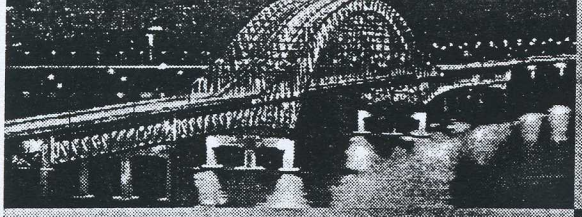
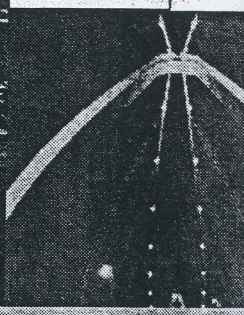
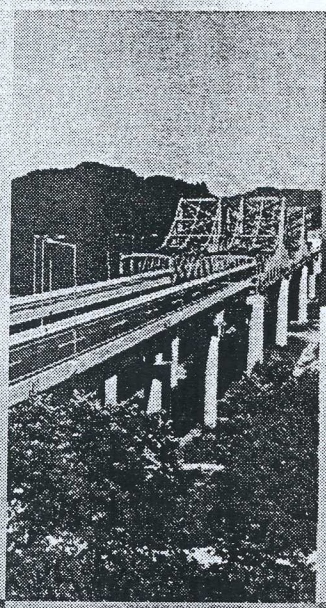
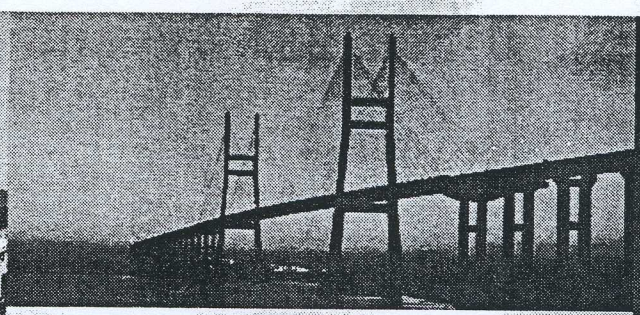
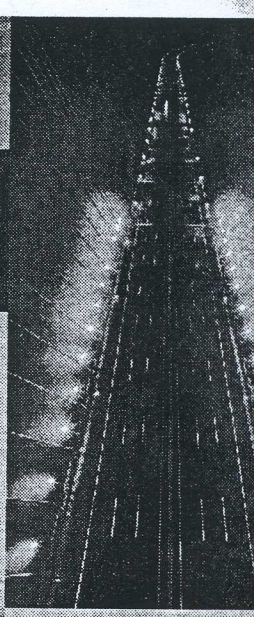
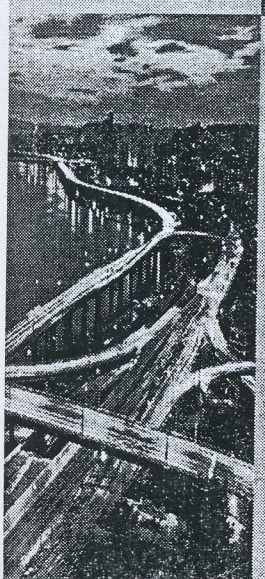




2002

설계실무자료집

2003. 1

한국도로공사
설 계 처

차 례

제 1 편 설계행정

1. 자연환경보전법 개정내용 및 시행방안 통보
(기술환13303-30011, '02.1.10) ····· 9

2. "설계토론마당" 운영(설계기13207-49, '02.2.8) ····· 14

3. 설계용역비 정산기준 검토(설계설10201-143, '02.3.28) ····· 16

4. 설계단계의 도로안전진단제도(RSA) 시행방안 검토
(기술의10401-84, '02.6.7) ····· 20

5. 산업안전보건관리비 적용기준 검토(설계설10201-327, '02.7.5) ····· 25

6. 실시설계 성과물 내실화 방안(설계설10202-383, '02.8.6) ····· 29

7. 기술료 설계적용방안 검토(설계설10201-566, '02.11.4) ····· 34

8. 고속도로 건설공사 관련 각종 부담금 처리방안 개선
(건설지13105-160, '02.11.28) ····· 37

제 2 편 설계기준 및 개선

제1장 기하구조 ····· 45

1. 편도 2차로터널 오른쪽길어깨 폭원 검토(설계설13201-34, '02.1.30) ····· 47
2. 터널 및 장대교량 전후구간 길어깨 폭원 검토(설계설10201-240, '02.6.11) ····· 53
3. 확장공사구간 교통우회차로 길어깨 폭원 개선방안(건설기10105-99, '02.7.9) ····· 57
4. 터널과 출입시설간 이격거리 기준 보완방안 검토
   (기술의10410-189, '02.12.9) ····· 76
5. 고속도로 입체교차로의 연결로내에서의 분합류시 접속차로 길이 검토
   (기술의10410-191, '02.12.12) ····· 88

제2장 토공 ····· 105

1. 법면 가보호망 설치기준 개선(설계일13201-9, '02.1.9) ····· 107
2. 교대앞성토 설치기준(설계도13201-226, '02.5.28) ····· 109
3. FRP 사면보강공법 적용성 검토(설계구10201-343, '02.7.16) ····· 113
4. 고속도로 확장공사구간 폐 콘크리트 활용방안 검토
   (건설기10105-102, '02.7.25) ····· 125
5. 성토 비탈면 돌붙임 개선방안(건설술10105-131, '02.10.9) ····· 129

제3장 배수공 ····· 141

1. 지중강판을 이용한 합성형 통로암거 적용방안(기술의10410-30106, '02.7.23) ··· 143
2. 철근콘크리트 개거 부력안정성 검토(설계도10202-499, '02.9.30) ····· 152
3. 파형강관 현장 적용성 검토(건설계10308-110, '02.10.28) ····· 157
4. 깎기부 표준횡단 및 L형측구 적용기준 검토(기술사10201-203, '02.12.18) ····· 172
5. 지중강판을 이용한 합성형 수로암거 적용방안
   (기술의10410-208, '02.12.23) ····· 192
6. 배수구조물의 소형동물 이동경사로 설치 검토
   (기술환10704-125, '02.12.24) ····· 199

제4장 구조물공 ····· 209

1. 강재 표면처리 개선 검토(설계구13201-48, '02.2.7) ····· 211
2. 교대 보호블럭 점검계단 시공(건설술10105-31, '02.3.7) ····· 218
3. 교량용 중앙분리대 편측설치에 따른 구조계산 범위 검토 (기술의10201-46, '02.3.29) ····· 223
4. PSC Box Girder교(ILM) 복부철근 시공성 개선방안 (건설정10105-49, '02.3.29) ····· 233
5. 교량 방음벽 기초 기계화 시공방안 검토(건설관10105-57, '02.4.8) ····· 237
6. 강교제작 단가 조정 시행(설계도10201-172, '02.4.19) ····· 242
7. 강교 Jack-up 보강재 적정성 검토(설계구13202-188, '02.5.2) ····· 247
8. 중공식 교각 속채움 방안(건설관10105-67, '02.5.4) ····· 254
9. 무바닥판 콘크리트 아치교의 적용(설계도10201-201, '02.5.9) ····· 258
10. 하자현황분석에 따른 교량신축이음장치 적용형식 검토 (구조계11107-19, '02.7.11) ····· 272
11. 암반에 근입된 현타말뚝 설계기준 수립(설계구10201-351, '02.7.22) ····· 293
12. 교량용 콘크리트 방호울타리 설계방법 검토(설계구13202-352, '02.7.22) ····· 311
13. 구조물의 사용성 검토시 적용하는 사용하중의 적정성 검토 (기술사10410-106, '02.7.23) ····· 318
14. 강관말뚝 두부보강 설계도서 표기방안(설계구10201-540, '02.10.21) ····· 336
15. Steel Box Girder교 받침 배치방법 검토(설계구13201-649, '02.11.26) ····· 340
16. 배수형 교량 신축이음장치 개선 검토(기술의10410-183, '02.11.29) ····· 348
17. 개구제형 강합성교 적용 검토(설계구10201-669, '02.12.5) ····· 354
18. 교량기초 지반조사방법 개선(설계구13201-714, '02.12.23) ····· 366
19. 소수주형 판형교 적용 검토(설계구10201-10, '03.1.14) ····· 378

제5장 포장공 ····· 393

1. 고속도로 포장형식 선정기준 검토(설계도10201-151, '02.4.1) ····· 395

제6장 터널공 407

1. 터널 연속철근콘크리트라이닝 시공이음 검토(설계설13201-23, '02.1.22) 409
2. 고속도로 터널 상부도장 적정성 검토(건설기13509-23, '02.2.22) 414
3. 터널 록볼트 접착재료 적용방안(건설기13105-29, '02.2.28) 419
4. 터널 전기설비 및 공동구 설치방안 검토(시설전09111-137, '02.4.9) 429
5. 장터널 공동구 규격 및 전기,통신,설비시설물 설치기준 수립 (시설전09205-226, '02.5.27) 434
6. 터널면벽 표면마무리 적용기준 검토(설계도10201-346, '02.7.19) 439
7. 터널방수쉬트 설계적용 방안 검토(설계도10201-393, '02.8.13) 443
8. 터널 피난연락갱문 설치기준 검토(시설설09205-404, '02.10.2) 459
9. 단터널내 소화기함 설계지침 검토(시설설09205-473, '02.11.5) 467
10. 터널내 소화전앞 접근시설 보완 검토(시설설09205-474, '02.11.5) 477
11. 터널내부타일 규격 조정시행(설계도10201-38, '03.1.29) 483

제7장 부대공 493

1. 콘크리트 중앙분리대(H=1.27m) 보강(설계설10201-79, '02.3.7) 495
2. 방음벽 설계풍하중 검토(설계구10202-30086, '02.3.7) 505
3. 방음벽 설치기준 개선검토(설계구10201-184, '02.4.30) 516
4. 긴급제동시설 설계기준 개선(설계설13201-195, '02.5.7) 527
5. 영업소 부지면적 및 설계기준 개선(시설건09111-30271, '02.5.8) 543
6. 공사구간 안전시설 정비계획(교통안08201-157, '02.6.1) 550
7. 도로안전시설 설치 및 관리지침(차량방호 안전시설 편) 일부 개정 (교통안08201-30916, '02.8.6) 562
8. 도로안전시설 설치 및 관리지침(시설유도시설 편) 개정 (교통안08201-30917, '02.8.6) 564
9. 교통안전표지 설치 개선방안(교통관08109-255, '02.8.27) 568
10. 휴게소 주차장 경사(기울기) 설계기준변경(시설건09111-370, '02.9.12) 574

11. 문형식 표지 설치기준 검토(교통관08109-279, '02.9.13) ····· 578
12. 교량 고강도 철재 방호울타리 설계지침(설계설10201-539, '02.10.21) ····· 588
13. 충격흡수시설 정비방안(교통안08201-328, '02.10.30) ····· 593
14. 건설사업소·공구사무실 운영비품 개선방안 검토
(설계설10201-30385, '02.11.2) ····· 602
15. 방음벽기초(H-pile+콘크리트옹벽) 기계화 시공방안 검토
(건설계10105-123, '02.11.25) ····· 607
16. 공구 감독실 사무원 운영방안(건설계10105-30659, '02.11.29) ····· 611
17. 방음시설 미관설계 기준(설계구10201-685, '02.12.17) ····· 613
18. 방음벽의 성능 및 설치기준 일부내용 개정(기술환10705-30540, '02.12.23) ···· 618
19. 표지판 표준도 개선 검토(설계설10201-735, '02.12.26) ····· 628

제 3 편 참고자료

제1장 참고자료 637

1. 시멘트 콘크리트 설계기준 배합표 개정(도연재15401-611, '02.10.22) 639

제2장 전년도 목차 651

제1편 설 계 행 정

방 침
기 술 환
13303-30011
('02.1.10)

자연환경보전법 개정내용

생태계보전협력금 부과대상에 대한 고속국도 건설사업이 **면제대상에서 납부대상으로 개정**되어 사업시행시 **추가비용 부담요인**이 발생됨
(자연환경보전법 제49조)

1. 생태계보전협력금 이란?

자연환경 또는 생태계에 미치는 영향이 현저하거나 생물다양성의 감소를 초래하는 개발사업을 하는 사업자에 대하여 부과·징수하는 **환경개선 특별회계법에 의한 세금**

※생태계보전협력금 (5억원 범위내)

생태계의 훼손면적 × 단위면적당 부과금액(제곱미터당 250원) × 지역계수

2. 부과대상

- 환경·교통·재해등에 관한 영향평가법의 규정에 의한 환경영향평가 대상사업
- 기타 생태계에 미치는 영향이 현저하거나 자연자산을 이용하는 사업 등

3. 개정내용의 적용

2001년 10월 7일 이후 개발사업의 인가·허가·승인등을 신청하는 사업

4. 납부 절차

사업자 · 사업내용 · 사업의 규모 등을 통보 (20일 이내)

(사업의 인허가등을 한 행정기관의 장 ⇒ 환경부장관)

(통보일 기준 : 환경영향평가 협의후 최초로 인허가등의 처분을 한 시점)

↓

부과금액 · 납부기한 등에 관한 사항 통지 (1월이내)

(환경부장관 ⇒ 사업자)

↓

납부기한 내에 납부

(사업자)

↓

생태계보전협력금의 정산 (시행령 제52조)

(훼손면적이 변경됨에 따라 정산)

(준공검사를 받은후 90일이내 사업자→환경부장관 신청)

↓

생태계보전협력금의 반환 (법49조 제7항-시행령 제52조의 2)

(대체자연의 조성, 생태계복원등 자연환경보전사업을 시행한 경우)

(사업자의 사업승인 신청→환경부장관→사업이 준공된후 반환신청)

5. 시행방안

부담금 납부를 위한 원활한 업무추진을 위하여 관련 부서간 업무분장이 필요함

구 분	담당부서	비 고
부담금 책정자료 작성 및 통보 (도로구역 결정고시 신청시 포함)	공사주관부서 또는 설계처	
↓		
(사업자·사업내용·사업의 규모 등을 통보)	(건교부→환경부)	
↓		
(협력금 부과)	(환경부→사업자)	시·도지사
↓		
협력금 납부 및 정산등 관리 (예산사용 및 관리)	기획조정실 또는 공사주관부서 등	

별지 제38조 서식

<table>
<tr><td colspan="2">사 업 명</td><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td colspan="2">위 치</td><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td colspan="2">총사업면적</td><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td rowspan="4">사
업
자</td><td>사 업 자 명</td><td></td><td>주민등록번호</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>소 재 지</td><td colspan="4">(전화 :)</td></tr>
<tr><td>사업자등록번호</td><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td>법인등록번호</td><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td rowspan="6">훼
손
면
적</td><td>용 도 지 역</td><td colspan="2">면 적(㎡)</td><td colspan="2">산 정 근 거</td></tr>
<tr><td>계</td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>주거·상업·
공업·준도시지역</td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>녹지·준농림지역</td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>농 림 지 역</td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>자연환경보전지역</td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td></tr>
</table>

※ 참고사항 (법적용에 따른 질의·응답사례)

(환경부 사이버 민원실에서 발췌한 내용임)

질 의	회 신 내 용
당초 환경영향평가 대상사업이 아닌 개발사업이 사업지역의 확장으로 환경영향평가 대상사업으로 되는 경우	기존의 개발허가지역 및 확장지역을 포함한 환경영향평가 대상이 되는 전체지역이 부과대상임
사업추진상의 편의에 따라 단계별로 일정지역을 우선적으로 개발허가 또는 승인된 경우	단계별 허가·인가·승인시의 사업규모에 따라 부과됨
기존에 사업 인·가시 생태계보전협력금을 부과한 경우 재허가를 받을 경우 부과여부	동일지역에 대하여 중복하여 부과되지 않음
생태계보전협력금 부과시 산림법에 의한 대체조성비, 산림전용부담금 등의 공제없이 전액 납부하게되는 경위	생태계보전협력금의 부과금액은 산림법에 의한 별도의 공제없이 결정됨

1-2 "설계토론마당" 운영

방 침
설 계 기 13207-49 ('02.2.8)

1. 목 적

○ 설계수행중 필요한 주요정책결정에 모든 직원 참여로 자부심과 책임감 고취

○ 토론을 통한 설계내실화와 경제적 설계 도모

○ 설계기술 전수 기회 부여

○ 사장경영방침인 참여경영 실현

2. 설계수행중 검증과정

가. 실시설계관리 : 노선별 감독(부서별 담당)

나. 실시설계검증 : 설계단계별 기술심사실 검증

1) 단계별심사 : 종평면 계획, 출입시설 위치 및 형식, 연약지반설계, 배수계획 및 수리계산, 교량형식 선정, 터널계획, 성과품

2) 설+9계감리 : 교량(지간장 50m 이상, 연장 1,000m 이상), 사면안정검토, 연약지반 설계

3) 설계자문 : 노선선정, 출입시설 위치 및 형식 설정, 연약지반설계, 특수교량 및 강교(사장교, 현수교, 아치교, PSC BOX교)

4) 설계심의 : 설계성과품 완료후

다. 설계처 자체검증(설계기13207-873호, '99.9.27)

1) 공종별 담당자 확인 : 설계심사요청전 공종별 담당자 확인, 검토

2) 설계평가 협의회 운영 : 주요방침사항【노선선정, 출입시설, 교량, 기타(연약지반 등)】에 대하여 심사요청전 설계평가협의회 개최

3) 설계원가검증 : 일상감사 요청전 수량 및 단가사항에 대하여 각 공종별 원가검증단을 구성하여 검토 및 확인

3. 문 제 점

설계내용에 대한 다단계 검증과 심사로 내실을 기할 수는 있으나

- 모든 과정에서 설계자는 피동적 입장으로 있어
- 자신의 의견을 개진할 기회가 상대적으로 적으며
- 전문지식을 갖춘 직원과의 토론 기회가 없음

4. "설계토론마당" 운영 방안

가. 시　　기 : 설계업무 수행중 3회 이상 운영

- 노선선정 및 출입시설형식 결정, 교량형식선정, 배수계획수립, 기타 필요시(연약지반, 터널 등)

나. 참 석 자

- 설계처 : 과장이상 전원, 담당부서 대리
- 기술심사실 : 필요시 참석(심사담당 과장 이상)
- 기　타 : 노선 설계자

다. 운영방안 : 노선설계자의 설계내용을 토대로 참석자들간의 토론을 통하여 다양한 의견수렴, 최적안 결정

- 부의된 안건에 대하여 가능한한 방침 결정
- 의견의 규합이 불가한 경우 검토후 재운영

5. 기대효과

○ 토론을 통하여 부실설계 방지하며 심도있고 내실있는 설계로 튼튼한 고속도로 건설을 도모

○ 노선간 설계내용의 통일을 기하고 공사원가를 절감하는 경제적 설계 방안 강구

○ "참여 경영" 활성화를 통한 직원 상호간의 설계지식 공유

6. 적　　용

설계처 자체 검증 단계중 "설계평가 협의회 운영"은 "설계토론 마당 운영"으로 대체하여 적용

감 사

결재	기 안	부 장	처 장	본부장	부사장	사 장
	협 조	- 도로설계부장 : - 구조설계부장 :				

설계용역비 정산기준 검토

문서번호	
보존기간	
결재일자	
공개여부	

2002. 3.

KOREA
HIGHWAY
CORPORATION

한국도로공사

설 계 처

1. 검토목적

고속도로 실시설계와 관련하여 설계용역업체의 창의성유도와 경제적이고 효율적인 설계 과업수행을 통하여 우리공사가 추구하는 효율경영에 적극 기여하고자 합리적인 설계용역비의 정산기준을 수립코자 함.

2. 실시설계 용역비의 산정 및 변경

1) 실시설계비 산정방법

○ **실시설계비 = 기본설계시 산출공사비×법정요율×α×β**

- 법정요율 : 엔지니어링 사업대가 기준의 공사비요율
- α : 기작성된 자료활용에 따른 조정요율 (신설: 0.85, 확장: 0.8)
- β : 차로수에 따른 조정요율 (2차로: 1.0, 4차로: 0.9, 6차로: 0.8)

2) 설계변경 조건

○ **가항 : "본 용역의 실시설계비는 개략공사비를 산정, 공사비비율에 의한 방식으로 산출하였는 바, 실시설계에 의하여 확정된 공사비가 당초와 증감이 있을 경우에는 당 공사의 방침에 따라 예산 범위내에서 설계변경 할 수 있다."**

○ **나항 : "본 용역중 토질조사비는 추정하여 계상하였는바 실제에 맞추어 설계변경할수 있다."**

3) 설계변경 사례

(단위: 백만원)

노선명	공구	공사비		실시설계비 설계변경	사유
		기본설계	실시설계		
공주~서천 (홍산-서천)	1	81,990	93,813	당초: 876 변경:1,061(증):185	공구연장 증가
	3	80,751	119,922	당초: 865 변경:1,001(증):136	
경부선 (경주~언양)	2	62,883	64,565	당초:1,097 변경:1,321(증):224	IC추가설치
경부선 (언양~부산)	2	128,000	136,933	당초:1,009 변경:1,066(증): 57	공구연장 증가
부산~울산	4	133,358	122,722 (Δ10,636)	(감):17	물공량 감소
	5	139,340	124,897 (Δ14,443)	(감):63	
	6	126,523	108,734 (Δ17,789)	(감):93	
경부선 (동대구~경주)	1	88,378	80,201 (Δ8,177)	(감):257	물공량 감소

3. 타 발주기관 설계변경 기준 (건교부(지방청), 서울시)

1) 건교부 지방청 설계변경조건 **"가. 조사구간의 시종점의 위치변경이 있을 경우"**

2) 서울시 설계변경조건 **"가. 조사구간의 시종점의 위치변경이 있을 경우"**

※ 타 발주기관에서는 조사설계구간의 연장가감이 없는 경우 설계변경 하지않음

4. 설계용역비 정산기준(안) 비교

구 분		현 행	1 안	2 안	비 고
방 법	실 시 설계비	▪ 공사비 증·감에 따라 설계변경 시행	▪ 실시설계수행 결과 설계자의 노력도 및 창의성등 설계용역업체 제안으로 공사비가 절감되는 경우 **설계평가위원회의 평가를 통해 설계변경(감액) 여부 결정** ▪ 설계변경 시행하는 경우 - 단순공사비 증·감이 발생하는 경우 - 방침에 의해 노선 및 설계구간 연장이 변경되는 경우 - IC, 영업소, 휴게소등 시설물이 추가 또는 삭제된 경우	▪ 공사비 증·감에 상관없이 설계변경 미시행	
	토질조사 및 측량비	▪ 토질조사비 및 측량비 시행후 정산	▪ 토질조사비 및 측량비 시행후 정산		
장·단점		▪ 용역업체의 창의성 발휘와 경제적이고 효율적인 설계추진 유도 곤란 ▪ 설계자의 창의적이고 자발적인 설계 수행 동기부여 미흡	▪ 용역업체의 창의성 발휘와 경제적이고 효율적인 설계추진 유도가능 ▪ 설계자의 창의적이고 자발적인 설계 수행동기 부여 가능	▪ 용역업체의 창의성 발휘와 경제적이고 효율적인 설계추진 유도 곤란 ▪ 설계자의 창의적이고 자발적인 설계 수행동기 부여 미흡	
선 정			○		

5. 검토결론

1) 실시설계 수행결과 설계자의 노력도 및 창의성등 설계용역업체 제안으로 공사비가 절감되는 경우 **설계평가위원회의 평가를 통해 실시설계비 설계변경(감액)여부 결정**

ㅇ 노력도, 창의성의 예

① 최적노선 선정을 위한 노력도

② 최적 출입시설형식 선정

③ 최적노선 선정에 따른 적정 교량연장 축소

④ 설계적용되는 공법선정시 심도있는 대안 비교등을 통한 최적공법 선정시

⑤ 기술향상 및 설계개선을 통한 원가절감 노력등

2) 설계변경 시행하는 경우

- ○ 단순공사비 증·감이 발생하는 경우
- ○ 방침에 의해 노선 및 설계구간 연장이 변경되는 경우
- ○ IC, 요금소, 휴게소등 시설물이 추가 또는 삭제된 경우

3) 토질조사 및 측량은 조사비용으로서 시행후 정산

6. 적용방안

- 2002. 3월이후 설계발주 및 준공노선

별첨 : 설계평가위원회 운영방안

별첨

설계평가위원회 운영방안

□ **위 원 장 :** 설계처장

□ **위　　원 :** 설계처 각부 부장(3인) 및 과장(3인)

□ **시행시기 :** 설계시행중 용역사에서 설계평가 요청이 있을 경우

□ **시행방법**

○ 설계용역사는 실시설계 수행과정에서 발생하는 공사비절감사항에 대하여 창의성과 노력도의 적정성을 평가받고자 하는 경우 각건별로 절감사유 및 공사비 내역서등을 구체적으로 작성하여 공문으로 설계평가 요청

○ 공문접수후 설계평가위원회를 구성하여 서면검토후 합동회의 시행

○ 평가결과는 설계용역사에 공문 통보

□ **평가내용**

○ 최적노선 선정을 위한 노력도

○ 최적 출입시설형식 선정

○ 최적노선 선정에 따른 적정 교량연장 축소

○ 설계적용되는 공법선정시 심도있는 대안 비교등을 통한 최적공법 선정시

○ 기술향상 및 설계개선을 통한 원가절감 노력등

□ **조치내용**

○ 해당 부서에서는 회의결과를 정리하여 결과보고(내부결재)

감 사

기안자	부 장	실 장	본부장	부사장	사 장
이명훈	이상근		전결		
협 조	설계처장 :		교통처장 :		
기획조정실장 :		도로영구반장 :			

설계단계의 도로안전진단제도(RSA) 시행방안 검토

기술심사부장 :

2002. 6.

문서번호	기술1040I-84
보존기간	5년
결재일자	'02. 6. 7
공개여부	공개

목 차

1. 도로안전진단제도의 개요 및 목적
2. 도로안전진단제도관련 시행방침
3. RSA도입관련 추진경위
4. 설계단계 RSA세부 시행계획
5. 검토의견

한국도로공사
KOREA HIGHWAY CORPORATION
기술심사실

1. 도로안전진단제도의 목적 및 개요

가. 목　　적

○ 설계단계(기본・실시)이외의 시공, 준공단계 및 유지관리단계(운영)에서는 각 부서별로 교통안전 세부방침을 수립하여 점검을 시행중인 점을 감안,

- **설계단계의 도로안전진단 업무추진 방안강구**와
- 도로안전진단제도의 법제화 이전에 자체시행근거 확보

나. 개　　요

○ 도로안전진단제도(Road Safety Audit : RSA)란 도로구조체 완성 또는 안전시설물 설치 이전부터 사업진행 단계별(타당성조사 및 기본설계, 실시설계, 개통직전단계, 유지관리 단계)로 독립된 전문가(팀)가 도로 이용자 측면의 교통안전점검을 통하여 문제점의 발견・평가・보완 및 개선하는 적극적・사전예방적 차원의 교통안전진단제도를 말함.

2. 도로안전진단제도관련 시행방침(교통안08201-30489호,'02.4.19)

설계(기본·실시)단계

○ 점검사항

- 노선의 적정성, 기하구조의 안정성, 교통안전시설의 적정설치 여부 등

○ 점검인원

- 교통영향평가대상 용역 : 도공직원, 교통기술사와 설계자문위원 등

○ **점검시기 : 노선설계 자문시, 설계심의시, 설계심사시와 연계**

○ 점검방법 : 점검계획에 따라 실시

시공 및 준공단계

○ 시공 및 안전시설 설치 적정성 여부등을 비상주감리원등 내·외부전문가가 점검

○ 점검시기

- 개통노선에 대하여 준공1년전 점검, 준공4~6개월전 유지보수 합동점검 및 준공2개월전 예비준공검사(건설제13105-20, '02.2.26)
- 시공중 품질·안전·환경 시공실태의 년1~2회 점검(기술품18402-30078, '02.2.22)

○ 점검방법 : 점검표에 따라 실시

운 영 단 계

○ 위험도로등에 대한 개선사업 추진상황 점검

; 교통사고 잦은 지점 개선, 위험도로 개량사업 등 계획의적정성, 품질·공사관리 상황 등 점검

- 도공지역본부, 설계자(감리자) 및 교통안전전문가 등 3인 이상
- 점검시기 : 실시설계시, 시공중 반기, 준공 2개월전 등 각1회 점검표 이용점검

○ 도로안전시설 정기점검

; 분기별로 지역본부직원 3인과 지사합동으로 안전저해 요인, 안전점검 기록관리 등을 점검표이용 점검 (2/4분기는 지역본부 춘계점검과 병행 실시, 3/4분기는 '교통안전의 달' 행사로 갈음)

3. RSA도입관련 추진경위

○ 2001. 11 : 도로안전진단제도 도입 추진계획보고(기술사13401-133)

○ 2001. 12 : 기존고속도로 사고다발지점 관리자료 분석

○ 2002. 2 : RSA관련 외국자료 수집번역

4. 설계단계 RSA 세부시행 방안별 비교

구 분	제 1 안	제 2 안	비고
진단개요 및 범위	○ **설계단계 일부부문 시행** ○ **설계자문·심사·심의시 연계시행** - 선형자문, 선형심사·배수구조물 심사 등 단계별 설계심사 및 설계심의에서 기하구조의 적정성, 배수계획 등을 검토 - 성과품 심사시 안전진단 Check List에 의한 안전진단은 별도로 추가실시 - 출입시설 접속도로부 및 표지판 등은 필요시 별도자문 실시	○ **설계의 전(全)단계(타당성조사·기본설계·실시설계) 및 전부문 시행** ○ **별도의 독립안전진단기관에 용역시행**	
진 단 자	○ **설계심사시 : 기술심사실 직원** ○ **설계자문, 심의시 : 설계자문위원회 위원, 교통안전부문 대내외 전문가**	○ **도로교통안전분야**의 경험과 자격을 갖춘자가 포함된 **전문업체 또는 기관**	
진단자 선정방법·비용·과업지시 등	○ 자체직원 및 위촉자문위원 활용으로 별도의 진단자 선정절차와 진단비용 불필요 ○ 설계단계에서 교통안전관련부문 주요착안사항을 감안하여 진단 - 설계 성과품심사는 안전진단 Check List 활용 - 필요시 설계자문·심의시에 별도의 과업지시 및 Check List에 의하여 안전진단 실시	○ 용역시행에 따른 별도의 업체 선정절차(PQ심사 등)와 진단비용 소요 ○ 별도의 과업지시서와 안전진단 Check List, 기타 현장설명서 등을 제시하여 진단	

구 분	제 1 안	제 2 안	비고
장·단점	○ 진단범위 국한으로 도로안전진단 제도 시행효율 증진 기대 : 진단업무량 축소 및 소요기간 단축가능 ○ 안전진단을 별도단계절차로 설정하지 않아 실시설계 업무 및 설계심사 업무 경감 가능 ○ 별도의 절차·비용 등 불필요 ○ 설계 전분야를 대상으로 하지 않아 분야별 안전진단 연계상 불리	○ 설계부문 전단계 및 전부문 진단으로 시공·유지관리 등 전반적 RSA 취지에 부합가능 ○ 분야별(선형, 배수, 구조물, 포장, 터널, 부대시설 등)전체 연계성 확보에 유리 ○ RSA 시행을 위한 별도의 절차·비용 소요 ○ 진단업무량 과다 및 장기간 소요	
검토의견	○ 설계 단계의 도로안전진단 시행실적이 없는 현실여건과 RSA 시행이 법제화 이전단계이며 시공·준공단계 및 유지관리 단계에서 관련부서별로 교통안전점검에 대한 방침수립·점검중인 점을 감안, 제1안과 같이 **설계단계 일부부문을 설계자문·심사·심의시 연계시행하는 것이 바람직할 것으로 판단됨**		
추 천 안	○		

5. 결　　론

□ **설계단계에서의 RSA 시행은**

; 설계자문위원회의 설계노선 자문 및 성과심의와 기술심사실 직원에 의한 설계심사(단계, 성과품)시에 기하구조의 적정성, 배수계획등 도로안전진단에 대한 검토가 이루어지고 있는 실정으로, **안전진단전문업체 또는 기관에 별도의 도로안전진단용역 발주없이**

○ **설계성과품에 대한 설계심사시 기술심사실 직원 및 내부의 교통안전전문가가 안전진단 Check List에 따라 도로안전진단을 시행**하고,

○ **출입시설 등 접속도로부 및 표지판 관련사항에 대하여는 필요시 별도로 설계자문위원회 또는 대내외 교통안전전문가를 이용하여 안전진단 자문**을 실시코자 함

○ 또한, **교통영향평가대상 설계용역**에 대하여는 **당해 노선의 교통영향평가 수행 용역회사의 교통기술사 및 대내외 교통안전전문가를 설계심의에 참여**토록 함

□ **설계단계 RSA 적용** : 2002년도 준공예정인 설계용역부터 적용

<2002년도 대상노선>

노선 및 구간	연 장 (km)	차로수 (차로)	공구수 (개)	설 계 기 간	비고
총 계	81.5		16		
중부내륙 고속도로 (양평~가남간) 실시설계	35.5	4	5	2000. 9~2002. 9	
고창~담양 고속도로 (고창~장성간) 실시설계	17.2	4	5	2000. 9~2002. 9	
춘천~양양 고속도로 (춘천~동홍천간)실시설계	16.8	4	4	2000.12~2002.12	
경부 고속도로 (옥천~영동간) 실시설계	12.0	4→6	2	2000. 9~2002.11	

붙 임 : 도로안전진단 Check-List

1-5 산업안전보건관리비 적용기준 검토

방 침
설 계 설 10201-327 ('02.7.5)

1. 검토목적

산업재해의 예방을 위하여 법령에 규정된 사항의 이행에 사용토록 공사원가에 계상되고 있는 산업안전보건관리비중 설계내역서에 반영하고 있는 별도계상비용 산정의 적정여부를 검토코자 함

2. 산업안전보건관리비 적용근거

1) 법률근거 : 산업안전보건법 제30조, 동법시행령 제26조의5 및 동법 시행규칙 제32조 및 32조의3

2) 세부사용기준 : 노동부 고시 제2001-22호(2001.2.16)

- ○ 적용범위 : 총공사금액 4,000만원 이상인 공사
- ○ 안전관리비는 대상액에 공사종류 및 규모별 비율을 곱한금액으로 한다.
- ○ 안전관리비 대상액은 재료비와 직접노무비를 합한 금액(발주자가 재료를 제공할 경우에는 당해 비용 포함)을 말한다.
- ○ 발주자가 재료를 제공할 경우에는 당해금액을 대상액에 포함시킬 때의 안전관리비는 당해금액을 포함시키지 않는 대상액을 기준으로 하여 계상한 안전관리비의 1.2배를 초과할 수 없다.

3. 우리공사 적용기준 및 적용 현황

1) 우리공사 적용기준

○ 안전관리비(A)

[재료비+직접노무비+지급자재비(VAT제외)-별도계상비용] × 비율

○ 안전관리비(B)

[재료비+직접노무비-별도계상비용] × 비율

○ 적 용 : (A)와 (B)×1.2중 작은금액 적용

※별도계상비용 : 직접계상하여 설계내역서에 반영하고 안전관리비 대상액에서 제외(중복계상 방지)

2) 별도계상비용 적용현황

【단위: 원】

노선명	공구	안전관리비	별도계상비용		비 고
			내 역	금 액	
서천~공주	5	913,219,972	계	64,007,133	※별도계상비용은 설계내역서에 낙하물방지공,임시환기시설 항목으로 계상
			낙하물방지공	11,586,033	
			임시환기시설	52,421,100	
	6	817,992,330	계	25,420,621	
			낙하물방지공	3,388,440	
			임시환기시설	22,032,181	
	7	1,176,694,442	계	20,514,305	
			낙하물방지공	12,310,695	
			임시환기시설	8,203,610	
현풍~김천	1	1,674,943,248	계	81,294,666	
			낙하물방지공	63,665,556	
			임시환기시설	17,629,110	
	4	2,244,804,072	계	41,578,286	
			낙하물방지공	5,944,764	
			임시환기시설	35,633,522	

4. 법령개정 추진경위 및 노동부 질의·회신 내용

1) 법령개정 추진경위

○ 노동부고시 제91-57호(1991.9.27) ⇒ 별도계상비용 적용에 대한 근거규정

제2조(용어의 정의)
3. "별도계상비용"이라 함은 기본비용 이외의 각공사 현장특성에 따라 법에 규정된 사항의 이행을 위하여 필요한 비용을 말한다.
제5조(계상기준)
③ 법령에 의한 안전조치 이행을 위하여 필요한 때에는 제2조제1항제3호의 별도계상비용을 적정한 방법으로 공사 설계내역서에 반영하여야 한다.

○ 노동부고시 제94-45호(1994.10.21)

⇒제2조(용어의정의) "별도계상비용" 용어 삭제, 별도계상항목(낙하물방지공, 임시환기시설) 이 안전관리비 항목으로 포함

제5조(계상기준)
③ 발주자 및 자기공사자는 건설사업장의 산업재해 예방에 필요한 비용으로 별표2의 사용내역에 포함되지 아니한 비용은 적정한 방법으로 공사설계내역서에 반영하여야 한다.

○ 노동부고시 제98-68호(1998.12.18)이후 ⇒ 제5조(계상기준) 삭제

제7조(사용기준)
① 수급인 또는 자기공사자는 별표 2의 사용내역 및 사용기준에 따라 안전관리비를 사용하여야 한다. 다만, 별표 2의 사용내역중 공사 설계내역서에 명기되어 있는 사항은 사용할 수 없다.

2) 별도계상비용 적용관련 노동부 질의·회신

○ 2002. 3. 8 : 경부선(동이-청성) 2공구에 대한 해빙기 안전점검시 안전관리비대상금액에서 별도계상비용을 공제하는 것은 법규에 위배되므로 별도계상비용을 포함하여 안전관리비를 재산정토록 시정 명령 (청주지방노동사무소→충청지역본부)

○ 2002. 3. 28 : 공사내역서에 **별도계상비용이 계상되어 있는 경우 별도계상비용을 안전관리비 대상액에서 공제함이 타당한지 여부** 질의(도공→노동부)

○ 2002. 5. 9 : 별도계상비용이 안전관리비에 해당할 경우 안전관리비 대상액에서 공제함이 타당(노동부→도공)

5. 문제점

1) 법령 개정에 따라 현재 설계내역서에 반영하고 있는 별도계상비용 적용에 대한 근거가 명확치 않음

2) 또한, 당초 별도계상 항목(낙하물방지공, 임시환기시설)이 안전관리비 항목에 포함

6. 개선방안

1) 설계내역서에 반영되어 있는 별도계상비용 삭제

2) 안전관리비 산정방법 : 현행 적용 계산식에서 별도계상 항목 삭제

- 안전관리비(A)

  [재료비+직접노무비+지급자재비(VAT제외)] × 비율

- 안전관리비(B)

  [재료비+직접노무비] × 비율

- 적 용 : (A)와 (B)×1.2중 작은금액 적용

7. 적용방안

○ 2002년 설계 준공 및 신규발주 노선부터 적용

○ 설계완료후 공사미발주 노선 발주설계시 적용

※ 붙 임 : 노동부 고시 산업안전보건관리비 계상 및 사용기준

1-6 실시설계 성과물 내실화 방안

방 침
설 계 설 10202-383 ('02.8.6)

1. 검토목적

지속적인 설계내실화 노력에 따라 전반적인 설계 성과물의 공학적 기술수준은 향상되었으나 설계기준의 적용, 공사원가의 작성과정상 착오, 누락, 중복계상 등의 오류로 인하여 감사에 지적되고 공사중 설계변경 요인이 되는 문제점이 있어 이의 최소화 방안을 강구하여 내실있는 성과물을 도출코자 함

2. 일반적인 오류의 유형

가. 설계기준 및 방침 관련 사항

o 개선 또는 변경된 설계기준, 방침의 미적용 등

나. 공사원가 계산 관련 사항

o 도면과 구조계산서, 도면과 산출서간의 불일치

o 누락, 착오, 중복계상, 계산오류

o 노선간, 공구별 적용기준의 상이

3. 오류의 주요 발생원인

가. 설계기준 및 방침 관련 사항

o 설계준공후 짧은기간이 경과한 다음 공사발주시 설계기준 변경내용 미반영

- 수정작업의 번거로움으로 공사중 설계변경 조치사항으로 안일 대처

나. 공사원가 계산 관련 사항

o 설계감독의 업무량 과다로 세부검토 부족

- 과장 1인당 7.8건(적정 3건, 2002년 실시설계물량 기준으로 분석)

o 과업수행자의 공사원가작성 중요성 인식 부족

- 적산 업무 경험이 적은 대리, 과장급에서 과업 수행

- 자체 검산 절차의 결여

o 공사원가 계산은 최종단계로서 업무수행기간 촉박

o 심사, 심의, 설계VE 등의 과정에서 검증 대상 제외

o 준공검사시 성과품의 내용에 대한 충분한 검토시간 부족

- 납품목록에 의한 납품수량 확인 정도

4. 설계성과물 내실화 방안

가. 설계사간 상호 Cross-Check System 도입

1) 대상 성과물

o 설계도서

- 구조계산서, 도면, 수량의 일치 여부
- 수량 및 단가산출서

o 설계기준 및 방침의 적정 적용여부

- 적용기준 List 작성, 상호검토 및 적용여부 확인

2) 시행방법

o 설계사 인접공구에서 확인 및 검토

- 1공구 성과품 → 2공구 확인, 2공구 성과품 → 3공구 확인, ……, 마지막 공구 성과품 → 1공구 확인

o Cross-check 과업진 보고서 수록

- 설계보고서상의 과업참여진 명단 외에 Cross-check자 명단(과업 책임자, 공종별 담당자 1인)을 소속용역사, 직위, 담당공종 또는 범위를 명기

o 책임공유

- 사후 오류가 감사 지적될 경우 건기법 시행규칙 제13조의 6. '다'항의 부실벌점 측정기준에 의거 부실벌점 부과

- 원 설계자, 확인자간 책임 분할
  · 원 설계업체 및 개인 : 100%
  · 확인자 : 과업책임자에게 원 설계자의 50%(최소1점)
- 용역발주시 과업지시서에 내용 포함
  · 설계자는 용역준공전에 발주처에서 지정하는 동일 노선의 인접공구 용역성과품인 수량 및 단가산출서, 구조계산서, 도면, 수량과의 일치여부등을 검토 확인하여야 하며, 검토 확인이 미흡하여 발생하는 오류에 의한 책임은 원설계자와 공유한다.

o 검토에 필요한 인건비 설계 반영

3) 적용대상 용역

o '02. 11월 이후 준공되는 용역에 적용

4) 기대효과

o 설계성과 내실화 기대

o 설계자의 책임의식 고취

나. 예비준공검사제 도입

1) 대상 과업 범위

o 설계도면

o 수량산출서

o 설계기준의 적정 적용여부

2) 시행방법

o 준공 2개월전 예비준공 검사자를 임명하여 임명된 준공검사자가 최대한 검토

o 준공검사자를 설계(예산)서상의 심사자로 날인하여 확인

3) 적용대상 용역

o '02년 이후 준공되는 용역부터 적용

4) 기대효과

o 준공검사자의 책임의식 공유

o 설계 성과물의 내실화

다. 공동 작업실 운영

1) 시행방법

o 설계준공 4개월전(심의 2개월전)경부터 동일노선 또는 동시 준공 설계용역의 과업진이 공동작업실에서 성과물 작성

o 가급적 우리공사내 공간을 사용하는 것을 원칙으로 하되 공간부족이나 노선별 중복되는 경우는 별도 방침 수립후 외부 임대공간 등에서 작업

2) 적용대상용역

o '02년 11월 이후 준공되는 노선부터 적용

3) 기대효과

o 각종 설계기준 및 지침의 통일

o 공사원가계산상의 기준적용 통일성 확보

o 충실한 성과물 생산

o 설계사간 Cross-Check 용이

o 설계사간 경쟁과 보완을 통하여 설계기술 향상

라. 설계기준 변경사항 적용

설계완료후 공사발주전 변경된 설계기준의 설계적용방안

1) 설계완료후 바로 공사 발주하는 경우

o 설계완료후 인·허가 및 총사업비 협의를 거쳐 공사발주까지 통상 6개월 정도 소요

o 동 기간내 설계기준 변경사항은 공사 착수후 공사주관부서 판단에 의해 변경여부 결정

2) 설계완료후 6개월 이상 경과하여 별도의 발주설계서 작성 필요시엔 변경 설계 시행(건설원 10105-30437호, '02. 7. 29 고속도로 건설사업 설계변경 최소화 방안에 의거 도로건설예산 사용)

o 설계변경에 필요한 최소 인건비 반영

o 변경 설계 성과품

· 변경 설계하는 경우 대부분 도면 및 수량, 단가산출서를 변경하여야 하므로 도서 인쇄비 반영

2) 보완설계가 필요한 사항 등 변경사항이 큰 경우

o 설계기간이 충분한 경우 : 보완설계 실시

o 긴급 발주해야 할 경우 : 공사 착수후 변경

결재	기 안	부 장	처 장	본부장	부사장	사 장
재	협 조	• 건설계획처장 : 백 석 봉 • 건설관리처장 : 양 희 용				

신기술 적용에 따른

기술료 설계적용방안 검토

문서번호	설계실10201-566
보존기간	10년
결재일자	2002. 11. 4
공개여부	공 개

2002. 10.

부 장 협 조
도로설계부장:
구조설계부장:

한국도로공사

KOREA
HIGHWAY
CORPORATION

설 계 처

1. 검토목적

고속도로 건설공사시 적용되고 있는 신기술에 대한 적정한 기술료 설계적용방안을 검토코자 함

2. 신기술 관련 법규 및 기술료의 정의

1) 관련법규

o 건설기술관리법 제18조 3항

> 건설교통부장관은 기술개발자의 보호를 위하여 필요하다고 인정할 때에는 기술개발자에게 신기술에 대한 기술사용료를 받을 수 있도록 하거나 기타의 방법으로 이를 보호할 수 있다.

o 건설기술관리법 제18조 4항

> 건설교통부장관은 발주청에게 신기술과 관련된 신기술장비등의 성능시험, 시공방법등의 시험시공을 권고할 수 있으며, 성능시험 및 시험시공의 결과가 우수한 경우 신기술의 활용·촉진을 위하여 발주청이 시행하는 건설공사에 신기술을 우선 적용하게 할 수 있다.

o 건설기술관리법 시행령 제34조 1항

> 기술개발자는 신기술을 사용한자에게 기술사용료의 지급을 청구할 수 있다.

2) 기술료의 정의

○ 원가계산에 의한 예정가격 작성준칙 (회계예규2200.04-105-7, 2001.2.10)

> 기술료는 당해 계약목적물을 제조하는데 직접 필요한 노우·하우(Know-how)비 및 동 부대비용으로서 외부에 지급되는 비용을 말함

3) 기술요율 산정

○ 「건설신기술 적용을 위한 manual」(1998.1 건설기술연구원)에 공사비 규모에 따라 2~5%까지 적용토록 예시

○ 원칙적으로 해당 신기술 개발자와 협약을 통해 기술료율을 정하는 것이 타당함

3. 고속도로 건설공사 신기술 적용현황 및 기술료 적용방법

공 종	항 목	기술료 적용방법	비 고
토 공	이분위발파	요율에 의해 계산된 기술료 설계예산서 해당항목에 반영	
구조물공	IPC Girder	〃	
터널공	Supex-cut	단가에만 반영	
포장공	LMC	협약에 따라 고속도로 건설공사 적용시 기술료 미계상	

4. 타 발주기관 기술료 적용방법

발 주 기 관	기술료 적용방법	비 고
서울지방국토관리청	요율에 의해 계산된 기술료를 설계예산서 최종 집계표에 반영	
서울시건설안전본부	〃	

5. 문제점

- 기술료는 개발자에게 지급하는 기술적 know-How 비용으로서
- 신기술 항목별로 기술료 적용방법이 상이하여 신기술개발자에 의한 민원발생이 우려됨

6. 신기술 사용에 따른 기술료 적용방법

구 분	적 용 방 법	비 고
설계도서	○ 설계예산서 해당 공종별 내역서에 기술료 반영 ○ 설계서 설계변경조건에 신기술 사용유무에 따라 기술료를 정산할 수 있는 조건 명기	**※제잡비 미적용 부가세 적용**
기술료 산정방법	○ 당해공종 직접공사비에 요율을 곱하여 계상 - 직접공사비×요율 ※ 적용요율은 개발자와 협의하여 결정 (협약서 체결)	
기 타	○ 기술료는 개발자에게 지급하는 순수한 기술적 Know-How 비용으로서 - 공사발주시 투찰항목에서 제외 (현장설명시 투찰항목에서 제외토록 명시)	

7. 협약서 체결시 유의사항

○ 특허, 실용신안등을 출원한 신기술·신공법인 경우 공사시행시 개발업체가 전용실시권을 주장함으로서 민원발생 우려가 있음

○ 따라서 기술료 적용요율 결정을 위한 협약서 체결시 신기술 개발업체의 실시권 독점에 따른 민원을 예방하기 위해 다음과 같은 사항 명기

- "도로공사"는 기술수준 및 장비, 자재, 품질관리에 문제가 없다고 판단되는 제3자에게 신기술 개발업체의 별도 동의없이 특허권등에 근거한 통상실시권을 시행하게 할 수 있다.

- 공사 시행과정에서 신기술 적용에 따른 기술료징수, 실시권 주장등과 관련한 분쟁발생시 "도로공사"는 원활한 공사추진을 위하여 필요하다고 판단시에는 도급자에게 해당공종의 다른 여타의 공법으로 변경 시공하게 할 수 있다.

▶ 실 시 : 특허법, 실용신안법, 의장법 공히 제2조에서 규정한 사항으로 특허권등의 내용에 따른 물품의 생산, 사용, 양도, 대여, 수입이나 양도, 대여의 청약 및 특허권의 핵심인 특정방법을 사용하는 행위를 말한다.

▶ 전용실시권 : 지적재산권을 발명한자가 독점적으로 사용할 수 있는 권리를 부여하는 것을 말함

▶ 통상실시권 : 지적재산권을 발명한자가 독점적으로 사용하지 않고 제3자가 일정한 댓가(기술료)를 발명자에게 지불하고 사용할 수 있는 권리를 부여하는 것을 말함.

8. 검토결론

○ 설계예산서 해당 공종별 내역서에 기술료 반영

(제잡비 미적용, 부가세 적용)

○ 설계서 설계변경조건에 신기술 사용유무에 따라 기술료를 정산할 수 있는조건 명기

○ 기술료 = 해당항목 직접공사비 × 요율

- 적용요율은 개발자와 협의하여 결정 (협약서 체결)

○ 공사발주시 투찰항목에서 제외

- 현장설명시 투찰항목에서 제외토록 명시

9. 적용방안

○ 본 방침 이후 설계준공노선부터 적용

- 2002년 공사발주 예정인 목포~장흥, 무안~광주, 고창~장성, 여주~양평 포함

1-8 고속도로 건설공사 관련 각종 부담금 처리방안 개선

방 침
건 설 지 13105-160 ('02.11.28)

목 적

고속도로 **건설용지비의 전액 국고부담**이 확정됨에 따라 건설공사 시행시 부과되는 **각종 부담금의 부과 목적에 따른 처리방안을 검토**하여 공사의 **재무구조 개선에 기여**코자 함

고속도로 건설관련 각종 부담금 현황

구 분	부 과 목 적	부 과 기 준
농지조성비	농지 감소에 대한 대체농지 확보	감소 농지 면적에 대한 조성비
초지조성비	초지 보호를 통한 축산업 보호	감소 초지 면적에 대한 조성비
대체조림비	산림 감소에 대한 대체산림 확보	감소 산림 면적에 대한 조성비
개발제한구역 훼손부담금	개발제한구역 관리 재원 확보	토지가치의 변동 차액분 일부 부담
생태계보전 협력금	자연환경을 체계적으로 보전하고 자연자산을 관리	생태계의 훼손면적 단위면적당 부과금액과 지역계수의 곱

현실태 및 여건변화

□ **현 실 태**

건설공사관련 각종부담금은 공사비 및 용지비 **예산계정과목의 구분 없이 50%는 우리공사가 부담**하고 나머지 **50%는 국고지원** 형식

【공사관련 부담금 예산계정과목】
- 용지비 : 대체농지조성비, 대체초지조성비
- 공사비 : 개발제한구역 훼손부담금 등 용지비 항목 외의 각종 부담금

□ **여건변화**

'03년부터 고속도로 건설시 **용지비 100% 전액 국고지원**

처리방안 검토

□ 2002년도 총사업비 관리지침(기획예산처)

○ **보상비** : 직접보상비와 간접보상비

- 직접보상비 : 토지 등의 손실보상액 · 이주대책비용 · 이주정착금 등 주민에게 직접 지급되는 보상금액
- **간접보상비** : 분할측량비용 · 감정평가비용 · 권리이전비용 · 이주대책 등의 위탁수수료 등 **토지취득 및 보상업무에 소요되는 부대경비**

○ 공사비

- 공사금액 : 발주자의 공사비 총예정금액 중 「용지비, 보상비, 법률수수료 및 부가가치세」를 제외한 모든 공사비

□ 용지업무처리예규[1990. 8. 1, 예규 제27호]

제 29조(용지비의 비목) 용지비의 비목은 다음 각호와 같이 구분 집행한다.

1. 토지대 : 토지보상에 소요되는 비용 및 잔여토지에 대한 차액보상 등
2. 지장물보상비 : 토지에 정착된 각종 지장물 보상 및 이전에 소요되는 비용 등
3. **법정수수료 : 각종수수료, 공고료 및 각종 세금 등**
4. 행정관리비 : 용지업무 추진에 소요되는 경비로 여비, 업무추진비 및 각종 소모품비 등

□ 타기관 각종부담금 처리현황

◦ 지방국토관리청 : 각 노선별로 뚜렷한 기준없이 상이하게 적용

◦ 수 자 원 공 사 : 용지관련 각종 부담금을 용지비로 일괄 적용

◦ 한국토지공사 : 용지 구득과정의 비용으로 판단 용지비 일괄 적용

□ 예산계정과목 구분

고속도로 건설공사로 인해 부과되는 **각종 부담금 및 비용을 부과목적 및 부과기준에 따라 예산계정과목 구분**

【용지비】

용지편입면적을 기준으로 부과하는 **각종 부담금 및 지장물 관련 비용**

> 농지조성비, 초지조성비, 대체조림비, 개발제한구역 훼손부담금,
> 생태계보전협력금 등

【공사비】

공사시행에 **직접 관련**되어 **발생하는 비용**

> 토취장 및 사토장 부지사용료, 석산개발 허가료, 산림복구비,
> 현장사무실 및 B/P등 시설물의 부지임대료,
> 세골재 채취 허가료(관수용 채취시) 등

□ 예산 절감 예상액

합리적인 예산계정과목의 구분으로 **우리공사 자체부담재원을 절감**하여 **우리공사의 재정 부담 여건 개선**

☞ **년도별 건설사업비의 ≒ 0.12% 절감 예상**, ('02년 기준)

> 【산출근거】
> - '02년도 건설사업비 : 26,421억원
> - '02년도 납입부담금(공사비 항목) : 63억원(건설사업비의 0.24%)
> - 우리공사 자체부담재원(50%) : 31억원(건설사업비의 0.12%)

검토 결과

○ 노선별 **최초 기획예산처 총사업비 협의**시 **각종 부담금 및 비용의 개략금액**을 산정후 **용지비 항목에 포함 협의**하고, 발주후 **각종 부담금의 부과금액 변경분은 총사업비변경 협의**를 통한 **추가예산 확보**

○ 각종 부담금 및 비용의 **업무분장**

구 분	업 무 분 장	관련부서
총사업비 최초 협의시 (기본설계 완료후)	각종 부담금의 개략금액 산정후 용지비에 반영	기획조정실 (조사팀)
총사업비 협의시 (실시설계 완료후)	총사업비 협의시 각종 부담금의 용지비 반영 확인 및 누락항목 추가 반영	설 계 처
공사시행시	도로구역결정 변경시 각종 인허가 관련 행정업무	공사관련부서
부담금의 납부	각종 부담금 납부 관련 업무	보상관련부서
총사업비 변경 협의	공사발주후 총사업비 변경 업무	공사관련부서 용지관련부서

관련법규 및 규정

○ **농지조성비** : 전용 농지에 상당하는 **대체농지의 조성 비용** 확보

- 농지를 효율적으로 이용·보전【농지법 제40조】
- 부과금액 : 농지조성비의 단위당 금액에 전용하는 면적을 곱하여 산출한 금액

○ **초지조성비** : **대체초지의 조성 비용**을 확보하여 축산진흥에 기여

- 초지의 조성·관리·이용 및 보전【초지법 제1조】
- 초지조성비 납부 : 전용초지의 대체초지조성비를 축산법 제35조의 규정에 의한 축산발전기금에 납입하여야 한다【초지법 23조】

○ **대체조림비** : 전용산림에 상당하는 **대체산림의 조성 비용** 확보

- 대체조림비: 형질을 변경하고자 하는 산림의 조성에 소요되는 대체조림비를 농어촌구조개선특별회계에 납입【산림법 제20조의2】

○ **개발제한구역 훼손부담금** : **개발제한구역의 관리재원** 확보

- 개발제한구역의 훼손을 억제하고 개발제한구역의 관리를 위한 재원을 확보【개발제한구역의지정및관리에관한특별조치법 제20조】
- 산정기준:개발제한구역의지정및관리에관한특별조치법【제23조】
  (일반토지 개별공시지가의 평균치 - 개발제한구역토지의 개별공시지가)
  X 허가대상토지의 면적

○ **생태계보전 협력금** : **자연환경 보전 및 관리재원** 확보

- 자연환경을 체계적으로 보전하고 자연자산을 관리【자연환경보전법 제49조】
- 생태계보전협력금은 5억원의 범위안에서 생태계의 훼손면적에 단위면적당 부과금액과 지역계수를 곱하여 산정·부과
  - 부과금액은 훼손된 생태계의 가치를 기준
  - 지역계수는 토지의 용도를 기준

'02년도 각종 부담금(공사비 항목) 납부 현황

【'02. 11월 기준】

구 분	노 선	부과금액 (백만원)	징수기관	비고
	계	6,261		
개발제한구역 훼손부담금	당진-대전	1,031	대전시, 연기군	
	부산-울산	3,408	부산시	
	고서-담양	1	광주시	
	익산-장수	114	완주군	
	언양-부산	478	부산시	
	동대구-경주	640	대구시	
	성산-옥포	78	대구시	
생태보전협력금	서천-공주	500	충청남도	
	부산-언양	11	경상남도	

제2편 설계기준 및 개선

제1장 기하구조

제2장 토 공

제3장 배 수 공

제4장 구조물공

제5장 포 장 공

제6장 터 널 공

제7장 부 대 공

제1장 기하구조

2-1 편도 2차로터널 오른쪽길어깨 폭원 검토

방 침
설 계 설
13201-34
('02.1.30)

1. 검토목적

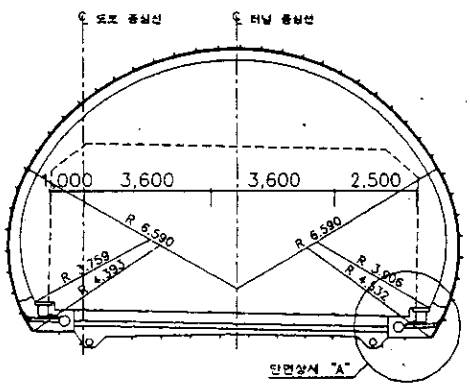
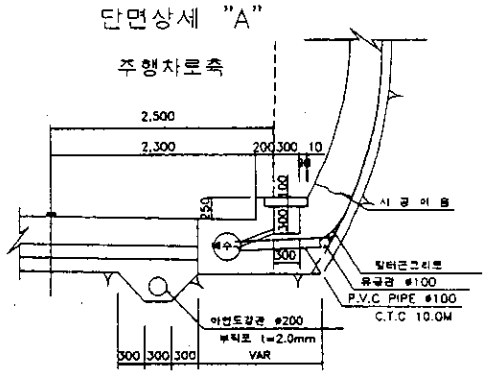
경영개선 과제중 건설사업비 절감방안으로 추진중인 편도 2차로터널의 오른쪽 길어깨(2.5m)에 대하여 경제성, 공용성, 유지관리 측면을 고려한 적정폭원을 검토하고자 함.

2. 편도2차로터널 오른쪽 길어깨 적용현황

1) 추진경위

- ○ '96년이전 : 오른쪽길어깨 1.0m적용
- ○ '96~현재 : 오른쪽길어깨 확폭 1.0→2.5m

2) 현행기준

구분		현행 기준
표준 단면		
폭원 구성	길어깨폭	왼쪽:1.0m **오른쪽:2.5m** ※오른쪽 길어깨 순폭 : 2.3m
	차도폭	2 @ 3.6m = 7.2m
	폭 원	1.0 + 2 @ 3.6m + 2.5 = 10.7m
굴착 면적		93.074m^2
내공 단면적		74.670m^2

3) 길어깨폭원 기준

구 분	왼쪽길어깨 최소폭	오른쪽길어깨 최소폭	비 고
도로의 구조·시설 기준에 관한 규칙 (건설교통부)	1.0m	▪ 고속도로 -지방지역: 3.0m -도시지역: 2.0m	▪ 예외규정 - 터널의 경우 오른쪽 길어깨폭은 1.0m 이상 - 단, 길이 1,000m이상의 터널에서 오른쪽 길어깨 폭을 2.0m 미만으로 하는 경우 최소 750m 간격으로 비상주차대를 설치하여야함
도로설계요령 (한국도로공사)	1.0m	▪ 고속도로: 3.0m ▪ 도시고속도로: 2.0m	▪ 예외규정 - 상동 - 터널 오른쪽 길어깨 2.5m 적용

3. 편도2차로터널 오른쪽 길어깨 축소에 따른 공사비 검토

구 분	2.5m	2.0m	1.5m	비 고
터널공사비 (백만원/m)	12.63	12.36 (⊿0.27)	11.91 (⊿0.72)	

※터널길어깨 축소로 인해 전체공사비에 미치는 영향은 0.26~0.68% 정도로 미미함

4. 편도2차로터널 오른쪽 길어깨 축소 영향 검토

(1) 교통용량감소

o 터널 오른쪽 길어깨 폭원 감소에 따른 교통용량 감소 정도를 정량적으로 산출하기는 곤란하나, 길어깨 폭원 감소에 따라 속도 저하와 용량감소는 필연적으로 발생하는 것으로 조사되어 있음

o 터널 구간내 속도, 용량저하 영향검토

영향요소		속도 감소율	용량 감소율	비고
길어깨 폭원	4.25m	- 5%	-	터널부 길어깨폭과 주행특성 연구 참조 ('92 일본고속도로와 자동차 VOL. 34)
	1.25m	- 10%	-	
	1.00m	- 14%	- 15%	퇴계원~호법간 확장타당성 조사 종합보고서 참조 (' 93 한국도로공사)
	0m	-	- 22%	Traffic Flow Fundamentals ADOLF. D. MAY(PP290~296)
터널내 조명이 어두움		-	- 5%	4th International Symposium on Highway capacity Effect of darkness on the capacity of long term freeway recon straction zones

(2) 비상 주차 및 통행공간 확보 부족

o 비상주차대 설치기준(도로의 구조·시설기준에 관한 규칙)

길이 1천미터 이상의 터널에서 오른쪽 길어깨의 폭을 2미터 미만으로 하는 경우에는 최소 750미터 간격으로 비상주차대를 설치하여야 한다.

o 터널내 오른쪽 길어깨 폭원을 축소할 경우(1.5~2.0m(순폭1.3~1.8m)) 터널내 비상 주차공간의 부족으로 인하여 사고발생시 또는 터널 유지보수 작업시 터널내 1차로 차단이 불가피하며 비상차량(구급차,견인차,도로순찰차량)의 통행공간이 부족함

(3) 터널구간내 교통안전

○ 고속도로 구간중 터널은 교통사고 발생이 가장 많은 구간으로서 이는 터널구간의 물리적특성(도로폭원의 감소, 조명의 순응, 외부와 단절되는 주행환경)과 운전자 심리적 측면에 의한 것으로 길어깨 폭원이 축소될 경우 교통사고 발생증가 우려

○ 터널내 주행은 운전자의 조도순응, 조명, 외부와의 단절되는 주행환경등으로 인하여 운전자의 운전조작력에 부하(LOAD)발생

(자료 : 운전자 행동 및 반응 검지 차량 개발연구. 1998, 한국도로공사)

○ 도로시설별 교통사고 다발지점 현황

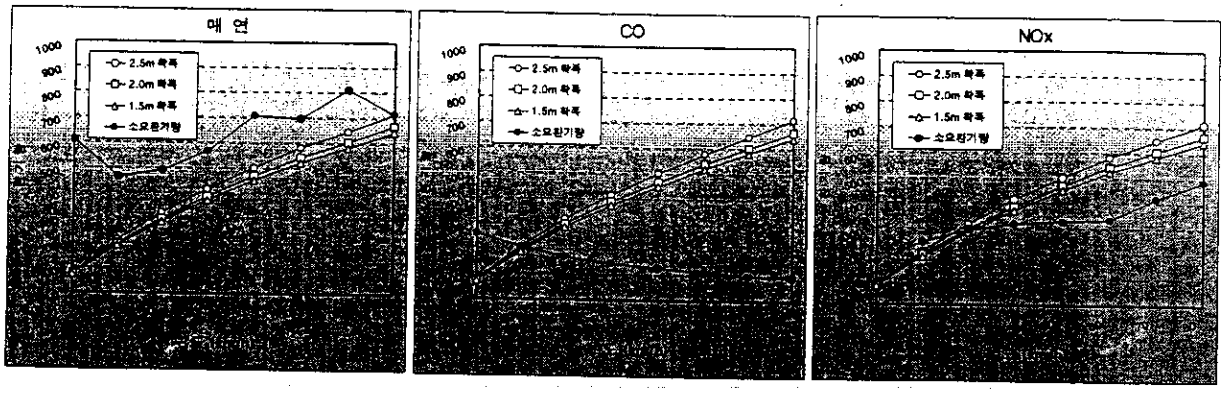
구 분	계	기본구간	IC	RC	터널	교량	SA	BS	TG
사고다발지점 (개소)	47	14	12	2	10	4	3	3	3
전체도로시설물 (개소)	-	-	148	60	54	1,319	43	253	88
비 율 (%)	-	-	8.4	3.3	17.6	0.3	7	1.2	3.4

('95 고속도로 교통사고 특성 및 감소대책에 관한 연구보고서 : 한국도로공사)

(4) 터널내 환기 영향

○ 터널 오른쪽 길어깨 폭원이 2.0, 1.5m로 축소되면 터널내 오염 물질 농도가 다소 증가하나 환기에는 큰 영향을 미치지 않음

○ 오른쪽 길어깨별 자연환기량

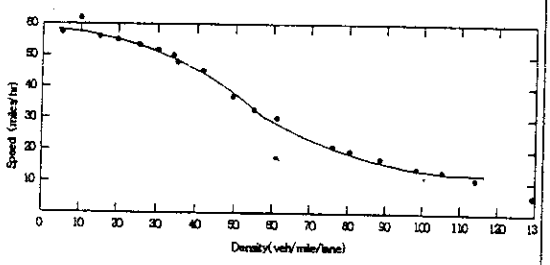
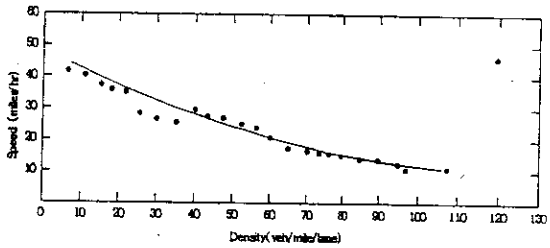
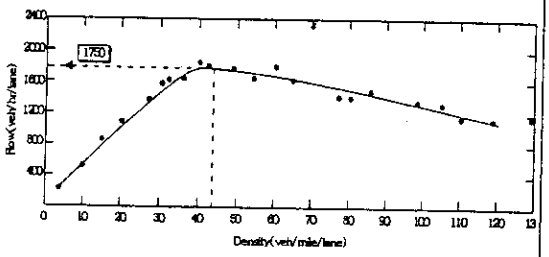
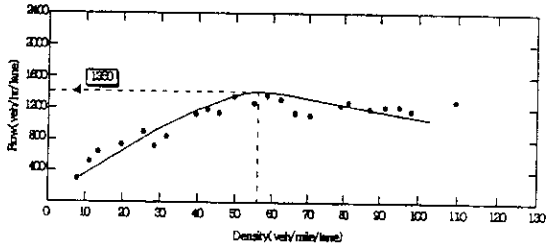
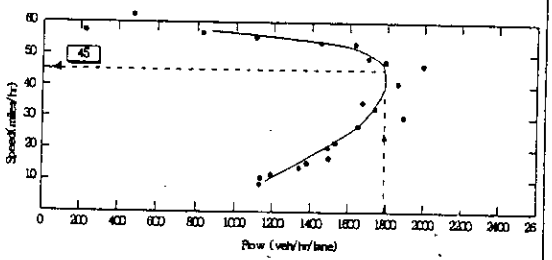
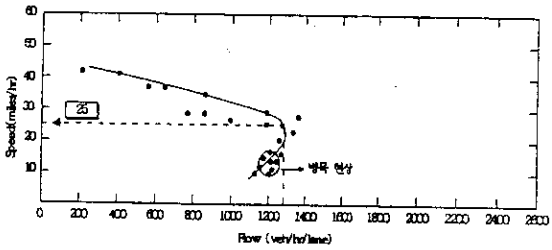


(종단구배 2%, 터널연장 2km)

5. 검토결과

1) 현행 편도2차로터널 오른쪽 길어깨 폭원은 당초 1.0m에서 터널의 특수성(교통용량증대, 사고감소, 주행측면)등을 고려하여 2.5m(순폭원 2.3m)로 확폭 하였음.
2) 편도2차로터널 오른쪽 길어깨를 2.0~1.5m로 축소할 경우 전체공사비에 미치는 영향은 0.26~0.68% 정도로 미미하며,
3) 오른쪽 길어깨 축소로 인한 터널내 주행속도 저하, 용량감소, 교통안전과 효율적인 도로유지관리 측면을 감안할때 현행 오른쪽 길어깨 폭원은 2.5m로 유지함이 바람직할 것으로 판단됨.

○ 일반구간과 터널구간에서의 교통량, 밀도, 속도의 관계

구분	일반구간	터널구간
속도 ⇔ 밀도		
용량 ⇔ 밀도		
속도 ⇔ 용량		
구 분	차로폭: 12 feet	차로폭: 11 feet

(Ref. Traffic Flow Fundamentals, ADOLF D.MAY(pp.290~296))

구분	일반구간	터널구간
최대교통량	1,750 veh/hr/lane	1,350 veh/hr/lane
밀 도	40~50 veh/hr/lane	50~60 veh/hr/lane
속 도	45 mile/hr	25 mile/hr

2-2 터널 및 장대교량 전후구간 길어깨 폭원 검토

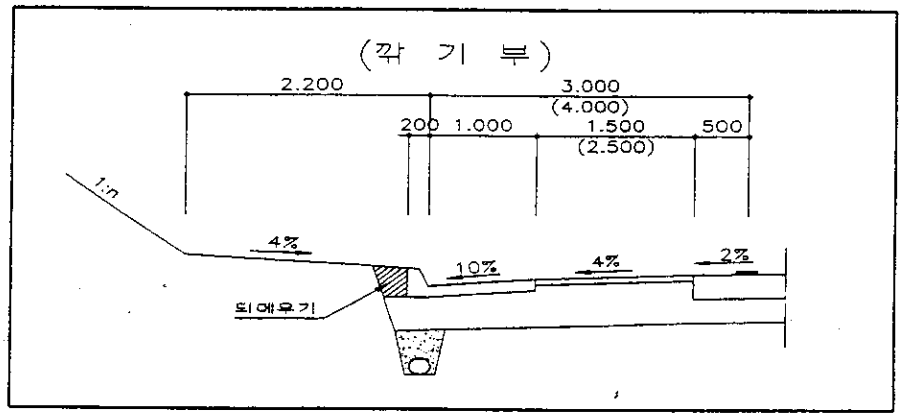
방 침
설 계 설
10201-240
('02.6.11)

1. 검토목적

땅깎기 구간에서 터널 및 장대교량(L≥100m)전후 100m구간에 대해 길어깨를 확폭(L형측구 저판폭을 유효폭에서 제외)하고 있는바, 이에대한 적정성을 검토코자 함

2. 길어깨확폭 기준

1) 횡단구성



2) L형측구 저판을 길어깨 유효폭원에서 제외하는 구간

- ㅇ터널 전후구간 (설치연장 L=100m)
- ㅇ장대교(L≥100m) 전후구간 (설치연장 L=100m)
- ㅇ깍기부 곡선 내측구간

설계속도	곡선반경
V=100km/hr	R≤1,000m
V=120km/hr	R≤1,500m

3. 관련규정

1) 길어깨편 (도로의 구조·시설기준에 관한 규칙)

- ㅇ바람직한 우측 길어깨폭 : 3.0m
- ㅇ최소폭원 : 1.5m이상
- ㅇ길어깨폭에는 L형측구 저판포함(L형측구의 횡단경사 10%이내)
- ㅇ땅깎기 구간에서 터널과 장대교의 전후 100m구간에는 고장차의 비상주차를 위한 공간확보를 위해 길어깨폭을 넓히는 것이 바람직

2) 비상주차대 설치기준 (도로의 구조·시설기준에 관한 규칙)

ㅇ고속도로 우측길어깨 폭원이 2.5m미만일 경우 설치

ㅇ길어깨폭이 2m미만이면서

- 구조물길이 1,000m미만이면 구조물전후 토공구간에 설치
- 1,000m이상이면 구조물 중간에 설치(L=750m간격)

ㅇ고속도로의 경우 길어깨 3m확보로 비상주차대 필요없음

ㅇ주행차로를 대형차가 주행할경우 주차한 자동차로 인해 추월차로를 침범하지 않기 위해서는 주차한 자동차가 외측차로와의 이격거리 0.75m 이상 확보

3) 차선도색 지침

ㅇ왕복4차로 이상 터널 진입전 100m와 터널내는 실선으로 도색

: 차로변경 금지 및 추월금지

4. 현행기준 문제점

길어깨편의 땅깍기 구간에서 터널, 장대교량(L≥100m)전후 100m구간의 확폭규정은 길어깨가 충분히 확보되지 못하는 도로에 적용되는 규정으로 판단되며, 길어깨를 충분히 확보(B=3.0m)하고 있는 고속도로의 경우 적용여부를 신중히 검토할 필요가 있음

5. 터널 및 교량구간 교통사고 발생현황

구 분	입 구	출 구	비 고
계	48	27	※현재 공용중인 경부선외 24개노선 구조물 개소 - 교량: 2,826개소 - 터널: 251개소
터 널	22	10	
교 량	26	17	

⇒터널 및 교량개소 대비 상대적으로 터널구간 사고발생비율이 높음

※자료출처: 인천지사외 26개지사 2001년 교통사고 발생현황

6. 검토내용

○ 교량부

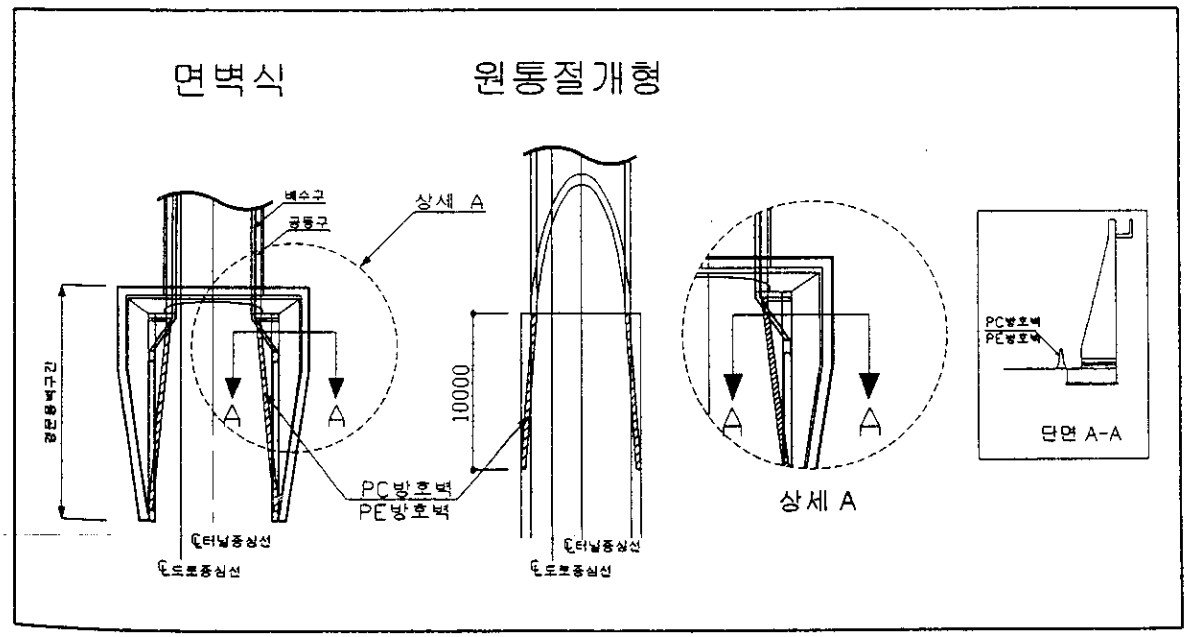
- 땅깍기 구간에서 장대교(L≥100m)전후 100m구간의 길어깨확폭은 기존 길어깨 폭원(B=3.0m) 으로도 비상주차공간으로 활용이 가능하므로 **장대교량 전후 확폭은 불필요**

○ 터널부

- 터널의 경우 유지보수 작업(터널타일 청소, 등기구 보수및청소)이 비교적 빈번히 이루어지는 특성을 고려하여 작업준비를 위한 장비 및 인력대기공간 확보가 바람직함
- 터널 입·출구부는 빈번한 교통사고 발생지점으로 여유있는 측방여유폭의 확보 필요
- 또한 터널 입구부 100m구간은 차로변경 및 추월이 금지되어 있어 길어깨에 대형차(세미트레일러 폭원: 2.5m)가 주차한 경우 주행차로와의 적정 이격거리 확보를 위해 측방여유폭 필요

7. 터널 입구부 안전시설 보강방안

○ 터널 입구부에서 차량의 갱문면벽등 시설물 충돌사고 방지와 주행차량의 시선유도를 위해 갱문에서 일정구간 PC방호벽 또는 PE방호벽으로 보완



8. 검토결론

○ **현행 땅깍기구간의 터널 및 장대교량(L≥100m)전후 길어깨 확폭기준중**

- **장대교량(L≥100m) 땅깍기부 확폭은 삭제**
- **터널구간은**
  - 터널 유지보수작업(터널타일 청소, 등기구 보수 및 청소) 효율성 증대
  - 교통안전 측면을 고려한 측방여유폭 확보
  - 대형차 길어깨구간 비상주차시 주행차로와 일정 이격거리확보로 주행차 주행안전성 확보를 위해 **현행대로 길어깨 확폭**
- **터널의 입구는 차량의 갱문면벽등 시설물 충돌사고 방지와 주행차량의 시선유도를 위해 갱문에서 일정구간 PC방호벽 및 PE방호벽 설치(별첨도면 참조)**

※터널관리동등 부대시설이 터널 시·종점부에 위치할 경우 길어깨확폭 미적용

9. 적용방안

○ 설계 : 2002. 6월이후 설계준공 노선

○ 공사중 및 설계완료 공사미발주 노선

: 용지보상 및 시공상황을 감안하여 적용여부 결정

※붙임 : 터널입구 방호시설 표준도 1부

문서번호	건설기10105-99
보존기간	5년
결재일자	2002. 7. 9
공개여부	공 개

기 안	부 장	처 장	본부장
정연천	김재홍	양희용	
협 조	건설계획처장 : 백석봉 교 통 처 장 : 설 계 처 장 : 이동헌 도 로 처 장 :		

확장공사구간

교통우회차로 길어깨 폭원 개선방안

'02. 6

한국도로공사

KOREA HIGHWAY CORPORATION

건설관리처

목 차

1. 검 토 목 적

2. 현 황

3. 문 제 점

4. 개 선 방 안

5. 검 토 결 론

별 첨 자 료

1. 확장형태별 우회차로 개선방안
2. PC방호벽 설치시 안정성 검토
3. 기 타
   - ○ 중분대 집수정부 배수검토
   - ○ 중분대기초 검토

1. 검토목적

고속도로 6~8차로 확장공사 구간내 교통 우회차로의 길어깨 폭원 개선방안을 수립 시행함으로써 이용차량의 안전운행과 원활한 교통 소통등 고객서비스증진 및 대국민 이미지 제고에 기여코자함.

2 . 관련기준

가. 최소 시설기준 (도로의 구조·시설 기준에 관한 규칙)

(단위 : m)

구 분	총폭원	차로폭	중분대	길어깨 (좌측)	길어깨 (우측)	비 고
고속도로 (100km/hr)	20 (18)	4@3.5= 14	2	2 (1)	2 (1)	( )는 터널, 교량 등 부득이한 경우
일반도로 (80km/hr)	**17 (15)**	**4@3.25= 13**	1	**1.5 (0.5)**	**1.5 (0.5)**	

☞ 지형상황, 경제성등을 고려 필요시 설계속도를 20km/hr 까지 낮출 수 있도록 규정(제8조)

나. 교통 우회차로 적용기준(설계일 16210-326호, '97. 9.10)

구 분	총폭원	차 로 폭	중분대	길어깨		비 고
				기존측	확장측	
6차로 확 장	**16.3**	4@3.25 =13	1.2	**1.5**	**0.6**	
8차로 확 장	**18.9**	4@3.5 =14	1.4	**1.5**	**2.0**	

☞ 편도 폭원내에서 교통 우회차로 확보토록 기준설정.

완성단면 폭원: 6차로 32.6m(편도 16.3m), 8차로 37.8m(편도 18.9m)

3. 현설계 적용 현황

(단위:M)

구 분		완성 단면	교통우회 차로				
			계	차 로	임 시 중분대	길어깨	
						기존측	확장측
4→6 차로 확장	언양~부산 영동~김천	32.6	16.3	4@3.25 =13.0	1.2	1.5	0.6
4→8 차로 확장	구미~동대구	37.8	19.9	4@3.50 =14.0	1.4	2.0	2.5
	판교~퇴계원	37.8	20.4	4@3.50 =14.0	1.4	2.5	2.5
	내서~냉정	37.8	17.9	4@3.25 =13.0	1.4	0.5	3.0

4 . 문제점

○ 길어깨 폭 협소 (이용차량 문제발생시 신속한 대처 곤란).

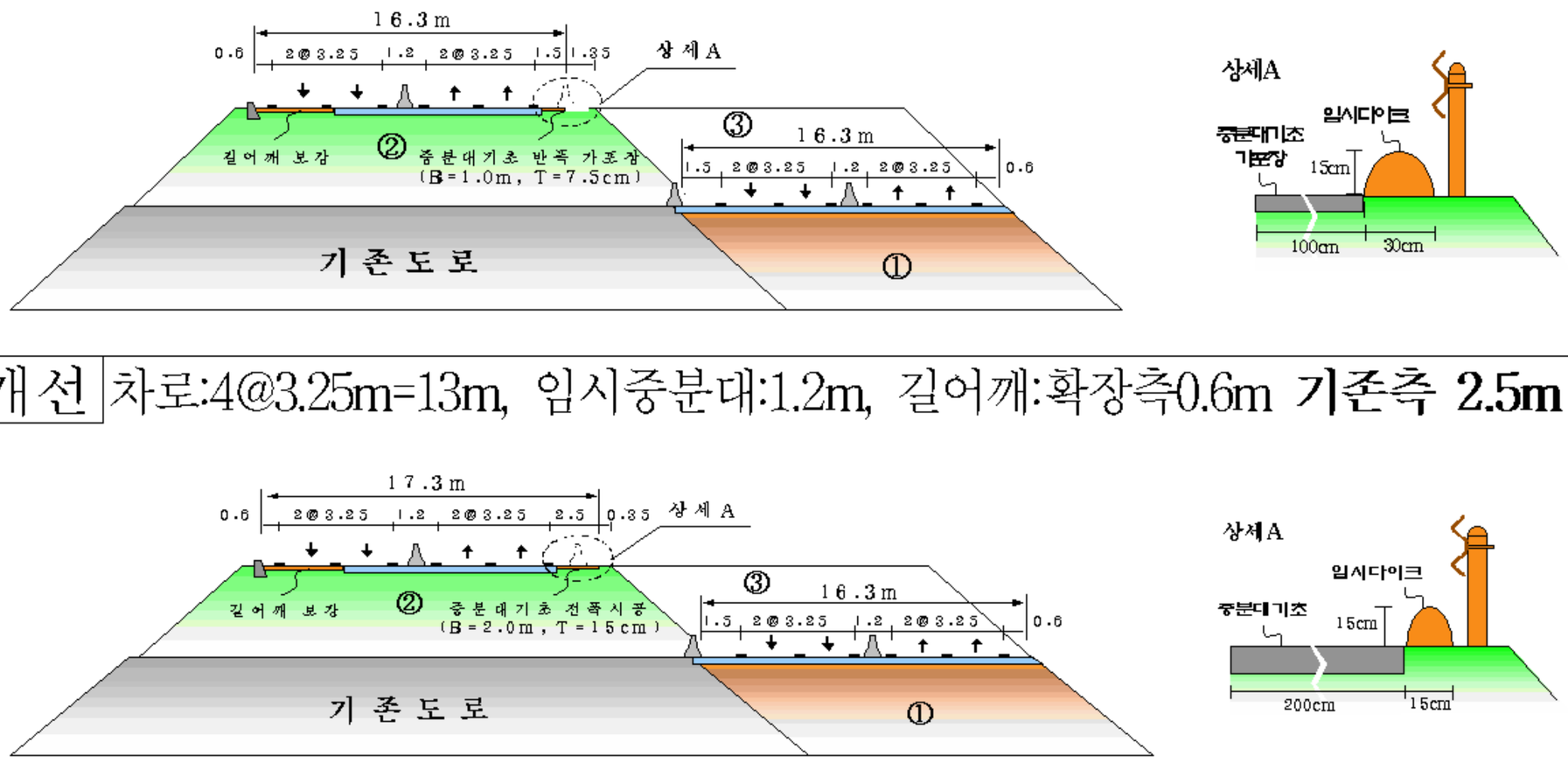
○ 중분대 기초부 가포장 시행.

○ 시공성 및 경제성 불량.

○ 8차로 확장공사구간 우회차로 폭원 상이.

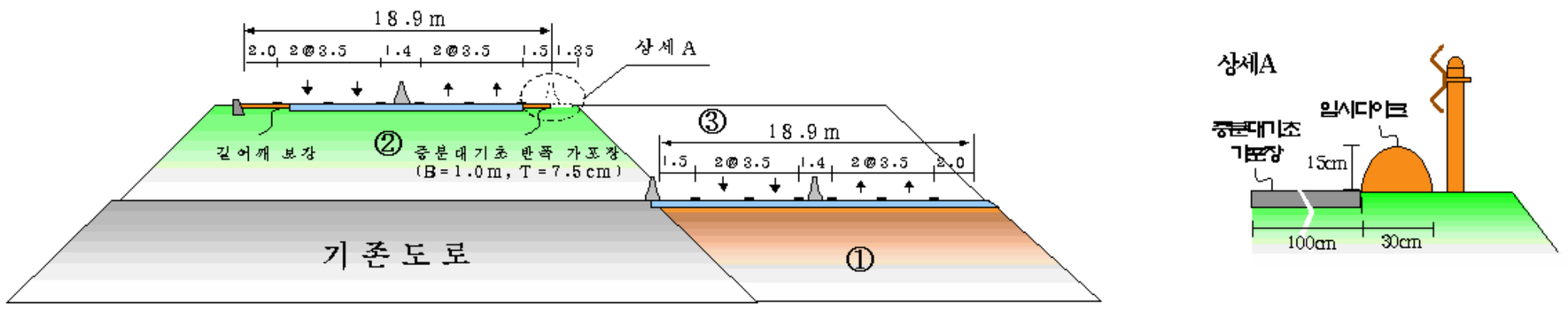
5 . 개선방안

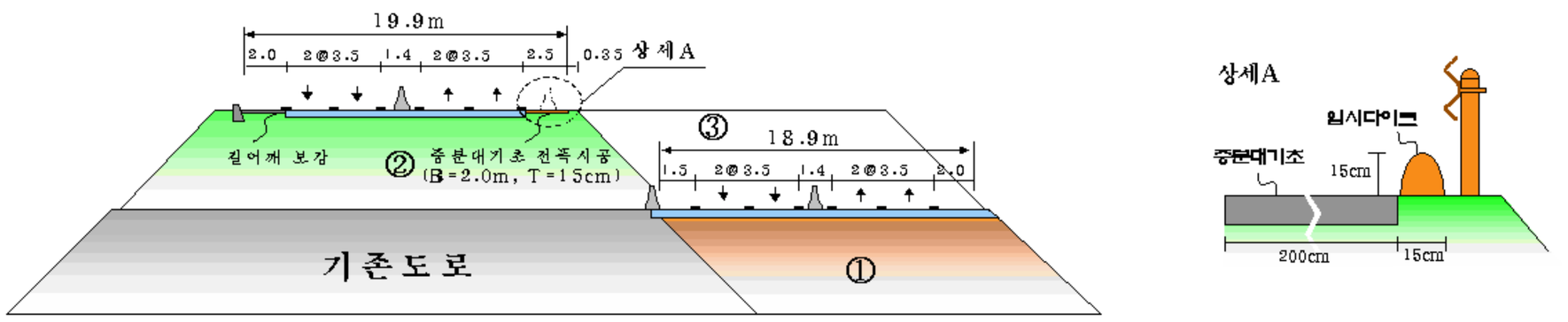
가. 4→6차로 확장

<table>
<tr><th>구 분</th><th>현 행</th><th>개 선(안)</th></tr>
<tr><td>적 용
방 안</td><td><u>-단순 및 종단조정 확장</u>
· 편도16.3m(중분대기초반폭)
범위내 교통 우회차로 설치</td><td><u>-단순확장</u>
· 현행기준 적용
<u>-종단조정 확장</u>
· 편도17.3m(중분대기초전폭)
범위내 교통우회차로 설치</td></tr>
<tr><td>개
요
도</td><td colspan="2">현행 차로:4@3.25m=13m, 임시중분대:1.2m, 길어깨:확장측0.6m 기존측 1.5m
 

개선 차로:4@3.25m=13m, 임시중분대:1.2m, 길어깨:확장측0.6m 기존측 2.5m
</td></tr>
<tr><td>공 사
개 요</td><td>-길어깨 보강포장
-중분대기초 가포장 및 철거
(B=1.0m, T=7.5cm)
-임시다이크 설치(B=30cm)</td><td>-길어깨 보강포장
-중분대기초 포장
(B=2.0m,T=15cm)
-임시다이크 설치(B=15cm)</td></tr>
<tr><td>소 요
예 산</td><td>130백만원/km</td><td>121백만원/km
(△9백만원/km)</td></tr>
<tr><td>장단점</td><td>-길어깨폭 협소로 이용차량 문제발생시 대처곤란.
-경제성 및 시공성 저하
-확장구간 공사관리 애로</td><td>-기존측 길어깨폭 확보로 이용차량 문제발생시 대처능력 향상
-경제성 및 시공성 양호</td></tr>
</table>

나. 4→8차로 확장

<table>
<tr><th>구 분</th><th>현 행</th><th>개 선(안)</th></tr>
<tr><td>적 용
방 안</td><td><u>-단순 및 종단조정 확장</u>
· 편도18.9m(중분대기초반폭)
범위내 교통 우회차로 설치</td><td><u>-단순확장</u>
· 현행기준 적용
<u>-종단조정 확장</u>
· 편도19.9m(중분대기초전폭)
범위내 교통우회차로 설치</td></tr>
<tr><td>개
요
도</td><td colspan="2">현 행 차로:4@3.25m=13m, 임시중분대:1.4m, 길어깨:확장측2.0m 기존측 1.5m
 

개선 차로:4@3.25m=13m, 임시중분대:1.4m, 길어깨:확장측2.0m 기존측 2.5m
 

</td></tr>
<tr><td>공 사
개 요</td><td>-길어깨 보강포장
-중분대기초 가포장 및 철거
(B=1.0m, T=7.5cm)
-임시다이크 설치(B=30cm)</td><td>-길어깨 보강포장
-중분대기초 포장
(B=2.0m, T=15cm)
-임시다이크 설치(B=15cm)</td></tr>
<tr><td>소 요
예 산</td><td>90백만원/km</td><td>80백만원/km
(△10백만원/km)</td></tr>
<tr><td>장단점</td><td>-길어깨폭 협소로 이용차량 문제발생시 대처곤란.
-경제성 및 시공성 저하
-확장구간 공사관리 애로</td><td>-기존측 길어깨폭 확보로 이용차량 문제발생시 대처능력 향상
-경제성 및 시공성 양호</td></tr>
</table>

다. 교통우회차로 횡단면 적용기준 개선(안)

구 분		총폭원	차로폭	임 시 중분대	길어깨 (기존측)	길어깨 (확장측)	비 고
4→6 차로 확장	현행	16.3	4@3.25=13	1.2	1.5	0.6	( )는 터널, 교량, 단순 확장,우회가 도등 부득 이한 경우
	개선	**17.3**(16.3)	4@3.25=13	1.2	**2.5**(1.5)	0.6	
4→8 차로 확장	현행	18.9	4@3.50=14	1.4	1.5	2.0	
	개선	**19.9**(18.9)	4@3.50=14	1.4	**2.5**(1.5)	2.0	

6. 검토결론

○ 단순확장구간은 용지폭원 범위내에서 길어깨 폭원의 추가확보가 불가하므로 현행 교통우회차로 기준을 계속 적용하고,

○ 종단조정확장구간은 용지폭원 범위내에서 길어깨 폭원의 추가확보가 가능하므로 완성단면 교통 우회차로 적용기준을 개선(안)으로 변경 적용함이 타당.

* 개선(안)적용시 기대효과
  - 길어깨 추가확보로 이용차량 문제발생시 대처능력 향상
  - 예산절감 : 7억원
    · 공사중인 노선 : 53km × △9.5백만원/km = △503백만원
    · 설계중인 노선 : 22km × △9.5백만원/km = △209백만원
  - 중분대 기초 가포장 미시행으로 공기단축 및 시공성향상

○ 적용방안
  - 공사시행중인 노선 : 시행부서에서 미시공구간의 현장여건 감안 개선(안) 적용
  - 실시설계중인 노선 : 개선(안) 적용

첨 부 자 료

'02. 7.

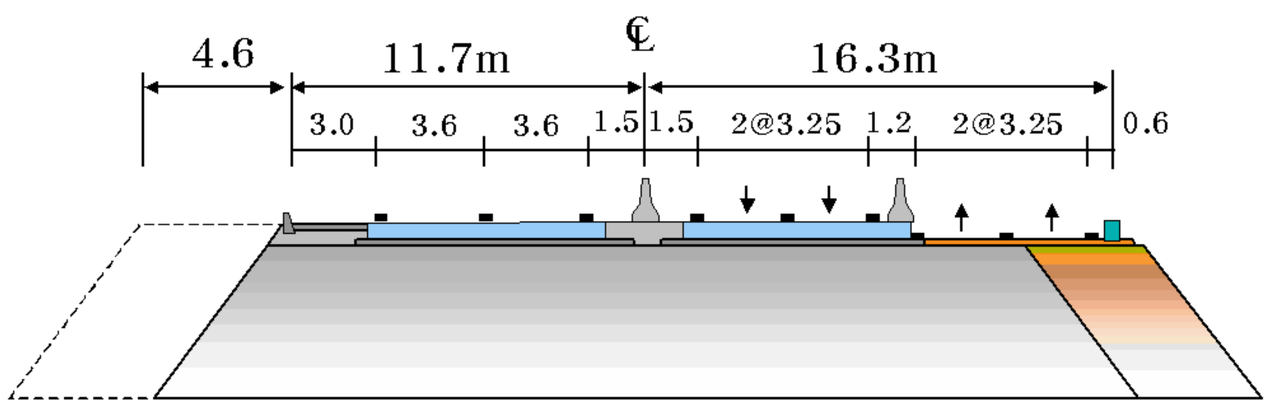
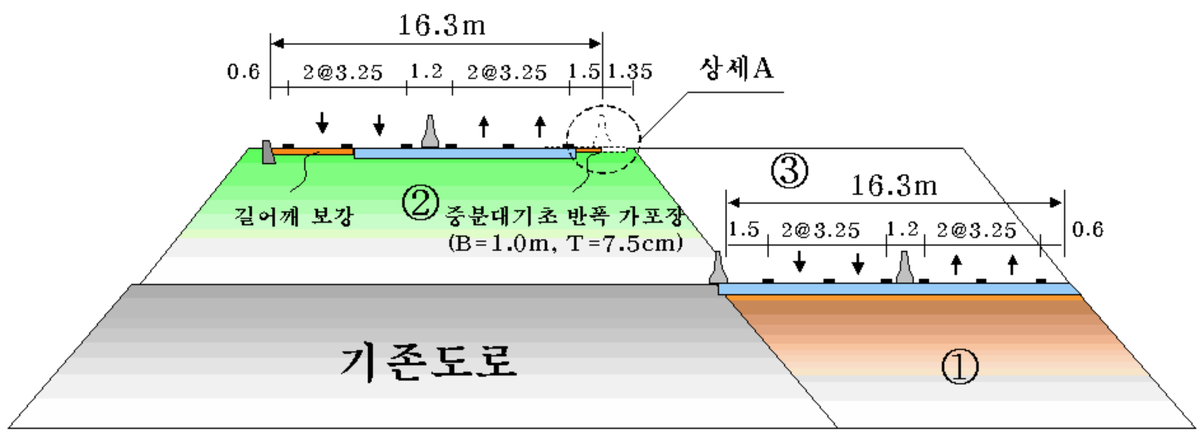
1. 확장형태별 우회차로 개선방안
2. PC 방호벽 안정성 검토
3. 기 타
   - 중분대 집수정부 배수검토
   - 중분대기초 검토

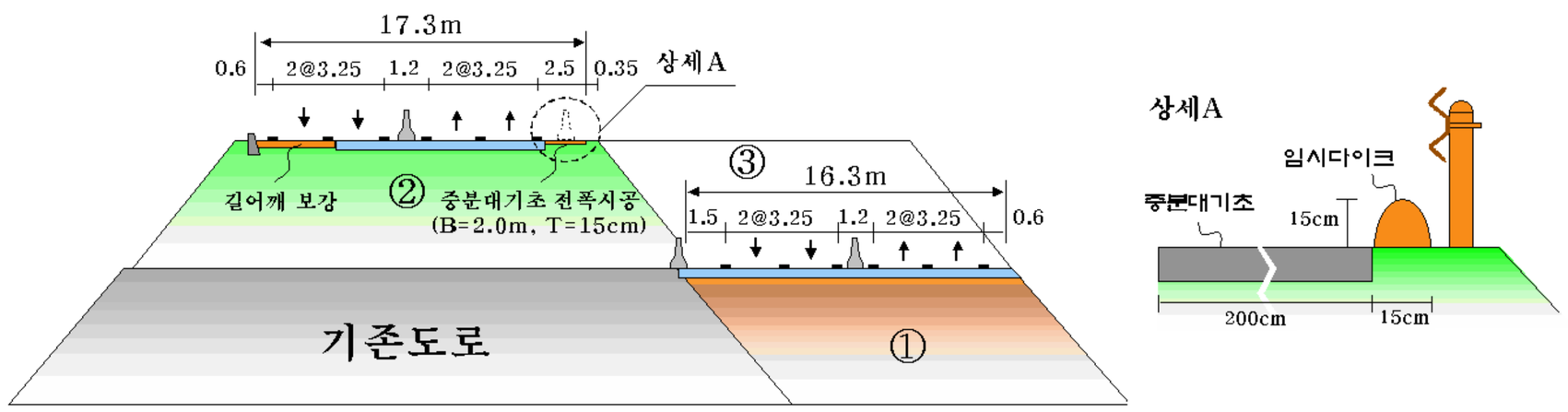
KOREA
HIGHWAY
CORPORATION

한국도로공사

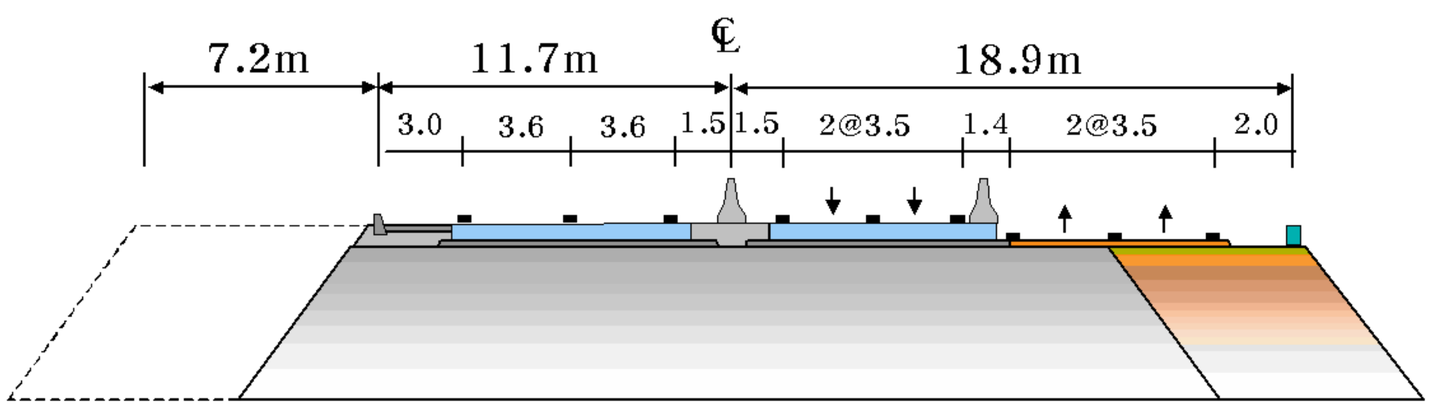
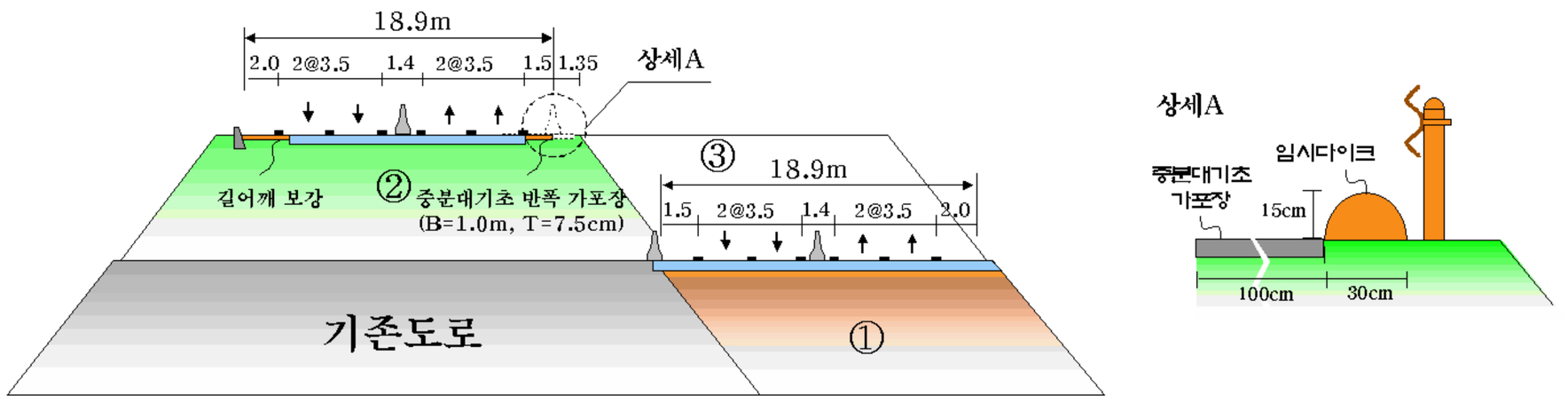
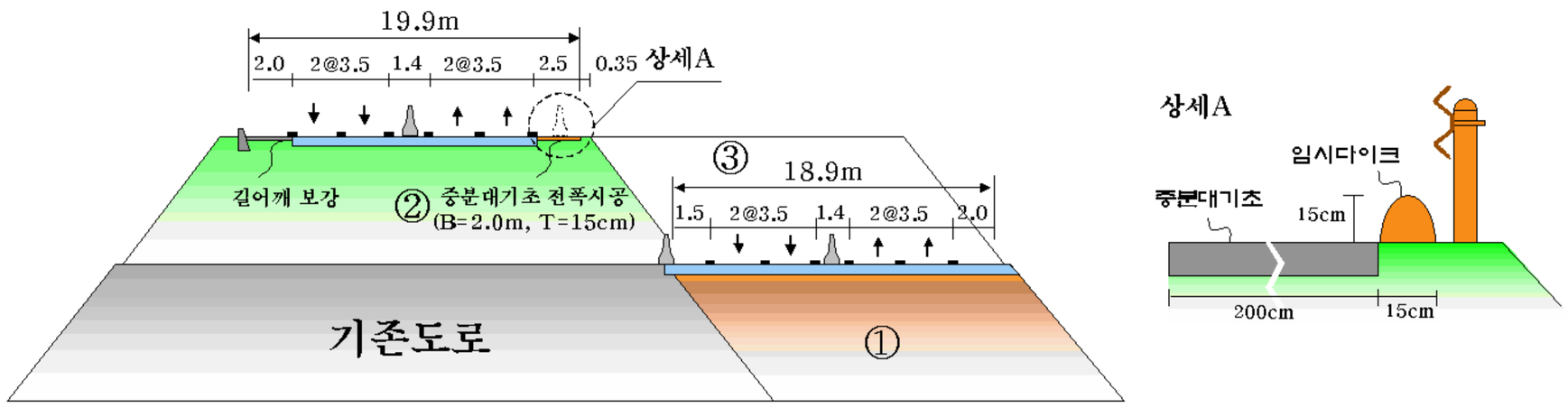
건 설 관 리 처

□ 별첨1 : 확장형태별 교통우회차로 개선방안

<table>
<tr><th colspan="2">구 분</th><th>4→6차로 확장</th></tr>
<tr><td rowspan="4">단순
확장</td><td rowspan="2">현행</td><td> 
</td></tr>
<tr><td>○ 폭 원 : 16.3m
- 차로폭 : 3.25×4=13m, 길어깨 : 기존측 1.5m, 확장측 0.6m</td></tr>
<tr><td>개선</td><td>현행 기준 적용</td></tr>
<tr><td rowspan="4">종단
조정
확장</td><td rowspan="2">현행</td><td> 

○ 폭 원 : 16.3m
- 차로 : 3.25×4=13m, 임시중분대 : 1.2m, 길어깨 : 기존측 1.5m, 확장측 0.6m
○ 길어깨 보강포장 : B=3.5m, 임시다이크 : B=30cm
중분대기초 가포장 : B=1.0m</td></tr>
<tr><td>개선</td><td> 

○ 폭 원 : 17.3m
- 차로 : 3.25×4=13m, 임시중분대 : 1.2m, 길어깨 : 기존측 2.5m, 확장측 0.6m
○ 길어깨 보강포장 : B=3.5m, 임시다이크 규격 축소 : B=15cm</td></tr>
</table>

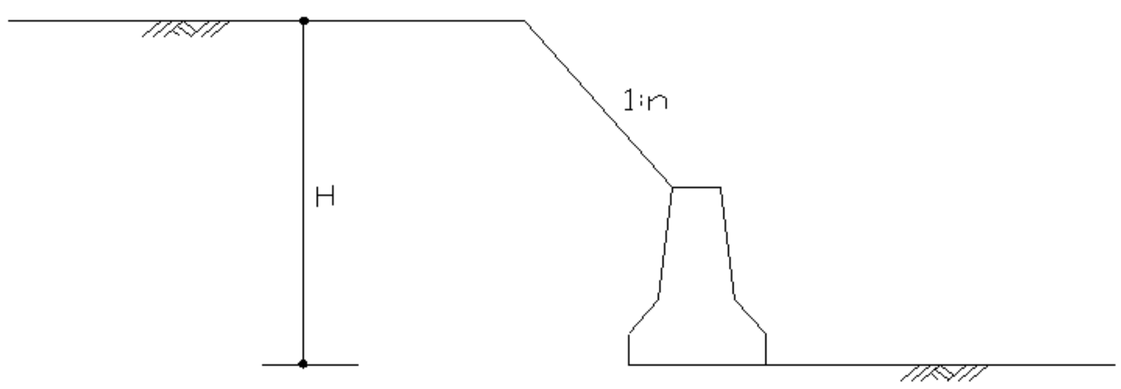
<table>
<tr><th colspan="2">구 분</th><th>4→8차로 확장</th></tr>
<tr><td rowspan="4">단순
확장</td><td rowspan="2">현행</td><td> 
</td></tr>
<tr><td>○ 폭 원 : 18.9m
- 차로폭 : 3.5×4=14m, 길어깨 : 기존측 1.5m, 확장측 2.0m</td></tr>
<tr><td>개선</td><td>현행 기준 적용</td></tr>
<tr><td rowspan="4">종단
조정
확장</td><td rowspan="2">현행</td><td> 
</td></tr>
<tr><td>○ 폭 원 : 18.9m
- 차로 : 3.5×4=14m, 임시중분대 : 1.4m, 길어깨 : 기존측 1.5m, 확장측 2.0m
○ 길어깨 보강포장 : B=2.5m, 임시다이크 : B=30cm
중분대기초 가포장 : B=1.0m</td></tr>
<tr><td rowspan="2">개선</td><td> 
</td></tr>
<tr><td>○ 폭 원 : 19.9m
- 차로 : 3.5×4=14m, 임시중분대 : 1.4m, 길어깨 : 기존측 2.5m, 확장측 2.0m
○ 길어깨 보강포장: B=2.5m, 임시다이크 규격축소: B=15cm</td></tr>
</table>

□ 별첨2 : 성토부 PC방호벽 설치시 안정성검토

1 검토목적 : 기존 고속도로 확장 공사 노반성토 작업시 성토사면이 기존 고속도로 차선 및 노견을 침범할 경우 성토용 가시설의 설치가 필요하나, 설치 필요높이가 2~3M이하로 낮은 경우 현재 일반적으로 사용하고 있는 H-PILE 토류판 가시설 대신 경제성과 시공성을 고려하여 프리캐스트 방호벽을 사용할 경우 성토사면의 안전성을 확보할 수 있는 성토높이에 대한 검토.

2. 검토내용

(1) 검토단면



(2) 강도정수 선정 및 기준안전율

① 강도정수 선정

성토 및 절토의 안정검토에 사용되는 토질정수는 원칙적으로 토질시험에 의해 얻어진 수치를 사용하여야 하나 현지 상황 등에 의해 토질시험을 할 수 없는 경우나 개략적인 검토를 하는 경우에 적용하는 표1의 토질 정수값을 참고하였다.

표-1 성토재료의 개략적인 토질정수

(한국도로공사, 도로설계요령, 제2권 토공 및 배수)

종 류	재료의 상태		단위체적중량 (t/m^3)	내부마찰각 (도)	점착력 (t/m^2)	분류기호 (통일분류)
자갈 및 자갈섞인 모래	다진것		2.0	40	0	GW , GP
모래	다진것	입도불량	2.0	35	0	SW , SP
		입도양호	1.9	30	0	
사질토	다진것		1.9	25	30이하	SM , SC
점성토	다진것		1.8	15	50이하	ML . CL MH , CH

본 해석에서 성토재의 토질정수값은 표-1등 여러자료에 근거하여 표-2와 같이 적용하여 사용한다.

표-2 사면의 안정성 해석에 사용된 물성치

구 분		단위체적중량(t/㎥)	포화체적중량(t/㎥)	내부마찰각(도)	점착력(t/㎡)
기 준		1.9	2.0	25	2.0
안정해석	상시	1.9	2.0	25	1.5
	우천시	2.0	2.1		

② 기준안전율

안전율은 사면의 파괴가 원호활동면에 의해서 발생하는 것으로 하여 최소 안전율을 계산하며, 안정계산에 의해 구한 안전율이 기준 이상이면 안전한 것으로 판단하며 성토사면에 대한 국내외 각 기관의 기준 안전율은 표-3과 같다.

표-3 국내외 각 기관별 성토사면의 최소안전율

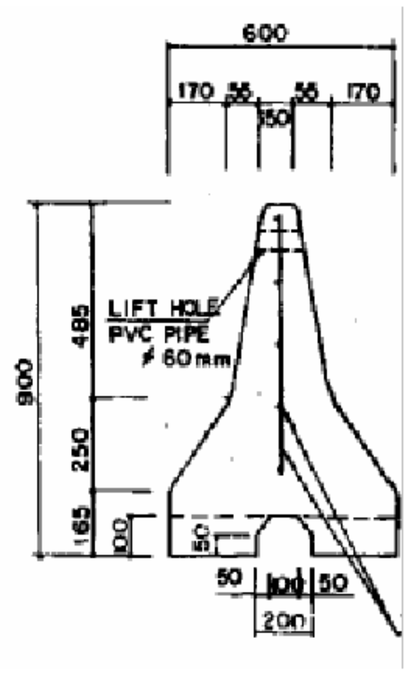
구 분	내 용	기준안전율	비 고
건설부	구조물 기초설계 기준	F.S ≥1.3	
한국도로공사	도로설계 요령	F.S ≥1.3	적용
일본토질공학회	가설구조물등 일반적인 안정	F.S ≥1.0~1.2	
	일반적인 구조물인 경우	F.S ≥1.3	
	중요 구조물인 경우	F.S ≥1.5	
일본건설성	표준적인 계획 안전율	F.S ≥1.1~1.3	
일본 항만협회	항만시설 기술상의 기준, 동해설	F.S ≥1.5	

본 성토사면의 안정해석시 최소안전율은 표-3 등의 자료에 근거하여 일반적인 영구 성토사면의 기준안전율인 1.3을 적용하여 사용한다.

(3) 방호벽하중 및 상재하중

① 방호벽 제원

프리캐스트 방호벽의 표준 제작도는 아래와 같다.



② 방호벽하중

▶ 안정검토시 1단 방호벽이 원호활동파괴에 대해 수평으로 저항하는 것으로 한다.

· 콘크리트의 단위체적중량 : 2.5t/㎥로 계산함

· 방호벽 저면과 기존도로와의 마찰계수 : 0.6

$$w = \frac{0.308 \times 2.5 \times 1(EA) \times 0.6}{0.9 \times 1} = 0.513 t/m^2$$

∴ 방호벽에 의한 하중강도는 $0.513 t/m^2$

③ 상재하중

▶ 안정해석시 상재하중은 성토부의 작업하중 및 차량하중 등을 고려하여1.0t/㎡을 적용하여 사용한다.

(4) 기타 해석조건

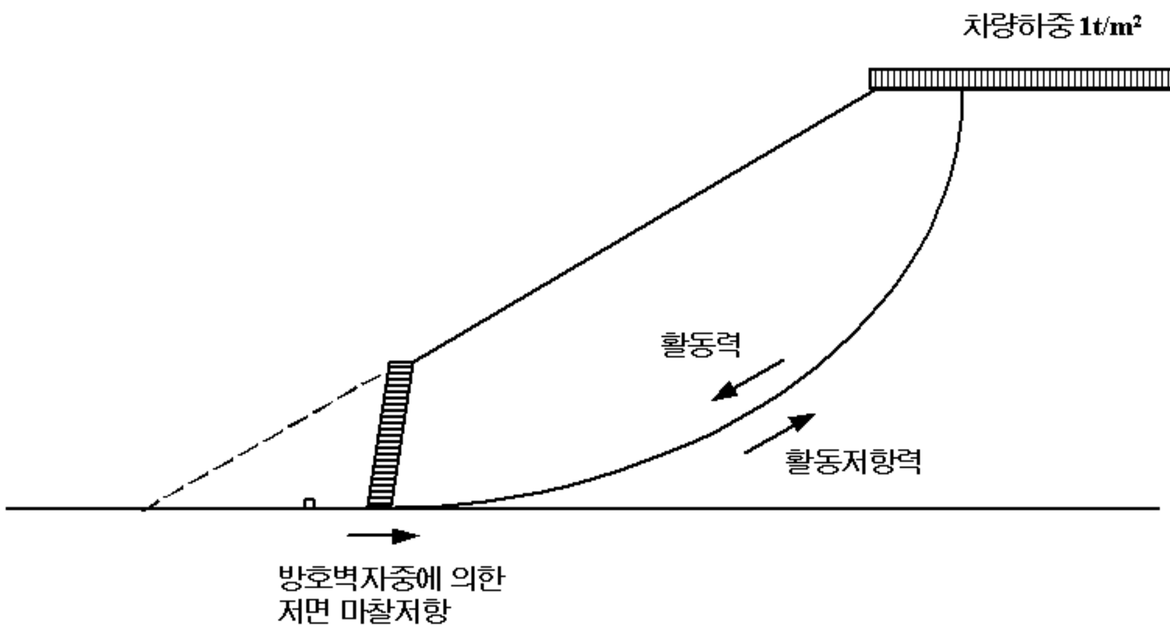
① 해석프로그램 : STABL 5

② 지하수위 : 도로 확장구간에 대한 해석이므로 지하수위는 상시 및 우천시 기존 도로부에 위치하는 것으로 하고 우천시 성토법면이 포화되는 것으로 하여 성토재의 포화단위중량 2.0t/m2을 적용한다.

③ 제한경계면 : 도로 확장구간 성토법면에 대한 안정해석시 임계파괴면은 기존도로하부를 통과하지않는 것으로 한다.

(5) 해석개요도

방호벽은 원호활동파괴에 대해 방호벽자중에 의한 저면마찰 저항력 만큼 수평으로 저항하는 것으로 한다.



(6) 해석결과

표-4 성토사면에 대한 STABL 5 해석결과

구 분	성토구배	성토고(M)	최소안전율		기준안전율
			상시	우천시	
1단방호벽설치시	1:1	5	1.635	1.608	FS = 1.3
		7.5	1.387	1.355	
		10	1.223	1.197	
	1:1.2	5	1.803	1.759	
		7.5	1.493	1.470	
		10	1.337	1.309	
	1:1.5	10	1.518	1.491	
		15	1.326	1.304	

3. 검토결론 : 상기와 같이 방호벽을 설치한 성토사면의 STABL 5에 의한 한계평형 해석결과 임계활동파괴면이 성토법면 선단부를 통과시 최소안전율이 발생하는 것으로 나타났다. 그러므로 STABL 5 해석시 임계활동면의 초기점 좌측좌표를 성토사면 선단부로 지정하고 종착점의 범위는 최소안전율이 발생하는 범위를 탐색하는 방법으로 해석하였다.

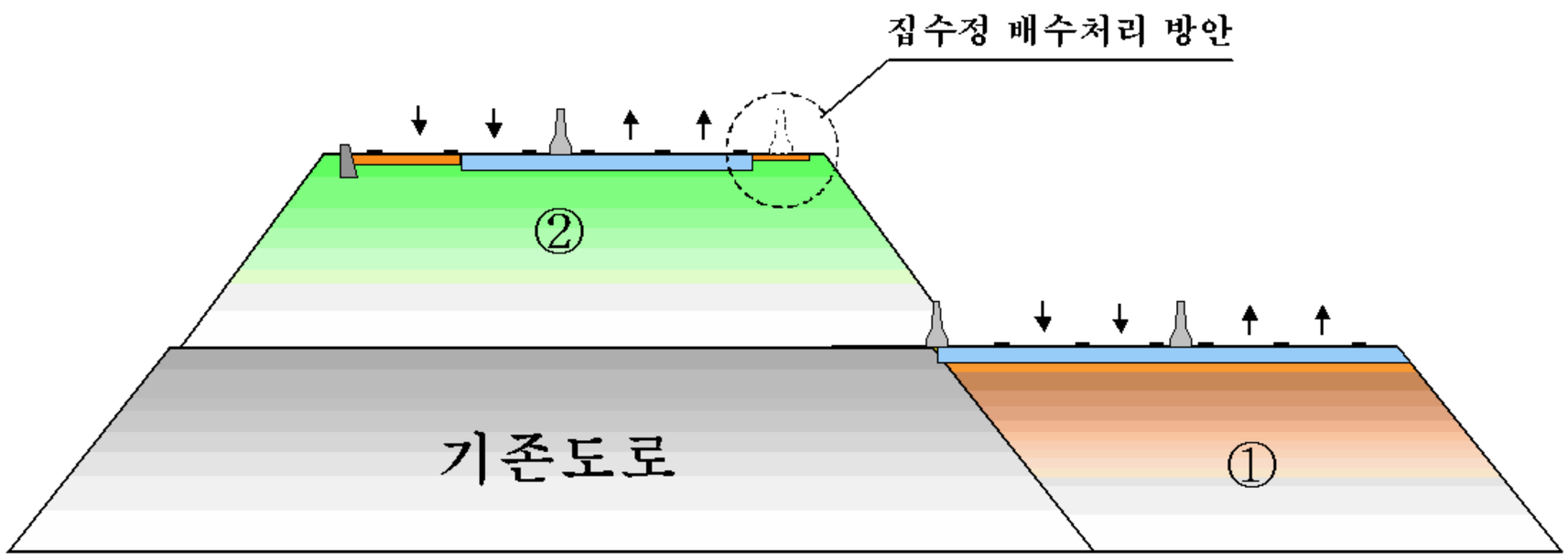
1) 1단 방호벽 설치시 성토구배가 1:1인 경우 Fs=1.3을 만족하는 최대 성토고는 8.4M(상시), 8.1M(우천시) 내외이며 1:1.2의 경우는 10.7M(상시), 10.0M(우천시)내외로 해석되었다. 또한 성토구배를 1:1.5로 할 경우에는 최대 16.0M(상시), 15.0M(우천시)까지는 안전한 것으로 판단된다. 성토사면이 임시사면인 점을 고려하여 안전율을 1.2로 할 경우 최대성토고는 상기허용치 보다 여유가 있는 것으로 사료된다.

2) 방호벽을 이용한 성토사면 시공시에는 우수에 의해 방호벽 배면의 토사유출 및 부분적인 세굴이 발생할 우려가 있으므로 비닐 및 법면 보호망으로 보호하고 수시 점검할 필요가 있으며

3) 상기 검토된 성토고 이상 성토작업시 사면에 대한 안정해석을 수행한 후 그 결과를 토대로 하여 적정구배로 시공하는 것이 타당함.

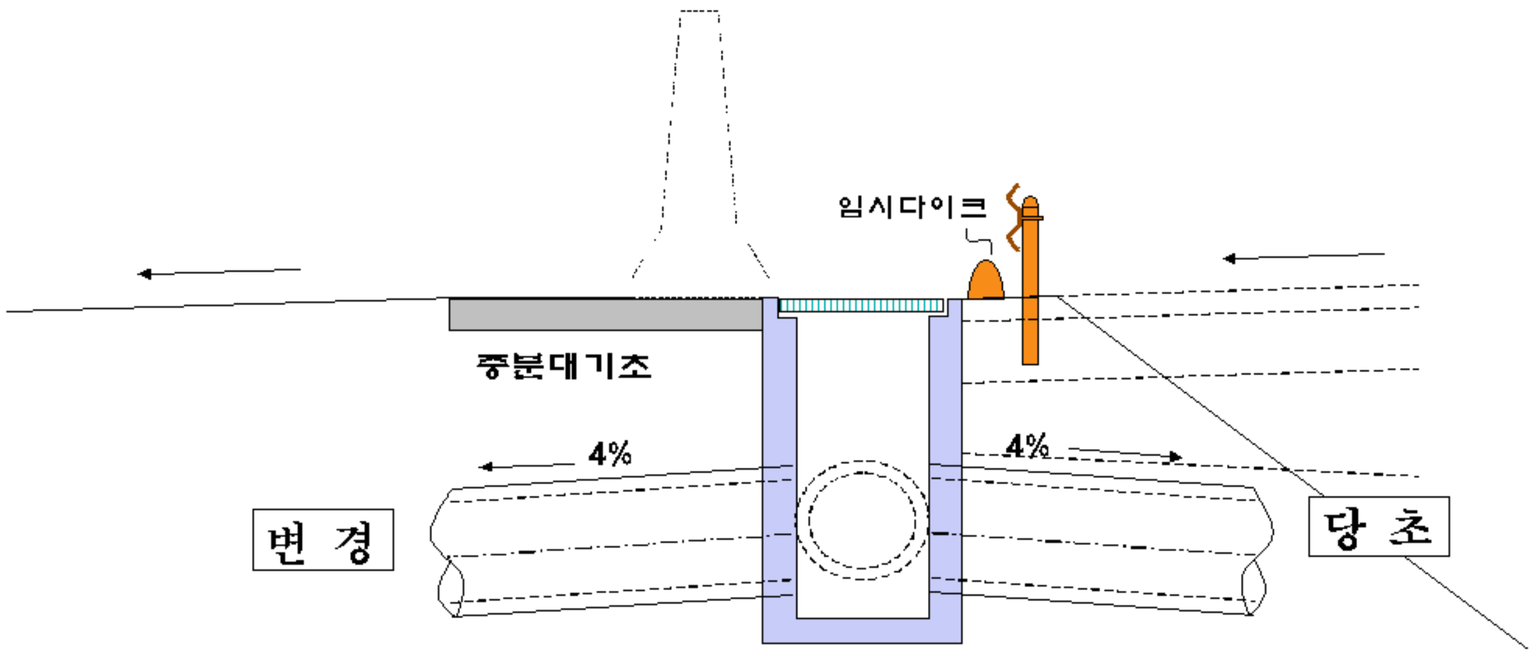
별첨 : 사면안정해석결과

□ 별첨 3-1 : 우회차로 중분대 집수정부 배수처리 방안

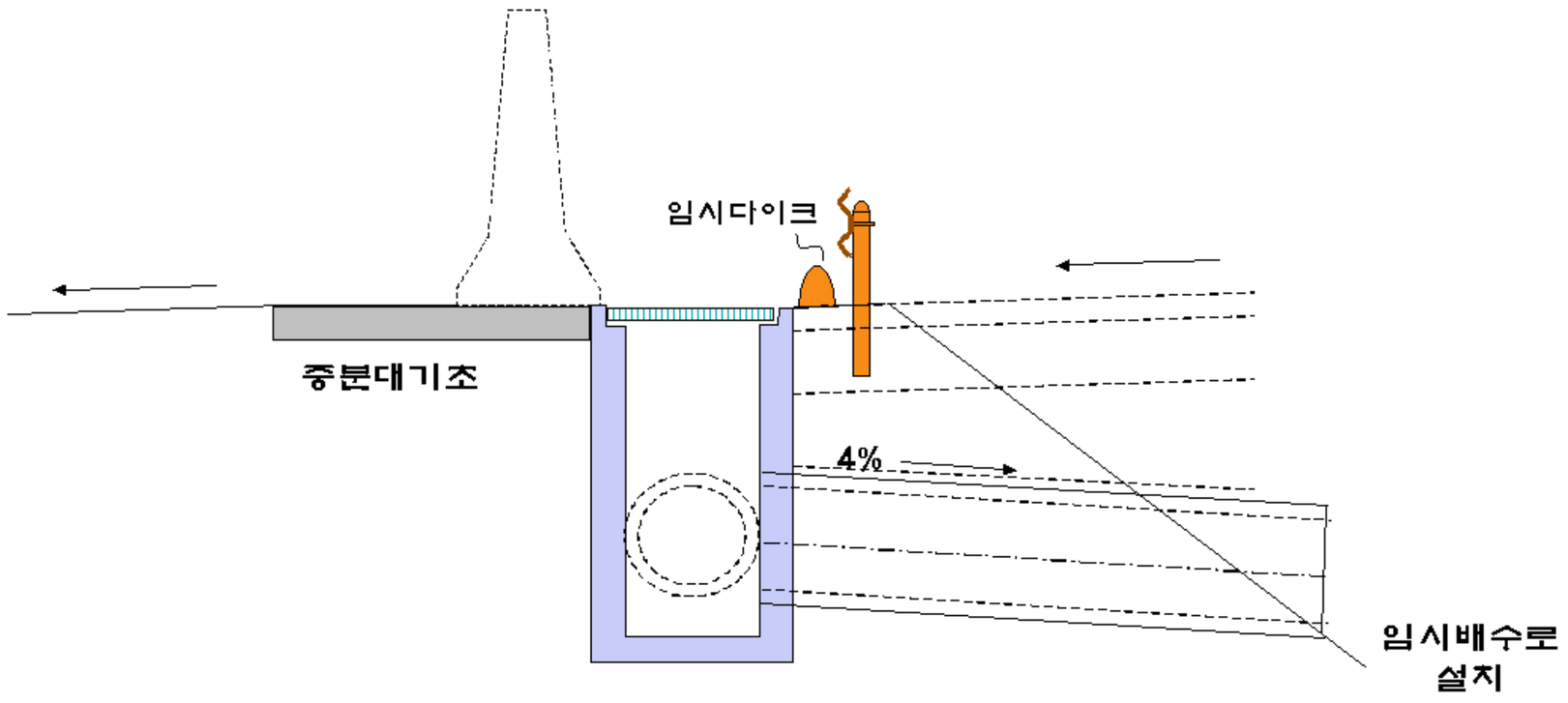


1. 처리방안

가. 횡배수관 설치방향 조정



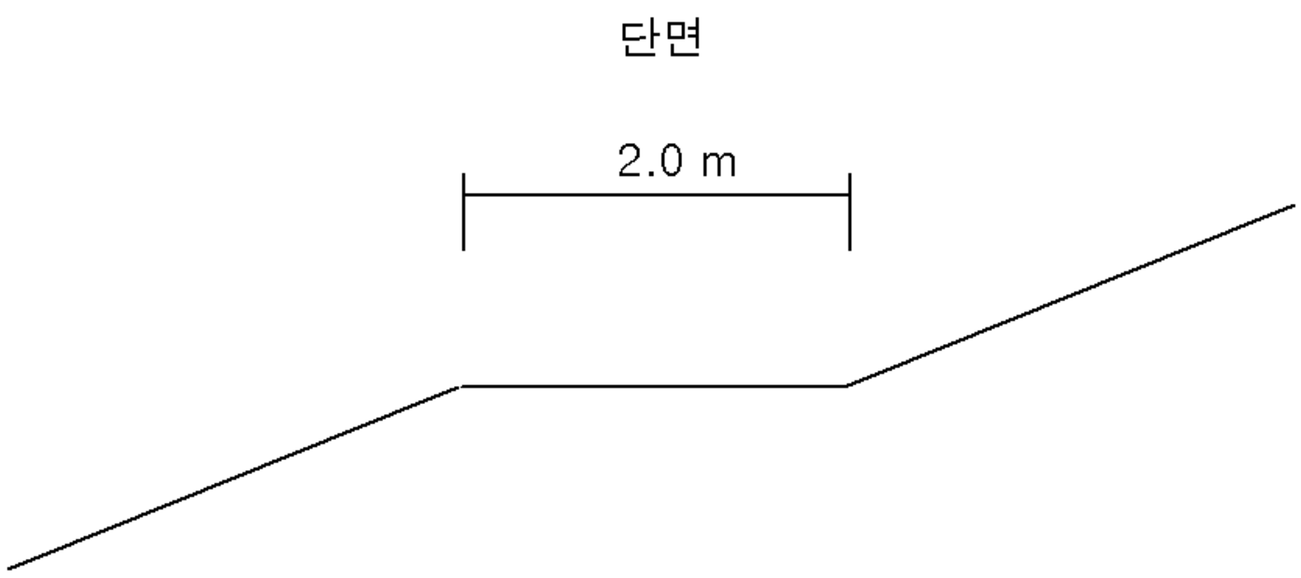
나. 임시 배수로 설치



2. 적용방안

현장여건 감안 적정방안 선택 적용

횡배수관 설치간격 검토



1. 단위길이당 유량

강우강도 80 mm/hr : 3 년빈도 10분 지속 (도로설계요령 참조)

유량계산

$Q = 2 \times 1 \times 0.08/3600$

$= 0.0000444$ m3/sec

2. 통수단면적 계산

$A = 2 \times 0.04/2$

$= 0.04$ m2

3. 통수량 계산

Manning 식 사용

$Q = A \times V = 0.19390\ I^{1/2}$

여기서

$A = 0.04$ m2

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

$R = A/L = 0.019607843$

$n = 0.015$

$I =$ 종단구배

4. 횡배수관 통수량에 따른 집수정설치 간격

횡배수관 통수량 계산

$$Q = A \times V$$

여기서

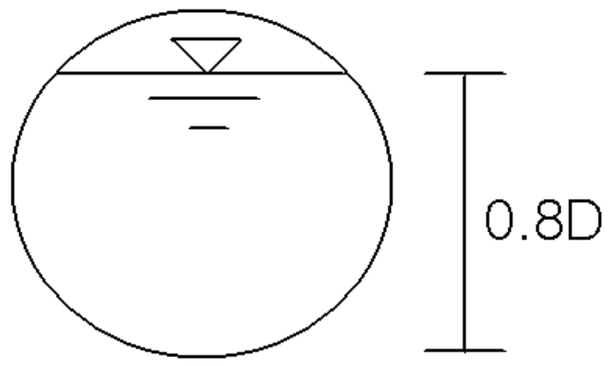
$A = 0.015858738m2$

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

$R = A/L=0.0375$

$n = 0.015$

I = 종단구배



∴ 횡배수관 간격

L = 통수량 / 유량

종단구배	횡배수관간격
0.3	146m
0.5	185m
1	267m
1.5	326m
2	377m
3	462m
4	533m
5	596m

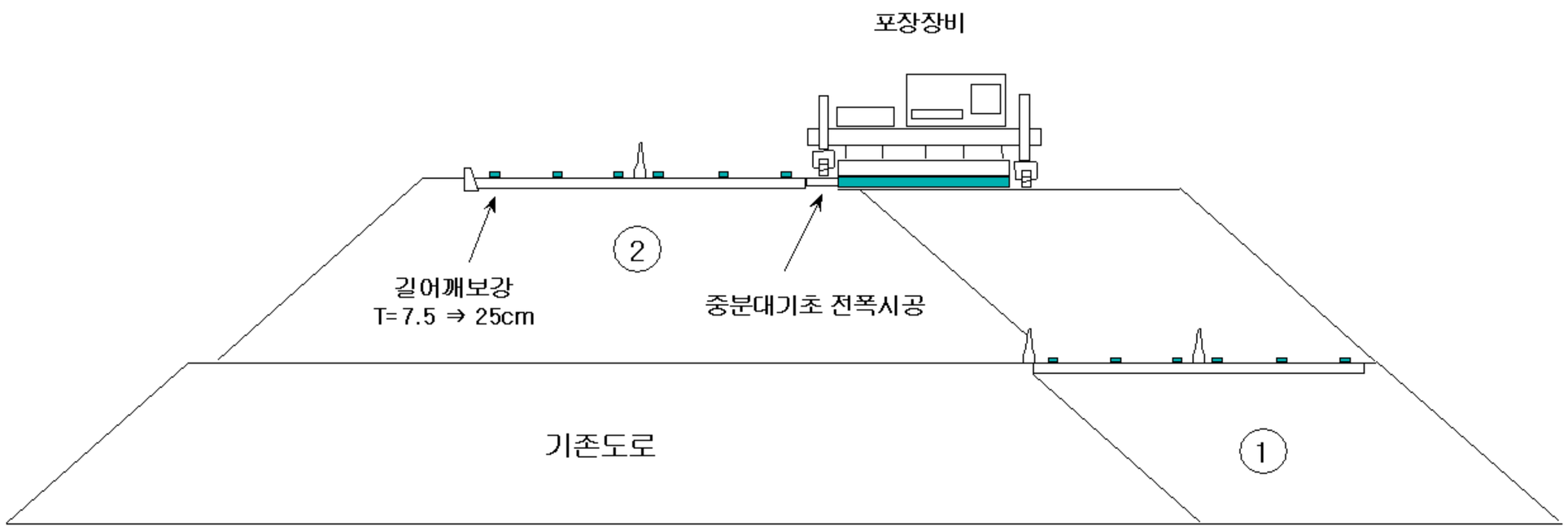
□ 별첨 3-2 : 중분대 기초두께 검토

1. 검토목적

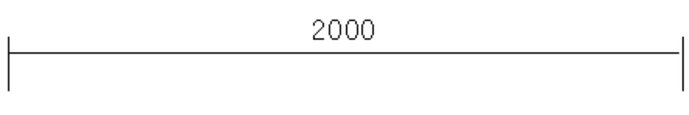
고속국도 1호선 구미~동대구간 8차로 확장공사 교통전환구간 길어깨 추가확보를 위하여 중앙분리대 기초를 전폭 시공후 본선포장 시행시 포장장비 재하하중에 대하여 중분대 기초의 적정 포장두께를 검토하고자 함.

2. 검토내용

1) 개념도



2) 중분대 단면도 (Concrete 포장)



CON'C 포장	중앙분리대 기초		150
	SB-1		180
LEAN CON'C			150
SB-1			170
노상			1000

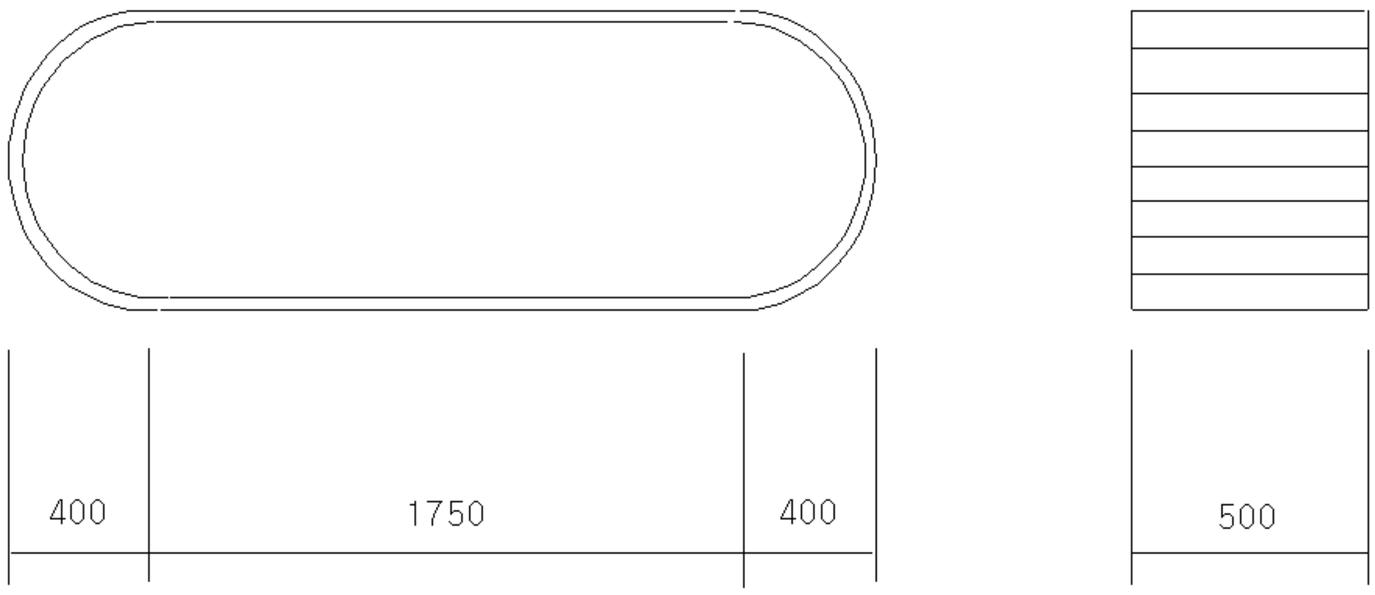
3) 포장장비 중량 및 트랙 재원

▶ 포장장비 중량

Net weight, basic configuration : 57 Ton

Net weight, maximum configuration : 135 Ton

▶ 트랙 재원



4) 중앙분리대 기초에 작용하는 하중 계산

장비하중 : 135 ton = 135000 kg

트랙 1EA 하중 : 135000 / 4 = 33750 kg

트랙 접지면적 : 175 × 50 = 8750 cm2

트랙 접지압 = 트랙하중 / 트랙접지면적

= 33750 / 8750

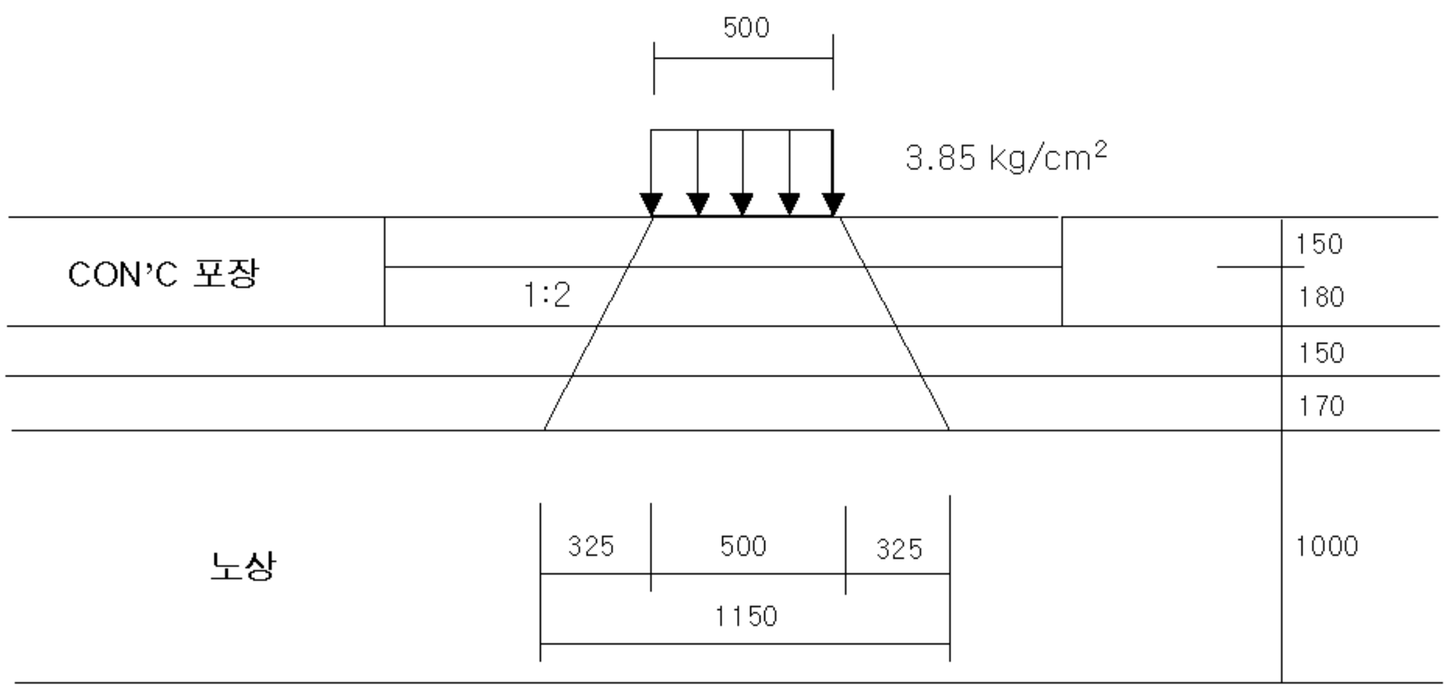
= 3.85 kg/cm2

5) 노상면 마무리 품질기준

접지압 5.6 kg/cm2 이상의 프루프 로울링시험에서 변형량 5mm 이하

6) 재하하중에 대한 중분대 기초 검토

▶ 노상에 작용하는 접지압



노상 접지면적 (50 + 65) × (175 + 65) = 27600 cm2

트랙 1EA 하중 : 135000 / 4 = 33750 kg

노상 접지압 = 트랙하중 / 노상접지면적

= 33750 / 27600

= 1.22 kg/cm2

▶ 프루프 로울링시험 기준 노상의 변형량 계산

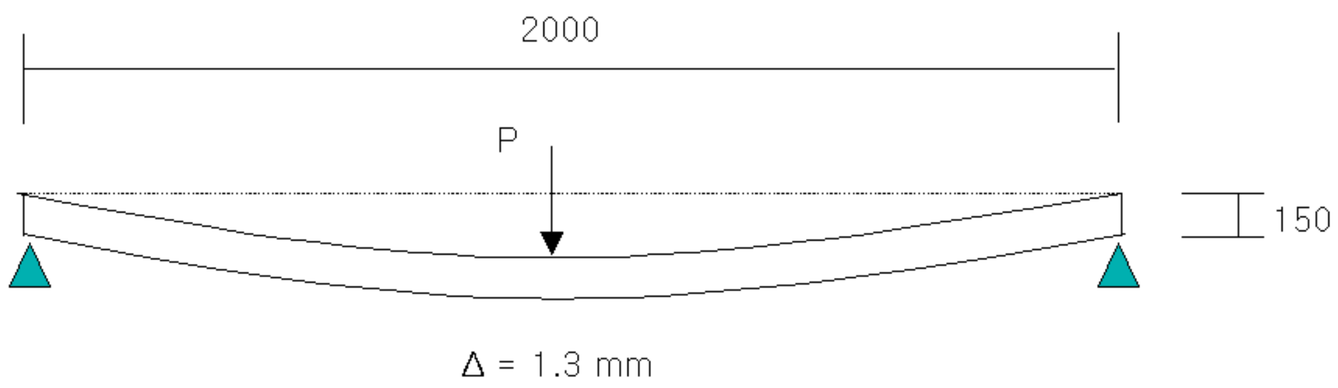
5 mm : 5.6 kg/cm2 = x : 1.22 kg/cm2

에서

변형량 x = 1.3 mm

▶ 노상의 변형량으로부터 중앙분리대 기초의 응력검토

중앙분리대 기초의 경우는 본선 차로부 와는 달리 주행차량의 윤하중이 연속적으로 재하되는 조건이 아나고 포장장비의 1회 주행시 중앙분리대 기초에 대한 검토이므로 노상의 변형량이 중앙분리대 기초의 변형량과 동일하다는 사실로부터 응력을 검토하여 기존 중앙분리대 기초의 포장두께가 적정한지 검토한다.



$\delta = (P \times L3)/(48E \times I)$ 에서

$P = L3/(\delta \times 48E \times I)$

$Mmax = (P \times L)/4$

$= (48 \times \delta \times E \times I)/(4 \times L2)$

여기서

$\delta = 0.0013\ m$

$E = 2.04 \times 105$

$I = (b \times h3)/12 = (1 \times 0.153)/12$

$= 0.00028125\ m4$

$L = 2\ m$

$\therefore\ Mmax = (48 \times 0.0013 \times 2.04 \times 105 \times 0.00028125)/(4 \times 22)$

$= 0.223\ t \cdot m$

$= 22300\ kg \cdot cm$

$\sigma = (M/I) \times y$

$= (22300/28125) \times 7.5$

$= 5.94\ kg/cm2 \quad < \quad \sigma ta = 0.42 \times \sqrt{\sigma ck} = 6.50\ kg/cm2 \quad \therefore$ **O.K**

3. 검토결론 및 제언

고속국도 1호선 구미~동대구간 8차로 확장공사 교통전환구간 길어깨 추가확보를 위하여 중앙분리대 기초를 전폭 시공후 본선포장 시행시 포장장비 재하하중에 대하여 중분대 기초의 적정 포장두께를 검토해본 결과 현행과 같이 중분대 기초 CON'C 의 두께를 15 CM 로 할 경우 중분대 기초의 응력이 σ = 5.94 kg/cm2 로 허용휨강도 σta = 6.50 kg/cm2 보다 적으므로 적정한 것으로 사료됨.

감 사	사 장

◉★과 장	부 장	실 장	본부장	부사장
			전 결	

협조		
	도 로 처 장 :	교 통 처 장 :
	건설계획처장 :	건설관리처장 :
	설 계 처 장 :	기획조정실장 :

터널과 출입시설간 이격거리 기준 보완방안 검토

문서번호	기술의10410-189
보존기간	10 년
결재일자	2002. 12. 9.
공개여부	공 개

2002. 11.

기술심사부장 :

한국도로공사
KOREA HIGHWAY CORPORATION

기 술 심 사 실

목 차

1. 검토목적 1

2. 추진경위 1

3. 설계기준 분석 1

4. 현행 설계기준 2

5. 현행 이격거리 기준의 문제점 2

6. 실태조사 결과 3

7. 검토내용 3

8. 이격거리 부족구간 보완방안 7

9. 자문시행결과 주요내용 10

10. 경찰청 협의내용 10

11. 검토결론 11

12. 향후추진계획 12

13. 적용방안 12

붙임#1 차로를 지정하는 기능을 가진 표지 규정
(도로표지관련규정집, 2000. 건설교통부)

붙임#2 터널과 출입시설 근접구간 표지판 설치사례

1. 검토목적

터널과 IC 또는 JCT 등 출입시설간의 이격거리 기준을 합리적으로 개선하고, 이격거리 부족구간의 교통운영 보완방안을 검토·제시함으로써 유출입 교통의 원활한 주행과 교통안전성을 제고하고, 설계의 합리성을 도모하고자 함

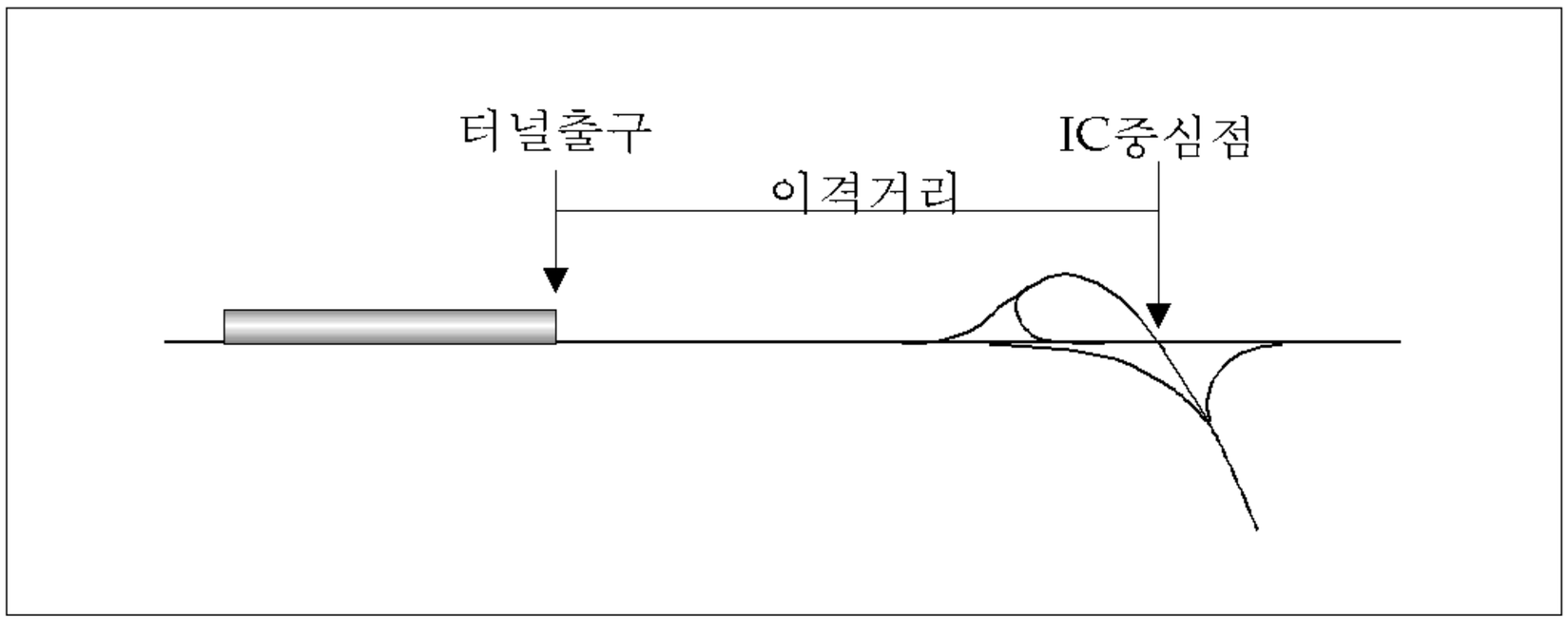
2. 추진경위

- **고속도로 기술 및 설계자문위원 초청 기술토론회 개최 : 2000. 9. 26.**
  <터널과 IC간 이격거리>
- **현황 및 외국사례 조사 : 2000. 10. ~ 2002. 10.**
- **이격거리에 대한 현장·실태 조사 : 2001. 1. ~ 2001. 8.**
- **이격거리 검토안 자문시행 : 2002. 1. ~ 2002. 3.**
- **경찰청 협의 : 2002. 9. ~ 2002. 10.**

3. 설계기준 분석

가. 이격거리 설정기준

- 터널 출구 ~ IC 중심점



나. 이격거리 2km 설정사유

- 20여 년 전 일본 도로설계요강에 포함된 내용을 인용
- 터널내 표지판 설치곤란
- 터널 출구에서는 표지판 판독애로
- 터널 내에서는 차로변경 곤란

다. 이격거리 설정상 문제점

- IC 중심~감속차로 시점간 거리가 일정치 않아 일관성 있는 이격거리 확보곤란
- 표지판 설치기준점(감속차로 시점)과 이격거리 기준점(IC 중심점) 불일치

4. 현행 설계기준

가. 국내 설계기준

구 분	「도로의 구조·시설기준에 관한 규칙」 해설 및 지침(건설교통부, 2000. 3)	도로설계실무편람 (한국도로공사, 2000)
이격거리	2km	2km
기준점	언급없음	IC 중심과 터널 시·종점간 간격

나. 외국 설계기준

구 분	미국(AASHTO) A Policy on Geometric Design of Highways and Streets, 2001	일본(일본도로공단) 도로설계요령, 도로구조령의 해설 및 운용
이격거리	최소 300m	-
기준점	터널출구와 감속차로 테이퍼 시점간 거리	-
기타사항	터널내 차로변경 금지	터널내 차로변경 허용 (표지판의 설치를 위해 2km 이상 이격하는 것이 바람직)

5. 현행 이격거리 기준의 문제점

가. 산지가 국토의 70%를 차지하는 우리나라에서는 현행 설계기준상 이격거리 확보가 어려움

나. 이격거리 기준의 준수를 위해서는 터널연장을 축소하거나 인터체인지의 위치 변경 필요

다. 터널연장의 증가를 피하기 위해 대절토 발생, 환경훼손 과다로 관계기관협의 곤란

라. 인터체인지 위치변경시 우회거리, 용지면적, 공사비 증가

6. 실태조사 결과

가. 조사대상 : 공용중인 고속도로 구간중 이격거리 2㎞ 미확보 구간 26개소

나. 조사기간

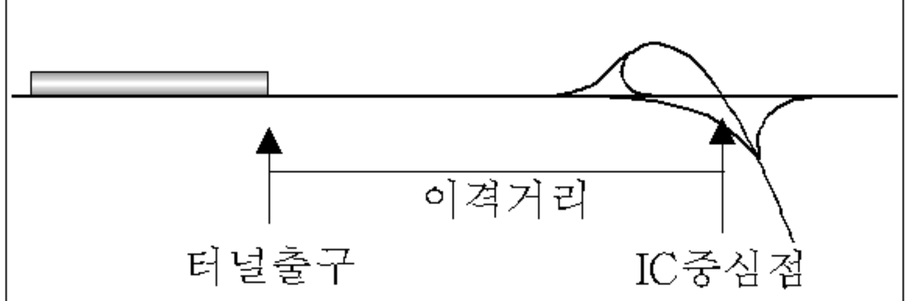
- 서면조사 : 2001. 1. ~ 6.
- 현장조사 : 2001. 7. ~ 8.

다. 조사결과

- 이격거리가 짧은 일부 구간에서 급차선변경 등으로 인한 문제점 발생
- 이격거리 부족구간에서의 터널내 차로변경 허용여부는 교통운영에 지장이 없는 범위내에서 차로변경을 허용함이 타당

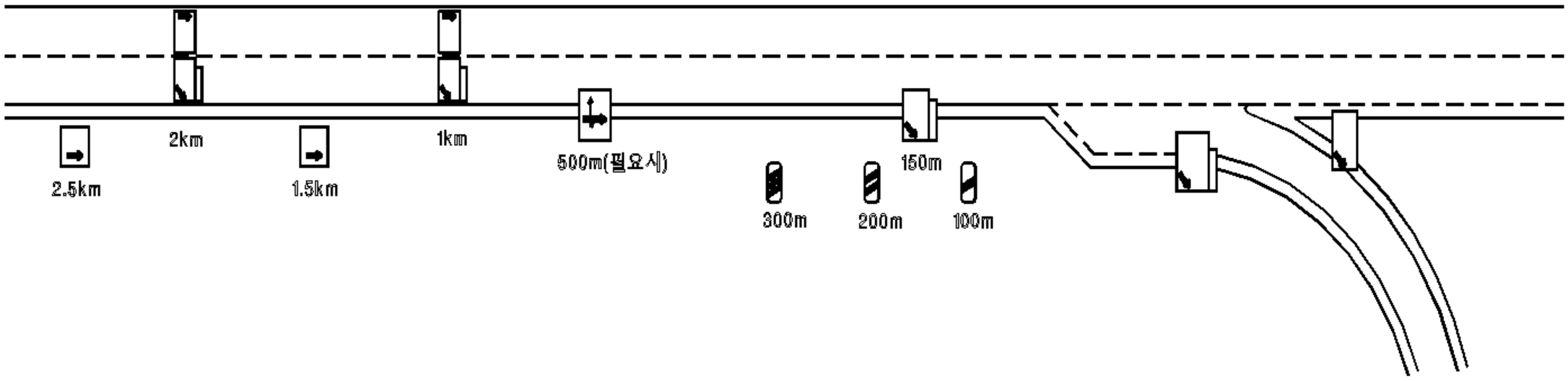
7. 검토내용

가. 이격거리 기준점

구 분	현 행	변 경
개요도		
기준점	터널출구~출입시설 중심점	터널출구~감속차로 테이퍼 시점

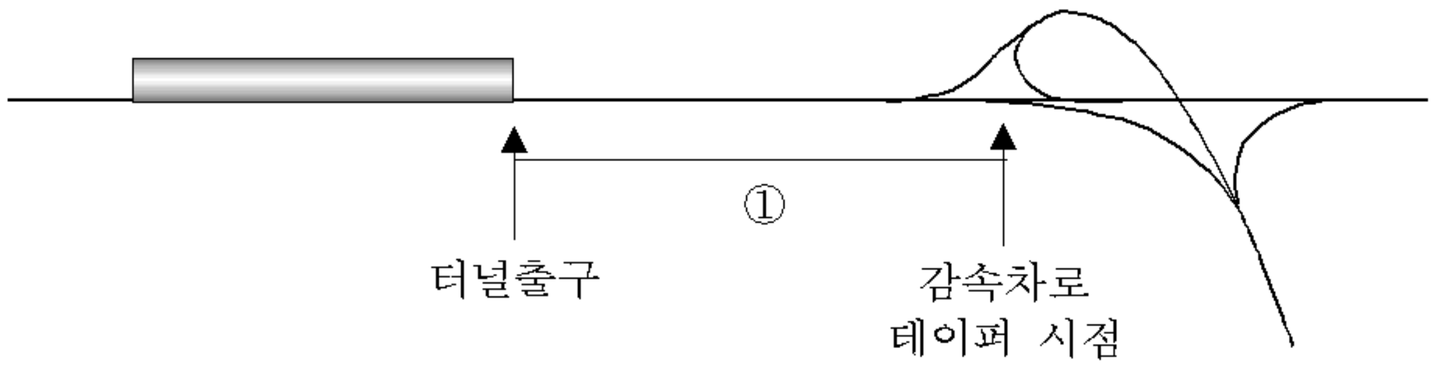
- **변경사유**

  ○출구예고표지판 설치위치 설정기준 : 감속차로 시점(도로표지규칙 별표5)



나. 소요 이격거리 산정

① 터널에서 출입시설로 연결되는 구간

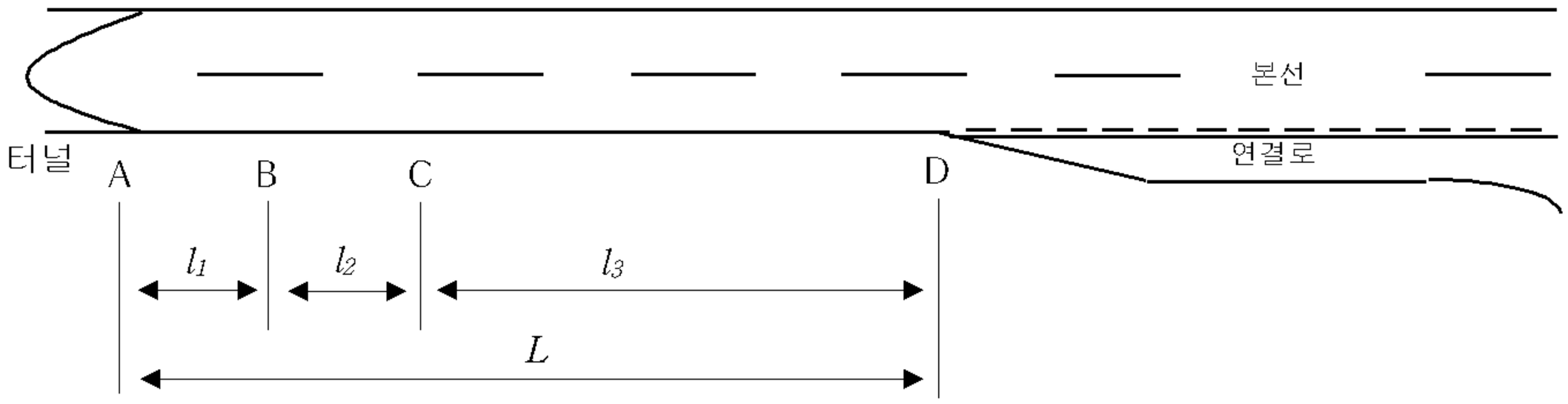


■ **기본 조작단계**

○1단계(조도순응구간) : 운전자는 터널을 빠져나오면서 조도의 차이에 대한 시각적 적응(명순응, A~B구간)

○2단계(인지반응구간) : 전방에 설치된 표지판을 확인하고, 필요한 행동(차로변경)을 판단(B~C구간)

○3단계(차로변경구간) : 필요한 회수만큼 차로변경 후 연결로 시점에 도착(C~D구간)



<개 요 도>

■ **조도순응시간 : 교통공학원론('98, 도철웅)의 3초를 적용**

■ **인지반응시간** : B~C구간(2단계)

구 분	**미국** A Policy on Geometric Design of Highways and Streets(2001)	**일본** 道路에서의 人間工學	**도로설계편람** (건설교통부)
인지 반응시간	2.5초	3.0초	***4.0초***
적 용			○

■ **차로변경시간** : C~D구간(3단계)

구 분	**도로의 구조·시설기준에 관한 규칙 해설 및 지침** (건설교통부, 2000)			**도로설계편람** (건설교통부) **교통안전시설실무편람** (경찰청)
	버스전용차로	변속차로	앞지르기시거	
차로변경 거리 또는 시간	150m	4초	7.8초	***10초***
적 용				○

○ 산정식

$$L = l_1 + l_2 + l_3 = \frac{V \times t_1}{3.6} + \frac{V \times t_2}{3.6} + \frac{V \times t_3 \times (n-1)}{3.6} = \frac{V \times [t_1 + t_2 + t_3 \times (n-1)]}{3.6}$$

여기서, L : 소요 이격거리(m)　　l_1 : 조도순응거리(m)

l_2 : 인지반응거리(m)　　l_3 : 차로변경거리(m)

V : 설계속도(km/h)　　t_1 : 조도순응시간(3초)

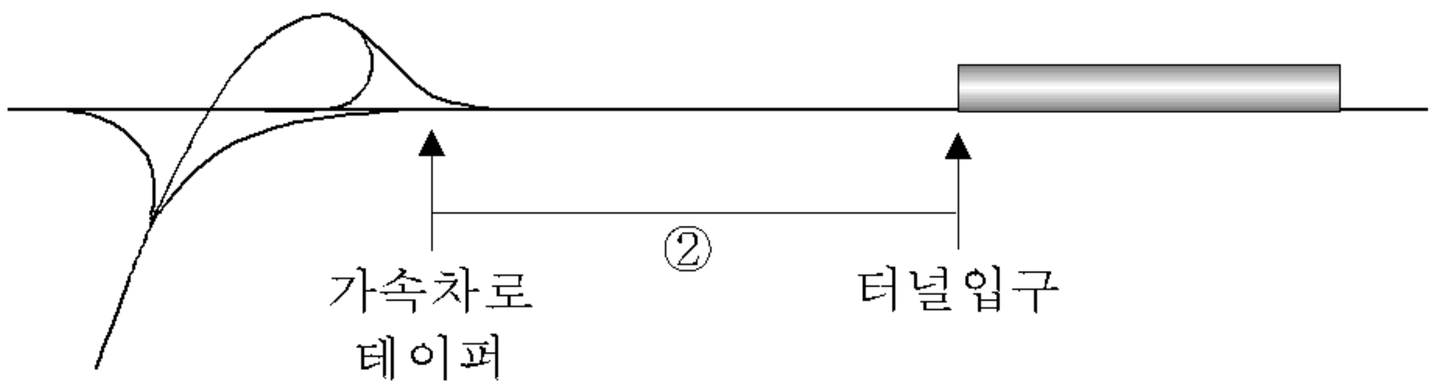
t_2 : 인지반응시간(4초)　　t_3 : 차로변경시간(1차로 변경시 10초)　　n : 차로수

○ 산정 결과

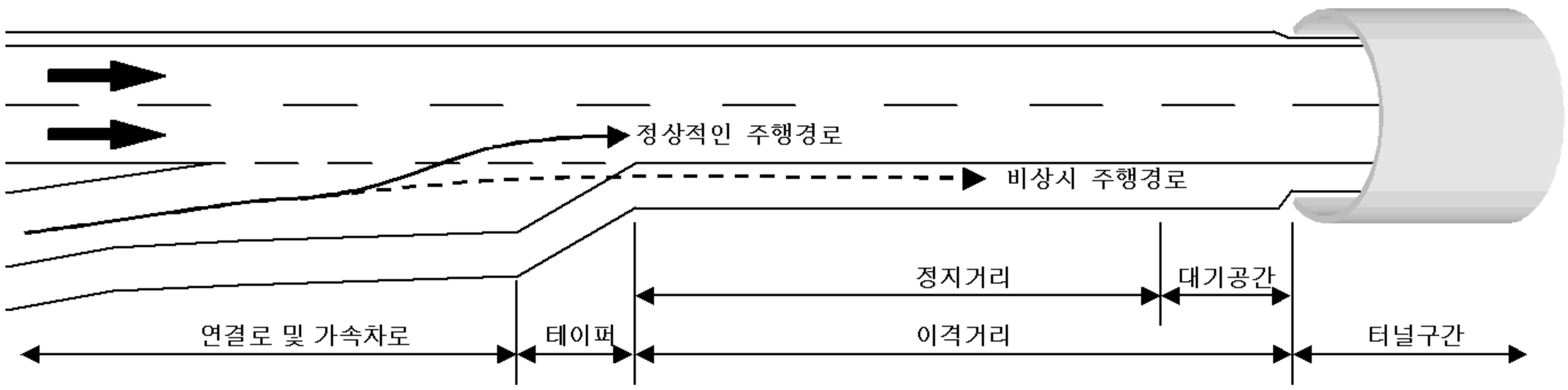
(단위 : m)

편도 차로수	***설계속도(km/h)***				
	80	***90***	***100***	***110***	***120***
2	*380*	*430*	*480*	*530*	*590*
3	*600*	*680*	*750*	*840*	*930*
4	*830*	*930*	*1,030*	*1,140*	*1,260*

② 출입시설에서 터널로 연결되는 구간



- 출입시설에서 터널로 연결되는 경우 합류조작만이 요구되므로 이론상 이격거리는 불필요하지만,
- 차량 합류시 예기치 못한 상황으로 가속차로 및 테이퍼 구간에서 합류되지 못하였을 경우 차량의 안전한 정지 및 대기공간이 확보될 수 있는 거리만큼 이격 필요



- 정지거리 : 정지시거 산정식 적용
  단, 정지를 위한 거리의 결정시 적용속도는 설계속도보다 낮을 것이므로 설계속도에서 20km/h를 뺀 속도를 적용

$$\textbf{정지거리} = \text{인지반응거리} + \text{제동거리} = \frac{V \times t}{3.6} + \frac{V^2}{254f}$$

- 차량 대기공간 : 설계기준자동차중 가장 큰 세미트레일러 1대와 견인 등을 위한 대형자동차 1대가 정지할 수 있는 공간 확보

대기공간 = 세미트레일러 1대의 대기공간 + 대형자동차 1대의 대기공간
= [세미트레일러 1대의 길이 + 1m(여유공간)]
+ [대형자동차 1대의 길이 + 1m(여유공간)]
= [13.0m + 1.0m] + [16.7m + 1.0m] = **31.7m**

■ 소요거리 산정결과

설계속도(km/h)	*적용속도(km/h)*	*정지거리(m)*	*대기공간(m)*	*합계(m)*
120	100	200	31.7	231.7
110	90	170		201.7
100	80	140		171.7
90	70	110		141.7
80	60	85		116.7

■ 현지 여건에 따라 감소되어야 하는 경우 운전자가 터널의 존재를 인지하여 주의운행 또는 합류운행을 할 수 있도록 연결로 또는 감속차로에 터널 예고표지판 설치

8. 이격거리 부족구간 보완방안

가. 터널내 차로변경 관련규정

○ 도로교통법 제20조의2(앞지르기 금지장소)

: 터널 내부를 앞지르기 금지구간으로 설정(차로변경 관련규정 없음)

모든 차의 운전자는 다음 각호의 1에 해당하는 곳에서는 다른 차를 앞지르지 못한다.

1. 교차로·터널안 또는 다리위
2. 도로의 구부러진 곳
3. 비탈길의 고개마루부근 또는 가파른 비탈길의 내리막
4. 지방경찰청장이 인정하여 안전표지에 의하여 지정한 곳

○ 교통안전시설실무편람(경찰청, p.IV-23)

: 터널내부는 실선을 설치토록 규정, 필요시 공학적 판단에 의거하여 조정

3-2-4 차선(602)

단, 교량, 곡선구간, 오르막길의 정상부분, 터널 내, 교차로의 정지선 부근이나 자동차의 유출·입구간 등에서는 안전과 소통을 위해 진로변경을 제한하는 차선을 설치하며, 진로변경이 필요하다고 인정되는 곳은 공학적 판단에 따른다.

○ 차선도색시행지침 : 터널 진입전 100m와 터널 내부는 실선으로 도색

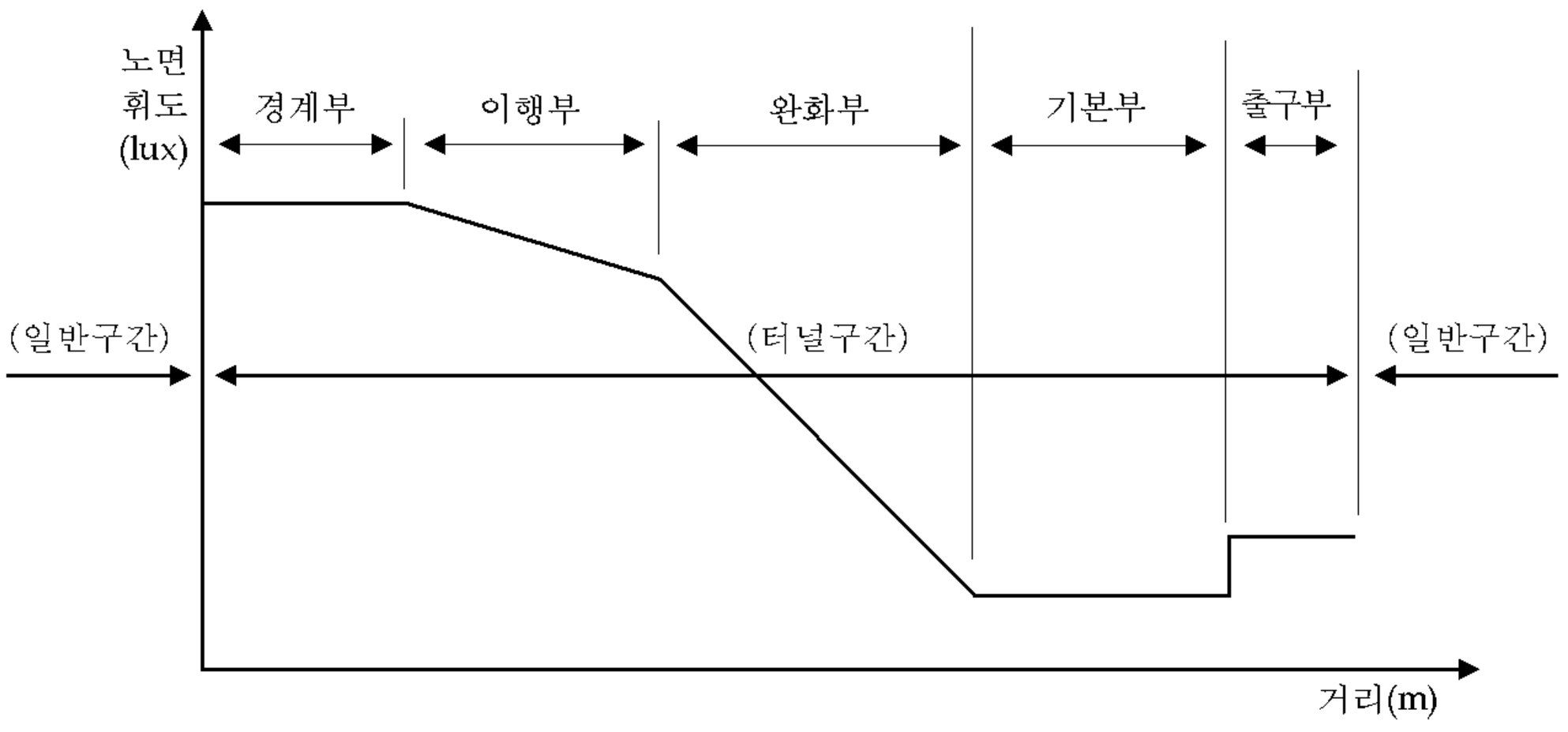
4. 왕복4차로 이상의 터널 진입전 100m와 터널내는 실선으로 도색한다.

나. 소요 이격거리 미확보구간의 교통운영 보완방안

■ 터널내 전광안내판, 차선표시 변경(실선→파선), 노면 안내표시 설치 등의 보완방안을 대상도로의 평면 및 종단선형, 시거확보여부, 터널연장, 터널내 조명 등과 같은 도로조건과 교통량, 교통사고이력 등과 같은 교통특성 및 교통조건 등을 고려하여 상세검토후 반영

■ 터널과 출입시설이 매우 근접된 경우 관련규정상 허용조건(공학적으로 필요하다고 인정되는 구간), 터널내부 조명설치현황 및 내공단면 증가(1.0m→2.5m) 등을 종합적으로 고려할 때 이격거리 부족에 따른 교통안전성 저하가 우려되는 구간에서는 터널내 차로변경 허용 검토

■ 다만, 이격거리 부족구간에서 터널내 차로변경 허용시 도로환경의 변화에 따른 운전자의 적응을 고려하여 터널 전방(L=100m), 경계부(L=100m)에서는 차로변경을 금지



설계속도 (km/h)	경계부 (m)	이행부 (m)	완화부 (m)	기본부 (m)	출구부 (m)
100	60	120	200	-	70
120	70	144	240	-	70

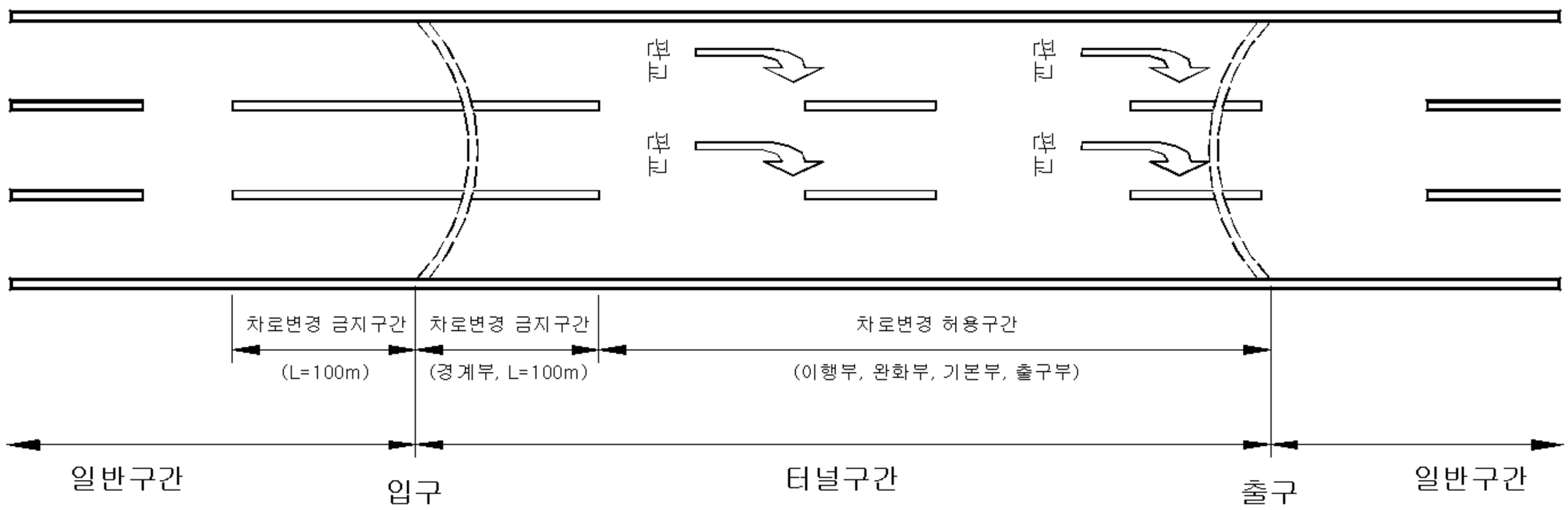
<터널내 조명시설 설치현황>

※ 터널 조도기준개선(안) 시설전 12101-384, 2000. 7. 27

■ **차로변경 허용구간 안전시설**

○ 노면표시 변경

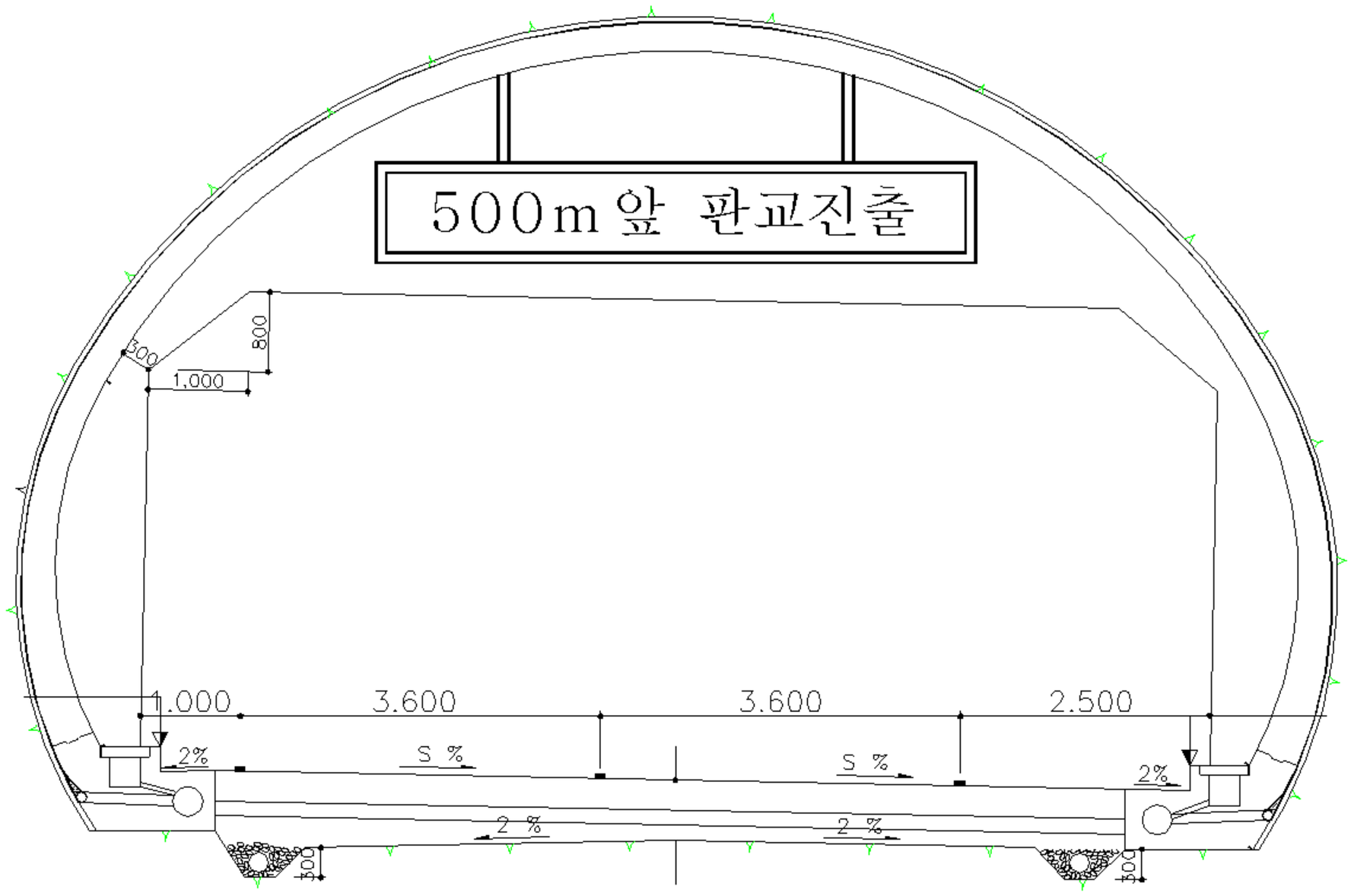
- 차선 : 백색점선(602) 설치
- 출구방향 노면유도표시(713-1) 설치



<터널내 차선도색 및 노면유도표시 보완>

○ 터널내 전광안내판 설치를 감안한 환기설비 설계필요(환기모델 해석)

○ 터널로 인해 표지판 설치가 제한되어 출입시설에 대한 정보제공이 부족한 경우와 터널내 차로변경을 허용하는 경우 터널내 전광안내판 설치



<터널내 전광안내판 설치예>

9. 자문시행결과 주요내용

가. 터널과 출구간 거리 500m 이내의 경우는 150m 거리에 표지판을 설치하되 500m 지점인 터널내부에 표지판을 설치하고 그 지점부터 차로변경을 허용
(500m 출구표지외에는 터널내 표지판설치 지양)

나. 환기 통풍 화재 등의 고려를 거쳐 터널 내부 표지판 설치가 가능하고, 차로변경, 명(明)순응반응, 기상상태 등의 교통처리에 문제가 없다면, 최소차로변경 소요거리가 확보되는 조건에서 교통전문가의 판단을 거쳐 이격거리의 단축이 가능

다. 본 기준에 미달하는 기존 시설물과 부득이한 경우에 대한 기준보완 및 검토가 필요
(다차로 터널의 차로변경, 터널내 전광안내판 설치, 인지반응 시간 등)

라. 원칙적으로 터널내 차로변경금지가 좋겠으나, 부득이 터널과 출입시설 이격거리 확보가 불가한 경우, 장대터널 및 3차로이상의 터널에서는 터널내 차로변경 허용방안 검토

마. 이격거리가 부족한 기존사례에 대해 최소 1년간의 운영상태(소통안전, 통행행태)를 분석 검증하여 기준 수립 필요

바. 이격거리가 부족할 경우 터널 전방의 출입시설 예고표지 설치로 그칠 것이 아니라 하위차로를 출구차로로 지정하는 방안 검토

10. 경찰청 협의내용

가. 터널내는 원칙적으로 진로변경을 금지하는 현행기준 유지

나. 터널 출구와 출입시설간 거리가 짧아 진출에 문제가 있는 지점에는

1㎞ 미만의 터널인 경우 : 터널 진입전에 안내표지를 설치하여 진출차량이 하위차로를 이용토록 유도

1㎞ 이상의 장대터널인 경우 : 안전에 문제가 없는 구간에 한해 제한적으로 진로변경을 허용하되 터널내 전광안내판 및 노면표시 등 충분한 교통안전시설 보강설치

다. 터널과 출입시설간 이격기준은 현행(2㎞)대로 하되, 특수지형 등에 한하여 변경된 기준을 적용

11. 검토결론

가. 이격거리 기준 적용방안

■ 터널과 출입시설에 대한 현행기준은 상세설계를 위한 자료로서는 다소 미흡한 측면이 있으나 적용상 제시된 문제점이 없고 출입시설 배치계획을 위한 개략적 검토기준으로서의 활용성을 고려하여 터널과 출입시설 간격설정 등을 위한 기준으로서 계속 적용

■ 터널내는 원칙적으로 진로변경을 금지

나. 터널에서 출입시설간 근접구간 세부검토 기준

■ **이격거리 설정 기준점** : 터널 출구와 출입시설 감속차로 시점간 거리

■ **이격거리 기준** : 차로별, 설계속도별 소요 이격거리 이상 확보

(단위 : m)

편도 차로수	*설계속도(km/h)*				
	80	***90***	***100***	***110***	***120***
2	*380*	*430*	*480*	*530*	*590*
3	*600*	*680*	*750*	*840*	*930*
4	*830*	*930*	*1,030*	*1,140*	*1,260*

■ 부득이하게 이격거리가 부족한 경우

- 500m 예고표지판을 설치하되 터널내에서는 전광안내판으로 대체
- 1㎞ 미만의 터널인 경우 : 터널 진입전에 차로를 지정하는 기능을 가진 문형식 표지(붙임#1참조)를 설치하여 진출차량이 하위차로를 이용토록 유도
- 1㎞ 이상의 장대터널인 경우 : 안전에 문제가 없는 구간에 한해 제한적으로 진로변경을 허용하되 터널내 전광안내판 및 노면표시 등 충분한 교통안전시설 보강설치

■ 터널설치로 인해 2㎞ 및 1㎞ 예고표지판(문형식)이 500m 이상 이동 설치되어야 할 경우 표지판 설치의 일관성 유지를 위해 당초 위치에 터널내 전광안내판을 설치(붙임#2참조)

12. 향후 추진계획

- 이격거리에 따른 터널내 차로변경과 관련하여 향후 지속적인 추적조사를 포함한 연구를 통해 이격거리 기준의 확대 적용방안을 검토할 예정임

13. 적용방안

- 설계중인 구간은 2003. 1월 이후 준공용역부터 우선 적용하고,
- 설계완료구간 및 공사발주된 노선중 미시공 구간에 대하여는 공사시행시 변경된 기준에 의거 설계변경 조치

2-5 고속도로 입체교차로의 연결로내에서의 분합류시 접속차로 길이 검토

방 침
기 술 의 10410-191 ('02.12.12)

1. 검토목적

연결로에서 또다른 연결로로의 분류나 합류는 설계속도가 같으므로 도로의 구조·시설기준에 관한 규정에서 제시한 가·감속차로의 길이계산 방법을 적용하기는 곤란하므로 연결로내 분합류시 안전하게 차선을 변경하기 위하여 합리적인 접속차로 길이 적용기준을 정립하고자 함.

2. JCT 분·합류 접속차로장 기설계현황 및 문제점

가. 기설계현황

접속차로길이(m) / 테이퍼길이(m)

JCT명	분류시 접속차로연장(m)	비고	합류시 접속차로연장(m)	비고
춘천	직접식 (L=69~82m)		직접식 (L=53~63m)	
전주	100 / 60		-	
광양	100 / 60		100 / 60	
여주	-		97 / 70	2+1 → 2
여주	-		107 / 80	1+1 → 1
장성	직접식 (L=105m)		120 / 60	1+1 → 1
함평	100 / 60		100 / 60	
신갈	-		110~130 / 60~80	
호법	140 / 60		직접식 (L=60m)	
만종	직접식 (L=60m)		직접식 (L=60m)	
대저	-		90 / 60	
판교	직접식 (L=60m)		80 / 60	3+1 → 3
지곡	직접식 (L=80m)		직접식 (L=80m)	
원곡	-		160 / 80	
장성	직접식 (L=80m)		100~160 / 50	

나. 문제점

연결로에서 접속차로 길이에 대한 적용기준이 없어서 설계시마다 접속차로 길이가 상이하고, 또한 일부구간은 접속차로 길이가 길어서 비경제적인 측면이 있는 등 문제점이 상존해 있음.

3. 접속차로장 설계기준

가. 본선에 접속하는 가감속차로 차로수 산정 검토

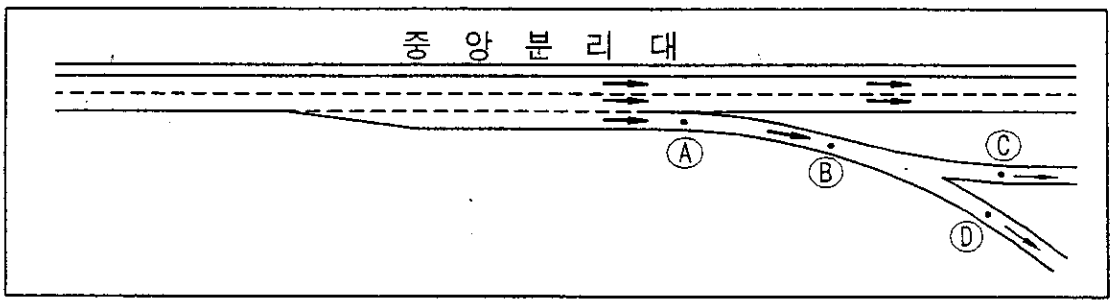
나. 연결로내 분합류시 접속차로 길이 검토

1) 연결로내에서의 분합류시 접속차로 길이검토

2) 변이구간 길이 검토

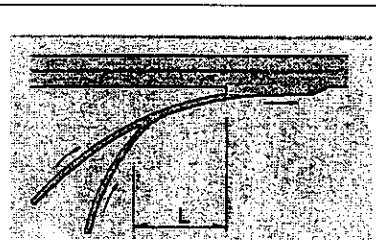
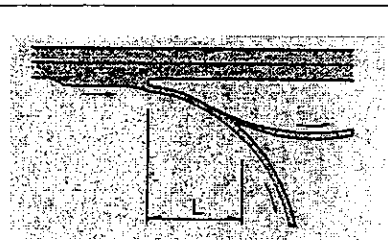
3) 사전검토사항

- 각 연결로의 차로수 결정(Ⓑ, Ⓒ, Ⓓ)
- 연결로의 본선 접속부 서비스 수준 분석에 따른 연결로 차로수 산정(Ⓐ)
- Ⓐ와 Ⓑ지점의 차로수를 동일하게 적용하고 연결로내 분류전 및 합류후 차로수(Ⓑ)가 분류후 합류전 차로수의 합(Ⓒ+Ⓓ)보다 적을 경우 접속차로 설치



4. 검토시 고려사항

가. 접속단간의 거리기준

구 분	최소 이격거리	비 고	
지방지역	240m		
도시지역	180m	합 류	분 류

- 접속단간의 거리사이에 접속차로 및 변이구간이 설치되어야 함.

나. 유출부 표지판 간격

유출부에서는 본선에서 유출후 연결로상에서 표지판을 인지하고 진행할 방향을 판단할수 있도록 표지판 설치를 위한 간격이 필요함.

다. 차로변경 길이

한 차로 변경하는데 필요한 길이 확보→ 이때 한 차로 변경하는데 필요한 시간은 차로폭이 3.6m인점을 고려하여 3.6초로 한다.

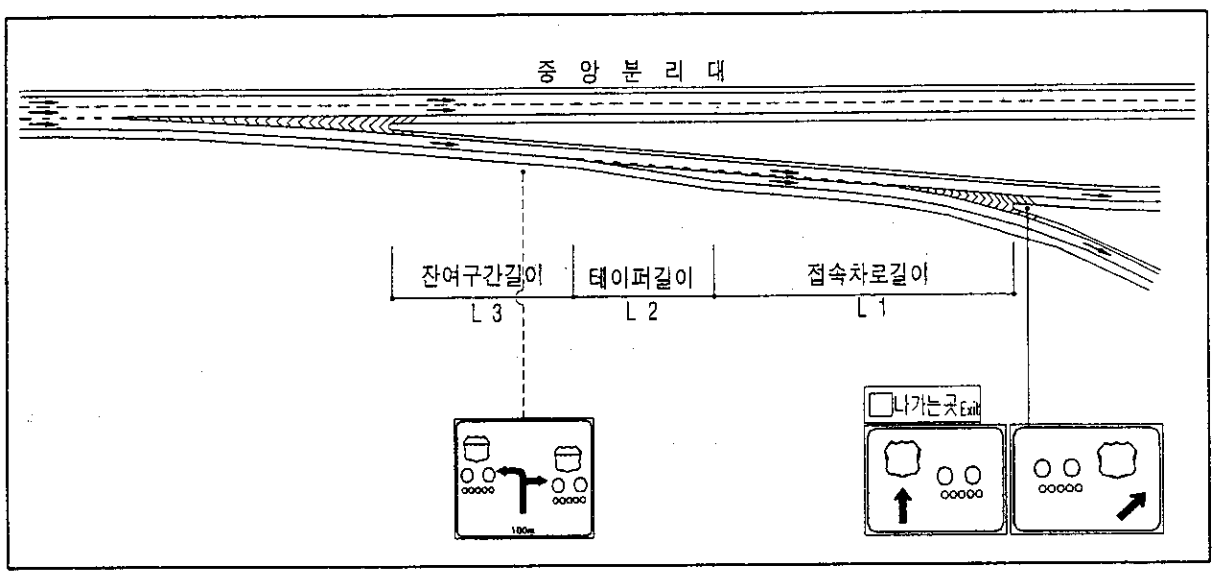
- $L = \frac{1}{3.6} V \times t$ $\quad V$: 설계속도, $t = 3.6$초
- 설계속도 60㎞/h인 경우 60m
- 설계속도 50㎞/h인 경우 50m
- 연속된 분·합류부는 직결연결로에서 이루어지므로 40㎞/h는 배제

라. 유입기회 고려

유입에서는 합류되는 연결로 교통이 주연결로 교통에 합류하기 위하여 대기 주행하는 유입기회에 대한 고려 필요

→ 교통밀도에 의한 합류부 서비스 수준 검토

5. 유출부에서 연결로내 분류시 접속차로 연장 검토



가. 테이퍼 길이 산정

◦ 도로의 구조·시설기준에 관한 규칙에 의거 다음 길이로 적용

설계속도(㎞/h)	60	50	비고
테이퍼길이(m)	60	60	

나. 분류시 접속차로 길이 산정

◦ 연결로내 분류시 접속차로 길이는 본선에서 분기후 일정구간 주행한 후 운전자가 표지판 인지후 한 개 차로 변경하는데 필요한 길이(3.6초 주행거리)이상 확보

◦ 표지판 설치는 변이구간이 끝나는 지점에 설치하여 운전자의 인식이 용이토록 함이 타당

설계속도 (㎞/h)	분 류 시 접 속 차 로 길 이 (m)			비 고 (접속단간 거리)
	한 개 차로 변경에 필요한 길이	독일기준 길이	적용 길이	
60	60	90	60	지방지역 : 240m 이상
50	50	70	50	도시지역 : 180m 이상

※ 독일기준은 RAL-K-2, RAS-K-2-B의 기준임

◦ 분류부는 분류후의 차로수의 합이 분류전(접속차로 이전) 차로수보다 한개 차로가 많아지므로 차로수 균형이 적정하고 운전자가 표지판을 인지후 한개차로 변경에 필요한 길이만 충족시키면 분류부 접속차로 길이는 충분하다고 판단됨.

다. 접속단간의 거리와 비교분석

설계속도 (㎞/h)	접속단간 거리(m)	분류시 접속차로 길이(m)	테이퍼 길이(m)
60	240 이상	60	60
50	180 이상	50	60

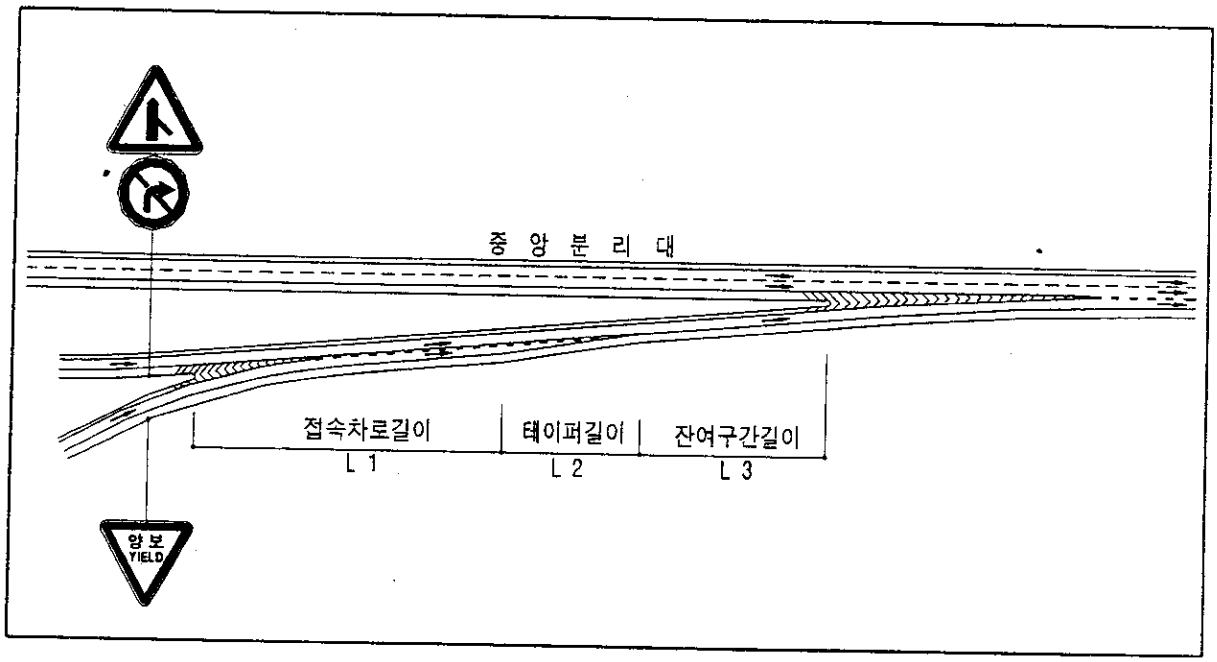
◦ 본선에서 유출후 변이구간 시점까지의 잔여구간 길이가 70~120m 이상으로 설계속도로 주행시 약 4~8초 주행후 차로변경이 이루어지므로 적정한 것으로 판단됨.

라. 분류시 접속차로의 형식은 평행식 사용을 원칙으로 하되, 직접식도 사용 가능

◦ 접속차로 길이확보가 용이

◦ 운전자의 차선에 대한 시인성이 양호

6. 유입부에서 연결로내 합류시 접속차로 연장 검토



가. 테이퍼 길이 산정

◦ 도로의 구조·시설기준에 관한 규칙에 의거 다음 길이로 적용

설계속도(㎞/h)	60	50	비고
테이퍼길이(m)	60	60	

나. 합류시 접속차로 길이 산정

◦ 연결로 상호간 합류후 접속차로 길이는 한 개 차로 변경하는데 필요한 길이(3.6초 주행거리) 이상 확보하고 합류후 일정구간 주행한 후 본선에 재합류할 수 있도록 길이 산정

설계속도 (㎞/h)	합 류 시 접 속 차 로 길 이 (m)			비 고 (접속단간 거리)
	한 개 차로 변경에 필요한 길이	독일기준 길이	적용 길이	
60	60	90	90	지방지역 : 240m 이상
50	50	70	70	도시지역 : 180m 이상

※ 독일기준은 RAL-K-2, RAS-K-2-B의 기준임

다. 접속단간의 거리와 비교분석

설계속도 (㎞/h)	접속단간 거리(m)	합류시 접속차로 길이(m)	테이퍼 길이(m)
60	240 이상	90	60
50	180 이상	70	60

◦ 연결로내 합류후 변이구간 종점에서 본선 Nose까지 길이가 50~90m 이상으로 설계속도로 주행시 약 3~6초 주행후 본선 Nose에 도달하게 되고 안전지대(갈매기차로)를 지나 본선에 합류하게 되므로 적정한 것으로 판단됨.

라. 합류시 접속차로의 형식은 다음과 같은 사유로 평행식 사용을 원칙으로 함.

◦ 접속차로 확보가 용이

◦ 운전자의 차선에 대한 시인성이 양호

◦ 유입부에서는 유입하려는 차량의 대기공간 확보가 용이

7. 분·합류부 서비스수준 분석에 의한 검토

가. 개 요

연결로의 교통량에 따른 차로수를 결정하고, 연결로간의 분·합류부, 본선과 연결로간의 분·합류부 서비스수준은 도로용량편람(2001)에서 제시된 방법으로 분석하여 일정수준 이상의 서비스수준을 유지하도록 하여야 한다.

나. 분합류부 서비스 수준

분합류부 서비스수준은 연결로의 교통량에 따라 다르게 나타나므로 본선에서 분류 또는 합류되는 연결로가 교통용량에 접근한 경우의 교통량이 분류 또는 합류시 가장 불리한 경우를 가정하여 검토함.

다. 적용기하구조

구 분	설계속도 (㎞/h)	접속단간 거리(m)	접속차로 길이(m)	테이퍼 길이(m)
분류시	60	240	60	60
	50	180	50	60
합류시	60	240	90	60
	50	180	70	60

라. 연결로의 교통량 가정(최대서비스 교통량, 단위 : pcu)

설계속도(㎞/h)	1차로용량	2차로용량	비 고
60	1,800 (2,000)	3,600 (3,900)	
50	1,700 (1,900)	3,400 (3,500)	

( )안의 값 : HCM의 경우

마. 검토결과

연결로 분·합류부에 적용된 기하구조의 경우 도로용량편람(2001)과 HCM(2000) 방식 모두에서 분·합류부 서비스수준이 "D" 이상을 유지하므로 연결로내 분·합류시 접속차로 길이는 적정한 것으로 판단됨. (별첨#1 참조)

8. 검토결론

가. 연결로내 분·합류부 접속차로 길이 및 테이퍼 길이 적용기준

설계속도 (㎞/h)	접속단간 거리(m)	접속차로 길이(m)		테이퍼 길이(m)
		분류시	합류시	
60	240 이상	60	90	60
50	180 이상	50	70	60

나. 분·합류부는 평행식 접속을 원칙으로 하되, 분류부는 직접식도 적용 가능

9. 적용방안

- 설계중인 구간은 2003. 1월 이후 준공용역부터 우선 적용하고,
- 설계완료구간 및 공사발주된 노선중 미시공 구간에 대하여는 공사시행시 공사여건 및 공정 등을 판단하여 적용

별첨 #1

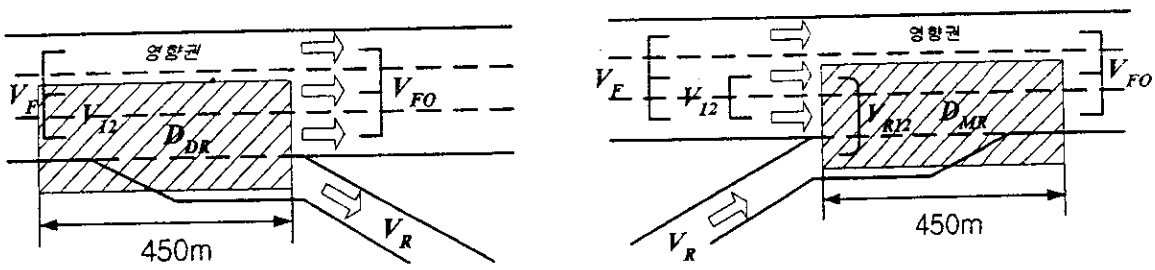
연결로 분합류부 서비스수준 분석방법

2002. 11.

기 술 심 사 실

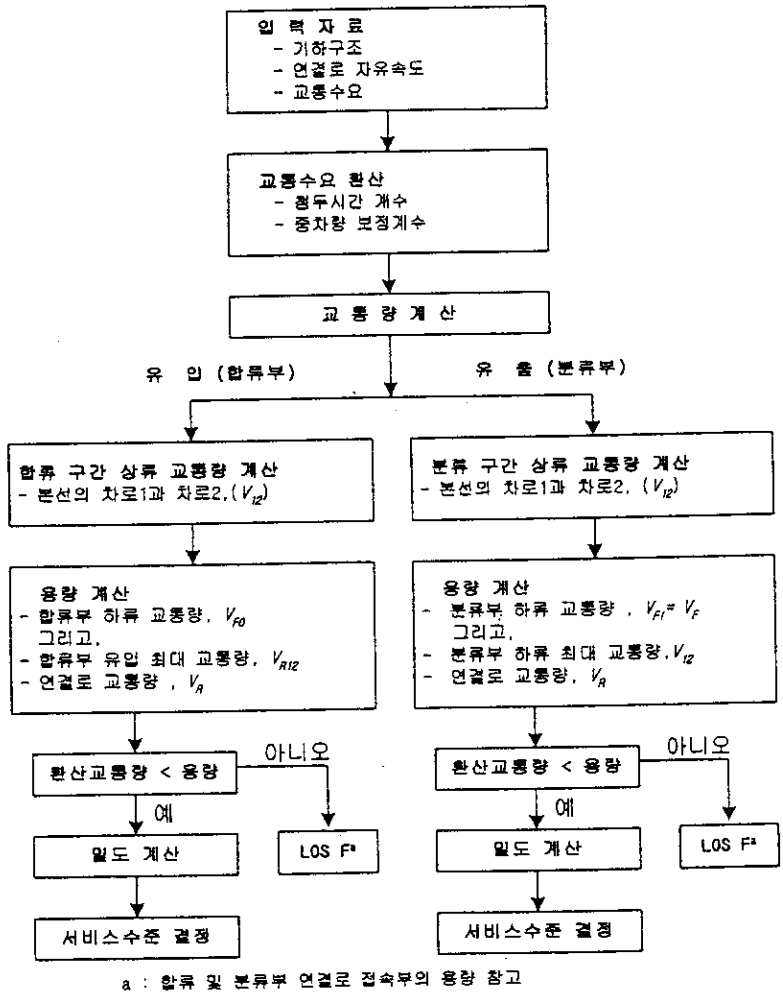
1. 도로용량 편람(2001)에 의한 분석

가. 분석방법 : 연결로 접속부의 영향권 밀도(보조차도를 포함하여 접속차로로부터 두 개 차근의 평균밀도)분석



(a) 우분류 연결로 접속부 (b) 우합류 연결로 접속부

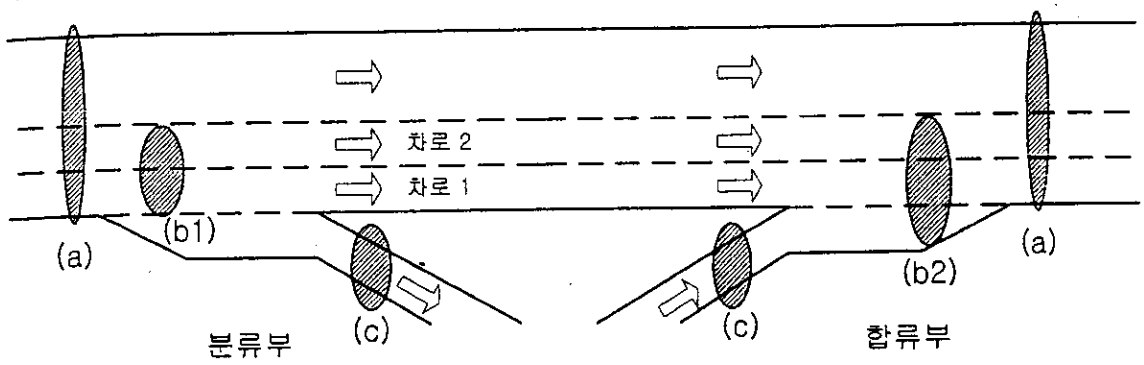
[연결로 접속부 영향권]



a : 합류 및 분류부 연결로 접속부의 용량 참고

[연결로 접속부 분석 과정도]

나. 용량 및 서비스 수준



① 연결로 접속부 용량

본선 자유속도 (kph)	분류부 및 합류부 본선 교통량(pcph)[a]			영향권 용량	
	2차로	3차로	4차로 이상	유출부 교통량 (pcph)[b1]	유입부 교통량 (pcph)[b2]
≤120	≤4,600	≤6,900	≤2,300/차로	4,400	4,600
≤110	≤4,500	≤6,750	≤2,250/차로	4,400	4,600
≤100	≤4,400	≤6,600	≤2,200/차로	4,400	4,600
≤90	≤4,200	≤6,300	≤2,100/차로	4,400	4,600

② 연결로 용량

연결로의 자유속도(kph)	연결로의 용량(pcph)[c]	
	1차로 연결로	2차로 연결로
> 70	≤2,000	≤4,000
≤ 70	≤1,900	≤3,800
≤ 60	≤1,800	≤3,600
≤ 50	≤1,700	≤3,400
< 40	≤1,600	≤3,200

③ 서비스 수준

서비스수준	밀 도 (pcpkmpl)
A	≤ 6
B	≤ 12
C	≤ 17
D	≤ 22
E	> 22
F	용량 초과

다. 연결로 접속부 밀도 예측

합류부 : $D_{MR} = 0.2048+0.003185\times V_R+0.005989\times V_{12}-0.00101\times L_A$

분류부 : $D_{DR} = 0.5108+0.00589\times V_{12}-0.0043\times L_D$

여기서, D_{MR} = 합류 영향권의 평균 밀도(pcpkmpl)

D_{DR} = 분류 영향권의 평균 밀도(pcpkmpl)

① 합류부 영향권 비 계산(P_{FM})

구 분		$V_{12} = V_F\times P_{FM}$	(식 4-3)
본선 편도 2차로		$P_{FM} = 1.00$	(식 4-4)
본선 편도 3차로	독립 합류부	$P_{FM} = 0.5127+0.000193\times V_R$	(식 4-5)
	연속 분류-합류 중 합류부	$P_{FM} = 0.635-0.000022\times(V_R+V_F)-0.00504\times(V_u/L_u)$	(식 4-6)
본선 편도 4차로		$P_{FM} = 0.094-0.0000203\times V_R+0.0502(L_A/S_{FR})$	(식 4-7)

② 분류부 영향권 비 계산(P_{FD})

구 분		$V_{12} = V_R+(V_F-V_R)\times P_{FD}$	(식 4-8)
본선 편도 2차로		$P_{FD} = 1.00$	(식 4-9)
본선 편도 3차로	독립 분류부	$P_{FD} = 0.609-0.0000004\times V_F-0.00015\times V_R$	(식 4-10)
	연속 분류-합류 중 분류부	$P_{FD} = 0.7960-0.0000758\times V_F+0.0259\times(V_d/L_d)$	(식 4-11)
본선 편도 4차로		$P_{FD} = 0.453$	(식 4-12)

주) 여기서,

V_{12} = 접속차로로부터 두 번째 차로까지의 교통량(pcph)

V_F = 합류부 및 분류부 상류의 본선 교통량(pcph)

P_{FM}, P_{FD} = 합류부, 분류부의 영향권 비

V_R = 분석 대상 연결로의 교통량(pcph)

L_A, L_D = 가속차로, 감속차로의 길이(m)

V_u, V_d = 인접 상류부, 하류부 연결로의 교통량(pcph)

L_u, L_d = 인접 상류부, 하류부 연결로까지의 거리(m)

S_{FR} = 분석 대상 연결로의 자유속도(kph) : 설계속도

2. Highway Capacity Manual 2000(미국)에 의한 분석

가. 분석방법 : 국내 도로용량 편람과 같이 연결로 영향구간의 밀도(승용차/Km/차로)에 의해서 분석

나. 용량 및 서비스 수준

① 연결로 용량

연결로의 자유속도, S_{FR}(km/h)	용 량 (pc/h)	
	1차로 연결로	2차로 연결로
>80	2,200	4,400
>65-80	2,100	4,100
>50-65	2,000	3,800
≥30-50	1,900	3,500
<30	1,800	3,200

② 연결로 접속부 용량

본선 자유속도 (km/h)	분·합류부 본선 교통량				영향권 교통량 (V_{12}) (pc/h)	
	일방향 차로수					
	2	3	4	5	유출부	유입부
120	4,800	7,200	9,600	2,400/차로	4,400	4,600
110	4,700	7,050	9,400	2,350/차로	4,400	4,600
100	4,600	6,900	9,200	2,300/차로	4,400	4,600
90	4,500	6,750	9,000	2,250/차로	4,400	4,600

③ 서비스 수준

서비스 수준	최대 밀도(pc/km/in)
A	≤6
B	>6-12
C	>12-17
D	>17-22
E	>22
F	용량초과

다. 연결로 영향구간의 밀도예측

■ 합류부 : $D_R = 3.402 + 0.00456V_R + 0.0048V_{12} - 0.01278L_A$

D_R = 합류 영향권의 밀도, pc/km/in,

V_R = 연결로 첨두15분 교통류율, pc/h

V_{12} = 영향권에 진입하는 교통류율, pc/h, and

L_A = 가속차로 길이, m

■ 분류부 : $D_R = 2.642 + 0.0053V_{12} - 0.0183L_D$

D_R = 분류 영향권의 밀도, pc/km/in,

V_{12} = 영향권에 진입하는 교통류율, pc/h, and

L_D = 감속차로 길이, m

■ 합류부

$$V_{12} = V_F \times P_{FM}$$

$$P_{FM} = 0.5775 + 0.000092L_A \quad \text{(EQ1)}$$

$$P_{FM} = 0.7289 - 0.000013(V_F+V_R) - 0.002048S_{FR} + 0.00020Lup \quad \text{(EQ2)}$$

$$P_{FM} = 0.5487 + 0.0801V_D/L_{down} \quad \text{(EQ3)}$$

$$P_{FM} = 0.2178 - 0.000124V_R + 0.05887L_A/L_{FR} \quad \text{(EQ4)}$$

Relevant Statistics

Statistic	Units	EQ 1	EQ 2	EQ 3	EQ 4
R^2		0.93	0.96	0.89	0.97
SE	pc/h	202	143	219	128
V_F Range	pc/h	950-7792	950-7280	2038-5886	4012-9102
V_R Range	pc/h	112-2310	160-1822	160-2310	244-672
L_A Range	m	325-2300	N/A	N/A	695-1335
S_{FR} Range	km/h	N/A	48-85	N/A	51-80
V_D Range	pc/h	N/A	2000-4500	80-1122	N/A
L_{down} Range	m	N/A	N/A	366-1829	N/A
L_{up} Range	m	N/A	127-823	N/A	N/A

Selection Martix

Configuration	4-Line Freeway	6-Line Freeway	8-Line Freeway
Isolated	P_{FM} = 1.000	EQ1	EQ 4
w/Upstream On-Ramp	P_{FM} = 1.000	EQ1	EQ 4
w/Upstream Off-Ramp	P_{FM} = 1.000	EQ2 or EQ1	EQ 4
w/Downstream On-Ramp	P_{FM} = 1.000	EQ1	EQ 4
w/Downstream Off-Ramp	P_{FM} = 1.000	EQ3 or EQ1	EQ 4

V_F, V_R, V_{12} (pc/h) : L_A, L_{up}, L_{down}(m) : S_{FR}(km/h)

■ 분류부

$$V_{12} = V_R + (V_F - V_R)P_{FD}$$

$$P_{FD} = 0.760 - 00000025_{VF} - 0.000046_{VR} \quad \text{(EQ5)}$$

$$P_{FD} = 0.717 - 0.000039V_F + 0.184Vu/Lup \quad \text{(EQ6)}$$

$$P_{FD} = 0.616 - 0.000021V_R + 0.038V_D/Ldown \quad \text{(EQ7)}$$

$$P_{FD} = 0.436 \quad \text{(EQ8)}$$

Relevant Statistics

Statistic	Units	EQ 5	EQ 6	EQ 7	EQ 8
R^2		0.87	0.92	0.97	0.85
SE	pc/h	156	119	77	138
V_F Range	pc/h	3624-6190	3264-6190	3763-5973	5382-8278
V_R Range	pc/h	502-1688	502-1688	502-696	468-1238
L_A Range	m	325-2300	N/A	N/A	N/A
S_{FR} Range	km/h	N/A	236-548	N/A	N/A
V_D Range	pc/h	N/A	610-1372	N/A	N/A
L_{down} Range	m	N/A	N/A	476-1219	N/A
L_{up} Range	m	N/A	N/A	290-427	N/A

Selection Martix

Configuration	4-Line Freeway	6-Line Freeway	8-Line Freeway
Isolated	P_{FM} = 1.000	EQ5	EQ 8
w/Upstream On-Ramp	P_{FM} = 1.000	EQ6 or EQ5	EQ 8
w/Upstream Off-Ramp	P_{FM} = 1.000	EQ5	EQ 8
w/Downstream On-Ramp	P_{FM} = 1.000	EQ5	EQ 8
w/Downstream Off-Ramp	P_{FM} = 1.000	EQ7 or EQ5	EQ 8

V_F, V_R, V_{12}, V_D(pc/h) : L_D, L_{up}, L_{down}(m)

3. 분합류부 서비스수준 분석에 의한 검토

■ 연결로상 분합류부의 서비스수준 분석기법은 국내외에서 제시된 자료가 없으므로 본선상 분합류부 서비스 수준분석에서 적용되고 있는 방식에 따라 검토하여 연결로상 분합류부 변속차로 길이의 적정성을 검토하고자 함.

■ 분합류부 서비스수준은 연결로의 교통량에 따라 다르게 나타나므로 본선에서 분류 또는 합류되는 연결로가 교통용량에 접근한 경우의 교통량이 분류 또는 합류시 가장 불리한 경우를 가정하여 검토함.

■ 적용기하구조

구 분	설계속도 (㎞/h)	접속단간 거리(m)	접속차로 길이(m)	테이퍼 길이(m)
분류시	60	240	60	60
	50	180	50	60
합류시	60	240	90	60
	50	180	70	60

■ 연결로의 교통량 가정(최대서비스 교통량, 단위 : pcu)

설계속도(km/hr)	1차로용량	2차로용량	비 고
60	1,800 (2,000)	3,600 (3,900)	
50	1,700 (1,900)	3,400 (3,500)	

( )안의 값 : HCM의 경우

가. 분류부 검토

1) 도로용량편람(2001) 분류부 분석에 의한 검증

구 분	설계속도 (km/hr)	분류전 연결로 최대교통량 V_f(pcu)	분류교통량비 (V_{f0} : Vr.%)		교통밀도분석				LOS
			V_{f0}	Vr	V_{12}	Vr	Ld	Dr	
1차로→ 1+1차로	60	1,800	50% 70% 90%	50% 30% 10%	1,800 1,800 1,800	900 540 180	120 120 120	10.6 10.6 10.6	B B B
	50	1,700	50% 70% 90%	50% 30% 10%	1,700 1,700 1,700	850 510 170	110 110 110	10.05 10.05 10.05	B B B
2차로→ 2+1차로	60	3,600	50% 70% 90%	50% 30% 10%	3,600 3,600 3,600	1,800 1,080 360	120 120 120	21.2 21.2 21.2	D D D
	50	3,400	50% 70% 90%	50% 30% 10%	3,400 3,400 3,400	1,700 1,020 340	110 110 110	20.06 20.06 20.06	D D D

2) H.C.M 2000에 의한 분류부 분석에 의한 검증

구 분	설계속도 (km/hr)	분류전 연결로 최대교통량 V_f(pcu)	분류교통량비 (V_{f0} : Vr.%)		교통밀도분석				LOS
			V_{f0}	Vr	V_{12}	Vr	Ld	Dr	
1차로→ 1+1차로 (LOS"E")	60	2,000	50%	50%	2,000	1,000	120	11.05	B
			70%	30%	2,000	600	120	11.05	B
			90%	10%	2,000	200	120	11.05	B
	50	1,900	50%	50%	1,900	950	110	10.7	B
			70%	30%	1,900	570	110	10.7	B
			90%	10%	1,900	190	110	10.7	B
2차로→ 2+1차로 (LOS"D")	60	3,800	50%	50%	3,800	1,900	120	20.59	D
			70%	30%	3,800	1,140	120	20.59	D
			90%	10%	3,800	380	120	20.59	D
	50	3,500	50%	50%	3,500	1,790	110	19.18	D
			70%	30%	3,500	1,050	110	19.18	D
			90%	10%	3,500	350	110	19.18	D

3) 분류부 검토결과

- 연결로 분류부에 적용된 기하구조의 경우 도로용량편람과 HCM방식 모두에서 분류부서비스 수준이 LOS "D"이하를 유지하므로 연결로내 분류시 접속차로 길이는 적정한 것으로 판단됨.

나. 합류부 검토

1) 도로용량편람(2001) 합류부 분석에 의한 검증

구 분	설계속도 (km/hr)	합류전 연결로 최대교통량 V_f(pcu)	합류교통량비 (V_{12} : Vr.%)		교통밀도분석				LOS
			V_{12}	Vr	V_{12}	Vr	Ld	Dr	
1+1차로 →1차로 (LOS"E")	60	1,800	50%	50%	900	900	150	8.31	B
			70%	30%	1260	540	150	9.32	B
			90%	10%	1620	180	150	10.33	B
	50	1,700	50%	50%	850	850	130	7.87	B
			70%	30%	1190	510	130	8.82	B
			90%	10%	1530	170	130	9.78	B
2+1차로 →2차로 (LOS"D")	60	3,600	50%	50%	1800	1800	150	16.57	C
			70%	30%	2520	1080	150	18.59	D
			90%	10%	3240	360	150	20.6	D
	50	3,400	50%	50%	1700	1700	130	15.67	C
			70%	30%	2380	1020	130	17.58	D
			90%	10%	3060	340	130	19.48	D

2) H.C.M 2000에 의한 합류부 분석에 의한 검증

구 분	설계속도 (km/hr)	합류전 연결로 최대교통량 V_f(pcu)	합류교통량비 (V_{12} : Vr.%)		교통밀도분석				LOS
			V_{12}	Vr	V_{12}	Vr	La	Dr	
1+1차로 →1차로 (LOS"E")	60	1,800	50% 70% 90%	50% 30% 10%	1,000 1,400 1,800	1,000 600 200	150 150 150	10.85 10.94 11.04	B B B
	50	1,700	50% 70% 90%	50% 30% 10%	950 1,330 1,710	950 570 190	130 130 130	10.63 10.72 10.82	B B B
2+1차로 →2차로 (LOS"D")	60	3,600	50% 70% 90%	50% 30% 10%	1,900 2,660 3,420	1,900 1,140 380	150 150 150	19.27 19.45 19.63	D D D
	50	3,400	50% 70% 90%	50% 30% 10%	1,750 2,450 3,150	1,790 1,050 350	130 130 130	18.3 18.29 18.46	D D D

다. 합류부 검토 결과

- 연결로 합류부에 적용된 기하구조의 경우, 도로용량편람과 HCM방식 모두에서 합류부 서비스 수준이 LOS "D"이하를 유지하므로 연결로내 합류시 접속차로의 길이는 적정한 것으로 판단됨.

제2장 토 공

문서번호	설계513201-9
보존기간	10년
결재일자	2002. 1. 9
공개여부	

★◉기안	부 장	처 장	본부장	부사장	사 장
오병수 (1/376m)		전결			이 동 걸

건설계획처장: 백석봉 건설관리처장: 양 리 동

법면 가보호망 설치기준 개선

2002. 1.

설 계 처

1.검토목적

○공사시행중 법면의 유실보호 목적으로 설치되는 가보호망이 오히려 조기녹화를 지연하고 해체시 법면을 유실하는등 문제점을 야기하고 있어 조기녹화를 유도하여 사면을 조기 안정화하는 방향으로 법면가보호망 설치기준을 재검토코자 함

2.현행 설치기준 및 문제점

가.설치기준

○절토부 : 토사구간 전체

○성토부 : 1단이상 고성토부(H>6m이상) 전체

나.문제점

○가보호망 설치시 조기녹화시행이 곤란하여 사면안정 지연

○장기간 가보호망 설치후 해체시 철거곤란 및 법면유실 초래

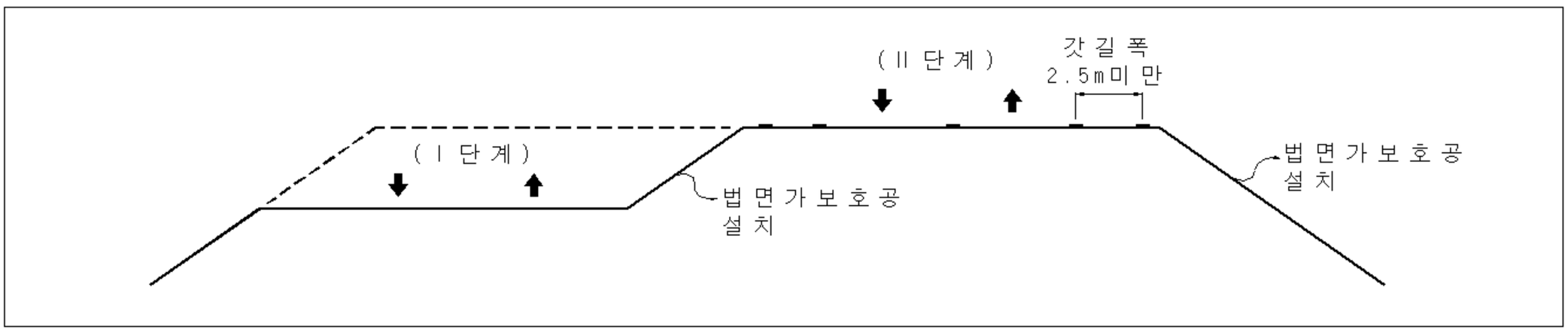
○가보호망 해체시 폐기물처리비 추가 발생

3.설치기준 개선

가.설치기준 개선

현 행	개 선
○절토부 : 토사구간 전체 ○성토부 : 1단이상 고성토부 (H>6m이상) 전체	**확장공사 구간중** ○단계성토시 차량이 소통되는 도로보다 높게 성토되어 공용중인 도로에 흙등이 유입되거나 사면유실의 우려가 있는 법면 ○교통전환시 측방여유폭 부족으로 노면수가 차륜에 튀어 법면세굴이 우려되는 구간

나.단면도



다.기대효과

○절.성토구간의 조기녹화를 유도하여 법면의 조기 안정에 기여

○확장공사 구간의 성토법면의 안정과 운영중인 도로의 안전성 제고

○해체시 폐기물에 의한 환경피해 해소

○예산절감

4.결 론

○고속도로 신설 또는 확장공사 구간에 보호망의 설치가 불필요한 구간은 삭제하고 확장공사 구간의 이용차량 안전과 공사중 도로구조체의 안정을 위해 필요한 부분만 설계 적용

5. 적용방안

○공사착공 및 설계완료후 미착공구간 : 시행부서에서 설계변경 조치

○실시설계중인 노선 : 실시설계시 적용

문서번호	설계도13201-226
보존기간	10년
결재일자	2002. 5 .28

★기안	부 장	처 장	본부장	부 사 장	사 장
		전결			이동희

교량점검공간 확보를 위한

교대앞성토 설치기준

2002. 5.

부장협조	
설계기준부장	박상일
구조물설계부장	출장

한국도로공사

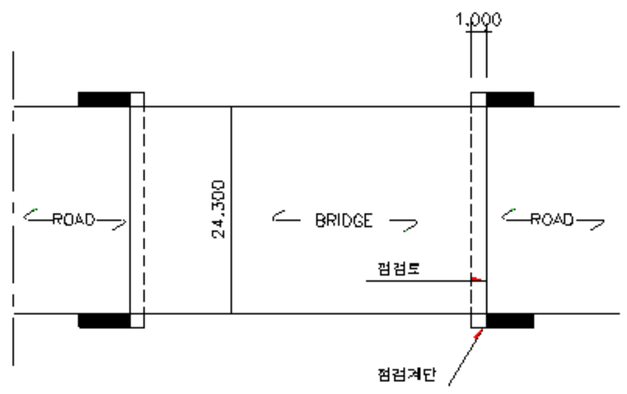
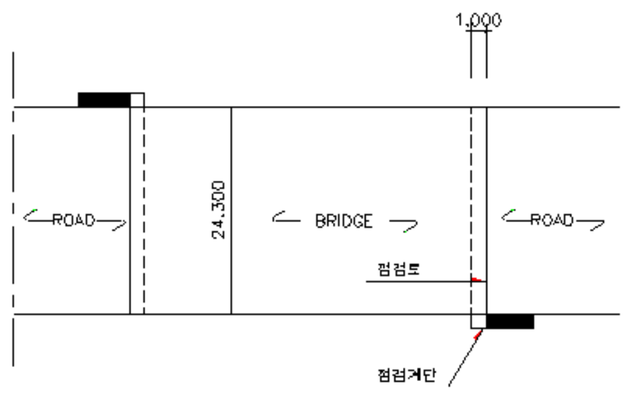
KOREA
HIGHWAY
CORPORATION

설 계 처

1.검토목적

교대부 교량하부점검을 위한 앞성토 쌓기 설치기준을 검토하여 유지관리의 효율성을 증대하고 합리적인 설계기준을 수립코자함

2.교대부 점검시설 설치기준

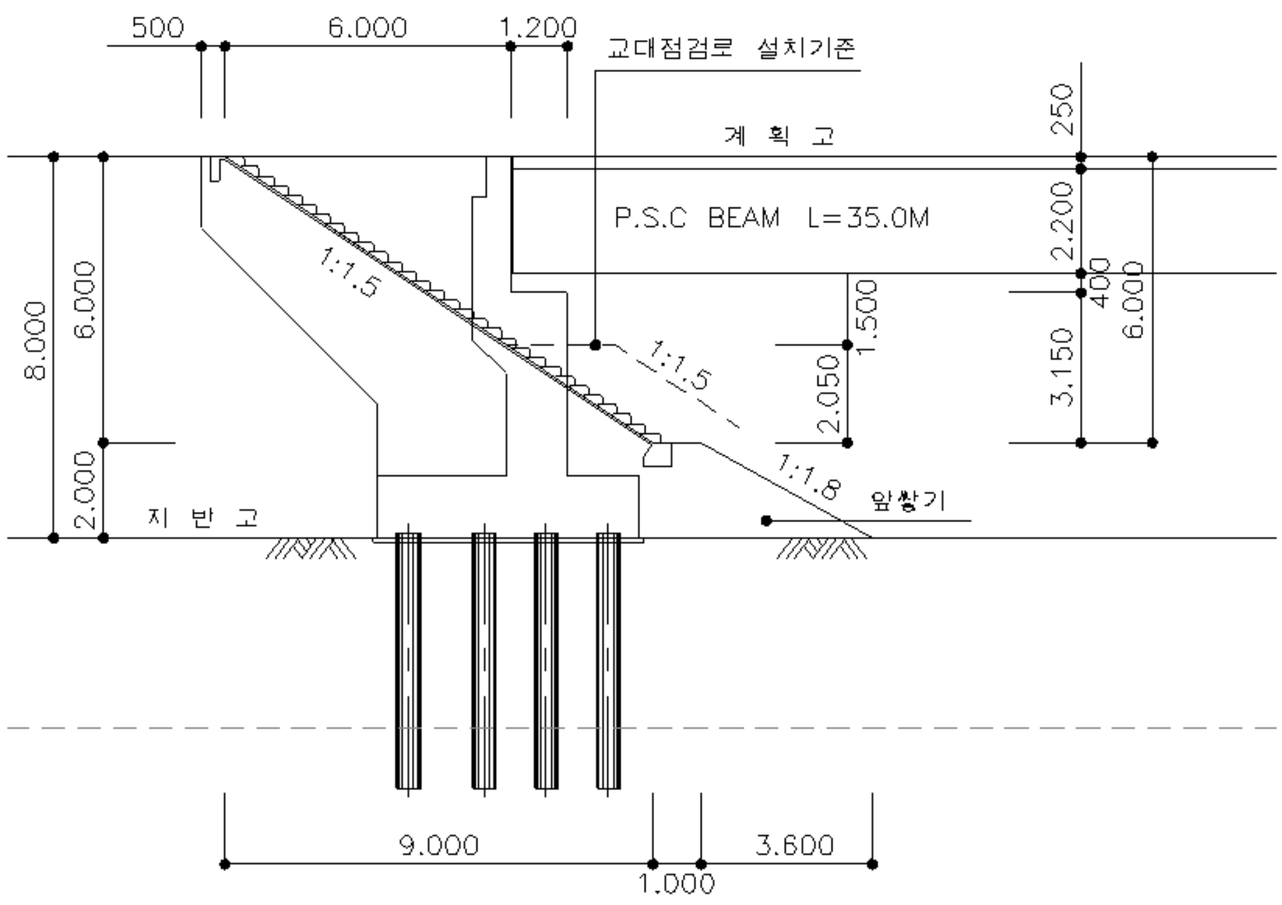
구 분	점검시설	설 치 기 준	비 고
교대부 앞성토가 있는 경우	교량점검계단 (노면에서 앞성토 소단으로 연결)	○ 교량연장30m이상: 교대상하 모두 설치(4개소/1개교량)  ○ 교량연장 30m미만 -교량하부에서 이동이 곤란한 경우: 교대상하 모두 설치(4개소/1개교량) -교량하부에서 이동이 가능한 경우: 교대 상하 양측중 편측설치 (2개소/1개교량)  	설계삼16210 -1056호 ('97.12.27)
교대부 앞성토가 없는 경우	교량점검 난간	○ 앞채움 성토가 없는 교대로 별도의 장비 없이는 접근관찰이 곤란한 경우	설계이16210 - 397호 ('97.6.19)

3.현행 기준의 미비사항

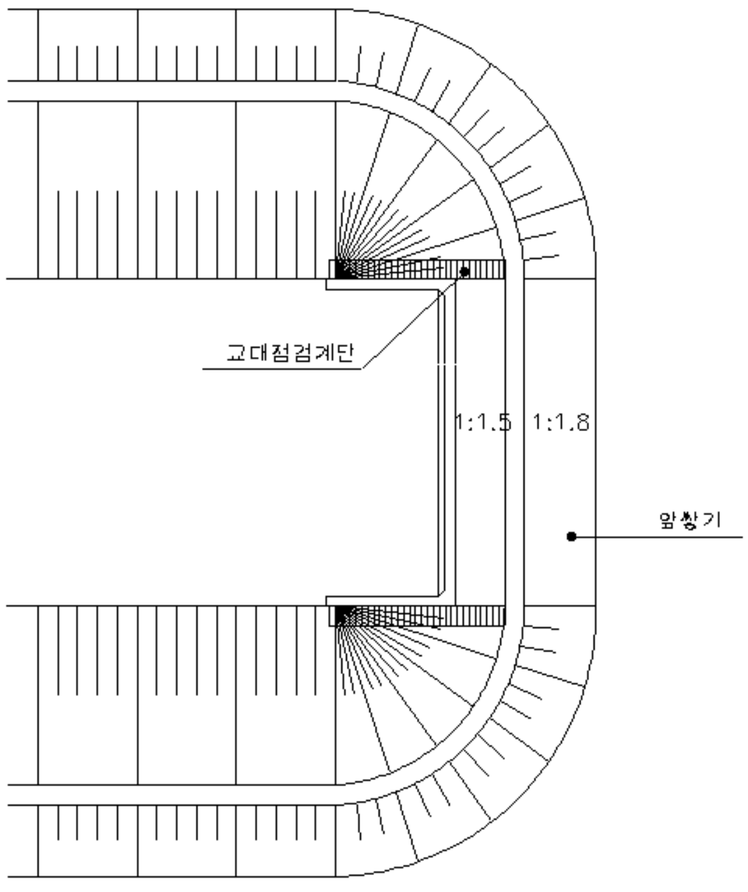
○성토부 쌓기 소단이 노면아래 6m에서 형성되어 교대앞성토 소단도 성토부와 같이 6m에서 설치됨

○이로인해 소단에서 교량하부까지 3.5m이상의 높이차이가 발생하여 별도의 장비 없이는 교좌장치등 교량하부 점검이 곤란한 실정임

종 단 면 도



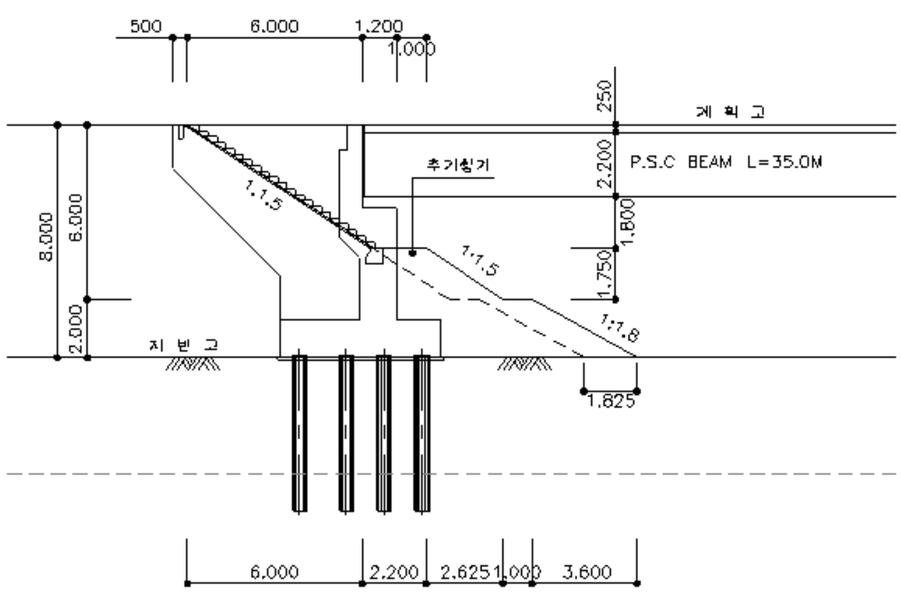
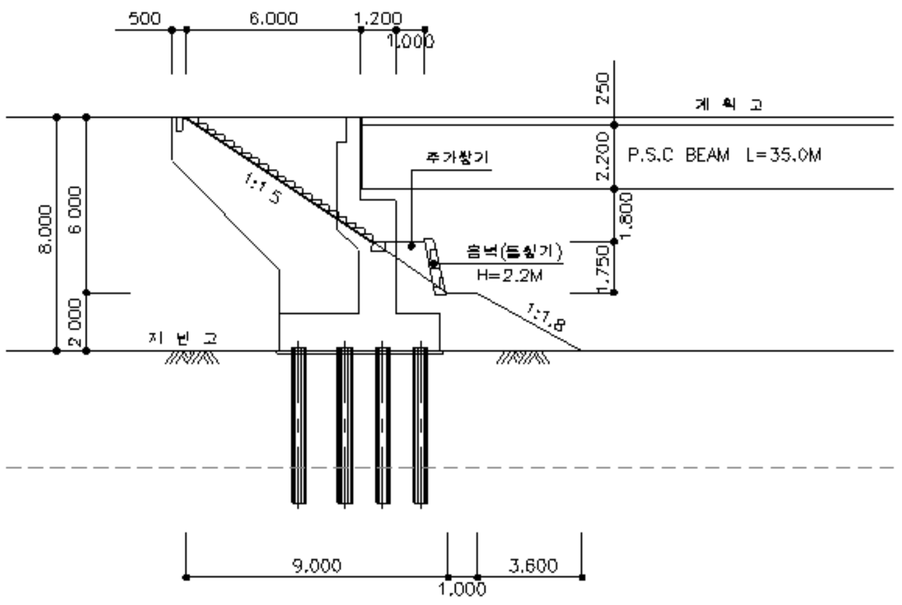
평 면 도



4.개선 방안

○ 교량하부 점검이 가능토록 점검공간 확보 : **폭1.0m , 높이1.8m**

○ 하부공간확보 방안

구 분	1안(소단추가설치)	2안(옹벽쌓기)
개요도		
장단점	◦ 추가구조물이 없어 시공성이 용이 ◦ 교대전면 수동토압증가로 안전성 유리 ◦ 하부공간 추가점유 ◦ 공사비 저렴(140만원/개소)	◦ 구조물이 추가되어 시공성 다소불량 ◦ 하부공간 추가점유가 발생되지 않음 ◦ 공사비 다소 고가(470만원/개소)

5.검토결과

가.적용기준

○ 교량하부공간에 여유가 있어 추가성토시 문제가 없는 경우: 1안적용

○ 교량하부공간에 여유가 없어 추가성토가 불가한 경우 : 2안적용

나.적용방안

○ 실시설계중인 노선 및 공사중에 있는 노선중 변경시행이 가능한 전노선에 적용

★◉기안	부 장	처 장	본부장	부사장	사 장
전경수	기홍훈	전결			이종희
협 조	기술심사실장: 김 [illegible]				

FRP 사면 보강 공법 적용성 검토

2002. 7.

문서번호	설계구10201- 343
보존기간	10년
결재일자	2002. 7. 16.

부 장 협 조	
설계기준부장	[illegible]
도로설계부장	[illegible]

한국도로공사

KOREA
HIGHWAY
CORPORATION

목　　차

1. 검 토 목 적

2. FRP의 특징

3. FRP를 이용한 사면보강 방법

4. 타 공법과의 비교

5. 검토의견

붙임 : 1. FRP사면 보강공법 시공순서
2. FRP사면 보강공법 공사 시방서(안)
3. FRP단가 산출서

1. 검토목적

반영구적이며, 구조적 성능이 뛰어난 FRP(Fiberglass Reinforced Plastic)를 이용한 **사면보강의 적용성을 검토**코자 함.

2. FRP의 특징

가. 개요

섬유강화복합재료로서 유리섬유(Fiber Glass)를 주보강제로 하여 불포화 폴리에스터 수지(Unsaturated Polyester Resin)를 함침 가공한 복합 구조재로서 알루미늄보다 가볍고 철보다 강한 내식, 내열 및 내구성이 우수한, 반영구적인 소재로 매우 큰 강도를 지니고 있으며, 전 산업분야에서 응용분야가 확대되고 있는 신소재 플라스틱 제품

나. 개발역사

◉ 1940 년대 : 유리질 섬유강화 폴리에스텔 등장(GFRP)

◉ 1960 년대 : PAN계 탄소섬유, 피치계 탄소섬유, 아라미드, 알루미나, 실리콘 카바이드등 고강도 섬유 개발

◉ 1980 년대 이후 : 자동차, 항공기, 건설재료(원형 말뚝, Sheet pile, 교량 바닥판) 등 여러분야에서 사용되고 있음

다. 장, 단점

◉ 장점

- 내식성, 내산, 내알칼리성이 매우 우수
- 가볍고 강하며, 단열성이 크고 절연성이 우수

◉ 단점

- 성형방법에 따라 성질의 변화가 큼

3. FRP를 이용한 사면보강 방법

가. 지반 보강개념

◉ 터널의 강관다단 그라우팅 공법과 동일하게 FRP관을 사면에 삽입한후 지반을 다단 그라우팅하여 **지반의 점착력을 증대**시키며, **FRP관의 휨저항을 이용하여 사면의 안정성을 증진**함. (단, 지반조건에 따라 표면의 강선철망은 다른 표면처리공법 적용시 삭제가능)

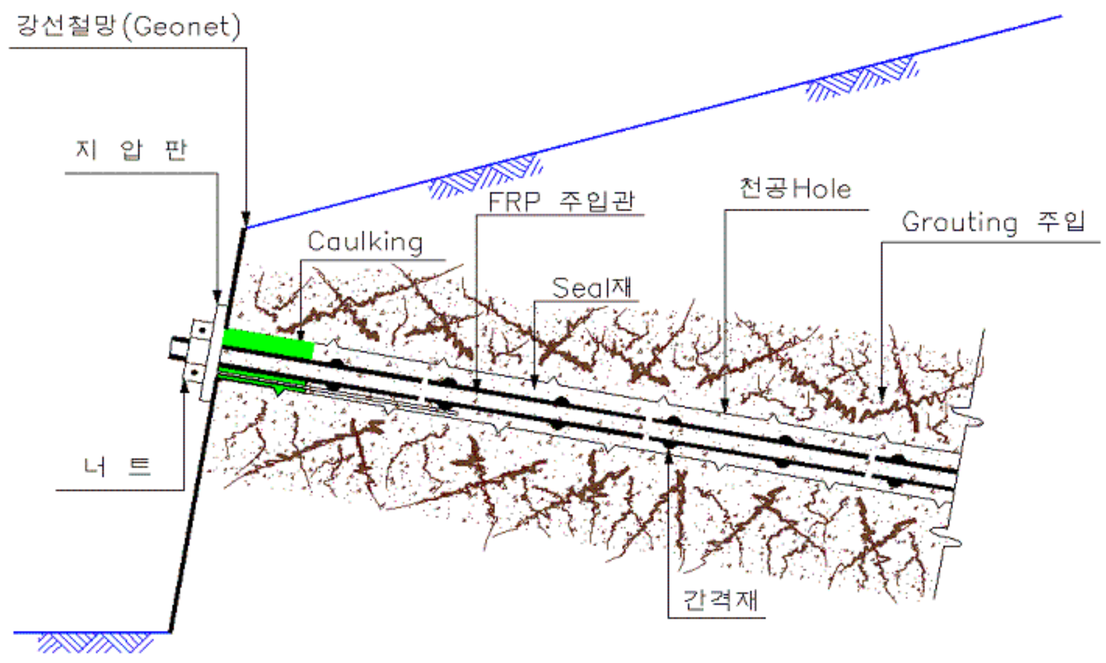


그림 2. FRP보강 그라우팅 공법의 개념도

나. 관련 신기술 및 특허 취득현황

◉ 건설신기술 287호 ('01. 6.22)

- 명 칭: FRP 파이프와 다단그라우팅 장치를 이용한 사면보강공법
- 개발자: 한국도로공사, 고속도로관리공단, 대원토질(주)

◉ 특허 제0331969호 ('02. 3.27)

- 명 칭: 유리섬유보강플라스틱 주입관을 이용한 다단 그라우팅 장치 및 공법
- 특허권자: 한국도로공사, 고속도로관리공단, 대원토질(주)

다. 지반보강 효과

한국지반공학회, 한국도로공사 및 서울대학교의 연구결과에 따르면 표1, 2와 같이 **사질토, 풍화암 및 파쇄대등 그라우팅 효과가 양호한 지반**에 대하여 FRP 관을 이용한 다단보강 그라우팅을 시행한 결과 지반의 점착력 증대효과가 있으며, 내부마찰각의 증대는 거의 없는 것으로 나타남. 지반보강효과는 원지반의 점착력 및 FRP관의 간격에 따라 달리 나타나고 있으며, 애추와 같이 그라우팅 밀크가 원지반

의 점착력 증대에 기여하지 못하고 모두 유실되거나 암이 신선하여 RQD가 큰 지반에서는 다단 그라우팅으로 인한 점착력증대를 기대하기 어렵다고 판단됨.

표 1. FRP 보강 그라우팅 공법의 개발 연구보고서(2000. 9, 한국지반공학회)

구 분 / 적용지반	보강간격 (C.T.C) (M)	보강후 증가된 지반강도정수		비 고
		점착력증가량 (t/㎡)	내부마찰각(°)	
토 사 풍 화 암 암 파쇄대	1.5 × 1.5	0.5~2.5	거의 변화 없음	C값 증가율 ▶ 토 사 : 70% 이상 ▶ 풍 화 암 : 50% 이상 ▶ 암파쇄대 : 35% 이상 Program 해석시 FRP관의 인발내력 또는 인장강도는 별도 계상해야 함.
	2.0 × 1.5	0.4~1.8		
	2.0 × 2.0	0.3~1.4		
	2.5 × 2.0	0.2~1.5		
	2.5 × 2.5	0.2~1.0		
	3.0 × 2.5	0.2~0.8		
	3.0 × 3.0	0.1~0.6		

표 2. FRP 보강 그라우팅 공법의 설계기법 연구(2002. 2, 한국도로공사, 서울대학교)

구 분 / 적용 지반	보강간격(m)	보강후 증가된 지반강도정수	
		점착력 증가량 (t/㎡)	내부마찰각(°)
사질토, 풍화암 지반, 또는 파쇄 암반 등 그라우팅 효과가 양호한 지반	1.5 × 1.5	1.7 ~ 2.3	거의 변화 없음
	2.0 × 2.0	1.6 ~ 2.0	
	2.5 × 2.5	1.4 ~ 1.8	
	3.0 × 3.0	1.1 ~ 1.5	

2) 사면 안정 해석 방법

연구결과에 따라 **지반의 공학적 성질 및 지형 등을 고려하여 설계자가 적합한 점착력 증가량을 선정**하여 설계를 수행하되, **사질토인 경우 2002년 2월의 한국도로공사와 서울대학교의 연구결과를 주로 참조**하고, **풍화암 및 파쇄대의 경우 2000년 9월의 지반공학회 연구결과를 주로 참고**하여 결정함. FRP관과 보강으로 인한 지반과의 마찰력을 Mohr-Coulomb의 파괴이론에 따라 해석할 수 있도록 해야함.

4. 공법비교

가. 공법별 보강원리 및 특징

구분	보강원리	지반조건	특징
FRP 공법	FRP관과 지반의 **마찰력** 및 그라우팅으로 인한 **지반의 점착력 증대**	사질토 및 그라우팅 효과가 좋은 붕적토층 풍화암 및 파쇄대	절리가 심한 풍화암의 경우 다단그라우팅 보강효과로 타공법에 비하여 지반보강 효과 우수
Soil Nailing 공법	지반과 Nail사이의 **마찰력**	토사 또는 토사화된 풍화암	굴착홀이 붕괴되지 않는 지반에 적합
Rock Bolt 공법	암반과 보강재(이형철근)사이의 **마찰력**	암반	절리가 많지 않아 보강시 암괴의 맞물림 효과가 발휘될 수 있는 암반에 적합
Anchor 공법	정착부에서 발휘되는 마찰력 또는 지압력을 이용해 **지반에 Prestress를 가하여** 지반을 안정화 시킴	토사 및 암반	파괴면이 깊은 경우에 적합

나. 경제성 검토

다음과 같이 토질별로 지반을 가정하여 각 공법별로 경제성을 비교

1) 가정한 사면의 지반 조건

구 분	사질토	풍화암	연암이상의 양호한 암반	
			모암	절리면
점착력 및 내부마찰각	c= 2t/m^2 Φ=30°	c= 3t/m^2 Φ=35°	c= 10t/m^2 Φ=38°	c= 2t/m^2 Φ=15°
사면높이	20m, 30m	20m, 30m	20m, 30m	
연장	100m	100m	100m	

(단, 풍화암은 절리면의 틈이 크고 간격이 조밀하여 그라우팅밀크 주입이 양호한 경우임)

2) 사면안정해석시 FRP모델링 및 지반의 점착력 증가량 결정

◉ FRP 모델링

Soil Nailing 및 Rock Bolt(마찰형)와 같이 지반과 보강재와의 마찰력을 고려하며, 다단 그라우팅으로 인한 원지반 점착력의 증가를 고려함.

◉ FRP 보강간격별 지반의 점착력 증가량 결정

- Case1 : 지반의 투수계수가 상대적으로 작아 그라우팅 효과가 불량한 경우로 가정
- Case2 : 지반의 투수계수가 상대적으로 커서 그라우팅 효과가 양호한 경우로 가정

지반종류	Case1		Case2		내부마찰각 증가량(°)
	보강간격(m)	점착력 증가량(t/m^2)	보강간격(m)	점착력 증가량(t/m^2)	
사질토	3.0×3.0	1.25	3.0×2.5	1.3	0
	2.0×2.0	1.6	1.8×2.0	1.8	0
풍화암	2.5×3.0	1.25	2.5×3.0	1.45	0
	2.6×2.0	1.5	2.8×2.0	1.7	
연암이상 양호한 암반	0.8×1.2 ~ 1.5×1.5	0			0
		FRP관과 지반과의 부착력만 고려			

◉ 각 공법별 보강재 수량

공법별 보강재 간격 및 길이 (단위 : m)

공법	지반종류	사질토 지반		풍화암 또는 파쇄대		암반(블럭파괴 예상)			
	사면경사	1:1.2	1:1.2	1:1.0	1:1.0	1:0.5(절리면 각도 35°)		1:0.5(절리면 각도 45°)	
	사면높이 (m)	20	30	20	30	20	30	20	30
FRP 공법 (간격/길이)	case1	3.0×2.5 /8~14	1.8×2.0 /4~20	2.5×3.0 /10~14	2.6×2.0 /6~20	1.5×1.5 /4~5	1.5×1.2 /4~5	1.0×2.0 /4~9	0.8×1.2 /4~11
	case2	3.0×3.0 /8~14	2.0×2.5 /4~20	2.5×3.0 /10~14	2.8×2.0 /6~20				
Soil Nailing 공법(간격/길이)		1.5×1.5 /10~14	1.2×1.2 /10~20	1.5×2.0 /8~16	1.5×1.2 /14~22	-	-	-	-
Anchor 공법 (간격/길이)		2.0×2.0 /18~24	2.0×2.0 /18~24	2.5×3.0 /18	2.0×2.4 /17~23	3.2×2.0 /7~8	3.5×2.0 /7~9	1.9×2.0 /7~13	1.6×2.0 /9~14
Rock Bolt공법 (간격/길이)		-	-	-	-	1.0×2.0 /4~5	1.0×1.6 /4~5	0.9×1.2 /4~10	0.9×0.8 /4~10
비고		풍화암은 Rock Bolt를 시공하기에는 절리면이 많아 부적절한 지반으로 가정한 경우임.							

3) 공사비 비교

FRP 보강공법은 사질토 및 풍화암 또는 파쇄대의 경우 각 지반의 조건에 따라 경제성이 있는 경우가 있으며, 그라우팅 효과가 없으며 대규모 블록파괴가 예상되는 암반의 경우 **타공법에 비하여 비경제적**으로 나타남.

공법별 공사비 비교 결과 (단위 : 백만원)

공법	지반종류	사질토 지반		풍화암 또는 파쇄대		암반(블럭파괴 예상)			
	사면경사	1:1.2	1:1.2	1:1.0	1:1.0	1:0.5(절리면 각도 35°)		1:0.5(절리면 각도 45°)	
	사면높이(m)	20	30	20	30	20	30	20	30
FRP 공법	case1	**285**	1,337	**205**	866	259	378	586	2,135
	case2		**1,205**		**825**				
Soil Nailing 공법		380	**1,265**	229	1,003	-	-	-	-
Anchor 공법		633	1,559	209	**855**	189	216	524	1,002
Rock bolt 공법		-	-	-	-	**98**	**141**	**387**	**911**
비고		풍화암은 Rock Bolt를 시공하기에는 절리면이 많아 부적절한 지반으로 가정한 경우임.							

5. 결론

가. FRP 적용지반은 **다단 그라우팅 효과가 양호한 사질토 및 붕적토층, 절리면 간격이 좁은 풍화암 및 파쇄대**로 하며, 암이 신선하여 그라우팅효과가 나타나지 않는 양호한 암반에 대하여는 비경제적으로 나타남.

나. FRP 보강공법은 관자체의 휨강성과 다단 그라우팅으로 지반의 점착력을 증대시켜 사면안정을 도모하는 공법으로 각 현장의 지반조건에 따라 **타 공법과 경제성 및 보강효과를 고려하여 적용여부를 결정**함.

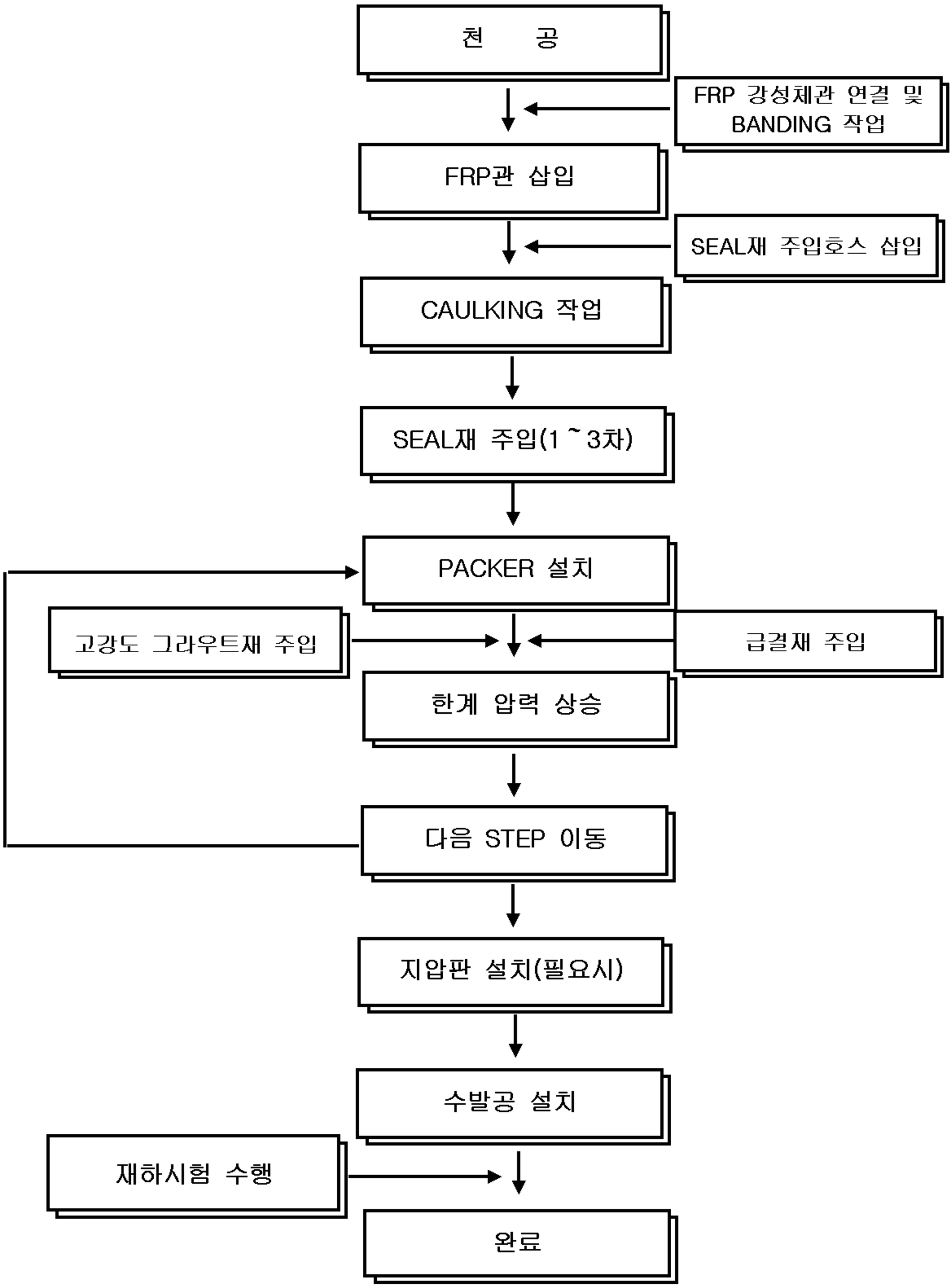
다. 지반 특성상 그라우팅 효과가 불확실하다고 판단되는 경우 전문가의 별도 검토를 거쳐 적용여부 결정

라. 설계시 선정된 공법은 제한된 지반조사 결과를 이용하여 결정된 것이므로 **시공시 현장 지반조건에 따라 적절한 공법으로 변경 가능하도록 설계도서에 제시**함.

6. 적용방안

- 2002년 하반기 설계 준공노선부터 적용

첨부 1. FRP 사면 보강 공법 시공순서



첨부 2. FRP 사면 보강공법 공사 시방서(안)

1. 일 반 사 항

1.1 적용범위

본 시방은 절토사면에 FRP(Fiberglass Reinforced Plastic)보강 그라우팅 공법을 이용하여 사면을 보강하는 공사에 적용한다.

1.2 참조규격

해당없음

1.3 제출물

고속도로 전문시방서(2000, 한국도로공사) 1-2-4절 1.3에 따라 본 시방의 공사계획에 맞추어 시공계획서를 작성하여 제출하여야 한다.

2. 재 료

2.1 FRP 및 Seal재

2.1.1 FRP 및 Seal재의 품질기준은 표1에 따른다.

표1 FRP 및 Seal재 품질기준

항 목		품질관리기준	KS규정	비고
FRP	인장강도	3,800㎏/㎠이상	KS M 3542(B법)	
	휨 강 도	2,000㎏/㎠이상	KS F 2707	
	전단강도	1,800㎏/㎠이상	KS F 2248-90	
	유리섬유함유량	65%이상	KS F 2244-95	
SEAL재	7일 강도	100㎏/㎠ 이상	-	
	28일 강도	210㎏/㎠ 이상	-	

2.1.2 FRP관 주입홀

(1) 주입홀은 FRP관의 측면에 설치되어 팩커 주입압에 의하여 그라우트재가 지중에 주입될 수 있도록 하는 역할을 하여야 한다.

(2) 주입홀의 규격은 간격 : 1,000㎜±100㎜(4방향) , 직경 : Ø5㎜ ± 1㎜을 적용한다.

(3) 주입홀을 가공한 후, 생고무 또는 절연 테이프를 이용하여 밴딩(Banding) 작업을 하며, 이때 실링시 FRP관 내부로 실링재와 이물질의 유입을 방지하고 주입팩커에 가해지는 주입압에 의해 그라우트재가 원활히 주입될 수 있도록 처리하여야 한다. 단, 감독원과 협의하여 용도에 따라 특수 밸브 장치를 설치하거나 주입홀의 크기를 크게 할 수 있다.

3. 시 공

3.1 천 공

3.1.1 천공장비는 Ø105mm 이상의 천공이 가능한 장비를 선택하여 천공해야 한다.

3.1.2 천공의 구경은 특수제작된 고강도 FRP관과 실링호스가 삽입될 수 있는 구경(Ø105mm정도)으로 천공하여야 하며, 천공각도는 설계각도에서 ±5°이상 오차가 생기지 않도록 하여야 한다.

3.1.3 천공이 완료된 후 FRP관을 삽입하기 전에 공내부에 이물질 존재여부를 확인하여 이 물질 남아있을 경우 공의 내부를 청소하여야 한다.

3.2 FRP 강성체관 삽입

3.2.1 굴진된 공내에는 특수 제작한 FRP관에 고무밴딩 처리가 되어있는지 확인하여야 하며 삽입시 고무밴딩부가 파손되지 않도록 주의하여야 한다.

3.2.2 FRP관의 길이는 설계심도로 하되, 연결은 특수제작된 Coupler를 사용하여 연결하여야 한다.

3.2.3 FRP관 삽입후 돌출되는 FRP관 두부길이는 20㎝ 이상 넘지 않도록 하여야 한다.

3.2.4 8m이상의 FRP관이 필요한 경우 커플러를 이용한 현장 조립작업은 다음과 같은 순서로 한다.

(1) 접착면의 먼지나 습기 등의 불순물을 제거하고, 접촉면을 Sand Paper로 연마한다.

(2) 접착제는 에폭시(Epoxy)접착제를 사용하여 충분한 강도가 발휘되도록 하여야 한다.

(3) 접착연결 후 경계면을 Tape로 고정하여 완전 경화시킨 후 사용하여야 한다.

3.3 코킹(Caulking) 작업

3.3.1 FRP관 삽입후 FRP보강재 외벽과 천공홀 내벽 사이에 코킹을 실시하여 주입재의 역류를 방지하여야 한다.

3.3.2 코킹재는 그라우팅시 주입압력을 충분히 견딜 수 있는 팽창성 조강재를 사용하여야 한다.

3.3.3 코킹재의 최대압력은 40kg/cm^{2}이상을 지지하여야 하며, 누수부에서도 충분한 코킹효과를 발휘하여야 한다.

3.3.4 코킹작업은 천공홀 입구로부터 30cm이상 실시하여야 한다.

3.4 Seal재 주입

3.4.1 실링효과를 높이기위해 FRP관 삽입시 병행하여 설치된 Seal재 주입호스(Ø12~14mm)를 이용하여 1~3차에 걸쳐 압력 주입하여야 한다.

3.4.2 Seal재는 FRP관과 천공홀 사이에 균질하게 충진되어 그라우트재의 역류를 충분히 방지할 수 있어야 한다.

3.4.3 현장의 지반조건 및 그라우트시험에 의거 상기 배합비를 감독관의 승인하에 조정할 수 있으며, 재령일수 7일 압축강도는 최소한 100㎏/㎠이상, 28일 압축강도는 210㎏/㎠이상이어야 한다.

3.4.4 Seal재 충분한 강도가 발휘되어야 하며, 배합비는 표2를 참고할 수 있다.

표2 1000ℓ당 Seal재 배합비

구 분	시멘트 (kg)	팽창제 (kg)	물 (ℓ)	W/C (%)	비 고
배합량	1,290	12.9	586	45	

3.5 그라우트재 주입

3.5.1 주입시 Packer는 Air Packer System을 사용하여야 한다.

3.5.2 주입되는 그라우팅재는 시멘트 그라우팅재를 주재료로하며 맥상 주입 또는 시멘트 그라우팅재의 유실이 우려되는 지역에서는 물유리계 크라우팅재를 사용한다.

3.5.3 주입압력은 표 3과 같으며, 현장여건 및 지반조건에 따라 감독원과 협의하여 주입압을 조절할 수 있다.

표3 그라우팅 주입압

구분	가압시기	주입압	비고
사질토	초기	P = 5~15 kg/㎠	토질강도에 따라 달리 주입압 결정
	추가	ΔP = 1~10 kg/㎠	
암 반	초기	P = 5~15 kg/㎠	암반 절리, 파쇄정도에 따라 주입압결정
	추가	ΔP = 5~10 kg/㎠	

3.5.4 주입 종료시기는 설정된 한계 압력에 도달시 주입을 종료하며, 이어서 Packer를 다음 단계로 이동하여 설치 후 주입작업을 반복한다.

3.5.5 주입시 Packer 설치간격은 지질여건에 따라 조절할 수 있지만, 매 Step 당 2.0~4.0m 간격으로 설치하여 주입하는 것을 원칙으로 한다.

3.5.6 그라우트재의 배합비는 표5, 6을 따르며, 현장 여건에 따라 전문가의 의견을 참고하여 배합비를 조정 할 수 있다.

표5 1,000ℓ당 시멘트 그라우트재의 배합비

구 분	시멘트(kg)	물(ℓ)	팽창성 조강재(kg)	비고
배합량	500	839	5.0	

표6 1,000ℓ당 물유리계 그라우트재 배합비

구 분	A액		B액			비 고
	규산소다 (ℓ)	물 (ℓ)	시 멘 트 (kg)	물 (ℓ)	W/C (%)	
배합량	250	250	250	420	168	

3.6 지압판 설치

3.6.1 FRP 강성체관과 절취면의 벽체와 결속력을 높이기 위하여 지압판을 설치하여야 한다.

3.6.2 지압판은 200mm×200mm×9t의 규격을 사용할 수 있으며, 현장 여건상 다른 표면 보호공을 시행하거나 표면유실이 없을 것으로 판단되는 경우 감독원과 협의하여 지압판 설치를 제외할 수 있다.

3.7 수발공 설치

3.7.1 천 공

(1) 천공장비는 Ø105mm 이상의 천공이 가능한 장비를 선택하여 천공하되 FRP관에 저촉되지 않도록 하여야 한다.

(2) 천공방향은 배수가 원활히 될 수 있도록 상향 3° 이상으로 한다.

3.7.2 S형 다발관 조립 및 설치

(1) 천공이 완료되면 200g/㎡이상의 부직포를 이용하여 S형 다발관을 조립하여야 한다.

(2) 조립이 완료된 다발관을 천공 심도까지 설치하여야 한다.

3.8 그라우트재 주입시 점검 및 기록

매 Step당 주입압력이나 주입량을 관찰하여 지층상태를 판단하여 이를 작업 일보에 기록하여 제출하여야 한다.

4. 시 험

인발시험은 Soil Nailing의 시험기준을 준용하여 적용한다.

★기 안	◉부 장	처 장	본부장
이대홍	김재홍	양희용	
협 조	건설계획처장 설계처장		
	기술관리실장		

고속도로 확장공사 구간

폐 콘크리트 활용 방안 검토

2002. 7.

문서번호	건설기10105-102
보존기간	5년
결재일자	2002. 7. 25
공개여부	공 개

목 차

1. 목 적
2. 건설폐재처리 현황
3. 활용방안 검토
4. 검토의견
5. 적용방안

한국도로공사

KOREA
HIGHWAY
CORPORATION

건설관리처

Ⅰ. 목 적

고속도로 확장공사에서 발생되는 건설 폐재의 적법한 재활용을 위해 고비용을 투입하여 Φ100mm이하로 파쇄후 성토재로 사용되고 있는 건설폐재(폐콘크리트)를 부가가치가 높은 공종에 활용하는 방안을 검토하여 경제적인 고속도로 건설에 기여코자함.

Ⅱ. 건설폐재 처리 현황

1. 정　　의 : 건설폐기물중 폐토사, 폐 콘크리트(폐벽돌, 폐기와 포함), 폐 아스팔트 콘크리트, 폐석재

2. 재활용 기준

관련법령	폐기물관리법 시행규칙 제6조 1항 별표4 (**'99.8.9개정**)
내　　용	건설폐재류를 재활용하고자 하는 경우에는『자원의 절약과 재 활용 촉진』에 관한 법률 제12조의 규정에 의한 재활용 목적에 적합하게 처리하여야 한다. 다만 건설폐재류를 성토재·보조기층재·도로기층재 또는 복토재로 재활용하고자 하는 경우에는 **그최대직경이 100mm이하**이고 이 물질 함유량이 부피기준으로 1%이하가 되도록 하여야 한다.

3. 건설폐재 처리 절차

▷ 무근Con'c, 철근Con'c, 아스팔트포장깨기등 1차 파쇄

▷ **이동식 크라셔로 Φ100mm이하로 2차 파쇄**

[건설폐재류 처리방안 검토, 설계환13304-511, '00.11.28]

▷ 파쇄된 건설폐재는 유용토로서 **성토재**로 활용

▶ 공사기간중 재활용이 불가한 건설폐재는 **전문업체 위탁처리**

Ⅲ. 활용방안 검토

1. 기본방향

▷ 건설폐재중 마모감량, 강도등 일정 품질이 확보되는
폐 콘크리트의 활용영역 확대

▷ **품질기준상** 폐콘크리트로 **대체사용 가능한 자재 선정**

▷ **단순 배수 또는 지지력 확보 목적의 공종 적용**

2. 대상 공종 선정

공 종	설계반영	품 질 기 준
기 초 재	잡 석	직경10-15cm정도의 자연석 또는 쇄석으로 세장하거나 연약한 돌을 함유하지 않아야 한다
철근 Con'c 암거 기초재		" 기초재와 동일 "
돌쌓기 뒷 채움돌	잡 석	기초 또는 뒷채움 돌은 내구성이 풍부하고 강도가 천연의 조약돌이나 부순돌로서 최대 직경이 15cm이하의 크고 작은돌이 적당한 분포로 혼합된것이어야 한다
구조물용 뒷 채움재	SB-1 또는 SB-2	뒷채움에 사용되는 재료는 보조기층 재료 (SB-1)와 동등한 품질기준에 적합한 것을 선정
보조기층재	SB-1 또는 SB-2	견고하고 내구적인 부순돌, 자갈, 모래, 슬래그 기타 감독원이 확인한 재료 또는 혼합물로써 점토질, 실트, 유기불순물, 기타 유해물을 함유하여서는 안되며 다음 기준에 적합하여야 한다. 액성한계 25%이하, 마모감량 50%이하 소성지수 6%이하, 수정 CBR 30%이상 모래당량 25 이상

○ 품질기준상 **잡석을 사용하는 공종**은 폐 콘크리트로 **대체 가능**

○ SB-1 또는 SB-2를 사용하는 공종은 시방기준, 품질확보 및 공용성 평가 부족등으로 **현재 도로연구소에서 실용화 연구중**

3. 폐 콘크리트 활용 방안

재 료	잡 석	⇨	**폐 콘크리트**(Φ100mm이하)

대상공종	
	▷ L형측구 뒷채움 ▷ 옹벽 뒷채움
	▷ BOX 기초잡석 깔기 ▷ 돌쌓기 채움재
	▷ 돌쌓기 기초잡석 ▷ PSC빔 제작대용 잡석
	▷ 비탈면 점검로 기초잡석 ▷ 기 타

※ 경제성 비교 (설계가, 김천-구미간 실시설계 참조)

공 종	단위	당 초		**변 경**		증(△)감
		단 가 구 성	금 액	단 가 구 성	금 액	
잡석채취 및 운반	m³	① 기계 사용료 ② 치즐 소모량 ③ 적사비 ④ 운반비	11,290	① 폐 콘크리트 (Φ100mm) 유용 ② 적사비 ③ 운반비	5,192	△5,374

☞ 변경시 암성토 고려 : 11,290(당초)-5,192(변경)-724(암소할15%) = 5,374원/m³

- 단가 조정예

공 종	단위	당 초	**변 경**	단 가 증감율
L형측구 뒷 채움재	m³	14,162 ① 잡석 채집 및 운반 ② 부설비 ③ 인력면 마무리	8,788 ① 폐 콘크리트(Φ100mm)운반 ② 부설비 ③ 인력면 마무리	△37.9%
암거 기초 잡석 깔기	m³	14,928 ① 잡석 채집 및 운반 ② 부설비 ③ 인력면 마무리 ④ 다짐(램머80kg)×0.1 ⑤ 다짐(진동로라)×0.9	9,554 ① 폐 콘크리트(Φ100mm)운반 ② 부설비 ③ 인력면 마무리 ④ 다짐(램머80kg)×0.1 ⑤ 다짐(진동로라)×0.9	△35.9%
옹 벽 뒷채움재	m³	37,889 ① 잡석 채집 및 운반 ② 부설비 (인력)	32,515 ① 폐 콘크리트(Φ100mm)운반 ② 부설비 (인력)	△14.2%
비탈면보호공 뒷채움조약돌	m³	37,079 ① 잡석 운반 ② 부설비 (인력)	30,981 ① 폐 콘크리트(Φ100mm)운반 ② 부설비 (인력)	△14.4%

☞ 실시설계 및 시공중인 공구의 현장여건에 따라 조정금액 상이

Ⅳ. 검토의견

○ 고속도로 확장공사시 폐기물관리법('99.8)에 따라 이동식 크라샤로 파쇄하여 단순 성토재로만 사용하고 있는 건설폐재 중 마모감량등 일정한 수준의 품질이 확보되는 폐 콘크리트 활용방안을 검토한 결과,

○ 성토재보다는 부가가치가 높은 보조기층재 및 뒷채움재, 기초재등으로 활용하는 것이 타당 할 것으로 판단되나,

○ 현재의 여건에서 경제성 및 재활용 촉진등을 고려할 때,

- 품질기준상 대체 사용이 가능한 **잡석을 주 자재로 사용하는 L형 측구 뒷채움재, 기초잡석등으로 활용하는 것이 타당**하고,

※ 예산절감 : △ 약 8억원

- 확장공사 시공중인 노선(10개구간/34공구) : △ 327 백만원
- 실시설계중인 노선 (3개구간/24공구) : △ 513 백만원

- SB-1또는 SB-2를 주자재로하는 **보조기층재, 암거 뒷채움재등**으로는 **현재 도로연구소에서 실용화 연구중에** 있으므로 시방 및 품질기준의 재정립, 공용성 평가등이 완료된 후 재활용 추진.

Ⅴ. 적용방안

○ 실시설계중인 노선 : 설계반영 조치

○ 실시설계 완료후 미착공 노선 : 발주설계시 설계반영 조치

○ 공사시행노선 : 현장여건, 발생시기등을 고려하여 경제성이 있는 경우, 공사시행 부서에서 검토후 조치

2-10 성토 비탈면 돌붙임 개선방안

방 침
건 설 술 10105-131 ('02.10.9)

Ⅰ. 검토 목적

고속도로의 횡방향 편절·편성부 및 양쪽 성토고 차이가 심한 구간에 있어, 지하수에 따른 비탈면 세굴방지를 목적으로 설치되는 돌붙임에 대하여, 그 역할과 기능을 분석하고 도로의 안정성과 경제성이 확보되는 적정 설계 및 시공 방안을 모색하여, 공사원가를 절감하고 원활한 공사 추진을 도모코 자 함.

Ⅱ. 돌붙임 현설계 기준

1. 설치 위치

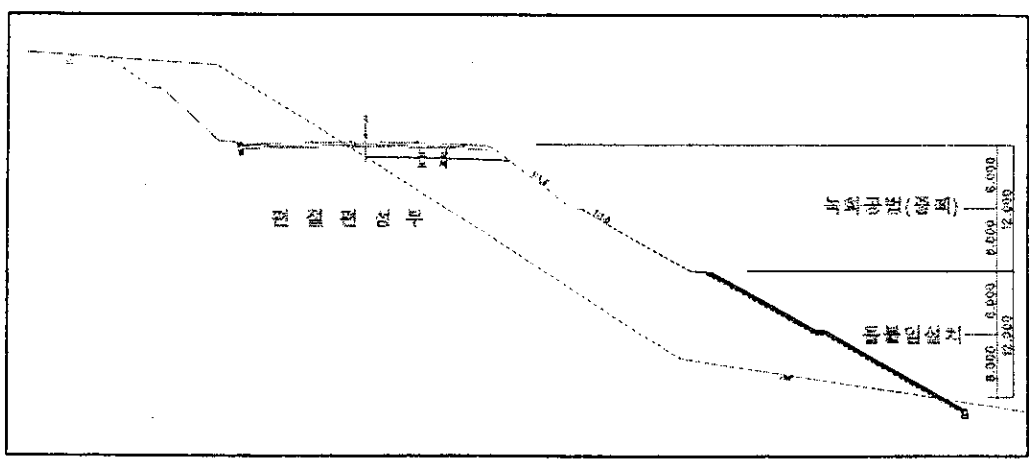
○ 편절 편성 구간 : 3단이상 성토되는 비탈면의 노면에서부터 3단 이하 법면

○ 양쪽 성토고 차이가 심한 경우

- 낮은측이 1단 미만 성토되는 경우에는 높은측의 노면에서부터 3단 이하 법면
- 낮은측이 N단 성토되는 경우에는 높은측의 노면에서 N+2단 미만 법면

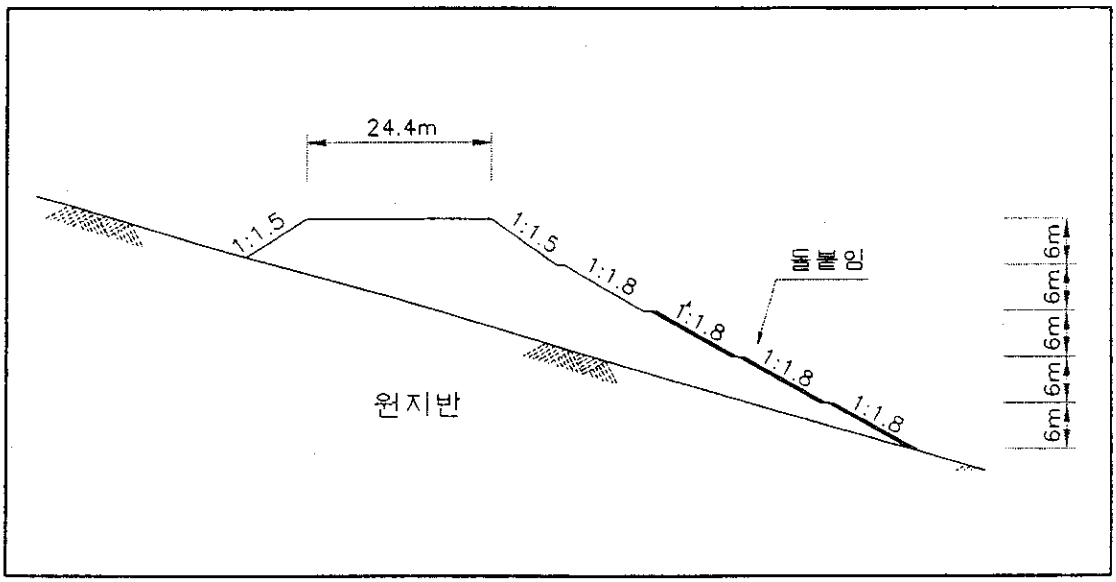
2. 일 반 도

□ 편절 편성 구간

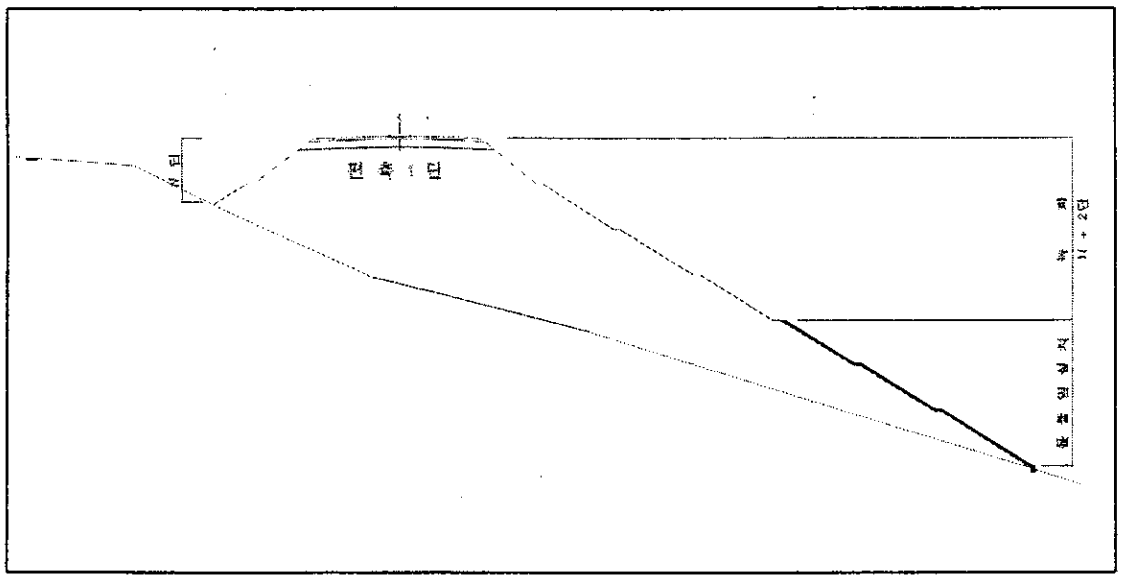


□ 양쪽 성토고 차이가 심한 경우

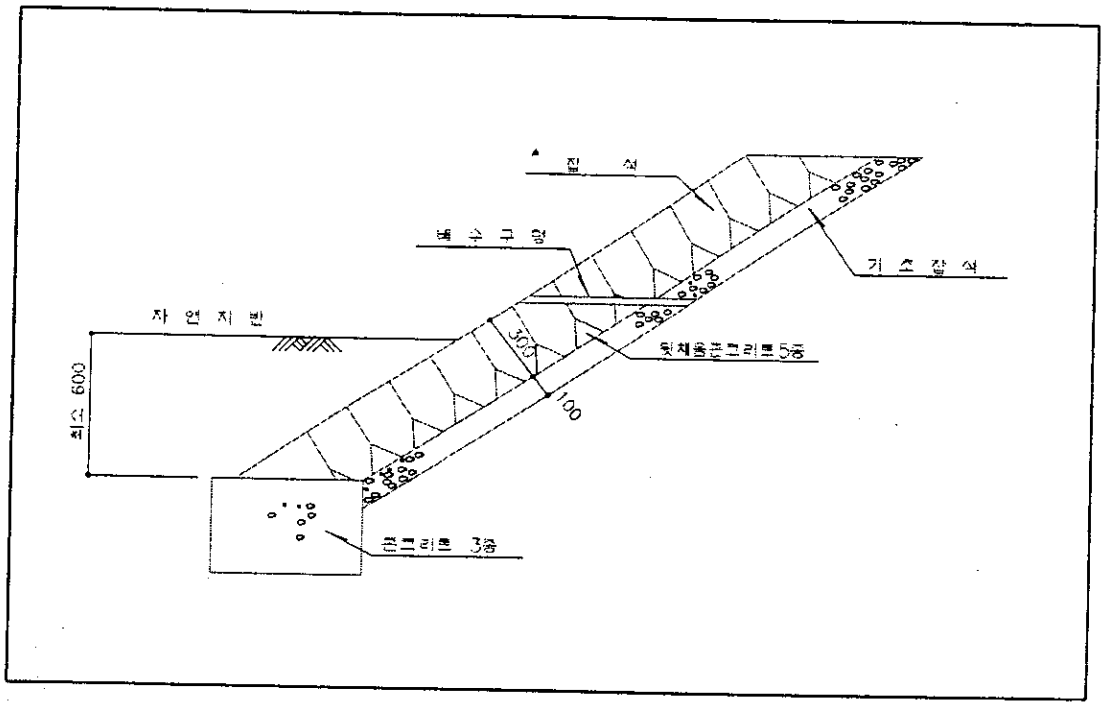
가) 편측1단 미만의 성토의 경우 : 노면에서 3단 이하



나) 편측 N단 성토인 경우 : N + 2단 미만



□ 설치 단면도

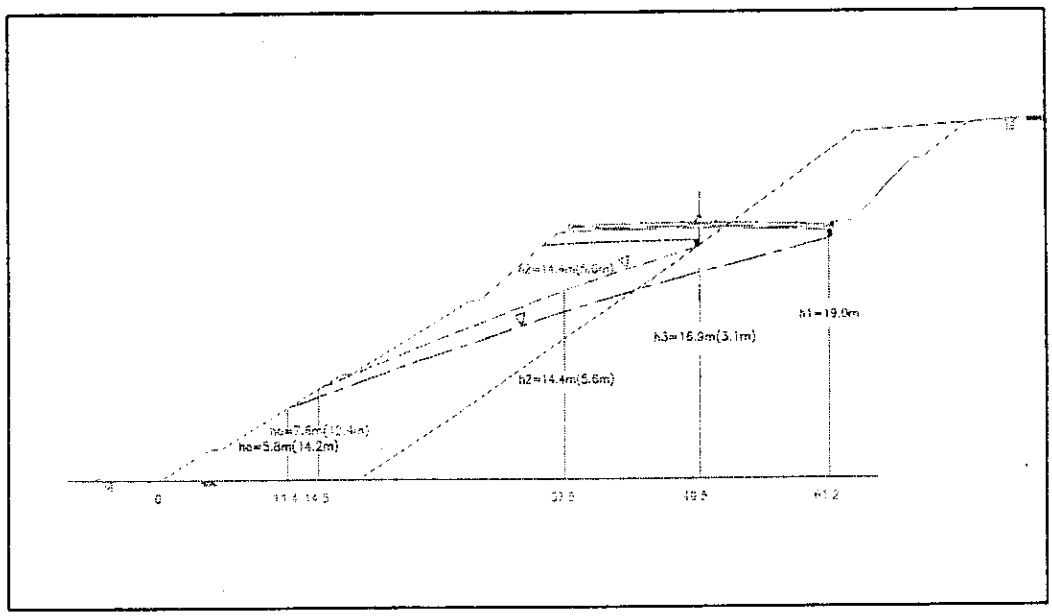


Ⅲ. 지하수에 의한 침식 검토

가. 지하수 유출 위치

1) 편절·편성 구간

□ 일 반 도.



□ 계산 결과 (4차로 기준)

맹암거 위치	침윤선(자유수면) 위치			
	L형측구	중분대	다이크	성토하단부
L형측구 밑	0 (19.0m)	3.1m (16.9m)	5.6m (14.4m)	14.2m (5.8m)
중분대 밑	-	0 (19.0m)	4m (16.0m)	12.4m (7.6m)

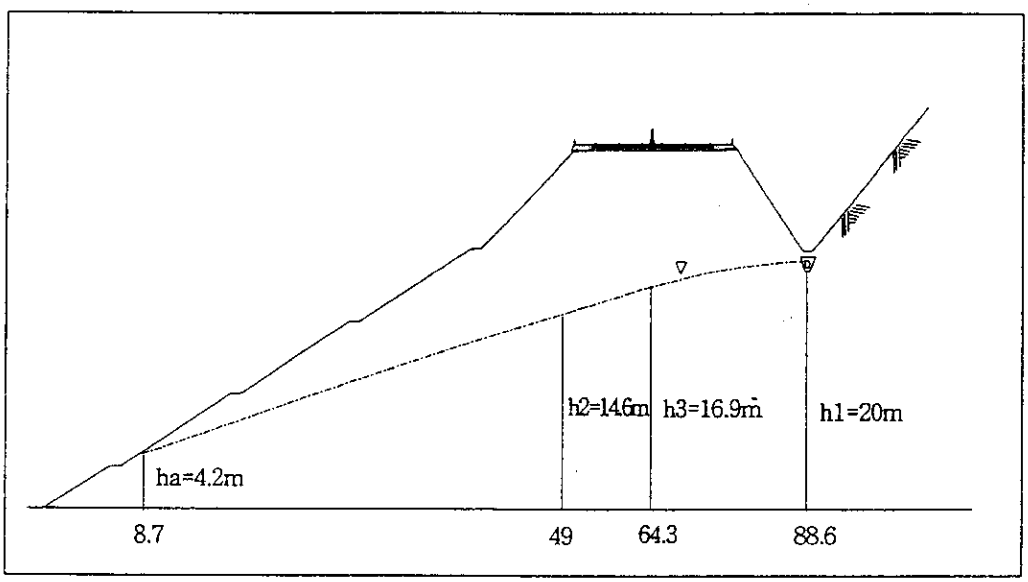
$$\text{침윤선식 } ha = \frac{\ell_1}{n} - \sqrt{\left[\left(\frac{\ell_1}{n}\right)^2 - h_1{}^2\right]}$$

☞ 성토 2소단 이하 3소단 사이 유출

※ 편절·편성 경계부의 노체상단에 설치하는 맹암거는 지하수위가 맹암거 설치위치 보다 낮음.

2) 성토고 차이가 심한 경우(지하수 유입측 1단 성토)

□ 개 념 도



□ 계산 결과(4차로 기준)

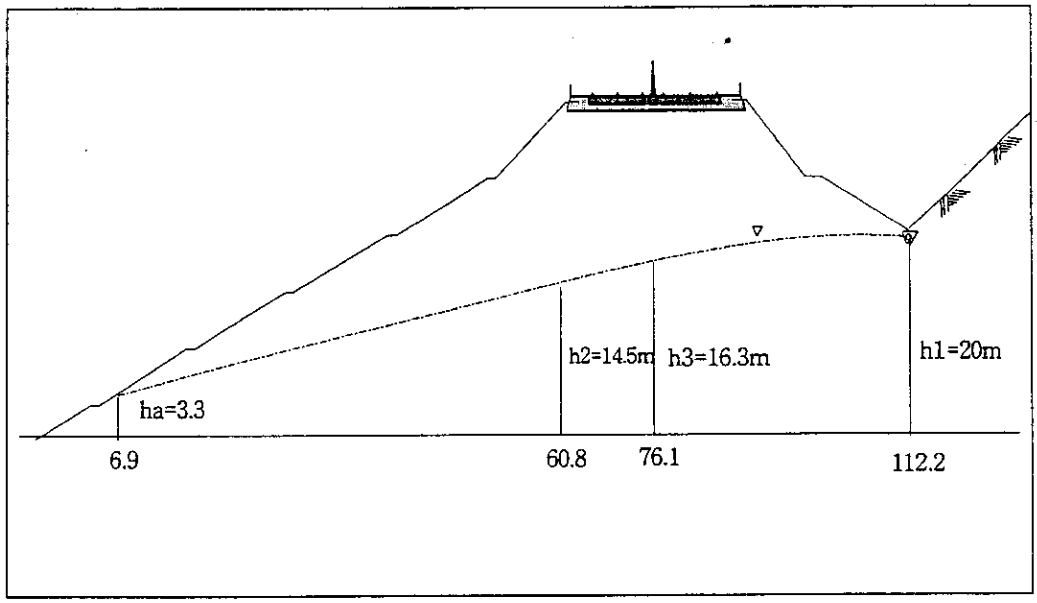
맹암거 위치	침윤선(자유수면) 위치			
	L형측구	중분대	다이크	성토하단부
L형측구 밑	0 (20m)	3.1m (16.9m)	5.4m (14.6m)	15.8m (4.2m)

$$\text{침윤선식 } ha = \frac{\ell_1}{n} - \sqrt{\left[\left(\frac{\ell_1}{n}\right)^2 - h_1^{\,2}\right]}$$

☞ 성토 3소단 이하 4소단 사이 유출

3) 성토고 차이가 심한 경우(지하수 유입측 2단 성토)

□ 개 념 도



□ 계산 결과(4차로 기준)

맹암거 위치	침윤선(자유수면) 위치			
	L형측구	중분대	다이크	성토하단부
L형측구 밑	0 (20m)	3.7m (16.3m)	5.5m (14.5m)	16.7m (3.3m)

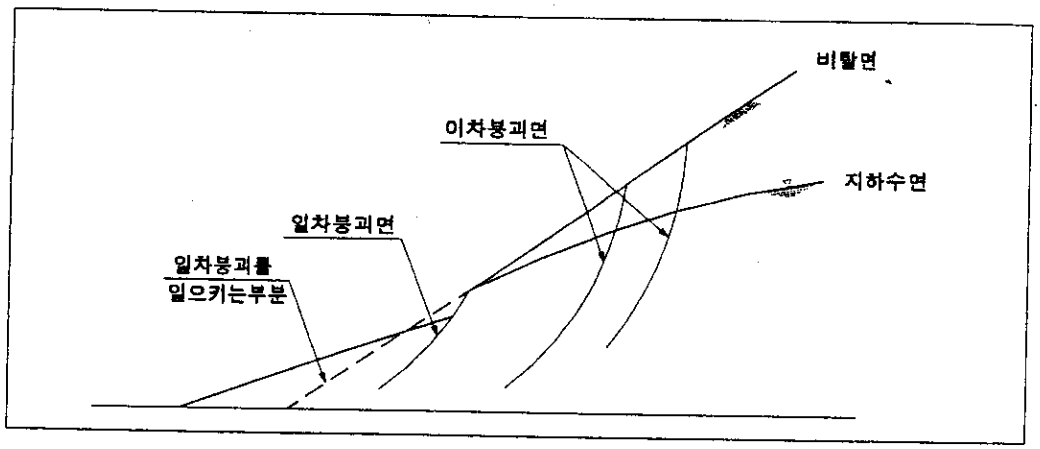
$$\text{침윤선식 } ha = \frac{\ell_1}{n} - \sqrt{\left[\left(\frac{\ell_1}{n}\right)^2 - h_1^{\,2}\right]}$$

☞ 지하수 유출위치 : 성토 소단 4소단 이하 5소단 사이 유출

나. 지하수 법면 유출시 문제점

○ 작은 토립자의 동반 유출로 법면붕괴의 주요인으로 작용

※ 지하수에 의한 법면 붕괴 양상



다. 지하수 검토 결과

○ 지하수 유출위치는

- 편절·편성 구간에서는 2소단이하 3소단사이
- 성토고 차이가 심한 구간에서는 N(낮은측 성토단)+2소단 미만

○ 지하수에 의한 토입자 유출방지를 위해서는 돌붙임의 역할이 필요함.

Ⅳ. 돌붙임의 문제점

○ 공사비 과다

○ 재료 구득 곤란 및 시공성 불량

○ 돌붙임은 구조 안정성 측면의 효과 없음(자료별첨)
※ 성토 비탈면 안정성 구조검토시 돌붙임 효과 미고려

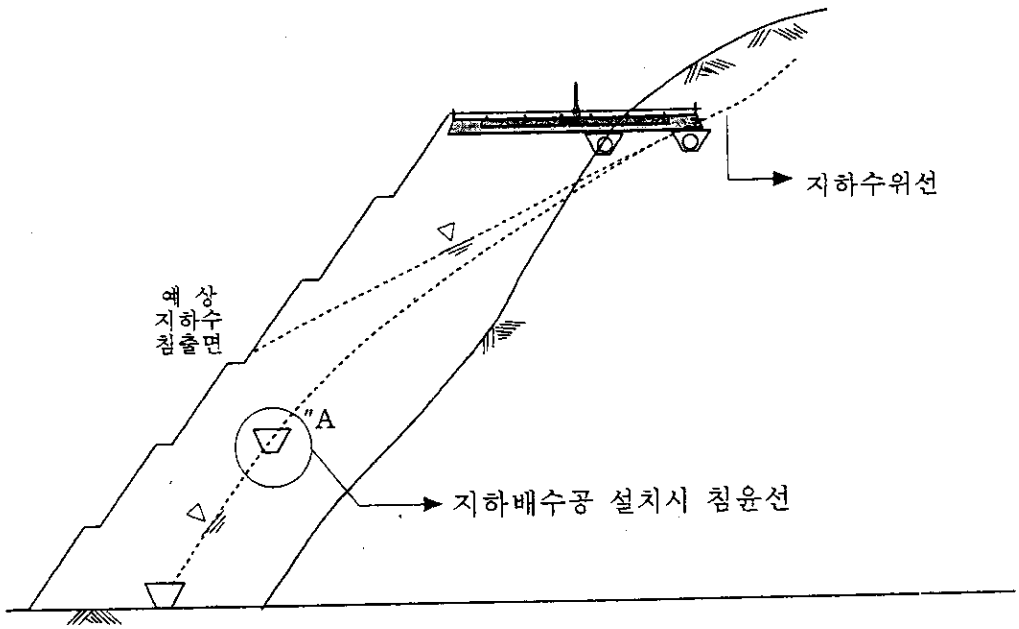
○ 우수에 의한 세굴은 3소단 마다 L형 측구 및 도수로를 설치함으로써 돌붙임 불 필요.(자료별첨)

V. 개선 방안

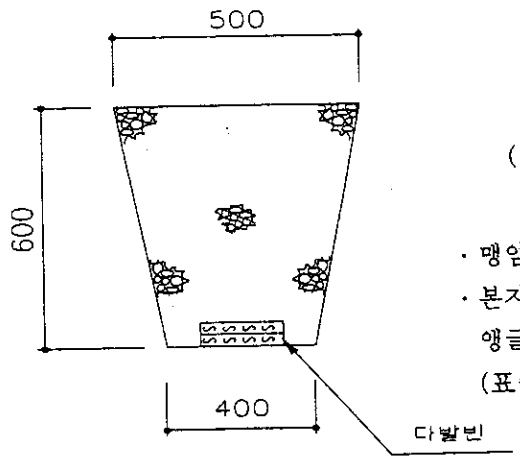
개 요 : 성토 비탈면 돌붙임은 삭제하고, 지하배수공 (맹암거) 및 법면 녹화 시행

가. 지하 배수공 설치도

《 단 면 도 》



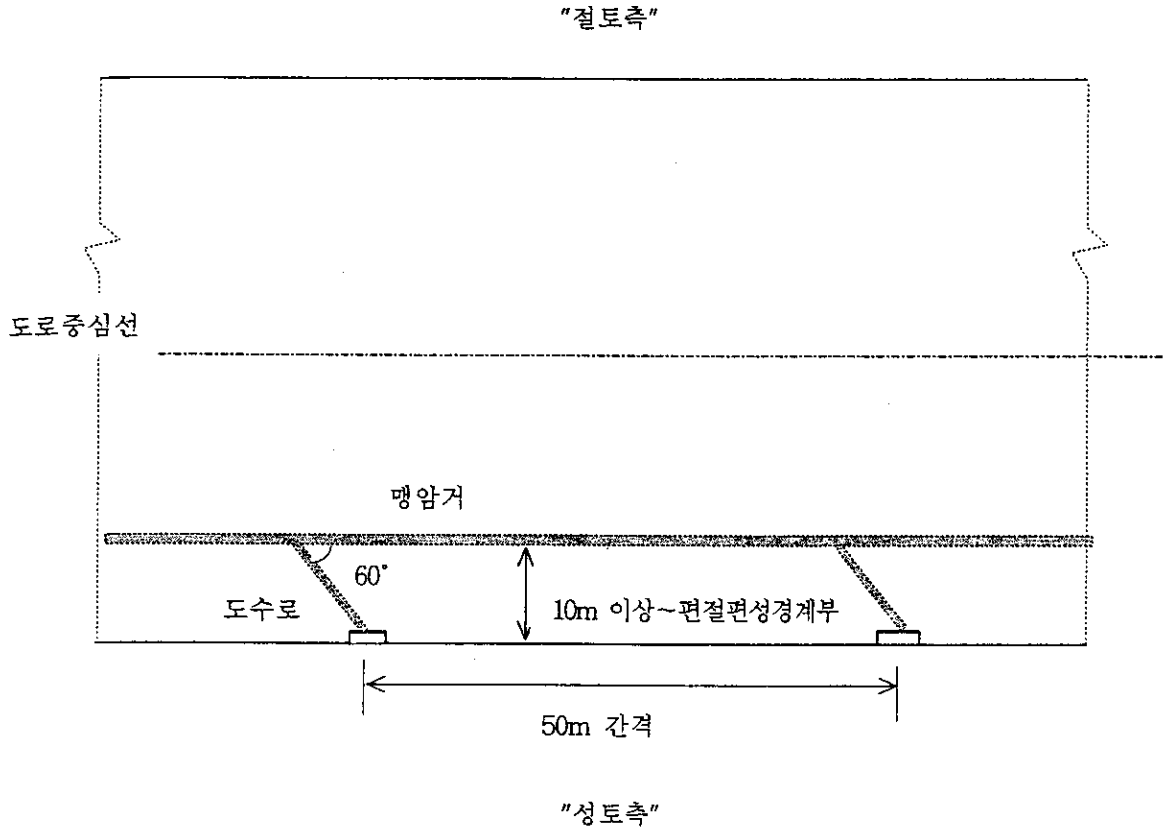
○ "A" 상세도



(맹암거 형식 - 5)

· 맹암거 외부에 부직포 설치
· 본지에 표기된 상세도 이외의 앵글,배수관등은 설치 불필요 (표준도참조).

《 평 면 도 》



나. 지하배수공 설치 위치(침투해석 자료 별첨)

구 분		맹암거 설치 위치
편절·편성 구간		노면에서 4소단, 6소단의 내측 10m이상 ~ 편절·편성경계부
성토고 차이가 심한 경우	편측1단 미만 성토 경우	노면에서 4소단, 6소단의 내측 10m이상 ~ 편절·편성경계부
	편측N단 성토의 경우	노면에서 N+3소단, N+5소단의 내측 10m이상 ~ 편절·편성경계부

○ 맹암거 설치위치는 편절·편성경계부에 설치하는 것이 가장유리하며, 법면끝에서 10m이하에 설치가 불가피한 경우, 별도 침투해석 시행후 적용.

○ 양쪽 성토의 차이가 6소단(7단성토) 이상 차이가 나는 구간은 별도의 침투 해석 시행후 적용.

○ 노면에서 제4소단과 제6소단, N+3소단과 N+5소단 사이에서 법면이 끝나는 경우, 성토부 바닥에 배수경사가 확보되도록 하여 맹암거 설치.

○ 성토재료의 투수성이 확보되는 암성토등일 경우에는 암성토부 직하부에 설치.

다. 지하 배수공 시공시 유의 사항

○ 맹암거(종·횡 방향) 배수경사 : 4~5%

○ 횡방향으로 설치하는 맹암거는 도로 중심선과 60° 의 각도 유지

○ 맹암거 단부는 성토3소단 마다 설치되는 L형 소단측구의 연결 도수로(건이삼13105-30401호('99.9.22))에 접속 시공

※ 맹암거 시종점부는 V형 측구에 연결가능하며, 노면 도수로 간격등을 감안하여 간격 조정 가능.

○ 시공전에 shop drawing를 실시하여 원활한 지하 배수 기능 확보

라. 기 타

- ㅇ 저수지, 하천등 유수부 돌붙임(호안용)은 본방침과 무관함.
- ㅇ 용수가 많은 성토부는 별도의 지하배수공(필터층, 맹암거등) 설치.
- ㅇ 암사토 공구는 소할비등 경제성 검토후 돌붙임 적용 가능.
- ㅇ 가급적 성토 법면 조기 녹화 시행.

마. 경과 조치

- ㅇ **실시설계 완료 및 공사중인 노선 : 설계변경 시행**
- ㅇ **향후 실시설계 발주 및 실시설계중인 노선 : 본 방침 적용**

Ⅵ. 개선 효과

ㅇ **시공성 개선**

ㅇ **공사비 절감**

- **절감액 :** 17,000 원/㎡ (현 공사중)

- **현재 건설중인 고속도로 전체 예상 절감액 : 176억원**

제3장 배 수 공

지중강판을 이용한
합성형 통로암거 적용방안

2002. 7.

KOREA
HIGHWAY
CORPORATION

한국도로공사

기술심사실

- 목 차 -

1. 목 적 ····· 1

2. 통로암거 개선 추진현황 ····· 1

3. 기존 콘크리트 암거의 개선점 ····· 1

4. 지중강판 구조물 ····· 2

5. 통로암거 개선(안) ····· 3

6. 타 공법과의 비교 ····· 6

7. 시험시공 결과 ····· 8

8. 검토결과 ····· 9

9. 향후계획 ····· 10

10. 적용방안 ····· 11

붙 임 : 지중강판 합성형 통로암거 표준도 1부.

1. 목 적

고속도로 하부를 횡단하는 통로암거의 내공단면의 효율성 제고, 경제성 제고 및 구조적 안정성을 위해 추진한 지중강판 통로암거의 시험시공결과를 분석하고, 시행방안을 마련코자 함

2. 통로암거 개선 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. 1. 10. : 시험시공 지시** (설심일13201-7)
- 대상 : 동해고속도로 제8공구내 2개소 (동아건설산업)

■ **2001. 9. : 대상위치 변경** (동아건설산업 회사정리 관련)
- 대상 : 동해고속도로 제7공구내 2개소 (두산건설)

■ **2001. 10. ~ 2002. 1. : 시험시공 추진**

■ **2002. 1. ~ 4. : 시험시공 결과분석 및 계측실시**

■ **2002. 5. : 기 시공된 지중강판 구조물에 대한 현장조사 실시**

■ **2002. 6. 28. : 제11차 설계자문위원회 심의** (심의결과 : 원안채택)

3. 기존 콘크리트 암거의 개선점

가. 광폭도로, 사각이 큰 경우 또는 성토고가 높은 경우

■ 장대통로암거 발생시 상호교행 곤란 (4.5×4.5m Box기준)

■ 통행불편민원 발생

나. 콘크리트, 거푸집, 동바리, 철근자재등 공사비 고가

다. 주위 성토체와 이질적인 강성체, 휨지배구조, 함형구조

■ 암거 균열시 조기열화 및 내구성 저하

■ 구조물 뒷채움부 침하로 평탄성 불량

라. 거푸집, 동바리 설치·철거 및 콘크리트 양생등 복잡한 공정에 따른 시공기간 과다 소요

4. 지중강판 구조물

가. 개　　요

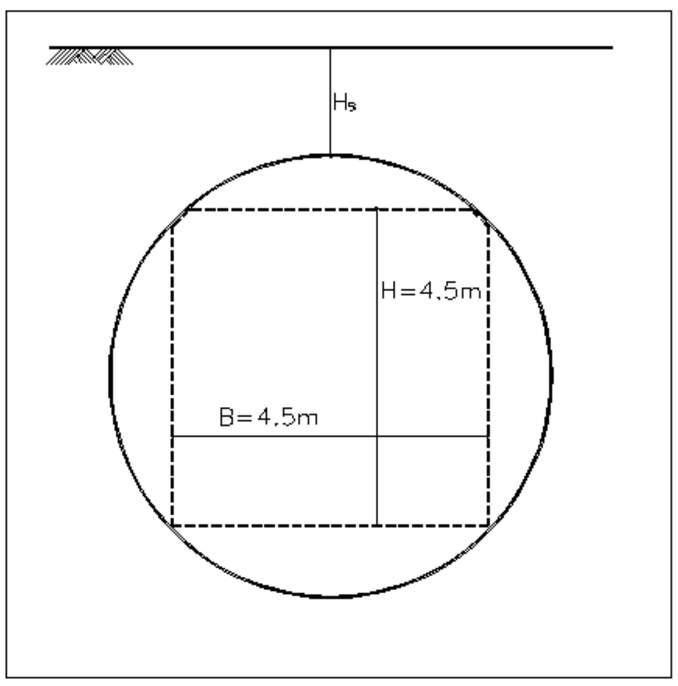
■ 재질 및 강도

○ 아연도금된 강판에 골(Corrugation)을 낸 후 판 전체에 곡률을 주어 휨강성과 내력을 증가시킨 구조

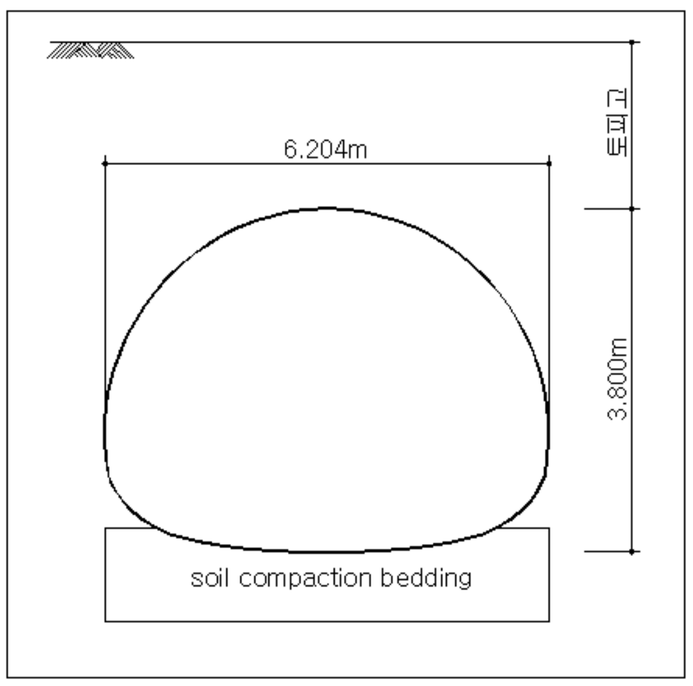
■ 강　　도

○ 철근 콘크리트 암거에 비해 1/20~1/40의 두께, 1/15~1/30 정도의 중량으로도 동일한 내하력 발현

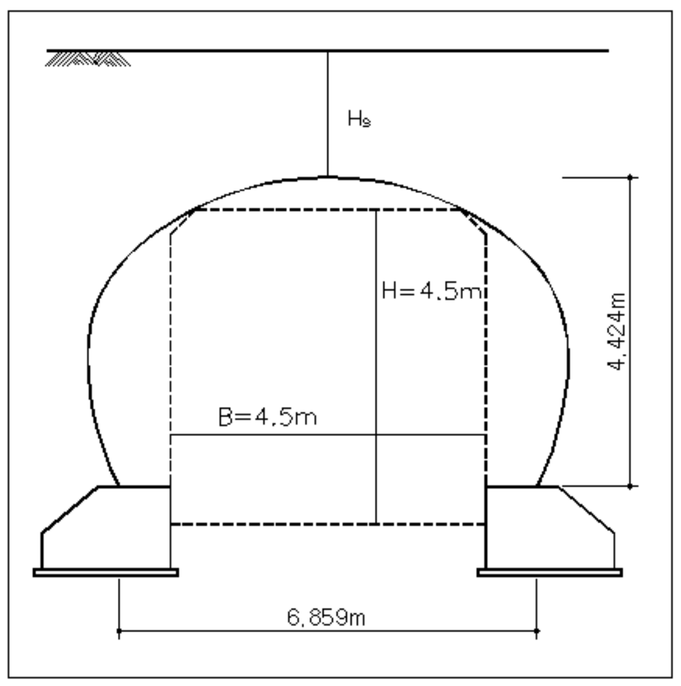
나. 적용형태



<원　형>



<파이프 아치형>



<높은 아치형>

다. 기 적용단면의 검토

■ 측벽 및 상부가 곡선으로 처리되어 기존 철근콘크리트 암거보다 내공단면이 증가되고 측방여유 및 미관이 우수하나, 공간활용에 비효율적임

○ Box암거 대비 내공단면적 증가율 : 높은 아치형 41%, 원형 36%

■ 높은 아치형, 타원형 등 적용시 아치의 역학적 특성 100%활용 곤란

■ 차량충돌시 구조물 손상우려 및 사람의 접근이 용이하여 지중강판 접속부 등의 손상가능성 내포

■ 자동차의 교행 불가능

라. 시공현황

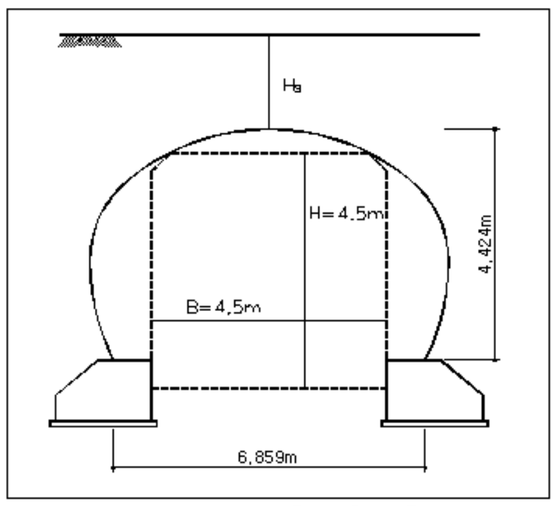
■ 고속도로내 시공실적 : 총44개소, 연장 1984.239m

○ 통로암거 22개소　　○ 수로암거 17개소

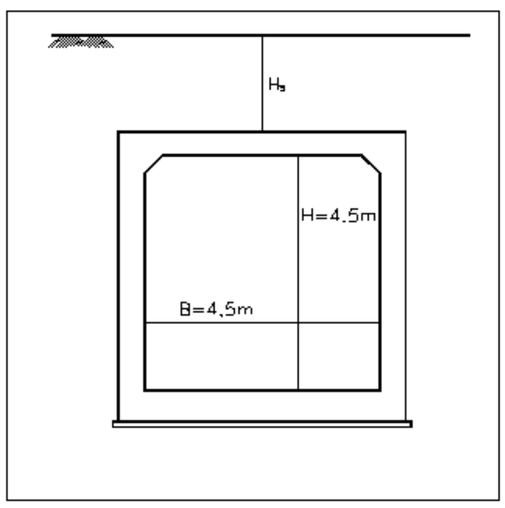
○ 소교량 2개소　　○ 기타 3개소

5. 통로암거 개선(안)

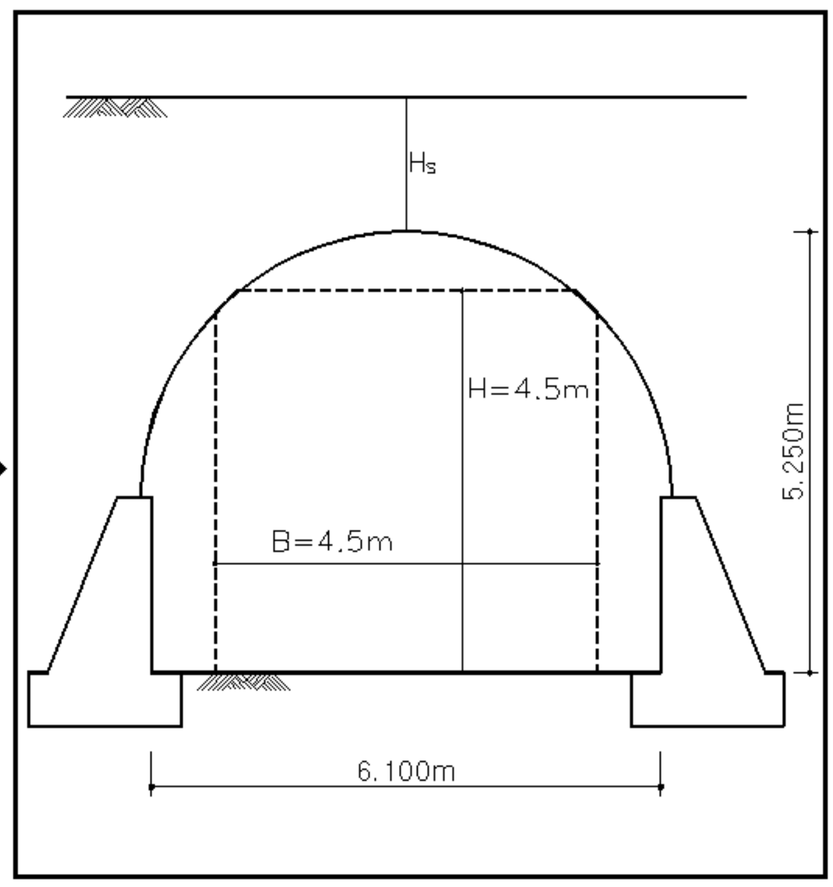
가. 개요도



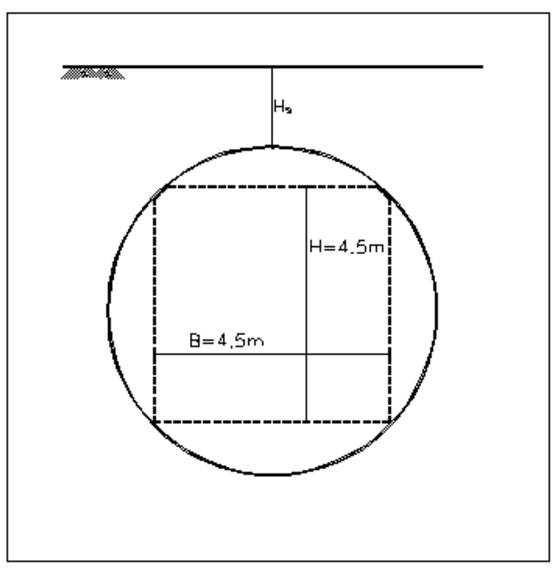
<높은 아치형>



<철근콘크리트 암거>



<합성형>



<원　　형>

나. 개선내용

■ 측면을 옹벽으로 처리하여 내공단면 효율 극대화

○ 버스, 담프트럭 등 자동차의 왕복교행이 가능한 단면으로 이용효율 극대화

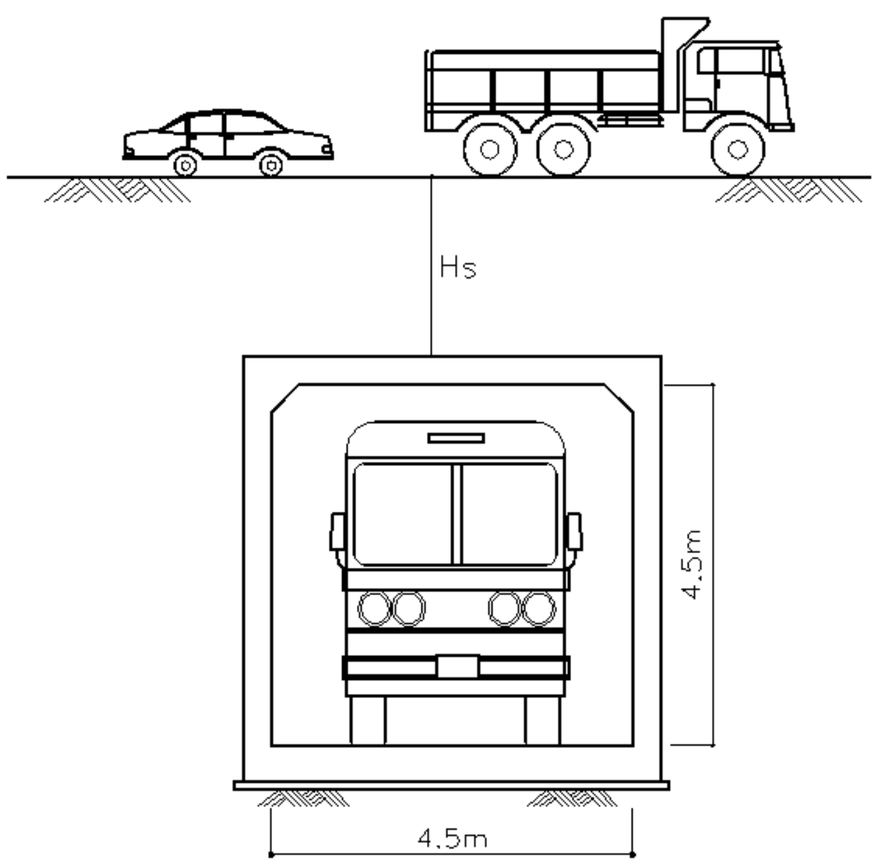
■ 기존 콘크리트 암거대비 내공단면 확대로 개방감 증진 및 내부조도 개선

■ 상부 지중강판을 완전반원형으로 적용하여 아치의 역학적 특성을 100% 활용

■ 공기단축 및 시공성 향상

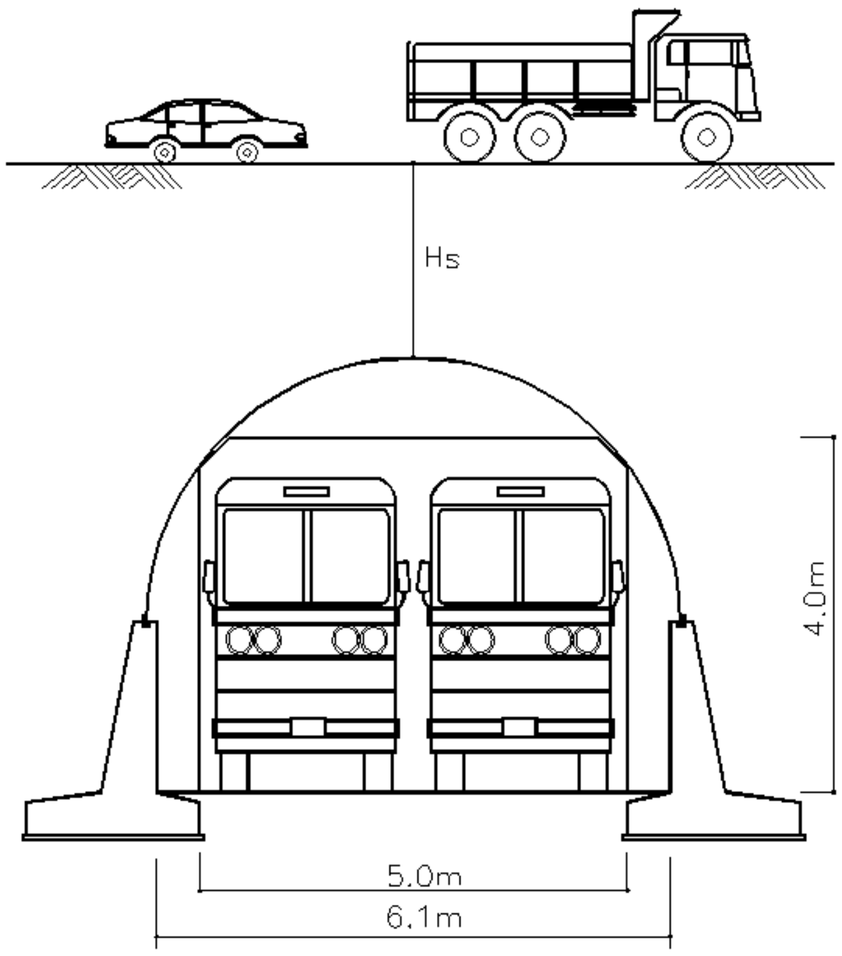
다. 단면형상

■ 기　　존



○ 대형자동차(2.5m×4.0m) 1대 통행 가능

■ 개 선(안)

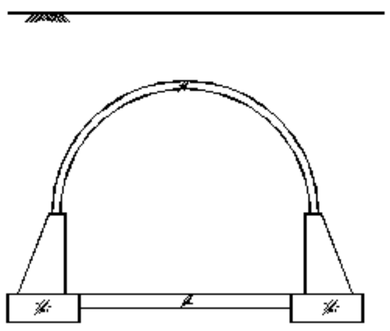
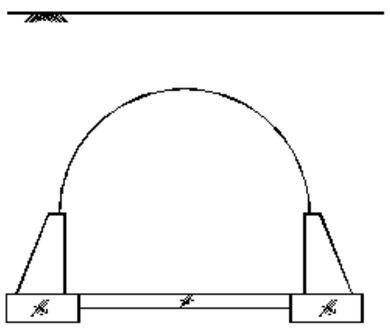
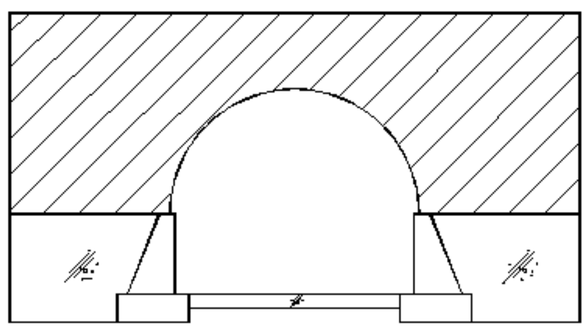
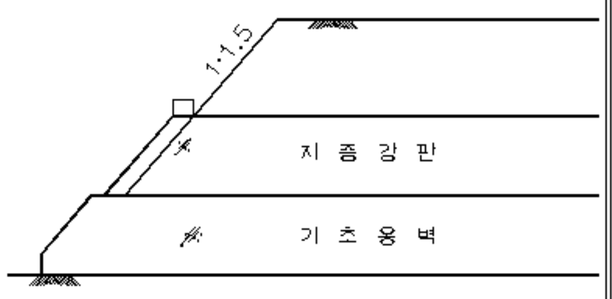
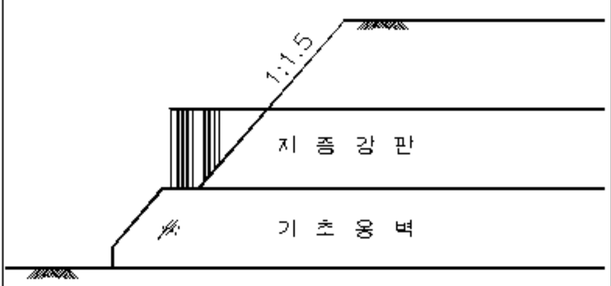
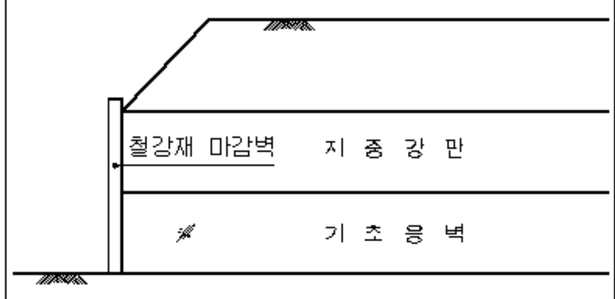


○ 차량 2대 교행 가능

※ 대형버스 폭원 : 2.50m

　　높이 : 3.50m

라. 암거 입·출구부 형상

구 분	제 1 안 (원통절개형)	제 2 안 (원통형)	제 3 안 (면벽형)
정 면 도			
횡단면도			
장·단점	- 공사비 저렴 (9,564천원/개소) - 시공성 보통 - 미관이 수려하고 주위 경관과의 조화 우수	- 공사비 다소 고가 (11,418천원/개소) - 시공성 보통 - 지중강판이 다소 길어짐	- 공사비 고가 (16,740천원/개소) - 시공성 복잡 - 통행자에게 위압감 유발 - 편입용지 최소화
추 천 안	O		

7. 시험시공 결과

■ 시험시공 위치 : 동해고속도로 제7공구 2개소

대상위치	규격	사각	연장	비 고
STA.2+849	폭 : 6.25m 높이 : 5.125m	30°	46.316m	계측시행
STA.4+150	폭 : 6.25m 높이 : 5.125m	13°	58.15m	

■ 계측결과

○ 정재하 시험(공용시 하중조건 반영을 위한 추가 성토 실시) 및
동재하 시험(정재하 조건 + 차량하중) 결과

- 응력, 변위, 축력, 모멘트 증가량이 허용범위내에 수렴하여 구조적으로 안정

■ 시험시공 부서의 의견

○ 외관조사 : 균열, 손상 등 이상이 없음

○ 시공상태 양호

○ 공 사 비 : 철근콘크리트 암거에 비하여 34% 절감

○ 시공기간 : 철근콘크리트 암거에 비하여 공기단축 가능

○ 향후 적용시 유의사항

- 일반 지중강판 형식과 비교시 철근큰크리트 옹벽 공정이 추가되어 시공성 보통
- 뒷채움 다짐시 지중강판 접촉에 주의요망
- 입출구부 지중강판 단부마감 콘크리트 시공에 주의요망

■ 유지관리 부서의 의견

○ 유지관리 양호

○ 기초 혹은 연석 Con'c 타설시 15~20m 간격으로 시공줄눈 설치 필요

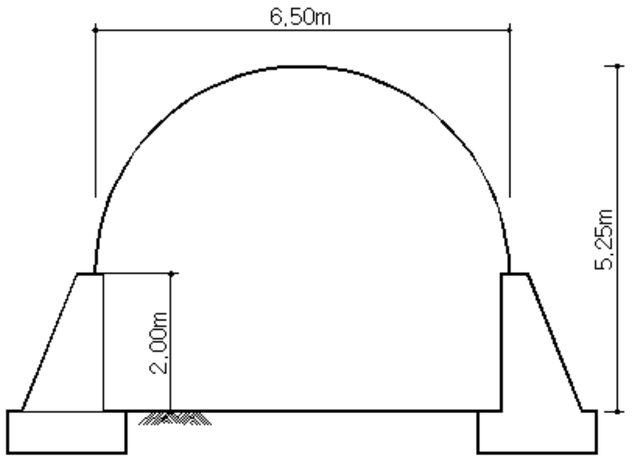
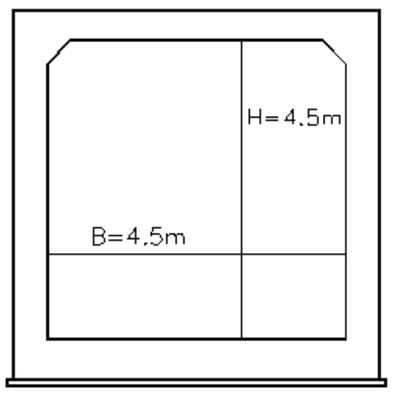
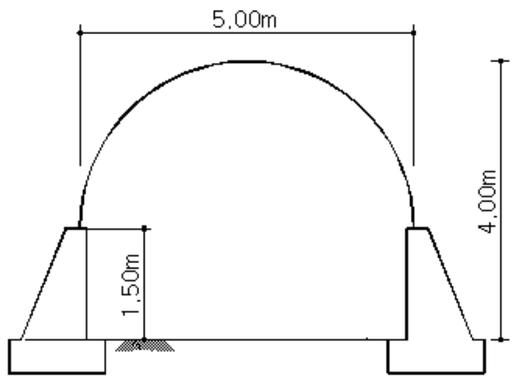
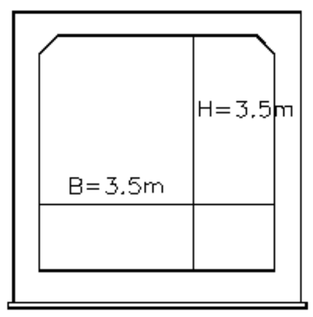
○ 정기적인 계측관리 필요

8. 검토결과

가. 합성형 통로암거의 효율성, 경제성 및 안정성 분석결과

- 내공단면의 활용도가 높고, 축력지배 구조의 내구적 단면으로 아치의 역학적 특성 100% 활용
- 경제성 분석결과 기존 콘크리트 통로암거대비 약 70%로서 30%의 공사비 절감 효과
- 시험시공결과 공간이용이 효율적이고, 구조적 안정성이 우수하며
- 계측결과 축력 및 모멘트가 허용범위 이내로 수렴
- 공용시의 운영조건을 고려한 재하시험 결과 구조적 안정성 확인

나. 최소토피고 이상의 구간에서 합성형 통로암거를 아래와 같이 적용

구 분	적용단면	대응단면
	합성형 통로암거	철근콘크리트 통로암거
규 격	 D=6.50m, h=5.25m	 4.5×4.5m, 4.0×4.0m
	 D=5.0m, h=4.0m	 3.5×3.5m, 3.0×3.0m

■ 최소토피고 규정

- 시멘트 콘크리트 포장 : Con'c 포장두께를 포함하여 1.083m
- 아스팔트 콘크리트 포장 : 아스콘 포장두께를 제외하고 1.083m
- 최소토피고가 확보되지 않은 경우 :

보강재(콘크리트 슬래브, 토목섬유 등)적용에 대하여 세부적인 설계기준 검토가 진행중에 있으며, 설계기준 수립후 적용

■ 시공후 주변지반의 잔류변형이 클 것으로 예상되는 연약지반 구간은 폐단면인 원형 지중강판 구조물 설치를 검토

■ 합성형 암거의 파손에 대한 예방 및 유지보수 대책

○ 예방대책 : 통과높이제한표지판에 합성형 통로암거와 대응되는 콘크리트 암거구조물의 규격(4.5m, 3.5m등)을 표시

○ 유지보수 대책

- 강판파손 발생시 : 파손부에 지중강판을 덧붙여 보강, 접합방법으로는 용접접합과 내조임볼트를 이용
- 소규모 파손 및 긁힘 등 : 징크리치 페인트, 스프레이식 징크 등의 재료를 사용하여 ASTM A780에 따라 보수하며, 소규모 도장막 손상시에는 용융아연도금이 자기희생 방식의 도장재이므로 부식방지 기능이 계속해서 유지됨

9. 향후계획

■ 수로용 철근콘크리트 암거에 적용 검토

■ 라멘교 교량에 적용 검토

■ 각종 배수관에 사용성 검토

■ 터널 입출구부, 개착식 구간에 적용성 검토

10. 적용방안

가. 설계중인 노선 : 공정을 감안하여 적용

나. 설계완료후 미발주노선 : 공사착수후 현장여건을 감안하여 적용

다. 공사중인 노선 : 공사여건 및 공정 등을 판단하여 적용

라. 상기과 같이 적용하되, 철근콘크리트암거 등 기타공법과 병행적용

문서번호	설계도10202-419
보존기간	10년
결재일자	2002. 9. 30

★기안	부 장	처 장	본부장	부사장	사 장
오용건 (서명)		(서명)			이동환

철근콘크리트개거
부 력 안 정 성 검 토

2002. 9.

선계기준부장 : 박성일
구조설계부장 : 김정곤

한국도로공사

KOREA HIGHWAY CORPORATION

설 계 처

목 차

1. 검 토 목 적

2. 검 토 배 경

3. 현 행 표 준 도 기 준

4. 검 토 조 건

5. 안 정 성 검 토

6. 광 폭 개 거 설 치 방 안

7. 검 토 의 견

붙 임 # 1. 개거 저판부 파손 전경

2. 형식별 최대 설치폭원 계산서

3. 보강방안 검토자료

4. 변경 표준도

1. 검 토 목 적

철근콘크리트 용수개거 시공시 **지하수에 의한 양압력(부력)**과 **개거 설치 폭원과의 안정성을 검토**하여 현행 설계단면의 적정성과 필요시 보강 방안을 수립코자 함.

2. 검 토 배 경

□ 지하수 양압력에 의한 **개거 파손 발생**

- 위　　치 : 제 2중부선 서이천IC내 보름천 이설구간(L=81m)
- 개거규격 : 높이 2.0m, 폭원 10.0m (형식-10)
- 파손형태 : **개거 저판부 부상 및 균열 발생**

□ 발 생 원 인

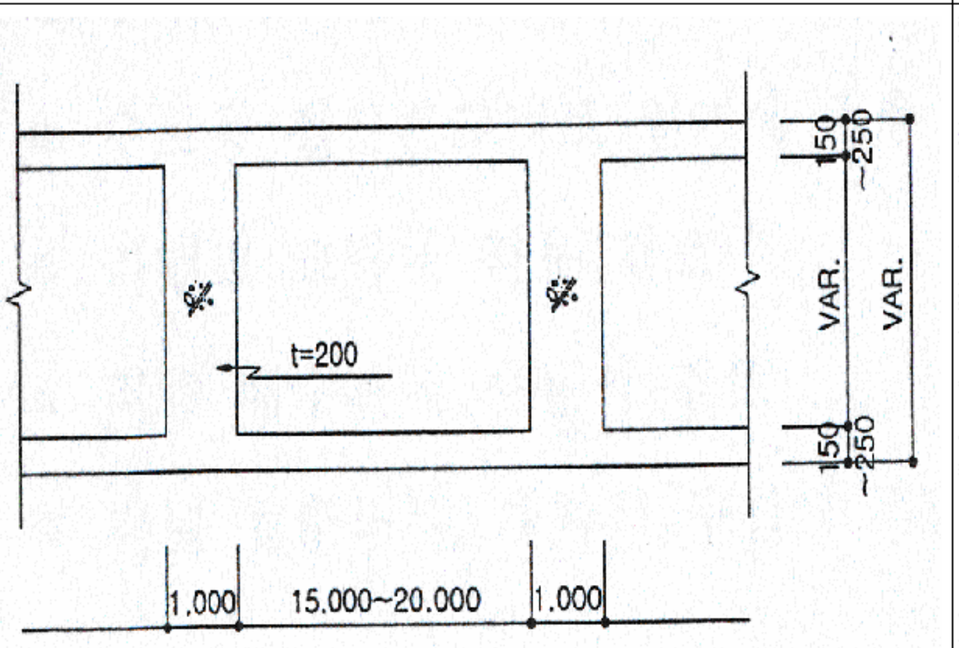
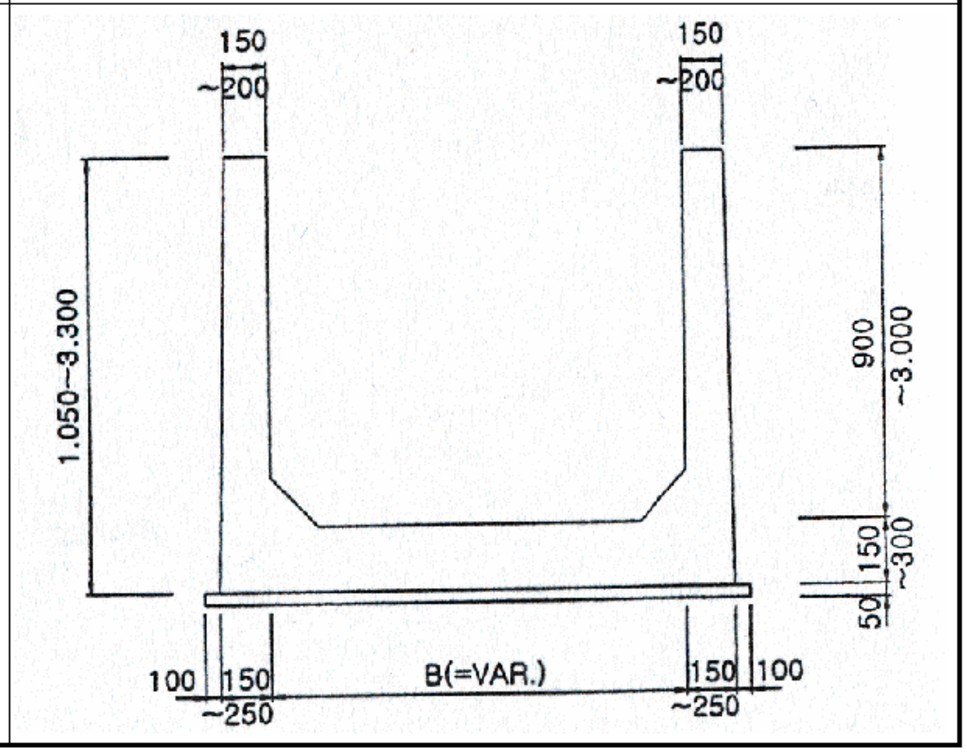
- 구조물 저면에 상향의 정수압 작용
- **저판 폭원이 넓어 양압력이 연직하중보다 클 경우 저판부 부력 발생**

□ 보 완 방 법 : 개거 저판부 앵커 보강 및 개비온 옹벽 설치

3. 현행 표준도 기준

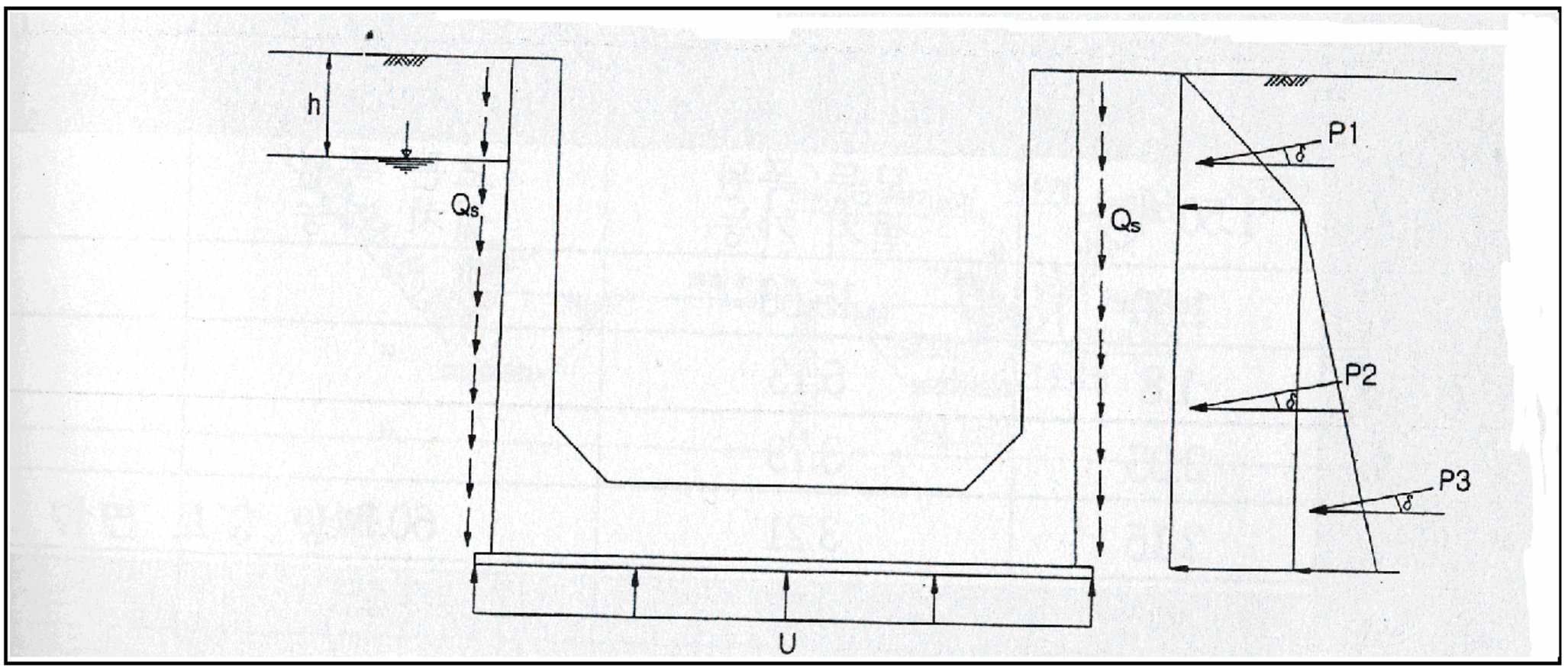
□ 개거 높이에 따른 분류 : H=1.05m~3.3m까지 18개 형식으로 분류

□ 개거 폭원에 따른 분류 : 현장 여건에 따라 설치 폭원 임의 적용

평 면 도	단 면 도
	

4. 검 토 조 건

□ 하중개념도



□ 안정성 검토 산정식(도로교 설계기준)

구조물 자중(Wb) + 측벽토압의 연직분력(Qs) ≥ 1.2 × 부력(U)

□ 불리한 조건 설정

- 개 거 내 부 : 건조상태**(부력에 저항하는 수(水)하중 미고려)**
- 측 벽 부 : 지하수위 존재**(개거 저판에 부력 발생)**

□ 지하수위(h)

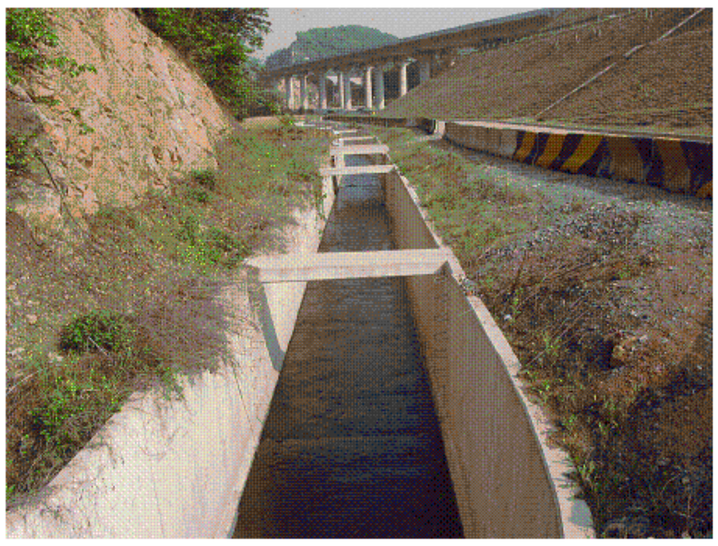
- 지하수위는 주변 조건에 따라 변화하므로 이에 대한 특별한 규정은 없음
- 지중구조물이 많은 **지하철의 경우 통상 h=1.0m를 적용**하고 있음
- 그러나, 개거 내부를 건조상태로 가정하면서 지하수위를 GL(-)1.0m로 적용하는 것은 과다 설계가 예상됨
- 따라서, **지하수위를 h=1.0m와 h=1.5m로 가정하여 검토 수행**

5. 안 정 성 검 토

가. 지하수위(h)에 따른 설치 가능 폭원

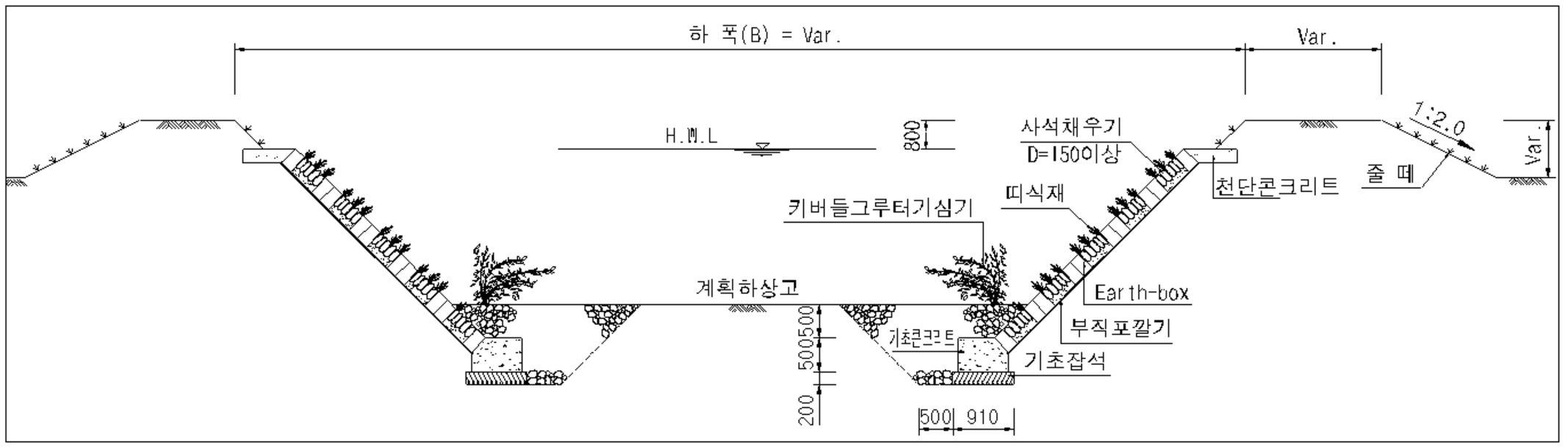
구 분	측벽높이(m)	설 치 가 능 폭 원(m)		비 고
		h=1.0m가정시	h=1.5m가정시	
형식5이하	1.50이하	모든 폭원 설치 가능	모든 폭원 설치 가능	
형식 6	1.60	15.66	"	
형식 8	1.8	5.13	"	
형식 10	2.05	3.79	"	
형식 11	2.15	3.21	60.34	
형식 14	2.45	2.77	7.65	
형식 18	3.30	1.97	3.11	

나. 설치사례 비교

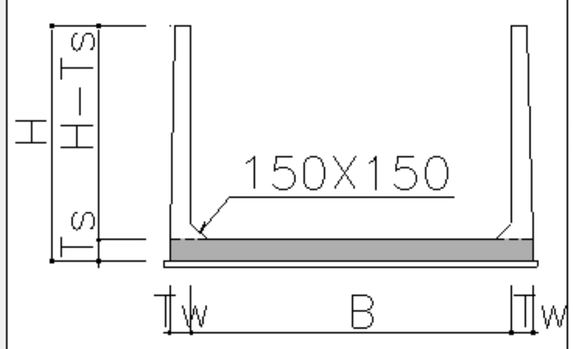
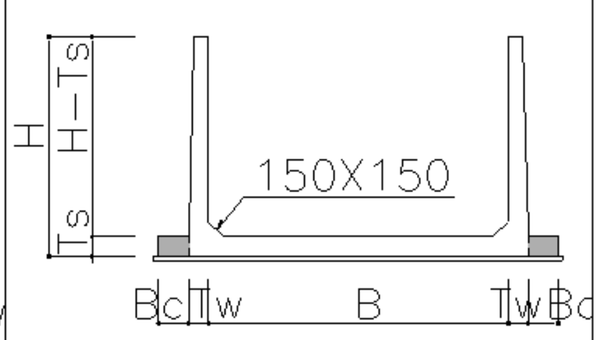
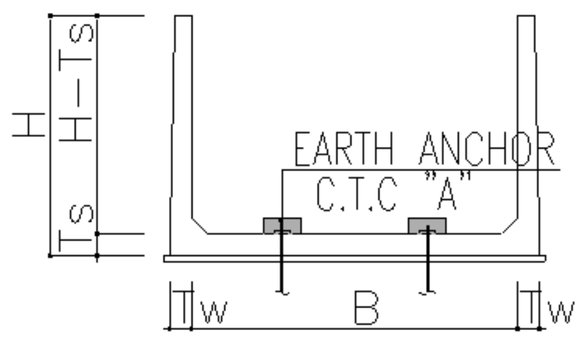
설 치 전 경	규 격	부 력 영 향	비 고
	(형식10) -H=2.05m **-B=10.0m**	한계폭원(3.79m)을 과다하게 초과하여 **저판부 파손 발생**	-지하수위(h)1.0m를 기준으로 검토시 한계폭원을 다소 초과하여도 부력에 의한 영향은 없음
	(형식14) -H=2.45m **-B= 3.0m**	한계폭원(2.77m)을 다소 초과하였으나 **부력 영향 없음**	-따라서, **지하수위** **(h)1.0m는 다소** **과다한 것으로** **판단됨**

6. 광폭개거 설치 방안

가. 자연형 하천 설치(기술환10704-30262호, '02.6.4)



나. 단면 보강 방안

구 분		제 1안	제 2안	제 3안
개 요		바닥슬래브 두께 증가	저판을 켄틸레버 구조로 설치	부력 방지 Anchor 설치
단 면				
보강 개요 (형식 -18)	B=3.0m 일 경우	Ts=60cm	Bc=20cm	2본/5m당
	공사비	201만/m당	184만/m당	205만/m당
장·단점		- 시공성 양호 - 자중증가 - 공사비 고가	- 시공성 양호 - 상재자중 증가 - 공사비 저렴	- 시공성 다소 복잡 - 공사비 고가 - 비갈수기에도 압축력 작용 - 방수대책 필요
적 용			○	

7. 검 토 의 견

○ 폭원이 넓은 하천의 이설이 필요할 경우에는 기 수립된 **"자연형 하천공사 방안 검토(기술환 10704-30262호, '02.6.4)"** 적용을 원칙으로 하되,

○ 여건상 자연형 하천 적용이 곤란한 다음과 같은 경우에는 철근 콘크리트 개거를 적용토록 하되,

- 하천이설 폭이 협소하거나 주변여건상 자연형 하천 적용이 곤란한 경우
- 전후구간이 콘크리트 개거등의 단면으로 형성된 경우의 이설구간
- 하천의 평균 하폭이 2M 이하인 경우

○ 표준도에 형식별 한계폭원을 명시하여

- 한계폭원보다 작은경우는 현 표준도를 적용하고,
- 한계폭원보다 클 경우에는 지하수위를 측정하여 단면을 보강하는 방안을 적용토록 함.

○ 적 용 방 안

- 설계중인 노선 : 적 용
- 공사중인 노선 : 공사주관부서에서 현장여건을 감안하여 적용 여부 결정

2-13 파형강관 현장 적용성 검토

방 침
건 설 계 10308-110 ('02.10.28)

□ 검토배경

'02.7. "지중강판을 이용한 합성형 통로 암거 적용방안" 시행 후 파형 강판을 이용한 구조물로 비교적 규모가 중형인 암거에는 적용하고 있으나, 규격이 작아 구조적으로 유리하며, 경제적으로도 우수한 소단면 파형강관 배수관으로는 적용되고 있지 않아 현장 적용성에 대한 검토 필요

□ 추진 경과

- 1896년 미국에서 최초 개발 후 100여년 이상 미주, 유럽 일본등에서 배수관으로 사용
- **도로공사 일반시방서(건설부, 1990년)** 파형강관에 대한 시방 추가
- 국내 최초 생산(포항제철, '90.12.)
- 파형강판(CSP) 사용 검토(설계기 16210-117, '93.8.18)
- 연약지반구간 파형강관 횡배수관 시험시공
  (서해 군산~무안 16공구 3개소, '99.5.~'99.6.)
- 파형강재 지중구조물 실용화 연구 (**도로연구소**, '99~'00)
- 파형강관의 설계기준 및 시공지침에 관한 연구
  (**한국건설기술연구원**, '99~'00)
- 지중강판을 이용한 합성형 통로암거 적용방안 시행
  (기술의10410-30106,'02.7.23)

□ 적용상 문제점

ㅇ 외국과 국내 시방 기준이 상이하여 시행 혼선

- 강관두께 결정 산정 방법, 최소 토피고 규정등 상이

ㅇ 신 공법에 대한 거부감

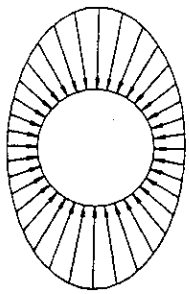
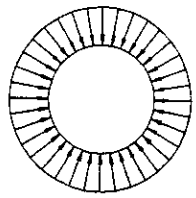
- 기술자들이 콘크리트 배수관에 대한 시공 경험이 많아 쉬워함.

ㅇ 구조물의 역학적 특성에 대한 이해 부족으로 시공부실로 하자(변형) 발생시 자재의 불량으로 오인하는 경향이 있음

- 파형강관은 연성구조물로 뒷채움 불량시 변형 (콘크리트관은 변형 없음)

ㅇ 부식 영향으로 내구 수명에 대한 불안감

□ 흄관과 파형강관 비교

제작	원심력 회전으로 조성된 Con'c 관 벽체내에 종선, 나선 및 사선 등의 철선을 삽입하여 제조	용융아연도금된 강판에 파형을 형성하여 횡단면의 강성을 증가시킨 강관
역학 특성	- 주변 토압에 대하여 **관이 변위를 일으키지 않는 강성으로 저항** - 축력 및 휨 저항을 위해 충분한 강성 확보  [강성관에 작용하는 토압]	- **연직하중에 의해서 관이 수평방향 변위를 측면의 토압이 관을 지탱** - **연성인 파형강관 주위에는 일정한 크기의 압력이 작용, 휨 모멘트 발생없이 축력만 발생**  [연성관에 작용하는 토압]
연결	- 암·수 연결 방식	- 커플링 밴드 방식

시공성	- 중량으로 중장비 필요 - 보호 콘크리트 및 접합 시공시 양생이 필요 절대 공기 소요 - 동절기 시공 불가	- 경량으로 인력 및 소형장비로 설치 - 공기 단축 가능 - 동절기 시공 가능
기타 장단점	- 접합부 손상 발생 쉬움 - 사용후 폐기물 발생	- 뒷채움 관리 필요 - 사용후 재활용 가능
경제성	- 자재비 보통 - 시공비 고가(장비,인력투입 많음)	- 자재비 보통 - 시공비 저렴(장비,인력투입 작음)
수 명	50년 이상	50년 이상

□ 역학적 특성에 관한 이해

- **시공 후 뒷채움재의 체적변화가 없어야 구조적으로 안정**

· 뒷채움재의 체적변화가 없는 한계밀도를 85%로 보며, 시공시에는 구조물의 안전성을 고려하여 뒷채움재의 다짐밀도는 90%~95%를 요구

※ 파형강관의 구조적 안전성에 가장 중요한 사항은 뒷채움 시공임.

□ 외국 및 국내 시방기준 검토

※ <붙임 1> 참조

□ 파형강관 부식 영향 검토

○ 한국건설기술연구원에서 실시한 "파형강관의 설계기준 및 시공지침에 관한 연구"에서는 **국내 생산·시공된 파형강관의 수명은 59년~290년으로 조사·연구되어 문제가 없는 것으로 판단**

○ 다만, 외국조사 결과 **수로의 경사가 급할 경우와 유기질토로 구성된 지반에서의 시공, 염분이 함유된 물 혹은 폐수 등이 흐르는 수로에서는 부식의 영향이 크므로 강관에 콘크리트 라이닝 등의 별도 보호대책을 강구하거나, 사용을 피하는 것이 타당**

□ 경제성 검토

○ 종배수관

원심력콘크리트관과 비교 약 50%~95% 수준

○ 횡 배수관

보강 원심력콘크리트관과 비교 약 40% 수준

○ m당 공사비 비교 (횡배수관)

철근콘크리트관 공사비		파형강관 공사비		(△)절감액	
규격	공사비	규격	공사비	규격	절감액
800 mm	308천원	1000 mm	126천원	200 mm	(△)182천원
1000 mm	410천원	1200 mm	159천원	200 mm	(△)251천원
1200 mm	559천원	1500 mm	253천원	300 mm	(△)306천원

※ 비교조건 : 수로경사 1%, 토피 6m, 흄관은 지급자재, 파형강관은 사급자재

□ 기타

○ 파형강관의 품질 기준은 한국공업규격 KS D 3590과 ASTM A760 록심의 검사기준 및 인장강도 기준 적용

○ 가배수관으로 1R형식을 적용할 경우 자재 90%이상 회수 가능

○ 본 검토서에 언급되지 않은 사항은 도로공사 표준시방서(건설부, 1990) 적용

□ 검토 결론

파형강관 배수관은 경제적이고, 경량으로 시공성이 우수하며, 양생이 필요없어 공기를 단축시킬 수 있고, 특히 적은 인력투입으로 3D 직종기피로 인한 건설기능공의 부족 피해를 최소화할 수 있어 향후 시행이 확대되어야 할 것으로 판단됨.

□ 시행방안

○ 가배수관, 종배수관

- 현장여건과 경제성등을 고려 공사시행부서에서 판단하여 시행

○ 횡배수관

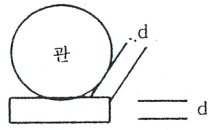
- 각 사업소별로 시험시공 후 공사시행부서에서 시행 판단

<붙임1>

□ 외국과 국내 시방 기준이 상이 따른 검토

o 시방 기준 비교

구분	도로공사표준시방서 (건설부, 1990)	AASHTO (2007)	ASTM 시공기준	미국캘리포니아주 시공기준 (Caltrans, 2006)	시공기준강화구분 (2012.12.31~현재)	적용 방안	비고
강관 두께 결정	토피고와 강관 두께 표에 의거 결정	[illegible]	언급없음	[illegible]	[illegible]	[illegible]	
뒷채움 재료	소량의 실트 또는 점토를 함유한 사질토	No. 200체 통과백분율 35% 이하의 조립토 (AASHTO A-1, A-2, A-3)	입상재료 사용	입상재료 사용 (점착성 재료 사용 가능)	[illegible] (No. 200체 통과백분율 25%이하)	[illegible] (No. 200체 통과백분율 5%이하)	
뒷채움 밀도	KS F 2313에 의한 최대 건조밀도의 95%이상	최대 건조밀도의 90 % 이상	최대 건조밀도의 90 % 이상	최대 건조밀도의 90 % ~95% 이상	KS F 2312 [illegible]	[illegible]	
뒷채움 폭	언급없음	[illegible]	60cm이상	50cm ~80cm 이상	대단면 적용사항으로 소형인 파형강관에는 적용 곤란	[illegible]	
뒷채움 1층 두께	[illegible]	D	15~30cm	15~20cm	15~20cm	[illegible]	
뒷채움 병렬 여유	언급없음	관경(m) / 최소간격(m): D < 0.6 / 0.3; 0.6≤ D ≤1.8 / D / 2	언급없음	언급없음	[illegible]	[illegible]	

구분		도로공사 표준시방서 (건설부,1990)	AASHTO (2001)	ASTM 및 공직전서	파형강관의 설계기준 및 시공기준에 관한 연구 (건설기술연구원, 2000.9)	강중강판구조물 설계 및 시공지침 (2012.12 기준심의)	적용 방안	비고
최소 토피고		- 포장하면기준 60cm 이상, - 기도 30cm 이상	-연성포장 포장 하면 기준 직경의 1/8 또는 30cm이상 - 강성포장 포장 상면 기준 직경의 1/8 또는 30cm이상	직경의 1/8 또는 30cm이상	직경의 1/8 또는 30cm이상	-연성포장 포장하면 기준 60cm이상 -강성포장 포장상면 기준 60cm이상	-연성포장 포장 하면 기준 60cm이상 -강성포장 포장 상면 기준 60cm이상	
기초	최소 두께	규격 900mm 이하 / 900mm ~2,000mm	보통지반:4~60cm(연약지반) 암반지반 : d 	좌 동	규격 900mm 이하 / 900mm ~2,000mm	대단면 적용사항으로 소형인 파형강관에는 적용 곤란	규격 900mm 이하 / 900mm ~2,000mm	
		보통지반 20cm / 30cm			보통지반 20cm / 30cm		보통지반 20cm / 30cm	
		암반지반 20cm(토피5m상시 m마다 4cm 증가			암반지반 20cm이상		암반지반 20cm(토피5m상시 m마다 4cm 증가	
		연약지반 50cm / 0.4D or 50cm 큰값			연약지반 50cm or 0.3D~0.5D 중 큰값, 최대 100cm		연약지반 50cm / 0.4D or 50cm 큰값	
	폭	보통지반 D	보통지반 D	좌 동	보통지반 1.5D~2.0D		보통지반 D	
		암반지반 D	암반지반 D		암반지반 1.5D~2.0D		암반지반 D	
		연약지반 2D~3D	연약지반 3D		연약지반 2D~3D		연약지반 2D~3D	
베딩		언급 없음	시공기준: 파형 골 깊이의 2배이상 구현을 반도록 - 품질기준 언급 없음	- 시공기준: 언급 없음 - 품질기준 결빙재료,77mm이상 골재, 점토, 유기물등이 접하지 않는 재료	- 시공기준: 언급 없음 - 품질기준 결빙재료 77mm이상 골재, 점토, 유기물등이 접하지 않는 재료 모래 사용 제외	대단면 적용사항으로 소형인 파형강관에는 적용 곤란	-시공기준: 파형 골 깊이의 2배이상 구현을 반도록 -품질기준 결빙재료 77mm이상 골재, 점토, 유기물등이 접하지 않는 재료 모래 사용	

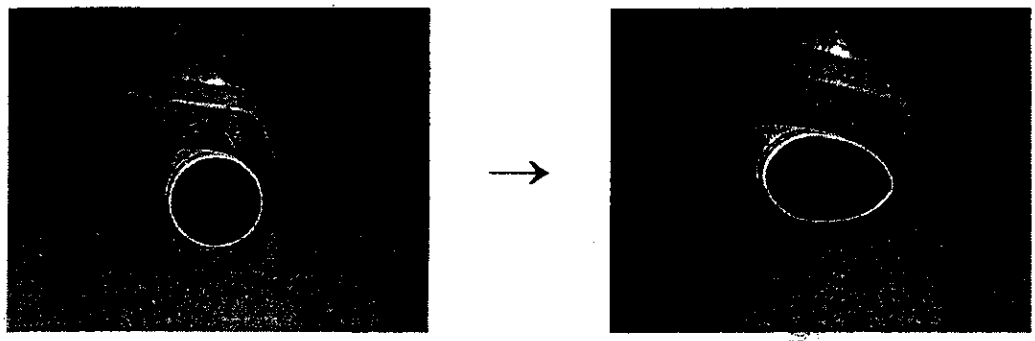
※ 기초의 경우 지반이 양호할 경우 원지반을 잘다져 사용 , 불량할 경우 치환 후 기초시공

<붙임2>

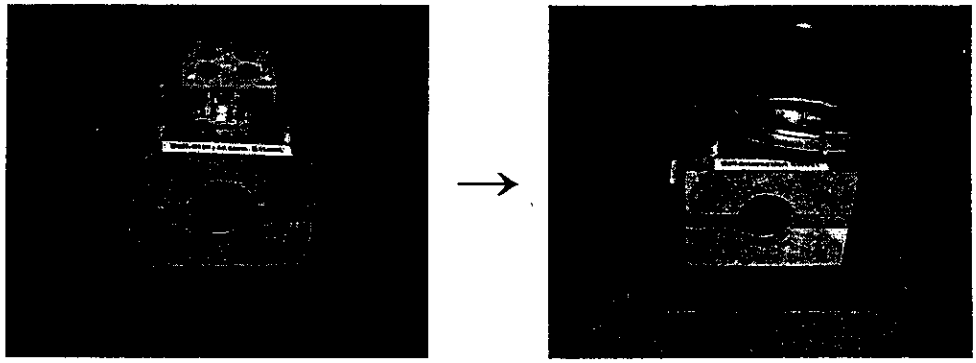
□ 기본 이론

○ 하중분산으로 캔이 저항

- 아래 그림과 같이 원형 작은 집중 하중을 가할 경우 쉽게 변형

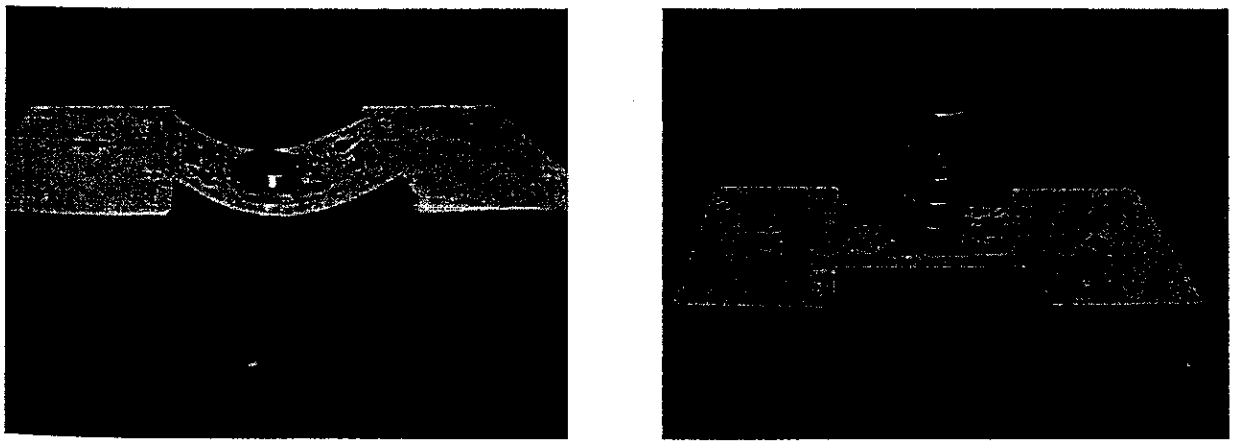


아래 그림과 같이 캔과 같은 곡선반경을 가진 나무토막이 받쳐져 있을 경우 상당한 무게까지 지탱가능



○ 파형(골) 형성으로 휨강성 증가

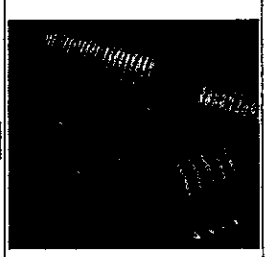
아래 플라스틱 카드는 아주 작은 집중하중으로도 휨이 발생되나, 파형(골)을 형성시킬 경우 상당히 큰 집중하중에도 저항



※ 파형강관은 위의 두 원리에 의해서 상당히 큰하중을 지지

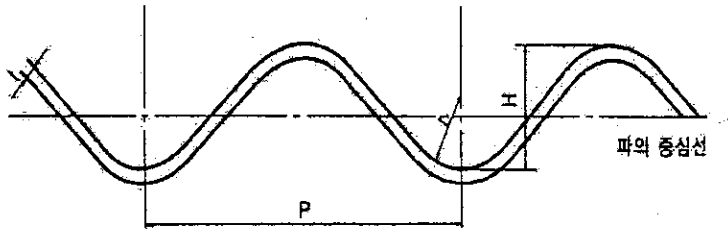
<붙임3>

□ 종류 및 용도 [한국공업규격(KS D 3590) 파형강관 규격]

구분	기호	그림	사진	규격	용도	규격(mm)
원형	1형	SCP 1 R		피치 : P=68mm 깊이 : H=13mm t = 1.6~4.0 길이(L) : 0.612 m, 1.02M	가배수관, 관계용수로, 배수로등	400 ~ 1,800
원형	1S형	SCP 1 RS		피치 : P=68mm 깊이 : H=13mm t = 1.6~3.2 길이 : 4~6 M	도로, 택지 등의 배수 관용	300 ~ 1,800
원형	3S형	SCP 3 RS		피치 : P=76.2mm 깊이 : H=25.4mm t = 1.6~3.2 길이 :4~6 M	도로, 택지 등의 배수 관용	900 ~ 2,400

※ 1RS와 3RS는 파형이 나선으로 형성됨

※ P : 골의 간격(피치), H : 골의 깊이



<붙임4>

□ 콘크리트관과 파형강관의 수로 경사에 따른 관경 비교

○ 수로경사 1/100에 대한 관경비교

300	0.07	400	0.08	300	0.08	-	-
400	0.14	-	-	400	0.16	-	-
450	0.20	600	0.23	450	0.20	-	-
500	0.26	-	-	600	0.37	-	-
600	0.42	800	0.49	-	-	-	-
700	0.64	-	-	800	0.66	900	0.74
800	0.91	1,000	0.90	1,000	1.13	1,000	0.98
900	1.25	1,200	1.46	-	-	1,200	1.52
1,000	1.65	1,350	2.00	1,200	1.75	1,350	2.09
1,100	2.14	1,500	2.65	1,350	2.40	1,500	2.65
1,200	2.69	1,650	3.42	1,500	3.03	1,650	3.28
1,350	3.69	1,800	4.30	1,650	3.90	1,800	3.97

○ 수로경사 1/200에 대한 관경

300	0.10	400	0.11	300	0.11	-	-
400	0.20	-	-	400	0.22	-	-
450	0.28	600	0.32	450	0.28	-	-
500	0.37	-	-	600	0.52	-	-
600	0.60	800	0.70	-	-	-	-
700	0.91	1,000	1.27	800	0.93	900	1.04
800	1.29	-	-	1,000	1.60	1,000	1.38
900	1.77	1,200	2.06	-	-	1,200	2.15
1,000	2.34	1,350	2.83	1,200	2.47	1,350	2.95
1,100	3.02	1,500	3.74	1,350	3.39	1,500	3.74
1,200	3.80	1,650	4.83	1,500	4.28	1,650	4.64
1,350	5.22	1,800	6.08	1,650	5.52	1,800	5.62

<붙임5>

□ 공사비 비교 (흄관은 지급자재, 파형강관은 사급자재로 비교)

○ 종배수관(토피 2m, slope 1% 기준, m당 단가)

흄관		파형강관			차이	
규격(m/m)	단가(원)	규격(m/m)	형식	단가(원)	관경(m/m)	단가(원)
300	56,553	300	1RS	28,527	-	28,026
450	57,200	450	1RS	39,354	-	17,846
600	97,133	800	1RS	92,733	200	4,400
800	153,298	1000	1RS	126,351	200	26,947
1000	221,619	1200	1RS	159,079	200	62,540
1200	310,898	1500	1RS	252,928	300	57,970

○ 횡배수관(토피 6m, slope 1% 기준, m당 단가)

흄관		파형강관			차이	
규격(m/m)	단가(원)	규격(m/m)	형식	단가(원)	관경(m/m)	단가(원)
800	308,263	1000	1RS	126,351	200	181,912
1000	410,192	1200	1RS	159,079	200	251,113
1200	558,656	1500	1RS	252,928	300	305,728

<붙임6>

□ 파형강관 단면특성, 조도계수 및 최소 취급강성

ㅇ단면특성

강판 두께 t [mm]	단면적 A [cm^2/cm]	접선장 TL [cm]	접선각 △ [°]	단면이차모멘트, I [cm^4/cm]	단면 계수 S [cm^3/cm]	회전 반경 r [cm]
1.6	17.278	1.96	26-46	0.0328	1.5807	0.4354
2.0	21.600	1.92	26-54	0.0414	5.6302	0.4377
2.7	29.134	1.88	27-07	0.0571	7.4120	0.4425
3.2	34.538	1.84	27-18	0.0690	8.6641	0.4467

표 11. 1R, 1RS 의 단면 특성 (68.0×13.0)

강판 두께 t [mm]	단면적 A [cm^2/cm]	접선장 TL [cm]	접선각 △ [°]	단면이차모멘트, I [cm^4/cm]	단면 계수 S [cm^3/cm]	회전 반경 r [cm]
1.6	19.827	2.37	44-44	0.1495	11.5144	0.8685
2.0	24.797	2.33	44-56	0.1882	13.7222	0.8712
2.7	33.511	2.26	45-27	0.2574	18.3067	0.8761
3.2	39.758	2.20	45-52	0.3082	21.5338	0.8801

표 12. 3RS 의 단면 특성 (76.2×25.4)

ㅇ조도계수

파 형 강 관							
1RS		1R		3RS		5RS	
규격	조도계수	규격	조도계수	규격	조도계수	규격	조도계수
Φ300	0.011	Φ400	0.024	-	-	-	-
Φ450	0.013	Φ600	0.024	-	-	-	-
Φ800	0.017	Φ800	0.024	-	-	-	-
Φ1000	0.019	Φ1000	0.024	Φ1000	0.022	Φ1000	0.022
Φ1200	0.020	Φ1350	0.024	Φ1350	0.023	Φ1350	0.022
Φ1500	0.021	Φ1650	0.024	Φ1650	0.025	Φ1600	0.024

ㅇ최소취급강성(AASHTO 기준)

1RS	1R	3RS	5RS
0.245 cm/krf	0.245 cm/krf	0.185 cm/krf	0.185 cm/krf

ㅇ흙의 강성계수(AASHTO 기준) K′ : 0.22

<붙임7>

□ 파형강관 설계 순서

현장별 설계단면 선정

↓

최소 토피고 검토

최소토피고(H_{min})≥ $D/8$
최소토피고(H_{min})≥30 cm

↓

다짐밀도에 따른 하중계수(K) 흙강성 계수(K') 산정

토피고가 직경보다 큰 경우 하중계수(K) 적용
허용압축응력 산정시 다짐밀도에 따른 흙강성 계수(K') 적용

↓

구조물에 작용하는 설계하중 산정

$H \geq D \quad P_v = (DL + LL) \times K$
$H < D \quad P_v = (DL + LL) \times 1.0$
H : 토피고, D : 관의 직경
P_v : 설계하중

↓

구조물 벽면에 작용하는 단면력 산정

$C = P_v \times \frac{D}{2}$ C:벽체에 작용하는 압축력 (tonf/m)

↓

허용 압축응력 검토

강관 유연도에 따라 파괴좌굴응력(f_{cr}) 산정

↓

관두께 검토

허용응력에 따른 단위길이당 강관의 필요 단면적

↓

최소 취급 강성 검토

설계된 관의 유연도계수(FF)산정
$FF \leq 0.242(cm/kg)$: 1R,1RS, $FF \leq 0.185(cm/kg)$: 3RS

<붙임10>

□ 유량 계산 예시

(1) 유량계산

파형강관의 유량은 매닝의 평균유속공식을 사용하여 계산한다.

$$\nu = \frac{1}{n} R^{2/3} I^{1/2}$$

$$Q = \nu A$$

여기서, ν : 평균유속(m/s)

R : 경심 = A/P(m)

L : 윤변 (m)

Q : 유량 (m^3/S)

I : 동수구배

n : 조도계수

A : 유수단면적 (m^2)

(2) 설계 예제

예제 1.

관경 1,000(mm)를 갖는 원형 1RS 파형강관의 유량을 구하면 다음과 같다. 이때 수로경사는 1/100 이다.

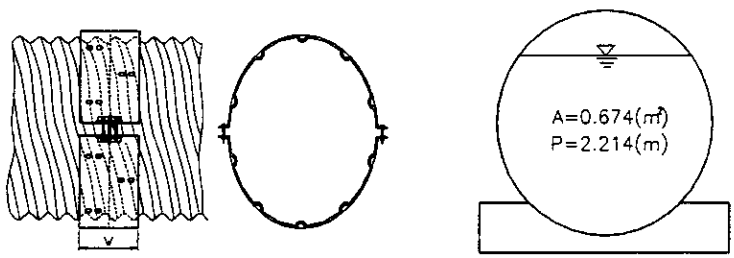


그림1. 1RS 원형 단면

원형 1RS 파형강관의 조도계수는 첨부된 별첨1.의 각각의 파형강관별 조도계수에서 제시되었듯이 관경 1,000(mm)의 0.019 이다.

1. $\nu = \frac{1}{n} R^{2/3} I^{1/2}$
2. R : 경심 = A/P(m)

   그림 1. 을 보면 관경 1,000(mm)에 대한 80%의 면적 A는 0.674 (m^2)

이며 윤변 P는 2.214 (m) 임을 알수 있다.

R = $R = \frac{A}{P} = \frac{0.674}{2.214} = 0.304(m)$

3. 유속 $\nu = \frac{1}{n} R^{2/3} I^{1/2}$

$$\nu = \frac{1}{0.019} 0.304^{2/3} 0.01^{1/2} = 2.38(m^2/s)$$

4. $Q = \nu A = 2.38 \times 0.674 = 1.604(m^3/s)$

예제2.

관경 1,200(mm)를 갖는 원형 1RS 파형강관의 유량을 구하면 다음과 같다. 이때 수로경사는 1/100 이다.

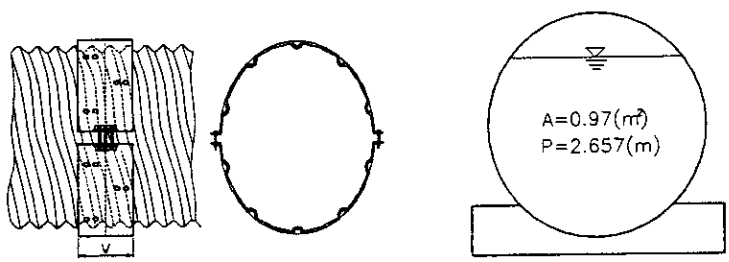


그림2. 1RS 원형 단면

원형 1RS 파형강관의 조도계수는 첨부된 별첨1.의 각각의 파형강관별 조도계수에서 제시되었듯이 관경 1,200(mm)의 0.020 이다.

1. $\nu = \frac{1}{n} R^{2/3} I^{1/2}$
2. R : 경심 = A/P(m)

   그림 1.을 보면 관경 1,000(mm)에 대한 80%의 면적 A는 0.97 (m^2)이며 윤변 P는 2.657 (m) 임을 알수 있다.

   R = $R = \frac{A}{P} = \frac{0.97}{2.657} = 0.365(m)$

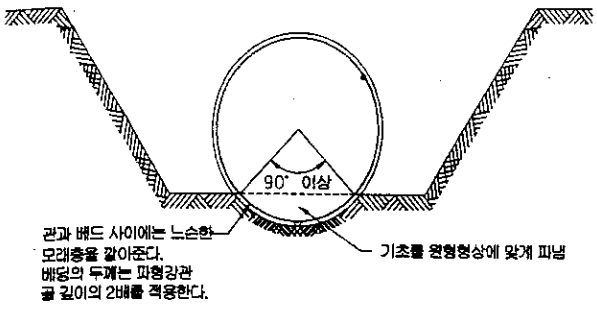
3. 유속 $\nu = \frac{1}{n} R^{2/3} I^{1/2}$

$$\nu = \frac{1}{0.020} 0.365^{2/3} 0.01^{1/2} = 2.55(m^2/s)$$

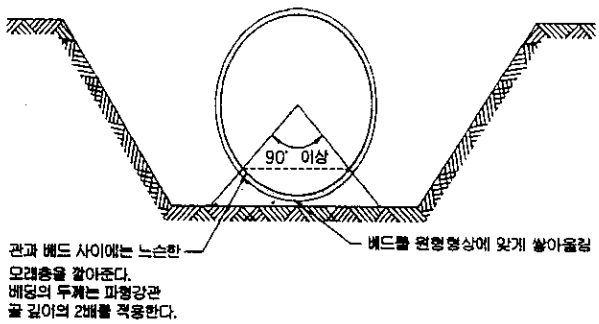
4. $Q = \nu A = 2.55 \times 0.97 = 2.474(m^3/s)$

<붙임11> 베딩 시공 방법

· TYPE-A형태 베딩을 원칙으로 하고 필요할 경우 TYPE-B도 적용



TYPE-A 기초를 파내어 베딩형성



TYPE-B 토사를 쌓아올려 베딩 형성

흄관 및 파형강관 공사비 비교

구분	소배수관			중배수관			비고
	보강흄관 (A)	파형강관 (B)	대비 (B/A)	흄관 (C)	파형강관 (D)	대비 (D/C)	
관 재료비	60,051 (20.7%)	89,033 (84.0%)	**148.3%**	67,433 (40.7%)	89,033 (84.0%)	**132.0%**	
기 타 시공비	229,424 (79.3%)	17,021 (16.0%)	**7.4%**	98,295 (59.3%)	17,021 (16.0%)	**17.3%**	
합 계	289,475 (100%)	106,053 (100%)	**36.6%**	165,728 (100%)	106,053 (100%)	**64.0%**	

※ 흄관 Ø1000mm, 파형강관 1RS 1200mm 1.6t 대비(토피 2m, slope 1% 기준)

※ 공사비는 직접공사비 기준임.

◉★기안	부 장	실 장	본부장	부사장	사 장
이의준	지형	신부식	전결		박정진
협 조	기획조정실장 : 백성봉 도 로 처 장 : 이동은 건설계획처장 : 건설관리처장 : 정경인 설 계 처 장 : 이동희 민자도로처장 : 기술관리실장 : 이상용				

깎기부 표준횡단 및 L형측구 적용기준 검토

문서번호	기술사10201- 203
보존기간	10년
결재일자	2002. 12. 18
공개여부	공 개

2002. 12.

기술심의부장 : 이 상 호

한국도로공사

KOREA
HIGHWAY
CORPORATION

기술심사실

목 차

1. 검토목적 ---------- 1

2. 검토사항 ---------- 1

가. 깎기부측의 L형측구가 정지시거에 미치는 영향

나. 깎기부 높이와 토질상태에 따라 L형측구 Type별 적용기준

다. 깎기부 구간 표준횡단면도

3. 검토내용 ---------- 1

4. 검토결과 ---------- 11

5. 기대효과 ---------- 12

6. 적용방안 ---------- 12

1. 검토목적

가. 국가장기간선망계획(7×9)중 앞으로 건설해야 하는 **동·서축은 산악지를 통과하는 구간이 많아 깎기구간의 대절토부 발생을 사전에 예방**하기 위해

나. 고속도로 깎기구간에 설치하는 콘크리트 옹벽형 L형측구 시설물에 대하여 사면높이와 토질상태에 따라 **Type별 적용기준 및 L형측구가 설치되는 깎기부 구간의 표준횡단을 검토**하여,

다. **고속도로 건설시 시공성 및 경제성과 깎기부 사면에 대한 유지관리의 효율성을 도모하고 환경피해를 최소화** 할 수 있는 방안을 검토코자 함.

2. 검토사항

가. 깎기부측의 L형측구가 정지시거에 미치는 영향

나. 깎기부 높이와 토질 상태에 따라 L형측구 Type별 적용기준

다. 깎기부 구간 표준횡단면도

3. 검토내용

가. 깎기부측의 L형측구가 정지시거에 미치는 영향

① 현행기준

○ 설계속도 V=100km/hr에서 정지시거를 만족하기 위해서는 평면곡선 반경 R=1,000m이하 구간에서의 절토부 옹벽은 H=1m이하의 규격을 적용(설계기16210-33호, '91. 2. 27)

② 문 제 점

○ 정지시거는 운전자의 눈높이를 도로노면으로부터 100cm로 하고, 장애물 또는 물체의 높이 15cm를 볼 수 있는 거리를 동일 차로 중심선상으로 측정한 거리로써 L형측구 Type-2의 상단부 높이는 노면으로부터 90cm로 곡선구간 후방에 있는 장애물이 인지되지 않는 실정임

③ '도로설계기준'('2001. 9. 20 건교부)에서의 정지시거

㉮ 내　　용

○ 도로안전주행의 요소인 설계속도별 정지시거가 도로횡단 구성요소인 중앙분리대, 땅깎기 법면(옹벽), 교량부 방호울타리 등의 장애요소와 곡선부 터널내에서의 측방여유 부족에 의하여 저촉되고 있어 안전운행에 지장을 초래하고 있다. ○ 중앙분리대 등 도로시설물 설치구간에서 소요정지시거 확보가 곤란한 경우, 도로교통법규(도로교통법 시행규칙 제 12조 2항)에서 정한 이상기후시 감속규정에 따른 속도에 소요되는 정지시거가 확보되도록 하여야 한다.

㉯ 깎기부 옹벽측의 정지시거 확보를 위한 곡선반경 산정

(L형측구 Type-3, H=2.3m)

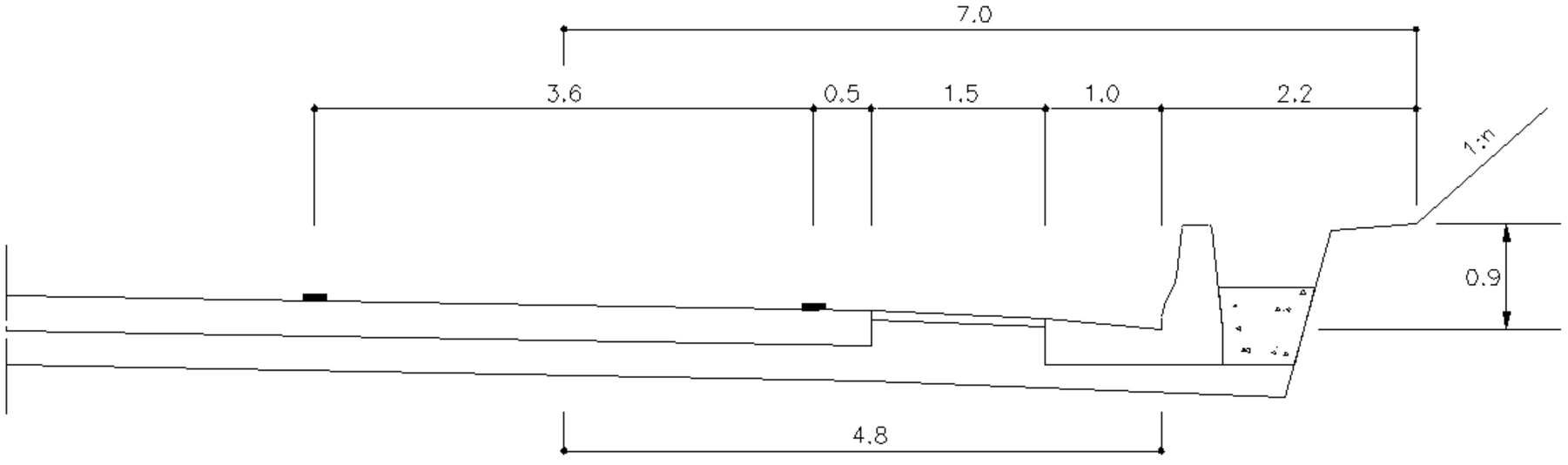
○ 정지시거를 만족하는 곡선반경

설계속도 (km/hr)	정지시거 (m)	깎기부 옹벽측 (주행차로)	중앙분리대측 (추월차로)	비　고
120	190	940m이상	1,370m이상	
100	140	510m이상	740m이상	

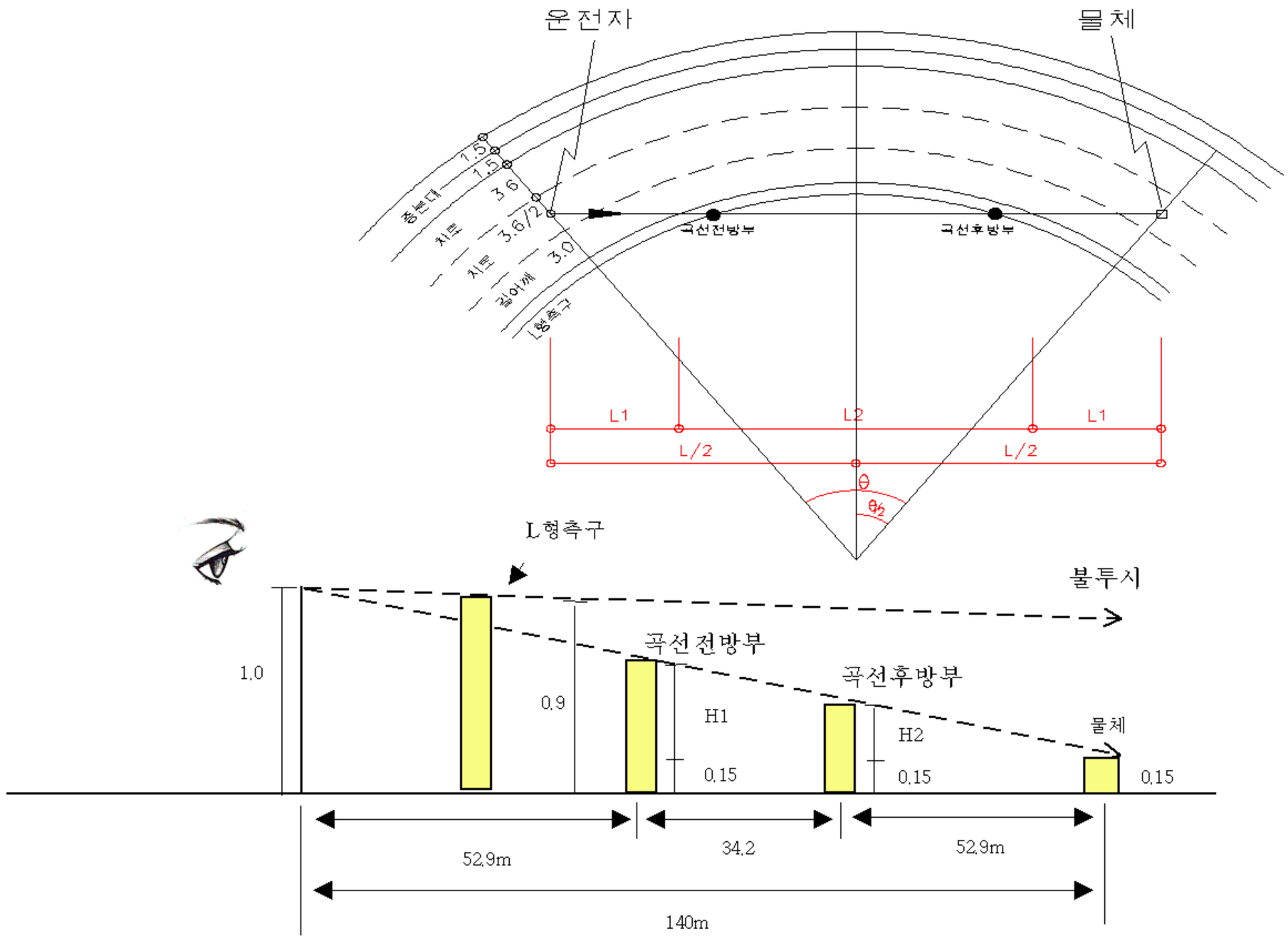
※ 계산근거 : 별첨 #1

㉰ L형측구 Type-2(H=1.2m)의 시거확보를 위한 높이계산

○ 횡단면도



○ L형측구(Type-2)의 시거확보를 위한 높이계산



H1=(34.2+52.9)×0.85/140=0.53m, 전체높이 : 0.53+0.15 = 0.68m

H2=(52.9×0.85)/140 = 0.32m 전체높이 : 0.32+0.15 = 0.47m

※계산근거 별첨#2

④ 검토(안)

○ 정지시거는 운전자의 눈높이를 도로노면으로부터 100cm로 하고, 장애물 또는 물체의 높이 15cm를 볼 수 있는 거리를 같은 차로 중심선상으로 측정한 거리로써 시거확보를 위한 L형측구(Type-2) 높이 계산 결과 **곡선전방부에서는 0.68m, 후방부에서는 0.47m 이하가 되어야 시거확보가능**(곡선반경 500m, 정지시거 140m일 경우)

○ 현행 L형측구 Type-2 높이가 도로 노면으로부터 H=0.9m로 주행중에 전방에 있는 물체가 인지되지 않아 Type-3와 동일한 시거계산표를 적용할 수 있으므로 **옹벽의 높이를 1m이하로 제한할 필요는 없고 여건에 따라 형식을 선택하여 적용**

나. 깎기부 높이 및 토질상태에 따른 L형측구 Type별 적용기준

① L형측구 적용기준

형 식	적 용 기 준		비 고
	1987. 신갈-반월간 실시설계	1991년부터(표준도)	
Type-1	절토면 토사구간에 설치	절토면 토사 및 리핑암 전구간, 발파암 10m미만인 구간에 설치	
Type-2	절토면 RIPPING 구간에 절토고 높이가 10m이하에 설치	절토면 리핑암+발파암 10m이상또는 발파암 H=10m이상~30m미만인 구간에 설치	※도로설계요령(P455): 발파암 흙깎기 높이가 10m이상~30m미만
Type-3	절토면 RIPPING 구간에 절토고 높이가 10m이상이면 설치하고, 그리고 발파암구간에 설치	절토면 발파암 H=30m이상	

② 시공구간 조사내용

노 선 명	위 치	깎기부 높이(m)	L형측구	비고
영동선 (신갈~안산)	STA.10+300~10+700 (2공구 안산방향)	전 체 : 55 발파암 : 45	Type-2	10+490
	STA.10+300~10+700 (2공구 신갈방향)	전 체 : 28 발파암 : 23	Type-2	10+500
영동선 (횡계~강릉)	STA.4+000~4+200 (14공구 서울방향)	전 체 : 25 발파암 : 25	Type-2 + 옹벽보강	4+100
	STA.2+800~3+000 (15공구 서울방향)	전 체 : 50 발파암 : 15	Type-2	2+840
서울외곽 (판교~일산)	STA.4+300~4+700 (8공구 판교방향)	전 체 : 90 발파암 : 45	Type-3	4+360
	STA.4+500~4+720 (8공구 일산방향)	전 체 : 38 발파암 : 35	Type-3	4+620
	STA.8+100~8+300 (8공구 일산방향)	전 체 : 48 발파암 : 38	Type-3	8+240
	STA.8+800~9+100 (8공구 일산방향)	전 체 : 40 발파암 : 15	Type-3	8+880
중앙선 (영주~제천)	STA.0+100~0+300 (10공구 춘천방향)	전 체 : 30 발파암 : 13	Type-3	0+200

③ 문제점

○ 최근 중부내륙(수안보-상주간), 88올림픽고속도로(담양-고서간) 등 **환경영향평가시 깎기 높이가 30m이상인 대절토구간을 환경훼손이 최소화 되도록 터널, 복개터널 또는 노선변경 등으로 요구**하고 있어 **공사비 증가는 물론 협의기간이 장기간 소요되고 있는 실정**임

○ 현행 L형측구 적용기준은 깎기구간 발파암 높이가 H=30m 이상인 구간에 L형측구 Type-3(H=2.3m)를 적용토록 되어 있어 토사, 리핑암 높이를 포함하면 사면높이가 약 40m~50m이상이 되므로 **L형측구 Type-3를 적용하는 구간이 거의 발생하지 않음**

○ **깎기부 사면을 당초 설계인 L형측구 Type-2(H=1.2m) 계획에 의하여 시공한후에, 사면높이 및 토질상태 등을 고려하여 L형측구를 Type-3 (H=2.3m)로 시공**하는 경우가 있으므로, 당초부터 Type-3로 계획하면 깎기에 대한 공사비 절감가능

④ L형측구 형식과 깎기부 높이별 경제성 분석

(금액단위 : 천원)

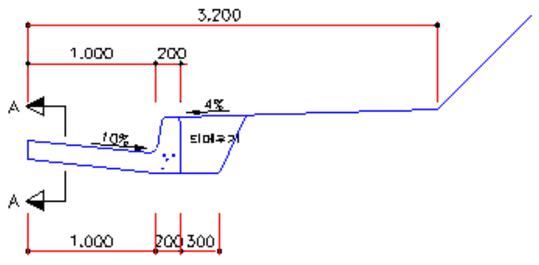
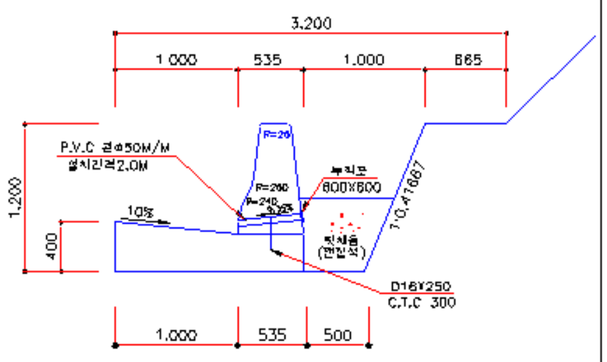
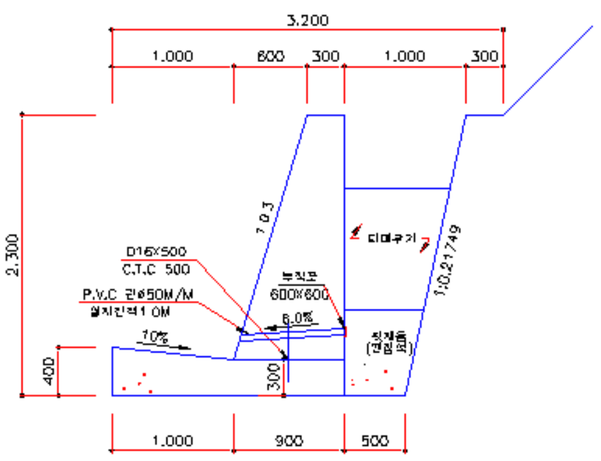
연장 (m)	①L형측구		깎기부 높이(m)		②깎기량 증(△)감(㎥)			공사비 증(△)감 ①+②	비고
	당초	변경	좌측	우측	토사	리핑	발파		
80	Type-2 공사비 :34,261원	Type-3 공사비 :207,700원	6 토사:1m 발파:5m	44 토사:1m 리핑:20m 발파:23m	(△) 628	(△) 1,306	(△) 5,732	(△) 37,963	
60	Type-2	Type-3	13 토사:2m 리핑:3m 발파:8m	24 토사:3m 리핑:1m 발파:20m	(△) 223	(△) 88	(△) 1,425	(△) 2,248	
40	Type-2	Type-3	11 토사:3m 리핑:5m 발파:3m	30 토사:5m 리핑:7m 발파:18m	(△) 144	(△) 221	(△) 654	1,232	
80	Type-2	Type-3	25 토사:5m 리핑:3m 발파:17m	12 토사:4m 리핑:1m 발파:7m	(△) 402	(△) 160	(△) 1,148	4,096	

⑤ 검토(안)

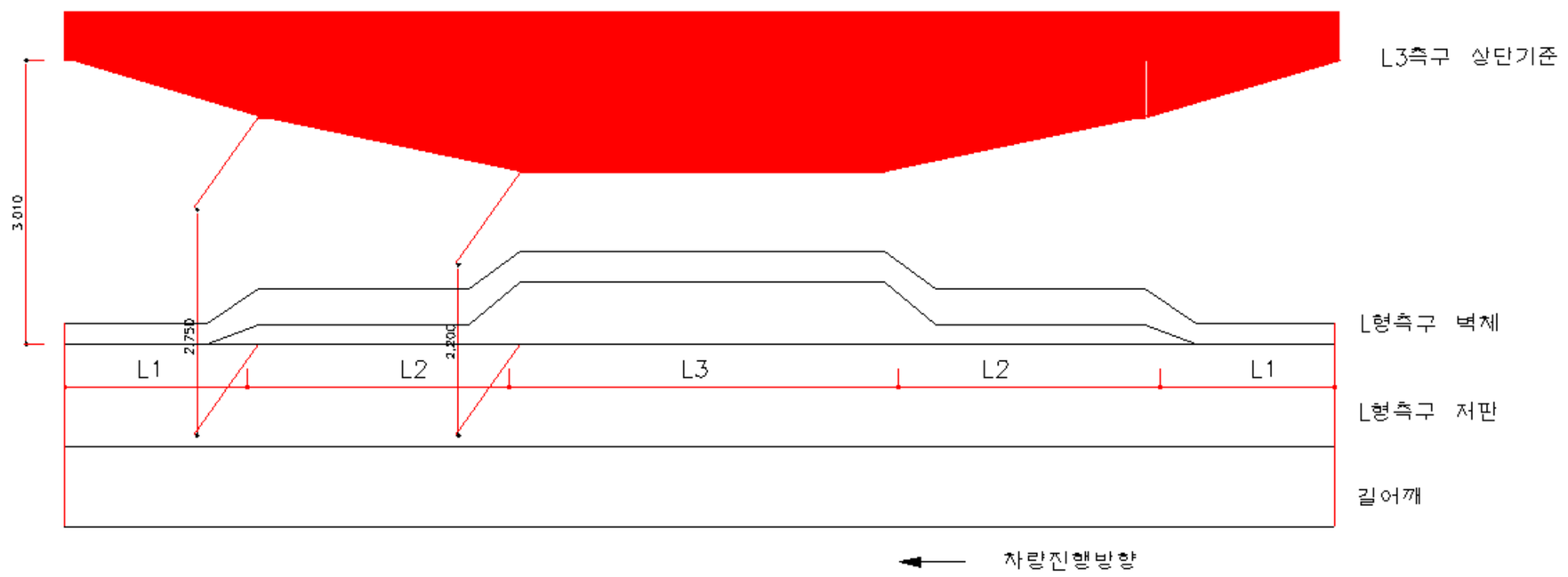
구 분	현 행	적 용(안)	비고
Type-1 (H=0.45m)	○토사 및 리핑암전구간, 발파암 H=10m 미만인 구간에 설치	○현행과 동일	
Type-2 (H=1.2m)	○리핑암+발파암 10m이상 또는 발파암 H=10~30m미만인 구간(표준도) ○발파암 흙깎기 H=10~30m미만인 구간(도로설계요령)	○리핑암+발파암 10m이상 또는 발파암 H=10~20m 미만인 구간에 설치	
Type-3 (H=2.3m)	○발파암 H=30m이상이 되는 구간	**○발파암 H=20m이상이 되는 구간**	

다. 깎기부 구간 표준횡단

① 현행기준

구분	Type-1	Type-2	Type-3
횡단면도			

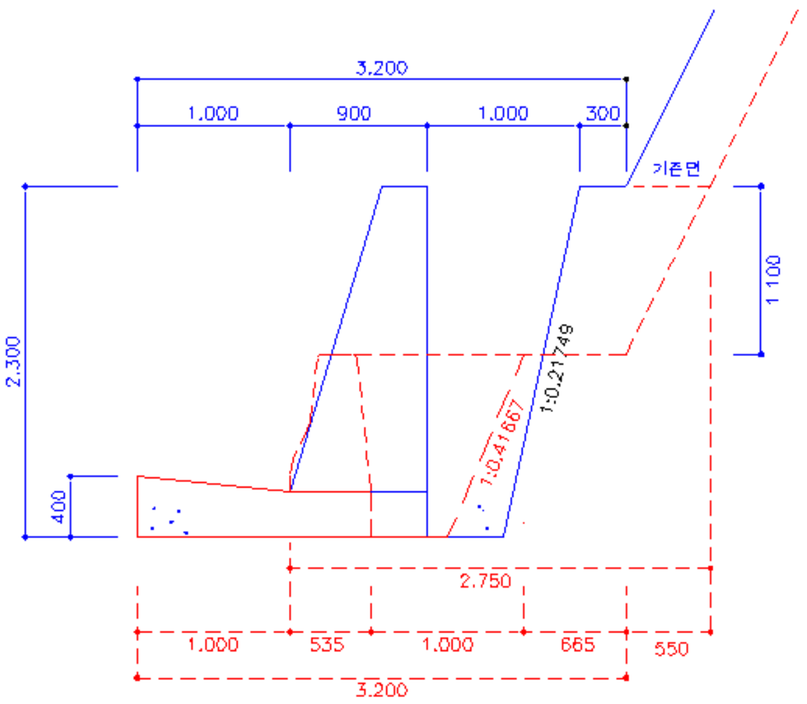
평면도



※ L형측구 Type-3 높이 2.3m에서의 평면임

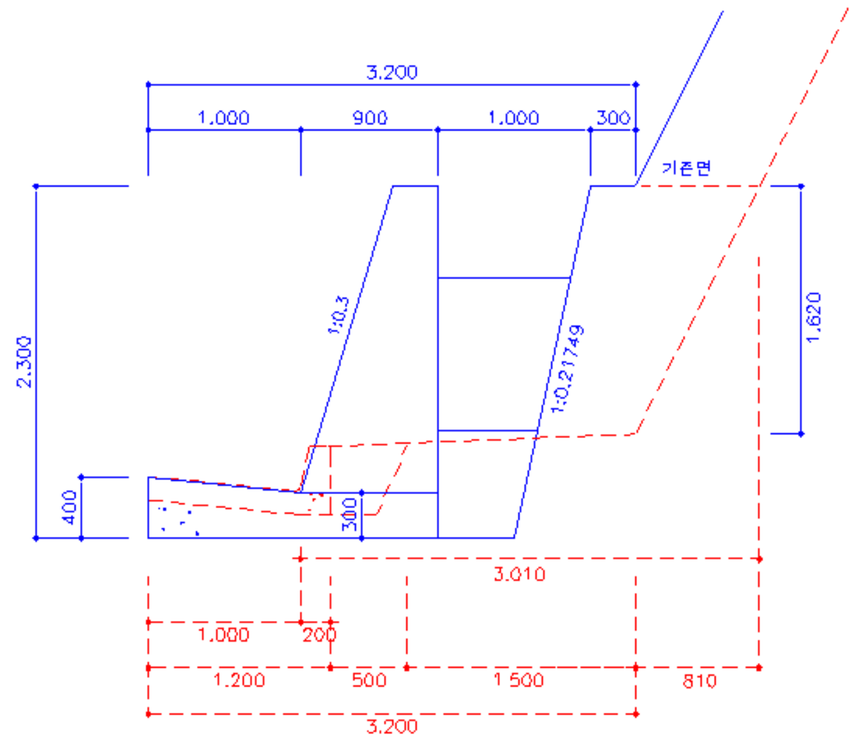
측구단면비교

○ L2-L3단면비교



※ 기준면에서의 차이 계산
- (2.3-1.2)×0.5=0.55m

○ L1-L3단면비교



※ 기준면에서의 차이 계산
- (2.3-0.4)+(1.0×0.1)-0.3-(2×0.04)=1.62m
1.62×0.5 = 0.81m

② 문제점

○L형측구 저판 전면부에서 깎기부 하단의 소단까지 3.2m를 유지시켜 측방여유폭은 같으나

○깎기구간에 L형측구 Type-1, Type-2, Type-3측구가 병행하여 시공될 경우 L형측구 형식별 높이차를 감안하지 않았기 때문에 **깎기부 일정높이(L형측구 Type-3, H=2.3m)에서는 경사면이 일치하지 않고 도로주행시 볼록한 형상**을 이루고 있음.

○L형측구 Type-2는 기계시공을 하고 있지만 벽체 하단에서 배면으로 50㎝의 여유공간을 두고 있음

③ 세부검토내용

○깎기구간 일정높이(H=2.3m)에서 경사면이 일치하지 않고, **L형측구 Type-3기준으로 경사면이 일치되도록 조정시 Type-1, Type-2 구간에서는 절취량이 감소**되므로

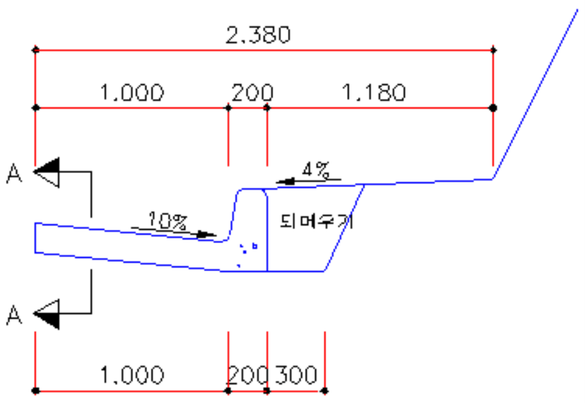
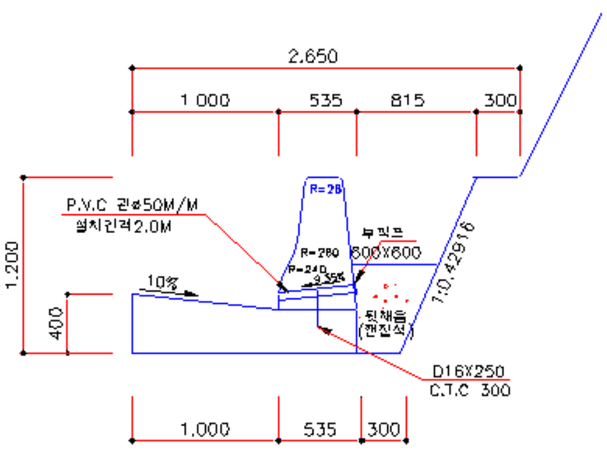
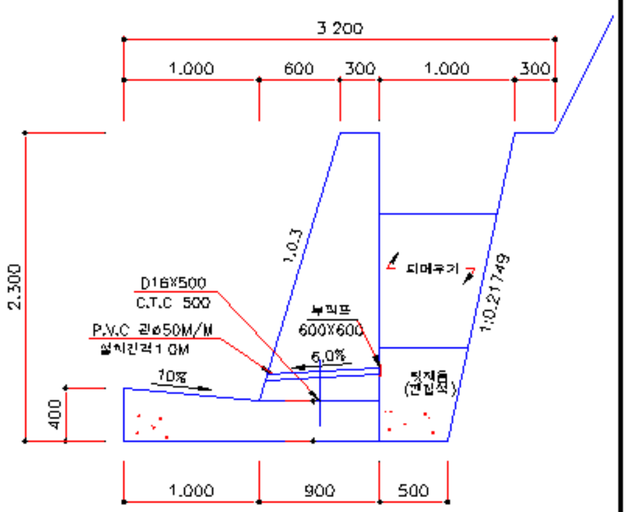
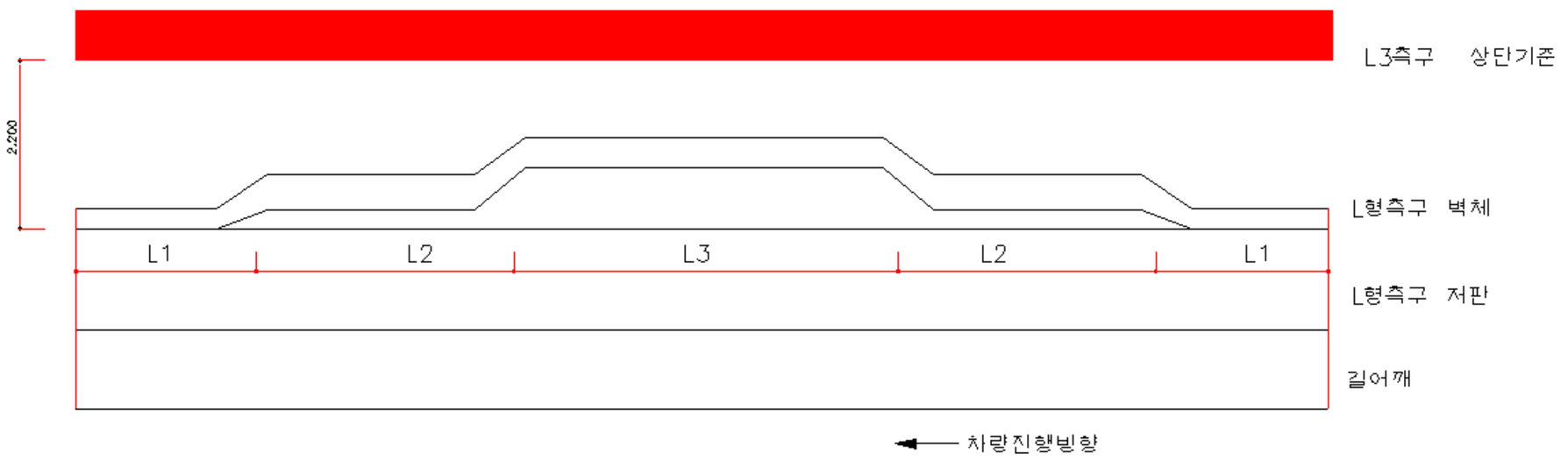
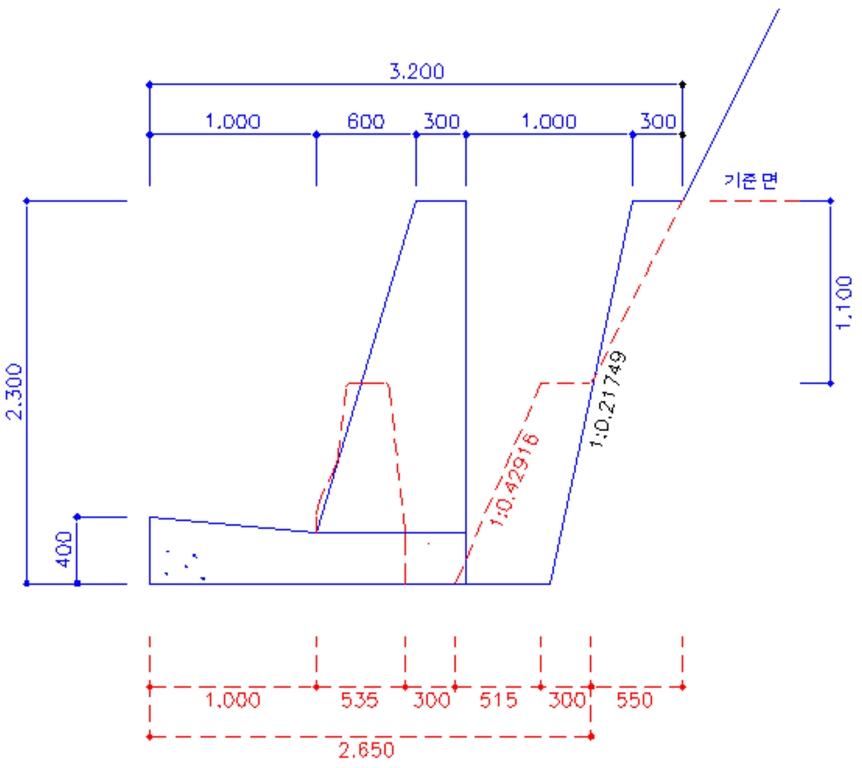
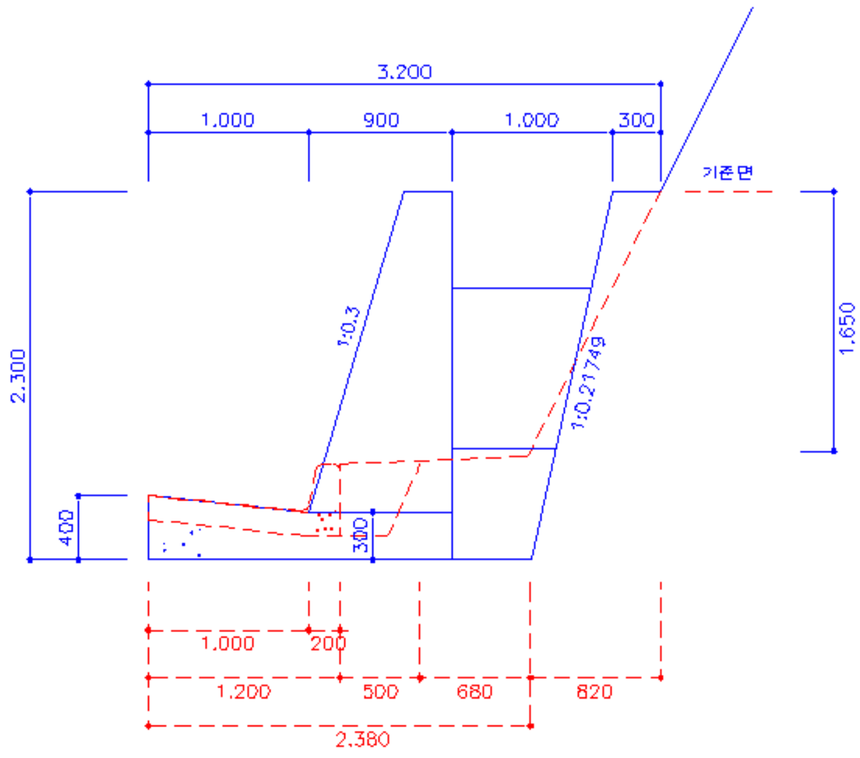
- 깎기 높이가 낮아지므로 인한 환경피해 최소화
- 깎기량 감소로 인해 경제적
- 특히, 사토 구간에서는 사토량 감소

④ 유지관리 및 공사시행부서 의견조회(안)

○**도로 주행시 깎기부 일정높이(H=2.3m)에서 경사면이 일치되도록 L형측구 Type-3의 경사면을 기준으로 깎기부 구간 표준횡단 조정**

○L형측구 Type-2는 기계시공을 하므로 벽체 하단에서 배면 여유공간을 50㎝에서 L형측구 Type-1과 같은 30㎝유지

○ 유지관리 및 공사시행부서 의견조회(안)

구분	Type-1	Type-2	Type-3
횡단면도			
평면도	 ※ L형측구 Type-3 높이 2.3m에서의 평면임		
측구단면비교	○ L2-L3단면비교  ※ 측방여유폭 조정 계산 - (2.3-1.2)×0.5=0.55m	○ L1-L3단면비교  ※ 측방여유폭 조정 계산 - (2.3-0.4)+(1.0×0.1)-0.3-(1.18×0.04)=1.650m 1.650×0.5 = 0.82m

⑤ 유지관리 및 공사시행부서 의견

○깎기부 구간 표준횡단을 L형측구 Type-3의 경사면 기준으로 조정할 경우 **L형측구 벽체배면에 설치되는 낙석방지울타리 기초콘크리트(폭원 : 0.4~0.75m), 절토부 도수로 집수정(폭원 : 1.1~1.2m), 광통신관로용 맨홀(폭원 : 1.1m)의 설치 공간 부족**

○L형측구 Type-2 배면 여유공간은 저판 기계타설후 철근삽입, 벽체 배수관 설치 및 낙석방지울타리 기초의 설치 공간을 고려하여 50㎝유지

○단면축소로 인한 낙석 도로 유입 우려

⑥ 경제성 분석(별첨#3)

노 선	절 감 액(천원)			비 고
	계	공 사 비	용 지 비	
계	2,018,475	1,678,787	339,688 (25,568㎡)	41,000천원/㎞
중부내륙(여주~양평) (5개공구, L=36.94㎞, 토공 28.8㎞)	1,678,057	1,397,320	280,737 (20,112㎡)	45,426천원/㎞ (전체연장 : 36.94㎞)
춘천~양양간(춘천~동홍천) (4개공구, L=17.09㎞, 토공 4.63㎞)	302,903	253,035	49,868 (3,836㎡)	65,421천원/㎞ (토공부 : 4.63㎞)
고창~담양간(고창~장성) (5개공구, L=17.2㎞, 토공 7.2㎞)	37,515	28,432	9,083㎡ (1,620㎡)	5,210천원/㎞ (토공부 : 7.2㎞)

※절감예상액 : 51,401,700천원

□ 시공중인 노선('01년 발주이후) : 13,357,800천원(경부선외 10개노선 724㎞, 45%적용)

□ 설계완료후 미발주 노선 : 3,398,900천원(경부선외 3개노선, 82.9㎞)

□ 발주후 미착공 노선 : 6,806,000천원(중부내륙외 4개노선, 166㎞)

□ 설계중 노선 : 18,286,000천원(동해선외 5개노선, 446㎞)

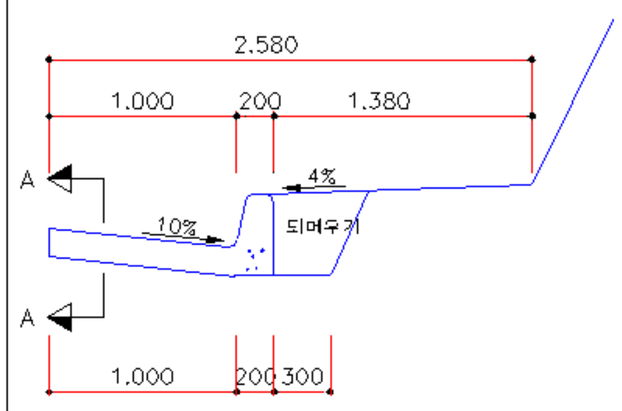
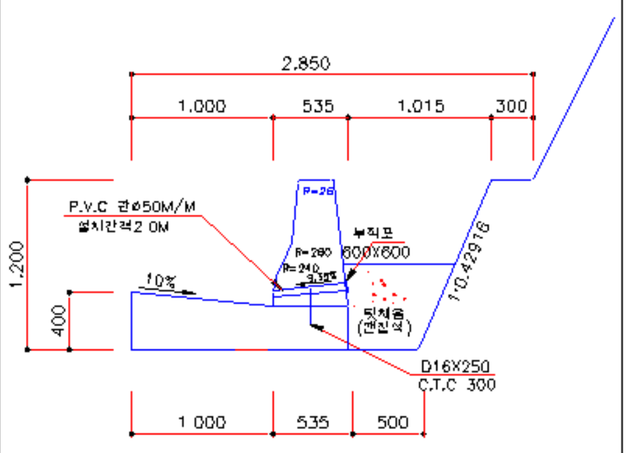
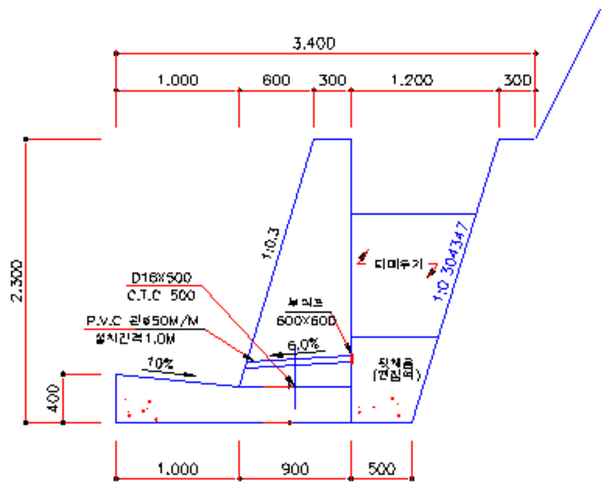
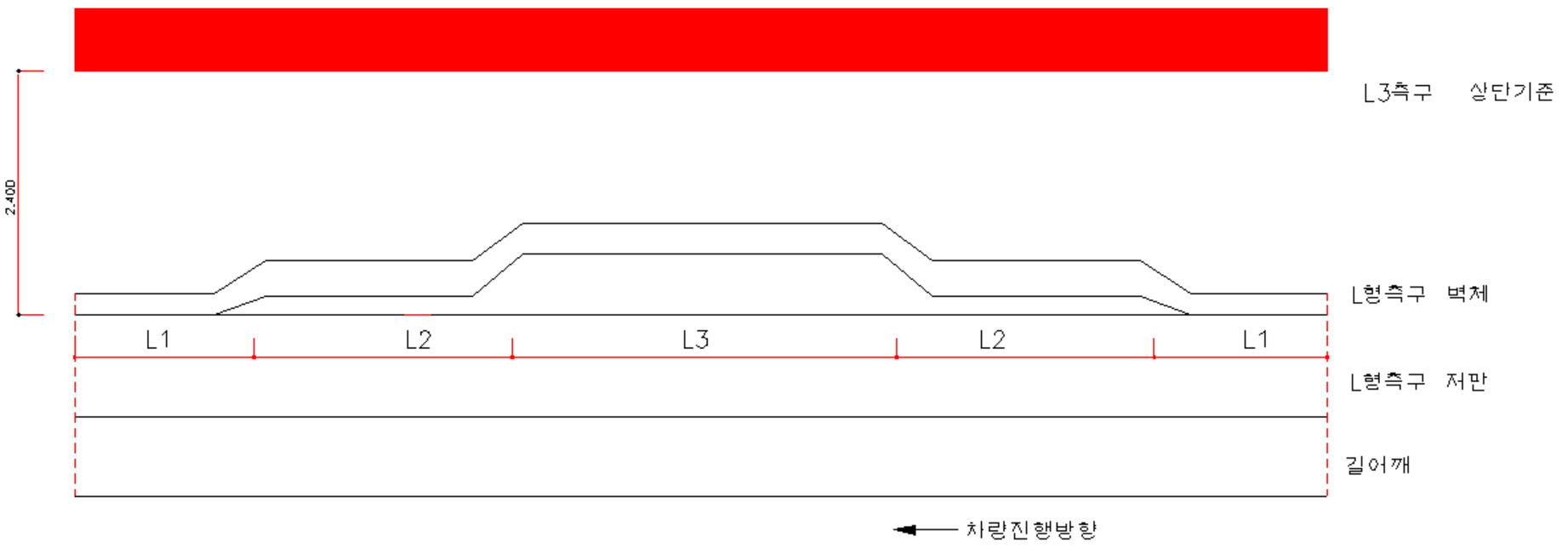
□ '03년 설계발주 예정 : 9,553,000천원(경부선외 4개 노선, 233㎞)

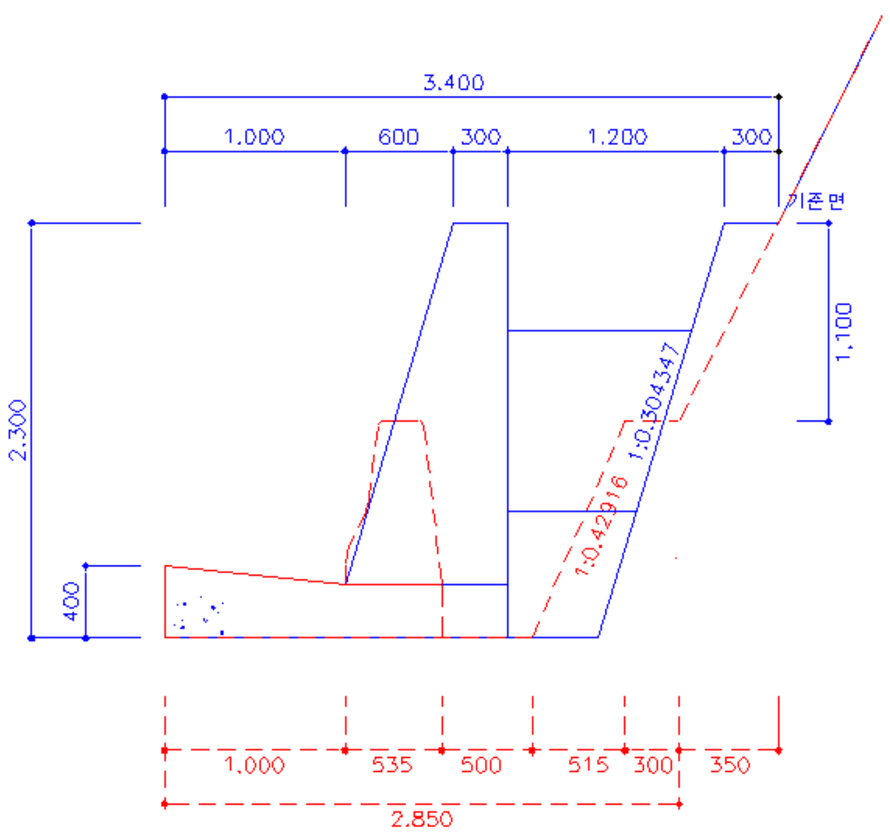
⑦ 적 용(안)

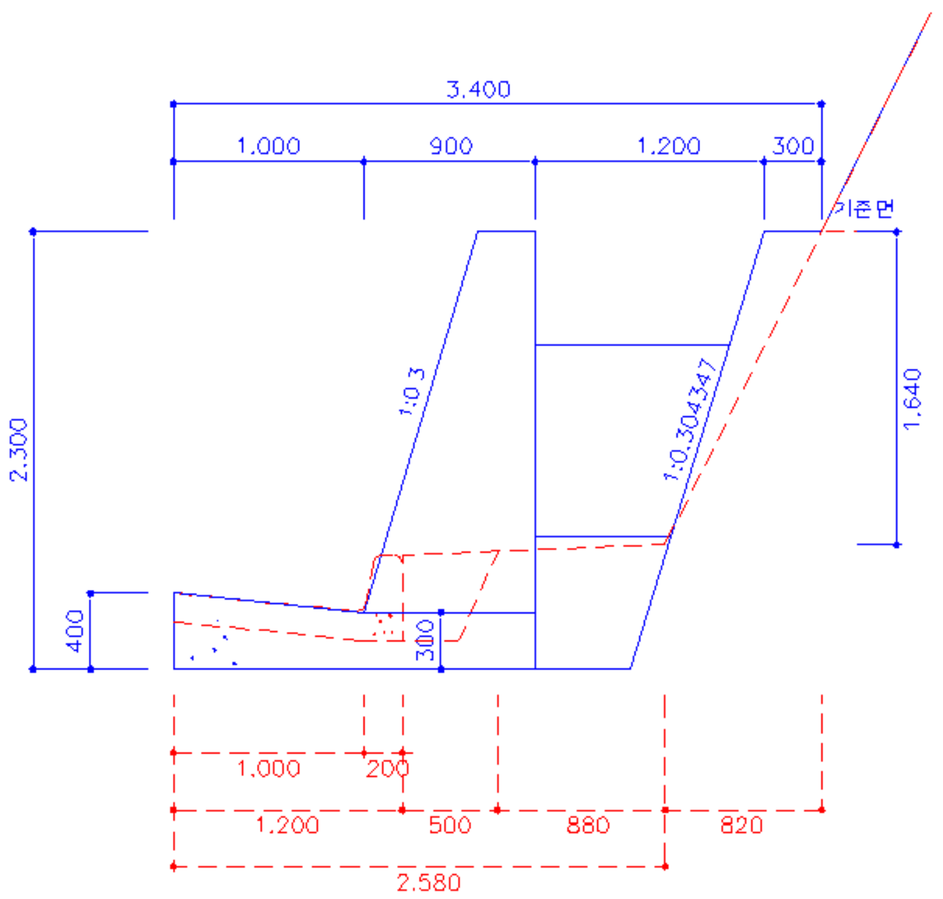
○**L형측구 벽체 배면에 설치되는 시설물(낙석방지울타리 기초 콘크리트, 절토부 도수로 집수정, 관통신관로용 맨홀) 설치에 문제가 없는 범위 내에서 표준횡단 조정.**

○L형측구 Type-2 배면 여유공간은 저판 기계타설후 철근삽입, 벽체 배수관설치를 위한 작업공간, 낙석방지울타리 기초 설치를 위해 50㎝ 유지

○ 적　　용(안)

<table>
<tr><td>구분</td><td>Type-1</td><td>Type-2</td><td>Type-3</td></tr>
<tr><td>횡단면도</td><td> 
</td><td> 
</td><td> 
</td></tr>
<tr><td>평면도</td><td colspan="3"> 

※ L형측구 Type-3 높이 2.3m에서의 평면임</td></tr>
<tr><td>측구단면비교</td><td>○ L2-L3단면비교
 

※ 측방여유폭 조정 계산
- L3측구 여유폭 0.2m 추가확보
- L2측구 측방여유폭 축소 : 당초기준 0.35m</td><td>○ L1-L3단면비교
 

※ 측방여유폭 조정 계산
- L3측구 여유폭 0.2m 추가확보
- L1측구 측방여유폭 축소 : 당초기준 0.62m
(2.3-0.4)+(1.0×0.1)-0.3-(1.38×0.04)=1.640m
1.640×0.5=0.82m</td></tr>
</table>

4. 검토결과

가. 깎기부측의 L형측구가 정지시거에 미치는 영향

○정지시거 확보를 위한 L형측구 높이가 **곡선전방부에서는 0.68m, 후방부에서는 0.47m이하가 되어야 주행중에 곡선구간의 시거 확보가 가능**(곡선 반경 500m, 정지시거 140m일경우)

○현행 L형측구 Type-2 높이가 도로 노면으로부터 H=0.9m로 주행중에 **곡선후방부에 있는 물체가 인지되지 않으므로 Type-3와 동일한 시거 계산표 적용**

나. 깎기부 높이와 토질상태에 따라 L형측구 Type별 적용기준

○최근 환경영향평가시 깎기 높이가 30m 이상인 구간은 환경훼손이 최소화되도록 터널등으로 요구하고 있어 공사비 증가요인이 발생하고,

○경제성분석결과 발파암 높이가 20m이상인 구간에 L형측구 Type-3를 적용할 경우 경제성이 있으므로, **행선별 수직고 높이가 20m 이상인 발파암 구간에는 L형측구 Type-3을 적용**하고,

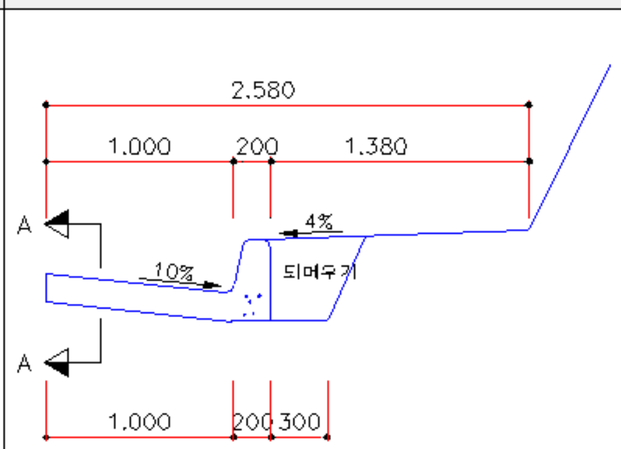
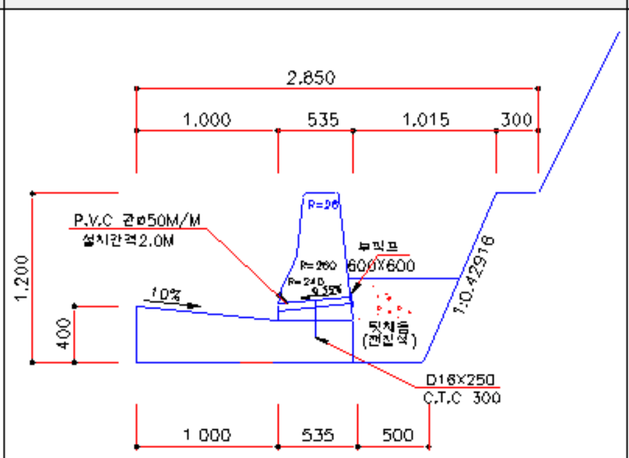
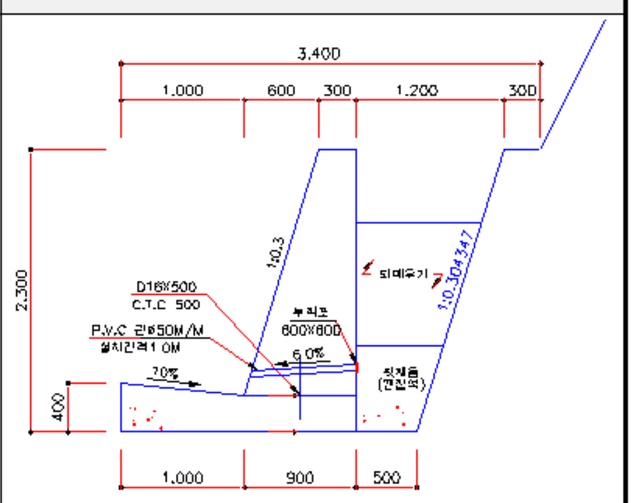
○다만, **깎기구간에 토사, 리핑암, 발파암 높이 및 연장을 감안하여 L형측구 선형의 연속성 및 시공성등을 검토한후 L형측구 Type을 결정**

다. 깎기부 구간 표준횡단

○L형측구 벽체 배면에 설치되는 시설물(낙석방지울타리 기초콘크리트, 절토부 도수로 집수정, 광통신관로용 맨홀) 설치에 문제가 없고,

○**도로주행시 깎기부 일정높이(H=2.3m)에서 경사면이 일치되도록 표준횡단을 조정.**

○ 표준 횡단면도 적용(안)

구분	Type-1	Type-2	Type-3
횡단면도			

※L형측구 저판 전면부에서 깎기부 하단부까지의 측방여유폭

【Type-1:3.2m→2.58m(감0.62m), Type-2:3.2m→2.85m(감0.35m), Type-3:3.2m→3.40m(증0.2m)】

5. 기대효과

○ 깎기부 사면이 축소되어 환경피해 최소화

○ L형측구 Type별 사면 경사가 일치되어 시공성용이.

○ 절취량 감소로 경제성 확보 **(예상절감액 : 514억원)**

○ 현장여건에 맞는 설계기준 정립

6. 적용방안

○ 현재 시공중 노선 : 현장 여건을 감안하여 적용

○ 발주후 미착공 노선 : 착공후 설계변경

○ 기본설계 및 실시설계중 노선 : 본 방침 이후부터 적용

깎기부 표준횡단 및 L형측구 적용기준 검토
(별첨 자료)

2002. 12.

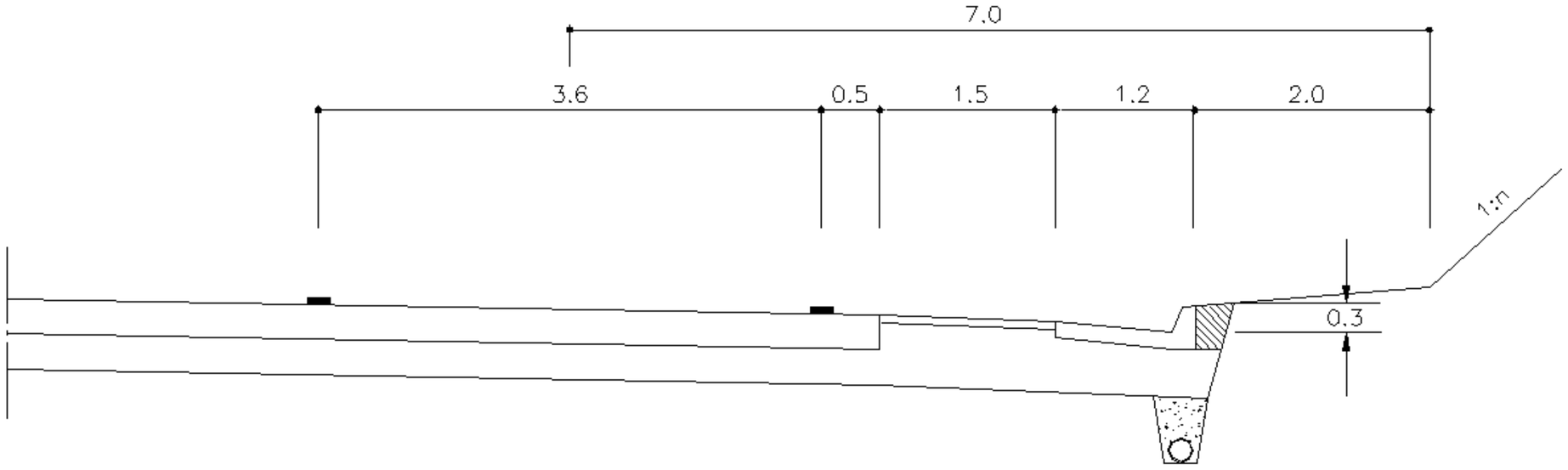
한국도로공사
KOREA HIGHWAY CORPORATION

기술심사실

별첨# 1

정지시거 계산근거

1. L형측구 Type-1 (H=0.3m)



○ 주행차로 기준의 정지시거

- 설계속도 V=100km/hr일 경우

※ ( ) : 부족값

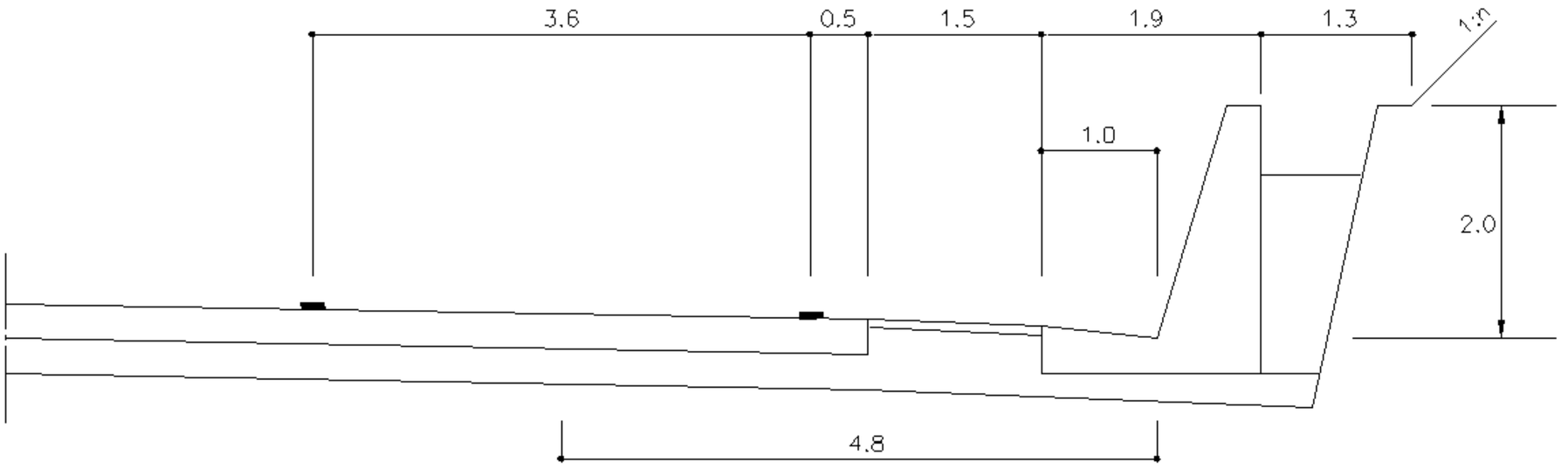
곡선반경 (m)	시 거(S) (이정거리 7.0m)	차도중심부의 거리(Y)		비고
		도로의구조·시설기준에 관한규칙(200m)	도로설계기준 (140m)	
350	140	14.2 (7.2)	7.0 (0.0)	
460	160	10.9 (3.9)		
600	183	8.3 (1.3)		
700	198	7.1 (0.1)		
710	200	7.0 (0.0)		

- 설계속도 V=120km/hr일 경우

※ ( ) : 부족값

곡선반경 (m)	시 거(S) (이정거리 7.0m)	차도중심부의 거리(Y)		비고
		도로의구조·시설기준에 관한규칙(200m)	도로설계기준 (140m)	
460	160	21.3 (14.3)	9.8 (2.8)	
645	190	15.2 (8.2)	7.0 (0.0)	
800	212	12.3 (5.3)		
1,200	259	8.2 (1.2)		
1,400	280	7.0 (0.0)		

2. L형측구 Type-3(H=2.3m)



○ 주행차로 기준의 정지시거

- 설계속도 V=100km/hr일 경우

※ ( ) : 부족값

곡선반경 (m)	시 거(S) (이정거리 7.0m)	차도중심부의 거리(Y)		비고
		도로의구조·시설기준에 관한규칙(200m)	도로설계기준 (140m)	
460	133	10.9 (6.1)	5.3 (0.5)	
510	140	9.8 (5.0)	4.8 (0.0)	
800	175	6.3 (1.5)		
1,040	200	4.8 (0.0)		

- 설계속도 V=120km/hr일 경우

※ ( ) : 부족값

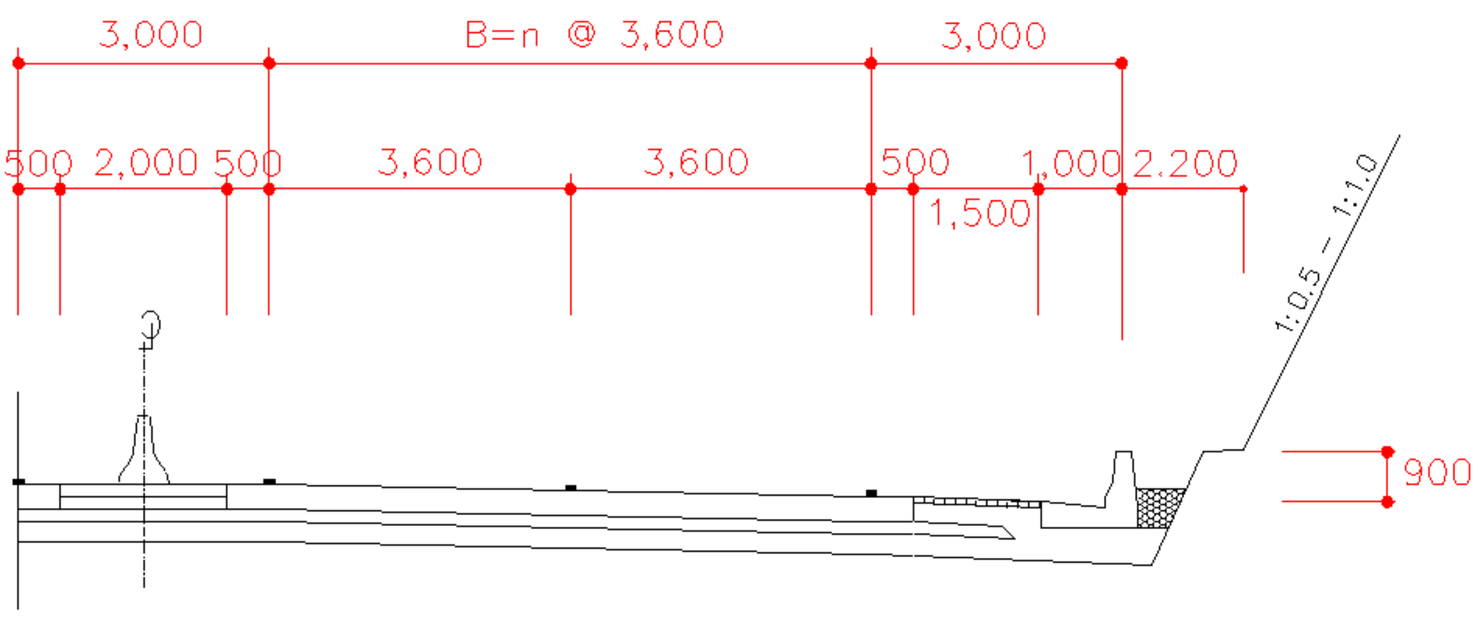
곡선반경 (m)	시 거(S) (이정거리 7.0m)	차도중심부의 거리(Y)		비고
		도로의구조·시설기준에 관한규칙(200m)	도로설계기준 (140m)	
710	165	13.8 (9.0)	6.4 (1.6)	
940	190	10.4 (5.6)	4.8 (0.0)	
1,200	215	8.2 (3.4)		
1,600	248	6.1 (1.3)		
2,040	280	4.8 (0.0)		

별첨# 2

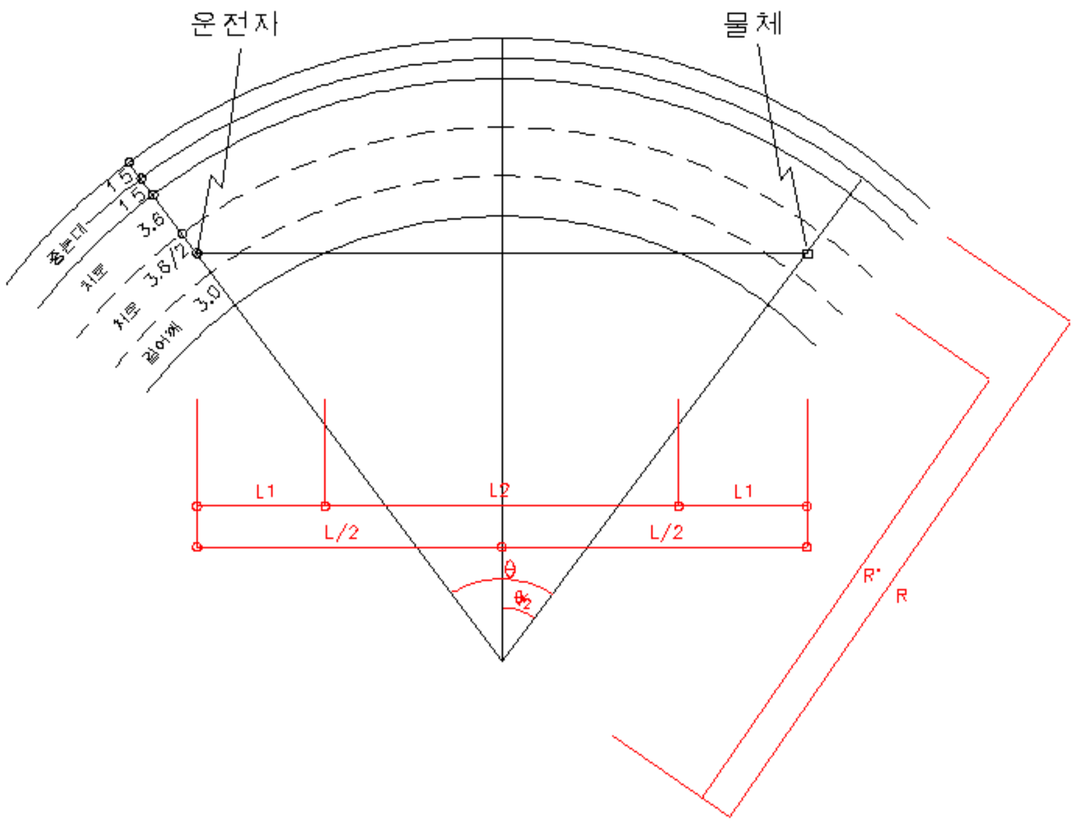
L형측구(Type-2)의 시거확보를 위한 높이 계산

o 설계속도 : 100km/hr
o 정지시거 : 140m
o 곡선반경적용치 : 500m
o 운전자의 눈높이 : 1.0m
o 장애물 높이 : 15cm

1. 횡단면도



2. 정지시거 140m일 경우 시준되는 L형측구의 거리

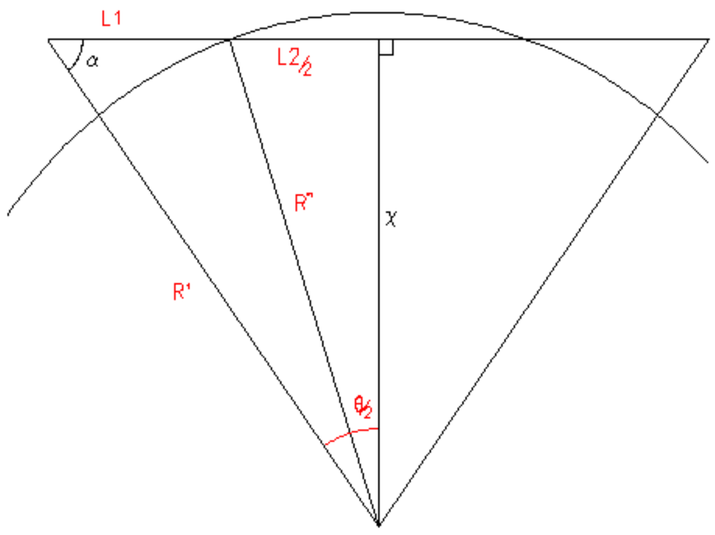


$$R' = 500 - 1.5 - 3.6 - \frac{3.6}{2} = 493.1$$

$$L = 140m, R = 500m\text{일경우}$$

$$\sin\frac{\theta}{2} = \frac{L/2}{R'}, R' = 493.1$$

$$\therefore \theta = 16.33$$



$$a = 180° - 90° - \frac{\theta}{2} = 180° - 90° - \frac{16.33}{2} = 81.84°$$

$$R'' = R' - (\frac{3.6}{2}) - 3.0 = 493.1 - (\frac{3.6}{2}) - 3.0 = 488.3$$

$$\cos a = (L_1 + \frac{L_2}{2})/R' \qquad L_1 + \frac{L_2}{2} = 70$$

$$\cos\frac{\theta}{2} = \frac{x}{R'}$$

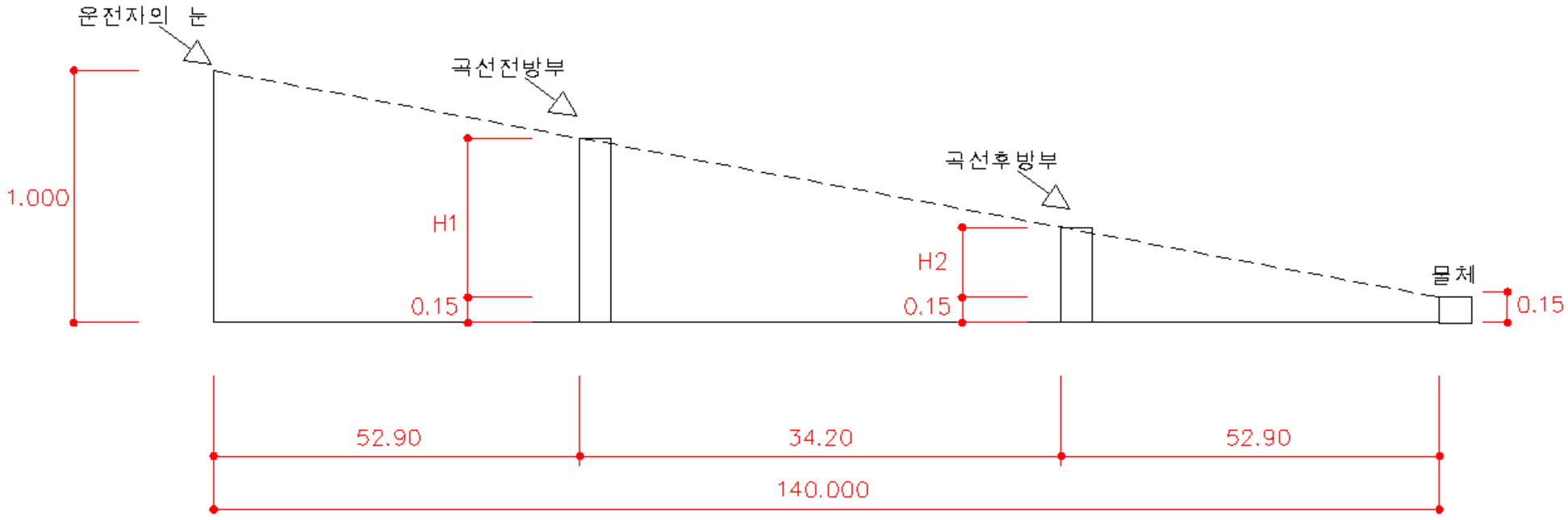
$$x = \cos\frac{\theta}{2} \times R' = \cos\frac{16.33}{2} \times 493.1 = 488m$$

$$R''^2 = (\frac{L_2}{2})^2 + x^2 \qquad 488.3^2 = \frac{L_2^{\,2}}{4} + 488^2$$

$$\therefore L_2 = 34.2m \qquad L_{1+(}\frac{L_2}{2}) = 70$$

$$\therefore L_1 = 70 - \frac{34.2}{2} = 52.9m$$

3. 높이계산



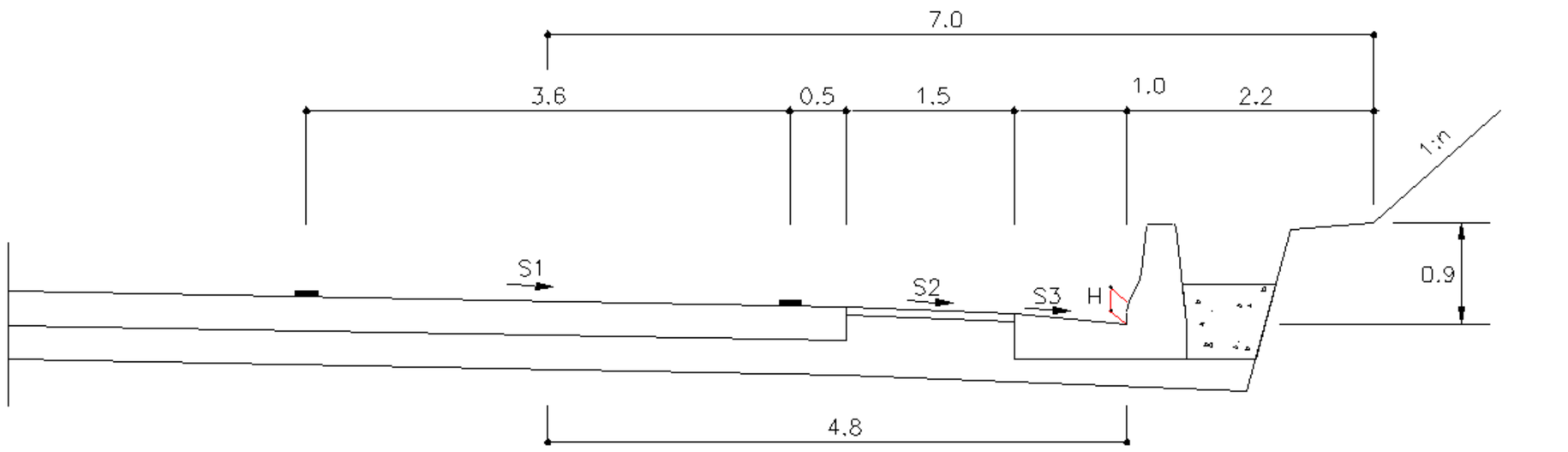
$$H_1 = \frac{34.2 + 52.9}{140} \times 0.85 \fallingdotseq 0.528$$

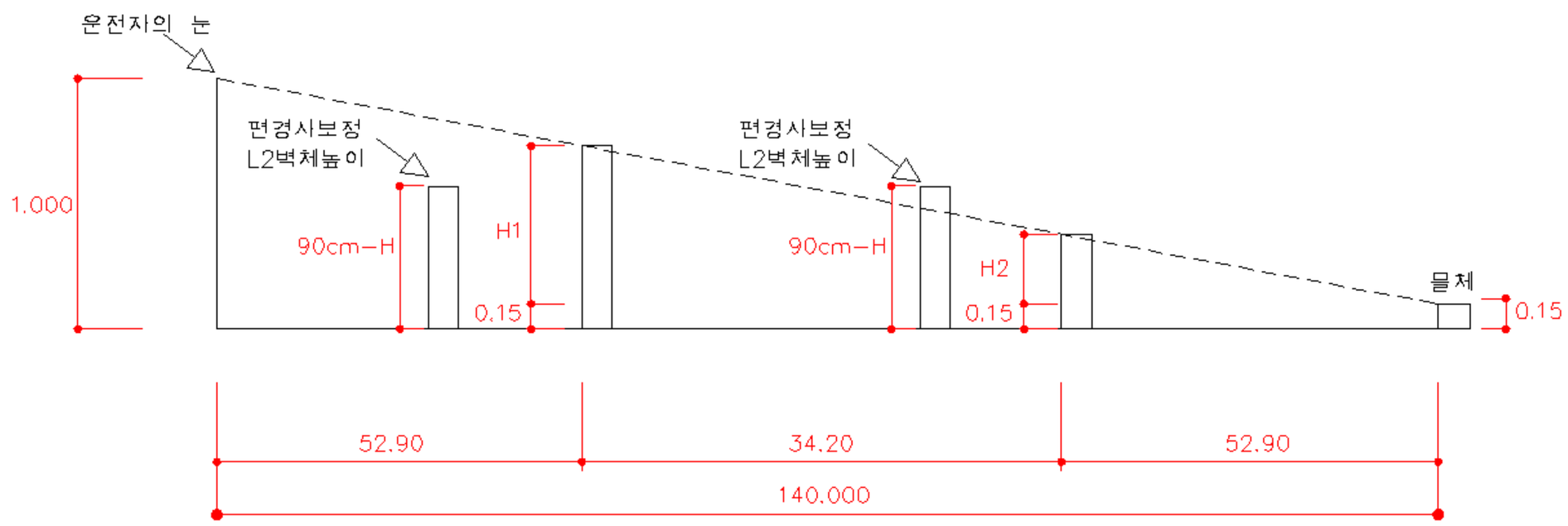
$$\therefore H_1 + 0.15 = 0.68$$

$$H_2 = \frac{52.9}{140} \times 0.85 \fallingdotseq 0.321$$

$$\therefore H_2 + 0.15 = 0.47$$

4. 편경사에 의한 운전자 눈높이 보정(설계속도 100㎞/hr)



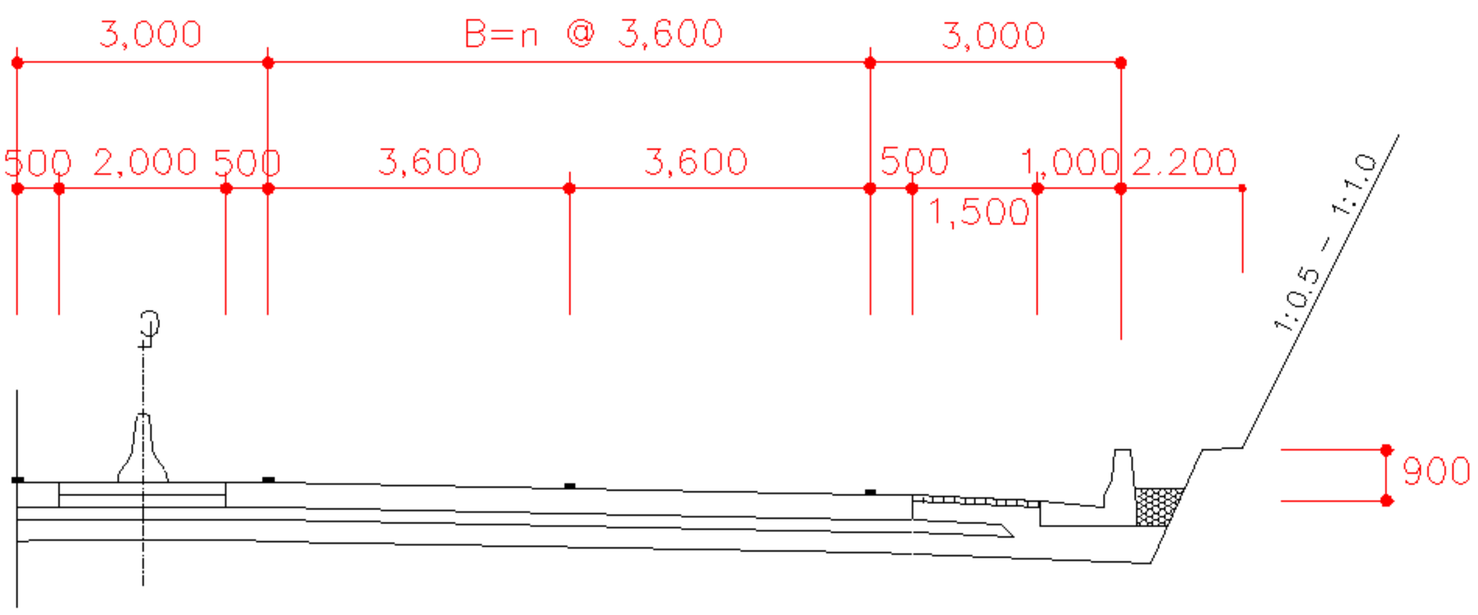


곡선반경 (m)	S1(%)	S2(%)	S3(%)	보정량 (H)	장애물 높이 (90㎝-H)	투시가능 높이		곡선후방부 (H2)
						곡선전방 (H1)	곡선후방 (H2)	
460~510	6	6	10	32.8㎝	57.2㎝	68㎝	47㎝	곡선후방부 투시불가

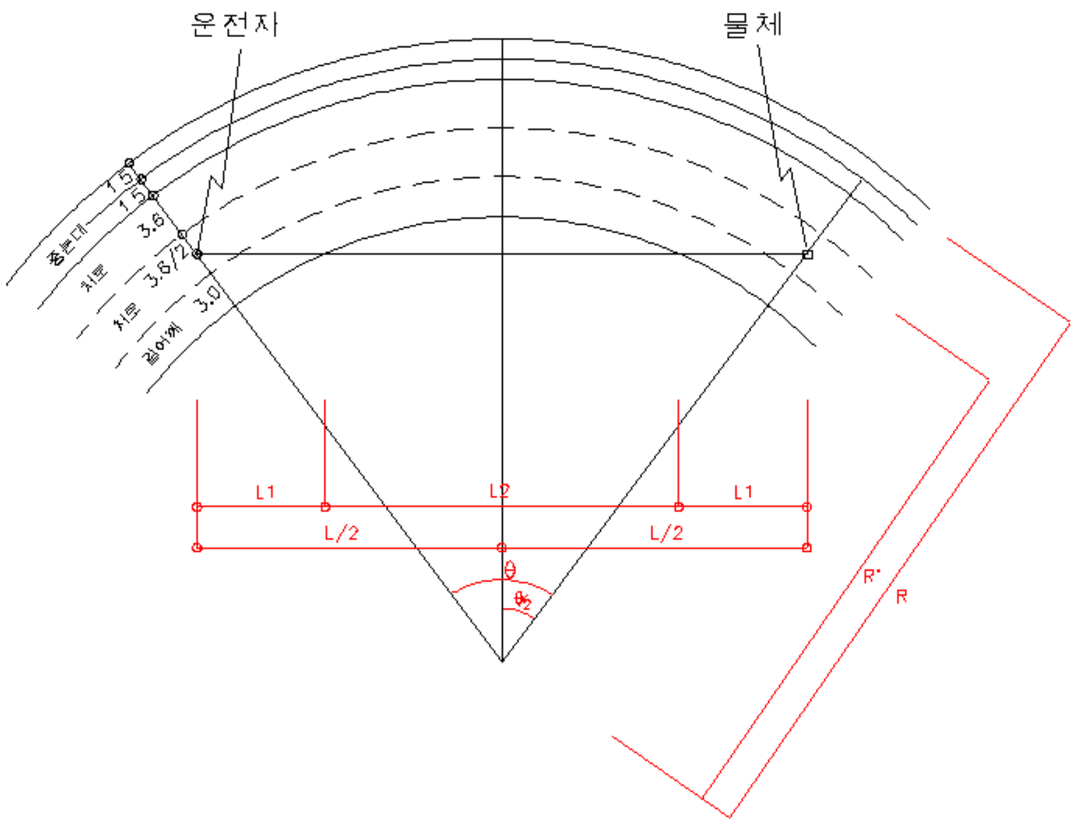
L형측구(Type-2)의 시거확보를 위한 높이 계산

o 설계속도 : 100km/hr
o 정지시거 : 200m
o 곡선반경적용치 : 1,000m
o 운전자의 눈높이 : 1.0m
o 장애물 높이 : 15cm

1. 횡단면도



2. 정지시거 200m일 경우 시준되는 L형측구의 거리

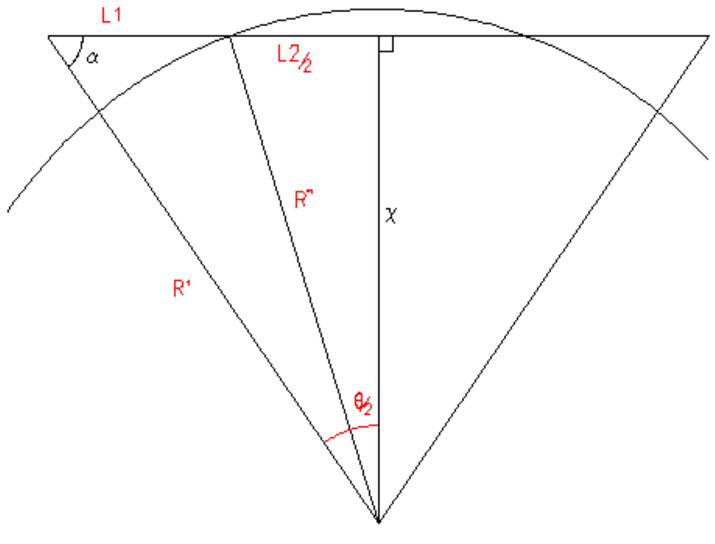


$$R' = 1,000 - 1.5 - 3.6 - \frac{3.6}{2} = 993.1$$

$L = 200m, R = 1,000m$일경우

$$\sin\frac{\theta}{2} = \frac{L/2}{R'}, R' = 993.1$$

$$\therefore \theta = 11.56$$



$$a = 180° - 90° - \frac{\theta}{2} = 180° - 90° - \frac{11.56}{2} = 84.22°$$

$$R'' = R' - (\frac{3.6}{2}) - 3.0 = 993.1 - (\frac{3.6}{2}) - 3.0 = 988.3$$

$$\cos a = (L_1 + \frac{L_2}{2})/R' \qquad L_1 + \frac{L_2}{2} = 100$$

$$\cos\frac{\theta}{2} = \frac{x}{R'}$$

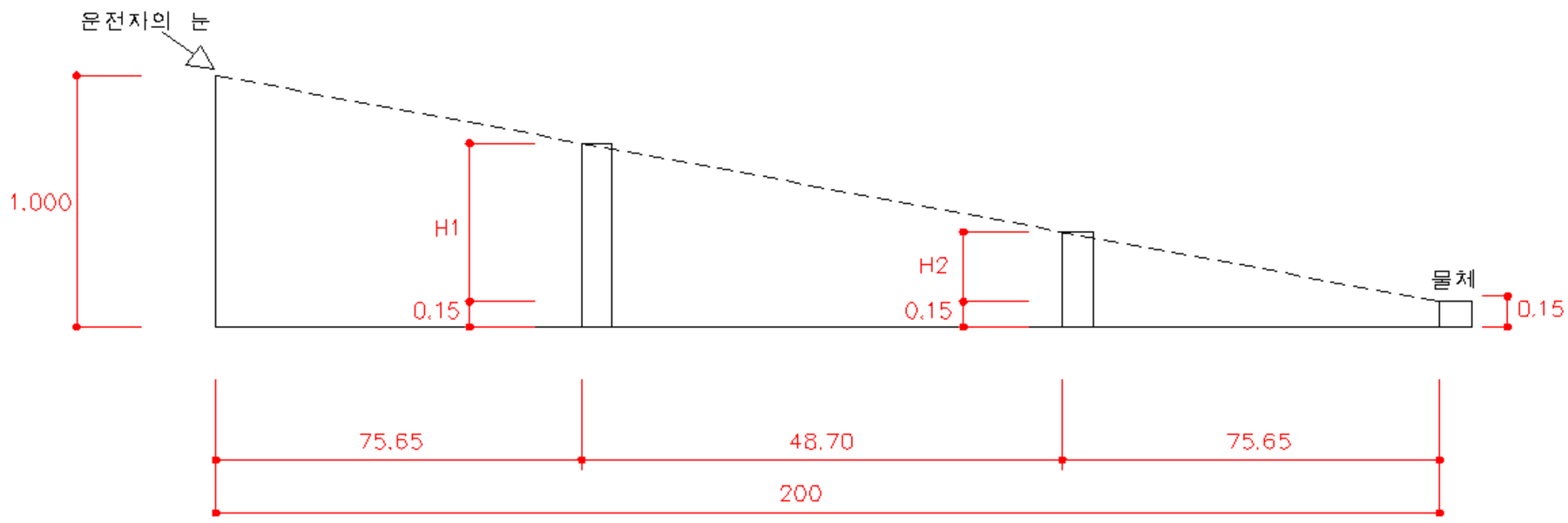
$$x = \cos\frac{\theta}{2} \times R' = \cos\frac{11.56}{2} \times 993.1 = 988m$$

$$R''^2 = (\frac{L_2}{2})^2 + x^2 \qquad 988.3^2 = \frac{L_2^2}{4} + 988^2$$

$$\therefore L_2 = 48.7m \qquad L_1 + (\frac{L_2}{2}) = 100$$

$$\therefore L_1 = 100 - \frac{48.7}{2} = 75.65m$$

3. 높이계산



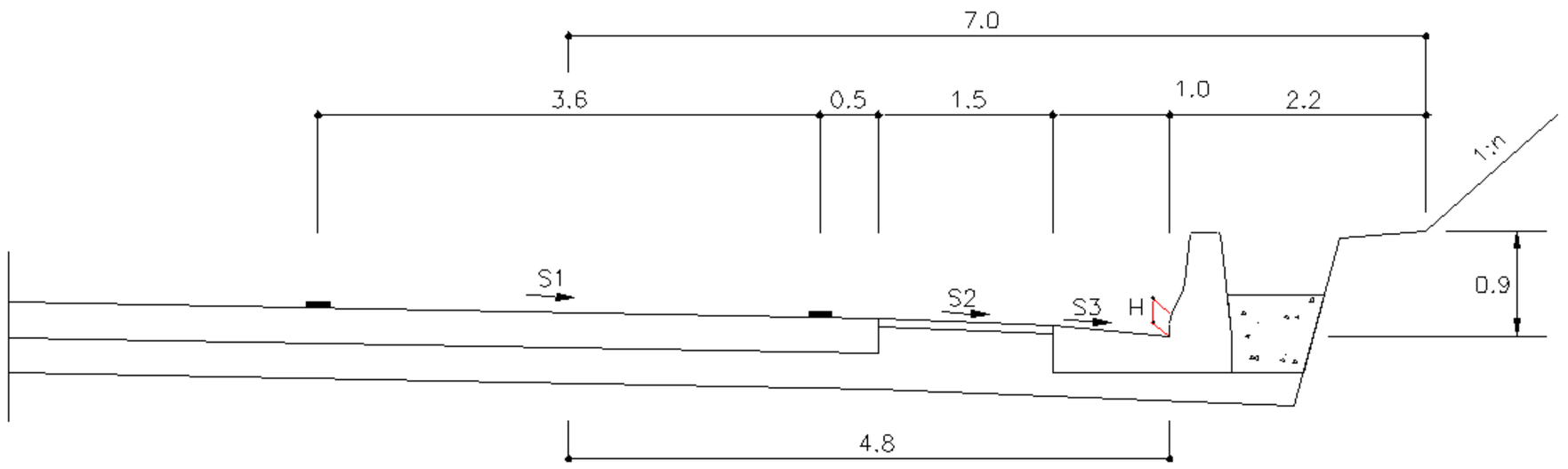
$$H_1 = \frac{48.7 + 75.65}{200} \times 0.85 \fallingdotseq 0.528$$

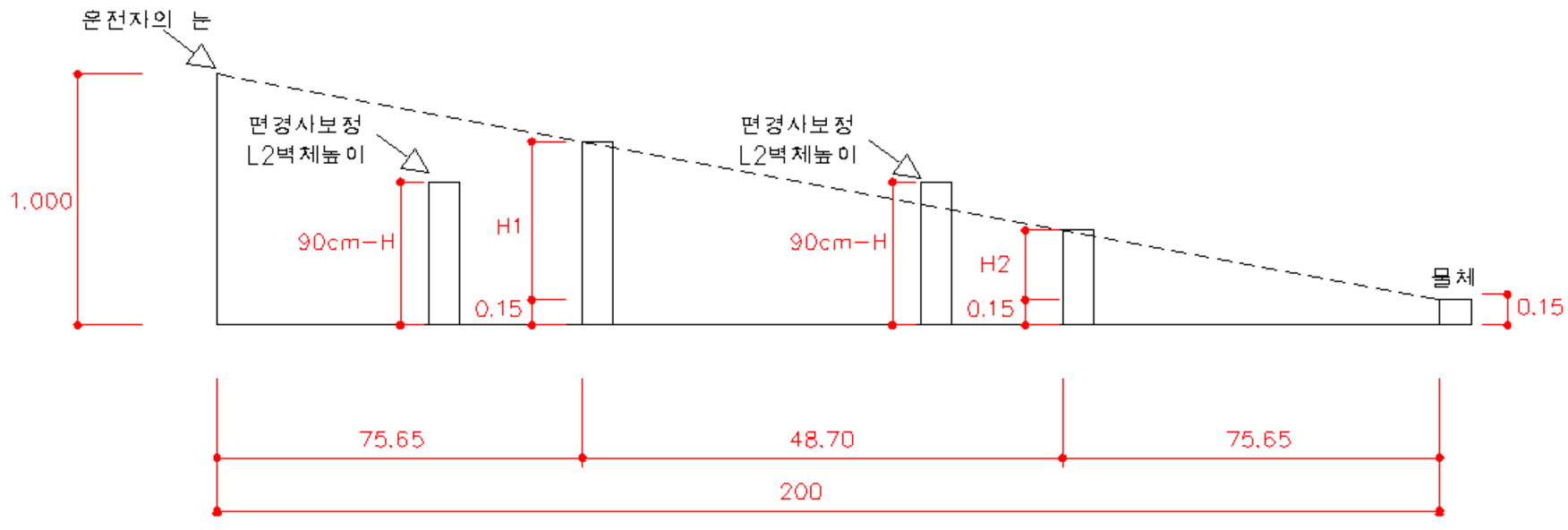
$$\therefore H_1 + 0.15 = 0.68$$

$$H_2 = \frac{75.65}{200} \times 0.85 \fallingdotseq 0.321$$

$$\therefore H_2 + 0.15 = 0.47$$

4. 편경사에 의한 운전자 눈높이 보정(설계속도 100㎞/hr)





곡선반경 (m)	S1(%)	S2(%)	S3(%)	보정량 (H)	장애물 높이 (90㎝-H)	투시가능 높이		곡선후방 (H2)
						곡선전방 (H1)	곡선후방 (H2)	
460~510	6	6	10	32.8㎝	57.2㎝	68㎝	47㎝	곡선후방부 투시불가

2-15 지중강판을 이용한 합성형 수로암거 적용방안

방 침
기 술 의 10410-208 ('02.12.23)

1. 목 적

- 지중강판을 이용한 합성형 통로암거 적용방안(기술의 10410-30106, 2002. 7. 23.) 관련임.
- 고속도로 하부를 횡단하는 수로암거에 대한 구조적 안정성, 경제성 및 통수단면 효율성을 위해 지중강판을 이용한 수로암거의 시행방안을 마련코자 함

2. 지중강판 암거 추진현황

■ 2000. 9. 21. : 지중강판 통수로암거 적용에 대한 개선방안 연구
(설심일 13403-165)

■ 2000. 10. 12. : 창안소그룹 노력상 수상 (경영관02108-481)

■ 2000. 12. 15. : 지중강판을 이용한 통로암거 개선방안 검토 (기술의10410-30106)
- 시험시공후 확대시행 건의

■ 2002. 5. : 기 시공된 지중강판 구조물에 대한 현장조사 실시

■ 2002. 6. 28. : 제11차 설계자문위원회 심의 (심의결과 : 원안채택)
제목 : 지중강판을 이용한 합성형 통로암거 적용방안

■ 2002. 7. 23. : '지중강판을 이용한 합성형 통로암거 적용방안' 시행
(기술의 10410-30106)

3. 기존 콘크리트 수로암거의 개선점

가. 철근콘크리트 암거와 접속수로와의 단면설계상 모순점 발생
(횡단폭원상 상·하류 접속수로와 불완전한 접속)

나. 주위 성토체와 이질적인 강성체, 휨지배구조, 함형구조
■ 암거 균열시 조기열화 및 내구성 저하
■ 구조물 뒷채움부 침하로 평탄성 불량

다. 거푸집, 동바리 설치·철거 및 콘크리트 양생등 복잡한 공정에 따른 시공기간 과다 소요 및 공사비 과다

4. 지중강판 구조물

가. 개　　요

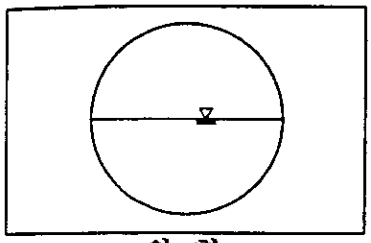
■ 재질 및 강도

- 아연도금된 강판에 골(Corrugation)을 낸 후 판 전체에 곡률을 주어 휨강성과 내력을 증가시킨 구조

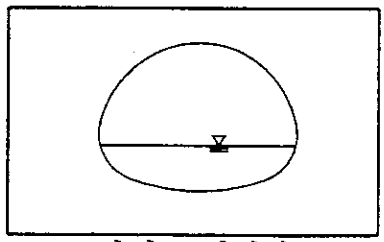
■ 강　　도

- 철근콘크리트 암거에 비해 1/20~1/40의 두께, 1/15~1/30 정도의 중량으로도 동일한 내하력 발현

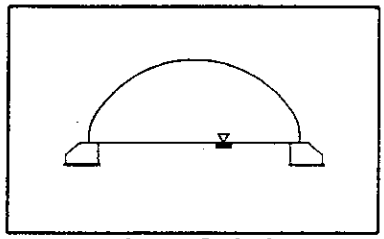
나. 적용형태



<원 형>



<파이프 아치형>



<낮은 아치형>

5. 지중강판 수로암거폭 적용기준 검토

가. 수로암거 개선을 위한 자연(기존) 수로 제원 조사(별첨 참조)

- 2.0×2.0　505개소,　2.5×2.5　95개소
- 3.0×3.0　107개소,　기타　186개소　　총 893개소

나. 철근 콘크리트 수로암거 기존 수로폭 현황　　(단위 : 개소)

암거규격 (폭×높이)	기존 수로폭 현황				비 고 (①+②)/④
	암거폭 이하 ①	암거폭+1m이내 ②	암거폭+1m초과 ③	계 ④	
2.0×2.0	304	126	75	505	85%
2.5×2.5	60	20	15	95	84%
3.0×3.0	71	19	17	107	84%
2@2.0×2.0	15	10	7	32	78%
2@2.5×2.5	19	5	6	30	80%
2@3.0×3.0	13	2	3	18	83%
3@3.0×3.0	9	2	1	12	92%

※ 수로암거가 설치된 기존 수로폭을 조사한 결과 암거폭+1m이내가 전체의 80%이상을 차지하고 있으므로 지중강판 합성형 수로 암거폭은 기존 암거폭 +1m 이내로 결정

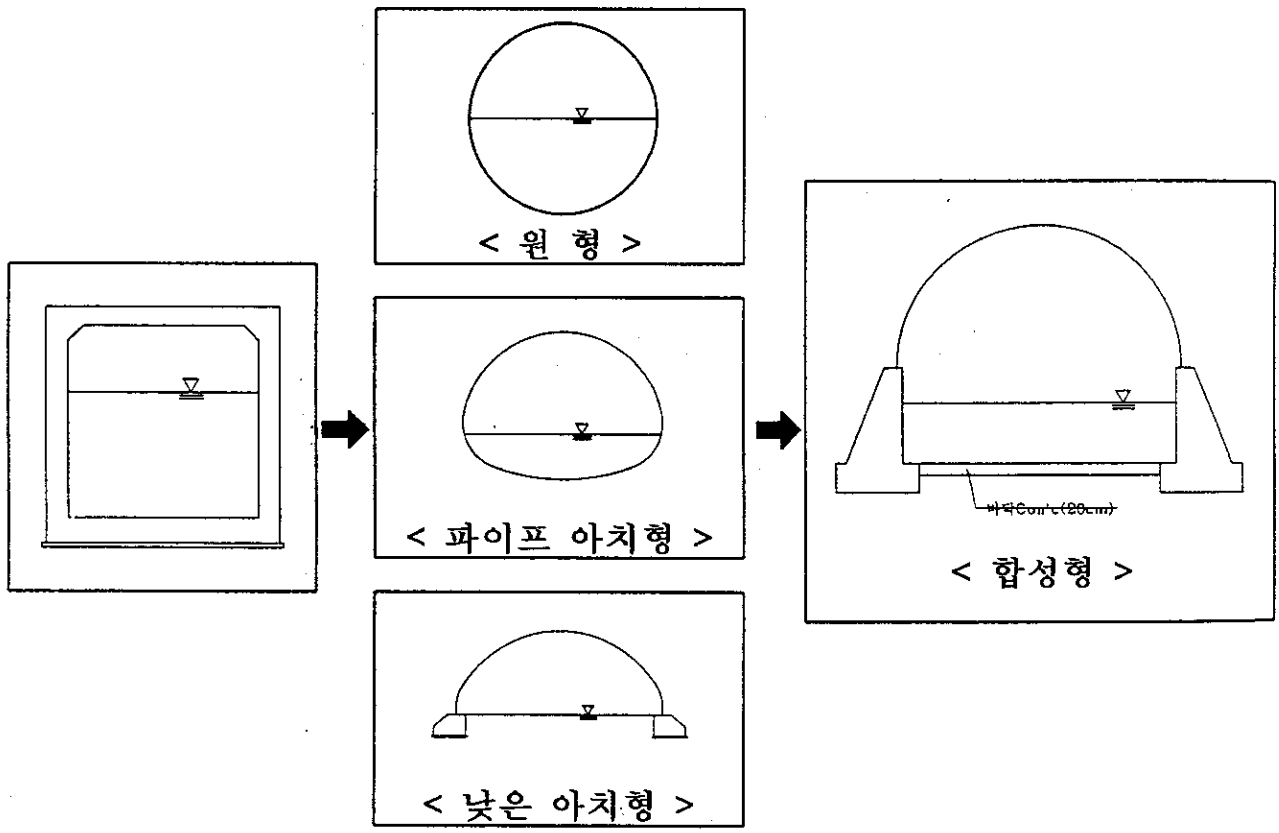
다. 합성형 수로암거 폭 결정

1) 수로암거와 접속수로를 원활하게 접속하여 병목현상 해소

2) 합성형 수로암거폭 = 기존 철근콘크리트 암거폭+1m 이내에서 결정

6. 수로암거 개선(안)

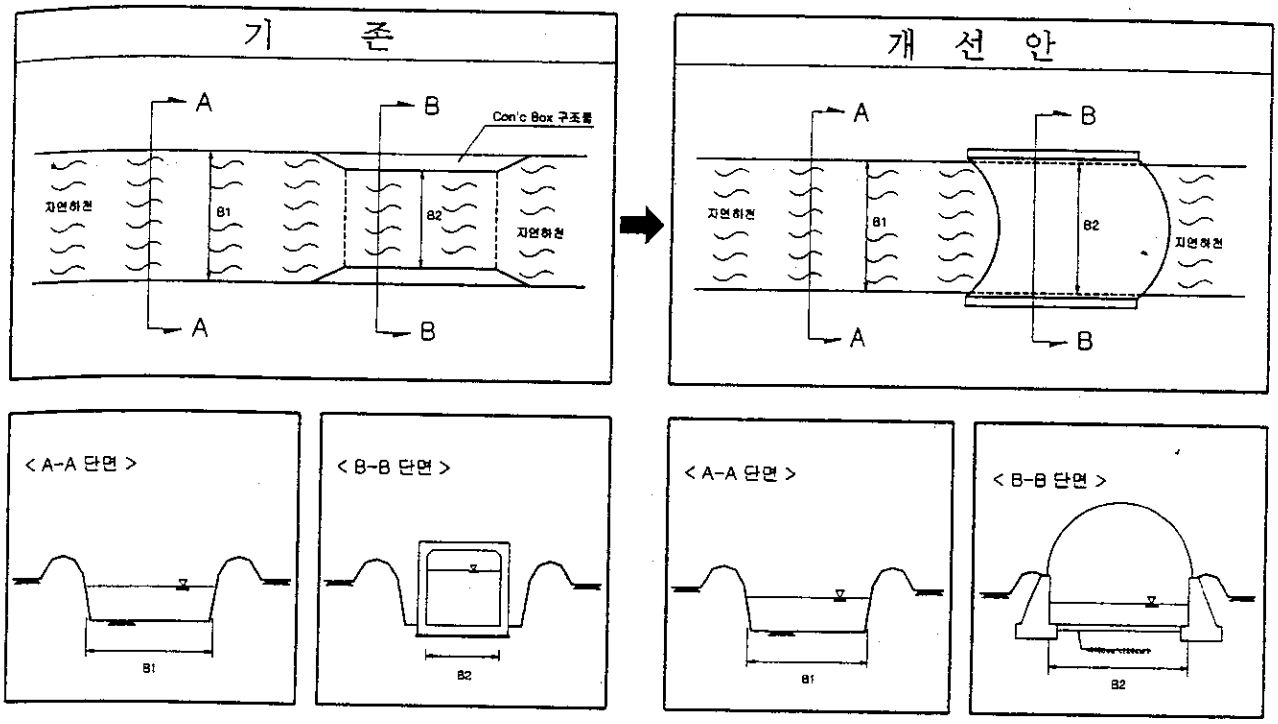
가. 개 요 도



나. 개선내용

- 상부 지중강판을 완전반원형으로 적용하여 아치의 역학적 특성을 100% 활용
- 축력 지배구조의 내구적인 형상으로 지반응력에 효율적 대처
- 횡단폭원상 상·하류 접속수로와 원활한 접속
  - 수로암거와 접속수로와의 병목현상 해소

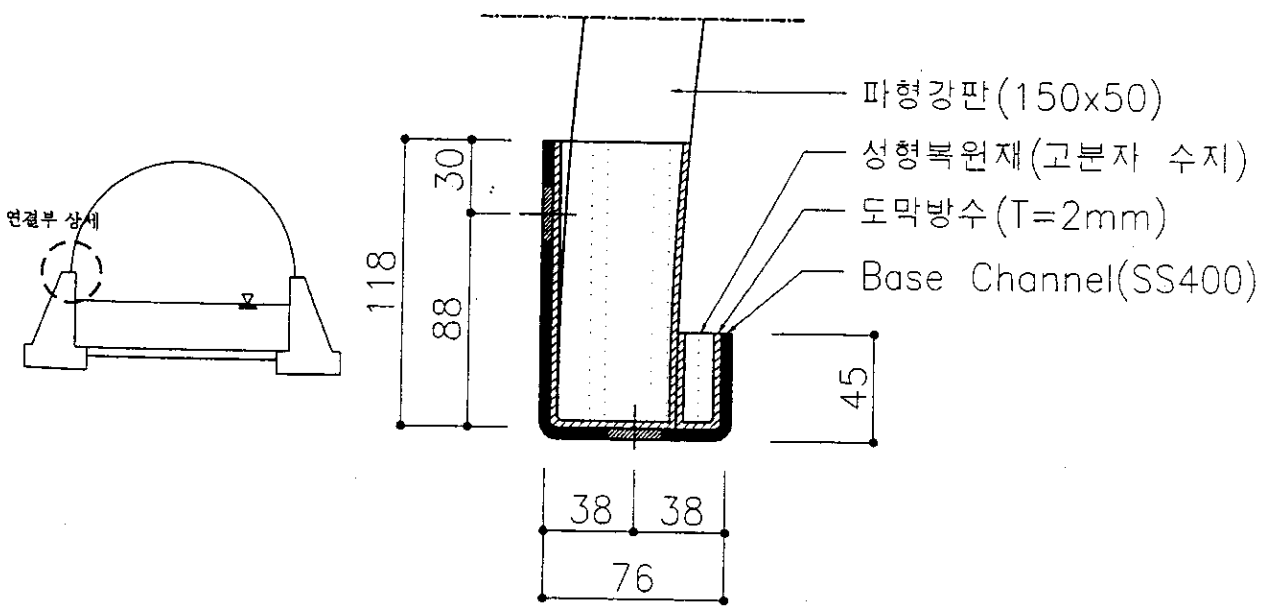
다. 단면형상



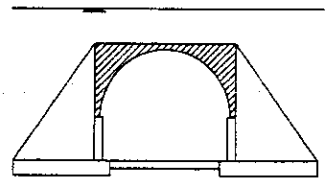
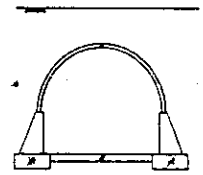
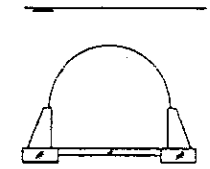
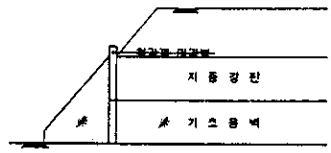
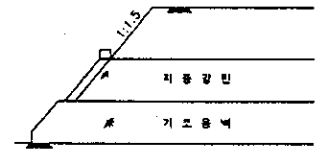
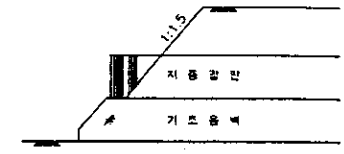
B1 > B2 : 자연수로 폭 축소

B1 = B2 : 자연수로 폭과 일치 가능

라. 기초옹벽과 지중강판 접속부 지수 처리 상세도



마. 입출구부 형상 검토

구 분	제1안 (면벽형)	제2안 (원통절개형)	제3안 (원통형)
정 면 도			
횡단면도			
장·단점	- 공사비 보통 - 미관 양호 - 배수용으로 적합	- 공사비 저렴 - 미관이 수려하고 주위 경관과의 조화 우수 - 배수용으로 부적합	- 공사비 다소 고가 - 미관 보통 - 지중강판이 다소 길어짐 - 배수용으로 부적합
추 천 안	○		

바. 경제성 검토

■ 수로암거 공사비 비교 (단위 : 천원)

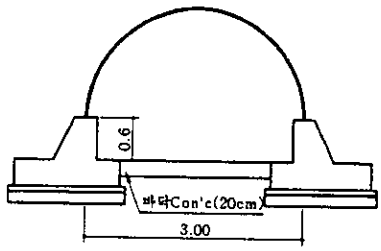
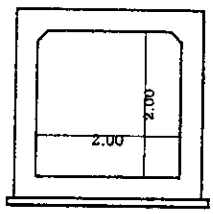
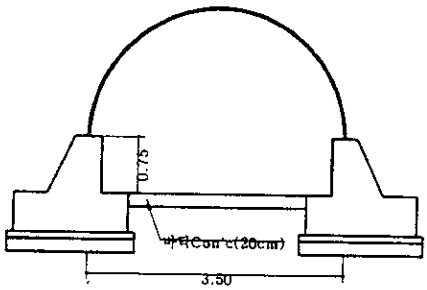
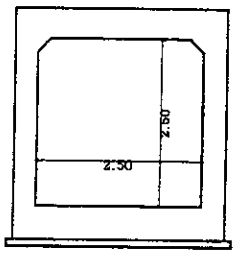
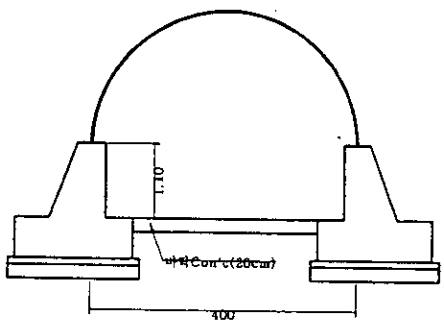
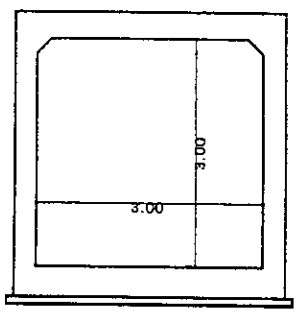
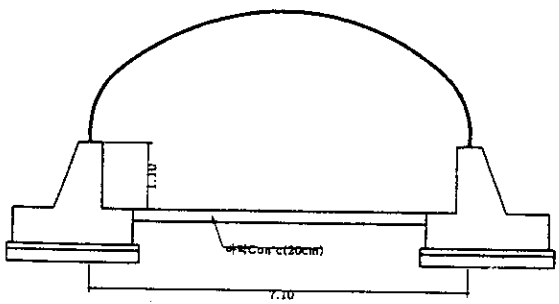
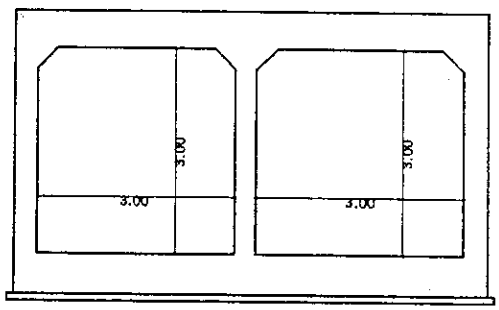
규격 / 토피고	2.0×2.0		2.5×2.5		3.0×3.0		2@3.0×3.0	
	철근 콘크리트	지중강판 합성형	철근 콘크리트	지중강판 합성형	철근 콘크리트	지중강판 합성형	철근 콘크리트	지중강판 합성형
3m이하	38,898	34,471 (89%)	51,821	41,791 (80%)	69,098	52,805 (76%)	102,195	74,578 (73%)
6m이하	46,393	39,376 (85%)	61,070	48,223 (79%)	83,389	62,612 (75%)	126,912	110,444 (87%)
10m이하	67,011	54,377 (81%)	93,236	64,654 (70%)	121,361	89,742 (74%)	194,129	159,097 (82%)

※ ( )는 철근 콘크리트 수로암거 대비 지중강판 합성형 수로암거의 공사비 비율임

※ 4차로 고속도로, SKEW=0°, 직접공사비 기준

※ 철근콘크리트 암거는 피토고 증가에 따라 단면이 커져 피토고 증가에 따라 공사비 감소

사. 합성형 수로암거 단면

구분	적 용 단 면 합성형 수로암거	대 응 단 면 철근콘크리트 수로암거
규격	 수로폭원 : 3.0m이하, 통수단면 : 5.09㎡	(2.0×2.0), (2.0×1.5), (2.0×1.0)  수로폭원 : 2.0m, 통수단면 : 4㎡
	 수로폭원 : 3.5m이하, 통수단면 : 7.135㎡	(2.5×2.5), (2.5×2.0), (2.5×1.5)  수로폭원 : 2.50m, 통수단면 : 6.25㎡
	 수로폭원 : 4.0m이하, 통수단면 : 10.24㎡	(3.0×3.0), (3.0×2.5), (3.0×2.0)  수로폭원 : 3.0m, 통수단면 : 9㎡
	 수로폭원 : 7.1m이하, 통수단면 : 20.434㎡	(2@3.0×3.0), (2@3.0×2.5), (2@3.0×2.0)  수로폭원 : 6.0m, 통수단면 : 17.82㎡

7. 검토결과

가. 합성형 수로암거에 대한 구조적 안정성, 경제성 및 통수단면 효율성 분석 결과

- 축력구조의 내구적인 구조로 지반응력에 효율적 대처
- 철근콘크리트 수로암거 대비 약 20%의 공사비 절감효과
- 상·하류 접속수로와 원활한 접속으로 병목현상 해소

나. 최소토피고 이상의 구간에서 합성형 수로암거를 다음과 같이 적용

- 자연수로의 폭원유지가 가능토록 기초옹벽 설치(합성형 수로암거 단면참조)
- 기초옹벽 벽체높이는 0.5~1.1m로 유지
- 축력구조의 반원형 단면을 적용하되 2련암거는 토피고를 감안 낮은 아치형 적용 가능
- 상기의 암거 이외의 단면 또는 토피고 10m를 초과하는 경우는 수리 및 구조계산을 수행하여 적정단면 결정후 적용
- 최소토피고가 확보되지 않은 경우 보강슬래브나 토목섬유 보강재 등 적정한 보강대책 수립후 적용(도연기 18204-30106, 2002. 1. 26.)
- 시공후 장래 물에 의한 침수시 지지력 확보가 곤란하거나, 장기간 부등침하가 우려되는 구간 및 연약지반 구간은 폐단면인 원형 지중강판 구조물 등 타공법 설치를 검토
- 염분이 함유된 물 또는 폐수 등이 흐르는 수로에서는 부식의 우려가 있으므로 내부 코팅처리 등 방식방안과 철근콘크리트 암거를 비교하여 적용
- 수로바닥은 바닥 콘크리트 타설을 원칙으로 하되 유속이 빠르거나 급경사의 경우 마모 등이 예상되므로 현지여건을 고려하여 대비책 강구(단면보강 또는 기초표면 에폭시 코팅 등)

8. 적용방안

가. 설계중인 노선 : 공정을 감안하여 적용

나. 설계완료후 미발주노선 : 공사착수후 현장여건을 감안하여 적용

다. 공사중인 노선 : 공사여건 및 공정 등을 판단하여 적용

라. 상기과 같이 적용하되, 철근콘크리트암거 등 기타공법과 병행적용

2-16 배수구조물의 소형동물 이동경사로 설치 검토

방 침
기 술 환 10704-125 ('02.12.24)

1. 검 토 목 적

○ 고속도로 건설 시 설치되는 배수구조물에 이동경사로(탈출로)를 설치하여 소형동물(소형 포유류, 양서류, 파충류)의 이동경로 및 탈출로를 확보함으로써 자연생태계를 보존하고자 함.

2. 현행 배수구조물의 문제점

○ 고속도로 양측에 설치되는 측구는 주변지반과 단차가 있어 소형동물이 측구 및 집수정에 빠질 경우 탈출이 불가하여 아사될 우려가 있음.

○ 고속도로가 소형포유류(족제비, 청설모, 설치류 등)의 서식지를 횡단하거나 양서류의 이동이 많은 습지와 산 사이를 관통하는 구간 등에 횡단 배수관과 집수정을 설치할 경우 배수관 입구와 집수정 바닥의 단차로 소형동물들의 이동이 원활치 못하게 되어 고속도로를 횡단하게 되므로 자동차와의 충돌에 따른 교통사(road-kill) 위험이 있음.

기존 수로관에 생태계가 파괴된 현장

3. 배수구조물의 소형동물 이동 경사로(탈출로) 설치 방안

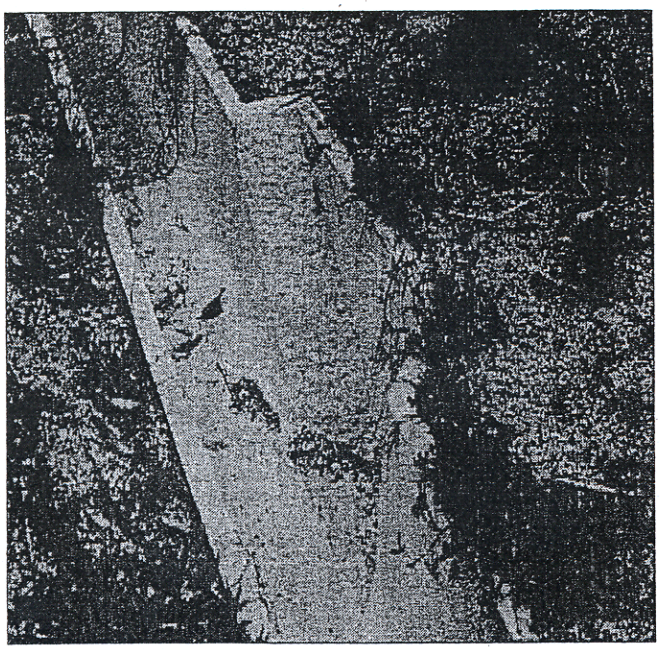
가. V 측구 경사로

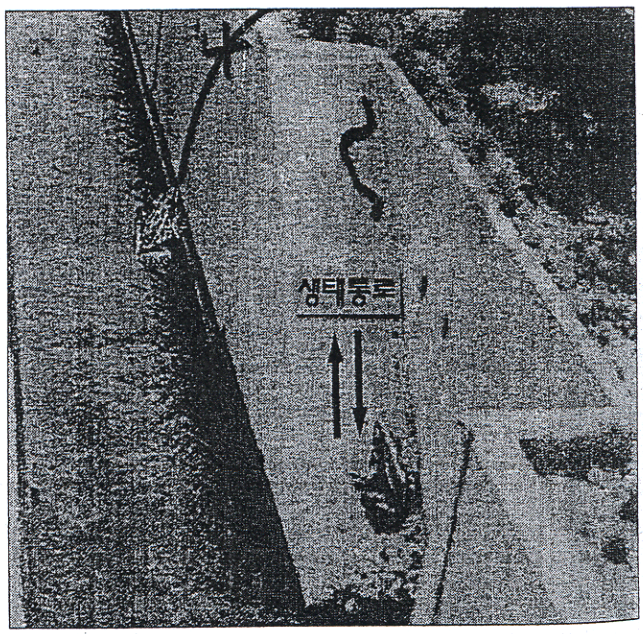
○ 소형동물(소형 포유류, 양서류, 파충류)의 횡단 이동이 많은 구간에 V측구 및 횡단 배수관을 설치할 경우 이동하려는 본능에 의해 V측구에 빠진 소형동물이 탈출이 불가하여 아사될 우려가 있으므로 횡단배수관 및 V측구 경사로를 통해 이동할 수 있도록 횡단배수관 전면부근(상·하행선)의 V측구에 고속도로 바깥쪽으로 경사로(탈출로)를 설치한다.
(붙임 설치기준 참조)

○ V 측구 시 · 종점 단부에 측구 벽체를 설치할 경우 경사로를 설치한다.

○ 경사로는 폭 20cm, 경사 30° 로 한다.

○ 경사로 바닥은 소형동물이 미끄러지지 않도록 요철을 준다.





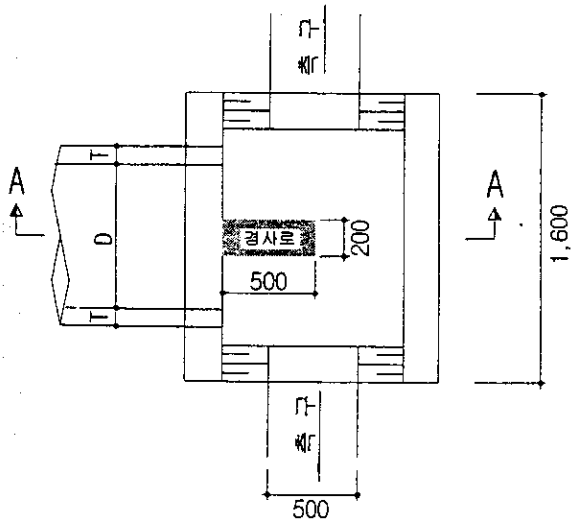
나. 집수정 및 횡단배수관

○ 도로 V측구와 횡단 배수관 접합부에 설치하는 성토부 집수정의 경우 배수관 입구와 집수정 바닥의 단차(30cm)가 발생되므로 배수관 입구에 경사로(헌치)를 설치하여 집수정에 빠진 소형동물이 경사로를 타고 횡단배수관으로 이동할 수 있도록 한다.

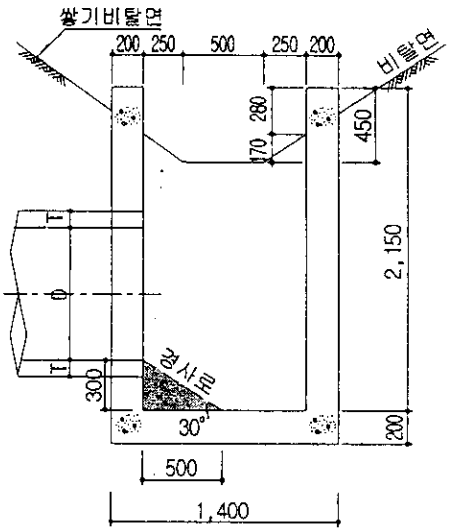
○ 집수정 경사로 폭은 20cm, 경사는 30° 로 한다.

○ 경사로 바닥은 소형동물이 미끄러지지 않도록 요철을 준다.

평 면 도



단 면 A-A



4. 적　　용

가. 공사중인 노선

○ 배수로 미설치구간 검토 후 설치.

나. 실시설계 중인 노선 및 미 발주노선

○ 배수구조물의 소형동물 이동 경사로 설치.

붙임 : 1. 배수구조물의 소형동물 이동 경사로 설치기준

2. 한국산 양서류·파충류·포유류의 서식범위

붙임 1

1. 배수구조물의 소형동물 이동 경사로 설치기준

가. V측구 이동 경사로

○ 소형동물(소형 포유류, 양서류, 파충류)의 횡단 이동이 많은 구간에 V측구 및 횡단 배수관을 설치할 경우 이동하려는 본능에 의해 V측구에 빠진 소형동물이 탈출이 불가하여 아사될 우려가 있으므로 횡단배수관 및 V측구 경사로를 통해 이동할 수 있도록 횡단배수관 전면부근(배수관 수로보호시설 옆, 상·하행선)의 V측구에 고속도로 바깥쪽으로 경사로(탈출로)를 설치한다.

(배수관이 V측구와 연결되어 전면이 막힌 경우에 설치)

○ 소형동물의 횡단이동이 많아 경사로 설치가 요구되는 구간

- 고속도로가 산지와 습지 사이를 횡단하는 경우

(양서류는 습지에서 산란하므로 산지와 습지사이를 이동하려는 본능이 있어 배수로에 빠지는 경우가 많음)

- 고속도로가 습지(논)와 습지(논) 사이를 횡단하는 경우

(양서류의 개체수가 많고 습지에서 산란하므로 배수로에 빠지는 경우가 많음)

- 고속도로가 소형동물 다수가 서식하는 산림 생태계내의 계곡부를 횡단할 때
- 단, 고속도로가 도시구간인 경우 및 고속도로가 산지와 주택가 사이를 횡단하는 경우, 일반도로와 병행하게 지나갈 경우는 제외

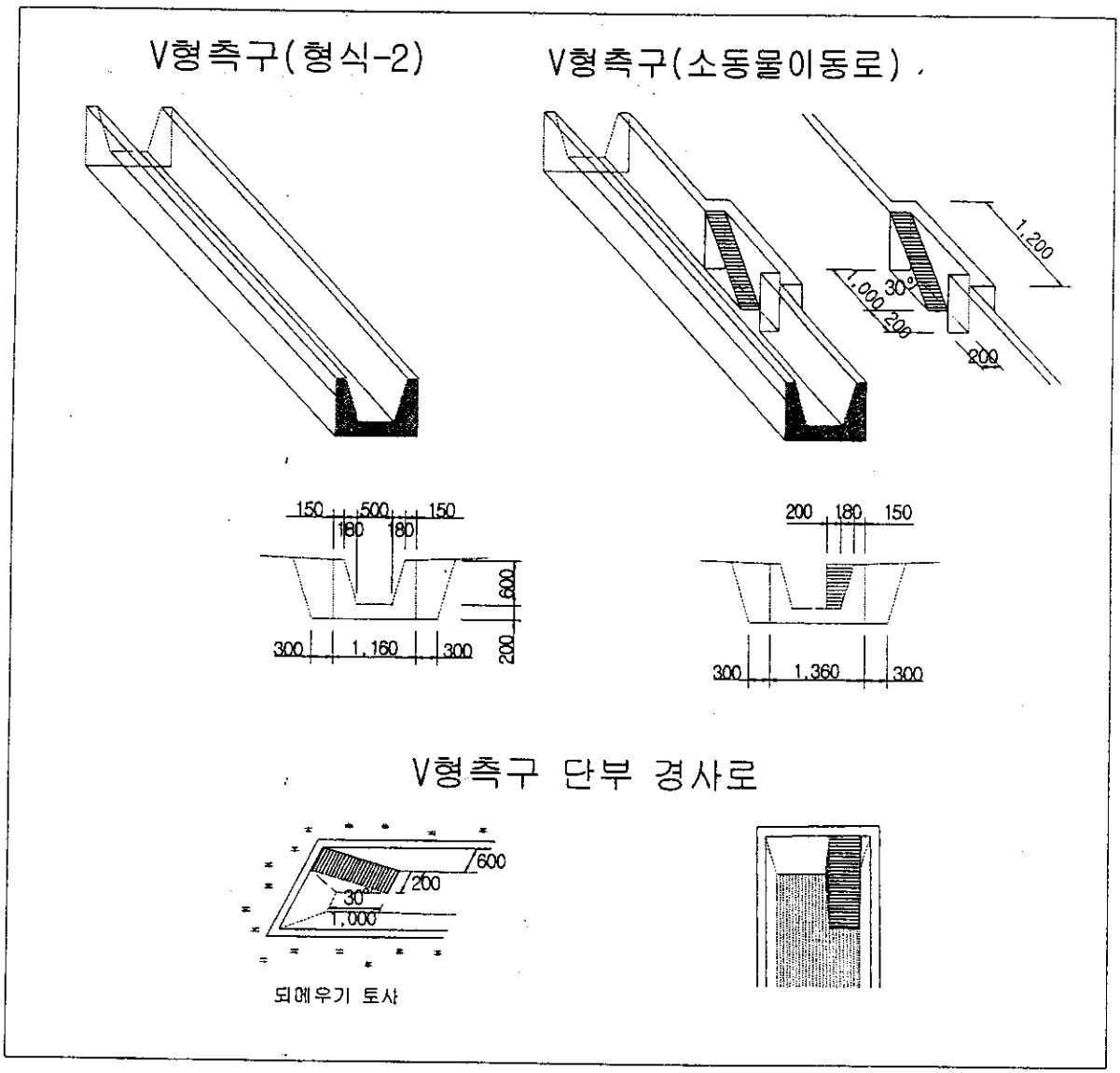
○ 측구를 횡단하는 복개시설은 소형동물이 본선으로 올라올 우려가 있으므로 설치하지 않는다

○ 경사로 길이 - V1 :80㎝ , V2 : 100㎝, V3 : 170㎝

○ 경사로는 폭 20cm, 경사 30° 로 한다.

○ V 측구 시 · 종점 단부에 측구 벽체를 설치할 경우 경사로를 설치한다.

○ 경사로 바닥은 소형동물이 미끄러지지 않도록 요철을 준다.



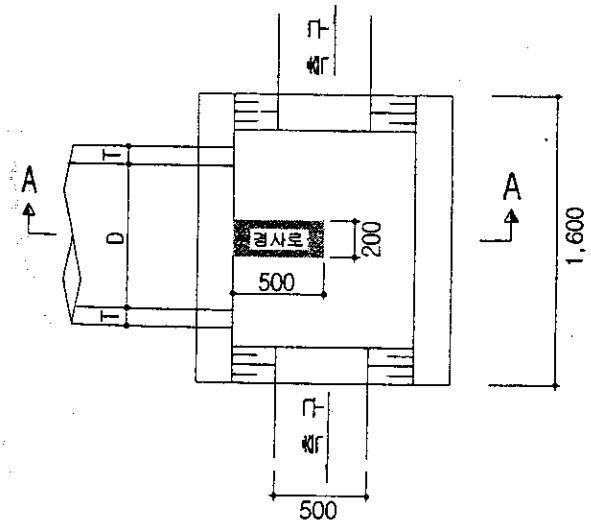
나. 집수정 및 횡단배수관 이동 경사로

○ 도로 V측구와 횡단 배수관 접합부에 설치하는 성토부 집수정의 경우 배수관 입구와 집수정 바닥의 단차(30cm)가 발생되므로 배수관 입구에 경사로(현치)를 설치하여 집수정에 빠진 소형동물이 경사로를 타고 횡단배수관으로 이동할 수 있도록 한다.

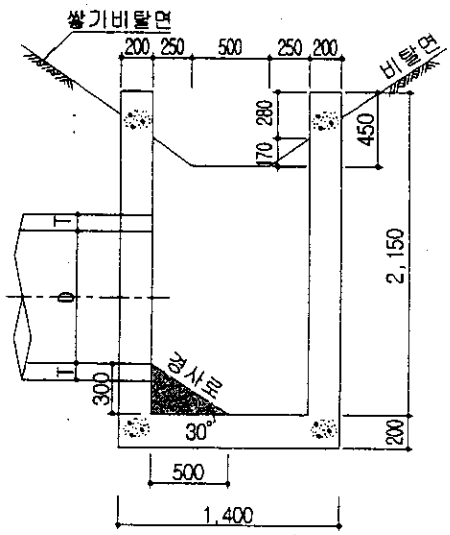
○ 경사로 바닥은 소형동물이 미끄러지지 않도록 요철을 준다.

○ 집수정 경사로 폭은 20cm, 경사는 30°로 한다.

평 면 도



단 면 A-A



붙임 2 한국산 양서·파충·포유류 서식범위

나. 파충류

종	특 성	서식범위
도룡뇽(*Hynobius leechii*)	습한지역의 돌밑이나 고목밑에서 생활. 야간에 먹이를 찾아 활동	2㎞
꼬리치레도룡뇽(*Onychodactylus fisheri*)	동굴이나 차가운 산간계류에 서식 식성 : 밤에 나와 곤충류와 지렁이 등 먹음	2㎞
무당개구리(*Bombina orientalis*)	저지대에서 고지대의 계류에 이르기까지 서식	2㎞
두꺼비(*Bufo bufo gaugauizans*)	산간 또는 야산의 습한 곳에 서식, 연못에 산란	2㎞
물두꺼비(*Bufo stejnegeri*)	높은 산의 계류에 서식, 5~6월경에 유속이 완만한 계류 웅덩이 등에 산란, 식성 : 곤충 등	2㎞
청개구리(*Hyla japonica*)	평지와 저지대에 살며, 관목이나 활엽수의 잎 위에서 생활	0.5㎞
수원청개구리(*Hyla suweonensis*)	평지와 저지대에 살며, 관목이나 활엽수의 잎 위에서 생활, 분포지 한정	0.5㎞
맹꽁이(*Kaloula borealis*)	여름철 장마기에 웅덩이에 알 낳고 그 이후는 굴속에서 생활 (PA)**	0.5㎞
참개구리(*Rana nigromaculata*)	야산이나 물가의 풀밭에서 서식, 연못에 산란	0.5㎞
금개구리(*Rana plancyi chosenica*)	남·서부 지방의 평지, 연못 등에 생활, 논과 연못에 산란 (PA)**	1㎞
아무르산개구리(*Rana amurensis coreana*)	야산이나 산아래 논에 서식, 2월하순부터 논에 산란	0.5㎞
북방산개구리(*Rana temporaria dybowski*)	산 속의 계류나 물이 고인 곳에 서식, 평지 강변이나 논에 산란	2㎞
옴개구리(*Rana rugosa*)	물속 바위 밑에서 동면, 독을 가지고 있어 위험함	1㎞
산개구리(*Rrana dybowskii*)	동절기에는 계류나 하천의 물 속 바위 밑이나 낙엽이 쌓인 곳에서 동면, 봄에 저지대의 논에 집단으로 산란, 식성 : 주로 야간에 먹이 찾음	2㎞

나. 파충류

종	생	조사범위
자라(*Pelodiscus sinensis*)	하천이나 연못의 모래나 진흙속에 몸을 감추고 머리만 밖으로 내놓음. 5~7월경에 산란 .	1㎞
남생이(*Chinemys reevesii*)	담수에 살며 6~8월경에 물가 모래 위에 산란 식성 : 호수에서 물고기 등을 채식 (PA)**	1㎞
도마뱀(*Scinella laterale laterale*)	습기 많은 바위나 돌틈에서 생활, 야행성이며 6~7월경 돌이나 풀밑에 산란	0.5㎞
장지뱀(*Takydromus auroralis*)	야산 근처의 밭이나 산야에서 서식	0.5㎞
아무르장지뱀(*Takydromus amurensis*)	야산 근처의 밭이나 산야에서 서식	0.5㎞
구렁이(*Elapha schrenckii*)	인가의 돌담, 초가집에 서식 식성 : 집쥐, 생쥐, 참새 등 (EA)**	0.5㎞
유혈목이(*Rhabdophis tigrinus tigrinus*)	초원지대에 서식, 저지대의 강변이나 계곡에 서식	1㎞
능구렁이(*Dinodon rufozonatus rufozonatus*)	인가 근처 경작지나 고산지대 바위근처, 8월경 산란, 식성 : 개구리, 두꺼비, 새알, 뱀 등	1㎞
쇠살모사(*Agkistrodon ussuriensis*)	지지대에서 고지대까지 계곡의 평지와 잡목림과 바위서식, 식성 : 들쥐, 산개구리 등	1㎞
살모사(*Agkistrodon brevicaudus*)	산근처 밭둑이나 가시덤불, 잡초가 둘러싸인 바위 근처 서식, 식성 : 야간에 들쥐, 개구리, 도롱뇽 등을 먹음	1㎞
까치살모사(*Agkistrodon saxatilis*)	산림주변, 계류 근처 돌이나 모래, 낙엽이 있는 곳에 서식, 건조기엔 계곡의 잡초와 잡목있는 곳으로 내려옴, 식성 : 야간에 들쥐, 다람쥐 등 (PA)	1㎞

다. 포유류

종 명	서 식 환 경	서식밀도
고슴도치(*Erinaceus eurpaeus koreensis*)	활엽수가 우거진 저지대 서식, 야간에 주로 활동	
두더지 (*Mogera wogura*)	저지대의 땅속에서 서식 식성 : 지렁이, 달팽이 등	150M (*Talpaeuropaea*)
멧토끼(*Lepus coreanus*)	저지대에 서식 식성 : 나무껍질, 연한 가지, 풀 등	1.7㎞(*L.capensis*)
하늘다람쥐(*Pteruomys volans alco*)	상수리-잣나무 혼효림, 잣나무 숲에서 1-2마리씩 서식, 식성 : 상수리, 잣나무 어린 싹 등 **(NM)****	
청설모(*Sciurus vulgaris*)	평지에서 중고산 지대까지 서식, 주로 수상생활 먹이 : 잣나무 등의 열매와 곤충, 새알 등	500×55M (1967 Abe)
다람쥐(*Tamias sibiricus*)	활엽수림과 암석이 많은 곳에 서식 식성 : 도토리, 밤, 땅콩을 좋아함	
멧밭쥐(*Micromys minutus ussuricus*)	야산에 서식하며 풀잎 등으로 새둥지모양의 집을 만들어 서식	
등줄쥐(*Apodemus agrarius*)	우리나라에 흔흔 종으로 산밑, 중턱, 정상까지 분포	*A.sylavaticus* 2250㎡
대륙밭쥐(*Clethrionomys rufocanus regulus*)	해발 500미터 이상의 고산지대의 산림에 서식	0.04~0.06ha
너구리(*Nyctereutes procyonoides*)	물가 가까운 산림에 서식 식성 : 풀과 나무의 열매, 지렁이, 가재 등	
족제비(*Mustela sibirica coreana*)	우리나라 전역에 분포 식성 : 물가에서 구함, 지렁이, 지네, 가재 등	*M. nivalis* 3ha
오소리(*Meles meles melanogenys*)	우리나라 전역, 평지에서 1,700미터까지 분포 식성 : 육식성이나 식물성도 잘 먹음	100ha

* 서식범위 : 우리나라에서 자료를 찾기 어려운 종은 서식범위가 제시되어 있는 외국의 종에 대한 자료를 제시하였음

** NM : 천연기념물, EA : 멸종위기야생동물, PA : 보호야생동물

제4장 구 조 물 공

2-17 강재 표면처리 개선 검토

방 침
설 계 구 13201-48 ('02.2.7)

1. 검토 목적

강교 도장을 위한 강재 표면처리 방법이 현 설계에는 모래를 사용하는 sand blasting으로 설계되어 실제 강교 제작 공장에서 철구(steel shot)또는 철편(steel grit)을 사용하고 있는 현실과 부합되지 않으므로 현실에 맞도록 표면처리 방법을 개선코자 함.

2. 현행 표면처리 문제점

가. 설계와 실시공 불일치

구 분	설 계	실 제
표면처리 횟수	1회	2회 - 자재입고 시 - 도장작업 전
Blasting 재료	자연모래	1차 : 철구(Steel Shot) 2차 : 철편(Steel Grit)

나. 모래사용에 따른 환경오염

다. 표면처리 단가 고가

3. 강재 표면 처리

가. 표면 처리의 정의

강교도장 결함을 유발시킬 수 있는 모든 이물질을 강재로 부터 제거하고 표면 조도를 형성시켜, 도료가 양호하게 부착 될 수 있도록 강재 표면을 깨끗하게 처리하는 것

나 표면처리 단계

1) 1차 표면 처리 : 강교 제작을 위해 입고된 강재 원판의 흑피, 녹 등을 제거하는 단계

- 1차 표면 처리 등급 : 준나금속블라스트 세정 (SSPC - SP 10)
- 표면처리방법
  - ㅇ **Steel Shot(Grit) Blast방식 (개선방법)**
  - ㅇ **Sand Blast 방식 (현 설계적용방법)**

2) 2차 표면 처리 : 강교 가공 제작 후 도장 전에 강교 제작시의 용접잔재, 녹등 이물질을 제거하여 도장의 부착력 증대를 위한 처리단계

- 표면처리 등급 및 방법
  - ㅇ **1차 표면처리와 동일**

4. 강재 표면처리 방법비교

구 분	현 설계 적용	개선 방법
재 질	모래(자연산)	Steel Shot, Steel Grit
원 리	· 모래등을 압축공기로써 노즐에서 분사 시켜 강재 표면의 흑피 또는 녹을 제거하는 방식	· 철구(Steel Shot) 또는 철편(Steel Grit)을 전동 임펠러의 원심력으로 투사시켜 강재 표면의 흑피 또는 녹을 제거하는 방법
횟 수	1회(인력)	2회 - 1차 : 기계 - 2차 : 인력
장 · 단 점	· 모래사용에 따른 환경오염 · 표면처리 단가 고가	· 실시공 방법과 일치 - 1차 : Steelshot - 2차 : Steel Grit · 반복사용으로 자원재활용 · 표면처리 단가 저렴

5. 경제성 검토

가. 단가비교

(단위 : 원/m^2)

구 분	현 설계	개선 방법			비 고
	SAND BLASTING (재래공 : 모래)	계	1차 표면처리(가개) (재료 : STEEL SHOT)	2차 표면처리 (재료 : STEEL GRIT)	
계	6,688	3,567	491	3,076	Δ3,121
인건비	4,943	2,625	-	2,625	
재료비	1,014	252.1	124.7	127.4	
사 용 장비비	731	690.8	366.8	324	

나. 공사비 절감액

· 2001년 현재 설계중(고창~장성외 7개노선 62개공구) 구간

강교 설계량 : 322,661ton

· 공사비 절감액 : 322,661ton×21.7m^2/ton×Δ3,121원/m^2×1.5 = Δ328억원

※두께 10t~66t의 철판 및 형강구조 : 21~22.4㎡/ton (≒21.7㎡/ton)

6. 검토 의견

강재 표면 처리방법은 실제 강교 제작공장에서 시공하는 것과 같이 1차 철구(Steel Shot), 2차 철편(Steel Grit)를 이용하여 Blasting하는 것으로 변경하여 실제시공과 부합토록 하고 표면처리 공사비를 절감함이 타당할 것으로 판단됨.

7. 적용 방안

현재 설계중 노선 , 설계완료 후 미발주 노선 : 본 방침 적용

별첨 #1 단가산출서

현재 단가

산출내역	경비	노무비	재료비	합계
RB312B0000 강재 표면처리 공장/M2				
SAND BLASTING				
*기계품셈 및 기계공사 적산자료				
시간당 작업량 = 60 M2/일				
Q=60/8 HR/일=7.50 M2/HR				
1. 인건비				
모래분사공 : 0.0329인 ×57,502 = 1,891.81		1891.81		1,891.49
인 부 : 0.036인 × 37,483 = 1,349.38		1,349.38		1,349.38
소 계 :		3,241.19		3,241.19
2. 재료비				
모래 : 0.0508<M3/M2>				
경 비 : 0.0508 × 2,515=127.76	127.76			127.76
노무비 : 0.0508 × 33,501=1,701.85		1,701.85		1,701.85
재료비 : 0.0508 × 1,818 = 92.35			92.35	92.35
소 계 :	127.76	1,701.85	92.35	1,921.96
3. 사용장비				
장비의 경비계산=장비단가×상각비계수×10E - 7				
가) BLAST 손율				
경비 : 1,700,000×3,875×10^{-7}/Q=87.83	87.83			87.83
나) 방진복 손율				
경비 : 3,500×3,875×10^{-7}/Q=0.18	0.18			0.18
다) 안전모,보안경,방진마스크,석면장갑,안전화 손율				
경비 : (4,000+3,500+5,500+1,150+16,000)×3,875 ×10^{-7}/Q=1.55	1.55			1.55
라) AIR COMPRESSOR(250 C.F.M) [E22021]				
경 비 : 3,851 /Q = 513.46	513.46			513.46
재료비 : 6,914 /Q = 921.86			921.86	921.86
소 계	603.02		921.86	1,524.88
전체합계	731	4,943	1,014	6,688

변경 단가

산 출 내 역	경비	노무비	재료비	합계
RB312B0001 강판 표면처리 공장/M2 1차 표면처리 (Steel Shot) 시간당 작업량 = 1,728 M2/일 Q=1,728/8 HR/일=216 M2/HR (1,728=2.4×1.5×60×8)				
1. 재료비 STEEL SHOT(Ø1.0MM) : 0.215<KG/M2> 재료비 : 0.215 × 580 = 124.7 소 계 :	124.7 124.7			124.7 124.7
2. 사용장비 장비의 경비계산=장비단가×상각비계수×10E - 7 가) AIR BLAST UNIT 손율 경비 : 204,500,000×3,875×10^{-7}/Q=366.8 소 계 :	366.8 366.8			366.8 366.8
전체합계	491.5			491

산 출 내 역	경비	노무비	재료비	합계
RB312B0002 강교 표면처리 공장/M2				
2차 표면처리 (Steel Grit)				
시간당 작업량 =				
(21.7M2/ton×20ton/일) = 434M2/일				
Q = 434/8 HR/일 = 54.25 M2/HR				
1. 인건비				
모래분사공 : 0.0375인 ×57,502 = 2,156.3		2,156.3		2,156.3
인 부 : 0.0125인 ×37,483 = 468.5		468.5		468.5
소 계 :		2,624.8		2,624.8
2. 재료비				
STEEL GRIT(Ø0.7MM) : 0.415<KG/M2>				
재료비 : 0.415 × 580 = 240.7			240.7	240.7
소 계 :			240.7	240.7
3. 사용장비				
장비의 경비계산=장비단가×상각비계수×10E - 7				
가) AIR BLAST 손율				
경비 : 1,700,000×3,875×10^{-7}/Q=12.1	12.1			12.1
나) 방진복 손율				
경비 : 3,500×3,875×10^{-7}/Q=0.0				
다) 안전모,보안경,방진마스크,석면장갑,안전화 손율				
경비 : (4,000+3,500+5,500+1,150+16,000)×3,875 ×10^{-7}/Q=0.2	0.2			0.2
라) AIR COMPRESSOR(250 C.F.M) [E22021]				
경 비 : 3,851 /Q = 70.0	70.9			70.9
재료비 : 6,914.88 /Q = 125.7			127.4	127.4
소 계	83.2		127.4	210.6
전체합계	83.2	2,625	368.1	3,076

별첨 #2 표면처리 능력 관련자료

1. 1차 표면처리(기계) 처리능력 실사결과

구 분	산익,대경M/C (견적)	한진중공업 (철구사업소)	현대건설 (철구사업소)
처리속도	1~2M/MIN	1.5~2.0M/MIN	1.5~2.5M/MIN
가공물크기(MM)	2400×10,000	2400×10,000	2400×10,000
사용소재크기(Ø)	1.0~1.2M/M	0.7~1.2M/M	0.7~1.2M/M

※설계적용: 처리속도1.5M/MIN, 가공물크기 2.4M(폭)

2. 2차 표면처리(인력)시간당 작업량 조사결과

제 작 사	소 요 시 간	비 고
고려개발 당진공장	20ton/7.5~8hr	2인 1조 기준 블라스팅+Grit 수거 및 청소
동부건설 당진공장	20ton/10hr	
삼성중공업 거제조선소	20ton/8hr	
현대건설 대산공장	20ton/8hr	
적 용	20ton/8hr	

방 침
건 설 술
10105-31
('02.3.7)

1. 목 적

교량 준공후 교대·교좌장치등 유지관리 점검을 위하여 교대 앞채움부 법면 일부분을 계단기능을 갖도록, 블록시공시 요철(凹凸)형으로 시공하여, 점검시 안전성 및 편리성을 제고코 자 함.

2. 현 실 태

- ○ 교대 점검시 교대 법면에 점검로가 설치되어 있지 않아 점검시 안전성 및 편리성 결여.
- ○ 일부현장에서 보호블럭을 이용한 점검로를 설치하고 있으나, 설치위치 및 방법이 불합리하여 개선 필요.
- ○ 별도의 점검시설 설치시 공사비 과다 투자등 비경제적.

3. 교대보호블럭 설치 기준

구 분	내 용	적 용
하천교량	교대보호블럭의 설치가 필요한 구간중 교대 압성토의 사면이 홍수위시 수면과 접하는 구간이 있을때	하천용 교대보호블럭
	교대 압성토의 사면이 홍수위시 수면과 접하는 구간이 없을때	육교용 교대보호블럭
육 교	교량하부에 도로가 통과하는 구간이나, 현지여건상 미관이 고려되어야 한다고 판단되는 구간	육교용 교대보호블럭

4. 점검로 설치방안

○ 설치대상 : 육교용 교대보호블럭

○ 위　　치 : 도로폭에 관계없이 중앙부에 1개소 설치

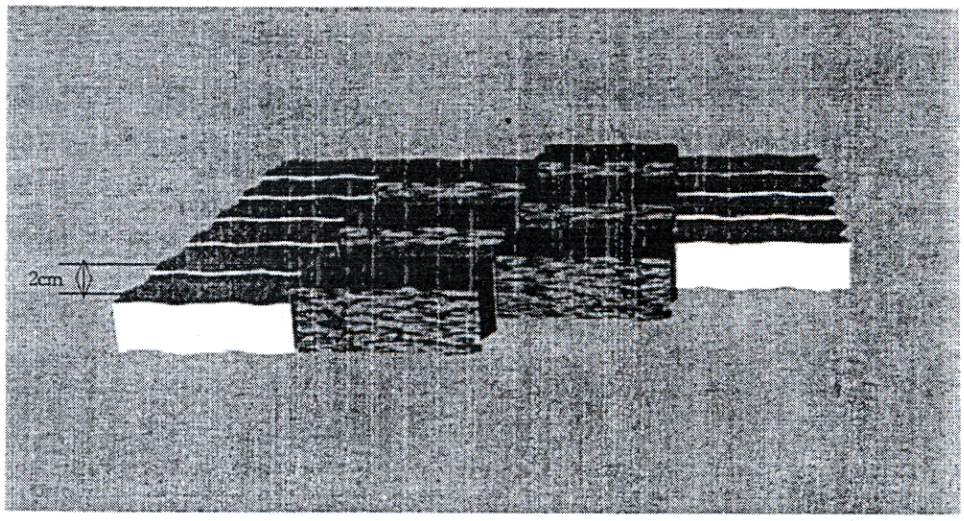
※ 선형분리 구간 및 교대의 이격 설치로 소단이동이 곤란할 경우 행선별로 중앙부에 1개소 설치

○ 방　　법 : 종방향 2열을 1칸씩 엇갈리도록 개선형 블록 설치

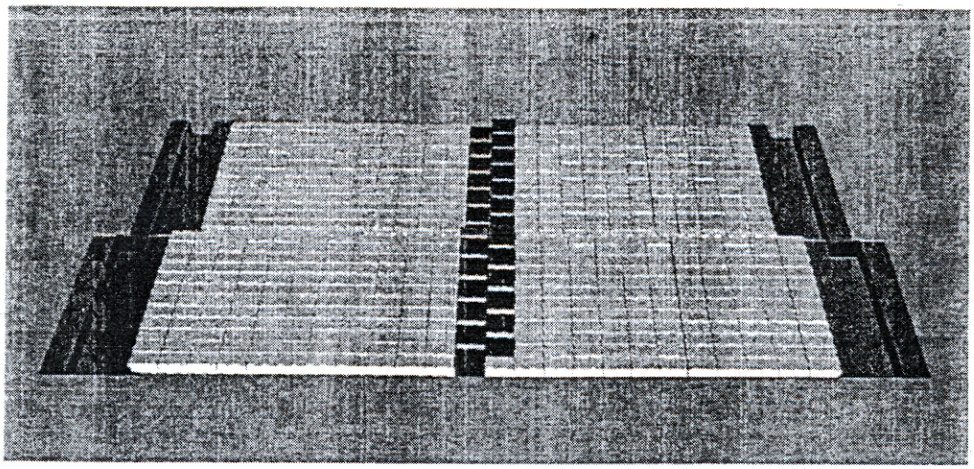
※ 계단 블록 규격 변경

- 당 초 : 228 × 112 × 60 m/m
- 변 경 : 228 × 112 × 80 m/m
  (t = 20m/m 돌출)

○ 상 세 도



○ 개 요 도



○ 표 준 도 : 별첨

5. 기대 효과

○ 안전성 및 편리성 제고.

○ 공사비 절감 및 미관 확보.

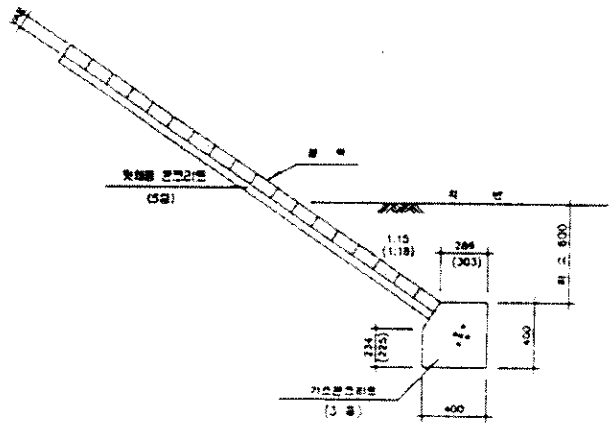
6. 조치 사항

○ 공사중인 노선 : 미시공 교량 변경 시행

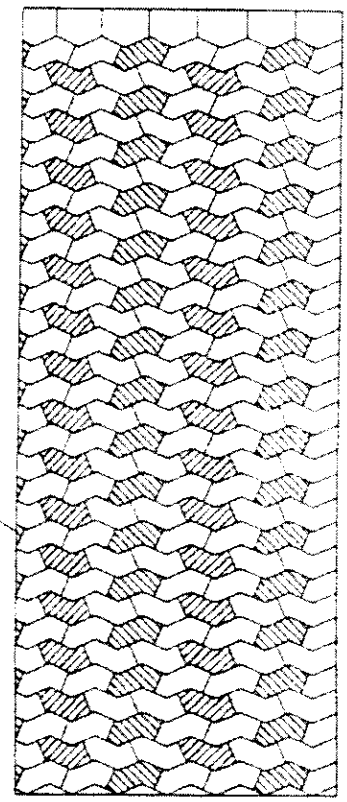
○ 설계중인 노선 : 반 영

고대 보호 블록
형 식 - 2(육고용)

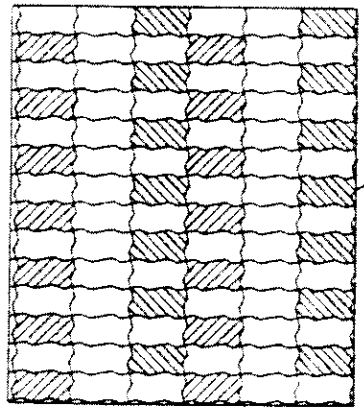
단 면 도



(예,2)
평 면 도



(예,1)
평 면 도



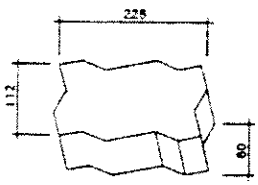
재 료 표

(기 초)

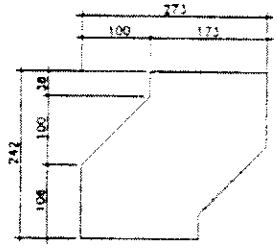
종 별	규 격	단 위	수 량	비 고
콘크리트	3 종	m^3	0.151 / 0.152	
거푸집	합판 6회	m^2	0.834 / 0.625	-

주) 이 블록은 한 세 이어 콘크리트에 의하 (2종 혼합)
콘크리트 2종으로 제작하여 사용할수 있다.

상 세 "A"



상 세 "B"



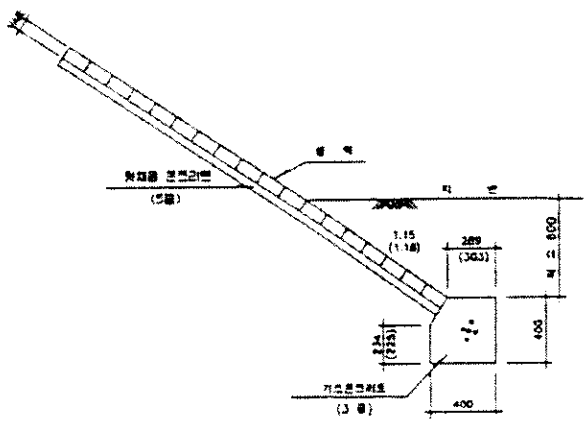
한국도로공사 KOREA HIGHWAY CORPORATION	표 준 도 TYPICAL DRAWING	설계담당	고대 보호 블록 형 식 - 2(육고용)	설계자		작성일 1999.10	도면번호
				확인자		승 인	3.033

변경 표준도

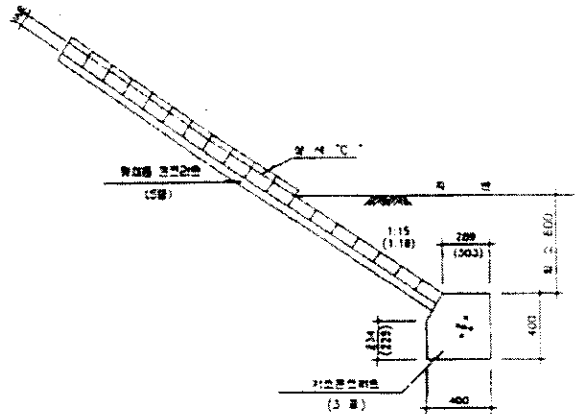
고대 보호 블록

형 식 - 2(육고용)

단 면 도 1-1

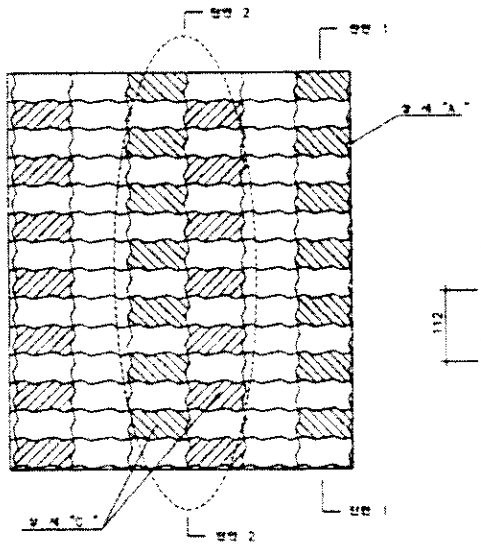


단 면 도 2-2

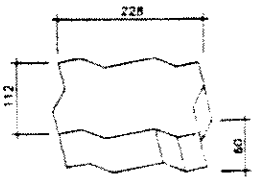


(예,1)

평 면 도

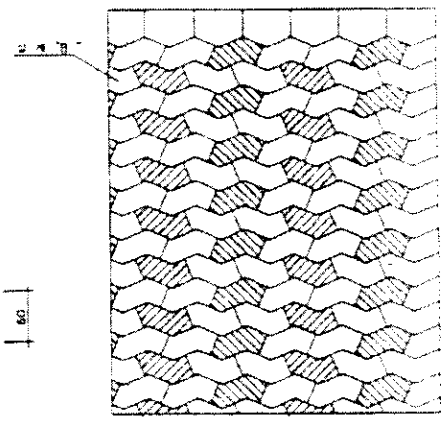


상 세 "A"

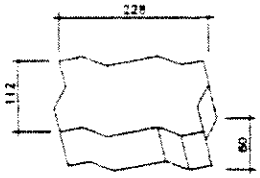


(예,2)

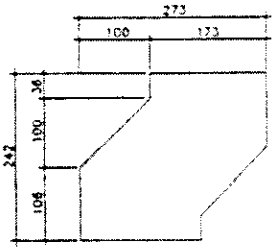
평 면 도



상 세 "C"



상 세 "B"



재 료 표

(기 준)

품 명	규 격	단 위	수 량	비 고
콘크리트	3 종	m^3	(0.15) 0.137	
거 푸 집	합판 6매	m^2	0.634 0.625	

주) 이 블록은 단 에 따라 한쪽으로만 하나 대칭 블록을 콘크리트 2열로도 제작하여 사용할수 있다

한국도로공사 KOREA HIGHWAY CORPORATION	표 준 도 TYPICAL DRAWING	명 칭	고대 보호 블록 형 식 - 2(육고용)	설 계 자		작 성 일	2001.03	도면번호
				확 인 자		결 재		3-032

기안자	부 장	실 장	본부장	부사장	사 장
김태훈	이상근	전결			
협 조	설계처장 : 이 동 희				

교량용 중앙분리대 편측설치에 따른 구 조 계 산 범 위 검 토

2002. 3.

기술심사부장 :

문서번호	기술의 10201-46
보존기간	
결재일자	2002. 3. 29
공개여부	공개

한국도로공사
KOREA HIGHWAY CORPORATION

기술심사실

목 차

1. 검토배경 및 목적

2. 현설계 현황 및 문제점

3. 검토조건

4. 검토대상 및 검토방법

5. 교량형식별 검토내용

6. 기술자문 주요의견 요약 및 조치계획

7. 종합검토결과

8. 기대효과

9. 적용방안

▣ 별 첨

별첨 #1 기술자문 의견서

별첨 #2 교량형식별 검토요약

1. R.C 라멘교

2. PSC BEAM교

3. 강합성형교

별첨 #3 바닥판 배근 검토(예시)

1. PSC BEAM교

2. 강합성형교

1. 검토배경 및 목적

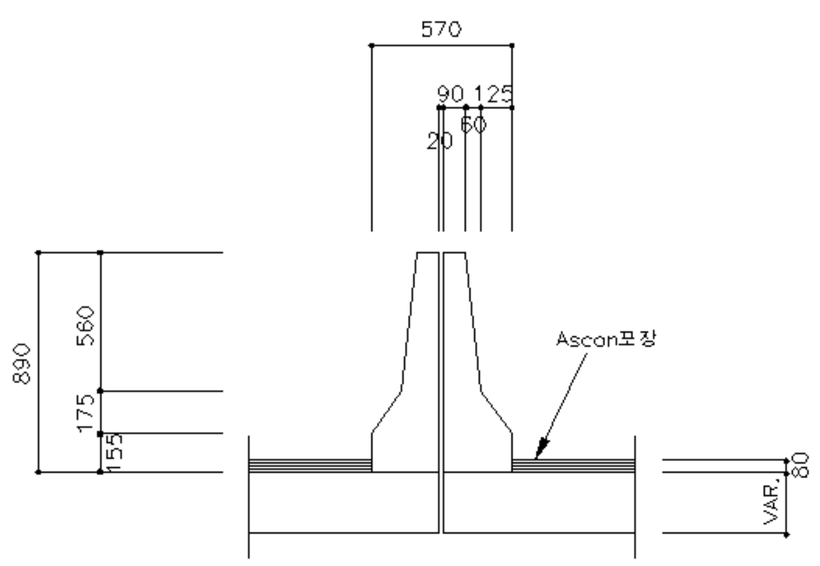
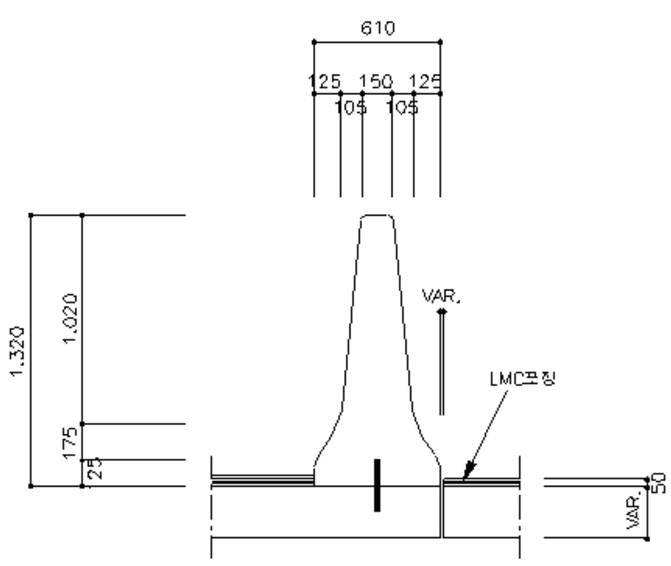
- 특수형식 교량을 제외한 일반교량 중앙분리대를 토공부와 동일한 일체형으로 편측설치키로 방침결정(설심일 13201-119호<'00. 6. 29>, 설계이 13201-409호<'00. 9. 26>)
- 중분대 설치행선과 미설치 행선의 구조계산 결과 차이가 미미함에도 불구하고, 라멘교를 제외한 모든 형식의 교량에서 양방향에 대해 상·하부 구조계산을 각각 별도로 수행함에 따라 비효율성이 내재되어 있음.
- 이에 따라 교량형식별, 연장별, 사각별 구조계산 수행범위를 정립하여 설계 성과의 내실화와 경제성을 확보코자함.

2. 현설계 현황 및 문제점

가. 현설계 현황

1) 교량 중앙분리대 설치방법

- 관련지침 : 설계기 16210-348('95.12.29), 설심일 13201-119('00.6.29), 설계이 13201-409('00.9.26)

구 분	기 존 지 침 (중분대 분리형)	개 선 (중분대 편측 일체형) ; 현 적용
상 세 도		
특 징	• 중 분 대 : B=570mm(분리형), H=810mm • 슬래브폭 : B_1=12.140m, B_2=12.140m(2차로) • 하 중 : 0.378tonf/m (행선당)	• 중 분 대 : B=610mm(일체형), H=1,270mm • 슬래브폭 : B_1=12.455m, B_2=11.825m(2차로) • 하 중 : 0.999tonf/m (설치행선)
적용교량	R.C 라멘교, R.C 슬래브교, P.S.C BEAM교, 강합성형교, 기타 거더교	

주1) P.S.C BOX GR.교 및 기타 특수교량 : 분리식 적용 → 검토 제외

주2) R.C 라멘교는 기존 지침에서도 일체식 중분대 적용(H=89cm, B=57cm)

2) 현행 구조해석 수행범위

교량형식	검토위치	해 석 여 부 (○, ×)		비 고
		중분대 설치행선	중분대 미설치행선	
R.C 라멘교	본 체	○	×	
	기 초	○	×	
PSC BEAM교	상 부	○	○	
	하 부	○	○	
강합성형교	상 부	○	○	
	하 부	○	○	
ST. Plate교	상 부	○	○	
	하 부	○	○	

나. 문 제 점

- 중분대 설치행선과 미설치 행선의 구조계산 결과의 차이가 미소함에도 불구하고 양방향 모두에 대해 구조계산 수행(라멘교 제외)
  → 불필요한 중복 구조계산으로 업무수행의 비효율성 내재
- 동일 교량의 구조계산 또는 도면작성의 일관성 결여 우려 → 감사, 설계심사, 심의 등 지적사항으로 작용
- 중복된 구조계산 성과로 인쇄물량, 비용증가 → 보관 및 취급의 어려움

3. 검토조건

- 본선 2, 3차로 고속도로 교량에 국한함(확폭부 제외)
- 방호울타리, 방음벽 형식 및 교각높이와 지반조건 등은 행선별로 동일 또는 유사하다고 가정
- 연장, 사각, 폭원구성 등이 동일(행선별 동일 설계변수 적용)
- 곡선반경 R=690m 이상인 본선 PSC BEAM교량(설계속도 100km/h, 최대편경사 5%일 때의 최소 곡선 반경값 기준)
- 구조해석 담당 기술자 판단하에 적정한 설계여유율을 확보

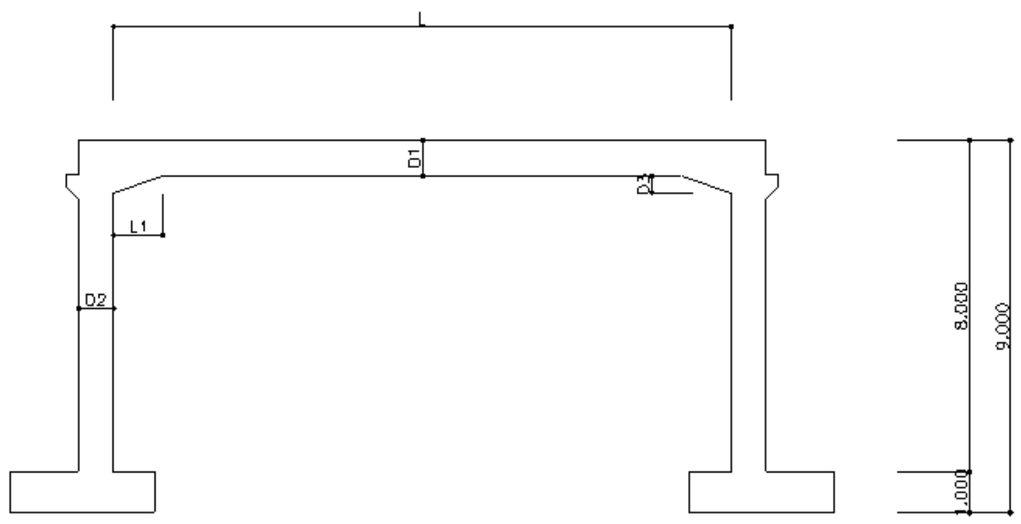
4. 검토대상 및 검토방법

- 검토대상교량 : R.C 라멘교, PSC BEAM교, 강합성형교, ST. Plate교
- 교량형식별로 기 설계 결과의 경향 분석
- 설계변수(교량형식, 연장, 사각, 폭원, 평면선형, 연속형)에 따라 중분대 설치행선과 미설치 행선의 구조계산 결과 편차 산정
- 편차 경향 분석 및 구조계산 수행범위 결정

5. 교량 형식별 검토내용

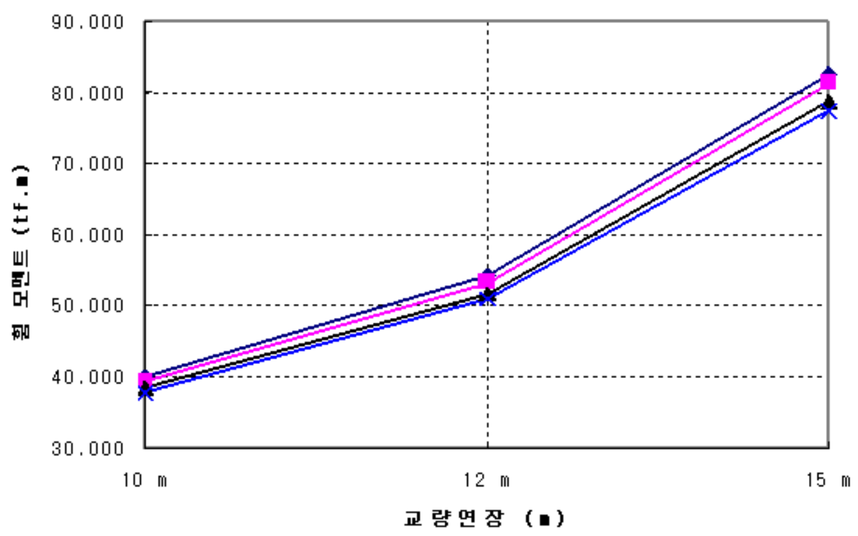
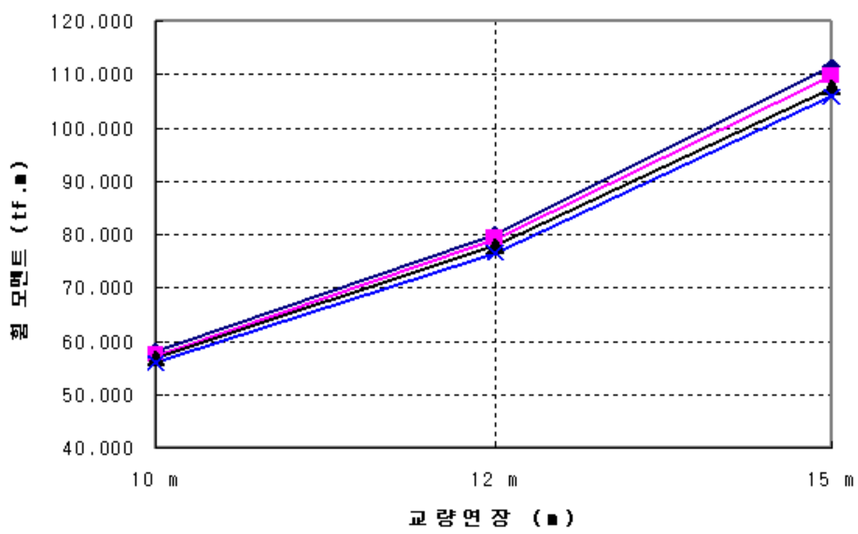
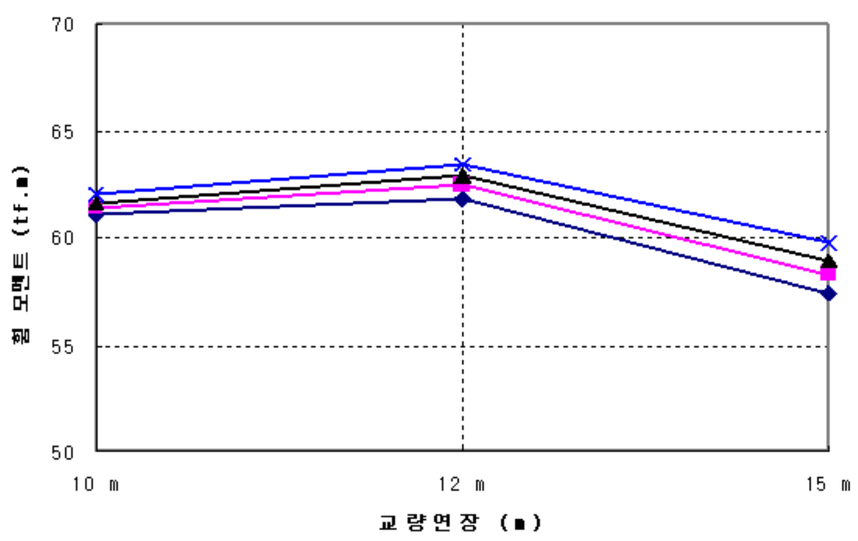
가. R.C 라멘교

1) 검토단면 및 조건

<table>
<tr><th>구 분</th><th>R.C 라멘교</th></tr>
<tr><td>검 토 단 면</td><td>


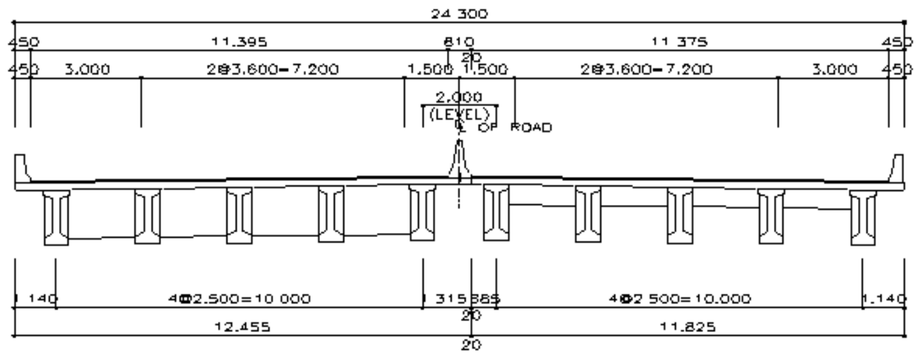
<table>
<tr><th>L(m)
치수(m)</th><th>10.0</th><th>12.0</th><th>15.0</th></tr>
<tr><td>D1</td><td>0.65</td><td>0.75</td><td>0.85</td></tr>
<tr><td>D2</td><td>0.70</td><td>0.80</td><td>0.85</td></tr>
<tr><td>D3</td><td>0.30</td><td>0.40</td><td>0.40</td></tr>
<tr><td>L1</td><td>0.90</td><td>1.20</td><td>1.20</td></tr>
</table>
<table>
<tr><th>구 분</th><th>중분대 설치부</th><th>중분대 미설치부</th><th>총 폭 원</th></tr>
<tr><td>편도 2차로</td><td>B=12.455m</td><td>B=11.835m</td><td>B=24.300m</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>검 토 조 건</td><td>• 교량연장은 설계 빈도수가 가장 높은 10, 12, 15m를 적용함.
• 교량사각은 90°, 70°를 검토대상으로 함.
• 표준2차로를 대상으로 검토시행(B=24.3m)
• BEAM 해석 통한 Trend 분석후 70°-12m의 CASE에 대해 판해석을 실시하여 경향분석결과 검증</td></tr>
<tr><td>검 토 내 용</td><td>
<table>
<tr><th>검토위치</th><th>설 계 인 자</th></tr>
<tr><td>슬 래 브</td><td>휨강도, 내하율(중앙부, 우각부)</td></tr>
<tr><td>벽 체</td><td>축방향 강도, 휨강도, 내하율(하단부)</td></tr>
</table>
</td></tr>
</table>

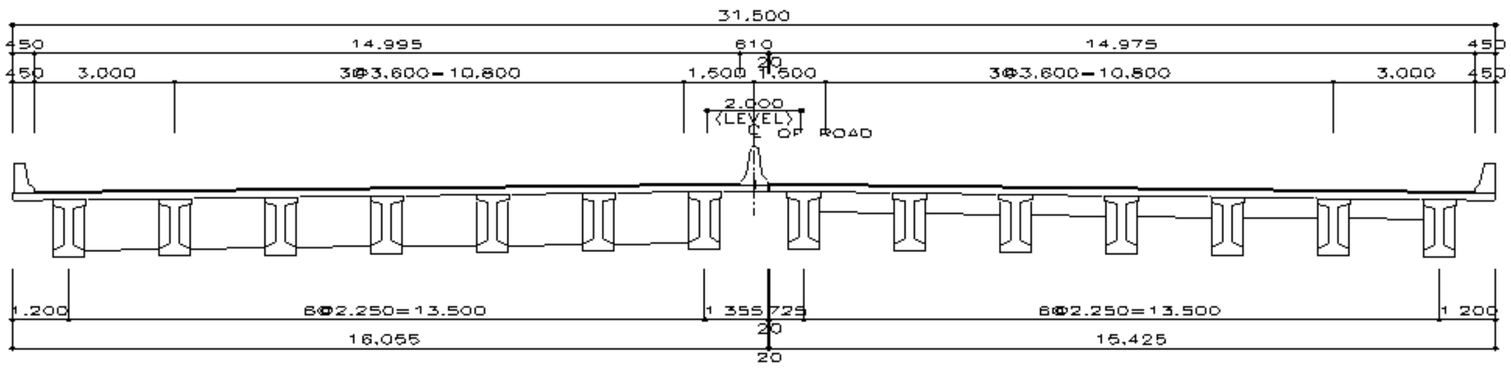
2) 검토결과

구분	극 한 휨 모 멘 트	결 과 요 약
슬래브 중앙부		◦ 행선간 편차 : 1.5% (미설치 행선 하향치) ◦ 연장 및 사각에 따른 편차 ; 일정 경향 ⇒ 중분대 설치행선만 구조 계산하여 적용하여도 안전측의 설계 가능 (동일 단면 적용가능)
슬래브 우각부		◦ 행선간 편차 : 1.2~1.5% (미설치 행선 하향치) ◦ 연장 영향 편차 : 미소 증가 경향 ◦ 사각 영향 편차 : 거의 동등 경향 ⇒ 중분대 설치행선만 구조 계산하여 적용하여도 안전측의 설계 가능 (동일 단면 적용가능)
벽체 하단부		◦ 행선간 편차 : 0.7~1.5% (미설치 행선 상향치) ◦ 연장 영향 편차 : 미소 증가 경향 ◦ 사각 영향 편차 : 거의 동등 경향 ⇒ 중분대 설치행선만 구조 계산하여 적용하여도 안전측의 설계 가능 (동일 단면 적용가능)
결 과 고 찰	◦ 각 행선별, 각 부위별 극한 휨강도(Mu) 편차가 최대 1.5%정도로 설계 휨강도(Md)에 대한 내하율 영향이 미미하므로 중분대 설치행선만 구조계산하여도 문제가 없다고 판단됨.	범 례

나. PSC BEAM교

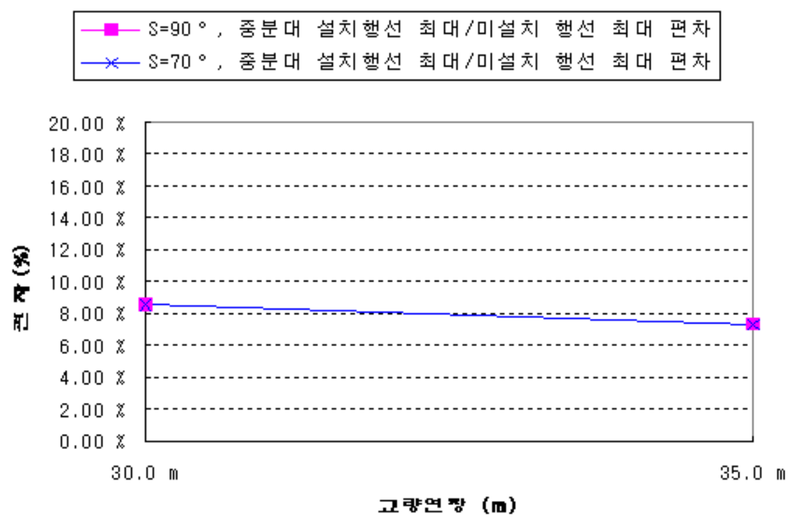
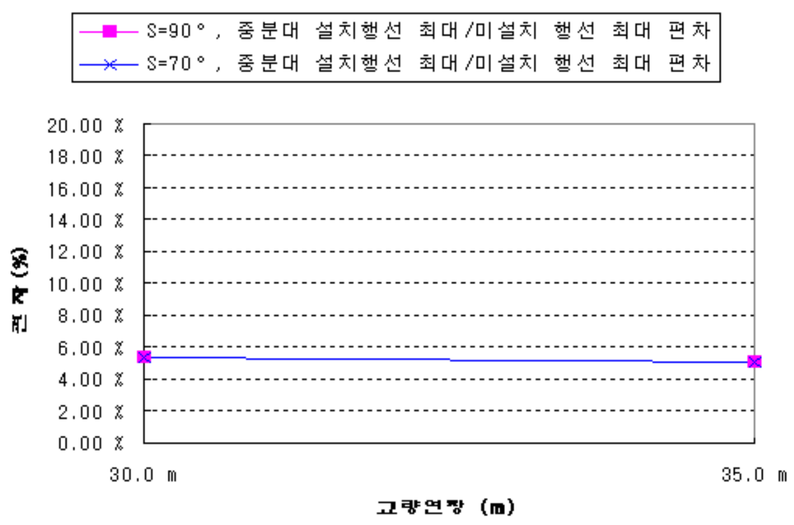
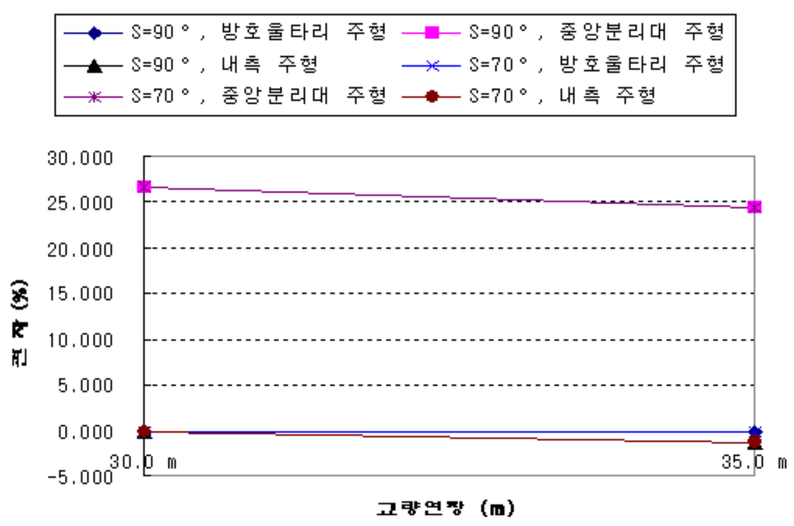
1) 검토단면 및 조건

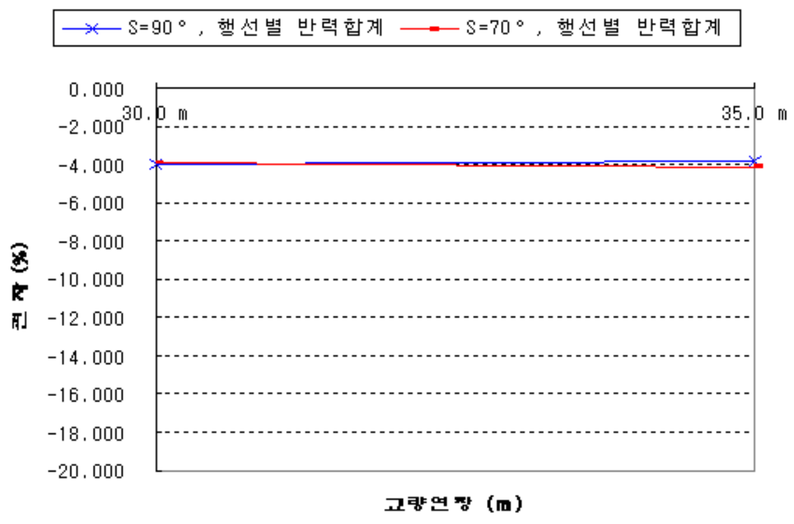
<table>
<tr><th colspan="2">구 분</th><th>PSC BEAM교</th></tr>
<tr><td rowspan="2">검토단면</td><td>편도
2차로</td><td> 

• 주형높이 H : 30m=2.0m, 35m=2.2m</td></tr>
<tr><td>편도
3차로</td><td> 

• 주형높이 H : 30m=2.0m, 35m=2.2m</td></tr>
<tr><td>검 토 조 건</td><td colspan="2">• 교량경간장은 30m, 35m에 대해 검토
• 상부폭원은 편도2차로와 3차로를 기준으로 검토함.
• 교량사각은 90°, 70°를 검토대상으로 함.
• P.S.C BEAM 세부 제원은 도로공사 표준도 참조
• 각각의 CASE에 대해 세부해석 후 Parameter의 Trend 분석
• 평면곡선부 교량설치에 대비해 본선부 최소곡선 반경 R=690m 경우에 대해 추가 검토</td></tr>
<tr><td>검 토 내 용</td><td colspan="2"><table>
<tr><th>검토위치</th><th>설 계 인 자</th></tr>
<tr><td>바 닥 판</td><td>휨강도, 철근배근</td></tr>
<tr><td>주 형</td><td>휨강도, 휨응력, Camber, 긴장력</td></tr>
<tr><td>하부구조</td><td>받침반력</td></tr>
</table></td></tr>
</table>

2) 검토결과

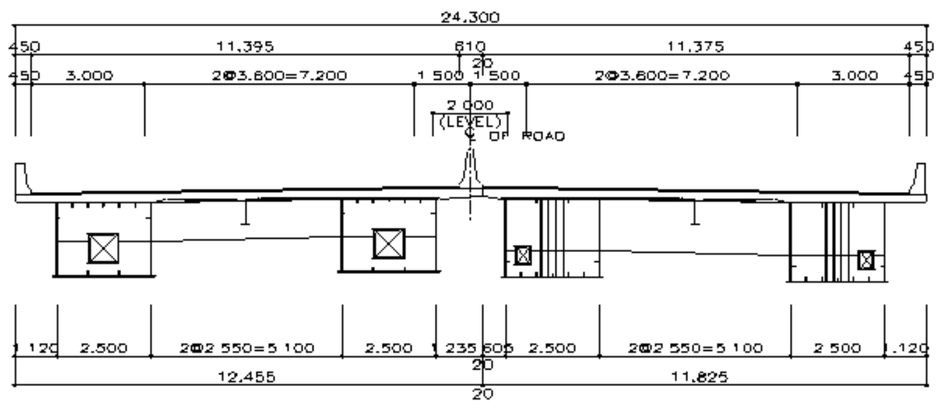
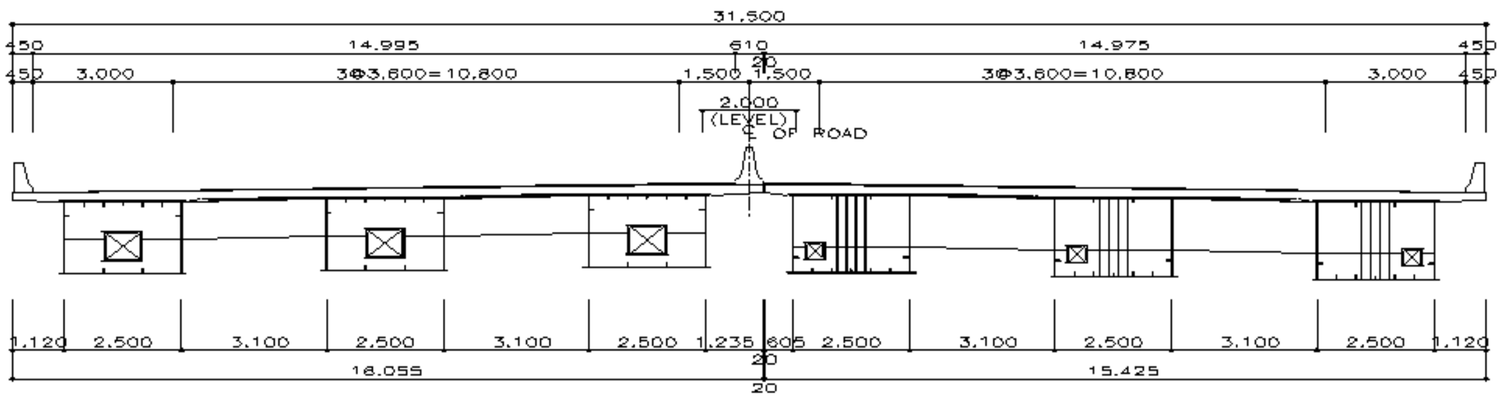
<table>
<tr><th colspan="2">구분</th><th>해 석 편 차 모 식 도</th><th>결 과 요 약</th></tr>
<tr><td colspan="2">바
닥
판</td><td> 
</td><td>◦ 행선별 최대부재력 편차 : 8.5%
◦ 설계 휨강도 내하력 검토 : O.K
* 행선별 최대모멘트를 감안한 동일규격 철근 배근시와 단면력에 따른 철근 규격 조정 배근시 철근량 차이는 없음
(철근 직경 축소시 겹이음 추가에 기인함)
* 철근 배근 비교 : 별첨#3. 바닥판 배근(예시) 참조</td></tr>
<tr><td rowspan="3">주
형</td><td>휨
강
도</td><td> 
</td><td>◦ 행선별 최대부재력 편차 : 5%
◦ 설계 휨강도 내하력 검토 : O.K
* 한국도로공사 표준도를 활용하면서 동일 강선/단면을 사용하므로 BEAM 조건별 강선량, 긴장력 조정 등이 현실적으로 어려움 ; 표준단면 사용
(최대부재력은 중분대 설치행선에서 발생)</td></tr>
<tr><td>처
짐</td><td> 

* 주 : 동일위치 비교 편차임</td><td>◦ 내외측 주형 Camber 최대편차 : 27%
◦ 강연선 긴장에 의한 솟음량이 고정하중 처짐량의 2배 정도
* 바닥판, 교면포장 등으로 주형간 Camber 편차는 보정가능(표준도 사용에 따른 시공의 편의성 고려)</td></tr>
<tr><td>하
부
구
조</td><td> 

* 주 : 하부구조당 반력 편차임</td><td>◦ 행선별 반력 편차 : 4%
* 받침선정/하부구조 설계시 중분대 미설치행선은 설치행선에 비해 하향 안전값에 해당
◦ 사각 70° 미만의 경우 정밀해석 필요</td></tr>
<tr><td colspan="2">결
과
고
찰</td><td colspan="2">◦ 바 닥 판 : 중분대 설치행선만 구조 검토하여 양방향에 동일하게 철근 배근
단, 곡선교의 경우 경제성 및 시공성 검토 후 적용
◦ 주 형 : 표준도 사용시 중분대 설치행선만 구조계산 실시(Camber 관리 포함)
◦ 하부구조 : 사각 70° 이상인 경우 중분대 설치행선만 구조 검토
단, 70° 미만인 경우는 사각의 영향에 대하여 정밀 검토 필요</td></tr>
</table>

다. 강합성형교

1) 검토단면 및 조건

<table>
<tr><th colspan="2">구 분</th><th>강 합 성 형 교</th></tr>
<tr><td rowspan="2">검토단면</td><td>편도2차로</td><td> 
</td></tr>
<tr><td>편도3차로</td><td> 
</td></tr>
<tr><td>상세치수</td><td>

구 분		40m	50m	60m	비 고
H_1, H_2	중앙/지점부	1.8m	2.3m	2.8m	단경간교

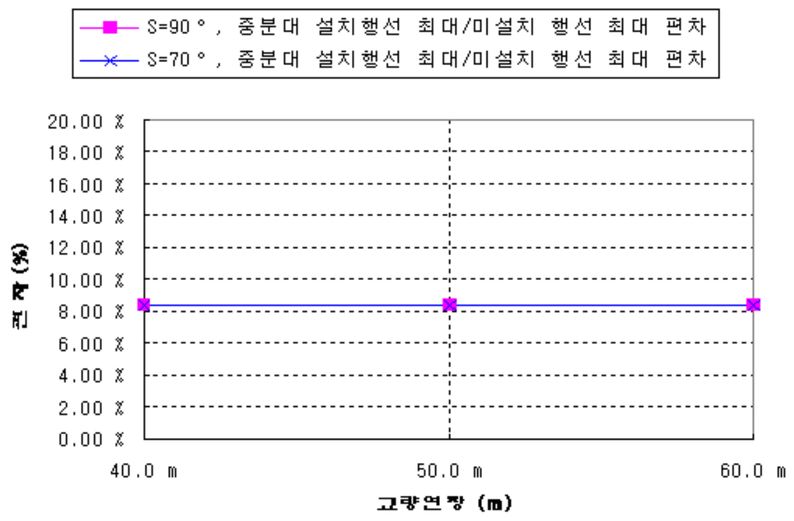
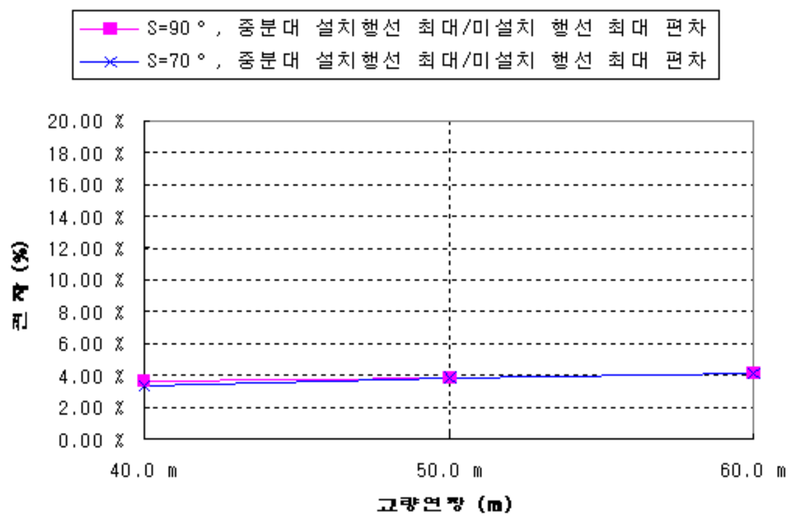
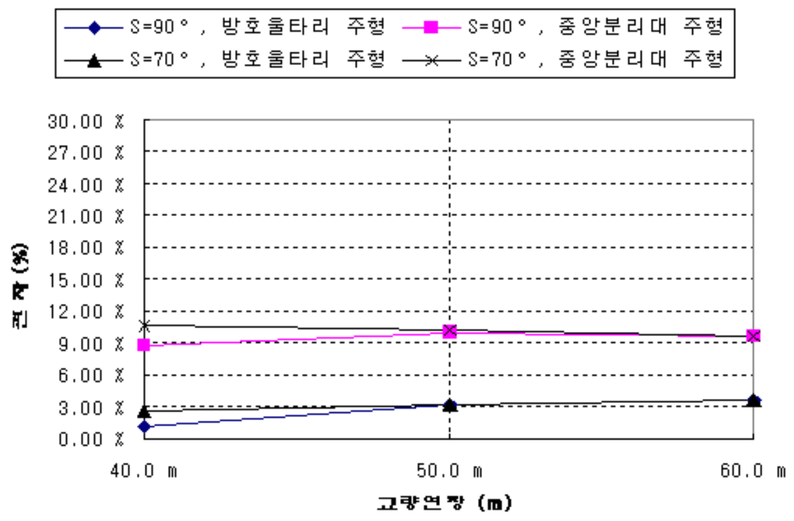
구 분		40m	50m	60m	비 고
H_1	중 앙 부	2.2m	2.2m	2.2m	연속형교
H_2	연속지점부	2.7m	2.7m	2.7m	

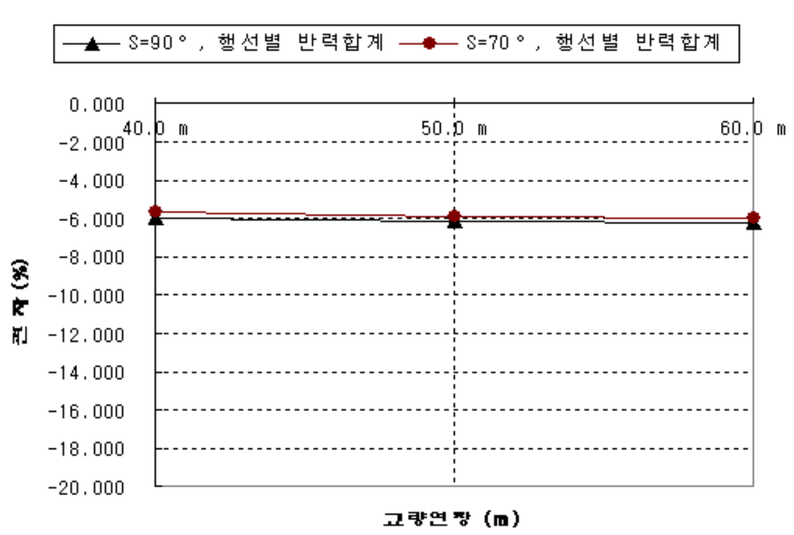
</td></tr>
<tr><td colspan="2">검토조건</td><td>• 교량 경간장은 40m, 50m, 60m에 대해 검토
• 상부폭원은 편도2차로와 3차로를 기준으로 검토함.
• 교량 사각은 90°, 70°를 검토대상으로 함.
• 주형을 폭은 2.5m를 표준으로 함.</td></tr>
<tr><td colspan="2">검토내용</td><td>

검토위치	설 계 인 자
바 닥 판	휨강도, 철근배근
주 형	휨강도, 휨응력, Camber
하부구조	받침반력

</td></tr>
</table>

2) 검토결과

<table>
<tr><th>구분</th><th colspan="2">해 석 편 차 모 식 도</th><th>결 과 요 약</th></tr>
<tr><td>바
닥
판</td><td colspan="2"> 
</td><td>◦ 행선별 최대부재력 편차 : 8%
◦ 설계 휨강도 내하력 검토 : O.K
* 행선별 최대모멘트를 감안한 동일규격 철근 배근시와 단면력에 따른 철근 규격 조정 배근시 철근량의 차이는 없음
(철근 직경 축소시 겹이음 추가에 기인함)
* 철근 배근 비교 : 별첨#3. 바닥판 배근(예시) 참조</td></tr>
<tr><td rowspan="2">주
형</td><td>휨
강
도</td><td> 
</td><td>◦ 행선별 최대부재력 편차 : 3.5%
◦ 설계 휨강도 내하력 검토 : O.K
* 행선별 최대 부재력을 적용하여 설계하여도 강재 절감 효과는 미미함.
; 행선별 등가단면 사용
⇒ 중분대 설치행선만 구조계산하여도 무방</td></tr>
<tr><td>CAMBER</td><td> 

* 주 : 동일위치 비교 편차임</td><td>◦ 동일 주형간 캠버 최대 편차 : 10.6%
(15.1mm)
* 주형간 상대처짐으로 행선별로 동일하게 Camber를 적용하기는 곤란
; 양방향에 대해 캠버검토 시행</td></tr>
<tr><td colspan="2">하
부
구
조</td><td> 

* 주 : 하부구조당 반력 편차임</td><td>◦ 행선별 반력 편차 : 5%
⇒ 받침선정/하부구조 설계시 중분대 미설치행선은 설치행선에 비해 하향 안전값에 해당
◦ 사각 70° 미만의 경우 정밀해석 필요</td></tr>
<tr><td colspan="2">결
과
고
찰</td><td colspan="2">◦ 바 닥 판 : 중분대 설치행선만 구조 검토하여 양방향에 동일하게 철근 배근
◦ 주 형 : Camber 계산 이외의 경우는 중분대 설치행선만 구조계산 실시,
(Camber 관리는 각 행선별 구조계산 필요)
◦ 하부구조 : 사각 70° 이상인 경우 중분대 설치행선만 구조 검토
(단, 70° 미만인 경우는 사각의 영향에 대하여 정밀 검토 필요)</td></tr>
</table>

6. 기술자문 주요의견 요약 및 조치계획(자문의견서 ; 별첨#1 참조)

구 분	기술자문 주요의견	조 치 계 획	비 고
1	• PSC BEAM교의 경우 캠버관리는 한국도로공사 표준도 사용과 시공성을 고려하여 중분대 설치행선에 대해서만 구조계산토록 범위를 한정	• 현행 실시설계시 한국도로공사 표준도를 준용하고, 바닥판 타설 및 교면포장등 시공시 계획고의 조정이 가능하므로 중분대 편측 행선에 대해서만 구조계산	반 영
2	• 강합성형교의 캠버관리의 경우 중분대 설치행선에 대해서만 상세검토를 시행하고 중분대 미설치행선은 고정하중 비율에 따라 간략식으로 캠버 산정'	• 선형해석을 수행한다 하더라도 격자해석 시행시 횡빔에 의한 하중분배, 상대강성차에 의한 하중집중 및 부정정효과에 의해 동일강성/하중을 받는 주형으로 상·하행선의 처짐값이 동일하지 않으므로 적절한 종단 Profile과 공용성 확보를 위해 양방향 모두에 대해 상세 구조계산	원안적용

7. 종합검토결과

■ 교량용 중앙분리대를 편측으로 설치함에 따라 앞의 “3항”에 따른 검토조건과 교량형식별 상세구조 검토 및 전문가 자문 내용에 따라,

■ RC 라멘교, PSC BEAM교 및 강합성형교의 상·하부 구조계산 범위는 중분대가 설치되는 행선에 대하여만 구조계산하고, 중분대 미설치행선은 별도 구조계산 없이 중분대 설치행선의 구조계산결과를 준용

■ 강합성형교의 솟음(Camber)에 대하여는 중분대 설치행선과 미설치행선 모두 구조계산 수행

■ 구조계산 범위 설정 결과

교량형식	검토위치		해 석 여 부 (○, ×)		비 고
			중분대 설치행선	중분대 미설치행선	
R.C 라멘교	상부구조		○	×	
	하부구조		○	×	
PSC BEAM교	상부구조	바닥판	○	×	- ST. Plate교도 PSC BEAM교와 동일하게 적용 (단, Camber는 양방향 검토 시행)
		BEAM	○	×	
		Camber	○	×	
	하부구조		○	×	
강합성형교	상부구조	바닥판	○	×	
		주 형	○	×	
		Camber	○	○	
	하부구조		○	×	

주1) 거더교의 받침용량 산정시 사각 70° 미만의 경우 정밀해석 필요

주2) 앞의 ‘3’항의 검토 전제조건과 상이한 경우는 행선별로 별도의 구조계산 시행

8. 기대효과

■ 구조계산 중복수행에 따른 업무의 비효율적 요인 배제

- M/H 절감만큼 성과품 검토시간 할애 → 정밀검토 수행 ⇒ 내실설계 주력

■ 성과인쇄 비용 절감

■ 성과품 검토와 자료보관 용이

9. 적용방안

2002년도 고속도로 실시설계 착수노선부터 적용

문서번호	건설정10105-49
보존기간	5년
결재일자	2002. 3. 29
공개여부	공 개

대 리	과 장	부 장	처 장	본부장
서은철	고영희		양희용	

협조		
	건설계획처장 : 백석봉	민자사업처장 :
	설계처장 : 이홍희	도로연구소장 :
	기술심사실장 :	구조물실장 :

P.S.C Box Girder교 (ILM)

복부철근 시공성 개선방안

2002. 3

목 차

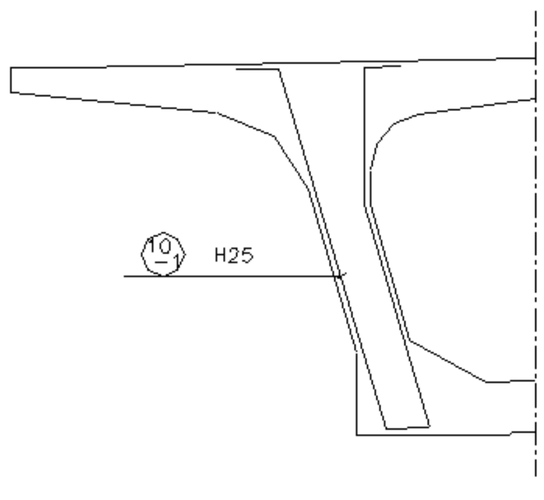
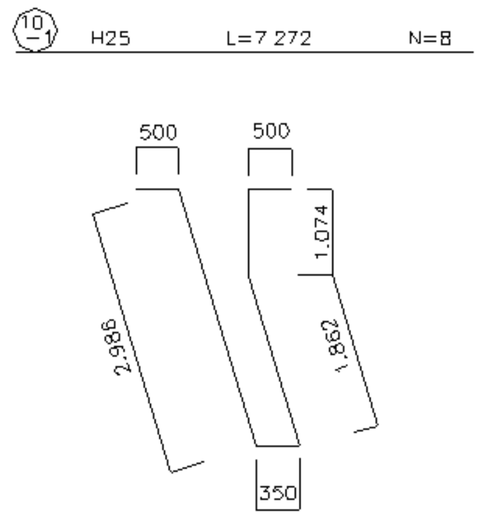
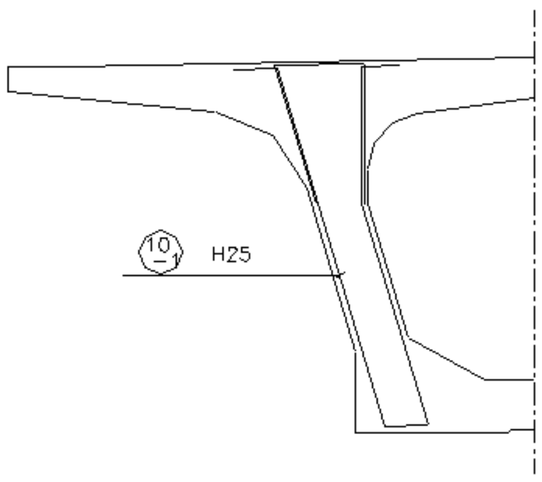
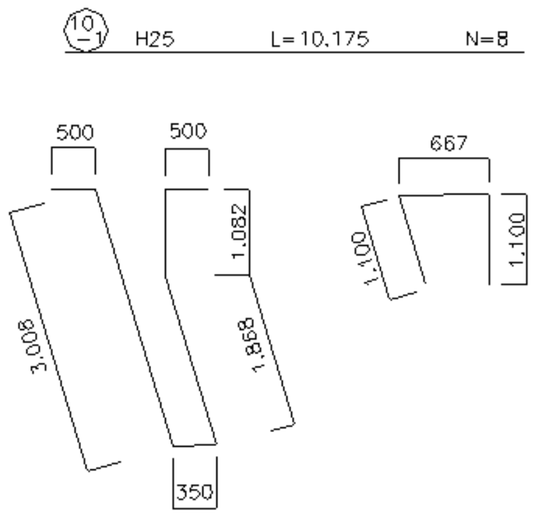
1. 목 적
2. 현 설계현황
3. 문 제 점
4. 관 련 규 정
5. 검 토 의 견
6. 향후조치계획

한국도로공사
KOREA HIGHWAY CORPORATION
건 설 관 리 처

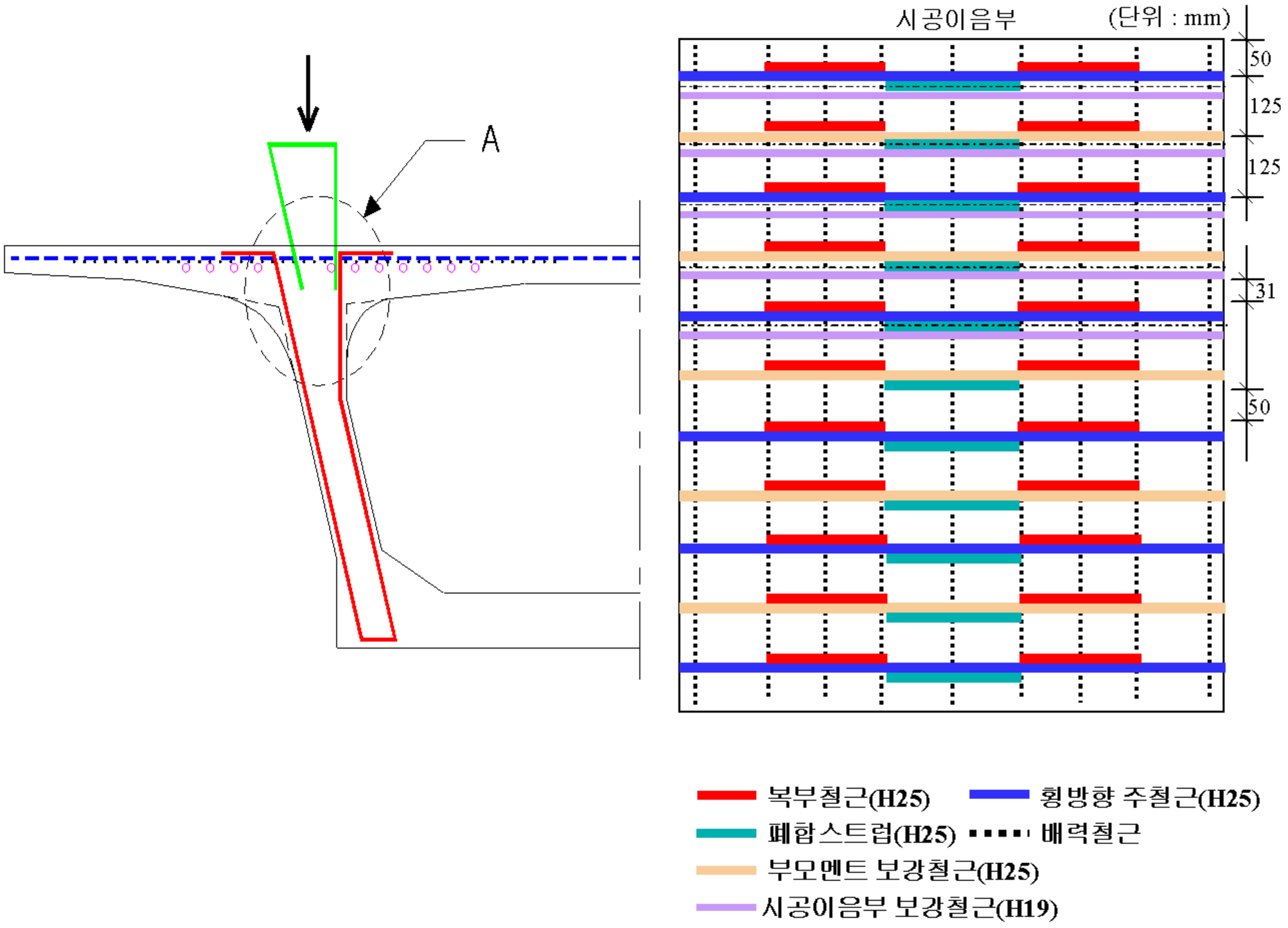
1. 목 적

P.S.C Box Girder교(ILM)의 복부철근에 폐합되는 스트럽철근으로 인한 철근조립 및 콘크리트 타설의 어려움을 해소하여 시공성을 개선코자 함.

2. 현 설계현황

구 분	단 면	적용사례
개방형	 	산말교외 20개 교량
폐합형	 	청남대교외 3개교량
비고	현재 건설중인 노선의 ILM 교량 : 전체 25개소	

3. 문 제 점



[복부철근 폐합스트럽 배근도]

○ 철근조립시 상부슬래브 철근 배근후 폐합스트럽을 조립하므로 복부 철근과의 결속이 어려움

○ 복부철근, 횡방향 주철근, 스트럽철근 등이 중첩되어 시공이음부 구간의 경우 도면상 철근 순간격이 31mm이나, 횡방향 주철근이 겹이음 하도록 되어있어 실제 확보할 수 있는 철근 순간격은 6mm로서 콘크리트의 균일한 품질확보가 곤란

※ 콘크리트구조설계기준(건설교통부 '99)

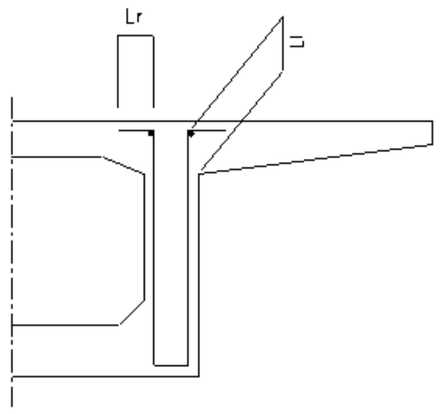
철근사이 수평 순간격은 2.5㎝ 이상 또는 철근의 공칭지름 이상

○ 시공이음부 보강철근이 스트럽철근과 위치가 중복되어 시공곤란

4. 관련규정

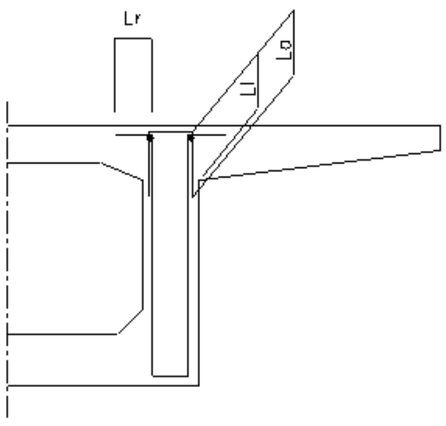
<table>
<tr><th>구 분</th><th>해 당 규 정 (폐합스트럽)</th></tr>
<tr><td>· 도로교 설계기준
(건교부 '00. 7)

· 콘크리트 구조 설계기준
(건교부 '99. 6)</td><td>복부철근 폐합에 대한 정해진 규정이 없음</td></tr>
<tr><td rowspan="3">콘크리트 교량
가설특수공법
설계 · 시공
· 유지관리지침 II
(건교부, 1994)</td><td>단면형상이 박스 거더, T형 거더, 중공 슬래브이고 바닥판 또는 플랜지가 복부와 일체로 된 단면에 한해 철근, PC 강재, 쉬스, 원통 거푸집 등의 조립을 쉽게 하기 위해서 아래에 나타난 가공형상으로 해도 좋다.

(a) 상연단이 압축인 경우

(1) $L_1 \geq 20\Phi$이면 90°갈고리를 어느 방향으로 휘어도 좋다.
(2) $L_1 < 20\Phi$라면 원칙적으로 밖으로 구부리면 안된다.
(3) 왼쪽그림은 밖으로 구부린 예이다.
(4) L_r은 12Φ를 표준으로 한다.

(b) 상연단이 인장인 경우

(1) $L_1 \geq 20\Phi$이면 90°갈고리를 어느 방향으로 휘어도 좋다.
(2) $L_1 < 20\Phi$라면 원칙적으로 밖으로 구부리면 안된다.
(3) 겹이음길이를 갖는 피복근을 사용한다.
(4) L_r은 12Φ를 표준으로 한다</td></tr>
</table>

5. 검토의견

○ P.S.C Box Girder교(ILM)의 상연단은 가설시 일시적인 하중에 의해 인장응력이 발생하나 압출 완료후에는 프리스트레스 하중에 의해 상연단에 압축응력이 작용함

○ 가설시 상연단 발생 인장응력과 콘크리트 허용 인장응력 비교

검토 대상 교량	압출중 상연단 발생 인장응력	콘크리트 허용인장응력	비고
청남대교	11.52 kgf/㎠	26.83 kgf/㎠	서천~공주선
언별2교	15.64 kgf/㎠	26.83 kgf/㎠	동해선
강 동 교	20.08 kgf/㎠	26.83 kgf/㎠	
척정1교	18.87 kgf/㎠	26.83 kgf/㎠	진주~통영선

※ 콘크리트 허용인장응력 $1.5\sqrt{0.8Fck}$

☞ **가설시의 상연단에 발생하는 인장응력이 콘크리트의 허용인장응력 범위내에 발생하면 구조적인 문제가 발생치 않으므로 교량의 복부철근 폐합스트럽을 삭제**

○ 철근 가공 및 조립 수량의 감소에 따른 시공성 개선 및 공사비 원가절감(△645 백만원)

6. 향후 조치계획

○ 시공중인 교량 : 설계변경 시행후 공사비 절감현황 보고(건설관리처)

○ 실시설계중인 교량 : 본 방침 적용 설계

문서번호	건설관 10105-47
보존기간	5년
결재일자	'02. 4. 8.
공개여부	공개

기 안	과 장	부 장	처 장	본부장
안대수	임승두	이동호	양희용	
협 조	도로처장 : 건설계획처장 : 백석봉 설계처장 : 기술심사실장 :			

교량 방음벽기초
기계화 시공방안 검토

2002. 4

한국도로공사

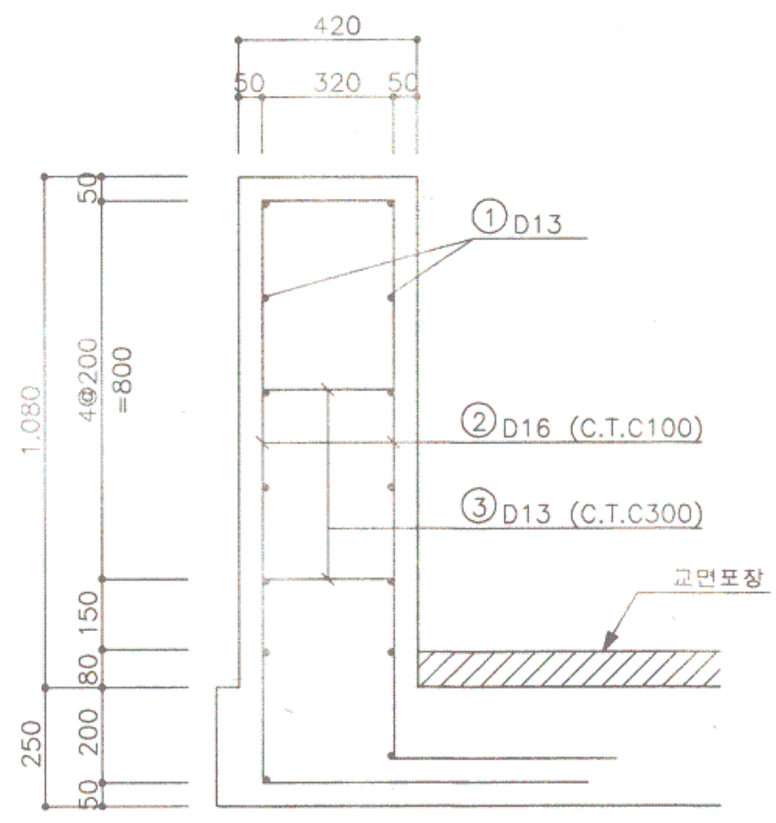
KOREA
HIGHWAY
CORPORATION

건 설 관 리 처

Ⅰ. 검토목적

고속도로 건설공사에 투입되는 장비의 성능 향상으로 기계화 시공 범위가 확대됨에 따라 인력타설로 시공되는 교량 방음벽 기초를 기계타설(SLIP FORM PAVER)로 변경하여 시공성 향상, 공기단축 및 공사비 절감 등 효율적인 공사추진을 도모코자함.

Ⅱ. 교량 방음벽기초 시공 개요

단 면 도	시 공 순 서 도	
	기초철근 조립 및 앵커설치	
	거푸집 조립	인력시공
	콘크리트 타설	
	거푸집 제거	
	지주 및 방음판 설치	

【철근 및 거푸집조립】

【콘크리트 타설】

【방음벽 지주설치】

Ⅲ. 인력시공에 따른 문제점

◦ 인력시공을 위한 동바리,거푸집설치 및 제거시 안전사고 우려

◦ 인력타설에 따른 시공성 저하

◦ 인력품 상승 및 우수기능공 확보 어려움

◦ 건설장비의 성능 향상으로 반복 공종에 대하여는 기계화 작업추세

※ 기계화시공 공종

다이크, L형측구, 중앙분리대, 난간방호벽, 터널공동구

Ⅳ. 기계화 시공방안 검토

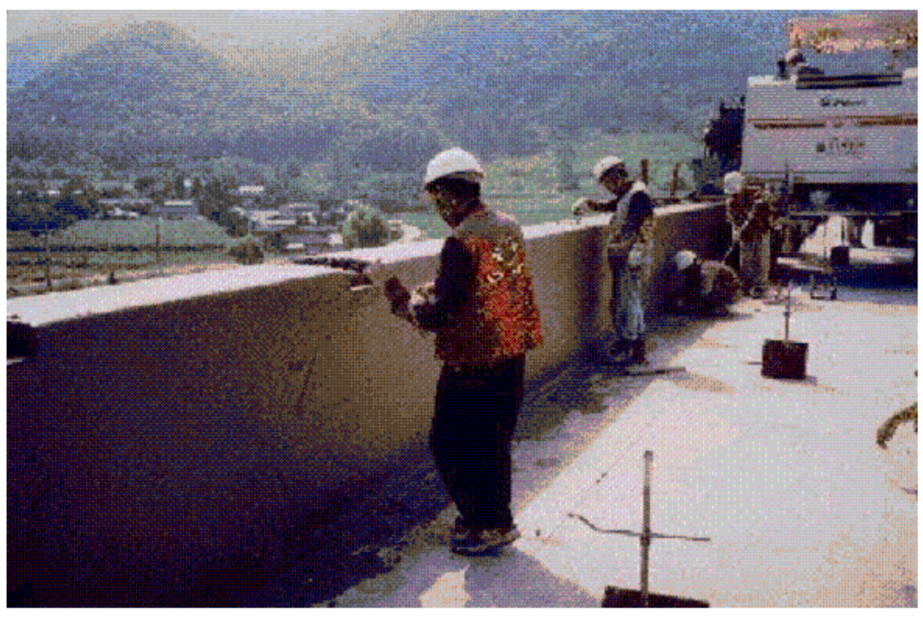
□ 기계화 시공방안

기초철근 조립 및 앵커설치 ⇨ 지주설치부 블럭아웃 ⇨ **콘크리트 기계타설** (SLIP FORM PAVER) ⇨ 방 음 벽 설 치

□ 기계화 시공 전경

【인력시공】

⇨



【기계화시공】

□ 시공공법 비교

구 분	인 력 시 공	기계화시공
공사비 (설계가)	87,067원/m	35,873원/m
장·단점	◦ 무늬거푸집 시공 가능 ◦ 짧은 연장 시공시 유리 ◦ 시공성 불량(20m/일) ◦ 동바리,거푸집 설치 제거시 안전관리 다소 어려움 ◦ 우수기능공 확보 어려움 ◦ 선형 및 미관다소 불량 ◦ 공사비 고가	◦ 무늬거푸집 시공구간 적용 불가 ◦ 짧은 연장 시공시 다소 불리 ◦ 시공성 우수(100m/일) ◦ 안전 및 품질관리 양호 ◦ 선형 및 미관 양호 ◦ 지주설치용 앵커 설치시 주의 필요 ◦ 공사비 저렴(인력의 40%수준)

※ 시공사례

- 대전~통영간 고속도로 제 2공구 : 요광교(L=530m)
  제 6공구 : 사천교(L=300m)
  제13공구 : 안담교(L= 90m)
- 서해안고속도로 당진~서천간 제 2공구 : 와룡천교(L=150m)

□ 공사비 절감액

◦ 대상교량 : 현재 미시공 교량(약 241개소 40,000m)

※ 미관 고려를 위하여 무늬거푸집 시공이 필요한 교량 제외

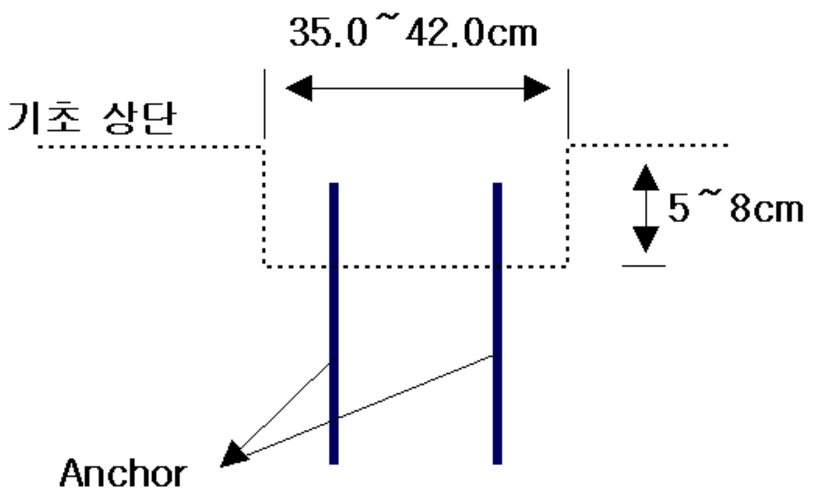
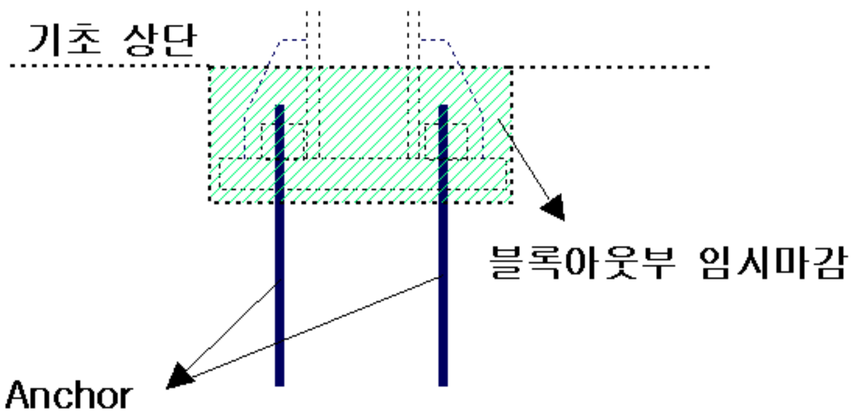
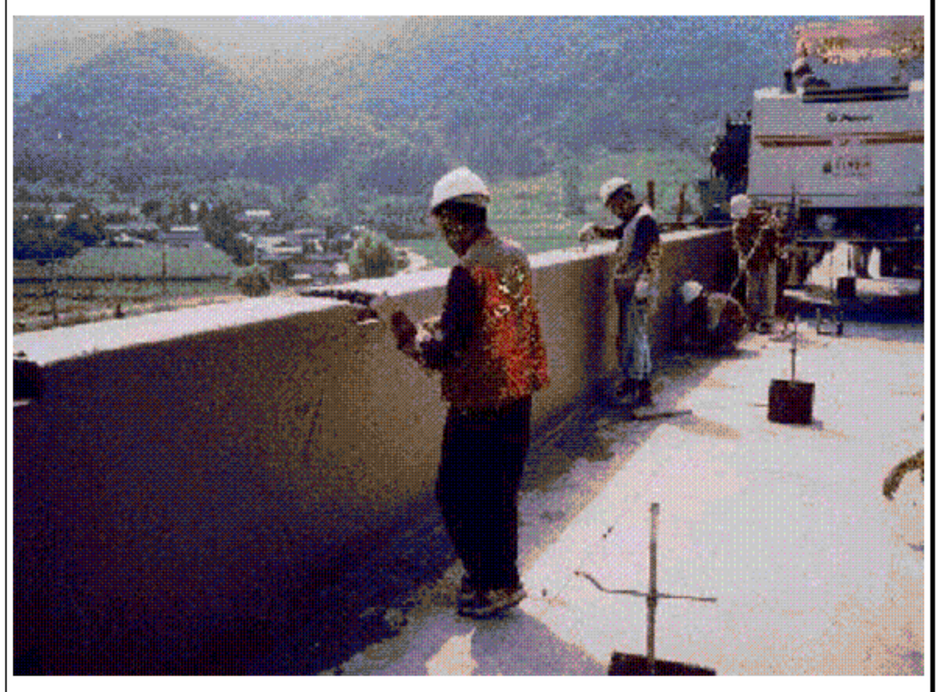
◦ 절 감 액 : 약 14.5억원

【40,000m x (87,067원/m x 0.7 - 35,873원/m x 0.95) x 1.35】

※ 변경 단가산출서 : 붙임

□ 기계화 시공에 따른 주의 사항

◦ 지주설치구간 블럭아웃

단 계	단 면 도	
블럭아웃 및 앵커설치		- 블럭아웃 ◦ 폭 : 기초판+2@1cm ◦ 높이 : 5~8cm - 철근배근 조정
블럭아웃부 임시마감		- 블럭아웃부 임시 마감 (스티로폼 등 활용)
기계타설 및 블럭아웃부 마무리		

Ⅴ. 검토결론

건설장비의 성능이 향상되고, 인력품의 증가 및 우수기능공 확보의 어려움 등에 따라 교량 방음벽기초를 인력시공에서 시공성이 양호한 기계화 시공으로 변경

o 적용방안

- 공사중인 노선 : 현장여건을 고려하여 설계변경 시행
- 설계중 및 향후 발주노선 : 검토안 적용

★◉ 기안	부 장	처 장	본부장	부사장	사 장
		이 홍 희			

강교제작 단가 조정 시행

문서번호	설계도10201-1752
보존기간	10년
결재일자	2002. 4. 19
공개여부	공 개

2002. 4

설계기준부장 :
구조설계부장 :

한국도로공사
KOREA HIGHWAY CORPORATION
설 계 처

1.검토목적

현행 건설공사 표준품셈의 강교 제작품이 관련산업발전에 따른 공장제작 및 자동화된 작업여건과 괴리가 있는 실정이므로 강교제작 공장 실사 및 원가분석을 통해 강교제작 단가를 조정코자함

2. 공장실사 개요

가. 실사기관 : 한국물가협회(재정경제부장관/정부회계원가계산 용역기관 지정)

나. 실사대상 형식

- ○ 연속합성강상형교(Steel Box Girder교)
- ○ 연속합성강판형교(Steel Plate Girder교)

다. 실사범위 및 조사방법

- ○ 강교제작 공수 (직접인건비)
  - 강교제작 전문업체 실사(5개사) 및 각종자료 조사
- ○ 강교제작 제경비 (공장제작에 따른 제경비)
  - '2001년 기업경영분석'(한국은행 발행)중 해당업종에 대한 재무제표(제조원가 명세서) 조사
- ○ 강교제작 재료비
  - 강교제작 전문업체 실사 및 각종자료 조사

3. 실사결과

가. 강교제작 공수(工數)

1) 실사결과

□ 연속합성강상형교(Steel Box Girder교)

(TON 당)

공 종 명	직 종 명	현행품셈	실사결과	증(Δ)감율(%)
부재제작 및 조 립	철판공	4.81	3.85	Δ 19.96
용 접	용접공	2.24	1.61	Δ 28.13
가조립	철 공	0.91	0.86	Δ 5.49
계		7.96	6.32	Δ 20.61

□ 연속합성강판형교(Steel Plate Girder교)

(TON 당)

공 종 명	직 종 명	현행품셈	조사결과	증(Δ)감율(%)
부재제작 및 조 립	철판공	5.00	4.00	Δ 20.00
용 접	용접공	2.30	1.65	Δ 28.26
가조립	철 공	1.00	0.94	Δ 6.00
계		8.30	6.59	Δ 20.61

2) 검토의견

최근의 강교제작 공정이 감안된 실사결과를 적용하는 것이 타당함 (약 20% 감소)

나. 제경비

1) 실사결과

구 분	현행품셈	조사결과	증(Δ)감율(%)
제경비율(%)	126	124.33	Δ 1.33

2) 검토의견

'2001년 기업경영분석'(한국은행발행)상의 해당업종에 대한 재무제표(제조원가 명세서) 평균값(124%)이 현행 품셈의 제경비율 (126%)과 근사하므로 현행기준을 적용하는 것이 타당함

다. 재료비

1) 실사결과

(TON 당)

품 명	단위	현행품셈	조사결과	증(Δ)감율(%)
용 접 봉	KG	28.00	23.25	Δ 16.96
산 소	m^3	15.00	14.14	Δ 5.73
LPG가스	KG	10.00	4.42	Δ 55.8
잡품, 기타	식	부재료비의 5% 이내	부재료비의 5% 이내	-
CO_2 가스	KG	-	37.31	신설품목

2) 검토의견

최근의 강교제작공정이 감안된 실사결과를 적용하는 것이 타당함

4. 적용기준 및 공사비 분석

가. 적용기준

(TON 당)

공종 / 형식	부재제작 및 조립	용접	가조립	소모 재료비			
	철판공	용접공	철공	용접봉 (KG)	산소(m^3)	LPG가스 (KG)	CO_2 가스 (KG)
연속합성형□	3.85	1.61	0.86	23.25	14.14	4.42	37.31
연속합성형 I	4.00	1.65	0.94				

나. 공사원가 비교

1) 공사원가 비교(예)

(단위 : 천원)

공 종	현행품셈	실사품 적용	증감액	증(Δ)감율(%)
자 재 비	893,986	893,986	-	-
제 작 비	1,962,639	1,546,969	Δ 415,670	Δ 21.18
가 조 립 비	252,240	236,962	Δ 15,218	Δ 6.06
강교운반 및 가설비	666,557	666,557	-	-
직접공사비계	3,775,422	3,344,474	Δ 430,948	Δ 11.42
제 잡 비	1,768,307	1,543,717	Δ 224,590	Δ 12.70
총 공 사 비	5,543,721	4,888,191	Δ 655,538	Δ 11.83
단위 공사비	264만원/ton	233만원/ton	Δ31만원/ton	Δ 11.74

※ 구미 - 현풍 6공구 (2100ton)

2) 비교결과

실사한 조정품을 적용시에는 현행품셈대비 약 12%(약 31만원/Ton)의 절감효과가 기대됨

다. 공사비 절감효과

2002년 공사 발주예정인 여주-양평간 고속도로외 4개노선 총 15개공구를 기준으로 약 105억원의 절감효과가 기대됨

33,760Ton × 31만원/Ton = 105억원

5. 적용방안

○ 공사 미발주 노선 및 2002. 4 이후 설계준공 노선은 본 방침을 적용하여 설계

○ 본 실사결과에 대하여는 대한건설협회에 건설공사 표준품셈 개정 요청 조치

※ 붙 임 : 강교제작 구성비목에 대한 조사용역(2002. 3, 한국물가협회)

2-23 강교 Jack-up 보강재 적정성 검토

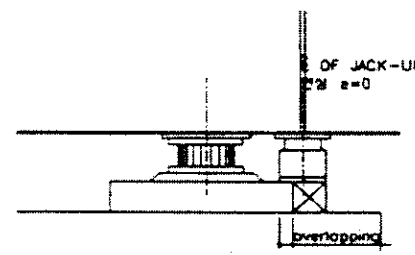
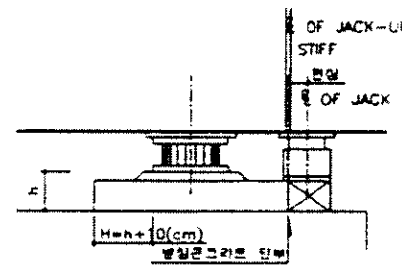
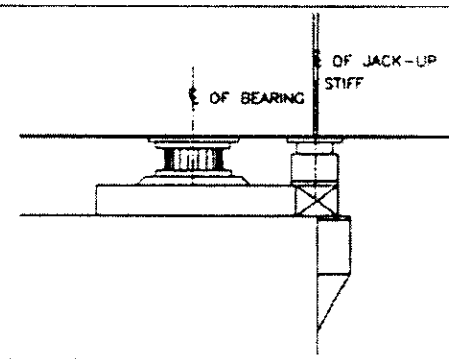
방 침
설 계 구
13202-188
('02.5.2)

1. 검토목적

교량받침 유지관리를 위해 설치하는 강교 Jack-up 보강재가 교량 상, 하부 조건(코핑부 폭, 받침 콘크리트 규격, 교량 Skew 등)을 고려하지 않고 설계되어 Jack-up 작업시 상부 주형에 별도의 Jack-up 보강재를 설치하거나, 코핑부에 잭 설치 공간이 부족한 경우가 있어 상, 하부 조건을 고려한 Jack-up 보강재 설치 방안을 제시코자 함.

2. 현행 Jack-up 보강재 설치 문제점

-Jack-up 보강재 설치시 상, 하부 조건을 종합적으로 고려하지 않음으로서 아래와 같은 문제점 발생

Jack-up 보강재 설치 문제점	개 요 도
□ **잭이 받침 콘크리트 침범** -원인:보강재 설치시 하부조건 미고려 -문제점:받침 교체시 Jack-up 보강재 재설치 필요	
□ **잭 위치와 보강재 위치 상이** -원인:보강재 설치시 하부조건 미고려 -문제점:받침 교체시 Jack-up 보강재 재설치 필요	
□ **잭 설치 공간 부족** -원인:코핑 폭원부족 -문제점:Jack-up용 브라켓 설치 필요	

3. Jack-up 보강재 관련 기준

구 분	관 련 근 거	설 계 기 준
1)Jack-up 보강재 설치	• 강도로교 상세부 설계 지침 (1997, 건교부)	• 받침교체시 상부구조 Jack-up을 고려한 보강재를 강교제작시 반영 • 설치위치는 단부 400mm, 중간지점부 600mm 정도로 예시 (별도의 상세규정 없음)
2) 교량받침 콘크리트	• 교좌장치 받침부 형하 공간 및 보강철근 설계 기준 검토 (설이 16210-220, 94. 12)	• 유지관리를 고려한 받침부 형하 공간 최소 40cm 확보 • 소요높이 확보를 위해 받침 콘크리트 추가설치 → Jack 설치시 간섭요인
3) 연단거리 확보	• 도로교 설계기준 5.4.2	• 하부구조의 정부와 받침간의 연단 거리 확보 $S \geq 20+0.5\ell$ (ℓ :지간길이 m)

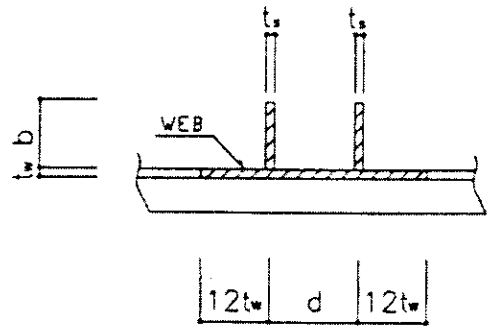
4. Jack-up 보강재 설치요령

가. 설계시 고려사항

1)Jack-up시 Jack 위치와 Jack-up 보강재 위치 불일치로 인한 문제발생을 사전에 예방할 수 있도록 Jack-up 보강재와 관련된 교량 상·하부의 제반조건을 유기적으로 연계하여 **"나.보강재 위치 검토순서" 항목**에 따라 **Jack-up 보강재 위치** 결정.

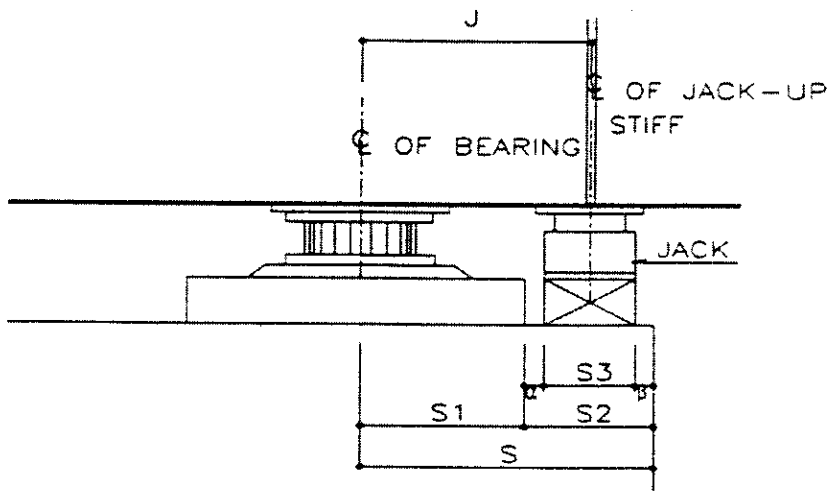
2) Jack-up 보강재는 미관을 고려하여 **상자형교는 내부에** ㅗ형으로 설치하고, **판형교는 웨브 좌우측에** ㅓㅏ**형으로** 설치함을 원칙으로 함.

3) Jack-up 보강재의 간격(d)은 Jack-up시 상부구조 변위로 인해 Jack-up 보강재가 Jack 면을 벗어나는 것을 예방하기 위해 15cm 간격으로 설치하는 것을 원칙으로 하고, 돌출폭(b)은 용접 시공성 확보를 위해 보강재 간격(d) 이하로 설치.



-여기서 d=15cm, b=15cm로 하고 소요단면은
보강재 두께(t_s)를 조정 확보
- 별첨 2 "Jack-up 보강재 단면 검토예"참조

나. 보강재 위치 검토순서



【Jack-up 보강부 개념도】

① 받침중심에서 **받침 콘크리트 단부까지 거리(S_1) 결정**

-받침 콘크리트 크기는 "5. 받침 콘크리트 폭 검토" 항목참조

② 사용 Jack 용량, 규격 결정 ⇒ **Jack 점유폭(S_3) 결정**

-폭이 최소인 Jack을 선정

③ **Jack-up 보강재 위치(J) 결정**

- $J = S_1 + 0.5S_2$
- $S_2 = \alpha + S_3 + \beta$

α:받침설치오차, 온도신축 등을 고려한 여유량(5cm 이상)

β:단부 여유량 (5cm 이상)

④ **코핑 폭원 Check**

-코핑 폭원을 체크하여 상기 **여유량(α,β)이 각 5cm 미만일** 경우는 교각과 코핑 크기, 미관 등을 고려하여 **코핑폭 확대 또는 여유량 (α,β) 축소 조정**

⑤ 상기 ④항에 따라 코핑폭원 조정시 **Jack-up 보강재 위치(J) 조정**

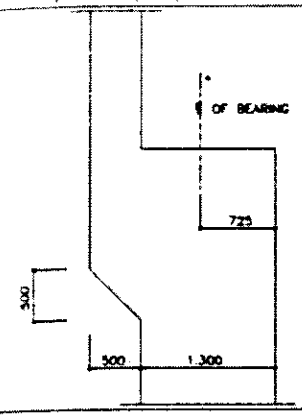
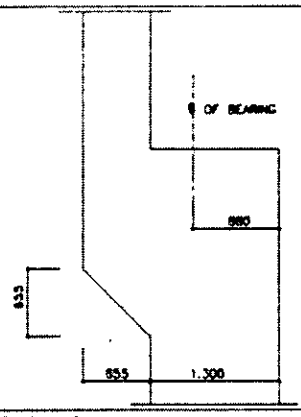
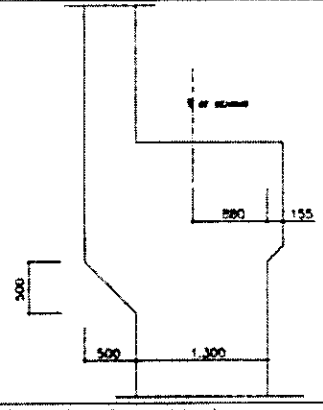
다. Jack-up 보강재 설치에 따른 코핑폭 분석예

- 별첨1. 분석 결과 참조(지간장 50m, S/T Box교, 코핑폭 2.5m)

1) 거더단부(교대부):최소연단거리 확보시 **Jack 설치 공간 부족**

-대책방안 : Jack 설치에 필요한 **코핑폭 확대**

단, 코핑폭 확대시 불필요한 교대 벽체두께 증가를 방지하기 위해 **교대배면 헌치 규격조정**

Jack-up 보강재 미고려시	Jack-up 보강재 설치 고려시	
	헌치 규격 조정	코핑 전면 돌출처리
		
• 최소 연단거리 확보	• 미관 양호 • 시공성 양호	• 시공성 다소 불량 • 미관 다소불량
	○	

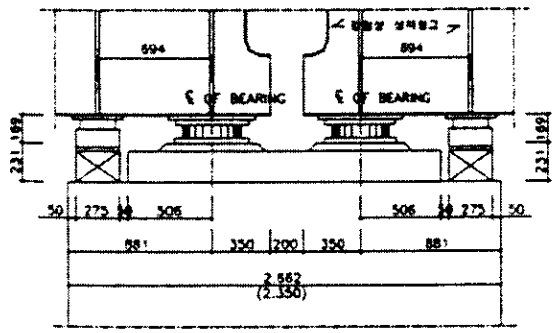
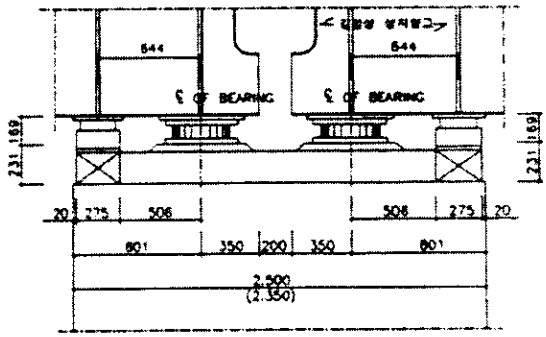
2) 신축이음이 있는 교각부: 계획 코핑폭(2.5m)으로는

Jack 설치 공간 부족

-대책방안:연속 지점부 코핑폭(2.5m)으로 통일하기 위해

받침 콘크리트의 여유폭(α, β)을 축소 적용

(※ 코핑폭 차이가 클경우 코핑폭 확대 적용 가능)

H = h + 5cm, α, β = 5.0cm 적용시	H = h + 5cm, α = 0, β =2.0cm 적용시
	
※( )는 연단거리 확보 최소 규격	※( )는 연단거리 확보 최소 규격

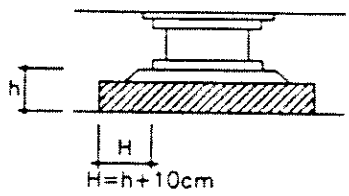
3) 연속지점 교각부 : 계획 코핑폭(2.5m)으로도 Jack설치 가능.

4) Skew 교량의 경우 : Skew에 따라 코핑폭의 변화가 크므로 직접 작도하여 코핑폭 및 Jack-up 보강재 위치 결정

5. 받침콘크리트 폭 검토

1) 현행기준

-관련근거:교좌장치 받침부 형하공간 및 보강철근 설계기준 검토 (설이16210-220, '94. 12.29)



• 교좌장치 전면에서 받침콘크리트의 수평거리 H는 응력분포폭 45° 와 여유치로서 10cm를 고려하여 H=h+10cm 적용

-받침콘크리트 폭

=받침 하부판 폭+ [(받침콘크리트 높이+무수축몰탈 높이) + **여유량(10cm)**] ×2

2) 현행 기준의 문제점

-받침 콘크리트 폭이 커서 형하공간 확보 효과반감

-신축이음부 교각에서는 유지관리용 Jack 설치공간 부족

3) 받침 콘크리트 폭 변경

- 여유량을 10cm에서 5cm로 축소 적용

(단, 부득이한 경우 여유량 0cm까지 적용 가능)

※ 2001년 건교부 발행 「유지관리를 고려한 교량의 설계 및 시공지침」에는 위 그림의 H≥h 이상으로 규정하고 있음

-따라서 받침콘크리트의 폭은

받침 하부판 폭+ [(받침콘크리트 높이+무수축몰탈 높이) + 여유량(5cm)] ×2

- 받침 콘크리트 폭에 대해서는 본 건으로 설이16210-220 ('94. 12. 29) 대체 적용

6. 검토 결론

강교 받침 교체 등 유지관리를 위한 Jack-up 보강재 설계시 상, 하부 조건을 종합적으로 고려하지 않고 Jack-up 보강재 위치를 결정함으로서 Jack 설치가 곤란하거나 보강재를 재시공하는 경우가 있으므로

-상기 4. **Jack-up 보강재 설치요령**에 따라 **Jack-up 보강재 설치 위치와 코핑 폭원을 결정하고,**

-**받침콘크리트 폭원**은 유지관리 편의를 위해 **여유폭을 5cm 줄이는 것이 타당**한 것으로 판단됨.

(Jack-up 보강재 위치 검토결과 구조물도에 수록)

7. 적용방안

- 2002 현재 설계중 노선: 본 방침 적용
- 공사중 노선: 현장실정을 감안하여 시행부서에서 적용여부 판단

문서번호	건설관 10105-67
보존기간	5년
결재일자	2002. 5. 4
공개여부	공개

기 안	과 장	부 장	처 장	본부장
이주영	임홍수	이창술	양재봉	박준건
협 조	건설계획처장 : 백성봉 기술심사실장 : 서정원 설 계 처 장 : 이동희			

중공식 교각 속채움 방안

2002. 5

KOREA
HIGHWAY
CORPORATION

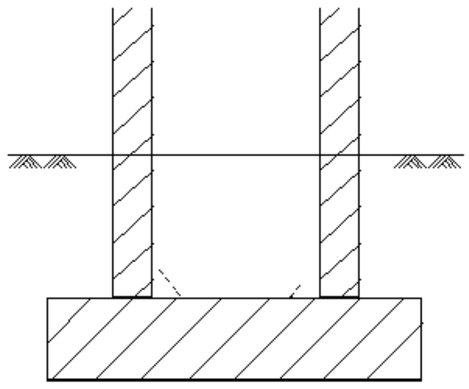
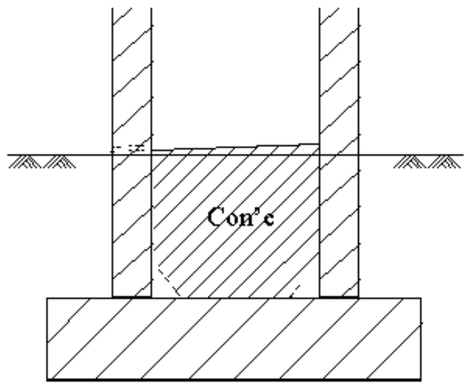
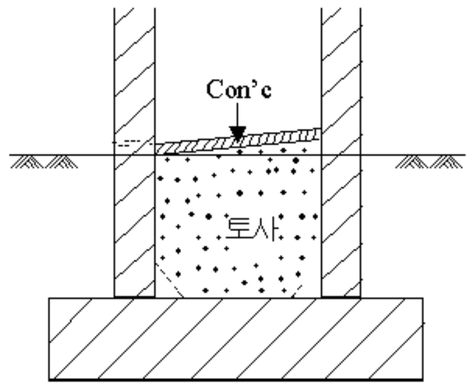
한국도로공사

건설관리처

Ⅰ. 검토목적

고속도로 건설공사의 산악 및 하천통과 구간의 고교각에 주로 시공되는 중공식 교각 하부의 속채움에 대한 적정성 검토 및 기준을 수립하여 원활한 공사추진을 도모코자 함

Ⅱ. 중공식 교각 속채움 설계현황

구 분	속채움 미시행	콘크리트 채움	Con'c + 토사채움
방 법	없 음	2,3,5종,무수축Con'c	5종 또는 무수축Con'c + 토사
단면도			
속채움 높 이	-	정지 지반면 or 1~6m	정지 지반면 or 1~6m ※ Con'c두께 : 10cm
적 용 목 적	교각내부 단면보강 및 배수처리 불필요	- 교각내부 단면 보강 - 교각내부 배수 처리	- 교각내부 배수처리
적 용	대전~당진외 1개노선 (5개교)	익산~장수외 6개노선 (29개교)	익산~장수외 3개노선 (14개교)

Ⅲ. 속채움의 문제점 및 적정성 검토

□ 속채움의 방법 및 높이 등 노선별,설계사별 상이

○ 속채움 방법 : 속채움 없음, Con'c(2,3,5종), Con'c + 토사

○ 속채움 높이 : 정지지반면, 일률적 3.0m, 1 ~ 6m

※ 속채움에 대한 시방 및 설계기준 없음

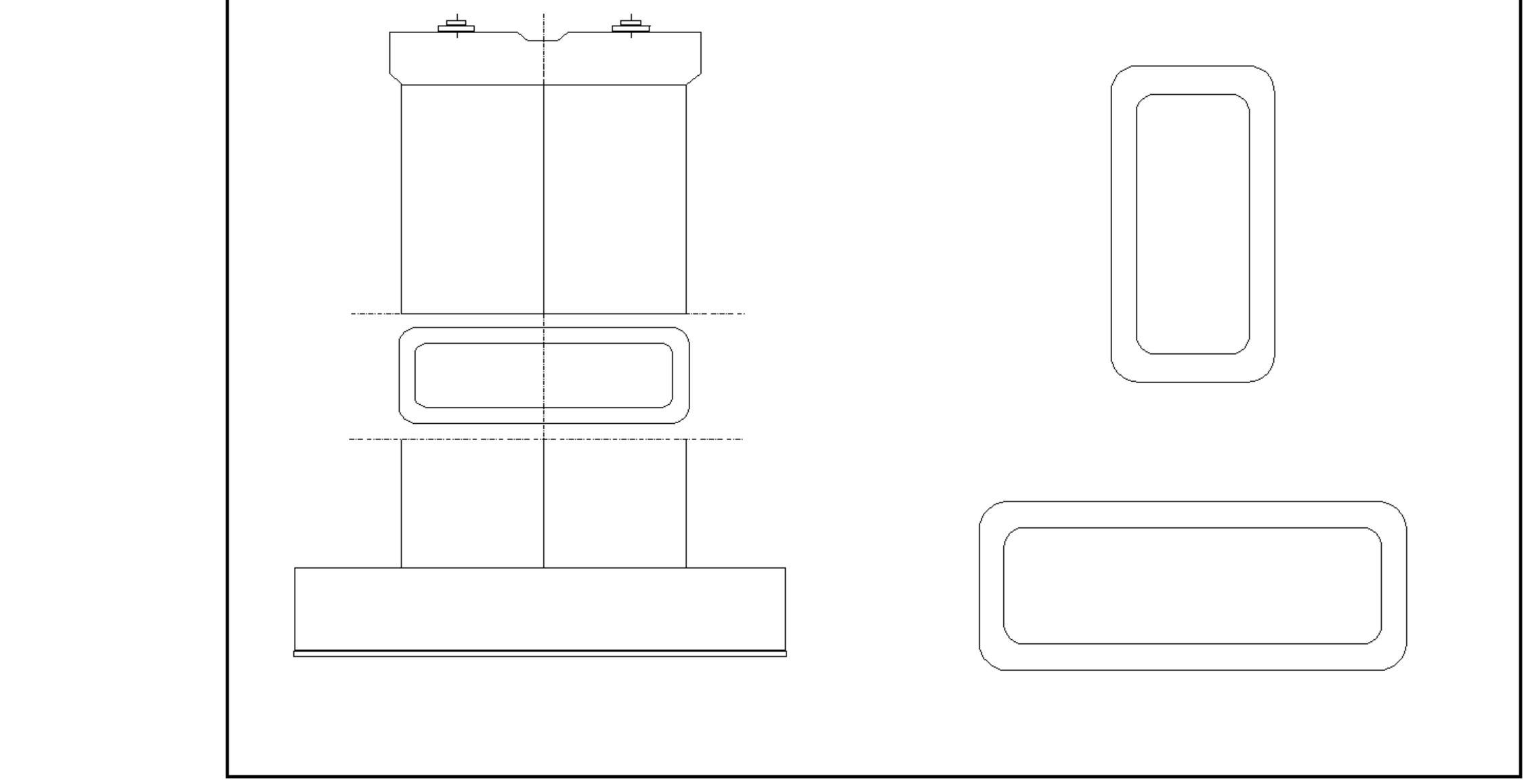
□ 속채움의 적용 목적 불분명

o 교각 하단부의 단면보강 효과

- 중공식 교각 설계시 중공 단면으로 구조검토(단면해석)

※ 중공단면으로 안정성 충분히 확보가능

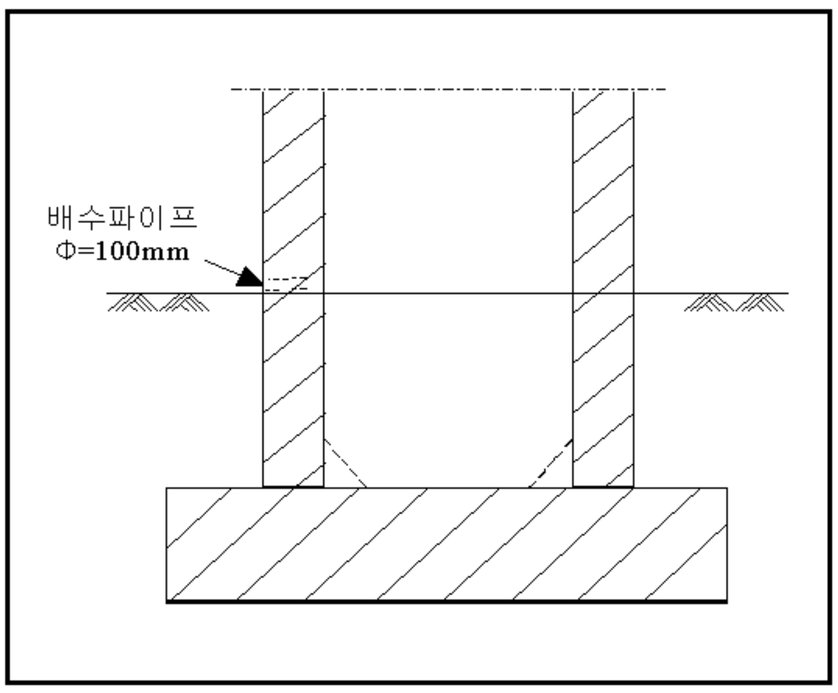
▷중공단면 가정(설계)



○ 중공 교각내부의 배수처리

시공중(우수)

- 교각하단부 또는 정지지반면에 배수구를 설치하여 강제배수 가능
  : 속채움 불필요



○ 교각하단부에 배수구 설치
(Ψ=100mm)

- 강제 배수후 무수축 몰탈 마감

- 토사채움시 콘크리트 사이의 공극부로 우수나 결로수 유입
  : 배수처리 효과 없음

공용중(결로수)

- 결로수 발생여부가 불확실하며 발생된 결로수 또한 자연 건조 예상
- 결로수의 자연배수를 위하여는 정지지반면 또는 홍수위면(H.W.L)까지 콘크리트로 속채움 필요 : 과다시공

□ 고교각에 따라 속채움의 시공성 및 품질관리 어려움

○ 슬립폼 등 특수거푸집 운용시 교각 시공 완료후 속채움에 따른 시공성(토사다짐, 콘크리트 타설) 결여

○ 속채움(Con'c,토사)의 적정 시공여부 확인 어려움

Ⅳ. 검토결론

□ 중공식 교각의 구조검토(단면,안정성등)시 중공단면으로 해석함에 따라 속채움에 의한 단면 보강의 효과가 없으며 시공중 유입되는 우수는 배수구를 설치하여 처리가 가능함에 따라 목적이 불분명한 중공교각의 속채움을 삭제함이 타당하다고 판단됨

- ○ 시공중 교각에 유입되는 우수의 강제 배수를 위하여 배수구 설치 (Ψ=100mm)
- ○ 공사비 절감 효과 : 약 6억원(8개노선 48개 교량)

Ⅴ. 향후 추진계획

□ 설계 및 기 발주 노선 : 본 방침 적용

감 사

기 안	부 장	처 장	본부장	부사장	사 장
협 조	도로본부장 :		건설본부장 :		

무바닥판 콘크리트 아치교의 적용
(Deckless Concrete Arch교)

2002 . 5

문서번호	10201-201
보존기간	10년
결재일자	2002. 5. 9
공개여부	공개

한국도로공사
KOREA HIGHWAY CORPORATION
설 계 처

목 차

1. 검토목적

2. 개요 및 특징

가. 개요도

나. 개요

다. 특징

3. 적용성 검토

가. 가설지역

나. 지간장

다. 형하고

라. 교량연장

4. 경제성 검토

5. 시험설계 현황

6. 검토결론

가. 검토의견

나. 적용기준

7. 향후추진과제

가. 표준화추진

나. 특허출원추진

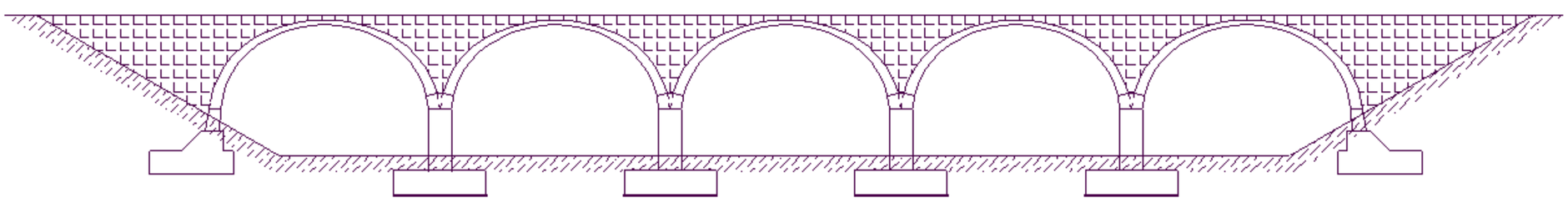
1. 검토목적

무신축이음장치, 무받침, 무바닥판 교량형식으로서 미관이 매우 양호하고 유지관리가 거의 필요 없으며 내구성이 양호한 무바닥판 콘크리트 아치교에 대한 적용성 및 기술적 검토를 통하여 고속도로 교량에 적용코자함

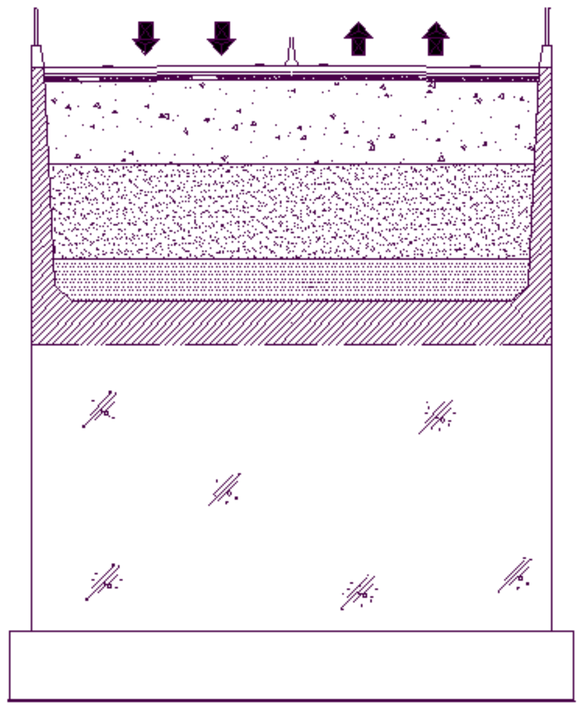
2. 개요 및 특징

가. 개요도

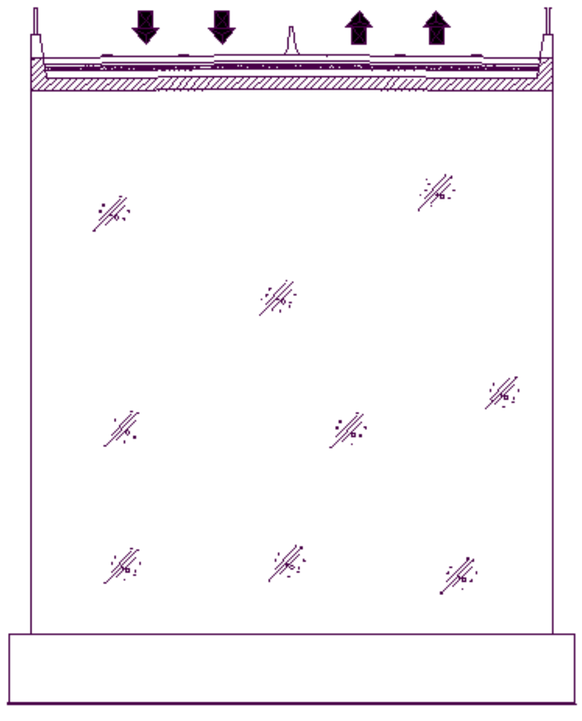
ㅇ 측면도



ㅇ 정면도(교각부)



ㅇ 정면도(아치크라운부)



나. 개 요

○ 아치리브의 양측단에 강결된 측벽을 설치하고 그 내부에 채움재를 충진하여

○ 교량의 주요 유지보수대상인 신축이음장치, 교량받침 및 바닥판을 배제한 교량형식

다. 특징

ㅇ 장점

- 곡선아치형으로 미관 우수
- 전단면 축력지배구조로 인장력이 거의 없어 교량 내구성 증가
- 내부채움재에 의해 활하중 충격이 완화 및 분산되어 내구성 측면에서 유리
- 온도신축이나 건조수축에의한 거동이 리브가 상·하 방향으로 움직이는 아코디언효과로 흡수되기 때문에 신축이음장치가 불필요함
- 신축이음장치, 교량받침 및 바닥판이 없고 교대뒷채움부가 없이 일반 토공부와 같이 처리됨으로써 승차감이 양호하고 유지관리 측면에서 유리
- 특히 신축이음장치(Expansion Joint) 차량충격소음이 근원적으로 배제되어 연도주민 생활환경(심야수면) 보호에 유리

ㅇ 단점

- 온도 및 건조수축균열 제어 필요
- 거더교에 비해 시공성 다소 복잡

3. 적용성 검토

가. 가설지역

ㅇ **입지조건**

- 자연경관이 수려한 지역 등 경관설계가 필요한 구간
- 주거지역통과시 교량 신축이음장치 충격소음으로 인한 소음민원이 우려되는 구간에 적용성 우수
- 곡선구간, 사각이 있는 구간은 적용 제한

ㅇ **시공조건**

- 가설을 위해서는 거푸집과 동바리 설치가 필요하므로 교통량이 많은 도로 또는 철도와 교차하는 교하조건에서는 다소 불리

ㅇ **기초조건**

- 교대부에서는 교각부와 달리 큰 수평력이 발생하므로 교대부에서의 기초조건이 양호한 경우가 바람직함

나. 지간장

ㅇ 일본의 사례 : 연속아치에서는 최대 지간장 36.5m까지 있으나 일반적으로 20~30m의 지간이 대부분임

ㅇ 미학적 관점, 경제성 측면 및 국내외 설계·시공실적을 고려할때 적정 지간장은 25~35m 사이가 바람직함

다. 형하고

ㅇ 일본의 사례 : 경제적인 관점에서 System Form 적용 전제하에서 형하고 30m전후를 적정 형하고로 제시하고 있음

ㅇ 시공성 및 경제성 측면을 고려할때 30m 이내로 제한함이 바람직함

라. 교량연장

○ 무바닥판 콘크리트아치교는 이론상 온도수축이나 건조수축에 의한 거동이 리브가 상·하 방향으로 움직이는 아코디언 효과로 흡수되기 때문에 이론상 적용연장의 한계는 없으나 424m까지 시공사례가 있음

○ 그러나 교량연장이 긴 경우에는 구조계가 고차부정정화함에 따라 발생하는 구속응력에 대한 균열제어 대책의 검토가 필요함

(a) 건조수축 및 온도에 의한 신축　　(b) 아치상하운동으로 흡수

< 아코디언 효과 >

4. 경제성 검토

(4차로, 연장 L=150m, 교고 15m기준, 백만원)

구 분	P.S.C빔교 5@30=150m	St. BOX교 3@50=150m	무바닥판아치교 (5@30=150m)
초기공사비	4,374	6,014	5,300
유지관리비	2,148	2,066	1,004
수명주기비용 (LCC)	6,522	8,080	6,304

5. 시험설계현황

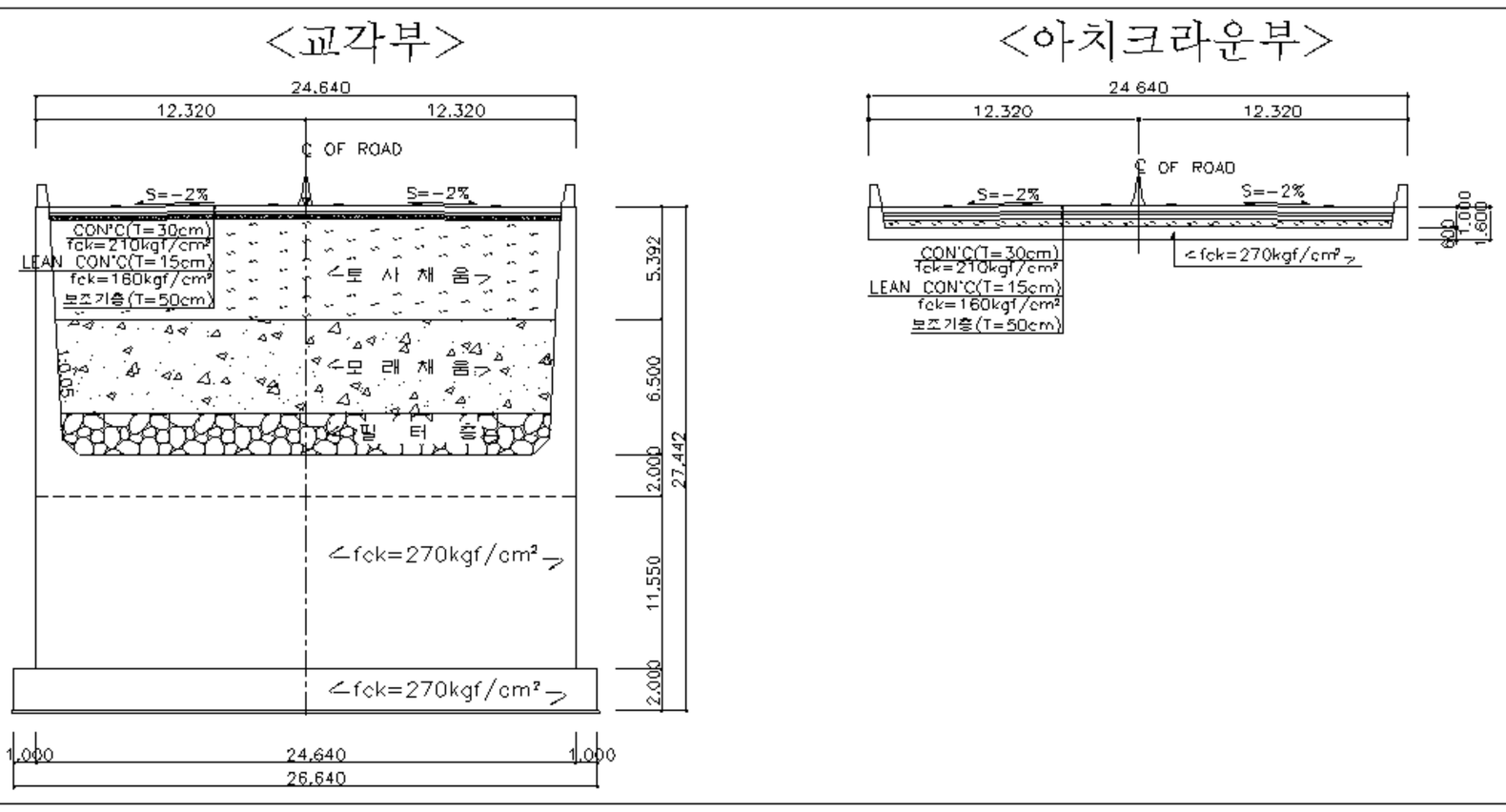
ㅇ 교 량 명 : 중부내륙고속도로 (여주~양평간) 전북교

ㅇ 설계개요

- 교량연장 : L=5@30=150M
- 교량폭원 : B=24.3M
- 채 움 재 : 모래 및 토사채움

ㅇ 선정사유 : 노선이 전북리 마을 중앙부를 통과함에 따른 소음 대책 및 미관 고려

ㅇ 설계내용

항 목	설 계 현 황
종단면도 (준공시 전경)	
횡단면도	
설계내용	• 교고 25m 전후에서 경제적인 **경간장 30m** 적용 • 아치리브 형상은 구조적 측면에서 유리한 **삼심원** 적용 • 교각높이를 일정구간 확보한 후 아치와 **강결**로 처리 • 균열에 대한 대책으로 측벽 및 중앙부에 **신축줄눈** 설치 • Springing부의 협착부 다짐을 고려하여 내부채움재는 **모래+토사채움** 구성 • 부등침하가 최소화될 수 있도록 **직접기초**(연암의 허용지지력 : 85tf/m^2) 형식 적용 • 본 형식의 최대장점인 **무조인트** 구조로 주민생활환경 피해(소음, 진동) 저감

6. 검토결론

가. 검토의견

o 수명주기비용에 의한 경제성 분석결과 P.S.C Beam 및 Steel Box 와 비교할때 저렴한 교량형식으로서

o 특히 소음, 진동 대책이 요구되는 주거지역 및 경관설계가 필요한 풍치지구 통과시에 적극 적용

나. 적용기준

검토항목	적 용 기 준	비 고
적 용 지 역	○ 자연경관과의 조화가 필요한 경관설계 지역 ○ 주거지역 등 교량충격소음 등에 따른 민원예상지역 ○ 기초지반 조건이 양호한 지역	
적용경간장 및 형하고	○ 적용 경간장은 25~35m 범위 ○ 적용 형하고는 30m이내	
적 용 교 량 연 장	○ 이론상 제한이 없음 (아코디언 효과)	
아치리브와 측 벽 연 결	○ 강결처리를 원칙 ○ 측벽이 높아질 경우 부벽형식(보강벽)으로 보강	
내부채움재	○ 일반적으로 토사를 적용한 예가 많이 있으나 ○ 지진시 고정하중 경감도모와 함께 아치 Springing부(협착부)에서 전압이 사실상 어렵기 때문에 ① 빈배합 콘크리트 ② 에어몰탈, ③ EPS 및 ④ 유동화 처리토 등을 적용	

7. 향후추진 과제

가. 표준화 추진

○ 지간별, 라이즈별, 교고별 다양한 접근이 가능하도록 여러 대표 단면을 표준도화하여 제시

○ 일반적인 적용이 가능하도록 설계기준 정립

○ 구조설계시 단순화할 수 있는 방안의 제시

나. 특허출원 추진

○ 신규특허 출원 추진

- 날개벽 형상을 평행식날개벽 형식 적용
- 내부채움재 개발
- 신축줄눈 및 수축줄눈에 대한 구조해석을 통해 구조계 변경
- 상부공(아치리브) 가설방법 개발

참 고 자 료

1. 곡선교 및 사교에 대한 적용성 검토

2. 구조계 검토

3. 국·내외 적용 사례

4. 특허관련 자료

5. 사진첩

1. 곡선교 및 사교에 대한 적용성 검토

1) 곡선교에 대한 적용성 검토

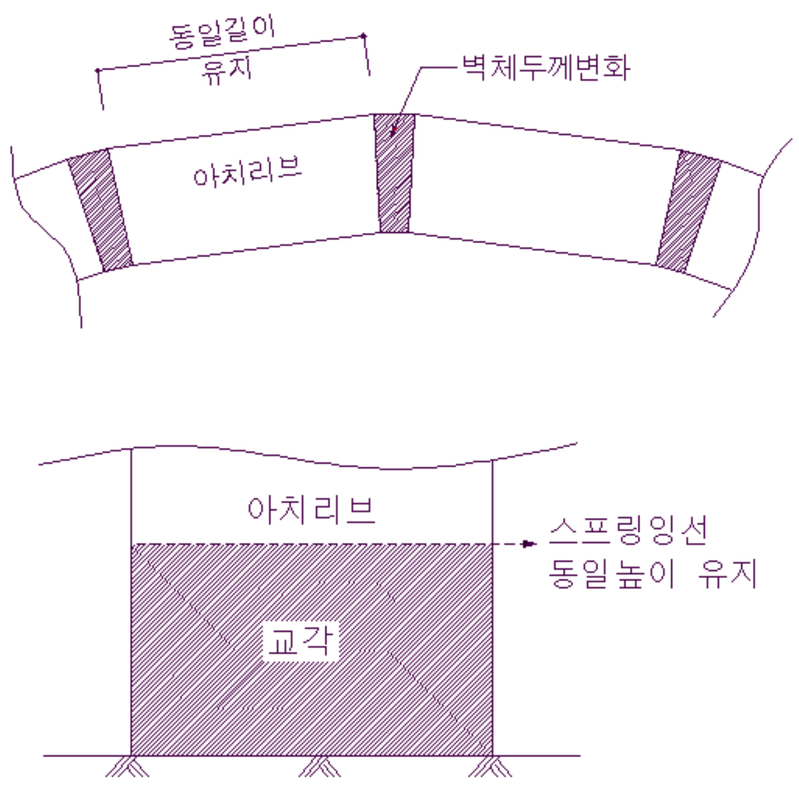
o 일반 아치교에서와 같이 곡선교에 적용시에는 평면과 종단상으로 2중 곡선이 발생되어 시공이 곤란함

o 적용한계는 직교 형상의 유지가 가능한 범위 설정

- Springing선은 동일 높이로 하고 곡선교에 따른 이정량을 교각의 벽체두께 변화로 수용하는 방안 검토

- 벽체두께 변화는 시각적 꺽임현상의 최소화를 위해 최대 30cm 까지 허용

o 검토 개념

개 념 도	특 성
	o 리브 양측단 길이가 같으므로 Form 활용상 유리 o 평면곡선 반경에 관계없이 동일 Form 사용가능 o Springing선을 동일 높이로 유지하므로써 시각적 안정감 유지 o 벽체두께차가 과도할 경우 미관불량

o 최소곡선반경 한계 설정

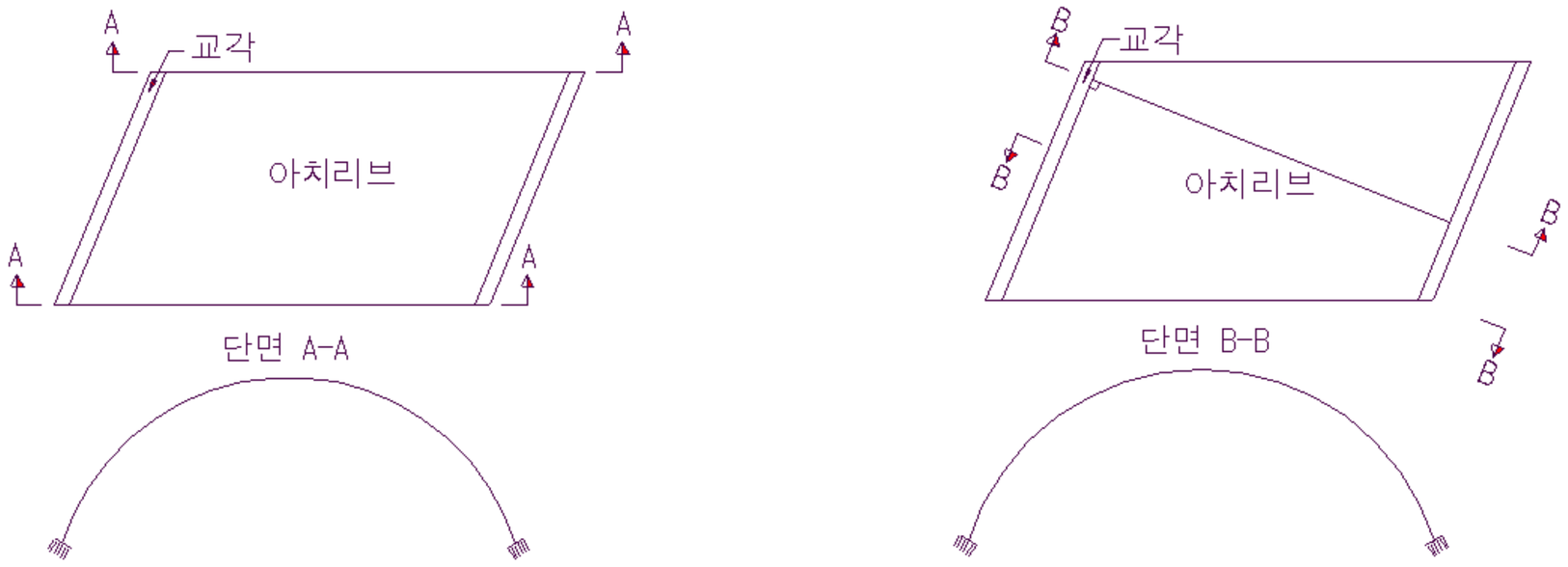
- 교각두께의 차가 과도할 경우 교량 미학적 관점과 시각적인 안정감 측면에서 불리하고, 아치리브, 벽체, 난간 등 시공이 복잡하므로 곡선한계를 설정하는 것이 바람직함

o 최소곡선반경 기준(안)

지 간 (m)	적용가능 최소곡선반경		비 고
	4 차 로	8 차 로	
$\ell \leq 25.0$	R_{cr} = 1,600m	R_{cr} = 3,200m	
$25.0 < \ell \leq 30.0$	R_{cr} = 2,000m	R_{cr} = 3,800m	
$30.0 < \ell \leq 35.0$	R_{cr} = 2,800m	R_{cr} = 4,500m	

2) 사교에 대한 적용성 검토

○ 사교에서의 아치형상을 측점방향 동일 형상으로 계획하는것은 거푸집 제작측면에서 곤란하므로 법선방향으로 동일형상이 되도록 계획함



a. 측점방향 동일단면　　b. 법선방향 동일단면

< 사각부여 개념 >

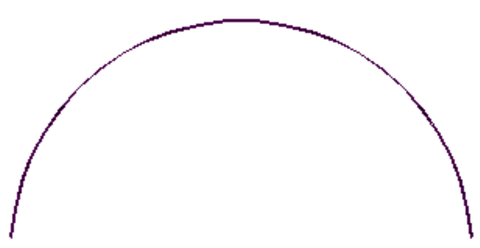
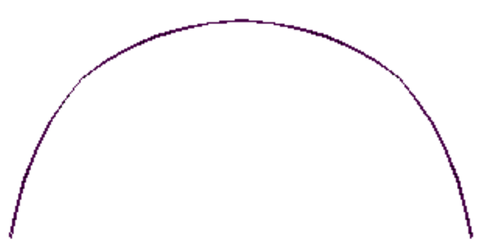
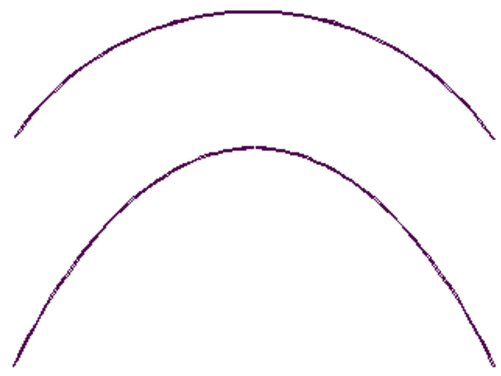
○ 구조측면에서의 사각의 한계 범위 설정

- 사각이 증가할수록 단면력이 증가하고, 주모멘트 방향은 법선방향으로 향하는 거동을 나타냄
- 구조적 측면에서의 한계치 뿐만아니라 사각이 증가함에 따라 미적으로 불리해지는 점을 고려할때 사각 10°까지를 한계치로 설정함

2. 구조계 검토

가. 아치리브 형상 검토

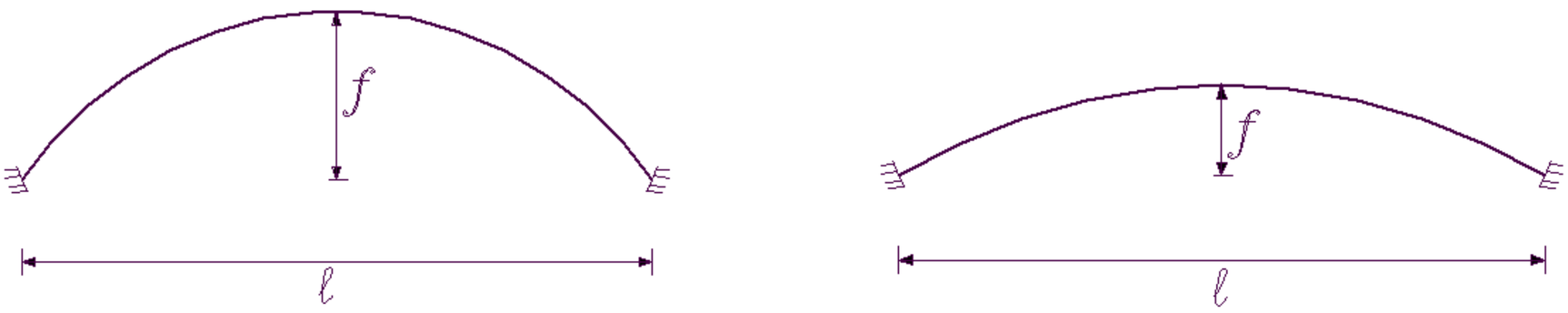
ㅇ 아치리브 형상 비교

구 분	제1안 (단심원)	제2안 (삼심원)	제3안 (포물선)
개 요 도			
일반특성	• 거푸집 제작이 간단 • 교각 Springing부의 협착부 폭이 2안에 비해 커 내진측면 다소 불리 • 미관 양호	• 거푸집 제작이 간단 • 교각 Springing부의 협착부 폭이 작아 내진상 다소 유리 • 미관 보통	• 거푸집 제작이 복잡 • 교각 Springing부의 협착부 폭이 2안에 비해 커 내진상 다소 불리 • 미관 우수
동 일 조건하의 단 면 력	• 지점부 -축 력 : -218.10 -모멘트 : -30.15 • 천정부 -축 력 : -66.30 -모멘트 : -22.50	• 지점부 -축 력 : -226.00 -모멘트 : -13.88 • 천정부 -축 력 : -67.90 -모멘트 : -4.17	• 지점부 -축 력 : -187.90 -모멘트 : -125.20 • 천정부 -축 력 : -61.07 -모멘트 : -48.99
검토의견	ㅇ 일반적으로 포물선 형상은 그 형상이 복잡하고 응력측면에서 불리하므로 단심원과 삼심원을 적용하는 것이 합리적임 ㅇ 대상교량의 형하조건 및 라이즈/스팬비(rise/span) 등을 고려하여 적정형상 적용		

나. 라이즈/스팬비의 검토

○ 아치교에서는 라이즈/스팬비가 클수록 구조적으로 유리하나 미관상 불리함

○ 일반적으로 1/4~1/5 사이값을 많이 채택하고 있음



(a) 큰 경우 (b) 작은 경우

< 라이즈/스팬비 >

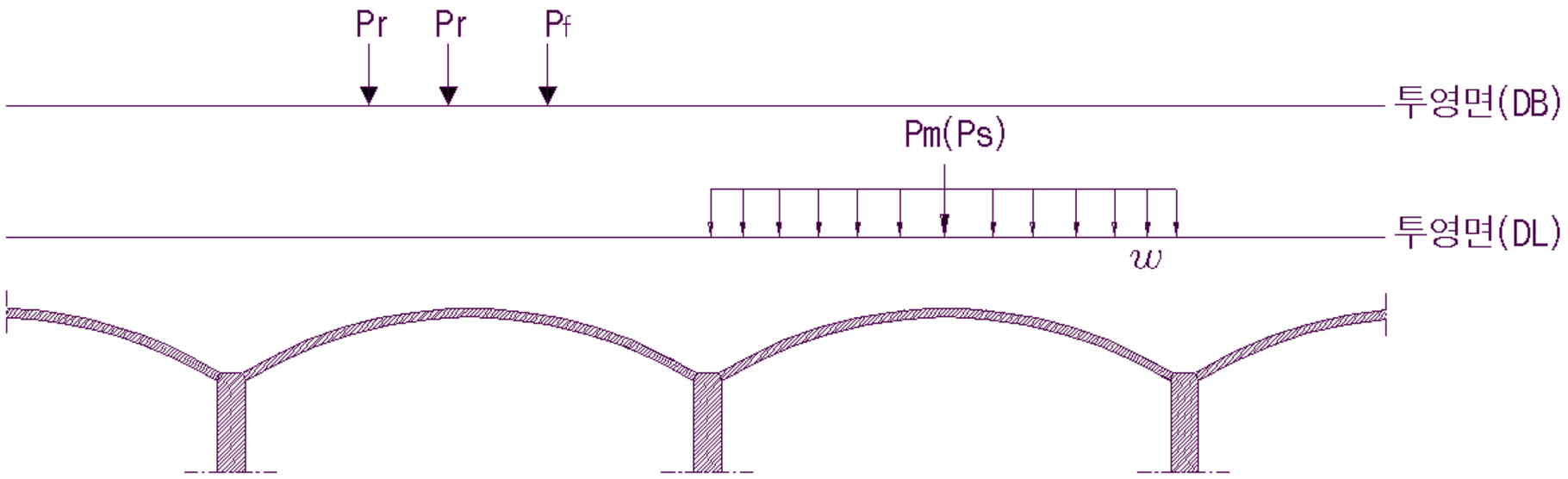
○ 교량 가설조건에 따라 미관 및 구조특성을 고려하여 설정하되, 연속교로서 형하고가 높은 경우에는 1/2~1/3, 단경간교 또는 형하고가 낮은 경우에는 1/3~1/4정도를 원칙으로 설정함이 타당함

다. 활하중 재하방안

○ 피토고가 위치에 따라 달라지므로 활하중 분산효과에 대해 명확한 수치적 접근이 사실상 어렵고 구조계산상 상당히 복잡한 구조계임

○ 일본의 경우도 이러한 실정을 감안하여 아치리브의 투영면을 기준으로 아치리브상에 직접 재하하는 개념으로 활하중을 적용하고 있으며, 이는 구조적으로 안전측으로서 합리적임

○ 아치리브 투영면을 기준으로 직접재하하는 방식을 적용함이 타당함

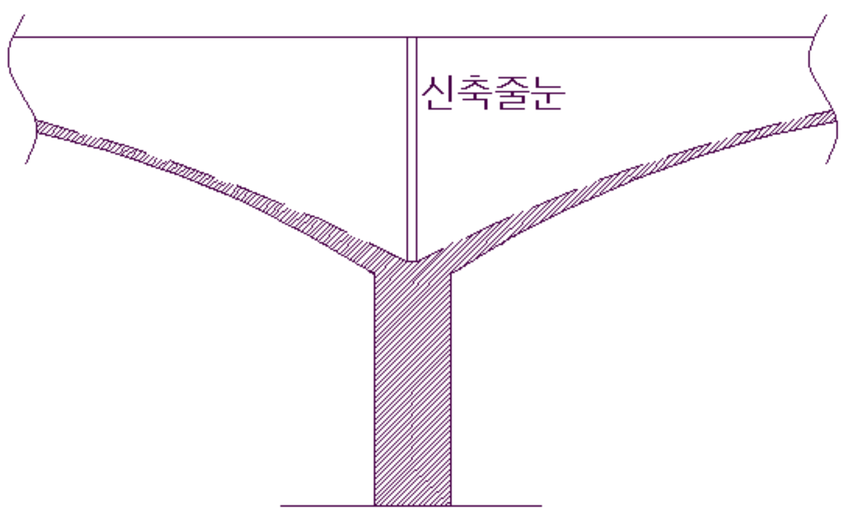
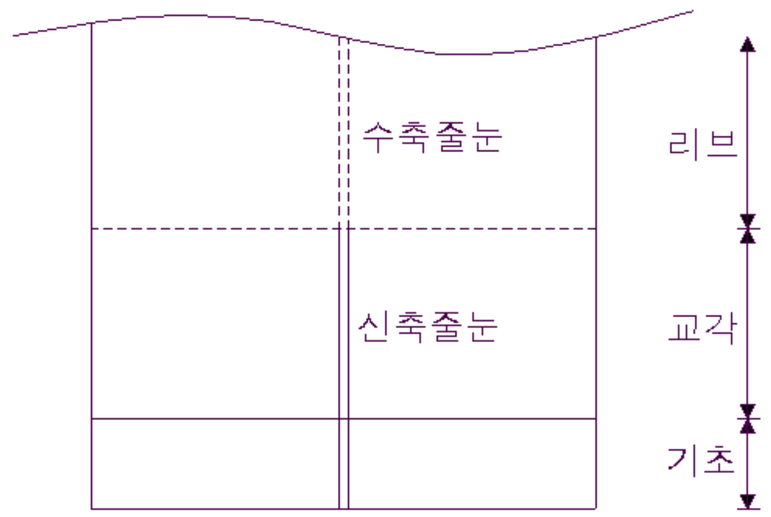


< 활하중 재하방안 >

라. 균열제어 방안 검토

○ 다경간 연속에 따른 고차부정정 구조물인 점과 동시에 아치리브와 측벽이 강결되어 상호간의 거동을 구속하고 있으므로, 구조적 거동이 복잡하고 온도신축 및 건조수축에 의한 균열발생의 가능성이 큼

○ 균열제어 대책(안)

구 분	측 벽	아 치 리 브
개념도		
개 요	○ 교각 Springing부 및 Span 중앙부에 신축줄눈을 설치 (계속연구검토)	○ 기초 및 교각부에는 신축줄눈을 설치하고 아치리브에는 신축줄눈을 설치할 경우 구조계가 달라지므로 수축줄눈을 설치하는 것으로 계획

마. 내진해석 검토

○ 내부 채움재를 기능상 부위별로 달리할 경우 중량차가 발생하게 되어 이에 대한 구조적 처리가 다소 복잡하게 되나, 내부채움재를 종류별로 층별토괴로 분류하여 지진시 관성력 저감방안 강구

3. 국내·외 적용사례

ㅇ일본(일본도로공단)

교 량 명	경간수	스 팬 (m)	라이즈 (m)	라이즈/스팬 (rise/span)	폭원 (m)	총연장 (m)	형하고 (m)	비 고
村木川교	9	23.00	10.80	1/2.13	10.50	205.0	25.5	삼심원
白岳제1교	2	34.51	12.86	1/2.68	10.15	70.0		
椛坂고가교	9	25.00	9.83	1/2.54	21.40	224.0	33.0	삼심원
春木川교	1	21.16	10.45	1/2.02	22.00	22.0		
山 立 교	9	20.00	9.40	1/2.13	21.40	178.0		
飯2호교	11	24.00	11.00	1/2.18	10.50	262.0		
劍 先 교	2	29.20	12.35	1/2.36	4.80	59.0		
大澤川교	1	40.00	9.60	1/4.58	12.65	44.0		
岩 疊 교	3	24.30	11.00	1/2.20	14.00	73.0		
藤里제2교	6	24.00	6.7	1/3.55	7.00	140.0		
中野川교	1	37.00	10.00	1/3.70	12.20	37.0		
木村고가교	7	25.00	7.85	1/3.18	21.40	174.0		
吉兵川교	3	21.00	5.70	1/3.68	12.65	63.0		
新藤塚교	1	40.00	10.50	1/3.81	7.80	40.0		
阿彌陀교	1	21.80	5.70	1/3.82	6.30	21.8		
神川1교	10	36.50	14.03	1/2.60	8.00	364.0		
神川2교	7	26.50	10.56	1/2.51	8.20	185.0		
西ノ谷川교	1	10.00	5.00	1/2.00	3.80	10.0		
竹岡고가교	5	24.92	11.40	1/3.06	12.40	123.0		
小野澤川교	1	19.00	9.50	1/2.00	22.00	19.0		
萬內고가교	8	29.00	10.00	1/2.90	10.40	230.0		
百合ケ丘교	3	27.00	7.00	1/3.86	11.40	80.0		
和田山고가교	12	35.40	15.30	1/2.31	10.70	424.0		
九 州 교	10	20.00	9.00	1/2.22	9.15	196.0	24.0	단심원
板東谷川교	2	29.50	10.95	1/2.70	22.32	59.0	15.0	단심원

ㅇ 국내

교 량 명	위 치	교량 및 지간	발 주 청	비 고
명 월 교	철원군 사내면 명월리	L=1@30=30.0M B=11.0M	홍천국도유지 건설사무소	DB24
신 리 하 교	강릉시 주문진읍 교향리	L=6@30=180.0M B=12.0M	강릉시	〃
금 송 교	평창군 용평면 장평리	L=2@30=60.0M B=10.8M	평창군청	〃
군도1호선 화진포교	고성군 거진읍 화포리	L=3@20=60.0M B=12.0M	고성군청	〃
당 거 리 교	횡성군 갑천면 병지방리	L=1@20=20.0M B=9.0M	횡성군청	〃
석곡리(거미대) 위락단지기반시설	정선군 동면 석곡2리	L=3@24=72.0M B=6.8M	정선군청	〃
후 곡 교	양구군 동면 후곡리	L=3@30=90.0M B=9.0M	양구군청	〃
귀 미 뜰 교	홍천군 동면 덕치리	L=2@31=62.0M B=5.0M	홍천군청	DB18
문화촌 진입 교량	제천군 한수면 송계리	L=1@23=46.0M B=10.0M	농어촌진흥공사	DB24
미 락 교	정선군 임계면 낙천2리	L=1@32=32.0M B=7.0M	정선군청	DB24
입 암 교	양양군 현남면 입암리	L=3@20=60.0M B=8.0M	양양군청	〃
방 동 교	인제군 기린면 방동리	L=25.0+2@26.0=77.0M B=7.0M	인제군청	〃
농 거 리 교	횡성군 청일면 유동리	L=3@22.7=68.1M B=7.5M	횡성군청	〃

4. 특허 관련 자료

4.1 특허내용

특허명칭	아치형 판구조 교량
발 명 자	최종환
출 원 인	주식회사 인터세크 대표이사 최종환
등록번호	특허 0078916호 (1994년)
보호기간	1994년 ~ 2011년

• 목적 : 교량에 강성과 지지력을 주는 경제적이고 실용적인 교량구조를 제공한다.

• 구성 : 기초사이에 아치곡판(2)을 철근 콘크리트로 타설하면서 이와 일체로 그 양단에 측벽을 세움에 따라 아치곡판의 강성과 지지력을 증대시키고, 측벽(3,3')과 기초의 연결지점에서 횡으로 날개벽(4,4',4'',4)을 세워 절판 구조를 이룸으로써 측벽에 걸리는 토압에 대한 지지력을 보강하고, 노면(5)과 동일면으로 아치의 배면에 성토층(6,6',6'')을 형성함으로써 수평반력을 상쇄 또는 감소시킴과 동시에 아치 곡면 부재의 완곡 응력을 감소시킨다.

• 효과 : 성토로 인하여 교량의 교대가 필요없게 되며, 교량의 유지보수가 간단하다.

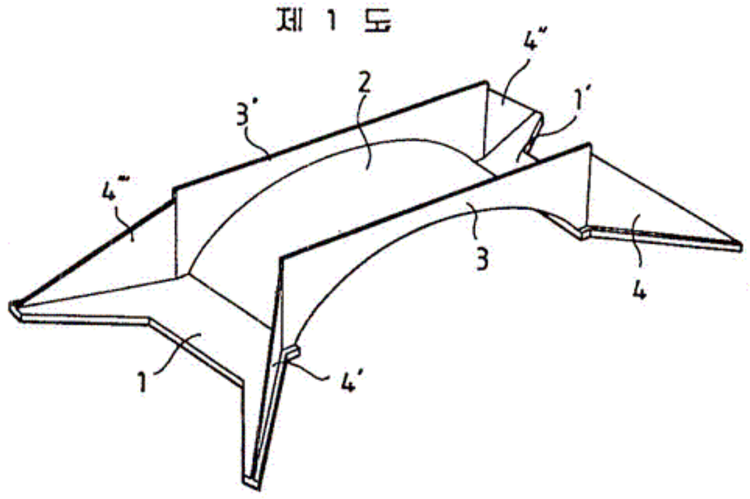
4.2 특허 청구범위

○ 기초 (1)(1′) 사이에 아치곡판(2)를 타설하면서 이와 일체로 그 양단에 측벽 (3)(3′)을 세움으로서 아치곡판의 강성과 지지력을 증대시키고 측벽 (3)(3′)과 기초 (1)(1′)의 연결지점에서 횡으로 날개벽 (4)(4′)(4′′)(4′′′)을 세움으로서 절판구조에 의하여 측벽의 토압에 대한 지지력을 보강하고 노면 (5)(5′)과 동일면으로 아치배면에 성토층 (6)(6′)(6′′)를 형성함으로써 수평반력을 상쇄 또는 감소시킴과 아울러 아치곡면 부재의 완곡응력을 감소시킴을 특징으로 하는 아치형 판구조 교량

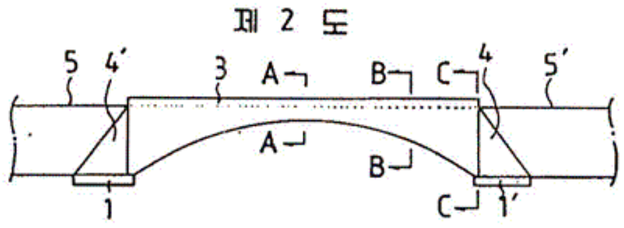
○ 도면의 간단한 설명

제1도는 본 발명의 구조형성 사시도, 제2도는 본 발명의 정면도, 제3도는 본 발명의 평면도, 제4도는 본 발명의 각부 단면도

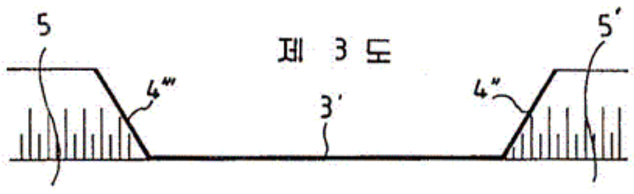
제 1 도



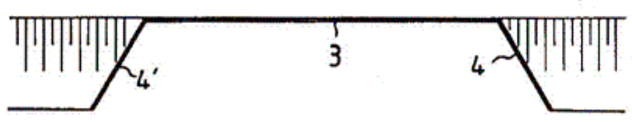
제 2 도



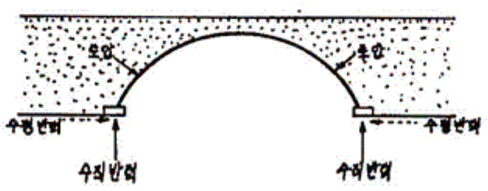
제 3 도



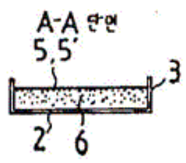
제 4 도



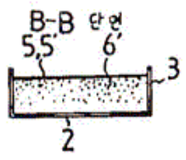
제 5 도



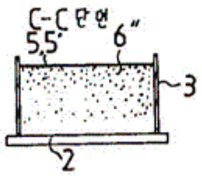
A-A 단면



B-B 단면



C-C 단면



4.3 특허에 대한 변리사 감정 의견

1) 특허의 범위

측벽이 있는 철근콘크리트 아치를 형성하고 아치배면에 성토층을 형성함으로써 수평반력을 감소시키고 아치곡면부재의 완곡응력을 감소시킴을 특징으로하는 아치형 판구조 교량

2) 특허등록일 : 1994. 8. 3

3) 변리사 의견

가. 금회설계 내용과의 동일성 검토

○ **채움재**

- 특허내용 : 토사
- 금회설계내용 : 모래+토사

○ **기타**

- 특허내용과 동일

나. 변리사의견

동일형식교량 설계시 특허침해사항으로 판단됨
(기술의 동일성 범주에 속한다고 볼 수 있음)

다. 해결방안

○ **기술사용권을 갖는 방법**
(기술료 : 설계비의 5~10% 수준 요구)

○ **발명을 무효화하는 방법** : 무효화가 가능함

- 사유 : 특허출원전에 국내 또는 국외에서 반포된
간행물에 기재된 발명(1984. 8. 일본토목학회지)

문서번호	구조계 11107-19
보존기간	5년
결재일자	'02. 7. 11
공개여부	공 개

기안	과장	부장	실장	본부장

하자현황분석에 따른

교량신축이음장치 적용형식 검토

2002. 7

도 로 처 장 :
건설계획처장 :
건설관리처장 :
기술심사실장 :
민자사업처장 :
설 계 처 장 :
기술관리실장 :
도로연구소장 :

KOREA
HIGHWAY
CORPORATION

한국도로공사

구조물실

목 차

1. 검 토 목 적

2. 추 진 경 과

3. 하 자 현 황 분 석

4. 현 장 조 사 결 과

5. 현 황 및 문 제 점

6. 개 선 방 안

7. 적 용 방 안

첨부 1. 신축이음 형식별 단가비교

2. 신축량 및 바닥판유간 산정방법

1. 검토목적

현재 공용중인 교량신축이음장치의 하자현황을 분석하여 내구성, 사용성(누수, 소음), 유지관리편의성 등이 우수한 신축이음의 형식 및 규격의 선정을 도모하고자 함.

2. 추진경과

○ '99. 8 : 교량신축이음 시공개선 검토(설계이13201 - 30331)

- 트랜스플랙스(TF) 형식은 연약지반, 기존형식 교체시를 제외하고 사용지양
- 고무판형식(NB(ACE), TF형식)은 사교에서 사용을 지양하고 모노셀, 레일식 사용

○ '02. 4 : 신축이음장치 하자현황분석

- 하자율 : NB형식(24%)→TF형식(18.6%)→기타형식(3%전후)
- 레일형식(지지대가 설치된 160m/m이상) 소음민원발생
  - 안양고가교, 부천고가교
- '99. 8월 방침이후 건설교량에 모노셀, NB(ACE)형식 주로 사용

○ '02. 5 : 신축이음적용 적정성검토를 위한 현장조사 실시

- 노　　선 : 경부선외 7개노선
- 조사교량 : NB(28개교), 강핑거(10개교), 레일식(2개교)
- 조사내용 : 하자현황분석 내용확인

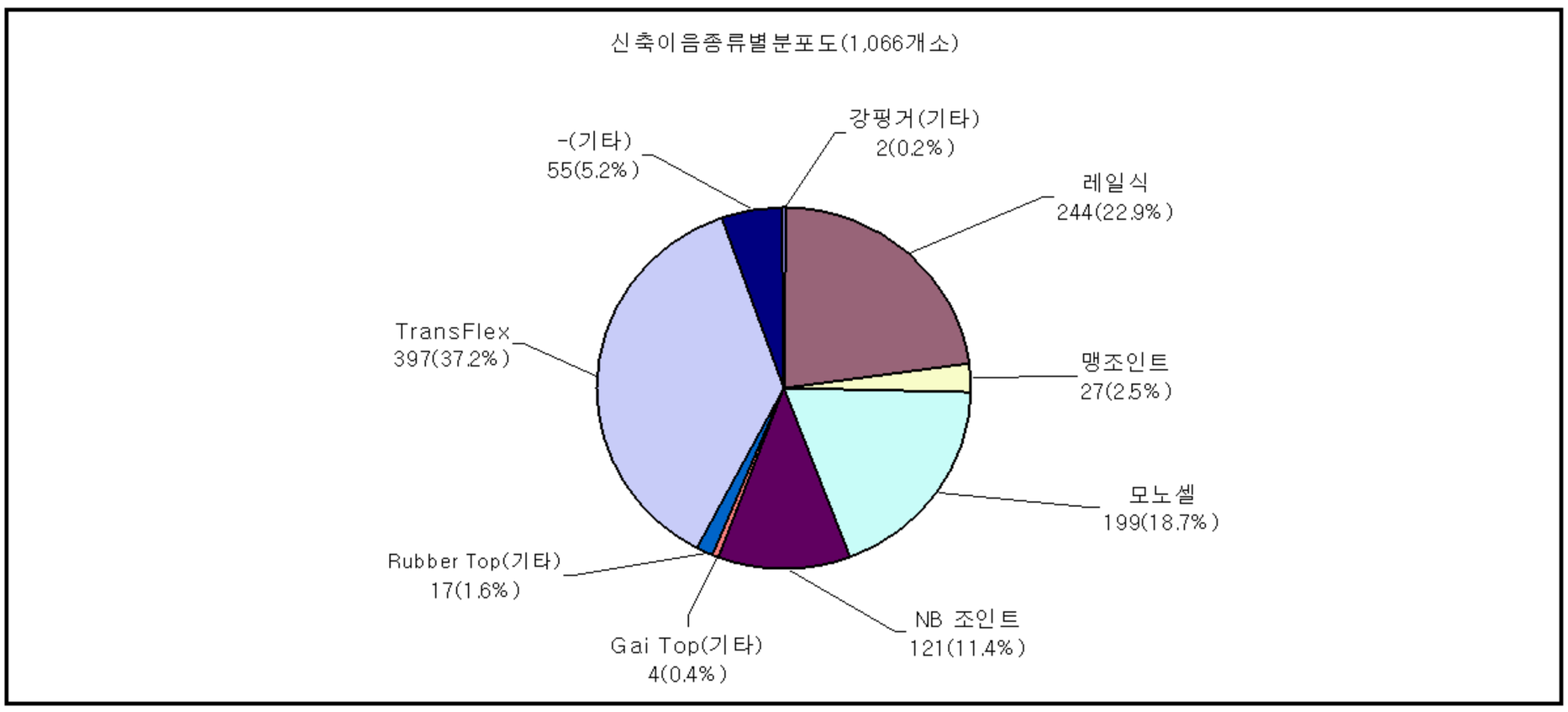
3. 하자현황분석

가. 하자처리기간 및 분석대상교량

- 하자처리기간 : 1995~2000년(5년간)
- 분석대상교량 : 1991~2000년 준공교량(1066개교)

나. 형식별 분포 및 하자발생현황

- 신축이음 종류별 분포도



※ 신축이음 종류별 분포는

TF가 37% 〉 레일식 30% 〉 모노셀 19% 〉 NB(ACE) 11% 〉 기타

- 신축이음 형식별 하자현황 분석

구 분	계 (평균)	신 축 이 음 형 식 별							후타콘크리트 파손	비고
		소계	Trans -flex	NB (ACE)	맹조인트	레일식 (Mageba, 마우라 스트립씰)	모노셀	기타		
대상개소	1,066	1,066	397	121	27	244	199	78		
하자개소	146	119	74	29	1	9	4	2	27	
비율(%)	13.7	11.2	**18.6**	**24.0**	3.7	3.7	2.0	2.6		
최초하자 보수년도	3.7	3.7	3.8	4.2	5.0	2.6	3.8	3.0	3.4	

※ TF 및 NB 조인트 형식이 하자발생 비율이 높게 나타남.
레일식은 소음으로 인한 하자 및 민원발생사례 있음

4. 현장조사결과

가. 조사대상

형 식	노 선	개 교	비 고
계		40	
NB(ACE)	경부선,중앙선 대전남부선 호남지선	28	사교22개교 직교6개교
강핑거	경부선,영동선 남해지선, 대전통영선	10	
레일식	서울외곽선	2	

나. 현장 조사 결과

o NB(ACE)형식

- 최근신설 노선(중앙선, 대전남부선)의 NB형식은 상태는 양호하나 이음부 누수발생
- 경부선, 호남지선의 파손율은 사교(60%), 직교(40%)에서 비슷하게 나타남
- 전반적으로 파손율이 높음

o 레일형식(신축량 160m/m이상)

- 개통 4~7년이 경과된 레일식의 레일지지대(지지빔, 3W) 파손으로 인한 소음민원발생 및 보수비용 증가

o 강핑거조인트형식

- 6년 경과된 강핑거 조인트의 상태 양호 및 소음발생이 적음
- 이음부 누수방지 미흡
- 내구성우수(서부산낙동강교, 서낙동강교등 시공후 20년경과)
- 연약지반에서 교대변위로 인한 단차발생

5. 현황 및 문제점

○ 사용증가 추세인 NB(ACE)형식 파손율이 높음

○ 지지보등이 설치되는 레일형식(160m/m이상)에서 소음으로 인한 민원과 많은 유지보수비용 발생

※ 지지대 개소당 보수비 5백만원(4차로 기준 : 4천만원)

○ 고무제품의 경우 1.0~1.8m 단위의 기성 제품을 현장에서 이어 시공함으로써 이음부 누수발생

○ 잦은 보수작업으로 교통지체에 따른 이용고객의 불만

○ 과다한 신축량 산정[감사기 12108-30184('02.6.14)]

관련 연구수행결과

※ 1993년 신축이음장치에 관한 연구, 한국도로공사

- TF형식 파손율이 높음
  - 특히 TF 100M/M이상에서 높게 나타남
- 레일형식중 스트립씰형식(80M/M이하) 권장
- 지지대가 설치되는 레일형식(160M/M이상)은 정밀시공이 이루어지지 못하면 하자발생율이 높음
- 신축량이 60M/M이하에서는 모노셀권장

6. 개선방안

가. 신축이음장치 적용형식 선정

[신축이음장치 규격별 적용방안]

형식	고무형식		강재형식		비고
종류	T.F NB(ACE)	모노셀	레일식 (스트립씰)	레일식 강핑거	
규격 (m/m)	-	60이하	100이하	100초과	
특징	연약지반 및 기존형식 교체시사용	누수방지 및 내구성 우수	누수방지 및 내구성 우수	레일식은 주거지역등이 인접하여 민원발생이 예상되는 곳에서는 사용 지양	

○ 파손율이 높은 TF, NB(ACE)형식은 연약지반이나 기존형식 교체시외에는 사용지양

○ 100M/M이하의 규격에는 내구성, 누수에 우수한 모노셀, 스트립씰(레일식) 사용

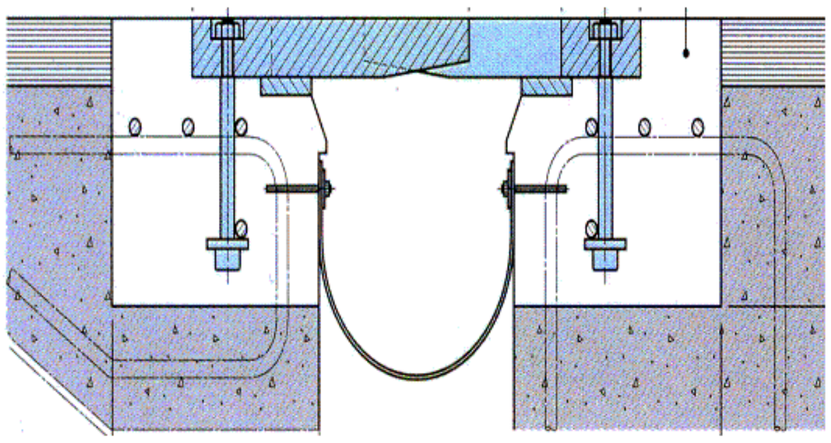
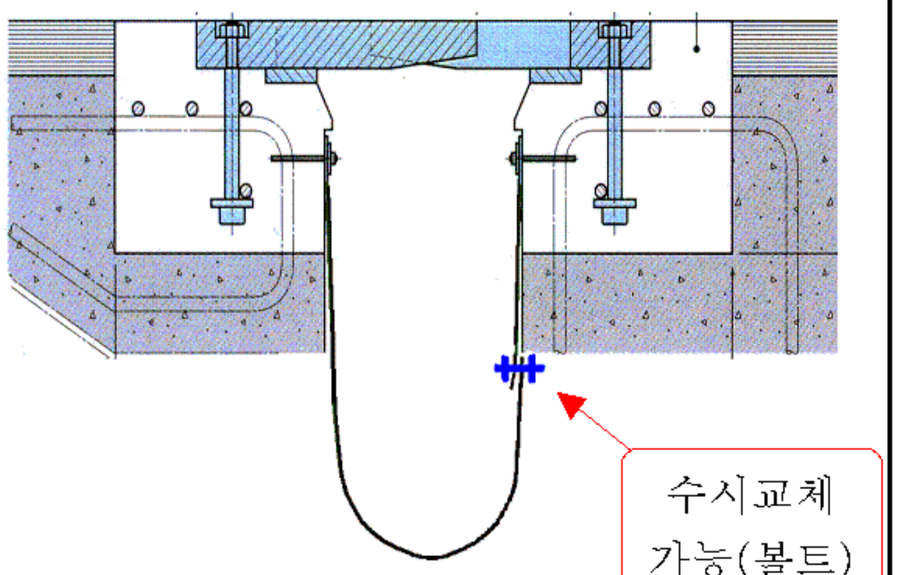
○ 100M/M초과하고 주거지역등이 인접하여 소음민원이 예상되는 구간은 소음발생이 작은 강핑거형식 사용

○ 신축량이 100M/M 초과하고 교통량이 많아 보수작업이 어려운 구간에서는 내구성이 우수한 강핑거형식을 적용하는 것이 바람직함.

○ 강핑거형식 선정시 유의사항

- 이물질로 인한 거동에 지장이 있는 형식사용 지양
- 누수방지용 물받이 고무의 부식으로 인한 누수발생이 우려되

  므로 고무품질확인
- 주기적인 청소 및 물받이 교체가능형식 선정

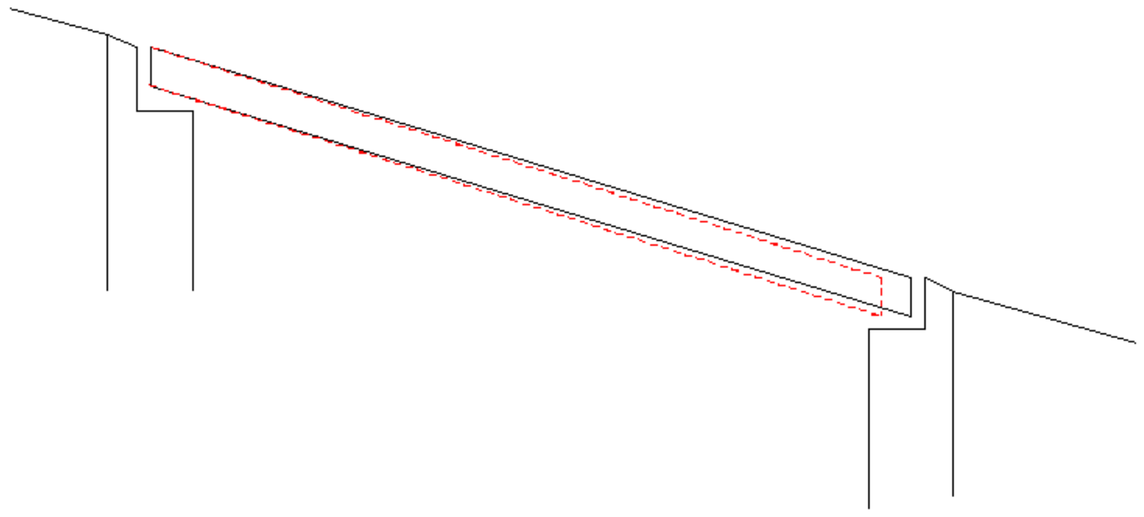
당 초	변 경
	

- 연결로등에 설치되는 곡선반경이 작은 교량, 사각이 큰 교량,

  연약지반등에 설치되는 교량은 사용지양
- 종단구배가 심한구간은 강핑거형식 설치시 핑거단차발생우려

  가 있으므로 시공전 설치가능 유무 검토

  - 이동단에서 수평이동으로 인한 단차발생



나. 신축이음장치 규격의 결정

○ 현장여건에 따른 적정 바닥판유간, 신축량을 구분하여 계산

○ 신축이음 설치시에는 건조수축, 크리프, 프리세팅량등을 계산하여 적정 규격선정

※ 첨부2 신축량 및 바닥판유간 산정방법 참조

7. 적용방안

공사중인 노선은 공사주관·시행부서에서 공사여건 및 공정현황등을 판단하여 적용

첨 부 : 1. 신축이음형식별 단가비교

2. 신축량 및 바닥판유간 산정방법

첨 부 1

신축이음 형식별 단가비교

(단위 : 천원)

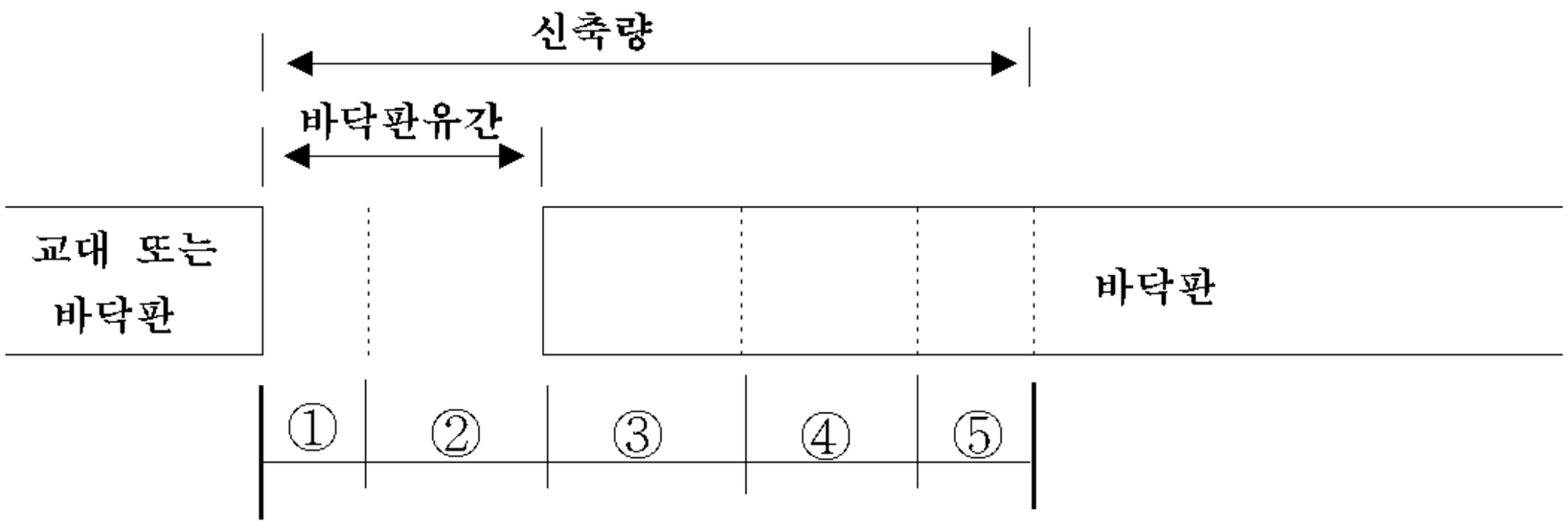
형식 / 규격(mm)	모노셀	NB (에이스)	트랜스 플랙스	레일식	강핑거
0~20	180	-	-	-	-
40~60	210 ~ 240	225	165	-	-
80	-	430	260	513	800
100	-	-	385	520	900
120	-	695	-	-	1,400
160	-		630	1,728	2,200
240	-			2,500	3,000
320	-			3,340	4,000
400	-			6,260	6,000

- NB(에이스)와 레일식은 단가는 큰 차이 없음.
- 레일식과 강핑거는 1.2배정도 강핑거가 비쌈.
- 상기표는 자재비만 비교(설치비 미포함)

첨 부 2

신축량 및 바닥판유간 산정방법

Ⅰ. 신축량 및 바닥판유간의 정의



① 여유량/2

② 온도변화(최대온도-바닥판타설시온도)에 의한 신장량

③ 온도변화(바닥판타설시온도-최저온도)에 의한 수축량

④ 건조수축, 크리프에 의한 수축량

⑤ 여유량/2

Ⅱ. 신축량 및 바닥판유간 산정

1. 신축량 산출 기준

가. 도로 설계 요령

종류 / 항목		강교		PSC 교	RC 교
		상로교	하로, 강상판교		
온도변화		(-20～+40℃) -10～+40℃	(-20～+50℃) -10～+50℃	(-15～+35℃) -5～+35℃	(-15～+35℃) -5～+35℃
신축량	온도변화	(0.6 × 1.2ℓ) 0.5 × 1.2ℓ	(0.7 × 1.2ℓ) 0.6 × 1.2ℓ	(0.5ℓ) 0.4ℓ	(0.5ℓ) 0.4ℓ
	건조수축	-	-	0.1ℓ	0.1ℓ
	크리프	-	-	0.2ℓ	-
	기본신축량 소계	(0.72ℓ) 0.6ℓ	(0.84ℓ) 0.72ℓ	(0.8ℓ) 0.7ℓ	(0.6ℓ) 0.5ℓ
	신축여유량	(0.14ℓ + 10) 0.12ℓ + 10	(0.17ℓ + 10) 0.14ℓ + 10	(0.16ℓ + 10) 0.14ℓ + 10	(0.12ℓ + 10) 0.10ℓ + 10
	합계	**(0.86ℓ + 10)** **0.72ℓ + 10**	**(1.01ℓ + 10)** **0.86 + 10**	**(0.96ℓ + 10)** **0.84ℓ + 10**	**(0.72ℓ + 10)** **0.60ℓ + 10**

1) 표에서 ( )는 한랭지방에 적용한다.
2) 표에서 ℓ 은 신축하는 거더의 길이(m)를 나타낸다.
3) 강거더의 선팽창계수는 1.2×10^{-5}, 콘크리트거더는 1.0×10^{-5}으로 한다.
4) 건조수축은 온도로 환산하여 20℃로 하고, 콘크리트 타설후 신축장치 설치까지의 재령은 2~3개월로 생각하여 저감계수는 β= 0.5로 한다.
5) 일반적인 PSC교에서 크리프는 프리스트레스에 의한 축응력 σ_p=60kg/cm^2, 콘크리트 탄성계수 E_c = 300,000kg/cm^2, 크리프계수 Φ=2로 하고 저감계수는 프리스트레스 도입 후 2~3개월로 생각하여 β=0.5로 했다.
6) 포장 및 활하중에 의한 거더단부의 회전 및 시공오차에 대한 여유량은 기본신축량의 20%에 일률적으로 10mm를 더하는 것으로 한다.
7) 특히 연약지반상의 구조물에 수평이동이 예측되는 경우는 이 이동량을 신축량으로 예상해도 좋다.

나. 도로교 표준시방서

$$\Delta\ell = \Delta\ell_t + \Delta\ell_s + \Delta\ell_c + \ell_r + \text{여유량}$$

여기서, $\Delta\ell$ = 계산 이동량

$\Delta\ell_t$ = 온도변화에 의한 신축량

$\Delta\ell_s$ = 콘크리트의 건조수축에 의한 수축량

$\Delta\ell_c$ = 콘크리트의 크리프에 의한 수축량

$\Delta\ell_r$ = 활하중에 의한 보의 처짐에 의한 이동량

1) 온도변화에 의한 이동량

$$\Delta\ell_t = \Delta T \cdot \alpha \cdot \ell$$

여기서, ΔT : 온도변화

α : 재료의 선 팽창계수

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

ℓ : 신축들보 길이

2) 콘크리트의 건조수축과 크리프에 의한 이동량

$$\Delta\ell_s = -20 \cdot \alpha \cdot \beta \cdot \ell$$

$$\Delta\ell_c = \frac{P_t}{Ec \cdot Ac} \cdot \Phi \cdot \beta \cdot \ell = \frac{\sigma_p}{Ec} \cdot \Phi \cdot \beta \cdot \ell = \varepsilon_{cr} \cdot \beta \cdot \ell$$

여기서, β : 건조수축, 크리프에 대한 저감계수

P_t : 프리스트레싱 직후의 PC강재에 작용하는 인장력

Ac : 콘크리트의 단면적

Ec : 콘크리트의 탄성계수

Φ : 콘크리트의 크리프 계수 (2.0)

20 : 건조수축에 해당하는 온도변화

ε_{cr} : 콘크리트의 크리프 변형률(= $\Phi\varepsilon_p$, $\varepsilon_p = \sigma_p / Ec$)

3) 보의 처짐에 의한 이동량(활하중에 의한)

$\Delta \ell_r = \Sigma(hi \cdot \theta i)$

여기서, hi : 받침의 회전중심에서 보의 중립축 까지의 높이 (2h/3)

θi : 보의 회전각

- 콘크리트교 : 1/300
- 강　　교 : 1/150

※ 단순교에서는 보의 처짐에 의한 이동량을 2배로 계산.

4) 여유량

o 설치 여유량 : ±10 mm

o 부가 여유량 : ±20 mm

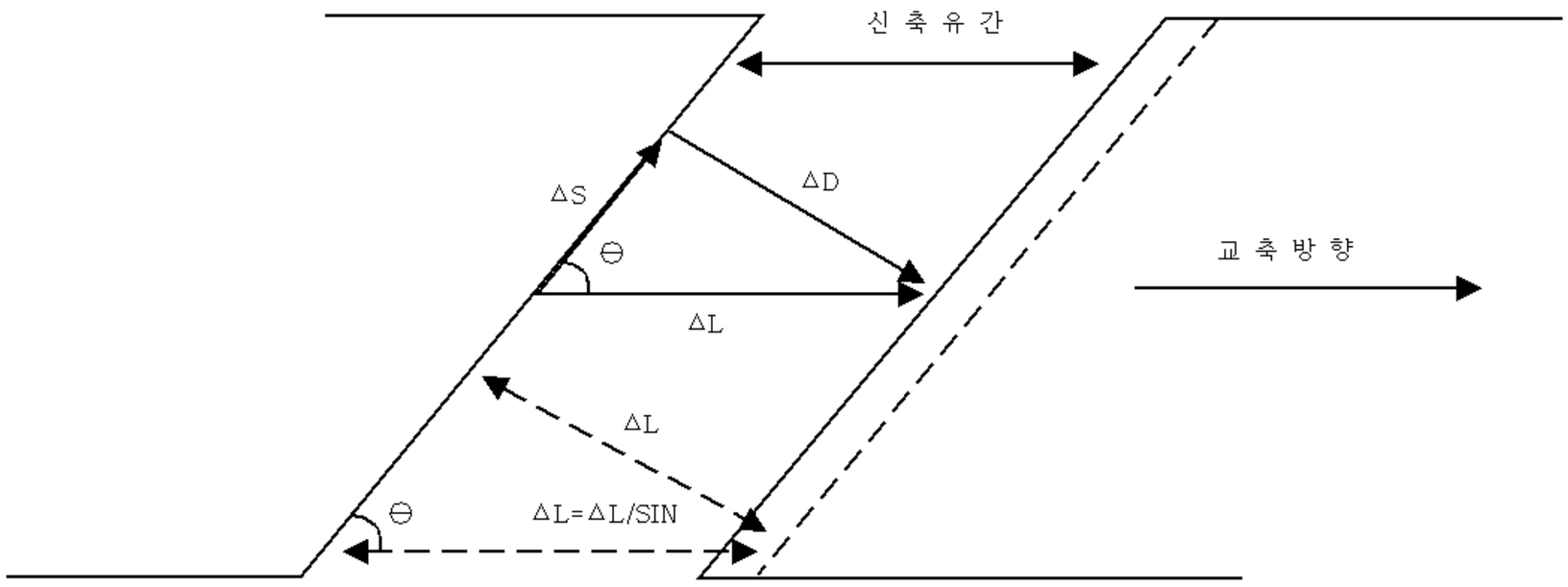
다. 사교에 대한 보정

- 사교에서는 다음 식에 의한 전단변형량과 교축방향신축량을 동시에 만족하는 신축이음장치 형식과 규격 사용

조　　건	전 단 변 형 량(m/m)			비　고
	맞댐.고무판. 레일형식		강핑거형식	
	PSC교	RC교		
고정단에서 가동 받침의 이동 방향을 교축 직각 방향 설치시	0.7L×Cosθ +0.8B	0.5L×Cosθ +0.8B	0.8B	L:신축장 (m)
고정단에서 가동받침의 이동방향을 사각방향 설치시	0.7L×Cosθ +0.4B	0.5L×Cosθ +0.4B	0.4B	B:폭원 (m)

- 강핑거 형식과 레일 형식은 사각을 감안하여 주문 제작 설치
- 사각을 보정한 레일 형식과 강핑거형식 설치시는 신축이음장치 규격을 ΔL→ΔL×Sinθ로 줄여서 설치

　- 사각을 보정하지않은 형식 설치시는 ΔL→ΔL/Sinθ로 신축이음장치규격을 늘여서 시공.



ΔL=신축유간

ΔD=사각직각방향수평변위 (ΔLSinθ)

ΔS=사각방향 수평변위 (ΔLCos θ)

2. 신축장별 적용

신축장 100M이하	가. 도로설계요령에 따라 산출
신축장 100M초과	나. 도로교시방서에 따르되 여유량은 30m/m (±15m/m)이내 적용

※ 설계이 13201-591 ('99. 6. 24) 교량신축량 산출기준 검토 참조

Ⅲ. 신축이음장치 설치시 유의사항

1. 공용중 교량 신축이음장치 교체시 신축이음장치 규격 축소 사용

가. 신축이음장치는 일반적으로 신축량이 클수록 비용이 증가하고 차량에 의하여 파손될 가능성이 높음. 따라서, 가능한 범위내에서 신축량이 작은 규격의 제품을 사용하는 것이 바람직함.

나. 5년 이상 공용된 교량의 신축이음장치 교체시에는 크리프와 건조수축 진행을 고려하여 신축량을 작게 결정하는 것이 바람직함

다. 신축이음 교체시 신축량 적용(Ⅰ 그림참조)

신설교량의 신축량	①+②+③+④+⑤
5년이상 공용된 교량의 신축량	①+②+③+⑤

2. 과다한 바닥판 유간 확보 지양

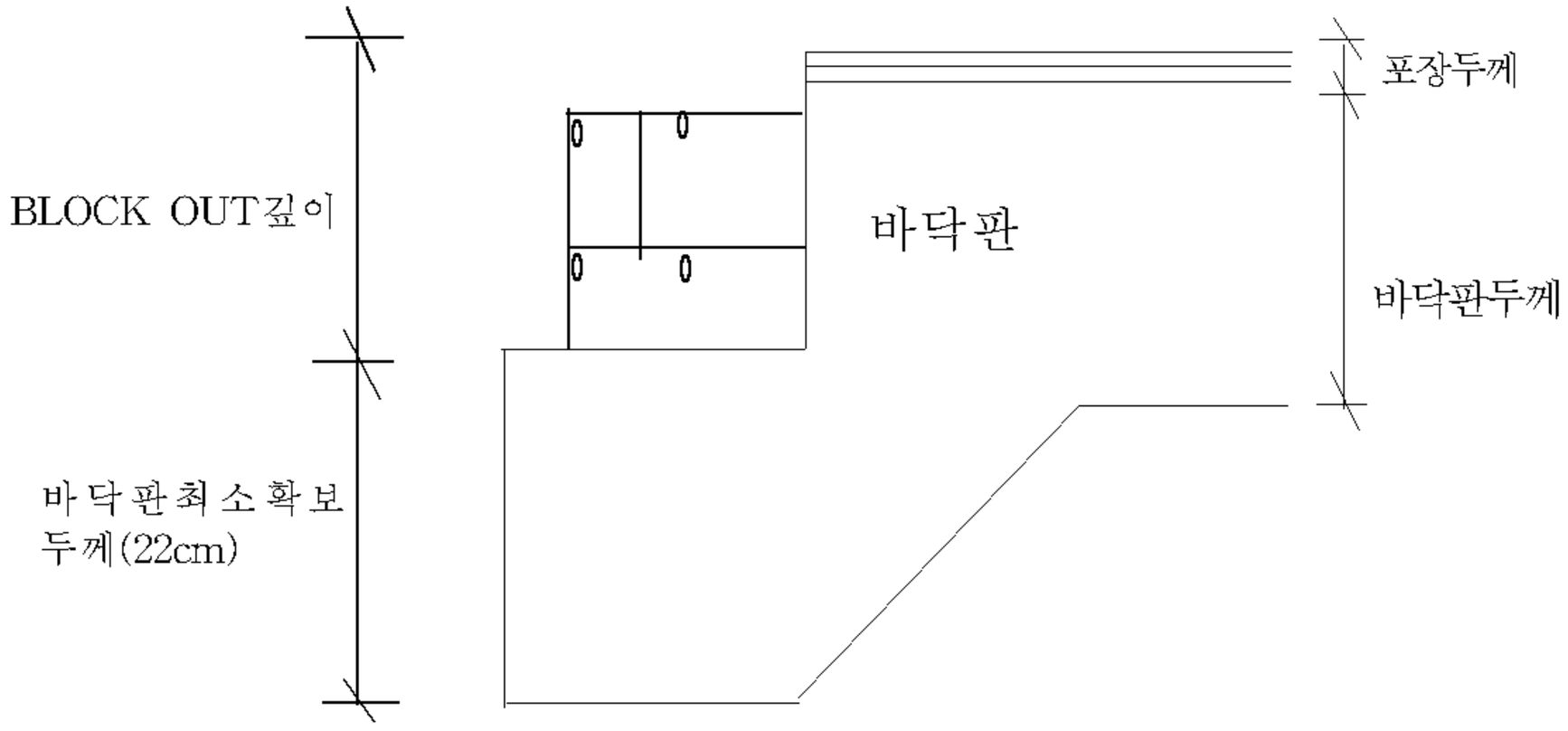
가. 구조물도면상 신축량표시는 기준온도(15℃)에서의 「신축이음제품신축량」이므로 타설시 온도를 고려하여 규격선정

나. 바닥판 유간이 넓게 시공된 경우에는 바닥판 단부와 신축이음장치의 조기 손상을 유발할 수 있으며, 교체시 신축이음장치 규격의 축소 시공이 어려움. 따라서, 가능한 범위내에서 작은 규격으로 시공하는 것이 바람직함.

3. 신축이음장치 형식을 고려하여 단부보강 콘크리트 두께확보

○ 단부보강두께 = BLOCK OUT 깊이 + 바닥판최소확보두께(22cm)

○ 바닥판타설전 신축이음형식 결정

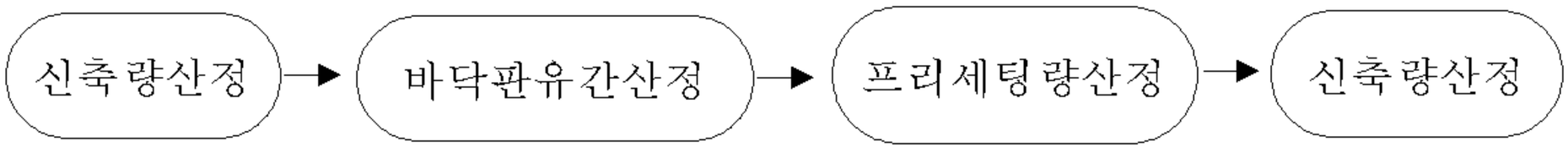


4. 설치시 온도를 고려한 신축이음장치 프리세팅 실시

신축이음장치의 설치시 신장량과 수축량을 고려하여 신축이음장치를 늘리거나 줄여서 설치하여야 함. 이와 같은 프리세팅이 이루어지지 않은 경우에는 신축이음장치가 솟아오르거나 찢어지는 등의 손상이 발생될 수 있음

Ⅳ. 계산방법

1. 계산순서



2. 계산순서별 계산예

가. 신축량산정 계산예

설계,시공조건 : PSCI빔교, 신축장:90m, 바닥판 타설시온도:20℃

□ 신축량 계산(I 항 그림참조)

- 온도변화에 의한 신장량(②) : $0.15^{1)}$×90=13.5m/m
- 온도변화에 의한 수축량(③) : 0.25×90=22.5m/m
- 건조수축+크리프에 의한 수축량[2] (④) : 0.3×90=27m/m
- 여유량(①+⑤) : 0.14×90+10=22.6m/m
- 계 (①+②+③+④+⑤) = 13.5+22.5+27+22.6 = 85.6m/m
- **설계신축량 : 85.6m/m → 100m/m 용량 제품 사용**

(5년이상 공용된 교량의 설계신축량 : ①+②+③+⑤ = 58.6m/m)

주1) 온도15℃(최고온도35℃-설치시온도20℃)에 대한 콘크리트선팽창계수($1.0X10^{-5}$)를 곱한 수치에 신축거더장(ℓ)에 대한 단위보정(M→m/m)계수 1000을 곱한수치임

주2) 슬래브타설후 재령을 2개월로 가정하여 건조수축, 크리프계수조정값은 아래표의 2개월값인 β= 0.5를 적용

콘크리트 타설후 재령(개월)	0.25	0.5	1	2	3	6	12	24	비고
건조수축,크리프의저감계수(β)	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1	

※콘크리트 재령에 따른 건조수축, 크리프 계수값 보정이 필요한 경우

- 일반적으로 신축량 산정시에는 2개월경과후 시공하는것으로 가정하여 건조수축, 크리프에 의한 신축량을 0.3ℓ 적용(0.1ℓ + 0.2ℓ = 0.3ℓ)
- PSC교의 슬래브타설후 12개월 경과후 신축이음시공시에는 건조수축, 크리프에 의한 신축량을 0.12ℓ 적용(0.04ℓ +0.08ℓ = 0.12)

☞ 계수값 보정 계산표 참조

① 강교는 건조수축, 크리프 영향을 받지않으므로 해당없음

② PSC교는 건조수축, 크리프 고려

③ RC교는 건조수축만 고려

종류 / 재령		β값	PSC교		RC교	
			계산	결과	계산	결과
건조수축	계산식		$\Delta \ell_s = -20 \cdot \alpha \cdot \beta \cdot \ell$			
	2개월	0.5	$0.2 \cdot 0.5 \cdot \ell$ ($20 \cdot 1x10^{-5} \cdot 0.5 \cdot 1000 \cdot \ell$) *1000은 m를 m/m로단위보정한수치	0.1ℓ	$0.2 \cdot 0.5 \cdot \ell$	0.1ℓ
	6개월	0.3	$0.2 \cdot 0.3 \cdot \ell$	0.06ℓ	$0.2 \cdot 0.3 \cdot \ell$	0.06ℓ
	12개월	0.2	$0.2 \cdot 0.2 \cdot \ell$	0.04ℓ	$0.2 \cdot 0.2 \cdot \ell$	0.04ℓ
	18개월	0.15	$0.2 \cdot 0.15 \cdot \ell$	0.03ℓ	$0.2 \cdot 0.15 \cdot \ell$	0.03ℓ
	24개월	0.1	$0.2 \cdot 0.1 \cdot \ell$	0.02ℓ	$0.2 \cdot 0.1 \cdot \ell$	0.02ℓ
	5년경과	-	-	무시	-	무시
크리프	계산식		$\Delta \ell_c = \frac{\sigma_p}{Ec} \cdot \Phi \cdot \beta \cdot \ell$		-	
	2개월	0.5	(60/300000)·2·0.5·ℓ 단위보정을 위해 1000을 곱하면	0.2ℓ	-	
	6개월	0.3	(60/300000)·2·0.3·ℓ	0.12ℓ	-	
	12개월	0.2	(60/300000)·2·0.2·ℓ	0.08ℓ	-	
	18개월	0.15	(60/300000)·2·0.15·ℓ	0.06ℓ	-	
	24개월	0.1	(60/300000)·2·0.1·ℓ	0.04ℓ	-	
	5년경과	-		무시	-	

여기서 α : 재료의 선 팽창계수(콘크리트 : 1.0×10^{-5})

β : 건조수축, 크리프에 대한 저감계수

◦ 일반적인 PSC교에서 크리프는 프리스트레스에 의한 축응력 σ_p=60kg/cm^2, 콘크리트 탄성계수 E_c = 300,000kg/cm^2, 크리프계수 Φ=2

나. 바닥판 유간산정 예

설계,시공조건 : PSCI빔교, 신축장:90m, 바닥판 타설시온도:20℃

□ **바닥판 유간계산**

☞ **실제콘크리트타설시 바닥판간의 이격거리**

▸ 바닥판유간 = ② + (①+⑤)/2+10m/m

= 13.5 + 22.6/2 +10m/m(부가여유량) = 34.8

※ 부가여유량은 온도보정, 시공오차고려한 값임

▸ **바닥판 유간 35m/m로 결정**

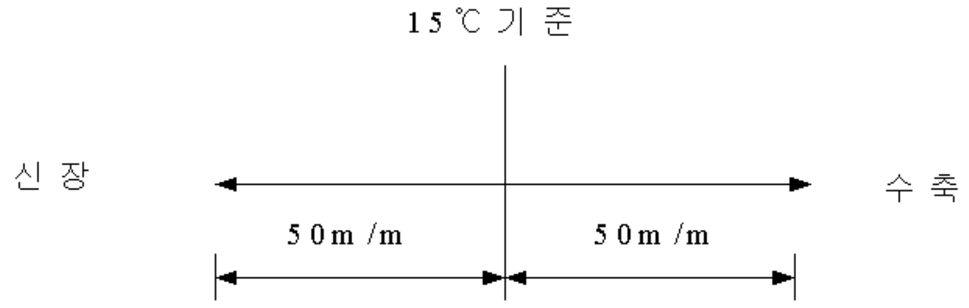
▸ 지지보가 설치되는 레일식(160m/m이상)은 하부유지관리를위한 유간확보가 필요하므로 제품별 카탈로그를 참조하여 바닥판유간을 확보하되, 겨울철(0℃) 최대수축된상태와 건조, 크리프 완료를 고려하여 시공.

다. 신축이음장치 프리세팅 산정 예

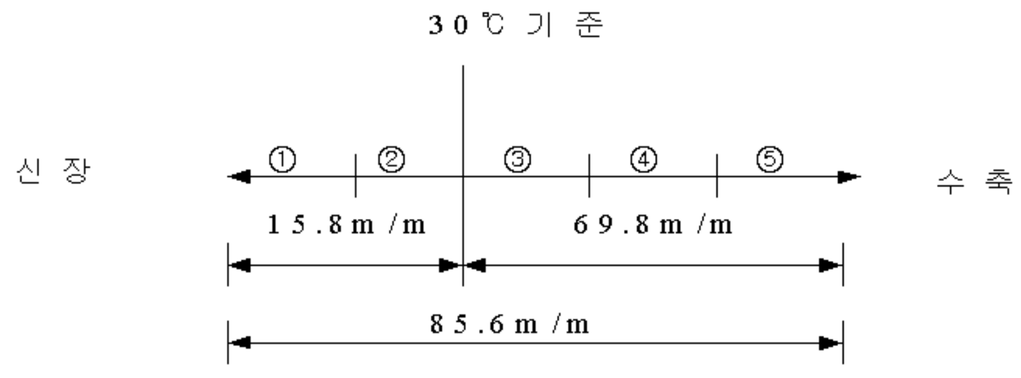
설계,시공조건:PSCI빔교, 신축장:90m, 신축이음설치시온도:30℃

□ 온도에 따른 신축 범위

- 100m/m제품의 신장 및 수축량 : ± 50m/m(표준온도 15℃기준)



- 대상교량의 신장 및 수축량(**설치시온도 30℃기준**)



① 최고온도시의 신장여유량 : 11.3m/m

② 온도변화에 의한 신장량 : 4.5m/m

③ 온도변화에 의한 수축량 : 31.5m/m

④ 건조수축, 크리프에 의한 수축량 : 27m/m

⑤ 최저온도시 수축여유량 : 11.3m/m

□ 설치시 바닥판유간 실측

바닥판타설시 계산유간 〈 실측유간

※ 건조, 크리프가 진행되므로

□ 프리세팅량(제품설치시 온도 30℃고려 계산)

- 교량의 신장량(15.8) < 제품의 수축량(50) → OK
- 교량의 수축량(69.8) > 제품의 신장량(50) → NG
- 프리세팅량 : 19.8~34.2m/m

  교량의 수축량-제품의 신장량=69.8-50=19.8m/m

  제품의 수축량-교량의 신장량=50-15.8=34.2m/m
- 19.8~34.2m/m 범위내에서 중간값으로 줄여서 설치
- 계산된 **프리세팅이 불가능한 경우**에는 좌우 ±69.8m/m를 신축할수 있는 140m/m이상의 **제품용량을 증가**시켜야함.

< 계산예(1) : PSCI빔교 >

조 건

○ 설계,시공조건 : PSCI빔교, 신축장:60m, 슬래브 타설시 온도:5℃

○ 신축이음 설치시 온도 : 30℃

○ 신축이음 설치시기 : 슬래브타설후 12개월 경과

○ 온도변화 : -5 ~ +35℃

□ **신축량 계산** : $0.84\ell + 10 = 0.84 \times 60 + 10 = 60.4$m/m(간편식)

※ 첨부2.「Ⅱ.신축량 및 바닥판 유간산정의 가.도로설계요령표 참조」

① 온도변화에 의한 신장량 : (35℃-5℃=30℃)

- $0.3 \times 60 = 18$m/m

② 온도변화에 의한 수축량 : (5℃-(-5℃)=10℃)

- $0.1 \times 60 = 6$m/m

③ 건조수축+크리프에 의한 수축량(단, 12개월 경과후 시공으로 가정)

경과기간	2개월	6개월	**12개월**	18개월	24개월	5년경과	비고
건조수축	0.1ℓ	0.06ℓ	**0.04ℓ**	0.03ℓ	0.02ℓ	0	
크리프	0.2ℓ	0.12ℓ	**0.08ℓ**	0.06ℓ	0.04ℓ	0	
계	0.3ℓ	0.18ℓ	**0.12ℓ**	0.09ℓ	0.06ℓ	0	

- $0.12 \times 60 = 7.2$m/m

④ 여유량 : $0.14 \times 60 + 10 = 18.4$m/m

▸ 도로설계요령에서 여유량은 기본신축량의 20%에 일률적으로 10m/m를 더하는 것이나 본 계산에서는 차이가 미미하여 상기 계산식을 사용하였음. ※ (18+6+7.2)×0.2+10=16.2m/m(2.2m/m차이)

◆ 이동량 : $18 + 6 + 7.2 + 18.4 = 49.6$m/m < 60.4m/m(간편식)

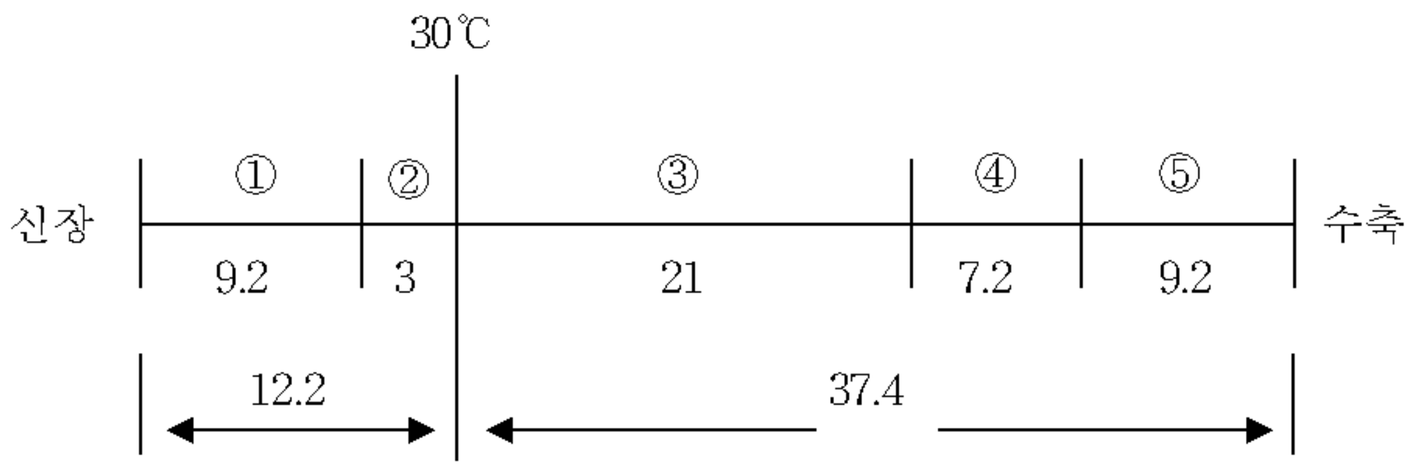
※ 간편식에 의해 계산된 신축량 보다 건조,크리이프 진행을 고려한 신축량이 작아짐

□ **바닥판 유간계산**[온도변화 신축량 + 여유량/2 + 부가여유량(10m/m)]

- 바닥판 유간 = 18 + 18.4/2 + 10m/m = 37.2m/m ≒ 37m/m

□ **프리세팅 산정**[신축이음 설치시 온도 기준 : 30℃]

- 앞서 신축량 계산에서 신축량은 49.6m/m이므로 60m/m 모노셀 적용시 프리세팅량 계산



① 최고온도시 신장여유량 : 9.2m/m

② 온도변화에 의한 신장량 : (35℃-30℃=5℃)

- 0.05 × 60 = 3m/m

③ 온도변화에 의한 수축량 : (30℃-(-5℃)=35℃)

- 0.35 × 60 = 21m/m

④ 건조수축, 크리이프에 의한 수축량 : 7.2m/m

⑤ 최저온도시 수축여유량 : 9.2m/m

□ **설치적용**

모노셀 6G의 경우 신축이음은 표준온도 15℃ 기준에서 ±30m/m 이동할수 있는 상태에서 제작되어 있으므로 신축이음 설치시 온도 30℃를 기준으로 했을 때 7.4m/m 수축량이 부족하므로 12.6m/m[(17.8+7.4)/2] 만큼 미리 신축제품을 압축시켜 시공

< 계산예(2) : STB교 >

조 건

○ 설계,시공조건 : STB교, 신축장:120m, 주형높이:3.0m
○ 슬래브 타설시 온도:0℃
○ 신축이음 설치시 온도 : 25℃
○ 신축이음 설치시기 : 슬래브타설후 24개월 경과
○ 온도변화 : 50℃(-10 ~ +40℃: 상로교)

□ 신축량 계산

※ 교량의 신축장이 100m를 초과하므로 첨부2.「Ⅱ.신축량 및 바닥판 유간산정의 나.도로교 표준시방서」를 적용하며, 강교는 첨부2.「Ⅳ. 계산방법의 2.계산순서별 계산예」의 계수값 보정 계산시 건조수축, 크리프 영향을 받지않음

① 온도변화에 의한 신장량 : (40℃-0℃=40℃)

- 0.4 × 120 × 1.2 = 57.6m/m

② 온도변화에 의한 수축량 : (0℃-(-10℃)=10℃)

- 0.1 × 120 × 1.2 = 14.4m/m

③ 건조수축+크리프에 의한 수축량

- 영향받지 않음(0)

④ 보의 처짐에 의한 이동량

· $h = \frac{2}{3} \cdot H = \frac{2}{3} \times 3.0 = 2.00\,(m)$
· θ : 강교(연속교) → 1/150
· $\Delta l_r = \Sigma(h_i \times \theta_i)$

$= 2.000 \times 10^3 \times \frac{1}{150}$

$= 13.333\ (m/m)$

⑤ 여유량 : 30m/m(±15m/m)

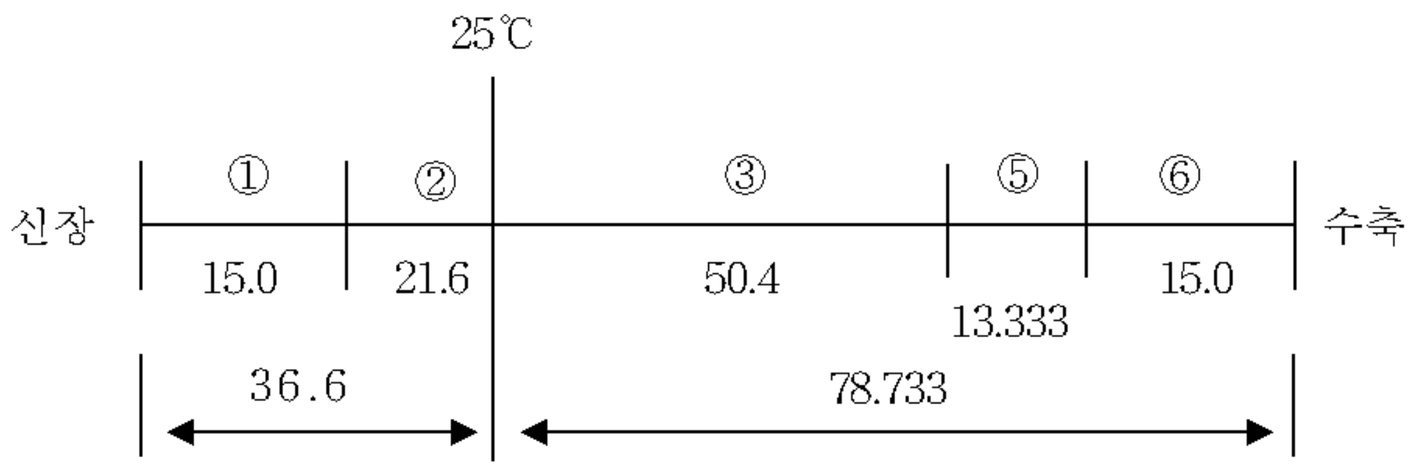
◆ 이동량 : 57.6 + 14.4 + 0 + 13.333 + 30 = 115.333m/m

□ **바닥판 유간계산**[온도변화 신축량 + 여유량/2 + 부가여유량(10m/m)]

- 바닥판 유간 = 57.6 + 30/2 + 10m/m = 97.8m/m ≒ 97m/m

□ **프리세팅 산정**[신축이음 설치시 온도 기준 : 25℃]

- 앞서 신축량 계산에서 신축량은 115.3m/m이므로 120m/m 강핑거형식 적용시 프리세팅량 계산



① 최고온도시 신장여유량 : 15.0m/m

② 온도변화에 의한 신장량 : (40℃-25℃=15℃)

- 0.15× 120 × 1.2 = 21.6m/m

③ 온도변화에 의한 수축량 : (25℃-(-10℃)=35℃)

- 0.35 × 120 × 1.2 = 50.4m/m

④ 건조수축, 크리이프에 의한 수축량 : 해당없음(0)

⑤ 보의 처짐에 의한 이동량 : 13.333m/m

⑥ 최저온도시 수축여유량 : 15.0m/m

□ **설치적용**

강핑거형식 120M/M 경우 신축이음은 표준온도 15℃ 기준에서 ± 60m/m 이동할수 있는 상태에서 제작되어 있으므로 신축이음 설치시 온도 25℃를 기준으로 했을 때 18.733m/m 수축량이 부족하므로 21.0m/m[(23.4+18.733)/2]만큼 미리 신축제품을 수축시켜 시공

★◉기안	부 장	처 장	본부장	부사장	사 장
			전결		
협 조	건설계획처장:		건설관리처장:		
	민자사업처장:		도로연구소장:		
	기술심사실장:				

암반에 근입된 현장타설말뚝 설계기준 수립

2002. 7.

문서번호	설계구10201- 351
보존기간	10년
결재일자	2002. 7. 22.

부 장	협 조
설계기준부장	
도로설계부장	

한국도로공사

KOREA
HIGHWAY
CORPORATION

목 차

1. 검 토 목 적

2. 도로교 설계기준 검토

3. 설계기준 수립

4. 설계기준 검증

5. 결 론

6. 적 용 방 안

7. 참 고 문 헌

붙 임 : 1. 설계기준(안) 해설

2. 현장타설 말뚝의 재하시험 시방(안)

1. 검토 목적

도로교 설계기준(2000)에서 제시하고 있는 암반에 근입된 현장타설 말뚝의 지지력 산정식은 기존 재하시험 결과와 비교하여 지지력을 과소하게 예측하는 경향이 있으므로 국내 암종에 적합한 지지력 산정식을 수립 적용하여 설계변경 여지를 줄이며 경제적 설계를 지향하고자 함.

2. 도로교 설계기준(한국도로교통협회, 2000) 검토

가. 도로교 설계기준(한국도로교통협회, 2000)에 의한 암반근입말뚝의 설계 절차

1) 말뚝기초의 설계는 “예비설계, 검증시험, 예비설계의 보완”의 절차를 거쳐수행함.

2) 검증시험시 축방향 계측장치를 이용하여 하중전이를 파악해야함.

3) 설계단계에서 시험말뚝에 대한 정재하시험이 곤란한 경우에는 공사초기에 설계확인을 위한 말뚝 정재하시험을 수행함.

나. 도로교 설계기준 해설 하부구조 편(대한토목학회, 2001) 검토

1) 국내에서 시공되는 현장타설말뚝은 대부분 연암에 시공되므로 지지력 예측식은 AASHTO 방법을 우선적으로 적용할 것

2) AASHTO 방법

◎ 말뚝의 침하량에 따른 허용지지력 산정 방법

△암반근입부 침하량이 10mm 이하인 경우: 주면마찰력만 고려

△암반근입부 침하량이 10mm 이상인 경우: 주면과 선단지지력을 함께 고려

◎ 암반의 일축압축강도와 암석 코아의 일축압축강도의 관계

△ $C_m = \alpha_E \cdot C_o$, $\alpha_E = 0.023(RQD)-1.32 \geq 0.15$

여기서, C_m : 암반의 일축압축강도,

C_o : 암석코아의 일축압축강도

◎ 암반의 극한 주면마찰력(Q_{SR})

△ $Q_{SR} = \pi B_r D_r (0.144 q_{SR})$

여기서, B_r : 암반근입부의 직경,

D_r : 암반근입부의 길이

q_{SR} : 극한 주면마찰력
(도로교설계기준 해설(하부구조 편) p231참조)

◎ 암반의 선단지지력(Q_{BR})

△ $Q_{BR} = N_{ms} \cdot C_o \cdot A_B$

여기서, N_{ms} : 암의 종류별로 정해지는 값
(도로교설계기준 해설(하부구조 편) p135참조)

C_o : 말뚝 선단아래 2D이내에서 채취된 암석코아의 일축압축강도

A_B : 말뚝의 선단 단면적

다. 도로교 설계기준에 의한 설계(예)

1) 지반조건

풍화암 지반	깊이 (m)	지반특성	말뚝
토사	20	평균 N'_{46} =15	
풍화암	24.0	N=50/2 q_u=150kg/cm^2	
풍화암	30.0	RQD=0% E =1,500kg/cm^2	

연암 지반	깊이 (m)	지반특성	말뚝
토사	20	평균 N'_{46} =15	
연암	21.5	RQD=30%	
연암	30.0	q_u=700kg/cm^2 E =40,000kg/cm^2	

2) 말뚝조건

- 직 경 : 1.5m,
- 탄성계수 : 230,000kg/cm^2
- 일축압축강도 : 240kg/cm^2
- 설 계 하 중 : 800ton

3) 말뚝의 허용 지지력

구 분	도로교 설계기준(2000)			
	적정근입깊이 유지		근입깊이를 증가시켜 지지력 확보	
	풍화암지반	연암지반	풍화암지반	연암 지반
암반근입깊이(m)	4.0m(2.7D)	1.5m(1.0D)	9.0m(6.0D)	7m(4.7D)
암반근입부 침하량(mm)	6.0	1.1	3.8	1.0
허용 주면 마찰력(ton) (허용 주면 응력t/m^2)	207.6 (11.0)	182.2 (25.8)	830.5 (11.0)	850.4 (25.8)
허용 선단 지지력(ton) (허용 주면 응력t/m^2)	219.2 (124.1)	99.0 (56.1)	219.2 (124.1)	99.0 (56.1)
허용 지지력(ton)	207.6	182.2	830.5	850.4

라. 도로교 설계기준 적용시 문제점

1) 설계단계에서 재하시험을 수행하여 그 결과로 지지력을 산출하는 것은 현실적으로 불가하므로 말뚝 설계는 도로교 설계기준 해설(하부구조편, 2001)에서 제시하는 AASHTO 지지력 산정식을 사용하여야함.
2) 미국의 퇴적암에 비하여 RQD가 작으나 일축압축강도가 크게 나타나는 국내 암종에 AASHTO 지지력 산정식을 적용시 연암의 선단지지력이 풍화암 선단지지력의 약 1/2수준으로 매우 저평가되는 문제점 발생
3) 기존 재하시험결과와 비교하면 현재의 적정 근입깊이를 유지하는 경우에도 지지력이 충분하나, AASHTO 기준을 적용시 암반근입깊이를 풍화암의 경우 기존 설계의 약 2배 이상, 연암의 경우 약 4배 이상 굴착해야하므로 매우 보수적인 설계를 유도하고 시공성이 저하됨. (말뚝공사비 약 30% 증가)

3. 설계기준 수립

가. 설계절차

1) 현장 인근의 동일 암종에 대한 재하시험결과가 있는 경우

- 재하시험 분석결과를 이용하여 지지력 산정

2) 현장 인근의 동일 암종에 대한 재하시험결과가 없는 경우

- 금번 수립된 기준을 이용하여 설계수행하고, **공사초기에 말뚝재하시험을 수행하여 설계의 적정성을 파악하여야** 함.

나. 지지력 산출 기준(안)

1) 말뚝의 지지력은 암반근입부 변위에 관계없이 주면마찰력과 선단지지력의 합으로 산출

2) 암종별 지지력 산출 개요

◎ RQD(Double Core Barrel 기준) ≤10 인 지반

△ 지반 상태 설명 : 비보정한 N치가 50타에 5cm이하로 관입되고 채취된 시료가 암편으로 존재하는 경우 또는 RQD가 10%이하인 경우.

△ 주면 마찰력 : 토사부 마찰력은 무시하되 Canadian Foundation Engineering Manual(Canadian Geotechnical society 1992, 3rd edition)의 기준을 준용함.

△ 선단 지지력 : 도로교 설계기준 해설 하부구조편(2001)의 토사부 기준 준용

◎ RQD(Double Core Barrel 기준) >10 인 지반

△ 지반상태 설명 : RQD >10 이상인 상태로 일축압축시험을 위한 시료 채취가 가능한 지반

△ 주면마찰력 : 토사부 마찰력은 무시하되 Canadian Foundation Engineering Manual(Canadian Geotechnical society 1992, 3rd edition)의 기준을 준용함.

△ 선단 지지력 : Peck et al.(1974)의 기준을 준용함.

△ 암반근입깊이 : 양호한 암반이 갑자기 출현하는 경우 시공성을 고려하여 암반근입깊이는 1D를 확보함.

3) 주면 마찰력 산정 기준

◎ Canadian Foundation Engineering Manual(Canadian Geotechnical society 1992, 3rd edition)의 기준을 준용함.

△ $Q_s = \pi b_s L_s q_s$

여기서, Q_s : 극한 주면 마찰력(ton), b_s : 암반근입부 말뚝직경(m)

L_s : 암반근입부 근입길이(m), q_s : 암반근입부 극한 주면마찰응력(t/m^2)

- q_s 산정

○ 암반 근입깊이가 3D 이상인 경우 국부적인 취약부위 존재 및 점진적인 파괴(progressive failure) 등을 고려하여 주면마찰력의 약 1/3을 감소시켜 지지력을 산정

○ 암석 코아의 일축압축강도 ≤ 콘크리트의 일축압축강도인 경우

- $q_s = 0.63 p_a \left(\frac{q_u}{p_a} \right)^{0.5}$

여기서 q_s : 극한 주면 마찰응력(t/m^2), p_a : 대기압(t/m^2)

q_u : 암석코아의 일축압축강도(t/m^2)

○ 암석 코아의 일축압축강도 > 콘크리트의 일축압축강도인 경우

- $q_s = 0.05\sigma_c$

여기서 q_s : 극한 주면 마찰력(t/m^2), σ_c : 콘크리트의 일축압축강도(t/m^2)

4) 선단 지지력 산정 기준

◎ RQD ≤ 10% 인 경우 토사부의 지지력 산정기준을 적용함.
(도로교 설계기준 해설(하부구조편) pp228 ~230 참조)

◎ RQD > 10% 인 경우 아래에 제시된 Peck et al.(1974)의 RQD와 허용지지력과의 관계를 적용함.

RQD	허용 지지력		비고
	t/ft^2	t/m^2	
90~100	200~300	2,152~3,228	
75~90	120~200	1,291~2,152	
50~75	65~120	699~1,291	
25~50	30~65	323~699	
0~25	10~30	108~323	

단, 제시된 RQD값 사이의 값은 선형 보간법을 이용하여 허용 지지력 산출

5) 침하량 산정기준

◎ 도로교 설계기준 또는 Rowe and Armitage(1987) 의 수치해석 결과를 이용하여 침하량 산정

4. 설계기준 검증

가. 정재하시험 조건

◎ 3)H와 3)N 현장의 말뚝이외에는 본 구조물에 직접사용되는 말뚝이므로 극한하중까지 재하못함

◎ 최대 재하하중은 당초 설계하중의 2배까지만 재하함

나. 재하시험 및 지지력 산정 결과

암 반			재하시험 결과			허용지지력(ton)		4)암반 근입부 침하량 (㎜)
구 분		지반 조건	직경(m) (근입 깊이)	허용설계 지지력 (ton)	2)침하량/탄성압축량	도로교 설계기준	금번 설계기준	
1)RQD ≤10 또는 N≥ 50/5 인 경우	A	N≥50/5 인 경우	1.0 (10.5D)	447.0	0.41	363.4	689.9	5.4
	B		1.0(4.5D)	454.5	0.50	155.7	361.4	7.0
	C		1.5(3.2D)	604.0	0.74	249.2	613.3	7.5
	D		1.2(6.3D)	450.0	0.86	311.4	658.4	5.3
	E		1.5(3.8D)	876.5	0.76	295.9	687.2	9.7
	F		1.5(3.7D)	702.5	0.83	285.5	670.8	7.8
	G		1.5(1.7D)	698.0	0.77	354.1	539.4	11.7
	3)H		0.4(3.0D)	43.0	2.71	16.6	44.7	1.6
	I	RQD =0~10	1.5(3.3D)	876.5	1.04	478.7	630.0	10.9
	J	RQD= 0~10	1.5(5.4D)	730.0	0.47	419.4	882.7	7.1
RQD > 10 인 경우	K	RQD=12	1.5(3.1D)	1,100.0	0.52	467.2	963.8	3.3
	L	RQD=30 q_u=700가정	1.2(1.6D)	900.0	1.58	167.9	736.9	1.7
	M	RQD=17	1.5(1.3D)	876.0	1.20	188.9	807.3	1.2
	3)N	RQD=45	0.4(1.9D)	119.5	2.01	19.0	119.3	0.4

1)RQD ≤10 인 경우: N치 50타에 5cm이하로 관입 또는 RQD가 10% 이하인 경우로 정함

2)설계하중×2 인 하중에서 구한 값(단, 침하량은 전체침하량이며, 탄성압축량은 (PL)/(EA)로 산출함)

3)극한하중까지 재하된 시험 결과

4)설계하중 작용시 암반근입부에서 산출된 침하량

다. 재하시험 결과 분석

1) 극한하중까지 재하한 $^{3)}$H와 $^{3)}$N의 경우 (침하량)/(탄성압축량)이 약 2이상을 나타내고 있으며, (침하량)/(탄성압축량)<1인 경우는 하중이 말뚝의 선단까지 전달되지 않은 상태로 하중을 더 많이 받을 수 있음을 의미함.
2) 작용하중과 침하량과의 관계가 대부분 선형적인 상태를 보이므로 허용 설계지지력은 충분한 재하를 수행하지 못하여 작게 나타난 상태임
3) 극한 하중까지 재하한 $^{3)}$H와 $^{3)}$N의 경우 허용지지력이 금번 수립된 설계기준(안)으로 산출된 허용지지력과 잘 일치하고 있음.

5. 결 론

가. 설계 및 시공

1) 현장타설말뚝의 설계시 암종별 지지력 산출기준은 아래와 같이 적용

► RQD ≤10 인 경우 (N치가 50타에 5cm 이하로 관입 또는 RQD가 10% 이하)
- 주면 마찰력 : Canadian Foundation Engineering Manual(1992)을 준용.(단, 암반 근입깊이가 3D이상인 경우 주면 마찰력의 1/3을 감소시킴)
- **선단지지력 : 도로교 설계기준(2000) 토사부 기준 준용**

► RQD > 10 인 경우
- 주면 마찰력 : Canadian Foundation Engineering Manual(1992)을 준용.
(단, 암반 근입깊이는 1D를 원칙으로 하며, 근입깊이가 3D 이상인 경우 주면마찰력의 1/3을 감소시킴)
- **선단지지력** : Peck et al.(1974)**의 제안 내용을 준용.**

2) 현장 인근의 동종 암종에 대한 **시험결과 분석에 의한 지지력 산정이 가능한 경우 위 설계기준에 우선하여 적용.**
3) 암의 공학적 성질 또는 시공방법이 특이하여 금번 수립된 기준을 적용하는 것이 타당하지 못한 경우 기존의 연구결과 및 외국의 시방기준을 참고로 하여 별도의 기준을 적용할 수 있음.
4) 공사초기에 반드시 재하시험을 수행하여 설계의 타당성을 확인한 후 나머지 말뚝을 시공
5) 재하시험을 수행하는 말뚝에는 **계측기를 설치하여 하중전이관계를 파악할 수 있도록** 함.

나. 재하시험 및 계측관련 시방기준 수립

1) **재하시험 수행방법** 및 계측기 종류, 매설 방법 등에 대한 구체적인 **시방기준을 수립** ⇒ **도로연구소**

2) 재하시험 및 하중전이 측정 결과를 반드시 도로연구소에 송부하여 자료축적 ⇒ **재하시험 시행부서, 도로연구소**

3) 향후 설계기준 보완 ⇒ **설계처, 도로연구소**

다. 설계기준 보완

금번 설계기준은 제한된 자료를 이용하여 수립된 기준으로 향후 충분한 재하시험 및 하중전이 측정 자료가 축적되면 금번 설계기준을 재 보완 함.

6. 적용방안

가. 설계중인 노선 : 금번 설계기준 적용

나. 공사중인 노선 : 현장여건에 따라 공사시행부서에서 결정

※ 공사중인 노선의 암반에 근입된 현장타설말뚝 설계현황(시공 완료된 교량제외)

사업소	노선명	공구	교량명	교각 및 교대 수	말뚝직경 (mm)
계				156	
대전-당진	당진~대전	1	용수천교	16	1,500
			산말교	22	1,500
익산-장수	익산~장수	5	신촌교	7	1,800
청원-상주	중부내륙 (상주~수안보)	10	석현교	27	1,500
현풍-김천	김천~현풍	6	낙동대교	34	1,500
			지동교	22	1,500
	88선 (옥포~성산)	3	88낙동강교	13	1,500
대구-포항	대구~포항	9	내단2교	13	1,500
영남1	경부 (동대구~구미)	2	남율교	2	1,500

7. 참고문헌

가. 대한토목학회, “도로교 설계기준 해설(하부구조편)(2001. 9.)” pp.217~243

나. Canadian Geotechnical Society, "Canadian Foundation Engineering Manual 3rd edition(1992)" pp.320~330

다. Farmer, I. W.(1975), " Stress distribution along a resin grouted anchor", International Journal of Rock Mech & Geomech. Abstr., vol12,

라. Ladanyi, B.(1977), "Friction and end bearing tests on bedrock for high capacity socket design: Discussion. Canadian Geotechnical Journal, Vol14

마. Ooi, L. H. and Carter, J. P.(1987),"Direct shear behavior of concrete-sandstone interfaces, Proc, 6th International Conference on Rock Mechanics, Montreal, ISRM

바. Peck, R. B., Hanson, W. E., and Thornburn, T. H.(1974), "Foundation Engineering" John Wiley and Sons, pp.361~374.

사. Pells, P.J.N. and Turner, R.M(1979), "Elastic Solutions for Design and Analysis of Rock Socked Piles", Canadian Geotechnical Journal, Vol16, No3, pp261-285

아. Reese, L. C., and O'Neil, M. W.(1988),"Drilled Shafts: Construction Procedures and Design Methods", FHWA Publication No.FHWA-HI-88-042

자. Rowe, R. K. and Armitage, H. H.(1987), "Theoretical solutions for the axial deformation of drilled shafts in rock. Canadian Geotechnical Journal, Vol 24, pp.114~125

암반에 근입된 현장타설말뚝의 설계 기준 수립(요약)

구분			도로교 설계기준	금번 수립기준
개념			- 재하시험 분석후 지지력 산정 - 시험불가시 산정식 사용	- 지지력 산정식 이용 설계수행 - 공사초기에 재하시험 수행 지지력 확인
근거	주면마찰력		AASHTO 기준	Canadian Foundation Engineering Manual(1992) 준용
	선단지지력			RQD ≤10 : AASHTO기준 RQD > 10 : Peck et al(1974)
주면 마찰력	근입 깊이	3D미만	$Q_{SR} = \pi B_r D_r (0.144 q_{SR})$	$q_s = 0.63 p_a \left(\frac{q_u}{p_a}\right)^{0.5}$ 또는 $q_s = 0.05\sigma_c$
		3D이상		q_s ×2/3
선단 지지력	RQD	0 ~ 10	토사기준 적용	토사기준 적용
		10 ~ 25		Peck et al(1974)의 기준 적용
		25이상	$Q_{BR} = N_{ms} \cdot C_o \cdot A_B$	
기대효과			- 산정식 사용시 보수적 설계 유발	- 경제적 설계 유도

붙임1

암반에 근입된 현장타설말뚝

설계기준 해설

2002. 7.

한국도로공사

설 계 처

1. 배경

암반은 각 지역별로 공학적 성질이 매우 달라 각 연구자에 따라 암반근입말뚝의 지지력 산정식에 편차가 매우 크게 나타나고 있는 실정으로 외국의 시방기준을 검증없이 이용하는 경우 국내암반의 성질과 매우 다른 결과를 보이고 있다. 현재 우리나라는 암반근입말뚝의 지지력 산출공식을 유도할 만한 시험결과가 부족하고 국내의 암반 특성에 맞는 만족할 만한 수준의 지지력 산출식이 없어 설계시 적정 지지력 산출이 곤란함은 물론 설계자에 따라 지지력 편차가 커서 국내에서 사용할 수 있는 암반근입말뚝의 설계기준 제시가 절실한 실정이다.

2. 지지력 공식 수립

가. 말뚝의 하중전이 매커니즘

말뚝 두부에 작용하는 하중은 말뚝 주면 상부에서 하부방향으로 하중이 전달되어 결국 선단까지 하중이 전이되게 된다. 즉 하중 초기에는 그림 1과 같이 주면마찰력이 먼저 발휘되고 선단지지력은 크게 발휘되지 못하나 침하량이 증가되면서 선단지지력 부분이 점점 크게 발휘된다.

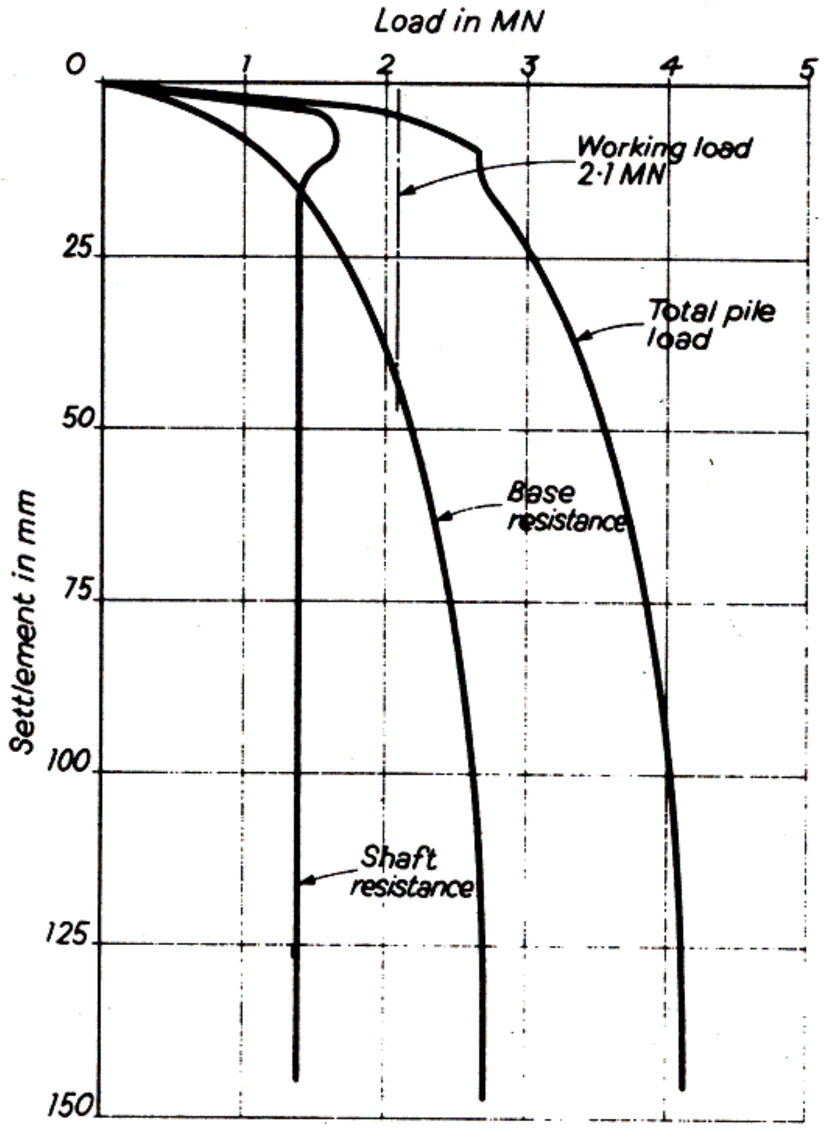


그림 2. 말뚝의 주면 및 선단지지력 분포
(Tomlinson, 1994)

이런 하중전이 매커니즘을 반영하여 AASHTO(2000)기준 등은 암반 근입부 침하량이 10mm이하인 경우 주면마찰력만을 고려하고 암반근입부 침하량이 10mm 이상인 경우 주면과 선단지지력을 동시에 고려하고 있다. 그러나 Ladanyi(1977) 등의 연구결과에 의하면 그림 2와 같이 건설 초기에는 주면 마찰력으로 상부하중이 대부분 지지되나 약 4년이 경과된 후에는 선단지지력이 상부하중의 80%를 지지하고 있으므로 장기적인 관점에서 선단지지력의 발휘를 고려하여 설계 및 시공이 이루어져야 할 것으로 판단된다. 본 설계기준에서는 작용하중 기간별로 하중 분담율을 고려하는 것이 곤란하며, 국내 암반근입말뚝의 하중전이 관계를 알 수 있는 계측자료가 부족하므로 주면과 선단지지력을 설계시 모두 고려하도록 하였다. 다만, 시공방법상 주면 또는 선단지지력 발휘가 곤란한 경우 및 암의 특성상 부득이한 경우 주면마찰력 또는 선단지지력만을 고려하여 설계할 수 있다.

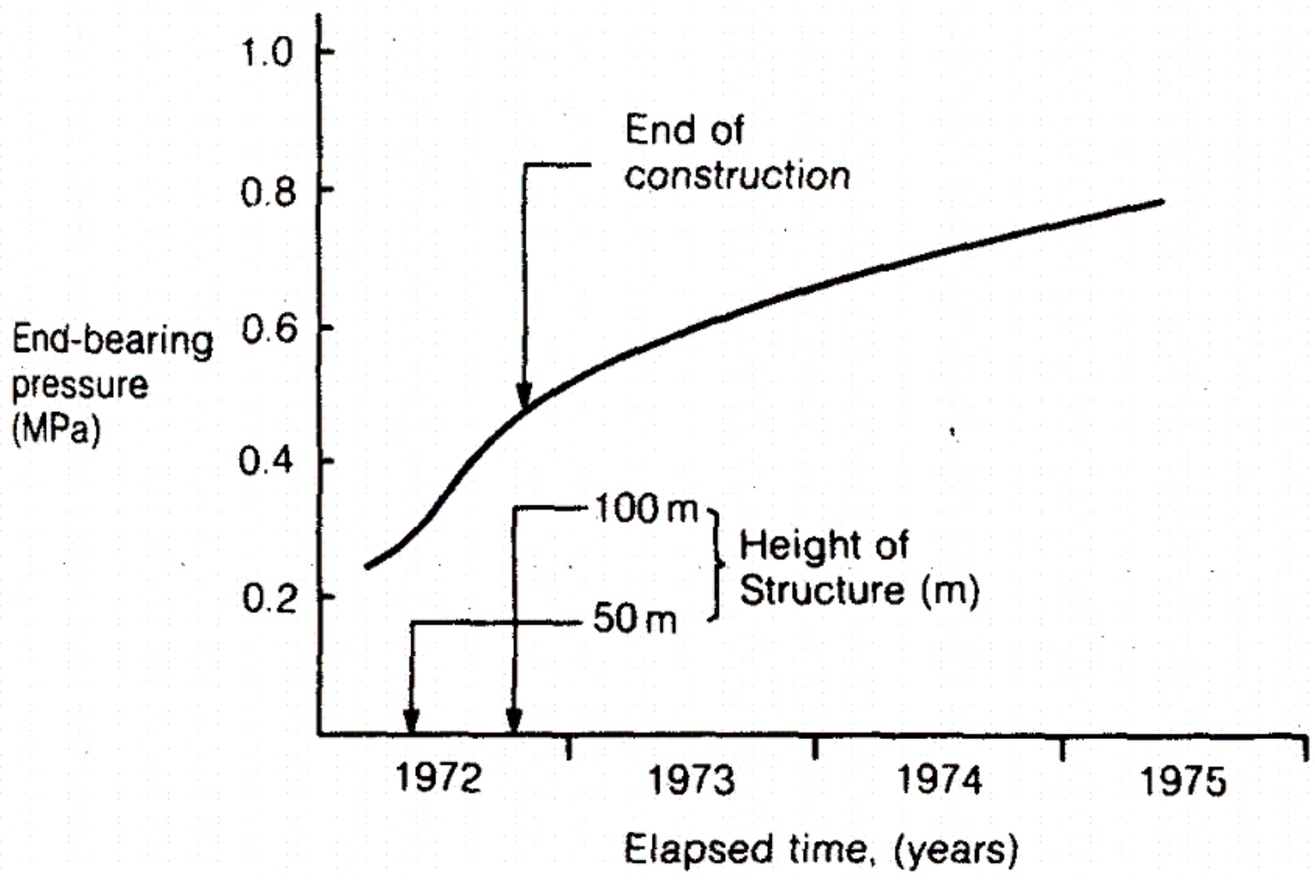


그림 3. 시간경과에 따른 선단지지력 증가(Ladanyi, 1977)

토사부와 암반근입부에서의 주면 마찰력과 변형률과의 관계는 그림 3, 4과 같이 토사부에 설치된 말뚝의 경우 직경의 0.6~0.8%의 침하량에서 최대 주면마찰력이 발휘되고 암반근입부에서는 약 0.5mm의 상대변위에서 최대 주면마찰력이 발휘되므로 동시에 토사부와 암반근입부의 주면마찰력이 발휘된다고 간주하기 곤란하다. 그러므로 암반근입말뚝의 하중전이 특성상 통상의 암반근입말뚝 설계시와 같이 토사부 주면 마찰력은 무시하고 암반근입부의 지지력만으로 지지력을 산출하도록 하였다.

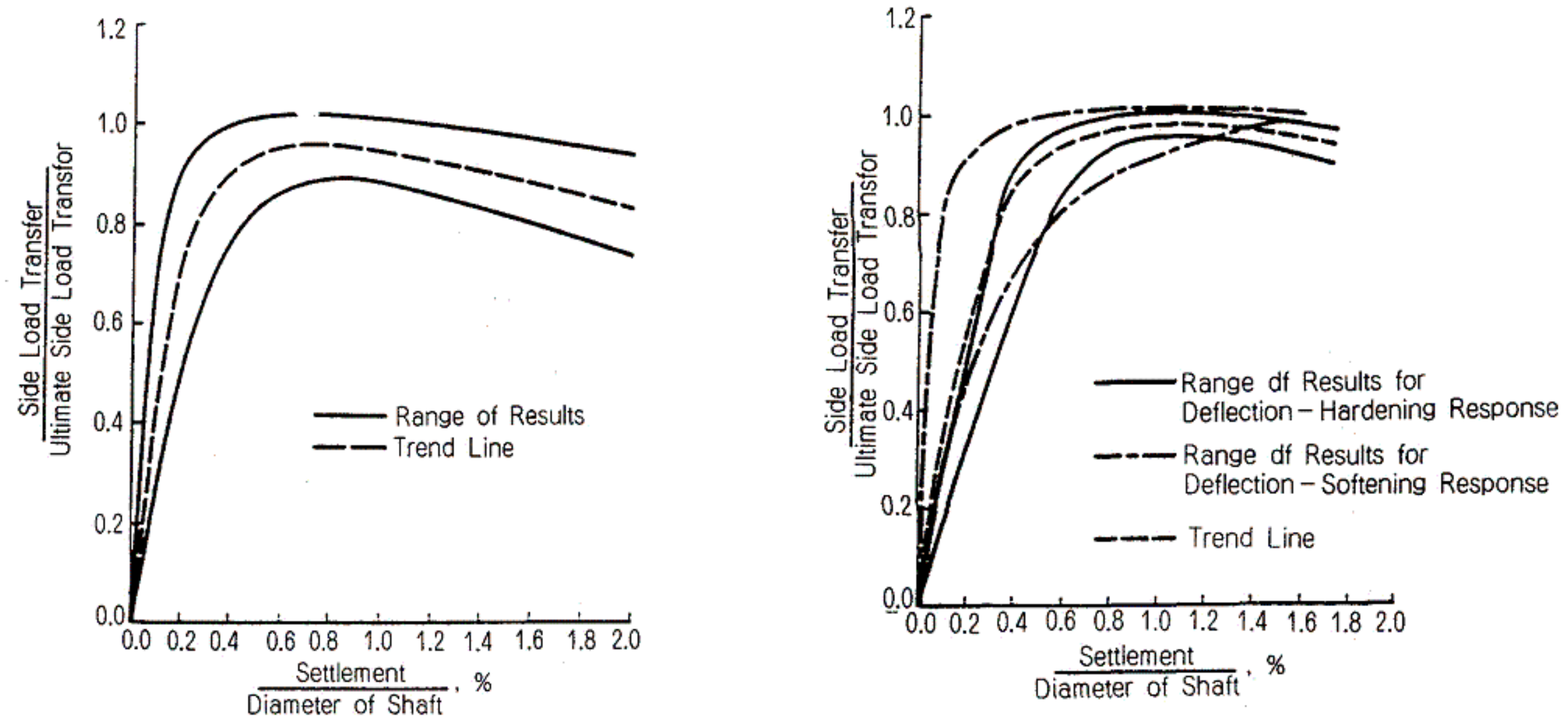


그림 3. 토사부 주면마찰력-변형률 관계(Reese and O'Neill, 1988)

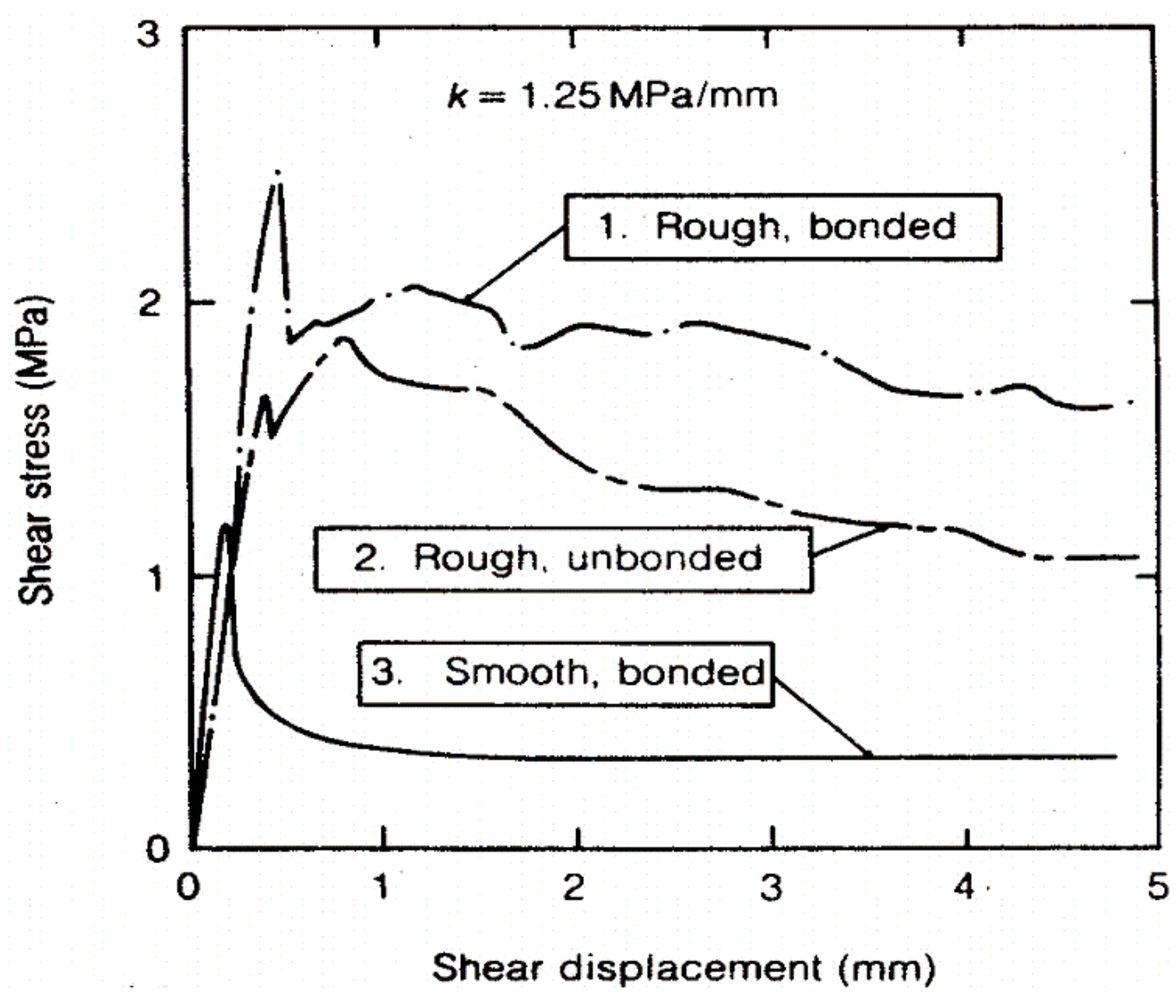


그림 4. 암반근입부 주면마찰력-변형률 관계(Ooi and Carter, 1987)

나. 주면 마찰력

금번 수립기준의 주면 마찰력은 Canadian Foundation Engineering Manual (Canadian Geotechnical Society, 1992)에서 제시하는 기준을 준용하였다. 주면 마찰력은 공벽의 유지가 주면 마찰력 발휘에 중요한 역할을 한다. 풍화암, 연암이란 용어는 암을 성상적으로 개략분류한 용어로 각 기관 및 제안자에 따라 분류기준도 매우 다양하며 공학적 목적으로 이러한 분류는 큰 의미가 없으

며, RQD, 일축압축강도 및 탄성계수 등의 공학적 성질에 따라 설계를 수행하는 것이 타당하다. 금번 수립기준에서는 굴착시 공벽이 잘 유지될 수 있는 기준을 표준관입시험결과로는 50타에 5cm 이하로 관입되는 경우로 규정하였다. 이것은 그 동안의 현장타설 말뚝의 시공경험 및 토질조사시 공벽 유지 사례 등을 근거로 규정한 것으로 이것이 타당하다는 것은 금번 설계기준이 재하시험결과와 잘 맞는 것으로 확인할 수 있었다.

암반이 양호한 경우 암반근입깊이는 1D를 기본으로 하나, 풍화가 많이 진행된 경우 근입깊이를 깊게하여 주면마찰력이 크게 발휘될 수 있도록 설계하는 경우가 있다. 그러나 주면 마찰력이 발휘되는 길이가 길어지는 경우 말뚝의 상부에서부터 하부로 전이되는 하중전이 메커니즘 및 국부적인 취약부위의 파괴 등으로 점진적인 파괴(progressive failure)를 일으킬 수 있고 근입깊이가 깊어짐에 따라 전 깊이를 대표할 수 있는 강도 선정의 곤란 등으로 금번 설계기준에서는 암반의 근입깊이가 3D이상인 경우 주면마찰력을 약 1/3만큼 감소시키도록 하였다. 정착부가 길어서 주면 마찰력을 감소시키는 개념은 그림 5와 같이 앵커의 주면 마찰응력 분포를 고려할 때 타당하다는 것을 알 수 있으며, 실제 설계시 근입깊이가 길어지는 경우 그림6과 같이 설계지지력을 감소시키고 있다.

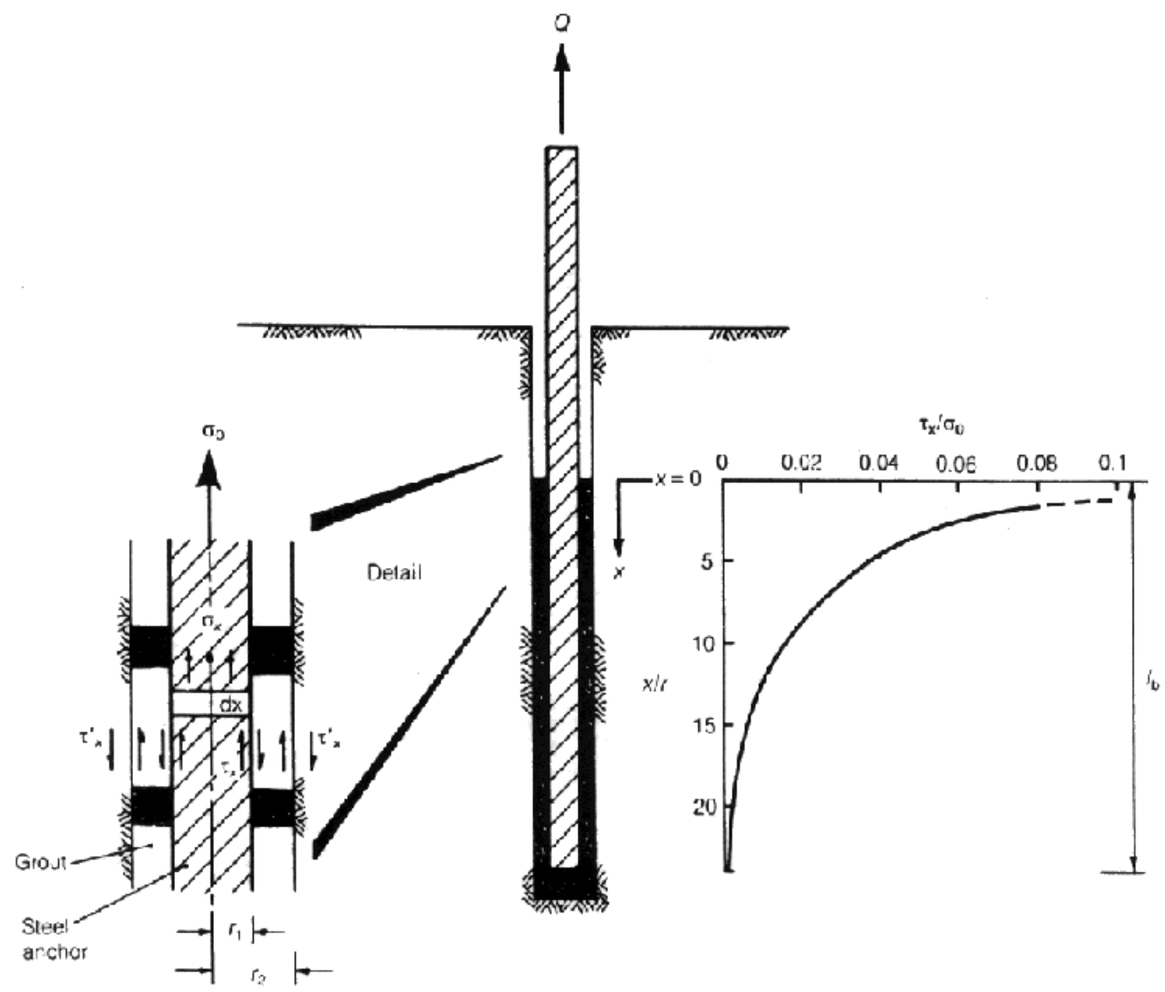


그림 5. 근입깊이별 앵커주면의 응력분포(Farmer, 1975)

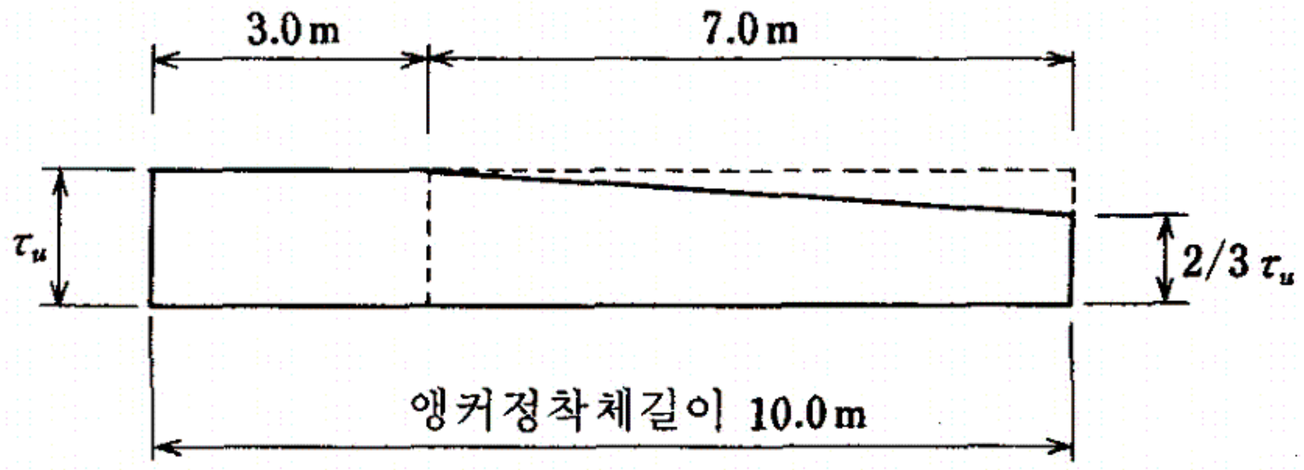


그림 6. 설계시 고려되는 앵커정착부 주면마찰력 분포

주면 마찰력 산출식은 각 연구자에 따라 다양하게 제안되어 있으며, 암종이 특이하여 본 설계기준을 적용하는 것이 타당하지 않다고 판단되는 경우 전문가의 의견을 참조하여 기존의 다양한 관계식에서 적합한 식을 선별하여 설계를 수행할 수 있다. 기존의 관계식은 다음과 같은 것을 예로 들 수 있다.

1) Williams et al.(1980) : $q_s(tsf) = 1.842 q_u^{0.367}$

2) Rowe and Armitage(1987) : $q_s(tsf) = 1.45\sqrt{q_u}$ 매끈한 소켓

$q_s(tsf) = 1.94\sqrt{q_u}$ 거친 소켓

3) Horvath and Kenny(1979) : $q_s(tsf) = 0.67\sqrt{q_u}$

4) Carter and Kulhawy(1988) : $q_s(tsf) = 0.63\sqrt{q_u}$

5) Reynolds and Karderab다(1987) : $q_s = 0.3 q_u$

6) Gupton and Logan(1984) : $q_s = 0.2 q_u$

7) Reese and O'Neil(1987) : $q_s = 0.15 q_u$

8) Rosenberg and Journeaux(1976) : $q_s = 0.63 q_u^{0.51}$

(단, q_s : 극한 주면마찰력, q_u : 암의 일축압축강도)

다. 선단지지력

기존의 연구결과 선단지지력에 영향을 미치는 요소로 일축압축강도, 절리면의 간격 및 틈새 크기 등을 고려하고 있다. 예를 들면 Ladanyi and Roy(1971)는 암의 일축압축강도와 절리면의 간격 및 틈새를 모두 고려하고 있으며, Rowe and Armitage(1987)와 Zhang and Einstein(1998)은 암의 일축압축강도만을 이용하여 말뚝의 선단지지력 산정식을 제안하였다. 금번 설계기준에서 인용하고 있는 Peck et al(1974)의 기준은 상기한 제안식에 비하여 1/3 이하로 작은 결과를 나타내고 있으나 이것은 재하초기에 선단에 전달되는 하중과 비교하여 적당한 수준일 것으로 추정된다. 이것은 금번 설계기준이 재하시험 결과를 잘 모사하는 것을 통하여 확인할 수 있었다. Peck은 암반의 극한 지지력은 의미가 없으며 침하량이 상부에 유해한 영향을 미치지 않도록 하여야한다는 개념으로 침하량에 영향을 미치는 RQD를 기준으로 허용지지력을 제안하게 되었다. 그러므로 암의 강도에 비하여 RQD가 매우 크거나 작은 경우에는 금번의 설계기준을 적용하는 것이 부적절할 것으로 판단되며, 이 경우 재하시험을 수행하거나 다른 기준을 적용해야할 것으로 판단된다.

도로교 설계기준의 선단지지력이 과소하게 나타나게 되는 이유는 N_{ms}의 계수가 작게 나타나기 때문인 것으로 판단되며, 이것은 표1에서 다른 연구자들이 제안한 일축압축강도와 선단지지력과의 관계와 비교하여도 알 수 있다.

표 10. 각 연구자별 말뚝의 선단지지력 산정 공식

제안자	말뚝 선단 극한 응력	q_p/q_u	비고
도로교 설계기준 해설(하부구조,2001)	$q_p = N_{ms} \times q_u$ (RQD = 25~50인 경우, N_{ms}=0.015~0.024)	0.015~0.024	q_p : 말뚝 선단 극한 응력, q_u : 무결암의 일축압축강도
Coates(1967)	q_p= 3q_u	3	
Teng(1962)	q_p= 5~8q_u	5~8	
Rowe and Armitage(1987)	q_p= 2.7q_u	2.7	
ARGEMA(1992)	q_p= 4.5q_u ≤ 10Mpa	4.5	
Zhang and Einstein (1998)	q_p= 4.83$q_u^{0.51}$ ≤ 10Mpa	-	

금번설계기준에서 RQD ≤10% 인 경우 도로교 설계기준과 같이 AASHTO의 사질토에 대한 선단지지력 기준을 적용하였으며, RQD > 10% 인 경우 Peck(1974)의 설계기준을 적용하도록 하였다. RQD가 10% 이하인 경우 풍화가 매우 진전되어 토사화된 지층이 다수 존재하므로 토사기준을 적용하는 것이 타당하다고 판단되며, RQD가 10%를 초과하는 경우에 대하여 거동이 암반과 같은 특성을 나타낸다고 가정하였다. Peck et al(1974)이 제안한 RQD와 암반의 허용지지력관계는 그림7과 같다.

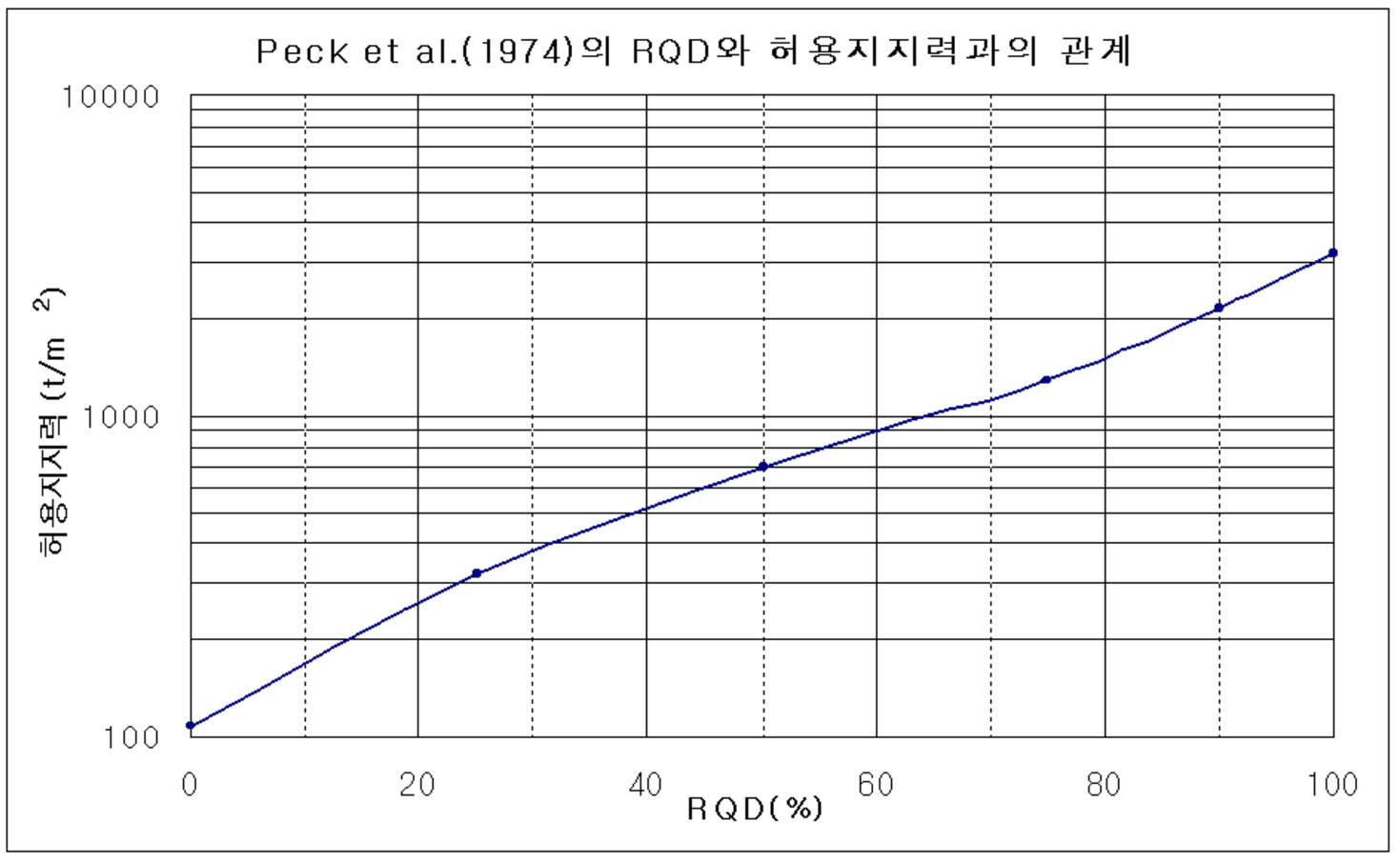


그림 7. Peck et al(1974)의 RQD와 암반 허용지지력의 관계

라. 암반의 물성치

RQD 산정은 Double Tube Core Barrel으로 시험한 경우 산정된 값을 기준으로 하였으며, 일축압축강도의 측정은 풍화가 심한 경우 시료성형이 곤란하므로 점하중시험을 수행하여 추정할 수 있다. 본 설계기준에서는 N치가 50타에 5cm 이하로 근입되는 경우로 편마암에 대한 시험 결과로 판단할 때 점하중시험으로 추정한 일축압축강도가 100kg/cm^{2}이상으로 나타나야 한다. 다만, 암의 공학적 성질이 편마암과 크게 다른 경우 전문가의 의견에 따라 100kg/cm^{2}의 기준강도를 변경하여 별도의 기준을 적용할 수 있다. 침하량 산정을 위한 암반의 탄성계수는 공내재하시험을 수행하여 평가할 수 있다.

마. 침하량 산정

암반근입부의 침하량 산정은 Pells and Turner(1979) 또는 Rowe and Armitage(1987)의 수치해석결과를 이용하여 산정할 수 있다. 이 수치해석결과는 암과 콘크리트 사이의 Interface요소를 고려하지 않고 산출한 것으로 원하는 값이 도표에 제시되지 않은 경우 지반분야 수치해석 프로그램을 이용하여 침하량을 산정할 수 있다.

말뚝의 허용 침하량은 상부 구조물에 영향을 미치지 않는 범위에서 관리되어야하나, 지금까지 국내 교량에 대한 형식별 부등침하량 기준이 부재한 상태로 앞으로 이에 대한 자료를 수집, 분석하여 적정 침하량 기준이 수립되어야 할 것이다.

바. 안전율

안전율의 경우 외국에서는 각 제안식마다 다른 안전율을 제안하고 있으나 금번 수립기준에서는 국내에서 적용하는 일반적인 기준을 준용하여 극한하중에 대해 안전율 3을 항복하중에 대하여는 안전율 2를 적용하여 허용지지력을 산출하도록 하였다. 본 말뚝에 수행되는 말뚝재하시험의 경우 설계하중의 2배까지 재하하며 이때 적용하는 안전율은 2로 적용하였다. 안전율을 정하는 개념은 설계하중하에서 지반이 탄성거동을 하도록 하는 것이 일반적이다. 즉 그림 8과 같은 재하곡선에서 극한지지력이 A점이고 탄성거동을 하는 점을 B라고 하면 안전율은 A/B가 된다.

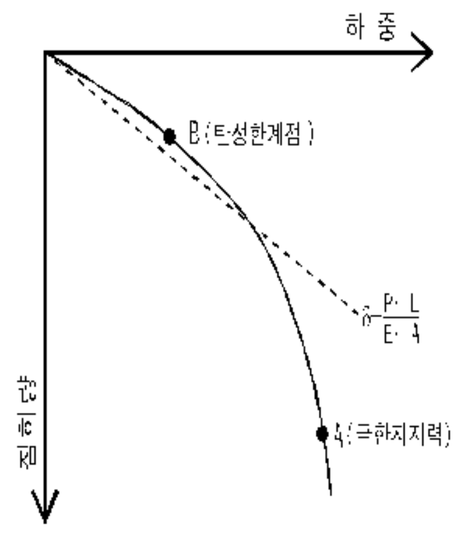


그림 8. 말뚝의 하중-침하량 곡선

3. 설계기준(안) 검증

설계기준(안)에서 사용한 재하시험결과는 국내 정재하시험 결과를 수집한 것으로 H와 N 현장 이외에는 모두 말뚝이 재하시험후 본 말뚝으로 사용되므로 극한까지 재하하지 못하고 당초 설계하중의 2배까지 재하시킨 시험결과이다. 즉 당초 설계가 보수적으로 지지력이 산출된 경우 재하하중도 작게 나타나며, 이를 고려하기 위하여 침하량/탄성압축량과의 비를 이용하였다. 탄성압축량(δ)은 $\frac{PL}{EA}$로 계산하였으며, 이것은 재하하중이 선단지지력만으로 지지되는 경우의 침하량을 나타낸다. 실제 침하량이 탄성압축량보다 작다는 것은 하중의 대부분이 주면마찰력만으로 지지되는 것을 의미하므로 말뚝에 작용되는 하중이 말뚝의 극한 지지력에 비하여 매우 작은 상태임을 알 수 있다.

4. 공사시 설계변경 및 지지력 공식 개정 추진

공사초기에는 재하시험을 수행하고 그 결과를 분석하여 본 설계기준으로 수행된 설계의 적정성을 판단하여 암반근입심도 및 말뚝 본수가 적정하게 시공될 수 있도록 말뚝설계를 재검토하여야 한다.

금번에 수립된 설계기준은 충분한 재하시험자료가 부족한 상태에 수립된 기준으로 각 암종별 및 암의 공학적 특성별로 충분한 재하시험결과 및 하중전이과정 측정자료가 축적되면 이에 따라 지지력 산정기준의 보완 및 개정이 필요할 것으로 판단된다.

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			이세웅

· 도 로 처 장 : 문제권 · 민 자 처 장 : 변순철
· 건설계획처장 : 선기태로 · 기술심사실장 : 손재권
· 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 : 이규헌

한국도로공사
KOREA HIGHWAY CORPORATION
설 계 처

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

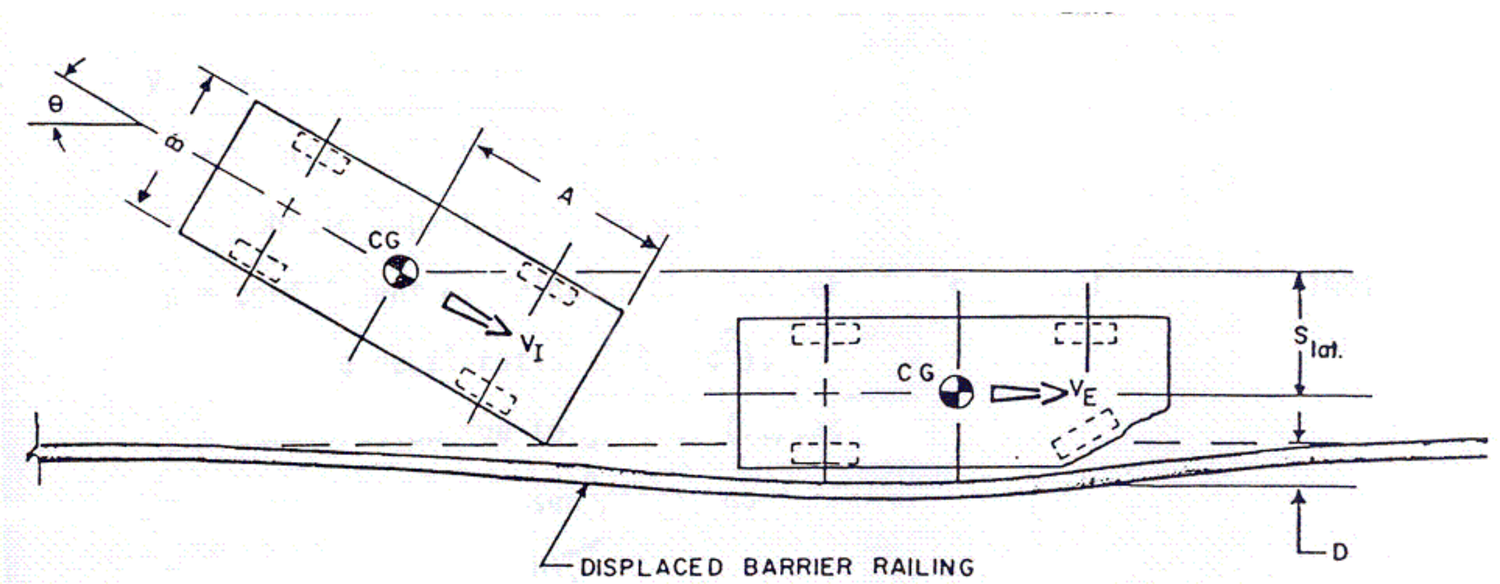
☜ NCHRP : National Cooperative Highway Research Program

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,

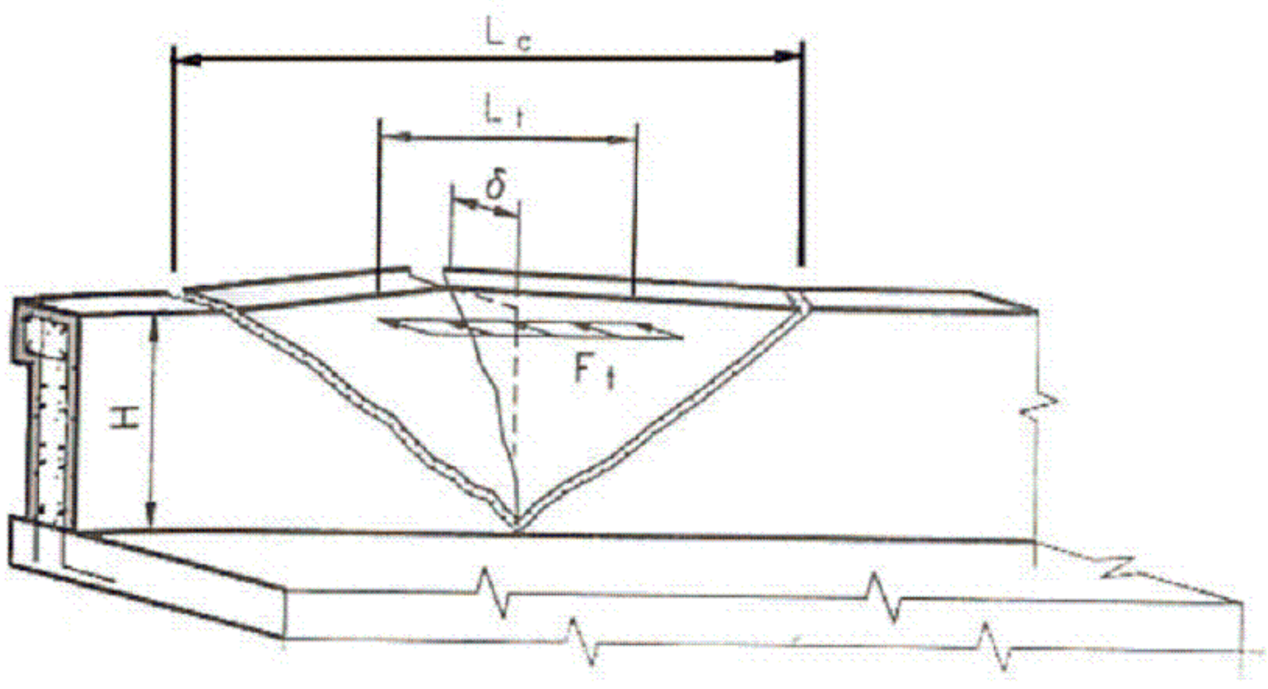
② AASHTO LRFD Bridge Design Specifications('98)에는 극한상태에서 항복선

☜ 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.

2-29 구조물의 사용성 검토시 적용하는 사용하중의 적정성 검토

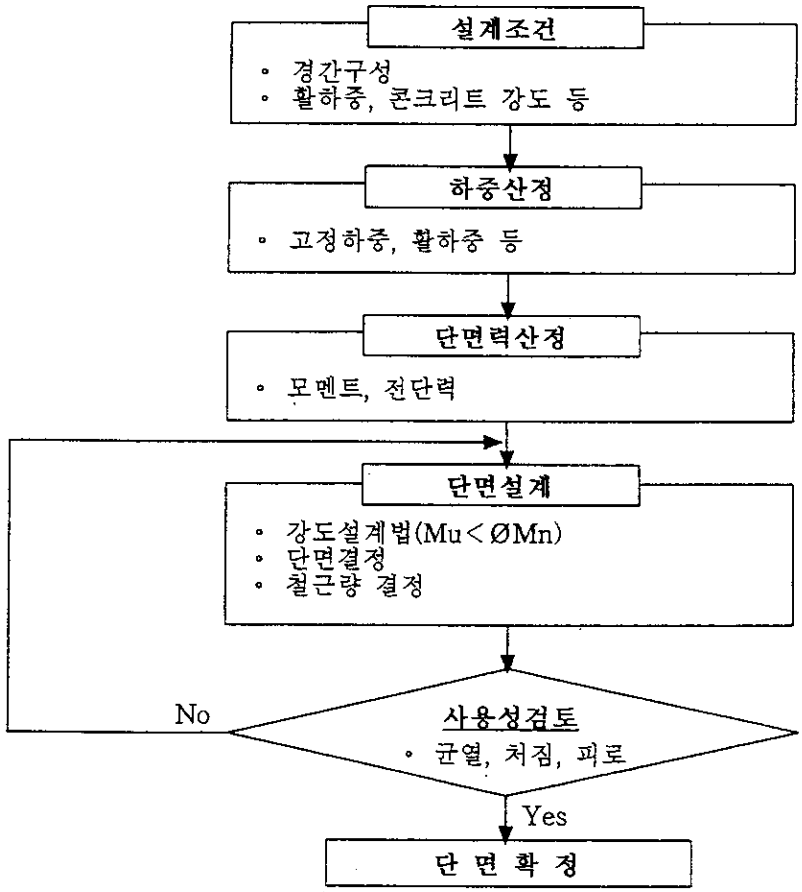
방 침
기 술 사
10410-106
('02.7.23)

1. 검토 목적

콘크리트 구조물의 사용성 검토시 적용하는 사용하중의 종류와 조합이 설계자 별로 일관성없게 적용되고 있고, 특히 균열에 대한 검토는 적용하중의 종류에 따라 단면설계의 결정적 요인이 될 수 있어 이에 관한 세부사항을 검토·분석하여 합리적인 설계기준을 제시코자 함.

2. 구조물의 사용성검토 필요성

가. 철근콘크리트 구조물 설계 흐름



나. 사용성검토의 필요성

구조물 또는 구조부재가 안전에는 지장이 없으나 과대한 처짐, 균열, 피로 등이 일어나면 구조물의 기능장애, 미관불량 및 사용자에 대한 불안감을 주게 되므로 사용기간중 충분한 기능과 성능을 유지하도록 사용하중 하에서 사용성을 검토함.

3. 사용성검토관련 설계기준

가. 사용하중에 대한 용어 정의

콘크리트 구조설계기준('99)	도로교 설계기준('00)
사용하중(Service Load) 고정하중 및 활하중과 같이 이 기준에서 규정하는 각종 하중으로서 하중계수를 곱하지 않은 하중 : 작용하중이라고도 함.	**사용하중** 하중계수를 곱하지 않는 하중으로서 작용하중이라고도 한다.

나. 사용성 검토항목과 적용하중, 적용범위

검토항목	적용하중	
	콘크리트 구조설계기준('99)	도로교 설계기준('00)
균 열	- '사용하중'으로만 표기됨	- '사용하중'으로만 표기됨
처 짐	- 활하중과 충격 (동하중을 주로 받는 구조물)	- 사용활하중과 충격
피 로	- 충격을 포함한 사용활하중 - 반복하중	

적용범위	"사용하중은 정부 및 시설물의 관리 주체가 제정한 관련규정에 따라야 한다. 다만, 활하중은 합리적인 방법에 의하여 조사된 값을 사용할 수 있다."	-

4. 현 설계의 문제점

가. 설계기준상의 문제점

① 균열검토에 대한 사용하중이 명확히 제시되지 않음

사용성 검토항목	콘크리트 구조설계기준('99)	도로교 설계기준('00)
균 열	· 사용하중에 대한 명확한 기준이 제시되지 못함.	좌 동
처 짐	· 사용하중이 제시되어있고 · 처짐을 검토하지 않는 최소두께 규정으로 검토 생략 가능	좌 동
피 로	· 사용하중이 제시되어있고 · 피로를 고려하지 않는 철근과 긴장재의 응력범위 규정으로 검토 생략 가능	· 피로를 고려하지 않는 철근의 응력범위 규정으로 검토 생략 가능

② 현 도로교설계기준에서 설계법에 대한 체계가

· 강도설계법+사용성검토는 AASHTO의 Standard Specifications For Highway Bridges('96)를,

· 허용응력설계법, 하중의 종류는 일본의 도로교시방서를 근거로 하고 있어,

일관성 있는 사용성검토가 곤란함.

※ '별표1' 외국기준과의 비교 참조

나. 설계시 문제점

① 설계자에 따라 각기 다른 하중들을 조합한 사용하중을 적용하고 있고, 대체적인 설계경향은 다음 표와 같음.

구 분	설계 경향
바 닥 판	방호벽에 대한 차량충돌과 바람의 영향을 고려하였고, 곡선교의 경우 원심하중을 고려함.
라 멘 교	교량의 설치 조건에 따라 차이는 있으나 토압, 온도변화, 건조수축 및 지점침하의 영향을 고려하였으며, 일부 지진하중을 고려함.
교각 코핑부	바람의 영향, 온도변화, 건조수축, 지점침하, 충돌 및 지진의 영향을 고려함
PSC BOX	P.C긴장력, 온도변화, 충돌, 건조수축 및 지점침하의 영향을 고려함

※ '별표2' 사용하중 적용현황 참조

② 적용한 사용하중의 종류에 따라 설계단면이 달리 결정될 수 있으며, 과다한 사용하중의 적용으로 구조부재의 단면보강이 필요하고, 이에 따라 경제적으로 불리한 요인이 내재되어 있음.

【바닥판 주철근 조정시 검토】

구 분		사용철근량(㎝)		사용성검토 (조정시 균열폭㎜)		비 고
		당초	조정시	W	Wa	
우동3교	켄틸레버	H16@125	H13@125	0.153	0.268	O.K
	중앙부			0.140	0.168	O.K
우동4교	켄틸레버	H16@125	H13@125	0.369	0.268	N.G
	중앙부			0.127	0.168	O.K

공사비 비교 교량명:우동3교, 교량형식 : PSC 빔교, 폭 24.3m, 연장 4@30=120m

구 분	당 초	변 경	증(△)감	비 고
주철근 규격	H16	H13	-	
철근량(Ton)	71.6	45.6	△ 26.0	
철근 공사비(천원)	81,523	51,920	△ 29,603	▽ 10,133원/㎡

※ '별표3' 사례분석 참조

5. 사용하중관련 제 설계기준 검토

가. 설계개념 검토

① 각 설계법과 사용성과의 관계

· 허용응력설계법[주1]은 사용성에 중점을 둔 설계법이고 강도설계법[주2]은 안전성에 중점을 두고 사용성을 따로 검토함.

· 과거 허용응력설계법으로 설계된 구조부재는 처짐이나 균열에 대하여 거의 안전한 설계가 되어 따로 사용성을 검토하지 않음.

· 최근 설계법이 정밀해지고 콘크리트나 철근이 고강도화 됨에 따라 부재단면이 작아지는 경향이 있으므로 보통의 사용상태에서 문제가 될 수 있는 균열, 처짐, 피로등에 대하여 검토하게 됨.

② 검토내용

상시 발생되지도 않고, 특정 발생빈도를 가지는 하중 즉,

· 선형의 상태가 양호하여 충돌의 빈도가 적은 고속도로상의 교량방호벽에 적용되는 충돌하중(바닥판 설계시)
· 표준적인 풍하중, 재현기간 50년 또는 100년에 대한 최대풍속의 비초과확률 60%에 해당하는 풍속을 적용하는 풍하중
· 재현주기 1000년에 해당하는 지진의 규모를 적용하는 지진하중 등을

사용성검토시 적용하는 것은 보통의 사용상태에서의 하중이라고 정의하기 어려우므로 강도설계법+사용성검토의 설계개념과 상이함.

주1) 허용응력설계법
· 1983년 이전까지 일반적으로 사용된 설계법 ('96까지 강도설계법과 병행사용)
· 철근콘크리트를 탄성체로 보고 탄성이론에 의하여 구한 응력이 허용응력을 초과하지 않도록 하는 설계법

주2) 강도설계법
· 현재 일반적으로 사용되는 설계법
· 철근콘크리트 부재의 파괴상태 또는 파괴에 가까운 상태의 극한강도가 사용하중에 하중계수를 곱한 소요강도보다 크게 하는 설계법

나. 도로교설계기준의 하중규정 검토

① 하중분류

· 주 하 중 : 교량의 주요구조부를 설계하는 경우에 항상 또는 자주 작용하여 내하력에 결정적인 영향을 미치는 하중의 총칭이다.

· 부 하 중 : 교량의 주요구조부를 설계하는 경우에 항상 또는 자주 작용하지는 않지만 내하력에 영향을 미칠 수 있고, 통상 다른 하중과 동시에 작용하는 하중으로서 하중의 조합에서 반드시 고려하여야 하는 하중의 총칭이다.

· 특수하중 : 교량의 주요구조부를 설계하는 경우에 교량의 종류, 구조형식, 가설지점의 상황 등의 조건에 따라 특별히 고려하여야 하는 하중의 총칭이다.

【하중의 종류】

주하중	부하중	주하중에 상당하는 특수하중	부하중에 상당하는 특수하중
· 고정하중 · 활하중 · 충격 · 프리스트레스 · 크리프의 영향 · 건조수축의 영향 · 토압 · 수압 · 부력 또는 양압력	· 풍하중 · 온도변화의 영향 · 지진의 영향	· 설하중 · 지반이동의 영향 · 파압 · 원심하중	· 제동하중 · 가설시 하중 · 충돌하중 · 기타

② 검토내용

· 현 도로교설계기준의 하중분류는 발생빈도에 따라 크게 2가지(주하중,부하중)로 분류되며, 내하력에 영향을 미치는 정도에 따라 4가지로 분류하고 있음.

다. 하중-저항계수설계법[주1]의 하중규정 검토

① 사용성 한계상태의 하중조합

구 분		하중조합	하중계수
사용성 한계상태 조합 I	상시하중	구조부재와 비구조적 부착물의 중량, 말뚝부마찰력, 포장과 설비의 사하중, 수평토압, 상재토하중, 수직토압	1.00
	일시하중	차량활하중, 충격하중, 원심하중, 제동하중, 보행자활하중, 상재활하중	1.10
		정수압과 유수압	1.00
		구조물에 작용하는 풍하중	0.3
		차량에 작용하는 풍하중	1.0
		마찰력	1.00
		온도하중, 크리프, 건조수축	1.00/1.20
		온도경사(TG)	γ TG
		침하(SE)	γ SE
		지진하중	-
		빙하중	-
		차량충돌하중	-
		선박충돌하중	-

② 검토내용

- 시공이 완료된 후에 늘 일정하게 작용한다고 가정한 상시하중과 동시발생확률이 높은 일시하중은 1이상의 하중계수를 적용하였고, 동시발생확률이 비교적 낮은 일시하중은 1이하의 하중계수를 적용함.
- 또한 지진하중, 빙하중, 차량충돌하중, 선박충돌하중은 동시발생확률이 매우 낮으므로 사용성검토시 적용하지 않음.

주1) 하중-저항계수설계법(LRFD)

- 구조물이 사용목적에 적합하지 않게 되는 어떤 한계상태에 도달되는 확률을 허용한도 이하로 되게 하려는 설계법.

· 강도한계상태 : 구조부재가 파괴 또는 파괴에 가까운 상태로 되어 그 기능을 상실한 상태, 구조물의 최대내력에 해당되는 상태.

· 사용한계상태 : 처짐, 균열, 진동 등이 과대하게 일어나서 정상적인 사용상태의 필요조건을 만족하지 못한 상태

· 피로한계상태 : 반복하중에 의하여 철근이 파단 되거나 콘크리트가 압괴 되는 등 피로파괴를 일으킨 상태.

라. 자문내용

① 구조물의 사용성검토시 적용하는 '사용하중'에 대한 정의를 명백히 할 필요가 있음.

② 사용성검토시 적용하는 하중은 실제로 그 구조물에 자주 또는 항상 작용되는 하중으로 구성되는 것이 타당함.

③ 미국 AASHTO의 LRFD 규정을 반영하는 것이 적절함.

④ 사용성검토시 적용하중에 관한 자문위원별 의견

하중의 종류		도공제안	오병환[주1]	황의승[주2]	주성문[주3]	임호상[주4]	윤석구[주5]
주하중	고정하중	○	○	○	○	△	○
	활하중	○	○	○	○	△	○
	충격	○	○	○	○	△	○
	프리스트레스	○	○	○	○	△	○
	크리프의 영향	○	○	○	○	△	○
	건조수축의 영향	○	○	○	○	△	○
	토압	○	○	○	○	△	○
	수압	○	○	○	○	△	○
	부력 또는 양압력	○	○	○	○	△	○
부하중	풍하중	×	×	○*	×	△	○**
	온도변화의 영향	×	○	○	○	△	○
	지진의 영향	×	×	×	×	△	×
주하중에 상당하는 특수하중	설하중	○	○	○	○	△	○
	지반이동의 영향	○	○	○	○	△	×
	파압	○	○	○	○	△	○
	원심하중	○	○	○	○	△	×
부하중에 상당하는 특수하중	제동하중	×	×	○	×	△	×
	가설시 하중	×	×	×	×	△	×
	충돌하중	×	×	×	×	△	×
	기타						

주1) 서울대학교 교수, 주2) 경희대학교 교수, 주3) 유신코퍼레이션 부사장, 주4) 건화엔지니어링 전무, 주5) 한국도로공사 수석연구원

△ : 사용하중은 하중계수를 곱하지 않은 모든 작용하중을 적용하되 균열제한에 관한 규정을 완화할 수 있도록 철근의 응력이 0.6fy를 초과하지 않도록 하고, 균열폭 검토시 균열폭을 산출하는 식의 철근응력 fs를 허용응력설계법의 허용응력 증가계수로 나눈 값을 사용하는 방안

○* : 설계시 영향을 분석하여 하중계수 1.0 또는 0.3 적용

○** : 감소된 풍하중 적용, 차후 연구수행 하여 보완

마. 검토결과

①설계개념, 현 도로교설계기준의 하중분류 체계, 진보적 설계법인 하중-저항계수설계법의 하중관련 규정을 검토·분석한 결과, 강도설계법과 사용성검토에 적용하는 하중은 발생빈도를 고려하여

· 강도설계법에서는 구조물이 설계수명동안 경험할 것으로 기대되는 하중을 적용하여 구조물의 안정성을 확보하고,

· 사용성검토시에는 일상적인 사용상태에서의 하중, 즉 항상 또는 자주 작용하는 하중을 적용하여 사용성을 확보하는 것이 바람직하다고 판단됨.

②현 도로교설계기준의 하중의 종류 중 주하중과 주하중에 상당하는 특수하중은 항상 또는 자주 작용하는 하중으로써 사용성검토시 적용하는 것이 바람직함.

③부하중 중에서

· 온도의 영향은 일상적으로 부재력에 영향을 미치므로 사용성검토시 적용하는 것이 바람직하고,

· 풍하중은 자주 작용하는 하중이지만 설계풍하중의 재현기간, 지속도를 고려할 때 감소된 풍하중을 적용하는 것이 바람직하며, LRFD설계기준에서도 풍속90km/hr에서 최대 활하중이 재하되는 경우는 기대하기 어렵기 때문에 하중계수를 0.3을 적용하고 있어 풍하중은 하중계수 0.3을 적용하는 것이 바람직하다고 판단됨.

· 제동하중은 보통 도로교에서는 전혀 고려할 필요가 없는 하중이나 자중이 극단적으로 가벼운 교량 및 궤도가 있는 교량 등 특별한 경우에 고려하는 하중이므로 사용하중에서 제외하는 것이 바람직하다고 판단됨.

6. 설계기준 개선제안

가. 도로교설계기준에 대한 개선제안

구 분	기 존	개 선 (안)
용어의 정의	제4장 콘크리트교 4.1.2 용어의 정의 (41)사용하중-하중계수를 곱하지 않는 하중으로서 작용하중이라고도 한다.	제4장 콘크리트교 4.1.2 용어의 정의 (41)사용하중-항상 또는 자주 작용하는 고정하중 및 활하중과 같이 이 기준에서 규정하고 있는 하중으로서 하중계수를 곱하지 않은 하중 : 작용하중이라고도 함.
사용성검토시 적용하중	4.4.9.1 사용성 설계 4.4.9.4 균열의 검토 (2)인장철근의 설계하중강도가 3,000㎏/㎠ 이상인 경우에는 사용하중에 의한 휨 균열폭은 식(4.4.5.1)에 의해서 구하고,~	4.4.9.1 사용성 설계 4.4.9.4 균열의 검토 (2)인장철근의 설계하중강도가 3,000㎏/㎠ 이상인 경우 주하중,주하중에 상당하는 특수하중, 온도의 영향과 설계풍하중의 30%에 해당하는 사용하중에 의한 휨 균열폭은 식(4.4.5.1)에 의해서 구하고,~

나. 우리공사 사용하중 적용방안

'사용하중은 정부 및 시설물의 관리 주체가 제정한 관리규정에 따라야 한다.'라는 콘크리트구조설계기준('99)에 의거 우리공사에서 시행하는 구조물의 균열검토에 적용하는

사용하중=(주하중 + 주하중에 상당하는 특수하중 + 온도의 영향+ 0.3*풍하중)*1.0 으로 함.

단, 관련 설계기준 개정 전까지 잠정 시행하고, 적용범위는 도로교 설계기준에 따름.

7. 향후 추진계획

- 고속도로 구조물 설계시 사용하중에 대한 설계기준개선(안)적용
- 도로교설계기준 개정 건의

'별표1' 외국기준과의 비교

구 분	도로교설계기준	일본 도로교시방서		미국 *AASHTO('96)
설계법	허용응력설계법 또는 강도설계법+사용성검토	허용응력설계법		허용응력설계법 또는 강도설계법+사용성검토
하중의 종류	일본 규정과 동일	주하중	사하중	사하중
			활하중	활하중
			충격	충격
			프리스트레스	-
			크리프의 영향	크리프
			건조수축의 영향	건조수축
			토압	토압
			수압	수압
			부력 또는 양압력	부력
		부하중	풍하중	구조물에 작용하는 풍하중
			온도변화의 영향	온도하중
			지진의 영향	지진하중
		주하중에 상당하는 특수하중	설하중	-
			지반변동의 영향	-
			지점이동의 영향	-
			파압	-
			원심하중	원심하중
		부하중에 상당하는 특수하중	제동하중	제동하중
			가설시하중	-
			충돌하중	-
			기타	-
			-	차량활하중에 작용하는 풍하중
			-	빙하중
				※2가지 설계법에 동일한 하중의 종류 사용
하중조합	· 허용응력설계법 일본 도로교시방서의 허용응력 할증계수 동일 적용	· 허용응력설계법 발생빈도와 구조물 및 각 부재에 미치는 영향도에 따라 허용응력에 할증계수 규정		· 허용응력설계법 (Service load design) 각 하중조합 별 허용응력에 할증계수 규정
	· 강도설계법 미국 AASHTO의 하중계수와 유사	-		· 강도설계법 (Load factor design) 각 하중조합 별 하중계수 규정
사용성 검토	· 사용하중 : 불명확 · 균열,처짐,피로 검토 · 균열검토 방법 허용균열폭으로 제한	-		· 사용하중 : 명확 (Service load로 표기됨) · 균열,처짐,피로 검토 · 균열검토 방법 철근의 허용응력($0.6f_y$)이내로 제한

*AASHTO의 "Standard Specifications For Highway Bridges"(1996)

'별표2' 사용하중 적용현황

【하중조합 적용사례 집계】

사용성 검토단면			사용하중 조합
바닥판 캔틸레버	방호벽측	직선교	· 고정하중+활하중+충돌하중 · 고정하중+충돌하중+풍하중 · 고정하중+활하중+충돌하중+풍하중
		곡선교	· 고정하중+활하중+충돌하중+원심하중 · 고정하중+활하중+원심하중 · 고정하중+충돌하중+원심하중
	중앙부	직선교	· 고정하중+활하중
		곡선교	· 고정하중+활하중+원심하중
라멘교	슬래브		· 고정하중+활하중+토압+온도변화+건조수축+지점침하 · 고정하중+활하중+토압+온도변화+지점침하 · 고정하중+활하중
	벽체		· 고정하중+활하중+토압+온도변화+건조수축+지점침하 · 고정하중+활하중+토압+온도변화+지점침하 · 고정하중+토압+지진하중
교각	코핑부		· 고정하중+활하중+풍하중+온도변화+건조수축+지점침하 · 고정하중+활하중+풍하중+온도변화+건조수축 · 고정하중+활하중+풍하중+온도변화+지진하중 · 고정하중+활하중+풍하중+건조수축 · 고정하중+활하중+풍하중+충돌하중 · 고정하중+활하중+풍하중 · 고정하중+활하중+충돌하중 · 고정하중+활하중 · 고정하중+지진하중
PSC BOX 단면	상·하부슬래브,벽체, 하부슬래브 지점		· 고정하중+활하중+온도변화 · 고정하중+활하중+충돌하중 · 고정하중+활하중+충돌하중+온도변화 · 고정하중+활하중+P.S긴장력 · 고정하중+활하중+건조수축 · 고정하중+활하중+건조수축+P.S긴장력 · 고정하중+활하중+P.S긴장력+지점침하

【노선, 공구별 하중조합 적용현황】

□ 바닥판 캔틸레버부(방호벽측)

노 선	공구	적용한 사용하중의 종류 및 조합	비 고
대전-당진	1	· 고정하중+활하중+충돌하중 · 고정하중+활하중+원심하중 (곡선교)	
	4	· 고정하중+활하중+충돌하중 · 고정하중+활하중+원심하중 (곡선교)	
	5	· 고정하중+풍하중+충돌하중 · 고정하중+활하중+원심하중 · 고정하중+충돌하중+원심하중	
	6	· 고정하중+활하중 +충돌하중 · 고정하중+활하중+충돌하중+원심하중 (곡선교)	
	8	· 고정하중+풍하중+충돌하중	
	9	· 고정하중+활하중+충돌하중 · 고정하중+활하중+충돌하중+원심하중 (곡선교)	
공주-서천	3-1	· 고정하중+활하중+충돌하중	
	5	· 고정하중+활하중+충돌하중 · 고정하중+활하중+충돌하중+원심하중 (곡선교)	
	6	· 고정하중+활하중+충돌하중	
	7	· 고정하중+활하중+충돌하중+풍하중	
기계-신항만	2-2	· 고정하중+충돌하중+풍하중	
부산-울산	5	· 고정하중+풍하중+충돌하중	

□ 바닥판 캔틸레버부(중분대측)

노 선	공구	적용한 사용하중의 종류 및 조합	비 고
대전-당진	5	· 고정하중+활하중+충돌하중 · 고정하중+활하중+원심하중 (곡선교)	
	8	· 고정하중+활하중+충돌하중	
부산-울산	5	· 고정하중+풍하중+충돌하중 · 고정하중+활하중+원심하중 · 고정하중+충돌하중+원심하중	

□ 바닥판 중앙지간부

노 선	공구	적용한 사용하중의 종류 및 조합	비 고
대전-당진	1	· 고정하중+활하중	
	5	· 고정하중+활하중	
	6	· 고정하중+활하중 +충돌하중	
	8	· 고정하중+활하중	
	9	· 고정하중+활하중 · 고정하중+활하중+원심하중 (곡선교)	
공주-서천	5	· 고정하중+활하중	
	6	· 고정하중+활하중	
	7	· 고정하중+활하중	
기계-신항만	2-2	· 고정하중+활하중	
부산-울산	5	· 고정하중+활하중	

□ 라멘교(슬래브)

노 선	공구	적용한 사용하중의 종류 및 조합	비 고
대전-당진	1	· 고정하중+활하중+토압+온도변화+지점침하	
	5	· 고정하중+활하중+토압+온도변화+건조수축+지점침하	
	8	· 고정하중+활하중+토압+온도변화+건조수축+지점침하	
	9	· 고정하중+활하중	
공주-서천	3-1	· 고정하중+활하중	
	5	· 고정하중+활하중+토압+온도변화+건조수축+지점침하	
	6	· 고정하중+활하중+토압+온도변화+건조수축+지점침하	
	7	· 고정하중+활하중+토압+온도변화+건조수축+지점침하	
부산-울산	5	· 고정하중+활하중+토압+온도변화+건조수축+지점침하	

□ 라멘교(벽체)

노 선	공구	적용한 사용하중의 종류 및 조합	비 고
대전-당진	1	· 고정하중+활하중+토압+온도변화+지점침하	
	5	· 고정하중+활하중+토압+온도변화+건조수축+지점침하	
	8	· 고정하중+활하중+토압+온도변화+건조수축+지점침하	
공주-서천	5	· 고정하중+토압+지진하중	
	6	· 고정하중+활하중+토압+온도변화+건조수축+지점침하	
	7	· 고정하중+활하중+토압+온도변화+지점침하	
부산-울산	5	· 고정하중+활하중+토압+온도변화+건조수축+지점침하	

□ 교각(코핑부)

노 선	공구	적용한 사용하중의 종류 및 조합	비 고
대전-당진	1	· 고정하중+활하중+풍하중 · 고정하중+활하중+충돌하중	
	5	· 고정하중+활하중 (켄틸레버부) · 고정하중+지진하중 (코핑 지점부) · 고정하중+활하중+풍하중+건조수축 (중앙부)	
	6	· 고정하중+활하중 +충돌하중+풍하중	
	8	· 고정하중+활하중+풍하중+온도변화+건조수축+지점침하	
	9	· 고정하중+활하중	
공주-서천	3-1	· 고정하중+활하중	
	5	· 고정하중+활하중+풍하중+온도변화+건조수축 · 고정하중+지진하중	
	7	· 고정하중+활하중+풍하중+온도변화+지진하중	
부산-울산	5	· 고정하중+활하중 (켄틸레버부) · 고정하중+활하중+풍하중+온도변화+건조수축	

□ PSC BOX단면

노 선	공구	적용한 사용하중의 종류 및 조합	비 고
대전-당진	1	· 고정하중+활하중+온도변화 · 고정하중+활하중+충돌하중 · 고정하중+활하중+충돌하중+온도변화 · 고정하중+활하중+P.S긴장력 · 고정하중+활하중+건조수축 · 고정하중+활하중+건조수축+P.S긴장력	
	5	· 고정하중+활하중+P.S긴장력+지점침하	
	6	· 고정하중+활하중+온도변화 · 고정하중+활하중+충돌하중 · 고정하중+활하중+충돌하중+온도변화 · 고정하중+활하중+P.S긴장력 · 고정하중+활하중+건조수축 · 고정하중+활하중+건조수축+P.S긴장력	

'별표3' 사례분석

【바닥판 주철근 조정시 검토】

구 분		사용철근량(㎠)		사용성검토 (조정시 균열폭㎜)		비 고
		당초	조정시	W	Wa	
우동3교	켄틸레버	H16@125	H13@125	0.153	0.268	O.K
	중앙부			0.140	0.168	O.K
우동4교	켄틸레버			0.369	0.268	N.G
	중앙부			0.127	0.168	O.K
우동5교	켄틸레버			0.355	0.268	N.G
	중앙부			0.134	0.168	O.K
노산교	켄틸레버			0.355	0.268	N.G
	중앙부			0.134	0.168	O.K
노산3교	켄틸레버			0.180	0.270	O.K
	중앙부			0.250	0.270	N.G (저항모멘트부족)

- 우동4교, 우동5교, 노산교는 균열의 허용치 초과로 주철근 축소 불가
- 노산3교는 단면의 저항모멘트 부족

공사비 비교

교량명:우동3교, 교량형식 : PSC 빔교, 폭 24.3m, 연장 4@30=120m

구 분	당 초	변 경	증(△)감	비 고
주철근 규격	H16	H13	-	
철근량(Ton)	71.6	45.6	△ 26.0	
철근 공사비(천원)	81,523	51,920	△ 29,603	▽ 10,133원/㎡

【라멘교 주철근 조정시 검토】

구 분		사용철근량(㎠)		사용성검토 (조정시 균열폭㎜)		비 고
		당초	조정시	W	Wa	
삼락교	벽체하단	H25@125	H25@150	0.346	0.337	N.G
	벽체상단	H29@125	H29@150	0.338	0.327	N.G
	슬라브중앙	H25@125	H25@150	0.369	0.268	N.G
예지교	벽체하단	H29@125	H29@150	0.408	0.327	N.G
	벽체상단	H25@125	H25@150	0.355	0.268	N.G
	슬라브중앙	H22@125	H22@150	0.304	0.254	N.G
예지육교	벽체하단	H25@125	H25@150	0.341	0.337	N.G
	벽체상단	H29@125	H29@150	0.328	0.327	N.G
	슬라브중앙	H29@125	H25@150	0.292	0.237	N.G

* 상기 표 중 바닥판의 '예'는 사용하중으로 고정하중+충돌하중을 적용한 설계의 "예"이며,
라멘교의 '예'는 사용하중으로 고정하중+토압+활하중+온도+건조수축+지점이동,
고정하중+토압+활하중+온도+지점이동,
고정하중+토압+지진의 영향을 고려한 '예'임.

감 사
21680호

★◉기안	과 장	부 장	처 장	본부장	부사장	사 장
오대석	김재A	기정호	이동희	전결		
협 조	도로연구소장 :		기술심사실장 :			

강관말뚝 두부보강 설계도서 표기 방안

2002. 10.

문서번호	설계구10201-540
보존기간	10년
결재일자	2002. 10. 21.

부 장 협 조	
설계기준부장	박성일
도로설계부장	김규태

한국도로공사
KOREA
HIGHWAY
CORPORATION

目　　次

1. 검　토　목　적

2. 검　토　내　용

3. 검　토　의　견

4. 적　용　방　안

붙　임 :　강관말뚝 머리보강공법 공사시방서(안)

1. 검토목적

- 강관말뚝 두부보강방법은 다양한 방법이 개발되어 있으므로 구조적으로 안정적인 공법을 현장 여건에 따라 자유롭게 선정할 수 있는 기틀 마련
- 특정업체 공법 또는 제품의 도면표기로 인한 업계 민원해소

※ 관련근거(건설교통부 기준58830-146('97. 3. 27))

- 계약의 목적을 달성하기가 곤란한 특별한 경우를 제외하고는 공사시방서에 특정업체의 생산품 및 상표 또는 제조공정을 명시하지 않기 바람.

2. 검토내용

설계관련 도서	현 행	제 1 안	제 2 안	비고
표준도	속채움식, 볼트식 공법제시	두부보강관련 모든 도면 삭제	신기술 및 특허 취득한 모든 공법의 도면 제시	
구조물도	상세도면 제시	두부보강 도면 삭제	설계시 적용한 도면을 제시하고, "본 도면은 여러 두부보강 공법중 하나를 제시한 것으로 현장의 여건에 맞는 공법을 선정하여 적용한다." 라는 주석 삽입	
일반보고서	없 음	좌 동	좌 동	
공사시방서	없 음	공통사항만 기술 (붙임 참조)	표준도에 제시된 각 공법에 대한 시방기준을 모두 제시	
설계예산서	규격에 채움식 또는 볼트식으로 명기	규격에 채움식 및 볼트식 등의 명기 삭제	좌 동	
단가설명서	채움식 또는 볼트식으로 명기	채움식 또는 볼트식 명기 삭제	좌 동	
단가산출서	채움식 또는 볼트식으로 명기하고 각 공법의 세부 산출내역 명기	세부 내역 제시 안함 (총액만 제시)	현행과 동일 적용	

3. 검토의견

- 현재 강관말뚝 두부보강 방법은 건설신기술 및 특허 등으로 지정된 기술이 다수 있을뿐 아니라 계속 개발중에 있어 구조적으로 안정성이 확보된 제품에 대하여 시공자가 적의선정토록하여 관련 업체의 마찰 및 민원해소가 바람직함

4. 적용방안

- 모든 설계도서에 특정제품 명기를 삭제하는 1안으로 적용하되, 표준도는 '02년말 기준으로 타공종과 병행하여 정비(삭제) 조치
- 구조물도 등은 금번 방침 이후 설계 준공노선부터 적용

붙　　임 :　강관말뚝 머리보강공법 공사시방서(안)

붙임 : 강관말뚝 머리보강공법 공사시방서(안)

1. 일반사항

1.1 강관말뚝 머리보강 공법의 선정

강관말뚝 머리보강 공법은 도로교 설계기준, 건설 신기술을 획득 또는 연구 및 시공결과 등 객관적으로 안정성이 확보된 공법중 현장의 여건을 고려하여 적합한 공법을 선정하여야한다.

1.2 적용범위

본 시방은 다양한 강관말뚝 머리보강 공법중 일반적인 사항을 기술한 것으로 각 공법의 특이한 사항은 관련 규정을 참조한다.

1.3 참조규격

KSD 3503 일반구조용 압연강재

KSD 3504 철근콘크리트용 봉강 (이형봉강 SD30, SD35, SD40)

1.4 참조자료

고속도로 전문시방서('00 한국도로공사, 토목편)의 14-12 구조용강재, 14-13 리벳 및 14-14 고장력 볼트 및 도로교 설계기준을 참조한다.

2. 재 료

2.1 강 재

강관말뚝 머리보강 방법에 사용되는 강재의 재질은 SS400으로서 KSD 3503(일반구조용 압연강재)에 규정한 재료 또는 동등이상의 구조적 성능이 발휘될 수 있는 재질로 한다.

2.2 철 근

머리보강에 사용하는 철근의 재질은 KSD 3504(철근 콘크리트용 봉강) 또는 동등이상의 구조적 기능이 발휘될 수 있는 것이어야 한다.

3. 안정성 검토

3.1 일반 사항

강관말뚝의 두부보강 안정성 검토는 상시 및 지진시로 구분하여 말뚝머리에 작용하는 압입력, 인발력, 수평력 및 모멘트에 저항할 수 있도록 허용응력 설계법에 의하여 검토하여야 하며, 강도설계법에 의하여 확대기초 콘크리트의 수직 지압응력에 대하여 검토하여야 한다.

3.2 세부 검토사항

강관말뚝의 각 공법별로 형식이 다양하게 나타나므로 각형식에 적합한 세부구조에 대한 안정성을 검토하여야 한다.

4. 품질관리

4.1 용접부

4.1.1 열연 압연강관 재료로서 산화녹, 그외 오물등이 없어야 한다.

4.1.2. 용접방식은 Fillet 용접 또는 동등이상의 부착력이 발휘될 수 있는 용접을 시행한다.

4.1.3 용접부 전부분의 용접 스케일 및 스패터가 깨끗이 제거되어야 한다.

4.1.4 기계 가공면이 요철없이 깨끗하여야 한다.

4.1.5 기타 용접에 관한 사항은 도로교 설계기준을 따른다.

4.2 볼트

볼트를 사용시에는 토크렌치 게이지를 이용하여 충분한 결합력이 발휘되는지를 확인한다.

5. 시공시 주의사항

5.1 말뚝의 머리부에는 토사 등 오물질이 부착되지 않도록 하여야 한다.

5.2 보강철근 길이가 확대기초 콘크리트의 두께보다 큰 경우에는 보강철근을 표준갈고리로 구부려서 확대기초 콘크리트에 정착하여야 한다.

5.3 띠철근의 간격은 150mm 이어야 한다.

감 사
21680호

★◉기안	과 장	부 장	처 장	본부장	부사장	사 장
오대석	김재A	기정호	이동희	전결		
협 조	도로연구소장 :		기술심사실장 :			

강관말뚝 두부보강 설계도서 표기 방안

2002. 10.

문서번호	설계구10201-540
보존기간	10년
결재일자	2002. 10. 21.

부 장 협 조	
설계기준부장	박성일
도로설계부장	김규태

한국도로공사
KOREA
HIGHWAY
CORPORATION

目　　次

1. 검　토　목　적

2. 검　토　내　용

3. 검　토　의　견

4. 적　용　방　안

붙　임 :　강관말뚝 머리보강공법 공사시방서(안)

1. 검토목적

- 강관말뚝 두부보강방법은 다양한 방법이 개발되어 있으므로 구조적으로 안정적인 공법을 현장 여건에 따라 자유롭게 선정할 수 있는 기틀 마련
- 특정업체 공법 또는 제품의 도면표기로 인한 업계 민원해소

※ 관련근거(건설교통부 기준58830-146('97. 3. 27))

- 계약의 목적을 달성하기가 곤란한 특별한 경우를 제외하고는 공사시방서에 특정업체의 생산품 및 상표 또는 제조공정을 명시하지 않기 바람.

2. 검토내용

설계관련 도서	현 행	제 1 안	제 2 안	비고
표준도	속채움식, 볼트식 공법제시	두부보강관련 모든 도면 삭제	신기술 및 특허 취득한 모든 공법의 도면 제시	
구조물도	상세도면 제시	두부보강 도면 삭제	설계시 적용한 도면을 제시하고, "본 도면은 여러 두부보강 공법중 하나를 제시한 것으로 현장의 여건에 맞는 공법을 선정하여 적용한다." 라는 주석 삽입	
일반보고서	없 음	좌 동	좌 동	
공사시방서	없 음	공통사항만 기술 (붙임 참조)	표준도에 제시된 각 공법에 대한 시방기준을 모두 제시	
설계예산서	규격에 채움식 또는 볼트식으로 명기	규격에 채움식 및 볼트식 등의 명기 삭제	좌 동	
단가설명서	채움식 또는 볼트식으로 명기	채움식 또는 볼트식 명기 삭제	좌 동	
단가산출서	채움식 또는 볼트식으로 명기하고 각 공법의 세부 산출내역 명기	세부 내역 제시 안함 (총액만 제시)	현행과 동일 적용	

3. 검토의견

- 현재 강관말뚝 두부보강 방법은 건설신기술 및 특허 등으로 지정된 기술이 다수 있을뿐 아니라 계속 개발중에 있어 구조적으로 안정성이 확보된 제품에 대하여 시공자가 적의선정토록하여 관련 업체의 마찰 및 민원해소가 바람직함

4. 적용방안

- 모든 설계도서에 특정제품 명기를 삭제하는 1안으로 적용하되, 표준도는 '02년말 기준으로 타공종과 병행하여 정비(삭제) 조치
- 구조물도 등은 금번 방침 이후 설계 준공노선부터 적용

붙　　임 :　강관말뚝 머리보강공법 공사시방서(안)

붙임 : 강관말뚝 머리보강공법 공사시방서(안)

1. 일반사항

1.1 강관말뚝 머리보강 공법의 선정

강관말뚝 머리보강 공법은 도로교 설계기준, 건설 신기술을 획득 또는 연구 및 시공결과 등 객관적으로 안정성이 확보된 공법중 현장의 여건을 고려하여 적합한 공법을 선정하여야한다.

1.2 적용범위

본 시방은 다양한 강관말뚝 머리보강 공법중 일반적인 사항을 기술한 것으로 각 공법의 특이한 사항은 관련 규정을 참조한다.

1.3 참조규격

KSD 3503 일반구조용 압연강재

KSD 3504 철근콘크리트용 봉강 (이형봉강 SD30, SD35, SD40)

1.4 참조자료

고속도로 전문시방서('00 한국도로공사, 토목편)의 14-12 구조용강재, 14-13 리벳 및 14-14 고장력 볼트 및 도로교 설계기준을 참조한다.

2. 재 료

2.1 강 재

강관말뚝 머리보강 방법에 사용되는 강재의 재질은 SS400으로서 KSD 3503(일반구조용 압연강재)에 규정한 재료 또는 동등이상의 구조적 성능이 발휘될 수 있는 재질로 한다.

2.2 철 근

머리보강에 사용하는 철근의 재질은 KSD 3504(철근 콘크리트용 봉강) 또는 동등이상의 구조적 기능이 발휘될 수 있는 것이어야 한다.

3. 안정성 검토

3.1 일반 사항

강관말뚝의 두부보강 안정성 검토는 상시 및 지진시로 구분하여 말뚝머리에 작용하는 압입력, 인발력, 수평력 및 모멘트에 저항할 수 있도록 허용응력 설계법에 의하여 검토하여야 하며, 강도설계법에 의하여 확대기초 콘크리트의 수직 지압응력에 대하여 검토하여야 한다.

3.2 세부 검토사항

강관말뚝의 각 공법별로 형식이 다양하게 나타나므로 각형식에 적합한 세부구조에 대한 안정성을 검토하여야 한다.

4. 품질관리

4.1 용접부

4.1.1 열연 압연강관 재료로서 산화녹, 그외 오물등이 없어야 한다.

4.1.2. 용접방식은 Fillet 용접 또는 동등이상의 부착력이 발휘될 수 있는 용접을 시행한다.

4.1.3 용접부 전부분의 용접 스케일 및 스패터가 깨끗이 제거되어야 한다.

4.1.4 기계 가공면이 요철없이 깨끗하여야 한다.

4.1.5 기타 용접에 관한 사항은 도로교 설계기준을 따른다.

4.2 볼트

볼트를 사용시에는 토크렌치 게이지를 이용하여 충분한 결합력이 발휘되는지를 확인한다.

5. 시공시 주의사항

5.1 말뚝의 머리부에는 토사 등 오물질이 부착되지 않도록 하여야 한다.

5.2 보강철근 길이가 확대기초 콘크리트의 두께보다 큰 경우에는 보강철근을 표준갈고리로 구부려서 확대기초 콘크리트에 정착하여야 한다.

5.3 띠철근의 간격은 150mm 이어야 한다.

2-31 Steel Box Girder교 받침 배치방법 검토

방 첨
설 계 구
13201-649
('02.11.26)

1. 검토 목적

S/T. Box Girder교의 받침 배치방법인 Box당 2받침 형식과 Box당 1받침 형식에 대한 특성과 장단점을 비교 검토하여 합리적인 적용기준을 수립코자 함.

2. 검토범위 및 비교 대상

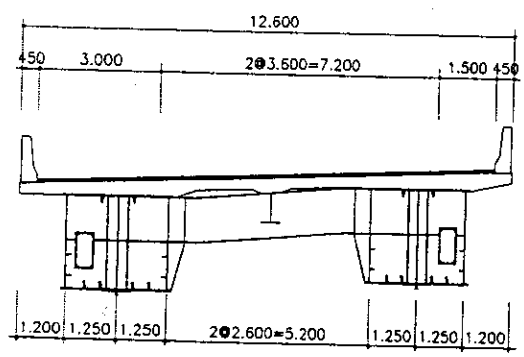
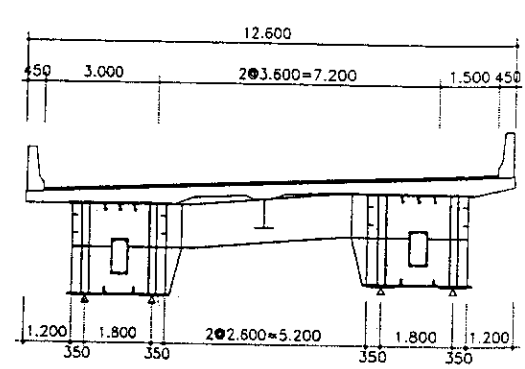
가. 검토범위

-교량 조건별로 1-받침 형식과 2-받침 형식에 대하여 다음사항을 비교검토

- ○ 교량받침의 수직 및 수평반력에 대한 용량
- ○ 코핑부 소요제원
- ○ 받침과 코핑을 고려한 경제성

나. 비교 대상 교량(예)

- ○ 경간구성 : 표준지간이 각각 40, 45, 50m의 3경간 연속교
- ○ 폭원구성 : B=12.60m 2차로 (2-Box, 1-Stringer 배치)
- ○ 사 각 : 사각 θ=90°, 80°, 70°, 60° 별 비교
- ○ 곡 선 교 : 곡률반경 R=∞, 250m, 500m, 750m 별 비교
- ○ 단면도

1-받침 형식	2-받침 형식
	

3. 세부 검토결과

가. 교량조건에 따른 받침 소요용량 검토(붙임 #1 참조)

1) 직교에 대한 지간별 받침 소요용량(사각 θ = 90°, 곡선반경 R=∞)

(단위 : tonf)

구 분		L = 50 m			L = 45 m			L = 40 m			비 고
		수직 반력	수평 반력	적용	수직 반력	수평 반력	적용	수직 반력	수평 반력	적용	
연속부	1-받침	707	225	**800**	648	220	**700**	575	199	**600**	1-받침과 2-받침의 단순비교를 위한 동일 위치에서의 값임.
	2-받침	398/363	181/72	**400/400**	367/329	179/70	**400/350**	326/286	160/62	**350/300**	
단 부	1-받침	263	37	**300**	240	37	**250**	222	36	**250**	
	2-받침	177/151	43	**200/160**	164/135	40	**200/160**	155/121	40	**200/130**	

○ 직교에 대한 지간별 받침 소요용량 분석결과

- 연속부에서는 2-받침과 1-받침간의 Box당 받침용량 차이가 미미하고
- **단부**에서는 지간이 작을수록 **1-받침 용량이 작게 나타남.**

2) 사각조건에 따른 받침 소요용량(지간장 L = 50 m, 곡선반경 R=∞)

(단위 : tonf)

구 분		θ = 90°			θ = 80°			θ = 70°			θ = 60°		
		수직 반력	수평 반력	적용	수직 반력	수평 반력	적용	수직 반력	수평 반력	적용	수직 반력	수평 반력	적용
연속부	1-받침	707	225	**800**	725	252	**800**	741	268	**800**	760	272	**800**
	2-받침	398/363	181/72	**400/400**	419/351	169/110	**450/400**	454/334	139/128	**500/350**	510/297	113/135	**550/300**
단 부	1-받침	263	37	**300**	240	37	**250**	222	36	**250**	207	35	**250**
	2-받침	177/151	43	**200/160**	220/101	43	**250/130**	256/64 (-36)*	40	**300/100**	293/30 (-73)*	38	**300/100**

* 괄호내 (-)값은 교좌받침에 발생하는 부반력 값임.

○사각조건에 따른 받침 소요용량 분석결과

- 2-받침 형식은 단부에서 사각이 작아짐에 따라 양쪽 받침간에 반력값의 차이가 커져서 동일 지점에서의 교좌장치 용량차이가 커지고,
- 특히 사각이 70° 미만이 되면 **단부에서는 부반력이 발생**하므로 이 경우에는 **1-받침 형식이 타당함.**

3)곡선반경에 따른 받침 소요용량 (지간장 L = 50 m, 사각 θ = 90°)

(단위 : tonf)

구 분		R = ∞			R = 750 m			R = 500 m			R = 250 m		
		수직 반력	수평 반력	적용	수직 반력	수평 반력	적용	수직 반력	수평 반력	적용	수직 반력	수평 반력	적용
연속부	1-받침	707	225	**800**	689	236	**700**	689	237	**700**	689	238	700
	2-받침	398/363	181/72	**400/400**	406/339	184/84	**450/350**	410/336	187/89	**450/350**	419/333	189/104	450/350
단 부	1-받침	263	36	**300**	266	38	**300**	270	38	**300**	285	40	300
	2-받침	177/151	43	**200/160**	178/150	45	**200/160**	180/147	46	**200/160**	214/117 (-25)*	46	250/130

* 괄호내 (-)값은 교량받침에 발생하는 부반력 값임.

○곡선반경에 따른 받침 소요용량 분석결과

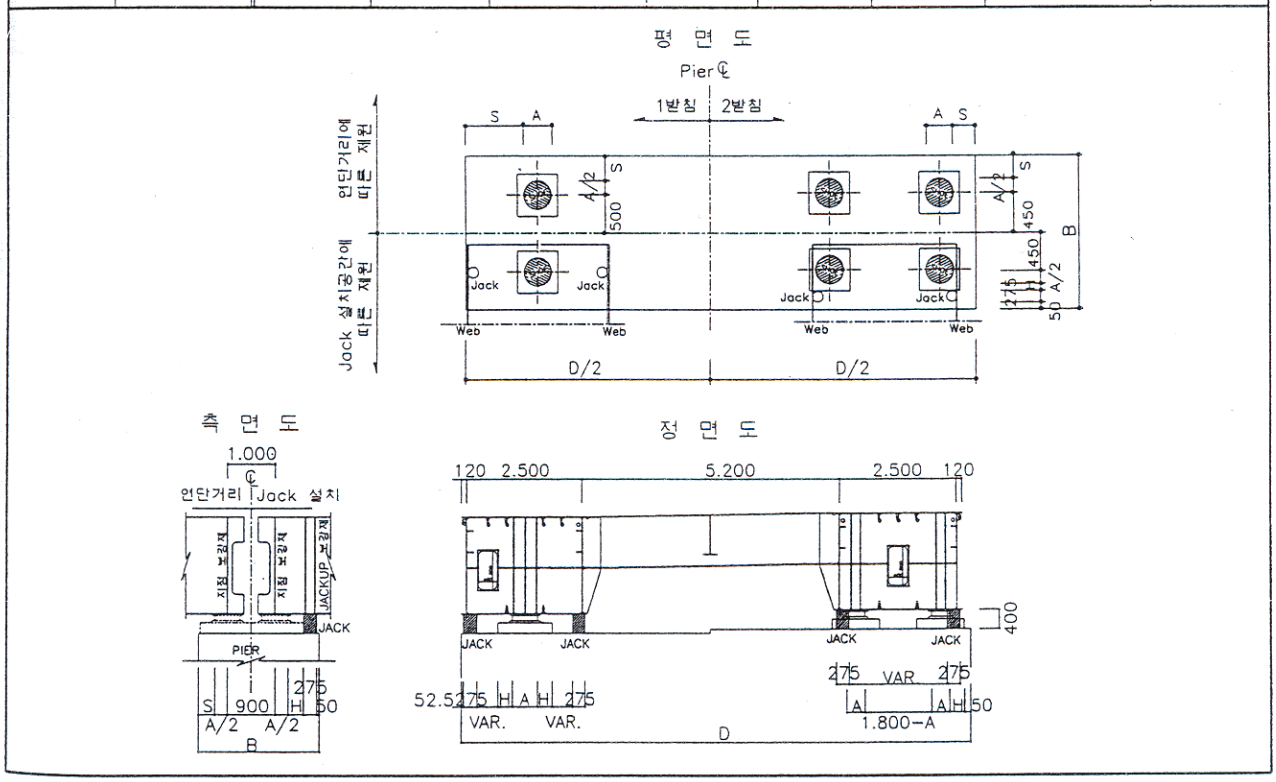
- 곡선교에서 **1-받침의 경우는 평면곡선반경 R값의 영향이 작으며,**
- **2-받침의 경우는 R이 작아짐에 따라 받침간 반력값의 차이가 증가**하고 소요 용량이 증가하며,
- 특히, R=250m 이하가 되면 **단부에서는 부반력이 발생**하므로 **1-받침 형식이 타당함.**

나. 코핑부 소요제원 검토 (붙임 #2 참조)

○ 코핑부의 크기는 상부폭원, 교각규격, 연단거리, 최소받침 지지길이 및 유지관리용 Jack 설치공간 등에 의해서 결정.

○ 코핑부 최소 필요규격 (단위 : m)

구 분		1 - 받침				2 - 받침			
		받침폭 (A)	연단거리 (S)	적 용		받침폭 (A)	연단거리 (S)	적 용	
직선교	L=50m	0.440	0.450	B = 2.240 D = 10.440	A = 23.39	0.390	0.450	B = 2.500 D = 10.440	A = 26.10
	L=45m	0.430	0.425	B = 2.180 D = 10.440	A = 22.76	0.390	0.425	B = 2.500 D = 10.440	A = 26.10
	L=40m	0.430	0.400	B = 2.150 D = 10.440	A = 22.45	0.390	0.400	B = 2.500 D = 10.440	A = 26.10
사 교	θ =80°	0.470	0.450	B = 2.270 D = 10.601	A = 24.06	0.430	0.450	B = 2.500 D = 10.601	A = 26.50
	θ =70°	0.470	0.450	B = 2.270 D = 11.110	A = 25.22	0.440	0.450	B = 2.500 D = 11.142	A = 27.86
	θ =60°	0.510	0.450	B = 2.310 D = 12.055	A = 27.85	0.440	0.450	B = 2.517 D = 12.321	A = 31.01



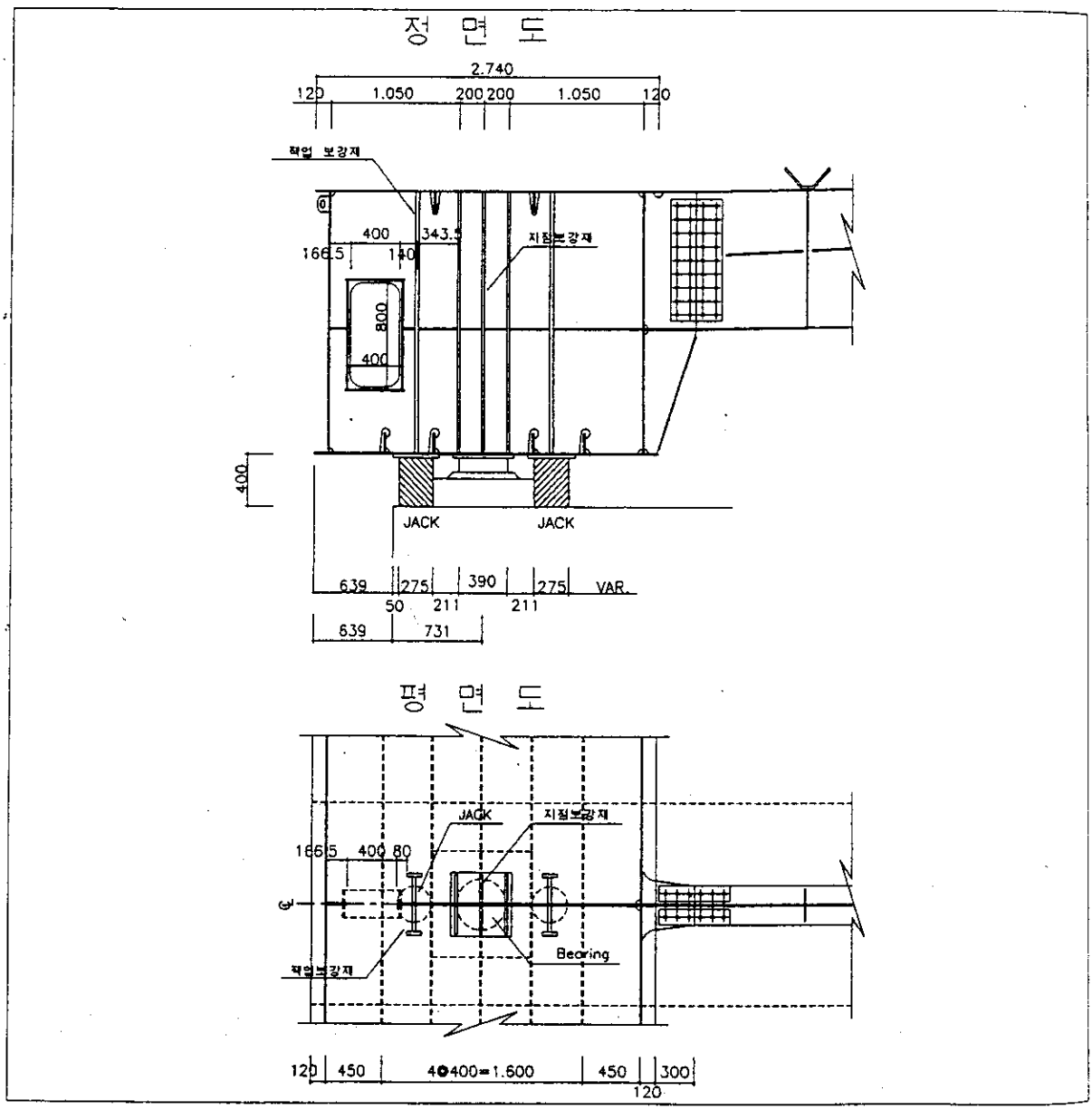
○ 코핑부의 **최소폭(B)은 1-받침에서는 연단거리, 2-받침에서는 Jack-Up 보강재의 위치에 주로 지배됨.**

○코핑부 최소넓이(D)는 1-받침에서는 강박스 외측간의 폭에 의해 결정되고, 2-받침에서는 받침콘크리트 블록 크기에 의하여 결정되고 있음.

○코핑크기 검토결과 **코핑부 소요폭(B)은 1-받침이 2-받침의 경우보다 다소 작게 할 수 있으며 최소넓이(D)는 차이가 미미함.**

다. 코핑크기에 제약이 있는 경우

○교량의 하부여건 등에 따라 코핑부 축소가 필요한 경우에는 아래 그림과 같이 **1-받침을 사용하는 것이 유리**함.



라. 경제성 분석 (붙임 #3 참조)

○ 코핑부 크기 및 교량받침 규격에 따른 공사비 비교

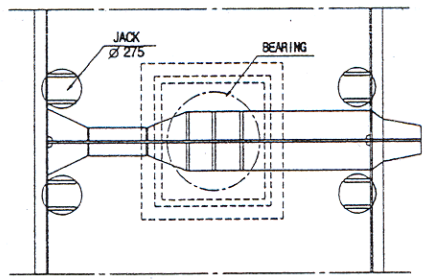
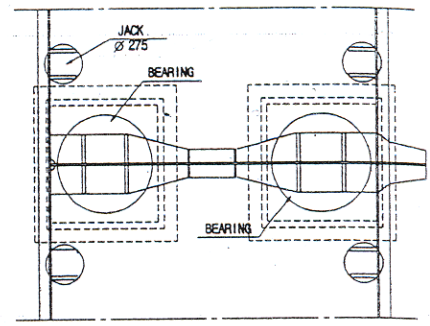
구 분		1-받침		2-받침		비율 (%)	비 고
		수 량	공사비 (천원)	수 량	공사비 (천원)		
직 교	교량받침(EA)	8	42,445	16	46,411	1.09	L= 50 m θ =90° R=∞
	코핑부(m^3) (con'c+철근)	105.3	31,218	117.5	34,842	1.11	
	합 계	-	73,663	-	81,253	1.10	
사 교	교량받침(EA)	8	42,634	16	49,612	1.16	θ =70° L=50m R=∞
	코핑부(m^3) (con'c+철근)	113.2	33,577	125.0	37,080	1.10	
	합 계	-	76,211	-	86,692	1.14	
곡선교	교량받침(EA)	8	39,774	16	47,950	1.20	R=500m L=50m θ =90°
	코핑부(m^3) (con'c+철근)	106.7	31,637	117.5	34,842	1.10	
	합 계	-	71,411	-	82,792	1.16	

* 비율 = 2받침/1받침

○ 교량받침과 코핑부 공사비 분석결과 **직교에서는 10%, 사교에서는 14%, 곡선교에서는 16%** 정도 1-받침이 **저렴**한 것으로 분석되었으나 교량 전체 공사비에 비하면 공사비 감소가 미미한 수준임.

○ **사교**에서는 사각의 영향이 커질수록 **곡선교**에서는 곡선반경이 작을 수록 **1-받침 형식이 유리**한 것으로 분석됨.

마. 받침형식에 대한 비교검토

항 목	1-받침 형식	2-받침 형식
평 면 도		
구조적인 특 성	• 상부반력이 받침에 그대로 전달되어 힘의 흐름이 단순·명확함 • 주형의 비틀림 모멘트를 가로보가 부담하므로 가로보의 충분한 강성 필요 • 반력 집중으로 받침규모 증가	• 받침간 이격에 따른 비틀림의 영향으로 상부 반력이 2개 받침간에 서로 상이함 • 주형의 비틀림모멘트 영향으로 일부 사교와 곡선교에서는 부반력이 발생함
장 단 점	• 경제성 다소 양호(받침, 코핑) • 유지관리 유리 - 받침갯수 1EA - Jack 설치공간 여유 • 코핑크기 제약이 있을시 유리 • 가설시 주형의 전도 우려 - 임시받침(고정목) 설치필요 • 시각적으로 다소 불안정	• 가설시 주형의 전도에 대한 우려가 없음 • 시공성 양호 • 시각적으로 안정 • 경제성 상대적으로 불리 • 유지관리 다소 불리 - 받침갯수 2EA - Jack 설치공간 협소
검토의견	• **직교의 경우** 1-받침 형식이 경제적으로 다소 유리(10%)하나 가설시의 안정성과 시공성 등을 고려할 때 일반적으로 **2-받침 형식이 바람직**하나 코핑크기 제약 등 여건에 따라 1-받침 형식도 적용 가능함. • 부반력이 발생되는 **사교와 곡선교의 경우**에는 경제적인 면과 구조적인 면에서도 **1-받침 형식이 유리**한 것으로 판단됨.	

4. 검토 결론

○ **직교**의 경우에는 **BOX당 2-받침 형식**을 일반적으로 적용하되 코핑크기 제약 등 여건에 따라 **1-받침 형식 적용 가능.**

○ 곡선교 , 사교에서 **부반력이 발생되는** 경우는 BOX당 **1-받침 형식** 적용

5. 적용방안

○ '03. 1월 이후 설계완료 노선부터 적용

2-32 배수형 교량 신축이음장치 개선 검토

방 침
기 술 의
10410-183
('02.11.29)

1. 개 요

현행 교량신축이음장치는(강 Finger형 제외) 단부 일체식으로 상향굴곡시 비배수개념의 형태로서, 교량 바닥판 배수효율과 교량신축이음부 이물질 적 등으로 인한 내구성과 기능저하 문제가 발생되므로, 이를 해소할 수 는 배수개념형태의 신축이음장치를 검토코자함

★ 추진배경 : 공사완료노선 현장답사결과보고(기술의 13402-156, '01. 12. 19)

신축이음장치 단부에 구멍을 내고 Slab의 하부에 배수홈통 설치

2. 관련기준

가. 우리공사 설계기준

○ 교량신축이음장치 누수방지 방안 검토【설계삼 16210-522('97. 10. 18)】

- 고무판 형식 신축이음장치는 방수효과가 우수한 일체시공형 제품 사용
- 교량신축이음장치 물받이는 Finger형에 한하여 설치
- 교량신축이음장치 단부는 일체식 제품으로 시공
- 교량 신축이음 장치와 연결되는 난간 중분대 덮개 설치

나. 시방기준

○ 도로교 설계기준(2000)

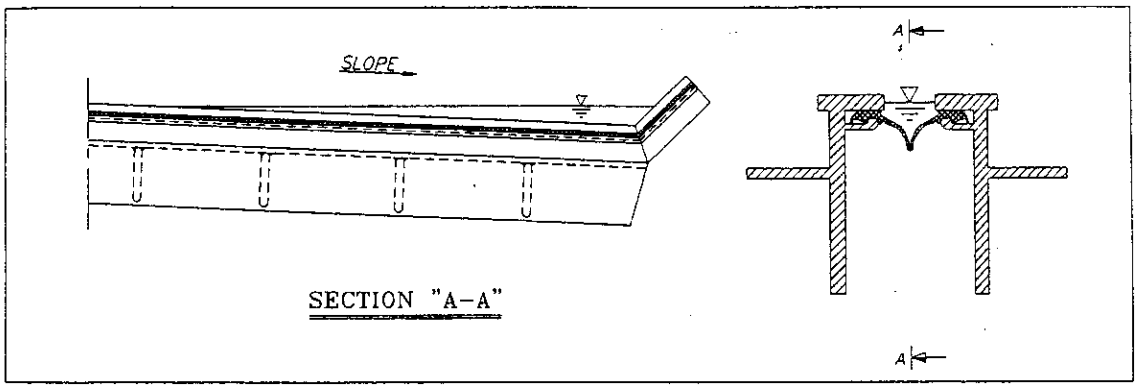
- 〈2.4.1 신축이음〉 신축이음은 설치하는 도로의 성격, 교량의 형식, 사용 신축량을 기본으로 하여 전체적인 내구성, 평탄성, 배수성과 수밀성, 시공성, 보수성 및 경제성 등을 고려하여 정한다.

○ 도로교 표준시방서('96)

- 〈5.2 교량의 신축이음〉 모든 신축이음 봉함재는 신축이음 장치로부터 이물질과 물의 침투를 방지하여야 한다.
- 〈5.2.5.1 설치 일반사항〉 설치후 그리고 최종 승인전에 바닥신축이음은 기술자의 입회하에 신축이음을 통한 누수여부 시험을 실시하여야 한다. 신축이음 봉함재에서의 누수는 불합격의 원인이 된다.

3. 현행 설계기준 적용 개요 및 문제점

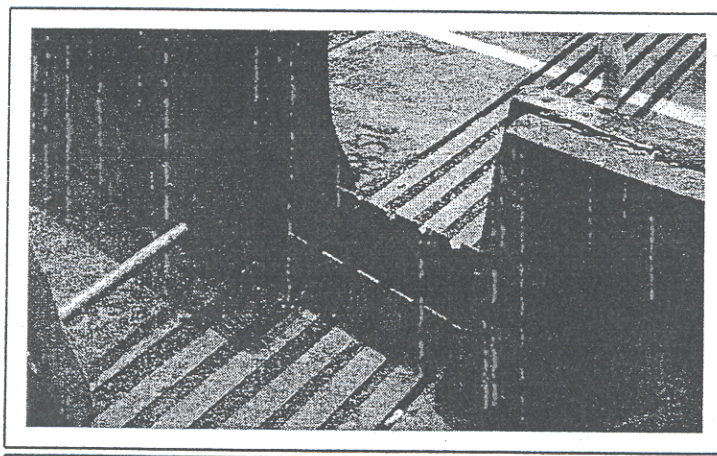
○ 현행 설계기준 개요도

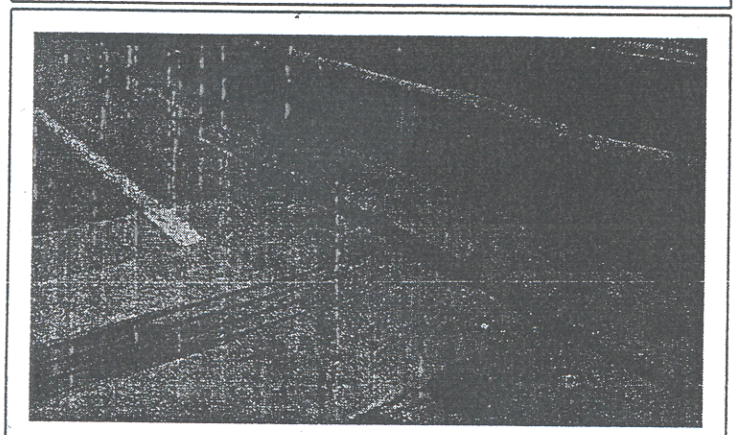


- 고무판 형식의 경우 교량 신축을 흡수하는 길이방향의 "V"자형의 홈에 이물질 퇴적
- 강재형식의 경우 고무 Seal에 이물질 퇴적
- 강Finger형의 경우 『교량신축이음 장치 적용형식 검토(구조계 11107-19, '01. 7. 11)』에 따른 개선형태의 물받이 설치

※ 시방규정 등에 교량 신축이음장치의 누수문제는 봉함부위에 대한 것으로서 신축이음장치 자체에 대한 비배수의 완전 방수 개념이 아님

☞ **문제점(비배수 형태의 신축이음장치)**





○ 우수와 이물질 퇴적으로 인한 고무 및 강재 부식우려

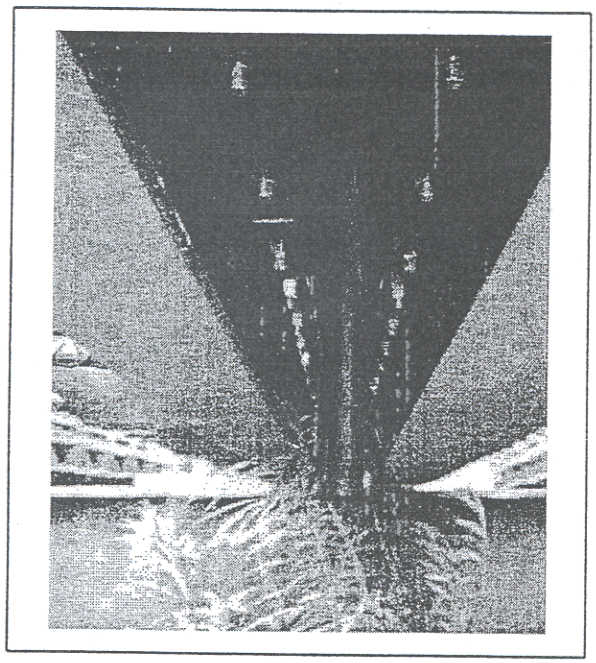
○ 신축을 흡수하는 부위에 토사 등 비 압축성 물질 퇴적으로 인한 신축 제한

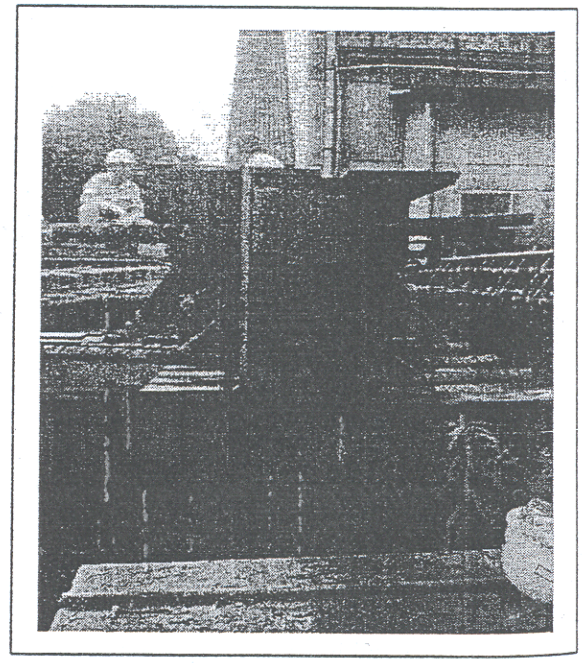
○ 동절기 결빙에 의한 신축이음장치 손상우려

○ 미관불량 및 적극적인 유지관리 필요

○ 물고임 및 이물질 퇴적 등에 대한 처리 지침이 없어 각 현장별 자체적으로 처리함으로써 시공상태가 조잡하고 설치 형태의 일관성이 결여되어 기준제시 필요

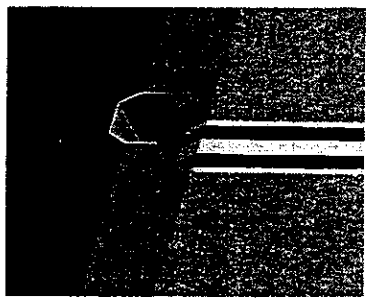
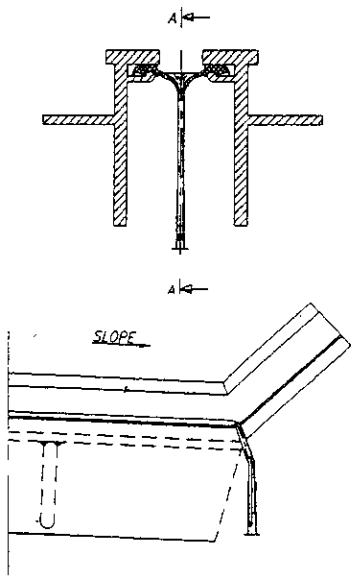
○ 외국 조사사례





【일본 : 조인트 하단부 전경】

4. 개선방안 검토(안)

구분	제1안	제2안	제3안
개요	-배수개념 -단부일체식 하향굴곡 -단부에 배수시설 설치	- 비배수 개념 - 단부 일체식 상향 굴곡 - 고무씰("V"자 홈)에 배수홀 설치	- 비배수 개념 - 단부 일체식 상향굴곡 - 고무씰("V"자 홈) 형상 개선
단면			
경제성	224,250원/ 개소	150,000원/ 개소	97,500원/ 개소
장·단점	- 공장제작으로 현행 시공 방법과 동일 - 이물질 퇴적우려 낮음 - 퇴적물 청소 및 유지관리 용이 - 교량 바닥판 배수 기능에 효과적	- 좌동 - 이물질 퇴적우려가 보통이나 배수홀 막힘 등 누수 및 하자요인 상존	- 좌동 - 이물질은 퇴적되나 퇴적량이 적음 - 퇴적물 청소 및 유지관리 곤란 - 고무씰 손상우려 높음
적용	○		

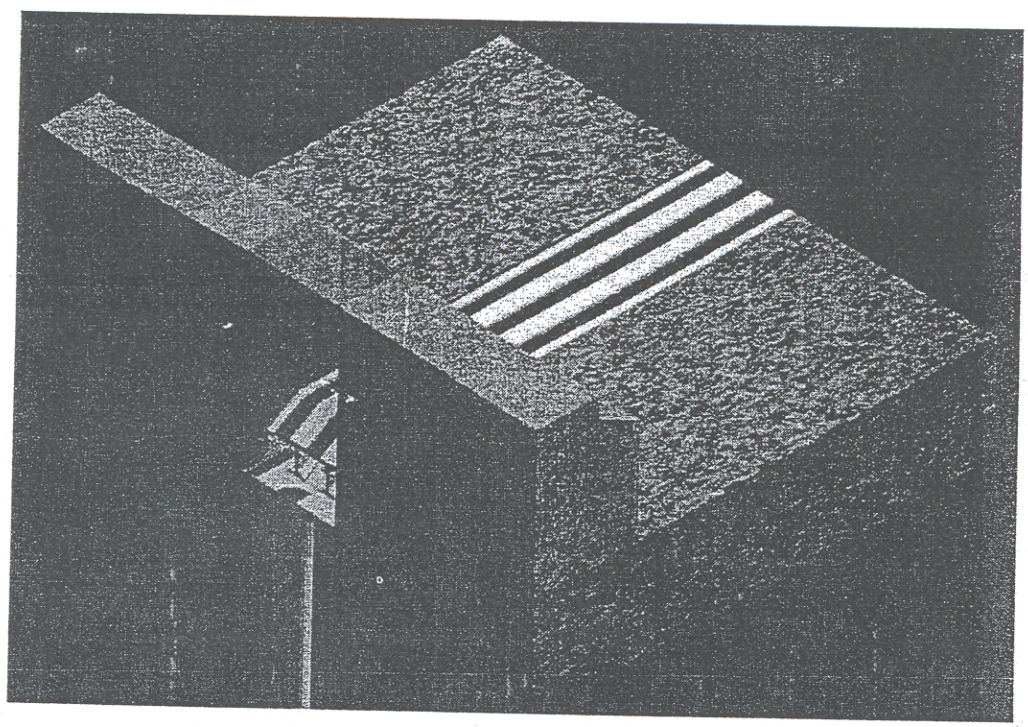
5. 검토의견

○ 교량신축이음은 교량의 신축에 따른 이동량을 수렴하는 장치로서 교량 내구성과 교통 공용성에 있어 중요한 교량부속 시설이나, 현행 폐합형태의 비배수 신축이음장치는 신축량을 흡수하는 요철부에 비압축성 이물질 퇴적으로 교량신축 제약 및 손상 우려가 높음

○ 따라서, 관련시방규정 등의 수밀성에 대한 부분이 교량신축이음장치 자체의 비배수 와 방수기능을 요구하는 것이 아니고 봉함재에 대한 방수를 강조하는 것이므로,

○ 기존 교량신축이음장치의 재질 변화없이 단부를 하향 굴곡시킨 형태로 개선하여 능동적 배수와 이물질 퇴적 가능성이 낮은 배수형 교량신축이음장치를 적용하는 것이 타당할 것으로 판단됨.

【 배수형 교량 신축이음장치 개요도 】



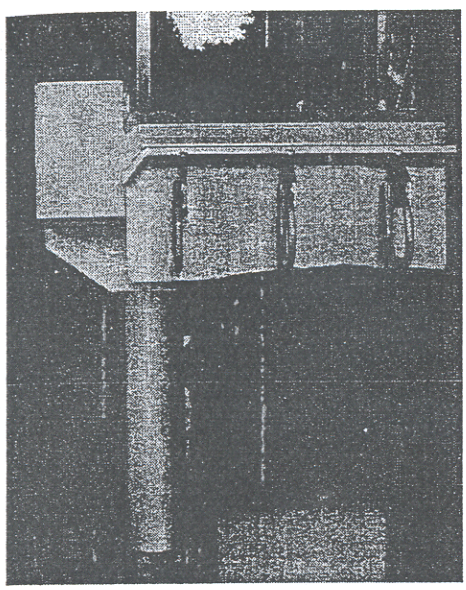
○ 적용방안 : 교량 바닥판 배수처리의 필요성이 크고 이물질 퇴적우려가 높으며 신축량이 큰 교량 등에 대하여 공사시행 및 주관부서에서 현장여건 등에 따라 적용

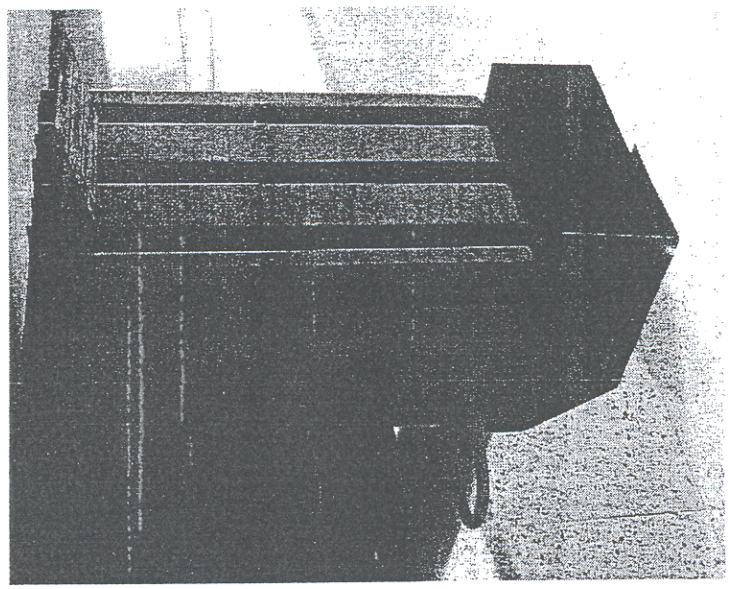
6. 향후 추진계획

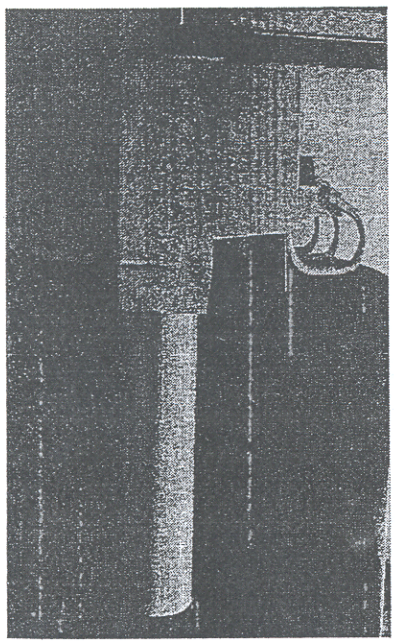
○ 국내 신축이음장치 제작업체에 검토(안) 도면 배포

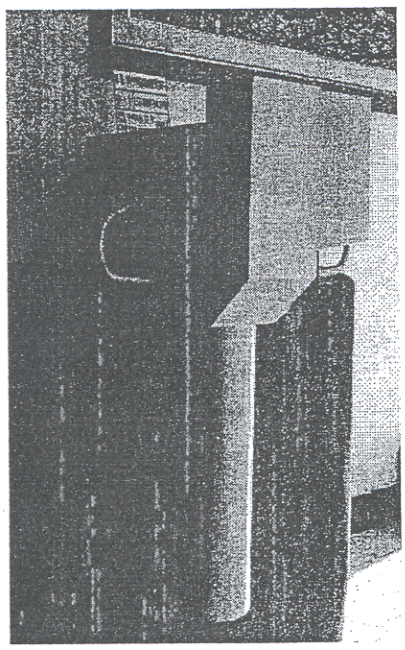
○ 시제품 전시 및 추가 보완사항 수렴조치

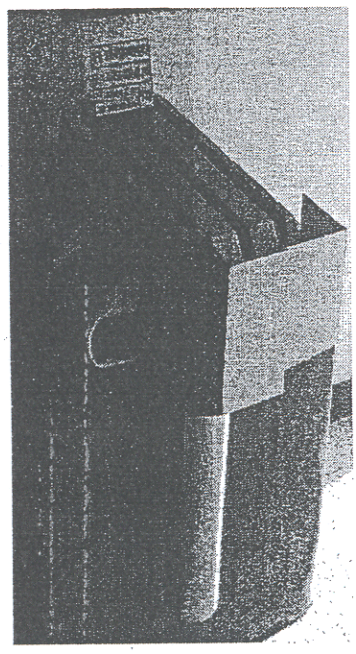
【 개선 형태의 실물 제작품 】











감 사

★◉ 기안자	부 장	처 장	본부장	부사장	사 장

문서번호	설계구13201-
보존기간	10년
결재일자	2002. 12.
공개여부	공 개

협 조	도로교통기술원장:

개구제형 강합성교 적용 검토

2002. 12

· 설계기준부장:

· 도로설계부장:

KOREA
HIGHWAY
CORPORATION

한국도로공사

설 계 처

목 차

1. 검토목적

2. 검토배경

3. 개구제형 강합성교 개요

4. 장단점 비교

5. 경제성 분석

6. 개구제형 적용시 문제점 및 해소방안

7. 기대효과

8. 검토의견

별첨:1. 개구제형 강거더 설계 지침(안)

2. 개구제형(연대교) 시공사진

부록:경제성 비교 및 구조계산 결과

1. 검토목적

일반적으로 고속도로 교량에 가장 많이 적용되고 있는 폐단면 강상자형 교량에 비해 경제성과 구조적인 면에서 우수한 새로운 형식의 강교량인 개구제형 강합성교의 적용성을 검토코자 함.

2. 검토배경

폐단면 강상자형교의 문제점

□기시공된 강교중 폐단면 강상자형이 전체의 80% 정도임.
□부재수, 용접, 도장 수량 과다와 폐단면으로 인한 제작 시공성 불량
□다이아프램, 보강재로 과다로 점검 및 유지관리 곤란
□상부 플랜지등 구조상 불필요한 부재로 인한 경제성 불량

⬇

새로운 형식의 강상자형 적용필요

3. 개구제형 강합성교 개요

가. 개구제형 강합성교

직사각형이 아닌 사다리꼴 형태로 강상자형 단면을 만들어 상부 플랜지 폭을 넓히고, 구조적으로 불필요한 정모멘트 구간의 상부 플랜지를 생략한 구조의 개단면 강합성 형식.

나. 단면 형태

구분	평 면	단 면
현황		

다. 개구제형 강합성교 검토 추진경위

-‘97. 8 시험도로 구조분야 자문(개구제형 적용)

-‘98. 11~’99. 2 개구제형 강합성교 설계
(중부내륙고속도로 1공구 시험주로 연대교)

-‘00. 1 ~ ’01. 12 신형식 강합성형 교량 개발에 관한 연구
(도로연구소, 설계처 공동)

-‘00. 1 ~ ’02. 3 시험시공 실시
(중부내륙고속도로 1공구 시험주로 연대교)

-‘02. 11 개구제형 강거더 설계지침 작성
(도로연구소, 설계처 공동)

-’02. 12 설계지침안에 대한 설계자문 실시예정

라. 개구제형 강합성교의 특징

- 정모멘트 구간 상부 플랜지 생략 ⇒ 강재 중량 감소
- 사다리꼴 형태로 상부 플랜지 폭 확대⇒스트링거 생략 가능
- K형 중간 다이아프램 적용 ⇒유지관리 유리

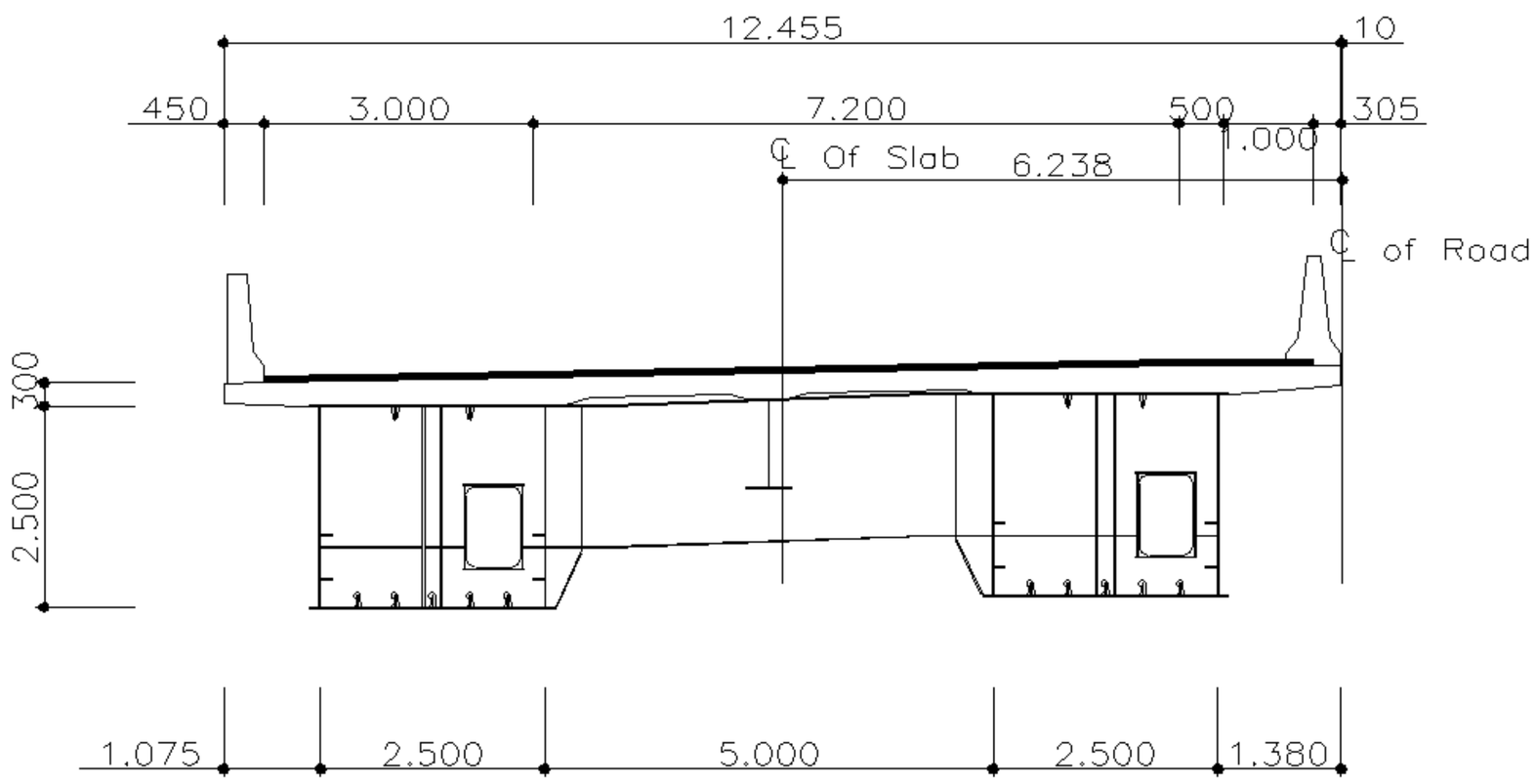
4. 장·단점 비교

구 분	기존 폐단면 강상자형	개구제형 강합성형
형 상		
구조적 특 성	▪ 폐단면으로 비틀림 강성이 큼 ▪ 상부플랜지 폭이 좁아 스트링거 필요 (등방배근 적용 불가) ▪ 정모멘트 구간 상부 플랜지 불필요	▪ 개구제형으로 비틀림 강성약함 -수평 브레이싱 및 다이아프램으로 보완 ▪ 상부 플랜지 폭이 넓어 스트링거 불필요 (등방배근 적용 가능) ▪ 정모멘트 구간 상부 플랜지 제거
제작 · 시공성	▪ 내부 작업환경 불량 ▪ 용접등 작업량 많음 ▪ 바닥판 현장타설 적용 ▪ 대부분 용접 적용으로 박스 제작공정이 상대적으로 단순 ▪ 과도한 용접으로 품질관리 불리	▪ 개방형으로 내부 작업환경 개선 ▪ 용접 등 작업량 감소(공기단축 가능) ▪ 볼트작업으로 품질관리 유리 ▪ 개구부 바닥판 거푸집 제거 곤란 -프리캐스트 바닥판 또는 데크플레이트 적용필요 ▪ 가설시 단면변형에 대한 주의필요
유지관리	▪ 복잡한 구조로 교량 점검량 과다 ▪ 박스 상부 플랜지 바닥판에 대한 점검 불가	▪ 단순한 구조로 교량 점검량 감소 ▪ 박스내부에서도 바닥판 점검이 용이
경제성	▪ 강재량 많음 ▪ 도장수량 많음 ▪ 공사비 고가	▪ 강재량 감소(약 13% 감소) ▪ 도장수량 감소(약 30% 감소) ▪ 상부 공사비 절감(약 13% 절감)
적용국가	▪ 한국, 일본, 영국	▪ 미국, 유럽

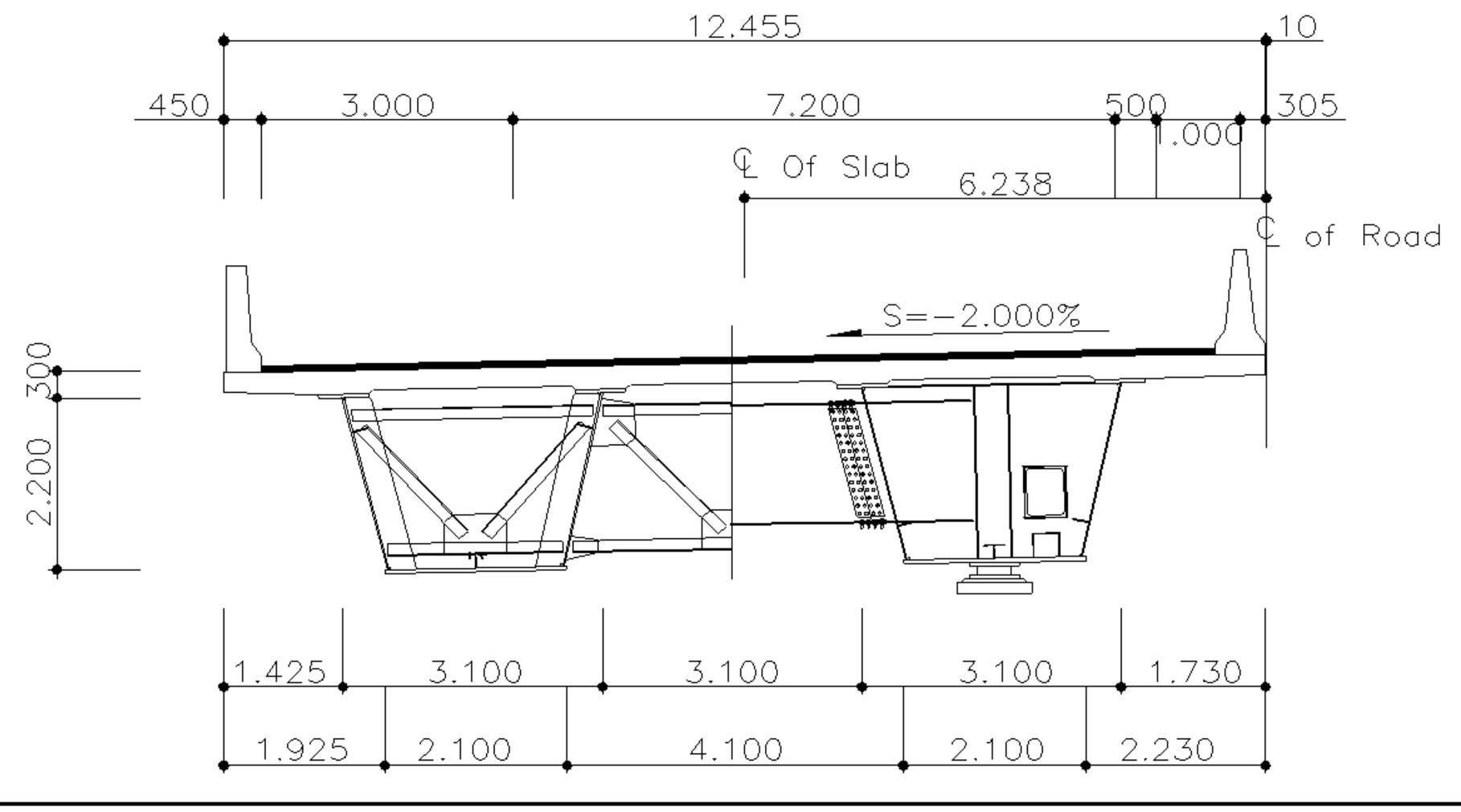
5. 경제성 분석

가. 분석 교량(예)

비 교 대 상 교 량 1	
교 량 명: 2주형교	교량형식:폐단면 강상자형
경간구성: 40+50+40=130m	폭 원: 12.455m



비 교 대 상 교 량 2	
교 량 명: 2주형교	교량형식:개구제형 강합성교
경간구성: 40+50+40=130m	폭 원: 12.455m



나. 분석결과

1) 수량 비교

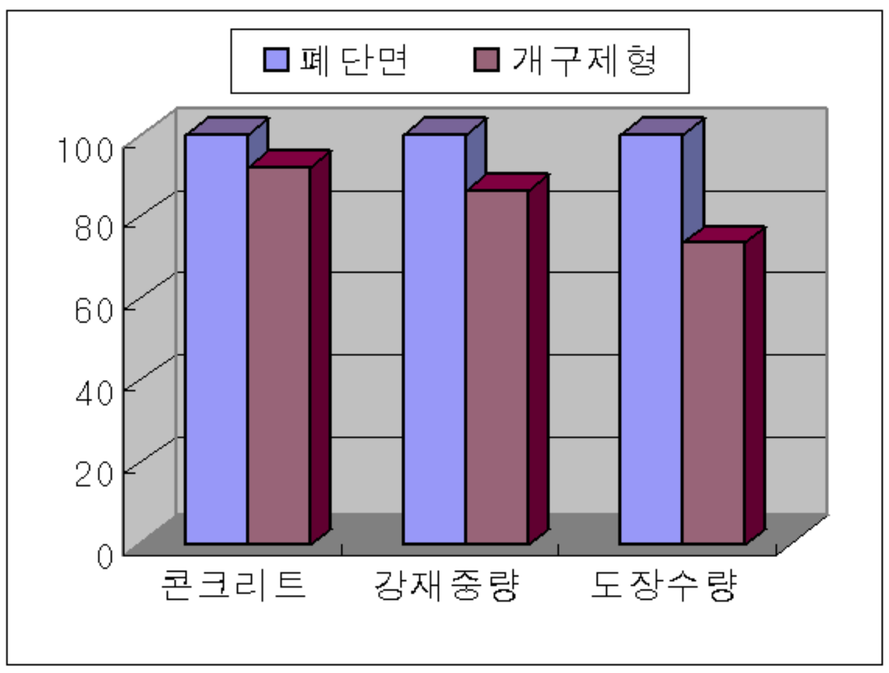
구 분		폐 단 면	개 구 제 형	대 비(%)
바 닥 판 콘 크 리 트	(m^3)	507	467	92.1
	(m^3/m^2)	0.32	0.29	
강 재 중 량	(tonf)	493	427	86.6
	($tonf/m^2$)	0.305	0.264	
강 교 도 장	(m^2)	13,045	9,589	73.5
	(m^2/m^2)	8.1	5.9	

2) 공사비 비교

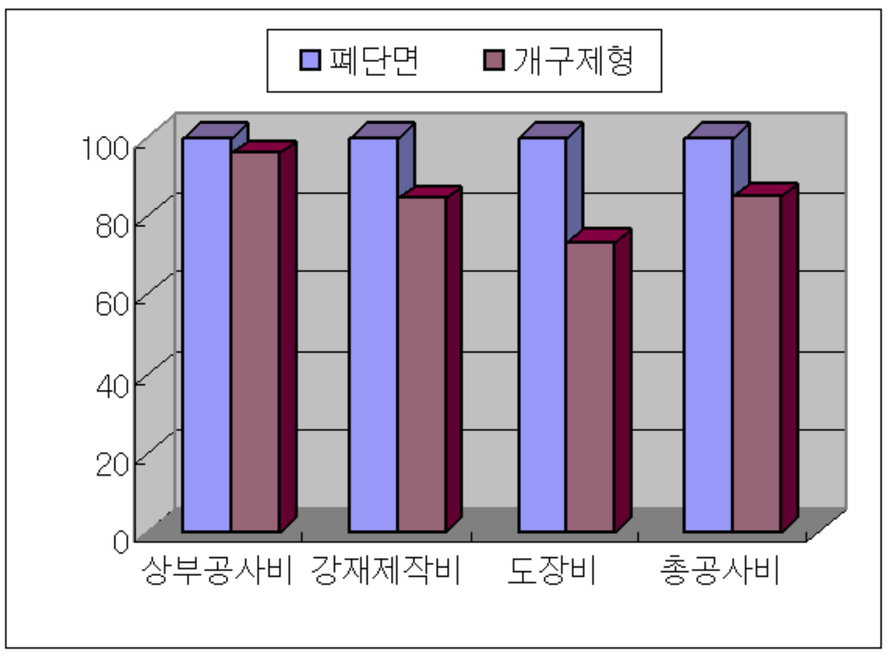
구 분		폐 단 면	개 구 제 형	대 비(%)
바 닥 판 콘 크 리 트	(천원)	362,835	347,084	95.7
	(천원/m^2)	224	214	
강 교 제 작 및 가 설	(천원)	1,463,786	1,235,734	84.4
	(천원/m^2)	904	763	
강 교 도 장	(천원)	207,325	151,667	73.2
	(천원/m^2)	128	94	
총공사비	(천원)	2,033,964	1,734,484	85.3
	(천원/m^2)	1,256	1,071	

※ 개구제형 제작단가는 폐단면품 기준으로 산출하였음.

3) 기존 폐단면에 대한 항목별 비율



< 수량비교>



<공사비 비교>

6. 개구제형 적용시 문제점 및 해소방안

가. 바닥판 현장타설시 상부 플랜지 개구부 거푸집 해체 곤란

-데크 플레이트 설치 또는 프리캐스트 바닥판 적용

나. 합성전 개구부 단면 변형우려

-개구부에 수평 브레이싱 설치

-가설시 시공이음(1 Segment)내 최소 2개소의 다이아프램 설치

다. 바닥판 누수시 강재 부식우려

-하부 플랜지에 배수구 설치

7. 기대효과

가. 공사비 절감

-△185천원/㎡ ×10,000톤×3.28㎡/톤 =△6,068,000천원/년간

※산출근거

-㎡당 절감액:1,256천원/㎡-1,071천원/㎡ = 185천원/㎡

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

34,166×0.3=10,249톤≒10,000톤

-강재 톤당 상부면적:1/0.305톤/㎡=3.28㎡/톤

나. 합리화 설계를 통한 강교량 품질관리 용이

다. 개단면 및 구조 단순화로 시공성 개선 및 유지관리 용이

라. 강재 및 도장량 감소로 환경피해 최소화

8. 검토의견

-폐단면 강상자형 교량은 강재량과 부재수가 많아 **공사비가 고가**일 뿐 아니라 내부가 좁고 복잡하여 제작 **시공성이** 불량하고 **내부 점검과 유지관리가 곤란**하므로 **개구제형 강합성교로 대체함이 바람직**한 것으로 판단되나

-바닥판 현장타설시의 데크플레이트 설치에 따른 유지관리, 관찰 등을 고려하여 **데크플레이트 설치가 불가피한 교량에 우선 적용**하고 그 외의 경우에도 여건 등에 따라 적용토록 함.

-**프리캐스트 바닥판**은 시험시공 등을 통하여 **추후 적용여부 결정**

붙임: 1. 개구제형 강거더 설계 지침(안)

2. 개구제형(연대교) 시공 사진

【참고문헌】

1. 신형식 강합성형 교량 개발에 관한 연구

-한국도로공사 도로연구소, ((주)대우건설기술연구소, 서울대학교)

2. 개구제형 강합성형 교량의 설계 종합보고서

-한국도로공사 도로연구소(중부내륙 고속도로 1공구 연대교 시험시공)

3. 개구제형 강교량 구조계산서((재)포항산업과학 연구원)

4. 강교량의 현안 및 발전방향(한국도로공사, 포스코)

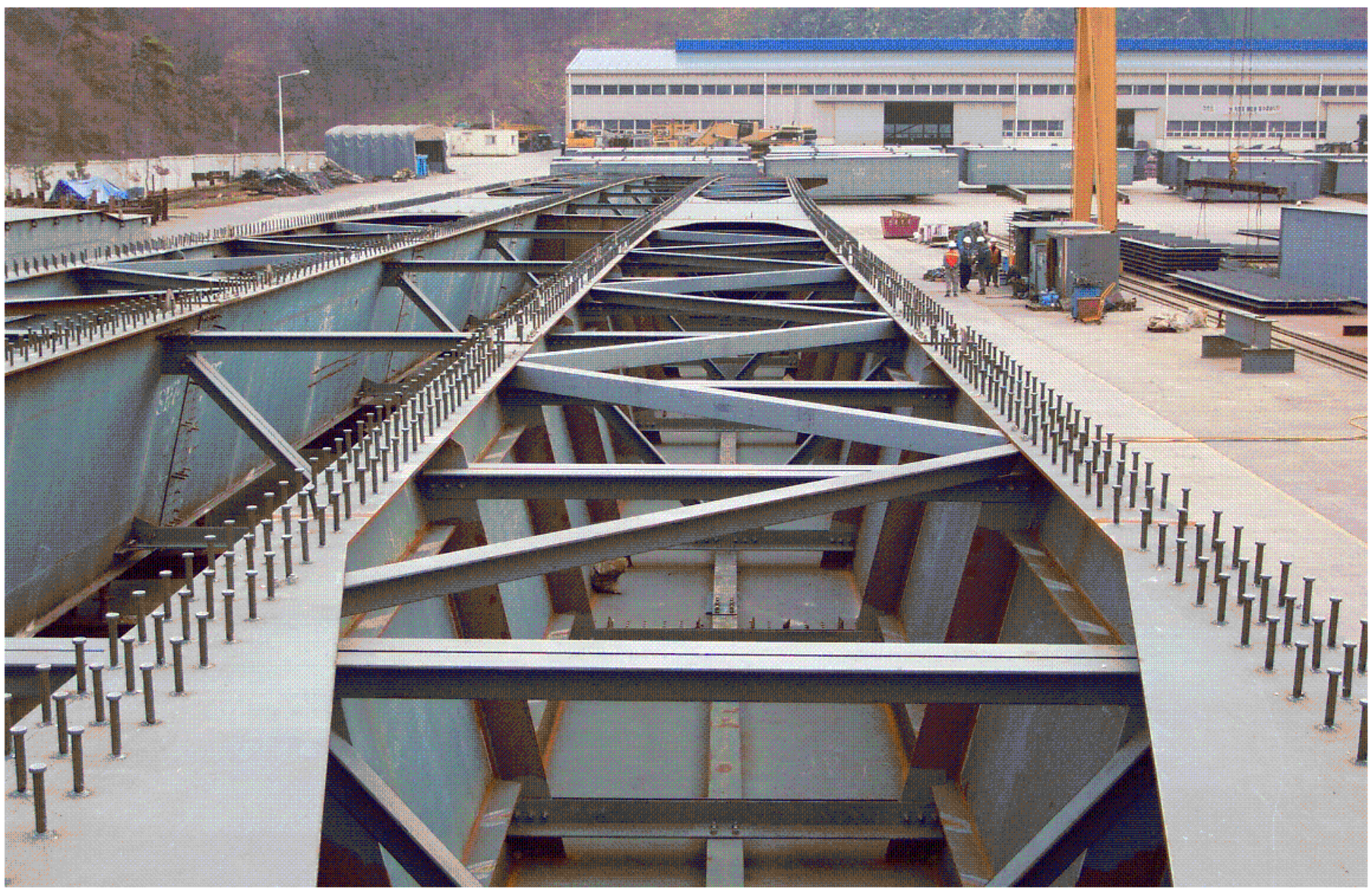
-개구제형 강합성형 교량의 개발(도로연구소 정운용 박사)

개구제형(연대교) 시공 사진

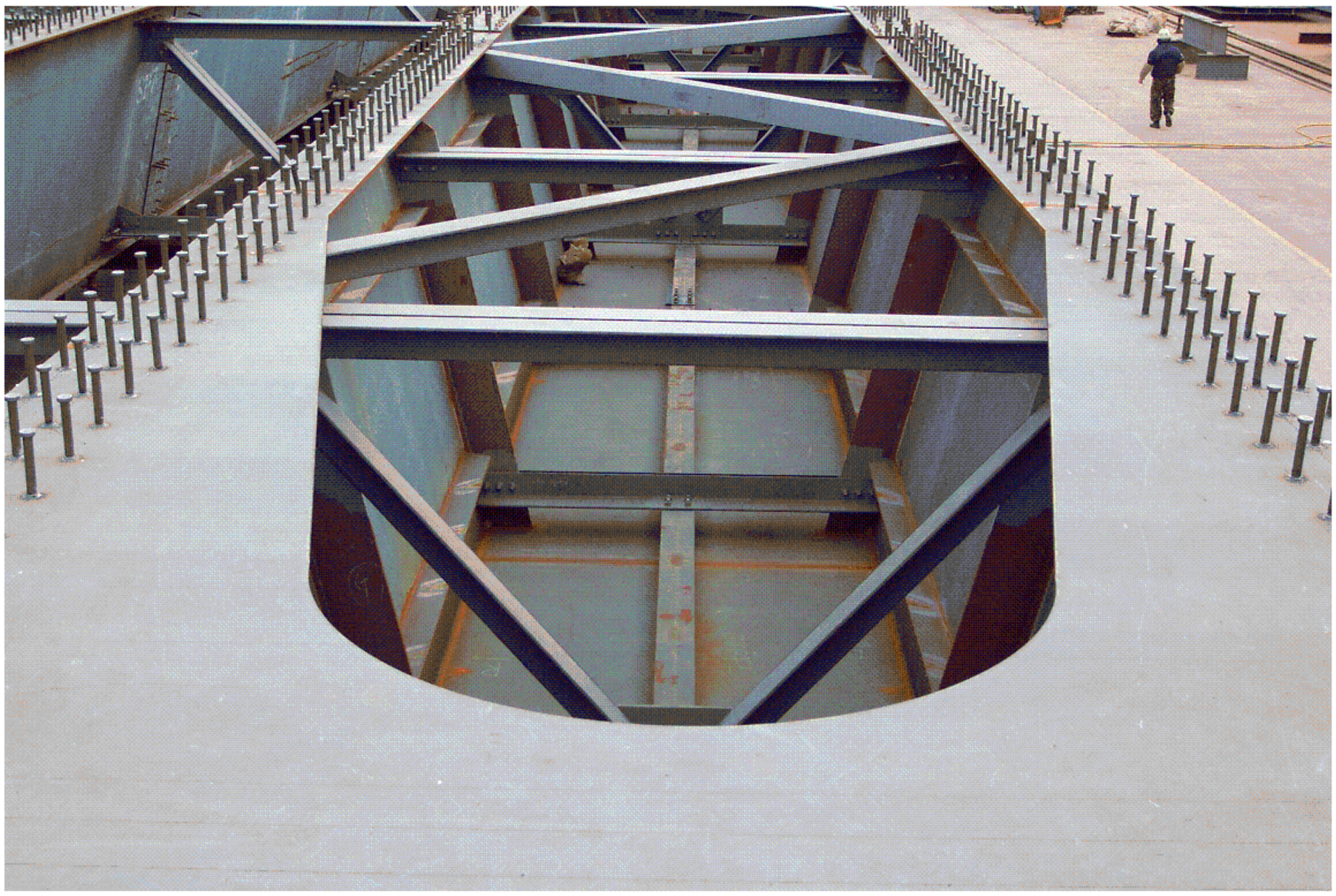
복부판 제작

복부판 조립

개구제형 박스 제작



가조립 전경



개구부 수평브레이싱 설치

내부 전경(K형 다이아프램)

크로스빔 전경

박스거더 거치

시공완료후 하부 전경

하부 거푸집(데크플레이트 사용)

감 사

★◉기안	과 장	부 장	처 장	본부장	부사장	사 장
협 조	도로연구소장 :			기술심사실장 :		

교량기초 지반조사방법 개선

2002. 12.

문서번호	설계구13201-714
보존기간	10년
결재일자	2002. .

부 장	협 조
설계기준부장	
도로설계부장	

한국도로공사

KOREA
HIGHWAY
CORPORATION

目　　次

1. 검　토　배　경

2. 검　토　목　적

3. 현행 지반조사 방법
　　및 문제점

4. 개　선　방　안

5. 적　용　방　안

붙　임 :　실시설계 일반과업지시서(안) 교량부

1. 검 토 배 경

가. 지층의 변화가 심하거나 풍화대가 깊은 경우 **설계된 직접기초 심도와 시공시 재하시험결과로 결정한 심도가 불일치**하여 이에 따른 **내진 설계변경 발생**

나. 풍화대가 깊은 경우 직접기초의 설계는 침하량 예측이 중요하나 기존의 지반조사방법으로는 **신뢰성있는 침하량 산정을 위한 지반조사 자료 부족**

다. 교량기초 하부에 공동이 다수 존재하는 경우에 대한 **구체적인 지반조사 방법 정립 필요**

라. 교량기초가 급경사지에 위치하여 기초 터파기로 인한 대규모 사면붕괴가 유발되는 경우 사면안정 검토필요

2. 검 토 목 적

가. 현장여건을 충분히 고려하여 **교량기초 지반조사의 신뢰도를 높이고**, 직접기초 푸팅 심도 변화에 따른 **시공시 설계변경 최소화**

나. 구조물 기초 위치에 **지하공동이 다수 존재하는 지역의 지반조사 방안을 구체적으로 제시**하여 **실시설계단계에서 최적의 기초공법 선정이 가능토록함.**

다. 교량의 기초가 급경사지에 위치하는 경우 터파기 경사면의 사면안정 분석을 하여 대책 수립

3. 현행 지반조사 방법 및 문제점

가. 구조물 기초 조사 및 설계 흐름도

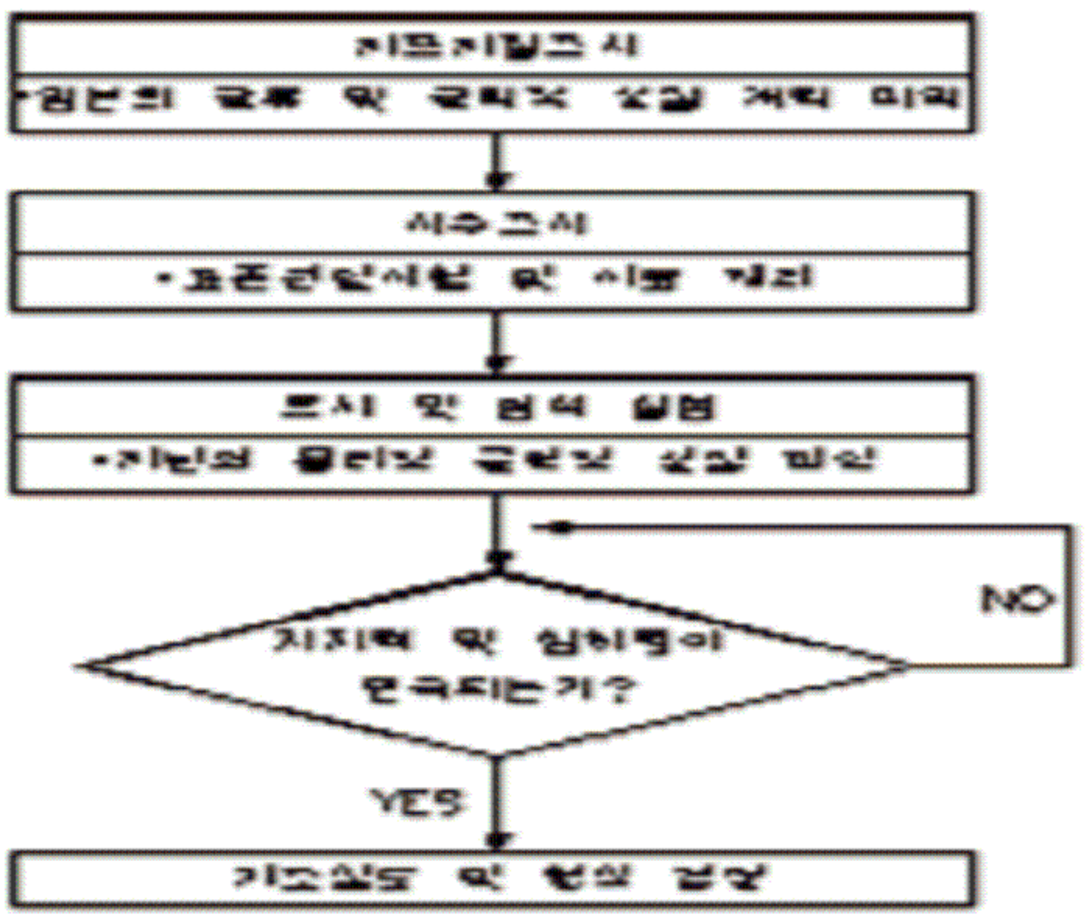


그림1. 구조물 기초조사 및 설계 흐름도

나. 구조물기초 지반조사 항목

구 분		지반조사 빈도	비고
시추조사	빈 도	• 교대 및 교각마다 1개소(NX) • 상하행선 분리 시 모두 시행	
	심 도	• 경암 1m, 연암 3m, 풍화암 7m 중 택일 • 필요시 감독원과 협의하여 조정 • 풍화암층이 깊을 경우 교량 당 1개소이상 암층 심도까지 확인	
표준관입시험		• 1.5m 간격	
기타현장시험		• 토모그래피탐사, 전기비저항탐사 (공동 발견시)	
실내시험	토질시험	• 함수비 • 비중 • 액성한계 • 소성한계 • 입도분석	
	암석시험	• 일축압축강도	

다. 현행 교량기초 지반조사의 문제점

1) 각 교대 및 교각마다 시추조사를 1공 실시하고 각 지층이 지표면과 평행하다고 추정하여 설계하므로 지지층이 지표면 경사와 상이하거나 지층변화구간에서는 시공시 직접기초 심도가 변경될 가능성이 많음
2) 풍화암층이 두꺼운 경우에도 표준관입시험 결과로부터 지반의 탄성계수를 추정하여 사용하므로 침하량 산정의 신뢰성이 부족하여 시공시 직접기초 심도가 변경될 가능성이 많음
3) 기초위치에 공동이 존재하는 경우 1개소의 시추결과만으로는 공동의 규모 및 분포상황을 파악하기 곤란함
4) 교량기초가 급경사지에 위치하는 경우에도 기초 터파기면의 사면 안정검토를 미시행하여 기초시공을 위한 터파기시 대규모 사면 붕괴 및 교각의 횡방향 변위 발생 우려

4. 개 선 방 안

■ 지반에 공동이 존재하지 않는 경우

가. 말뚝기초로 예상되는 경우

1) 현행 시험 기준과 동일하게 수행

나. 직접기초로 예상되는 경우

1) 급 경사지에 위치하는 경우

◎ 기초 터파기시 사면의 안정성 검토가 필요하다고 판단되는 경우 → **시추공 영상 촬영시험 수행**

2) 시추조사시 인접 교각간의 암반 심도차이가 매우 크거나 지반여건상 풍화암 심도가 매우 불규칙하다고 판단되는 경우 → **탄성파 탐사 또는 전기비저항 탐사 시행**

◎ 물리탐사 수행방법 : 탄성파 탐사의 경우 지오폰의 간격을 3m이하로 하고 음원을 3개소 이상의 위치에서 발생시켜 시험을 수행하며, 전기비저항 시험의 경우 고밀도 2차원 영상법을 적용하여 충분한 정밀도를 갖도록 시험을 수행하여야 함.

◎ 측선배치

■ 다수의 푸팅을 조사해야 하는 경우 : 교축방향으로 2회 실시하며 보링위치와 물리탐사 측선을 가능한한 일치시킬 것(단, 필요시 교축직각 방향 추가 탐사수행)

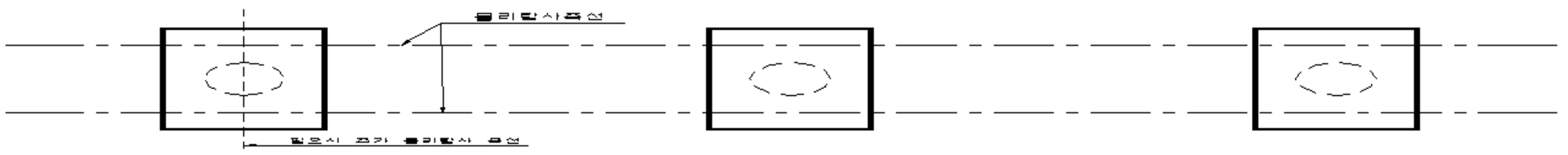


그림2. 다수의 푸팅을 조사해야 하는 경우의 물리탐사 측선

■ 1개의 푸팅을 조사해야 하는 경우 : 지형에 따라 교축방향 및 교축직각 방향으로 모두 실시하거나 한 방향에 대하여 실시

(단, 측선 길이는 푸팅폭(L 또는 B)+1.5D×2 이상 확보)

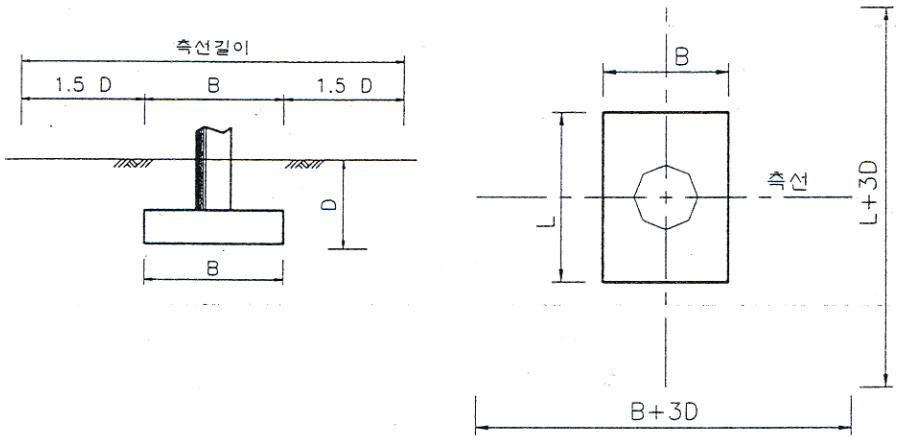


그림 3. 1개의 푸팅을 조사하는 경우 측선 길이 및 배치

3) 풍화암층이 두꺼워 직접기초 심도 결정시 침하량 산정이 필요한 경우

→공내재하시험(Pressuremeter시험)을 수행(침하량을 산정할 수 있는 지반의 탄성계수 측정)

◎ 공내재하시험(Pressuremeter시험)방법 : 여러번의 재하 및 제하 과정을 거쳐 지반의 탄성계수 및 변형계수를 측정해야함

◎ 공내재하시험(Pressuremeter시험) 수행 심도

■ 직접기초 예상심도 하부 2L깊이까지 표준관입 시험치가 점진적으로 증가하는 경우 → 직접기초 예상심도 직하부에서 실시

■ 풍화암층 하부 2L 이내에서 표준관입 시험치가 급변하는 경우

→ 직접기초 하부 2L 이내에서 최소 및 최대 표준관입 시험치를 나타내는 심도에서 실시

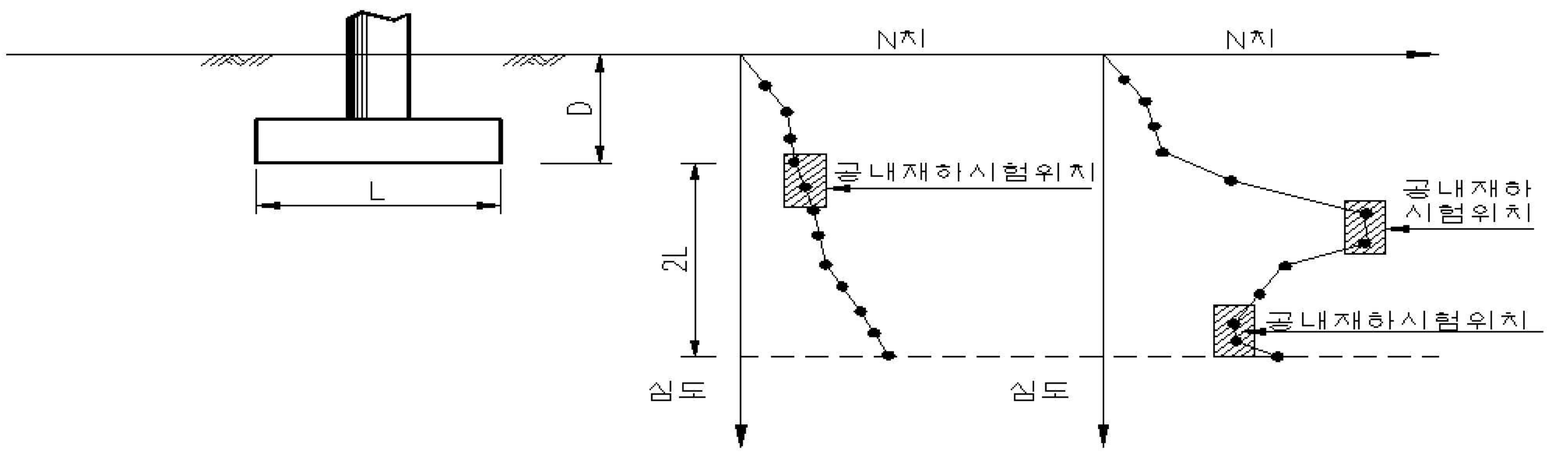


그림 4. 직접기초 하부 풍화암층의 Pressuremeter시험 수행 심도

※ 2L의 근거 : Boussinesq의 방정식으로 유도한 pressure bulb상에서 상부의 작용력이 약 10% 미치는 범위

■ 석회암 지역으로 인근에 공동이 다수 출현되는 지역 또는 시추조사시 공동이 발견된 지역

가. 개요

도로 선형 결정시 전반적인 공동의 분포 파악이 필요한 경우 교축 방향으로 교량의 심도까지 지반의 상태를 파악할 수 있는 방법으로 물리탐사를 수행할 수 있으며, 선정된 교량기초 하부의 공동 분포를 상세히 파악하기 위하여는 토모그래피 탐사를 수행함.

나. 지반조사 심도

각 지층의 공학적 성질과 응력이 미치는 범위를 고려하여 적정 지반심도를 결정하는 것을 원칙으로 하며 지반이 특이하지 않은 경우 다음과 같은 기준을 따름.

◎ 말뚝기초로 예상되는 지역

■ 말뚝 선단하부 공동 출현부에서 푸팅폭(L)의 1~3배 깊이까지 공동의 존재 여부 조사

- 푸팅폭(L) 1배까지 조사 : 주면마찰력이 충분히 발휘된다고 판단되는 경우
- 푸팅폭(L) 3배까지 조사 : 주면마찰력이 전혀 발휘되지 않는다고 판단되는 경우

◎ 직접기초로 예상되는 지역

■ 기초하단 및 말뚝기초 하단 예상 심도에서 기초폭의 3배(3L) 깊이까지 공동의 존재여부 조사

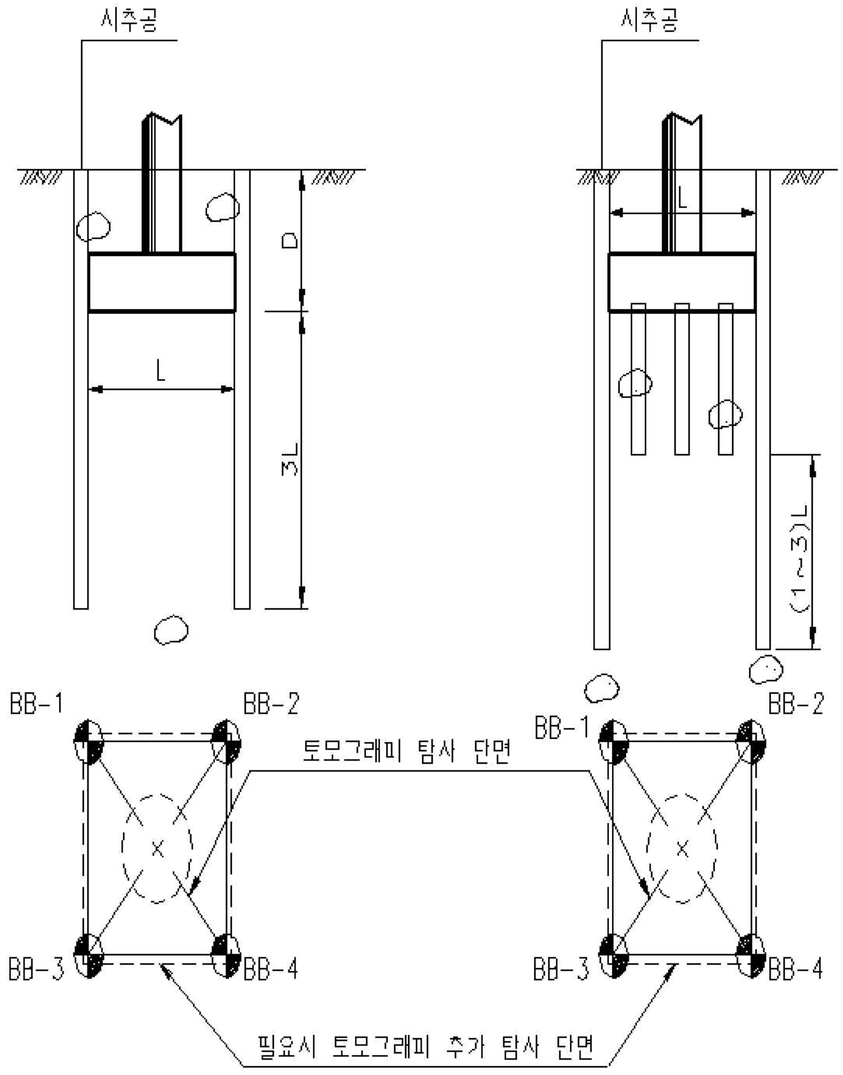


그림 5. 기초 하부에 공동이 있는 경우 토모그래피 탐사 심도

※ 3L의 근거 : 도로교 표준시방서(1996) pp613~614

"직접기초 변위량을 계산하기 위해서는 가능하면 기초폭의 3배 정도까지 지반의 상태를 파악할 필요가 있다."

다. 지반조사 방법

◎ 푸팅 주변의 4개소에 시추조사 후 토모그래피 탐사(탄성파, 전기비저항, 레이다 탐사 등)를 수행함

5. 적 용 방 안

가. 적용시기 : 2003년 발주하는 실시설계부터 적용하되 현재 실시설계중인 노선은 설계단계을 고려하여 결정

붙 임: 실시설계 일반과업지시서(안)-교량부

제4장 토질조사 및 시험

다. 교량기초 및 터널부

1) 주요 교량 및 터널에 대해서는 보링, 표준관입시험 등 설계에 필요한 시험을 실시해야 한다. 교량기초 하부에 공동이 예상되는 지역 및 직접기초로 예상되는 지역의 지지층 깊이 변화가 큰 경우에는 물리 탐사를 이용하여 공동 및 지지층의 분포를 파악하여야 한다. 기초가 급사면에 위치하여 터파기로 인하여 사면붕괴가 우려되는 경우 사면안정검토를 할 수 있도록 시추공 영상촬영시험을 수행하여야 한다.

2) 교량 가설계획 지점에 대해서는 매 교각 및 교대에, 터널은 개소당 3개소 이상 및 300m당 1 개소이상 보링을 하여야 하며 보링위치 및 개소에 대해서는 "갑"과 사전협의 후 시행하여야 한다. 또한 보링공 내 1.5m 간격으로 표준관입시험을 실시하여 교량기초 형식결정 자료로 활용할 수 있어야 한다.

3) 시추는 평면도상에서 시추계획 위치를 선정하고 굴착심도는 경암층 1m까지를 원칙으로 하되 예상되는 기초의 형식등을 고려하여 증감시키고 자연시료채취, 코아채취 및 시추공내 수위측정등 필요한 시험을 실시하여야 한다. 풍화암층이 두껍고(소요 말뚝직경의 5배이상) 대부분의 지지력이 이 층에서 발휘되는 경우 Triple core barrrel을 사용하여 불교란 시료를 채취하고 일축압축강도 시험 또는 점하중 시험을 실시한다. 또한 직접기초 심도결정시 침하량을 정확하게 파악하여야할 필요가 있는 경우 Prerssuremeter시험을 실시하여 풍화암 변형계수 또는 탄성계수를 측정하여야 하며, 지지층의 심도 변화가 매우 심한 경우 탄성파 탐사 또는 전기비저항 탐사를 수행하여 지지층의 분포를 파악해야 한다. 이 경우 탄성파 탐사는 지오폰의 간격을 3m 이하로 작게 하고 음원을 다양하게 하여야 하며, 전기비저항 탐사의 경우도 충분한 정밀도를 갖도록 수행하여야 한다. 교각 및 교대하부에 공동이 예상되는 위치에 대해서는 전기비저항 탐사, 탄성파 탐사, 그리고 레이다 탐사의 방법을 이용하여 토모그래피 탐사중 현장조사에 적합한 방법을 이용하여 공동의 크기를 파악할 수 있다.

4) 터널부 보링조사는 ~ **"중략"** ~ 한다.

가) 터널구조 해석을 위한 조사 자료

· 내부마찰각(Angle of Internal friction)

" 중략 "

· 암판정(General Geological Determination : Name of Rock, Age 등)

5) 터널구간의 암을 골재로 유용하기 위해서는 이에 따른 제반시험을 실시하여야 한다.

바. 위치별 현장조사 빈도

조사위치	조사항목	최소 조사빈도	심 도	비 고
1) 성토부 · 일반구간	· Test Pit · Auger-Boring	500m 500m	1 ~ 2m 3 ~ 5m	*조사빈도 및 심도는 현장여건을 고려하여 변경가능
· 연약지반	· Auger-Boring · Boring · 피에조콘 관입시험	250m 100m 100m	3 ~ 5m 필요깊이까지 필요깊이까지 (연약지반 연장이 200m 이상인 경우 적용)	
2) 절토부	· Test Pit · Boring · 탄성파 또는 전기비저항 탐사	· 250m · 절토부 개소당 1개소 이상(지역등급별 분류에 따라 조정)	1 ~ 2m 계획고하 1m	*붙임#1참조 *충분한 가탐심도가 있어야 함
3) 구조물부 · 교량부	· Boring	· 교대 및 교각마다 1개소(NX) · 상·하행선 분리시 모두시행	경암 1m, 연암3m, 풍화암 7m중 택일하는 것을 원칙으로 하고 증감 필요시 감독원과 협의하여 조정	· 예상되는 기초의 형식 및 교량의 특성을 고려하여 개소 및 심도증가(풍화암층이 깊을 경우라도 교량당 1개소이상 암층심도까지 확인) · 6차로 이상 및 엇교일 경우는 필요여부 판단에 따라 개소 증가
	· SPT	· 1.5m마다	풍화암층까지	
	· 탄성파 또는 전기비저항 탐사 (직접기초위치의 풍화암심도가 급변하는 경우)	· 교축방향 2개 측선 또는 교축 및 교축 직각방향	직접기초 예상심도 이상 깊이 까지	· 탄성파 탐사의 경우 지오폰의 간격을 3m 이하로 하고 음원을 3개소 이상의 위치에서 발생시켜 시험을 수행하며, 전기비저항 시험의 경우 고밀도 2차원 영상법을 적용하여 충분한 정밀도를 갖도록 시험
	· 토모그래피 탐사	· 공동발견시	직접기초의 경우 푸팅 폭의 3배 깊이 까지, 말뚝기의 경우 기초폭의 1~3배 깊이 까지	
· 터널부	· Boring · 탄성파 또는 전기비저항 탐사	· 터널 개소당 3개소 및 300m당 1개소 · 터널상하 입출구부각1개소 (Cross hole Test)	계획고하 2m	*충분한 가탐심도가 있어야 함
4) 재료원 · 석 산 · 하천골재원 · 토취장	· Boring	필요시 2개소 이상	필요깊이까지	
	· Boring · 시료채취	필요시		
	· Boring · Test Pit	필요시 2개소 이상 5개소 이상		

※ Boring은 NX 규격으로 시행

붙 임#2

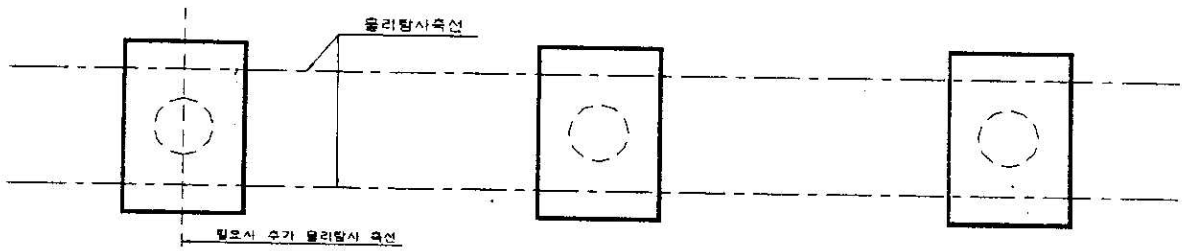
▣ 교량기초 물리 탐사 및 공내재하시험(Pressuremeter시험) 조사기준

■ 지반에 공동이 존재하지 않는 경우

구분 \ 기초형식	직접기초	말뚝기초	비고
급경사지로 터파기시 사면 안정검토가 필요한 경우	시추공 영상 촬영 시험		
풍화암 심도가 매우 불규칙하다고 판단되는 경우	탄성파 탐사 또는 전기비저항 탐사 수행 • 탄성파 탐사 : 지오폰 간격 3m 이하, 음원 3개소 이상에서 수행 • 전기비저항 탐사 : 고밀도 2차원 영상법 적용	-	
풍화암 심도가 매우 깊어 심도결정시 침하량이 푸팅 심도 결정 요소인 경우	공내재하시험(Pressuremeter시험) 수행 ※ 푸팅 폭의 2배 이내에서 1~2회 적용 - N치가 점증하는 경우 : 1회 - N치의 변화가 매우 큰 경우 : 2회	-	

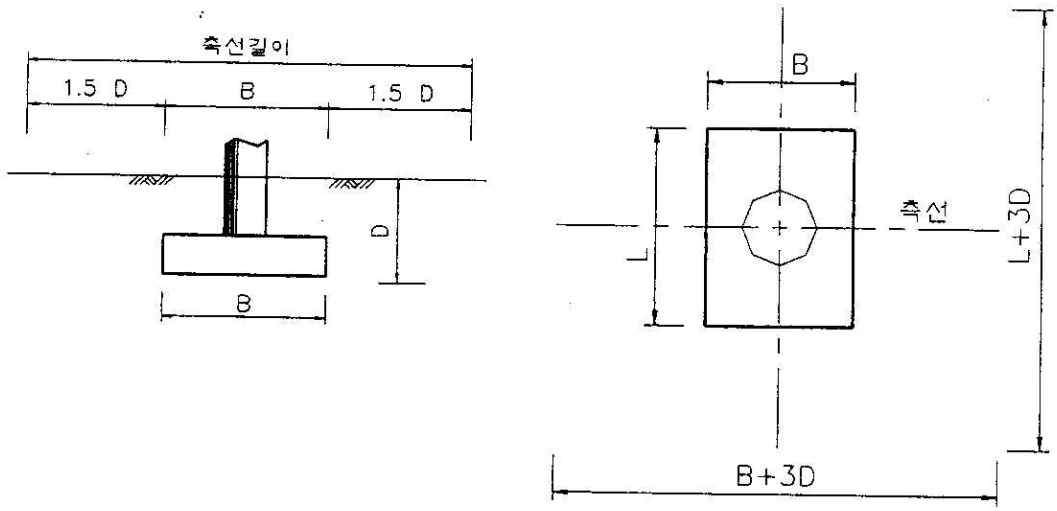
◎ 물리 탐사 측선배치

■ 다수의 푸팅을 조사해야 하는 경우 : 교축방향으로 2회 실시하며 보링위치와 물리탐사 측선을 가능한한 일치시킬 것(단, 필요시 교축직각 방향 추가 탐사수행)



■ 1개의 푸팅을 조사해야 하는 경우 : 교축방향 및 교축직각방향으로 실시

(단, 측선 길이는 푸팅폭(L 또는 B)+1.5D×2 이상 확보)



사. 조사항목 및 실내시험

1) 시추조사

시험항목	절토부	연약지반	터널부	교량부	비 고
함수비시험	○	○		○	
비중시험	○	○		○	
체분석시험	○	○		○	
입도분석시험	○	○		○	
액·소성한계시험	○	○		○	
일축압축시험				○	
직접전단시험		○(삼축압축시험불가시)			
압밀시험		○			
삼축압축시험		○			
암석시험	○ 대절토구간		○		
시추공 화상정보 시험	○			○(터파기시 사면안정검토가 필요한 경우)	
pressuremeter 시험				○(풍화대가 깊어 직접기초 심도결정시 침하량을 정확히 산정할 필요가 있는 경우)	
피에조콘 관입시험		○			연약지반 200M 이상인 경우 피에조콘시험 수행시
간극수압 소산시험		○			
Vane시험		○			피에조콘 시험 수행시

※ 20m이상 대절토부에 대한 암석시험시 사면안정 해석에 필요한 물성치의 정확도를 확보할 수 있도록 유의하여야 한다.

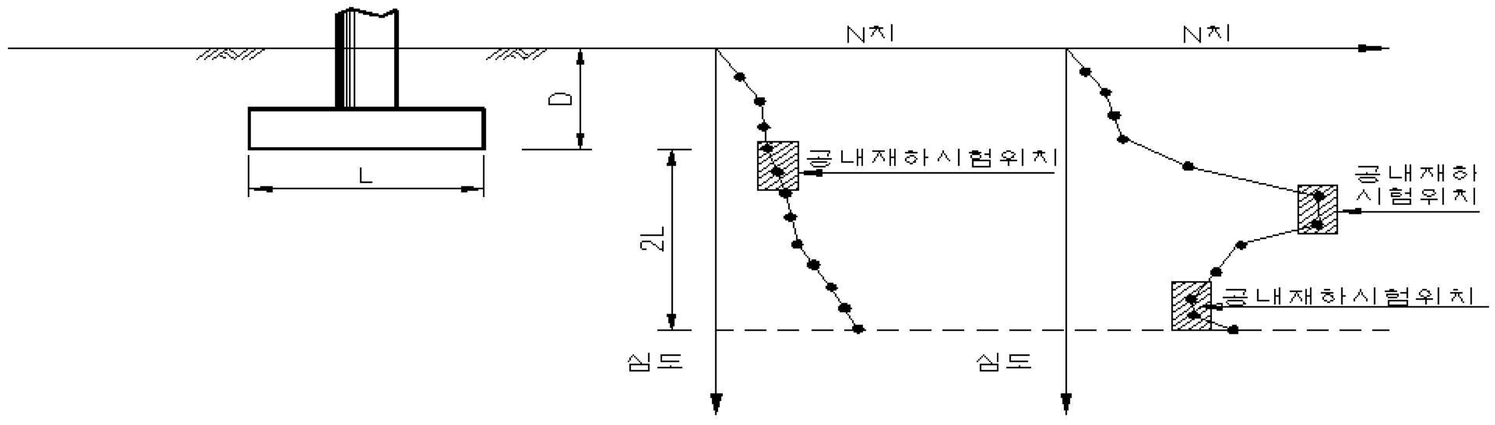
◎ 공내재하시험(Pressuremeter 시험) 수행 심도

■ 직접기초 예상심도 하부 2L깊이까지 표준관입 시험치가 점진적으로 증가하는 경우

→ 직접기초 예상심도 직하부에서 실시

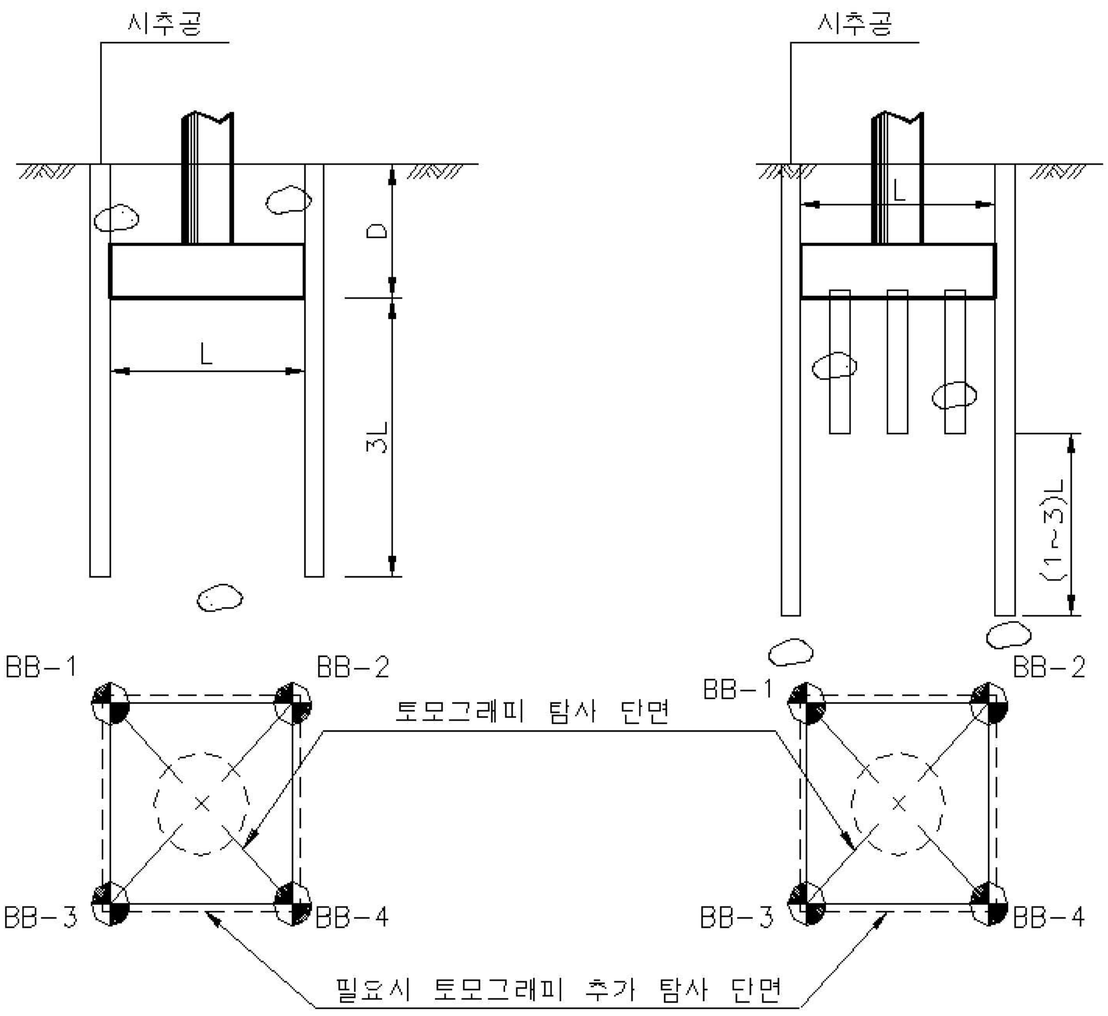
■ 직접기초 예상심도 하부 2L 이내에서 표준관입 시험치가 급변하는 경우

→ 직접기초 하부 2L 이내에서 최소 및 최대 표준관입 시험치를 나타내는 심도에서 실시



■ 지반에 공동이 존재하는 경우

구분	기초 형식		직접기초	말뚝기초	비고
석회암과 같이 인근에 공동이 다수 출현되는 지역 또는 시추조사시 공동이 발견된 지역	개략조사	조사방법	필요시 교축방향으로 공동의 개략적인 분포를 조사함. (전기비저항 탐사 적용)		
	정밀조사	조사방법	푸팅 외곽에 보링을 4개소 시행하고 토모그래피 탐사 수행 (탄성파, 전기비저항, 레이다 탐사 이용가능)		
		조사심도	공동 발견된 심도 하부에서 기초폭의 3배 이상 심도까지	▪ 주면마찰력이 충분히 발휘되는 경우 : 푸팅폭 깊이 까지 ▪ 주면마찰력이 발휘되지 못하는 경우 : 푸팅폭의 3배까지	



토모그래피 탐사 측선 및 깊이

감 사
기획감사

★◉ 기안자	부 장	처 장	본부장	부사장	사 장
박성환	김홍은	이동희	전결		이재율

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

협 조	

소수주형 판형교 적용 검토

2002. 12

· 도 로 처 장 : 신경설
· 건설계획처장: 김홍은
· 건설관리처장: 정경선
· 민자도로처장: 윤여준
· 도로교통기술원장: 안동준
· 구조물 처장 : 오관영
· 기술심사실장: 김학권
· 기술관리실장: 박성환

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

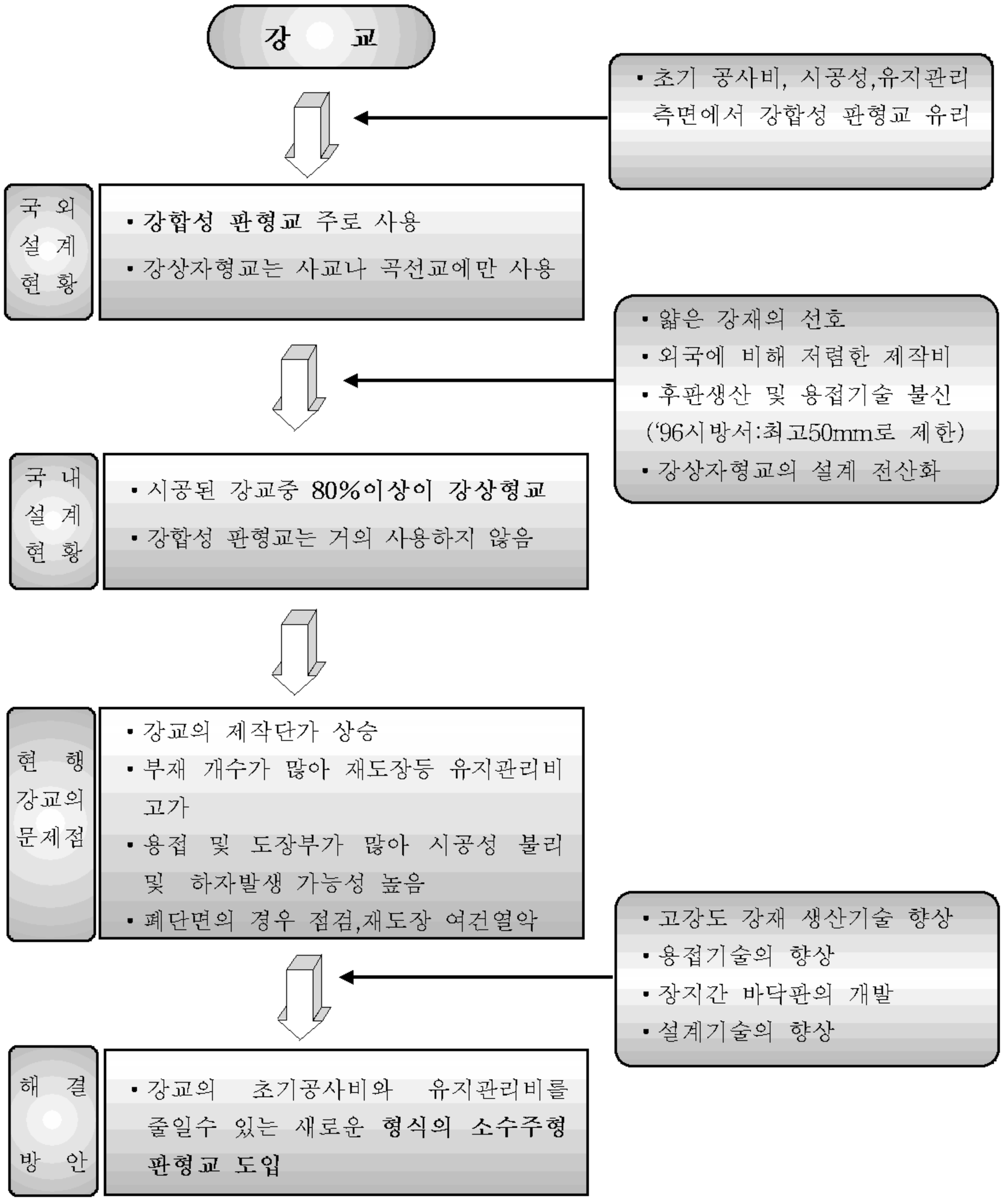
- 경제성 분석자료

- 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.

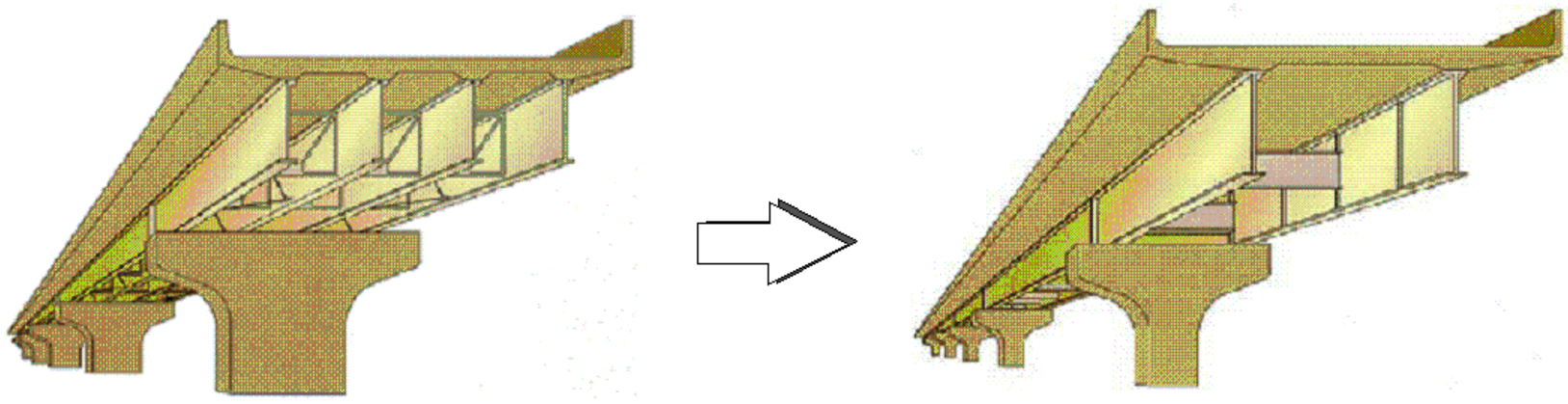
2. 검토배경



3. 소수주형 판형교의 개요 및 특징

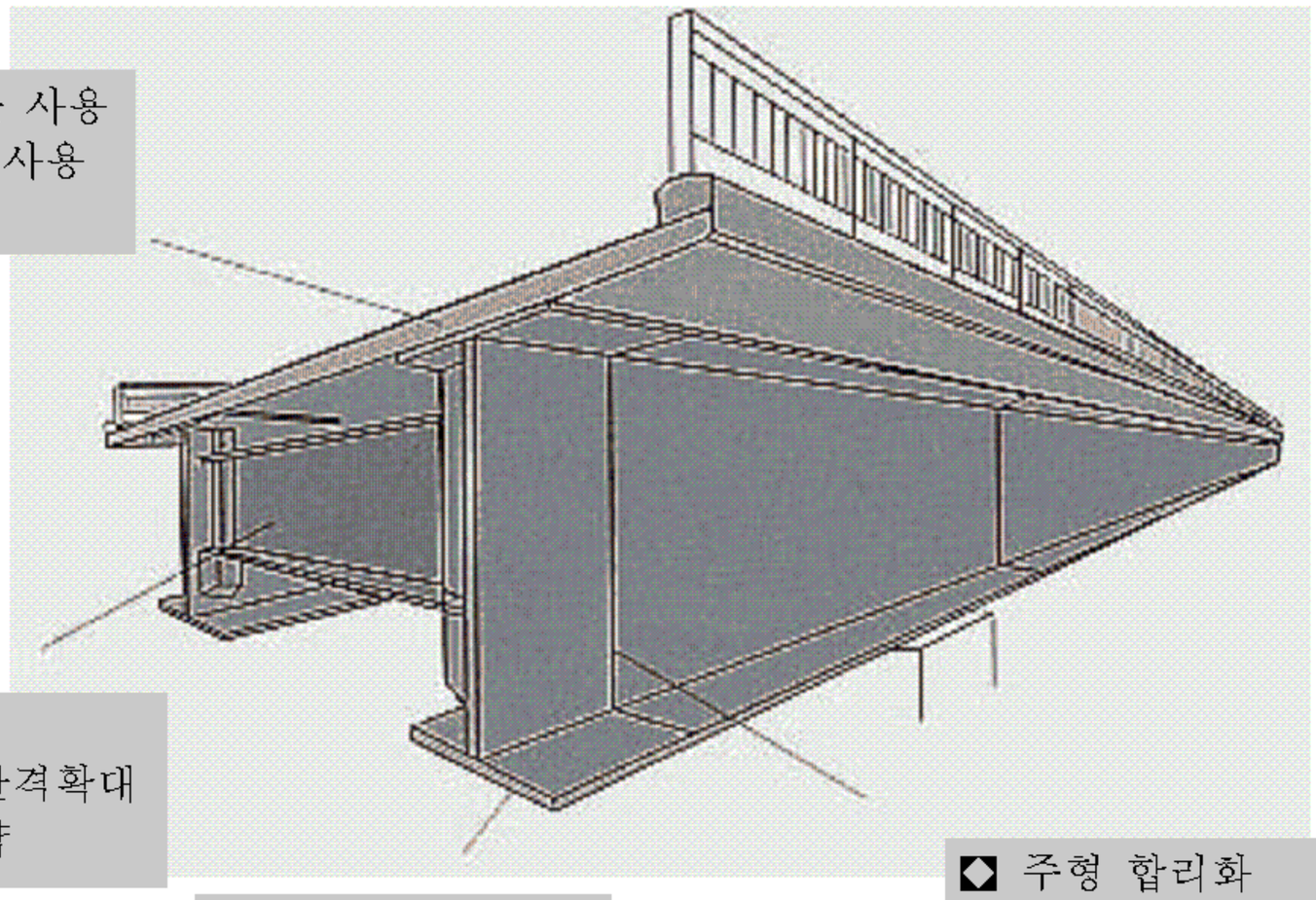
가. 개요

소수주형 판형교는 후판강재와 장지간 바닥판을 사용하여 **주형의 수**를 **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



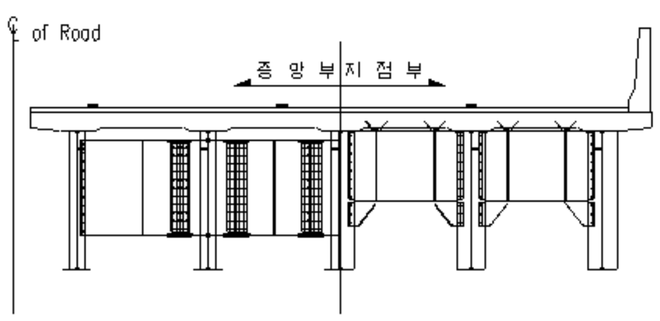
◆ 장지간 바닥판 사용
- PSC 바닥판 사용
- 내구성 향상

◆ 부부재 합리화
- 가로보 배치간격확대
- 브레이싱 생략

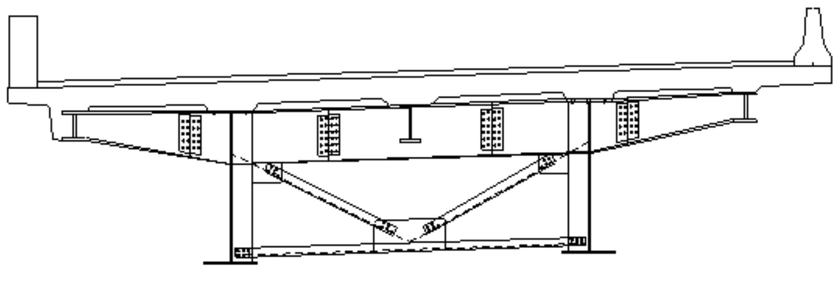
◆ 주형개수 최소화
- 부재수 감소
- 용접량 감소
- 도장면적 감소

◆ 주형 합리화
- 보강재사용 최소화
- 고성능 강재 사용

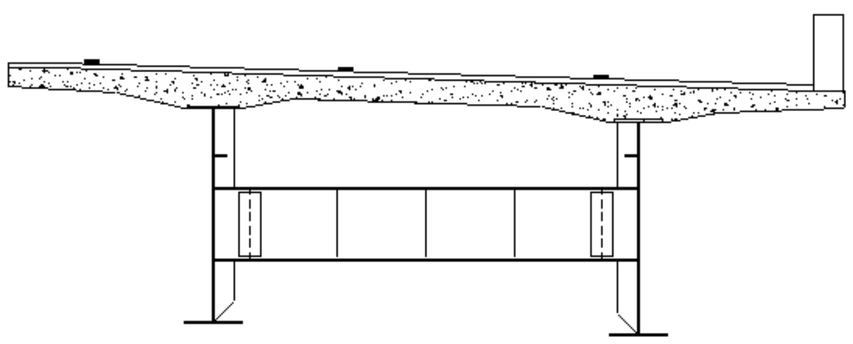
4. 소수주형 판형교 변천과정(도로교)

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

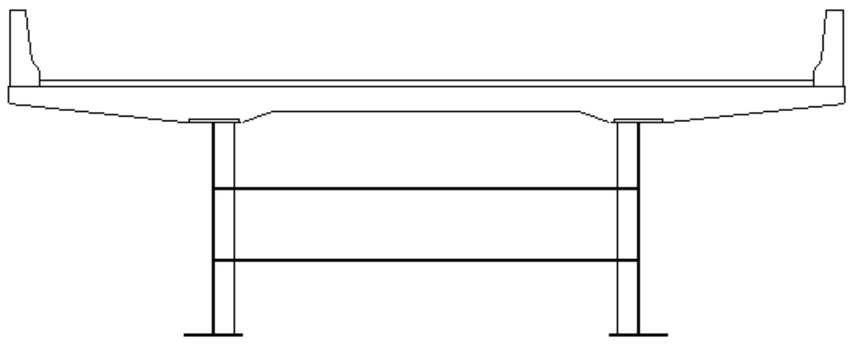
⇩

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

⇩

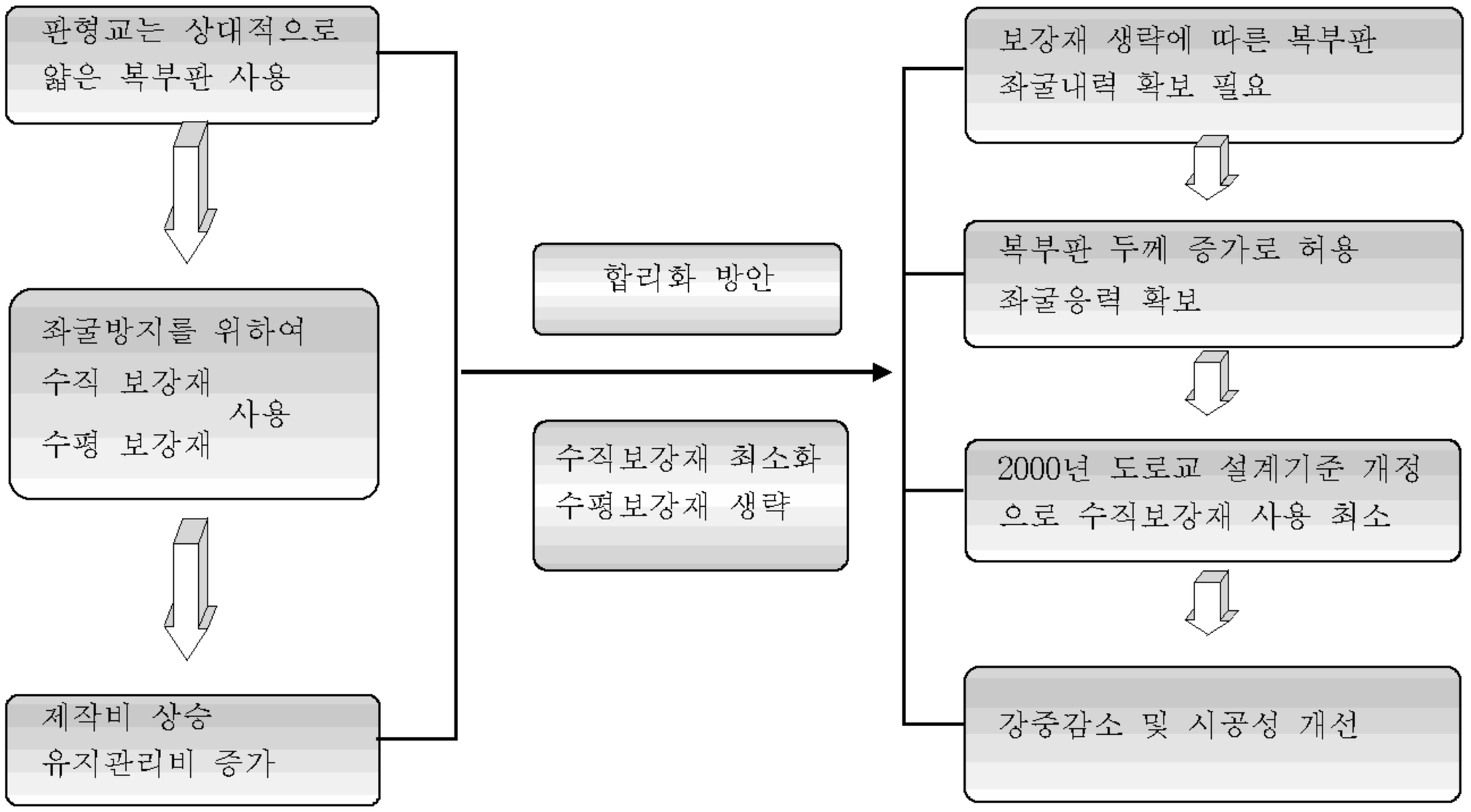
소수주형교 최적형상(치도리노 사와가와교, 일본)	
개 요 도	특 징
	• 현장타설 PSC 바닥판 사용 • **수평 보강재 생략** • 지간부의 수직 보강재 생략 • 현장이음은 용접이음 채택

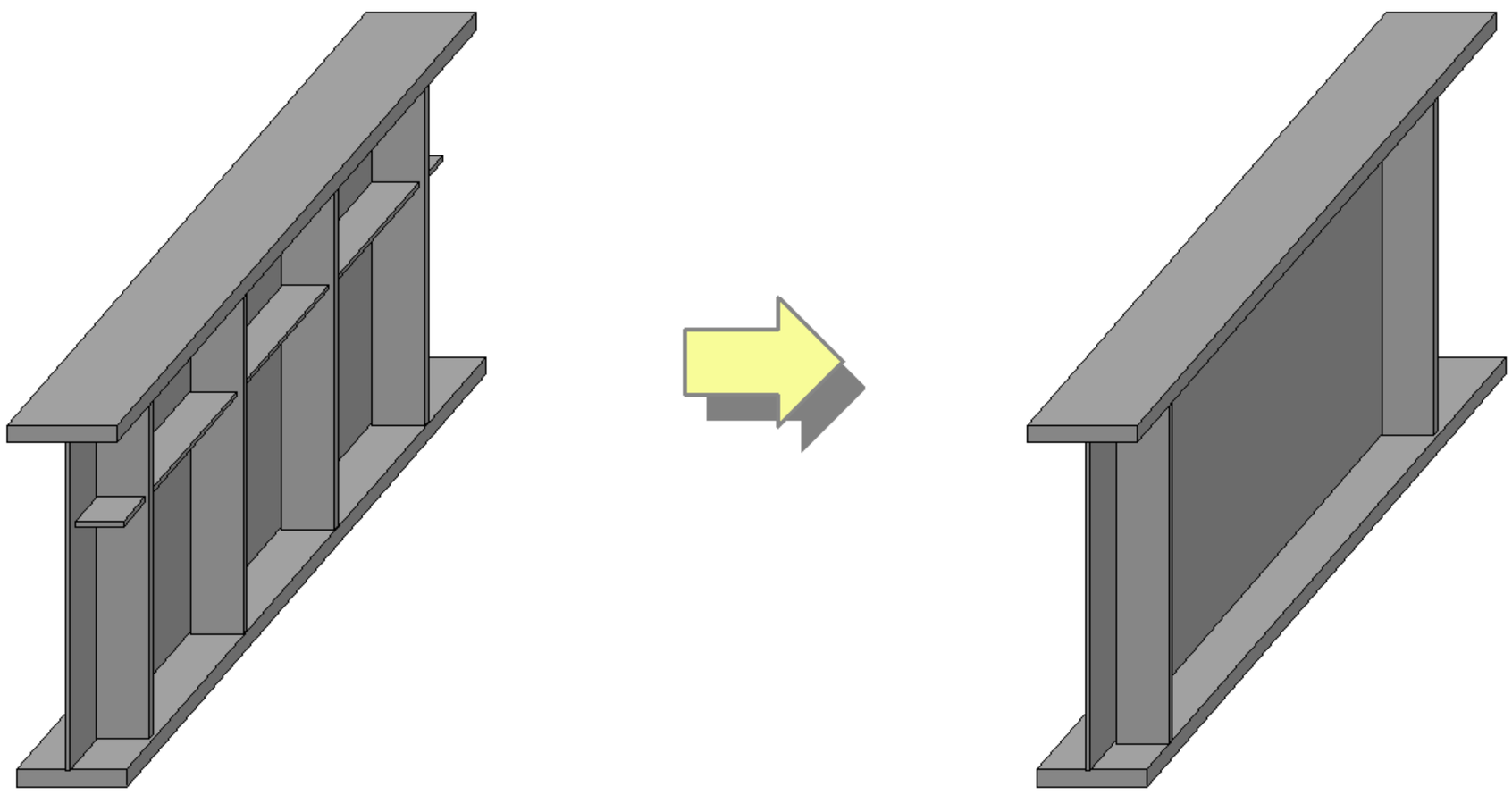
※경부고속철도 8-2공구 다수고가교(2002. 12 준공) 등 다수 적용

5. 소수주형 판형교 세부 적용방안

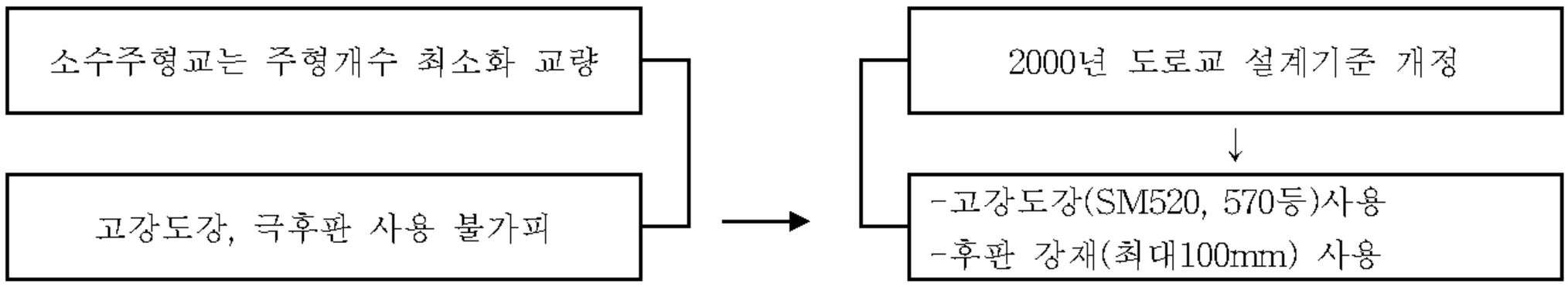
가. 지간범위: 30~110m

나. 주형의 합리화 방안



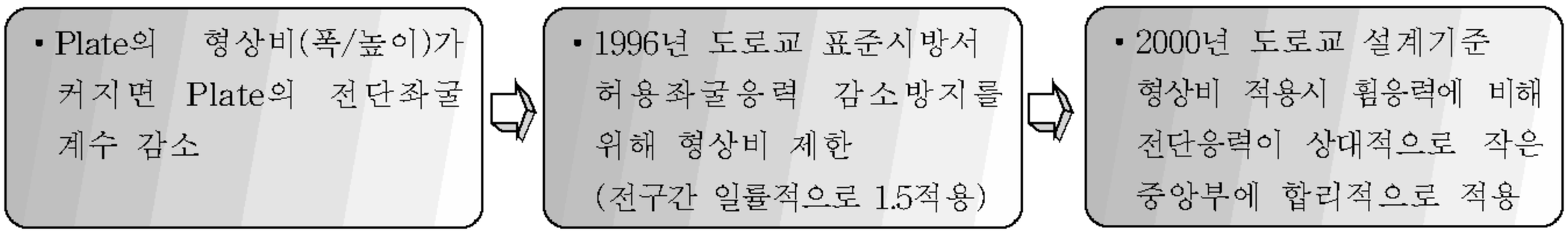


다. 사용재료



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 마서고가교에 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.

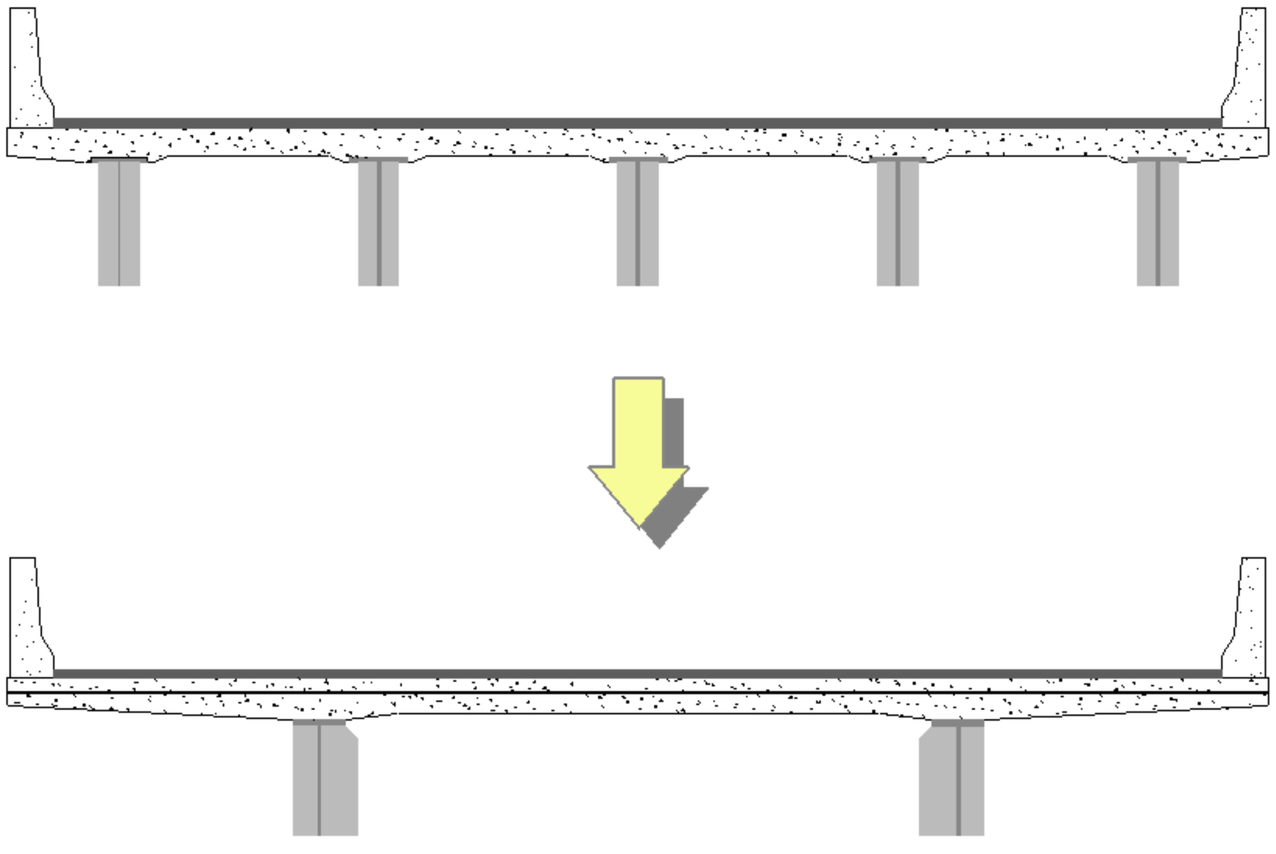
라. 수직보강재 간격

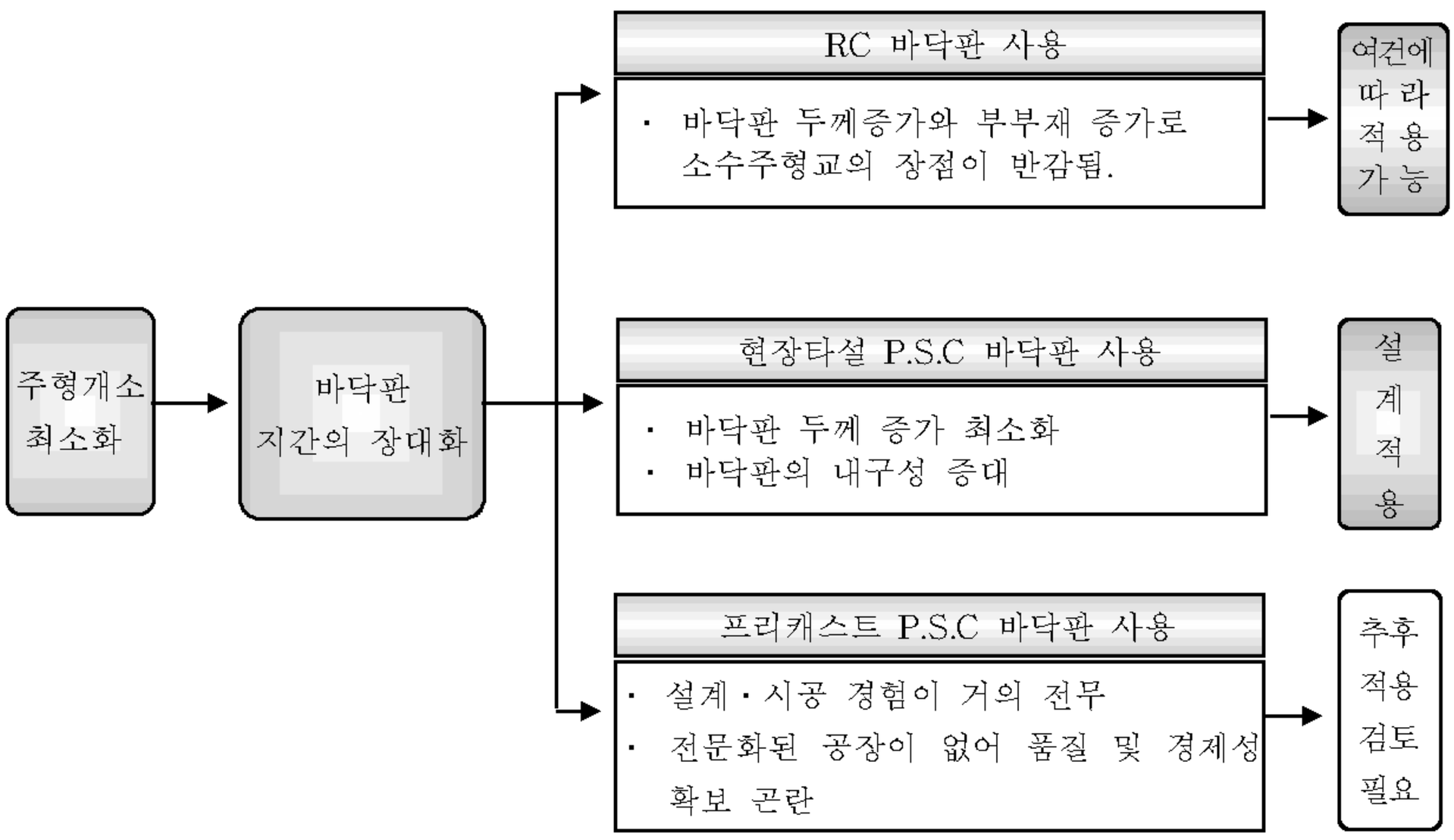


구 분	지 점 부	그외 구간	비 고
수직보강재 간 격	$\frac{a}{b}\left(\frac{\text{수직보강재 간격}}{\text{상하 플랜지의 순간격}}\right)\leq 1.5$	$\frac{a}{b}\left(\frac{\text{수직보강재 간격}}{\text{상하 플랜지의 순간격}}\right)\leq 3.0$	도로교설계기준 P132

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

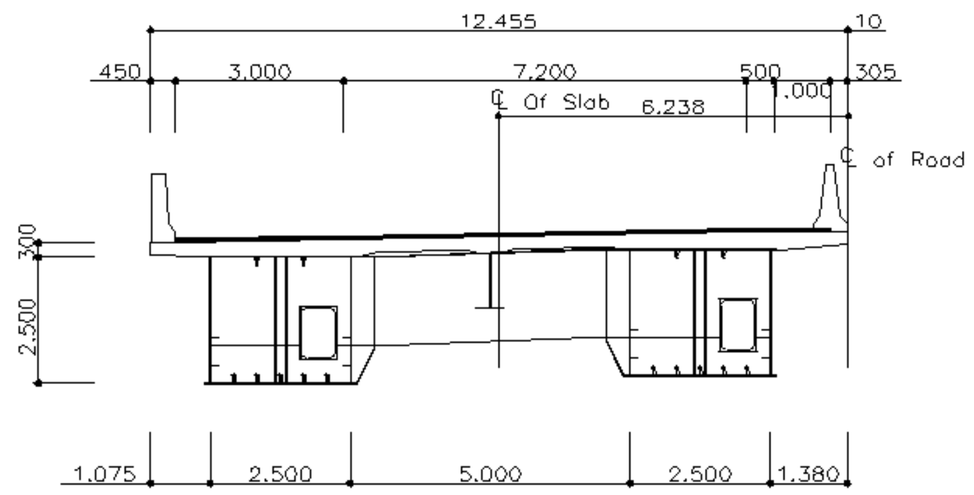
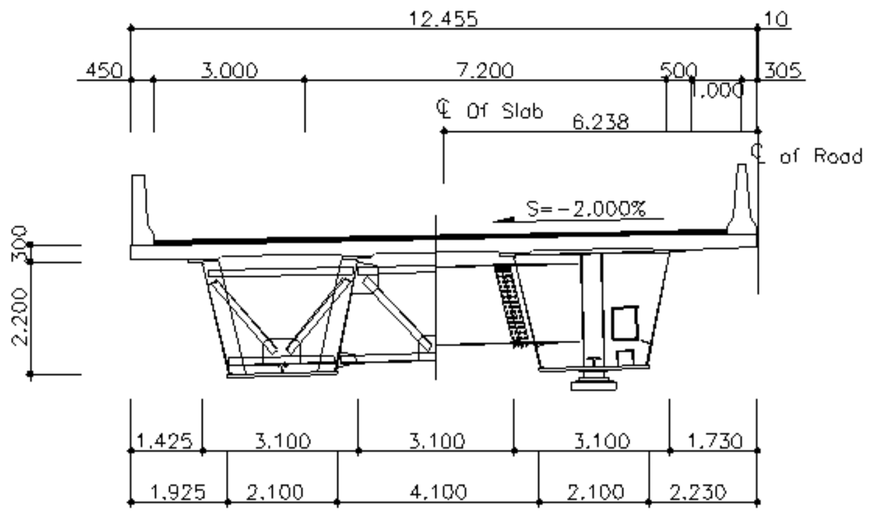
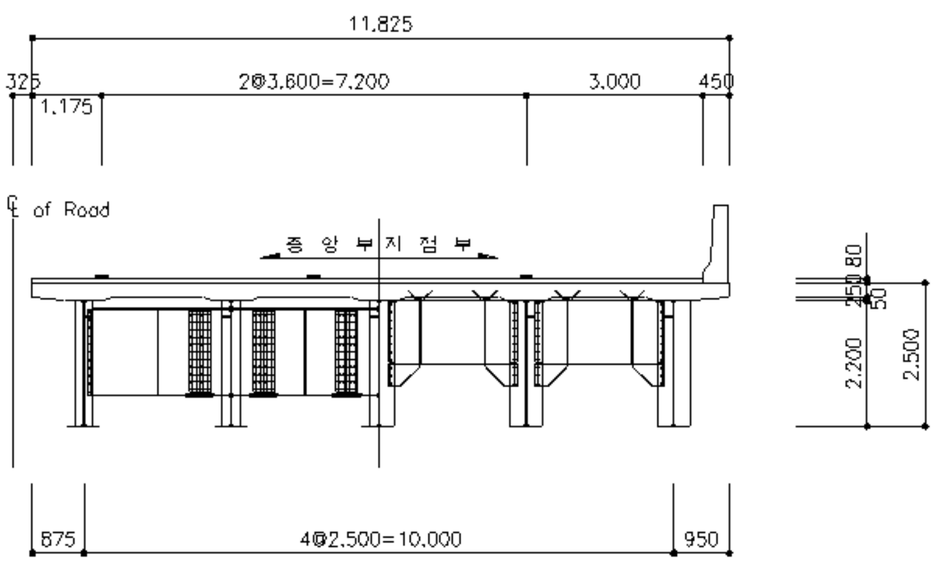
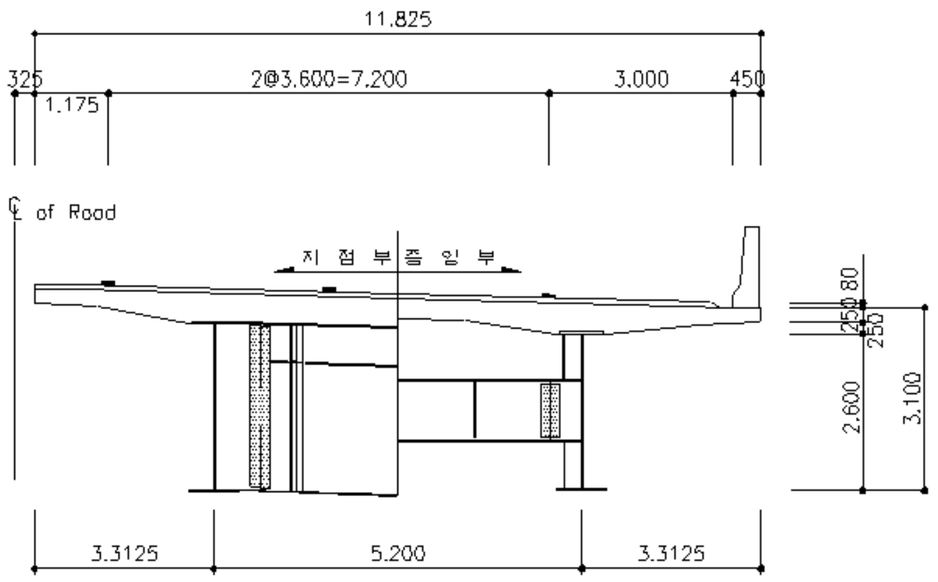
다 주 형 판 형 교	소 수 주 형 교
• **중간 브레이싱** – 주거더의 전도를 방지 – 주거더 상대변위억제 – 하중분배에 기여 • **단부 브레이싱** – 비틀림 변형구속 – 상현재는 윤하중을 지지하도록 설계 • **수평 브레이싱** – 수평하중을 지점까지 전달 – 횡방향 진동방지	• **강성이 큰 가로보 설치** – 주형과 바닥판의 구속효과로서 역할수행 – 가설시 수평하중을 지점에 전달 – 주거더의 전도 및 상대변위 억제

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		비 교 대 상 교 량 2	
교량형식:폐단면 상자형교	바닥판:현장타설 RC 바닥판	교량형식:개구제형 강합성교	바닥판:현장타설 RC 바닥판
경간구성:40+50+40 = 130M	사용강재: SM400 SM490	경간구성:40+50+40 = 130M	사용강재: SM400 SM520
			
비 교 대 상 교 량 3		비 교 대 상 교 량 4	
교량형식:다주형 판형교	바닥판:현장타설 RC 바닥판	교량형식:소수주형 판형교	바닥판:현장타설 PSC 바닥판
경간구성:40+50+40 = 130M	사용강재:SM400 SM490	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

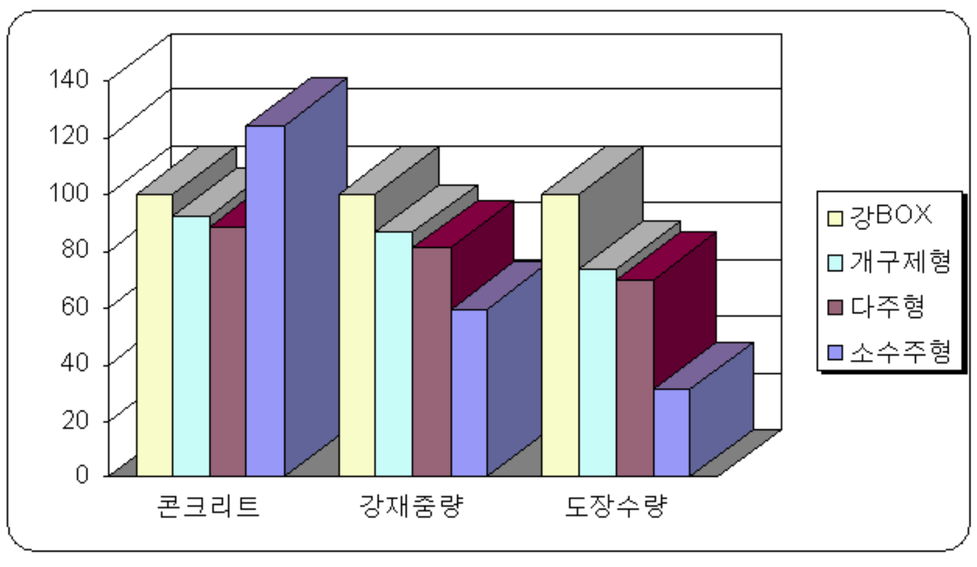
구 분	폐 단 면	개구제형	다 주 형	소수주형
바닥판콘크리트 (㎥)	507(100%)	467(92%)	450(89%)	630(124%)
강 재 중 량 (kgf/㎡)	304(100%)	264(87%)	247(81%)	180(59%)
도 장 (㎡)	13,045(100%)	9,589(74%)	9,149(70%)	4,035(31%)

3) 상부 공사비 비교

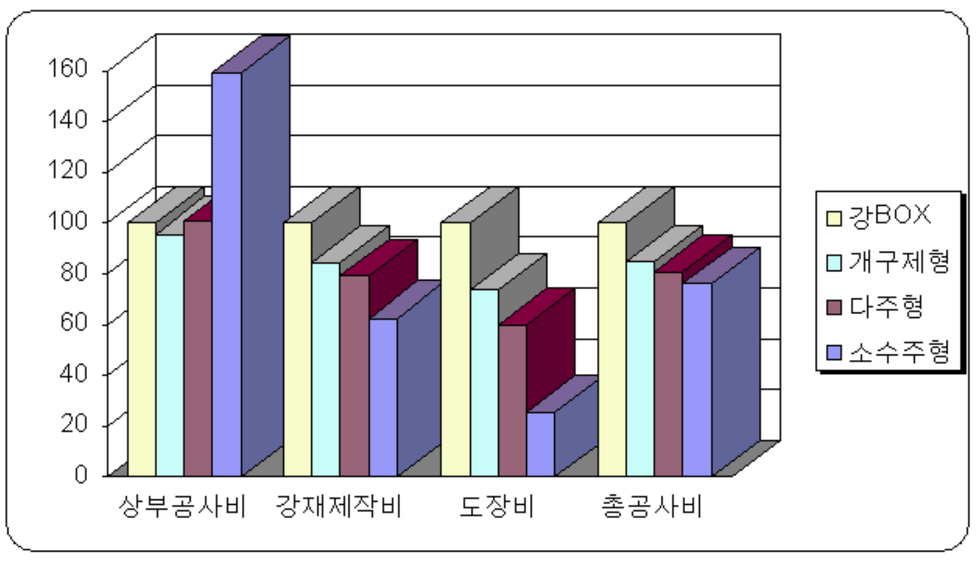
구 분	폐 단 면	개구제형	다 주 형	소수주형
상부 바닥판 (천원/㎡)	224 (100%)	214 (96%)	226 (101%)	315 (141%)
강교 제작비 (천원/㎡) (운반,가설포함)	904 (100%)	763 (84%)	715 (79%)	568 (63%)
도 장 비 (천원/㎡)	128 (100%)	94 (73%)	77 (60%)	33 (26%)
총 공 사 비 (천원/㎡)	1,256 (100%)	1,071 (85%)	1,017 (81%)	916 (73%)

※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 2주형교의 설계·시공 - 천기중공업주식회사

○ 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

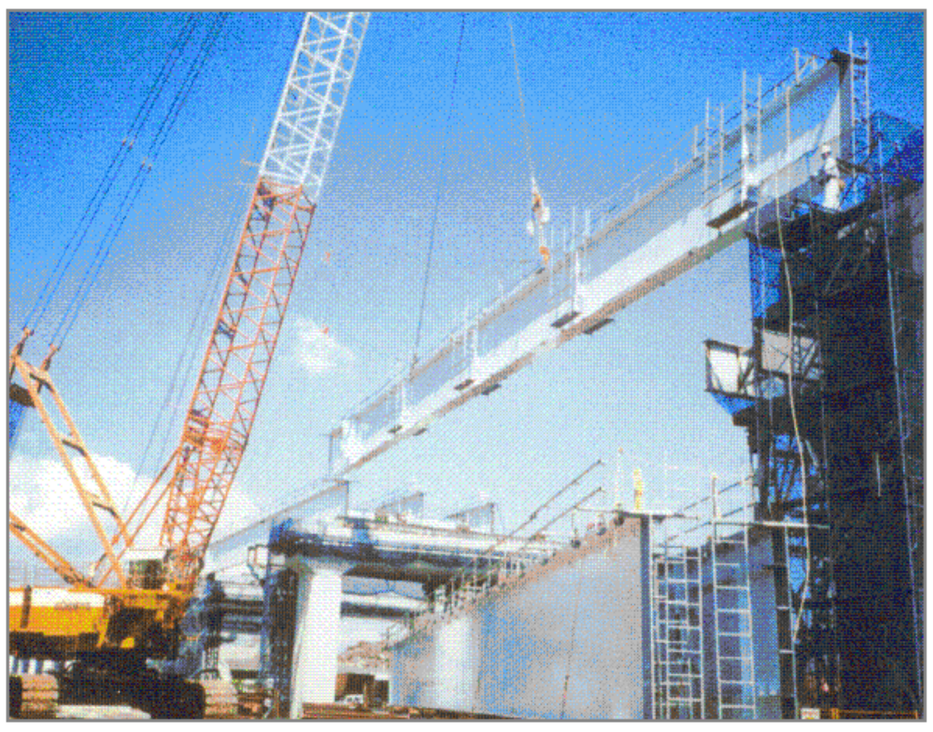
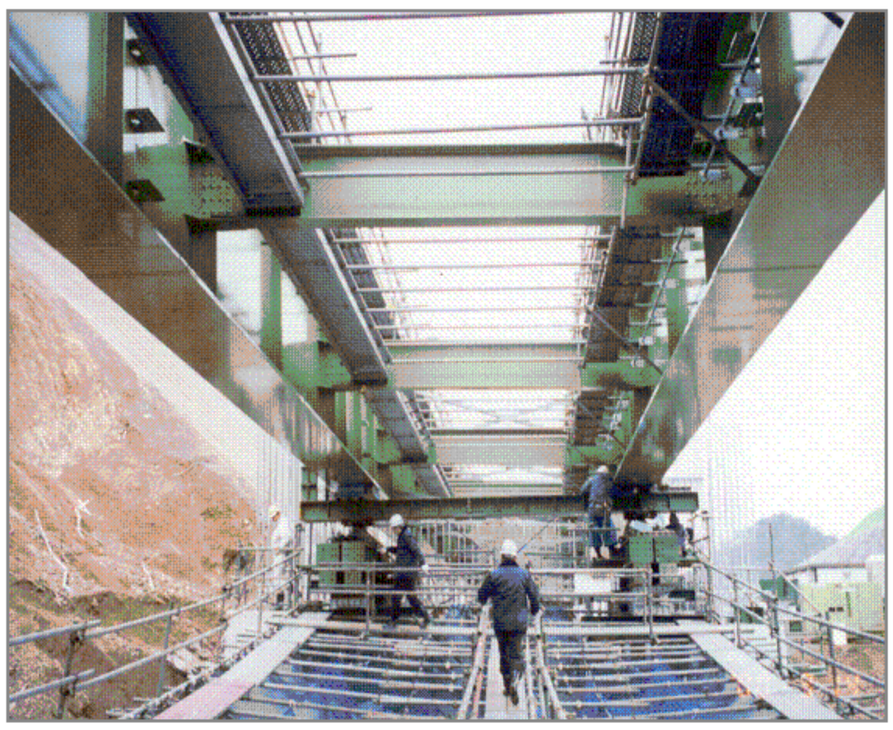
한국도로공사

설 계 처

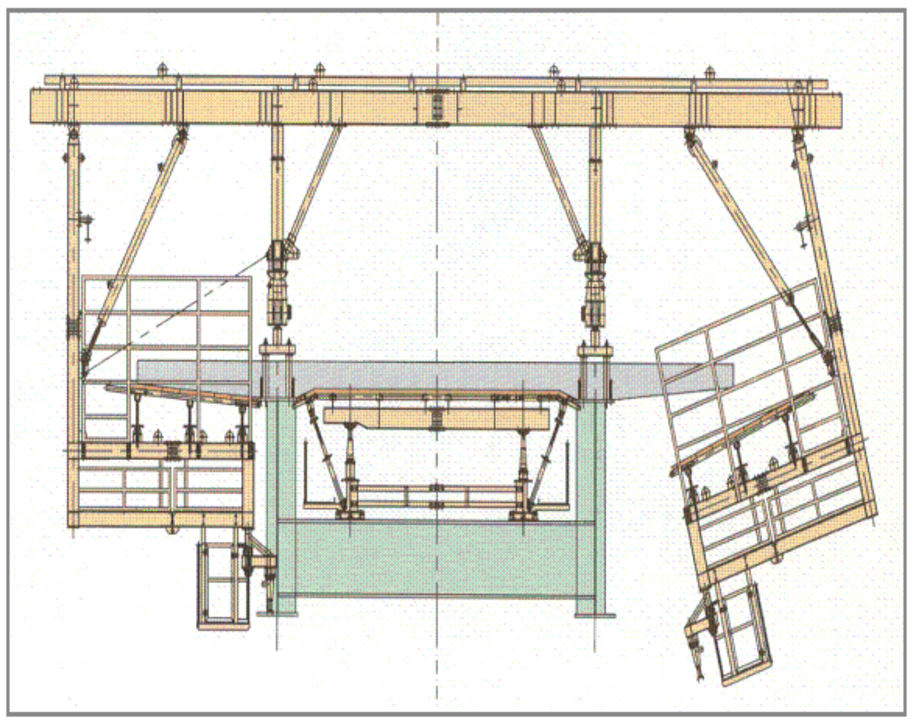
■소수주형 판형교 적용사례(국외)

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 주형거치 방법

동바리 설치후 크레인 거치	크레인 거치
	
연속 압출공법 거치	연속 압출공법 거치
	
케이블 이용 거치	케이블 이용 거치

■소수주형 판형교 바닥판 시공방법

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

제5장 포 장 공

★◉ 기안	부 장	처 장	본부장	부사장	사 장
협 조	도로처장 :		민자사업처장 :		
	건설계획처장 :		도로연구소장 :		
	건설관리처장 :		기술심사실장 :		

문서번호	설계도10201-151
보존기간	10년
결재일자	2002. 4. 1
공개여부	공개

고속도로 포장형식 선정기준 검토

2002. 3

설계기준부장 :
구조설계부장 :

한국도로공사
KOREA HIGHWAY CORPORATION
설 계 처

1. 검토목적

고속도로노선 통과지역의 강우, 강설 등 기후조건과, 중차량구성비 등 교통특성, 지반조건을 감안하고 수명주기비용(Life Cycle Cost), 도로와 교통관리측면 및 수명 도래후의 재포장대책 등을 종합적으로 고려한 적정 포장형식 선정기준을 수립코자함.

2. 고속도로 포장형식 적용현황

가. 포장형식별 구성현황

2002. 1 기준

구 분	계	A	C	C, A
연 장(km)	2,600	710	1,657	233
구성비율(%)	100	27	64	9

※ A : 아스팔트콘크리트 포장 C : 시멘트콘크리트 포장

나. 포장형식적용 변화 추이

1) 년대별, 노선별

○ **신설** : 1980년 이전까지는 아스팔트콘크리트 포장이 주종을 이루었으나 이후 소성변형에 따른 문제점이 부각되어 시멘트콘크리트 포장이 주로 적용됨

구 분	개통시기	포장형식	구 분	개통시기	포장형식
경인선	'68.12	A	중부선	'87.12	C
경부선	'70. 7	A	영동-동해 연결선	'88.12	C
호남선	'73.11	A	판교-구리, 신갈-안산선	'91.11	C
남해선	'73.11	A	제2경인선	'95.12	C
영동선	'75.10	A	서울-안산선	'98.11	C
동해선	'75.10	A	서울외곽선(남부구간)	'99.11	C
구마선	'77.12	A	중앙선	'01. 8	C
부마선	'81. 9	C, A	대전-통영선	'01.11	C
88선	'84. 6	C	서해안선	'01.12	C, A

○ **확장** : 시멘트콘크리트 포장이 주종이며, 공사중 교통처리측면 및 적설 한랭지에 대한 적응성을 고려하여 아스팔트콘크리트 포장 일부 적용됨

구 분	개통시기	포장형식	구 분	개통시기	포장형식
호남선			**구마선**		
대전-논산	'85. 9	C,A	이현-옥포	'86.12	C
논산-전주	'86. 6	C	옥포-내서	'95.12	C,A
전주-광주	'86. 9	C	이현-성서	'99. 9	C
광주-고서	'89. 6	C	**영동선**		
고서-순천	'96.11	C	신갈-원주	'94.12	C, A
남해선			원주-새말	'97.12	C, A
냉정-마산	'81. 9	C,A	새말-월정	'99.11	A
마산-내서	'83.12	C,A	월정-횡계	'00. 7	A
내서-신산리	'84.12	C,A	횡계-강릉	'01.11	A
마산-진주	'89. 9	C,A	**경인선**		
진주-광양	'92.11	C,A	신월-부평	'92. 7	A
냉정-구포	'96. 6	A	부평-서인천	'93. 9	A
내서-냉정	'01.11	C,A	서인천-도화	'98.12	A
경부선			도화-인천	'99.12	A
양재-수원	'92. 7	A			
수원-청원	'93. 7	A			
반포-양재	'95. 9	A			
청원-회덕	'98. 9	A			
회덕-비룡	'99. 6	A			
신갈-안산선	'01. 5	C			
중부선(하남-호법)	'01.11	C			

2) 특수 가요성포장 적용 현황

2002. 1

구 분	최 초 도 입	적용연장 (2차로기준, km)	비 고
계		697	
SMA	경부선 89~90 Km (0.5Km, '96)	372	확대 적용중
개질재 G (Gilsonite)	남해선 378~379 Km (0.5Km, '96)	194	2001.이후 사용중지 (균열발생)
개질재 T (SBS)	경부선 59~59.5 Km (0.25Km, '96)	124	-
CRM	경부선, 호남선	7	시멘트콘크리트 포장 덧씌우기용

3. 포장형식의 종류 및 특징

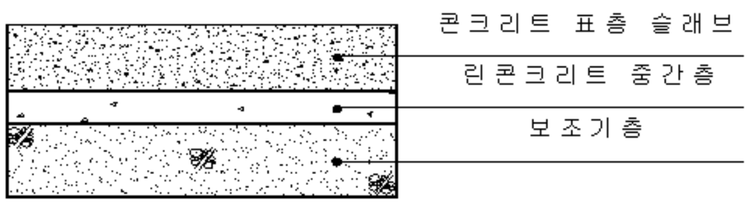
포장형식은 강성포장(시멘트콘크리트 포장)과 가요성포장(아스팔트콘크리트 포장)으로 대별됨

가. 강성포장

1) 무근콘크리트 포장(JCP, Jointed Concrete Pavement)

○ **특징**

- 일반적인 시멘트콘크리트 포장 형태
- 다우웰바나 타이바를 제외하고 일체의 철근보강 없음
- 일정간격으로 줄눈을 설치하여 균열을 유도하는 포장 형태
- 시간이 경과함에 따라 줄눈부의 파손(단차, 우각부 균열, 펌핑 등)에 따른 스칼라 저하

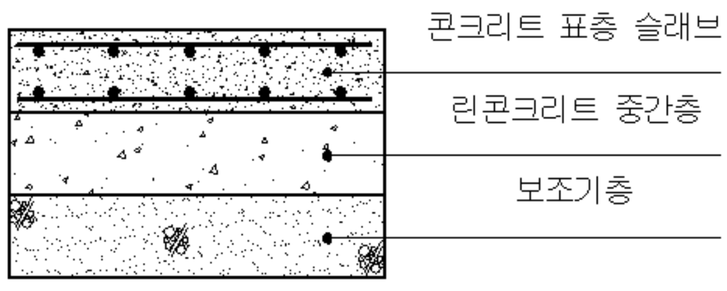


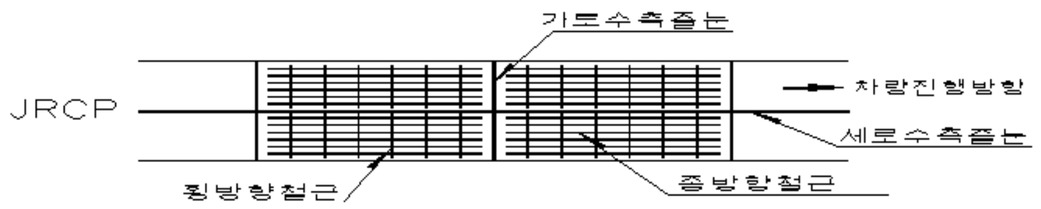
2) 철근콘크리트 포장(JRCP, Jointed Reinforced Concrete Pavement)

○ **특징**

- 영업소 광장부와 같이 제동, 발진 하중이 작용하는 포장 등에서 부분적으로 사용하는 포장 형태
- 줄눈의 갯수를 줄이고 과다한 균열발생을 억제하기 위해 종·횡방향 상하부철근 배근
- 줄눈의 수가 감소하기는 하나 여전히 줄눈부 문제점 상존

○ **단면도**



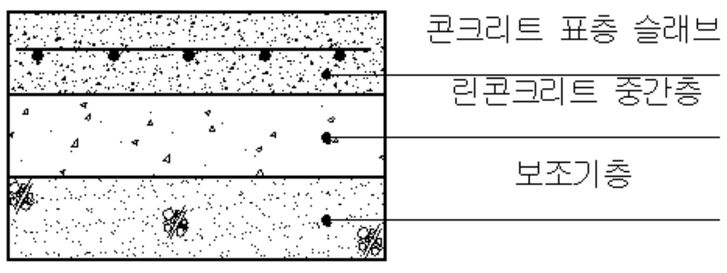


3) 연속철근콘크리트 포장(CRCP, Continuously Reinforced Concrete Pavement)

○ **특징**

- 미국 등 선진 외국에서 많이 사용하는 포장 형태
- 가로 수축·팽창줄눈을 완전히 제거한 포장 형태
- 균열발생을 허용하고 종방향철근 사용(콘크리트 단면적의 0.5~0.8%)으로 균열틈의 벌어짐 억제
- 줄눈이 없어 승차감은 좋으나 절성경계 및 편절편성 구간이 많은 도로에서는 적용성 불량
- 강우·강설이 많은 우리나라의 경우에는 적절치 않은 공법

○ **단면도**



나. 가요성포장

1) 표층 재료에 따라 다양한 형식으로 분류

2) 일반 밀입도 아스팔트 포장

○ 70년대까지 국내 포장형식의 주종

○ 이후 소성변형에 대한 저항성이 취약하여 고속도로 포장형식에 제한적 사용

○ 재료비 : 32,000원/ton

3) SMA 포장(Stone Mastic Asphalt)

○ 96년 이후 고속도로 포장에 적용(영동선 확장, 동해선)

○ 굵은골재 맞물림 작용(Interlocking)으로 소성변형에 대한 저항성 증대

○ 아스팔트 함량이 커서(6.7%) 균열저항성 양호

○ 재료비 : 61,000원/ton

4) CRM 포장(Crumb Rubber Modified Asphalt)

○ 폐타이어를 2mm이하의 고무분말로 만들어 80 : 20의 비율로 혼합 포설하는 개질아스팔트 포장형식 (건교부 지정 신기술)

○ 노후된 시멘트콘크리트 포장 상부에 덧씌우기시 반사균열(기존 줄눈부, 기존 포장파손부) 억제효과가 우수

○ 재료비 : 69,000원/ton

5) SBS 개질재 포장(Styrene Butadien Styrene)

○ AP와 SBS가 95 : 5 정도로 혼합된 개질아스팔트 포장형식

○ 개질재의 첨가로 소성변형과 피로균열에 대한 저항효과 증진

○ Superpave에서는 44단계의 공용성등급(PG, Performance Grade)를 규정하여 교통조건과 기후조건에 따른 사용기준 정립

○ 재료비 : 48,000원/ton

4. 포장형식별 경제성 비교

가. 비교대안 설정

○ 수명주기비용 분석을 위하여는 각 포장형식별 유지관리 프로그램 정립 및 유지보수비용 데이타의 축적이 선행되어야 함

○ 국내 포장 유지보수 실적의 축적이 미비되어 국·내외 사례를 조사하여 표준적인 유지관리 시나리오를 구성함

○ 비교대상 포장형식은 시멘트콘크리트 포장, 일반밀입도 아스팔트콘크리트 포장, SMA 포장으로 구성하였음

나. 유지관리 시나리오 구성

○ **시멘트콘크리트 포장**

- **시멘트콘크리트 덧씌우기 보수**

·초기포장 10년 공용후 줄눈보수(50%), 15년차에 팻칭(5%), 20년차에 접착식 덧씌우기(BCO, t=10cm) 또는 비접착식 덧씌우기(UBCO, t=20cm) 및 30년차에 재포장

- **아스팔트콘크리트 덧씌우기 보수**

·초기포장 10년 공용후 줄눈보수(50%), 15년차에 팻칭(5%), 20년차에 SMA덧씌우기(줄눈부 GLAS GRID보강), 25년차에 줄눈보수(50%) 및 30년차에 절삭후 SMA덧씌우기 시행(줄눈부 GLAS GRID보강)

○ **일반밀입도 아스팔트콘크리트 포장**

- 공용후 5년마다 절삭, 덧씌우기 시행

○ **SMA 포장**

- 공용후 10년마다 절삭, 덧씌우기 시행

다. 경제성 분석

(단위 : 천원/km)

<table>
<tr><th>구 분</th><th colspan="2">시멘트콘크리트 포장</th><th colspan="2">밀입도아스팔트 포장</th><th colspan="2">SMA 포장</th><th>비고</th></tr>
<tr><td>단면구성</td><td colspan="2">슬래브 30
린콘크리트 15
보조기층 15
선택층 20</td><td colspan="2">표 층 5
기 층 25
보조기층 30
선택층 20</td><td colspan="2">표 층 4
기 층 26
보조기층 30
선택층 20</td><td></td></tr>
<tr><td>총사업비</td><td colspan="2">494,764</td><td colspan="2">572,235</td><td colspan="2">510,700</td><td></td></tr>
<tr><td>초기 공사비</td><td colspan="2">384,114</td><td colspan="2">386,661</td><td colspan="2">419,456</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="8">유지관리</td><td>소계</td><td></td><td>110,650</td><td></td><td>185,574</td><td></td><td>91,244</td><td></td></tr>
<tr><td>5년</td><td>-</td><td>-</td><td>절삭덧씌우기(5cm)</td><td>63,572</td><td>-</td><td>-</td><td></td></tr>
<tr><td>10년</td><td>줄눈보수(50%)</td><td>2,541</td><td>절삭 덧씌우기(5cm)</td><td>44,282</td><td>절삭덧씌우기(4cm)</td><td>53,030</td><td></td></tr>
<tr><td>15년</td><td>팻칭(5%)</td><td>45,683</td><td>절삭 덧씌우기(5cm)</td><td>30,845</td><td>-</td><td>-</td><td></td></tr>
<tr><td>20년</td><td>SMA4cm덧씌우기(줄눈부GLAS GRID보강)</td><td>36,412</td><td>절삭 덧씌우기(5cm)</td><td>21,485</td><td>절삭덧씌우기(4cm)</td><td>25,730</td><td></td></tr>
<tr><td>25년</td><td>줄눈보수(50%)</td><td>4,815</td><td>절삭 덧씌우기(5cm)</td><td>14,966</td><td>-</td><td>-</td><td></td></tr>
<tr><td>30년</td><td>SMA4cm덧씌우기(줄눈부GLAS GRID보강)</td><td>21,199</td><td>절삭 덧씌우기(5cm)</td><td>10,424</td><td>절삭덧씌우기(4cm)</td><td>12,484</td><td></td></tr>
</table>

※ 편도 2차로 본선포장 기준, 할인율 7.5% 적용

5. 검토결론

가. 검토의견

○ 경제성 분석결과 시멘트콘크리트 포장과 아스팔트콘크리트 포장의 수명주기 비용은 큰 차이를 보이지 않음

○ 아스팔트콘크리트 포장의 문제점으로 제기된 소성변형 등 중차량 교통에 대한 저항성 부족문제는 상당부분 해소됨(SMA, 개질재의 성능개선)

○ 따라서 고속도로 포장형식은 획일적인 적용을 지양하고 해당 설계 노선별 특성을 고려하여 선정하는 것이 타당함

나. 고속도로 포장형식 선정원칙

○ **도로성격** : 지방부, 도시부, 관광도로, 산업도로 등 도로의 성격

- **지방부, 산업도로** : 경제성 및 중차량에 대한 적응성을 고려하여 시멘트콘크리트 포장 우선 고려
- **도시부, 관광도로** : 공용성 및 장래 확장측면을 고려하여 가요성 포장(SMA 표층) 우선 고려

○ **교통특성**

중차량 비율이 높은 도로(고속도로 평균 : 36%)인 경우에는 중차량에 대한 적응성을 고려하여 시멘트콘크리트 포장 우선 고려

○ **토질특성**

- **연약지반** : 지반침하에 대한 적응성이 우수한 가요성 포장 (SMA 표층) 등 가요성 포장 우선 고려
- **절성경계 및 편절편성구간 구성비율** : 동 비율이 높은 도로인 경우에는 사공성 및 부등침하에 대한 적응성이 양호한 가요성 포장(SMA 표층) 우선 고려

○ **기타**

- 적설한랭지역은 제설융빙에 유리한 가요성 포장(SMA 표층) 우선 고려
- 도시부 광폭도로 등의 경우 소음저감 대책으로서 저소음 포장 공법이 필요한 구간에는 가요성 포장(SMA 표층) 우선 고려

다. 고속도로 포장형식 선정 방법

설계노선별로 **「포장형식선정 심의위원회」**를 구성하여 결정함

(첨부 : 포장형식선정 심의위원회 운영방안)

포장형식선정 심의위원회 운영방안

□ **위 원 장 :** 설계처장

□ **위　　원 :** 설계처 각부 부장 (3인), 설계과장 (1인),

도로연구소 포장연구그룹 (시멘트, 아스팔트 각 2인)

해당설계노선 과업책임기술자 (4인 내외)

□ **운영시기 : 「포장형식 선정 검토서」**를 작성하여 심의요청시 개최

□ **시행방법**

○ 해당 노선에서 **「포장형식 선정 검토서」**를 작성하여 심의위원에게 사전 배포

○ 심의위원의 사전 검토후 합동회의 개최

□ **결정방법**

○ 심의위원별로 **「포장형식 선정 평가표」**(별첨 양식 참조)를 작성하여 포장 형식 추천

○ 참석 심의위원 과반수의 추천을 받은 포장형식으로 결정

고속도로 포장형식 선정 평가표(안)

평가 항목	평가요소	배점	시멘트 콘크리트 포장		가요성 포장 (SMA표층)		비고
			평점	점수	평점	점수	
경제성	o 초기공사비 o 유지관리비	30					1. 평점은 수, 우, 미, 양, 가로 구분하여 평가하며 점수는 평가 항목별 배점을 기준으로 각각 **수100%, 우90%, 미80%, 양70%, 가60%**로 배분함 2. 평가위원별로 평가표를 작성하여 **점수합계가 큰 포장형식을 추천함**
공용성	o 쾌적성 o 안전성 - 눈부심, 마찰저항 측면고려	20					
시공성	o 일반시공성 - 구조물 구성비율, 절성경계 보장 슬래브 구성비율이 높은 경우에는 가요성포장이 유리	20					
유지 관리성	o 소성변형에 대한 적응성 - 중차량구성비가 큰 경우 시멘트콘크리트 포장이 유리 o 유지보수 작업에 따른 교통지체 가능성 - 계획목표년도 서비스 수준이 D 수준 이상인 경우 확장가능성 및 예상되는 교통지체를 고려하여 가요성 포장이 유리 o 적설 한랭지 - 제설융빙 측면을 고려 가요성 포장이 유리	30					
기타 고려 항목	o 포장재료 수급측면 o 산업보호정책측면 - 아스팔트, 시멘트 수급 및 경제 파급효과 고려 o 연약지반 여부 o 소음피해 저감 필요성						o 정책적인 고려가 필요시에는 상기 평가표와 별도로 포장공법 선정 가능 o 연약지반인 경우에 전후 일정구간에 대하여는 SMA 포장등 가요성 포장공법 적용 원칙으로 함
계		100					
추 천							

제6장 터 널 공

감 사

★◉기안	과 장	부 장	처 장	본부장	부사장	사 장
협 조	도로연구소장 :			기술심사실장 :		

터널 록볼트 접착재료 적용방안

2002. 2.

문서번호	건설기13105-29
보존기간	10년
결재일자	2002. .

부 장	협 조
설계기준부장	
도로설계부장	

한국도로공사

KOREA
HIGHWAY
CORPORATION

1. 목 적

현재 터널 지보재로 사용중인 전면접착형 록볼트의 접착재료별 비교검토를 통해 시공성과 경제성을 감안한 최적의 적용방안을 수립 시행함으로써 저비용 고효율의 고속도로 건설에 기여코자함.

2. 관련 기준

록볼트 접착재료는 수지 또는 몰탈형중 적정 형식을 선정 사용토록 규정

ㅇ터널표준시방서(건교부, '99)

전면접착형 록볼트는 수지또는 몰탈을 사용하여 록볼트 전장을 지반에 정착

ㅇ터널 설계기준(건교부,'99) 및 도로설계편람(건교부, '00)

전면접착형 록볼트는 정착재료로 수지,시멘트 몰탈등을 사용

ㅇ고속도로 터널 설계실무자료집(도로공사, '95)

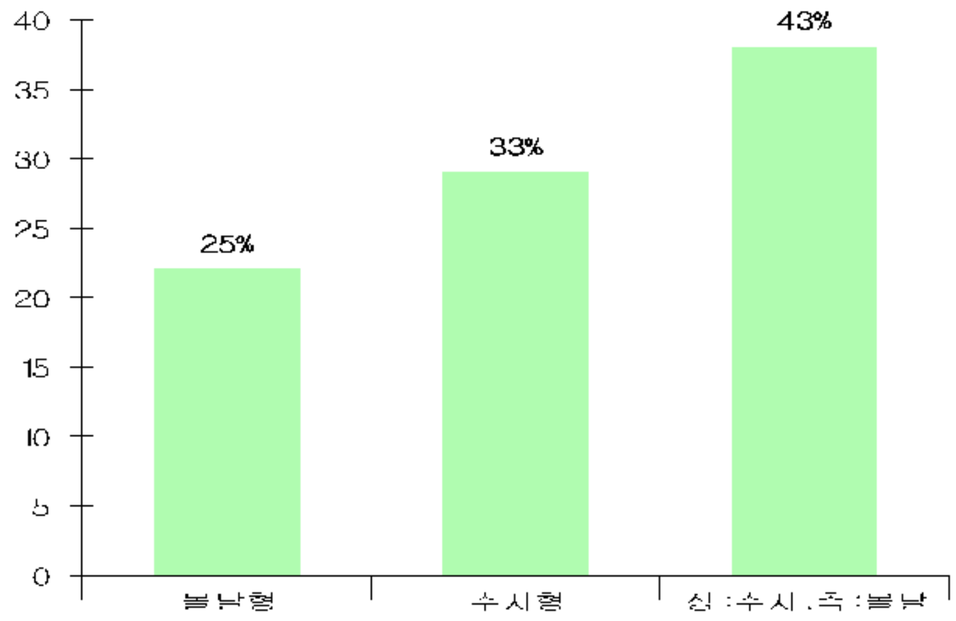
- 전면접착형 록볼트의 재료는 수지,시멘트몰탈,시멘트밀크 사용.
- 설계적용

과거의 설계에서는 수지(레진)이 고가였던 탓으로 충진형을 측벽에 적용하여 왔으나 작업이 번거롭고 또 수지(레진)이 국산화됨에 따라 경제적이므로 **측벽부도 수지(레진)을 적용함이 바람직**함.

3. 록볼트 접착재료별 적용현황

가. 시공중인 터널

구 분	계	전단면 몰탈형	전단면 수지형	상부:수지 측벽:몰탈
터널 개소	89	22	29	38



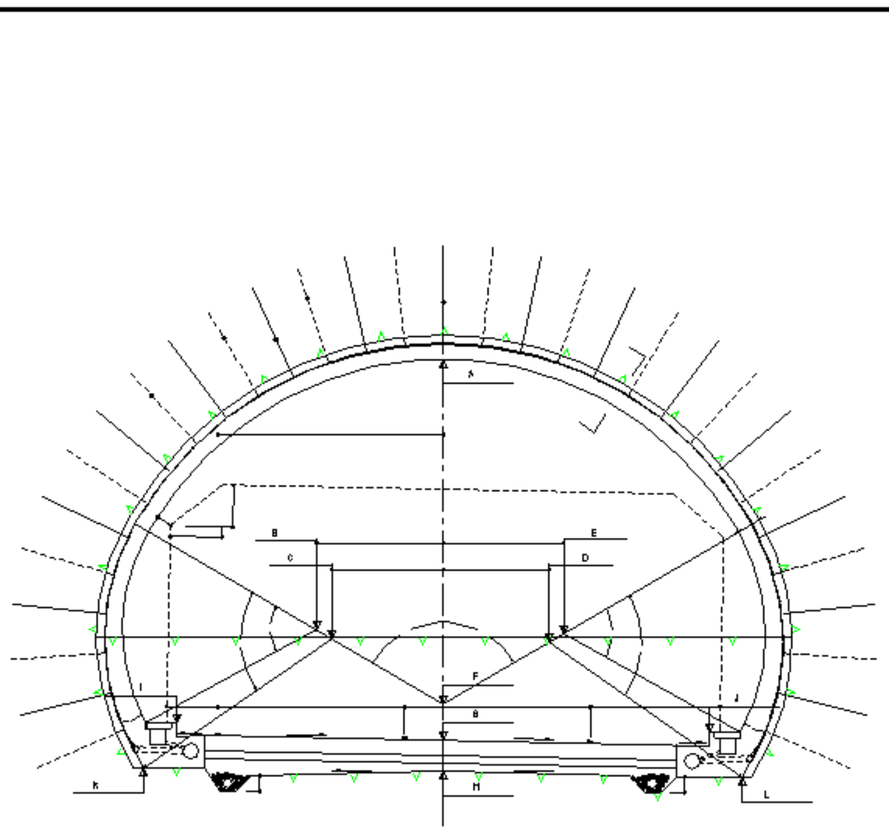
나. 기준공 노선

설계년도	상 부	측 벽 부	비 고
'85	몰탈	몰탈	서울~대전
'87	몰탈	몰탈	신갈~안산
'91	수지	수지	신갈~원주
	수지	수지	옥포~내서
'92	수지	몰탈	안산~안중
	수지	수지	판교~김포
'93	수지	수지	함양~진주
'95	수지	몰탈	영주~제천
	수지	수지	원주~월정

※ 참고자료: 건설지

4. 현설계 및 문제점

가. 표준도

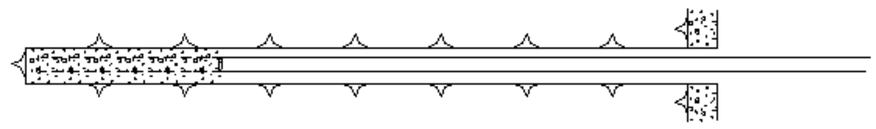


【상 부 : **수지형**】

3M:급결용+선단용+충전용

4M:급결용+선단용+충전용+충전용

【측벽부 : **시멘트 몰탈형**】



물-시멘트비:40~50%

구 분	록볼트 길이(m)	록볼트(개/m)		비 고
		상 부	측 벽	
표준단면-2	3	3.75	-	*2차로 기준
표준단면-3	4	4.75	3.0	
표준단면-4	4	6.333	4.0	
표준단면-5	4	7.917	5.0	
표준단면-6	4	9.5	6.0	

나. 문제점

○ 용수발생 개소에서는 시멘트 몰탈형 품질확보 애로.

○ 시멘트 몰탈 강도발현이 수지형 보다 늦어 후속공정 지연.

○ 수지형 접착재료의 국산화에 따른 경제성 재검토 필요.

5. 접착재료별 비교검토

가. 장단점 비교

구 분	시멘트 몰탈형	수 지 형
소요인원 및 장비구성	-소요인원: 9인 ·천공,볼트체결: 7인 · 그라우팅: 2인 -장비구성 · 점보드릴 · 그라우팅 펌프 · 그라우팅 믹서	-소요인원: 7인 ·천공,볼트체결: 7인 · 그라우팅: -인 -장비구성 · 점보드릴
장 점	· 볼트길이 변화에 제한이 없음. · 파쇄대등의 경우 몰탈 침투고결에 따른 인발내력 확보에 유리.	· 시공성 우수. · 조기 정착력이 큼. · 용수의 영향을 상대적으로 적게 받음. · 몰탈형보다 경제적임 (△42백만원/km). *재료비는 고가이나 인건비 저렴
단 점	· 조기강도 발현이 늦다. · 용수개소 시공 어려움. · 비경제적 · 몰탈 흘러내림에 따른 시공성 불량 · 몰탈 믹서, 펌프등의 설비가 필요	· 경화가 빨라 볼트 길이에 제한을 받음. · 발포비율이 클경우 접착력 저하 우려. · 천공경(Φ38mm)이 커질 경우 접착재의 부피가 부족할 우려가 있음.

나. 경제성 비교

1) 단위공사비 비교

(단위: 원)

구 분	M당 공사비			비 고
	시멘트몰탈	수지(레진)	증(감)	
표준단면-3	387,770	373,023	△14,747	○2차선 기준 ○중부내륙 오곡 터널 기준
표준단면-4	557,640	523,818	△33,822	
표준단면-5	1,118,993	996,270	△122,723	
표준단면-6	1,342,791	1,195,524	△147,267	
평 균 단 가	576,945	535,412	**△41,533**	※km당 절감액: △42백만원/km

☞ 공사비 : 제잡비포함, 설계가 기준

☞ 수지형의 경우 몰탈형에 비해 **재료비는 증가, 노무비는 감소**

구 분 (표준단면-4)	단 가(원/개)			
	계	재료비	노무비	경 비
시멘트몰탈형	92,940	17,631	46,204	29,105
레 진 형	87,303(△5,637)	23,017(증5,386)	35,396(△10,808)	28,890(△215)

2) 공사비 증감 현황

○ 실시설계중인 노선 : △ 17억원

- 실시설계중인 노선의 터널 연장 : 52개소/41.438km

⇒ △42백만원×41.4km = △1,738백만원

○ 공사 시행중인 노선

- 부산~울산외 2개노선 : 증 2,873백만원
- 대구~포항외 7개노선 : △ 2,864백만원

6. 검토결론

시멘트 몰탈형에 비해 용수의 영향을 상대적으로 적게 받아 일률적인 품질확보가 가능하고 시공성과 경제성이 우수한 수지형 접착재료로 변경 적용함이 타당 할것으로 판단됨.

- 실시설계중 및 설계완료후 미발주 노선: 개선안 적용
- 공사발주후 미시공 구간

해당 노선별로 경제성을 만족할 경우 개선안 으로 변경적용

□ 측벽부 록볼트 공사비 비교

(단위:원)

구 분 (2차로터널)	연장 (m)	단위수량 (EA/M)	EA당 단가 증(감)			M당 공사비 증(감) ※잡비포함		
			시멘트 몰 탈	수지형 (레진)	증(감)	시멘트 몰 탈	수지형 (레진)	증(감)
평 균	419.8 (100%)		95,060	88,768	△6,292	576,945	535,412	△41,533
표준단면-2	21 (5%)	-	-	-	-	-	-	-
표준단면-3	139 (33%)	3	86,171	82,894	△3,277	387,770	373,023	△14,747
표준단면-4	195 (46%)	4	92,940	87,303	△5,637	557,640	523,818	△33,822
표준단면-5	40.8 (10%)	5	149,199	132,836	△16,363	1,118,993	996,270	△122,723
표준단면-6	24 (6%)	6	149,199	132,836	△16,363	1,342,791	1,195,524	△147,267

* 중부내륙 제5공구 오곡터널(편도2차로,자연환기) 기준

□ 접착재료별 록볼트 단가비교

구 분		단가(원/개)			
		계	재료비	노무비	경비
표준단면-3	시멘트몰탈	86,171	17,767	36,057	32,347
	수지(레진)	82,894 (△3,275)	23,153 (증5,386)	27,609 (△8,448)	32,133 (△247)
표준단면-4	시멘트몰탈	92,940	17,631	46,204	29,105
	수지(레진)	87,304 (△5,636)	23,017 (증5,386)	35,396 (△10,808)	28,891 (△214)
표준단면-5	시멘트몰탈	149,199	17,594	92,328	39,277
	수지(레진)	132,836 (△16,363)	22,980 (증5,386)	70,793 (△21,635)	39,063 (△214)
표준단면-6	시멘트몰탈	149,199	17,594	92,328	39,277
	수지(레진)	132,836 (△16,363)	22,980 (증5,386)	70,793 (△21,635)	39,063 (△214)

* 중부내륙 제5공구 오곡터널(편도2차로,자연환기) 기준

□ 별첨:실시설계중인 터널현황

노 선	터 널 명	연 장(m)	비 고
계	52개소	41,438	
춘천-양양 (춘천-동홍천)	동산1	700	
	동산2	1,090	
	북방1	2,250	
	북방2	300	
	북방3	1,460	
	송정1	690	
고창-장성	고창1	350	
	고 창	3,825	
	장 성	362	
여주-양평	화 양	430	
	외평1	350	
	외평2	670	
옥천-영동	영동1	629	
	영동2	542	
무안-광주	보 평	1,000	
	백 호	500	
	동 원	320	
	용소1	350	
	용소2	215	
	입 석	220	
	대 도	490	
	오 정	1,194	
	서 봉	1,655	

노 선	터 널 명	연 장(m)	비 고
목포-광양	독천1	570	
	독천2	390	
	목 동	580	
	오 산	621	
	작 천	715	
	오 봉	1,274	
	삭 향	695	
	북 흥	995	
	월 만	933	
	청 암	1,588	
	대 야	798	
	노동1	601	
	노동2	670	
	도 개	283	
	겸 백	2,040	
	조 성	773	
	칠 동	280	
	벌교1	1,630	
	벌교2	540	
	벌교3	470	
	벌교4	340	
	별양1	820	
	별양2	1,040	
	별양3	380	
주문진-속초	현남1	700	
	현남2	200	
	현 북	330	
	왕 도	490	
	주 봉	1,100	

과 장	부 장	처 장	본부장
협 조	설계처장 : 이 동 희 교통처장 :		

건축팀장 : 설비부장

터널 전기설비 및 공동구 설치방안 검토

문서번호	시설전 09111- 137
보존기간	3년
결재일자	2002. 4. 9.
공개여부	공 개

2002. 4.

한국도로공사
KOREA HIGHWAY CORPORATION

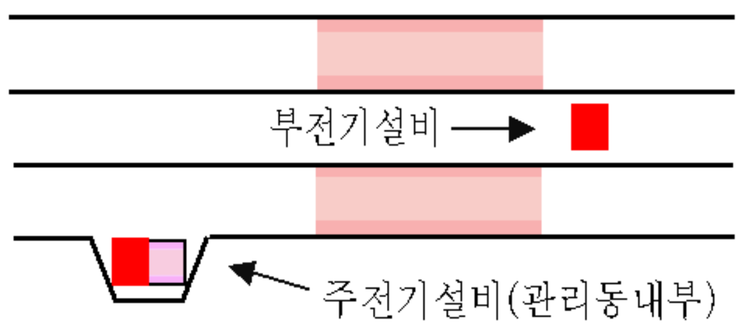
시 설 처

1. 검토배경

환경친화적인 고속도로 건설을 위하여 장터널(1km) 건설이 급증함에 따라 전기설비 설치위치 및 공동구 설치여부에 따른 경제성, 유지보수성 등을 검토하여 합리적이고 경제적인 설계기준을 수립코자 함

2. 현 실 태

o 장터널(1,600m 이상)에는 주전기설비와 부전기설비를 설치



o 전기설비 설치현황

구 분	주전기설비	부전기설비	비고
수전용량(KVA)	800~7,300	550~2,500	
전기실면적(㎡)	230~360	220~290	
전기설비 위치	관리동내부	옥내-죽령,육십령,둔내,진부1 옥외-수리,대관령1,상주	
터널연결 방법	공 동 구	공동구-죽령,육십령,둔내 배관-수리,대관령1,상주,진부1	
공동구연장(m)	100~400	70~120	
터널과거리(m)	20~180	10~60	

※ 세부현황 별첨

3. 검토방향

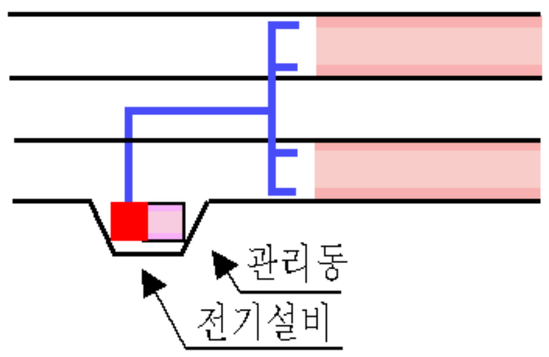
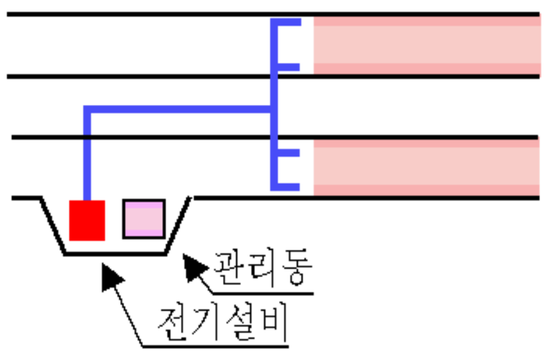
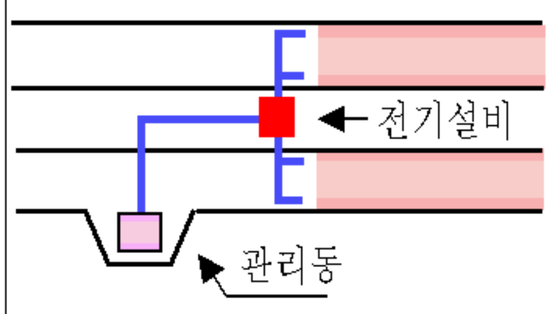
o 전기설비를 **옥내 또는 옥외**에 설치하는 방안

o 부전기설비와 터널을 **공동구 또는 배관**으로 연결하는 방안

o **관리동 위치선정**시 고려하여야 할 사항

4. 검토내용

가. 주전기설비 검토

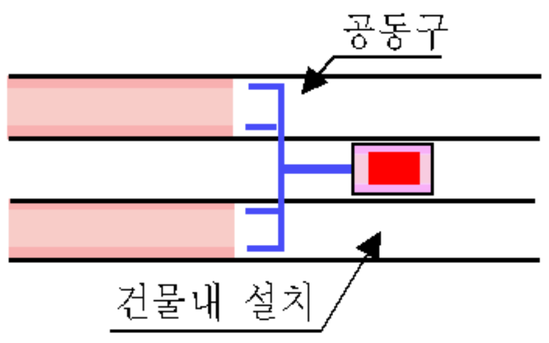
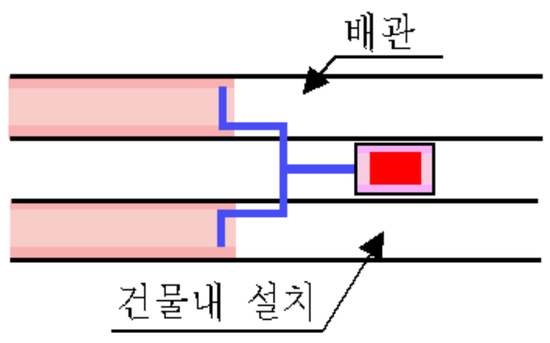
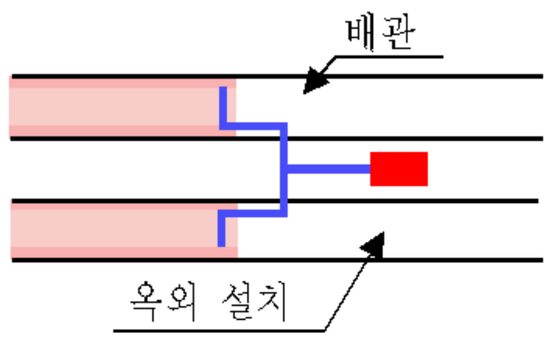
구 분	1 안 (현설계)	2 안	3 안
구 성	 	 	
내 용	o**관리동내** 전기실 설치	o전기실을 관리동과 분리 하여 **건물내** 설치 o**관리동 인접**설치	o전기실을 관리동과 분리 하여 **옥외**에 설치 o**터널 인접**설치
공사비	o기준	o건축비 1.1억원 절감 (전기실 250㎡ 기준)	o건축비 2.2억원 절감 o전기비 1.0억원 절감 o설비비 0.7억원 절감 (공동구연장 50m 축소시) (설비비는 CO_2 설비)
장 점	o**관리용이** (제어실에서 전기실 상시감시)	o**예산 절감 1.1억원**	o**예산절감 3.9억원**
단 점	o공사비 증가	o관리가 다소 어려움 o행정업무 복잡(인허가)	o관리 어려움 o매연으로 인하여 기기의 내구성 감소 o주변경관 훼손

o 관리의 용이성 및 기기의 내구성 증대를 위하여 **전기설비는 관리동내부**에 설치 **(1안)**

※터널입출구부는 매연, 분진이 상존하여 옥외설치시 기기의 내구성 저하

o 경제성을 고려하여 관리동은 터널과 최대한 인접설치

나. 부전기설비 검토

구 분	1 안	2 안	3 안
전 경			
내 용	o**건물내** 설치 o수전설비와 터널을 **공동구로 연결** *공동구 규격 : 2x2m	o**건물내** 설치 o건물과 터널을 **배관으로 연결**	o**옥외**설치 o건물과 터널을 **배관으로 연결**
공사비	o기준	o토목비 1억원 절감 (공동구연장 100m인 경우)	o건축비 0.9억원 절감 o토목비 1.0억원 절감 o설비비 0.5억원 절감 (전기실 200㎡ 기준) (설비비는 CO_2 설비)
장 점	o기기의 내구성 증대 o유지보수 용이	o기기의 내구성증대 o예산 절감 **1.0억원**	o예산 절감 **2.4억원**
단 점	o공사비 증가 o행정업무 복잡(인허가)	o유지보수 어려움 o행정업무 복잡	o기기의 내구성 감소 o유지보수 어려움 o주변미관 훼손

o 기기의 내구성 증대를 위하여 **부전기설비는 건물내부**에 설치

o 부전기설비에서 터널로 공급하는 전원설비가 간단하므로 **배관으로 연결 (2안)**하여 예산절감 도모

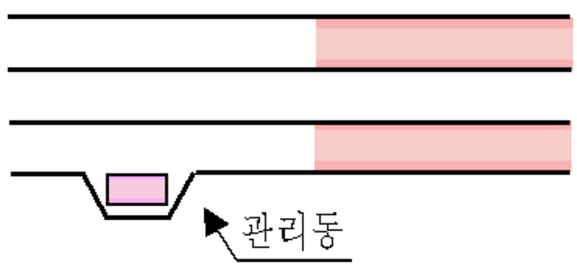
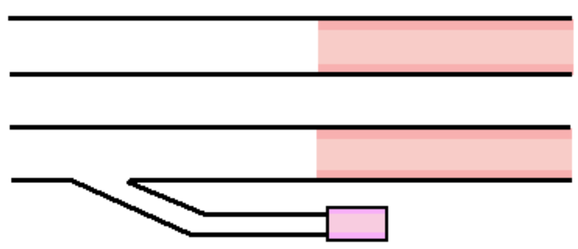
- 단, 소화배관이 설치되는 경우에는 유지보수를 고려하여 공동구설치

※ 전기설비와 터널과 연결 시설물

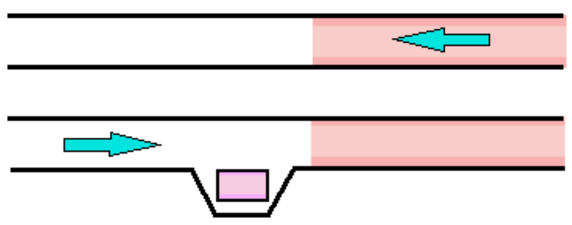
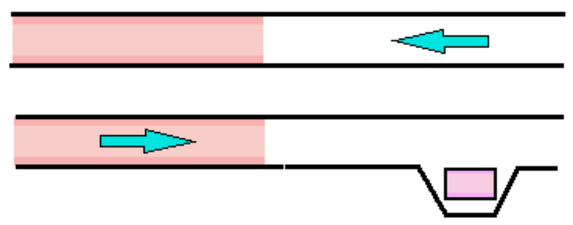
구 분	전 력	신 호	기 타
주전기실~터널	조명, 콘센트. 제트휀 표시등, 발신기, 신호등 기타	조명제어, 전력감시, 발신기, 계측기 화재감지, CCTV, 신호등, 표시등 광케이블, 교통정보, 기타	소화배관
부전기실~터널	조명, 제트휀	전력감시	(소화배관)

다. 관리동 위치선정시 고려사항

o 지형적인 특성

구 분	TYPE Ⅰ	TYPE Ⅱ
배 치		
내 용	o 노견측에 설치(둔내,진부 등)	o 터널측면에 설치(육십령)

o 차량진입 용이성

구 분	TYPE Ⅰ	TYPE Ⅲ
배 치		
내 용	o 진입측에는 인접설치 가능	o 진출측에는 차량진입이 어려워 인접설치 불가능

o 소요공사비

구 분	내 용
공동구	o 공동구 연장, 암질에 따라 공사비 차이 발생 (1.0백만원/m)
전 기	o 공동구 연장에 따라 공사비 차이 발생 (2.0백만원/m)
설 비	o 공동구 연장에 따라 공사비 차이 발생 (0.2백만원/m)
한전인입	o 터널과 한전선로와의 거리에 따라 공사비 차이발생 (50백만원/km)

5. 결　　론

o 전기설비 위치 및 터널과의 연결방법

구　　분	주전기설비	부전기설비	비고
전기설비 위치	**건물내부**(관리동)	**건 물 내 부**	
터널연결 방법	**공동구** 연결	소화배관 설치시 : **공동구** 연결 소화배관 미설치시 : **배관** 연결	

o 관리동은 지형적 조건, 공사비 등을 종합적으로 고려하여 **터널과 최대한 인접설치**

o 장터널 실시설계시(토목) 시설처 협조 요청

- 부전기설비의 설치여부 검토
- 관리동 위치별 전기, 설비, 한전인입비 공사비 검토
- 부변전실 소화배관 설치여부 검토

대 리	과 장	부 장	처 장	본부장
이명수		윤영도	김상기	김시태
협 조	정보실장 : 유주용 교통처장 : 유기준 건설계획처장 : 박성봉 건설관리처장 : 양리용 민자사업처장 : 한설 설 계 처 장 : 이홍기 설 비 부 장 : 김태호			

장터널 공동구 규격 및
전기,통신,설비시설물 설치기준 수립

2002. 5.

문서번호	시설전 09205-226
보존기간	영구. 년
결재일자	2002. 5. 27.

시 설 처

1. 목　　적

전기케이블, 통신케이블, 설비배관 등이 집합수용되는 장터널(1km 이상) 공동구의 규격(크기)을 시공 및 유지관리 측면에서 검토하고, 시설물의 설치방법의 검토를 통한 공간활용의 극대화를 도모코자 함

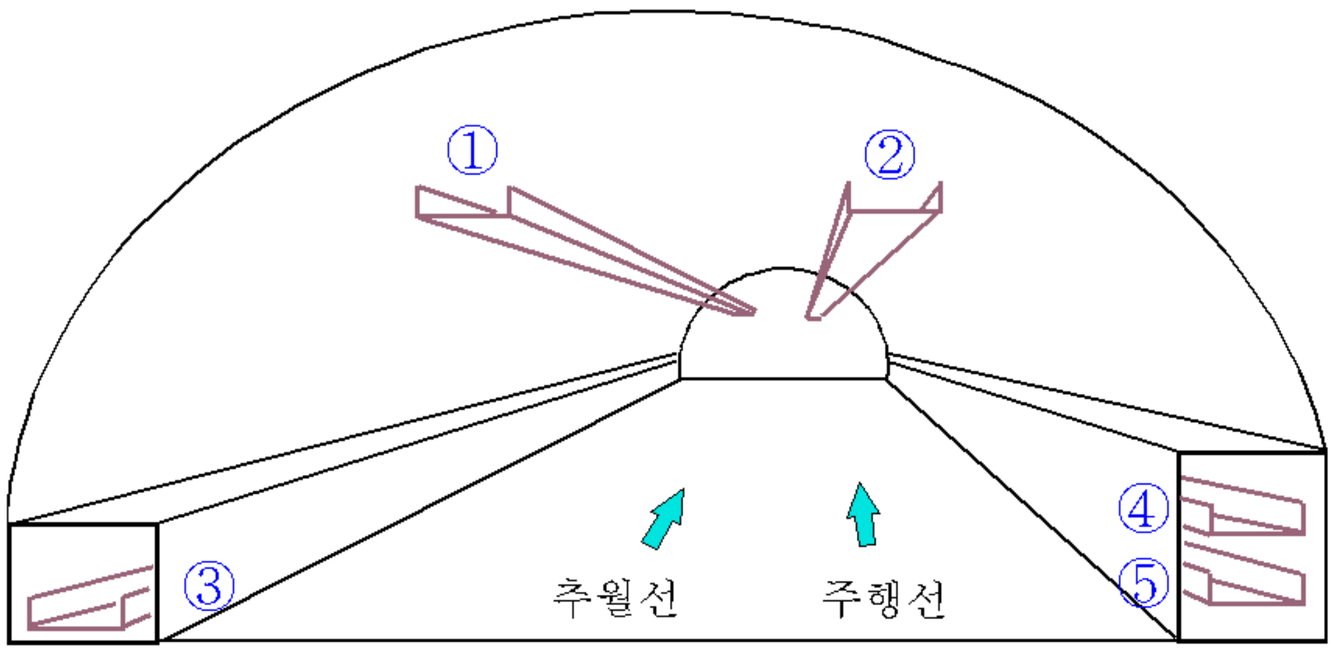
2. 현 규 정

o 터널 공동구 규격 (설계설 13201-602, '01. 11. 17.)

구　분	주행선	추월선	비고
규　격	W450 x H600 이상	W450 x H600 이상	편도2차로

※ 공동구내 설치시설물 수량이 상이하므로 실시설계시 개별적으로 공동구 단면 검토

3. 시설물 배치도

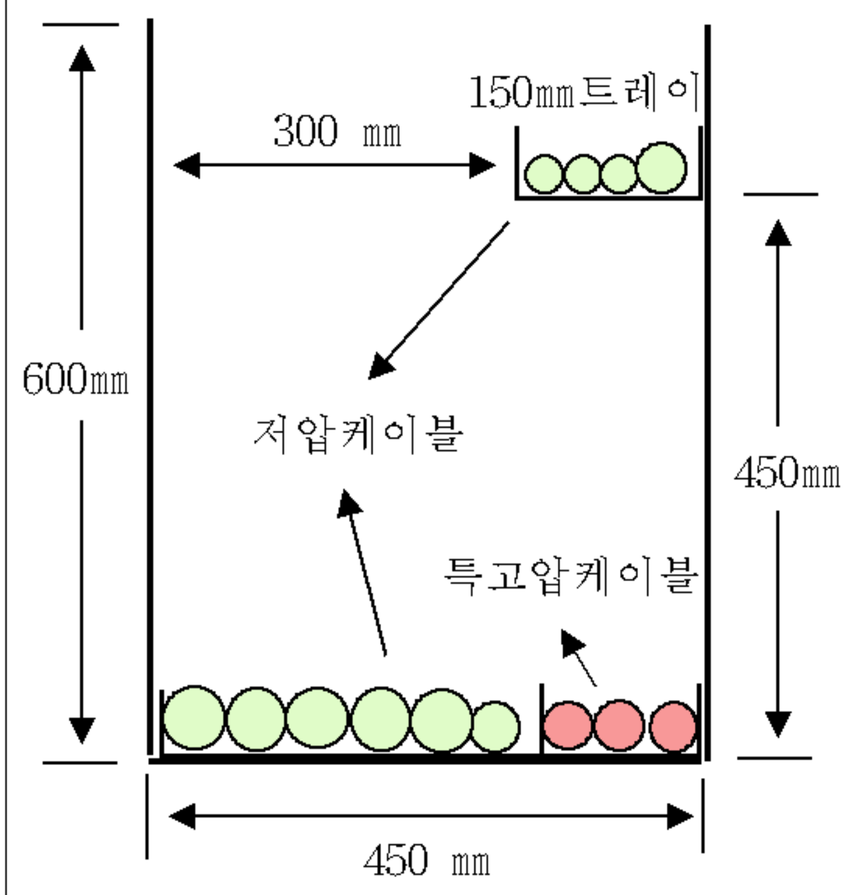
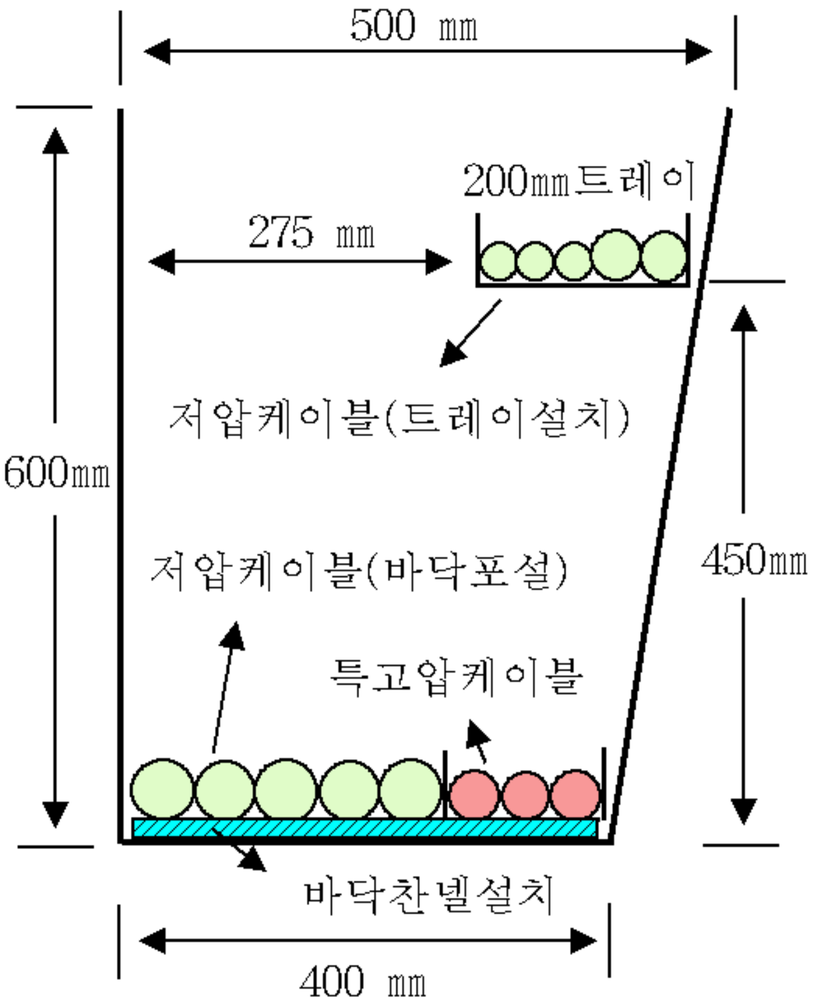


구분	위　치	종류	당　초	비고
①	추월선 상부	전력	o 터널조명　o 피난연락갱 표시등	
②	주행선 상부	전력	o 터널조명　o 비상주차대 표시등	
③	추월선 공동구	전력	o 제트휀 전원　o 가로등 전원 o 유도표시등　o 전력간선(부변전실)	
④	주행선 공동구	통신	o 수동발신기　o 자동화재탐지설비(DC) o LCS　o CCTV o VMS　o 비상전화 o 환기계측기	
⑤	주행선 공동구	전력	o 수동발신기　o 자동화재탐지설비 o 비상콘센트　o LCS o VMS　o 비상전화표시등 o 소화기표시등	

4. 검토내용

가. 추 월 선

(Scale=1/10)

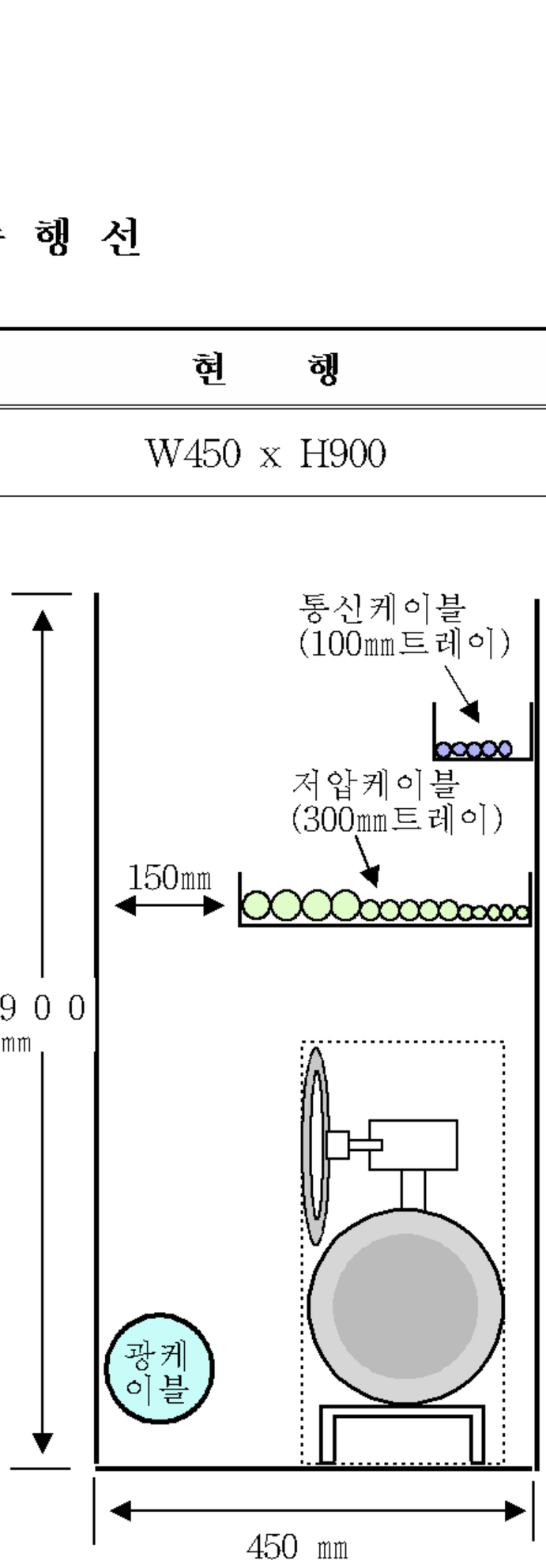
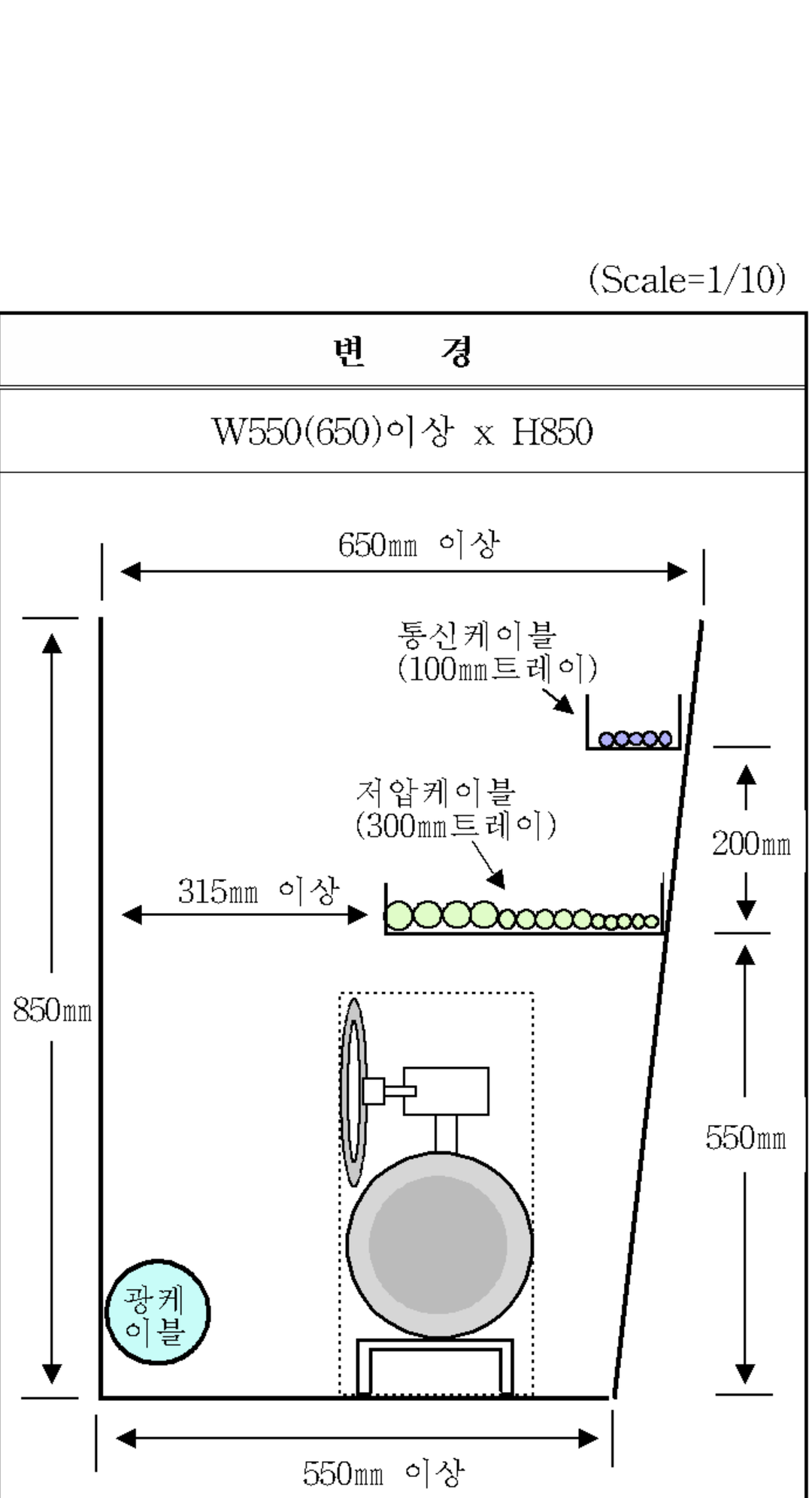
구분	현 행	변 경
규격	W450 x H600	W400(500) x H600
배치		
내용	o 저압용 케이블은 바닥트레이(300W)와 상부트레이(150W)에 분산 포설 o 특고케이블은 바닥트레이에(150W)에 포설	o 저압용 케이블은 바닥찬넬과 상부 트레이(200W)에 분산 포설 o 특고케이블은 바닥트레이(150W)에 포설

※ 케이블 직경 및 트레이 폭

구 분	케이블 직경 (트레이 폭) 단위 : ㎟				비고
	1.0~1.5 km	1.5~2.0 km	2.0~3.0 km	3.0~4.0 km	
전 력	367(200+바닥)	493(200+바닥)	336(200+바닥)	453(200+바닥)	
특고간선	-	-	53	59	

나. 주 행 선

(Scale=1/10)

구분	현 행	변 경
규격	W450 x H900	W550(650)이상 x H850
배치		
내용	o 전력케이블과 통신케이블을 분리하여 트레이를 2단 설치 o 하부에 소화배관 설치 o 기 시행중인 터널의 공동구 높이는 850㎜→900㎜ 으로 조정 가능	

※ 케이블 직경 및 트레이 폭

구 분	케이블 직경 (트레이 폭) 단위 : ㎟				비고
	1.0~1.5 km	1.5~2.0 km	2.0~3.0 km	3.0~4.0 km	
전 력	263(300)	303(300)	203(250)	244(250)	
통 신	65(100)	65(100)	91.5(100)	91.5(100)	

5. 결　　론

o 전기, 통신, 설비시설물의 시공 및 유지보수성을 고려하여 터널공동구 규격 조정

구　분	추월선	주행선	비고
현　행	W450 x H600 이상	W450 x H600 이상	직사각형 모양
변　경	W400(500) x H600 이상	W550(650) x H850 이상	사다리꼴 모양

o 변경된 공동구 기준에 대하여 향후 설계시 적용

o 현재 기발주중인 터널은 공정 및 제반 현장여건을 감안하여 적용

※ 터널공동구 세부상세도는 추후통보 (설계처)

터널 연장별 케이블 규격(직경)

구분	용 도	케이블	1000~1500		1500~2000		2000~3000		3000~4000		비고
			규격	직경	규격	직경	규격	직경	규 격	직경	
추월선 (전력)	소 계			367		493		336		453	
	제트휀	FR-8	38/3Cx2	58	38/3Cx2	58	38/3Cx2	58	38/3Cx2	58	
			60/3Cx4	128	60/3Cx4	128	60/3Cx4	128	60/3Cx4	128	
			100/1Cx6	117	100/1Cx12	234	100/1Cx6	117	100/1Cx12	234	
	가로등	H-CV	60/3C	31	100/3C	40	-	-	-	-	
	유도표시등	H-CV	5.5/4C	16	5.5/4C	16	5.5/4C	16	5.5/4C	16	
	접지선	GV	60/1C	17	60/1C	17	60/1C	17	60/1C	17	
	전력간선	CN/CV	-	-	-	-	60/1Cx3	52.5	100/1Cx3	58.5	
주행선 (전력)	**소 계**			**263**		**303**		**203**		**244**	
	비상콘센트	CV	22/4C	23	22/4C	23	22/4C	23	22/4C	23	
			38/4Cx2	56	38/4Cx2	56	38/4Cx2	56	38/4Cx2	56	
			60/4C	35	60/4Cx2	70	60/4C	35	60/4Cx2	70	
	수동발신기	CV	5.5/4C	16	5.5/4C	16	5.5/4C	16	5.5/4C	16	
	화재탐지기	CV	-	-	-	-	5.5/4C	16	8/4C	17	
	VMS	CV	100/1Cx4	76	100/1Cx4	76	-		-		
	LCS,VDS,CCTV	CV	22/4C	23	38/4C	28	22/4C	23	38/4C	28	
	표시등 (전화+소화기)	FR-8	5.5/4C	17	5.5/4C	17	5.5/4C	17	5.5/4C	17	
	접지선	GV	60/1C	17	60/1C	17	60/1C	17	60/1C	17	
주행선 (통신)	**소 계**			**65**		**65**		**91.5**		**91.5**	
	수동발신기	FR-3	3.5/7C	17	3.5/7C	17	3.5/7C	17	3.5/7C	17	
		FR-CVV	1.25/2C	9.5	1.25/2C	9.5	1.25/2C	9.5	1.25/2C	9.5	
	화재탐지기	FR-3	-	-	-	-	3.5/7C	17	3.5/7C	17	
		FR-CVV	-	-	-	-	1.25/2C	9.5	1.25/2C	9.5	
	피난연락갱	CVV	3.5/2C	11.5	3.5/2C	11.5	3.5/2C	11.5	3.5/2C	11.5	
	전화+LCS+ CCTV+VMS	광케이블	-	10	-	10	-	10	-	10	
	접지선	GV	60/1C	17	60/1C	17	60/1C	17	60/1C	17	

※ 케이블 규격 및 수량의 임의적이며, 실시설계시 조정됨

터널면벽 표면마무리 적용기준 검토

문서번호	설계도 10201-346		
보존기간	10	결재일자	'02. 7. 19

2002. 7

대 리	과 장	부 장	처 장	결재일자
김효곤			이동희	

설 계 처

1. 검토목적

현행 고속도로 터널갱구부 면벽의 표면마무리는 건축외장재로 사용되는 화강석 판재를 붙이는 것으로 설계하고 있으나 기능, 시공성 및 경제성 측면을 고려하여 합리적인 설계기준을 수립코자함

2. 설계고려사항 및 적용현황

가. 설계고려사항

구 분	내 용	비 고
국 내	갱문의 벽면은 블랙홀 현상 등을 고려하여 기본적으로 반사율이 낮은 마무리로 하는 것이 바람직함	도로설계 편람 (건교부)
국 외	갱문의 벽면은 될수록 반사율이 낮은 마무리로 하는 것이 바람직함	일본도로설계요령

나. 면벽 표면마무리 적용현황

○ 고속도로 : 화강석 붙임 적용

○ 기타도로 : 다양하게 적용

터 널 명	터널연장	소 재 지	마감종류	준공년도	비 고
증약터널 등	-	전 국	화강석붙임	-	고속도로 등
석남터널	486m	경남 밀양군	합판거푸집	1985	국도 24호
추부터널	320 m	충남 금산군	합판거푸집	1986년	국도 14호
추월산터널	146 m	전남 담양군	합판거푸집	1977년	국도 29호
마티터널	705 m (701 m)	충남 공주시	무늬거푸집	1997년	국도 32호
의왕터널	350 m	경기도 의왕시	무늬거푸집	1992년	지방도 312 호
과천터널	660 m (740 m)	경기도 과천시	무늬거푸집	1992년	지방도 312 호
오천터널	1296 m	강원도 양구군	합판거푸집	1989년	지방도 460 호
도고터널	600 m	강원도 양구군	합판거푸집	1989년	지방도 460 호
수영터널	400 m (420 m)	부산광역시	합판거푸집	1980년	도심지 도로
대연터널	290 m (350 m)	부산광역시	합판거푸집	1980년	도심지 도로
장지터널	579 m (586 m)	부산광역시	무늬거푸집	1997년	도심지 도로
일원터널	260 m	서울시	무늬거푸집	1993년	도심지 도로
북악터널	810 m	서울시	수직재붙임	1991년	도심지 도로

( ) : 하행선

3. 적용기준 검토

구 분	화 강 석	무늬 거푸집	합판 거푸집	비 고
특 징	◦ 공사비 고가 ◦ 시공성 불량 ◦ 미관 양호 ◦ 조도 순응 측면 불리 ◦ 벽체 균열 등 하자 관찰 곤란	◦ 공사비 보통 ◦ 시공성 보통 ◦ 미관 보통 ◦ 조도 순응 측면 양호 ◦ 벽체 균열 등 하자 관찰 용이	◦ 공사비 저렴 ◦ 시공성 양호 ◦ 미관 불량 ◦ 조도 순응 측면 보통 ◦ 벽체 균열 등 하자 관찰 용이	
경제성 (천원/개소)	15,910	4,380	2,290	

※ 2차로터널 갱문개소당 공사비임

4. 검토결론

가. 검토의견

○ 일반적인 고속도로 터널의 면벽 표면마무리는 경제성 및 조도순응 측면에서 유리한 무늬거푸집에 의한 방법을 적용

○ 특별히 미관에 대한 고려가 필요한 터널인 경우에는 화강석 붙임 등의 별도의 표면마무리 방법을 검토 적용

나. 적용방안

○ 설계중인 구간 : 개선안 적용

○ 설계완료후 공사 미발주 구간 : 착공후 설계변경

○ 공사중인 구간 : 현장 여건에 따라 조치

치악 2 터널 (화강석붙임)

마티터널 (무늬거푸집)

석남터널 (합판거푸집)

북악터널 (수직재)

감사실장
기술부장

문서번호	설계2/0201-393
보존기간	10년
결재일자	'02. 8. 13
공개여부	공개

대 리	과 장	부 장	처 장
김 형 곤			이 동 희

터널방수쉬트 설계적용 방안 검토

2002. 8

설 계 처

1. 검토목적

「터널방수쉬트 시험시공 및 설계자문위원회 심의결과 통보」(기술품10508-061호, 2002. 7. 23)에 따라 터널방수쉬트 공법의 설계적용 방안을 수립코자함

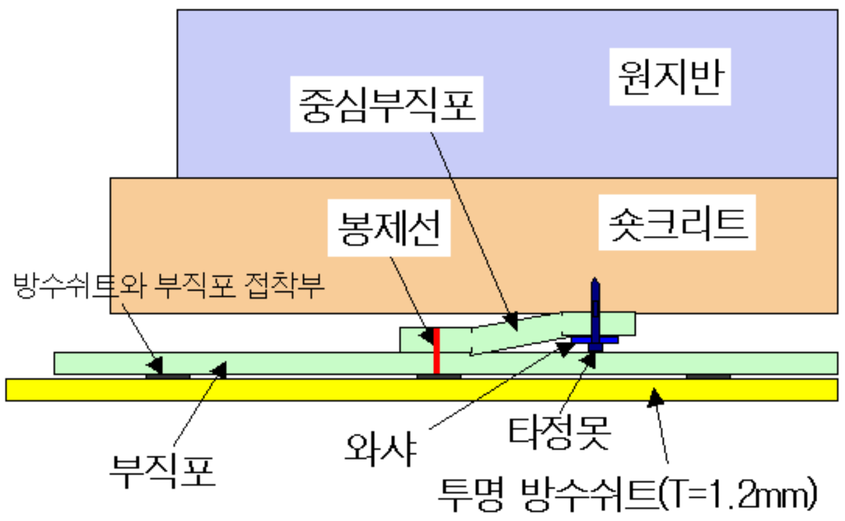
2. 시험시공개요

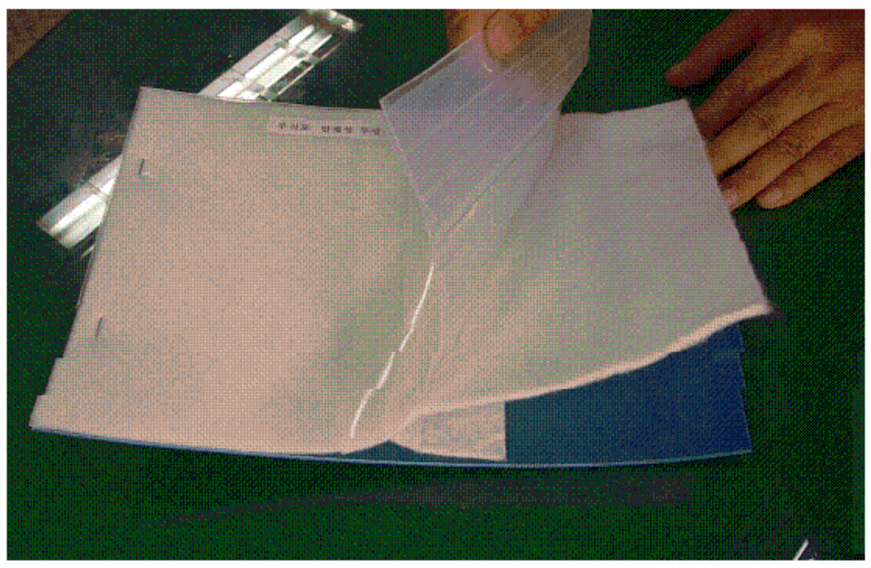
가. 시험시공방법

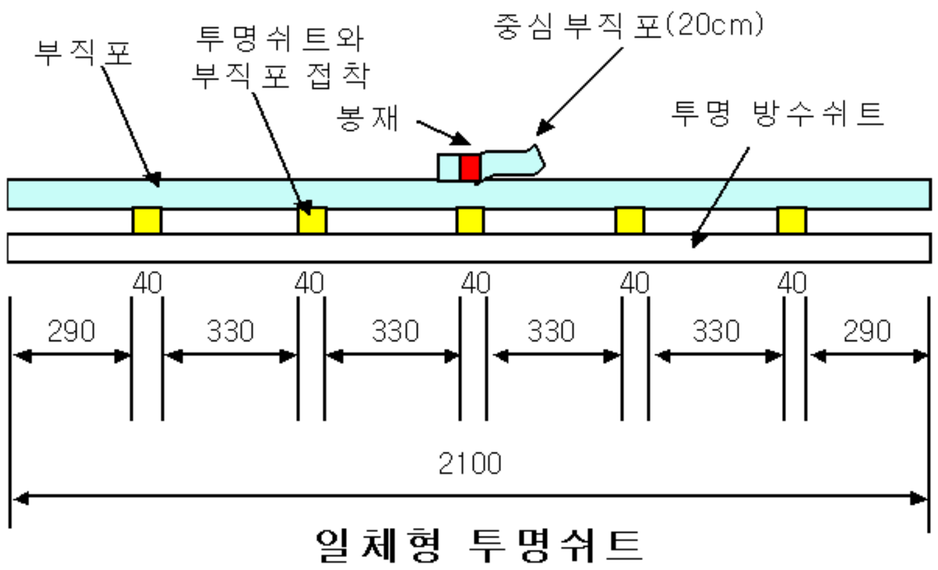
(1) 일체형 투명방수쉬트

○ 부직포와 방수쉬트가 일체로 구성

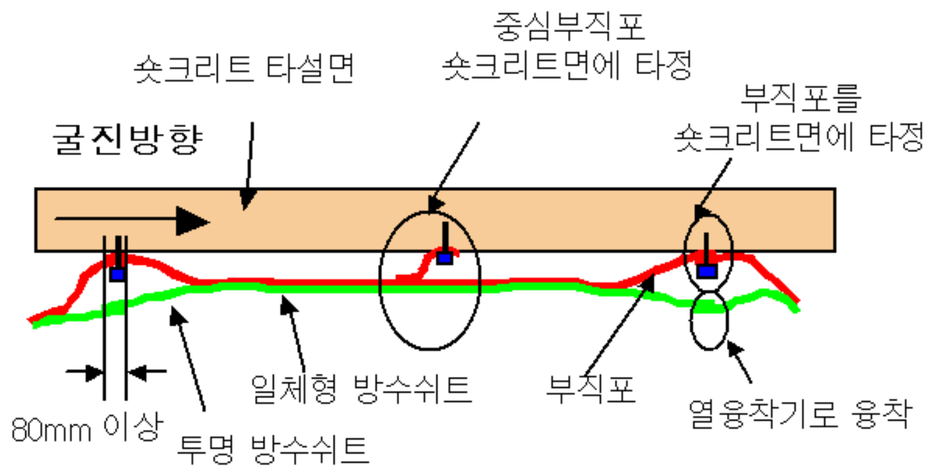
○ 부직포에 부착된 중심 부직포를 숏크리트면에 타정못을 이용하여 부착







일체형 투명쉬트



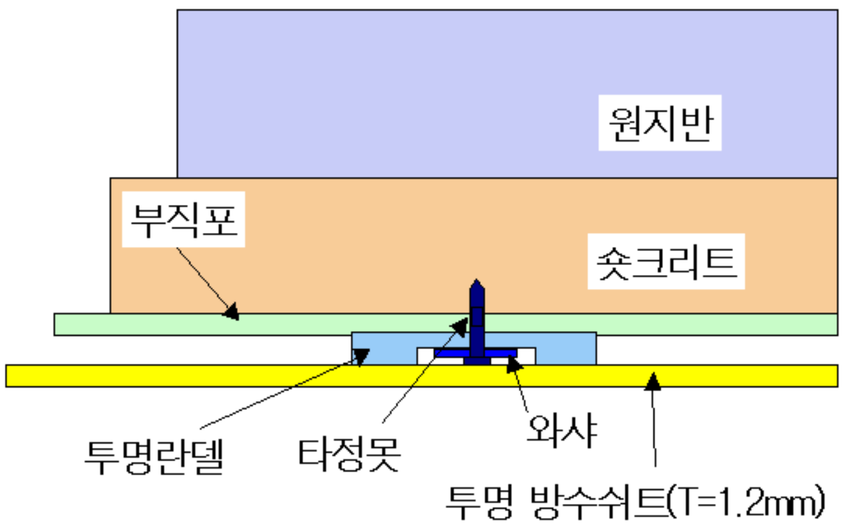
일체형 투명쉬트 시공도

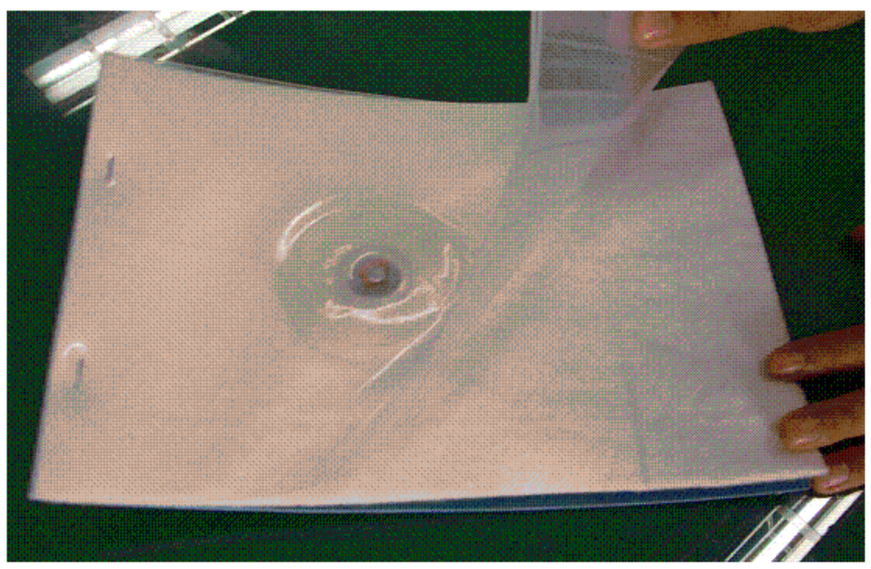
(2) 분리형 투명방수쉬트

○ 부직포와 방수쉬트가 분리되어 구성

○ 부직포를 숏크리트면에 란델과 타정못을 이용하여 부착

○ 방수쉬트를 란델과 전기인두를 이용하여 압착





나. 시험시공결과

(1) 일체형 투명방수쉬트

○ 방수쉬트와 부직포를 동시에 시공하므로 공정이 단순화되어 시공기간 단축

구 분	작업량 (㎡)	작업시간 (hr)	단위 작업량 (㎡/hr)	작업효율
분리형 기존방수쉬트(A)	3,100	320	9.7	1
일체형 투명방수쉬트(B)	6,600	480	13.7	0.7(A/B)
분리형 투명방수쉬트(C)	2,600	240	10.8	0.9(A/C)

○ 란델을 사용하지 않고 타정못으로 숏크리트면에 고정하므로 전기인두에 의한 열손상 우려가 없음

(2) 분리형 투명방수쉬트

○ 작업시 내부를 볼수 있어 전기인두에 의한 부직포의 열손상 여부 및 란델과의 접착상태 확인이 용이

○ 투명 방수쉬트와 란델과의 접합부 파손 방지를 위하여 쉬트와 동일한 재질의 란델 사용 필요

3. 설계자문위원회 심의결과

가. 심의의결요지

기존에 사용하던 재질·시공방법과 개선된 재질·시공방법을 병행 사용할 수 있도록 금번 개선안을 기존 시방서에 추가토록 의결(조건부 채택)

나. 고속도로 전문시방서 변경(8-7장 배수 및 방수)

1) 재료의 품질기준 변경 (2.2방수막 : 8-34쪽)

2) 방수시설 시공기준 변경 (8-36, 8-37쪽)

4. 검토결론 및 향후 추진과제

○ 설계자문심의위원회 심의결과대로 기존방법외에 개선된 일체형 투명방수쉬트도 적용가능토록 조치

- 공사시방서 변경
- 단가설명서 보안

○ 경제성 검토결과 저렴한 일체형 투명방수쉬트 단가 적용

○ 단, 노무비품에 대하여는 시험시공 실사결과가 「2002년 건설표준품셈」과 큰 차이를 보이므로 잠정적으로 작업효율비(0.7)로 단위 보정하여 적용하고 추후 대한건설협회에 품셈실사 요청후 결과에 따라 조치함이 타당한 것으로 사료됨

5. 적용방안

○ 설계중인 구간 : 개선안 적용

○ 공사중인 구간 : 현장 여건에 따라 조치

붙 임 : 1. 전문시방서 변경(안)
2. 표준도 변경(안)
3. 단가설명서 변경(안)
4. 단가산출서 변경(안)

붙임#1

고속도로공사 전문시방서 변경(안) (8-7장 배수 및 방수)

1) 재료의 품질기준 변경(2.2 방수막(8-34쪽))

당 초	변 경(추가)
2.2 방수막 2.2.1 재질은 KS F 4911에 따르며, 에틸렌아세트산 비닐 수지계 이어야 한다. 2.2.2 두 께 : 2.0mm 이상 2.2.3 인장강도 : 160kg/cm^2 이상 2.2.4 인열강도 : 60kg/cm^2 이상 2.2.5 가열수축량 : 신장시 2mm 이하, 수축시 4mm 이하 2.2.6 신 도 : 600% 이상 2.2.7 산, 알칼리에 대한 저항성 및 팽창에 대한 내구성이 양호하여야 한다.	**2.2 방수막** 2.2.1 방수막은 일반형 또는 투명형을 사용한다. 2.2.2 방수막의 품질기준 방수막은 산, 알칼리에 대한 저항성 및 팽창에 대한 내구성이 양호하여야 하며, 아래 표의 품질기준에 적합하여야 한다.

표 방수막 품질기준

항 목		단 위	일 반 형	투 명 형	비 고
재 질		-	에 틸 렌 아세트산 비닐수지계	에 틸 렌 아세트산 비닐수지계(투명)	KS F 4911
두 께		mm	2.0 이상	1.2 이상	
인장강도		kg/cm^2	160 이상	160 이상	
인열강도		kg/cm^2	60 이상	60 이상	
가 열 신축량	신장시	mm	2.0 이하	2.0 이하	
	수축시		4.0 이하	6.0 이하	
신 도		%	600 이상	600 이상	

2) 방수시설 시공기준 변경(8-36, 8-37쪽)

구 분	당 초	변 경(추가)
3.2.3 시 공	(1) 부직포 설치 ① 란델(Randelle), 못 및 와셔를 사용하여 부직포를 콘크리트 및 숏크리트 표면에 고착시킨다. ② 개착터널 구간은 콘크리트 라이닝 외측면에 방수막을 부착시킨 후, 되메우기를 할때는 방수막의 손상을 방지할수 있도록 방수막의 외측을 부직포로 감싸 보호하여야 한다. ③ 용수가 많은 구간은 유도배수 처리와 함께 2겹의 부직포를 설치하여야 한다. (2) 방수막 설치 ① 방수막을 란델위에 부착시킨다. ② 방수막은 숏크리트면의 요철을 감안하여 여유있게 시공하여야 한다. ③ 방수막의 현장봉합은 용접부위가 평행선이 되도록 자동용접기를 이용하여 이중선으로 용접하여야 한다. ④ 봉합부의 겹이음 길이는 7cm 이상이어야 한다.	(1) 부직포 설치 ① 란델(Randelle), 못 및 와셔를 사용하여 부직포를 콘크리트 및 숏크리트 표면에 고착시킨다. **단, 부직포와 방수쉬트가 일체식으로 된 경우는 부직포에 연결된 중심 부직포를 못 및 와셔를 사용하여 고착시킨다** ② ~ ③ : 좌 동 (2) 방수막 설치 ① 방수막을 란델위에 부착시킨다 **단, 부직포와 방수쉬트가 일체식인 경우 제외한다** ② ~ ④ : 좌 동
3.2.4 품질관리 (2)봉합시험	①압축공기에 의한 시험 가. 용접부위의 양쪽을 공기가 새어나가지 않도록 차단하고 게이지가 달린 주입기로 공기를 주입하여 압력게이지가 1.5~2.0bar(1bar=1.02kgf/㎠)를 가리킬 때 공기주입을 중단한다	①압축공기에 의한 시험 가. 용접부위의 양쪽을 공기가 새어나가지 않도록 차단하고 게이지가 달린 주입기로 공기를 주입하여 압력게이지가 1.5~2.0bar(1bar=1.02kgf/㎠)를 가리킬 때 공기주입을 중단한다. **단, 투명한 방수막의 경우는 0.5~1.0bar를 가리킬 때 중단한다**

붙임#2

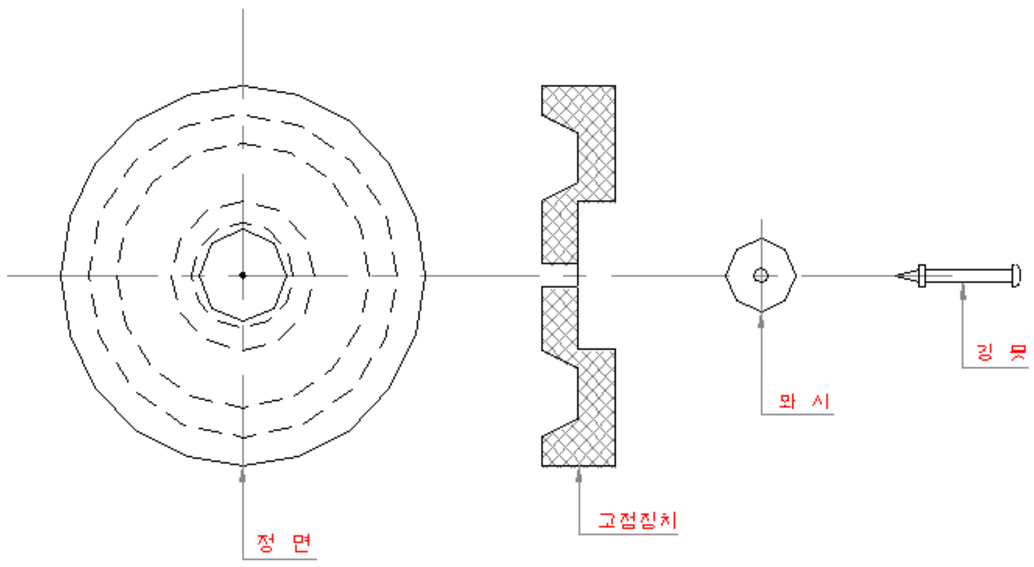
표준도 변경(안)

당 초

방 수 상 세 도 (2)

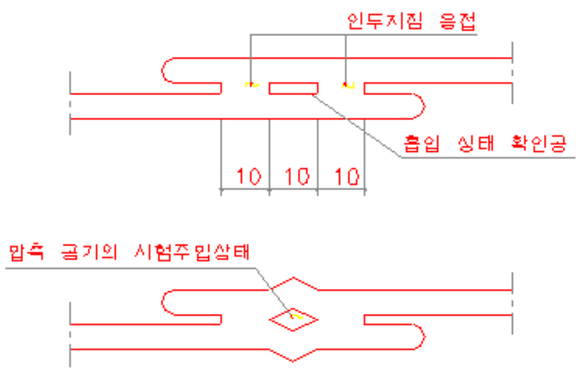
고정 장치 상세도

S=1:5

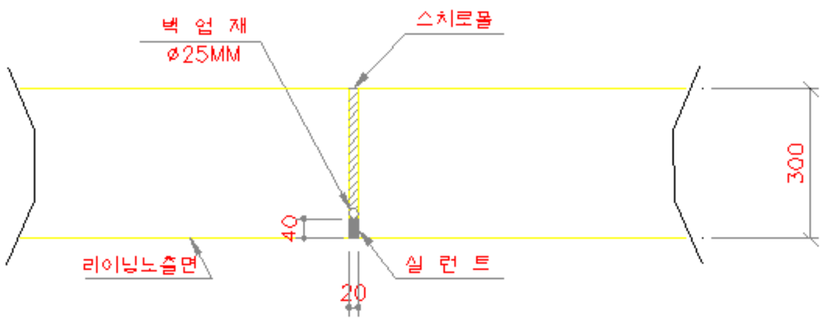


방수시트 겹이음 상세도

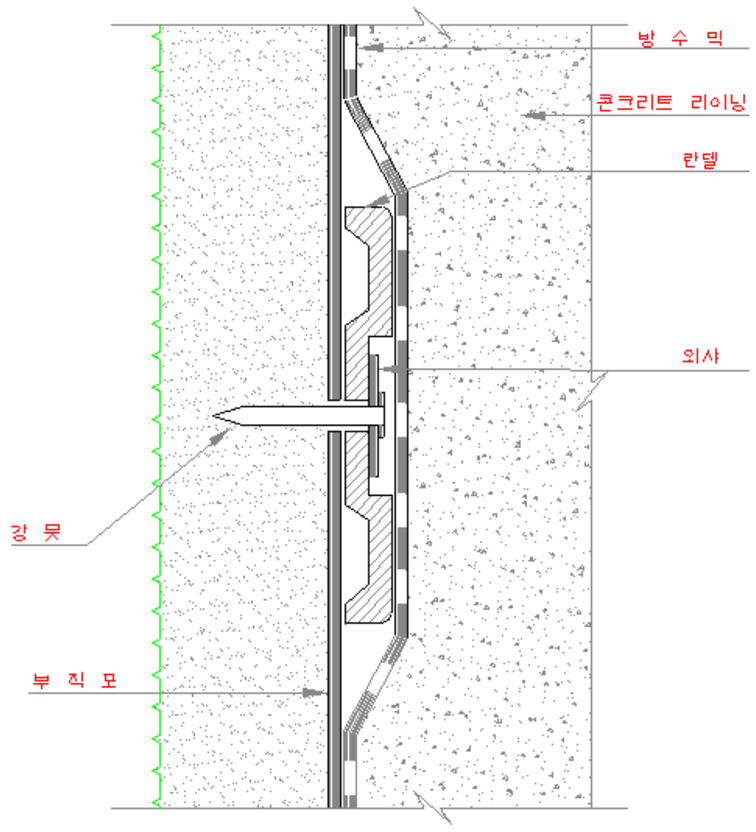
S=1:5



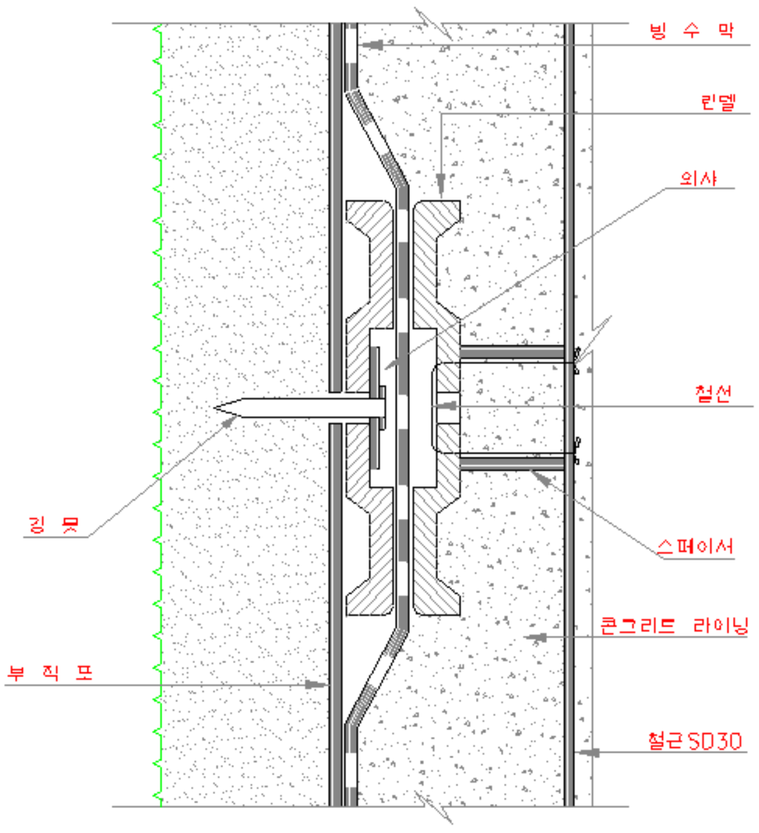
신축이음(라이닝)



무근 콘크리트 라이닝



철근 콘크리트 라이닝
(철근 배근시 고정 판넬 상세)



* NOTE

1. 방수시트 시공시 품질관리 철저 및 주변 철근등에 의한 손상이 없도록 관리하여야 한다.
2. 방수시공전 내공확보를 위한 단면측정을 반드시 시행하여야 한다.
3. 숏크리트 요철로 인한 방수시트의 손상 및 접착불량 방지를 위해 숏크리트 면정리를 철저히 한다.
4. 방수시트 접착검사를 위해 AIR TEST를 실시한다.

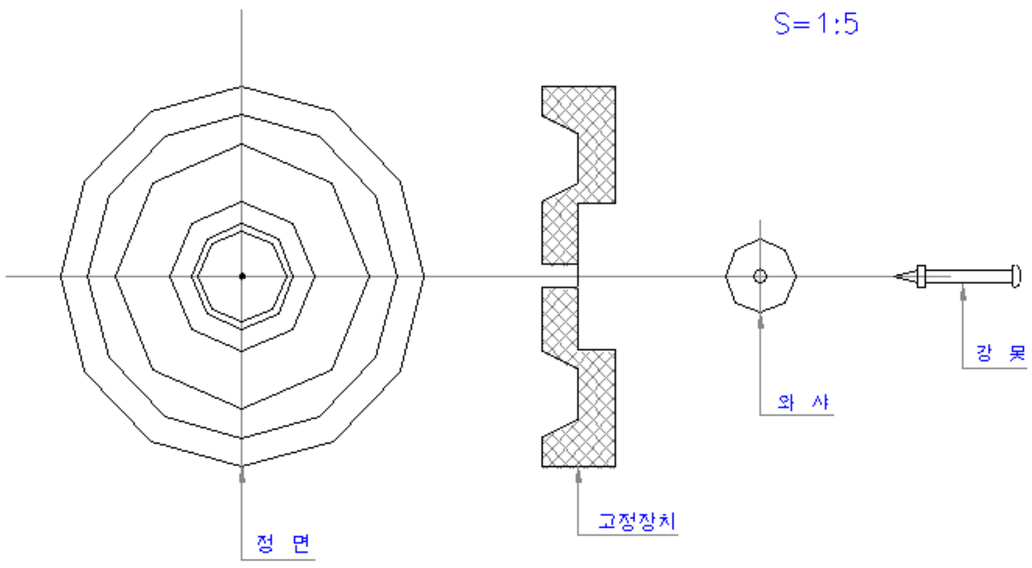
한국도로공사 KOREA HIGHWAY CORPORATION	표 준 도 TYPICAL DRAWING	도면명	방 수 상 세 도 (2)	설 계 자		작 성 일	2001. 3	도면번호
				확 인 자		축 척	NONE	6.044

변 경

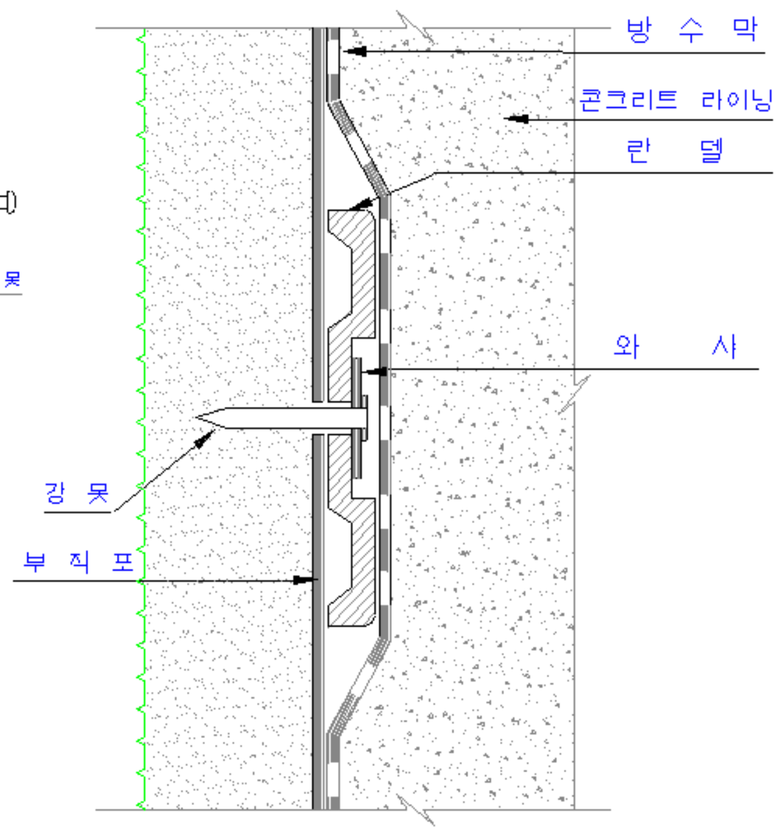
방 수 상 세 도 (2)

고정 장치 상세도

S=1:5

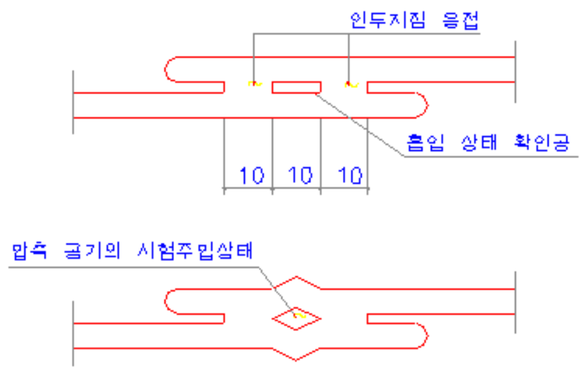


콘크리트 라이닝(분리형)

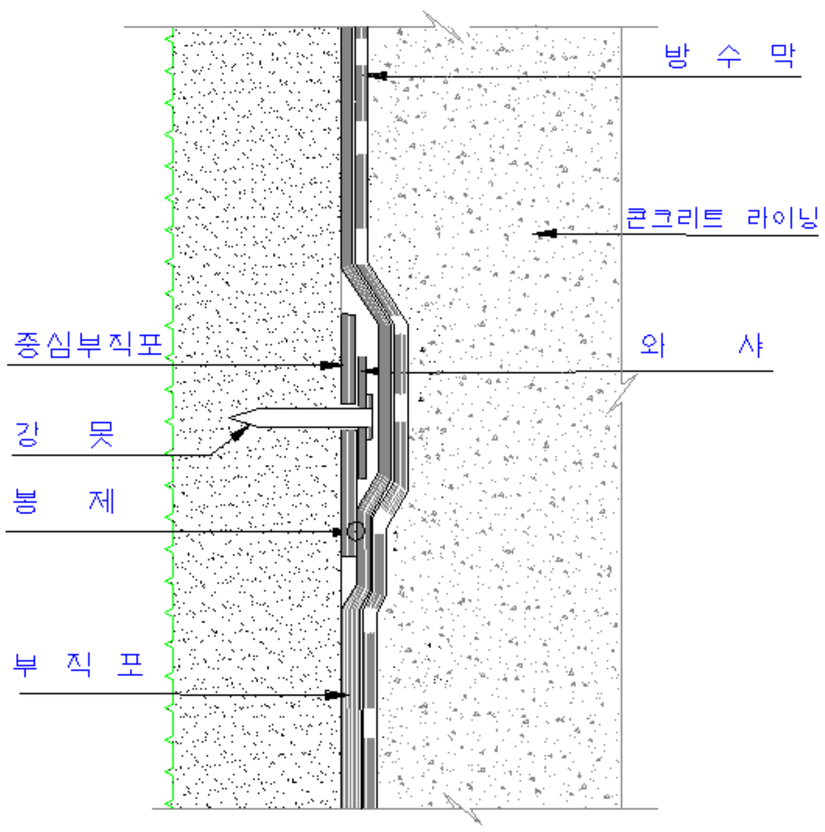


방수시트 겹이음 상세도

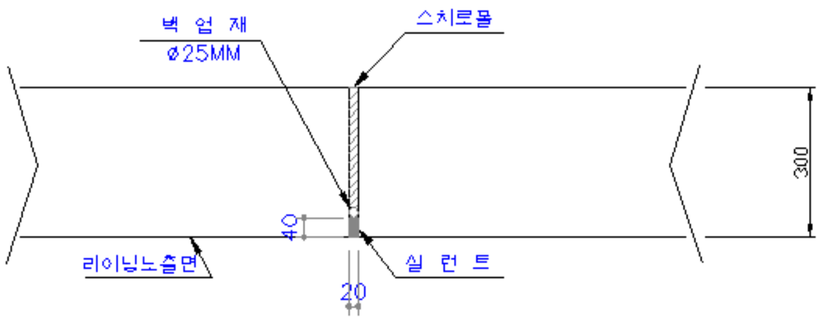
S=1:5



콘크리트 라이닝(일체형)



신축이음(라이닝)



* NOTE

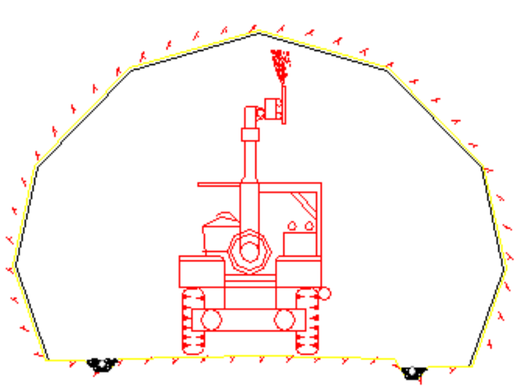
1. 방수시트 시공시 품질관리 철저 및 주변 철근등에 의한 손상이 없도록 관리하여야 한다.
2. 방수시공전 내공확보를 위한 단면측정을 반드시 시행하여야 한다.
3. 숏크리트 요철로 인한 방수시트의 손상 및 접착불량 방지를 위해 숏크리트 면정리를 철저히 한다.
4. 방수시트 접착검사를 위해 AIR TEST를 실시한다.

한국도로공사 KOREA HIGHWAY CORPORATION	표 준 도 TYPICAL DRAWING	도면명	방 수 상 세 도 (2)	설 계 자		작 성 일	2002. 7	도면번호
				확 인 자		축 척	NONE	6.044

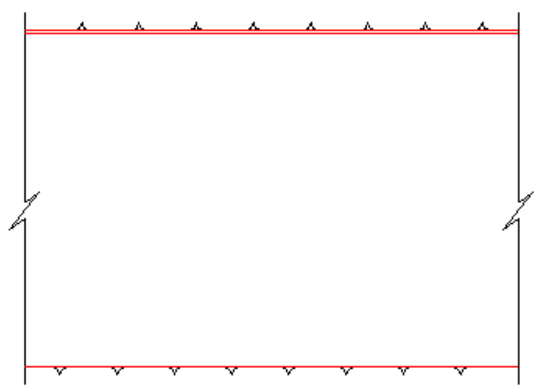
당 초

방수 및 라이닝 시공 순서도 (1)

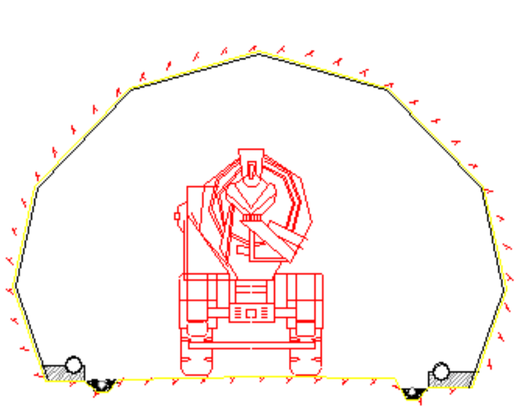
1 단 계



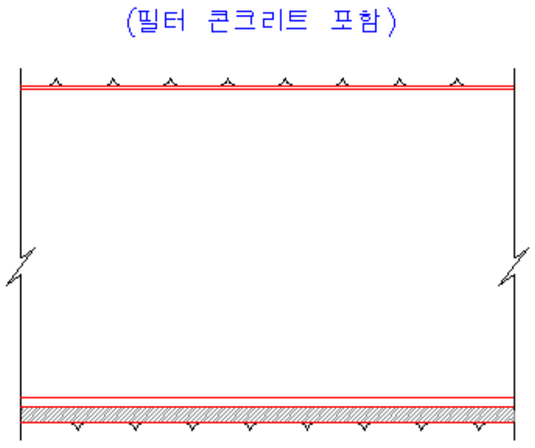
숏 크 리 트 마 감



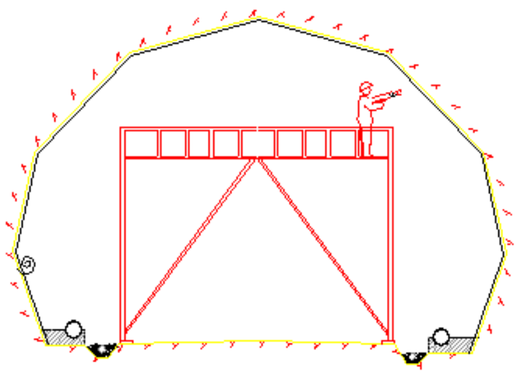
2 단 계



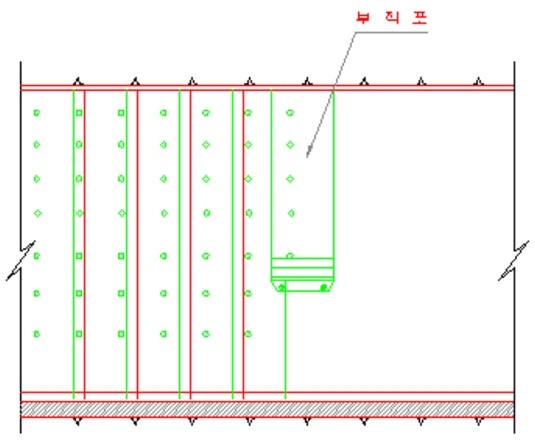
유공관 및 배수구 기초 콘크리트타설
(필터 콘크리트 포함)



3 단 계



부 직 포 설 치

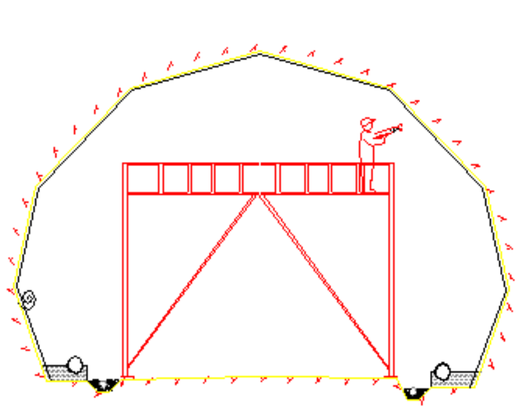


한국도로공사 KOREA HIGHWAY CORPORATION	표 준 도 TYPICAL DRAWING	도면명	방수 및 라이닝 시공 순서도 (1)	설계자		작성일 2001. 3	도면번호
				확인자		축 척 NONE	6.045

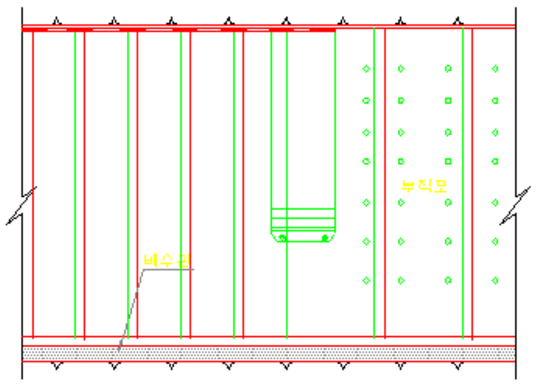
당 초

방수 및 라이닝 시공 순서도 (2)

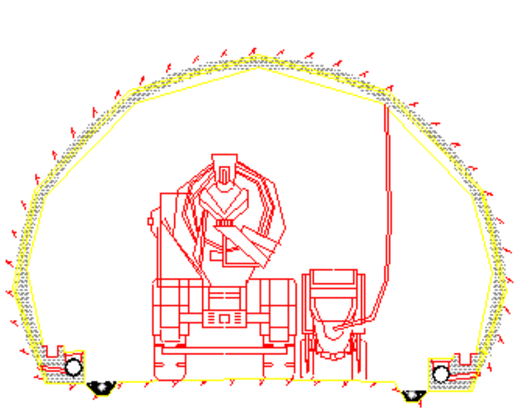
4 단 계



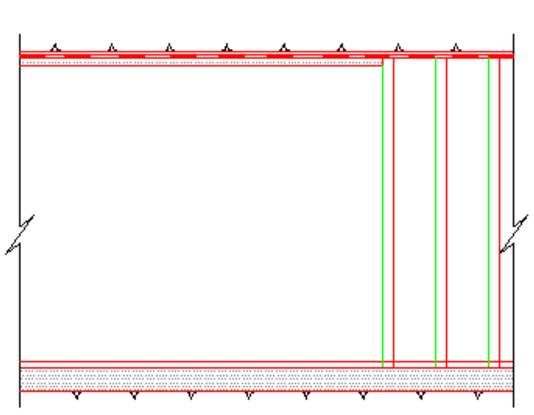
방 수 시 트 부 착



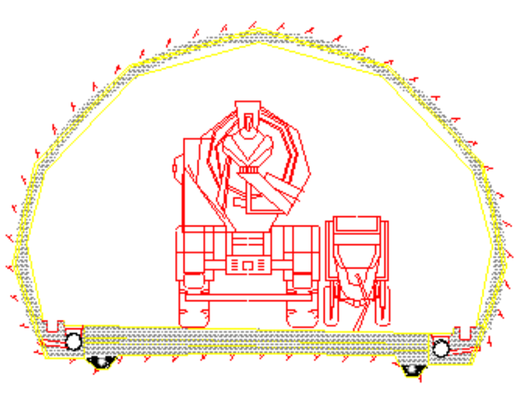
5 단 계



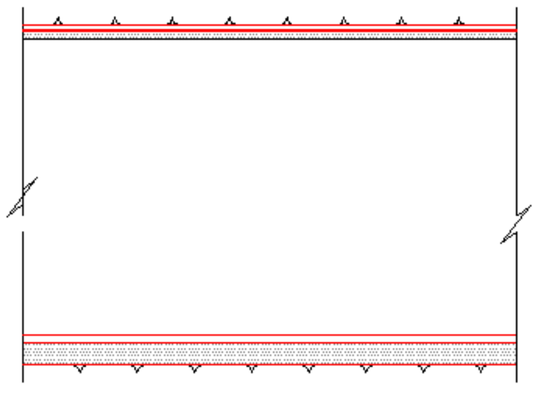
공동구설치 및 콘크리트 라이닝 타설



6 단 계



포 장 슬 라 브 타 설

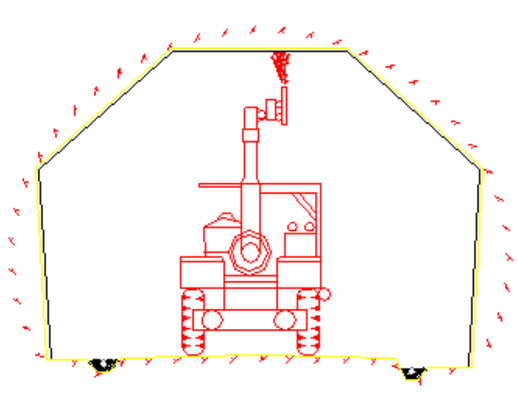


한국도로공사 KOREA HIGHWAY CORPORATION	표 준 도 TYPICAL DRAWING	도면명	방수 및 라이닝 시공 순서도 (2)	설 계 자		작 성 일	2001. 3	도면번호
				확 인 자		축 척	NONE	6.046

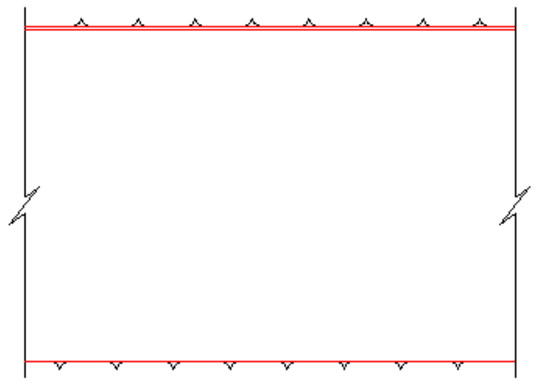
변 경

일체형 방수쉬트
방수 및 라이닝 시공 순서도 (1)

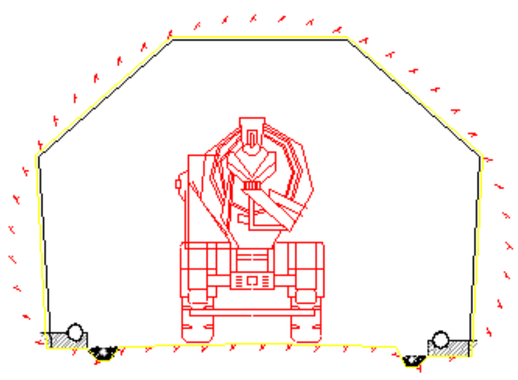
1 단 계



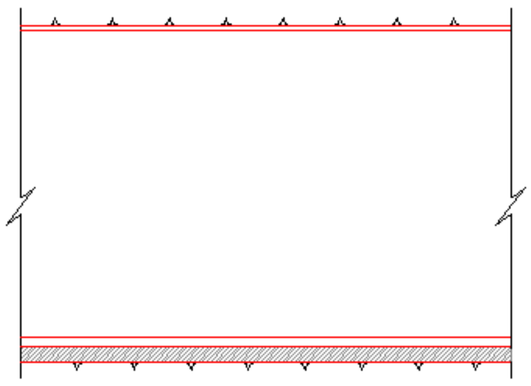
숏 크 리 트 마 감



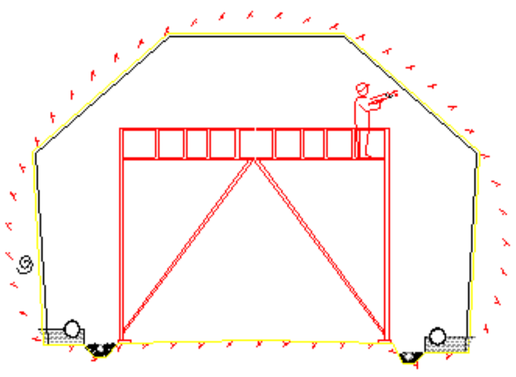
2 단 계



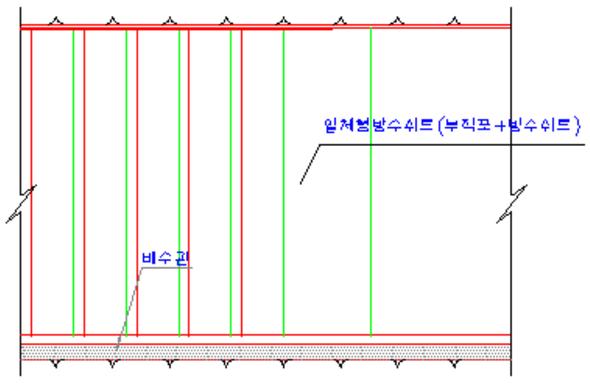
유공관 및 배수구 기초 콘크리트타설
(필터 콘크리트 포함)



3 단 계



일체형 방수시트(부직포+방수쉬트) 부착



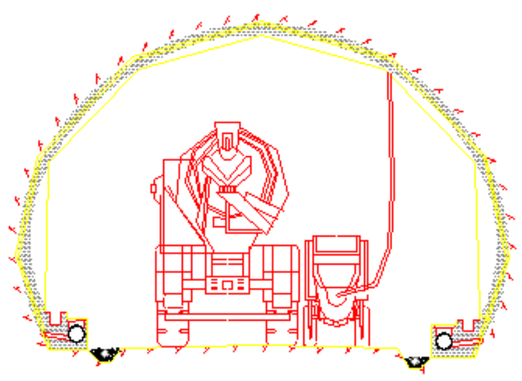
한국도로공사 KOREA HIGHWAY CORPORATION	표 준 도 TYPICAL DRAWING	도면명	일체형 방수쉬트 방수 및 라이닝 시공 순서도 (1)	설 계 자		작 성 일	2002. 7	도면번호
				확 인 자		축 척	NONE	6.045

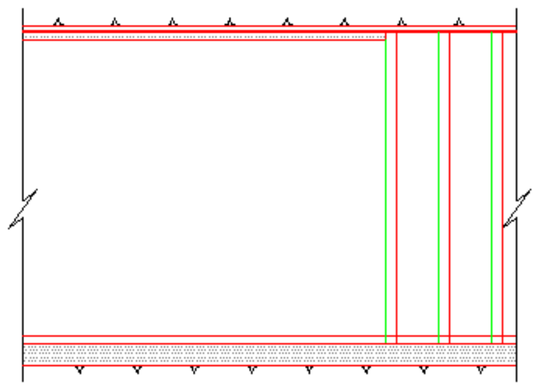
변 경

일체형 방수쉬트
방수 및 라이닝 시공 순서도 (2)

4 단 계

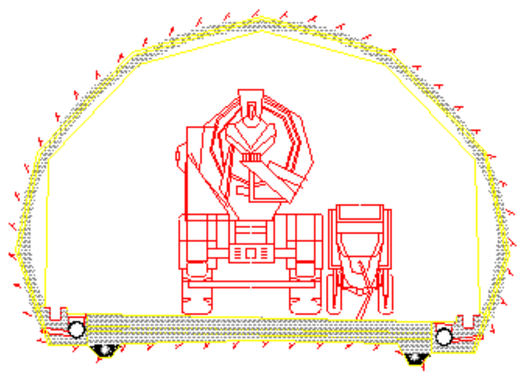
공동구설치 및 콘크리트 라이닝 타설

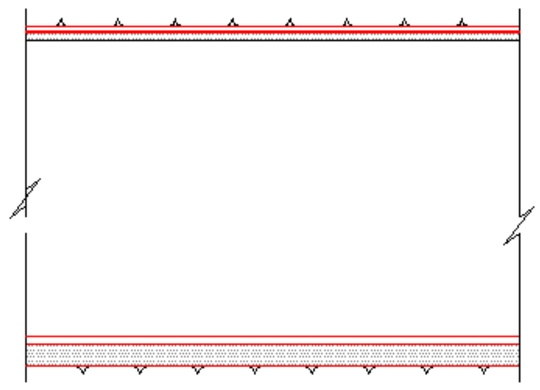




5 단 계

포 장 슬 라 브 타 설



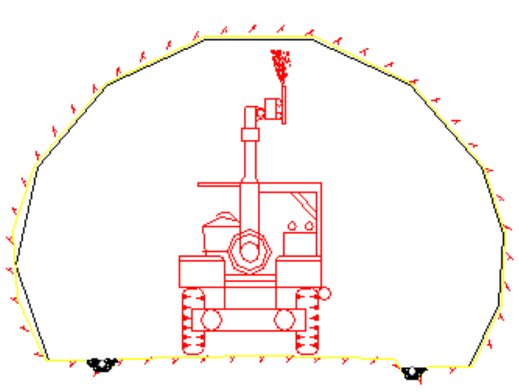


한국도로공사 KOREA HIGHWAY CORPORATION	표 준 도 TYPICAL DRAWING	도면명	일체형 방수쉬트 방수 및 라이닝 시공 순서도 (2)	설 계 자		작 성 일	2002. 7	도면번호
				확 인 자		축 척	NONE	6.046

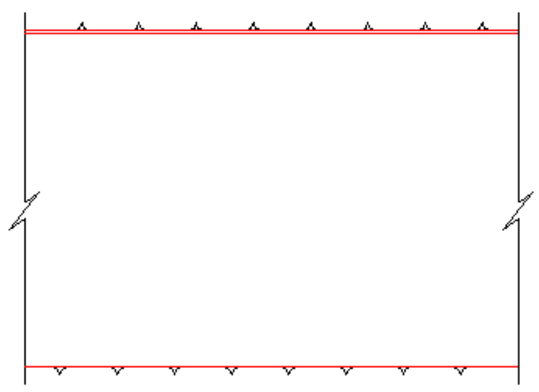
변 경

분리형 방수쉬트
방수 및 라이닝 시공 순서도 (1)

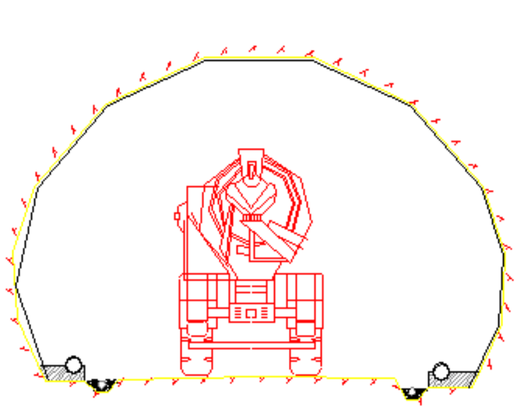
1 단 계



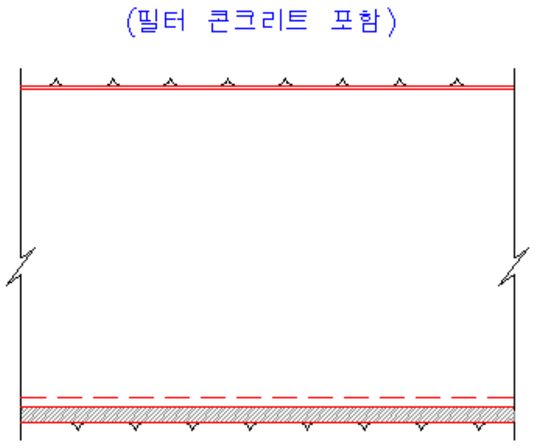
숏 크 리 트 마 감



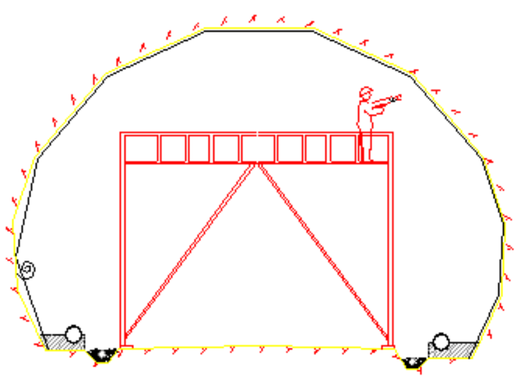
2 단 계



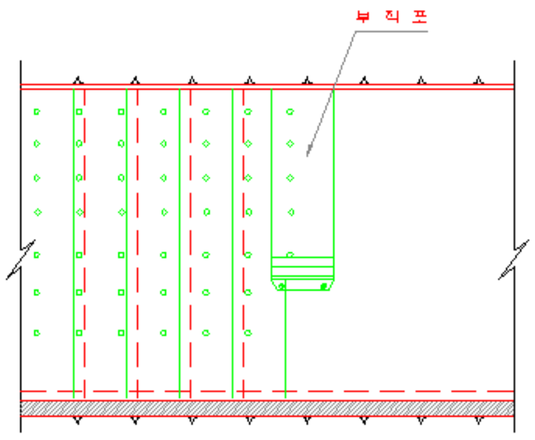
유공관 및 배수구 기초 콘크리트타설
(필터 콘크리트 포함)



3 단 계



부 직 포 설 치

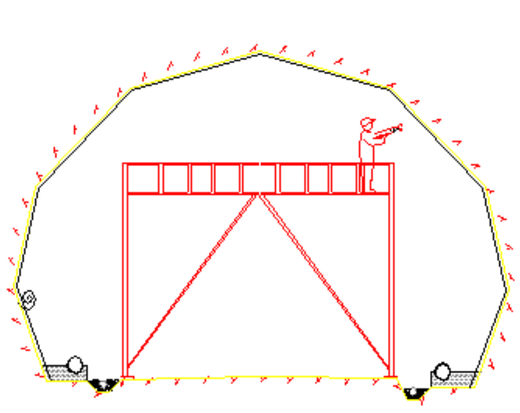


한국도로공사 KOREA HIGHWAY CORPORATION	표 준 도 TYPICAL DRAWING	도면명	분리형 방수쉬트 방수 및 라이닝 시공 순서도 (1)	설 계 자		작 성 일	2002. 7	도면번호
				확 인 자		축 척	NONE	6.045

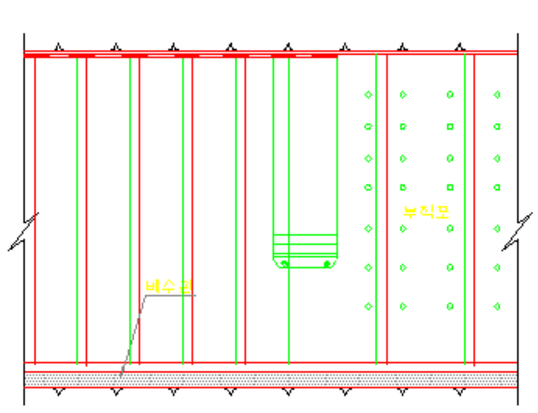
변 경

분리형 방수쉬트
방수 및 라이닝 시공 순서도 (2)

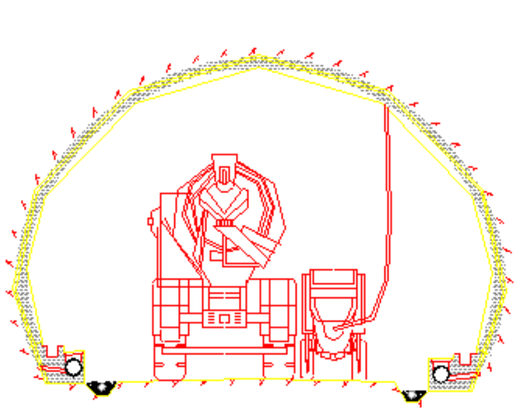
4 단 계



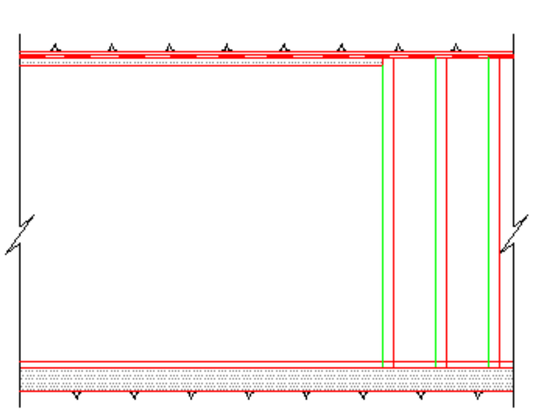
방 수 시 트 부 착



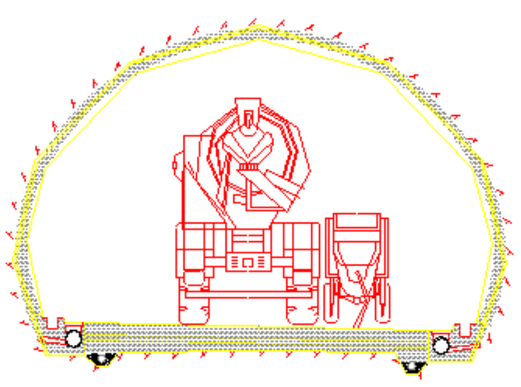
5 단 계



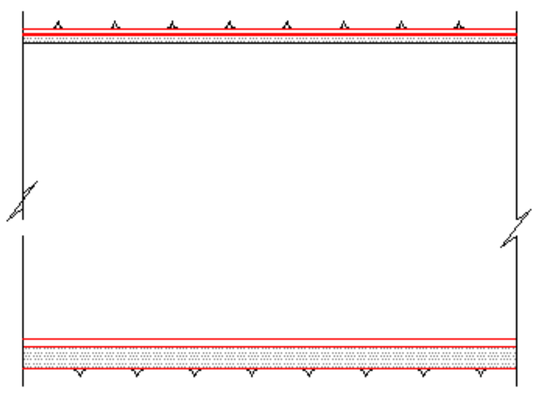
공동구설치 및 콘크리트 라이닝 타설



6 단 계



포 장 슬 라 브 타 설



한국도로공사 KOREA HIGHWAY CORPORATION	표 준 도 TYPICAL DRAWING	도면명	분리형 방수쉬트 방수 및 라이닝 시공 순서도 (2)	설계자		작성일	2002. 7	도면번호
				확인자		축 척	NONE	6.046

붙임#3

단가설명서 변경(안)

당 초	변 경	비고
방수공 **a) 방수막 및 부직포설치(㎡)** 이 단가는 라이닝콘크리트 타설전에 설치되는 방수시설비용으로 자재비(부직포, 방수Sheet, 기타부자재) 및 설치인건비와 소운반비, 기구손료 등이 포함된다. **측정** 이물량은 도면에서 산출한 방수막 및 부직포 설치의 면적으로 측정한다.	**방수공** **a) 방수시설 설치(㎡)** 이 단가는 라이닝콘크리트 타설전에 설치되는 방수시설비용으로 주자재 및 부자재비, 설치인건비와 소운반비 및 기구손료 등이 포함된다 **측정** 이물량은 도면에서 산출한 방수시설 설치의 면적으로 측정한다.	

#붙임4

단가산출서 변경(안)

구 분	당 초	변 경	비 고
계	**22,120.3원/㎡**	**15,270.8원/㎡**	
재료비	부직포 :1,320 ×1.15 = 1,518 방수쉬트 :9,000 ×1.15 = 10,350 란델(3개) : 556.2 타정못(3개) : 185.4 와샤(3개) : 123.6 **소계 : 12,733.2원/㎡**	주자재(EVA쉬트) : 7,300×1.15 = 8,395 부자재(타정못, 와샤) - 타정못(3개) : 185.4 - 와샤(3개) : 123.6 **소계: 8,704원/㎡**	
인건비	방수공 : 0.11인×56,597 = 6,225.67 특별인부 : 0.03인×55,970 = 1,679.10 보통인부 : 0.03인×40,922 = 1,227.66 **소계 : 9,132.43원/㎡**	방수공 : 0.11인×56,597×0.7 = 4,357.96 특별인부 : 0.03인×55,970×0.7 = 1,175.37 보통인부 : 0.03인×40,922×0.7 = 859.36 **소계 : 6,392.7원/㎡**	「2002년건설표준품셈」의 해당공종의 노무비 품에 대하여 현장실사 결과에서 제시한 작업효율비율(0.7)로 단위 보정
기 타 가구손료	자동용접기 및 기타기구 손료 재료비 2% =254.7 **소계 : 254.7원/㎡**	자동용접기 및 기타기구 손료 재료비 2% =174.1 **소계 : 174.1원/㎡**	

감 사
김영상

담 당	과 장	부 장	처 장	본부장
김남석	이승돈	유태욱	김영지	도서여
협 조	설계처장 : 이 홍희			

터널 피난연락갱문 설치기준 검토

문서번호	시설설09205 - 404
보존기간	5년
결재일자	2002. 10. 2
공개여부	공 개

2002. 9

한국도로공사

KOREA
HIGHWAY
CORPORATION

시 설 처

1. 검토목적

장터널내 피난연락갱 설치기준에 따라 화재시 고객의 안전에 유리하고, 터널환기 및 유지관리에 적합한 규격형식의 피난연락갱문에 대한 설치기준을 검토코자 함.

2. 추진경위

구 분	내 용	관련근거
피난연락갱 설치목적 및 설계기준	○ 설치목적 - 비상시 운전자 및 승객이 대향터널로 우선 피난 - 구급차 및 소방차 진입로 ○ 설계기준 - 4.7W×3.5H, 750m간격으로 설치	설계기16203-195호 ('93.12.6)
피난연락갱문 설치목적	○ 화재시 연기와 화염의 대향터널 유입방지 ○ 평상시 상·하행터널 압력차이에 따른 환기효과 저하방지	시설설14101-106호 ('98.2.3)
공사중인피난 연락갱문 개선방안검토	○ 검토내용 - 갱문규격 중.소형 소방차가 통과 가능한 3.2m(폭)×3.4m (높이) 규격 적용원칙 - 작동형식 모타작동 방식 → 인력작동 방식(모타겸용) ○ 향후계획 - 피난연락갱 규격기준의 수립(설계처) 방향과 - "슬라이딩" 갱문형식의 시험운영(육십령터널) 결과를 참조하여 - **갱문 규격 및 형식**에 대한 설치기준 수립	시설설12205-230호 ('01.4.30)

3. 추진내용

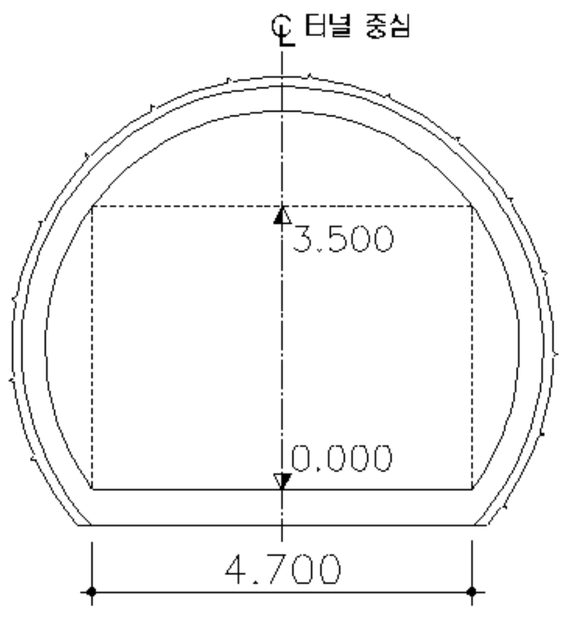
가. 피난연락갱 설치기준 수립 【설계기13201-350('01.7.6)호 관련】

○ 설치규격

4.7m(폭)×3.5m(높이) 비상차량 통과가능 규격 (중형소방차, 중형견인차,구급차)

○ 설치형식 및 설치간격

동일한 형식(단독형)으로 750m간격 설치



터널피난연락갱 표준규격

나. 피난연락갱문 시범설치 【시설설09103-30328('02.6.5)호 관련】

○ 설치장소 : 대전~진주간 육십령터널내

○ 시범운영 결과

구 분	슬라이딩 방식	롤링업 방식
작동상태	▪ 인력 : 10초이내 ▪ 무소음 및 원활한 작동	▪ 모타 : 12초, 인력 : 30초 ▪ 수동·자동 전환동작이 불편 ▪ 터널내 풍압에 의한 소음발생
유지관리	▪ 무동력 구조로 유지관리 간편	▪ 차도풍압으로 작동부 수명저하 ▪ 분진·습기로 모타 제어부 관리업무 증가
방재기능	화재연기 차단을 위한 자동폐쇄기능 (30초후)	화재연기의 차단을 위하여 사용자의 폐쇄작동 필요
확대설치 관련의견	확대 설치 바람직	▪ 모타를 제외한 수동형식으로 개선 하여 확대설치 가능

4. 기준(안)검토

가. 고려사항

○ 갱문제작 기술제한

슬라이딩 형식	롤링업 형식
인력개폐가 용이하고 자동폐쇄 작동이 가능한 규격 : **현재 3.2m(폭)×3.5m(높이)이내**	3.2m(폭)×3.5m(높이)이상도 제작가능하나 인력개폐가 어려워지고 차도풍압에 의한 진동으로 내구성 저하 예상

ㅇ 차량 통과가능 여부

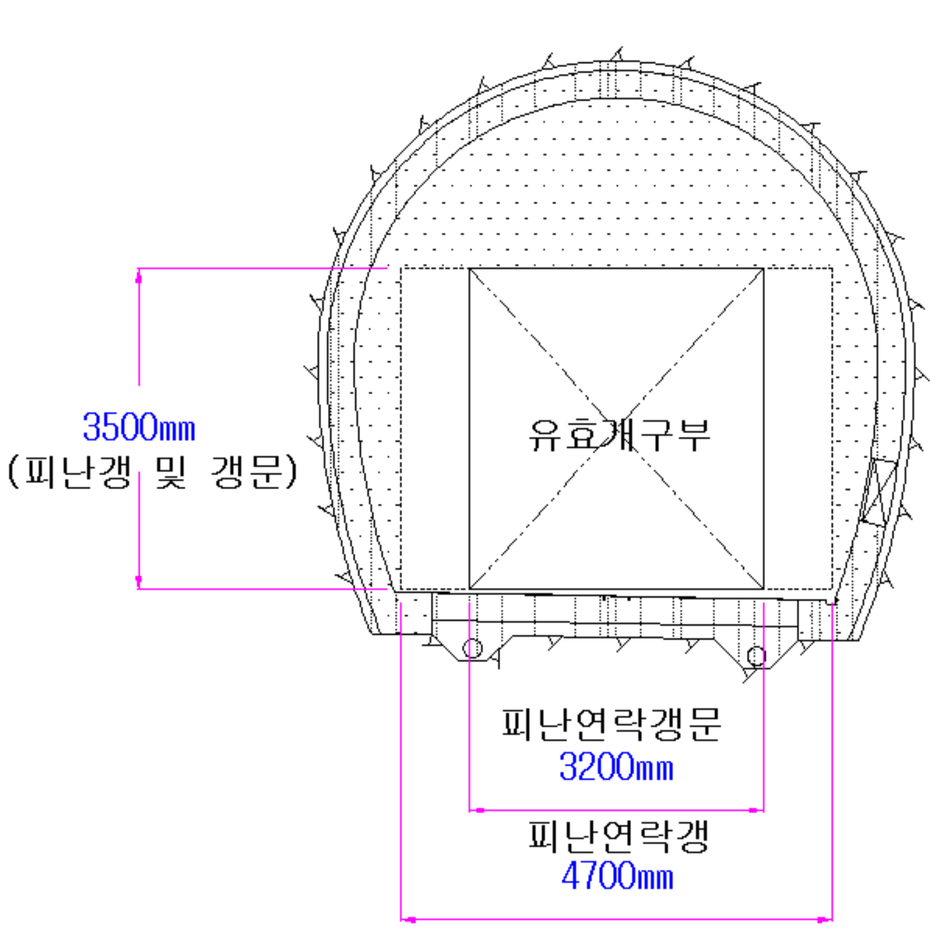
- 대상차종

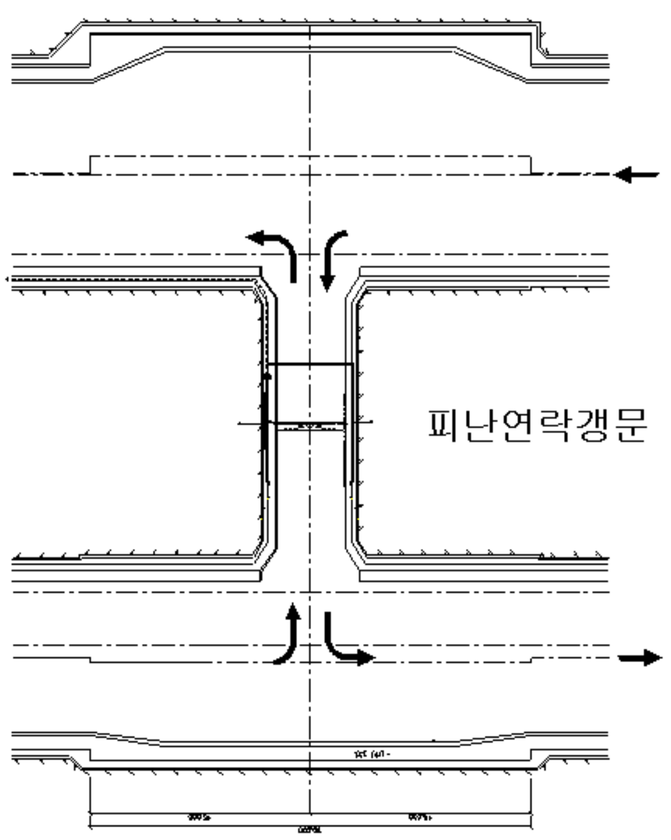
"피난연락갱 설치기준"의 비상차량 (중형소방차, 중형견인차, 구급차)

- 검토결과

피난갱 중간부에 설치되는 피난갱문의 유효개구 폭원(3.2m) 및 높이(3.5m)로 **중소형 비상차량 통행가능**

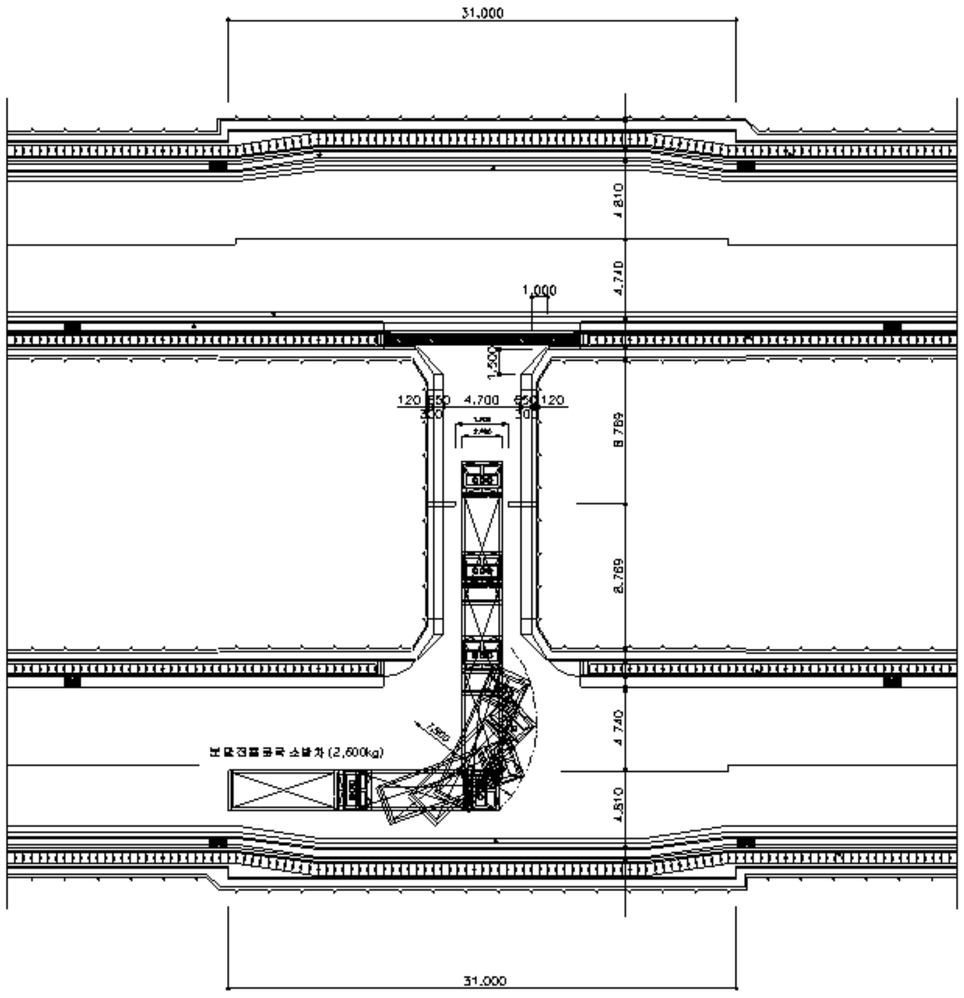
나. 갱문의 유효개구부 규격



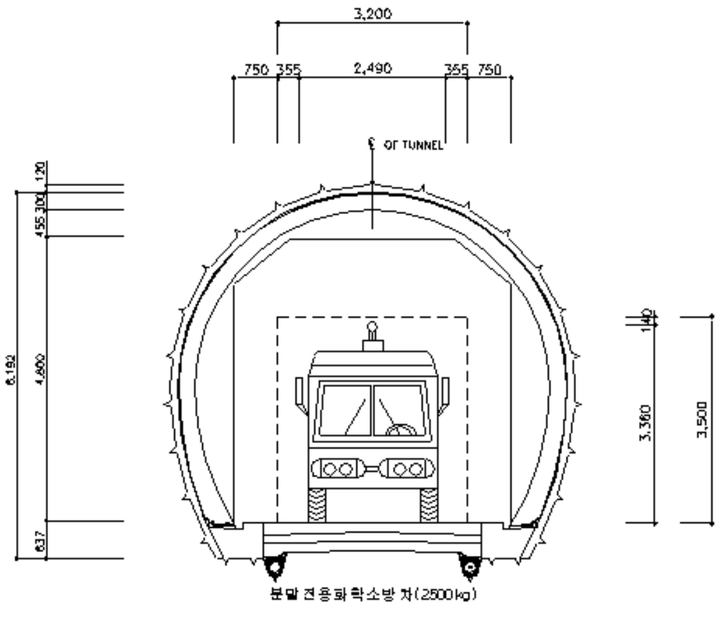


ㅇ **갱문부 차량통과 검토**

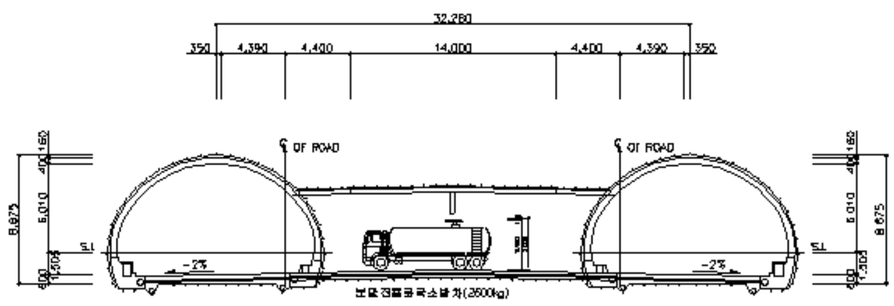
[분말전용화학소방차(2,500kg)]



[평면도]



[정면도]



[횡단면도]

o 검토결과

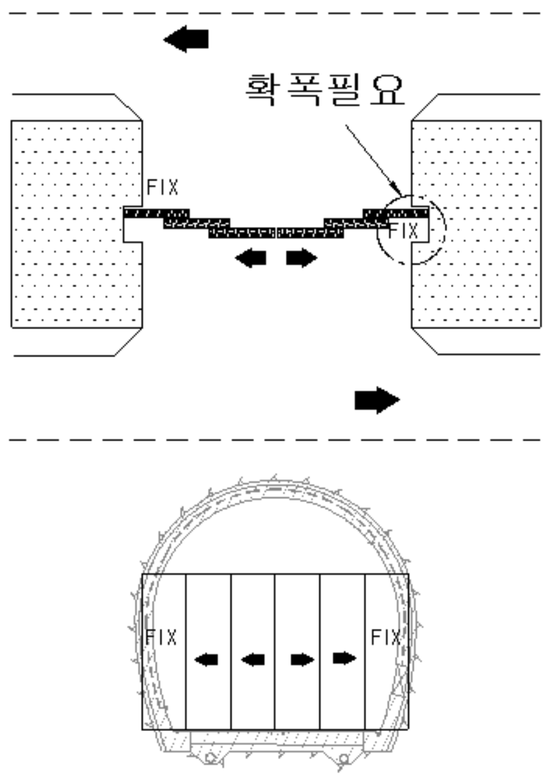
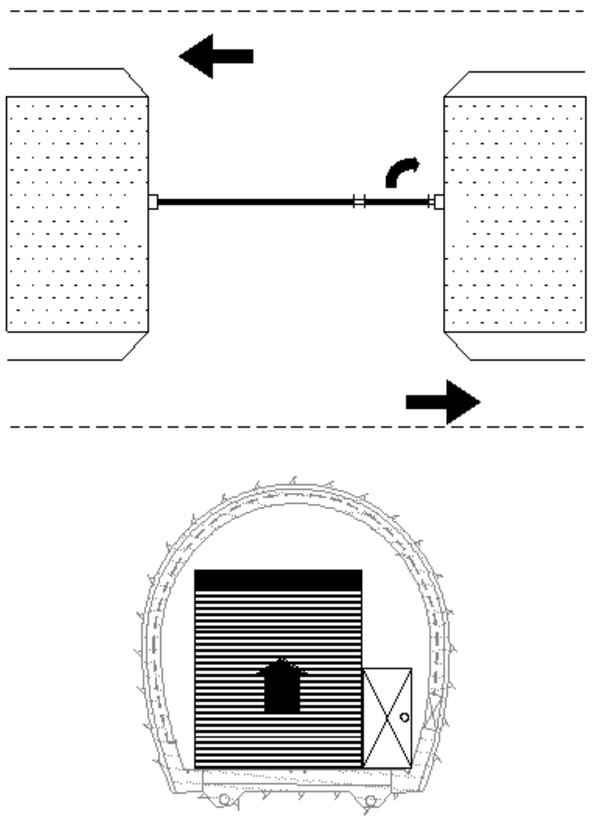
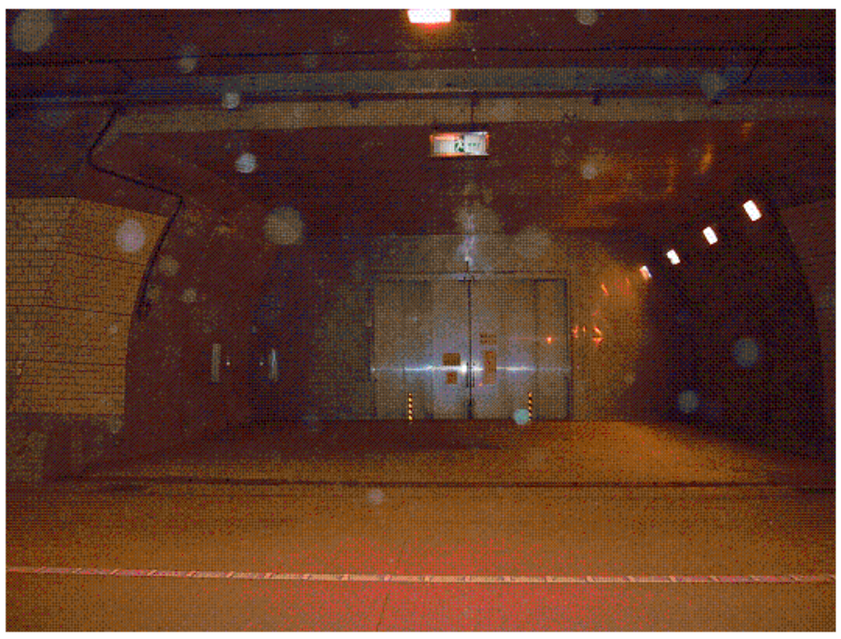
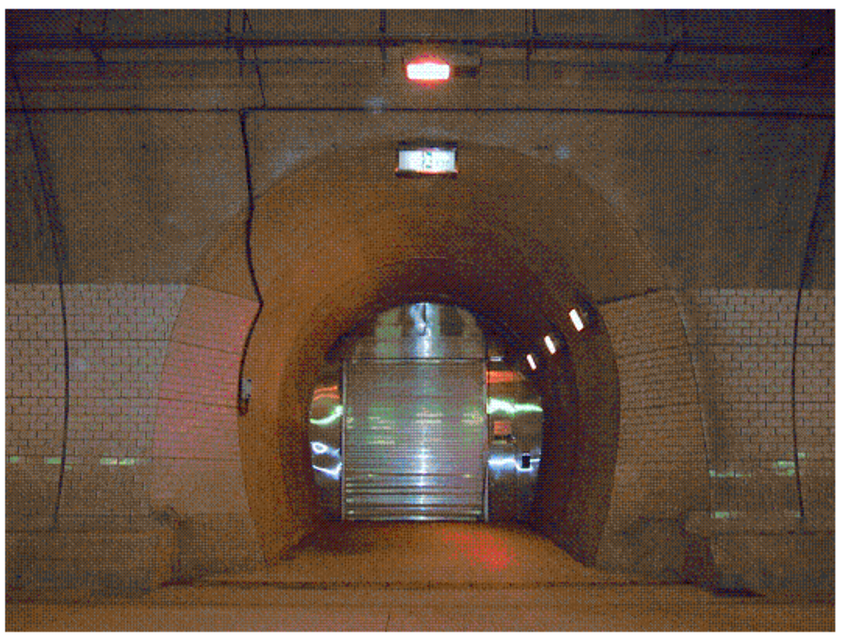
- 최소 회전반경별 도류가능 폭원(4.7m)을 가진 모든 **중소형 비상차량은 피난연락갱문 통과 가능** : 붙임#1

※ 터널인근 소방서에 배치된 소방 차량은 대부분 통과 가능

- 도류가능 폭원(4.7m) 초과와 제한높이(3.5m) 근접으로 통과가 곤란한 **대형 소방차 및 견인차종은 터널 입.출구부 개구부 이용** 필요

※ 피난연락갱 시설은 화재시 인명보호가 목적으로, 긴급 구급구난에 필요한 비상차량의 통행을 고려하여 설치

다. 갱문 형식

구 분	1안 (슬라이딩 형식)	2안 (롤링업 형식)
개요도		
설치 전경		
장단점	• 개방후 자동폐쇄 기능 (화재연기 침입방지) • 인력작동 및 유지관리 용이 • 설치위치 부분 확폭 필요	• 갱문설치에따른 부분확폭 불필요 • 화재시 피난자 폐쇄작동 필요 • 풍압차에 의한 진동으로 수명저하
제 작 설치비	약 90백만원	약 50백만원
적 용	○	△

5. 검토결론

o 갱문 유효 개구부 규격은 인력작동이 원활하면서도 비상차량 통행이 가능하도록 「3.2m(폭)×3.5m(높이)」 이상으로 설치

o 갱문형식은 화재시 방재기능이 우수한 **슬라이딩 타입 적용을 원칙**으로함.

o 단 피난연락갱의 부분 확대가 불가능한 등 **불가피한 경우**는 **롤링업 형식을 적용**하되 시범운영결과 나타난 유지관리 개선을 위하여 수동작동 형식을 적용

6. 추진계획

공사중인 터널 및 향후 설계터널에 적용

붙 임 1. 피난연락갱을 통한 차량통과 현황 1부. 끝.

2. 관련공문 사본 각1부. 끝.

붙임#1

피난연락갱을 통한 차량통과 현황

□ 일반차량

구 분			차량제원(mm)			피난연락갱(mm)			피난연락갱문 (3500(높이)×3200(W))
			길 이	폭	높 이	최소회전반경	도류가능폭	통과 가능높이	
일반차량	중 형 버 스		6,345	2,035	2,630	6,100	2,146	2,630	○
	대 형 버 스		11,600	2,490	3,235	9,900	**4,908**	3,235	×
	냉 동(11ton)		11,760	2,490	3,640	11,400	**5,200**	**3,640**	×
	카 고(24ton)		12,582	2,490	2,970	11,700	**5,687**	2,970	×
	믹 서(14ton)		8,260	2,495	3,720	7,500	4,107	**3,720**	×
	덤 프(15ton)		7,685	2,495	3,120	7,500	4,083	3,120	○
	트레일러(20ton)		12,540	2,480	3,770	11,500	**7,579**	**3,770**	×
비상차량	화학소방차	소형(3000ℓ)	7,000	2,230	2,870	6,600	3,631	2,870	○
		중형(4600ℓ)	8,175	2,490	3,150	10,100	3,977	3,150	○
		대형(7000ℓ)	9,350	2,480	3,205	8,400	**4,746**	3,205	×
	분말전용화학소방차	중형(2500kg)	8,730	2,490	3,360	7,500	4,590	3,360	○
		대형(4500kg)	9,000	2,490	3,500	7,600	**4,756**	3,500	×
	펌 프 소방차	소형(3000ℓ)	7,000	2,230	2,870	6,600	3,631	2,870	○
		중형(7500ℓ)	7,680	2,490	3,180	7,600	3,789	3,180	○
		대형(8000ℓ)	9,500	2,495	3,100	8,400	**4,748**	3,100	×
	견인차	중형(5ton)	6,490	2,170	3,057	5,800	2,170	3,057	○
		대형(20ton)	10,250	2,495	3,460	11,700	**5,955**	3,460	×
	구 급 차		4,790	1,690	1,965	4,800	1,690	1,965	○

주) 피난갱 가각 1.5 × 1.0m 기준 (토목설계)

□ 터널인근 소방서 보유차량

구 분	소방서	차 종(ℓ)		대수	차량제원(mm)			비 고 (갱문통과여부)
					길이	폭	높이	
영동선	둔내소방 출장소	펌 프 소방차	3,000	1	6,505	2,175	2,560	○
			4,500 ℓ	1	7,590	2,490	3,200	○
	봉평소방 출장소	펌 프 소방차	1,350 ℓ	1	5,785	1,900	2,280	○
			3,000 ℓ	1	7,700	2,230	2,700	○
	용평소방 출장소	펌 프 소방차	3,000 ℓ	1	7,700	2,230	2,700	○
	진부소방 파출소	펌 프 소방차	1,400 ℓ	1	6,150	2,010	2,500	○
			5,000 ℓ	1	**9,830**	2,480	3,040	×
	도암소방 출장소	펌 프 소방차	3,000 ℓ	1	6,755	2,430	2,650	○
			3,500 ℓ	1	8,130	2,500	3,040	○
대전-진주	함양소방 파출소	펌프소방차	3,000	3	7,320	2,230	2,850	○
	장수소방 파출소	펌프소방차	3,500	1	8,130	2,500	3,040	○
		펌프소방차	1,350	2	5,795	1,950	2,500	○

감 사
김태영

담 당	과 장	부 장	처 장	본부장
김남식	이상돈	유현우	선결	
협 조	설계처장 : 이동희 전기부장 : 오명돈			

단터널내 소화기함 설계지침 검토

문서번호	시설설09205 - 473
보존기간	5년
결재일자	2002. 11. 5
공개여부	공 개

2002. 11

한국도로공사

KOREA HIGHWAY CORPORATION 시 설 처

1. 검토목적

고속도로 단터널(1,000m미만)내 방재시설공사와 관련하여 소화기함에 소화기 및 일부 전기소방시설이 설치되고 있으나, 관련 소방법 규정이 건축물을 대상으로 하고 있어 설치규정 해석에 따라 설계방법이 상이하고 일반건물용의 구조로 설치되는 등 문제점이 있어 이를 검토 보완코자함.

2. 시설현황

□ 단터널내 방재시설 : 시설설14101-106호('98.2.3)관련(부분발췌)

방재시설 \ 터널연장(m)			1,000미만~500이상	200 이상	200 미만
소방설비	소화설비	소 화 기 구	•	•	•
	경보설비	비상경보설비	•		
	피난설비	비상조명등	•	•	
	소화활동 설 비	무선통신보조설비	•		
		비상콘센트설비	•		
기타사항	통 보 경보설비	비 상 전 화	•		
	기타설비	비상전원설비	•	•	
		라디오재방송설비	•	•	

□ 검토대상 시설

구 분	소 화 기	수동발신기 및 비상콘센트
설 치	전터널	500미터 이상 터널
간 격	20미터 도보거리 이내	25미터 반경거리 이내

3. 문제점

가. 소방법상 설치기준 상이

□ 소화기는 20미터 도보거리 이내, 전기소방설비는 25미터 반경거리 이내

→ 소화기함내 전기소방설비 설치시 법규정 이상의 시설설치 요인

→ 소화기 및 전기소방시설의 별도 설치는 기능 및 유지관리 고려시 불합리

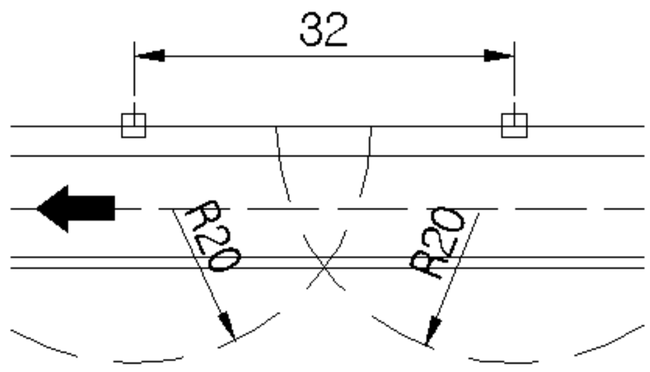
□ 차로수(2, 3, 4차로)에 따른 도보거리 증가로 소화기함의 과다한 집중설치

나. 일반건물용의 소화기함 구조로 기능 저하

→ 터널내 환경에 적합한 구조로 제작·설치 필요성

다. 소화기함 관련 부서별 업무분장 필요

현행 소화기함 설치간격

구 분	2차로	3차로	4차로	산정방법(예)
소화기 설치규정 기준시 (추월로 배치)	32m	26m	16m	
전기소방설비 설치규정 기준시 (주·추월로 배치)	43m	39m	33m	

관련법 개정건의

○ 시설설 09111- 30401호('02. 7.16)외 수회

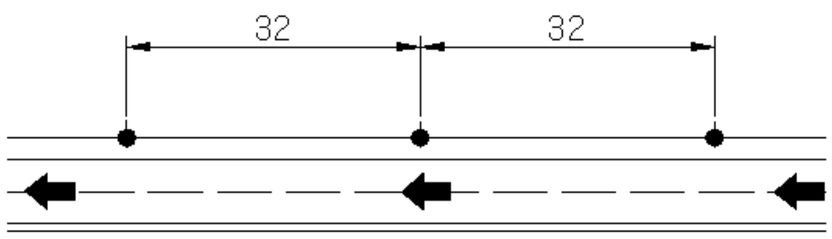
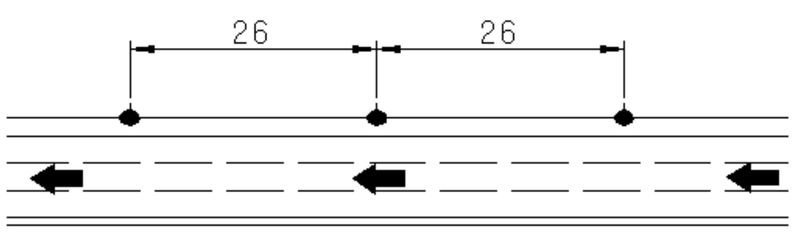
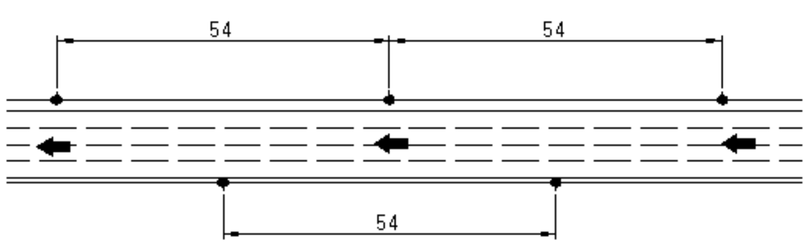
구 분	현 행	개정건의	사 유
소화기구 설치기준	도보 20미터 이내 설치	주행로 측벽길이 방향으로 50미터 일정간격으로 설치	· 터널별 설치간격 상이로 이용객 혼란방지 · 법해석 방법별 설치간격 상이 사례 방지
옥내소화전 설비함 등	반경 25미터 이내 설치		

4. 설계지침 검토

가. 설치간격

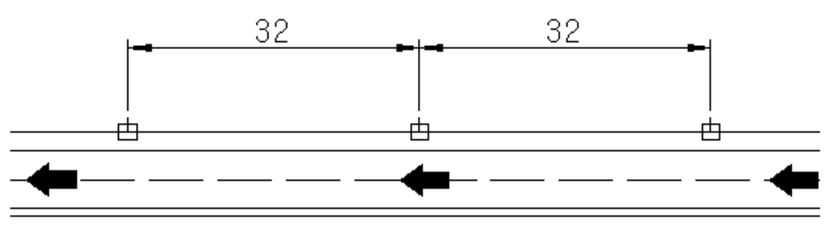
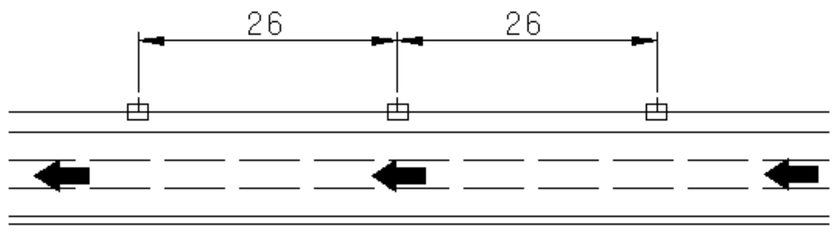
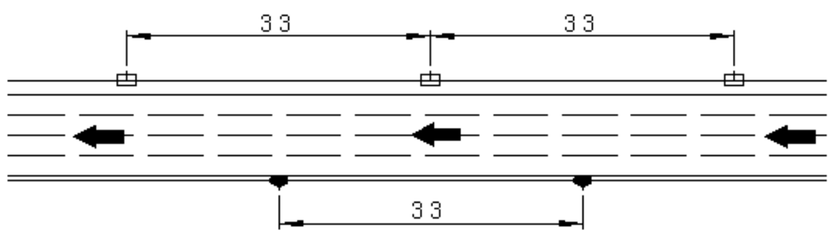
소방시설 활용성, 유지관리 용이성, 공사비 측면을 고려하여 비교 결정(붙임#1)

□ 500미터 미만터널

구 분	내 용	비 고
2차로		※기호구분 ●: 주·추월로측 소화기전용 소화기함
3차로		
4차로		

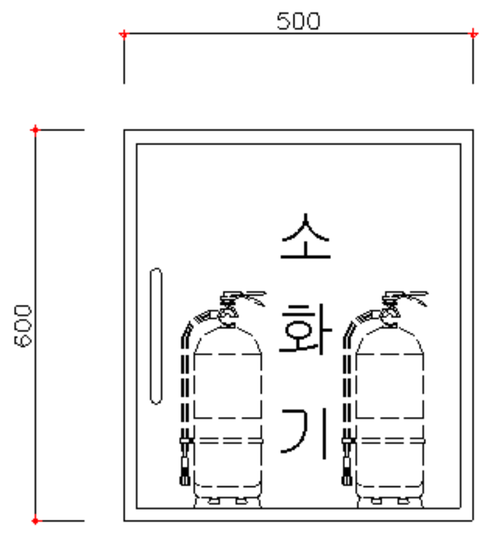
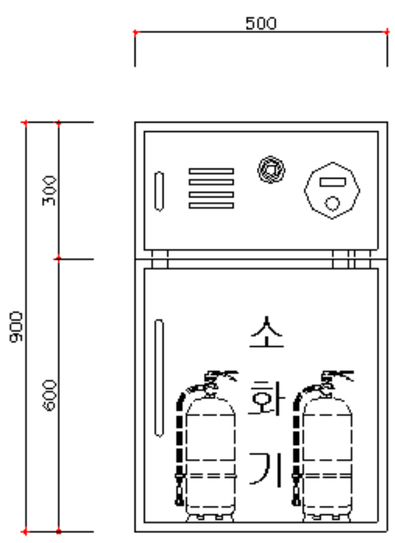
※ 차로폭 3.6m, 주행로 측방여유폭 2.5m, 추월로측 측방여유폭 1.0m기준

□ 500미터 이상 ~ 1,000미터미만 터널

구 분	내 용	비 고
2차로		※기호구분 □: 전기소방설비 내장형 소화기함 ●: 추월로측 소화기 전용 소화기함
3차로		
4차로		

※ 차로폭 3.6m, 주행로 측방여유폭 2.5m, 추월로측 측방여유폭 1.0m기준

나. 제작규격

소화기 전용 소화기함	전기소방설비 내장형 소화기함
	
500(W)×600(H)×200(D)	500(W)×900(H)×200(D)

다. 소화기함 구조개선(붙임#2)

구 분	현 행	개 선	사 유
재 질	• 전면 : 스텐철판(1.5t) • 후면 : 아연도금철판(3.2t)	• 전후면 : 스텐철판(1.5t)	
문짝구조	누름 버튼식	손잡이식	내구성 향상
비상벨 음향홀	타공형	그릴형	물유입 방지
문짝 틈새	-	고무팩킹 설치	먼지유입 방지

라. 소화기함관련 업무분장

구 분	현 행	개 선		비 고
설 계	토목 설계시 미반영	토목 설계시 소화기함 설치위치 및 블록아웃 표기	설계처	시설물 설치 누락 방지
공 사	토목공사 설계변경 또는 전기공사에 포함 시행	콘크리크 블록아웃	해당사업소	토목공사
		소화기 및 소화기함	시설처 (전기부)	전기공사
기준·지침 유지관리	-	시설처 (설비부)	시설처 (설비부)	-

5. 검토결론

□ 소화기함 설치간격 및 형식

구 분		설치간격(m)	
		주행로측	추월로측
500미터 미만 터 널	2차로	32	-
	3차로	26	-
	4차로	54	54
	소화기함 형식	**소화기 전용 소화기함**	
500미터 이상 ~ 1,000미터 미만 터 널	2차로	32	-
	3차로	26	-
	4차로	33	33
	소화기함 형식	**전기소방설비 내장형 소화기함**	**소화기 전용 내장형**

○설치간격은 터널별 폭원에 따라 달라질 수 있음

○설치간격은 콘크리트 라이닝 등 현장여건에 따라 다소 축소될 수 있으나, 설치간격을 넓히는 것은 소방규정에 위배되므로 곤란

6. 적용계획

○향후 설계터널 : 본 검토(안) 적용

○공사중인 터널 : 미시행구간 적용

붙 임 1. 차로별 소화기함 설치간격 검토 1부

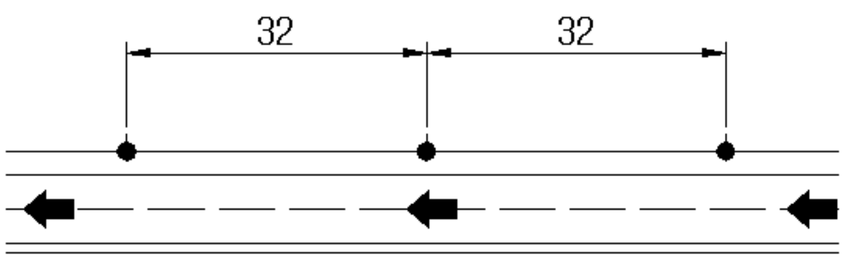
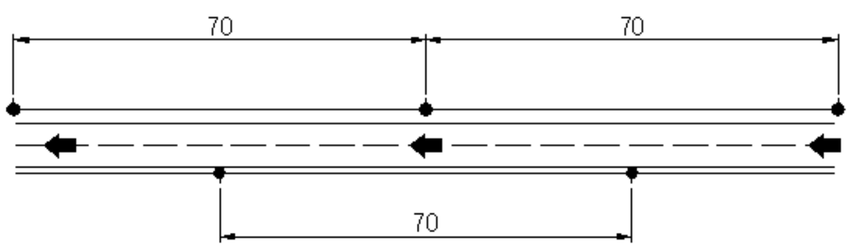
2. 소화기함 제작 상세도 1부. 끝.

붙임#1

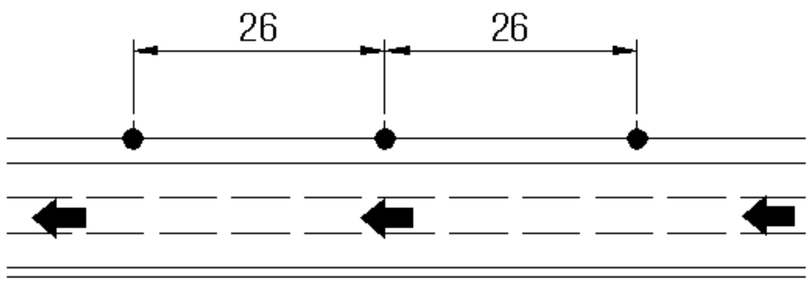
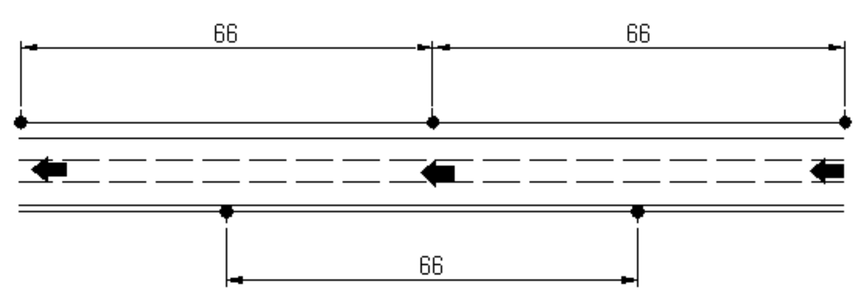
차로별 소화기함 설치간격 검토

□ 500m미만 터널 (소화기함 설치)

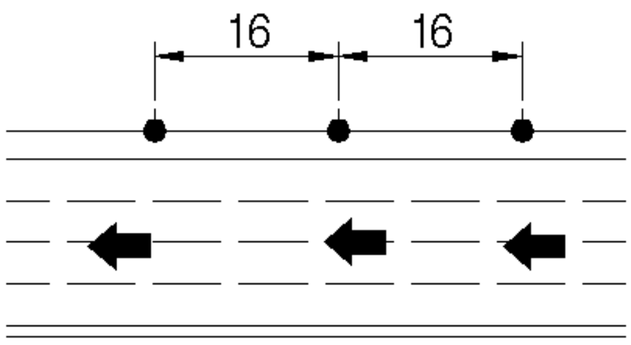
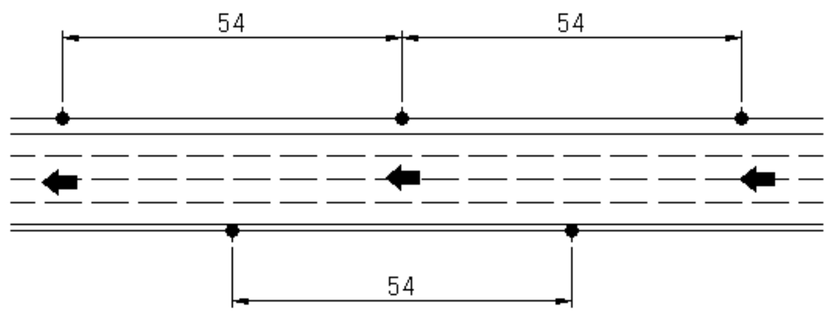
2차로

구 분	주행로측 배치(안) (20m 반경이내)	주·추월로측 배치(안) (20m 반경이내)
설치간격		
시설내역 (400m터널기준)	· 소화기함 : 13조 · 소화기표시등 : 13조	· 소화기함 : 12조 · 소화기표시등 : 12조
공사비 (백만원)	13.5	12.4
검토내용	- 소방시설 다소 증가 - 소화기 주행로측 배치로 · 이용 및 유지관리 유리 · 장터널 비교시 소화기 배치에 일관성	- 소방시설 감소 - 주·추월측 소화기 배치로 · 이용 및 유지관리에 다소 불리 · 터널별 소화기 배치방법 상이로 이용에 혼란
적 용	○	

3차로

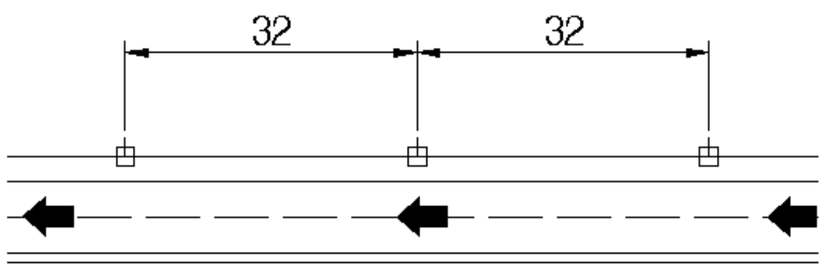
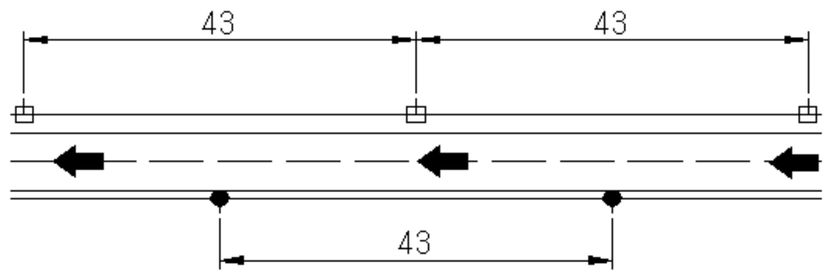
구 분	주행로측 배치(안) (20m 반경이내)	주·추월로측 배치(안) (20m 반경이내)
설치간격		
시설내역 (400m터널기준)	· 소화기함 : 16조 · 소화기표시등 : 16조	· 소화기함 : 12조 · 소화기표시등 : 12조
공사비 (백만원)	16.6	12.4
검토내용	2차로 동일	2차로 동일
적 용	○	

4차로

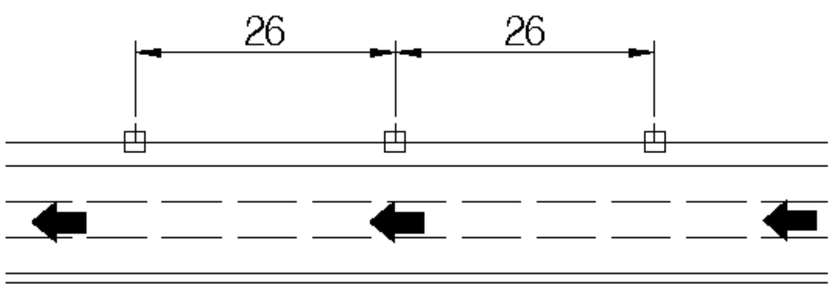
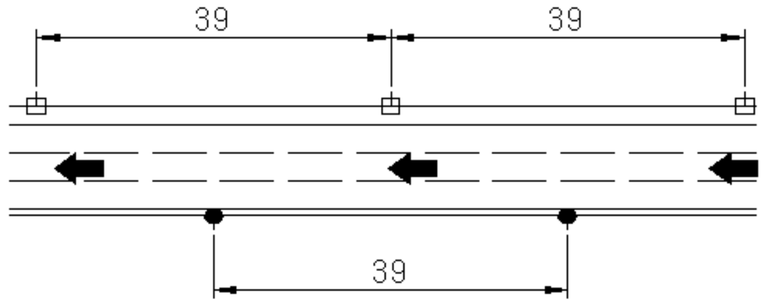
구 분	주행로측 배치(안) (20m 반경이내)	주·추월로측 배치(안) (20m 반경이내)
설치간격		
시설내역 (400m터널기준)	· 소화기함 : 25조 · 소화기표시등 : 25조	· 소화기함 : 15조 · 소화기표시등 : 15조
공사비 (백만원)	25.9	15.5
검토내용	- 소방시설 다소 증가 - 소화기 주행로측 배치로 · 이용 및 유지관리 유리 · 장터널 비교시 소화기 배치에 일관성	- 소방시설 감소 - 주·추월측 소화기 배치로 · 이용 및 유지관리에 다소 불리 · 터널별 소화기 배치방법 상이로 이용에 혼란
적 용		○

□ 500m이상 ~ 1,000m미만 터널

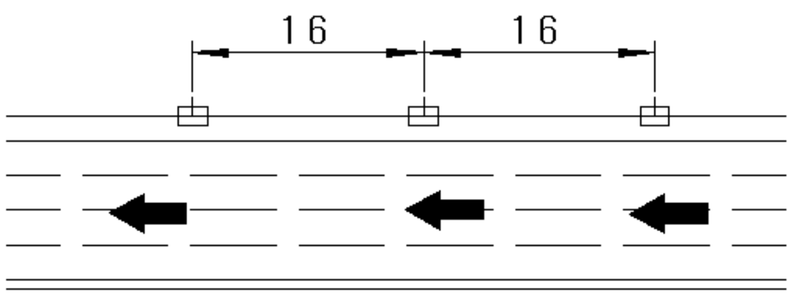
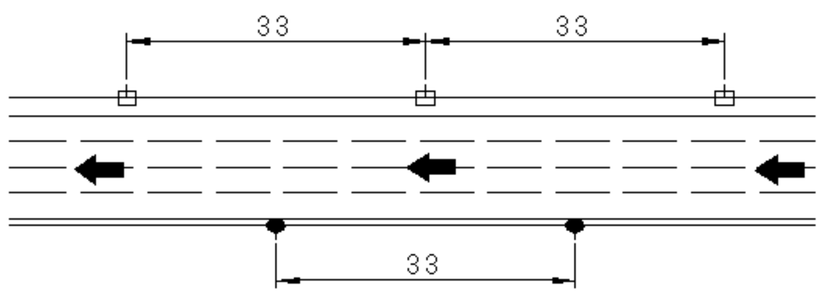
2차로

구 분	소화기 설치규정 적용(안) (20m 반경이내)	전기소방설비 설치규정 적용(안) (25m 반경이내)
설치간격		
시설내역 (800m터널기준)	· 소화기함 : 24조 · 비상콘센트 : 24조 · 소화기표시등 : 24조 · 수동발신기 : 24조	· 소화기함 : 36조 · 비상콘센트 : 18조 · 소화기표시등 : 36조 · 수동발신기 : 18조
공사비 (백만원)	61.3	64.3
검토내용	- 전기소방설비 다소 증가 - 소화기 주행로측 배치로 · 이용 및 유지관리 유리 · 장터널 비교시 소화기 배치에 일관성	- 소화기함 설치개소 증가 - 주·추월측 소화기 배치로 · 이용 및 유지관리 다소 불리 · 터널별 소화기 배치방법 상이로 이용에 혼란 우려
적 용	○	

3차로

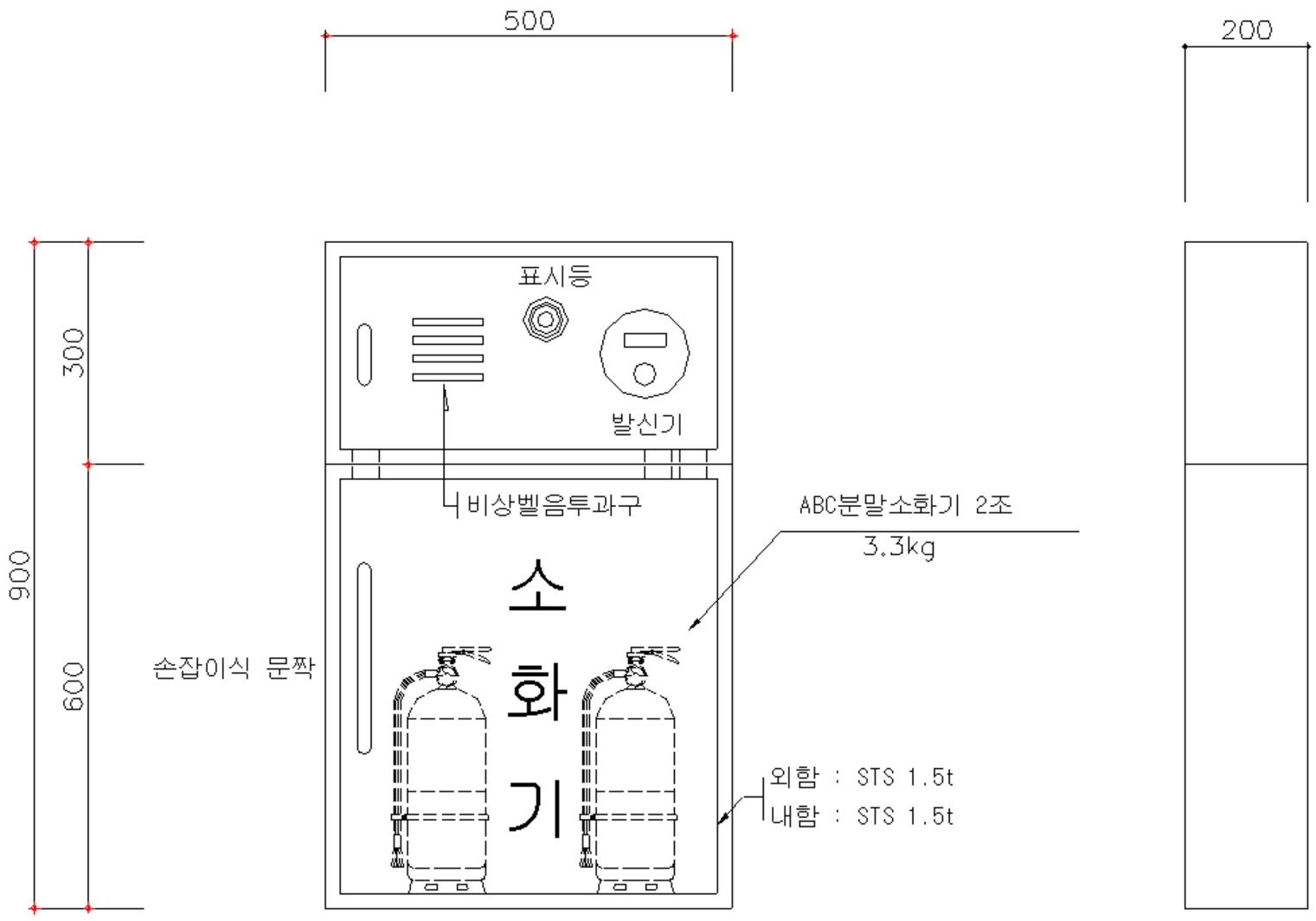
구 분	소화기 설치규정 적용(안) (20m 반경이내)	전기소방설비 설치규정 적용(안) (25m 반경이내)
설치간격		
시설내역 (800m터널기준)	· 소화기함 : 30조 · 비상콘센트 : 30조 · 소화기표시등 : 30조 · 수동발신기 : 30조	· 소화기함 : 40조 · 비상콘센트 : 20조 · 소화기표시등 : 40조 · 수동발신기 : 20조
공사비 (백만원)	69.2	71.5
검토내용	2차로 동일	2차로 동일
적 용	○	

4차로

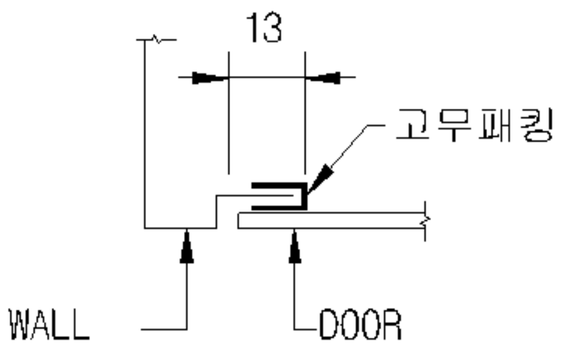
구 분	소화기 설치규정 적용(안) (20m 반경이내)	전기소방설비 설치규정 적용(안) (25m 반경이내)
설치간격		
시설내역 (800m터널기준)	· 소화기함 : 49조 · 비상콘센트 : 49조 · 소화기표시등 : 49조 · 수동발신기 : 49조	· 소화기함 : 48조 · 비상콘센트 : 24조 · 소화기표시등 : 48조 · 수동발신기 : 24조
공사비 (백만원)	93	80
검토내용	- 소화기함 및 전기소방설비 증가 - 소화기 주행로측 배치로 · 이용 및 유지관리 유리 · 장터널 비교시 소화기 배치에 일관성	- 소방설비 설치개소 감소 - 소화기 주·추월측 배치로 · 이용 및 유지관리 다소 불리 · 터널별 소화기 배치방법 상이로 이용에 혼란
적 용		○

붙임#2

소화기함 제작상세도

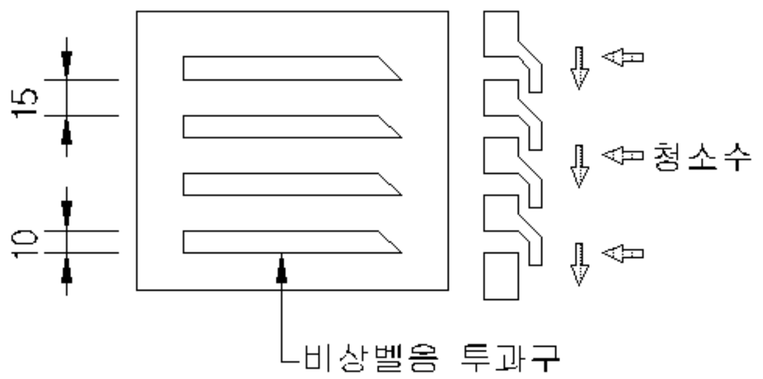


정 면 도



☞ 문짝주변(절첩부를 제외한 3면)적용

측 면 도



☞ (개구부 규격은 제작업체 별로 비상벨 음향울에 지장이 없는 범위내에서 제작가능)

감 사
김영락

담 당	과 장	부 장	처 장	본부장
김남식	이성근	오영근	전결	김동규
협 조	설계처장 : 이 동 희			

터널내 소화전앞 접근시설 보완 검토

문서번호	시설설09205 - 474
보존기간	5년
결재일자	2002. 11. 5
공개여부	공 개

2002. 11

한국도로공사

KOREA HIGHWAY CORPORATION

시 설 처

1. 검토목적

터널내 설치된 소화전시설(옥내소화전, 소화기)을 비상시 원활하게 사용하기 위하여 검사원 통로에 설치된 접근시설(안전난간,계단)을 보완 검토코자 함

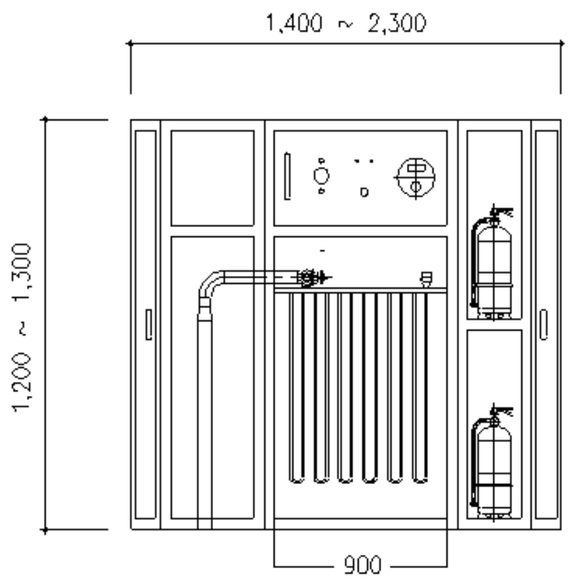
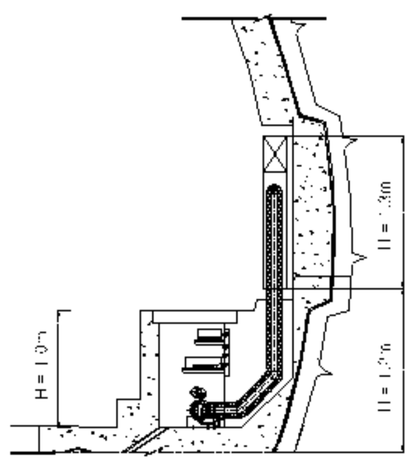
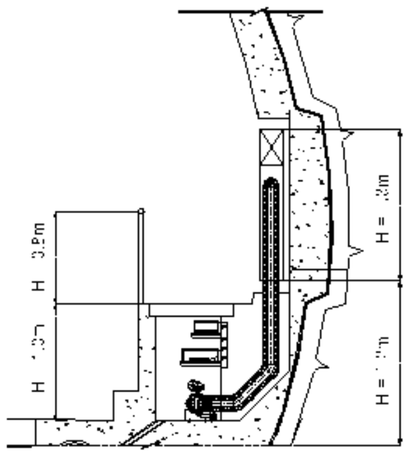
※) 감사기12108-30251호('02.8.26)관련

내 용

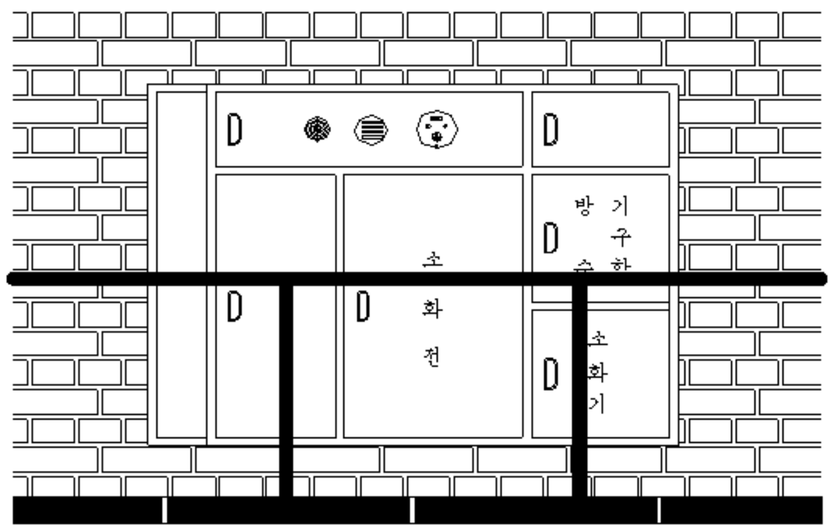
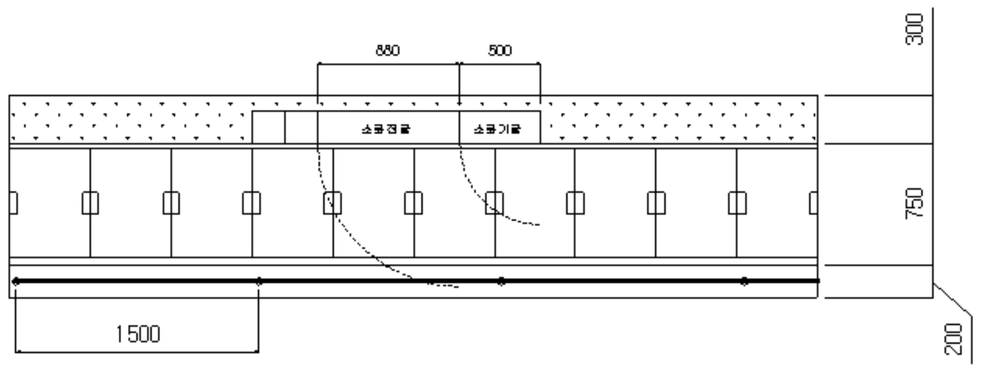
장터널내 유지관리를 위하여 설치되는 검사원 통로 난간시설이 소화전함 위치에도 설치하는 것으로 설계되어 있어 화재시 소화호스 및 소화기사용 등 긴급한 소화활동에 어려움 발생

⇒ 터널내 화재시 소화활동에 지장이 없도록 검사원 통로 난간 제거 규격을 검토

2. 시설현황

구 분	옥내소화전함	안전난간
설치규정	소방법 시행령, 규칙	설계일13201-309호('00.7.27)
시설개요	□ 1,000m이상 터널  ○ 규격 : 터널연장별로 상이 (붙임참조) ○ 소방호스, 소형소화기, 수동발신기, 비상콘센트 등 내장	□ 1,000m이상 터널 ○ 2차로  ○ 3차로이상  □1,000m미만 터널 공동구 높이(H=0.25m)가 낮아 접근에 문제가 없으므로 검토 제외

3. 현행문제점

	
소화전함 접근 불편	소화전함 개방 곤란

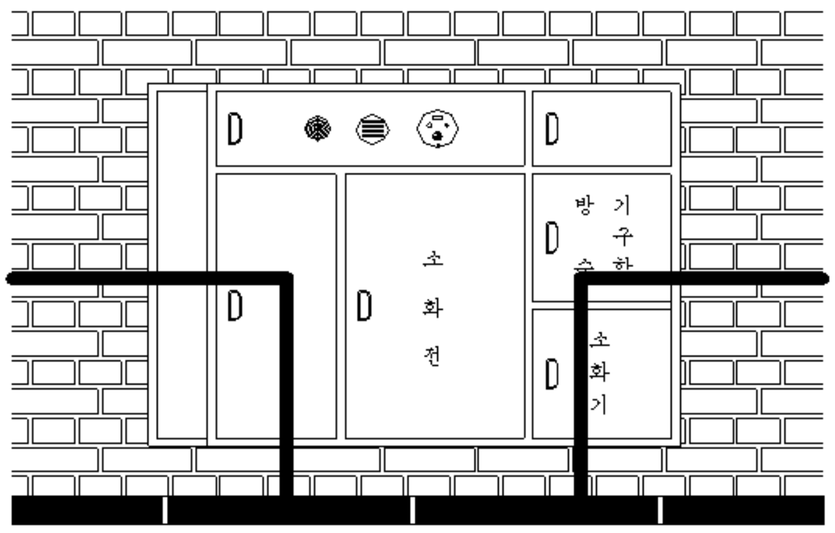
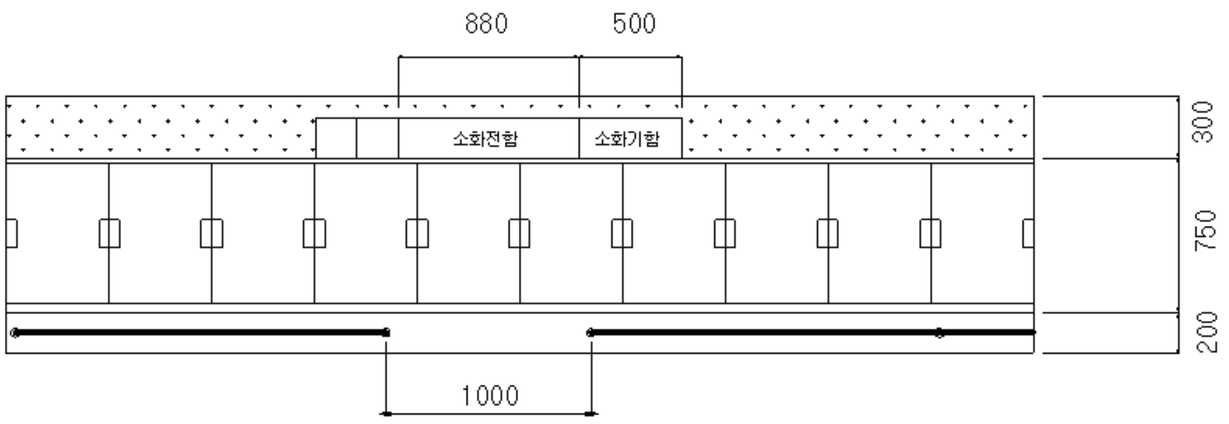
4. 보완방안

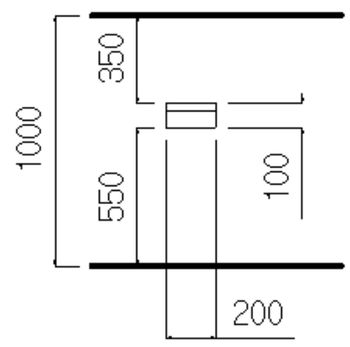
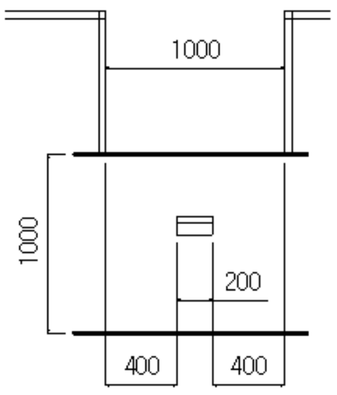
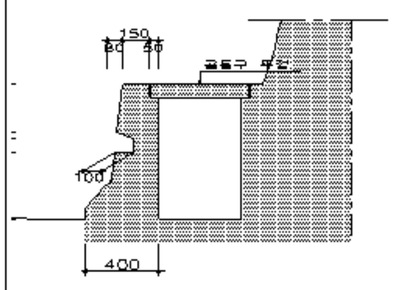
가. 유사기준

○관련근거 : 장대터널 비상시설용 계단 설치기준【설계설13201-737호('01.12.27】

○내　　용 : 터널내 긴급전화기 설치위치 접근시설 설치규정

나. 보완내용

항 목	내 용	비 고
소화전앞 안전난간 개구부설치	 	

항 목	내 용			비 고
	정 면 도		측면도	
	2차로	3차로 이상		
계단설치 (블록아웃홈)				「장대터널 비상시설용 계단설치」 규정 준용

5. 검토결론

○비상시 소화전함 접근이 용이하고 문짝을 전면 개방할 수 있도록 소화전함 전면 **안전난간부에 개구부 설치**(소화전함 문짝을 중심으로 폭 1.0m 규격)

○소화전앞 공동구 벽체에 「장대터널 비상시설용 계단 설치」 규정의 **블록아웃홈** 설치

6. 적용방안

○향후 설계 터널 : 본 검토(안) 적용

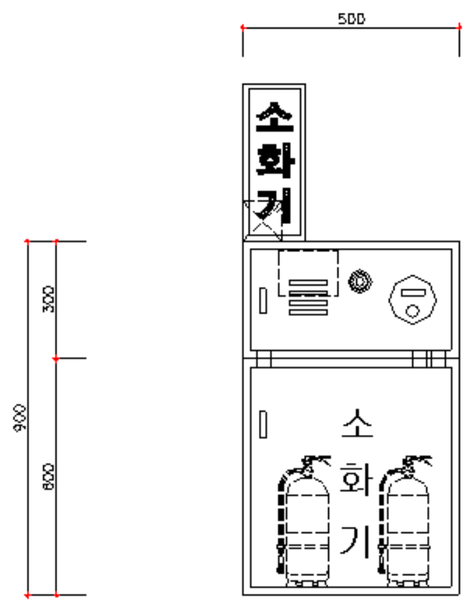
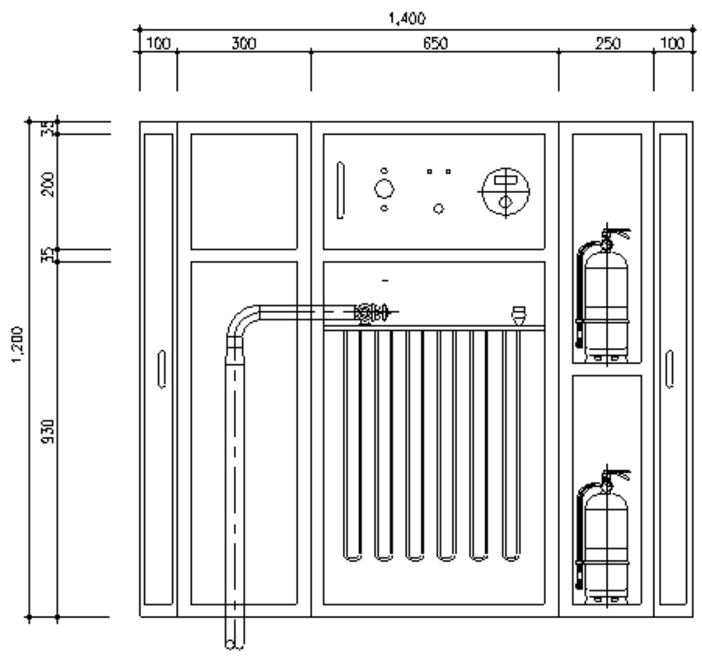
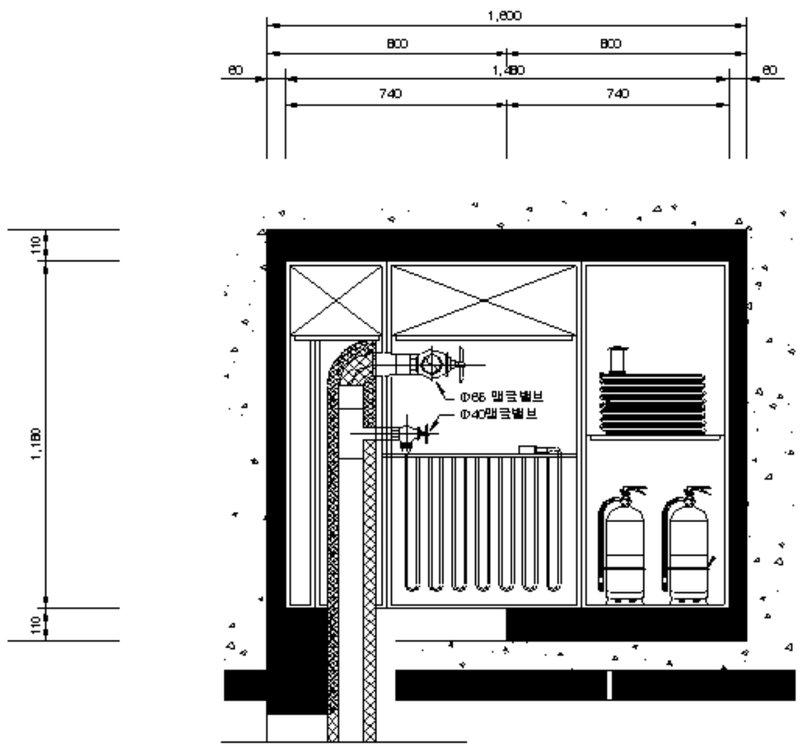
○공사중인 터널 : 미시행 구간 적용

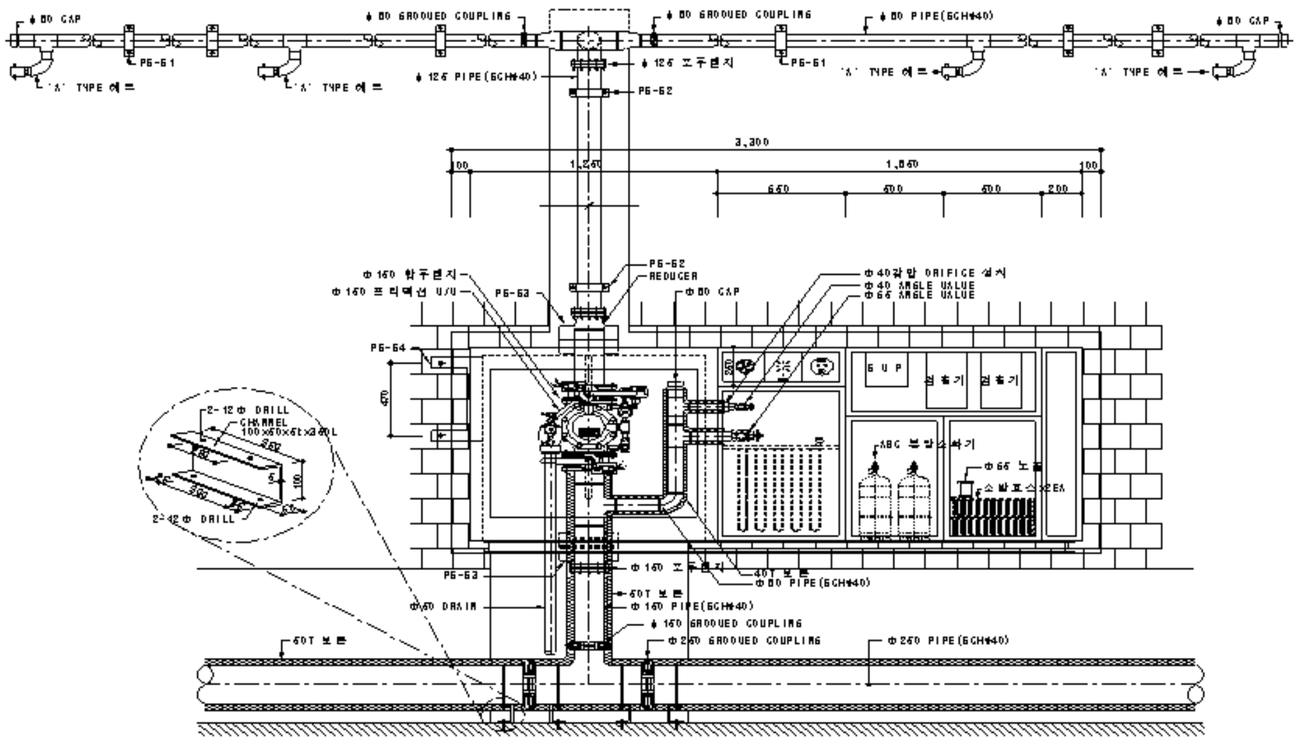
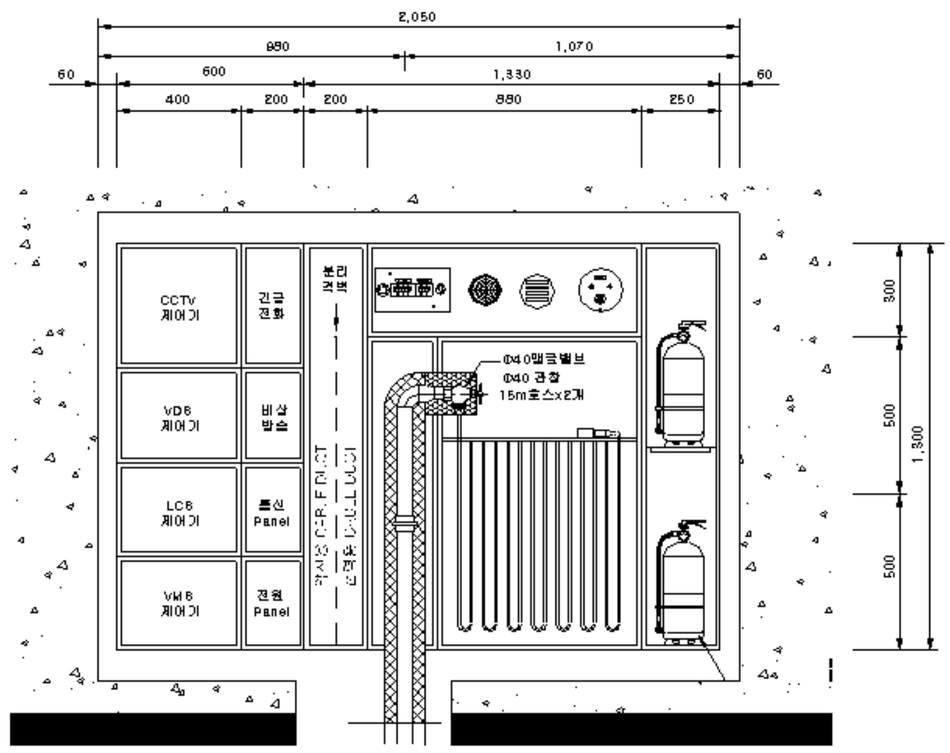
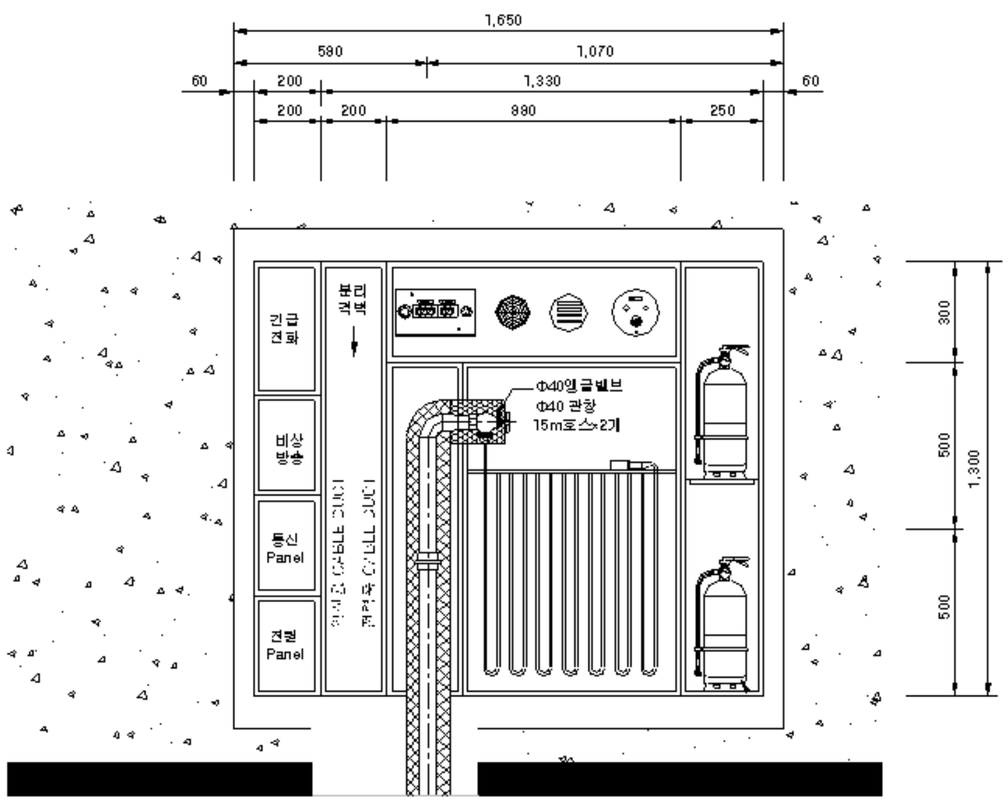
붙 임 1. 관련기준 사본 1부.

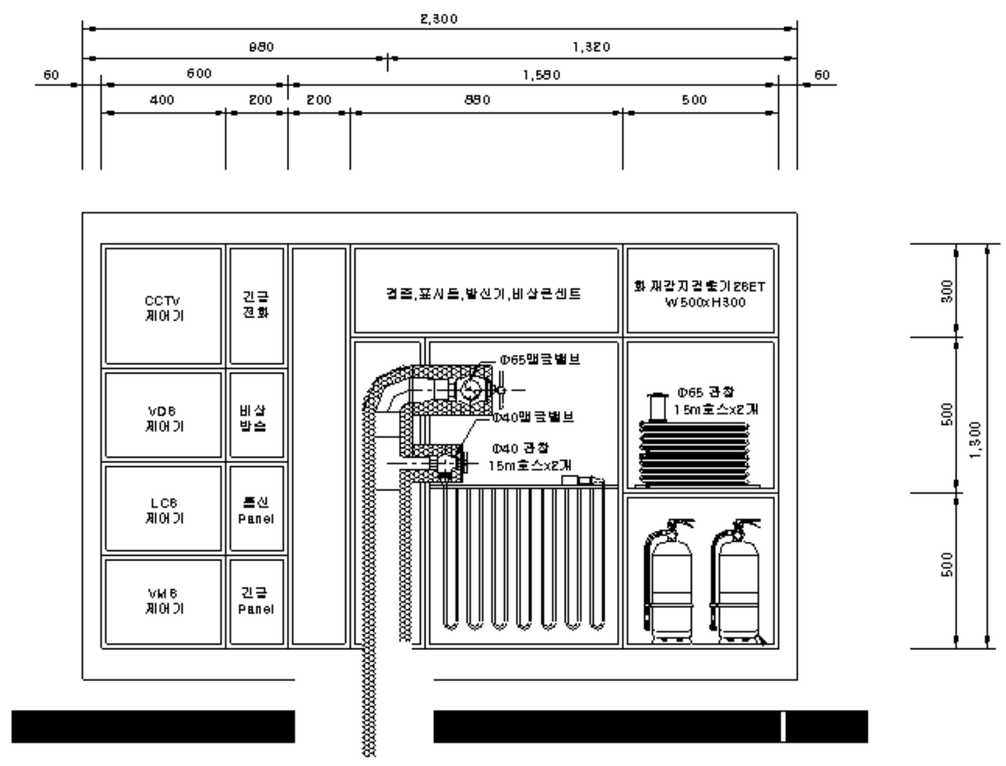
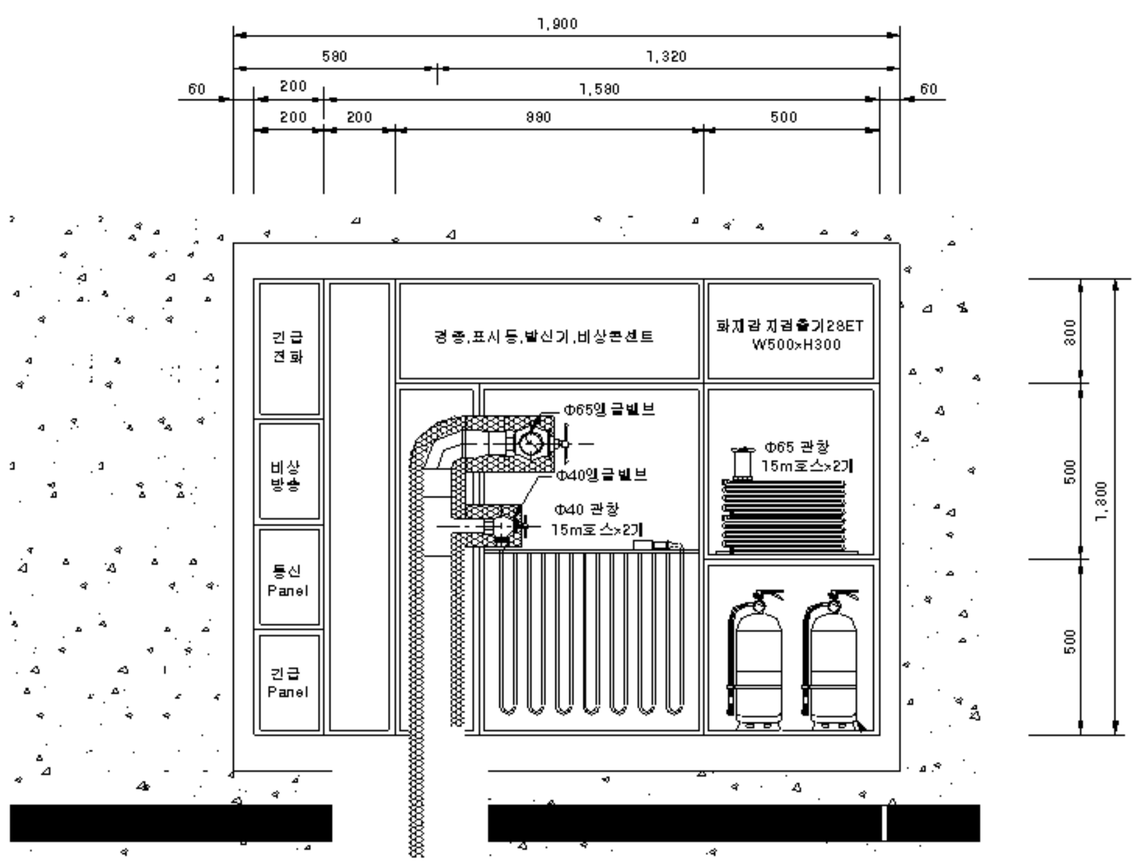
2. 소화전함 규격 현황 1부.

붙임#2

소화전함 규격현황

구 분	규 격	비 고
소화기함		1,000m미만터널 (500m미만터널은 소화기만 설치)
옥내소화전함		1,000m이상~ 2,000m미만 터널
연결송수구관 겸용 옥내소화전함		2,000m이상~ 4,000m미만 터널

구 분	규 격	비 고
물분무 소화전함		4,000m이상 터널
통합옥내 소화전 (A형)		1,000m이상~ 2,000m미만 터널
통합옥내 소화전 (B형)		〃

구 분	규 격	비 고
연결송수관 겸용 통합옥내 소화전 (A형)		2,000m이상~ 4,000m미만 터널
연결송수관 겸용 통합 옥내소화전 (B형)		〃

2-47 터널내부타일 규격 조정시행

방 침
설 계 도
10201-38
('03.1.29)

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

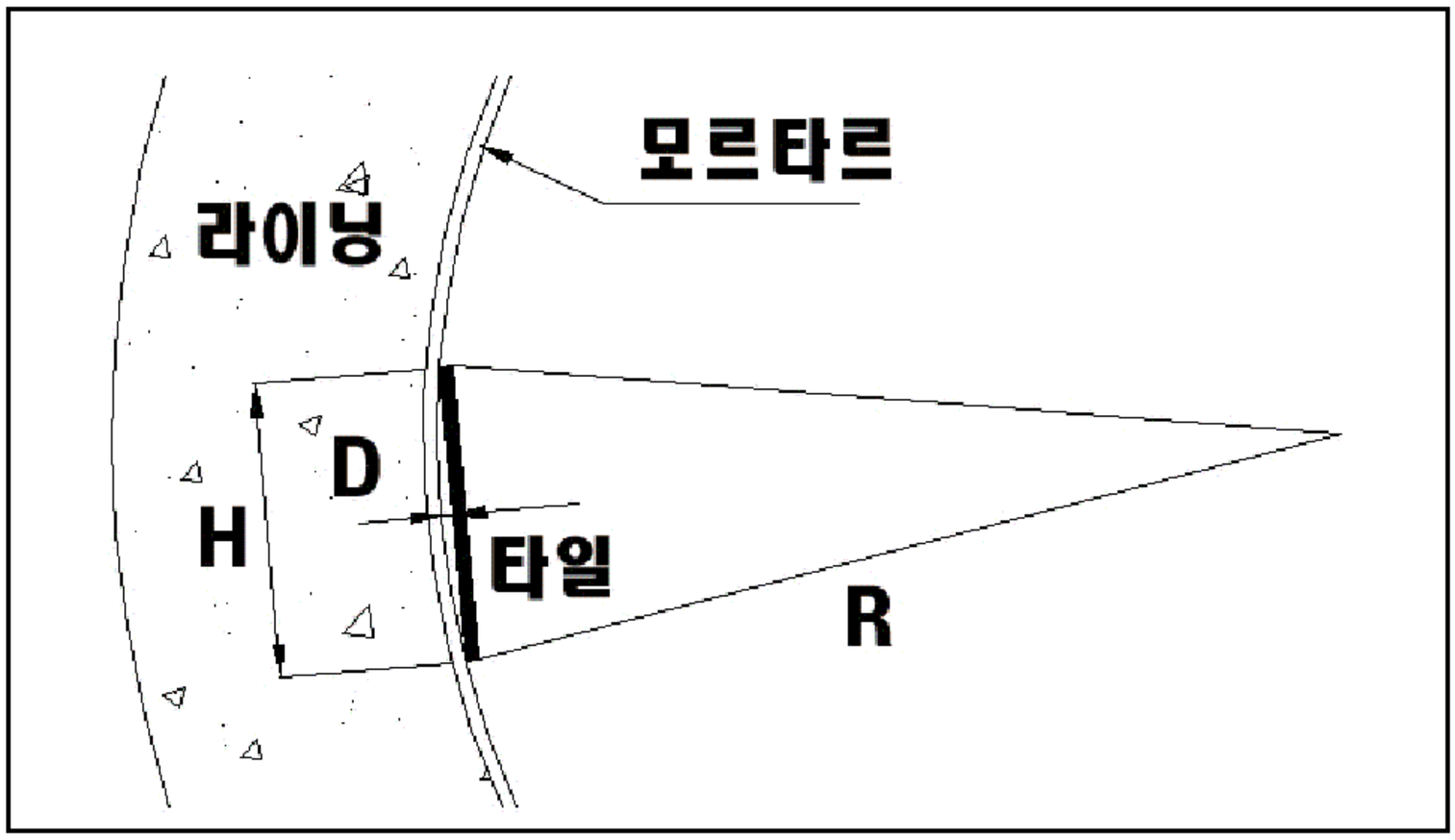
나. 타일규격 검토

○ 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

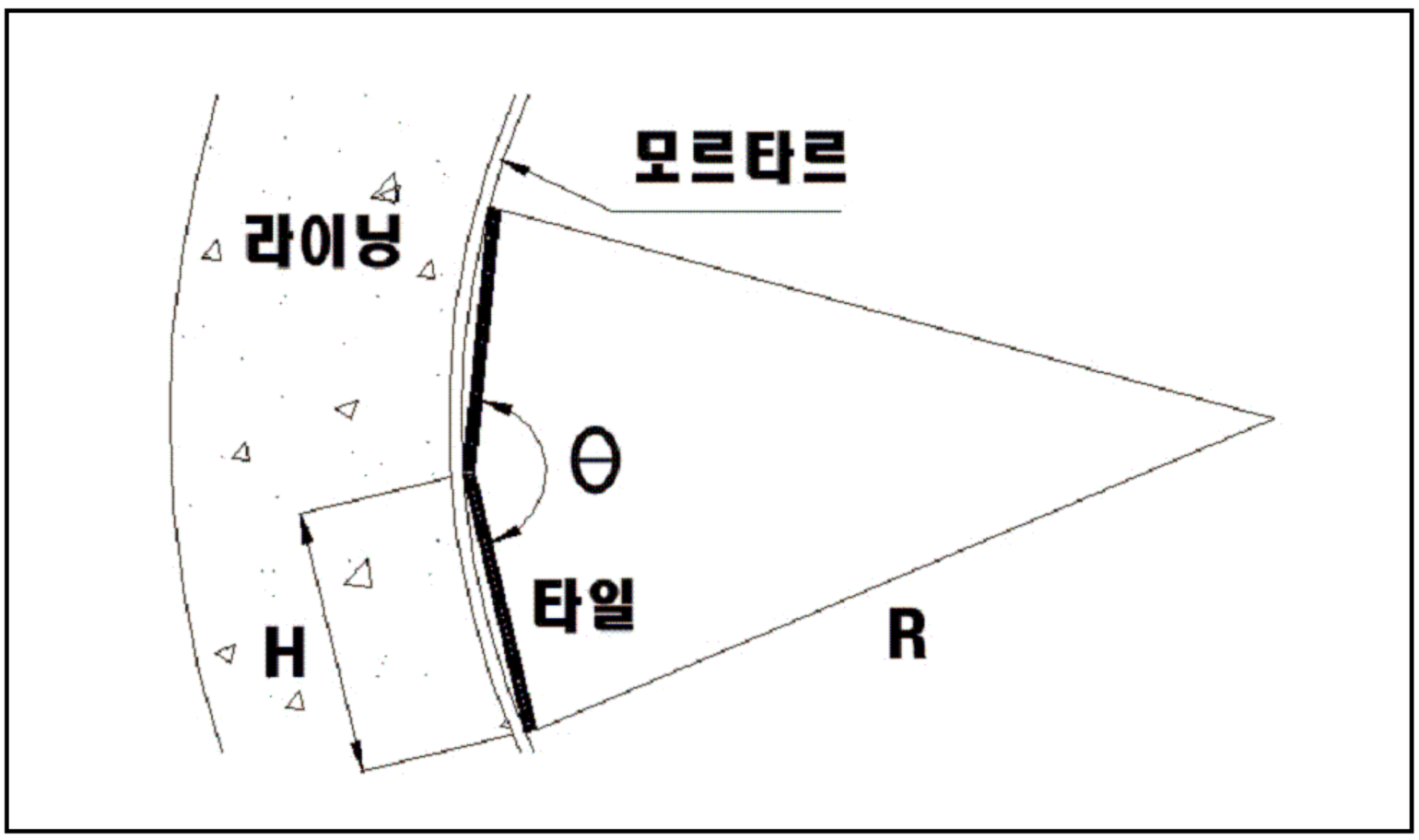
1) 타일 이격거리 검토

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 도장재

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㎛($0.2\ell/m^2$) 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.

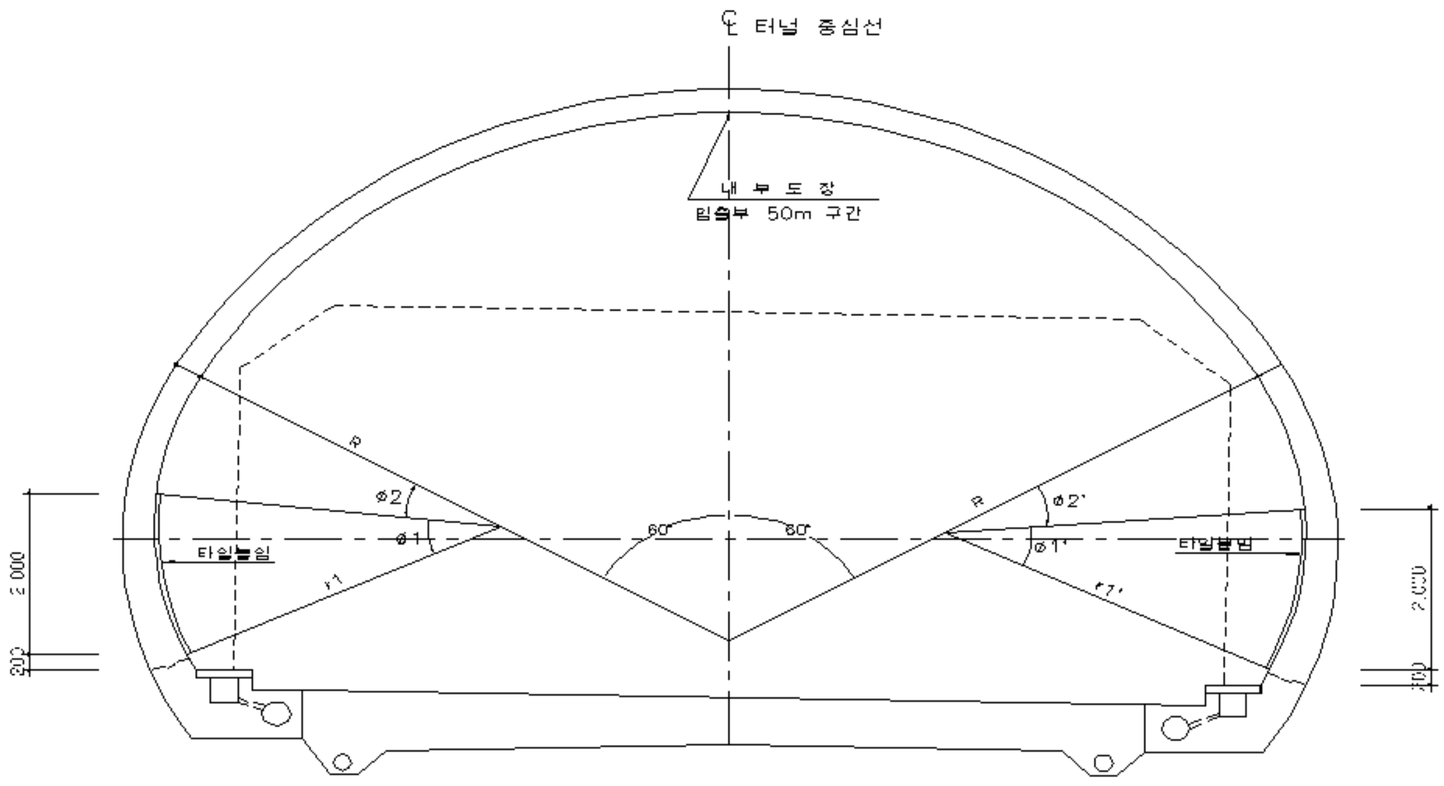
측 정

이 물량은 도면에서 산출된 내부타일 붙임의 총 면적이다.

붙 임 #3 표준도 【터널내부타일】

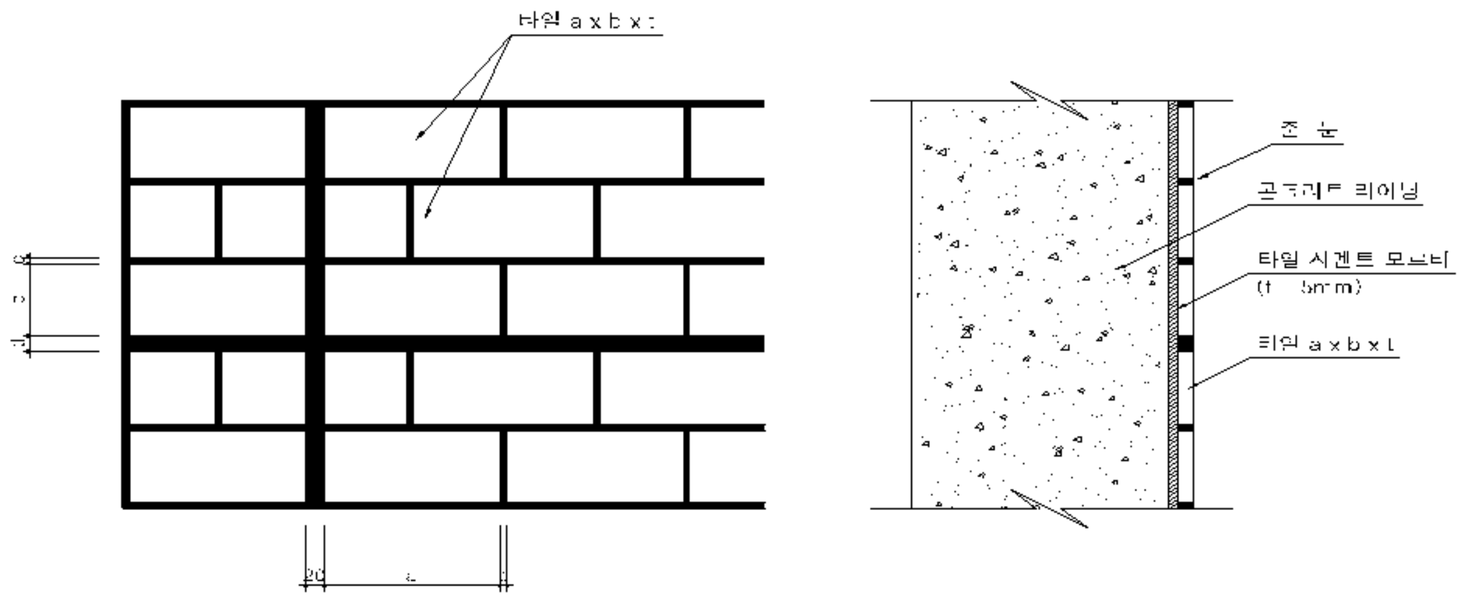
내 부 타 일 붙 임 상 세 도 (1)

단 면 도



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

상 세 도

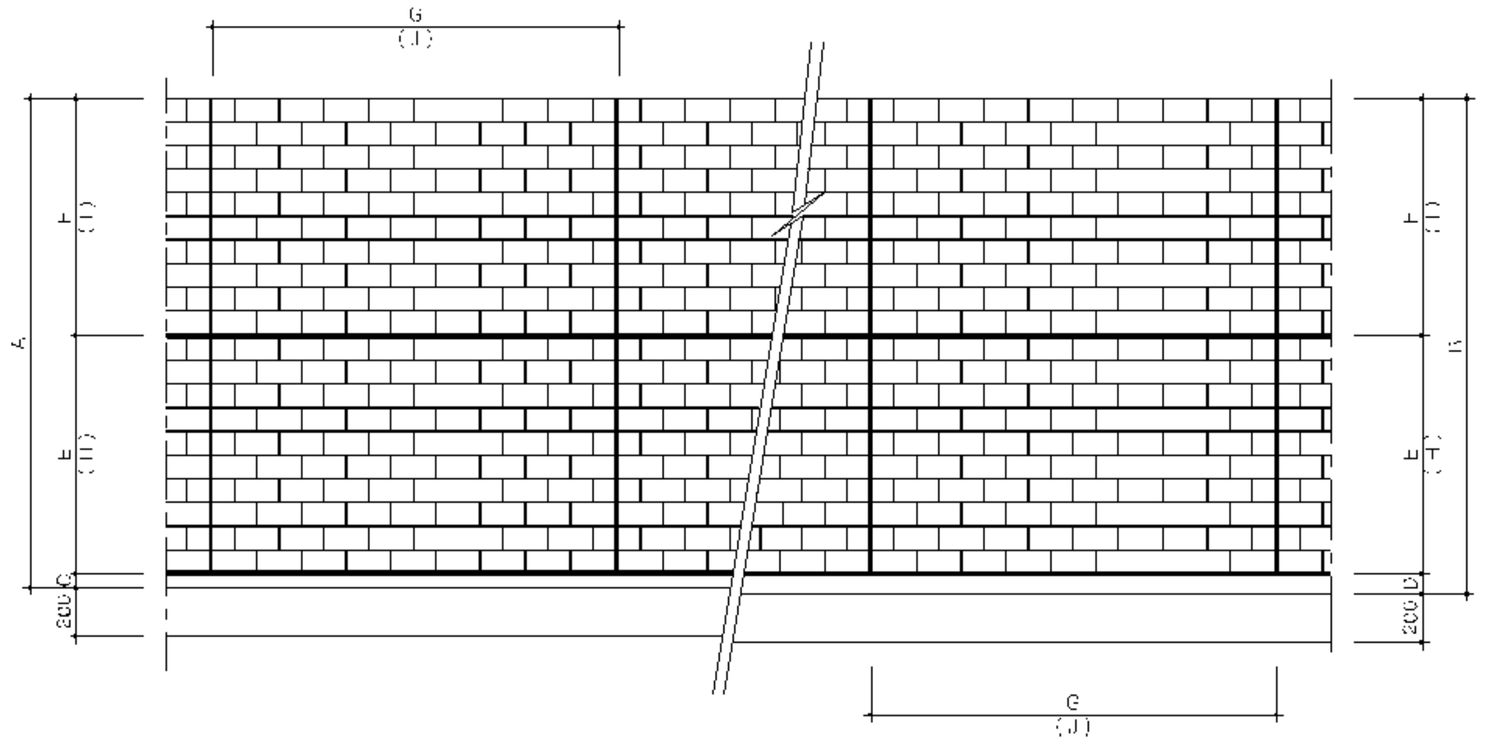


한국도로공사 KOREA HIGHWAY CORPORATION	표 준 도 TYPICAL DRAWING	도면명	내부 타일 붙임 상세도(1)	설 계 자	김영근	작 성 일	2003.01	도면번호
				확 인 자		축 척	NONE	

내 부 타 일 붙 임 상 세 도 (2)

정 면 도

추월 차로측 　　주행 차로측



치 수 표

타 일	R	r1	r1'	ø1	ø1'	ø2	ø2'	A	B	C	D
90x190x11	6.590	3.759	3.906	31.028087	30.197325	23.653508	25.519096	2 036	2.059	62	85
100x200x10	6.590	3.759	3.906	31.028087	30.197325	23.653508	25.519096	2.036	2.059	78	101
100x230x10	6.590	3.759	3.906	31.028087	30.197325	23.653508	25.519096	2 036	2.059	78	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 마치부 및 천정부에는 도장을 시공하여야 한다.
2. 도장은 로울러나 스프레이로 2회 이상 실시하여 건조 도막 두께가 112㎛(0.2ℓ/㎡)가 되도록 시공한다.
3. 도장을 시행하기 전 라이닝의 흠, 들출부 균열부위는 보수하여야 하며 레이턴스(Laitance), 먼지, 유분 및 기타 오염물은 브러쉬나 기타방법으로 제거하여야 한다.
4. 도장의 재료는 합성수지 에멀젼 페인트(외부형) 이어야 한다.
5. 페인트의 재료기준은 KSM 5310 의 1급에 따른다.

NOTE

1. 터널 타일붙임은 시점부에서 중점부까지 실시한다.
2. 터널 내부도장은 입출구 50m(ℓ+∝)만 실시한다.
3. 타일의 재질은 KSL 1001에 규정한 제품의 자기질 외장타일이어야 하고 색상은 순백색(먹색도:W10) 이어야 한다.
4. 모르터 배합비 기준 (1m³당)

구 분	물(g)	타일시멘트(g)	부착강화제(g)	비 고
비빔모르터	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	

한국도로공사 KOREA HIGHWAY CORPORATION	표 준 도 TYPICAL DRAWING	도면명	내부 타일 붙임 상세도(2)	설 계 자	김영근	작 성 일	2003.01	도면번호	
				확 인 자		축 척	NONE		

제7장 부 대 공

★●기안자	부 장	처 장	본부장	부사장	사 장
결재	박상희	이동희	전결		하재명

문서번호	설계설10201-77
보존기간	10년
결재일자	2002. 3. 7
공개여부	공 개

협 조	
	- 도 로 처 장 : 민자사업처장 :
	- 교 통 처 장 : - 도로연구소장 :
	- 건설계획처장 : - 기술심사실장 :
	- 건설관리처장 : - 기술관리실장 :

콘크리트 중앙분리대(H=1.27m) 보강

2002. 3.

한국도로공사

KOREA HIGHWAY CORPORATION

설 계 처

1. 목 적

개선형 콘크리트 중앙분리대의 높이가 81㎝에서 127㎝로 인상조정됨에 따라 방호벽 구체 타설시 성형성과 시공성을 개선함과 아울러 차량충격으로 파손시 콘크리트 파편의 비산을 억제하여 대향차로의 2차사고를 예방코자 보강방안을 강구코자 함.

※감사통보사항 : 와이어메쉬를 이용한 콘크리트 중앙분리대 개선사항 설계 반영 [감사이 15108-78호('01. 4. 13.)]

2. 중앙분리대 개선 추진경위

○ '99. 3. 23 : 고속도로 중앙분리대 개선검토(높이1.27m)(설심일 13201-277호)

○ '99. 4. 23 : '99년 제3차 기술심의 위원회 심의 (도연사18204-905호)
중분대개선(안)의 심의를 시험시공 이후로 보류

○ '00. 6. 29 : 개선형 중앙분리대 확대시행 방안 결정 (설심일 13201-119호)

○ '00. 7. 14 : 개선안에 대한 기술위원회 심의(원안통과)(도연사 18204-31246호)

○ '00.10. 19 : 중앙분리대 구체를 포함한 일체의 콘크리트 구조물에 토목섬유 사용을 중단하는 것으로 기술심의(도연사 18204-654호)
※ 비산방지를 위한 중분대 시공방법 제시 필요

○ '01. 4. 1 : 경기사업소의 와이어메쉬를 이용한 콘크리트 중앙분리대 개선사항 설계 반영토록 통보(감사이 15108-78호)

3. 개선형 중앙분리대 시공 현황

구 분	노 선 명	연 장(km)	비 고
와이어메쉬 삽입	제 2 중부선(하남-호법)	32.2	
와이어메쉬 미 삽 입	서해안선(군산-무안,당진-서천), 중앙선(풍기-홍천), 대전-통영선(무주-함양), 마산 외곽선(내서-냉정), 중부 내륙선(구미-상주)	353.9	

4. 중앙분리대 보강방안

가. 관련자료

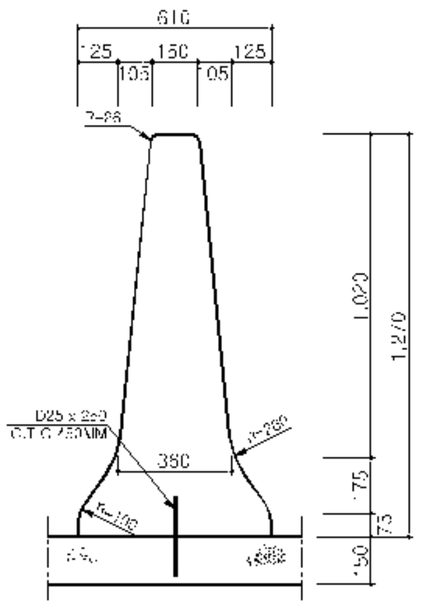
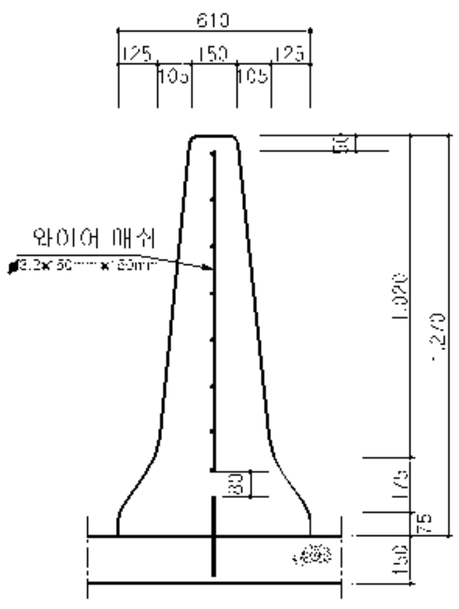
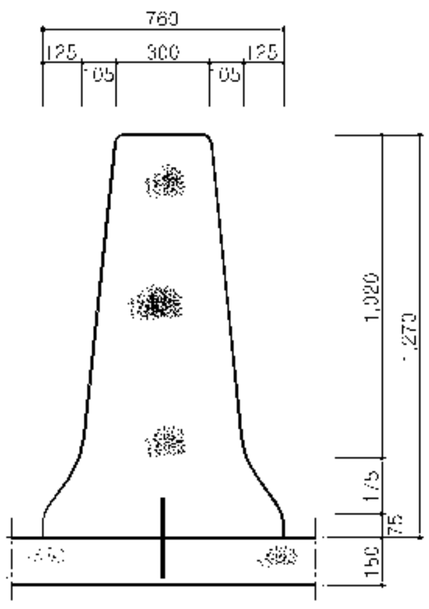
구 분	FHWA(미연방도로청)		TRB	AASHTO
자료명	· 콘크리트 중앙분리대 최종 보고서 ('76. 3)	· 고속 도로 안전 특징 및 부속물의 설계, 시공, 유지관리 ('97. 6)	· NCHRP Synthetic 244 ('97)	· 도로변 설계 가이드('89)
내 용	· 와이어메쉬 (규격-2.9×150×150mm)를 보강하거나 · 중분대 상단 종방향(직경 4mm-보강재) 보강	· 직경 13mm 보강재를 종방향으로 보강하거나 · 상단두께(폭)를 230mm 또는 305mm 적용	· 중분대 상단 종방향 보강 · 상단두께가 충분한 경우 보강 미실시 ※ 최소 300㎜이상 확보(온타리오 톨월형)	· 콘크리트 비산 방지를 위해 보강재 권장
검 토 결 과	· 콘크리트 방호벽의 비산방지 보강을 위해서는 상부 두께를 200~300㎜ 이상 확보하거나 또는 와이어메쉬 보강 대책 필요 (철근 종방향 보강재는 기계화 시공성 불량)			

참고) 1. FHWA: Federal Highway Administration

2. AASHTO: American Association Of State Highway And Transportation Officials

3. NCHRP: National Cooperative Highway Research Program

나. 보강방안 검토

구 분	현 재	와이어메쉬보강	단 면 확 대
단면도			
공사비	48,238 원/m	49,449 원/m (증 1,211 원/m)	65,088 원/m (증 16,850 원/m)
장·단점	· 기계시공 용이 · 공사비 저렴 · 성형성 보통 · 충돌시 콘크리트 조각의 비산우려	· 성형성 우수 · 기계화 시공성 증대 · 중분대 기초 폭원변경 불필요 · 균열 억제 효과 · 비산방지 최소화	· 충돌하중에 대한 저항성 증대 · 중분대 기초 폭원 확대 필요 · 공사비 고가 · 운전자에게 중압감을 주어 주행 쾌적성 저하
건의안		○	

5. 검토결과

○ 콘크리트 방호벽 구체의 성형성, 시공성을 향상시키고 차량 충격시 비산방지를 최소화하기 위하여 와이어 메쉬(규격 : 3.2×150×150㎜, 국내생산규격)를 삽입 보강하는 것이 바람직하다고 판단됨

6. 향후 추진계획

○ 사용 와이어 메쉬(규격 : 3.2×150×150㎜, 국내생산규격) 규격을 FHWA(미연방도로청)의 추천 값(규격 : 2.9×150×150㎜) 이상을 사용하였으나 현장 시공 결과를 지켜본 후 시공성을 고려한 규격 상향 필요성 여부 재검토

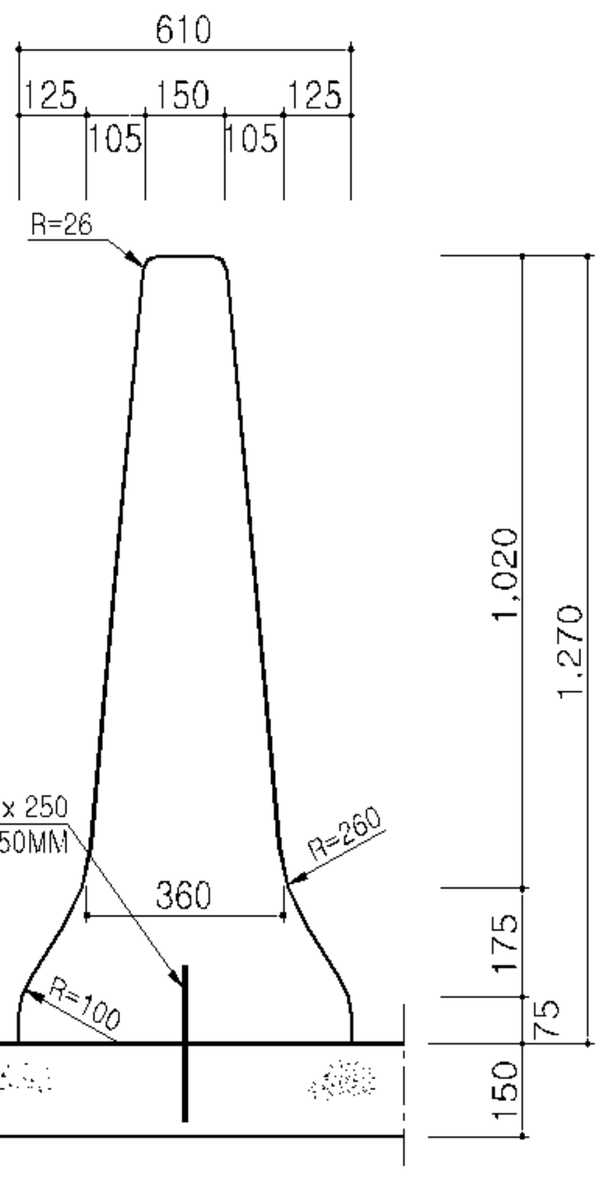
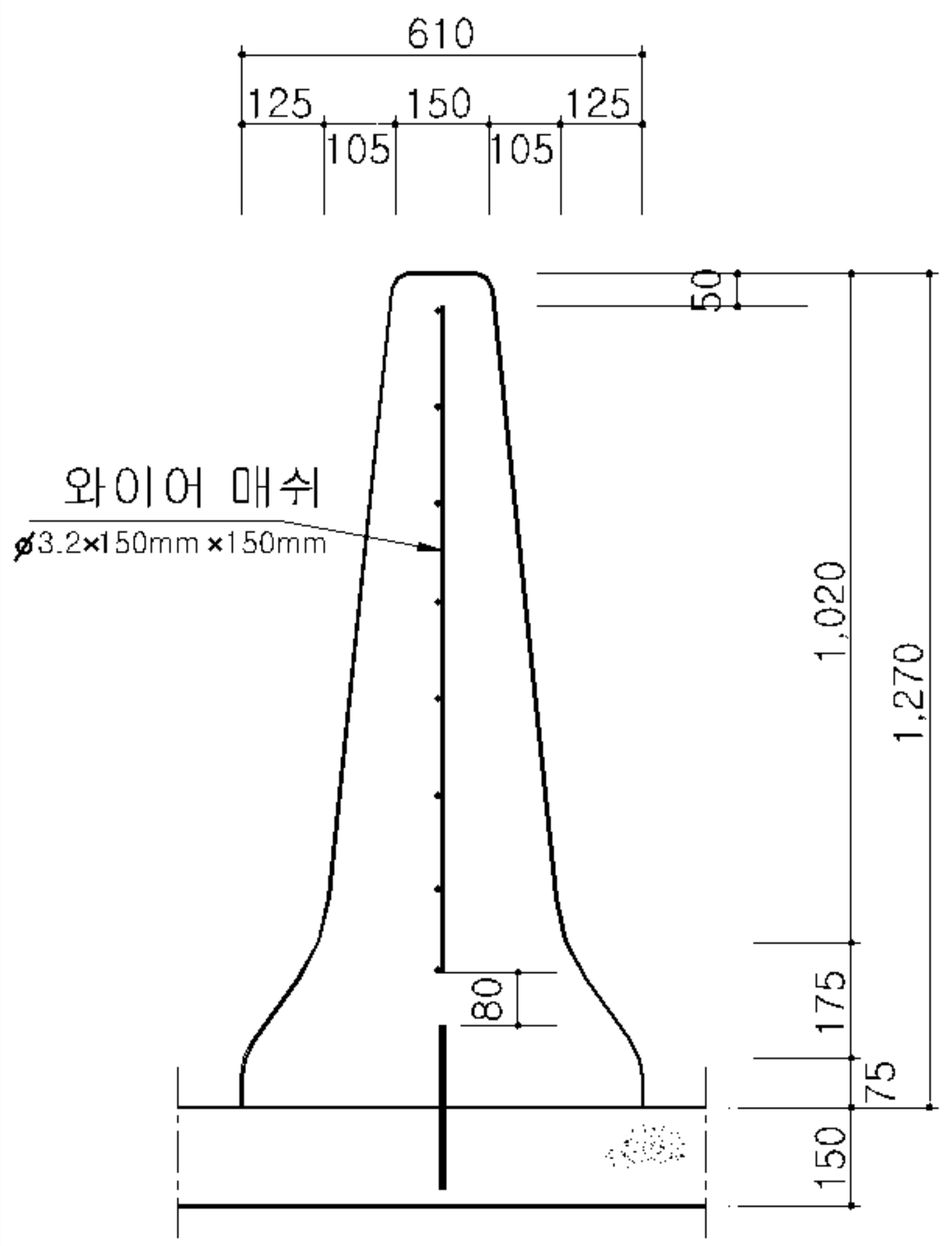
7. 적용방안

○ 현재 실시설계 중인 노선부터 적용

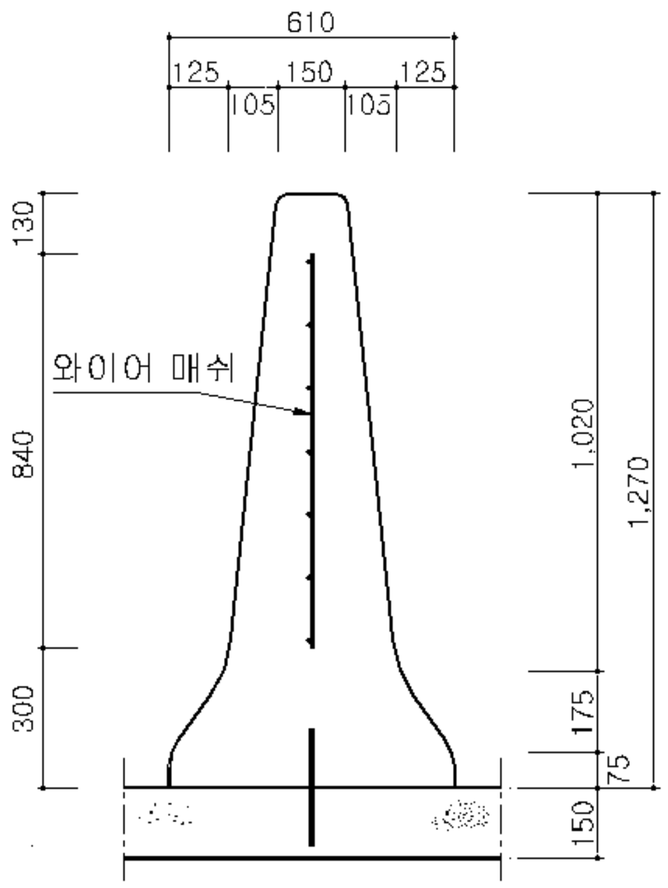
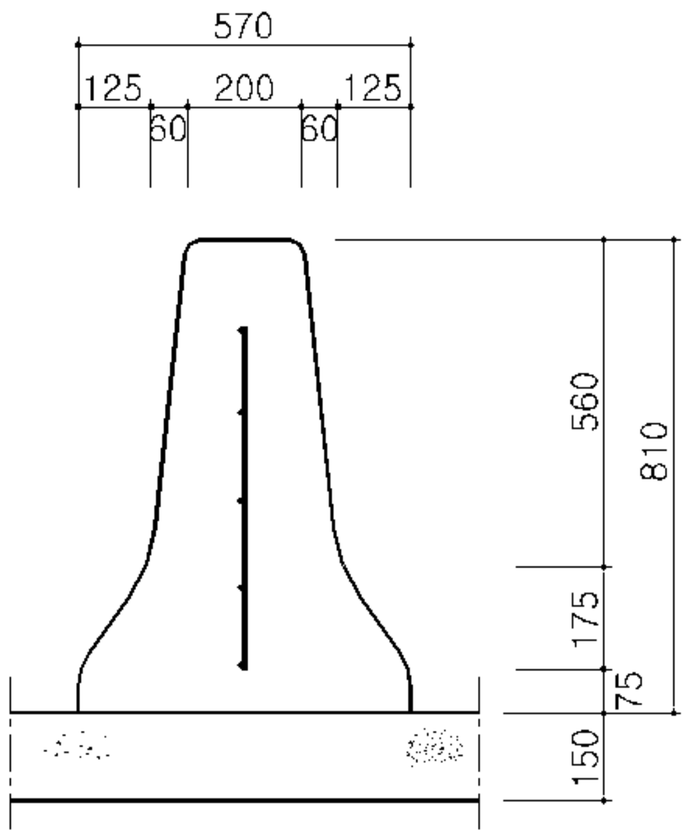
○ 공사 중인 노선은 주관 부서, 시행 부서 판단 적용

□ 별 첨 1.

○ 적용보강 상세도

구 분	기 존 방 법	개 선 방 법
단면도		

o 경기건설 사업소와 FHWA 중분대 보강안 비교

구 분	경기건설사업소	FHWA	비 고
단면도			
와이어메쉬 규 격	Ψ4.8×840×1800mm	Ψ2.9×150×150mm	
시험방법	앵글 크레인으로 추(중량 25톤)를 매달아 낙하시켜 중분대 구체와 충돌시킴	컴퓨터 분석, 및 실물차량 충돌시험 등에 의한 조사분석	
시험결과	콘크리트 비산이 없고 시험 결과 우수	중 차량의 충격에 우수	
검토결과	와이어메쉬 관련 규격 결정 및 시험자료 부족	충분한 조사와 분석으로 결과의 신뢰성이 높음	

□ 별 첨 2

o 단가산출서(와이어메쉬 보강)

산 출 근 거	재 료 비	노 무 비	경 비	합 계
W507A010A0 중앙분리대 토공용 콘크리트 포장용 / M	15,593	8,605	8,768	32,966
* 2종 19M/M *				
1. 생산				

시멘트	쇄석(R=19)	모 래	혼화재	SLUMP
375KG (382)	990KG (1019)	821KG (903)	1125GR (1148)	0-2CM

Fck28=240(KG/CM²)

조골재 : 쇄석 R=19M/M, 단위수량 169(KG/M³)

*모래, 자갈 비율

모래 : 821 / 1600 = 0.513 모래 : 47%

자갈 : 990 / 1700 = 0.582 자갈 : 53%

계 : 1.095M³

콘크리트 B/P 생산 (B/P 120M³/HR)

CM = 1.5

E = 0.7

Q = 1.5M³ SLUMP 5CM 이하

QB = (60×Q×E) / CM = 42.00M³/HR

%%콘크리트휘니셔 작업능력 QP1=10.67M³/HR

1) 콘크리트 B/P 사용료				
B/P (120M³/HR) : [E31041]				
경 비 : 56,609 / QP1 = 5,305.43			5,035.43	5,035.43
노무비 : 35,031 / QP1 = 3,283.13		3,283.13		3,283.13
재료비 : 35,696 / QP1 = 3,345.45	3,345.45			3,345.45
2) 골재투입(페이로다 1.72M³ 타이어) : [E04071]				
가) 모래 # QM=3600×1.72×1.2×1.0×0.75/34.4				
=162.00M³/HR				
나) 자갈 # QS=3600×1.72×1.0×1.0×0.6/38.4				
=96.75M³/HR				
* 페이로다 투입능력				
Q1=QM×0.47+QS×0.53=127.42M³/HR				
* 플랜트골재 투입량				
Q2=(0.821/1.600+0.990/1.700)×QP1 M³/HR				
=11.69M³/HR				
경 비 : 15,385 / QP1 = 1,441.89			1,441.89	1,441.89
노무비 : 19,140 / QP1 = 1,793.81		1,793.81		1,793.81
재료비 : 10,717 / QP1 × (Q2/Q1) = 92.14	92.14			92.14
소계 : 단위보정 [1.02×0.391]	1,370.97	2,024.78	2,690.96	6,086.71
3) 물 운반비 : (포장공 지하수개발 이용)				
4) 모래 구입 및 운반				
부대공 [TB402E0000] 참조				
경 비 : 2,617×0.903 = 2,363.15			2,363.15	2,363.15
노무비 : 2,237×0.903 = 2,020.01		2,020.01		2,020.01
재료비 : 2,963×0.903 = 2,675.58	2,675.58			2,675.58
소계 : 단위보정 [1.10×0.391]	1,150.76	868.8	1,016.39	3,035.95
5) 쇄석골재 구입 및 운반(쇄석 D=19M/M) : 별도계상				
부대공 [TB417A0000] 참조				
경 비 : 602×1.019 = 613.43			613.43	613.43
노무비 : 515×1.019 = 524.78		524.78		524.78
재료비 : 682×1.019 = 694.95	694.95			694.95
소계 : 단위보정 [1.03×0.391]	279.87	211.34	247.04	738.25

산 출 근 거	재 료 비	노 무 비	경 비	합 계
6) 혼화제				
가) A.E 감수제				
재료비 : 1.148KG×1,200=1,377.60	1,377.60			1,377.60
소계 : 단위보정 [1.02×0.391]	549.41			549.41
7) 시멘트 구입 및 운반				
부대공 [VB519A0000] 참조				
경 비 : 6,500×0.382 = 2,483.00			2,483.00	2,483.00
노무비 : 0×0.382 = 0.0				
재료비 : 53,970×0.382 = 20,616.54	20,616.54			20,616.54
8) 프랜트가동시 보조인원				
Q = 42.00M³/HR × 8HR/DAY = 336.00M³/DAY				
보통인부 : 3인×40,922/Q = 365.37		365.37		365.37
소계 : 단위보정 [1.02×0.391]	8,822.28	145.71	990.27	9,358.26
2. 운반				
(B/P-현장) (콘크리트믹서 트럭 6M³) : [E27111]				
Q1=6M³, E=0.95				
T1=6/42×60=8.57MIN				
T2=14.48				
T3=40.3, TR=7.5				
CM=T1+T2+T3+T4 = 70.85MIN				
Q=(60×Q1×E) / CM=4.83M³/HR				
경 비 : 16,831 / Q = 3,484.67			3,484.67	3,484.67
노무비 : 11,456 / Q = 2,371.84		2,371.84		2,371.84
재료비 : 14,368 / Q = 2,974.74	2,974.74			2,974.74
소계 ; 단위보정 [1.02×0.391]	1,186.38	945.93	1,389.75	3,522.06
3. 포설				
가) 구체콘크리트포설(0.391M³/m)				
1) 콘크리트 휘니셔(중앙분리대)				
청소 및 가이드라인 설치 : 1인				
BARRIOR 양측콘크리트 정리: 2인				
콘크리트 휘니셔 작업원: 2인				
조인트 설치 (미장공) : 1인				
인 부 A1 = 5인×40,922 = 204,610.00				
미장공 A2 = 1인×67,451 = 67,451.00				
계 AS = A1 + A2 = 272,061.00				
콘크리트 휘니셔(중앙분리대용)의 능력				
QP1=60×0.391×0.65M/MIN×0.7=10.67M³/HR				
노무비 : AS/(QP1×8)=3,187.21		3,187.21		3,187.21
2) 중분대 콘크리트 타설 : [E74011]				
사용장비 : 콘크리트 휘니셔(중앙분리대)				
경 비 : 64,490/QP1 = 6,044.04			6,044.04	6,044.04
노무비 : 19,140/QP1 = 1,793.81		1,793.81		1,793.81
재료비 : 7,127/QP1 = 667.94	667.94			667.94
3) 콘크리트 양생 (2.78M²/M)				
A) 양생재				
R=2.781M²/M / 0.391 = 7.11M²/M³				
재료비 : R M²/M³ × 253 = 1,798.83	1,798.83			1,798.83
B) 인건비(양생재)				
R1 = 0.391 M³/M / 2.781 M²/M = 0.14				

산 출 근 거	재 료 비	노 무 비	경 비	합 계
R2 = 0.003인 / R1 = 0.02 인/M³				
노무비 LALABOR = R2 인 × 40,922 = 818.44		818.44		818.44
C) 잡재료비(인건비의 2%)				
재료비 : LALABOR × 0.02 = 16.36	16.36			16.36
소계 : 단위보정 [0.391]	970.90	2,267.58	2,363.21	5,601.69
단위보정 : 1), 2), 3) 번 × 0.391(M³/M)				
4. 수축줄눈설치				
개소당 줄눈길이 D = 2.753 = 2.75				
포장공 BASIC : [U410B09000] 참조				
경 비 : D M/EA×200×50/75/6=61.11			61.11	61.11
노무비 : D M/EA×3,698×50/75/6=1,129.94		1,129.94		1,129.94
재료비 : D M/EA×2,254×50/75/6=688.72	688.72			688.72
소계 :	688.72	1,129.94	61.11	1,879.77
5. 철근가공조립(간단)				
1) 재료비 및 운반비				
부대공[W527A03000] 참조				
경 비 : 3,649×1.0×1.03=3,758.47			3,758.11	3,758.11
노무비 : 9,715×1.0×1.03=10,006.45		10,006.45		10,006.45
재료비 : 281,547×1.0×1.03=289.993.41	289,993.41			289,993.41
2) 철근공				
노무비 : 3.4인×73,129=248,638.60		248,638.60		248,638.60
3) 인 부				
노무미 ; 1.9인×40,922=77,751.80		77,751.8		77,751.8
4) 고철대(3%)				
재료비 ; 1.0TON×0.03×(-72,000)=-2,160.00	-2.160			-2.160
소계 : 단위보정 [0.002209]	635.82	743.10	8.30	1,387.22
6. 와이어매쉬(D=3.2M/M)				
포장공[U407C00000] 참조				
경 비 : 1,081×1.015M²/M×0.000757TON=0.83			0.83	0.83
노무비 : 349,037×1.015M²/M×0.000757TON=268.18		268.18		268.18
재료비 : 700,894×1.015M²/M×0.000757TON=538.53	538.53			538.53
소 계 :	538.53	268.18	0.83	807.54
전체합계	15,593	8,605	8,768	32,966

산 출 근 거	재 료 비	노 무 비	경 비	합 계
U407C00000 와이어 메쉬 설치공 / TON	700,894	349,037	1,081	1,051,012
1. 재료비(D=3.2M/M) : 현장도착도				
: 490 W/M² / 0.000757 T/M² ×1.03 = 666,710.70	666,710.7			666,710.7
소계 :	666,710.7			666,710.7
2. 운반비				
A. 현장창고 - 현장				
크레인탑재형트럭 5TON : [E06131]				
T1=15.00, T2=14.48, T3=15.00, T4=042				
CM=(15.00×2)+T2+T3=59.48 MIN				
Q=60×5×0.9/CM=4.54 TON/HR				
경 비 : 3,344 / Q = 736.56			736.56	736.56
노무비 : 11,456 / Q = 2,523.34		2,523.34		2,523.34
재료비 : 3,932 / Q = 866.07	866.07			866.07
소 계 :	866.07	2,523.34	736.56	4,125.97
. 적재 및 적하비				
현장창고 : 적재1회				
현 장 : 적하1회				
계 : 하차비1회, 상차비1회				
가. 상차비(크링ㄴ탑재형트럭 5TON)				
인부:트럭상2(인) 1회당 : 로프매기 0.5MIN				
트럭상2(인) 선회 및 풀기 1.0MIN				
계 4(인) 계 1.5MIN				
**1회당 0.50TON 상.하차 1.0TON / 0.50TON = 2회				
1) 트러탑재형 크레인 5TON : [E06131]				
경 비 : 3,344×3/60=167.20			167.20	167.20
노무비 : 11,456×3/60=572.80		572.80		572.80
재료비 ; 3,932×3/60=196.60	196.60			196.60
2) 인부				
1일 작업회수 N=480MIN/일/1.5MIN=320.00회/일				
Q=N×0.5 TON/회×1회 = 160.00 TON/일				
노무비 : 40,922×4인/Q = 1,023.05		1,023.05		1,023.05
소 계 : 단위보정[1×1.03]	202.49	1,643.72	172.21	2,018.42
나. 하차비(크레인탑재형트럭 5TON)				
1) 트러탑재형 크레인 5TON : [E06131]				
경 비 : 3,344×3/60=167.20			167.20	167.20
노무비 : 11,456×3/60=572.80		572.80		572.80
재료비 ; 3,932×3/60=196.60	196.60			196.60
2) 인부				
1일 작업회수 N=480MIN/일/1.5MIN=320.00회/일				
Q=N×0.5 TON/회×1회 = 160.00 TON/일				
노무비 : 40,922×4인/Q = 1,023.05		1,023.05		1,023.05
소 계 : 단위보정[1×1.03]	202.49	1,643.72	172.21	2,018.42
3. 와이어메쉬바닥깔기				
보통인부 : 2.0인 / 0.238455 T/M² × 40,922=343,266.18		343,266.18		343,266.18
소계 :		343,266.18		343,266.18
4. 결속선(R=0.9M/M)				
재료비 : 0.05KG/M² / 0.000757 T/M² × 531=35,072.65	35,072.65			35,072.65
소계 :	35,072.65			35,072.65
5. 고철대				
재료비 : -0.03 TON × 72,000 = -2,160.00	-2,160			-2,160
소계 :	-2,160			-2,160
전체합계	700.894	349,038	1,081	1,051,012

감사

문서번호	설계구10202-30086
보존기간	10년
결재일자	2002.03.07(5년)
공개여부	공개

★기안	과장	부장	처장		본부장	부사장	사장
박권양	박재희	김태환	전결				이동희
협조	설계기준부 박승일						

방음벽 설계풍하중 검토

2002. 3.

목 차

1. 검토목적
2. 현행 설계풍하중
3. 최근 국내 방음벽 설계기준
4. 방음벽 설계풍하중 검토
5. 검토결론

한국도로공사
KOREA HIGHWAY CORPORATION
설 계 처

1. 검토목적

국내 방음벽 풍하중기준(환경부고시)이 변경됨에 따라 국내·외 방음벽 설계기준을 분석, 검토하여 방음벽 설계풍하중 기준을 정립코자 함.

2. 현행 설계 풍하중

o 방음벽 지주 설치방안 검토[설계기 16210-80호('93.6.14)]

- 기둥 및 기초의 풍하중
  - 교량, 고가부 : 300kg/㎡
  - 토 공 부 : 150kg/㎡
- 벽재료
  - 방음판(판넬) 및 프레임 포함 : 300kg/㎡

【근 거】

방음벽 설치지침[환경처 1990.12]

㉤ 방음벽의 하중조건 등

방음벽에 대한 설계하중은 지진 및 바람의 하중을 고려하여야 하며, 그 내용은 다음과 같다.

- 설계진도 : 수평진도 0.2cm/sec이상, 수직진도는 미고려.
- 바람하중
  - 지주 및 기초교량의 고가부 : 300kg/㎡이상, 토공부 : 150kg/㎡이상
  - 벽재료(판넬,프레임 포함) 300kg/㎡이상

3. 최근 국내 방음벽 설계기준

환경부에서 최근에 고시한 방음벽 설치기준에서는 풍하중에 대하여 구체적인 수치를 규정하지 않고 건설교통부에서 발행한 '도로교 표준시방서'의 지역별 설계풍속을 적용할 수 있다고 규정하고 있다. 그러나 국내에는 방음벽 설계 풍하중에 대한 구체적인 기준이 없어 검토가 필요한 실정이다.

방음벽의 성능 및 설치기준 〈환경부고시 제1998-150호('99.1.6)〉

방음벽은 강풍, 진동에 의하여 변형 또는 파괴되지 않도록 안전한 구조로 하되, 건설교통부의 『**도로교 표준시방서**』**에서 정하는 지역별 설계풍속을 적용**할 수 있다. [도로교표준시방서('96) → 도로교 설계기준(2000)]

4. 방음벽 설계풍하중 검토

가. 표준 설계풍속 검토

도로교 설계기준에서 정하는 설계풍속이란 재현기간 100년에 대한 최대풍속의 비초과확률 60%에 해당하는 개활지 지상 10m에서 10분간 평균풍속을 기본풍속(V_{10})으로 하여 시설물이 설치되는 지점의 지표상황 등 지표조도 조건에 의해 높이에 따른 지수함수로 증가하는 연직방향 분포를 가지며, 다음식과 같이 나타낼 수 있다.

$$V_d = 1.925(Z/Z_G)^{\alpha} \times V_{10}$$

(1) 도로교 설계기준에서 정하는 지역별 기본풍속(V_{10}) ☜ 100년 재현 풍속

지 역	지 명	기본풍속(m/s)
내 륙	서울, 대구, 대전, 춘천, 청주, 수원, 추풍령, 전주, 익산, 진주, 광주	30
서 해 안	서산, 인천	35
서남해안 남 해 안 동남해안	군산 여수, 충무, 부산 포항, 울산	40
동 해 안 특수지역	속초, 강릉 목포	45

(2) 지표조도 구분에 의한 계수규정(α, Z_b, Z_G의 값)

지표조도구분	지표상황	α	Z_G (m)	Z_b (m)	조도
Ⅰ	- 해상, 해안	0.12	500	5	작다
Ⅱ	- 개활지, 농지, 전원 - 수목과 저층 건축물이 산재한 지역	0.16	600	10	↑
Ⅲ	- 수목과 저층 건축물이 밀집한 지역 - 중·고층 건물이 산재한 지역 - 완만한 구릉지	0.22	700	15	↓
Ⅳ	- 중·고층 건물이 밀집한 지역 - 기복이 심한 구릉지	0.29	700	30	크다

※ 지표조도에 따른 설계풍속 보정방법

$Z \geq Z_b$경우 $V_d = 1.925(Z/Z_G)^{\alpha} \times V_{10}$, $Z < Z_b$경우 $1.925(Z_b/Z_G)^{\alpha} \times V_{10}$

[Z : 시설물의 고도, Z_b : 지표면 지형물의 대표높이,

Z_G : 풍속이 지표조도에 관계없이 일정한 곳까지의 높이]

(3) 지표조도 구분에 따른 설계풍속

(가) 토공부

토공부 방음벽 설치높이는 일반적으로 지표면 지형물의 대표높이(Z_b)보다 낮아 보정식 중 $1.925(Z_b/Z_G)^a \times V_{10}$를 적용하여 산출.

지 역	지 명	기본풍속 (m/s)	지표조도에 따른 설계풍속			
			Ⅰ (1.1077)	Ⅱ (0.9998)	Ⅲ (0.8265)	Ⅳ (0.7722)
내륙	서울, 대구, 대전, 춘천, 청주, 수원, 추풍령, 전주, 익산, 진주, 광주	30	33.23	29.99	24.80	23.17
서해안	서산, 인천	35	38.77	34.99	28.93	27.03
서남해안 남 해 안 동남해안	군산 여수, 충무, 부산 포항, 울산	40	44.31	39.99	33.06	30.89
동 해 안 특수지역	속초, 강릉 목포	45	49.85	44.99	37.19	34.75

(나) 교량부

교량부는 지상 또는 수면으로부터 방음벽이 설치되는 고도에 따라 다양하게 분포하며, 지표조도 및 방음벽 고도별 산출결과는 아래와 같다.

o 기본풍속 30m/s 인 경우

방음벽 고도	조도구분에 따른 설계풍속			
	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ
10	36.11	29.99	24.80	23.17
15	37.92	32.00	24.80	23.17
20	39.25	**33.51**	26.42	23.17
25	40.31	34.73	27.75	23.17
30	41.20	35.76	28.88	23.17
35	41.97	36.66	29.88	24.22
40	42.65	37.44	30.77	25.18
45	43.26	38.16	31.58	26.06
50	43.81	38.81	32.32	26.86
55	44.31	39.40	33.00	27.62
60	44.78	39.95	33.64	28.32

o 기본풍속 35m/s 인 경우

방음벽 고도	조도구분에 따른 설계풍속			
	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ
10	42.13	34.99	28.93	27.03
15	44.23	37.34	28.93	27.03
20	45.79	**39.10**	30.82	27.03
25	47.03	40.52	32.37	27.03
30	48.07	41.72	33.69	27.03
35	48.97	42.76	34.86	28.26
40	49.76	43.68	35.90	29.38
45	50.47	44.52	36.84	30.40
50	51.11	45.27	37.70	31.34
55	51.70	46.00	38.50	32.22
60	52.24	46.61	39.24	33.04

o 기본풍속 40m/s 인 경우

방음벽 고도	조도구분에 따른 설계풍속			
	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ
10	48.15	39.99	33.06	30.89
15	50.55	42.67	33.06	30.89
20	52.33	**44.68**	35.22	30.89
25	53.75	46.31	36.99	30.89
30	54.94	47.68	38.51	30.89
35	55.96	48.87	39.84	32.30
40	56.87	49.93	41.02	33.58
45	57.68	50.88	42.10	34.74
50	58.41	51.74	43.08	35.82
55	59.08	52.53	44.00	36.82
60	59.70	53.27	44.85	37.76

o 기본풍속 45m/s 인 경우

방음벽 고도	조도구분에 따른 설계풍속			
	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅳ
10	54.17	44.99	37.19	34.75
15	56.87	48.01	37.19	34.75
20	58.87	**50.27**	39.62	34.75
25	60.47	52.10	41.62	34.75
30	61.81	53.64	43.32	34.75
35	62.96	54.98	44.81	36.34
40	63.98	56.17	46.15	37.77
45	64.89	57.23	47.36	39.08
50	65.71	58.21	48.47	40.30
55	66.47	59.10	49.50	41.43
60	67.17	59.93	50.46	42.48

(4) 방음벽 표준 설계풍속 검토

o 지역별 설계풍속을 산출한 결과 교량부에서는 상기와 같이 많은 변수가 발생하여 방음벽의 설치 및 유지관리를 고려한 표준모델의 설정이 필요하며,

o 방음벽 설치구간은 지표조도Ⅱ~Ⅳ에 해당하는 구간이 대부분이고, 교량부의 경우 지표조도Ⅱ의 고도 20m를 표준으로 할 경우 상기와 같이 허용범위가 넓고 고 고도의 교량방음벽은 지표조도 Ⅲ,Ⅳ에 해당하는 점을 감안, 토공부는 지표조도Ⅱ, 교량부는 **지표조도 Ⅱ와 교량부 방음벽 고도20m를 기준으로 표준설계풍속 산정.**

지 역	지 명	기본풍속 (m/s)	표준 설계풍속(m/s)	
			토공부	교량부
내 륙	서울, 대구, 대전, 춘천, 청주, 수원, 추풍령, 전주, 익산, 진주, 광주	30	30	33.51
서 해 안	서산, 인천	35	35	39.10
서남해안 남 해 안 동남해안	군산 여수, 충무, 부산 포항, 울산	40	40	44.68
동 해 안 특수지역	속초, 강릉 목포	45	45	50.27

나. 방음벽 설계풍하중 검토

(1) 풍하중의 정의

도로교 설계기준에서는 구조물 정적설계를 위한 단위면적당 풍하중P(kgf/㎡)는 설계기준풍속 V_d(m/s), 공기밀도 ρ(0.125kg.s^2/m^4), 항력계수 C_d 및 거스트 응답계수 G를 사용하여 다음 식에 의하여 구하도록 규정하고 있다.

$$P = 1/2 \times \rho \times (V_d)^2 \times C_d \times G$$

여기서, 설계기준풍속 (V_d)란 개활지 지상 10m에서 10분간 평균풍속을 기본풍속으로 시설물이 설치되는 지점의 지표상황 등 지표조도 조건에 의해 보정한 풍속을 말한다.

(2) 국내·외 시설물별 풍하중 계산식 비교

국 명		계산식	비 고
한 국	교 량 (도로교표준시방서)	$1/2 \times \rho \times C_d \times V^2 \times G$	- ρ : 공기밀도(0.125) - C_d : 항력계수, V : 설계풍속 - G : 거스트계수
	건축물 (건축물의구조기준등에관한규칙)	$G \times K_g \times q$	- K_g : 속도압계수 - q : 기본 속도압 , G : 거스트계수
	표지판 (도로표지관련 규정집)	$1/2 \times \rho \times C_d \times V^2$	- ρ : 공기밀도(0.125) - C_d : 항력계수, V : 설계풍속
일 본	방음벽 (도로 설계요령)	$1/2 \times \rho \times C_d \times V^2$	- ρ : 공기밀도(0.125) - C_d : 항력계수, V : 설계풍속
미 국	방음벽 (AASHTO)	$0.00256 \times (1.3V)^2 \times C_d \times C_c$ $=1/2 \times \rho \times (1.3V)^2 \times C_d \times C_c$	- V : 50년빈도의 지역별풍속 - C_d : 항력계수 - C_c : 높이와 장소에 따른 계수
캘 리 포 니 아	방음벽 (CALTRANS)	높이 3.6m이하	- 토공부 : 50kg/㎡ , 교량부 : 100kg/㎡
		높이 3.6m이상	- 토공부 : 75kg/㎡ , 교량부 : 150kg/㎡
		높이 9.0m이상	$(h/30)^{2/7}$ 만큼 풍압강도 할증

(3) 항력계수 검토

(가) 항력계수의 정의

임의 형상의 물체가 유체의 흐름에 의하여 받게되는 힘을 항력이라 하며, 그에 따른 계수를 항력계수라 한다. 따라서 항력계수는 물체의 형상 및 치수와 풍향에 따라 다양한 값을 갖게된다.

(나) 항력계수 자료비교

구 분				기 준 값
국내	교량 (도로교 설계기준)	판 형 교 (충복Ⅰ형단면, π형단면, 상자형 단면)		2.1−0.1(B/D) 1.3 (1≤B/D<8, 8≤B/D)
		아치교	각형	1.6
			원형	0.8
			바 닥 판	1.6
		현수교 사장교	탑부분	1.6
			케이블, 행거	0.8
	표지판 (표지관련 규정집)		지주	0.7
			판	1.2
일 본 (도로설계요령)	가드휀스			0.7
	방음벽		토공용	1.2
			교량용	1.6
미 국 (AASHTO)	방음벽			1.2

(다) 방음벽 설계 항력계수 적용

항력계수는 시설물의 종류 및 형상에 따라 상기와 같이 다양한 값을 가지고 있으며, AASHTO(방음벽) 규정에서는 1.2, 일본도로설계요령(방음벽)에서는 교량부와 토공부를 구분하여 각각 1.6과 1.2를 적용하고 있다.

현재 국내에는 방음벽 설계 항력계수 규정은 없으나 도로교 설계기준의 판형교 설계 항력계수와 외국의 설계기준을 분석한 결과 **교량부 방음벽 설계를 위한 항력계수는 1.6을 적용**하는 것이 타당할 것으로 판단되며, **토공부는** 일면이 지면에 접하고 저면이 밀실되어 공기흐름이 교량부와는 다른 점과 일본 등 외국의 방음벽 설계기준 등을 감안하여 **1.2를 적용**.

(4) 거스트 응답계수

(가)거스트 응답계수의 정의

자연풍은 시간과 공간에 따라 무수한 변수를 가지고 있으나, 시방서에서는 구조물의 정적설계를 위하여 지상10m에서 10분간 평균풍속을 기본풍속으로 설정하고 거스트응답계수에 의해 구조물의 규모 등에 따라 적절히 보정하고 있다.

(나) 국내·외 시설물별 거스트계수 비교

구 분		거스트 계수	비 고
국내	교 량	1.9	
	건축물	1.8~2.5	
	표지판	-	
AASHTO(방음벽)		$(1.3)^2$	
일본	교량	1.9	
	방음벽	-	

(다) 거스트계수 적용방안 검토

o 일본 방음벽 설계기준에는 거스트계수에 대한 구체적인 언급은 없으며, AASHTO(방음벽)에서는 1.3^2을 적용하고 있는 것으로 분석되어 방음벽 설계를 위한 거스트계수는 도로교설계기준(1.9)보다는 AASHTO 방음벽기준 $(1.3)^2$이 타당할 것으로 판단되며,

o 도로교설계기준에서 정하는 지역별 풍속은 태풍이나 돌풍에 취약한 지역에 위치한 중대지간 교량(주경간 100m초과 교량)설계풍속이며, **재현기간 100년에 달하는 풍속**이나, 방음벽은 주요구조물에 비해 설계수명이 약10~20년으로서 짧고, AASHTO에서는 **50년 풍속**을 사용하고 있는 점을 감안, 대한건축학회에서 발간한 "건축물 하중기준 및 해설" 편에 제시되어 있는 자료를 기준으로 재현기간 50년 풍속을 추정하여 AASHTO 설계기준에 따라 풍하중을 산출하여 국내 도로교설계기준에서 정하는 지역별 설계풍속(100년 재현)을 기준으로 거스트계수를 적용하지 않고 산출한 풍하중과 비교한 결과 아래와 같이 유사한 분포를 보이는 것으로 분석되므로 도로교설계기준에서 정하는 지역별 설계풍속(100년 재현)을 기준으로 방음벽 풍하중 산출시는 별도의 거스트계수 적용이 불필요 함.

지역구분	기본풍속		풍하중				비 고
	100년	50년	①		②		
			토공부	교량부	토공부	교량부	
내 륙	30	28	70	110	60 (70)	100 (110)	① : 도로교설계기준에 의거 산출 - 풍속 : 100년 재현설계풍속 - 거스트계수 : 1 - 항력계수 : 토공1.2, 교량1.6 ② : AASHTO기준에 의거 산출 - 풍속 : 50년 재현설계풍속 ( ) : 100년 재현설계풍속 - 돌풍계수 : 1.3^{2} - 항력계수 : 1.2 ※ 50년 풍속은 대한건축학회 발간 [건축물하중기준 및 해설-2000]을 참조하여 산출하였음.
서해안	35	33	90	150	80 (90)	140 (160)	
서남해안 남해안 동남해안	40	37	120	200	100 (120)	170 (200)	
동해안 특수지역	45	42	150	250	130 (150)	220 (260)	

(5) 설계풍하중 산정

방음벽 풍하중검토가 최적 방음벽 제원을 산출하기 위한 기초단계임을 감안하고 풍하중 산출의 단순화로 설계자의 오류와 혼돈을 방지하기 위하여 도로교설계기준에서 정하는 지역별 설계풍속을 기준으로 표준산식 및 설계풍하중을 다음과 같이 정함.

(가) 방음벽 표준 설계풍하중 산식

$$P = 1/2 \cdot \rho \cdot V_d^2 \cdot C_d$$

여기서, - ρ : 공기밀도 = $0.125\,kg \cdot sec^2 / m^4$

- V_d : 도로교설계기준에 의한 100년 재현 설계풍속 (m / sec)
- C_d : 항력계수(토공부 1.2 , 교량부 1.6)

(나) 방음벽 표준설계 풍하중

지 역	지 명	표준 풍하중 (kg/m^2)	
		토공부	교량부
내 륙	서울, 대구, 대전, 춘천, 청주, 수원, 추풍령, 전주, 익산, 진주, 광주	67.50	112.31
서해안	서산, 인천	91.88	152.87
서남해안 남 해 안 동남해안	군산 여수, 충무, 부산 포항, 울산	120.00	199.67
동 해 안 특수지역	속초, 강릉 목포	151.88	252.70

(다) 방음벽 높이별 할증계수 적용

AASHTO 및 외국의 방음벽 설계기준을 분석해본 결과 교량부는 항력계수 및 높이에 따른 보정 등으로 상기에서 산출한 풍하중 범위에 포함되나, 토공부의 경우는 높이에 대한 할증이 필요할 것으로 판단되어 AASHTO의 방음벽 설계 풍하중을 근간으로 높이별 할증계수를 아래와 같이 적용.

o 풍하중 할증계수

방음벽 설치높이별 풍하중 할증계수		
H ≤ 4.5m	H = 5.0~9.0m	H 〉 9.0m
1.0	1.28	1.40

※ 출처 : AASHTO[(Guide Specifications for Structural Design of Sound Barriers-1989]

5. 검토결론

가. 방음벽 설계풍하중을 지역별 설계풍속을 적용, 산출하는 경우 지표조도 및 방음벽 고도별로 많은 변수가 발생하여 방음벽의 설치와 유지관리를 고려한 표준설계풍하중이 필요한 실정으로, 고속도로 방음벽 설치지점의 지형여건이 도로교설계기준에서 정하는 지표조도Ⅱ~Ⅳ에 해당하는 구간이 대부분이고 교량부의 경우 지표조도Ⅱ의 고도 20m를 기준으로 설계풍속을 산출한 결과 허용범위가 넓고 고 고도의 교량방음벽은 지표조도 Ⅲ이상의 지역에서 설치되는 점을 감안, **토공부의 경우 지표조도Ⅱ, 교량부의 경우 지표조도 Ⅱ와 방음벽고도 20m를 기준**으로 표준 설계풍하중을 산출하고 높이별 할증계수를 고려한 방음벽 표준 설계풍하중을 아래와 같이 정함.

o 방음벽 기초 및 지주의 지역별 표준 설계풍하중

지 역	기본풍속 (m/s)	지 명	표준 풍하중 (kg/㎡)			
			토공부			교량부
			H≤4.5m	H=5.0~9.0m	H〉 9.0m	
내 륙	30	서울, 대구, 대전, 춘천 청주, 수원, 추풍령, 전주 익산, 진주, 광주	70	90	100	110
서해안	35	서산, 인천	90	120	130	150
서남해안 남 해 안 동남해안	40	군산 여수, 충무, 부산 포항, 울산	120	150	150	200
동 해 안 특수지역	45	속초, 강릉 목포	150	150	150	250

※ 토공부 방음벽의 풍하중 할증은 방음벽의 높이에 따라 결정하되, 최대 150kg/㎡로 한다.

나. 지표조도나 교량부 방음벽 고도가 표준조건과 달라 표준 설계풍하중을 초과하는 경우에는 사안별로 검토한다.

다. 토공부 방음벽 기초는 옹벽과 유사한 구조로서 “교량의 내진설계 적용방안 [설계이 13201-911호(‘99.10.12)]”에 의거 내진은 적용하지 않는 것으로 한다. 끝.

감 사

★◉기안	부 장	처 장	본부장	부사장	사 장
양태기	기정호	이동희			이재익

문서번호	설계구-10201-184
보존기간	10년
결재일자	2002. 4. 30.
공개여부	공 개

· 도 로 처 장 : 윤기현 · 민 자 처 장 : 한건희
· 건설계획처장 : 백석봉 · 기술심사실장 : 신기상
· 건설관리처장 : 양희용 · 기술관리실장 : 정경섭

방음벽 설치기준 개선검토

2002. 4.

한국도로공사

KOREA
HIGHWAY
CORPORATION

설 계 처

1. 검토목적

국내 방음벽 설치기준(환경부고시) 개정에 따라 **조정된 방음벽 설계풍하중을 근간으로 지주 및 기초의 최적단면을 도출하여 경제적이고 효율적인 방음벽 설치기준을 강구**코자 함.

2. 현행 방음벽 설계기준

o 방음벽 지주 설치방안 검토**[설계기 16210-80호('93.6.14)]**

- 지주 및 기초의 풍하중
  - 교량·고가부 : 300kg/㎡
  - 토 공 부 : 150kg/㎡
- 벽재료
  - 방음판(판넬) 및 프레임 포함 : 300kg/㎡

【근 거】

방음벽 설치지침[환경처 1990.12]

㉤ 방음벽의 하중조건 등

방음벽에 대한 설계하중은 지진 및 바람의 하중을 고려하여야 하며, 그 내용은 다음과 같다.

- 설계진도 : 수평진도 0.2cm/sec이상, 수직진도는 미고려.
- 바람하중
  - 지주 및 기초교량의 고가부 : 300kg/㎡이상, 토공부 : 150kg/㎡이상
  - 벽재료(판넬,프레임 포함) 300kg/㎡이상

3. 현행 문제점

방음벽 설계풍하중을 지역특성에 대한 고려없이 일률적으로 적용하고 있고, 외국(일본,미국 등)의 설계풍하중과 비교하여 과다하며, 교량에 비하여 시설물의 중요도가 하위인 점 등이 감안되지 않아 **비경제적인 방음벽 단면설계**.

※ 최근 국내 설계기준

방음벽의 성능 및 설치기준 〈환경부고시 제1998-150호('99.1.6)〉

방음벽은 강풍, 진동에 의하여 변형 또는 파괴되지 않도록 안전한 구조로 하되, 건설교통부의 『**도로교 표준시방서**』**에서 정하는 지역별 설계풍속을 적용**할 수 있다. [도로교표준시방서('96) → 도로교 설계기준(2000)]

4. 고속도로 방음벽 설치기준 개선검토

가. 방음벽 설계풍하중 조정

환경부고시 제1998-150호('99.1.6)에서 제시한 도로교 설계기준의 지역별 기본풍속을 참고로 방음벽 설계 풍속기준을 새로 수립하고 이에따라 **방음벽 지주 및 기초의 표준 설계풍하중**을 조정.

당 초 (kg/㎡)		변 경 (kg/㎡)					
토공부	교량부	지 역	지 명	토공부			교량부
				방음판의 높이별 구분			
				H≤3.5m	H≤4.0~8.0m	H> 8.0m	
150	300	내 륙	서울, 대구, 대전, 춘천, 청주, 수원, 추풍령, 전주 익산, 진주, 광주	70	90	100	110
		서해안	서산, 인천	90	120	130	150
		서남해안 남 해 안 동남해안	군산 여수, 충무, 부산 포항, 울산	120	150	150	200
		동 해 안 제주지역 특수지역	속초, 강릉 제주, 서귀포 목포	150	150	150	250

※ 상기 풍하중은 토공부 지표조도 Ⅱ, 교량부 지표조도Ⅱ의 고도20m를 기준으로 결정된 표준 설계 풍하중이므로 지표조도나 교량부 방음벽 고도가 표준조건과 달라 표준 설계 풍하중을 초과하는 경우에는 사안별 검토가 필요.

나. 방음벽 지주부 규격

① 토공부 방음벽 지주

방음판 높 이 (m)	당 초 **(지주간격 4.0m)**	변 경			
		풍하중별 지주규격 **(지주간격 4.0m)**			
		70 kg/㎡	90 kg/㎡	120 kg/㎡	150 kg/㎡
0.5~3.0	125×125×6.5×9	125×125×6.5×9	125×125×6.5×9	125×125×6.5×9	125×125×6.5×9
3.1~3.5	200×150×6×9	125×125×6.5×9	〃	200×150×6×9	200×150×6×9
3.6~4.0	〃	-	200×150×6×9	〃	〃
4.1~4.5	200×200×8×12	-	〃	〃	200×200×8×12
4.6~5.0	〃	-	〃	200×200×8×12	〃

② 교량부 방음벽 지주

방음판 높 이 (m)	당 초 (지주간격 2.0m)	변 경			
		풍하중별 지주규격 (지주간격 4.0m~2.0m)			
		110 kg/㎡	150 kg/㎡	200 kg/㎡	250 kg/㎡
0.5~2.0	125×125×6.5×9	125×125×6.5×9	125×125×6.5×9	125×125×6.5×9	125×125×6.5×9
2.1~2.5	〃	〃	〃	〃	200×150×6×9
2.6~3.0	〃	〃	〃	200×150×6×9	〃
3.1~3.5	200×150×6×9	〃	200×150×6×9	〃	200×200×8×12
3.6~4.0	〃	200×150×6×9	〃	200×200×8×12	〃
4.1~4.5	200×200×8×12	〃	200×200×8×12	〃	*200×150×6×9*
4.6~5.0	〃	〃	〃	*200×150×6×9*	*200×200×8×12*

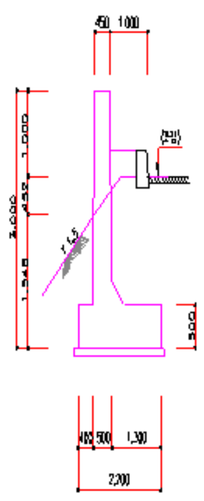
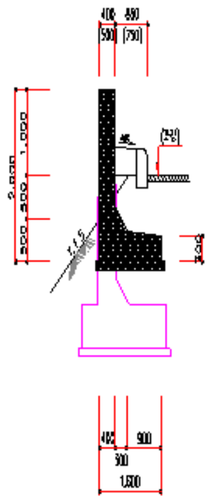
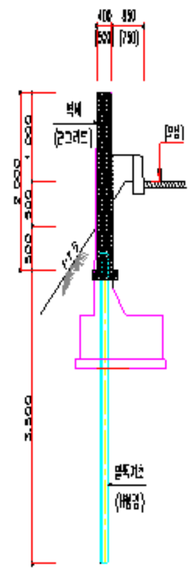
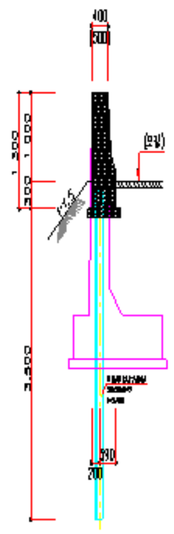
※ 지주간격 4.0m기준이며, 풍하중 200kg/㎡의 5.0m와 250kg/㎡의 4.5 및 5.0m는 지주간격 2.0m임.

③ 방음벽 지주부 Base · Rib-Plate 및 앵커볼트

구 분	당 초		변 경	
개요	방음벽의 높이에 따라 구분		사용되는 방음벽 지주 규격에 따라 구분	
Base-Plate	방음판 높이	Base-Plate	지주규격	Base-Plate
	0.5 ~ 3.0	325×325×15	125×125×6.5×9	**325×325×14**
	3.1 ~ 4.0	350×400×15	200×150×6×9	**350×400×16**
	4.1 ~ 5.0	400×400×20	200×200×8×12	**400×400×24**
Rib-Plate	방음판 높이	Rib-Plate	지주규격	Rib-Plate
	0.5 ~ 3.0	100×150×6	125×125×6.5×9	**90×150×6**
	3.1 ~ 4.0	100×150×6	200×150×6×9	**90×150×6**
	4.1 ~ 5.0	100×150×6	200×200×8×12	**90×150×8**
앵커볼트	방음판 높이	앵커볼트	지주규격	앵커볼트
	0.5 ~ 3.0	M24×800×4ea	125×125×6.5×9	**M22×500×4ea**
	3.1 ~ 4.0	M30×900×4ea	200×150×6×9	**M25×600×4ea**
	4.1 ~ 5.0	M36×1,100×4ea	200×200×8×12	**M29×700×4ea**

다. 방음벽 기초부 규격

① 토공부 방음벽 기초(내륙부 방음판 높이 3m의 경우)

당 초	변 경		
	당초&L형 비교	PILE+콘크리트 옹벽형	
		당초&직벽형 비교	당초&교량 방호벽형 비교
- 역T형 방음벽기초 	- 역T형 & I형 방음벽기초의 비교 	- 역T형 & 직벽형 방음벽기초의 비교 	- 역T형 & 고경방호벽형 방음벽기초의 비교 

※ 방음벽 전면부 화단의 폭은 기초형식 변경에 따라 조정(1.0m→75~85cm)

㉮ L형기초(높이×기초저판, 단위: m)

방음판 높 이 (m)	당 초	변 경			
	역T형	**풍하중별 L형기초 규격**			
		70 kg/㎡	90 kg/㎡	120 kg/㎡	150 kg/㎡
0.5~1.0	3.0×2.1	2.0×0.75 ▶ *2.0×1.0* **3.0×1.00**	2.0×0.85 ▶ *2.0×1.0* **3.0×1.00**	2.0×0.90 ▶ *2.0×1.0* **3.0×1.10**	2.0×1.00 **3.0×1.10**
1.1~2.0	3.0×2.2	2.0×1.00	2.0×1.10	2.0×1.30	2.0×1.40
2.1~2.5	〃	2.0×1.10	2.0×1.30	2.0×1.50	2.0×1.60
2.6~3.0	3.0×2.3	2.0×1.20	2.0×1.40	2.0×1.60	2.0×1.80
3.1~3.5	〃	2.0×1.40	2.0×1.60	2.0×1.80	2.0×2.00
3.6~4.0	3.0×2.5	-	2.0×1.70	2.0×1.90	2.0×2.20
4.1~4.5	〃	-	2.0×1.80	2.0×2.10	2.0×2.40
4.6~5.0	3.0×2.75	-	2.0×2.00	2.0×2.30	2.0×2.60

※ L형 방음벽 **기초저판의 최소규격은 시공 안전성 등을 고려 1.0m로 정한다.**

※ 음영부분은 높이 2.0m이하의 낮은 방음벽을 대체하는 무늬삽입 옹벽일체형 방음벽 채원임.

㉯ H-PILE+콘크리트 옹벽형 기초

ⓐ 직벽형 옹벽(단위 : m)

방음판 높 이 (m)	당 초	변 경			
	역T형	**풍하중별 PILE간격**			
		70 kg/㎡	90 kg/㎡	120 kg/㎡	150 kg/㎡
0.5~1.0	3.0×2.1	5.0 ▶ **4.0**	4.0	4.0	4.0
1.1~2.0	3.0×2.2	〃	〃	3.0	3.0
2.1~2.5		〃	3.0	〃	2.0
2.6~3.0	3.0×2.3	3.0	〃	2.0	〃
3.1~3.5		3.0	2.0	〃	〃
3.6~4.0	3.0×2.5	-	〃	〃	1.0
4.1~4.5		-	〃	1.0	〃
4.6~5.0	3.0×2.75	-	〃	〃	〃

※ 성토법면에 설치되는 점을 감안, PILE 최대 간격은 4.0m로 정함.

ⓑ 교량방호벽형

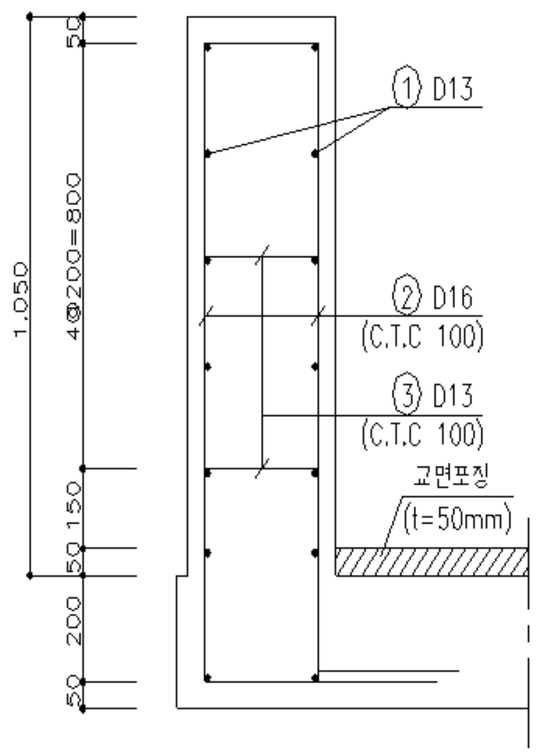
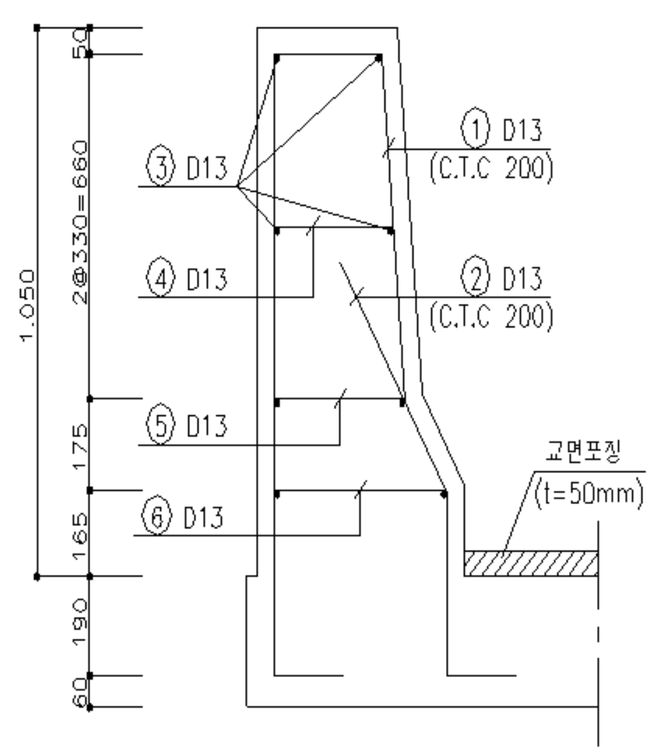
교량방호벽형은 **교량부와 접속되는 토공부 방음벽이 60m이하인 구간**에 횡단구성 변화로 인한 방음벽 선형불량 해소와 방음벽 기초형상 통일을 위하여 **교량 방호울타리와 동일형상으로 시공할 수 있는 모델**임.

하중 구분	방음판 높이(m)	**풍하중별 PILE간격**			
		70 kg/㎡	90 kg/㎡	120 kg/㎡	150 kg/㎡
충돌하중 (1t/m) 만 고려	0.5~1.0	**2.0**	**2.0**	**2.0**	**2.0**
	1.1~2.0	〃	〃	〃	〃
	2.1~2.5	〃	〃	〃	〃
	2.6~3.0	〃	〃	〃	〃
풍하중 만 고려	0.5~1.0	6.0	6.0	6.0	6.0
	1.1~2.0	〃	〃	5.0	5.0
	2.1~2.5	〃	〃	4.0	4.0
	2.6~3.0	〃	〃	3.0	3.0

※ 교량 방호벽형은 전면에 화단이 없는 형식으로서 차량충돌에 노출되어 충돌하중(옹벽상단에 1t/m)을 적용하여 설계하는 것으로 하며, **풍하중 구분없이 PILE 간격은 2.0m**로 정함.

② 교량부 방음벽 기초

교량 방음벽 기초는 기 수립된 『교량용 방음벽 기초 개선검토 [설계구10202-725호(2001.12.19)]』에 의거 **전면을 교량 방호울타리와 같은 형상**으로 시행.

현 행	변 경
	

라. 기 타

① 높이 2m이하의 방음시설 형식

ⓐ 도로양측에 평행하게 설치하는 방음시설 형식

도로양측에 평행하게 설치되는 방음시설의 형식은 기 수립된 기준『도로양측 방음벽재질 선정기준[설계환13304-791호('99.8.31)]』에 의거 흡음형 방음시설을 설치하고 있으나, **높이 2.0m이하의 낮은 방음벽의 경우** 실제로 콘크리트 **방음벽 기초옹벽 1m 와 흡음형 방음판 1m로 설치되고 중앙분리대 방호벽이 있어 완전한 양측 흡음형 방음벽** 역할을 한다고 보기 어려울 뿐아니라, 미연방도로청의 FHWA[Highway Noise Barrier Design Handbook]에서는 양측 방음시설간 거리가 **평균높이의 10배 이상 이격되어 있는 경우 효과감쇠를 거의 감지할 수 없다**고 제시되어 있으므로, **높이 2m이하의 방음시설간 이격거리가 20m이상인 구간은 반사형으로 설치**하는 것이 타당할 것으로 판단됨.

※ FHWA [Highway Noise Barrier Design Handbook]관련 내용

3.5.4 반사와 흡음

평행(반사)방음벽은 도로의 양쪽 반대편에서 마주보고 있는 두 방음벽을 말한다. 각각의 방음벽에 방사되는 다중반사로 인해 방음벽의 소음감소 효과는 떨어질 수 있다. 이러한 효과의 감쇠는 2에서 최대 6dB에 달할 수 있다. 즉 설치후 소음 감소효과 10dB 의 단일방음벽이 고속도로 반대쪽에 평행으로 하나 더 설치된다면 실질적으로 4에서 8dB의 소음감소 효과를 낼수 있다는 것을 의미한다. 단일 방음벽과 평행방음벽의 문제점은 다음 세가지 방법을 사용하여 최소화 할 수 있다. 평행방음벽의 경우 두 방음벽 사이의 거리가 두 방음벽 평균높이의 최소 10배이상 되게 한다. 너비:높이가 10:1의 비율은 방음벽 효과 감쇠를 거의 감지할 수 없도록 해준다. 최근의 연구에 의하면, 너비:높이비율이 증가하면 방음벽 설치후 소음감소 효과는 줄어든다. 이러한 감소는 다음 사항에 기인한다. ①방음벽 사이에 일어나는 반사의 감소, ②기하학적 확산과 대기중의 흡수로 인한 반사율의 저하. 아래의 표는 너비:높이 비율범위와 예상되는 해당 방음벽의 설치 후 소음감소 효과의 지표를 제공한다.

너비:높이 비율에 기초한 유형별 평행 방음벽 위치의 지표		
너비:높이 비율	소음감쇠(dB)	비 고
10:1 미만	3이상	효과감쇠를 위한 조치 필요
10:1~20:1	**0~3**	**효과감쇠는 감지할 수 없음. 조치 불필요**
20:1 초과	측정 불능	조치 불필요

ⓑ 방음판의 재질

토공부 반사형 방음벽은 콘크리트 기초 및 옹벽+H-PILE+콘크리트 판넬로 구성된 방음벽을 설치하고 있으나, 유지관리와 미관 및 경제성을 고려하여 높이 2m 이하의 방음벽인 경우는 **기초옹벽의 높이를 연장하여 무늬를 삽입하는 등의 콘크리트 옹벽형 방음벽**으로 설치.

(콘크리트옹벽에 무늬를 삽입한 방음벽의 전경)

(콘크리트옹벽형 방음벽의 전경)

② 다양한 형식의 방음시설

토사 사토구간에서는 **토사둑형** 방음시설을, 암 사토 구간에서는 발생암을 활용한 **개비온 옹벽형 방음시설 등 다양한 형식의 방음시설을 고려.**

(토사둑형 방음시설의 전경)

(게비온 옹벽형 방음시설 전경)

③ 방음판을 차량이 충격, 파편비산으로 **도로하부 이용차량이나 보행자에게 위해를 가할 우려가 있는 구간의 방음시설은** 차량충돌로 인하여 **비산되지 않는 재질**로 설치.

④ 붙임 FHWA [Highway Noise Barrier Design Handbook]에 수록되어 있는 방음시설을 참고하여 현장여건에 적합한 형식의 방음시설을 선정토록 함.

5. 경제성 분석

구 분	연장 (km)	방음벽 연장 (m)	절감액 (억원)	비 고
감사원 감사지적 노선 (대전-당진 외 13개노선)	326	103,520	350	
실시설계 진행노선 (전주-광양 외 8개노선)	378	120,900	410	
계	704	224,420	760	

※ 실시설계 진행중인 노신은 노신연장×2 대비 방음벽 연장을 약16%로 예상.

6. 검토결론

가. 이후 고속도로 방음벽은 방음벽 설계풍하중 검토[설계구10202-30086호(2002.3.7)]』와 본 기준에 의거 설계 및 시공하는 것으로 하며, 본 기준 및 붙임 형식별 설치도는 가장 이상적인 표준조건을 기준으로 설정된 제원이므로 현장여건에 따라 조정.

나. **토공부 방음벽 기초**는 옹벽과 유사한 구조로서 " 교량의 내진설계 적용방안[설계이 13201-911호("99.10.12)]"에 의거 **내진은 적용하지 않는 것으로 함.**

다. 방음벽이 설치된 **교량본체 설계 풍하중은** 『도로교 설계기준』을 따르는 것으로함.

라. 방음벽 설계를 위한 **지역별 구분은 붙임 방음벽 설계기본풍속도를 참고하여 결정.**

7. 적용방안

본 방침내용 중 **교량방음벽 기초전면 형상을 교량용 방호울타리와 동일형상으로 시행**하는 방안은 **현재 실시설계진행중인 노선부터 적용**하는 것으로 하며, 그 외 사항은 아래와 같이 적용.

① 현재 실시설계 진행중인 노선과 추후 계획노선 및 2001년 10월 감사원 감사시 지적된 노선은 적용을 원칙으로 함.

> **◈ 2001년 10월 감사원 감사 지적노선 ◈**
> 경부선(경주-언양), 경부선(언양-부산), 대전-당진, 청주-상주, 88선(옥포-성산), 영동-구미, 익산-장수, 성서-옥포, 동대구-경주, 부산-울산, 공주-서천, 안성-음성, 고서-담양, 구미-현풍

② 기타노선은 공사 및 유지관리 주관·시행부서에서 판단하여 적용.

붙 임 : 1. 방음벽 설계풍하중 검토[설계구10202-30086호(2002.3.7)]
2. 교량용 방음벽기초 개선검토[설계구10202-725호(2001.12.19)]
3. 방음벽 설계 기본풍속도
4. 형식별 방음벽 설치도
5. FHWA [Highway Noise Barrier Design Handbook]에 소개되어 있는 방음벽 설치사진. 끝.

영업소 부지면적 및 설계기준 개선

2002. 5.

KOREA
HIGHWAY
CORPORATION

한국도로공사

건 축 팀

1. 검토배경

○ 『영업소 유형별 건물규모 개선』 [시설건12101-95/'00.3.4]의 여건변동 사항을 반영하여 실정에 적합한 부지규모로 개선

○ 영업소부지 설계시 건물이 부지의 중앙에 배치되어 국도측으로 부대시설물(주차장,파고라,수배전반등)의 효율적 배치 애로

2. 영업소 부지면적(b×h)

○ **당 초** : 시설건 13101-53호('96.4.10) 기준에 따라 부지설계

○ **변 경** : '96 영업소 부지면적 기준수립이후 여건변동사항을 [시설건 12101-95('00.3.4)] 반영하여 부지면적 개선

▶ 영업소 부지면적

당 초				개 선			
유형	차로수	연면적(평)	부지규모	유 형	차로수	기준연면적(평)	부지규모
A	2-4	183	**40×70M**	소	10차로미만	189 (차로별연동)	**40×80M**
B	6-8	192	**40×80M**				
C	10-12	214	**40×90M**	중	20차로미만	230 (차로별연동)	**45×90M**
D	14-16	238	**45×90M**				
E	18-20	260	**45×110M**	대	30차로미만	270 (차로별연동)	**45×120M**
F	22-24	279	**45×120M**				

※ 부대시설(모래보관창고,119구급대등) 부지면적은 필요시 추가 산정

※ 영업소 부지규모를 유형별 건물규모 개선으로 당초 [A~F유형]에서 **[소,중,대]유형**으로 개선됨으로인하여 부지면적 규모 개선

3. 영업소부지 배치기준

가. 요금징수업무 및 운영상태 파악이 용이한 **출구(회수)측**에 배치

나. 토목 설계도면에 지하통로 및 케노피 **중심선** 명기

다. 지하통로는 반드시 **국도측**으로 설계

다. 건물부지 설계

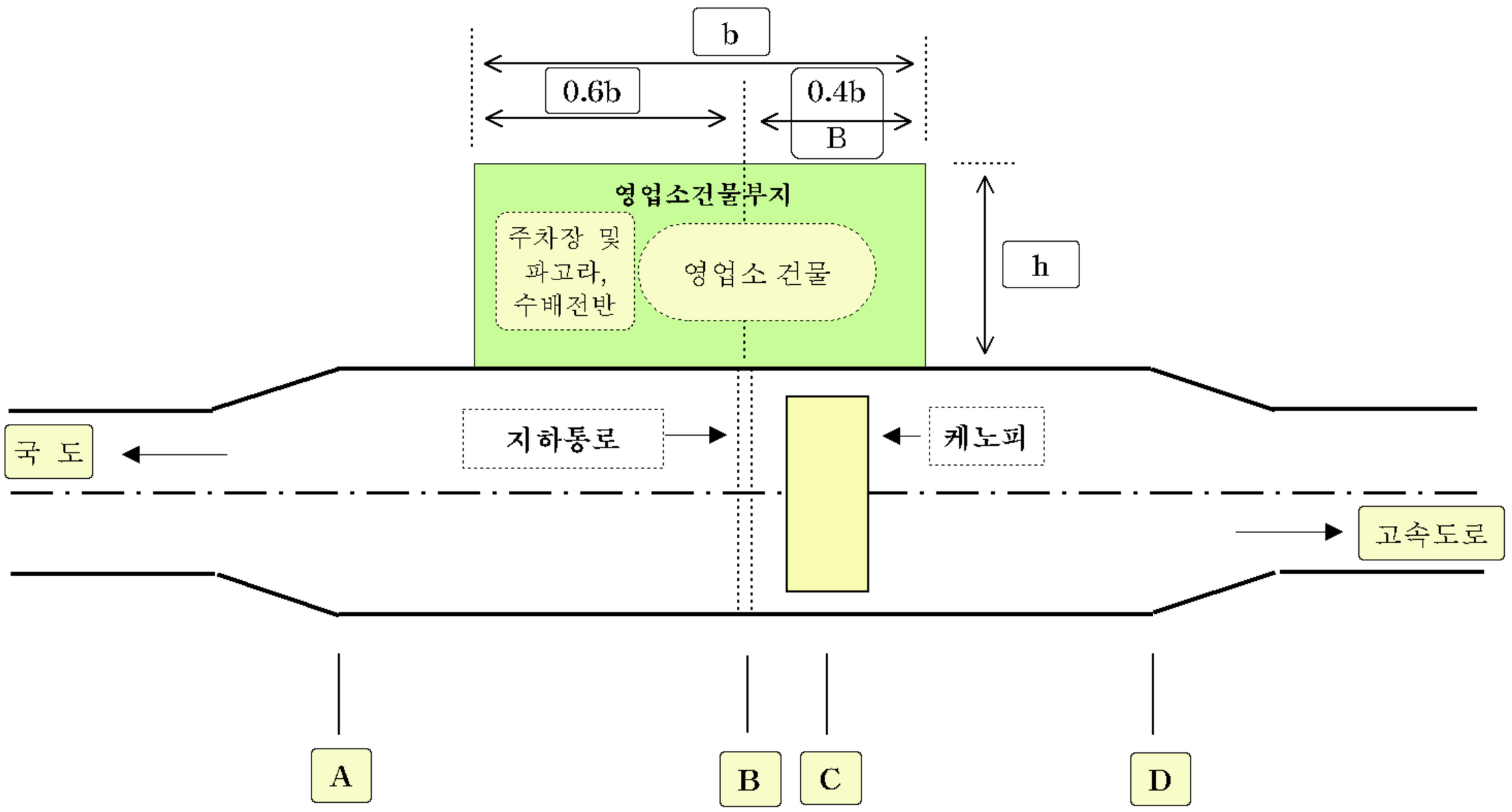
당 초	개 선 (안)
○ 지하통로와 케노피 중심과의 2등분선이 건물부지의 중심과 일치하여 부지배치	○ 개선된 부지규모에 의거 지하통로의 중심이 건물부지(가로)의 3:2비율의 내분점이 되도록 부지 배치 **[붙임도면참조]**

붙 임 : 1. 영업소 건물부지 배치(안) 도면 1부

2. 유형별[소,중,대] 영업소 건물부지 규모 및 배치(안) 도면 각1부. 끝.

[붙 임 1]

영업소 건물부지 배치(안)



▸ 지하통로의 중심이 건물부지(가로)의 3:2비율의 내분점이 되도록 부지 설계

※ 기호설명

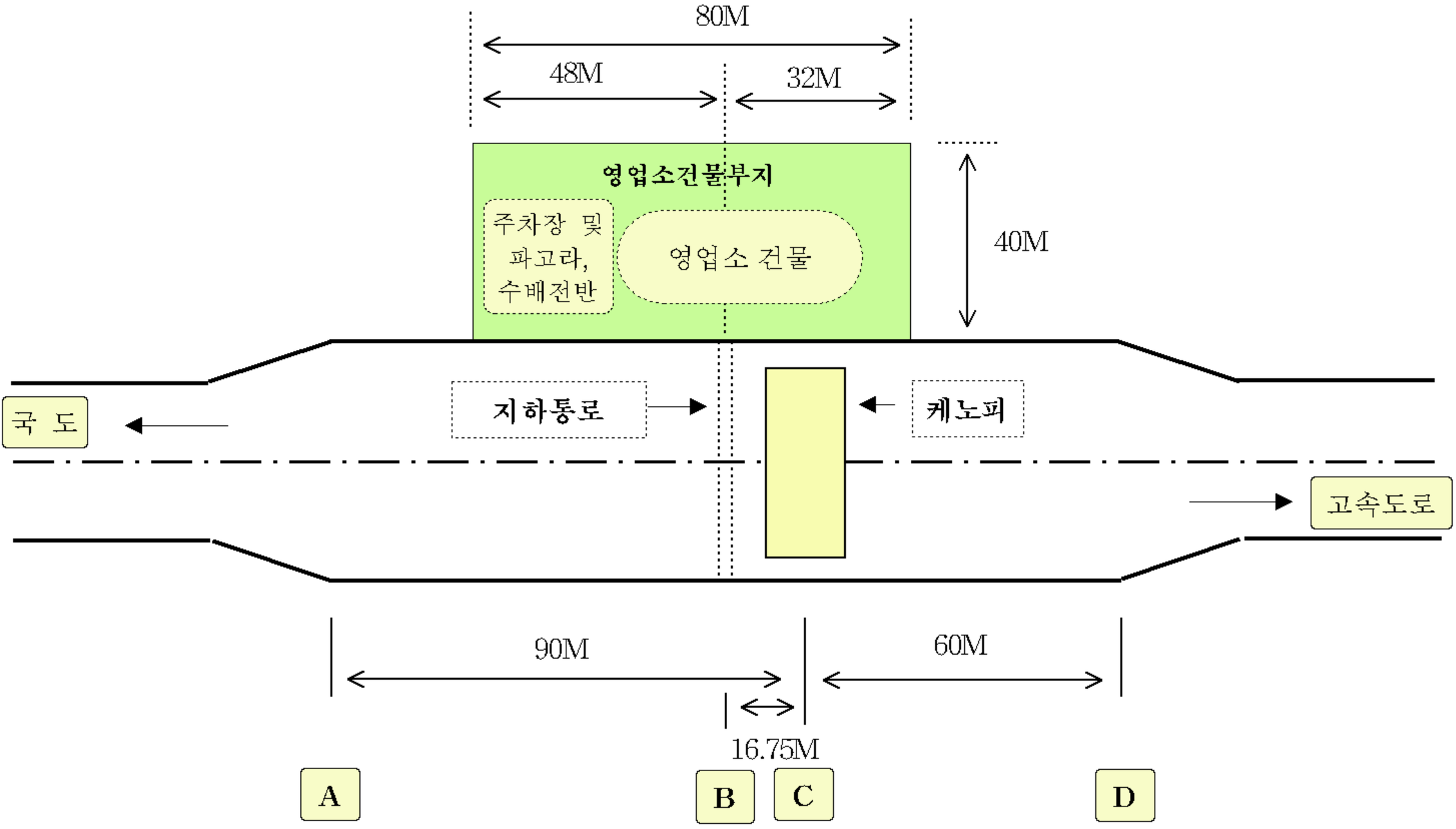
- A, D : 영업소 광장직선부 끝단
- B : 지하통로 중심
- C : 톨게이트 케노피 중심

※ 제원현황

- A~C : 90M
- C~D : 60M
- B~C : 16.75M

[붙 임 2]

영업소 부지규모 및 배치(안)[40×80M]
[소규모 : 10차로미만]



※ 기호설명

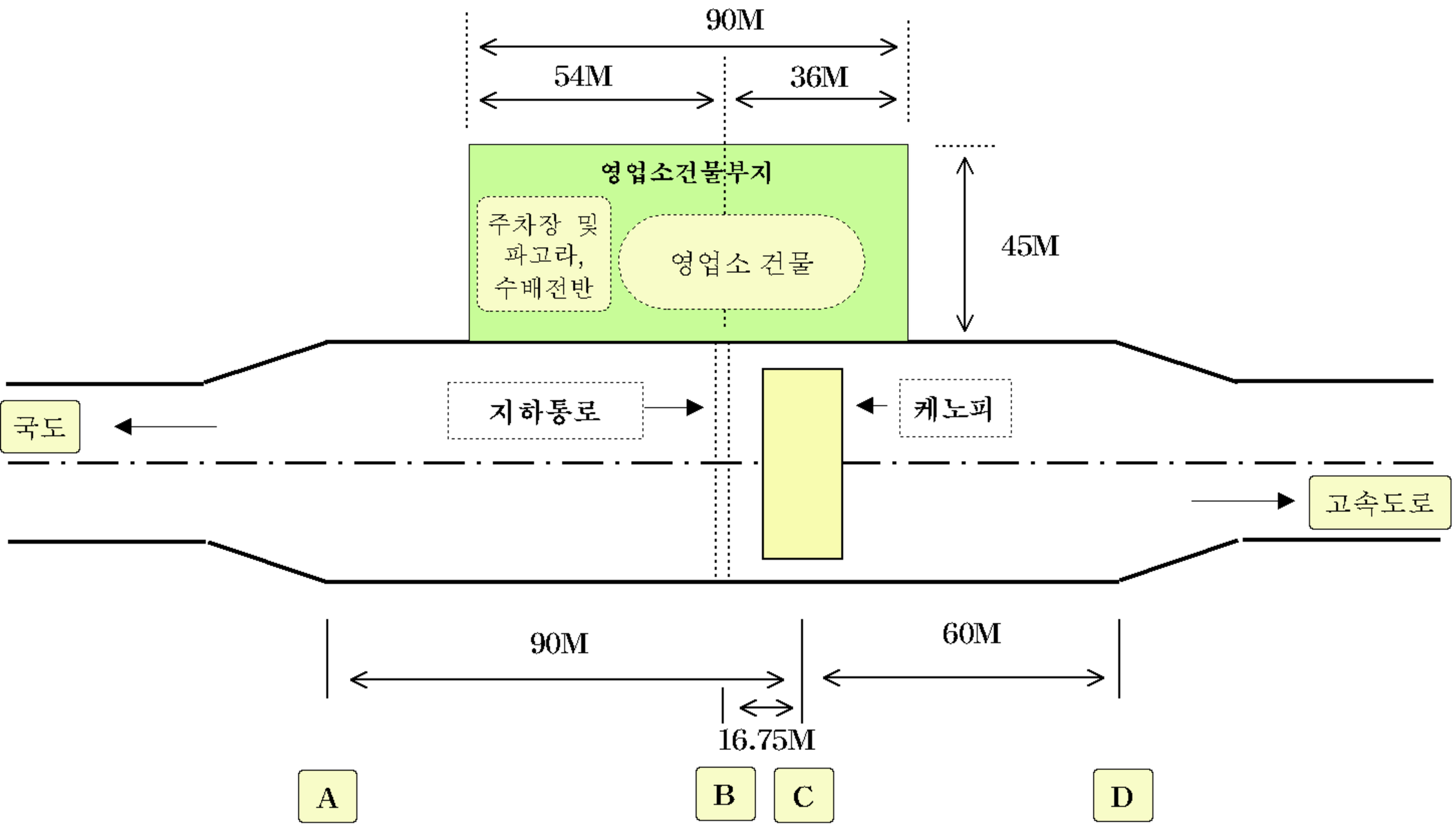
- A, D : 영업소 광장직선부 끝단
- B : 지하통로 중심
- C : 톨게이트 케노피 중심

※ 제원현황

- A~C : 90M
- C~D : 60M
- B~C : **16.75M**

영업소 부지규모 및 배치(안)[45×90M]

[중규모 : 20차로미만]



※ 기호설명

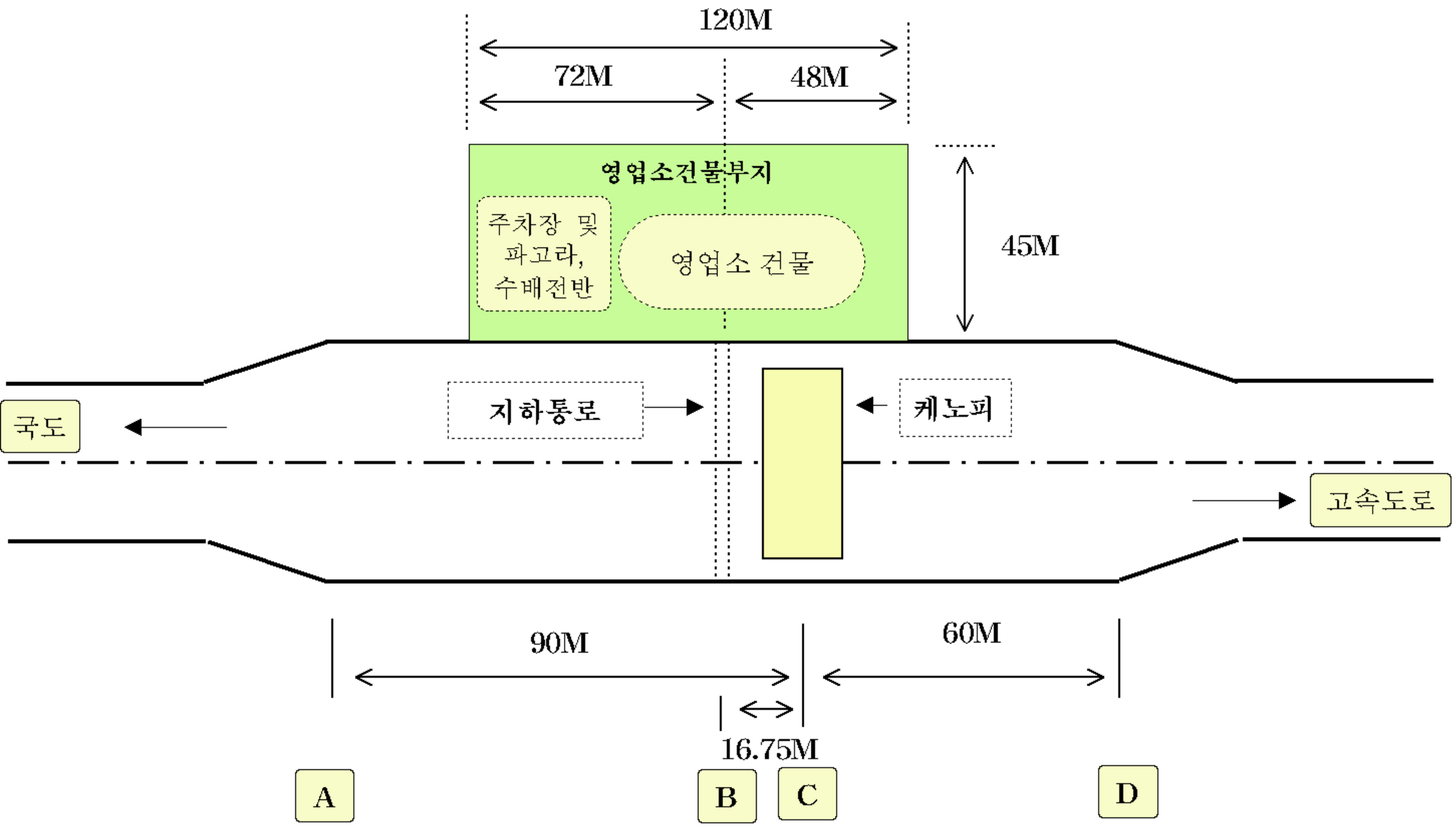
- A, D : 영업소 광장직선부 끝단
- B : 지하통로 중심
- C : 톨게이트 케노피 중심

※ 제원현황

- A~C : 90M
- C~D : 60M
- B~C : 16.75M

영업소 부지규모 및 배치(안)[45×120M]

[대규모:30차로 미만]



※ 기호설명

- A, D : 영업소 광장직선부 끝단
- B : 지하통로 중심
- C : 톨게이트 케노피 중심

※ 제원현황

- A~C : 90M
- C~D : 60M
- B~C : **16.75M**

기안	부장	처장	본부장	부사장	사장
			전결		

협조	
	- 도 로 처 장 :
	- 건설관리처장 :
	- 설 계 처 장 :

문서번호	교통안 08201-157
보존기간	
결재일자	2002. 6. 1
공개여부	공개

공사구간 안전시설 정비계획(안)

2002. 5.

목 차

Ⅰ. 개 요

Ⅱ. 검토내용

Ⅲ. 현실태 및 검토방향

Ⅳ. 세부검토내용

Ⅴ. 결 론

KOREA HIGHWAY CORPORATION

고통처 고통안전부

Ⅰ. 개 요

1. 검토배경

- 최근 공사구간에서 임시중분대를 밀어내고 대향차로로 침범하는 사고가 빈번하고 기존의 작업장 안전관리시설과 관련하여 개선을 요하는 일부사항에 대한 검토 필요

2. 목 적

- 공용중인 고속도로의 유지보수 및 확장공사 작업장내 안전시설과 교통 관리표지 설치기준을 정비하고 관리상의 문제점을 검토· 개선하여 공사구간의 원활한 교통소통 유도와 함께 교통사고예방에 만전을 기하고자 함

3. 검토방법

- 현재 확장공사가 진행중인 주요구간의 안전시설 관리상태를 확인하고 기관별 개선의견을 수렴하여 비교분석 검토후 정비

Ⅱ. 검토내용

1. 공사장 임시 중분대 방호시설물 설치규격 및 관리방안
2. 중분대측 안전표지 설치규격 및 설치방법
3. 임시방호벽 설치구간 대향차량 전조등으로 인한 운전자 눈부심 장애대책
4. 공사구간의 효율적인 안내방안
5. 공사구간 전후에서 운행제한 속도를 운전자에게 효과적으로 전달할 수 있는 방안
6. 급커브 및 차로감소등 도로상황이 급변하는 지점에서의 안전대책
7. 차로 확폭을 위한 갓길포장 절단부위 또는 고성토구간에서의 편측확장시 도로외측으로 차량추락방지등의 안전관리대책
8. 교통전환시의 안전시설 관리방안
9. 현장 자체적으로 추가보완한 안전표지의 기준검토 및 정비방안

Ⅲ. 현실태 및 검토방향

현 실 태		개 선 방 향
◦ 중분대 PC방호벽 차량 충돌시 밀림현상으로 대형사고 발생	⇒	◦ PC방호벽 **결속력 보강**방안 검토
◦ 중분대방호벽 상단에 설치된 안전표지는 운전자에게 위압감 제공	⇒	◦ 중분대측 표지설치시 **규격축소** (0.7배) 및 **설치각도 부여**방안 검토
◦ 임시방호벽 높이부족에 따른 대향차로 전조등영향으로 운전장애	⇒	◦ 개량형 방호벽(H=1.27m)적용 또는 방현망 설치등의 **차광시설 보완**
◦ 일정구간내에 공사장간격이 짧은 경우 공사장별 표지관리로 운전자 혼란	⇒	◦ 공사구간 **안내표지 개선** 검토
◦ 공사구간 전후의 제한속도 변화를 운전자가 정확히 인식못함	⇒	◦ 전체구간을 고려하여 **제한속도 관리방안** 검토
◦ 도로선형 및 폭원 급변지점에서 운전자의 신속한 상황파악 미흡	⇒	◦ **대형 안내표지** 또는 **조명시설** 검토
◦ 차로확폭을 위한 기존포장 절단시 갓길부족 및 단차발생으로 사고위험	⇒	◦ **차량방호시설 보강** 및 안전을 고려한 설계 및 시공관리
◦ 교통전환시 안전관리시설 미흡한 상태에서 진행되어 사고우려	⇒	◦ **교통전환전** 방호시설, 시선유도시설이 **완료**될수 있도록 현장 및 공정 관리
◦ 사고위험구간등에 기관별, 현장별로 각각 상이한 별도의 안전시설물 추가설치	⇒	◦ 현장별 자체보강 **안전시설물**에 대한 **정비 및 관리방향** 검토

Ⅳ. 세부검토내용

1. 중앙분리대 구간에 설치되는 PC방호벽 관리방안

가. 설치형태

- 잦은 교통전환시 이동시간 단축을 위하여 미결속 또는 철제밴드 (B=25mm, T=1mm)를 사용하여 결속

나. 문제점

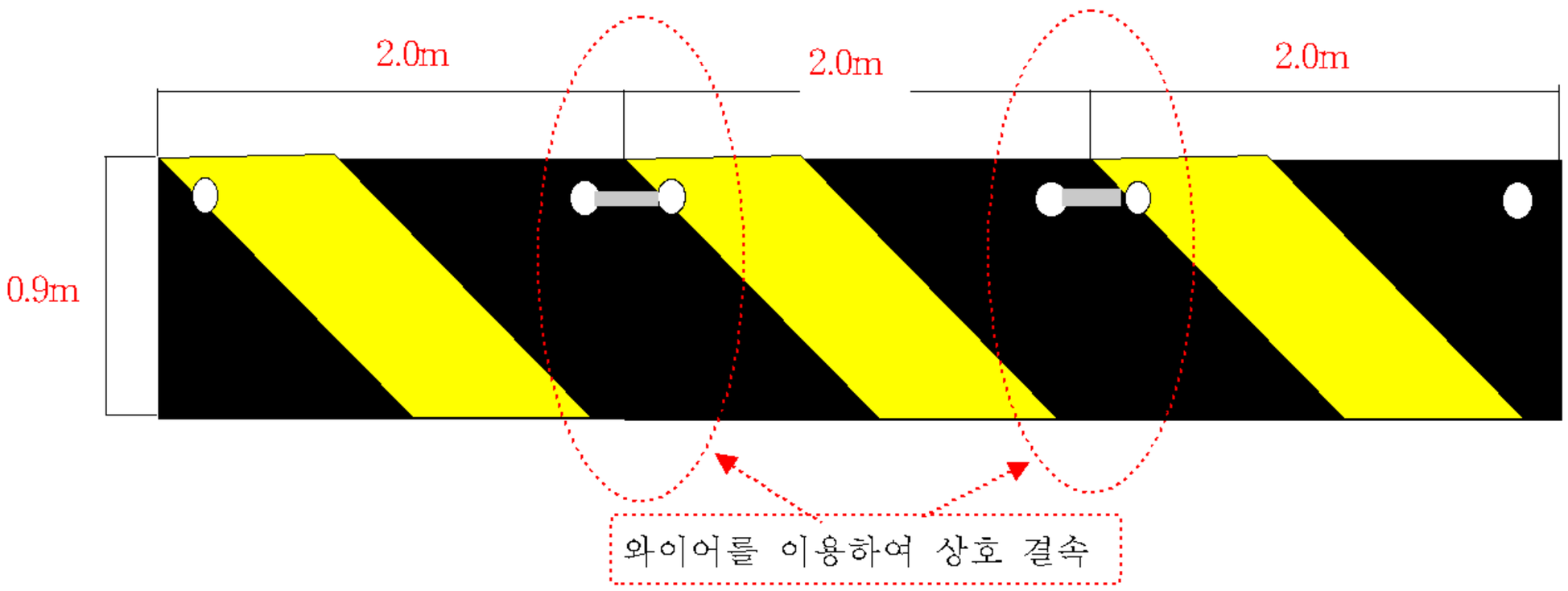
- 대향차량 충돌시 미결속된 부위 또는 결속용 철제밴드가 절단되어 밀림현상 발생 및 2차사고 우려

다. 개선방안

(1) 1안 : 방호벽 규격확대 (H=0.9m→1.27m)

(2) 2안 : 방호벽 인양홀에 와이어(8mm, 12,800N/㎟)를 이용하여 결속력 강화

(3) 3안 : 연약지반중분대용 방호벽과 같이 PC방호벽내부에 와이어를 삽입, 제작하여 철봉등으로 결속



2. 중앙분리대측 상단의 안전표지 설치

가. 설치형태 : 중앙분리대 상단에 고정하여 설치

나. 문제점

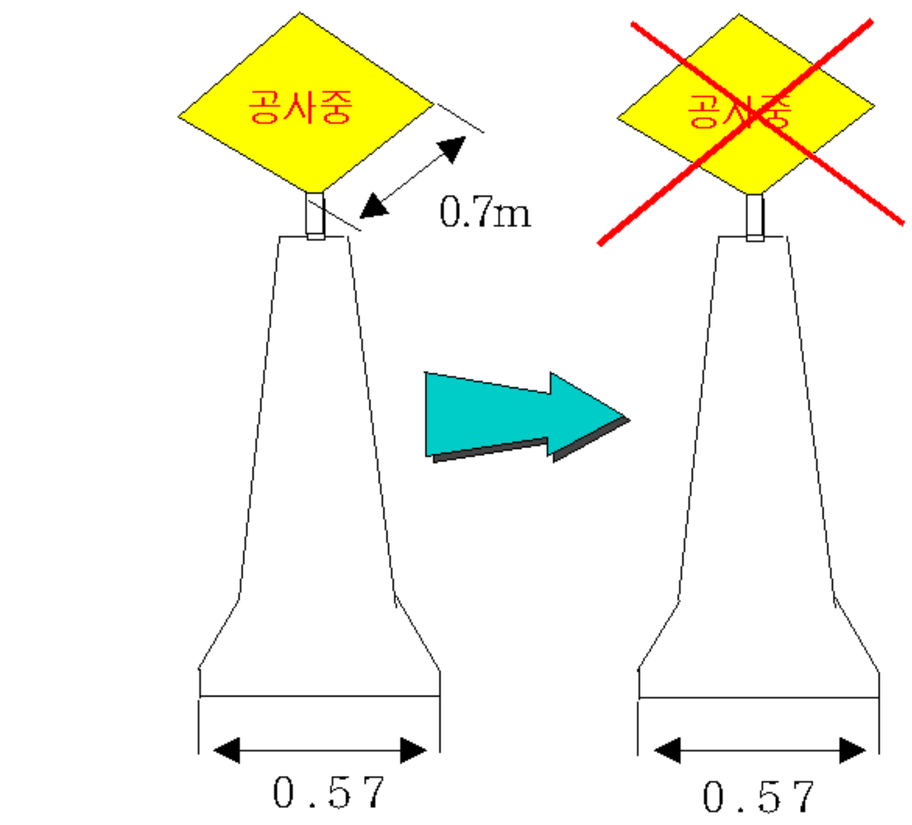
(1) 임시중앙분리대 설치시 측대폭이 협소하여(최소 0.4m) 표지판의 차로 돌출로 운전장애

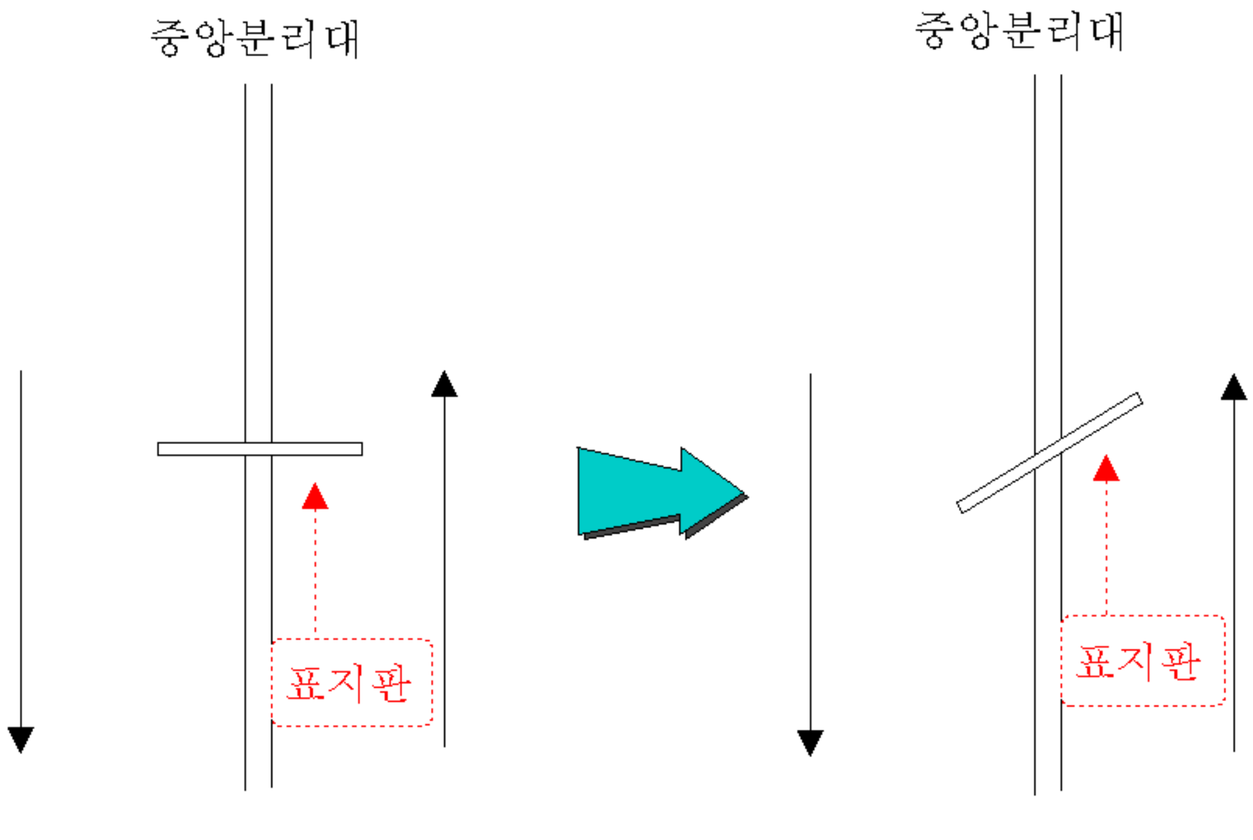
(2) 차량과의 충돌시 이탈로 인한 2차사고 발생우려

다. 개선방안

(1) 중분대측 주의, 규제표지규격 축소설치 및 설치각도 조정

(2) 중분대측 상단에 설치된 기준외의 표지판은 가급적 설치 지양





확장팀13105-30398호:'01.07.27

3. PC 방호벽의 높이가 낮아 대향차로의 전조등 영향에 따른 시야장애 발생

가. 설치형태

- PC방호벽(H=0.9m)설치구간에서 대향차로 전조등 불빛을 차단할 수 있는 시설물이 설치되어 있지 않음

나. 문제점

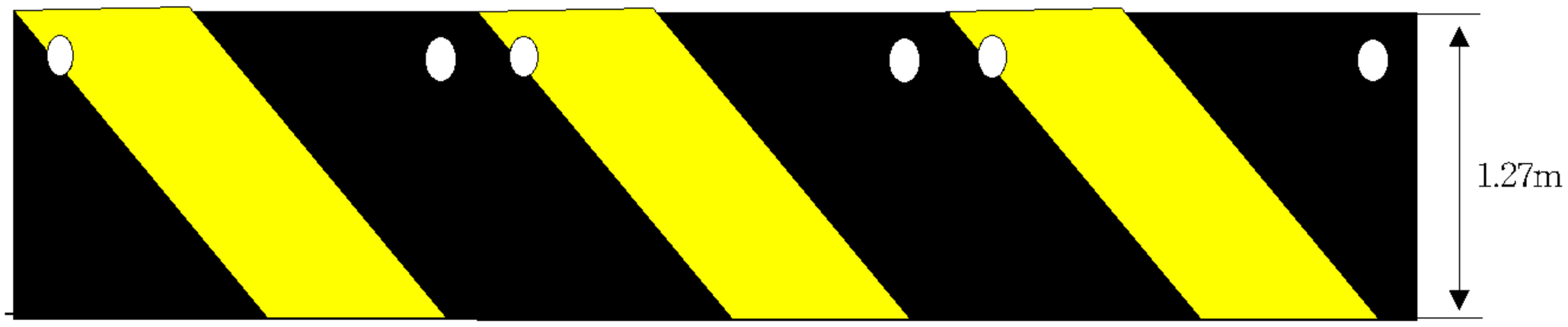
- 야간에 운전자의 시야장애에 따른 사고유발요인으로 작용

다. 개선방안

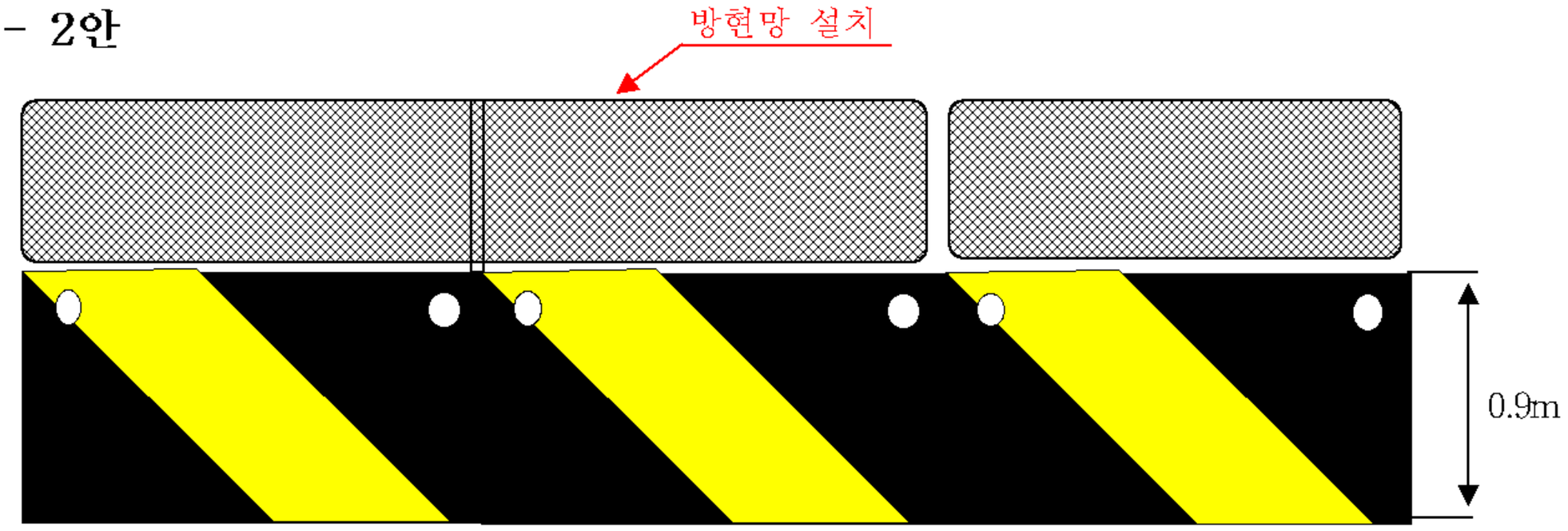
(1) 1안 : PC방호벽 규격확대 설치 (H=0.9→1.27m)

(2) 2안 : 기존PC방호벽 상단에 방현망 설치

- 1안



- 2안



4. 공사구간에 대한 안내표지 관리

가. 현실태

- 일정구간에서 공사장간의 거리가 짧은 경우 공사구간별로 1식의 안전표지가 설치되어 상호중복됨

나. 문제점

- 잦은 도로여건의 변화와 공사구간별 각각의 시설관리로 운전자에게 혼란가중

다. 개선방안

(1) 전체 공사구간에 대한 안내표지 설치

(2) 작업장이 인접하여 위치하는 경우 동일구역으로 간주하여 안전관리

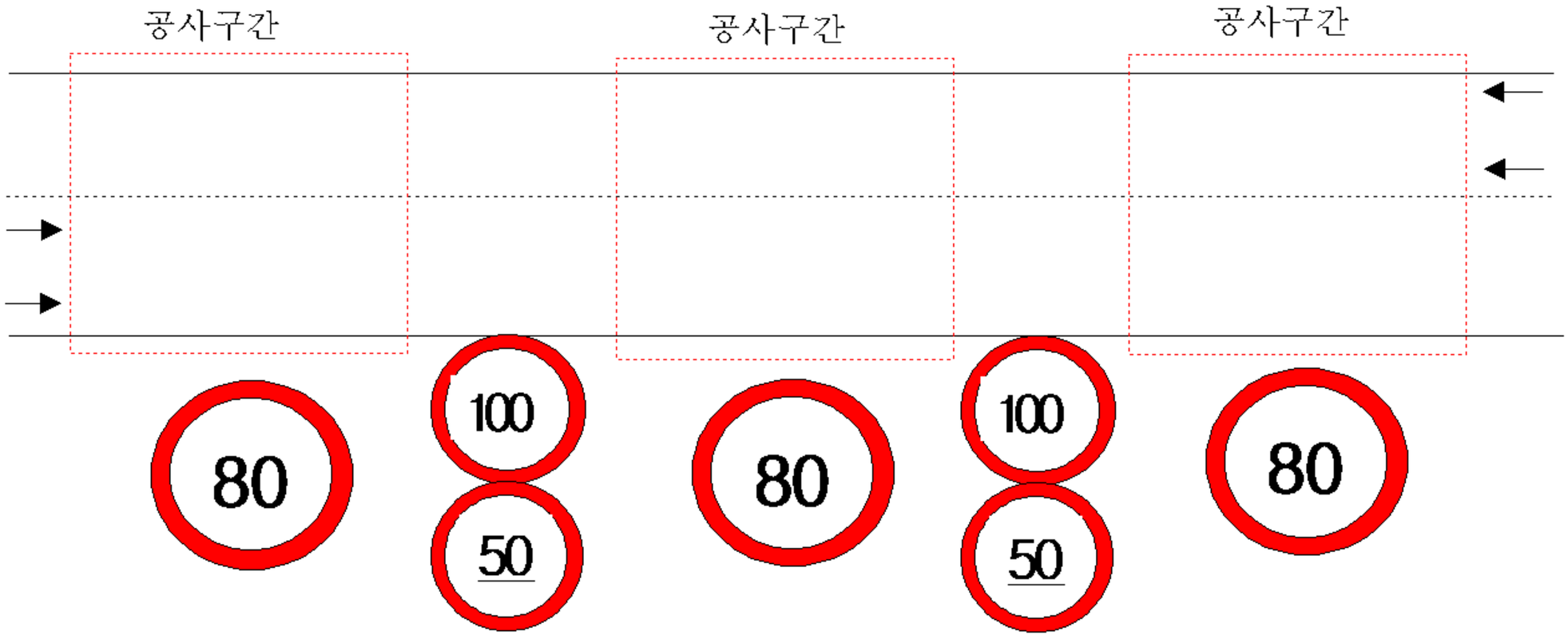
5. 공사구간에서 속도규제표지 관리

가. 현실태

- 작업구간, 공구별로 부분적 규제속도 관리 및 기존도로표지와 중첩

나. 문제점

- 일정구간에서 부분적인 공사진행시 구간별로 규제속도가 상이함에 따라 운전자들의 혼란가중



다. 개선방안

(1) 일정구간 내의 여러지점에서 공사진행시 가능한 범위의 구간을 전체로 통합하여 일관성있는 운행속도관리(경찰청협의)

(2) 공사구간 시점부의 대형 속도안내표지판 설치 및 전체 공사구간에서 최대 3km간격으로 현행 원형속도규제 표지판 설치 관리

6. 도로여건(선형, 폭원등) 급변화지점 진입전 운전자에대한 안내 부족

가. 현실태

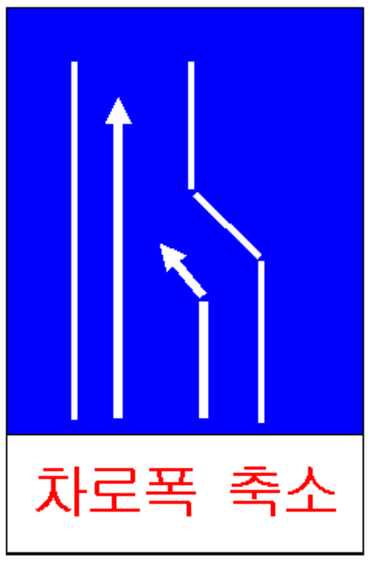
- 전방 1.5km부터 공사안내표지, 공사중 표지, 우회표지, 차선변경표지등으로 안내

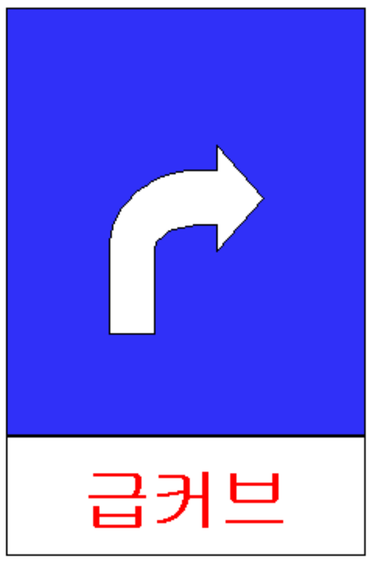
나. 문제점

- 공사용 안내간판에 대한 운전자들의 인식부족으로 명확한 의미전달 및 주의운전 유도에 한계가 있음

다. 개선방안

- 도로여건 변화지점 전방에 대형보조표지 추가 또는 가로등 설치





- 규 격 : 2.2×3.6m
- 재 질 : 스테인레스강판
- 형 식 : 점 멸 식

7. 확장공사시 기존포장 절단구간 등 도로외측의 안전시설 관리

가. 현실태

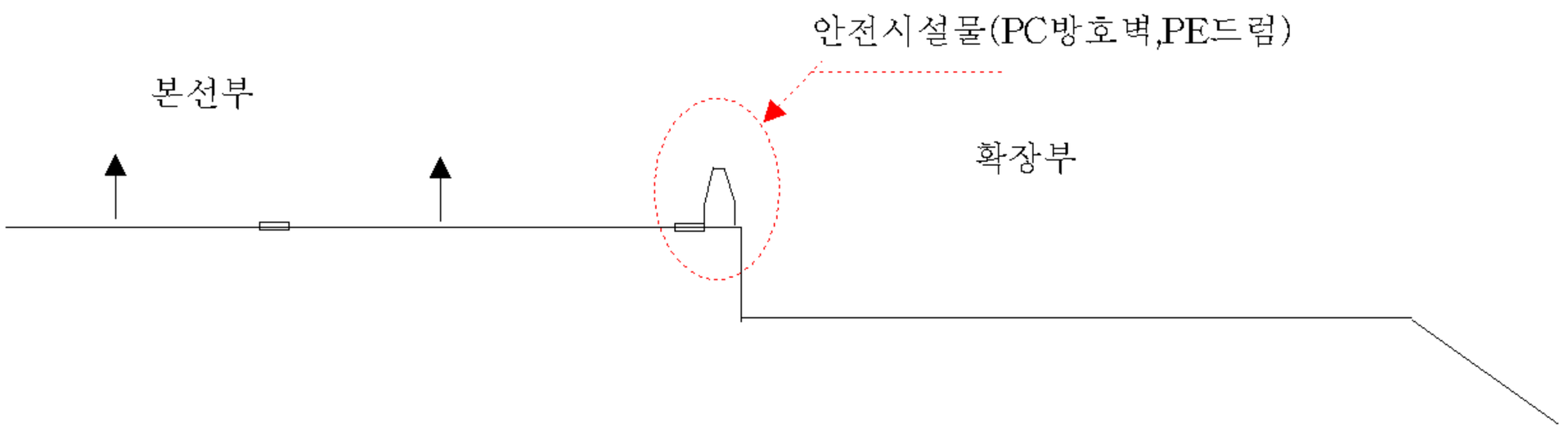
- 확장공사시 기존포장 절단구간에서 도로폭원 부족 및 공용중도로와 확장공사중 도로노면의 단차발생

나. 문제점

(1) 도로폭원 부족으로 안전시설물(PE드럼, PC방호벽등)설치 곤란

(2) 공용도로와 공사시행부분의 단차로 주행차량 추락시 대형사고 및 민원발생 우려

(3) 긴급상황시 대피장소 부재



다. 개선방안

(1) 공사진행시 갓길폭원 확보 및 방호벽, 가드레일등의 차량방책시설 설치가 현실적으로 불가능하므로, 노면단차 발생기간을 최소화 시킬수 있도록 공사관리 및 고성토부와 급커브 지점등에 대해서는 안전시설 보강조치

(2) 긴급상황시 대피가 가능하도록 비상주차대 설치

:**(확장팀13105-30438호:'00.10.13)**

8. 교통전환구간의 안전시설 관리

가. 현실태

(1) 기존차선 불완전 제거 및 임시차선도색 탈리

(2) 공사추진에 있어 부득이하게 공정계획에 밀려 차량방책시설 및 시선유도시설이 불완전한 상태에서 교통전환이 이루어짐

나. 문제점

- 차선도색 탈리등으로 인한 야간시인성 저하와 불완전한 안전시설등으로 사고발생우려

다. 개선방안

(1) 차량방책시설 및 시선유도시설등 안전시설물 설치완료후 교통전환 시행

(2) 공사구간 차선도색 및 제거비용 설계단가 현실화(유지관리비용 포함)

9. 기타 기관 및 현장별로 상이한 규격의 안전표지 및 시설물

가. 현실태

(1) 대형 사인보드(Sign board) 규격(2.2×3.6m) 미달 및 색상상이

(2) '공사구간 끝' 표지 형식 및 규격 상이(변경된 해제표지 규격미준수)

(3) 기관 자체적으로 추가 설치된 주의표지('절대감속', '급커브주의'등)등의 형태가 각각 상이

나. 문제점

- 공사구간을 운행하는 운전자에게 혼란을 가중시켜 안전운전의 위해요인으로 작용

다. 개선방안

(1) 기관별 상이한 규제 및 지시표지를 기준에 의거하여 일제정비 (확장팀13105-30438호:'00.10.13, 확장팀13105-30398호:'01.07.27)

(2) 기준외 표지는 가급적 자제 및 시설물 추가보완 시행시 사업시행부서 판단하에 사고위험구간등 반드시 필요한 구간에만 설치

Ⅴ. 결　론

1. 향후 개선방안

가. 중앙분리대 PC방호벽 설치 및 관리

- 기존의 PC방호벽(H=0.9m) 인양홀에 와이어등을 이용하여 결속력 보강

나. 중앙분리대측 안전표지 설치

(1) 기준외의 안전표지 설치는 가급적 지양

(2) 4차로 이상도로의 중분대 상단에 설치시 규격축소(0.7배, 삼각표지경우 하부폭 0.9m→0.63m) 및 설치각도(차량진행방향15。) 부여

다. 임시 중앙분리대(PC방호벽)구간 야간시야장애 개선

- 중앙분리대 상단에 방현망 설치(커브구간 우선시행)

라. 공사구간 시종점부에 대한 안내표지 설치

(1) 공사구간 시종점부 위치에 대형안내간판 설치(별첨도면#1)

(2) 작업장에 인접하여 위치하는 경우 연속된 구간으로 관리

마. 공사구간에서의 속도규제

(1) 일정구간에서 공사장 간격이 짧은 경우 전체구간에서 일관성 있는 속도규제 관리(별첨도면#2)

(2) 공사구간 시점에 대형안내표지 설치 및 전체구간에서 최대 3km간격으로 현행 원형 속도규제표지 설치

바. 도로여건(선형, 폭원등) 급변화지점등 사고위험구간의 운전자 주의환기

- 도로여건변화 지점 전방에 대형보조표지 추가 또는 가로등 설치

사. 확장공사시 기존포장 절단구간 도로외측의 안전관리

(1) 공사진행시 갓길폭원 확보노력 및 노면단차 발생기간이 최소화되도록 공사관리 및 고성토부와 급커브 지점등에 대해서는 반드시 안전시설 보강조치

(2) 긴급상황시 대피가 가능하도록 비상주차대 설치(확장팀13105-30438호:'00.10)

아. 교통전환구간의 안전시설 관리

(1) 차량방책시설 및 시선유도시설등 안전시설물 설치완료후 교통전환 시행

(2) 차선도색 관리철저

자. 현장 자체적으로 추가보완한 안전표지의 기준검토 및 정비방안 개선

(1) 기관별 상이한 규제 및 지시표지를 기준에 의거 일제정비

(2) 기준외 표지 가급적 자제 및 시설물 추가보완 시행시 사업시행부서 판단하에 사고위험구간등 반드시 필요구간에만 설치

2. 적용방안

가. 유지관리노선 : 시행일 이후 공사구간 적용

단, 장기계속공사로써 금년 준공노선은 시행부서에서 판단하여 적용

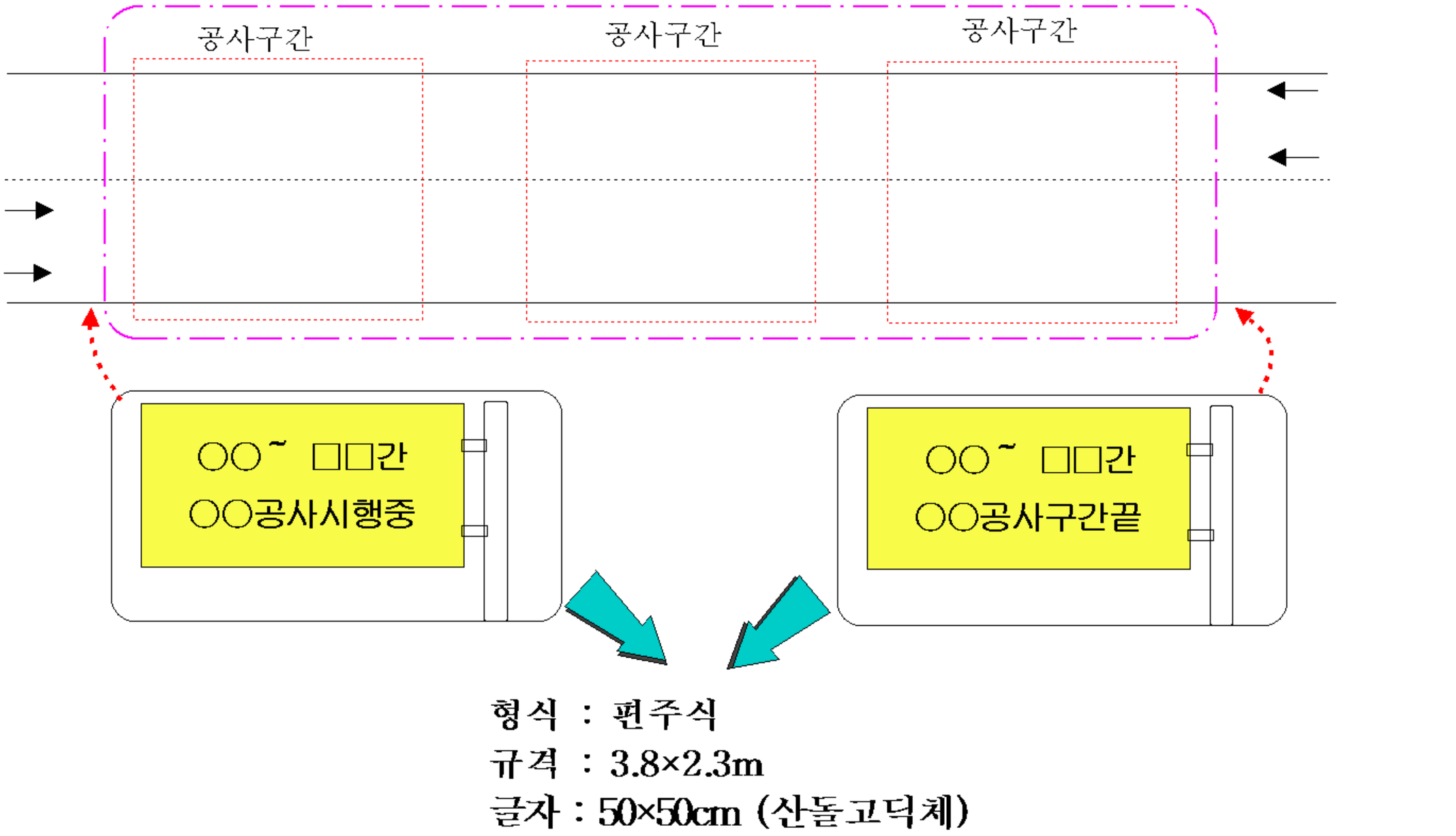
나. 확장공사구간

(1) 금년준공노선 : 사고취약우려지점을 제외하고 기존기준 적용

(2) '03년 이후 준공노선 : 단계적 적용 보완

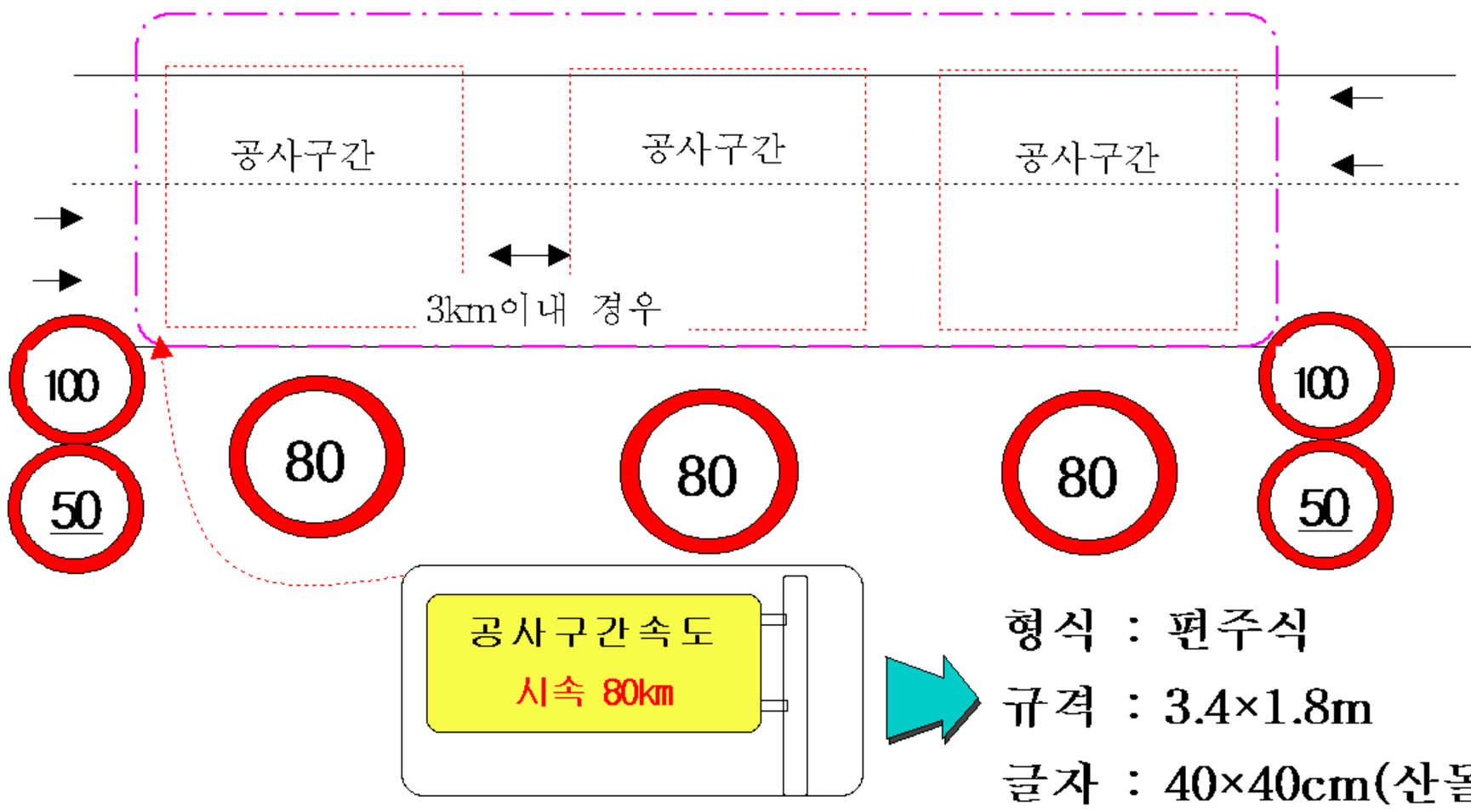
다. 설계중 노선 : 본 기준에 의거 적용

별첨도면 #1



형식 : 편주식
규격 : 3.8×2.3m
글자 : 50×50cm (산돌고딕체)

별첨도면 #2



형식 : 편주식
규격 : 3.4×1.8m
글자 : 40×40cm(산돌고딕체)

"꿈을 이루는 세상-새천년의 한국"

건 설 교 통 부

취 급

우427-712 / 경기도 과천시 중앙동 1번지 /전화 02-504-9075 /전송 02-504-3259

도로관리과 과장 조수원 담당자 손종철 sonjc1@moct.go.kr

선람	사장		지시		
접수	일자 시간	2002. 11. 30	결재·공람	본부장	
	번호	5919		처장	
처리과		도로시설과		부장	
담당자		최영재		과장	
심사자			심사일		

문서번호 도관58710-519

시행일자 2002.07.16 (5년)

공개여부 (공 개)

수신 배부계획서 참조

참조 도로공사

제목 도로안전시설 설치 및 관리 지침(차량방호 안전시설 편) 일부 개정 통보

1. 건교부 도관58710-702(2001. 7.28)의 관련입니다.

2. 우리부에서 운용 중인 『도로안전시설 설치 및 관리 지침(차량방호 안전시설 편)』 중에서 중앙분리대 설치장소에 대하여 그간 달라진 건설환경의 여건변화를 반영하고, 또한 『국도의 노선계획·설계지침』이 개정('02. 7. 1)됨에 따라 동일 대상에 대한 지침의 내용을 통일 적용시키기 위하여 붙임과 같이 개정하여 통보하오니, 각 도로관리청 등 관련기관에서는 본 개정내용을 잘 숙지하여 중앙분리대 설치 관련 업무에 적극 활용하여 주시기 바랍니다.

붙임 : 도로안전시설 설치 및 관리지침(차량방호 안전시설 편) 개정안 1부. 끝.

건설교통부장

전결 도로국장 남인희

제2편 방호울타리 편

2. 설치장소

2.2 분리대에 설치하는 경우

현 행	개 정
분리대가 있는 도로 중 다음 각 항에 해당하는 구간에서는 차량이 대향 차로로 이탈하는 것을 방지하기 위하여 도로 및 교통 상황에 따라 원칙적으로 방호울타리를 설치한다. 또한, 분리대 이외의 방법으로 양 방향을 분리하고 있는 도로의 경우에는 다음의 각 항에 준하여 방호울타리를 설치한다.	(좌 동)
1. 고속국도 및 자동차 전용 도로에서 설계속도 80㎞/시 이상인 도로 구간	1. 4차로 이상인 고속국도 및 자동차 전용도로 구간
2. 고속국도 및 자동차 전용 도로에서 설계속도 60㎞/시 이상인 구간과 설계속도 80㎞/시인 주요 일반국도에서 다음에 해당하는 구간 (1) 3% 이상의 종단 경사가 계속되는 구간 (2) 곡선반경이 1,000m미만인 구간	2. 일반국도 구간중 신호교차로의 간격이 짧아 단부처리가 어려운 구간 등 불가피하게 설치하지 못하는 곳을 제외한 전 구간
3. 지방 지역의 도로에서 설계속도가 60㎞/시 이하인 도로에서 선형 조건이 위험하여 방호울타리가 필요하다고 인정되는 구간	3. 지방지역의 도로에서 선형조건이 위험하여 설치가 필요하다고 인정되는 구간
4. 도시내 도로에 있어서는 주행속도가 높거나 중앙선 침범이 우려되는 위험한 구간 또는 불법 U턴 등을 막기 위해 설치가 필요한 구간	4. (좌 동)

"꿈을 이루는 세상-새천년의 한국"

건 설 교 통 부

취급
우427-712 / 경기도 과천시 중앙동 1번지 /전화 02-504-9075 /전송 02 504-3259
도로관리과 과장 조수원 사무관 손종월 담당자 양성희 YSH8896@moct.go.kr

문서번호 도관58710-490
시행일시 2002.07.10 (3년)
공개여부 (공 개)

선람	사장		지시	
접수	일자 시간	2002.7.22	결재·공람	본부장
	번호	6110		처장
처리과		도로시설과		부장
담당자		최영재		과장
심사자			심사일	

수신 배부계획시 참조
참조 한국도로공사

제목 도로안전시설 설치 및 관리지침(시선유도시설 편) 배부

1. 우리부에서는 각종 도로안전시설에 대한 설치 및 관리지침을 연차적으로 제·개정중에 있으며, 이번에 도로안전시설 설치 및 관리지침중 시선유도시설편을 개정하여 붙임과 같이 배부하오니, 각 도로관리청 등 관련기관에서는 본 지침내용을 잘 숙지하여 앞으로 새로 설치되는 시선유도시설 등에 대하여는 본 지침에 따라 설치·관리하는등 관련 업무에 적극 활용하여 주시기 바랍니다.

2. 아울러 각 시·도지방자치단체(시,군,구) 및 국도유지건설사무소에는 우리부에서 해당기관으로 지침을 직접 우송하였음으로 알려드리며, 향후 자료 또는 도서를 송부할 때 참고하고자 하오니 귀 기관의 정확한 주소(전화번호 포함)를 수령중에 기입하여 보내주시기 바랍니다.

붙임 : 1. 도로안전시설 설치 및 관리지침(시선유도시설 편)50부.
2. 시선유도시설 성능기준개선 연구 최종보고서 1부.(해당기관)
3. 수평층 1부. 끝.

건설교통부장관

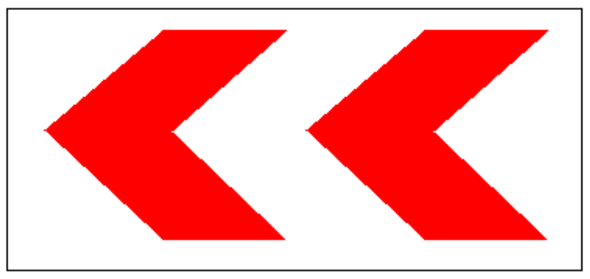
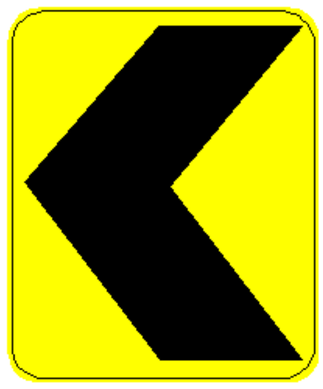
전결 도로국장 남인희

개정내용 및 적용방안

1. 개정요지

현재 무분별하게 사용되고 있는 시선유도시설(시선유도표지, 갈매기표지, 표지병등)에 대한 관련기준의 정립 및 타당성 검토등 현행지침에 대한 전반적인 검토 및 개정

2. 주요개정내용

구분	현행(기존)	개정
갈매기표지	○ 판의 규격은 가로60cm, 세로30cm를 표준적인 규격으로 한다 	○ 판의 규격은 **가로45cm, 세로60cm**를 표준적인 규격으로 한다 
	○ 색상 · 바 탕 : 하얀색(일반반사지) · 기 호 : 빨강색(초고휘도반사지)	○ 색상 · 바 탕 : 노랑색(초고휘도반사지) · 기 호 : 검정색(무반사지)
	○ 설치간격 · 곡선반경에 따라 적정하게 설치	○ 설치간격 · 곡선반경에 따라 적정하게 설치 · **연결로에서는 시점에서부터 4개만 곡선반경별 선치간격에 따라 설치**

3. 적용방안

○ 갈매기표지

· 공용중인 노선은 점진적 교체

· 신규노선에 대해서는 변경적용하고 '02 준공노선은 공정진행을 고려하여 적용여부 판단

4. 별　　첨 : 개정내용 요약

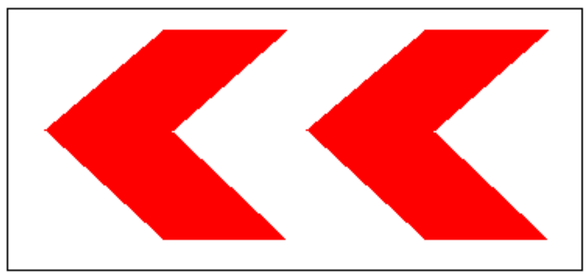
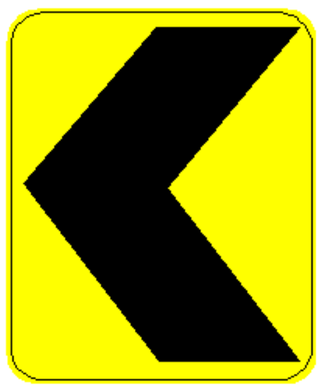
※별첨

도로안전시설 설치 및 관리지침 “시선유도시설편”

개정내용 요약

1. 갈매기표지판

가. 갈매기 표지판은 주야간에 도로의 곡선구간을 운전자가 명확히 알 수 있도록 하여 안전주행을 도모하는 시설인 갈매기 표지를 아래와 같이 개정

구분	현 행	개 정
형상 및 색상	 ■ 표준크기: 60×30cm(가로×세로) ■ 색 상 ○ 바탕-흰색 (일반반사지 ○ 꺽음표시-빨강색(초고휘도반사지)	 ■ 표준크기: 45×60cm(가로×세로) ■ 색상 : ○ 바탕-노랑색(초고휘도반사지) ○ 꺽음표시-검정색(무반사지)

나. 개정배경은 빨간색은 금지를 뜻하는 색상으로서 그동안 사용상 의미가 다르게 적용되어 왔던 것을, 주의를 표시하는 노란색을 바탕으로 하고, 꺽음표시를 검정색으로 하여 주야간에 주의표시 기능을 효과적으로 나타내도록 색상을 변경

다. 또한 갈매기표지 형상을 높이 방향으로 길게하고 꺽음표시를 한 개로 함으로써 단순하면서 눈에 잘 띄도록 함

: 외국의 많은 나라(미국, 일본, 호주 등)에서 채택하고 있음

라. 곡선반경에 따라 적정하게 설치하고, 연결로에서는 곡선시점에서부터 4개만 곡선반경별 설치간격에 따라 설치토록 함

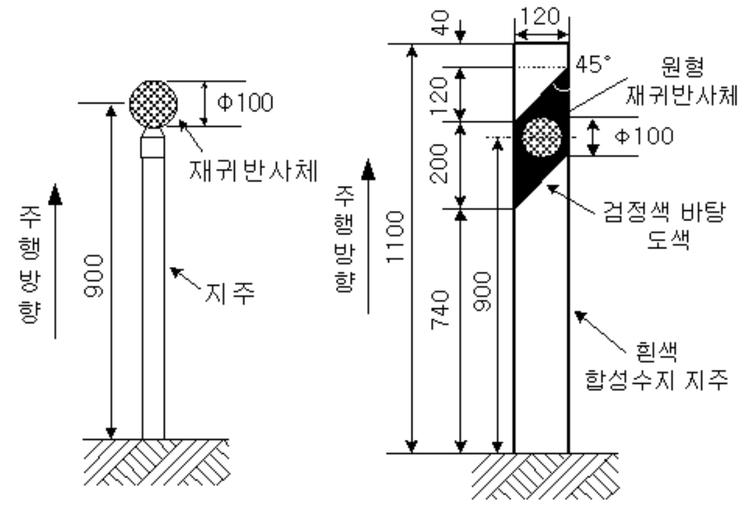
2. 시선유도표지(데리네이터)

가. 도로변에 설치하여 도로선형을 유도하는 시선유도표지(데리네이터)의 모양이 각형지주에 대한 지침이 없어 제작회사별로 지나치게 다양화되어 오히려 운전자의 혼란을 줄 우려가 있어

나. 아래 그림과 같이 외형을 통일시켜 미관도 고려하고 일관성있는 시설물 설치가 되도록 함.

다. 설치간격은 곡선구간은 곡선반경에 따라 간격을 달리 하였고, 직선구간은 최대 설치간격을 50m에서 일반도로 40m, 고속도로 50m로 차등 적용토록 변경

라. 반사체의 반사성능은 기준 반사성능의 50% 이상을 5년 동안 유지하도록 하여 유지관리를 위한 최소 반사성능 기준을 정립

구분	현 행	개 정
형상	○ 반사체의 형상은 원형인 것을 원칙으로 지정하였으나, 각형 지주에 대한 지침이 없어 너무 다양한 모양의 제품 남발로 운전자 혼란 초래	○ 원형 또는 각형을 사용하며, 제품의 연속성 있도록 설치하되 아래 2가지 모양으로 통일 

3. 표지병

가. 도로포장 면 위에 설치하여 도로선형을 보완하여 야간 또는 우천시에 운전자의 시선을 유도하는 도로표지병에 대하여 제품의 품질을 확보하기 위하여 기존 5개 시험외에 모래분사시험, 내후성시험의 기준을 추가

나. 반사성능 측정기준이 기존에는 플라스틱 제품에 대한 기준 밖에 없었으나, 유리재질의 제품이 많아 유리알에 대한 반사성능 기준도 보완 정립

다. 또한 차량의 하중에 의해 포장체내로 함몰되는 사례가 발생하지 않도록 표지병 저판을 평면 판형으로 만들도록 규정하여 포장체 속으로 파고드는 현상을 최소화하였고, 교량 등에 사용할 부착식 표지병에 대한 조항 신설

라. 그동안 지침에서 정하는 사항이 없는 상황에서 시중에 설치되었던 발광형 표지병(일명 솔라형)중에서 깜박거리는 형식의 점멸형은 운전자의 착각현상을 일으킬 수 있으므로 사용을 금지하도록 하고, 항시 켜져 있는 점등형에 대해서는 안개잦은 지역에 제한적으로 사용

기안	부장	처장	본부장	부사장	사장

협조	

문서번호	교통관08109-245
보존기간	3
결재일자	2002. 8. 27
공개여부	공개

교통안전표지 설치 개선 방안

2002. 6.

목 차

1. 추진 배경
2. 개선 대책
3. 설치 기준
4. 추진 계획

한국도로공사
KOREA HIGHWAY CORPORATION
교 통 처

1. 추진 배경

가. 신설 고속도로에 대한 국무조정실 안전점검 결과에 따른 경찰청 개선 대책

○ 국무조정실 안전14500-74호('02. 3. 9)

○ 경찰청 교기63350-709('02. 3.22), 교기63350-1265('02. 5.18)

나. 강풍시 풍속에 따른 속도제한 기준 협의지시

○ 감사총 12108-30096호('02. 3. 26) 관련

○ 영동고속도로 대관령 구간의 "강풍으로 인한 사고위험" 언론 보도에 대한 특별감사 실시 후 통보사항

2. 개선 대책

가. 합류도로 교통안전표지

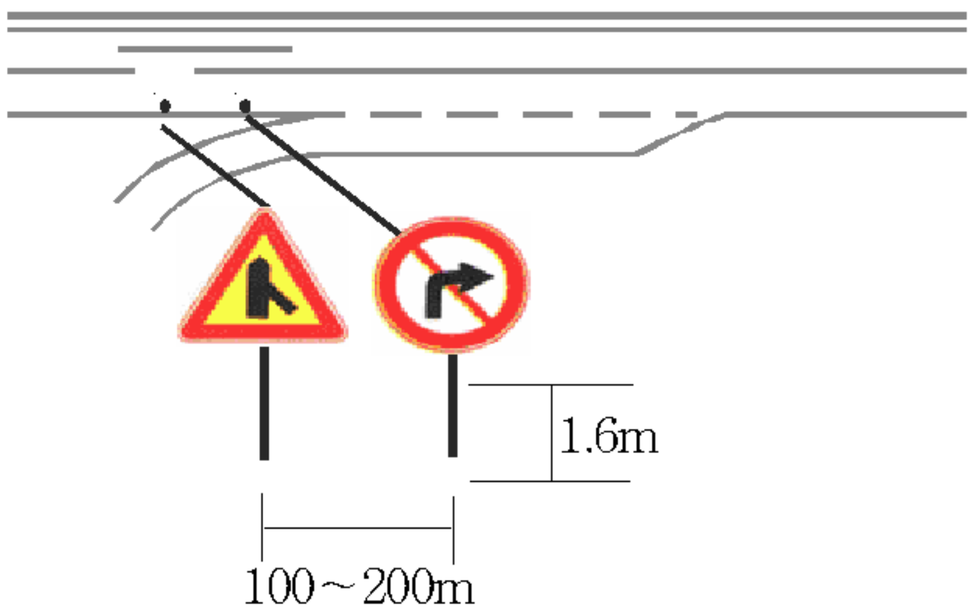
○ 우합류 도로표지(주의표지) : 100~200m 후방에 설치

○ 우회전 금지표지(규제표지) : 노즈부 지점에 설치

※ 변경사유 : 주의표지와 규제표지의 분리설치

현행

개선대책



나. 터널입구 교통안전표지

○ 최고속도제한 안전표지 삭제

현행	개선대책

다. 교량부 교통안전표지

○ 최고속도제한 안전표지 삭제후 안전속도 표지 추가설치

○ 횡풍표지, 미끄러운 도로표지 등 교량구간 주의표지가 설치된 곳에 한하여 안전속도표지 추가 설치

현행	개선대책

라. 최고최저 속도제한 교통안전표지

구 분	현 행	개선대책
설치위치	○ 교차로진입후 100m 이내지점	교차로 진입후 100m이내 설치위치부터 5km 간격으로 추가 설치

3. 설치 기준

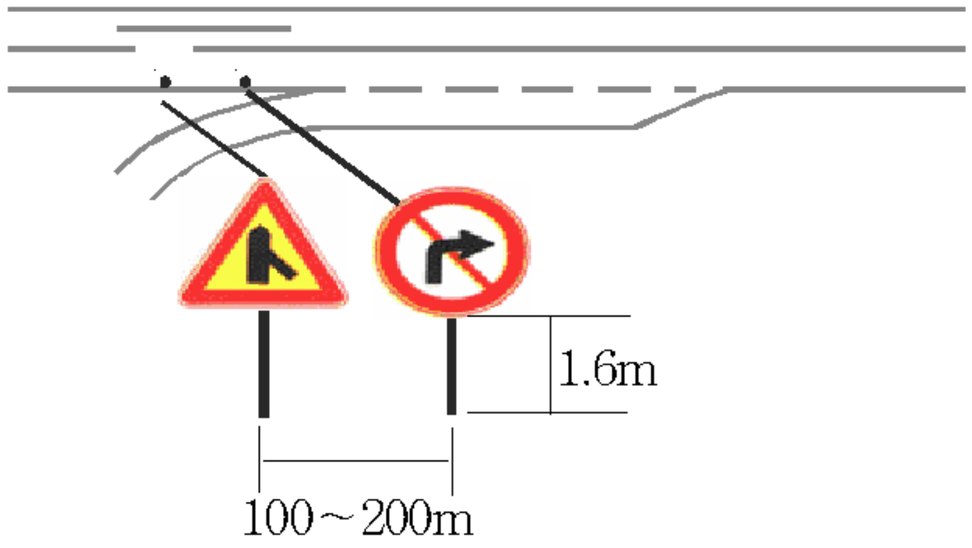
가. 합류도로 교통안전표지

○ 합류되는 도로(본선부)에는 우합류도로표지와 우회전 금지표지를 설치

○ 우합류도로표지는 노즈부 후방 100~200m지점에 본선에 설치된 안전표지와 동일한 높이 및 형식으로 설치

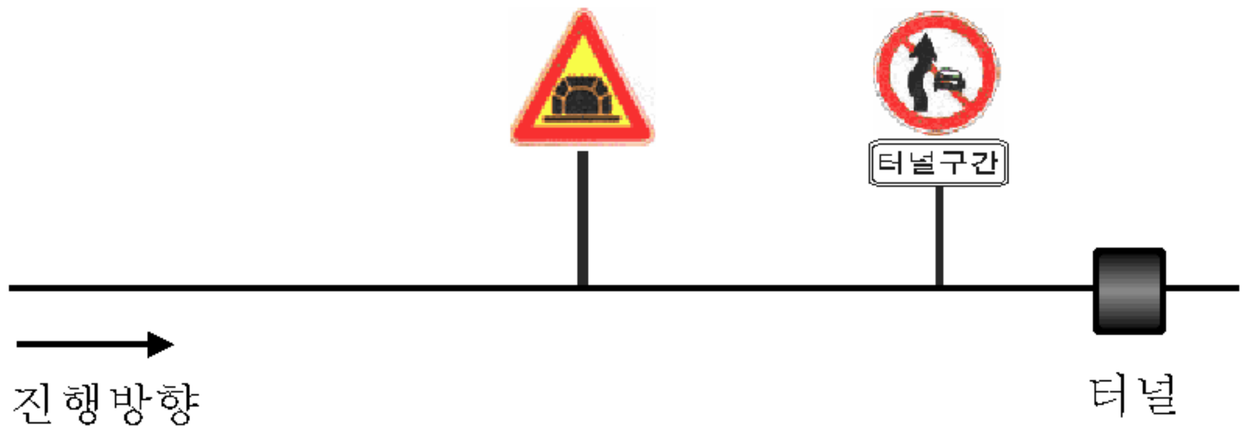
○ 우회전금지표지는 노즈부 지점에 단주식으로 지면으로부터 표지판 밑면까지의 높이를 1.6m로 조정하여 설치

○ IC내의 진출·진입구간 우합류도로표지와 우회전금지표지는 별개의 지주에 설치함을 원칙으로 하되, 설치 간격이 짧은 경우에는 동일지주에 병설 가능. 다만, 반드시 단주식(가로등 활용 가능)으로 1.6m 높이 유지



나. 터널입구 교통안전표지

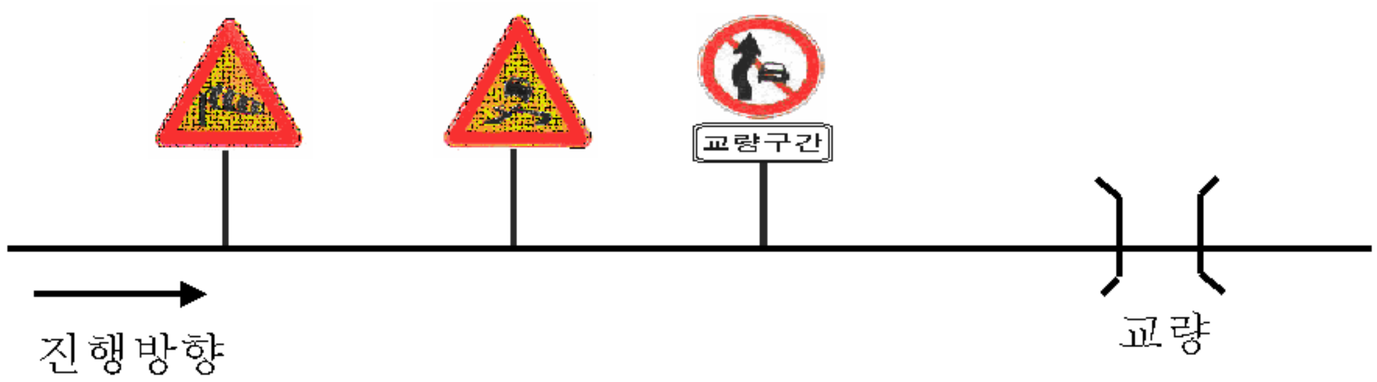
○ 터널입구의 교통안전표지는 차량진행방향에서 터널표지, 앞지르기금지 표지의 순서로 설치토록 정비



○ 터널이 직선구간에 설치되어 있는 경우에는 터널주의 표지는 철거 (종단 및 평면 곡선반경이 지나치게 심한곳이나 수목, 기타 장애물로 인해 터널 인식이 곤란한 경우 설치)

다. 교량부 교통안전표지

○ 교량구간의 교통안전표지는 횡풍표지, 미끄러운도로표지, 앞지르기금지 표지의 순서로 설치되도록 정비

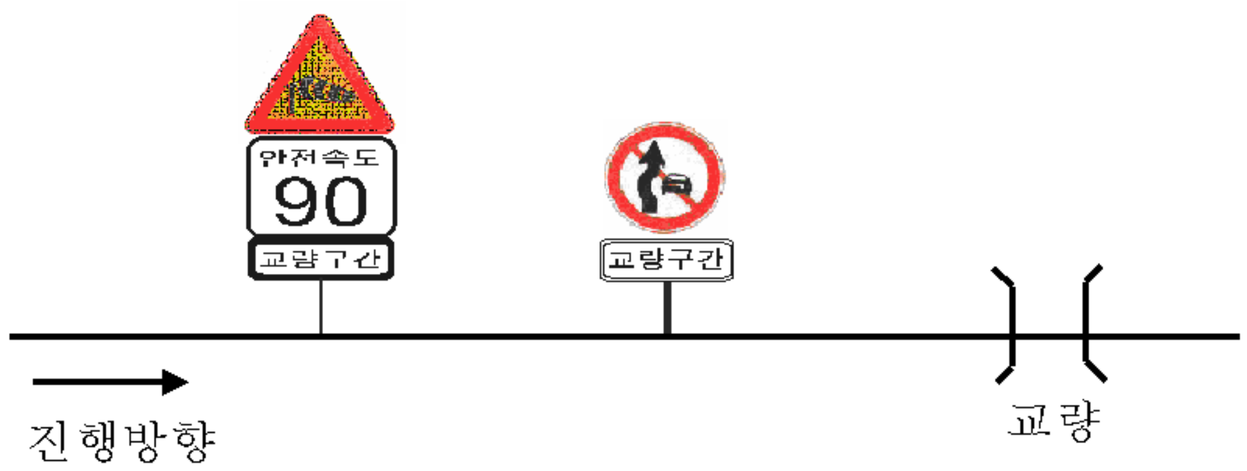


○ 주행중인 차량이 횡풍으로 인해 차로이탈·충돌사고 등을 유발할 우려 높은 지점인 경우에는 횡풍표지를 존치하고 여타 지역에 설치되어 있는 횡풍표지는 철거(현장 상황에 따라 설치)

○ 눈·비·서리 등으로 인한 수막현상이나 노면결빙 등의 우려가 있는 내리막 커브구간의 교량에는 미끄러운 도로표지 설치

○ 횡풍표지와 미끄러운도로표지는 교량전방 100~200m지점에 설치하여 운전자에게 사전 경각심 제고

○ <u>**안전속도 보조표지**</u>는 <u>**미끄러운도로·횡풍 등 교량구간의 주의표지에 병설**</u>하고, <u>**터널 구간에는 설치하지 않도록 조치**</u>
(안전속도(507번)는 최고제한속도에서 10㎞/h를 뺀 속도 적용하고 거리 보조표지(502)는 '교량구간'으로 기재)

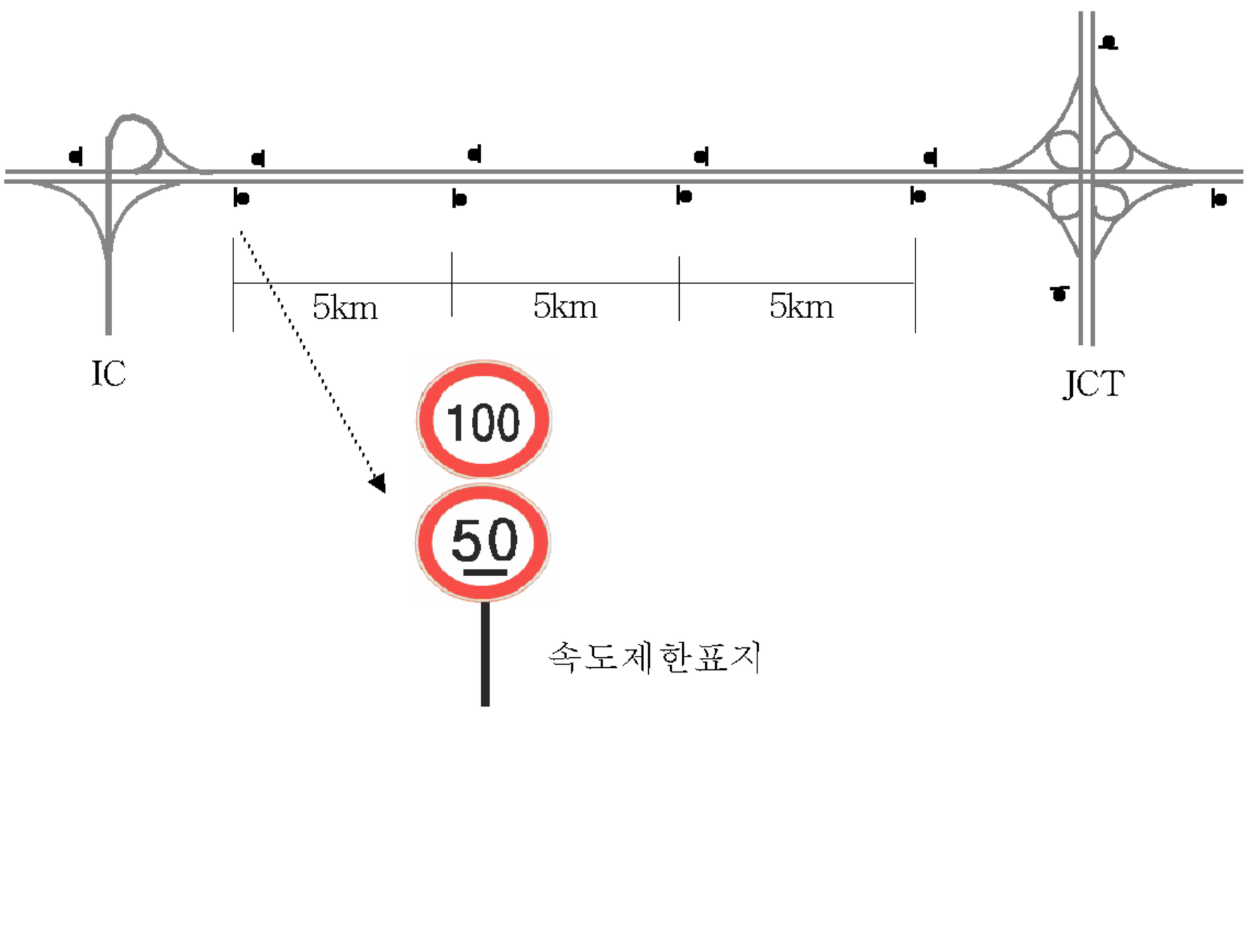


※ 교량 및 터널 구간 추월금지 항목 삭제에 대한 검토의견 : <u>교량구간에 대해서는 앞지르기를 허용할 필요성이 있는 것으로 판단되어 향후 법개정 시 긍정적으로 검토할 예정</u>이며, <u>터널의 경우는 조명 차이 등 사고우려가 높아 종전과 같이 앞지르기를 금지할 필요가 있는 것</u>으로 판단

라. 최고최저 속도제한 교통안전표지

○ 교량 및 터널구간의 최고속도 제한표지는 삭제하고, 교차로 진입 후 100m이내 지점에 최고최저 속도제한표지를 설치하며(차간거리 확보표지 병행 설치)

○ 5km 간격으로 최고최저 속도제한표지를 고속도로 갓길부에 추가 설치하되 중복되거나 설치가 불가한 장소에서는 생략(차간거리 확보표지는 생략)



4. 추진 계획

가. 신설, 확장노선

○ 추진방법 : 준공전에 경찰청과의 교통안전표지 협의시 설치

○ 소요예산 : 건설사업비

나. 기존 노선

○ 지역본부별 정비개소(금액) 파악 및 예산확보

○ 2003년도 예산 반영후 일괄정비

감 사	사 장
기술검사	

★기 안	◉팀 장	처 장	본부장	부사장
윤기환			전결	

협 조		
	건설계획처장 : 백석봉	건설관리처장 : 양희용
	설계처장 : 이동희	기술심사실장 :

휴게소 주차장 경사(기울기) 설계기준변경

문서번호	시설건 09111-340
보존기간	5년
결재일자	2002. 9. 12.

2002. 8.

한국도로공사

KOREA HIGHWAY CORPORATION

시 설 처

==========

1. 검토 목적

고속도로 신설 및 확장 구간에 신축되는 휴게소 건물배치시 주차장 경사기준과 건물 계단 설치 기준간에 상호 배치되는 점이 있어, 이용 고객의 불편을 최소화 되는 방법으로 설계기준을 검토 조정코자 함.

2. 현 주차장 경사 및 건물 계단 설계기준

- 주차장 설계기준 (도로 설계요령 부대시설 편)
  - · 주차차량의 가로방향 (종단경사) : 3% 이하
  - · 주차차량의 세로 방향 (횡단경사) : 2% 이하
  - · 주차장과 시설 전면의 광장과는 높이차가 생기지 않도록 조성 원칙

- 건물 계단 설계기준 (시설건 12101-779, '99.10.4)
  - · 주차장 과 건물부지 높이차 0.15~0.3 M (계단수 1~2단)

3. 주차장 경사 과다시의 문제점

- 주차장 종단 경사 과다로 인한 건물계단이 편중 과다 발생되어 고객 사용불편 및 안전사고 발생 예상

- 주차차량의 자연 미끄럼 현상으로 위험 내재

==========

4. 주차장 종단 경사에 의한 건물계단 현황

- 대형 :건물길이 100M 기준

구 분	경사적용 시점부		중 앙 부		경사적용 종료부		비 고
	높이(m)	계단 (단수)	높이(m)	계단 (단수)	높이(m)	계단 (단수)	
0.5%이하	±0	불필요	0.25	2	0.5	4	
1.0%이하	“	“	0.5	4	1.0	7	
1.5%이하	“	“	0.75	5	1.5	10	
2.0%이하	“	“	1.0	7	2	14	
2.5%이하	“	“	1.25	9	2.5	17	
3.0%이하	“	“	1.5	10	3	20	

- 중형 : 건물길이 80M 기준

구 분	경사적용 시점부		중 앙 부		경사적용 종료부		비 고
	높이(m)	계단 (단수)	높이(m)	계단 (단수)	높이(m)	계단 (단수)	
0.5%이하	±0	불필요	0.2	1	0.4	3	
1.0%이하	“	“	0.4	3	0.8	6	
1.5%이하	“	“	0.6	4	1.2	8	
2.0%이하	“	“	0.8	6	1.6	11	
2.5%이하	“	“	1.0	7	2.0	14	
3.0%이하	“	“	1.2	8	2.4	16	

5. 유사시설 경사기준 검토

- 도로배수의 최소경사(도로설계요령 도로계획편) : 0.3 ~ 0.5%
- 아파트 단지 주차장 경사 (주택공사) : 2%
- 조경포장부문 광장 경사 (조경공사 표준 시방서) : 0.5 ~1%
- I.L.P 블록 재료특성상의 광장경사 : 0.5~1%

6. 우리공사 휴게소 적정 경사기준 검토

- 휴게소 이용객의 최적의 계단 높이는 건물 중앙부를 기준으로 0.15 ~ 0.3M (계단 단수 1~2 단) 임
- 계단 1~2 단으로 유지키 위해서는 주차장 종단경사가 0.5% 이하로 조성되어야 함
- 횡단경사는 종단경사 조정에 의한 배수처리 원할을 위하여 현행 2%이하 유지

7. 설계 기준 변경

구 분	현 행	변 경	비 고
종단 경사	3 % 이하	0.5 % 이하	
횡단 경사	2 % 이하	2 % 이하	기준은 현행대로 유지하고 분리녹지대측으로 일방향 배수
주차장과 건물부지의 높이차	-주차장 설계기준: 원칙적으로 높이차가 발생되지 않도록 조성 -건물계단 설계기준: 0.15~0.3 M	부지 중앙부를 기준으로 0.15~0.3 M 높이로 조성 원칙	건물부지 수평과 주차장 종단경사에 의하여 발생되는 높이차이로서, 현장 여건상 부득이한 경우에는 실정에 맞추어 조정

※ 건물부지는 주차장 종단경사 높은 지점을 기점으로, 건물이 배치되는 중앙부기준 좌우측50M는 수평으로 조성하고,녹지 및 기타부대시설 부지는 배수를 고려하여 경사에 맞추어 적정높이로 조성(별첨도면참조)

8. 향후 추진 계획

- 향후 설계 및 발주예정인 휴게소는 변경설계기준 적용
- 공사중인 휴게소(41개소)는 기준에 맞도록 조치하되 불가피한경우 현장여건에 맞게 최대한 하향 조정

붙임 : 가. 기설계된 휴게소 주차장 경사(기울기) 현황 1부
나. 참조 도면 1부

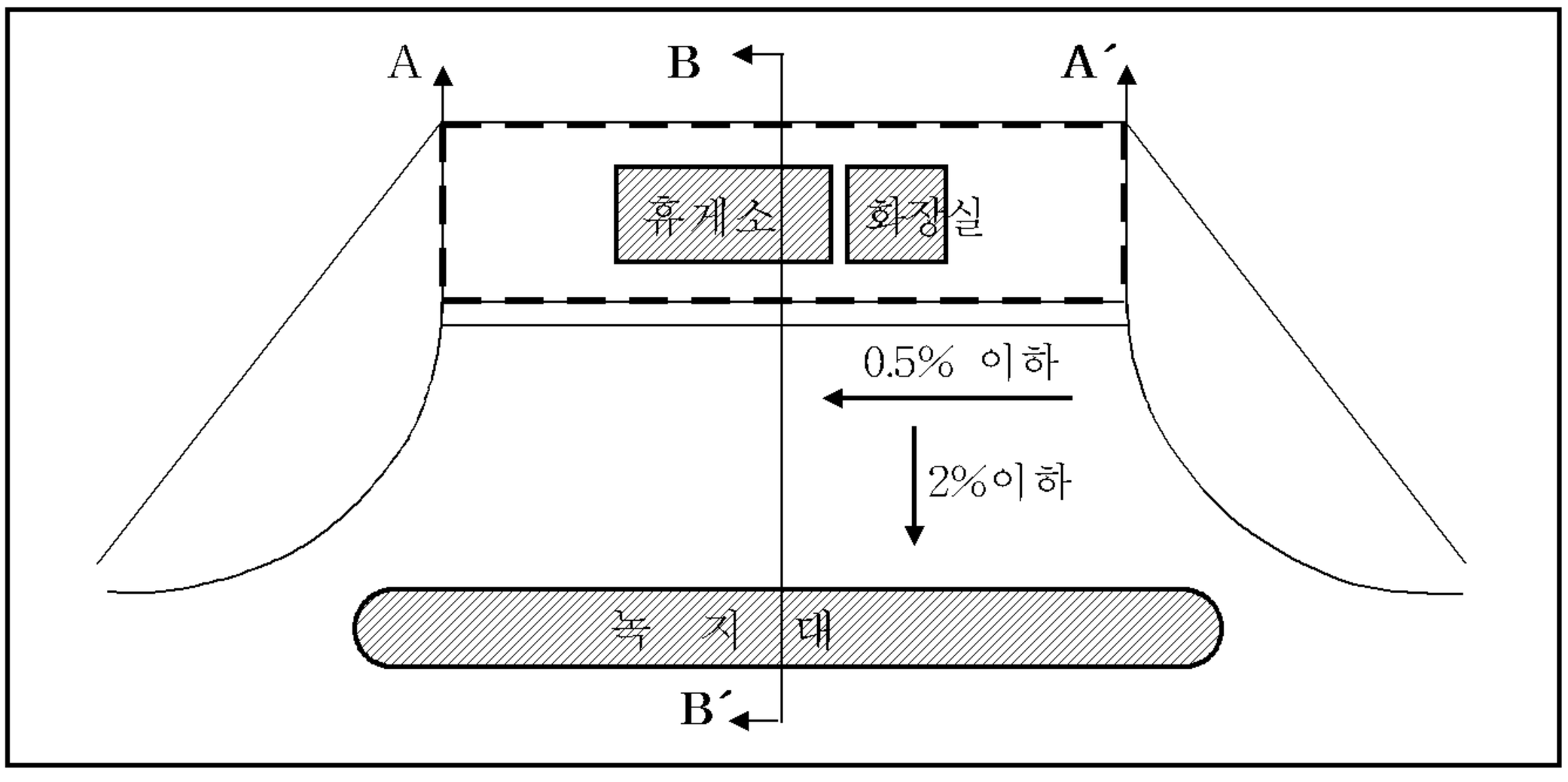
기설계된 휴게소 주차장 경사(기울기)현황

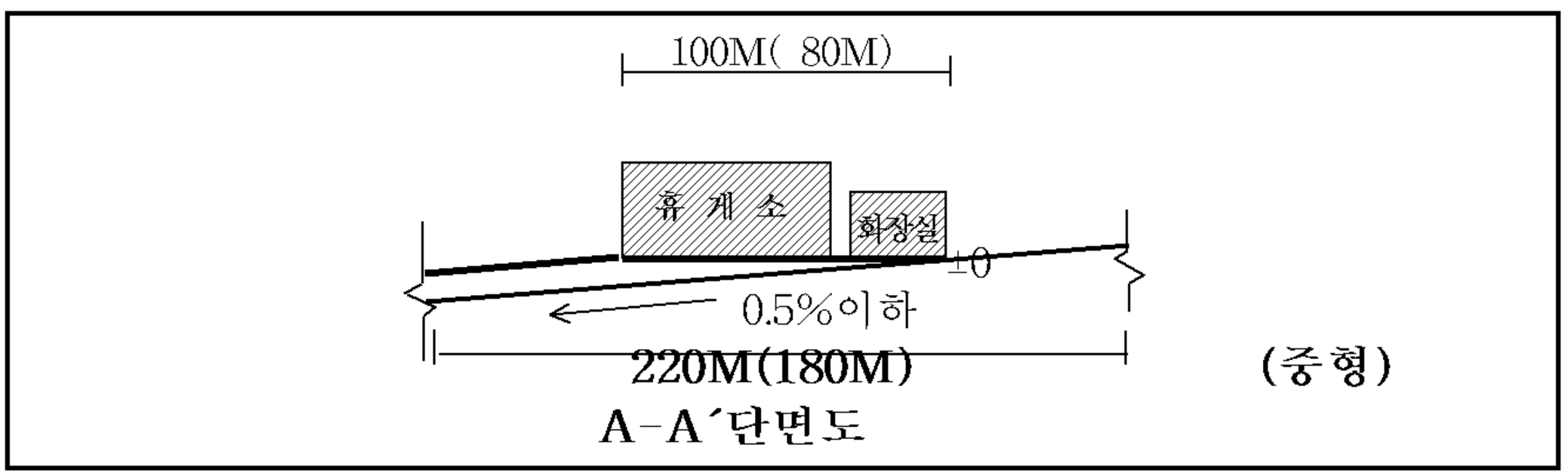
(단위: %, m)

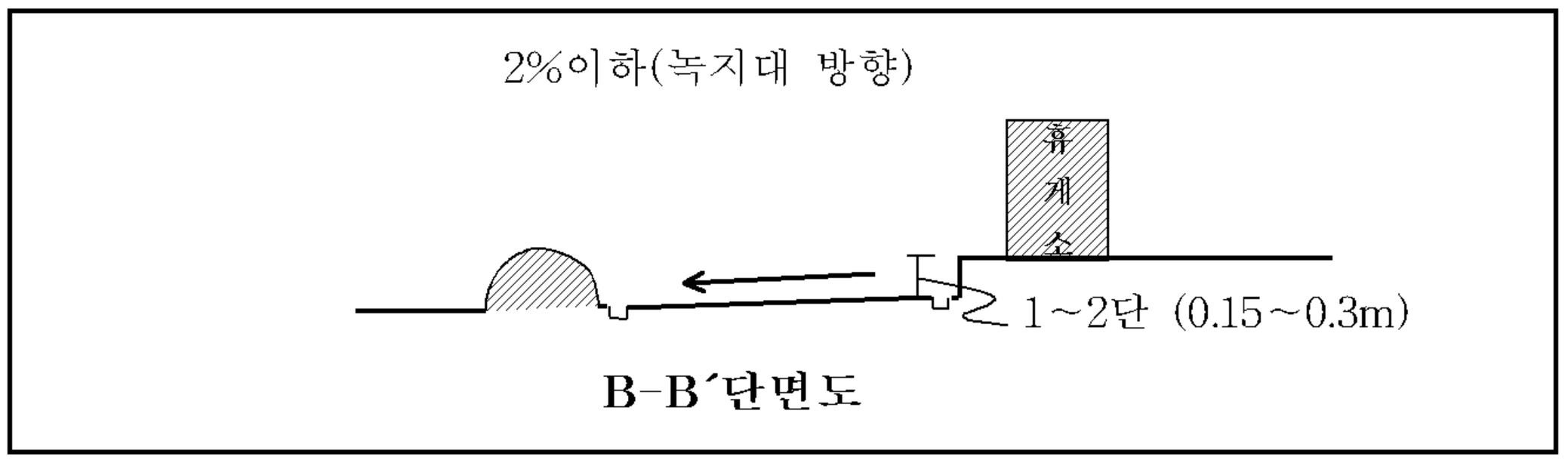
노 선	휴게소명	종단경사 (건물길이방향)	횡단경사 (도로직각방향)	건물부지높이 (최고높이)	비고
대구 – 포항	와촌(하)	2.0	2.0	2.4	조정검토
	청통(상)	1.0	0.5	0.3	〃
	영천(상)	1.0	1.5	1.4	〃
	영천(하)	2.0	1.5	0.3	〃
부산 – 울산	장안(상)	0.3	0.5	0.5	
	장안(하)	0.5	0.5	0.5	
진주 – 통영	연화(상)	1.25	0.44	0.5	조정검토
	연화(하)	0.5	0.5	0.5	
현풍 – 김천	성주(상)	0.5	2.0	0.6	
	성주(하)	0.5	2.0	0.6	
	용암(상)	1.47	2.0	0.6	조정검토
	용암(하)	1.5	2.0	0.6	〃
청원 – 상주	괴산(상)	0.5	2.0	5.27	높이조정
	괴산(하)	0.5	2.0	0	〃
	문경(상)	0.5	2.0	1.55	높이조정
	문경(하)	0.5	2.0	1.55	〃

노선	휴게소명	종단경사 (건물길이방향)	횡단경사 (도로직각방향)	건물부지높이 (최고높이)	비고
청원 - 상주	속리산(상)	2.0	2.0	0.2	조정검토
	속리산(하)	1.97	2.0	0.2	〃
	문의(상)	0.50	2.0	1.0	
	문의(하)	0.50	2.0	1.0	
	상주(상)	0.73	1.0	0.5	조정검토
	상주(하)	0.73	1.0	0.5	〃
익산 - 장수	완주(상)	2.7	1.5	3.7	〃
	완주(하)	2.4	1.5	3.3	〃
	마이산(상)	1.0	1.0	-	〃
	마이산(하)	0.43	0.9	-	
대전 - 당진	공주(상)	2.0	0.46	0.3	조정검토
	공주(하)	0.5	0.46	0.4	
	신풍(상)	0.5	0.2	1.0	
	신풍(하)	0.5	0.2	1.0	
	예산(상)	1.02	0.0	0	조정검토
	예산(하)	1.02	0.0	0	〃
	면천(상)	1.7	2.0	1.0	〃
	면천(하)	1.7	2.0	1.0	〃
공주 - 서천	청양(상)	0.75	0.5	0.4	〃
	청양(하)	0.9	0.5	0.4	〃
	부여(상)	0.5	2.0	0.5	
	부여(하)	0.5	2.0	1.2	
강릉 - 동해	동해(하)	1.5	2.0	1.5	조정검토
	구정(상)	0.5	2.0	1.1	
	구정(하)	0.5	2.0	0.9	

□ 휴게소 주차장 경사 개요도







감 사
김영락

기 안	부 장	처 장	본부장	부사장	사 장
장희	김성철	김기수	전결		조서원

협조	
건설계획처장: 방석봉	건설관리처장: 이동희
기술심사실장: 이상로	민자사업처장: 성재영
설계처장: 이동희	

문서번호	교통관08109-279
보존기간	-
결재일자	2002. 9. 13
공개여부	공개

문형식표지 설치기준 검토

2002. 9.

목 차

1. 배 경
2. 검토대상
3. 문제점
4. 검토방법
5. 검토방안
6. 조치계획

한국도로공사
KOREA HIGHWAY CORPORATION
교 통 처

문형식표지 설치기준 검토

1. 배 경 : 문형식 표지에 대한 표지수 및 글자수의 과다로 판독성과 시인성이 저하되어, 문형식 표지에 대한 효율성이 떨어지므로 이용객의 불편과 혼란이 없도록, 이를 체계적으로 보완코자함

2. 검토대상

- o 편도 4차로이상 도로의 문형식 출구예고표지(2km, 1km)
- o 편도 3차로이상 도로의 문형식 이정표지
- o 방향안내표지의 표기 문안

3. 문제점 :
- o 문형식 표지의 표지수 및 안내지명 과다로 판독성 저하
- o 표지규격의 획일화로 출구안내지명 과다시 시인성 저하
- o 문형식 이정표지 설치시 비경제적
- o 안내지명이 익숙치 않을 경우 교차로에서 방향감각 상실

4. 검토방법

- o 안내표지 설치 수량 및 규격의 적정성
- o 안내지명 표기방법 및 배열의 합리성
- o 경제적인 문형식 이정표지 설치방안
- o 합리적인 안내체계 개선방안

5. 검토 방안

가. 안내표지 설치 수량 및 규격의 적정성

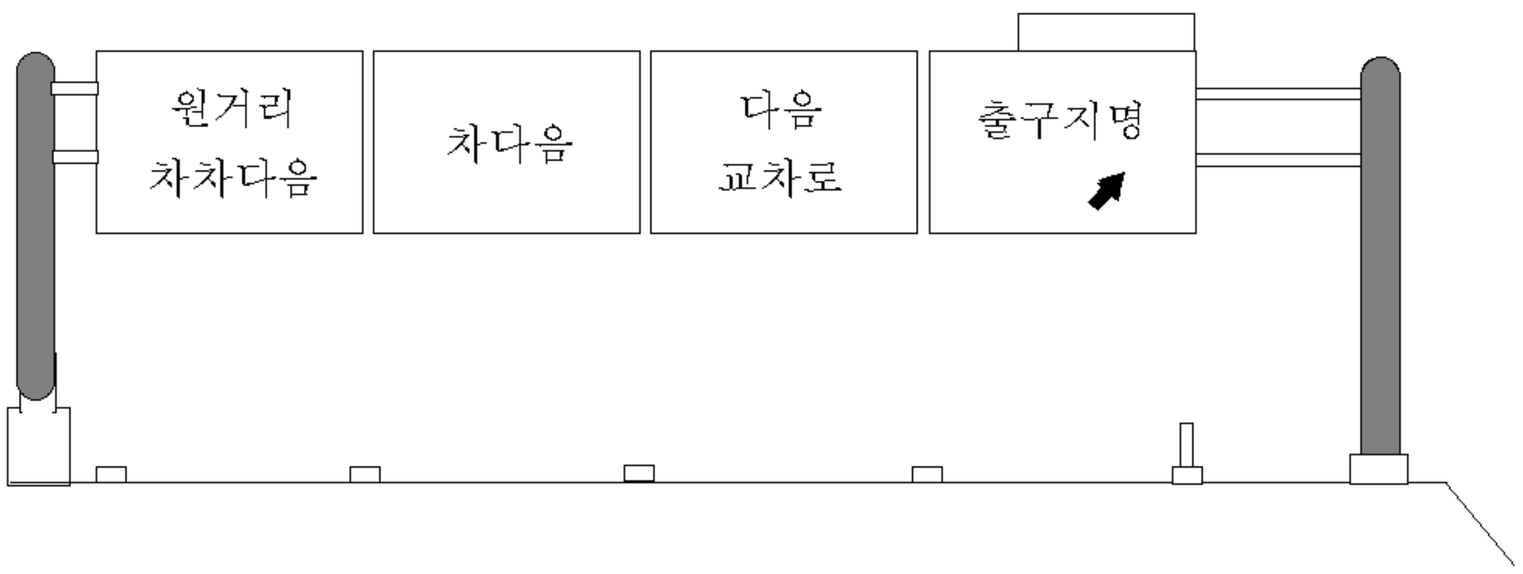
○ 편도 4차로 구간의 문형식 표지 조정

- 표지판수 4개 ⇒ **3개**

- 출구방향 표지규격 확대(출구가 2개일 경우는 직진방향 표지 규격 확대) : 3.3mx2.8m ⇒ **5.6m×2.8m**

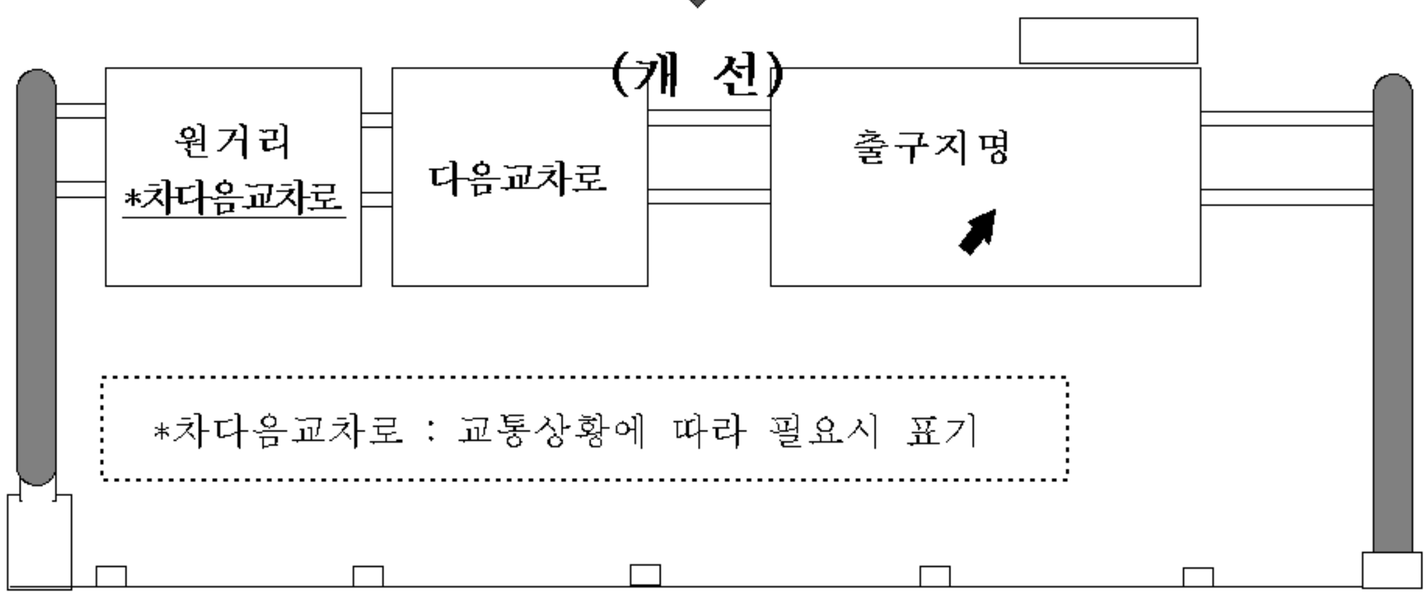
- 고속도로 안내지명 표기시 개선안의 기본형태 유지

- 문형식표지 변경 예시도(편도 4차로 표지의 경우)



(현 행)

(개 선)



나. 안내지명 표기방법 및 배열의 합리성

o 다음교차로 안내표지의 지명이 JCT일 경우

: - 연결되는 고속도로의 노선명 추가 표기(로마자 미표기)

- 글자수가 많을 경우 “OO선”으로 표기(서울외곽선,서해안선..)

(예시 : 편도4차로)

o JCT에서 연결되는 다른노선을 안내할 경우

: 광역시 이상의 대도시명(서울,부산,대구,대전,광주 등) 또는 노선의 시종점 도시명(춘천,강릉,목포 등) 사용

※ (예시) 서울외곽선에서 서해안고속도로 안내지명을 **“당진”→“목포”** 로 변경

o 해당출구 방향표지의 노선번호 위치변경(공간 추가확보 가능)

- ‘02년 도로표지규칙 반영 예정

현 행	변 경

다. 경제적인 문형식 이정표지 설치방안

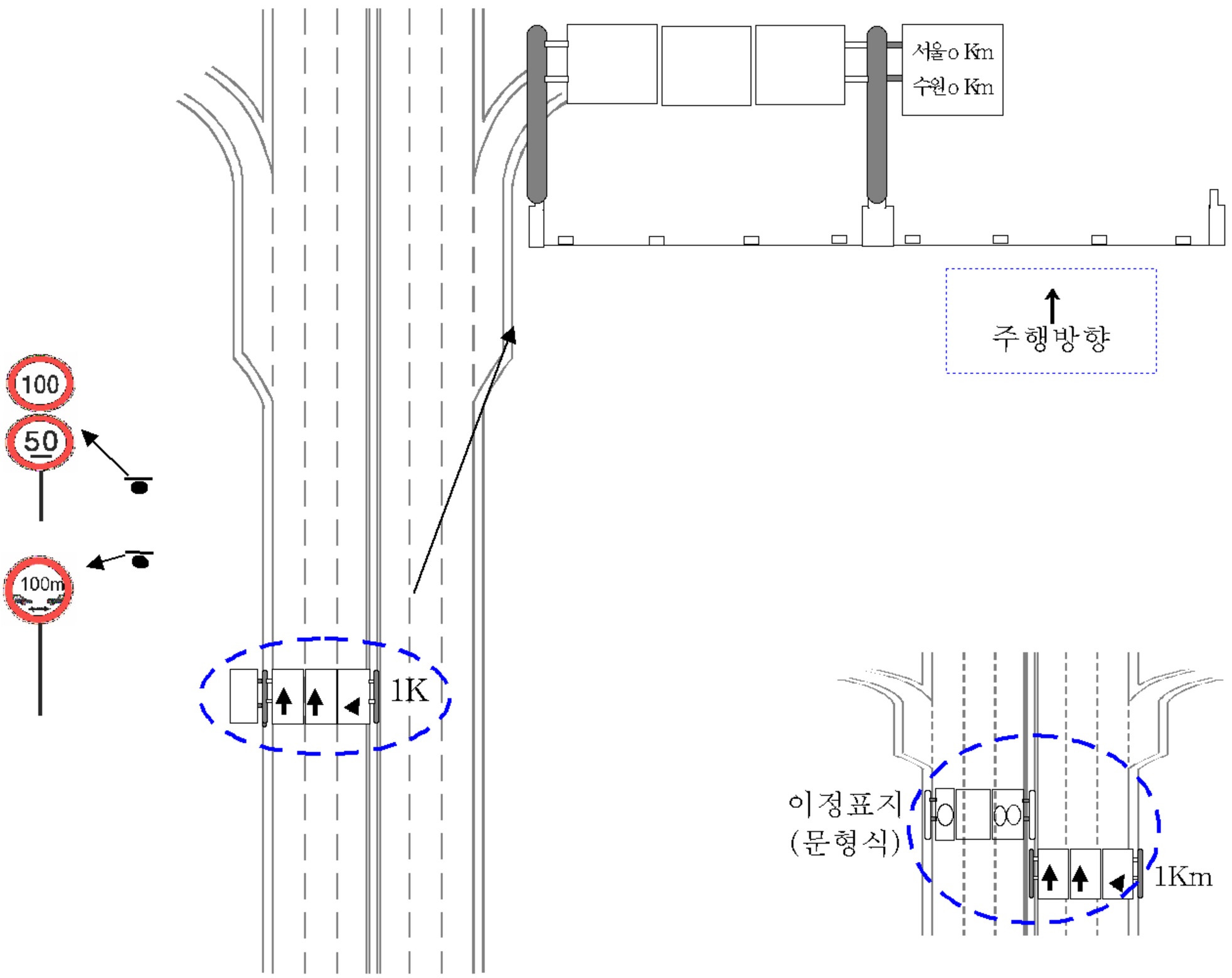
○ **설치기준** : 고속도로 진입후 1km이내 지점에 설치

※ 편도 3차로 이상일 경우 문형식으로 설치

○ **개선방법** : 반대 방향 출구(1km지점)에 설치하는 문형식 출구 예고 표지의 지주(중분대측)를 활용하여 이정표지를 설치

- 설계도면 보완후 신규 설치되는 문형식 표지부터 적용
- 통과높이 5.0m이상 확보
- 설계처의 표준도 보완후 '03년부터 적용

※ 구조 및 시공 문제상 기존 문형식 표지는 개선방법을 적용치 않음



(현 행)

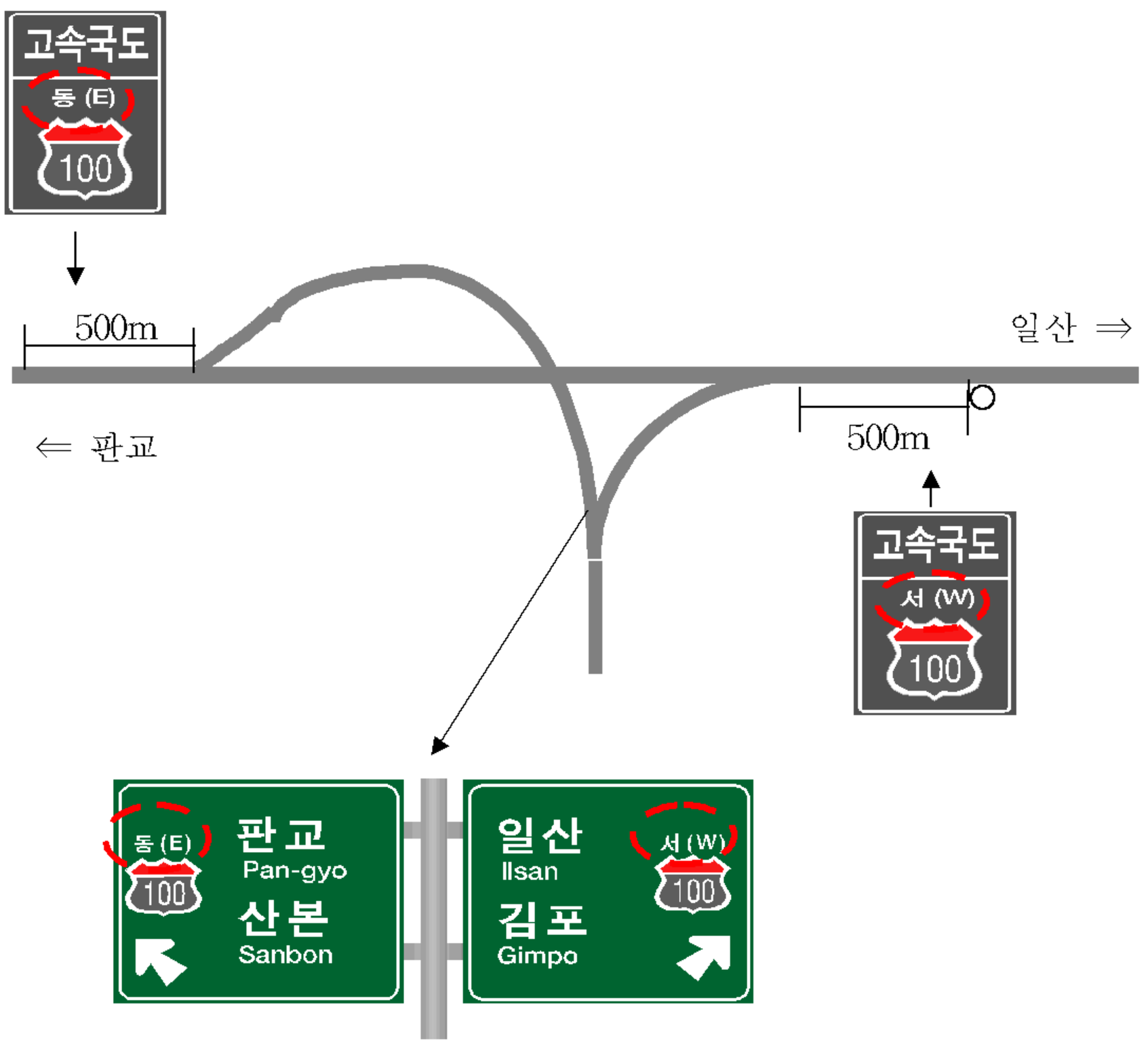
라. 합리적인 안내체계 개선방안

○ 안내표지 노선번호 상단에 **동서남북 방향표기**

- 동서남북 방향은 표지판의 안내상황에 따라 선택적으로 적용
- '02년 도로표지규칙 개정 예정

○ 고속도로 진입후 500m이내에 설치되는 **노선표지와 병행**시 안내 기능 향상(시범설치후 확대적용 : 교통관08109-30944, '02.8.13 참고)

[설치 예시도]



6. 조치 계획

가. 기존 도로

: 이용객의 혼란예방과 예산을 고려하여 단계별 정비

○ 1단계 : 조남·안현·일직JCT 부근 안내표지 정비**(별첨2)**

○ 2단계 : 시설개량 등 해당구간 문형식표지 정비시 포함 시행

나. 신설, 확장 도로

○ '03년 준공예정 도로 : 개선된 기준 적용

※ 이정표지 : '02 교통전환 등의 사유로 불가피할 경우 기존 기준적용

○ '02년 준공예정 도로 : 자체판단에 의거 가능한 사항 적용

다. 기 타

○ 설계처 협조사항

- 이정표지 설치용 문형식 지주에 대한 표준도 보완
- 실시설계시 변경사항 설계반영

붙 임 : 1. 차로별 문형식 지주의 부착표지 기준도

2. 조남·안현·일직JCT 위치별 안내표지 검토내용

【별 첨 1】 차로별 문형식 지주의 부착표지 기준도

□ 편 도 2 차 로 도 로

○ 출구 1개일 경우

○ 출구 2개일 경우

□ 편 도 3 차 로 도 로

○ 출구 1개일 경우

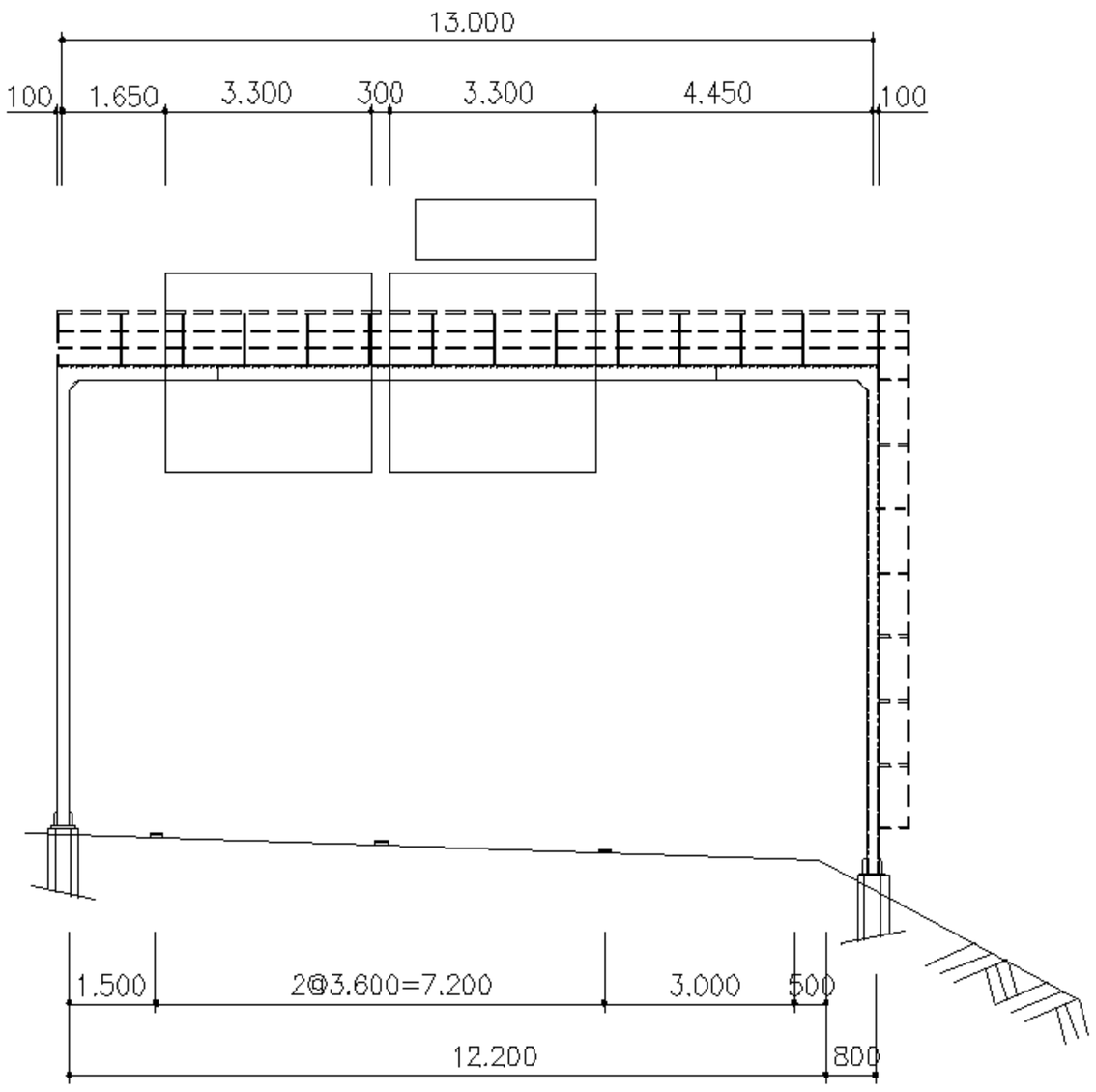
○ 출구 2개일 경우

□ 편 도 4 차 로 도 로

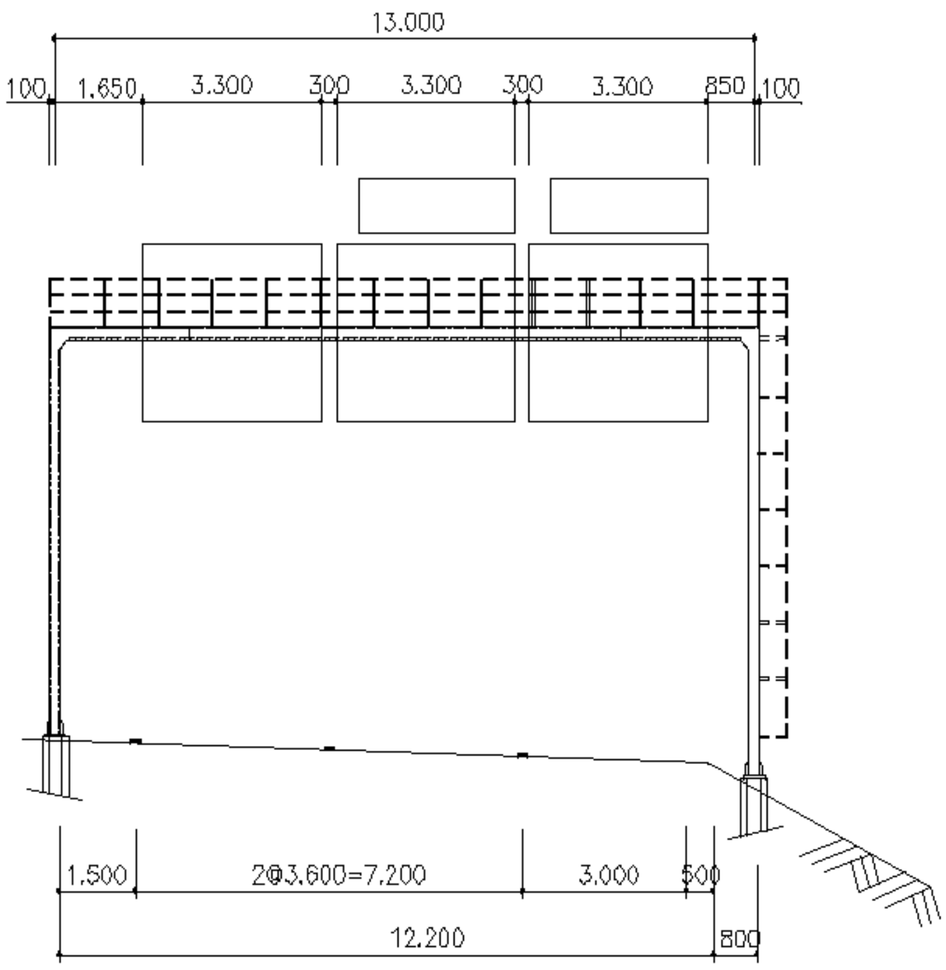
○ 출구 1개일 경우

○ 출구 2개일 경우

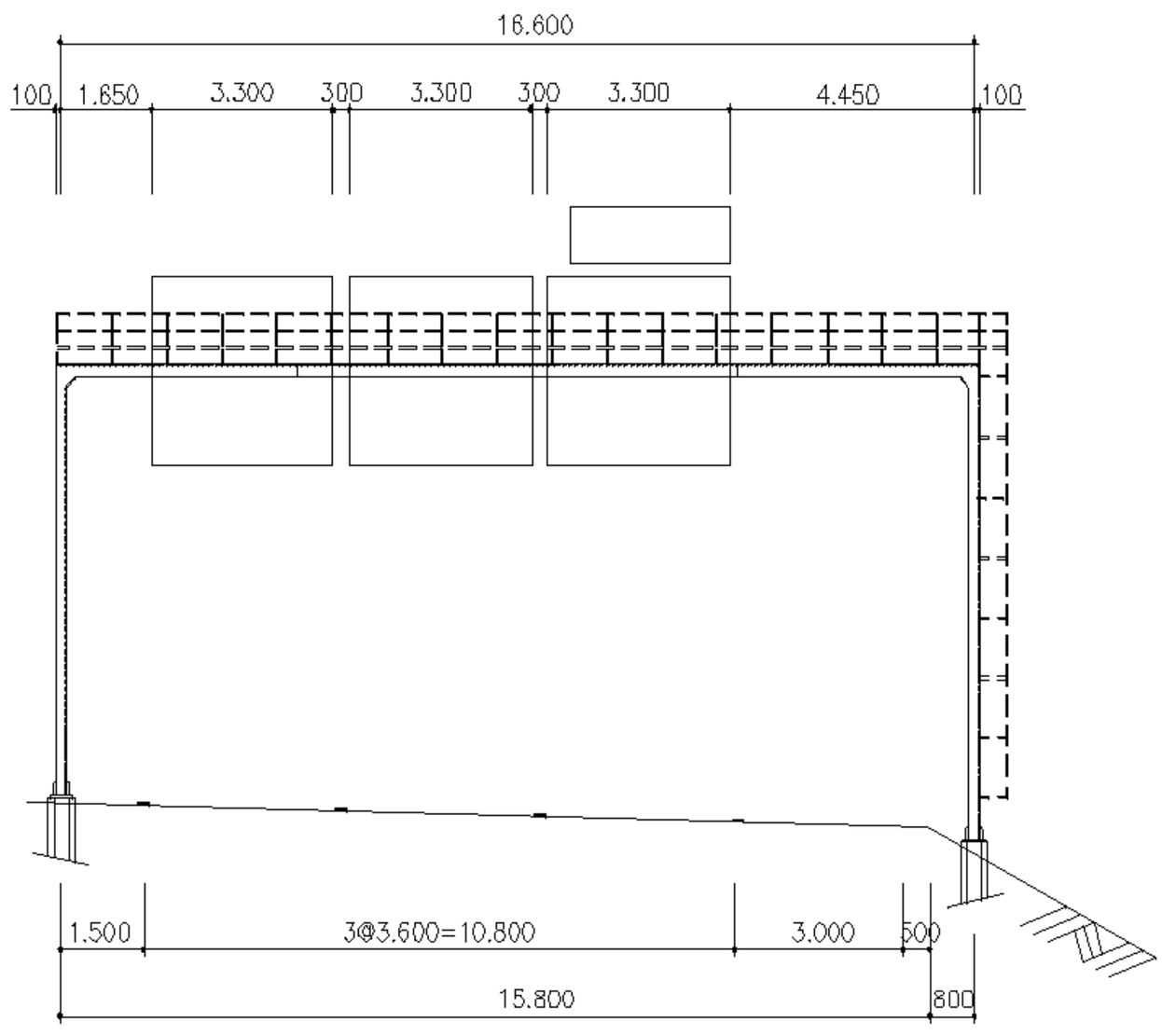
□ 1,2차 출구예고표지(편도 2차로용 출구 1개일 경우)



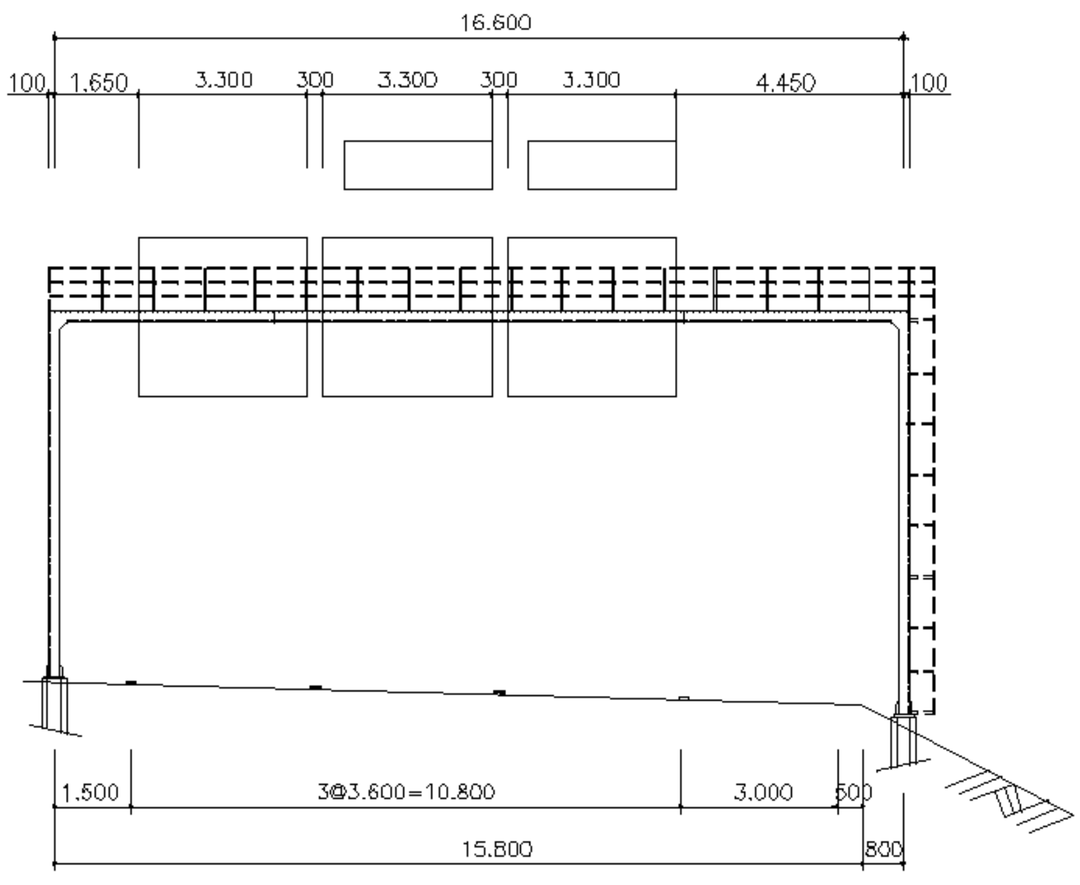
□ 1,2차 출구예고표지(편도 2차로용 출구 2개일 경우)



□ 1,2차 출구예고표지(편도 3차로용 출구 1개일 경우)

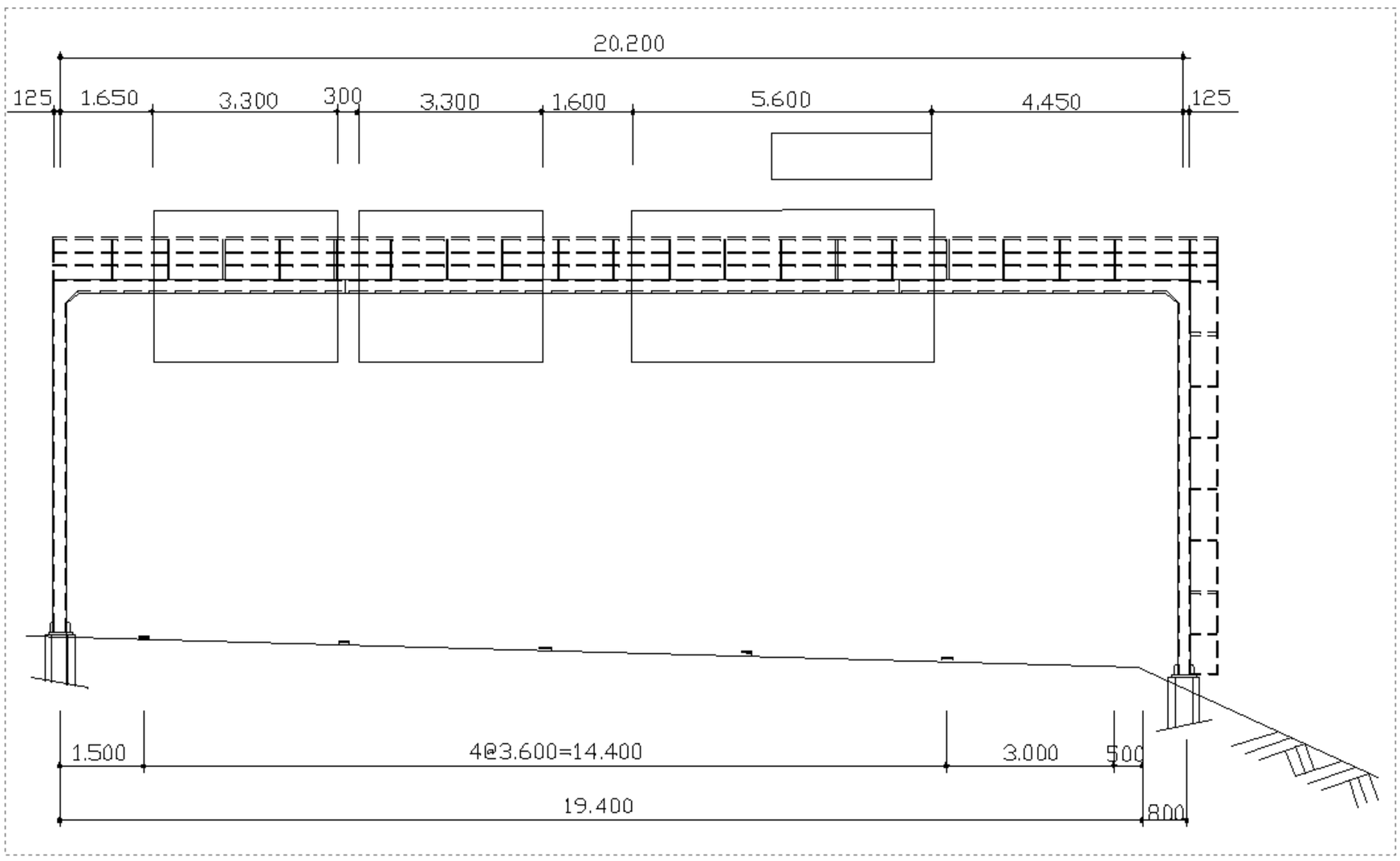


□ 1,2차 출구예고표지(편도 3차로용 출구 2개일 경우)



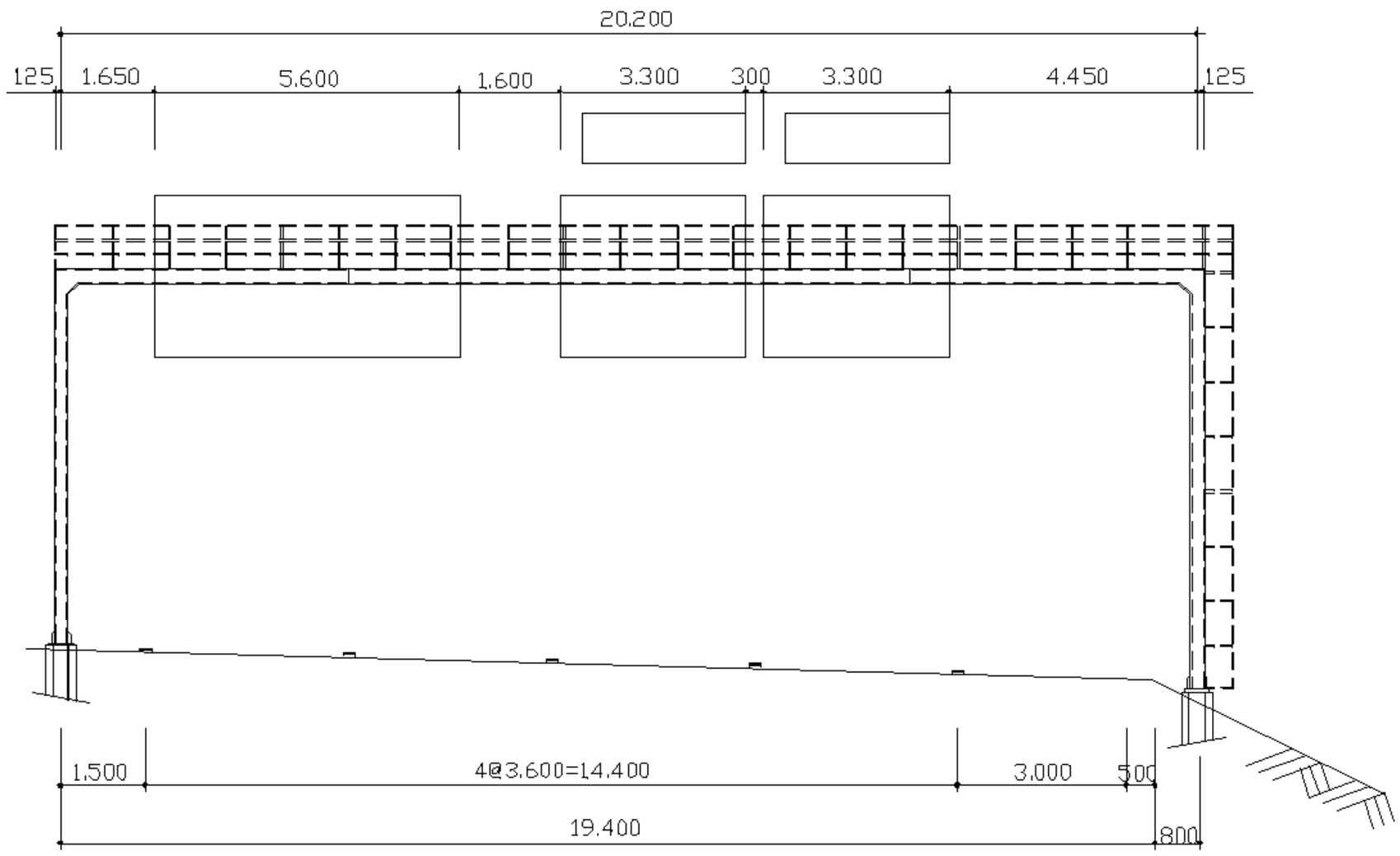
□ 1,2차 출구예고표지(편도 4차로용 출구 1개일 경우)

- 3.3 × 2.8 m ⇒ 5.6 × 2.8 m



□ 1,2차 출구예고표지(편도 4차로용 출구 2개일 경우)

- 3.3 × 2.8 m ⇒ 5.6 × 2.8 m



2-59 교량 고강도 철재 방호울타리 설계지침

방 침
설 계 실
10201-539
('02.10.21)

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 파이프 φ125mm×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 SB7	· 도로가 타도로와 교차되는 등 특수구간 · 특수 중차량 통행이 많은 구간 · 일반적으로 추천하는 등급 SB6 · 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)일본융융아연도금협회에서 10년간('64.~'74.)의 대기폭로시험 결과로부터 계산하였음

○ 추정내용년수는 도금피막의 90%가 소모될때까지의 기간을 나타냄

기 안	부 장	처 장	본부장
김장우	확인	강재수	결재
협 조			

문서번호	교통안08201-328
보존기간	10년
결재일자	'02. 10. 30
공개여부	공 개

충격흡수시설 정비방안 검토(안)

목 차

Ⅰ. 검 토 목 적
Ⅱ. 설 치 기 준
Ⅲ. 정 비 방 안
Ⅳ. 기 타
Ⅴ. 조 치 계 획
※ 별첨 : 세부검토내용

도 로 처 장 : 강재수
설 계 처 장 : 이홍희
도로연구소장 : 김장우

한국도로공사
KOREA HIGHWAY CORPORATION
교 통 처

Ⅰ 검토목적

충격흡수시설 설치기준을 검토하여 필수 설치대상을 제시하고, 시설유형별 안전대책을 검토하여 안전시설물 정비를 통한 합리적인 시설물관리로 안전한 고속도로 구축에 노력하고자 함

Ⅱ 충격흡수시설 설치기준

1. 근거

o 건교부 “도로안전시설 설치 및 관리지침”의 충격흡수시설편

2. 설계기준

o 시설성능기준

시설은 탑승자와 충돌차량을 효과적으로 보호할 수 있어야 하고, 실물 차량충돌 시험을 시행하여 건교부 성능기준을 만족하여야 함

o 설치대상 유형

- 연결로 출구 분기점
- 요금소전면
- 방호울타리 단부
- 터널 입구
- 교대·교각앞
- 옹벽·곡선부의 내리막 경사구간
- 기타 충돌로 인한 인명과 시설 보호가 필요한 장소

o 시설선정방법

설치장소의 도로·교통조건, 길이와 폭, 충격흡수시설의 수행도, 경제성(초기설치비, 유지관리비)등을 고려하고 가드레일, 방호벽등의 대안을 검토후 적용시설 결정

Ⅲ 충격흡수시설 정비방안

1. 기본사항(세부검토내용 : 별첨참조)

- 도로안전은 **연속적·일관적·단순한 도로형태가 가장 바람직**하며 부득이 자체기하구조·부대시설로 안전성 확보가 곤란한 경우 부가적 안전시설 설치

- 충격흡수시설은 차량이 **도로상의 강성구조물과 충돌**시 충격완화 및 방향교정을 위한 시설물로 녹지대 여유공간이 확보되고 전면 가드레일이 설치된 경우 추가 시설물 설치는 불필요

- 분기부 돌출시설이 콘크리트 등의 강성시설인 경우 차량충돌시 대형피해가 발생되므로 충격흡수시설 설치가 바람직

- 저속 주행구간에 위치한 요금소의 충격흡수시설은 효과가 미흡

2. 도로 자체 부대시설을 활용하여 안전성 확보

교대·교각앞, 방호울타리 단부, 터널·옹벽 전방 등에서는 가드레일, 방호벽(PE방호벽 포함)을 설치하여 안전성 확보

3. 충격흡수시설 설치 대상

도로시설이 연속되지 않은 치명적 사고발생 우려 지점

- **연결로 출구 분기점**

  분기부시설이 강성구조물(방호벽, 옹벽 등)인 경우의 노즈 전면 대부분 교량 연결구간에 위치

- **본선 요금소 전면**

  Hi-pass부스 전면과 본선상의 개방식 요금소 아일랜드 전면

- 대형사고가 빈번하거나 도로관리자의 판단결과 설치 필요지점

Ⅳ 기타 시설유형별 정비방안

1. 연결로 출구 분기점

o 시선유도시설 보완

- 노즈 전방에 **표지병**을 설치하여 시인성증대
- 수도권지역 등 끼어들기가 심한 지역은 **시선유도봉** 설치
- 설치기준 : “도로안전시설 설치 및 관리기준”에 근거

o 단부 안전시설 보완

- 기존 분기부 노즈전면의 라운드레일 미설치부위는 조속 정비
- 내리막구간 및 사고피해가 우려되는 구간은 단부 라운드레일 강도 및 지주 보강과 노즈후면에 모래둑 설치 등의 방안 조치
- 노즈배면에 근접하여 대형 표지판 지주가 위치시는 현장여건을 감안하여 충격흡수시설을 포함한 안전시설물 보강 검토

2. 요금소 전면

o 시설물 전방에 시인성 증진과 경미한 충돌사고에 대처하기 위한 모래채움 PE 드럼 등의 안전시설 설치

3. 진행방향으로 평행하여 분리되는 방호벽 시점(강동대교 등)

o 본선 고속주행 특성을 고려 사전유도, 차로이탈방지를 위하여, 방호벽 전방에 소분리대와 시선유도봉을 현장실정에 맞게 설치

4. 교각전방·방호울타리·터널입구 등의 안전대책

o **가드레일, 방호벽**등 방호시설을 연속성·견고성 고려 설치

o 차량진행방향 돌출부 전면에 방호시설을 활용하여 선형유도

V 조치계획

1. 충격흡수시설 보강

충격흡수시설 설치대상을 파악하여 '03년도 수선유지비 편성시 반영하고 **'03년 상반기까지 설치완료**

2. 방호시설 정비

기존의 요금소, 터널, 교각 전방에 설치된 PE방호벽·PE드럼중 **훼손된 시설 교체 및 모래충진 정비**

3. 시선유도시설 정비

본문 검토위치의 **사고취약구간**을 대상으로 **시선유도시설 정비**

4. 향후 관리계획

- 안전시설물 관리 및 설계기준의 지속적 연구·검토
  (교통처, 설계처, 도로연구소)
- 충격흡수시설의 표준화·규격화를 위하여 유형별 관리실태 분석 비교를 통한 개선 추진

【별 첨】

세부 검토 내용(참고)

1. 유형별 사고현황 분석 결과

o **출구 분기점**에서 가드레일을 통과하여 표지판 지주 등의 강성 도로시설과 충격한 치명적사고는 거의 없었으며, 미처 출구 연결로로 진입하지 못하고 노즈전면 가드레일 충격후 정지한 사고유형이 대부분

o **본선 요금소** 충돌사고 원인은 대부분이 졸음운전 또는 요금소 전방의 끼어들기로 인한 것으로 주행차로와의 동일한 선상에 위치한 요금소에서 피해가 컸으며, 외측부위 요금소에서 발생한 사고는 대부분 끼어들기로 인한 것이로 사고피해는 경미하였으며, **IC 진출요금소**는 감속 진입상태로 치명적 사고는 거의 없었음

o **터널 전면사고**는 터널 면벽과 공동구 전면을 충격한 사고로써 정면에 돌출된 콘크리트 구조물을 그대로 노출 방치시킨 경우의 충돌사고는 피해가 컸고, 방호시설 보강부위에서의 치명적 사고는 없었음

2. 시설 설치형태 검토

o 연결로 출구 분기점

분기 노즈전방 시설유형은 녹지대와 교량으로 접속되는 두가지 형태이며, 가드레일 또는 콘크리트 강성 방호시설이 설치됨

그림 1. 녹지대 분기부

그림2. 교량 분기부

- **검토내용**
  - 녹지대 전방 가드레일은 연성 시설로써 충격흡수 및 차량유도기능이 있으며, 가드레일 충격후 녹지대내의 도로시설과 충돌 피해발생 우려는 적으므로 별도의 충격흡수시설은 불필요한 것으로 판단됨. 단, 내리막구간과 노즈배면에 근접하여 대형 표지판 지주가 있는 경우는 현장여건을 고려하여 별도 검토 및 조치
  - 강성 방호시설 노출 분기점은 차량충돌시 충격이 크므로 인명피해 방지를 위한 충격흡수시설 설치가 바람직

그림 3. 분기부 가드레일 설치

그림 4. 강성방호시설 전방 충격흡수시설 설치

ㅇ 요금소 전면

요금징수시설과 인명보호를 위하여 요금소 전면에 도로안전시설을 설치토록 하고 있으며, 현재 고속도로에서는 요금소 보호를 위한 콘크리트 아일랜드와의 충돌피해를 최소화 하기 위하여 설치하고 있음

그림 5. 고속도로 본선영업소
(충격흡수시설 미설치)

그림 6. 의왕~과천간 고속화도로 영업소
(충격흡수시설 미설치)

- **검토내용**
  - 본선상에 설치된 요금소에서는 졸음운전으로 인한 고속주행 충돌사고가 빈번하므로 충격흡수시설 설치가 바람직하며, IC 진출부에 위치한 요금소에서는 운전자가 깨어있는 상태 및 감속주행 상태이므로 충격흡수시설은 불필요한 것으로 판단됨

그림 7. 본선영업소 High-pass차로
(충격흡수시설 설치)

그림. 8 IC 진출부 영업소
(충격흡수시설 미설치)

o 터널 전면

면벽식 터널과 높이가 큰 공동구의 전면에서 강성 벽체가 차량 진행방향에 노출되므로 차량 정면충돌시 대형피해 발생

그림 9. 터널 전면 차량충돌 피해

- **검토내용**
  - 전방에 충격흡수시설 또는 방호시설 설치하여 사고예방
  - 현행 대부분 PE방호벽을 시설전면에 맞춰 설치하고 있으며 가급적 가드레일, 콘크리트 방호벽, 옹벽등의 영구시설 설치가 바람직

그림 10. 터널 전면 보완전경

(합성수지형 방호벽)

o 방호벽 단부

고속도로 중분대 및 노측용 방호벽은 연속시키므로 단부의 충격흡수시설은 불필요하며 IC진입부 및 TG전후 방호벽 시점부는 주행속도가 낮으므로 PE방호벽 또는 PE드럼을 설치하고 있음

그림11. 영업소 전방 중분대 단부용 시설 설치전경

그림 12. 진입부 중분대 단부처리 전경

o **교각, 교대 전면**

고속도로 교각 및 교대전면에는 차량 정면충돌방지를 위하여 가드레일, 방호벽을 설치하여 선형 유도 및 충돌사고 방지

그림 13. 본선에 노출된 교각 선형유도 전경 (PC방호벽)

3. 검토결과 요약

o 충격흡수시설 설치 대상은 본선 요금소 전면, 연결로 출구 분기부중 강성시설물 전면과 내리막 구간, 대형 표지판·가로등 지주가 노즈전면에 근접한 출구 분기부등에서 도로관리자가 위험하다고 판단되는 지점으로 검토

o 기타 시설유형에서는 가드레일 및 방호벽 등의 차량방호시설을 활용한 차량충돌사고예방이 바람직

방 침
설 계 실
10201-30385
('02.11.2)

건설사업소 · 공구사무실 운영비품 개선방안 검토

2002. 11.

한국도로공사
KOREA
HIGHWAY
CORPORATION
설 계 처

Ⅰ. 검토목적

건설사업소 및 공구사무실에서 운영되는 비품이 현실에 맞도록 설계 적용방안을 검토하여 개선코자함.

※ 관련근거
'02 정기재물조사 결과통보(재무관 02618-30960호('02. 8.29.))
- 건설사업소 각 공구사무실에 운영되는 비품관련사항
- 건설사업소 설계반영 비품 관리개선방안

Ⅱ. '02 정기재물조사결과 재무처 검토요청 사항

○ 건설사업소 각공구에서 운영되는 다기능 단말기, 전자복사기 등은 설계에 반영된 수량보다 초과 운영되고 있어 **현실에 맞게 수량을 상향조정하여 설계반영** 여부를 검토

○ 건설사업소 가설사무실 및 감독사무실에 비치된 설계반영비품은 **단가산출서상에 손료형식으로 반영된 물품과 비품 단가가 전액 반영된 물품이 혼재**되어 있고, 감독사무실의 경우 단가산출서와 실제 비치된 비품의 종류, 수량 등이 일치하지 않아 공사 준공후 물품소유권의 귀속 및 처리방안에 대한 귀속 및 처리방안에 대한 명확한 기준이 없음

※ 설계반영비품의 종류
- 가설사무실의 건물에 포함된 냉난방 설비
- 감독사무실에 비치된 사무용 가구, 전산비품, 가전제품 등 비품류
- 기타 설계변경을 통해 추가취득 비품

Ⅲ. 건설사업소 각 공구 운영비품 설계적용(안)

품 명	수 량(개)		비 고
	현 행	변경(안)	
케 비 넷	4	4	
파일케비넷	4	4	
책 상	7	7	
의 자	7	7	
옷 장	3	3	
냉 방 기	3	3	사무실 2, 숙소1
응 접 셋	1	1	
T V	2	2	
냉 장 고	2	1	
V T R	1	1	
비디오카메라	1	1	
팩 시 밀 리	1	1	
다기능단말기	1	**3**	감독 3명기준
프 린 터	1	**2**	흑백1, 칼라 1
세 탁 기	1	1	
진공청소기	1	1	
디지털카메라	1	1	
핸 드 폰	1	1	
운 동 기 구	-	**1**	
복 사 기	-	**1**	
스 캐 너	-	**1**	
회의용탁자	-	**1**	
상 황 판	-	**1**	
소화기(수동식)	-	**3**	
정 수 기	-	**1**	
침 구 류	-	**3**	
침 대	-	**3**	
온수보일러	2	2	

※ 다기능단말기는 인원변동에 따라 현장에서 설계변경(1인 1대)

Ⅳ. 운영비품 손료적용 방안

○건설사업소 및 각 공구사무실 운영비품 손료적용은 「법인세법 시행규칙 별표 6」 "업종별 자산의 기준내용년수 및 내용년수 범위표"에 의거 전비품에 대하여 손료적용 공사준공후 시공사 반납

○기준내용년수는 6년으로 함

- 손료 = 공사기간/ 기준내용년수 = 공사기간/6년

현 행	변 경(안)
10 ~ 100% (일부비품 손료 미적용)	모든 비품 손료적용 (공사기간(년)/6년)

○단 공사준공후 재사용이 불가능하거나 소모품적 성격이 강한 비품은 100% 손율적용(상황판, 침구)

Ⅴ. 검토결론

○비품 수량 품목 조정

- 운영비품 수량 및 품목은 건설사업소 의견을 취합하여 상향 조정
  - 다기능 단말기: 1인 1대 (인원 변동시 현장에서 설계변경)
  - 추가비품: 회의용탁자, 상황판, 정수기, 소화기, 침구, 침대

○비품 손료적용

- 비품 손료 적용근거는 「법인세법 시행규칙 별표 6」"업종별 자산의 기준내용 년수 및 내용년수 범위표"에 의거하여 전 비품에 대해 손료 적용하되 공사준공후 재사용이 불가능하거나 소모품적 성격이 강한 비품은 100% 손율 적용(상황판, 침구)

○공사비 분석

공사기간	현 행(원)	변 경(원)	증 감(원)
4년	12,753,853	19,183,797	6,429,944(50.4%)
5년	14,962,443	23,755,750	8,793,307(58.7%)

Ⅵ. 적용 시기

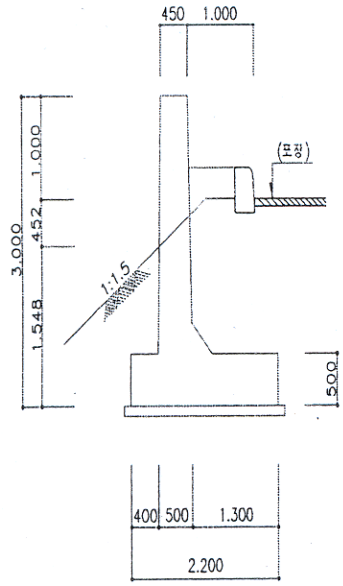
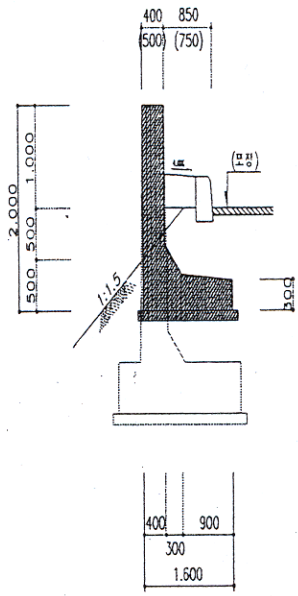
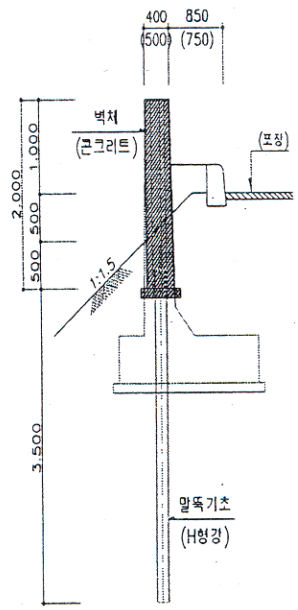
○ '03년 준공노선부터 설계적용

1. 검토목적

방음벽 설치기준 개선에 따라 **토공부 방음벽 기초 규격 및 형식이 변경**됨에 따라 인력 타설로 시공되는 토공형 방음벽 기초를 **기계 타설(Slip Form Paver)**로 변경하여 시공성 향상, 공기단축 및 공사비 절감 등 효율적인 공사추진을 도모코자 함.

2. 토공부 방음벽 기초 검토

가) 토공부 방음벽 기초 단면

당 초	변 경	
	L형	PILE+콘크리트 옹벽형
		

나) 기계화 시공 검토 단면

- ○ L형 : 단면형상이 L형으로 되어있어 **기계화 시공이 어려움**
- ○ **PILE+콘크리트 옹벽**
  - 현재 단면이 너무 커서 기계화 시공은 어려우나, **단면 조정 시 기계화 시공 가능**

다) 인력시공에 따른 문제점

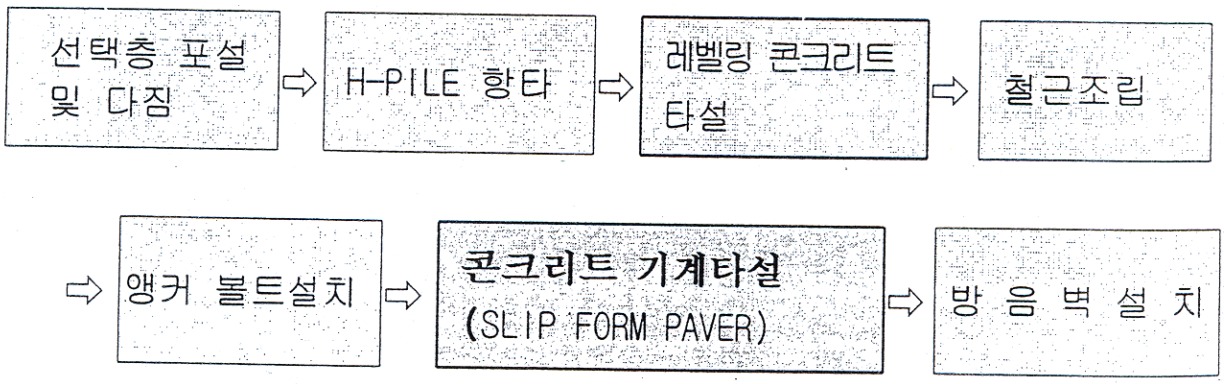
- ○ 인력타설에 따른 **시공성 저하**
- ○ 인력시공을 위한 동바리, 거푸집설치 및 제거시 안전사고 우려
- ○ 인력품 상승 및 우수기능공 확보 어려움
- ○ 방음벽 기초 시공 후 **후속 공종(포장공 등) 시공**이 가능함으로 원활한 공정 추진 어려움
- ○ 건설장비의 성능 향상으로 반복 공정에 대하여는 기계화 작업 추세

※ 기계화시공 공종

다이크, L형측구, 중앙분리대, 난간방호벽, 터널공동구 교량부 방음벽 기초

3. 기계화 시공방안 검토

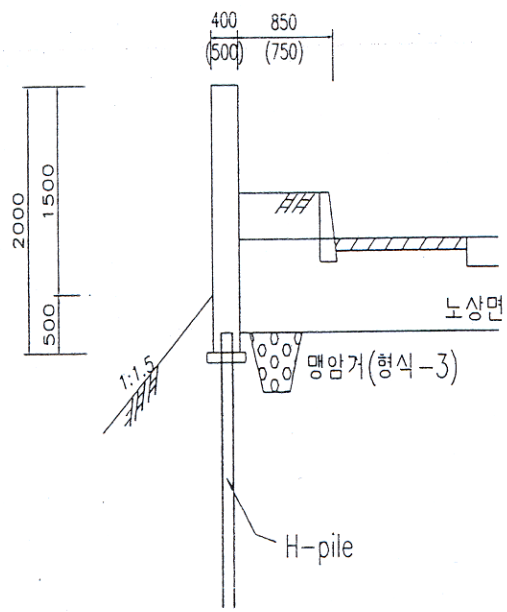
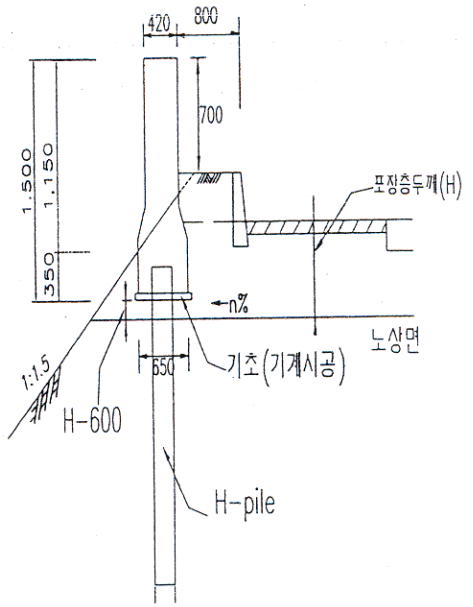
가) 기계화 시공 순서



※ 시험시공

- 위치 : 서울외곽고속도로 판교~퇴계원간 확장공사 1공구
- 연장 : 100 m (STA 2+500)

나) 시공공법 비교

구 분	인력시공	기계화시공
단면		
장·단점	○ 무늬 거푸집 시공 가능 ○ 짧은 연장 시공시 유리 ○ 시공성 불량 ○ 선형 및 미관다소 불량 ○ 공사비 고가	○ 선형 및 미관 양호 ○ 시공성이 좋아 공기 단축가능 ○ 교량부와 연계하여 기계화 시공 가능 ○ 맹암거 삭제 가능 ○ 공사비 저렴 ○ 지주설치용 앵커 설치시 주의 필요 ○ 단구간 시공시 불리
공사비 (설계가)	239,227 원/m	202,989 원/m

다) 공사비 절감액

○ 대상연장 : 현재 미시공 연장 중 변경가능 (80개 현장 40,000 m)

○ 절 감 액 : 19 억원

【40,000m × (239,227원/m - 202,989원/m) × 1.35】

※ 붙임1 : 공사비 비교 및 단가산출서

4. 시공시 유의사항

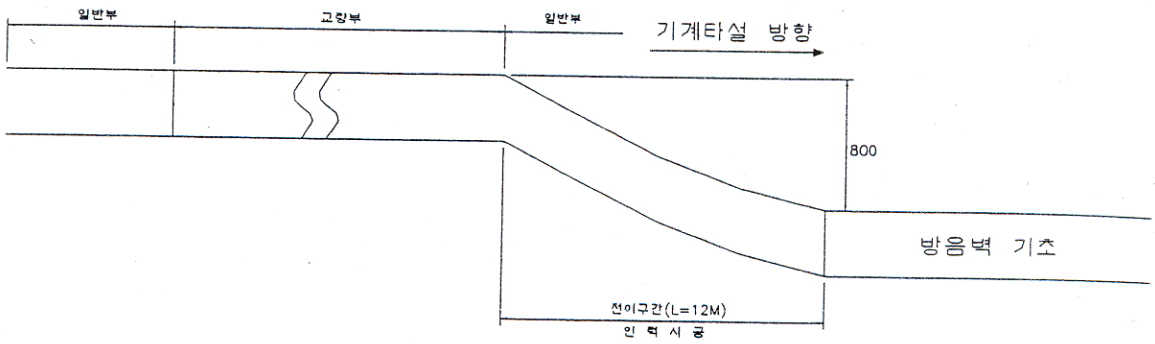
가) 노상 마무리면을 따라 법면 바깥 측으로 배수처리 **(맹암거 삭제)**

나) 지주 설치부를 **Embeded Bolt식**으로 변경 시공

(앵커 볼트식 → Embeded Bolt식)

※ 붙임 2 : 방음벽 지주 설치부 검토 및 시공도면

다) 교량 접속부 변화구간 시공방안



라) 줄눈 시공

- ㅇ 신축이음 : 48m 간격(T=10mm 스치로폴 사용)
- ㅇ 수축줄눈 : 6m 간격(깊이 : 60mm, 폭 : 6mm)

마) 토공부 방음벽 기초(PILE+콘크리트 옹벽) 기계화 시공시 착안사항 : 붙임 3

5. 검토결론

인력시공은 시공성이 불량하고, 후속 공종의 작업 추진이 곤란하므로, **방음벽 기초단면을 조정**하여 **시공성과 경제성이 양호한 기계 타설**로 변경시공

ㅇ 적용방안

- 공사중인 노선 : 현장여건 및 경제성을 충분히 고려하여 설계변경 시행
- 설계중 및 향후 발주노선 : 토공부 방음벽 기초단면을 PILE+콘크리트 옹벽형 적용시 현장여건 및 경제성을 충분히 고려하여 본 검토안 적용

※ 붙임 4 : 토공부 방음벽 기초단면 (PILE+콘크리트 옹벽형) 도면 및 구조검토서

방 침
건 설 계 10105-30659 ('02.11.29)

공구 감독실 사무원 운영방안

□ 목 적

고속도로 건설공사를 시행함에 있어 **공구 감독실에서 사무 보조**를 위해 도급사에서 지원하여 근무중인 **사무원의 운영 방안** 검토

□ 현 실태

○ 공구 감독실에 사무 보조를 위해 **여사무원 근무**

- **사무원의 역할**
  - 감독실의 공문 발송 및 접수 등 사무보조
  - 감독 부재시의 전화, 간단한 민원 응대
  - 방문객 안내 및 사무실 정리

※ 현장 관리 및 검측을 위해 감독원이 사무실을 비우는 시간이 많음

○ 사무보조원이 **공구 감독실에 근무하고** 있으나 **급여는 도급사에서 지불**하고 있고 **설계에 반영되어 있지 않음**

- 설계 미 반영인한 비용부담으로 도급사에서 민원

○ **책임감리구간**의 감리원 사무실에는 사무보조원이 근무

- 건설공사 감리대가 기준에는 **직접 경비**로 "사무보조원급료"가 **반영**

구분	단위	1,000억원이하	1,000억원이상	비고
보통인부	인	1인	2인 이상	월25일 기준

□ 운영방안

○ 효율적인 공사관리를 위해 공구 감독실에 사무 보조을 위한 **사무원 1인** 근무

○ **사무보조원의 급여는 설계반영(붙임 참조)**

- 현재시행중인 노선: 03. 1월부터 설계변경
- 향후 발주 및 설계노선: 실시설계시 반영

첨 부: 사무원 급여 산출 기준

(첨부)

사무원 급여 산출 기준

□ 산출내역

○ 공구 사무실에 근무하는 사무보조원은 우리공사의 "인력근로자 노임단가" 기준에 의거 "사무원"으로 노임단가 산정 (인력복06206-61호, '01. 9.14)

○ 산출내역

구 분	시급	월급	산출내역	비고
사무원	3,200	850,300	◦일 당: 25일×8H×3,200= 640,000 ◦연 장: 4주×4H×3,200×50%= 25,600 ◦주 휴: 4일×5.8H×3,200= 74,240 ◦월 차: 8H×3,200= 25,600 ◦연 차: 73H×3,200÷12= 19,460 ◦퇴직금: 784,900÷12= 65,400	
			계 850,300	

□ 설계반영 방법

○ 현재시행중인 노선: 신규로 별도 단가 작성(제 잡비 공제)

○ 향후 발주 및 설계노선: 실시 설계 시 반영

감 사

★◉기안	부 장	처 장	본부장	부사장	사 장
박우찌	강홍훈				이동희

문서번호	설계구10201-685
보존기간	10년
결재일자	2002. 12. 17.
공개여부	공 개

· 기술관리실장 : 조경기

방음시설 미관설계 기준

2002. 12.

목 차

1. 검토목적
2. 검토 추진경위
3. 현행 방음시설 설치현황
4. 주변여건
5. 개선방안
6. 조치사항 및 적용방안

· 설계기준부장 : 박우찌

· 도로설계부장 : 신세상

한국도로공사
KOREA HIGHWAY CORPORATION
설 계 처

1. 검토목적

도로의 교통소음으로 부터 연도주민의 생활환경 개선을 위하여 설치하는 방음시설이 너무 획일적인 모델이나 형식으로 설치되어 이용객 및 연도주민의 쾌적성을 저해하는 경우가 많으므로 이를 개선하기 위한 미관설계 방안을 수립코자 함.

2. 검토 추진경위

o '92. 12. 30 : 칼라방음벽 적용성 검토[설일16210-85호]

- 대상지역 : 대도시 주변, 대단지 밀집가옥, 종합병원, 요양시설 및 특별히 주위 경관과의 조화를 고려하여야 할 지역.

o '93. 5. 14 : 투명방음벽 시행방안 검토[설계기16210-62호]

- 대상지역 : 방음벽 설치로 일조권이 침해되어 민원이 예상되는 지역.

o '99. 12. 21 : 토사방음벽 설치방안 검토[설계환13304-1095호]

- 대상지역
  - 원지반과 도로계획고와의 고저차가 적은 지형으로 고속도로 용지편입이 적어 토지이용을 극대화 할 수 있는 지역
  - 토사방음벽 설치에 필요한 일정폭의 부지가 확보되어야 하므로 편입용지 비용이 적은지역
  - 현장발생 사토를 최대한 활용할 수 있고 운반거리 등이 짧은 지역.
  - 장래 확장계획이 있어 우선 용지확보가 가능한 지역
  - 경관, 도시미관, 환경적 측면 등의 자연경관 요소와 연계되어야 하는 지역.

o '00. 8. 1 : 방음시설 다양화 방안 검토[설계환13304-319호]

- **주위경관 및 도시미관을 고려해야 할 구역에 대하여 디자인 평가.**
- 일반 흡음형 방음판(금속제)은 지급자재로 유지하고, 칼라흡음형 방음판(금속제)을 포함한 그 외 방음판(신기술 및 특허관련 포함)은 도급자재 시행.

3. 현행 방음시설 설치현황

가. 형식선정 기준

방음벽 설치지점 현장여건	설치형식	비 고
- 일반구간	반사형 (일반)	
- 도로의 좌우에 방음벽을 설치해야 하는 경우 (단, 높이 2m이하의 방음시설간 이격거리가 20m이상인 구간은 제외)	흡음형 (일반)	
- 일조권 침해 예상지역 - 불투명 방음벽 설치시 결빙 예상지역	투명형	
- 대도시 주변 대단위 주거 밀집지역 - 종합병원 등 요양시설이 위치한 지역으로 연장이 200m이상 설치해야 하는 경우	칼라형 (반사·흡음)	녹색, 청색, 백색을 우선으로 주위경관을 고려설치.

나. 방음시설 설치현황 및 분석(2001.12월 현재, 고속도로)

① 설치현황

구 분	설치개소	설치연장(m)	비율(%)	비 고
계	1,904	436,908	83.29	
콘크리트	726	156,588	35.84	
알루미늄	878	191,879	43.92	
투명형	24	8,454	1.93	
칼라형	7	2,565	0,59	
목재형	13	1,090	0.25	
기 타	9	3,324	0.77	혼합형 등

② 분석결과

o 상기와 같이 국내 방음시설은 단일화된 판넬형 방음벽이 주를 이루고 콘크리트 및 알루미늄 방음판이 전체의 약 80%를 차지하고 있으며,

o 이러한 결과는 현행 방음시설 설계가 기 생산되어 있는 제품을 기준으로 설치연장 및 높이만을 결정하고 있어 다양한 형태추구가 어렵고, 미관적인 면을 고려하기 보다는 경제적인 부분에 치중하는데서 기인함.

o 흡음형 방음판은 고속도로 전문시방서에 알루미늄으로 규정되어 있고, 알루미늄 방음판은 지급자재로 조달되어 다양하고 새로운 재질 선택이 어려우며,

o 이전까지 국내에는 방음시설에 대한 KS등 세부기준이 없어 새로운 형식 및 재질에 대해 고속도로 전문시방서나 공사시방서에 구체적인 시방기준을 제시하기 어려운 실정으로 다양한 형식적용에 어려움이 있었으며,

o 미관설계를 위한 방음시설 디자인 평가제는 도입하였으나, 상기와 같은 문제점과 미관고려 지역에만 평가제를 도입하게 되어있어 제대로 시행되지 않으므로[현재까지 1건(영동-김천간) 시행] 효율적인 시행방안의 검토가 요구됨.

※ 고속도로 전문시방서(방음시설)

o 고속도로 전문시방서에 방음판의 재료에 대하여 다음과 같이 규정하고 있다.

- 반사형 : 방음판은 조립식으로 설치할 수 있고 조립시 접속부에서 소음누출을 최소로 할 수 있는 구조이어야 한다.
- 흡음형
  - 전면판 : **알루미늄 합금판**으로서 KS D 6701의 A5005P에 적합한 것이어야 한다.
  - 후면 및 측면판 : **아연도 강판**으로서 KS D 3506의 Z27에 적합한 것이어야 한다.
- 투명형 : 충분한 내구성이 있어야 하며, 가시광선 투과율 시험방법 KS L 2514에 의한 가시광선 투과율은 85%이상을 표준으로 한다.

4. 주변여건

o 국내에서도 다양하고 새로운 재질 및 형식의 방음판이 생산 및 시판되고 있으며, 외국의 경우 방음시설에 **디자인 개념을 적용**하여 설치하는 사례가 많음.

o 한국표준협회에서 방음벽의 음향 및 구조성능을 평가하고 최소한의 품질성능을 만족하는 다양한 재질의 방음판을 사용할 수 있도록 금속재[KS F 4770-1], 금속재 컬러[KS F 4770-2], 비금속재 컬러[KS F 4770-3], 목재[KS F 4770-4] 형을 기본으로 한 방음판 KS를 2001.12.28일 제정하였음.

o 주 5일제 근무 등으로 가속화된 여행문화와 국민의 생활수준 향상으로 쾌적한 고속도로 환경에 대한 욕구가 커가고 있으며, 또한 **2002 국정감사시 여러위원들이 방음벽 미관개선을 지적한 바 있음.**

5. 개선방안

방음시설은 도로상에 노출되어 운전자 및 연도주민에게 항시 조망되는 시설물로서 형태 및 색상의 변화만으로도 다양한 연출이 가능할 뿐 아니라, 지역적 특성을 반영하는 경우에는 간접적인 지리판단도 가능하여 안전운행에 도움이 될 것으로 판단되고, 주변에서 고속도로를 조망시 방음시설이 도로미관을 좌우하는 주요한 요소로 작용하게 되므로 고속도로에 설치예정인 **모든 방음시설에 대하여 다음과 같이 미관설계 추진.**

가. 형식별 미관설계 방안

o 흡음형 방음시설

흡음형 방음재중 한국산업규격(KS)에서 정하는 기준에 합격한 제품을 대상으로 재질이나 색상 및 형상 등의 변화로 **다양한 디자인을 구상하여 설계.**

o 반사형 방음시설

재질이나 형태 등에 제약조건이 없으므로 시판되는 반사형 방음재 외에도 흙이나 벽돌, 콘크리트, 목재 등 **활용가능 한 모든 재료를 대상으로 다양한 디자인을 구상하여 설계**. 단, 불투명 방음시설 설치시 일조권 침해나 도로결빙 및 시거부족 등으로 교통안전에 문제가 예상되는 구간이나 주변경관 조망에 의한 간접적 미관증진 기여가 예상되는 지점 등에는 투명형 방음시설 설치를 고려할 수 있다.

나. 방음시설 미관설계 평가회 실시

o 시행시기 : "환경영향평가서 초안"이 작성된 후.

o 시행방법 : 설치예정인 **모든 방음시설에 대하여** 붙임 "방음시설 미관설계 자료"를 참고하여 지역특성과 토사 또는 암 사토 등 현장여건을 종합적으로 분석하여 재질·형태·색상 등 변화를 모색, **다양한 디자인을 구상**, 미관설계를 수행(시뮬레이션 포함)하여 **의무적으로 평가회 실시.**

o 평가위원 :

- 설 계 처 : 담당 부장 및 과장
- 기술관리실 : 환경관리부장, 환경계획과장
- 외부위원 : 경관설계 전문가

다. 기 타

o 방음시설 세부 설치도(색상·재질·형태 등)는 해당 공구의 설계도 및 일반 보고서에 수록.

o 방음시설 미관설계시 표준적인 제원 및 형태선정이 어려워 방음판 수급방법은 기 시행된 "방음시설 다양화 방안 검토(안)"에 의거 도급자재로 시행.

방음시설 다양화 방안검토(안)[설계환13304-319호(2000.8.1)]

o 지급자재 개선방안

일반 흡음형 방음판(금속제)은 지급자재로 유지하고 칼라 흡음형 방음판(금속제)을 포함한 그 외 방음판(신기술 및 특허관련 포함)은 도급자재 시행

6. 조치사항 및 적용방안

가. 조치사항

o 2003년 이후 착수되는 실시설계 용역 과업지시서에는 다음 사항을 기입.

『모든 방음시설은 우리공사에서 수립한 '방음시설 미관설계 기준' 에 의거 방음시설 미관설계를 수행하고 이를 제시하여야 한다.』

나. 적용방안

o 2003년 실시설계 용역이 준공되는 노선부터 적용.

붙 임 : 방음시설 미관설계 및 참고자료. 끝.

2-65 방음벽의 성능 및 설치기준 일부내용 개정

방 침
기 술 환
10705-30540
('02.12.23)

"기본을 바로세워 일류국가 이룩하자!"

환 경 부

전 자

우 427-729	/경기도 과천시 중앙동 1		/전화 02-504-9250	/전송 02-504-5472
생활공해과	과장 신충식	사무관 남병언	담당자 김영기 (ykk99@me.go.kr)	

문서번호 생공 67301-1061

시행일자 2002.12.11 (5년)

수 신 받는곳 참조

참 조

제 목 "방음벽의 성능 및 설치기준" 보냄

1. 우리 부에서는, 방음벽에 사용되는 재료, 시험방법 및 재질에 대한 기준과 방음벽의 높이, 길이 결정 등에 대한 일부 내용을 개정한 "방음벽의 성능 및 설치기준 [환경부고시제2002-184호(2002.12.3)]"을 붙임과 같이 송부하오니 관련업무에 참고하시고, 산하 기관 및 관련 단체 등에도 동 개정사항을 알려 주시기 바랍니다.

2. 아울러, 동 고시는 환경부홈페이지(http://www.me.go.kr)의 '법령-현행법령-고시목록'에 수록되어 있음을 알려드립니다.

붙임 : 방음벽의 성능 및 설치기준[환경부고시제2002-184호(2002.12.3)] 1부. 끝.

환 경 부 장 관

수신처 가42, 46, 57, 85, 나01~07, 10~18, 다01~07, 10~18, 마15, 17, 21, (가)16~17, (나)1~10.
대한건설협회

방음벽의 성능 및 설치기준 개정(요약)

○ 개정 사유

- 방음벽 설계당시부터 방음벽에 사용되는 재료, 시험방법 및 재질에 대한 기준과 방음벽의 높이, 길이 등 크기결정에 대한 기준이 명확하지 못하였으므로 방음벽의 재질기준, 설계시 기본적인 고려사항등을 일부 개정하여 방음벽 설계당시부터 반영함으로써 전국의 방음벽을 적정하게 설치·관리하고자 함.

○ 개정 요약

당 초 (개정1999.01.06, 환경부고시 제1998-150호)	개 정 (개정2002.12.03, 환경부고시 제2002-184호)
제9조(재질기준) 방음벽에 사용되는 재료는 발암물질등 인체에 유해한 물질을 함유하지 아니한 것으로서 내구성이 있어야 하고, 햇빛반사가 적어야 하며, 부식되거나 동결융해 등으로 인하여 변형되지 않는 재료로 하여야 한다	**제9조(재료, 시험방법 및 재질기준)** 방음벽에 사용되는 재료, 시험방법 및 재질 등은 한국산업규격(KS)에서 정하는 방음판 종류별 규격에 적합하거나 동등 이상의 재료로 하여야 한다.
제14조(방음벽의 크기결정)	**제14조(방음벽의 크기결정)** ②방음벽의 길이는 방음벽 측단으로 입사하는 음의 영향을 고려하여 설계목표를 충분히 달성할 수 있는 길이로 결정하여야 한다.(신설)
제16조(방음벽 설치시 준수사항)	**제16조(방음벽 설치시 준수사항)** 6. 방음벽의 교차부분 또는 방음벽 밑부분이나 방음벽과 나란히 배수로를 설치하는 등 도로의 배수흐름을 방해하지 않도록 하여야 한다(신설) 7. 방음벽의 보호를 위하여 도로여건에 따라 필요한 경우에 한하여 방호책을 설치할 수 있다.(신설)

환경부고시제2002-184호(2002.12.03)

방음벽의 성능 및 설치기준

2002. 12. 03.

환 경 부

방음벽의 성능 및 설치기준

제정 1996.07.02 환경부고시 제1996-085호
개정 1999.01.06 환경부고시 제1998-150호
개정 2002.12.03 환경부고시 제2002-184호

제 1 장 총 칙

제1조(목적) 이 기준은 소음·진동규제법 제42조의2의 규정에 의한 방음시설중 방음벽의 성능 및 설치기준을 정함을 목적으로 한다.

제2조(적용범위) 이 기준은 교통소음 저감을 목적으로 설치되는 방음벽의 설치 및 유지관리에 적용하며, 공장소음·공사장소음 기타 생활소음 저감시설의 설치 및 유지관리에 준용할 수 있다.

제3조(용어의 정의) 이 기준에서 사용하는 용어의 정의는 다음과 같다.

1. "방음벽"이라 함은 소음저감을 목적으로 설치되는 장벽형태의 구조물을 말하며, 방음특성에 따라 흡음형방음벽·반사형방음벽 등으로 구분된다.
2. "방음판"이라 함은 방음벽의 기초부와 지주사이의 방음효과를 얻기 위한 구조물을 말한다.
3. "흡음율"이라 함은 입사음의 강도에 대한 흡수음의 강도의 백분율을 말한다.
4. "투과손실"이라 함은 소음에너지가 방음판을 투과하기 전과 투과한 후의 음압레벨의 차이를 말한다.
5. "삽입손실"이라 함은 동일조건에서 방음시설 설치 전후의 음압레벨 차이를 말한다.
6. "가시광선투과율"이라 함은 방음판에 입사하는 주광의 광속에 대하여 투과광속의 입사광속에 대한 백분율을 말한다.

7. "수음점"이라 함은 소음의 영향을 가장 크게 받는 위치로서 방음시설의 설계목표가 되는 지점을 말한다.

제4조(소음환경기준의 적용) 소음환경기준의 적용은 주거지역·병원·휴양시설 등의 시설은 낮시간대 및 밤시간대 모두의 기준을 적용하고, 상업지역·학교·도서관등 주로 낮시간대에 이용되는 시설은 낮시간대의 기준을 적용한다.

제5조(방음벽 설치대상지역의 선정) 방음벽은 주택·학교·병원·도서관·휴양시설의 주변지역 등 조용한 환경을 요하는 지역(이하 "보호대상지역"이라 한다)중 소음의 영향을 크게 받는 지역으로서 상주인구 밀도, 학생수, 병상수등이 많고 소음이 환경기준을 초과하여 소음문제가 발생하거나 발생할 우려가 큰 지역부터 우선하여 설치한다.

제2장 방음벽의 음향성능 및 재질기준

제6조(투과손실) ①방음벽의 방음판 투과손실은 수음자 위치에서 방음벽에 기대하는 회절감쇠치에 10dB을 더한 값 이상으로 하거나, 500Hz의 음에 대하여 25dB이상, 1000Hz의 음에 대하여 30dB이상을 표준으로 한다.

②제1항의 규정에 의한 투과손실 측정방법은 KS F 2808에 의한다.

제7조(흡음율) ①흡음형 방음판의 흡음율은 시공직전 완제품 상태에서 250, 500, 1000 및 2000Hz의 음에 대한 흡음율의 평균이 70%이상인 것을 표준으로 한다.

②제1항의 규정에 의한 흡음율 측정방법은 KS F 2805에 의한다.

제8조(가시광선 투과율) ①투명 방음벽의 방음판은 충분한 내구성이 있어

야 하며, 가시광선 투과율은 85%이상을 표준으로 한다.

②제1항의 규정에 의한 가시광선투과율 시험방법은 KS L 2514에 의한다.

제9조(재료, 시험방법 및 재질기준) 방음벽에 사용되는 재료, 시험방법 및 재질 등은 한국산업규격(KS)에서 정하는 방음판 종류별 규격에 적합하거나 동등이상의 재료로 하여야 한다.

제 3 장 방음벽의 설계 및 설치기준

제10조(방음벽의 설계시 기본적인 고려사항) 방음벽의 설계시에는 다음 각호의 사항을 고려하여야 한다.

1. 소음발생원의 특성 및 보호대상지역의 용도를 조사하고 보호대상지역 주민의 의견을 수렴하여 적정한 방음벽을 선정한다.
2. 방음벽은 전체적으로 주변경관과 잘 조화를 이루고 미적으로 우수하여야 하며 환경친화적이어야 한다. 이를 위하여 도시경관관련 심의기구 또는 관계전문가의 자문을 받아 방음벽의 유형 및 색상, 수림대 조성, 넝쿨식물 식재, 투명방음판과 불투명반음판의 조합, 방음벽의 단부 및 연결부에 화분설치, 다양한 문양의 방음판 사용 등 다각적인 방안을 강구한다.
3. 방음판은 파손부위를 쉽게 교체할 수 있는 구조로 해야 한다.
4. 방음벽은 사고시 대피·청소·유지관리 등을 위하여 적정간격으로 통로를 설치할 수 있다. 통로는 소음이 직접 밖으로 투과하지 않는 구조로 한다.
5. 방음벽은 강풍·진동에 의하여 변형 또는 파괴되지 않도록 안전한 구조로 하되, 건설교통부의 「도로교 표준시방서」에서 정하는 지역별 설

계풍속을 적용할 수 있다.

6. 방음벽은 가급적 방음효과가 우수하고 사후관리가 편리하며 내구성이 좋은 것으로 한다.

제11조(음원결정) ①교통소음에 대한 방음벽 설계시 음원은 무한길이의 선음원으로 보며, 음원의 높이는 노면위 0.5m를 표준으로 한다. 다만, 주 소음발생원이 노면보다 상당히 높은 경우에는 주 소음발생원의 위치로 한다.

②소음원의 발생소음도는 실제 현장측정을 통하여 결정하는 것을 원칙으로 하며, 장래의 소음을 예측하여 평가하고자 하는 경우에는 예측식을 이용하여 결정할 수 있다.

제12조(수음점 결정) 수음점은 보호대상지역 부지경계선중 소음도가 가장 높은 지점으로 한다. 다만, 소음으로부터 보호 받아야 할 시설이 2층 이상인 경우 등 부지경계선보다 소음도가 더 큰 장소가 있는 경우에는 그 곳에서 소음원 방향으로 창문·출입문 또는 건물벽 밖의 0.5m 내지 1m 떨어진 지점으로 한다.

제13조(방음벽의 선정기준) ①도로·철도등 소음원(이하 "소음원"이라 한다)의 양쪽 모두에 보호대상지역이 있거나 한쪽에만 방음벽을 설치 할 경우 반대측 수음자에게 반사음의 영향이 우려되는 경우에는 흡음형방음벽 또는 반사음 저감효과가 흡음형방음벽과 동등이상인 방음벽으로 한다.

②조망, 일조, 채광등이 요구될 경우에는 투명방음벽 또는 투명방음판과 다른 방음판을 조합한 방음벽으로 한다.

③소음원 및 보호대상지역의 주변 지형여건상 방음벽으로 적절한 방음효과를 얻기 어려운 지역은 방음벽 설치보다는 거리감쇠, 방음터널 설치, 차음동 건설 등 다른 방법을 강구하여야 한다. 다만, 부득이 방음벽을 설치하여야 하는 경우에는 기타의 방음시설을 복합적으로 활용하고 이를 주

민에게 충분히 홍보하여야 한다.

제14조(방음벽의 크기결정) ①방음벽의 높이는 방음벽에 의한 삽입손실에 따라 결정되며, 계획시의 삽입손실은 방음벽 설치대상지역의 소음환경기준과 수음점의 소음실측치(또는 예측치)와의 차이이상으로 한다.

②방음벽의 길이는 방음벽 측단으로 입사하는 음의 영향을 고려하여 설계목표를 충분히 달성할 수 있는 길이로 결정하여야 한다.

제15조(방음벽의 설치지점 선정) ①방음벽은 설치가능한 장소중 소음저감을 극대화할 수 있는 지점에 설치하여야 한다.

②방음효과의 증대를 위하여 도로측면외에 도로중앙분리대에도 방음벽을 설치할 수 있다.

제16조(방음벽 설치시 준수사항) 방음벽 설치시에는 다음 각호의 사항을 준수하여야 한다.

1. 방음벽 설치중 방음판의 파손, 도장부 손상등이 없어야 한다.
2. 방음벽 설치후 기초부와 방음판, 지주와 방음판 및 방음판과 방음판 사이에 틈새가 없도록 하여야 하며, 특히 기초부와 최하단 방음판 사이에는 옥외 기후에도 내구성이 우수한 재료 및 몰타르, 발포고무판 등의 자재로 밀폐하여 음의 누출을 방지하여야 한다.
3. 방음벽 설치에 사용되는 부품은 풀림방지용 너트 등을 사용하여 단단히 조립하여야 하고 녹 발생이 억제되는 제품을 사용하여야 한다.
4. 방음벽 외부에 날카로운 모서리 등 사람에게 상해를 입힐 수 있는 곳이 없도록 끝손질을 잘해야 한다.
5. 재난, 사고 등으로 인하여 방음벽이 파손되더라도 방음판이 분리되어 흐트러지지 않는 구조로 하여 방음판의 비산등으로 인한 2차 피해를 예방하여야 한다.
6. 방음벽의 교차부분 또는 방음벽 밑부분이나 방음벽과 나란히 배수로

를 설치하는 등 도로의 배수흐름을 방해하지 않도록 하여야 한다.

7. 방음벽의 보호를 위하여 도로여건에 따라 필요한 경우에 한하여 방호책을 설치할 수 있다.

제4장 방음벽의 성능평가 및 사후관리

제17조(방음벽의 성능평가) ①방음벽 발주자는 방음벽을 설계·시공한 자로 하여금 방음벽의 성능평가서(별지 제1호 서식)를 제출하도록 하여 적정 시공여부를 검토하여야 한다.

②방음벽 시공후의 성능평가는 보호대상지역의 소음환경기준 적합여부로 판단한다.

③방음벽 설치목표를 환경기준에 두지 않는 경우에는 삽입손실측정으로 방음벽의 성능평가를 할 수 있다.

제18조(사후관리) ①방음벽은 적정한 유지관리를 통하여 설치초기의 음향특성, 안전성, 가시광선투과율(투명방음벽에 한한다) 및 미관 등이 설계목표년도까지 항상 유지되도록 하여야 한다.

②방음벽은 그 소유 및 관리주체를 명확히 하고, 관리주체는 수시로 방음벽을 점검하여 이상을 발견한 때에는 당초 설계에 적합하게 보수하도록 조치하여야 하며, 정기적으로 청소를 실시하여 방음벽의 미관이 저해되지 않도록 하여야 한다.

부 칙

①(시행일) 이 고시는 고시한 날부터 시행한다.

②(계속중인 행위에 관한 경과조치) 이 규정 시행전에 종전의 방음시설의 성능 및 설치기준에 의하여 행한 행위는 이 규정에 행위로 본다.

[별지 제1호 서식]

방음벽의 성능평가서

평가항목	검토항목	세 부 검 토 항 목
일반사항		1. 방음벽 설계자(감리자) 인적사항 - 음향 및 구조 - 예술분야 2. 부지 도면(수음점과 소음원과의 위치관계) 3. 방음벽 설치지점의 지반상태 4. 도로상황 및 교통량(대/Hr)
음향 설계서		5. 방음벽의 높이, 설치길이 6. 방음벽설치에 따른 차음효과(고층일 경우 층별계산) 사용된 소음도 예측식 계산과정
성능평가		7. 동일 수음점·동일조건에서의 설치전·후의 소음도 - 설 치 전 : 낮 dB(A), 밤 dB(A) - 환경기준 : 낮 dB(A), 밤 dB(A) - 설계기준 : 낮 dB(A), 밤 dB(A) - 설 치 후 : 낮 dB(A), 밤 dB(A)
방음판	투과손실	8. 시험성적서 및 검토자료
	흡 음 율	
	기 타	9. 재질, 충격강도, 빛의 반사도, 가시광선투과율 등
구 조	구 조 설 계 서	10. 풍하중, 기초공법, 통로 설치여부 등
시 공	시공도면	11. 시공계획서
미 관	주위경관 고 려	12. 수림대조성, 덩굴식물 식재, 화분설치여부 등
	시 각 적 효과고려	13. 방음벽 전·후면에 대한 색채 및 형태
안전성	안 전 설 계 서	14. 방호시설 설치여부 등

2-66 표지판 표준도 개선 검토

방 침
설 계 실
10201-735
('02.12.26)

1. 목 적

도로정보 전달 및 안전통행을 위하여 설치되는 표지판에 대하여 각종 지침 및 기준변경사항을 반영하고 시공성·구조적 효율성등을 감안한 개선사항을 검토하고자 함.

2. 검토항목

구 분	내 용	현 행	개 선	비 고
표준도 추가 사항	경제적·효율적인 표지판 설치	·고속도로 진입후 1km 이내 지점에 도로표지(이정표지)와 교통안전표지(최고·최저속도제한+차간거리확보) 병설설치	·도로표지(이정표지)와 교통안전표지(최고·최저속도제한+차간거리확보) 분리 설치하되 이정표지는 대향차로문형식 표지에 내민식으로 설치	교통관 08109-279 ('02.9)
	가로등용 내민식 표지판	·I.C, J.C.T 구간에 가로등, 표지판 중복설치로 미관불량 및 시인성 저하	·일체형 표지판(가로등+표지판) 설치	시공시 공사현장에서 검토조치
표준도 보완 사항	문형식 표지판 기둥부 사다리 점검보호대	·문형식 표지판 점검사다리 이용시 안전 미확보	·기둥부 점검사다리에 점검보호대 설치로 안전확보	
	소형 단주식 표지판 재질변경	·표지판 판의 재질을 알미늄 찬넬 사용	·표지판 판의 재질을 알미늄판으로 단순화하여 시공성·경제성 개선 도모	
	표지판 규격 간소화	·표지판별로 가로재, 수직재, 기초등의 규격이 상이하여 제작 및 시공시 혼란야기	·최적의 규격을 산정하여 표지판별 가로재, 수직재, 기초등의 규격 간소화 및 최적화	

3. 세부검토사항

가. 경제적·효율적인 표지판 설치

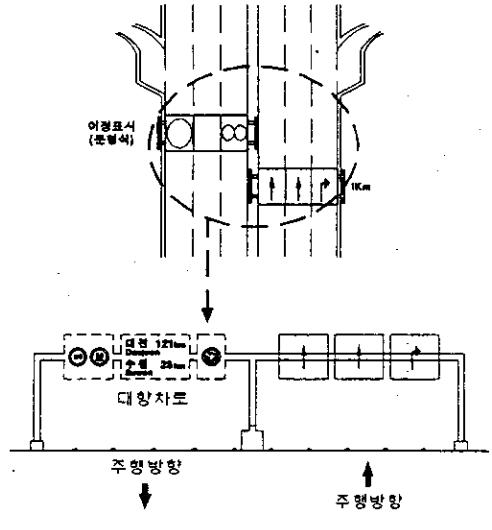
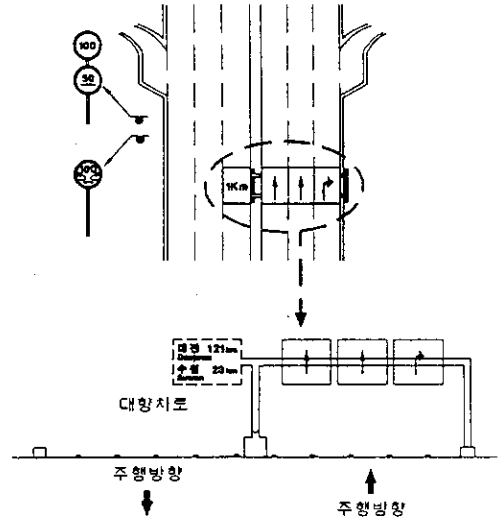
○ 개선방안 검토

- 고속도로 진입후 1km지점에 문형식 표지판에 도로표지(이정표지)와 교통안전표지(최고속도제한+차간거리) 병설설치로 운전자의 정보인지 능력 저하
- 교통안전표지 크기에 비해 문형식 표지판 규격 과다

  ※ 교통안전표지 : Φ1.2m@3,

  ※ 표지판 크기 : □-3.3×2.9, □-1.8×2.9
- 문형식 표지판 설치비 과다(24백만원/개)

○ 설치 개요도

구 분	당 초	변 경
개 요	· 도로표지(2지명 이정표지(421-2)) · 교통안전표지(최고·최저속도제한, 차간거리확보)	· 대향차로 422-2, 423-2 (2차출구예고표지)
개요도		
설 치 방 법	· 고속도로 진입후 1km지점에 도로표지와 교통안전표지 병설 설치	· 대향차로 2차 출구예고표지의 문형식 표지철골구조를 변경하여 1차로에 이정표지 설치(표준적인 경우)
공사비	55,850천원/개소	37,240천원/개소(감 18,610천원)

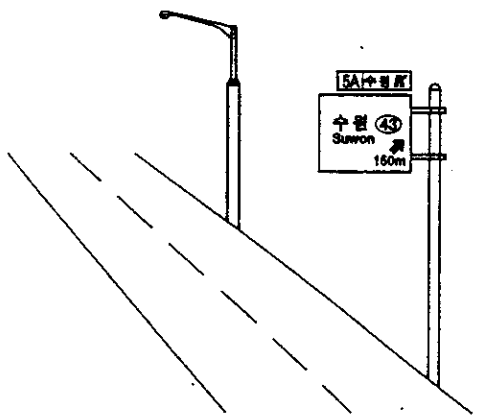
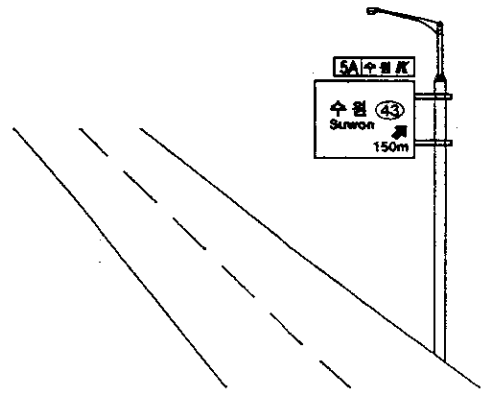
나. 내민식 표지판, 가로등 통합

○개선방안 검토

- 표지판이 집중적으로 설치되는 IC, JCT 구간은 가로등의 중복 설치가 불가피함에 따라
- 가로등과 도로표지의 통합지주 사용으로 시설물별 지주난립을 방지하고 예산절감 및 쾌적하고 정돈된 도로환경 조성 가능

  ※ 교통안전표지판의 경우 가로등 부착식으로 설치가능
- 시야장애 해소 및 각각의 고유기능 최대발휘
- 세부설치방안에 대하여 실무부서에서 구조적 안전성 검토후 시행

○설치 개요도

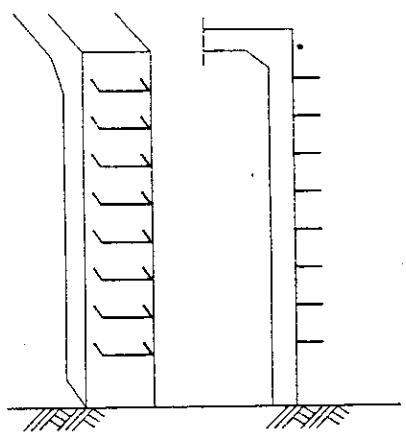
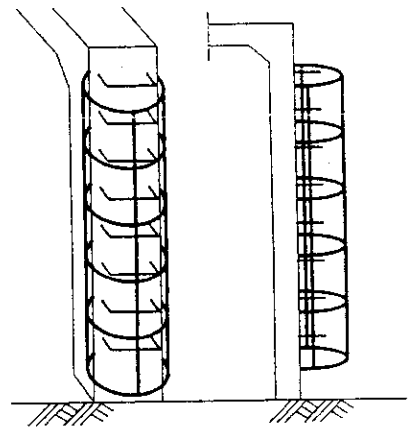
구 분	당 초	변 경
개 요	· IC, Jct 주변 및 가로등 설치구간에 있는 내민식 표지판	· 가로등 및 내민식 표지판의 통합형 지주
개요도		
설 치 방 법	· 가로등과 내민식 지주를 별도 설치함으로서 지주난립등 문제점 발생	· 가로등과 내민식 표지판 통합지주로 사용할수 있도록 별도 지주제작 후 설치
공사비	10,827천원/개소	9,917천원/개소(감 910천원)

다. 문형식 표지판 기둥부 점검보호대 설치

○ 개선사항 검토

- 문형식 표지판의 경우 유지관리를 위하여 기둥부는 사다리, 거더부는 난간을 설치하고 있으나 점검원의 기둥부 사다리 이용시 안전시설물 필요
- 문형식 표지판 유지관리를 위한 점검원의 안전을 위하여 기둥부 점검보호대를 설치할 수 있도록 표준도를 보완

○ 설치 개요도

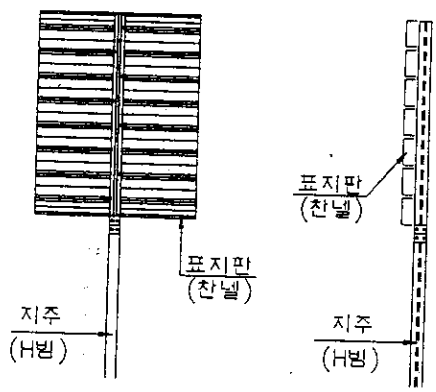
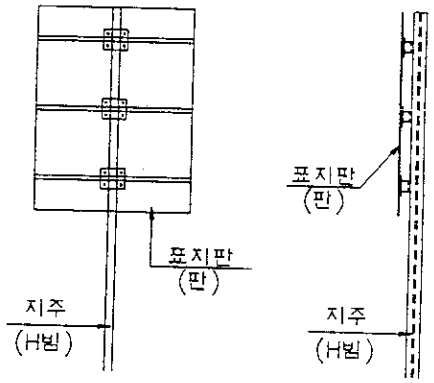
구 분	당 초	변 경
개 요	· 사다리만 반영	· 점검보호대 추가반영
개요도		
설 치 방 법	· 사다리만 반영	· 사다리 및 점검보호대를 반영하여 점검원의 안전도모
공사비	-	354천원/개소(증 354천원)

라. 단주식 표지판 재질 다양화

○ 개선방안 검토

- 현 표지판 제작에 있어서 판의 재질이 알미늄 찬넬로 구성되어 있으나,
- 교통안내 표지판과 동일한 재질인 알미늄 판으로 사용할 수 있도록 단순화 도모

○ 설치 개요도

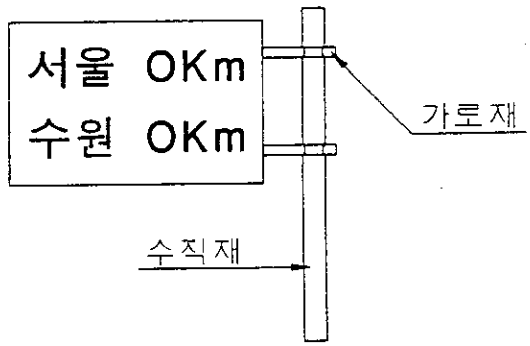
구 분	당 초	변 경
개 요	· 지주 - H빔 · 판 - 알미늄 찬넬	· 지주 - H빔 · 판 - 알미늄 판
개요도		
설 치 방 법	· 재질 한정	· 판에 대한 재질 단순화로 인한 시공성, 경제성 도모
공사비	약 121 만원/개소	약 116 만원/개소(감 50천원)

마. 내민식 표지판 규격(가로재, 수직재) 변경

○ 개선방안 검토

- 가로재, 수직재, 기초등의 규격이 표지판별로 상이하여 현장 시공성 및 자재수급에 어려움이 예상되어 표지판별 구조계산 검토에 따른 가로재와 수직재의 규격 최적화

○ 설치 개요도

<table>
<tr><td>구 분</td><td colspan="4">당 초</td><td colspan="2">변 경</td></tr>
<tr><td>개 요</td><td colspan="4">· 표지판별 가로재와 수직재 규격 복잡</td><td colspan="2">· 표지판별 가로재와 수직재 규격 최적화 및 간소화</td></tr>
<tr><td rowspan="7">개요도</td><td colspan="6"> 
</td></tr>
<tr><td>구 분</td><td colspan="2">당 초
(수직재×가로재)</td><td>변 경
(수직재×가로재)</td><td>비 고</td></tr>
<tr><td>3차출구예고표지
(2방향)</td><td colspan="2">Ø406.4×Ø267.4</td><td>Ø457.2×Ø267.4</td><td>457.2×216.3적용
방향표지(노즈부)</td></tr>
<tr><td>종합휴게소2차
예고표지</td><td colspan="2">Ø406.4×Ø267.4</td><td>Ø406.4×Ø216.3</td><td></td></tr>
<tr><td>2지명 이정표지</td><td colspan="2">Ø406.4×Ø267.4</td><td>Ø406.4×Ø216.3</td><td></td></tr>
<tr><td>자동차전용
도로표지</td><td colspan="2">Ø355.6×Ø216.3</td><td>Ø355.6×Ø165.2</td><td></td></tr>
<tr><td>1지명 이정표지</td><td colspan="2">Ø318.5×Ø165.2</td><td>Ø355.6×Ø165.2</td><td></td></tr>
<tr><td>설 치
방 법</td><td colspan="4">· 표지판별로 가로재, 수직재, 기초등의 규격이 상이하여 제작 및 시공시 혼란야기</td><td colspan="2">· 최적의 규격을 산정하여 표지판별 가로재, 수직재, 기초등의 규격 간소화 및 최적화</td></tr>
<tr><td>공사비</td><td colspan="4">· 425-3 기준
10,193천원/개소</td><td colspan="2">· 425-3 기준
9,288천원/개소(감 905천원/개소)</td></tr>
</table>

4. 검토결론

○ 문형식 표지 설치기준변경(교통관08109-279,'02.9)에 의거 진입부 1km 지점 표지판은 2차 출구예고표지의 문형식표지 철골를 변경하여 설치

※ 기존 문형식 표지판에 대하여는 베이스판 및 기초규격 변경등이 수반되어야 함에 따라 신설 문형식 표지판에 적용

○ 가로등과 내민식 표지판이 함께 설치되는 IC, Jct 구간에는 현장여건에 따라 통합형으로 설치

○ 문형식 표지판의 유지관리용 기둥부 점검사다리는 점검자의 안전을 위하여 점검 보호대 추가설치

○ 단주식 표지의 경우 판의 재질을 알미늄 찬넬에서 경제성 및 유지관리를 고려 알루미늄판으로 변경

○ 내민식 표지판의 가로재, 수직재의 최적화 단순화하여 시공성 향상 및 원활한 자재수급 도모

5. 적용방안

○ '03. 1월이후 설계완료노선부터 적용

○ 기 설계완료된 구간은 관련부서 검토후 조치.

제3편 참 고 자 료

제1장 참 고 자 료

감 사

★기 안	◉부 장	소 장	본부장	부사장	사 장
고규성.			전결		
협 조	건설계획처장 : 건설관리처장 : 설계처장 : 연구개발실장 :				

도로연구소 연구기획부장 : 재료환경연구그룹 :
포장연구그룹 :

시멘트 콘크리트 설계기준 배합표 개정

2002. 10.

문서 번호	도연재 15401-611
보존 기간	10년
결재 일자	2002. 10. 22.

목 차

1. 개 정 목 적
2. 검 토 배 경
3. 검 토 내 용
4. 주요개정 내용
5. 설계기준 배합표(개정)
6. 설계기준 배합표 활용지침

붙임#1. 연구보고서 주요내용
#2. 콘크리트 종별 평균배합비
#3. 실내 및 현장 배합 결과 분석
#4. 콘크리트 종별 적용 구조물

KOREA HIGHWAY CORPORATION
한국도로공사
도 로 연 구 소

시멘트 콘크리트 설계기준 배합표 개정 (요약)

□ 목 적

고속도로 건설공사 **실시설계시 콘크리트 배합비 적용**에 있어,
다양하고, 고급화된 구조물의 요구조건을 충족시키며, 시공과정에서의 각종 문제점을 해소하고, 설계 등 제반 품질개선 여건을 감안한 **최적의 설계기준 배합표**를 제시

□ 배합비 조정관련 추진 현황

- ○ 1996. 8. 13 : 시멘트 콘크리트 표준배합지침 개정 (도연품 17310-10846)
- ○ 1998. 9. 22 : 시멘트 콘크리트 표준배합지침 개정 (도연품 19404-3331)
- ○ 1999 : 도로연구소 연구보고서 『**콘크리트 용도별 최적배합을 위한 연구**』
- ○ 2000~2002. 7 : 현장 실험데이타, 실내 및 현장B/P 실험결과 분석
- ○ 2002. 1. 25 : 감사원 감사결과 『**고속도로 건설공사 설계기준 불합리**』(감사총15111-16)
  - ☞ 지적사항 : 골재세척시설 설계반영, 도로연구소 연구보고서(콘크리트 용도별 최적배합을 위한 연구)등을 고려시 **시멘트를 28kg/㎥ 절감가능 함에도 설계시 미반영**
- ○ 2002. 7. 29 : 시멘트 콘크리트 배합설계요령 변경 시달 (도연재 15404-31397)

□ 검토내용

- ○ '99연구보고서 : 『**콘크리트 용도별 최적배합을 위한 연구**』.
  - ☞ **실내의 최적환경에서 시행**한 연구결과 ⇒ **실내 및 현장배합** 결과 분석
- ○ 고속도로 3개년 종별 **콘크리트 배합비, 강도결과 분석** (기간: '98.~'00.)
  - ☞ 강도 : 설계기준강도 대비 17.6% 증가, 평균표준편차 : 전반적으로 관리상태 양호.
- ○ 기존 설계기준 배합표의 **문제점** : 배합별 적용 골재비중이 서로 상이
- ○ 현행 설계방향 및 품질개선 요건 :
  - 단가산출시 **시멘트 재료비**를 콘크리트 **생산단가내에 포함**(설계변경 불가)
  - **골재세척시설 반영**
  - 워커빌리티, 감수효과 등이 우수한 **혼화재료 개발**
- ○ 현장 **의견 수렴**

- 고강도 배합시 **고성능 AE감수제** 반영
- **3종 φ25㎜ 콘크리트 : AE감수제** 반영 (배수구조물의 동결융해 저항성 확보)
- 5종 및 **라이닝콘크리트** : 골재생산, 시공성 등을 감안 **굵은골재 최대치수 조정**
- 설계·시공여건 변화에 따른 **기계타설 콘크리트 배합비 조정** (중분대 배합비 및 굵은 골재 최대치수 조정)

□ 결 론

○ **설계기준 배합표**

- 공사설계시 **원가산출**기준으로 현장 배합설계시 이 기준을 **준용할 필요가 없음**.
- 특수목적 사용시 **별도 배합기준을 채택 준용**할 수 있음.
- 혼화재료 제품개발(고성능AE감수제 등), 골재세척시설 반영, 부배합의 현행 설계기준 배합비 등을 감안시 **단위시멘트량의 조정**.
- 시공성, 성형성, 요구강도 등을 고려 **최대골재 크기 조정**(라이닝, 5종, 중앙분리대)
- **기계타설 콘크리트** : 성형성을 고려하여 장비선정 등 현장여건에 맞춰 배합비 조정

○ **고성능 AE감수제 :** 감수효과 및 슬럼프 손실을 줄일 수 있어 고강도 배합에 적합

○ **광물성 혼화재료 :** 수화열, 투과성을 줄이고 workability 개선효과 ⇒ 사전 B/P설비 및 조기강도 발현저하 등을 고려 검토후 시행

○ **추정 절감액** : 약 **100백만원/공구**

○ **적용 ;** - **설계중**이거나 **설계완료 후 향후 발주노선** : **변경기준**에 의거 **적용.**

- **금회발주**(기발주의뢰) 및 **시공중**인 노선 : **현행**대로 시행

1. 개정 목적

고속도로 건설공사 실시설계시의 콘크리트 배합비 적용에 있어,
다양하고, 고급화된 구조물의 요구조건을 충족시키며, 시공과정에서의 각종 문제점을 해소하고, 설계 등 제반 품질개선 여건을 감안한 **최적의 설계기준 배합표를 제시**함으로, 설계자가 **적정배합비를 선정할 수 있는 여지를 제공**하며, 설계 및 현장 시공특성을 감안한 **경제적이고도 양질의 콘크리트 성능을 유도**코자 함.

2. 검토 배경

□ 배합비 조정관련 추진 현황

- ○ 1996. 8. 13 : 시멘트 콘크리트 표준배합지침 개정 (도연품 17310-10846)
- ○ 1998. 9. 22 : 시멘트 콘크리트 표준배합지침 개정 (도연품 19404-3331)
- ○ 1999 : 도로연구소 연구보고서 『**콘크리트 용도별 최적배합을 위한 연구**』
- ○ 2000~2002. 7 : 현장 실험데이타, 실내 및 현장B/P 실험결과 분석
- ○ 2002. 1. 25 : 감사원 감사결과 『**고속도로 건설공사 설계기준 불합리**』(감사총15111-16)
  ☞ 지적사항 : 골재세척시설 설계반영, 도로연구소 연구보고서(콘크리트 용도별 최적배합을 위한 연구)등을 고려시 시멘트를 28kg/㎥ 절감가능 함에도 설계시 미반영
- ○ 2002. 7. 29 : 시멘트 콘크리트 배합설계요령 변경 시달 (도연재 15404-31397)

□ 검토배경

가. 설계기준 배합표 과다 의존에 따른 **현장 부배합 경향의 시정**이 필요

나. 전반적인 **품질개선 요건** 반영

- 골재 세척시설 반영
- 워커빌리티, 감수효과 등이 우수한 혼화재료 개발
  ☞ 고성능 AE감수제, FlyAsh, 고로슬래그, 석분대체 (예산 절감효과 기대)

다. 설계·시공여건 변화에 따른 **기계타설 콘크리트 배합비 조정**

라. 지침의 **불합리한 부분 개정**

- 골재비중 불일치, 3종 및 5종 콘크리트, 숏크리트, 기계타설 콘크리트

마. 설계경향 변화 : 콘크리트 **생산단가내 시멘트 재료비** 포함
  ☞ 설계 변경조건에 따라 시멘트 정산 불가

3. 검토 내용

□ **'99연구보고서 『콘크리트 용도별 최적배합을 위한 연구』 참조.**

※ 연구보고서 주요내용 : 붙임#1 참조

- **필요이상의 과다한 강도발현,** 단위시멘트를 적정량 감소시켜도 설계 기준강도를 만족.
- **광물성혼화재료 대체사용으로 수화열억제, 투과성감소 및 Massive 콘크리트의** 워커빌리티 등 내구성 증진이 기대.
- 단위시멘트량 감소로 **예산절감** 뿐아니라, 수화열, 건조수축, 투과성 저하로 인한 고내구성 확보로 **장기적인 유지관리 비용의 절감**이 가능.

☞ **실내의 최적환경에서 시행**한 연구결과 ⇒ 현장 불확실 요인을 감안 B/P를 통한 확인 시험 시행

□ **고속도로 3개년 종별 콘크리트 배합비, 강도결과 분석 (기간:** '98.~'00.)

- 콘크리트 종별 평균 배합표(표본수 N=1,044개) : 붙임#2 참조
- 압축강도(표본수 N=120,502개) 및 표준편차 분석

구 분	고강도				1종	2종			3종	5종	중분대	L측구	Lean	포장
	450		400		270	240	240(수중)		210	150	240	210	σ7 = 50	σ_{bk} = 45
	13㎜	19㎜	13㎜	F/A			일반	증점제						
표본수	141	1978	10437	572	9107	59857	1295	773	22871	2091	908	2507	1589	6376
평균강도	512	528	449	464	305	273	346	336	242	178	289	253	75	58
강도증가	62 (14%)	78 (17%)	49 (12%)	64 16%)	35 (13%)	33 (12%)	46 (15%)	36 (12%)	32 (15%)	28 (19%)	49 (20%)	43 (20%)	25 (33%)	13 (29%)
평균표준편차	36	31	14	21	12	10	13	16	10	10	12	8	7.6	3

※ 240(수중) : 호칭강도 300kgf/㎠

☞ 배합비 : 현장 배합설계시 부배합인 **기존의 설계기준 배합표를 추종하는 경향**이 있음.

⇒ 현장별 골재특성 및 우수한 각종 재료개발 적용의 어려움.

☞ 강도 : 설계기준강도 대비 **17.6% 증가**

☞ 평균표준편차 : 표본갯수가 적은 고강도(450kgf/㎠)에서는 다소 높게 나왔으나, 포장콘크리트에서는 3, 나머지 압축강도 배합에서는 11정도로 **전반적으로 관리상태가 양호.**

□ **실내 및 현장배합 결과 분석 : 붙임 #3 참조**

☞ 골재세척 및 개발혼화제 적용에 따른 **시멘트량 저감**이 가능.

☞ 광물성혼화재료 대체사용시 **시멘트량의 저감과 성형성 및 밀실한 콘크리트 확보가 가능**하나, 조기강도 발현의 지연, 사용혼화제와의 상호영향 및 연행공기량 감소 등을 사용전에 충분히 **검토 후 시행**

☞ 시공성, 요구강도 등을 고려 일부 최대골재 크기 및 현장배합의 조정적용이 필요.

□ **골재비중 적용**

- 기존의 설계기준배합표는 배합별 적용 골재비중이 서로 상이

※ 적용 비중 (기존 설계기준배합표)

구분	평균	고강도	1종	2종	2종수중	3종	중분대	L형측구	포장	숏크리트
굵은골재	**2.67**	2.4~2.76	2.71~2.80	2.70	2.65	2.64~2.70	2.74	2.74	2.71	2.57
잔골재	**2.60**	2.39~2.66	2.6~2.68	2.58	2.55	2.56~2.64	2.66	2.62	2.58	2.57

☞ 평균비중으로 통일 적용.

변경 ; 조골재: 2.67, 잔골재: 2.60, Fly Ash: 2.39, 고로슬래그: 2.90, 석분: 2.35

□ **현행 설계방향**

- 단가산출시 **시멘트 재료비**를 콘크리트 **생산단가내에 포함**(설계변경조건에 의해 변경불가)
- **골재세척시설 반영**

☞ 혼화재료 제품개발(고성능AE감수제 등), 골재세척시설 반영, 부배합의 현행 설계기준 배합비 등을 감안시 조정의 필요성.

□ **건설현장 의견 수렴 (지역본부, 건설사업소, 및 참여 시공회사)**

- 고강도 설계기준 배합시 감수효과가 우수한 **고성능 AE감수제** 반영.
- 배수구조물에 사용되는 **3종 콘크리트의 AE감수제 반영**(동결융해 저항성 확보).
- 골재생산이 어려운 5종 콘크리트의 **굵은골재 최대치수 조정** (G_{max}= 50㎜⇒40㎜).
- 터널 **라이닝콘크리트**의 시공성, 타설 마무리면 등을 감안하여 **굵은골재 최대치수 조정** (G_{max}= 32㎜⇒25㎜).
- **기계타설 콘크리트의 배합비** 조정 (중앙분리대 시멘트투입량 및 골재 최대치수 조정: G_{max}= 19㎜⇒25㎜)

4. 주요 개정내용

구 분			개정 구분	개정내용	개정사유
종별	항 목				
공 통			개정 및 추가	◦ 배합비 조정 ◦ 고성능 AE감수제 반영 ◦ 투입재료 비중 통일	◦ 골재세척시설 반영 ◦ 현장의견 수렴 ◦ 기존배합 : 골재비중이 다양
고강도 (PSC)	배합표	fck=400~450 kgf/㎠	개정	◦ 배합비 조정	◦ 단위시멘트량이 과다 ◦ 혼화제를 통한 단위수량 저감
1종	배합표	fck=270kgf/㎠	개정	◦ 배합비 조정	◦ 단위시멘트량 저감 가능
2종	배합표	fck=240kgf/㎠	개정 개정	◦ 일부 배합비 조정 ◦ 라이닝콘크리트 G_{max}조정 G_{max}=32㎜⇒25㎜	◦ 일부 단위시멘트량 저감 가능 ◦ 현장시공성을 감안한 내유동성확보(굵은골재 최대입경 변경)
2종 (수중)	Slump	fck=240kgf/㎠	개정	◦ Slump Flow치 조정 : 50±5 ⇒ 45±5	◦ 내유동성과 충전성 확보
3종	배합표 공기량	fck=210kgf/㎠	개정 추가	◦ 배합비 조정 ◦ 210-25-8: AE감수제 추가	◦ 일부 단위시멘트량 저감 가능 ◦ 측구, 다이크 등 인력시공 구간 : 수로용으로 동결융해 저항성확보
5종	G_{max}	fck=150kgf/㎠	개정	◦ 굵은골재 최대치수 조정 : 50㎜ ⇒ 40㎜	◦ 현장시공성을 감안 굵은골재 최대치수 조정
포장 숏크리트	배합표	fck=200kgf/㎠ fbk=45kgf/㎠	추가	◦ 강섬유 혼입유무에 따라 구분 적용	◦ 요구강도, 강섬유 혼입유무에 따라 배합비 구분 적용
중분대	배합표	fck=240kgf/㎠	개정	◦ 배합비 조정 ◦ 굵은골재 최대치수 조정 : 19㎜ ⇒ 25㎜	◦ 높이조정에 따른 성형성 등을 고려 굵은골재 최대치수 및 배합비 조정

6. 설계기준 배합표 활용지침

□ **설계기준 배합표** : 설계시 콘크리트(현장생산)의 **원가산출기준으로 제정**된 배합기준

- 현장 배합설계시 이 기준을 **준용할 필요는 없음**.
- 설계 또는 현장 배합시 특수목적 또는 현장여건에 의해 특수재료의 사용등 별도 배합의 콘크리트가 필요할 경우, **별도 배합기준을 채택 준용**할 수 있음.
- **기계타설 콘크리트**는 성형성이 우선되므로 장비선정 및 시멘트량, 세골재입도, 굵은골재 최대치수 등 현장여건에 맞춰 조정시행

□ **고성능 AE감수제 사용시**

고성능 AE감수제를 첨가한 콘크리트는 베이스 슬럼프를 정할 필요없이 시행함으로 **감수효과**를 기대할 수 있으며, **슬럼프 손실을 줄일 수** 있어 고강도 배합에 적합하나, 자재선정 및 현장관리시 엄격한 품질관리를 요함.

□ **혼화제 사용시**

사용 혼화제는 설계시 **특정제품을 지정할 수 없으며**, 사용현장에서는 골재특성, 생산설비, 타설조건, 사용목적 등 제반 **현장여건을 고려하여 선정** 품질기준을 만족하여야 함.

□ **광물성 혼화재료 사용시**

수화열, 투과성을 줄이고 workability 개선효과 등이 있으나, 사전 B/P 설비 및 조기강도 발현 지연 등을 고려 검토 후 시행

□ **경제성 검토**

추정 절감액 : 약 100백만원/공구

예) 콘크리트 수량 : 부산-울산 건설사업소, 적용단가 : 노선별 평균설계단가

구분	콘크리트 수량(㎥)		1개공구 절감공사비(백만원)	
	사업소 전체량	1개 공구	직접 공사비	공사비계
수량 및 추정 절감공사비	1,786,000	198,000	78	109 (제잡비40%)

□ **적용**

- **설계중이거나 설계완료 후 향후 발주노선** : **변경기준**에 의거 **적용**
- **금회발주**(기발주의뢰) 및 **시공중**인 노선 : **현행**대로 시행

5. 시멘트 콘크리트 설계기준 배합표(개정)

□ 개정 전·후 대비표

( ) : 단독 사용시

구 분		G_{max} (㎜)	Slump (㎝)	Air (%)	당 초										변 경										비 고
					W/C (%)	S/a (%)	W (kg/㎥)	C (kg/㎥)	S (kg/㎥)	G (kg/㎥)	혼화재료 (kg/㎥)	AE 감수제	유동화제	고성능 AE 감수제	W/C (%)	S/a (%)	W (kg/㎥)	C (kg/㎥)	S (kg/㎥)	G (kg/㎥)	혼화재료 (kg/㎥)	AE 감수제	유동화제	고성능 AE 감수제	
고강도	450	13/19	15	4~7	40	45	222	555	639	785	-	0.3%	0.9%	(1.5%)	32	42	160	500	684	970	-	-	-	1.5%	
		19			30	41	162	540	666	867	-	-	0.7%	1.0%	31	43	156	503	704	958	-	-	-	1.5%	
	400	19	15	4~7	34	40	177	520	632	1000	-	0.3%	0.5%	-	36	41	173	480	660	977	-	-	-	0.9%	
					35	42	172	437	639	834	109	-	-	1.9%	34	42	173	405	656	931	101	-	-	1.5%	F.A 20%
1종	270	25	13	4~6	45	41	177	392	714	1072	-	0.3%	-	-	46	43	174	378	733	999	-	0.3%	-	-	
			15		44	42	159	361	738	1065	-	0.3%	0.5%	-	45	43	156	346	764	1041	-	0.3%	0.5%	(0.7%)	고가교량 SLAB등
2종	240	25	15	4~6	50	41	173	346	705	1054	-	0.3%	-	-	50	42	167	334	739	1048	-	0.3%	-	-	
		32			49	40	167	340	696	1096	-	0.3%	-	-	49	40	164	334	707	1089	-	0.3%	-	-	
2종 수중	240	25	50±5	4이하	45	45	184	409(41)	742	941	-	0.3%	0.6%	-	45	45	184	409 (41)	756	949	-	0.3%	0.6%	-	Slump flow는 45±5로 변경
					45	45	184	409	742	941	-	0.3%	1.0%	증점제 Wx1%	45	45	184	409	756	949	-	0.3%	1.0%	증점제 Wx1%	
3종	210	25	8	4~6	55	44	175	321	805	1068	-	-	-	-	51	44	156	305	794	1042	-	0.2%	-	-	
			15		54	44	175	327	772	1014	-	0.3%	-	-	53	43	167	315	764	1039	-	0.3%	-	-	
		40	8	1~2	54	42	171	314	771	1097	-	-	-	-	54	42	171	314	780	1106	-	-	-	-	
															53	42	157	237	795	1128	59		-	-	F.A 20%
5종	150	50	8	1~2	59	36	137	229	715	1320	-	-	-	-											Gmax 변경
		40													59	36	137	229	728	1328	-	-	-	-	
중분대	240	19	2~5	4~6	49	48	169	345	859	955	-	0.3%	-	-											Gmax 변경
		25													45	47	166	370	863	1001		0.3%			
포장	45	32	4~6	4~6	45	38	151	336	678	1162	-	0.3%	-	-	45	38	147	326	692	1122	-	0.3%	-	-	기계타설
숏크리트	200	13	8~12	1~2	44	65	216	480	1030	555		급결제 5%	1.0%	-	44	65	194	441	1100	608	-	급결제 5%	1.0%	-	강섬유 미첨가

※ 당초배합과 동일 (단, 골재비중 차이에 의한 조세골재량 조정) : 교량난간, L측구(다이크), 포장(인력), 빈배합, 숏크리트(강섬유)

W/C : W/(Cement + Binder), 혼화제 수량 : 시멘트에 대한 백분율 [(시멘트+혼화재료) x % ⇒아님], 단, 증점제는 Wx %

□ 시멘트 콘크리트 설계기준 배합표(개정)

( ) : 단독 사용시

종별	설계기준강도 (kgf/㎠)	골재최대 치수(㎜)	슬럼프 (cm)	공기량 (%)	W/C (%)	S/a (%)	단위투입재료량(kg/㎥)				단위혼화재료(kg/㎥)				비 고
							W	C	잔골재	굵은 골재	혼화재료	AE감수제	유동화제	고성능AE 감수제	
고강도 (PSC)	450	19	15	4~7	32	42	160	500	684	970	-	-	-	7.500	
					31	43	156	503	704	958	-	-	-	7.545	
	400	19	15	4~7	36	41	173	480	660	977	-	-	-	4.320	
					34	42	173	405	656	931	101	-	-	6.555	Fly-Ash 20%
1종	270	25	13	4~6	46	43	174	378	733	999	-	1.134	-	-	
			15		45	45	156	346	764	1041	-	1.038	1.700	(2.380)	고가교량 SLAB 등
2종	240	25	15	4~6	50	42	167	334	739	1048	-	1.002	-	-	라이닝 등 필요시
		32	15	4~6	49	40	164	334	707	1089	-	1.002	-	-	
2종 (수중)	240	25	* 45±5	4~6	45	45	184	409 (41)	756	949	-	1.227	2.454	-	호칭강도 : 300kgf/㎠ * : 슬럼프플로우
					45	45	184	409	756	949	-	1.227	4.090	증점제: 1.840	증점제 W×1.2%
3종	210	25	8	4~6	51	44	156	305	794	1042	-	0.610	-	-	
			15		53	43	167	315	764	1039	-	0.945	-	-	
		40	8	1~2	54	42	171	314	780	1106	-	-	-	-	
					53	42	157	237	795	1128	59	-	-	-	Fly-Ash 20%
5종	150	40	8	1~2	59	36	135	229	728	1328	-	-	-	-	
중분대	240	25	0~2	4~6	45	47	166	370	863	1001	-	1.110	-	-	중분대 H= 1.27m
교량난간	240	19	2~5	4~6	49	48	169	345	837	932	-	1.035	-	-	
					48	47	166	276	815	944	69	0.828	-	-	Fly-Ash 20%
L측구 (다이크)	210	19	2~5	4~6	49	48	162	331	852	948	-	0.662	-	-	
					51	48	162	320	728+116	953	-	0.640	-	-	석분 15%(116)
포장	f_{bk}=45	32	4~6	4~6	45	38	147	326	692	1122	-	0.963	-	-	기계타설
			8		44	40	161	365	700	1078	-	1.095	-	-	인력포설
빈배합	f_7=50	40		1~2	79	33	125	158	695	1449	-	-	-	-	
숏크리트	f_{28}=200	13	8~12	1~2	44	65	194	441	1100	608	-	(급결제) 22.050	4.410	-	강섬유 미첨가
	f_{bk}=45				45	65	216	480	1042	576	(강섬유) 40	(급결제) 24.000	4.800	-	강섬유 첨가

※ 적용 골재비중 : 잔골재(2.60), 굵은골재(2.67), Fly Ash(2.39), 석분(2.35)

[붙임 # 1]

연구보고서 주요내용

(콘크리트 용도별 최적배합을 위한 연구 : 1999년도)

콘크리트 배합설계 과정에 있어,

○ 콘크리트 강도측면 : 대부분의 설계기준배합비는 **필요강도 이상의 과다한 강도발현.**

☞ 단위시멘트량을 15~20%정도 감소시켜도 설계기준강도를 만족.

○ 일부 기준배합은 **슬럼프와 공기량 확보**로 인하여 단위시멘트량을 소폭 감소.

○ 수중불분리성 콘크리트는 수중타설시 과다한 공기량으로 재료분리, 수질오탁 증가, 강도 저하의 원인 ☞ **공기량을 4%이하**로 유지.

○ **광물성 혼화재료 대체사용시** (플라이애쉬나 고로슬래그 미분말).

- **수화열 억제효과**(시멘트량 증가에 따라 최대단열온도가 상승)가 있으나, 건조수축 감소 효과는 그다지 크지 않음.

- 대체사용시 중성화를 촉진시키는 투과성을 낮추어 밀실한 콘크리트를 제조하는데 효과가 있음.

- **Massive 콘크리트**는 워커빌리티, 수화열, 투과성이 작고, 내구성 증진이 기대.

∴ 단위시멘트량을 감소시킴으로 **예산절감** 뿐아니라, 수화열, 건조수축, 투과성 저하로 인한 고내구성 확보로 **장기적인 유지관리비용의 절감**이 가능.

[붙임 # 2]

콘크리트 종별 평균배합비

- 3개년 고속도로('98.~'00.)콘크리트 종별 평균 배합비 : 표본수 N=1044개

구분 (kgf/㎠)	골재 최대 치수 (㎜)	슬럼프 (cm)	W/C (%)	S/A (%)	단위 사용량(kg/㎥)								배합 개수 (개)
					W	C	S	G	혼화 재료	AE감수 제(%)	유동화제 (%)	고성능AE 감수제(%)	
고강도 fck=450	13	15	42	45	222	536	661	812	-	0.30	1.2	-	2
	19		37	42	175	471	693	966	-	0.30	0.9	(1.5)	5
고강도 fck=400	일반	15	34	42	180	530	660	948	-	0.30	0.5	(1.0)	129
	FA20%		38	42	173	405	635	888	107	0.2	1.4	(1.1)	7
1종 fck=270	25	13	45	43	177	394	729	997	-	0.28	0.5	-	119
		15	45	43	168	373	748	1,034	-	0.24	0.4	(0.5)	42
2종 fck=240	25	15	50	43	175	353	757	1,025	-	0.30	-	-	175
	32		49	43	171	348	749	1,030	-	0.24	-	-	62
3종 fck=210	25	8	54	50	188	316	803	1,235	-	(0.3)	-	-	115
		15	54	44	173	325	783	1,018	-	0.3	-	-	94
	40	8	54	42	175	325	770	1,087	-	-	-	-	53
5종 fck=150	40	8	66	44	164	249	830	1112	-	-	-	-	62
중앙 분리대	19	2~5	48	48	165	348	851	936	-	0.22	-	-	31
L형 측구	19	2~5	50	48	166	335	856	955	-	0.22	-	-	63
포장 fbk=45	32	4~6	45	40	153	340	719	1,122	-	0.3	-	-	47
숏크리트 fbk=45	13	12	45	65	210	465	1,057	581	-	-	0.8	-	38

[붙임 # 3]

실내 및 현장배합 결과 분석

구분	분 석 결 과	비고
고강도 (f_{ck} = 400 ~450 kg · f/㎠)	- 기존배합은 부배합으로 화학혼화제에 의한 다량의 시멘트량 저감이 가능 - 슬럼프 손실 및 감수효과가 우수한 고성능 AE감수제 반영. - 공기량 : 고성능 AE감수제에 AE제를 첨가하여 공기량 확보. - 현장의 각종 변동요인을 감안, 시멘트 및 혼화제 첨가량을 결정. - 광물성 혼화재료(fly ash, 고로슬래그 미분말) : 수화열이나 투과성을 줄이고, workability 개선효과 등이 있으나, 사전 조기강도 발현이 필요없는 곳에 선정.	
1종 (f_{ck} = 270 kg · f/㎠)	- 슬럼프 15cm: 현장 적정이동시간과 슬럼프 손실량 등을 충분히 고려 고유동화제 및 고성능 AE감수제량을 반영. - 단위 시멘트량이 혼화제의 양에 따라 현저한 차이는 없으며, 5%가량 저감이 가능.	
2종 (f_{ck} = 240 kg · f/㎠)	- 240-25-15 는 당초배합비 준수 - 라이닝 콘크리트는 시공성 및 최종 마무리면 등을 고려 G_{max} 조정.	
3종 (f_{ck} = 210 kg · f/㎠)	- 물과 접촉하여 동결융해에 대한 저항성 확보가 필요한 210-25-8에 AE감수제 추가. - 210-40-8 은 당초 배합비 준수 - G_{max}=40㎜ 콘크리트는 화학혼화제 미첨가시에도 적정 슬럼프와 공기량을 확보.	
중분대 h=1.27m (f_{ck} = 240 kg · f/㎠)	- 기계타설 콘크리트 : 강도뿐 아니라 성형성과 형상이 중요 - 시멘트 과투입시 : 미세균열에 의한 백태와 높은 S/a율에 의한 처짐. - 각종요인을 감안, 일반적으로 사용되는 배합비의 평균값 및 G_{max} 조정 적용. ∴ 사전 시험타설을 통한 장비조정 및 적정배합비를 선정하여야 하며, 시공과정에 있어서도 표면수, 기후조건 등에 각별히 유의를 요함.	
포장	- 표면적이 크므로 다른 구조물에 비하여 건조수축에 대한 영향을 크게 받으며, 제반 현장여건과 변동요인을 고려하여 시멘트량을 다소 조정.	
숏크리트	- 강섬유 첨가 : 터널의 일반적인 암질인 Type-2 이하등급에 적용 (휨강도 및 휨인성 기준). - 강섬유 미첨가 : 암질이 양호한 Type-1 구간 등 적용 (f_{ck}=200kgf/㎠이상). ☞ 강섬유 첨가시 3~4cm의 슬럼프 손실 발생.	

[붙임 # 4]

콘크리트 종별 적용구조물

□ 콘크리트 종별 적용구조물

종별	f_{ck} (kg · f/㎠)	G_{max} (㎜)	슬럼프 (㎝)	공기량 (%)	적용 구조물 (일반적 기준)		비 고
고강도	450	13	15	4~7	PSM교 세그멘트	설계 450 강도가 요구되는 특수 구조물	고성능 AE감수제
		19			FCM교 세그멘트		고성능 AE감수제
	400	19			P.C Box GR. 및 슬래브, PC빔, Preflex 하부플랜지		고성능 AE감수제
							fly ash 20% 대체
1종	270	25	13	4~6	주형교량 슬래브, P.C빔교 바닥판, RC슬래브, Steel Box GR.교		AE감수제 단독사용
			15(8)				AE감수제+유동화제 (고가교량슬라브)
2종	240	25	15	4~6	터널라이닝 및 필요시		AE감수제 사용
		32			교량하부구조(교각, 교대, 우물통본체), 교량날개벽, RC옹벽, 암거, 암거접속슬래브, 방음벽기초		
2종(수중)	240	25	40~50	4~6	수중불분리성 콘크리트		슬럼프 플로우
3종	210	25	8(인력)	4~6	절성토부 도수로, 도수로집수거, V · L · U형측구, 중분대 및 길어깨 집수정		AE감수제 사용
			15 (펌프카)				
		40	8	1~2	중력식옹벽, 매스콘크리트, 부대시설기초, 배수관기초		혼화제 첨가 무
5종	150	40	8	1~2	레벨링콘크리트, 속채움콘크리트(우물통기초)		혼화제 첨가 무
중분대	240	25	2~5	4~6	중분대구체		AE감수제 사용
난간	240	19	2~5	4~6	난간		AE감수제 사용
							fly ash 20% 대체
L형측구 다이크	210	19	2~5	4~6	L형측구(기계타설), 다이크		AE감수제 사용
							석분 15% 대체
포장	f_{bk}=45	32	4~6	4~6	포장슬래브		AE감수제 사용
			8				
빈배합	f_7=50	40	-	-	포장중간층용 콘크리트		혼화제 첨가 무

※ 필요시 고로슬래그 미분말, fly ash 등 광물성 혼화재료를 시멘트 투입량의 일부를 대체 사용가능하며, 사용시에는 사전 B/P 시설 및 조기강도 발현, 사용 혼화제와의 상호관계 등을 검토 후 사용.

제2장 전년도 목차

차 례

('98. 12. 설계실무자료집 통합본)

제 1 편 설계행정

1-1 설계 대장 작성(설계기 16210-3, '92.1.13)

1-2 간접피해 보상 제도화 방안 검토(설이 16210-176, '94.11.10)

1-3 간접피해 시설물에 대한 설계기준 검토(설계이 16210-398, '96.11.9)

1-4 실시설계 용역감독 Check List(설계기 16210-183, '94.11.16)

1-5 지장 한전철탑 이설방법 개선 검토(설계기 16210-245, '96.8.7)

1-6 고속도로 건설공사 실시설계 심사계획(설계심 16204-434, '96.12.24)

1-7 설계도면 작성기준 개선(설계기 16210-76, '97.3.19)

1-8 고속도로 실시설계 용역 대가 지급방안 변경 검토(설계기 16210-98, '97.4.3)

1-9 항공측량 성과품 관리개선방안 검토(설계개 16210-125, '97.4.22)

1-10 설계사업소 인터넷망 개설(설계개 16210-185, '97.5.30)

1-11 기술자 경력관리 시스템 구축(설계개 16210-560, '97.10.31)

1-12 설계실무자료 DATABASE 구축(설계개 16210-561, '97.10.31)

1-13 실시설계 심사지침 개정(설심일 15202-185, '98.2.12)

1-14 설계심의위원회운영지침(설심일 15203-257, '98.2.28)

1-15 실시설계 감리업무지침(설심이 15205-301, '98.3.9)

1-16 설계자문운영지침(설심이 15204-248, '98.2.26)

1-17 항공사진측량 도면축척 변경 검토(설계기 15212-147, '98.2.6)

1-18 설계성과품 CD 제작기준 개선 검토(설심이 15212-510, '98.4.17)

1-19 설계용역 발주전 심의 검토(설심일 15203-1155, '98.8.29)

1-20 기술제안서 작성시 업체명 무기명 처리방안 검토(설계기 15212-1156, '98.8.29)

1-21 기술자문용역 실적 적용방안 검토(설계기 15212-1351, '98.9.28)

1-22 고속도로 실시설계 적정 용역기간 검토(설계기 15212-1515, '98.10.24)

1-23 민원 유형별 분석을 통한 민원 최소화 방안 검토(설계기 15212-1514, '98.10.24)

제 2 편 교통 및 기하구조

2-1 중앙분리대 방호벽 및 절토 법면 정지시거에 미치는 영향 검토(설계기 16210-33, '92.2.27)

2-2 인터체인지 접속부 처리(잠정)지침(설계기 16210-65, '91.4.19)

2-3 고속도로 기하구조 설계기준(설계기 16203-67, '91.4.23)

2-4 표준 횡단구배 및 편구배 설치방안 검토[서울외국순환](설계일 16203-81, '91.5.10)

2-5 고속도로 출입시설 기하구조 설계기준(설계기 16203-255, '91.11.6)

2-6 편구배 접속설치 기준(설계기 16202-122, '92.7.23)

2-7 영업소 기하구조 설계기준(설계기 16110-149, '92.8.29)

2-8 설계속도 상향조정 검토(설계기 16203-82, '93.6.15)

2-9 선형설계의 일반지침(설계기 16203-87, '93.6.24)

2-10 고속도로 횡단폭원 검토(도로기 17113-10294, '93.10.18)

2-11 I.C영업소 기하구조 검토(설계기 16203-187, '93.11.30)

2-12 영업소 회차로 설치기준 검토(설계기 16203-75, '94.5.16)

2-13 유출 Ramp 차선폭 단계적 변화 적용성 검토(설일 16210-136, '94.9.6)

2-14 가·감속 차선규격 및 연장 조정(설계기 16203-2, '95.1.20)

2-15 본선 영업소 광장 접속비율 조정(설계기 16203-45, '95.3.4)

2-16 병설터널 전·후 접속방법 개선(설이 16203-65, '95.4.12)

2-17 영업소 진입 Ramp 운영 방안(설기 16203-72, '95.4.17)

2-18 인터체인지 접속도로 및 연결로 진·출입부의 평면교차로 기하구조 검토
(설계기 16210-189, '96.7.2)

2-19 장래 확장 고려 교량통과 높이·경간 구성, 암거토피 확보 및 방음시설 설치방안
(설계기 16210-2894, '97.3.19)

2-20 곡선부 최대 편구배 설계기준 검토(설계일 16210-194, '97.6.9)

2-21 오르막차로 설치방안 검토(설계심 16210-204, '97.6.19)

2-22 교통처리용 우회차로 기준 검토(설계일 16210-326, '97.9.10)

2-23 영업소 광장부 길어깨 폭 변경(설계이 16210-585, '97.11.4)

2-24 고속도로 차로 감소부 설계기준 개선 검토(설계일 16210-635, '97.11.11)

제 3 편 토 공

3-1 실시설계 토질조사 기준(설계기 16210-392, '92.1.18)

3-2 토질조사 기준 개선(설계이 16210-90, '96.3.25)

3-3 고속도로 건설공사 토질조사 Check List(설계기 16203-97, '93.7.10)

3-4 절토부 암발파 적용기준 검토(안)(설계기 16203-209, '93.12.29)

3-5 대절토부 소단폭원 검토(설일 16210-89, '94.6.16)

3-6 연약지반 토목섬유(PP, PET) 설계기준 검토(설일 16210-167, '94.10.31)

3-7 대절토사면 안정검토를 위한 지침(설일 16210-226, '94.12.30)

3-8 대절토부 붕괴예방을 위한 조사, 기준 검토(설계일 16210-307, '95.12.13)

3-9 대절토부 조사·설계기준 검토(설계일 16210-380, '96.11.6)

3-10 토사면 정밀 암발파 검토(설계일 16210-139, '97.4.30)

3-11 토질조사 대가 기준 개선 검토(설계심 15201-234, '98.2.23)

3-12 보강토 옹벽과 성토 시설물 중복구간 처리 방안(설계이 15212-1226, '98.9.15)

3-13 보강토 옹벽의 보강재 설계 적용 방안 검토(설계이 15212-1228, '98.9.15)

3-14 가도 토공 설계기준 검토(설계이 15201-1380, '98.9.30)

제 4 편 배 수 공

4-1 파형강관(CSP) 사용법 검토(설계기 16210-117, '93.8.18)

4-2 성토부 도수로 규격 검토(설계기 16210-71, '94.4.27)

4-3 설계 강우강도 기준 검토(설계기 16210-105, '94.7.8)

4-4 종배수관 터파기 수량산출 기준 검토(설일 16210-121, '94.7.26)

4-5 현장제작 콘크리트관 개선방안 검토(설일 16210-173, '94.11.3)

4-6 흙쌓기부 도수로 지중매설 방안 검토(설일 16210-180, '94.11.11)

4-7 연약지반상 암거 팽창조인트 설치방안 검토(설일 16210-210, '94.12.27)

4-8 절토사면의 배수시설 규격 개선(설일 16210-223, '94.12.30)

4-9 부체도로 배수로 개선방안 검토(설일 16203-30, '95.2.16)

4-10 횡단 배수관 재질 및 설치방법 개선(설일 16210-84, '95.4.25)

4-11 BOX구조물의 미끄러짐 방지시설 설치기준(설이 16110-128, '95.6.9)

4-12 BOX 구조물 보강방안 검토(유·출입부 접속 저판 및 차수벽)(설계기 16210-133, '95.5.10)

4-13 암거보강 슬래브 설계기준 검토(설계일 16210-268, '96.8.23)

4-14 옹벽 뒷채움부 배수처리 개선 검토(설계기 16210-302, '96.9.12)

4-15 L형 측구(형식-3) 개선방안 검토(설계기 16210-12442, '96.10.8)

4-16 U형 용수로 개선방안(설계일 16210-376, '96.11.4)

4-17 암거 신축이음부 누수방지방안 검토(설계개 16210-440, '96.12.28)

4-18 암거 날개벽 개선 검토(설계삼 16210-146, '97.5.8)

4-19 횡단배수관 규격 검토(설계개 16210-207, '97.6.19)

4-20 교면배수구 설치기준 검토(설계일 16210-222, '97.6.27)

4-21 노면배수(길어깨부) 처리방안 검토(설계기 16210-227, '97.6.30)

4-22 산마루측구 설치방안 검토(설계개 16210-424, '97.10.1)

4-23 곡선부 내측(중분대) 노면 배수처리 개선방안(설계이 16210-604, '97.11.6)

4-24 L형 측구 뒷채움 개선(설계개 16210-606, '97.11.6)

4-25 교면배수 집수구 재질 개선(설계일 16210-602, '97.11.6)

4-26 V형 측구 설치기준 검토(설심이 15212-865, '98.7.1)

4-27 성토부 다이크 및 도수로 개선방안 검토(설심이 15201-1212, '98.9.12)

4-28 중앙분리대용 집수정 배수능력 향상(설심일 15212-1599, '98.11.6)

제 5 편 터 널 공

5-1 터널내 동상 방지층 설치 검토(설계기 16202-82, '91.5.11)

5-2 NATM과 TBM 공법 비교 검토(설계기 16203-99, '93.7.12)

5-3 피난연결 터널 단면 검토(설계기 16203-195, '93.12.6)

5-4 터널내 공동구 및 배수구 개선방안 검토(설계기 16203-26, '94.2.14)

5-5 터널 Shotcrete 공법 검토(설기 16203-111, '94.7.16)

5-6 터널 비상주차대 설치 기준(설일 16210-85, '95.4.24)

5-7 강섬유 보강 숏크리트 적용 기준(설이 16210-144, '95.6.19)

5-8 정지토압계수 산정을 위한 수압파쇄시험 적용(설계이 16204-158, '96.5.30)

5-9 터널굴착공법 개선방안 시행(설계개 16210-159, '96.5.31)

5-10 터널측방 여유폭 개선방안 검토(설계개 16210-260, '96.8.22)

5-11 터널 입·출구부 낙석방지책 설치 검토(설계일 16210-939, '97.12.17)

5-12 터널 방재시설 기준 개정 시행(시설설 14101-106, '98.2.3)

5-13 터널 격자지보재의 적용성 검토(설계기 15212-287, '98.3.5)

5-14 H형강 지보재 단가 적용 검토(설계기 15212-270, '98.3.3)

5-15 터널 입출구 개구부 설치기준 검토(설계일 15212-456, '98.4.6)

5-16 터널용 방수쉬트 품질기준 설정(도연품 19404-1511, '98.5.23)

5-17 검사원 통로 설치기준 검토(설계기 15212-1352, '98.8.28)

제 6 편 포 장 공

6-1 고속도로의 포장설계법 비교

6-2 교면포장 설계기준(안)

6-3 포장 설계법 비교

6-4 연약지반 포장의 허용침하량 기준(건설일 17111-121, '89.11.24)

6-5 길어깨 포장 설계기준(도로기 17113-5049, '90.8.2)

6-6 콘크리트 포장면 연마 설계적용 기준 검토(설일 16210-135, '94.9.2)

6-7 보조기층 및 선택층 재료의 단위중량 검토(설일 16210-154, '94.9.28)

6-8 길어깨 포장 보강방안 검토(설이 16210-200, '94.12.10)

6-9 시멘트 콘크리트 포장 교량접속부 설계기준 검토(설계일 16210-350, '95.12.29)

6-10 콘크리트포장 슬래브 두께 산정 기준 검토(설계삼 16210-512, '97.10.17)

6-11 I/C연결로 길어깨의 본포장 두께 적용 검토(설계이 16210-584, '97.11.4)

제 7 편 구조물공

7-1 구조물의 미관 설계

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

7-3 교량 기초형식 선정 기준(설계기 16210-211, '93.12.30)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

7-13 구조물 모서리 처리 설계기준 및 시방서 작성(설일 16210-166, '94.10.31)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

7-23 수용성 무기징크도료 도장 적용단가 변경(설계이 16210-10052, '97.7.24)

7-24 강교도장 적용기준 검토(설계기 16210-280, '96.8.27)

7-25 철근이음 시공성 개선방안[대구경 현장타설 말뚝, 고교각(H≥30m)](설계일 16210-288, '96.9.2)

7-26 철근 가공조립 적용기준 개선(설계이 16210-308, '96.9.13)

7-27 PILE 시공법 적용성 검토(설계일 16210-307, '96.9.16)

7-28 유지보수용 TENDON 설치방안(설계기 16210-331, '96.10.9)

7-29 교량받침 강제의 방청기준 검토(설계일 16210-407, '96.11.26)

7-30 교량 Slab 거푸집 적용기준 보완 시행(설계일 16210-598, '97.1.23)

7-31 철근 콘크리트 구조물 덮개(피복)기준 검토(설계기 16210-48, '97.3.4)

7-32 강관 pile 두부보강방법 변경(설계이 16210-4438, '97.4.22)

7-33 볼트식 강관말뚝 두부보강 공법(도연기 17206-185, '98.1.23)

7-34 교량 점검시설 개선 검토(설계이 16210-397, '97.6.19)

7-35 교량 슬래브 행선별 이격거리 검토(설계이 16210-165, '97.5.20)

7-36 고교각 교량의 기둥단면 검토(설계일 16210-229, '97.6.30)

7-37 중공교각 코핑부 치리방안 검토(설계일 16210-230, '97.6.30)

7-38 고속도로 건설로 인한 생태계 보전 방안 검토(동물이동통로)(설계개 16210-339, '97.9.12)

7-39 강 BOX GIRGER교 내부점검구 설치기준 검토(설계삼 16210-377, '97.9.25)

7-40 교량 신축이음장치 누수방지방안 검토(설계삼 16210-522, '97.10.18)

7-41 교대날개벽 설계기준 검토(설계삼 16210-567, '97.11.1)

7-42 교량 교면방수 적용기준 개선(설계삼 16210-616, '97.11.8)

7-43 교대 점검시설 설치기준 검토(설계삼 16210-1056, '97.12.2)

7-44 PREFLEX BEAM 표준도 검토(설계삼 16210-883, '97.12.13)

7-45 말뚝기초 재하시험 설계적용 기준 검토(설계삼 16210-915, '97.12.16)

7-46 옹벽구조물의 내진설계 적정성 검토(설심일 15201-493, '98.4.14)

7-47 강구조물의 방청 도장공사 시방 변경(도연재 19601-2379, '98.7.28)

7-48 강교 강종선정 기준 검토(설계이 15212-1240, '98.9.18)

7-49 교대 날개벽 두께 및 날개 방호벽 철근 시공성 검토(설계이 15212-1379, '96.9.30)

7-50 암거 구조설계 기준 검토(설계일 15212-1634, '98.11.21)

제 8 편 원가계산

8-1 고성토 및 대절토구간 건설공법 경제성 비교 검토(설계기 16210-99, '91.6.11)

8-2 원가계산 기준 개선방안 검토(설계기 16203-231, '92.12.30)

8-3 B/P 설치기준 검토(설이 16203-97, '94.7.1)

8-4 되메우기 및 다짐공 개선방안 검토(설이 16210-139, '94.9.9)

8-5 콘크리트 생산단가 내역변경(안)(설이건 16210-161, '94.10.14)

8-6 강관말뚝 규격별 경제성 검토(설계이 16210-170, '95.4.14)

8-7 측량대가 산정 기준 개선(설계이 16210-81, '96.3.20)

8-8 발파암 면고르기 적정설계 검토(설계일 16210-34, '97.2.19)

8-9 환경관리비 적용기준 개선(설계개협 16210-427, '97.7.2)

8-10 고속도로 건설공사 품질관리비 적용(도연품 19404-1496, '98.5.22)

8-11 건설공사 원가계산 작성지침 변경(설계이 15201-1162, '98.8.31)

8-12 건설근로자 퇴직공제 부금비 적용기준(설계이 16212-705, '98.5.25)

8-13 고용보험료 적용기준 검토(설계이 15201-1162, '98.8.31)

8-14 미진동 발파구간 면고르기 적용기준 검토(설계일 15212-1299, '98.9.21)

제 9 편 부대(시설)공

9-1 콘크리트 중앙분리대 방호벽 개선(설계기 16110-123, '92.7.23)

9-2 공사 우회구간 안전관리 기준(교통시 09305-2011, '93.3.22)

9-3 투명 방음벽 시행방안 검토(설계기 16210-62, '93.5.14)

9-4 방음벽 지주의 설치방안 검토(설계기 16210-80, '93.6.14)

9-5 안전시설 개선 검토(교통시 09305-271, '93.11.16)

9-6 가드레일 품질개선 검토(도로기 17111-1665, '94.3.14)

9-7 영업소 BOX 규격 개선방안 검토(설기 16210-147, '94.9.22)

9-8 가드휀스 개선사항(설일 16210-171, '94.11.1)

9-9 중앙분리대 기초 및 소분리대 기계화 시공에 따른 단가적용 방법 검토(설계기 16203-195, '94.12.1)

9-10 방음판넬 보호방안 검토(설계기 16203-26, '94.12.30)

9-11 칼라 방음벽 적용성 검토(설일 16210-85, '92.12.30)

9-12 중앙분리대 차광망 개선방안 검토(설이 16210-144, '94.12.31)

9-13 방음벽 단부처리 및 지주형식 개선(설기 16110-68, '95.4.13)

9-14 교량 유지관리용 표지판 설치기준(건일 1610-3431, '95.5.10)

9-15 교량난간 방호벽 개선(설이 16210-145, '95.6.19)

9-16 공사중 법면보호공 단가 적용(설기 16210-155, '95.6.28)

9-17 고성토구간 안전시설 보강 검토(설기 16210-177, '95.7.10)

9-18 연약지반구간 중앙분리대 형식 검토(설기 16210-263, '95.10.31)

9-19 교량 중앙분리대 개선방안 검토(설계기 1210-348, '95.12.29)

9-20 콘크리트 시설물 시공개선 시행(설계기 16210-120, '96.1.8)

9-21 적설한냉지역 자동도로 융설시스템 설치(설계이 16210-246, '96.8.7)

9-22 긴급피난시설 설치기준 검토(설계이 16202-247, '96.8.7)

9-23 PRECAST 방호벽 개선방안 검토(설계이 16210-257, '96.8.13)

9-24 낙석방책 단부지주 설치기준 검토(설계이 16210-11010, '96.8.19)

9-25 LOOP RAMP DYKE 기계화 시공방안 검토(설계일 16210-272, '96.8.24)

9-26 인터체인지 소분리대 안정성 제고방안(설계일 16210-298, '96.9.10)

9-27 문형식 표지판 지주형식 검토(설계기 16210-416, '96.11.30)

9-28 철근보관 및 가공창고 설치방안 검토(설계이 16210-124, '97.4.22)

9-29 부대사업시설 건물부지 적정규모 검토(시설건협 13310-83, '97.4.23)

9-30 토공용 방음벽 기초단면 변경(설계이 16210-578, '97.10.30)

9-31 강설지역 가드레일 개선방안(교통시 09305-495 '97.11.25)

9-32 갈매기 표지판 설치기준 검토(설심일 15212-325, '98.3.13)

9-33 성토비탈면 점검로 설치 검토(설심일 15212-512, '98.4.17)

9-34 IC 소분리대 안전시설 정비방안(교통시 10302-564, '98.5.7)

9-35 건설사업소 시설규모의 적정성 검토(건이일 15105-327, '98.6.12)

9-36 방음벽 설치관련 기준 검토(설심일 15212-890, '98.7.3)

9-37 낙석방지망 설치방법 검토(설계이 15211-1173, '98.9.2)

9-38 데리네이터 설치기준 검토(설계이15211-1173, '98.9.2)

9-39 문형식 표지판 지주 및 기초단면 개선(설계이 15212-1559, '98.10.31)

제 10 편 참고자료

10-1 ILM 공법 개요
10-2 Swellex Rockbolt 신공법 소개
10-3 쇼크리트 분사 로봇
10-4 도로용량 편람(제정) 요약
10-5 가로망 계획수립에 관한 지침
10-6 현장타설 말뚝(Benoto 및 R.C.C공법) 소개
10-7 모래를 샌드위치로 한 방음벽
10-8 무도장 내후성 강재 소개
10-9 알카리 골재반응에 대한 검토(설계기 16203-27, '94.2.14)
10-10 콘크리트 표면 보호도장(내엽도장)시공지침(도연재 17310-3783, '96.4.22)
10-11 개정 도로교 표준시방서(변경요약)
10-12 소성변형 최소화를 위한 아스팔트 혼합물 관리 지침 시달(도연기 17201-12158, '96.10.8)
10-13 확장공사 안전관리 기준 수립 통보(건이확 16110-74, '96.11.13)
10-14 철근코팅재료 적용성 검토(도연재 17310-13697, '96.11.22)
10-15 차선도색 시행지침 개정 시행(경관법 01416-463, '97.1.20)
10-16 차선도색 황색도료 검토서(교통시 09305-69, '97.3.7)
10-17 고강도 콘크리트용 세골재 시방기준안(도연기 17113-2035, '97.3.28)
10-18 톨게이트 캐노피 변경시행 통보(시설건협 13310-83, '97.4.23)
10-19 건설시장 개방 대비 클레임 최소화 대책 검토(건이일 16110-73, '97.9.4)
10-20 현장시험 및 시험요원 확보기준(도연품 17301-1049, '97.11.21)
10-21 건설공사 관리·감독 업무(건이일 16110-193, '97.11.20)
10-22 공사시방서 작성(기준 58820-536, '97.12.30)
10-23 외국건설자재의 국산자재 대체 검토(특수계 16110-32, '98.1.21)
10-24 파형 유공강관 품질관리 기준(도연품 17304-186, '98.1.23)
10-25 도로표지용 차선도료 개정시방(도연재 19604-2111, '98.6.30)
10-26 통신관로 설계업무 개선 및 교량난간부 관로 시공기준 변경 시행 지시(정보계 11107-712, '98.7.27)
10-27 시멘트 콘크리트 설계적용 배합비 개정(도연품 19404-1311, '98.9.22)
10-28 우리공사 영문표기방법(경영사 01507-1366, '98.10.2)
10-29 입찰·계약 관련용어 영문 정리

차 례

('99. 설계실무자료집 목차)

제 1 편 설계행정

1-1 자문실시 기준 검토(교량분야)(설심이 15212-1759, '98.12.12) 9

1-2 설계자료(협의 · 방침용)의 규격화 검토(설계기 15212-1932, '98.12.31) 15

1-3 고속도로 건설공사중 설계변경 관련 설계용역 사후 관리방안 검토

(설계기 15212-1944, '98.12.31) 20

1-4 설계 및 설계감리용역 시행중 부실벌점 부과방안(설심일 13201-230, '99.3.3) 31

1-5 고속도로 건설공사 실시설계용역 사전자격심사 업체선정 기준점수 검토

(설계기 13201-364, '99.4.19) 45

1-6 설계 심의 관리 전산시스템(DDMS) 개발(설심일 13201-551, '99.6.10) 49

1-7 설계관련문서 전산화방안 검토(설심이 13207-61 '99.11.23) 54

제 2 편 설계기준 및 개선

2-1 설계단가 적정성 검토결과(설심일 15212-1880, '98.12.26) 63

2-2 크라샤 골재세척시설 설계반영 검토(설계일 15212-1928, '98.12.31) 83

2-3 '99 표준품셈개정관련 철근할증율 적용기준 검토(설계기 13201-449, '99.5.12) 89

2-4 장철근 설계 적용 방안 검토(설계이 13201-777, '99.8.21) 98

2-5 강교제작단가 분리 시행(설심일 13201-806, '99.9.6) 104

2-6 원가계산 및 기초단가 적용기준 검토(설계일 13201-965, '99.11.15) 109

2-7 곡선반경별 편경사 적용방안 검토(설심일 15212-1822 '98.12.18) 116

2-8 연결로 길어깨 횡단경사 적용방안 검토(설심일 15212-1850, '98.12.22) 121

2-9 고속도로 설계속도 적용방안 검토(설심일 13201-114, '99.2.1) 126

2-10 IC 영업소 광장부 설치기준(설심일 13201-474, '99.5.19) 135

2-11 절토부 암파쇄 방호시설 개선 검토(설계이 13202-763, '99.8.16) 146

2-12 암절토 비탈면 녹화식재공의 앙카핀 설치기준 검토(설계일 13201-875, '99.9.27) 159

2-13 성토 비탈면 돌붙임 설치방안(건이삼 15105-301, '99.9.21) 176

2-14 배수구조물 콘크리트표면강화제 적용방안 검토(설심이 15201-1911 '98.12.30) 190

2-15 톨 아일랜드 차로부 배수처리 개선방안 검토(설심이 15201-1910, '98.12.30) 193

2-16 배수관거 유출입부 수로보호공 설계기준(설계일 13202-460, '99.5.15) 201

2-17 V형측구 가로지지보 개선(설심이 13201-573 '99.6.16) 206

2-18 교각 비계, 거푸집 설계적용기준(설계이 15212-1555, '98.10.31) 208

2-19 교량세굴방지를 위한 사석보호공(Rip-rap) 기준 검토(설계일 15212-1682, '98.11.30) 216

2-20 강관말뚝 머리보강 검토(설계이 15212-1845, '98.12.21) 230

2-21 교대법면 보호블럭 설치 검토(설계일 15212-1869, '98.12.24) 235

2-22 PSC BOX GIRDER교(ILM) 강선배치 개선(설계이 15212-1927, '98.12.31) 239

2-23 강합성 교량 Slab 콘크리트 연속타설을 위한 설계 개선방안 검토
(설심일 15212-8, '99.1.6) 246

2-24 강관말뚝기초설계 개선 방안(설심일 15201-9 '99.1.6) 253

2-25 교량 철거공 설계기준(설계기 13201-240 '99.3.4) 261

2-26 사교에서 교량받침 배치방법 검토(설계이 18201-284 '99.3.25) 299
2-27 교량 신축량 산출기준 검토(설계이 13201-591 '99.6.24) 304
2-28 교량 신축이음장치 시공 개선 검토(설계이 13201-757 '99.8.9) 318
2-29 레일식 신축이음장치의 지지대 설치방안 검토(설계이 13201-952 '99.11.8) 332
2-30 강교도장 적용기준 변경(설심일 13201-639 '98.7.7) 336
2-31 천공·항타공법 설계기준 검토(설심일 13201-643 '99.7.8) 341
2-32 교량 바닥판 배력철근에 대한 시방 적용기준 검토(설계이 13201-780 '99.8.25) 356
2-33 기존교량 확폭시공구간 교대벽체 접속방안 검토(설계이 13201-953 '99.11.8) 362
2-34 PSC 빔 가로보 철근변경 검토(건이이 13205-292 '99.8.10) 366
2-35 교통우회용 가도포장 설계기준 검토(설심일 15212-1789 '99.12.15) 373
2-36 중앙분리대 개구부 포장단면 개선방안 검토(설심일 13201-684 '99.7.20) 382
2-37 최대동결관입깊이 산정도표 적용기준 검토(설심이 13201-49 '99.11.10) 385
2-38 선택층 및 보조기층 재료의 유용기준 검토(설계일 13201-996 '99.11.30) 390
2-39 충격흡수형 가드레일 적용방안 검토(설계이 15201-1756 '98.12.10) 397
2-40 표지판 지주 보호대책 검토(설계기 13207-301 '99.3.31) 407
2-41 방음벽 패널 및 지주 보호방안 검토(설계일 13201-426 '99.5.7) 423
2-42 교량부 방현망 설치방안 검토(설계일 13201-594 '99.6.24) 436
2-43 방음벽 지주 규격 검토(설계일 13201-787 '99.8.27) 442
2-44 도로양측 방음벽 재질 선정기준 검토(설계환 13304-791 '99.8.31) 447
2-45 가설방음벽 설치 적정성 검토(설계일 13201-981 '99.11.24) 451
2-46 터널 입·출구부 옹벽 뒷채움재 개선(설심이 15212-1675 '98.11.28) 476
2-47 터널 라이닝 보강철근 시공방법 개선 검토(설심이 15212-1752 '98.12.11) 479
2-48 터널 종배수관 재질 개선 검토(설심이 13201-400 '99.4.28) 482
2-49 전기 비저항 탐사 적용성 검토(설심이 13201-637 '99.7.7) 488
2-50 터널 내장재 설치 기준 검토(설심이 13201-773 '99.8.18) 492
2-51 면벽식 터널갱구부 배수처리방안 검토(설계일 13201-1006 '99.12.2) 497
2-52 터널 공동구 기계화 시공 검토(건이일 13105-329 '99.11.24) 501

제 3 편 참고자료

3-1 고속도로 휴게소 이용율 검토(영업영 09113-1244, '98.11.4) 521

3-2 고속도로 휴게소 회전율 및 혼잡율 검토(영업영 09113-1274, '98.11.12) 524

3-3 건설공사용 자재 분리 발주(재무관 08520-132, '99.2.3) 535

3-4 교면포장 설계방법 개선(도연관 19303-225, '99.2.2) 540

3-5 고정식 축중기 설치도면 변경(영업탬 08420-352, '99.3.16) 559

3-6 영업소 부지설계시 중점 고려사항(시설건 12102-508, '99.6.25) 564

3-7 무수축 콘크리트(모르터) 배합설계 변경(도연품 18404-1427, '99.6.30) 568

3-8 확장구간 철거(회수) 자재 재활용 방안(재무관 07527-875, '99.8.20) 581

3-9 아스팔트 혼합물의 시방기준 개선(안)(도연사 18204-30318, '99.8.25) 586

3-10 휴게소시설 수준향상방안(시설건 12101-771, '99.9.27) 591

3-11 터널 피난연락갱내 방화문 설치기준 수립계획(시설설 12111-30309 '99.10.16) 596

3-12 시가지도로에 고속도로 안내표지판 설치 개선(안)(도로시 09404-30227, '99.10.14) 602

3-13 터널 환기시설 설계기준 부분개정 시행(시설설 12111-30342, '99.11.5) 611

3-14 고속도로 건설공사 점검로설치 개선(건이일 13500-340 '99.12.1) 615

차 례

(2000. 설계실무자료집 목차)

제 1 편 설계행정

1-1 인·허가 서류 작성비용 적용방안 검토(설계기 13202-113, '00.3.10) 9

1-2 실시설계용역 기술제안서 평가방안 개정 검토(설계기 13201-142, '00.3.31) 16

1-3 현황도 제작용역 사업수행능력 평가기준(설계이 13201-206, '00.5.22) 21

1-4 설계심의·설계심사 지침 개정 검토(설심일 13402-115, '00.6.20) 27

1-5 실시설계용역 유사용역실적 확대 적용방안 검토(설계일 13201-491, '00.11.15) 37

1-6 실시설계용역 사업수행능력 평가기준(설계이 13201-492, '00.11.15) 40

1-7 설계VE 도입방안 검토(설심이 13401-255 '00.12.29) 51

제 2 편 설계기준 및 개선

2-1 고속도로 기하구조 설계기준 검토(설계기 13207-255, '00.6.21) 59

2-2 평면교차로 기하구조 기준 검토(설계기 13207-2778, '00.7.12) 79

2-3 인터체인지 접속부 처리지침(설심이 13202-231, '00.12.6) 97

2-4 절토부 점검로 설치 개선(건이일 13500-30546, '99.12.15) 108

2-5 콘크리트 암거 뒷채움 잠정지침(도연사 18204-30142, '00.2.8) 111

2-6 연약지반 S.D 및 S.C.P 모래 할증 적용기준 검토(설계일 13207-118, '00.3.13) 121

2-7 암반사면 조사방법 개선 검토(설계이 13202-258, '00.6.30) 124

2-8 N치 보정기준 검토(설계이 13202-285, '00.7.20) 146

2-9 연약지반 안정성 검토 대상기준(설계이 13202-286, '00.7.20) 158

2-10 연약지반구간의 침하량 산출 및 횡단구조물 설계기준 검토
(설계일 13201-469, '00.10.30) 161

2-11 Grating cover 형식 및 규격 검토(설계일 13201-149, '00.4.15) 169

2-12 파형강판을 이용한 통로암거 개선방안 검토(설심일 13201-245, '00.12.18) 198

2-13 강관파일 이음에 대한 단가 적정성 검토(설계이 13201-1027, '99.12.9) 209

2-14 교량구조계산서 작성기준(설계이 13201-1113 '99.12.23) 214

2-15 다웰바 지지철근 규격 변경(건이일 13105-30567, '99.12.24) 221

2-16 코핑부 철근 시공성 개선 검토(설계이 13201-1129, '99.12.24) 225

2-17 교량용 방호울타리 설계기준 검토(설계이 13202-1132 '99.12.27) 229

2-18 고정식 교대 및 교각 점검시설 개선 검토(설계이 13202-11, '00.1.10) 246

2-19 원형 교각 단면 적정성 검토(설계이 13201-205, '00.5.22) 257

2-20 PSC Beam 전단 연결철근 개선(건이이 13105-57, '00.6.21) 275

2-21 이형철근 겹이음길이 적용기준 검토(설심일 13201-117, '00.6.22) 294

2-22 콘크리트 중앙분리대(H=1.27m) 확대 시행(설심일 13201-119, '00.6.29) 313

2-23 설계완료노선 중앙분리대 개선안 적용 검토(설계이 13201-409 '00.9.26) 338

2-24 구조물용 합성섬유 사용중단 검토(도연사 18204-654 '00.10.19) 356

2-25 고정식 교대 및 교각 점검시설 개선 및 시설기준 수립(설계이 13202-478 '00.11.7) 360

2-26 ILM 교량의 쉬스관 순피복 기준 검토(설계이 13201-479 '00.11.7) 367

2-27 구조물 기초(푸팅)심도 기준 검토(설계이 13202-507 '00.11.27) 373
2-28 LMC 교면포장 적용 검토(설계이 13202-620 '00.12.23) 389
2-29 PSC Beam교 가로보 간격 검토(설계이 13202-621 '00.12.26) 393
2-30 고속도로 4차로 분리교량의 PSC Beam 배치간격 검토(설심일 13401-260 '00.12.29) 401
2-31 차로 이탈 인식시설 적용방안 검토(설계일 13201-232 '00.6.2) 411
2-32 터널 포장 줄눈 검토(설계이 13201-263 '00.7.5) 417
2-33 보조기층 및 동상방지층 재료용 스크리닝스 적용기준(안)
(도연사 18204-31774 '00.10.19) 428
2-34 콘크리트 포장면 연마 적용기준 변경 검토(설계일 13201-650 '00.12.30) 434
2-35 휴게소 분리 설치방안 검토(설계일 13207-1058 '99.12.16) 461
2-36 토사방음벽 설치방안 검토(설계환 13304-1095 '99.12.21) 466
2-37 과적차량 축중차로수 산정기준(교통안 10206-30480 '00.4.27) 479
2-38 교대 법면 보호블럭 설치기준 검토(설계기 13201-198 '00.5.16) 483
2-39 방음시설 다양화 방안 검토(설계환 13304-319 '00.8.1) 491
2-40 시선유도시설 설치기준 개선(설계기 13201-327 '00.8.10) 508
2-41 가드레일 설치기준 개선(설계기 13201-355 '00.8.16) 530
2-42 건설사업소 화재방지 시설 검토(건일일 13105-164 '00.9.15) 561
2-43 부체도로 설계적용기준 검토(설계기 13207-433 '00.10.10) 565
2-44 건설현장 가연성 폐기물 처리 검토(설계환 13304-458 '00.10.26) 572
2-45 감속유도시설 설치기준 개선 방안(설계기 13201-473 '00.11.3) 576
2-46 건설폐재류 처리방안 검토(설계환 13304-511 '00.11.28) 584
2-47 환경휴게소 건설 검토(설계환 13304-513 '00.11.28) 591
2-48 영업소 회차로 설계기준 검토(설계기 13201-540 '00.12.13) 605
2-49 개착부 터널 방수기준(설계일 13201-1154 '99.12.30) 615
2-50 벙설터널 이격거리 최소화 방안 검토(설심이 13201-104 '00.5.29) 619
2-51 터널 검사원 통로 난간 설치 검토(설계일 13201-309 '00.7.27) 628
2-52 철근 콘크리트 라이닝 시공법 개선(설심이 13201-173 '00.10.2) 633
2-53 터널 비상주차대 설치 및 보강방안 검토(설계일 13201-242 '00.12.14) 643

제 3 편 기 타

一 참고자료

3-1 연약지반 시공 및 품질기준 개선(안)(도연사 18204-30681, '99.11.29) 653

3-2 B/P 부속시설물 설치 검토(도연품 18406-30685, '99.11.30) 662

3-3 구조물 유지관리시설 설치기준(도로구 09307-30336, '99.12.4) 669

3-4 장대터널 전력수용 방법 변경(시설전 12205-30400, '99.12.9) 675

3-5 2000 설계계상 품질시험비 개정 시행(도연품 18406-30419, '00.3.27) 682

3-6 건설사업소 공구별 네트워크 구축계획(정보팀 03204-41, '00.4.3) 696

3-7 월동자재 보관창고 설치계획(장비기 11101-152, '00.4.20) 701

3-8 아스팔트 품질기준(PG 등급)(도연재 18604-30696 '00.5.4) 716

3-9 고장력볼트(화성피막처리, 다크로) 품질기준(도연재 18604-31541, '00.9.6) 722

3-10 톨게이트 차로 설계 협조(시설건 12111-30504, '00.9.8) 731

3-11 발파작업 안전관리 지침(도연건 18702-31578, '00.9.18) 733

3-12 확장공사 안전관리 기준(확장팀 13105-99, '00.10.11) 753

3-13 신설·확장 고속도로 통신관로 시공방법 개선(교통통 03410-3123, '00.11.2) 772

3-14 용지 및 지장물 보상조서 용역성과품 납품방법 개선(안)(용지보 17113-187 '00.11.2) 790

3-15 교량슬래브 거푸집용 파형강판(데크플레이트) 관리 방안(도로계 09303-331, '00.12.11) 792

차 례

(2001. 설계실무자료집 목차)

제 1 편 설계행정

1-1 기술제안서 무기명 처리방법 재검토 (설계일13201-281, '01.5.22)

1-2 실시설계 용역대가 산정기준 개정 검토 (설계일13201-308, '01.6.5)

1-3 고속도로 작업차량 통행표지 발급기준 (설계기13201-377, '01.7.20)

1-4 고속도로 건설공사 공구분할 기준 (설계도13202-503, '01.10.10)

1-5 고속도로 용지경계기준 검토 (설계설13201-620, '01.12.3)

1-6 용지성과품 작성 개선방안 검토 (설계설13201-645, '01.12.10)

제 2 편 설계기준 및 개선

2-1 실시설계 개선사항 검토 (설계이13207-63, '01.1.31)

2-2 절·성토비탈면 녹화공법 적용방안 검토 (설계도13201-575, '01.10.24)

2-3 배수설계 발생빈도 검토 (설계일13201-6, '01.1.5)

2-4 PSC BOX Girder(FCM) 여유긴장재 검토 (설계이13202-408, '01.8.13)

2-5 Double-T Beam 개선방안 검토 (설계설13201-463, '01.9.14)

2-6 PHC 말뚝의 적용성 분석 (설계구13202-576, '01.10.27)

2-7 교량코핑면 편경사 처리방안 검토 (설계구13201-607, '01.11.21)

2-8 IPC 거더교량 적용검토 (설계구13201-635, '01.12.7)

2-9 교량용 방음벽기초 개선 검토 (설계구13202-725, '01.12.19)

2-10 가교공법 검토 (설계구 13202-736, '01.12.21)

2-11 무도장 내후성 강교 적용 검토 (설계구13201-760, '01.12.29)

2-12 콘크리트 포장면연마 적용기준 변경검토 (설계일13201-650, '01.1.15)

2-13 교량 접속슬래브 설치구간 포장균열 억제를 위한 적용방안 검토(설계도 13202-637,'01.12.7)

2-14 보강토옹벽의 뒷채움 시공기준 검토 (설계이 13202-388,'01.7.30)

2-15 터널 면벽식갱문 날개옹벽 온도철근 적용방안 검토(설계설13201-150, '01.3.7)

2-16 터널갱문부 화강석 부착방법 개선 검토 (설계기13207-237, '01.4.18)

2-17 터널 피난연락갱 설치기준(안) (설계기13201-350, '01.7.6)

2-18 터널라이닝 보강철근 지지방안 검토 (설계기13201-356, '01.7.13)

2-19 터널Abut부 철근사용 검토 (설계이 13202-403, '01.8.10)

2-20 장대터널 공동구 검토 (설계설 13201-602, '01.11.19)

2-21 터널갱구부 라이닝 콘크리트 철근보강(안) (설계설13201-612, '01.11.26)

2-22 장대터널 비상시설용 계단 설치(안) (설계설13201-737, '01.12.27)

2-23 낙석방지시설 설치기준 개선검토 (설계기13201-151, '01.3.8)

2-24 개선형 가드레일 세부 적용방안 수립 (설계기13201-173, '01.3.18)

2-25 돌망태공 설치단가 검토 (설계기13201-250, '01.4.26)

2-26 비탈면 보호공 설치기준 검토 (설계기13201-260, '01.5.14)

2-27 부체도로 방호시설 설치형식 검토(설계설13201-335, '01.6.21)

2-28 연약지반 중앙분리대 개선방안 검토 (설계기13201-511, '01.10.10)

2-29 가드휀스 설치기준 개선검토 (설계설13201-730, '01.12.20)

2-30 터널 세정오수 처리(안) (설계환13304-69, '01.2.5)

2-31 건설폐기물 분리발주 시행방안 (설계환13304-355, '01.7.13)

제 3 편 참고자료

3-1 장터널 부대시설공사 준공대책 검토 (시설설12205-582, '01.11.8)

3-2 장대터널 피난 연결통로의 타일 시공기준 적용 검토 (건일이13105-78, '01.6.15)

3-3 장대터널 공동구(벽체) 기계화시공 검토 (건이이13105-72, '01.7.16)

3-4 환경친화적인 고속도로 건설을 위한 터널갱구부 설계기준 검토 (기술환13304-3, '02.1.14)

3-5 고속도로 성토비탈면 돌붙임 시공구간 녹화방안 (시설조12308-122, '01.3.15)

3-6 시선유도시설(반사체) 연결로 길어깨구간 색상기준 통보 (도로도09123-30977, '01.10.17)

3-7 차선도색 시행기준 조정검토 (도로포09205-155, '01.5.24)

3-8 출구감속 유도표지 도입 시행 (도로시09405-30082, '01.1.31)

3-9 확장공사 안전관리기준 변경 통보 (확장팀13105-30398, '01.7.27)

3-10 터널표지 안내문안 개선 통보 (도로시09404-30480, '01.5.22)

3-11 투명방음벽에 의한 조류충돌 방지대책 검토 (설계환13304-44, '01.12.5)

3-12 고속도로 4차로 분리교량의 PSC Beam 배치간격 검토 (설심일13401-30001, '01.1.4)

3-13 구조물구간 가로등기초 설치협조 (서설전12205-30328, '01.7.4)

3-14 ILM교량 중분대 개선방안 통보 (건일일13105-30345, '01.7.11)

3-15 「LMC교면포장 단가검토」 내용 통보 (설계이13202-30297, '01.7.23)

3-16 구조물 종별 분류기준 통보 (구조점09307-30077, '01.11.9)

3-17 교면 내부침투수 배수처리 방법 단가산출서 통보 (구조진18811-30083, '01.11.14)

3-18 "Girder교 철근콘크리트 바닥판 설계개선" 기술심의 결과 통보 (도연사18204-31780, '01.12.15)

3-19 감독 및 업무용차량 운영 개선방안 (확장이13105-30246, '01.5.14)

3-20 절성경계 보강슬래브 설계기준 개선방안 통보 (설심이13201-30049, '01.3.30)

3-21 "교면포장 및 바닥판 손상방지를 위한 교면내부 침투수 배수처리방법 개선(안) 확대시행 방안" 적용기준 통보 (도로진18811-30519, '01.6.5)

3-22 "지중강판구조물 설계 및 시공지침(안)", "출입시설구간 길어깨 폭원개선"기술심의 결과 통보 (도연기18204-30106, '02.1.26)