 있으며, 터널굴착 상황 지질여건 등을 감안하여 적절한 탐사방법을 선택하도록 한다.

1) 다점송신방식(2개 이상 수신점 x 24개 이상 송신점 방식)

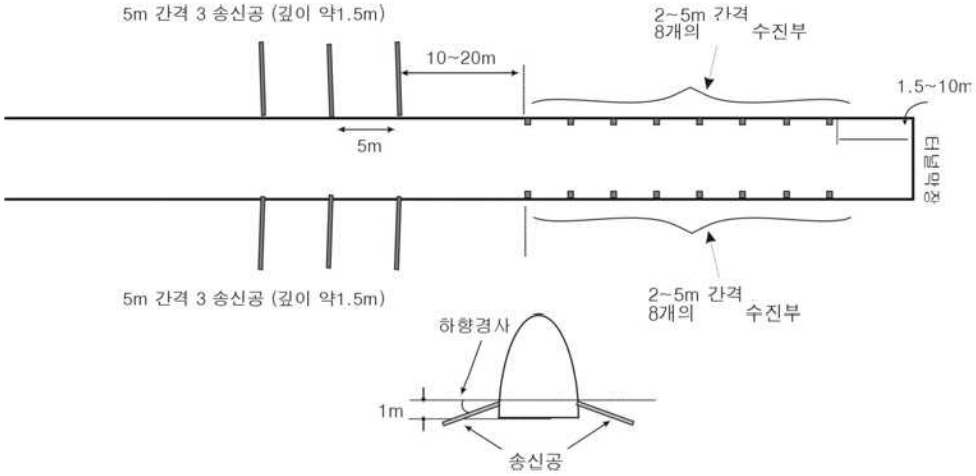
터널 1개벽면에 24개 이상의 송신공(발파공)을 천공하고 탄성파를 발생시키며 양 벽면에 각 1개 이상의 수신부에서 반사신호를 측정한다.



다점 송신 방식 터널내 탄성파 반사법의 개념도

2) 다점수신방식(8개 이상 수신점 x 6개 이상 송신점 방식)

터널 양벽면에 3개 이상, 도합 6개 이상의 송신공(발파공)을 천공하고 탄성파를 발생시키며, 터널 1개 벽면에 8개 이상의 수신부에서 반사신호를 측정하여 해석한다. 이 방법은 총 6회 정도의 발파가 필요하다.



다점 수신 방식 터널내 탄성파 반사법의 개념도

(4) 측정 및 해석장비

1) 기록계 : 탐사기록계는 충분한 dynamic range를 보이는 탄성파기록계(seismograph)를 이용하여야 한다. 자료 취득간격은 약 0.1msec 이내인 장비를 사용하여 광대역의 신호를 취득할 수 있어야 한다.

2) 수신기 : 반사신호를 취득하는 수신기는 지오폰 혹은 가속도계를 사용하도록 한다. 암반내에서는 비교적 고주파의 반사신호가 형성되므로 센서의 주파수 특성은 최저 주파수가 100Hz 이하에서 최대 주파수가 1000Hz 이상까지 고른 반응을 나타내어야 한다.

3) 송신원 : 송신에 사용되는 화약은 일반화약을 사용할 수 있으며 장약량은 공당 터널의 암질에 따라 20~100 g을 사용한다. 발파기도 일반 발파기를 사용할 수 있다. 발파 뇌관은 반드시 고품질의 무지연(0 ms) 전기뇌관 방식을 사용하여 송신원 발생과 수신 기록사이에 지연(delay)이 없도록 한다.

4) 수신케이싱 : 다점송신방식에서 삽입식 수신기를 사용하는 경우 보호 케이싱의 내경은 삽입되는 센서 외경과 0.2mm 이하의 차이를 나타내어 양호한 접합상태를 유지할 수 있어야 한다.

5) 수신부 접합제 : 삽입식 수신케이싱과 수신공 사이는 rock-bolt 고정시 사용되는 재질로 접합시키며, 벽체부착식 센서를 사용할 경우 부착면은 볼트와 여타 급결재를 이용하여 접합상태가 양호하게 유지시켜야 한다.

6) 자료해석소프트웨어는 다음의 기능을 포함하고 있어야 한다.

- 자료 제시 : 측정된 자료를 그래픽으로 나타낼 수 있는 기능
- 자료편집, 대역 필터링, 이득회수, 속도분석, f-k filtering
- 파쇄대, 불연속면 등 취약대의 위치 및 상대 관련 정보제공 기능

5. 조사결과 활용

◎ 터널내 탄성파 반사법 탐사

가. 절리면, 단층과 같은 **불연속면의 위치 및 주향, 경사 추정**

나. 탄성파 속도 분석에 의한 **암반의 탄성계수 추정**

다. 터널굴착시 약대층의 암질을 100~200m전에 사전 예측하여 **굴착방법 및 지보패턴 변경을 적기에 시행할 수 있는 기초자료** 제공

라. 암질 변경에 미리 대비하여 굴착시 안전사고에 대응 가능

◎ 수평선진보링

가. 일축압축강도 시험 또는 점하중 시험을 위한 시료 채취

나. 암종, 암질 및 절리면 거칠기 확인 가능

다. **물리탐사결과로 추정된 암질을 직접 확인** 가능

6. 결론

가. 현재 실시설계중인 노선은 물리탐사 결과에 따라 반영

나. 공사중인 노선은 계측 및 막장관찰결과에 따라 필요시 반영

(5) 탐사결과 활용

지질도, 막장관찰기록, 갱내 지질전개도 등 기존 지질자료와 종합 분석하여 적정한 굴착 및 지보 계획 수립시 참고한다.

(6) 기타

현재까지 탐사기는 발생된 탄성파를 2차원 또는 3차원의 탄성파 수신기를 이용하여 전방을 연약대를 파악하는 2차원 또는 3차원 탐사기의 2종류가 있으며, 3차원 탐사기는 2차원 탐사기에 비하여 보다 많은 정보를 제공한다.

감 사
기각원갑

★◉ 기안자	부 장	처 장	본부장	부사장	사 장
최대원	기정은	이동희			

문서번호	설계구10201- 10
보존기간	10년
설계일자	2003. 1. 14
공개여부	공 개

협 조	

소수주형 판형교 적용 검토

2002. 12

- 도 로 처 장 :
- 건설계획처장:
- 건설관리처장:
- 민자도로처장:
- 도로교통기술원장:
- 구조물 처장 :
- 기술심사실장:
- 기술관리실장:

한국도로공사
KOREA HIGHWAY CORPORATION

설 계 처

목 차

1. 검토목적

2. 검토배경

3. 소수주형교의 개요 및 특징

4. 소수주형 판형교 변천과정

5. 소수주형 판형교 적용방안

6. 강(Steel) 교량 형식별 장·단점 비교

7. 강(Steel) 교량 형식별 경제성 비교

8. 검토결론

9. 설계 적용 방안

10. 향후 추진과제

□ 부 록

1. 국내·외 적용사례

2. 설계요령

□ 별첨자료

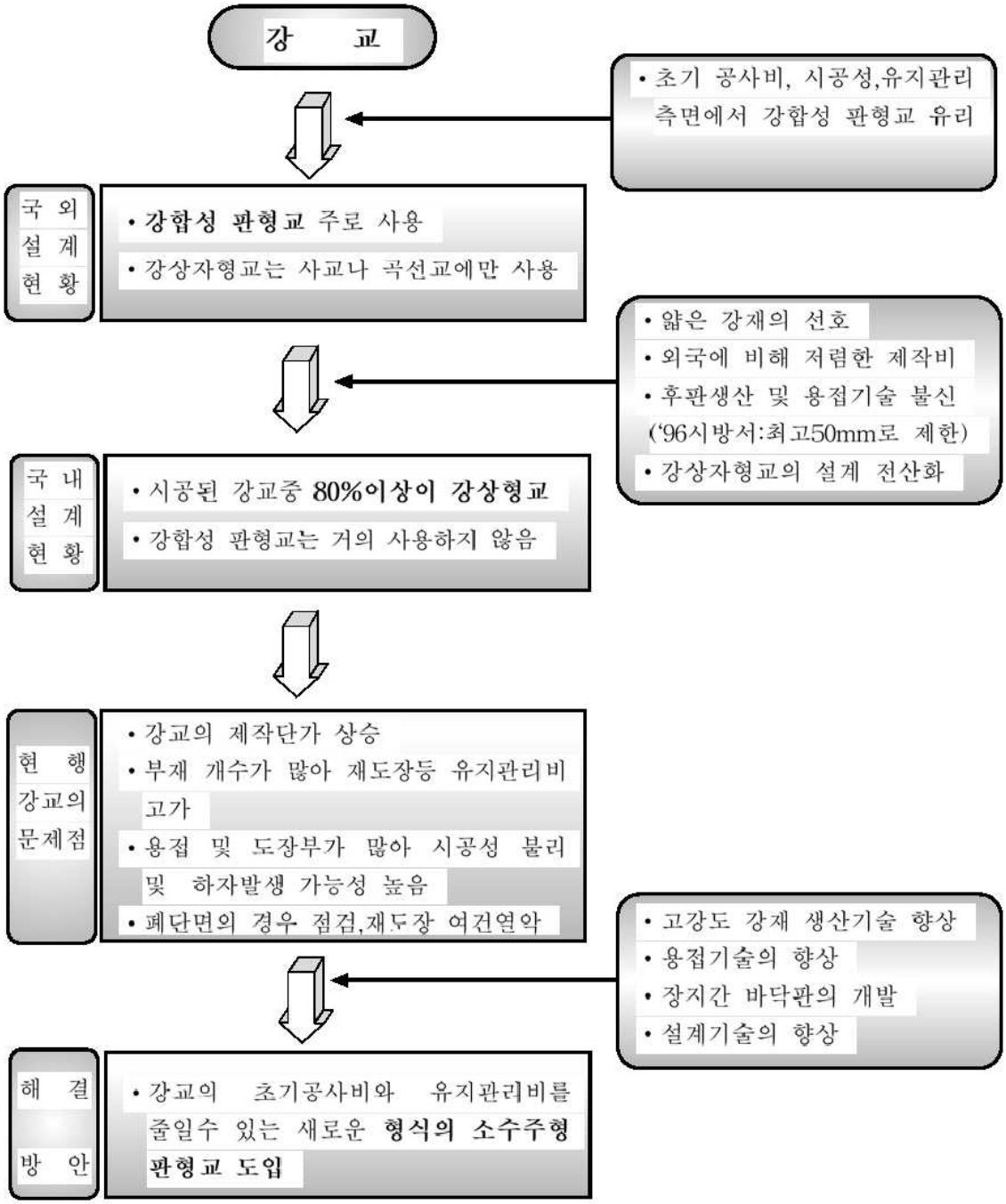
- 경제성 분석자료

- 소수주형교 구조계산 및 도면등 참고자료

1. 검토목적

후판강재 적용을 통해 강합성 판형교의 구조형식을 단순화, 합리화하여 시공성 및 경제성을 개선한 신개념 강교량인 소수주형 판형교의 적용성을 검토코자함.

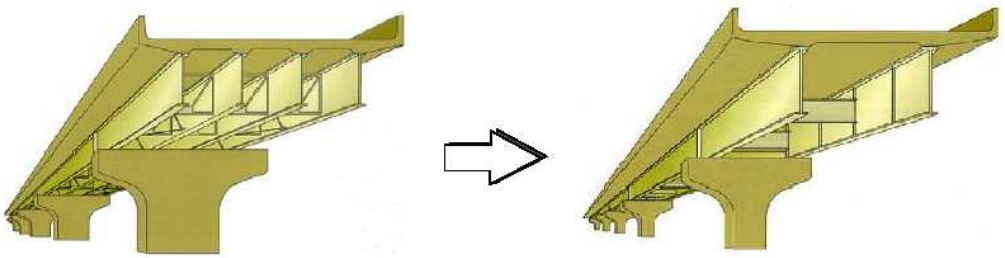
2. 검토배경



3. 소수주형 판형교의 개요 및 특징

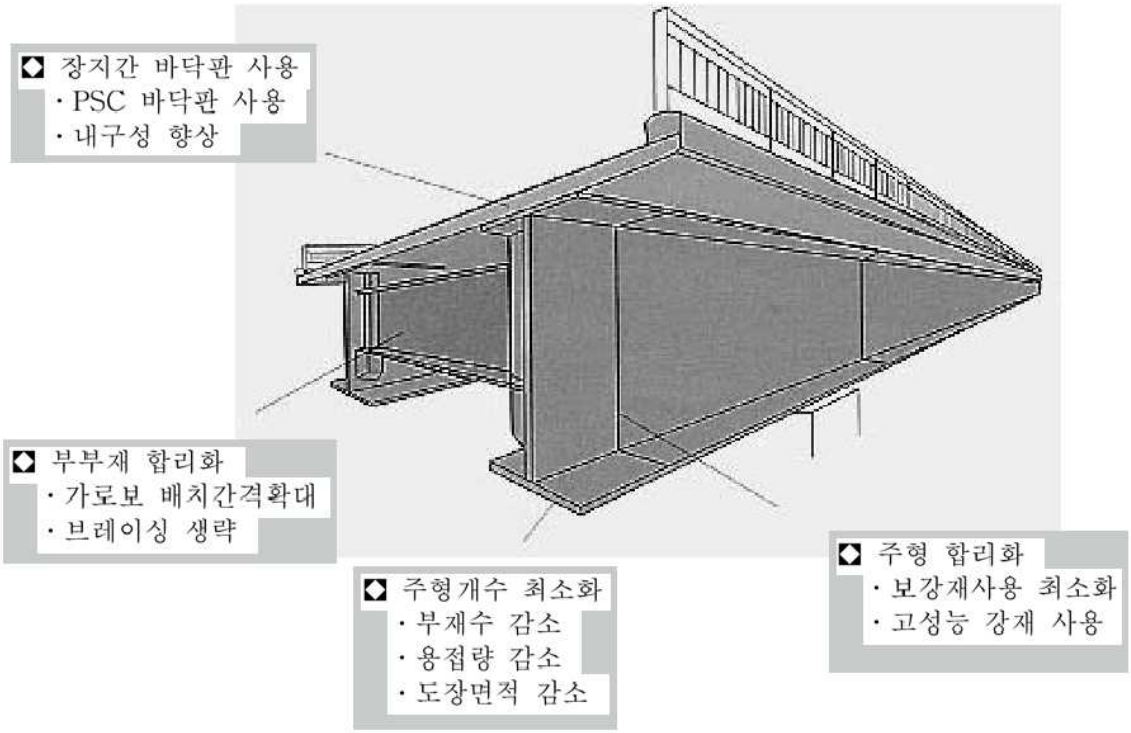
가. 개요

소수주형 판형교는 후판강재와 장지간 바닥판을 사용하여 **주형의 수를 최소화**하고, 가로보, 수평브레이싱 등의 **구조를 단순화 또는 생략**하여 사용 강재량, 용접량을 줄여서 경제성과 시공 및 유지관리 면에서 합리화를 도출한 강교량 형식임.

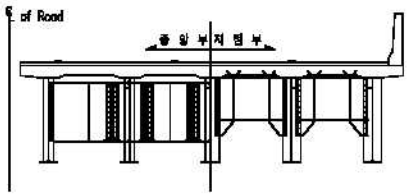


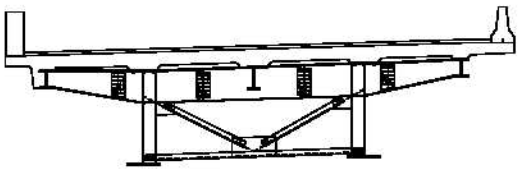
(a) 일반 판형교 (b) 소수주형 판형교

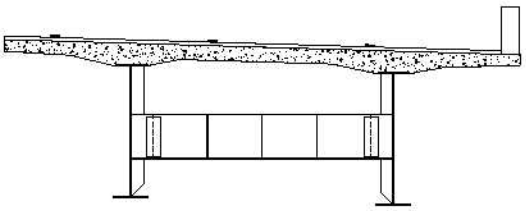
나. 특징

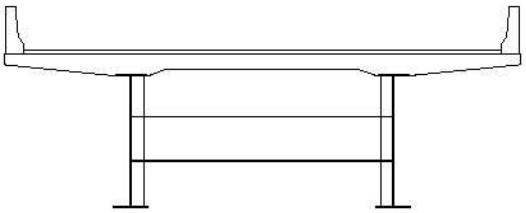


4. 소수주형 판형교 변천과정(도로교)

다 주 형 판 형 교	
개 요 도	특 징
	• RC 바닥판 사용 • 2~3m 간격의 주형배치 • 부부재 다수 사용 • 현장이음 볼트연결 채택

대구-포항 고속도로 건설공사(3공구, 1998년)	
개 요 도	특 징
	• RC 바닥판 및 세로보 사용 • 캔틸레버부 브라켓 사용 (C.T.C 2.5m) • 수평보강재 및 수직보강재 다수 사용 • 현장이음 볼트연결 채택

청원-상주 고속도로 건설공사(3공구, 2000년)	
개 요 도	특 징
	• **현장타설 PSC 바닥판 사용** • 수평보강재 1단 사용 및 수직보강재 다수 사용 • 주형 중간 I형 가로보 사용 • 현장이음 볼트연결 채택

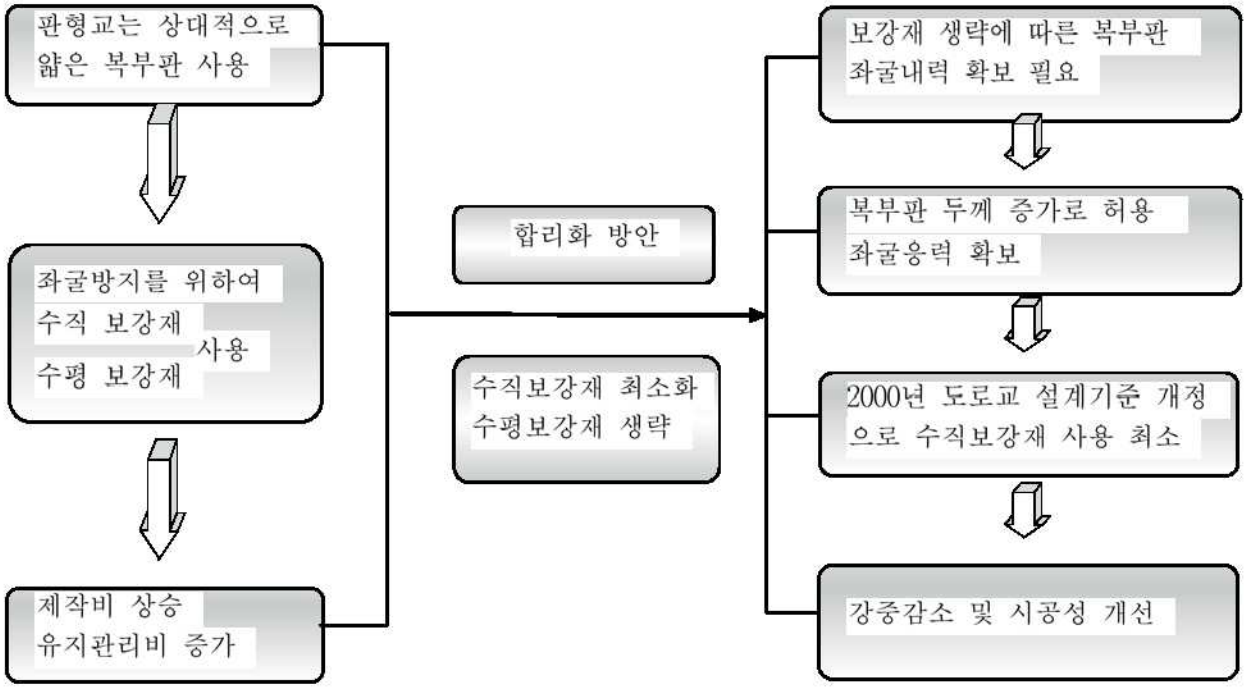
소수주형교 최적형상(치도리노 사와가와교, 일본)	
개 요 도	특 징
	• 현장타설 PSC 바닥판 사용 • **수평 보강재 생략** • 지간부의 수직 보강재 생략 • 현장이음은 용접이음 채택

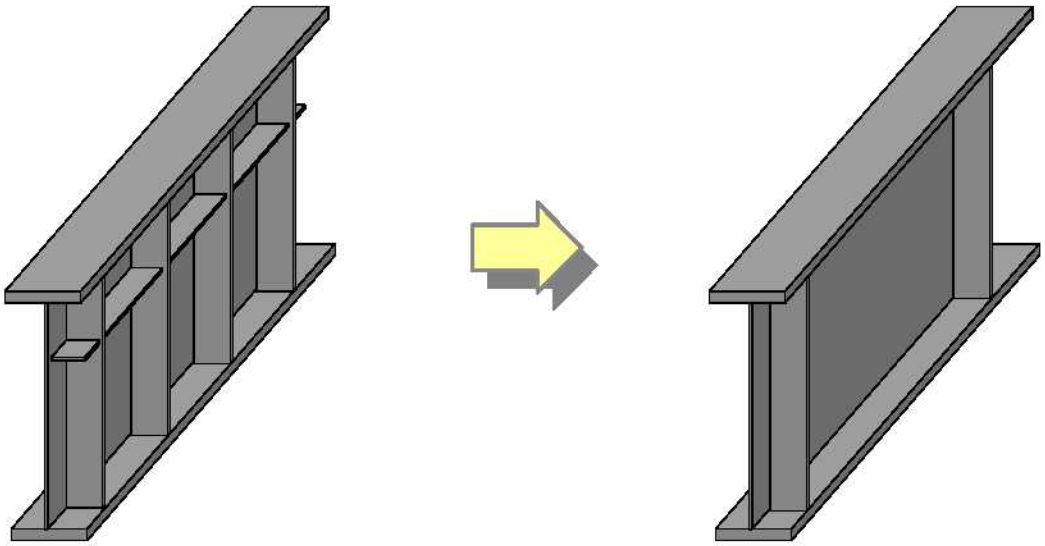
※경부고속철도 8-2공구 다수고가교(2002. 12 준공) 등 다수 적용

5. 소수주형 판형교 세부 적용방안

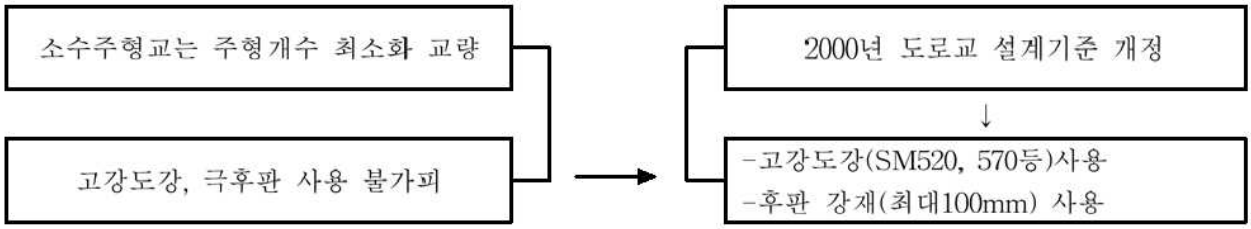
가. 지간범위: 30~110m

나. 주형의 합리화 방안



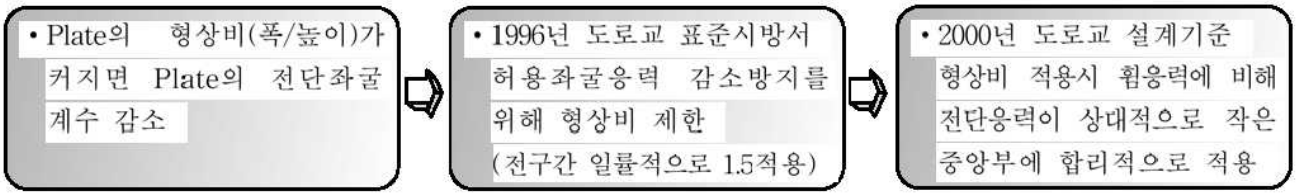


다. 사용재료



극후판강재의 국내사용현황	고강도강재의 국내사용현황
• 도로교 표준시방서(1996) 기준 : 최대 50mm ⇩ • 도로교 설계기준(2000) : 최대 100mm - 강재 생산 기술발전 - 강교 용접 및 제작 기술 발전반영 • 적용교량 - 경부고속철도 원동교, 경춘선 복선 전철화 사업 마석고가교에 T=100mm적용	• 생산현황 - SM570의 경우 80mm까지 품질확보가 가능 100mm이상의 경우는 사전협의시 생산가능 • 적용교량 - 영종대교, 방화대교, 광안대교 - 대구-포항 고속도로 석촌교등 소수주형교 청주-상주간 고속도로 회북육교 등 소수주형교.

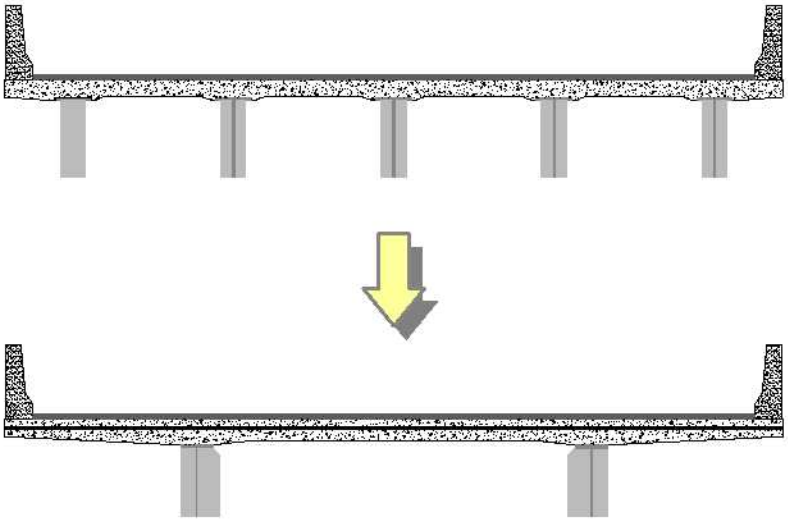
라. 수직보강재 간격

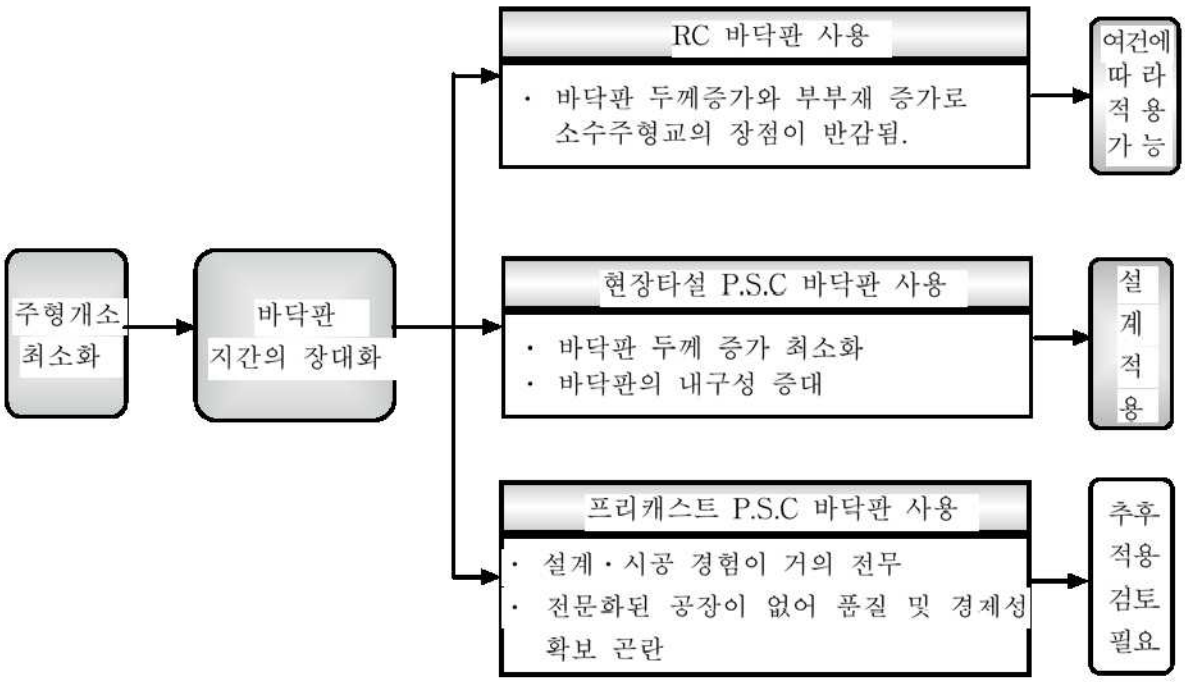


구 분	지 점 부	그외 구간	비 고
수직보강재 간 격	$\frac{a}{b}\left(\frac{\text{수직보강재 간격}}{\text{상하 플랜지의 순간격}}\right)\leq 1.5$	$\frac{a}{b}\left(\frac{\text{수직보강재 간격}}{\text{상하 플랜지의 순간격}}\right)\leq 3.0$	도로교설계기준 P132

마. 장지간 바닥판 사용에 따른 검토

주형개수의 최소화에 따라 바닥판의 지간(주형간 거리)이 일반 판형교의 2배 이상이 되므로 장지간 바닥판 적용 필요





바. 부부재의 합리화

판형교의 부부재로서는 가로보, 세로보, 수직브레이싱, 수평브레이싱 등이 있으며, 이중에서 세로보, 수직브레이싱, 수평브레이싱을 생략하는 대신 상대적으로 큰 가로보를 적정 간격으로 사용하여 전체 구조의 단순화

다 주 형 판 형 교		소 수 주 형 교
• **중간 브레이싱** - 주거더의 전도를 방지 - 주거더 상대변위억제 - 하중분배에 기여 • **단부 브레이싱** - 비틀림 변형구속 - 상현재는 윤하중을 지지하도록 설계 • **수평 브레이싱** - 수평하중을 지점까지 전달 - 횡방향 진동방지	⇨	• **강성이 큰 가로보 설치** - 주형과 바닥판의 구속효과로서 역할수행 - 가설시 수평하중을 지점에 전달 - 주거더의 전도 및 상대변위 억제

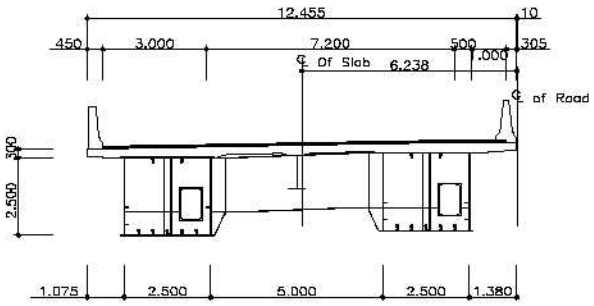
사. 기타

설계시 주변여건에 따라 보강재, 브라켓 사용 및 RC바닥판 적용 등 소수주형교의 변형도 적용가능

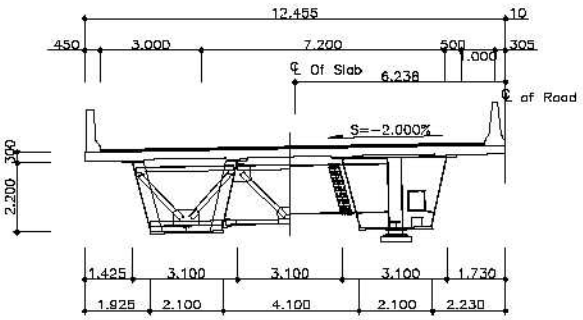
7. 강(Steel) 교량 형식별 경제성 비교

가. 비교대상 교량(예)

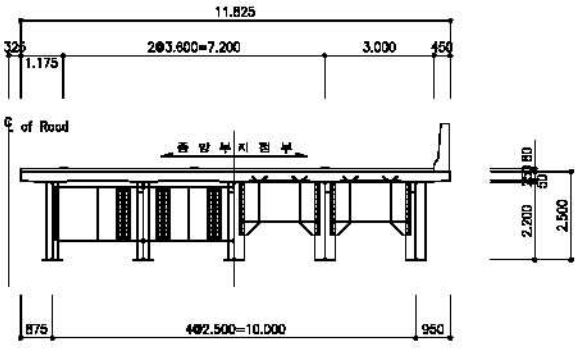
비 교 대 상 교 량 1	
교량형식:폐단면 상자형교	바닥판:현장타설 RC 바닥판
경간구성:40+50+40 = 130M	사용강재: SM400 SM490



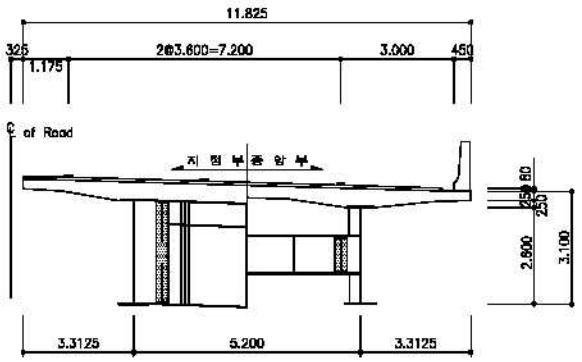
비 교 대 상 교 량 2	
교량형식:개구제형 강합성교	바닥판:현장타설 RC 바닥판
경간구성:40+50+40 = 130M	사용강재: SM400 SM520



비 교 대 상 교 량 3	
교량형식:다주형 판형교	바닥판:현장타설 RC 바닥판
경간구성:40+50+40 = 130M	사용강재:SM400 SM490



비 교 대 상 교 량 4	
교량형식:소수주형 판형교	바닥판:현장타설 PSC 바닥판
경간구성:40+50+40 = 130M	사용강재:SM400, SM490 SM570



나.검토결과

1)응력도 비교(연속지점부 하부플랜지 기준)

구 분	폐 단 면	개구제형	다 주 형	소수주형
응력/허용응력(kgf/㎟)	1,725/1,900	1,753/1,945	1,665/1,900	2,303/2,500
응 력 비 (%)	91	90	88	92

2) 상부 수량 비교

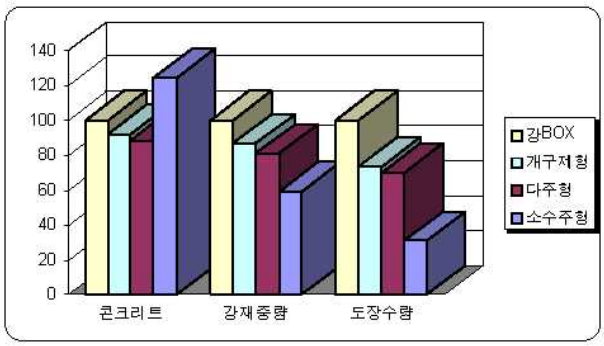
구 분	폐 단 면	개구제형	다 주 형	소수주형
바닥판콘크리트 (㎥)	507(100%)	467(92%)	450(89%)	630(124%)
강 재 중 량 (kgf/㎡)	304(100%)	264(87%)	247(81%)	180(59%)
도 장 (㎡)	13,045(100%)	9,589(74%)	9,149(70%)	4,035(31%)

3) 상부 공사비 비교

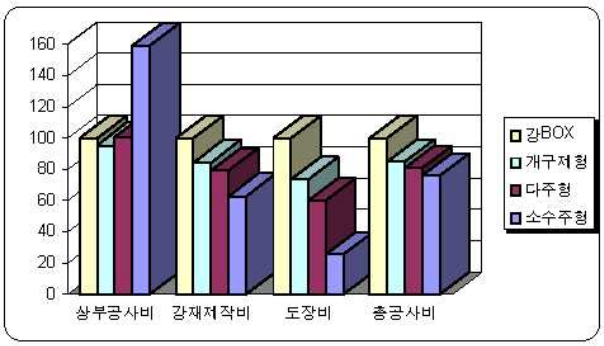
구 분	폐 단 면	개구제형	다 주 형	소수주형
상부 바닥판 (천원/㎡)	224 (100%)	214 (96%)	226 (101%)	315 (141%)
강교 제작비 (천원/㎡) (운반,가설포함)	904 (100%)	763 (84%)	715 (79%)	568 (63%)
도 장 비 (천원/㎡)	128 (100%)	94 (73%)	77 (60%)	33 (26%)
총 공 사 비 (천원/㎡)	1,256 (100%)	1,071 (85%)	1,017 (81%)	916 (73%)

※개구제형은 폐단면 단가적용, 소수주형 판형교는 다주형판형교 단가적용

4) 강교량 형식별 수량, 공사비 비교표



<수량 비교>



<공사비 비교>

다. 공사비 절감

1)폐단면에서 소수주형 판형교로 변경시

-△300천원/㎡ ×10,000톤×3.28㎡/톤 =△9,840,000천원/년간

2)다주형 판형교에서 소수주형 판형교로 변경시

-△101천원/㎡ ×10,000톤×4.05㎡/톤 =△4,090,500천원/년간

※산출근거

-연간 물량추정:2002년 공사발주 5개노선 16개공구 강교량 34,166톤의 약 30% 변경시

34,166×0.3=10,249톤≒10,000톤

-강재 톤당 상부면적: 폐단면 1/0.304톤/㎡=3.28㎡/톤

다주형 1/0.247톤/㎡=4.05㎡/톤

8. 검토결론

가. 소수주형 판형교는 후판(厚板)강재와 고강도강 및 장지간 바닥판을 사용하여 **주형의 수와 보강재를 최소화**함으로서 시공성과 경제성은 물론 미관과 유지관리면을 개선한 강교량 형식으로

나. 하부도로 조건 등으로 신속한 주형거치가 필요한 곳이나 도심지등 미관이 필요한 곳, 고교가 높은 중,장대지간(40~80m)강교량 형식에 적용함이 바람직하다고 판단됨.

9. 설계적용 방안

2003. 1 이후 준공되는 설계용역부터 적용

10. 향후 추진과제

가. 소수주형 판형교 제작품 제정

-제작공장 실사 등을 통한 소수주형 판형교 제작품 제정 필요

나. 소수주형 판형교 설계지침 및 공사시방서 작성

-도로교통기술원에서 시행중인 「후판강재 적용을 통한 교량합리화 연구」에 포함하여 작성(2003년 완료 예정)

다. 장지간 프리캐스트 바닥판 적용에 대한 시험시공 등 검증 필요

■ 참고문헌

○ 경쟁력 향상 도로용 소수주형 판형교 - 포항산업과학연구원

○ 2주형 강교량 경제성 비교 연구 - 포항산업과학연구원

○ P.S.C 상판 연속 합성 2수형교의 설계·시공 - 친기중공업수식회사

○ 강합성 판형교 및 상자형교의 최적 계획에 관한 연구 - 대한 토목학회

○ 고강도강 교량 적용 설계 및 제작 기술개발 연구 - 한국강구조학회

○ 프리캐스트 장지간 바닥판의 정적 및 피로실험 - 콘크리트학회 학술발표 논문집

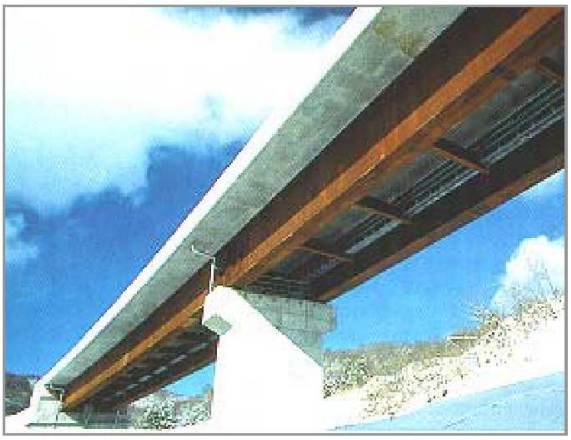
○ 장지간 바닥판의 최소두께에 관한 연구 - 콘크리트학회 학술발표 논문집

소수주형 판형교 관련 사진

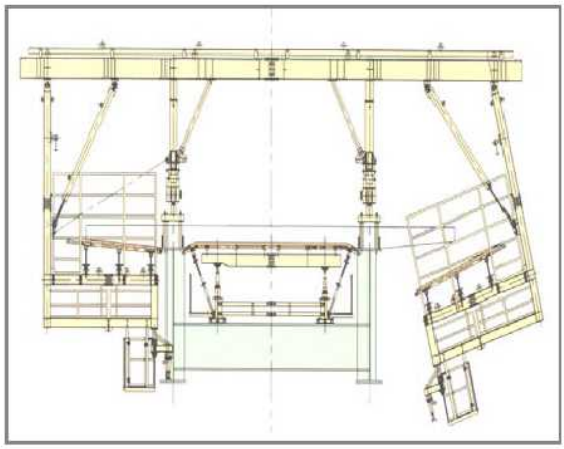
한국도로공사

설 계 처

■소수주형 판형교 적용사례(국외)

ホロナイ川橋 (일본)	飛島,楠高架橋 (일본)
	
千鳥の澤川橋 (일본)	Somme Viaduct(프랑스)
Abbeville Viaduct (프랑스)	Pont de Bonneuil (프랑스)

■소수주형 판형교 바닥판 시공방법

이동식 거푸집 공법	이동식 거푸집 공법
	
프리캐스트 바닥판 공법	프리캐스트 바닥판 공법
현장타설	바닥판 시공 완료전경

별첨1

Ⅰ. 국내·외 적용사례

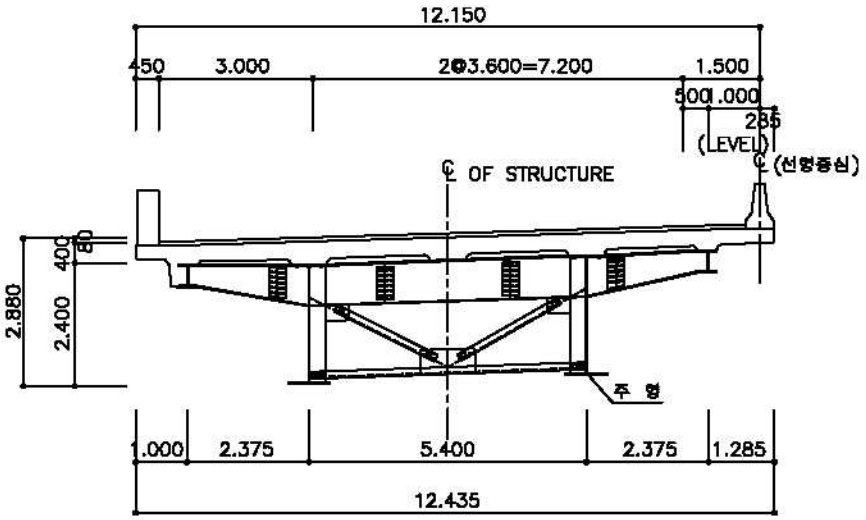
1) 국내 적용사례

가. 대구-포항 고속도로 건설공사

설계사 : 다산 컨설턴트

시공사 : (주) LG 건설

- 소수주형교 횡단면도



- 구조상세(박사천교)

사 용 강 종	SM570	바 닥 판 형 식	R.C 바닥판
주 형 간 격	4.4~5.4m	주 형 높 이	2.4m
W e b 두 께	20m	F l a n g e 두 께	50m
가 로 보 간 격	2.5m	가 로 보 높 이	0.5m
수 평 보 강 재	1단 사용	수직보강재간격	2.5m
이 음 방 법	볼트연결	브 레 이 싱	수직브레이싱 사용
기 타 사 항	- 주형상단에 I형 가로보 사용 - 주형사이에 STRINGER사용		

- 소수주형 판형교 적용 교량

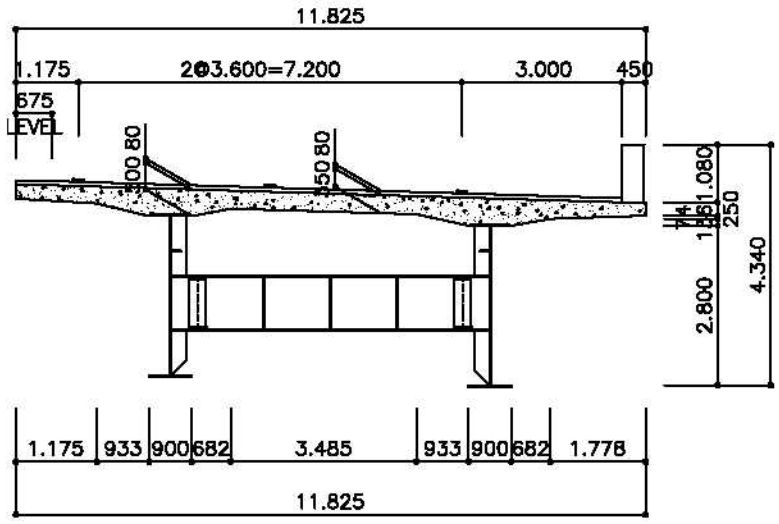
교 량 명	하부 및 기초형식		연 장 (m)	폭 원		비 고
	하 부	기 초		대 구 방 향	포 항 방 향	
박사천교	교대 : 역T형 교각 : 중공T형	PILE 직접	2(8@40.0)=640.0	12.150	12.150	지방도 919호선 박사천 및 청통천 횡단 광케이블 매설지역
청통IC교	교대 : 역T형 교각 : 중공T형	PILE, 직접	2@40.0=80.0	15.750	12.150	RAMP-A 횡단
석 촌 교	교대 : 역T형 교각 : 중공T형	PILE 직접	2(8@40.0)+(2@40.0+ 42.5+2@52.5+42.5+40.0) = 950.0	12.150	12.150	중앙선 철도 횡단 신령천 횡단 국도28호선 횡단
삼부천교	교대 : 역T형 교각 : 중공T형	직접, PILE직접	2@55.0=110.0	15.750	15.750	삼부천 횡단 군도 28호선 횡단 춘영정
청통천교	교대 : 역T형 교각 : 중공T형	PILE 직접	2@50.0=100.0	청통IC 13.670	소월리 12.040	청통천 횡단
소 월 교	교대 : 역T형 교각 : -	PILE -	45.0	15.600		지방도 919호선 횡단

나. 청주-상주 고속도로 건설공사

설계사 : 삼보기술단

시공사 : (주) 대림, (주) SK

- 소수주형교 횡단면도



- 구조상세

사 용 강 종	SM570	바 닥 판 형 식	P.S.C 바닥판
주 형 간 격	5.0~6.0m	주 형 높 이	2.8m
W e b 두 께	20mm	F l a n g e 두 께	66mm
가 로 보 간 격	5.0m	가 로 보 높 이	0.9m
수 평 보 강 재	1단 사용	수직보강재간격	2.5m
이 음 방 법	현장 볼트연결	브 레 이 싱	생 략
기 타 사 항			

- 소수주형 판형교 적용 교량

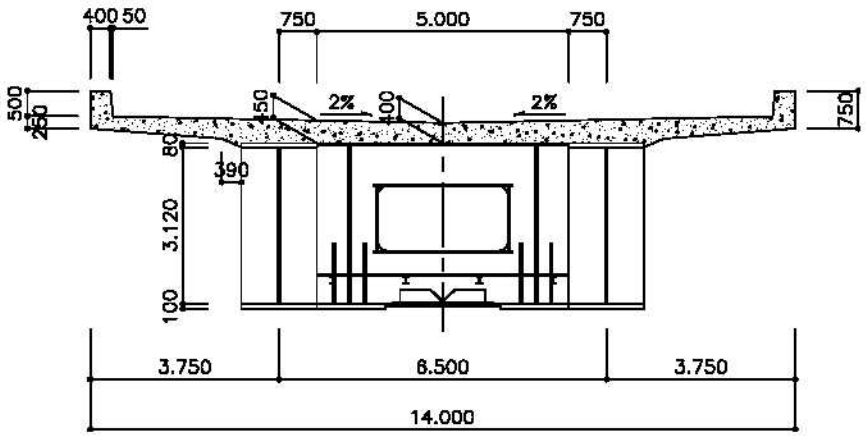
교 량 명	하부 및 기초형식		연 장 (m)	폭 원		비 고
	하 부	기 초		청주방향	상주방향	
회북육교	역T형 교대 T형 교각	직접기초 강관Pile	50+7@50+50 = 450m	16.055m	11.825m	· 장래 계획인 회북면 우회도로 횡단 · 군도 2호선 횡단

다. 경부고속철도 건설공사

설계사 : (주) 교량과 고속철도

시공사 : 두산건설(주), 삼부토건(주), 계룡건설 산업(주)

- 소수주형교 횡단면도



- 구조상세

사 용 강 종	SM520	바 닥 판 형 식	R.C 바닥판
주 형 간 격	6.5m	주 형 높 이	
W e b 두 께		F l a n g e 두 께	
가 로 보 간 격		가 로 보 높 이	
수 평 보 강 재		수직보강재간격	
이 음 방 법	현장 용접이음	브 레 이 싱	
기 타 사 항			

- 적용교량

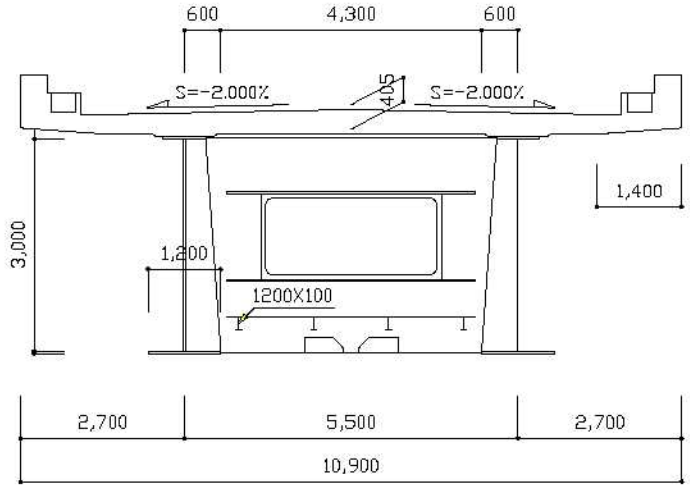
교 량 명	하부형식	기초형식	연 장	폭 원	비 고
원 동 교	교 대 : 역T형 교 각 : T형	pile 기초 pile 기초	2@50=100m	10.9m	

라. 경춘선 복선전철화 사업

설계사 : 서영기술단

시공사 :

- 소수주형교 횡단면도



- 구조상세

사 용 강 종	SM520	바 닥 판 형 식	R.C 바닥판
주 형 간 격	5.5m	주 형 높 이	3.0m
W e b 두 께	30mm	F l a n g e 두 께	100mm
가 로 보 간 격	5.0m	가 로 보 높 이	
수 평 보 강 재	1단 사용	수직보강재간격	2.5m
이 음 방 법	현장용접이음	브 레 이 싱	수평브레이싱사용
기 타 사 항			

- 적용교량

교 량 명	하부형식	기초형식	연 장	폭 원	비 고
마석고가교	교 대 : 역T형 교 각 : 중공T형	직접기초 pile 기초	2@40=80m	14.0m	

2) 국외 적용사례

- 소수주형 판형교의 해외 적용사례

국 적	교 량 명	지 간 구 성(m)	폭원(m)	비 고
스 위 스	노드부르케교	L=4@83=332.0m	B=10.30	2주형(용접연결)
오스트리아	Melk교	L=2@48.75+79+2@48.75=274.0m	B=8.10	2주형(용접연결)
프 랑 스	LIGNON교	L=65+5@100+75=640.0m	B=10.75	2주형(용접연결)
	PLANCHETTE교	L=56.28+96.48+68.34=222.1m	B=23.26	2주형(용접연결)
	BILLANCOURT교	L=84.073+36.35=120.4m	B=16.675	4주형(용접연결)
	오포탈교	L=59+2@64=187.0m	B=22.60	2주형(용접연결)
	Haute Colme Viaduct	L=1,827m	B=12.66	2주형(LP강판사용)
일 본	호로나이천교	L=2@53.5=107.0m	B=11.40	2주형(Bolt연결)
	동해대부고가교	L=3@40+52+3@40+71+3@40=483.0m	B=15.50	3주형(용접연결)
	신금사고가교	L=30+3@35+30=965.0m	B=10.00	2주형(Bolt연결)
	치도리노사와천교	L=47+2@53+41=194.0m	B=11.40	2주형(용접연결)
	성의곡교	L=2@59.5=119m	B=10.40	비합성 2주형
	三尾河高架橋	L=55.3+2@56.0+2@52.0+51.3=324.0m	B=11.40	2주형(연속합성형)
	나와고가교東	L=182.5m	B=14.90	3주형

► 해외 적용사례

호로나이천교(일본)

치도리노사와천교(일본)

飛島, 楠高架橋 (일본)

Somme Viaduct (프랑스)

Abbeville Viaduct (프랑스)

Pont de Bonneuil (프랑스)

가. 호로나이천교

- 교량형식

교 량 명	바닥판	연 장 (m)	폭 원	종단구배 (%)	횡단 구배(%)	거더높이	비 고
호로나이천교	PSC 바닥판 (t=310mm)	2@53.0 =106.0m	11.4m	2.5~2.6	4.5	3.0m	곡 선 거더교

- 특이사항

① 수직보강재는 횡거더위치와 그 사이에 1본 설치

② 수평보강재는 중간지점부근에 설치

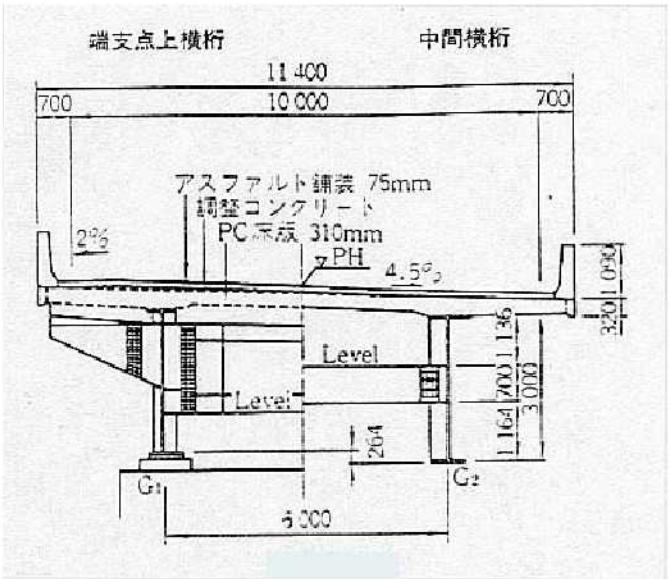
③ 수평 브레이싱 생략

④ 수평력에 대해서는 바닥판과 강거더와의 복합구조로 취급

⑤ PSC 바닥판 설치(t=31cm)

⑥ 보강재를 최대한 배제하기 위해 Web 두께를 23mm로 적용

⑦ 비합성 거더로서 수평력에 대해 바닥판과 강거더를 복합구조로 취급



호로나이천교 단면도

나. 나와고가교東

- 교량형식

교 량 명	형식	주형개수	형Type	시공장	평균지간장	폭 원	주형간격	주형고
名和高架橋	연속	3	I형	182.50m	60.467m	15.250 ~19.517m	6.24m	2.875m

- 특이사항

① 수평보강재를 1단으로 배치하여 소형 부재수 감소

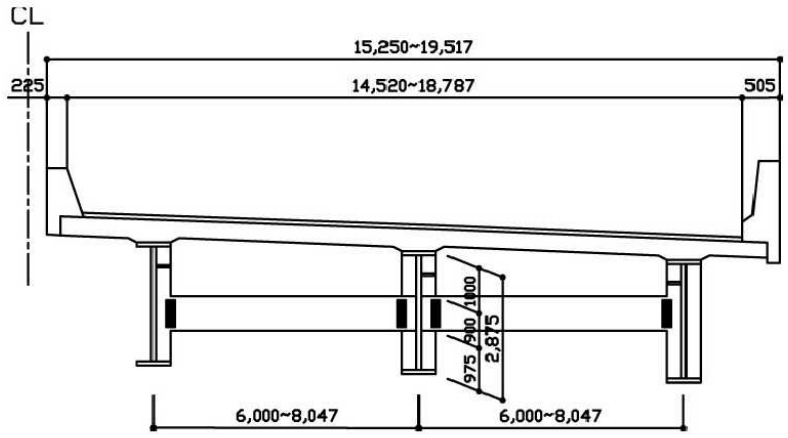
② 장지간 PC상판의 채용에 의한 수평브레이싱을 생략

③ 다경간 연속화에 의한 신축이음수의 감소

④ 주형의 I형 용접에 3전극 하이퍼토치를 이용한 대각장 fillet 용접을 적용

⑤ 현장용접이음의 채용

⑥ 프리캐스트 PC 상판의 채용



나와고가교東 단면도

다. 기묘가와교

- 교량형식

교 량 명	바닥판	연 장 (m)	폭 원	종단구배 (%)	횡단구배 (%)	비 고
기교가와교	PC 바닥판	41.50+48.50+3@40.00 +39.95 = 251.05m	12.4m	1.563 ~3.000	2.00 ~3.00	6경간 연속 비합성 2주형 Plate거더교

- 특이사항

① 수평·수직 브레이싱 등을 생략하여 구조 단순화

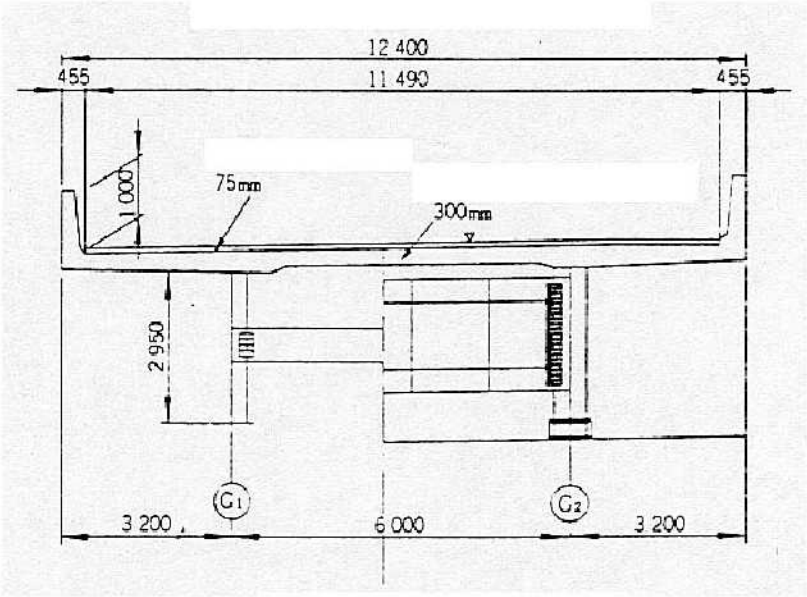
② 주거더 단면형상을 제작 Block마다 일정하게 유지

③ 경관을 고려한 주거더 연결에 용접연결 도입

④ 중간 가로보의 주거더 연결구조는 CONNECTION PLATE에 의한 결합방식 채택

⑤ 수직 보강재에의 보강판 설치

⑥ 가설시 안정성 검토



기묘가와교 단면도

라. 日計平高架橋

- 교량형식

교량명	바닥판	연 장 (m)	폭 원	종단구배 (%)	횡단구배 (%)	거더 높이	비 고
日計平高架橋	PSC 바닥판 (t=310mm)	47.40+48.50+48.50 +47.40 = 192.80m	10.0m	1.35～2.0	2.0～3.5	2.90m	연속합성PC 상판2주형교

- 특이사항

① PC 슬래브의 적용(After Bond PC강재, PRC 설계)

② 연속합성거더 형식의 적용

③ 슬래브의 구속효과를 고려한 주형거더 복부판의 박판화

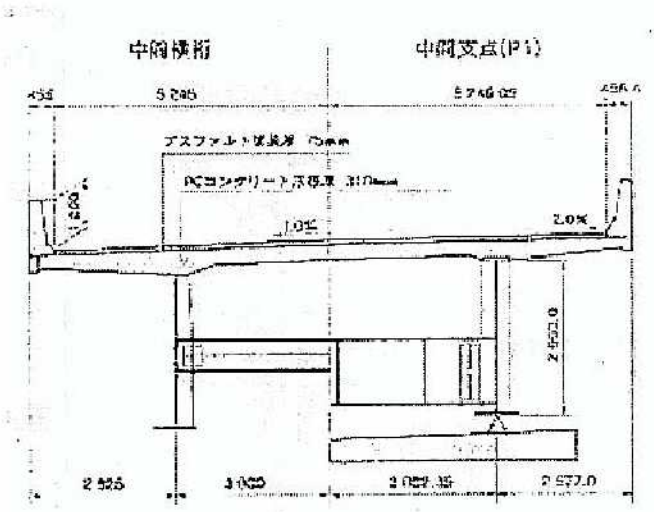
④ 고장력볼트 이음부의 합리화 설계법 적용

⑤ Jack Down에 의한 교축방향에도 Prestress 도입

⑥ 하중분산형 고무받침의 적용

⑦ 벽높이 방향의 PCA 매설 거푸집 공법의 적용

⑧ 사용강재 : SM570, SM520, SM490Y, SM400, S10T



日計平高架橋 단면도

마. 치도리노 사와가와교

- 교량형식

교 량 명	형식	주형개수	연 장 (m)	폭 원	거더높이	주형간격
치도리노 사와천교	연속	2	46.45+53.00+53.00+40.40 =194m	11.40m	2.9m	5.7m

- 특이사항

① 4경간 연속 PC 바닥판 연속합성 2주거더교 (현장치기 횡방향 연결 PC)

② JACK UP-DOWN 공법을 사용하여 중간지점부 바닥판에 PRESTRESS 도입

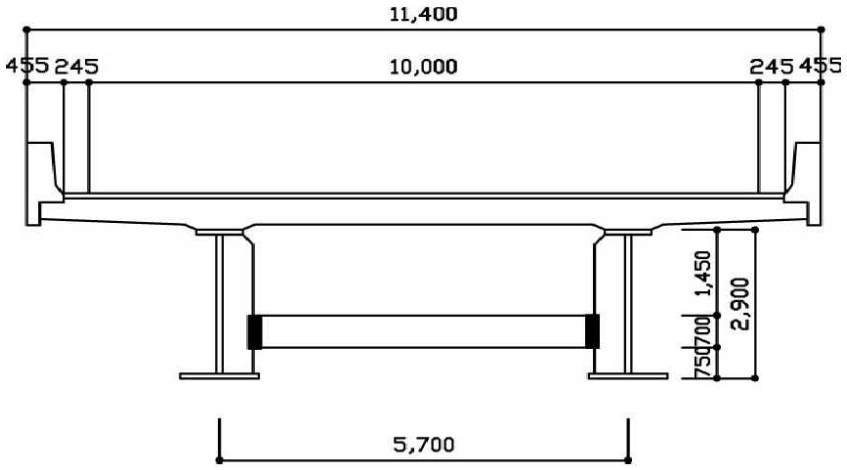
③ 수평 보강재 생략

④ 지간부의 수직 보강재 생략

⑤ 지간부 WEB 두께의 저감

⑥ 송출가설 실시

⑦ 이음부의 Z형 전단면 용접구조



치도리노사와천교 단면도

바. 三尾河高架橋

- 교량형식

교 량 명	바닥판	연 장 (m)	폭 원	종단선형 (%)	횡단선형 (%)	거더높이
三尾河高架橋	PSC 바닥판 (t=310mm)	55.30+2@56.00+2@52.00 +51.30 = 323.60m	11.4m	1.35	2.674 ~3.50	3.0m

- 특이사항

① 연속합성거더 형식의 적용

② PC 슬래브의 적용(PREGROUT PC 강재채용) ⇒ PRC 설계

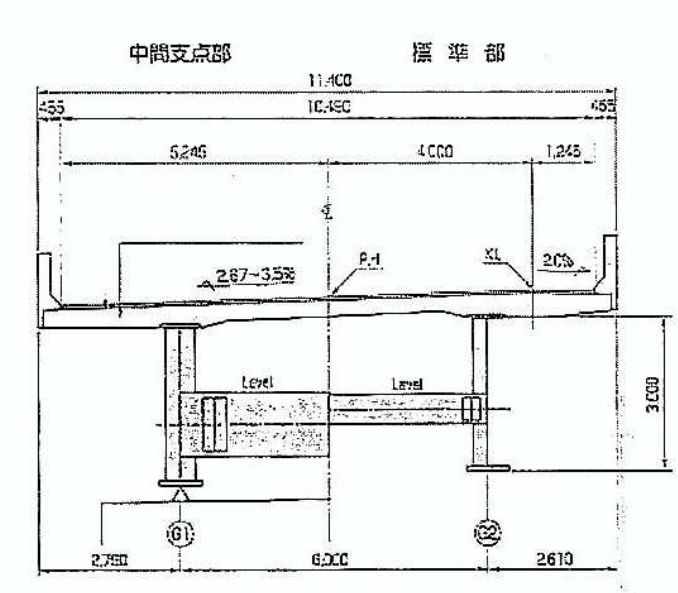
③ 슬래브의 구속효과를 고려한 주형 복부판의 무보강 박판화

④ 고장력 볼트 이음부의 합리화 설계법 적용

⑤ PC강재(GROUT TYPE) 종단 채결에 의한 교축방향의 Prestress 도입

⑥ 하중분산형 고무받침의 적용

⑦ 사용강재 : SM570,SM490,SM400



三尾河高架橋 단면도

사. 第二東名高速道路 飛島, 楠高架橋

- 교량형식

교량명	형식	주형개수	형Type	시공장	평균지간장	유효폭원	주형간격	주형고
楠高架橋	연속	3	I형	713.40m	59.30m	14.665m	6.00m	2.85m

- 특이사항

① 3주형 판형교 : 주형간 간격 5.5~6m, 플랜지 최대두께 100mm사용

② 일반강 사용, 용접개선각도 20~35° 4가지 타입 사용

③ 수평보강재 1단 사용, 수직보강재 시방서 준수, 브레이싱 생략

④ 플랜지, 복부판 현장용접시 일직선상에서 용접

⑤ 프리캐스트 PC 바닥판 사용

⑥ 교량단부(JOINT부) 콘크리트, 강재 합성형 가로보 사용

아. 第二東名高速道路 豊田 인터체인지

- 특이사항

① 주형간 간격 5.5 ~ 6m

② 플랜지 최대두께 70mm 사용

③ TMPC강 사용, 용접개선각도 35° 사용

④ 수평보강재 1단 사용, 수직보강재 시방서 준수

⑤ 브레이싱 생략

자. 中谷川橋

- 교량형식

교량명	형식	주형개수	형Type	시공장	평균지간장	유효폭원	주형간격	주형고
中谷川橋	연속	2	I형	270.0m	53.76m	9.49m	5.50m	2.90m

- 특이사항

① 유압잭과 로울러를 이용한 런칭 공법 사용

② 시공시 주형 횡자굴을 막기 위해 지점부에 임시 브레이싱을 설치

③ 지간 중앙부 수직보강재 다수 생략

④ 지점부 등에는 수직보강재 사용

⑤ 지점부 가로보는 콘크리트 · 강주형 합성 형식으로 사용

⑥ 플랜지 최대두께 57mm 사용

별첨2

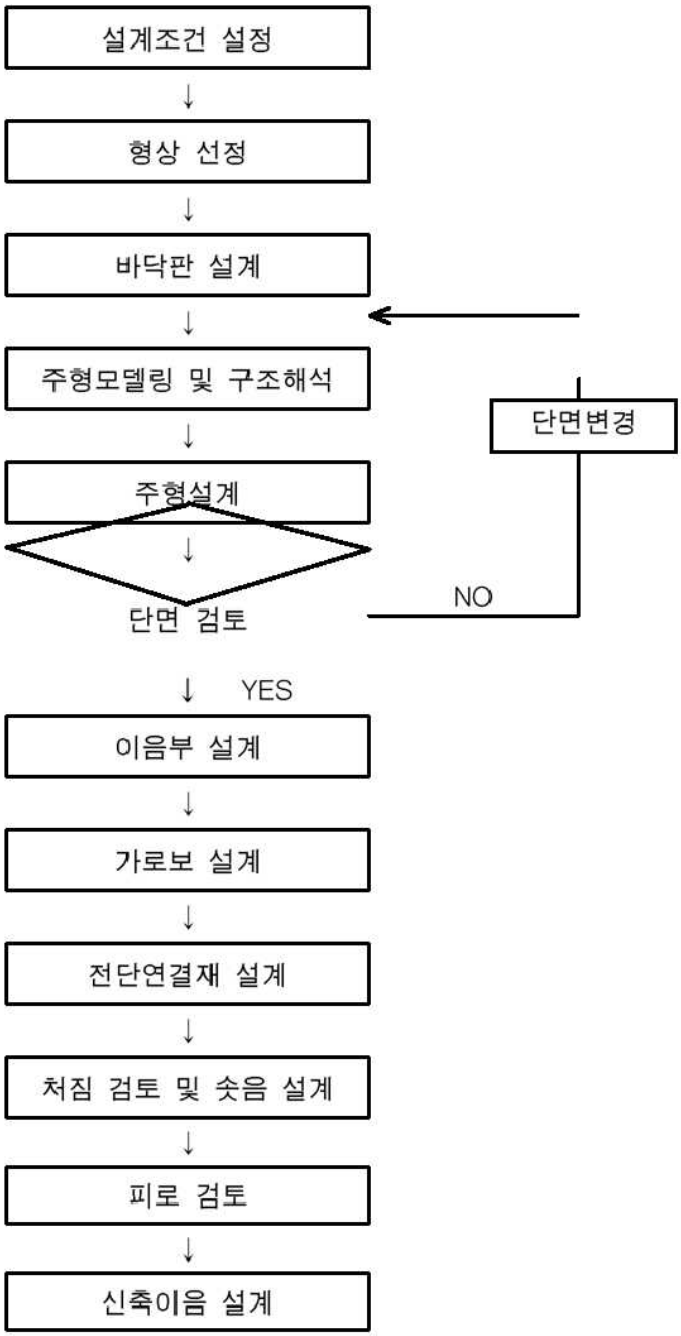
Ⅱ. 설 계 요 령

(설계 적용에)

1) 개 요

본 설계기준(안)은 최근 수행된 소수주형교 연구결과들과 유럽, 일본등지의 설계기준을 바탕으로 정리한 사항으로 추후보다 많은 연구에 의하여 변경될 수 있다.

2) 설계흐름도



3) 표준단면 계획시 고려사항

(1) 주형간격

구 분		소 수 주 형 교	비 고
적용근거	국 내	- 4.5~5.0m(강합성 판형교 및 상자형의 최적계획에 관한연구, (사)대한토목학회) - 5.0~6.0m(경쟁력 향상 도로용 소수주형교 판형교, 포항산업과학연구원)	
	프 랑 스	- 7.0~8.0m(교량총폭 13~14m에 소가로보 적용시)	
	일 본	- 5.5~6.0m(교량총폭 10.4~12.4m)	
국내적용예	청주-상주 고속도로	- 5.0m(3주형, 총폭 16.055m) - 6.0m(2주형, 총폭 11.825m)	2000. 9
	평동산단 진입도로	- 4.6m(4주형, 총폭 20.00m)	2001.10
설 계 적 용 예		- 6.0m(총폭 11.825m)	

- 본 적용근거의 프랑스 기준은 프랑스의 강·콘크리트 합성 2주형 교량의 설계지침 (by 프랑스 운수성 도로연구소, 첨부 1)에서 발취하였으며, 일본 기준은 Honshu-Shikoku Bridge Standard(デザイソマニュアル作成の方針, 첨부 2)에서 발취하였다.

(2) 캔틸레버 길이

구 분		소 수 주 형 교	비 고
적용근거	국 내	- 일반적으로 주형간격의 1/2 적용	
	프 랑 스	- 주형간격의 0.4~0.53배 적용	
	일 본	- 주형간격 대비 0.45~0.53배 적용	
국내적용예	청주-상주 고속도로	- 2.91m~3.03m	
	평동산단 진입도로	- 브랏켓 사용	
설 계 적 용 예		- 2.9125m(주형간격 6.0m)	

(3) P.S.C 바닥판 두께

구 분		소 수 주 형 교	비 고
적용근거	국 내	• 도로교 설계기준 P108 - 단 순 판 : (4L+13) × 0.9 - 연 속 판 : (3L+13) × 0.9 - 캔틸레버판 : (8L+23) × 0.9	
	프 랑 스	- 주 형 상 부 : 30cm - 주형 중간부 : 25cm 유지	
	일 본	• 도로교 설계기준 P218 - 단 순 판 : (4L+11) × 0.9 - 연 속 판 : (3L+11) × 0.9 - 캔틸레버판 : (8L+21) × 0.9	
국내적용예	청주-상주 고속도로	- 주형 중앙부 : 35cm(L=5.55m) - 주 형 상 부 : 45cm(L=2.69m)	
	평동산단 진입도로	- 주형 중앙부 : 28cm (L=4.60m)	
설 계 적 용 예		- 주형 중앙부 : 34cm(L=6.0m) - 주 형 상 부 : 50cm(L=2.9125m)	

(4) 주형높이

<table>
<tr><th colspan="2">구 분</th><th>소 수 주 형 교</th><th>비 고</th></tr>
<tr><td rowspan="3">적용근거</td><td>국 내</td><td>• 강합성 판형교 및 상자형교의 최적계획에 관한연구, (사)대한토목학회
- 단 경 간 (30m) : L/15
- 장 경 간 (50m) : L/18</td><td></td></tr>
<tr><td>프 랑 스</td><td>- 단 순 교 : 1/22
- 연 속 교 : 1/28</td><td></td></tr>
<tr><td>일 본</td><td>- L/15~L/19</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">국내적용예</td><td>청주-상주
고속도로</td><td>- 주형높이 2.8m(경간길이 L=50m)</td><td></td></tr>
<tr><td>평동산단
진입도로</td><td>- 주형간격의 40~60% 수준적용</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">설 계 적 용 예</td><td>- 적용예
<table><tr><th>경간길이</th><th>주형높이</th></tr><tr><td>50m</td><td>2.8m</td></tr></table></td><td></td></tr>
</table>

(5) 복부판 두께 및 수평보강재

<table>
<tr><th colspan="2">구 분</th><th>소 수 주 형 교</th><th>비 고</th></tr>
<tr><td rowspan="3">적용근거</td><td>국 내</td><td>• 복부판 두께
- 강종과 수평보강재 단수에 따라 최소두께 결정
수평보강재 미설치시
<table><tr><td>강 종</td><td>SM570</td><td>SM490</td></tr><tr><td>복부판 최소두께</td><td>b/110</td><td>b/130</td></tr></table></td><td></td></tr>
<tr><td>프 랑 스</td><td>- $t_w \geq 0.005h_w$
단, 공용상태에서 $V/(h_w \cdot t_w) \leq 100N/mm^2$
t_w : 복부판 두께 , h_w : 주형높이, V : 공용하중</td><td></td></tr>
<tr><td>일 본</td><td>- 국내 시방규정과 동일</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">국내적용예</td><td>청주-상주 고속도로</td><td>- 수평보강재 1단 설치, 복부최소두께 20mm</td><td></td></tr>
<tr><td>평동산단 진입도로</td><td>- 수평보강재 생략
<table><tr><td>형 고</td><td>적용복부판 두께</td><td>비 고</td></tr><tr><td>1.8m</td><td>16mm</td><td></td></tr><tr><td>2.5m</td><td>20mm</td><td></td></tr><tr><td>3.5m</td><td>28mm</td><td></td></tr></table></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">설 계 적 용 예</td><td>- 수평보강재 생략
<table><tr><td>강 종</td><td>SM570</td><td>SM490</td></tr><tr><td>복부판 최소두께</td><td>26mm</td><td>22mm</td></tr></table></td><td></td></tr>
</table>

(6) 가로보와 수직보강재

<table>
<tr><th colspan="2">구 분</th><th>소 수 주 형 교</th><th>비 고</th></tr>
<tr><td rowspan="3">적용근거</td><td>국 내</td><td>- 가로보 높이는 최대 주형교의 30~50%적용
- 수직보강재 간격
<table><tr><th>구 분</th><th>지 점 부</th><th>일 반 부</th></tr><tr><td>형상비</td><td>a/b ≤ 1.5</td><td>a/b ≤ 3.0</td></tr></table>where, a : 수직보강재 간격, b : 상하 플랜지 간격</td><td></td></tr>
<tr><td>프 랑 스</td><td>• 소가로보의 경우
- 간 격 : 6~10m
- 부착위치 : 주형높이의 중앙부</td><td></td></tr>
<tr><td>일 본</td><td>- 설치간격 : 5~10m (가로보 크기와 관련있음)</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">국내적용예</td><td>청주-상주
고속도로</td><td>- 가 로 보 설 치 간 격 :
- 수직보강재 설치간격 :</td><td></td></tr>
<tr><td>평동산단
진입도로</td><td>- 가 로 보 설 치 간 격 : 7.5m 간격
- 수직보강재 설치간격 : 2.5m (일반부)</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">설 계 적 용 예</td><td>- 가 로 보 간 격 : 8.4m
- 수직보강재 간격 : 8.4m</td><td></td></tr>
</table>

감 사

★기안자	부 장	처 장	본부장	부사장	사 장
협 조					

IPC 거더 연속교 적용검토

문서번호	설계구10201-105
보존기간	10년
결재일자	2003. 4. 10.
공개여부	공 개

2003. 4

· 설계기준부장 :
· 도로설계부장 :

한국도로공사

KOREA HIGHWAY CORPORATION

설 계 처

목 차

1. 검 토 목 적

2. 현행 방침내용 요약

3. IPC거더 연속교에 대한 검토

가. 실물시험 실시결과

나. 연속교에 대한 문제점 및 보완내용

다. 곡선교 적용 검토

4. 공사비 절감효과

5. 검 토 결 론

6. 적 용 방 안

붙임: 1. IPC거더교 적용실적 및 시공사진

2. IPC거더 연속교 내하력평가 연구보고서

3. 연속지점부 검토 및 보완내용

4. 곡선교 적용성 검토

1. 검토 목적

IPC 거더는 설계구13201-635호('01.12.7)로 단순교에 한하여 고속도로 교량에 적용토록 하였으나 연속교에 대한 설계검토 및 내화력 평가가 완료되었기에 설계 적용성을 검토코자 함.

2. 현행 방침내용 요약(설계구13201-635호,'01.12.7)

ㅇ검토 의견

- IPC 거더는 기존PSC 빔에 비해 형고가 낮고 장경간이 가능한 공법으로서 형하고 제약을 받거나 장경간 교량이 필요한 구간에서 강합성 형식이나 Preflex 빔 형식보다 훨씬 경제적인 공법이므로 고속도로 교량에 적용함이 타당한 것으로 판단됨.
- 단, **연속교에 대해서는 실물시험 등을 통한 세부 검토 후 적용여부 판단.**

3. IPC거더 연속교에 대한 검토

가. 실물시험 실시결과

ㅇ실시방법 : 수탁연구 용역시행

(과제명:IPC거더 연속교의 설계검토 및 준공교량 내하력평가 연구)

ㅇ실시기간 : '02. 3 ~ '02. 11

ㅇ실 시 자 : 우리공사 도로교통기술원

ㅇ실시교량 : 벽제2교(2@25+2@25+2@25=150m, 고양시 소재)

(공사기간 : '01. 9 ~ '02. 5)

ㅇ실시내용

- 계측센서를 이용한 정적 및 동적재하시험 실시
- 시공단계 해석 및 내하력 평가 수행

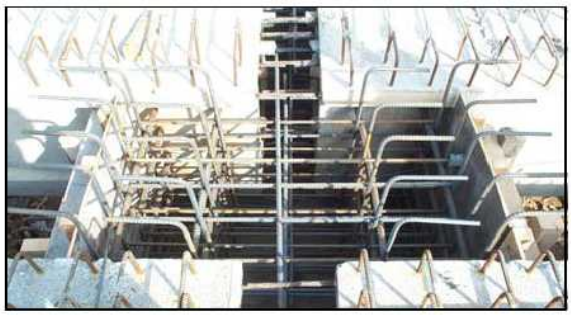
ㅇ실시결과

- IPC거더 연속교의 시공단계와 사용단계에서 발생하는 응력이 허용응력을 만족하는 것으로 확인됨.
- 연속 지점부 바닥판의 균열폭(0.031mm)이 허용 균열폭(0.2mm)을 만족함.
- 내하력 평가결과 최소내하율(경간 중앙부 거더 하연)이 2.93로서 안전성에 문제없음.
- 2차 긴장시 연속지점부 격벽 콘크리트 하단의 인장응력과 균열제어를 위해 거더하단에 돌출철근 등을 설치하여 격벽과 거더 사이의 연결거동을 보강하는 것이 바람직
- 거더 상단 단부면 연결 격벽 사이에 균열발생 억제를 위해 연속지점부의 격벽은 반드시 바닥판과 동시에 타설 필요

나. 연속교에 대한 문제점 및 보완내용

ㅇ '01년 12월 IPC거더 적용이후 실물시험과 세부검토를 통하여 문제점 보완

문 제 점	보 완 내 용	비 고
1.연속교에 대한 문제 ㅇPSC빔교의 연속화 경우 PSC빔이 단순교 개념으로 설계되어 있어 연속화부분에 문제가 발생하여도 PSC빔 중앙부(정모멘트 구간)에는 영향이 없음.	ㅇ당초에는 PSC빔과 같이 거더와 기다긴 철근 연결이 없었으나 연속지점부에 **거더간 철근을 연결**하여 강결시키고 2차강선을 삽입, 긴장력을 도입하므로서 연속 구조계로 변경하였으므로 **연속교 개념으로 모델링하는 것이 타당함.**	

문 제 점	보 완 내 용	비 고
ㅇIPC거더교 경우, 거더와 거더가 강결되어 있지 않으므로 연속교가 아니라 연속화라고 사료됨. ㅇ그러나 연속교 개념으로 설계되어 연속화 부분이 실제상황을 고려하여 모델링되어 있지 않고, 만약 연속화에 문제가 발생할경우 IPC거더교 중앙부(정모멘트 구간)에도 문제가 발생할 수 있음. ㅇ하단부는 사실상 강결되지 않고 cross-beam에 의해 연결된 상태이나 이를 고려한 해석모델링이 고려되지 않음.	 ㅇ준공되어 공용중인 IPC거더 연속교에 대한 **실물재하시험 실시결과, 다경간 연속교 적용에 문제가 없음.**	
2. 연속부 하연 균열문제 ㅇ연속화 부분에서 2차긴장시 거더 하단부에 인장응력 발생	ㅇ 슬래브 양생후 시행하는 2차 긴장과정에서 거더 하연에 인장응력이 발생하나, 그 값은 **콘크리트의 허용 인장응력 이내**이며, 이는 추가고정하중(교면포장,중분대,방호벽) 재하단계부터는 압축상태로 바뀌게 됨. 또한 2차 긴장시 발생하는 거더 하단부 **인장응력에 대하여 철근보강을 시행하므로 균열에 대한 안전성 확보**	

문 제 점	보 완 내 용	비 고
3.시공부분(벽제2교 경우) ㅇ연속지점부 격벽을 먼저 타설, 양생후 바닥판을 타설한 벽제2교(실물시험교량)의 경우 거더 상단 단부면 격벽부 사이에 균열이 발생하였음.	ㅇ이는 연속성 수준저하에 따른 거더 응력상태의 불리성에 기인한 것으로 **연속지점부 격벽과 바닥판을 동시에 타설**하여 균열발생 예방가능. (도면에 연속지점부 격벽과 바닥판을 동시에 타설토록 주기)	

다. 곡선교 적용 검토

ㅇ교면 배수구 설치에 따른 곡선반경 제약

-IPC거더는 상부 플랜지 폭이 넓어 곡신교의 경우 배수구 설치제약

-교면 배수구 설치에 따른 최소 곡선반경 (단위:m)

경간장 (m)	거더 중앙에 배수구 설치시			배수구 간격 20m 기준시		
	직배수관	곡배수관	방호벽 Block out	직배수관	곡배수관	방호벽 Block out
30	5,150	600	400	2,800	350	250
35	7,000	800	500	4,600	550	350
40	9,150	1,050	650	7,000	800	500
45	11,550	1,350	850	9,000	1,050	650

ㅇ 곡선배치에 따른 긴장력 손실

-곡선배치에 의한 긴장력 손실율 검토결과 직선교 대비 2% 내외의 추가 손실이 발생하나 거더 응력에 영향을 미칠 정도는 아님.

4. 공사비 절감효과

-설계중인 목포-광양, 전주-광양 노선 절감액: 470억원

※산출근거

□ ㎡당 단가:PSC BOX(ILM):**848천원**, IPC(경간장40m):566천원, 강박스:1,076천원

□ IPC 연속교 적용:목포-광양7개소, 전주-광양 12개소 111,915㎡

□ (848천원/㎡-566천원/㎡)×111,195㎡×1.5 =47,035,485천원

5. 검토 결론

ㅇIPC거더 연속교에 대한 설계 검토와 실물교량에 대한 내하력 평가 연구결과 구조 및 시공상의 문제점은 없는 것으로 검토되고 있으므로 단경간 뿐아니라 **연속교에서도 IPC거더를 적용**토록 함이 타당할 것으로 판단됨.

(단, 거더간 연속지점부는 돌출철근을 이용하여 강결시키고 연속지점부 격벽부와 바닥판은 동시에 타설토록 함)

ㅇ곡선교 적용시에는 곡선반경과 배수구 설치간격 등을 고려하여 적용.

6. 적용 방안

ㅇ '03년 4월 이후 준공되는 설계용역부터 적용

붙임 #1. IPC거더 적용실적 및 시공사진

#2. IPC거더 연속교 내하력평가 연구보고서(도로교통기술원)

#3. 연속지점부 검토 및 보완내용

#4. 곡선교 적용성 검토

검사

기안자	◉과 장	부 장	차 장	본부장	부사장	사 장

협조	· 건설계획처장:	· 건설관리처장:
	· 도로처장:	· 구조물처장:
	· 민자도로처장:	· 기술관리실장:
	· 기술심사실장:	

의견청취

※ 도로교통기술원장 의견청취

문서번호	설계구102(1)-304
보존기간	10년
결재일자	2003. 5. 20
공개여부	공 개

LMC(Latex Modified Concrete)
교면포장 적용 개선 검토

2003. 5.

· 설계기준부장 :

· 도로설계부장 :

한국도로공사

KOREA
HIGHWAY
CORPORATION

설 계 처

목 차

1. 검 토 목 적

2. 추 진 경 위

3. 현행 적용기준

4. LMC 시공현황

5. 적용결과 분석

6. 개 선 검 토

7. 검 토 결 론

8. 적 용 방 안

1. 검토 목적

○ 교량 교면포장 공법으로 기 적용중인 LMC(Latex Modified Concrete)공법에 대해 2000년 12월 이후 확대 적용 시행한 결과를 분석하여 합리적인 적용방안 재검토

○ 아스팔트 교면포장의 교면방수 및 포장공용성, 재포장을 위한 절삭시 방수층 손상, 교통제한등의 유지관리 비효율등 문제점 해소

2. 추진 경위

○ '99. 6 LMC를 이용한 교면포장 시행계획 수립

○ '00. 5~6 LMC 시험시공(중부선 하남~호법간 3공구 궁평육교)

○ '00. 12 LMC 교면포장 확대시행 방침(설계이 13202-620호)

○ '01.~현재, 중부고속도로 하번천교 외 34개 교량 시공

3. 현행 적용기준(설계이 13202-620호, '00.12.23)

<table>
<tr><th colspan="2">구분</th><th>신설 교면포장</th><th>단순확장 교면포장</th><th>비고</th></tr>
<tr><td rowspan="2">일반
구간</td><td>콘크리트
포장구간</td><td>LMC(t=5cm)</td><td rowspan="2">기존 교면포장과
연계성을 고려하여
검토후 적용</td><td></td></tr>
<tr><td>아스팔트
포장구간</td><td>교면방수 + 아스팔트
교면포장</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">연약지반 구간</td><td colspan="2">교면방수 + 아스팔트 콘크리트 교면포장</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">기타</td><td colspan="2">사장교, 현수교 및 강상판형교는 LMC 미 적용</td><td></td></tr>
</table>

※ LMC 교면포장을 적용하는 경우 시공성, 연계성 및 평탄성 확보를 위하여 교량 상면과 **Apporach 슬래브 및 완충 슬래브 상면까지 LMC를 연장**하여 시행

4. LMC 시공 현황

가. 2001 시공현황

노선명	교량명	교량연장 (M)	상부형식	비 고
중 부	궁평육교 외 3개교량	909	PSC Box(ILM) 외 2개	
서울외곽순환	지도IC교 외 1개교량	105.2	PSC Slab, ST. Box	
대전-진주	서상IC교 외 2개교량	166.6	ST. Box외 2개	
동해~주문진	향호4교 외 1개교량	451	PSC Beam	
서해안	해미IC교 외 5개교량	257	ST. Box외 2개	
공덕-전주	부용교	120	PSC Beam	국도
계	6개노선 18개교량	2,109		

나. 2002 시공현황

노선명	교량명	교량연장 (M)	상부형식	비고
진주-통영	오서1교	180.25	PSC Beam	
서울외곽순환	거여고가교 외 1개교량	2,082	PSC Box (ILM,FCM)	
구미-동대구	노곡교 외 1개교량	190	PSC Beam	
평택-음성	송탄IC교 외 1개교량	356	ST Box 외 1개	
호남고속도로	증산천교 외 1개교량	170	PSC Beam	
중부내륙	문촌교 외 6개교량	702	RC 라멘외 3개	
계	6개노선 16개교량	3,680		

5. 적용결과 분석

가. 시행 결과

<table>
<tr><th colspan="2">구 분</th><th colspan="5">적 용 결 과</th><th>비고</th></tr>
<tr><td colspan="2">시공성</td><td colspan="5">• 하절기 고온을 피해서 시공하는등 기상조건에 제약이 있으나 단일 공종으로 시공 간편
• 콘크리트 타설시 성형성이 우수하여 평탄성 양호</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">재료 특성</td><td colspan="5">• 신·구 콘크리트의 부착성능이 좋아 포장층이 바닥판콘크리트와 일체화되어 윤하중에 저항하므로서 바닥판 단면확대 효과
☞ 바닥판의 내하력 증진
• 윤하중에 대한 변형저항성이 아스팔트 포장에 비해 매우 우수하여 초기 평탄성 지속적인 유지
☞ 운전자 안락감 유지
• 휨·인장강도, 수밀성 등의 우수한 재료적인 성질에 의해 균열발생이 억제되고, 염해, 동해, 중성화 등이 방지
☞ 전체교량의 내구성이 증진되고 유지관리비용 대폭 절감</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">경제성</td><td colspan="5">• 초기공사비는 다소 증가하나 유지관리비가 대폭 절감되어 생애주기비용 분석시 우수</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="3">시험 결과</td><td>항 목</td><td>평탄성</td><td>압축강도</td><td>휨강도</td><td>부착강도</td><td>균열유무</td><td></td></tr>
<tr><td>기준치</td><td>PrI=24cm/km이하</td><td>270kgf/㎠ 이상</td><td>45kgf/㎠ 이상</td><td>14.0kgf/㎠ 이상</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>결과치</td><td>2.7cm/km</td><td>317kgf/㎠</td><td>64kgf/㎠</td><td>18.6kgf/㎠</td><td>균열없음</td><td>평균값</td></tr>
</table>

나. 문 제 점

○ LMC 시행결과 교면에는 문제점이 없었으나, Approach 및 완충 슬래브 상면에는 국부적으로 균열 또는 들뜸현상 발생(붙임 사진)

☞ 발생사유

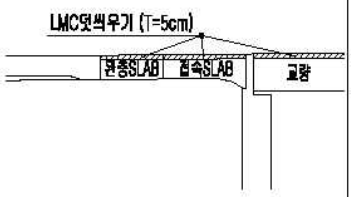
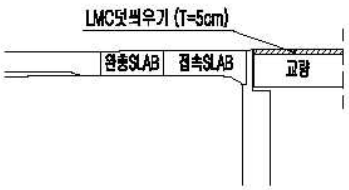
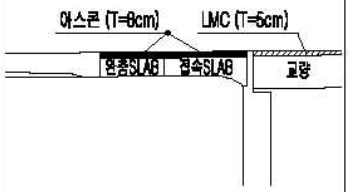
- App. & 완충 슬래브의 가로 및 세로줄눈부와 LMC Cutting부 위치차이로 인한 구속균열 또는 경계면의 들뜸.
- 교량 뒷채움부 부등침하 등으로 인한 Approach & 완충 슬래브 균열에 따른 반사균열

○ IC Ramp교 등 평면곡선반경이 작은 구간과 편경사가 심한 경우 소요평탄성 확보 어려움

- 교량의 평면곡선반경이 작은 경우 포장구간 내측호의 길이와 외측호의 길이가 상이하여 면마무리용 Roller(L=2m)의 횡방향 면마무리 작업시 호의 길이 차 만큼 단차 발생
- LMC의 Slump값은 10~15cm로서 유동성이 높아 편경사가 심한 경우 경사가 낮은 쪽으로 유동이 발생

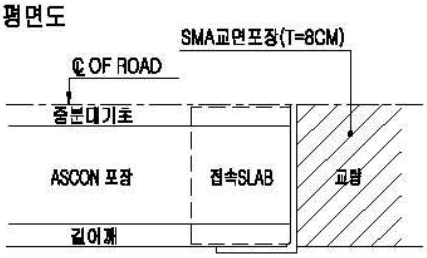
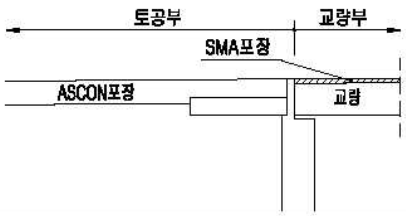
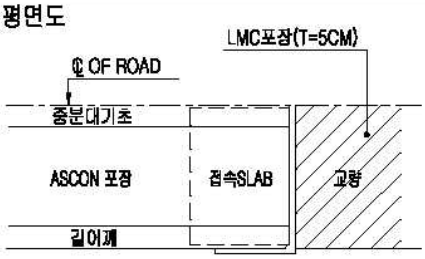
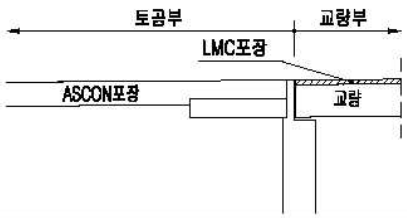
6. 개선 검토

가. 신설 콘크리트 포장구간의 Approach & 완충슬래브 처리방안

구 분	현 행	개 선 안		비고
	LMC 포장 (t=5cm)	App. & 완충 슬래브 노출	아스콘 포장	
단면도				
장·단점	**장점** ○ 포장부 전후구간 색상 동일 **단점** ○ 뒷채움부 처짐 또는 부등침하로 파손시 유지보수 어려움 및 비용과다 ○ 공사비 고가 ○ 포장줄눈부 위치상이에 따른 구속균열 발생 ○ 시공성 불량	**장점** ○ 포장부 전후구간 색상 동일 ○ 공사비 저렴 ○ 구속균열 없음 **단점** ○ 뒷채움부 처짐 또는 부등침하로 파손시 유지보수 어려움 ○ 평탄성 불량 ⇒ 면갈이 시행필요 *미국의 경우 교면에 LMC 적용시 App. & 완충 슬래브 노출	**장점** ○ 파손시 유지보수 양호 - 재포장 주기가 짧아 유지관리 비용 증가 ○ 공사비 저렴 **단점** ○ 포장부 전후구간 색상 차이 ○ 시공성 보통 - 구간이 짧아 평탄성 불량 ○ 포장줄눈부 반사균열로 하자발생 우려 높음	
공사비	163,673원/㎡	118,672원/㎡	115,187원/㎡	
검토 의견	○ App. & 완충 슬래브부는 교면과 같은 방수가 불필요하며 LMC 적용이 비경제적일 뿐아니라 LMC 시공 사례분석 결과 일부 균열 발생 등 문제점이 있으므로, ○ 교량 전후구간의 포장면 색상통일과 경제성등을 감안하여 App. & 완충슬래브를 노출하여 포장면으로 이용하는 것이 바람직하다고 판단됨			
적용		○		

나. 신설 아스팔트 포장구간 적용방안

□ 교량 상부

구 분	현 행 - 방수 + SMA(t=8cm)	개선(안) - LMC 포장(t=5cm)	비고
단면도	•평면도  •종단면도  	•평면도  •종단면도  	
장·단점	**장점** ○ 토공부·교량부 노면색상 동일 ○ 초기투자비 저렴 **단점** ○ 유지관리비용 과다 소요 -교면의 주기적 재포장 불가피 -노면 절삭시 기 시공된 방수층 손상발생 -교면 재포장시 교통제한 불가피 ○ 교면방수가 불확실 - 방수층 하자발생 우려 높음 ○ 공용중인 교량상에서 확실한 방수처리 곤란	**장점** ○ 초기투자비 다소 증가되나 유지관리비용 최소 ○ 교면 재포장 불필요 ○ 방수효과 탁월하고 내구성 우수 ○ 부분 보수시 별도 방수 불필요 **단점** ○ 토공부·교량부 노면색상 상이 ○ 시공성 보통	
공사비	35,970원/㎡	43,662원/㎡	
검토 의견	교면포장을 LMC로 확대 시행한 결과 포장평탄성과 시공성에 문제가 없고 아스팔트 콘크리트 포장공법보다 교량바닥판 내구성 증진 및 방수효과등이 탁월하므로 아스팔트 포장구간에도 LMC 적용		

□ Approach & 완충슬래브부 : 현행대로 아스팔드 포장 시행

다. IC구간 교면포장 적용검토

○ 고속도로 본선의 경우 통상적으로 적용되는 평면곡선반경의 크기가 700m이상(편경사:5%)으로서 LMC 시공에 문제가 없으며,

○ IC교량의 경우 대부분 평면곡선반경이 작고 특히 Loop형 Ramp의 경우 곡선반경이 50m내외, 편경사가 8%까지 나타나므로 LMC시공 부적합

○ 따라서, **본선교량부는 LMC를 적용**하고 **IC교량부는 아스팔트형식(SMA)을 적용**하되, **평면곡선반경이나 편경사의 영향이 크지 않을 경우에는 IC교량부도 LMC 적용가능**

7. 검토 결론

구 분		적 용	비고
콘크리트 포장구간	교면 구간	○ 현행과 같이 LMC 포장(t=5cm) 적용	
	APP & 완충슬래브 구간	○ 슬래브면 노출 - Concrete Roller Paver로 면마무리하고 양단부 2m는 면갈이 실시 - 양생후 그루빙 실시	
아스팔트 포장구간	교면 구간	○ 교면 방수+SMA포장(t=8cm)에서 LMC 포장(t=5cm)으로 변경	
	APP & 완충슬래브 구간	○ 현행대로 시행	
IC 교량 구간		○ 교면방수+SMA포장(t=8cm) 적용 - 단, 평면곡선반경이나 편경사의 영향이 크지 않을 경우 LMC(t=5cm) 적용	

8. 적용 방안

가. 설계중인 노선 : 본 방침 적용

나. 설계완료 미발주 또는 공사중인 노선 : 현장여건에 따라 검토 적용

※변경시 교면두께 증감에 따른 고정하중 변동영향을 고려한 별도의 구조계산은 불필요.

붙 임 #1. App. & 완충슬래브부 LMC 시공 사진대지
#2. 변경표준도
#3. 콘크리트 포장부 App. & 완충슬래브 단가 산출서
#4. App. & 완충슬래브부 공사시방서

감 사
김영락

기안자	부 장	처 장	본부장	부사장	사 장
최안구	김정호	이동희	전결		

협 조	
- 도 로 처 장	- 시 설 처 장
- 구조물처장	- 건설계획처장 :
- 건설관리처장 : 정 정	민자도로처장
- 기술심사실장 :	- 기술관리실장 :

문서번호	설계구10201-153
보존기간	10년
결재일자	2003. 6. 3
공개여부	공 개

교량 점검시설 설치기준 개선

2003. 5.

설계기준부장 : 홍경
도로설계부장 :

한국도로공사
KOREA
HIGHWAY
CORPORATION

설 계 처

목 차

1. 검토목적

2. 용어의 정의

3. 추진경위

4. 개선방안 검토

5. 검토의견 및 기대효과

6. 적용방안

7. 첨부자료

1. 검토목적

교량점검시설은 특별한 보조장비 없이 상시점검을 가능케 하는 장점은 있으나, 설치비용이 고가이고 미관을 저해하며 점검부위가 한정되어 상부거더 등을 포함한 전체 교량 점검시 굴절식 점검차 등 별도의 점검수단이 필요한 등 한계가 있어 기존의 점검시설 설치기준을 재검토하여 합리적인 기준을 수립코자 함

2. 용어의 정의

- o 점검계단 : 교량의 상부(노면) 또는 하부(지상)에서 교대로 접근하기 위해서 설치하는 계단식 접근시설
- o 점검통로 : 고소용 접근장비를 이용하여 접근이 불가능한 교량부재의 점검 및 유지관리를 위해서 설치하는 통로식 접근시설
- o 출입사다리 : 교량 상부(노면) 또는 하부(지상)에서 점검통로로 도달하기 위하여 설치하는 승강 사다리
- o 이동식 접근장비 : 사다리, 점검대차, 굴절식 점검차, 고소작업대 등 고소 부재에 접근할 수 있는 장비
- o 점검용 조명설비 : 상자형 거더교의 박스내부에 설치하는 조명 및 조명용 전기설비

3. 추진경위

- o 관련기관 의견조회 2회
  - 설계구10201-30312호('02.9.2) : 18개 기관(부서)에서 의견 제출
  - 설계구10201-30436호('02.12.9) : 12개 기관(부서)에서 의견 제출
- o 건교부 지침작성 의견제시 및 협의

- '02년 국정감사시 지적내용에 의거 건설교통부에서 건설기술연구원에 의뢰하여 지침제정작업을 추진함에 따라 동 지침제정을 위한 자문회의에 참여하여 우리공사 기준(초안)을 토대로 의견제시 및 협의

※ 붙임#3 교량점검시설 설치지침(건설교통부) 참조

o 건교부 지침(안)과 우리공사 기준을 상호비교하여 세부내용 조정

4. 개선방안 검토

가. 고정식 점검시설 설치대상

(1) 현황 및 문제점

o 현 설계기준

- 고정식 교대 및 교각 점검시설 개선검토[설계이13202-11호(2000.1.10)]
  - 교고(주형하단부터 지면,수면,노면 등까지거리)가 7m이상인 경우 매 교각마다 설치
  - 교고가 7m미만인 경우라도 별도의 장비 설치시 하부도로를 점유하여 차량소통에 지장을 초래하거나 하천 내에 교각이 위치하여 하부로의 접근이 곤란한 경우 설치를 요하는 교각에 설치
  - 신축이음장치가 있는 교각은 일상점검이 가능토록 교고에 제한없이 설치

o 문제점

- 현재의 고정식 점검시설은 설치비용이 고가임에도 활용도가 낮은 상태임
  - 현재 공사중이거나 설계중인 118개 공구를 평균한 결과 공구당 고정식 점검시설 설치비용이 평균 12.4억원이나 굴절식 점검차의 구입비용은 5~10억원 수준에 불과함(붙임#5 점검시설 설치비용 참조)
  - 점검의 종류 및 빈도

점검종류	점검주기	대상교량	비고
정기점검	년 2 회	전구조물	
정밀점검	2년 1회	1,2종 : 짝수해	
		기타 : 홀수해	

(2) 개선방안

o 이동식 접근장비에 의한 점검이 불가능한 교량 등 부득이한 경우를 제외하고는 고정식 점검시설의 설치를 최소화하는 방안으로 기준변경

- 교량 하부에서의 이동식 접근장비에 의한 점검가능 높이
  - · 빔리프터 사용시 : 18m 이하
    (붙임#4 빔리프터 2002 구입제원 참조)
  - · 사다리 사용시 : 5m 이하
- 굴절식 점검차의 점검한계
  - · 굴절식 점검차에 의한 점검이 가능한 방음벽의 높이 : 2m 이하
  - · 한 방향에서 굴절식 점검차에 의한 점검가능폭원 : 25m
    (이격되지 않은 왕복 4차로 교량에서 한 방향에만 방음벽이 있는 경우는 반대방향에서 굴절식 점검차를 이용한 점검이 가능하므로 고정식 점검시설 설치대상에서 제외)

니. 교량 단위의 점검방법 검토

(1) 현황 및 문제점

- 한 개의 교량중 일부 교각에만 고정식 점검시설이 설치되어 효율적인 점검이 곤란한 사례가 발생(감사기12108-30356, '02.12.3의 감사지적사항)

(2) 개선방안

- 동일교량에 대해 너무 다양한 점검방법이 적용되지 않고 교량전체의 효율적인 점검이 가능하도록 교량별로 점검방법을 검토한 후 위치별로 적절한 점검시설 설치방안을 결정하도록 개선

다. 상부노면에서의 출입사다리 설치방법

(1) 현황 및 문제점

- 현행 교각점검시설의 출입사다리(UP-DOWN형 포함)는 방호벽 상단을 넘어 이동해야 하기때문에 사고위험이 있음
  (감사기 12108-87, '02.8.26의 감사지적사항)

(2) 개선방안

- 방호난간을 일부 절개하여 출입사다리를 설치하는 방안으로 개선
- 철근배근을 고려하여 포장면으로부터 40cm 위치에서 절개하고 출입문 설치

라. 강BOX 거더교 내부점검을 위한 출입시설

(1) 출입시설 간격조정

1) 현황 및 문제점

- 연속교의 경우 100~150m 간격으로 거더 내부점검을 위한 출입시설을 설치하도록 되어 있어 2~3경간마다 점검통로가 설치되어야 하고 연속지점부 하단에 맨홀설치가 필요함
  ※ 설계삼 16210-377('97.9.25)「강박스거더교 내부점검구 설치기준」참조

2) 개선방안

- 최근 설계된 사례를 보면 신축이음의 간격이 200~300m 정도임을 감안하여 신축이음부에만 출입시설을 설치하는 것으로 변경
- 다만, 장경간(60m 이상) 또는 변단면 구조를 갖는 교량에 대해서는 별도 검토가 필요함

(2) 강BOX 거더교 교대부 블럭아웃

1) 현황 및 문제점

- 강 BOX 거더의 단부를 BLOCKOUT하여 통로를 확보하고 있으나 교대와 근접시 실제 진출입이 곤란한 경우가 발생

2) 개선방안

- 거더단부의 블록아웃만으로 진입공간의 확보(400mm 이상)가 곤란할 경우 교대 흉벽부를 추가로 블록아웃

마. 점검통로 설치범위

(1) 현황 및 문제점

- 코핑의 4면에 점검통로를 설치하여 과다

(2) 개선방안

- 2열받침이 배치된 교각의 경우 출입사다리가 설치되는 면을 포함한 3면에 설치
- 1열받침이 배치된 교각의 경우 출입사다리가 설치되는 면을 포함한 2면에 설치
- 교량의 일부 교각에만 점검통로가 설치될 경우 이동식 접근장비에 의한 점검이 곤란한 코핑면과 출입사다리가 설치되는 면에만 점검통로를 설치

바. 점검계단

(1) 현황 및 문제점

- 현행기준은 교량의 연장에 따라 점검계단의 설치개소수를 정하고 있으나 점검계단은 교량하부로의 접근을 위해 설치하는 시설물로 연장과는 무관함

(2) 개선방안

- 모든 교대의 양측에 설치하는 것을 원칙으로 하고 교량하부에서의 이동이 용이하고 짧은 경우에 한해 편측설치가 가능하도록 조정

사. 교대 앞채움부의 높이

(1) 현황 및 문제점

- 교대 앞채움의 여유고를 1.8m로 규정할 경우 편구배에 따라서는 높이가 2m를 초과하는 경우 발생

(2) 개선방안

- 1.5m 정도로 하되 현장여건, 편경사 등을 감안하여 점검자가 교좌부를 점검할 수 있는 공간이 확보되도록 유동적으로 적용

아. 기타 특기사항

(1) 건교부 지침내용중 "5. 시공방법"은 공사시방서에 명기

(2) 또한, 설계도면상에 특정제품의 도면이 수록되어 문제가 발생하는 것을 방지하기 위해 도면에 다음과 같이 명기

- 점검시설 설치도면은 원가계산용 참고도면으로서 특정제품을 나타낸 것이 아니므로 구조상세를 검토하여 변경이 가능함

5. 검토 의견 및 기대효과

o 건설교통부의 교량점검시설 설치지침과 동 지침에 포함되지 않은 사항 및 기타 세부적용방법에 관한 검토내용을 반영한 붙임#1의 교량점검시설 설치기준을 적용코자 함

※ 붙임#1 교량점검시설 설치기준(안) 참조

o 설계중인 노선 적용시 약 750억원의 점검시설 설치비 절감

(68개 공구 × 11 억원/공구 ≒ 750 억원)

6. 적용방안

o 실시설계 및 계획중인 노선 : 설계반영

o 공사중 또는 운영중인 노선 : 해당 주관부서에서 판단

7. 첨부자료

o 붙임#1 교량점검시설 설치기준(안)

o 붙임#2 점검시설 설치도

o 붙임#3 교량점검시설 설치지침(건설교통부)

o 붙임#4 빔리프터 구입사양

o 붙임#5 점검시설 설치비용 분석

o 붙임#6 굴절식 점검차 보유현황

붙임#1

교량 점검시설 설치기준(안)

1. 일반사항

가. 본 기준은 건설교통부의 교량점검시설 설치지침('03.4)과 동 지침에 언급되지 않은 사항 및 기타 세부적용방법을 포함하여 작성한 것임

나. 적용범위

교량의 유지관리용 부대시설 중, 고정식 점검시설의 계획, 설계, 시공에 적용하며 점검계단, 점검통로 및 출입사다리와 그 부속설비, 그리고 점검용 조명설비를 포함함

다. 용어의 정의

(1) 점검계단 : 교량의 상부(노면) 또는 하부(지상)에서 교대로 접근하기 위해서 설치하는 계단식 접근시설

(2) 점검통로 : 고소용 접근장비를 이용하여 접근이 불가능한 교량부재의 점검 및 유지관리를 위해서 설치하는 통로식 접근시설

(3) 출입사다리 : 교량 상부(노면) 또는 하부(지상)에서 점검통로로 도달하기 위하여 설치하는 승강 사다리

(4) 이동식 접근장비 : 사다리, 점검대차, 굴절식 점검차, 고소작업대 등 고소 부재에 접근할 수 있는 장비

(5) 점검용 조명설비 : 상자형 거더교의 박스내부에 설치하는 조명 및 조명용 전기설비

라. 점검시설의 설치목적

교량이 가설되어 있는 주변의 지형 또는 공간적 여건 등으로 인하여 이동식 접근장비로는 점검이 어려운 주요 교량부재에 접근시설을 설치하여 근접점검과 유지관리를 용이하게 하기 위한 것임

마. 고정식 점검시설의 조건

(1) 점검과 보수가 필요한 부위 및 부재에 근접할 수 있어야 함

(2) 점검과 보수에 필요한 최소한의 작업공간이 확보되어야 함

(3) 점검 및 보수작업자의 안전이 보장되는 구조이어야 함

(4) 시설 자체의 유지관리가 거의 필요 없고, 내구성이 우수해야 함

(5) 부속장치가 있는 경우 조작이 간단하고 고장이 적어야 함

(6) 재질은 내식성이 우수하고 설치 후 미관이 양호하여야 함

바. 기타

동일교량에 여러 가지의 다른 점검방법이 적용되지 않고 교량전체의 효율적인 점검이 가능하도록 교량별로 점검방법을 검토한 후 위치별로 적정한 점검시설 설치방안을 결정하여야 함

2. 점검계단

가. 설치목적

교대 및 교량하부의 유지보수용 접근로를 제공하기 위함

나. 설치대상교량

노면과 교량하부와의 단차가 작거나 지형특성상 별도의 시설물 없이 교량하부에 접근이 용이한 경우, 교대에 점검통로가 설치되어 있어 교량의 상부 또는 하부에서 교대로 접근이 가능한 경우를 제외한 모든 교량

다. 설치방법

(1) 교대 상,하 양측에 설치하는 것을 원칙으로 함(4개소/교량당)

(2) 교량하부에서의 이동이 용이하고 비교적 짧은 교량은 차량 진행방향 최초로 접하는 교대측에만 설치(2개소/교량당)

(3) 램프교 등 일방향 교량의 경우 차량 진행방향 우측에만 설치

※ 붙임# 2 교량점검시설설치도(2-1 점검계단 설치개념도)참조

3. 하부구조 점검시설

가. 교대부 점검시설

(1) 앞성토가 있는 구간

(가) 교대하부 점검공간이 확보될 수 있도록 교량 앞채움 시공

(나) 다만, 거더하부의 여유공간은 1.5m 정도로 하되 현장여건, 편경사 등을 고려하여 조정(점검자가 별도의 장비없이 교좌부 점검이 가능하도록 조정)

※ 붙임# 2 교량점김시설설치도(2-2 교대부 점검시설 설치도)참조

(2) 앞성토가 없는 직벽형 교대부

(가)설치대상

① 사다리를 제외한 이동식 접근장비에 의한 점검이 곤란한 경우로 교대벽체의 높이(지면으로부터 노출된 부분)가 5.0m 이상인 교대

② 이동식 접근장비에 의한 점검시 교통혼잡 등으로 문제가 우려되는 경우

(나)설치예외교량

① 점검통로 및 출입사다리 설치시 하부도로(또는 철도)의 시설한계를 침범하는 경우

② 점검시설 설치시 미관을 현저히 저해하는 경우 등

(다) 설치방법

① 점검통로 및 교면으로부터의 출입사다리설치를 원칙으로 함

② 다만, 교량하부에서 점검통로에 출입하는 것이 유리하다고 판단되는 경우 지상에서 점검통로까지 출입사다리를 설치할 수 있으며, 이 경우 일반인(특히, 어린이)이 접근할 수 없는 높이로 계획하여야 함

※ 붙임# 2 교량점검시설설치도(2-2 교대부 점검시설 설치도 및 2-4 출입사다리 설치방법)참조

나. 교각부 점검시설

(1) 설치 대상

(가) 고정식 점검시설은 교량의 상부나 하부에서 이동식 접근장비에 의한 점검이 불가능한 교량에 한하여 설치하는 것으로 함

1) 교량 상부형식이 사장교, 현수교, 트러스교 등으로 이동식 접근장비로 점검이 불가능한 교량

2) 교량내 방음벽·휀스 등과 같은 연속적인 부속물이 설치되어 상부에서 굴절식 점검차 등 이동식 접근장비에 의한 점검이 곤란한 교량으로서 하부에서도 이동식 접근장비로 점검이 곤란한 교량

① 굴절식 점검차에 의한 점검이 가능한 방음벽의 높이 : 2m 이하

② 빔리프터 적용시 점검가능높이 : 18m 이하

③ 사다리에 의한 점검가능높이 : 5m 이하

④ 한 방향에서 굴절식 점검차를 이용하여 점검할 경우 점검가능한 폭원 : 25m

(이격되지 않은 왕복 4차로교량에서 한 방향에만 방음벽이 있는 경우는 반대방향에서 굴절식 점검차를 이용한 점검이 가능하므로 고정식 점검시설설치대상에서 제외)

(나) 당해도로의 교통 특성상 이동식 접근장비에 의한 점검시 교통혼잡 등의 문제가 예상되는 교량

(다) 이동식 접근장비에 의한 점검시 하부도로나 철도의 시설한계를 침범하여 교통소통 및 안전에 지장을 초래할 것으로 예상되는 교량

(2) 설치 예외교량

(가) 하부통행을 제한하거나 계획홍수위를 저촉하는 경우

(나) 점검시설 설치시 미관을 현저히 저해하는 경우 등

(3) 설치 방법

(가) 점검통로

① 양방향 교량의 교대 및 교각 위치가 동일하고 이격되지 않은 교량에서 양방향 모두 점검통로를 설치할 경우 양방향을 연결설치하고 출입사다리는 한 방향에만 설치하는 것을 원칙으로 함

※ 붙임#2 교량점검시설설치도(2-3 교각점검시설 설치방법)참조

② 2열받침의 경우 점검통로는 출입사다리가 설치되는 면을 포함한 코핑의 3면에 설치하고, 1열받침의 경우 출입사다리가 설치되는 면을 포함한 코핑의 2면에 설치하는 것을 원칙으로 함

※ 붙임#2 교량점검시설설치도(2-3 교각점검시설 설치방법)참조

③ 철도, 도로 등과 교차하는 일부 교각에만 점검통로가 설치될 경우 철도, 도로 등이 통과하는 경간측의 코핑면과 출입사다리가 설치되는 면에만 점검통로를 설치하는 것을 원칙으로 함(1열받침의 경우와 동일)

④ 코핑이 없는 원형교각 등 필요하다고 판단되는 경우 4방향 모두에 설치할 수 있음

(나) 출입사다리

① 점검자 이동시의 안전을 고려하여 출입사다리 설치위치의 방호난간을 일부 절개(철근배근을 고려하여 포장면으로부터 40cm 위치에서 절개하고 출입문 설치)

② 방음벽 설치구간은 기초부분 외에 방음판 높이 1m를 추가로 절개하고 별도의 출입문 설치

③ 교량하부에서 점검통로에 출입하는 것이 유리하다고 판단되는 경우 지상에서 점검통로까지 출입사다리를 설치할 수 있으며, 이 경우 일반인(특히, 어린이)이 접근할 수 없는 높이로 계획하여야 함

※ 붙임#2 교량점검시설설치도(2-4 출입사다리 설치방법)참조

4. 상부구조 점검시설

가. 이동식 점검대차

(1) 설치대상

이동식 점검대차는 기존의 방침을 적용

(2) 관련 방침

(가) 구조점11210-30186('02.5.27)「이동식 점검대차 운영실태 점검결과보고」

(나) 건설관10105-87('02.6.24)「이동식 점검대차 삭제검토」

나. 고정식 점검통로

(1) 설치목적

상부구조의 주요부재에 근접하여 점검 및 유지보수를 할 수 있도록 통로식 접근로를 제공하기 위한 시설

(2) 설치 대상

(가) 교량 상부구조형식이 사장교, 현수교, 아치교, 트러스교 등인 교량에서 이동식 접근장비로는 상부의 주요부재를 점검할 수 없는 교량

(나) 수시로 점검이 필요한 교량 중에서 굴절식 점검차 등 이동식 접근장비에 의한 점검시 교통혼잡이 예상되거나 하부도로의 건축한계로 인해 교통소통 및 안전에 지장이 예상되는 교량으로 고정식 점검통로의 설치가 필요하다고 판단되는 교량

(3) 설치방법

(가) 점검통로

① 상부구조에 교축방향으로 점검통로를 설치

② 설치수량은 방향별로 각 1열씩 설치

※ 붙임#2 교량점검시설설치도(2-5 상부구조 점검통로 설치개념도)참조

(나) 출입사다리

점검통로 설치교량에 대해서는 상부노면에서 접근이 가능하도록 출입사다리를 설치하되 간격은 교량의 연상 및 구조 등을 고려하여 결정

다. 강BOX 형 교량 내부점검을 위한 시설

(1) 출입사다리 및 점검통로

(가) 점검계단에 의한 접근이 불가능한 교대와 신축이음이 설치되는 교각에는 박스 내부로의 진출입이 가능하도록 출입사다리 및 점검통로를 설치

(나) 설계삼 16210-377('97.9.25)의 「강박스거더교 내부점검구 설치기준」은 폐지

※ 붙임#2 교량점검시설설치도(2-6 ST. BOX 거더교 내부출입시설 설치방법)참조

(2) 교대흉벽 블록아웃

거더단부의 블록아웃만으로 진입공간의 확보(400mm 이상)가 곤란할 경우 교대 흉벽부를 추가로 블록아웃

※ 붙임#2 교량점검시설설치도(2-6 ST. BOX 거더교 내부출입시설 설치방법)참조

라. BOX 형 교량 내부점검용 조명 설치기준

(1) 점검용 조명의 전원공급방법과 전기설비는 해당교량에 계획 또는 설치되어 있는 교량상부 전기설비(가로등, 안전표지 등), 상시계측시스템, 박스내 환기설비 등의 전원공급설비와 연계할 수 있도록 검토

(2) 점검용 조명으로만 전기설비를 설치하는 경우는 유지관리비용이 최소화할 수 있도록 이동식 발전기에 의하여 전원을 공급하는 것을 원칙으로 함

(3) 조명설비는 박스내부의 조도가 10~15Lx 정도 확보되어야 함

5. 구조상세 설계기준

가. 설계하중

(1) 점검통로에 작용하는 하중 : 350 kgf/m^2

(2) 난간에 작용하는 수직하중 : 60 kgf/m

(3) 난간에 작용하는 수평하중 : 40 kgf/m

(4) 출입사다리 : 점검자 하중(집중하중)으로 100 *kgf*/인이 2.1 *m* 간격으로 작용하는 것으로 가정

나. 점검시설 구조, 규격 및 재질

(1) 구조

(가) 점검통로 및 출입사다리는 교량 부재에 고정시키는 구조

(나) 점검통로는 지지대, 통로(바닥), 난간, 출입사다리로 구성

(다) 난간은 원형 또는 구형 파이프구조로 하고, 핸드 레일은 3단으로 구성

(라) 출입사다리는 추락방지 원형지지대가 있는 구조

※ 붙임#2 교량점검시설설치도(2-7 기타구조상세)참조

(2) 규격

구 분		규 격
점검계단		- 유 효 폭 : 60 *cm* 정도
점검통로	통 로	- 유 효 폭 : 80 *cm* ※유효폭은 구조체(교각 및 교대) 벽면으로 부터 난간내측까지 거리임.
	난 간	- 유효높이 : 100 *cm* - 난간레일 : 3단 - 레일수직간격 : 30 *cm*
	출입사다리	- 발 판 폭 : 50 *cm* - 원형지지대 내경 : 60 *cm*

(3) 재질

(가) 점검통로 및 부속물의 재질은 STEEL, STAINLESS STEEL, ALUMINUM 등을 적용할 수 있으며 STEEL 적용시 용융아연도금 실시

(나) 염해 우려지역에 가설된 교량에 설치하는 점검통로는 염해에 문제가 없도록 별도검토

(다) 점검계단은 프리캐스트 콘크리트블럭 계단 적용
(설계삼16210-1056, '97.12.2 교대점검시설 설치기준 참조)

6. 기타

본 기준의 시행과 관련하여 다음의 기존방침 중 본 기준에 의거 변경된 내용은 폐지

(1) 설계기 16210-5('96.1.16) 「교량점검시설 설치기준 개선검토」 폐지

(2) 설계삼 16210-377('97.9.25)「강박스거더교 내부점검구 설치기준」 폐지

(3) 설계삼 16210-1056('97.12.2) 「교대점검시설 설치기준 검토」 폐지

(4) 설계이 13202-11('00.1.10) 「고정식 교대 및 교각 점검시설 개선 검토」는 본 기준에 포함된 내용만 폐지

(5) 설계도 13201-226('02.5.28) 「교량점검을 위한 교대앞성토 설치기준」 폐지

붙임#2

교량 점검시설 설치도

2-1 점검계단 설치개념도

2-2 교대부 점검시설 설치도

2-3 교각점검시설 설치방법

2-4 출입사다리 설치방법

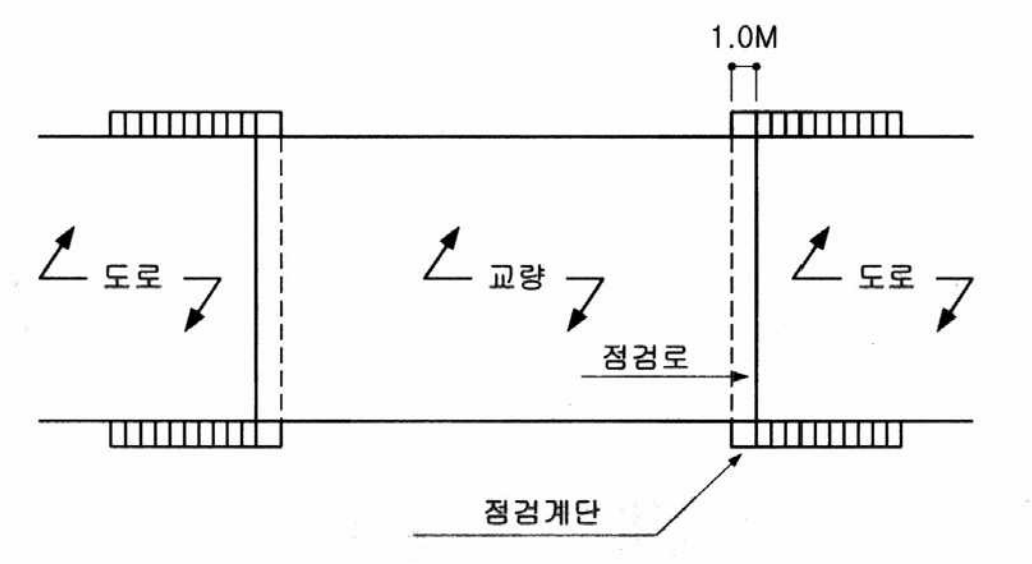
2-5 상부구조 점검통로 설치개념도

2-6 ST.BOX 거더교 내부출입시설 설치방법

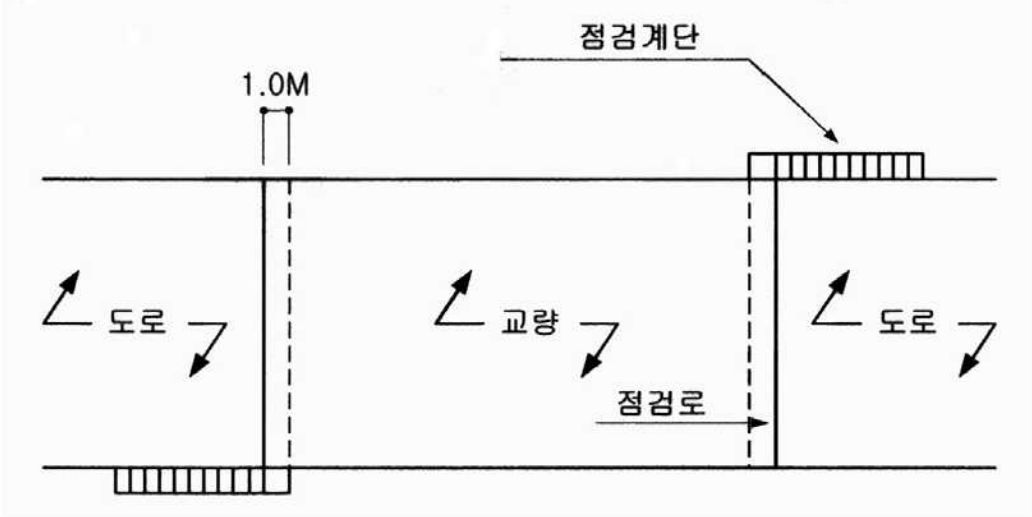
2-7 기타 구조 상세

2-1 점검계단 설치개념도

가. 일반교량(4개소/교량)



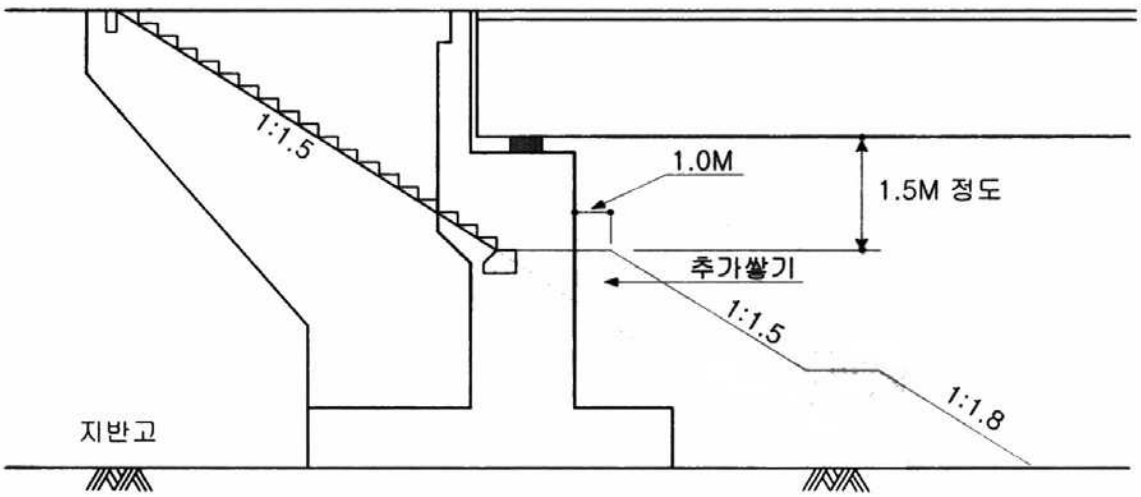
나. 교량하부에서의 이동이 용이하고 비교적 짧은 교량(2개소/교량)



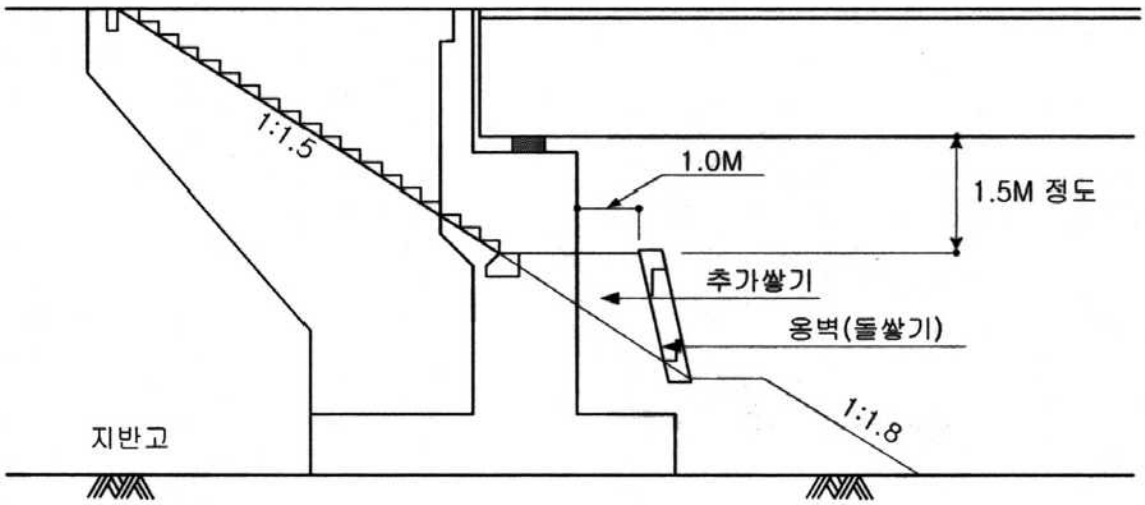
2-2 교대부 점검시설 설치도

가. 앞성토가 있는 구간

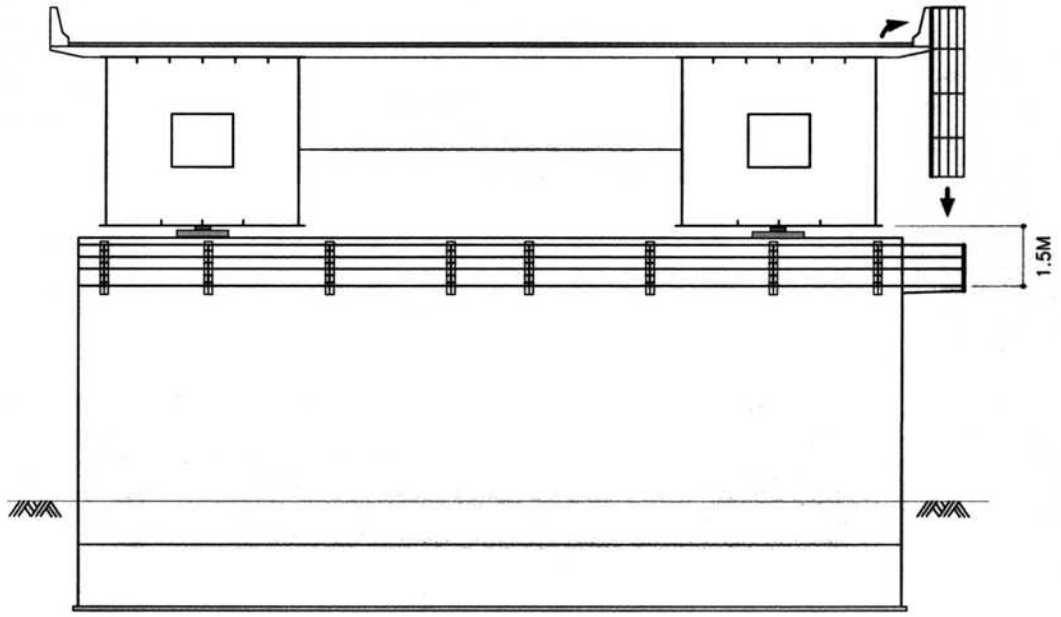
(1) 추가성토로 교대앞 점검로를 확보하는 경우



(2) 옹벽쌓기로 교대앞 점검로를 확보하는 경우

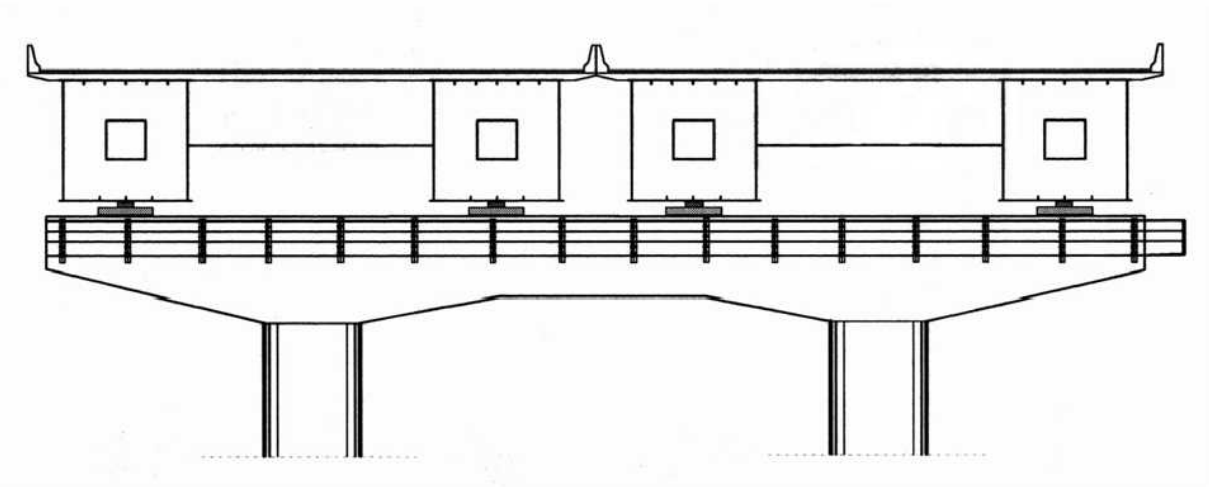


나. 앞성토가 없는 직벽형 교대부



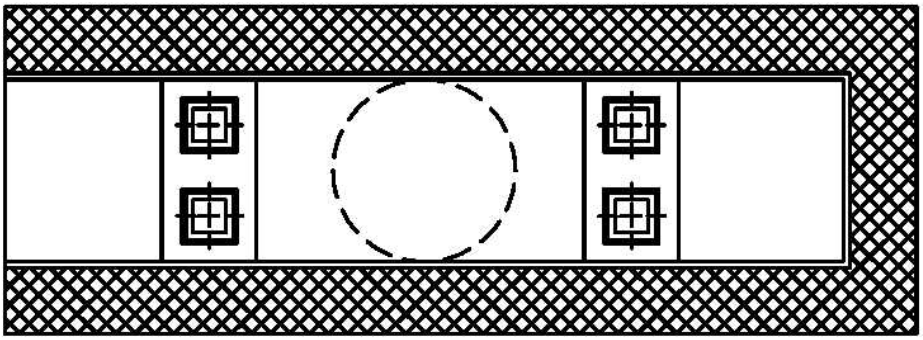
2-3 교각 점검시설 설치방법

가. 정면도



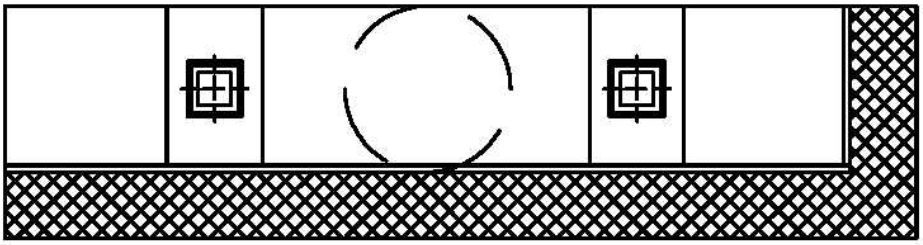
나. 평면도

(1) 2열 받침



※ 바닥판 형태는 예시된 그림임

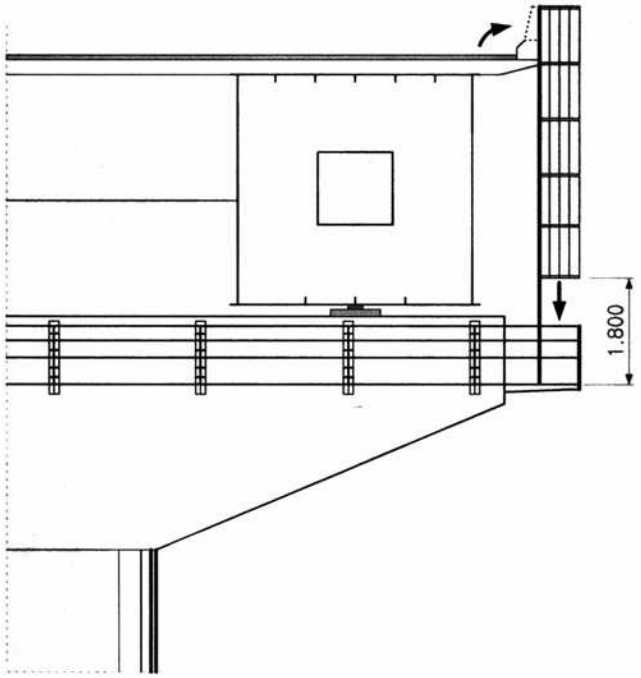
(2) 1열 받침



※ 바닥판 형태는 예시된 그림임

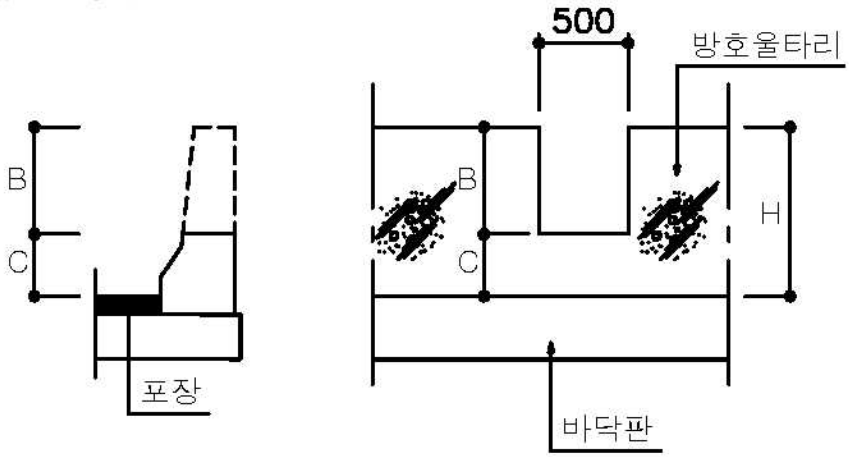
2-4 출입사다리 설치방법

가. 출입사다리 설치도



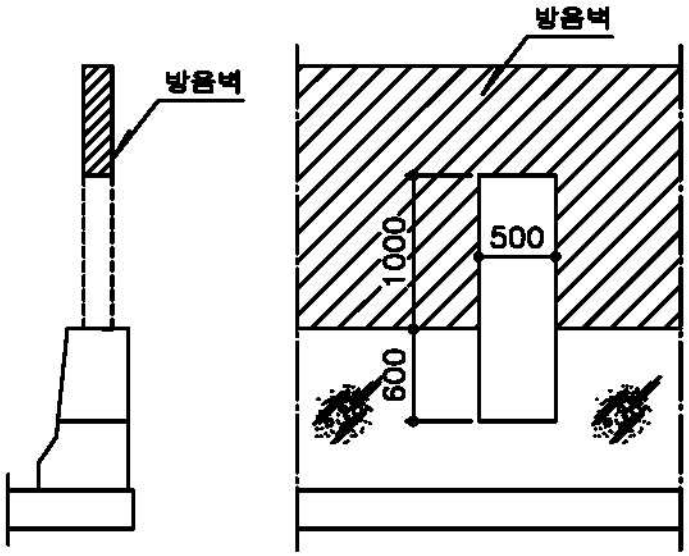
나. 방호울타리 절개도

(1) 방음벽이 없는 경우

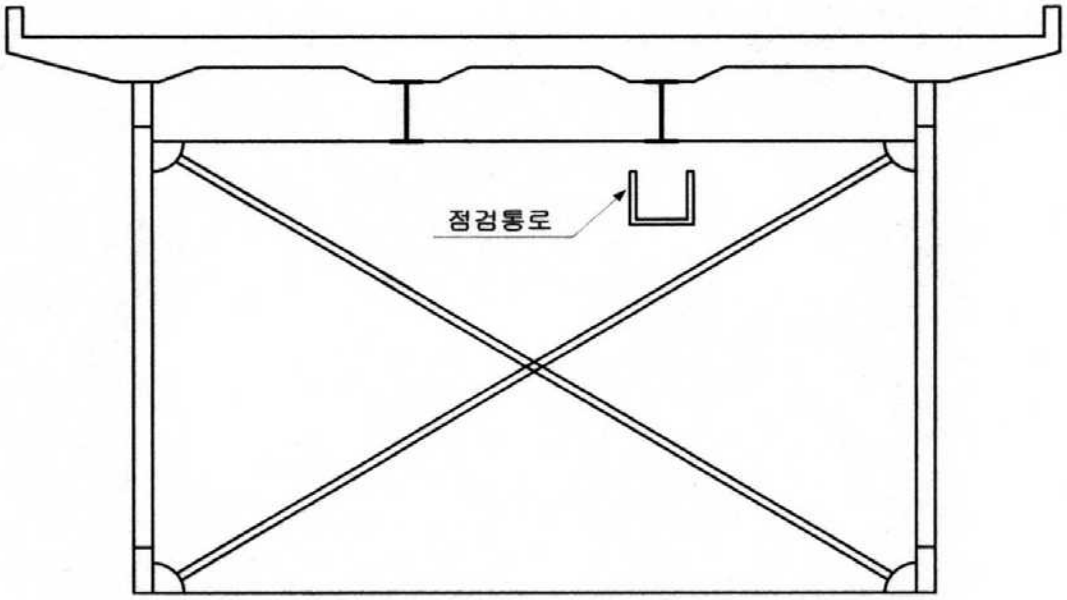


구 분	H(m)	B(m)	C(m)
(표준도)형식-1	1.0	0.6	0.4
(표준도)형식-2	1.27	0.87	0.4
(표준도)형식-3	1.27	0.6	0.4

(2) 방음벽이 있는 경우



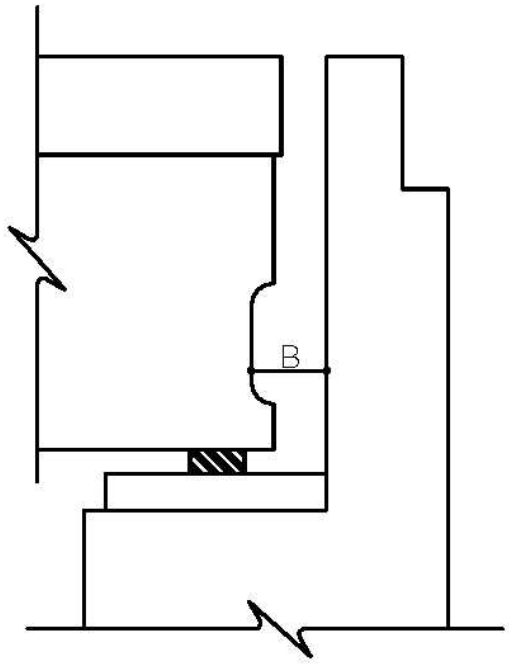
2-5 상부구조 점검통로 설치 개념도



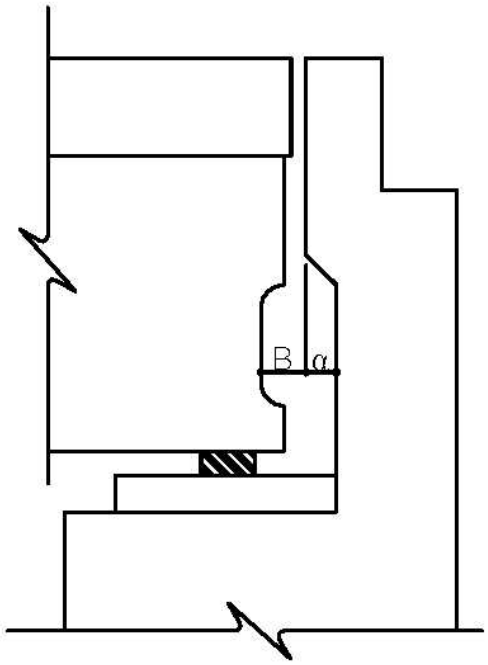
2-6 ST. BOX 거더교 내부 출입시설 설치방법

가. 교대부

(1) B ≥ 400m

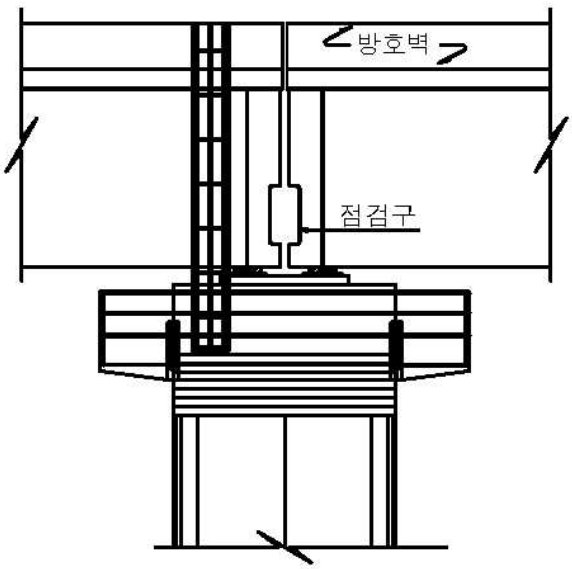


(2) B < 400mm
- B+ α ≥ 400mm 이상이 되도록 흉벽을 추가 불럭아웃

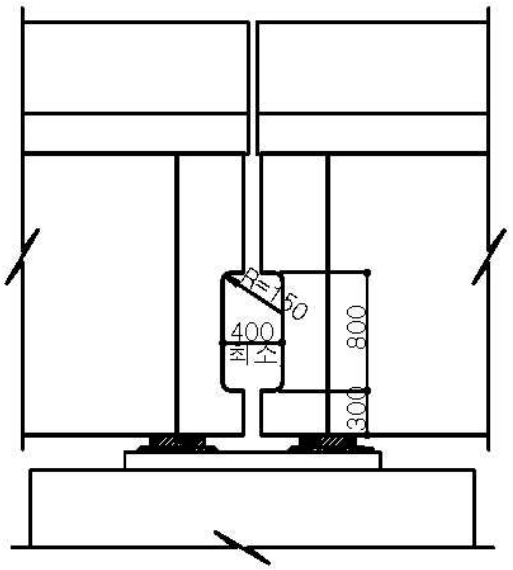


나. 교각부(신축이음장치가 있는 교각)

< 설치도 >

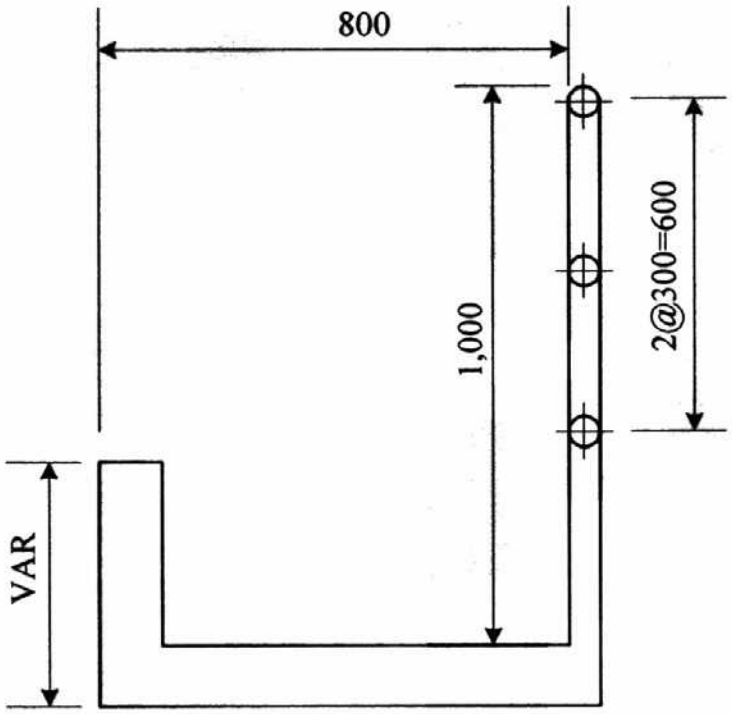


< 점검구 상세도 >

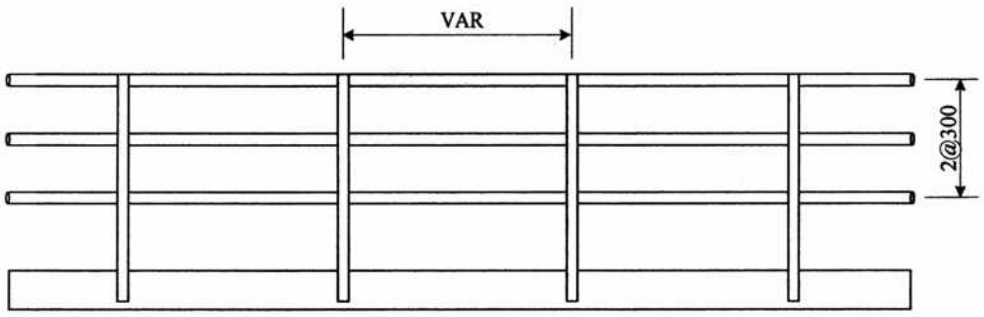


2-7 기타 구조 상세

가. 점검통로 단면도

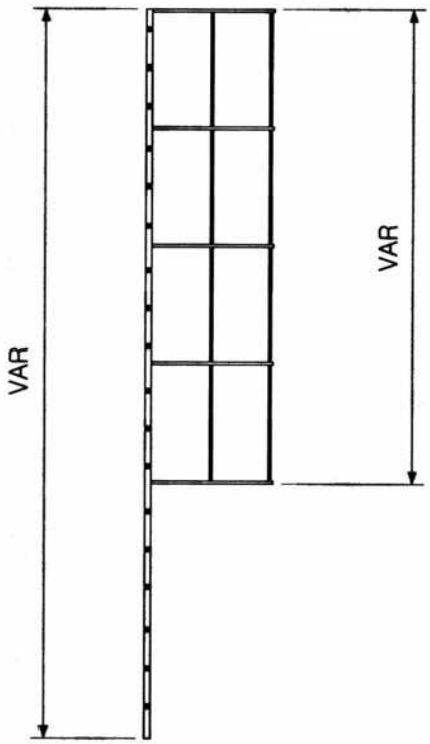


나. 점검통로 난간 및 핸드레일 포스트

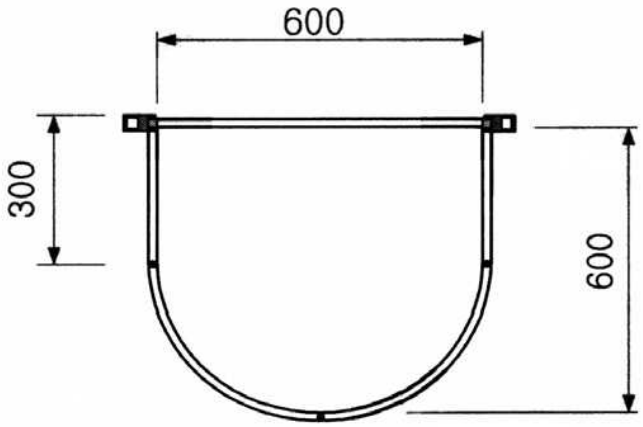


다. 출입사다리 측면도 및 상세도

(1) 측면도



(2) 상세도



붙임#3

"꿈을 이루 세상-새천년의 한국"

건 설 교 통 부

취 급

우427-712 / 경기도 과천시 중앙동 1번지 /전화 02-2110-8229-30/전송 02-504-7333

도로구조물과 과장 유인상 사무관 김정훈 담당자 정재훈 JJH1123@moct.go.k

문서번호 도구58710-133

시행일자 2003.04.23 (1년)

공개여부 (공 개)

수신 받는곳 참조

참조

선람			지시		
접수	일자 시간		결재·공람		
	번호				
처 리 과					
담 당 자					
심 사 자			심 사 일		

제목 『교량점검시설 설치지침』 알림

1. 도구58710-479(2002. 12. 11)호와 관련입니다.

2. 우리부에서는 교량점검의 효율성을 높이기 위하여 관리·운영하고 있는 "교량유지관리용 접근시설 실치지침"을 『교량점검시설 실치 지침』으로 보완·개정하여 건교부 홈페이지(www.moct.go.kr) 도로국 자료실에 게재하였으니 업무에 참고하시고, 각 시·도에서는 시·군·구에도 통보하여 업무에 적용 할 수 있도록 조치하여 주시기 바랍니다.

붙임 : 교량점검시설 설치 지침 1부. 끝.

건 설 교 통 부 장 관

붙임 : 기술안전국, 도로건실과, 행정자치부, 나01-07, 10-17, 한국도로공사

전결 과장 유인상

교량점검시설 설치지침

2003. 2

건 설 교 통 부
도로구조물과

<차 례>

1. 총 칙 1
  1.1 적용범위 1
  1.2 용어정의 1
  1.3 설치목적 1
  1.4 고정식 점검시설의 조건 2

2. 설치기준 2
  2.1 점검계단 2
  2.2 상부구조 점검통로 4
  2.3 하부구조 점검통로 5
  2.4 점검용 조명설비 6

3. 설계기준 7
  3.1 설계하중 7
  3.2 구조 및 규격 7

4. 점검시설 표준도 9
  4.1 점검계단 9
  4.2 점검통로 10

5. 시공방법 15
  5.1 점검계단 15
  5.2 점검통로 15
  5.3 출입사다리 16

교량점검시설 설치지침

1. 총 칙

1.1 적용범위

본 기준은 도로교의 유지관리용 부대시설중, 고정식 점검시설의 계획, 설계, 시공에 적용한다. 고정식 점검시설은 점검계단, 점검통로 및 출입사다리와 그 부속설비, 그리고 점검용 조명설비를 포함한다.

1.2 용어정의

- 점검계단 : 교량의 상부(노면) 또는 하부(지상)에서 교대로 접근하기 위해서 설치하는 계단식 접근시설
- 점검통로 : 고소용 접근장비를 이용하여 접근이 불가능한 교량부재의 점검 및 유지관리를 위해서 설치하는 통로식 접근시설
- 출입사다리 : 교량 상부(노면) 또는 하부(지상)에서 점검통로로 도달하기 위하여 설치하는 승강 사다리
- 이동식 접근장비 : 사다리, 점검대차, 굴절식 점검차, 고소작업대 등 고소 부재에 접근할 수 있는 장비
- 점검용 조명설비 : 상자형 거더교의 박스내부에 설치하는 조명 및 조명용 전기설비

1.3 설치목적

교량이 가설되어 있는 주변의 지형 또는 공간적 여건 등으로 인하여 별도의 장비없이는 접근이 어려운 주요 교량부재에 접근시설을 설치하여 근접점검과 유지관리를 용이하게 하기 위함이다.

1.4 고정식 점검시설의 조건

(1) 점검과 보수가 필요한 부위 및 부재에 근접할 수 있어야 한다.
(2) 점검과 보수에 필요한 최소한의 작업공간이 확보되어야 한다.
(3) 점검 및 보수작업자의 안전이 보장되는 구조이어야 한다.
(4) 시설 자체의 유지관리가 거의 필요없고, 내구성이 우수해야 한다.
(5) 부속장치가 있는 경우 조작이 간단하고 고장이 적어야 한다.
(6) 재질은 내식성이 우수하고 설치후 미관이 양호하여야 한다.

2. 설치기준

2.1 점검계단

2.1.1 설치목적

교대 및 교량하부의 유지보수용 접근로를 제공하기 위함

2.1.2 설치대상교량

교량의 상부(노면) 또는 하부(지상)에서 점검계단 없이는 교대로 접근이 어려운 교량

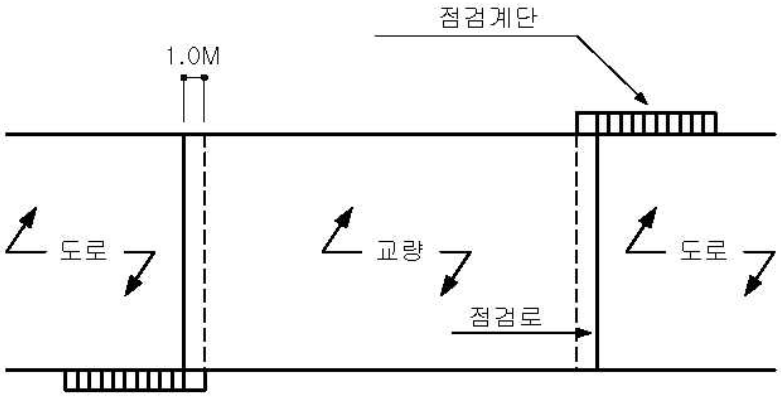
2.1.3 설치예외교량

(1) 교대에 점검통로가 설치되어 있어 교량의 상부 또는 하부에서 교대로 접근이 가능한 교량
(2) 교대가 가설된 지형 또는 교대의 구조적 특성으로 인하여 별도의 접근장비나 점검계단 없이도 교대에 접근이 용이한 교량

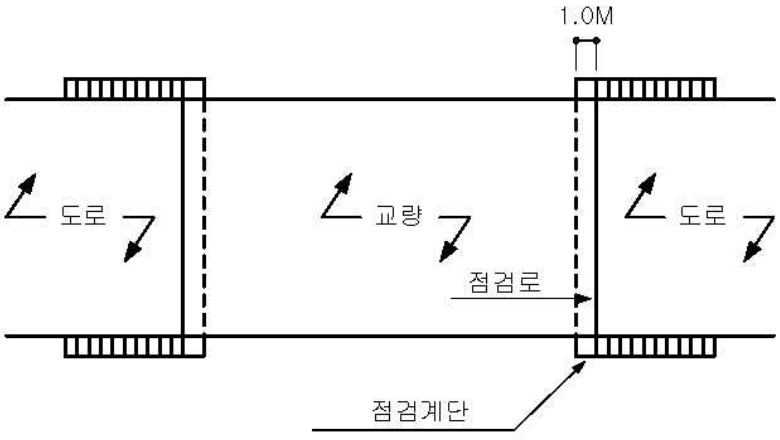
2.1.4 설치방법

(1) 점검계단은 교량 상부(노면)에서 교대 앞까지 접근할 수 있도록 설치하는 것을 원칙으로 한다. 단, 현장 여건상 교량 하부(지상)에서 교대로 접근하는 것이 교량 상부에서 접근하는 것보다 용이한 경우에는 교량하부에서 교대 앞까지 접근할 수 있도록 설치한다.

(2) 점검계단의 수량은 교대 1개소당 점검계단 1기를 설치하는 것을 원칙으로 하고, 마주보는 교대에 대하여 엇갈리는 방향으로 설치한다. 단, 도로구조, 지형적인 여건 등을 고려하여 필요하다고 판단되는 경우, 교대 1개소당 점검계단 2기를 설치할 수 있다.



<그림 20> 점검계단 설치 개념도(1기/교대)



<그림 2> 점검계단 설치 개념도(2기/교대)

2.2 상부구조 점검통로

2.2.1 설치목적

강교량 상부구조의 주요부재에 근접하여 점검 및 유지보수할 수 있도록 통로식 접근시설을 제공하기 위함

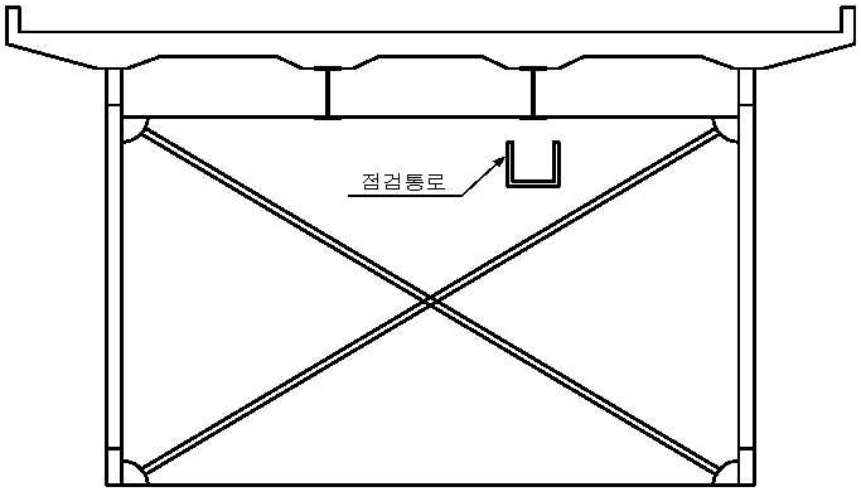
2.2.2 설치대상교량

(1) 현수교, 사장교, 강아치교, 트러스교 등과 같은 특수교량중에서 교량 상부 또는 하부에서 이동식 접근장비로는 상부구조의 주요부재를 점검할 수 없는 교량

(2) 수시로 점검이 필요한 교량중에서 이동식 접근장비 사용시 교통혼잡 등으로 상부구조 점검통로의 설치가 필요하다고 판단되는 교량

2.2.3 설치방법

상부구조(보강형 등)에 교축방향으로 점검통로를 설치하며, 설치수량은 상부구조당 1열로 하되, 상·하행선이 분리된 교량은 각 1열씩 설치할 수 있음.



<그림 3> 상부구조 점검통로 설치 개념도

2.3 하부구조 점검통로

2.3.1 설치목적

교량 하부구조, 받침, 신축이음에 근접하여 점검 및 유지보수할 수 있도록 통로식 접근시설을 제공하기 위함

2.3.2 설치대상 교량 및 부재

(1) 형하공간이 6.5M 이상인 교량의 교각 또는 교대

- 현수교, 사장교, 강아치교, 트러스교 등과 같이 상부에서 접근이 어려운 교량으로서 하부(지상)에서도 이동식 접근장비로 점검이 불가능한 교량
- 교량 상부에 방음벽, 가로등, 울타리 및 고압선 등과 같은 시설이 설치되어 있어 상부에서 이동식 접근장비로 점검이 불가능한 교량과 램프교중에서 하부(지상)에서도 이동식 접근장비로 접근이 불가능한 교각 또는 교대
- 철도과선교로서 이동식 접근장비를 사용할 때 고압선 또는 철도 차량의 통과 영향을 받는 교각 또는 교대
- 이동식 접근장비 사용시 교통혼잡이 예상되는 교량
- 교량점검통로를 설치하는 것이 당해 구조물 유지관리상 효율적이라고 판단되는 교각 및 교대

(2) 형하공간이 6.5M 미만인 교각 또는 교대

- 해당 도로관리청이 점검통로를 설치하지 않고는 다른 방법으로 점검이 불가능 하다고 판단되는 교각 또는 교대

2.3.3 형하공간 예외규정

- 해당 교량의 형하공간이 변화하여 일부 교각 또는 교대에만 점검시설이 미설치 되는 경우에는 해당 도로관리청이 점검의 효율성 등을 종합적으로 고려하여 전체적인 점검시설의 설치여부를 판단한다.

2.3.4 설치예외 교량 및 부재

(1) 점검통로 설치시 교량미관을 현저하게 저해하는 경우
(2) 점검통로 설치시 차량등의 원활한 통행을 저해할 우려가 있는 경우
(3) 홍수시 통수를 저해할 우려가 있거나 유송잡물 등이 걸려 교량안전에 위해를 끼칠 우려가 있는 경우

2.4 점검용 조명설비

2.4.1 설치목적

상자형 거더교의 박스내부에 점검용 조명을 설치함으로써, 점검 및 유지관리시 조명을 제공하기 위함임.

2.4.2 설치기준

(1) 해당 교량의 도로관리청은 교량의 연장, 점검용 조명설비의 필요성, 전원공급 여건 등을 종합적으로 검토하여, 점검용 조명의 설치 여부와 전원공급방법을 판단한다

(2) 점검용 조명의 전원공급방법과 전기설비는 해당 교량에 계획 또는 설치되어 있는 교량상부 전기설비(가로등, 안전표시등), 상시계측 시스템, 박스내 환기설비 등의 전원공급설비와 연계할 수 있도록 검토하여야 한다.

(3) 점검조명용으로만 전기설비를 설치하는 경우는 유지관리비용이 최소화할 수 있도록 이동식 발전기에 의하여 전원을 공급하는 것을 원칙으로 한다. 조명설비는 박스내부의 조도가 10~15Lx 정도 확보되도록 한다.

3. 설계기준

3.1 설계하중

(1) 점검통로에 작용하는 하중은 350 kgf/m^2 로 가정한다.
(2) 점검통로 난간설계시, 난간에 작용하는 수직하중은 60 kgf/m, 수평 하중은 40 kgf/m로 가정한다.
(3) 출입사다리에는 점검자 하중(집중하중)으로 100 kgf/인이 2.1 m 간격으로 작용하는 것으로 가정한다.

3.2 구조 및 규격

3.2.1 구조

(1) 점검통로 및 출입사다리는 교량 부재에 고정시키는 구조로 한다.
(2) 점검통로는 지지대, 통로(바닥), 난간, 출입사다리로 구성한다.
(3) 난간은 원형 또는 구형 파이프구조로 하고, 핸드 레일은 3단으로 한다.
(4) 출입사다리는 추락방지 원형지지대가 있는 구조로 한다.

3.2.2 규격

<표 11> 점검계단 및 점검통로의 규격

구 분		규 격
점검계단		- 유 효 폭 : 60 *cm* 정도
점검통로	통 로	- 유 효 폭 : 80 *cm* ※유효폭은 구조체(교각 및 교대) 벽면으로 부터 난간내측까지 거리임.
	난 간	- 유효높이 : 100 *cm* - 난간레일 : 3단 - 레일수직간격 : 30 *cm*
	출입사다리	- 발 판 폭 : 50 *cm* - 원형지지대 내경 : 60 *cm*

3.2.3 재질

(1) 점검통로 및 부속물은 강도, 내식성, 내구성이 우수한 재질로 제작한다.

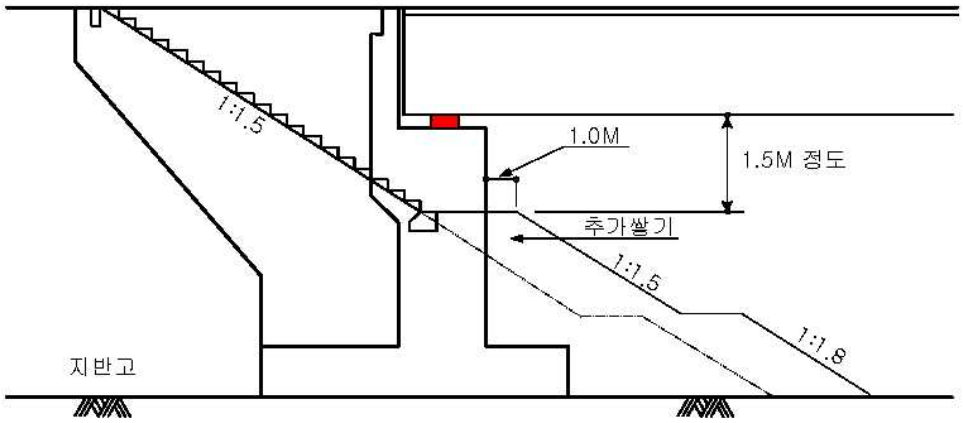
(2) 염해 우려지역에 가설된 교량에 설치하는 점검통로는 염해에 문제가 없는 재질로 제작한다.

4. 점검시설 표준도

4.1 점검계단

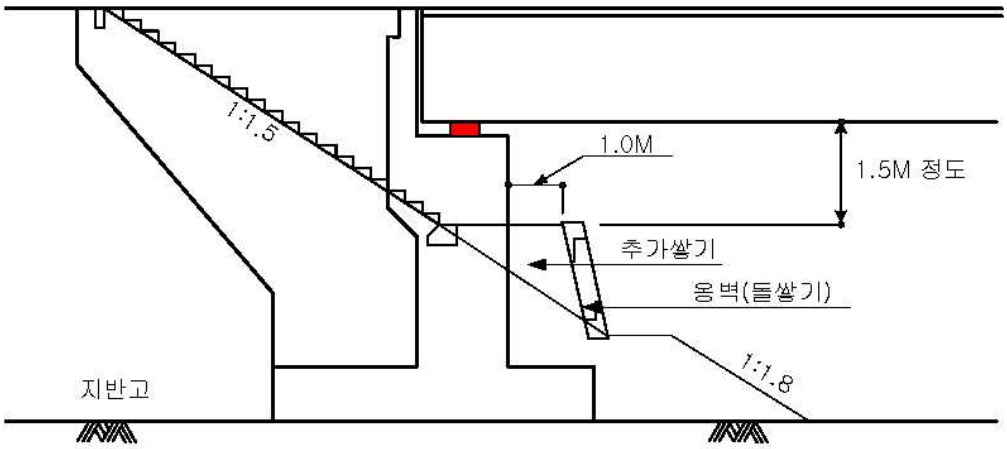
※ 교량 하부(지상)까지 이동이 필요한 경우 점검계단을 교량 하부까지 연장 할 수 있음.

(1) 추가성토로 교대앞 점검로를 확보하는 경우



<그림 4> 점검계단 측면도(추가 쌓기)

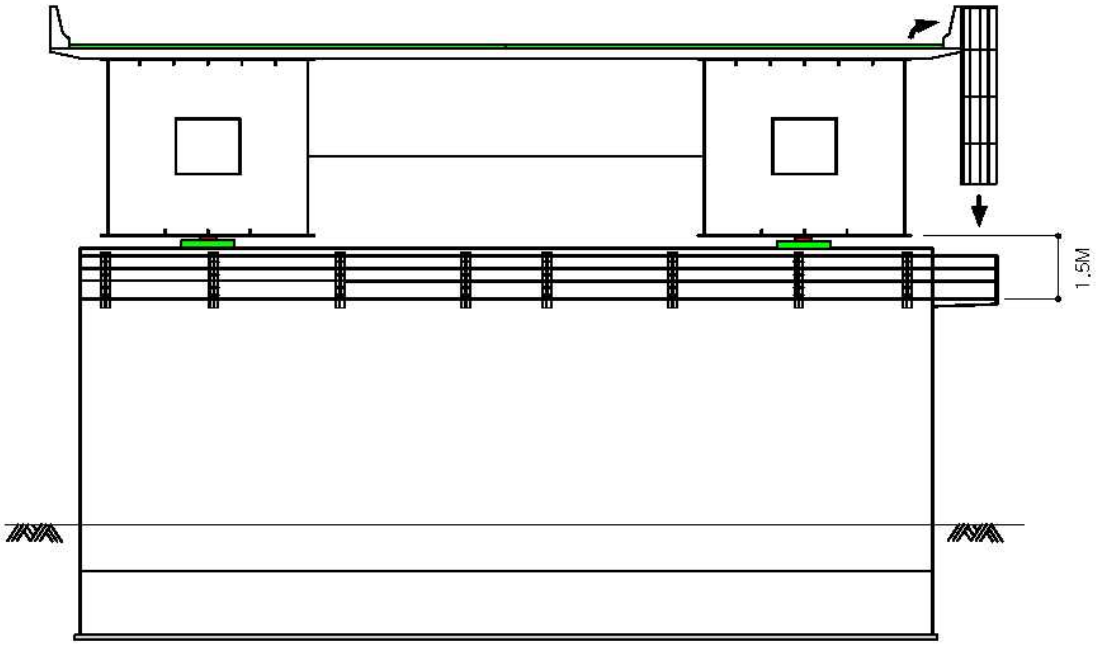
(2) 옹벽쌓기로 교대앞 점검로를 확보하는 경우



<그림 5> 점검계단 측면도(블럭 쌓기)

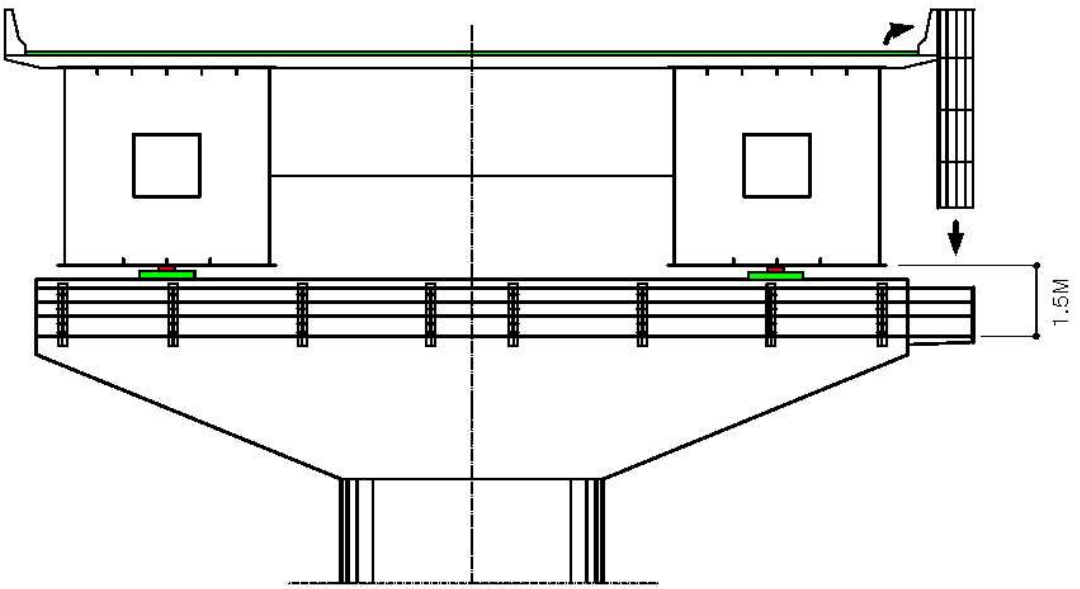
4.2 점검통로

4.2.1 교대



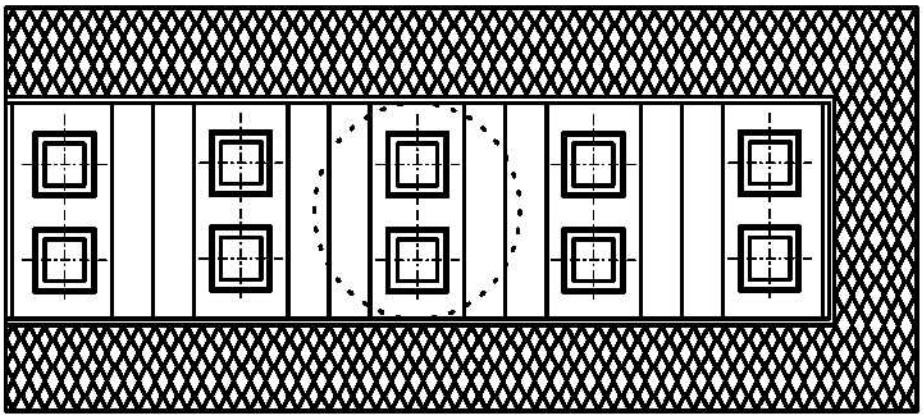
<그림 6> 점검통로 정면도(교대)

4.2.2 T형 교각



<그림 7> 점검통로 정면도(T형교각)

34.2.3 교각 점검통로 평면도

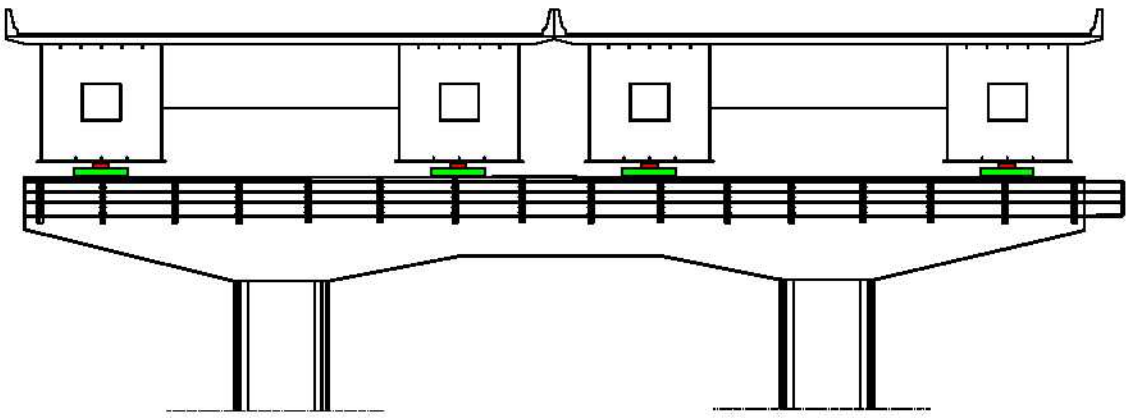


<바닥판 형태는 예시된 그림임>

<그림 8> 점검통로 평면도(2열 받침)

※ 단, 1열 받침의 교각일 경우와 같이 한쪽방면에서 점검이 가능할 경우에는 교각 한쪽에만 점검통로를 설치할 수 있음.

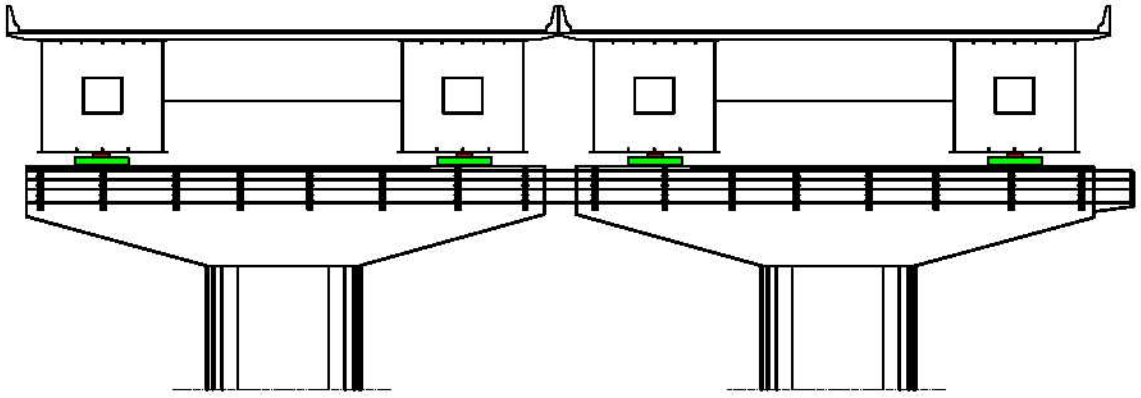
4.2.4 파이형 교각



<그림 9> 점검통로 정면도(파이형 교각)

4.2.5 상하행 분리 T형교각

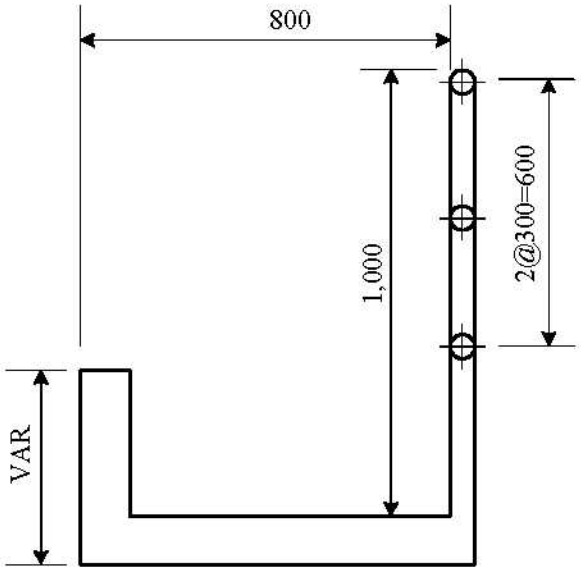
※상하행 분리 교각이 교축직각방향으로 동일 선상에 있는 경우, 각 교각의 점검통로는 연결하여 출입사다리는 1기를 설치할 수 있음.



<그림 10> 점검동로 정면도(상하행분리 교각)

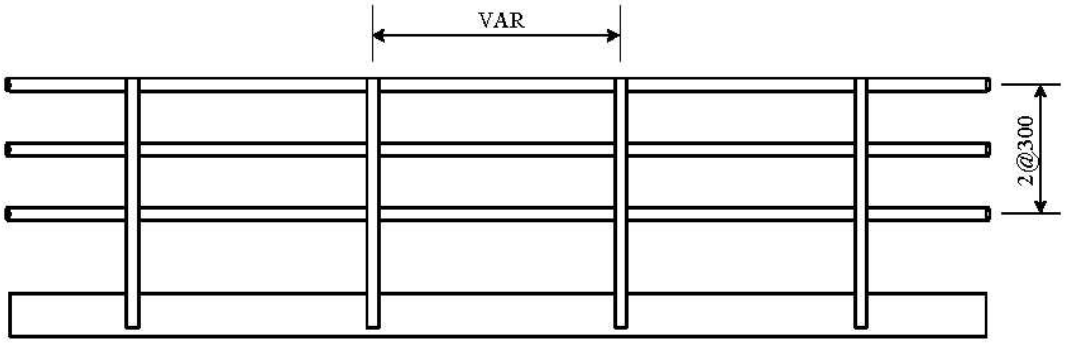
4.2.6 하부구조 점검통로 상세도

(1) 점검통로 횡단면



<그림 11> 점검통로 단면도

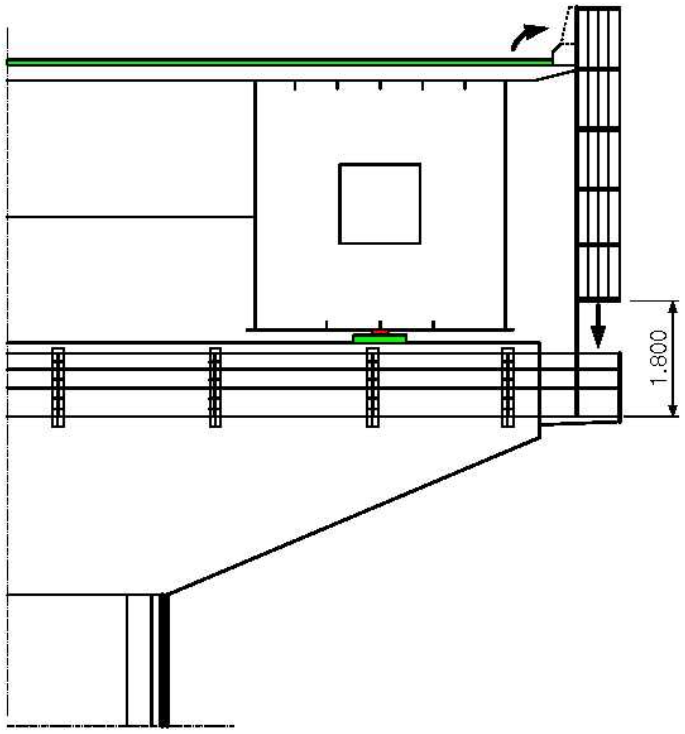
(2) 점검통로 난간



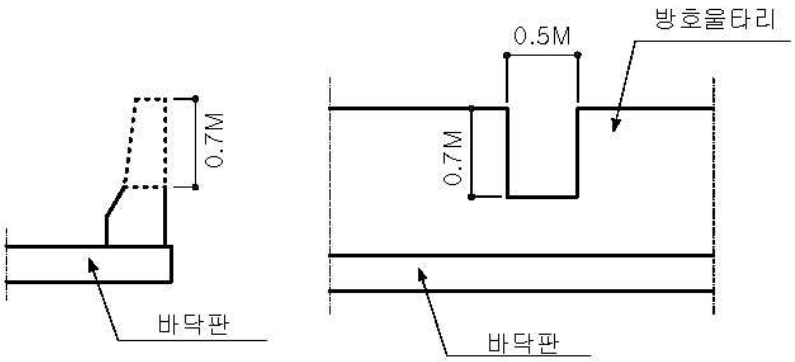
<그림 12> 점검통로 난간 및 핸드레일 포스트

4.2.7 출입사다리 설치방법

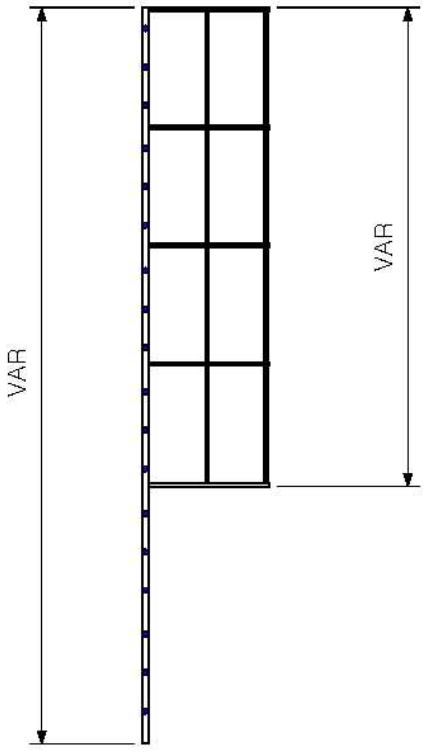
※교량 방호울타리가 있는 경우, 출입사다리 이용시 점검자의 안전을 확보하기 위하여 가급적 방호울타리를 절개하여 출입구를 설치하는 것을 원칙으로 하며, 미관을 고려하여 설치하여야 한다.



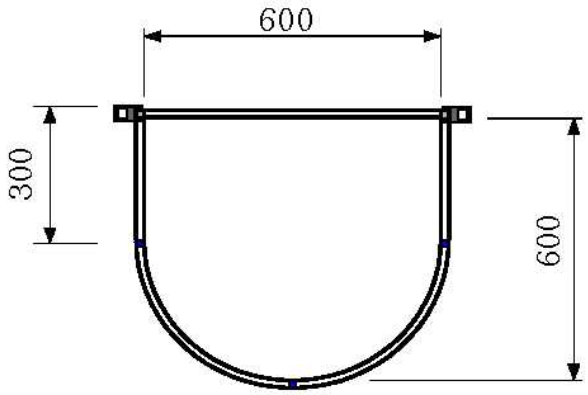
<그림 13> 출입사다리 설치도



<그림 14> 출입사다리 설치용 방호울타리 절개도



<그림 15> 출입사다리
측면도



<그림 16> 출입사다리 상세도

5. 시공방법

5.1 점검계단

(1) 점검계단의 경사는 앞성토 경사나 교대가 가설되어 있는 현장 지형의 경사와 유사하도록 한다.

(2) 앞성토가 있는 교대 앞에 성토 또는 블럭쌓기를 하여 점검로(폭 1.0M)를 설치하는 경우, 섬섬계단의 계단참 위치와 제원은 점검로의 높이(주형하단으로부터 1.5M)를 고려하여 결정한다.

5.2 점검통로

(1) 강부재에 점검통로를 설치하는 경우, 연결부재를 본체에 용접으로 미리 설치하고 연결부재와 점검통로 설비는 볼트로 체결하는 것으로 한다.

(2) 콘크리트 부재에 점검통로를 설치하는 경우, 연결부재는 매입형볼트(Embeded Bolt) 또는 셀앵키볼트(Set Anchor Bolt) 등 고정력이 우수한 연결재를 사용하여 콘크리트에 고정하기나, 견고한 걸이식 구조등으로 한다. 앵키볼트의 간격 및 수량은 지지력 및 앵키근입 깊이를 계산하여 산정한다.

(3) 셀앵커볼트는 콘크리트 내부에 있는 철근의 위치를 피해서 설치하여야 하며, 앵커용 천공위치는 콘크리트 부재의 박락을 방지하기 위하여 단부에서 15 *cm* 이상 이격된 곳으로 선정하도록 한다.

(4) 연결용 볼트는 진동 등에 의한 풀림을 고려해 필히 풀림방지 너트 혹은 스프링와셔를 사용하고 내식성이 우수한 제품을 사용한다.

(5) 설치시기는 교각 또는 상부구조 시공시 설치하는 것을 원칙으로 한다 단, 후속공정 및 상부공 등 작업에 지장이 있는 경우에는 공사여건에 따라 정한다

5.3 출입사다리

(1) 출입사다리 발판은 부재 또는 벽면에서 15 *cm* 떨어져 설치한다.

(2) 자동차전용도로가 아닌 교량 상부에 출입사다리를 설치하는 경우, 출입사다리 입구에 시건장치를 설치한다.

(3) 출입사다리를 지상에서 승강하는 방식으로 설치하는 경우, 일반인(특히, 어린이)이 접근할 수 없는 높이로 설치한다.

(4) 하천상 교량에 설치하는 출입사다리는 하류쪽으로 설치하여 홍수시 상류에서 떠내려오는 유송잡물이 걸리지 않도록 한다.

붙임#4

빔리프터 구입제원

구 분	단 위	2001 이전 구입사양 (KS735S)	2002 구입사양 (KS1256S)	비 고
장착차량		5톤 장축	5톤 초장축	
차량길이	mm	**7,760**	**8,620**	
최대작업능력	kg	3,000	6,600	
하 중 능 력	kg/m	**3,000/2.3 1,600/4.0, 680/8.5 350/12**	**6,600/2.5 2,000/6.0 550/12.0 300/16.0**	
최대작업반경	m	12.0	16.2	
최대작업높이	m	13.9	18.5	
정 격 유 량	ℓ/min	40	60	
정 격 압 력	kg/㎠	180	200	
오일탱크용량	ℓ	50	120	
붐 형 식		**6각 5단**	**6각 6단**	
붐 신장속도	m/sec	8.8/30	11.95/37	
붐 기복속도	°/sec	1~76/10	1~76/12.5	
회 전 속 도	rpm	2	2.5	
후크와이어로프	φ×m	8×70	10×90	
후크와이어속도	m/min	17	14	
아우트리거인출폭	m	4.15	5.45	
회 전 각 도		360°	360°	
안 전 장 치		하중지시계, 유압안전밸브, 윈치자동 브레이크, 과권경보장치, 후크안전고리, 과하중경보장치		
배 정 처			충주, 동서울, 원주, 울산	

붙임#5

점검시설 설치비용 분석

□ 공구당 절감액 산출

o 전주-광양 7-12 공구에 대한 분석결과

당초기준 적용시		변경기준 적용시		비 고
설치개소수	공사비(백만원)	설치개소수	공사비(백만원)	
267	5,080	36	680	제잡비미포함

- 공구당 공사비

(5,080-680) × 1.5 ÷ 6 = 11 억원/공구

□ 전체 절감액 산출

o 실시설계중인 노선의 공구수 : 68개 공구

o 절감액

11 억원/공구 × 68개 공구 ≒ 750 억원

□ 참고자료

o 전주-광양 7-12공구 공사비 절감액 산출내역

o 기 설계된 노선의 점검시설 설치비용 산출 근거

붙임#6

굴절식 점검차 보유현황

구 분	원주지사	대구지사	대전지사	서해대교
모 델 명	SBC-2738	ABC-200	ABC-200	MBI210-2/S
제작회사	팩스톤미첼(미국)	바린(이태리)	바린(이태리)	MOOG(독일)
제 원	12.2m (2차로용, 붐굴절식)	20m (4차로용, 붐신축식)	20m (4차로용, 붐신축식)	25m (6차로용, 붐신축식)
취득일자	'79.12.23	'95.3.8	'97.4	'02.4.11
가 격	93백만원	420백만원	480백만원	977백만원
현 재 가동여부	불 용	가 동	가 동	가 동

기안자	부 장	처 장	본부장	부사장	사 장
최영구					
협 조	- 설계기준부장 : 도로설계부장 :				

문서번호	설계구10201- 405
보존기간	10년
결재일자	2003. 10. 6
공개여부	공 개

교량방호울타리(기계타설) 철근피복두께 조정

2003. 10.

목 차

1. 검 토 목 적
2. 현 설 계
3. 개선방안검토
4. 검 토 결 론
5. 적 용 방 안
6. 특 기 사 항

한국도로공사
KOREA HIGHWAY CORPORATION
설 계 처

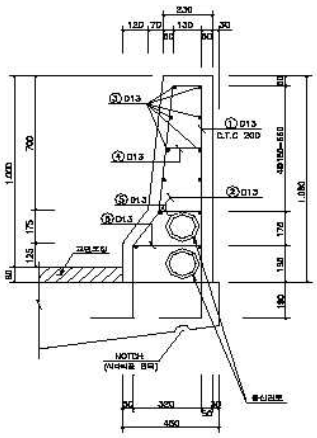
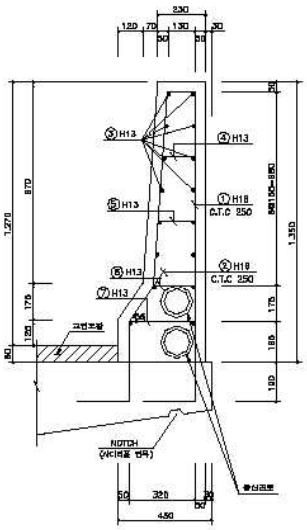
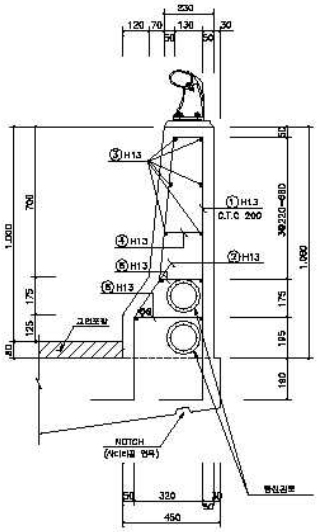
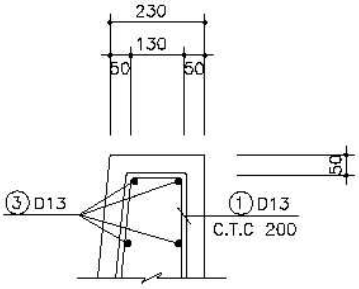
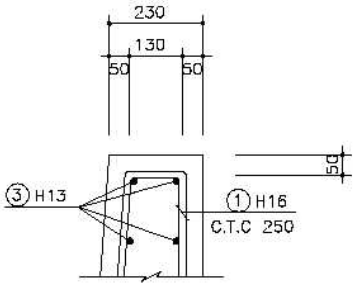
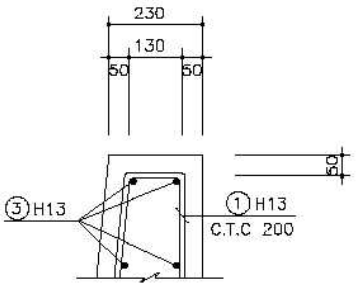
1. 검토목적

교량 방호울타리 기계타설시 정확한 피복의 유지가 곤란하고 철근배근형태가 요철모양으로 드러나 미관 및 내구성 저하가 우려되는 경우가 빈번히 발생함에 따라 철근의 피복을 조정하여 이를 개선하는 방안을 검토코자 함

※감사기12108-30356호('02.12.3)

- o 철근피복두께가 4cm 정도로 얇아 기계화 시공시 콘크리트성형이 어렵고 다짐부족현상 발생으로 철근하부에 공극이 나타나 균열 및 백태가 발생
- o 철근피복부족으로 방호벽에 철근배근형태가 요철모양으로 드러나고 있어 미관 및 내구성 저하가 우려됨

2. 현 설계

구 분	형식1	형식2	형식3
도 면			
상세도			
피복두께	43.5mm (스터럽의 경우 30.5mm)	42mm (스터럽의 경우 29mm)	43.5mm (스터럽의 경우 30.5mm)

3. 개선방안 검토

가. 설계기준의 적용

○ 도로안전시설 설치 및 관리 지침('01.7 건설교통부)

- 방호울타리의 설계는 구조계산, 전산분석(computer simulation), 간이시험, 실물충돌시험 등을 통하여 할 수 있으나, 차량방호울타리의 기능보장을 위한 성능확인은 최종적으로 실물충돌시험을 통해 확인하는 것을 원칙으로 한다.
- 그러나 국가 성능시험기관 지정확대 및 성능인증제도시행 등 실물충돌시험을 위한 제반 여건이 완진히 갖추어지기까지는 기존 지침에서 제시하고 있는 방호울타리의 규격이나 정하중시험을 통한 교량용 보형 방호울타리의 설계는 잠정적으로 병용한다.

※ 성능시험기관 지정

건설교통부고시 제2003-92호('03.4.17)에 의거 교통안전공단(자동차성능시험연구소)이 시험기관으로 지정된 상태임

○ 교량용 콘크리트 방호울타리 설계방법 검토(설계구13202-352, '02.7.22)

- 충돌하중 : 「NCHRP Report 86」에 소개된 Olson Model에 의거 산출
- 저항능력 : AASHTO LRFD Bridge Design Specipication('98)의 항복선 이론 적용
- 설계조건의 적용

종별구분	차량중량(t)	충돌속도(km/hr)	충돌각도(도)	충격도(kJ)
SB5 (S2)	14	80	15	230
SB6 (S3)	25	80	15	420

○ 따라서, 원칙적으로 실물충돌시험 결과에 따라 피복두께 조정시의 구조안진성을 검토하는 것이 바람직하나 기존의 단면이나 기타 다른 종류의 안전시설에 대한 실물충돌시험과 병행되어야 할 문제이므로 본 검토에서는 기 검토된 교량용 방호울타리의 설계방법을 적용코자 함

나. 피복두께 조정방법

○ 단면을 확대조정하는 방법

- 늘어나는 피복만큼 단면을 키우는 방법이 있으나 이 경우 슬라브폭의 확대가 필요하고 공사비가 고가임

○ 단면을 현행대로 유지하고 철근을 보강하는 방법

- **현재의 단면내에서 진면과 후면의 철근간격을 축소하고 저항능력의 감소를 철근을 추가하여 보완하는 방법**으로 공사비가 저렴함

○ 따라서, 단면을 현행대로 유지하고 철근을 보강하는 방법을 적용코자 함

다. 검토대상

○ 형식4(높이 1.27m : 콘크리트 방호벽 0.81m, 철재레일 0.46m) 제외

- 현새 서해대교와 강동대교에 적용된 형식
- 두 교량 모두 기계타설을 적용하였으나 현재까지 균열 또는 철근형상의 요철 등으로 인한 문제는 없는 것으로 판단되므로 검토대상에서 제외

라. 피복두께 조정사례

○ IOWA DEPARTMENT OF TRANSPORTATION

- CONSTRUCTION MANUAL
- 11.72 SLIP FORM BARRIER RAIL
- Reinforcement Bar Cover

Reinforcement Bar Cover has contributed to shadow effect. This occurs when reinforcing cage is not rigid or has only a minimum of cover and too much vibration was used. The remedy :

· Increase bar cover to 65mm(2-1/2 inches) from minimum of 50mm (2 inches)

나. 피복두께 조정시 저항능력 및 보강방안

○ 형식 1 (높이 1.0m)

- 피복만 증가시킬 경우의 저항능력

현행철근	피복(mm)	작용력(tf)	저항능력(tf)	비 고
수직철근 D13(C.T.C 200) 수평철근 D13(C.T.C 165)	43.5	34.370	40.525	1.179
	53.5(+10)		38.947	1.133
	63.5(+20)		36.227	1.054

- 보강방안(철근보강 case별 검토결과 붙임#2 참조)

구 분		현 행	검토안	
			피복 53.5mm	피복 63.5mm
철근배근	수직	D13(C.T.C 200)	좌동	좌동
	수평	D13(C.T.C 165)	D13(C.T.C 130)	D16(C.T.C 213)
저항능력(tf)		40.525	41.072	41.793
저항능력비		1.179	1.195	1.216
단위철근량(t/km)		41.641	44.511	45.757
공사비(원/km) (제잡비 포함)		83,887천원	85,735천원 (증 1,848천원)	86,538천원 (증 2,651천원)

○ 형식 2 (높이 1.27m)

- 피복만 증가시킬 경우의 저항능력

현행철근	피복(mm)	작용력(tf)	저항능력(tf)	비 고
수직철근 H16(C.T.C 250) 수평철근 H13(C.T.C 155)	42	61.375	65.596	1.069
	52(+10)		62.895	1.025
	62(+20)		60.230	N.G

- 보강방안(철근보강 case별 검토결과 붙임#2 참조)

구 분		현 행	검토안	
			피복 52mm	피복 62mm
철근배근	수직	H16(C.T.C 250)	H13(C.T.C 200)	H16(C.T.C 250)
	수평	H13(C.T.C 155)	H16(C.T.C 154)	H16(C.T.C 182)
저항능력(tf)		65.596	66.653	66.752
저항능력비		1.069	1.086	1.088
단위철근량(t/km)		57.312	61.630	62.643
공사비(원/km) (제잡비 포함)		99,891천원	102,670천원 (증 2,779천원)	103,323천원 (증 3,432천원)

○ 형식 3 (높이 1.27m : 콘크리트 방호벽 1.0m, 철재레일 0.27m)

- 피복만 증가시킬 경우의 저항능력

현행철근	피복(mm)	작용력(tf)	저항능력(tf)	비 고
수직철근 H13(C.T.C 200) 수평철근 H13(C.T.C 220)	43.5	61.375	66.402	1.082
	53.5(+10)		63.858	1.040
	63.5(+20)		61.331	0.999

※ 형식3의 철근배근에 대해서는 건설원10105-30389('03.8.14) 참조

- 보강방안(철근보강 case별 검토결과 붙임#2 참조)

구 분		현 행	검토안	
			피복 53.3mm	피복 63.5mm
철근배근	수직	H13(C.T.C 200)	좌동	좌동
	수평	H13(C.T.C 220)	H13(C.T.C 163)	H13(C.T.C 128)
저항능력(tf)		66.402	66.593	66.349
저항능력비		1.082	1.085	1.081
단위철근량(t/km)		41.218	42.367	43.840
공사비(원/km) (제잡비 포함)		83,614천원	84,354천원 (증 740천원)	85,303천원 (증 1,689천원)

(공사비는 철재난간을 제외한 공사비임)

4. 검토결론

○ 교량 방호울타리의 기계타설 구간에 대해 균열, 철근모양의 요철 등의 발생을 줄이기 위해 철근피복을 증대시키는 것은 타당한 것으로 판단됨

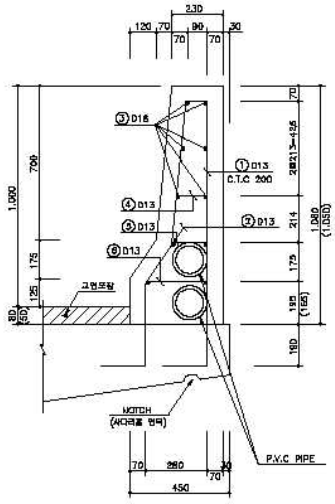
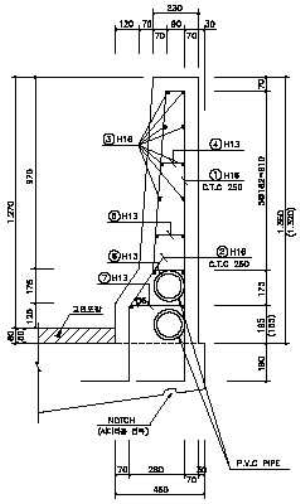
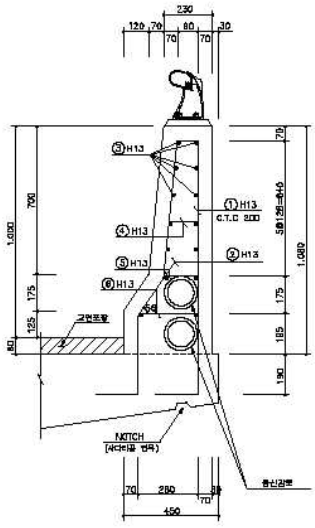
○ 10mm, 20mm를 증대시키는 두가지 경우를 비교하였으나 공사비의 차이가 미미하고 **미국 아이오와주의 CONSTRUCTION MANUAL에서 65mm를 규정하고 있는 점을 감안하여 20mm를 증대**시켜 다음표와 같이 적용코자 함(**인력타설구간은 현행피복 적용**)

구 분	형식 1, 3	형식2	비 고
피복두께(mm)	63.5 (70.0)	62.0 (70.0)	( )는 철근중심에서 콘크리트표면까지의 거리

○ 철근피복의 증대로 줄어드는 저항능력에 대해서는 다음과 같이 철근을 보강

- 형식 1 : 수평철근 D13, C.T.C 165 → D16, C.T.C 213
- 형식 2 : 수평철근 H13, C.T.C 155 → H16, C.T.C 182
- 형식 3 : 수평철근 H13, C.T.C 220 → H13, C.T.C 128

○ 적용도면

형식1	형식2	형식3
		

5. 적용방안

○ 설계중인 구간부터 본 기준을 적용

○ 공사중인 구간은 공사주관부서에서 결정

6. 특기사항

○ 현재 도로교통기술원에서 방호울타리의 설계방법과 관련된 연구를 진행중에 있으므로 동 연구가 완료될 때까지 잠정적용

첨 부 : 1. 표준도

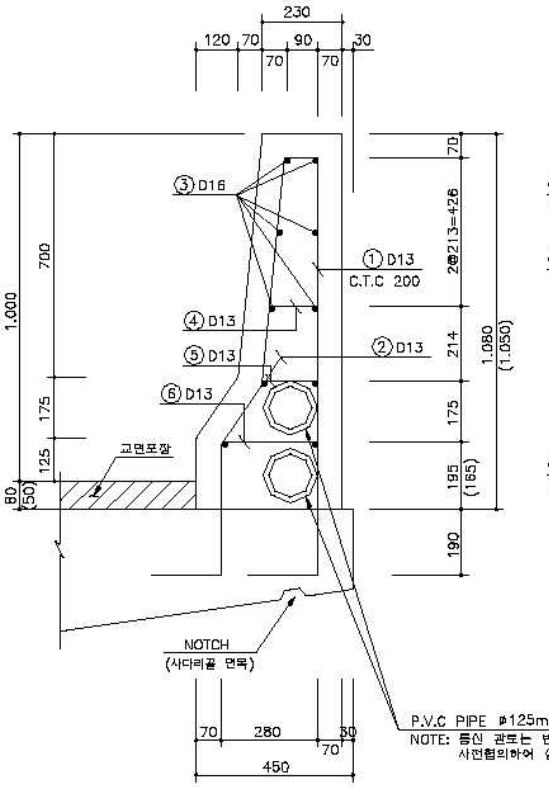
2. 철근보강 CASE별 검토결과

3. 형식별 구조계산 내용

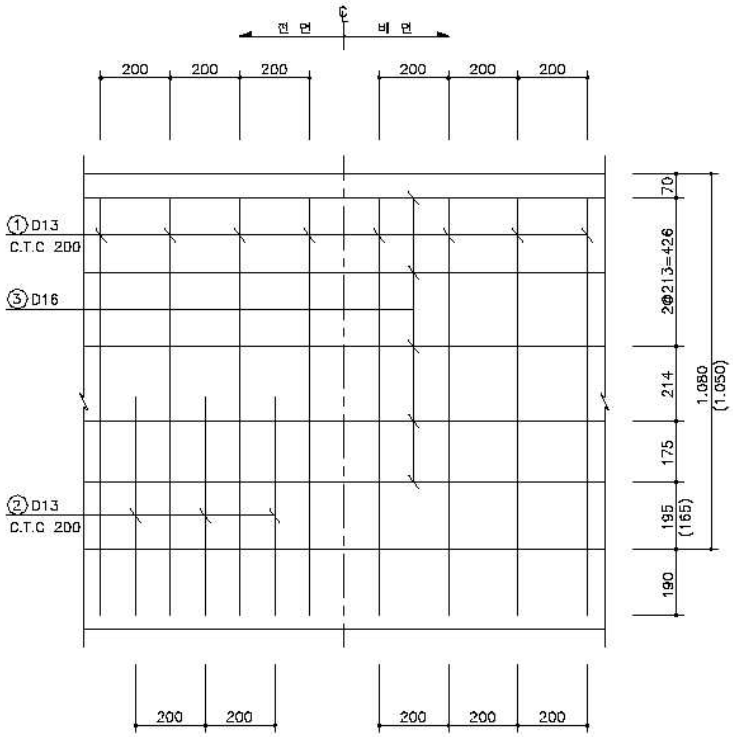
붙임# 1

방 호 벽
형 식 — 1(개선안)

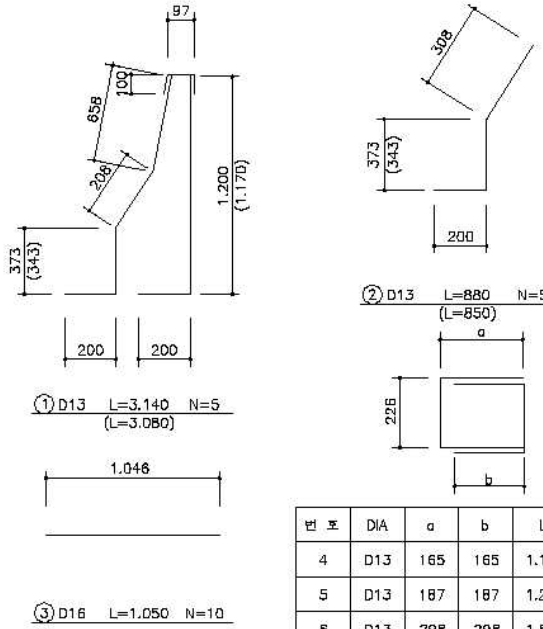
단 면 도
S = 1:10



정 면 도
S = 1:10



철 근 상 세 도
S = NONE



번 호	DIA	a	b	L	N
4	D13	165	165	1.110	2.5
5	D13	187	187	1.200	2.5
6	D13	298	298	1.640	2.5

재 료 표

(m 당)

공 종	단 위	수 량	비 고
콘 크 리 트	m^3	0.310	fck=240kgf/cm^2(2등)
거 푸 집	m^2	2.201	합 판 3 회
철 근	kgf	46.205/47.591 (45.757/47.129)	SD — 30

주) 1. 고랑 날개벽 및 방호벽내 통신관로는 통신관로공사 표준도 참조.
2. ( )는 L.M.C포장일 경우 치수임.

철 근 재 료 표

(SD 30) (m 당)

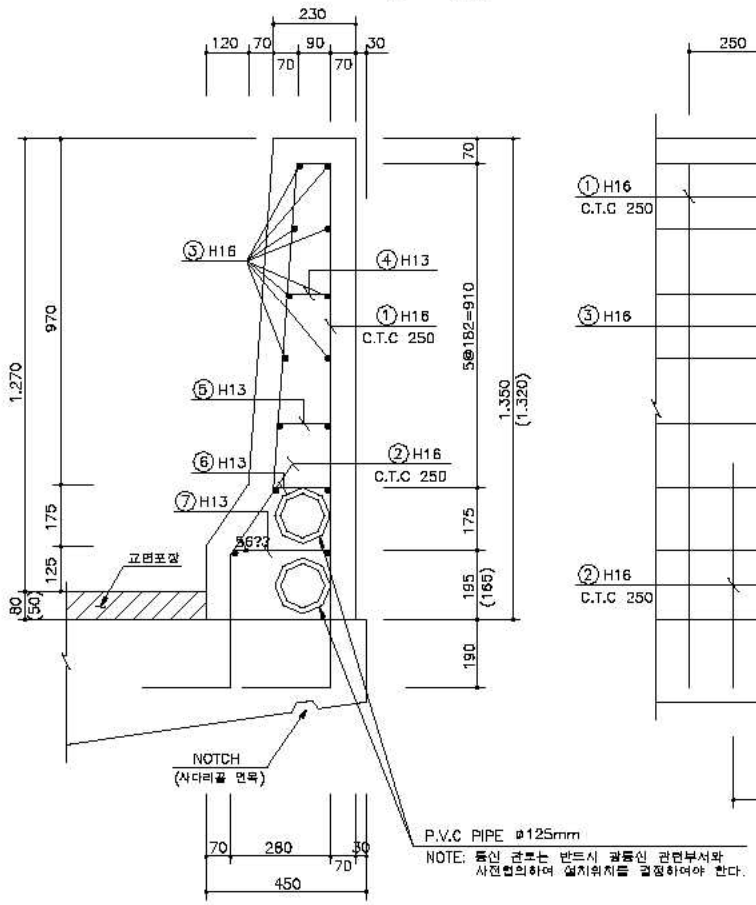
번 호	직 경	길 이 (m)	수 량 (EA)	총 길 이 (m)	단위중량 (kg/m)	총 중 량 (kgf)	합 계 (kgf)
3	D16	1.050	10	10.500			ADD 3%
소 계				10.500	1.560	16.380	16.871
1	D13	3.140 (3.080)	5	15.700 (15.400)			
2	"	0.880 (0.850)	5	4.400 (4.250)			
4	"	1.110	2.5	2.775			
5	"	1.200	2.5	3.000			
6	"	1.640	2.5	4.100			
소 계				29.975 (29.525)	0.995	29.825 (29.377)	30.720 (30.258)
총 계						46.205 (45.757)	47.591 (47.129)

한국도로공사 KOREA HIGHWAY CORPORATION	표 준 도 TYPICAL DRAWING	도면명	방 호 벽 형 식 — 1(개선안)	설계자		작성일	2003.08	도면번호
				확인자		축 척	NONE	

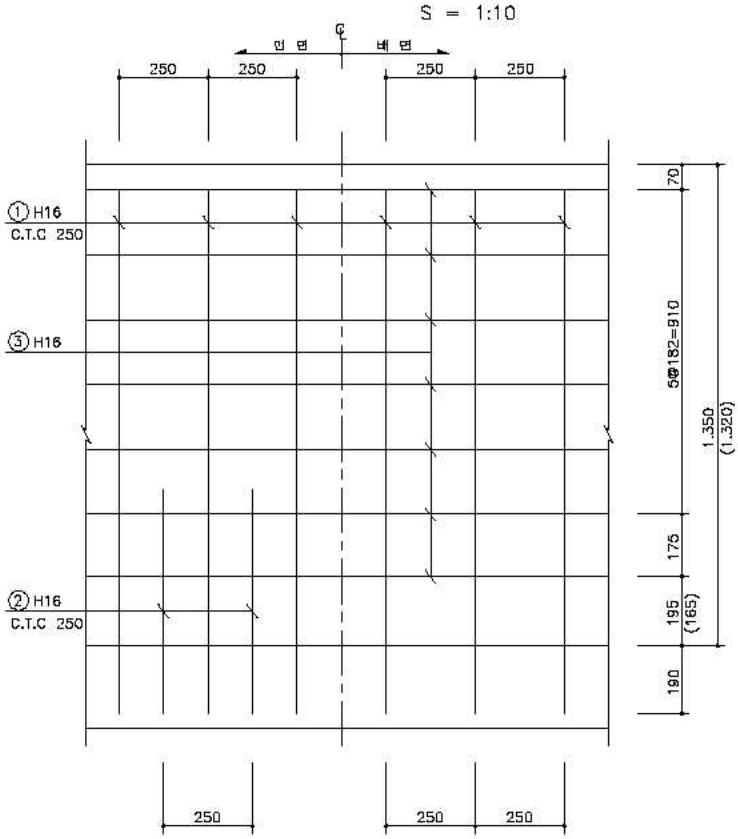
방 호 벽

형 식 — 2(개선안)

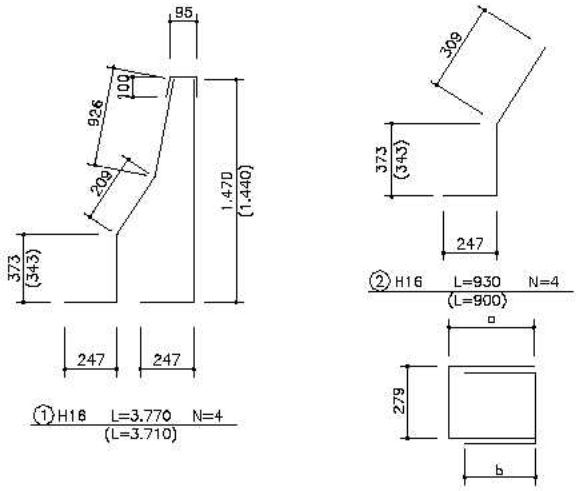
단 면 도
S = 1:10



정 면 도
S = 1:10



철 근 상 세 도
S = NONE



번 호	DIA	a	b	L	N
4	H13	150	150	1.160	2
5	H13	176	176	1.260	2
6	H13	190	190	1.320	2
7	H13	301	300	1.760	2

재 료 표

(m 당)

공 종	단 위	수 량	비 고
콘 크 리 트	m^3	0.382	fck=240kgf/cm^2(2종)
거 푸 집	m^2	2.743	합 판 3 회
철 근	kgf	63.205/65.101 (62.643/64.522)	SD — 40

주) 1. 고랑 날개벽 및 방호벽내 통신관로는 통신관로공사 표준도 참조.
2. ( )는 L.M.C포장일 경우 치수임.

철 근 재 료 표

(SD 40) (m 당)

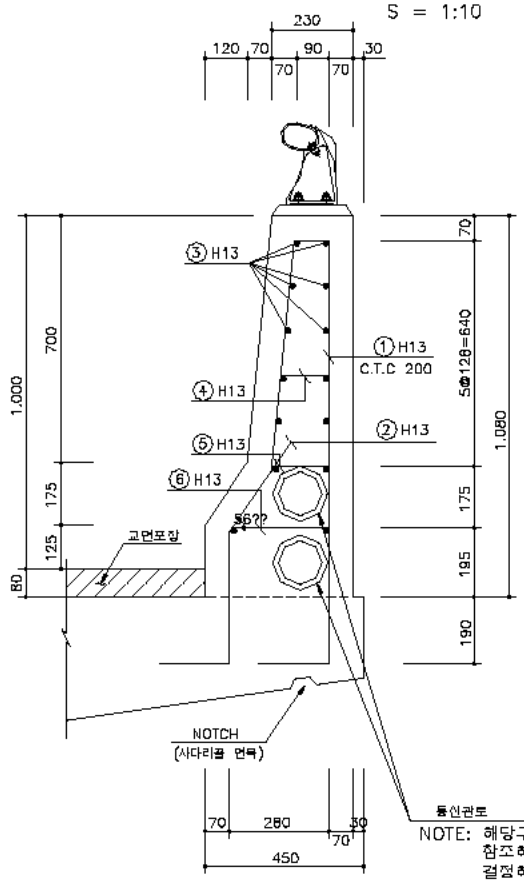
번 호	직 경	길 이 (m)	수 량 (EA)	총 길 이 (m)	단위중량 (kg/m)	총 중 량 (kgf)	할 증 (kgf)
1	H16	3.770 (3.710)	4	15.080 (14.840)			ADD 3%
2	"	0.930 (0.900)	4	3.720 (3.600)			
3	"	1.050	14	14.700			
소 계				33.500 (33.140)	1.560	52.260 (51.698)	53.828 (53.249)
4	H13	1.160	2	2.320			
5	"	1.260	2	2.520			
6	"	1.320	2	2.640			
7	"	1.760	2	3.520			
소 계				11.000	0.995	10.945	11.273
총 계						63.205 (62.643)	65.101 (64.522)

한국도로공사 KOREA HIGHWAY CORPORATION	표 준 도 TYPICAL DRAWING	도면명	방 호 벽 형 식 — 2(개선안)	설계자		작성일	2003.08	도면번호
				확인자		축 척	NONE	

방 호 벽 (슬래브용)

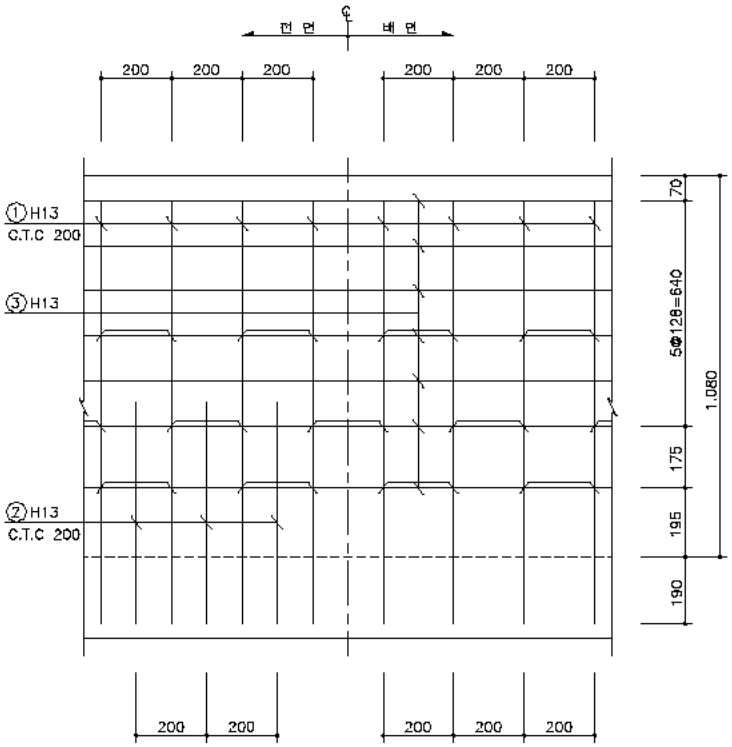
형 식 – 3

단 면 도
S = 1:10

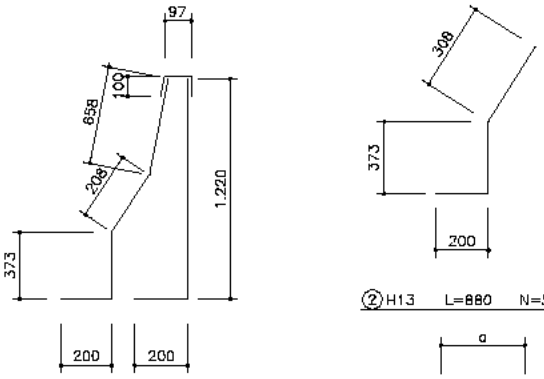


NOTE: 해당구간 통신관로 공사도면를 참조하여 설치위치 및 공수를 결정하여야 한다.

정 면 도
S = 1:10



철 근 상 세 도
S = NONE



번 호	DIA	a	b	L	N
4	H13	165	165	1.110	2.5
5	H13	187	187	1.200	2.5
6	H13	298	298	1.640	2.5

재 료 표

(m 당)

품 명	단 위	수 량	비 고
콘 크 리 트	m^3	0.310	fck=240kgf/cm^2(2종)
거 푸 집	m^2	2.201	합 판 3 회
철 근	kgf	44.412/45.744	SD – 40
난 간	m	1.0	

NOTE: 교량 날개벽 및 방호벽내 통신관로는 통신관로공사 표준도 참조.

철 근 재 료 표

(SD 30) (m 당)

번 호	직 경	길 이 (m)	수 량 (EA)	총 길 이 (m)	단위중량 (kg/m)	총 중 량 (kgf)	할 증 (kgf)
1	H13	3.160	5	15.800			ADD 3%
2	"	0.880	5	4.400			
3	"	1.040	14	14.560			
4	"	1.110	2.5	2.775			
5	"	1.200	2.5	3.000			
6	"	1.640	2.5	4.100			
소 계				44.635	0.995	44.412	45.744
총 계						44.412	45.744

한국도로공사 KOREA HIGHWAY CORPORATION	표 준 도 TYPICAL DRAWING	도면명	방 호 벽 (슬래브용) 형 식 – 3	설 계 자		작 성 일	2003.08	도면번호
				확 인 자		축 척	NONE	3.028

붙임# 2

철근보강 CASE별 저항능력 검토

가. 형식 1

(1) 피복만 늘릴 경우의 저항능력

현행철근 규격, 간격		피복(mm)	작용력(tf)	저항능력(tf)	비 고
수직철근	수평철근				
D13, 200	D13,165	43.5	34.370	40.525	1.179
		53.5		38.947	1.133
		63.5		36.227	1.054

(2) 철근보강 case별 저항능력

구 분		철근 규격, 간격		저항능력	저항능력비	단위철근량 (t/km)
		수직철근	수평철근			
피복 53.5mm 적용시	case1	D13, 200	D13, 163	38.947	1.133	42.367
	case2	〃	D13, 130	41.072	1.195	44.511
	case3	〃	D16, 217	43.549	1.267	46.429
	case4	D16, 250	D13, 217	39.653	1.154	44.845
	case5	〃	D13, 163	42.078	1.224	46.835
피복 63.5mm 적용시	case1	D13, 200	D13, 128	39.385	1.146	43.840
	case2	〃	D16, 213	41.793	1.216	45.757
	case3	〃	D16, 160	44.487	1.294	48.934
	case4	D16, 250	D13, 213	38.069	1.108	44.322
	case5	〃	D13, 160	40.395	1.175	46.312
	case6	〃	D13, 128	42.501	1.236	48.421

나. 형식 2

(1) 피복만 늘릴 경우의 저항능력

현행철근 규격, 간격		피복(mm)	작용력(tf)	저항능력(tf)	비 고
수직철근	수평철근				
H16, 250	H13, 155	42	61.375	65.596	1.069
		52		62.895	1.025
		62		60.230	N.G

(2) 철근보강 case별 저항능력

구 분		철근 규격, 간격		저항능력	저항능력비	단위철근량 (t/km)
		수직철근	수평철근			
피복 52mm 적용시	case1	H13, 200	H13, 154	57.750	0.941	51.979
	case2	〃	H13, 131	59.756	0.974	54.148
	case3	〃	H16, 230	59.016	0.962	55.252
	case4	〃	H16, 184	64.075	1.044	58.478
	case5	〃	H16, 154	66.653	1.086	61.630
	case6	〃	H16, 131	69.071	1.125	65.006
	case7	H16, 200	H13, 230	65.926	1.074	61.964
	case8	〃	H13, 184	70.524	1.149	63.984
	case9	H16, 250	H13, 131	64.982	1.059	59.000
	case10	〃	H13, 154	62.895	1.025	56.851
	case11	〃	H16, 230	64.350	1.048	60.089
	case12	〃	H16, 184	69.688	1.135	63.325
	case13	〃	H16, 154	72.426	1.180	66.502
피복 62mm 적용시	case1	H13, 200	H13, 152	55.352	0.902	51.108
	case2	〃	H13, 130	57.218	0.932	53.277
	case3	〃	H16, 228	56.792	0.925	54.382
	case4	〃	H16, 182	61.374	1.000	57.608
	case5	〃	H16, 152	63.864	1.041	60.759
	case6	〃	H16, 130	66.106	1.077	64.135
	case7	H16, 200	H13, 228	63.410	1.033	61.112
	case8	〃	H13, 182	66.582	1.101	63.131
	case9	〃	H13, 152	69.921	1.139	65.077
	case10	H16, 250	H13, 130	62.241	1.014	58.328
	case11	〃	H16, 228	61.937	1.009	59.407
	case12	〃	H16, 182	66.752	1.088	62.643
	case13	〃	H16, 152	69.384	1.130	65.820

다. 형식 3

(1) 피복만 늘릴 경우의 저항능력

현행철근 규격, 간격		피복(mm)	작용력(tf)	저항능력(tf)	비 고
수직철근	수평철근				
H13, 200	H13, 220	43.5	61.375	66.402	1.082
		53.5			
		63.5			

(2) 철근보강 case별 저항능력

구 분		철근 규격, 간격		저항능력	저항능력비	단위철근량 (t/km)
		수직철근	수평철근			
피복 53.5mm 적용시	case1	H13, 200	H13, 217	63.858	1.040	40.397
	case2	〃	H13, 163	66.593	1.085	42.367
	case3	〃	H13, 130	69.154	1.127	44.511
	case4	〃	H16, 217	72.188	1.176	46.429
	case5	〃	H16, 163	75.623	1.232	49.606
	case6	〃	H16, 130	78.793	1.284	52.956
	case7	H16, 200	H13, 217	82.614	1.346	52.722
	case8	H16, 250	H16, 217	79.052	1.288	50.877
	case9	〃	H13, 217	70.260	1.145	44.845
	case10	〃	H13, 163	73.131	1.192	46.835
	case11	〃	H13, 130	75.824	1.235	48.944
피복 63.5mm 적용시	case1	H13, 200	H13, 213	61.331	0.999	39.725
	case2	〃	H13, 160	63.951	1.042	41.695
	case3	〃	H13, 128	66.349	1.081	43.840
	case4	〃	H16, 213	69.296	1.129	45.757
	case5	〃	H16, 160	72.583	1.183	48.934
	case6	〃	H16, 128	75.522	1.231	52.285
	case7	H16, 200	H13, 213	79.335	1.293	52.069
	case8	H16, 250	H16, 213	75.888	1.236	50.354
	case9	〃	H13, 213	67.482	1.100	44.322
	case10	〃	H13, 160	70.232	1.144	46.312
	case11	〃	H13, 128	72.738	1.185	48.421

1. 설계기준

1.1 방호벽 형식

1) 구조 형식 : 교량용 차량 방호울타리

2) 방호벽 형식 : 형식-1 (피복두께 = 7.0cm)

3) 방호벽 높이 : H = 1.080 m

4) 충돌 높이 : He = 1.000 m

1.2 하 중

1) 고정하중

① 철근 콘크리트 : Wc_1 = 2.500 tf/m^3

② 무근 콘크리트 : Wc_2 = 2.350 tf/m^3

③ A S C O N : Wa = 2.300 tf/m^3

2) 충돌하중

① 도로안전시설 설치 및 관리지침 [건설교통부 2001.7]

구 분	종별	차량중량(tonf)	충돌속도(km/h)	충돌각도(도)	충격도(kJ)
중앙분리대, 교량	SB5	14	80	15	230

② AASHTO LRFD Bridge Design Specifications

	Railing Test Level	Transverse(N)	Longitudinal(N)	Vertical(N)	L_t and L_L(mm)
Design Force	TL-4	240000	80000	80000	1070

3) 사용재료

① 방호벽

- 콘크리트 { 설계기준강도 (fck) = 240 kgf/cm^2 = 23.537 MPa
  탄 성 계 수 (Ec) = 238000 kgf/cm^2
- 철 근 { 항 복 강 도 (fy) = 3000 kgf/cm^2 = 294.210 MPa
  탄 성 계 수 (Es) = 2000000 kgf/cm^2

② 슬래브

- 콘크리트 { 설계기준강도 (fck) = 270 kgf/cm^2 = 26.479 MPa
  탄 성 계 수 (Ec) = 253000 kgf/cm^2
- 철 근 { 항 복 강 도 (fy) = 4000 kgf/cm^2 = 392.280 MPa
  탄 성 계 수 (Es) = 2000000 kgf/cm^2

1.3 참 고 문 헌

1) 도로교설계기준 - 건설교통부 2000년

2) 도로안전시설 설치 및 관리지침 - 건설교통부 2001년

3) 고속도로건설공사 표준도 - 한국도로공사 2001년

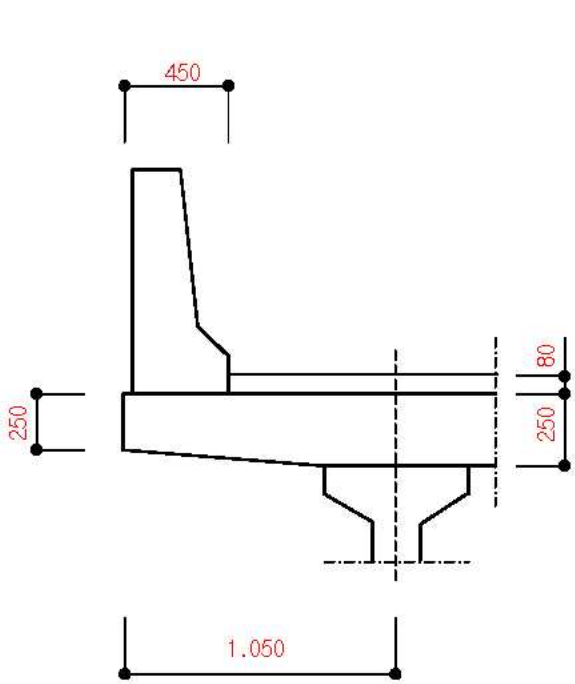
4) 도로교표준시방서 (부록 : 하중-저항계수 설계편) - 건설교통부 1996년

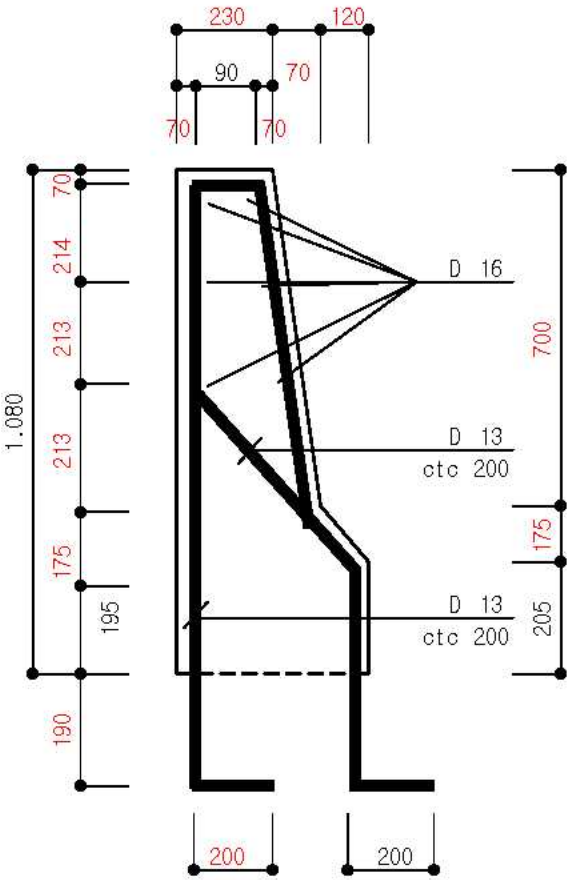
4) AASHTO LRFD Bridge Design Specifications - AASHTO 1998년

5) Design of Highway Bridges - Wiley-Interscience Pub. 1997년

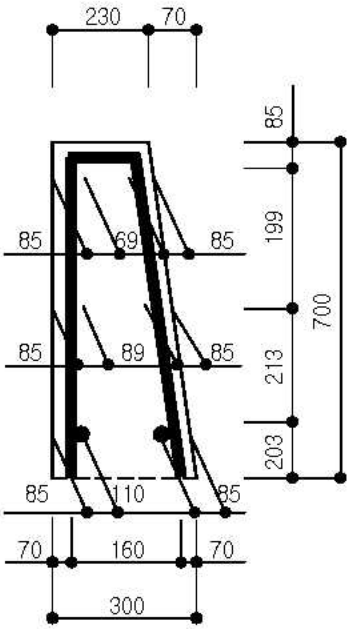
(based on AASHTO LRFD Bridge Design Specifications)

2. 가정단면

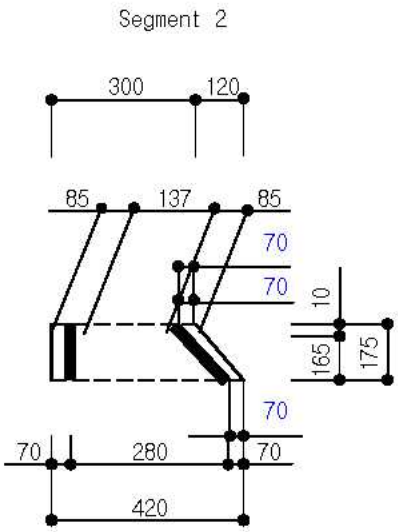




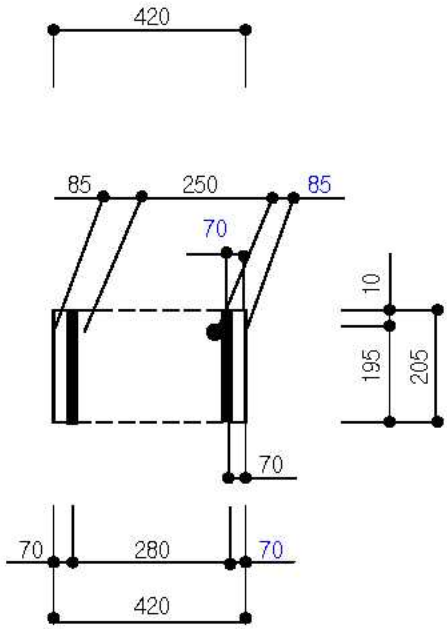
Segment 1



Segment 2

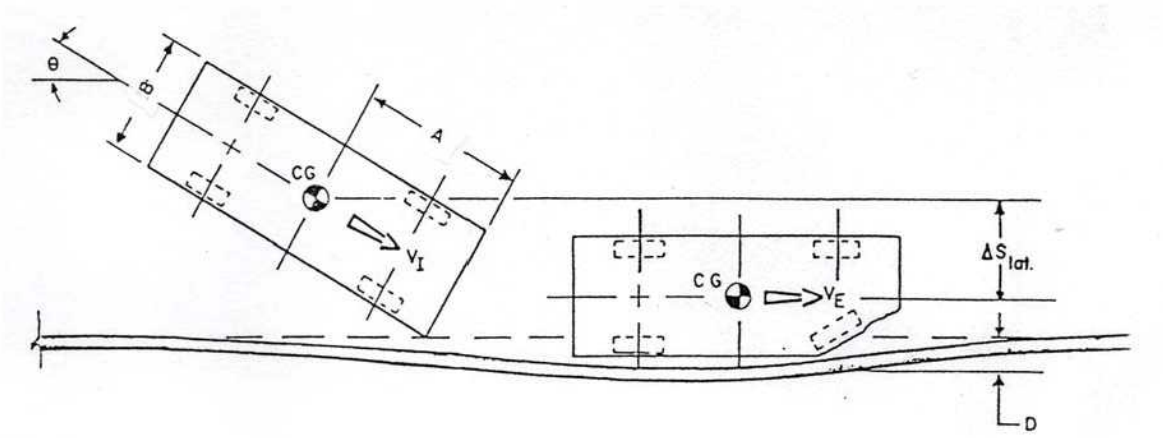


Segment 3



3. 충돌시 최대 충격력

3.1 Olsen Model (NCHRP Report 86)



1) 감가속도

$$avgG_{lat} = \frac{Vo^2 \cdot \sin^2\theta}{2 \cdot g \cdot [\, A \cdot \sin\theta - 0.5 \cdot B \cdot (1-\cos\theta) + D \,]}$$

$$= \frac{22.222^{\,2} \times \sin^2 15}{2 \times 9.807 \times [\, 4.3 \times \sin 15 - 0.5 \times 2.4 \times (\, 1 - \cos 15 \,) + 0.000 \,]}$$

$$= 1.563$$

여기서,

Vo	=	80.0 km/h	= 22.222 m/s
A	=	4.33 m	
B	=	2.44 m	
θ	=	15 °	
D	=	0.0 m	(강성 방호울타리)

$$maxG_{lat} = \pi/2 \cdot (avgG_{lat}) = 2.455$$

2) 횡방향 충격력

$$maxF_{lat} = maxG_{lat} \cdot W = 2.455 \times 14 = 34.370 \text{ tonf}$$

3.2 AASHTO LRFD Bridge Design Specifications

1) 적용기준 : TL-4

2) 횡방향 충격력 : 240000 N

4. 방호벽 전체 저항력 검토

4.1 연직축에 대한 BEAM의 MOMENT강도 (M_b)

가정한 방호벽 단면 상단에 BEAM 구간이 없으므로 Mb = 0 으로 된다.

4.2 연직축에 대한 WALL의 MOMENT강도 ($M_w \cdot H$)

1) Segment 1의 정.부모멘트 강도

As = D 16 @ 3 EA = 5.958 cm^2

$$a = \frac{As \cdot fy}{0.85 \cdot fck \cdot b} = \frac{5.958 \times 3000}{0.85 \times 240 \times 70} = 1.3 \text{ cm}$$

$$d = \frac{85 + 69 + 85 + 89 + 85 + 110}{3} = 174 \text{ mm} = 17.4 \text{ cm}$$

$\Phi Mn_1 = \Phi \cdot As \cdot fy (d - a/2)$

= 1.0 x 5.958 x 3000 x (17.4 - 1.3 / 2)

= 300417 kgf.cm

2) Segment 2의 정.부모멘트 강도

As = D 16 @ 1 EA = 1.986 cm^2

$$a = \frac{As \cdot fy}{0.85 \cdot fck \cdot b} = \frac{1.986 \times 3000}{0.85 \times 240 \times 17.5} = 1.7 \text{ cm}$$

d = 85 + 137 = 222 mm = 22.2 cm

$\Phi Mn_2 = \Phi \cdot As \cdot fy (d - a/2)$

= 1.0 x 1.986 x 3000 x (22.2 - 1.7 / 2)

= 127295.924 kgf.cm

3) Segment 3의 정.부모멘트 강도

As = D 16 @ 1 EA = 1.986 cm^2

$$a = \frac{As \cdot fy}{0.85 \cdot fck \cdot b} = \frac{1.986 \times 3000}{0.85 \times 240 \times 20.5} = 1.4 \text{ cm}$$

d = 85 + 250 = 335 mm = 33.5 cm

$\Phi Mn_3 = \Phi \cdot As \cdot fy (d - a/2)$

= 1.0 x 1.986 x 3000 x (33.5 - 1.4 / 2)

= 195348.887 kgf.cm

4) 전체 모멘트

$M_w \cdot H = \Phi Mn_1 + \Phi Mn_2 + \Phi Mn_3$

$= 300417.130 + 127295.924 + 195348.887 = 623061.941 \text{ kgf.cm} = 6.231 \text{ tf.m}$

4.3 수평축에 대한 WALL의 MOMENT강도 (M_c)

1) Segment 1의 모멘트 강도

As = D 13 @ 200 = 6.335 cm^2

$$a = \frac{As \cdot fy}{0.85 \cdot fck \cdot b} = \frac{6.335 \times 3000}{0.85 \times 240 \times 100} = 0.9 \text{ cm}$$

$$d = \frac{230 + 300}{2} - 70 = 195 \text{ mm} = 19.5 \text{ cm}$$

$Mc_1 = \Phi \cdot As \cdot fy (d - a/2)$ ze

$= 1.0 \times 6.335 \times 3000 \times (19.5 - 0.9 / 2)$

$= 361744.803 \text{ kgf.cm/m}$

2) Segment 2의 모멘트 강도

As = D 13 @ 200 + D 13 @ 200 = 12.670 cm^2

$$a = \frac{As \cdot fy}{0.85 \cdot fck \cdot b} = \frac{12.670 \times 3000}{0.85 \times 240 \times 100} = 1.9 \text{ cm}$$

d1 = (70 + 70) / 2 = 70 mm

d2 = (70 + 70) / 2 = 70 mm

$$d = \frac{300 + 420}{2} - 70 = 290 \text{ mm} = 29.0 \text{ cm}$$

$Mc_2 = \Phi \cdot As \cdot fy (d - a/2)$

$= 1.0 \times 12.670 \times 3000 \times (29.0 - 1.9 / 2)$

$= 1066879.213 \text{ kgf.cm/m}$

3) Segment 3의 모멘트 강도

As = D 13 @ 200 + D 13 @ 200 = 12.670 cm^2

$$a = \frac{As \cdot fy}{0.85 \cdot fck \cdot b} = \frac{12.670 \times 3000}{0.85 \times 240 \times 100} = 1.9 \text{ cm}$$

d1 = 420 - 70 = 350 mm = 35.0 cm

d2 = 420 - 70 = 350 mm = 35.0 cm

d = (d1 + d2) / 2 = 35.0 cm

$Mc_3 = \Phi \cdot As \cdot fy (d - a/2)$

$$Mc_3 = 1.0 \times 12.670 \times 4000 \times (35.0 - 2.5 / 2)$$

$$= 1710847.490 \text{ kgf.cm/m}$$

4) 전체 모멘트

$$M_o = \frac{Mc_1 \times L1 + Mc_2 \times L2 + Mc_3 \times L3}{L1 + L2 + L3}$$

$$= \frac{478391.873 \times 70.0 + 1406767.490 \times 17.5 + 1710847.490 \times 20.5}{70.0 + 17.5 + 20.5}$$

$$= 862761.442 \text{ kgf.cm/m} = 8.628 \text{ tf.m/m}$$

4.4 Critical Length Yield Line Pattern (L_c)

(AASHTO(LRFD) p.A13-6 참조)

$$L_o = \frac{L_t}{2} + \sqrt{\left(\frac{L_t}{2}\right)^2 + \frac{8 \cdot H \cdot (M_b + M_w \cdot H)}{M_o}}$$

$$= \frac{2.440}{2} + \sqrt{\left(\frac{2.440}{2}\right)^2 + \frac{8 \times 1.080 \times (0.000 + 7.103)}{8.628}}$$

$$= 4.153 \text{ m}$$

여기서,

L_t	=	2.440	m
H	=	1.080	m
M_b	=	0.000	tf.m
$M_w \cdot H$	=	7.103	tf.m
M_o	=	8.628	tf.m/m

4.5 Nominal Resistance to Transverse Load (R_w)

(AASHTO(LRFD) p.A13-5 참조)

$$R_w = \left(\frac{2}{2 L_o - L_t}\right)\left(8 \cdot M_b + 8 \cdot M_w \cdot H + \frac{M_o \cdot L_o^2}{H}\right)$$

$$= \left(\frac{2}{2 \times 4.153 - 2.440}\right) \times \left(8 \times 0.000 + 8 \times 7.103 + \frac{8.628 \times 4.153^2}{1.080}\right)$$

$$= 66.349 \text{ tonf}$$

∴ 우리기준과 비교

P_w = 66.349 tonf > 61.375 tonf **O.K!!!**

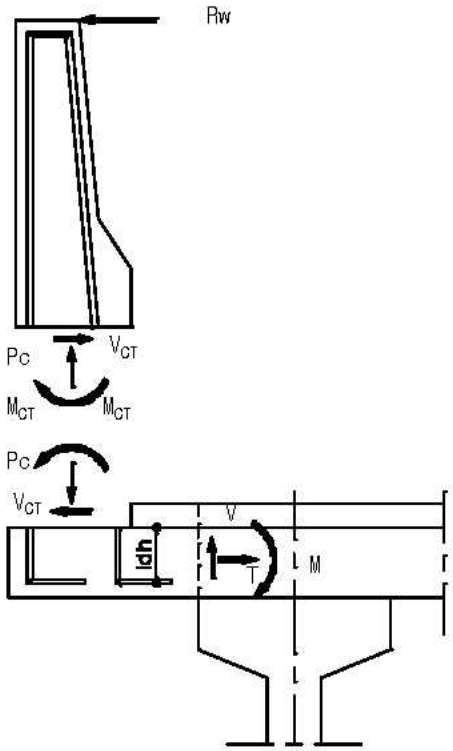
AASHTO(LRFD)기준과 비교

P_w = 651 kN > 516 kN **O.K!!!**

4.6 Shear Transfer Between Barrier and Deck

1) 충돌에 의한 방호벽의 전단력 (AASHTO(LRFD) p.A13-11 참조)

$$T = V_{CT} = \frac{P_w}{L_o + 2H} = \frac{66.349}{4.153 + 2 \times 1.080} = 10.510 \text{ tf/m}$$



2) Nominal Shear Resistance (도로교표준시방서(부록) p.5-72 참조)

$V_n = c \cdot A_{cv} + \mu \cdot (A_{vf} \cdot f_y + P_c)$

= 0.52 x 420 + 0.6 x (1.901 x 392.280 + 8.208)

= 670.642 N/mm

$V_n \le 0.2 \cdot f_{ck} \cdot A_{cv}$ = 0.2 x 23.537 x 420 = 1977.091 N/mm **O.K!!!**

$V_n \le 5.5 \cdot A_{cv}$ = 5.5 x 420 = 2310.000 N/mm **O.K!!!**

여기서, A_{cv} = 420 x 1 = 420 mm^2/mm

A_{vf} = H 13 @ 200 + H 13 @ 200 + H 13 @ 200

= 19.005 cm^2/m = 1.901 mm^2/mm

f_y = 392.280 MPa

c = 0.52 MPa

$\mu = 0.6\,\lambda = 0.6 \times 1.0 = 0.6$

Pc = 837 kgf/m = 8.208 N/mm

f_{ck} = 23.537 MPa

$\therefore$ Vn = 670.642 N/mm = 68.384 tf/m > V_{CT} = 10.510 tf/m **O.K!!!**

3) 최소 전단철근 검토 (도로교표준시방서(부록) p.5-73 참조)

$$A_{cf} = 0.35\,\frac{b_v \cdot s}{f_y}$$

$$= 0.35 \times \frac{420 \times 150}{392.280} = 56.210\ mm^2 < 380.100\ mm^2$$ **O.K!!!**

4) 정착길이 검토 (도로교표준시방서(부록) p.5-135 참조)

· 기본정착길이

$$l_{hb} = MAX\left(\frac{100 \cdot d_b}{\sqrt{f_{ck}}} = \frac{100 \times 13}{\sqrt{26.479}} = 253\ mm;\ 8 \cdot d_b = 8 \times 13 = 104\ mm;\ 150\ mm\right) = 253\ mm$$

· 수정계수

90° 갈고리에 대해서는 갈고리를 지나 연장된 철근의 피복두께가 5.0cm 이상인 경우 : 0.70

· 정착길이

$l_{dh} = l_{hb} \times$ 수정계수 = 253 × 0.7 = 177 mm < 197 mm **O.K!!!**

· 표준 90° 갈고리 연장길이

$12 \cdot d_b = 12 \times 12.7 = 152$ mm < $200 - (4 \cdot d_b - 1/2 \cdot d_b) = 156$ mm **O.K!!!**

1. 설계기준

1.1 방호벽 형식

1) 구조 형식 : 교량용 차량 방호울타리

2) 방호벽 형식 : 형식-2 (피복두께 = 6.0cm)

3) 방호벽 높이 : H = 1.350 m

4) 충돌 높이 : He = 1.350 m

1.2 하 중

1) 고정하중

① 철근 콘크리트 : Wc_1 = 2.500 tf/m^3

② 무근 콘크리트 : Wc_2 = 2.350 tf/m^3

③ A S C O N : Wa = 2.300 tf/m^3

2) 충돌하중

① 도로안전시설 설치 및 관리지침 [건설교통부 2001.7]

구 분	종별	차량중량(tonf)	충돌속도(km/h)	충돌각도(도)	충격도(kJ)
중앙분리대, 교량	SB6	25	80	15	420

② AASHTO LRFD Bridge Design Specifications

	Railing Test Level	Transverse(N)	Longitudinal(N)	Vertical(N)	L_t and L_L(mm)
Design Force	TL-5A	516000	173000	222000	2440

3) 사용재료

① 방호벽

- 콘크리트 { 설계기준강도 (fck) = 240 kgf/cm^2 = 23.537 MPa
  탄 성 계 수 (Ec) = 238000 kgf/cm^2
- 철 근 { 항 복 강 도 (fy) = 4000 kgf/cm^2 = 392.280 MPa
  탄 성 계 수 (Es) = 2000000 kgf/cm^2

② 슬래브

- 콘크리트 { 설계기준강도 (fck) = 270 kgf/cm^2 = 26.479 MPa
  탄 성 계 수 (Ec) = 253000 kgf/cm^2
- 철 근 { 항 복 강 도 (fy) = 4000 kgf/cm^2 = 392.280 MPa
  탄 성 계 수 (Es) = 2000000 kgf/cm^2

1.3 참 고 문 헌

1) 도로교설계기준 - 건설교통부 2000년

2) 도로안전시설 설치 및 관리지침 - 건설교통부 2001년

3) 고속도로건설공사 표준도 - 한국도로공사 2001년

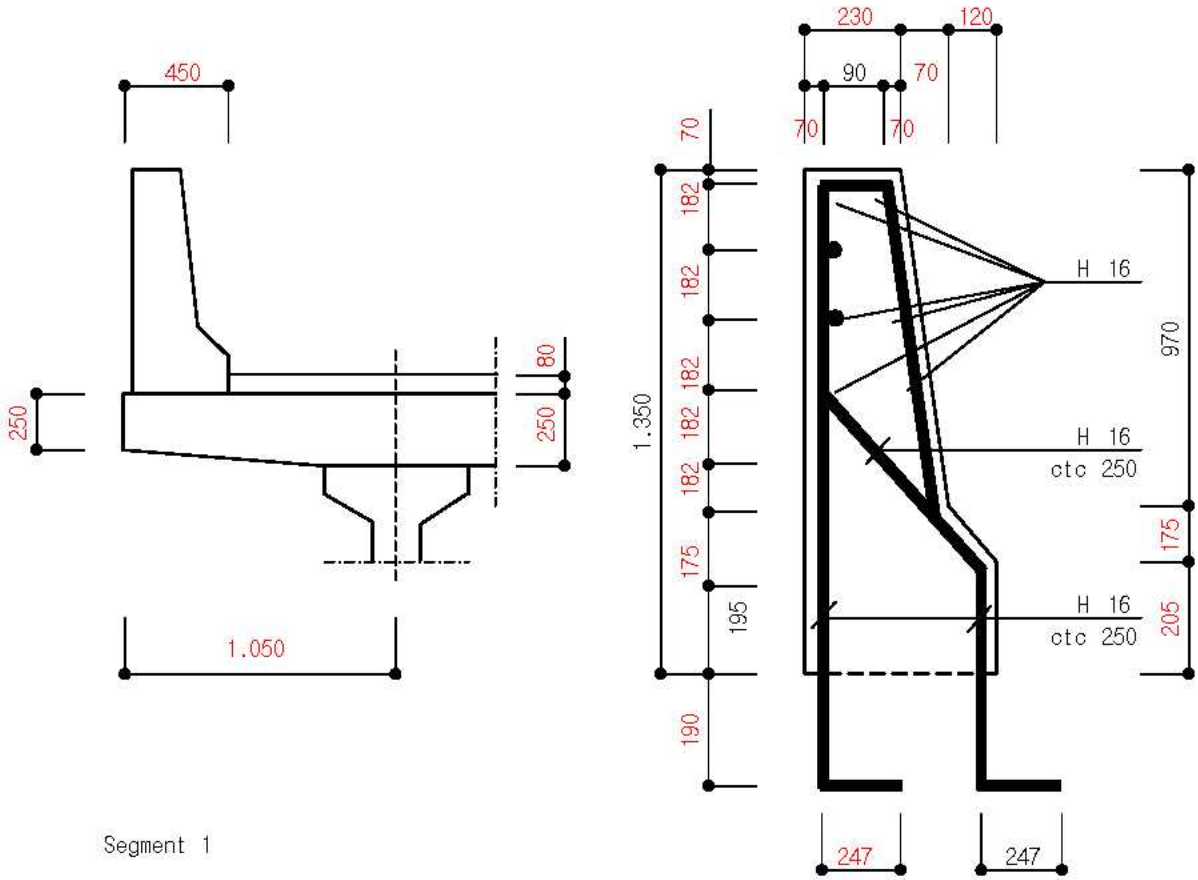
4) 도로교표준시방서 (부록 : 하중-저항계수 설계편) - 건설교통부 1996년

4) AASHTO LRFD Bridge Design Specifications - AASHTO 1998년

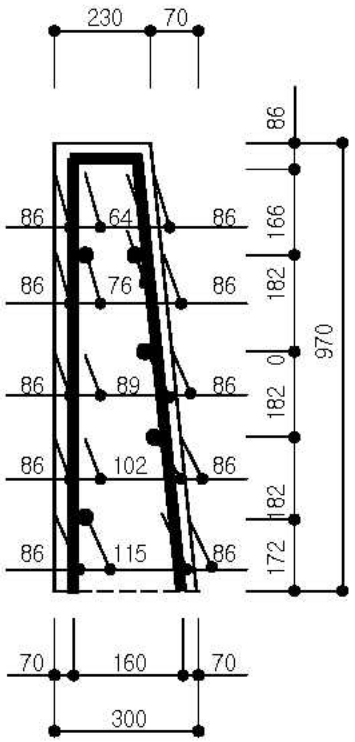
5) Design of Highway Bridges - Wiley-Interscience Pub. 1997년

(based on AASHTO LRFD Bridge Design Specifications)

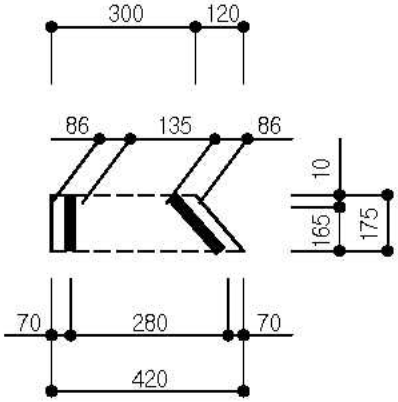
2. 가정단면



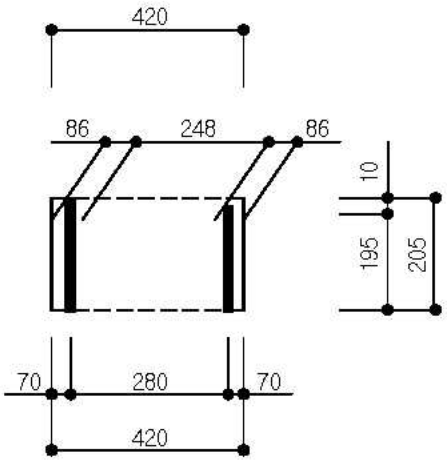
Segment 1



Segment 2

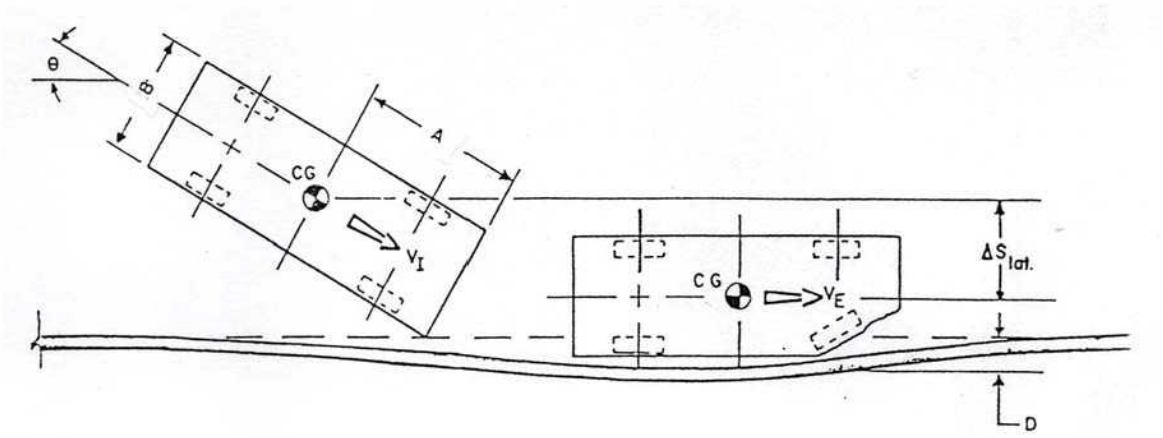


Segment 3



3. 충돌시 최대 충격력

3.1 Olsen Model (NCHRP Report 86)



1) 감가속도

$$avgG_{lat} = \frac{Vo^2 \cdot \sin^2\theta}{2 \cdot g \cdot [\, A \cdot \sin\theta - 0.5 \cdot B \cdot (1-\cos\theta) + D \,]}$$

$$= \frac{22.222^{\,2} \times \sin^2 15}{2 \times 9.807 \times [\, 4.3 \times \sin 15 - 0.5 \times 2.4 \times (\, 1 - \cos 15 \,) + 0.000 \,]}$$

$$= 1.563$$

여기서,

Vo	=	80.0 km/h	= 22.222 m/s
A	=	4.33 m	
B	=	2.44 m	
θ	=	15 °	
D	=	0.0 m	

$$maxG_{lat} = \pi/2 \cdot (avgG_{lat}) = 2.455$$

2) 횡방향 충격력

$$maxF_{lat} = maxG_{lat} \cdot W = 2.455 \times 25 = 61.375 \text{ tonf}$$

3.2 AASHTO LRFD Bridge Design Specifications

1) 적용기준 : TL-4

2) 횡방향 충격력 : 516000 N

4. 방호벽 전체 저항력 검토

4.1 연직축에 대한 BEAM의 MOMENT강도 (M_b)

가정한 방호벽 단면 상단에 BEAM 구간이 없으므로 Mb = 0 으로 된다.

4.2 연직축에 대한 WALL의 MOMENT강도 ($M_w \cdot H$)

1) Segment 1의 정.부모멘트 강도

As = H 16 @ 5 EA = 9.93 cm^2

$$a = \frac{As \cdot fy}{0.85 \cdot fck \cdot b} = \frac{9.93 \times 4000}{0.85 \times 240 \times 97} = 2.0 \text{ cm}$$

$$d = \frac{86 * 5 + 64 + 76 + 89 + 102 + 115}{5}$$

= 175 mm = 17.5 cm

$\Phi Mn_1 = \Phi \cdot As \cdot fy (d - a/2)$

= 1.0 x 9.93 x 4000 x (17.5 - 2.0 / 2)

= 656030 kgf.cm

2) Segment 2의 정.부모멘트 강도

As = H 16 @ 1 EA = 1.986 cm^2

$$a = \frac{As \cdot fy}{0.85 \cdot fck \cdot b} = \frac{1.986 \times 4000}{0.85 \times 240 \times 17.5} = 2.2 \text{ cm}$$

d = 86 + 135 = 221 mm = 22.1 cm

$\Phi Mn_2 = \Phi \cdot As \cdot fy (d - a/2)$

= 1.0 x 1.986 x 4000 x (22.1 - 2.2 / 2)

= 166723.866 kgf.cm

3) Segment 3의 정.부모멘트 강도

As = H 16 @ 1 EA = 1.986 cm^2

$$a = \frac{As \cdot fy}{0.85 \cdot fck \cdot b} = \frac{1.986 \times 4000}{0.85 \times 240 \times 20.5} = 1.9 \text{ cm}$$

d = 86 + 248 = 334 mm = 33.4 cm

$\Phi Mn_3 = \Phi \cdot As \cdot fy (d - a/2)$

= 1.0 x 1.986 x 4000 x (33.4 - 1.9 / 2)

= 257784.510 kgf.cm

4) 전체 모멘트

$M_w \cdot H = \Phi Mn_1 + \Phi Mn_2 + \Phi Mn_3$

$= 656029.876 + 166723.866 + 257784.510 = 1080538.251 \text{ kgf.cm} = 10.805 \text{ tf.m}$

4.3 수평축에 대한 WALL의 MOMENT강도 (M_c)

1) Segment 1의 모멘트 강도

$As = H\ 16\ @\ 250 = 7.944\ cm^2$

$$a = \frac{As \cdot fy}{0.85 \cdot fck \cdot b} = \frac{7.944 \times 4000}{0.85 \times 240 \times 100} = 1.6 \text{ cm}$$

$$d = \frac{230 + 300}{2} - 70 = 195 \text{ mm} = 19.5 \text{ cm}$$

$Mc_1 = \Phi \cdot As \cdot fy (d - a/2)$

$= 1.0 \times 7.944 \times 4000 \times (19.5 - 1.6 / 2)$

$= 594884.104 \text{ kgf.cm/m}$

2) Segment 2의 모멘트 강도

$As = H\ 16\ @\ 250 + H\ 16\ @\ 250 = 15.888\ cm^2$

$$a = \frac{As \cdot fy}{0.85 \cdot fck \cdot b} = \frac{15.888 \times 4000}{0.85 \times 240 \times 100} = 3.1 \text{ cm}$$

$$d = \frac{300 + 420}{2} - 70 = 290 \text{ mm} = 29.0 \text{ cm}$$

$Mc_2 = \Phi \cdot As \cdot fy (d - a/2)$

$= 1.0 \times 15.888 \times 4000 \times (29.0 - 3.1 / 2)$

$= 1744016.414 \text{ kgf.cm/m}$

3) Segment 3의 모멘트 강도

$As = H\ 16\ @\ 250 + H\ 16\ @\ 250 = 15.888\ cm^2$

$$a = \frac{As \cdot fy}{0.85 \cdot fck \cdot b} = \frac{15.888 \times 4000}{0.85 \times 240 \times 100} = 3.1 \text{ cm}$$

$d = 420 - 70 = 350 \text{ mm} = 35.0 \text{ cm}$

$Mc_3 = \Phi \cdot As \cdot fy (d - a/2)$

$= 1.0 \times 15.888 \times 4000 \times (35.0 - 3.1 / 2)$

$= 2125328.414 \text{ kgf.cm/m}$

4) 전체 모멘트

$$M_o = \frac{Mc_1 \times L1 + Mc_2 \times L2 + Mc_3 \times L3}{L1 + L2 + L3}$$

$$= \frac{594884.104 \times 97.0 + 1744016.414 \times 17.5 + 2125328.414 \times 20.5}{97.0 + 17.5 + 20.5}$$

$$= 976246.502 \text{ kgf.cm/m} = 9.762 \text{ tf.m/m}$$

4.4 Critical Length Yield Line Pattern (L_c)

(AASHTO(LRFD) p.A13-6 참조)

$$L_o = \frac{L_t}{2} + \sqrt{\left(\frac{L_t}{2}\right)^2 + \frac{8 \cdot H \cdot (M_b + M_w \cdot H)}{M_o}}$$

$$= \frac{2.440}{2} + \sqrt{\left(\frac{2.440}{2}\right)^2 + \frac{8 \times 1.350 \times (0.000 + 10.805)}{9.762}}$$

$$= 4.886 \text{ m}$$

여기서,

L_t	=	2.440	m
H	=	1.350	m
M_b	=	0.000	tf.m
$M_w \cdot H$	=	10.805	tf.m
M_o	=	9.762	tf.m/m

4.5 Nominal Resistance to Transverse Load (R_w)

(AASHTO(LRFD) p.A13-5 참조)

$$R_w = \left(\frac{2}{2L_o - L_t}\right)\left(8 \cdot M_b + 8 \cdot M_w \cdot H + \frac{M_o \cdot L_o^2}{H}\right)$$

$$= \left(\frac{2}{2 \times 4.886 - 2.440}\right) \times \left(8 \times 0.000 + 8 \times 10.805 + \frac{9.762 \times 4.886^2}{1.350}\right)$$

$$= 70.671 \text{ tonf}$$

∴ 우리기준과 비교

R_w = 70.671 tonf > 61.375 tonf **O.K!!!**

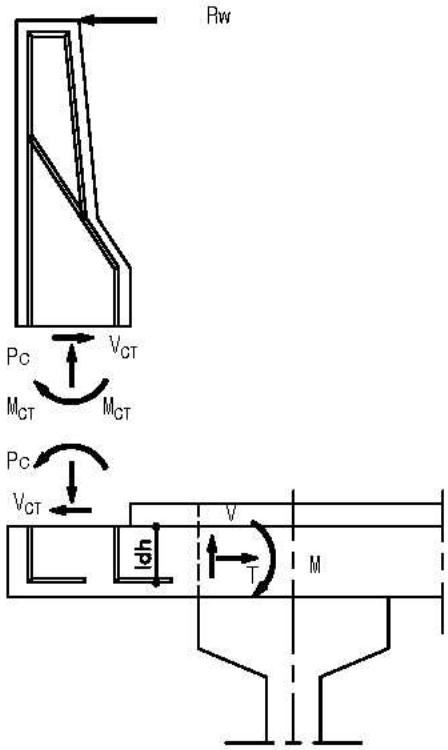
AASHTO(LRFD)기준과 비교

R_w = 693 kN > 516 kN **O.K!!!**

4.6 Shear Transfer Between Barrier and Deck

1) 충돌에 의한 방호벽의 전단력 (AASHTO(LRFD) p.A13-11 참조)

$$T = V_{CT} = \frac{R_w}{L_o + 2H} = \frac{70.671}{4.886 + 2 \times 1.350} = 9.316 \text{ tf/m}$$



2) Nominal Shear Resistance (도로교표준시방서(부록) p.5-72 참조)

$Vn = c \cdot Acv + \mu \cdot (Avf \cdot fy + Pc)$

$= 0.52 \times 420 + 0.6 \times (2.383 \times 392.280 + 9.964)$

$= 785.307$ N/mm

$Vn \leq 0.2 \cdot fck \cdot Acv = 0.2 \times 23.537 \times 420 = 1977.091$ N/mm **O.K!!!**

$Vn \leq 5.5 \cdot Acv = 5.5 \times 420 = 2310.000$ N/mm **O.K!!!**

여기서, $Acv = 420 \times 1 = 420$ mm²/mm

Avf = H 16 @ 250 + H 16 @ 250 + H 16 @ 250

$= 23.832$ cm²/m $= 2.383$ mm²/mm

$fy = 392.280$ MPa

$c = 0.52$ MPa

$\mu = 0.6 \lambda = 0.6 \times 1.0 = 0.6$

$Pc = 1016$ kgf/m $= 9.964$ N/mm

$fck = 23.537$ MPa

∴ $Vn = 785.307$ N/mm $= 80.076$ tf/m $> V_{CT} = 9.316$ tf/m **O.K!!!**

3) 최소 전단철근 검토 (도로교표준시방서(부록) p.5-73 참조)

$$A_{cf} = 0.35 \frac{b_v \cdot s}{f_y}$$

$$= 0.35 \times \frac{420 \times 187.5}{392.280} = 70.262 \ mm^2 < 595.800 \ mm^2 \quad \textbf{O.K!!!}$$

4) 정착길이 검토 (도로교표준시방서(부록) p.5-135 참조)

· 기본정착길이

$$l_{hb} = MAX \left(\begin{array}{l} \dfrac{100 \cdot d_b}{\sqrt{f_{ck}}} = \dfrac{100 \times 16}{\sqrt{26.479}} = 311 \ mm \\ 8 \cdot d_b = 8 \times 16 = 128 \ mm \\ 150 \ mm \end{array} \right) = 311 \ mm$$

· 수정계수

90° 갈고리에 대해서는 갈고리를 지나 연장된 철근의 피복두께가 5.0cm 이상인 경우 : 0.70

· 정착길이

$l_{dh} = l_{hb} \times$ 수정계수 $= 311 \times 0.7 = 218 \ mm > 198 \ mm$ **N.G!!!**

· 표준 90° 갈고리 연장길이

$12 \cdot d_b = 12 \times 15.9 = 191 \ mm < 247 - (4 \cdot d_b - 1/2 \cdot d_b) = 191 \ mm$ **O.K!!!**

5) M_o, L_o, R_w 재계산

· 수정계수 (소요As / 배근As)를 적용하여 배근As를 계산

배근As = 소요As x (198 / 218)

= 15.888 x (198 / 218) = 14.430 cm^2

· M_o 계산

Segment 1의 모멘트 강도

$$a = \frac{As \cdot fy}{0.85 \cdot fck \cdot b} = \frac{7.215 \times 4000}{0.85 \times 240 \times 100} = 1.4 \text{ cm}$$

$$Mc_1 = \Phi \cdot As \cdot fy \left(d - a/2 \right)$$

$$= 1.0 \times 7.215 \times 4000 \times \left(19.5 - 1.4 / 2 \right)$$

= 542369.731 kgf.cm/m

Segment 2의 모멘트 강도

$$a = \frac{As \cdot fy}{0.85 \cdot fck \cdot b} = \frac{14.430 \times 4000}{0.85 \times 240 \times 100} = 2.8 \text{ cm}$$

$$Mc_2 = \Phi \cdot As \cdot fy \left(d - a/2 \right)$$

$$= 1.0 \times 14.430 \times 4000 \times \left(29.0 - 1.4 / 2 \right)$$

= 1633094.105 kgf.cm/m

Segment 3의 모멘트 강도

$$a = \frac{As \cdot fy}{0.85 \cdot fck \cdot b} = \frac{14.430 \times 4000}{0.85 \times 240 \times 100} = 2.8 \text{ cm}$$

$$Mc_3 = \Phi \cdot As \cdot fy \left(d - a/2 \right)$$

$$= 1.0 \times 14.430 \times 4000 \times \left(35.0 - 2.8 / 2 \right)$$

= 1938592.760 kgf.cm/m

전체 모멘트

$$M_o = \frac{Mc_1 \times L1 + Mc_2 \times L2 + Mc_3 \times L3}{L1 + L2 + L3}$$

$$= \frac{542369.731 \times 97.0 + 1633094.105 \times 17.5 + 1938592.760 \times 20.5}{97.0 + 17.5 + 20.5}$$

= 895778.981 kgf.cm/m = 8.958 tf.m/m

· L_o 계산

$$L_o = \frac{L_t}{2} + \sqrt{\left(\frac{L_t}{2}\right)^2 + \frac{8 \cdot H \cdot (M_b + M_w \cdot H)}{M_o}}$$

$$= \frac{2.440}{2} + \sqrt{\left(\frac{2.440}{2}\right)^2 + \frac{8 \times 1.350 \times (0.000 + 10.805)}{8.958}}$$

$$= 5.030 \text{ m}$$

· R_w 계산

$$R_w = \left(\frac{2}{2L_o - L_t}\right)\left(8 \cdot M_b + 8 \cdot M_w \cdot H + \frac{M_o \cdot L_o^2}{H}\right)$$

$$= \left(\frac{2}{2 \times 5.030 - 2.440}\right) \times \left(8 \times 0.000 + 8 \times 10.805 + \frac{8.958 \times 5.030^2}{1.350}\right)$$

$$= 66.752 \text{ tonf}$$

∴ 우리기준과 비교

R_w = 66.752 tonf > 61.375 tonf **O.K!!!**

AASHTO(LRFD)기준과 비교

R_w = 655 kN > 516 kN **O.K!!!**

기안자	부 장	처 장	본부장	부사장	사 장
최안구	기병훈	전결			이동희
협 조	- 설계기준부장 : 서상범 도로설계부장 : 김병석				

문서번호	설계구10201-477
보존기간	10년
결재일자	2003. 12. 3
공개여부	공 개

교량배수시설 설치기준 개선

2003. 12.

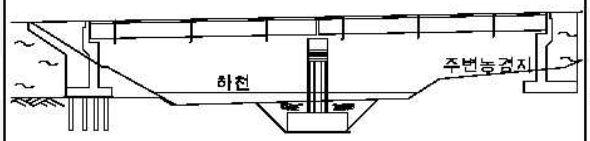
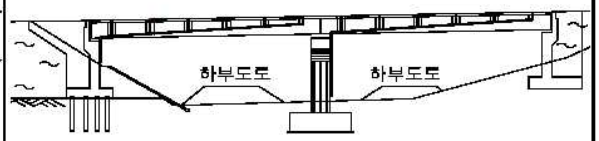
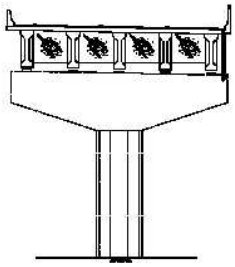
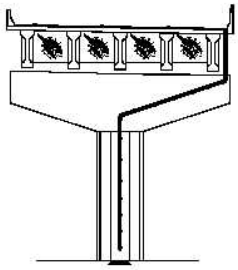
한국도로공사
KOREA HIGHWAY CORPORATION
설 계 처

1. 검토목적

교량배수시설 설치와 관련하여 노면수로 인한 주변 농경지의 피해, 주거지역으로의 비산, 낙수로 인한 하부구조물 기초 주변의 세굴등에 대한 피해사례가 많아 합리적인 개선방안을 강구코자 함

2. 현황 및 문제점

가. 교량 배수시설의 종류

구 분	하 천 용	육 교 용
개요도		
설치도		
설 치 사 례		

나. 배수시설 설치기준

(1) 국내기준

구 분	내 용
도로교 설계기준	- 배수관은 특히 찌꺼기로 막히기 쉬우므로 단면은 원칙적으로 원형으로 하고, 안지름은 최소 15cm이상으로 하여 급격한 굴곡을 피하도록 한다
도로설계요령	- 배수관의 단면은 원칙적으로 원형으로 하고, 내경은 150mm 이상, 계획유량의 3배를 유하시킬수 있는 단면으로 한다. - 배수관 굴곡부 개수는 될 수 있는 대로 적게 하고 굴곡부에 청소공을 설치하도록 한다.
고속도로 설계기준	- 배수관의 단면은 원칙적으로 원형으로 하고, 내경은 150mm 이상, 계획유량의 3배를 유하시킬수 있는 단면으로 한다. - 배수관 굴곡부 갯수는 될 수 있는 대로 적게 하고 굴곡부에 뚜껑붙인 청소공을 설치하도록 한다. ※ 교면 배수구 설치기준(설계일16210-222,'97.6.27) - 종배수관 설치구배 · 왕복4차로 : 3% 이상 · 왕복6차로 : 4% 이상 · 왕복8차로 : 6% 이상
고속도로 수량산출기준	○ 하천용 - 하천횡단교량으로 교면수를 하천에 방류해도 좋은 경우 - 배수관 하단은 주형 및 거더의 하부플랜지 15cm 하단까지 연장 - 교량받침에 비산할 우려가 있는 경우에는 교량받침보다 20cm 아래에서 절단함. ○ 육교용 - 하부도로 및 철도를 횡단하는 교량 - 집수구로부터 하부구조물까지 배수관을 설치하여 교면수를 방류함. - 배수관의 밑단은 지면으로부터 30cm이상 이격시키고, 한랭지에서는 결빙을 고려해 50cm이상을 이격시킴

(2) 국외기준

(가) 설계요령(일본도로공단) : 붙임#3-5

o 배수관은 유지관리 측면에서 종배수관을 최대한 없애는 것이 좋다.

o 배수관의 단면은 원칙적으로 원형으로하고 그 내경은 연직방향 150mm, 수평방향 200mm 이상인 동시에 계획우량의 3배를 유하할 수 있는 단면으로 한다.

o 강우확률은 3년확률로써 전국강우강도도에서 해당지역의 확률강우강도 γ_0 (mm/h)를 사용한다.

o 배수관 경사는 원칙적으로 3% 이상으로 한다.

(나) Design of Bridge Deck Drainage

(FHWA, Federal Highway Administration) : 붙임#3-3

o 강우강도는 10년 빈도의 강우강도 적용

o 모래 등을 유하시킬 수 있는 바람직한 최소경사는 8%

o 굴곡부에는 특별한 장비없이 교량하부에서 접근이 가능한 위치에 청소구를 설치하여야 함.

o 청소구 설치위치는 청소방법에 따라 결정되어야 함

o 보호시설이 설치되지 않은 제방에 물이 낙하되어서는 안됨

다. 문제점

(1) 감사기12108-30356('02.12.3)

o 하천용의 경우에도 교량높이가 높을 경우 노면수가 강풍에 의해 인접 주거지 및 농경지로 날려 민원이 발생

o 육교용의 경우 교량하부 지상 30cm 위치까지 배수구를 설치할 경우에도 하부지반이 세굴되고 주변 농경지로 토사가 흘러드는 피해가 발생

o 교량외측부에 설치되는 배수구는 슬래브 철근과의 간섭으로 시공성이 떨어짐

o 배수관 굴곡부의 배수관이 막히는 등 유지관리의 어려움이 예상됨

(2) 감사행12108-30346('02.11.25)

o 하천이 아닌 곳의 교량하부에 설치된 하천용 교량 배수관에서 낙수하는 교면수에 의해 하부 침식 발생

o 육교용 배수관 하단이 세굴되거나 물 웅덩이가 형성되고 주변 농경지가 침식되는 곳이 발생

3. 개선방안 검토

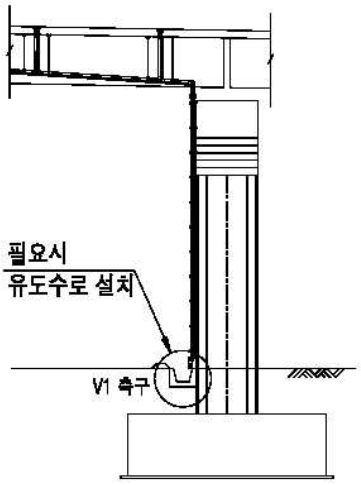
가. 하천용 설치로 인한 문제점 해소대책

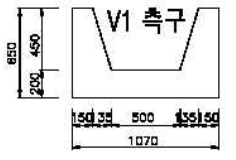
o 육교용 설치대상구간 확대

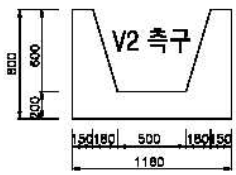
현 행	변 경	비 고
- 도로 및 철도 횡단 교량	- 도로 및 철도 횡단 구간 - 농경지 통과구간 - 강풍시 비산으로 인해 인접가옥에 피해가 우려되는 경우 - 하천제방 등에 직접 낙수되어 세굴이 우려되는 경우 - 하천구간중 수질보호를 위해 직접낙수 하는 것이 바람직하지 않다고 판단되는 경우 - 기타 설계자가 필요하다고 판단하는 구간	※교량내에서도 구간에 따라 구분적용

나. 교량용 배수관 하부지반의 세굴방지대책

o 필요한 경우 유도수로(토사 또는 콘크리트 측구)를 설치하여 배수관을 인접수로에 연결하고, 지형여건상 유도수로가 불필요한 경우 또는 설치가 곤란한 경우에는 콘크리트 물받이 설치





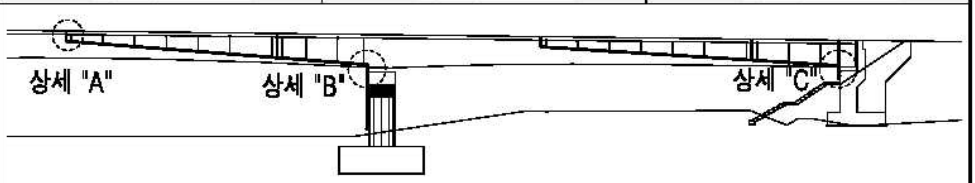
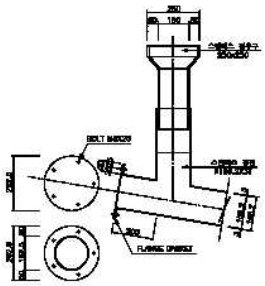
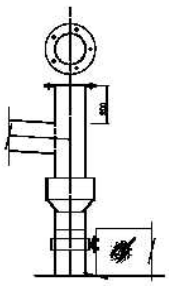
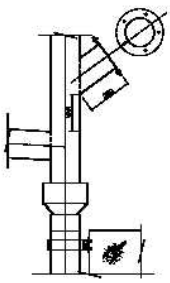
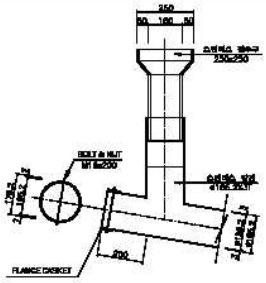
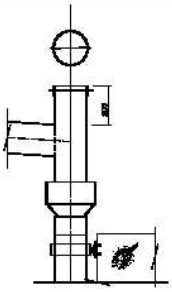
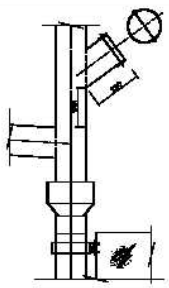
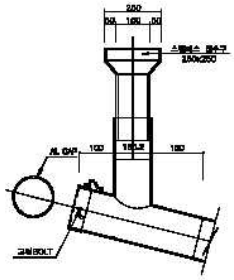
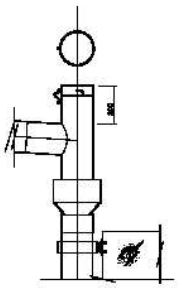
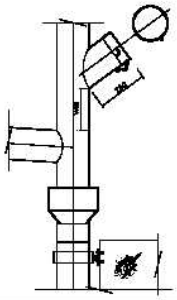
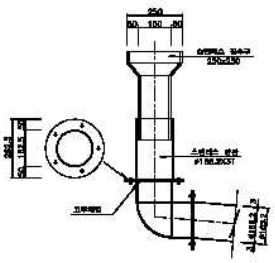
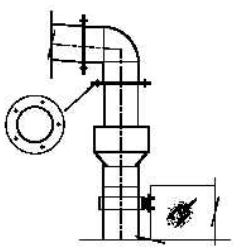
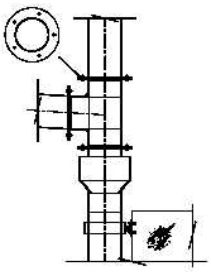


다. 배수관 굴곡부 막힘방지방안 검토

(1) 청소공 설치(안)

(가) 개요

o 배수관 굴곡부 막힘현상 발생시 청소를 용이하게 하기 위해 급격한 굴곡부에 청소공을 설치

구 분	청소공 설치도		
	상세 "A"	상세 "B"	상세 "C"
개요도			
PLATE TYPE			
COVER TYPE			
CAP TYPE			
FLANGE TYPE			

(나) 검토의견

o 도로설계요령에 굴곡부에 청소공을 설치하는 것으로 명시되어 있고 일부 교량에서 청소공을 설치한 사례가 있음

o 그러나 굴곡부가 대부분 수시접근이 곤란한 곳에 위치하여 활용도가 매우 낮을 것으로 판단되고,

o 현재 주로 사용되는 고압살수 등의 청소방법으로 처리되지 않을 정도의 심각한 막힘현상은 발생빈도가 매우 적은 것으로 파악됨

o 따라서 일반교량에는 청소공을 설치하지 않도록 하되 현수교, 사장교 등의 특수교량과 고교각교량 등에 한해 별도로 검토하여 적용할 수 있도록 하는 것이 바람직할 것으로 판단됨

(2) 종방향 배수관 규격확대(안)

o 종방향 배수관(이하 종배수관)의 규격을 상향조정(150mm → 200mm)할 경우 막힘현상을 방지하는데 다소의 도움이 될 것으로 판단되나 모든 종배수관의 규격을 일률적으로 키우는 것은 비경제적임

o 다만, 일률적으로 150mm관을 사용하는 것을 방지하기 위해 종배수관의 설치경사에 따라 **별도의 용량검토를 시행하여 결정**하는 것이 바람직할 것으로 판단됨(붙임#1 계산예 참조)

(3) 종배수관의 경사

o 종 배수관의 경사는 크게 할수록 막힘현상을 줄일 수 있을 것으로 판단됨

o 따라서, 종배수관을 설계할 경우에는 각각의 교량에 대해 별도로 적용가능한 경사를 검토하여 도면상에 명시하되 **거더의 높이를 고려하여 가급적 큰 경사를 적용**하여야 함

※ 교면배수구 설치기준(설계일 16210-222, '97.6.27)
- 배수관 설치구배는 4차로 3%이상, 6차로 4%이상, 8차로 6%이상

o 다만, 부득이한 사유로 현 기준상의 구배를 충족시킬 수 없는 경우 상기 (2)항에 따라 종배수관의 규격을 확대

라. 배수구 설치에 따른 시공성 저하문제

o 배수구는 신속한 우수의 처리를 위해 불가피한 시설로 칠근과의 간섭이나 보강등으로 시공성이 다소 떨어지나 시공상세도를 작성하여 시공성저하가 최소화 되도록 하는 것이 바람직할 것으로 판단됨

4. 결론

가. 하천용 배수관 설치로 인한 문제점 해소대책

o 하천용 배수관의 설치로 피해가 예상되는 경우에는 가급적 육교용을 적용하는 것으로 하며 대상은 나음과 같이 정함

- 도로 및 철도 횡단 구간
- 농경지 통과구간
- 강풍시 비산으로 인해 인접가옥에 피해가 우려되는 경우
- 하천제방 등에 직접 낙수되어 세굴이 우려되는 경우
- 하천구간중 수질보호를 위해 직접낙수하는 것이 바람직하지 않다고 판단되는 경우
- 기타 설계자가 필요하다고 판단하는 구간

나. 교량용 배수관 하부지반의 세굴방지대책

o 육교용 배수관의 하단부에는 필요한 경우 유도수로(토사 또는 콘크리트 측구)를 설치하여 배수관을 인접수로에 연결토록하고, 지형여건상 유도수로가 불필요한 경우 또는 설치가 곤란한 경우에는 콘크리트 물받이를 설치

다. 배수관 굴곡부 막힘방지방안

o 종배수관은 각각에 대해 별도로 적용가능한 경사를 검토하되 거더의 높이를 고려하여 가급적 큰 경사를 적용

o 종배수관의 규격은 계획된 종배수관의 종단경사에 따라 별도의 용량검토를 시행하여 결정하되 최소 150mm 이상을 적용

라. 기타 특기사항

o 교량 배수시설은 설치빈도를 축소하는 방안을 별도검토할 계획임

5. 적용방안

o 설계중인 구간부터 적용

o 시공중인 구간은 공사주관부서에서 판단

2-10 터널 라이닝콘크리트 타설 사이클타임 조정 시행

방 침
설 계 도 10201-9 ('03.1.10)

1. 검토목적

○ 터널의 라이닝콘크리트 타설 싸이클타임(Cycle Time)은 터널 공사기간 산정의 기본요소임

○ 고속도로 터널공사 현장의 실사자료를 근거로 싸이클타임을 조정시행함으로써 공사기간 추정 및 원가산정의 적정성을 확보코자함

2. 현설계현황 및 문제점 제기

○ 현설계시 터널의 라이닝콘크리트 타설 공기산출시 1 SPAN당 기준시간을 5일/9m로 적용함으로써 실제공기에 비하여 과다하다는 현장의견이 제기됨

- 타 설 : 1일
- 거푸집 탈형 : 3일
- 거푸집 이동 및 청소 : 1일

○ 고속도로 현장 실싸이클타임 조회결과 대부분 3일/9m로 관리되고 있는 실정으로써 거푸집 제거시기 등에 대한 재검토를 통해 기준시간에 대한 재산정이 요구됨

- 타 설 : 1일
- 거푸집 탈형 : 1일
- 거푸집 이동 및 청소 : 1일

3. 거푸집 탈형시기 검토

가. 고속도로공사 전문시방서

○ 7-4 가시설공 표 7-4 「거푸집 제거시기 콘크리트 압축강도의 참고값」

- 두꺼운 부재의 연직 또는 연직에 가까운 면, 경사진 상면, 작은 아치의 외면 : 35kgf/㎠

○ 8-6 라이닝콘크리트

- 거푸집은 천단부 콘크리트의 강도가 자중을 견딜 수 있는 강도를 발휘하기전까지는 제거하지 않아야 하며, 콘크리트 압축강도가 30kgf/㎠ 이상 발현된 이후에 거푸집을 제거하여야 한다.

나. 거푸집 탈형시기 검토

○ 라이닝콘크리트 양생시간별 강도 추정

- $f_c(t) = \frac{t}{(a + b \cdot t)} \times f_c(28)$ ☞ ACI Committee 209

  f_{ck}=240kg/㎠, 보통콘크리트 습윤양생시 : a=4.0 b=0.85

- 1일 강도 : 49.48kg/㎠
- 2일 강도 : 84.21kg/㎠
- 3일 강도 : 109.92kg/㎠

○ 양생시간별 강도 추정결과 1일 강도가 고속도로 전문시방서상의 거푸집제거 기준강도를 상회하고 현장에서도 실제 1일 이내에 거푸집을 탈형하는 실정임을 감안하여 터널 라이닝 콘크리트 타설 싸이클타임 산정기준을 9m당 거푸집 탈형 소요일수 1일 포함 3일로 정함이 타당한 것으로 사료됨

4. 검토결론 및 기대효과

가. 검토결론

터널의 라이닝콘크리트 타설 싸이클 타임을 3일/9m로 조정시행

- 타 설 : 1일
- 거푸집 탈형 : 1일
- 거푸집 이동 및 청소 : 1일

나. 기대효과

1) 공사기간 단축

○ 현설계 : 33개월

- 굴 착 : 11개월
- 방수 및 라이닝콘크리트 : 14개월
- 기타여유 : 8개월

○ 조 정 : 28개월

- 굴 착 : 11개월
- 방수 및 라이닝콘크리트 : 9개월
- 기타여유 : 8개월

※ 1km 2차로 양방향 터널기준 5개월 단축

2) 공사비 절감

(2차로 양방향 터널 1km 기준)

공 종	규 격	수 량	단 위	공 사 비(천원)		증 감 (천원)	비 고
				당 초	변 경		
강재동바리 및 거푸집	2차로	3	NR	338,604	309,773	△28,831	
임시전기시설	터널용	1	SUM	82,523	73,419	△9,104	
작업용비계	터널용	1	SUM	6,189	6,046	△143	
직접비계				427,316	389,238	△38,078	
합계(제잡비50%)				640,974	583,857	△57,117	

- 2002년 설계준공 터널 총연장 : 23.5km/5개노선
- △57백만원/km ×23.5km = 1,339백만원

※ 연간 13억원 절감

5. 적용방안

○ 설계중인 노선 : 본 방침 적용

○ 공사중인 노선 : 현장여건에 따라 조치

방 침
설 계 도 10201-38 ('03.1.29)

2-11 터널 내부 타일규격 조정시행

1. 검토목적

○ 현행 터널 콘크리트라이닝 측벽부에 적용하고 있는 타일붙임용 타일규격이 표준도상 단일규격(90×190×11)이며 동제품이 독점생산되고 있어 관련업계의 규격다양화 요구가 있는 실정이므로

○ 터널 타일붙임 규격에 대한 재검토를 통해 규격적용의 합리화를 기하고자함

2. 현설계 현황 및 문제점

가.현설계 현황

○ **고속도로 전문시방서 8-8 타일붙임 및 도장**

【 타일】

- 규 격 : KS L 1001 도자기 타일
- 재 료
  - KS L 1001에 규정한 규격품과 동등한 제품의 자기질 외장타일
  - 흡수율 1.0% 미만
  - 색상 : 순백색(백색도 : W10)

○ **표준도 6.047 내부타일붙임 상세도**

- 규 격 : 90×190×11
- 기타사항 : 고속도로 전문시방서 규정

나. 문제점

○ **흡수율 기준 1.0% 근거 미흡**

- KS L 1001(도자기 타일) 5.2.2 흡수율에서 자기질 타일은 3.0% 이하로 규정
- 건축공사 표준시방서 1200(타일 및 테라코타공사)에서 타일은 KS L 1001(도자기질 타일)의 규격품 또는 이와 동등이상의 품질의 것으로 한다고만 규정

○ **표준도상에서 단일규격(90×190×11)을 제시**

- 규격선정근거 미흡
- 일부업체만 생산가능한 규격으로서 업계의 규격다양화 요구

3. 터널 내부타일 적용방안 검토

가. 흡수율 기준

고속도로 전문시방서 규정에 대한 근거가 미흡하고 건축공사 표준시방서에서도 특별한 규정을 두고있지 않으므로 KS L 1001 규정준수 사항만 명기하는 것이 타당함

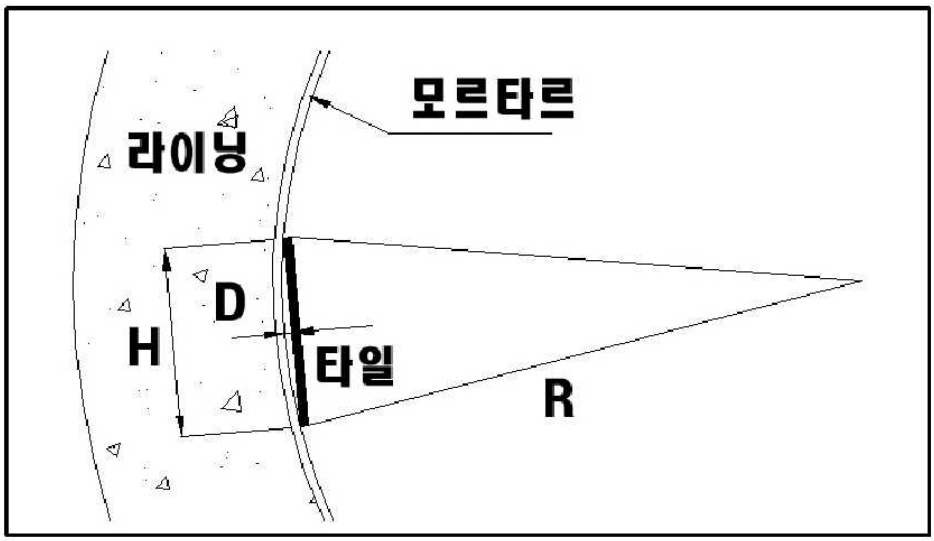
나. 타일규격 검토

○ 현 고속도로 건설공사 표준도에서 제시한 규격외에 일반적으로 생산되는 자기질외장타일인 100×200×10, 100×230×10 규격 타일에 대한 미관측면의 검토결과 기적용규격과 큰 차이가 없으므로

○ 재료의 독점해소, 미관 및 유지관리측면을 고려할 때 터널부 내부타일규격을 3종으로 확대적용하는 것이 타당함

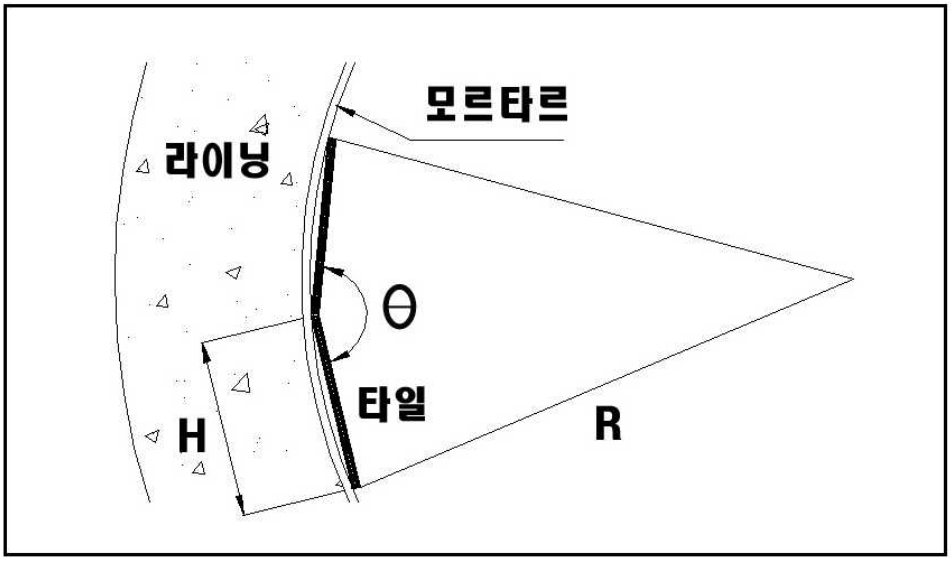
1) 타일 이격거리 검토

곡률반경 R(m)	타일나비 A(㎜)	라이닝면과 타일의 이격거리 D(㎜)	비 고
3.795	90	0.2668	
	100	0.3294	



2) 타일 끼인각 검토

곡률반경 R(m)	타일나비 A(㎜)	타일끼인각 θ(°)	비 고
3.795	90	178.64	
	100	178.49	



다. 설계기준개선 요약

구 분	당 초	변 경
설계기준	○ KS L 1001 규정 자기질 외장타일 ○ 흡수율 1.0%미만	○ 좌 동 ○ 흡수율규정 삭제
표 준 도	○ 90×190×11 단일규격 제시	○ 표준도에 적용규격 3종 (90×190×11, 100×200×10, 100×230×10)을 제시

4. 적용방안

○ 설계중인 노선 : 적용방안 검토내용 적용

○ 시공중인 노선 : 현장여건에 따라 조치

붙　　임 : 1. 공사시방서(안) 1부

2. 단가설명서(안) 1부

3. 표준도 1부

붙 임 #1

공사시방서(안) 【타일붙임 및 도장】

1. 일반사항

1.1 적용범위

본 시방은 콘크리트 라이닝 측벽부의 타일붙임과 천정부 및 어깨부의 도장 등 표면 마무리 공사에 적용한다.

1.2 참조규격

KS L 1001 도자기 타일

KS M 5310 합성수지에멀젼 페인트

1.3 제출물

1.3.1 본 시방서 1-2-4절 1.3에 따라 본 절의 공사계획에 맞추어 시공계획서를 작성하여 제출하여야 한다.

2. 재 료

2.1 타 일

2.1.1 타일의 재질 및 흡수율은 KS L 1001에 규정한 규격품과 동등한 제품의 자기질 외장타일이어야 하고, 색상은 순백색(백색도 : W10)이어야 한다.

2.1.2 타일 뒷굽의 높이는 1.2mm 이상, 안쪽으로 오목하게 들어간 깊이는 1mm 이상이어야 한다.

2.2 도장제

2.2.1 도장의 재료는 합성수지에멀젼 페인트(외부형)이어야 한다.

2.2.2 페인트의 색상은 회색계통이어야 한다.

2.2.3 페인트의 재료기준은 KS M 5310의 1급에 따른다.

3. 시　　공

3.1 타일붙임

3.1.1 시공일반

(1) 타일붙임에는 타일시멘트를 사용하여야 한다.

(2) 라이닝 콘크리트는 습윤한 상태로 유지하여야 한다.

(3) 타일시멘트와 부착강화제는 정확히 계량하여 혼합하여야 한다.

3.1.2 시공방법

(1) 1일의 타일붙임 높이는 2m 미만으로 하여야 한다.

(2) 타일은 모르터에 1/2 정도가 파묻힐 정도로 압착하고, 직경붙임공법 (개량압착방법)으로 시공하여야 한다.

(3) 타일의 규격 및 간격은 설계도서에 따른다.

(4) 모르터의 배합비는 표 8-9에 따른다.

표 8-9 모르터의 배합표($1m^3$당)

구　　분	물(g)	타일시멘트(g)	부착강화제(g)
바름모르터	1,400	6,300	100
줄　　눈	640	3,200	

3.1.3 터널 측벽의 타일붙임 대신에 비오염 도장 등 다른 개선된 재료 및 시공방법을 사용하고자 하는 경우 **수급인은** 타일붙임과 대체 재료의 비교검토서 및 시공계획서를 제출하여 감독원의 승인을 받아야 한다.

3.2 도　장

3.2.1 터널의 입·출구부 50m 구간 중에서 타일붙임을 시공하지 않는 어깨부 및 천장부에는 도장을 시행하여야 한다.

3.2.2 도장을 시행하기 전에 콘크리트 라이닝의 홈이나 돌출부에 대하여는 표면처리를 하여야 하며, 균열부위는 적정한 방법으로 보수하여야 한다.

3.2.3 콘크리트 라이닝의 레이턴스(Latence), 먼지, 유분 및 기타 오염물은 브러쉬나 기타방법으로 제거하여야 한다.

3.2.4 도장은 로울러나 스프레이로 2회 이상 실시하여 건조도막 두께가 112㎛(0.2 ℓ /m^2) 이상이 되도록 시공하여야 한다.

붙 임 #2

단가설명서(안) 【터널내부타일 붙임(㎡당)】

NR2020 터널내부 타일붙임(m^2당)

이 단가는 터널내 라이닝후 타일붙임하는 비용으로 타일붙임을 위한 재료비 (타일, 타일시멘트, 접착제)와 설치비, 소운반 및 기구 손료가 포함된다.

측 정

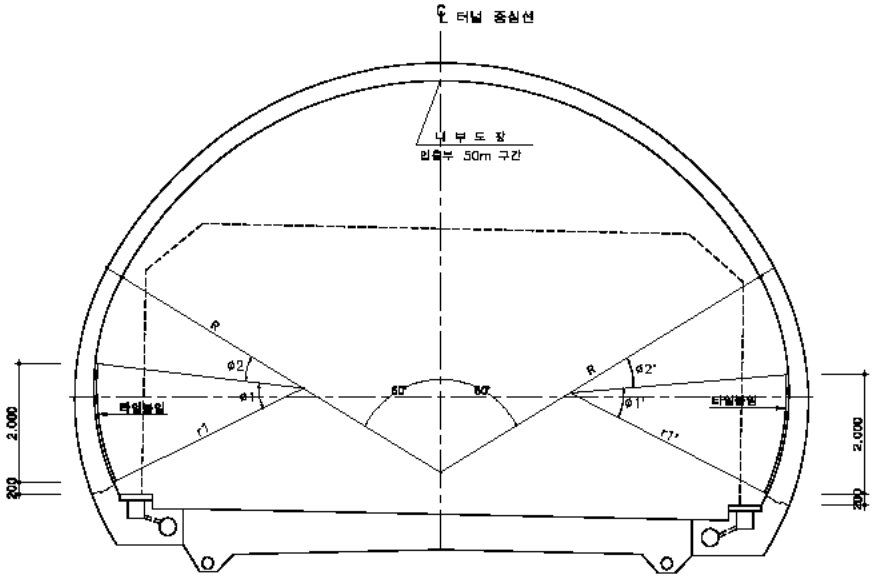
이 물량은 도면에서 산출된 내부타일 붙임의 총 면적이다.

붙 임 #3

표준도【터널내부타일】

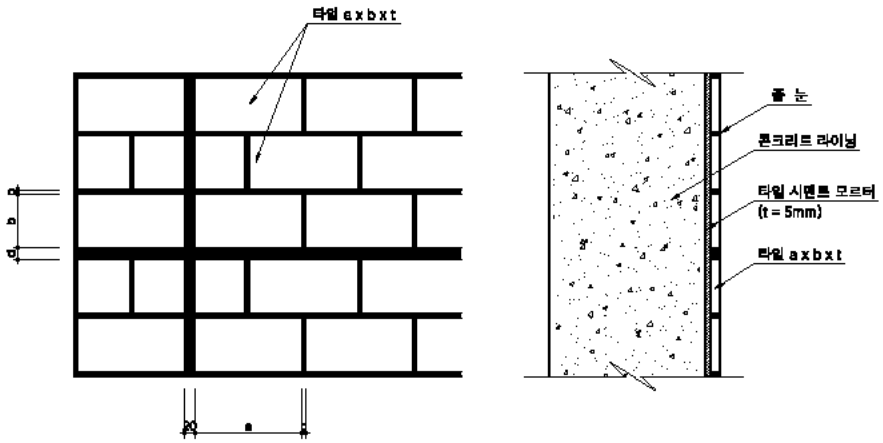
내 부 타 일 붙 임 상 세 도 (1)

단 면 도



터널연장	설치높이(M)	비고
300M 미만	미설치	
300M~1000미만	2.0	
1000M 이상	3.0	

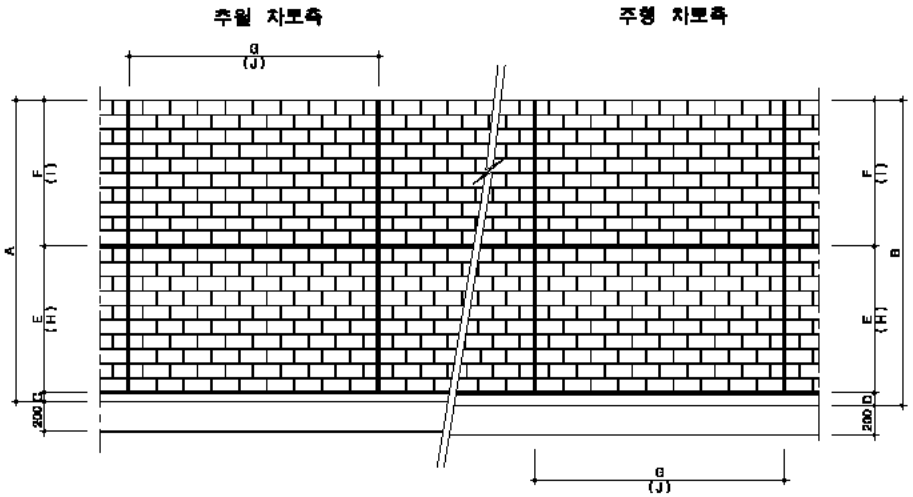
상 세 도



한국도로공사	표 준 도 TYPICAL DRAWING	도면명	내부 타일 붙임 상세도(1)	설 계 자	김영근	작 성 일	2003.01	도면번호
				확 인 자		축 척	NONE	

내 부 타 일 붙 임 상 세 도 (2)

정 면 도



치 수 표

타 일	R	r1	r1'	ø1	ø1'	ø2	ø2'	A	B	C	D
90x190x11	6.590	3.759	3.906	31.028057	30.197325	23.853508	25.519096	2.036	2.059	62	85
100x200x10	6.590	3.759	3.906	31.028057	30.197325	23.853508	25.519096	2.036	2.059	76	101
100x230x10	6.590	3.759	3.906	31.028057	30.197325	23.853508	25.519096	2.036	2.059	76	101
타 일	E	F	G	H	I	J	a	b	c	d	
90x190x11	992	982	1.794	90x10+8x9+20	90x10+8x9+10	190x9+8x8+20	190	90	8	20	
100x200x10	984	974	1.884	100x9+8x8+20	100x9+8x8+10	200x9+8x8+20	200	100	8	20	
100x230x10	984	974	1.916	100x9+8x8+20	100x9+8x8+10	230x8+8x7+20	230	100	8	20	

주.

1. 터널의 입,출구부 50m구간 중에서 타일 붙임을 시공하지 않는 아치부 및 천장부에는 도장을 시공하여야 한다.
2. 도장은 롤러나 스프레이로 2회 이상 실시하여 건조 도막 두께가 112㎛(0.2㎏/㎡)가 되도록 시공한다.
3. 도장을 시행하기 전 라이닝의 흠, 들뜸부 균열부위는 보수하여야 하며 레이턴스(Laitance), 먼지, 유분 및 기타 오염물은 브러쉬나 기타방법으로 제거하여야 한다.
4. 도장의 재료는 합성수지 에멀젼 페인트(외부용) 이어야 한다.
5. 페인트의 재료기준은 KSM 5310 의 1급에 따른다.

NOTE

1. 터널 타일붙임은 시점부에서 종점부까지 실시한다.
2. 터널 내부도장은 입출구 50m(㉮+㉯)만 실시한다.
3. 타일의 재질은 KSL 1001에 규정한 재품의 자기질 외장타일이어야 하고 여상은 순백색(백색도:W10) 이어야 한다.
4. 모르터 배합비 기준 ($1m^3$당)

구 분	물(g)	타일시멘트(g)	부착강화제(g)	비 고
바름모르터	1.400	6.300	100	
줄 눈	640	3.200		

5. 1일의 타일 붙임 높이는 2m 미만으로 한다.

터널연장	설치높이(M)	비고
300M 미만	미설치	
300M~1000미만	2.0	
1000M 이상	3.0	

한국철도공사 KOREA RAILWAY CORPORATION	표 준 도 TYPICAL DRAWING	도면명	내부 타일 붙임 상세도(2)	설계자	김영근	작성일	2003.01	도면번호	
				확인자		축 척	NONE		

감 사

문서번호	설계도10201-7C
보존기간	10년
설계일자	2003. 3. 14
공개여부	공개

★◎ 기안	부 장	처 장	본부장	부사장	사 장
		이풍희	전결		
협 조	도 로 처 장 :		건설관리처장 :		
	구조문처장 :		기술심사실장 :		
	긴설계획처장 :		기술관리실장 :		

터널갱문부 설계기준 검토

2003. 3

설계기준부장 :
구조설계부장 :

한국도로공사
KOREA HIGHWAY CORPORATION
설 계 처

목 차

1. 검토목적

2. 갱문부 수해현황 및 원인 분석

3. 기존터널 갱문부 문제점

4. 문제점 해소 접근방법

5. 갱구 및 갱문부 설계기준(안)

가. 갱구 상단의 자연경사면이 완만한 경우

나. 갱구 상단의 자연경사면이 급한 경우

다. 기타 지형의 경우

6. 개선효과

7. 검토의견

8. 적용방안

1. 검토목적

고속도로 이용차량의 안전하고 원활한 교통소통을 기하고 주위 지형과 조화되어 자연환경 훼손을 최소화하며, 특히 해빙기와 집중호우시 낙석·눈사태·산사태로부터 도로의 안전을 확보할 수 있는 터널 갱문부 설계기준을 강구코자 함

2. 갱문부 수해현황 및 원인 분석

가. 갱문부 수해현황

○ **수해내용**

【2002. 8~9, 태풍 간무리, 루사】

노 선 명	터 널 명	수 해 현 황	원 인	비 고
영동선	**대관령1터널** 하행, 시점 상행, 종점 **대관령5터널** 상행, 시점 **대관령7터널** 상행, 시점	· 갱구부 절토면 토사유실(40㎥) · 본선 추월차로 및 길어깨부 토사적치 · 갱구부 절토면 토사유실(130㎥) · 길어깨부 토사적치 · 갱구부 절토면 토사유실(50㎥) · 길어깨부 토사적치	· 집중호우로 인한 절토사면 유실	태풍 루사
동해선	**동해1터널** (23.5k, 강릉)	· 토사유실(30㎥) · 길어깨부 토사적치	· 집중호우로 인한 갱구부 측면 토사유실	"
중앙선	**현곡터널** 출구부 갱문상단	· 토사유실(400㎥) · 녹생토유실(600㎡) · 갱문파손(30㎡) · 본선 전면통제	· 집중호우로 인한 갱문부 절토사면 붕괴유실	태풍 간무리

○ 사진대지

사진 1	중앙선 255.2km 현곡터널 출구부(춘천방향)

사진 2	중앙선 다부터널

나. 원인 분석

○ 경제성에 치중하여 갱문부를 짧게 설계함으로써 주변지형과의 부조화 및 대절토사면 근접으로 인한 취약성 내포

○ 갱문상단부 토석붕괴와 유실발생시 완충공간의 협소, 노면상에 낙하될 우려 상존

○ 현재 적용하고 있는 낙석방지책 또는 파라펫트는 갱구배면의 소규모 토석붕괴시에도 대처기능 결핍

○ 면벽형 갱문의 경우 배면 U형측구 및 PE관(∅600mm)을 이용 지표수를 처리하도록 계획하고 있으나 집중호우시 PE관 막힘현상 또는 배수용량부족에 따른 사면 유실을 초래함

3. 기존터널 갱문부 문제점

○ 고속도로상 대부분의 터널이 갱구부 지형여건을 고려치 않고 면벽식과 원통절개형으로 획일화

○ 경제성 중시의 설계·시공경향으로 갱문 상단부 과다절취에 따른 도로안전 취약성 내포 및 환경훼손 과다

○ 개착식터널 복개, 갱문되메우기부 다짐불량
(라이닝 콘크리트에 하중부담, 호우시 슬라이딩 요인)

○ 원통절개형 갱문 상단 및 측벽 되메우기부 수해 취약성 내포

○ 면벽식 갱문의 경우 진입부 중압감 내포

○ 터널 진입부의 Smooth한 유도기능 미흡

4. 문제점 해소 접근방법

○ 갱구위치선정

- 갱구는 계곡의 수로 등과 교차하지 않고, 도로 중심선과 자연지형의 경사면이 직각 교차하는 것이 매우 바람직함
- 가급적 교차각이 60° 이상 되도록 선형 설계

○ 갱문형식선정

- 갱구 상단 자연지형 경사면의 완급이 갱문 주위의 배수기능, 낙석·산사태 등의 발생 가능성 및 자연지형과의 조화 등 갱문부 설계의 주된 요인
- 갱구부 지형 여건을 기초로 갱문부 설계기준 검토

○ 갱구부 절취 최소화

- 점차 강화되는 환경보호정책 방향에 부응하고 갱구부 사면의 안정성 확보를 위해 갱구상단부 토피가 3m~5m정도 확보되는 지점에 갱구 형성을 표준으로 설계

  ※ 갱구부의 토질여건상 토피 5m 이내에서 갱구형성이 어려울 경우는 별도 검토 결과에 따라 설계
- 토사부 등 일정구간 지반보강후 굴착

5. 갱구 및 갱문부 설계기준(안)

가. 갱구 상단의 자연경사면이 완만한 경우

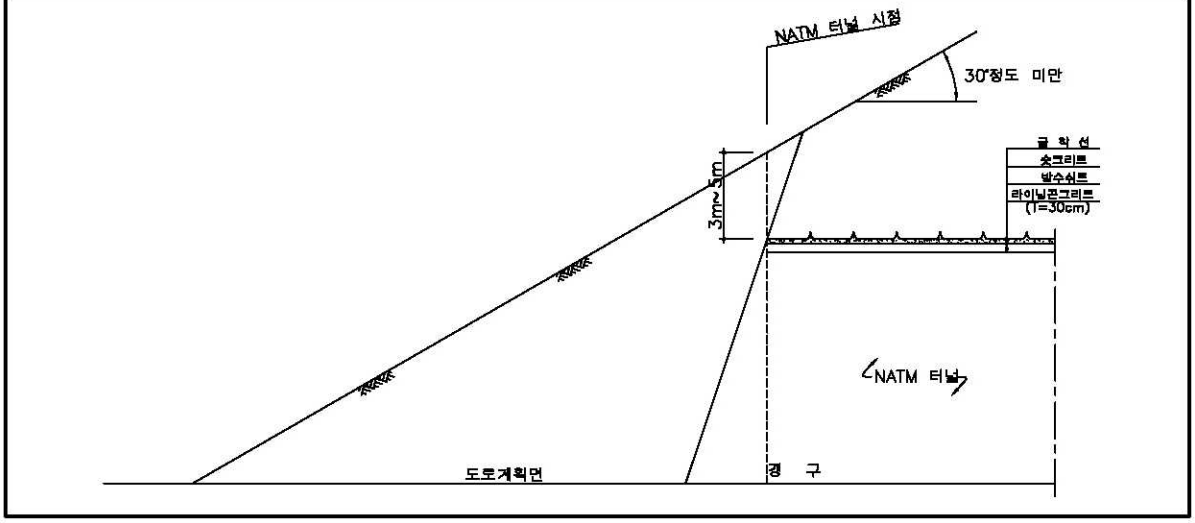
1) 지형여건 분석

○ 자연사면의 경사도가 30° 미만으로 비교적 완만

○ 강우시 유속이 느리고 산사태, 낙석발생시 붕괴 토석의 에너지가 비교적 약함

○ 도로의 종단 선형상 일정구간 절취후 갱구에 접속

표준적인 완만한 경사지형의 예



2) 갱문부 설계

○ 갱문은 터널 측벽부의 되메우기 및 자연지형과의 조화를 위하여 단면을 45° 내외로 절단한 형태로 함

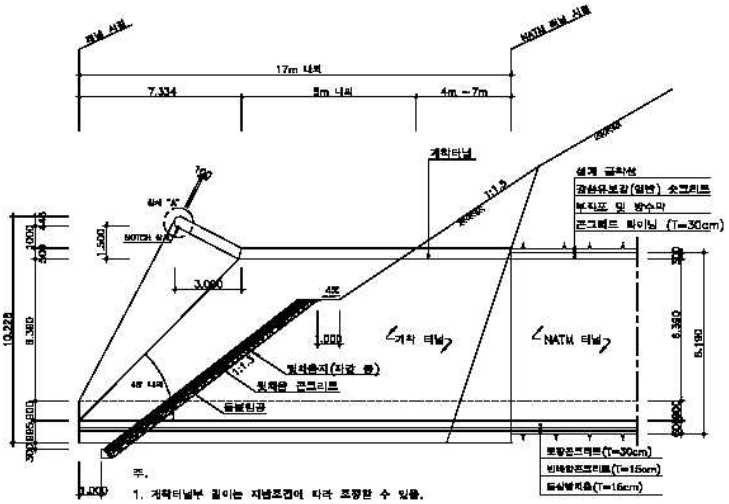
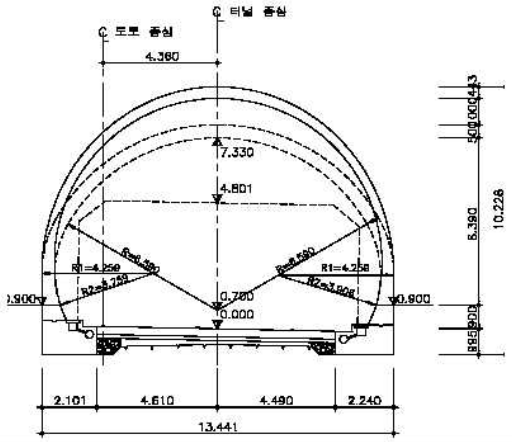
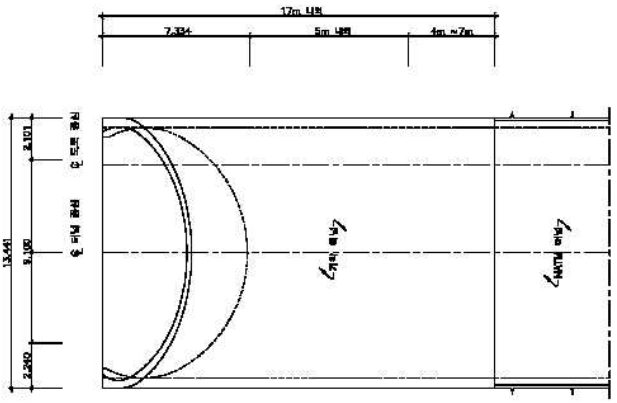
○ 단면 절단부를 나팔형태로 추가연장 처리

○ 나팔의 형태는 라이닝 내부 천정부에서 높이 1.5m, 수평길이 3m의 경사로 처리하고 측벽 밑단에서 연직으로 높이 0.9m가 되도록 부드럽게 변하는 변화 벌림으로 처리

○ 터널 라이닝 Con'c 외측상단은 복토 끝 지점부터 노출처리하고 측벽부만 되메움

○ 갱구상단 막장 절취부는 표준성토구배(1:1.5~1.8)의 경사면으로 복토하고 하단부에서 4m 높이 까지는 1:1.3 구배로 돌붙임 시행 또는 옹벽을 설치함으로써 개착터널 내민부 연장 적정 조정(개착터널부 지반조건 고려)

○ 터널부와 일반도로구간의 길어깨폭 변화구간에 대하여는 접속설치율 1/10을 적용하여 접속처리(가드레일 또는 옹벽설치)

측면도	
정면도	
평면도	
조감도	

3) 접속옹벽, 측구, 되메우기

○ 터널 갱문부 전면에 옹벽설치시에는 옹벽은 노면으로부터 0.9m 높이로 하여 나팔처리한 라이닝 단면과 연결하여 적정연장 설치(길어깨 폭원 변화구간 접속설치율 1/10 적용)

○ 옹벽 뒷면에 측구를 옹벽 상단에서 30cm 하단부에 측구상단과 일치하도록 설치하며 측구단면 규격은 U형측구를 표준으로 하되 배수유역 면적을 고려하여 규격 결정

○ 개착터널 라이닝 배면은 막장 절취부 복토 구배로 연결하여 계획하되 상세도는 별도 작성

4) 기타

○ 본 형식을 **Bell Mouth 변형**으로 명명

나. 갱구 상단의 자연경사면이 급한 경우

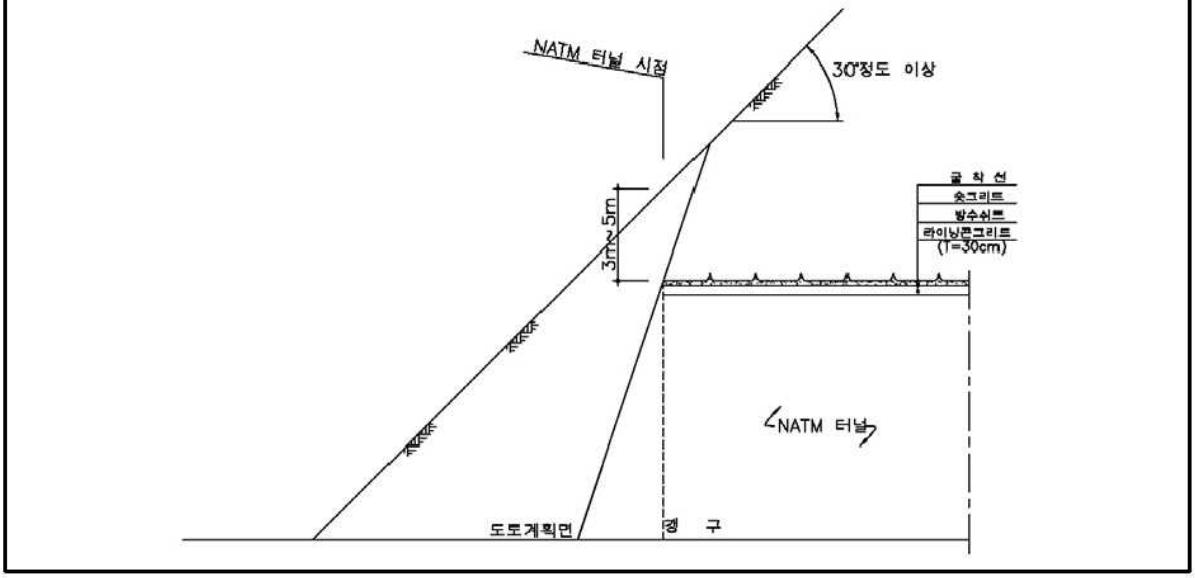
1) 지형여건 분석

○ 자연사면의 경사도가 30° 이상으로 비교적 급함

○ 경사면이 급한 경우 강우시 유속이 빠르고 낙석·산사태 발생시 붕괴 토석의 에너지가 비교적 강함

○ 도로의 종단선형상 절취구간이 짧게 발생한 후 갱구에 접속

표준적인 급한 경사지형의 예



2) 갱문부 설계

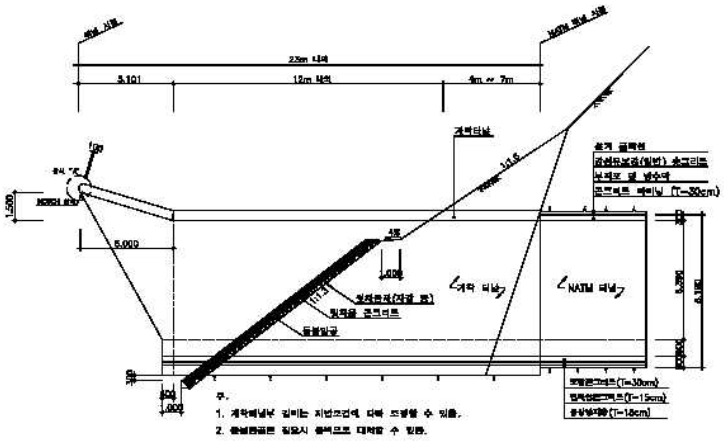
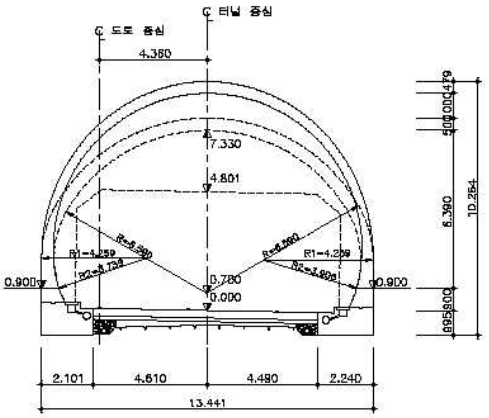
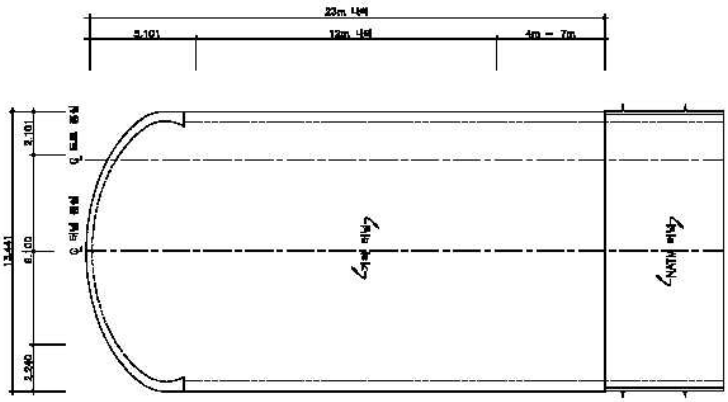
○ 갱문형식은 터널 상단 원지반의 낙석이나, 산사태·눈사태로부터 차도부를 보호하기 위하여 연직으로 단면을 절개한후 단면 절단부를 나팔형태로 추가연장 처리

○ 나팔의 형태는 라이닝 천단부에서 높이 1.5m, 수평길이 5.0m의 경사로 처리하고, 측벽 하단부 끝단에서 수평으로 길이 0.9m가 되도록 부드럽게 변하는 변화 벌림으로 처리

○ 터널 라이닝 Con'c 외측상단은 복토 끝 지점부터 노출처리하고 측벽부는 되메움

○ 갱구상단 막장 절취부는 표준성토구배(1:1.5~1.8) 경사면으로 복토하고 하단부에서 4m 높이까지는 1:1.3 구배로 돌붙임 시행 또는 옹벽을 실치함으로써 개착터널 내민부 연장 적정 조정(개착터널부 지반조건 고려)

○ 터널부와 일반도로구간의 길어깨폭 변화구간에 대하여는 접속설치율 1/10을 적용하여 접속처리(가드레일 또는 옹벽설치)

측면도	
정면도	
평면도	
조감도	

3) 접속옹벽, 측구, 되메우기

○ 터널갱문부 전면에 옹벽설치시에는 노면으로부터 0.9m 높이로 하여 나팔처리한 라이닝 단면과 연결하여 적정연장 설치(길어깨 폭원 변화구간 접속설치율 1/10 적용)

○ 옹벽 뒷면에 측구를 옹벽 상단에서 30cm 하단부에 측구상단과 일치하도록 설치하며 측구단면 규격은 U형측구를 표준으로 하되 배수유역 면적을 고려하여 규격 결정

○ 개착터널 라이닝 배면되메우기는 막장 절취부 복토 구배로 연결하여 계획하되 상세도는 별도 작성

4) 기타

○ 본 형식을 **Bird Beak형**으로 명명

다. 기타 지형의 경우

1) 지형여건 분석

○ 갱구가 불가피하게 편토압 지형에 위치하는 경우

○ 기타 옹벽형 갱문구조가 유리한 지형인 경우

2) 갱문부 설계

○ 갱구별 지형조건에 따라 안전성, 미관 및 경제성이 확보되도록 갱문형식 설계적용

○ 옹벽형 갱문구조가 미관 및 낙석·토사유출에 대한 대응측면에서 유리한 경우에는 갱구부 측면 절취를 최소화할 수 있는 아치형(Arch) 적용

3) Arch형 설계요소

○ **개착터널길이**

집중호우로 인한 토석유실 및 표면수에 대한 추가적인 안전성 확보측면을 고려하여 7m를 표준으로 하되 갱문상단부의 절토사면 높이, 토사층 두께, 암질 등을 감안하여 가감

○ **갱문파라펫트 높이**

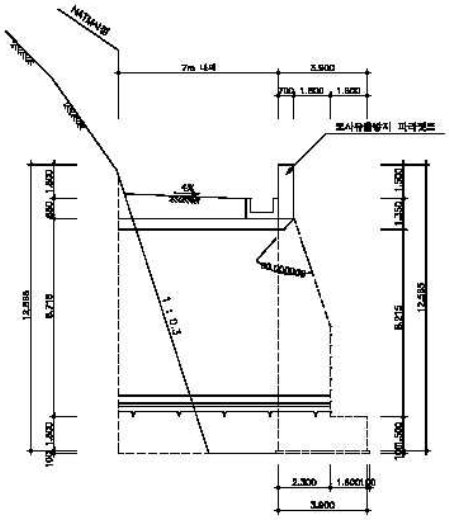
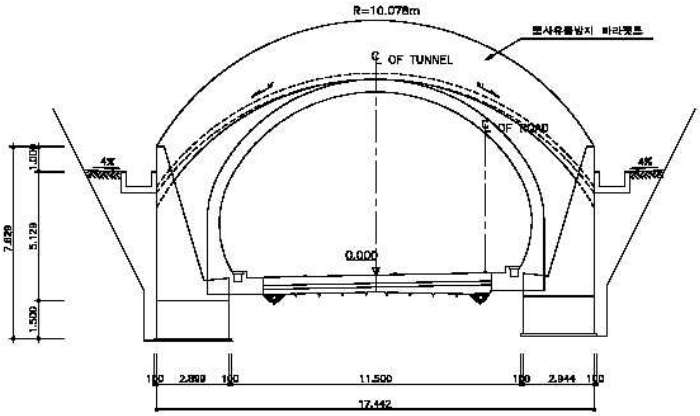
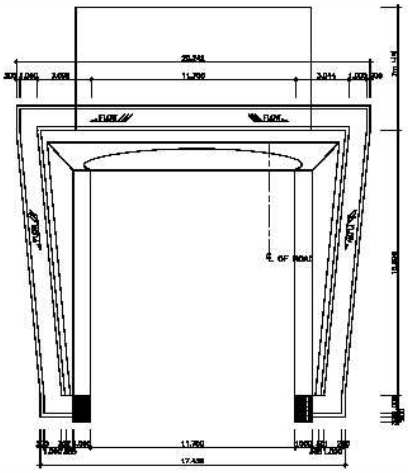
- 집중호우로 인한 토석붕괴·유실시 갱문월류로 인한 교통차단예방기능에 효과적인 규격 적용
- 일반직으로 중앙부 1.5m에서 측면부 1.0m 높이로 변하는 규격을 표준으로함

○ **배수계획**

- 배수기능이 확실하고 유지관리가 용이한 U형 측구를 원칙으로 하되 배수유역면적을 고려하여 규격 결정
- 특별히 미관을 고려하여 배수관 매입형식을 선정시에는 충분한 배수용량 확보

○ **기타고려사항**

측구설치부 복토부위는 충분한 다짐 시행

측면도	
정면도	
평면도	
조감도	

6. 개선효과

○ 환경성 측면 : 환경훼손면적 약 80~90% 저감가능하며 갱문주변 지형과 조화되어 미관 우수

○ 안전성 측면 : 갱문부 낙석·눈사태·산사태로부터 공용중인 도로의 안전성 확보

○ 공사비 측면 : 갱문부 보강범위, 발파암수량 등 갱문부 조건에 따라 가변적이나 갱문개소당 공사비 1억원 내외 증액

7. 검토의견

○ 갱문형식은 획일적인 면벽형 또는 돌출형 적용을 지양하고 갱문설치조건에 적합한 형식을 선정

- 갱구부 사면이 완경사인 경우 : Bell Mouth 변형
- 갱구부 사면이 급경사인 경우 : Bird Beak형
- 토류옹벽 구조가 필요한 경우 : Arch 면벽형
- 기타 특수지형 및 지질조건인 경우 : 별도의 갱문형식 검토 적용

○ 갱문설계는 본 설계기준 검토내용을 토대로 상세설계 시행

8. 적용방안

○ 설계중인 구간 : 본 방침 적용

○ 공사중인 구간 : 현장여건에 따라 조치

붙 임 : 갱문형식별 설계 일반도 1부

감 사
기술위원

기안자	부 장	처 장	본부장	부사장	사 장
최인구	김종훈	이동희	오원		

문서번호	실계구10201-150
보존기간	10년
결재일자	2003. 5. 30
공개여부	공 개

협 조	- 구조물처장 : 건설계획처장 :
	- 건설관리처장 : 정경선 민자도로처장 :
	- 기술심사실장 : 기술관리실장 :

2Arch 터널 개선방안 검토

2003. 5.

설계기준부장 :
도로설계부장 :

한국도로공사
KOREA HIGHWAY CORPORATION

설 계 처

목 차

1. 검토목적

2. 2Arch 터널 적용현황

3. 기존 2Arch 터널의 문제점 및 개선방향

4. 개선안 검토

5. 결론

6. 적용방안

7. 첨부자료

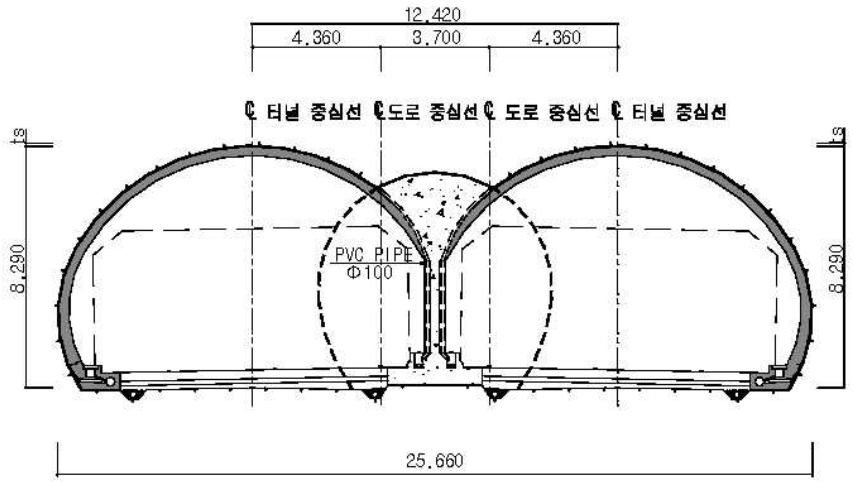
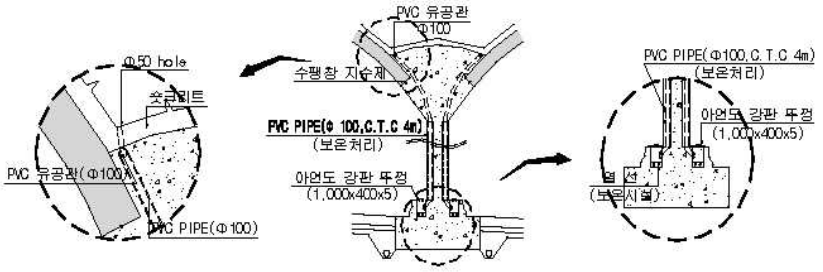
1. 검토목적

고속도로 설계시 지장물, 지형여건, 환경훼손과다 등의 사유로 일반적인 터널형태인 양방향 분리터널(Parallel Tunnel)의 적용이 불합리할 경우 왕복4차로의 2Arch 터널을 적용하고 있으나 누수, 시공성 등의 문제가 제기되고 있어 이에 대한 개선방안을 마련코자 함

2. 2Arch 터널 적용 현황

노선명	터널명	터널연장	차로구성	PILOT터널제원 (폭×높이)	중앙벽체제원 (폭×높이)	비 고
서울외곽	소래터널	446m	일방향 4차로	7.7m×7.8m	1.0m×6.35m	기시공
강릉-동해	산성우터널	210m	일방향 2차로	8.0m×7.8m	0.7m×6.8m	
강릉-동해	정착터널	140m	"	8.0m×7.8m	0.7m×6.8m	
서천-공주	신성터널	178m	"	8.0m×7.8m	0.7m×6.8m	
서천-공주	서천터널	440m	"	8.0m×7.8m	0.7m×6.8m	
대전-당진	유성터널	315m	"	8.0m×7.8m	0.7m×6.8m	
현풍-김천	신기터널	225m	"	8.0m×7.8m	0.7m×6.8m	
서초-방배	서리풀터널	450m	일방향 3차로	8.06m×5.82m	1.0m×6.51m	서울시

3. 기존 2Arch 터널 문제점 및 개선 방향

구 분	개 요
단 면 도	
중앙벽체 배수방식	 o PILOT터널 상부 Low Point에 종배수관 설치 o 중앙벽체에 수직배수관을 설치(4m 간격)하여 중앙벽체 하부 종배수관에 연결
문 제 점	o 중앙벽체가 라이닝을 지지하는 형식으로 시공이 복잡 o 라이닝 시공이음부 완벽한 방수 곤란 o 중앙벽체부 누수에 따른 동절기 결빙 및 고드름현상 발생 o 중앙벽체부 백태 및 얼룩현상으로 미관 불량
개선방향	o 기존의 2Arch 터널 중앙벽체부는 배수불량 및 누수의 우려가 있으므로 누수방지 및 배수시스템 개선을 위한 대책이 필요 o 누수를 방지하기 위해 일체화된 라이닝 및 방수막을 설치하는 방안으로 개선

5. 결론

- 2Arch 터널 적용시에는 병설터널과 경제성, 환경훼손의 정도, 편입용지, 지장물 등을 종합적으로 비교검토하여 적용
- 신형 분리구간 최소화를 위해 가급적 개신 1안을 적용하되 지질 및 지형여건 등을 고려하여 개선 2안 적용 가능
- 중앙벽체의 규격은 상부하중을 고려하여 별도 검토
- 중앙벽체 시공방법(붙임#5)에 대해서는 현장여건, 시공효율성 등을 고려하여 조정적용

6. 적용방안

- 현재 설계중인 노선부터 설계반영

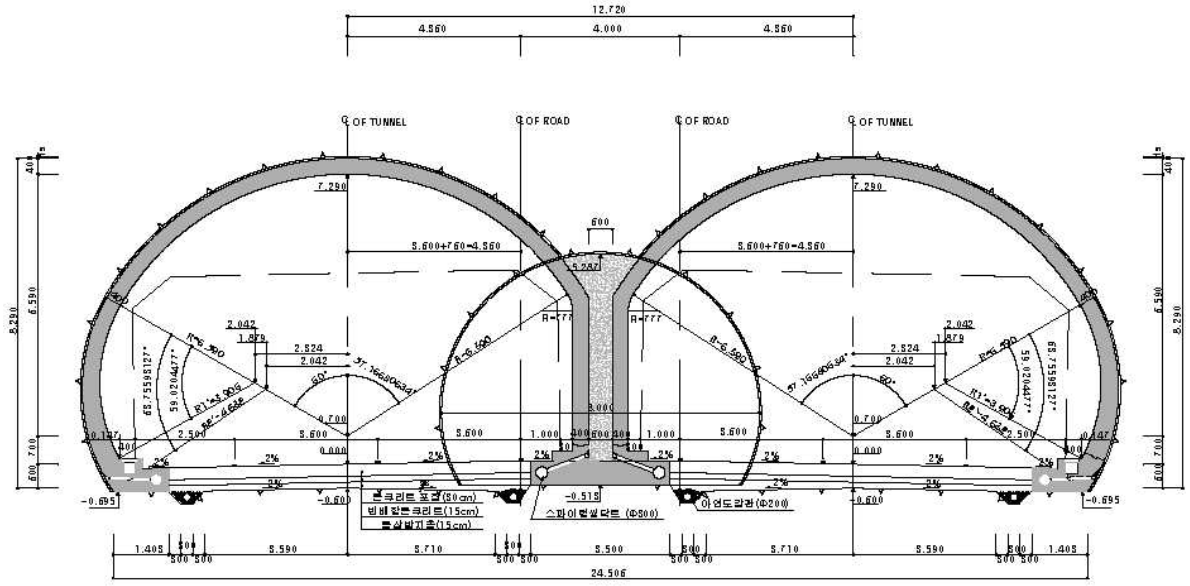
7. 첨부자료

- 붙임#1 2-ARCH 터널 단면도
- 붙임#2 수치해석 결과
- 붙임#3 표준지보패턴
- 붙임#4 시공순서도
- 붙임#5 중앙벽체 시공방법

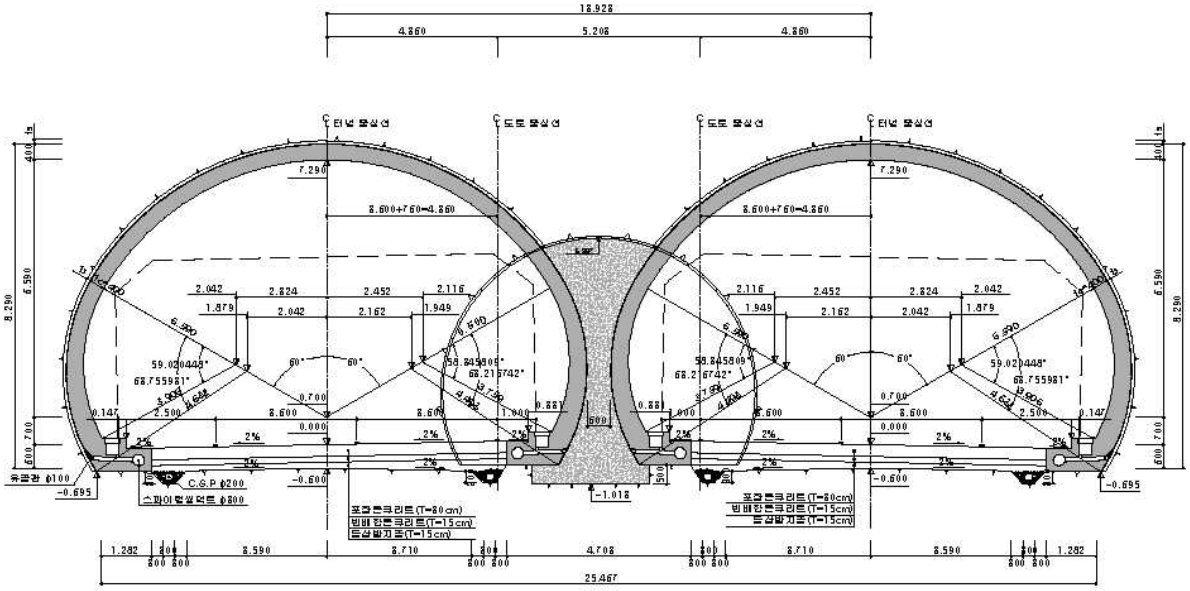
붙임 #1

2-ARCH 터널 단면도

제 1 안



제 2 안



붙임 #2

수치해석 결과

1. 해석개요

○ 2Arch 터널의 암반등급에 따른 Type별 수치해석을 통하여 터널의 구조적 안정성을 평가함

2. 해석조건

○ 해석 Program : FLAC 2D

○ 하중분담율 - 굴착단계 : 40%

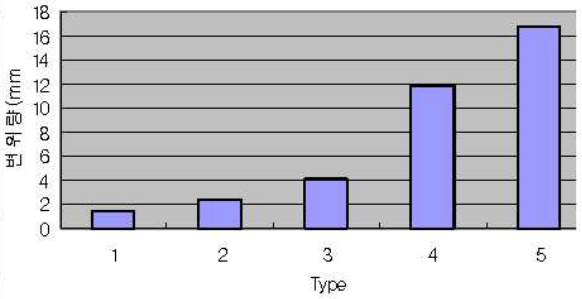
- Soft Shotcrete + Rock Bolt : 30%

- Hard Shotcrete : 30%

3. 해석결과

(1) 지반변위(mm)

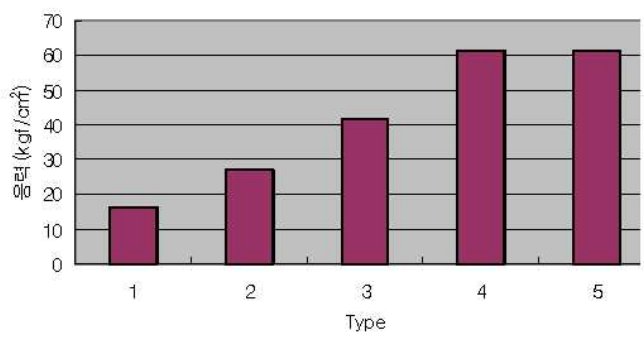
구 분	중앙터널굴착	좌측터널굴착	우측터널굴착
Type-1	0.177	1.383	1.417
Type-2	0.276	2.392	2.445
Type-3	0.537	4.031	4.130
Type-4	3.148	11.391	11.820
Type-5	4.602	16.230	16.740



(2) 지보재 응력

① 숏크리트 압축응력(kg/cm^2)

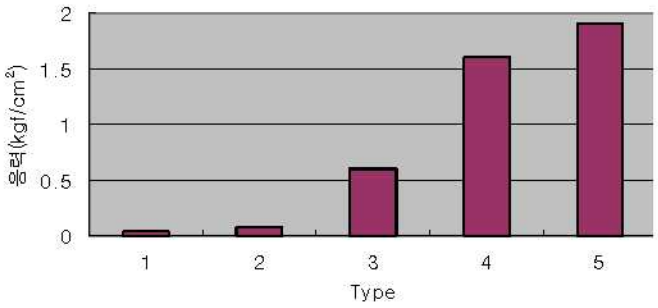
구 분	좌측터널굴착	우측터널굴착
Type-1	16.2	11.3
Type-2	27.1	19.5
Type-3	41.7	27.3
Type-4	61.6	51.3
Type-5	52.4	61.6



* 숏크리트 허용압축응력 = $0.4 \cdot f_{ck}$ = 80.0 kg/cm^2

② 숏크리트 전단응력(kgf/cm^2)

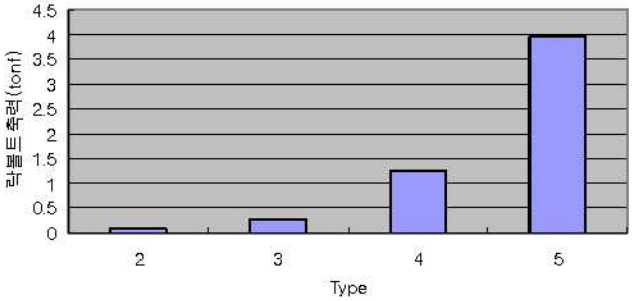
구 분	좌측터널굴착	우측터널굴착
Type-1	0.019	0.038
Type-2	0.037	0.081
Type-3	0.572	0.601
Type-4	1.035	1.599
Type-5	1.609	1.896



* 숏크리트 허용전단응력 = $0.25 \cdot \sqrt{f_{ck}}$ = 3.535 kgf/cm^2

③ 록볼트 축력(tonf)

구 분	좌측터널굴착	우측터널굴착
Type-1	-	-
Type-2	0.070	0.076
Type-3	0.268	0.274
Type-4	1.040	1.244
Type-5	2.449	3.963



* 록볼트 허용축력 = $f_y/2 \cdot A$ = 8.6 tonf(D25, SD350)

붙임 #3

표준지보패턴

1. 개요
   - ○ PILOT 터널의 모든 지보패턴에 대해 전단면 굴착공법 적용
   - ○ 본선터널 굴착시 제거되는 PILOT 터널은 강섬유를 보강하지 않는 일반 숏크리트(WIREMESH 포함)를 적용
   - ○ 지형 및 지질여건(편토압, 절리구조, 암반상태 등)을 고려하여 현장여건에 적합한 지보패턴을 설정하여 적용

2. 표준지보패턴(안)
   - ○ PILOT 터널 지보패턴

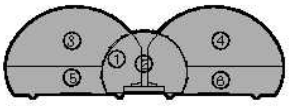
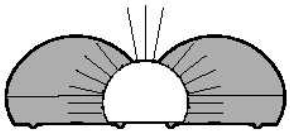
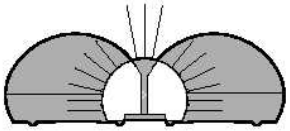
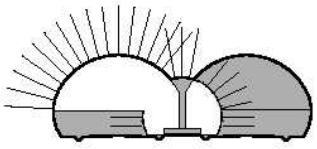
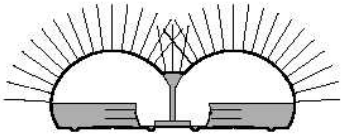
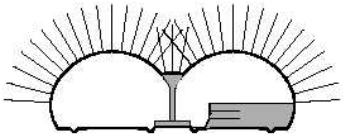
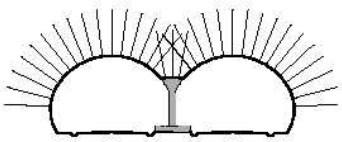
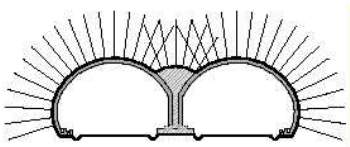
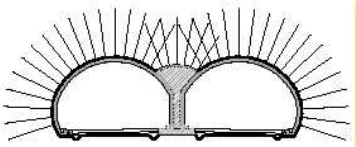
구 분		Type-1	Type-2	Type-3	Type-4	Type-5	비 고
1회 굴진장		3.5m	3.5m	2.0m	1.5m	1.0m	전단면굴착
숏크리트		5cm	5cm	8cm (Wiremesh)	12cm (Wiremesh)	16cm (Wiremesh)	일반숏크리트 + Wiremesh
록볼트	길 이 (천단부/측벽부)	4m/3m	4m/3m	4m/3m	4m/3m	4m/3m	
	종간격	Random	3.5m	2.0m	1.5m	1.0m	
	횡간격 (천단부/측벽부)	System /Random	System /2.0m(arch)	System /1.5m	System /1.5m	System /1.2m	천단부 3EA 설치
강 지 보 공		-	-	-	LG-50×20×30	LG-70×20×30	격자지보

   - ○ 본선터널 지보패턴

구 분		Type-1	Type-2	Type-3	Type-4	Type-5	비 고
1회 굴진장(상/하)		3.5m/3.5m	3.5m/3.5m	2.0m/2.0m	1.5m/3.0m	1.0m/1.0m	반단면굴착
숏크리트		5cm	5cm	8cm	12cm	16cm	강섬유보강
록볼트	길 이	4m	4m	4m	4m	4m	
	종간격	Random	3.5m	2.0m	1.5m	1.0m	
	횡간격	Random	2.0m(arch)	1.5m	1.5m	1.2m	
강 지 보 공		-	-	-	H100×100 LG-50×20×30	H125×125 LG-70×20×30	H형강 격자지보

붙임 #4

시공 순서도

시공 순서	준비단계	1	2
	필요시 갱구부 강관다단 그라우팅등의 보강실시	PILOT 터널굴착(①) 및 지보설치	PILOT 터널관통후 중앙부벽체설치(②)
개요도			
시공 순서	3	4	5
	좌측터널 상부굴착(③) 및 지보설치	우측터널 상부굴착(④) 및 지보설치	좌측터널 하부굴착(⑤) 및 지보설치
개요도			
시공 순서	6	7	8
	우측터널 하부굴착(⑥) 및 지보설치	콘크리트 라이닝 타설	포장 및 부대공
개요도			

구조물 처장 의견서

Z Arch Tunnel 개선방안검토에 대하여

측구부 중앙 배수를 위한 p.v.c pipe 에 흐르는 물이 겨울에 동결되어 취약한 부분으로 누수되는 사례가 유지관리시에 문제점으로 부각되고 있으므로 p.v.c pipe 가 동결되는 것을 방지 할수 있도록 적절한 공법을 검토 하여야 한것으로 판단됨.

2003. 5. 27

구조물 처장 백 래선

감 사

★◎기안	부 장	처 장	본부장	부사장	사 장
		전결			
협 조					

터널멩암거규격 적용기준 검토

문서번호	설계도10201 259
보존기간	10년
결재일자	2003. 7. 21
공개여부	공개

2003. 7

설계기준부장 :
구조설계부장 :

한국도로공사

KOREA HIGHWAY CORPORATION

설 계 처

목 차

1. 검토목적

2. 맹암거 규격선정시 고려사항

3. 국·내외 설계기준

4. 맹암거 유입량 산정

가. 시방서 기준

나. 지하철5호선 유입량 측정사례

다. 경험식 검토(Goodman식)

라. 유입량 산정결과

5. 맹암거의 배수용량 검토

가. 검토조건

나. 맹암거 규격별 배수용량 검토

6. 검토종합

7. 검토결론

8. 적용방안

1. 검토목적

터널내 발생하는 지하수처리를 위해 굴착바닥면 양측에 설치하고 있는 맹암거 규격에 대한 검토를 통해 적정한 규격선정 및 합리적인 설계방안을 강구코자함

2. 맹암거 규격선정시 고려사항

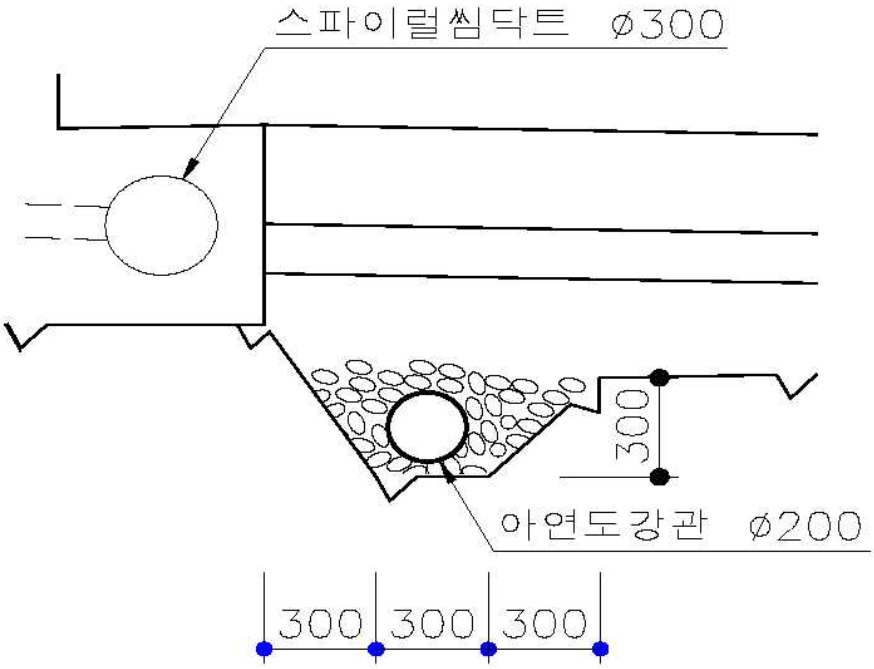
- ㅇ 터널 하부 암질에 따른 투수계수 및 파쇄정도
- ㅇ 침투수량
- ㅇ 터널연장
- ㅇ 지하수위치

3. 국내·외 설계기준

가. 국내설계기준

터널설계기준(1999, (사)대한터널협회 발행)

8.3.4 부직포를 통해 집수된 지하수를 배수하는 **측방배수관은 직경 100mm 이상의 유공관**을 사용하여야 한다.



(맹암거 터널 표준도)

나. 국외설계기준(일본)

터널과 지하 (일본터널기술협회지 1990 1 4, p76, 산악터널방수기술(7))

노반배수공의 설계에 있어서 수문조사와 공사중의 용수량 등에 기초한 설계유량 이외에 배수공에 걸리는 하중, 유지관리 등을 고려해서 단면, 설계위치를 결정하지 않으면 안된다. 용수가 적다고 생각되어지는 경우에도 최소관경(내경)은 중앙배수공의 경우 300mm, 횡단배수공의 경우 150mm 정도의 배수관을 설계해둘 필요가 있다.

4. 맹암거 유입량 산정

가. 시방서 기준

터널설계기준 (1999 (사)대한터널협회 발행)

15.5.3 **보통 암반상태에서의 용수는 1km당 0.5~1.5m^3/분 정도이다.**

나. 지하철5호선 유입량 측정 사례

지하철 시설물의 유지관리(서강천, 한국지반공학회지 2001. 12, p28)

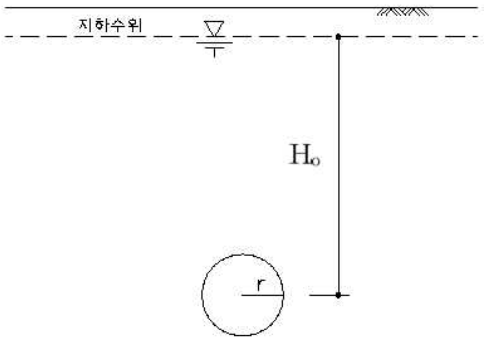
위 치	구 간	터널연장 (km)	심 도 (m)	지하수유입량 (m^3/min)	1km당 유입량 (m^3/min)	비 고
까치산	화곡~신정	2.022	22~37	1.02	0.50	구릉, 고지대
도심(서)	마포~종로3	4.028	14~30	4.70	1.17	구릉, 고지대
도심(동)	을지4~마장	5.423	19~45	3.58	0.66	구릉, 고지대
아차산	군자~광나루	1.570	12~33	0.32	0.20	구릉, 고지대

다. 경험식 검토(Goodman식)

서울시 지하철 터널 방수개념정립을 위한 연구(대한토목학회, 1997.3)

○ Goodman(1965) 등에 의해 제시된 식은 등방성 균질 지반에서 터널내로 유입되는 지하수 유입량 산정공식으로 균일한 지반층을 대변하기 위한 등가투수계수를 사용해야 하며 터널의 단면을 원형으로 가정하여야함

○ 구해진 유량을 터널 바닥 길이 / 터널둘레 길이로 나누어 최종 맹암거 침투 유량 산정



$$Q=2\pi KH_0/\ln(2H/r)$$

Q : 유량 ($m^3/sec/m$)
K : 투수계수 (m/sec)
r : 터널반경 (m)
H_0 : 터널중심에서부터 지하수위까지 수두(m)
H : 지하수의 침투거리 (m)

○ 지층조건, 심도 및 터널단면적 변화별로 구분하여 유입량 산정

○ 지하수 유입량 산정 결과

구 분	터널연장 (m)	1km당 지하수 유입량 (m^3/min)		계
		갱구부	본선부	
2차선 터널	1,000	0.291	0.009	0.3
3차선 터널	1,000	0.356	0.011	0.367
4차선 터널	1,000	0.480	0.015	0.495

※첨부 : 유입량 산정 터널현황 및 터널지층현황

라. 유입량 산정결과

구 분		1km 당 유입량 (m^3/min)			비 고
		최소치	최대치	평균	
터널설계기준 (대한터널협회)		0.17	0.5	0.34	
지하철5호선 측정사례		0.06	0.35	0.20	
경험식 (Goodman식)	2차선 터널	-	-	0.30	
	3차선 터널	-	-	0.37	
	4차선 터널	-	-	0.50	

5. 맹암거의 배수용량 검토

가. 검토조건

○ 연장 1km 터널 가정

○ 터널굴착구배도 포장면과 동일한 구배적용으로 유입수가 주행선측 맹암거로 집중되는 것으로 가정

○ 터널 단면 둘레길이 및 바닥 길이의 비를 고려하여 총유입량의 30%를 맹암거 유입량으로 적용

나. 맹암거 규격별 배수용량 검토

○ 맹암거 설치조건

- 맹암거에 물이 80%만 흐른다고 가정함
- 맹암거 재질 : 유공아연도 강관, 조도계수 n=0.013
- 종 단 경 사 : 0.30%

$$Q = A \cdot V$$

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

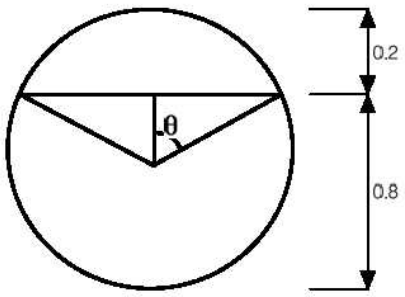
$$A = \pi d^2/4(1-2\theta/360) + r^2 \sin\theta\cos\theta$$

$$R = A/P = A/[\pi d(1-2\theta/360)]$$

$$n = 0.013$$

$$\theta = 53.13^{\circ}$$

$$I = 0.300\%$$



여기서

A = 배수로 단면적(m^2)　　V = 관내유속(m/sec)

D = 관지름(m)　　R = 동수반경

I = 동수경사(종단경사)　　n = 조도계수

ㅇ 맹암거 배수용량 검토

구 분	맹암거 배수용량 검토	Q_d (m^3/min)
ϕ 100	$AV = 0.0067 \cdot 1/0.013 \cdot 0.030^{2/3} \cdot 0.003^{1/2} \cdot 60 =$	0.164
ϕ 150	$AV = 0.015 \cdot 1/0.013 \cdot 0.045^{2/3} \cdot 0.003^{1/2} \cdot 60 =$	0.480
ϕ 200	$AV = 0.027 \cdot 1/0.013 \cdot 0.061^{2/3} \cdot 0.003^{1/2} \cdot 60 =$	1.058

- 맹암거의 배수용량 검토 결과 - 1 (ϕ100mm 적용시)

구 분		1km 당 유입량 (m^3/min) 평균치 적용	맹암거배수용량 (Q_d) (m^3/min)	판 정
터널설계기준(대한터널협회)		0.34	0.164	N.G
지하철5호선 측정사례		0.20		N.G
지질별 터널 비용수량		0.26		N.G
Goodman식	2차선	0.30		N.G
	3차선	0.37		N.G
	4차선	0.50		N.G

- 맹암거의 배수용량 검토 결과 - 2 (ϕ150mm 적용시)

구 분		1km 당 유입량 (m^3/min) 평균치 적용	맹암거배수용량 (Q_d) (m^3/min)	판 정
터널설계기준(대한터널협회)		0.34	0.480	O.K
지하철5호선 측정사례		0.20		O.K
지질별 터널 비용수량		0.26		O.K
Goodman식	2차선	0.30		O.K
	3차선	0.37		O.K
	4차선	0.50		N.G

- 맹암거의 배수용량 검토 결과 - 3 (ϕ200mm 적용시)

구 분		1km 당 유입량 (m^3/min) 평균치 적용	맹암거배수용량 (Q_d) (m^3/min)	판 정
터널설계기준(대한터널협회)		0.34	1.058	O.K
지하철5호선 측정사례		0.20		O.K
지질별 터널 비용수량		0.26		O.K
Goodman식	2차선	0.30		O.K
	3차선	0.37		O.K
	4차선	0.50		O.K

6. 검토종합

○ 맹암거 지하수유입량에 대한 시방규정, 실측치 및 경험식 검토결과 터널(1km 기준) 당 지하수 유입량이 0.2~0.5㎥/min로 나타남

○ 지하수유입량에 따른 맹암거 규격검토 결과 2~3차로 터널의 경우 ϕ150mm 이상, 4차로 터널인 경우 ϕ200mm 이상 규격이 필요한 것으로 산정됨

○ 맹암기 규격별 공사비 현황(2차로터널 1km 기준, 천원)

구 분	ϕ 150	ϕ 200	비고
굴 착	5,639	7,906	
유공관설치	25,198	35,229	
부직포설치	9,626	13,006	
잡석채움	5,537	7,475	
순공사비	46,001	63,617	
총공사비	**69,001(감26,424)**	**95,425**	

7. 검토결론

○ **설계시**에는

- 일반적으로 연장 1km이내의 2~3차로 터널

  : 150mm 유공관 맹암거 적용

- 기타조건의 터널

  : 별도 검토후 적용하되 200mm 유공관 맹암기 적용을 표준

○ **시공시**에는 실제 용·배수량에 따라 규격조정 시행

8. 적용방안

○ '03. 7 현재 설계중인 노선 : 본방침 적용

○ 공사중인 노선 : 현장여건에 따라 조치

첨 부

□ 유입량 산정 터널 현황

구 분	총길이 (m)	갱구부 길이		본선부 길이(m)	단면 둘레 (m)	바닥길이 (m)	원형으로 환산 반경 r (m)
		입구부(m)	출구부(m)				
2차선 터널	1,000	50	50	900	36.94	12.335	5.88
3차선 터널	1,000	50	50	900	43.15	15.105	6.87
4차선 터널	1,000	50	50	900	53.45	20.355	8.51

□ 터널 지층 현황

구 분		풍화토층	풍화암층	연암층	경암층	계
터 널 갱구부 (1개소)	연 장 (m)	10	10	30	-	50
	투수계수(m/sec)	5×10^{-6}	5×10^{-7}	1×10^{-8}	-	
	토 피 고 (m)	10	20	35	-	
터 널 본선부	연 장 (m)	-	-	100	800	900
	투수계수(m/sec)	-	-	1×10^{-8}	1×10^{-10}	
	토 피 고 (m)	-	-	50	100	

감 사
9/8

기안자	부 장	처 장	본부장	부사장	사 장
최안구		이홍희			
협 조	- 도로본부장		- 건설본부장		

문서번호	설계구10201-311
보존기간	10년
결재일자	2003. 8. 26
공개여부	공 개

터널 피난연락갱 설치기준 검토

2003. 8.

구조물처장 :
시 설 처 장 :
건설계획처장 :

결재
2003 8 26
한국도로공사사장

한국도로공사
KOREA
HIGHWAY
CORPORATION
설 계 처

목 차

1. 검토목적

2. 현행기준

가. 도로의 구조·시설기준에 관한 규칙

나. 설계기준

3. 검토내용

가. 피난연락갱 설치간격

나. 대인용 피난연락갱 규격

다. 피난연락갱의 경사

4. 결론

5. 적용방안

6. 첨부자료

1. 검토목적

피난연락갱은 터널내 사고 또는 화재시 사고처리, 화재의 진화, 구급, 구난 및 도로이용자의 대피를 위한 비상시설로서 특히, 터널내 화재시 많은 인명피해가 발생할 수 있다는 점을 감안하여 국내연구결과와 외국의 기준 등을 종합적으로 재검토하고 전문가의 자문결과를 반영하여 적정한 설치기준을 수립코자 함

2. 현행기준

가. 도로의 구조·시설기준에 관한 규칙

(1) 설치대상

1000m 이상의 장대터널

(2) 설치기준

비상시설	설치기준	정 의
피난연락갱	750m 간격으로 설치	터널내 재난발생시 인접터널로 사람이나 자동차가 대피할 수 있도록 설치되는 연락갱으로 방화문 설치

나. 설계기준

(1) 설치간격 : 750m 이내

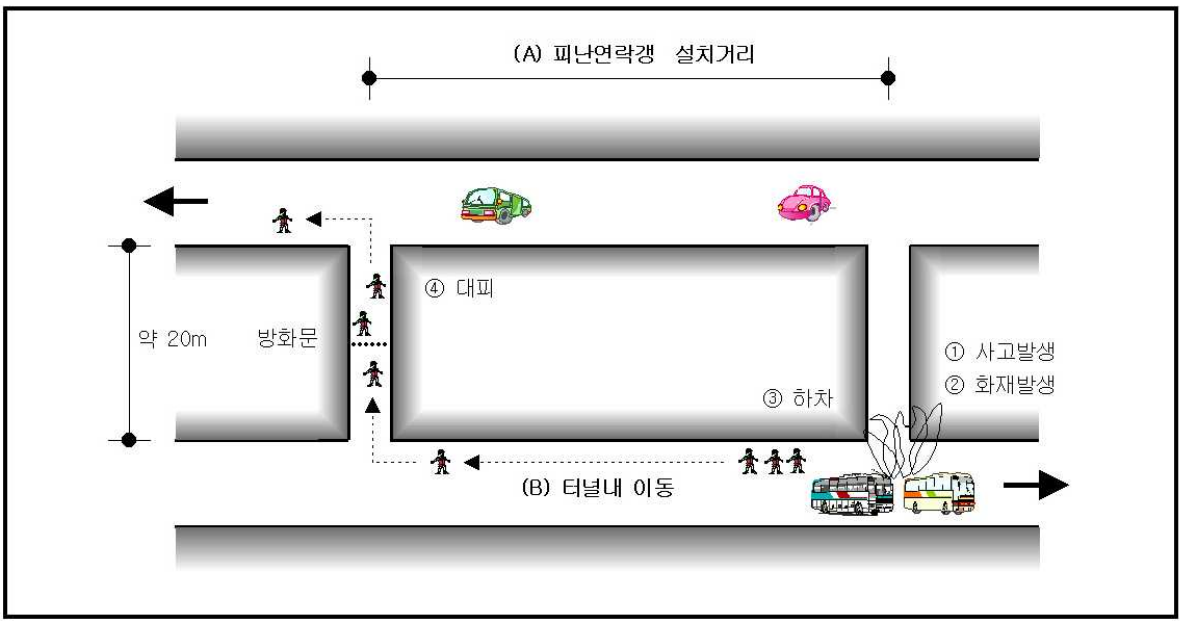
(2) 규격 : 4.7m(폭), 3.5m(높이)

※ 설계기16203-195호('93.12. 6) 및 설계기 13201-350('01.7.6)참조

3. 검토내용

가. 피난연락갱 설치간격 검토

(1) 피난경로



(2) 터널내 화재규모 및 온도

차종별 화재규모 및 터널내 최고온도

(붙임#4 Fire Safety Guidelines for Road Tunnels - Australasian Fire Authorities Council 참조)

구 분	Heat Release Rate (MW)	Max. Temperature on tunnel walls(℃)
1 small passenger car	2.5	400
1 large passenger car	5	500
2-3 passenger cars	8	-
1 van	15	-
1 bus	20	800
1 HGV general goods	20 - 30	1000
DGV HGV (large vehicle)	100 - 120	1200 - 1400

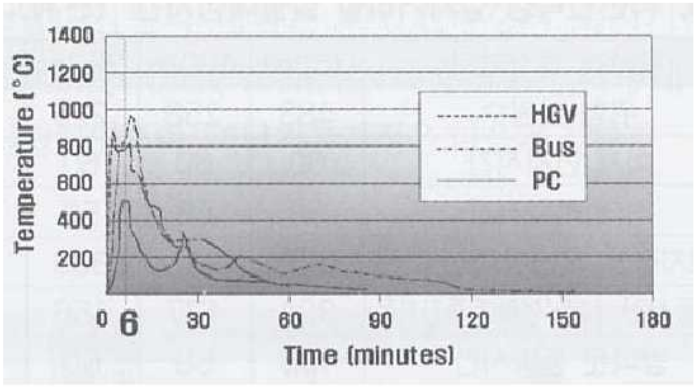
HGV : Heavy Goods Vehicle

DGV : Dangerous Goods Vehicle

(3) 피난가능시간 추정사례

고속도로터널의 피난연락갱 규격 및 설치간격 : 터널기술 vol.4, no.1, 2002(붙임#5 참조)

- Eureka Test(1995)에 의거 피난가능한 안전시간은 화재온도가 최고점에 달하여 제2의 화재가 발생하기 전인 약 6분 이내
- 차종별 시간에 따른 온도분포(Eureka Test)



고속도로터널방재시스템연구(p21) : 한국기계연구원, 2002

- 20MW급 화재의 경우 피난허용시간은 약 4분정도

※ 우리공사에서 한국기계연구원에 연구용역의뢰

(4) 피난속도 추정사례

FIRE AND SMOKE CONTROL IN ROAD TUNNELS : PIARC Committee on Road Tunnels, 1999(붙임#6 참조)

- 피난속도에 대한 추정치는 0.51.5m/s이며, 연기속의 가시성, 조명, 비상구표시의 시인성 등에 따라 달라짐

NFPA-130 : 미국 National Fire Protection Association, 2000(붙임#7 참조)

- 4% 이하 진입로, 복도, 플랫폼에서는 약 1.0m/s

고속도로터널방재시스템연구(p.11) : 한국기계연구원, 2002

- 경사가 없는 직선통로의 경우 피난자의 피난속도는 주변 조명에 의해 영향을 받지만 일반적으로 0.80.9m/s

(5) 외국 도로터널의 적용기준 및 사례

구 분	최대설치간격(m)		적용대상	비 고
	대인용	차량용		
NFPA 502[1] (미국)	200		300m 이상	
RABT[2] (독일)	300	900	400m 이상	
RPT[3] (스위스)	300	900		
DMRB[4] (영국)	100			AA급 의무적용
설계요령[5] (일본)	750		750m 이상	대면교통의 경우 350m
DESIGN GUIDE[6] (노르웨이)	250	10002000		
PROPOSAL[7] (EU Commission)	500	1500	500m 이상	Trans-European Road Network(2급이상 터널 의무적용)
PIARC REPORT[8]	100200 (시가지)			교통밀도, 구조 시나리오 등에 의해 결정되지만 시가지 도로의 예를 들면 100-200m

주) 일방향으로 통행하는 병설터널에 대한 기준

[1]: 붙임#8 NFPA 502 Standard for Road Tunnels, Bridges, and Other Limited Access Highways : 미국 National Fire Protection Association, 2001 Edition

[2]: 붙임#9 RABT - Richtlinien fur die Ausstattung und den Betrieb von Strassentunneln, 2002

[3]: 붙임#10 PIARC Report - CLASSIFICATION OF TUNNELS, EXISTING GUIDELINES AND EXPERIENCES, RECOMMENDATIONS : PIARC Committee on Road Tunnels, 1995
(스위스 : Richtlinien fur die Projektierung von Strassentunnel)

[4] : 붙임#11 Design Manual for Roads and Bridges : THE HIGHWAYS AGENCY외 3개기관, 1997

[5] : 붙임#12 설계요령 제3집 : 일본도로공단, 1997

[6] : 붙임#13 ROAD TUNNELS - NORWEGIAN DESIGN GUIDE : Public Road Administration, 1990

[7] : 붙임#14 Safety in European Road Tunnels - minimum safety requirements for tunnels in the Trans-European Road Network : European Commission, 2002

[8] : 붙임#6 PIARC Report - FIRE AND SMOKE CONTROL IN ROAD TUNNELS : PIARC Committee on Road Tunnels, 1999

(6) 설계적용사례

구 분	연장(m)	설치간격(m)		비 고
		대인용	차량용	
고창터널	3,700	335	670	고속도로(고창-장성)
능동터널	4,580	350	700	국도24호선(산외-상북)
법기터널	2,105	350	700	국도지원 지방도 60호선(양산-동면)

(대인용을 별도로 계획한 사례로 턴키 또는 대안입찰 구간임)

(7) 검토의견

피난연락갱의 설치간격은 국내연구결과, 외국의 기준, 자문결과 등을 고려하여 다음과 같이 적용하는 것이 바람직할 것으로 판단됨

- 1,000m 이상의 2차로 병설터널
  - 도로의 구조·시설기준에 관한 규칙에 따라 차량용 피난연락갱을 750m 간격으로 설치
  - 차량용 피난연락갱의 간격이 너무 길어 대인용 피난연락갱을 250m 간격이하가 되도록 추가배치(붙임#2 검토안별 비교참조)
- 500m 이상 1,000m 미만의 2차로 병설터널
  - 대인용 피난연락갱을 설치하되 배치상의 문제점을 고려하여 피난연락갱의 간격을 300m까지 허용(붙임#2 검토안별 비교참조)
  - 다만, 자문결과에 따라 디널 전후구간의 우회여건을 감안하여 필요하다고 판단되는 경우 차량용을 설치할 수 있음
- 500m 미만의 병설터널
  - 일반적으로 설치하지 않는 것으로 하되 교통량, 화물차 혼입량 등을 고려하여 필요하다고 판단되는 경우 대인용 1개소를 설치할 수 있음
- 입·출구부의 경우 갱구부 위치가 다를 수 있고 피난조건이 유리하므로 입·출구로부터 첫 번째 피난연락갱까지의 거리는 300m까지 허용

병설터널이 아닌 경우, 3차로 이상의 대단면터널, 2차로 터널중 단면형상이 표준도와 현저히 다른 경우별도의 화재특성을 고려할 필요가 있는 경우, 기타 특수한 조건에 대해서는 별도 검토 후 결정

나. 피난연락갱 규격 및 형상 검토

(1) 차량용

o 설계기 13201-350('01.7.6) 적용

(2) 대인용

해외기준

구 분	설치규격(폭×높이)	비 고
노르웨이	3.0 × 3.0 m	마제형, 여유폭 제외(붙임#13)
일본도로공단	2.8 × 3.0 m	마제형, 여유폭 포함(붙임#12)

국내설계사례

구 분	연장(m)	규격(폭×높이)	비 고
고창터널	3,700	1.35 × 2.0 m	고속도로(고창-장성)
능동터널	4,580	2.41 × 2.2 m	국도 24호선(산외-상북)
법기터널	2,105	3.00 × 2.8 m	국가지원 지방도 60호선(양산-동면)

기타 해외사례(붙임#17 참조)

구 분	간격(m)	규격(폭×높이)	비고
Guadarrama tunnel(철도)	250	2.0×2.2 m	Door 규격
Westerschelde Tunnel(도로)	250	2.5×2.7 m	여유폭 제외
Gotthard Base Tunnel(철도)	325	2.0×2.2 m	Door 규격

o 검토의견

- 화재와 같은 비상상황 발생시 원활하고 신속한 대피, 조명시설 등의 설치 및 시공성, 방화문의 규격 등을 감안하여 2.5 × 2.5m 규격(여유폭 제외)으로 설치함이 바람직할 것으로 판단됨
- 자문위원의 의견에 따라 단면형상을 비교검토한 결과 측벽수직형이 바람직한 것으로 판단됨 (붙임#1-1 참조)

다. 피난연락갱의 경사

(1) 관련자료

o 건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙

- 건축법에 의한 건축물에 적용되는 기준
- 제15조 (계단 및 복도의 설치기준)
  · 제5항 제1호
    경사도는 1:8을 넘지 아니할 것

o 설계요령(일본도로공단)

- 피난연락갱내 경사 : 8 12 %(붙임#12 참조)

(2) 검토의견

o 1 : 8 보다 완만하게 설치하는 것을 원칙으로하되 부득이한 경우 별도의 시설을 검토하여 적용

4. 결론

가. 피난연락갱 설치간격

1,000m 이상의 2차로 병설터널

- 750m 간격으로 차량용 피난연락갱 설치
- 차량용 사이에 250m 간격으로 대인용 추가설치

500m 이상 1,000m 미만의 2차로 병설터널

- 대인용 피난연락갱만 설치하는 것을 원칙으로 하되 터널 전후구간의 우회여건을 고려하여 필요하다고 판단되는 경우 차량용 설치가능
- 간격은 배치를 고려하여 300m까지 허용

o 500m 미만

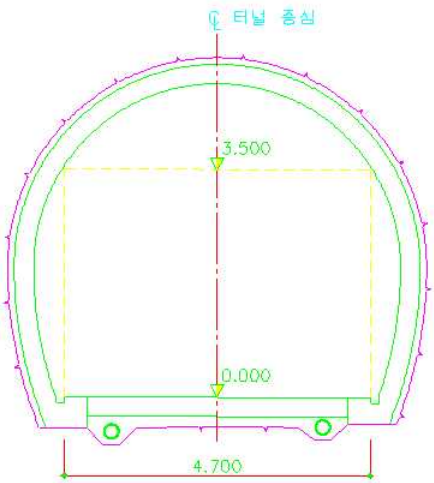
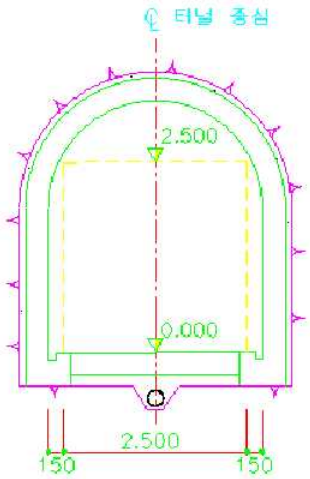
- 설치하지 않는 것을 원칙으로 하되 교통특성, 터널조건 등을 고려하여 필요하다고 판단되는 경우 대인용 1개소를 설치할 수 있음

o 특기사항

- 갱구부의 위치, 지반조건, 피난조건 등을 감안하여 입구 또는 출구로부터 첫 번째 피난연락갱까지의 거리는 300m까지 허용

- 병설터널이 아닌 경우, 3차로 이상의 대단면터널, 2차로 터널중 단면 형상이 표준도와 현저히 다른 경우, 별도의 화재특성을 고려할 필요가 있는 경우, 기타 특수한 조건의 터널에 대해서는 별도 검토

나. 단면구성

구 분	차 량 용	대 인 용
단 면		
설치규격	4.7(W) × 3.5(H)	2.5(W) × 2.5(H)
공사비 (방화문포함)	2.2억원(3.8억원)	1.5억원(2.0억원)

다. 피난연락갱내의 경사규정

o 1 : 8 보다 완만하게 설치하는 것을 원칙으로하되 부득이한 경우 별도의 시설을 검토하여 적용

5. 적용방안

o 설계중인 구간부터 반영

o 다만, 감사원감사와 관련하여 건설교통부에서 국가적인 기준을 마련할 계획이므로 이 때까지 본 기준을 잠정적용

6. 첨부자료

- o 붙임#1 자문결과 및 조치계획
- o 붙임#2 검토안별 비교
- o 붙임#3 검토안별 공사비 산출근거
- o 붙임#4 FIRE SAFETY GUIDELINES FOR ROAD TUNNELS : AUSTRALASIAN FIRE AUTHORITIES COUNCIL, 2001
- o 붙임#5 고속도로터널의 피난연락갱 규격 및 설치간격 : 터널기술 vol.4, no.1, 2002
- o 붙임#6 PIARC Report - FIRE AND SMOKE CONTROL IN ROAD TUNNELS : PIARC Committee on Road Tunnels, 1999
- o 붙임#7 NFPA 130 - Standard for Fixed Guideway Transit and passenger Rail System : 미국 National Fire Protection Association, 2000 Edition
- o 붙임#8 NFPA 502 - Standard for Road Tunnels, Bridges, and Other Limited Access Highways : 미국 National Fire Protection Association, 2001 Edition
- o 붙임#9 RABT - Richtlinien fur die Ausstattung und den Betrieb von Strassentunneln, 2002
- o 붙임#10 PIARC Report - CLASSIFICATION OF TUNNELS, EXISTING GUIDELINES AND EXPERIENCES, RECOMMENDATIONS : PIARC Committee on Road Tunnels, 1995 (스위스 : Richtlinien fur die Projektierung von Strassentunnel)
- o 붙임#11 Design Manual for Roads and Bridges : THE HIGHWAYS AGENCY외 3개기관, 1997
- o 붙임#12 설계요령 제3집 : 일본도로공단, 1997
- o 붙임#13 ROAD TUNNELS - NORWEGIAN DESIGN GUIDE : Public Road Administration, 1990
- o 붙임#14 Safety in European Road Tunnels - minimum safety requirements for tunnels in the Trans-European Road Network : European Commission, 2002
- o 붙임#15 WORKING DOCUMENT - on minimum safety requirements for tunnels in the Trans-European Road Network : EUROPEAN PARLIAMENT, 2003
- o 붙임#16 Prevention and Control of Highway Tunnel Fires : FHWA-RD-83-032

첨 부 자 료

o 붙임#1 자문결과 및 조치계획
o 붙임#2 검토안별 비교
o 붙임#3 검토안별 공사비 산출근거
o 붙임#4 FIRE SAFETY GUIDELINES FOR ROAD TUNNELS : AUSTRALASIAN FIRE AUTHORITIES COUNCIL, 2001
o 붙임#5 고속도로터널의 피난연락갱 규격 및 설치간격 : 터널기술 vol.4, no.1, 2002
o 붙임#6 PIARC Report - FIRE AND SMOKE CONTROL IN ROAD TUNNELS : PIARC Committee on Road Tunnels, 1999
o 붙임#7 NFPA 130 - Standard for Fixed Guideway Transit and passenger Rail System : 미국 National Fire Protection Association, 2000 Edition
o 붙임#8 NFPA 502 - Standard for Road Tunnels, Bridges, and Other Limited Access Highways : 미국 National Fire Protection Association, 2001 Edition
o 붙임#9 RABT - Richtlinien fur die Ausstattung und den Betrieb von Strassentunneln, 2002
o 붙임#10 PIARC Report - CLASSIFICATION OF TUNNELS, EXISTING GUIDELINES AND EXPERIENCES, RECOMMENDATIONS : PIARC Committee on Road Tunnels, 1995 (스위스 : Richtlinien fur die Projektierung von Strassentunnel)
o 붙임#11 Design Manual for Roads and Bridges : THE HIGHWAYS AGENCY외 3개기관, 1997
o 붙임#12 설계요령 제3집 : 일본도로공단, 1997
o 붙임#13 ROAD TUNNELS - NORWEGIAN DESIGN GUIDE : Public Road Administration, 1990
o 붙임#14 Safety in European Road Tunnels - minimum safety requirements for tunnels in the Trans-European Road Network : European Commission, 2002
o 붙임#15 WORKING DOCUMENT - on minimum safety requirements for tunnels in the Trans-European Road Network : EUROPEAN PARLIAMENT, 2003
o 붙임#16 Prevention and Control of Highway Tunnel Fires : FHWA-RD-83-032

문서번호	설계도10202-101
보존기간	10년
설계일자	2003. 4. 4

★기안	부 장	차 장	본부장	부 사 장	사 장
		전결			

연결로 포장 두께 검토(안)

2003. 4.

협 조	
설계기준부장	
구조설계부장	

한국도로공사
KOREA HIGHWAY CORPORATION
설 계 처

목 차

1. 검 토 목 적

2. 현 설계기준 및 문제점

3. 국내·외 관련기준

4. 연결로 포장설계 개요

5. 연결로 포장슬래브 두께 적용 비교

6. 단면변경시 조정 단면

7. 검 토 결 론

8. 적 용 방 안

1. 검토목적

고속도로 본선과 출입시설 연결로는 차로당 이용교통량이 차이가 있으므로 포장 두께를 차등 적용하여야 하나 현재는 동일하게 적용하고 있어, 연결로 포장과 관련된 제반 기준 및 여건을 검토하여 합리적인 포장 두께 적용 방안을 수립코자 함

2. 현설계기준 및 문제점

□ 현설계기준(설계삼 16210-512호('97.10.17)

- 포장 두께 계산 결과 두께가 12인치 이하 : 30cm
- 12인치 초과할 경우 : 33cm
- 35cm 초과시 경제성과 시공성을 감안하여 별도 방안 검토

※ 본선과 연결로 구간 구분 없음

□ 문 제 점

- 일반적으로 본선 교통량과 출입시설 교통량은 현격한 차이가 발생
- 포장 구조계산시 여러 입력 변수중 교통량이 가장 크게 작용함에도 본선과 출입시설 포장구성을 동일하게 적용**(본선 33cm 적용시 연결로도 33cm 적용)**
- 교통량에 비해 과다한 포장구성으로 초기 투자비 증가

3. 국내·외 관련기준

- **도로설계요령('01.12), 도로설계실무편람('97.8)**

  인테체인지의 연결로 포장은 평면, 종단곡선반경이 작고 종·횡단구배도 급하므로 시공성과 유지보수 작업의 곤란성을 고려하여 **본선과 동일한 구조**로 함

- **California Highway Design Manual**

  연결로 출구 단부는 콘크리트 포장 적용, **최소두께는 26cm이상**

- **Montana Highway Design Manual**

  주방향은 본선과 동일하게 적용, 기타 연결로는 본선보다 **5㎝축소 가능**

- **일본도로공단 설계요령**

  설계교통량(20년간 누적 대형차 교통량)에 따라 **25~30cm 적용**

4. 연결로 포장 설계 개요

ㅇ 연결로 교통 특성

- 연결로 구간의 기하구조 특성(작은 곡선반경, 급한 종단경사)
- 통행특성(빈번한 차로 변경 및 제동)
- 환경적, 구조적 특성(유류 누출에 따른 오염, 슬래브의 거동)

ㅇ 이용교통량을 고려한 연결로 포장 설계 사례

- 이용교통량

구 분	본선교통량 (대/일)	IC교통량 (대/일)	이용률	연결로 차로수	비 고
공용중노선('01)	33천~61천	4.1천~8.6천	13~23%	1차로	서해안,중부선 영동선, 구마선
미시공노선 (목표년도)	44천~53천	11천~15천	23~35%	1차로	무안-광주 춘천-동홍천 음성-충주 목포-광양 전주-광양

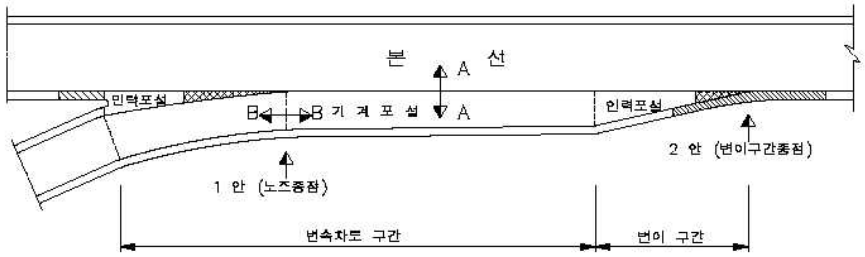
- 포장 슬래브 두께

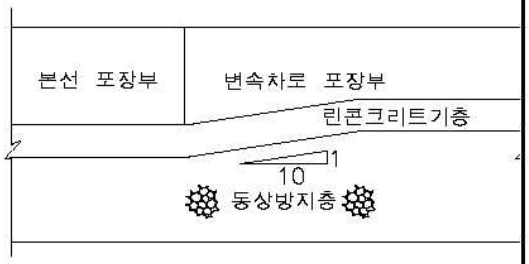
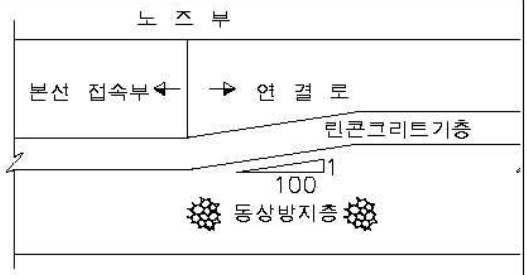
IC 명칭	본선교통량 적용(현설계)			주방향 교통량 적용			비 고
	교통량 (대/일)	환산교통량 ($\times 10^6$)	두께	교통량	환산교통량 ($\times 10^6$)	두께	
문평IC	52,363	151.460	33cm	6,952(13.3%)	6.924	**22cm**	**무안-광주**
나주IC	53,242	151.460	33cm	8,821(18.2%)	7.387	**22cm**	
서광산IC	51,609	158.326	33cm	13,793(30.3%)	11.212	**23cm**	
강진IC	45,230	101.024	30cm	12,338(27.3%)	6.807	**21cm**	**목포-광양**
동전주IC	43,018	150.455	33cm	16,658(38.7%)	13.310	**25cm**	**전주-광양**

5. 연결로 포장슬래브 두께 적용 비교

구 분	현 행 안	1 안	2 안
개 요	본선 설계 결과와 동일하게 적용 (30, 33cm)	본선 두께와 동일하게 적용하되 최대 30cm 적용	연결로 교통량을 이용한 계산 결과에 따라 차등 적용 (25, 28, 30cm)
관련기준 적합성	국내·외 기준 만족	국내기준 일부 미달 (본선 33cm일 경우)	국내기준 미달 (본선 두께와 상이)
현장적용성	용이	용이	다소 혼란 내재
경 제 성	-	(감)3천만/IC당	(감)5천~8천만/IC당
검 토 의 견	○ 본선과 연결로의 이용교통량 차이를 고려하여 포장슬래브 두께를 산출한 결과, - 본선 구간은 30~33cm가 - 연결로 구간은 주방향 교통량 기준시 21~25cm가 산출되었으나, 현 설계는 본선과 동일하게 연결로 슬래브두께를 30cm, 33cm로 적용하고 있어 ○ 33cm까지 적용되는 구간은 기존도로의 연결로 포장 두께(대부분 30cm)를 고려시 다소 과다한 설계로 판단되고, ○ 계산결과에 따라 연결로 슬래브 두께를 30cm 미만으로 적용할 경우에는 - 절감되는 경제적 효과에 비해, - 연결로 구간의 기하구조 특성(작은 곡선반경, 급한 종단경사) - 통행특성(빈번한 차로 변경 및 제동) - 환경적, 구조적 특성(유류 누출에 따른 오염, 슬래브의 거동) 등 불확실한 설계 인자에 의한 포장체의 공용성 저하 영향이 더 클 것으로 판단됨 ○ 따라서, 연결로 구간의 포장슬래브 두께는 건설교통부에서 추진중인 한국형포장설계법이 제시될 때(잠정지침 2005년 예정)까지 그간 경험적으로 입증된 비교 1안을 적용토록 추천함		

6. 단면 변경시 조정 단면

진입부	

구 분		제 1 안	제 2 안
		노즈 시·종점부	변이구간 시·종점부
횡단	A-A		
	B-B		
단차구간		연결로와 변속차로 접속부 (B=4.6~7.6m)	본선과 변속차로 접속부 (L=215~370m)
장·단점		- 본선과 변속(변이)차로의 포장 두께가 동일하여 시공성 양호 - 진출·입차량의 차로 변경 및 주행속도 변화로 인한 영향에 유리	- 본선과 변속(변이)차로의 포장 두께가 상이하여 시공성 불리 - 차로변경에 대한 포장 영향에 불리
검토의견		- 본선포장과 나란히 시공되는 변속(변이)차로는 본선포장과 동일한 두께로 적용하고, - 본선포장과 분리되는 노즈 시·종점부에서 포장두께를 변화시키는 제1안이 바람직함.	

7. 검 토 결 론

○ 연결로 구간의 포장슬래브 두께는 건설교통부에서 추진중인 한국형포장설계법이 제시될 때까지 본선 포장 두께와 동일하게 적용하되 최대 두께를 30cm로 규정

○ 본선과 연결로의 포장 단면이 상이할 경우 단면 조정은 노즈 시·종점부에서 처리

○ 추가 검토 사항

- 언다웰 포장 적용 검토 결과에 따라 연결로 포장 단면 재검토
- AASHTO '81 잠정지침식(포장슬래브 두께)의 합성노반 반력계수(Kc)와 하중전달계수(J) 적용기준 정립

8. 적 용 방 안

○ 미착공 또는 설계중인 노선 : 변경 기준 적용

○ 시공중인 노선 : 현장 여건(시공여부, 변경시 공사비 증·감 여부)을 고려하여 적용 여부 판단

붙 임 : 1. 설계기준 및 참고 문헌

2. 노선별 설계 현황

3. 본선과 IC 교통량 현황

4. 연결로 포장 슬래브 두께 계산

붙 임 #1 설계기준 및 참고문헌

NCHRP 1-32

SYSTEMS FOR DESIGN OF HIGHWAY PAVEMENTS

Interim Report

CATALOG OF CURRENT STATE PAVEMENT DESIGN FEATURES

Prepared for
National Cooperative Highway Research Program
Transportation Research Board
National Research Council

Prepared by
Y. Jane Jiang
Brian Killingsworth
Michael I. Darter
Harold Von Quintus
Emmanuel B. Owusu-Antwi

ERES CONSULTANTS, INC.

505 West University Avenue
Champaign, IL 61820-3915

February 1996

A-12. Material Characterization for Structural Design: Concrete Material Strength Parameters

State	Minimum/Design Flexural Strength (psi)	Flexural Loading		Compressive Strength (psi)	Time (days)	Elastic Modulus (psi)	Minimum Thickness (in)
		Mid Point	3d Point				
Alabama	550/620*		X	3,000	14/28	4,200,000	10
Alaska	Not Used			NA	NA	NA	Not Used
Arizona	670		X	4,000	28	4,200,000	9
Arkansas	500		X	3,500	28	3,472,000	10 to 15
California	550	X		3,500	28	NA	Not Specified
Colorado	650		X	4,200	28	5,400,000	8
Connecticut	800		X	N	28	NA	NA
Delaware	650		X	3,000	28	3,600,000	8
Florida	475		X	3,000	14/28	4,000,000	6
Georgia	650		X	3,000	28	3,600,000	Not Specified
Hawaii	650		X	N	28	Not Specified	Not Specified
Idaho	650		X	4,500	28	4,200,000	9
Illinois	650	X		3,500	14	NA	6
Indiana	650		X	N	28	3,600,000	10
Iowa	600 (AASHTO) 500 (PCA)		X	N	14	4,200,000	8
Kansas	650/(600*)		X	4,110	7/28	3,600,000	Low Volume-6 Interstate -9
Kentucky	NA			3,500	28	NA	NA
Louisiana	550	X		4,000	28	4,200,000	Not Specified
Maine	525-650		X	5,000	28	NA	NA
Maryland	650-Design			N Split Tensile 350 psi	28	3,705,000	Not Specified
Massachusetts	NA			5,000	28	NA	NA
Michigan	650 (690*)		X	3,500	28	3,750,000	Not Specified
Minnesota	500 (675 with AASHTO)		X	3,900	28	4,200,000	7
Mississippi	600		X	3,500	14	3,900,000	10
Missouri	NA			3,500	28	NA	8
Montana	450*/550	X		2,000	28/7	3,000,000	Not Specified
Nebraska	710	X		3,500	28	4,100,000	9 (For thru lanes)
Nevada	600	X		4,000	28	3,600,000	10
New Hampshire	NA			3,000	28	NA	NA
New Jersey	650		X	3,700	28	3,300,000	10
New Mexico	500		X	3,000	14	4,000,000	7
New York	600		X	N	28	3,600,000	8
North Carolina	550/490		X	2,300	14/28	4,200,000	10
North Dakota	NA		X	N	28	4,034,000	8
Ohio	700		X	N	28	3,600,000	7
Oregon	570/625*		X	4,000	28	NA	8
Pennsylvania	440		X	3,750	28	NA	8
Rhode Island	NA			3,000	3 to 5	NA	NA
South Carolina	490*/550		X	N	14	3,600,000	8
South Dakota	650		X	N	28	3,600,000	8
Tennessee	550/663		X	3500/**	28	4,473,250	7
Texas	555(7-day)		X	3,000	7/28	4,000,000	8
Utah	690		X	5,210	7/28	4,200,000	9
Vermont	NA			NA	NA	NA	NA
Virginia	650	X		3,000	28	4,200,000	Not Specified
Washington	650		X	N	28	4,000,000	8
West Virginia	500 (700**)		X	3,000	28	4,200,000	Not Specified
Wisconsin	650		X	3,000	28	4,500,000	6 Urban 8 Rural
Wyoming	580 (750*)		X	N	28	3,950,000	8

California
Department of
Transportation

Highway Design Manual

Fifth Edition

607.3 Structural Section Geometry

On projects with three or more lanes in one direction, the PCCP thickness is varied for the difference in traffic index between the median and outside lanes. Past practice has been to construct steps, in the subbase and base, at the lane line where the PCCP thickness changes. This practice is still satisfactory.

It is also considered acceptable practice to construct a base of uniform thickness and a tapered pavement as shown in Figure 607.3 if the difference in PCCP thickness between the outer lanes and median lane(s) is 30 mm or less. Placing the treated base hinge point 0.6 m away from the lane line minimizes the potential for a "volunteer" longitudinal crack in the base at the lane line. When PCC shoulders are specified, a hinge point may be required at the median edge of the traveled way to maintain a minimum thickness of 120 mm at the edge of the shoulder.

607.4 Portland Cement Concrete Shoulders and Ramps

Tied PCC shoulders are to be used for all PCC pavements. PCC should also be considered for ramps near major commercial or industrial areas, truck terminals, truck weighing and inspection facilities, etc.

(1) Shoulders. Special delineation of concrete shoulders may be required to deter the use of the shoulder as a traveled lane. The District Division of Operations should be consulted to determine the potential need for anything more than the standard edge stripe.

On new facilities, if the future conversion of the shoulder to a traffic lane is within the design life of the pavement, the shoulder structural section must be equal to that of the adjacent traveled way and should be 3.6 m wide. The cross slope should also be the same as the traveled way, see Index 302.2(3).

PCC shoulders used with PCC pavement (see Figures 607.2A and 607.3 for details) are to be tied to the adjacent lane with tie bars (0.75 m long deformed #15 bars on 0.75 m centers), see Standard Plan A35A. No more than 15 m width of PCC should be tied together.

(2) Ramps. When ramp widening is required on loop ramps to handle truck off-tracking, as covered in Index 504.6, the full structural section should extend to the inner edge of the ramp widening.

Heavy trucks create deterioration by flexure of the pavement. This is compounded on AC ramps by severe damage to the asphalt concrete pavement near the termini of some heavy traffic exit ramps, generally caused by the dissolving action of oil drippings combined with the braking of trucks. Therefore, PCCP should be used at all new AC exit ramp termini where a significant volume of trucks is anticipated.

Because of the relatively high cost of constructing short lengths of PCCP, its use on restoration of existing ramps should be limited to those locations where severe damage has already occurred and maintenance costs plus traffic delay justify complete replacement.

The length of PCC pavement to be placed at the termini will depend on experience in the area, ramp grades, and the length of queues of stopped traffic. A length of 45 m should be considered the minimum. Special care should be taken to assure adequate skid resistance in the braking area, especially where oil drippage is concentrated.

The PCC pavement for the termini of AC exit ramps must be a minimum of 260 mm thick over a base thickness of 150 mm. Special attention should be given to base type selection to assure continuity and adequacy of drainage.

When the entire new ramp is concrete, consider utilizing the same base and thickness as that to be used under the traveled way, especially when concrete shoulders are utilized. If the base is TPB under the traveled way and shoulder, TPB should be utilized in the ramp area whenever feasible.

For ramp reconstruction, some use of the existing base and subbase layers should be considered. In some situations, however, underground water from landscape irrigation or other sources may tend to saturate the existing slow-draining layers, thereby creating the potential for pumping

When available on the project or when economically available nearby, it should be substituted for the required permeable base and separator layer on heavy duty pavements and should be strongly considered for all other pavements as a substitute for Type 5 aggregate base. A 0.3 m (4 ft) deep ditch is preferred. Determination of rock base availability must be made early in the project as elevations, pavement structure design and other considerations may be affected when used.

6-03.6 (3) TYPE 5 AGGREGATE BASE. Type 5 base is used to provide moderate drainage, reduce or eliminate pumping, provide a working platform, and may be used as a separator layer under the right conditions. It has a reduced fines content, but still retains some stability. Drainage capability is much lower than permeable base, but still enough to keep water from saturating the pavement bottom when properly sloped. Properly graded granular bases may also function as a separator layer under permeable bases to keep fine subgrade material from infiltrating the permeable base. Some structural value is assigned. Typical thickness is 100 mm (4 in.). Where Type 5 base is used, it extends a distance from the pavement edge as shown in Figures 6-03.1, 6-03.2, 6-03.3, 6-03.4, 6-03.6, 6-03.7, 6-03.8 and 6-03.10 or 450 mm (18 in.) from the back of curbs or curb and gutter sections. The standard specifications permit the construction of pavements by slip-form methods and if the contractor elects to exercise this option the width of the base must be increased at no additional cost to the department.

6-03.6 (4) TYPE 1 & 2 AGGREGATE BASE. Type 1 and 2 aggregate base is used to provide a working platform. They are a more stable material with a higher fines content. Some structural value is generally assigned to these bases. Typical thickness is 100 mm (4 in.).

6-03.6 (5) TREATED BASE. Treated bases are typically used to stabilize subgrade or base materials to improve characteristics. They may provide a working platform and/or pavement structure, but generally no drainage. Treatments include cement or lime treated. Typical minimum thickness is 150 mm (6 in.). A variation of treated base is lime or other modified base used to stabilize wet subgrades and to provide a working platform. For modification, no permanent structural benefit is assigned.

6-03.7 RAMP AND HIGH SPEED DIRECTIONAL RAMP DESIGN. The structure of high speed directional ramps, including the base, is to be designed as though it were a main line pavement, but should not be designed with a thickness less than the lesser thickness of the two main line pavements connected by the ramp. All other ramps are to be designed with a thickness not less than the lesser thickness of the two pavements connected by the ramp and, if designed as a rigid pavement, not less than 50 mm (2 in.) of the thickness of the thicker pavement, or if designed as a flexible pavement, not less than 75 mm (3 in.) of the thickness of the thicker pavement. They are to be placed on a 100 mm (4 in.) Type 5 base, unless otherwise indicated in the pavement type selection study. See Typical Section M-D-53-NPD for high speed directional ramps, M-D-50-NPD for diamond interchange ramps, and M-D-51-NPD for other than high speed directional ramps and diagonal interchange ramp details.

6-03.8 CROSSOVER, TEMPORARY BYPASS AND MAINTENANCE DESIGN. These are to be designed using the appropriate table, flexible or rigid, based on the anticipated ESALS to be accumulated through the intended pavement life, but never less than the minimums shown in the table.

건설교통부

도로설계편람(II)

제3편 기 하 구 조

제4편 토공 및 배수

제7편 포 장

작성 · 관리기관 / 한국건설기술연구원
KICT KOREA INSTITUTE OF CONSTRUCTION TECHNOLOGY

704.4 길어깨 포장의 설계

길어깨 포장의 설계에 관한 내용은 본 편람 '703.4 길어깨 포장의 설계' 편을 참고한다.

704.5 연결로 구간의 설계

연결로 구간의 포장형식을 선정함에 있어서는 콘크리트 포장의 초기 건설비용과 연결로 구간에 설치될 경우의 슬래브 길이 제약, 유지보수 비용, 이로 인한 교통지체 비용 등에 대한 고려가 있어야 한다.

배수문제는 본선뿐이 아니라 연결로 구간에서도 매우 중요한 문제이다. 특히 평지교차로와 연결로가 만나는 부근의 배수문제에는 특별한 주의가 필요하다. 배수시스템을 도입할 경우에는 비용-효과적인 측면을 고려하며 지역의 특성, 연결로의 특성에 적절한 배수시스템의 도입이 필요하다. 또한 도시계획상의 관개시업 등으로 인한 배수문제의 발생은 침핑이나 포장의 손상을 가져올 수도 있어 이에 대한 주의가 필요하다.

연결로 구간의 포장 두께 설계는 교통수요예측에 따른 교통량을 근거로 본선과 동일하게 포장을 설계하며 다음의 캘리포니아 예는 설계에 참고하도록 한다.

미국 California 주에서 제시하는 연결로 구간의 도로 포장 설계에 관한 내용은 다음과 같다.

중차량의 통행 및 교통체증이 예상되는 연결로 출구의 나부에는 콘크리트 포장을 사용하여야 한다. 사용되는 콘크리트 포장의 길이는 기존에 그 지역에서 사용되었던 예. 연결로의 시울기, 대기차량의 길이 등을 고려하여야 하며 그 최소길이는 45m가 되어야 한다. 또한 이때 사용되는 콘크리트 포장의 두께는 26cm 이상이 되어야 하며 보조기층의 두께는 15cm가 되도록 한다.

704.6 줄눈의 설계

콘크리트 포장의 줄눈은 포장의 팽창과 수축을 수용함으로써 온도 및 습도 등 환경 변화, 마찰 그리고 시공에 의하여 발생하는 응력을 가능한 완화시키기 위하여 설치하는 것으로 형식상 가로 줄눈, 세로 줄눈, 시공 줄눈으로 나뉘며 기능상 수축, 팽창 줄눈, 시공 줄눈으로 나뉜다. 콘크리트 포장 줄눈의 일반도는 <그림 704.10>과 같다.

줄눈은 가능한 직각 설치하고 또 적정구조로 설치하여 포장공용성과 수행성을 향상시키도록 한다. 일반적 설계측면에서 줄눈의 구조는 줄눈간격, 줄눈의 배치, 줄눈의 규격 등을 고려하여야 하며 가능한 직각 되도록 또 될수록 간한 구조의 것으로 설계한다. 또한 줄눈은 한 횡나선상에서 동일 줄눈이 배열되도록 설계한다.

6.1 수축줄눈

횡방향 수축줄눈 또는 팽윤눈(dummy joint)은 수분, 온도 그리고 마찰에 의해 발생하는 긴장력을 완화시켜 균열을 억제하기 위하여 설치한다. 이러한 수축줄눈을 설치하지 않는다면 포장의 표층에는 불규칙한 균열이 발생하게 된다.

道路舗装設計・施工指針

建　設　部

【주1】 대형차란 보통화물자동차, 보통합승자동차 및 특수자동차를 말한다.
【주2】 장래 토지이용의 변화에 의하여 교통량의 대폭적인 변동이 예측될 경우 5년후의 추정교통량으로 결정하는 구분보다도 한 단계 위의 구분을 사용해도 좋다.
【주3】 1방향 3차선이상의 도로에 있어서는 대형차교통량의 80%정도를 사용하여 〈표 2.14〉을 적용해도 좋다.

(나) 콘크리트의 설계기준휨 강도

콘크리트슬래브의 설계에 사용할 콘크리트의 강도는 휨강도로 45kg/㎠로 한다.

【주1】 콘크리트의 휨강도는 재령 28일에서 KS F 2403(시험실에서 콘크리트의 압축 및 휨강도시험용 공시체를 제작하고 양생하는 방법) 및 KS F 2408(콘크리트의 휨강도 시험방법(단순보의 3등분점 하중법)에 의하여 구한 값으로 한다.
【주2】 L, A교통에서 양질의 골재가 구입되지 않았을 경우 설계기준 휨강도 45kg/㎠을 얻기 위하여 시멘트량이 현저하게 증가되는 경우 설계기준휨강도를 40kg/㎠로 해도 좋다.

(다) 콘크리트 슬래브의 두께

콘크리트슬래브의 두께는 교통량에 따라 〈표 2.15〉의 값을 표준으로 한다.

〈표 2.15〉 콘크리트 슬래브의 두께

교통량의 구분	콘크리트슬래브의 두께(cm)
L 교 통	15(20)
A 교 통	20(25)
B 교 통	25
C 교 통	28
D 교 통	30

【주】 ( )안은 L, A교통으로 휨강도를 40kg/㎠로 한 경우이다.
【주1】 콘크리트 슬래브의 두께는 교통량이나 윤하중(輪荷重) 콘크리트 슬래브 온도 분포의 제조건을 추정하여 부득에 의하여 슬래브 두께를 계산할 수가 있지만 모든 요소를 정확히 설정하는 것은 실제상 곤란하기 때문에 실태조사의 결과등을 기초로하여 (표2.15)에 표시한 바와 같이 표준화를 도모한 것이다.
【주2】 중요한 도로의 포장단면은 20년간 누적교통량을 단축하중으로 환산한 교통량을 근거로하여 AASHTO 노모그래프(Nomograph)를 이용한 설계방법으로 산출함이 타당하다.
【주3】 노체에 큰 부등침하나 잔류침하가 예상되는 구간에는 잠정적으로 아스팔트포장으로 하는 것이 좋다.

도로설계실무편람

- 포 장 공 -

1997. 8.

한국도로공사

(표 2.4.17) 현재의 일본 콘크리트 포장 표준 설계법의 비교

<table>
<tr><th>설계 요소</th><th>항 목</th><th>시멘트 콘크리트 포장 요강 (1984)</th><th>일본도로공단 설계요령</th></tr>
<tr><td>보조 기층</td><td>보조 기층 두께의 설계</td><td>노상 지지력 계수(K 값) 혹은 설계 CBR을 기초로 설계한다.
최소두께 15cm</td><td>15cm를 표준으로 한다.</td></tr>
<tr><td></td><td>공 종</td><td>설계도표는 시멘트 안정처리, 입도 조성쇄석, 크라샤런 등의 재료에 대해서 준비되어 있다.</td><td>원칙으로는 시멘트 안정처리</td></tr>
<tr><td>콘크리트 슬래브</td><td>슬래브 두께</td><td>
<table>
<tr><th>교통량의 구분</th><th>대형차 교통량</th><th>보통 콘크리트 슬래브두께</th><th>연속철근 콘크리트 슬래브두께</th></tr>
<tr><td>L 교통</td><td>100대미만</td><td>15cm (20) **</td><td>20cm</td></tr>
<tr><td>A 교통</td><td>100대이상 250대미만</td><td>20cm (25) **</td><td>20cm</td></tr>
<tr><td>B 교통</td><td>250이상 1000대미만</td><td>25cm</td><td>20cm</td></tr>
<tr><td>C 교통</td><td>1000이상 3000대미만</td><td>28cm</td><td>25cm</td></tr>
<tr><td>D 교통</td><td>3000이상</td><td>30cm</td><td>25cm</td></tr>
</table>
* 종등개시 5년 후 대형차 1일 1방향 해당하는 대수
** ( )는 콘크리트 휨강도가 40kg/cm² 때의 값</td><td>
<table>
<tr><th>설계교통량 (20년간 누적 대형차교통량)</th><th>보통 콘크리트 슬래브두께</th><th>더넌 요골소 포 장</th></tr>
<tr><td>1,300만대미만</td><td>25cm</td><td rowspan="3">25cm</td></tr>
<tr><td>1,300만대이상 2,400만대미만</td><td>28cm</td></tr>
<tr><td>2,400만대이상</td><td>30cm</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>철 근 류 (보통콘크리트 포장)</td><td>철 강</td><td>• 원칙적으로 사용하고, 3kg/m² 를 표준으로 한다. 통상 D6을 사용한다.
• 매립깊이는 표면에서 콘크리트 슬래브 두께의 거의 1/3의 위치</td><td>• 원칙으로 사용하고, φ6mm철근을 세로방향 125mm, 가로방향 250mm 간격으로 배근
• 슬래브 표면에서 슬래브 두께의 약 1/3 아래에 위치</td></tr>
<tr><td></td><td>중 연 부 보 강 철 근</td><td>• D13을 3본 결속한다.</td><td>좌 동</td></tr>
<tr><td>줄 눈 (보통콘크리트 포장)</td><td>공 종</td><td>• 보통콘크리트 포장이 원칙
• 철근 콘크리트 포장
• 연속 철근콘크리트 포장 — 특수포장으로 이에 준한다.
• PC 포장</td><td>좌 동</td></tr>
</table>

③ 콘크리트의 설계기준 휨강도

콘크리트 슬래브의 설계에 사용할 콘크리트의 강도는 휨강도로 45kg/㎠로 한다.

④ 콘크리트 슬래브의 두께

콘크리트 슬래브의 두께는 교통량에 따라 <표 2.4.21>의 값을 표준으로 한다.

(표 2.4.21)

교통량 구분별 콘크리트 슬래브의 표준 두께

교통량의 구분	콘크리트 슬래브의 두께 (cm)
L 교 통	15 (20)
A 교 통	20 (25)
B 교 통	25
C 교 통	28
D 교 통	30

주) 괄호 안의 값은 L, A교통으로, 휨강도를 40kg/㎠로 한 경우이다.

아스팔트포장 설계·시공요령

1997

사단법인 한국도로교통협회

(7) 층 포장두께 개념 설계에 의한 포장두께 산정

아스팔트 포장의 구조는 층으로 구성되므로 층별 개념(Multilayered system)에 의하여 그림 2.7에 표시된 방법에 따라서 층별두께를 결정하여야 한다. 먼저 노상면에서 필요한 SN치를 기본설계식 또는 적용도표(그림 2.4 또는 2.5)로서 산정하고, 동일한 방법으로 각층의 재료에 맞는 지지력계수(그림 2.6 참조)를 이용하여 보조기층과 기층에 필요한 SN치를 산정한다. 예를 들면, 보조기층재료의 소요 포장두께지수는 노상면에서 필요한 SN치에서 보조기층상면에서 필요한 SN치를 공제한 값과 같다. 이와 같은 방법으로 다른 층의 소요 SN치를 결정할 수 있고, 각층의 두께는 각층의 소요재료의 상대강도계수를 고려하여 그림 2.7과 같이 결정한다.

그러나 탄성계수(또는 회복탄성계수)가 2,800kg/cm^{2}이상인 보조기층이나 기층 위에 놓이는 층의 소요 SN을 결정하는데 본 항에서 제시된 방법을 이용할 수 없다. 각층 두께는 절상하여 cm단위로 결정하고, 비효율적인 설계를 피하기 위하여 시공과 유지관리에 따른 비용효과를 고려해서 결정하여야 한다. 예를 들면, 경제적인 측면에서 고려할 때 만일 기층에 대한 표층의 비용이 상대강도계수 비율보다 낮다면, 그때는 기층두께를 최소로 해야 경제적인 설계가 된다.

일반적으로 어느 일정 두께보다도 얇은 표층, 기층 또는 보조기층을 포설하는 것은 비실용적이고 비경제적일수 있으므로 각 포장층은 표 2.8에 주어지는 값 이상으로 하는 것이 바람직하다.

표 2.8 포장층별 최소 두께치수

층 종 류	최소두께 (cm)
아스팔트 콘크리트 표층	5
아스팔트 안정 처리 기층(보조 기층 위)	5
빈 콘크리트 보조 기층	15
아스팔트 콘크리트 기층	10
입상 재료 기층	15
세석 보조 기층	
모래/자갈 선택층 위에 부설되는 경우	15
모래/선택층 위에 부설되는 경우	20
비선별 모래/자갈 보조 기층	20
슬랙그 보조 기층	20
시멘트 또는 토사약액처리 보조 기층	20

붙 임 #2 노선별 설계현황

구분	노선명	본선		IC연결로		비고
		구간	슬래브 두께	구간	슬래브 두께	
공사중	무안-광주간	무안공항~동함평IC (15.2km)	30	무안공항IC,현경IC 함평JCT,동함평IC	30	
		동함평IC~종점 (26.42km)	33	문평IC,나주IC 서광산IC	33	
	대전-당진간	유성JCT~북유성IC (7km)	30	유성JCT, 북유성IC	30	
		북유성IC~공주IC (19.2km)	33	동공주,공주IC	33	
		공주IC~당진JCT (65.38km)	30	공주JCT 유구IC,예당IC,예산I,수덕사IC,남당진IC 당진JCT	30	
	부산-울산간	해운대~울주 (47.23km)	33	해운대IC,송정IC,기장IC 장안IC온산IC,남울산IC 서울산IC	33	
	공주-서천간	공주-서천간 (61.36km)	30	서공주IC 우성IC,청양IC,부여IC, 남부여IC,군장IC	30	
	목포-장흥	영암IC~장흥IC (39.3km)	30	영암IC,강진IC,장흥IC	30	
	익산-장수	왕궁JCT~봉동IC (7.6km)	33	왕궁JCT, 봉동IC	30	
		봉동IC~종점 (51.33km)	30	소양IC, 진안IC 장수IC	30	
설계중	전주-광양	전주~임실 (33km)	33	동전주,중림,임실IC	33	
		임실~광양 (82km)	30	오수, 구례, 동순천IC	30	

붙 임 #3 본선과 IC교통량 현황

[공용중 노선]

※ 4차로 콘크리트 포장 고속도로 기준

※ 전구간 개통 노선

노선명	IC명	본선교통량(대/일) (2001기준)	IC교통량(대/일) (2002기준)	연결로 차로수	비고
서해안	평 균	37,862	8,359	22.9%	
	발안IC	61,998	12,566	2	
	서평택IC	44,419	14,386	1	
	홍성IC	23,068	4,565	1	
	광천IC	21,963	1,919	1	

노선명	IC명	본선교통량(대/일) (2001기준)	IC교통량(대/일) (2002기준)	연결로 차로수	비고
중부선	평 균	60,683	8,555	14.1%	
	경안IC	82,518	10,577	1	
	곤지암IC	63,813	10,943	1	
	음성IC	48,355	7,101	1	
	진천IC	48,048	5,600	1	

노선명	IC명	본선교통량(대/일) (2001기준)	IC교통량(대/일) (2002기준)	연결로 차로수	비고
영동선	평 균	52,822	6,959	13.2%	
	이천IC	75,462	10,577	1	
	여주IC	50,680	6,739	1	
	문막IC	51,834	4,978	1	
	원주IC	33,311	5,541	1	

노선명	IC명	본선교통량(대/일) (2001기준)	IC교통량(대/일) (2002기준)	연결로 차로수	비고
구마선	평 균	32,616	4,125	12.6%	
	달성IC	35,914	4,854	1	
	현풍IC	33,004	5,167	1	
	남지IC	31,360	2,599	1	
	칠서IC	30,184	3,881	1	

[미시공 노선]

노선명	IC명	본선교통량(대/일)		IC교통량(대/일)		연결로 차로수	비고
		2008년	2027년	2008년	2027년		
무안 ~광주간	평 균		43,618		12,126	27.8%	
	무안공항IC	16,159	23,773	16,159	23,773	1	
	현경IC	20,933	30,683	4,774	6,910	1	
	함평JCT	31,096	45,434	26,713	41,487	1	
	동함평IC	34,248	50,039	8,562	12,509	1	
	문평IC	35,837	52,363	4,758	6,952	1	
	나주IC	36,441	53,242	6,038	8,821	1	
	서광산IC	35,581	51,609	9,112	13,793	1	

노선명	IC명	본선교통량(대/일)		IC교통량(대/일)		연결로 차로수	비고
		2007년	2026년	2007년	2026년		
춘천 ~동홍천	동홍천IC	35,298	52,926	7,693	14,611	1	
	〃	24,517	36,811	24,517	36,811	개통:1 목표:2	

노선명	IC명	본선교통량(대/일)		IC교통량(대/일)		연결로 차로수	비고
		2008년	2021년	2008년	2021년		
음성-충주	평 균		46,502		11,061	23.8%	
	금왕IC	36,985	47,201	7,140	10,566	1	
	신니IC	36,014	45,804	7,452	11,556	1	

노선명	IC명	본선교통량(대/일)		IC교통량(대/일)		연결로 차로수	비고
		2009년	2028년	2009년	2028년		
목포~광양	평 균		45,601		13,622	29.9%	
	영암IC	32324	44202	25304	58018	2	제외
	강진IC	32914	45230	6944	12338	1	
	장흥IC	30714	41858	3496	7664	1	
	보성IC	33300	46546	10342	14468	1	
	벌교IC	34330	50172	10148	15846	1	

노선명	IC명	본선교통량(대/일)		IC교통량(대/일)		연결로 차로수	비고
		개통연도	목표연도	개통연도	목표연도		
전주-광양	평 균		43,585		15,335	35.2%	
	동전주IC	32,109	44,756	11,690	16,298	1	
	죽림IC	30,812	43,018	11,974	16,656	1	
	임실IC	34,292	47,984	5,996	8,866	1	
	오수IC	33,772	47,082	2,750	4,070	1	
	서남원IC	29,232	42,823	8,468	12,462	1	
	구례IC	28,359	41,906	7,756	11,468	1	
	동순천IC	25,717	37,531	25,716	37,530	1~2	

노선명	IC명	본선교통량(대/일)		IC교통량(대/일)		연결로 차로수	비고
		2007년	2026년	2007년	2026년		
여주~양평	평 균		54,539		26,157	47.9%	
	서여주IC	26,161	51,400	11,749	24,463	1	
	북여주IC	26,074	52,101	12,834	22,003	1	
	양평IC	31,918	60,116	16,910	32,007	1	

노선명	구간	본선교통량(대/일)		IC교통량(대/일)		연결로 차로수	비고
		2009년	2028년	2009년	2028년		
주문진 -속초	평 균		40,684		20,223	49.7%	
	남양양IC	34,419	45,481	21,376	28,294	1	
	양양JCT	35,310	46,815	14,664	19,470	1	
	속초IC	18,216	24,127	9,760	12,906	1	

붙 임 #4 연결로 포장슬래브 두께 계산

연결로 포장두께 설계결과

○ 연결로 이용 교통량

- 공용중 노선('01기준, 4차로 콘크리트 포장)

(대/일)

노 선 명	본선교통량	IC교통량	이용률	연결로 차로수	비 고
서해안	37,862	8,359	22.9%	1차로	13~23%
중부선	60,683	8,555	14.1%	1차로	
영동선	52,822	6,959	13.2%	1차로	
구마선	32,616	4,125	12.6%	1차로	

- 미시공 노선

(대/일)

노 선 명	본선교통량 (목표년도)	IC교통량 (목표년도)	이용률	연결로 차로수	비 고
무안-광주간	43,618	12,126	27.8%	1차로	23~35%
춘천-동홍천	52,926	14,411	27.6%	1차로	
음성-충주간	46,502	11,061	23.8%	1차로	
목포-광양간	45,601	13,622	29.9%	1차로	
전주-광양간	43,585	15,335	35.2%	1차로	

○ 포장 두께 비교

IC 명칭	본선교통량 적용(현설계)			주방향 교통량 적용			비 고
	교통량 (대/일)	환산교통량 ($\times 10^6$)	두께	교통량	환산교통량 ($\times 10^6$)	두께	
문평IC	52,363	151.460	33cm	6,952(13.3%)	6.924	22cm	21~25cm
나주IC	53,242	151.460	33cm	8,821(18.2%)	7.387	22cm	
서광산IC	51,609	158.326	33cm	13,793(30.3%)	11.212	23cm	
강진IC	45,230	101.024	〃	12,338(27.3%)	6.807	21cm	
동전주IC	43,018	150.455	33cm	16,658(38.7%)	13.310	25cm	

콘크리트 포장슬래브 계산식에 의한 두께산정

■ 경험적 공용방정식

$$\log_{10}W_{18} = 7.35 \times \log_{10}(D+1) - 0.06 + \frac{G_t}{1+\frac{1.624\times10^7}{(D+1)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32 \times P_t)\times\log_{10}\left[\frac{S_C'\times(D^{0.75}-1.132)}{215.63 \times J \times \left(D^{0.75} - \frac{18.42}{\left(\frac{E_C}{K_C}\right)^{0.25}}\right)}\right]$$

여기서 W_{18} : 설계기간 동안의 8.2톤 등가단축하중(ESAL)의 설계차로당 누가통과 횟수

P_t : 설계최종 서비스 지수(2.5 적용)

J : 콘크리트 포장형식에 따른 연속성을 반영하는 하중 전달계수(3.2 적용)

E_C : 콘크리드 슬래브의 설계탄성계수 (4.0×10^6psi적용)

K_C : 콘크리트 슬래브의 접촉면에서의 노상지지력계수(pci)

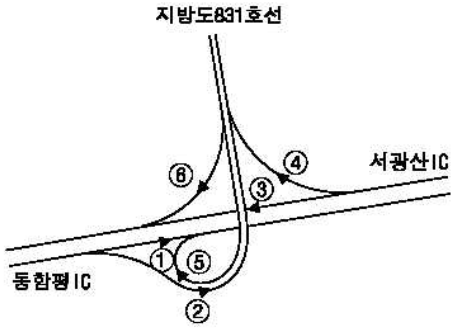
D : 포장슬래브 두께(in)

S_C' : 콘크리트 슬래브의 설계 휨강도(480psi적용)

G_t : $\log_{10}\left(\frac{4.5 - P_t}{4.5-1.5}\right)$로 표시되며, 임의 시점(최종서비스 지수를 가지는 시점)에 이어 P_t = 1.5인 경우 최대서비스 능력 손실량에 대한 서비스 능력의 손실량 비율을 나타내는 함수

【나주IC】

□ 유·출입교통량 현황



방향	2008년	2012년	2017년	2022년	2027년
①	16,555	18,612	21,213	22,700	24,188
②	1,364	1,534	1,748	1,871	1,993
③	16,566	18,625	21,228	22,715	24,204
④	1,636	1,839	2,196	2,243	2,390
⑤	1,684	1,893	2,257	2,309	2,460
⑥	1,354	1,522	1,735	1,857	1,978
IC 이용 교통량 진입	3,038	3,415	3,992	4,166	4,438
IC 이용 교통량 진출	3,000	3,373	3,944	4,114	4,383
IC 이용 교통량 계	6,038	6,788	7,936	8,280	8,821

□ 주방향 차량별 교통량 현황

(대 / 일)

구 간	구분 / 년도	승용차	버 스		트 럭			특 수	합 계	중차량 구성비
			소 형	대 형	소 형	중 형	대 형			
지방도831 ↔ 서광산IC	2008	1,748	282	197	4	783	199	107	3,320	38.7%
	2017	2,343	379	265	6	1,050	266	144	4,453	
	2027	2,555	412	288	6	1,143	290	156	4,850	

□ 포장 두께 설계

구 분	2027년	비 고
단축하중환산교통량 ($\times 10^6$)	7.387	
$\log_{10}W_{18}$	6.869	
Kc(Pci)	803	
슬래브두께	21.26	

- 2027년

$$\log W8.2 = \log(7.387 \times 10^{b}) = 6.869$$

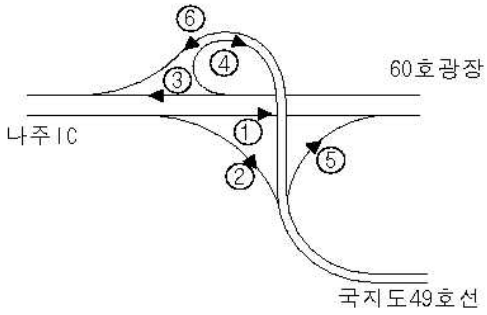
$$6.869 = 7.35 \times \log_{10}(D+1) - 0.06 + \frac{-0.1761}{1+\frac{1.624\times10^{7}}{(D+1)^{8.46}}}$$

$$+ (4.22 - 0.32 \times 2.5)\times\log_{10}\left[\frac{480 \times (D^{0.75}-1.132)}{215.63 \times 3.2 \times \left(D^{0.75} - \frac{18.42}{\left(\frac{4000000}{803}\right)^{0.25}}\right)}\right]$$

$$\therefore D = 8.37 \text{ in} \fallingdotseq 21.26\text{cm}$$

【서광산IC】

□ 유·출입교통량 현황



방향	2008년	2012년	2017년	2022년	2027년
①	15,998	18,022	20,702	21,899	23,021
②	2,241	2,484	2,768	3,110	3,627
③	15,457	17,160	19,793	21,100	22,508
④	2,060	2,317	2,641	2,695	2,920
⑤	2,066	2,082	2,393	2,608	3,160
⑥	2,745	3,304	3,631	3,858	4,086
IC 이용 교통량	진입	4,811	5,386	6,024	6,466	7,246
	진출	4,301	4,801	5,409	5,805	6,547
	계	9,112	10,187	11,433	12,271	13,793

□ 서광산 IC 주방향 차량별 교통량 현황

(대 / 일)

구 간	구분 / 년도	승용차	버 스		트 럭			특 수	합 계	중차량 구성비
			소 형	대 형	소 형	중 형	대 형			
나주 IC ↔ 국지도49	2008	2,627	423	296	7	1,175	298	160	4,986	38.7%
	2017	3,369	544	381	9	1,508	382	206	6,399	
	2027	4,060	655	459	11	1,818	461	249	7,713	

□ 포장 두께 설계

구 분	2027년	비 고
단 축 하 중 환 산 교 통 량 ($\times 10^6$)	11.212	
$\log_{10}W_{18}$	7.050	
Kc(Pci)	803	
슬 래 브 두 께	23.04	

- 2027년

$$\log W8.2 = \log(11.212 \times 10^{6}) = 7.050$$

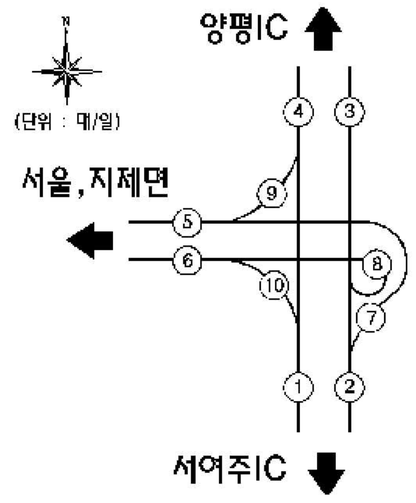
$$7.050 = 7.35 \times \log_{10}(D+1) - 0.06 + \frac{-0.1761}{1+\frac{4.624\times10^{7}}{(D+1)^{8.46}}}$$

$$+ (4.22 - 0.32 \times 2.5)\times\log_{10}\left[\frac{480 \times (D^{0.75}-1.132)}{215.63 \times 3.2 \times \left(D^{0.75} - \frac{18.42}{\left(\frac{4000000}{803}\right)^{0.25}}\right)}\right]$$

$$\therefore D = 9.07 \text{ in} \fallingdotseq 23.04\text{cm}$$

【북여주IC】

□ 유·출입교통량 현황

구 분	방향	2007년	2011년	2016년	2021년	2026년
	1	13,168	17,172	20,889	23,647	26,292
	2	12,906	16,108	20,230	23,018	25,809
	3	15,907	19,922	23,929	26,931	29,853
	4	16,011	20,325	24,412	27,475	30,263
	진입부	6,338	7,587	9,309	10,227	10,965
	진출부	6,496	8,248	9,485	10,312	11,038
	7	1,805	2,019	2,785	3,133	3,434
	8	4,806	5,833	6,484	7,046	7,478
	9	4,533	5,568	6,524	7,094	7,531
	10	1,690	2,415	3,001	3,266	3,560

□ 주방향 차량별 교통량 현황

(대/일)

구 간	구분 / 년도	승용차	버 스		트 럭			특 수	합 계	중차량 구성비
			소 형	대 형	소 형	중 형	대 형			
국지도70호선 ↓ 북여주IC	2007	7,014	1,042	682	20	3,210	866	-	12,834	44.5%
	2016	10,272	1,525	999	30	4,701	1,267	-	18,794	
	2026	12,215	1,759	1,112	36	5,462	1,419	-	22,003	

□ 포장 두께 설계

구 분	2027년	비 고
단 축 하 중 환 산 교 통 량 ($\times 10^6$)	20.0107	
$\log_{10}W_{18}$	7.3013	
Kc(Pci)	945	
슬 래 브 두 께	25.17	

- 2027년

logW8.2 = log(20.0107 × 10^8) = 7.3013

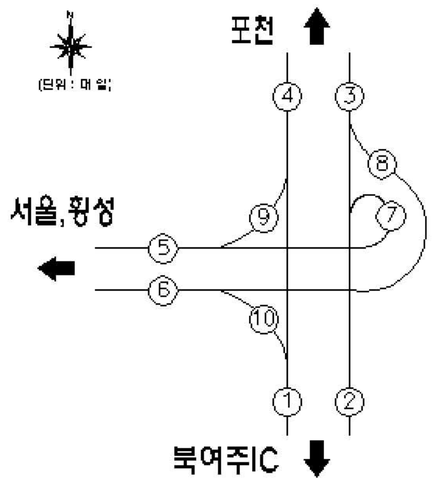
$$7.3013 = 7.35\times\log_{10}(D+1)-0.06+\frac{Gt}{1+\frac{1.624\times10^7}{(D+1)^{8.46}}}$$

$$+(4.22-0.32\times2.5)\times\log_{10}\left[\frac{480\times(D^{0.75}-1.132)}{215.63\times3.2\times\left\{D^{0.75}-\frac{18.42}{\left(\frac{4000000}{945}\right)^{0.25}}\right\}}\right]$$

∴ D = 9.908in ≒ 25.17cm

【양평IC】

□ 유·출입교통량 현황

구 분	방향	2007년	2011년	2016년	2021년	2026년
	1	16,011	20,325	24,412	27,475	30,263
	2	15,907	19,922	23,929	26,931	29,853
	3	14,848	18,565	22,298	25,098	27,852
	4	14,932	18,938	22,749	25,599	28,219
	진입부	8,445	10,846	13,030	14,660	15,982
	진출부	8,465	10,876	13,062	14,703	16,025
	7	4,935	6,338	7,614	8,567	9,340
	8	3,876	4,981	5,983	6,734	7,339
	9	3,510	4,508	5,416	6,093	6,642
	10	4,589	5,895	7,079	7,969	8,686

□ 주방향 차량별 교통량 현황

(대/일)

구 간	구분 / 년도	승용차	버 스		트 럭			특 수	합 계	중차량 구성비
			소 형	대 형	소 형	중 형	대 형			
국도 6호선 ↓ 양 평 IC	2007	9,595	1,307	908	33	4,145	922	-	16,910	35.5%
	2016	14,808	2,016	1,400	51	6,395	1,422	-	26,092	
	2026	18,162	2,473	1,718	63	7,846	1,745	-	32,007	

□ 포장 두께 설계

구 분	2026년	비 고
단 축 하 중 환 산 교 통 량 ($\times 10^6$)	29.0058	
$\log_{10}W_{18}$	9.4625	
Kc(Pci)	939	
슬 래 브 두 께	26.92	

- 2026년

logW8.2 = log(29.0058 × 10^8) = 9.4625

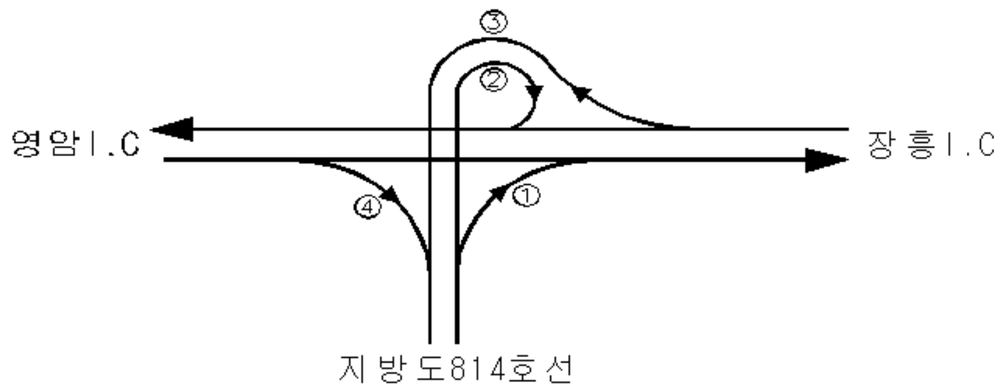
$$9.4625 = 7.35\times\log_{10}(D+1)-0.06+\frac{Gt}{1+\frac{1.624\times10^7}{(D+1)^{8.46}}}$$

$$+(4.22-0.32\times2.5)\times\log_{10}\left[\frac{480\times(D^{0.75}-1.132)}{215.63\times3.2\times\left\{D^{0.75}-\frac{18.42}{\left(\frac{4000000}{936}\right)^{0.25}}\right\}}\right]$$

∴ D = 10.598in ≒ 26.92cm

【강진IC】

□ 유·출입교통량 현황



방향	2008년	2012년	2017년	2022년	2027년
①	1,504	1,955	2,877	2,929	3,003
②	1,240	1,473	1,977	2,529	3,089
③	1,504	1,955	2,877	2,929	3,003
④	1,240	1,473	1,977	2,529	3,089
IC 이용 교통량	진입	2,744	3,428	4,854	5,458	6,092
	진출	2,744	3,428	4,854	5,458	6,092
	계	5,488	6,856	9,708	10,916	12,184

□ 주방향 차량별 교통량 현황

(대/일)

구 간	구 분	승용차	버 스		트 럭			특 수	합 계	중차량 구성비
			소 형	대 형	소 형	중 형	대 형			
지방도814 ↔ 장흥IC	2008	1,630	204	152	330	402	290		3,008	28.1%
	2017	3,120	390	290	630	770	554		5,754	
	2027	3,256	408	302	658	804	578		6,006	

□ 포장 두께 설계

구 분	2027년	비 고
단 축 하 중 환 산 교 통 량 ($\times 10^6$)	6.4136	
$\log_{10}W_{18}$	6.807	
Kc(Pci)	787	
슬 래 브 두 께(cm)	20.7	

- **2027년**

$$\log\ W8.2 = \log(6.4136 \times 10^{6}) = 6.807$$

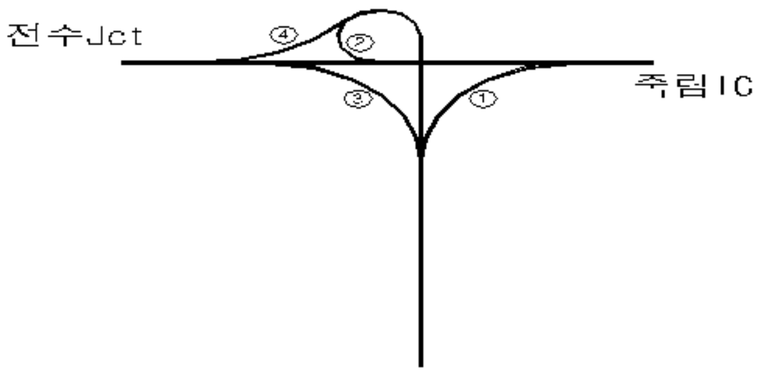
$$6.807 = 7.35 \times \log_{10}(D+1) - 0.06 + \frac{-0.1761}{1+\frac{1.624\times10^{7}}{(D+1)^{8.46}}}$$

$$+ (4.22 - 0.32 \times 2.5)\times\log_{10}\left[\frac{480 \times (D^{0.75}-1.132)}{215.63 \times 3.2 \times \left(D^{0.75} - \frac{18.42}{\left(\frac{4000000}{776}\right)^{0.25}}\right)}\right]$$

$$\therefore\ D = 8.147\ \text{in} \fallingdotseq 20.7\ \text{cm}$$

【동전주IC】

□ 유·출입교통량 현황



방향	2009년	2013년	2018년	2023년	2028년	비 고
①	2,598	2,918	3,211	3,455	3,640	
②	2,598	2918	3,211	3,455	3,640	
③	3,247	3,653	3,999	4,270	4,509	주교통
④	3,247	3,653	3,999	4,270	4,509	주교통
동전주 IC 이용 교통량	진입	5,845	6,571	7,210	7,725	8,149	
	진출	5,845	6,571	7,210	7,725	8,149	
	계	11,690	13,142	14,420	15,450	16,298	

□ 주방향 차량별 교통량 현황

구 간	구분 / 년도	승용차	버스		트럭			특수	합계	중차량 구성비
			소형	대형	소형	중형	대형			
전주JCT~ 국도26호선	2009	1,784	252	197	4	718	292	-	3,247	36.3%
	2018	2,215	307	240	5	876	356	-	3,999	
	2028	2,526	341	266	6	974	396	-	4,509	

□ 포장 두께 설계

구 분	2028년	비 고
단 축 환 상 교 통 량 ($\times 10^6$)	13.310	
$\log_{10}W_{18}$	7.124	
Kc(Pci)	613	
슬 래 브 두 께	9.615 in	24.42 cm≒25.00 cm 본선슬래브 : 33 cm

- **2028년**

$$\log_{10} W_{8.2} = \log 13.31\times 10^{6} = 7.124$$

$$7.124 = 7.35\times \log_{10}(9.615+1) - 0.06 + \frac{-0.176}{1+\frac{1.624\times 10^{7}}{(9.615+1)^{8.46}}}$$

$$+(4.22-0.32\times 2.5)\ \log_{10}\left[\frac{480\times(9.615^{0.75}-1.132)}{215.63\times 3.2\times\left[9.615^{0.75}-\frac{18.42}{(4,000,000/613)^{0.25}}\right]}\right] = 7.124$$

∴ D = 9.615 in = 24.42 cm

2-17 차로이탈 인식시설(Rumble-strips) 적용기준 검토

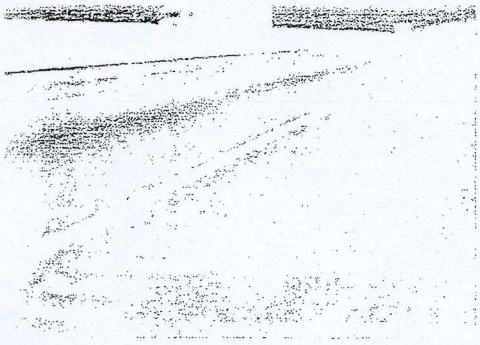
방 침
설 계 도 10201-104 ('03.4.10)

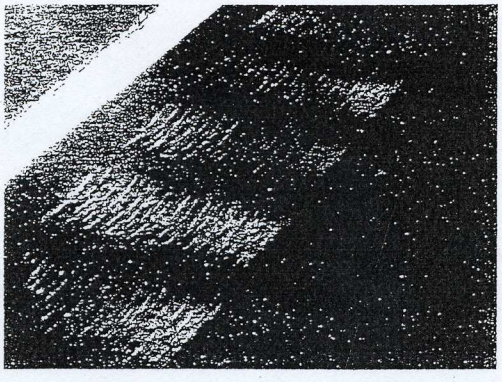
1. 검토 목적

고속도로 주행시 졸음운전, 야간 및 이상기후시 차로 시인성 불량 등으로 발생할 수 있는 차량의 차로 이탈사고를 미연에 방지할 수 있는 차로이탈 인식시설(Rumble Strips)의 설치 타당성 및 시행방안에 대해 검토코자 함

2. 차로이탈 인식시설(Rumble Strips)의 개요

가. 개 요





○ 주행차로나 갓길부의 노면을 높이거나 홈을 내서 만든 도로의 형태

○ 차로 이탈차량 진입시 소음, 진동을 발생시켜 도로여건의 변화를 운전자에게 주의 환기 시킴

○ 졸음운전, 야간 및 이상기후(안개 등 시야불량) 등으로 발생할 수 있는 도로이탈 사고 예방에 효과적임

나. 해외 적용 사례

○ 미국의 뉴욕, 펜실베니아, 뉴저지, 몬타나 등의 각주에서 다양하게 설치 및 테스트 진행중임

다. 국내 적용사례(유사사례)

○ 요금소 광장부(파형설치공)

○ 남해선 381K구간 갓길 포장

4. 차로이탈 인식시설 설치 타당성 검토

가. 교통사고 원인 및 현황

- 전체 교통사고중 운전자 과실사고는 약 80%임
- 운전자 과실사고중 약 20%가 졸음으로 인한 사고임
- `89~`98까지 졸음으로 인한 사고발생 증가
  (`89 : 9.4%, `98 : 19.6%)

나. 설치 효과 분석사례(미국)

- 차로이탈로 인한 사고가 20~50% 감소 효과
- 편익/비용 값이 50으로서 매우 효과적인 안전시설임

다. 적용시 문제점 및 대책

- 소음·진동 : 도시지역은 가급적 지양
- 유지관리의 용이성 : 제설작업 등을 고려하여 원주, 대관령구간 제외
- 시공성 : Rolled형식은 아스팔트 콘트리트의 온도관리 및 선형유지 등의 어려움이 크며 Formed형식은 시공법의 표준화가 곤란하므로 시공경험이 풍부하고 효과가 확실한 Milled Rumble Strips형식(영업소 광장부 파형설치공) 적용을 원칙으로 함
- 포장에 미치는 영향(포장파손, 노화촉진 등)
  - 신규포장면에 설치시는 큰 문제가 없으며 기존 포장면에 설치시는 약간의 영향이 있는 것으로 보고됨
  - 기존 도로중 길어깨 포장면이 마모나 균열이 심한 경우는 적용 제외

라. 검토의견

- FHWA 자료 등 문헌에 의하면 설치효과 분석결과 사고감소 효과가 크며 편익/비용이 50정도로서 효과가 확실한 것으로 보고되고 있으나
- 미국에서도 설계기준 및 시방규정이 미정립되어 계속적으로 연구 및 평가가 진행되고 있는 실정임
- 차로이탈사고 예방효과가 클 것으로 예상되는 구간을 선정·시행
- 주거지역외 구간을 대상으로 Milled Rumble Strips 형식으로 적용함을 원칙으로 하되 신설포장인 경우에는 Rolled 또는 Formed Type도 적용 가능

5. 시행방안 검토

가. 추진계획

o 2000년내 시험시공을 실시하여 설계기준 및 잠정 시방규정을 작성하고 신규발주 노선부터 설계적용

o 기존 도로 및 시공중인 구간에 대하여는 시험시공 성과를 분석하여 제기준 정립후 시행

나. 시험시공 계획

o 시험시공 구간 : 중부선(하남~호법간) 장거리 전용차로 구간(제3공구)

- 공사기간 : '97. 4~2001. 4(현공정60%)
- 연　　장 : 10.8km중 약 10km구간(구조물 연장 제외)

o 시험시공 시기 : 2000.10. 계획

o 선정 사유 :

- 장거리 전용차로이며 선형이 양호한 구간으로서 졸음운전에 의한 차로이탈 사고의 개연성이 큼
- 기존도로와 장거리 전용차로가 병행하므로 교통사고 저감효과에 대한 평가 용이
(기존도로와 사고율 비교 분석)

2-18 시멘트 콘크리트 포장의 거친면 마무리 개선

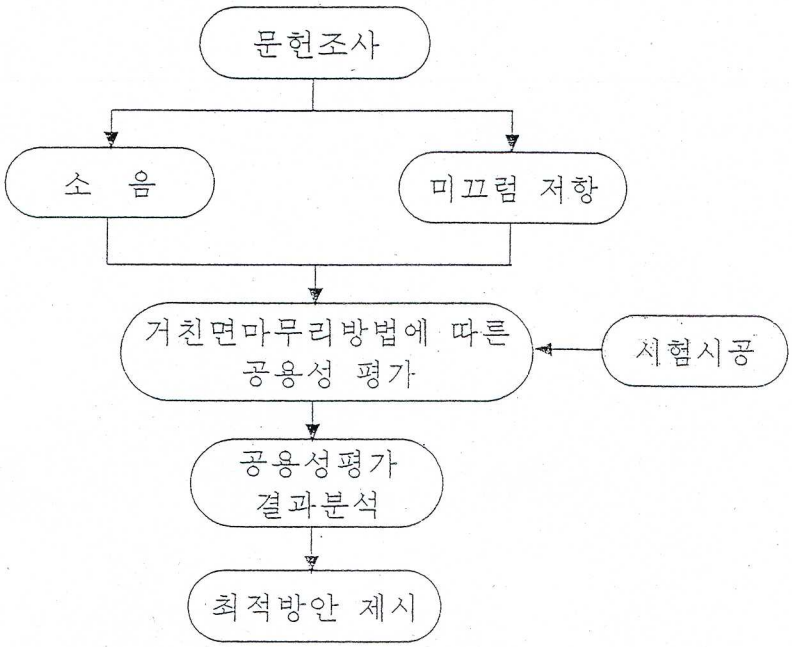
방 침
설 계 도 10207-30426 ('03.9.8)

1. 검토개요

□ 목 적

콘크리트 포장의 거친면 마무리에 대한 문헌조사 및 시험시공을 통하여 주행소음과 미끄럼 저항성을 개선할 수 있는 방안을 제시함으로써 고속도로 이용 고객의 서비스 만족도를 제고하고자 함

□ 검토내용

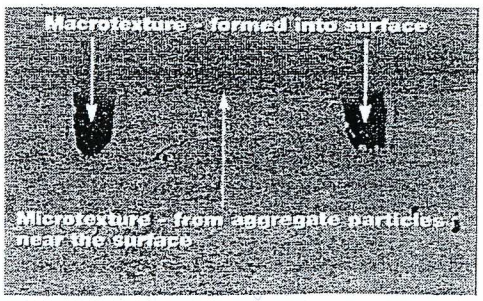


2. 거친면 마무리 개요

□ 기 능

과 거	⇒	현 재
미끄럼저항성 확보		- 미끄럼저항성 확보, 승차감 확보 - 포장면/타이어의 마찰 소음 저감

□ 콘크리트 포장 표면 특성



Micro -texture	콘크리트 모르타르의 세립골재에 의해 만들어지는 노면거칠기
Macro -texture	굳지 않는 콘크리트에 깊은 줄무늬나 홈을 만들어 물리적 측정이 가능한 노면거칠기

□ 거친면 마무리 종류

거친면마무리 종류	공 법 개 요
거친 천 끌기 Burlap Drag	젖은 거친 천를 끌면서 1.5~3㎜ 깊이의 줄무늬로 성형.
횡방향 쓸기 Transverse Broom	포장 표면을 딱딱한 브러쉬를 이용하여 손이나 기계로 횡방향으로 쓸어서 성형
종방향 쓸기 Longitudinal Broom	횡방향 쓸기와 비슷
임의간격 횡방향 타이닝 Random Traverse Tine (직각이나 비스듬히)	금속 갈퀴를 장착한 기계적장치를 이용하여 성형 최적 치수는 간격 10~75㎜, 깊이 3~6㎜, 폭원3㎜
종방향 타이닝 Longitudinal Tine	포장의 중앙선과 평행하게 성형 최적 치수는 간격 20㎜, 깊이 3~6㎜, 폭원 3㎜
골재 노출 Exposed Aggregate	미경화된 콘크리트 표면의 모르타르를 골재노출기로 긁어내어 조골재를 노출시키는 공법

□ 도로 구분에 따른 거친면 마무리 형식

위치	노면
공항 유도로(high-speed)	횡방향 그루빙
일반도로 (높은 사고발생지역)	종방향 그루빙, 연마 표층
일반도로 (소음에 민감한 지역)	다이아몬드 그라인딩, 연마 표층
고속도로	종방향 및 횡방향 타이닝, 거친 천 끌기와 잔디 뗴 모양 끌기(turf drag)
램 프	종방향 및 횡방향 타이닝, 거친 천 끌기와 잔디 뗴 모양 끌기(turf drag)
도심부 도로(75㎞/h 이상)	거친천 끌기, 잔디 뗴 모양 끌기(turf drag), (임의간격 종방향 및 횡방향 타이닝)
도심부 도로(75㎞/h 이하)	거친 천 끌기, 쓸기, 잔디 뗴 모양 끌기

3. 문 헌 조 사

가. 소 음

□ 고속도로 소음 구분

기계적인 소음	엔진, 배기장치, 냉각기등에서 발생
주 행 소 음	타이어/포장표면, 공기역학적, 차량진동에 기인

⇒ 주행속도가 80km/hr 이상이면 주행소음이 지배적

□ 거친면마무리 방법에 따른 소음 순위

거친면마무리 방법	주관적 순위	내부소음 (dBA)	외부소음 (dBA)
임의간격의 횡방향 타이닝-skew 1:6	1	67.6	82.4
아스팔트-SHRP	3	65.9	81.1
균등한 종방향 타이닝 (간격:25mm)	5	68.0	83.9
골재 노출	6	67.4	-
횡방향 그루빙(간격:13mm)	8	68.2	83.3
다이아몬드 그라인딩(콘크리트)	12	69.3	81.2
임의간격의 횡방향 타이닝(깊이:25mm)	15	68.6	83.4
균등한 횡방향 타이닝(간격:25mm)	20	69.6	86.3

⇒ 횡방향보다 종방향 또는 임의간격 타이닝의 소음발생이 적음

□ 국외 적용 현황

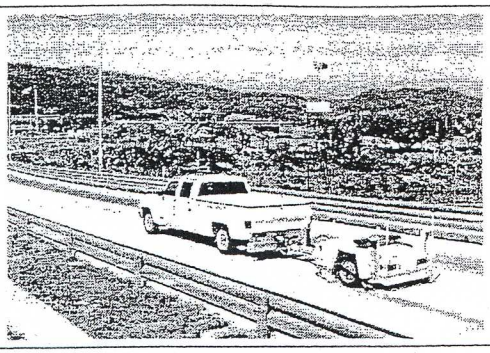
미 국	- 균등한 횡방향 타이닝의 소음강도가 가장 높음 - 각 주별로 상이하나 종방향타이닝, 횡방향쓸기, 임의간격 횡방향타이닝등 적용
일 본	- 횡방향타이닝을 표준으로하고 있으나 저소음이 요구되는 구간은 골재노출공법을 도입중
유 럽	- 골재노출공법을 많이 적용하고 있으며 국가에 따라 횡방향브러싱 및 종방향타이닝을 부분적으로 반영하고 있음

⇒ 미국의 경우 종방향 또는 횡방향쓸기 시험 적용중

나. 미끄럼 저항성

□ 미끄럼 저항성 측정 방법

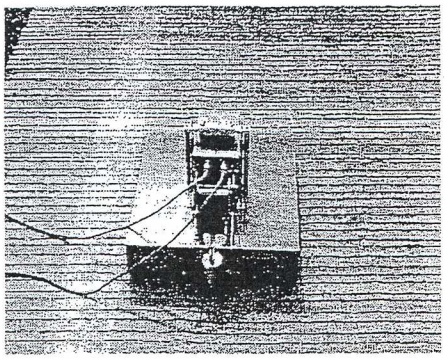
o 마찰저항지수 (SN : Skid Number)



견인력을 축하중으로 나눈후 100을 곱한 값(1~100)

※ 미끄럼저항 측정장비

o 마찰계수 (Coefficient of Friction)



측정지점에 물을 뿌린후 장비를 가동하여 마찰계수를 측정(1~1.0)

※ 동적 마찰측정기

□ 국내·외 마찰저항지수 측정사례.

o 미끄럼관리 기준

구 분	양 호	보 통	불 량	매우불량
SN값	40이상	35~39	30~34	29이하

o 국내측정 결과

구 분		표층마무리	SN값	측정속도 (km/hr)	비 고
기존 중부선	상	횡방향타이닝	36~61	61~65	콘크리트 포장
	하	횡방향타이닝	33~50	59~65	
신설중부선	상	횡방향타이닝	56~63	62~65	〃
영동선	상	-	37~45	54~60	아스팔트포장
동해선	하	-	29~40	55~62	〃

⇒ 콘크리트포장의 경우 공용 15년 경과후에도 보통 수준 이상임

o 국외 연구 결과

- California 주

1994년 캘리포니아 실험결과 (ASTM E 274 트레일러 사용)						
타이어종류	주름 타이어(E 501)			매끈한 타이어(E 524)		
표면조직	96km/hr	80km/hr	64km/hr	96km/hr	80km/hr	64km/hr
종방향 비질	30	33	38	14	15	19
13mm횡방향	29	35	39	16	23	28
19mm횡방향	35	37	39	26	30	31
종방향 아스트로터프	27	32	37	11	14	17
19mm종방향	50	54	57	40	48	53
13mm종방향	47	52	57	25	29	36

- Iowa 주

아이오와주 실험구간							
시험결과 : 표면조직(E 965) 및 마찰시험(E274)							
표면조직	ASTM 965mm	마찰					
		56km/hr		72km/hr		90km/hr	
		ribbed (E501)	smooth (E524)	ribbed (E501)	smooth (E524)	ribbed (E501)	smooth (E524)
13mm 횡방향 3~5mm deep	1.00	57	50	52	46	48	43
19mm 종방향 3~5mm deep	0.85	46	46	41	40	40	39
19mm 횡방향 3~5mm deep	0.76	47	45	43	41	43	37
종방향 아스트로 마대	0.90	48	42	42	28	37	26
13mm간격 횡방향 그루빙	0.93	53	52	50	45	49	44

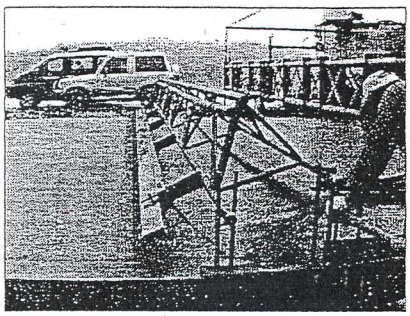
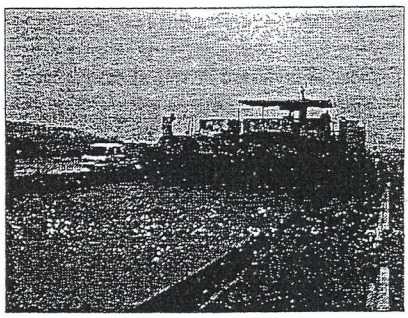
⇒ California州와 Iowa州의 조사결과가 상이하나 Iowa州의 조사치가 보다 신뢰성이 있는 것으로 판단되며 종,횡방향 모두 양호한 수준이상임을 알 수 있음

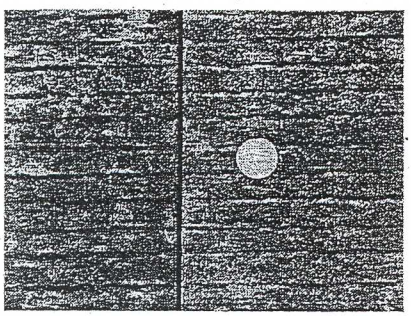
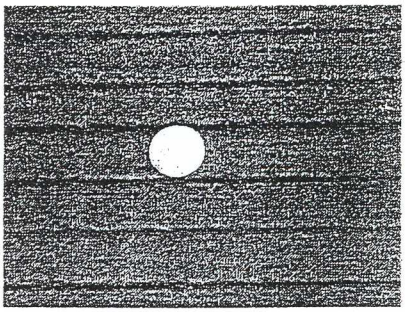
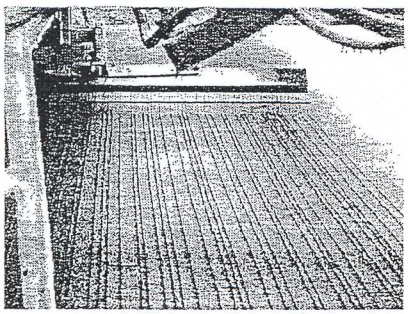
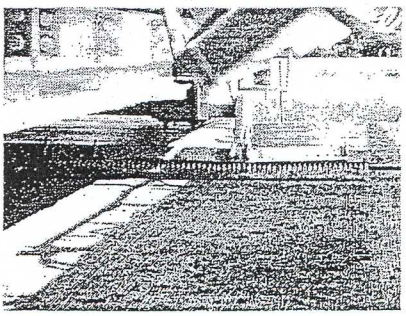
4. 시 험 시 공

□ 구　　간 : 중부내륙고속도로 시험도로 시멘트 콘크리트 포장구간

□ 시험공법 : 종방향타이닝(18mm, 26mm), 임의간격 횡방향타이닝, 횡방향 쓸기

□ 시험개요

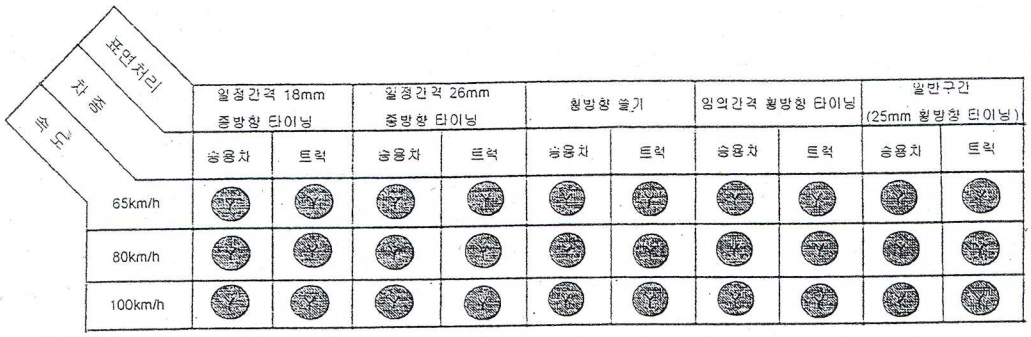
장 비 조 합 (종방향 타이닝)	
	
근　　경	원　　경

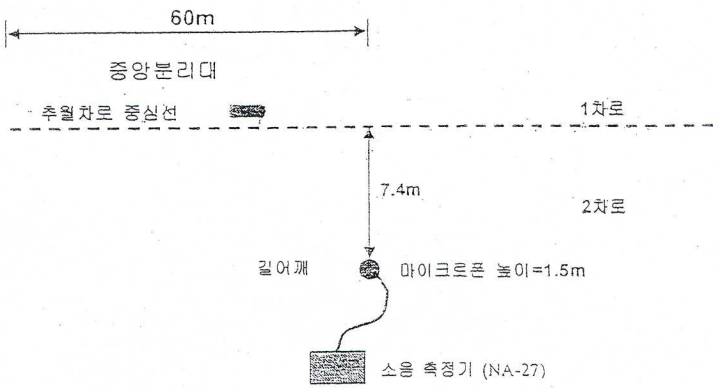
시 공 전 경	
	
종방향타이닝(18mm) L=216m	종방향타이닝(26mm) L=204m
	
임의간격 횡방향 타이닝 L=342m	횡방향 쓸기 L=392m

5. 공용성 평가

가. 소 음

□ 소음측정 개요





□ 소음측정 결과(동일측점 3회 평균값)

표면처리 방법	소음 측정값(dBA)											
	승용차						트럭					
	차량내부 (km/hr)			차량외부 (km/hr)			차량내부 (km/hr)			차량외부 (km/hr)		
	65	80	100	65	80	100	65	80	100	65	80	100
종방향 18mm	73.5	73.1	73.4	77.7	79.8	82.5	74.7	76.3	77.6	83.8	85.4	88.9
종방향 26mm	72.8	72.8	73.9	79.1	81.3	85.0	72.8	74.5	79.4	85.0	87.7	93.7
횡방향 쓸기	71.8	72.8	73.2	79.4	81.0	84.3	71.3	76.2	78.5	85.7	88.5	95.2
횡방향임의간격	72.8	71.7	74.1	80.8	82.9	87.1	70.7	76.5	76.5	85.8	88.9	94.0
횡방향 25mm	72.0	70.7	74.0	78.6	81.2	84.0	72.8	76.3	79.7	85.1	90.2	94.4

나. 미끄럼 저항성

- 마찰저항지수 (SN)

표면처리방법	측정속도		결과분석
	40km/hr	65km/hr	
종방향 18mm	62	53	종방향타이닝의 SN값이 횡방향 방법에 비해 약간 낮게 측정되었으나 40이상이므로 미끄럼저항력은 충분히 확보가능
종방향 26mm	62	52	
횡방향쓸기	72	57	
임의간격 횡방향	59	58	
횡방향 25mm	65	58	

- 마찰계수(f)

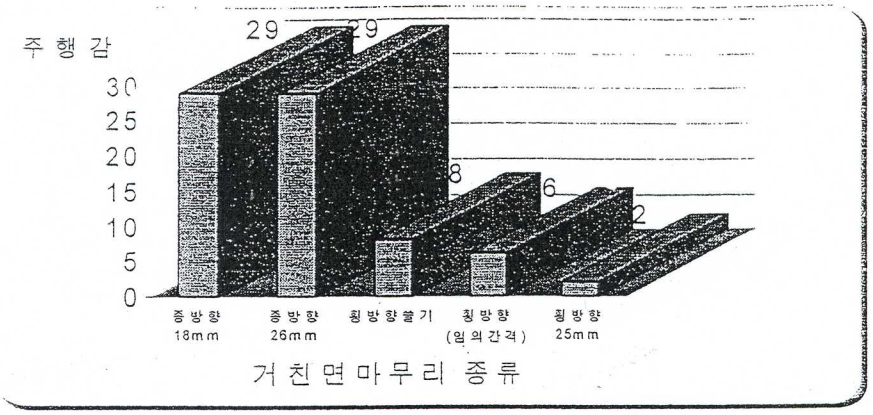
표면처리방법	측정속도			결과분석
	40km/hr	65km/hr	80km/hr	
종방향18mm	0.66	0.55	0.42	종방향타이닝의 마찰계수가 횡방향에 비해 상대적으로 낮게 측정되었으나 정지시거 확보를 위한 마찰계수를 상회하므로 안정성 확보 가능
종방향 26mm	0.75	0.65	0.54	
횡방향쓸기	0.81	0.77	0.63	
임의간격 횡방향	0.70	0.68	0.50	
횡방향 25mm	0.73	0.67	0.48	
정지시거를 고려한 종방향 마찰계수	0.37	0.32	0.30	

다. 설 문 조 사

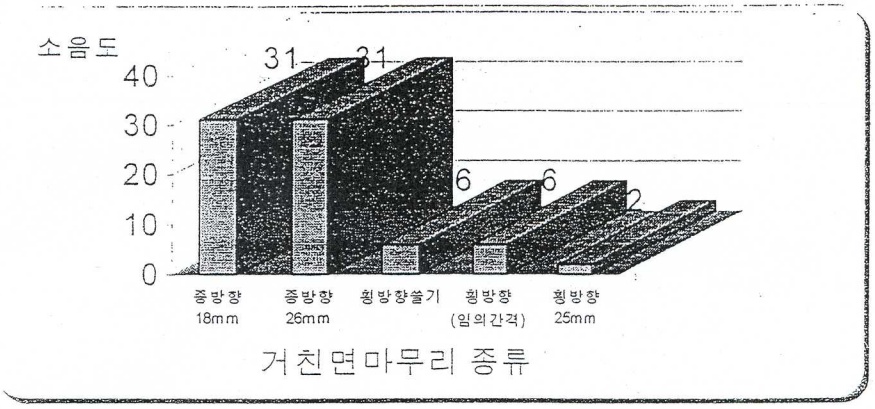
□ 개 요

조사인원	현장 근무 직원 39인	비 고
차량종류	승용차 34대, 화물차 5대	
주행속도	80 ~ 100 km/hr	
설문항목	주행승차감, 소음도, 미끄럼저항성, 수막현상	

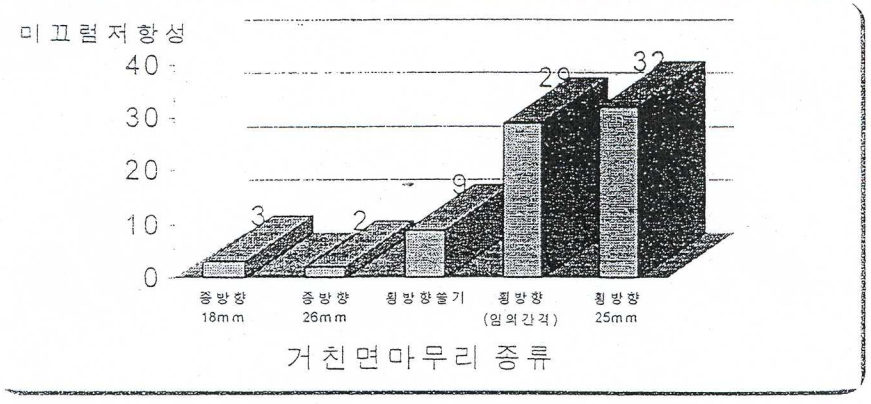
□ 설 문 결 과



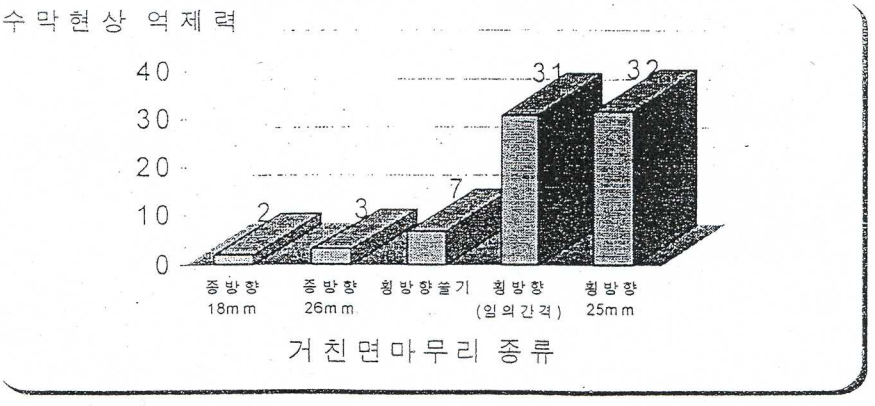
거 친 면 마 무 리 종 류



거 친 면 마 무 리 종 류



거 친 면 마 무 리 종 류



거 친 면 마 무 리 종 류

⇒ 주행승차감 및 소음도는 종방향타이닝이 우수

미끄럼저항성 및 수막현상 억제력은 횡방향타이닝이 우수한 것으로 느낌

6. 평가결과 분석

가. 평가요약

시험항목	측 정 결 과	가중치
소음도	종방향 타이닝이 우수(1.5~5.5 dBA)	0.5
미끄럼 저항성	종방향 타이닝이 타공법보다 상대적으로 낮으나 기준치(SN=40)이상 확보	0.3
평탄성(주행감)	시험구간 주행자를 대상으로 한 설문결과 종방향타이닝구간의 주행만족도가 가장 높은 수준을 나타냄	0.15
배수성	- 배수율은 타이닝 방향과 무관하며 타이닝 홈 규격과 관련이 있는 것으로 분석됨 - 설문결과 종방향 타이닝구간의 배수속도가 원활치 않아 잔류 표면수에 의한 수막현상 발생 가능성이 지적됨	0.05

나. 공법별 순위평가 (Ranking method)

- 측정수준별 가중치를 적용하여 공법별 우선순위 산정
- 가중치 : 소음도(50%), 미끄럼저항성(30%), 주행성(15%), 배수성(5%)

변수 / 항목	소음	가중치 (0.5)	미끄럼 저항성	가중치 (0.3)	주행성	가중치 (0.15)	배수성	가중치 (0.05)	합계	순위
18㎜종방향	1	0.5	5	1.5	1	0.15	4	0.20	2.35	1
26㎜종방향	2	1.0	4	1.2	1	0.15	5	0.25	2.60	2
횡방향쓸기	4	2.0	3	0.9	3	0.45	3	0.15	3.50	4
임의간격 횡방향	3	1.5	2	0.6	4	0.60	2	0.10	2.80	3
일반구간	5	2.5	1	0.3	5	0.75	1	0.05	3.60	5

7. 검토결과

○ 다양한 포장 표면 거친면마무리 공법에 대하여 문헌조사, 시험시공, 설문조사 등을 실시한 결과

- 소음도 및 주행감은 좁은 간격의 종방향타이닝이 가장 우수,
- 미끄럼저항성은 현재 적용하고 있는 횡방향타이닝이 상대적으로 우수하나 타 공법도 소요기준 값(SN=40)이상 확보가 가능

배수성은 타이닝 방향 보다 타이닝의 규격 및 도로의 종·횡단 경사에 지배적인 것으로 분석되었으며 포장후 배수용 그루빙 시공이 가능함을 감안시 공법선정에 주요 인자는 아닌 것으로 판단됨

○ 상기 검토 결과에 따라 측정항목의 중요도를 감안하여 가중치를 부여한후, 공법별 순위를 산정한 결과 종방향타이닝(18mm)이 가장 우수한 것으로 검토되었음

○시공중 유의사항

- 종방향타이닝의 Texturing 설비가 슬립폼페이버(Slip Form Paver)에 부착되어 시공되므로 타이닝홈이 함몰되지 않도록 슬럼프(최대 2cm이내)관리에 유의
- 슬립폼페이버(Slip Form Paver)는 낮은 슬럼프에도 작업이 가능한 기종을 선정
- 공용전 노면배수 상태를 관찰하여 오목Sag등 배수에 취약한 구간은 배수용 그루빙(도로포07202-30320호('03.3.26))을 시공

8. 적 용 방 안

향후 건설되는 콘크리트 포장의 거친면마무리는 종방향타이닝(간격 18mm, 깊이 3mm이상)을 원칙으로 하되 노선별 시험포장 결과에 따라 기존의 횡방향타이닝도 병행하여 적용

감 사
김태호

★◎기안	부 장	처 장	본부장	부사장	사 장
오용건	신세동	이돌희	전결		이재무

협 조	
	· 영 업 처 장 : 양환승 · 도 로 처 장 : 조동일
	· 건설계획처장 : 김태호 · 건설관리처장 : 차수원
	· 기술심사실장 : 서덕원 · 기술관리실장 : 김재호

휴게소 포장 공법 검토

2003. 10.

설계기준부장 : 이상호

구조설계부장 : 김재호

문서번호	설계도10201-44
보존기간	10년
결재일자	2003. . .
공개여부	공개

한국도로공사

KOREA HIGHWAY CORPORATION

설 계 처

목 차

1. 검 토 목 적

2. 기 존 휴 게 소 포 장 현 황

3. 현장의견 및 설문조사 결과

4. 휴 게 소 포 장 공 법 비 교

5. 결 론 및 건 의

6. 적 용 방 안

붙 임 # 1. 휴게소 ILP포장 파손 사진대지

붙 임 # 2. 기존 휴게소 포장형식

붙 임 # 3. 유지관리부서 의견조회 공문

붙 임 # 4. 잔디블럭포장 사진대지

1. 검 토 목 적

휴게소 이용차량의 대형화, 중량화 추세에 따라 휴게소 광장부 ILP블럭포장의 파손과 노면의 변형등 유지관리상 문제가 대두되어 이에 대한 개선방안을 강구하고자함

2. 기존 휴게소 포장 현황

가. 포 장 형 식

구 분	계	I.L.P	Ascon	Con'c	I.L.P+Con'c
포장현황(개소)	119	82	22	14	1 (칠곡(하))
비율(%)	100	68.9	18.5	11.7	0.9

※ ILP : Interlocking Block Pavement

나. 공법별 특징

- **아스팔트포장**

  : 중차량에 대한 내구성이 약하고 소성변형과 누유에 의한 포장파손등의 문제 발생

- **무근 콘크리트 포장**

  : 내구성측면에서는 유리하나 시공성이 다소 불량(모서리부 인력시공)하고 삭막한 느낌

- **ILP 포장**

  : 고압블럭을 이용한 포장으로서 다양한 색채 및 무늬로 미관을 살릴 수 있고 시공 및 유지보수가 상대적으로 용이

다. 최근 설계 노선의 휴게소 포장 공법

: ILP 포장 공법

3. 현장의견 및 설문조사 결과

가. 유지관리부서 의견(ILP포장)

○ 운 영 측 면

구 분	세 부 의 견	비 고
포장파손	- 중차량의 반복 하중에 의한 포장체 부분 파손 - 파손부위를 통한 우수 침투 및 부분침하 - 포장 침하로 인한 물고임부 발생 및 평탄성 불량 - 모래포설두께 차이로 인한 포장 단차발생	
미 관	- 블록 색상 구분으로 개통초기 미관 양호 - 공용중 일부 블록 탈색 및 보수에 따른 블록의 색상 차이로 미관 불량 - 차량하중에 의한 침하부 발생으로 미관 불량 - 주차구역외 일부구간 블록사이 잡초 발생으로 미관 불량	
시공성및 유지관리	- 잦은 파손 및 부분침하 발생으로 유지보수 곤란 - 산발적인 파손으로 유지보수 시기 모호 및 소량 부분 보수에 따른 보수기간 과다 소요 - 소량 보수로 평탄성 확보가 어렵고 시공성 불량	

○ 추 천 공 법

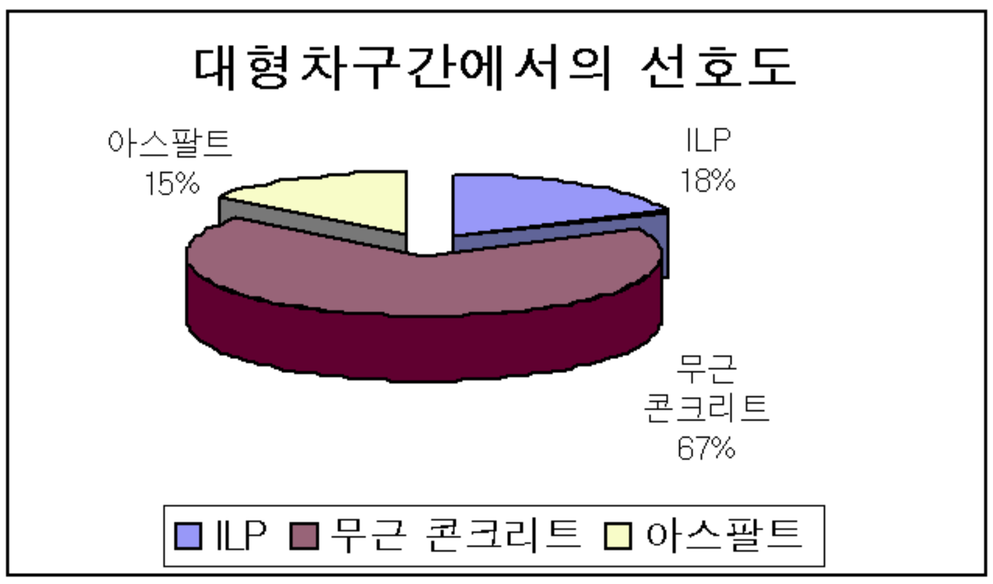
구 역	포 장 공 법	비 고
- 소형차 주차구역 - 대형차 주차구역	- ILP 포장 - 무근콘크리트 포장	

나. 설 문 조 사(대내직원 457명)

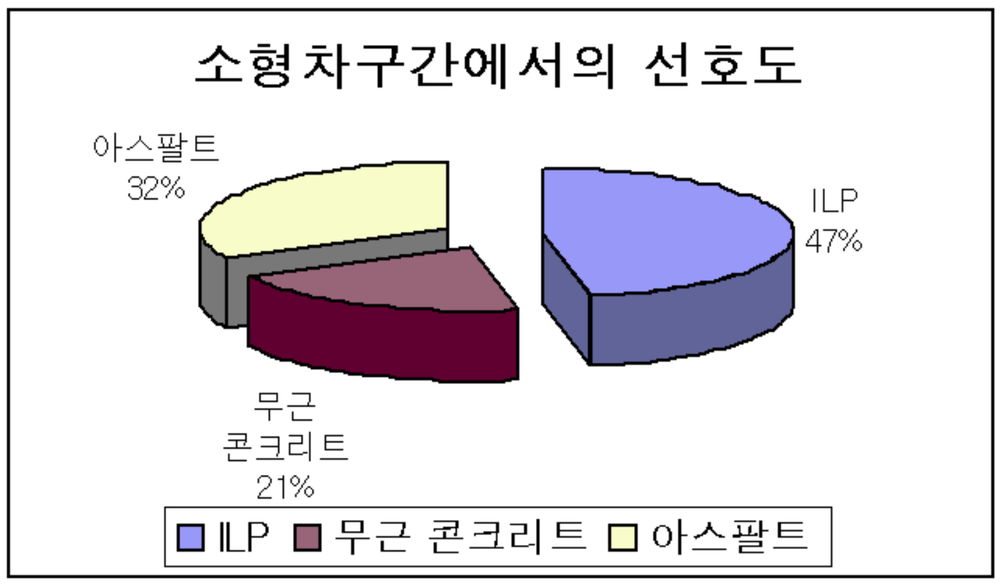
○ 전　　체

구 분	대형차	소형차	선호도	순 위
1 안	ILP	ILP	82명 (18%)	3
2 안	무근 콘크리트	무근 콘크리트	95명 (21%)	2
3 안	아스팔트	아스팔트	67명 (15%)	5
4 안	**무근 콘크리트**	**ILP**	**132명 (28%)**	**1**
5 안	무근 콘크리트	아스팔트	81명 (18%)	4

○ 대형차 주차구역



○ 소형차 주차구역



○ 기타 의견

- **칼라 아스콘 사용**으로 휴게소 분위기를 조성
- **환경친화적 포장공법 적용** (칼라 아스콘, 칼라 투수콘)
- 식생이 가능한 **잔디블럭 적용**
- 눈이 많이 오는 지역은 ILP적용시 **제설작업에 따른 블록 파손 및 변색 발생**

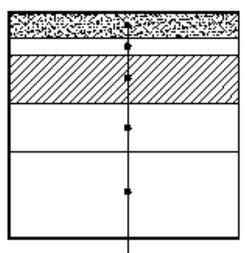
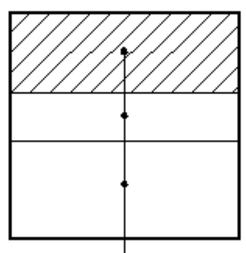
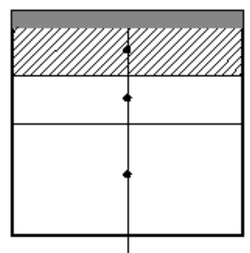
다. 종 합 분 석

○ 기존의 ILP포장은 **중차량에 대한 적응성 불량**, **동절기 제설염화물에 의한 포장 파손**, **잦은 유지보수 필요**등 공용성이 불량하다는 의견이 지배적임

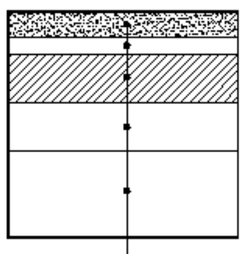
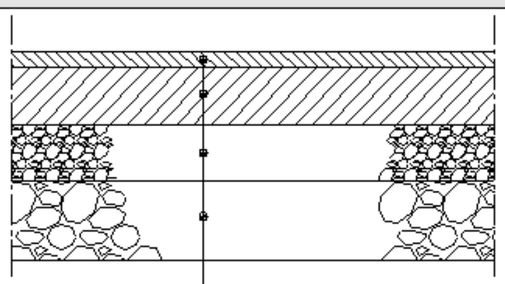
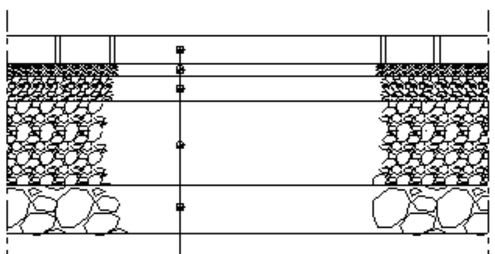
○ 따라서 **대형차 주차구역**은 중차량 적응성이 우수한 **강성 포장**을,
소형차 주차구역은 **환경친화적이고 미관이 우수한 포장공법**을 선호

4. 휴게소 포장공법 비교

가. 대형차 주차 구역

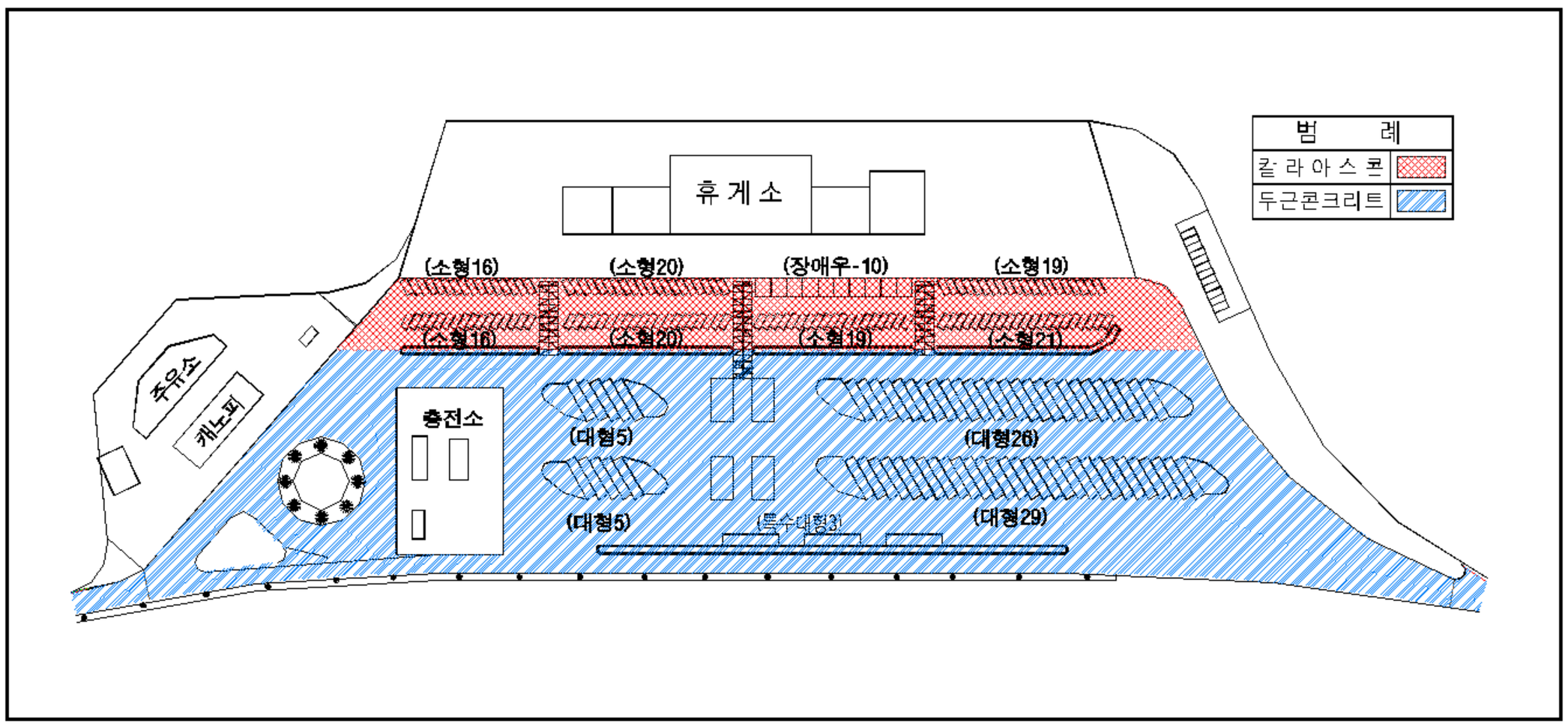
구 분	현 행	대안 1	대안 2
포장형식	ILP포장	무근콘크리트포장	아스팔트 포장
단 면			
장 점	• 시공 간편 • 초기 미관 우수 • 휴식공간과 조화	• 중차량에 대한 적응성 우수 • 휴게소 교통특성 고려시 유지관리 용이	• 칼라 아스콘 사용시 – 초기, 장기 미관 양호 – 휴식공간과 조화
단 점	• 중차량에 의한 침하, 파손 • 초기미관 양호하나 공용중 탈색으로 미관 저하 • 산발적이고 잦은 파손으로 유지 관리 애로	• 포장재료의 질감 및 색상이 휴식공간과 다소 부조화	• 중차량 적응성 보통 • 차량 누유로 인한 포장 파손 가능성 내포
설문조사 결 과	• 적설 구간 및 중차량 구간 적응성 불량	• 중차량이 많은 구간에 적용	• 칼라아스콘 적용으로 미관 개선 필요 • 하절기 복사열로 인한 이용객 불쾌감 초래
경 제 성	66,000원/㎡(고가)	51,000원/㎡	50,000원/㎡
검토의견	– ILP포장은 초기미관이 양호하며 시공성이 용이한 장점이 있으나 잦은 블록 파손 및 부분침하 발생등 포장내구성이 취약함 – 아스팔트 포장은 시공성이 양호하나 중차량구간 적응성이 불량하고 하절기 복사열에 의한 이용객의 불쾌감 초래와 파손 가능성 상존 – 따라서 **<u>대형차의 주행로와 주차장은 중차량에 대한 적응성이 우수한 무근콘크리트 포장을 적용</u>** 『시멘트 콘크리트포장 슬래브두께는 AASHTO설계법에 의한 누가단축하중으로 휴게소 이용교통량을 환산하여 계산할 경우에는 20cm로 산출됨. 그러나 AASHTO설계법에는 콘크리트 슬래브 표층의 최소두께가 규정되어 있지 않으나 일본 도로설계요령에는 최소 25cm(터널, 요금소등)로 규정하고 있으므로 슬래브 두께는 25cm를 적용토록 함』		

나. 소형차 주차 구역

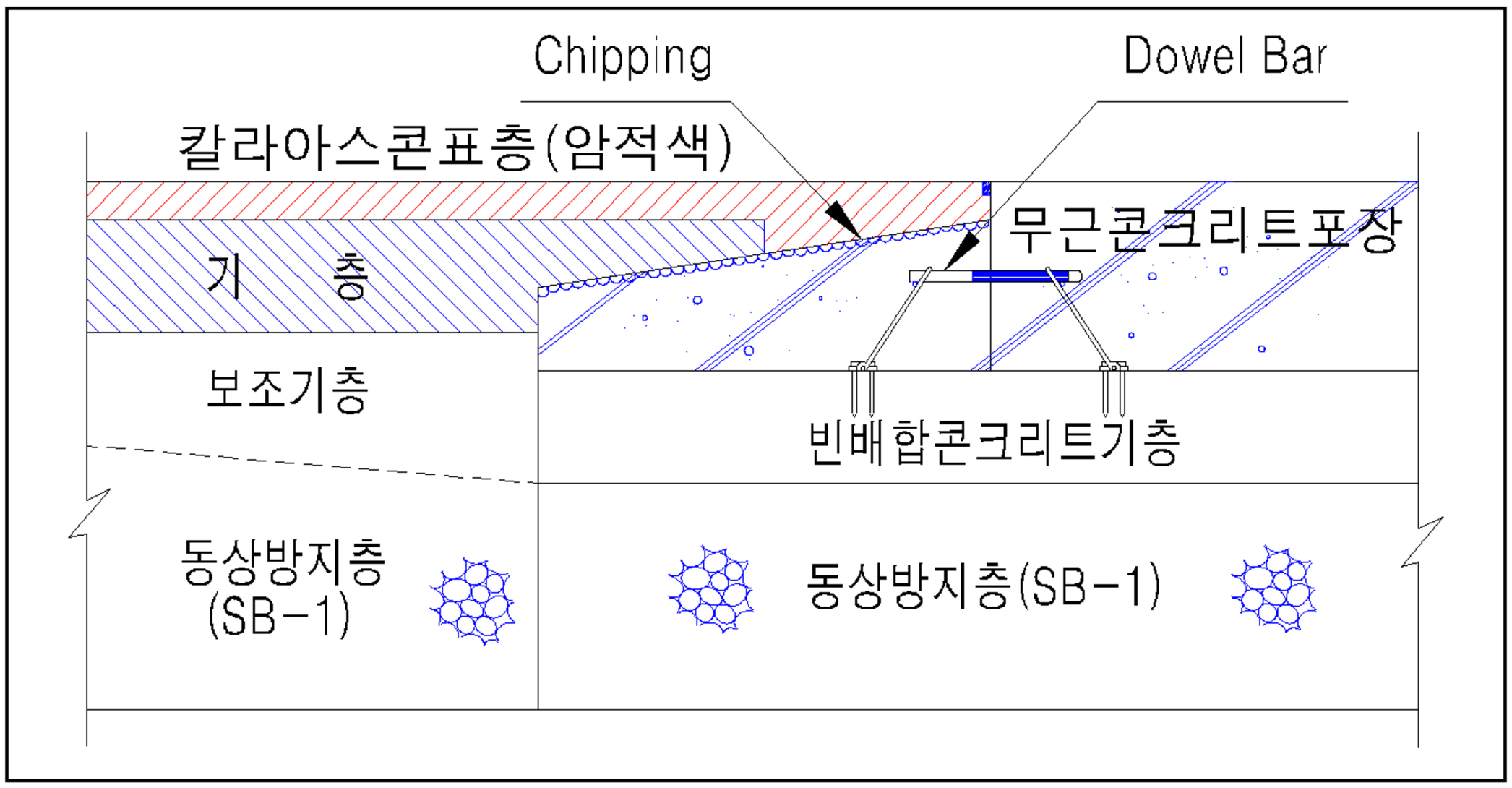
구 분	현 행	대 안 1	대 안 2
포장형식	(일반 ILP 포장)	(칼라아스콘 포장)	(잔디 ILP 포장)
단 면	 Interlocking Block (T=8cm) 모 래 (T=5cm) 기층(시멘트안정처리기층) (T=15cm) 보 조 기 층 (T=15cm) 동 상 방 지 층 (T=27cm)	 표 층 (칼라;암적색)(5cm) 기 층(15cm) 보 조 기 층(15cm) 동상방지층(SB-1)(35cm)	 잔 디 블 럭 (8cm) 모 래 (4cm) 입 도 조 절 기 층(10cm) 보조기층(막부순돌) (32cm) 동상방지층(SB-1) (16cm)
전 경			
장 점	• 시공 간편 • 소형차 주차장에 적합 • 초기 미관 우수 • 휴식공간과 조화	• 초기, 장기 미관 양호 • 휴식공간과 조화 • 주행감 우수	• 휴식공간과 조화 • 하절기 복사열 저하 • 오염된 빗물 정화 기능
단 점	• **공용중 탈색 및 제설염화물에 의한 훼손으로 장기미관 불량**	• **칼라아스콘 재료 구득이 용이치 않아 현장 적용성 다소 불리**	• **주차시간이 작고 이동교통량이 많은 휴게소에는 다소 부적합**
설문조사 결 과	• **선호도 : 47%** • 적설구간 적용 배제	• **선호도 : 32%** • 칼라아스콘으로 미관개선	• 친환경적 포장공법 요구
적용사례	고속도로휴게소등 다수	보도, 단지내도로, 경기장등	청계산, 구룡사, 광릉수목원등 관광지 및 공원주차장
공사비	보 통(66,000원/㎡)	저 렴(60,000원/㎡)	보 통(67,500원/㎡)
검토의견	- **일반 ILP포장**을 소형차 주차장에 적용시 차량하중에 의한 블록 파손은 경미하나 **제설염화물에 의한 블록 훼손과 공용중 탈색**이 우려되는 문제점이 있고, - **잔디 ILP 포장**은 소형차주차장에 적합한 친환경공법이라 할 수 있으나 고속도로 휴게소의 교통특성(단기주차 및 잦은 이동)에 따른 **잔디의 식생 불량과** 동절기 침투수에 의한 **노상의 동해등을 고려시** 적용이 다소 부적합함 - 따라서, **소형차주차장**은 공사중 재료 구득 및 시공성이 다소 용이치 않으나 공용중에는 타공법에 비해 문제점이 적고 또한 휴게소 경관 및 쾌적성 개선이 가능한 **칼라 아스콘 포장을 적용함이 이용객 및 유지관리측면에서 바람직한 것으로 판단됨**		

다. 휴게소 광장 포장 개요도

□ 포장 계획도



□ 칼라 아스콘 포장과 무근콘크리트 연결부 상세도



5. 결론 및 건의

○ **대형차 주차장과 주행로 부분**

: **무근 콘크리트 포장 공법** 적용

○ **소형차 주차장과 주행로 부분**

: **칼라아스콘 포장공법 적용을 원칙**으로 함

- 단, **적설량이 적거나 칼라아스콘 재료 구득이 곤란한 경우**에는 **일반 ILP공법 또는 무근콘크리트 포장공법**을 현장여건에 따라 검토 적용
- 또한, 노선이 **상수원보호구역이나 수변구역등을 통과**하여 환경친화적인 포장공법이 요구되는 경우 **수질정화기능이 있는 잔디블럭포장공법**을 검토하여 적용

6. 적 용 방 안

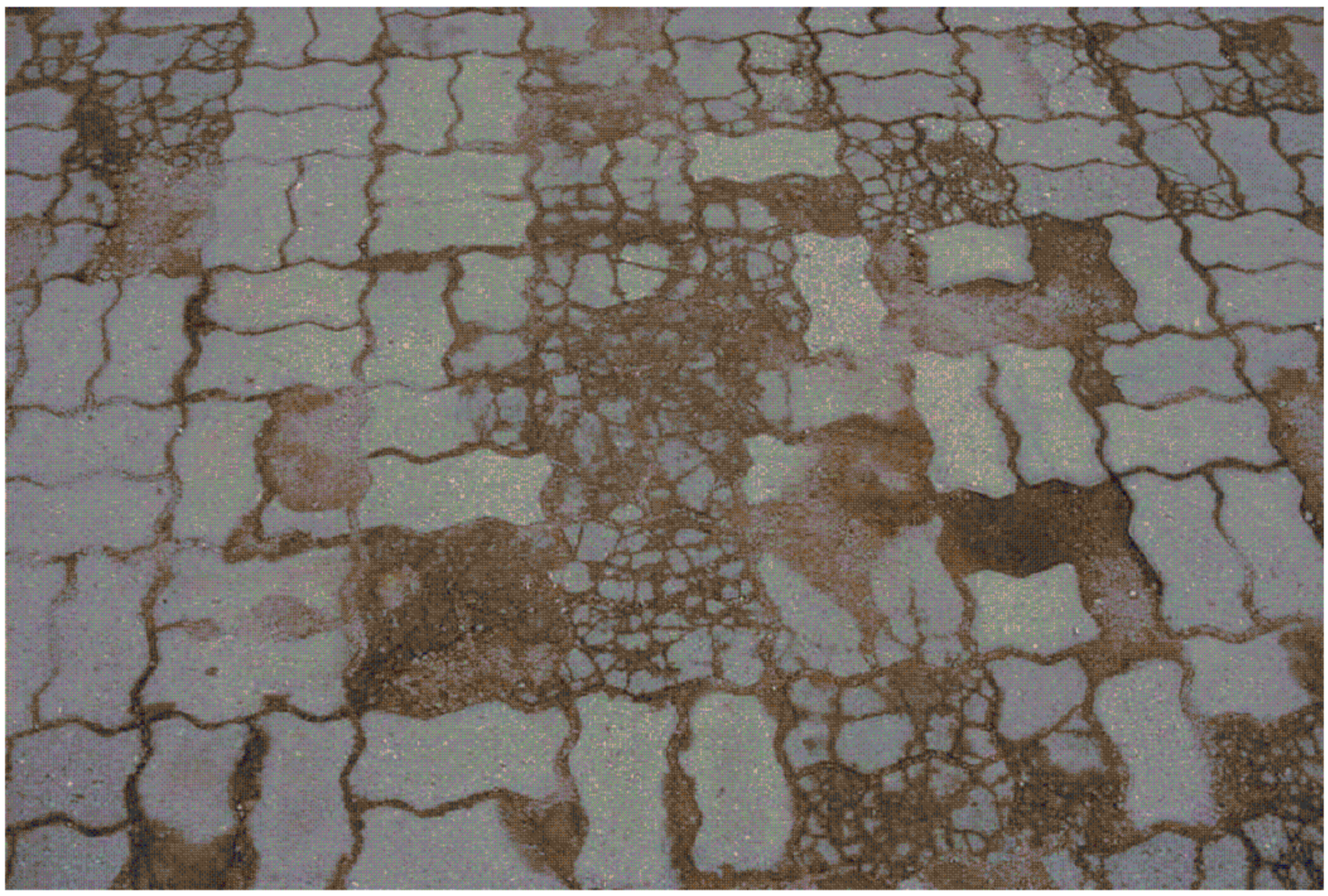
○ 설계중 노선 : '03 준공노선부터 적용

○ 설계완료후 미발주 또는 공사중 노선

: 공사주관(시행)부서에서 적용 여부 판단

붙 임 # 1 휴게소 ILP포장 파손 사진대지

내 용	I.L.P 포장 파손부 전경



내 용	I.L.P 포장 파손부 근경

내 용	I.L.P 포장 단차

내 용	I.L.P 포장 부분 침하

내 용	주차구역 침하 및 파손

내 용	I.L.P 블록 표면 탈색으로 인한 미관불량

붙 임 # 2. 기존 휴게소 포장형식

휴게소 포장 형식

노 선	휴게소명	포장형식				비고
		I.L.P	Ascon	Con'c	I.L.P+Con'c	
경부선	서울(만남의광장)	○				
	죽전(상)			○		
	기흥(하)	○				
	안성(상, 하)	○				
	입장(상)	○				
	망향(하)		○			
	천안(상, 하)	○				
	옥산(상, 하)		○			
	죽암(상)		○			
	죽암(하)	○				
	신탄진(상)	○				
	옥천(상, 하)	○				
	금강(하)		○			
	황간(상, 하)	○				
	추풍령(상, 하)		○			
	칠곡(상)			○		
	칠곡(하)				○	
	경산(상)		○			
	평사(하)			○		
	건천(상, 하)	○				
	언양(상, 하)		○			

노 선	휴게소명	포장형식				비고
		I.L.P	Ascon	Con′c	I.L.P+Con′c	
호남선	계룡(상)	○				
	별곡(하)	○				
	양촌(상)	○				
	여산(상, 하)		○			
	정읍(상, 하)			○		
	백양사(상, 하)	○				
	곡성(상, 하)	○				
	주암(상, 하)	○				
	순천(하)	○				
영동· 동해선	용인(상, 하)	○				
	여주(상, 하)		○			
	문막(상, 하)	○				
	소사(상, 하)		○			
	평창(상, 하)	○				
	대관령(상, 하)		○			
	강릉(상, 하)	○				
	동해(상)	○				
	동해(하)		○			
남해선	섬진강(상, 하)		○			
	사천(상, 하)	○				
	문산(상)	○				
	남강(상)		○			
	남강(하)			○		
	진영(상)			○		
	진영(하)	○				
남해지선	장유(하)			○		

노 선	휴게소명	포 장 형 식				비고
		I.L.P	Ascon	Con'c	I.L.P+Con'c	
구마선	현풍(상, 하)			○		
	영산(하)	○				
	칠서(상)	○				
88 올림픽선	논공(하)			○		
	거창(상, 하)			○		
	죽산(하)	○				
	지리산(상, 하)	○				
	남원(상)			○		
중부선	동서울(만남의광장)	○				
	이천(상, 하)	○				
	음성(상, 하)	○				
	오창(상, 하)	○				
서해안선	화성(상, 하)	○				
	행담도	○				
	서산(상, 하)	○				
	대천(상, 하)	○				
	군산(상, 하)	○				
	고창(상, 하)	○				
	함평(상, 하)	○				
중앙선	군위(상, 하)	○				
	낙동(상, 하)	○				
	단양(상, 하)	○				
	치악(상, 하)	○				
	홍천강(하)	○				
중부 내륙선	선산(상, 하)	○				
	영산(하)	○				
	칠서(상)	○				
	현풍(상, 하)	○			○	
	양평(상, 하)	○				
대전 ~통영선	산청(상, 하)	○				
계		**82**	**22**	**14**	**1**	

붙 임 # 3 유지관리부서 의견조회 공문

"정품 S/W를 사용합시다"

한 국 도 로 공 사

중부지역본부

정보통신망

우 465-190/ 경기도 하남시 감일동 133-3/ 전화 02-2225-8263/ 전송 02-2225-8489
도로부 부장 윤문호 대리 정시몬 담당자 윤효종 (null@freeway.co.kr)

문서번호: 중부도07118-30398

시행일자: 2002.08.02(1년)

공개여부(공개 **)**

경 유:

수 신: 사 장

참 조: 설계처장

선람			지시		
접수	일자 시간	2002.08.02	결재·공람		
	번호	36914			
처리부(과)		도로설계부			
담당자		정수호			

제 목: 휴게소 주차장 포장공법 의견보고

1. 설계도10207-30255호('02. 7. 23)의 관련입니다.

2. 휴게소 주차장 포장공법인 ILP포장에 대한 우리본부 의견을 붙임과 같이 보고합니다.

붙 임: 휴게소 주차장 포장공법 의견 1부. 끝.

중 부 지 역 본 부 장

전결 기술처장

휴게소 주차장 포장공법 의견

구 분	세 부 내 용	비 고
ILP공법 문제점	o 포장파손 정도 및 원인 - 소량의 부분적인 파손 과다발생 - 차량운행 구간은 침하발생하고 동절기 빙판으로 사고위험 - 포장특성상 평탄성이 전반적으로 불량 o 미 관 - 초기미관은 양호 - 블록 파손시 조각조각으로 파손되고, 부분파손에 따른 미관 극히 불량 - 소량파손부 일부보수에 따른 블록의 색상차이로 미관불량 o 시공성 및 유지관리 - 소량의 부분보수에 따른 보수기간 과다소요 [총2,000㎡ 보수(1개소 5㎡)에 약 1~2개월 소요] - 휴게소 진출입로 보수시 차단작업에 어려움 - 휴게소 운영자와의 보수주체 문제로 사업추진 차질 - 소량구간 보수로 침하예측이 어려워 평탄성 확보가 어렵고, 보수후 추가침하등 하자발생이 높음. - 소량파손이라 하더라도, 평탄성 확보 및 시공성을 위하여 일정 면적의 보수필요 o 기타(개선사항등)	
추천공법 및 사유	o Con'c 포장 : 공사비보통, 유지관리 양호, 미관보통, 보수곤란 o Ascon 포장 : 공사비저렴, 유지관리 불량, 미관보통, 보수양호 o 칼라투수콘 포장 : 공사비 고가, 유지관리 불량, 미관양호, 보수곤란	

"정품 S/W를 사용합시다"

한 국 도 로 공 사

경북지역본부

정보통신망

우 702-240/ 대구광역시 북구 관음동 875/ 전화 053)320-9388(388)/ 전송 053)320-9358(358)
공사부 부장 이성근 과장 김형수 담당자 김상백 (ksbag@freeway.co.kr)

문서번호: 경북공10207-30164

시행일자: 2002.08.09(3년)

공개여부(공개 **)**

경 유:

수 신: 사 장

참 조: 설계처장

선람			지시		
접수	일자 시간	2002.08.09	결재·공람		
	번호	37147			
처리부(과)		도로설계부			
담당자		정수호			

제 목: 휴게소 주차장 포장공법 의견회신

1. 설계도10207-30255호('02.7.23)의 관련입니다.

2. 휴게소 주차장 포장공법으로 현재 운용중인 ILP(인터록킹블럭포장)공법에 대한 우리본부의 의견을 붙임과 같이 회신하오니 업무에 참고하시기 바랍니다.

붙 임 : 휴게소 포장공법 의견 1부. 끝.

경 북 지 역 본 부 장

전결 기술처장

붙 임#

휴게소 주차장 포장공법 의견

구 분	세 부 내 용	비 고
ILP 공법 문제점	O 포장파손 상태 - 중차량의 반복하중에 의한 부분 파손 발생 - 포장침하(주로 화물주차구역)로 인한 물고임부 발생 - 배수로 인접 ILP블록 하부 아스콘 기층 손상 O 유지관리 측면 - 개통초기 ILP블록 색상에 의한 주차구역 구분으로 미관 양호하나, 공용중 일부 블록색상 탈색으로 인한 미관 다소 불량 - 주차구역외 일부 블록사이 잡초 발생	
추천공법 및 사유	O 현행 공법(ILP포장) 유지 - 사 유 · 휴게소 미관 및 노면배수 양호 · 주차차량 유류로 인한 포장파손에 유리(Ascon 대비) · 파손시 유지보수 용이 **O ILP포장 개선(보완)사항** - 포장 부분파손 및 침하방지를 위한 ILP포장 하부단면 보강 필요 예) 현 연성포장인 아스콘기층에서 강성인 콘크리트 포장으로 변경 등 - 기타 보완 사항 · 주차장 ILP포장과 진출입로 아스콘포장과의 접속부 파손 방지를 위한 보완(접속부 콘크리트 시공 등) · 시공시 자재선정 철저로 ILP블록 파손 및 탈색 예방 O 기타 추천공법 의견 - 대형차량 주차구역 ⇒ 콘크리트 포장 소형차량 주차구역 ⇒ ILP포장	

"정품 S/W를 사용합시다"

한 국 도 로 공 사

경남지역본부

정보통신망

우 641-863/ 경남 창원시 동읍 송정리 10-2번지/ 전화 (055)250-7268/ 전송 (055)250-7323
도로부 과장 김영수 담당자 서봉교 (null@freeway.co.kr)

문서번호: 경남도10207-30312

시행일자: 2002.08.28(3년)

공개여부(공개 **)**

경 유:

수 신: 사 장

참 조: 설계처

선람			지시		
접수	일자 시간	2002.08.29	결재·공람		
	번호	37656			
처리부(과)		도로설계부			
담당자		정수호			

제 목: 휴게소 주차장 포장공법 의견 제출

1. 설계도10207-30255(2002.07.23)의 관련입니다.

2. 경남지역본부 관내 휴게소 주차장의 ILP(인터록킹블럭포장)공법에 대한문제점 및 개선 의견을 붙임과 같이 제출합니다.

붙 임 : 1. 휴게소 주차장 포장공법에 대한 의견 1부.

2. 사진첩 1부. 끝.

경 남 지 역 본 부 장

전결 기술처장

1. 휴게소 광장부 포장 의견

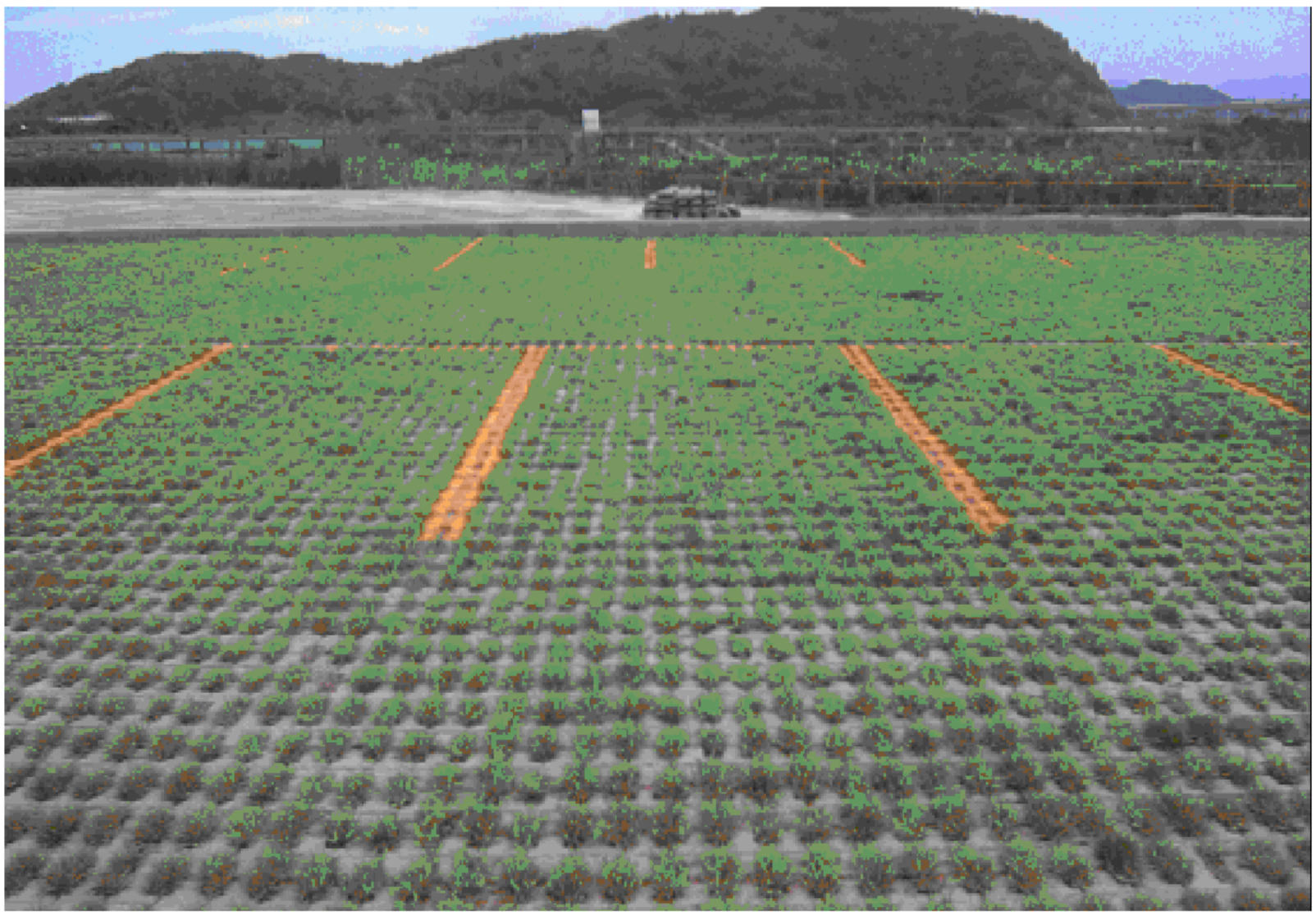
구 분	휴게소 주차장 부 포장공법 의견	비 고
ILP공법 문제점	- 포장파손 정도 및 원인 · 차량하중에 의한 부분파손 및 침하 · 침하부가 산재되어 있어 물고임 및 평탄성 불량 · 침투수에 의한 부분침하로 단차 발생 - 미 관 · 일반적인 아스콘, 콘크리트 포장 보다는 미관 양호 · 소규모 파손 및 침하부 발생시 미관불량 - 시공성 및 유지관리 · 블럭파손부 보수시 많은 인원과 숙련공 필요 · Con'c나 아스팔트에 비해 잦은 파손 및 부분침하 발생 · 산발적인 파손으로 유지보수 시기모호 및 관리불량 - 기타(개선사항등) · 중차량 하중에 충분한 내력을 가질수 있는 ILP 포장블록의 강도 증진 · 중차량 부분의 포장을 콘크리트로 나누어 시공 · 광장부 포장시 기층에 대한 다짐 주의 및 침하 발생에 대한 지침 수립	
추천공법 및 사유	- ILP 소형 승용차 주차구역은 ILP포장을 중차량 주차구역은 Con'c 포장으로 시행 - Con'c공법 · 휴게소 차량의 통행빈도를 고려 휴게소 포장에 대한 적정한 설계방법 정립으로 내구성과 장래 유지보수 작업의 효율성이 우수한 콘크리트 포장공법이 좋을것으로 사료됨. - Ascon공법	

2. 휴게소 광장부 포장 보수실적

구 분	보수시기	위 치	물 량	공사비 (천원)	비 고
경남본부 창녕지사	2001년 9월	영산휴게소 외3개소	1,884㎡	50,165	

붙 임 # 4 잔디블럭 포장 사진대지

위 치	광릉 수목원('03. 9 시공)

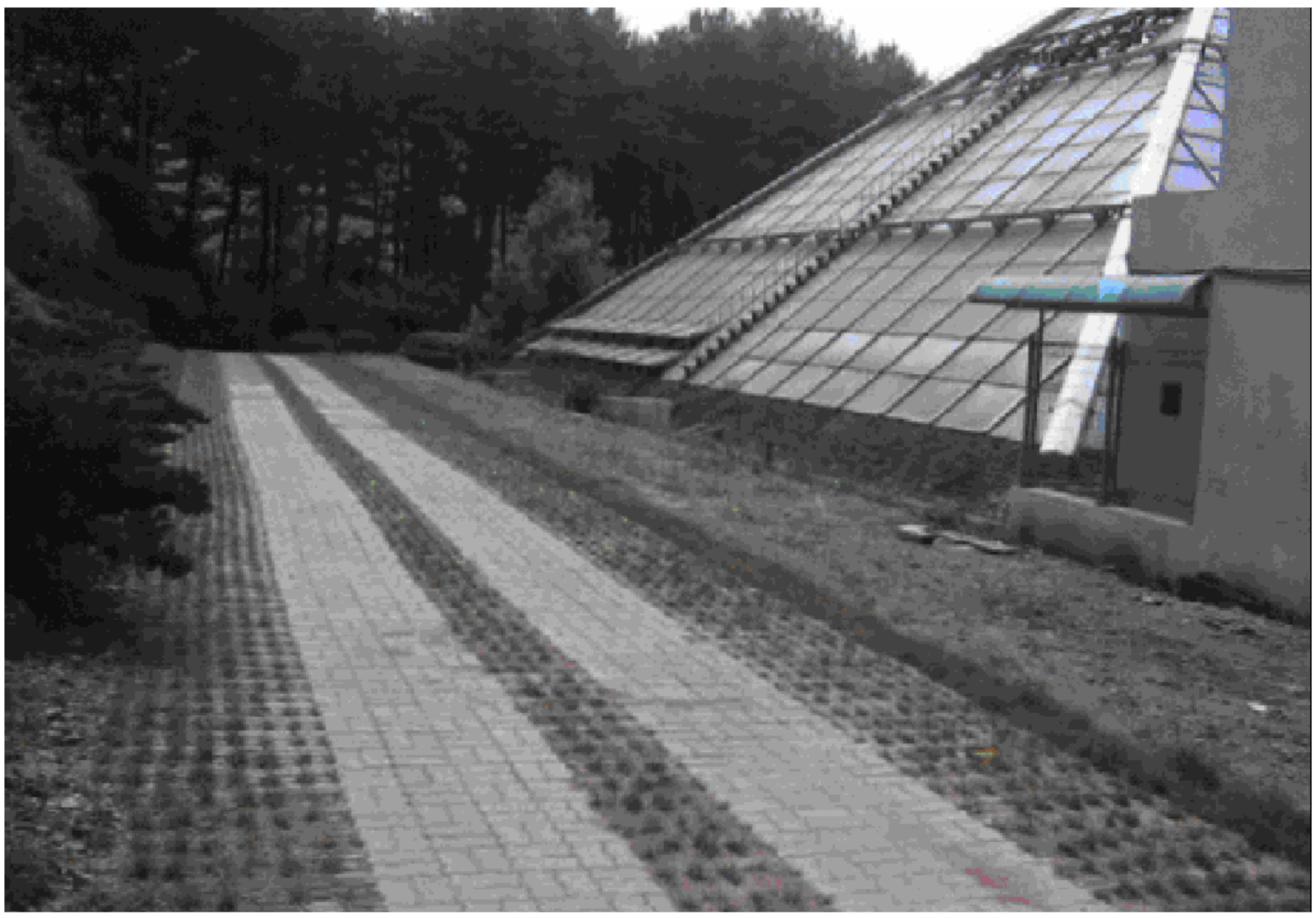


위 치	강서지구 생태습지 및 체육공원

위 치	구룡산 주차장

위 치	청계산 주차장

위 치	시화호 환경 생태관



위 치	광릉 수목원

휴게소 포장공법 검토 (요약)

ㅇ현행포장공법 : 대부분 ILP공법으로 설계중

ㅇ유지관리부서의견

- 대형차 구역 : 무근콘크리트포장
- 소형차 구역 : ILP포장

ㅇ설문조사(457명)

- 대형차 구역 : 무근콘크리트포장(67%)
- 소형차 구역 : ILP포장(47%), 아스콘포장(32%)

※ 기타 : 소형차 구역은 친환경적이고 미관이 우수한 공법 적용 의견 제시
(칼라아스콘, 잔디블록공법등)

ㅇ검토결론

- 대형차 구역 : 무근콘크리트포장
- 소형차 구역 : 칼라아스콘포장을 원칙으로 하되 여건에 따라 일반ILP,
무근콘크리트, 잔디블럭공법 적용 가능

★기안자	부 장	처 장
김명찬	나승균	이 동 희
협 조	영업처장 : 양한승 도로처장 : 박경설 교통처장 : 김기동 시설처장 : 손고상시 건설계획처장 : 김종수	

문서번호	설계설10201-467
보존기간	10년
결재일자	2003. 11. 27
공개여부	공 개

요금소 및 개구부 설치기준 검토(안)

도로설계부장 : 신동우
구조설계부장 : 김명호

2003. 11

한국도로공사

KOREA
HIGHWAY
CORPORATION

설 계 처

1. 검토 목적

○ 요금소 광장부에 비고정식 분리시설(Precast 또는 P·E방호벽) 설치로 인한 요금소 운용 애로사항을 개선하고 향후 확대 적용이 예상되는 High-pass 전용차로의 횡단폭원을 증대하여 요금소 구간의 도로 안전성, 관리 효율성을 제고코자 함

2. 현 기준 및 문제점

가. 현 설계기준

■ **요금소 개구부**

○ Island 이외의 구간을 비고정식 분리대 처리(Precast Con'c, P · E방호벽 또는 P · E드럼을 설치)

■ **하이패스 전용차로**

○ 일반차로(3.0m 폭원)로 운용중(요금소 설치 이후 High-Pass차로 도입에 따라 차로협소 불가피)

나. 문 제 점

■ **요금소 개구부**

○ 적정연장 검토 없이 Toll Island부 이외구간 Open 처리(교통안전 문제내포, Portable Barrier 설치비 고가)

■ **하이패스 전용차로**

○ 현재 통과속도(60km/h 내외)에 비하여 차로폭원 협소

3. 검토내용

가. 하이패스 및 전자지불 시스템

■ 하이패스 및 전자지불 시스템 도입계획

구 분		1단계	2단계	3단계
내 용		판교, 청계, 성남 영업소(3개소)	수도권 개방식영업소 확대(10개소)	폐쇄식영업소 및 전국확대
도입시기	하이패스	2003년	2004년	2005년이후
	전자지불	2003년	2004~2005년	2006년이후

■ 처리대수 및 시간

TCS	전자지불	하이패스
o개방식 : 450대/시(8초) o폐쇄식 -입구 : 600대/시 (6초) -출구 : 257대/시(14초)	o 개방식 - 600대/시(6초)	o 개방식 - 1,400~1,800대/시 (대당2~2.5초)

■ 차로구성

○ 하이패스는 개방식 및 대규모 폐쇄식 영업소에서 전용차로 이용

○ 전자지불은 일반차로 이용

나. 개구부 연장

■ 요금소 가변차로 이용율 현황(별첨2 참조)

○ 대형영업소를 제외하고는 요금소 가변차로 운용이 저조함(21.5%)

○ 하이패스 및 전자지불 시스템의 도입 확대시 가변차로 이용은 현재보다 더욱 감소할 것으로 판단 됨.

■ 본선요금소

○ 하이패스 전용차로를 1차로에 설치하므로 가변차로 운용 불가

○ 비상시 긴급차량등의 이용을 위해 **요금소 아일랜드 30m 전방까지 고정식 분리대를 설치**

○ 고정식 분리대 끝단에서 24m구간은 하이패스 이용차량의 대향차로 이탈방지를 위하여 Precast Con'c 방호벽(H=0.81m)으로 차단

○ PC방호벽 끝단에서 요금소 아일랜드까지 6m구간은 P·E방호벽으로 차단

■ IC 요금소

○ 하이패스 전용차로 설치여부를 각 IC별 교통특성에 따라 결정하므로 가변차로를 운용하는 것으로 검토.

> **가변차로 1차로 설치 소요연장 (도로설계요령 '01)**
>
> - IC 영업소 테이퍼 접속률 : 1/5 이하 (부득이한경우 1/3)
>
> 차로폭이 5m이므로 5×5 = **25m**
>
> - 요금소 대기차량 **1대(5m)**
>
> - **총연장 : 30m**

○ **가변차로는 1차로를 운용**하는 것으로 하며, 이를위해 **요금소 아일랜드 30m 전방까지 고정식 분리대를 설치**

○ 고정식 분리대 끝단에서 요금소 아일랜드까지 30m구간은 개구처리하고 가변운용 가능토록 P·E방호벽 설치

다. 하이패스전용차로 폭

○ 기존 차로폭 3.0m는 고속주행하는 하이패스 차로폭으로는 협소

○ 해외사례(일본)

- ETC(하이패스) 설계기준 : 차로폭 3.5m 원칙
- 본선요금소 구간 규제속도 : 40km/hr

○ High-Pass차로 좌우 Island와 부속시설에 의한 심리적 안정감을 고려하여 **차로폭을 4.0m로 적용**

4. 검토결과

가. 개구부 연장

■ **본선 요금소(진입부 및 진출부)**

○ **요금소 아일랜드 30m 전방까지 고정식 분리대를 설치**

○ 고정식 분리대 끝단에서 24m구간은 Precast Con'c 방호벽(H=0.81m)으로 차단

○ PC방호벽 끝단에서 요금소 아일랜드까지 6m구간은 P·E방호벽으로 차단

■ **IC 요금소(진입부 및 진출부)**

○ **요금소 아일랜드 30m 전방까지 고정식 분리대를 설치**

○ 고정식 분리대 끝단에서 요금소 아일랜드까지 30m구간은 P·E방호벽 설치

나. 하이패스전용차로 폭

○ **폭원을 4.0m 적용**

5. 적용방안

○ 현재 시공중 노선 : 현장여건을 감안하여 적용

○ 실시설계중 노선 및 미발주 노선 : 본 방침 적용

별 첨 1

□ 형식별 공사비 비교(100m의 경우)

형 식	연 장 (m)	공 사 비		증·감 (①대비)	절감액	총절감액 (제잡비 포함)
		단 가	금 액			
콘크리트 소분리대	100	18,547	1,854,700	-	-	
Precast 방호벽	100	66,863	6,686,300	4,831,600	231,917천원	3.5억원
P.E 방호벽	100	152,992	15,299,200	13,444,500	645,336천원	9.7억원

별 첨 2

□ 현행 영업소 가변차로 운용현황

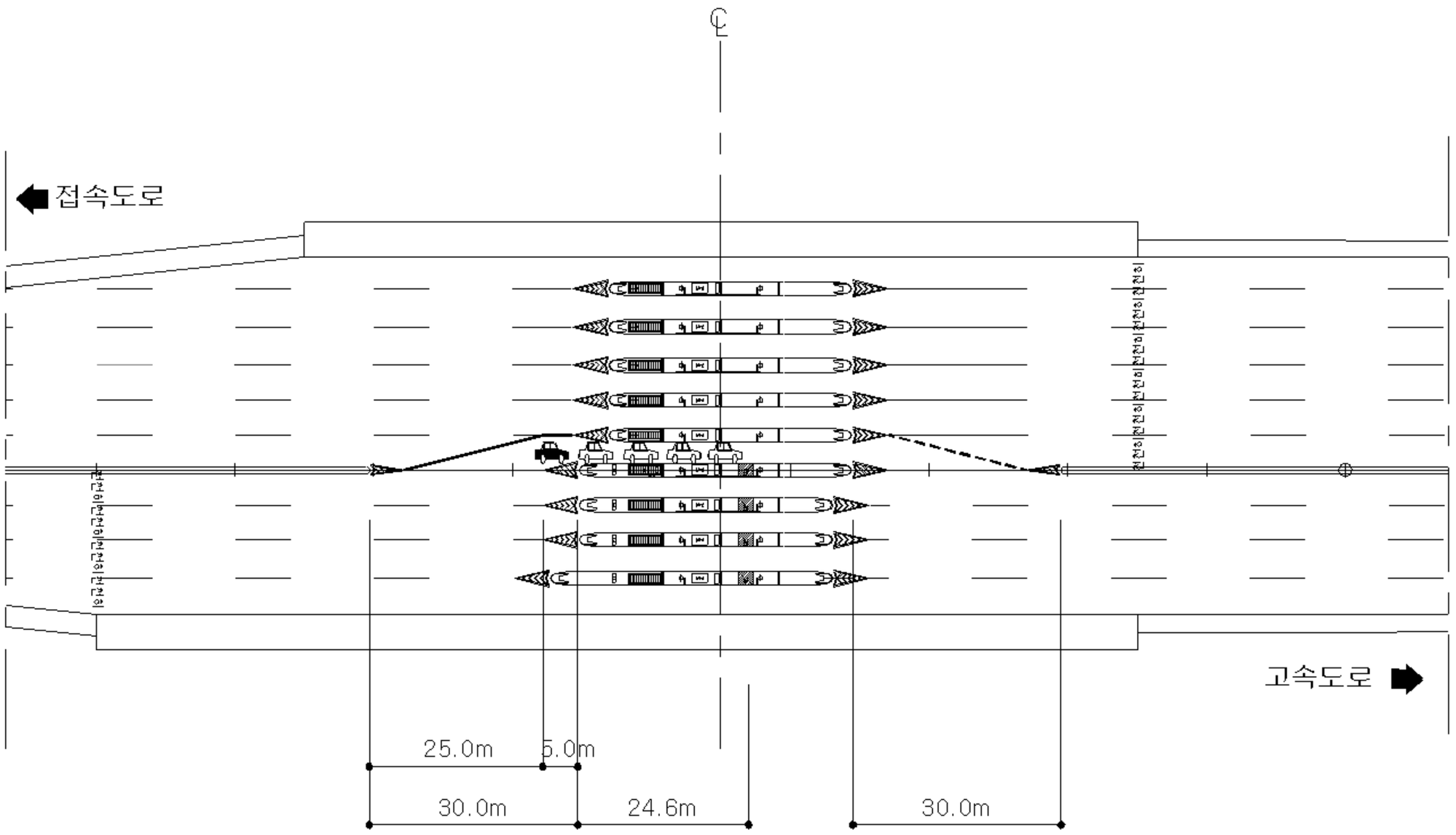
형 식	지역본부	영업소 (개 소)	가변차로 운용(개소)		비고
			미실시	실 시	
폐쇄식	중 부	31	17	14	가변차로 운용비율 : 21.5%
	강 원	24	22	2	
	충 청	38	30	8	
	호 남	41	40	1	
	경 북	31	23	8	
	경 남	45	31	14	
	소 계	210	163	47	
개방식	중 부	10	9	1	
	강 원	1	1	-	
	호 남	1	1	-	
	경 남	1	1	-	
	소 계	13	12	1	
합 계		**223**	**175**	**48**	

○ 상기 가변차로를 운용하는 48개 영업소중 서울(7차로),서서울(5차로),서부산(4차로)등 7개 영업소를 제외한 41개 영업소는 1~2차로(1차로:33개소, 2차로:8개소)만 가변차로로 운용

별 첨 3

□ 개 요 도

SCALE = 1 : 1,200



감 사
김영길

문서번호	건설원1001-1129
보존기간	5년
결재일자	02.12.30
공개여부	공개

과 장	부 장	팀 장	처 장	본부장

협조 도로처장 : 건설관리처장 :

설계처장 : 이 홍 희

터널 굴착지반 구배 조정 검토

2002. 12

목 차

1. 목 적
2. 배경 및 설계기준
3. 개선 방안 검토
4. 검 토 결 론

한국도로공사

KOREA HIGHWAY CORPORATION

건 설 계 획 처

1. 목　　적

현행 표준도의 터널 굴착 지반선 구배를 합리적으로 조정함으로써 시공성과 경제성을 감안한 고효율 고속도로 건설에 기여코자 함.

2. 배경 및 설계기준

가. 검토배경

- 터널바닥 굴착 구배와 포장면 구배 상이
- 굴착시 발생되는 지하 용수량 및 시공조건을 고려치 않은 일률적 구배 기준

나. 현 설계기준

도로설계 일반내용

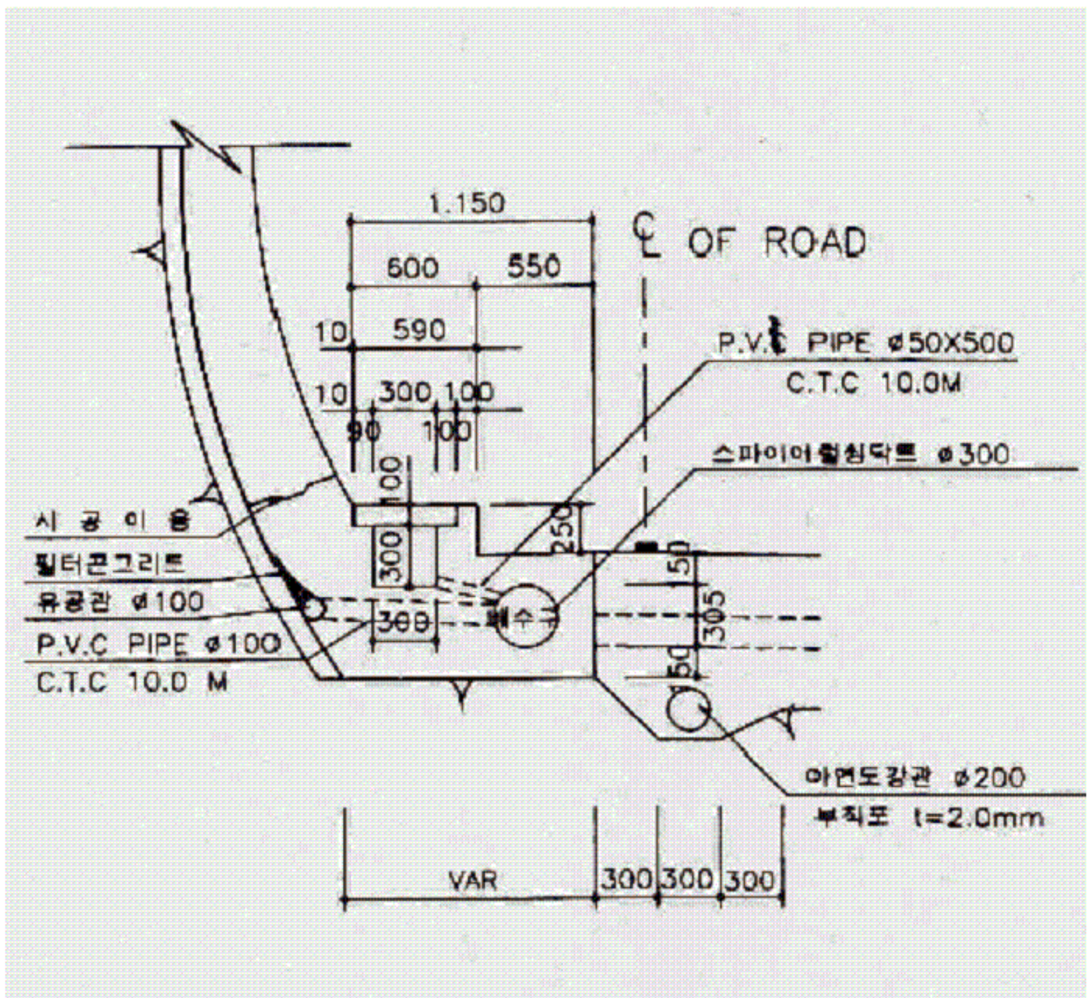
◎ 지반에서 용수를 원활히 배수하고 라이닝 면에서 누수가 생기지 않도록 적절한 방수공, 배수공을 설계하여야한다 ⇒ **터널배면 배수 처리**

◎ 원 지반에서의 용수나 터널 안의 노면수는 정체하지 않고 속히 터널 밖으로 배출할 수 있도록 배수공을 설계하여야한다. ⇒ **터널 노면배수**

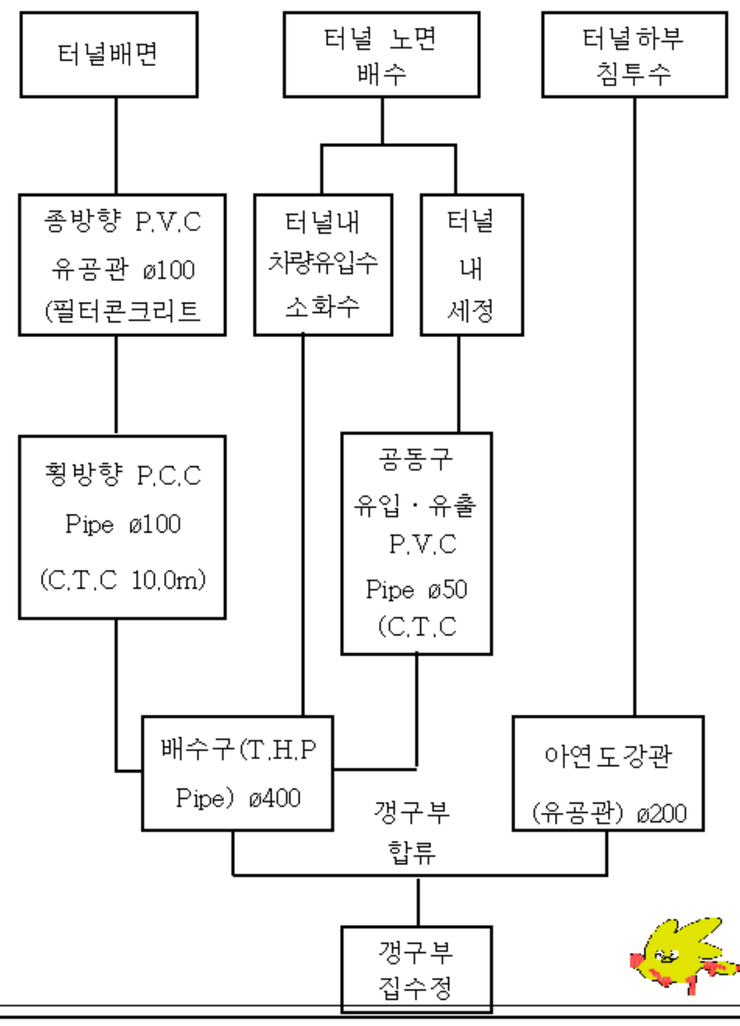
◎ 굴착면에서 용수가 나올때는 필요에 따라 용수 처리공을 설계하여야 한다.

⇒ **터널하부 침투수 및 굴착중 배수처리**

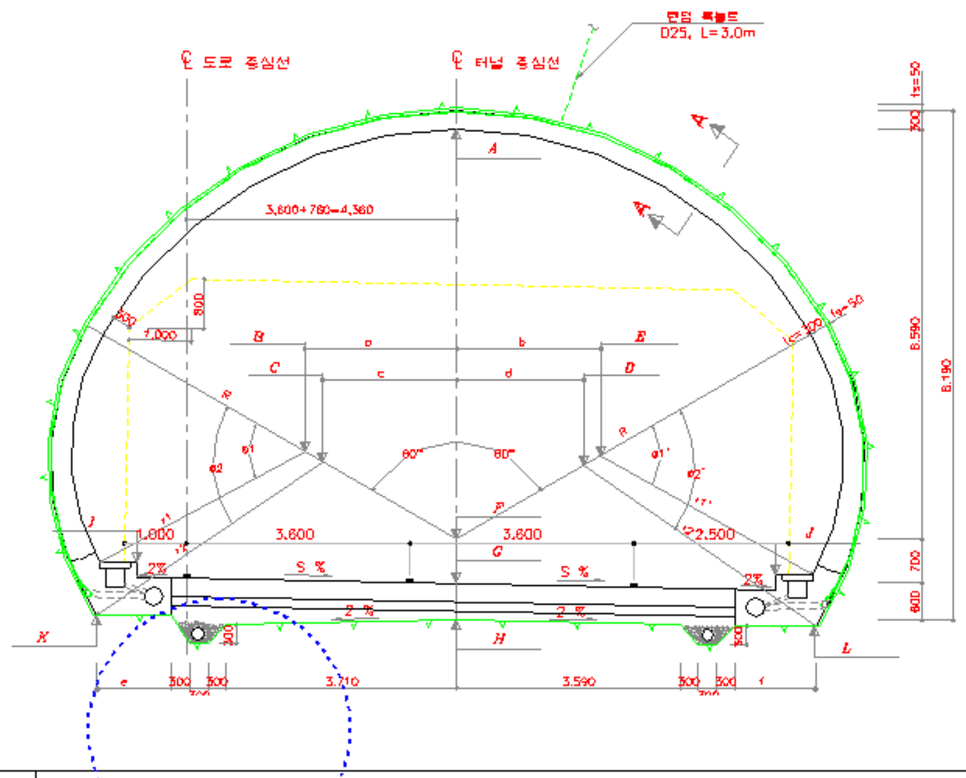
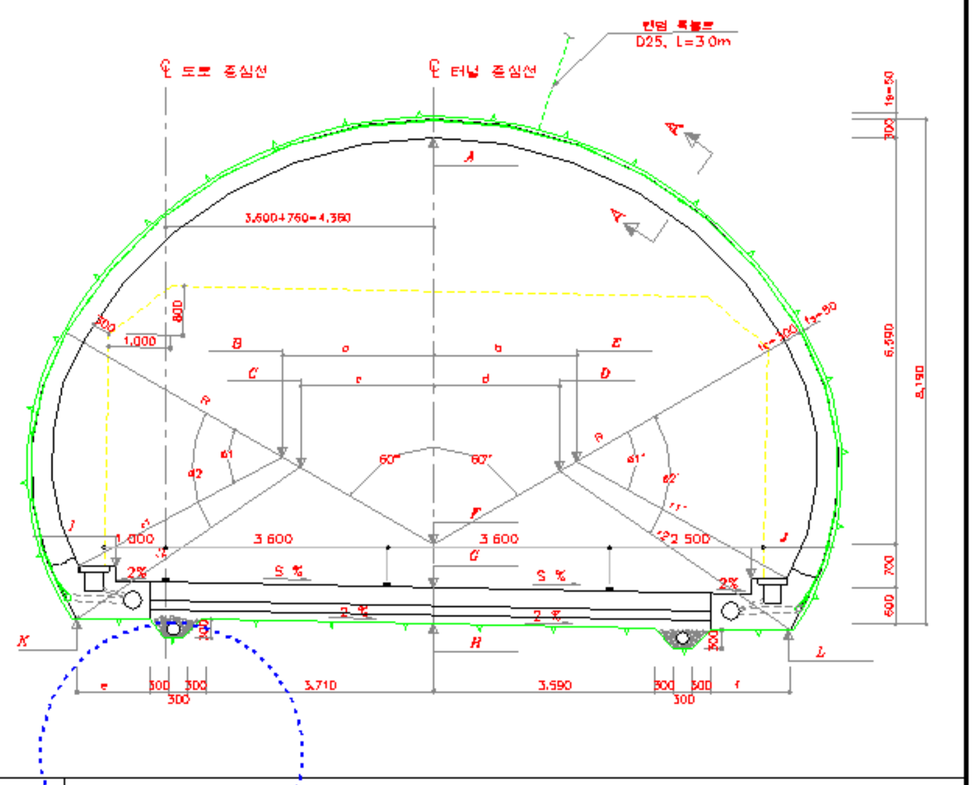
○ 배수단면도



○ 배수흐름도



3. 개선방안 검토

<table>
<tr><th>현 행</th><th>개 선</th></tr>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>상세 1</td><td>상세 2</td></tr>
<tr><td>상 세 1</td><td>상 세 2</td></tr>
<tr><td>포장면과 역구배</td><td>포장면과 동일구배</td></tr>
<tr><td>장·단점</td><td></td></tr>
<tr><td>· 굴착구배와 포장구배 상이
· 굴착량 다소 많음
· 역구배 암굴착 시공이 곤란함
· 굴착시 용수 배수효과 다소 유리
(일반적으로 용수가 많지 않음)
· 경제적으로 다소 불리</td><td>· 굴착구배와 포장구배 동일
· 굴착량 적음(△0.34㎥/m)
· 암굴착 시공성 유리함
· 굴착시 용수 배수효과 다소 불리
· 경제적으로 유리
(△16백만원/km)</td></tr>
</table>

4. 검토결론

o 터널 굴착지반을 포장면 구배로 조정하여도 터널배수에 문제없고, 현행 도면대로 시공하는 것이 곤란하므로 경제성을 감안하여 현재 미시공 및 설계중인 터널부터 굴착 구배를 포장면 구배로 조정토록 함이 타당함.(별첨2 참조)

구 분	현 행	개 선	절 감	비 고
굴착량(㎥/m당)	98.095	97.755	0.34	2차선 T- 4기준
공 사 비(km당)	4,543백만원	4,523백만원	△ 16백만원	설계가 대비 잡비50%포함
절감 기대액			**△ 36억원**	

o 단, 터널의 원활한 배수를 위하여 3차로 이상 및 용수가 많은 2차로 터널 입·출구(50m)는 현행 기준 적용이 바람직함. (별첨1 참조)

⇒ 2차로 표준 구배에 대하여 적용함.

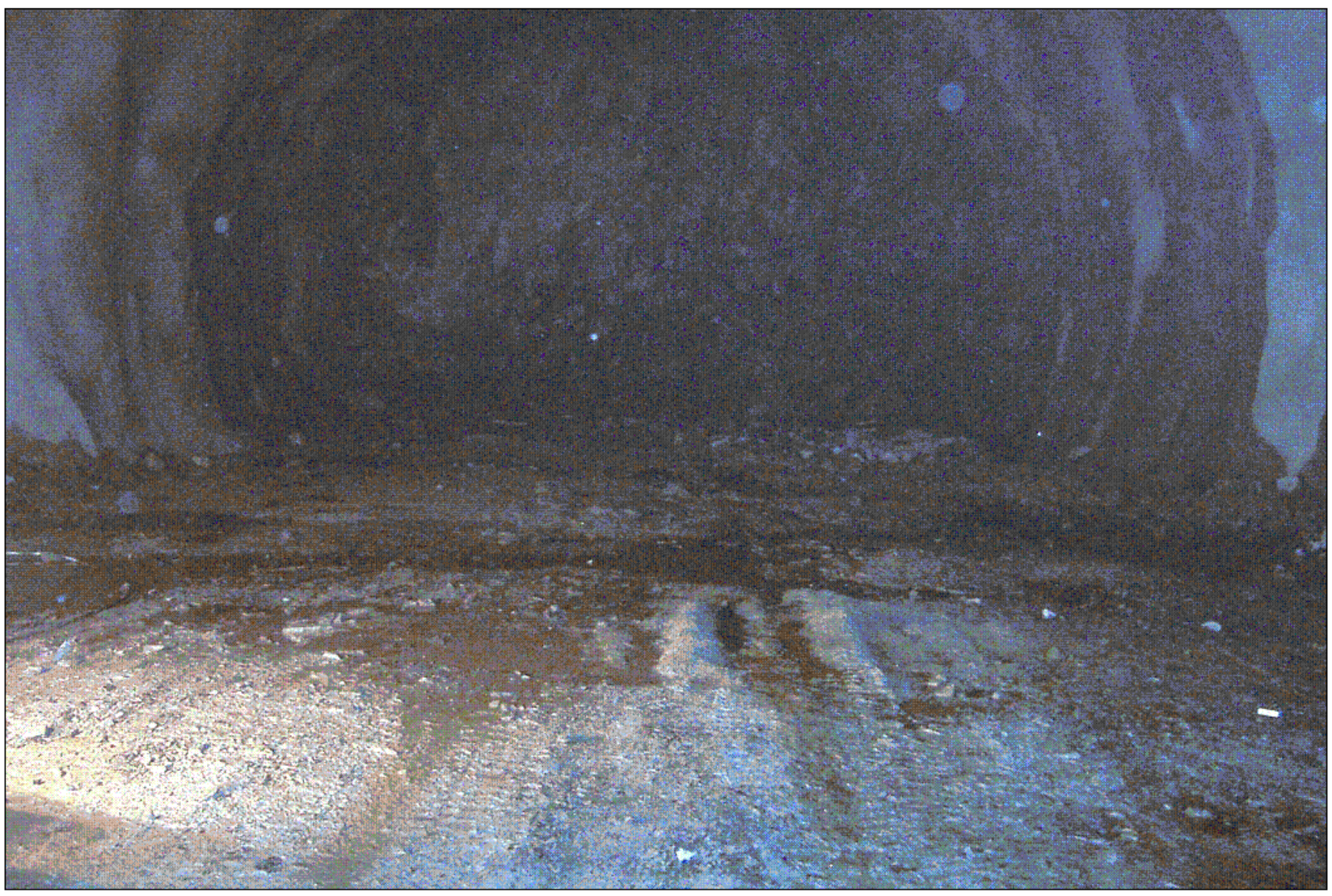
첨 부 : 1. 터널 굴착 단면도

2. 경제성 분석

3. 터널 굴착 사진첩

사 진 대 지

위 치	중부내륙 장연터널	촬영일시	2002. 11.
내 용	터널내부 배수구 설치 전경		



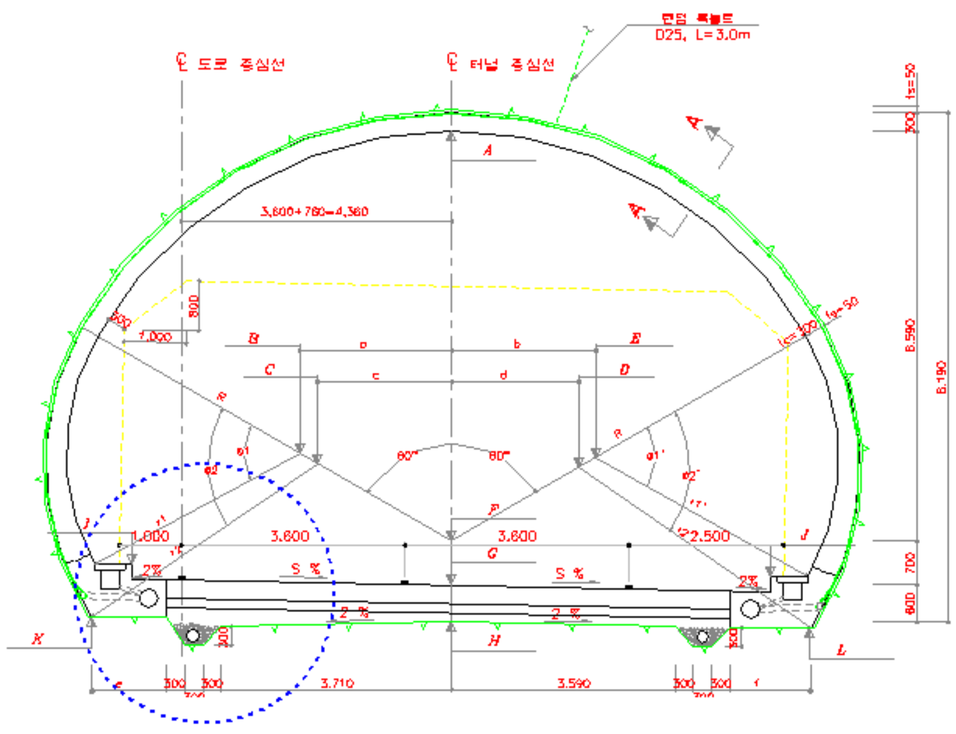
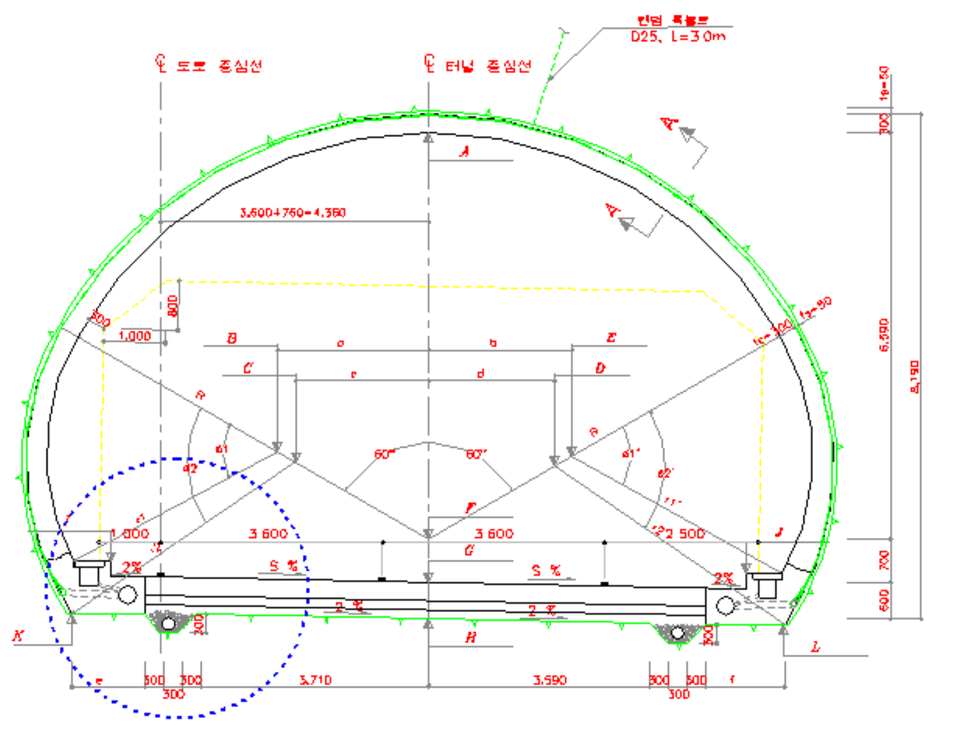
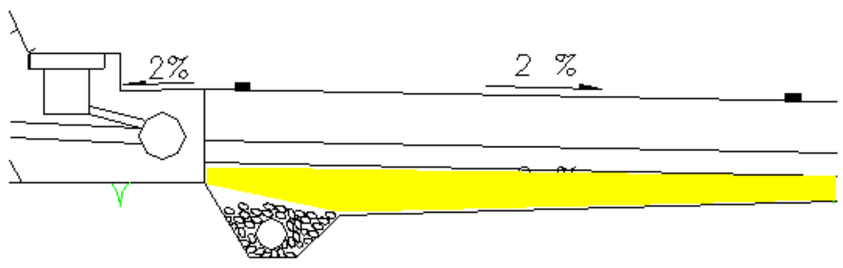
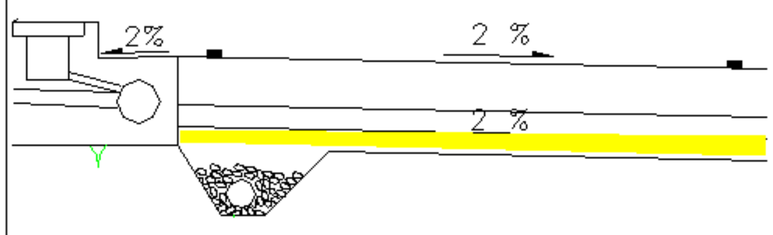
위 치	중부내륙 장연터널	촬영일시	2002. 11.
내 용	터널 막장 전경		

터널 굴착지반 구배 조정 검토

□ 검토 목적

현행 표준도의 터널 굴착 지반선 구배를 합리적으로 조정함으로써 시공성과 경제성을 감안한 고효율 고속도로 건설에 기여코자 함.

□ 개선 방안

<table>
<tr><th colspan="2">현 행</th><th colspan="2">개 선</th></tr>
<tr><td colspan="2">  </td><td colspan="2">  </td></tr>
<tr><td>상
세
1</td><td>  </td><td>상
세
2</td><td>  </td></tr>
<tr><td colspan="2">포장면과 역구배</td><td colspan="2">포장면과 동일구배</td></tr>
</table>

□ 검토 결론

o 미 시공 및 설계중인 터널부터 굴착 구배를 포장면 구배와 동일하게 조정(단, 3차선이상 및 용수가 많은 구간 터널은 현행 기준대로 시행)

o 굴착량 감소로 공사비 절감 **36**억원(16백만원/km)

문서번호	건설지 13105 - 19
보존기간	5 년
결재일자	2003. 3. 15
공개여부	공 개

대 리	과 장	부 장	처 장	본부장
서은철	최민주		정경선	

협조		
	설계처장 : 이동희	도로처장 :
	건설계획처장 :	민자처장 :

고속도로 건설관련

인·허가 자료 관리방안 개선(안)

2003. 3

목 차

□ 검 토 배 경
□ 업무추진과정
□ 문 제 점
□ 개 선 (안)
□ 기 대 효 과

KOREA HIGHWAY CORPORATION

한국도로공사

건 설 관 리 처

□ 검토배경

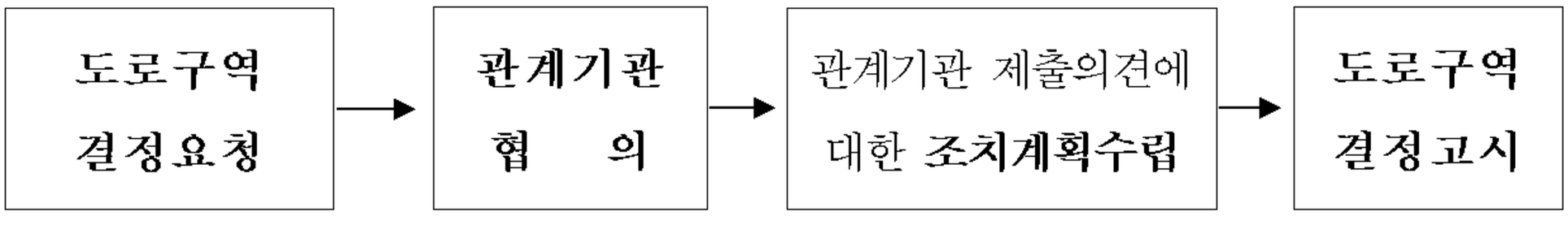
고속도로 건설 및 유지관리 과정에서 발생하는 도로구역 및 각종 인·허가 관련 자료의 효율적인 관리를 도모하고자 함

□ 인허가 업무추진과정 및 구비서류

【 실시설계시 】

○ 필요성 : 고속도로 건설사업 추진을 위한 도로구역결정고시

○ 추진과정 및 구비서류



【제출서류】
- 위 치 도
- 사업계획서
- 도로계획평면도
- 편입용지조서
- 자금계획서
- 관계기관 협의서류

【 협의서류 】
- 도시관리계획 협의서류
- 농지협의서류
- 임야협의서류
- 하천협의서류
- 초지협의서류
- 사방지협의서류
- 소하천협의서류
- 군사협의서류
- 공유수면협의서류
- 광업협의서류
- 산업협의서류

도로구역결정 고시서류

【공 사 단 계】

○ 필요성 : 공사추진을 위한 후속 인·허가업무 및 공사 변경사항에 대한 도로구역결정(변경)

○ 추진과정 및 구비서류

- 공사추진을 위한 후속 인·허가 업무

【공사추진을 위한 후속 인·허가 업무】

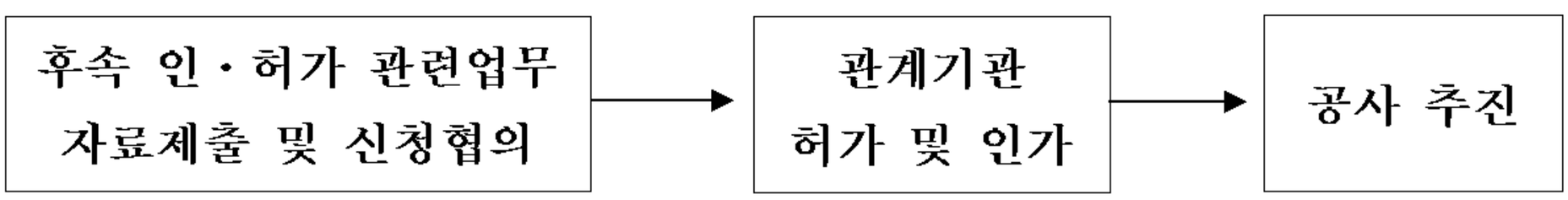
◦ 개발제한구역내 행위허가

◦ 지형도면고시

◦ 자연공원 점용허가

◦ 추가 도시(군)관리계획 결정

◦ 기타 관계기관 협의시 별도 요구 협의사항



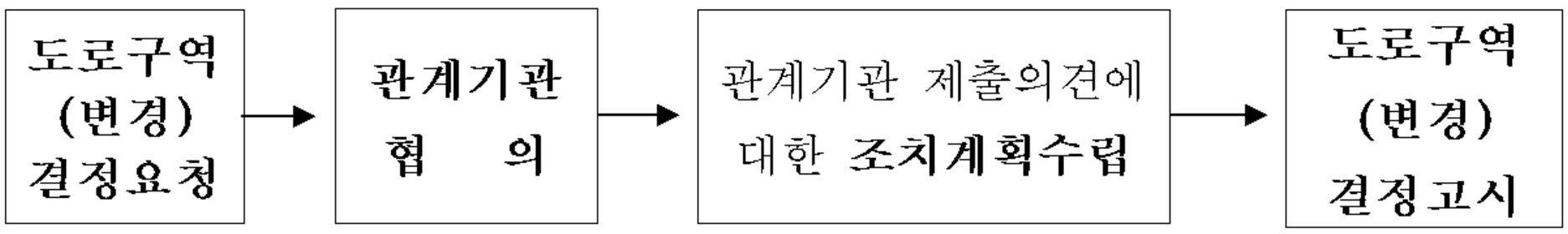
- 공사중 설계변경에 따른 도로구역결정(변경)

【공사단계 도로구역결정(변경) 사유】

◦ 각종 시설물의 계획 변경에 따른 도로편입 용지의 추가 및 해제 (출입시설(JCT, IC), 영업소, 휴게소, 지사 등)

◦ 고속도로 관련 기준(공법)변경에 따른 설계변경

◦ 현지 여건에 따른 설계변경(법면 슬라이딩, 각종 민원 등)



※ 작성서류는 실시설계시 인허가 자료 준비 과정과 동일

【 유지관리시 】

○ 필요성 : 접도구역지정 등 유지관리 관련업무 및 시설개량에 따른 도로구역결정(변경)

○ 추진과정 및 구비서류

- 도로구역 및 접도구역 등 유지관리 업무
  - · 도로구역 점용허가 및 관리
  - · 접도구역 관리

- 고속도로 시설개량 및 신설에 따른 도로구역(변경)결정

【유지관리시 도로구역결정(변경) 사유】

◦ 출입시설(JCT, IC) 등 각종 고속도로 시설 개량

◦ 영업소, 휴게소, 지사 신설 및 증 개축

도로구역 (변경) 결정요청 →	**관계기관 협 의** →	관계기관 제출의견에 대한 **조치계획수립** →	**도로구역 (변경) 결정고시**

※ 작성서류는 실시설계시 인허가 자료 준비 과정과 동일

□ 문 제 점

【실시설계 완료후 공사착공전】

○ 도로구역결정 관련서류 인계·인수 및 관리 미흡

- 관계기관 협의서류량이 많아(1개노선 협의 첨부물 ≒ 10권) 보관 장소 과다 소요
- 협의서류 첨부물이 개별 작성되어 보관중 부분적인 분실·망실 사례 빈번

○ 실시설계를 완료하고 장시간 경과후 착공되는 노선의 경우 공사 주관부서 미결정에 따른 효율적인 자료의 보관 및 관리 곤란

○ 협의과정에서 보완·수정된 사항(토지내역등)이 일제 정비되지 않은 자료 보관

【공사시행 및 유지관리시】

○ 인허가 관련업무 추진시 당초 협의자료 미비로 업무 추진 곤란

- 당초 협의자료중 필요서류 부재시 건교부 또는 관계기관의 보관 자료를 임의로 빌려 협의자료 작성
- 협의자료 작성시 최초 협의자료의 분실·망실에 따른 활용불가로 후속 인허가 자료 작성시 업무량 과다

○ 후속 인·허가 및 변경 인·허가 추진을 위한 관련자료 작성 편의를 위해 용역추진시 과다 비용 발생

□ 개 선 (안)

【개선방향】

○ 고속도로 설계, 시공 및 유지관리시 각 단계별 인·허가 업무의 관련 자료 구축 및 관리가 용이토록 전자문서화(파일 전산화)

○ 인·허가 관련자료의 표준화 및 전산화를 통한 CD작성

- 보관 및 관리 용이
- 각 단계별 인·허가 업무 추진시 기존 자료 활용 가능

붙 임 #1 인·허가 협의자료 인계 자료 항목
붙 임 #2 인·허가 협의서류 CD 표준화

【단계별 추진 및 개선안】

○ 실시설계 단계

- 인·허가 최종협의 완료 및 고시후 인·허가 협의자료를 CD로 제작하여 실시설계 성과품으로 공사주관부서에 인계
- 인·허가 협의과정에서 추가 요구 또는 보완사항 수정

○ 공사시행 단계

- 실시설계후 인계된 CD를 근거로 공사추진에 필요한 후속 인·허가 업무 자료 작성

·개발제한구역내 행위허가 ·지형도면고시 ·자연공원점용허가
·휴게소 등 건축 인·허가 등

- 공사중 발생하는 인·허가 변경사안 발생시 인계된 CD를 활용하여 관련 협의자료 작성 추진

- 고속도로 건설공사 준공시 인·허가 관련 변경된 자료를 각 변경 고시별로 CD를 작성하여 준공성과품에 포함하여 유지관리 부서로 인계
- 준공전 각 지역별 도로구역 변경사항 일제 반영

○ 유지관리 단계

- 인계된 준공성과품의 인·허가 관련 CD를 활용하여 유지관리 업무 추진(용지 경계 및 접도구역 관리 등)
- 노선 공용중 발생되는 시설개량 및 휴게소 설치 등 인·허가 변경 사안 발생시 인계된 CD를 활용하여 관련자료 작성 추진
- 유지관리 단계에서의 인·허가 변경시 변경된 사항 및 협의내용을 수록한 CD를 작성하여 향후 고속도로 확장 및 추가시설개량 등 추가 인·허가 관련업무 추진시 활용

□ 기대효과

○ 인·허가 관련업무 자료의 DB화로 업무 효율성 제고

- 관련업무 추진에 소요되는 시간 및 비용 절감
- 관련 자료의 보관 및 관리의 용이
- 협의자료의 손·망실 예방 및 보관장소 문제 해소

○ 인·허가 관련 업무의 연속성 유지로 신속한 인·허가 업무 추진

붙 임 #1

인허가 협의자료 인계 자료 항목

구 분	인 계 자 료	비 고
실시설계부서 ⇒ 공사주관부서	◦ 도로구역결정 통보공문 사본 ◦ 도로구역결정 고시문 사본 ◦ 도로구역결정 관보 사본 ◦ 관계기관 협의의견 조치계획 ◦ 도로구역결정 서류 1식 ◦ 관계기관 제출의견 공문 사본 ◦ 도로구역결정 협의서류 및 관련문서 (도시계획, 농지, 임야, 하천, 초지, 사방지 등)	
공사주관부서 ⇒ 유지관리부서	◦ 도로구역결정(변경) 통보공문 사본 ◦ 도로구역결정(변경) 고시문 사본 ◦ 도로구역결정(변경) 관보 사본 ◦ 관계기관 협의의견 조치계획 ◦ 도로구역결정(변경) 서류 1식 ◦ 관계기관 제출의견 공문 사본 ◦ 도로구역결정(변경) 협의서류 및 관련문서 (도시계획, 농지, 임야, 하천, 초지, 사방지 등)	

붙 임 #2

인·허가 협의서류 CD 표준화

□ 표지 작성 요령

○○~○○간 고속도로(○○~○○간) 인허가 협의서류 CD [단계명 기입] 00.00(작성일자) 한국도로공사 [작성기관]

※ 단계명

- 실시설계 완료단계
- 건설공사 00차 변경단계
- 건설공사 준공단계
- 유지관리 00차 변경단계(I/C 건설)

□ 파일 작성 요령

폴 더 명	파 일 명	파일형식	비고
도로구역결정 (변경)현황	위치도(1/50,000 또는 1/25,000)	dwg	CAD
	사업계획서 및 자금계획서	hwp	한글
	도로구역 결정(변경)고시문 및 조치계획	hwp	한글
	관보 게재 내용	jpg	그림파일
	도로구역 결정(변경)도	dwg	CAD
	도로구역 결정(변경)조서	xls	엑셀
참고자료	연결용지도 (용도지역, 지구 및 구역표시) ※ 예) 도시지역,농업진흥지역,보전임지등	dwg	CAD
	휴게소, 지사 편입 현황조서	xls	엑셀
도시(군)관리 계획협의	도시(군)계획시설 결정(변경)조서	hwp	한글
	도시(군)계획시설 결정(변경)도	dwg	CAD
	실시계획인가 편입집계표 및 조서	xls	엑셀
농지협의	농지 편입집계표 및 편입조서 (개량시설부지 및 사실상농지 구분)	xls	엑셀
임야협의	임야 편입집계표 및 조서 (국유림, 보안림등 구분)	xls	엑셀
하천협의	하천 현황조서 (국가하천, 지방1.2급하천구분)	hwp	한글
	하천 편입집계표 및 조서	xls	엑셀
초지협의	초지 편입집계표 및 조서	xls	엑셀

폴 더 명	파 일 명	파일형식	비고
사방지협의	사방지 편입집계표 및 조서	xls	엑셀
소하천협의	소하천 현황조서	hwp	한글
	소하천 편입집계표 및 조서	xls	엑셀
군사협의	군사시설 현황조서	hwp	한글
	군사시설보호구역 편입집계표 및 조서	xls	엑셀
공유수면협의	공유수면 현황조서	hwp	한글
	공유수면 현황도	dwg	CAD
	공유수면 편입집계표 및 조서	xls	엑셀
광업협의	광업권설정 현황조서	hwp	한글
	광업권설정 구역도	dwg	CAD
산업협의	산업단지 편입집계표 및 조서 (국가공단, 지방공단, 농공단지)	xls	엑셀

"국민에게 떳떳하게, 자녀에게 당당하게"

한 국 도 로 공 사

정보통신망

우 461-703/ 경기도 성남시 수정구 금토동 293-1/ 전화 02-2230-4533/ 전송 02-2230-4304
시설처 부장 윤영표 과장 박광용 담당자 이용필 (lkm0008@freeway.co.kr)

문서번호: 시설전09111-30144

시행일자: 2003.03.17(1년)

공개여부(공개 **)**

경 유:

수 신: 수신처 참조

참 조:

선람	처장	이동희	지시		
접수	일자 시간	2003.03.17	결재·공람		
	번호	30228			
처리부(과)		도로설계부		부장	
담당자		김 용		과장	

제 목: 장터널 옥외 연결공동구 설치방법 변경 통보

1. 시설전 09111-137('02.4.9)호의 관련입니다.

2. 장터널 부전기실이 있을 경우 안정적인 전원공급을 위해 부전기실에서 터널내부까지 전원 및 방재용 공급선로 설치방법이 붙임과 같이 변경시행됨을 통보하오니 업무에 참고하기 바랍니다

붙 임 : 부전기실 옥외 연결 공동구 설치기준 변경(안). 끝.

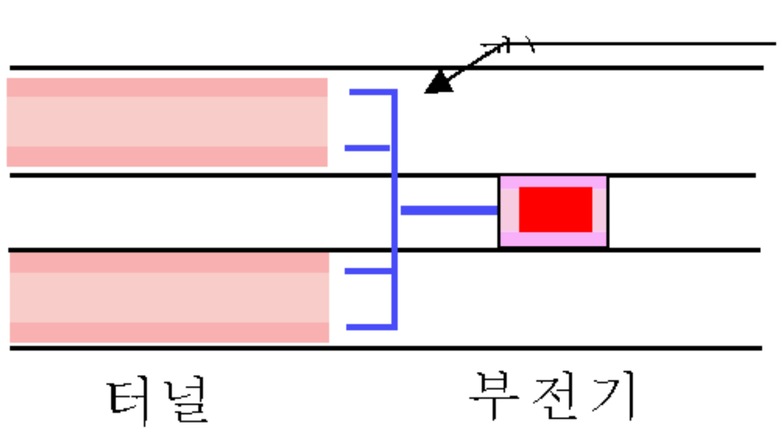
한 국 도 로 공 사 사 장

전결 시설처장

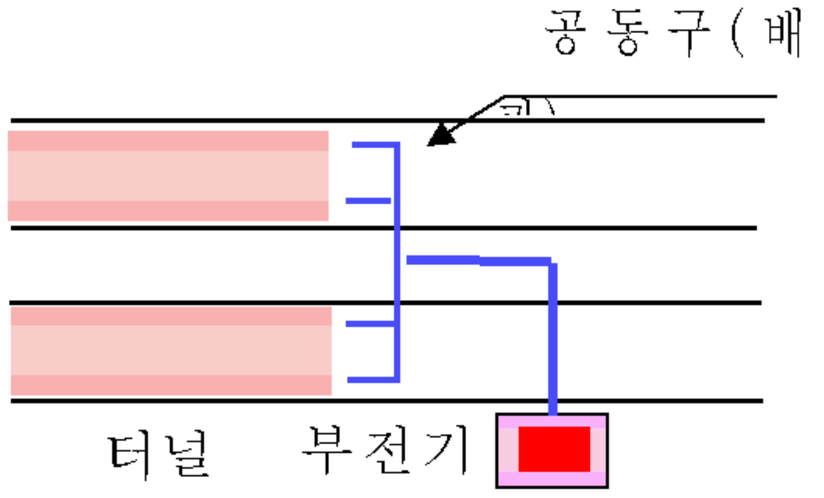
수신처 : 갑30,본10-본60,직02-직16

부전기실 옥외연결 공동구 설치기준 변경(안)

▣ 구간 : 부전기실에서 터널내부간 연결



(예1: 부전기실 중앙분리대쪽 설치시)



(예2: 부전기실 노견측 설치시)

▣ 용도 : 터널 전원공급설비 및 방재, 젯트휀, 교통정보설비등 전원선로 및 제어용

▣ 설치방법

구 분	부전기실~터널내부간 연결방법		비 고
	현 행	변 경	
연결시설물 (전원 및 제어용선로)	○ 전력 : 조명,젯트휀 ○ 신호 : 전력감시 ○ 소화배관	○ 전력 : 조명,젯트휀,표시등 방재설비,기타설비 ○ 신호 : 전력감시,CCTV, 교통정보,기타 ○ 소화배관	터널연장에 따라 연결 시설물증가 발생
연결방법	○ 소화배관 있을 경우: **공동구** ○ 소화배관 없을 경우: **배관**	○ 연결시설물이 많은 2km이상 터널 또는 소화배관 있을 경우 : **공동구** ○ 연결시설물이 간단할 경우 : **배관, 트러프등**	
기대효과	-	○ 시공성 및 유지보수용이 ○ 선로안전사고예방 ○ 선로내구성 증대	

장터널 부전기실 공동구,배관 현황

구분	노선	터널명	연장(m)	부전기실 연결방법		비고
				공동구	배관등	
운영중 터 널	서울외곽	수리	1,882	○ (일산방향)	○ (판교방향)	
	영동선	둔내	3,300	○	-	터널내 설치
		대관령1	1,830	-	○	2수전
	중앙선	죽령	4,600	○	-	2수전
	대전통영	육십령	3,171	○	-	-
	중부내륙	상주	1,685	-	○	2수전
	남해선	창원1	2,566	-	-	터널내 설치
계획중 터 널	중부내륙	장연	3,100	○	-	2수전
		이화	2,635	○	-	2수전

감 사
기술관리실

기 안	부 장	실 장	본부장	부사장	사 장
김홍배	이상봉	김경선	전결		이재익

문서번호	기술품10504-24
보존기간	영 구
결재일자	2003. 3. 21.
공개여부	공 개

도 로 처 장 : 이동응　　구조물처장 : 박 래선
건설계획처장 : 김홍배　　건설관리처장 : 정 경선
기술심사실장 : 신 남권　　민자도로처장 : 윤여중
설 계 처 장 : 이 동희　　도로교통기술원장 : 안병순

콘크리트용 부순모래의 적용성 및 품질관리 기준 검토

2003. 3

목 차

1. 검 토 목 적
2. 관련규정 및 현황
3. 현 실태 및 문제점
4. 부순모래 적용시 품질확보 방안
5. 검 토 결 론

※ 첨부: 관련 검토자료

한국도로공사
KOREA HIGHWAY CORPORATION
기 술 관 리 실

1. 검토목적

최근 환경관련 법령 강화 및 자연모래 고갈로 고속도로 공사용 모래의 적정수급에 어려움이 있어, 대체자원인 부순모래의 적용성과 품질기준에 대해 검토하여 현재의 수급여건을 개선코자 함.

2. 관련규정 및 현황

가. KS규정 및 시방규정

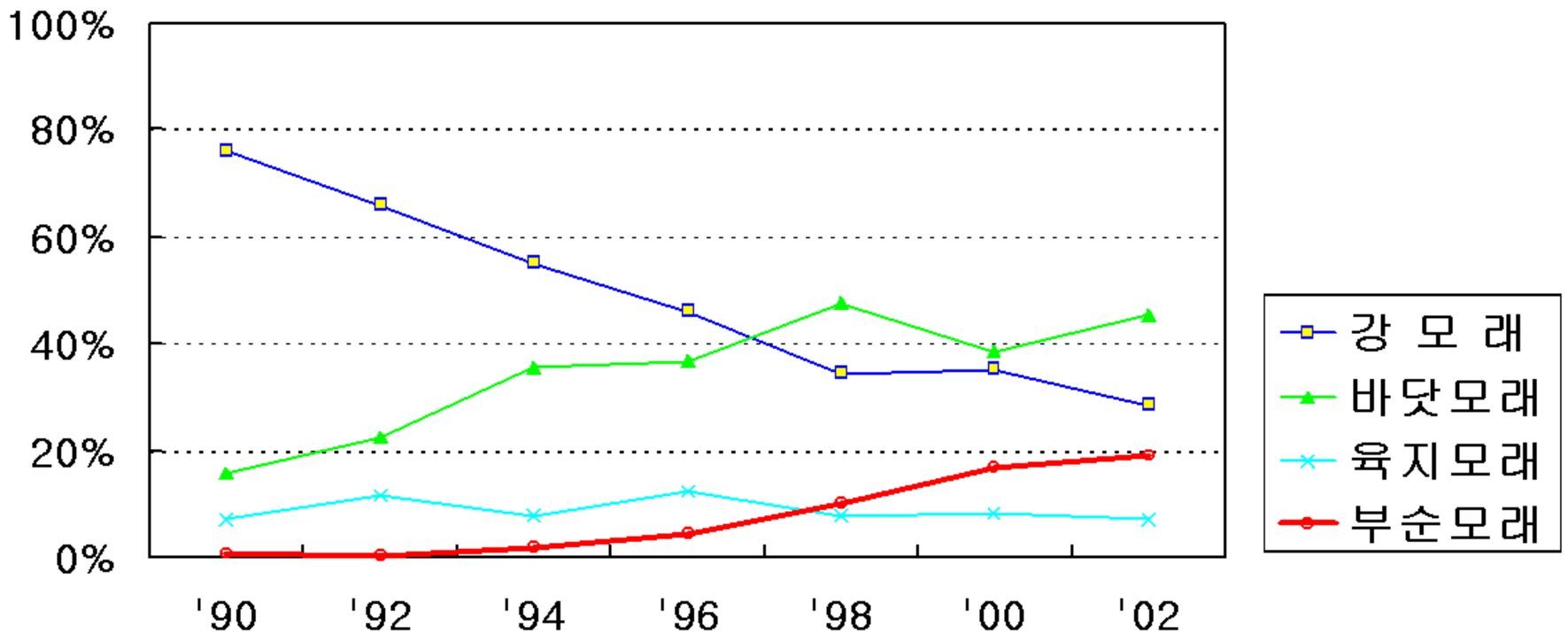
○ '83년 KS F 2558 "부순모래" 품질규정 제정

○ '96년 "콘크리트 표준시방서(건교부)"에 부순모래기준 시방 규정

○ '98년 "고속도로 전문시방서(우리공사)"에 부순모래기준 시방 규정

나. 국내·외 공사용 모래의 수급 현황

○ 국내 수급 현황



- 고속도로 현장에서 사용중인 모래는 대부분 자연모래(강모래,바닷모래)이며, 구입 자재비는 연 280여억 소요됨.

○ 외국의 잔골재 사용 현황 (단위: %)

구 분	강 모 래	바닷모래	육지모래	부순모래
일 본	24	20	40	16
홍 콩	-	-	-	100

3. 현 실태 및 문제점

가. 모래수급의 어려움

○ 공사현장 인근의 모래고갈로 운반에 소요되는 시간이 2시간 이상인 현장이 **전체 공사현장의 58%**이며, 최대운반시간 6시간 20분으로 **모래구입비 중 운반비가 70%** 차지하고 있으며

○ 일부 모래는 중국에서 수입되는등 금년은 모래수급에 많은 어려움이 예상됨에 따른 수급대책이 절실함.

나. 부순모래 적용시 품질관리 문제점

○ 부순모래 생산공장의 생산시설별 품질 다양함

○ 부순모래 시방규정상 **미분(0.08㎜체 통과량) 함유량 과다시**에 강도 및 내구성 저하와 건조수축으로 인한 구조물 균열 발생 내재

○ 생산모래의 **입형이 불량한 경우** 콘크리트 타설시 Workability 저하

4. 부순모래 적용시 품질확보 방안

가. 부순모래 생산공장의 생산시설 제반여건 확인

○ 임팩트 크라셔 적용등으로 입형 개선여부 확인(입형판정 실적율 시험)

○ 5mm이상 크라싱 골재(Over size)에 대한 처리시설 설치여부 확인

○ 습식 세척시설에 의한 미립분(토분 포함) 적정 제거 여부 확인

나. 부순모래 배합설계 개선

○ 자연사 적정 혼합비율 적용으로 입도 및 입형 개선

※ 경남지역 경우“예” : 조립율이 낮은 모래(세사)인 낙동강사를 혼합하여 배합설계 실시 (50 : 50 적용)

○ 배합설계시 단위수량 감소 및 작업성 증진을 위한 혼화제 (고성능AE 감수제 등) 및 Fly Ash 적정 배합 적용

○ 부순모래를 이용한 최적배합비에 대한 연구과제 수행 예정임

다. 품질기준 일부 강화(잠정기준)

시험 항목		품 질 기 준		비 고
		기 존	변 경	
부순 모래	절대건조비중	2.5이상	좌 동	
	흡수율(%)	3.0이하	좌 동	
	안정성(%)	10이하	좌 동	
	0.08㎜체 통과량(%)	7 이하	**4 이하**	
	조립율	2.3~3.1(±0.15)	좌 동	
	실적율(%)	53 이상	**55 이상**	
	알카리골재 반응시험	이상 없음	좌 동	KSF 2825
콘크 리트	동결융해 저항성시험	-	**80% 이상** (300 Cycle 적용시)	KSF 2456

- 알카리골재 반응시험, 동결융해 저항성시험은 골재원별, 재질 변화시마다 실시하고, 배합설계시 **상기 특성시험에 대해서는 도로교통기술원등 공인(전문)기관에 의뢰하여 품질 확인**

※ 상기 품질기준은 현재 생산시설능력 및 품질시험 결과를 감안하여 변경된 사항으로 향후, 각 현장별 물성시험 및 배합설계 결과를 최종 확인후 시방서 개정시까지 잠정기준으로 적용.

5. 검토 결론

가. 현재 부순모래 공장에 따라 품질 차이는 있으나, 골재수급의 불가피성을 감안하여 **생산시설의 사전점검 등을 통한 전반적인 품질수준 향상을 유도**하는 것이 필요하며,

나. 실시설계 및 발주후 각 기관(현장) **골재원 조사시 인근 부순모래 생산공장에 대하여도 조사 실시**후 상기 품질기준과 현장여건을 감안하여 적용토록 하고,

다. 생산시설의 일반화와 수급여건이 개선될시 운반비의 50% (연 40억)이상의 절감효과와 향후, 모래 품귀가 가속화되어 품질저하와 공사진행의 어려움 발생시 **현장 자체 플랜트설치등으로 대처가 가능함**.

첨부 : 관련 검토자료 1부

[첨부]

1. 콘크리트용 모래의 품질특성 비교

가. 골재 채취원별 일반적 품질특성

구 분	생산 방식	일반적 품질 특성 (가능성 있는 문제점)	비 고
강모래	하상에서 세척 및 선별 생산	- 입도 불균일 다수 (상류모래 조립, 하류모래 세립)	
육지모래 (개답사)	논이나 밭에서 선별 생산	- 점토, 실트, 유기불순물 등을 함유 - 유기물 제거를 위한 세척으로 미립분 (0.15m/m) 부족 - 산모래는 풍화되어 흡수율이 높음	
바닷모래	바다에서 채취후 별도 세척	- 염분 세척불량 또는 미세척으로 염화 물량 규정값 초과 내제 - 입도가 고르지 못하고 단일 입도인 경우 존재	
부순모래	**석산에서 발생한 석분을 재크라싱**	**- 생산시설별 품질차이 많음 - 미립분 다량 포함시 균열발생 내제 - 입형 불량시 Workability 저하**	

나. 부순모래의 적용에 따른 품질특성

ㅇ 부순모래 생산공장의 생산시설별 품질 다양

- 부순모래 크라셔 시설차에 의한 입형 차이
- 크라싱 골재의 Over Size(5m/m이상)에 대한 적정처리 시설
- 세척시설별 미립분 제거방법 차이

ㅇ 부순모래 시방규정상 미분 함유량 과다에 따른 강도 및 내구성 저하와 건조수축으로 인한 구조물 균열 발생 내재

- 미립분(0.08㎜체 통과량) 시방기준 : 7%이하로 규정됨 (자연사: 3%이하)
- 배합설계시 콘크리트 단위수량 증가 및 건조수축 증가요인 발생

ㅇ 입형 불량시 콘크리트 타설 Workability 저하

- 부순모래 입형판정 실적율 : 시방기준상 53% 이상으로 자연사에 비해 작업성, finishability 떨어짐 (자연사 56~60%이상)

※ 입형판정 실적율: 골재의 각형, 입도분포 적정여부의 기준으로 콘크리트 타설시 작업성, finishability를 판단할 수 있는 시험임

2. 부순모래 생산공정

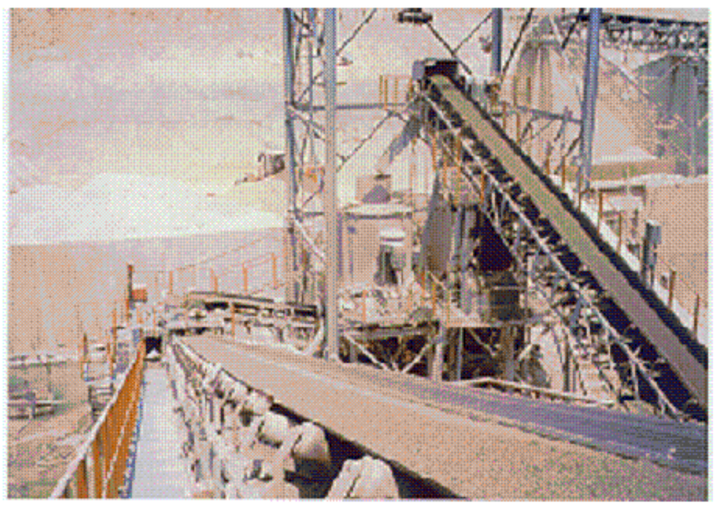
<건식방법>

부 순 돌
↓
분 쇄 기
↓
분 급 기
↓
진동체, 공기분급기 —(5mm 이상)→ 부 순 돌
↓ (미 분)
부 순 모 래

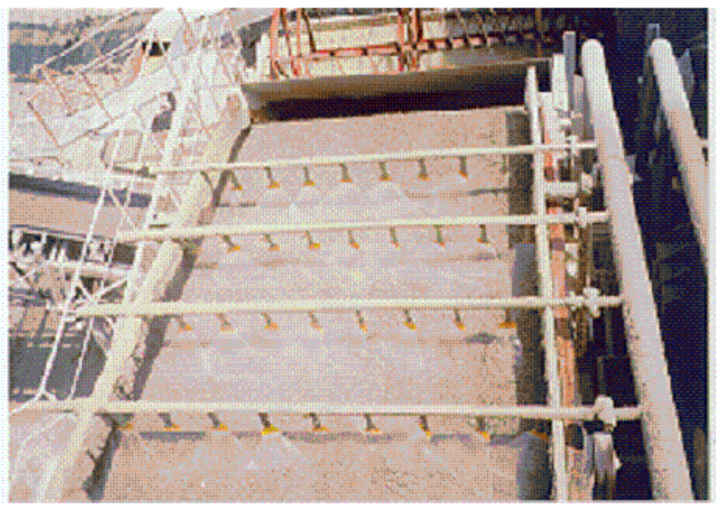
<습식방법>

부 순 돌 ← 물
↓
분 쇄 기
↓
진 동 체 가 름 —(5mm 이상)→ 부 순 돌
↓ (슬러지)
Spiral 분 급 기
↓
부 순 모 래

□ 부순모래 생산(습식방법) 전경

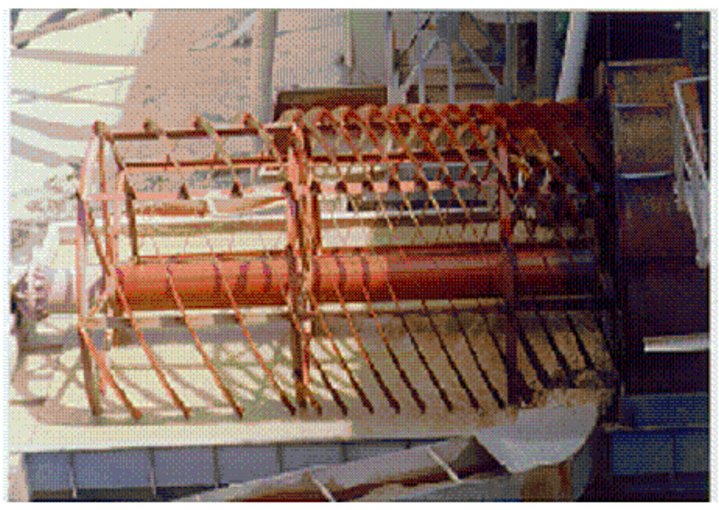


• 파쇄기에 의한 파쇄



• 1차 진동(습식) 체가름

• 2차 진동 체가름



• Spiral 분급기

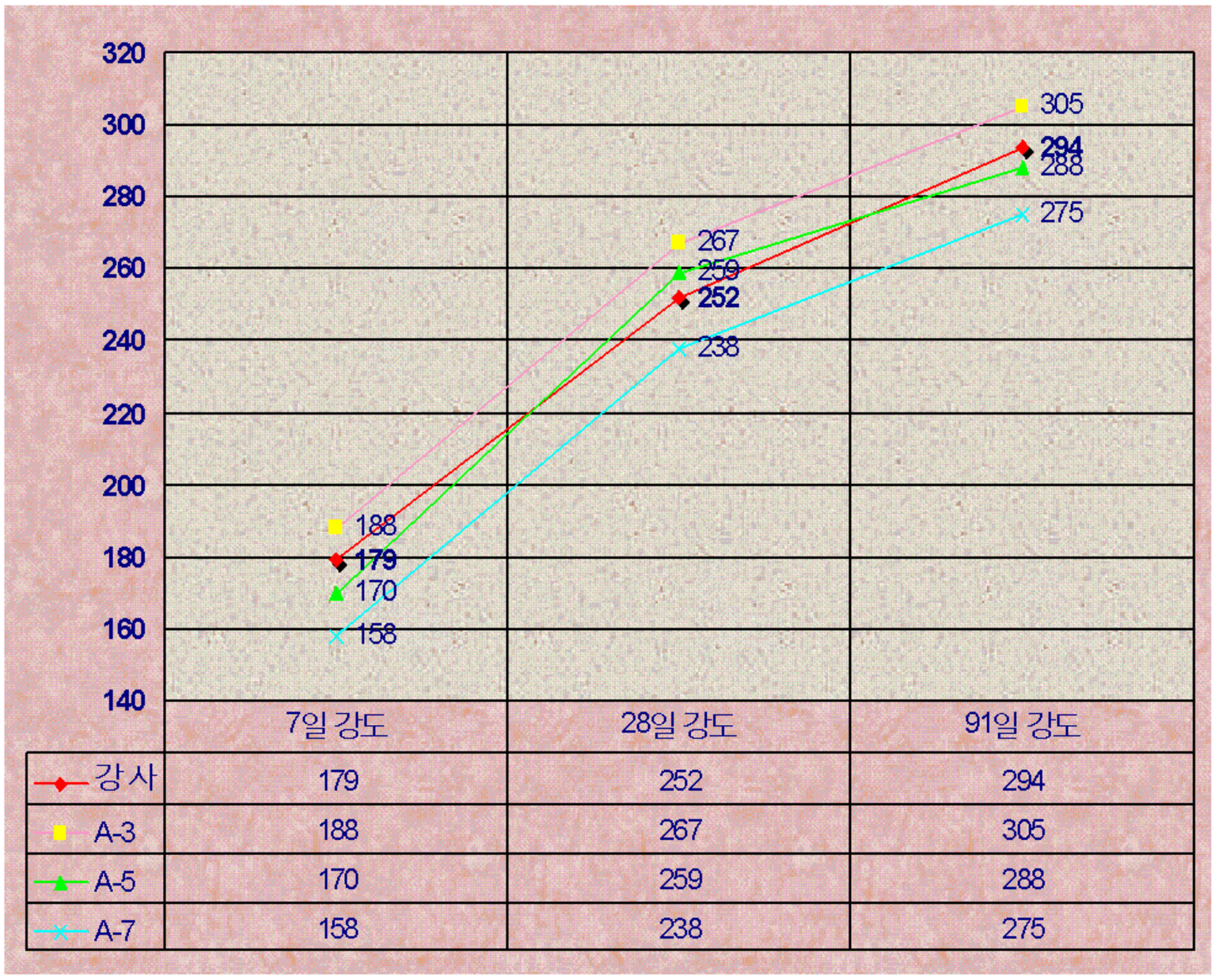
○ 대부분 습식방법으로 생산(국내 약 50여개 업체)

3. 품질시험 결과 및 분석

가. 재료 물성시험 결과(30개소에 대한 평균값임)

구 분	조립율	비 중	흡수율 (%)	씻기시험 (%)	실적율 (%)	안정성 (%)	유 기 불순물	비고
시방기준	2.3-3.1	2.5이상	3.0이하	7.0이하	53이상	10이하	표준색(인황색)이하	
해 사	2.875	2.606	0.80	1.29	-	2.07	표 준 색 보다 연함	
하천사	2.797	2.542	2.47	1.64	-	2.74	〃	
부순모래	3.055	2.625	1.26	2.50	56.0	4.61	〃	

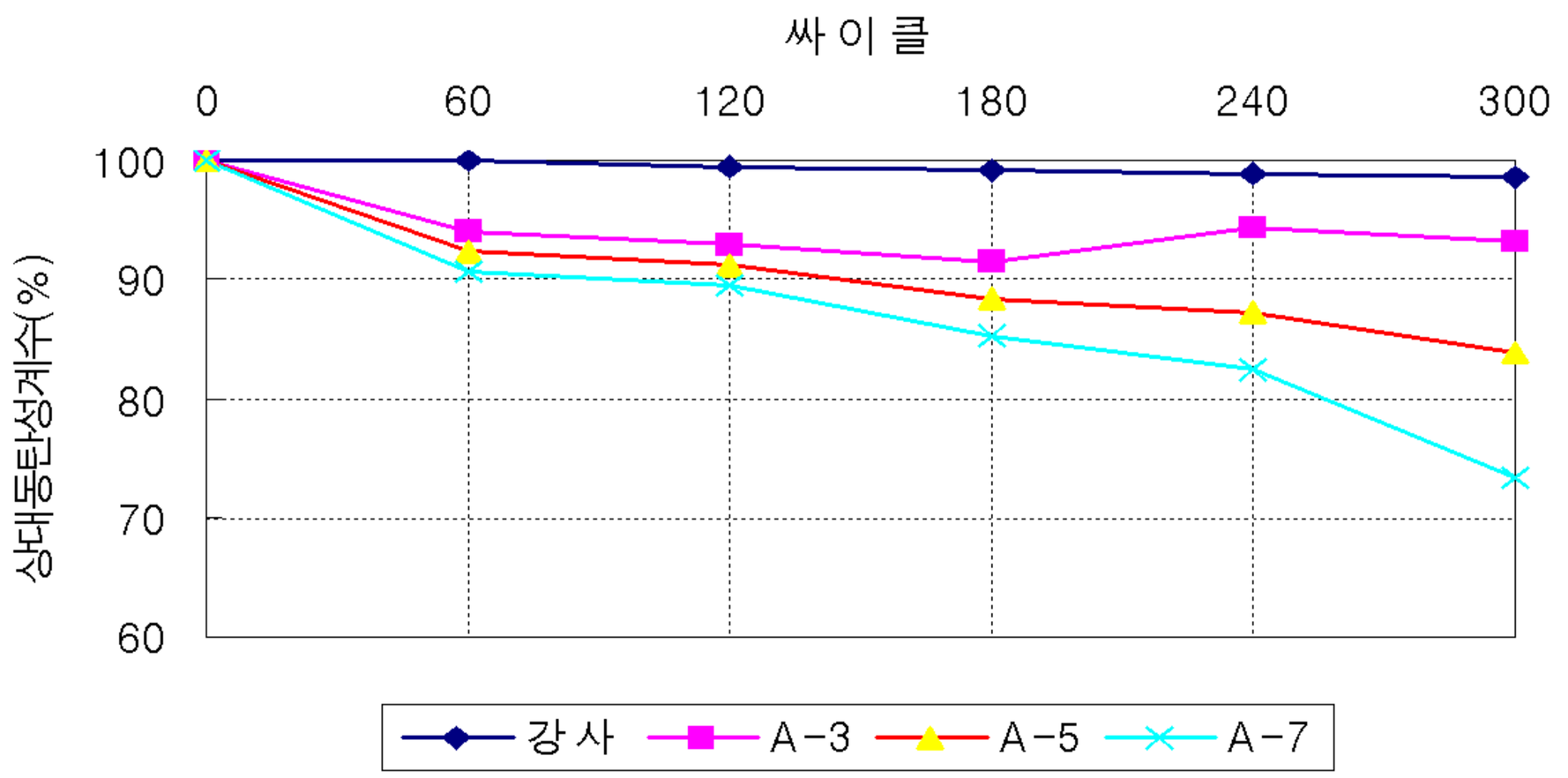
나. 압축강도 시험 결과



- 자연사 : 강사
- A-3 : 부순모래 (석분 3% 혼합)
- A-5 : 부순모래 (석분 5% 혼합)
- A-7 : 부순모래 (석분 7% 혼합)

다. 동결융해 시험 결과

구 분		상대동탄성계수(%, 싸이클별)					비 고 (시험방법)
		60	120	180	240	300	
강 사		99.9	99.4	99.2	99.0	98.7	KSF2456
부순모래	A-3 (석분 3% 혼합)	94.1	93..0	91.6	94.3	93.1	
	A-5 (석분 5% 혼합)	92.2	91.3	88.4	87.1	83.7	
	A-7 (석분 7% 혼합)	90.6	89.5	85.2	82.5	73.2	



라. 시험결과 분석

ㅇ 재료 물성시험 (입도등 8개항목)

- 자연사에 비해 조립율은 0.2~0.3, 0.08㎜체 통과량은 1~2% 높게 나타남
- 0.08㎜체 통과량은 대부분이 4%이하의 결과치를 나타내므로 현재 세척시설의 발전으로 기준 조정 필요
- 실적율은 생산설비에 따라 차이는 있으나, 최근 생산플랜트의 경우 자연사에 가까운 실적율을 나타냄

ㅇ 압축강도 시험

- 미립분의 혼합 정도에 따라 차이는 있으나, 미립분 4% 미만의 동일배합에 의한 비교시험시 자연사보다 3~5% 강도 증가

o **동결융해 저항성시험**

- 200 Cycle 적용시 전체적으로 자연사와 비교시 내구성 측면에서 이상이 없었으나, 300 Cycle 적용시 미립분량에 따라 시험값차가 많아 골재원별 생산시 미분 혼합량 품질기준 조정이 필요하며
- 단위수량의 증가등 배합설계후 구조물의 내구성 측면에서 확인이 필요한 사항임.

4. 경 제 성

o 모래 재료비(수도권) : 강모래 10,000 원/m^3, 부순모래 9,000 원/m^3

o 운반거리(T2, 경남지역) : 강모래 150~380분, 부순모래 20~100분

o 생산시설의 일반화와 수급여건등이 개선될시 운반비의 50%(연40억) 절감 가능

감 사
김원식

문서번호	도로포07202-42
보존기간	
결재일자	2003. 3. 24.
공개여부	공개

기 안	부 장	처 장	본부장	부사장	사 장
김석태	박상욱	이동훈	전결		고세욱

협조
구조물처장 : 박래욱　　건설계획처장 : 김홍구
교 통 처 장 : 유기욱　　설 계 처 장 : 이동훈
건설관리처장 : 정경선

도로관리팀장 : 김태호　　기계관리팀장 : 박○○

포장 그루빙(Grooving) 확대시행 방안 검토

2003. 3

목 차

Ⅰ. 개　　요
Ⅱ. 현　　황
Ⅲ. 문 제 점
Ⅳ. 조사 및 검토사항
Ⅴ. 추진방안

한국도로공사
KOREA HIGHWAY CORPORATION
도　로　처

Ⅰ. 개 요

고속도로 포장의 노면특성 개선을 통하여 주행차량의 안정성, 쾌적성을 크게 향상시킬 수 있는 그루빙 공법에 대해, 시험시공 결과를 토대로 합리적인 **적용방안과 시공기준을 수립**하여 **포장 유지관리 주요 공종으로 정립**코자함.

Ⅱ. 현 황

1. 외국의 적용사례

○ 습윤 활주로의 마찰저항 감소 문제점 인지(미국, 1967년)

→ 수막현상(Hydroplaning) 방지에 탁월한 그루빙 공법을 전체 공항 활주로에 의무적으로 적용.

○ 고속도로의 경우는(미국)

→ 횡방향 타이닝보다 종방향 그루빙이 일반화 되어있음

2. 국내 적용실태

○ 고속도로 사고 취약구간, 노면 마모구간 위주로 횡방향 그루빙 시행

- 적용시기 : '95.10~'02.12(7년간)
- 연 장 : **총 104개소 64.1Km**
  - 횡방향 그루빙 86개소 44.0Km
  - 종방향 그루빙 18개소 20.1Km

※ 고속도로 그루빙 시공 현황 : 붙임#1

○ 인천국제공항에 시험시공(2000) 후 김포, 울산공항에 적용 중

→ 국내 전체 공항으로 확대될 전망임.

Ⅲ. 문제점

□ **그루빙 시공효과에 대한 실제 검증 부족**

→ 실무부서 적용 및 확대 시행에 제약사항

□ **적용대상, 설치 규격, 시공지침 등 그루빙 시행기준 미흡**

→ 시공효과 저감, 포장파손 촉진 등 부작용 발생 우려

□ **자체 보유하고 있는 전문 그루빙 장비의 활용성 제고**

→ 보유 장비에 대한 효율적 관리방안 수립, 운영

□ **사후 평가에 대한 자료근거와 관리체계가 부족**

→ 비용/효과 개념의 정량화한 관리체계 도입 필요

→ 그루빙 시공에 대한 당위성 확보 필요

Ⅳ. 조사 및 검토사항

1. 시험시공을 통한 그루빙효과 검증

○ 그루빙 시험시공 : 10개소 3,523m

- 종방향 9개소 3,323m
- 횡방향 1개소 200m

○ 시험시공 결과 분석

- 안정성 향상
  - 노면 배수효과 우수(약10배) → 노면결빙억제, 수막현상 감소
  - 미끄럼저항 증가(약0.14) → 미끄럼사고 예방
- 쾌적성 증대
  - 소음감소(0.86~1.3dB) 효과 양호
  - 운전자 반응 → 긍정적
  - 도로관리자 반응 → 긍정적(확대시행 건의)

- 기타 보완사항

  · 시공시 환경영향 → 습식공법은 발생 오탁수 별도처리 필요

  · 포장결함 촉진 우려 → 사전보수와 지속적 유지관리 필요

    ※ 그루빙 시행전·후 동적안정도 영향 없음(한국도로포장공학회지'01.9월)

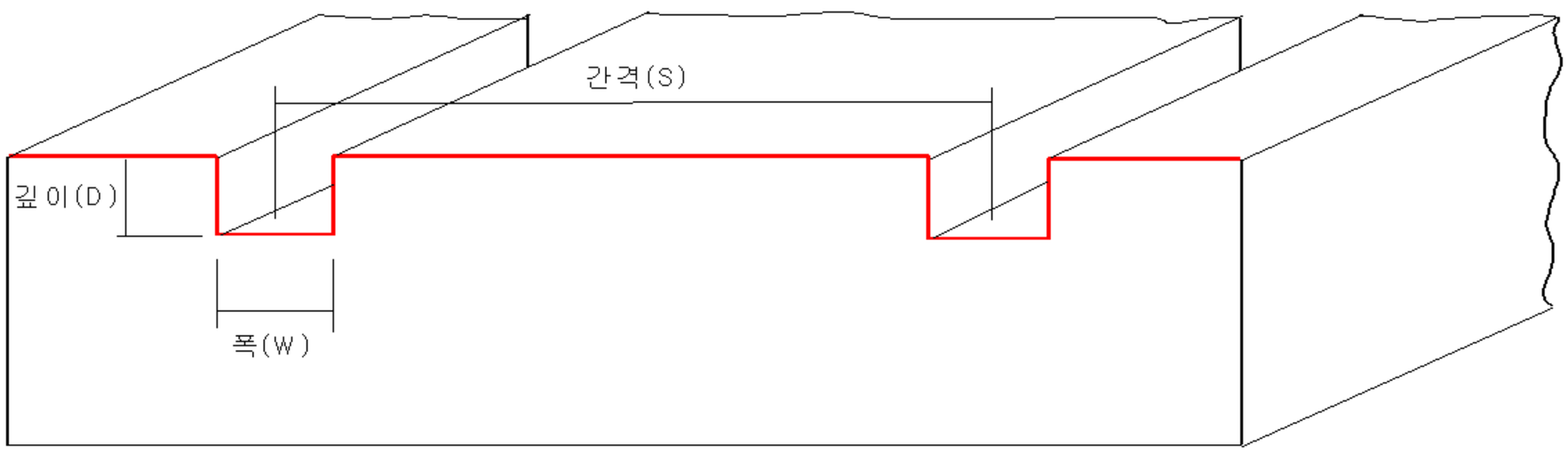
  · 안내·계도표지, 노면 예고시설 → 설치 필요

  · 홈을 따라 차량이 진행하려는 특성에 따라 운전자 불안감 유발

    → 차로변경 금지구간, 횡풍 우려구간 등에 제한적으로 적용

2. 그루빙 시행기준

○ 그루빙 표준규격(Typical Types)



그루빙 규격 : 폭(W) x 깊이(D) x 간격(S)

구 분	형식 (Type)	규격: **W**x**D**x**S**(mm)	적 용 구 간	비 고
종방향	A	**4**(±1)x**4**(±1)x**30**(±5)	건물, 주차장, 주유소	
	B	**6**(±1)x**4**(±1)x**40**(±5)	저소음 요구구간 교통량이 적은 구간	
	C	**9**(±1)x**4**(±1)x**50**(±10)	미끄럼저항 요구구간 노면결빙 예상구간	기본 형식
횡방향	D	**9**(±2)x**4**(±2)x**40**(±10)	제동효과가 요구되는 곳 소음, 진동 발생	
	E	**30**(±5)x**4**(±2)x**130**(±10)	횡방향 배수처리 형식 제동 및 졸음방지	
	F	**100**(±10)x**8**(±2)x**1,000**(±20)	속도 규제, 졸음방지 영업소 졸음방지포장 규격	

○ 적용대상

- 미끄럼방지포장 시행 대상구간

· 『도로 및 교통조건』과 『위험도』에 따른 『마찰계수』가 기준에 미달되는 구간 : 붙임#2

· 도로의 전·후 선형의 연속성이 이루어지지 않아 주행속도차이가 20Km/시 이상인 변화구간

· 기타 사고발생 위험이 높아 설치 효과가 있는 구간

- 노면결빙 발생 우려구간 : 터널 입.출구부, 음지 곡선부 등
- 차로이탈 사고 예상구간 : IC램프, 내리막 곡선부, 횡풍구간 등
- 영업소 통과구간 : 전폭 또는 차륜 접지부(B=50Cm)에 설치
- 기타 노면 물고임 구간, 소음저감을 필요로 하는 구간 등

○ 시공지침 : 붙임#3

3. 보유 그루빙 장비 활용 증진 방안

○ 장비 시공능력

60m/시간x(0.76m/(3.6-0.15m))x8시간/일x122일/년=**12.9Km/년**

※ 전담 운전원 배치시 년간가동시간 증가 예상

○ 장비운영 효율화 방안

- 년간 그루빙 시공계획 수립(붙임#4) : 각 지역본부
- 지역본부별 년간 그루빙 계획 검토 : 기계관리팀

→ 시공능력, 운영실적을 고려하여 장비운영계획 수립, 조정

- 년간 작업 수량에 따라 전담 운전원 배치 검토
- 장비운영계획 통보 : 기계관리팀 → 지역본부

4. 그루빙 효과 사후관리

○ 사고저감 비용/효과 분석

- 각 그루빙 시공 구간별로 시행 전,후 사고발생 자료(100m단위) 확보
- 그루빙 시공비용(공사비) 자료 확보
- 투입 시공비 대비 사고발생에 따른 직·간접 편익비 산출

※ 그루빙 시공 예상 편익비(B/C Ratio) : 2.4

○ 곡선부 노면 마찰증가

- 그루빙 시공 전·후 종·횡방향 미끄럼 저항치(SN또는 BPN) 측정

○ 도로관리자, 이용객 반응(만족도)조사

- 대표구간 설문조사 또는 인터뷰조사

Ⅴ. 추진방안

□ **그루빙 관련 시행기준 【표준규격, 적용대상, 시공지침(안)】 통보** (포장부)

□ **'03년도 『유지보수 공종별 단가집』에 주요 공종으로 포함**(포장부)

□ **년도별 그루빙 시공계획 수립**(지역본부)

□ **그루빙 시공계획과 연계한 자체 보유 장비 운영계획 수립**(기계관리팀)

□ **그루빙 시공 후 사후평가 및 관리를 위한 근거 자료확보**(지역본부, 지사)

◉★기 안	과 장	부 장	실 장	본부장	사 장
최승기	손호상	이상근	손부권	전결	
협 조	설계처장 : 이 중 희				

지중강판을 이용한 합성형 통로암거 개선(안)

문서번호	기술의10410- 49
보존기간	10 년
결재일자	2003. 3. 29.
공개여부	공 개

기술심사부장 : 지 중 희

2003. 3.

한국도로공사
KOREA HIGHWAY CORPORATION

기 술 심 사 실

- 목 차 -

1. 목 적 ····· 1

2. 추진현황 ····· 1

3. 기존 지중강판 합성형 통로암거의 문제점 ····· 1

4. 개선(안) ····· 2

5. 공사비 비교 ····· 4

6. 검토결과 ····· 5

7. 적용방안 ····· 5

붙 임 : ㅇ 변경 표준도 1부.

1. 목　　적

고속도로 하부를 횡단하는 통로암거 내공단면의 효율성, 경제성 및 구조적 안정성 제고를 위해 추진한 '지중강판을 이용한 합성형 통로암거'(기술의10404-94, 2002. 7. 4)의 입출구부 단부 미관 및 옹벽의 시공성을 개선코자 함.

2. 추진현황

■ 2000. 12. 15.　　: 지중강판을 이용한 통로암거 개선방안 검토 (설심일 13201-245)
- 시험시공후 확대시행 건의

■ 2000. 12. 30.　　: 합성형 통로암거의 구조적 안정성검토 자문 (설심일 13403-261)

■ 2001. 10. ~ 2002. 1. : 시험시공 추진

■ 2002. 6. 28.　　: 제11차 설계자문위원회 심의 (심의결과 : 원안채택)

■ 2002. 7. 23.　　: 확대시행(전기관)

■ 2002. 12. 24. : 건설기술 FEED-BACK관련 건설기술자료 발표 및 토론회를 통한 개선점 도출 (기술사 10410-30197)

3. 기존 지중강판을 이용한 합성형 통로암거의 문제점

가. 파라펫 및 옹벽 접합부 미관 불량

■ 파라펫 및 벽체옹벽 접합부 단차 발생으로 미관 불량

나. 옹벽 철근 배근시 시공성 저하 요소 발생

■ 구조적인 문제는 없으나 옹벽 철근 배근의 시공성 개선 필요

다. 토피고 변화에 대응하는 옹벽 단면 최적화 필요

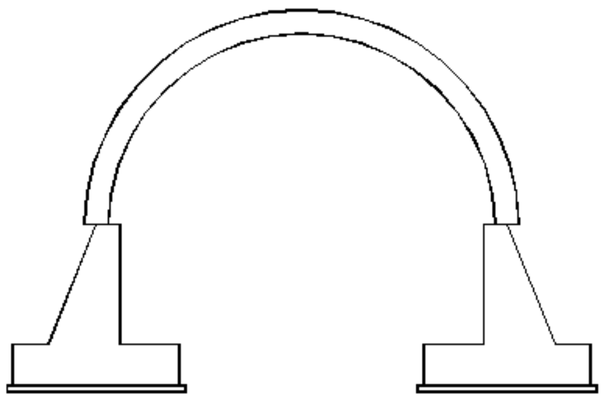
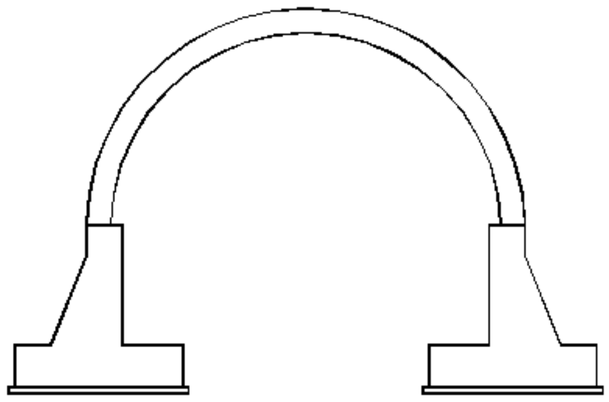
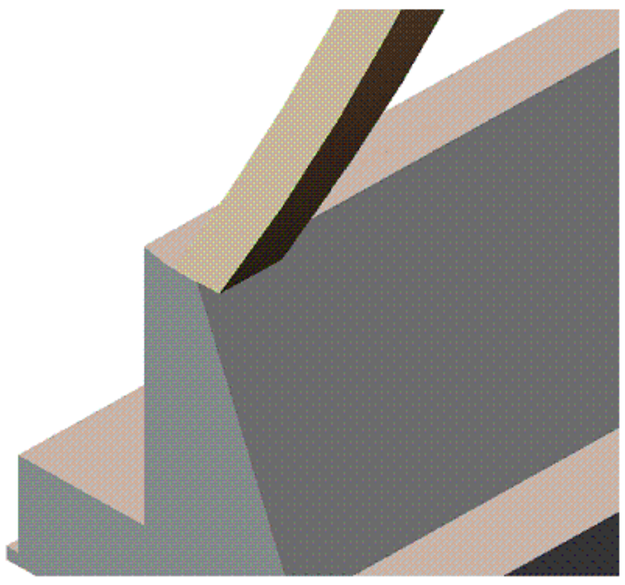
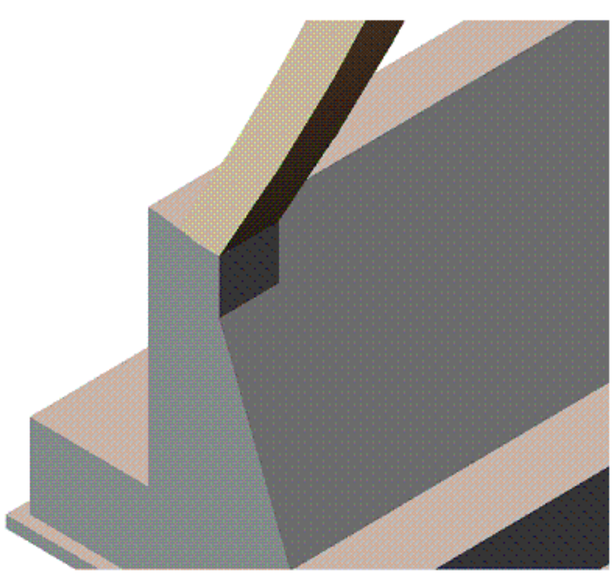
■ 토피고 변화에 따른 옹벽 벽체 및 저판단면 최적화 필요

입출구부 파라펫과 옹벽 접합부

4. 개선(안)

가. 파라펫과 옹벽 접합부

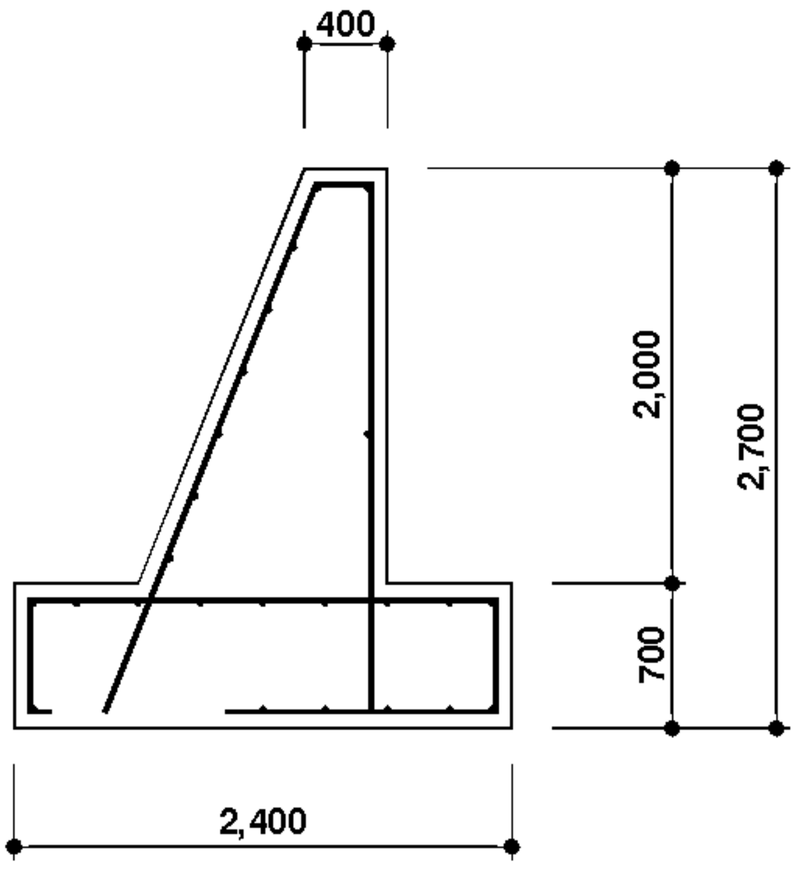
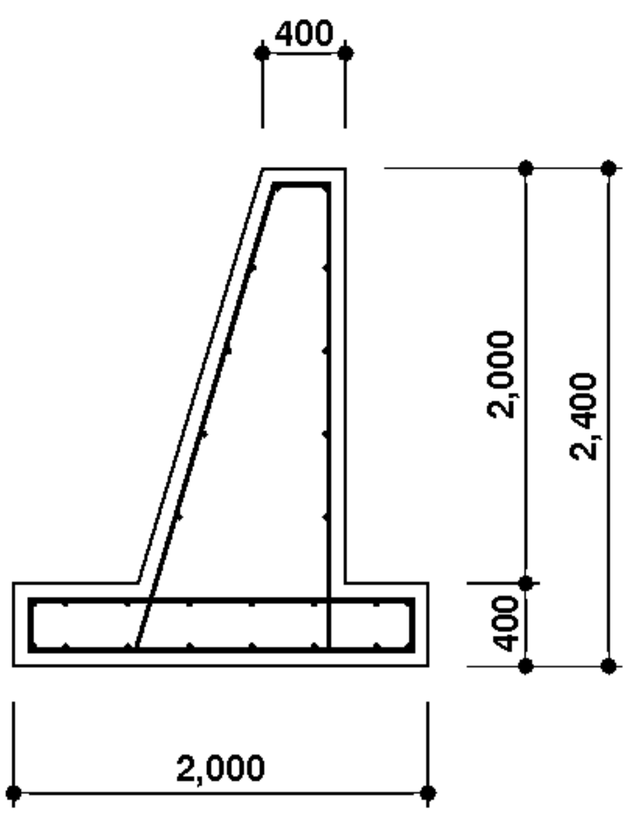
■ 파라펫과 옹벽 접합부의 단부 형상 개선

구 분	기 존	개 선(안)
횡단면		
접합부		

나. 옹벽 철근 배근

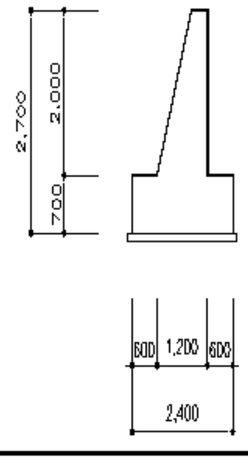
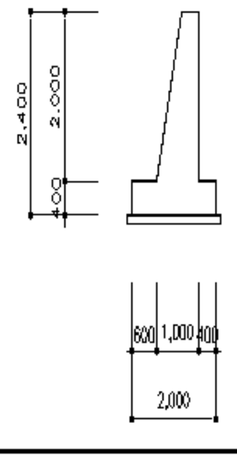
■ 시공성 향상을 위한 옹벽 철근 배근 개선

- 토피 3m, 4.5×4.5 대응단면

기 존	개 선(안)
	

다. 토피고에 따른 옹벽 단면 최적화

■ 토피고 변화에 따른 옹벽 벽체 및 저판 단면 최적화(4.5×4.5 대응단면)

구 분	기 존		개 선(안)	
	저판폭원(㎜)	저판두께(㎜)	저판폭원(㎜)	저판두께(㎜)
3m	2,400	700	2,000	400
4m	2,400	700	2,200	400
5m	2,800	700	2,600	500
6m	3,400	700	2,700	500
8m	3,400	700	3,100	600
10m	4,000	700	3,600	700
단면예시 (토피 3m)				

5. 공사비 비교

(단위 : 천원)

구 분	3.5×3.5 대응단면			4.5×4.5 대응단면		
	① RC구조	② 기존 (지중강판) (①안대비)	③ 개선 (지중강판) (①안 대비) (②안 대비)	① RC구조	② 기존 (지중강판) (①안대비)	③ 개선 (지중강판) (①안 대비) (②안 대비)
3m	82,898	63,537 (△23.36%)	60,038 (△27.58%) (△ 5.51%)	124,770	86,216 (△30.90%)	82,202 (△34.12%) (△ 4.66%)
4m	83,473	61,978 (△25.75%)	58,584 (△29.82%) (△ 5.48%)	131,183	91,104 (△30.55%)	87,095 (△33.61%) (△ 4.40%)
5m	91,854	71,020 (△22.68%)	68,338 (△25.60%) (△ 3.78%)	148,158	100,459 (△32.19%)	98,160 (△33.75%) (△ 2.29%)
6m	107,820	83,472 (△22.58%)	75,719 (△29.77%) (△ 9.29%)	169,113	114,979 (△32.01%)	110,901 (△34.42%) (△ 3.55%)
8m	136,484	106,424 (△22.02%)	100,853 (△26.11%) (△ 5.23%)	222,381	140,832 (△36.67%)	155,051 (△30.28%) (증10.10%)
10m	169,763	129,347 (△23.81%)	122,055 (△28.10%) (△ 5.64%)	276,752	182,585 (△34.03%)	184,588 (△33.30%) (증 1.10%)

※ L = 50m, 직접공사비 기준.

6. 검토결과

가. 경제성 분석결과 콘크리트 암거 및 기존 지중강판 합성형 암거보다 저렴

- 기존 콘크리트 통로암거 대비 약 70%
- 기존 지중강판 합성형 통로암거 대비 약 95%

나. 파라펫과 옹벽 접합부 단차 제거로 미관 향상

다. 옹벽 철근 배근 개선으로 시공성 향상

라. 토피고에 따른 옹벽 단면 최적화로 합리적, 경제적 설계 가능

7. 적용방안

가. 기 시행된 '지중강판을 이용한 합성형 통로암거 적용방안' (기술의10410- 30106, 2002. 7. 23)의 입출구부 단부 형상, 옹벽 철근 배근 및 단면은 본 검토내용으로 대체

- **설계중인 노선** : 변경 적용
- **설계완료후 미발주노선** : 공사착수후 변경 적용
- **공사중인 노선** : 공사여건 및 공정 등을 판단하여 적용

나. '지중강판 합성형 통로암거 개선(안)'을 적용한 시공구간의 추적조사를 시행하여 시공성, 미관, 유지관리 편의성 제고를 위한 방안 지속 강구

감 사
김28억

과 장	부 장	팀 장	처 장	본부장
김정태	홍재범	김재근		
협 조	도로처장 : 구동웅 설계처장 : 이동건 구조물처장 : 기술심사실장 : 손부권 건설관리처장 : 정 경 기술관리실장 : 김상건 민자도로처장 :			

교량용 방호울타리 적용방안 검도

문서번호	
보존기간	
결재일자	
공개여부	공 개

2003.

목 차

1. 개 요
2. 관련기준현황
3. 문 제 점
4. 설 계 현 황
5. 형식별 적용(안)
6. 결 론

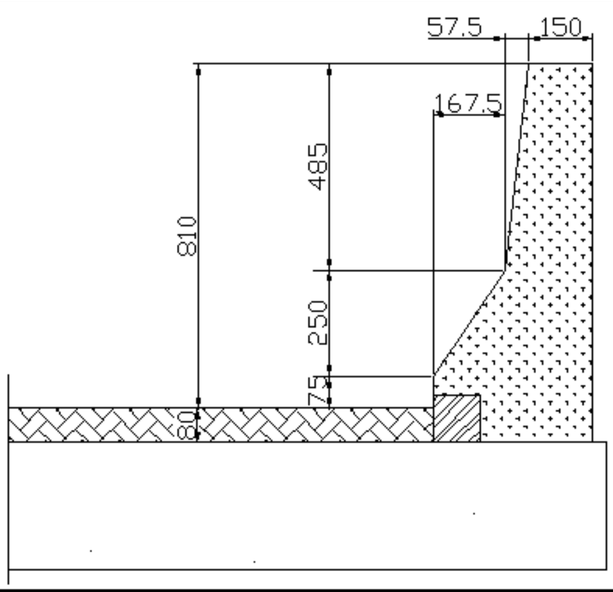
한국도로공사
KOREA HIGHWAY CORPORATION
건 설 계 획 처

1. 개　요

고속도로 교량에 시공되는 방호울타리에 대하여 **『교량용 방호울타리 설계기준 검토**(설계이13202-1132호, '99.12.17)**』**, **『도로안전시설 설치 및 관리 지침**(차량방호시설편, 건교부, 2001)**』**, **『교량 고강도 철재 방호울타리 설계지침**(설계설10201-539호, '02.10.21)**』**을 토대로 **국민의 의식수준 향상**과 관련하여 **교량용 절대방호벽(H=1.27m) 설치기준**을 재정립코자 함

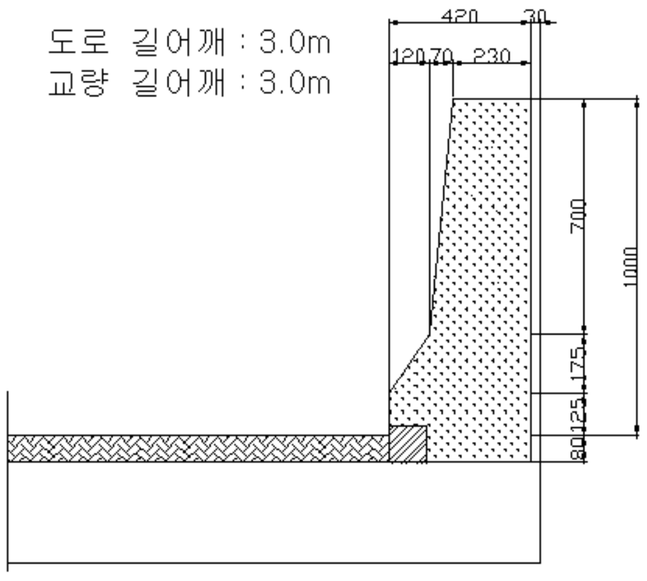
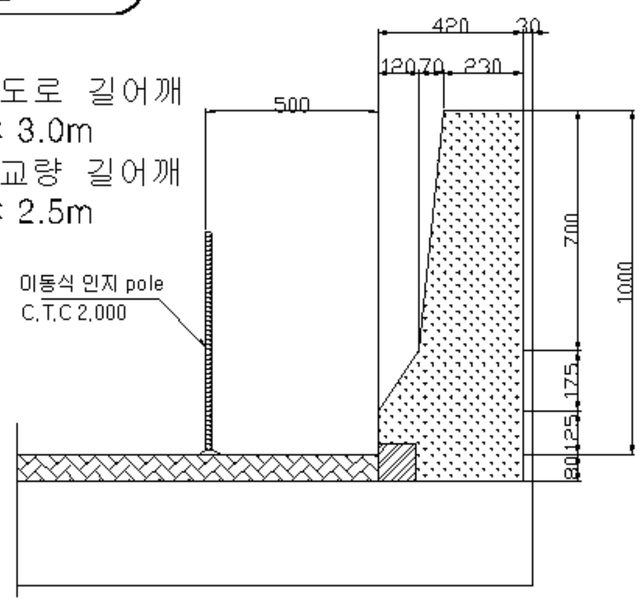
2. 관련기준 현황

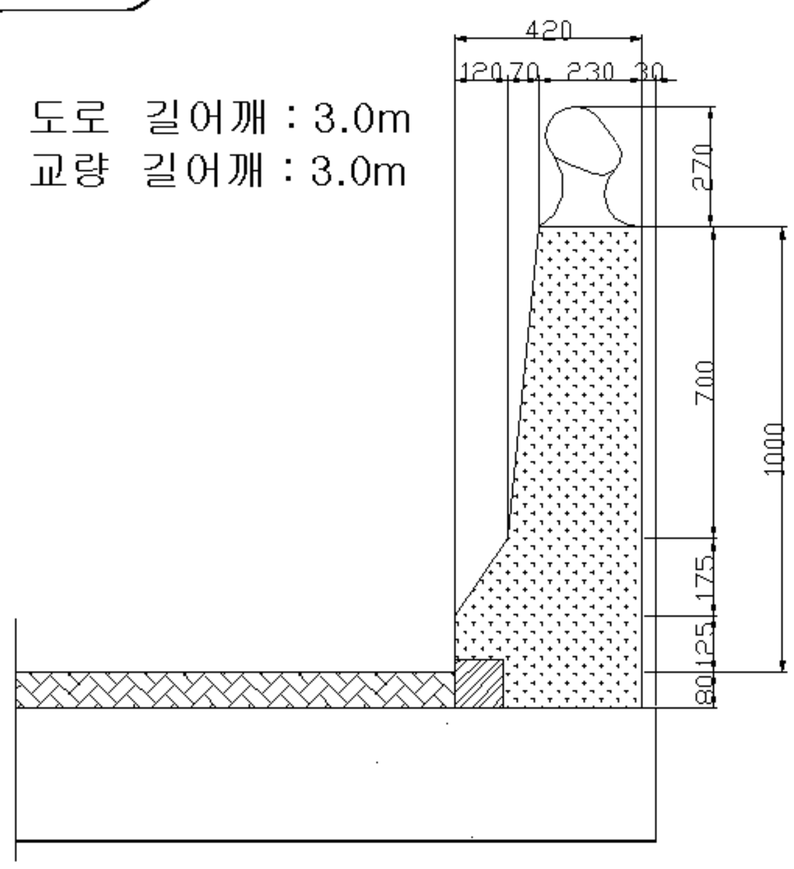
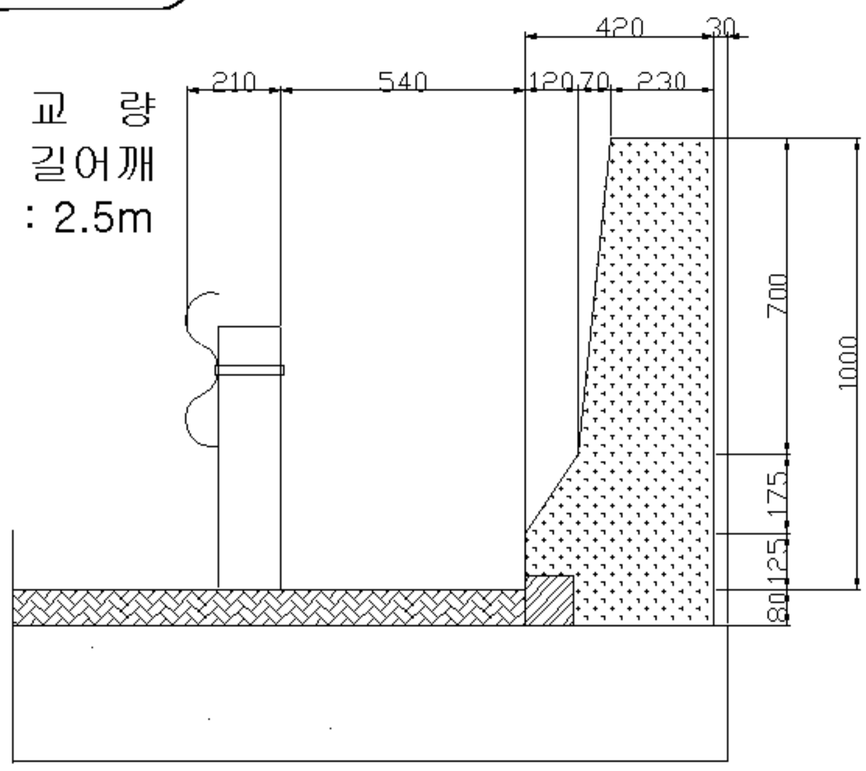
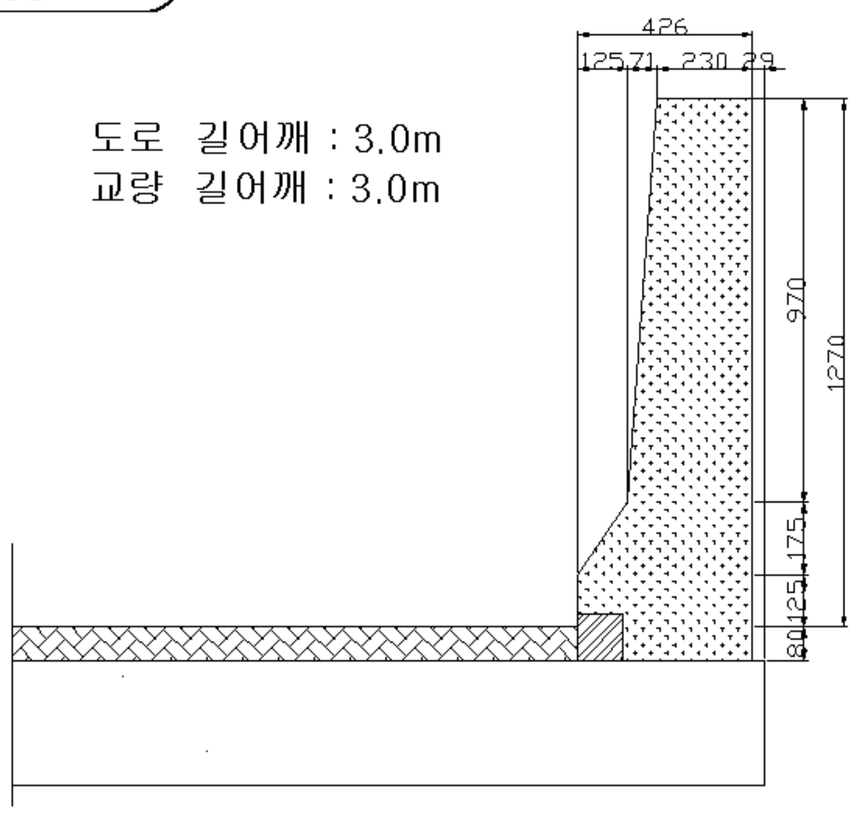
가. '95. 6이전

	◦ 높　　이 : 81cm ◦ 상단두께 : 15cm ◦ 하단두께 : 37.5cm ◦ 승용차 및 소형트럭까지 전도 억제 가능한 구조단면

나. 교량난간 방호벽 안전대책 검토('95.6.19, 설계사업소)

- 교량의 대형화 추세로 주행 차량의 안전성 확보가 필요할 뿐만 아니라, 특히 교량상에서의 대형사고 예방 대책이 절실히 요구되는 현 시점에서 현재 표준규격(H=0.81m)의 난간 방호벽을 재검토 분석한 결과 다음과 같이 변경 보강함

	Type-A	Type-E
일반구간	도로 길어깨 : 3.0m 교량 길어깨 : 3.0m 	도로 길어깨 : 3.0m 교량 길어깨 : 2.5m 이동식 인지 pole C.T.C 2,000 
적용	◦ 고속버스까지 전도 억제 가능한 단면으로 일반구간	◦ 선형조건이 불량한 곳으로 운전자의 사전 위험 숙지를 요하는 지역

절대 방호 구간 (교량가설 지역의 특수성을 감안함)	적 용
Type-B 도로 길어깨 : 3.0m 교량 길어깨 : 3.0m 	◦ 일반적인 절대방호 지역 중 미관을 고려해야 할 지역
Type-C 교 량 길어깨 : 2.5m 	◦ 절대 방호 지역 중 적설량이 없고 사고발생 우려지역
Type-D 도로 길어깨 : 3.0m 교량 길어깨 : 3.0m 	◦ 일반적인 절대방호지역 중 지형조건이 극히 위험한 지역

다. 교량용 방호울타리 설계기준 검토('99.12.27, 설계처) - 별첨1 참조

구분		방호울타리 형태	충격도(종별)	설치높이	비고
강성 방호 울타리	일반 구간	**F-shape 콘크리트 방호울타리** - 콘크리트 단일형	S2급	1.00m	Type - 1
	특수 구간	**F-shape 콘크리트 방호울타리** - 콘크리트 단일형	S3급	1.27m	Type - 2
		F-shape 조합형 방호울타리 - 콘크리트(1m) + 핸드레일(0.27m) 조합형			Type - 3
		Texas Type HT 조합형 방호울타리 - 콘크리트(0.81m) + 핸드레일(0.46m) 조합형			Type - 4
보형 방호 울타리	일반 구간	· 교량 설계시 교량 형태에 적합한 단면을 선정하여 『도로 안전시설 설치 및 관리지침』의 충격도 기준을 만족시키도록 별도 설계하고, 상기지침에 의해 검증된 단면에 대해서는 별도의 검토 없이 적용가능	S2급	1.0~1.1m	-
	특수 구간	상 동	S3급	1.1m 이상	-

라. 교량용 콘크리트 방호울타리 설계방법 검토('02.7.22, 설계처) - 별첨2 참조

종별구분	차량 중량 (t)	충돌 속도 (km/h)	충돌 각도 (°)	횡방향 충돌하중(tf)	방호울타리 제원		
					설치높이 (m)	철근제원	
						수평철근	수직철근
SB5 (S2)	14	80	15	34.37	1.00	D13@165	D13@200+D13@200
SB6 (S3)	25	80	15	61.38	1.27	H13@155	H13@250+H16@250

※ 교량용 콘크리트 방호울타리 설계를 위한 충돌하중은 『도로 안전시설 설치 및 관리지침-차량방호 안전시설편, 2001.7』을 근간으로 NCHRP Report86에 소개되어 있는 Olson Model을 이용하여 산출

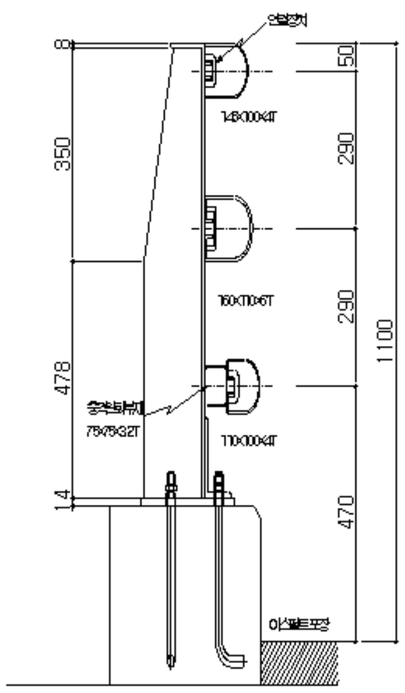
※ 방호울타리 저항능력은 도로교 표준시방서 부록(하중-저항계수 설계편, '96)에 규정된 극한한계상태조합Ⅱ를 기초로 AASHTO LRFD Bridge Design Specification('98)의 항복선 이론을 적용하여 검토

※ 종류별 설치제원은 교량용 방호울타리의 안전성 및 경제성과 시공성 등을 종합적으로 고려하여 아래와 같이 결정

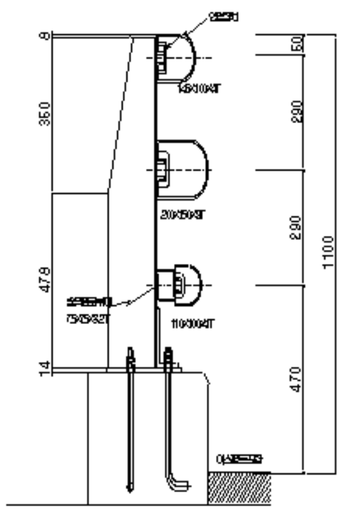
※ 차량 충돌로 인한 교량바닥판 안전성 검토는 『도로교 설계기준』에서 규정하는 방법에 따른다.

마. 교량 고강도 철재 방호울타리 설계지침('02.10.21, 설계처) - 별첨3 참조

- 설계자문위원회 심의결과 채택된『고강도 철재 방호울타리(SB-5, SB-6급)』에 대한 **설계 적용방안을 검토**



<SB5급 철재 교량용 방호울타리>



<SB6급 철재 교량용 방호울타리>

(1) 설치기준 : 건설교통부 기준과 우리공사 기준 비교

차량방호 안전시설편 (건교부,2001)	구분	노측 위험도가 큰 구간	특수구간	
	종별표시	**SB5**	**SB6**	SB7
	충격도(kJ)	**230**	**420**	600
우리공사 기준	구분	일반구간	특수구간	
	형식	F형 콘크리트 방호시설 높이 **1.0m** 적용	F형 콘크리트 방호시설 높이 **1.27m** 적용	

(2) 검토 결과

o **콘크리트 방호울타리 적용**을 원칙으로 함

o 본 **철재 교량용 방호울타리는 성능은 우수**하나 **콘크리트 방호울타리에 비해 고가**이므로 향후 방음벽이 설치될 계획이 없는 곳으로서 **다음과 같은 도로구간에 우선적으로 적용**

- 강상판교 등(예:굴현대교)
- 주위경관이 수려하여 조망권 확보가 필요한 구간(예:영종대교, 광안대교)
- 적설, 한냉지역으로서 잔설, 노면결빙 문제구간

3. 문제점

가. 교량 난간 방호벽의 **경제성과 안전위주 적용**(콘크리트 방호벽, H=1.27m)으로 **주위 경관과 부조화 현상 발생**(예:서해대교 등)

나. **겨울철 제설작업 불리**와 **일조권 불량**으로 **노면 결빙현상 초래**

다. 고속도로 이용객에게 **중압감 가중(쾌적성 불량)**

라. **도로 이용자**로부터 **잦은 민원 발생**(승용차 운전자 시거 높이H=1.0m)

마. **경제성 및 유지관리에 불리**하여 **조합형** 또는 **철재 방호울타리 적용**을 **지양**하고 있음

4. 설계현황(교량용 콘크리트 방호울타리(H=1.27m) 미시공 현황)

노선	연장(m)		비 고
	교량	난간방호벽	
계	**21,412**	**49,602**	
무안-광주	3,095	7,345	
서천-공주	4,059	10,012	
대전-당진	1,181	2,628	
장성-담양	1,105	1,330	
통영-진주	585	1,064	
영동-김천	100	164	
고서-담양	45	102	
목포-장흥	380	607	
고창-장성	2,127	5,872	
중부내륙	5,935	16,387	
대구-포항	2,800	4,091	

6. 결 론

가. **특수구간 콘크리트 방호울타리(H=1.27m)**는 일반 국민의 삶의 질 수준 향상으로 부득이한 경우를 제외하고는 **적용을 지양함이 바람직할 것으로 판단**되며

※부득이한 경우 - 조망이 필요치 않은 지역, 적설·한냉지역이 아닌 지역 또는 100m이하의 소교량 등

나. **조합형(콘크리트+핸드레일)은** 콘크리트 방호울타리(H=1.27m)보다 여러 가지 면에서 **우수한 것으로 판단**되므로 **앞으로 조합형을 확대 적용하고**

다. **철재 방호울타리(H=1.1m)는 성능은 우수**하지만 **콘크리트 방호울타리에 비해 경제성, 유지관리가 불리**하므로 고속도로에 가설되는 교량 중 **「상징성」, 「조형미」 등이 특히 강조**되는 경우에 **적용**

(예:영종대교, 귤현대교, 부산시 광안대교등)

라. 현재 **시공중인 구간은** 공사시기, 공사비 등을 검토하여 **공사 시행부서에서 적용여부를 판단한 후 시행**할 것

별 첨 자 료

1. 「교량용 방호울타리 설계기준 검토('99.12.27, 설계처)」 요약

2. 「교량용 콘크리트 방호울타리 설계방법 검토('02.7.22, 설계처)」

3. 「교량 고강도 철재 방호울타리 설계지침(안)('02.10.21, 설계처)」

4. 교량용 방호울타리 표준도(형식1, 형식2, 형식3)

   ※ 형식4(콘크리트 0.81m + 핸드레일 0.46m)의 표준도는 작성 중임

1. 「교량용 방호울타리 설계기준 검토('99.12.27, 설계처)」 요약

(1) 종별 적용기준 설정

고속도로 교량에 설치되는 방호울타리에 대하여는 고속도로의 설계 속도가 높은 점을 감안『도로 안전시설 설치 및 관리지침』에서 규정하고 있는 종별 중 S2, S3를 아래와 같은 기준으로 선별 적용한다.

단, 특수구간에서 대형차의 통행비율이 20%이상 이거나 통행대수가 15,000대/일 이상인 구간에 대하여는 SS급(충격도 : 650이상)을 적용할 수 있다.

종 별	충격도 (kJ)	설 치 대 상 지 역	비고
S2	280 이상	S3 적용지역을 제외한 일반구간에 설치되는 교량 방호울타리에 적용	
S3	420 이상	대형차 충돌로 인하여 방호울타리가 파손될 경우 차량이 하부로 떨어져 심각한 피해가 발생될 우려가 있는 특수 구간에 적용 ① 철도, 고속도로, 국도와 교차하는 구간 ② 위험물 저장시설을 교차 또는 근접 통과하는 구간 ③ 기름이 유출될 경우 심각한 피해발생이 우려되는 하상 (소규모 하천구간 제외) 및 해상을 횡단하는 구간 ④ 가옥이 밀집된 지역중 차량이 떨어져 가옥에 피해를 줄 우려가 있는 구간 ⑤ 기타 특별한 사유로 인하여 큰 강도의 방호울타리 설치를 요구하는 구간	

(2) 설치 높이 기준 설정

가) 개 요

방호울타리는 차량이 충돌했을 때 탑승자를 보호해야 하며 차량이 방호 울타리 밖으로 떨어지는 것을 막아 2차 사고의 발생을 방지하는 두가지 기능을 동시에 만족시켜야 한다. 따라서 **일반구간에는 방호울타리의 높이를 100cm이내**로 하고 추락으로 인한 중대한 2차 사고가 우려되는 **특수구간에서는 방호울타리 형태에 따라 높이를 상향조정**하는 것으로 한다.

별첨 1

나) 구성 부재별 설치높이 기준

구분		방호울타리 형태	충격도(종별)	설치높이	비고
강성 방호 울타리	일반 구간	**F-shape 콘크리트 방호울타리** - 콘크리트 단일형	S2급	1.00m	Type - 1
	특수 구간	**F-shape 콘크리트 방호울타리** - 콘크리트 단일형	S3급	1.27m	Type - 2
		F-shape 조합형 방호울타리 - 콘크리트(1m) + 핸드레일(0.27m) 조합형			Type - 3
		Texas Type HT 조합형 방호울타리 - 콘크리트(0.81m) + 핸드레일(0.46m) 조합형			Type - 4
보형 방호 울타리	일반 구간	· 교량 설계시 교량 형태에 적합한 단면을 선정하여 『도로 안전시설 설치 및 관리지침』의 충격도 기준을 만족시키도록 별도 설계하고, 상기지침에 의해 검증된 단면에 대해서는 별도의 검토 없이 적용가능	S2급	1.0~1.1m	-
	특수 구간	상 동	S3급	1.1m 이상	-

다) 특수구간에 설치되는 강성 방호울타리 적용기준

o **F-shape 콘크리트 방호울타리(Type-2)**

- 주변 경관의 조망이 필요치 않은 지역에 가설되는 교량에 적용

o **F-shape 조합형 방호울타리(Type-3)**

Texas Type HT 조합형 방호울타리(Type-4)

- 주변 경관의 조망이 필요한 지역에 가설되는 교량에 적용
- 설계속도가 낮고 폭원이 2차로 이하로 협소한 연결로 상의 교량

라) 기 타 사 항

o 고속도로에 가설되는 교량중 **「상징성」, 「조형미」** 등이 강조되는 교량에 대하여는 본 검토의 "종별 적용 기준"과 "설치높이 기준"에 따라 **방호울타리**를 **별도 설계**하여 적용할 수 있다.

o 강성 방호울타리 중 **Type-2 및 Type-3**는 충돌시험에 의한 단면 검증이 이루어지지 않았으나 기존에 일반적으로 적용해 오던 단면이므로 충돌시험에 의한 **단면 검증 시 까지 잠정적으로 설계에 적용**하고, **시험결과에 따라 계속 적용 여부 결정**

o SS급을 설계에 적용할 경우에는 반드시 사전에 충돌시험을 통해 단면의 안전성을 입증한 후 설계에 적용하여야 한다.

감 사

문서번호	설계구13202-352
보존기간	10년
결재일자	2002. 7. 22.
공개여부	공 개

★◉기안	부 장	처 장	본부장	부사장	사 장
박찬배	기정훈	이종희			이세일

· 도 로 처 장 : 문제권 · 민 자 처 장 : 한승철
· 건설계획처장 : 선기제근 · 기술심사실장 : 오세권
· 건설관리처장 : 양희용

교량용 콘크리트 방호울타리 설계방법 검토

2002. 7.

목 차

1. 검토목적
2. 현 설계방법
3. 방호울타리 설계방법 검토
4. 검토결과
5. 적용방안

· 설계기준부장 : 박상일
· 도로설계부장 : 이규제

한국도로공사
KOREA HIGHWAY CORPORATION

설 계 처

별첨 2

1. 검토목적

국내에는 교량용 콘크리트 방호울타리 설계에 대한 명확한 기준이 없어 외국의 설계기준과 국내 안전시설 설치기준을 조사, 분석하여 교량방호울타리 설계방법을 정립하고, 최적 설치제원을 도출코자 함.

2. 현 설계방법

o 국내 시방서에는 교량용 콘크리트 방호울타리의 상세설계 규정은 없고,

o 안전시설 설치기준[도로안전시설 설치 및 관리지침(2001.7)]에는 실물차량충돌 시험을 통하여 시설물의 규격을 결정토록 규정하고 있으나, 시험장 미비로 적용이 어려운 실정이며, 현재는 일반적으로 교량 방호울타리에 대한 상세설계는 수행치 않고 고속도로 건설공사 표준도에 제시된 단면을 적용하며, 교량바닥판에 미치는 영향에 대하여만 검토.

3. 방호울타리 설계방법 검토

가. 방호울타리 설계조건

① 교량용 방호울타리 설계기준 검토 【설계이 13202-1132호('99.12.27)】

종 별	충격도 (kJ)	설 치 대 상 지 역	비고
S2	280 이상	S3 적용지역을 제외한 일반구간에 설치되는 교량 방호울타리에 적용	
S3	420 이상	대형차 충돌로 인하여 방호울타리가 파손될 경우 차량이 하부로 떨어져 심각한 피해가 발생될 우려가 있는 특수구간에 적용 ① 철도, 고속도로, 국도와 교차하는 구간 ② 위험물 저장시설을 교차 또는 근접 통과하는 구간 ③ 기름이 유출될 경우 심각한 피해발생이 우려되는 하상(소규모 하천구간 제외) 및 해상을 횡단하는 구간 ④ 가옥이 밀집된 지역중 차량이 떨어져 가옥에 피해를 줄 우려가 있는 구간 ⑤ 기타 특별한 사유로 인하여 큰 강도의 방호울타리 설치를 요구하는 구간	

② 도로안전시설 설치 및 관리지침 【차량방호 안전시설편, 2001.7】

● 강도기준

종 별	차량중량 (t)	충돌속도 (km/h)	충돌각도(도)	충격도 (kJ)
SB5	14	80	15	230
SB6	25			420
SB7	36			600

● 종별구분 기준

등 급		SB1	SB2	SB3	SB4	SB5	SB6	SB7
기준 충격도(kJ)		60	90	130	160	230	420	600
고속구간 (100km/h 이상인 고속도로, 자동차전용도로)	- 기본등급			●	○			
	- 중앙분리대, **교량구간 및 노측 위험도가 큰 구간**					●	○	
	- 도로가 타 도로와 교차되는 등 특수구간 - 특수 중차량 통행이 많은 구간						●	○
비 고	- ● : 일반적으로 추천하는 등급 - ○ : 도로여건이나 시설물 개발 수준에 따라 사용이 권장되는 등급							

③ 설계조건 적용

교량용 콘크리트 방호울타리 설계조건은 도로안전시설 설치 및 관리지침(2001.7)에 따라 다음과 같이 정함.

종별구분	차량중량(t)	충돌속도(km/h)	충돌각도(도)	충격도(kJ)
SB5 (S2)	14	80	15	230
SB6 (S3)	25	80	15	420

나. 충돌하중 산출방안 검토

① 국내 안전시설 설치기준에는 실물차량 충돌시험을 통하여 시설물의 규격을 결정토록 규정하고 있으나, 시험장 미비 등으로 인해 현실적으로 적용에 어려움을 내포하고 있어, 차량의 충돌특성을 고려한 실험식을 도출하여 시설물의 규격을 결정하는 방안의 검토가 필요하며,

② 외국의 교량용 방호울타리 설계기준을 수집, 분석한 결과 미국 TEXAS 등에서는 『NCHRP Report 86』에 소개되어 있는 『Olson Model』이라는 간단한

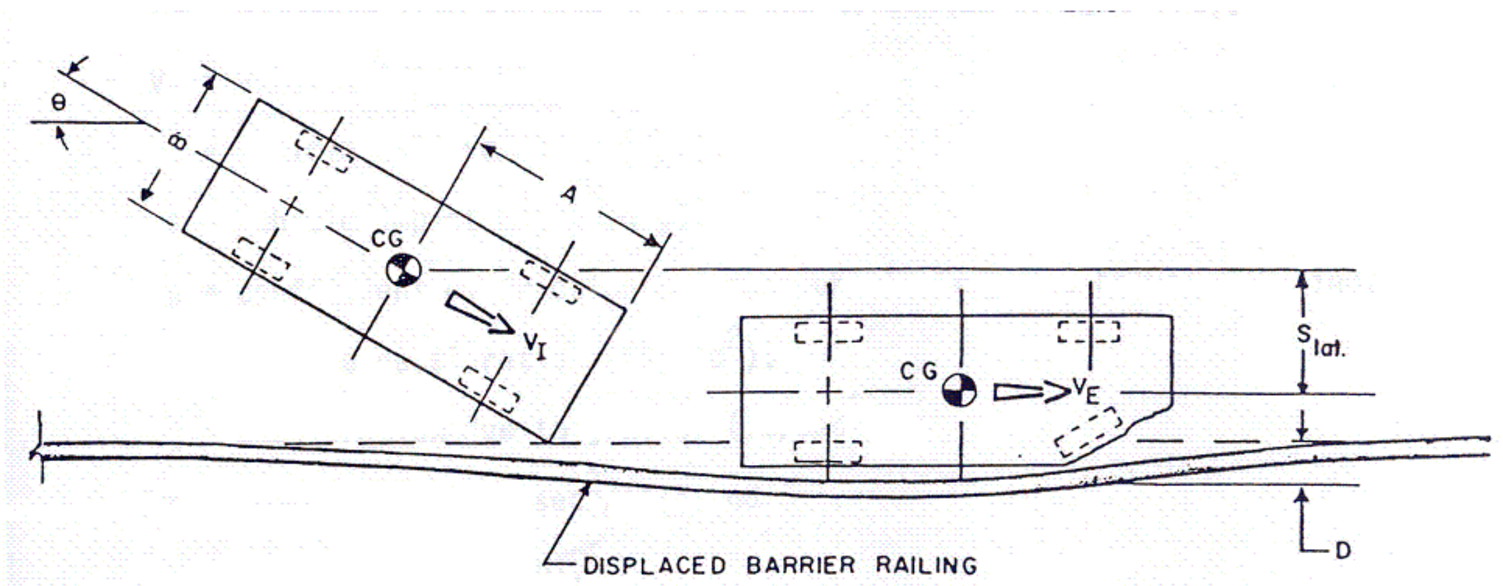
☜ NCHRP : National Cooperative Highway Research Program

수학적 모델을 이용하여 차량의 충돌하중을 산출하고 있으며, 그 외 기타 다른 적절한 계산식은 없는 것으로 판단되고,

Texas Transportation Institute 연구보고서(TTI-2-5-78-23)에는 이 모델로 계산된 감속도 값이 실제 차량충돌시험 자료와 비교할 때 정확도 ±20%까지 차량의 거동을 예측할 수 있음을 확인하고 있어, 국내 교량용 콘크리트 방호울타리 설계 충돌하중은 Olson Model을 이용하여 산출하는 것으로 정함.

③ Olson Model에 의한 횡방향 충돌하중 계산식과 국내 안전시설기준[도로안전시설 설치 및 관리지침(2001.7)]을 기초로 충돌하중 산출결과는 아래와 같다.

㉮ 충돌차량의 거동 모식도



㉯ 차량충돌로 인한 횡방향 충돌하중 계산식

$$avgG_{lat} = \frac{V_I \sin\theta}{g(t_p - t_o)} = \frac{V_I^2 \sin^2\theta}{2gS_{lat}}$$

$$= \frac{V_I^2 \sin^2\theta}{2g[A\sin\theta - 0.5B(1-\cos\theta) + D]}$$

$$avgF_{lat} = (avgG_{lat})W \quad , \quad \max F_{lat} = \frac{\pi}{2}(avgF_{lat})$$

- A : 차량앞면으로부터 차량의 무게중심까지의 거리(14.2ft→4.33m)
- B : 차량 폭(8ft→2.44m)
- θ : 충돌각도(15°)
- D : 방호울타리의 횡방향 변위
- V_I : 충돌전 차량의 속도(m/s)

㈐ 횡방향 충돌하중

종별 구분	차량중량(t)	충돌속도(km/h)	충돌각도(도)	충격도(kJ)	횡방향 충돌하중(tf)
SB5 (S2)	14	80	15	230	34.37
SB6 (S3)	25	80	15	420	61.38

※ 국내 안전시설 설치기준에는 시험차량에 대한 중량 만 제시되어 있어 충돌하중 산정을 위한 차량제원은 AASHTO HS-20-44 Design Truck을 사용하였다.

다. 방호울타리의 저항능력 산출방안 검토

① 국내 도로교 표준시방서(부록,'96) 하중-저항계수 설계편에는 한계상태 해석에 대한 일반적인 사항은 제시되어 있으나, 교량용 콘크리트 방호울타리에 대한 구체적인 저항능력 산출방안은 규정되어 있지 않으며,

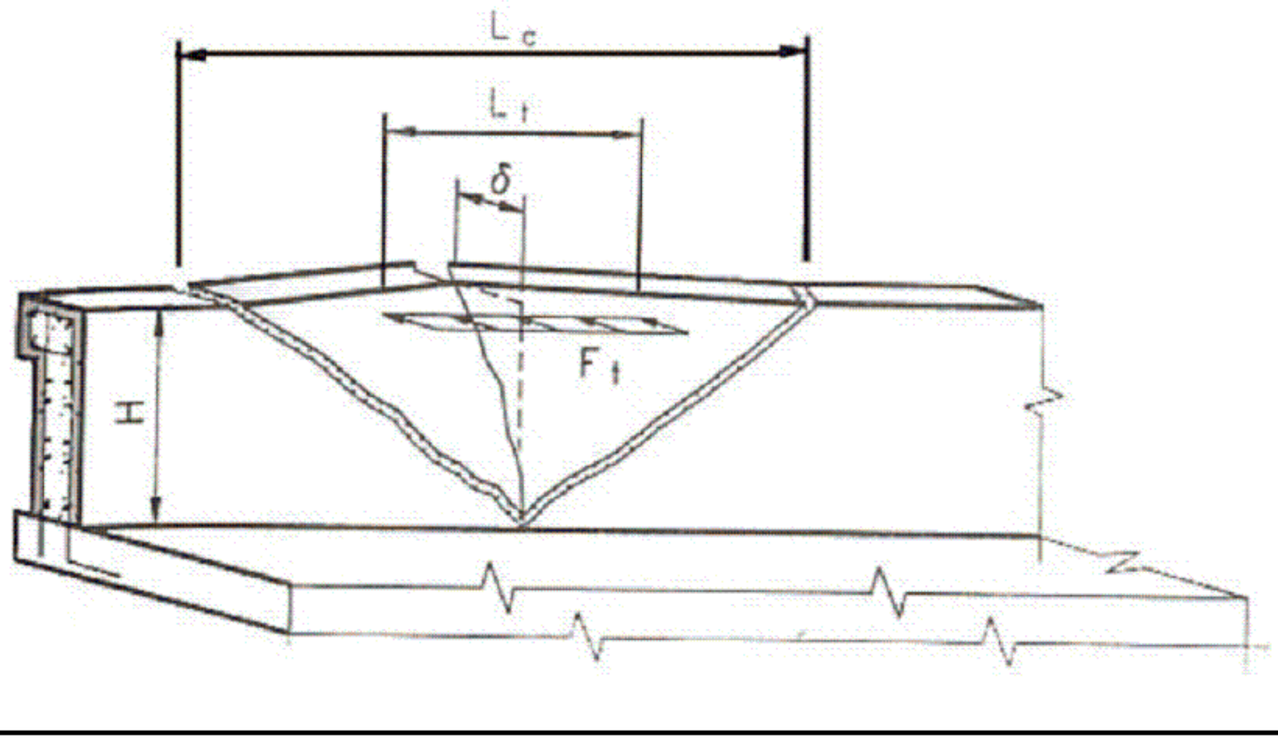
② AASHTO LRFD Bridge Design Specifications('98)에는 극한상태에서 항복선

☜ LRFD : Load and Resistance Factor Design

(yield lines)의 형성을 기초로 '78년 Hirsh에 의해서 개발된 항복선 이론을 이용하여 교량용 방호울타리의 저항능력을 산출하는 방법을 구체적으로 제시하고 있으며, Texas Transportation Institute 연구보고서(TTI-2-5-78-23) 등에도 동 방법을 이용한 교량용 콘크리트 방호울타리 설계방법을 제시하고 있다.

따라서 국내 교량용 방호울타리 저항능력은 도로교표준시방서 부록(하중-저항계수 설계편, '96)에 규정된 극한한계상태조합Ⅱ를 기초로 LRFD Bridge Design Specifications('98)에 제시된 항복선 이론을 적용, 방호울타리의 저항능력을 산출하는 것으로 정하며, 그 계산식은 아래와 같다.

㈎ 콘크리트 방호울타리의 파괴형태



㈏ 콘크리트 방호울타리의 저항능력 계산식

LRFD Bridge Design Specifications('98)의 항복선이론

- 방호울타리의 저항능력

$$R_w = \frac{2}{2L_c - L_t}\left(8M_b + 8M_wH + \frac{M_cL_c^2}{H}\right)$$

- 방호울타리의 항복길이

$$L_c = \frac{L_t}{2} + \sqrt{\left(\frac{L_t}{2}\right)^2 + \frac{8H(M_b + M_wH)}{M_c}}$$

-H = 방호울타리의 높이
-L_c = 방호울타리의 파괴길이
-L_t = 충돌하중의 재하길이
-M_b = 보 거동을하는 방호울타리 상단의 저항모멘트
-M_w = 방호울타리 벽체의 단위높이당 저항모멘트
-M_c = 방호울타리의 캔틸레버 거동에 의한 단위길이당 저항모멘트

라. 교량용 콘크리트 방호울타리 설계방법 결정

① 설계조건 및 횡방향 충돌하중

- 설계조건 : 도로안전시설 설치 및 관리지침(2001.7, 차량방호안전시설 편)
- 충돌하중 : 『NCHRP Report 86』에 소개된 Olson Model에 의거 산출.

종별 구분	차량중량 (t)	충돌속도 (km/h)	충돌각도 (도)	충격도 (kJ)	횡방향 충돌하중 (tf)
SB5 (S2)	14	80	15	230	34.37
SB6 (S3)	25	80	15	420	61.38

② 방호울타리 저항능력 산출기준

AASHTO LRFD Bridge Design Specifications('98)의 항복선 이론.

마. 설계방법에 의한 형식별 방호울타리 검토결과

① H = 1.0m 형 [설계 충돌하중 : 34.37 tf]

구 분		현행 표준도	검토 1안	검토 2안
철 근	수 평	D13ⓐ330	D13ⓐ165	D13ⓐ330
	수 직	D16ⓐ200+D16ⓐ200	D13ⓐ200+D13ⓐ200	D13ⓐ200+D13ⓐ200
방호울타리의 항복길이(m)		2.388	3.106	2.721
방호울타리의 저항력 (tf)		*44.14* > 34.37 ▶OK	*40.53* > 34.37 ▶OK	*35.50* > 34.37 ▶OK
방호울타리 전단력(tf)		*76.39* > 10.43 ▶OK	*56.98* > 7.70 ▶OK	*56.98* > 7.27 ▶OK

② H = 1.27m 형 [설계 충돌하중 : 61.38 tf]

구 분		현행 표준도	검토 1안	검토 2안
철 근	수 평	D13ⓐ310	H13ⓐ155	H16ⓐ310
	수 직	D16ⓐ200+D16ⓐ200	H16ⓐ250+H16ⓐ250	H16ⓐ250+H16ⓐ250
방호울타리의 항복길이(m)		3.805	4.566	4.606
방호울타리의 저항력 (tf)		**51.35 < 61.38 ▶NG**	*65.60* > 61.38 ▶OK	*66.17* > 61.38 ▶OK
방호울타리 전단력(tf)		*76.50* > 8.53 ▶OK	*80.08* > 9.75 ▶OK	*80.08* > 9.78 ▶OK

구 분		검토 3안	검토 4안
철 근	수 평	H13ⓐ310	H19ⓐ250
	수 직	H16ⓐ200+H16ⓐ200	H16ⓐ200
방호울타리의 항복길이(m)		4.308	5.662
방호울타리의 저항력 (tf)		*76.72* > 61.38 ▶OK	*73.24* > 61.38 ▶OK
방호울타리 전단력(tf)		*94.38* > 11.79 ▶OK	*70.54* > 9.50 ▶OK

- 차량충돌로 인한 하중상태는 극단적인 상황임을 감안, 도로교표준시방서('96) 부록 하중-저항계수 설계편에 의거 하중증가 및 강도감도계수는 각각 1을 적용.
- 검토4안은 설계이13202-1132호('99.12.27)로 기 시행된 배근형태로서 검토1안에 비하여 철근량은 다소 과다함.

4. 검토결과

① 교량용 콘크리트 방호울타리 설계를 위한 충돌하중은 『도로안전시설 설치 및 관리지침-차량방호 안전시설편, 2001.7』을 근간으로 NCHRP Report 86에 소개되어 있는 Olson Model을 이용하여 산출.

② 방호울타리 저항능력은 도로교 표준시방서 부록(하중-저항계수 설계편, '96)에 규정된 극한한계상태조합Ⅱ를 기초로 AASHTO LRFD Bridge Design Specifications('98)의 항복선 이론을 적용하여 검토.

③ 종류별 설치제원은 교량용 방호울타리의 안전성 및 경제성과 시공성 등을 종합적으로 고려하여 아래와 같이 결정.

종별 구분	차량 중량 (t)	충돌 속도 (km/h)	충돌 각도 (도)	횡방향 충돌하중 (tf)	방호울타리 제원		
					설치높이 (m)	철근제원	
						수평철근	수직철근
SB5 (S2)	14	80	15	34.37	1.00	D13ⓐ165	D13ⓐ200 + D13ⓐ200
SB6 (S3)	25	80	15	61.38	1.27	H13ⓐ155	H16ⓐ250 + H16ⓐ250

④ 차량 충돌로 인한 교량바닥판 안전성 검토는 『도로교 설계기준』에서 규정하는 방법에 따른다.

5. 적용방안

이후 교량용 콘크리트 방호울타리는 기 수립된 『교량용 방호울타리 설계기준 검토 [설계이 13202-1132호('99.12.27)]』와 『도로안전시설 설치 및 관리지침(2001.7』에 의거 설치하되, 종별구분 S2는 SB5로, S3는 SB6로 대체 적용하는 것으로 하며, 콘크리트 단일형 방호울타리는 본 『교량용 콘크리트 방호울타리 설계방법 검토』에서 제시하는 표준도에 따라 아래와 같이 적용.

o 2002.7월 현재 실시설계진행중인 노선과 이후 계획중인 노선 : 적용.

o 공사진행중인 노선 : 작업공정 상 부득이한 경우 외에는 적용.

붙 임 : 교량용 콘크리트 방호울타리 설계방안 및 표준도 1부. 끝.

감 사
기술검사

★◉기안자	부 장	차 장	본부장	부사장	사 장
홍광웅	박상인	전결			이종희

문서번호	설계설10201-539
보존기간	10년
결재일자	2002. 10. 21
공개여부	공 개

협 조	· 도로설계부장 : 이승우
	· 구조설계부장 : 기술검토

교량 고강도 철재 방호울타리 설계지침(안)

2002. 10.

한국도로공사

KOREA
HIGHWAY
CORPORATION

설 계 처

별첨 3

Ⅰ. 목　　적

설계자문위원회 심의 채택된 고강도 철재 교량방호울타리(SB5, SB6급)에 대한 세부 설계 적용방안을 검토코자 함.

※ 관련근거(연구교 15301-30866호('02.5.14))
- ○ 철재 교량용 방호울타리(SB5, SB6급) 적극 활용토록 통보
- ○ 적용대상교량
  - 강상판교
  - 주위경관이 수려하여 조망권 확보가 필요한 구간
  - 적설, 한냉 지역으로서 잔설, 노면 결빙 문제구간

Ⅱ. 교량용 철재방호울타리 설계도서 검토

구　　분	내　　용	비　고
방호울타리 종　　별	· SB5급(충격도 230KJ), SB6급(충격도 420KJ)	
방호울타리 높　　이	· 1100 mm	
연　석　폭	· 500 mm	
연석높이	· 250 mm	
가로보와 연석선단과 이격거리	· SB5급 : 105mm, SB6급 : 80mm	
지주간격	· 1,500mm	
아연도금	· 610g/㎡	
방풍대책	· 방풍기능은 별도의 시설로 처리	
공 사 비	· 367,500원/m (SB5급, 콘크리트방호벽 61,000원/m)	
교량슬라브에 대한 영향	· 충돌시험계측 결과 슬라브에 대한 영향은 미미	
가로보의 연결	· 볼팅(φ16×120)에 의한 연결	
앵 커 볼 트	· φ25×300mm(6개)	

Ⅲ. 세부 적용방안 검토

구 분	적 용 상 문 제 점	대 책	비 고
연석폭원	· 제시도면의 연석폭(500mm)으로 시행할 경우 기존의 교량폭원 확대필요(80mm)	· 연석의 폭을 교량방호울타리 저폭인 420mm로 변경(방호울타리전면과 연석단부를 일치(SB6급))	
중앙분리대	· 중앙분리대에 대한 기준 없음	· 중앙분리대는 기존의 콘크리트 중앙분리대 사용을 원칙으로 함 · 강상판교량과 같이 콘크리트 중분대 설치가 곤란한 경우 교량설계시 별도검토 적용 · 선형 분리 도로 교량중 철재 방호울타리가 필요한 교량은 방현망 설치(7m 이상분리되는 교량은 방현망 불필요)	
광통신 및 전기배선	· 연석내부에 설치곤란 (PVC 파이프φ125mm×2개)	· 광통신 관로 및 전기배선을 위한 시설을 교량내부나 하부에 설치 (교통처,시설처 사전협의)	
신 축 이 음 부	-	· 교량의 신축이음장치와 동일 위치에 난간의 신축장치를 설치하되 신축량이 큰 경우 (300mm 이상) 별도 검토실시	
가 로 등	-	· 철재방호울타리 외측에 가로등 설치를 위한 슬라브 일부 확폭	
시선유도시설	· 시선유도시설 설치높이 900mm 적용 곤란	· 길어깨 포장면에서 900~1000mm에 설치	
단 부 처 리	· 단부처리 상세도가 없어 차량 충돌시 위험	· 단부 처리 상세도 수록	

구 분	적 용 상 문 제 점	대 책	비 고
강상판교량 방호울타리 고정장치	· 고정앵커설치 곤란	· 강재 연석 설치 후 강재연석에 용접	
연 석 부 철근배근	-	· 상세 배근도 작성	

Ⅳ. 검 토 결 론

○콘크리트 방호울타리 적용을 원칙으로 함.

○철재 교량용 방호울타리는 성능은 우수하나 콘크리트 방호울타리에 비해 고가이므로 향후 방음벽이 설치될 계획이 없는 곳으로서 다음과 같은 교량에 적용

- 강상판 교량

- 주변경관이 수려하여 조망권 확보가 필요한 교량

- 강풍이나 돌풍이 우려되지 않는 적설, 한냉지역으로서 제설과 융설을 위하여 필요한 교량

○연석의 폭원은 기존의 표준적인 교량슬라브 폭원을 유지하고 방호울타리 전면과 연석단부를 일치시킬 수 있도록(단 SB5급은 2.5cm 전면에 여유폭을 둠) 콘크리트 방호벽과 동일한 420mm로 조정하고 높이는 250mm를 표준으로 함.

○콘크리트 중앙분리대 사용을 원칙으로 하고 선형분리 교량의 경우 철재방호울타리가 필요한 교량은 난간 방호벽과 동일한 높이 등급의 난간방호벽 적용하고 방현망 별도 설치(단 7m 이상 분리되는 경우 방현망을 설치하지 아니함)

○광통신, 전기배선을 위한 전선관은 설치방안 별도 검토

○교량의 신축이음장치와 동일한 위치에 철재방호울타리 신축이음부를 설치하되 신축량이 큰 경우 별도검토 적용

○철재방호울타리 단부는 차량충돌시 안전성 향상을 위하여 교량접속부 콘크리트방호벽과 연속화 실시 및 신축이음장치가 위치하는 동일 개소에 신축이음부 설치

차량방호울타리 설치기준

구 분	도로안전시설 설치 및 관리지침('99.9)			도로안전시설 설치 및 관리지침('01.7)		
종별	S2	S3	SS	SB5	SB6	SB7
차량중량(톤)	25	25	25	14	25	36
충돌속도 (km/hr)	65	80	100	80	80	80
충돌각도(°)	15	15	15	15	15	15
충격도 (KJ)	280	420	650	230	420	600

※ 차량의 충돌속도는 설계속도의 80%를 평균주행속도로 함

종별 적용기준

종 별		적용도로
고속구간(100km/hr 이상인 고속도로 및 자동차전용도로)	SB5	· 중앙분리대, 교량구간 및 노측위험도가 큰 구간에 일반적으로 추천하는 등급 SB5 · 도로여건이나 시설물 개발수준에 따라 사용이 권장되는 등급 SB6
	SB6	· 도로가 타도로와 교차되는 등 특수구간 · 특수 중차량 통행이 많은 구간 · 일반적으로 추천하는 등급 SB6
	SB7	· 도로여건이나 시설물 개발수준에 따라 사용이 권장되는 등급 SB7

아연도금 내용년수(계산치)

구 분	부식량 (g/m^2/년)	내용년수		
		350g/m^2	500g/m^2	600g/m^2
중공업지대	40.1	9	11	13
해안지대	10.8	33	41	50
교외지대	5.4	67	86	104
도시지대	17.5	21	25	30

○ 상기수치는 (주)일본용융아연도금협회에서 10년간('64.~'74.)의 대기폭로시험결과로부터 계산하였음

○ 추정내용년수는 도금피막의 90%가 소모될때까지의 기간을 나타냄

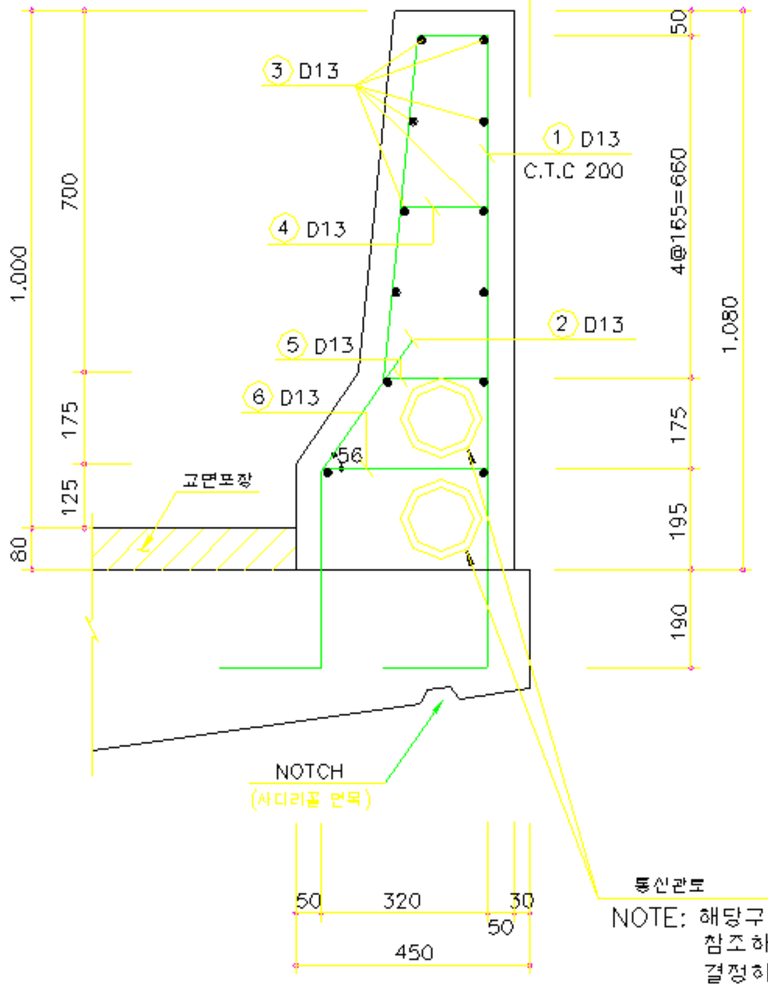
별첨 4

방 호 벽 (슬래브용)

형 식 - 1

단 면 도

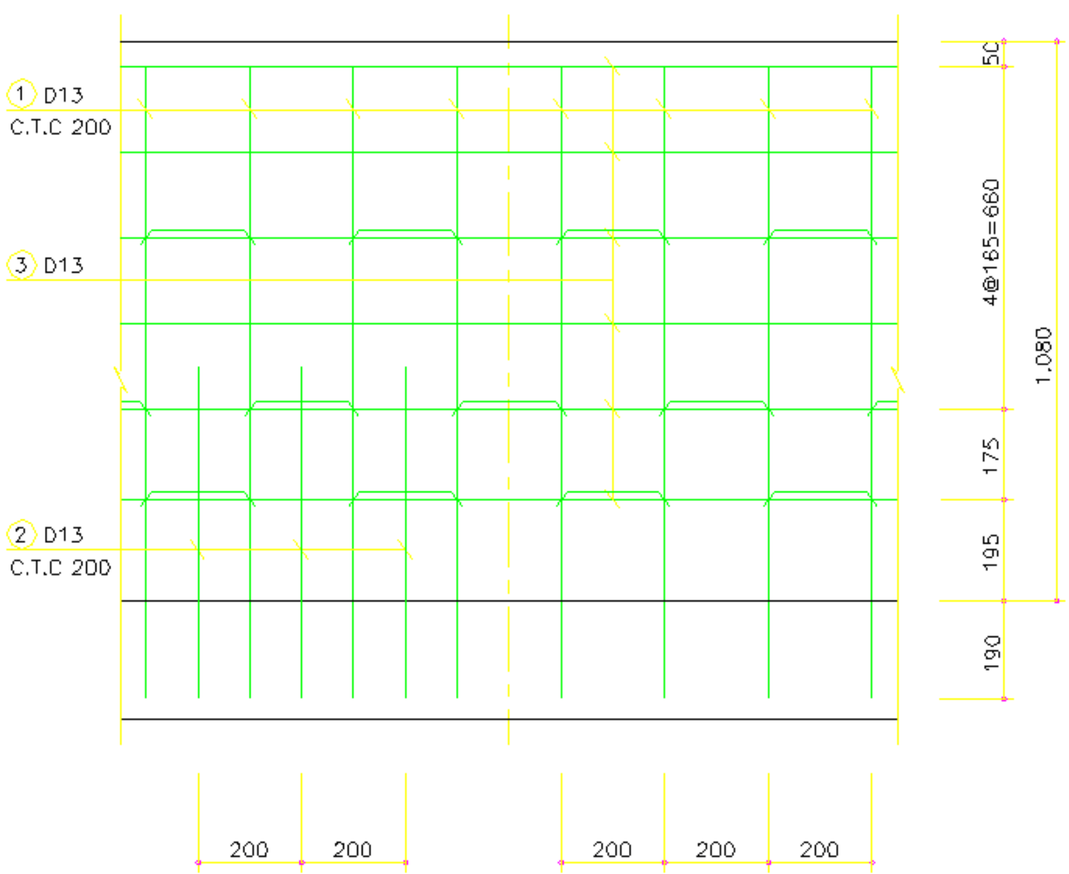
S = 1:10



NOTE: 해당구간 통신관로 공사도면을 참조하여 설치위치 및 공수를 결정하여야 한다.

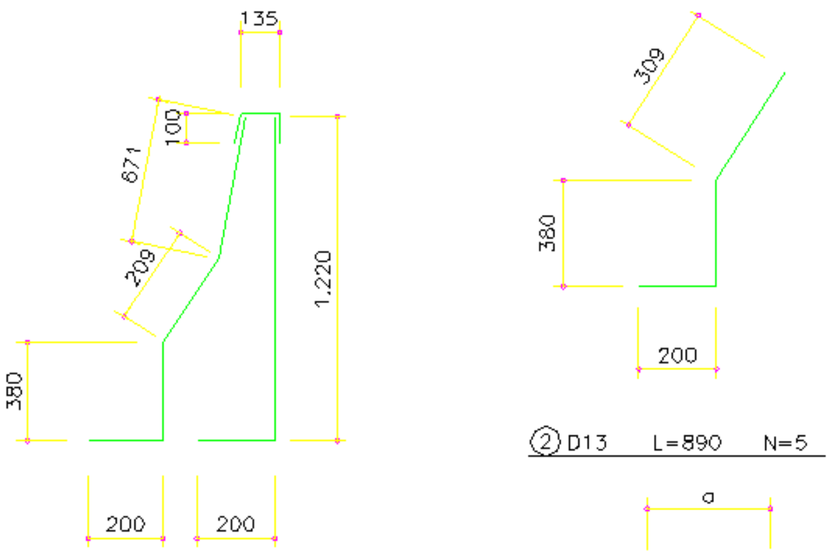
정 면 도

S = 1:10



철 근 상 세 도

S = NONE



번 호	DIA	a	b	L	N
4	D13	154	154	1.070	2.5
5	D13	187	187	1.200	2.5
6	D13	302	302	1.660	2.5

재 료 표

(m 당)

공 종	단 위	수 량	비 고
콘 크 리 트	m^3	0.310	fck=240kgf/cm²(2종)
거 푸 집	m^2	2.201	합 판 3 회
철 근	kgf	42.641/43.920	SD - 30

NOTE: 교량 날개벽 및 방호벽내 통신관로는 통신관로공사 표준도 참조.

철 근 재 료 표

(SD 30) (m 당)

번 호	직 경	길 이 (m)	수 량 (EA)	총 길 이 (m)	단위중량 (kg/m)	총 중 량 (kgf)	할 증 (kgf)
1	D13	3.220	5	16.100			ADD 3%
2	"	0.890	5	4.450			
3	"	1.040	12	12.480			
4	"	1.070	2.5	2.675			
5	"	1.200	2.5	3.000			
6	"	1.660	2.5	4.150			
소 계				42.855	0.995	42.641	43.920
총 계						42.641	43.920

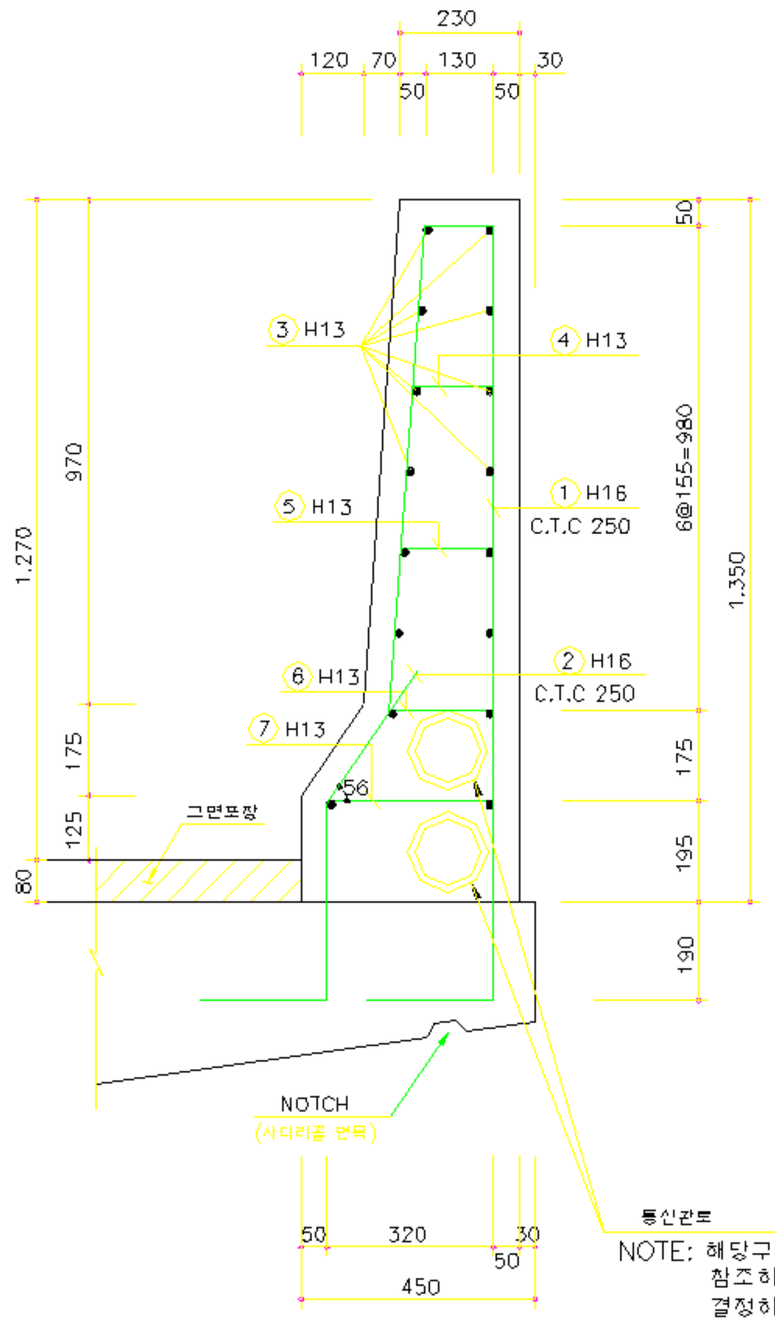
한국도로공사 KOREA HIGHWAY CORPORATION	표 준 도 TYPICAL DRAWING	도면명	방 호 벽 (슬래브용) 형 식 - 1	설 계 자		작 성 일	2003.01	도면번호
				확 인 자	최연구	축 척	NONE	3.026

방 호 벽 (슬래브용)

형 식 - 2

단 면 도

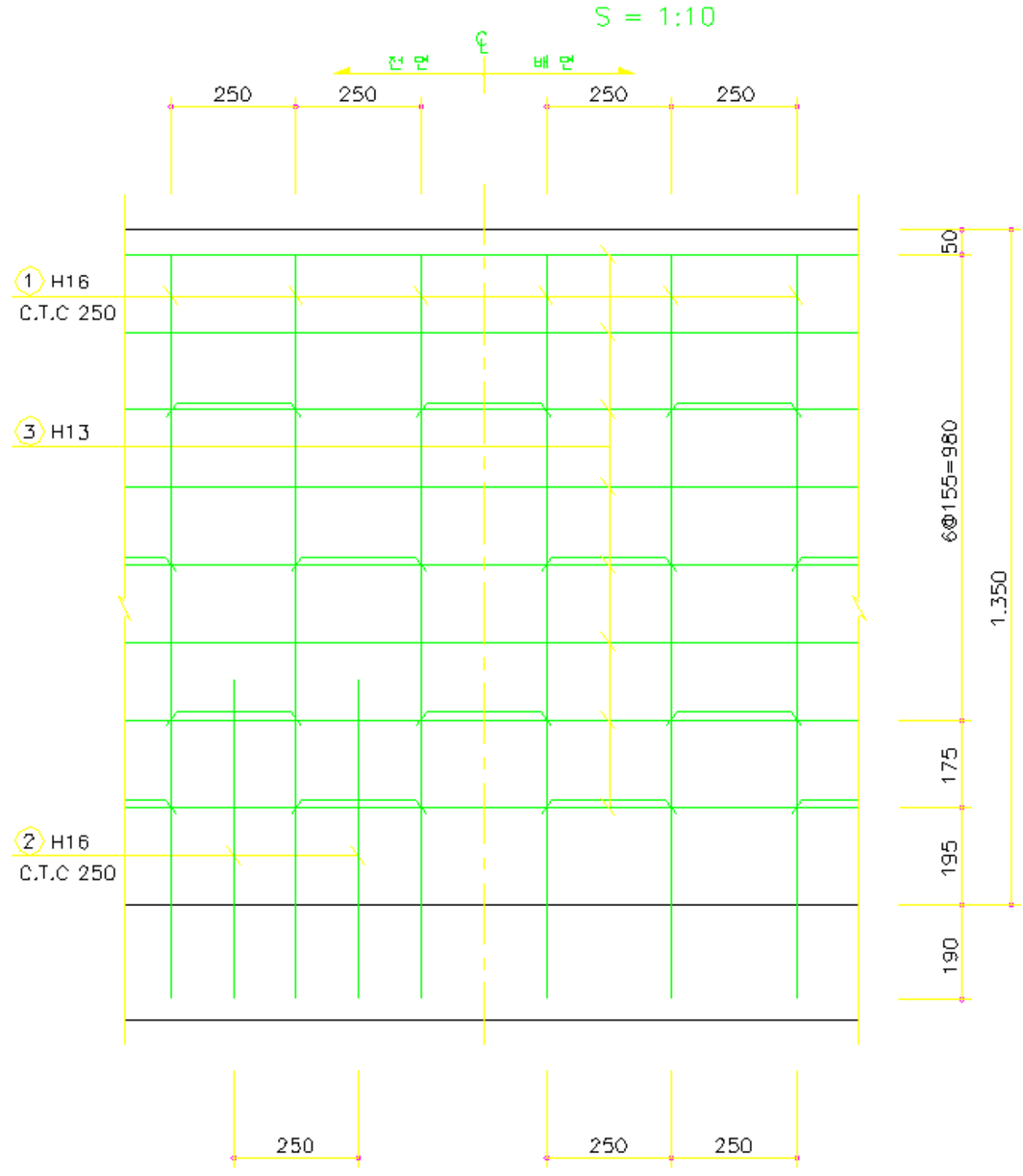
S = 1:10



NOTE: 해당구간 통신관로 공사도면을 참조하여 설치위치 및 공수를 결정하여야 한다.

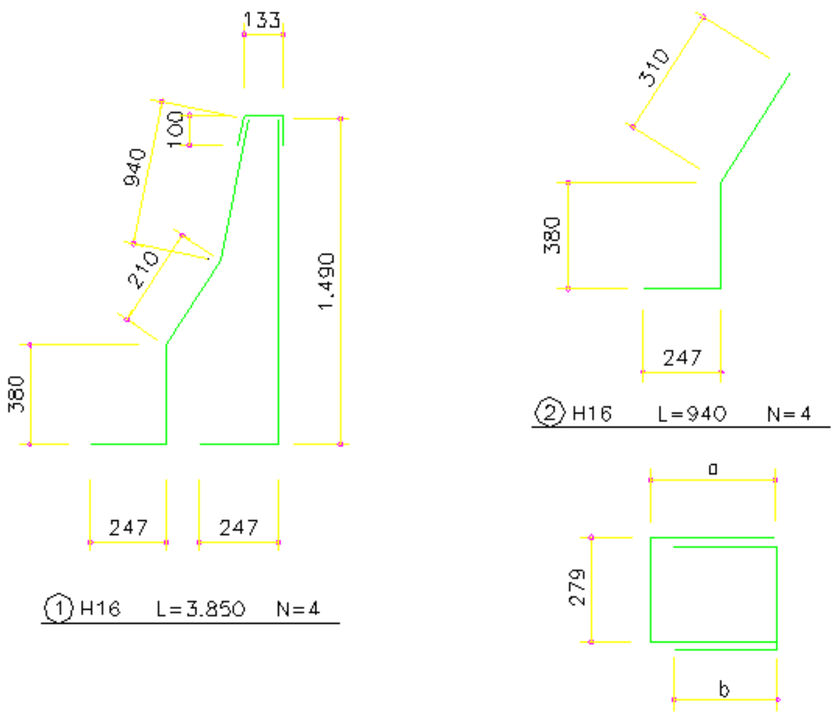
정 면 도

S = 1:10



철근 상세도

S = NONE



번 호	DIA	a	b	L	N
4	H13	145	145	1,140	2
5	H13	166	166	1,220	2
6	H13	190	190	1,320	2
7	H13	305	305	1,780	2

재 료 표

(m 당)

공 종	단 위	수 량	비 고
콘 크 리 트	m^3	0.382	fck=240kgf/cm²(2종)
거 푸 집	m^2	2.743	합 판 3 회
철 근	kgf	57.312/59.031	SD - 40

NOTE: 고랑 날개벽 및 방호벽내 통신관로는 통신관로공사 표준도 참조.

철 근 재 료 표

(SD 40) (m 당)

번 호	직 경	길 이 (m)	수 량 (EA)	총 길 이 (m)	단위중량 (kg/m)	총 중 량 (kgf)	할 증 (kgf)
1	H16	3.850	4	15.400			ADD 3%
2	"	0.940	4	3.760			
소 계				19.160	1.560	29.890	30.786
3	H13	1.040	16	16.640			
4	"	1.140	2	2.280			
5	"	1.220	2	2.440			
6	"	1.320	2	2.640			
7	"	1.780	2	3.560			
소 계				27.560	0.995	27.422	28.245
총 계						57.312	59.031

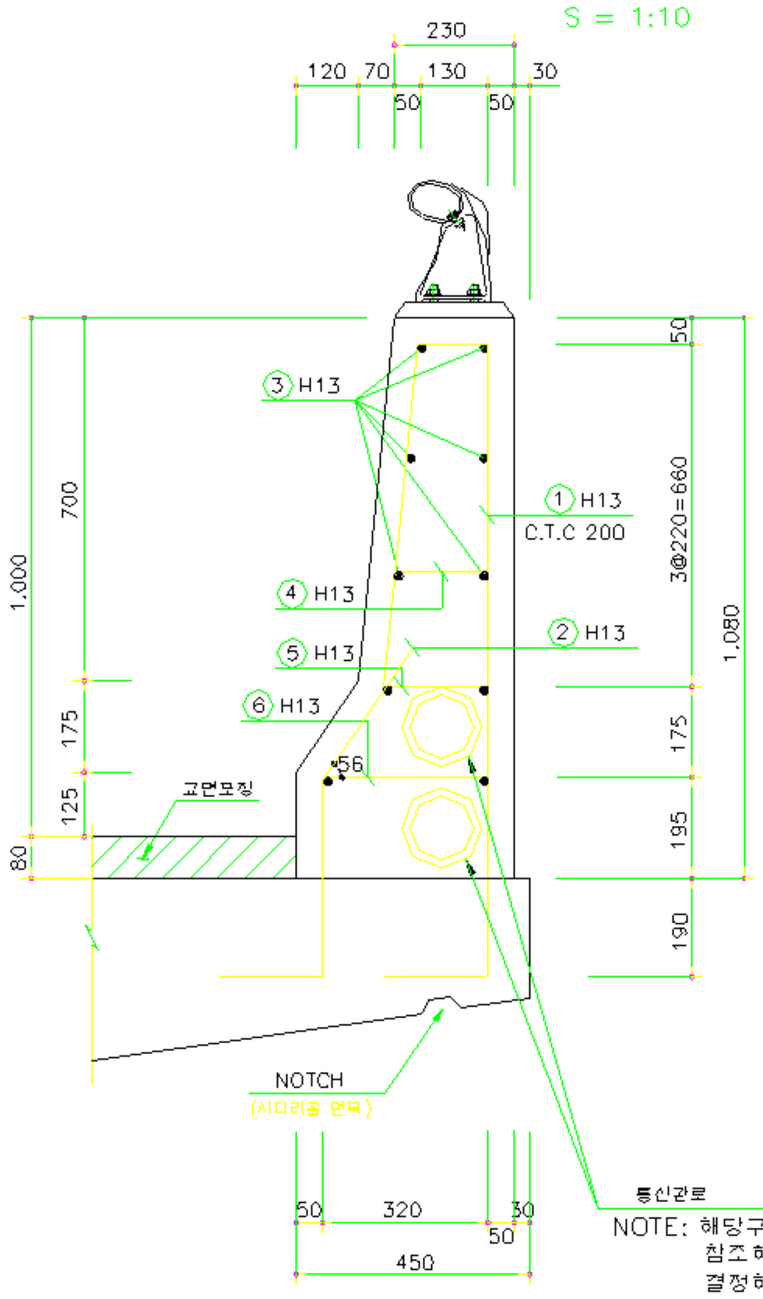
한국도로공사 KOREA HIGHWAY CORPORATION	표 준 도 TYPICAL DRAWING	도면명	방 호 벽 (슬래브용) 형 식 - 2	설 계 자		작 성 일	2003.01	도면번호
				확 인 자		축 척	NONE	3.027

방 호 벽 (슬래브용)

형 식 - 3

단 면 도

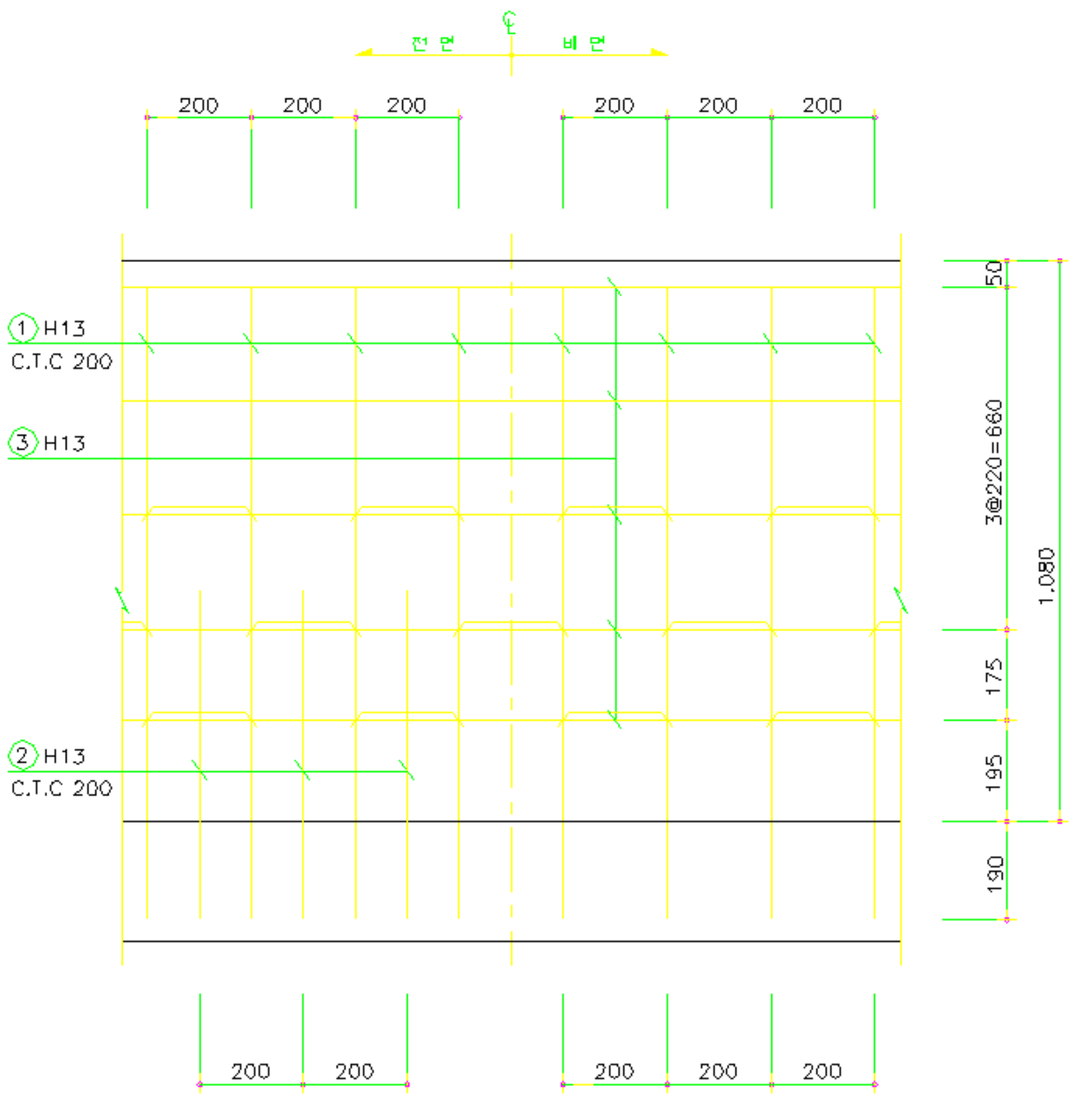
S = 1:10



NOTE: 해당구간 통신관로 공사도면을 참조하여 설치위치 및 공수를 결정하여야 한다.

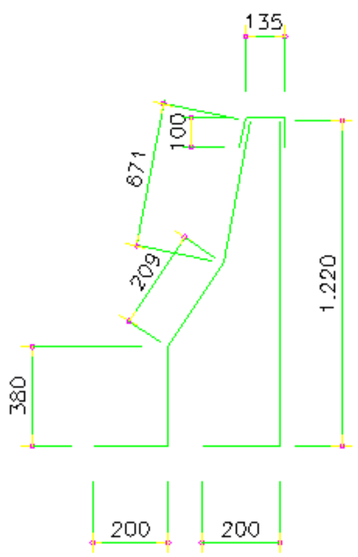
정 면 도

S = 1:10



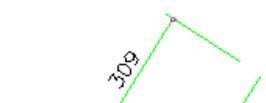
철근 상세도

S = NONE

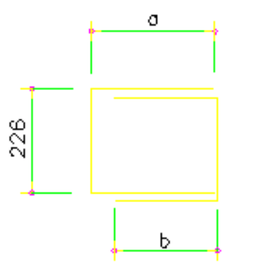


① D13 L=3.220 N=5

③ D13 L=1.040 N=10



② D13 L=890 N=5



번 호	DIA	a	b	L	N
4	D13	205	205	1.270	2.5
5	D13	227	227	1.360	2.5
6	D13	342	300	1.740	2.5

재 료 표

(m 당)

종 별	단 위	수 량	비 고
콘 크 리 트	m^3	0.310	fck=240kgf/cm²(2종)
거 푸 집	m^2	2.201	합 판 3 회
철 근	kgf	41.666/42.916	SD - 40
난 간	m	1.0	

NOTE: 고링 날개벽 및 방호벽내 통신관로는 통신관로공사 표준도 참조.

철 근 재 료 표

(SD 30) (m 당)

번 호	직 경	길 이 (m)	수 량 (EA)	총 길 이 (m)	단위중량 (kg/m)	총 중 량 (kgf)	할 증 (kgf)
1	D13	3.220	5	16.100			ADD 3%
2	"	0.890	5	4.450			
3	"	1.040	10	10.400			
4	"	1.270	2.5	3.175			
5	"	1.360	2.5	3.400			
6	"	1.740	2.5	4.350			
소 계				41.875	0.995	41.666	42.916
총 계						41.666	42.916

한국도로공사 KOREA HIGHWAY CORPORATION	표 준 도 TYPICAL DRAWING	도면명	방 호 벽 (슬래브용) 형 식 - 3	설 계 자 / 확 인 자	작 성 일 2003.08 / 축 척 NONE	도면번호 3.028

방 침
기 술 환
10804-30362
('03.8.14)

사전환경성검토용역대가 기준

Ⅰ. 일반사항

본 기준은 고속도로 건설사업 및 시설개량사업의 사전환경성검토용역 대가 산정을 위한 기준으로 사용하며, 여기에 언급되지 않은 사항은 "사전환경성 검토 업무 편람(환경부)"과 "환경영향평가서 작성비용 산정기준(환경부)"에 의거 조정·적용할수 있다.

Ⅱ. 기술용역 대가기준

1. 비용산정방식

엔지니어링기술진흥법 제10조 2항의 규정에 의한 엔지니어링 사업대가 기준중 실비정액가산방식 적용을 원칙으로 하며, 비용산정기준의 구성비목은 직접인건비, 직접경비, 제경비, 및 기술료로 한다.

2. 기술자 등급별 노임단가

한국엔지니어링 진흥협회가 조사·공표하는 노임단가중 건설 및 기타분야의 노임단가를 적용한다

3. 평가항목의 측정·분석비

환경기술개발 및 지원에 관한 법률 시행규칙 별표6의 측정·분석수수료를 적용한다. 다만, 수수료가 규정되지 아니한 항목의 경우에는 유사한 항목의 수수료를 적용한다.

Ⅲ. 구성비목별 산정기준

1. 직접인건비

직접인건비라 함은 사전환경성검토 업무에 직접 종사하는 기술인력의 급료, 제수당, 상여금, 퇴직적립금, 산재보험금 등을 포함한다.

가. 소요인력 산정기준(기준규모:신설4km, 확장10km)

구 분	특 급	고 급	중 급	초 급
계	14.8	19.5	27.9	21.2
1. 사업의 개요	0.5	0.8	0.8	0.6
2. 현황조사 분석 및 입지적정성 검토	0.3	0.3	0.6	0.6
3. 검토항목의 설정	0.2	0.2	0.2	0.3
4. 항목별 예측·평가 및 저감방안				
(가) 지형·지질	0.9	2.0	3.4	2.9
(나) 동·식물	8.7	9.9	9.8	3.5
(다) 대기질	0.5	1.5	4.6	2.0
(라) 수질	1.0	1.8	3.4	2.9
(마) 소음·진동	1.6	1.4	2.7	2.3
(바) 위락·경관	0.8	1.3	2.6	5.9
5. 종합평가	0.3	0.3	0.4	0.2

※ 사업별 특성을 고려하여 항목 및 항목별 소요인원을 조정할수 있다

나. 사업규모에 따른 할인

규 모	할인율	비 고
· 신설2km이상~4km미만이나 확장5km이상~10km미만일때	기준규모 적용	
· 신설2km미만이나 확장5km미만	기준규모의 60%적용	

2. 직접경비

직접경비는 평가항목별 조사비, 환경질 측정·분석비, 여비, 보고서 인쇄비, 특수자료비(특허,노-하우등의 사용료), 용선료등을 포함하는 것으로 환경영향평가업무 수행에 필요한 실제소요비용을 말한다.

가. 측정·분석수수료

(1) 측정항목

분 야	항 목	비 고
대기질	PM-10, SO_2 ,NO_2 ,CO, O_3 ,Pb (6)	
지표수	PH, BOD, COD, SS, DO, 대장균군수, T-N, T-P, Cd, As, CN, Hg, Pb, 유기인,Cr6+, PCB, ABS (17)	
지하수	NH3-N, NO3-N, Cl - ,KMnO4, 일반세균수, 대장균군수, CN, Hg, 유기인, Cu, Fe, F, Pb, Zn, Cr, As, 페놀, 경도, Cd, Ph, 색도, 증발잔유물 (21)	
소 음	소 음	
진 동	진 동	

(2) 측정지점수

노선주변의 수계(水系) 및 이격거리, 취락지역의 형태 및 분포등을 충분히 고려하여 산정하여야 한며, 측정횟수는 항목별로 1회로 한다

(3) 측정·분석비용

환경기술개발 및 지원에 관한 법률 시행규칙 별표6의 측정·분석수수료를 적용한다.

다. 여 비

(1) 동·식물 조사

구 분	특 급	고 급	중 급	초 급	비 고
육상 동·식물	1	1	1	1	1회 출장

(2) 측정업무 출장인력

○ 측정지점 3개소마다 1회출장을 적용한다

(3) 여비기준

○ 동·식물조사 출장인력 : 우리공사 여비기준 적용

○ 측정업무 출장인력 : 환경기술개발 및 지원에 관한 법률 시행규칙 별표6의 출장비 적용

라. 인 쇄 비

구 분	규 격	비 고
보 고 서	10절,백상지,150P, 100부	조달청 경인쇄요금 적용

3. 제경비

직접인건비 및 직접경비에 포함되지 아니하는 비용으로 관리직원의 급료, 사무실비, 광열수도비, 사무용 소모품비, 비품비, 기계·기구의 수선 및 감가상각비, 회의비, 공과금을 포함한 것으로 직접인건비의 110~120%를 적용한다.

4. 기술료

기술의 사용 및 축적을 위한 비용으로서 조사연구비, 기술개발비, 기술훈련비 및 자료구입비를 포함한 것으로 직접인건비에 제경비를 합한 금액의 20~40%를 적용한다.

5. 부가가치세

부가가치세법 제14조에 의거 부가가치세 세율은 100분의 10으로 한다

3-9 강관말뚝 두부보강 적용방안 검토

방 침
건 설 지 10308-73 ('03.8.30)

I 검토목적

구조물 기초 시공시에 사용하는 .강관 말뚝의 두부보강 방법이 새로운 공법의 개발로 신기술이 추가 지정됨에 따라 현장 적용성 여부를 검토하여 시행코자함

※ 두부 보강이란

> 교대나 교각기초와 강관말뚝을 서로 연결시키는 구조체로써, 내진 설계상 안전성을 높이고 수평변위를 적게 발생시키기 위하여 사용

II 현황

□ 추진경위

- ○ '97. 4이전 : 현장용접식 덮개판 방법
- ○ '97. 4 : 현장용접식 속채움 콘크리트 방법
- ○ '98. 12 : 볼트식 두부보강 신기술 지정(134호)
- ○ '01. 11 : 합성형 볼트식 신기술 지정(307호)
- ○ '03. 4 : 볼트식 속채움 신기술 지정(373호)

□ 설계 및 시공현황

노 선	실시설계기간	설 계	시 공	비 고
대전-당진	'94.12-'97.12	볼트식	볼트식시공중	
서천-공주	'96.4-'01.9	속채움,볼트식	속채움,볼트식 시공중	
장성-담양	'95.7-'97.10	볼트식	볼트식 시공중	
무안-광주	'01.9-'02.11	합성형볼트식	미시공	
고창-장성	'00.9-'02.9	볼트식	미시공	
목포-장흥	'01.9-'02.11	볼트식	미시공	
현풍-김천	'95.10-'96.12	속채움	속채움 시공중	

Ⅲ 현장 적용시 문제점

○ 일부 노선의 발주시 표준도 및 구조물도에 특정제품에 해당하는 상세도면 수록

○ 기술 개발에 따라 두부보강에 대한 신기술이 지속적으로 발전되고, 업체간 경쟁이 과다하여 두부보강 적용 공법에 대한 민원발생

Ⅳ 추가개발 기술의 적용성 검토

□ 관련규정

◉ 건설기술 관리법

○ 법 제18조 : 건설교통부장관은 발주청에게 신기술과 관련된 시험시공을 권고할 수 있으며, 발주청이 시행하는 건설공사에 신기술을 우선 적용하게 할 수 있다

○ 시행령 제34조 : 발주청은 건설공사의 설계에 반영하여야 하며, 신기술개발자로 하여금 관련되는 공정에 참여하게 할 수 있다

◉ 국가계약법

○ 시행령 제34조 : 신규 개발품이거나 특수성으로 인하여 적정한 거래실례가격이 없는 경우에는 원가계산에 의한 가격으로 정함

□ 경제성 검토

○ 신기술의 개발에 따른 경제적인 공법 적용으로 공사비 절감가능

○ 일괄 설계변경 적용시 도급률이 저가인 공구는 협의단가 적용에 따라 공사비가 증가하는 문제점 발생

○ 설계 변경시 기준단가는 설계처의 원가계산 단가를 기준으로 하고, 없을경우 원가계산 용역기관의 자료에 의한 단가적용

□ 구조적인 안정성 검토

◉ 특허 또는 신기술이 지정된 공법 : 일반적인 구조 안정성 및 시공성은 확보된 것으로 인정

신기술 지정기준(건설교통부)

- 신규성 : 새롭게 개발되었거나 개량된 기술
- 진보성 : 기존의 기술과 비교하여 품질, 공사비, 공사기간 등에서 향상이 이루어진 기술
- 현장 적용성 : 시공성, 안전성, 경제성, 환경친화성, 유지관리 편리성이 우수하여 건설현장에 적용할 가치가 있는 기술

◉ 특허나 신기술 등의 인증이 없는 새로운 공법 : 전문기관의 구조적인 안정성 입증시 활용

◉ 현장 적용시 검토사항

○ 각 구조물별로 강관말뚝 머리부에 작용하는 압입력, 인발력, 수평력 및 모멘트 검토

○ 하중 조합에 저항할수 있도록 말뚝머리에 보강되는 보강철근의 규격 및 수량 검토

□ 적용성 검토

○ 법률적으로 신기술의 사용을 권장하고 있으며

○ 새로운 신기술 적용시 공사비를 절감할 수 있고

○ 일반적인 구조안정성 및 시공성이 확보되었으므로 새로운 신기술 공법에 대하여 확대 적용함이 타당함

○ 현장 적용시 말뚝머리부에 작용하는 하중에 대한 별도 검토후 현장 여건에 맞는 부재의 설치

V 시행방안 및 기대효과

□ 시행방안

○ 신기술로 지정된 두부보강 공법에 대하여 특정 제품이 설계서에 명시되어 있더라도 향후 안정성이 입증된 새로운 공법 개발시 현장에서 대체적용 가능

○ 현장의 공사추진 여건과 설계변경시의 경제성을 감안하여 공사 시행 부서별로 검토후 적용

□ 기대효과

○ 업무관련 신기술의 확대 적용으로 건설공사 원가절감

○ 특정공법 지정에 따른 폐쇄성 해소로 신규공법 개발업체의 민원요인 사전예방

○ 신규 우수업체의 공사 참여기회 확대를 통한 지속적인 기술개발 독려

감 사
김영석

기 안	부 장	처 장	본부장	부사장	사 장
이태홍	조재욱	정경진	전결		

협 조	도로처장 : 이동응	교통처장 : 차기성
	설계처장 : 이동희	기술심사실장 : 박
	건설지원부장 : 배상근	

고속도로 4→6차로 확장구간

중앙분리대 폭 개선 검토

2003. 10.

문서번호	건설기 10105-88
보존기간	5년
결재일자	2003. 10. 6
공개여부	공 개

목 차

1. 검토목적
2. 4→6확장구간 현황
3. 중분대구간 실태
4. 관련기준 및 기술자문 결과
5. 중분대 폭 개선(안)
6. 적용방안
7. 기대효과

한국도로공사

KOREA
HIGHWAY
CORPORATION

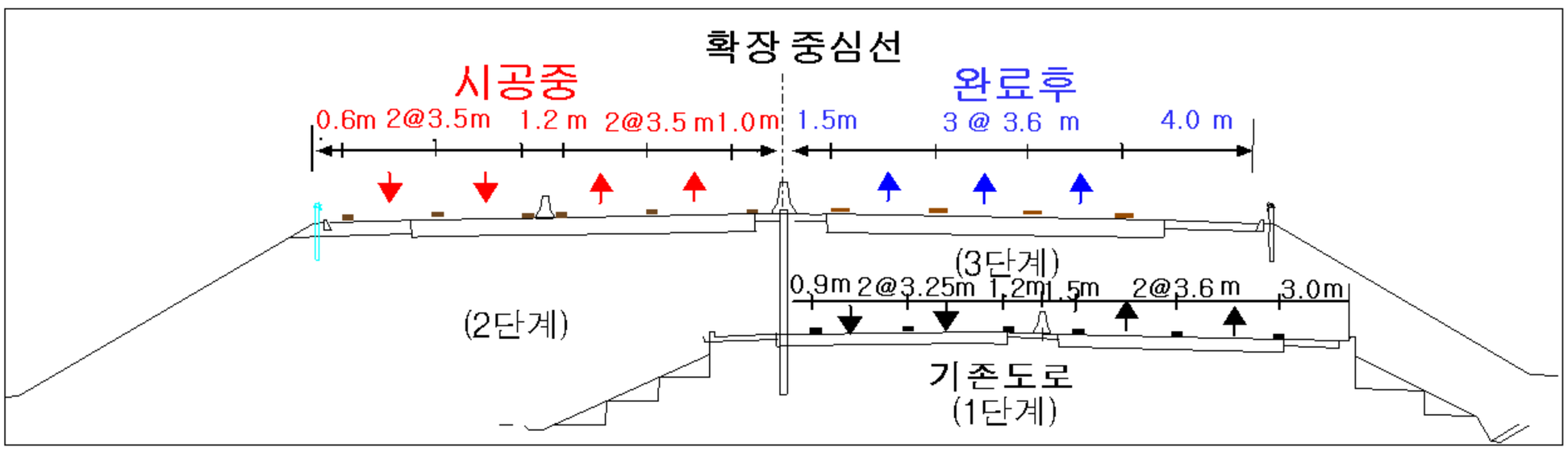
건설관리처

1. 검토목적

고속도로 4→6차로 확장공사시 4차로 교통을 소통시키면서 단계별 시공을 위하여 부득이 추가 확보되는 **차로 여유폭을 중앙분리대 폭으로 활용하는** 방안을 검토하여 개통 후 고속도로 **안전성 확보 및 유지관리 효율성 제고**

2. 4→6차로 확장구간 현황

가. 시공중 및 준공 후 차로폭



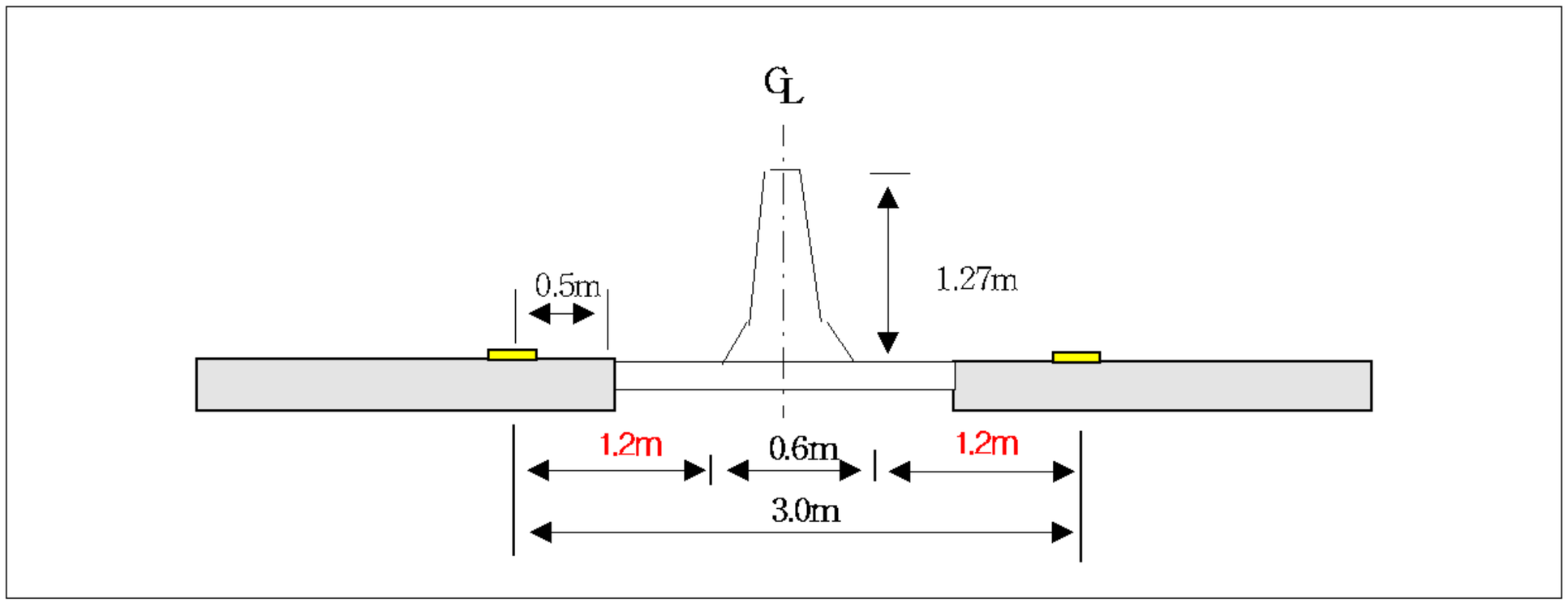
구 분	유효폭원	차로폭	임시 중분대	임시 길어깨
시공 중	16.8	4 @ 3.5	1.2	0.6~1.0
개통 후	16.8	3 @ 3.6	중분대폭 : 1.5	**4.0~4.5**

나. 확장구간 현황 : 시공중 124km/6개구간, 미발주 67.1km/4개구간

노 선 명	구 간	사업기간	연장(km)	비 고
경 부 선	한남 - 반포	'02 ~ '04	1.9	
	증약 - 옥천	'01 ~ '05	5.8	
	옥천 - 동이	미 정	4.3	미 발주
	청성 - 영동	"	7.7	미 발주
	영동 - 김천	'01 ~ '05	34.3	
	김천 - 구미	'02 ~ '05	15.7	
	동대구-영천	'01 ~ '05	25.8	
	영천 - 경주	'03 ~미정	28.5	'03년부터 용지매수 및 문화재발굴 선행
	경주 - 언양	'03 ~미정	26.6	
	언양 - 부산	'01 ~ '05	40.5	

3. 중앙분리대구간 실태 분석

○ 중앙분리대 폭 설치 : 3.0m (경제성을 고려하여 최소기준 적용)



○ 중앙분리대측 좌측 **길어깨 폭 협소(B=1.2m)**로 1차로 주행 중 **고장차량 대피공간 부족**

⇒ 중분대측으로 대피 정차시 후속 주행차량에 의한 추돌사고 우려

※ 설계기준차량 폭원 : 소형→ 1.7m, 대형→ 2.5m

○ 중분대 방호벽 개선(H=0.81m→ 1.27m)으로 최소 평면선형 적용구간에서 **주행 차량 시거 다소 미흡**

○ 중분대 및 방현망 보수, 노면잡물 청소등 **중분대구간 유지관리시 작업 공간 협소**

- 공사중 또는 작업장 안내표지 설치 공간 부족
- 중분대구간 유지보수시 도로정비원등의 안전 여유공간 확보 곤란

○ 대향차량의 중앙분리대 월담 사고 발생시 **2차 대형사고 우려**

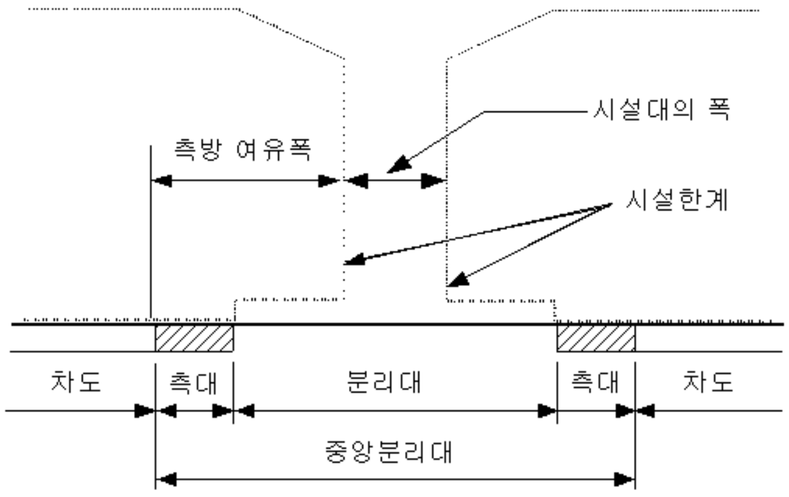
4. 관련기준 및 기술자문 결과

가. 관련기준

○ 도로의 구조·시설에 관한 규칙 ('99.8, 건설교통부령 제206호)

- 제11조(차로의 분리등) ②항

도로의 구분	중앙분리대의 최소폭(미터)	
	지방지역	도시지역
고속도로	**3.0**	**2.0**
일반도로	1.5	1.0



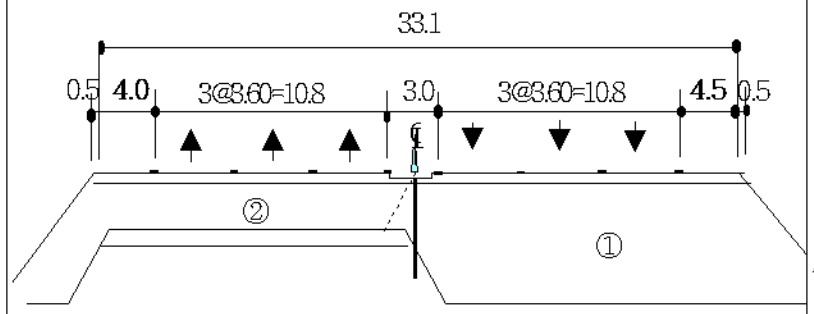
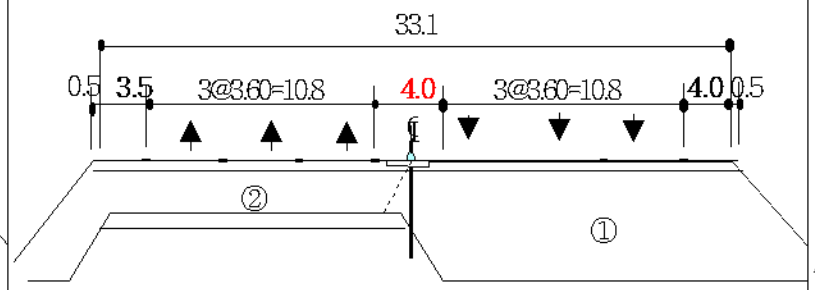
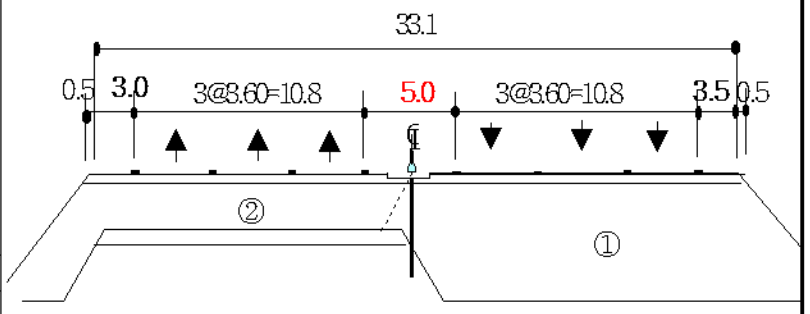
○ 도로의 구조·시설에 관한 규칙 해설 및 지침 ('00.3, 건설교통부)

- 4-3-2 중앙분리대의 폭 (p72)
  - · **중앙분리대의 폭은 넓을수록 그 기능이 높아짐**
  - · 도로용지 취득이 어렵고 지형·토지 이용상황으로 보아 도로건설비가 높기 때문에 넓게만 할 수는 없으므로 국내에서는 높은 분리대 설치
- 4-4-4 좌측 길어깨 (p81)
  - · **8차로 이상의 고속도로**에서는 **중분대측에 2.0m 폭정도의 좌측 길어깨를 확보**하여 고장차량 대피 및 유지관리에 대비해야 할 필요가 있다

○ Geometric Design of Highways and Streets ('94, AASHOTO)

- 제Ⅳ장 횡단구성----- 중앙분리대
  - · **중앙분리대 폭의 일반적인 범위는 최소 1.2m에서 24m이상**
  - · 중앙분리대 폭을 증가 시키는 부분만큼 공사비, 유지관리비가 증가되지만 전체 도로의 비용에 비하여 크지 않고, 그 혜택의 측면에서 설치가 타당할수 있다.

5. 중분대 폭 개선(안)

구 분		현 행	제 1 안	제 2 안
개 요		단계시공으로 발생한 여유폭(2.0m)을 **길어깨측(2.0m)로 배분**	단계시공으로 발생한 여유폭(2.0m)을 **중분대(1.0m)와 길어깨측(1.0m)에 분배**	단계시공으로 발생한 여유폭(2.0m)을 **중분대(2.0m)로 배분**
단면도				
폭원 (m)	계	33.1 m	33.1 m	33.1 m
	차 로	6 @ 3.6 m	6 @ 3.6 m	6 @ 3.6 m
	중분대	**3.0 m**	**4.0 m** (증1.0m)	**5.0 m** (증2.0m)
	길어깨	4.0 ~ 4.5m	3.5 ~ 4.0 m	3.0 ~ 3.5 m
장·단점		- 기존도로의 중분대 폭과 동일성 유지 - 중분대측 작업시 안전표지설치 및 작업 여유폭(1.2m) 협소 - 최소 평면선형 적용구간에서 이용차량 시거 다소 미흡	- 이용차량 **시거 증대 (증 7%)** - 중분대측 안전표지 설치장소 및 청소 작업시 **안전 여유폭(1.7m) 부분 확보** - 중분대 **미 확폭 구간과의 접속 용이** - 중분대 확폭에 따른 추가비용 최소화	- 이용차량 **시거 대폭 증대 (증14%)** - 중분대측 작업시 **안전여유폭(2.2m) 확보** - 중분대측 **불법 주·정차 차량 발생우려** - 차선위치 이동에 따라 세로줄눈부의 차량 주행으로 **포장파손 발생 예상(단순확장구간)**
건 의(안)			○	

6. 적용방안

가. 대상구간 : 112.90km / 4개구간

노선명	구 간	공사기간	연장(km)	총 폭 원(m)	비 고
경부선	한남-반포	'02~'04	1.9	32.6m	적용 곤란 (서울시 이관예정)
	증약-옥천	'01~'05	5.8	- 32.6m : 1.80km - 31.6m : 0.17km - 30.6m : 3.77km	적용 곤란
	영동-김천	'01~'05	34.3	- 32.6m : 6.56km - 31.6m : 16.27km - 30.6m : 11.45km	적용 곤란
	김천-구미	'02~'05	15.7	- 31.6m : 3.77km - 32.6m : 11.93km	적용 곤란
	동대구-영천	**'01~'05**	**25.8**	- **32.6m : 17.38km** 동대구-경산간 (8차로)제외	**적 용**
	영천-경주	'03 ~미정	28.5	32.6m 이상 (예정)	적 용
	경주-언양	'03 ~미정	26.6	32.6m 이상 (예정)	적 용
	언양-부산	**'01~'05**	**40.5**	- **32.6m : 36.7km** 언양 비상활주로 (8차로) 및 양산Jct부근 제외	**적 용**

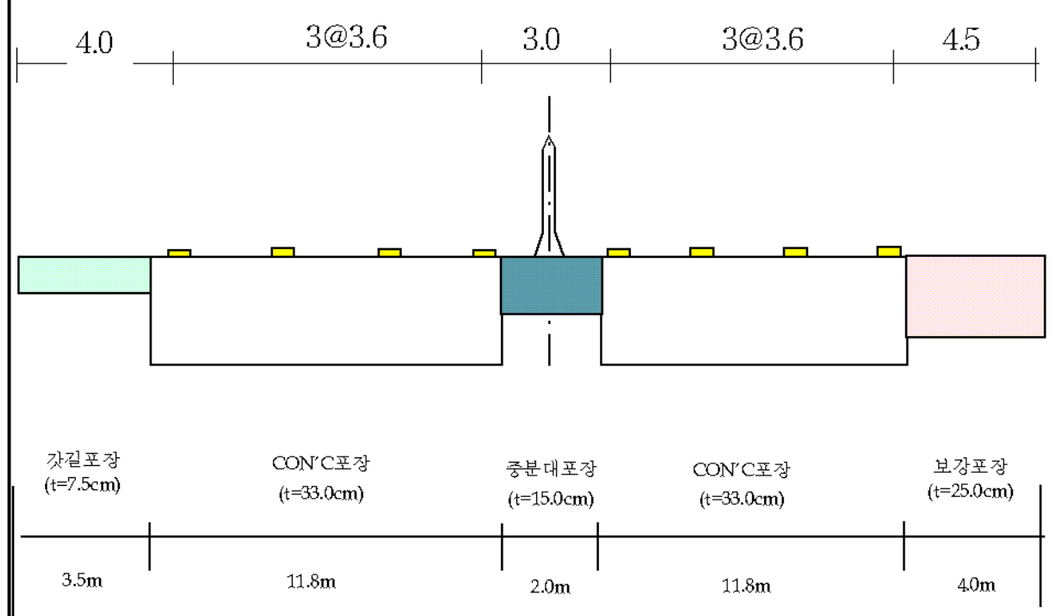
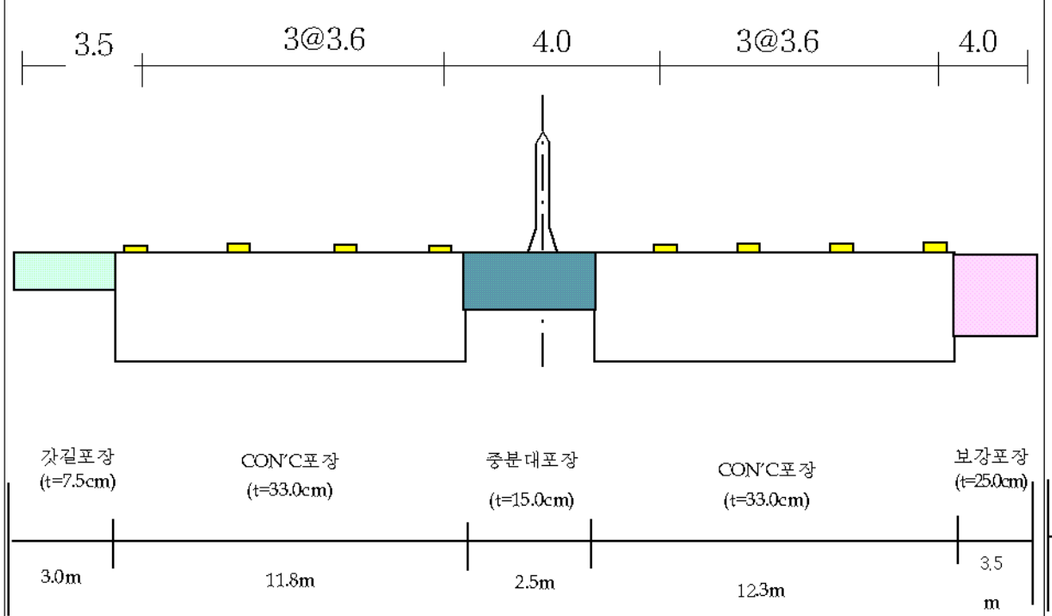
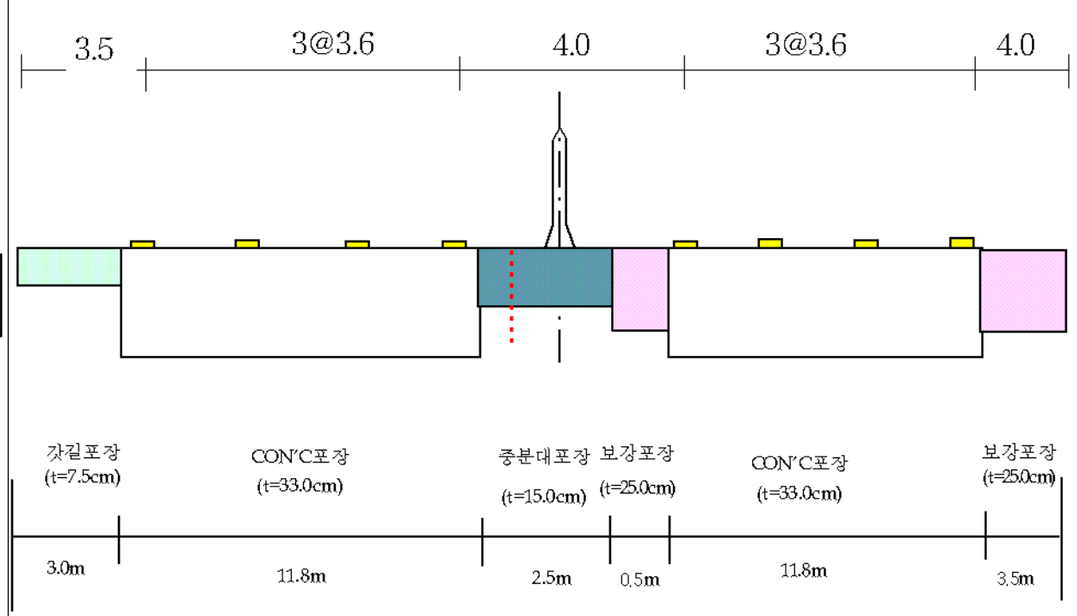
○ **한남~반포간**은 준공후 서울특별시에 이관될 예정이며,

○ **증약~옥천간 및 영동~김천간, 김천~구미간**은 평면선형 개량에 따른 시공위치 및 행선별 폭원이 상이하고, 중분대 폭 개선(안) 반영을 위한 절대 차로폭(B=31.6m이상)이 부족하므로 **적용이 곤란함.**

○ **동대구~영천간, 언양~부산간과** 미 발주된 **영천~경주간, 경주~언양간**은 연계되어 있고 긴 구간에 중분대 폭 개선이 가능한 차로폭이 확보되므로 **적용함이 타당**

나. 시공방법

○ 본선구간 포장

구 분	현 행	제 1 안	제 2 안
개 요	-	▷ Con'c포장 길어깨측으로 **0.5m 연장 시공** - Con'c포장 : 증 0.5m, 보강포장 : △0.5m ▶ Con'c포장 길어깨측으로 **0.5m 이동 시공** - 중분대기초: 증 0.5m, 길어깨포장: △0.5m	▷ Con'c포장 길어깨측으로 **0.5m 이동시공 및** 중분대측에 보강포장 0.5m시공 ▶ Con'c포장 길어깨측으로 0.5**m 이동 시공** - 중분대기초 : 증0.5m, 길어깨포장 : △0.5m
단면도			
장·단점	-	- 포장의 시공성 양호 - 중분대 기초부 포장 일원화 - 추가 공사비 저렴 - 노면 배수시설(다이크등) 종단조정 필요	- 보강 포장 시공성 불량 (2회시공) - 아스콘시공 물량 증가 (단부처리) - 중분대 포장 유지관리 불량 - 노면 배수시설(다이크등) 조정필요
경제성	-	증 1,500천원 / km당	증 5,000천원/km당
채 택	-	○	

※ 콘크리트 포장 연장부는 차선 시공위치등을 고려하여 시공 줄눈설치 조정 필요

○ **8차로 및 6차로 기 확장구간의 중앙분리대 폭 접속설치**

도로의 구조·시설에 관한 규칙 해설 및 지침 ('00.3 건설교통부)
제4장 횡단구성 4-3-3 및 4-4-6 준용

- 곡선부 : 완화구간에서 접속설치 하는 것이 좋으며, 원칙적으로 완화곡선 길이로 하고 접속 설치율은 일정하게 유지시킴
- 직선부 : Taper로 접속 설치(접속율 1:30이상)

○ **언양 비상활주로 구간은 6차로 구간과** 동일하게 횡단구성 및 차로수로 **운영**

다. 추진방안

○ **공사를 시행중인 구간**은 현장여건, 시공시기, 사업비등을 고려하여 **공사시행 부서**에서 설계변경 추진

※ 포장연장 및 위치조정, 노면배수시설조정 검토는 자체 기술자문단 활용

○ **토목공사 미 발주 구간**에 대하여는 구간별 **설계주관부서**에서 실시설계 내용을 검토하여 반영 조치

7. 기대효과

▶ 고속도로 **이용차량 시거(증 7%) 및 좌측 여유폭(증 0.5m) 개선으로 원활한 교통소통에 기여**

▶ 고장차(소형차) 비상대피 및 차로 이탈차량 회복공간 확보로 **교통사고 위험 사전 예방**

▶ 고속도로 중앙분리대 구간 **유지관리 효율성 및 안전성 증대**

감사

문서번호	건설계 1이상-92
보존기간	5년
결재일자	'03. 11. 13
공개여부	공개

과장	팀장	처장	본부장	부사장	사장
			전결		

협조 도로처장: 건설관리처장:

설계처장:

교량용 난간 방호벽(무늬거푸집 시공)

기계화 시공방안 검토

2003. 11

목 차

1. 검 토 목 적
2. 문 제 점
3. 시공 방안 검토
4. 검 토 결 론

한국도로공사

KOREA HIGHWAY CORPORATION

건 설 계 획 처

1. 검토목적

주위미관을 고려하여 무늬를 설치하는 교량난간 방호벽은 인력타설을 하고 있으나, 이를 **무늬를 삽입한 기계타설(SLIP FORM PAVER)로 변경**하여 시공성 향상, 공기단축 및 공사비 절감 등 효율적인 공사추진을 도모

2. 문제점

가) 현행시공 방법

구 분	인 력 타 설	기 계 타 설
개 요	합판(철제)거푸집 +무늬거푸집	무늬거푸집 없이 장비로 타설
적용구간	횡단육교, 도심지통과구간으로 미관(무늬등)이 요구되는 교량	그 외 교량
장·단점	· 미관양호 · 선형 다소 양호 · 콘크리트면 다소 불량 · 시공성 불리 · 기계타설보다 공사비 증가 · 무늬거푸집 사용으로 다양한 무늬적용이 가능	· 무늬거푸집 사용이 불가하여 미관불량 · 콘크리트면 양호 · 시공성 양호 · 공사비 저렴
시공전경		

나) 인력시공에 따른 문제점

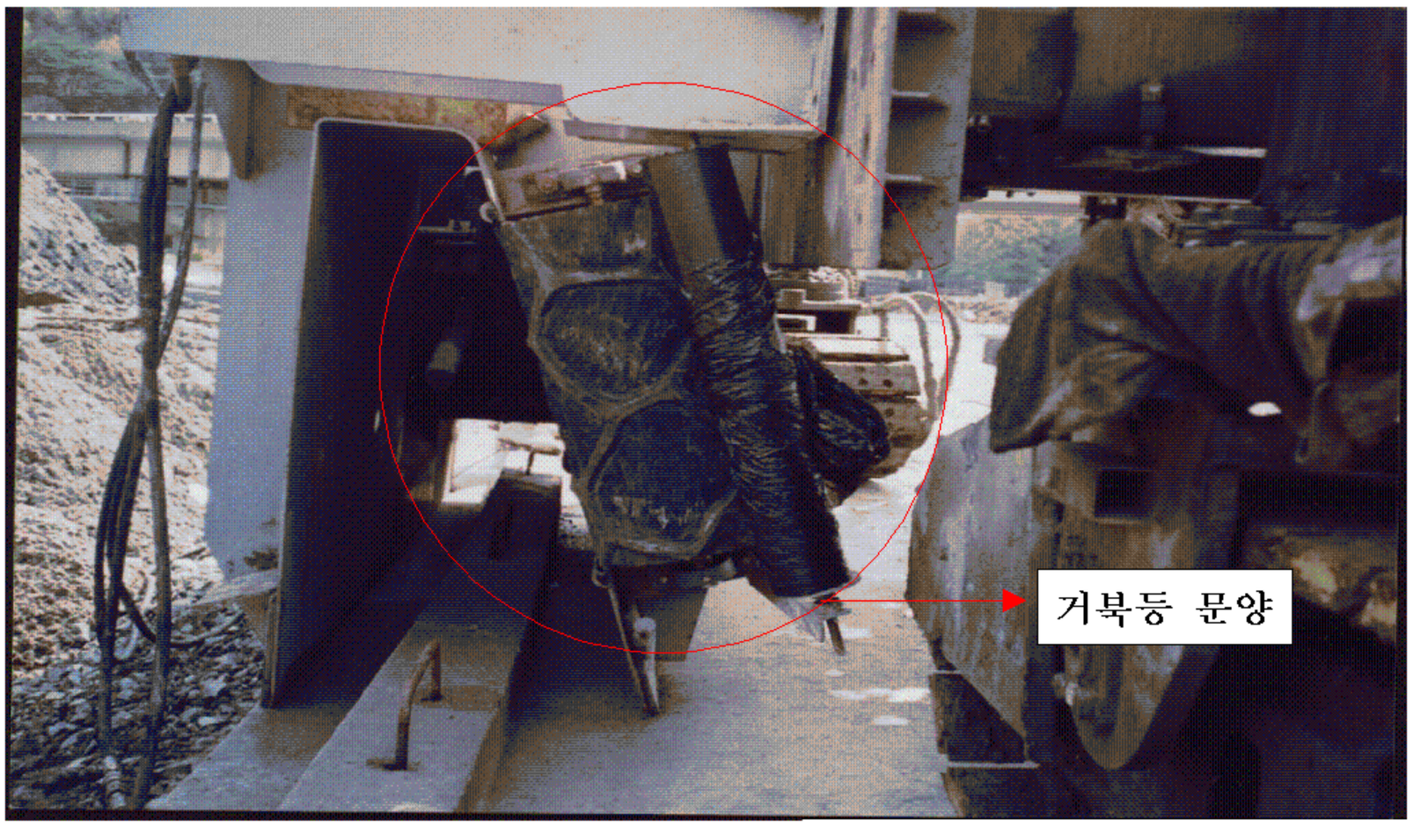
- ○ 인력타설에 따른 **시공성 저하**
- ○ 난간부 고소 작업시 거푸집 설치 및 제거시 **안전사고 우려**
- ○ 인력품 상승 및 우수기능공 확보 어려움
- ○ 인력 시공시 난간 외측부 **콘크리트면 미관 다소 불량**
- ○ 건설장비의 성능 향상으로 반복 공정에 대하여는 기계화 작업 추세

※ 기계화시공 공종

> 다이크, L형측구, 중앙분리대, 난간방호벽, 터널공동구
> 교량부 방음벽 기초

3. 기계화 시공방안 검토

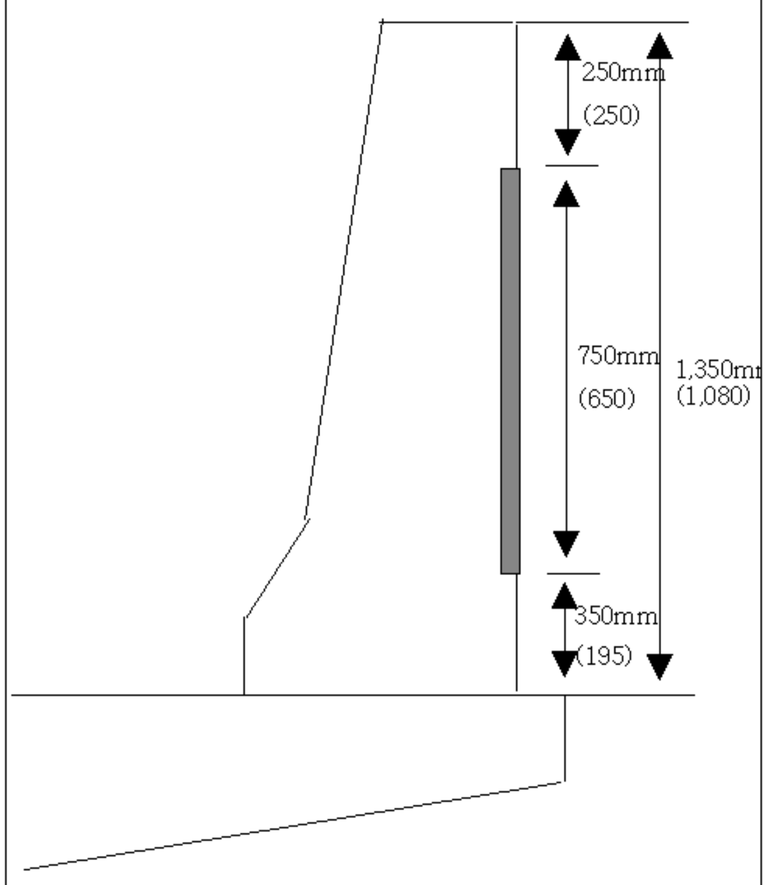
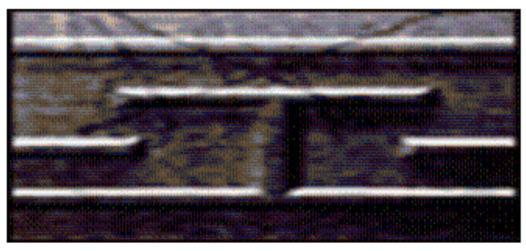
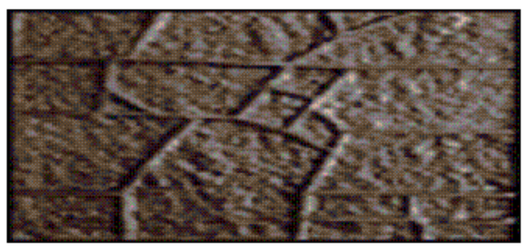
가) 기존 교량난간 방호벽 타설 장비에 문양롤러를 장착



나) 기계화 시공

기초철근조립 ⇨ **콘크리트 기계타설** (SLIP FORM PAVER) ⇨ 비닐제거

다) 시공단면

구 분	단 면 도	무늬 적용	비 고
교량난간		 완자 무늬 격자석 무늬  자연석 무늬	현지여건에 맞게 무늬 선정
장 점	○ 시공성이 인력시공에 비해 양호 ○ 경제성이 우수 ○ 기계화시공에 따른 미관 양호		
단 가	17,450원(1,080mm 기준)		

라) 공사비 절감액

○ 대상교량 : 현재 미시공 연장 (11,975m)

○ 절 감 액 : 400 백만원

【11,975m × (58,978원/m × 0.7 - 17,450원/m × 0.95) × 1.35】

※ 붙임1 : 공사비 비교 및 단가산출서

4. 검토결론

현재 교량난간 방호벽에 무늬설치를 위해 인력으로 시공하고 있으나, **기존 장비에 문양롤라를 장착하면 기계화 시공이 가능함**으로 시공성과 경제성이 우수한 기계화 시공으로 변경

o **적용방안**

- 공사중인 노선 : 현장여건을 고려하여 설계변경 시행
- 설계중 및 향후 발주노선 : 검토안 적용

공종	산 출 내 역	재료비	노무비	경 비	합계
W507A08000	**난간방호벽 생산 및 포설, 양생[H=1.08M] / M**	4,286	6,646	6,518	**17,450**

1 생산

시멘트	자갈(19MM)	모 래	혼화제	SLUMP
375	990	821	1125	0-2 CM
(382)	(1019)	(903)	(1148)	

Fck (28) = 240 (KG/M2)

조골재 : 쇄석 19MM , 단위수량 : 169 (KG/M3)

* 모래 , 자갈 비율

모래 (A) = 821 / 1600 <KG/M3> = 0.513 <M3> 47%

자갈 (B) = 990 / 1700 <KG/M3> = 0.582 <M3> 53%

계 1.095 <M3>

콘크리트 B/P 생산 (B/P 120M3/HR)

CM = 1.5

E = 0.7

Q = 1.5 (M3) (SLUMP 5 CM 이하)

QB = (60 × Q × E) / CM = 42.00 (M3/HR)

%% 콘크리트 휘니샤 작업능력 QP1 = 10.42 (M3/HR)

1) 콘크리트 B/P 사용료

B / P (120 M3/HR) [E31041]

경 비 :	76357.00	/	QP1	=	7327.93	7,327.9	7,327.9
노무비 :	44432	/	QP1	=	4264.11	4,264.1	4,264.1
재료비 :	47200	/	QP1	=	4529.75	4,529.8	4,529.8

2) 골재투입(페이로다 타이어 1.72M3) [E04071]

가) 모 래

QM = 3600 * 1.72 * 1.2 * 1.0 * 0.75 / 34.4 = 162.00 <M3/HR>

나) 자 갈

QS = 3600 * 1.72 * 1.0 * 1.0 * 0.6 / 38.4 = 96.75 <M3/HR>

%% 페이로다 투입능력

Q1 = QS * 0.47 + QS * 0.53 = 127.42 <M3/HR>

%% 플렌트의 골재투입량

Q2 = (0.821 / 1.6 + 0.990 / 1.7) × QP1 M3/HR = 11.41 <M3/HR>

공종	산 출 내 역	재료비	노무비	경 비	합계
	경 비 : 15385.00 / QP1 = 1476.49			1,476.5	1,476.5
	노무비 : 25247 / QP1 = 2422.94		2,422.9		2,422.9
	재료비 : 14171 × (Q2 / Q1) / QP1 = 121.78	121.8			121.8
	3) 물운반비 (5500L WATER TANK 사용)				
	배수공 BASIC [B21900000] 참조				
	경 비 : 9690.00 × 0.169 = 1637.61			1,637.6	1,637.6
	노무비 : 13425.00 × 0.169 = 2268.83		2,268.8		2,268.8
	재료비 : 9184.00 × 0.169 = 1552.1	1,552.1			1,552.1
	4) 모래구입 및 운반 : 별도계상				
	5) 조골재 생산 및 운반(쇄석 19 MM) : 별도계상				
	6) A.E 제				
	재료비 : 1.148 <KG> × 650.00 = 746.20	746.2			746.2
	7) 시멘트구입 및 운반 : 별도계상				
	8) 플렌트 가동시 보조인원				
	Q = 42 * 8 <HR / DAY> = 336 <M3/DAY>				
	보통인부 : 3 <인> × 52483.00 / Q = 468.60		468.6		468.6
	소 계 : 단위보정 [0.31 * 1.02]	2,197.5	2,980.0	3,301.8	8,479.3
	2 콘크리트 운반				
	콘크리트 믹서트럭 6.0 M3 [E27111] 참조				
	T1 = 6.0 / 42.00 * 60 = 8.57 <MIN>				
	T3= 40.3 T4 = 7.5				
	T2 = 9.26 <MIN>				
	CM = T1 + T2 + T3 + T4 = 65.63 <MIN>				
	Q = 60 * 6.0 * 0.95 / CM = 5.21 <M3/HR>				
	경 비 : 16831.81 / Q = 3230.67			3,230.7	3,230.7
	노무비 : 13425.00 / Q = 2576.78		2,576.8		2,576.8
	재료비 : 18998.00 / Q = 3646.45	3,646.5			3,646.5
	소 계 : 단위보정 [0.31 * 1.02]	1,153.0	814.8	1,021.5	2,989.3
	3 포설 및 양생				
	1) 구체콘크리트 포설(0.310 M3/M)				
	가) 콘크리트 포설				
	청소 및 라인 설치 : 1 <인>				
	BARRIOR 양측 CON 정리 2 <인>				
	콘크리트 휘니샤 작업원 2 <인>				

공종	산 출 내 역	재료비	노무비	경 비	합계
	문양비닐정리 2 <인>				
	조인트 처리(미장공) 1 <인>				
	보통인부 (A) = 7 <인> × 52483.00 = 367381.00				
	미장공 (B) = 1 <인> × 87895.00 = 87895.00				
	계 (C) = A + B = 455276.00				
	콘크리트 휘니샤의 능력				
	QP1 = 0.80 <M/MIN> × 0.7 × 0.31 <M3/M> × 60 = 10.42 <M3/HR>				
	노무비 ; C / (QP1 × 8) = 5461.56		5,461.6		5,461.6
	나) 콘크리트 휘니샤 : [E74011] 참조				
	사용장비 : 콘크리트 휘니샤				
	경 비 : 58270.00 / QP1 = 5592.13			5,592.1	5,592.1
	노무비 : 25247.00 / QP1 = 2422.94		2,422.9		2,422.9
	재료비 : 9423.00 / QP1 = 904.32	904.3			904.3
	다) 양생				
	R = 2.621 <M2/M> / 0.31 <M3/M> = 8.455 <M3/HR>				
	(1) 양생제				
	재료비 : 8.455 × 250 = 2113.75	2,113.8			2,113.8
	(2) 양생공				
	R1 = 0.310 <M3/M> / 2.621 <M2/M> = 0.118				
	R2 = 0.003 <인> / R1 = 0.025 인/M3				
	노무비(L1) : 0.025 <인> × 52,483.00 = 1312.08		1,312.1		1,312.1
	(3) 잡재료비(노무비의 2 %)				
	경 비 : 1312.08 × 0.02 = 26.24			26.2	26.2
	소 계 : 단위보정 [0.31]	935.6	2,850.9	1,741.7	5,528.2
	2) 비닐재료비				
	0.75 ㎡/m × 2.00 × 800 = 1200.00			231.4	231.4
	소 계	935.6	2,850.9	1,973.0	5,759.6
				0.00	-
			-		-
		-			-
		-	-	-	-

공종	산 출 내 역	재료비	노무비	경 비	합계
	7 문양거푸집 몰드 사용료				
	자재비 : 22,000,000원/set				
	콘크리트 피니셔 적용(3,146*10^(-7))				
	경비 = 22,000,000*3,146*10^(-7)/QP1(11.93M3/HR)*0.382M3/ = 221.62				
	= 221.62			221.6	
	소 계 :	-	-	221.6	221.6
	총 계	4,286.2	6,645.7	6,518.0	**17,449.9**

공종	산 출 내 역	재료비	노무비	경 비	합계
W507A08000	**난간방호벽 생산 및 포설, 양생[H=1.27M] / M**	4,732	7,050	6,876	**18,658**

1 생산

시멘트	자갈(19MM)	모 래	혼화제	SLUMP
375	990	821	1125	0-2 CM
(382)	(1019)	(903)	(1148)	

Fck (28) = 240 (KG/M2)

조골재 : 쇄석 19MM , 단위수량 : 169 (KG/M3)

* 모래 , 자갈 비율

모래 (A) = 821 / 1600 <KG/M3> = 0.513 <M3> 47%

자갈 (B) = 990 / 1700 <KG/M3> = 0.582 <M3> 53%

계 1.095 <M3>

콘크리트 B/P 생산 (B/P 120M3/HR)

CM = 1.5

E = 0.7

Q = 1.5 (M3) (SLUMP 5 CM 이하)

QB = (60 × Q × E) / CM = 42.00 (M3/HR)

%% 콘크리트 휘니샤 작업능력 QP1 = 12.84 (M3/HR)

1) 콘크리트 B/P 사용료

B / P (120 M3/HR) [E31041]

경 비 :	76357.00	/	QP1	=	5946.81	5,946.8	5,946.8
노무비 :	44432	/	QP1	=	3460.44	3,460.4	3,460.4
재료비 :	47200	/	QP1	=	3676.01	3,676.0	3,676.0

2) 골재투입(페이로다 타이어 1.72M3) [E04071]

가) 모 래

QM = 3600 * 1.72 * 1.2 * 1.0 * 0.75 / 34.4 = 162.00 <M3/HR>

나) 자 갈

QS = 3600 * 1.72 * 1.0 * 1.0 * 0.6 / 38.4 = 96.75 <M3/HR>

%% 페이로다 투입능력

Q1 = QS * 0.47 + QS * 0.53 = 127.42 <M3/HR>

%% 플렌트의 골재투입량

Q2 = (0.821 / 1.6 + 0.990 / 1.7) × QP1 M3/HR = 14.07 <M3/HR>

공종	산 출 내 역	재료비	노무비	경 비	합계
	경 비 : 15385.00 / QP1 = 1198.21			1,198.2	1,198.2
	노무비 : 25247 / QP1 = 1966.28		1,966.3		1,966.3
	재료비 : 14171 × (Q2 / Q1) / QP1 = 121.87	121.9			121.9
	3) 물운반비 (5500L WATER TANK 사용)				
	배수공 BASIC [B21900000] 참조				
	경 비 : 9690.00 × 0.169 = 1637.61			1,637.6	1,637.6
	노무비 : 13425.00 × 0.169 = 2268.83		2,268.8		2,268.8
	재료비 : 9184.00 × 0.169 = 1552.1	1,552.1			1,552.1
	4) 모래구입 및 운반 : 별도계상				
	5) 조골재 생산 및 운반(쇄석 19 MM) : 별도계상				
	6) A.E 제				
	재료비 : 1.148 <KG> × 650.00 = 746.20	746.2			746.2
	7) 시멘트구입 및 운반 : 별도계상				
	8) 플렌트 가동시 보조인원				
	Q = 42 * 8 <HR / DAY> = 336 <M3/DAY>				
	보통인부 : 3 <인> × 52483.00 / Q = 468.60		468.6		468.6
	소 계 : 단위보정 [0.382 * 1.02]	2,375.3	3,181.1	3,422.1	8,978.5
	2 콘크리트 운반				
	콘크리트 믹서트럭 6.0 M3 [E27111] 참조				
	T1 = 6.0 / 42.00 * 60 = 8.57 <MIN>				
	T3= 40.3 T4 = 7.5				
	T2 = 9.26 <MIN>				
	CM = T1 + T2 + T3 + T4 = 65.63 <MIN>				
	Q = 60 * 6.0 * 0.95 / CM = 5.21 <M3/HR>				
	경 비 : 16831.81 / Q = 3230.67			3,230.7	3,230.7
	노무비 : 13425.00 / Q = 2576.78		2,576.8		2,576.8
	재료비 : 18998.00 / Q = 3646.45	3,646.5			3,646.5
	소 계 : 단위보정 [0.382 * 1.02]	1,420.8	1,004.0	1,258.8	3,683.6
	3 포설 및 양생				
	1) 구체콘크리트 포설(0.382 M3/M)				
	가) 콘크리트 포설				
	청소 및 라인 설치 : 1 <인>				
	BARRIOR 양측 CON 정리 2 <인>				
	콘크리트 휘니샤 작업원 2 <인>				

공종	산 출 내 역	재료비	노무비	경 비	합계
	문양비닐정리 2 <인>				
	조인트 처리(미장공) 1 <인>				
	보통인부 (A) = 7 <인> × 52483.00 = 367381.00				
	미장공 (B) = 1 <인> × 87895.00 = 87895.00				
	계 (C) = A + B = 455276.00				
	콘크리트 휘니샤의 능력				
	QP1 = 0.80 <M/MIN> × 0.7 × 0.382 <M3/M> × 60 = 12.84 <M3/HR>				
	노무비 ; C / (QP1 × 8) = 4432.2		4,432.2		4,432.2
	나) 콘크리트 휘니샤 : [E74011] 참조				
	사용장비 : 콘크리트 휘니샤				
	경 비 : 58270.00 / QP1 = 4538.16			4,538.2	4,538.2
	노무비 : 25247.00 / QP1 = 1966.28		1,966.3		1,966.3
	재료비 : 9423.00 / QP1 = 733.88	733.9			733.9
	다) 양생				
	R = 2.621 <M2/M> / 0.382 <M3/M> = 6.861 <M3/HR>				
	(1) 양생제				
	재료비 : 6.861 × 250 = 1715.25	1,715.3			1,715.3
	(2) 양생공				
	R1 = 0.382 <M3/M> / 2.621 <M2/M> = 0.146				
	R2 = 0.003 <인> / R1 = 0.021 인/M3				
	노무비(L1) : 0.021 <인> × 52,483.00 = 1102.14		1,102.1		1,102.1
	(3) 잡재료비(노무비의 2 %)				
	경 비 : 1102.14 × 0.02 = 22.04			22.0	22.0
	소 계 : 단위보정 [0.382]	935.6	2,865.2	1,742.0	5,542.8
	2) 비닐재료비				
	0.75 ㎡/m × 2.00 × 800 = 1200.00			231.4	231.4
	소 계	935.6	2,865.2	1,973.3	5,774.2
				0.00	-
			-		-
		-			-
		-	-	-	-

공종	산 출 내 역	재료비	노무비	경 비	합계
	7 문양거푸집 몰드 사용료				
	자재비 : 22,000,000원/set				
	콘크리트 피니셔 적용(3,146*10^(-7))				
	경비 = 22,000,000*3,146*10^(-7)/QP1(11.93M3/HR)*0.382M3/ = 221.62				
	= 221.62			221.6	
	소 계 :	-	-	221.6	221.6
	총 계	4,731.7	7,050.3	6,875.8	**18,657.9**

기 안	부 장	처 장	본부장
		정경보	
협 조	건설계획처장		
	설 계 처 장	이동희	

중앙분리대 개구부 처리 방안

문서번호	건설기 10105-123
보존기간	5년
결재일자	2003. 12. 5
공개여부	공 개

2003. 12.

목 차

1. 검 토 목 적
2. 설 계 기 준
3. 문 제 점
4. 개 선 방 안
5. 검 토 결 론

붙 임:1.적 용 현 황
2.설 치 사 례
3.공사비 분석

한국도로공사

KOREA HIGHWAY CORPORATION

건 설 관 리 처

1. 검토목적

사고 발생 시 차량의 회차를 위해 설치되는 중앙분리대 개구부에 대하여 현장제작 후 설치함에 따라 시공성 및 미관 등이 불량하여 이를 고려한 설치방안을 검토코자 함.

2. 설계기준

○ 설치간격(설심일 13201-119호, '00. 6. 29)

- 출입시설간격 5㎞이내 : 개구부 미설치
- 출입시설간격 5~20㎞ : 중간 적정위치에 1개소 설치
- 출입시설간격 20㎞이상 : 중간 적정위치에 2개소 설치
- 분리터널 개구부 감안 간격 조정

○ 개구부 형식 : 프리캐스트 방호벽

(높이 1.27m, 길이 3m, 무게 2.7ton/개)

○ 설 치 연 장 : 81.14m(4차로), 120.205m(6차로 이상)

3. 문 제 점

○ 별도 폼을 제작하여 콘크리트 타설, 양생, 설치과정을 거쳐 중앙분리대를 설치함으로 시공이 복잡

○ 공사비가 고가

○ 프리캐스트 중분대 개별 설치로 전체적인 선형이 불량

○ 운반 및 설치 시 파손 우려

○ 개구부를 별도로 설치하므로 접속구간 처리 필요

4. 개선방안

구 분	현 행	개 선	비 고
개 요	○별도 폼을 이용하여 3m 간격으로 프리캐스트 중앙분리대 제작 ○콘크리트 양생후 운반, 설치	○토공부 중분대와 동일 하게 기계포설 ○3m간격으로 신축줄눈 설치 ○운반 및 설치 - 공사중 : 불필요 - 이용시 : 트럭크레인 ※ 인양홀 파이프설치	
장·단점	○시공이 복잡 ○선형 불량 ○공사비 고가	○시공이 용이 ○선형 양호 ○공사비 저렴	
공사비	76,714원/m	40,131원/m (△36,583/m)	무안~광주 설계가

5. 검토결론

가. 검토의견

○ 중앙 분리대 개구부의 형식을 선형이 양호하고 시공이 용이하며 공사비가 저렴한 기계포설 및 신축줄눈을 설치하는 방법으로 적용하는 것이 바람직하다고 판단됨

○ 철거 및 재 설치가 용이토록 상단에 인양홀을 3m당 2개소 설치

○ 확장공사구간은 차로 전환 시 사용되는 Precast 방호벽(높이 1.27m)의 활용을 감안하여 적용

○ 공사비 절감 효과 : 약 5억원 (대전~당진외 19개 노선)

붙 임

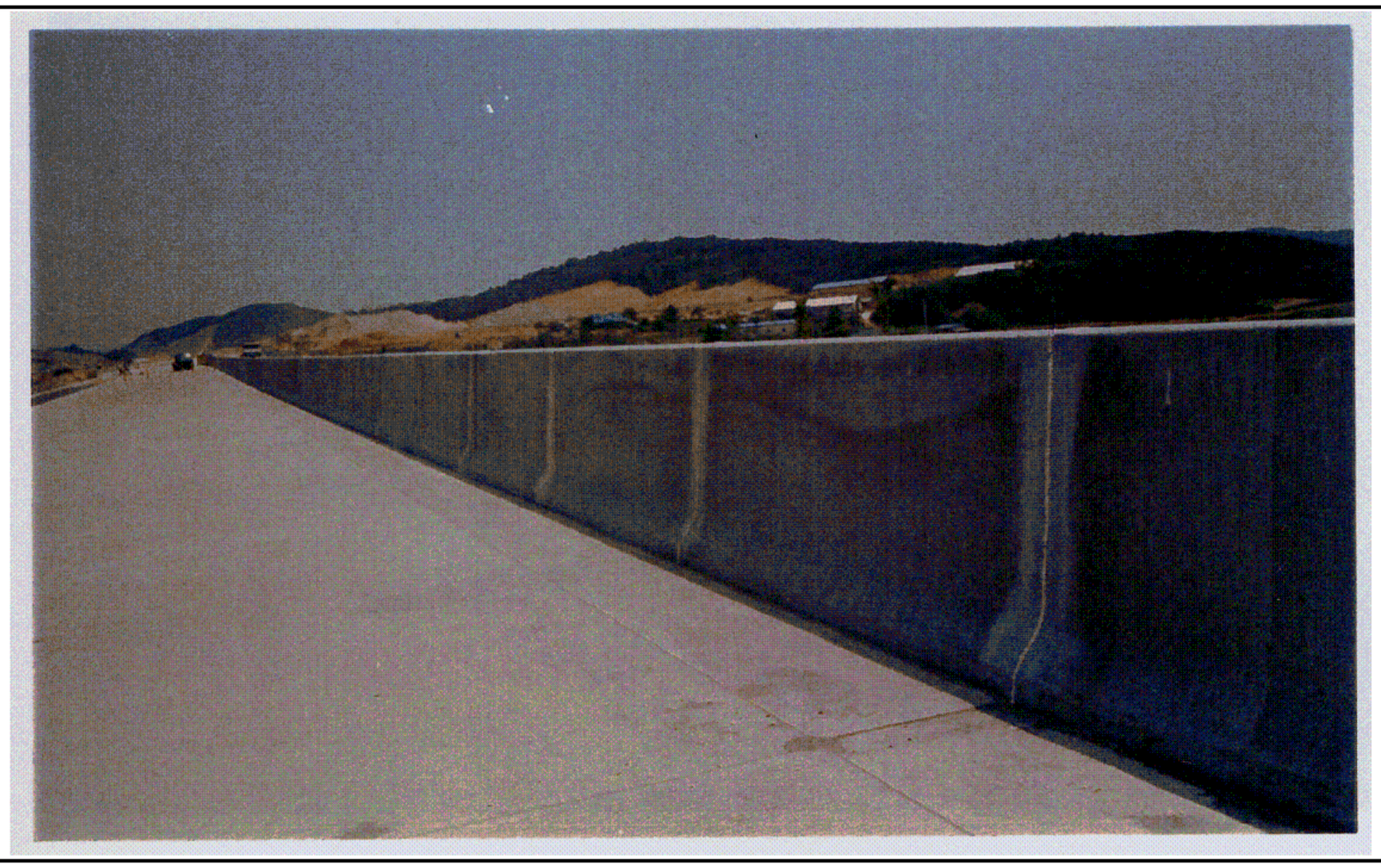
1. 적용현황

사업소	노 선	설 계		시 공		미시공	비고
		가드레일	프 리 캐스트	프 리 캐스트	휘니샤 (중분대용)		
계		115개소 (12,189m)	106개소 (9,517m)	1개소 (80m)		220개소 (21,626m)	
대전-당진	당진~대전		5개소 (405m)			5개소 (405m)	
	서천~공주		9개소 (885m)			9개소 (885m)	
익산-장수	익산~포항		4개소 (294m)			4개소 (294m)	
청원-상주	청원~상주		36개소 (3,565m)			36개소 (3,565m)	
현풍-김천	현풍~김천		10개소 (784m)			10개소 (784m)	
	성산~옥포		1개소 (120m)			1개소 (120m)	
영동-김천	김천~영동		4개소 (480m)			4개소 (480m)	
영 남 2	경주~동대구	13개소 (1,560m)				13개소 (1,560m)	
	부산~언양	11개소 (1,320m)				11개소 (1,320m)	
중 부	상주~충주	27개소 (2,990m)	6개소 (640m)	1개소 (80m)		32개소 (3,550m)	
대구-포항	대구~포항	2개소 (160m)	1개소 (80m)			3개소 (240m)	
경 기	안성~음성		6개소 (465m)				
동 해	동해~강릉	26개소 (1,999m)					
영 남 1	동대구~구미		3개소 (360m)			3개소 (360m)	
부산-울산	부산~울산	20개소 (2,320m)				20개소 (2,320m)	
	진주~통영	16개소 (1,840m)				16개소 (1,840m)	
호 남	고서~담양		4개소 (206m)			4개소 (206m)	
	무안~광주		8개소 (504m)			8개소 (504m)	
	고창~장성		2개소 (162m)			2개소 (162m)	
	목포~장흥		7개소 (567m)			7개소 (567m)	

2. 설치사례

- 프리캐스트 중분대와 가드레일 설치

- 스립폼에의한 기계포설



감 사

기 안	부 장	처 장	본부장	부사장	사 장
			전결		
협 조	건설계획처장 : 설계처장 : 민자도로처장 :				

터널 갱문가시설 시공방안 검토

2003. 12

문서번호	건설관 10105-49
보존기간	5년
결재일자	2003. 12. 29
공개여부	공 개

목 차

1. 개요
2. 현황 및 문제점
3. 검토내용
4. 검토의견
5. 추진계획

한국도로공사

KOREA
HIGHWAY
CORPORATION

건설관리처

1. 개요

터널 시공시 갱구부 안전성 확보와, 단부 붕락방지 등을 위하여 설치되는 **터널 갱문가시설**에 대하여 **시공성**과 **경제성** 측면 및 **현 시공실태**를 **감안**하여 합리적인 **시공방안**을 **검토**코자 함.

2. 현황 및 문제점

가. 갱문가시설 설치목적 및 효과

- 터널을 시공하는 동안 갱구부 사면에서 발생되는 낙석이나 유실된 토사 등으로부터 터널내 시설물 등을 보호하며 안전사고 방지

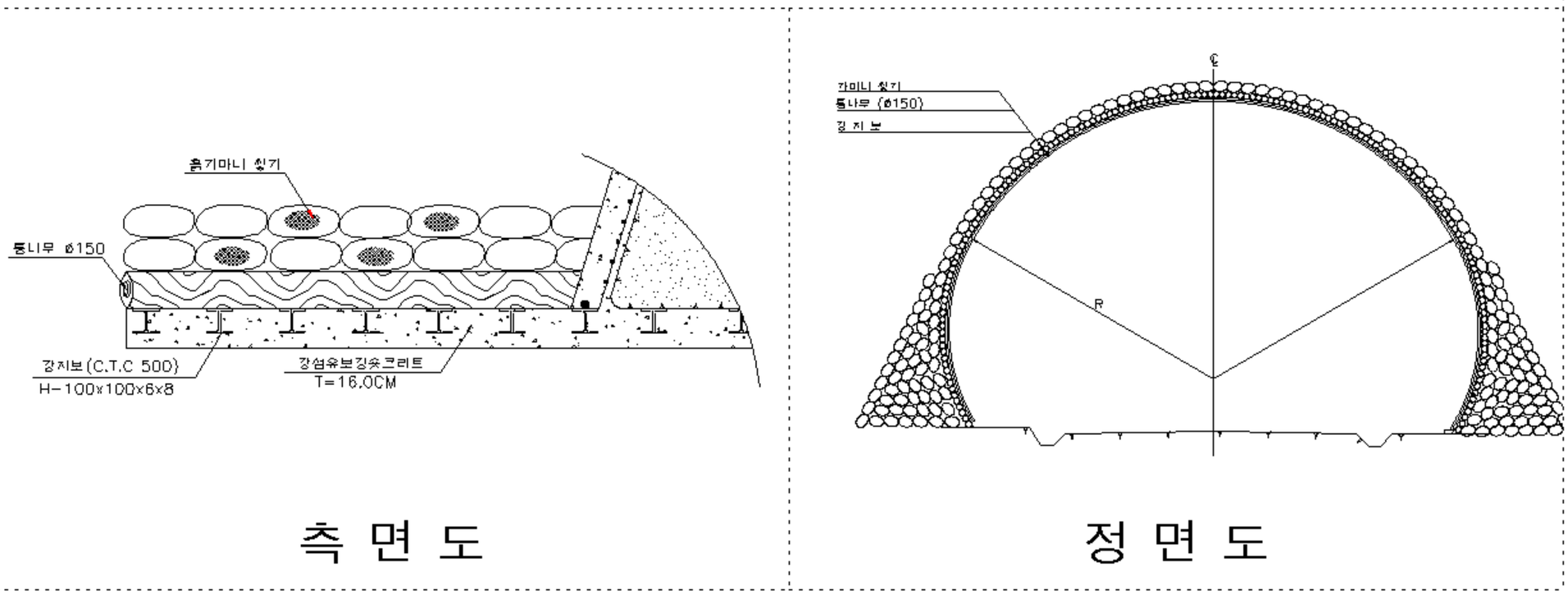
- 기상변화 및 시간 경과에 따른 터널 단부의 붕락 방지 및 눈, 비, 모래 등 이물질이 터널내에 설치된 시설물(공사중 조명, 공사중 배수 및 환기시설)에 영향을 주지 않도록 보호하는 효과 등

나. 현 설계

강지보재 둘레에 통나무와 모래주머니 설치 후 숏크리트 타설

- 시공도면

편도 2차로 기준



측 면 도 정 면 도

○ 시공순서

①강지보 설치	⇨	②통나무 설치	⇨	③모래주머니 쌓기	⇨	④숏크리트 타설

다. 문제점

○ 설계된 통나무 및 모래주머니 쌓기는 과다한 인력투입과 **시공성 불량**

○ **공사비 과다**소요

○ 현재 시공중인 터널 갱문가시설 시공실태와 상이 『붙임1』

- 현장조사결과 "Wire mesh+숏크리트 타설"로 시공

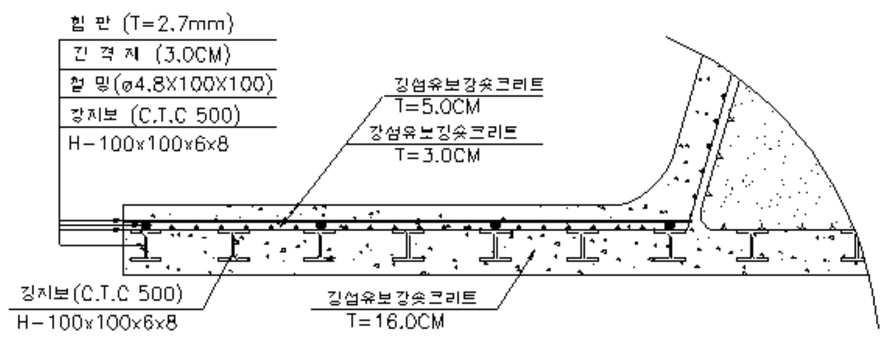
3. 검토내용

가. 개선방안

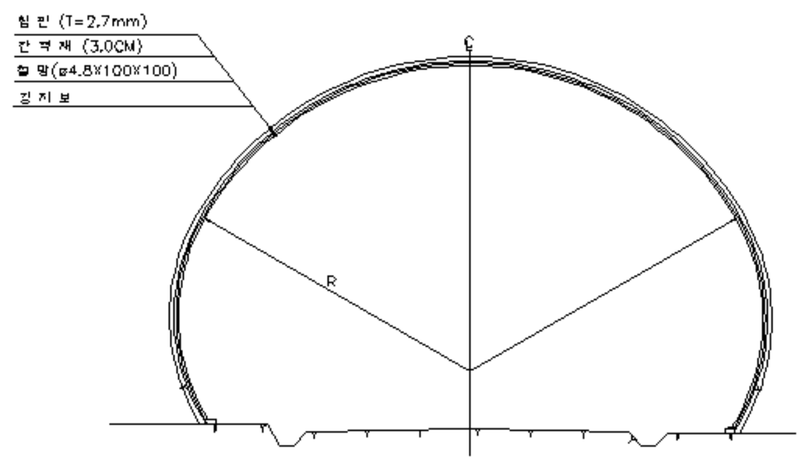
강지보재 둘레에 Wire-mesh, 간격재, 합판 설치후 숏크리트 타설

- 시공도면 『붙임2』

편도 2차로 기준



측 면 도



정 면 도

○ 시공순서

①강지보 설치	⇨	②Wire-mesh 설치	⇨	③합판설치	⇨
④내측 숏크리트 타설	⇨	⑤합판제거 및 외측 숏크리트 타설			

나. 공사비 비교(설계가 기준) 『붙임 3』

(금액단위 : 천원)

구 분		현 행	개 선
개 요		통나무+모래주머니 쌓기	Wire-mesh+숏크리트 타설
공사비	2차로 기준	○ 계 : 8,912 - 통나무 설치 : 6,699 - 모래주머니 쌓기 : 1,626 - 모래구입 및 운반 : 587	○ 계 : 1,619 - 갱구숏크리트 : 1,373 - 합판 : 111 - 스페이스 : 4 - Wire Mash : 131
		- 상·하행선 입·출구부 : 8,912×2×2 = 35,648(**53,472**)	- 상·하행선 입·출구부 : 1,619×2×2 = 6,476(**9,714**)
		- 터널 1개소 : 29,172(**43,758**) 절감	
	3차로 기준	○ 계 : 9,748 - 통나무 설치 : 7,488 - 모래주머니 쌓기 : 1,636 - 모래구입 및 운반 : 624	○ 계 : 1,812 - 갱구숏크리트 : 1,536 - 합판 : 124 - 스페이스 : 5 - Wire Mash : 147
		- 상·하행선 입·출구부 : 9,748×2×2 = 38,992(**58,488**)	- 상·하행선 입·출구부 : 1,812×2×2 = 7,248(**10,872**)
		- 터널 1개소 : 31,744(**47,616**) 절감	

( ) : 제잡비 감안

※ 공사비 절감액 : 66억원

- 착공후 미시공 구간, 설계완료 또는 설계중인 구간 포함시

다. 시공전경

강지보 설치

Wire-mesh 및 합판 설치

설치 완료	설치 완료후 터널굴착

4. 검토 의견

○ 현재 설계된 “통나무+모래주머니 설치” 갱문가시설은 과다한 인력 투입 등으로 인하여 경제성 측면과 시공성 측면에서 불리함을 감안하여

○ 시공이 수월하고 공사비가 저렴하며 현장에서 적용되고 있는 **"Wire mesh+숏크리트 타설" 갱문가시설로 변경**하여 적용함이 타당 할 것으로 판단됨

5. 추진계획

○ 공사 시행중인 노선 : 미시공 구간에 대하여는 개선방안 적용

○ 설계중이거나 미착공 노선 : 개선방안 적용

붙 임 : 1. 갱문 가시설 시공현황

2. 시공도면 사례

3. 단가산출 사례

『붙임 #1』

갱문가시설 시공현황

(단위 : 개소)

사업소	노 선	갱문가시설 시공현황		
		계	시공	미시공
	계	**89**	**48**	**41**
대전-당진	당진~대전	7	-	7
	서천~공주	5	1	4
익산-장수	익산~장수	10	7	3
청원-상주	청원~상주	8	3	5
현풍-김천	현풍~김천	8	4	4
영동-김천	김천~영동	1	1	-
경기	안성~음성	4	-	4
동해	동해~강릉	5	5	-
부산-울산	부산~울산	4	2	2
	통영~진주	9	9	-
호남	장성~담양	3	3	-
	무안~광주	9	5	4
	고창~장성	3	1	2
	목포~장흥	11	5	6
	고서~담양	2	2	-

※ 시공 완료된 갱문가시설은 모두 “Wire Mesh+숏크리트타설“로 시공

방	점
기 술 의	
10410-217	
('03.12.29)	

3-16 V형측구, 산마루측구 규격 세분화 검토

1. 검토목적

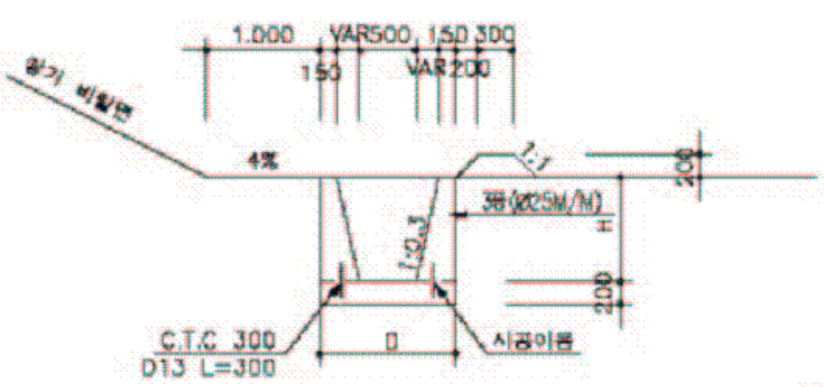
V형측구 및 산마루측구의 규격으로 세 가지(Type-1, 2, 3) 규격을 적용하고 있으나 Type-2와 Type-3의 경우 규격별 통과유량의 차이가 커 경제적, 효율적 단면으로의 규격 세분화 필요.

2. 추진경위

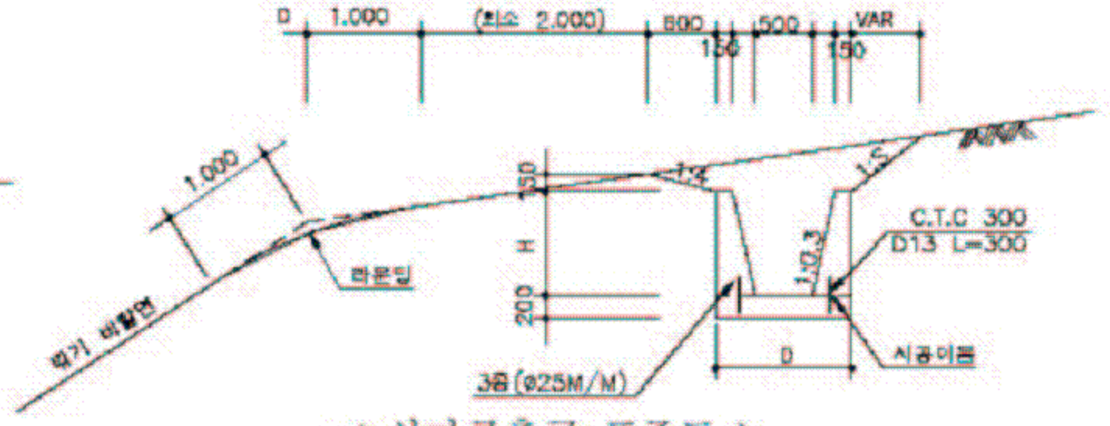
- 현황 및 설계자료 조사 : 2003. 9. ~ 2003. 10.
- 최적규격 선정을 위한 수리검토 : 2003. 10. ~ 2003. 11.
- 공사비 검토 및 규격선정 : 2003. 11. ~ 2003. 11.
- 구조계산 및 표준도 작성 : 2003. 12. ~ 2003. 12.

3. 현행 설계기준 및 적용현황

- 현행 설계기준(표준도)
  - 현행 산마루측구와 V형측구의 규격별 제원은 동일
  - 저판폭원(D)과 통수단면의 깊이(H)에 따라 규격 구분.



< V형측구 표준도 >



< 산마루측구 표준도 >

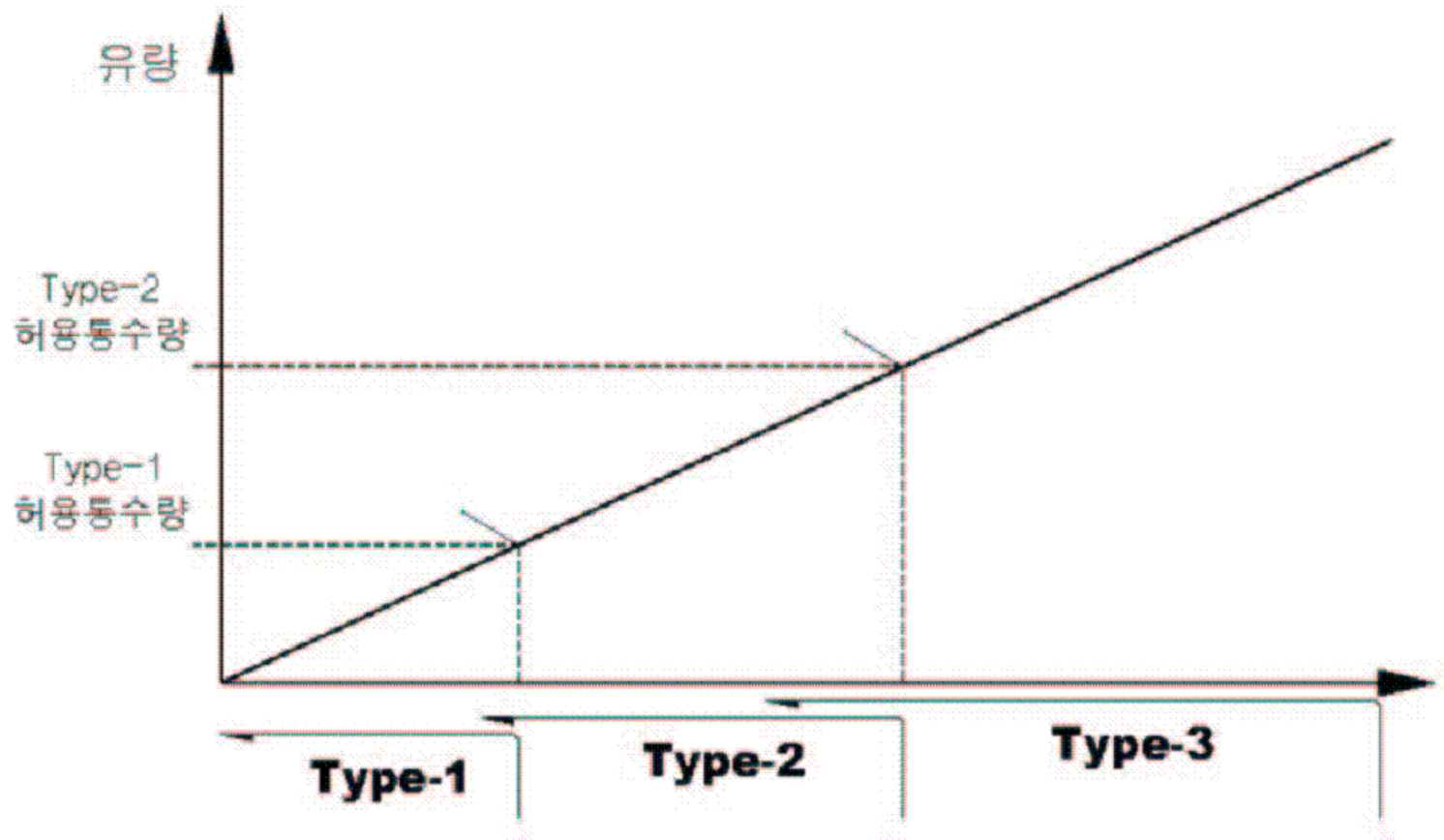
< 측구 규격별 제원 >

규 격	깊이(H)	저판폭원(D)	통수면적(A)	비 고
Type-1	0.45 m	1.07 m	0.219 ㎡	통수단면 산정시 깊이(H)의 80% 적용
Type-2	0.60 m	1.16 m	0.309 ㎡	
Type-3	1.00 m	1.40 m	0.592 ㎡	

■ 규격별 적용현황

- 측구 설치위치에 따른 수리계산 결과 각 규격별 허용통수량을 초과하지 않는 범위에서 규격을 결정하고 있으며,

- 하위 규격으로 유입수량의 처리가 가능하나 집속되는 기존 수로의 규모, 지형여건, 관리기관 요구사항, 용배수 분리 등을 위하여 상위규격을 일부 적용하고 있음.



< 유량 - 규격별 측구 적용 개념도 >

4. 규격별 설치현황 조사

■ 조사대상 : 진주~광양(순천)간 고속도로 건설공사 1~16공구(L=117.9km)

■ 조사내용 : 규격별 설치연장 및 수리계산 내용

■ 조사결과

구 분	규격별 설치연장(m)			비 고 (전체대비 Type-3 비율)
	Type-1	Type-2	Type-3	
산마루측구	38,205	2,039	692	1.7%
V형측구	94,287	20,680	12,502	9.8%

5. 조사내용 분석

■ V형측구

형 식	개소	연장(m)	평균유로 경사(%)	①평균설계 유량(㎥/s)	②평균설계 통수량(㎥/s)	유량비율 (①/②)
Type-2	89	20,680	1.893	0.718	0.905	**79.3 %**
Type-3	84	12,502	2.333	1.661	2.409	**68.9 %**

- 평균설계통수량에 대해 약 30%의 여유가 있는 것으로 조사된 Type-3에 대한 규격세분화 검토가 바람직한 것으로 사료됨.

■ 산마루측구의 경우
- Type-3을 적용한 연장이 전체연장의 1.7%에 불과하며,
- 규격이 V형측구와 동일하고 일반적으로 유입수량이 적은 흙깎기부에 설치되는 특성을 고려, V형측구에 대한 규격세분화 검토결과를 준용

6. 규격 세분화 검토

가. 수리계산을 통한 세분화 규격 가정

규 격	깊이(H)	저판폭원(D)	통수면적(A)	허용통수량(Q)
Type-2	0.60 m	1.16 m	0.309 ㎡	1.097 ㎥/s
H = 0.75 m	0.75 m	1.25 m	0.408 ㎡	1.572 ㎥/s
H = 0.80 m	0.80 m	1.28 m	0.443 ㎡	1.747 ㎥/s
H = 0.85 m	0.85 m	1.31 m	0.479 ㎡	1.931 ㎥/s
Type-3	1.00 m	1.40 m	0.592 ㎡	2.535 ㎥/s

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

단, 조도계수(n) : 0.015 (콘크리트 표면)

동수경사(I) : 0.233 (조사결과의 평균 유로경사 적용)

■ 조사된 V형측구(Type-3)의 평균유량 1.661 ㎥/s를 고려시 H=0.75m 규격은 부적합한 것으로 판단됨.

나. 규격 세분화 검토

■ 대체 가능 수량

- 규격별 검토(안) 적용시 기존 Type-3의 대체 비율

H=0.80m 적용시 : 84개소중 41개소 대체 가능 (48.8%)

H=0.85m 적용시 : 84개소중 53개소 대체 가능 (63.1%)

■ 공사비 비교 (단위 : 원, 제잡비포함)

규 격	공사비	Type-3대비 절감액	비 고
H = 0.80 m	211,226	△94,900 (△31.0%)	
H = 0.85 m	233,912	△72,214 (△23.6%)	
Type-3	306,126	-	

■ 구조계산검토 : 구조계산결과 안전한 것으로 검토되었음.

■ 세분화 적용(안)

규 격	검토1안(H=0.80m)	검토2안(H=0.85m)	Type-3(H=1.00m)
높 이	H = 0.80 m	H = 0.85 m	H = 1.00 m
저관폭원	D = 1.28 m	D = 1.31 m	D = 1.40 m
허용통수량	Q = 1.747 ㎥/s	Q = 1.931 ㎥/s	Q = 2.535 ㎥/s
Type-3규격 대체 가능 비율	48.8 %	63.1 %	-
Type-3대비 공사비 절감액	△ 94,900 원	△ 72,214 원	-
대체비율 × 절감액	46,311	45,567	
적용	○		

7. 검토결론

- H=0.80m 및 H=0.85m 규격 검토결과
  - 기존 Type-3 규격을 대체할 수 있는 비율은 H=0.85m 규격이 유리하나
    (H=0.80m : 48.8%, H=0.85m : 63.1%)
  - 공사비 절감액을 고려한 바 H=0.80m 규격이 더 합리적인 것으로 판단
    (H=0.80m : 46,311원 절감가능, H=0.85m : 45,567원 절감가능)
- 따라서 V형측구와 산마루측구의 세분화 규격으로서 H=0.80m 규격을 적용하되, 기존 규격과의 혼선을 방지하기 위하여 Type-3 규격을 Type-3-1(신규 H=0.80m), Type-3-2(기존 Type-3)로 변경.

기존규격	변경규격	비 고
Type-1	Type-1	H=0.45m
Type-2	Type-2	H=0.60m
Type-3	Type-3-1	H=0.80m (신규)
	Type-3-2	H=1.00m

※ H=0.80m 규격 적용시 고속도로 연장 1km 당 4.9백만원 절감 가능.
(기존자료 조사결과 Type-3 연장 : 106m/km, 46,311원/m 절감)

8. 적용방안

- 설계중인 구간은 2004. 3월 이후 준공용역부터 우선 적용하고,
- 설계완료구간 및 공사발주된 노선중 미시공 구간에 대하여는 공사시행시 변경된 기준에 의거 설계변경 조치
- 표준도는 `고속도로건설공사 표준도` 변경분 발간시 포함하여 발간, 배포

별첨 #1

V형측구, 산마루측구 규격 세분화 검토

조사결과 분석자료

□ V형측구 조사자료

- 수리계산현황

형 식	개소	연장(m)	평균유로 경사(%)	평균설계 유량(㎥/s)	평균설계 통수량(㎥/s)
Type-2	89	20.680	1.893	0.718	0.905
Type-3	84	12,502	2.333	1.661	2.409

※ 평균설계유량 : 설치개소별 유입수량의 평균
평균설계통수량 : 설치개소별 수리계산결과에 의한 통수량의 평균

□ 규격 세분화 검토자료

형 식	Type-3 개 소	대체가능 개소	대체가능 비율
H=0.75m	84	35	41.7 %
H=0.80m		41	48.8 %
H=0.85m		53	63.1 %

- 설치개소별 수리계산을 통하여 규격에 따른 대체가능 개소 파악

※ 첨부된 엑셀파일을 참고

별첨 #2

V형측구, 산마루측구 규격 세분화 검토

공사비 산출근거

※ *첨부된 엑셀파일을 참고*

별첨 #3

V형측구, 산마루측구 규격 세분화 검토

변 경 표 준 도

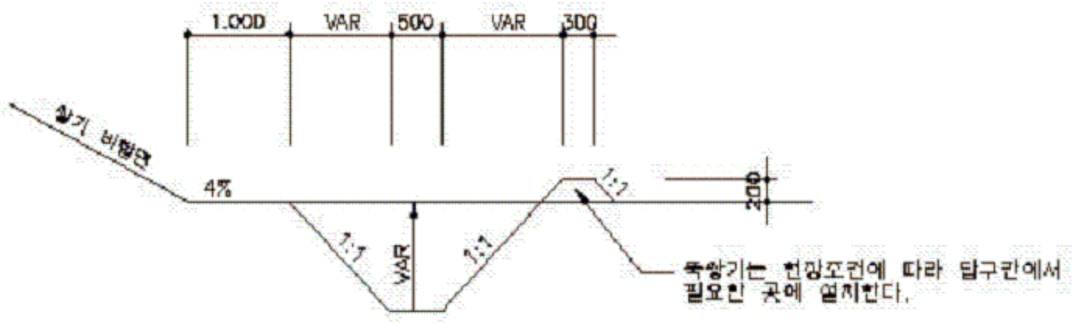
기 존

측 구 상 세 도 (1)

토사측구,V형측구,산마루측구

토 사 측 구

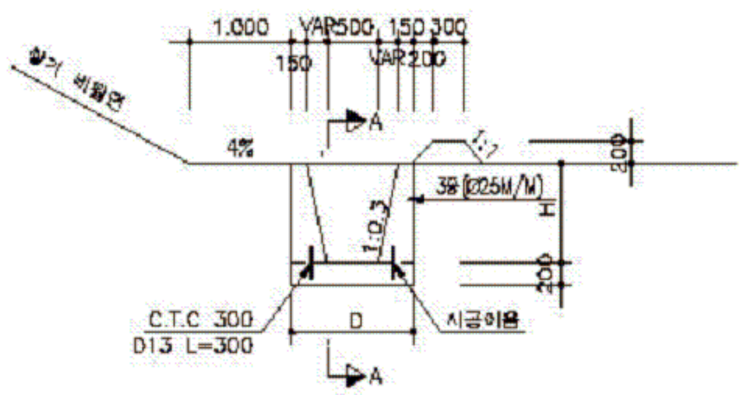
S = 1:50



V 형 측 구

(형 식 1,2,3)

S = 1:50



재 료 표

(1M 당)

구분 / 규격 / 단위 / 형식	저 판 폭	콘 크 리 트	거 푸 집	터 파 기	되 메 우 기	철 근	비닐깔기	비 고
	(D)	3줄(Ø25M/M)	합 판 4 회	인 력	인 력	D13		
	M/M	M^3	M^2	M^3	M^3	tonf	M^2	
1(H=450M/M)	1070	0.410	2.298	1.297	0.601	0.00199	1.070	
2(H=600M/M)	1160	0.520	2.918	1.728	0.800	0.00199	1.160	
3(H=1000M/M)	1400	0.880	4.572	3.120	1.440	0.00199	1.400	

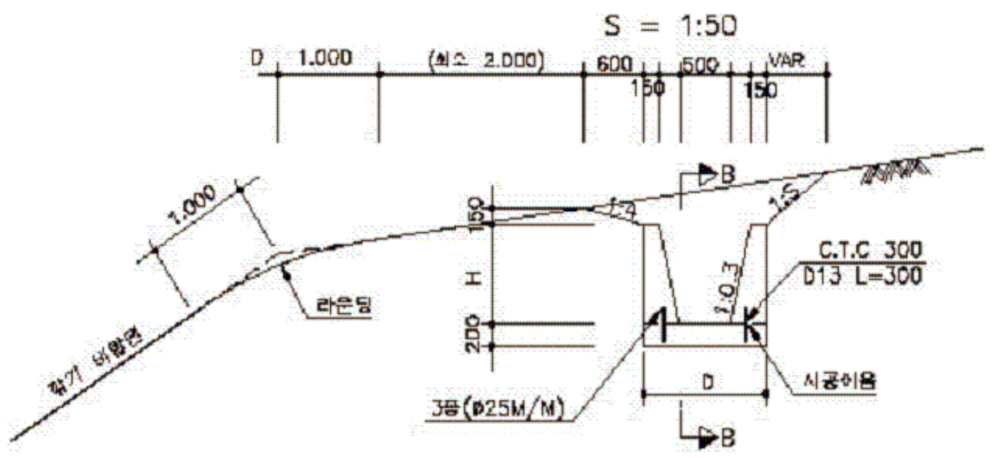
* NOTE

1. 수직줄눈과 신축줄눈은 6m 간격으로 교차 설치한다.
2. 콘크리트 측구 종단처리부는 실딘드등으로 차수 처리한다.

산 마 루 측 구

(콘크리트 형식 1,2,3)

S = 1:50



재 료 표

(1M 당)

구분 / 규격 / 단위 / 형식	저 판 폭	콘 크 리 트	거 푸 집	터 파 기	되 메 우 기	철 근	비닐깔기
	(D)	3줄(Ø25M/M)	합 판 4 회	인 력	인 력	D13	
	M/M	M^3	M^2	M^3	M^3	tonf	M^2
1(H=450M/M)	1070	0.410	2.298	1.297	0.601	0.00199	1.070
2(H=600M/M)	1160	0.520	2.918	1.728	0.800	0.00199	1.160
3(H=1000M/M)	1400	0.880	4.572	3.120	1.440	0.00199	1.400

* NOTE

1. 수직줄눈과 신축줄눈은 6m 간격으로 교차 설치한다.
2. 콘크리트 측구 종단처리부는 실딘드등으로 차수 처리한다.

(주) * 본 표준도에 제시한 줄눈의 설치사항은 콘크리트 줄눈 시공지침 (도로연구소)에 제시한 메로허 현장시공시 고속도로공사 전문시방서 및 관련지침에 따라 별도의 형식을 사용할 수 있다.

한국도로공사 KOREA HIGHWAY CORPORATION	표 준 도 TYPICAL DRAWING	도면명	측 구 상 세 도 (1) 토사측구,V형측구,산마루측구	설 계 자	——	작 성 일	2001. 3	도면번호
				확 인 자	——	축 척	S=1:50	2.001

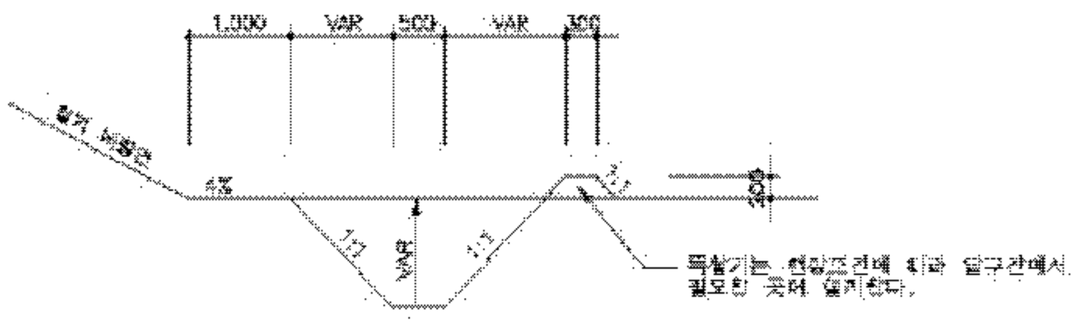
변 경

측 구 상 세 도 (1)

토사측구,V형측구,산마루측구

토 사 측 구

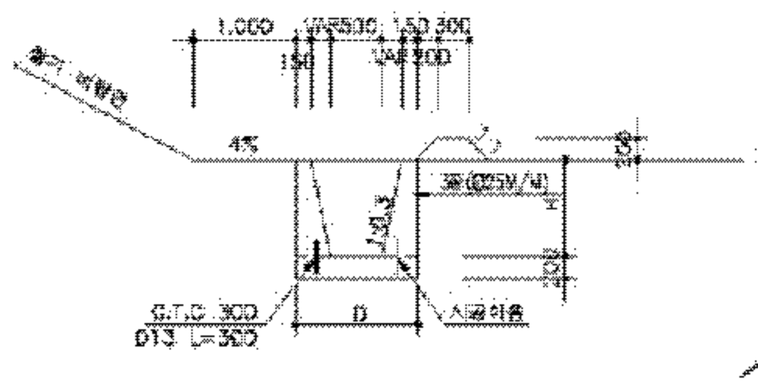
S = 1:50



V 형 측 구

(형식 1, 2, 3-1, 3-2)

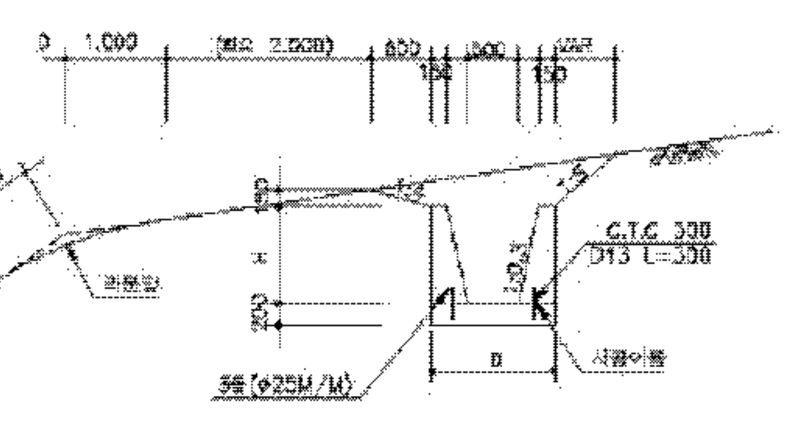
S = 1:50



산 마 루 측 구

(콘크리트 형식 1, 2, 3-1, 3-2)

S = 1:50



재 료 표

(1M 당)

구분 / 규격 / 단위	제 품 폭 (D) M/M	콘 크 리 트 3열(@25M/M) M³	거 푸 집 설 치 수 량 M²	터 파 기 량 M³	되 메 우 기 M³	철 근 D13 ton/T	시멘트몰기 M²	비 고
1(H=450M/M)	1070	0.410	2.298	1.297	0.601	0.00199	1.070	
2(H=500M/M)	1160	0.523	2.918	1.728	0.800	0.00199	1.160	
3-1(H=800M/M)	1260	0.698	2.835	2.360	1.100	0.00199	1.260	
3-2(H=1000M/M)	1400	0.850	4.572	3.120	1.440	0.00199	1.400	

* NOTE
1. 수직줄눈과 신축줄눈은 5m 간격으로 고려 설치한다.
2. 콘크리트 측구 종단기울기는 날엠프등으로 처수 처리한다.

(주) * 본 도면으로 제시한 콘눈의 설치사항은 콘크리트 통눈 시공지침 (도로공사)에 제시한 예로서 현장시공시 고속도로공사 전문시방서 및 관련지침에 따른 줄눈의 설치를 사용할 수 있다.

한국도로공사 KOREA HIGHWAY CORPORATION	표 준 도 TYPICAL DRAWING	도로편람	측 구 상 세 도 (1) 토사측구, V형측구, 산마루측구	설계자		작 성 일	2003.12.	도면번호
				확 인 자		축 척	S=1:50	2.001

3-17 고교각 나사식 철근이음 간격 개선

방 침
건 설 관 10105-132 ('03.12.31)

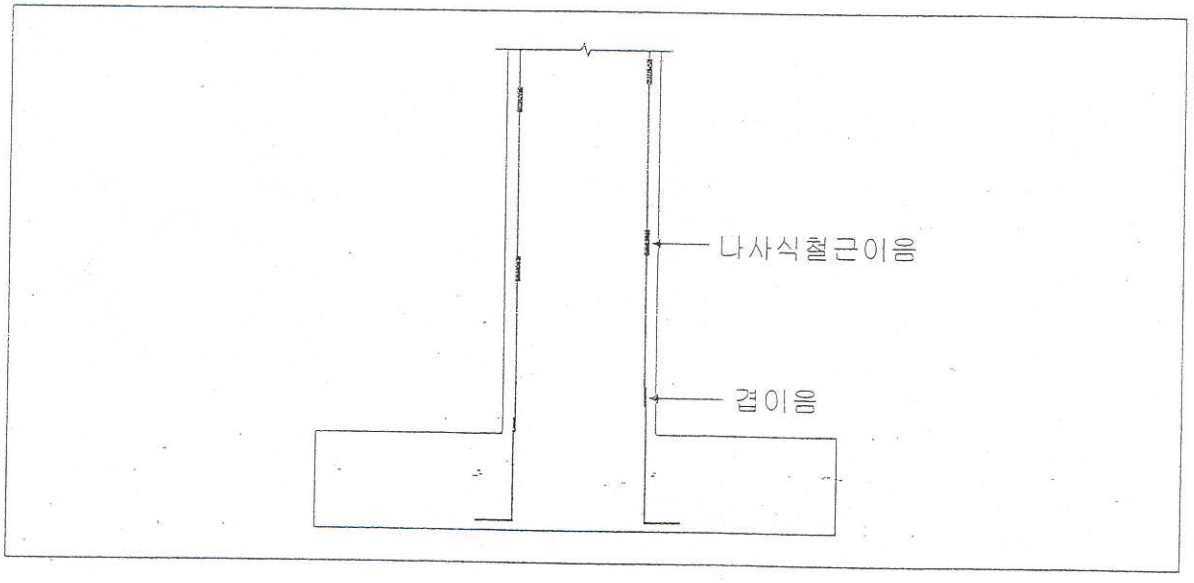
Ⅰ. 검토배경

고속도로 건설공사의 고교각(H≥30m) 주철근의 나사식 철근 이음간격을 철근 직경에 따른 작업중량 등을 고려하지 않고 일률적으로 적용되어 있어, 시공여건에 맞는 이음간격을 수립코자함.

Ⅱ. 현행 설치기준 및 문제점

□ 설치기준

○ 고교각(H≥30M)의 철근조립시 겹이음 포인트의 다수 발생 및 철근의 밀집으로 콘크리트 타설 불량으로 인한 품질저하 및 안전성 결여에 따라 4m간격으로 나사식 이음공법 적용



○ 4M 이음간격 산출 철근규격 : D32m/m(24.9kg/4m)

□ 문 제 점

○ 고교각 주철근 조립시 나사식 이음 간격이 철근의 직경에 관계없이 일률적으로 4m간격으로 설계되어 있어 기준 정립 필요

- 현재 설계적용 현황

철근직경	D22	D25	D29	D32
이음간격	4m	4m	4m	4m

Ⅲ. 나사식 철근이음 간격 개선

□ 철근의 운반중량을 고려하여 나사식 철근이음 간격 조정

○ 철근운반 적정중량 : 25kg/인

※ 근 거 : 콘크리트 표준안전지침(노동부 고시)

○ 철근직경별 이음간격

규 격	직경별 이음간격 및 중량					비 고
	4m	5m	6m	7m	8m	
D22					**24.32**	
D25	15.92	19.9	**23.88**	27.86	31.84	
D29	20.16	**25.2**	30.24	35.28	40.32	
D32	**24.92**	31.15	37.38	43.61	49.84	

※ 호남사업소, 익산-장수사업소 등에서 철근 이음간격을 조정하여 시공중

- 이음간격 조정 : 4m → 5m, 6m

Ⅳ. 검토결론

□ 미시공 교각(climbing 공법)에 대하여는 나사식 철근이음 간격을 철근 직경별로 조정하여 시행

철근직경	D25	D29	D32	비 고
이음간격	6m	5m	4m	

- 대 상 : 13개노선 79개교량
- 절감액 : 약 3,700백만원

○ D22m/m 이하 규격의 철근은 작업중량(25kg/인)을 고려시 이음간격이 8m이상이 되므로 조립시 자립성 및 안전성 등의 검증 필요

- 시공여건을 고려하여 자체 조정 시행
- 추후 방침수립 시행 예정

□ 설계중인 노선은 개선안을 적용하여 시행