

管 理 番 號

'99

設計實務資料集

1999. 12

韓國道路公社
設 計 處

차 례

제 1 편 설계행정

1-1	자문실시 기준검토(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 부실발점 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

차 례

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 분리시행(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 양카핀 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 가로지hib 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(Riprap) 기준검토 (설심일 15212-1682, '98.11.30)	216

✓ 2-20	강관말뚝 머리보강 검토(설계이 15212-1845, '98.12.21)	230
✓ 2-21	교대법면 보호블럭 설치검토(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, '99.7.7)	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 교대벽체접속방안 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, '98.12.15)	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 개선검토(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

차 례

제 3 편 참고자료

3-1	고속도로 휴게소 이용을 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 분리발주(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(영업팀 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 피난연락궤내 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

제1편. 설계 행정

1-1 자문실시 기준 검토(교량분야)

방 침

설 심 이
15212-1759
('98.12.12)

I. 검토목적

현재 시행중인 교량분야 자문에 대한 자문방법을 현실에 맞게 조정하고, 교량 형식 및 공법선정에 대한 자문기준을 정립하여 실시설계의 내실을 기하고자함

II. 자문시행 기준

1. 건기법 시행령 제 39조의 7(설계자문)

- 발주청은 건설공사의 안전과 시공의 적정성 등 설계의 타당성을 사전에 검토하여 부실설계를 방지하기 위하여 설계등 용역에 대하여 설계자문위원회를 구성·운영할 수 있다.
- 자문시기 : 착수단계, 중간단계, 마무리단계

2. 실시설계 자문운영 지침(한국도로공사)

- 실시설계 과정에서 각 분야별 전문가의 자문을 받음으로써 설계의 타당성을 사전에 검토하여 실시설계의 내실을 기함
- 대 상 : 고속도로 신설 및 확장공사의 실시설계, 선형개량 및 구조물 개량공사의 실시설계중 필요한 경우
- 자문시기 : 각 분야별 세부방침 결정전
- 자문항목(교량공)

구 분	자문방법	비 고
교량형식 및 공법 선정	필요시 받음	
특수교량 및 강교	반드시 받음	특수교량 : 현수교, 사장교, 아치교등

Ⅲ. 문제점

- 강교설계 분야는 지속적인 자문시행으로 구조적인 문제등 중요사안에 대한 지적사항이 감소추세에 있으므로 자문대상 범위의 조정이 필요함
- 연속 PSC BOX교(ILM, FCM, FSM, PCSM등) 및 구조 형식상 문제가 발생할 가능성이 있을 수 있는 교량에 대한 자문시행 기준이 없음
(교량자문의 97%가 강교자문에 치중)

Ⅳ. 설계자문 조정방안(교량공)

구 분		현 행	조 정 (안)
교량형식 및 공법선정		필요시 받음	좌 동
세 부 설 계	강 교	반드시 받음	· 정간장 <u>50m</u>를 초과하는 교량 · 기타 자문이 필요하다고 인정되는 교량
	특수교량 (사장교, 현수교, 아치교, PSC BOX교 등)	반드시 받음 (사장교,현수교,아치교등)	반드시 받음 · 사장교,현수교,아치교 · PSC BOX교 - <u>ILM, FSM, PCSM</u> : 정간장 <u>50m</u> 를 초과하는 교량 - <u>FCM</u> : 정간장 <u>150m</u> 이상인 <u>교량</u>
	검토의견	· 전체강교를 반드시 자문실시토록 되어있어 불합리한 요인 내포 · PSC BOX 교량 등에 대한 자문 세부시행기준이 없음	· 자문대상교량의 범위를 명확히 하고 강교자문 대상 범위를 조정하여 효율적인 자문시행

V. 검토 결과

- 강교설계 부분은 강교설계 지적사항이 감소추세에 있으므로 중요도가 높은 경간장 50m를 초과하거나 기타 자문이 필요하다고 인정되는 교량에 대하여만 자문을 시행하고
- 사장교, 현수교, 아치교 및 PSC BOX교 등에 대하여도 반드시 자문을 시행토록 조정하여 합리적인 자문시행으로 설계의 내실을 기하도록 함이 타당한 것으로 사료됨

#별첨자료

1. 자문분야 세부항목 (변경안)

○ 반드시 받음 △ 필요시 받음

구 분	내 용	자문여부	첨 부 서 류	비 고
설계기준	• 중요사항	△	설계기준 검토서(A4)	
교 통 및 기하구조	• 교통계획(교통량, 차로수 산정등)	△	교통량 분석보고서 및 차 로수 산정 검토서(A4)	
	• 노선선정 • 출입시설 위치 및 형식 선정	○	• 노선도 (1:50,000~1:25,000) • 종 · 평면도 (1:5,000~1:1,200) • 노선 출입시설 위치 및 형식선정 검토서(A4)	
	• 오르막차로 및 부가 차로	△	• 노선도 (1:50,000~1:25,000) • 세부 검토서(A4)	
토 공	• 사면설계	△	• 사면 안정 검토서(A4)	
	• 연약지반 설계	○	• 노선도 (1:50,000~1:25,000) • 연약지반 지층별 분포도 현황(B4) • 연약지반 처리공법 및 안 정해석 검토서(A4)	

구 분	내 용	자문 여부	첨부 서류	비 고
교량공	• 교량형식 및 공법 선정	△	• 노선도 (1:50,000~1:25,000) • 교량 중·평면도 (1:1,200) • 교량형식 비교 검토서 • 교량세부도면 • 기타 설명자료	
	세부설계 • 강교	△ - <u>자문대상범위</u> • <u>경간장 50m를 초과하는 교량</u> • 기타 자문이 필요하다고 인정되는 교량	"	
	• 특수교량	○ • 사장교, 현수교, 아치교 • PSC BOX교 - ILM, FSM, PCSM : <u>경간장 50m를 초과하 는 교량</u> - FCM : 경간장 150m 이상인 교량	"	
터널공	• 터널계획 • 터널위치 및 갱문 형식 • 환기방식	△	• 노선도 (1:50,000~1:25,000) • 터널 중·평면도 (1:1,200) • 터널 표준단면 • 터널위치 및 갱문형식 비교검토서(B4) • 환기시설 검토서(A4)	
포장공	• 포장계획	△	• 노선도 (1:50,000~1:25,000) • 포장형식 및 두께산정 검토서	
기타	• 공사시방서	△	• 시방서(A4)	
	• 주요민원	△	• 필요한 설명자료	
	• 기타 자문이 필요한 사항	△	• 필요한 설명자료	

2. 실시설계 자문현황

구분	대상공구수	자문분야	자문건수
'97년	17개노선 83개공구(176건)		
	○ 신설구간 실시설계 : 10개노선 51개공구	○ 교통 및 기하구조 - 노선선정	108
	○ 확장구간 실시설계 : 7개노선 32개공구	- 출입시설위치 및 형식선정	
		○ 토공 ○ 교량공 ○ 터널공	14 <u>50</u> 4
'98년	12개노선 52개공구(계획90건, 실시70건)		
	○ 신설구간 실시설계 : 7개노선 28개공구	○ 교통 및 기하구조 - 노선선정	36(53)
	○ 확장구간 실시설계 : 5개노선 24개공구	- 출입시설위치 및 형식선정	
		○ 토공 ○ 교량공 ○ 터널공	3(3) <u>23(24)</u> 8(10)

() : 계획

1-2 설계자료(협의·방침용)의 규격화 검토

방 침
설 계 기 15212-1932 (’98.12.31)

1. 검토목적

고속도로 실시설계용역 추진시 현황관리 및 방침등에 사용되는 각종 설계자료의 규격이 정립되어 있지 않아 설계자료의 규격화를 통하여 자료관리 및 이용에 효율성을 기하고자 함

2. 현행 설계 자료 관리의 문제점

가. 자료의 규격

- 설계용역사에서 임의규격대로 제작
- 일정한 규격없이 감독원의 임의대로 규격설정
- 관계기관과 업무협의를 임의규격으로 설정

나. 유지관리

- 유지관리의 문제점(캐비넷의 크기등)을 고려하지 않아 보관시 어려움 발생
- 겉표지의 종류 및 색상이 노선별로 구분되지 않아 혼선초래

3. 설계자료의 구분

가. 현황관리용

- 업무보고(노선별 현황자료)
- 노선현황
- 항공사진 모자이크

나. 방침용

- 용역발주품의
- 노선선정
- 출입시설
- 교량형식
- 터널형식
- 교통처리계획
- 휴게소, 지사설치
- 포장공법
- 연약지반, 사면안정

다. 관계기관협의용

라. 설계심사용

4. 설계자료의 규격화 원칙

- 노선별 표지색깔 통일
- 캐비넷 규격에 적합하도록 조정
- 정해진 표준용지 규격대로 통일
- 표지문안 정비

가. 도면규격 개선

구 분	세부사항	규 격		표 지	비 고
		현 행	개 선		
현황용	업무보고	B4~A3	B4	백색 아트지	
	노선현황	제한없음	B4	노선별 동일색 하드보드지	
	항공사진 모자이크	제한없음	A2~B2	흑색 하드보드지	
방 침 용	용역발주품의	A4	A4	-	
	노선선정	B4~A3	B4	백색아트지	
	출입시설	B4~A3	B4	"	
	교량형식	B4~A3	B4	"	
	터널형식	B4	B4	"	
	교통처리계획	B4~A3	B4	"	
	휴게소, 지사설치계획	A4~B4	B4	"	
	포장공법	A4~B4	A4	"	
	연락지반	A4~B4	A4	"	
	사면안정	A4~B4	A4	"	
	기 타		A3~A4	노선별 동일색 적용	적정표준 용지규격
관계기관 협의용		제한없음	A4, B4	노선별 동일색 하드보드지 또는 백색아트지	
설계심사용	설계심사지침에 준함				

* 표준용지규격(A4~B0) : 붙임

* 현황설명 보조도면은 임의규격 제작을 금지하고 적정표준 용지규격(A4~B0) 이내로 별도제작하되 노선별 동일색깔 적용

나. 도면표지 문안 개선(안)

☐ 현 행

노선명 또는 용역명, 용도내용

년, 월

설 계 처 또는
한국도로공사

(내부보고, 협의용)

노선명 또는 용역명, 용도내용

년, 월

한국도로공사

(외부보고, 협의용)

☐ 개 선

노선명 또는 용역명, 용도내용

년, 월

설 계 처

(내부보고, 협의용)

노선명 또는 용역명, 용도내용

년, 월

 한국도로공사

(외부보고, 협의용)

5. 결 론

- 고속도로 실시설계시 설계자료 규격의 통일을 기하여 이용시 편리성 도모 및 자료관리의 효율성을 향상시키기 위해 자료의 형식별 규격화 시행
- 대외기관 보고 및 협의용 도면에는 우리공사 로고를 기입하여 홍보효과 제고

6. 적용방안

'99년 현재 실시설계중인 노선의 새로운 설계자료 작성시 부터 적용

◎ 붙임

서식용지의 규격

(단위 : mm)

A열		B열		비 고
A0	841×1,189	B0	1,030×1,189	
A1	594×841	B1	728×1,030	
A2	420×594	B2	515×728	
A3	297×420	B3	364×515	
A4	210×297	B4	257×364	

1-3 고속도로 건설공사 설계변경 관련 설계용역 사후 관리방안 검토

방 침

설 계 기
15212-1944
('98.12.31)

1. 검토목적

고속도로 건설공사 시행중 주요시설물의 변경, 추가 또는 보완설계 사유 발생시 당초 설계용역업체의 책임한계와 보완 설계비 산정기준을 정립하고 계약 조건 보완을 통하여 내실설계를 유도하고 설계용역 성과의 효율적 사후관리를 도모코자 함

2. 공사시행중 발생하는 추가 설계용역의 유형

가. 설계기준, 시방, 방침변경

- 교량 내진설계
- 터널 확폭설계
- 출입시설 추가 등

나. 민원수용

- 노선변경
- 교량 및 암거 추가
- 교량연장 조정
- 방음시설 추가 등

다. 시공성, 공기, 경제성 관련

- 교량형식 변경
- 연약지반 처리공법 변경 등

라. 여건변화

- 환경, 교통영향평가 협의조건에 따른 변경
- 관련계획 변경 등

마. 조사불충분 등 설계미흡

- 배수구조물 규격변경
- 교량 기초형식 변경 등
- 관련계획 수용에 따른 교량경간 조정 등

3. 문제점

가. 조사불충분 등 명백한 설계부실시에도 보완설계비 계상

- 설계용역업체의 책임설계품토 정착 저해
- 건설공사의 경우와 형평성 결여

나. 당초 설계의 부실이 인정될 시 보완설계비의 조정필요

다. 설계부실의 유형 및 판단주체 모호

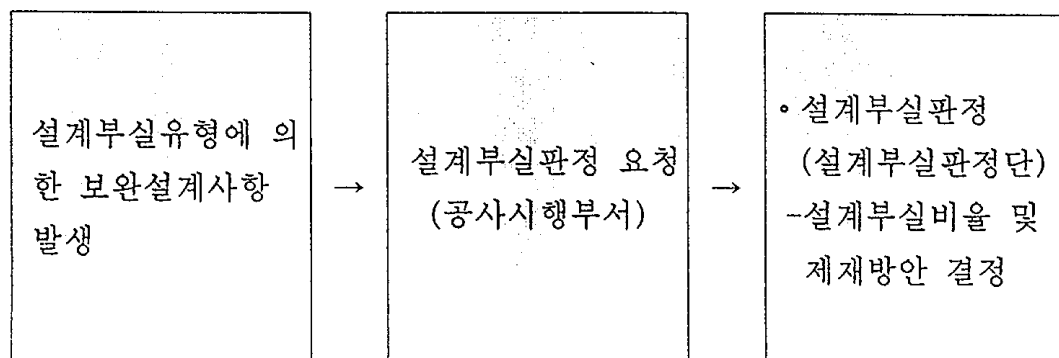
4. 설계용역 사후관리 방안

가. 설계부실 유형 및 처리절차

1) 설계부실의 유형

- 정당한 검토, 방침 또는 사유없이
 - 관련계획 미반영(도시계획, 도로확장 계획등)
 - 설계기준 미달
 - 각종 현황조사 미비, 불충분등으로 인한 변경설계 사항
- 구조계산의 중대한 오류로 구조물의 전반적인 변경이 예상되는 사항

2) 처리절차



* 설계부실 판정단의 세부운영 방안은 붙임#1 참조

나. 설계부실에 기인한 보완설계용역 시행방안

- 1) 당초 설계용역업체에서 보완설계비의 전액 또는 일부 부담시행을 원칙
- 2) 불응시 부정당업자로 제재조치후 하자보증금의 직접사용(입찰참가제한)
- 3) 보완설계 용역비
 - 건계16110-53호('94.6.21)의 방침을 준용하여 산정한 설계용역비에서 설계부실판정단에서 결정한 설계부실 비율을 공제(당초 설계용역업체가 시행할 경우에 한함)
- 4) 보완설계 용역비의 규모에 따라 건일계15105-65호('98.2.3)의 방침에 따라 시행
 - 설계비 2,000만원이하 : 당초 설계용역업체와 수의계약 시행
 - " 1.5억원 이하 : 당초 설계용역업체와 수의계약 시행 또는 일반경쟁입찰
 - " 1.5억원 이상 : 일반경쟁입찰
- 5) 제재조치
 - 설계부실의 경중에 따라 건설기술관리법, 국가계약법등 관련조항에 의거
 - 용역업체에 대한 입찰참가제한
 - 기술자에 대한 업무정지
 - 용역업체, 기술자에 대한 부실벌점 부과

* 설계부실 경중에 따른 제재조치 기준(안) : 불임#2

다. 계약조건 보완

계약문서의 일부 서류인 과업지시서에 다음사항을 명기

○ 실시설계 완료후 공사시행중에 설계용역회사의 부실설계로 인한 추가 또는 보완 설계사항이 발생할 경우, 설계 용역회사는 우리공사에서 정하는 별도의 방침에 따라 설계대가의 일부 지급 또는 지급없이 추가 보완설계를 시행하여야 하며, 우리공사는 건설기술관리법, 국가를당사자로하는계약에관한법률등의 관련조항에 의거 설계 용역업체에 제재를 가할 수 있다.

5. 검토결론

- 건설공사 시행중에 발생하는 추가 또는 보완설계사항이 '4항'에서 규정된 설계부실 유형에 기인한 것으로 판명될 때, 당초 설계용역업체에 추가 설계대가의 일부 지급 또는 지급없이 보완 설계를 시행하고 용역업체 및 관련 수행기술자에 제재조치
 - 설계용역업체의 책임설계품토 조성
 - 부실설계의 원천적 예방유도
 - 설계용역성과의 효율적 사후관리 체계 정립
- '99 현재 실시설계중인 용역부터 적용

붙임#1

설계부실 판정단의 구성 및 운영(안)

'98. 12

설 계 처

1. 구성목적

고속도로 건설공사 시행중 발생하는 설계변경건중 공사시행 부서에서 설계부실판정 요청된 건에 대한 당초 설계용역업체의 설계부실비율 및 제재방안의 판정

2. 판정단의 임무

- 공사시행부서에서 설계부실판정 요청된 건에 대해 다음사항의 설계부실 비율을 판정
 - 정당한 검토, 방침 또는 사유없이
 - 관련계획 미반영
 - 설계기준 미달
 - 각종 현황조사미비, 불충분등으로 인한 변경설계사항
 - 구조계산의 중대한 오류로 구조물의 전반적인 변경이 예상되는 사항
- 설계부실의 경중에 따라 당초설계 용역업체 및 기술자에 대한 제재사항 결정(제재기준(안) : 붙임)

3. 판정단의 구성

- 단장 : 설계처장
- 부단장 : 설계심사실장
- 판정위원단 : 5인이상 8인이내(공사시행부서 : 2인이내)
- 위원단의 자격
 - 본사 및 건설사업소 토목직 부장급 이상 직원
 - 특수공종이 있을 경우 수석연구원 이상 직원
 - 계약관련 사항이 있을 경우 계약담당부서의 부장급이상 직원
 - 특별한 경우 고속도로 기술 및 설계자문위원

4. 판정단의 운영

- 단장은 판정단의 회의 진행을 담당하며 판정은 시행하지 않음
- 단장이 유고시 부단장이 그 직무를 대행함
- 판정단은 필요한 경우 당초 설계용역업체 관계자를 참석하게 하여 설계경위를 들을 수 있으며 서면으로 그 의견을 제출받아 설계부실 판정시 참고할 수 있음
- 설계부실비율은 각 판정위원의 설계부실 판정비율을 산술평균한 값으로 함
- 설계부실에 대한 제재조치는 설계용역업체 및 수행기술자에 대한 부실벌점 부과를 원칙으로 하되, 그 부실사안의 경중에 따라 기술자에 대한 업무정지, 용역업체에 대한 입찰참가제한을 건설교통부장관에게 요청할 수 있음
- 단장은 사안에 따라 설계부실 판정단을 소집하지 않고 서면으로 위원의 의견을 들을 수 있음

5. 기 타

- 고속도로 기술 및 자문위원이 판정위원으로 위촉된 경우에는 설계심의 위원회 운영지침의 심의료 지급기준에 준하여 비용을 지급할 수 있음

붙임#2

고속도로 건설공사중 설계변경관련
설계부실내용에 따른 제재기준

(관련법 조항 발췌)

'98. 12

설 계 처

1. 용역업체에 대한 입찰참가 제한기준

건설기술관리법 제20조의 3(설계등 용역업자에 대한 입찰참가제한등)	
①건설교통부장관은 설계등용역업자가 발주청에서 발주한 설계등용역을 부실하게 수행하여 다음 각호의 1에 해당하는 때에는 발주청으로 하여금 당해 설계등 용역업자에 대하여 1년이내의 기간을 정하여 당해 분야의 설계등 용역에 대한 입찰참가를 제한하게 할 수 있다	
위반행위	입찰참가 제한기간
• 설계등 용역을 성실하게 수행하지 아니함으로써 시설물의 주요구조부가 손괴되거나 손괴될 우려가 있을 때 또는 공중에 현저하게 위해를 끼치거나 끼칠 우려가 있을 때	1월~12월
• 구조계산등을 소홀히 하여 시설물의 주요구조부의 안전성 또는 내구성을 저하시켰거나 저하시킬 우려가 있을 때	1월~4월
• 사전조사등을 소홀히 하여 건설공사의 소요비용을 현저히 증가시키거나 공사기간을 현저히 지연시킬때	1월~3월
• 신기술·신공법등에 대한 설계기술의 적용을 잘못하여 건설공사가 부실하게 되거나 부실하게 될 우려가 있을 때	1월

국가를 당사자로 하는 계약에 관한 법률 시행령 제76조(부정당업자의 입찰참가자격 제한)	
①각 중앙관서의 장은 다음 각호의 1에 해당하는 계약대상자 또는 입찰자에 대하여 법 제27조의 규정에 의하여 당해 사실이 있은후 지체없이 1월 이상 2년이하의 범위내에서 입찰참가자격을 제한하여야 한다. 1. 부실시공 또는 부실설계를 한자 2-5. 생략 6. 정당한 이유없이 계약을 체결 또는 이행하지 아니한자	
위반행위	입찰참가 제한기간
• 매우 현저하게 부실시공 또는 부실설계 [건설기술관리법 제21조의 4의 규정에 의한 부실벌점(이하 “부실벌점”이라한다) 이 100점을 초과한 때를 말한다]를 한 자	1년이상 2년이하
• 현저하게 부실시공 또는 부실설계(부실벌점이 50점이상 100점이하인 때를 말한다)를 한 자	6월이상 1년미만
• 부실시공 또는 부실설계(부실벌점이 20점이상 50점이하인 때를 말한다)를 한 자 • 공사계약의 연대보증인으로서는 하자보수를 요구받고도 정당한 이유없이 이에 불응한자	1월이상 6월 미만

2. 설계를 수행한 건설기술자에 대한 업무정지기준

건설기술관리법 제20조의 4(설계등 용역을 수행한 건설기술자에 대한 업무정지)	
①건설교통부장관은 발주청이 발주한 설계등 용역을 수행한 건설기술자가 업무를 성실하게 수행하지 아니함으로써 설계등 용역업자가 제20조의 3절1항 각호의 1에 해당하게 된 때에는 1년이내의 기간을 정하여 설계등 용역업무의 수행을 정지하게 할 수 있다.	
위반행위	업무정지 기 간
• 설계등 용역을 성실하게 수행하지 아니함으로써 시설물의 주요구조부가 손괴되거나 손괴될 우려가 있을 때 또는 공중에 현저하게 위해를 끼치거나 끼칠 우려가 있을 때	1월~12월
• 구조계산등을 소홀히 하여 시설물의 주요구조부의 안전성 또는 내구성을 저하시켰거나 저하시킬 우려가 있을 때	1월~4월
• 사전조사등을 소홀히 하여 건설공사의 소요비용을 현저히 증가시키거나 공사기간을 현저히 지연시킬때	1월~3월
• 신기술·신공법등에 대한 설계기술의 적용을 잘못하여 건설공사가 부실하게 되거나 부실하게 될 우려가 있을 때	1월

3. 부실벌점 측정(부과)기준

건설기술관리법 제21조의 4(건설공사등의 부실측정)	
① 건설교통부 장관, 발주청과 건설공사의 허가, 인가, 승인등을 한 행정기관의 장은 다음 각호의 1에 해당하는 자가 설계등 용역·책임감리 또는 건설공사를 성실하게 수행하지 아니함으로써 부실공사가 발생하거나 발생할 우려가 있는 경우에는 부실의 정도를 측정하여 부실벌점을 줄 수 있다. 1. 건설업자 2. 주택건설등록업자 3. 설계등 용역업자 4. 감리전문회사 5. 제1호 내지 제4호에 해당하는 자에 고용된 건설기술자 또는 감리원 ② 발주청은 제1항의 규정에 의하여 부실벌점을 받은 자에 대하여 그 부실벌점에 따라 입찰시 불이익을 줄 수 있다. ③ 제1항의 규정에 의하여 발주청과 건설공사의 허가·인가·승인등을 한 행정기관의 장은 부실벌점을 준 경우에는 그 내용을 건설교통부장관에게 통보하여야 하며, 건설교통부장관은 그 부실벌점을 종합관리하여야 한다.	
위반행위	부실벌점
가. 설계용역업체 및 설계수행 건설기술자 공통적용 • 각종 현황조사 잘못으로 설계변경 사유 발생 • 토질·기초조사 잘못으로 설계변경사유 발생 • 현장측량을 잘못하여 설계변경사유 발생 • 구조계산 잘못으로 구조물 보완시공사례 발생 • 구조물의 설계위치 잘못으로 설계변경사유 발생 • 정당한 검토, 방침 또는 사유없이 관련계획 미반영 및 설계기준 미달로 설계변경사유 발생 • 위의 사항외에 설계업무 소홀로 공사의 부실초래 • 기타 측정기관이 부실이라고 판단한 사항	* 설계부실로 인한 사안별 설계변경 금액 • 5천만원 미만: 1점 • 1억원 미만 : 2점 • 2억원 미만 : 3점 • 3억원 미만 : 4점 • 4억원 미만 : 5점 • 4억원 이상 : 6점
나. 설계감리용역업체 및 수행기술자 • 설계감리를 시행한 시설물이 설계부실로 설계변경사유 발생 • 기타 설계감리업무 소홀로 공사의 부실초래	* 설계부실로 인한 사안별 설계변경 금액 • 1억원 미만 : 1점 • 3억원 미만 : 2점 • 3억원 이상 : 3점

I. 개 요

1. 검토목적

: 설계등 용역업자와 설계등 용역을 수행한 건설기술자에 대하여 부실 벌점 부과방안이 마련되어 시행중에 있으나 공사시행중 점검에 의한 벌점부과 위주로 되어 있어, 부실설계 방지 및 책임설계 유도를 위한 설계용역(설계감리 포함) 시행중 부실벌점 부과 세부시행방안을 마련코자 함.

2. 현행 부실벌점 제도

가. 근 거

- 건설기술관리법 제21조의4(건설공사등의 부실측정)
- 건설기술관리법 시행령 제61조(업무의 위탁)
- 건설기술관리법 시행규칙 제13조의5(건설업자등의 부실벌점 관리)
- 건설기술관리법 시행규칙 제13조의6(건설공사등의 부실측정기준 등)
- 부실벌점관리업무 시행지침(도연품 17301-1333, '97.12.22)

※ 『건설기술 관리법』 개정(법률 제5454호, 1997.12.13)

『건설기술 관리법 시행령』 개정(대통령령 제16086호, '99.1.21)

『건설기술 관리법 시행규칙』 개정(건설교통부령 제172호, '99.2.18)

나. 내 용

- 부실측정 대상사업 : 총용역비 1억5천만원 이상의 설계등 용역
- 부실측정 및 벌점부과
 - 설계등 용역을 수행하는 업체 및 참여기술자등에 대하여 반기1회 자체점검을 실시후 부실벌점 부과.
- 확인서의 징구
 - 부실내용이 증거서류 또는 사진에 의하여 입증되지 않거나 서류의 량이 많아 생략할 경우에 업체의 책임자로부터 확인서 징구.
- 부실측정 결과통보
 - 부실측정시 부실측정결과를 벌점부과대상업체 및 참여기술자에게 각각 통보.

○ 부실벌점의 통보

- 부실측정시 매반기 익월 5일까지 벌점총괄부서(도로연구소)의 장에게 제출.

3. 문제점

- 가. 「설계심사」「설계심의」「설계감리」등 확인검증 과정이 다단계로 제도화되어 설계 및 설계감리 용역업체와 참여기술자의 자발적 책임설계의식이 부족하고 의존경향 상존
- 나. 유사내용의 반복지적과 미흡한 설계로 심사, 심의, 감리업무과다 및 행정력 낭비
- 다. 경각심고취 및 책임설계 유도를 위한 제재방안 강구 필요

Ⅱ. 부실벌점 부과방안

1. 용어의 정의

- 가. “설계등 용역”이라 함은 다른사람의 위탁을 받아 시행하는 건설기술 용역중 건설공사의 계획·조사·설계·설계감리·안정성검토·건설사업관리·시설물의 유지·보수·철거 및 관리, 시험·평가·자문 및 지도등을 수행하는 것을 말한다.
- 나. “부실측정”이라 함은 건설기술관리법 제21조의4의 규정에 의하여 설계등 용역업자(이하“업체”라 한다)와 이에 소속된 건설기술자(설계등 용역에 참여한 기술자)에 대하여 그들이 수행하는 설계등 용역을 성실히 수행하지 아니하여 부실공사가 발생할 우려가 있는 경우에 지적된 내용을 사례별로 구분하여 부실벌점을 부과하는 것을 말한다.

- 다. “부실벌점”이라 함은 업체 및 건설기술자 등에 대하여 건설교통부장관과 사장 또는 건설공사를 인가·허가 또는 승인한 행정기관의 장이 사례별로 점수화 한것을 말한다.
- 라. “경감점수”라 함은 업체 또는 건설기술자등이 받은 부실벌점에서 경감하도록 한 점수를 말한다.
- 마. “사업시행부서의 장”이라 함은 설계등 용역을 직접 관리 감독하는 본사의 단위부서장 및 산하기관의장을 말한다.
- 바. “사업주관부서의 장”이라 함은 설계등 용역 업무를 주관하는 부서의 장을 말한다
- 사. “벌점총괄부서의 장”이라 함은 부실벌점관리업무를 총괄하는 부서의 장으로서 도로연구소장을 말한다.
- 아. “부실측정자”라 함은 설계등 용역에 대한 부실측정을 실시하는 부서의장을 말하며 사업시행부서·사업주관부서·감사·품질관리·안전관리·설계심사업무를 주관하는 부서의 장을 말한다

2. 부실측정 대상

: 우리공사에서 시행하는 총용역비 1억5천만원 이상의 설계심사 수행용역 및 설계감리용역

- 최초계약시에는 부실측정 대상에 해당하지 않았으나 계약변경으로 인하여 부실벌점 측정대상에 해당되는 경우에는 부실측정대상에 포함하여야 하며, 이후 시행되는 부실측정 결과에 대하여는 부실벌점을 적용하여야 한다.

- 최초계약시는 부실측정 대상이었으나 계약변경으로 인하여 부실측정 대상 기준에 해당되지 않게 된 경우 계약변경일 이후에는 부실측정 대상에서 제외되며, 계약변경일 이전에 시행한 부실측정결과에 대하여는 부실별점을 부과하여야 한다.

3. 부실측정 기준

: 설계심사실에서 시행하는 설계심사업무(심사, 감리, 심의)시 부실별점 측정기준에 의거 별점부과

가. 점검시 지적내용과 부실사례가 일치하지 아니하는 경우에는 유사한 부실사례의 별점을 준용하여 부과한다.

나. 당해반기에 동일용역을 2회이상 점검한 경우 동일한 지적사항으로 인하여 부과된 부실별점은 이를 1회에 한하여 적용한다.

다. 부실정도의 측정기준, 불이익 내용 및 부실별점의 관리, 부실별점의 경감등에 관한 기준은 우리공사 『부실별점관리업무시행지침』에 따르되 설계등 용역시행중 세부부실별점 측정기준은 다음과 같다.

(#별첨1 참조)

☐ 부실별점(3점)

: 설계등 용역업무를 비교적 불성실하게 수행한 경우로서 부실의 내용이 심하거나 부실개소의 수가 많은 경우에 부실부위 및 위반정도에 따라 부과한다.

☐ 부실별점(2점)

: 부실별점 1급보다 부실정도가 비교적 덜한 경우로서 부실의 내용이 심하거나 부실개소의 수가 많은 경우에 부실부위 및 위반정도에 따라 부과한다.

☐ 부실별점(1점)

: 부실정도가 경미한 경우로서 설계도서에 대한 검토 및 작성상태가 미흡한 경우 부실부위 및 위반정도에 따라 부과한다.

□ 부실벌점부과 세부항목

구분	주요 부실 사례	벌점
부 실 벌 점 관 리 업 무 시 행 지 침	○설계도서 작성의 소홀 - 설계도서의 일부를 누락하거나 관련기준에 미달한 경우	3
	- 설계도서간에 불일치가 발생한 경우 또는 당해 공사의 특수성, 지역여건 또는 공법등을 고려하지 아니하여 현장의 실정과 부합되지 아니하거나 공사수행이 곤란한 경우	2
	- 상세도면의 작성이 미흡하여 시공이 곤란한 경우, 시공상세도면의 목록이 없는 경우 또는 인용내용이 불분명하거나 설계내용이 누락된 경우	1
	○용역참여기술자 업무관리의 소홀 - 참여예정기술자가 실제의 과업수행시에 참여하지 아니하거나 무자격자가 참여한 경우	3
	- 참여기술자의 업무범위의 기재내용이 실제와 다르거나 감독의 지시를 이행하지 아니한 경우	2또는1
추 가 항 목	[실시설계용역] - 설계심사, 심의시 재심사 또는 재심의 판정을 받은 경우	3
	[설계감리용역] - 설계감리시 설계도서 검토 부실로 재검토지시를 받은 경우	3
	- 설계감리시 설계도서 검토 부실로 보완검토지시를 받은 경우	2
	- 설계감리시 경미한 부실발생 및 설계도서 검토가 소홀한 경우	1

4. 부실측정 및 벌점부과

가. 설계등 용역을 수행하는 업체 및 건설기술자등에 대하여 반기 1회이상 부실사례를 점검후 부실벌점을 부과한다.

나. 부실측정자는 업체 및 건설기술자등에 대하여 다음 각호에 해당하는 감사 또는 점검시 부실의 정도를 측정하여 부실벌점을 부과할 수 있다.

1. 자체감사
2. 특별점검
3. 설계심사

다. 부실측정자는 설계등 용역에 대하여 위항 이외의 점검 또는 부실측정을 실시한 경우에도 부실방지를 위하여 필요하다고 인정되는 사항에 대하여 위항의 규정에도 불구하고 부실별점을 부과할 수 있다.

라. 부실측정자는 측정결과 지적사항중 다음 각호에 해당하는 사항에 대하여 부실별점을 부과하지 않고 자주적인 판단에 의하여 현지조치할 수 있다.

1. 지적내용이 경미한경우
2. 고의 또는 중대한 과실이 아닌경우
3. 반복하여 발생하지 아니하는 단순사항인 경우

5. 부실별점의 경감

: 부실측정자는 설계등 용역을 시행함에 있어 주요경감사례가 있는 경우 업체 또는 건설기술자등이 받은 부실별점에서 경감하여야 한다.

6. 확인서의 청구

: 부실측정자는 부실내용이 증거서류 또는 사진에 의하여 입증되지 않거나 서류의 량이 많아 생략할 경우에 한하여 업체의 책임자로부터 확인서(별첨# 2)를 받을 수 있다.

7. 부실측정 결과통보

가. 부실측정자는 부실측정시 부실측정결과를 별점부과대상업체 및 건설기술자에게 각각 통보하여야 한다.

나. 부실측정자는 각종감사 및 점검결과 부과한 부실별점이 없는 경우에도 이를 0 점으로 관리하여 결과통보 하여야 한다

다. 업체에 소속된 건설기술자등에 대한 부실측정결과는 업체에 통보시 포함하여 통보할 수 있다.

라. 부실측정자로부터 부실측정 결과통보를 받은 사업시행부서의 장은 조치가 적정하게 이루어지는지를 확인하여야 하며, 그 처리전말을 입증할 수 있는 증빙자료를 첨부하여 부실측정자에게 제출 하여야 한다. 다만 사업시행부서에서 부실측정을 직접 시행한 경우는 그러 하지 아니한다.

8. 이의신청

가. 부실벌점부과에 이의가 있는 업체 및 건설기술자등은 부실벌점통지를 받은 날부터 30일 이내에 측정기관에 이의신청을 할 수 있으며, 측정기관은 부실사실의 확인과 부실벌점의 부과에 착오 등 명백한 하자가 있을 때에는 부과벌점을 정정할 수 있다.

나. 이의 신청을 받은 측정기관은 이의신청서를 받은 날부터 15일 이내에 이의신청을 한 자에게 이의신청에 대한 검토결과를 통보하여야 한다.

Ⅲ. 부실측정 결과의 활용

1. 부실벌점의 통보

가. 부실측정자는 소관 설계등 용역에 대하여 부과한 부실벌점을 (별첨# 3)서식 및 (별첨# 4)서식에 따라 작성하여 매반기 익월 5일까지 벌점 총괄부서의 장에게 제출하여야 한다. 이때 대외기관의 요청에 의해 부과된 부실벌점도 이에 포함하여야 한다.

나. 벌점총괄부서의 장은 건설기술관리법 시행규칙 별지 제28호 및 제29호 서식에 따라 부실벌점 총괄표를 작성하여 매반기 익월 15일까지 다음 각호의 협회로 제출하여야 한다.

1. 한국건설기술인협회 : 건설기술자에 대한 부실벌점
2. 건설감리협회 : 감리전문회사 및 이에 고용된 감리원에 대한 부실벌점
3. 한국엔지니어링진흥협회 : 설계등 용역업자에 대한 부실벌점
4. 대한건설협회 : 건설업자에 대한 부실벌점
5. 대한주택건설사업협회 : 주택건설등록업자에 대한 부실벌점
6. 한국기술사회 : 설계등 용역업자(기술사사무소를 개설한 자)에 대한 부실벌점
7. 대한측량협회 : 설계등 용역업자(측량업자로 등록한자)에 대한 부실벌점
8. 건설교통부 : 건축설계 용역업자에 대한 부실벌점

2. 불이익 처분

가. 계약담당부서의 장, 사업주관부서의 장은 설계등 용역업체를 선정하는 경우 관련법령에서 규정하는 불이익 부여기준에 따라 조치 하여야 한다.

나. 우수용역업자 선정시 해당업체의 부실벌점을 확인하고 관련법령에서 규정하는 불이익 부여기준에 따라 조치하여야 한다.

3. 부 칙

가. 이 방안은 방침결재일로부터 시행한다.

나. 이 방안은 관련법 및 「부실별점관리업무시행지침」 기준에 의거 부실
별점관리업무 수행시 업무요령으로 활용할 수 있으며, 관련법 및
「부실별점관리업무시행지침」이 우선한다.

(별첨# 1)

부실벌점의 측정기준 및 경감기준

□ 설계등 용역업자 및 용역참여기술자에 대한 부실벌점 측정기준

: 벌점부과는 『부실벌점 관리업무 시행지침』 및 자체벌점기준(추가항목)에 의하여 부과되 부실내용이 일치하지 아니하는 경우에는 지적된 내용과 유사한 부실내용의 벌점을 부과한다.

구분	주요 부실 사례	벌점
3.6	○설계도서 작성의 소홀 - 설계도서의 일부를 누락하거나 관련기준에 미달한 경우	3
	- 설계도서간에 불일치가 발생한 경우 또는 당해 공사의 특수성, 지역여건 또는 공법등을 고려하지 아니하여 현장의 실정과 부합되지 아니하거나 공사수행이 곤란한 경우	2
	- 상세도면의 작성이 미흡하여 시공이 곤란한 경우, 시공상세도면의 목록이 없는 경우 또는 인용내용이 불분명하거나 설계내용이 누락된 경우	1
3.8	○용역참여기술자 업무관리의 소홀 - 참여예정기술자가 실제의 과업수행시에 참여하지 아니하거나 무자격자가 참여한 경우	3
	- 참여기술자의 업무범위의 기재내용이 실제와 다르거나 감독의 지시를 이행하지 아니한 경우	2또는1
추가항목	[실시설계용역] - 설계심사, 심의시 재심사 또는 재심의 판정을 받은 경우	3
	[설계감리용역] - 설계감리시 설계도서 검토 부실로 재검토지시를 받은 경우	3
	- 설계감리시 설계도서 검토 부실로 보완검토지시를 받은 경우	2
	- 설계감리시 경미한 부실발생 및 설계도서 검토가 소홀한 경우	1

□ 설계등 용역업자 및 용역참여기술자에 대한 부실벌점 경감기준

번호	주요 경감 사례	점수
6	○ 설계등 용역업자 및 용역참여기술자	
6.1	- 최신공법을 적용한 경우(당해용역에 한하여 적용한다.)	2
6.2	- 설계등 용역평가 결과가 우수한 업체인 경우	3
6.3	- 설계업무와 관련하여 발주청의 장의 표창을 받은 경우	2
6.4	- 설계업무와 관련하여 중앙행정기관의 장이상의 표창을 받은 경우	2
	* 6.2 사례는 용역참여기술자에 대하여는 적용하지 아니한다.	

확 인 서				
○ 용 역 명 :				
○ 용 역 비 : 총 용역비 :		천원(당해년도 :		천원)
도 급 액 :		천원(당해년도 :		천원)
○ 용 역 기 간 : 전 체 19 . . . - 19 . . .				
당해년도 19 . . . - 19 . . .				
○ 용 역 회 사 :				
○ 대 표 자 :				
○ 지 적 내 용				
지 적 내 용	관 련 자			비 고
	직 위	성 명	기술자격등급(번호) 또는 주민등록번호	
위 지적사항 및 관련자에 대하여 사실과 틀림없음을 확인합니다.				
199 . . .				
○ 확인자(업체) : 소속 직 위 성명 (인) 입회자(감리/감독) : 소속 직 위 성명 (인)				

(인쇄용지) 2급 60g

(별첨# 3)

부실벌점총괄표(건설기술자,감리원)

(기관명 :)

(○○년도 ○○반기)

① 성명 (주민등록 번호,자격 등급)	② 업체명 (면허 또는 등록번호)	③ 용역명	④ 점검 일자	⑤ 점검 종류	지적사항	⑥ 부실사례 번호또는 경감사례	⑦ 부실벌점 또는 경감점수	⑧ 벌점 합계

(작성요령)

- ② 설계등 용역업자의 업체명과 면허 또는 등록번호를 기재합니다.
- ③ 점검을 한 용역명을 기재 합니다.
- ⑤ 현장점검 검사, 설계심사등으로 구분합니다.
- ⑥ 부실벌점관리 기준상의 주요 부실사례번호 및 경감사례번호 기재
- ⑦ 부실벌점 측정기준상의 적용등급에 따른 부실벌점 또는 경감점수를 기재합니다.
- ⑧ 점검시마다 용역별 벌점에서 경감점수를 뺀 점수를 기재합니다.

257mm×364mm
(인쇄용지2급 60g/m²)

(별첨# 4)

부실벌점총괄표(건설관련업체)

(기관명 :)

(○○년도 ○○반기)

① 업체명 (대표자, 면허또는 등록번호)	② 용역명 (공종)	③ 총용역비 (백만원)	④ 용역 기간	⑤ 점검 일자	⑥ 점검 종류	지적사항	⑦ 부실사례 또는 경감사례	⑧ 벌 점 또는 경감점수	⑨ 벌점 합계

⑩ 누 계 평 균 부 실 벌 점

(작성요령)

- ① 설계등 용역업자의 업체명 및 대표자와 면허 또는 등록번호를 기재합니다.
- ② 점검을 한 용역의 공종 및 용역명을 기재합니다.
- ④ 용역착수일부터 준공(예정일)까지로 기재합니다.
- ⑤ 점검일자를 기재합니다.
- ⑥ 현장점검 · 감사 · 설계심사등으로 구분합니다.
- ⑦ 부실벌점 측정기준상의 세부부실사례 및 경감사례를 기재합니다. 다만, 현장점검등 결과와 연계될 수 있도록 코드관리하여야 합니다.
- ⑧ 부실벌점 측정기준사항의 벌점 및 경감점수를 기재합니다.
- ⑨ 점검시마다 용역별 벌점에서 경감점수를 뺀 점수를 기재합니다.
- ⑩ 용역별 벌점을 합계한 후 용역건수로 나눈 평균치를 기재합니다.

257mm×364mm

(인쇄용지2급 60g/n)

1-5 고속도로 건설공사 실시설계용역 사전자격심사 업체선정 기준점수 검토

방 침

설 계 기
13201-364
(’99. 4.19)

1. 검토목적

’99.2 건설기술관리법 시행규칙 개정시 설계등 용역에 대한 용역업체의 입찰 참가기회를 확대코자 입찰참가자격자 수의 제한을 없앴에 따라 사전자격심사 결과 업체선정 기준점수를 검토코자 함

2. 건설기술관리법 시행규칙 개정내용

당 초	개 정(’99.2.18)
제13조(건설기술용역업자의 선정) 1. 다음 각목의 1에 해당하는 경우에는 별표5 제1호의 <u>평가기준에 의한 사업수행능력평가 결과에 따라 5인내지 7인을 선정할 것</u> 가. 용역비가 1.5~5억원 미만인 기본계획 또는 기본설계 나. 용역비가 1.5~10억원 미만인 실시설계	제13조(건설기술용역업자의 선정) 1. 다음 각목의 1에 해당하는 경우에는 별표5 제1호의 <u>평가기준에 의한 평가결과 발주청이 정하는 일정점수 이상을 얻은자를 선정할 것</u> 가. 용역비가 2~5억원 미만인 기본계획 또는 기본설계 나. 용역비가 2~10억원 미만인 실시설계
2. 다음 각목의 1에 해당하는 경우에는 별표5 제1호의 <u>평가기준에 의하여 5인내지 7인을 선정한 후 이들 중에서 별표5 제2호의 평가기준에 의한 기술제안서 평가기준에 따라 2인 또는 3인을 선정할 것</u> 가. 용역비가 5억원 이상의 기본계획 또는 기본설계 나. 용역비가 10억원 이상인 실시설계	2. 다음 각목의 1에 해당하는 경우에는 별표5 제1호의 <u>평가기준에 의한 평가결과 발주청이 정하는 일정점수 이상을 얻은자를 선정한 후 이들로 하여금 기술제안서를 제출하게하여 별표5 제2호의 평가기준에 따라 평가할 것</u> 가. · 나. “좌 동”

3. 기 시행된 사전자격심사 결과분석

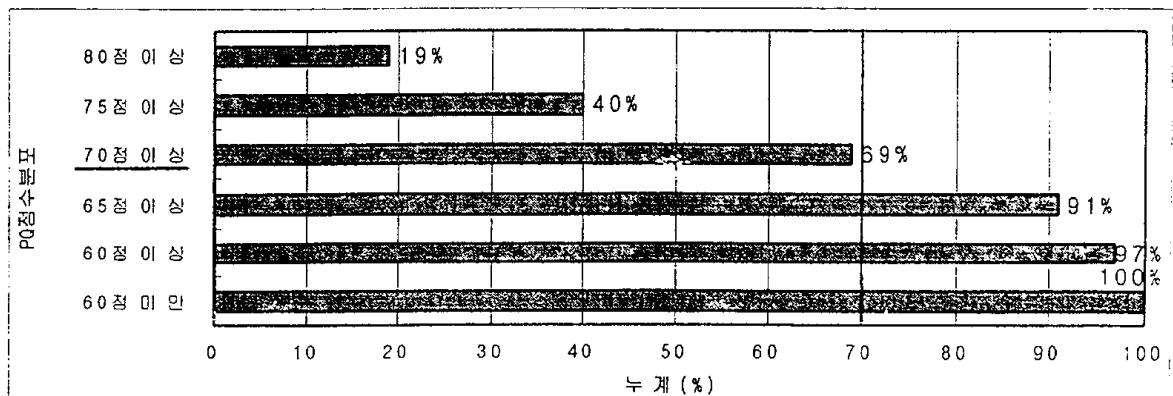
가. 사전자격심사 시행현황

(최근2년간)

발주시기	노 선	공구수	PQ제출		PQ선정		비 고
			회사수	평균평점	회사수	평균평점	
소 계		22	161 (7.3개사/공구)	74.27	138 (6.3개사/공구)	76.0	
'98.4	공주~서천간 (홍산~서천)외 2	8	61 (7.6)	72.74 (최저:53.2)	49 (6.1)	75.03 (최저:63.7)	설 계 처 시 행
'98.12	기계~신항만 외1	6	46 (7.7)	74.66 (최저:54.6)	40 (6.7)	76.29 (최저:66.0)	
'99.2	평택~음성 (안성~음성간) 외 2	8	54 (6.8)	75.67 (최저:53.6)	49 (6.1)	76.76 (최저:66.2)	
소 계		5	124 (24.8/공구)	76.53	29 (5.8/공구)	82.24	
'98.4	호남선 내장IC	1	20 (20)	79.76 (최저:74.9)	5 (5)	82.25 (최저:81.9)	타 실 처 시 행
'98.5	호남선 145.9km 선형개량외 1	2	44 (22)	73.56 (최저:51.9)	10 (5)	80.94 (최저:76.5)	
'98.12	진주~통영 (사천시 구간)	1	27 (27)	78.76 (최저:69.6)	7 (7)	83.17 (최저:81.3)	
'99.2	서해안 웅천IC	1	33 (33)	76.72 (최저:66.0)	7 (7)	83.16 (최저:81.6)	

나. 점수별 업체분포 현황

계	80점 이상	75점 이상	70점 이상	65점 이상	60점 이상	60점 미만
68	13 (19%)	14 (40%)	20 (69%)	15 (91%)	2 (99%)	4 (100%)



4. 사전자격심사 업체선정 기준점수 검토(안)

가. 용역비가 10억원 이상인 고속도로 신설·확장·개량 실시설계용역(기술제안서 평가시행 용역)

구 분	제1안	제2안	제3안	비 고
개 요	• 1회 동시 발주건수에 따라 선정 기준점수 변동적용 - 1개공구 : 80점 이상 - 2개공구 : 75점 이상 - 3개공구 : 70점 이상 - 4개공구 : 65점 이상 - 5개공구 이상 : 60점 이상	• 건당 PQ제출 업체수에 따라 선정 기준점수 차등적용 - PQ제출 업체수 • 10개이하 : 60점 이상 • 15개 이하 : 75점 이상 (75점 이상인 업체가 10개 이하인 경우 10위까지 선정. 단, 60점 미만업체 탈락) • 16개 이상 : 80점 이상 (80점 이상인 업체가 10개 이하인 경우 10위까지 선정. 단, 60점 미만업체 탈락)	• 건당 PQ제출 업체수에 관계없이 선정기준 점수를 60점(또는 70점)으로 일률적용	
장 · 단점	• 적정수준의 군소 용역업체 입찰참가 기회 확대(5~7개→평균 15개 내외) • 선정 기준점수의 일관성 확보 • 기술제안서 평가, 입찰관리 다소용이 • N개공구 발주시, 평가결과 선정 기준점수 이상인 업체가 2인 미만일 경우, 유찰로 인한 재입찰 방지를 위해 'N+1'개 공구 발주시의 선정 기준점수를 적용하여 업체 선정	• 적정수준의 군소용역업체 입찰참가 기회 확대(5~7개→평균 10~15개) • 기술제안서 평가, 입찰관리 용이 • PQ참여 용역사가 많을 경우 평점하위업체의 기술제안서 작성비용 미소요 • PQ제출 업체수에 따라 동일시기에 발주하는 건의 선정 기준점수가 상호 다를 수 있어 용역사의 불만소지 내포	• 군소 용역업체 입찰참가 기회 대폭확대 • 기술제안서 평가, 입찰관리 매우복잡 • PQ참여 용역사가 많을 경우 평점하위업체의 기술제안서 작성비용 추가소요 * 선정기준 점수를 70점으로 상향조정할 경우 - 60~70점 이하의 업체(전체의 25%)의 무조건 탈락 - 여러건 동시 발주시 건당 현행 7개업체 선정시·보다 소수업체 선정공구 발생(입찰참여기회 축소) • 최근 2년간 22개 공구중 13개 공구(59%)	
채 택	○			

나. 용역비가 2~10억원 미만의 고속도로 신설·확장·개량 실시설계용역(기술제안서 평가 미시행 용역)

- 참여업체의 약 70% 정도가 선정될 수 있도록 기준점수를 70점으로 정함

5. 결 론

- 건설기술관리법 시행규칙 개정시 사전자격심사결과 입찰참가자격자 수의 제한을 폐지한 것은 용역업체의 입찰참가 기회를 확대하기 위함이므로
 - 기술제안서 평가관리, 용역사의 적정수준의 업무수행 능력등을 고려하되
 - 현행 5~7개 업체 선정시보다 평균적으로 많은 업체가 선정되어야 함
- 따라서, 최근 2년간의 기 시행된 실시설계용역 사전자격심사 분석결과를 토대로
 - 용역비가 10억원 이상의 고속도로 실시설계용역에 대해서는 건당 최대 평균 15개업체 내외가 선정될 수 있도록 '제1안'과 같이 1회 발주 건수에 따라 선정기준 점수를 변동 적용토록 하고,
 - 용역비가 2~10억원 미만의 고속도로 실시설계용역에 대해서는 참여업체의 약 70%정도가 선정될 수 있도록 기준점수를 70점으로 시행

6. 적용시기 및 대상

- 본 방침 시행일 이후 발주하는 고속도로 신설·확장·개량공사 실시설계용역

1-6 설계 심의 관리 전산시스템(DDMS) 개발

방 침

설 심 일
13201-551
(’99. 6.10)

1. 시스템명 : DDMS(Design Deliberation Management System)

2. 개발경위 :

- '98. 9. 23~'98. 12. 24 : Program 개발
- '99. 1. 20~'99. 5. 31 : 실무 적용성검토 및 보완

3. 개발목적

- 설계심의 업무절차의 세분화에 따른 광범위한 보조자료 활용이 요구되고, 종전 서류대장관리 위주체계에서 자료보존과 통계·분석등의 한계와 심의 계획시 유기적인 Data의 호환이 곤란하므로, 설계심의 관리 시스템을 통하여 심의자료 및 Data의 보존과 활용성을 높이고 심의계획시 심의자료의 유기적인 호환과 관련서식을 전산화 함으로서 업무의 효율성을 극대화하고자 함

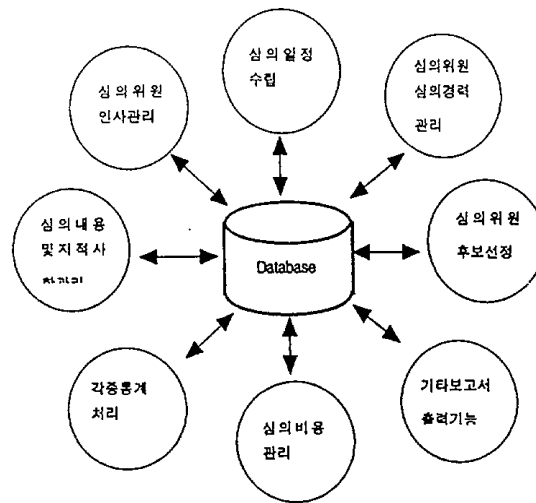
4. 개발 효과

- 설계심의 계획수립 및 업무절차 관리의 통합으로 업무효율성 증진
- 설계심의자료의 Data Base화로 관리·보존·활용성 극대화
- Data Base화로 실적에 대한 통계·분석기능 강화
- 고속도로 기술 및 설계자문위원 동향자료의 체계적인 관리 구축

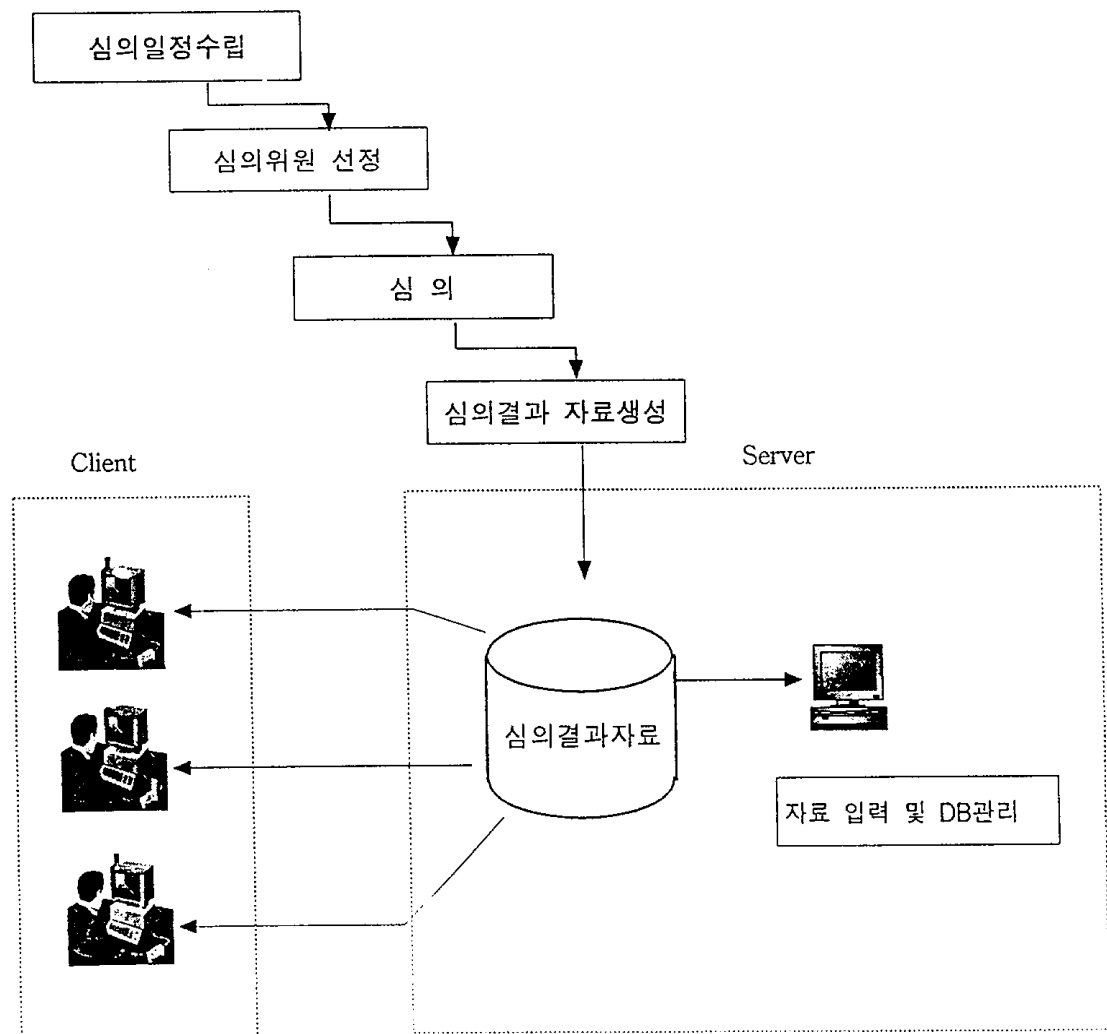
5. 시스템 개요

- DDMS 개발도구
 - Visual Basic 6.0
 - ActiveX
- 사용 Data Base : Access 7.0
- 사용환경 : window 95/NT
 - Net work 상의 다중 사용자(multi-user)용
 - 사용 PC : 펜티엄급이상(Ram 32MB이상)

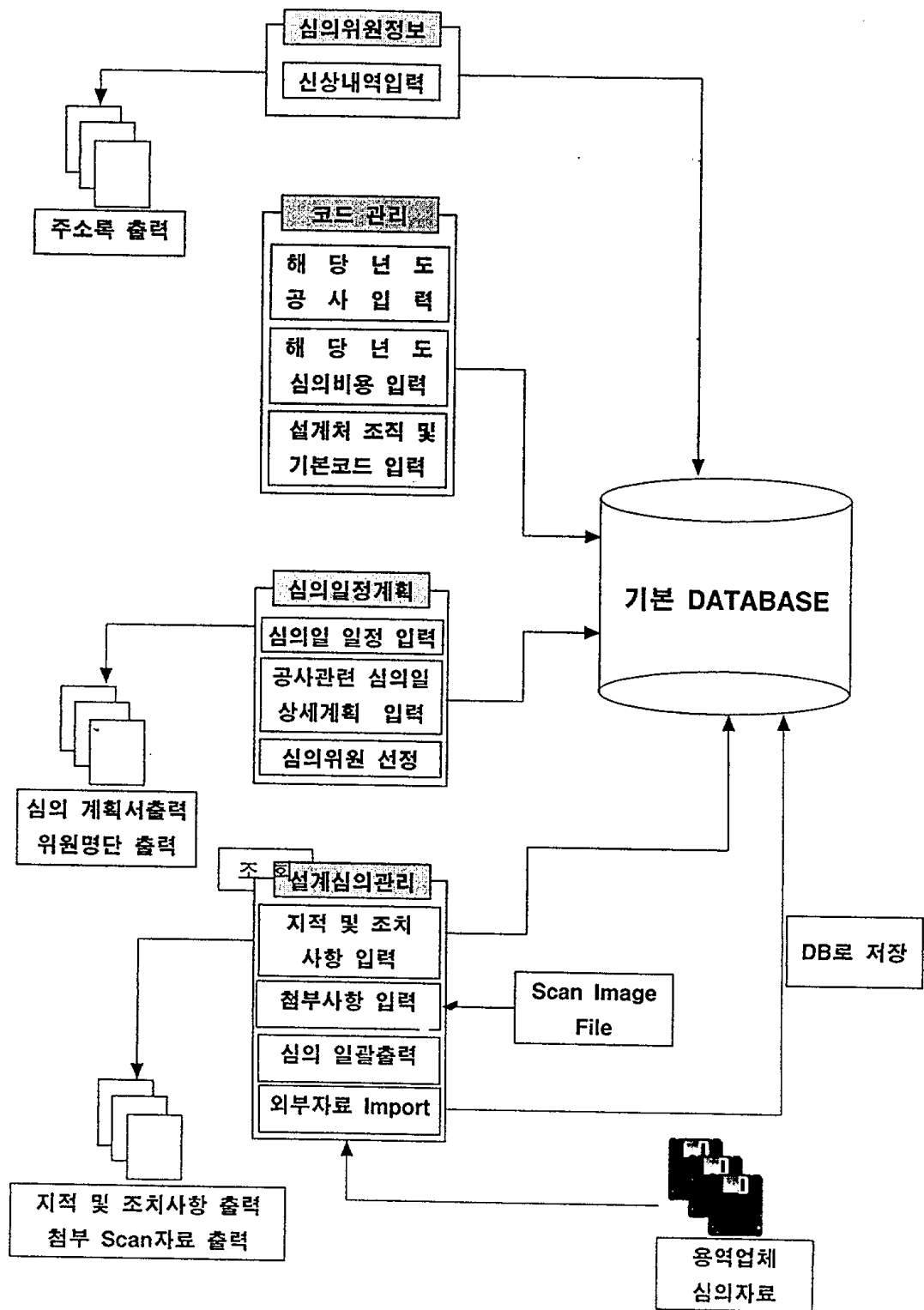
- 시스템 개요



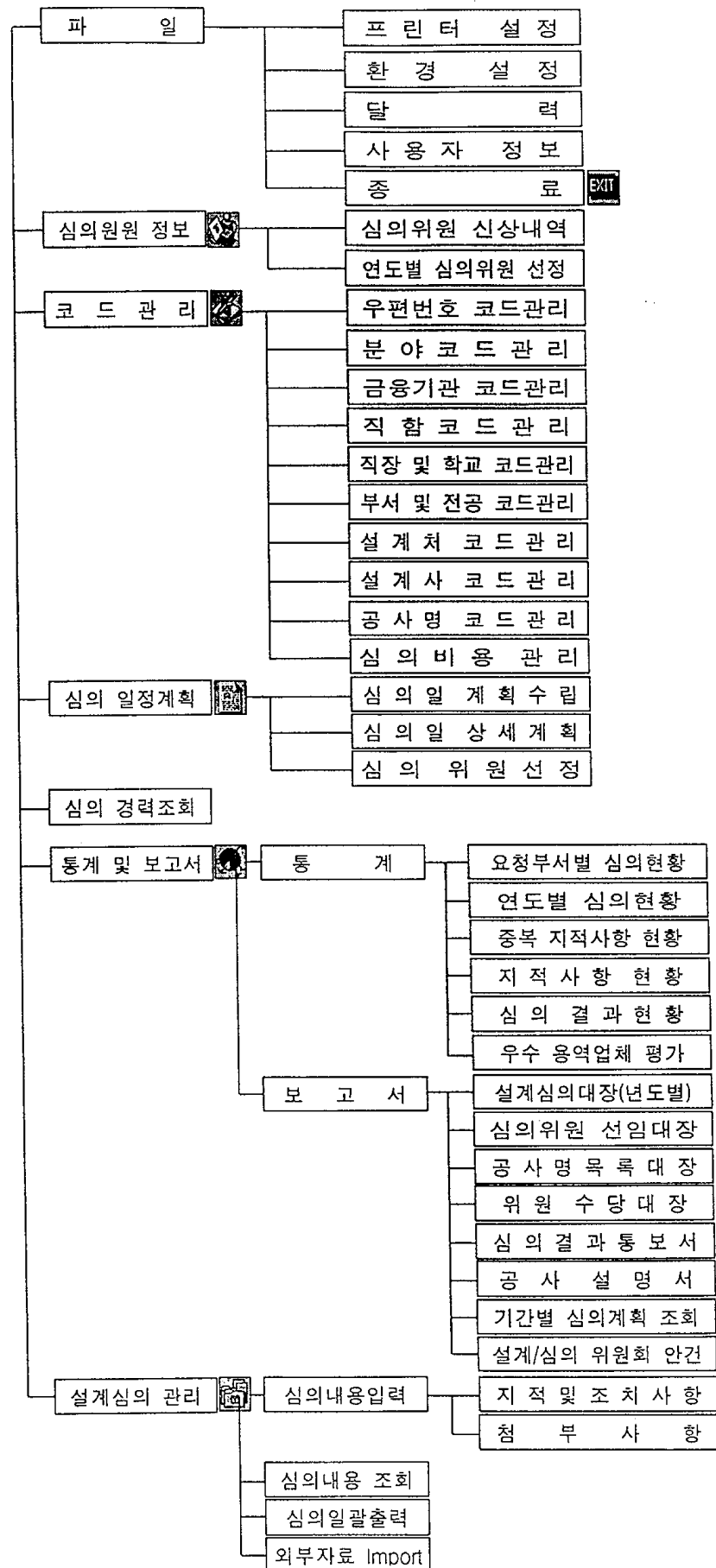
6. 업무 흐름도



7. 시스템 기능도



8. 시스템 주요기능



. 향후 추진계획

- 설계심의 주관부서(설계심사 1부)에서 운영체제 구축후 '99년도까지는 기존 설계심의 관련서류등과 같이 공용토록하여 사용성을 검증하고 결과에 따라 2000년부터 전면확대 시행토록 하며 기존 서면자료는 보조자료로 활용
- 적용이후 설계심의 자료는 DDMS에 우선 입력하고, 종전 설계심의자료는 DataBase 화를 위하여 추후 별도 계획 수립후 입력토록 추진
- 설계심의 지적사항 및 조치결과 자료에 대해서는 별도 자료입력용 모듈 Program을 해당 설계사에 배포하여 모든 심의결과를 Data Base 화
- 설계심의 관리 전산시스템 관리책임자

□ 정 : 심의담당과장
□ 부 : 심의담당대리

- 연도별로 심의자료에 대한 현황 및 분석결과를 익년도 1월 중 CD로 제작하여 저장 보관(설계심의 연보 대체) 및 배부
- Main Sever 용 PC 확보 추진('99년 중)
 - PC사양 : 펜티엄급 이상.
HDD 6.4GB
RAM 64MB

1-7 설계관련문서 전산화방안 검토

방 침

설 심 이
13207-61
('99.11.23)

1. 목 적

설계관련문서의 Data Base화로 설계관련문서에 대한 보관, 관리, 검색의 효율화를 도모하기 위하여 전산화 대상 설계성과품 항목에 설계관련문서를 추가하는 방안을 검토.

2. 현 황

가. 설계도서 전산화 추진경위

일 시	주요추진내용	비 고
'94. 9.	○ 설계성과품 관리방안 검토 보고 - CD로 설계성과품 관리	사장방침
'95. 2.	○ 실시설계 특별과업지시서 변경 - 표준도, 구조물도, 부대시설도면을 CAD로 작성하여 CD에 저장	1단계 시험적용
'95. 11.	○ 설계도면 전산작성기준 및 납품방법 조정 - 보고서 전산납품 시행	진면시행
'98. 4.	○ 설계성과품 CD제작 기준개선 검토 - 설계도서 변경 : 용지도 등 추가 - 제작기준 개선 : CD-Rom의 규격, 용량규정 등	
'98. 6.	○ 전산설계도서 CD제작방법 표준화 시행 - “전산설계도서 CD제작방법 표준” 배포 - 표준 CD검색기(CD Viewer) 및 생성기(CD Index) 적용	
'98. 11.	○ 설계관련문서 관리방안 수립 - 서울외곽선(빅제-퇴계원) 설계관련문서 CD화 /	
'99. 7.	○ '99 설계관련문서 관리방안 세부추진계획 수립 - 설계처 보관문서 10만페이지를 광파일링시스템에 전산입력	

나. 추진결과

- “전산설계도서 CD제작방법 표준”과 지원프로그램(표준CD생성기, 표준CD 검색기)을 설계용역사에 제공하여 설계성과품 CD제작의 표준화 정착.
- 광파일링시스템과 표준CD생성기 및 표준CD 검색기와의 자료호환을 위한 전산처리가 되지 않아 광파일링시스템과 설계관련문서 CD제작 작업을 병행하는 것은 어려움.

- 설계관련문서의 최종 열람, 확인부서인 건설현장공구사무실 및 시공사까지 많은 양의 설계관련문서를 효율적으로 전파하기 위하여 전산화 대상 CD성과품 항목에 설계관련문서 전산자료 추가 필요성 대두.

3. 개선방안

가. 현행 전산화대상 설계도서에 "설계관련문서"(약 1000페이지)를 추가

- 현행 전산화대상 설계도서
 - 설계도면 : 표준도, 종평면도, 횡단면도, 구조물도, 용지도
 - 보고서 : 종합보고서, 요약보고서, 교통량 재분석 보고서, 공사시방서, 일반보고서, 토질조사보고서, 구조 및 수리계산서
 - 기타 : 용지 및 지장물현황조서, 단가산출자료, 설계대장, 교량설계대장, 터널설계대장, 공사비 분석자료 등

나. 설계관련문서 전산자료 작성방법

- 입력대상문서
 - 일반보고서에 수록된 문서외 보존기간 5년이상인 문서.
 - 계약, 민원, 관계기관협의, 방침, 설계심사, 자문, 심의, 설계검토, 항측 및 토질조사 관련문서.
 - 기타 중요문서.
- 입력형태
 - 화면검색 및 프린트 출력시 판독이 가능하도록 최소 200dpi이상의 해상도로 Scanning.
- 이용자가 쉽게 검색할 수 있도록 체계적인 문서분류
 - 도공 정보처에서 제공하는 CD Index 프로그램을 이용하여 File Index 작성.
 - 대분류(설계관련문서), 중분류(관계철명), 소분류(문서제목) 도면/문서(필요시 세분류) 순으로 작성.
 - 사전에 설계감독원의 검토 및 승인을 득한 후 적용.

4. 검토결과

가. 향후 조치계획

- 전산성과품에 대한 과업범위에 설계관련문서를 추가하고 특별과업지시서를 변경.
- '99. 11이후 준공되는 실시설계용역부터 적용.
- 전산성과품 인쇄비 증가분(1,000페이지, 20만원)은 설계변경시 비용계상 반영.

나. 기대효과

- 설계관련문서의 전산화로 보관, 관리, 검색 용이.
- 건설현장공구사무실 및 시공사까지 설계관련문서를 효율적으로 전파.
- 설계관련문서의 활용성 증대로 업무 능률향상 및 설계기술 축적 가능.
- 정보화 시대에 적극 대처 및 기술개발 선도.

특별과업지시서 변경(안)

구 분	주 요 내 용
당 초	제3장 용역성과품 및 수량 제2절 용역 납품성과품 명세 및 수량 사. 전산자료 1) 수량 : CD-Title 20매 2) 수록대상 가. 설계도면 : 표준도, 종·평면도, 횡단면도, 구조물도, 용지도 나. 보 고 서 : 종합보고서, 요약보고서, 교통량 재분석보고서, 공사시방서, 일반보고서, 토질조사보고서, 구조 및 수리계산서 다. 기 타 : 용지 및 지장물현황조서, 단가산출자료, 설계대장, 교량설계대장, 터널설계대장, 공사비 분석자료 등
변 경 (안)	제3장 용역성과품 및 수량 제2절 용역 납품성과품 명세 및 수량 사. 전산자료 1) 수량 : CD-Title 20매 2) 수록대상 가. 설계도면 : 표준도, 종·평면도, 횡단면도, 구조물도, 용지도 나. 보 고 서 : 종합보고서, 요약보고서, 교통량 재분석보고서, 공사시방서, 일반보고서, 토질조사보고서, 구조 및 수리계산서 다. 기 타 : 용지 및 지장물현황조서, 단가산출자료, 설계대장, 교량설계대장, 터널설계대장, 공사비 분석자료, 설계관련문서 등

“별첨2”

CD성과품 인쇄비 산출내역

1. 당초 CD성과품 인쇄비 산출내역

(공주-서천간 고속도로(청남-홍산), '99.2 설계발주)

가. 공통분 ← 표지 12페이지 제외

구 분		페이지	제외표지	입력매수	금액
○ 입력	- 요약보고서	52	12	40	
	- 종합보고서	322	12	310	
	- 표준도	1,270		1,270	
	- 공사시방서	602	12	590	
	- 용역과업지시서	50		50	
	- 교통량재분석	242	12	230	
	- 설계기준	572	12	560	
	- 수량산출기준	412	12	400	
	소 계		200원/매	3,450	690,000원
○ CD 원본제작					100,000원
○ CD 복사본 제작			10,000	19	190,000원
계					980,000원

나. 공구분 ← 표지 12페이지 제외

구 분		페이지	제외표지	입력매수	금액
○ 입력	- 일반보고서	942	12	930	
	- 토질조사보고서	662	12	650	
	- 구조계산서	6,710		6,710	
	- 설계도	160		160	
	- 횡단면도	162	12	150	
	- 구조물도	1,100		1,100	
	- 용지도	20		20	
	- 용지조서	272	12	260	
	- 단가산출서	1,500		1,500	
	- 수량산출서	1,500		1,500	
	- 실시설계대장	10		10	
	- 교량대장	50		50	
	- 터널대장	50		50	
	- 공사비분석자료	300		300	
	- 사진첩	100		100	
	- PQ, TP	2,590		2,590	
	- 터널해석보고서	300	12	288	
	소 계	터널 없는 공구	200원/매	16,080	3,216,000원
		터널 있는 공구	200원/매	16,368	3,273,600원
○ CD 원본제작					100,000원
○ CD 복사본 제작			10,000	19	190,000원
계	터널 없는 공구				3,506,000원
	터널 있는 공구				3,563,600원

다. 당초 CD성과품 인쇄비 총계

○ 터널이 없는 공구 : 4,486,000원

○ 터널이 있는 공구 : 4,543,600원

2. 변경 CD성과품 인쇄비 산출내역

가. 공통분 ← 표지 12페이지 제외

구 분		페이지	제외표지	입력매수	금액
○ 입력	- 요약보고서	52	12	40	
	- 종합보고서	322	12	310	
	- 표준도	1,270		1,270	
	- 공사시방서	602	12	590	
	- 용역과업지시서	50		50	
	- 교통량재분석	242	12	230	
	- 설계기준	572	12	560	
	- 수량산출기준	412	12	400	
소 계			200원/매	3,450	690,000원
○ CD 원본제작					100,000원
○ CD 복사본 제작			10,000	19	190,000원
계					980,000원

나. 공구분 ← 표지 12페이지 제외

구 분		페이지	제외표지	입력매수	금액
○ 입력	- 일반보고서	942	12	930	
	- 토질조사보고서	662	12	650	
	- 구조계산서	6,710		6,710	
	- 설계도	160		160	
	- 횡단면도	162	12	150	
	- 구조물도	1,100		1,100	
	- 용지도	20		20	
	- 용지조서	272	12	260	
	- 단가산출서	1,500		1,500	
	- 수량산출서	1,500		1,500	
	- 실시설계대장	10		10	
	- 교량대장	50		50	
	- 터널대장	50		50	
	- 공사비분석자료	300		300	
	- 사진첩	100		100	
	- PQ, TP	2,590		2,590	
	- 터널해석보고서	300	12	288	
	- 설계관련문서	1,000		1,000	
소 계					
	터널 없는 공구		200원/매	17,080	3,416,000원
	터널 있는 공구		200원/매	17,368	3,473,600원
○ CD 원본제작					100,000원
○ CD 복사본 제작			10,000	19	190,000원
계					
	터널 없는 공구				3,706,000원
	터널 있는 공구				3,763,600원

다. 변경 CD성과품 인쇄비 총계

- 터널이 없는 공구 : 4,686,000원
- 터널이 있는 공구 : 4,743,600원

제2편. 설계기준 및 개선

2-1 설계단가 적정성 검토결과

방 침

설 심 일
15212-1880
('98.12.26)

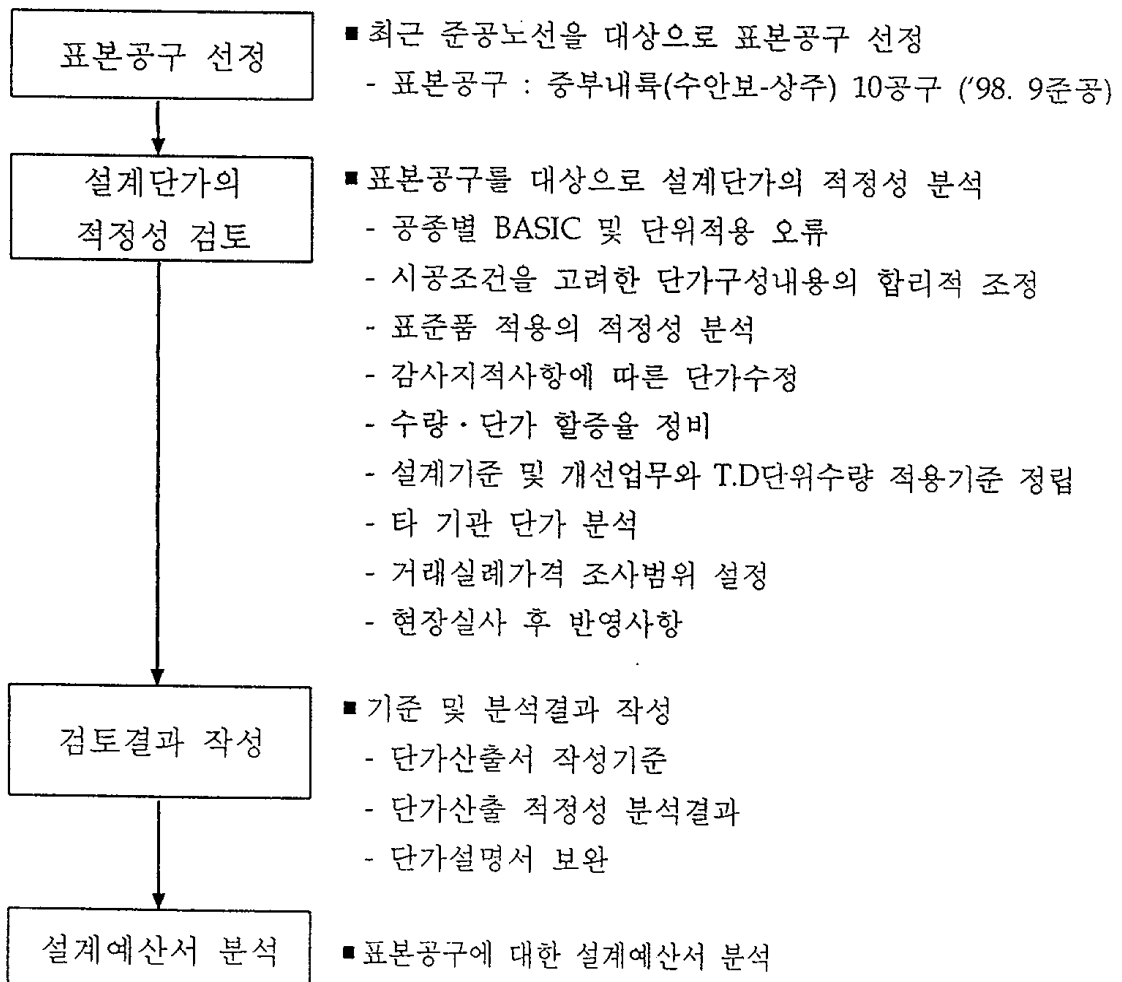
1. 검토목적

고속도로 건설공사의 원가를 작성함에 있어 계산의 기초가 되는 단가 산출기준을 보완·정립하여 합리적이고 적정한 공사원가를 작성코자 함.

2. 검토방향

- 단가구성과 산출기준의 합리성
- 수량 또는 표준도와 단가의 연계성
- 표준품셈 적용의 적정성
- 기계화 시공장비의 규격, 효율의 현실성
- 단가산출서와 단가설명서 내용의 부합여부

3. 검토내용



4. 검토결과 요약

가. 단가조정

(단위 : 건)

검 토 항 목	계	토공	배수공	구조물공	포장공	부대공	터널공
계(7개 항목)	283	48	54	33	51	21	76
공종별 BASIC 및 단위적용 오류	17	-	1	8	-	2	6
시공조건을 고려한 단가구성 내용의 합리적 조정	143	29	20	14	23	5	52
표준품 적용의 적정성 분석	84	15	15	8	26	11	9
감사지적사항에 따른 단가수정	4	2	-	-	-	2	-
수량·단가 할증을 정비	15	1	11	1	-	-	2
설계기준 및 개선업무와 T.D 단위 수량 적용기준 정립	13	1	7	2	2	1	-
타기관 단가 분석	7	-	-	-	-	-	7

※붙임#1 주요 검토결과 요약

붙임#3 단가산출 적정성 분석결과 참조

나. 거래실례가격 조사범위 설정

○ 법률근거

국가를당사자로하는계약에관한법률시행규칙 제2장 예정가격

제7조(원가계산을 할 때 단위당 가격의 기준) ① 제6조제1항의 규정에 의한 원가계산을 할 때 단위당 가격은 다음 각호의 1의 가격을 말하며, 그 적용순서는 다음 각호의 순서에 의한다.

1. 거래실례가격 또는 통계법 제4조의 규정에 의한 지정기관이 조사하여 공표한 가격, 다만, 재정경제원장관이 단위당가격을 별도로 정한 경우 또는 각 중앙관서의 장이 별도로 재정경제원장관과 협의하여 단위당 가격을 조사·공표한 경우에는 당해가격
2. 제10조 제1호 내지 제3호의 1의 규정에 의한 가격

제10조(감정가격등에 의한 예정가격의 결정) 영 제9조제1항제4호의 규정에 의한 감정가격·유사한 거래실례가격 또는 견적가격은 다음 각호의 1의 가격을 말하며, 그 적용순서는 다음 각호의 순서에 의한다.

1. 감정가격 : 지가공시 및 토지 등의 평가에 관한 법률에 의한 감정평가법인 또는 감정평가사(부가가치세법 제5조의 규정에 의하여 평가업무에 관한 사업자등록증을 교부받은 자에 한한다)가 감정평가한 가격
2. 유사한 거래실례가격 : 기능과 용도가 유사한 물품의 거래실례가격
3. 견적가격 : 계약상대자 또는 제3자로부터 직접 제출받은 가격

○ 조사기준

- 예정가격결정에 있어 국가를당사자로하는계약에관한법률시행규칙 제7조, 10조의 각호에 의거 단위당 가격을 정하되
(원가계산에 의한 예정가격 작성준칙 제4조제2항에 근거)
- 거래실례가격조사는 공사원가에 영향이 큰 주요자재, 고가 및 다량의 자재에 대해서 반드시 “시방조건”을 제시, 그기준에 맞는 거래실례 가격을 조사하여 단위당 가격결정에 참고하고
- 조사대상품목은 터널, 특수교량 유무에 따라 현저히 다르므로 실시설계 과업수행중 필요품목을 선정토록 함

다. 현장실사후 단가조정사항

항 목	현 형	검 토 의 견																										
성 토 및 다짐공	· 암성토시 조합장비 - 포설 : 불도우저 32ton - 다짐 : 진동로라 10ton 타이어로라 15~25ton - 살수 : 물탱크 5,500l	· 암성토시 다짐과 관련하여 고속도로공사 전문시방서에 규격 이상의 압괴는 규정에 맞게 파쇄하고, 탬핑로라 등 대형다짐장비를 사용토록 규정되어 있고, · 실제 현장시공시에도 설계조합장비와 다르게 적용하고 있음. · 규격이상의 압괴파쇄에 대한 소할비용(브레이카 15%)을 우선 반영하고, · 추후 다짐장비조합 및 장비능력에 대한 현장실사를 통해 적정대가 기준수립 필요. · 실제 시공시 다짐장비 조합 - 소할 : 브레이커 - 포설 및 다짐 : 탬핑로라(824.825 콤팩터) 진동로라 10T - 살수 : 5,500l																										
쇄석골재 생산 - 석산개발, 현장암 유용시	· 쇄석골재 생산시 암발파후 소할 기준 - 석산개발 : 50%, 인력 - 현장암 : 35%, 인력 (토공발파시 15% 소할 기반영)	· 현장에서는 발파암 소할을 인력으로 시행하지 않고, 브레이카 작업으로 시행하고 있는 실정이며, 소할율도 50% 및 35%는 다소 과다한 것으로 판단되므로, 일단 인력품을 기계품으로 변경하고 소할률도 석산개발은 50%에서 30%, 현장암 유용시는 35%에서 15%로 조정하고 추후 현장실사를 통해 적정 기준 수립필요																										
말뚝향타	· 파일 1본당 타격시간 산정을 위한 토질계수(건연품 p.372) <table border="1"> <tr> <td>토질 계수</td><td>점토, 부식토</td><td>실트, 롬, 모래</td><td>자갈</td></tr> <tr> <td>α</td><td>4.0</td><td>1.0</td><td>1.4</td></tr> </table> 말뚝1본당 타격시간(min) $T_b = 0.05 \alpha \cdot \beta \cdot l \cdot (N+2)$	토질 계수	점토, 부식토	실트, 롬, 모래	자갈	α	4.0	1.0	1.4	· 점토, 부식토에 대한 토질계수(α)가 실트, 자갈층보다 타격시간이 3~4배정도 높게 되어 있어 불합리하다고 판단되는 바 현장실사후 적용품 검토																		
토질 계수	점토, 부식토	실트, 롬, 모래	자갈																									
α	4.0	1.0	1.4																									
강재거푸집 제작	· 교각의 강재거푸집, PSC Box Girder용(ILM, MSS)의 제작을 잡철물 제작으로 적용 <table border="1"> <tr> <td>구분</td><td>잡철물 제작</td><td>설치 및 해체</td><td>ton당 단가</td></tr> <tr> <td rowspan="2">교각</td><td>간단</td><td></td><td>177만원</td></tr> <tr> <td>복잡</td><td></td><td>266만원</td></tr> <tr> <td rowspan="2">ILM</td><td></td><td>복잡</td><td>73만원</td></tr> <tr> <td>복잡</td><td></td><td>213만원</td></tr> <tr> <td rowspan="2">MSS</td><td></td><td>보통</td><td>60만원</td></tr> <tr> <td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </table>	구분	잡철물 제작	설치 및 해체	ton당 단가	교각	간단		177만원	복잡		266만원	ILM		복잡	73만원	복잡		213만원	MSS		보통	60만원					· ILM 강재거푸집 제작 및 설치를 MSS 강재거푸집과 동일하게 잡철물제작 보통품으로 우선 조정하고, · 잡철물 제작설치품이 강교의 제작, 설치품에 비해 과다하므로 실사후 적정품 적용
구분	잡철물 제작	설치 및 해체	ton당 단가																									
교각	간단		177만원																									
	복잡		266만원																									
ILM		복잡	73만원																									
	복잡		213만원																									
MSS		보통	60만원																									

※상기항목 외 8건 : 붙임 #1 주요 검토결과 요약 참조

라. 표본공구 공사원가 분석결과

▪ 중부내륙(수안보-상주간) 10공구

(단위 : 백만원)

구 분	당 초	변 경	증(△)감	주요 증감사유
토 공	18,370	17,942 (17,942)	△428 (△428)	· 떼붙임공의 면고르기 삭제(△391) · 발파암깨기(소할 : 인력→브레이카 ; △457) · 순성토운반(적재장비 규격 상향조정 : 페이로다 1.72→2.87m³ ; △106)
배수공	6,130	5,975 (6,646)	△155 (516)	· 터파기 비율조정(인력 50%+기계50% →인력20%, 기계80% ; △150) · 되메우기 및 다짐공(인력면고르기 삭제 ; △41) · 도수로설치공(설치노무비 30% 할증적용 ; 45)
구조물공	36,483	34,575 (36,203)	△1,908 (△280)	· 터파기 단가현실화 (기계:인력비율 70:30→90:10 ; △193) · 강교제작용 산소재료비 적용오류 수정 (120,000원/병→8,000원/병 ; △794) · 교량점검시설 수량착오 정정(5ton→5kg ; △596)
포장공	8,723	8,107 (9,841)	△616 (1,116)	· 콘크리트 생산 (B/P 1기→2기, 물운반비 관정 별도계상 ; △29) · 골재구입 및 운반 (적사장비규격 현실화 : 타이어페이로다 1.72→2.87m³ ; △418)
부대공	16,051	15,892 (11,555)	△159 (△4,496)	· 절토부 점검계단 (잡철물제작설치품→철판공 삭제 ; △84) · 가설건물(부지면적 조정 240→120m² ; △11) · 중앙분리대(페이퍼 효율조정 양호→보통 ; 55)
터널공	6,207	5,940 (6,244)	△267 (37)	· 터널굴착, 슛크리트, Rock Bolt Cycle Time 변경 (△19) · 버럭처리 장비현실화 (덤프 10.5→15ton, 페이로다 1.72→2.87m³) · 지보공 제작품 조정 (철근가공→Bending가공 ; △45)
순공사비	91,964	88,431 (88,431)	△3,533 (△3,533)	
잡 비	48,345	46,417	△1,928	
계	140,309	134,848	△5,461 (△3.9%)	

※() : 부대공의 “시멘트 구입 및 운반”을 각 공종별로 Con’c 생산에 포함

5. 종합의견

- 실시설계 과업량의 증가와 단가의 전산설계에 따라 설계감독원의 단가 중요도에 대한 인식이 부족하고,
- 품셈개정사항의 적시적용이 미흡하므로
- 향후 대책으로
 - 원가작성기준 및 기초단가 변경사항 통합관리 필요
 - 주기적(격년)으로 단가산출 검증시행
 - 단가산출 전산Program의 Up-grade 및 이해증진과 활용을 위한 자체 직원 교육실시
 - 표준품셈이 정립되지 않은 일부 공종은 현장실사를 통하여 적정단가 산출기준 마련.

6. 적용방안

- 현재 실시설계중인 노선부터 우선적용
- 설계완료후 미발주 노선은 발주시 변경설계서 작성

□ 붙임 자료

- #1. 주요 검토결과 요약
- #2. 단가산출서 작성기준
- #3. 단가산출 적정성 분석결과
- #4. 단가설명서

주요 검토결과요약

- 공종별 BASIC 및 단위적용 오류
- 시공조건을 고려한 단가구성내용의 합리적 조정
- 표준품 적용의 적정성 분석
- 감사지적사항에 따른 단가수정
- 수량, 단가할증율 정비
- 설계기준 및 개선업무와 T.D 단위수량 적용기준 정립
- 타기관 단가 비교분석
- 현장실사후 반영사항

■ 주요 검토결과 요약

○ 공종별 BASIC 및 단위적용 오류

공종코드	현행	변경	사유
101B01 철근콘크리트 깨기	- 철근절단 및 절단기 손료 산소 : 120,000원	- 철근절단 및 절단기 손료 산소 : 8,000원	· 단가적용 착오
219B05 수로보호공 (콘크리트 5종 50mm-무근) : m ³	2. 콘크리트 타설(5종 50mm) BASIC[211B0200] : 콘크리트타설(바이브레이터 제외-철근)	2. 콘크리트 타설(5종 50mm) BASIC[B211B0100] : 콘크리트타설(바이브레이터 제외-무근)	
B317A000 강교제작 (Launching Nose용)	%직종별 인원수 집계 1) 현도사 : 1.188인 2) 강판공 : 0.297인 3) 절단공 : 2.079인 4) 리벳공 : 0.198인 5) 연마공(기계) : 0.792인 6) 용접공 : 2.673인 7) 철공 : 2.871인 계 10.098인	%직종별 인원수 집계 1) 현도사 : 0.388인 2) 강판공 : 0.291인 3) 절단공 : 1.358인 4) 리벳공 : 0.194인 5) 연마공(기계) : 0.485인 6) 용접공 : 1.940인 7) 철공 : 1.649인 계 6.305인	· 표준제작공수 적용시 트러스 형식에서 단순 I형으로 변경 (견연품 p.551)
B322C05 강교가설 (Box Girder 가설용 Bent)	1) 재료비 c) ㄷ형강(200×90×8×13.5) 재료비 : 할증 1.05	1) 재료비 c) ㄷ형강(200×90×8×13.5) 재료비 : 할증 1.07	· 품셈 대형형강 적용 (견연품 p.27)
B322D05 Launching Guide (.T.Box용)	1. 재료비 4) ANCHOR BOLT(D=25×350) 4개	1. 재료비 4) ANCHOR BOLT(D=25×350) 4개 × 1.05	· 일반볼트 적용 (견연품 p.27)
341P 주두부 가시설 : 식	2. 제작비 1) 철골 가공조립(현장조립) $N=(1+0.15+0+0.1+0.55) \times 12.57=22.63$ 12. 철거(세우기의 80%)	2. 제작비 1) 철골 가공조립(현장조립) $N=(1+0+0+0+0.2) \times 12.57=15.084$ 12. 철거(세우기의 70%)	· 작업조건 수정 (견연품 p.573) · 기계품 적용 (진흥품 p.1160)
602A100 전단면 버력처리 (Type-1) : m ² 당	운반 : 덤프10.5톤 운반비/Cm 작업조 : 3.204조 야간할증 : 1.292 단가 : 5,916원	운반 : 덤프15톤 운반비/Q(T5삭제) 작업조 : 3.235조 야간할증 : 1.333 단가 : 4,822원	· 시공장비 현실화 · 계산오류 · Cycle Time 변경

○ 시공조건을 고려한 단가구성내용의 합리적 조정

공종코드	현 행	변 경	사 유
101D01 콘크리트포장 깨기	· 소운반 : 리어카 단가 20,397원	· 소운반 : 백호우 단가 14,575원	· 실제로 맞추어 인력에서 기계로 변경
105A02 토사깎기 (확장)	· 토공장비 작업효율 - 불도져 31ton : E=0.6(보통) 단가 514원	· 토공장비 작업효율 - 불도져 31ton : E=0.45(불량) 단가 751원	· 확장공사시 현장여 건을 감안하여 장 비효율 조정(진흥 품 p.291)
107A01 성토 및 다짐공(노체)	· 암성토 장비조합 - 소할 : - - 포설 : 불도져 32ton - 다짐 : 진동로라 10ton 타이어로라 15-25ton - 살수 : 물탱크 5,500 ℓ 단가 870원	· 암성토 장비조합 - 소할 15% : 브레이카 - 포설 : 불도져 32ton - 다짐 : 진동로라 10ton 타이어로라 15-25ton - 살수 : 물탱크 5,500 ℓ 단가 1,042원	· 지방서상의 시공 지침에 부합토록 장비조합 조정 · 추후 현장실사를 통해 적정 장비 조합과 작업능력 산정이 필요
B202A 시멘트구입 및 운반 (Mortar용) : ton당	2. 운반 (최지역~창고) : 덤프 10.5톤 (현장창고~현장) : 덤프 10.5톤 단가 : 70,029원	2. 운반 (최지역~창고) : 카고 11.5톤 (현장창고~현장) : 덤프 10.5톤 단가 : 71,601원	· 운반차량 현실화
201A 측구터파기 (토사) : m'당	1. 기계터파기 : 50% 백호우 0.4m' : E=0.6(보통) 2. 인력 : 50% 단가 : 3,892원	1. 기계터파기 : 80% 백호우 0.7m' : E=0.45(불량) 2. 인력 : 20% 단가 : 2,051원	· 인력 및 기계 터파기 비율 현실화
205A00 산마루측구 형식-1 (H=0.45m) : m당	1. 거푸집(합판 4회) 노무비 할증 : 없음 3. 콘크리트 타설 m당 단위보정 누락 5. 줄눈설치 : 누락 단가 : 52,623원	1. 거푸집(합판 4회) 노무비 할증 : 30% 3. 콘크리트 타설 m당 단위보정 : 0.345 5. 줄눈설치 : 추가 단가 : 59,226원	· 산지운반품 할증 을 고려하여 산재 되어 있는 소형구 조물 할증기준에 준하여 할증 · 실제로 맞추어 단위보정 계상 · 실제로 맞추어 수량 정정 (진흥품 p.238)
BG338 잡철물제작 (교량점검 시설용) : ton당	2. 인건비 철판공(L1) : 27.65(인) 인부(L2) : 0.66(인) 용접공(L3) : 2.6(인) 특별인부(L4) : 0.74(인) 단가 : 2,377,017원	2. 인건비 철판공(L1) : 16.0(인) 비계공(L2) : 4.71(인) 인부(L3) : 0.66(인) 용접공(L4) : 2.6(인) 특별인부(L5) : 0.74(인) 단가 : 1,744,783원	· 현장여건에 맞추 어 변경 (건연품 p.931)

공종코드	현 행	변 경	사 유
301E01 / 육상발파암 터파기(0-6m) : m'당	1. 기계터파기 : 70% 2. 인력터파기 : 30% 할석공 : 2.0(인), 보통인부 1.0(인) 단가 : 75,907원	1. 기계터파기 : 90% 2. 인력터파기 : 10% 할석공 : 2.4(인), 보통인부 1.2(인) 단가 : 47,227원	· 현장여건에 맞추 어 변경 · 보통암(0~1m)의 인력품 적용 (견연품 p.102)
30600 / 되메우기 및 다짐공 : m'당	1. 되메우기(기계) 2. 다짐 및 면고르기 1) 기계다짐(램머 80kg) 2) 인력면고르기 보통인부 : 0.03인/m' 단가 : 3,972원	1. 되메우기(기계) 2. 다짐 및 면고르기 1) 기계다짐(램머 80kg) 2) 인력면고르기 : 삭제 단가 : 2,949원	· 현장여건에 맞추 어 인력면고르기 삭제
309C03 / 천공후항타 (D=406.4mm) : m당	309D01 강관말뚝 천공 : m 단가 : 27,843원 310C03A 강관말뚝 천공후 항타비-수직항 (유압식, D=406.4mm) : 본 단가 : 73,407원 309C01 그라우팅 : m' 단가 : 191,359원	309C03 강관말뚝 천공, 항타 및 주면고정 그라우팅 (D=406.4mm) : m 단가 : 26,071원	· 현장여건을 감안 한 장비조합 및 투입인력 조정 (99품셈 개정안 반영)
B413A020 쇄석판재생산 (D=19mm) -석산 개발 : ton당	2. 발파비 : 경암, 크로라드릴 기준 1) 폭 약 : 0.20(kg) 2) 뇌 관 : 0.10(EA) 3) 빗 트 : 0.0037(EA) 4) 룯 드 : 0.0018(EA) 5) 생트룟드 : 0.0018(EA) 6) 슬리브 : 0.004(EA) 7) 화약공 : 0.021(인) 8) 인 부 : 0.0422(인) 3. 기계 사용료 1) 크로울러드릴 (17m ³ /min) : 0.073(hr) 2) 에어호스(2") : 0.080(hr) 3) 공기압축기 (17m ³ /min) : 0.080(hr) 5. 소 할 : 50% 할석공 : 0.2(인)×0.50 단가 : 17,775원	2. 발파비 : 보통암+경암, 크로라드릴 기준 1) 폭 약 : 0.18(kg) 2) 뇌 관 : 0.09(EA) 3) 빗 트 : 0.00355(EA) 4) 룯 드 : 0.00175(EA) 5) 생크룟드 : 0.00175(EA) 6) 슬리브 : 0.0039(EA) 7) 화약공 : 0.0185(인) 8) 인 부 : 0.03675(인) 3. 기계 사용료 1) 크로울러드릴(17m ³ /min) : 0.060(hr) 2) 에어호스(2") : 0.066(hr) 3) 공기압축기(17m ³ /min) : 0.066(hr) 5. 소 할 : 30% 1) 기계 사용료 브레이크 + 유압식백호우 0.7m' Q = (10+12)/2 = 11(m ³ /hr) 2) 치줄 소모량 : 0.025(본/hr) 단가 : 14,046원	· 골재사용가능 암 질 변경 - 기존 : 경암 - 변경 : (보통암 + 경암) ×1/2 - 토공 신설 발파시 : (연암+보통암+ 경암)×1/3 (견연품 p.103) · 소할품 조정 50%→30% 인력→기계

공종코드	현 행	변 경	사 유
347A01 교량안전점검 시설 교대용 (Type-1)	2. 운반비 1) Trailer 20ton 2) Crane 10ton(적하) 3) 인건비(적하) 3. 제작 및 설치비 1) 잡철물 제작설치(보통) 배수공 BASIC [B213B0000] 참조 단가 : 5,892,520원	2. 운반비 1) Trailer 20ton 2) Crane 5ton(적하) 3) 인건비(적하) 3. 제작 및 설치비 1) 잡철물 제작설치(간단) 구조물공 BASIC [B309N0000] 참조 단가 : 4,645,988원	· 시공장비의 현실화 (견연품 p.313참조) · 현장여건 반영 <u>잡철물 제작설치(간단)</u> B309N0000 생성
B413B020 쇄석골재생산 (D=19mm) -현장압용용시 : ton당	5. 소할(35%) : $0.2(\text{인}) \times 0.35$ 단가 : 9,599원	5. 소할(15%) 1) 기계 사용료 브레이크 + 유압식백호우 0.7m ² $Q = (12+10)/2 = 11(\text{m}^2/\text{hr})$ 2) 치즐 소모량 : 0.025(본/hr) 단가 : 7,217원	· 소할품 조정 - 인력→기계 (견연품 p.106)
B420000 철선운반비 : ton당	2. 운반비 A. 하치장-현장창고 (덤프 10.5ton) 단가 : 27,870원	2. 운반비 A. 하치장-현장창고(카고 11.5ton) 단가 : 29,108원	· 장비 현실화
B501D01 표지판 터파기 : m ² 당	1. 인부 : $(0.26\text{인}+0.27\text{인})/2=0.265\text{인}$ 단가 : 9,036원	1. 기계터파기 : 30% 2. 인력터파기 : 70% 3. 되매우기 인부 : 0.2인 단가 : 4,988원	· 집중작업이 가능한 개소의 작업효율 조정(인력 70%, 기계 30%)
507A010 중앙분리대 (토공용) 구체콘크리트 생산 및 운반 : m ³ 당	1. 생산 : 콘크리트 B/P생산(120m ³ /hr) E=0.7(보통) 2) 골재투입 : 페이로다 1.34m ³ 타이어 3) 물 운반비 : 5,500l water tank사용 7) 시멘트구입 및 운반 : 별도계상 2. 운반 : 콘크리트믹서트럭 6m ³ T1=8.57 T2=13.48, T3=3.5, T4=7.5 Cm=T1+T2+T3+T4=33.05min 3. 콘크리트 휘니셔(중분대) : E=0.9(양호) 단가 : 8,442	1. 생산 : 콘크리트 B/P생산(120m ³ /hr) E=0.7(보통) 2) 골재투입 : 페이로다 1.72m ³ 타이어 3) 물 운반비 : 구조물 B/P관정이용 7) 시멘트구입 및 운반 : 콘크리트 생산비에 포함 2. 운반 : 콘크리트믹서트럭 6m ³ T1=8.57 T2=13.48, T3=4.7 T4=7.5 Cm=T1+T2+T3+T4=27.98min 3. 콘크리트 휘니셔(중분대) : E=0.7(보통) 단가 : 16,511원	· 중분대휘니셔의 작업효율에 따른 믹서트럭 적사시 간을 조정

공종코드	현행	변경	사유
511A02D 방음벽,토공용 (H=3.0m) : m당	2. 차음벽 설치비(경간당) 가) 설치비 조적공 0.125인, 인부 0.065인 나) 소운반 : 목도운반 1.93인 3. H-Post 설치비(m당) 1) 트럭크레인 10ton 인부 : 4인 , 시간 : 3분 단가 : 44,214원	2. 방음판 설치비(100m당) 가) 설치비 작업반장 0.54인, 보통인부 : 0.9인 비계공 1.3인 나) 트럭탑재형크레인 5ton , 5시간 3. 지주설치비(100m당) 가) 설치비 작업반장 : 0.68인, 보통인부 : 0.95인 철골공 : 1.0인 나) 트럭탑재형 크레인 5ton , 5.5시간 단가 : 8,222원	· 시공단가 품셈을 기준으로 구성, 적용 (건연품 p.464, 465)
522C000 가교 : 식	4. 철골가공 및 조립 부대공 BASIC [B51400000] 참조 11. 가교해체 : 제작비의 80% 단가 : 282,603,263원	4. 가교설치비 : 철골가공조립의 50% 부대공 BASIC [B51400000] 참조 11. 가교해체 : 설치비의 50% 단가 : 138,508,321원	· 현장여건 및 작업 난이도를 감안 단가조정
Cycle Time	Shotcrete 및 Rock bolt 설치(Type-1) - 2발파당 1회설치 · shotcrete 준비시간 : 5분 · Rock bolt 준비시간 : 10분	Shotcrete 및 Rock bolt 설치(Type-1) - 1발파당 1회설치 · shotcrete 준비시간 : 10분 · Rock bolt 준비시간 : 20분	· NATM공법원리에 맞추어 수정 · 1발파후 shotcrete 및 Rock bolt설치
	노임할증 - 야간능률저하 : 20% - 할증 : 1.292P	노임할증 - 야간능률저하 : 25% - 할증 : 1.333P	· 표준품셈(건연품 p.493)에 맞추어 수정
B602000 wire mesh 운반(하치장- 현장) : ton당	하치장 - 현장창고 : 덤프 10.5톤 현장창고 - 현장 : 덤프 10.5톤 단가 : 27,258원	하치장 - 현장창고 : 카고 11.5톤 현장창고 - 현장 : 크레인 트럭 5톤 단가 : 27,738원	· 시공장비의 현실화

○ 표준품적용의 적정성 분석

공종코드	현 행	변 경	사 유
110B01 암절개면 보호식재공 (m ²) T=10cm T=15cm	· '96 품셈기준으로 작성 - 경비 및 노무비 : '96품셈기준 - 잡재료비 : 노무비의 3% 단가 38,742원 47,407원	· '98 개정 품셈기준으로 작성 - 경비 및 노무비 : '98 개정품셈기준 - 잡재료비 : 재료비의 3% - 공구손료 : 노무비의 2% 단가 31,126원 39,592원	· 개정품셈기준 적용 (진흥품 p.156)
112H 팩드레인(m) (d=120mm)	· 드레인용 모래운반 : 단가에 포함 · 팩드레인 시공능력 : $Q=2500/8=312.5\text{m/hr}$ · 작업조 편성 : 수작업 반장 1인 · 제잡비율 : 2.5% 반영 단가 : 1,527원	· 드레인용 모래운반 : 포장공에 일괄계상 · 팩드레인 시공능력 : 품셈기준 작성 $Q=3600 \times L \times E \times 4 / \text{Cm} = 159.3\text{m/hr}$ · 작업조 편성 : 보통인부 2인 · 제잡비율 : 삭제 단가 2,576원	· 품셈기준에 맞추어 적용 기준 작성 (진흥품 p.215)
B212C03 무늬거푸집 (스치로폴) : m ² 당	2. 설치비(재료비의 5%) 3. 해체비 : 보통인부 0.05인 4. 합판거푸집(4R) 단가 : 20,416 원	2. 부착 및 제거 형틀목공 : 0.033인 보통인부 : 0.016인 4. 합판거푸집 삭제 단가 : 5,853원	· 품셈에 의거 부착 및 제거품 수정 (진흥품p.244) · 무늬거푸집에서 합판거푸집비용 분리, 수량산출시 합판거푸집 (4R)에 추가
215M02 일반하드너 : m ² 당	1. 몰탈식 칼라 하드너 품적용 미장공 : 0.14(인) 인 부 : 0.05(인) 단가 : 10,415원	1. 침투식 방수품 기준적용 방수공 : 0.04(인) 인 부 : 0.04(인) 단가 : 3,520원	· 침투식 하드너는 액체하드너를 구조물 표면에 침투시키는 작업으로 몰탈을 바르는 칼라하드너와는 다름. (진흥품p.979)
220A00 콘크리트 다이크 (기계사용, 일반부) : m당	1. B/P생산능력 : 7.37m³/hr 휘니셔 포설 : 7.37m³/hr 능력 : 1.5m/min 효율 : 0.9(양호) 2. 콘크리트 운반 : 적사시간 3.5분/6m³ 단가 : 3,709원	1. B/P생산능력 : 3.02m³/hr 휘니셔 포설 : 3.02m³/hr 능력 : 0.8m/min 효율 : 0.7(보통) 2. 콘크리트 운반 : 적사시간 119.2분/6m³ 단가 : 10,627원	· 휘니셔 포설능력을 콘크리트 포장용에서 중분대용으로 변경 · 효율 : 양호에서 보통으로 조정 (진흥품 p.354) · 콘크리트 운반과 휘니셔의 장비조합에 의한 적사시간 현실화 · 시멘트 재료비 포함
301F01 수중발파암 터파기(0-6m) : m 당	육상의 1.5배	육상의 2.0배	· 펌프에 의거 변경 (전연품p.102)

공종코드	현행	변경	사유
403B000 린콘크리트 포설 및 다짐-기계포설 (T=15cm) : m ²	4. 포설 인건비 (기계포설) 1일 포설량(AD) = 54(m ² /hr) 콘크리트공(A1) = 2(인) 특별 인부(A2) = 5(인) 포장공(A3) = 2.8(인) 인부(A4) = 2.8(인) 단가 : 4,763원	4. 포설 인건비 (기계포설) 1일 포설량(AD) = 108(m ² /hr) 콘크리트공(A1) = 2(인) 인부(A2) = 2.8(인) 패이버 2대 투입으로 작업조 2조 운영 단가 : 3,397원	· 현행 포설인건비는 콘크리트 슬라브 포설인건비로서 린콘크리트 포설에 필요한 인건비만 적용
405A000 콘크리트운반 (덤프운반) : m ³	덤프트럭 15ton : Q1 = 6.25(m ³ /대) 단가 : 2,843원	덤프트럭 15ton : Q1 = 6(m ³ /대) 단가 : 2,933원	· 품셈변경으로 덤프 적재량 변경 (건연품p.352)
410A040 콘크리트포장 줄눈설치공 새로줄눈-중분 대기초(형식 1-4) : m	5. 설치비 보통인부 : 3(인)×34098.00/100(m) 단가 : 1,963원	5. 설치비 보통인부 : 3(인)×34098.00/100(m) 단위보정 [0.5] 단가 : 1,453원	· 품셈의 중시공 줄눈공 품은 타이바 설치품까지 포함한 것이므로 충전재 설치품은 이의 50%적용(건연품p.445)
410C010 콘크리트포장 줄눈설치공 (팽창줄눈) : m	6. 강제 거푸집 3) 제작비 배수공 BASIC [B213A0000]참조 : 잡철물 제작 1개 제작하여 55회 사용 나) 거푸집 설치 및 해체 A) 설치 및 조립 : 형틀목공 : 3.5(인) B) 소운반, 해체, 정비, 기타 : 보통인부 4.5(인) 단가 : 11,318원	6. 강제 거푸집 3) 제작비 L=0.3+8.2+0.3+8.2/(0.3+0.45)/2×(0.15×2+0.04)=16.23 포장공 BASIC [B42200000]참조 : 강판수동절단 및 용접 1개 제작하여 50회 사용 나) 거푸집 설치 및 해체 보통인부 : 8.0(인) 단가 : 9,857원	· 강제거푸집 제작변경 - 잡철물제작 → 강판 수동절단 및 용접 (건연품 p.556) - 거푸집사용 회수 변경 - 거푸집 설치, 해체품 변경 (건연품p.442)
B510A00 모래운반비 상차도(골재원-현장) : m ³ /당	2. 운반비 : 덤프 15ton Q1=15/1.6=9.38 E=0.9, F=1.0 N=Q1/(1.72×1.2)=4.54 T1=34.40×N/(60×0.75)=3.47 T2=103.14, T3=0.8, T4=0.42, T5=3.77 Cm=T1+T2+T3+T4+T5=111.60(min) Q=60×Q1×F×E/Cm=4.53(m ³ /hr) 단가 : 12,356원	2. 운반비 : 덤프 15ton Q1=15/1.75×1.15=9.86 E=0.9, F=1.0 N=Q1/(2.87×1.2)=2.86 T1=34.40×N/(60×0.75)=2.18 T2=103.14, T3=0.8, T4=0.42, T5=3.77 Cm=T1+T2+T3+T4+T5=110.31(min) Q=60×Q1×F×E/Cm=4.83(m ³ /hr) 단가 : 11,903원	· 운반수량 품셈을 기준으로 구성, 적용 (건연품p.327-329)
504A010 대리내이터 (중분대구채용) : 개당	2. 설치비 : 특수인부 : 0.01인, 보통인부 0.04인 3. 잡재료비 : 노무비의 5% 단가 : 1,954원	2. 설치비 : 보통인부 0.1인 3. 잡재료비 : 노무비의 3% 단가 : 3,512원	· 대리내이터와 설치비를 품셈기준으로 조정(건연품 p.455)
522A030 가배수관	흙관 1000mm 1. 자재비(20%손실, 80%유용) 2. 하차비 3. 관부설비 4. 가배수관 철거(관부설비 80%) 단가 : 134,389원	흙관 1000mm 1. 자재비(100%손실) 2. 하차비 3. 관부설비 4. 가배수관 철거(관부설비 40%) 단가 : 165,372원	· 흙관손을 : 3개월이상 사용시 100% (건연품 p.72) - 재료비 : 20%→100% - 철거비 : 80%→40%

◦ 감사지적사항에 따른 단가수정

공종코드	현 행	변 경	사 유
101A 무근콘크리트 깨기 : m ³	· 기계깨기 80%+인력깨기 20% · 소운반 : 리어카 단가 50,624원	· 기계깨기 100% : 인력깨기 삭제 · 소운반 : 백호우(집토) 단가 14,575원	· 실제에 맞추어 인력에서 기계 로 변경
105C03 미진동 발파	· 소할 15% : 인력소할 · 토공장비 작업효율 - 불도져 32ton : E=0.25(불량) 단가 21,141원	· 소할 15% : 브레이크소할 · 토공장비 작업효율 - 불도져 32ton : E=0.35(보통) 단가 19,846원	· 실제에 맞추어 인력에서 기계로 변경
110A03 거적덮기	-	· 씨앗 뽑어 불이기 · 거적덮기 단가 3,985원	· 현장시공사례가 많아 공종신설
110A04 COIR-NET	-	· 씨앗 뽑어 불이기 · COIR-NET 설치 단가 5,722원	· 현장시공사례가 많아 공종신설
B516C00 방음벽 기초(토공용 : H=3.0m) : m당	1. 잡석깔기 1) 잡석 : 부대공 BASIC[B512C0000]참조 2) 부설비 : 인부 0.6인	잡석깔기 삭제	· 기초잡석깔기 삭제
602E300 숏크리트버력 처리(갱구부) : m'당	적재 : 페이로다 1.72m' 운반 : 덤프 10.5톤 운반비/Cm 단가 : 8,412원	적재 : 페이로다 2.87m' 운반 : 덤프 15톤 운반비/Q 단가 : 5,099원	· 시공장비 현실화 · 계산오류

○ 수량, 단가 할증을 정비

공종코드	현 행	변 경	사 유
112F 샌드 콤팩션 파일(m) (D=700mm)	· 파일용 모래운반 : 단가에 포함 · 드레인용 모래할증 : 20% 단가 12,616원	· 파일용 모래운반 : 포장공에 일괄계상 · 드레인용 모래할증 : 10% 단가 9,042원	· 골재구입, 운반 항목을 포장공에서 일괄계상 · 모래 할증품이 과다하여 품셈의 속채움 모래할증 기준 적용(진흥품 p.35)
205A00 산마루측구 형식-1 (H=0.45m) : m당	1. 거푸집(합판 4회) 노무비 할증 : 없음 단가 : 52,623원	1. 거푸집(합판 4회) 노무비 할증 : 3% 단가 : 59,226원	· 산지운반품할증을 고려하여 산재되 어 있는 소형구조 물 할증기준에 준 하여 할증(진흥품 p.238)
210A01A 콘크리트관 (현장제작 D=600mm, H=6m 이하) : m당	1. 제작 재료할증 : 1.10 단가 : 124,246원	1. 제작 재료할증 : 1.03 단가 : 108,006원	· 품셈(진흥품p.38) 에 의거 할증수정
214D 콘크리트 뚜껑	· 제작할증 미반영	· 제작할증 : 1.03 추가	· 조립식 구조물 할증 3%적용 (진흥품 p.37)
327A01 P.S.C 콘크리트생산 450kg/cm ³ (13mm, P.S.M용) : m ³	2. 시멘트 구입 및 운반 : 별도계상 3. A.E제 사용 재료비 : 할증없음 4. 유동화제 재료비 : 할증없음 단가 : 12,152원	2. 시멘트 구입 및 운반 : 단가에 포함 3. A.E 제 사용 재료비 : 1.02 추가 4. 유동화제 재료비 : 1.02 추가 단가 : 40,990원	· 시멘트구입 및 운반을 생산단가 에 포함 · 혼화제의 할증수량 이 누락되어 반영
B601.101 자갈운반비 (Shotcrete용) : m ³ 당	적재 : 페이로다 1.72 m ³ 운반 : 덤프 15톤 적재 : 할증 4% 단가 : 5,002원	적재 : 페이로다 2.87 m ³ 운반 : 덤프 15톤 적재 : 할증 4% 삭제 단가 : 3,703원	· 시공장비의 현실화 · 자갈수량에 할증포함
604D000 Fore Piling : 개소당	천공 : 싱커 Grouting : 시멘트 별도계상 야간할증 : 1.292 단가 : 1,165,781원	천공 : 점보드릴(3 Boom) Grouting : 시멘트 포함 야간할증 : 삭제 단가 : 1,133,077원	· 시공장비 현실화 · 시멘트 단가에 포함 · 실제에 맞추어 변경

* 주요자재의 할증량 적용시 유의사항

- 수량할증을 원칙으로 하되 단가에 할증할 경우 정기

○ 설계기준 및 개선업무와 T.D단위수량 적용기준 정립

공종코드	현 행	변 경	사 유
206C L형측구-3 (H=2.3m) : m당	4. 뒷채움재(샌잡석) 수량 : 1.165m' 단가 : 183,716원	4. 뒷채움재(샌잡석) 수량 : 0.403m' 단가 : 189,348원	· 표준도에 따른 수량 조정
222A010 길어깨 다이크용 집수거(형식-1, L형, 일반부) : 개당	1. 거푸집 : 4.636m ² /m 2. 콘크리트 구입 및 타설 : 0.421m ³ /m 단가 : 103,442원	1. 거푸집 : 4.70m ² /m 2. 콘크리트 구입 및 타설 : 0.430m ³ /m 단가 : 105,112원	· 표준도에 맞추 어 수량 정정
B321A01 PC Beam제작 (25m 표준빔)	5. PC Strand 가공조립 본당 중량 : 0.724톤 단가 : 7,126,571원	5. PC Strand 가공조립 본당 중량 : 0.760톤 단가 : 7,356,120원	· 표준도 단위수량 오류 수정 (표준도3.4)
406A010 콘크리트포장 (2차로동시기 계포설(T=30 cm)) : m ² 당	B/P생산량(QB)=54(m ³ /hr)×1(기) =54.00(m ³ /hr) 단가 : 2,577원	B/P생산량(QB)=54(m ³ /hr)×2(기) =108.00(m ³ /hr) 단가 : 1,928원	· 포장 공사시 구조물용B/P를 활용 - 설계실무자료집 3권(p.683)
410A010 콘크리트포장 줄눈 설치공 세로줄눈-본선 2차로동시 포설시(형식 1-1) : m당	1. 타이바 나) 도장비(녹막이 1회+조합 2회) $A = 3.14 \times 0.016 \times 0.1(\text{m/EA}) \times 8(\text{EA}) / 6$ =0.0066(m ² /m) 구조물공 BASIC [B31300000] 참조 단가 : 2,961원	1. 타이바 단가 : 2,938원	· 표준도에 의한 도장비 삭제 (표준도4.24)
503A000 문형식표지판 (2차로) : 개당	1. Over Head 자재비 ㄷ형강(100×700×15) : 4.624ton 강판(700×75×335×300 : 15) : 0.5ton 강판(500×45) : 0.494ton 강판(200×100×250 : 10) : 0.407ton 강판(D=3.4, T=2.3mm) : 0.243ton 각판(100×20×2.3) : 0.476ton Bolt, Nut(M19) : 36EA Anchor Bolt, Nut(D32mm) : 52EA 3. Over Head 설치비 1) 소운반 나. 인건비 : 비계공 4.0인, 철골공 3.0인 4. 터파기 노무비 단가 : 28,546,558원	1. Over Head 자재비 강판(700×320×170 : 15) : 5.602ton 강판(650×45) : 0.642ton 강판(200×170×100×30 : 10) : 0.490ton 강판(D=3.4, T=2.3mm) : 0.243 각판(100×20×2.3) : 0.189ton Bolt, Nut(M19) : 36EA Anchor Bolt, Nut(D32mm) : 32EA 3. Over Head 설치비 1) 소운반 나. 인건비 : 보통인부 4.0인 4. 터파기 경비, 노무비, 재료비 단가 : 26,926,651원	· 표준도에 의한 단위수량 조정

공종코드	현행	변경	사유
603A010 steel rib (Type-4) : set당	제작 : 철골가공조립품 적용 단가 : 519,856원	제작 : Bending 가공비 적용 단가 : 368,841원	· 실제에 맞추어 변경

○ 타기관 단가 비교분석

공종코드	공종명	타기관 사례(건설교통부)	도로공사	검토의견
Cycle Time 및 작업인원 편성	착암	가. 전단면(Type-1, 2, 3) 장약 및 발파 : 50분 환기 : 50분 부석 및 기타정리 : 20분 나. 상반단면(Type-4, 5, 6) 장약 및 발파 : 40분 환기 : 40분 부석 및 기타정리 : 20분	가. 전단면(Type-1, 2, 3) 장약 및 발파 : 45분 환기 : 45분 부석 및 기타정리 : 25분 나. 상반단면(Type-4, 5, 6) 장약 및 발파 : 45분 환기 : 45분 부석 및 기타정리 : 25분	· 표준품셈(건연품 p.491) 기준 평균값 적용 장약 및 발파 : 40~50분 환기 : 40~50분 부석 및 기타 : 20~30분
	버력처리 인부	갱내인부 : 2인	보통인부 : 2인	· 표준품셈(건연품 p.492)에 의거 갱내인부를 보통인부 로 수정
602A10000	버력처리	1) 적재 : 로더(타이어) 1.72m' 2) 운반 : 덤프(10.5톤) 3) 버력처리 노무비 : 갱부 2인	1) 적재 : 로더(타이어) 2.87m' 2) 운반 : 덤프(15톤) 3) 버력처리 노무비 : 보통인부 2인	· 시공장비 현실화 · 표준품셈 적용
603A01000	강지보공	3) 제작비 : 잡철물 제작	3) 제작비 : Bending 가공	
603A10000	숏크리트공	기계사용료 : 공기압축기(600CFM)	기계사용료 : 분사로보트(13m³/hr)	
604A10000	Rock Bolt공	1) 천공 싱커(2.7m), 공기압축기(125CFM)	1) 천공 Jumbo Drill(3Boom)	
604D10000	Fore Piling	1) 천공 싱커(2.7m), 공기압축기(125CFM)	1) 천공 Jumbo Drill(3Boom)	
606B10000	배수공 (유공관)	1. 유공관(THP R=200mm)	1. 유공관(아연도강관 R=200mm)	
610A10000	내공변위 측정용 기기설치	1. 자재비 - 기타잡재료비(5%) 2. 설치비 - 재료비의 5% 3. 잡재료비(재료비의 5%)	1. 자재비 - 기타잡재료비(3%) 2. 설치비 - 특급기술자 : 0.07인 - 고급기술자 : 0.07인 - 중급기술자 : 0.14인 3. 측정 및 정리비 4. 분석비	· 토질 및 기초조사 표준 품셈 적용(p.169)

○ 현장실사후 반영사항

항 목	현 행	검 토 의 건								
성 토 및 다짐공	· 암성토시 조합장비 - 포설 : 불도우저 32ton - 다짐 : 진동로라 10ton 타이어로라 15~25ton - 살수 : 물탱크 5,500l	· 암성토시 다짐과 관련하여 고속도로공사 전문시방서에 규격 이상의 암괴는 규정에 맞게 파쇄하고, 탬핑로라 등 대형다짐장비를 사용토록 규정되어 있고, · 실제 현장시공시에도 설계조합장비와 다르게 적용하고 있음. · 규격이상의 암괴파쇄에 대한 소할비용(브레이카 15%)을 우선 반영하고, · 추후 다짐장비조합 및 장비능력에 대한 현장실사를 통해 적정대가 기준수립 필요. · 실제 시공시 다짐장비 조합 - 소할 : 브레이커 - 포설 및 다짐 : 탬핑로라(824.825 콤팩터) 진동로라 10T - 살수 : 5,500l								
연약지반용 모래함증	· 품셈상의 모래함증기준 - 노상 및 노반재료(모래) : 6% - 해상작업의 경우 - 사함용 모래 : 20% - 압입모래 : 40% · 설계적용 : 사함용 모래기준으로 반영(20%)	· 샌드드레인, 샌드콤팩션파일, 팩드레인 등 연약지반의 연직배수 및 개량공법에 소요되는 모래의 함증기준이 품셈항목상 서로 상이하고 품셈상 함증기준이 과다한 것으로 판단되므로, · 모래함증율을 속채움재료 함증율 10%로 적용하고 추후 현장실사를 통해 공법별 적정함증기준의 수립필요								
쇄석골재 생산 현장암 유용시	· 쇄석골재 생산시 암발파후 소할 기준 - 석산개발 : 50%, 인력 - 현장암 : 35%, 인력 (토공발파시 15% 소할 기반영)	· 현장에서는 발파암 소할을 인력으로 시행하지 않고, 브레이카 작업으로 시행하고 있는 실정이며, 소할율도 50% 및 35%는 다소 과다한 것으로 판단되므로, 일단 인력품을 기계품으로 변경하고 소할률도 석산개발은 50%에서 30%, 현장암 유용시는 35%에서 15%로 조정하고 추후 현장실사를 통해 적정 기준 수립필요								
말뚝향타	· 파일 1본당 타격시간 산정을 위한 토질계수(전연품 p.372) <table border="1"> <tr> <td>토질 계수</td><td>점토, 부식토</td><td>실트, 흙, 모래</td><td>자갈</td></tr> <tr> <td>α</td><td>4.0</td><td>1.0</td><td>1.4</td></tr> </table> 말뚝1본당 타격시간(min) $T_b = 0.05 \alpha \cdot \beta \cdot l \cdot (N+2)$	토질 계수	점토, 부식토	실트, 흙, 모래	자갈	α	4.0	1.0	1.4	· 점토, 부식토에 대한 토질계수(α)가 실트, 자갈층보다 타격시간이 3~4배정도 높게 되어 있어 불합리하다고 판단되는 바 현장실사후 적용품 검토
토질 계수	점토, 부식토	실트, 흙, 모래	자갈							
α	4.0	1.0	1.4							
철근인상	· 인력(지게운반)인상으로 적용	· 교각비계, 거푸집 설계적용기준('98. 10.31)에 따라 크레인 인상으로 조정하였으나 1회 인상 ton수 및 작업시간에 대한 기준이 불명확하므로 · 우선 크레인 인상ton수를 1ton으로 적용하고, 실사후 1회 적정 ton수 및 작업시간 결정필요								

항 목	현 행	검 토 의 건																						
강재거푸집 제작	· 교각의 강재거푸집, PSC Box Girder용(ILM, MSS)의 제작을 잡철물 제작으로 적용 <table><tr><td>구분</td><td>잡철물 제작</td><td>설치 및 해체</td><td>ton당 단가</td></tr><tr><td>교각</td><td>간단</td><td></td><td>177만원</td></tr><tr><td rowspan="2">ILM</td><td>복잡</td><td></td><td>266만원</td></tr><tr><td></td><td>복잡</td><td>73만원</td></tr><tr><td rowspan="2">MSS</td><td>복잡</td><td></td><td>213만원</td></tr><tr><td></td><td>보통</td><td>60만원</td></tr></table>	구분	잡철물 제작	설치 및 해체	ton당 단가	교각	간단		177만원	ILM	복잡		266만원		복잡	73만원	MSS	복잡		213만원		보통	60만원	· ILM 강재거푸집 제작 및 설치를 MSS 강재거푸집과 동일하게 잡철물제작 보통품으로 우선 조정하고, · 잡철물 제작설치품이 강교의 제작, 설치품에 비해 과다하므로 실사후 적정품 적용
구분	잡철물 제작	설치 및 해체	ton당 단가																					
교각	간단		177만원																					
ILM	복잡		266만원																					
		복잡	73만원																					
MSS	복잡		213만원																					
		보통	60만원																					
Deck Finisher 면고르기	· 작업능력을 계산하여 Finisher 장비에 대한 경비만 반영 (342원/㎡)	· 마무리에 필요한 인력, 장비이동 및 설치에 대한 품 등이 누락되었으므로 실사후 단가현실화 필요																						
철근가공조립 및 콘크리트 타설	· 콘크리트 타설 및 철근가공조립의 경우 고소작업에 대한 할증품 미적용	· 품셈내용중 콘크리트 타설에 대한 건축편 “독립굴뚝에 준하는 구조물인 경우, 10~50m인 경우 품을 50%까지 할증할 수 있다”를 준용하여, 콘크리트교의 경우 고교각에 대하여는 할증율을 산정하여 적용하였으며, · 고교각의 경우 작업효율이 떨어지므로 실사후 단가현실화 필요.																						
강재정착구 설치, 강선긴장 등	· 품셈에 따라 적용, · 품셈에 없는 규격은 보간법으로 적용	· 실제보다 과다 산정되었으므로 실사후 품 조정필요.																						
긴장용 Jack 기계비	· Jack의 월당 사용료를 견적으로 받아 소요 개월수를 곱하여 적용	· Jack 사용료가 견적치리로 과다하게 계상되는 경우가 많으므로 실제가격, 손료 및 경비를 실사하여 적용필요.																						
F/T설치 및 가동 거푸집	· FCM교의 특성이 고려되지 않고, ILM교의 항목별로 품 적용 - 강연선 조립설치 - 정착구 설치 - 쉬스판 조립설치 - 인장작업 등	· FCM교는 특수교량이나 현재는 많이 시공중에 있어 품산정이 가능하므로 실사후 적정품 구성필요.																						
604G20 강관다단 그라우팅 : 동당	1. 천공 2. 강관제작 및 설치 3. Sealing 주입 4. 다단주입 5. Packer 설치 6. 기계기구 설치 공당 : 1,804,729원	· 현행 단가는 견적단가를 기초로 구성하고 있어 단가가 다소 고가로 판단되므로 현장실사를 시행하여 적용품을 정립하는 것이 타당함.																						

2-2 크라샤 골재세척시설 설계반영 검토

방 침

설 계 일
15212-1928
(’98.12.31)

1. 검토 목적

크라샤에 골재세척시설을 설치, 골재에 부착된 토분 및 석분, 기타 유해 물질을 제거하여 콘크리트 강도 및 내구성 향상을 도모코자함

2. 시방기준

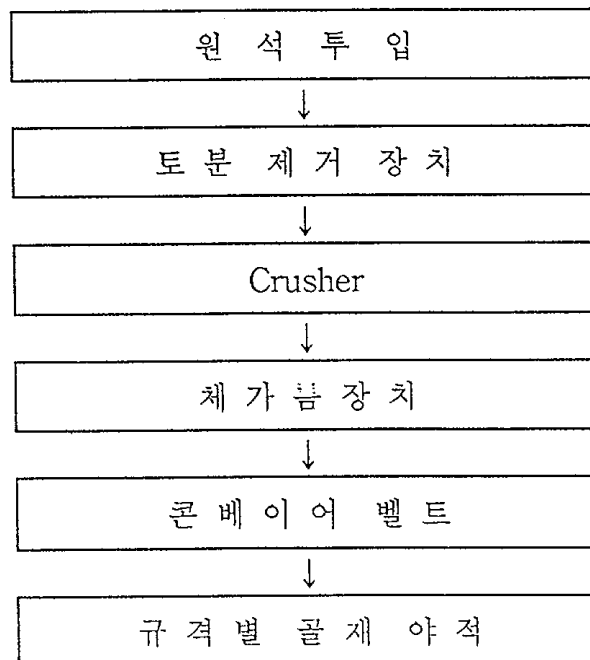
- 고속도로공사 전문시방서(14.3)

굵은골재는 깨끗하고 강하고 내구적이고 적당한 입도를 가지며 얇은 석편, 먼지, 흙, 유기불순물, 염분 등의 유해물질을 함유해서는 안된다.
굵은골재로 사용할 부순돌은 KS F 2527에 맞아야 하며 자갈은 사용 전에 물로 깨끗이 씻어야 한다.

3. 현행 골재생산방법

가. 골재생산방법

크라샤장에서 원석을 크랏싱하여 생산한 골재를 표면에 부착된 토분 및 석분 등을 제거하지 않고 적치후 콘크리트용 골재로 사용



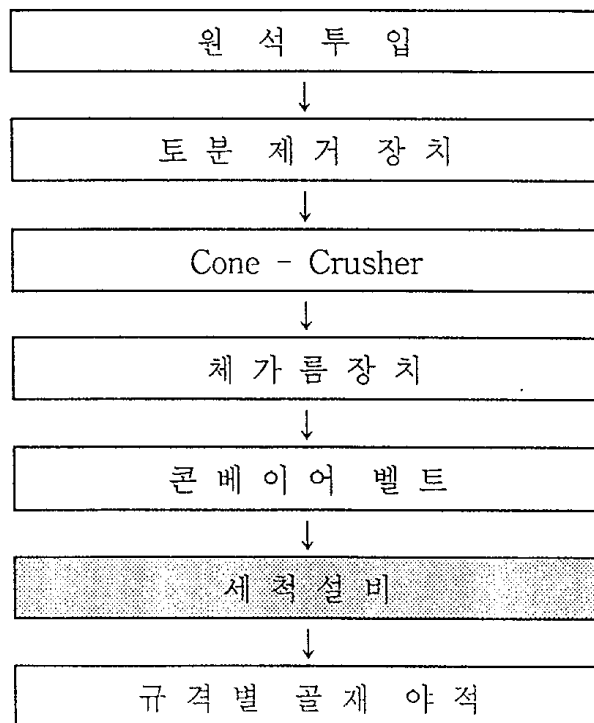
나. 문제점

- 모암에 부착되어 있는 토분과 골재생산시 발생된 석분등 불순물로 인해 콘크리트 생산시 시멘트 페이스트 발생과 골재의 부착력 감소
- 골재에 부착된 토분과 석분으로 물-시멘트비가 증가되어 콘크리트 강도 및 내구성 저하
- 불순물이 혼입된 골재사용으로 완성된 콘크리트의 재료분리 및 균열발생
- 골재생산시 분진발생으로 민원발생 및 환경오염 예상

4. 골재생산방법 개선

가. 골재세척시설 설치

크라샤에 골재세척시설을 설치하여 크랏싱된 골재표면에 부착된 토분 및 석분등 유해물질을 제거후 콘크리트용 골재로 사용



나. 설비내역

1) 기계설비 : 골재세척설비

- 골재세척장치, 콘베이어 벨트, 미립분선별장치 등

2) 세척수 공급 설비 : 펌프, 물탱크, 관정

3) 세척수 재활용 설비 : 침전조

다. 세척골재 사용시 효과

1) 효과분석 결과(중부건설사업소 14공구 시험치 기준)

구 분		기준	미세척골재	세척골재	비 고
석분 및 토분 함유량 (#200체 통과량, %)		1이하	2.04	0.26	
강 도 (σ_{28} , kg/cm ²)	PC	400	427	442	
	1종	270	289	299	
	2종	240	264	269	
내구성	균열정도	-	다수발생	부분적인 미세균열 발생	
	구조물 면관리	-	다소 거칠고 색상이 탁함	매끈하고 색상이 밝음	

2) 개선효과

- 골재표면의 유해성분 제거로 콘크리트 강도 증대
- 재료분리 및 균열발생 감소로 콘크리트 내구성 증대
- 콘크리트 시공면 상태 양호
- 골재 생산시 발생하는 분진제거 및 부산물(석분, 토분)을 토공
용으로 재활용함으로써 환경오염 방지 효과

5. 설계반영 검토

가. 골재세척시설 반영 : 석산개발, 현장암 또는 터널암 유용 공구

나. 세척대상골재 선정

-고도의 품질관리가 요구되는 P.C,1,2,3종 및 포장콘크리트용
골재중 $\phi 32\text{mm}$ 이하 조골재

(고속도로 전문시방서 제14장 재료편 표14-39 시멘트콘크리트 품질기준에 의함)

다. 골재세척시설 용량 산정

1) 크라샤 골재생산 능력 산정

크라샤 (ton)	골재규격 (mm)	생 산 능 력 (ton/hr, E=0.40)					비 고
		19	25	32	40	50	
100		26 (16)	32 (20)	37 (23)	42 (26)	-	
150		42 (26)	54 (34)	64 (40)	74 (46)	80 (50)	
200		50 (31)	64 (40)	74 (46)	86 (54)	92 (58)	

주) 1. 골재단위중량 : 1.6ton/m^3 기준

2. () : 단위환산치(m^3/hr)

2) 골재세척시설 소요 용량

가) 현행 설계반영되는 크라샤 규격(150ton) 및 세척 효율
을 감안하여 크라샤 1기당 $40\text{m}^3/\text{hr}$ 용량의 골재세척시설
반영(별도의 호퍼없이 크라싱된 골재를 세척후 적치토록함)

나) 세척수 공급 설비

- 골재 5m^3 당 세척수 약 1톤이 소요(중부건설사업소 실측
치임)되며 충분한 세척수 공급 미흡시 세척효과가 저하
되는 문제점이 있어 세척수 공급시설 반영

- 세척수 재활용 : 공급물량의 60% 재활용토록 함
- 세척수 공급 및 재활용 설비

(1일 사용량 기준, 산출근거 : 별첨 참조)

- 침전조 용량 : 64m³
- 물탱크 용량 : 32m³

다) 골재생산 단가 비교

구 분	현 행		개 선		증 감	
	설치·철거비 (1식)	생산단가 (m ³ 당)	설치·철거비 (1식)	생산단가 (m ³ 당)	설치·철거비 (1식)	생산단가 (m ³ 당)
생산비용	67,191천원	11,532	92,522천원	12,092	25,331천원	560

6. 검토결론

가. 검토의견

- 골재세척시설을 설치하여 골재표면의 유해물질을 제거함으로써 콘크리트의 강도증가, 재료분리 및 균열발생 감소등 시공품질 향상을 기하고
- 골재 품질관리에 대한 적정 공사원가를 설계반영하여^V품질관리비를 현실화하는 것이 바람직할것으로 판단됨

나. 설계반영

- 크라샤 규격(150ton) 및 세척효율을 감안하여 크라샤 1기당 40m³/hr 용량의 골재세척시설 반영
- 설치 대상공구 : 석산개발, 현장암 및 터널암 유용 공구

다. 적용시기

- '99. 1월 이후 준공예정인 노선부터 적용하되 설계 완료후 미발주 노선에 대하여는 공사 발주후 현장여건에 따라 반영

라. 향후 추진계획

- 2000년 적용 표준품셈 개정시 골재세척시설 경비 및 품 신설 요청

2-3 '99 표준품셈개정관련 철근할증율 적용기준 검토

방 침
설 계 기
13201-449
('99. 5.12)

1. 검토 목적

- '99년 건설표준품셈 개정사항 중 이형철근의 할증율이 구조물 철근의 복잡도와 주철근에 따라 각각 상이하게 적용토록 규정함에 따라 철근량산출을 위한 합리적 적용기준을 검토코자 함.

2. 품셈개정 배경 및 내용

가. 배 경

기존 철근 할증율의 획일적인 적용(3%)으로 구조물 시공 현장에서 철근의 절단 가공에 따른 손실량이 설계할증수량을 초과함에 따라 건설업체의 철근 할증량에 대한 지속적인 현실화 요구

나. 실사사례

구 분	철근 할증율 (%)		비 고
	설 계	시공결과	
교 량 공 사	3.0	7.36	장유~김해간 4차선 확·포장공사(국도)
지 하 철 공 사	3.0	5.05	서울 지하철 7호선 청담정거장 공사

다. 개정내용 ('99년 건설표준품셈)

종 류		할 증 율 (%)		비 고
		기 존	개 정	
이 형 철 근	일반적인 경우	3	3	해당공사 또는 구조물 시공실적에 따라 조정하여 적용할 수 있다.
	교량, 지하철 및 이와 유사한 복잡한 구조물의 주철근	3	6~7	
원 형 철 근		5	5	

3. 주철근에 대한 용어의 정의

- 콘크리트 부재의 설계에서 하중작용에 의해 생긴 단면력에 대하여 소요단면적을 산출한 철근 (도로교 표준시방서, '96. 건설교통부)
- 설계하중에 의하여 그 단면적이 정해지는 철근 (콘크리트 표준시방서, '96. 건설교통부)

4. 할증율 차등적용시 문제점

가. 추가할증을 적용할 구조물 종류·부위별 대상선정 기준 설정곤란

- 표준품셈상 “교량, 지하철 및 이와 유사한 복잡한 구조물”이라고 언급하였으나,
 - 암거와 교량중 교대, 교각, 날개벽 부분을 복잡한 구조물로 보아야 하는지의 구분 애매

나. 주철근에 대한 분류기준 모호

- 스테럽, 보강철근, 구속철근 등의 주철근과의 관계 구분 곤란

다. 할증율별로 철근량의 분류 산출 및 집계 곤란

- 도면작성 및 단위재료표등의 이원화로 업무수행 복잡
- 철근분류의 부정확
- 산출과정상 오류 발생 소지

5. 설계 및 시공현장 여건의 다양성과 변화

가. 철근보관 및 가공시설의 설계반영 (설계이 16210-124호, '97. 4.22)

- 가공창고가 있어 보관 용이 → 분실방지 가능
- 기계 가공에 따라 정밀도 증진 → 손실량 감소

나. 고교각 철근의 나사이음 등 겹이음 불필요로 손실량 감소

다. 대구경 철근 (직경 35mm 초과)의 용접이음

- 라. 현장에서 철근의 자투리 발생최소와 활용 효율을 감안한 철근 주문(8m 정척설계 → 필요에 따라 10m, 12m등의 철근 반입사용)

6. 검토의견

- '99 개정 표준품셈의 내용인 '교량, 지하철등 이와 유사한 복잡한 구조물의 주철근 할증량 6~7%'는 현장여건이 협소하고 철근가공의 공장화와 규격화 시행이 어려운 현장이라고 판단되며,
- 고속도로 공사의 경우 공장화·규격화를 통한 철근보관 및 가공과 고교각 철근의 나사이음, 대구경 철근의 용접이음등 재료의 손실량이 상대적으로 적고,
- 복잡한 구조물의 주철근 분류, 수량산출 및 도면작성의 어려움과,
- <대한건설협회>의 질의회신(별첨)에서 "현장여건에 따라 별도의 기준을 정하여 적용할수 있다"는 내용에 따라,
- 철근의 할증율을 종전대로 3%로 설계적용함이 타당하다고 판단됨.

※ 별 첨

- <대한건설협회>에 철근 할증율 적용에 관하여 질의회신 받은 공문 사본
- 구조물 형식 및 부위별 철근 증량비율
- 구조물 형식 및 부위별 철근 할증율(손실율)

※ 별 첨

- **<대한건설협회>에 철근 할증율 적용에 관하여 질의회신 받은 공문 사본**
- **구조물 형식 및 부위별 철근 중량비율**
- **구조물 형식 및 부위별 철근 할증율(손실율)**

“제값주고 제값받고 제대로 시공하는 풍토를 조성합시다”

대 한 건 설 협 회

우135-701 강남구 논현동 71-2 건설회관 7층 / 전화 3485-8304 / 전송 3443-2438 담당 : 한상준

문서번호 건협건설적산 제 563 호

시행일자 1999. 4. 7

수신 한국도로공사 사장

참조

제목 철근할증을 적용에 관한 질의회신

1. 설계이 13206-283호 ('99. 3. 25)의 관련입니다.
2. 귀 질의에 대하여 다음과 같이 회신합니다.

<질의요지>

‘99년 적용 표준품셈의 이형철근 할증율을 일반적인 경우는 3%, 교량·지하철 및 이와 유사한 복잡한 구조물의 주철근은 6~7%로 구분 적용토록 개정하였는 바,

가. 주철근의 경우 인장철근이나 압축철근 등 일반적인 주철근 외에도 전단철근 및 비틀림 철근, 전단응력에 지배를 받는 경우 전단철근의 역할을 하는 띠철근 등도 주철근으로 볼 수 있어 주철근과 기타철근의 개념이 구조물의 종류와 하중작용조건에 따라 일정치 않은데, 이에 대한 정확한 기준은 무엇인지?

나. 『교량·지하철 등 이와 유사한 복잡한 구조물』에서 복잡한 구조물이라는 것은 표준품셈의 철근가공 및 조립 품에 규정된 복잡 또는 매우 복잡에 해당되는 구조에 한정하여야 하는지?

다. 철근가공 작업장을 별도 설치하고, 철근이음을 나사이음으로 하는 등 재료의 손실이 적은 경우 할증율을 일률적으로 3%로 적용가능한지?

<답변내용>

○ 질의 가에 대하여

‘99년 적용 표준품셈의 이형철근 할증율을 개정한 것은 그간 지하철을 비롯한 많은 구조물공사에서 기존 이형철근 할증율 3%를 상회하는 손실이 발생되고 있어 이를 반영하고자 한 것으로, 이는 기존 일률적으로 3%를 적용하던 것을 해당공사 또는 구조물의 시공실적에 따라 탄력적으로 조정하여 적용할 수 있도록 한 것이며, 이를 구체화하여 교량·지하철 및 이와 유사한 복잡한 구조물의 주철근은 6~7%를 적용할 수 있도록 한 것임.

여기서 주철근으로 제한한 것은 일반적으로 철근직경이 작고 철근배근상 손실량이 적게 되는 배력철근에 비하여 직경이 큰 주철근의 손실량이 많다는 점을 고려한 것이지, 역학적인 주철근의 개념을 강조하고자 한 것은 아님.

따라서, 주철근의 범위에 얽매이기 보다는 철근가공이나 조립으로 인한 손실의 정도, 그간의 시공실적 등을 고려하여 판단하는 것이 바람직할 것이나, 굳이 그 범위를 제시한다면 전단철근이나 비틀림철근 등을 제외한 일반적인 주철근의 범위인 휨부재의 인장철근, 기둥의 압축철근 등 구조체의 주 기능에 부합되는 철근으로 볼 수 있을 것임.

○ 질의 나에 대하여

『교량·지하철 등 이와 유사한 복잡한 구조물』에서 복잡한 구조물은 단순히 철근가공 및 조립 품에 규정된 복잡 또는 매우복잡을 의미하는 것이 아니라, 교량 및 지하철 외에 BOX 구조물이나 도로터널 등에서도 충분히 철근손실이 높게 발생될 수 있어 이를 감안한 포괄적인 범위를 제시한 것임.

○ 질의 다에 대하여

표준품셈은 보편적이고 일반적인 공법을 기준한 것으로 현장여건이나 작업조건 등에 따라 이를 조정하여 적용할 수 있도록 하고 있음(표준품셈 1-3 적용방법 나항)

따라서, 철근의 공장가공 등 특수한 경우의 철근할증율은 그에 맞는
별도의 기준을 정하여 적용할 수 있음. 끝.

대한 건설 협 회 장

■ 구조물 형식 및 부위별 철근 중량비율

구 분	구 조 물	중 량 비 율		비 고
		주 철 근 (%)	기타철근 (%)	
보 통	반 중 력 식 용 벽	70.6	29.4	
	교 량 접 속·완 충 슬 래 브	60.9	39.1	
	절 성 경 계 보 강 슬 래 브	61.0	39.0	
	교 대	47.6	52.4	
	Preflex Beam 아래플랜지	79.5	20.5	
복 잡	슬 래 브	76.1	23.9	
	라 멘 교	70.5	29.5	
	우 물 통	71.3	28.7	
	암 거	59.5	40.5	
	역 T 형 용 벽	69.9	30.1	
	터 널 (난간, 공동구)	54.5	45.5	
매 우 복 잡	교 각	46.1	53.9	
	터 널 (라이닝, 벨마우스)	68.9	31.1	

■ 구조물 형식 및 부위별 철근 할증율(손실율)

(단위 : %)

공종	구조물 형식 및 부위		현행 활증기준	시설계 자료의 손실율 검토	비 고
간단	측 구		3.0	—	
	배 수 관 날 개 벽		3.0	—	
	중 력 식 응 벽		3.0	—	
	간단한 기 초	표 지 판 기 초	3.0	—	
		교 명 주 기 초	3.0	—	
		방 음 벽 기 초	3.0	—	
	터 널 (배수구, 응벽)		3.0	—	
평 균		3.0	—		
보통	반 중 력 식 응 벽		3.0	5.5	
	교 량 접 속, 완 충 슬 래 브		3.0	5.1	
	절 성 경 계 보 강 슬 래 브		3.0	5.1	
	교 대 (일 반 형 식)		3.0	4.7	
	Preflex Beam 아 래 플 랜 지		3.0	5.8	
	평 균		3.0	5.2	
복잡	거 더 교 량 슬 래 브		3.0	5.7	
	라멘교 (기초,벽체,슬래브,날개벽)		3.0	5.5	
	우 물 통		3.0	5.5	
	암 거		3.0	5.1	
	역 T 형 응 벽		3.0	5.4	
	터 널 (난 간, 공 동 구)		3.0	4.9	
	평 균		3.0	5.4	
매우 복잡	교 각 (기 초, 기 동, 코 핑)		3.0	4.6	
	터 널 (라 이 닝, 벨마우스)		3.0	5.4	
	평 균		3.0	5.0	

* 기 설계자료의 손실율은 주철근의 6~7% 할증기준에 대한 평균 6.5%와 기타 철근의 3%에 대한 할증율을 감안한 가중 평균 값임.

1. 검토 목적

건설공사 현장 부실공사 방지 기획감사(감사이 15108-255, '99. 6. 25) 지적사항인 장철근(L=8m 초과) 설계적용 방안에 대하여 검토코자함.

2. 감사지적 요지

- 건설공사에 소요되는 철근 규격을 8m로 일괄 적용하여 접이음에 따른 자재 손실이 많았으나, 장대교량의 슬라브등에 많은 량의 철근이 소요되어 주문생산이 가능하므로
- 장대교량 등은 규격별, 사용위치별, 철근 소요량 및 운반 길이 등을 고려하여 사용철근 길이를 변경함으로서 접이음에 따른 자재손실을 최소화하고 공사비를 절감토록 조치

3. 현행 설계 및 시공 실태

○ 설계

- ◇ 일반적인 경우 : L=8m 철근으로 설계
- ◇ 30m 이상 교각: L=4m 철근으로 설계(설계일 16210-288, '96. 9. 2)

○ 시 공

- ◇ 대부분 기성 제품(L=8m)을 사용하고 있으나 현장에 따라서는 필요길이로 주문 생산 사용하는 경우도 있음.

4. 검토방향

- 철근 제조 업체에서 주문생산 가능한 최대 철근길이에 대해 적용 검토.
- 장철근 설계 적용에 따른 철근 감소량 및 공사비 절감액 분석.
- 장철근 운반에 따른 설계상의 문제점 검토.
- 장철근 시공상의 문제점 분석

5. 업체별 철근 생산 현황

제조업체	기성제품 길이(m)	주문생산 가능길이(m)	최소주문 단위(Ton)	비 고
인천제철	8	6-12	25	2-3일전 주문
동국제강	8	6-12	50	일주일전 주문
한보철강	8	6-12	50	15일전 주문

■ 6~12m 까지 주문 생산이 가능하므로 최대길이인 12m 철근 설계 적용 검토.

■ 주문 생산시 최소 25Ton ~ 50Ton 이상 되어야 함.

■ 현재 10m 초과 철근은 주문이 별로 없는 실정임.

6. 철근량 및 공사비 절감 효과

o 분석내용

- ◇ 고속도로에 많이 적용되는 구조물을 대상으로 장철근 (L=12m) 적용 효과 분석 (철근량, 공사비)

◇ 분석 대상 구조물

형 식	연 장(m)	폭 원	비 고
PSC BOX교	430	4차선	ILM형식
PSC 빔교	60	4차선	
RC 라멘교	15	4차선	
통로암거	40.4	4.5×4.5	

o 분석결과 (별첨 철근량 및 공사비 분석 현황 참조)

◇ PSC BOX교(ILM 형식)

- 슬라브 : 철근량 $\Delta 11.166$ Ton(0.7%) $\Delta 11,724$ 천원
- 교대 : 철근량 $\Delta 0.626$ Ton(0.9%) $\Delta 658$ 천원
- 교각 : 철근량 $\Delta 39.880$ Ton(2.6%) $\Delta 41,874$ 천원

계 : $\Delta 51.672$ Ton(1.7%) $\Delta 54,255$ 천원

◇ PSC 빔교

- 슬라브 : 철근량 $\Delta 0.596$ Ton(0.6%) $\Delta 636$ 천원
- 교대 : 철근량 $\Delta 0.46$ Ton(0.7%) $\Delta 483$ 천원
- 교각 : 철근량 $\Delta 1.316$ Ton(1.5%) $\Delta 1,382$ 천원

계 : 철근량 $\Delta 2.372$ Ton(0.9%) $\Delta 2,491$ 천원

◇ RC라멘교

- 철근량 $\Delta 0.957 \text{ Ton}(0.7\%)$ $\Delta 1,005\text{천원}$

◇ 통로암거

- 철근량 $\Delta 0.344 \text{ Ton}(0.7\%)$ $\Delta 361\text{천원}$

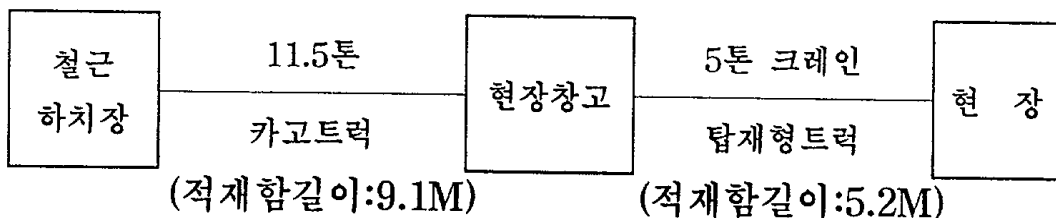
■ 장대 PSC BOX교(ILM형식)에 장철근(L=12m) 적용시
철근량이 51.672Ton 감소되나 전체 공사비에 비해 감소량이 적음.

(교각 수직철근 제외시 : $\Delta 36.262\text{Ton}$, $\Delta 38,075\text{천원}$)

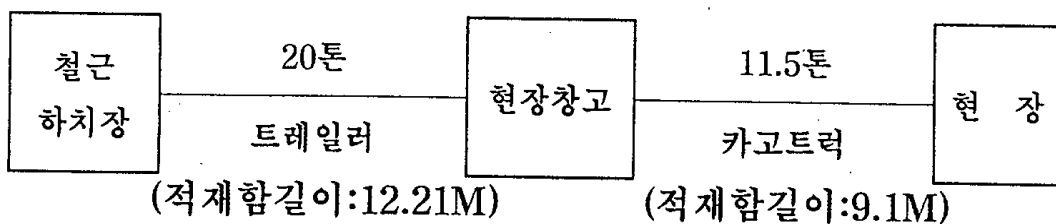
■ PSC 빔교, RC라멘교, 통로암거는 장철근 적용에 따른 철근
감소량이 적음.

7. 장철근 운반 적정성 검토

o 현행 운반 장비(철근길이 8m일 경우)



o 장철근(12M) 적정 운반장비



○ 철근 길이별 운반단가 비교

(단위:₩/Ton)

구 분	현행(8m)	변경(12m)	비 고
하치장-현장창고	5,433	5,050	
현장창고-현장	3,627	3,149	
적재 및 적하	5,137	5,137	
계	14,197	13,336	△861

* 동대구 - 경주 제2공구 기준

○ 검토의견

- 최대 철근을 12m로 설계시는 현행 운반장비는 적재함이 작아 철근운반이 곤란하므로 20톤 트레일러와 11.5톤 카고트럭으로 철근 운반.
- 운반장비 변경에 따른 운반단가는 다소 감소하나 현장 여건을 감안할 때 운반에 다소 불편 예상됨.

8. 장철근 시공상의 문제점

- 철근 절곡 및 가공 조립에 따른 시공성 다소 불량
- 최소 주문 단위 이상(25톤) 되어야 주문 가능
- 철근 관리 다소 복잡
- 철근 인력 운반시 3인 필요(8m 일때는 2인 가능)
- 교각,교대등의 수직 철근은 시공성이 불량하므로 적용 곤란

9. 검토결론

■ 장철근 적용시 접이음 개소가 감소되어 철근량은 다소 절약되나 전체 교량 공사비에 비해 철근 감소량이 미미하며

■ 표준품셈에는 주철근 할증을 6~7%로 제시하고 있으나 현설계에서는 일률적으로 3%를 적용하고 있어 장철근 설계 적용시 철근 부족이 가중될 우려가 있고

■ 또한 철근 소운반, 가공조립등에 불편이 예상되므로

현행대로 철근 길이를 8M로 설계하되 시공시에는 현장여건을 감안하여 철근손실이 최소화될 수 있도록 주문 사용 함이 타당한 것으로 판단됨.

2-5 강교제작단가 분리시행

방 침

설 심 일
13201-806
('99. 9. 6)

1. 배 경

현행 기성검사 제도(행정절차, 기성대가 기준 등)의 개선을 통하여 시공업체의 자금난 해소와 원활한 공사추진을 도모코자 강교제작에 대한 단가분리 방침(건일이13165-371, '99.7.15)에 의거 세부시행 방안을 수립코자함.

2. 기성검사 관련 문제점

Segment별로 강교 제작후 가조립 완료까지 상당기간이 소요됨에 따라 시공사의 자금난 초래

(연장 150m, 총중량1,100Ton의 강교 약60일 소요)

3. 강교제작단가 분리시행 방안

가. 강교제작 단가 구성

현 행	변 경	비 고
C. 강교 3.33 강교제작 및 가설(Ton당) <u>a. 강교제작</u> ○ 자재비 ○ 제작노무비 - 철판공 - 용접공 - 철공(가조립) ○ 제작도(shopdrawing) 작성 비용	C. 강교 3.33. 강교제작 및 가설(Ton당) <u>a. 강교자재비</u> ○ 강교자재비 ○ 구입자재운반비 ✓ <u>b. 강교제작비</u> - 철판공 - 용접공 - 제작도(shopdrawing)작성비용 <u>c. 강교가조립비</u> - 철공	
<u>b. 강교운반 및 가설</u> ○ 강교운반 - 구입자재운반비 - 강교부재운반비 ○ 강교가설 ○ 고장력볼트조이기 ○ 작업용비계 ○ 가설벤트	<u>d. 강교운반 및 가설</u> ○ 강교운반 - 강교부재운반비 ○ 강교가설 ○ 고장력볼트조이기 ○ 작업용비계 ○ 가설벤트	
3.34 강교도장(m'당)	3.34. 강교도장(m'당)	

나. 단가설명서

현행	변경	비고
C. 강교 3.33. 강교제작 및 가설(ton당) a. <u>강교제작</u> 이단가는 강교제작을 위한 강재의 자재비 및 제작비가 포함된다	C. 강교 3.33. 강교제작 및 가설(ton당) a. <u>강교자재비</u> 이단가는 강교제작을 위한 강재의 자재비와 적재, 운반, 적하비로써 재료의 <u>할증이 포함</u>된 평균단가이다 b. <u>강교제작비</u> 이단가는 강교제작을 위한 노무비, 재료비, 공장제작에 따른 제경비, 제작도 작성 비용이 포함된 단가이다. c. <u>강교가조립비</u> 이단가는 강교가조립을 위한 노무비, 공장가조립에 따른 제경비가 포함된 단가이다.	
b. <u>강교운반 및 가설</u> 이 단가는 강교 제작을 위해 강재의 공급에 필요한 적재, 운반, 적하비용과 강재가설에 필요한 운반, 용접, 조이기 작업용 작업대 및 가설 Bent(2경간이상 설치)의 제작, 설치, 해체비 등 제반비용이 포함된 평균 단가이다.	d. <u>강교운반 및 가설</u> 이 단가는 강재가설에 필요한 운반, 용접, 조이기 작업용 작업대 및 가설 Bent(2경간이상 설치)의 제작, 설치, 해체비 등 제반비용이 포함된 평균단가이다.	

4. 적용방안

실시설계 중인 노선부터 적용

※참고자료 : ‘강교제작에 대한 단가산출기준 1부.

강교단가 산출예시

공 중	산 출 내 역	경 비	노 무 비	재 료 비	합 계

3-33-A 333A000 강교 자재비 : TON

1. 강교 자재비

구조물공 BASIC [B322A0100] 참조

소 계 :

0.00 0.00 418791.00 418791.00

2. 강교 자재운반

구조물공 BASIC [B322D0901] 참조

소 계 :

3385.00 5441.00 241.00 9067.00

총 계

3385.00 5441.00 419032.00 427858.00

3385 5441 419032 427858

3-33-B 333B000 강교 제작비 : TON

1. 강교 제작비

구조물공 BASIC [B322A0200] 참조

소 계 :

491350.00 410059.00 49308.00 950717.00

총 계

491350.00 410059.00 49308.00 950717.00

491350 410059 49308 950717

3-33-C 333C000 강교 가조립비 : TON

1. 강교 가조립비

구조물공 BASIC [B322A0300] 참조

소 계 :

61707.00 48974.00 0.00 110681.00

총 계

61707.00 48974.00 0.00 110681.00

61707 48974 0 110681

공 종	산 출 내 역	경 비	노 무 비	재 료 비	합 계
3-33-D	333D000 강교 운반 및 가설 / : TON				
	1. 강교운반				
	구조물공 BASIC [B322D0902] 참조				
	소 계 :	14948.00	10474.00	6683.00	32105.00
	2. 강교가설				
	A. 크레인가설				
	1)BOX GIRDER 가설				
	구조물공 BASIC [B22D1000] 참조				
	소 계 :	2414.00	2859.00	286.00	5559.00
	2)CROSS BEAM, STRINGER 및 이음판				
	구조물공 BASIC [B322D1100] 참조				
	소 계 :	469.00	14860.00	55.00	15384.00
	3. 고장력볼트 조이기				
	구조물공 BASIC [D322D2200] 참조				
	소 계 :	1474.00	21788.00	27147.00	50409.00
	4. 가설 BENT				
	구조물공 BASIC [B22C0400] 참조				
	소 계 :	0.00	1490.00	318.00	1808.00
	총 계	19305.00	51471.00	34489.00	105265.00
		19305	51471	34489	105265

2-6 원가계산 및 기초단가 적용기준 검토

방 침

설 계 일
13201-965
('99.11.15)

1. 검토목적

정부(조달청)와 우리공사의 원가계산 적용기준이 상이하여 합리적인 적용기준을 수립코자 함

2. 현행 적용기준 비교('99.하반기 기준)

가. 제잡비율 적용기준

(단위 : %)

항 목	한국도로공사	조 달 청	비 고
간접노무비	14~16	14~16	-
안전관리비	1.83~2.48	1.88~2.48	-
일반관리비	5~6	5~6	-
이 윤	15	15	-
퇴직공제부금비	2.70	2.13	(△)0.57
고용보험료	0.45~1.04	0.5~0.9	0.05~(△)0.14
기타경비율	6.48~11.42	5.3~7.3	(△)1.18~(△)4.12

나. 기초단가 적용기준

항 목	한국도로공사	조 달 청
환 율	- 연도초 최초 고시환율 ($\pm 5\%$이상 변동시 변경) - 적용 : 1213.7원/\$	좌 동
유 류	- 한국석유공사 조사발표가격 (노임변동시 당월 최초발표 가격 : 1월, 9월) - 적용 - 무연휘발유 : 1,022원/ℓ - 저유황경유 : 440원/ℓ - 경질중유 : 233원/ℓ	- 한국석유공사 조사발표가격 ($\pm 5\%$이상 변동시 변경, 월1회 조사분석) - 적용('99.10) - 무연휘발유 : 1,039원/ℓ - 저유황경유 : 458원/ℓ - 경질중유 : 237원/ℓ
노 임	대한건설협회 조사발표 노임	좌 동

3. 원가계산기준 변경의 필요성

- 원가계산 제잡비중 퇴직공제부금비, 고용보험료, 기타경비율은 관계법령에서 적용율을 제시하지 않고 발주기관에서 공사특성에 따라 적용율을 검토하여 적용토록 되어 있어 우리공사 자체 기준을 수립하여 운영중에 있음
- 우리공사 원가계산 적용기준이 조달청 기준과 일부 상이(퇴직 공제부금비, 고용보험료, 기타경비)하여 총사업비 협의를 위한 조달청 사전심의시 조달청 자체기준을 우선적으로 적용하고 있으므로 사업비 감액조정 요인이 되고 있음
- 따라서, 원가계산 작성기준 및 기초단가 적용기준을 정부(조달청) 적용기준으로 변경시행

4. 원가계산 적용기준 변경

가. 제잡비 적용기준

(단위 : %)

항 목		당 초	변 경	비 고
간접노무비		14~16	좌 동	
안전관리비		1.88~2.48	좌 동	
일반관리비		5~6	좌 동	
이 윤		15	좌 동	
퇴직공제부금비율		2.70	2.13	
고용보험요율		1등급 : 1.04 2등급 : 0.91 3등급 : 0.81 4등급 : 0.55 5등급 : 0.56 6등급 : 0.47 7등급 이하 : 0.45	1등급 : 0.9 1등급이하 : 0.5	
기 타 경비율	5억원 미만 6개월 이하	6.48	5.3	
	5~ 30억원 7~ 12개월	7.31	5.7	
	30~ 50억원 13~ 36개월	9.78	7.3	
	50~100억원 37개월 이상	11.08	7.3	
	100~200억원 37개월 이상	11.58		
	200억원 이상 37개월 이상	11.42		

나. 기초단가 적용기준

항 목	당 초	변 경
환 율	- 연도초 최초 고시환율 ($\pm 5\%$이상 변동시 변경) - 적용 : 1213.7원/\$	좌 등
유류가격	- 한국석유공사 조사발표가격 (노임변동시 당월 최초발표 가격 : 1월, 9월) - 적용('99. 하반기) - 무연휘발유 : 1,022원/ℓ - 저유황경유 : 440원/ℓ - 경질중유 : 233원/ℓ	- 한국석유공사 조사발표가격 (월1회 조사분석하여 $\pm 5\%$이상 변동시 변경, 조달청 사용가격 적용) - 적용('99. 10) - 무연휘발유 : 1,039원/ℓ - 저유황경유 : 458원/ℓ - 경질중유 : 237원/ℓ
노 임	대한건설협회 조사발표 노임(1월, 9월)	좌 등

5. 적용시기

- '99. 11월 현재 실시설계중에 있거나 실시설계가 완료되어 공사 미발주된 노선은 변경기준 적용

6. 경과조치

- '99. 건설공사의 원가계산 기초단가 변경(설계일13201-30412호, '99.9.9)은 폐기함
- 건설공사의 원가계산 작성지침(설계일13201-30426호, '99.9.16)은 폐기함

7. 기대효과

- 원가계산기준에 대한 정부(조달청) 발주공사와의 일관성 제고
- 총사업비 관련 조달청 업무협의 용이
- 불필요한 사업비 조정요인 제거로 공사원가 산정에 대한 불신 해소

건설공사 원가 작성기준

1. 설계일13201-30426호('99.9.16)는 본 기준으로 변경적용함.
2. 변경항목 : 퇴직공제부금비, 고용보험료, 기타경비율
3. 변경사유
 - o 정부(조달청) 발주공사의 원가계산기준에 맞추어 변경시행

4. 변경내용

공사규모	공사기간	제 잡비율(단위:%)													
		간접노무비	기타경비	안전관리비	산재보험료	퇴직공제부금비	고용보험료	일반관리비	이윤						
5억 미만	6개월 이하(183일)	14.0	5.3	2.48	3.6	2.13	· 1등급 업체 대상 : 0.9	6.0	15						
	7~12개월 (365일)	14.6	5.6					5.5							
	13개월 이상(366일)	15.3	6.3												
5억 ~ 30억 미만	6개월 이하(183일)	14.3	5.7	1.81+3,294천원			3.6	2.13		· 1등급 업체 대상 : 0.9	5.5				
	7~12개월 (365일)	15.0	5.9												
	13개월 이상(366일)	15.6	6.7												
30억 ~ 50억 미만	6개월 이하(183일)	14.6	6.3	1.81+3,294천원						3.6	2.13	· 1등급 이외 업체 대상 : 0.5	5.0		
	7~12개월 (365일)	15.3	6.5												
	13개월 이상(366일)	16.0	7.3												
50억 이상	6개월 이하(183일)	14.6	6.3	1.88								3.6	2.13	· 1등급 이외 업체 대상 : 0.5	5.0
	7~12개월 (365일)	15.3	6.5												
	13개월 이상(366일)	16.0	7.3												

주) 1. 산업재해보상보험 요율은 일반건설공사(갑)을 기준한 것으로 공사종류별 별도 적용하여야함.

2. 퇴직공제부금비 요율은 공사예정금액 100억원 이상인 고속도로 건설공사(토목공사)에 적용하며 건축공사 및 기타공사의 경우 별도 검토후 적용하여야 함.

3. 고용보험 요율은 공사예정금액이 3억4천만원 이상인 고속도로 건설공사(토목공사)에 적용하며 건축공사 및 기타공사의 경우 별도 검토후 적용하여야 함.

4. 고용보험료의 업체구분은 우리공사 『등급별 유자격자 명부등록 및 운용기준(재무처)』에 의하여 등급별 공사배정범위에 해당하는 요율을 적용하여야 함.

5. 본 지침의 기타경비율은 토목공사를 기준한 것으로 건축공사 및 특수공사의 경우 별도 산출적용하여야 함.

공사원가계산 변경대비 현황(공사비 1,000억원 기준)

(단위 : 백만원)

구 분		당 초	변 경	증(△)감	비 고
공사원가	공사비소재	재 료 비 : 40,000 노 무 비 : 30,000 경 비 : 30,000 제잡비공제금액 : 400	좌 동	-	지급자재비 : 1,000 (부가세 제외)
	간접노무비	$30,000 \times 0.16 = 4,800$	좌 동	-	
	산재보험료	$(30,000 + 4,800) \times 36 / 1,000 = 1,252$	좌 동	-	
	안전관리비	$(40,000 + 30,000 + 1,000 - a) \times 0.0188 = 1,334$	좌 동	-	a : 별도계상 비용
	퇴직공제부금비	$30,000 \times 0.0270 = 810$	$3,000 \times 0.0213 = 639$	△ 171	
	고용보험료	$(30,000 + 4,800) \times 0.0104 = 361$	$(30,000 + 4,800) \times 0.009 = 313$	△ 48	1등급 업체 기준
	기타 경비	$(30,000 + 4,800 + 40,000) \times 0.1142 = 8,542$	$(30,000 + 4,800 + 40,000) \times 0.073 = 5,460$	△ 3,082	
	소 계	117,499	114,198	△ 3,301	
일반관리비		$(117,499 - 400) \times 0.05 = 5,854$	$(114,198 - 400) \times 0.05 = 5,689$	△ 165	
이윤		$(117,499 - 40,000 - 400 + 5,584) \times 0.15 = 12,442$	$(114,198 - 40,000 - 400 + 5,689) \times 0.15 = 11,923$	△ 519	
공사비계		135,795	131,810	△ 3,985	
부가가치세		13,579	13,181	△ 398	
도급액계		149,374(100%)	144,991(97.06%)	△ 4,383	

주) 본 표는 공사비 1,000억원인 토목공사를 기준하여 산출한 예로서 원가계산시에는
『원가계산에 의한 예정가격 작성준칙』 및 『건설공사 표준안전관리비 계상 및
사용기준』 등 법정경비 산출기준에 의거 해당요율을 적용하여야 함.

2-7 곡선반경별 편경사 적용방안 검토

방 침

설 심 일
15212-1822
('98.12.18)

I. 검토목적

- 고속도로 기하구조에 적합한 편경사 적용으로 고속도로 기능 제고
- 안전하고 쾌적한 고속도로 설계로 교통서비스 증진
- 도로시설기준령 개정(안)등 신 규정에 부합한 설계기준 정립
- 연결로의 평면곡선반경에 따른 편경사 기준 정립

II. 최대편경사 제규정 비교

1. 현행 적용 설치기준

한국도로공사 설 계 기 준			도로의 구조·시설기준에 관한규정(90. 12)		AASHTO (미국)		일본도로공단(1991. 1)		
고속도로	지역별	최 대 편경사	지 역 별		최 대 편경사	지역별	최대편경사	기상의 상황	최대치
	본 선	6%	지방 지역	적설,한냉 지 역	6%	빙설이 없는 지 역	12%	빙설의 영향을 고려 하지 않아도 좋은 지역	10%
				기타지역	8%	빙설을 고려 치않은 지역	10%	빙설의 영향을 고려 할 필요가 있는 지역	8%
	연결로	8%	도시지역	6%	빙설이 있는 지 역	8%	빙설의 영향이 현저 한 지역	6%	
					시 가 지	6%			

2. 도로시설 기준령 개정(안) 기준

도 로 시 설 기 준 령 해 설 및 자 침 (안) ('95)		
지 역 별		최 대 편 구 배
지 방 지 역	적 설 , 한 냉 지 역	6%
	기 타 지 역	8%
도 시 지 역		6%
연 결 로		8%

III. 문 제 점

- 현행 설계기준 (설계일 16210-194 '97. 6. 9)의 최소평면곡선반경 기준과 평면곡선반경에 따른 편경사 적용기준이 상이함
 - 설계속도 50km/hr시 최소평면 곡선반경이 80m이나 편경사8% 적용 곡선반경이 120~90m로 상이함.
- 평면곡선 반경에 따른 편경사 적용기준이 포물선식에 의한 계산값과 상이함.
- 연결로 최대편경사 8% 적용 및 길어깨포장 보강에 따른 길어깨 횡단경사 기준정립 필요

IV. 편경사 기준검토

1. 최대 편경사 결정시 고려사항

- 주행의 안전성 및 쾌적성
- 적설 및 결빙등 기상조건
- 지역구분 (지방, 도시지역)
- 저속 주행차량의 빈도
- 시공성 및 유지관리

2. 최대편경사 기준 검토

$$\blacksquare \quad i+f=\frac{V^2}{127R}$$

여기서) i = 편경사

f = 횡방향 미끄럼 마찰계수

V = 설계속도 (km/h)

R = 곡선반경 (m)

가. 설계속도에 따른 횡방향 미끄럼 마찰계수 (f)

설 계 속 도 (km/h)	120	110	100	90	80	70	60	50	40	30	20
횡방향미끄럼 마찰 계 수	0.10	0.10	0.11	0.11	0.12	0.13	0.14	0.16	0.16	0.16	0.16

※ 도로구조 및 시설기준령 (개정안) 참고

나. 편경사와 최소 평면곡선 반경의 관계

설계속도 (km/h)	횡 방 향 미 끄 럼 마찰계수	최 소 평 면 곡 선 반 경 (m)					
		최대편경사 6%		최대편경사 7%		최대편경사 8%	
		계 산 값	규 정 값	계 산 값	규 정 값	계 산 값	규 정 값
120	0.10	709	710	667	670	630	630
110	0.10	596	600	560	560	529	530
100	0.11	463	460	437	440	414	420
90	0.11	375	380	354	360	336	340
80	0.12	280	280	265	265	252	250
70	0.13	203	200	193	190	184	180
60	0.14	142	140	135	135	129	130
50	0.16	89	90	86	85	82	80
40	0.16	57	60	55	55	52	50
30	0.16	32	30	31	30	30	30
20	0.16	14	15	14	15	13	15

다. 최대편경사 적용기준

- 본 선 : 6%
- 연 결 로 : 8%

3. 평면곡선 반경에 따른 편경사

가. 최대 편경사 6%

설 계 속 도 (km/h)	평면곡선 반경에 따른 편경사					
	NC	2%	3%	4%	5%	6%
120	6,900이상	6,900~3,840	3,840~2,470	2,470~1,610	1,610~1,050	1,050~710
110	5,800이상	5,800~3,230	3,230~2,070	2,070~1,360	1,360~880	880~600
100	4,800이상	4,800~2,650	2,650~1,690	1,690~1,070	1,070~690	690~460
90	3,900이상	3,900~2,150	2,150~1,370	1,370~880	880~560	560~380
80	3,100이상	3,100~1,680	1,680~1,060	1,060~670	670~420	420~280
70	2,300이상	2,300~1,280	1,280~800	800~490	490~310	310~200
60	1,700이상	1,700~940	940~580	580~350	350~220	220~140
50	1,200이상	1,200~650	650~400	400~230	230~140	140~90
40	800이상	800~420	420~260	260~150	150~90	90~60
30	400이상	400~240	240~150	150~85	85~50	50~30
20	200이상	200~110	110~65	65~35	35~25	25~15

나. 최대 편경사 8%

설 계 속 도 (km/h)	평면곡선 반경에 따른 편경사							
	NC	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%
120	7,200이상	7,200~4,110	4,110~2,790	2,790~2,040	2,040~1,540	1,540~1,160	1,160~860	860~630
110	6,000이상	6,000~3,450	3,450~2,340	2,340~1,710	1,710~1,290	1,290~980	980~720	720~530
100	5,000이상	5,000~2,840	2,840~1,920	1,920~1,400	1,400~1,040	1,040~780	780~570	570~420
90	4,000이상	4,000~2,300	2,300~1,560	1,560~1,130	1,130~850	850~630	630~460	460~340
80	3,200이상	3,200~1,810	1,810~1,220	1,220~880	880~650	650~480	480~350	350~250
70	2,400이상	2,400~1,380	1,380~930	930~670	670~490	490~360	360~260	260~180
60	1,800이상	1,800~1,010	1,010~680	680~490	490~350	350~260	260~180	180~130
50	1,200이상	1,200~700	700~470	470~330	330~240	240~170	170~120	120~80
40	800이상	800~450	450~300	300~210	210~150	150~110	110~75	75~50
35	600이상	600~350	350~230	230~170	170~120	120~85	85~60	60~40
30	500이상	500~250	250~170	170~120	120~85	85~60	60~40	40~30
20	200이상	200~120	120~75	75~55	55~40	40~25	25~20	20~15

주) ※ NC : 표준형단경사 적용구간 (편경사 생략)

※ 평면곡선반경에 따른 편경사적용 계산식 및 결과는 별첨참조

※ : 금회 변경

V. 검토결론

1. 평면곡선 반경에 따른 편경사 적용기준을 다음과 같이 변경 적용

- 본 선(최대편경사 6%) : 현행기준적용(부분적인 수정)
- 연결로(최대편경사 8%) : 편경사 계산 포물선식에 의한 계산값으로 조정

2. 적용기준

가. 최대 편경사 6%(본선) 구간

설 계 속 도	적용 편경사	평면곡선반경 (m)		비 고
		현 행	변 경	
30km/hr	5%	90 ~ 50	85 ~ 50	
	4%	150 ~ 90	150 ~ 85	
20km/hr	6%	30 ~ 15	25 ~ 15	
	5%	40 ~ 30	35 ~ 25	
	4%	70 ~ 40	65 ~ 35	
	3%	110 ~ 70	110 ~ 65	

나. 최대 편경사 8%(연결로) 구간

설 계 속 도	적용 편경사	평면곡선반경 (m)		비 고
		현 행	변 경	
80km/hr	8%	350 ~ 260	350 ~ 250	
70km/hr	8%	260 ~ 190	260 ~ 180	
50km/hr	8%	120 ~ 90	120 ~ 80	
40km/hr	8%	80 ~ 50	75 ~ 50	
	7%	110 ~ 80	110 ~ 75	
35km/hr	8%	-	60 ~ 40	
	7%	-	85 ~ 60	
	6%	-	120 ~ 85	
	5%	-	170 ~ 120	
	4%	-	230 ~ 170	
	3%	-	350 ~ 230	
	2%	-	600 ~ 350	
	표준횡단경사(NC)	-	600이상	

2-8 연결로 길어깨 횡단경사 적용방안 검토

방 침

설 심 일
15212-1850
('98.12.22)

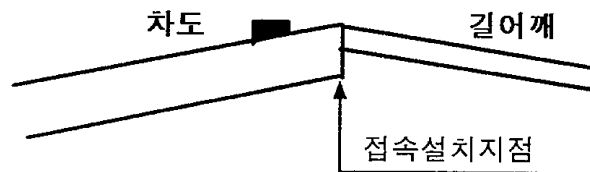
I. 검토목적

- 연결로 길어깨의 외측 편경사는 강우시 배수를 고려하여 차도 편경사와 반대로 설치하고 있으나 곡선반경이 적은 일부 연결로에서는 역경사로 인하여 차량이탈 등의 교통사고가 발생하는 원인이 되는바 이에 대한 개선방안을 검토하고자 함.

II. 검토내용

1. 길어깨 횡단경사의 설치목적

- 노면수를 도로외측(법면측)으로의 신속한 배수처리
- 차도포장 내부로의 우수유입 방지

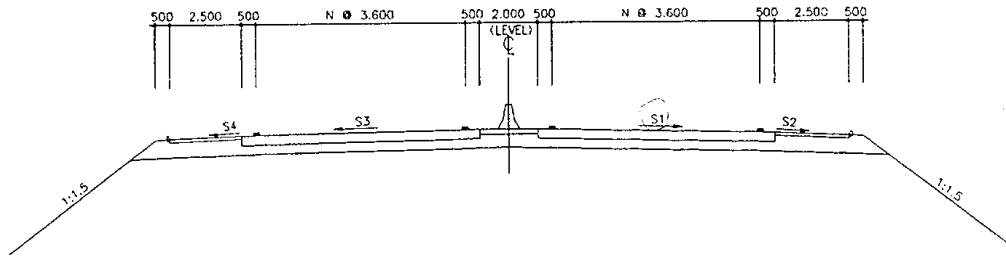


2. 현 연결로 편경사 적용기준

가. 직 선 부

구 분	단위	길 어 깨 횡 단 구 배		
		콘크리트포장 및 ASCON포장	간이포장	비 포 장
도로의 구조·시설기준에 관한 규정	%	본선차도 경사와 동일	2~4	3~6
A A S H T O	%	2 ~ 6	4~6	8
기 존 고 속 도 로	%	4	4	-
국 도 및 지 방 도	%	4	4	4
적 용	%	4	4	4

나. 곡 선 부(본 선)



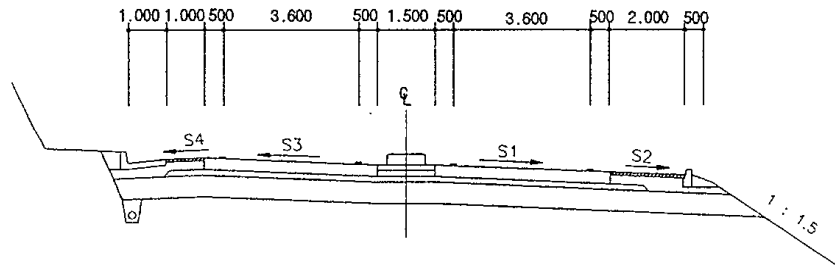
편 구 배	S1	S2	S3	S4	비고
표준경사(%)	-2	-4	-2	-4	절대 대수차 7%
2	-2	-4	+2	-4	
3	-3	-4	+3	-4	
4	-4	-4	+4	-3	
5	-5	-5	+5	-2	
6	-6	-6	+6	-1	

Ⅲ. 연결로 길어깨 횡단경사 적용방안

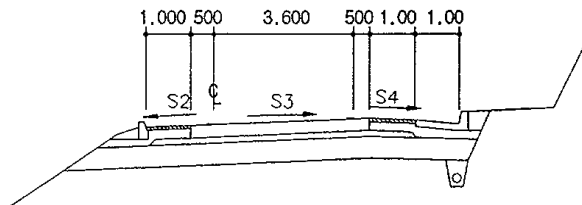
구 분	현 설계기준	변경 기준안	비 고
적용방안	곡선외측 길어깨 편경사를 차도 편경사와 반대로 설치.	곡선외측 길어깨 편경사를 차도 편경사와 동일하게 적용.	
개 념 도	· 일반구간의 L형측구를 길어깨 유효폭에 포함 · 포장보강구간은 L형측구를 길어깨 유효폭에서 제외	· 일반구간의 L형측구를 길어깨 유효폭에 포함 · 포장보강구간은 L형측구를 길어깨 유효폭에서 제외	
장 · 단점	· 노면배수 유리 · 강설시 길어깨 잔설처리가 용이함 · 길어깨의 역경사로 인하여 교통안전상 불리 · 시공성 불리	· 길어깨 횡단경사를 차도와 동일하게 적용함으로써 교통안전상 유리 · 시공성 유리 · 노면배수 다소 불리 · 강설시 길어깨 잔설이 녹아 본선에 유입 · 유역면적 증가에 따른 배수시설 증가(L형측구집수정,다이크 집수거,도수로,중분대집수정)	
건 의		○	

● 현 설계기준

- 양방향 연결로



- 일방향 연결로



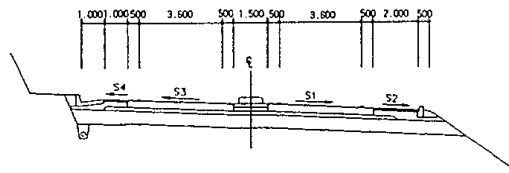
편 구 배	S1	S2	S3	S4	비 고
표준횡단경사(%)	-2	-4	-2	-4	· 편경사 6%이하 절대대수차 7% 적용 · 편경사 6%초과 절대대수차 8% 적용
2	-2	-4	+2	-4	
3	-3	-4	+3	-4	
4	-4	-4	+4	-3	
5	-5	-5	+5	-2	
6	-6	-6	+6	-1	
7	-7	-7	+7	-1	
8	-8	-8	+8	0	

• 일반구간의 L형측구를 길어깨 유효폭에 포함

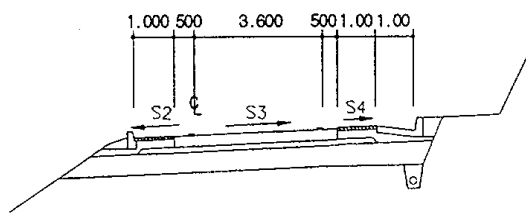
• 길어깨 포장 보강구간의 길어깨 횡단경사는 차도부 횡단경사와 동일하게 적용하며 L형측구를 길어깨 유효폭에서 제외.

● 변경기준안

- 양방향 연결로



- 일방향 연결로

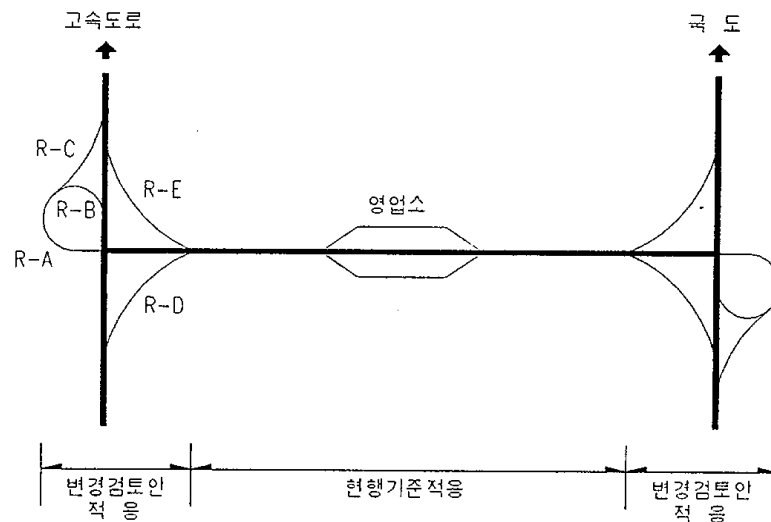


편 구 배	S1	S2	S3	S4	비 고
표준횡단경사(%)	-2	-4	-2	-4	· 외측부 길어깨 횡단경사를 차도부와 동일 적용
2	-2	-4	+2	+2	
3	-3	-4	+3	+3	
4	-4	-4	+4	+4	
5	-5	-5	+5	+5	
6	-6	-6	+6	+6	
7	-7	-7	+7	+7	
8	-8	-8	+8	+8	

- 일반구간의 교통안전을 고려하여 곡선외측부 길어깨 횡단경사를 차도부와 동일하게 적용하며, L형측구를 길어깨 유효폭에 포함.
- 길어깨 포장보강구간의 길어깨 횡단경사는 차도부 횡단경사와 동일하게 적용하며, L형측구를 길어깨 유효폭에서 제외.

IV. 검토결론

가. 연결로는 교통안전 및 시공성을 고려하여 곡선의측부 길어깨 횡단경사를 차도부 편경사와 동일하게 변경 적용(단, 영업소 전후구간의 연결로는 현행기준을 적용)



나. L형측구 설치 구간과 다이크 설치 접속구간의 길어깨폭 급변부는 길어깨폭의 접속설치
율에 맞추어 조정

다. 길어깨 횡단경사의 변화구간은 연결로 차도부 편경사 접속설치율 기준에 따라 접속설치

라. L형측구를 길어깨 유효폭에 포함시키고, 길어깨 포장보강구간의 경우에는 L형측구를
길어깨 유효폭에서 제외(현 기준과 동일)

마. 곡선 내측부의 배수시설 규격 및 설치간격은 유역면적 증가에 따라 재검토후 설계에
반영하여야 함.

2-9 고속도로 설계속도 적용방안 검토

방 침
설 심 일 13201-114 ('99. 2. 1)

1. 검토목적

- 도로의 설계속도는 도로의 구분, 기능, 교통량 및 교통용량, 지역 및 지형조건과 경제성 등을 고려하여 결정되며,
- 설계속도가 높으면 도로의 교통용량은 증대하나 도로의 건설비는 증가함.
- 따라서, 합리적인 설계속도를 적용하여 경제성과 고속도로의 기능을 확보하고자 함.

2. 설계속도 결정요소

가. 설계속도의 정의

설계속도는 도로설계의 기초가 되는 자동차의 속도

- 1) 도로의 구조적 측면 : 차량의 주행에 영향을 미치는 도로의 물리적 형상을 상호관련시키기 위하여 정해진 속도
- 2) 차량의 주행측면 : 기후가 양호하고, 교통밀도가 낮으며, 차량의 주행조건이 도로의 구조적인 조건만으로 지배되고 있는 경우에 평균적인 운전기술을 가진 운전자가 도로의 어느 구간에서나 안전하게 주행할 수 있는 속도

나. 고속도로의 설계속도 기준

(단위 : km/hr)

구 분			국 제	국 의		
			도로의 구조시설 기준	미 국 (AASHTO)	일 본 (도로구조령 해설과 운영)	독 일 (RAS)
고속도로	지 방 부	평지	120(100)	80~120 *최고 : 120 *최저 : 80 *적용속도간격 : 10	120(100)	120~90(80)
		구릉지	-		-	
		산지	100(80)		100(80)	
도시고속도로	도시부		100(80)		80(60)	100~80

※ ()는 지형상황 등 부득이하다고 인정하는 경우

다. 설계속도 결정을 위한 지역 및 지형구분

1) 지역 구분

구분	도로의 구조시설, 기준		A A S H T O		일본 도로구조령의 시설과 운용		R A S	
	지방지역	도시지역	지방지역	도시지역	지방지역	도시지역	지방지역	도시지역
지역구분	도시지역 외의 지역	현재 시가지 를 형성하고 있는 지역, 또는 그 발전 추세로 보아 설계목표년도 인 20년 후에 시가지가 형 성될 가능성 이 있는 지역 *인구 5,000명 이상 거주하 는 지역	도시지역 한계밖의 지역	인구 5,000명 이상이 거주 하는 지역 (설계년도의 인구예상치 사용) *도시화지역 : 인구 50,000 명 이상 *소도시 지역 : 인구 5,000~ 50,000명 사이	도시부 이외의 지역	<u>일반적인 개념</u> 인가가 연속되 어 시가지를 형성하고 있 는 곳 <u>도시계획법</u> 시가지를 형 성하고 있는 지역 및 대략 10년 이내에 시가화가 기 대되는 지역	교통망체계 정비시 초기단계에서 지역 및 도로범주 구분	지역

2) 지형구분(도로용량편람, '92. 건교부)

■ 일반지형

- 평 지 : 종단구배, 평면선형 및 종단선형 조합에서 중차량이 승용차와 거의 같은 속도로 주행할 수 있는 지형으로, 이 구간에는 일반적으로 2%미만의 짧은 구배구간이 포함됨.
- 구릉지 : 종단구배, 평면선형 및 종단선형 조합에서 중차량의 속도가 승용차보다 감소하지만, 상당히 긴 시간동안 오르막 한계속도로 주행하지는 않는 곳으로 이 구간에는 일반적으로 2%이상 5%미만의 구배구간이 포함됨.
- 산 지 : 중차량이 종단구배, 평면선형 및 종단선형 조합으로 인하여 상당히 긴 구간을 오르막 한계속도로 주행하거나, 자주 오르막 한계속도로 주행하는 곳으로, 이 구간에는 일반적으로 5%이상의 구배구간이 포함됨.

- 특정구배 구간 : 특정구배 구간은 종단구배가 3%이상이고, 구배길이가 500m이상인 구간 또는 이 조건과 같은 교통류 상태인 종단구배와 구배길이를 가진 구간임.

라. 설계구간

- 정의 : 도로가 존재하는 지역 및 지형의 상황과 계획교통량에 따라 동일 설계기준 및 동일한 도로구분을 적용하는 구간
- 설계구간의 길이지침

도로의 구분	설계구간의 표준적 연장	부득이한 경우 설계속도만을 열어쓰리는 최소구간의 길이
자동차 전용도로, 지방지역 간선도로	30~20km	5km
지방지역 기타도로	15~10km	2km
도시지역 일반도로	주요한 교차점의 간격	

3. 설계속도 결정시 주요 고려사항

- 계획도로의 위계
- 지역 및 지형여건
- 계획교통량 및 교통용량
- 경제성
- 주행차량의 성능

4. 현행 설계속도 적용상 문제점

- 기본설계 단계에서 지역(도시부, 지방부) 및 지형(평지, 구릉지, 산지)구분에 따른 설계속도 적용에 대한 검토미흡
- 실시설계시 설계속도 결정에 있어 타당성조사 및 기본설계 결과를 단순히 수용
- 외국 설계기준 준용에 따른 동일기능도로간 설계속도, 설계구간, 계획 교통량 설정기준 미비

5. 검토의견

- 우리나라 자동차 전용도로 설계속도의 최고 값인 120km/hr는 자동차의 성능, 제 외국의 실적 및 인간의 감각적인 기능의 한계 등을 고려하면 타당한 값이라 판단됨.
- 산지가 많은 우리나라의 지형적 조건을 고려해서 다소 낮은 설계속도로 채택할 필요 대두(최고 값 120km/hr이나 100km/hr적용)
- 설계속도가 선형 등의 기하구조에 영향을 미치는 요소이기 때문에 도로의 기능 및 설계구간을 감안 적절한 설계속도 선정이 필요하므로 실시설계시 타당성 조사 및 기본설계 결과를 단순히 수용하기보다는 설계속도 결정을 위한 지역, 지형 및 경제성 등 제반사항에 대한 세부적인 검토 필요

6. 향후 추진계획

우리나라 지형의 복잡성 및 효율적인 토지이용 등으로 소정의 설계속도를 장구간에 걸쳐 유지하려면 산지부나 도시부에 있어서 단구간에 막대한 건설비가 소요되므로, 이를 감안 전 노선의 동일 설계속도 적용보다는 구간별 예외규정을 적용하도록 다음과 같이 설계속도 적용방안 강구.

- 계획도로의 위계를 고려, 도로의 구분을 선결
- 지역 및 지형여건을 도시계획구간 통과비율 및 산지부 등을 세분류하여 검토시행
- 계획교통량 및 교통용량을 분석, 설계속도 상·하향 조정 및 차로수 결정의 상관관계 분석
- 경제성 분석에서 주요 장대구조물 설치계획, 종단구배 및 오르막차로 설치 등 유지관리 측면과 연계검토
- 적용속도 간격을 현행기준 20km/hr에서 10km/hr로 세분

구 분	설 계 속 도				
지형종류	80	90	100	110	120
	구 배(%)				
평 지	4	4	3	3	3
구 룡 지	5	5	4	4	4
산 지	6	6	6	5	-

- 설계속도 적용에 있어 설계구간별 변경점은 지형, 지역, 주요한 교차점, 인터체인지 및 교통량이 변화하는 지점 등 운전자가 무의식적으로 도로상황의 변화를 감지할 수 있는 지점을 선정하여 달리 적용.
- 향후 설계속도 결정시에는 설계심의위원회의 심의 및 건교부와 사전 협의

설계속도별 기하구조 특성

1. 설계속도별 기하구조 기준

구 분		단위	설계속도(KPH)		비 고
			100	120	
최소평면곡선반경	바람직한 값	m	700	1,000	
	최 소	m	460	710	
최소곡선장	$\theta < 5^\circ$	m	110	140	
	$\theta \geq 5^\circ$	m	$550/\theta$	$700/\theta$	
종단구배	표 준	%	3	3	
	최 급	%	5	3	
최소종단곡선 변화비율	블록곡선	m/%	100	190	
	오목곡선	m/%	50	70	
최소종단곡선장		m	85	100	
최소정지시거		m	200	280	
표준횡단구배		%	2	2	
최대편구배		%	6	6	
완화곡선 파라미터		m	$R/3 \leq A \leq R$	$R/3 \leq A \leq R$	
최소완화곡선장		m	60	70	

2. 설계속도에 따른 기하구조 결정요소

구 분	도로의 구조시설기준	AASHTO	일본 도로구조령 해석과 순 용	RAS
직접적인 요소	곡선반경, 편구배, 시거 등	곡선반경, 편구배, 시거 등	곡선반경, 편구배, 시거 등	설계속도(V_e) - 최소곡선반경 - 최소 클로소이드 변수 - 최대 종단구배 - 종단곡선반경 주행속도(V_{85}) - 횡단구배 - 역횡단 구배에서의 최소 곡선반경 - 정지시거 - 추월시거 - 교통량 - 횡단면
기타요소	차로폭, 길어깨 폭 등	차로폭, 길어깨 폭, 측방여유폭 등	차로폭, 길어깨 폭 등	

설계속도 및 서비스수준별 교통용량 비교

1. 고속도로 기본구간의 서비스 수준

서비스 수 준	밀도 (승용차/ km/차로)	설계속도 (100km/hr)			설계속도 (120km/hr)		
		평균동행 속도(km/hr)	교통량대 용량비(V/C)	교통량(승용 차/시/차로)	평균동행 속도(km/hr)	교통량대 용량비(V/C)	교통량(승용 차/시/차로)
A	≤ 8	≥ 95	≤ 0.34	≤ 750	≥ 105	≤ 0.39	≤ 850
B	≤ 13	≥ 90	≤ 0.52	≤ 1,150	≥ 100	≤ 0.59	≤ 1,300
C	≤ 19	≥ 82	≤ 0.70	≤ 1,550	≥ 90	≤ 0.77	≤ 1,700
D	≤ 27	≥ 70	≤ 0.86	≤ 1,900	≥ 76	≤ 0.93	≤ 2,050
E	≤ 44	≥ 50	≤ 1.00	≤ 2,200	≥ 50	≤ 1.00	≤ 2,200
F	> 44	< 50	-	-	< 50	-	-

* 교통량은 50단위로 조정한 것임.(도로용량 편람 P127)

- 설계속도 120km/hr시 (V/C)_i : Los C : 0.77, Los D : 0.93, Los E : 1.0

- 설계속도 100km/hr시 (V/C)_i : Los C : 0.70, Los D : 0.86, Los E : 1.0

2. 지방부 고속도로의 시간교통량 및 일교통량

도로구분	서비스 수 준	교 통 량	차 로 수				
			2	4	6	8	10
고속국도	A	시간교통량	249	2,211	3,317	4,423	5,528
		일 교통량	3,100	29,484	44,226	58,968	73,710
	B	시간교통량	440	3,382	5,073	6,764	8,455
		일 교통량	6,603	46,094	67,641	90,188	112,735
	C	시간교통량	729	4,553	6,829	9,106	11,382
		일 교통량	9,106	60,704	91,056	121,408	151,759
	D	시간교통량	1,244	5,594	8,390	11,187	13,984
		일 교통량	15,551	74,578	111,867	149,156	186,445
	E	시간교통량	1,914	6,504	9,756	13,008	16,260
		일 교통량	23,925	86,720	130,080	173,440	216,800

3. 시간교통량 및 일교통량 산정근거

○ 2차로 고속국도

시간교통량 산정식 $SFi=3,200 \times V/Ci \times Fd \times Fw \times Fhv$

V/Ci : 서비스수준 $A=0.13, B=0.23, C=0.38, D=0.65, E=1.00$

Fd : 방향별 분포 보정계수 $(60/40)=0.94$

Fw : 차로폭 및 측방향여유폭 각 3.5m이상, 1.5m이상=1.0

Fhv : 중차량 보정계수 중차량 30%, 구릉지 30%, 평지 70%

승용차 환산계수 평지 1.9, 구릉지 3.5

$$Fhv=1/\{1+Pt \times (Et-1)\}=1/\{1+0.3(1.9 \times 0.7+3.5 \times 0.3-1)\}=0.707$$

일교통량 $AADT=(SFi \times PHF)/K(PHF=0.90, K=0.08)$

○ 다차로 고속국도

산정식 $SFi=2,200 \times V/Ci \times Fd \times Fw \times Fhv$

V/Ci : 서비스수준 $A=0.34, B=0.52, C=0.70, D=0.86, E=1.00$

Fw : 차로폭 및 측방향여유폭 각 3.5m이상, 1.5m이상=1.0

Fhv : 중차량 보정계수 중차량 30%, 구릉지 30%, 평지 70%

승용차 환산계수 평지 1.5, 구릉지 3.0

$$Fhv=1/\{1+Pt \times (Et-1)\}=1/\{1+0.3(1.5 \times 0.7+3.0 \times 0.3-1)\}=0.778$$

일교통량 $AADT=(SFi \times PHF)/K(PHF=0.95, K=0.075)$

설계속도 차이에 따른 경제성 분석

1. 설계기준속도 결정에 있어 산악지의 경우 적용기준

- 일반적으로 설계속도 20km/hr 상향에 따라 사업비가 약 20%정도 증가되는 것으로 다음과 같이 분석되었음

구 분		V=100km/hr 건설시(①)	V=120km/hr 건설시(②)	②-①	1km당 사업비 증액
사 업 비 (억원)	계	100	120	20	20(20%)
	공사비	92.6	111.3	18.7	18.7
	용지비	7.4	8.7	1.3	1.3

※천안-논산간 고속도로 천안-정안간 기준

- 중부내륙고속도로의 경우 수안보-상주구간이 이화령 등 험준한 산악지를 통과함에 따른 설계속도 결정을 위한 특정구간 검토결과

구 분	현 설 계 안 (120km/hr)	비 교 안 (100km/hr)	비 고
선행개요	- 설계속도120km/hr적용 - 최대 종단구배를 2.25%로(기준 3% 이내) 적용하여 오르막 차로를 없애 이화터널을 2차로로 건설할 수 있도록 한 선형	- 설계속도100km/hr적용 - 최대 종단구배를 5.0%로(기준 5% 이내) 적용하여 교량연장 최소화가 가능하나 오르막 차로가 필요한 선형	
종단선형			
최대종단구배	2.25%	5.0%	
교 량	2,095m / 5개소	1,965m / 5개소 (감130m) 각서1, 2교 확폭필요(오르막 차로)	
터 널	3,984m / 3개소	3,984m / 3개소	
추정 공사비	2,907억원	2,873억원 (중 34억원)	
장 · 단 점	- 종단선형 양호(최대 2.25%) - 오르막차로 불필요 - 공사비 보통 - 이화터널 이후구간 수안보방향 교통소통 다소 양호 (화물차 최저속도 61km/hr)	- 종단선형 불량(S=5.0%) - 오르막차로 필요(L=1,690m) →수안보방향 이화터널 입구에서 끝나 교통용량이 저하됨. - 공사비 다소 저렴하나(감34억원) 터널 입구부에서의 차로축소로 교통안전측면 불리 - 이화터널 이후구간 수안보방향 교통소통 불리 (화물차 최저속도 43km/hr)	

- 교통용량은 종단구배의 영향이 매우 크고 특히 이화령구간의 경우 종단구배가 급하고 구배연장이 긴 구간으로 교통용량을 분석한 결과

구 분	현 설계안(120km/hr)	비교안(100km/hr)
서비스수준 (목표년도 2021년 기준)	C	E ▶ 이화터널 종점부의 특정구배구간은 V/C가 0.87로 서비스수준 E임(2차로 터널). ▶ 화물차의 속도저하로 인하여 오르막차로 설치가 요구되며 오르막차로설치시 이화터널 입구에서의 차로축소로 안전 및 교통소통 불리.

■ 검토결과

- 이화령의 험준한 산지를 통과하게 되므로 장대터널 및 장대교량의 발생이 불가피하고
- 설계속도를 100km/hr로 적용 종단구배를 상향조정할 경우
 - 공사비는 절감(감34억원)되나 오르막 차로가 터널 입구부에서 끝나게 되어 차로 축소로 인한 교통안전 및 교통소통 측면에 불리하게 됨(오르막 차로 설치시 서비스 수준 "D").
- 기 시공중인 여주-수안보간(L=61.5km) 및 상주-구미간(L=40.3km)의 설계속도가 120km/hr를 적용하고 있고, 설계속도 100km/hr로 하향조정한 효과가 적으므로
- 전후구간의 연계를 고려 수안보-상주간(이화령 통과구간)의 설계속도를 120 km/hr로 적용하게 되었음.

2-10 IC 영업소 광장부 설치기준

방 침

설 심 일
13201-474
('99. 5.19)

I. 검토목적

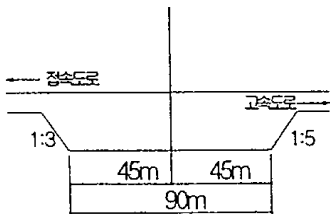
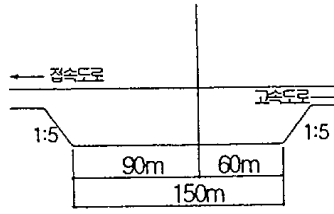
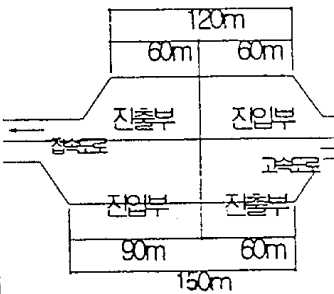
- 고속도로 진출입을 위한 IC 요금소 광장부 형태가 일부 통일성없이 설계, 시공되고 있어 광장부 설치기준을 정립하여 차량의 원활한 소통과 안전성향상을 도모코자 함.

II. IC영업소 광장부 설치현황 비교

구 분	IC 영업소 광장부 설치형태 (총93개소)	비 고
A 형		
B 형		
C 형		
기 타		

Ⅲ. 설계기준의 변천

- IC 영업소 기하구조 기준 변천과정 -

구 분	도로설계요령 (‘92.12)	설계기 16203-187호 (‘93.11.30) IC 영업소 기하구조 검토	설계기 16203-75호 (‘94.5.16) 영업소 회차로 설치기준 검토
광장부 콘크리트 포장연장 (L _i)	○ 진입부 : 45m ○ 진출부 : 45m	○ 진입부 : 90m ○ 진출부 : 60m	-
접 속 설치율	○ 진입부 : 1/3 ○ 진출부 : 1/5	○ 진입부 : 1/5 ○ 진출부 : 1/5 ○ 접속지점 : 꺾여 보이지 않도록 곡선처리 (R=100m)	-
형 상			(별첨 #3) 

Ⅳ. 현설계의 문제점

가. 광장부 설치형태에 대한 통일성 결여

나. 출구측 광장부 연장 부적정

다. 광장 규모 과다로 경제성 저하

V. 개선방향

- 요금소 이용차량의 원활하고 안전한 소통과 경제적인 광장부 시설기준 정립

VI. 요금소 진·출입 광장부 연장검토

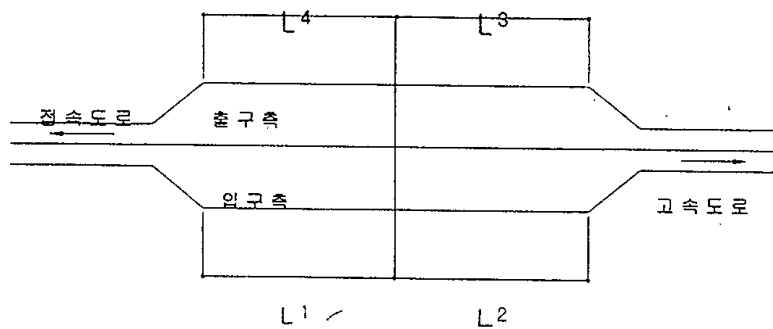
가. 검토조건

- 차량길이 : $L=20\text{m}$
- 차량이동경로 : 크로소이드 궤적으로 이동후 종점에서 직진
- 입구측 광장부 소요(적정) 연장은 IC영업소 기하구조 검토

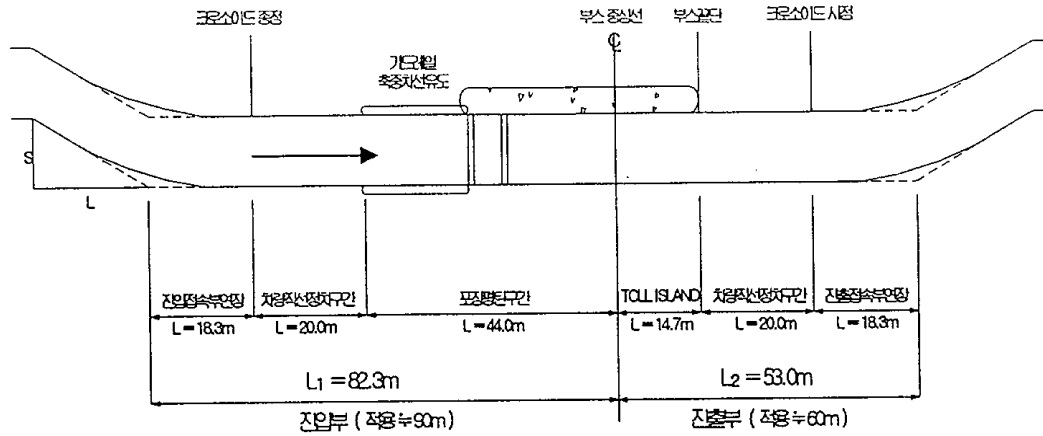
(설계기 16203-187. 93. 11. 30) 내용에 따름 (별첨 참조)

나. 광장부 적용연장

구 분	광장부 적용 연장	
	진 입 부	진 출 부
입구측	$L_1 = 90\text{m}$	$L_2 = 60\text{m}$
출구측	$L_3 = 60\text{m}$	$L_4 = 60\text{m}$

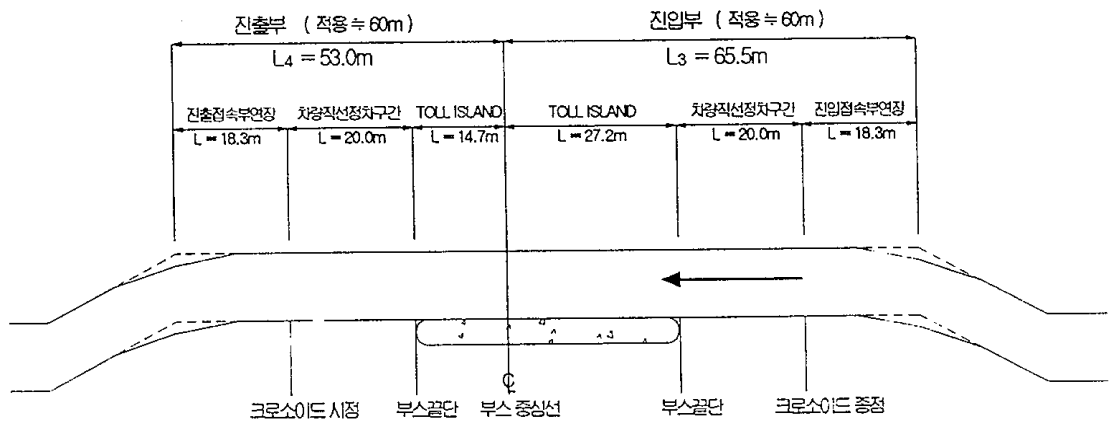


○ 입구측 진입·진출 광장부 연장 산출



※ 입구측은 축중차선 진입부가 횡단상 단차가 발생되고 유도용 가드레일 포스트등이 설치되며 차로폭이 상대적으로 협소하므로 여유를 고려하여 90m 적용

○ 출구측 방면 진입·진출 광장부 연장 산출



※ 출구측 진입부 계산연장은 66m이나, 포장면이 동일 평면이고 가드레일등 유도시설이 없고, 차로폭원이 상대적으로 넓으며 설계기준 차량의 길이가 20m로써 다소 여유가 있으므로 60m적용

VII. 광장부 설치 형태 비교

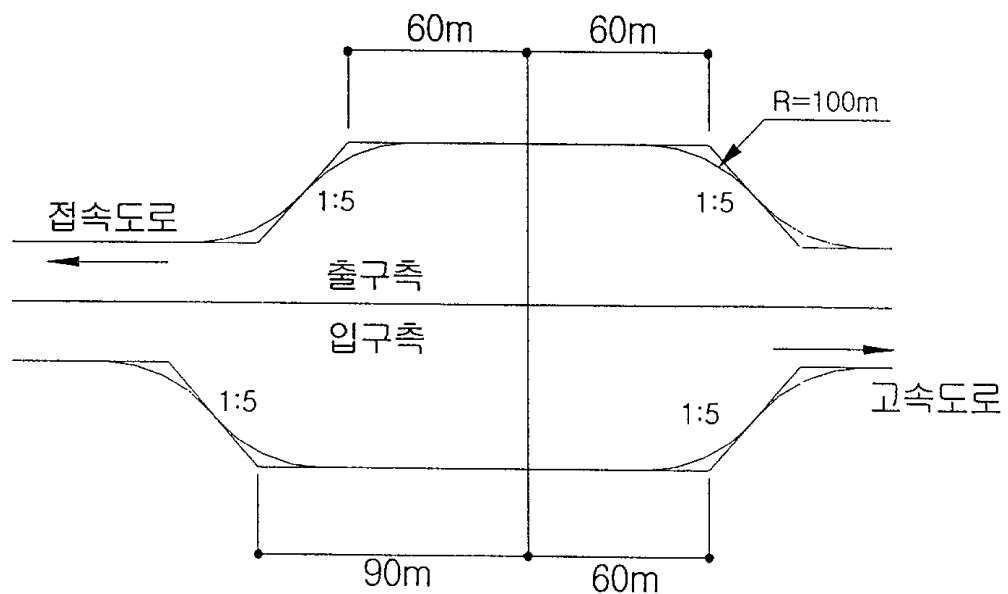
구 분	제 1 안	제 2 안	제 3 안
광장부 형태 및 연장	○비대칭형 - 진입부: 90, 60m - 진출부: 60, 60m	○대칭형 - 진입부: 90, 60m - 진출부: 60, 90m	○좌우 엇갈림 배치 - 진입부: 90, 90m - 진출부: 60, 60m
개 요 도			
추정 사업비 (6차로기준, 단위 : 백만원)	사업비 : 656(△39) - 공사비 : 500 - 용지비 : 156	사업비 : 695 - 공사비 : 528 - 용지비 : 167	사업비 : 695 - 공사비 : 528 - 용지비 : 167
장 · 단 점	○영업소 형태 불균형 ○출구측 진입 광장부 연장 (L=60m) 적정 ○출구측 진출 광장부 연장 (L=60m) 적정 ○사업비 절감 ○용지비 절감 ○회차로 연장이 짧고 용지 편입 최소	○좌·우 대칭구조로 시공성 양호 ○출구측 진입 광장부 연장 (L=60m) 적정 ○출구측 진출 광장부 연장 (L=90m)은 과다, 경제성 및 효율성 저하 ○사업비 과다 ○용지비 과다 ○회차로 연장이 짧고 용지 편입 최소	○엇갈림 배치로 영업소 형태 불균형 ○출구측 진입 광장부 연장 (L=90m) 과다, 경제성 및 효율성 저하 ○출구측 진출 광장부 연장 (L=60m) 적정 ○사업비 과다 ○용지비 과다 ○회차로 연장이 길고 용지 편입 과다
적 용	○		

VIII. 검토 결론

○IC 요금소 광장부 형태를 비교 검토한 결과 안전성, 경제성 및 효율성 증대를 위해 기하구조 다음과 같이 조정하는 것이 바람직할 것으로 판단됨.

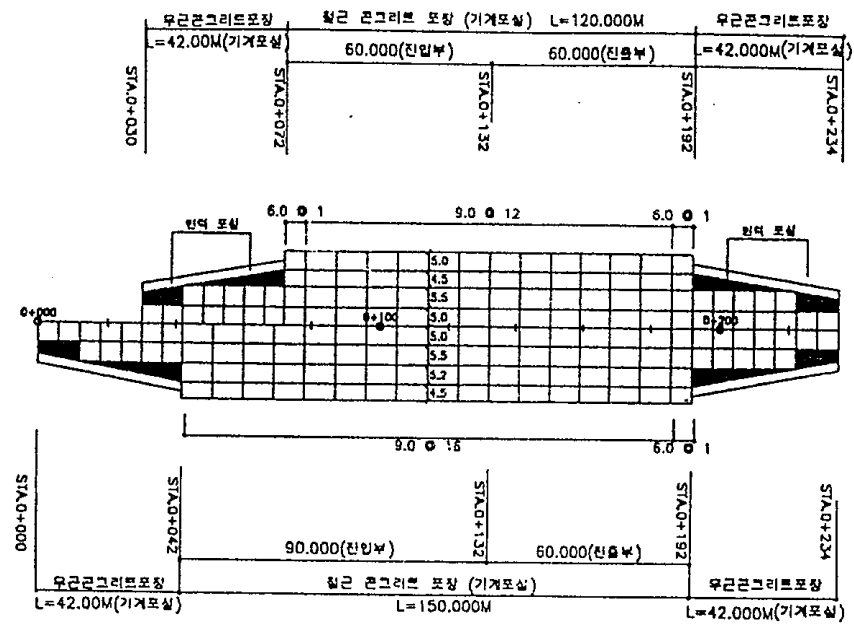
- IC 영업소 기하구조 -

구 분	현 기 준	변 경 (안)	비 고
광장부 콘크리트 포장 연장	-진입부 : 90m -진출부 : 60m	○입구측 -진입부 : 90m (축중차로부) -진출부 : 60m ○출구측 -진입부 : 60m -진출부 : 60m	
접속 설치율	-진입부 : 1/5 -진출부 : 1/5 -접속지점 : 꺾여보이지 않도록 곡선처리(R=100m)	○좌동	



○단, 현지지형 여건상 부득이하게 기준대로 확보가 어려울 경우 별도의 대책방안 강구

○ IC 영업소 포장단면



○ 적용시기

- 설계중인 구역
 - '99년 7월말 이후 준공구역 : 적용
 - 기존공 구역 : 공사시행시 변경적용
- 공사시행중인 노선 : 구간별로 공정을 감안하여 적용

별첨

IC 영업소 기하구조 검토 (설계기 16203-187, '93.11.30) 결과에 따름

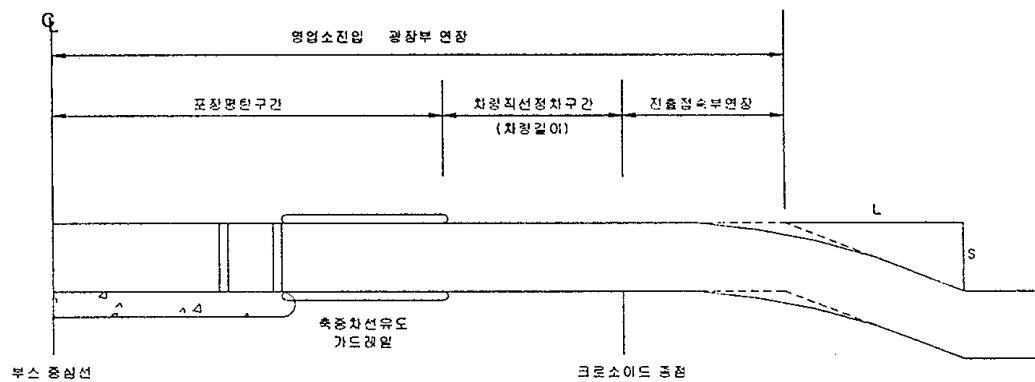
IC 영업소 기하구조 검토

1. 검토조건

- 차량길이 : $L=20\text{m}$ 기준
- 차량 이동경로 : 크로소이드 궤적으로 이동하는 것으로 보며,
크로소이드 종점에서 직진

2. 영업소 광장부 적정연장 검토

가) 진입 광장부



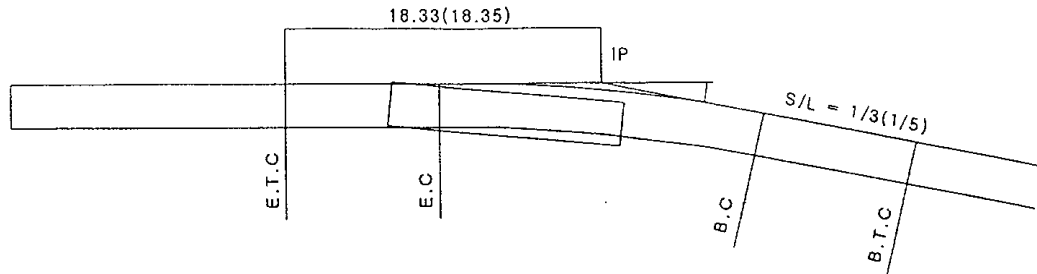
- 영업소 광장부 연장은 제한조건이 많은 속중차선에 의해 결정되며,
다음과 같이 구성됨
- 영업소 광장부 연장 (L) 구성요소

$$L = \text{포장평탄구간}(44\text{m}) + \text{차량길이}(20\text{m}) + \text{진입접속부 연장}$$

1) 진입 접속부 연장 산정

$$\theta = \tan^{-1}(1/5) = 11.3099$$

$$\theta = \tan^{-1}(1/3) = 18.434$$



① S = 1:3일 경우

$$R = \frac{TL}{\tan(\theta/2)} = \frac{10}{\tan 18.434} = 61.6\text{m}$$

$$A^2 = R \cdot L \quad L=16.7\text{m (크로소이드장, 설계기준차량길이)}$$

$$A = \sqrt{R \cdot L} = \sqrt{(61.6 \times 16.7)} = 32.0\text{m}$$

크로소이드 특성에 따라 $T = W + Xm$

$$T = W + Xm = (R + \Delta R) \tan(\theta/2) + Xm$$

$$= (61.6 + 0.187) \times \tan(18.434/2) + 8.307$$

$$= 18.33\text{m}$$

② S = 1:5일 경우

$$R = 100.99\text{m}$$

$$A^2 = R \cdot L \quad L=16.7\text{m (크로소이드장, 설계기준차량길이)}$$

$$A = \sqrt{R \cdot L} = \sqrt{(100.99 \times 16.7)} = 41.06\text{m}$$

$$T = W + Xm = (R + \Delta R) \tan(\theta/2) + Xm$$

$$= (100.99 + 0.115) \times \tan(11.309/2) + 8.345$$

$$= 10.011 + 8.345 = 18.35\text{m}$$

∴ 접속률이 1:3, 1:5 어느 경우나 차량의 이동궤적상 큰 차이는 없으며,

진입접속부의 연장은 L=18.3m 임

2) 광장부 소요연장

○ 포장평탄구간 연장 : 영업소 부스 중심에서 축중차선 유도 가드레일 끝단까지

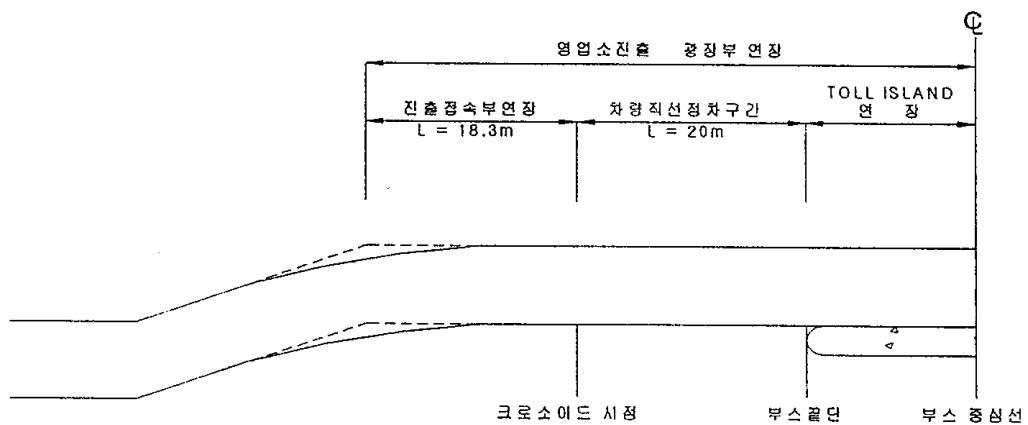
로서 $L=44.0\text{m}$ 적용

○ 차량직선 정차구간 : 유도 가드레일로부터 차량의 길이 $L=20.0\text{m}$ 적용

○ 광장부 소요연장

$$L = \text{포장평탄구간연장} + \text{차량정차구간 연장} + \text{진입접속부 연장} \\ = 44\text{m} + 20\text{m} + 18.33\text{m} = 82.33 \approx 90\text{m}$$

나) 진출 광장부 연장



○ 진출 광장부 소요 연장

$$L = \text{진출접속부 연장} + \text{차량길이} + \text{Toll Island 연장} \\ = 18.3\text{m} + 20\text{m} + 14.7\text{m} = 53\text{m} \approx 60\text{m}$$

2-11 절토부 암파쇄 방호시설 개선 검토

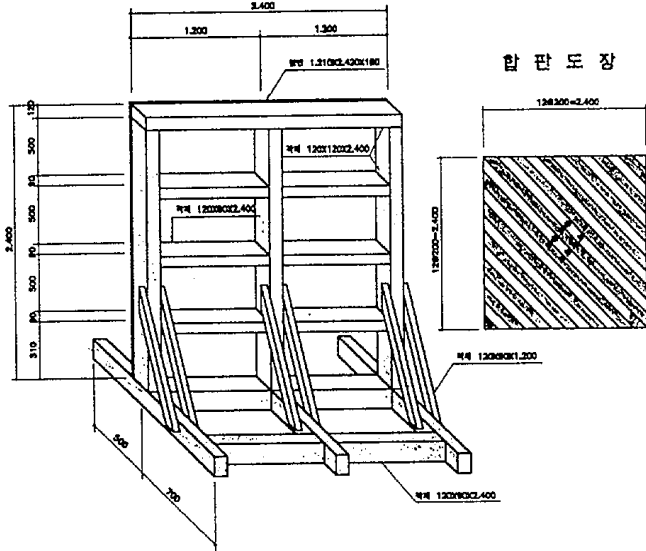
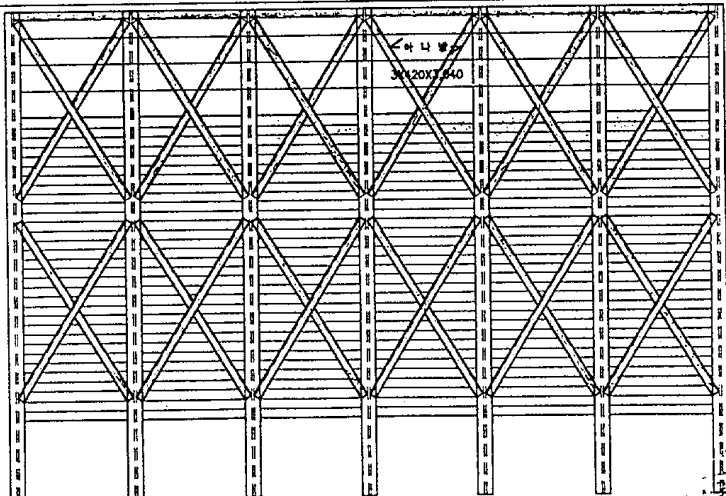
방 침

설 계 이
13202-763
('99. 8.16)

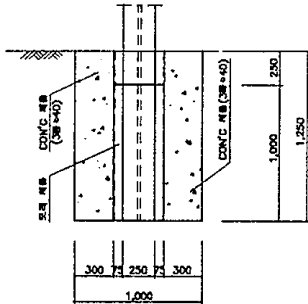
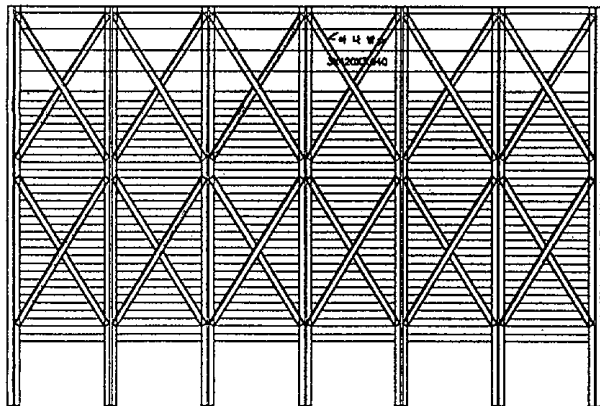
1. 검 토 목 적

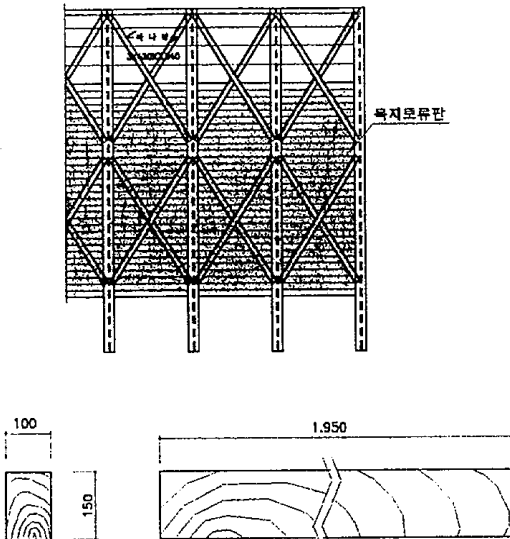
기존 도로를 확장할 경우 암절취 작업으로 낙하하는 암괴·암편으로부터 통행차량을 보호하기 위하여 절토부에 설치되는 암파쇄 방호시설의 설치기준을 정립하고 시공성, 안전성 및 경제성을 제고할 수 있는 개선단면을 제시, 저비용·고효율의 설계를 실현코자함.

2. 현 설계기준

구 분	적 용 기 준 및 단 면
안 전 시설목	 합 판 도 장 발파암 땅각기 높이 2m미만 및 전체 땅각기 높이 10m미만 구간
암 파 쇄 방 호 시 설	 발파암 땅각기 높이 2m이상 및 전체 땅각기 높이 10m이상 구간

3. 문제점 도출

NO	문 제 점	대 책
1	발파암 구배와 절토부 높이를 고려치 않고 일률적인 높이(H=6.5m)로 암파쇄 방호시설을 설치 - 절토부 높이가 높은 경우 발파 작업시 비산된 암이 도로부에 떨어질 수 있어 통행차량에 위험 초래 - 절토부 높이가 낮은 경우 불필요한 시설물이 설치되게 됨에 따라 경제성 저하	현장 여건에 부합될 수 있는 암파쇄 방호 시설 설치기준 수립
2	암파쇄 방호시설의 기초 설치를 위하여 암구간을 터파기 하도록 되어있어 시공성 및 경제성 저하 	시공성 및 경제성을 제고할 수 있는 공법 수립
3	H-Pile을 상호 연결시켜주는 Equal Angle (X-Bracing)의 과다 설치로 시공성 및 경제성 저하 	구조 검토후 적정단면 제시

NO	문 제 점	대 책
4	암 이탈을 방지키 위해 H-Pile사이에 끼우는 토류 판을 목재를 사용하고 있으나 미관 및 경제성 등을 감안해 볼 때 대체 자재의 개발이 필요함 	철재 토류판 사용 방안 검토
5	암파쇄 방호시설 배면에 토사와 암 등이 흘러내려 쌓일 경우 이에 대한 제한규정이 없어 방호시설의 전도사고 등이 우려됨. 	구조검토 후 배면 적 치 높이에 대한 기준 수립

4. 개 선 검 토

가. 설치높이 검토

1) 현행 기준

o 설치대상 : 발파암 땅깍기 높이 2m 이상 및 땅깍기 전체 높이 10m 이상 구간

o 설치높이 : $H = 6.5m$

2) 적정 설치높이 산정을 위한 rock fall simulation 시행

가) 현 황 : “붙임1” 참조

나) 결과분석

o 발파암 높이가 20m 이내일 경우

-사면구배(1:0.5, 1:0.8, 1:1)에 상관없이 4m 높이의 방호시설을 설치하면 떨어지는 암의 이탈을 방지할 수 있음

o 발파암 높이가 20m 이상 30m 이내일 경우

-사면구배가 1:1 이상일 경우 4m 높이의 방호시설을 설치하면 떨어지는 암의 이탈을 방지할 수 있음

-사면구배가 1:0.8, 1:0.5일 경우 6m 높이의 방호시설을 설치하면 떨어지는 암의 이탈을 방지할 수 있음

o 발파암 높이가 30m 이상 40m 이내일 경우

-사면구배가 1:1 이상일 경우 4m 높이의 방호시설을 설치하면 떨어지는 암의 이탈을 방지할 수 있음

-사면구배가 1:0.8일 경우 6m 높이의 방호시설을 설치하면 떨어지는 암의 이탈을 방지할 수 있음

-사면구배가 1:0.5일 경우 7.5m 높이의 방호시설을 설치하면 떨어지는 암의 이탈을 방지할 수 있음

○ 발파암 높이가 50m 이하일 경우

-사면구배가 1:1 이상일 경우 4m 높이의 방호시설을 설치하면 떨어지는 암의 이탈을 방지할 수 있음

-사면구배가 1:0.8일 경우 7m 높이의 방호시설을 설치하면 떨어지는 암의 이탈을 방지할 수 있음

-사면구배가 1:0.5일 경우 9m 높이의 방호시설을 설치하면 떨어지는 암의 이탈을 방지할 수 있음

※단, rock fall simulation시에는 암이 굴러 떨어질 때 신선한 암이 노출된 소단부에 직접 충돌하지 않는다는 조건하에서 나온 결과 이므로 시공시에도 이러한 조건이 반영되어야함.

3) 기준설정

기준설정시에는 다음과 같은 사항들을 고려하여 기준을 설정하였음

○ 현재 기성제품으로 생산되는 H-pile의 규격 감안(6~14m)

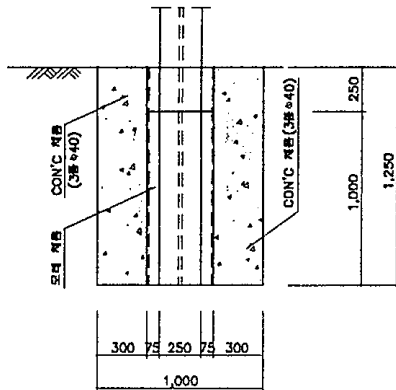
○ 기성제품을 사용할 경우 H-pile의 절단이나 이음없이 사용 가능토록 근입깊이와 설치높이 설정

○ 발파암 높이에 따른 암파쇄 방호시설 높이 결정시 암사면의 구배는 가장 불리한 조건으로 가정

TYPE	절토사면 조건		암파쇄 방호시설 높이
	발파암 땅깍기 높이	전체 땅깍기 높이	
I	4m이상 20m미만	50m미만	4.5m
II	4m이상 20m미만	50m이상	6.0m
	20m이상 30m미만	50m미만	
III	20m이상 30m미만	50m이상	7.5m
	30m이상 40m미만	50m미만	
IV	30m이상 40m미만	50m이상	9.0m
	50m이하	50m이하	

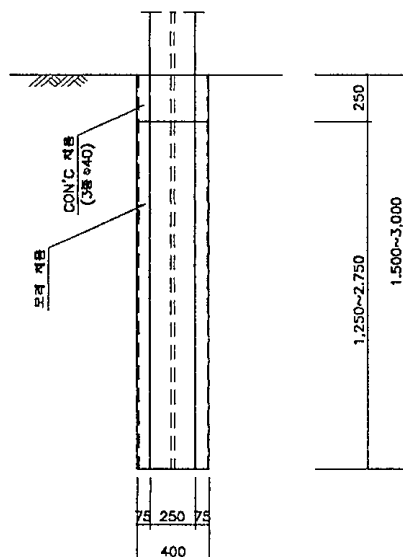
나. 기초형식 검토

1) 현행기준



- 과도한 터파기 발생으로 시공성 불량
- 기초콘크리트 양생기간 동안 시공지연
- 근입깊이가 얇아 전도에 대한 안전성 미흡

2) 개선기준



- 하중(풍하중, 토압)조건에 따른 기초 근입깊이 결정
 - H=4.5m → 근입깊이 L=1.5m
 - H=6.0m → 근입깊이 L=2.0m
 - H=7.5m → 근입깊이 L=2.5m
 - H=9.0m → 근입깊이 L=3.0m
 (세부 구조점토 내용 “붙임2”참조)
- 터파기 배제로 시공성 향상
(기계 천공 후 삽입)
- 경제성 및 안전성 제고

다. X-Bracing검토

1) 기능 및 구조검토

○ 기 능

인접한 H-pile을 상호 연결하여 시설물의 전체적인 안정성 유지

○ 모델링 및 해석

X-Bracing이 있을 경우와 없을 경우에 대한 각각의 구조검토 시행
(세부 구조검토 내용 “붙임3” 참조)

○ 검토결론

- H-pile에 발생하는 moment

해 석 모 델	Moment (t.m)	비 고
X-Bracing이 있는 경우	1.703	
X-Bracing이 없는 경우	1.706	(0.003증)

- H-pile 상단 변위

해 석 모 델	δ (m)	비 고
X-Bracing이 있는 경우	0.00306	
X-Bracing이 없는 경우	0.00309	(0.00003증)

- 결 론

X-Bracing은 정상적인 하중 조건에서 구조적으로 분담하는 역할이 거의 없는 것으로 판명되었다.

따라서 시설물의 외적 안정 유지를 위한 H-pile 상호 구속의 역할만을 담당하는 방안의 검토 필요



라. 간격 유지용 Channel의 검토

1) 개 요

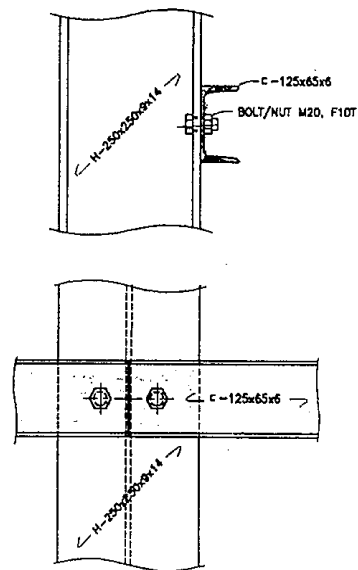
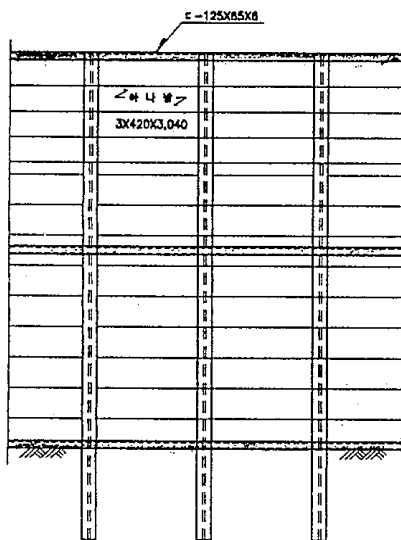
기존의 X-Bracing은 풍하중 또는 뒷채움 토압에 저항하기 위한 구조적인 부재라기 보다는 H-pile의 간격을 유지시켜 토류판 설치를 용이하게 하기위한 간격 유지용 부재이므로 경제성을 감안 이를 Channel로 변경 하는 방안 검토

2) 모델링 및 해석

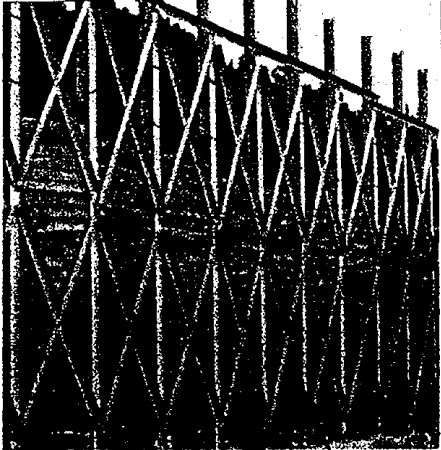
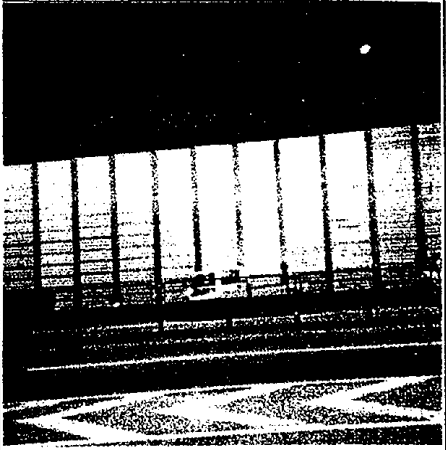
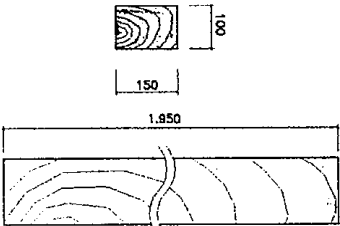
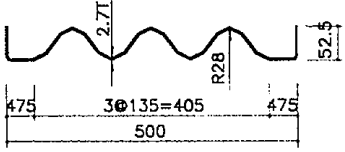
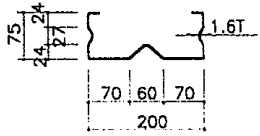
”붙임4” 참조

3) 결 론

Channel을 삼단(上, 中, 下)으로 배치할 경우 외력에 대하여 구조적으로 안전한 것으로 검토되어, 기존의 X-Bracing의 역할을 Channel이 대신 하는 것으로 변경



마. 토류판 검토

구 분	현 행	개선 검토(안)
설치전경		
재 질	목 재	철 재(파형 또는 각형)
규 격	150×10×1950 	파형(500×52.5×2.7)  각형(200×75×1.6) 
특 징	-자재 구득이 용이함 -철재에 비하여 허용휨응력이 작음(105kg/m²) -토류판의 품질 균일성이 떨어짐 -내구성이 약하여 전용횡수가 적다 → 철재에 비하여 경제성이 떨어짐 -미관이 다소 떨어짐 -기상작용으로 변형발생 가능	-목재에 비하여 허용휨응력이 큼(1,800kg/m²) -토류판의 품질이 균일함 -내구성이 강하여 전용횡수가 많음 → 목재에 비하여 경제적임 -목재에 비하여 미관이 우수함 -자재 구득이 목재에 비하여 어려움

※ 철재의 규격은 설치형태의 한 “예”를 나타낸 것임.

바. 뒷채움에 대한 안전검토

1) 검토조건

기초폭 $B = 0.4\text{m}$, 기초 근입깊이 $L_1 = 1.5\text{m} \sim 3.0\text{m}$

하중조건 : 뒷채움 토압, 상재하중 $q = 1.0\text{t/m}^2$

안전에 필요한 뒷채움 높이 $h_1 = ?$

2) 검토내용

세부 검토내용 $\Rightarrow$ “붙임5” 참조

3) 검토결론

뒷채움 토압에 대하여 방호시설이 안전을 유지키위한 허용높이 설정

방호시설 높이 (H)	기초 근입깊이 (L)	계산상 뒷채움 높이	허용 뒷채움 높이(h)
4.5m	1.5m	1.1m	0.9m
6.0m	2.0m	1.6m	1.4m
7.5m	2.5m	2.1m	1.9m
9.0m	3.0m	2.6m	2.4m

※ 허용 뒷채움 높이는 안전을 감안하여 계산상 뒷채움 높이 보다 20cm 낮게 적용

※ 공사 시행시 안전을 위하여 공사시방서에 다음과 같은 사항 명기
암파쇄 방호시설은 암이 차도 밖으로 이탈하는 것을 방지하는 시설
이므로 본 시설 배면에 암이나 토사를 과도하게 적치하여서는 않되
며, 시공장비가 배면토 위를 지나가야할 경우에는 사전에 충분한 검
토후 통과하중을 결정하여야 한다.

5. 검 토 결 론

가. 설치대상 기준

○ 안전시설목 : 발파암 땅깍기 높이가 4m 미만이고, 전체 땅깍기 높이가 10m 미만인 구간

○ 암파쇄방호시설 : 발파암 땅깍기 높이가 4m 이상이고, 전체 땅깍기 높이가 10m 이상인 구간

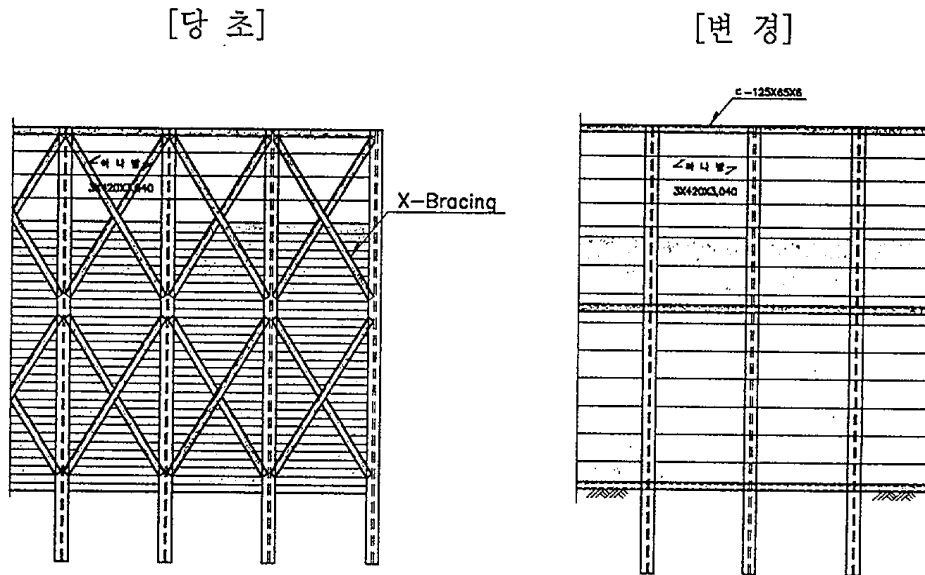
⇒ 기존보다 설치기준 상향조정

나. 암파쇄방호시설 높이 및 기초 근입깊이 기준

TYPE	절토사면 조건		방호시설 높 이	기 초 근입깊이
	발파암 땅깍기 높이	전체 땅깍기 높이		
I	4m이상 20m미만	50m미만	4.5m	1.5m
II	4m이상 20m미만	50m이상	6.0m	2.0m
	20m이상 30m미만	50m미만		
III	20m이상 30m미만	50m이상	7.5m	2.5m
	30m이상 40m미만	50m미만		
IV	30m이상 40m미만	50m이상	9.0m	3.0m
	50m이하	50m이하		

다. 간격 유지재

H-Pile을 상호 연결하고 있는 X-Bracing은 하중을 분담하기 위한 구조적 부재라기 보다는 간격 유지재로서의 역할을 하고 있으므로, 경제성 및 시공성을 감안하여 **Channel** 설치로 변경



라. 토 류 판

H-Pile 사이에 끼우는 토류판은 목재와 철재 모두를 사용할 수 있도록 하되, 다음과 같은 요건을 갖춘 자재로 한정한다

- o 토압에 의하여 발생하는 **moment**에 충분히 견딜 수 있는 강도(휨강도)를 가져야 한다.

[구조계산시 가정조건]

- 뒷채움 높이 : $H = 2.4\text{m}$
- 뒷채움재 단위중량 $\gamma = 2.0\text{t/m}^3$
- 안전율 : 1.2이상
- 최대moment = $68,200\text{kg} \cdot \text{cm}$

※ 계산 “예” : 붙임6참조

- 목재의 경우 웅이 등으로 인하여 강도의 저하가 예상되는 것은 사용할 수 없다.
- 철재의 경우 녹이 슬거나 변형이 발생하여 틈이 벌어질 우려가 있는 자재는 사용할 수 없다.
- 철재의 경우 상기 조건을 만족시키는 제품에 대하여는 감독원과 협의, 제품을 선정 사용할 수 있으며, 토류판의 폭원은 시공성을 감안 150~500mm로 한정한다.

마. 뒷채움 가능높이

방호시설 높이	뒷채움 가능 높이	비 고
4.5m	0.9m	공사 시행시 뒷채움 가능 높이를 초과하여 암이 쌓이는 일이 없도록 공사관리를 할 수 있게 공사지방서 및 도면에 명기
6.0m	1.4m	
7.5m	1.9m	
9.0m	2.4m	

바. 적 용

- '99. 8현재 설계 진행중인 노선
- 설계 완료 후 미 발주 노선
- 공사 진행중인 노선은 미 시공물량에 대하여 변경된 단면으로 시공 후 설계변경 시행

2-12 암절토 비탈면 녹화식재공의 앙카핀 설치기준 검토

방 침
설 계 일
13201-875
(99. 9.27)

1. 검토목적

고속도로 암절토 비탈면에 시행하고 있는 녹화 식재 공법에서 비탈면에 부착망을 고정시키는 앙카핀에 대한 설치기준을 현장 시공여건을 감안하여 개선 방안을 검토코자 함.

2. 현행 설계기준

○기 능

- 앙카핀 : 부착망을 암절면에 고정시켜 하중을 지탱하는 역할
- 착지핀 : 부착망의 간격 및 위치를 확보하는 역할

○설치기준

구 분	앙카핀	착지핀	비 고
리핑암 (t=10cm)	○ 규격: $\Phi 16\text{mm}$, L=500mm ○ 설치개수 : 2.3개/10m²	○ 규격: $\Phi 16\text{mm}$, L=350mm ○ 설치개수 : 5개/10m²	
발파암 (t=15cm)	○ 규격: $\Phi 16\text{mm}$, L=500mm ○ 설치개수 : 4.6개/10m²	//	

3. 현실태 및 문제점

○ 현실태('99.5 감사실 현장조사 결과)

- 앙카핀을 기준규격보다 짧게 잘라서 매입
- 위치확보용으로 길이가 짧은 착지판을 앙카핀으로 사용

○ 문제점

- 발파암 구간 앙카핀의 매입길이 40cm는 과도하여 현실적으로 시공성 결여 (기준에 부적합한 부설시공의 원인)
- 시공성 및 안정성을 감안 매입길이에 대한 검토 필요

4. 앙카핀 설치기준 검토

구 분			현 행	검 토(안)	비 고
앙카핀	규격		Ø 16mm, L= <u>50cm</u>	Ø 16mm, L= <u>30cm</u>	
	매입깊이		<u>40cm</u>	<u>20cm</u>	
	설치 개수	리핑암	2.3개/10m²	좌동	
		발파암	4.6개/10m²	좌동	
착지핀	규격		Ø 16mm, L= <u>35cm</u>	Ø 16mm, L= <u>20cm</u>	
	매입깊이		<u>25cm</u>	<u>10cm</u>	
	설치개수		5개/10m²	좌동	
장 · 단점			・ 시공성 불량 ・ 부착망 안정성 양호	・ 시공성 양호 ・ 부착망 안정성 양호	

5. 검토의견

가. 검토의견

암절토 비탈면 녹화 식재 공법의 양카핀 매입길이에 따른 안정성 검토 결과와 분사된 녹화용 토양이 절토비탈면의 요철부 부착에 의한 마찰저항력을 감안시 양카핀의 매입길이를 줄이더라도 충분히 안전한 것으로 판단되고, 현실적으로 암구간의 천공에 따른 시공성 부족을 감안시 검토안 대로 양카핀 매입길이를 축소 조정하는 것이 타당한 것으로 판단됨.

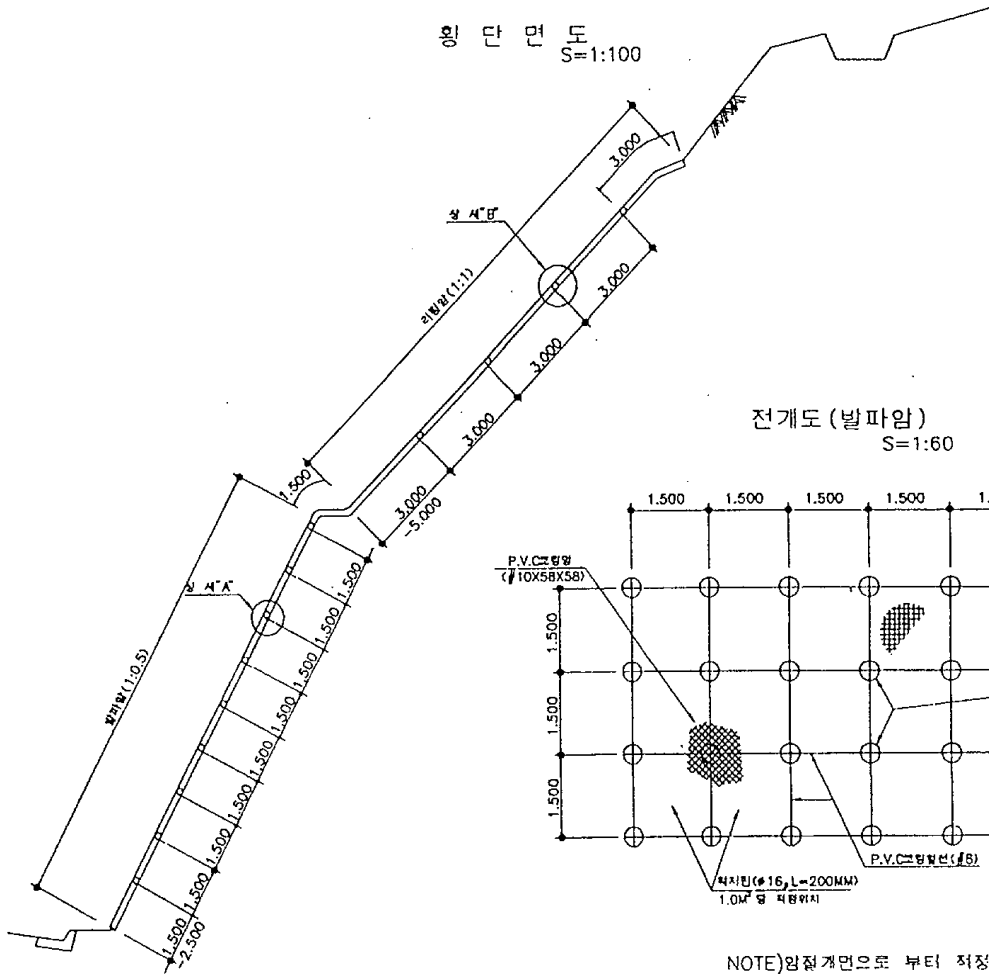
나. 향후 조치계획

○'99. 9월 이후 실시설계 준공 노선부터 적용

변 경 표 준 도

암비탈면 녹화식재공 (1)

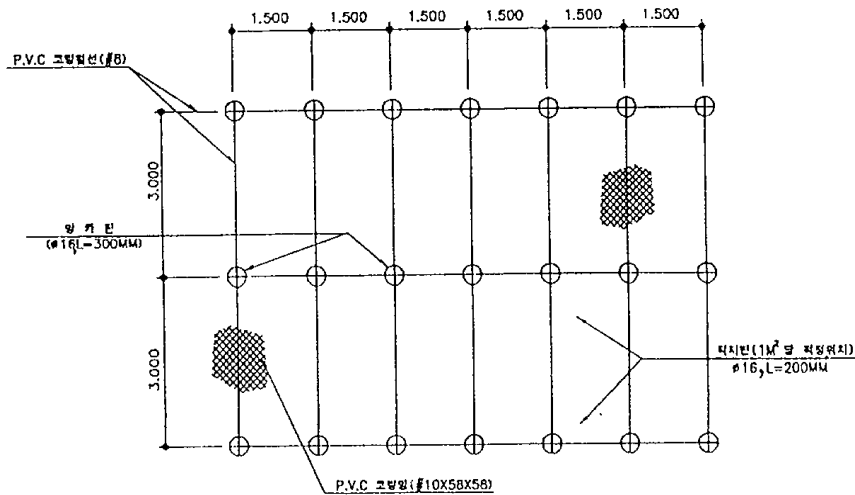
횡 단 면 도
S=1:100



전개도 (발파암)
S=1:60

전개도 (리핑암)
S=1:60

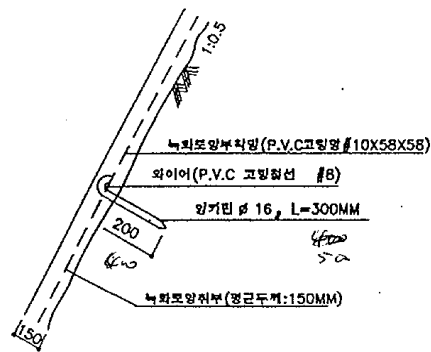
NOTE) 암질개면으로 부터 저장간격을 유지하도록 스페이스 (각목등)를 설치하여 부착망을 설치



암비탈면 녹화식재공 (2)

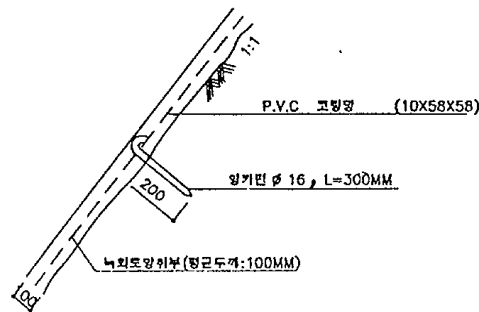
상 세 "A"

S = 1:20



상 세 "B"

S = 1:20



재 료 표

(M ² 당)					
구분	구 격	단위	수량	비 고	
중 지	HYBRID	G	102	재성종	
-	WILD	-	18		
녹 화 포 장		KG	75		
P.V.C 고 형 망	#10X58 X58	M ²	1.3		
P.V.C 고 형 철선	#8	M	1.7		
암 기 린	Ø16 L=300	개	0.46		
적 지 린	Ø16 L=200	-	1.0		

(M ² 당)					
구분	구 격	단위	수량	비 고	
중 지	HYBRID	G	68	재성종	
-	WILD	G	12		
녹 화 포 장		KG	50		
P.V.C 고 형 망	10X58 X58	M ²	1.30		
P.V.C 고 형 철선	#8	M	1.30		
암 기 린	Ø16 L=300	개	0.23		
적 지 린	Ø16 L=200	-	1.00		

※ 암질이 현저히 취약할 경우 암카핀의 매입깊이를 20cm이상으로 조정하여 시공해야함.

변 경 단 가 산 출 서

구분	내역	경비	노무비	재료비	합계
1-10-8-01	110B010 암절개면보호식재공 (T=10 CM) : M2				

1. ANCHOR PIN 설치

가) ANCHOR HOLE 천공 (D=22, L=0.22)

1) 발전기 (50 KW) : [E39031]

경비(K1) : $4678.96 \times 0.19 <HR/M2> / 10 \times 0.6 = 53.34$

노무비(L1) : $9456.81 \times 0.19 <HR/M2> / 10 \times 0.6 = 107.80$

재료비(J1) : $5955.84 \times 0.19 <HR/M2> / 10 \times 0.6 = 67.89$

2) 착암 인건비

착암공(L1) : $0.12 <인/M2> / 10 \times 0.6 \times 50107.00 = 360.77$

보통인부(L2) : $0.12 <인/M2> / 10 \times 0.6 \times 33755.00 = 243.03$

3) 핸드 드릴 비트(천공량의 2.5%)

경비 : $(K1 + J1 + L1 + L2) \times 0.025 = 18.12$

4) 잡 재료비 (재료비의 3 %)

: $(J1) \times 0.03 = 2.03$

5) 공구손료 (노무비의 2 %)

경비 : $(L1 + L2) \times 0.02 = 12.07$

소계 :

83.53

711.60

69.92

865.05

나) ANCHOR PIN 설치 및 착지핀 설치

1) ANCHOR PIN (D=16M/M, L=0.3M)

재료비(J1) : $2.3 <EA/M2> / 10 \times 0.3/0.5 \times 253.00 = 34.91$

2) 착지핀(D=16M/M, L=0.2M)

재료비(J2) : $5.0 <EA/M2> / 10 \times 0.2/0.35 \times 177.00 = 50.57$

3) 설치비

특별인부(L1) : $0.06 <인/M2> / 10 \times 48674.00 = 292.04$

보통인부(L2) : $0.06 <인/M2> / 10 \times 33755.00 = 202.53$

4) 잡 재료비 (재료비의 3 %)

: $(J1 + J2) \times 0.03 = 2.56$

• 천공길이 : 179.5cm → 96cm (53%)
• 순수천공시간에 소요되는 비용 : 총천공비용의 80% 적용
• 천공길이 감소에 따른 품 적용
: 40% 감소하는 것으로 적용($0.53 \times 0.8 = 0.4$)

공 증	산 출 내 역	경 비	노 무 비	재 료 비	합 계

1-10-B-01 110B010 암절개면보호식재공 (T=10 CM) : M2

1. ANCHOR PIN 설치

가) ANCHOR HOLE 천공 (D=22, L=0.22)

1) 발전기 (50 KW) : [E39031]

경 비(K1) : $4678.96 \times 0.19 <HR/M2> / 10 \times 0.6 = 53.34$

노무비(L1) : $9456.81 \times 0.19 <HR/M2> / 10 \times 0.6 = 107.80$

재료비(J1) : $5955.84 \times 0.19 <HR/M2> / 10 \times 0.6 = 67.89$

2) 착암 인건비

착 암 공(L1) : $0.12 <인/M2> / 10 \times 0.6 \times 50107.00 = 360.77$

보통인부(L2) : $0.12 <인/M2> / 10 \times 0.6 \times 33755.00 = 243.03$

3) 핸드 드릴 비트(천공품의 2.5%)

경 비 : $(K1 + J1 + L1 + L2) \times 0.025 = 18.12$

4) 잡 재료비 (재료비 의 3 %)

: $(J1) \times 0.03 = 2.03$

5) 공구손료 (노무비 의 2 %)

경 비 : $(L1 + L2) \times 0.02 = 12.07$

소 계 :

83.53

711.60

69.92

865.05

나) ANCHOR PIN 설치 및 착지핀 설치

1) ANCHOR PIN (D=16M/M,L=0.3M)

재료비(J1) : $2.3 <EA/M2> / 10 \times 0.3/0.5 \times 253.00 = 34.91$

2) 착지핀 (D=16M/M,L=0.2M)

재료비(J2) : $5.0 <EA/M2> / 10 \times 0.2/0.35 \times 177.00 = 50.57$

3) 설치비

특별인부(L1) : $0.06 <인/M2> / 10 \times 48674.00 = 292.04$

보통인부(L2) : $0.06 <인/M2> / 10 \times 33755.00 = 202.53$

4) 잡 재료비 (재료비의 3 %)

: $(J1 + J2) \times 0.03 = 2.56$

• 천공길이 : 179.5cm → 96cm (53%)
 • 순수천공시간에 소요되는 비용 : 총천공비용의 80% 적용
 • 천공길이 감소에 따른 품 적용
 : 40% 감소하는 것으로 적용($0.53 \times 0.8 = 0.4$)

공 종	산 출 내 역	경 비	노 무 비	재 료 비	합 계
소 계 :		0.00	494.57	88.04	582.61

2. 녹화토 부착망 설치

가) 부착망(D3.2,58*58 PVC 코팅)

$$\text{재료비(J1)} : 13 \text{ <M2/M2> } / 10 * 2100 = 2730.00$$

나) 철선(#8PVC 코팅)

$$\text{재료비(J2)} : 13 \text{ <M/M2> } / 10 * 110 = 143.00$$

다) 설치비 (소운반 포함)

$$\text{작업반장(L1)} : 0.05 \text{ <인/M2> } / 10 * 57364.00 = 286.82$$

$$\text{특별인부(L2)} : 0.20 \text{ <인/M2> } / 10 * 48674.00 = 973.48$$

$$\text{보통인부(L3)} : 0.20 \text{ <인/M2> } / 10 * 33755.00 = 675.10$$

라) 잡 재료비 (재료비의 3 %)

$$: (J1 + J2) * 0.03 = 86.19$$

소 계 :

0.00 1935.40 2959.19 4894.59

3. 녹생토 취부

가) 녹생토

1) 녹생토

$$\text{재료비(J1)} : 1.1 \text{ <M3/M2> } / 10 * 26000.00 = 2860.00$$

2) 종자 (잔디 혼합종자)

$$\text{재료비(J2)} : 1200 \text{ <G/M2> } / 10 * 10.00 = 1200.00$$

나) 취 부

1) 취부기(25L)

구조물공 BASIC [B333A0000] 참조

$$\text{경 비} : 0.80 \text{ <HR/M2> } / 10 * 21618.00 = 1729.44$$

2) 공기 압축기 (742 C.F.M) : [E22042]

$$\text{경 비} : 7905.30 * 0.80 \text{ <HR/M2> } / 10 = 632.42$$

$$\text{노무비} : 11145.86 * 0.80 \text{ <HR/M2> } / 10 = 891.66$$

$$\text{재료비} : 12182.40 * 0.80 \text{ <HR/M2> } / 10 = 974.59$$

공 종	산 출 내 역	경 비	노 무 비	재 료 비	합 계
	3) 발전기 (50 KW) : [E39031]				
	경 비 : 4678.96 * 0.80 <HR/M2> / 10 = 374.31				
	노무비 : 9456.81 * 0.80 <HR/M2> / 10 = 756.54				
	재료비 : 5955.84 * 0.80 <HR/M2> / 10 = 476.46				
	4) 트럭 탑재용 크레인(5 TON)				
	구조물공 BASIC [B334A0000] 참조				
	경 비 : 3344.00 * 0.9 <HR/M2> / 10 = 300.96				
	노무비 : 11191.00 * 0.9 <HR/M2> / 10 = 1007.19				
	재료비 : 3149.00 * 0.9 <HR/M2> / 10 = 283.41				
	5) 물탱크 (5500 L) : [E47011]				
	경 비 : 4026.20 * 0.80 <HR/M2> / 10 = 322.09				
	노무비 : 10298.84 * 0.80 <HR/M2> / 10 = 823.90				
	재료비 : 5100.81 * 0.80 <HR/M2> / 10 = 408.06				
	6) 덤프트럭 (6 TON) : [E11011]				
	경 비 : 6008.58 * 0.80 <HR/M2> / 10 = 480.68				
	노무비 : 10298.84 * 0.80 <HR/M2> / 10 = 823.90				
	재료비 : 5793.40 * 0.80 <HR/M2> / 10 = 463.47				
	다) 취부 노무비				
	작업반장(L1) : 0.08 <인/M2> / 10 * 57364.00 = 458.91				
	특별인부(L2) : 0.35 <인/M2> / 10 * 48674.00 = 1703.59				
	기 계 공(L3) : 0.08 <인/M2> / 10 * 49611.00 = 396.88				
	보통인부(L4) : 0.70 <인/M2> / 10 * 33755.00 = 2362.85				
	잡 재료비 (재료비의 3 %)				
	: (J1+J2) * 0.03 = 121.80				
	라) 공구손료 (노무비 의 2 %)				
	: (L1 + L2 + L3 + L4) * 0.03 = 147.66				
소 계 :		3987.56	9225.42	6787.79	20000.77

공종	산출내역	경비	노무비	재료비	합계
총계		4071.09	12366.99	9904.94	26343.02
		4071	12367	9905	26343

공종	산출내역	경비	노무비	재료비	합계

1-10-B-02 110B020 암절개면보호식재공 (T=15 CM) : M2

1. ANCHOR PIN 설치

가) ANCHOR HOLE 천공 (D=22, L=0.20)

1) 발전기 (50 KW) : [E39031]

경비(K1) : $4678.96 \times 0.26 <HR/M2> / 10 \times 0.6 = 72.99$

노무비(L1) : $9456.81 \times 0.26 <HR/M2> / 10 \times 0.6 = 147.52$

재료비(J1) : $5955.84 \times 0.26 <HR/M2> / 10 \times 0.6 = 92.91$

2) 착암 인건비

착암공(L1) : $0.16 <인/M2> / 10 \times 0.6 \times 50107.00 = 481.02$

보통인부(L2) : $0.16 <인/M2> / 10 \times 0.6 \times 33755.00 = 324.04$

3) 핸드 드릴 비트(천공품의 2.5%)

경비 : $(K1 + J1 + L1 + L2) \times 0.025 = 24.27$

4) 잡재료비 (재료비의 3 %)

: $(J1) \times 0.03 = 2.78$

5) 공구손료 (노무비의 2 %)

경비 : $(L1 + L2) \times 0.02 = 16.10$

소계 :

113.36

952.58

95.69

1161.63

나) ANCHOR PIN 설치 및 착지핀 설치

1) ANCHOR PIN (D=16M/M,L=0.30M)

재료비(J1): $4.6 <EA/M2> / 10 \times 0.3/0.5 \times 253.00 = 69.82$

2) 착지핀(D=16M/M,L=0.20M)

재료비(J2): $5.0 <EA/M2> / 10 \times 0.2/0.35 \times 177.00 = 50.57$

3) 설치비

특별인부(L1) : $0.08 <인/M2> / 10 \times 48674.00 = 389.39$

보통인부(L2) : $0.08 <인/M2> / 10 \times 33755.00 = 270.04$

4) 잡재료비 (재료비의 3 %)

: $(J1 + J2) \times 0.03 = 3.61$

공 중	산 출 내 역	경 비	노 무 비	재 료 비	합 계
소 계 :		0.00	659.43	124.00	783.43

2. 녹생토 부착망 설치

가) 부착망(D3.2,58*58 PVC 코팅)

재료비(J1) : $13 <M^2/M^2> / 10 * 2100 = 2730.00$

나) 철선(#8PVC 코팅)

재료비(J2) : $17 <M/M^2> / 10 * 110 = 187.00$

다) 설치비 (소운반 포함)

작업반장(L1) : $0.05 <인/M^2> / 10 * 57364.00 = 286.82$

특별인부(L2) : $0.20 <인/M^2> / 10 * 48674.00 = 973.48$

보통인부(L3) : $0.20 <인/M^2> / 10 * 33755.00 = 675.10$

라) 잡 재료비 (재료비의 3 %)

: $(J1 + J2) * 0.03 = 87.51$

소 계 :

0.00 1935.40 3004.51 4939.91

3. 녹생토 취부

가) 녹생토

1) 녹생토

재료비(J1) : $1.65 <M^3/M^2> / 10 * 1.1 * 26000.00 = 4719.00$

2) 종자 (잔디 혼합종자)

재료비(J2) : $1800 <G/M^2> / 10 * 10.00 = 1800.00$

나) 취부

1) 취부기(25L)

구조물공 BASIC [B333A0000] 참조

경 비 : $1.00 <HR/M^2> / 10 * 21618.00 = 2161.80$

2) 공기 압축기 (742 C.F.M) : [E22042]

경 비 : $7905.30 * 1.00 <HR/M^2> / 10 = 790.53$

노무비 : $11145.86 * 1.00 <HR/M^2> / 10 = 1114.58$

재료비 : $12182.40 * 1.00 <HR/M^2> / 10 = 1218.24$

공 종	산 출 내 역	경 비	노 무 비	재 료 비	합 계

3) 발전기 (50 KW) : [E39031]

경 비 : $4678.96 * 1.00 <HR/M2> / 10 = 467.89$

노무비 : $9456.81 * 1.00 <HR/M2> / 10 = 945.68$

재료비 : $5955.84 * 1.00 <HR/M2> / 10 = 595.58$

4) 트럭 탑재용 크레인(5 TON)

구조물공 BASIC [B334A0000] 참조

경 비 : $3344.00 * 1.2 <HR/M2> / 10 = 401.28$

노무비 : $11191.00 * 1.2 <HR/M2> / 10 = 1342.92$

재료비 : $3149.00 * 1.2 <HR/M2> / 10 = 377.88$

5) 물탱크 (5500 L) : [E47011]

경 비 : $4026.20 * 1.00 <HR/M2> / 10 = 402.62$

노무비 : $10298.84 * 1.00 <HR/M2> / 10 = 1029.88$

재료비 : $5100.81 * 1.00 <HR/M2> / 10 = 510.08$

6) 덤프트럭 (6 TON) : [E11011]

경 비 : $6008.58 * 1.00 <HR/M2> / 10 = 600.85$

노무비 : $10298.84 * 1.00 <HR/M2> / 10 = 1029.88$

재료비 : $5793.40 * 1.00 <HR/M2> / 10 = 579.34$

다) 취부 노무비

작업반장(L1) : $0.11 <인/M2> / 10 * 57364.00 = 631.00$

특별인부(L2) : $0.46 <인/M2> / 10 * 48674.00 = 2239.00$

기 계 공(L3) : $0.11 <인/M2> / 10 * 49611.00 = 545.72$

보통인부(L4) : $0.93 <인/M2> / 10 * 33755.00 = 3139.21$

잡 재료비 (재료비의 3 %)

: $(J1+J2) * 0.03 = 195.57$

라) 공구손료 (노무비 의 2 %)

: $(L1 + L2 + L3 + L4) * 0.03 = 196.64$

소 계 :

5021.61

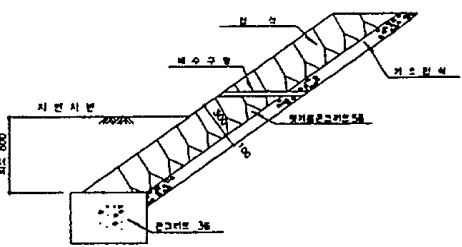
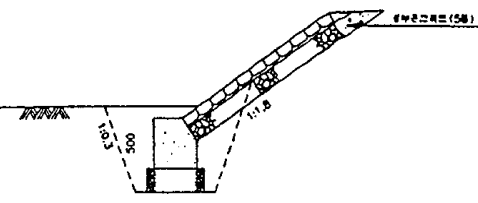
12017.87

9995.69

27035.17

공 증	산 출 내 역	경 비	노 무 비	재 료 비	합 계
	총 계	5134.97	15565.28	13219.89	33920.14
		5135	15565	13220	33920

마. 돌붙임 단면도

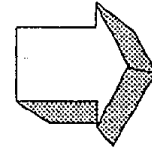
구 분	형식 - 2 (돌붙임)	형식 - 4 (돌쌓기)
단 면		
적 용 위 치	호안이나 하천등에 의하여 성토 범면으로 우수침투가 예상되는 지점에 설치.	일반성토 비탈면의 풍화, 침식 및 슬라이딩이 예상되는 지점에 설치.

3. 현 실태 및 문제점

- 가. 3단이하 범면에 일괄 설치 (설치기준의 근거 불명확)
- 나. 공구별 형식적용 상이 (형식-2와 형식-4 의 혼동사용)
- 라. 순성토구간 토공균형 미고려 및 재료구득 어려움
- 마. 시공성 불량 및 공사비 고가

4. 검토 방향

- 성토사면의 사면안정 검토
 - 일반구간 - 편절편성구간
- 편절편성구간 침투수에 의한 자유수면 검토
 - 자유수면 경로 및 문제점
- 강우에 의한 성토사면 세굴검토



개선방안
도출

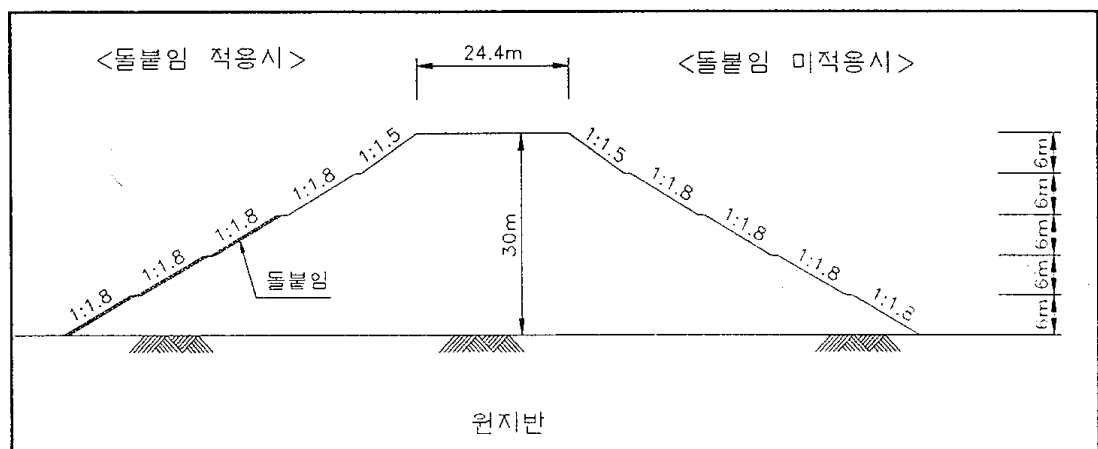
5. 검토

가. 성토사면 안정 검토

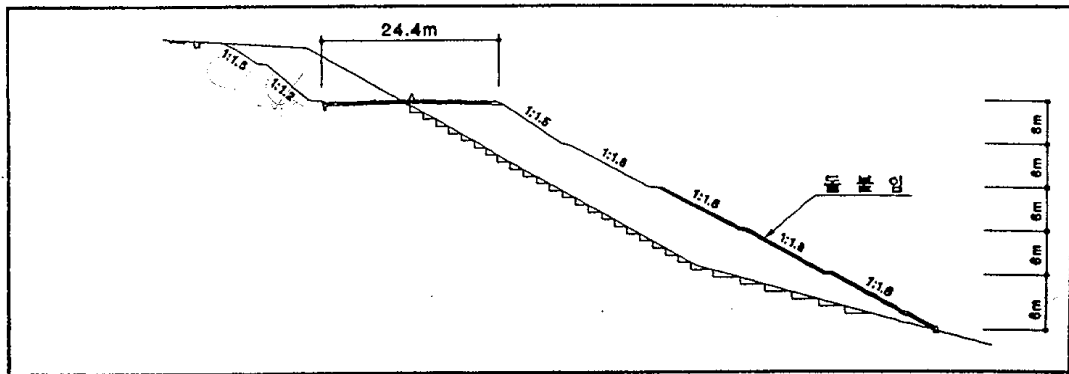
1) 목 적 : 돌붙임 보호공 설치 유무에 따른 사면안정검토

2) 검토조건

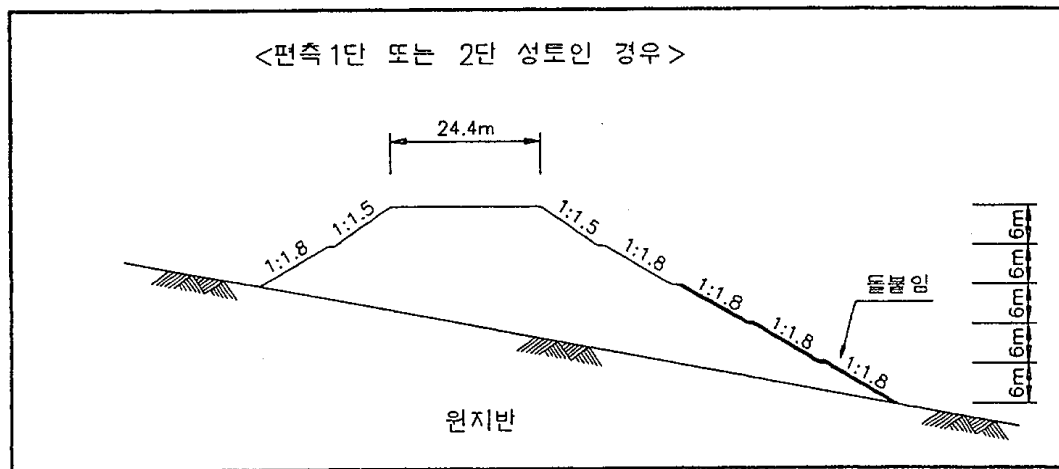
□ 원지반이 수평일 경우 (도로 양측 성토)



□ 편질 편성 구간



□ 편질 편성 인접구간



□ 안정해석 결과

○ 성토고 h=30m의 경우 (5단)

구 분	토 질 조 건	최소 안전율 (F = 1.3)		파 괴 형 상	비 고
		돌붙임 미적용	돌붙임 적용		
원지반이 평편할 경우	자 갈	1.661	1.941	사면 저부 파괴	
	모래 입도 양호	1.373	1.679	사면 선단 파괴	
	사 질 토	1.305	1.378	사면 선단 파괴	✓
	점 성 토	1.044	1.054	사면 선단 파괴	
편질편성 구간	사질토	1.413	1.437	사면 저부 파괴	
편질편성 인접구간	사질토	1.353	1.391	사면 저부 파괴	

※ 1. 국내토질 대부분이 사질토에 해당됨 ✓

2. 해석 Program : SLOPE/W, 해석방법 : Bishop

○ 성토고 h=24m의 경우 (4단)

구 분	토 질 조 건	최소 안전율 (F = 1.3)		파 괴 형 상	비고
		돌붙임 미적용	돌붙임 적용		
원지반이 평편할 경우	자 갈	1.876	1.877	사면 저부 파괴	
	모래 입도 양호	1.566	1.567	사면 선단 파괴	
	사 질 토	1.346	1.343	사면 선단 파괴	
	점 성 토	1.123	1.117	사면 선단 파괴	
편 절 편 성 구간	사 질 토	1.323	1.371	사면 저부 파괴	
편 절 편 성 인접구간	사 질 토	1.341	1.363	사면 저부 파괴	

○ 성토고 h=18m의 경우 (3단)

구 분	토 질 조 건	최소 안전율 (F = 1.3)		파 괴 형 상	비고
		돌붙임 미적용	돌붙임 적용		
원지반이 평편할 경우	자 갈	1.889	1.890	사면 저부 파괴	
	모래 입도 양호	1.576	1.577	사면 선단 파괴	
	사 질 토	1.418	1.411	사면 선단 파괴	
	점 성 토	1.243	1.233	사면 선단 파괴	
편 절 편 성 구간	사 질 토	1.424	1.467	사면 저부 파괴	
편 절 편 성 인접구간	사 질 토	1.438	1.452	사면 저부 파괴	

3) 사면안정 검토결과

☐ 성토법면 안정성에 문제없음 (기준안전율 상회)

☐ 돌붙임 적용 유무에 따른 안전율 차이가 거의 없음

☞ 일반성토부 : 0.073 (사질토 5단)

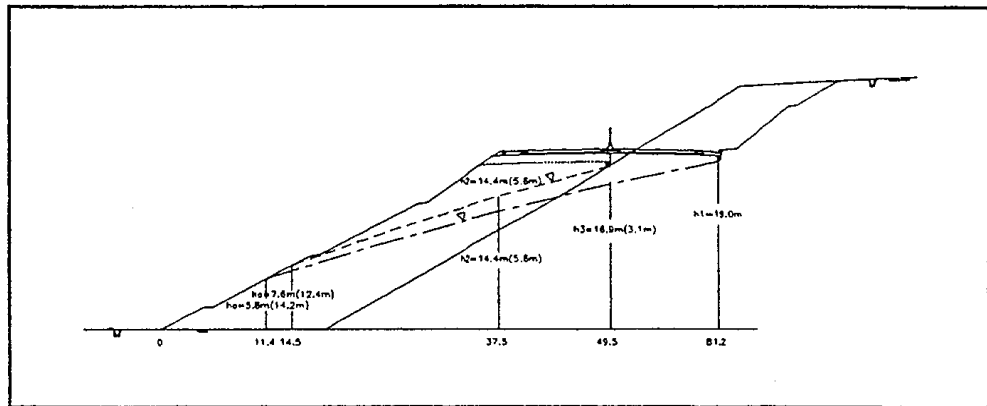
☞ 편절편성부 : 0.024 ~ 0.038 (사질토)

☐ 따라서 성토부 안정측면에서 돌붙임은 불 필요

나. 편절, 편성구간의 자유수면 검토

1) 목 적 : 편절, 편성구간의 지하수에 의한 문제점 검토

2) 개 념 도



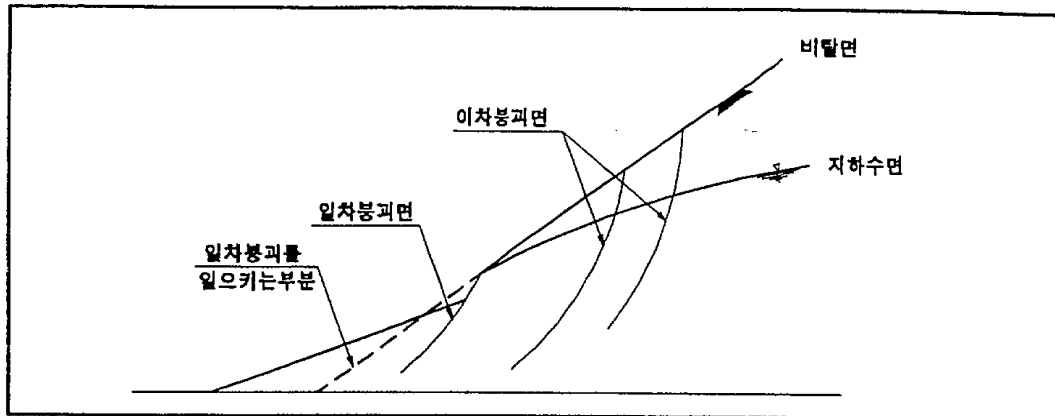
3) 계산 결과

맹암거 위치	침윤선(자유수면) 위치				비 고
	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)	

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

등유선.

4) 지하수에 의한 법면 붕괴 양상



5) 검토 결과

- 지하수 자유수면 검토결과 2단 이하 3단 사이에 지하수 분출
- 비탈면 끝에 배수공을 설치하지 않을 경우
 - ☞ 장기적으로 지하수 분출구간에서 성토사면의 열화 또는 붕괴발생
 - ☞ 지하수 처리실태 : 노면 하단에 맨암거만 시행 (용수 확인 곤란)
- 따라서 3단이하 비탈면은 비탈면 보호공 시행 필요

다. 우수에 의한 성토사면의 세굴검토

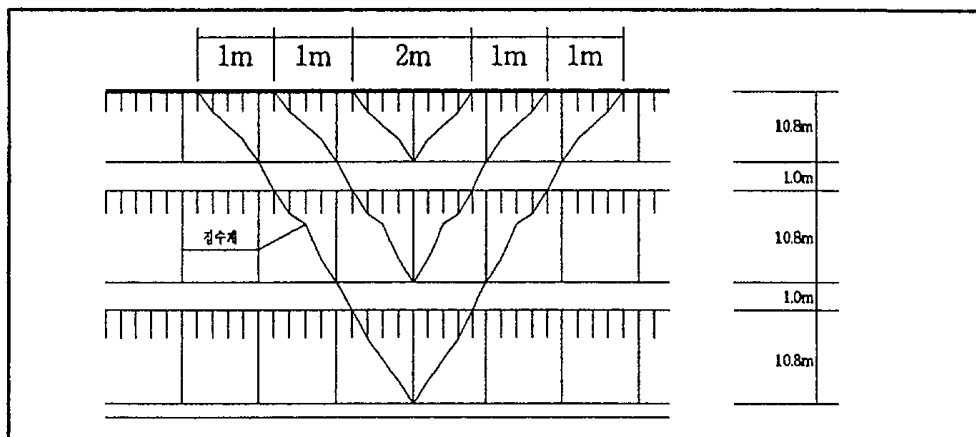
1) 목 적 : 우수에 의한 세굴여부를 소류력 계산을 통하여 검토

2) 세굴의 유형

- ☐ 균일한 두께로 침식하는 층상 침식
- ☐ 우수가 여러곳에 모여 소류로 흐를 때 일어나는 침식
- ☐ 비탈면에 법장으로 모여진 물의 세굴작용에 의해 큰도랑을 만드는 침식

3) 소류력의 산정 (강우강도 : 100mm/hr, 5년 빈도)

☐ 법면 유수흐름 가정



☐ 계 산 식

○ 소류력 = $Z = \gamma RS$

Z : 소류력 (kg/m^2),

γ : 유체의 단위 중량 (kg/m^3)

R : 경심 (m),

S : 수면경사

○ 유출량 (합리식)

$$Q = \frac{1}{360} \times C \times I \times A = \frac{1}{360} \times 0.5 \times 100 \times A = 0.139A$$

□ 허용소류력 및 계산결과

구 분	허용 소류력 (kg/m ²)	계 산 결 과	비 고
평 때	2.0		
바지안의 굽은 모래	1.0		
바지안의 자갈	1.5		
바 자	5.0	2단 : 4.76	
섶 호안	7.0	3단 : 6.27	4단 : 7.78
돌 붙 임	16.0		
큰 사석	24.0		
돌 쌓 기 (매쌓기)	60.0		
콘크리트 벽	60.0		
틀 공	150.0		

- 바 자 : 발, 갈대등으로 엮은 발, ○ 섶 : 풀이나 뗏집등으로 엮은 이엉
○ 허용소류력 : 하천시방서 기준

4) 검토 결과

□ 1~3단까지는 별도의 시설 설치 불필요

☞ 공사초기 그린망 설치와 장기적 식생 완료될 경우

□ 4단부터의 사면은 세굴되는 것으로 검토

□ 따라서 4단이하 사면에 배수시설 설치 필요

검 토 결 과 요 약

□ 성토사면 안정해석 결과 ⇒ 대책 불필요

□ 편질,편성부 자유수면 검토 결과 ⇒ 대책 필요

☞ 2단과 3단 사이 지하수 유출

□ 강우에 의한 성토사면 세굴검토 ⇒ 대책 필요

☞ 4단이하 세굴

6. 개선 방안

가. 일반 성토구간 (편질편성 이외 구간)

- ☐ 법면 돌붙임 삭제
- ☐ 법면세굴은 “다. 성토사면 세굴방지 대책”에 의거 조치
- ☐ 단, 원지반의 용수 또는 배수불량등으로 성토체의 불안정이 예상될 경우 최하단에 돌붙임 설치 가능

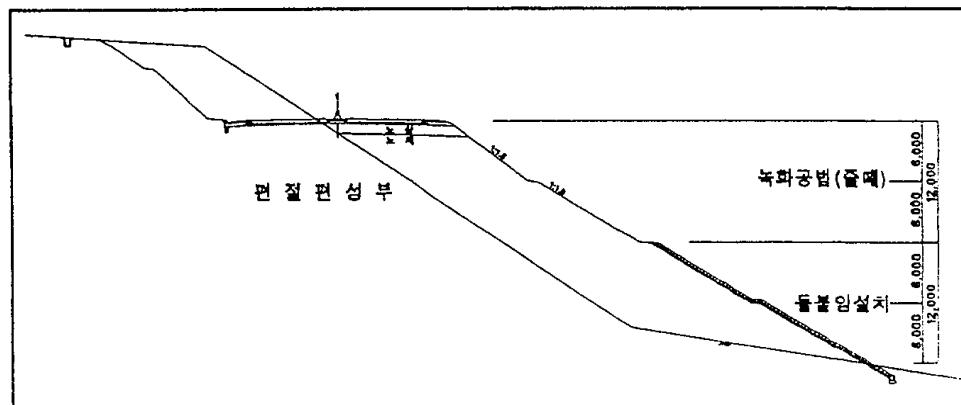
나. 편질,편성 구간 지하수 유출에 따른 대책

1) 방지대책

- ☐ 설계, 시공중 용수확인 곤란등으로 필터층 설치가 어려움
- ☐ 따라서 용수발생시의 법면붕괴 방지와 우수에 의한 법면세굴 방지를 위하여
- ☐ 지하수가 유출되는 3단부터는 돌붙임을 설치

2) 편질 편성구간

- ☐ 노면에서 3단 이하 : 돌붙임 시행 (형식-4, 돌쌓기)
- ☐ 설치도

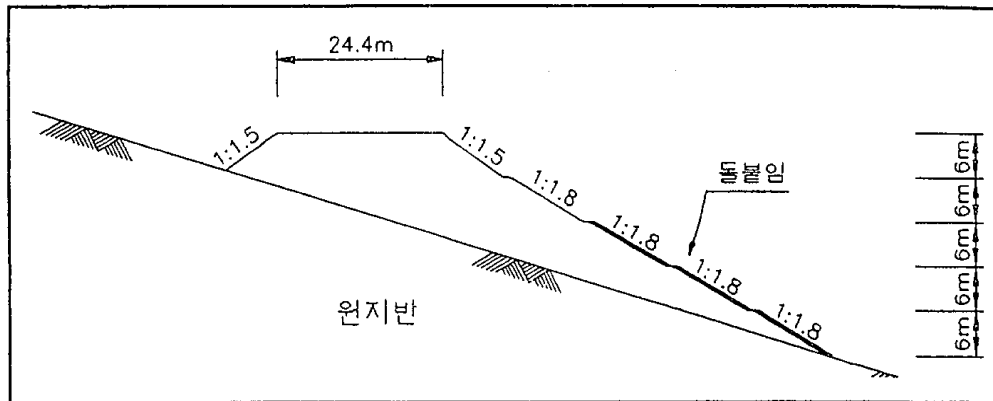


3) 편절 편성부 인접 구간

가) 편측1단 미만의 성토의 경우 (I)

☐ 노면에서 3단 이하 : 돌붙임 시행 (형식-4, 돌쌓기)

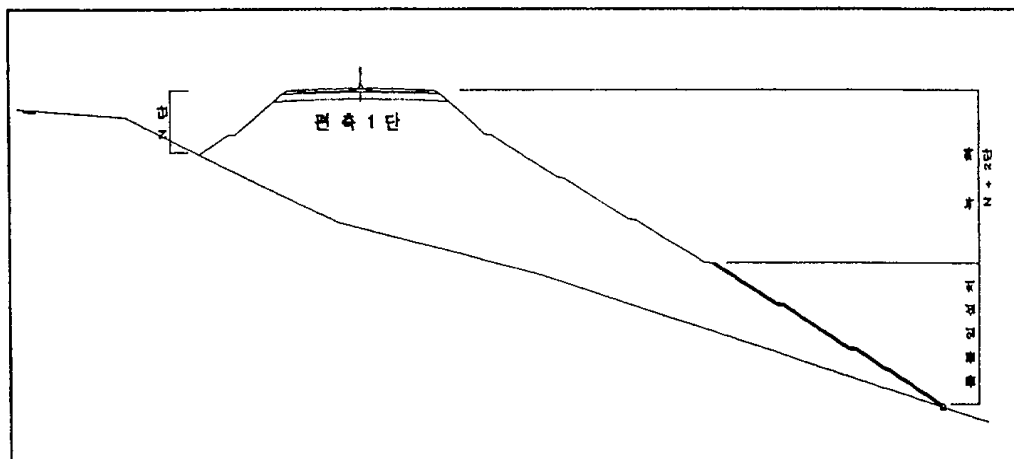
☐ 설치도



나) 편측 N단 성토인 경우 (II)

☐ $N + 2$ 단 미만 : 돌붙임 시행 (형식-4, 돌쌓기)

☐ 설치도



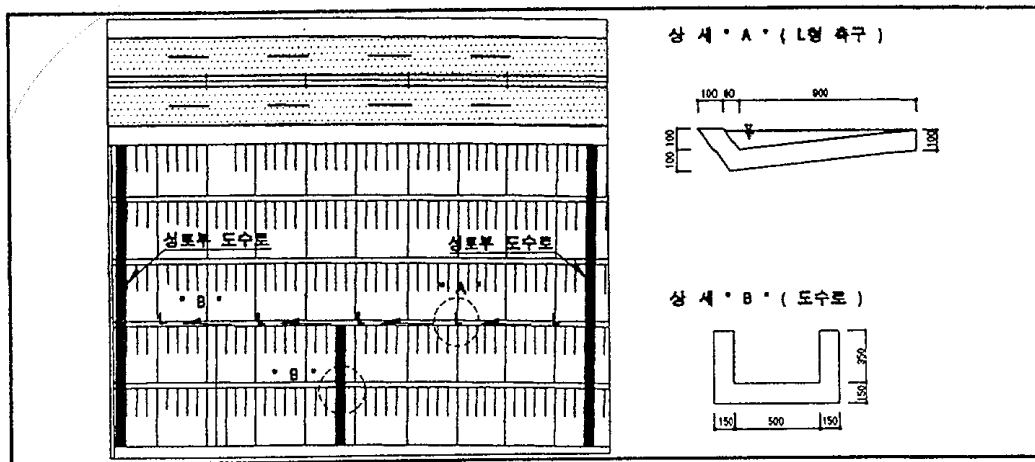
※ 편절편성구간 및 인접구간의 현장여건이 용수나 침투수가 없을 경우 또는 용수 발생 시라도 적절한 배수공법 적용시 삭제 가능

다. 강우에 의한 성토사면 세굴 방지 대책

1) 방지 대책

- ☐ 돌붙임의 세굴방지 효과는 상당하나 공사비가 과다하게 소요되므로
- ☐ 법면수를 차단할수 있는 소단 L형측구 및 연결 도수로 설치

☐ 설치도



2) 소단 L형측구 및 성토부 도수로 설치기준

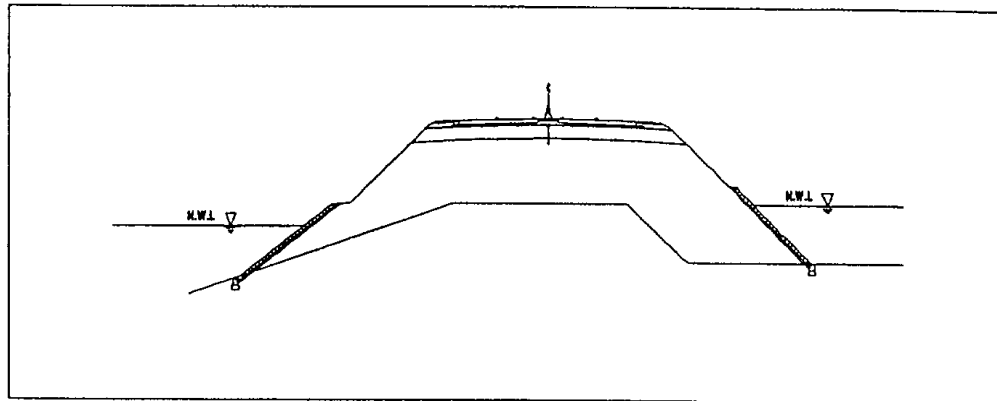
- ☐ 소단 L형측구 : 성토 3단마다 소단부에 설치
- ☐ 성토부 도수로 : 소단 L형측구에 연결하여 50m 간격으로 설치

구분 \ 종 단	0.5%	1.0%	1.5%	2.0%	2.5%	3.0%
계산 도수로간격	37.39	52.87	64.75	74.77	83.60	91.58
적용도수로간격	50	50	50	50	50	50

※ 법면길이 : W=30.6m, 소단 L형측구 자체경사 : 10%

라. 하천 및 저수지 통과 성토부

- ☐ 하 천 연접구간 : H.W.L + 1.0M까지 범면 보호공 적용
(돌붙임 형식-2와 호안블럭의 경제성 비교검토 적용)
- ☐ 저수지 통과구간 : F.W.L + 1.0M까지 범면 보호공 적용
(돌붙임 형식-2와 호안블럭의 경제성 비교검토 적용)
- ☐ 설치도



7. 경제성 분석

가. 단위 공사비 (m²당)

구 분		현 행	변 경 (안)	비 고
일 반 구 간	내 용	3단이하 돌붙임	4단이하 배수시설	돌붙임 삭제
	공사비	36,228원	6,300원	감 30,228원
편절편성부 및 편절편성 인접 구 간 (I)	내 용	3단이하 돌붙임	좌 동	
	공사비	36,228원	36,228원	-
편절편성 인접 구 간 (II)	내 용	3단이하 돌붙임	N+2단미만 돌붙임	
	공사비	36,228원	15,645원	감20,883원/

나. 공사비 절감액

- 1) 적용 대상 물량 : 10개사업소 500,000m²
- 2) 절 감 액 : 30,228원/m² X 500,000m² = 151억원

8. 검토 결론

가. 돌붙임 설치에 대한 현장여건과 성토조건, 그리고 강우에 의한 법면침식 등을 고려하여 적정설치 방안을 검토한 결과

- 일반구간은 돌붙임을 삭제하되 강우에 의한 세굴방지를 위하여 법면 배수시설을 설치토록 하며,
- 편절,편성구간은 지하수 유출에 따른 법면보호를 위하여 편절,편성부 및 인접구간으로 구분하여 돌붙임을 시행

나. 시행 방안

- 공사중인 노선 : 미시행 공사 본 기준 적용
- 실시설계 노선 : 본 기준 적용

2-14 배수구조물 콘크리트표면강화제 적용방안 검토

방 침

설 심 이
15201-1911
(’98.12.30)

1. 목 적

고속도로 횡단배수구조물 설계에 유수에 의한 바닥표면침식방지를 위하여 사용되는 콘크리트표면강화제(하드너)의 적용방안을 검토코자 함.

2. 현행기준

※ 고속도로건설공사 특별시방서(1996. 11, 설계사업소 제정)에 수록된 내용.

구 분		내 용	비 고
콘크리트 표면강화방안		○수로박스: -암거하단에 3Cm두께의 세굴여유두께 보강 -바닥 및 측벽 내부표면에 강화제 도포 ○배수관: 내부표면 강화제 도포	
개 요 및 시공방법	개 요	○시멘트가 수화반응하여 생성된 성분과 콘크리트에 침투된 하드너가 반응하여 규사분자가 용융되어 형석(螢石)을 생성하므로써 고밀도 고경도의 콘크리트표면 경화로 각종마모에 저항.	
	시공방법	○1차: 물과 원액 1:1혼합 도포후 12~24시간 건조 (물 0.2L+원액0.2L / m²당) ○2차: 물과 원액 1:1혼합 도포후 24시간 건조 (물 0.15L+원액0.15L / m²당) ○3차: 원액만 도포후 12~24시간 건조 (원액0.15L / m²당)	
	침투깊이	5~10 m/m	
	품질검사	○ASTM 1242(마모시험) 및 KSF2519(압축강도시험)의 시험방법에 준용 ○암거 1개소당 3개의 코아를 채취하여 평균침투두께가 5~10 m/m 미달시 재시공	

3. 문 제 점

가. 설계기준

○ 콘크리트표면강화제(하드너) 시공대상 배수구조물의 선정기준 불분명

※콘크리트수로의 침식 방지를 위한 최대유속 : 2.5~5.0m/sec

(배수구조물 설계법 1987.7. 한국도로공사)

- 배수관규격 산정을 위한 확률강우빈도년(25년)의 강우강도로 침식 유속 산정시 과다설계 우려

⇒ 배수구조물의 침식은 대부분 장기간 물(평수위)의 흐름에 의해 발생

나. 시공 및 품질기준

○ 콘크리트표면강화제(하드너) 품질기준이 없음

○ 배수구조물의 콘크리트 재질에 따라 침투깊이 상이

- 고강도콘크리트 및 수밀콘크리트에서는 침투가 어려우며,
- 일반콘크리트에서도 특별시방서의 기준인 5~10m/m의 침투 불가

○ 시공후 품질(콘크리트 표면강도 또는 경도)증가 기준이 없음

○ 시공후 하드너 침투깊이등 시공상태 현장확인 불가

⇒ 못 등 끝이 뾰족한 것으로 긁어서 시공여부 확인

○ 제품 제조 회사별 시공방법이 상이 (특별시방서 내용과 상이)

4. 기존배수구조물 보수현황

노 선	지사명	구 분	보수 / 시설물수	비 고
영동선	대관령	수로박스	3 / 62	
		배 수 관	- / 25	
	원 주	수로박스	2 / 40	
		배 수 관	- / 37	
88선	고 령	수로박스	- / 195	
		배 수 관	- / 34	
	남 원	수로박스	- / 150	
		배 수 관	- / 45	

5. 검토결론

- 일부구간에서 배수구조물 바닥침식 방지를 위하여 콘크리트 표면강화제를 사용한 실적은 있으나, 수로암거와 배수관등 배수구조물의 침식 방지에 대한 효과가 입증되지 않았고, 제품별 시공기준이 상이하고, 시공시 현장 품질관리가 어려운 실정이며
- 표면강화제를 적용하지 않은 기존배수구조물에 있어 특별한 문제가 발생되지 않고 있고, '98년 새로개정된 전문시방서등 품질관련 기준에 배수구조물 침식방지를 위한 수로보호공에 관한 내용이 삭제되었으므로
- 배수구조물 침식방지를 위한 표면강화제 사용은 추후 일정구간 시험시공을 통해 침식방지의 효과가 입증되고, 시방기준 및 현장 품질기준등이 정립된 후 재검토함이 타당할 것으로 사료됨

2-15 톨 아일랜드 차로부 배수처리 개선방안 검토

방 침
설 심 이
15201-1910
('98.12.30)

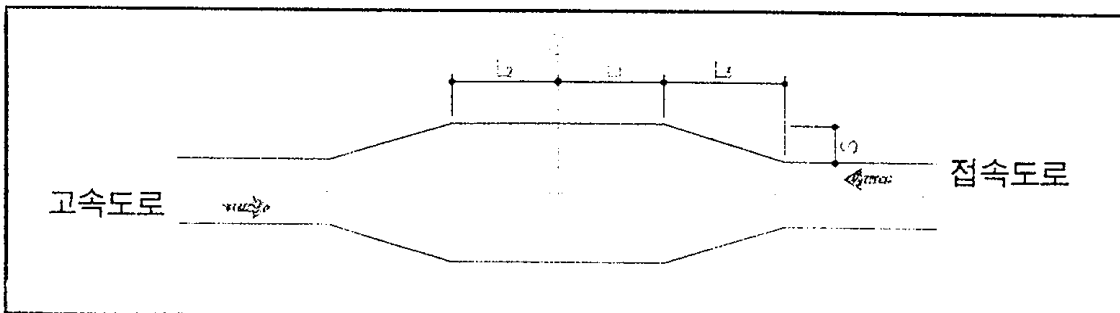
1. 검토목적

고속도로 통행료를 징수하는 요금소구간의 톨아일랜드 및 축중기 시설로 인한 요금소 차로부 배수처리 문제점을 개선하여, 이용차량의 불편 해소와 요금소 기기 및 시설관리의 효율성을 제고코자 함,

2. 영업소 설계기준

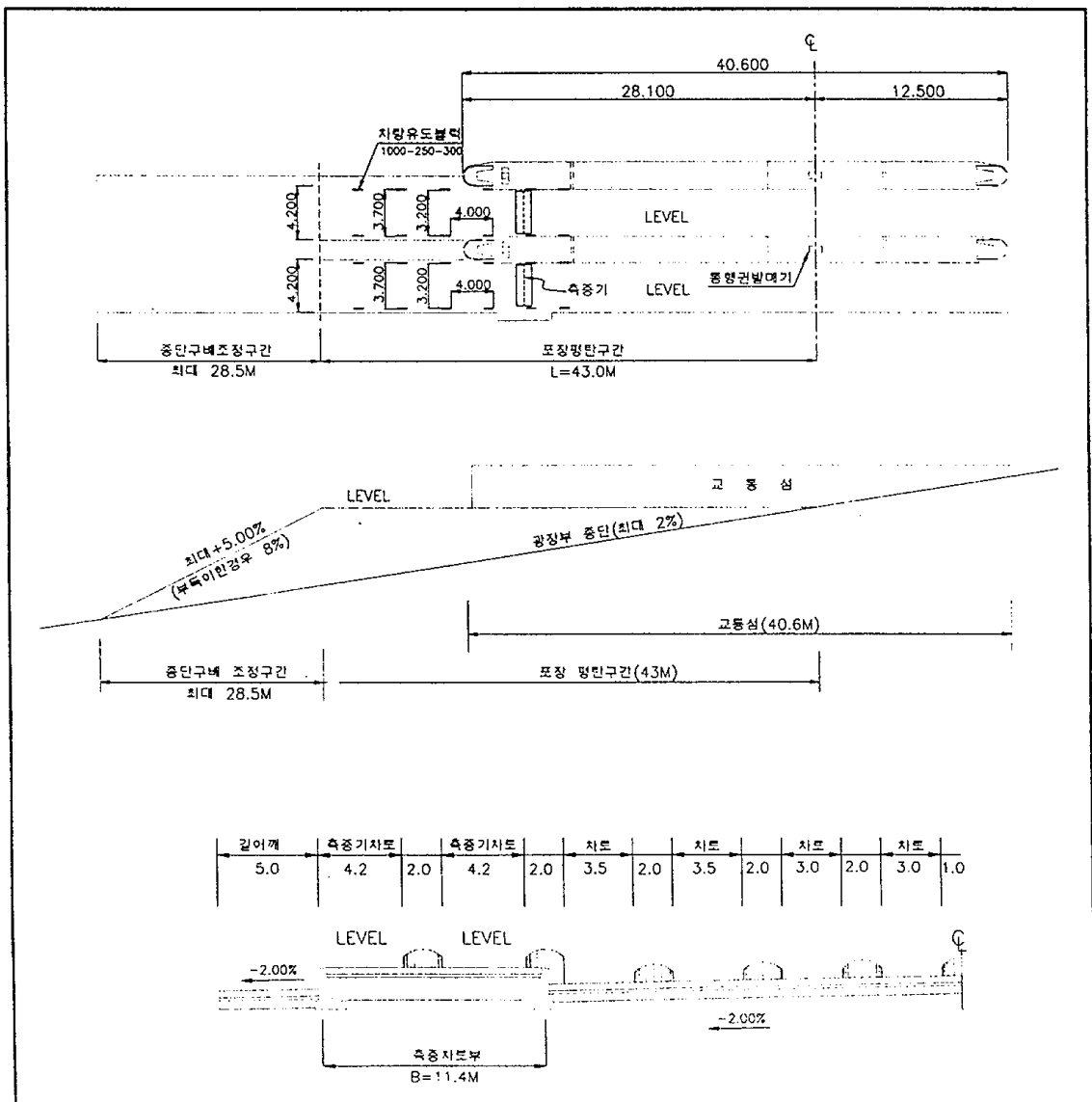
가. 기하구조 기준

구 분		현행 기준	도로설계요령	비 고
평면곡선반경(R)	본 선	R=1500m 이상	R=1500m 이상	
	IC	R= 200m 이상	R= 200m 이상	
종 단 구 배(%)		0.3%~2.0%	0.3%~2.0%, 특별 3% 이하	
횡 단 구 배(%)		2.0% 이하	표준 1.5%, 최대 2%	
차 로 폭	일 반 차 로		3.0m	
	축 중 기 차 로		4.2m	
	최 우 측 차 로		3.5m	
	길 이 계	다이크 설치구간	진입부 4.5m 진출부 5.0m	설계이 16210-585 ('97. 11. 4)
		L형측구 설치구간 (저판폭 포함)	진입부 4.5m 진출부 5.0m	설계이 16210-585 ('97. 11. 4)
		U형측구 설치구간	진입부 4.0m 진출부 4.4m	설계이 16210-585 ('97. 11. 4)
광 장 부	광장부길이 (L ₁ , L ₂)	본 선	진입부 90.0m 진출부 90.0m	설계기 16110-149 ('92. 8. 29)
		IC	진입부 90.0m 진출부 60.0m	설계기 16203-187 ('93. 11. 30)
	접속설치율(S/L ₃)		본선 : 1/10 이하 IC : 1/5 이하	본선 : 1/5 이하 IC : 진입부 1/3 이하 : 진출부 1/5 이하 설계기 16203-45 ('95. 3. 4)



나. 축중기차로 설치기준

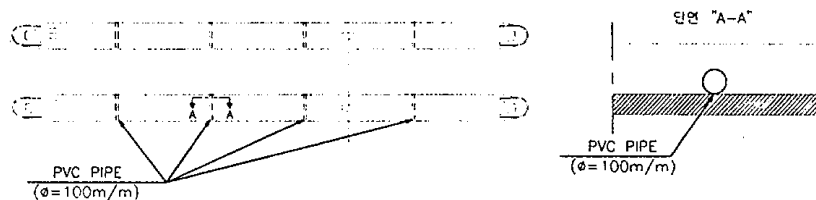
구 분		현 행 기 준	도로설계요령	비 고
포장평탄구간 길이		43.0m	44.0m	
종단조정구간 구배		5%이하 (부득이한 경우 8%이하)	5% 이하	
축중차로 교통섬제원	진입부	28.1m	35.7m	
	진출부	12.5m	22.4m	



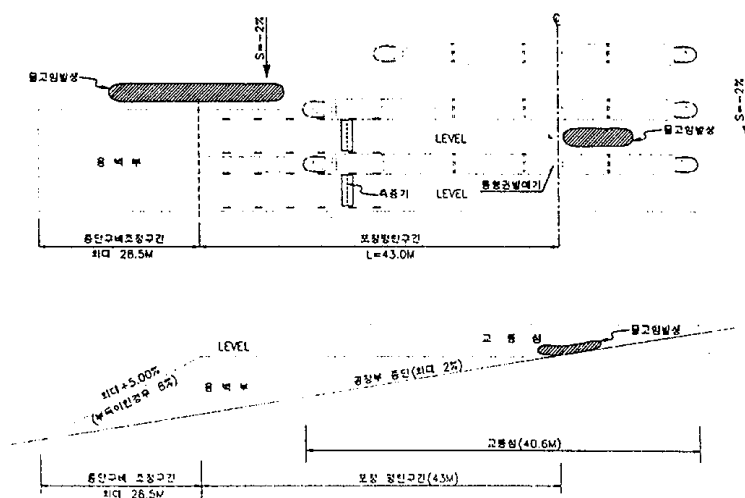
3. 배수처리 문제점

부 위	배 수 여 건	문 제 점	비 고
광장부	중단구배:0.3~2.0% 횡단구배:2.0%	문제점 없음	
돌아일랜 드구간 차 로 부	Island로 인한 횡방향 배수 곤란	- 중단구배가 완만한곳(0.5%이하) 신속한 배수 처리 곤란 - TCS시스템의 OVD답판부 차량진입시 물 튀김 발생으로 일부구간 시스템 오류발생 - 횡방향 배수를 위한 매설파이프(원형또는 사각형)의 규격협소 및 이물질 퇴적으로 배수불량	<그림 1>
축 중 차 로 부	- 중단,횡단구배: LEVEL - Island연장이 일반 부보다 길음 - 중단구배조정을 위한 옹벽설치	- 중 · 횡방향 Level로 자연배수 불량 - 광장부와 축중차로 평탄구간 접속부에 Island와 중 · 횡단 합성구배에 의한 저점 부위 물고임 발생(2차로 이상의 내측차로) - 일반차로와 축중차로 경계부위에 Island 및 축중차로 옹벽으로 인해 노면수 집중발생	<그림 2>

<그림 1>



<그림 2>



○ 축중차로 물고임 발생 현상

- 성남영업소



- 오산영업소



4. 개 선 방 안

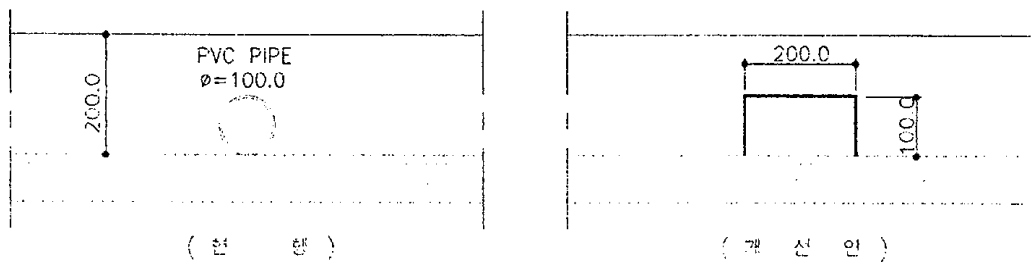
가. 요금소구간 최소 종단구배 개선

- Island 등에 의해 횡배수가 차단되므로 요금소 차로부의 원활한 종배수를 위하여 최소 종단구배를 현행 0.3%에서 0.7%로 상향 조정 (단, 부득이한 경우 0.5% 이상)

나. 교통섬 시설개선

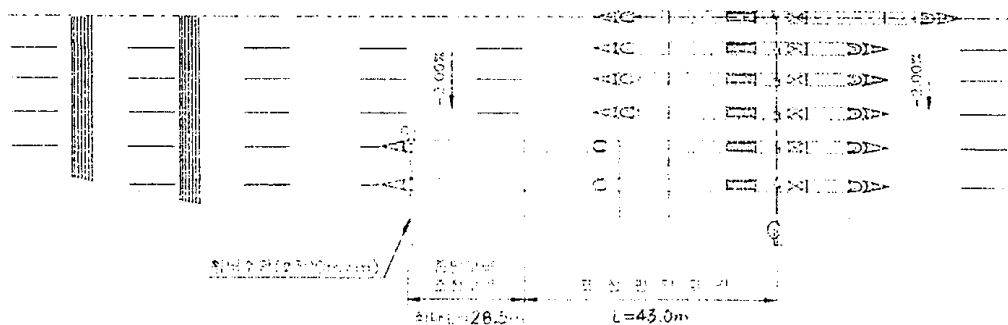
1) 교통섬 횡단 PIPE 규격 및 형태 변경

- 횡방향 배수를 위한 원형 매설 파이프($\phi 100\text{m/m}$)의 규격협소 및 이물질 퇴적으로 배수 불량
- 매설 PIPE 형태를 ○형에서 □형으로 변경



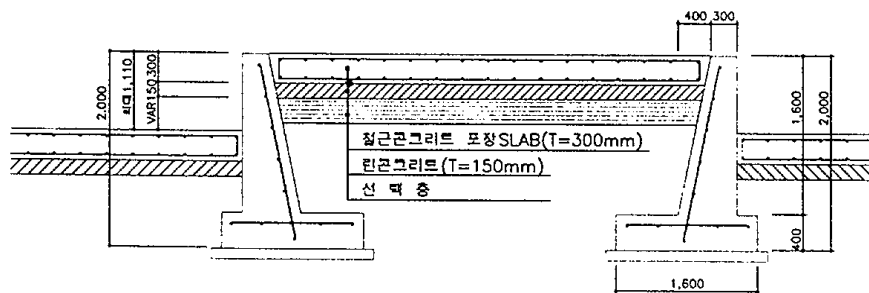
2) 옹벽부 집수정 설치

- 옹벽부에 10m간격으로 설치되는 원형 PVC PIPE는 시공시 다짐 작업중 파손이 잦고, 이물질 퇴적으로 크기에 비해 통수능력이 떨어져 원활한 배수처리가 되지 않아 물고임 현상이 발생
- 횡단 PVC PIPE를 삭제
- 옹벽 끝단 최저점부에 집수정(중분대용) 및 횡배수관($\phi 300\text{m/m}$) 설치



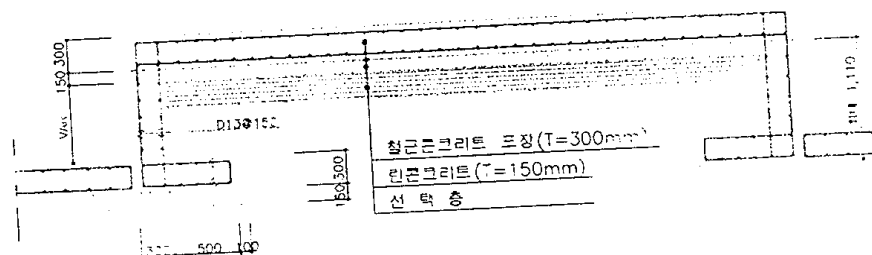
3) 종단구배 조정을 위한 옹벽 개선

- 축중차로 포장평탄구간을 위해 축중차로 양단에 설치되는 반중력식 옹벽은 최대 소요높이 $H=81\text{cm}$ (종단구배 2%일 경우 최대 111cm - 포장 SLAB 30cm)에 비해 $H=2.0\text{m}$ 로 과다하며 시공성 불량



< 현 행 >

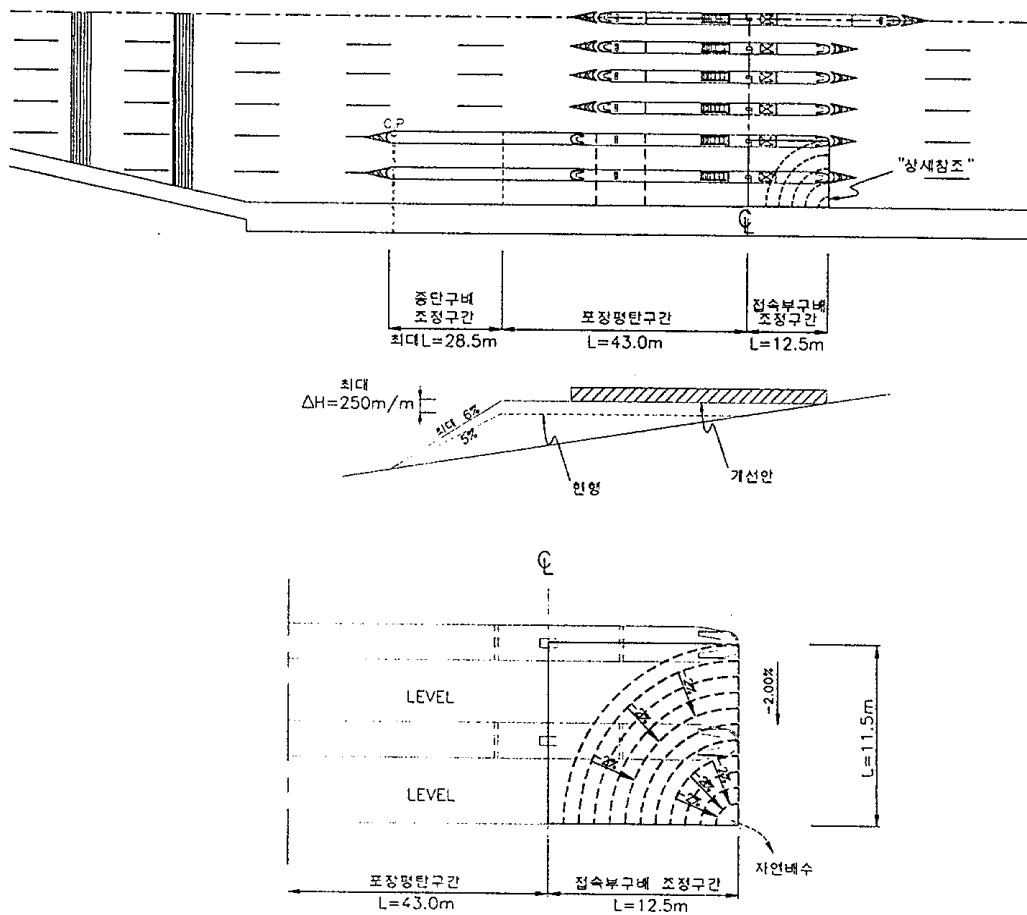
- 반중력식 옹벽을 L형 옹벽으로 변경



< 개 선 안 >

다. 포장 평탄구간 조정

- 광장부와 축중차로 평탄구간 접속부에 Island와 중·횡단 합성구배에 의한 저점 부위 물고임 발생(축중2차로 이상의 내측 차로)
- 축중차로 평탄구간을 영업소 중심선에서 Island 끝단까지 연장하고, 광장부 접속부는 포장면의 경사를 조정하여 자연배수 유도



< 상세도면 >

5. 검토의견

- 영업소의 광장부와 톨부스 및 축중차로 구간에 집중호우시 원활한 배수처리가 가능토록 아래와 같이 설계기준을 재정립하여 물고임으로 인한 이용차량의 불편을 해소하고 고속도로 유지관리의 효율성 증진

구 분			현 행	개 선 안
영업소 최소종단구배			0.3%	0.7% (부득이한 경우 0.5%)
Island 횡단 배수 PIPE			○형(φ100m/m)	┐┌형(200×100m/m)
축 중 차 로	횡 단 배 수		- PVC 원형 PIPE (φ250m/m)를 10m 간격으로 설치	- PVC 원형 PIPE 삭제 - 집수정 및 횡배수관 설치(φ300m/m)
	포장 평탄 구간	1차로	- 영업소 중심선에서 43.0m 설치	- 현행기준과 동일
		2차로 이상	- 영업소 중심선에서 평탄구간 설치	- 영업소 중심선에서 Island 끝단까지 접속부 구배 조정구간 연장
	옹 벽		- 반중력식 옹벽(H=2.0m)	- L형 옹벽(H=1.10m)

- '99. 1월이후 준공용역부터 우선 적용하고, 설계완료구간 및 공사중인 구간은 현장여건을 고려하여 조치가능 부분은 설계변경 조치

2-16 배수관거 유출입부 수로보호공 설계기준

방 침
설 계 일
13202-460
('99. 5.15)

1. 검토 목적

- 배수암거 및 배수관의 유출부 수로보호시설 설치기준이 각종 편람지침, 시방별로 상이하여 적용상 혼돈이 발생하므로 수로보호시설 설치에 대한 설계기준을 정립코자 함.

2. 현행 기준

가. 편람, 지침, 시방등의 설계기준

구 분	유 출 부 유 속 (m/sec)				비 고
	V ≤ 25	25 < V ≤ 40	40 < V ≤ 60	60 < V	
도로 설계 요령, 도로설계실무편람	미 설 치	하 류 보 호 공 (콘크리트 파복, 강쇄수로 감쇄공 등)			한국도로공사 ('92)
고 속 도 로 전문시방서	세 굴 방 지 공				한국도로공사 ('98)
설 계 기 준	미 설 치	수로보호공 (최소 3D)	수로보호공(최소3D) +차수벽	침 전 조	한국도로공사 ('98)
고속도로건설공사 표준도 배수관편	미 설 치	수로보호공(최소 3D) (콘크리트바닥)		수로보호공 (최소3D) +차수벽	한국도로공사 ('98)
배수구조물 설 계 법	미 설 치	Rip-rap (최소 3D)	Rip-rap(최소 3D) + 감쇄공	-	한국도로공사 ('87)
도 로 공 사 표준시방서	미 설 치	잡석 (최소 3D)	잡석(최소 3D) + 감쇄공	침 전 조	건설교통부 ('90)
Highway Drainage Guidelines	유 출 구 조 물 (Rip-rap, 차수벽, 콘크리트 물받이등)				AASHTO ('92)
Design Guidelines Drainage 편	미 설 치	Rip-rap (최소 3D)	Rip-rap(최소 3D) +차수벽	침 전 조	IBRD차관공사 ('74)

나. 문 제 점

- 각 시방등 설계기준의 유출부 유속별 수로보호시설 설치기준 상이
- 배수관과 암거의 치수벽 설치기준 상이
(배수관:V=6.0m/sec초과, 암거:V=4.0m/sec초과)
- ✓ 수로보호공 설치시 콘크리트 바닥과 잡석(Rip-rap) 등 혼용으로 적용기준 불명확
- ✓ 수로보호공 두께 과다 (t=30cm)
- 배수구조물 유출부가 측구와 배수방향이 다르게 교차접속되는 구간은 월류현상 발생
- 유입부의 배수구조물 세굴 방지공 설치기준 불명확

3. 검 토 내 용

가. 개 선 방 향

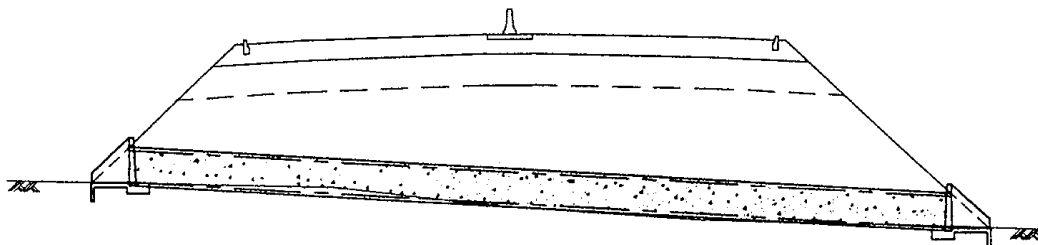
- 상형·문형·아치형 철근콘크리트 암거와 철근콘크리트·파형강판 관거에 대한 유속별 수로보호시설 적용기준 재정립
- 배수구조물(BOX, PIPE)의 유출부 유속을 가급적 감소시켜 수로보호시설 규모 최소화
- 유출부 제방과 배수구조물의 단부를 구조적으로 보완하여 수로 세굴방지
- 유입부의 배수구조물 세굴방지를 위한 보호시설 설치기준 정립
- ✓ 수해예방과 유지관리의 효율성을 감안 수로보호공 강화 (Rip-rap → Con`c 바닥)
- ✓ 적정설계를 위하여 수로보호공 두께 재정립 (t=30cm → t=20cm)
- 배수구조물 접속처리에 대한 상세한 설계도면 작성

나. 설 계 기 준

- 배수구조물(BOX, PIPE등)의 유출부 유속은 가급적 2.5m/sec 이하가 되도록 설계
- 원지반 수로 구배에 맞추어 계획하는 것이 원칙이나 산지부 계곡부 등의 급구배 구간에 있어서는 경제성, 시공성, 유지관리, 지반지력확보, 장래확장등을 고려하여 수리단면변화가 없는 범위내에서 유입부에 집수정을 설치하거나 유출부에 도수로를 설치하는등 수로보호 시설 규모를 최소화하는 방안 강구

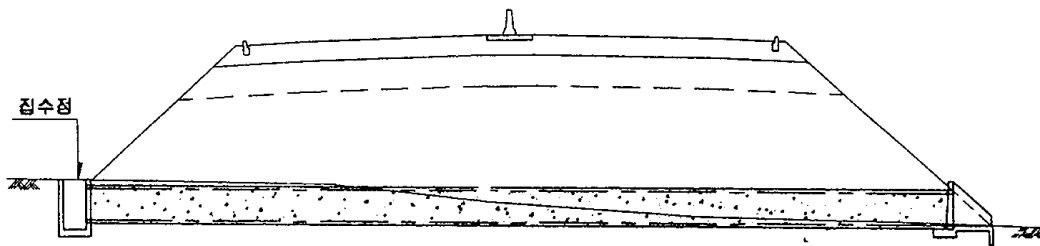
(설 치 예)

1) 기존수로에 맞추어 배수구조물 설치할 때

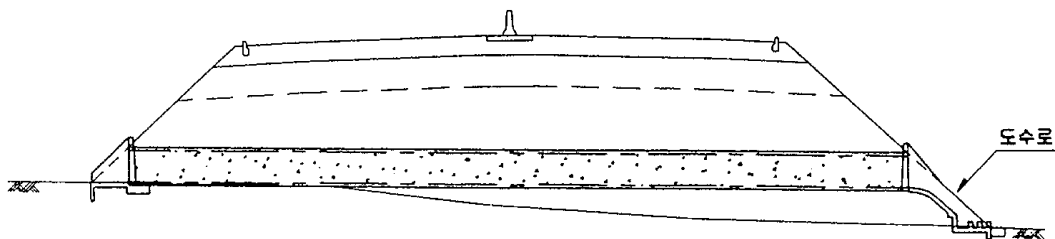


2) 배수구조물 구배를 조정하여 유속 감소시킬 때

- ① 유입부에 집수정을 설치하여 유속 감소(경제성을 감안, 암터파기가 발생할 경우는 제외)

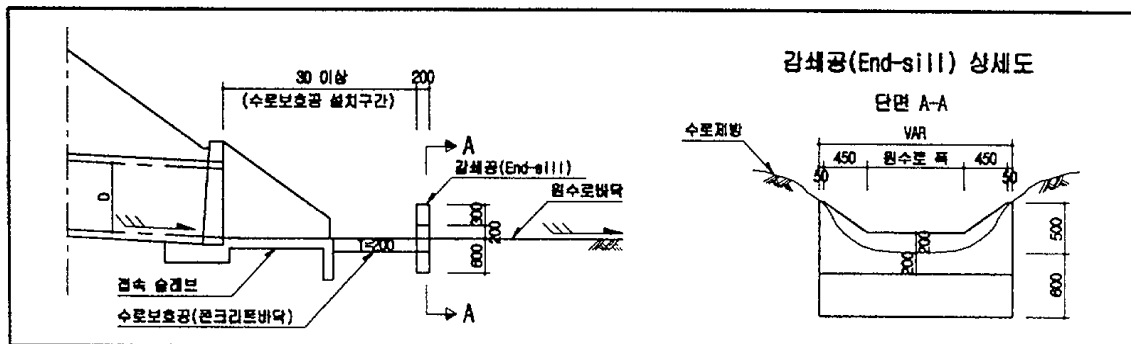


- ② 유출부에 도수로를 설치하여 유속 감소(성토부의 균등한 다짐관리 필요)

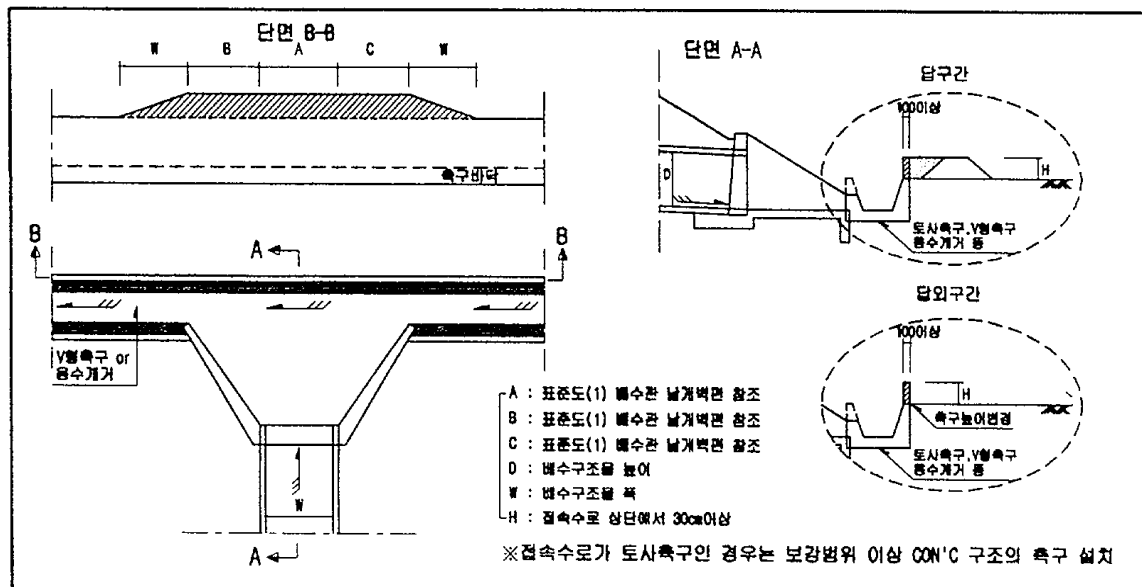


- 유속이 2.5m/sec 초과 : 다음 기준에 의거 수로보호시설 설치

유출부 유속	수로보호시설
$2.5\text{m/sec} < V \leq 4.0\text{m/sec}$	• 수로보호공 설치범위 : 접속슬래브와 콘크리트 바닥을 포함하여 배수구조물 높이의 3배이상 되도록 설치 • 콘크리트 바닥 : 3종-210kg/cm² (t=20cm)
$4.0\text{m/sec} < V \leq 6.0\text{m/sec}$	• 수로보호공 설치범위 : 접속슬래브와 콘크리트 바닥을 포함하여 배수구조물 높이의 3배이상 되도록 하고 감쇄공(End-sill) 설치 • 콘크리트 바닥 : 3종-210kg/cm² (t=20cm)
$6.0\text{m/sec} < V$	• 침전조(Stilling-Basin) 설치 • 유지관리를 고려하여 가급적 유속 6.0m/sec 이하로 설치



- 배수구조물(BOX, PIPE)이 토사측구, V형 측구, 용수개거등과 평행하지 않게 교차접속될 때에는 월류방지를 위하여 측구 높이를 30cm이상 조정하여 보강조치



- 유속이 2.5m/sec 초과시 배수구조물 유입부 : 수로보호시설을 설치 (L=3D이상, t=20cm)

4. 검 토 결 론

가. 검 토 의 건

- 배수구조물(BOX, PIPE)의 유출부 제방과 배수구조물의 단부를 구조적으로 보호하고 유지관리 효율화를 위해 개선된 설계기준으로 보완
- 배수구조물 유입·유출 접속부의 정교한 상세설계로 유지관리 향상및 도로 배수구조물 주변의 민원 발생 사전 방지
- 설계기준은 “개선설계기준”으로 보완 조치, 고속도로 건설공사 표준도는 개정내용으로 변경조치

나. 추 진 방 안

- '99년 7월 이후에 실시설계가 준공되는 노선부터 변경된 기준으로 설계적용
- 기설계 완료되거나, 공사발주된 노선중 미시공 구간에 대하여는 공사 시행시 변경된 기준에 의거 설계변경 조치

2-17 V형측구 가로지지보 개선

방 침

설 심 이
13201-573
('99. 6.16)

1. 검토 목적

V형측구에 벽체 전도방지를 위하여 가로지지보(100×200mm, CTC 5m)를 설치하고 있으나 공사시 시공성 저하 및 측구준설 등 유지관리에 지장을 초래한다는 지적(감사이 16108-642, '98.12.23)에 따라 이에 대한 개선방안을 검토코자 함.

2. 문제점

- 측구내 퇴적물 준설, 청소 등 유지관리 곤란
- 공사 시공성 저하
- 벽체 전도방지 효과 미흡
- 동일 조건인 산마루측구와 기준 상이

3. 개선방안 검토

구분	현행	검토 1안	검토 2안
개요	- 가로지지보 설치 - 가로지지보 : 100×200mm, CTC 5m - 바닥 및 벽체 연결부 결속철근 설치 : D13, L=150mm, CTC 300mm	- 가로지지보 삭제 - 바닥 및 벽체 연결부 결속철근 설치 : D13, L=300mm, CTC 300mm	U형 철근콘크리트 측구로 변경
단면 (형식3)			
공사비	136,300원/m	134,351원/m (감 1,949원/m)	141,720원/m (증 5,420원/m)
장단점	· 지지보 시공성 불량 · 도수로 청소등 유지관리 효율성 저하	· 시공성 및 유지관리 효율성 양호 · 공사비 절감	· 건조수축에 의한 균열 억제 · 시공성 다소저하. · 경제성 다소저하.
건의안			

4. 측구 단면 구조 검토 결과

구 분	형 식	전단력 (kg/cm ²)		휨 모멘트 (t·m)		비 고
		발생전단응력	허용전단응력	발생휨모멘트	균열 모멘트	
지지보 있는 경우 (현행)	TYPE 1	0.105	3.623	0.030	2.668 / 1.932	벽체하단 바닥슬래브
	TYPE 2	0.145	3.623	0.051	3.787 / 1.932	
	TYPE 3	0.284	3.623	0.139	7.729 / 1.932	
지지보 없는 경우 (검토1안)	TYPE 1	0.072	3.623	0.025	2.668 / 1.932	
	TYPE 2	0.108	3.623	0.060	3.787 / 1.932	
	TYPE 3	0.210	3.623	0.279	7.729 / 1.932	
U형 측구 (검토2안)	TYPE 1	0.097	3.623	0.025	1.479 / 1.932	
	TYPE 2	0.183	3.623	0.060	1.479 / 1.932	
	TYPE 3	0.479	3.623	0.279	1.479 / 1.932	

5. 검 토 의 건

- 현행 V형측구에 설치되고 있는 가로지지보는
 - 구조적으로 V형측구 안정에 미치는 영향이 없고,
 - 공사시 시공성 저하 및 조잡시공의 우려가 있으며,
 - 유지관리시 작업의 효율성 저하 및 불편을 초래하고 있으므로
- 가로지지보를 삭제하여 유지관리 효율성 및 시공성을 향상하고, 측구 기초와 벽체의 결속강화를 위하여 결속철근 길이(L: 150mm ⇒ 300mm)를 보완하는 검토 1안으로 변경함이 타당한 것으로 사료됨.
- 시행방안 : 표준도 개정작업에 반영 시행

1. 검토목적

교량의 교각시공을 위한 가시설인 비계, 거푸집과 작업설비의 적용기준을 설정하여 설계의 합리화 및 시공의 적정성을 기하고 자함.

2. 검토내용

- 설계 및 현장운용 실태 파악
- 사용 거푸집 형식별 공기분석
- 교각형식별, 높이별, 가시설(비계, 거푸집, 작업설비 등) 경우별 공사비 분석

3. 현행 설계기준

- 거푸집
 - 사각형 단면 : 합판 거푸집 (3회 사용)
 - 원 형 단 면 : 강재 거푸집 (35회 사용)
 - 교각높이가 아주 높아 보통 거푸집 사용이 불가능한 경우
: 특수 거푸집
- 비 계 : 직고 2m이상의 경우 계상
- 안전제단 및 승강기, 크레인 등 설치 기준이 없음

4. 현행 적용실태

○ 전 체

구 분			분석대상 교량 수	설 계	시 공	비 고
철 원 반	인 원 반	비 계	118	111	24	
		로 드 타 워			65	
		승 강 기		7	8	
		작 업 발 판			21	
		타워크레인				
럼 운 반	철 운 반	비 계	118	107	21	
		크 레 인		7	93	
		타워크레인		4	4	
	거꾸집 운 반	비 계	118	98	21	
		크 레 인		16	90	
		타워크레인		4	7	
(기 동)	사 용 거꾸집	목 재	118	45	11	
		강 재		42	83	
		크라이밍 폼		18	11	
		슬 립 폼		13	13	
코	인 원 반	비 계	112	105	18	
		로 드 타 워			65	
		승 강 기		7	8	
		작 업 발 판			21	
		타워크레인				
핑 (기 동)	철 운 반	비 계	112	102	15	
		크 레 인		7	93	
		타워크레인		3	4	
	거꾸집 운 반	비 계	112	84	17	
		크 레 인		24	91	
		타워크레인		4	4	
	사 용 거꾸집	목 재	112	83	45	
		강 재		6	44	
		크라이밍 폼		15	16	
		특수거꾸집		8	7	

○ 분석대상 교량의 높이별 적용현황

교각높이 구 분			0~10m	10~20m	20~30m	30m이상	비고
철 림 (기 동)	인원 운반	설계	비계(100%)	비계(100%)	비계(96%)	비계(50%) 승강기(50%)	
		시공	로드타워 (71%)	로드타워 (49%)	로드타워 (74%)	승강기(50%)	
	철근 운반	설계	비계(100%)	비계(100%)	비계(92%)	*크레인(69%)	
		시공	크레인(76%)	크레인(83%)	크레인(79%)	*크레인(92%)	
	거주집 운반	설계	비계(94%)	비계(85%)	비계(95%)	*크레인(55%)	
		시공	크레인(76%)	크레인(75%)	*크레인 (100%)	*크레인 (100%)	
	사용 거주집	설계	강재(62%)	목재(59%)	강재(41%) **특수(41%)	**특수(92%)	
		시공	강재(85%)	강재(89%)	강재(64%)	**특수(71%)	
코 핑 (교 좌 부)	인원 운반	설계	비계(100%)	비계(100%)	비계(96%)	승강기(55%)	
		시공	로드타워 (77%)	로드타워 (53%)	로드타워 (79%)	승강기(64%)	
	철근 운반	설계	비계(100%)	비계(100%)	비계(86%)	*크레인(64%)	
		시공	크레인(86%)	크레인(85%)	크레인(86%)	*크레인 (100%)	
	거주집 운반	설계	비계(100%)	비계(73%)	비계(84%)	*크레인(50%) 비계(50%)	
		시공	크레인(85%)	크레인(81%)	크레인(84%)	*크레인 (100%)	
	사용 거주집	설계	목재(92%)	목재(95%)	목재(76%)	**특수(91%)	
		시공	목재(77%)	강재(54%)	강재(67%)	**특수(91%)	

주) *크레인 : 크레인 및 타워크레인

**특수 : 슬립폼 및 크라이밍 폼

5. 문 제 점

- 교각 형상 및 높이 조건에 따른 설계기준 미비
 - 거푸집 및 비계의 적용기준
 - 작업용 부대 설비적용기준
 - 교각 시공 공법 선정기준
- 거푸집 작업원 및 자재운반 방법에 있어, 설계와 시공이 상이 하게 적용되고 있음
- 거푸집 및 비계사용에 있어서 지형조건, 교각 높이 및 형상에 따라 적용성에 한계가 있음.

6. 공기 및 경제성분석

○ 공 기

교각높이 거푸집형식	5~15m	15~25m	25m이상	비 고
일반	12~36일	36~60일	72일이상	
강제또는 크라이밍폼	8~24일	24~40일	48일이상	
슬립폼	32~36일	36~40일	42일이상	

○ 경제성

- T형 교각

(단위 : 천원)

조합 형식	일반거푸집		강재거푸집			크라이밍폼	슬립폼
	CASE 1	CASE 2	CASE 3	CASE 4	CASE 5	CASE 6	CASE 7
5.0m	22469	23742	18629	18675	18604	20665	21877
10.0m	31873	32613	24096	26134	24031	26440	27414
15.0m	42150	42367	30299	32463	30173	32925	33815
20.0m	52161	51859	36133	38427	35924	39004	39723
25.0m	62320	61483	42061	44469	41743	45164	45403
30.0m	75124	73732	50230	52733	49772	53947	53693
35.0m	90392	87477	57011	59538	56382	60567	59657
40.0m	104769	100570	63713	66248	62870	67341	65876
45.0m	124622	118210	71492	73810	70294	74127	72051

- π 형 교각

(단위 : 천원)

조합 형식	일반거푸집		강재거푸집			크라이밍폼	슬립폼
	CASE 1	CASE 2	CASE 3	CASE 4	CASE 5	CASE 6	CASE 7
5.0m	39447	39756	34313	34466	34229	36608	38818
10.0m	60937	59744	50541	52788	50325	53397	55124
15.0m	84075	81326	68132	70544	67714	71469	72984
20.0m	106834	102536	85153	87736	84458	88891	90026
25.0m	129930	124034	102397	105103	101339	106490	106656
30.0m	158014	150457	123826	126592	122302	129017	128157
35.0m	187824	176264	142797	145512	140708	147570	145391
40.0m	216923	201905	161691	164262	158890	166445	163117
45.0m	254230	233355	182873	184653	178894	185287	180696

- 3주형 교각

(단위 : 천원)

조합 형식	일반거푸집		강재거푸집			크라이밍폼	슬립폼
	CASE 1	CASE 2	CASE 3	CASE 4	CASE 5	CASE 6	CASE 7
5.0m	24344	25687	19904	20020	19840	22004	24149
10.0m	42535	43413	33731	35907	33567	36208	37107
15.0m	61944	62325	48423	50751	48105	51297	51166
20.0m	81468	81356	63090	65574	62561	66187	64828
25.0m	101378	100737	77987	80591	77182	81289	78089
30.0m	125126	123907	96435	99111	95275	100268	94988
35.0m	151077	148286	112452	115103	110862	116352	108815
40.0m	176604	172429	129043	131602	126911	132822	123105
45.0m	210139	203373	148168	150132	145139	149319	137282

- * case 1 : 일반거푸집+강재동바리+비계+철근인상(인력)
- 2 : 일반거푸집+강재동바리+인력(승강기)+철근인상(장비)
- 3 : 강재거푸집(거푸집 운반;크레인)+안전계단+
철근인상(인력)
- 4 : 강재거푸집(거푸집 운반;크레인)+인력(승강기)+
철근인상(장비)
- 5 : 강재거푸집(거푸집 운반 및 철근인상;크레인)+안전계단
- 6 : 크라이밍폼(거푸집 운반;크레인)+인력(승강기)+
철근인상(장비)
- 7 : 슬립폼+인력(승강기)+철근인상(장비)

○ 분석결과

- 공사기간

- 교각높이 25m미만 : 강재거푸집, 크라이밍폼 사용하는 경우
- 교각높이 25m이상 : 슬립폼 공법을 사용하는 경우가 다른 공법에 비해 공기가 작게 소요되는 것으로 분석되었음

- 경제성

- 교각 형식 및 교각높이에 관계없이 강재거푸집을 사용하고, 거푸집 및 철근운반은 크레인으로, 인력이동은 안전계단을 이용하는 case 5가 가장 경제성이 있는 것으로 분석되었음.

- 현설계 및 시공 실태

- 교각높이 30m이하

·설계 : 인원, 철근, 거푸집은 비계를 이용하여 운반하며, 거푸집은 강재를 사용

·시공 : 인원운반은 로드타워, 철근 및 거푸집 운반은 크레인, 거푸집은 강재를 사용하고 있으며, 코핑부(교좌부) 시공시 교각높이 20m이하는 목재거푸집, 교각높이 20~30m는 강재거푸집을 사용하고 있는 것으로 조사되었음.

- 교각높이 30m이상

- 설계 : 인원운반은 비계 및 승강기를 이용하고 있으며, 철근 및 거푸집은 크레인을 이용하여 운반하며, 거푸집은 크라이밍폼 또는 슬립폼 등 특수거푸집을 사용
- 시공 : 인원운반은 승강기, 철근 및 거푸집 운반은 크레인, 거푸집은 크라이밍폼 또는 슬립폼 등 특수거푸집을 사용하고 있으며, 코핑부(교좌부) 시공시 크라이밍폼 등 특수거푸집을 사용하고 있는 것으로 조사되었음.

7. 검토결론

가. 검토의견

- 지형여건의 특수성, 특수교량, 장대교의 교각시공에 따른 비계 · 거푸집의 선정은 공기 및 경제성을 감안하여 설계하고,
- 일반적인 지형조건과 형식을 갖춘 교량의 경우 경제성과 공기, 현행 시공실태를 감안하여
 - 거푸집 : 강재거푸집 (인상 : 크레인)
 - 철근인상 : 장비(크레인)사용
 - 작업인원 이동은 안전계단을 조합하는 방법으로 시행하는 것이 바람직한 것으로 사료되며,
- 교각단면이 사각 또는 다각 형상인 경우 현행 기준으로 합판 거푸집 적용

- 크레인 인상능력(35톤, 30m) 및 시공성, 안전성을 감안하여 교각높이 30m가 넘는 경우
 - 거꾸집 : 슬립폼 또는 크라이밍폼 등 특수거꾸집
 - 인력운반 : 승강기
 - 철근인상 : 크레인 등 장비를 이용하는 방법으로 설계
- 본 기준의 적용은 설계시 원가계산을 위한 산정기준으로 활용

나. 적용방안

- 설계 잔여기간이 2개월이상 남은 용역 및 향후 발주 용역부터 적용

2-19 교량세굴방지를 위한 사석보호공(Riprap) 기준검토

방 침
설 심 일 15212-1682 (’98.11.30)

1. 검토배경

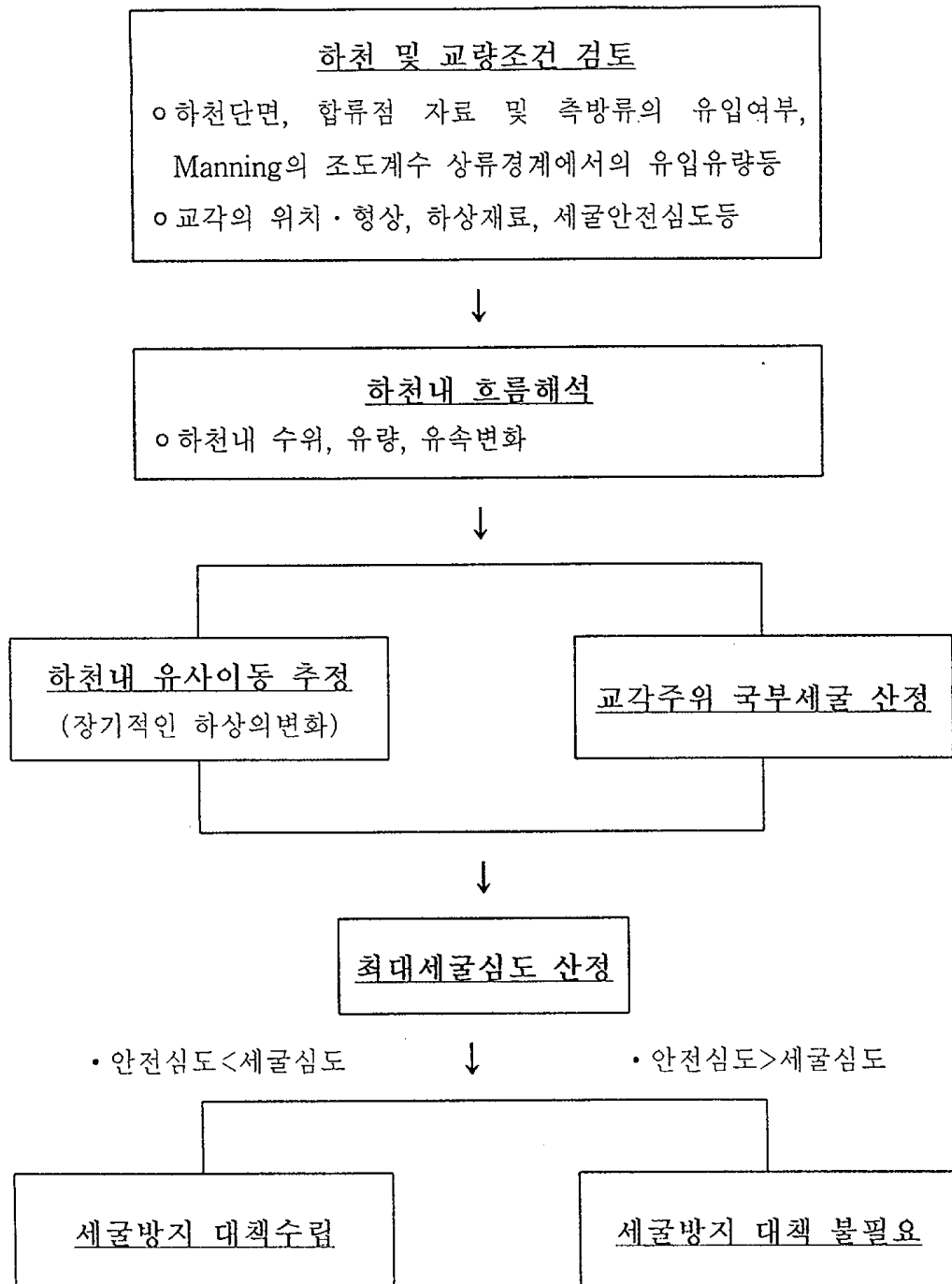
- 교량 붕괴의 주요한 원인중의 하나가 홍수시 교량기초의 세굴작용으로 인한 것으로 알려져 있고, 미국의 경우 1985년 및 1987년도에 90개 교량이 홍수로 인하여 파손되었거나 심한 손상을 입은 것으로 나타났으며, 상당부분이 세굴에 의한 영향인 것으로 조사됨(미연방도로국 : FHWA)
- 국내에서 세굴량에 대한 예측은 외국에서 개발된 수십종의 공식들을 적용
* 주1) 하고 있으며, 각 공식들은 적용되는 경계조건, 수리조건 및 하상조건등에 따라 그 해석 결과에 큰차이가 있음
- 따라서 고속도로 교량 설계시 적용할수 있는 세굴의 영향을 검토하고, 그 방지 대책으로 사석보호공법의 적용기준을 수립하고자 함.

2. 세굴의 원인

구 분		원 인	내 용
장기적 변화에 의한원인		• 하천내 유사이동에 따른 하상의 상승 및 하강작용	유역내 또는 제방으로부터 발생하는 토사의 퇴적 및 침식을 되풀이 하면서 하상의 상승 및 하강
단기적 변화에 의한 원인	수축세굴	• 통수단면의 축소	통수단면의 자연 또는 인공적인 요인으로부터 축소되어 발생하는 하상변화
	국부세굴	• 와류발생에 따른 하상변화	구조물 설치에 따른 물흐름 간섭으로 인한 와류에 의해 발생하는 하상의 국부적 변화

- 주1) 별첨 1 : 하천내 유사이동 추정식의 사용빈도
 별첨 2 : 교각주위 국부세굴 산정공식의 종류 및 특징
 별첨 3 : 세굴방지를 위한 사석크기 제안식의 종류 및 특징

3. 세굴의 설계요소 및 예측흐름



4. 문제점

가. 외국의 경험식들은 주로 특정교량 및 하천에 대한 수리실험으로 세굴깊이를 예측하고, 실측을 통하여 비교 검토하여 도출해낸 경험식으로써 국내의 수리 및 하상조건과 상이할 수 있으므로 검증절차를 거치지 않고 적용하기에는 어려움이 있음

나. 교각 세굴방지를 위한 사석크기 및 설치범위에 대한기준 미비

<세굴심도 예측 및 사석보호공에 대한 적용식 현황>

노 선	세굴깊이 적용공식	사석크기 적용공식	비 고
중부내륙	CSU	lsbach	별첨4 참조
청주~상주	"	"	
대전~당진	7개 공식 평균	"	
서공주~예산	7개 공식 평균, CSU, Lacey	"	
구미~동대구	(4개, 5개, 7개, 8개, 10개 공식) 평균	lsbach, Richardson HEC - 18	
대구~포항	(7개, 9개 공식) 평균	lsbach, Richardson	
서 해 안	-	-	

다. 사석품질기준 미비

5. 기준검토 방향

외국의 경험식들은 국내의 수리 및 하상조건과 상이할 수 있으므로 무분별한 적용을 지양하고 최근 국내에서 연구 검토된 보고서의 추천식을 중심으로 비교·검토하여 기준 설정

6. 교량세굴 관련 연구보고서 비교

가. 세굴깊이

구 분	한국도로공사 도로연구소 “교각세굴 방지대책 연구”(’96.12)	인천대학교 공업 개발연구소 “김포대교 교각하상 세굴방지 대책에 관한연구” (’96.11)	시설안전 기술공단 “교량세굴의 평가 및 점검”(’96.12)	건설교통부(인하대학 교, 인천대학교 한국 종합기술개발공사) “하천횡단 구조물의 세굴안전진단 시스 템의 개발”(’97.12)
장기적인 하상의 변화 해석 프로그램	◦ HEC-6		◦ 토사추적법 ◦ BRI-STARS ◦ HEC-6	◦ NCNET (Engelund and Hansen 공식, Yang 공식)
수축세굴	◦ Laursen 공식		◦ Laursen 공식	
국부세굴	◦ C.S.U. 사용	◦ C.S.U 공식 ◦ Froehlich 공식 ◦ Laursen 공식 ◦ Melville 공식 ◦ 수리모형 실험	◦ C.S.U 공식	◦ Laursen 공식 ◦ Melville 공식 ◦ Jain and Fisher 공식 ◦ C.S.U 공식 ◦ Neill 공식 ◦ Froehlich 공식

※ 세굴깊이 산정공식

A. 수축세굴

제안자	제안공식	사용기호
Laursen	$\frac{y_2}{y_1} = \left(\frac{Q_2}{Q_1}\right)^{\frac{6}{7}} \left(\frac{W_1}{W_2}\right)^{K_1} \left(\frac{n_2}{n_1}\right)^{K_2}$	y_1 : 상류부 주 수로의 평균수심 y_2 : 수축단면의 평균수심 Q_1 : 토사를 운송하는 상류부 수로의 유량 Q_2 : 수축단면의 유량 W_1 : 상류부 주 수로의 저폭 W_2 : 수축부 주 수로의 저폭 n_1 : 상류부 주 수로의 Manning의 n n_2 : 수축단면의 Manning의 n K_1, K_2 = 하상물질 운송양식에 기초하여 결정되어지는 지수

B. 국부세굴

제안자	제안공식	사용기호
C.S.U	$\frac{d_s}{y} = 2.0 k_1 k_2 k_3 k_4 \left(\frac{b}{y}\right)^{0.65} (Fr)^{0.43}$	d_s : 세굴심도, y : 수심 b : 교각폭, Fr : Froude수 K_1 : 교각형상에 따른 보정계수 K_2 : 흐름입사각에 대한 " K_3 : 하상조건에 대한 " K_4 : 하상재료크기에 대한 "
Neill	$\frac{d_s}{b} = 1.5 \left(\frac{y}{b}\right)^{0.3},$ 계수 - 1.2 : 교각끝단이 둥근 경우 1.5 : 배열이 되지않은 모든교각	d_s : 세굴심도, y : 수심 b : 교각폭,
Laursen	$\frac{b}{y} = 5.5 \frac{d_s}{y} \left[\left(\frac{d_s}{11.5y} + 1\right)^{1.7} - 1 \right]$	d_s : 세굴심도, y : 수심 b : 교각폭
Melville	$11.5y = \frac{d_s}{\left(1 + \frac{0.182}{d_s/b}\right)^{0.589} - 1} \quad (Fr < 0.5)$ $d_s = 3.4b Fr^{0.67} \quad (Fr > 0.5)$	d_s : 세굴심도, y : 수심 b : 교각폭, Fr : Froude수
Froehlich	$\frac{d_s}{b} = 0.32 \left(\frac{b'}{b}\right)^{0.62} \left(\frac{y}{b}\right)^{0.46} F^{0.2} \left(\frac{b}{D_{50}}\right)^{0.08} + 1$	d_s : 세굴심도, b : 교각폭 b' : 투영 교각의 폭 F : Froude수 D_{50} : 평균입경 $\emptyset$: 교각의 형상계수
Jainv & Fisher	$\frac{d_s}{b} = 2.0 (F - F_c)^{0.25} \left(\frac{y}{b}\right)^{0.5} \quad (0.2 \leq Fr - F_c)$ $\frac{d_s}{b} = 1.84 \left(\frac{y}{b}\right)^{0.3} F^{0.25} \quad (Fr \leq F_c)$	d_s : 세굴심도, y : 수심 b : 교각폭, Fr : Froude수 F_c : 한계 Froude수

나. 사석보호공

구 분	한국도로공사 도로연구소 “교각세굴 방지대책 연구”(’96.12)	인천대학교 공업 개발연구소 “김포대교 교각하상 세굴방지 대책에 관한연구” (’96.11)	시설안전 기술공단 “교량세굴의 평가 및 점검”(’96.12)	건설교통부(인하대학 교, 인천대학교, 한국 종합기술개발공사) “하천횡단 구조물의 세굴안전진단 시스 템의 개발”(’97.12)
사석크기	◦ 경험식과 실험 치의 편차를 보 정하여 사석결 정에 대한 도출 식 결정	◦ Ricardson, Ishbash, Carstens, Neill, Breusers, Quazi and Peterson, Parola, Chiew, Bonaundas, Inglis와 Thomas 및 Joglekar공식	◦ Ishbash 공식	◦ Ricardson, Ishbash, Carstens, Neill, Breusers, Quazi and Peterson, Parola, Chiew, Bonaundas, Inglis와 Thomas 및 Joglekar공식 (※김포대교와 동일)
설치깊이		◦ 최대세굴 깊이의 75~85%적용	◦ 사석 직경(D50) 의 3배이상	◦ 사석 크기의 3 단이상
설치범위		◦ 수리모형 실험에 의해 결정	◦ 교각전면폭의 최 소2배 이상	◦ 최대세굴 심도에 서 모래의 안식 각(1:2) 적용
검토의견	세굴깊이를 산정 하기 위해 추천된 식은 낙한강교의 세굴실측치와 비 교하여 검증하였 으며, 사석의 크기 는 경험식과 실험 치의 편차를 보정 하여 사석크기 결 정식을 도출하였 으나 설치깊이 및 범위가 제시되지 않아 일반적 적용 이 곤란	특정하천 및 교량 에 대한 수리모형 실험을 실시한 결 과와 경험식을 중 합하여 결정함으 로써 일반적 적용 곤란	미 연 방 도 로 국 의 HEC-18내용중심 으로 검토되어 국 내의 수리 및 하 상조건과 상이할 수 있으므로 적용 곤란	국내 대·소 하천 의 실측결과와 실험 결과를 바탕으 로 국내적용 가능 한 공식이 검토되 었으며 세굴진단 시스템이 개발되 어 일반적 적용용 이

※ 사석크기 산정공식

제안자	제안공식	사용기호
Isbash	$V_0 = C \sqrt{2g D_u \frac{(\gamma_s - \gamma)}{\gamma}} \times \sqrt{\cos \beta - \sin \beta}$	V_0 : 구조물이 없는상태에서 입자에 직접작용하는 접근 유속 C : Ishbash계수 (최소 : 0.86, 최대 1.20) g : 중력가속도 D_u : 사석의 크기를 구체로 환산한 직경 γ_s : 사석의 비중 γ : 물의 비중 β : 사석이 부설되는 하상의경사 D_{50} : 사석의 중앙입경, K : 교각형상계수 (원형:1.5, 사각형교각 : 1.7) D : 사석보호공 표층의 위치 b : 교각의 직경 y_0 : 수심 Y_0 : 하천내 평균접근 수심 Y_r : 사석위 물기둥의크기 W : 사석무게 ρ : 물의밀도
Carstens	$V_0 = \frac{0.86}{1.5} \sqrt{2g D_u \frac{(\gamma_s - \gamma)}{\gamma}}$	
Neill	$V_0 = \frac{0.86}{1.5} \sqrt{2g D_u \frac{(\gamma_s - \gamma)}{\gamma}}$	
Breusers	$D_u = 2.83 \frac{V_0^2}{\frac{(\gamma_s - \gamma)}{\gamma} g}$	
Richardson	$D_{50} = \frac{0.692 (KV)^2}{2g \frac{(\gamma_s - \gamma)}{\gamma}}$	
Quazi and peterson	$\frac{\rho V_0^2}{(\gamma_s - \gamma)} = 1.44 D_u^{0.82} y_0^{0.18}$	
Parola	$\frac{\rho V_0^2}{(\gamma_s - \gamma)} = 0.8 D_u \quad 20 < \frac{b}{D_u} < 33$ $\frac{\rho V_0^2}{(\gamma_s - \gamma)} = 1.0 D_u \quad 7 < \frac{b}{D_u} < 14$ $\frac{\rho V_0^2}{(\gamma_s - \gamma)} = 1.2 D_u \quad 4 < \frac{b}{D_u} < 7$	
Chiew	$D_u = \frac{U_o^3}{10.47 \sqrt{y_o}}$	
Bonaoundas	$D_u = 6 - 3.3 V_0 + 4 V_0^2$	
Inglis, Tomas 및 Joglekar의 공식	$V_o = 2.3 y_o^{-1/3} y_r \left(\frac{W}{r_s} \right)^{1/6} \sqrt{g \frac{(\gamma_s - \gamma)}{\gamma}} b^{1/12}$	

7. 사석의 품질검토

가. 시방기준

구 분	기 준	비 고
하천공사 표준시방서 (건설교통부)	- 비 중 : 2.5이상 - 압축강도 : 1,000kg/cm ² 이상	화강암류, 안산암류, 현무암류, 석회암류 등
항만공사 표준시방서 (건설교통부)	- 비 중 : 2.5이상 - 압축강도 : 500kg/cm ² 이상	
특별시방서 (수도권 신공항 고속도로)	균등한 크기로 잘 분포된 비풍화암 으로 모가난 쇄석	

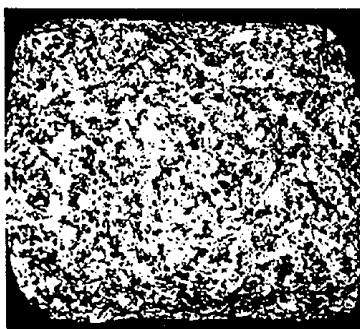
나. 암석의 일축압축강도에 따른 분류

구분 암석	일축압축 강 도 (kg/cm ²)	현 장 육 안 관 찰		비 고
		풍화변질상태	햄머상태	
극경암	1600이상	· 변질받지 않고 대단히 신선	· 햄머타격시 튀어오르고 여러번 타격시 갈라지거나 신선한 면이 나타남	
경 암	1300~1600	· 대체로 신선하며 절리면을 따라 약간 풍화, 암내부는 대체로 신선 (약간풍화 - 신선)	· 햄머타격시 금속음을 내고 잘 부서지지 않으며 튀는 경향을 보임	
보통암	1000~1300	· 절리면을 따라 다소 풍화 진행, 석영을 제외한 장식 및 유색광물 일부 변색됨 (보통 - 약간풍화)	· 햄머타격시 탁음을 내고 2~3회에서 갈라지며 갈라진면이 날카로움	
연 암	700~1000	· 암의 내부를 제외하고 균열을 따라 다소 풍화 진척되어 있으며, 장식 및 유색광물이 변색됨. (심한 - 보통풍화)	· 햄머로 1~2회 치면 둔탁음을 내고 부서지거나 갈라짐	
풍화암	300~700	· 암의 내부까지 풍화가 진척되어 있고 암의 구조 및 조직이 남아 있음 (완전 - 심한풍화)	· 약함햄머 타격에 부서지고 일부 손으로 부서짐	

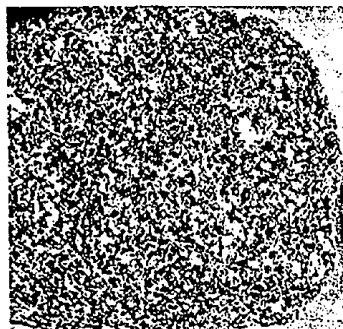
<도로설계실무편람 : 한국도로공사>

다. 국내 일반적으로 분포된 암석분류 및 특성

생성원인에 의한 분류		국내 일반적 분포 암석	암석의 특성
종 류	내 용		
화성암	○ 마그마가 굳어져 생성된 암석	○ 화강암 ○ 섬록암	- 신선한 경우 단단함 - 구성광물의 열전단을 및 팽창계수 차이로 풍화받기 쉬움
		○ 안산암 ○ 현무암	- 공극이 존재함 - 신선한 경우 강도가 큼
퇴적암	○ 암편, 모래, 실트, 점토가 고결하여 생성된 암석 ○ 화학반응에 의한 생성물	○ 사 암 ○ 역 암 ○ 이 암 ○ 혈 암 ○ 석회암 ○ 응회암	- 틈이 많음 - 층리구조 발달 - 풍화 내구성이 약함
변성암	○ 화성암, 퇴적암이 열이나 압력에 의하여 변화하여 생성된 암석	○ 편마암 ○ 편 암 ○ 규 암	- 암편은 경질이지만 지질구조 복잡 - 재결정 구조 - 염리 및 편리구조



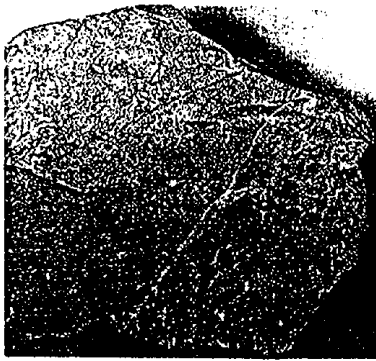
화 강 암



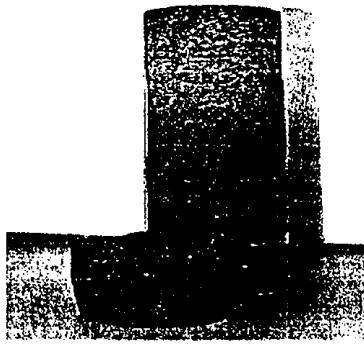
섬 록 암



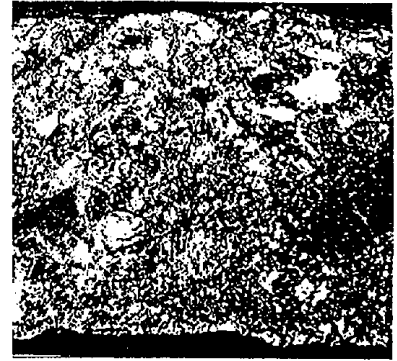
안 산 암



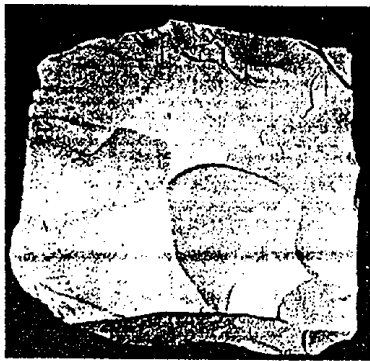
현 무 암



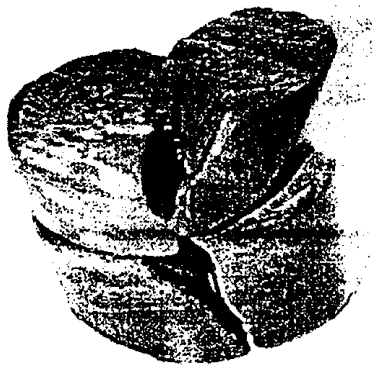
사 암



역 암



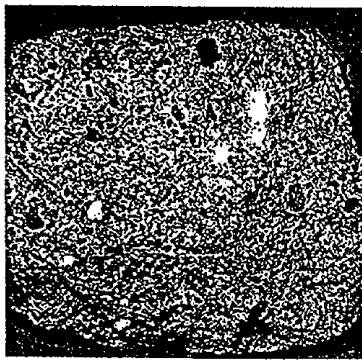
이 암



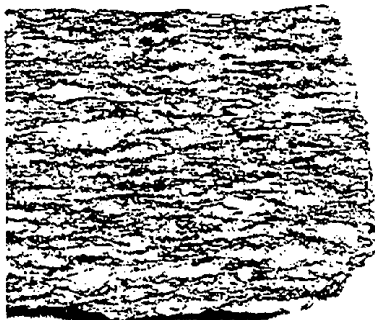
혈 암



석 회 암



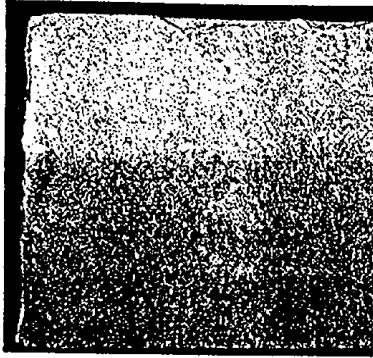
응 회 암



편 마 암



편 암



규 암

라. 암석의 풍화작용

① 풍화작용의 요인

- 기후조건, 지질구조, 암석의 광물조성과 조직, 시간.
- 무한한 시간을 고려한다면 기후조건 이외의 것은 중요한 요소라 할 수 없음.

② 장석의 풍화

- 장석은 화성암과 변성암중에 거의 60%를 점유하는 광물임.
- 장석은 오랜기간동안 습기가 많은 대기와 접촉하면 고령토로 변질됨.
- 장석의 분해과정은 실험으로도 검토해 볼 수 없는 장구한 시간을 요함.

③ 화학적 풍화

- 대기중의 이산화탄소는 극히 약한 탄산수를 생성하며, 방해석 같은 광물이 분해됨.(장구한 시간 필요)
- 석회암은 틈으로 흘러들어간 지하수에 의해 화학적 풍화(용해) 발생.

④ 물리적 풍화

- 퇴적암은 퇴적층리, 화성암은 고결될 때 수축에 의한 균열, 변성암은 높은 응력을 받아 변형될 때 균열(절리)이 발생됨.
- 절리면은 스며들어간 수분에 의해 점점 간격이 크게 되며, 지속적인 동결 융해에 의한 썩기 작용으로 최종적으로 단일 광물입자로 풍화됨.

마. 검토 의견

- 사석은 유수에 의한 유출방지를 위해 적정비중을 유지해야 하며, 수중에 설치되는 점을 감안하여, 물에 풍화되기 쉬운 암석 및 절리가 발달된 암석은 사석으로 사용해서는 안되며,
- 암석의 화학적 풍화작용 및 장석의 풍화는 장구한 시간이 요구되므로 사석선정시 고려치 않아도 될 것으로 판단됨.
- 따라서, 비중이 상대적으로 낮은 제주 현무암과 풍화에 대한 내구성이 약한 퇴적암류의 사암, 역암, 이암, 혈암, 석회암, 응회암은 사석으로 적절치 않고,
- 그 외 암석은 사석으로 사용하여도 무리가 없을 것으로 판단됨.

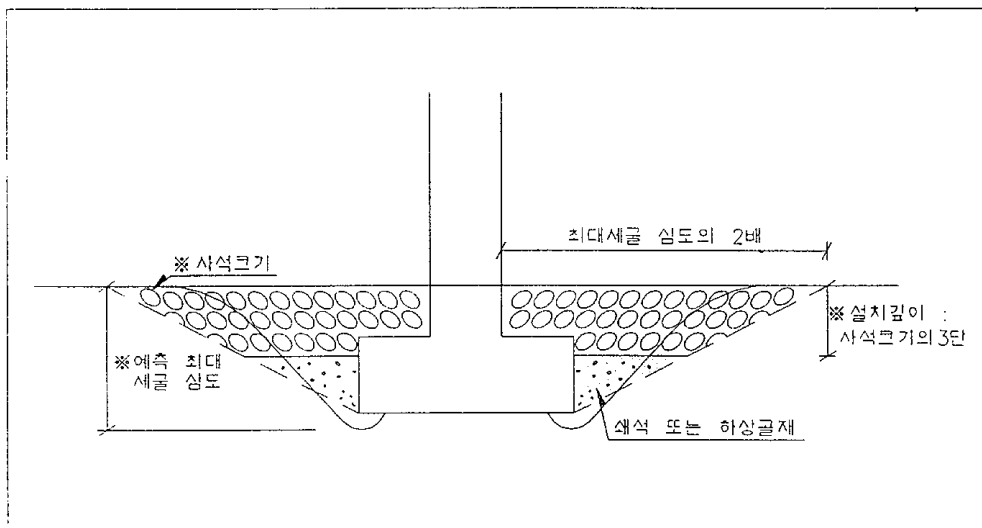
8. 검토 결론

1) 세굴 및 사석보호공

모든 하천의 하상 및 수리조건을 만족하고 공통적으로 적용할 수 있는 세굴관련 경험식은 현재까지 없는 실정이므로 수리모형 실험을 실시하여 세굴을 예측하는 것이 가장 합리적이라고 판단되나, 수리모형 실험의 소요기간이 길고 일부대학에서만 가능하여 모든 하천 횡단교량에 대해 실험식을 도출하여 적용하는 것은 현실적으로 어려운 실정인바, 설계 및 공사시행 단계에서 전문기술자의 실험실시 여부 판단에 따라 실시하여 적용하는 것이 바람직하다고 판단됨

가. 수리모형 실험을 실시할 경우 : 수리모형 실험결과 우선 적용

나. 수리모형 실험을 실시하지 않을 경우 : 건설교통부의 “하천횡단 구조물의 세굴안전진단 시스템의 개발”에 관한 연구 보고서의 추천식에서 나타난 결과중 수리전문가가 적정하다고 판단되는 결과치를 산술평균하여 적용



※ 예측 최대 세굴심도

Laursen, C.S.U, Neill, Melville, Froehlich, Jain & Fisher의 공식에서 산정된 결과를 산술평균하여 적용 (한강 교량의 경우 약 7m)

※ 사석크기

Isbash, Carstens, Neill, Breusers, Richardson, Quazi and peterson, Parola, Chiew, Bonaoundas, Inglis와 Tomas 및 Joglekar의 공식에서 산정된 결과를 산술평균하여 적용 (한강 교량의 경우 평균 무게 약 50kg)

- 다. 동일교량에서 다수의 교각이 설치될 경우 사석의 크기는 시공성을 고려하여 교각별 사석크기중 최대치 적용
- 라. 사석은 유수에 의해 유출되지 않도록 맞물림 시공하고, 마무리면은 하상면과 동일하게 시공

2) 사석품질 기준

- 비중 2.5이상
- 제주 현무암과 퇴적암류인 사암, 역암, 이암, 혈암, 석회암, 응회암등을 제외한 암석 사용.
- 물리적 풍화를 고려할 때 연암이상(일축압축강도 $700\text{kg}/\text{cm}^2$)의 비풍화암을 사석으로 사용하는 것이 바람직하다고 판단됨.

3) 본검토서는 세굴방지를 위한 사석보호공에 대한 기준이며, 콘크리트블럭, 테트라포트등의 타 보호공 적용시 세굴예측은 본 검토서의 기준을 적용할수 있음

4) 적용기준

- 용역설계 : 시행중인 용역
- 시공중인 현장
 - 상기기준을 적용 검토하여 시공할수 있음
 - 사석보호공에 대한 설계는 하천흐름의 프로그램 해석이 필요하므로 수리학적 전문지식이 있는 감리단의 상주 또는 비상주 감리원이나, 수리전문가에게 검토의뢰 하여 시행하는 것이 바람직함.

6. 검토결론

○ 검토의견

- 강관말뚝 머리 보강 방법이 다양화 됨에 따라
 - 표준도에 현재 수록되어 있는 속 채움 콘크리트에 의한 방법 외에 볼트식 방법을 추가하고
 - 두부 및 선단보강의 통합 단가를 머리보강 단가와 선단보강 단가로 분리하고 머리 보강비용은 볼트식과 속채움 방법에 의한 단가를 상호 비교하여 낮은 단가를 적용
- 강관말뚝의 머리부위를
 - 하중조건에 따라 적정하게 보강이 가능하도록 구조검토 시행을 의무화하고
 - 적용이 용이하도록 “구조계산예” 제시

○ 적용시기

- 설계중인 용역 : 적용
- 설계완료후 미발주 노선 : 공사 발주시 적용
- 공사중인 노선 : 강관말뚝 설계변경으로 시행가능한 경우
적용

2-21 교대법면 보호블럭 설치검토

방 침

설 계 일
15212-1869
('98.12.24)

1. 검토목적

교대보호블럭 하단부에 부직포를 깔고 시공하므로써 보호블럭사이에 잡초가
생장하여 블록의 이완, 파손발생 및 미관저해에따라 시공방법을 재검토하여 적정
하게 적용코자함

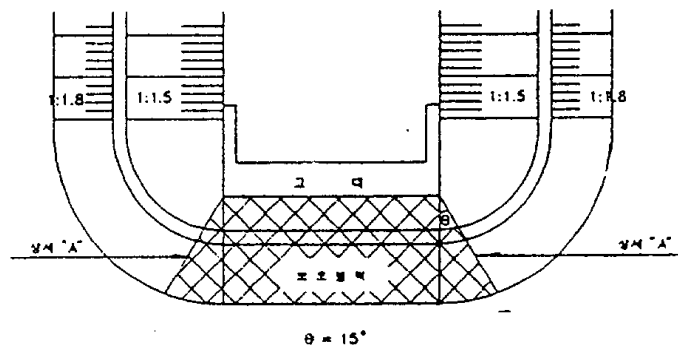
* 시공방법 추진경위

- 바닥콘크리트(t=10cm) + 보호블럭 ('96감사원 감사지적)
- 부직포 + 보호블럭 ('98 자체감사시 잡초생장으로 지적)

2. 교대 보호블럭 설치목적

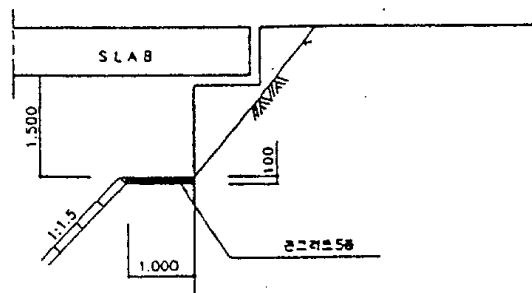
교대 앞채움부의 보호블럭은 교대 앞채움부가 교량상부 slab로 인해 식물생장
에 필요한 수분 및 햇빛이 공급될 수 없어 식생에의한 보호방법대신 블럭시공으
로 교대법면의 세굴 및 유실을 방지하고 미관을 증대시키며, 또한 교량의 SHOE
및 교대 점검토로 사용

교대 보호블럭 설치도



(주: 설치각도는 현장여건에 따라 θ=45 이하의 범위내에서 조정함)

· 측 연 도



- SHOE 받침통 폭 : 약 1.5M 이상, 폭 1.0M 보 설치.
- 교면 배수지크 설치시 : 보호블럭 측면 도수로 내보 유도.

3. 교대 보호블럭 시공현황 및 현상태

노선명	S T A	교 량 명	부위	시 공 방 법	시공년도	현 상 태
서해안 고속도로	연결로0+131	둔대육교	A1	부직포+보호블럭	1996	법면쪽 잡초생장
	연결로1+984	팔곡육교	A1	"	"	전면 잡초생장
						일부 블럭파손
		팔곡육교	A2	"	"	전면 잡초생장
	37+125	아목1교	A2	"	"	법면쪽 잡초생장
	48+207	율암교	A1	바닥콘크리트+보호블럭	"	잡초생장없음
			A2	"	"	"
	49+324	노하육교	A2	"	"	"
		몽탄2교	A1	부직포+보호블럭	1998	전면 잡초생장
			A2	"	"	"

가) 부직포 설치 + 보호블럭 설치시

- 형하고가 낮은 교량은 교대 보호블럭 설치지점의 상부구조물 직하단부에는 잡초가 생장하지 않고 법면쪽에만 잡초생장
- 형하고가 높은 교량은 교대 보호블럭 설치지점에 전반적으로 잡초생장

나) 바닥 콘크리트 타설 + 보호블럭 설치시

- 잡초생장이 되지 않음

※사진대지 참조

4. 현시공시 문제점

교대 보호블록 하부의 부직포 사이로 교대 압성토 부위에 수분 및 햇빛 등의 침투로 식물생장환경을 조성하여 블록 사이에 잡초가 생장하므로

- 블록의 이완과 파손발생
- 교대 법면의 미관저해
- 잡초 제거에 따른 유지보수 비용의 소요

5. 대체방안

구 분	당 조 안	1 안	2 안
공 법	· 부직포+교대 보호블럭	· 바닥콘크리트(t=10cm)+교대 보호블럭	· 바닥콘크리트(t=10cm)+교대 보호블럭 · 교대 보호블럭 삭제
시공개요	· 교대 앞채움 다짐후 부직포를 설치하고 교대 보호블럭 시공	· 교대 앞채움부 다짐후 바닥콘크리트(t=10cm)타설후 교대 보호블럭 시공	· 미관이 요구되는 곳(고속도로,국도,지방도 등 통행량이 많은곳)에는 바닥콘크리트(t=10cm) 타설후 교대 보호블럭 시공 · 그외 지역(농로, 산지부 등 통행량이 적은곳)에는 교대 보호블럭 삭제
장·단점	· 시공이 용이 · 잡초생장 · 침투수 방지에의한 앞성토 붕괴방지 · 공사비 저렴	· 시공이 용이 · 잡초생장 방지 · 침투수 방지로 앞성토 붕괴방지 · 보호블럭의 안정성 유지로 유지관리용이 · 공사비 과다	· 시공이 용이 · 선정지점의 구분이 명확하지 않음 · 보호블럭 미설치지점은 강우에 의한 성토부 붕괴 예상 · 교대 앞채움부 세굴부위 유지보수 필요 · 세굴토사에 의한 주변도로 통행 저해 · 공사비 절감
채택안		○	

6. 검토결론

- 육교의 교대 앞채움은 교대 토압감소, 도로 성토부와의 연속성 유지, 교대의 점검로 역할을 하고
- 앞채움 보호를 위한 방법으로 블록을 설치하며
- 교대 보호블럭 사이에 잡초생장을 방지하기 위해 바닥콘크리트를 타설하고 블록시공을 하여 교대의 미관증대 및 교대 앞채움 법면보호

7. 적용

- 표준도 개정
- 교대 보호블럭 미시행한 곳은 변경하여 적용

1. 검토 목적

고속도로 건설시 많이 시공되고 있는 P.S.C BOX GIRDER교(ILM)의 상부구조 강선배치를 개선하여 경제적이고 시공성이 양호한 설계를 추진하고자함.

2. 현적용 실태

- 압출시의 응력분포에 관계없이 전길이에 1차 강선 수량을 동일하게 배치
- 완성시의 응력분포에 관계없이 최대 작용응력을 기준으로 전길이에 2차 강선 수량을 동일하게 배치

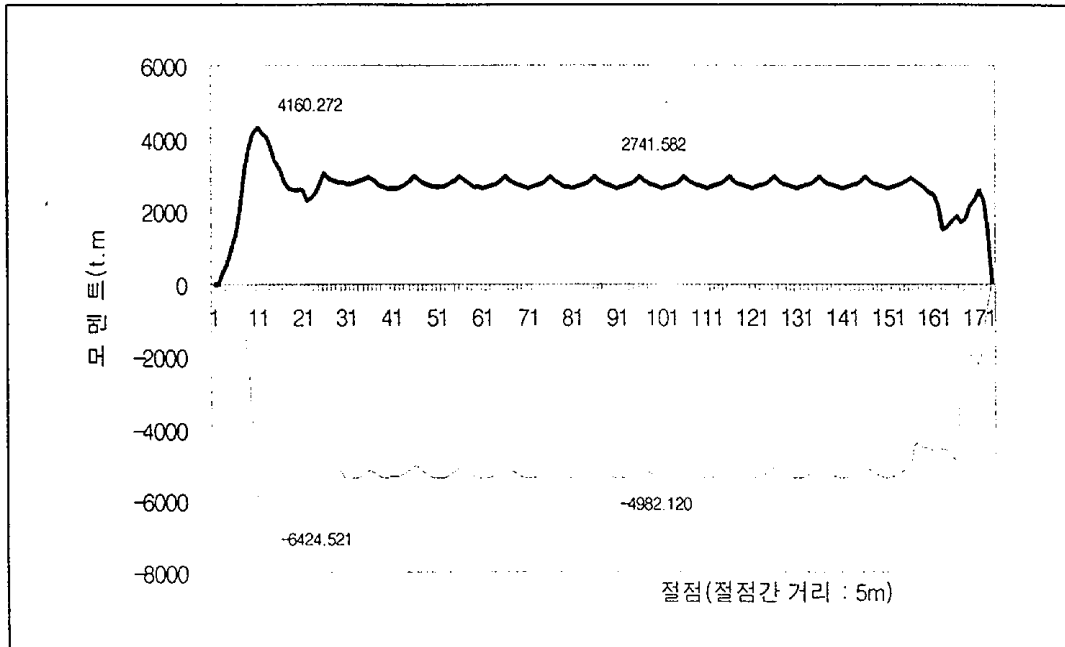
3. 문제점

- 단면력 최대구간(1st~4th seg)을 제외한 일반구간(5th~Last seg)에서는 가설시 강선량이 과다하여 작용응력이 허용응력에 비해 여유(지간 50m, 2차로 경우 인장부 약 95%)가 많아 비경제적이고 불필요한 강선배치로 철근조립 등의 시공성 불량.
- 완성후 지점부(부모멘트부)를 기준으로 2차 강선 배치시 지간중앙부(정모멘트부)에서는 강선량이 과다하여 작용응력이 허용응력에 비해 여유(지간 50m, 2차로 경우 압축부 약 43%)가 많아 비경제적이고 불필요한 강선배치로 철근조립 등의 시공성 불량.

4. 구조 검토

가. 압출시 GIRDER 단면별 최대 응력분포 (2차로,경간 50m,H=2.95m일 경우)

● 압출시 각 위치별 최대 단면력



- 일반적으로 최대 단면력은 정모멘트는 NOSE 선단에서 15m 지점(약 85m 압출시), 부모멘트는 NOSE 선단에서 30m 지점(약 120m 압출시)에서 발생되며 단면력은 표준구간보다 정모멘트는 약 52%, 부모멘트는 약 29% 정도 크게 발생된다.

● 강선량 비교 (일반구간의 경우)

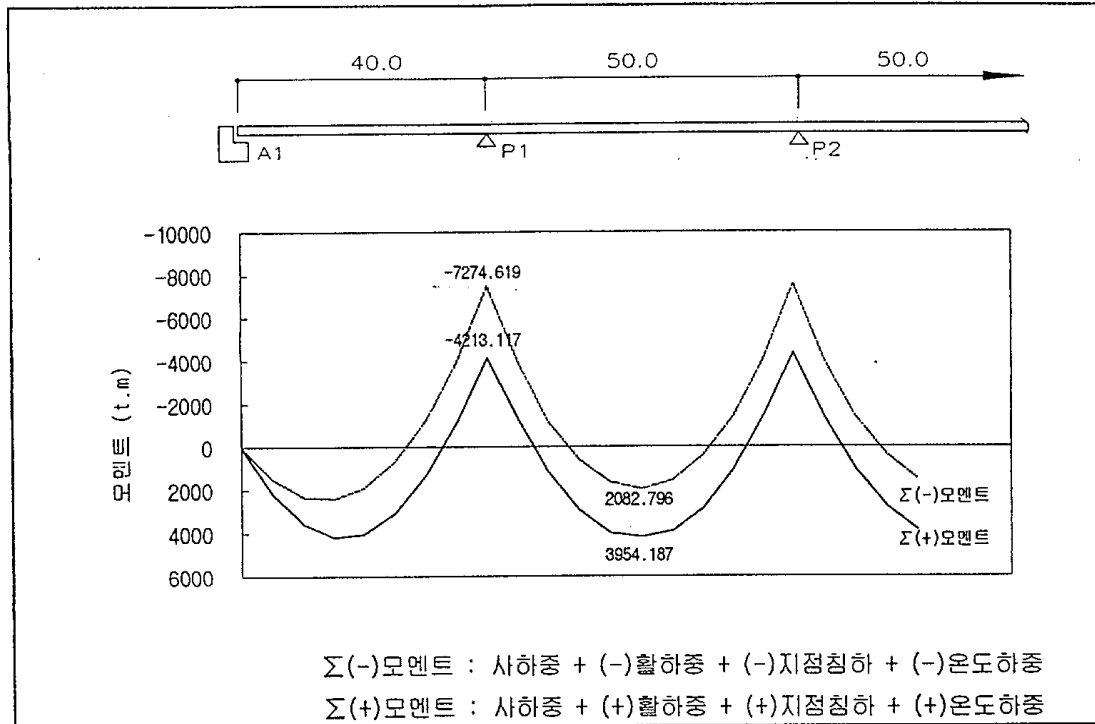
(단위 : 개)

구 분	상부슬래브	하부슬래브	계	비 고
동 일 배치시	$12 \times 20 + 7 \times 4 = 268$	$12 \times 15 = 180$	448	-
구 분 배치시	$12 \times 18 + 7 \times 2 = 230$	$12 \times 13 = 156$	386	▽62

- 현 설계에 일반적으로 적용되는 방법은 1차강선 배치시 최대 단면력 발생구간에 배치된 강선을 전구간에 배치함으로서 표준구간에서는 필요이상의 강선이 배치되므로 표준구간에서 강선량을 조절하면 1차 강선량을 약 14% 정도 감소시킬수 있다.

나. 공용시 GIRDER 단면별 최대 응력 분포 (2차로,정간 50m,H=2.95m일 경우)

● 완성시 발생하는 단면력



- 교량 완성후 사하중, 활하중, 온도 및 지점침하에 의해 발생하는 단면력은 부모멘트가 정모멘트 보다 약 45% 정도 크게 발생된다.

● 강선량 비교

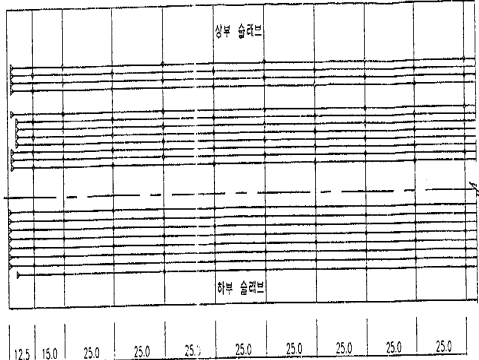
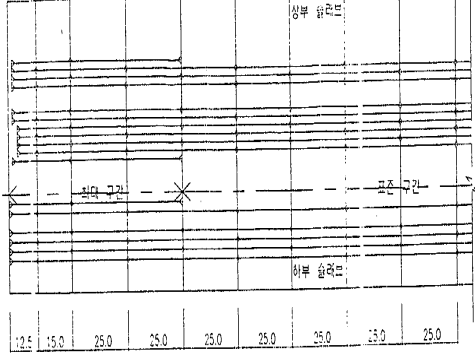
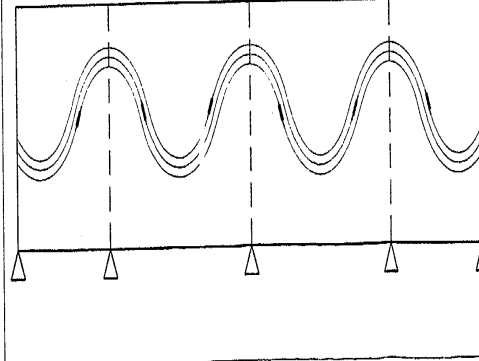
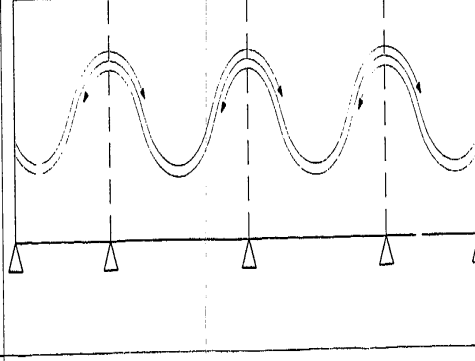
(단위 : 개)

구 분	지간 중앙부 (정모멘트부)	지 점 부 (부모멘트부)	비 고
동일 배치시	$19 \times 12 = 228$	$19 \times 12 = 228$	-
구분 배치시	$19 \times 8 = 152$	$19 \times 12 = 228$	▽76

- 현 설계에서는 전단면에 동일한 2차 강선을 배치하여 정모멘트부에 필요 이상의 강선이 배치되어 있으므로 정모멘트부와 부모멘트부를 구분하여 모멘트 변화에 유사하게 강선배치시 전체적으로 2차 강선량을 약 17% 정도 감소시킬수 있다.

개선(안) 비교

가. 2차로, 경간 50m의 경우(L=630m 기준)

구 분			당 초	개 선	비 고
개 선	1차 강선 배치	평 면 도	전단면 동일 배치 	최대,표준구간 구분 배치 	
		강선량	상부 : 268 ea 하부 : 180 ea	상부 : 최대구간 268 ea, 표준구간 230 ea (▽38ea) 하부 : 최대구간 180 ea, 표준구간 156 ea (▽24ea)	
	2차 강선 배치	중 단 면 도	전단면 동일 배치 	지점부, 중앙부 구분배치 	
		강선량	중앙부 : 228 ea 지점부 : 228 ea	중앙부 : 152 ea 지점부 : 228 ea	
공 사 비			183억7천8백만원	172억3천3백만원(▽11.45억원)	L=630m의 경우 상부공사비의 6.2% 감소
장 · 단 점			· 강선량 증대로 인한 공사비 증가 · 정착구가 많아 시공성 변함	· 강선량의 감소로 인한 공사비 감소 · 정착구 감소로 시공성 양호해짐	

나. 공사비 절감

- 현재 설계중인 교량 공사비 절감액

- 현재 설계중인 노선 연장 : 총 335.0 km
- P.S.C BOX GIRDER (I.L.M)교의 총연장 : 3.23 km
- 상부 공사비 총 절감액

$$\frac{3.230km}{0.63km} \times 11.45 \text{ 억} = 58.7 \text{ 억}$$

- 고속도로 1km 당 절감액

$$\frac{11.45\text{억}}{0.63km} \times \frac{3.23km}{335km} = 17 \text{ 백만원/km}$$

6. 검토 결론

- 1차 강선의 경우 표준구간과 응력 최대구간을 구분하여 강선 배치
- 2차 강선의 경우 지점부와 지간 중앙부를 구분하여 강선 배치

7. 설계 적용 방안

- 개선안 방침 결정후 설계되는 교량
- 설계중인 노선은 세부설계가 실시되지 않은 교량

2-23 강합성 교량 Slab 콘크리트 연속타설을 위한 설계 개선방안 검토

방	침
설	심
일	일
15212-8	
('99. 1. 6)	

1. 검토목적

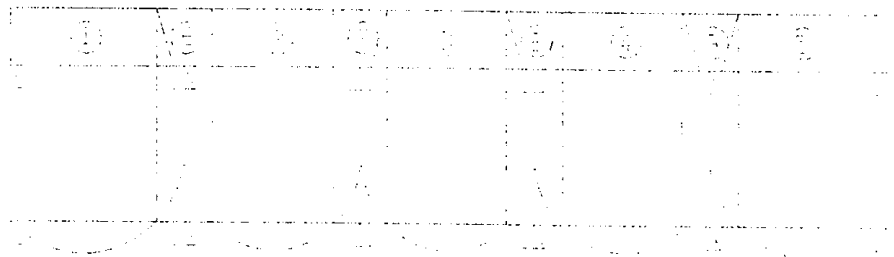
강합성 연속형교의 슬래브 콘크리트의 타설순서를 모멘트도에 의한 이론적인 방법으로 설계하고 있으나, 시공이음 과다발생으로 인한 품질저하 등 문제점이 있어 실제 현장에서는 설계와 달리 일방향 타설방법으로 시행하므로 이를 합리적으로 개선코자 함.

2. 현행 Slab 콘크리트 타설방법

- 모멘트도에 의거한 이론적인 방법으로 정모멘트가 발생하는 지간 중앙부 타설 후 부모멘트가 발생하는 지점부 타설

Slab 콘크리트
타설순서

모멘트도

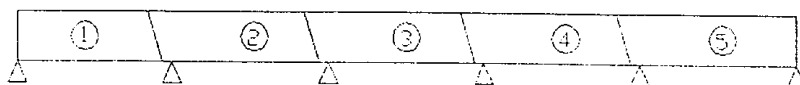


3. 문제점

- 시공이음부 과다발생으로 슬래브 평탄성 불량 및 콘크리트 품질저하
- Deck finisher를 이용하여 교량 시점에서 종점까지 순차적으로 타설하는 실제 시공방법과 불일치

4. Slab 콘크리트 타설방법 개선(안)

- Deck finisher에 의해 교량 시점에서 종점까지 순차적으로 타설

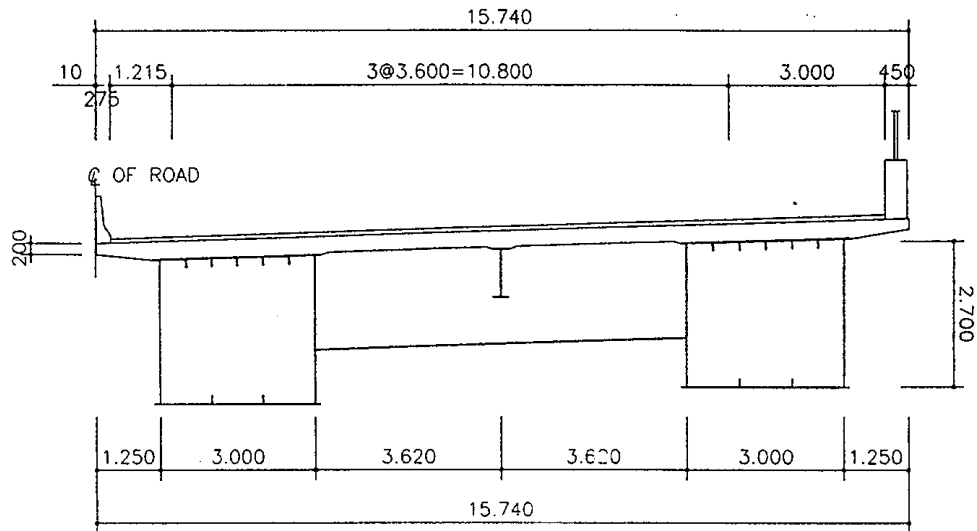


5. 타설방법 개선(안)의 적용성 검토

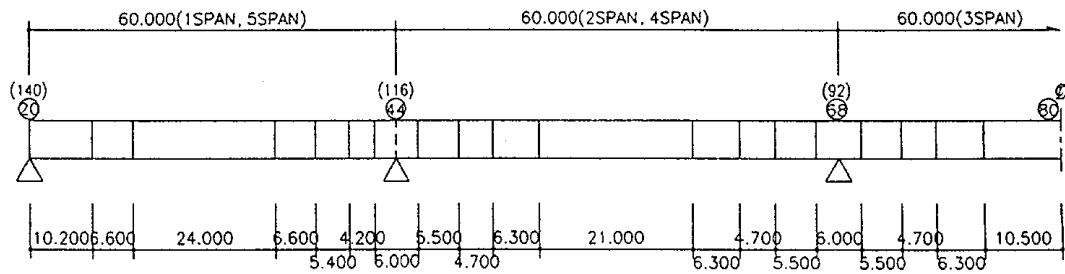
가. 검토대상 교량

■ 등지간 교량

- 지간구성 : $L = 5@60.0 = 300.0\text{m}$
- 표준단면



• 해석 모델링



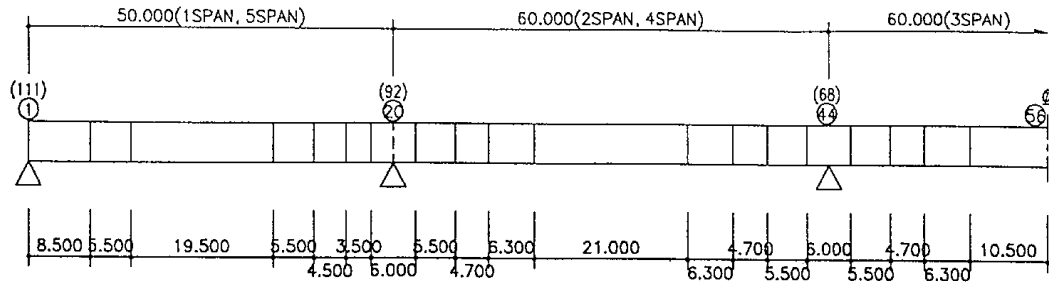
지간구성 : $5@60=300\text{m}$

○ : NODE NO.

■ 부등지간 교량

- 지간구성 : $L = 50.0 + 3@60.0 + 50.0 = 280.0\text{m}$
- 표준단면 : 등지간 교량과 동일

• 해석 모델링



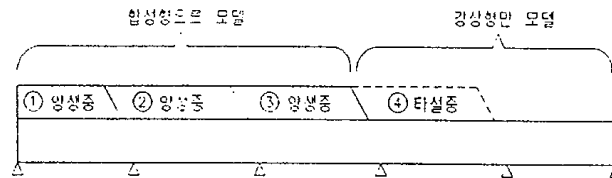
지간구성 : 50+3@60+50=280m

○ : NODE NO.

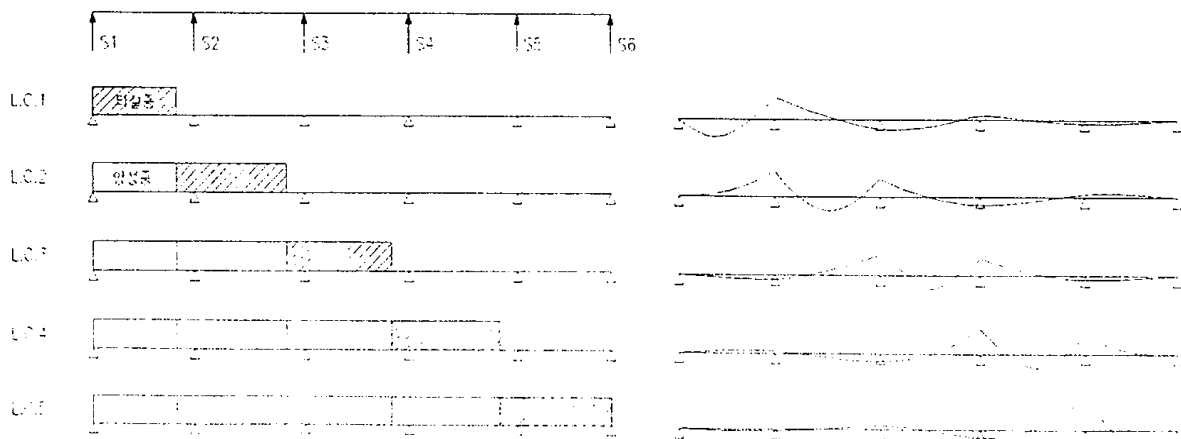
- PSC Beam교와 Preflex Beam교의 경우에 있어서는, 시공시 주형을 연속화시키는 공정과 콘크리트 바닥판의 시공공정이 동시에 이루어져야 하고, 주형의 연속화방안이 연구중이므로 검토대상에서 제외함.

나. 해석모델 및 하중재하

- 콘크리트 타설 순서에 따라 이미 양생이 진행된 부분은 합성형으로, 현재 타설 진행중이거나 타설전인 부분은 강상형만 비합성으로 모델링함.



- 타설 및 양생이 진행됨에 따라 다음과 같이 5단계로 구분하고, 각 Load Case 별로 주형에 작용하는 모멘트와 전단력을 검토후 바닥판 콘크리트에 가장 불리하게 작용하는 단면력에 대해 응력 및 균열검토 실시



- 타설중인 콘크리트의 응력검토를 위하여 기 타설되어 양생중인 콘크리트의 자중을 재하하지 않음.

다. 검토결과(붙임 #1 Slab 응력 및 균열검토내용 참조)

- 등시간 교량

- 주형의 단면력(모멘트)

(단위 : ton · m)

NODE	타설 완료시	CASE 1	CASE 2	CASE 3	CASE 4	CASE 5
20	0.04	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00
44	-2744.14	-1671.32	-1584.37	397.25	-124.47	51.66
68	-1960.63	515.56	-1159.56	-1670.62	446.06	-185.46
92	-1960.57	-157.99	355.19	-1124.22	-1714.81	611.23
116	-2744.14	44.48	-99.98	316.25	-1019.93	-2219.79
140	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04

- 응력 및 균열검토

각 Load Case별 주형의 단면력 검토결과, 제5지간의 콘크리트 타설을 완료하기 전 제4내부지점(S5)의 초결이 진행된 Load Case 5의 경우가 가장 불리하게 작용하여 이에 대해 검토

구 분	계산식	계산결과	허용값	비 고
콘크리트 응력검토	$\sigma = \frac{M}{nI} y$	53.69kg/cm ² (인장)	18.9kg/cm ²	N.G. : 콘크리트의 인장력은 인장부 철근이 지지함
콘크리트표준시방서에 의한 균열검토(p.139)	$W = 1.06R\sigma_s \sqrt[3]{d_c A} \times 10^{-5}$	0.061mm	0.243mm	O.K.
NCHRP Report 297에 의한 균열검토	$\rho = \frac{\epsilon}{Y}$	0.00018m ⁻¹	4 × 10 ⁻⁴ in ⁻¹ (0.016m ⁻¹)	O.K.

■ 부등지간 교량

• 주형의 단면력(모멘트)

(단위 : ton · m)

NODE	타설 완료시	CASE 1	CASE 2	CASE 3	CASE 4	CASE 5
1	0.04	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00
20	-2194.36	-1023.60	-1658.66	434.84	-132.69	34.94
44	-2081.61	315.72	-1137.56	-1674.42	435.67	-14.92
68	-2077.08	-97.68	351.79	-1133.79	-1671.51	375.74
92	-2205.63	30.41	-109.49	352.66	-1141.20	-1486.36
111	0.16	0.00	0.00	0.01	-0.02	0.18

• 기 타설된 콘크리트의 응력

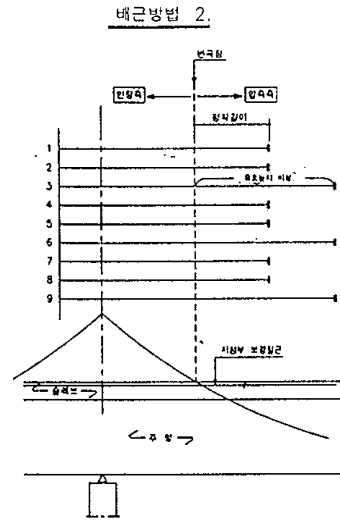
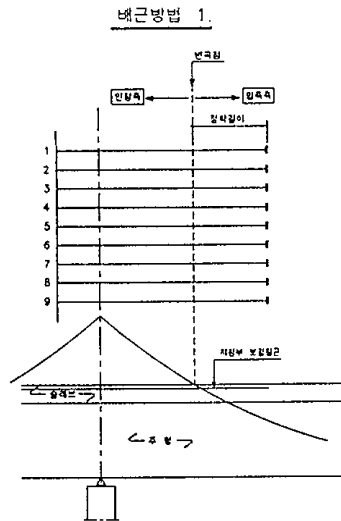
각 Load Case별 단면력 검토결과, 제3지간의 콘크리트 타설을 완료하기 전 제2내부지점(S3)의 초결이 진행된 Load Case 3의 경우가 가장 불리하게 작용하여 이에 대해 검토

구 분	계산식	계산결과	허용값	비 고
콘크리트 응력검토	$\sigma = \frac{M}{nI} y$	40.50kg/cm ² (인장)	18.9kg/cm ²	N.G. : 콘크리트의 인장력은 인장부 철근이 지지함.
콘크리트표준시방서에 의한 균열검토(p.139)	$W = 1.06R\sigma_s \sqrt[3]{d_c A} \times 10^{-5}$	0.046mm	0.243mm	O.K.
NCHRP Report 297에 의한 균열검토	$\rho = \frac{\epsilon}{Y}$	0.00013m ⁻¹	4 × 10 ⁻⁴ in ⁻¹ (0.016m ⁻¹)	O.K.

- 응력검토결과 기 타설된 콘크리트 Slab의 응력이 허용치를 초과하나 인장력은 슬래브의 철근으로 지지되며,
- 균열검토결과 허용균열폭 이내의 값을 나타냄.

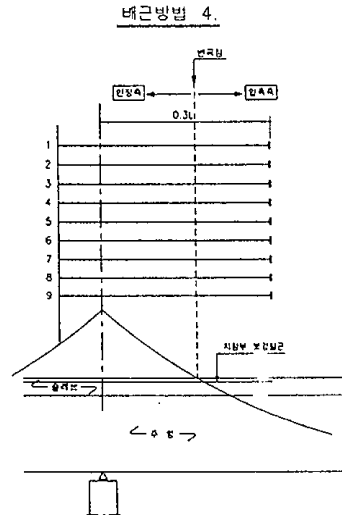
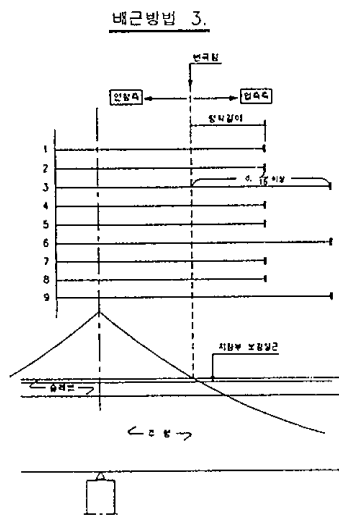
6. 시험시공 사례('96. 수도권건설사업소)

가. 바닥판 부모멘트 보강 정착부 철근배근방법(붙임 #2 시험시공 결과)



① 휨모멘트의 부호가 변하는 지점을 지나 바닥판 콘크리트의 압축측에 정착(매입길이 규정없음)

② 지지점의 부모멘트에 대한 총철근량의 1/3이상을 변곡점을 지나 부재의 유효 높이 이상



③ 지지점의 부모멘트에 대한 총철근량의 1/3이상을 변곡점을 지나 지간의 1/16이상의 매입길이 만큼 연장

④ 교축방향 보강철근 범위는 정착길이 포함 0.3L(지간길이)

■ 시험시공 결과 : ① - 균열발생, ②, ③, ④ - 균열발생 없음

나. 시험시공결과 분석

- 부모멘트부 보강철근 부위의 횡방향균열은 철근배근량의 차이(중앙부 : H13→ 지점부 : H29)가 크고, 겹이음이 동일위치에 집중되어있어(방법 ①), 구조적인 연속성의 급격한 저하로 인해 발생한 것으로 판단되며, 균열이 발생하지 않은 구간(방법 ②, ③, ④)은 배근연장에 따른 힘의 분산효과 때문인 것으로 판단됨.
- 도로교표준시방서 콘크리트교편 또는 콘크리트표준시방서의 정착개념을 적용하여 시험시공을 실시한 결과, ③방법(총 철근량 1/3을 변곡점을 지나 순경간의 1/16만큼 연장배근)이 가장 우수.

7. 검토결론

- 강합성교의 Slab 콘크리트 타설순서는 일방향 연속으로 시공하는 것으로 설계
- 지점부 철근의 정착길이 및 겹이음 위치를 표기한 상세도를 Slab 배근도에 추가
 - 지점부 부모멘트 보강철근 철근의 면적 : Slab 콘크리트 단면적의 2%이상으로 하되, 주장을 $0.045\text{cm}/\text{cm}^2$ 이상(도로교표준시방서 9.2.3)
 - 지점부 부모멘트 보강철근의 총철근량중 1/3이상은 변곡점을 지나 부재의 유효높이 이상, 철근지름의 12배 이상, 또는 순경간의 1/16 이상의 매입길이 만큼 연장.(도로교표준시방서 콘크리트교편 3.5.8, 콘크리트표준시방서 7.12)

8. 적용방안

- '99. 1월 이후 준공예정인 실시설계에 적용

방	침
설	심
일	일
15201-9	
('99. 1. 6)	

1. 검토목적

풍화암 이상의 암반에 지지되는 타입강관말뚝 설계시 허용지지력 산정방법이 도로교표준시방서에 명확히 제시되어 있지 않아 설계자별 시방규정의 적용상 혼선으로 말뚝의 본당 허용지지력이 과소평가되는 등 문제점이 발생하여 풍화암 이상의 지반에 지지되는 강관말뚝의 허용지지력에 관한 설계기준을 정립하여 설계의 합리성을 도모하고자 함.

2. 현 도로교표준시방서('96)의 허용지지력 산정방법

제IV편 하부구조편, 9.4 말뚝의 허용지지력 (p.684)

규정

- 2) 지반조건에 따라 결정되는 말뚝의 축방향 극한지지력은 적절한 지반조사를 토대로 지지력 추정식을 이용하여 산정하거나 연직재하시험을 실시하여 구한다.

해설

- 1) 계산을 통해 극한지지력을 추정할 경우에는 적절한 지반조사 결과를 토대로 다음과 같은 방법을 사용하는 것이 좋다. 그리고, 유사한 지반에서의 재하시험기록 등을 참고로 계산결과를 검토하여 지지력을 판정하는 것이 좋다.

$$R_u = q_d A + U \sum l_i f_i$$

여기서,

R_u : 지반조건에 따라 결정되는 말뚝의 극한지지력(t)

A : 말뚝 선단 면적(m^2)

q_d : 말뚝 선단에서 지지하는 단위면적당의 극한지지력(t/m^2)

U : 말뚝의 둘레 길이(m)

l_i : 주변마찰력을 고려하는 층의 두께(m)

f_i : 주변마찰력을 고려하는 층의 최대 주변마찰력(t/m^2)

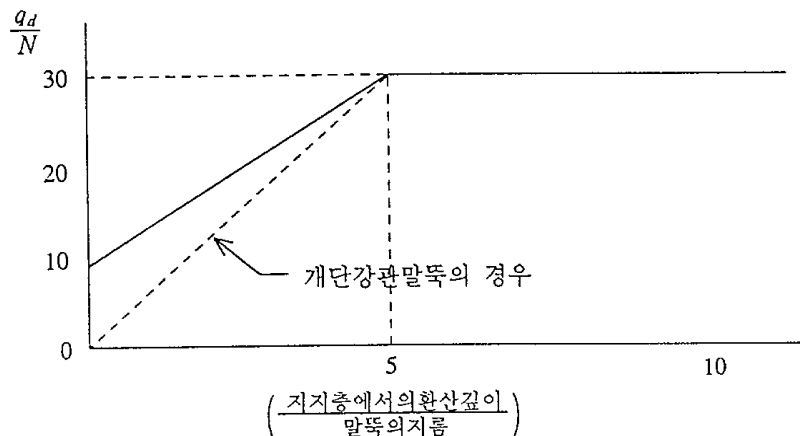
- i) 말뚝선단의 극한지지력 q_d 의 추정

① 타입말뚝

타입말뚝의 경우, 말뚝선단의 극한지지력 q_d 는(해설 그림 9.4.1)을 이용하여 추정하는 것이 좋다.

(해설 그림 9.4.1)은 q_d 와 말뚝선단지반의 설계 N 값((해설 그림 9.4.2) (b)에 나와 있는 방법으로 구한 N 값)의 비 q_d/N 을 말뚝 지지층에서의 근입비(지지층에서의 환산 근입깊이/말뚝지름)의 함수로서 나타낸 것이다.

개단강관말뚝의 경우에는 (해설 그림 9.4.1)에서 선단폐쇄효과의 발생깊이를 고려하여 근입비 ≤ 5 에서 극한지지력을 낮추었다. 그리고, (해설 그림 9.4.1)은 말뚝 선단 지반이 자갈, 모래, 점성토지반일 때 적용되는 것으로 보통암이나 연암류의 경우는 대상에서 제외된다. 또한 말뚝 선단 지반의 설계 N 값은 지지력 산정상 40을 상한으로 한다.



해설 그림 9.4.1 말뚝의 선단 지반의 극한지지력의 산정도

3. 문 제 점

- 도로교표준시방서에서 제시한 말뚝 축방향 극한 지지력공식은 말뚝 선단지반이 자갈, 모래, 점성토 지반일 때 적용하는 것으로 보통암이나 연암이상의 경우는 제외되어, 말뚝의 선단을 일반적으로 풍화암이상의 지반에 근입되도록 설계하는 고속도로 교량의 경우 선단지지력 산정에 대한 설계기준이 불분명하고,
- 도로교표준시방서의 자갈, 모래, 점성토 지반에 대한 공식의 경우 지지층내의 근입깊이와 말뚝선단의 N 치만으로 지지력을 계산하므로, 암반에 지지되는 강관말뚝에 적용할 경우 지지암반의 특성(일축압축강도, RQD, TCR 등)이 전혀 고려되지 않으며,

- 또한, 암반층 내에 말뚝의 타입깊이에 한계가 있음에도, 설계자에 따라 일부는 도로교표준시방서에 제시된 근입비에 의한 감소율을 적용하여, 근입비가 5이하인 경우는 말뚝의 선단 허용지지력을 감소시켜 기초의 과다설계가 이루어지고 있음.

4. 암반에 지지되는 강관말뚝 축방향 지지력 검토

가. 지지력 계산방법 검토

- 도로교표준시방서와 외국시방서 및 관련 문헌에서 제시한 지지력공식과 경험적 방법에 의해 강관말뚝 축방향 지지력을 산정, 비교검토함.

■ 검토 조건

- 말뚝선단 지지지반 : 연암
- 말뚝제원 : $\phi 508\text{mm}$, $t=12\text{mm}$
- 선단면적 : 0.2027m^2
- 선단 순단면적 : 0.00946m^2
- 지지층내 강관말뚝 근입깊이 : $2d$ (d =말뚝직경)

- 시방서 및 기타 문헌에 의한 말뚝 선단지지력 산정결과 비교

(붙임 #1 : 도로교표준시방서 및 기타 문헌에 의한 말뚝 지지력 산정 참조)

규 정	도로교표준시방서			PILE DESIGN and CONSTRUCTION PRACTICE (Tomlinson著)	일본 철도교시방서	Goodman 공식
	감소율 적용 (N=40)	감소율 미적용 (N=40)	연암·이암에 대한 지지력 추정방법(안)			
강관말뚝 선단 지지력 (ton/본)	32.4	81.0	132.2	389.3	60.78	262.0

- 도로교표준시방서의 자갈, 모래, 점성토 지반에 대한 지지력공식 적용시 타 방법에 의한 값보다 안전측의 값을 나타냄.(전체 평균인 159.6ton의 20.3%)
- 암반에 대한 지지력공식 적용시 지반특성에 따른 지지력 산정방법에 따라 선단 지지력이 약 2배에서 최대 12배까지의 차이를 보임.

나. 도로교표준시방서에 의한 지지력 검토방법별 경제성 분석

(붙임 #2 : 도로교표준시방서에 의한 지지력 계산 및 경제성 분석 참조)

구 분	감소율 적용 (N=40)	감소율 미적용 (N=40)	연암·이암에 대한 지지력 추정방법(안)	비 고
수직하중 (ton/본)	67.90	87.16	103.76	
허용지지력 (주변마찰력 포함, ton)	73.0	95.8	175.09	
압축응력 (kg/cm ²)	741.5	1071.3	1275.3	허용응력 1,400kg/cm ²
말뚝본수	36(4×9)	24(3×8)	21(3×7)	
개략공사비 (만원)	3,700	2,400 (△1,300)	2,100 (△1,600)	
안전성 검토결과 분 석	• 말뚝27본 : 불충분 (105.6%) • 말뚝36본 : 적절(93%)	• 말뚝27본 : 과다(81%) • 말뚝24본 : 적절(91%) • 말뚝21본 : 다소불안 (99%)	• 말뚝27본 : 과다(68%) • 말뚝21본 : 적절(91%) • 말뚝18본 : 다소불안 (99%)	

• 도로교표준시방서의 자갈, 모래, 점성토 지반에 대한 지지력공식(근입비에 의한 감소율 고려, N치 상한 40)을 적용할 경우와 도로교표준시방서의 「연암·이암을 지지층으로 하는 타입강관말뚝의 축방향 지지력의 추정방법(안)」을 적용할 경우를 비교해 보면 선단지지력은 102.09ton(약2.4배)증가.

• 말뚝본수는 15본(약42%) 감소.

• 교대 1기당 말뚝공사비 1,600만원 절감.

• '97년 설계준공된 노선의 교량 666개소 중 암반지지 말뚝기초를 20%(약 133개소)로 가정했을 경우 85억1천2백만원 절감효과.

- 전체교량 : 666개소/78711.4m

- 평균연장 : 118.2m(지간장 40m기준시 약 3경간)

1,600만원×4기(교각 2기, 교대 2기)×133개소 = 851,200백만원

다. 노선별 설계현황(붙임 #3 : 노선별 설계현황 참조)

노선명	공구	말뚝규격	말뚝 선단지반	적용식	허용축방향 지지력(t/본)	비 고
부산-대구간 (경산-삼랑진)	7	ϕ 508-12t	연암	도로교표준시방서 (토사층)	85.3	감소율 미적용 주변마찰력 고려
서해안 (군산-무안)	23	ϕ 508-12t	"	도로교표준시방서 참고자료	141.9	주변마찰력 무시
경부선 (구미-동대구)	4	ϕ 508- 9t	"	Goodman	86.9	"
안중-음성간 (안중-평택)	3	ϕ 508- 9t	"	도로교표준시방서 (토사층)	79.8	감소율 미적용 주변마찰력 무시
천안-논산간	1	ϕ 508- 9t	"	"	88.2	감소율 미적용 주변마찰력 고려
구미-대구-포항간 (대구-포항)	9	ϕ 508- 9t	풍화암	"	78.8	감소율 적용 주변마찰력 고려
호남선 135km 선형개량		ϕ 508-12t	연암	"	101.7	감소율 미적용 주변마찰력 고려

- 대부분 도로교표준시방서의 자갈, 모래, 점성토 지반에 대한 지지력공식을 적용하였으나, 일부노선(군산-무안, 구미-동대구)에서는 도로교표준시방서의 「연암·이암을 지지층으로 하는 타입강관말뚝의 축방향 지지력의 추정방법(안)」과 Goodman의 공식을 적용.
- 대부분은 강관말뚝의 선단을 연암에 지지토록 설계.
- 일부노선(대구-포항)에서는 말뚝의 근입비에 따른 감소율을 적용.
- 노선별로 주변마찰력 고려여부 상이.

라. 자문위원 의견

구 분	자문내용	조치내용	비 고
이인모 교 수	강관 Pile 극한지지력 산정방법	금회 설계시에는 항타가능 N치를 50으로 상향조정하고 파동해석을 시행하여 변경	

구 분	자문내용	조치내용	비 고
김수일 교 수	선단지지력 추정을 위하여 30 $N \cdot A_p$ 공식만을 사용하는데 이 는 너무 보수적인 값이라 판단 되며, 우리나라와 같이 선단지 반상태가 좋은 경우에는 지지 력을 크게 증가시킬 수 있으리 라 판단되니 현장재하시험을 실시하여 우리나라에 적합한 식을 만들어서 쓰는 것이 바람 직하며, 경제적이다 사료됩니 다.(Meyerhof가 처음 공식 발표 시는 사질토 지반의 경우 $40 \cdot$ $N \cdot A_p$ 임)	국내의 지반공학회에서 발행된 자료중 깊은 기초의 표준관입시 험 결과를 이용한 말뚝지지력 공식(p.269)의 신뢰도에 의하면 $q_u=30 \cdot N \cdot A_p$ 의 값이 합리적일 것이라고 결론을 추론하였고, 항 타가 가능한 지반의 N치는 50이 상으로 되어 있으므로 N치의 상 한선을 50으로 상향조정 반영	
	암반에 박히는 말뚝의 지지력 산정방법도 고려되어야 할 것 으로 판단됩니다.	암반에 대한 지지력은 암반의 물성치의 시험결과에 따라 사용. 즉, 일축압축강도를 사용	
이인모 교 수	주변마찰력은 절대 무시해서는 안됨.	주변마찰력을 고려하여 재설계 하였음.	안중-평택 (안중-음성) 제3공구
김명모 교 수	하천유무에 상관없이 기초말뚝 은 무조건 풍화암 안치개념 재 고요.	검토후 보완	서해안 (군산-무안) 제15공구
이 송 교 수	교량의 교대, 교각 기초에 대한 기초지지력 검토내용을 구체적 으로 제시할 것.	교대, 교각별 기초지지력 산정결 과를 상세하게 수록토록 보완하 였음	대전-당진간 (서공주-예산) 제6공구
	모든 구조계산에 사용된 토질 관련 정수들은 토질시험 및 압 축시험 자료, 과거 경험적인 값 및 설계기술자의 know-how 에 의하여 분석하고 자신있게 제 시하고 계산할 것.	토질정수 판단근거는 실내시험 자료 등을 근거로 판단하였으나 Soil parameter 산정근거를 제시 하겠음.	"

구 분	자문내용	조치내용	비 고
백영식 교 수	토질조사보고서와 일반보고서에서는 각종 동역학적 지지력 공식(Hiley, Damish, Gate)과 정역학적인 지지력공식을 이용하여 말뚝의 허용지지력을 결정하고 있음. 한편, 구조계산서에서는 도로교표준시방서에 준하여 허용지지력이 산정되어 있음. 이들 허용지지력값으로부터 설계허용지지력이 결정되는 과정에 대한 기술자의 판단과 평가가 기술되어야 할 것으로 생각됨.	동역학적 지지력공식의 평균값과 정역학적 지지력공식을 비교하여 최소값을 말뚝의 허용지지력으로 결정하였음.	영동선 (호법·가남) 제2공구

마. 구조 및 지반분야 기술자 의견(붙임 #4 : 기술자별 의견서)

■ 구조분야 의견

- 도로교표준시방서의 참고자료 “연암·이암을 지지층으로 하는 타입강관말뚝의 축방향 지지력의 추정방법(안)” 또는 Goodman의 공식 등이 적절하나,
- 지지력 산정시에는 토질 및 기초 또는 지반분야의 기술자의 검토를 거치는 것이 타당함.

■ 토질 및 기초분야 의견

- 연암이상 암반에 지지되는 강관단뚝에 도로교표준시방서의 자갈, 모래, 점성토 지반에 대한 지지력공식 적용의 비합리성에는 동의함.
- 다만, 지반의 특성에 기인한 불확실성과 현장여건 및 지지암반의 다양성을 감안할 때 공식의 선택 및 제반변수의 선정은 토질 및 기초분야 기술자의 판단의 범위로 남겨두는 것이 타당함.

■ 도로연구소 지반연구실 의견

- 시추조사시 시추깊이 등에 대한 보정을 실시하여 정확한 N치가 측정되도록 하고, 시추주상도에서 풍화암으로 표기되는 지반의 N치를 상향 요망(50/30~50/5의 지반은 풍화토로 표기하고, 50/5이상의 지반을 풍화암으로 표기)

- 조사대상범위 내에서 다수의 재하시험을 실시하고, 그 지역 고유의 지지력특성을 통계적으로 파악하여 지지력 추정식을 적용요망.

5. 결 론

가. 암반에 지지되는 강관말뚝기초의 선단지지력 산정시 도로교표준시방서의 참고자료인 「연암·이암을 지지층으로 하는 타입강관말뚝의 축방향 지지력의 추정방법(안)」을 적용하되, 고려대상이 되는 지지층의 심도, 기반암의 상태(암석 종류, 절리, 풍화도, 지하수 등) 등과 같은 지반조건에 따라 지지력 산정방법이 달리 선택될 수 있으므로 지반분야 기술자의 세밀한 검토를 거친 후 다른 방법을 적용할 수 있도록 함.

나. 기초 설계시 토질 및 기초분야 기술자의 참여를 유도하고, 설계에 대한 책임 소재를 명확히 하기 위하여

- 일반보고서와 구조 및 수리계산서의 기초선정 및 구조계산 부분에 토질 및 기초분야 책임기술자의 구체적인 검토내용을 수록하고,
- 구조물도의 종평면도, 지질주상도상세와 교각 및 교대 일반도에 토질 및 기초분야 책임기술자의 서명을 추가.

※지질주상도상세 : 교량의 교대 또는 교각의 기초상세와 상시 및 지진시 지지력, 보링주상도 표기[설계도면 작성기준 개선, 설계기16210-76('97. 3. 19)]

6. 적용방안

'99. 1월 이후 준공되는 설계용역에 대해 적용하되, 그 이전에 준공되는 용역에 대해서는 공정을 감안하여 적용.

2-25 교량 철거공 설계기준

방	침
설	제
기	기
13201-240	
('99. 3. 4)	

1. 검토목적

- 고속도로 확장 또는 선형개량 구간의 철거대상 교량 및 유지관리시 개·보수가 필요한 교량에 대하여 현장여건, 교량 형식별, 부위별로 적정 철거공법 정립으로 철거의 안전성과 교통안전을 확보코자 함.

2. 관련시방규정

- 고속도로공사 전문시방서 (토목편, 1998)

(주요내용)

- 시공자는 설계도서에서 따라 구조물 및 지장물 제거작업 수행
 - 제거된 물질중 흙쌓기용 재료로 유용 가능한 것은 유용하고 불량재료는 폐기물 처리법에 의거 처리
- 사용중인 통행시설(교량, 암거) 및 기타 배수시설은 현장에 적합한 대체시설을 조치한 후에 철거
- 구조물 하부구조중 유수부는 하상면까지 제거하고 또한, 지표면에서 최소 30cm깊이까지 제거
- 제거작업에 발파가 필요할 때에는 발파 영향권내에 신설구조물을 설치하기 전에 발파작업 완료
- 도로 완성면에서 최소 1m깊이까지의 모는 콘크리트 제거
 - 제거잔재는 파쇄하여 토공 또는 기타 재료로 활용
- 제거작업으로 발생하는 웅덩이, 구멍, 도랑 등은 주변지반 높이까지 되메운후 다짐 실시

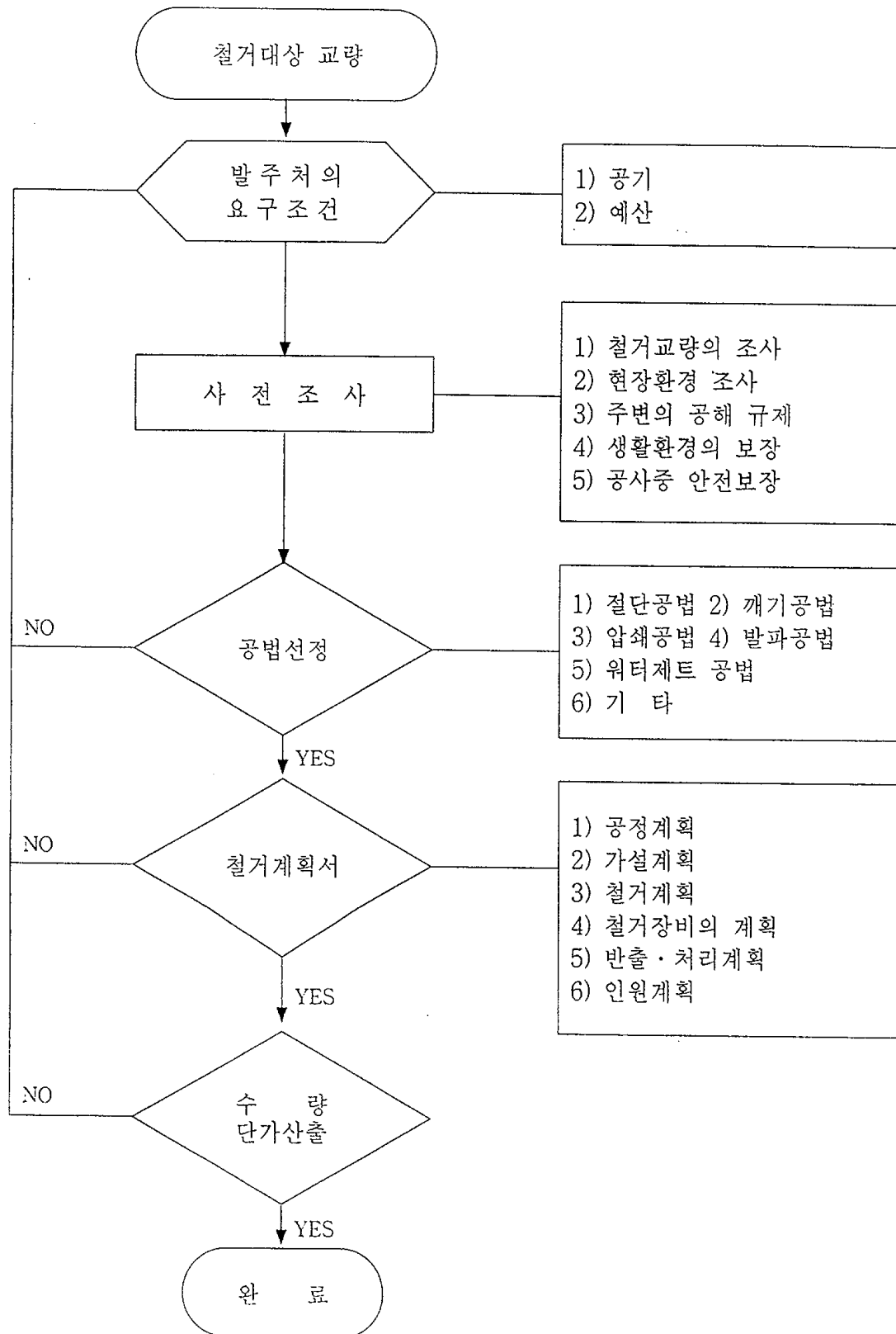
3. 검토배경

- 교량 형식, 교량부위, 기존 교량 입지여건별 철거기준 미비
- 도로 교차 교량철거시 교통처리 기준정립 필요
- 소음, 분진 등의 환경문제 대두
- 근접 신설된 교량에 대한 철거시 영향검토 필요

4. 철거공법 적용상의 고려사항

- 작업 안전성 확보
- 공용중인 교량손상 방지
- 교통처리방안 강구
- 경제성 확보
- 소음, 분진 등 민원발생의 최소화

5. 철거계획의 흐름도



6. 철거공법 비교

공 법 구 분	일반적인 파쇄공법	발 파 공 법	절단공법 (다이아몬드 와이어 소 및 휠 소)	초고압수 파쇄공법 (Water-Jet)
작 업 소 요 시 간	규격과 치수가 불균일한 작업에 한하여 시공속도가 빠름	- 순간 발파로 구조물 해체시간은 빠름 - 완벽한 사전작업 필요	철근이나 기타 금속 동시 절단이 가능하여 시공속도 빠름	상대적으로 절단 속도가 느림
시 공 정 밀 도	정밀절단 불가능	정밀 절단 불가능	정밀절단 가능	- 정밀 절단 가능 (임의 방향 가능) - 철근 손상 없이 콘크리트 부위만 제거 가능
구 조 물 영 향 여 부	해당 구조물이나 인근 구조물에 손상 우려	해당 구조물이나 인근 구조물에 손상 우려가 큼	해당 구조물 및 인접 구조물에 대한 손상 우려 없음	인근 구조물에 대한 손상 우려 없음
소 음, 분진 등 발 생	- 소음 및 분진 다량 발생 - 방음 및 비산 방지막 등의 안전시설 필요	- 순간적인 발파 해체로 다량의 소음 및 분진 발생 - 발파시 비산으로 인한 주변지역 완전 통제 필요	- 무소음 및 무분진 - 시가지 및 건설공해 예상지역에 적합	- 무소음 및 무분진 - 시가지 및 주요시설 주변 등 까다로운 작업조건에 적합
길 거 작 업 공 간	- 수중작업 불가 - 위험시설물(가스관, 송유관 등)의 주변에서 작업 불가	- 발파시 주변지역 완전 통제 (최소 사방 30m) - 수중 작업 가능 - 위험시설물(가스관, 송유관 등)의 주변에서 작업 불가	- 원격조정 작업 가능 - 근접공간에서 절단 가능 - 수중작업 가능 - 위험시설물(가스관, 송유관 등)의 주변에서도 작업 가능	- 원격조정 가능 - 근접공간에서 절단 가능 - 수중 작업 가능 - 위험시설물(가스관, 송유관 등)의 주변에서도 작업 가능
경 제 성	방음, 방진의 어려움은 있으나 대형장비의 사용으로 공사비 절감	- 완벽한 사전작업을 위한 안전시설비 증가 - 타공법과의 병용이 불가피하므로 공사비 증가	무진동 절단 인양으로 공사비 증가	- 작업조건 제약이 많고 기동성이 적어 공사비 증가 - 타공법과의 병용이 불가피하므로 공사비 증가

7. 교량 철거공 설계기준(안)

교차조건	작업여건	철거공법	비고
철도횡단	-	- 상부 : 다이아몬드 와이어 소 휠 소 - 하부 : 다이아몬드 와이어 소 휠 소	
도로 횡단	• 교통우회가 불가능한 경우	- 상부 : 다이아몬드 와이어 소 휠 소 - 하부 : 다이아몬드 와이어 소 휠 소	* 환경 제약조건이 있는 경우 : 브레커 공법 적 용 지양
	• 교통우회가 가능한 경우	- 상부 : 다이아몬드 와이어 소 휠 소 브레커 워터 제트 - 하부 : 브레커 크러셔	
하천 횡단	• 경간장이 길거나 교고가 높은 경우 (장대하천 횡단) • 수심이 깊은 하천, 호소(湖沼)	- 상부 : 다이아몬드 와이어 소 휠 소 - 하부 : 다이아몬드 와이어 소 휠 소 수중 발파	* 환경 제약조건이 있는 경우 : 브레커 공법 적 용 지양
	• 경간장이 짧은 소하천 • 수심이 얕은 하천횡단 교량 • 수질오염이 문제되지 않는 곳	- 상부 : 브레커 휠 소 - 하부 : 브레커 크러셔 수중 발파	
계곡 횡단	• 교통우회가 불가능한 경우	- 상부 : 다이아몬드 와이어 소 휠 소 - 하부 : 다이아몬드 와이어 소 휠 소	* 환경 제약조건이 있는 경우 : 브레커 공법 적 용 지양
	• 교통우회가 가능한 경우	- 상부 : 다이아몬드 와이어 소 휠 소 브레커 - 하부 : 브레커 크러셔	
	• 기존교통과 환경 제약조건이 없는 경우	상·하부 : 발파공법	
고속도로상 교육	• 교통 처리용 가도를 설치 않는 경우	- 상부 : 다이아몬드 와이어 소 휠 소 - 하부 : 다이아몬드 와이어 소 휠 소	* 환경 제약조건이 있는 경우 : 브레커 공법 적 용 지양
	• 교통 처리용 가도를 설치한 경우	- 상부 : 다이아몬드 와이어 소 휠 소 브레커 - 하부 : 브레커 크러셔	

8. 검토의견

■ 기존 교량의 철거공 설계기준 선정은 현장여건, 단계별 시공 및 교통처리, 교하 여건, 교량형식, 장비기준, 경제성, 시공성 등의 제반조건을 감안하여야 하므로 명확한 기준을 수립하기는 어려운 실정이나,

- 교량 철거공 설계기준(안)에서 제시된 기준을 바탕으로 현지여건에 따라 가장 적합한 공법선정 적용
- 별첨자료를 활용하여 교량철거공법 선정계획 수립

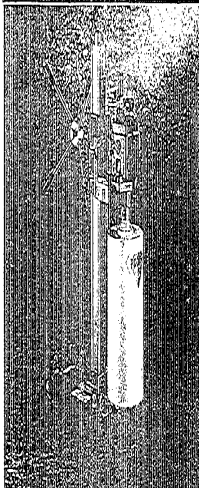
■ 적용시기

- 본 방침일 이후 설계중인 노선에 적용
- 공사중인 구간은 현지 적용성을 검토·판단하여 적용

별첨 #1. 철거공법 및 장비소개

공법 및 장비 소개

CORE DRILL 공법



공법의 원리

Diamond 들을 장착한 Core Drill Diamond 작업이 벽면 Top을 상크에 설치. 장비에 장착하여 천공하는 방법

작업성

구조물 특성에 따라 치아가 있으나 장비에 장착하여 장비 유압의 힘으로 4-5 cm/sec 천공

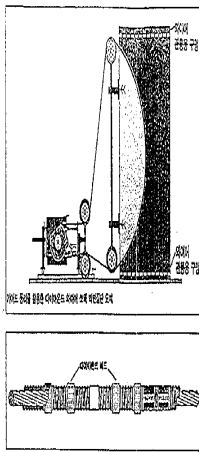
응용 분야

일반 및 콘크리트 구조물 천공

특성

- 무진동, 무소음, 무분진으로 인한 발생 소음
- 정밀한 응용으로 천공 작업에 빠르다
- 연중 정밀 천공에 적용

DIAMOND WIRE SAW 공법

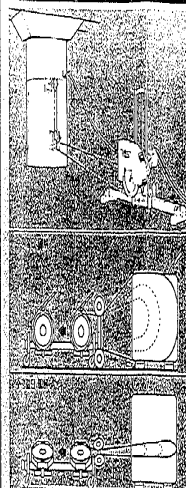


DIAMOND WIRE SAWING 공법은 오늘날 건설업에 있어 활용 되는 가장 최신의 첨단 기술이다. 일본의 발전 기술에서 유래한 본 기술은 석속, 연질, 사암과 비등 적용에 따른 중장비 및 소형 장비 공법을 대체하고 있다

DIAMOND WIRE SAWING에서는 일련의 가이드 휠로 사용되어 다이아몬드가 벽면 외곽을 따라 천공하여 잘라 내고, 외곽을 회전 시킴과 동시에 뒤로 잡아 당겨 절단한다

가용응용 분야

- 전굴이 제한된 공간, 위험한 작업 공간 등 원거리 작업이 필요한 장소에서의 내진 절단 작업
- 대형 콘크리트 구조물의 대량 절단
- 콘크리트 구조물의 절단, 부속 및 크기에 무제한
- 수중 절단



절단 방식

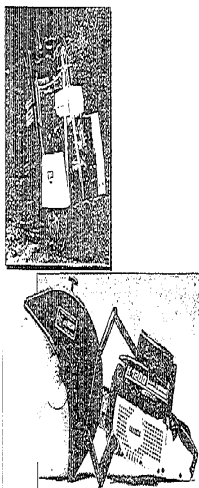
- 절단 대상물에,
- (1) DIAMOND WIRE SAW를 절단 연결
 - (2) 구동 도르레를 고속 회전시키면서
 - (3) 기계부(구동장치)를 주행, 이동
 - (4) 그릴과 같이 유압 실린더에 의해 구동 도르레를 이동시켜
 - (5) 외곽에 장력을 주어 구조물을 절단한다

도르레와 같이 절단부와 구동장치 사이에 가이드 도르레를 여러개 설치하여 선재함으로써 절단하고 절단 장소에서도 DIAMOND WIRE SAW를 자유자재로 사용할 수 있다.

장점

- 배근율이 높은 대형 철근 콘크리트 구조물의 절단
- 굴삭기, 무진동, 무분진 및 소음의 최소화
- 고속 절단 및 절단 속도
- 절단된 절단면이 구조물의 손상 방지
- 절단 및 절단된 장소에서도 작업이 가능하다

WHEEL SAW 공법



공법의 원리

그라바와 같은 원리로서 공법을 다이아몬드 휠날을 회전시켜 장축에 장착하여 절단기 기술로 회전 운동으로 고속 회전시켜 콘크리트를 천공하는 방법으로 절단

작업성

절단의 크기, 구조물의 형상에 따라 다스 치아가 있으나 절단 깊이가 10cm 기준으로 분당 3M/MIN 절단

응용 분야

구조물의 외곽, 벽면, 보 등 절단으로 절단하는 부분에 응용할 수 있는 보조 공법

특성

- 작업성이 좋고 절단부재 운반 용이
- 진동 분진이 없다
- 기계 다수 작업으로 공기 조성에 가능
- 무제한 절단 깊이를 절단하여 절단 절단

BREAKER 공법



공법의 원리

핸드 브레이커와 같은 원리이며 브레이커 헤드를 POWER SHovel에 탑재하여 사용한다

작업성

파쇄력에 커서 해체 대상의 범위가 넓으며, 기계의 종류에 따라 응용할 수 있다. 작업 능률은 약 20~30m³/일 정도이다

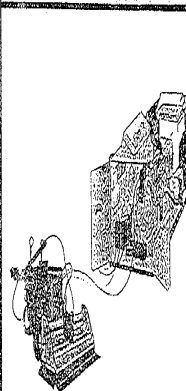
장점

- 진동, 파진의 비산이 적으며 위험성이 낮다
- 기능성에 좋아 단독 공법으로도 사용할 수 있다

단점

- 소음이 높다
- 본래에 비교적 많이 발생한다

WATER JET 공법



공법의 원리

초고압, 초고속으로 복속된 물에 의한 충격에너지를 콘크리트를 파쇄한다

작업성

발사압력은 콘크리트 강도의 10~15배 (약 3,000~4,000 kg/cm²)이며, 작업능률은 250mm 기준시 1원 약 7m³ 정도이다

장점

- 환경 및 진동이 없다
- 절단면이 대량물에 접촉하지 않고 일련의 방향으로 절단 가능
- 대형 표면에 적용이 뛰어나다

단점

- 장비비가 여타공법보다 고가이다
- 절단면이 요철로 생, 파열이 생길 수 있다
- 물의 소비량이 많고, 폐수처리 시설이 별도로 필요
- 기계들은 비교적 작으나, 대형수 발생장소에서 소음이 크다
- 장비와 기계의 최소한의 파쇄능력이 뒤떨어진다

CRUSHER 공법



공법의 원리

콘크리트의 유압 작용에 의하여 작동되는 압축력이 콘크리트 구조물을 잘라 내거나 무너져 구조물을 절단하는 방법

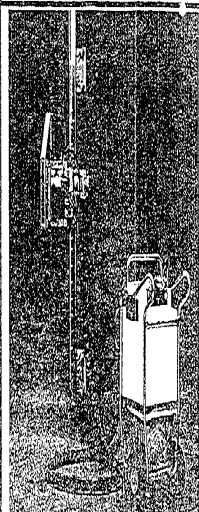
작업성

1원 약 20~50cm 정도의 파쇄가 가능하며 콘크리트 구조물 파쇄시 내부의 철근이 절단되어 절단되어 절단 절단 절단 2차 작업이 가능하다

특성

- 굴삭기, 무진동, 무분진, 무소음으로 도심에서의 작업에 적합
- 저소음, 무진동
- 절단 깊이 조절 가능
- 콘크리트 절단 문제 때문에 절단 불가능
- 절단 깊이가 깊어
- 절단 파쇄를 절단과 절단 가능하여 절단 가능하다

WALL SAW 공법



공법의 원리

현상에서 쉽게 이해하도록 설명할 경우 구조의 수-해체로써 콘크리트 구조물에 대한 절단 작업이 용이한 핸드-절삭수 또는 반자동 절단을 위한 구조물

작업성

절단절단을 요구하는 곳에 절단선이며, 일반 핸드 커터보다 3배정도 절단능력이 뛰어나다

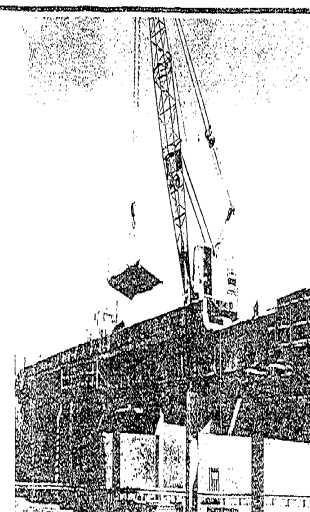
장점

- 절단면 파쇄장(조경면의 절단 절단 절단)
- 무진동, 무소음 절단절단

단점

- 콘크리트 두께 30cm 이하이면 사용가능
- 장비 고가

현장 작업 예



별첨 #2. 철거계획 수립시 주요고려사항

● 기본고려사항

구 분	세 부 사 항	비 고
조 사	• 사전현장답사 • 지장물 유·무 사전 확인 조사 (지상 및 지하매설물) - 통신관로, 전선관, 가스관, 송유관 등 • 철거교량(Beam, Slab, Girder)의 사전육안조사	
안전대책	• 낙하물, 결로수, 비산방지를 위한 안전시설설치 • 안전시설 설치시 형하여유고 반드시 확보 • 현지어건을 감안한 신호수 및 안전요원 배치 • 철도 및 차량통행 빈도가 적은 시간대 이용 작업수행 (필요시 야간작업수행)	* 차량통행이 빈번한 경우 (교통우회 불가능한 경우)
환경오염 대책	• 생활용수의 경우 관계기관과 협의후 수질오염방지대책 수립 - 오탐방지막 등 • 건설공해 예상지역의 경우 (소음, 비산) - 가설방음판넬 및 가설방진망 설치 • 브레커 깨기 공법시 비산, 먼지 방지를 위해 살수작업	
전도방지 대책	a) 최종 인양될 Beam - 버팀목 또는 와이어 턴버클 설치 b) 그외 Beam - 자립가능하도록 가급적 두 개의 Beam 절단 * 단부가로보는 전도방지를 위해 절단하지 않고 부재인양시 절단	
하 부 공 기 초 철 거 및 존치여부	a) 기초가 같은 위치에 설치될 경우 - 전체 철거 b) 기초가 같은 위치에 설치되지 않을 경우 - 지반선 1m 깊이까지 철거 c) 흙막이 대응으로 사용가능한 교대 - 뒷채움재 유실방지를 위해 존치하되, 포장두께 부위까지만 제거	

구 분	세 부 사 항	비 고
건설공해	• 도심지, 주거밀집지역 및 가축·가금 인접지역 - 가급적 절단 및 압쇄, 초고압수 파쇄공법 적용	* 소음, 진동, 비산
크레인 선정	a) 무한궤도식 크레인 - 장비진입등 작업조건이 불리한 경우 - 인양부재가 무거울 경우 - 단거리 및 근접지역 철거시 적용 b) 타이어식 크레인 - 장비진입등 작업조건이 양호한 경우 - 인양부재가 경량일 경우 - 이동성을 요구할 경우 적용 * 기타 고려사항 • 회전가능한 공간 확보 • 인양부재 중량과 크레인 제원의 적정조합 고려 • 절단 인양전 또는 지상 적하시 자립 가능성 • 인양부재의 규격 (폭원, 길이) • 인양부재의 운반장비(트레일러, 덤프트럭 등) 이동로 확보 조건 • 정격하중 이상의 과도한 인양금지 • 인양부재의 와이어 결속의 견고성, 결속선의 편기 여부 • 신호수 배치 및 크레인 안착지 계획	

● 상부구조 형식별 고려사항

구 분	세 부 사 항	비 고
P.S.C BEAM	• Beam 부재인양시 인양홀을 이용 • 크레인 제원에 따라 Beam 절단본수 판단 • 단경간으로 철도를 횡단하는 경우 등 인양조건이 매우 불량한 경우 - 로울러 또는 지게차로 수평이동하여 부재 인양 • Beam의 손상으로 파단우려가 있을 경우 - Beam 하단에 H-Beam을 밀착 고정시킨 후 인양	* 형하고가 높아 하부에서 크레인 작업이 곤란한 경우 상부에서 작업 수행 - 철거순서에 따른 구조적인 안전성 검토 - 단계별 철거계획 수립
STEEL PLATE GIRDER	• 크레인 제원에 따라 I-Beam 절단 본수 판단	
STEEL BOX GIRDER	• 현지 작업여건에 따라 필요시 Bent 설치여부 판단 • 해체는 가설역순으로 시행 (현장이음부 체결볼트를 풀면서 해체)	
RC. SLAB	• Slab 절단 위치 - 경간별로 절단 • Slab 붕괴(낙하, 도괴 등) 방지를 위한 철거순서계획 수립	
RC. BOX	• 크레인 제원에 따라 절단 부위 결정	
π 형 RAHMEN	• 대부분이 고속도로 횡단구간에 위치하므로 단계시공 및 교통처리계획을 병행 검토 • 구조적 균형 유지를 위한 중앙지간에 Bent 설치 및 양 교각부 내측에 버팀가설대 설치	
켄 틸 레 버 부 (난 간)	• 절단시 낙하방지를 위해 인양용 CORE를 천공하고 와이어를 크레인에 결속한후 절단작업 실시 * 기타고려사항 • 콘크리트 두께 30cm이상은 가급적 D.W.S 절단공법 적용. • 절단 구조물의 크기는(인양물 중량) 크레인 제원 및 운반할 덤프트럭이나 트레일러 크기에 비례하므로 적당한 크기로 절단하도록 할 것. (굽힘방지를 위해 교축직각방향의 5m이하로 절단) • 인양용 Core 천공수는 2공	* 현지여건에 따라 절단 및 깨기공법 선정

● 하부구조 입지여건별 고려사항

구 분	세 부 사 항	비 고
교 각 부	① 육상부 a) 교통우회가 불가능하고 건설공해 예상지역 - 절단공법 b) 교통우회가 가능하고 건설공해 예상지역이 아닌 경우 - 깨기 또는 압쇄공법 ②수중부 a) 기초가 같은 위치에 설치될 경우 - 수중발파 또는 절단공법 b) 유수부에 있는 경우 - 별도의 물막이 및 양수후 하상면 1m이하까지 제거 * 기타 고려사항 • 절단부재중량은 육상부 대비 80%정도의 중량으로 절단 계획 • 인양부재 중량은 고려하여 Barge 및 크레인 자원 선정	* 교각형식, 교각높이 입지조건, 장비진입 여부에 따라 공법 적용 * 절단된 부재를 인 양 또는 앞으로 전도시키는 방안 을 현지여건에 따 라 판단
교 대 부	a) 교통우회가 불가능하고 건설공해 예상지역 - 절단공법 b) 교통우회가 가능하고 건설공해 예상지역이 아닌 경우 - 깨기 또는 압쇄공법 c) 근접시공의 경우 - 기존도로 붕괴방지를 위해 흙막이공 설치후 철거 d) 흙막이 대용으로 사용할 경우 - 파라펫 포장두께까지만 철거후 존치 * 기타 고려사항 • 필요한 경우 장비와 작업인원의 작업공간 확보를 위한 터파 기 실시	* 절단된 부재를 인 양 또는 앞으로 전도시키는 방안 을 현지여건에 따 라 판단

● 교차조건별 고려사항

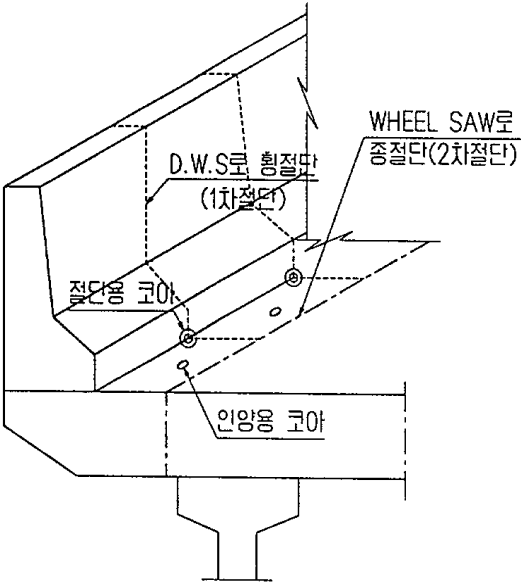
구 분	세 부 사 항	비 고
철도횡단	• 일일 철도 차량 운행시간 파악 • 철도청 관계기관 협의 (철거공법, 작업시간 등)	
하천횡단	• 하천의 기능 파악 (생활용수, 공업용수, 농업용수 등) • 하천의 규모 파악 (대하천, 소하천 등) a) 대하천(강)을 횡단하는 경우 (수상작업시) - 장비전복시 기름유출을 대비하여 유화제 상시 배치 - 모든 작업반원 구명조끼 착용 - 작업 숙련공 필요 - 수중발파 또는 브레커 깨기 등의 작업수행후 현지 여건에 따라 준설 여부 판단 b) 소하천을 횡단하는 경우 - 수질오염대책 수립을 요하는 곳 (생활용수) : 가물막이 설치후 Dry상태에서 절단 - 수질오염대책 수립을 요하지 않는 곳 (공업용수, 농업용수) : 깨기 또는 압쇄공법 * 현지 여건에 따라 발파공법 적용여부 판단	
도로횡단	• 차량 통행빈도(교통량) 파악 a) 교통우회 불가능한 경우 - 철거부위별, 교량상부 형식별로 단계시공 및 교통처리계획을 병행 검토 b) 교통우회 가능한 경우 - 깨기 또는 압쇄공법	* 국도, 군도, 농어촌도로등
계곡횡단	• 장비진입로 여부 파악 • 장비 정착을 위한 선시공 (지반정지정리)	
고속도로상육교	• 철거부위별, 교량상부 형식별로 단계시공 및 교통처리계획을 병행 검토 • 단시간 처리 원칙 • 현지여건에 따라 Bent 설치여부 판단	

별첨 #3. 교량철거 세부예시

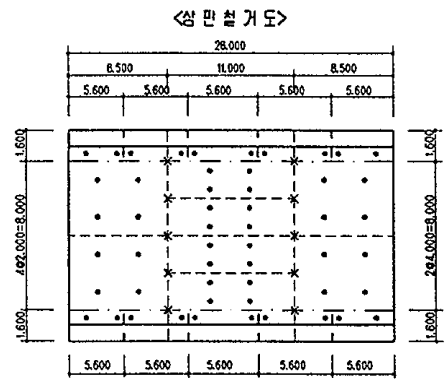
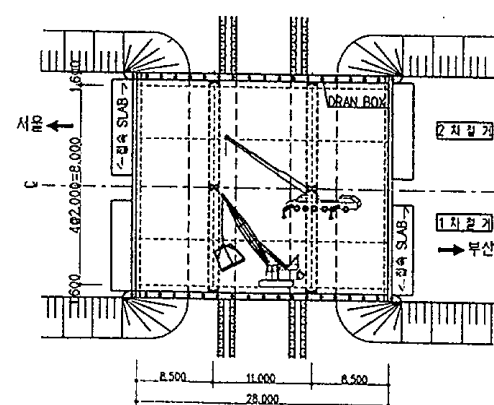
○ 교량 철거세부 예시

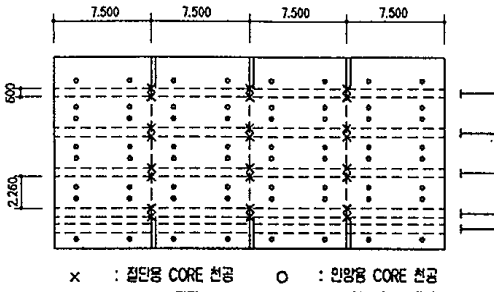
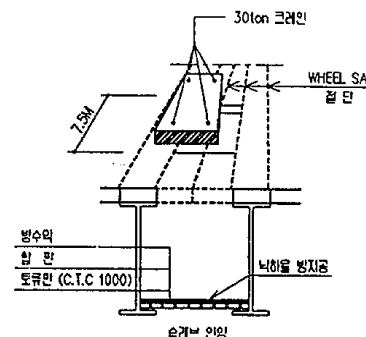
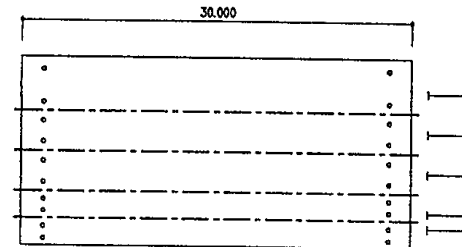
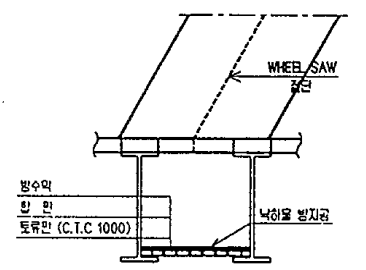
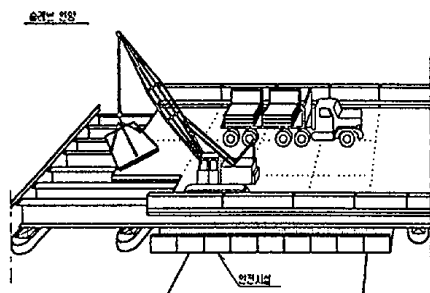
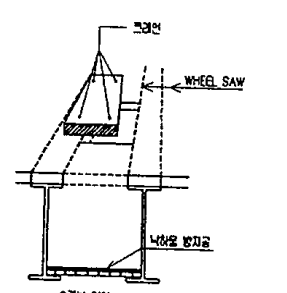
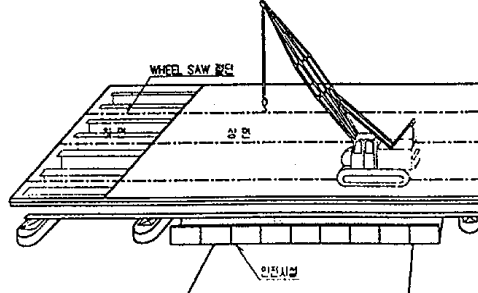
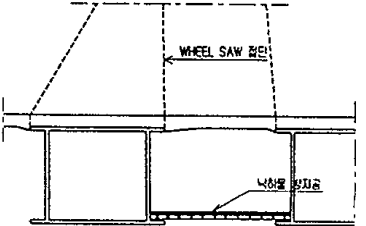
1. 공통사항

철 거 항 목	내 용	비 고
○ 안전시설설치	- 교량하부 공사의 영향이 최소화되도록 설치 - 강관 파이프로 비계 설치 - 각재(트류판) + 합판등으로 낙하물 방지 - 방수천막 설치로 낙수방지	교하도로 및 현 장여건에 따라 안전시설 설치 여부 결정
개 략 도		
○ 가드레일철거	가드레일 산소절단후 인양	
개 략 도		

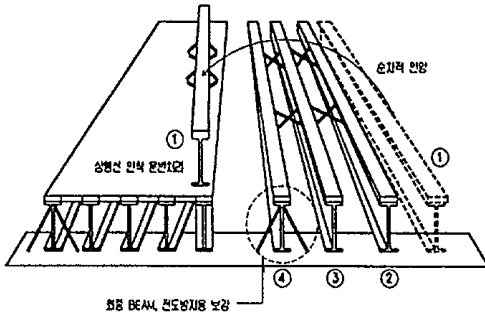
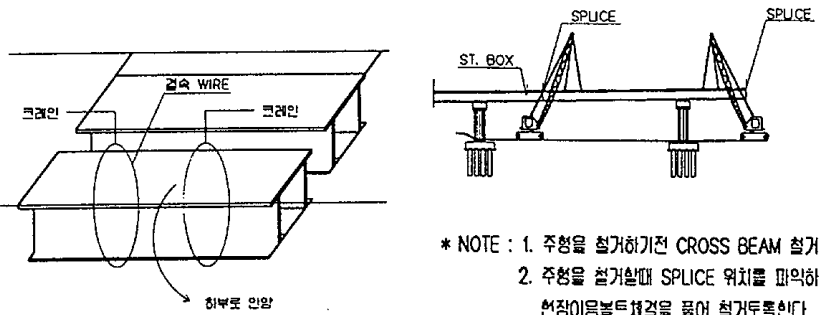
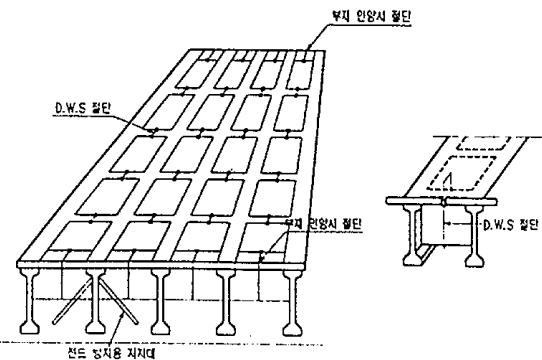
철거 항목	내용	비고
○ 캔틸레버부 (난간) 철거	• 절단용 CORE천공 및 인양용 CORE천공 • D.W.S 및 WHEEL SAW 절단 공법 적용하여 절단 실시 • 절단시 낙하방지를 위해 인양용 CORE를 천공하고 와이어를 크레인에 결속한후 절단작업 실시 * 콘크리트 두께 30cm이상은 가급적 D.W.S 절단공법 적용. * 절단 구조물의 크기는(인양물 중량) 크레인 제원 및 운반할 덤프트럭이나 트레일러 크기에 비례하므로 적당한 크기로 절단하도록 할 것. (굽힘방지를 위해 5m이하로 절단) * 인양용 Core 천공수는 2공	* 현지여건에 따라 절단 및 깨기공법 선정
개략도		

2. 바닥판 철거

철 거 항 목	내 용	비 고
1) 콘크리트교의 상판 SLAB 철거 및 인양	• 절단 및 인양을 위한 선작업으로 CORE 천공 • 크레인 제원 및 작업위치에 따라 절단크기 조정 * 단계별 시공 및 교통처리를 해야할 경우 작업개요도 작성 후 철거순서 조정 * 크레인 안착지 선정 * 절단한 부재내에서 인양용 Core 천공수는 4공 * R.C Slab의 경우 경간별로 절단 또는 깨기 * P.S.C Beam의 경우 현지여건에 따라 Slab+Beam 동시 절단인양 또는 별도로 인양할 것인지 적용여부 판단	* 현지여건에 따라 절단 및 깨기공 법 선정
개 략 도 (상판철거도 및 작업개요도)	■ R.C SLAB 〈상판철거도〉  × : 절단용 CORE 천공 ○ : 인양용 CORE 천공 --- : D.W.S. 절단 --- : WHEEL SAW 절단 * 거점역 횡방향 절단위치(는) 경간별(로) (2지)	
	〈교량 상부에서 작업개요도〉 	

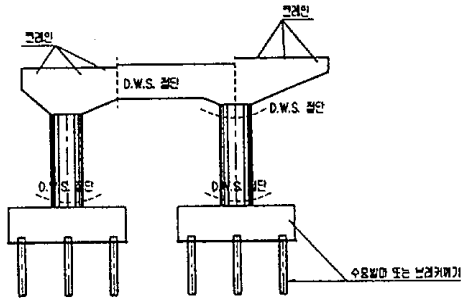
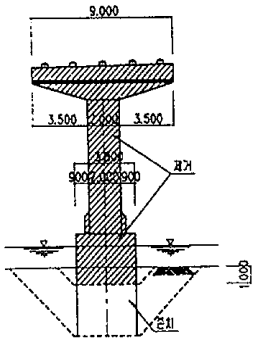
철거 항목	내 용	비 고
개 략 도 (상판철거도 및 작업개요도)	■ PLATE GIRDER (1) 상부 Slab · Beam 별도로 절단인양하는 경우  × : 절단용 CORE 천공 ○ : 인양용 CORE 천공 — : D.W.S. 절단 - - - : WHEEL SAW 절단	
	(2) 상부 Slab+Beam 동시 절단인양하는 경우  ○ : 인양용 CORE 천공 - - - : WHEEL SAW 절단	
	■ S.T BOX (1) 상부 Slab · 주형 별도로 절단인양하는 경우 	
	(2) 상부 Slab+주형 동시 절단인양하는 경우  - - - : WHEEL SAW 절단	

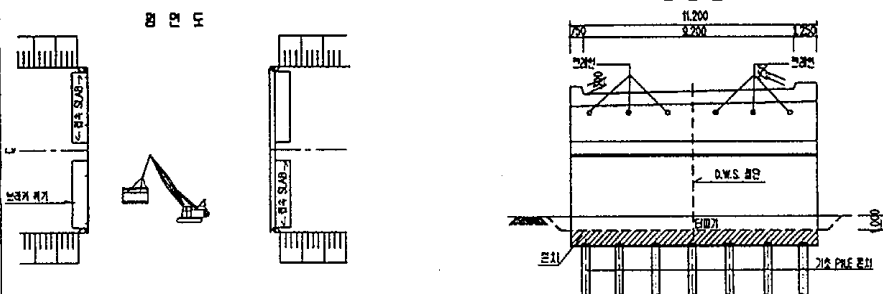
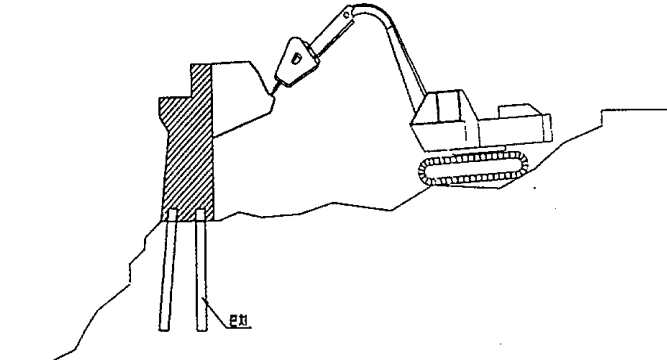
3. 주형철거

철 거 항 목	내 용	비 고
1) 강재(주형) 철거	• 선작업으로 CROSS BEAM(Bracing) 산소절단 • 현지여건 및 교하도로 조건에 따라 크레인 작업을 상부 또는 하부에서 작업할 것인지 여부를 판단할 것. • 주형 인양후 운반 및 적재여부 판단 • 최종 Beam 전도방지를 위한 대책 필요	
개 략 도	■ PLATE GIRDER  ■ S.T BOX  * NOTE : 1. 주형을 철거하기전 CROSS BEAM 철거 2. 주형을 철거할때 SPLICE 위치를 파악하여 현장이음돌트체감을 풀어 철거토록한다	
2) P.S.C BEAM 철거	• D.W.S를 이용하여 가로보절단 단, 전도방지를 위하여 단 부가로보는 콘크리트를 인력깨기하고 철근은 인양시 산소절단 • 최종 인양될 P.S.C BEAM은 전도방지책으로 지지	
개 략 도	■ P.S.C BEAM 	

4. 하부구조철거

철 거 항 목	내 용	비 고
1) 교각철거	• 교각형식, 교각높이, 입지조건, 장비진입로 여부에 따라 다양한 공법 선택 적용 ① 육 상 부 • 교통우회가 불가능하고 건설공해 예상지역 - D.W.S 또는 Wheel Saw 절단인양 • 교통우회가 가능하고 건설공해 예상지역이 아닌 경우 - 브레커 깨기 또는 압쇄 • 주변지장물이 없는 고교각일 때 발파 또는 전도 공법	* 절단공법인 경우 철거전 크레인 에 와이어로 고정후 절단작업
개 략 도	* π 형 라멘교의 교각철거 (교통우회 처리시)	
	(1) 절단인양의 경우 (2) 브레커 깨기의 경우	

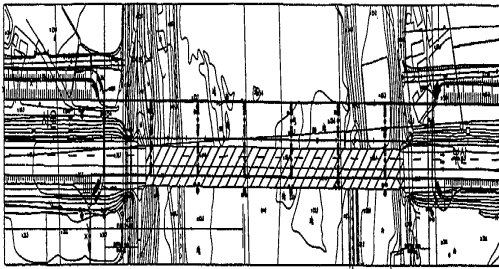
철거항목	내용	비고
개략도	② 수 중 부 a) 기초가 같은 위치에 설치될 경우 : 수중발파 또는 절단공법 b) 깊은 수중부에 있는 경우 : 별도의 물막이 및 양수후 하상면 1m이하까지 제거 c) 얕은 수중부에 있는 경우 : 갈수기를 이용 물푸기후 철거 * 절단부재중량은 육상부 대비 80% 중량초과 금지 * 인양부재 중량을 고려하여 Barge 및 크레인 제원 선정	
	(1) 기초가 같은 위치에 설치될 경우  (2) 유수부에 있는 경우 	

철거 항목	내 용	비 고
2) 교대철거	a) 교통우회가 불가능하고 : 건설공해 예상지역 : D.W.S 또는 Wheel Saw 절단인양 b) 교통우회가 가능하고 건설공해 예상지역이 아닌 경우 : 브래커 또는 압쇄 파쇄 * 필요한 경우 장비와 작업인원의 작업공간 확보를 위한 터파기 실시 * 접속 Slab 철거해야할 경우 브래커로 깨기	* 절단된 부재를 인양 또는 앞으로 전도시키는 방안을 현지여건에 따라 판단
개 략 도	(1) 교통우회가 불가능하고 건설공해 예상지역  (2) 교통우회가 가능하고 건설공해 예상지역이 아닌 경우 	
○ 안전시설철거	• 안전을 고려 설치했던 트류관, 합판, 비계 등을 해체	

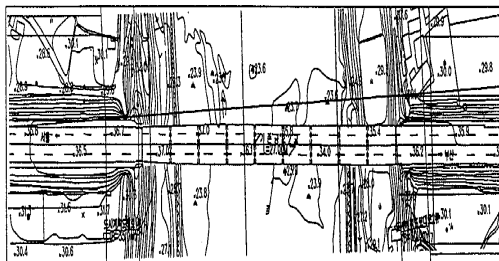
별첨 #4. 철거공법 적용에

P.S.C BEAM (1)

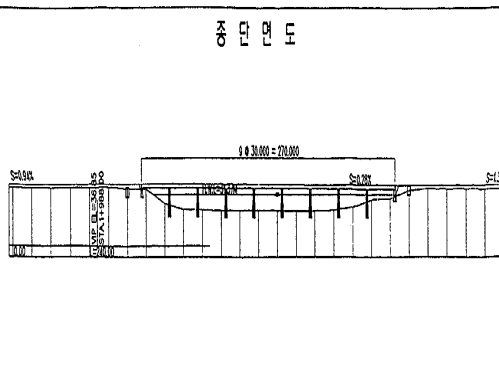
평면도(신설교량)



평면도(기존교량)

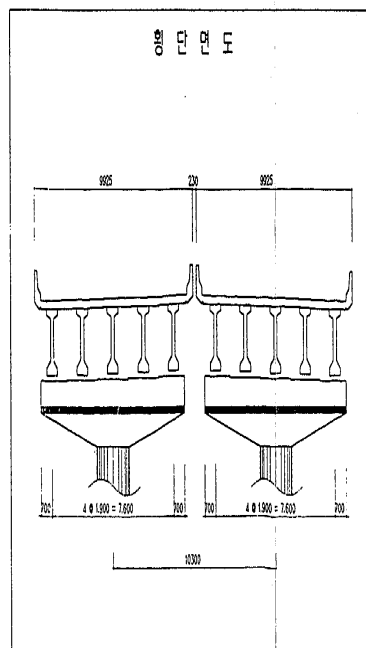


중단면도



구분	참고사항	비고
■ 주변현황 및 중점고려사항	- 주변현황 : 급경사지 - 중점고려사항 : 단개별 시공 및 교통차질을 고려한 철거계획수립 - 철거 작업중 안전대책 철저의 수월할 것. - 신설 교량 기초와 중첩되는 부분의 우물통 처리 방안 검토 - 철거한 폐기물 적재장소 및 처리 방안 검토	# 단개별 시공 및 교통차질 검토
■ 교량형식	- 상부형식 : 98간 연속 P.S.C BEAM교 - 하부형식 : 다주식 교대(PILE), 다주식 교대(PILE) - 연장 : 9830.00=270.0 - 형식 : 7.00-8.00M - 폭 : 13.30 - 설계하중 : DB-24	# 기존 도면 참조
■ 철거순서	- 지하배설물 유무 확인 → 안전 시설 설치 → 코치 천공 → 콘크리트부 철거 → 슬래브 철거 → P.S.C BEAM 철거 → 교각 철거 → 교대 철거	# 철거 순서도 참조
■ 적재장소	· 시공현장의 고수부지	
■ 소요장비현황	· 크레인(ISO TON), D.W.S, 코어드릴, 트레일러, 벙크(0.7M), WHEEL SAW, 산소절단기 및 용수기, 발진기, 브레이크	# 크레인 재원 참조
■ 특기사항	- 시공 영향 신설 교량을 시공하여, 교통을 무효시킨 후 철거 - 철거시 낙석 및 분진등의 낙하를 방지할 위한 안전망 및 안전 시설 설치 - 철거한 폐기물(콘크리트)을 즉시 성토역으로 운반하는 것을 원칙으로 하고, 처리하기 곤란한 잔여물 폐기물은 적합한 적재장소를 선정하여 적재하고 후처리 - 부신방형 신설 교량의 기초와 중첩되는 교각철거는 산설기초 시공시에 철거함. - 철거에 따른 측도에 의한 유수흐름 저해를 최소화하기 위해 신설기초와 중첩되는 교각과 중첩되지 않는 교각의 철거시기를 달리함. - 중점측 급경사 고수부지에 개설되어 교량하부를 통과하는 대한승유관의 매설위치를 확인하여 표식/보조 다케를 수립하여 시공에 반영함.	

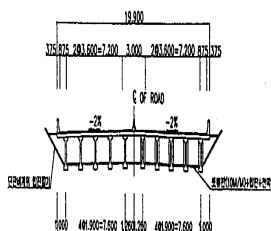
형단면도



○○교체거계회도

1. 안전시설 설치

1. 시·중정·군의 교수복지를 향상하는 교량의 해부 및 복식과 비선형지용 수평인진설 설치
2. 교량의 난간부위에도 비선 및 낙석방지막을 설치

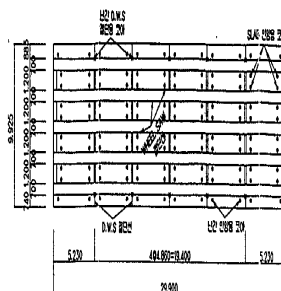


•수평 안전판 (등류판+흡판+천의)
 $(1.9-0.2) \times 8^2 + (2.52+0.2) \times 30.0 \times 2^2 = 955.2 \text{ m}^2$

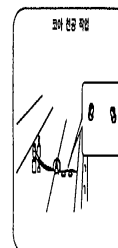
•검사 안전판 (단판배기+흡판)
 $3.0 \times 30.0 \times 2^2 = 360.0 \text{ m}^2$

2. 코아천공

1. 슬래브 인양용 코어 천공
2. 방호벽 인양용 코어 천공
3. 방호벽 절단용 코어 천공 (DWS 절단)

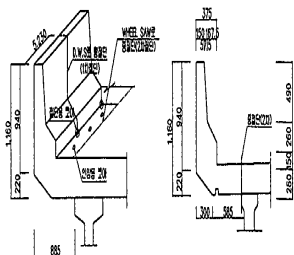


•코이천공 (φ150, T=3000MM)
 $(20 \times 6 + 2 \times 5) \times 9 \times 2 = 2340$



3. 증분 및 방호벽 제거

- 중단 및 병후복을 포함 인양하기 위해 수직절단 실시(D.W.S)
- 복합 인양할 부위를 크레인(30톤)의 케이블로 고정인 후 절단단 실시(WHEEL SAW)



• 단안적

$0.35 \times 0.15 = 0.056$	$1/2(0.2075 + 0.26) = 0.234$
$1/2(0.150 + 0.2075)$	$= 0.179$
$0.26 \times 0.285 = 0.230$	$1/2(0.22 \times 0.30) = -0.033$
$\Sigma = 0.666$	

• 인양부채 최대증량
 $0.666 \times 5.230 \times 2.5 = 8.708$

정다 보게 마이

- 270x4^바=1080.0M



도 연 영 ○ ○ 교
칠거계획도(2)

성명	한아름(한아름)

계	실무책임자	

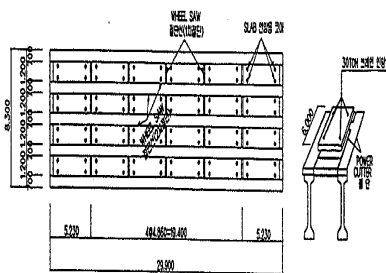
23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100

국	회	도연번호	

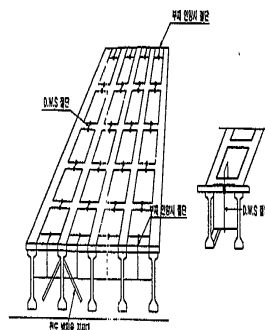
5. BEAM 철거

6. 교 각 청 거

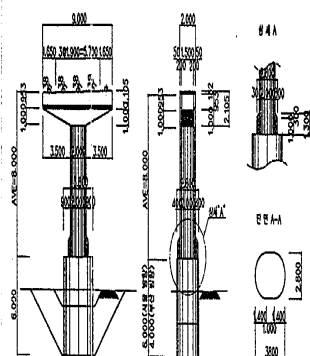
1. D.W.S를 이용하여 가로는 절단, 단 전도방향을 위하여 단부가로는 절단하지 않음
2. 최종 인양물 P.S.C BEAM은 전도방향으로 지지
3. 가속도로 절단이 가능한 구역의 P.S.C BEAM은 가속도 상에서 인양하고 인양거리 및 작업공간에 부족한 곳은 슬랩은 절단장 교정장부에서 최후순적으로 인양함.



- WHEEL SAW 절단 소요시간 포함
(270.0x4x2)⁸=2160M



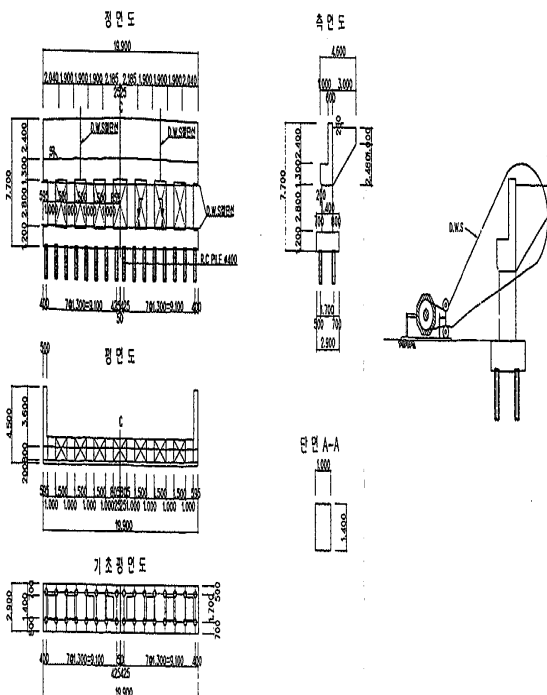
- 전도방지막 설치 $9 \times 2 \times 2 = 36$
- 가로보절단(D.W.S) $1.77 \times 0.2 \times 7 \times 4 \times 7^{0.75} \times 2^2 = 138.768$
- PSC BEAM $5 \times 7 \times 2 = 70^a$



• 부재절단(D.W.S) ① $(0.99 \times 1.50) + (1.99 + 1.50) \times 1/2 \times 3.50 \times 2.50 = 19.569^{2N}$
 • 절단부재 인양 ② $1.99 \times 1.50 \times 2.00 \times 2.50 = 14.933^{2N}$
 • 구조물 계기 기둥 : $2.0 \times 12 \times 2.0 \times 2.50 = 15.708$

7. 교의 체계

1. 구조물은 기초상단까지 철거함.
2. 구조물 철거를 위한 단계가 실시
3. 시공부는 주체가 인접 구조물은 기초상단까지 절단, 인양후, 운반하여 파쇄한다.
4. 절점부는 현장에서 브러쉬를 이용 파쇄후 운반함.



도 연 명 ○ ○ 교
철거계획도(3)

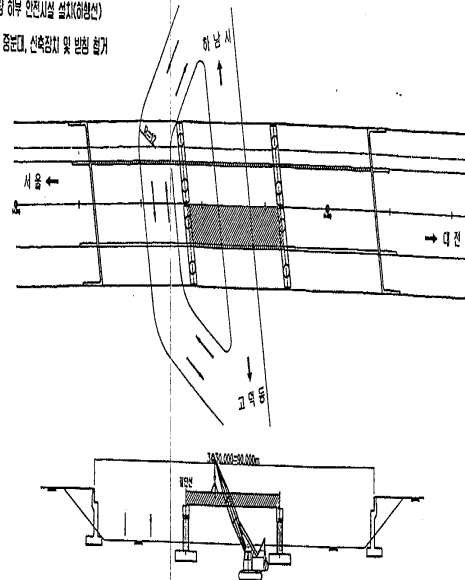
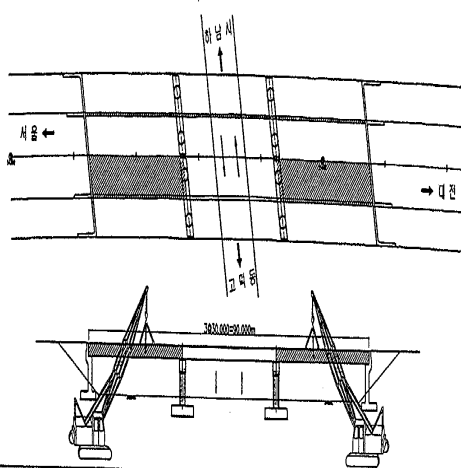
성	남이불복임자	
	개	심부핵임자
	자	심 부 자
출	척	두면번호

P.S.C BEAM (2)

1. 안전시설 설치 및 교통처리 계획

- ① 심형선속, 확장교량 및 하형선속, 확장교량 하부 전시공
- ② 심형선속으로 기존 4차로 교량 전환
- ③ 기존교량 하부 안전시설 설치(하형선)
- ④ 방호벽, 중분대, 선속장치 및 발침 철거

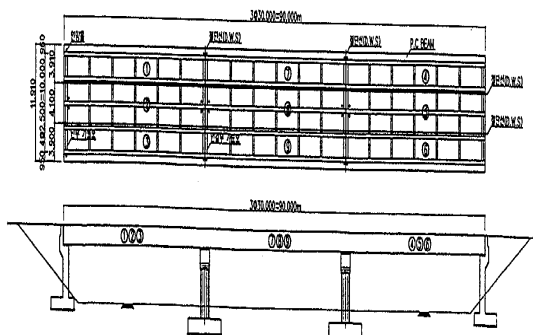
- ① 중앙부 철거시 교통우회
- ② 기존교량 하부 안전시설 설치(하행선)
- ③ 빗오버, 중분대, 선속장치 및 받침 철거



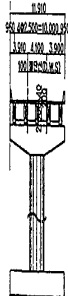
2. 상부 SLAB 및 BEAM 철거

- ① 슬래브 및 기둥보, 연결부 절단(D.W.S)
* 절단부위 인장증상 및 현상(변형)에 따라 절단부위 및 크고조절 가능
② 양측경간 1차 절개
③ 중앙경간 2차 절개

- ① 인왕동 코아빈공
- ② 교각삼부원 기둥은 D.W.S로 절단후 인양하여 파설
- ③ 날개벽 및 교대는 뒷토층내 유실방지를 위해 포장두께 부여하지만 제거하고 전1

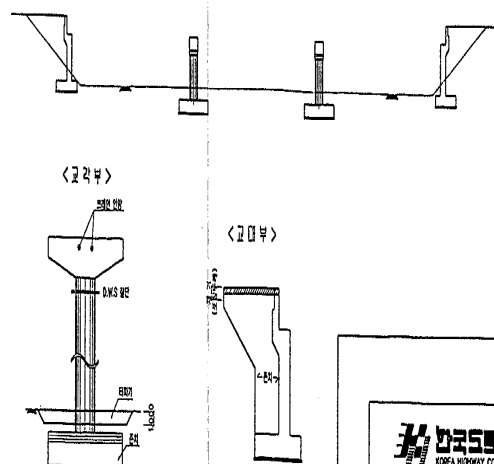


- ⑤ S7-S9 크레인으로 철거(300TON CRANE 2대)



< SEG. 종 랑 표 >

SEQ.	②⑤⑧	①③④ ⑥⑦⑨	계
중량	180TON	220TON	1860TON



* 지반선 1m까지 터파기후 절단면양 내어지 부분은 존치

2-26 사교에서 교량받침 배치방법 검토

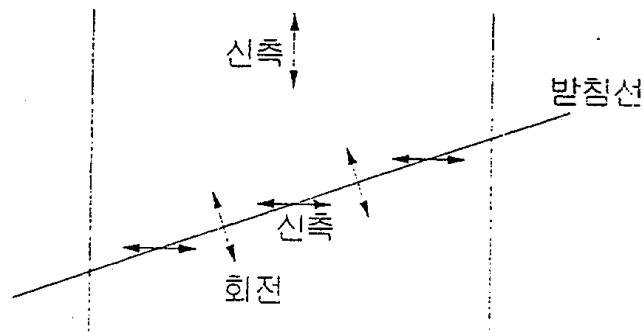
방 침
설 계 이 18201-284 (’99. 3.25)

1. 검토목적

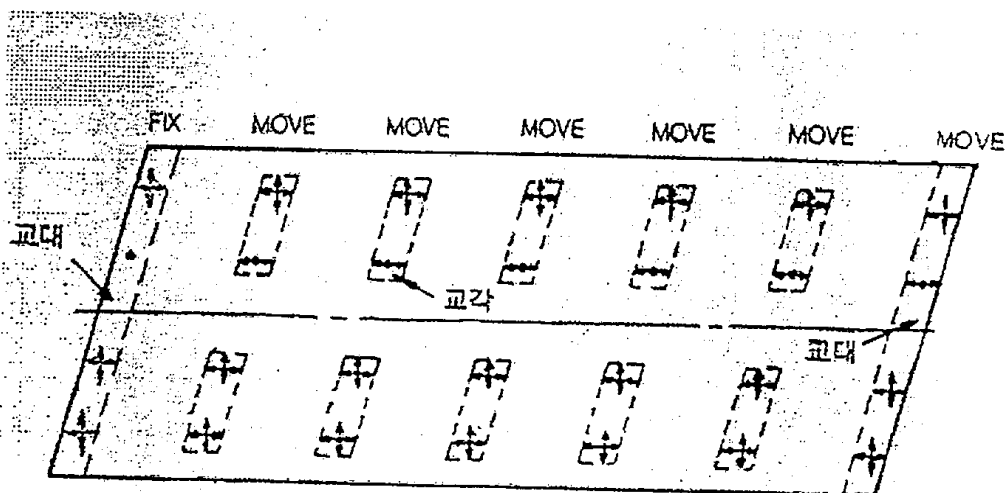
사교에 설치되는 교량의 받침에 대한 적정 설치방법을 검토하여 합리적인 받침의 배치방법 제시와 설계의 표준화를 기하고자 함

2. 현행규정

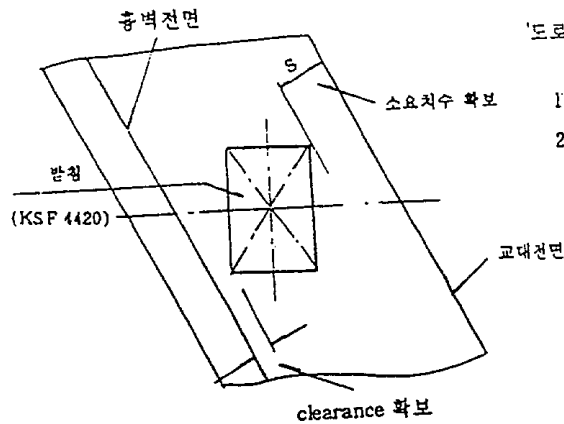
- 도로교 표준시방서 및 일본 도로교 받침 편람(일본 지승 편람)
 - 사교에서는 그림과 같은 움직임은 한다고 생각해도 좋다
 - 사교에서는 이동방향과 회전축의 방향을 만족할 수 있는 받침형식을 선정하는 것이 바람직



- 독일 DIN 규정(DIN 4141)



○ 도로설계요령(한국도로공사, 1992)



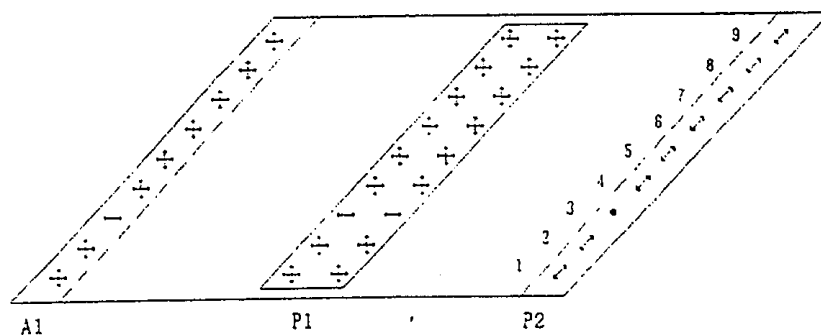
'도로교시방서, 하부구조편, 5.2.4 교좌의 설계'에 의해

1. 보의 지간길이 100m 이하일 때 $S=20+0.50l$
2. 보의 지간길이 100m 이상일 때 $S=30+0.4l$

단, l : 지간길이(m)

○ 교좌장치에 관한연구(1993 한국도로공사 도로연구소 연구보고서)

- 폭이 넓은 사교에서의 고정단은
 - 고정단에 하나의 고정받침과 양방향 가동받침을 설치
 - 고정단에 하나의 고정받침과 일방향 가동받침을 설치하는 경우에는 고정단에서의 일방향 가동받침의 이동방향을 사각방향으로 설치



3. 현행 설계적용 현황

- 사교의 경우 일방향 가동단(교축방향으로 고정)을 교축직각방향으로 설치
- 교량받침 배치도와 받침설치 상세도를 상이하게 적용하고 있음
 - 교량받침 배치도 : 일방향가동단(교축방향으로 고정)을 사각방향으로 받침배치
 - 받침설치 상세도 : 일방향가동단(교축방향으로 고정)을 교축직각방향으로 받침배치

4. 고정단에서 일방향 가동받침의 이동방향을 사각방향으로 설치시 검토

- 교량형식별 적용가능 배치각도 검토

교량 상부형식	교량받침종류	교량연장	반 력	받침크기	교량배치각
PSC. BEAM	SPHERICAL	30.0m	150t	630 × 520	86.8도
	탄성받침	30.0m	135t	580 × 550	81.0도
PREFLEX BEAM	SPHERICAL	45.0m	175t	650 × 550	45.0도
	탄성받침	45.0m	175t	800 × 450	45.0도
ST. PL. GIRDER	POT(TYPE-Ⅰ)	40.0m	200t	540 × 430	71.5도
	POT(TYPE-Ⅱ)	40.0m	200t	470 × 440	45.0도
ST. BOX GIRDER	POT(TYPE-Ⅰ)	50.0m	400t	690 × 580	77.5도
	POT(TYPE-Ⅱ)	50.0m	400t	600 × 550	58.5도

- 구속 응력검토

(PSC. BEAM교, 2경간 50m, 사각45도 경우)

구 분	받침의 구속력(ton)				비 고
	상하부온도차 1℃		상하부온도차 5℃		
	종방향력	횡방향력	종방향력	횡방향력	
일방향 고정단을 교축 직각방향으로 설치시	3.601	1.995	18.005	9.975	
일방향 고정단을 사각방향으로 설치시	0.003	0.022	0.015	0.11	

○ 구속응력에 따른 안전성 검토

- 검토대상 구조물 : ST. PL GIRDER(연장 2@30m=60m)

- 사각 45° , 폭원 2차로(12.15m)

- 해석시 가정 조건

• 하부구조의 신축은 없으며, 상부구조의 온도는 등분포

• 가동받침의 마찰력 무시, 일방향 가동 받침에서 가이드의 유격 무시

- 검토결과

• 종방향 반력 : 23.87ton

• 부재 발생응력 : 174 kg/cm^2

• 강재의 허용응력 $1,900\text{ kg/cm}^2$ 에 비하여 교량받침의 구속에 따른

부재의 발생응력이 9.1%정도 이며, 하부구조의 신축, 받침의 마찰력 및 가이드의 유격 등을 감안할 때 반력의 값이 감소되므로 안전성에는 문제가 없다고 사료됨.

○ 검토결과 분석

- 사각방향으로 교량받침을 설치할 경우 구속응력이 작게 발생하나,

- 상부 슬래브의 사각에 관계없이 설치가 가능한 슬래브교와 하부 플랜지의 폭이 넓은 Pre-flex 빔교를 제외하고 거더교의 경우 교량받침을 사각방향으로 설치를 위하여 하부플랜지 단면확대가 필요하며,

- Pre-flex 빔교의 경우 사각방향으로 받침 설치에는 지장이 없으나 지점 보 강재의 사각방향 설치가 불가피하며,

- 교량받침의 구속에 따른 부재의 발생응력이 미미하며 또한 하부구조의 신축, 받침의 마찰력 및 가이드의 유격 등을 감안할 때 반력의 값이 감소되므로 안전성에는 문제가 없다고 판단됨.

5. 검토결론

○ 검토의견

- 일방향가동단 받침(교축방향으로 고정)을 사각방향으로 설치시 구속응력의 발생 최소화가 가능하나,
 - Pre-flex 빔교를 제외한 거더교(PSC.빔교 포함)의 경우 받침 설치를 위하여 하부플랜지의 단면확대가 필요하며
 - 교축직각방향으로 받침 설치시 구속응력에 의한 상부부재의 안전성 확보에 문제점이 없고,
 - Pre-flex 빔교 경우 사각방향으로 받침 설치시 지점보강재의 하중편중을 감안하여
- 일방향 가동단 받침(교축방향으로 고정)배치를
 - 슬래브교 : 사각방향
 - 기타교량 : 교축직각 방향으로 배치하는 것이 바람직하다고 사료되며
- 또한 도면작성시 받침배치도와 받침설치 상세도를 상호 일치

○ 적용방안

- 실시설계완료후 미발주 교량 : 공사 시행시 변경 적용
- 실시설계중인 교량 : 적용
- 공사시행중인 교량 : 현장실정을 감안하여 설치

2-27 교량 신축량 산출기준 검토

방 침

설 계 이
13201-591
('99. 6.24)

1. 검토목적

교량 신축이음장치는 온도변화, 건조수축등으로 인한 상부구조의 신축에 효과적으로 대응하고 주행차량의 하중과 충격에 저항하여 교량 기능을 유지시키는 중요한 부재로서 적정 신축유간 확보가 필수적이나 우리공사 설계지침(설이 16203- 125, '94. 8. 9)과 도로 교 표준시방서의 신축량 산정 기준 적용에 혼선이 있어 합리적인 신축량 산출 기준을 수립코자함.

2. 현설계 문제점

- 설계지침(설이16203-125,'94. 8. 9)에는 빔의 처짐에 대한 회전 영향 미고려
(감사이15108-198,99. 5. 18)
- 지간장 100m 이상 교량에서 노선별로 여유량을 상이하게 적용(10m/m ~ ±30m/m)
- 온도변화 변화 범위를 노선마다 상이하게 적용(보통지방,한랭지방)

3. 신축량 산출 기준

가. 도로 설계 요령

종 류 항 목		강 교		PSC 교	RC 교
		상 로 교	하로, 강상판교		
온 도 변 화		(-20~+40℃) -10~+40℃	(-20~+50℃) -10~+50℃	(-15~+35℃) -5~+35℃	(-15~+35℃) -5~+35℃
신 축	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
	크 리 프	-	-	0.2ℓ	-
	기본신축량 소 계	(0.72ℓ) 0.6ℓ	(0.84ℓ) 0.72ℓ	(0.8ℓ) 0.7ℓ	(0.6ℓ) 0.5ℓ
량	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
	합 계	(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 0.5로 한다.
- 5) 일반적인 PSC교에서 크리프는 프리스트레스에 의한 축응력 $\sigma_p=60\text{kg/cm}^2$, 콘크리트 탄성계수 $E_s = 300,000\text{kg/cm}^2$, 크리프계수 $\phi=2$ 로 하고 저감계수는 프리스트레스 도입 후 2~3개월로 생각하여 $\alpha = 0.5$ 로 했다.
- 6) 포장 및 활하중에 의한 거더단부의 회전 및 시공오차로 인한 신축변화량은 여유량을 예상하여 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 선팽창계수

- 콘크리트 : 1.0×10^{-5}

- 강재 : 1.2×10^{-5}

ℓ : 신축틀보 길이

② 콘크리트의 건조수축과 크리프에 의한 이동량

$$\Delta \ell_s = -20 \cdot \alpha \cdot \beta \cdot \ell$$

$$\Delta \ell_c = P_t \cdot \phi \cdot \beta \cdot \ell / E_c \cdot A_c$$

여기서, β : 건조수축, 크리프에 대한 저감계수

P_t : 프리스트레싱 직후의 PC강재에 작용하는 인장력

A_c : 콘크리트의 단면적

E_c : 콘크리트의 탄성계수

ϕ : 콘크리트의 크리프 계수 (2.0)

20 : 건조수축에 해당하는 온도변화

③ 보의 처짐에 의한 이동량(활하중에 의한)

$$\Delta \ell_r = \sum (h_i \cdot \theta_i)$$

여기서, h_i : 받침의 회전중심에서 보의 중립축 까지의 높이 (2h/3)

θ_i : 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. 설계 지침 (설이 16203-125, '94. 8. 9)

o 신축장 100M 이하 - 도로설계 요령의 보통지역 기준과 동일

- 콘크리트교 : $\Delta \ell = 0.6 \ell + 10\text{m/m}$

- PSC교 : $\Delta \ell = 0.84 \ell + 10\text{m/m}$

- 강 교 : $\Delta \ell = 0.72 \ell + 10\text{m/m}$

o 신축장 100m 이상일 경우 - 도로교 시방 기준에 따라 신축량 계산

- PSC교 : $\Delta \ell = \Delta \ell_t + \Delta \ell_s + \Delta \ell_c + \Delta \ell_r + \text{여유량}$

- 기타교량 : $\Delta \ell = \Delta \ell_t + \Delta \ell_s + \Delta \ell_r + \text{여유량}$

4. 신축량 산출 기준 비교 분석

가. 산출기준 비교

구 분	도 로 교 시 방 서	도 로 설 계 요 령	설 계 지 침
기본신축량	온도신축+건조수축+크리프 +빔의회전	온도신축+건조수축 +크리프	○ 신축장 100m이하 -도로설계요령과 동일 ○ 신축장 100m이상 -도로교 시방서와 동일
여유량	설치여유량 : ± 10m/m 부가여유량 : ± 20m/m	기본신축량의 20% +10m/m	○ 신축장 100m이하는 도로설계요령과 동일 ○ 신축장 100m이상 -여유량으로만 규정
특 징	○ 빔의 회전 고려 ○ 여유량이 정량(±30m/m)	○ 여유량이 정률(20%) 과 정량(10m/m) ○ 한랭지방과 보통지방 으로구분	○ 신축장100m이하 -도로설계요령의 보통 지방기준 ○ 신축장100m이상 -도로교 시방과 동일하 나 여유량을 구체적으 로 명시하지 않음.

나. 신축량 계산 결과 분석 [별첨 신축량 계산 결과 참조]

○ 도로교 시방기준과 도로설계요령의 신축량의 차이는 보의 처짐과 여유량의 차이로 인한 것임.(동일 조건시 기본 신축량은 같음)

○ 도로교 시방기준의 여유량(±30m/m)은 신축장치 제작 및 시공기술 발전을 감안할 때 전체 신축량에 비해 여유량이 과다함.

- 신축장 100m일 때 총신축량에 대한 여유량의 비 : 44%~51.4%.

○ 도로교 시방기준 여유량 30m/m 적용시에도 전체 신축량에 대한 여유량의 비율이 높음.

- 단순교 : 34.6% ~ 61.5%.

- 연속교 : 28.1% ~ 67.6%

※ 도로설계요령 기준에 의한 전체 신축량에 대한 여유량 비율 : 26.8% ~ 54.4%

○ 신축장 100m 이하에서는 도로교 시방기준(여유량 30m/m 적용)이 도로교 설계요령 기준보다 전교량 형식에서 신축량이 크게 계산됨.

○ 보의 처짐에 의한 이동량은 신축장과는 무관하며 교량 형식과 지지조건에 따라 달라짐.

- 콘크리트교 단순교 : 8.9m/m (h=2m적용시)

연속교 : 4.4m/m (")

- 강 교 단순교 : 17.8m/m (")

연속교 : 8.9m/m (")

○ 도로교 시방기준은 여유량 10m/m 적용시 도로설계요령의 신축량과 비슷함.

5. 일본의 신축량 산출 기준

가. 상로교 산출기준

구 분	일본도로공단	일본도로협회	일본수도고속도로	한신고속도로공단
기본신축량	0.60 ℓ	0.60 ℓ	0.60 ℓ	0.72 ℓ
여유량	0.12 ℓ +10 (기본×20%+10)	0.06 ℓ (온도×10%)	단순교:0.06 ℓ (활하중 회전)	0.28 ℓ (기본×40%)
신축량계	0.72 ℓ +10	0.66 ℓ	단순교:0.66 ℓ 연속교:0.60 ℓ	1.00 ℓ

나. PSC교 산출기준

구 분	일본도로공단	일본도로협회	일본수도고속도로	한신고속도로공단
기본신축량	0.70 ℓ	$(0.4+0.6\beta)$ ℓ	0.60 ℓ	0.63 ℓ
여유량	0.14 ℓ +10 (기본×20%+10)	0.04 ℓ (온도×10%)	단순교:0.04 ℓ (활하중 회전)	0.27 ℓ (기본×40%)
신축량계	0.84 ℓ +10	$(0.44+0.6\beta)$ ℓ	단순교:0.64 ℓ 연속교:0.60 ℓ	0.90 ℓ

다. RC교 산출기준

구 분	일본도로공단	일본도로협회	일본수도고속도로	한신고속도로공단
기본신축량	0.50 ℓ	$(0.4+0.2\beta)$ ℓ	0.48 ℓ	0.48 ℓ
여유량	0.10 ℓ +10 (기본×20%+10)	0.04 ℓ (온도×10%)	단순교:0.04 ℓ (활하중 회전)	0.22 ℓ (기본×40%)
신축량계	0.60 ℓ +10	$(0.44+0.2\beta)$ ℓ	단순교:0.52 ℓ 연속교:0.48 ℓ	0.70 ℓ

라. 일본의 신축량 산출 결과 분석 [별첨 신축량 산출 결과 참조]

- 일본 수도고속도로 공단의 경우 단순교에서만 활하중에 의한 신축량을 고려(0.04ℓ ~ 0.06ℓ)하고 있으나 우리나라 도로교 시방 기준에 비해 신축량이 비교적 적음.
 - 지간장 50m 강교 : 3m/m
 - 지간장 40m 콘크리트교 : 1.6m/m
- 신축장에 비례(기본 신축량의 10% ~ 40 %)하여 여유량이 증가됨.
- 평균 신축량이 도로교 시방기준(여유량 30m/m 적용)보다 26.2m/m~40.5m/m 정도 작음.
 - 강 교 : 26.3m/m ~ 40.5m/m 작음
 - PSC교 : 27.2m/m ~ 33.5m/m 작음
 - RC교 : 26.2m/m ~ 33.6m/m 작음

※미국 워싱턴주 교량설계 편람에는 신축장 127m/m(5 인치) 이상에 대해서 기본 신축량의 15%를 여유량으로 가산하고 있음.

6. 검토결론

- 도로교 시방기준은 여유량이 60m/m(± 30 m/m)로서 전체 신축량에 비해 여유량이 과다한 것으로 판단되고
- 활하중에 의한 이동량은 일본의 경우 단순교에 대해 고려한 경우가 있으나 전체 신축량에 비해 이동량이 작고, 실제 계산에 의한 이동량도 도로교 시방기준의 1/3수준(지간장 50m 강교:7.9m/m, 지간장 30m PSC 빔교 : 3.12m/m)이며
- 유지관리시 신축장치 유간부족으로 인한 문제보다는 신축유간 과다로 인한 내구성 저하등 문제점이 많이 발생하고 있는 실정임을 감안하여
- 신축장 100m 이하의 교량에서는 도로설계요령에 따라 신축량을 산출(빔 회전 영향 미고려)하고
- 신축장 100m 초과 교량에서는 도로교 시방 기준에 따르되 신축이음장치 제작 및 시공 기술의 발전을 감안하여 여유량은 30m/m이내에서 신축이음장치 사용 규격 등을 고려하여 적용.(신축량 계산에 참조)
- 온도변화 범위는 보통지방 기준으로 적용
(일본에서는 북해도 개발극에서만 한랭지방으로 적용하고 있음)

7. 적용방안

o 공사중 또는 실시설계 완료후 미발주 노선 : 공사 시행중 변경 조치

o 실시설계중 또는 향후 설계 노선 : 본 지침에 따라 설계

※설이16203-125호('94. 8. 9)에 의거한 교량 신축량 계산, 신축이음장치 형식 및 유간 결정은 본 건으로 대체 적용.

신 축 량 계 산 결 과

o 도로교 시방서 기준 여유량 30m/m일때

단위 : m/m

신축장 (m)	강 교			PSC교			콘크리트교		
	도로교시방서		도로설 계요령	도로교시방서		도로설 계요령	도로교시방서		도로설 계요령
	단순교	연속교		단순교	연속교		단순교	연속교	
20	59.8	50.9	24.4	52.4	48.4	26.8	48.8	44.4	22.0
30	65.8	56.9	31.6	59.4	55.4	35.2	53.8	49.4	28.0
40	71.8	62.9	38.8	66.4	62.4	43.6	-	54.4	34.0
50	86.6	73.3	46.0	-	71.7	52.0	-	61.7	40.0
60	-	79.3	53.2	-	78.7	60.4	-	66.7	46.0
70	-	85.3	60.4	-	85.7	68.8	-	71.7	52.0
80	-	91.3	67.6	-	91.7	77.2	-	76.7	58.0
90	-	97.3	74.8	-	99.7	85.6	-	81.7	64.0
100	-	103.3	82.0	-	106.7	94.0	-	86.7	70.0

※1. 신축장 100m 이상은 도로교 시방서 기준과 설계지침이 동일하므로 비교대상에서 제외함.

2. 보의 높이는 신축장 40m까지는 2.0m, 50m 이상은 3.0m를 적용.

3. β , P_t , A_c 등은 도로설계요령과 동일한 기준으로 적용.

4. 현실성이 없는 단순교의 지간장은 비교대상에서 제외함.

o 도로교 시방서기준 여유량 10m/m 적용시

단위:m/m

신축량 신축장 (m)	강 교			PSC교			콘크리트교		
	도로교시방서		도로설 계요령	도로교시방서		도로설 계요령	도로교시방서		도로설 계요령
	단순교	연속교		단순교	연속교		단순교	연속교	
20	39.8	30.9	24.4	32.4	28.4	26.8	28.8	24.4	22.0
30	45.8	36.9	31.6	39.4	35.4	35.2	33.8	29.4	28.0
40	51.8	42.9	38.8	46.4	42.4	43.6	-	34.4	34.0
50	66.6	53.3	46.0	-	51.7	52.0	-	41.7	40.0
60	-	59.3	53.2	-	58.7	60.4	-	46.7	46.0
70	-	65.3	60.4	-	65.7	68.8	-	51.7	52.0
80	-	71.3	67.6	-	71.7	77.2	-	56.7	58.0
90	-	77.3	74.8	-	79.7	85.6	-	61.7	64.0
100	-	83.3	82.0	-	86.7	94.0	-	66.7	70.0

※1. 신축장 100m 이상은 도로교 시방서 기준과 설계지침이 동일하므로 비교대상에서 제외함.

2. 보의 높이는 신축장 40m까지는 2.0m, 50m 이상은 3.0m를 적용.

3. β , Pt, Ac 등은 도로설계요령과 동일한 기준으로 적용.

4. 현실성이 없는 단순교의 지간장은 비교대상에서 제외함.

o 전체 신축량에 대한 여유량 비율(도로교 시방기준 여유량 30m/m)

단위 %

신축량 신축장 (m)	강 교			PSC교			콘크리트교		
	도로교시방서		도로설 계요령	도로교시방서		도로설 계요령	도로교시방서		도로설 계요령
	단순교	연속교		단순교	연속교		단순교	연속교	
20	50.2	58.9	50.8	57.3	62.0	47.8	61.5	67.6	54.5
30	45.6	52.7	43.0	50.5	54.2	40.3	55.8	60.7	46.4
40	41.8	47.7	38.1	45.2	48.1	35.8	-	55.1	41.1
50	34.6	40.9	34.8	-	41.8	32.7	-	48.6	37.5
60	-	37.8	32.3	-	38.1	30.5	-	44.9	34.8
70	-	35.2	30.5	-	35.0	28.8	-	41.8	32.7
80	-	32.9	29.0		32.7	27.5	-	39.1	31.0
90	-	30.8	27.8	-	30.1	26.4	-	36.7	29.7
100	-	29.0	26.8	-	28.1	25.5	-	34.6	28.6

o 일본의 신축량 계산 결과

- 강 교

(단위:m/m)

구분 지간장	도로교시방서	일본도로공단 도로설계요령	일본도로 협회	수도고속 도로공단	한신고속 도로공단	평 균
30m	단순교:65.8 연속교:56.7	31.6	19.8	단순교:19.6 연속교:18.0	30.0	25.3
50m	단순교:86.6 연속교:73.3	46.0	33.0	단순교:33.0 연속교:30.0	50.0	40.5
100m	단순교:- 연속교:103.3	82.0	66.0	단순교:- 연속교:60.0	100.0	77.0

- PSC교

구분 지간장	도로교시방서	일본도로공단 도로설계요령	일본도로 협회	수도고속 도로공단	한신고속 도로공단	평 균
30m	단순교:59.4 연속교:55.4	35.2	22.2	단순교:19.2 연속교:18.0	27.0	25.9
50m	단순교:- 연속교:71.7	52.0	37.0	단순교:- 연속교:30.0	45.0	41.0
100m	단순교:- 연속교:106.7	94.0	74.0	단순교:- 연속교:60.0	90.0	79.5

- RC교

구분 지간장	도로교시방서	일본도로공단 도로설계요령	일본도로 협회	수도고속 도로공단	한신고속 도로공단	평 균
30m	단순교:53.8 연속교:49.4	28.0	16.2	단순교:15.6 연속교:14.4	21.0	20.2
50m	단순교:- 연속교:61.7	40.0	27.0	단순교:- 연속교:24.0	35.0	31.5
100m	단순교:- 연속교:86.7	70.0	54.0	단순교:- 연속교:48.0	70.0	60.5

※ 도로교 시방기준 여유는 30m/m적용
일본도로협회 기준의 $\beta=0.5(2-3\text{개월})$ 적용

현설계 신축량 계산 실태

구 분	도로설계요령 적용		도로교 시방기준 적용	비 고
	보통지방	한랭지방		
○ 신축장 100M이하	○ 전주-함양 (신탁2교) ○ 서해안 (우평육교) ○ 서울외곽 (퇴계원R-1교)	○ 구미-동대구 (노곡교) ○ 구미-동대구 (외천교)	○ 대전-당진 산학1교(10m/m) ○ 천안-논산 석송교 (10m/m) ○ 서울외곽 퇴계원A교(+30m/m)	
○ 신축장 100M이상			○ 서울외곽 굴현대교 (30m/m) ○ 광주시우회도로 상림교(±30m/m) ○ 구미-동대구 금호1교(10m/m) ○ 전주-함양 오천2교(±20m/m)	

() : 여유량

신 축 량 계 산 예

o 신축장(ℓ) 100m 이하일 경우

- 교량 형식 및 연장: PC BEAM 교 (30+3×30 + 2×30=180 m)

- 설계 지점에 의한 계산

- 계산식 $\Delta \ell = 0.84 \ell + 10$

• $J_1 : \Delta \ell_1 = 0.84 \times 30 + 10 = 35.2 \text{ (mm)}$

• $J_2 : \Delta \ell_2 = 0.84 \times 90 + 10 = 85.6 \text{ (mm)}$

• $J_3 : \Delta \ell_3 = 0.84 \times 60 + 10 = 60.4 \text{ (mm)}$

-신축장치 사용

o J1 : NO 50

o J2 : NO 100

o J3 : NO 80

o 신축장(ℓ) 100m 초과 경우

- 교량 형식 및 신축장 : 강교 (50+50+55 = 155 m)

거더 높이 : 3m

- 도로교 시방서 기준에 의해 계산

1) 온도 변화에 의한 이동량

· ΔT : 온도변화 : $50 (-10^{\circ}\text{C} \sim +40^{\circ}\text{C})$

· α : 선팅창계수 : 1.2×10^{-5}

· l : 신축 거더의 길이 (m)

$$\Delta l_1 = 50 \times 1.2 \times 10^{-5} \times 155 \times 10^3 = 93.0 \text{ (m/m)}$$

2) 보의 처짐에 의한 이동량

$$\cdot \Delta l_r = \Sigma (h_i \times \theta_i)$$

$$\cdot h = \frac{2}{3} \cdot H = \frac{2}{3} \times 3.0 = 2.00 \text{ (m)}$$

· θ : 강교(연속교) $\rightarrow 1/150$

$$\cdot \Delta l_r = \Sigma (h_i \times \theta_i)$$

$$= 2.000 \times 10^3 \times \frac{1}{150}$$

$$= 13.333 \text{ (mm)}$$

3) 설치 및 부가 여유량 : 30m/m

4) 전체 신축량

$$\text{- 신축량계 : } J_1 = 93.0 + 13.333 + 30.0 = 136.333\text{m/m}$$

- 신축이음장치 사용 : NO160

1. 검토목적

교량 상부 구조의 변위와 신축에 효과적으로 대응하고 차량 하중과 충격을 수용하여 교량 상부 기능을 원활히 유지시키는 역할을 하고 있는 교량 신축이음 장치의 시공상의 문제점을 도출하여 개선 방안을 검토 코자함.

2. 신축이음장치의 문제점

- o 유간 단부 거푸집 시공 애로(조잡시공, 유간축소)
- o 사교의 영향 미고려
- o 기타

3. 문제점 개선 방안

가. 단부 거푸집 개선

(1) 현행 방법

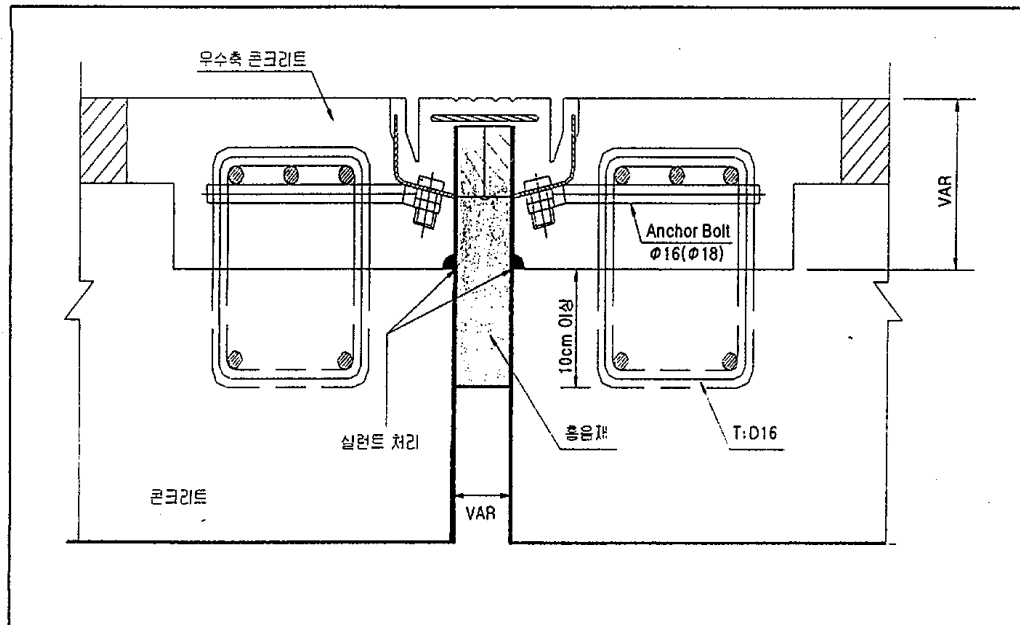
- o 유간이 작은 경우 : 스티로폴 삽입
- o 유간이 큰 경우 : 합판 거푸집 또는 철판 사용

(2) 현행 방법의 문제점(별첨1. 사진 참조)

- o 유간이 작은 경우
 - 스티로폴 변형으로 콘크리트 누출
 - 스티로폴 제거 곤란
 - 합판 거푸집 설치 및 제거 곤란
- o 유간이 큰 경우
 - 거푸집 변형으로 유간 축소 및 콘크리트 누출
 - 합판 거푸집 설치 및 제거 곤란
 - 철판 거푸집 녹 발생으로 미관 불량
 - 공간 협소로 조잡 시공

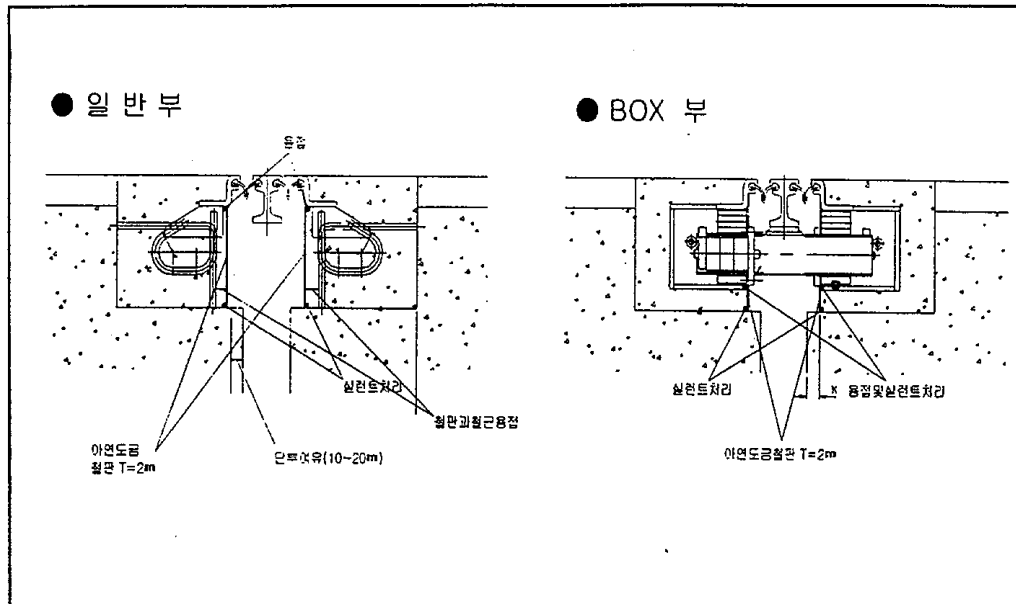
(3) 개선방안

o 신축량 100M/M 이하 경우



- 개선 방안 : 신축량 100m/m 이하는 맞댐 형식과 고무판 형식을 많이 사용하며 블록아웃 깊이가 15Cm 이내로서 무수축콘크리트에 의한 거꾸집 변형이 적으므로 신축이음 장치에 사용되는 흡음재를 거꾸집으로 사용
- 흡음재 장점 : 신축 복원력 양호
흡음 효과 증대
시공이 간단
- 시공방법 : 흡음재는 슬라브 유간을 고려하여 공장 채단 반입하고 콘크리트 물이 흘러내리지 않도록 슬라브 접촉부에 실런트 처리

o 신축량 100m/m 초과 경우



- 개선방안 : 신축량 100m/m 초과시는 주로 레일 형식이 사용되며 유간이 크고 블록아웃 깊이가 비교적 깊어(30 Cm) 흡음재나 스티로폴 사용시 변형이 우려되고 합판 거푸집은 설치 및 제거가 곤란하므로 아연도금 철판(T=2m/m)을 거푸집으로 사용

- 시공방법

- 신축이음장치 형식과 규격에 따라 정확히 블록아웃 할 것.
- 철판 상부는 신축이음장치 하부에 50 Cm 간격으로 테그용접하고 철판하부는 무수축콘크리트 타설시 변형되지 않도록 무수축콘크리트 깊이를 감안하여 보강철근이나 슬라브 철근에 철근등을 이용하여 견고히 용접 할 것.
- 무수축콘크리트 타설시 콘크리트 물이 흐르지 않도록 거푸집 상, 하부에 실린트 처리
- 단부 여유는 신축량이 160m/m 이상일 경우는 20m/m, 그 이하는 10m/m를 확보하여 거푸집 변형 방지
- 신축이음장치 하부에 철판 거푸집을 용접 할 때는 작업대를 만들어 그 위에 올려 놓고 용접.

나. 사교에서의 형식 및 규격 선정

o 현행 방법

- 사각의 영향을 고려하지 않고 신축이음장치 형식 및 규격 결정

o 현행 방법의 문제점

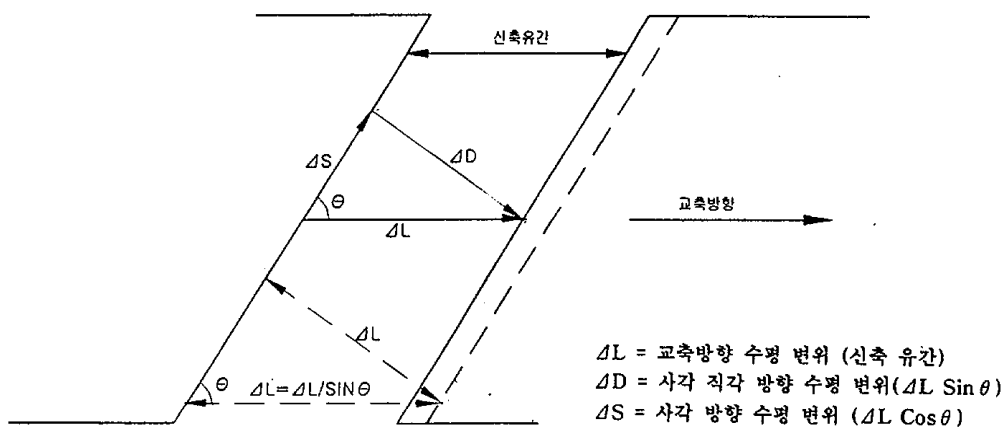
- 사교에 대한 적응성이 불량한 형식 선정으로 하자 발생.
- 사각 방향 수평 변위(전단변형량)에 의해 신축이음장치 파손.

o 개선방안 (별첨 신축량 계산 및 형식 선정 에 참조)

- 사교에서는 다음 식에 의한 전단변형량과 교축방향 신축량을 동시에 만족하는 신축이음장치 형식과 규격 사용

조 건	전 단 변 형 량(m/m)		강 팽 거 형 식	비 고
	맞댐, 고무판, 레일형식			
	PSC교	RC교		
고정단에서 가동 받침의 이동 방향을 교축 직각 방향 설치시	$0.7L \times \cos \theta + 0.8B$	$0.5L \times \cos \theta + 0.8B$	0.8B	L:신축장 (m) B: 폭원(m)
고정단에서 가동 받침의 이동 방향을 사각방 향 설치시	$0.7L \times \cos \theta + 0.4B$	$0.5L \times \cos \theta + 0.4B$	0.4B	

- 전단변형에 대한 적응성이 불량한 고무판 형식(에이스, 트랜스플렉스 형식) 사용을 지양하고 모노셀 형식과 레일 형식 사용
- 강팽거 형식과 레일 형식은 사각을 감안하여 주문 제작 설치
- 사각을 보정한 레일 형식과 강팽거 형식 설치시는 신축이음장치 규격을 $\Delta L \rightarrow \Delta L \times \sin \theta$ 로 줄여서 설치
- 맞댐형식과 고무판 형식 설치시는 슬라브 유간을 $\Delta L \rightarrow \Delta L / \sin \theta$ 로 늘여서 시공.



4. 형식선정 및 시공 유의사항

o 신축량별 바람직한 신축이음장치 형식

신축량(m/m)	신축이음장치 형식	비 고
0~40	모노셀. 에이스.레일식	
40~80	에이스. 레일식	
80이상	레일식	

- o 트랜스플렉스 형식은 하부구조 변위로 인한 신축이음장치의 잦은 교체가 요구되는 연약지반구간이나 기존 트랜스플렉스 형식 교체시를 제외하고는 사용하지양.

※트랜스플렉스 형식의 문제점

- 차량의 반복하중이나 태양열등에 의한 고무 노화로 내구성 불량
- 강재와 고무판의 팽창률 상이로 인한 강재와 고무판의 분리
- 차륜에 의해 정착 볼트가 헐거워져 신축이음장치 파손
- 사교에 대한 적응성 불량
- 이음부의 수밀성 불량
- 강설이 많은 지역에서는 제설장비에 의한 손상이 많이 발생

- o 사교일 경우에는 고무판 형식은 지양하고 전단 변형에 대한 적응성이 비교적 양호한 모노셀 형식이나 레일 형식 사용.

- o 신축이음장치 형식 선정시는 슬라브 유간, 슬라브 단부 두께를 고려하여 적합한 형식 선정

- o 강설이 많은 지역에서는 제설장비에 의한 파손예방을 위해 고무제품 (트랜스플렉스,에이스, 모노셀 형식등) 사용 지양.

- o 슬라브 타설시에는 신축이음장치 형식과 규격 및 타설 시의 온도를 고려한 슬라브 유간 계산서를 작성하여 감독원이 확인한 후 거꾸집 설치.
(별첨3. 슬라브 및 신축이음장치 유간 계산 예 참조)

○ 신축이음장치 설치시에는 슬라브 유간을 실측하여 슬라브 유간에 맞는 규격을 설치

- 슬라브 유간 과다시 : 슬라브 유간에 맞도록 신축이음장치를 큰 규격으로 설치하거나 슬라브 단부에 콘크리트를 타설하여 슬라브 유간을 좁혀서 신축이음장치 설치.
- 슬라브 유간 부족시 : 단부를 깨어내어 적정 유간을 확보한 후 신축이음장치 설치

○ 신축이음장치 교체나 보수공사시에는 건조수축 .크리프량을 다시 계산하여 신축이음장치 규격을 줄일 것.

○ 신축이음장치는 형식과 규격에 따라 필요한 슬라브 유간이 다르므로 카탈로그를 확인하여 적정 슬라브 유간을 확보할 것.

○ 신축이음장치 시공 순서

- ①신축량 계산(슬라브 타설시 온도, 사각)
- ②신축이음장치 형식, 규격 결정
- ③단부 상세 설계(슬라브 유간, 블록아웃 규격등)
- ④상부 슬라브 콘크리트 타설
- ⑤슬라브 유간 실측
- ⑥신축이음장치 규격 확정
- ⑦교면 포장
- ⑧블록아웃부 정리
- ⑨신축이음장치 설치(신축이음장치 유간 조정)
- ⑩무수축콘크리트 타설

○ 기존 신축이음장치 교체 또는 보수시에는 하자 원인(사교에 의한 비틀림, 유간 부족, 유간 과다, 교좌장치 파손,무수축 콘크리트 단부 파손등)을 분석하여 하자 원인을 제거한 후 교체 또는 보수 할 것.

○ 트랜스플렉스 형식 교체시에는 가능한 한 후시공 공법(무수축 콘크리트 타설 후 신축이음장치 설치)으로 시공할 것.

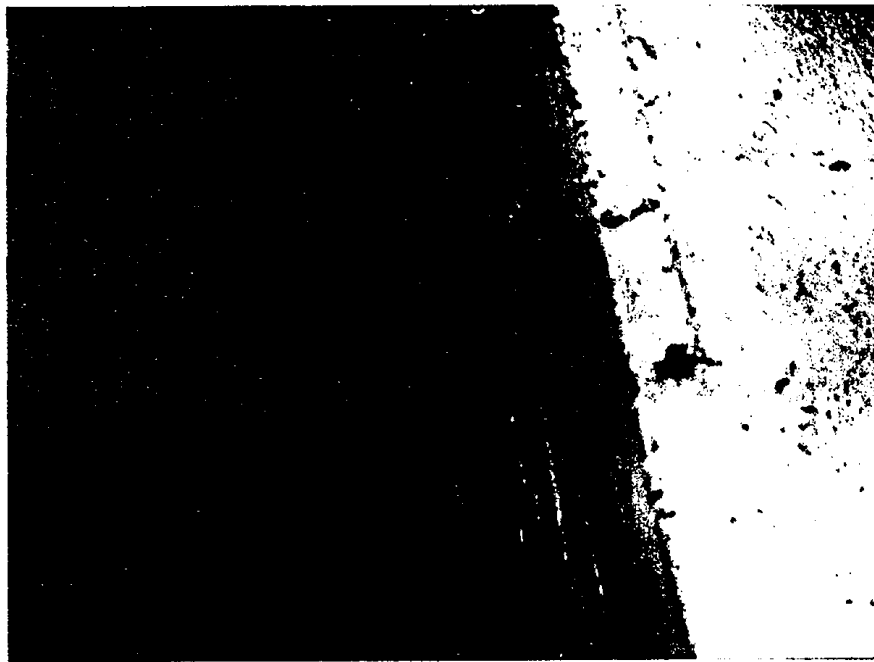
5. 검토결론

- 슬라브 유간부는 공간이 협소하여 무수축콘크리트 타설을 위한 단부 거푸집 설치. 해체가 곤란하므로
 - 신축량 100m/m 이하시에는 흡음재를 거푸집으로 사용하고
 - 신축량 100m/m 초과시에는 아연도금 철판을 거푸집으로 사용.
- 사교에서는 전단변형량과 신축량을 동시에 만족하는 형식과 규격을 선정하되
 - 사교에 대한 적응성이 나쁜 고무판 형식(에이스, 트랜스폴렉스)은 사용을 지양하고
 - 레일형식과 강빔거 형식은 사각을 보정하여 공장 주문 제작하고 신축량을 $\Delta L \rightarrow \Delta L \times \sin \theta$ 로 줄여서 신축이음장치 규격 선정
 - 맞댐형식이나 고무판 형식 설치시는 슬라브 유간을 $\Delta L \rightarrow \Delta L / \sin \theta$ 로 크게하여 시공
- 신축이음장치는 적정형식과 적정 유간 확보가 가장 중요하므로
 - 신축량, 사교 여부, 적설지역 여부, 슬라브 유간등을 감안하여 형식과 규격을 선정하고
 - 슬라브 타설시와 신축이음장치 설치시의 온도, 신축이음장치 형식, 규격등에 따라 슬라브와 신축이음장치 유간을 조정 시공
- 신축이음장치 교체시에는 파손 원인을 분석하여 제거한 후 교체시공.

첨 부 자 료

- 1. 단부 거푸집 문제점 사진**
- 2. 사교의 신축량 계산 및 형식 선정 예**
- 3. 슬라브 및 신축이음장치 유간 계산 예**

단부거푸집 현행 방법의 문제점 사진



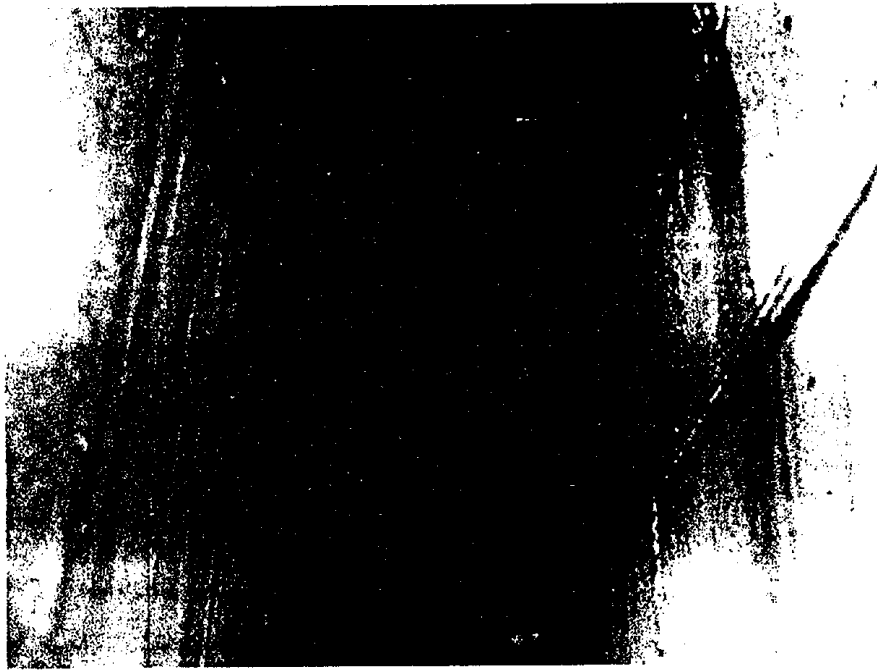
사 진 설 명

스치로폴 미제거 (#1)



사 진 설 명

철판 거푸집 변형 (#2)



사 진 설 명

철판거푸집 녹 발생 (#3)



사 진 설 명

무수축 콘크리트 누출 (#4)



사 진 설 명

거푸집 조잡 시공 (#5)

사 진 설 명

사교의 신축량 계산 및 형식 선정 예

가. 교량 형식 : PSC BEAM교(가동받침의 이동방향을
교축직각 방향 설치)

연장 : 35M

폭원 : 12.14M

사각 : 45 °

나. 계산 신축량(ΔL) = $0.84 \times 35 + 10 = 39.4\text{m/m} \rightarrow$ H사의 4G
모노셀 사용

다. 전단변형량 계산 = $0.7L \times \text{Cos}45 + 0.8B = 0.7 \times 35 \times \text{Cos}45 + 0.8 \times 12.14 = 28.52\text{m/m} \rightarrow$ 4G 허용 전단 변형량 30m/m
보다 작으므로 모노셀 4G 사용 가능함.

□ 모노셀의 허용 전단변형량 □

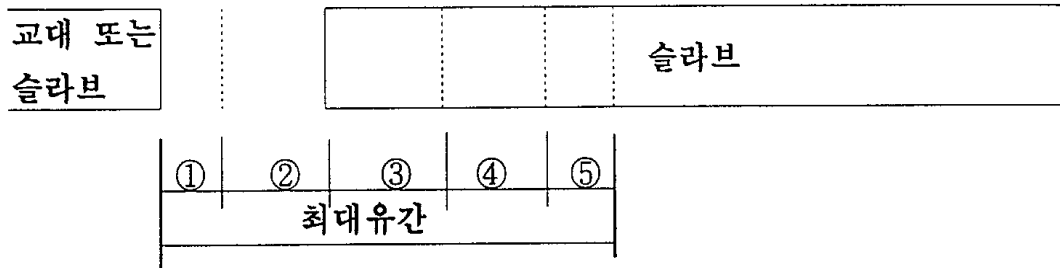
TYPE	신축량	전단변형량
2G	20m/m	20m/m
4G	40m/m	30m/m
6G	60m/m	30m/m

* H사 제품의 카다로그 참조

※ 신축량 계산 결과 신축량이 60 m/m를 초과할 경우
트랜스플렉스 형식, 에이스 형식은 전단 변형에 대한 적응성이
나쁘므로 전단변형에 대한 적응성이 비교적 양호한
레일형식을 사용하는 것이 좋음.

슬라브 및 신축이음장치 유간 계산 예

가. 유간 개요



- ① 최고온도시의 여유량 : $(\text{기본 신장량} \times 20\% + 10) \times 1/2$
- ② 온도변화에 의한 신장량 : 15°C 기준
- ③ 온도변화에 의한 수축량 : 15°C 기준
- ④ 건조수축, 크리프에 의한 수축량
- ⑤ 최저온도시 수축에 대한 여유량 : $(\text{기본 신장량} \times 20\% + 10) \times 1/2$

나. 신축량 계산 및 신축이음장치 선정

- 교량 제원 형식 : PSC 교
신축장 : 90m
슬라브 타설시 온도 : 25°C (여름)

- 신축량 계산(설계이 13206-30229, '99. 6. 25 참조)

$$\text{온도 신축량}(\text{②}+\text{③}) = 0.4 \times 90 = 36\text{m/m}$$

$$\text{건조수축}(\text{④}) = 0.1 \times 90 = 9\text{m/m}$$

$$\text{크리프}(\text{④}) = 0.2 \times 90 = 18\text{m/m}$$

$$\text{여유량}(\text{①}+\text{⑤}) = 0.14 \times 90 + 10 = 22.6\text{m/m}$$

$$\begin{aligned} \text{신축량 계} &= 85.6\text{m/m} \Rightarrow \text{레일형식 KSB- 100 사용} \\ &\Rightarrow \text{에이스형식 NB-T120 사용} \end{aligned}$$

다. 슬라브 타설시 필요유간

o 타설시 온도(25 °C) 고려

$$(15-25) \times 1 \times 10^{-5} \times 90 \times 1000 = -9\text{m/m}$$

□ 슬라브 타설시 계절별 적용 온도 □

타 설 시 기	적 용 온 도	비 고
봄. 가을	+15 °C	
여 름	+25 °C	
겨 울	+5 °C	

o 슬라브 타설시 필요 유간

- 레일형식 KSB-100 적용시 ⇒ 필요한 슬라브 유간은

최대:150m/m, 중간:100m/m, 최소:50m/m 이므로
타설시 필요 유간은 100-9=91m/m

-에이스 형식 NB-T120 적용시 ⇒ 필요한 슬라브 유간은

$$120-9 = 111 \text{ m/m}$$

라. 신축이음장치 설치시 유간 조정

o 설치시 온도 5 °C 일 경우

$$\begin{aligned} \text{- 온도변화에 의한 신축유간} &: (T_{15} - T_{\text{now}}) \times 1 \times 10^{-5} \times 90 \times 1000 \\ &= (15-5) \times 1 \times 10^{-5} \times 90 \times 1000 \\ &= 9 \text{ m/m} \end{aligned}$$

-설치유간 (KSB-100) : 15 °C 일때의 신축이음장치 유간이 50m/m이므로
온도(5 °C)를 고려한 신축이음장치 유간은

$$50\text{m/m} + 9\text{m/m} = 59\text{m/m}$$

$$(NB-T120) : 120 + 9 = 129 \text{ m/m}$$

⇒ 9m/m늘여서 설치

※ 신축장100m 초과 시에는 도로교 시방기준에 따라 상기와 같은 방법으로 신축량 및 유간을 계산.

1. 검토목적

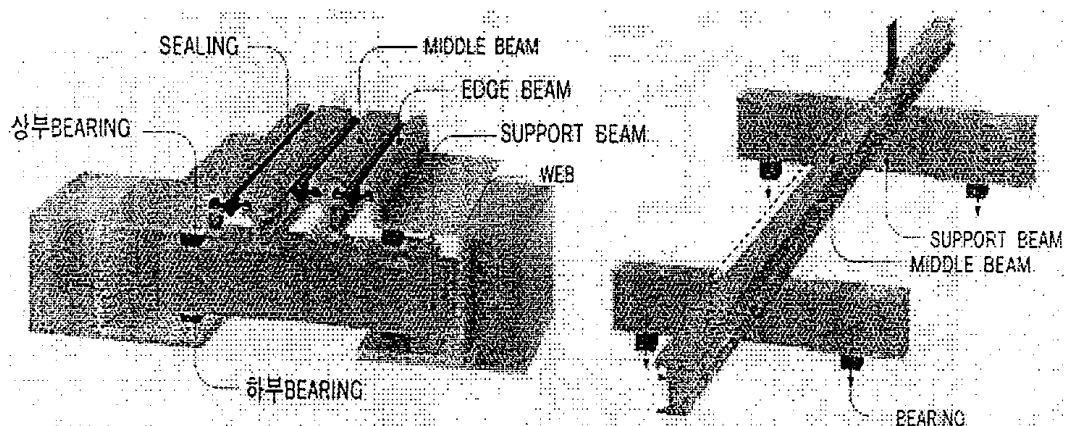
레일식 신축이음장치의 효율적인 유지관리를 위한 지지대(지지빔 또는 지지Box) 설치 방안 검토

2. 현행 지지대 설치 문제점

- ☐ 레일식 신축이음장치는 레일 하부의 지지빔을 통해 차량 하중을 슬라브로 전달하는 구조로 설계되어 레일 절단시 레일 하부에 지지대가 없는 곳에서는 차량하중을 지지할 수 없음.
- ☐ 또한 교량 전폭에 걸쳐 일체로 시공되어 전면 또는 부분교체를 위해서는 레일 절단이 불가피함.
- ☐ 레일식 신축이음장치는 통상 차선을 고려하지 않고 등간격으로 시공하고 있어 신축이음장치 교체등 유지관리 곤란.

3. 현행 지지대 설치 방법

- ☐ 레일식 신축이음장치 개념도



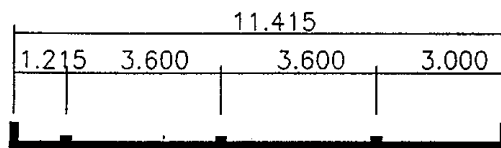
□지지Box 설치 간격

제조회사	형식명	Box 간격(m)	신축량 (m/m)	비 고
(주)KR	KSB	1.2~1.4	160~800	
유니슨산업	WSF	최대 2.5	400~800	
	WSF-E	최대 2.0	160~320	
협성산업	GG	최대 1.8	160~480	

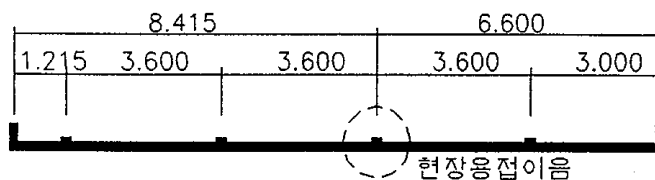
◇ 신축량 160m/m 이상 규격일 경우 형식별로 1.2~2.5m 범위
에서 교량폭을 고려하여 일정 간격으로 배치

□차로별 레일식 신축이음장치 시공 방법

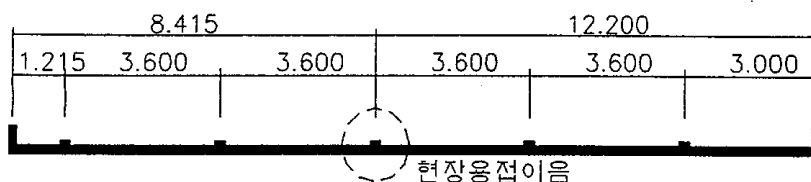
- 편도 2차로(폭원:11.415m) : 일체 시공



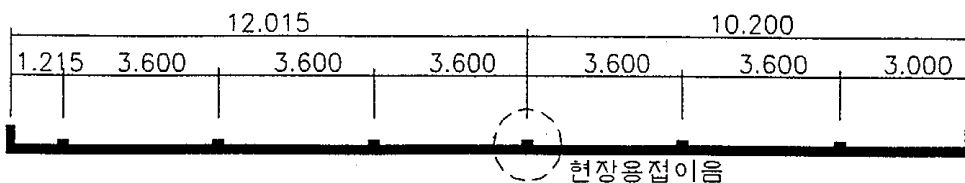
- 편도 3차로(폭원:14.715m) : 1개소 현장 용접(2+1차로)
또는 일체시공



- 편도 4차로(폭원:18.615m) : 1개소 현장 용접(2+2차로)



- 편도 5차로(22.215m) : 1개소 현장 용접(3+2차로)



4. 지지대 시공 개선 방안 검토

구 분	제 1 안	제 2 안
개선 방안	필요시 레일 절단 가능토록 차선 좌우에 지지대 설치	
개요도	(단면도) (평면도)	
절단 위치	○ 차로 중앙부 1개소 -3차로 이상은 현장이음 위치에서 절단토록 배치	○ 전 차선마다 절단 가능토록 배치
장단점	○ 시공이 간단 ○ 공사비 증가 미미 (지지상자 1개소 증가) ○ 부분교체시 제거연장이 길어짐 ○ 반쪽씩 교통전환 가능	○ 시공 다소 복잡 ○ 공사비 다소 증가 ○ 필요 차로 부분만 교체 가능 ○ 교통처리 유리
적 용	○	

5. 검토결론

- ☐ 현재 시공되고 있는 레일식 신축이음장치는 지지대 간격이 주로 1.2~2.0m로서 부분적인 교체나 보수공사 시에는 현행 지지대 간격으로도 1개 차로나 2개 차로만 교통제한하고 공사가 가능하므로
- ☐ 검토 제1안과 같이 중앙 차선 좌우에 지지대를 설치하여 장래 전면 교체나 반폭 보수시 교통처리 편의를 도모함이 타당한 것으로 판단됨.

1. 변경사유

강교의 도장계열중 수용성 무기질 도료에 대한 적정성 검토결과에 따라 도장적용 기준을 변경코자 함.

< 적정성 검토결과 >

- 수용성 무기질 도료는 환경친화적인 도료로써 국내강교도장 기술의 발전과 도료의 다양한 연구개발 여건조성을 위하여 계속 연구·검토되어야 할 도료로 판단되나
- 시공과정상 까다로운 작업조건과 도장공장의 설비 미흡등으로 점록, 박리, 이색, 백화현상 및 도장균열등 작은 결함 발생.
- 결함부분에 대한 완벽한 보수도장 효과 기대기 어려움.
- 고장력 볼트와 부착불량등의 문제점이 있음.
- 따라서, 이러한 문제점이 해소될 경우 적용

(관련근거 : 건일일 13105-30096, '99. 5.21)

2. 도장 적용기준 변경

가. 당 초

설 치 위 치	설 치 조 건	외부 및 외부포장면	상자형 강교의 내부	비 고
전원, 산간계곡 도시지구	• 교고 20m이상 고교량 • 큰하천, 호수, 댐 횡단교량 • 색채 계획이 불필요한 기타교량	수용성 무기징크 도료 도장	수용성 무기징크 도료 도장 (105기)	
	색채 계획이 필요한 기타교량	내후성 중방식 도장	"	
해안지구, 공장 지구	색채 계획이 필요한 교량	내후성 중방식 도장	"	
	색채 계획이 불필요 한 교량	수용성 무기징크 도료 도장	"	
대기오염 지구, 해상지구, 해변 공업지구	색채 계획이 필요한 교량	초내후성 중방식 도장	"	
	색채 계획이 불필요 한 교량	수용성 무기징크 도료 도장	"	
특수교량(현수교, 사장교, 트러스교, 특수장대교)		설계심의 위원회 상정 심의 결정		

나. 변 경

설 치 위 치	외부 및 외부포장면	상자형 강교의 내부	비 고
전원, 산간계곡, 도시지구, 해안지구, 공장지구	내후성 중방식 도장	에폭시 마감, 후막형 타르에폭시 마감	
대기오염지구, 해상지구, 해변공업지구	초내후성 중방식 도장	타르에폭시 마감 도장 계열중 선택	
특수교량(현수교, 사장교, 트러스교, 특수장대교)		설계심의위원회 상정 심의 결정	

3. 내부도장 적용기준 검토

가. 도장 형식별 비교

구분		외부		내부			비고
		폴리우레탄계 (내후성중방식)	자연건조형 불소수지계 (초내후성 중방식)	타르에폭시계 마 감	후막형타르 에폭시계 마 감	에폭시계 마 감	
도장 형식	1st	무기질징크 75 μ m	무기질징크 75 μ m	무기질징크 75 μ m	무기질징크 75 μ m	무기질징크 75 μ m	※표면처리 SSPC-SP10 (준나금속 브 라스트세정)
	2nd	후막형에폭시계 100 μ m	후막형에폭시계 100 μ m	타르에폭시계 100 μ m	타르에폭시계 150 μ m	후막형에폭시계 100 μ m	
	3rd	폴리우레탄계 40 μ m	자연건조형 불소수지 25 μ m		타르에폭시계 150 μ m		
	4th	폴리우레탄계 40 μ m	자연건조형 불소수지 25 μ m				
	계	255 μ m	225 μ m	175 μ m	375 μ m	175 μ m	
마감색상		다양	다양	흑색	흑색	다양	
도장비 (원/㎡)		16,796	21,182	12,350	16,026	12,627	'98.12월 기준
도장수명		15~22.5년	15~22.5년 이상	11~16.5년 이하	11~16.5년	12~18년	※Steel Structure Painting manual (S.S.P.C)

나. 내부조건에 따른 적용기준

(강도로교 용접 및 도장요령. 1998. 건설교통부)

내부도장계열	적용기준	비고
에폭시 마감	내부를 밝은색(백색등)으로 마감할 수 있으므로 향후 점검 및 결함식별을 용이하게 하고자 하는 경우	
후막형 타르에폭시 마감	내부가 구조상으로 물이 고일 수 있는 가능성이 있거나 내수성을 특히 보장하여야 할 경우	
타르에폭시 마감	상기 두 조건에 해당되지 않은 일반적인 경우	

4. 검토결과

- 콜타르는 발암물질이 함유되어 있다고 알려져있음,
(Hawley's Condensed Chemical Dictionary-Eleventh Edition)
- 에폭시계는 내구성이 좋고, 마감색상을 밝은색(연회색)등으로 처리할 경우 결함 식별이 용이하여 유지관리에 유리할뿐만 아니라 도장비용도 적정함
- 따라서, 강교의 내부도장은 환경 및 내부조건을 특별히 고려치 않을 경우, 재도장의 어려움을 고려하여 내구성이 우수한 에폭시계 도료(마감색상 : 연회색)를 사용하는 것이 바람직하다고 판단됨
- 단, 도료의 기술발전으로 인하여 반영구적 및 현 도료 이상의 내구성이 확보된 도장재료 개발시 시험시공 및 실적분석등을 통한 검증절차를 거쳐 점진적 적용

5. 향후검토 과제

- 용제형 도료사용에 따른 환경오염 우려와, 환경친화적 고속도로 건설추세에 따라 향후 대체도료의 적극발굴 및 개발필요

6. 적용방안

- 실시설계중인 노선 적용

※설계기 16210-280호('94.8.9)에 의거한 6. 가항의 강교 도장 적용기준은
본건으로 대체 적용

참 고 자 료

1. '강교 수용성 무기질 도료 검토결과'(건일일 13105-30096, '99. 5.21) 및
강교 수용성 무기질 도료적용 검토서
2. 고속도로공사 전문시방서
3. '98. 강도로교 용접 및 도장요령(건설교통부)
4. 강교도장 적용기준 검토(설계기 16210-280, '96. 8.27)
5. STEEL STRUCTURES PAINTING
MANUAL - S.S.P.C
6. Hawley's Condensed Chemical Dictionary

1. 검토목적

교량의 강관파일기초가 매입말뚝공법중 천공·항타공법으로 설계되는 경우 노선별 설계적용이 상이하여 동공법에 대한 설계기준을 정립하고자 함.

2. 매입말뚝공법의 분류

- 선굴착 공법
 - 선굴착 최종 타격공법(천공·항타공법)
 - 선굴착 고결공법
 - 선굴착 확대고결공법
- 속파기 공법 (내부굴착공법)
 - 속파기 최종타격공법
 - 속파기 고결공법
 - 속파기 확대고결공법

3. 국내의 일반적 매입말뚝공법의 종류

가. 선굴착 최종 타격공법(천공·항타공법)

- 선굴착 후 기성말뚝을 삽입하고 최종 항타하드로 말뚝지지력은 거의 대부분 선단지지력에 의존
- 지지력은 타입말뚝 또는 시멘트페이스트 주입공법에 비해 불리
- 최종항타에 따른 진동 및 소음이 타입말뚝의 수준이며, 지반내에 자갈또는 호박돌층이 존재할때는 공법적용 곤란
- 또한 지반굴착시의 지하수의 영향으로 굴착공벽이 함몰되는 조건에서는 만족할만한 지지력을 기대하기 어려움

나. SIP(Soil-Cement Injected Pile)공법

- 오거굴착 + 시멘트 페이스트주입 + 경타
- 오거를 사용하여 지반을 굴착하고 선단위치에 도달하면 고결액을 주입하면서 오거를 인발하고, 기성말뚝을 삽입하여 최종경타 실시
- 선단지지력 보완을 위해 최종항타를 실시하므로 진동 및 소음 발생
- 기성말뚝(특히강관말뚝) 선단부에서의 폐색여부 불확실

다. SAIP(Special Auger and Injected Precast-Pile)공법

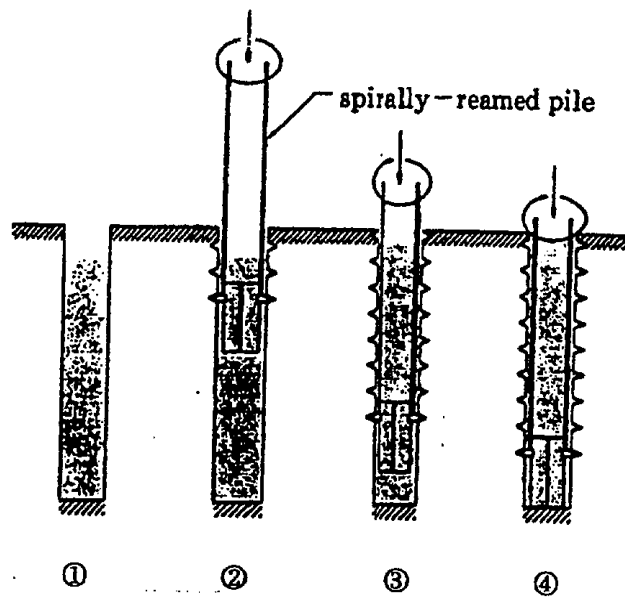
- 강관케이싱 굴착 + 시멘트 페이스트 주입 + 말뚝낙하
- 자갈층의 존재 또는 지하수 흐름등으로 선굴착 공벽 유지가 어려울 경우 사용
- 폐합 강관케이싱 외부에 나선형 비트가 부착된 장비이용 굴착
- 시멘트 페이스트를 주입하고 기성말뚝 설치

라. COREX 공법

- 오거무배토 굴착 + 선단 및 주면고결액 주입 + 말뚝회전삽입
- 교반날개가 달린 오거로 굴착
- 굴착완료후 선단고결액과 주면고결액을 차례로 주입하면서 오거 인발
- 말뚝은 회전하면서 매입하되 굴착면으로부터 2D되는 위치에 말뚝의 선단부 고정

마. 나선돌기형 매입말뚝공법

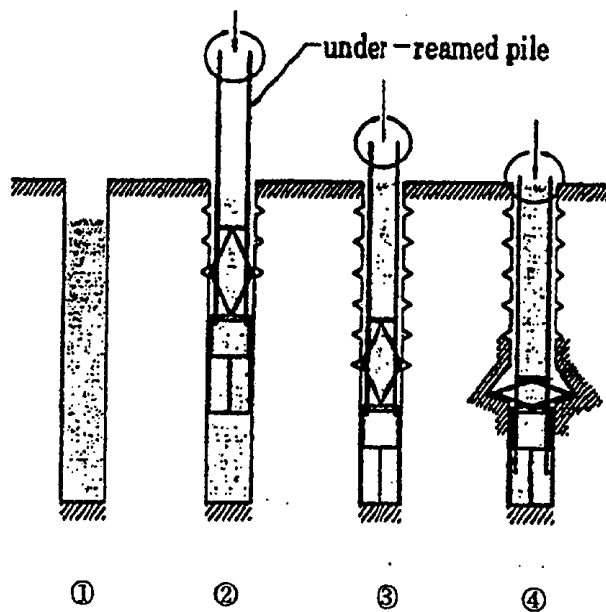
- 오거굴착 + 시멘트페이스트 주입 + 나선돌기형 말뚝 회전 압입
- 기성말뚝 선단부에 십자(+)형 교반빔과 돌기부착



나선돌기형 매입말뚝의 시공법

바. 선단확대형 매입 말뚝공법

- 오거굴착 + 시멘트페이스트 주입 + 선단확대형 말뚝 회전 압입
- 기성말뚝선단부에 교반빔과 매입말뚝의 선단부에 확대구근을 성형하기 위한 ◇모양의 확대날 부착



선단확대형 매입말뚝의 시공법

4. 매입말뚝의 지지력 특성

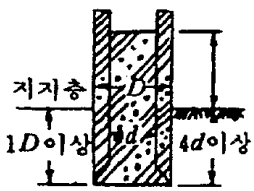
가. 매입말뚝에 대한 지방규정 <‘96. 도로교 표준지방서>

○ 말뚝기초의 허용수평변위 : 1.5cm 이내

○ 내부굴착말뚝

"시공법을 잘 검토한 후에 선단지지력을 정하기로 한다."

<내부굴착말뚝 공법에 따른 말뚝 선단의 극한지지력>

선단처리방법	말뚝선단의 극한지지력 산정
최종타격방식	타입말뚝의 산정법을 적용한다
시멘트 밀크 분출교환방식	극한지지력(t/m^2) $q_d = 15N(\leq 750)$ 모래층 $20N(\leq 1000)$ 모래 자갈층 여기서, N : 말뚝선단지반의 N값
콘크리트 치기방식 	현장치기말뚝의 극한지지력을 적용한다

<최대주면마찰력(t/m^2)>

지반의종류 \ 시공법	타입공법	현장치기말뚝공법	내부굴착말뚝공법
사 질 토	$0.2N(\leq 10)$	$0.5N(\leq 20)$	$0.1N(\leq 5)$
점 성 토	C^* 또는 N (≤ 15)	C^* 또는 N (≤ 15)	$0.5C^*$ 또는 $0.5N$ (≤ 10)

주) $N \leq 2$ 의 연약층에서는 신뢰성이 부족하기 때문에 주면마찰저항을 고려할 수 없다

C^* : 점성토의 전단강도

- 프리보어링 공법

말뚝지름 이상의 굴착을 수반하기 때문에 공벽과 말뚝본체 주변 사이의 공간을 확실히 채울수 있는 공법 선정 필요

나. 공법별 지지력 특성

■ 연직지지력

- 선굴착 및 최종 타격공법 (천공 · 향타공법)

시멘트페이스트를 주입하지 않는 경우 지지력은 94%이상이 대부분 선단지지력에 의해 결정되며, 지지층에서 최종 향타의 길이가 말뚝직경의 3~4배이상 관입하면 타입말뚝의 선단지지력과 같아진다고 알려짐.

- SIP공법 및 SAIP공법

선단지지력보다 주변 마찰력이 2배이상 크게 나타남.

- COREX공법

주변 마찰력과 선단지지력이 유사

- 나선돌기형 및 선단확대형 공법

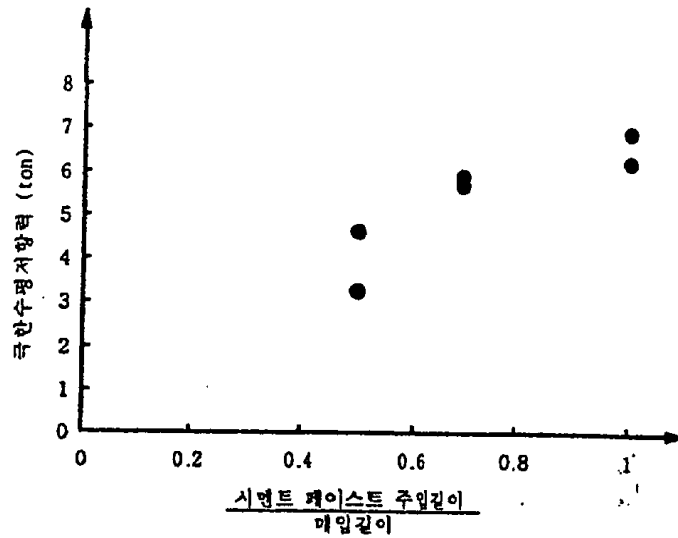
돌기 및 확대구조의 영향으로 주변 마찰력이 큼.

■ 수평지지력

- 속파기공법 및 선굴착 타격공법은 타입말뚝에 비해 수평저항이 작은 경향이 있음.

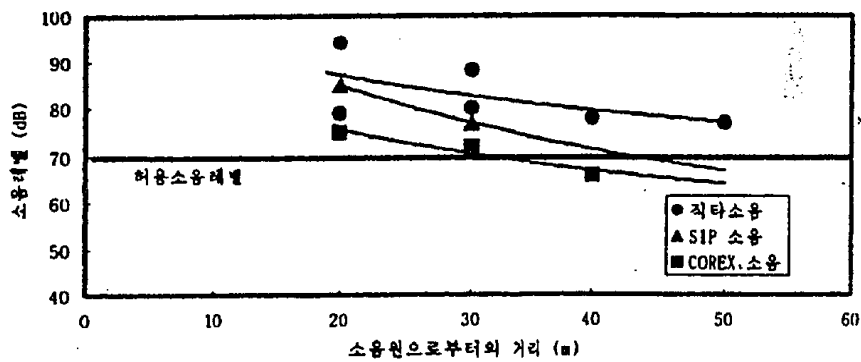
- 시멘트 페이스트 공법은 타입말뚝과 동등이상의 수평저항을 가짐.

- 시멘트 페이스트 주입길이는 매입말뚝의 수평저항력에 큰 영향을 미침.

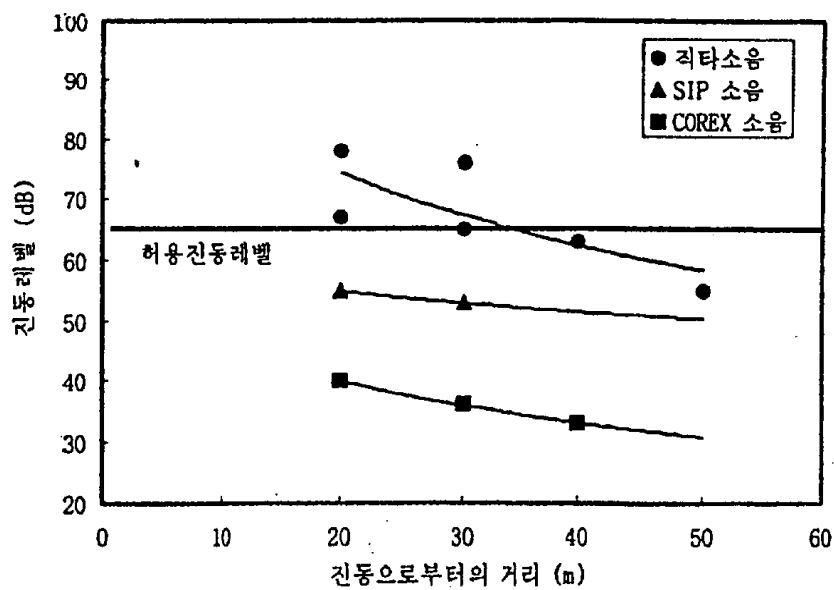


시멘트 페이스트 주입길이와 극한수평저항력과의 관계

5. 소음 및 진동비교



거리에 따른 소음레벨



거리에 따른 진동레벨

*위의분석도에서 보는바와 같이 COREX공법이 소음 및 진동의 저감효과가 가장 큼.

6. 천공 · 항타공법의 기준정립사항

- 천공후 항타길이
- 단가산출시 선단부의 항타연장에 대한 N값 적용
- 강관파일내 속채움 및 주변 시멘트 페이스트 주입 여부
- 적정단가 재구성

7. 천공 · 항타공법의 기준검토

가. 천공후 항타길이

- 지지층에서 최종 항타길이가 말뚝직경의 3~4배이상 근입시키면 타입말뚝의 선단지지력과 같아진다고 알려져 있고, 도로교시방서에는 선단폐색 효과를 고려하여, 중간층과 지지층이 명확하지 않을 경우 근입비 5정도를 근입시키면 지지층에 대하여 근입효과를 기대할 수 있다고 규정함.
- 따라서, 소음 · 진동 저감목적으로 적용되는 경우 지지효과의 극대화를 위한 폐색효과를 감안, 최종항타길이는 말뚝직경의 5배 정도로 하여 최종항타 길이를 최소화 하는 것이 바람직함, 단, 시공시 무리한 타입으로 말뚝본체의 파손을 방지하기위해 동적재하시험 또는 동역학적(항타)공식에 의한 설계지지력 확보시 항타를 종료할 수 있도록 도면 및 시방서에 표기
- 자갈층등으로 타입이 어려운 경우 말뚝의 지지효과 및 경제성을 고려하여 가급적 최소천공장을 적용하고 나머지 타입이 가능한 지층은 항타에 의해 관입시키는 것이 바람직함.

나. 선단부의 항타연장에 대한 단가산출시 N값적용 : 항타연장에 대한 평균N값 적용

다. 강관파일내 속채움

지지메카니즘과 무관함으로 속채움 불필요

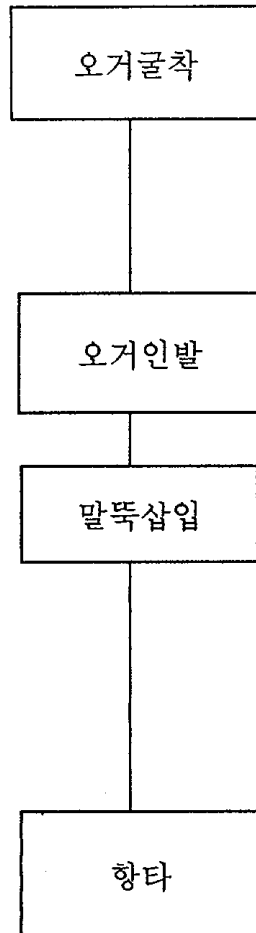
라. 주변 시멘트 페이스트 주입 여부

- 도로교표준시방서에 천공·항타공법은 말뚝지름 이상의 굴착을 수반하기 때문에 공벽과 말뚝 본체 주변사이의 공간을 확실히 채울 수 있는 공법선정을 권장하고 있으며,
- 지지력 분담율의 변화는 시멘트페이스트의 양생기간 초기에는 선단지지력이 전부를 부담하고 있으나 양생기간이 증가함에 따라 점차 주변마찰력 증대, 양생기간 8일 이후 지지력 분담율이 일정한 값으로 수렴되는 경향이 있음.
- 따라서 내진설계에 따른 지진수평력과 말뚝기초의 허용수평변위량(1.5cm)에 효과적으로 저항할 수 있고,
- 주변마찰력 증대에 따른 연직지지력 증대효과를 감안할 때 주변 시멘트 페이스트 주입이 바람직함

8. 결 론

- 최근 소음 및 진동의 공해로 인하여 여러 가지의 매입말뚝 공법이 개발되고 있으며, 설계시 이러한 공법에 대한 지지메카니즘을 정립하고 환경여건, 지반조건, 설계하중등을 고려하여 공법을 선정하여야 함.
- 본 검토대상인 천공·항타공법은 일반적으로 가옥 및 축사등이 근접하여 민원발생이 우려되는 경우 설계에 적용하고 있으나, 최종항타시 소음 및 진동이 타입말뚝과 유사하여 소음·진동의 저감을 위한 부대시설과 조합하여 적용하는 것이 바람직함

○ 천공 · 향타 공법의 설계기준



*천공깊이는 소음 · 진동 저감목적으로 사용시 예상 선단부로 부터 5D 정도의 상부지반까지 천공하고, 자갈층 등으로 타입이 어려울 경우 가급적 최소천공장 적용

*천공직경 : 말뚝직경과 같거나 말뚝직경 +30mm정도

*오거인발시 시멘트 페이스 주입

*근입깊이는 5D 정도

*단, 시공시 무리한 타입으로 말뚝본체의 파손을 방지하기 위해 도면 및 시방서에 다음사항을 표기

“천공후 최종향타근입 깊이는 무리하게 말뚝직경의 5배 이상을 근입시킬 것을 권하고 있는 것이 아니며, 동적재하시험 또는 동역학적(향타) 공식에 의한 설계 지지력 확보시 향타를 종료한다”

9. 향후매입 말뚝 설계시 고려사항

- 주변시멘트 페이스트 주입시 배합 및 마찰력 평가에 대한 연구 검토 필요

10. 적용방안

- 실시설계중인 노선적용

※붙임자료

■ 붙임#1 : 천공 · 항타공법 사진대지

■ 붙임#2 : 자문내용

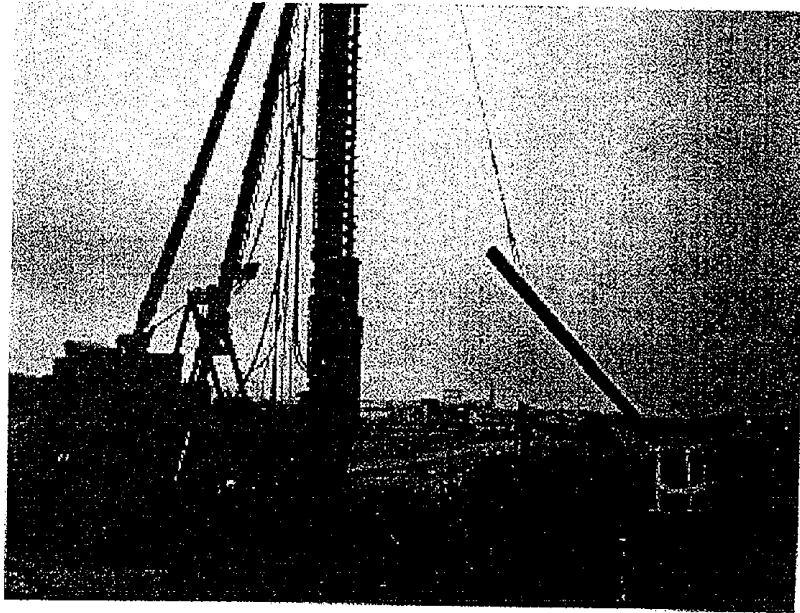
■ 붙임#3 : 천공 · 항타공법에 대한 단가

※본 단가는 항타장을 최소화 할 경우 적용하고, 천공장을 최소화
할 경우는 설계시 지반조건을 고려하여 단가를 작성하여야 함

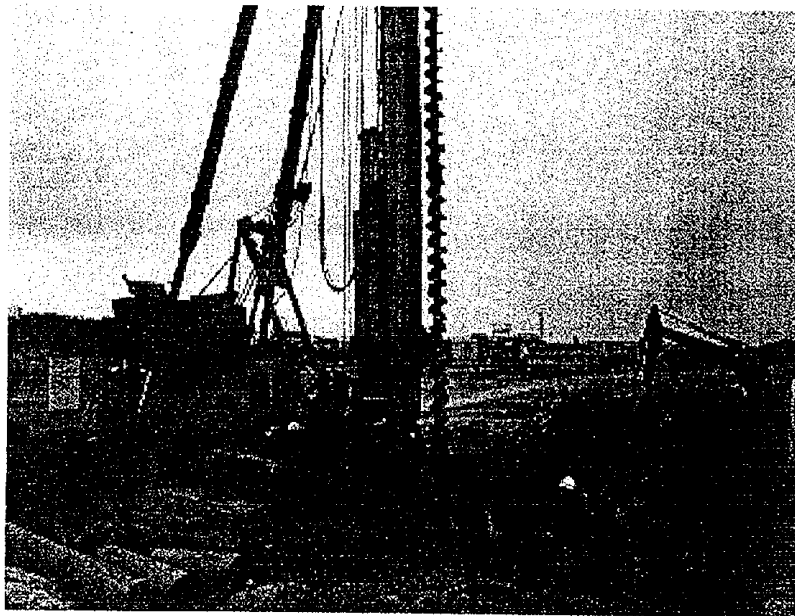
■ 붙임#4 : 참고문헌

붙임#1

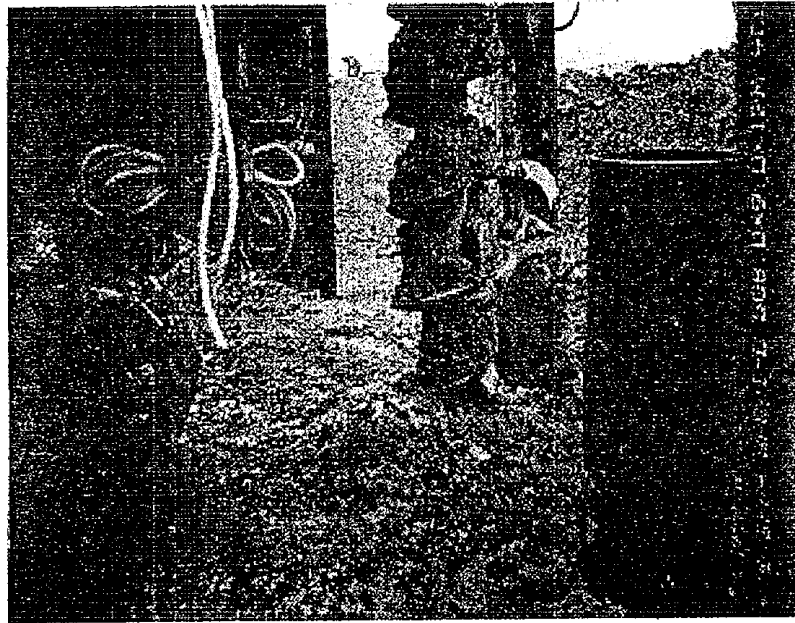
사 진 대 지



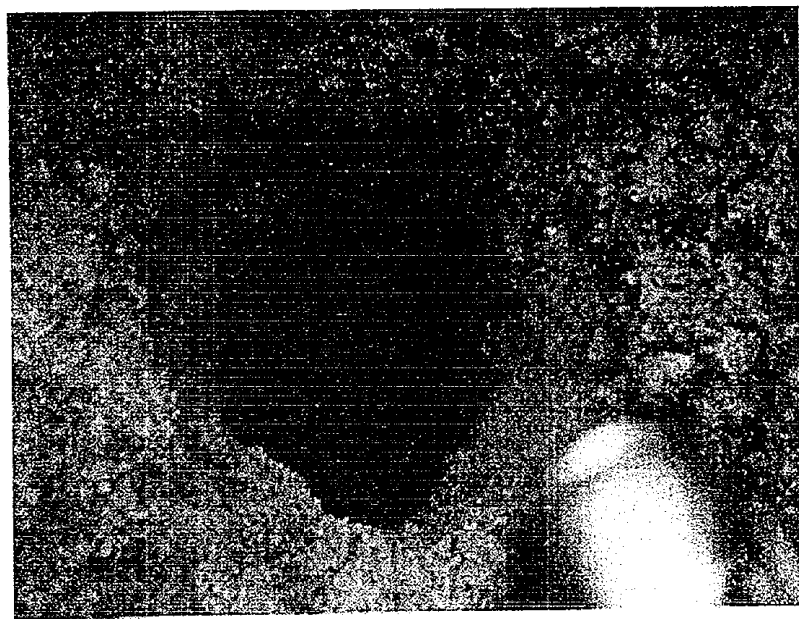
강관말뚝 이동



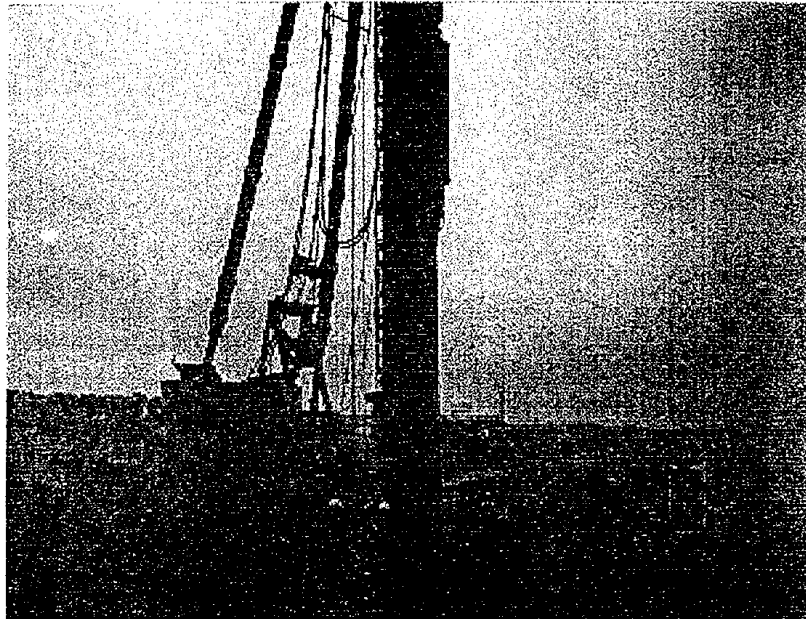
강관말뚝 시공 정위치



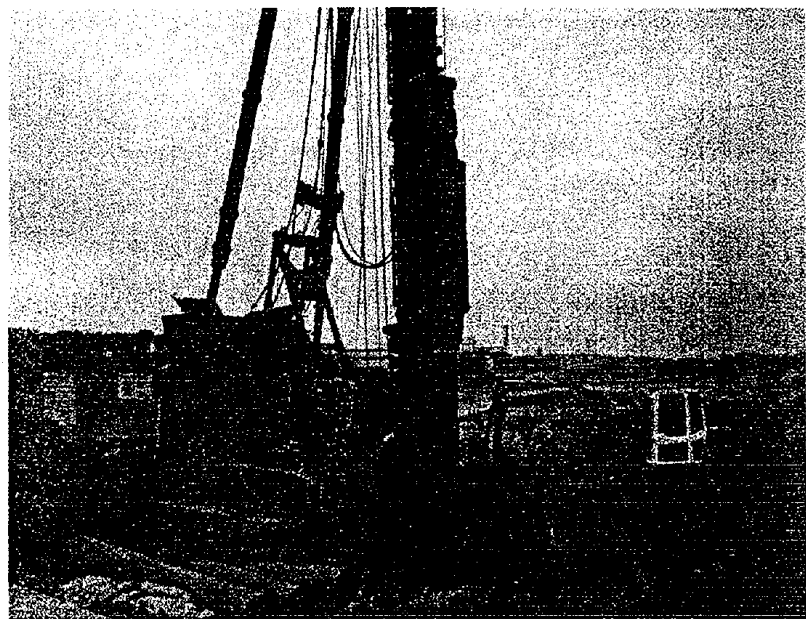
오거장비를 이용한 천공



오거인발후 전경



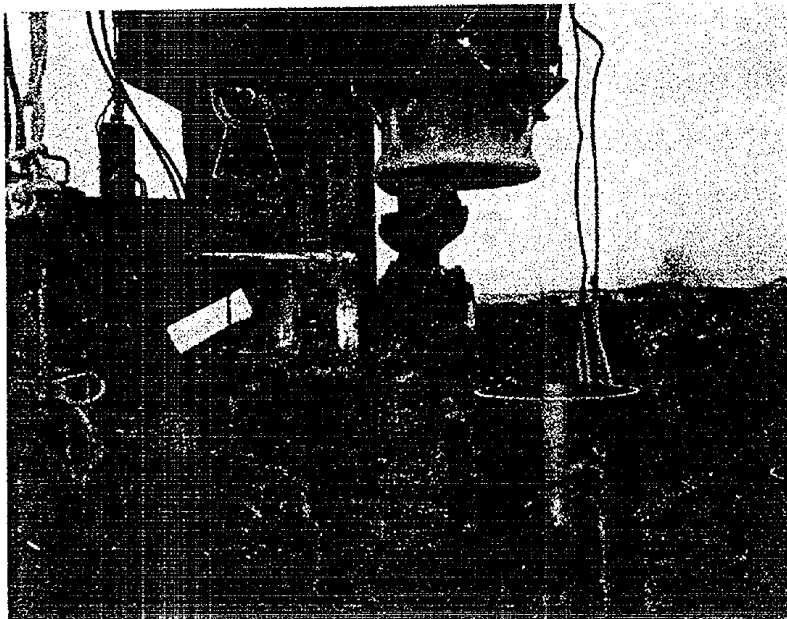
천공후 강관압입



관입부 향타



지지력 확인



강관말뚝 시공완료

[참 고 문 헌]

1. “도로교 표준시방서”(1996) 건설교통부
2. 홍원표, 윤종만, 한중근, “매입말뚝의 지지력 특성”(1998) 한국지반공학회 현장기술자를 위한 말뚝기초 세미나
3. 박영호 “기성말뚝의 시공성 및 지지력특성연구”(1998) 한국도로공사 도로연구소
4. “구조물 기초설계기준” (1997) 한국지반공학회
5. “건설표준품셈” (1999) 건설연구사
6. “말뚝기초” (1993) 한국지반공학회 말뚝기초위원회, 대한건축학회 기초분과위원회 학술발표집 제1집

1. 검토 목적

도로교 표준시방서 규정(제3편, 콘크리트교)에 의한 배력철근량과 콘크리트 구조설계기준 규정(5.7 수축 및 온도철근)에 의한 건조수축 및 온도 철근량이 서로 상이하여 적용 시방서에 따라 철근량이 과다 또는 부족하게 설계되고있어 교량 바닥판 배력철근에 대한 시방 적용기준을 검토코자함.

2. 검토방향

■ 관련 시방 규정 검토

- 도로교 표준 시방서
- 콘크리트 구조 설계기준('99. 5 개정)
- 도로교 설계기준(안) - 현재 개정 작업중

■ 대한토목학회 의견 조회

■ 현행 배력철근 설계 내용 분석

■ 현행 설계문제점 분석 및 적용기준 검토

3. 용어 정의

■ 배력철근

집중하중으로 인한 응력을 분포 시킬 목적으로 정철근 또는 부철근과 직각에 가까운 방향으로 배치하는 보조적인 철근

■ 온도 철근

건조수축 및 온도하중 방향과 동일한 방향의 응력에 저항할 수 있도록 단면내에 배치되는 철근

4. 현행 지방규정

구 분	도로교 표준 지방서('96)	콘크리트 구조설계기준 ('99.5 개정)
배력철근	□ 배력철근의 주철근에 대한 백분율은 다음값 이상 ○ 주철근이 차량 진행 방향에 직각일 때 - $120/\sqrt{L}$과 67%중 작은 값 이상 ○ 주철근이 차량 진행방향에 평행할 때 - $55/\sqrt{L}$와 50%중 작은 값 이상 ○ 등분포 하중을 받는 타종의 구조물이나 0.6m 이상 흠이 덮이는 암거에 대해서는 그 백분율을 20%로 함. 【도.시 제3편 콘크리트교편 7.5.1 제3항】	-
건조수축 및 온도철근	○ 다른 철근이 배치되지 않은 경우에는 벽체 및 슬라브 노출면 부근에 건조수축 및 온도 철근을 각 방향으로 단위 길이당 2.65cm^2 이상 배치 ○ 철근 간격은 벽체나 슬라브 두께의 3배 이하, 또는 40cm 이하 【도.시 제3편 콘크리트교편 3.4.11】	○ 건조수축 및 온도철근의 콘크리트 총단면적에 대한 철근비는 다음값 이상 - $f_y \leq 4000\text{kgf/cm}^2 : 0.002$ - $f_y > 4000\text{kgf/cm}^2 : 0.002 \times 4000/f_y$ ○ 건조수축 및 온도철근의 간격은 슬라브 두께의 5배 이하, 또한 40cm 이하 【콘.설.기 제5장 5.7.2】

5. 현설계에 대한 분석

가. 형식별 설계 적용 기준

구 분	적용기준	내 용	비 고
거더교	도로교표준지방서 7.5.1(제3항)	○ $120/\sqrt{L}$ 과 67%중 작은값 이상	
일반 라멘교 (슬라브교)		○ $55/\sqrt{L}$ 와 50%중 작은 값이상	
지중 라멘교	도로교 표준 지방서 (Page 450)	○ 0.6m 이상 흠이 덮이는 암거에 대하여 20%이상 적용	

나. 철근량 비교

구 분	도로교 표준 시방서	콘크리트 구조 설계 기준	비 고
지중라멘교 -연장:12m -슬라브 두께:1.1m 동대구-경주 서당1교	○ 필요 주철근량:36.4cm ² ○ 사용 주철근량:38.7cm ² ○ 필요 배력철근량(소요 주철근 기준) $36.4 \times 0.2 = 7.28\text{cm}^2$ ○ 실제 배근(사용주철근 기준) H16 CTC15 AS=13.24cm ² (하면) H16 CTC30 AS=6.62cm ² (상면) 계 19.86cm ²	○ 필요온도철근량 $0.002 \times 100 \times 110 = 22.0\text{cm}^2$	○ 온도철근이 배력철근보다 많음 ○ 실제 배근량이 온도철근 규정을 만족치 못함
라멘교 -연장:10m -슬라브 두께:0.65m 동대구-경주 신평교	○ 필요 주철근량 : 20.65 cm ² ○ 사용 주철근량 : 24.225 cm ² ○ 필요배력철근(소요 주철근 기준) $-55/\sqrt{L}=18.01\% < 50\%$ $\therefore 0.1801 \times 20.65 = 3.707\text{cm}^2$ ○ 실제배근(사용 주철근 기준) H16 CTC15 AS = 13.24 cm ² (하 면) H16 CTC30 AS = 6.62cm ² (상면) 계 19.86cm ²	○ 필요 온도 철근량 $0.002 \times 100 \times 65 = 13.0\text{cm}^2$	○ 온도철근이 배력철근보다 많음 ○ 실제 철근량은 온도철근보다 많음
PSC 빔교 -연장:60m -슬라브 두께:0.25m 동대구-경주 도천2교	○ 필요 주철근량:9.78cm ² ○ 사용 주철근량:15.89cm ² ○ 필요 배력 철근량(필요주철근 기준) $-120/\sqrt{L}=90.7\% > 67\%$ $\therefore 0.67 \times 9.782 = 6.553\text{cm}^2$ ○ 실제 배근(사용 주철근 기준) H13 CTC12 AS = 10.558 cm ² (하 면) H13 CTC24 AS= 5.279cm ² (상면) 계 15.837cm ²	○ 필요 온도 철근량 $0.002 \times 100 \times 25 = 5.0\text{cm}^2$	○ 배력철근이 온도철근보다 많음 ○ 실제 배근량이 필요배력철근량의 161%로 과다함

다. 현행 설계의 문제점

■ 배력철근에 대한 시방 적용 기준 불명확.

라멘교(지중라멘교 포함)는 콘크리트 구조 설계기준 규정의 온도철근량이 도로교 표준 시방서 규정의 배력 철근 보다 많게 계산되나 현설계에서는 도로교 표준 시방서 규정 적용.

■ 배력철근 계산시 적용하는 주철근이 소요 주철근 인지 사용 주철근 인지 불명확.

사용주철근을 기준으로 배력철근을 계산하는 경우가 많아 소요주철근을 기준으로 할 때 보다 철근량이 과다하게 계산됨.

6. 바닥판 배력철근 적용기준 검토

가.도로교 설계 기준(안) 규정

■ 배력철근의 주철근에 대한 백분율

- 현행 도로교 표준 시방서 규정과 동일

■ 배력철근량은 온도 및 건조수축 철근 이상되도록 규정

배근되는 배력철근량은 온도 및 건조수축에 대한 철근량 이상이어야 한다. 이때 바닥판 단면에 대한 온도 및 건조수축 철근량의 비는 0.2%이다

나. 대한토목학회 의견(대토학 제332호, '99. 8. 13)

- 온도철근은 온도 및 건조수축에 대비한 철근으로 하중에 의한 소요배력 철근량에 관계없이 최소한으로 필요한 철근이므로 라멘교와 지중 라멘교도 온도 및 건조수축에 대비한 철근비 0.2%를 적용함이 타당함.
- 도로교 표준시방서의 배력철근 규정의 적용에 있어서 배력 철근은 소요 주철근량의 백분율을 적용하는 것이 구조적 요건을 만족함.

7. 검토결론

- 바닥판(라멘교,슬라브교의 슬라브 포함)에 대한 배력철근은 대한토목학회 의견과 도로교 설계기준(안)을 참고할때 도로교 표준시방서의 배력철근 규정과 콘크리트 설계기준에 의한 온도 및 건조수축 철근 규정을 동시에 만족토록 설계함이 타당함.
(온도철근에 의한 철근 배치시에는 계산 철근량을 바닥판 하부에 2/3, 상부에 1/3을 배치하여 주철근과 균형 도모)
- 배력철근 계산시 사용하는 주철근량은 대한토목학회 의견에 따라 소요주철근을 적용하여 경제성 제고.
- 배력철근 설계시는 설계 및 시공 편의를 감안하여 철근규격과 간격을 적절하게 조정하여 배치.

8. 적용방안

- 공사중인 노선 : 공사 시행부서에서 검토후 조치
- 설계 완료 후 미발주 노선 : 발주설계시 변경 조치
- 설계중 또는 향후 설계시 : 본 방침에 따라 설계

I. 검토 목적

기존 교량을 확폭하여 고속도로를 확장하는 구간 기존 교대에 확장부 교대를 접속하는 방법이 노선별로 상이하므로 구조적 안정성과 시공성 및 경제성을 감안한 교대 벽체 접속 시공 방안에 대해 검토하고자 함.

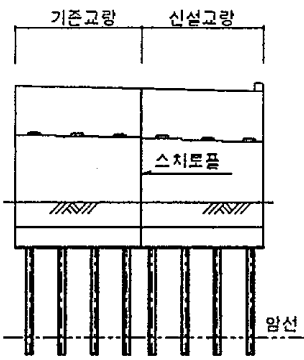
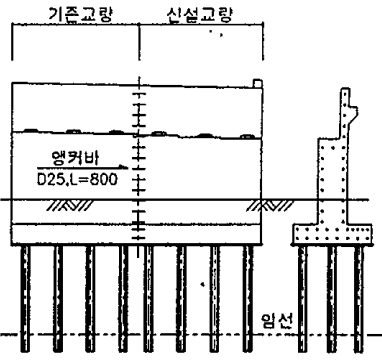
II. 현행 설계 검토

가. 확장구간 교량 접속 시공 방법

구 분	접속 방법	비 고
교 대	앵커연결	· 기존 교대 벽체를 치핑.천공하여 앵커바를 설치한후 신구 접착제를 도포하고 확장부 교대 콘크리트 타설 신갈-안산
	강 결	· 기존 교대 철근과 확장 교대 철근을 연결하여 콘크리트 타설 서울외곽 일부교량
	분리시공	· 기존 교대와 신설 교대 사이에 스티로폴 삽입후 확장부 교대 콘크리트 타설 서울외곽 중부선
교 각	분리시공	· 기존교각과 확장부 교대를 완전히 분리하여 시공 서울외곽 중부선 신갈-안산
슬라브	강 결	· 확장부 슬라브 콘크리트를 타설하고 90일 이상 경과한 후 기존 슬라브 철근과 확장부 철근을 이음하여 슬라브 연결부에 콘크리트 타설 서울외곽 중부선 신갈-안산

※ 일부 교량은 현장 실정에 따라 상기 기준과 상이하게 설계한 경우도 있음.

나. 교대 접속 시공방법 비교

구 분	스치로폴 분리 시공	앵커바 연결 시공
개요도		
장점	○ 기존 구조물 손상 없음 ○ 시공성 양호 ○ 기존 교량에 대한 확장 교량 영향 작음 ○ 공사비 저렴 ○ 시공 기간 짧음	○ 부등 침하 발생 억제 ○ 횡방향 변위 발생 억제 ○ 접속부 누수 방지 ○ 미관 양호
단점	○ 부등 침하나 횡방향 변위 발생시 상부구조에 유해한 영향 ○ 접속부 누수 우려	○ 시공성 불리 ○ 기존 구조물 손상 ○ 확장 교대 하중이 기존 교대에 추가하중으로 작용 ○ 공사비 다소 고가 ○ 시공 기간 다소 김 ○ 기존부와 확장부 재령차로 접속부 균열 발생 우려
단가 (기당)	57천원 (스치로폴 설치)	2,106천원 (치핑+신구접착제+앵커 바)

※ 교대 강결접속은 앵커바 연결시공 방법과 장단점이 비슷하나 기존 구조물 손상과 시공성면에서 불리함으로 비교 대상에서 제외

다.교대의 침하량 계산 (별첨1 참조)

구 분	교량 제원	하중에 의한 침하량(m/m)		
		토사층	풍화암층	연암층
직접기초	형식:RC라멘 연장:12m 폭원:33.5m	총하중:32 활하중:3.8	총하중:6.4 활하중:0.8	총하중:1.3 활하중:0.2
파일기초 -강관 파일 -L=5.5m	형식:RC라멘 연장:14m 폭원:33.5m	총하중:7.1 활하중:0.85	총하중:4.7 활하중:0.58	총하중:4.5 활하중:0.55

- 활하중에 대한 교대 침하량은 토사층(N치:30)일 경우
3.8m/m, 풍화암(N치:50/15) 이상일 경우 최대 0.8m/m임.

라. 확장구간 교량 기초 지반조건

☐ 직접기초

- 풍화암(N치50/15) 이상 양호한 지반에 기초 시공
- 기초 지반 불량시 JSP공법으로 지반 보강

☐ 파일기초

- 천공항타(SIP공법)으로 풍화암층1m,연암층0.5m
깊이까지 근입
- N치 50/15이상 지반에 지지

Ⅲ. 교대 접속시공 방안 검토

시공방법	적 용 조 건	적 용 사 유
스치로폴 분리시공	○ 직접기초,파일기초가 풍화암 이상 지반에 지지된 경우	○ 활하중에 의한 침하량 미미 ○ 시공성,경제성 유리 ○ 구조적 안정
앵커바 연결시공	○ 토사층에 기초가 설치되어 부등침하나 잔류침하의 우려가 있는 경우	○ 교대 부등변위 예방

Ⅳ. 검토결론

- ☐ 기초가 풍화암 이상 양호한 지반(N치 50/15이상)에
지지되는 경우

- 교대는 스치로폴로 분리시공

- ☐ 토사지반에 기초가 설치되어 잔류침하나 부등침하가
우려될 경우

- 교대는 앵커바 연결시공

- ☐ 단, 분리시공 가능 구간이라도 현장실정. 미관등을 고려하여
필요시 앵커바 연결시공 가능

2-34 PSC 빔 가로보 철근변경 검토

방 침
건 이 이
13105-292
('99. 8.10)

1. 검토목적

현재 시공중인 PSC 빔의 가로보에 연결되는 빔노출철근과 이에 연결되는 가로보 철근규격이 상이하게 적용되고 있어 이를 개선하고자 구조적인 적정성을 검토후 철근규격을 변경하여 공사비 절감 및 시공성 향상을 도모코저함

2. 현실태 검토

□ 검토대상 교량제원 및 조건

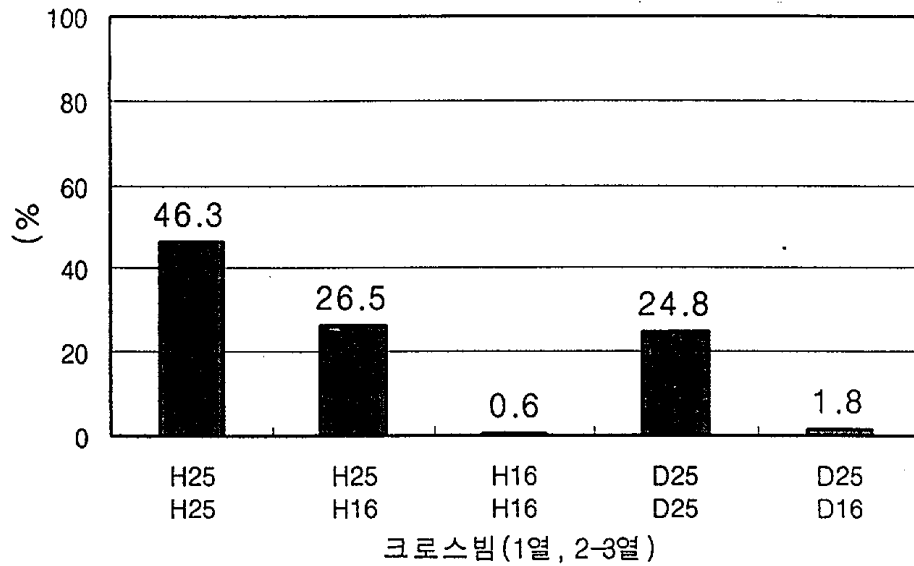
구 분	PSC빔30m	PSC빔 25m	비 고
교량폭원(m)	12.15	12.15	
빔간격(m)	2.5	2.5	
가로보 간격(m)	4.85	6.20	
사각(°)	90° , 60°	90° , 60°	

□ 현실계 내용

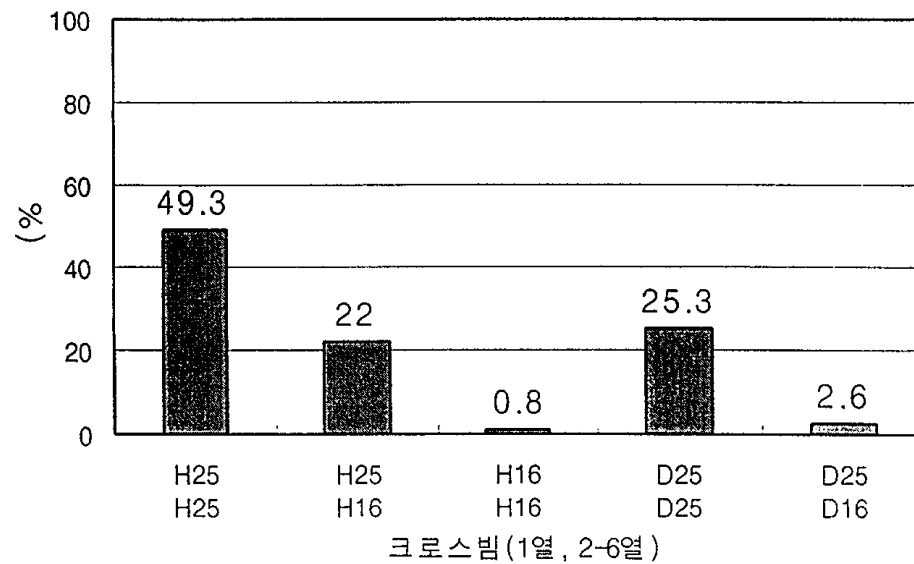
- 빔노출철근은 표준도에 명시되어 있으나 가로보 연결철근은 공구(설계용역사)마다 상이로 전체적인 통일 및 개선 필요
- 노출철근은 연강(D25)이나 가로보 연결철근은 고강(H25,16) 또는 연강(D25,16)등으로 상이

○ 가로보 연결철근 설계 유형(PSC빔 30m용)

가로보철근 (단부)



가로보철근 (중앙부)

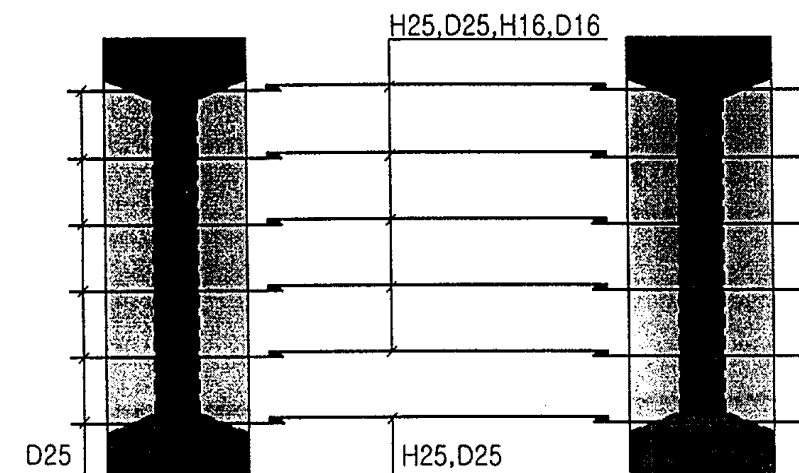


3. 개선방안 검토

□ 중간가로보

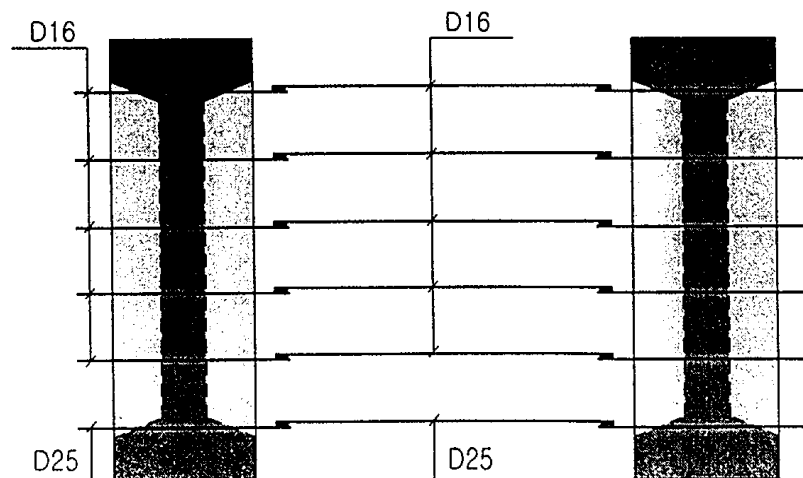
○ 현행

- 노출철근 D25
- 이음철근 하단1열 H25,D25 상단5열 H25,D25,H16,D16



○ 변경안

- 노출철근 하단1열 D25, 상단5열 D16
- 이음철근 하단1열 D25, 상단5열 D16

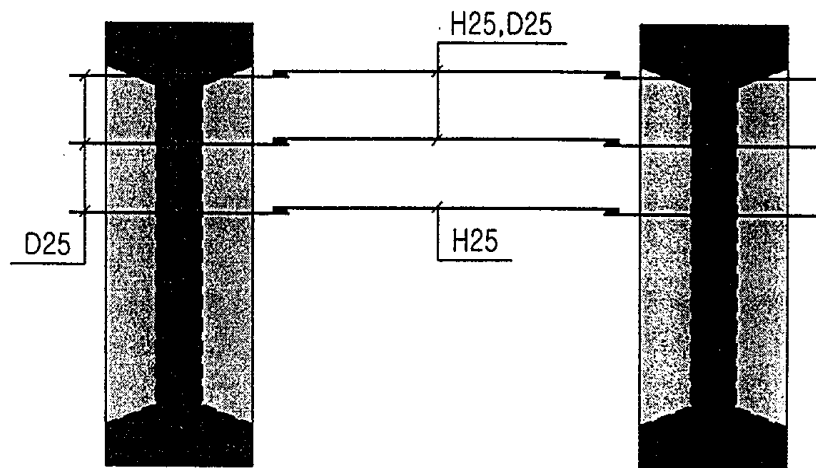


□ 단부가로보

○ 현행

- 노출철근 D25

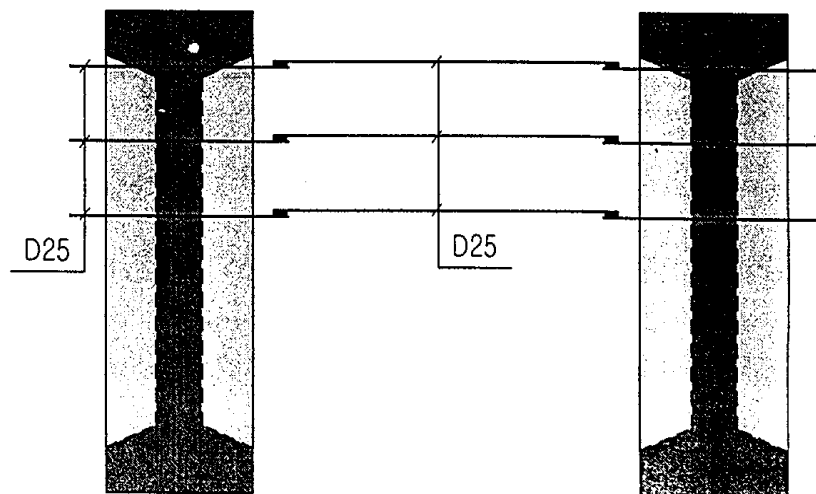
이음철근 하단1열 H25, 상단2열 H25,D25



○ 변경안

- 노출철근 D25

- 이음철근 하단1열 D25, 상단2열 D25



4. 구조검토 결과 : 붙임 1참조

- 상기 개선방안과 같이 PSC빔 노출철근과 이에 연결되는 가로보 연결철근의 규격 및 재질이 상이하여 고강철근을 연강으로 변경 및 빔노출철근의 규격을 연결되는 가로보의 철근과 동일하게 하는 방안을 검토
- 본검토에서 사용한 단면력은 격자해석모델을 사용하여 설계하중을 재하한 경우 가로보에 발생하는 단면력에 대한 안정검토 시행

□ 중간 가로보에 대한 검토

○ PSC빔 30m용

- 가로보에 설치하는 철근을 연강으로 변경시
 - 고강(H25)을 연강(하단1열 D25,2-6열 D16)으로 변경시 안정
- 가로보 연결용 PSC 빔노출 철근(2-6열) 규격 변경시
 - 연결부의 철근을 D16으로 변경시 안정

○ PSC빔 25m용

- 가로보에 설치하는 철근을 연강으로 변경시
 - 고강(H25)을 연강(하단1열 D25,2-5열 D16)으로 변경시 안정
- 가로보 연결용 PSC 빔노출 철근(2-5열) 규격 변경시
 - 연결부의 철근을 D16으로 변경시 안정

□ 단부 가로보에 대한 검토

○ PSC빔 30m 및 25m용

- 연강으로 변경시

· 고강(H25)을 연강(D25)로 변경시 안정

5. 적용범위

○ PSC 빔으로 Skew 60° 이상 교량에 적용

- Skew 60° 이하 교량은 별도의 세부적인 구조계산을 수행
하여야 함

○ 본검토는 빔간격 2.5m 표준빔을 대상으로 검토하였는바,
교량 확폭부등 빔간격 2.5m이상의 교량은 적용대상 제외

- 별도의 세부적인 구조검토 수행

○ PSC빔 제작 현황('99.7 말 현재)

구 분	PSC빔(본)			비 고
	설 계	제작 및 시공완료	미제작	
계	25,005	10,981	14,024	
30m-용	24,541	10,605	13,936	
25m-용	464	376	88	

6. 검토결론

- PSC빔 (30m,25m용) 구조검토결과 Skew 60° 교량까지 PSC빔 노출철근 및 가로보 연결철근을 변경하여도 구조적으로 안정
 - PSC 빔 노출철근 변경
 - 단부가로보 : D25(당초와 동일)
 - 중간가로보 : 하단1열 D25, 2-6열 D16
 - 가로보 연결철근
 - 단부가로보 : D25
 - 중간가로보 : 하단1열 D25, 2-6열 D16
- 현행 PSC빔 노출철근 및 연결가로보 철근규격을 변경하여 공사비 절감 및 효율적인 공사관리로 시공성 제고
 - 공사비 절감액 (설계가기준) 38억원 : 붙임 2참조
- '99. 7 말 현재 PSC빔 미제작 및 가로보 미설치 교량에 적용하고 설계변경 시행

2-35 교통우회용 가도포장 설계기준 검토

방 침

설 심 일
15212-1789
('98.12.15)

1. 검토목적 : 확장공사등으로 인한 교통우회용 가도포장설계시 해석기간 20년에 대한 AASHTO포장설계법을 본선포장과 동일한 조건으로 산정하고있어, 단기간 공용후 철거하여야하는 가도의 특성이 감안되어있지않아 이에 부합되도록 가도포장설계조건을 검토하여 포장설계의 경제성, 합리성을 도모하고자 함.

2. 가도포장의 개요

- 공사기간에 일정구간을 한시적으로 공용(약 12개월)
- 공용이후 기존 포장구조가 기능을 상실하거나 철거
- 교통조건은 접속부 전후 조건과 동일

* 간이포장 : 포장재료, 교통, 노상조건등 포장의 기능적, 구조적 공용성 개념에 의하지 않고 간이한 구조로서 보통 표층, 기층 및 보조기층으로 구성된 포장(도로포장 - 설계·시공지침, 건교부, '91)

3. AASHTO 잠정지침 포장설계법('72)

구 분	내 용	비 고
설계법 개요	-교통하중을 각기 다른 포장재료로 합성한 다층구조로 노상에 분산전달 -설계해석기간 : 20년	
포장설계 공용방정식	$\log_{10}(W_{8.21}) = 9.36 \times \log(SN+1) - 0.20 + \frac{G_f}{0.4 + \frac{1094}{(SN+1)^{5.19}}}$ $- \log_{10}(R_f) + 0.372(SSV - 3.0)$ - $W_{8.2}$: 설계공용 기간동안의 8.2톤 등가단축하중의 누가통과 횟수 - R_f : 지역계수 (1~5) - SSV : 노상 지지력계수 (보조기층 지지력계수) - SN : 소요전체 포장층의 구조적 강도를 표시하는 포장두께 지수 $SN = \sum a_i \cdot D_i$ (a_i : I번째층의 상대강도 계수, D_i : I번째 층의 두께)	
서비스 지수	$G_f = \log_{10}\left(\frac{4.2 - P_f}{4.2 - 1.5}\right), \quad P_f : \text{최종서비스지수}$	

4. 측정 서비스지수(Present Serviceability Index : PSI)

가. AASHTO 도로시험에의해서 정립된 개념으로 포장의 쾌적성을 정량화하는 척도

- 측정서비스지수(PSI)의 크기는 0~5의 값으로 정의
- 균열과 팽창정도, 소성변형(Rutting Depth)등을 공용기간의 특정시기에 측정하여 구할수있음.

$$\ast \text{PSI} = 4.53 - 0.518 \log 6 - 0.37 \sqrt{c} - 0.174 D^2$$

6 : 종단방향 요철의 표준편차(mm)

c : 균열율(%)

D : 소성변형 깊이 평균(cm)

나. 초기서비스지수(Initial Serviceability Index : Pi)

- 도로 이용자관점에서 추정되는 시공완료직후 PSI값(가요성:4.2, 강성:4.5)

다. 최종서비스지수(Terminal Serviceability Index : Pt)

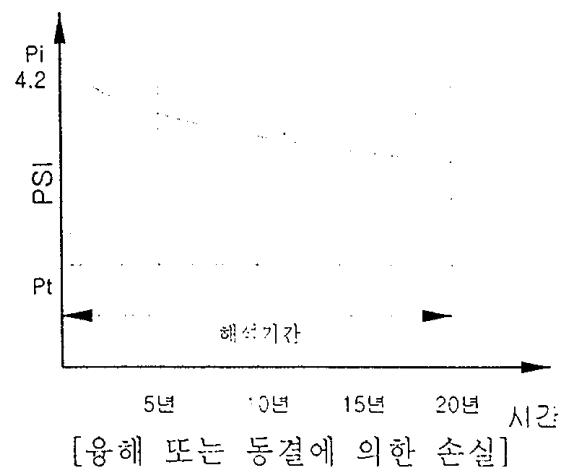
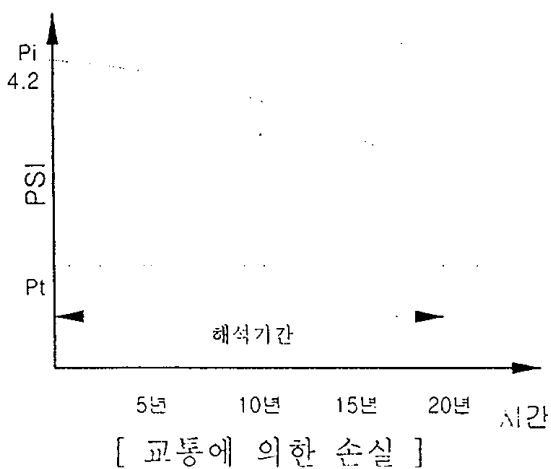
- 특정 도로포장면을 재포장(Resurfacing)하거나 또는 재시공(Reconstruction)이 요구되는 시점의 PSI값(아래 표의 관련기준 참고)

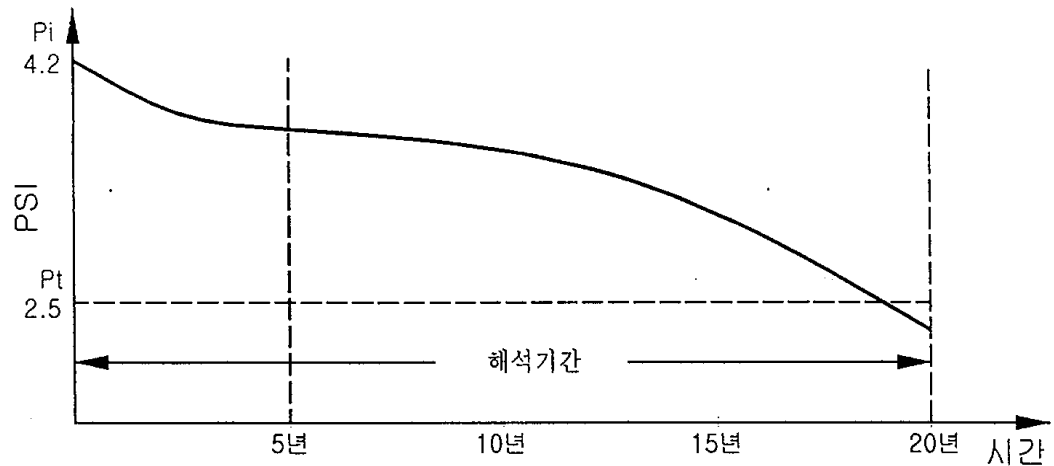
구 분	내 용	비 고
'86. AASHTO 도로포장구조 설계지침서 (건설부, '88)	- 중요도로에 대해서는 2.5 또는 3.0을 사용 - 중요치 않은 도로에서는 2.0을 사용 ✓ - 경제적 관점에서 초기비용이 적게드는 중요치 않은 도로는 1.5	
도로포장설계, 시공지침 (건설부, '91)	- 주요도로인 경우 2.5 - 중요하지 않은 도로 2.0 - 경제적 관점에서 초기비용이 적게드는 저급도로는 1.5	
도로설계. 실무편람 (한국도로공사, '97)	- 중요도로에 대해서는 2.5 또는 3.0 - 중요치 않은 도로에서는 2.0 적용 - 경제적 관점에서 초기비용이 적게드는 저급도로는 1.5	
도로설계 요령(포장) (한국도로공사, '92)	상 동	
아스팔트포장설계·시공 요령 (한국도로협회, '97)	- 중차량이 많은 주요도로는 2.5 - 군도이하 시가지 가로의 도로는 2.0을 적용	

5. 가도포장 설계현황

노 선 명	공용기간/ 해석기간도표	Pt	포장단면(cm)				동결 심도	비고
			계	표층	기층	보조 기층		
경부선(수원-남이)확장공사	6월/20년치	2.5	50	5	15	30	-	-
경부선(청원-회덕)확장공사	12월/20년치	2.5	60	5	20	35	-	-
경부선(청원-증약)확장 2공구	12월/20년치	2.0	50	5	20	25	80	'95
남해선(내서-냉정)확장공사	12월/20년치	2.5	55	5	25	25	70	'95
서울외곽(판교-퇴계원)8차로확장	12월/20년치	2.5	55	5	20	30	80	'97
경부선(금호-검단간)8차로 확장5공구	12월/20년치	2.5	40	5	20	15	65	'97
경부선(석적-왜관간)확장공사 3공구	12월/20년치	2.5	45	5	20	20	65	'97
경부선(구미-동대구)확장공사	12월/20년치	2.5	40	5	20	15	65	'98
경부선(언양-부산)확장공사	12월/20년치	2.5	50	5	20	25	60	'98
공주-서천고속도로(청양-청남)	12월/20년치	2.0	30	-	10	20	60	'98
동해선(동해-주문진)확장공사	12월/20년치	2.5	40	5	15	20	65	'98
경부선165.3km 선형개량공사	12월/20년치	2.5	45	5	15	25	83	'98
경부선(동대구-경주)확장공사	12월/20년치	2.5	50	5	20	25	70	'98

6. 서비스 능력(PSI) 손실관계





[포장공용성의 총손실량 변화추세]

7. 가도포장 최종서비스지수(Pt) 설계적용기준 검토(안)

구 분	현행 (Pt = 2.5)	변경 (Pt = 2.0)	비 고
교통량 (18kips ESAL)	가도 공용중 본선 교통량	좌 등	
설계 SN (설계 가정조건) $W_{8.2} = 10,000 \times 10^3$ 지역계수 = 2.0 노상지지력계수(SSV) = 5 보조기층(SSV) = 7.8 a : 상대강도계수 * 20년 해석기간에 대한 AASHTO 아스팔트포장구조 설계도 이용	$SN_1 = 3.4$ $SN_2 = 5.0$ 표층 a1=0.145 기층 a2=0.11 보조기층 a3=0.051 5cm 25cm (24.3) 30cm (29.9)	$SN_1 = 3.2$ $SN_2 = 4.5$ 표층 a1=0.145 기층 a2=0.11 보조기층 a3=0.051 5cm 25cm (22.5) 20cm (20.0)	※ () : SN치에의한 계산값
공 사 비 (천원/km)	221,950	206,986 (△ 14,964)	

8. 가도포장구간의 동상방지층 검토

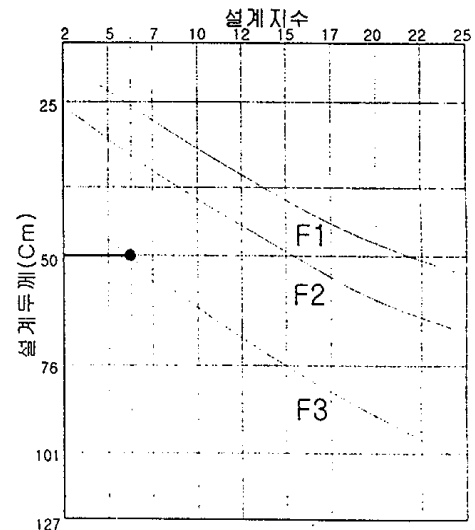
가. 동상의 3요소 특성에 관한 검토

구 분	요소에 대한 내용	가도구간의 특성	비고
토 질	-동상량은 흙의 입경에따라 달라짐 -경험적으로 흙의 입경이 0.1mm 이상되는 사질토에서는 거의 발생하지않음 -0.1~0.002mm에서 동상 발생가능성 큼 -흙의 입경이 0.002mm이하에서는 토립자의 간극이 좁아 동결면으로 수분공급 이 잘이 루어지지 않아 동상발생 가능성 적음	- 가도포장구간의 노상토 입경관리 가능 : 가도 성토시 동상 발생 가능성이 적은 토질로 시공관리	
온 도	-기온이 너무 낮으면 동결이 급격하게 이루어지면 Con'c처럼 동결되며, 동상이 거의 발생하지 않음.	- 동결, 융해과정이 2회 이상 수렴하는 경우가 극히 드름 - 공용기간이 대부분 12개월	
수 분	-포장층 아래 위치한 지하수위, 침투수, 중력수흐름, 대수층등 세립토 공극에 갇혀 있는 수분이 공급되어야 동상발생	- 가도 성토체내 동상에 필요 한 충분한량의 수분공급이 곤란	

나. 감소노상강도법으로 동결심도 산정시 (노상이 수평방향으로 균질하고 중요성이
본선에 비해 덜할 경우)

구 분	통일분류법에의한 흙의분류	비고
F1	GW, GP, GW-GP, GP-GM	
F2	GM, GW-GM, GP-GM, SW, SP, SM, SW-SM, SP-SM	
F3	GM, GC, SM, SC, CL, CH	○
F4	ML, MH, SM, CL, CL-ML	×

【동상설계에관한 흙의 분류】



【표층 및 비동결성기층 두께결정방법】

※ 아스팔트포장 설계지수(6), 흙의종류(F3)설정시 비동결성 포장층두께 50cm 소요.

9. 검토의견

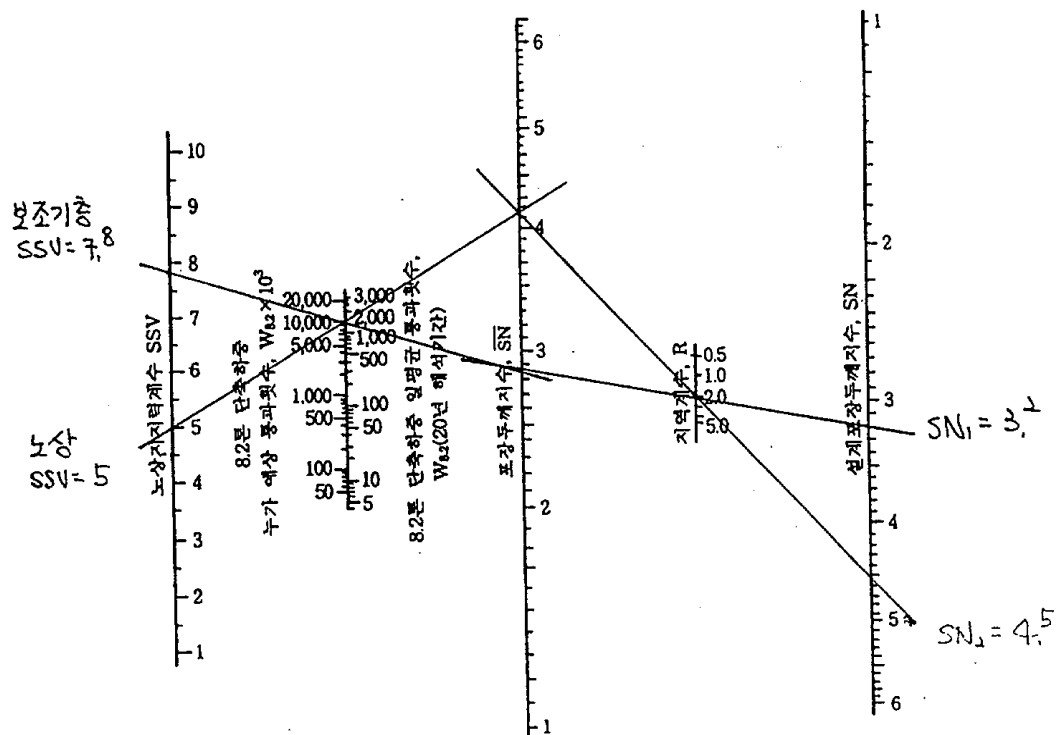
- 한시적(평균12개월)으로 공용하는 가도포장 설계를 해석기간 20년에 대한 AASHTO 포장구조 설계도표로 적용하는것은 불합리한 것으로 판단되며, 가도포장 설계를위한 구조설계도표 또는 경험식의 대안제시가 현실적으로 곤란하므로 설계방법은 현행과 같이유지하고,
- 가도포장의 최종서비스지수(Pt)를 2.0으로 적용하여도 단기간 공용하는 가도포장에서는 공용중 초기서비스(Pi) 능력의 손실량이 최종서비스값에 도달하지 않아, 가도포장의 기능적, 구조적 공용성(Performance)에 문제가 없을 것으로 판단되므로 최종 서비스지수(Pt)를 2.0으로하여 적용하여 경제성을 고려하는 것이 바람직할 것으로 사료됨.
- 또한 동상으로 인한 융기량이 포장파괴를 일으킬만한 양이 아니라면 노상의 동결을 허용하는 것이 타당할것이므로, 가도와 같이 단기간 공용으로 동결,융해가 수회 반복되지않고, 가도구간의 노상에 동상우려가 적은 토사로 시공시에는 동상으로인한 포장층의 파괴가능성이 적으므로, 동상방지층을 설치하지 않는것으로 함.
- 적용시기 : 설계중인 과업 (설계완료후 미발주된 노선은 적용후 발주)

붙임 # 1

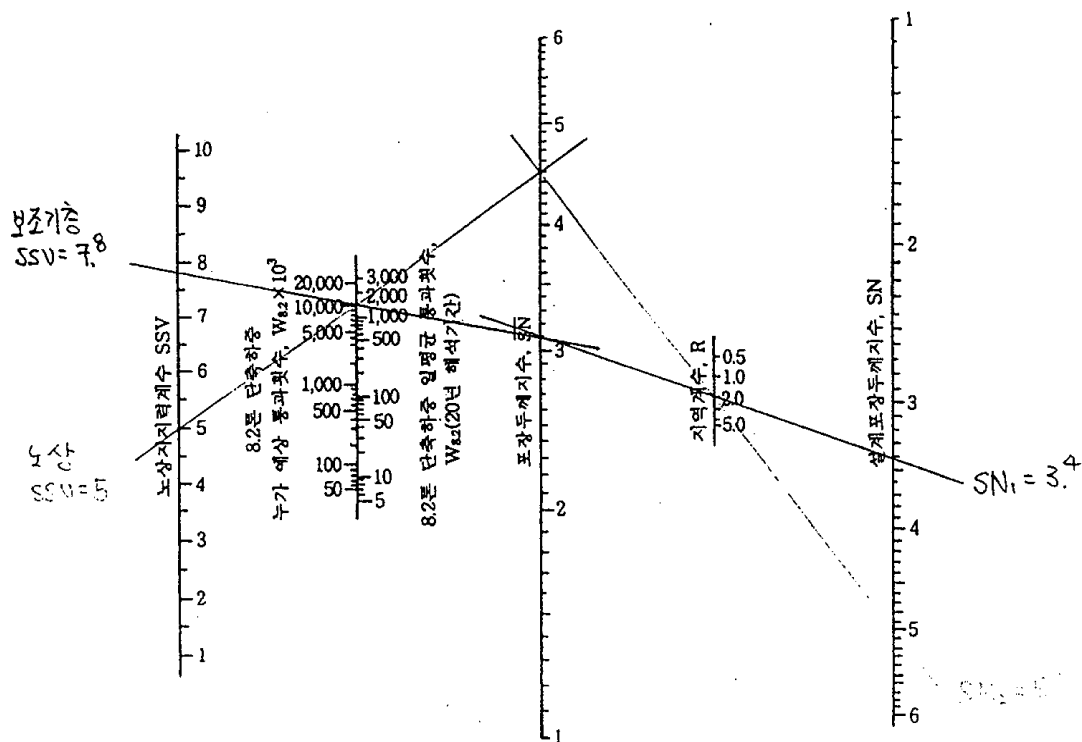
가도포장 설계비교(예시)

1. $P_t=2.0, 2.5$ 아스팔트포장 설계구조도표
2. $P_t=2.0, 2.5$ 아스팔트포장 공사비산출

1. Pt=2.0, 2.5 아스팔트포장 설계구조도표



아스팔트 포장구조 설계도표, P1= 2.0



아스팔트 포장구조 설계도표, Pt= 2.5

Pt = 2.0 , 2.5 아스팔트포장 공사비산출

구선별 포장단가 현황

단위: 원

아스팔트 콘크리트 포장	청양 - 청남	구미-동대구6	평택-음성	호남선	동해-주문진	평 균
보조기층 운반, 포설 및 다짐(30cm)	4,772	6,480	5,471	5,637	5,705	5,613
프라임 코팅	375	385	380	354	376	374
택코팅	171	180	179	179	177	177
아스콘 기층 구입 및 포설	13,573	13,735	13,365	14,218	15,549	14,088
아스콘 표층 구입 및 포설	7,942	8,192	8,207	8,351	9,710	8,480
골재생산 및 운반(현장암 유용)						
세골재	9,563	12,049	14,906	24,795	13,179	14,898
보조기층재	11,369	14,089	14,537	7,146	15,203	12,468
노건포장(T=7.5cm)	5,445	5,536	4,445	6,237	6,921	4,332

비시지수별 포장단가

단위: 원

아스팔트 콘크리트 포장		Pt(2.5)	Pt(2.0)	비고
보조기층 운반, 포설 및 다짐(T=30cm)				
3,034 m ³ ×	5,613 원/m ³ =	17,029,842		
2,022 m ³ ×	5,613 원/m ³ =		11,349,486	
프라임 코팅				
7,385 m ² ×	374 원/m ² =	2,761,990	2,761,990	
택코팅				
5,740 m ² ×	177 원/m ² =	1,015,980	1,015,980	
아스콘 기층 구입 및 포설(T=20cm)				
5,740 m ² ×	14,088 원/m ² =	80,865,120	80,865,120	
아스콘 표층 구입 및 포설(T=10cm)				
5,740 m ² ×	8,480 원/m ² =	48,675,200	48,675,200	
골재생산 및 운반(현장암 유용)				
) 세골재 1,982 m ³ ×	14,898 원/m ³ =	29,527,836	29,527,836	
) 보조기층재 3,034 m ³ ×	12,468 원/m ³ =	34,493,546		
2,022 m ³ ×	12,468 원/m ³ =		25,210,296	
노건포장(T=7.5cm)				
1,750 m ² ×	4,332 원/m ² =	7,581,000	7,581,000	
계		221,950,514	206,986,908	

2-36 중앙분리대 개구부 포장단면 개선방안 검토

방 침

설 심 일
13201-684
('99. 7.20)

1. 검토 목적

고속도로 신설 및 확장공사 실시설계시 중앙분리대 개구부 포장단면을 본선포장형식과 동일하게 적용하고 있으나, 일시적인 도로유지 및 보수작업등으로 인한 대향 교통처리시 예상통과 교통량에 비하여 비경제적으로 과대한 포장단면이 되고 있으며 중앙분리대 기초의 기계화 시공에 따른 연속성 불량등의 문제가 있어 개구부 포장의 공용목적과 경제성등을 고려한 합리적인 포장단면을 설정하고자 함.

2. 중앙분리대 개구부 개요(도로설계요령 '91)

가. 목 적

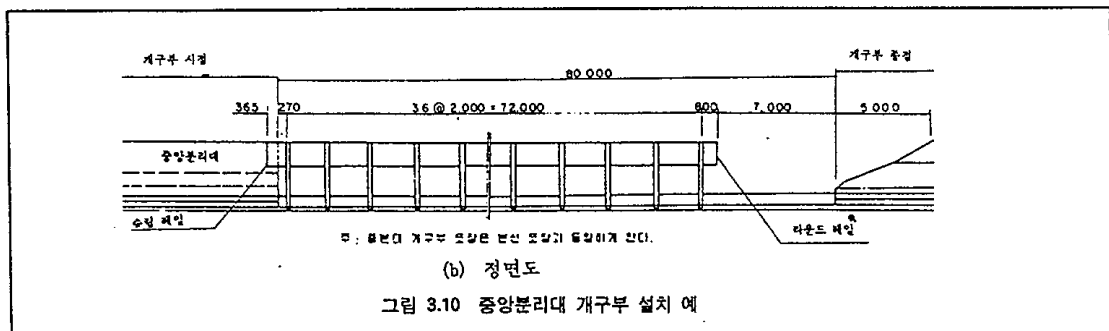
일시적으로 대향교통의 처리를 필요로 하는 보수공사와 기타 도로관리에 필요한 경우에 사용

나. 설치위치

- (1) 평면곡선 반경이 600m 이상이고 시야가 특트인 토공부에 설치
- (2) 터널, 인터체인지, 휴게소의 앞뒤에 반드시 설치
- (3) 설치간격은 주로 덧씌우기 공사의 경우를 고려하여 2km를 표준

다. 포장단면

중앙분리대 개구부 “설치(예)”에서 주석으로 「중분대 개구부포장은 본선포장과 동일하게 한다」 고만 표기



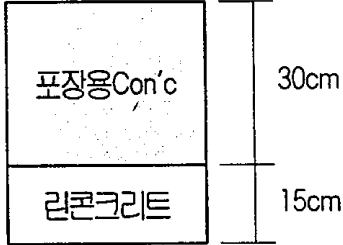
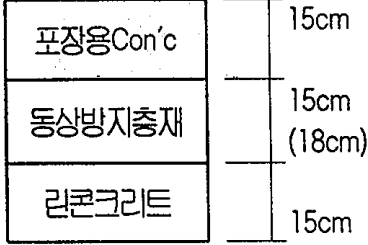
※ 일본도로공단에서 발행한 도로설계요령에는 중분대 포장단면에 대한 규정 없음.

3. 중앙분리대 개구부 포장설계 현황

노 선 명	중앙분리대 개구부 포장단면 적용		본선포장형식
	터널 입 · 출구부	일반 구간	
중부내륙(수안보-상주)	아스콘(길어깨포장)	본선포장과 동일	콘크리트
서해안(군산-무안)	본선포장과 동일 (아스콘, 콘크리트)	본선포장과 동일	콘크리트
서울외곽선(지도-벽제)	-	본선포장과 동일	콘크리트
경부선(안양-부산)확장	-	본선포장과 동일	콘크리트
경부선(동대구-경주)확장	아스콘(길어깨포장)	본선포장과 동일	콘크리트
전주-함양간 고속도로	아스콘(길어깨포장)	본선포장과 동일	콘크리트
88선(고사-담양)확장	아스콘(길어깨포장)	본선포장과 동일	콘크리트
청주-상주고속도로	아스콘(길어깨포장)	본선포장과 동일	콘크리트
공주 서천(청양-청남)	아스콘(길어깨포장)	본선포장과 동일	콘크리트
남해선 354km 선형개량	-	본선포장과 동일	아스팔트
안중-음성간(안중-평택)	-	본선포장과 동일	콘크리트

※ 터널입출구 개구부의 포장단면 설계기준은 「터널입출구 개구부 설계기준검토 (설계일 15212-456, '98. 4. 6)」에서 개구부 포장형식 및 단면에 대하여 아스콘 길어깨 포장(T=7.5cm)형식과 단면을 동일하게 처리토록 검토하여 기 시행적용중.

4. 중앙분리대 개구부 포장단면 개선(안) 검토

구 분	현 행	개 선(안)	비고
개 요	- 본선포장형식과 동일적용 	- 중앙분리대 기초단면과 동일적용 	*()는 slab 두께 33cm인 경우
공사비	40,794 원/m	22,577 원/m (△18,217)	
설계통행 교통량	- 본선포장량과 동일	- 본선포장량의 2.4% 적용 ※ 도로포장·설계 시공지침 (P-358)	
장·단점	· 과대단면 설정으로 비경제적 · 중분대기초의 기계화 시공에 따른 연속화작업 불리	· 적정단면 산정으로 경제적 · 중분대기초와 동일단면으로 연속화에 따른 시공성 양호	
적 용		C	

5. 검토 의견

- 현행 중앙분리대 개구부 포장단면에 대한 근거가 도로설계요령('91 한국도로공사)에 "설치(예)"로서 표기는 되어 있으나 그 근거가 불명확하므로,
- 중앙분리대의 기초좌측 길어깨 개념으로서 길어깨 포장) 두께산정에 대하여는 공용교통량의 정확한 추정이 불가하여 포장단면의 설계가 곤란하나 도로포장·설계시공 지침(건교부)에 콘크리트 길어깨포장의 경우 본선포장량의 2.4%를 추정하여 산정한 15cm의 콘크리트 단면으로 현행 일반구간 중분대 기초 형식과 동일하게 적용함이 바람직할것으로 판단됨.

6. 향후 추진 계획

- 실시설계중인 노선 : 개선(안) 적용 (표준도 개정)
- 설계완료, 공사시행 구간 : 공사 발주전 또는 공사시 설계변경 조치

2-37 최대동결관입깊이 산정도표 적용기준 검토

방 침

설 심 이
13201-49
('99.11.10)

1. 검 토 목 적

고속도로 포장구조설계시 미공병단 제정 TM5-818-2의 노상동결관입허용법에 의한 동결심도 결정과정중 최대동결관입깊이 산정도표의 제시형태가 동결지수의 크기에 따라 구분 또는 단일적용토록 되어, 설계시 도표적용의 혼란이 있으므로 이에 대한 적용기준을 통일함으로서 설계의 일관성을 기하고자 함.

2. 개 요

- 노상동결관입허용법(Design for limited subgrade frost penetration)

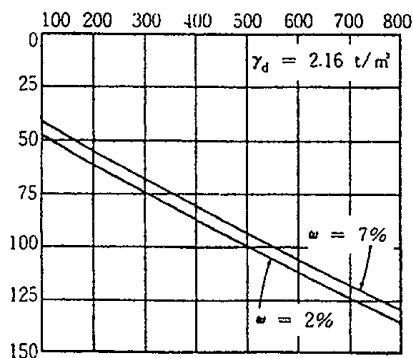
: 노상으로 동결이 얼마쯤 관입된다하더라도 동상으로 인한 융기량이 포장파괴를 일으킬 만한 양이 안되도록 선정된 설계동결지수 연도에 대하여 동결성 노상토 내에 소량의 동결관입을 허용하는 개념

- 최대동결관입깊이

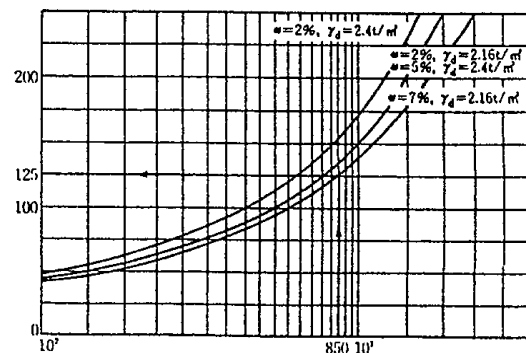
: 0°C 온도에서 주어진 밀도와 함수비를 가지는 균질한 재료가 무한깊이로 있을 때 설계동결지수조건에서 관입하게 되는 최대깊이

- 최대동결관입깊이 산정도표(동결관입깊이와 설계동결지수 상관도표)

: 포장면에 쌓인 눈과 얼음의 영향을 무시할수 있는 지역에서, 30cm의 콘크리트포장이거나 양호한 기층재료의 두께가 15~25cm의 아스팔트포장을 기준하여, 수정 Berggren식과 여러 실제지형조건에서 얻어진 관측값과 이론계산값을 비교해서 유도된 보정계수로 작성된 도표



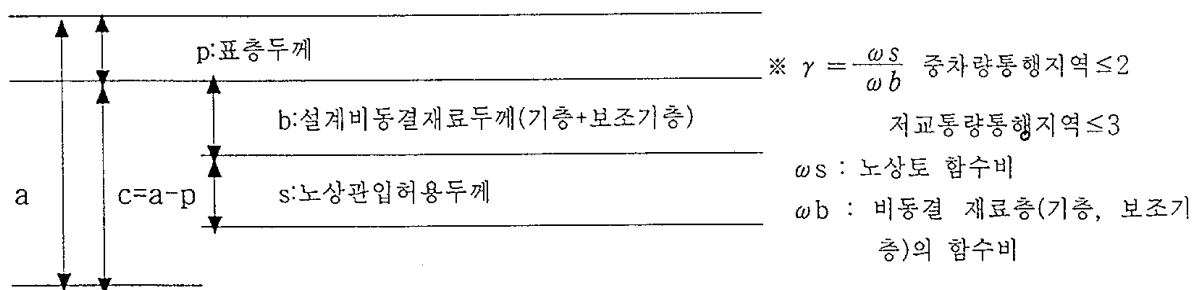
【A】 설계동결지수 800°F·일 이하의 경우



【B】 설계동결지수 800°F·일 이상의 경우

3. 동결깊이 산정절차(미공병단 TM5-818-2/AFM88-6, chap.4)

순서	절 차	비 고
(1)	동결이 시작되기 직전 기층과 노상의 평균함수비와 기층단위중량을 설정	$\omega = 7\%$ $\gamma_d = 2.16 \text{ t/m}^3$
(2)	설계(수정)동결지수의 값을 이용하여 『설계(수정)동결지수와 동결관입깊이 상관도표』로부터 최대동결관입깊이 a 를 설정	설계(수정)동결지수값 $800^\circ\text{F}\cdot\text{day}$ 이하, 이상으로 구분하여 결정하거나, $800^\circ\text{F}\cdot\text{day}$ 이상도표로만 단일 적용
(3)	동결을 완전히 방지할 수 있는 기층의 두께 C 를 결정한다	$C = a - p$ (p : 시멘트콘크리트 또는 역청재의 두께)
(4)	기층과 노상의 함수비의 비(γ)를 결정	$\gamma = \frac{\text{노상의함수비}}{\text{기층의함수비}}$ ($\gamma > 2$ 이면, $\gamma = 2$ 로 가정)
(5)	C, γ 로부터 비동결성기층의 설계두께 b 를 결정	동결심도 a 에서 p 값을 제외한값(C) - 비동결성재료층의두께 - 동상을 받는 노상층의 두께와의 상관도표



4. 현 실태

- 노상동결관입허용법에 의한 동결심도 산정절차(2)에서 설계(수정)동결지수의 값을 이용하여 「설계동결지수와 동결관입깊이 상관도표」로부터 a를 결정하는 과정에 미공병단제정TM5-818-2에서 제시된 노상동결관입허용법을 원칙으로 하고 있으나 적용도표는 다음과 같이 수정동결지수 800°F.day 이상, 이하로 구분 또는 단일화된 도표로 수록하고 있어 설계적용시 일관성없이 혼용되고 있음

가. 관련문헌 수록내용

구분	제시된 도표	비고
도로설계요령 (‘92 도공 제5권,포장)	· 설계동결지수 800°F.일 이하 : 수정Berggren공식과 TM5-812-6에서 제시된 절차에 의한 도표	(A)
	· 설계동결지수 800°F.일 이상 : 수정Berggren공식과 TM5-852-6에서 제시된 절차에 의한 도표	(B)
아스팔트포장설계·시공요령 (‘97 한국도로교통협회)	· 설계동결지수 800°F.일 이하 : 수정Berggren공식과 TM5-812-6에서 제시된 절차에 의한 도표	(A)
	· 설계동결지수 800°F.일 이상 : 수정Berggren공식과 TM5-852-6에서 제시된 절차에 의한 도표	(B)
최신아스팔트포장 (‘85 김주원 저)	· 설계동결지수크기 구분없이 수정Berggren공식과 TM5-812-6에서 제시된 절차에 의한 도표	(A)
도로설계실무편람 (‘97 도공, 포장공)	· 설계동결지수크기 구분없이 수정Berggren공식과 TM5-852-6에서 제시된 절차에 의한 단일도표	(B)
Pavement Design for Seasonal frost Conditions (‘85 Departments of The Army and The Air Force-TM5-818-2)	· 설계동결지수크기 구분없이 수정Berggren공식과 TM5-852-6에서 제시된 절차에 의한 도표	(B)
Principles of Pavement Design(‘85.E.J. Yoder)	· 설계동결지수 800°F.일 이하 : 수정Berggren공식과 TM5-812-6에서 제시된 절차에 의한 도표 · 설계동결지수 800°F.일 이상 : 수정Berggren공식과 TM5-812-6에서 제시된 절차에 의한 도표	(A)

※ 수정 Berggren 공식

$$X = \lambda \sqrt{\frac{48 \cdot K_{avg} \cdot n \cdot FI}{L}}, \quad \lambda = f(\alpha, \mu)$$

$$\alpha = \frac{|T - T_A|}{|T_f - T_s|} : \text{thermal ratio}$$

T : mean annual temp

Ts : average surface teperature for the freezing period

Tf : 32 °F

$$\mu = (|T_f - T_s|) \left(\frac{C}{L} \right) : \text{fusion parameter}$$

C : average voloumetic heat capacity of a soil

L : latent heat

나. 실시설계구간별 적용도표 현황

노 선 명	공구	수정동결지수($^{\circ}\text{F} \cdot \text{일}$)	a (cm)	c (cm)	도표적용	설계미동결재료층 두께(b)	비고
서울외곽 (벽제-노원)	1	760	115	82	B	55	
	2	766	117	84	B	57	
청주-상주 (서상주-상주)	8	529	95	65	B	44	
	9	520	94	64	B	43	
공주-서천	1	634	103	73	B	48.5	
대구-포항	1	443	83	50	A	32.9	
경부선 (언양-부산)	1	263	64.17	31.17	B	22.3	
	2	264	63	30	B	20	
	3	213	55	22	B	19	
호남선 135km	-	537	95	65	A	44	
경부선 165.3km	-	653	108.1	75.1	A	49.5	
남해선 354km	-	463	88	55	A	35.2	
중부내륙	10	507	92.2	62.2	B	41.2	

※ A : 설계동결지수 $800^{\circ}\text{F} \cdot \text{일}$ 이하 적용도표(TM5-812-6)

B : 설계동결지수 $800^{\circ}\text{F} \cdot \text{일}$ 이상 적용도표(TM5-852-6)

5. 동결깊이 산정도표 비교($\gamma_d=2.16\text{t/m}^3$, $\omega=7\%$) : 설계동결지수 $800^{\circ}\text{F} \cdot \text{일}$ 이하

설계동결지수($^{\circ}\text{F} \cdot \text{일}$)	TM5-812-6에 의한 도표 (A)	TM5-852-6에 의한 도표 (B)	비고
100	41 cm	40 cm	
200	55 cm	53 cm	
300	66 cm	64 cm	
400	81 cm	79 cm	
500	92 cm	90 cm	
600	104 cm	100 cm	
700	115 cm	110 cm	
800	128 cm	123 cm	

※ 최대동결 관입깊이 산정에 대한 TM5-812-6과 TM5-852-6의 도표값의 차이는 약 1~5cm의 편차를 보이고 있음(판독자에 따라 오차발생 가능)

6. 검토의견

- 고속도로 포장의 동결관입깊이 산정시 적용하고 있는 건설부 조사단(1980년)의 전국동결지수도에는 동결지수의 분포가 $44^{\circ}\text{F} \cdot \text{day}$ (나주)~ $1,439^{\circ}\text{F} \cdot \text{day}$ (대관령)로 그 중 87%가 $800^{\circ}\text{F} \cdot \text{day}$ 이하로 구성되어 있어, 동결지수의 크기에 따른 최대 동결관입깊이 산정도표의 구분적용이 타당하다고 할수 있겠으나,
- 설계동결지수 $800^{\circ}\text{F} \cdot \text{day}$ 이하 적용도표(미공병단 TM-812-6)와 설계동결지수 $800^{\circ}\text{F} \cdot \text{day}$ 이상적용도표(미공병단 TM-852-6)값의 차이는 $800^{\circ}\text{F} \cdot \text{day}$ 이하 적용도표가 약 1~5cm정도로서 약간 크게 평가되고 있으나 산정된 값은 정량적인 절대값이 아니며, 또한 설계동결지수 $1,000^{\circ}\text{F} \cdot \text{day}$ 정도보다 작은 지역에서는 지역의 고도, 지형적 조건등으로 실측치와 상당한 차이를 일으키는 변동성과 포장구조단면 설계시 시공성 등을 고려한 설계자의 정성적인 분석이 추가되므로 위 2가지 도표의 값 차이에 의한 영향은 극히 작을 것으로 판단됨.
- 따라서 도로설계요령('92)과 도로설계실무편람('97) 등에서 원칙적으로 반영하고 있는 미공병단 TM5-818-2 Air Force AFM 88-6, chap 4(Pavement Design for seasonal frost Conditions '85. 2)의 최대동결관입깊이산정도표 또한 설계동결지수 크기 구분없이 미공병단 TM5-852-6(현행 설계동결지수 $800^{\circ}\text{F} \cdot \text{day}$ 이상 적용도표)에서 제시된 절차에 의한 단일도표로 적용하고 있으므로, TM5-852-6에 의한 (B)도표로서 설계동결지수크기의 구분없이 단일적용하는 것이 바람직할 것임.
- 적용시기 : '99. 11월부터 준공되는 과업부터 적용

2-38 선택층 및 보조기층 재료의 유용기준 검토

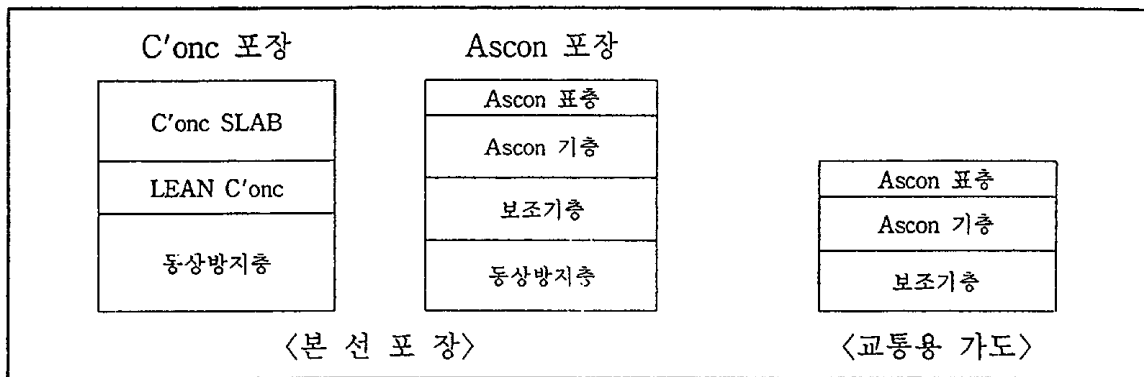
방 침
설 계 일 13201-996 (’99.11.30)

1. 검토목적

고속도로 확장공사와 관련하여 기존 포장 및 교통용 가도구간의 포장 철거 시 발생하는 선택층 및 보조기층 재료의 유용이 필요하여 이에 대한 합리적인 유용방안을 검토코자 함.

2. 현행 기준

○포장단면 현황



○포장재료 유용기준

노선명	구 간	유용율 (%)		재료활용	비 고
		선택층	보조기층		
영동선	새말~월정	50	60	선택층,보조기층 분리활용	
남해선	내서~냉정	50	60	선택층재료 유용	
중부선	하일~호법	50	60	선택층,보조기층 분리활용	
신갈~안산	신갈~안산	50	60	선택층재료 유용	
서울외곽	판교~퇴계원	65	65	"	
동해선	동해~주문진	50	60	"	
경부선	천안HC~천안Jct	50	60	"	

3. 문제점

- 보조기층, 선택층재의 유용에 대한 기준 미정립
- 각 노선별로 유용비율을 각각 상이하게 적용

1. 선택층 및 보조기층재 유용기준 검토

가. 검토방향

- 유용재료의 활용방안 수립
- 유용율에 대한 기준 수립

나. 검토내용

1) 유용재료의 활용방안

- 경인선, 남해선등 장기간 경과된 노선에서는 재료의 풍화등으로 인해 품질확보 곤란한 경우 발생
- 선택층 및 보조기층재가 회수시 혼합되어 각 재료별로 재사용이 곤란
- ☞ ○ 기존 도로내에서 장기간 경과된 경우 재료 품질확보 가능여부 판단 후 유용
- 재활용재료는 구조물 뒤편이나 포장의 등상방지층재로 활용

2) 유용율 기준

- 유용에 대한 적용 비율은 작업면적, 작업조건등에 따라 달라 절대적인 기준 제시가 곤란
- 기존 포장제거 및 하부 노상재료의 혼입으로 유용재료의 품질저하 고려

○ 회수 작업시 손실량 고려 필요

- 기존포장의 깨기, 집토, 제거시 약10cm 손실이 발생되고
- 노상재료의 혼입방지를 위해 굴삭기의 버킷을 노상면에서 약10cm 떨어 뜨려 작업하는 것으로 할때
- 손실량은 20cm로 계상

☞ ○ 유용재료의 품질확보를 위한 유용골재 상·하부의 손실을 감안시 선택층 및 보조기층재 유용량은 총두께에서 20cm를 뺀 값으로 적용

5. 검토결과

가. 검토결과

- 선택층 및 보조기층재의 유용량은 유용재료의 품질확보를 위한 상·하부의 손실을 고려하여 선택층 및 보조기층재 두께를 합한 총두께에서 20cm를 뺀 값으로 적용하고
- 선택층재와 보조기층재의 재료별 분리회수가 곤란하므로 통합 회수하고 선택재료층재의 용도로 활용
- 기존 도로내에서 장기간 경과된 경우 재료 품질확보 가능여부 조사후 유용

나. 시행방안

- 설계중인 구간 : 검토안으로 적용
- 설계완료후 공사미착수 구간 : 발주설계시 변경 적용,
- 공사중인 구간 : 현지 여건을 감안하여 공사시행부서에서 조치

붙임 1

수량 및 단가 산출기준

1. 수량산출기준

당 초	변 경
4.25 골재 구입, 생산 및 운반 각 공종에 필요한 골재 생산 및 운반량을 산출한다	4.25 골재 구입, 생산 및 운반 각 공종에 필요한 골재생산 및 운반량을 산출한다 단, 기존포장 또는 가도에 사용한 선택재료층(보조기층)을 유용할 경우 b-8-2 항목을 적용하며 이 경우 유용할 구간의 선택층 및 보조기층재를 합한 두께에서 20cm를 뺀 수량을 유용수량으로 적용하며 선택층재로 사용한다.

2. 단가설명서

당 초	변 경
4.25 골재 구입, 생산 및 운반(㎡당) b. 골재생산 및 운반(㎡당) 이 단가는 현장암 또는 터널암을 이용하여 골재를 생산하고 운반하는 비용이며, 선택층재·보조기층재는 혼합골재내의 조골재 생산, 운반비 및 조골재와 세골재의 혼합비가 포함된다. b-1. D=13mm b-2. D=15mm b-3. D=19mm b-4. D=25mm b-5. D=32mm b-6. D=40mm b-7. D=50mm b-8. 선택층재 b-9. 보조기층재 <u>측 정</u> 이 물량은 각 공종에서 산출한 골재 또는 혼합골재의 총량을 체적으로 산출한다.	4.25 골재 구입, 생산 및 운반(㎡당) b. 골재생산 및 운반(㎡당) 이 단가는 현장암 또는 터널암을 이용하여 골재를 생산하고 운반하는 비용이며, 선택층재·보조기층재는 혼합골재내의 조골재 생산, 운반비 및 조골재와 세골재의 혼합비가 포함된다. 단, 기존 포장 또는 가도등에 사용한 선택재료층재(보조기층)을 유용할 경우에는 b-8-02 항목을 적용하며, 이 단가는 기존 선택재료층(보조기층)을 채집, 적사 및 운반(유용현장→C/R장) 비용이 포함된다 b-1. D=13mm b-2. D=15mm b-3. D=19mm b-4. D=25mm b-5. D=32mm b-6. D=40mm b-7. D=50mm b-8-1. 선택층재 b-8-2. 선택층재(유용재료) b-9. 보조기층재 <u>측 정</u> 이 물량은 각 공종에서 산출한 골재 또는 혼합골재의 총량을 체적으로 산출한다.

단 가 산 출 서

산출근거	재료비	노무비	경비	합계	비고
R425B0802 골재구입, 생산 및 운반(기준포장유용) /M3 1. 채집 유압식 백호우 0.7 M3 [E03112] $Q1=0.7, K=0.7, F=0.77, E=0.45$ $CM=19=19.00 \text{ SEC (90 DEGREE)}$ $Q=3600 \times 0.7 \times 0.7 \times 0.77 \times 0.45 / CM = 32.17 \text{ M3/HR}$ 경비 : 16,654.51 / Q = 517.7 노무비 : 18,035.89 / Q = 560.6 재료비 : 4,935 / Q = 153.4 소 계 : 2. 적재 타이어페이로다 1.72 M3 : [E04071] $Q1=1.72, F=0.77, K=1.0, E=0.35$ $T1=10, T2=14$ $CM=1.8 \times 8 + 10 + 14 = 38.40 \text{ SEC}$ $Q=3600 \times 1.72 \times 1.00 \times 0.77 \times 0.35 / CM = 43.46 \text{ M3/HR}$ 경비 : 15,385.75 / Q = 354.0 노무비 : 18,035.89 / Q = 414.9 재료비 : 7,870.8 / Q = 181.1 소 계 : 2. 운반 덤프트럭 15 TON : [E11041] $A = L/4 = 2 \text{ km (L = 8 km)}$ $F = 0.77, E=0.9$ $Q1=15 / 2.0 \times 1.35 = 10.13$ $N = Q1 / (1.72 \times 1.0) = 5.89 \text{ 회}$ $T1=(38.40 \times N) / (60 \times 0.35) = 10.77$ $T2= A / 15 \times 2 \times 60 = 16.00$ $T3=1.1, T4=0.7, T5=3.77$ $CM= T1 + T2 + T3 + T4 + T5$ $CM= T1 + T2 + 1.1 + 0.7 + 3.77 = 32.34 \text{ MIN}$ $Q = 60 \times Q1 \times 0.77 \times 0.9 / CM = 13.02 \text{ M3/HR}$ 경비 : 13,741.71 / Q = 1,055.4 노무비 : 11,145.86 / Q = 856.0 재료비 : 11,424.38 / Q = 877.4 소 계 : 전체 합계	153.4 153.4 181.1 181.1 877.4 877.4 1,212	560.6 560.6 414.9 414.9 856 856 1,831	517.7 517.7 354 354 1,055.4 1,055.4 1,927	517.7 560.6 153.4 1,231.7 354 414.9 181.1 950 1,055.4 856 877.4 2,788.8 4,970	#.29 E03112 E03112 E03112 E04071 E04071 E04071 E11041 E11041 E11041

1.검 토 목 적

경제규모가 확대됨에 따른 급격한 교통량 증가와 차량 성능 향상으로 인한 과속에 따른 교통사고가 증가 일로에 있어 도로안전시설에 대한 보완이 시급한 실정이다.

따라서, 도로안전시설중 가드레일에 대한 개선 방안을 제시, 사고 발생시 인명 피해를 최소화하여 인간 중심의 고속도로 건설을 구현코자함.

2.가드레일의 기능

가드레일은 차량 충돌의 충격 흡수를 통해 주행중 진행 방향을 잘못 잡은 차량이 길 밖 또는 대향 차로로 이탈하는 것을 방지하는 동시에 차량 탑승자의 안전을 확보하고 차량의 파손을 최소한도로 줄여 차량을 정상 진행 방향으로 복원시키는 것을 주 목적으로 하며, 부수적으로 운전자의 시선을 유도하는 기능을 한다.

☒ 제어 능력을 잃은 차량이 길 밖으로 이탈하는 것을 방지한다.

☒ 충돌한 차를 정상적인 진행 방향으로 복원시킨다.

☒ 충돌한 차에 타고 있는 탑승자의 안전을 확보한다.

☒ 충돌 후 충돌차 또는 가드레일에 의한 교통장애가 없어야 한다.

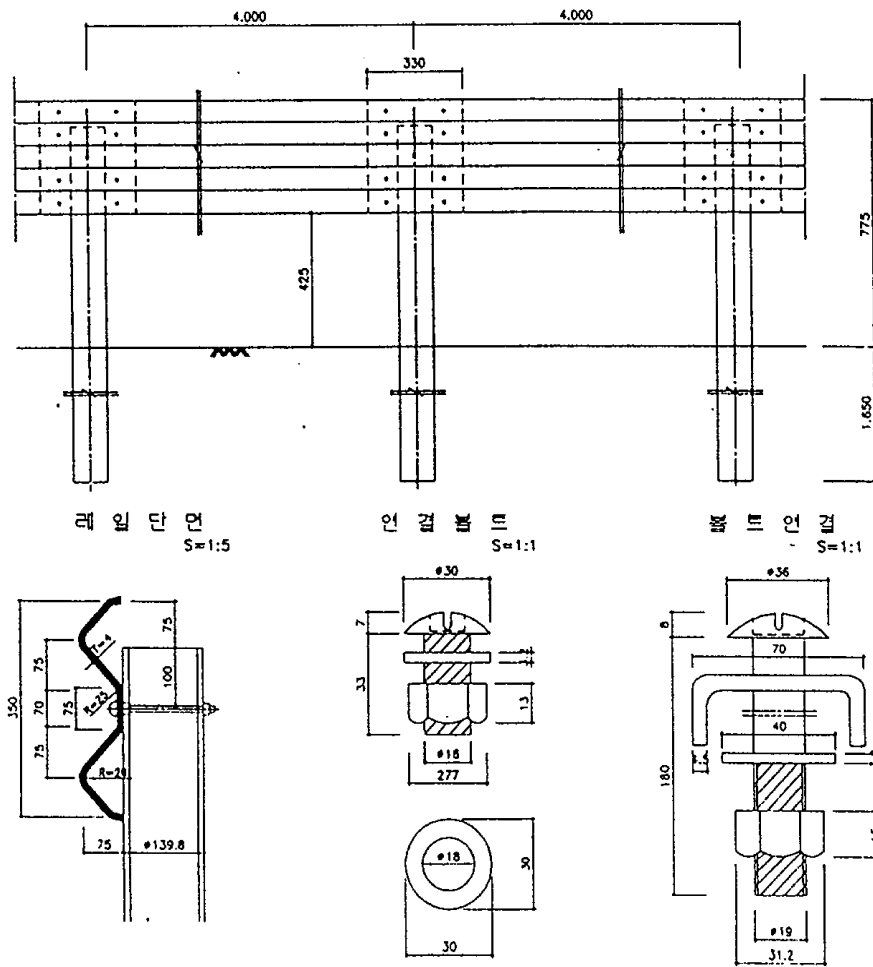
☒ 사고 차량에 의한 2차 사고를 억제한다.

☒ 물적 손해를 최소한으로 한다.

☒ 운전자의 시선을 유도한다.

3.기존 W형 가드레일

가. 제 원 (토공용 기준)



구 분	보 (레일판)				지 주			볼 트		보 중심 높이 (Cm)	최대 지주 간격 (m)
	폭 (mm)	코루게 이 셴 (mm)	두께 (mm)	단면적 (cm ²)	바깥 지름 (mm)	두께 (mm)	매입 길이 (Cm)	직경 (mm)	길이 (mm)		
일반 가드 레일	350	75	4.0	18.7	139.8	4.5	165	19	180	60	4.0
이중 가드 레일	350 × 2	75	4.0	18.7 × 2	139.8	4.5	165	19	180	70	2.0

나. 설 치 조 건

1) 일반 가드레일

☑ 본선에서의 설치 조건

-성토 높이가 2m 이상이거나 원지반 비탈구배가 1:4보다 급하고, 사면 높이가 2m 이상인 구간

☑ I.C, 휴게소, 주차장 등에서의 설치 조건

-원지반의 비탈구배가 1:4보다 급한 곡선구간의 외측

-성토 높이가 2m 이상이고 비탈구배가 1:4보다 급한 곡선구간의 내측 및 직선구간

2) 이중 가드레일

☑ 평면선형이 불량하고 종단구배가 하향인 구간으로서 치명적인 사고가 우려되는 고성토부(H=20m 이상 구간)

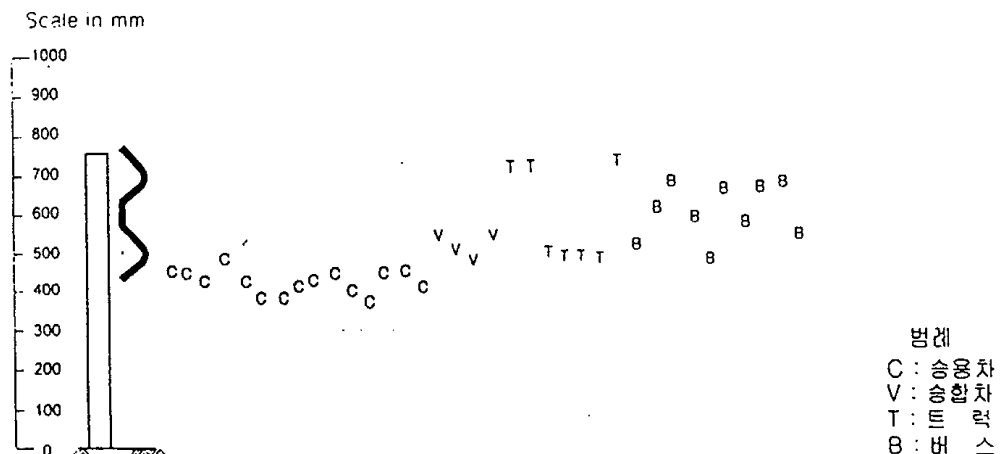
☑ 구조물(옹벽, 보강토옹벽 등)이 약 10m 이상 설치되는 구간으로서 자동차 추락시 하단부의 시설물에 2차 사고를 발생시킬 우려가 있는 구간

☑ 고속도로가 주요시설물(도로, 지하철, 철도, 하천, 가옥 등)과 인접(약 10m 이하)하여 병행하는 구간

☑ 고속도로 상단에 군도 이상의 도로가 병행하고 있어 자동차 추락시 2차 사고를 발생시킬 우려가 있는 구간

다. 문제점 도출

- ☑ 현재 사용하고 있는 W형 가드레일은 실물 충돌실험 자료가 없어 컴퓨터 시뮬레이션을 통한 검토만이 이루어지고 있음
- ☑ 소형 승용차의 사고율이 증가하고 있음에도 불구하고 현행 가드레일은 충돌차량의 기준을 3.5Ton, 14Ton으로 설정하고 있어 소형차에 대한 안전 검토가 요구됨
 - ※고속도로 상에서의 교통사고 중 승용차가 차지하는 비율 : 52% (년도별 고속도로 교통사고 발생현황 “별첨1”)
- ☑ 가드레일은 차량 충돌시 충격 흡수를 통해 차량 탑승자의 안전 확보를 주 기능으로 하고 있는데, 충격 흡수를 레일판이 전적으로 부담토록 되어 있어 충돌 사고 발생시 레일판의 파손이 심하고 탑승자 안전 확보가 미흡한 실정임
- ☑ 방호시설로서 다양한 차종에 적응성이 미흡하다

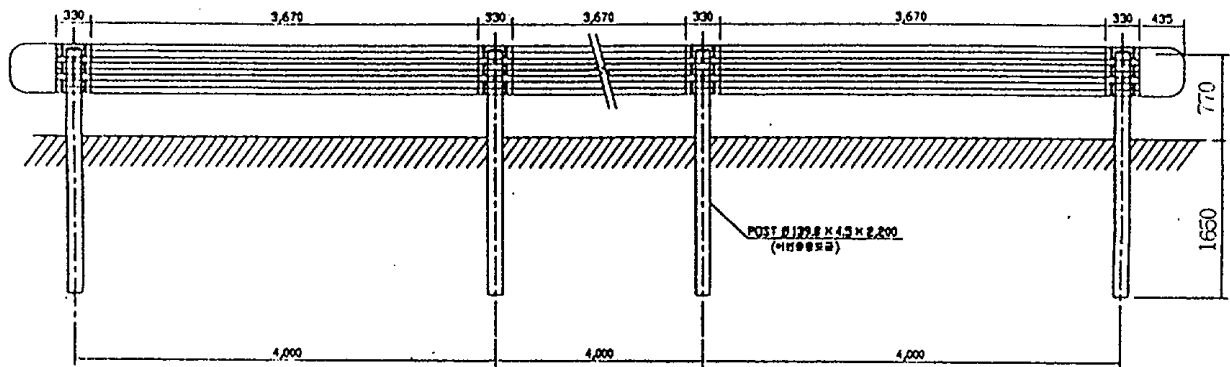


소형차의 경우 현재 Bumper 중심 높이가 38~45Cm로 그림에 보인 것과 같이 W-Beam의 하단부에 위치해 있으며 충돌시 Rolling Action정도에 따라 약 8Cm 정도 더 낮아질 수 있음을 고려하면 Bumper가 가드레일 밑에 끼이거나 Post에 충돌하여 급격한 감속을 받을 우려가 크다

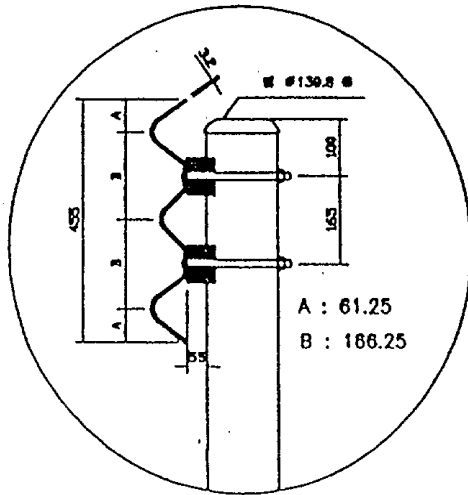
반면에 대형트럭의 경우 Bumper의 중심이 70~75Cm로 Rolling Action으로 Bumper의 높이가 8Cm정도 상승한다고 가정하면 바퀴와 가드레일 접촉후 차량의 승월(Override) 위험성이 크다. 특히, Overlay등 보수작업으로 인한 가드레일 높이의 저하를 고려하면 대형 차량의 승월 가능성이 한층 높아진다고 볼 수 있다

1. 충격흡수형 가드레일 제원 및 특징

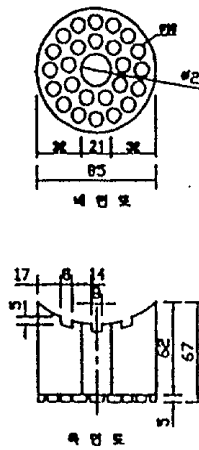
가. 제 원 (토공용 기준)



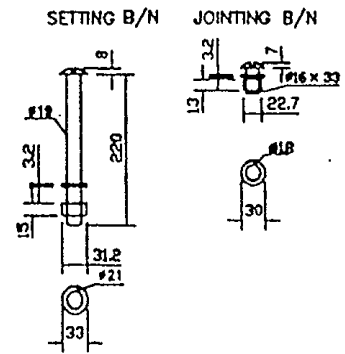
조립부 상세도



충격 흡수판 상세도



BOLT, NUT



구 분	보 (레일판)				지 주			볼 트		보 중심 높이 (Cm)	최대 지주 간격 (m)
	폭 (mm)	코루게 이 션 (mm)	두께 (mm)	단면적 (cm ²)	바깥 지름 (mm)	두께 (mm)	매입 깊이 (Cm)	직경 (mm)	길이 (mm)		
충격 흡수형 가드 레일	455	69	3.2	19.5	139.8	4.5	165	19 × 2	228	60.37	4.0

나. 특 징

☑ 기존 가드레일에 비해 단면폭이 늘어남에 따라 다양한 차종에 대응

- 기존 가드레일 단면폭 : 350mm
- 충격흡수형 가드레일 단면폭 : 455mm

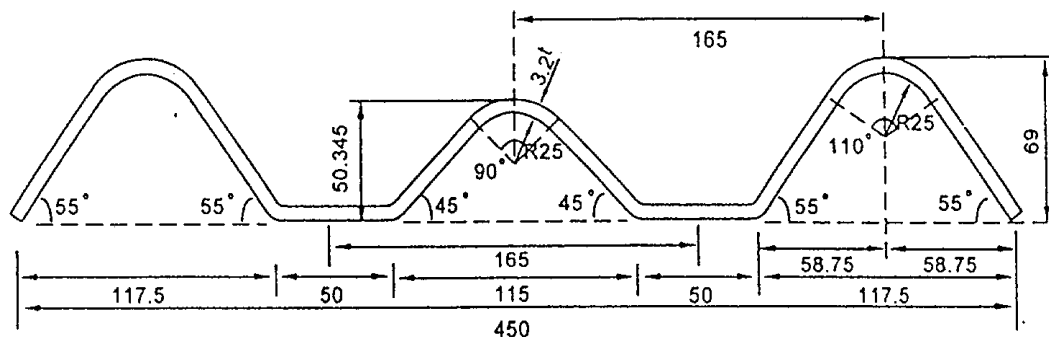
☑ 실물 충돌실험을 통해 소형차에 대한 안전도 입증
(실물 충돌실험 현황 “별첨2”)

☑ 기존 가드레일에 비해 코루게이션증가로 충격에너지 흡수능력이 우수

구 분	기존 W형 가드레일	충격흡수형 가드레일
코루게이션	2회	3회
에너지 흡수능력	3.850kg-cm	4.425kg-cm

(Stretch Test 결과 “별첨3”)

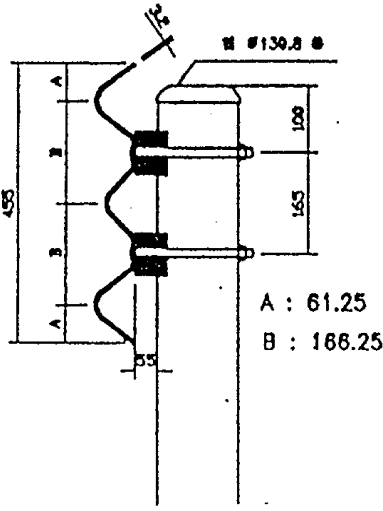
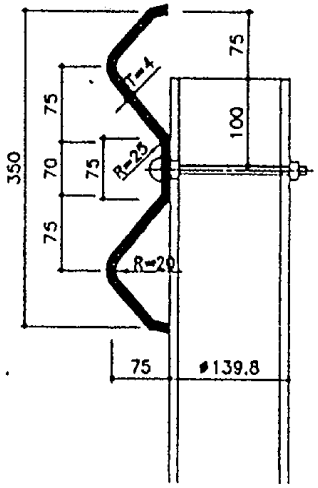
☑ 충격흡수형 가드레일은 중앙의 코루게이션이 상하의 코루게이션에 비하여 1.86Cm 작으므로써, 차량 충돌시 접촉점이 차등화 되어 강성의 약화가 서서히 이루어짐



☑ 충격흡수형 가드레일은 기존 가드레일에 비해 단면이 커서 덧씌우기 포장공사(Overlay)에 따른 높이 변화에 효과적으로 대응

☑ 충격흡수형 가드레일은 충격흡수를 위하여 레일판과 지주사이에 충격흡수판(EPDM고무 70%와 페타이어 30%의 합성제품)을 설치, 충격력을 분산하므로써 충돌지점 인근 지주에 충격력 집중현상 배제

5. W형 가드레일과 충격흡수형 가드레일 비교

구 분	충격흡수형 가드레일	기존 W형 가드레일
단 면	 A : 61.25 B : 166.25	
특 징	☑ Beam과 지주 사이에 볼트를 2개 체결하므로써 기존 W형 가드레일에 비해 강성이 큼 ☑ Beam의 코루게이션 증가 (3회)와 Beam과 지주 사이에 충격흡수판을 설치하여 충격흡수 능력이 뛰어남 ☑ 단면폭 증대로 다양한 차종에 대응할 수 있다	☑ Beam과 지주 사이에 볼트를 1개 체결하므로써 충격흡수형 가드레일에 비해 강성이 작음 ☑ Beam의 코루게이션이 적고 충격흡수판이 없어 충격흡수 능력이 떨어짐 ☑ 단면폭이 작아 다양한 차종에 대응할 수 없음
공사비 (경간당)	196,700원	156,200원 (이중가드레일 : 326,200원)

6.충격흡수형 가드레일 적용방안

가. 설치대상 지점의 선정

- 1)평면선형이 불량하고 종단구배가 하향인 구간중 성토고가 10~20m 구간과, 원지반 비탈구배가 1:4보다 급하고 사면 높이가 10m이상인 구간
- 2)짧은 S커브 구간으로서 사고 발생의 우려가 있는 구간
(“예” 확장공사 구간중 현지 여건상 부득이 선형 개량이 불가한 구간)
- 3)I.C, JCT, 휴게소 구간중
 - 원지반의 비탈구배가 1:4 보다 급한 곡선 구간의 외측
 - 성토 높이가 2m 이상이고 비탈구배가 1:4 보다 급한 곡선구간의 내측 및 직선구간
- 4)미끄럼방지 포장 설치되는 구간중 가드레일 설치가 필요한 구간

※ 미끄럼방지 포장 설치기준

- 선형이 양호한 직선 구간 사이에 위치한 곡선 반경이 상대적으로 작은구간
- 종단구배가 급한 내리막 길에 위치한 곡선부 등의 굴곡 도로
- 곡선부 내측에 시거를 차단하는 지장물이 위치한 구간
- 장대교량 등 구조물을 사이에 두어 선형개량과 구조물 신설에 막대한 예산이 뒤따라 개선이 곤란한 S곡선 구간 등
- 접속도로에 비해 교폭이 협소하여 병목현상을 유발하는 노후 교량
- 시거 장애를 일으키는 급곡선부와 낭떠러지가 복합된 선형 불량구간
- 평탄지에 위치한 S곡선 지점으로 시거가 불량한 구간
- 간선도로와 마을 진입로 등이 T자로 형성된 지점으로 완속차로의 설치가 필요한 구간
- 배수시설 불량으로 강우시 마찰력이 크게 감소하는 지점

나. 시험 시 공

현재 신설 및 확장공사가 진행중인 노선에 대하여 시험시공 시행
 -시험시공 대상 : '99년말 이전에 준공되는 노선으로서 "가"항의 설치 대상에 해당되는 구간중 사고 취약지점인 I.C Ramp와 고성토 구간에 시험적용('99년말 이전 준공공구 : 41개소, "별첨4" 참조)

노선명	공 구	위 치	물 량	공사기간	시공사	비 고
서울외곽 순 환 선 (안양~양지)	7	논곡JCT Ramp-A STA 0+162 ~0+378(좌)	216m	'95. 7 ~ '99. 7	신화건설	I.C Ramp
		STA 0+132 ~0+378(우)	280m			
		Ramp-B STA 0+444 ~0+972(좌)	532m			
		STA 1+110 ~1+354(좌)	244m			
		STA 0+676 ~0+972(우)	296m			
		Ramp-C STA 0+000 ~0+520(우)	520m			
		STA 0+160 ~0+520(좌)	360m			
		Ramp-D STA 0+220 ~0+484(우)	264m			
		STA 0+220 ~0+352(좌)	132m			
		Ramp-E STA 0+460 ~0+600(좌)	140m			
		STA 0+604 ~0+940(좌)	336m			
		STA 0+540 ~0+960(우)	420m			
		Ramp-F STA0+064 ~0+236(좌)	172m			
		Ramp-G STA 0+112 ~0+388(좌)	276m			
		STA 0+112 ~0+360(우)	248m			
		Ramp-H STA 0+160 ~0+352(우)	192m			
		STA 0+160 ~0+352(좌)	192m			

노선명	공 구	위 치	물 량	공사기간	시공사	비 고
중앙선 (안동~영주)	5	STA 10+420 ~ STA 10+980	L=560m	'94. 12 ~ '99. 12	현 대 산업개발	고성토부 (h=15m)
중앙선 (영주~재천)	6	영주I.C Ramp-C STA 0+120 ~ STA 0+300 Ramp-D STA 0+200 ~ STA 0+280	L=180m L=80m	'94. 12 ~ '99. 12	남강토건	I.C Ramp

7.검 토 결 론

- ☑ 충격흡수형 가드레일은 기존 W형 가드레일에 비해 공사비는 다소 고가이나 안전성 측면에서 우수한 것으로 검토되어 이용객 안전을 통한 고객 만족을 위하여 사고 취약지점에 충격흡수형 가드레일을 적용하는 것이 바람직하며,
- ☑ 충격흡수형 가드레일을 '99년 말 이전 준공되는 공사구간에 우선적으로 시험적용하고,
- ☑ 현재 실시설계가 추진중인 노선(특히 확장공사구간)중 이용객 안전측면에서 충격흡수형 가드레일 적용이 필요하다고 판단되는 구간에 대하여는 설계에 반영 조치토록 하며,
- ☑ 시험적용 결과 성능이 우수하다고 인정될 경우에는 “설치대상 지점”으로 선정된 구간에 확대 적용 조치

1. 검토목적

차량충돌로 인한 표지판 지주의 파손과 전도방지를 위한 대책을 검토
코자 함. (자체감사 감사삼 16108-534호('98.10.31) 및 '99.감사원감사(2차) 지적사항)

2. 현행 표지판 지주 보호시설 설치기준

- 성토부 가드레일 설치구간에 표지판 설치시
: 가드레일 설치지침에 의하여 가드레일 설치
- 절토부 등 가드레일 미 설치 구간에 표지판 설치시
: 고속도로 부대시설 설치지침에 의하여 가드레일 설치

3. 문제점

- 절토부 등 차량방책이 설치되지 않는 위치에 설치된 표지판에는 별도의 보호시설이 설계 반영되지 않고 있음.
- 문형식 표지판의 경우는 지주 충돌사고 발생시 표지판 추락 및 골조 전도에 따른 2차사고와 장시간 도로차단이 우려되어 안전시설의 보강설치가 필요.

4. 표지판 지주보호 대책

1) 안내 및 내민식 표지판

구 분	성토부	절토부(녹지대)
형 식	일반 가드레일	좌 등
시설개요	· 높 이 : 775cm · 연 장 : 12m · 지주간격 : 4m	· 좌 등 · 좌 등 · 좌 등
적용기준	· 표지판 지주가 성토부에 설치되고 가드레일 등 기타 보호시설이 설치되지 않는 경우	· 절토부 L1측구 배면, 분리구간 녹지대 등에 별도의 보호시설 없이 표지판이 설치되는 경우
공사비 (개소당)	800 천원	좌 등
검토의견	· 절토부 L1측구 배면 등에 표지판이 설치되어 가드레일 설치기준에 해당되지 않고, 기타 보호시설이 설치되지 않는 구간에 표지판 지주를 보호하기 위한 가드레일 설치	

2) 문형식 표지판

구 분	성토부	절토부(녹지대)	중앙분리대
형 식	방호옹벽(PILE기초)	2중가드레일	지주 보호용 덮개
시설개요	· 높이 : 1.0m · 연장 : 12m · 충돌하중 : 2t/m · 기초형식 : H-PILE기초	· 높이 : 1.075m · 연장 : 12m · 지주간격 : 2.0m	· 규격 : 4.0×903×3,000 · 용융아연도금 강판
적용기준	· 문형식 표지판지주가 성토부에 설치된 경우	· 문형식 표지판 지주가 절토부 L1측구 배면 및 분리구간 녹지대 등에 설치되어 별도의 보호시설이 설치되지 않는 경우	· 문형식 표지판 지주가 중앙분리대측에 설치되는 경우
공사비 (개소당)	3,300 천원	1,400 천원	700 천원
검토의견	· 성토부에는 대형차량의 표지판 지주 충돌 및 추락방지를 위하여 콘크리트옹벽(H=1.0m)을 설치, 구조형식은 불임 검토결과에 의거 H-PILE기초로 하며, 절토부 등에는 2중가드레일을 설치 · 설치연장은 고속도로 부대시설 설치지침에 의거 12m를 적용 · 중앙분리대 측에는 지주보호용 덮개설치(용융아연도금 강판)		

5. 검토결론

1) 문형식 표지판 지주 충돌로 인한 대형사고를 예방하기 위하여 보호 시설 설치

- 성토부 : 콘크리트 방호옹벽(H=1.0m, L=12m, H-PILE기초)
- 절토부(L1측구), 분리구간 녹지대 등 : 2중가드레일(L=12m)
- 중앙분리대 : 지주보호용 덮개설치

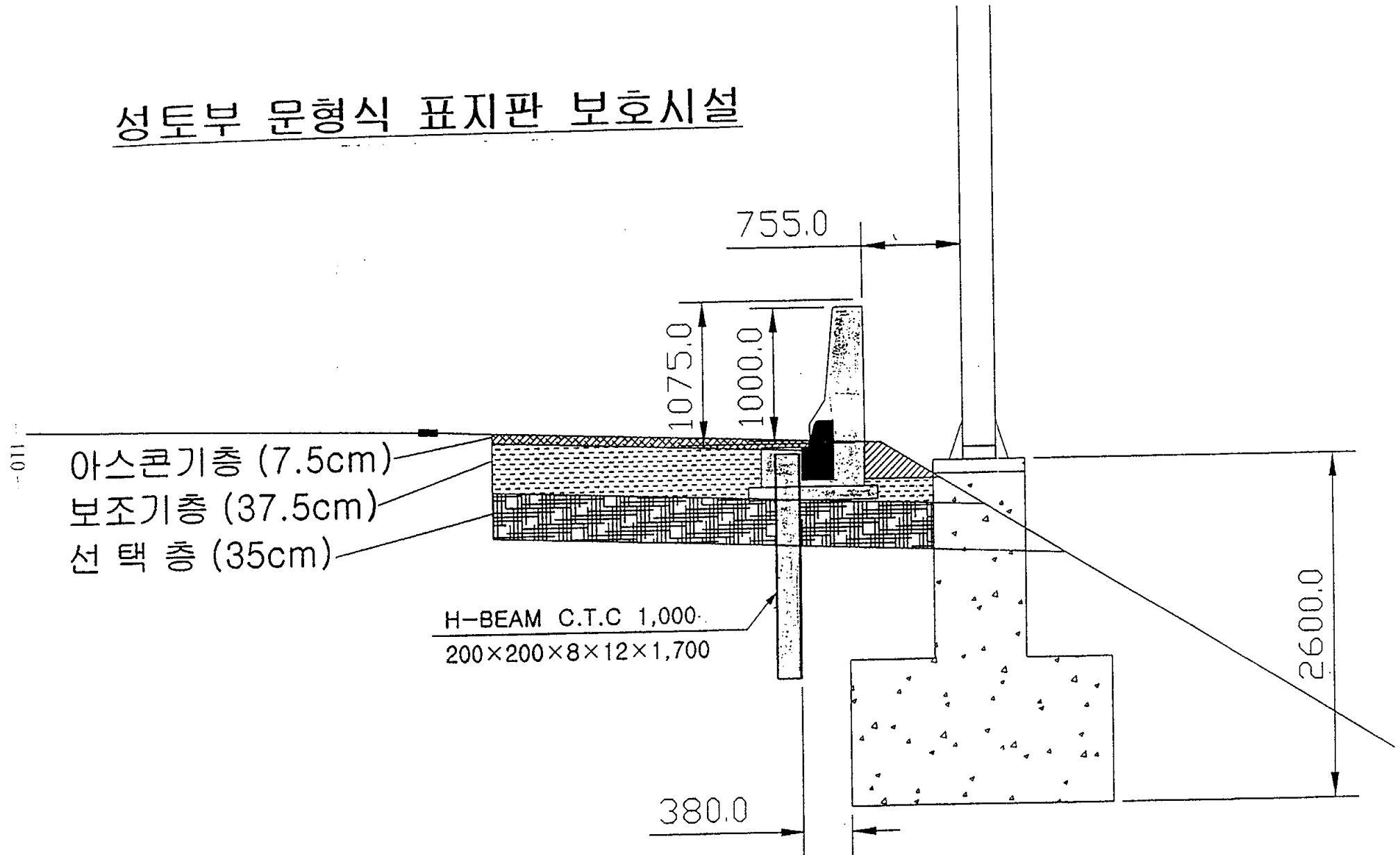
- 2) 안내 및 내민식 표지판이 절토부 L1측구 배면 등에 설치될 경우
: 가드레일 설치(3경간, 지주간격 4m, L=12m)

6. 적용방안

- '99. 3월 이후 준공용역 : 방침결정후 즉시 적용
- 기 준공용역 : 공사 시행시 변경 적용
- 공사 시행중인 노선 : 구간별로 부대공 공정을 감안하여 적용
- 공용중인 노선 : 유지관리 부서에서 현장여건을 감안하여 적용

- 붙임 : 1. 문형식 표지판 지주 보호시설 설치도 및 표준도 1부.
2. 안내 및 내민식 표지판 지주 보호용 가드레일 설치도 1부.
3. 단가산출서 1부.
4. 성토부 문형식 표지판 지주보호시설 형식 검토 1부. 끝.

성토부 문형식 표지판 보호시설



$$S = 1 : 20$$
[illegible]

{진채본}

공		종	단	위	수	량	비	고
콘 크 리 트	방 호 벽		M ³		3.864		6ck = 240 KG/CM ²	(2층)
	기 초		M ³		2.880		6ck = 240 KG/CM ²	(2층)
	바닥 콘크리트		M ³		1.220		6ck = 150 KG/CM ²	(5층)
	계		M ³		7.964			
기 무 릎	합 릎 3 회	방호벽	M ²		25.688			
		미감면	M ²		0.644		2개소	
	합 릎 4 회	기 초	M ²		7.200			
		미감면	M ²		0.480		2개소	
	합 릎 6 회		M ²		2.640			
합			KG		794.298		(SD-30 , NET)	
H - BEAM (L=1.700M)			TON		1.018		200x200x8x12	

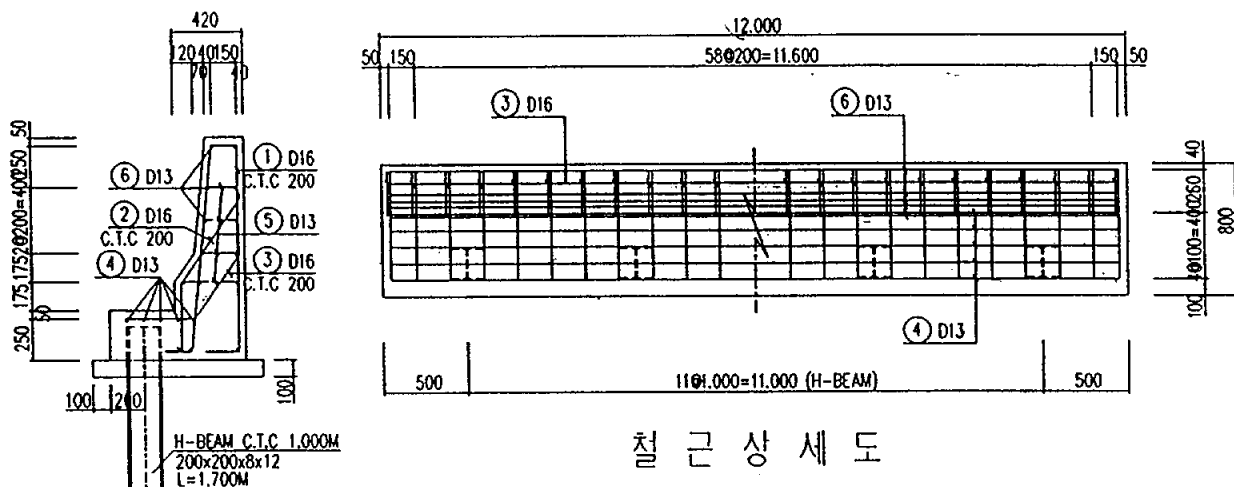
주) 상토부 구간에 가드레일과 병행하여
설치하는 경우 병호벽 전, 후 구간에서
가드레일 설치 위치를 조정할것.

문형식 표지판 지주 보호용 방호벽 (2)

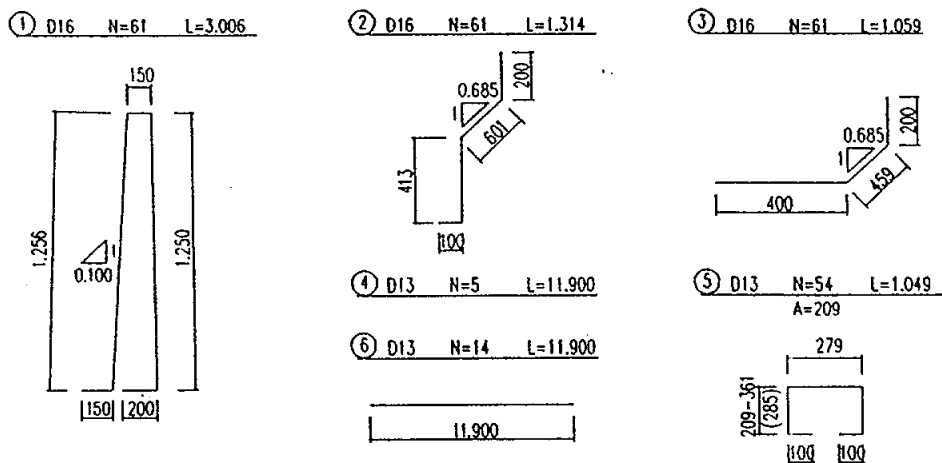
$$S = 1 : 20$$

단면도

철근 배근도



철근상세도



철근재표

(21 22)

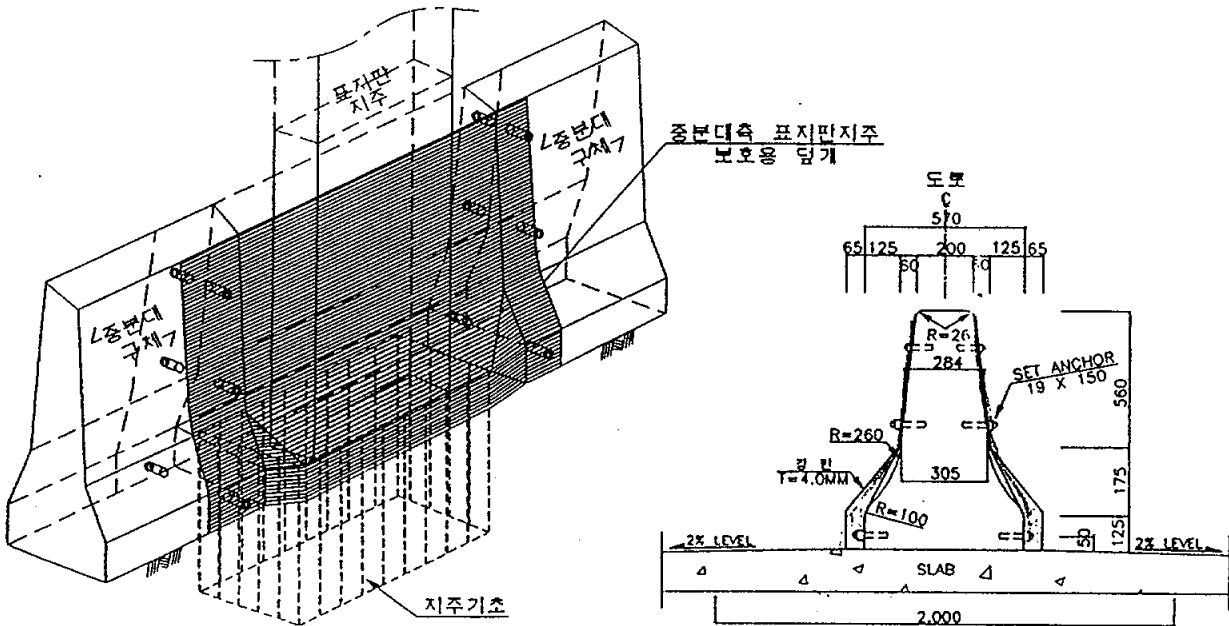
번 호	직 경	길 이	수 량	총 길 이	단 위 중 량	총 중 량 (KG)	비 고 (KG)
1	D16	3.010	61	183.610			일부 3%
2	D16	1.320	61	80.520			
3	D16	1.060	61	64.660			
소 계				328.790	1.560	512.912	528.299
4	D13	11.900	5	59.500			
5	D13	1.050	54	56.700			
6	D13	11.900	14	166.600			
소 계				282.800	0.995	281.386	289.827
총 계							818.126

문형식 표지판

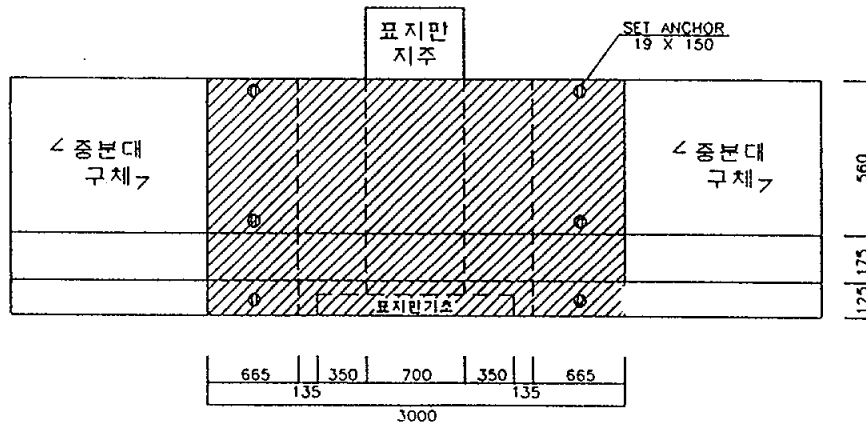
중분대측 표지판지주 보호용 덮개

일 반 도

단 면 도



정 면 도



재 료 표

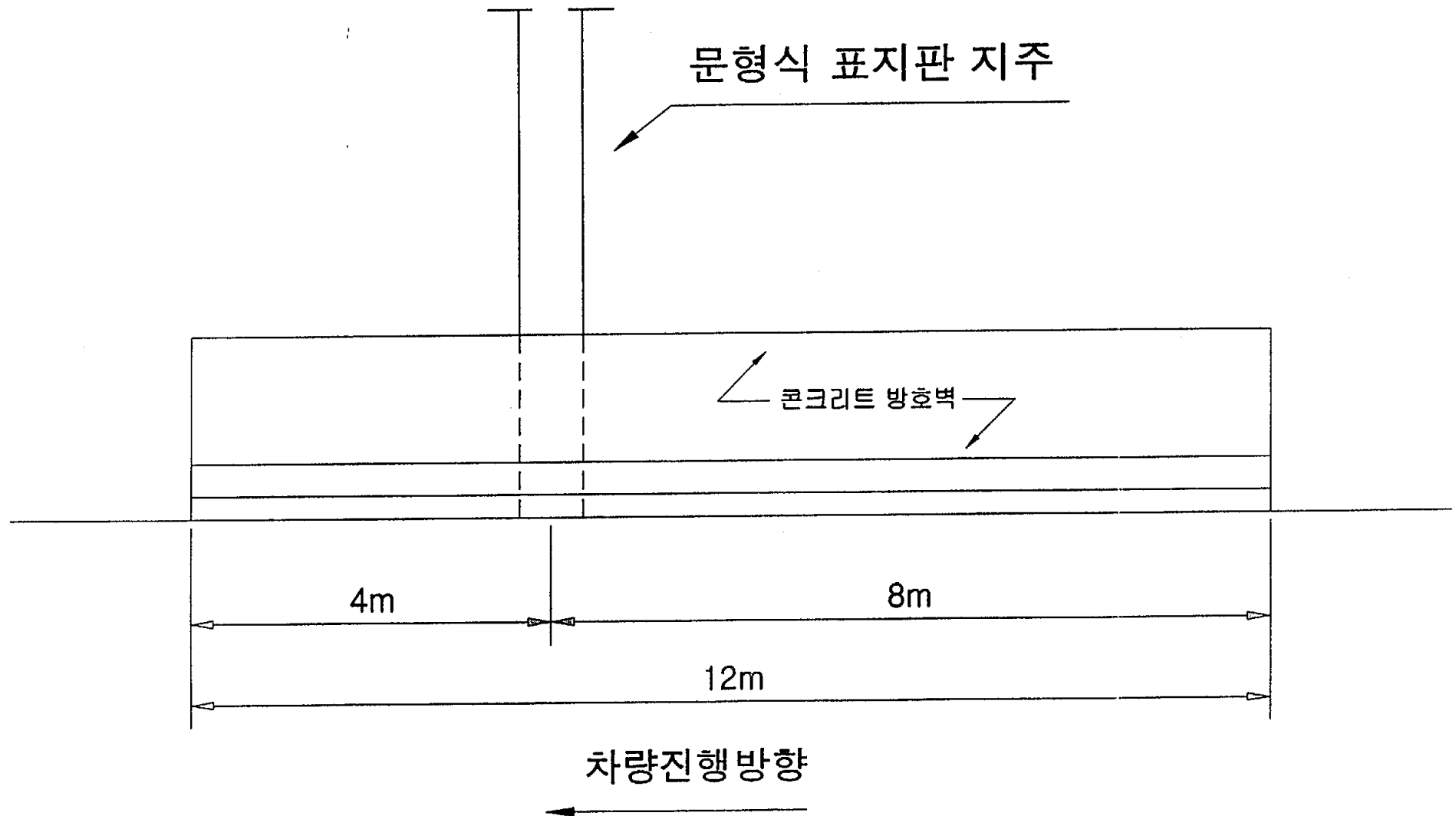
(지주 1개당)

구 분	규 격	수량	재 료
덮 개	4.0X903X3.000	2	강판 KSD3503.SS-400 T=4.0MM
SET ANCHOR	19 X 150	12	스텐레스

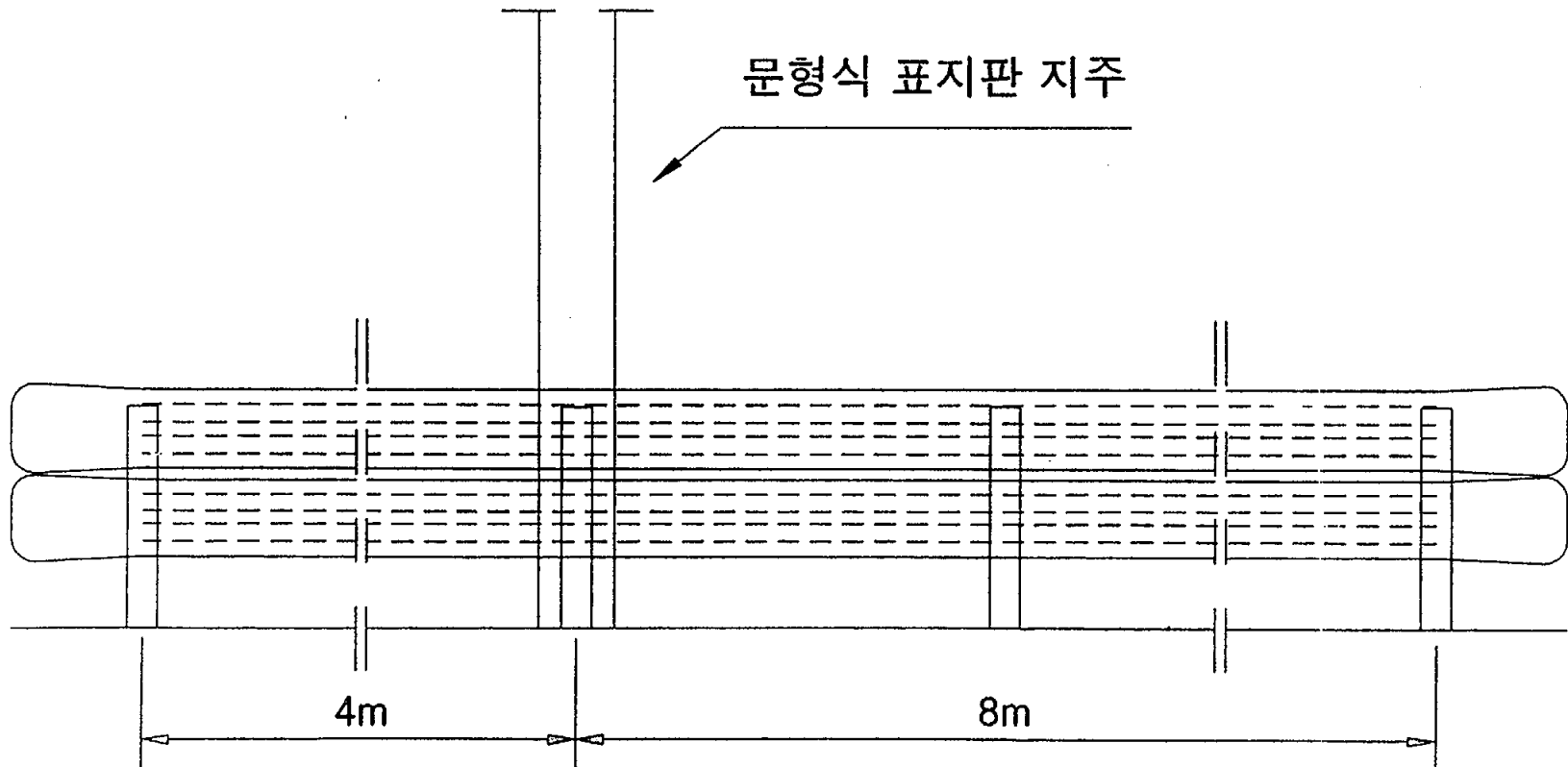
- * 주 : *상기 치수는 표준구간의 치수이므로 곡선구간 등 선형의 변화가 있는 구간은 감독원의 승인을 득한 후 변경할 수 있음.
- * 표지판 지주 보호용 덮개 표면은 용융아연도금 550g/m² 이상 하여야 함.

성토부 문형식 표지판 지주보호 시설

414



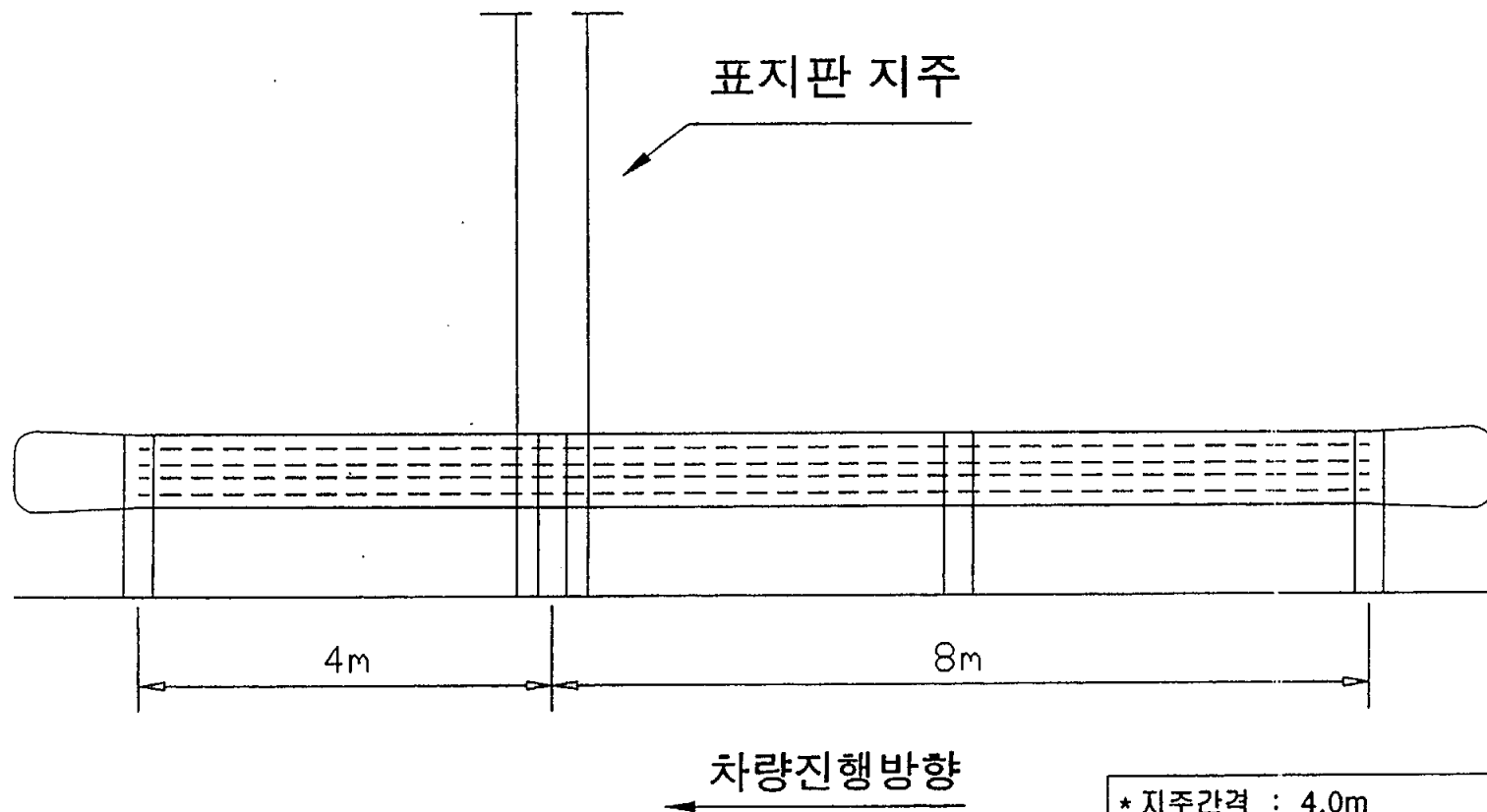
절토부 문형식 표지판 지주 보호용 가드레일



차량진행방향

- * 지주간격 : 2.0m
- * 기타사항은 성토부 이중 가드레일과 동일

안내, 내민식 표지판 지주 보호용 가드레일



- * 지주간격 : 4.0m
- * 기타사항은 성토부 일반 가드레일과 동일

공 종	산 출 내 역	경 비	노 무 비	재 료 비	합 계
5-16-E	516E000 문형식표지판지주보호용방호벽 : 개소 방호벽1개소 : 12 M				
	1. 콘크리트 생산 및 운반(2종32) - 방호벽 배수공 BASIC [B221P0000] 참조 경 비 : 3.864<M3> * 8036.00 = 31051.10 노무비 : 3.864<M3> * 3021.00 = 11673.14 재료비 : 3.864<M3> * 20653.00 = 79803.19 소 계 :	31051.10	11673.14	79803.19	122527.43
	2. 콘크리트 생산 및 운반(2종32) - 기초 배수공 BASIC [B221P0000] 참조 경 비 : 2.88 <M3> * 8036.00 = 23143.68 노무비 : 2.88 <M3> * 3021.00 = 8700.48 재료비 : 2.88 <M3> * 20653.00 = 59480.64 소 계 :	23143.68	8700.48	59480.64	91324.80
	3. 콘크리트 생산 및 운반(5종50) - 바닥콘크리트 배수공 BASIC [B22100000] 참조 경 비 : 1.22 <M3> * 6992.00 = 8530.24 노무비 : 1.22 <M3> * 3051.00 = 3722.22 재료비 : 1.22 <M3> * 14128.00 = 17236.16 소 계 :	8530.24	3722.22	17236.16	29488.62
	4. 콘크리트 타설 (철근, VIB포함) 배수공 BASIC [B211A0200] 참조 경 비 : 29.00 * 6.744<M3> = 195.57 노무비 : 20090.00 * 6.744<M3> = 135486.96 재료비 : 183.00 * 6.744<M3> = 1234.15 소 계 :	195.57	135486.96	1234.15	136916.68
	5. 콘크리트 타설 (부근, VIB제외)				

공 종	산 출 내 역	경 비	노 무 비	재 료 비	합 계
	배수공 BASIC [B211B0100] 참조				
	경 비 : $0.00 * 1.22 \langle M3 \rangle = 0.00$				
	노무비 : $18203.00 * 1.22 \langle M3 \rangle = 22207.66$				
	재료비 : $0.00 * 1.22 \langle M3 \rangle = 0.00$				
	소 계 :	0.00	22207.66	0.00	22207.66
6.	거푸집 (합판3회 + 마감면)				
	배수공 BASIC [B212B0100] 참조				
	경 비 : $0.00 * 26.332 \langle M2 \rangle = 0.00$				
	노무비 : $11913.00 * 26.332 \langle M2 \rangle = 313693.11$				
	재료비 : $5752.00 * 26.332 \langle M2 \rangle = 151461.66$				
	소 계 :	0.00	313693.11	151461.66	465154.77
7.	거푸집 (합판4회 + 마감면)				
	배수공 BASIC [B212B0200] 참조				
	경 비 : $0.00 * 7.680 \langle M2 \rangle = 0.00$				
	노무비 : $10117.00 * 7.680 \langle M2 \rangle = 77698.56$				
	재료비 : $4913.00 * 7.680 \langle M2 \rangle = 37731.84$				
	소 계 :	0.00	77698.56	37731.84	115430.40
8.	거푸집 (합판6회)				
	배수공 BASIC [B212B0300] 참조				
	경 비 : $0.00 * 2.640 \langle M2 \rangle = 0.00$				
	노무비 : $8093.00 * 2.640 \langle M2 \rangle = 21365.52$				
	재료비 : $4252.00 * 2.640 \langle M2 \rangle = 11225.28$				
	소 계 :	0.00	21365.52	11225.28	32590.80
9.	철근가공 조립(보통)				
	배수공 BASIC [B209B0000] 참조				
	경 비 : $0.00 * 0.794 \langle TON \rangle = 0.00$				
	노무비 : $334849.00 * 0.794 \langle TON \rangle = 265870.10$				

공 종	산 출 내 역	경 비	노 무 비	재 료 비	합 계
	재료비 : 1883.00 * 0.794 <TON> = 1495.10				
	소 계 :	0.00	265870.10	1495.10	267365.20
10.	세골재 구입 및 운반				
	배수공 BASIC [B20400000] 참조				
	경 비 : 3390.00 * 3.826 <M3> = 12970.14				
	노무비 : 2279.00 * 3.826 <M3> = 8719.45				
	재료비 : 7159.00 * 3.826 <M3> = 27390.33				
	소 계 :	12970.14	8719.45	27390.33	49079.92
11.	조골재 구입 및 운반 -----(32MM)				
	포장공 BASIC [B417C0000] 참조				
	경 비 : 1602.00 * 4.473 <M3> = 7165.74				
	노무비 : 1299.00 * 4.473 <M3> = 5810.42				
	재료비 : 9332.00 * 4.473 <M3> = 41742.03				
	소 계 :	7165.74	5810.42	41742.03	54718.19
12.	조골재 구입 및 운반 -----(50MM)				
	포장공 BASIC [B417E0000] 참조				
	경 비 : 1602.00 * 0.975 <M3> = 1561.95				
	노무비 : 1299.00 * 0.975 <M3> = 1266.52				
	재료비 : 8932.00 * 0.975 <M3> = 8708.70				
	소 계 :	1561.95	1266.52	8708.70	11537.17
13.	철근 구입 및 운반 -----(13MM)				
	부대공 [527A02000] 참조				
	경 비 : 8142.00 * 0.290 <TON> = 2361.18				
	노무비 : 13121.00 * 0.290 <TON> = 3805.09				
	재료비 : 326431.00 * 0.290 <TON> = 94664.99				
	소 계 :	2361.18	3805.09	94664.99	100831.26
14.	철근 구입 및 운반 (16MM)				

공 종	산 출 내 역	경 비	노 무 비	재 료 비	합 계
	부대공 [527A03000] 참조				
	경 비 : 8142.00 * 0.528 <TON> = 4298.97				
	노무비 : 13121.00 * 0.528 <TON> = 6927.88				
	재료비 : 321331.00 * 0.528 <TON> = 169662.76				
	소 계 :	4298.97	6927.88	169662.76	180889.61
15. H-BEAM 구입, 운반, 설치					
A. 자 재 비					
	강재수량: H-BEAM(200 * 200 * 8 * 12): 1.018 <TON>				
	가. H-BEAM				
	: 1.018<TON> * 1.07 * 425000.00 = 462935.50				
	나. 고재대				
	: - 1.018 <TON> * 0.07 * 85000.00 = -6057.10				
	소 계 : [1.018]	0.00	0.00	465102.21	465102.21
B. 자재 운반비					
	% 하차장 - 현장				
	적재시간 (T1)= 20				
	운 반 (T2)= 337.39 = 337.39				
	적하시간 (T3)= 20				
	대기시간 (T4)= 0.42				
	계 (CM)= T1 + T2 + T3 + T4 = 377.81 <MIN>				
1) TRAILER 20 TON : [E50011]					
	경 비 : 15466.74 * CM / 60 = 97391.48				
	노무비 : 11145.86 * CM / 60 = 70183.62				
	재료비 : 10792.70 * CM / 60 * (T2 / CM) = 60689.15				
2) 트럭탑재형 CRANE 5 TON (적하) : [E06122]					
	경 비 : 3344.40 * T3 / 60 = 1114.80				

공 종	산 출 내 역	경 비	노 무 비	재 료 비	합 계
	노무비 : $11145.86 * T3 / 60 = 3715.28$				
	재료비 : $2887.68 * T3 / 60 = 962.56$				
	3) 인건비 (적하)				
	특별인부: $4 <인> * 48674.00 * T3 / 450 = 8653.15$				
	소 계 : 단위보정 $[1/20*1.07*1.018]$	5364.94	4496.03	3357.73	13218.70
	I %% 단위보정 : $B<변> / 20 <TON> * 1.07 * 1.018 <TON> I$				
	C. H-BEAM 설치비				
	가) 백호우(0.7 M3) + 대형브레이카 : [E03301]				
	경 비 : $25795.76 * 0.3 * 12 / 10 = 9286.47$				
	노무비 : $18035.89 * 0.3 * 12 / 10 = 6492.92$				
	재료비 : $4737.60 * 0.3 * 12 / 10 = 1705.53$				
	나) 인건비				
	인 부: $0.2 <인> * 33755.00 * 12 / 10 = 8101.20$				
	소 계 :	9286.47	14594.12	1705.53	25586.12
	총 계	105929.98	906037.26	1172002.30	2183969.54
		105930	906037	1172002	2183969

성토부 문형식 표지판 지주 보호시설 형식 검토

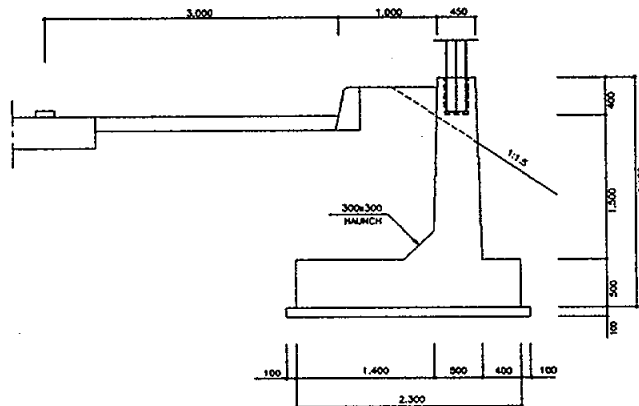
구분	제1안	제2안	제3안
형식	콘크리트 방호옹벽 (PILE기초)	콘크리트 방호옹벽 (직접기초)	콘크리트 방호옹벽 (직접기초)
단면도			
시설개요	· 높이 : 1.0m · 연장 : 12m · 충돌하중 : 2t/m · 기초형식 : H-PILE기초	· 좌동 · 좌동 · 좌동 · 직접기초:	· 좌동 · 좌동 · 좌동 · 좌동
공사비 (개소당)	3,300천원	8,000 천원	8,000 천원
장,단점	· 시공성 양호 · 파손시 유지관리 양호 · 공사비 저렴	· 시공성 및 유지관리 측면 불리 · 공사비 고가	· 시공성 및 유지관리 측면 불리 · 공사비 고가
검토의견	· 성토부에 설치하는 문형식 표지판 지주 보호용 방호옹벽은 시공 및 유지관리 측면을 고려하여 H-PILE기초를 건의함.		

1. 검토목적

방음벽 용벽의 노출높이가 부족하여 고속도로 이용차량이 본선 이탈 사고 발생시 방음패널의 파손 및 차량 이탈사고 발생 등의 문제가 발생 되므로 보완대책을 수립하여 이용차량의 안전성 확보 및 유지관리의 효율화에 기여코자 함

2. 방음벽 기초설치 단면 및 파손원인

가. 방음벽 기초설치 단면

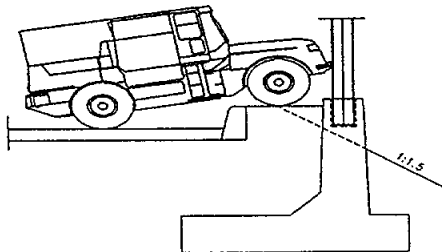


나. 문제점

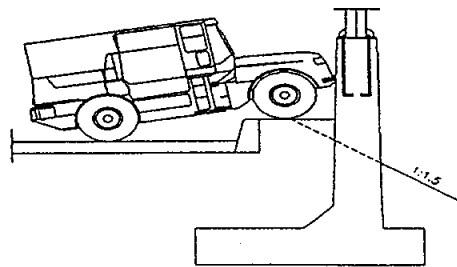
사고차량이 식수대로 이탈할 경우 방음패널 및 지주를 직접 충격하므로 안정성 결여 및 유지관리 곤란

충격 예시도

현재설치기준



변경(안)



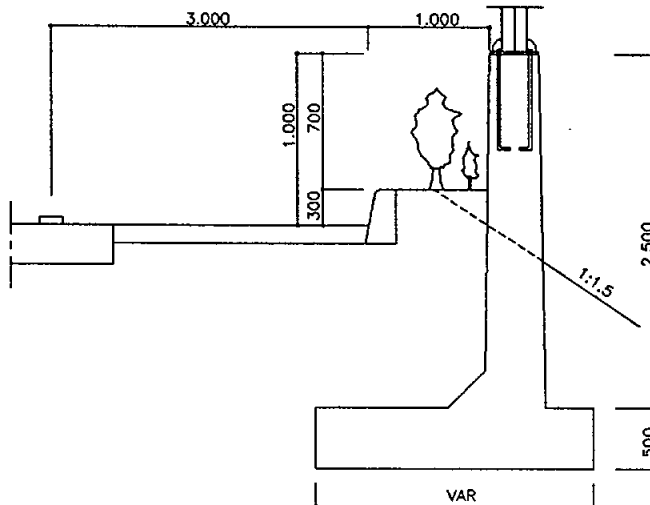
다. 파손전경 : 사진대지 첨부

3. 보호방안 검토

가. 방음벽 미시공간

- 방음벽 옹벽노출높이를 노면에서 1.0m로 변경

(1). 변경단면



(2). 변경제원

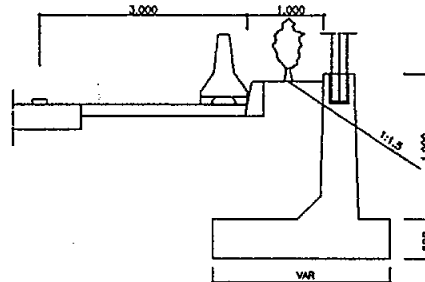
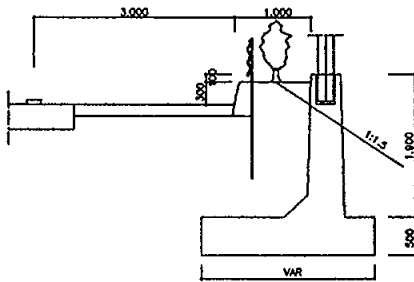
방음벽 높이(m)		패널 높이 (m)	단 면 길 이				사 용 철 근				비 고
			벽체높이		저판길이		벽 체		저 판		
당초	변경		당초	변경	당초	변경	당초	변경	당초	변경	
1.4	2.0	H=1.0	1.90	2.50	2.10	2.10	D12@150	D13@150	D13@150	D13@150	
2.4	3.0	H=2.0	1.90	2.50	2.20	2.20	D13@150	D13@150	D13@150	D13@150	
3.4	4.0	H=3.0	1.90	2.50	2.30	2.30	D13@150	D13@150	D13@150	D13@150	
4.4	5.0	H=4.0	1.90	2.50	2.50	2.50	D16@200	D13@150	D13@150	D13@150	
5.4	6.0	H=5.0	1.90	2.50	2.75	2.75	D16@200	D16@150	D13@150	D13@150	

※ 표준도의 방음벽 높이는 패널높이임.

나. 종전 기준에 의거 방음벽 설치구간

- 다이크와 방음벽 옹벽사이에 가드레일을 설치하거나 Precast 방호벽을 설치하여 차량이탈 방지

보강단면



4. 검토의견

- 방음벽 신설구간은 옹벽 노출높이를 변경(당초0.4m→변경1.0m)하여 방음패널 및 지주의 파손을 방지하고 차량이탈 방지
- 종전규격(H=0.4m)으로 기 설치완료된 구간은 방음벽 전면에 가드레일을 설치하거나 유용가능한 Precast 방호벽을 설치하여 차량이탈 방지

5. 적용방안

가. 현재 실시설계중인 노선은 변경된 계획으로 설계

나. 기 설계완료된 노선이나 시공중인 노선은 공사시행부서에서 조치

다. 종전단면으로 설치하여 공용중인 노선은 유지보수 주관부서에서 조치

※설계이16210-578호('97.10.30)의 “토공용 방음벽 기초단면 변경”전은
본 지침으로 대체적용

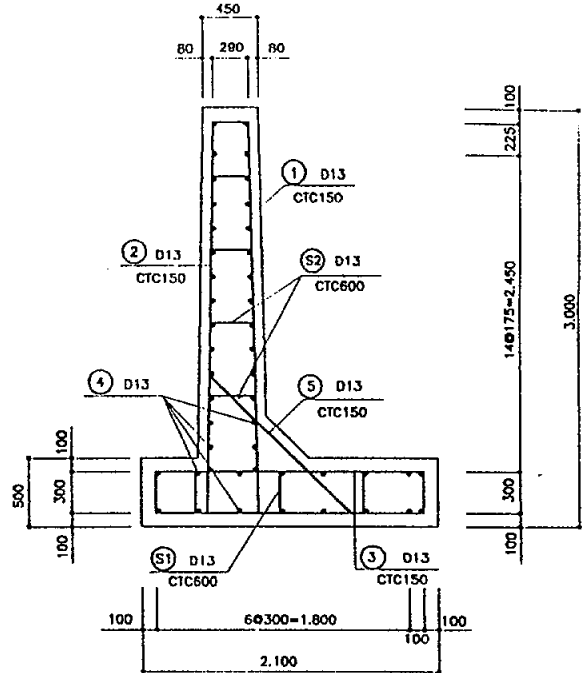
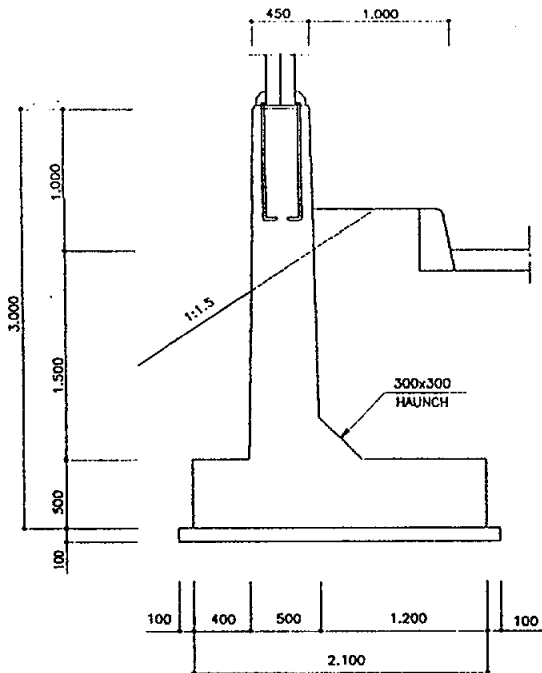
첨부 : 표준도 1부

표 준 도
(변 경)

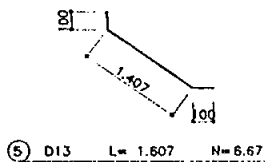
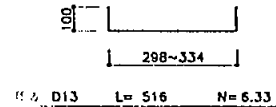
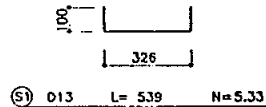
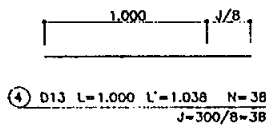
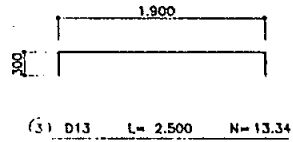
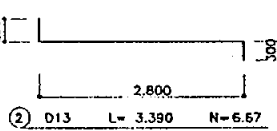
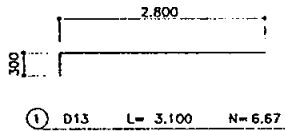
방음벽 (H=1.0M)

일반도

단면도



철근 상세도



철근 재료표

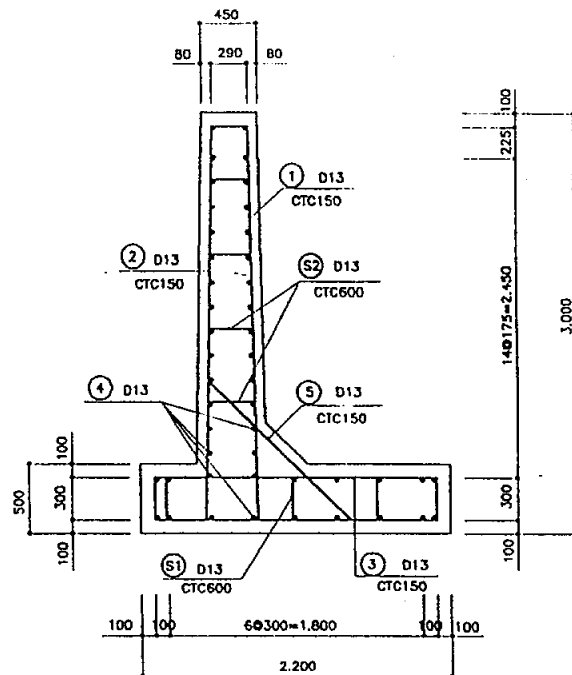
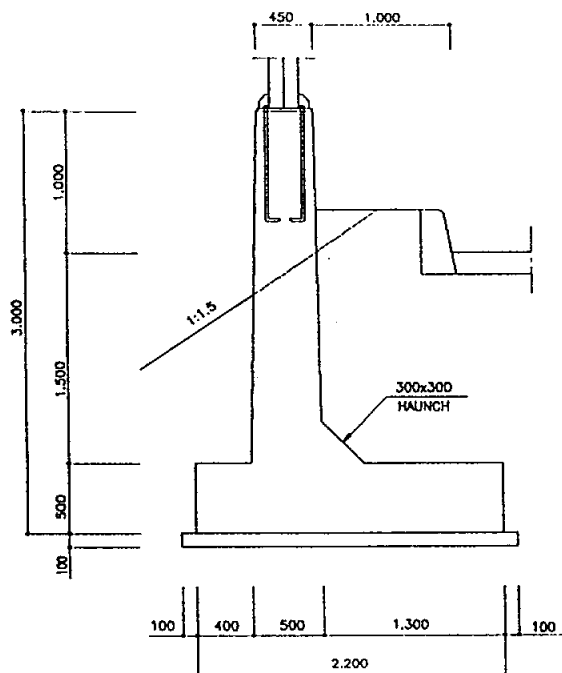
(11kg)

번호	직경	길이	수량	총 길이	단위 중량	총 중량	비고
1	D13	3.100	6.67	20.677			ADD 3 %
2	"	3.390	6.67	22.611			
3	"	2.500	13.34	33.350			
4	"	1.038	38	39.444			
5	"	1.607	6.67	10.719			
51	"	539	5.33	2.873			
52	"	516	6.33	3.266			
소 계				132.940	0.995	0.132	0.136
총 계						0.132	0.136

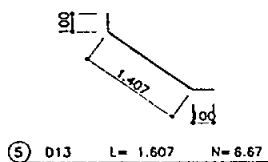
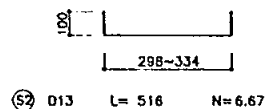
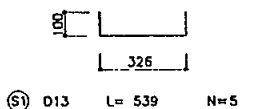
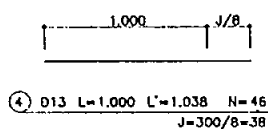
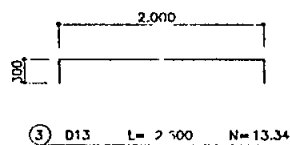
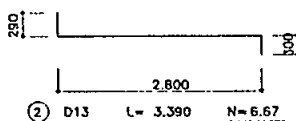
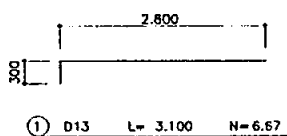
* NOTE

방음벽 기초의 최대 지반 반력 $Q_{max} = 7.692t/m^2$ 이므로 기초 시공전 지반 조사를 실시하여 그에 따라 산정된 지지력이 Q_{max} 에 미달될 때는 이에 대한 대책공법을 수립하여 감독원의 승인을 득한후 시공하여야 한다.

한글



철근상세도



철근재료표

(BMT)

번호	직명	인 이	수 량	총 금 이	단위 품명	총 품 명	비 고
1	013	3,100	6.67	20.677			ADD 3 %
2	"	3,380	6.67	22.611			
3	"	2,600	13.34	34.684			
4	"	1,038	46	47.748			
5	"	1,607	6.67	10.719			
S1	"	539	5	2.695			
S2	"	516	6.67	3.442			
소 계				142.576	0.995	0.142	0.146
총 계						0.142	0.146

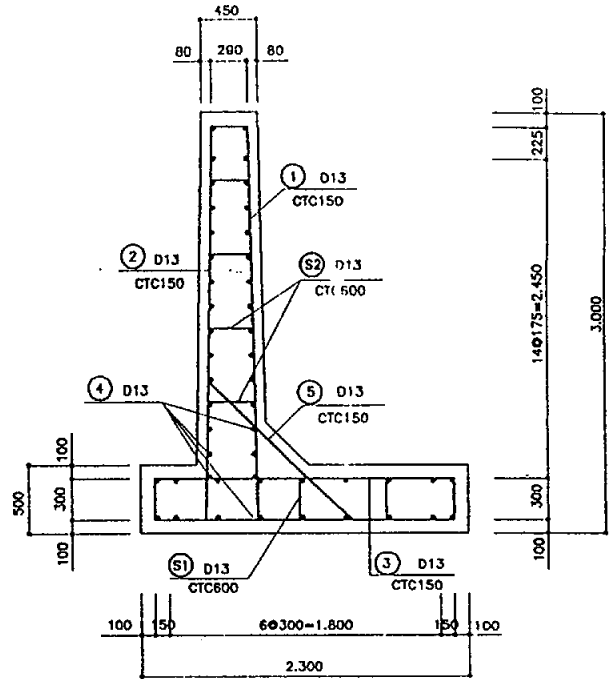
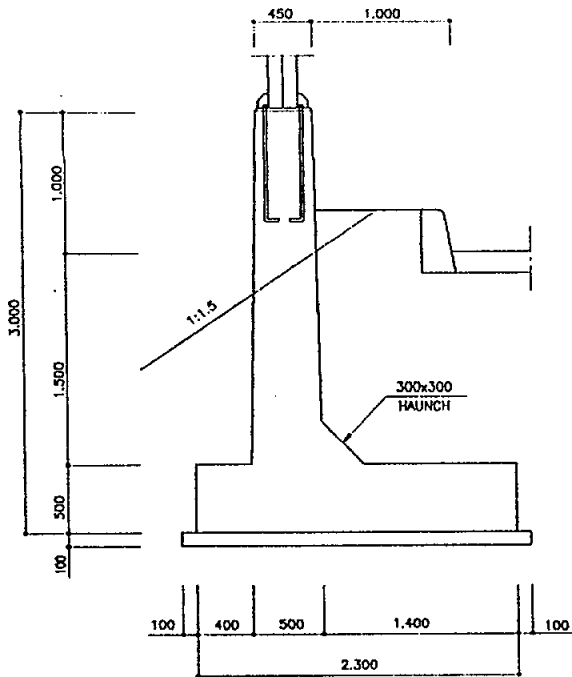
* NOTE

방음벽 기초의 최대 지반 반력 $Q_{max}=8.314t/m^2$ 이므로 기초 시공전 지반 조사를 실시하여 그에 따라 산정된 지지력이 Q_{max} 에 미달될때는 이에 대한 대책공법을 수립하여 강도원의 승인을 득한후 시공하여야 한다.

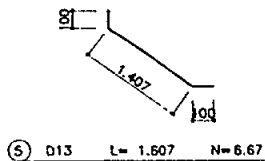
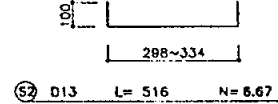
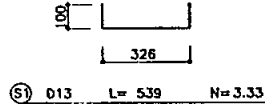
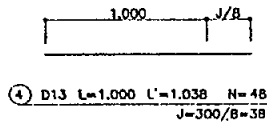
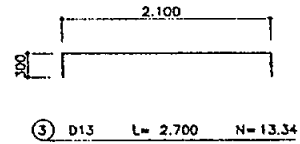
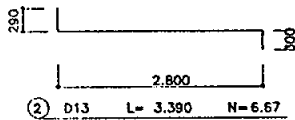
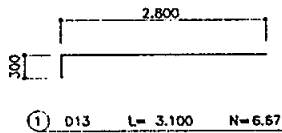
방음벽 (H=3.0M)

일반도

단면도



철근 상세도



철근 재료표

(1M8)

번호	직경	길이	수량	총 길이	단위 중량	총 중량	비고
1	D13	3,100	6.67	20,677			ADD 3%
2	"	3,390	6.67	22,611			
3	"	2,700	13.34	36,018			
4	"	1,038	48	49,824			
5	"	1,607	6.67	10,719			
S1	"	539	3.33	1,795			
S2	"	516	6.67	3,442			
소 계				145,086	0.995	0.144	0.148
총 계						0.144	0.148

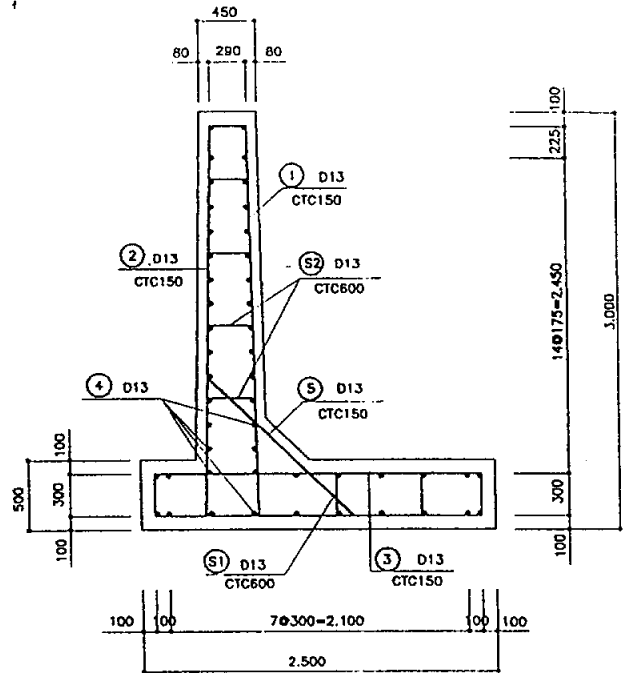
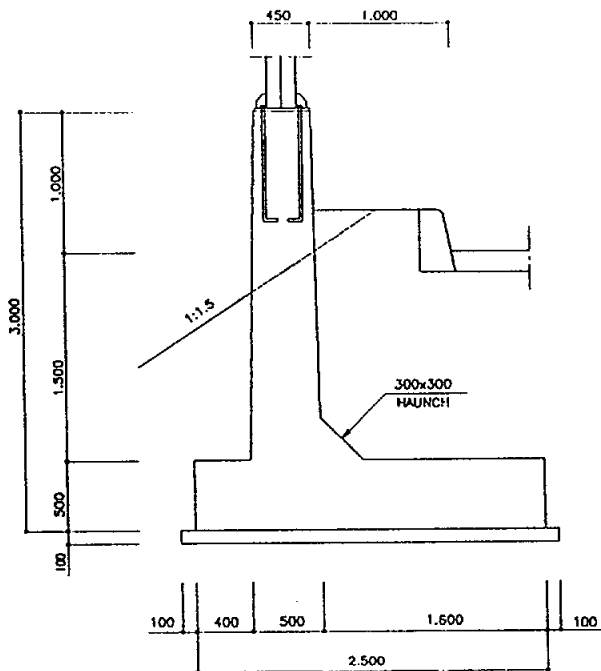
* NOTE

방음벽 기초의 최대 지반 반력 $Q_{max}=8.988t/m^2$ 이므로 기초 시공전 지반 조사를 실시하여 그에 따라 산정된 지지력이 Q_{max} 에 미달할때는 이에 대한 대책공법을 수립하여 감독원의 승인을 득한후 시공하여야 한다.

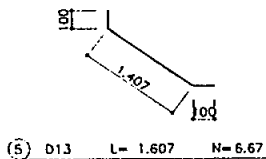
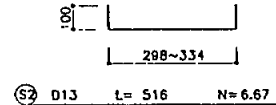
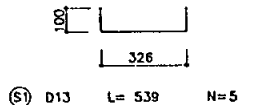
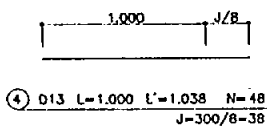
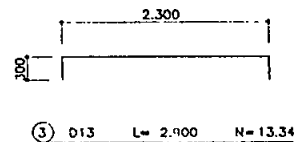
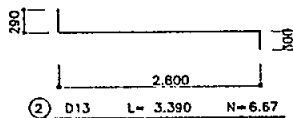
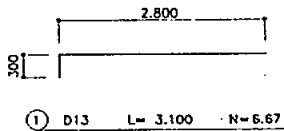
방음벽 (H=4.0M)

일반도

단면도



철근 상세도



철근 재료표

(1498)

번호	직경	길이	수량	총 길이	단위 중량	총 중량	비고
1	D13	3,100	6.67	20,677			ADD 3%
2	"	3,390	6.67	22,611			
3	"	2,900	13.34	38,686			
4	"	1,038	48	49,824			
5	"	1,607	6.67	10,719			
S1	"	539	5	2,695			
S2	"	516	6.67	3,442			
소계				148,654	0.995	0.148	0.152
계						0.148	0.152

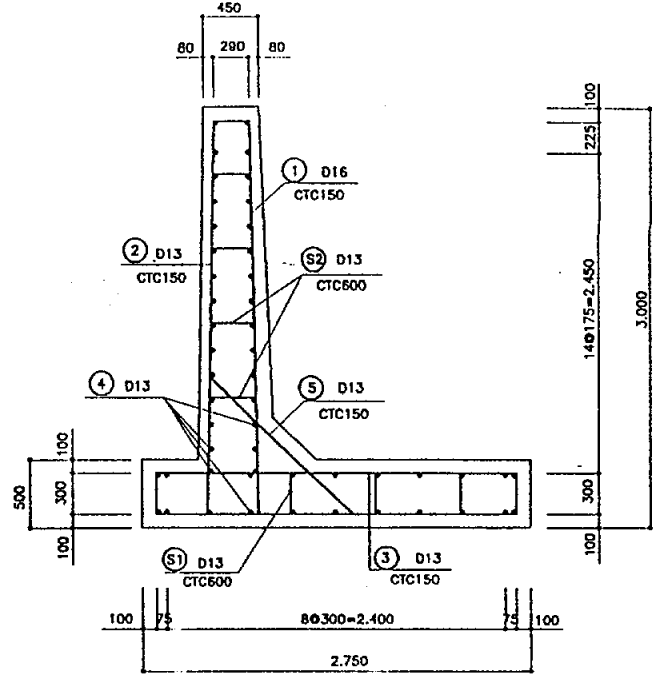
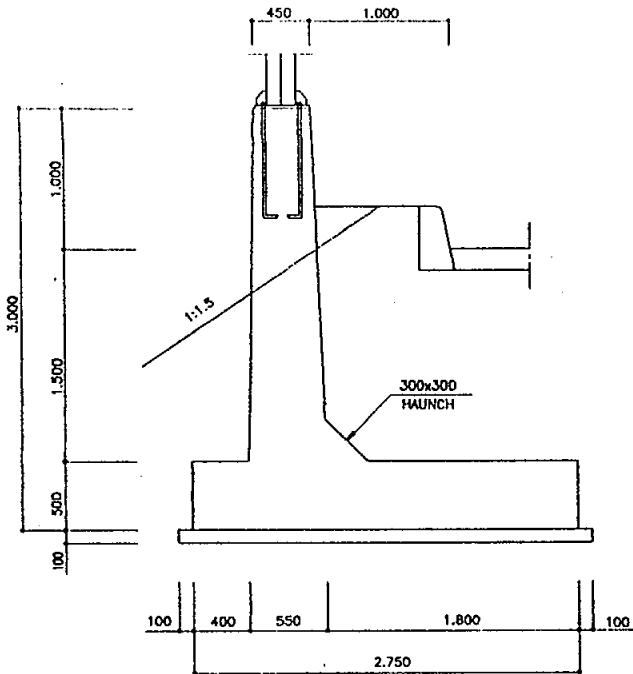
* NOTE

방음벽 기초의 최대 지반 반력 $Q_{max}=9.344t/m^2$ 이므로 기초 시공전 지반 조사를 실시하여 그에 따라 산정된 지지력이 Q_{max} 에 미달될때는 이에 대한 대책공법을 수립하여 감독원의 승인을 득한후 시공하여야 한다.

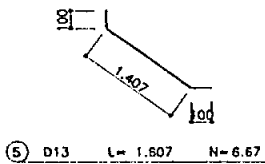
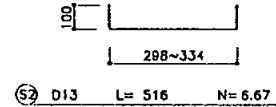
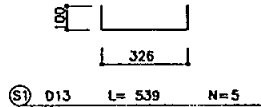
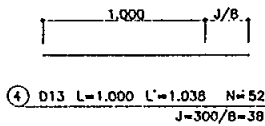
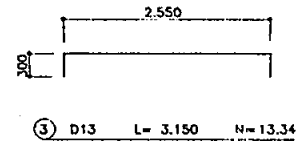
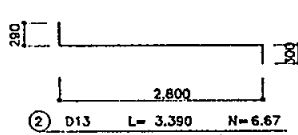
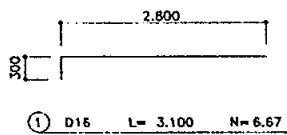
방음벽 (H=5.0M)

일반도

단면도



철근 상세도



철근 재료표

(1MW)

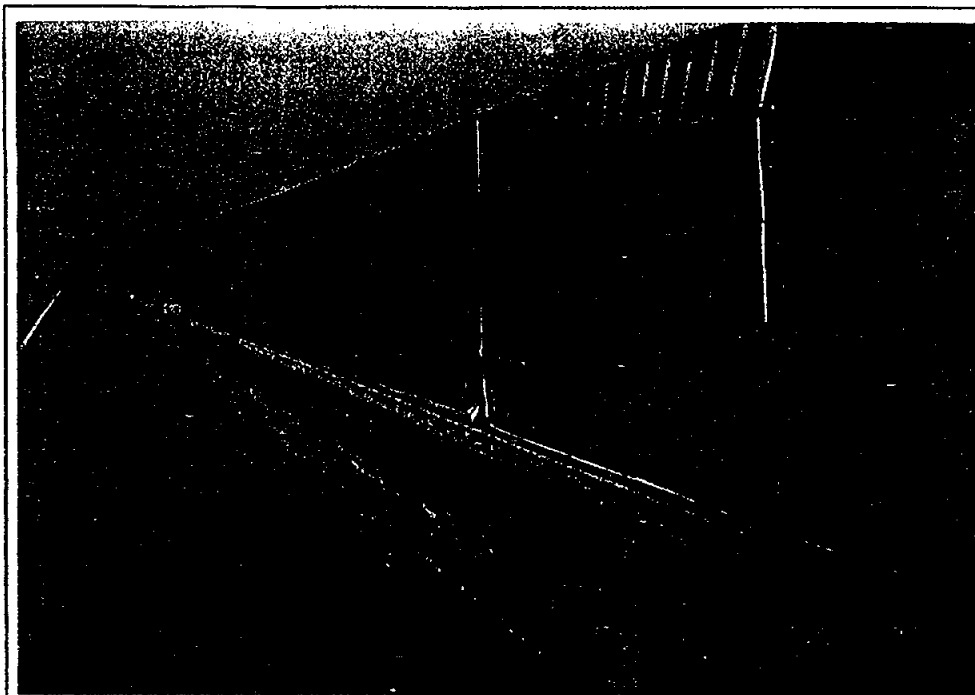
번호	직경	길이	수량	총 길이	단위 중량	총 중량	비고
1	D16	3,100	6.67	20.677			ADD 3 %
소 계				20.677	1.560	32.256	0.033
2	D13	3,390	6.67	22.611			
3	"	3,150	13.34	42.021			
4	"	1,038	52	53.976			
5	"	1,607	6.67	10.719			
S1	"	539	5	2.695			
S2	"	516	6.67	3.442			
소 계				135.464	0.995	134.787	0.139
합 계						167.043	0.172

* NOTE

방음벽 기초의 최대 지반 반력 $Q_{max}=9.518t/m^2$ 이므로 기초 시공전 지반 조사를 실시하며 그에 따라 산정된 지지력이 Q_{max} 에 미달할때는 이에 대한 대책공법을 수립하여 감독원의 승인을 득한후 시공하여야 한다.

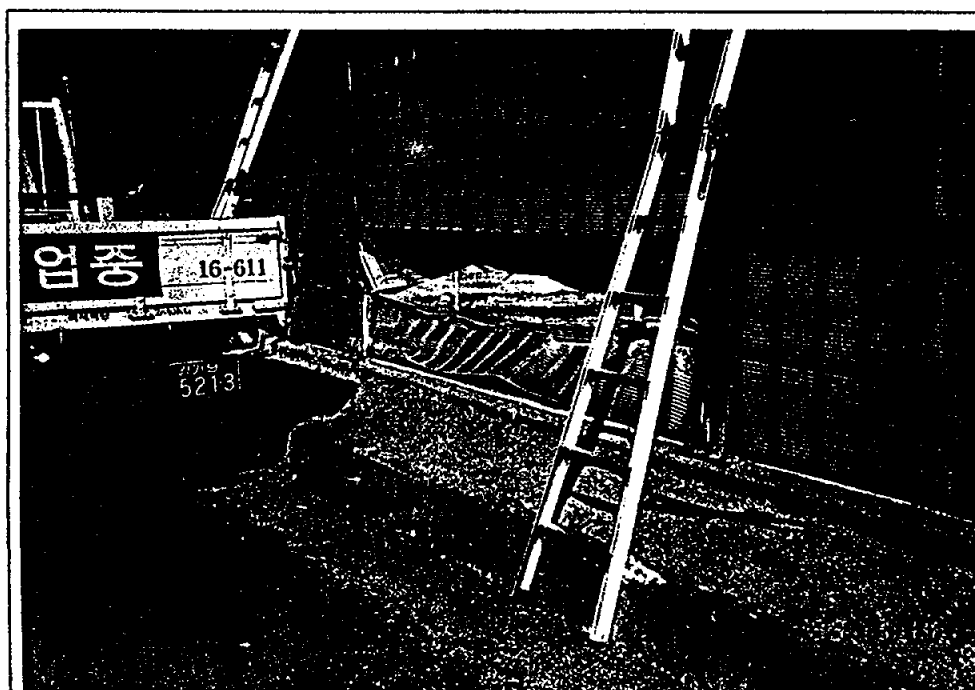
사 진 대 지

사 진 대 지



내 용

방음 패널 파손 전경



내 용

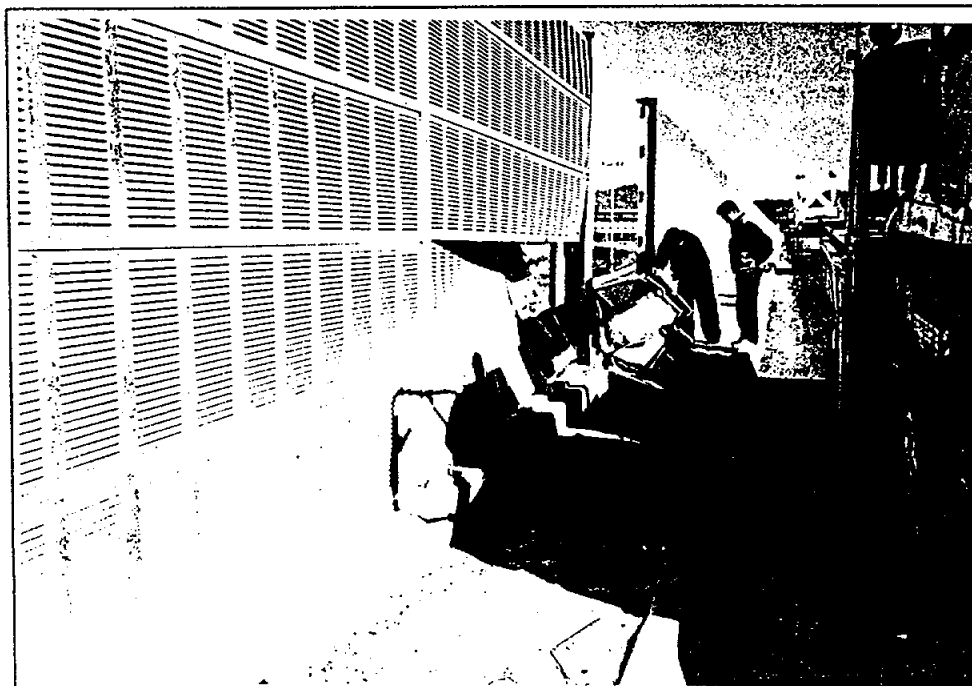
방음 패널 파손 전경

사 진 대 지



내 용

방음 패널 파손 전경



내 용

방음 패널 파손 전경

사 진 대 지



내 용

방음 패널 파손 전경

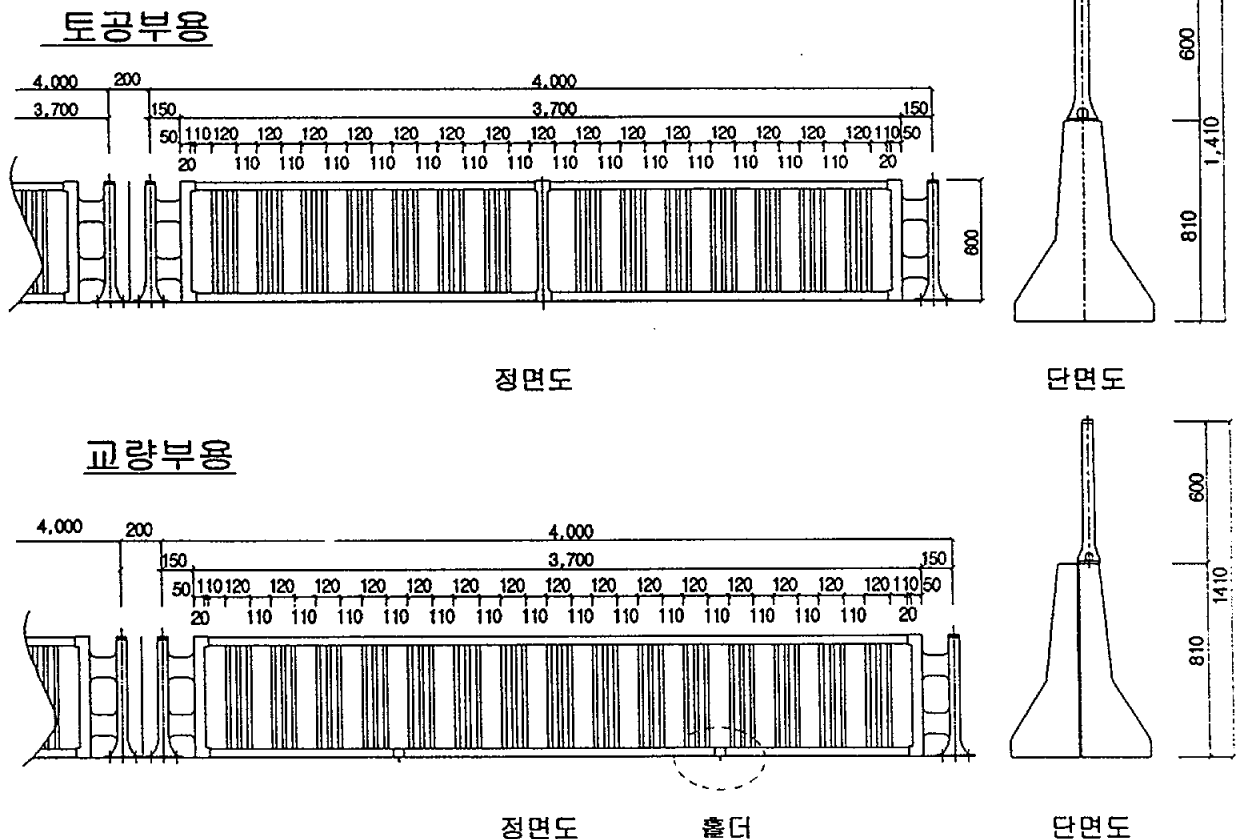
1. 검토목적

교량부에 설치되는 방현망의 문제점과 개선방안을 검토하여 주행차량의 안전과 효율적인 유지관리를 도모코자 함

2. 교량부 방현망의 설치기준 검토

가. 교량부용 방현망은 토공용과 같이 중간지주를 설치하여 중앙분리대와 볼트를 체결하는데 어려움이 있어 중간지주 대신 홀더 2개를 설치하여 보강(설이16210-144호, '94.12.31)

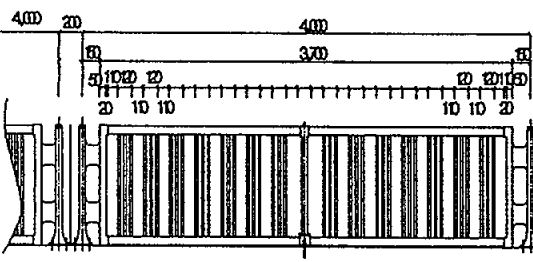
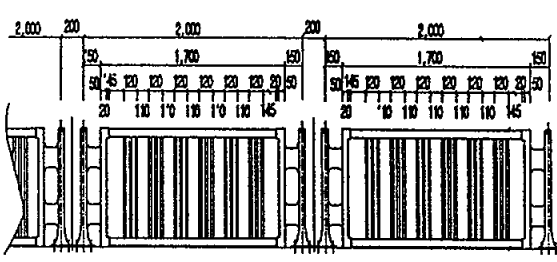
나. 현 설계도면



다. 현 설계의 문제점

- 교량부에 설치되는 방현망에는 중간지주가 없어 방현망이 견고하게 고정되지 않아 탈락우려가 많음
- 방현망의 중간부위에 설치된 홀다(2개소)는 방현망을 견고하게 고정시키지 못하고 쉽게 탈락됨
- 방현망의 상·하부 프레임이 벌어짐으로써 방현판이 탈락되어 차광효과 감소 및 유지관리 불편

3. 개선방안

구분	1안	2안
개요	방현망의 중간부에 중간지주를 추가 설치	방현망의 설치 경간장을 2.0m로 설치
설치단면도		
공사비 (m당)	· 자재비 : 교량용 56,700원 - 중간지주 2,700원 - 브라켓트 및 양카볼트 7,500원 · 설치비 : 20,800원 계 87,700원 m당 : 87,700 ÷ 4.2m = 20,880원 (증 2,430원)	· 자재비 : 교량용(2.0m) 28,350 × 2 = 56,700원 - 단부지주2개 8,000 × 2 = 16,000원 · 설치비 : 2개소 20,800 × 2 = 41,600원 계 114,300원 m당 : 114,700 ÷ 4.4m = 25,980원 (증 7,530원)
장·단점	· 방현망 및 방현판의 탈락방지 · 공사비 저렴 · 고정브라켓 별도 제작 필요 · 시공성 다소 불리 · 방현망 규격의 일관성 유지	· 방현망 및 방현판의 탈락방지 · 시공성 양호 · 공사비 고가 · 별도 규격의 방현망(경간장2.0m) 추가관리 필요
적용	○	

4. 검토결과

중앙분리대가 상·하행 분리되어 설치되는 교량의 방현망에는 브라켓트를 이용하여 중간지주를 설치함으로써 중분대에 견고하게 고정하고 방현판의 탈락을 방지하여 이용차량의 안전과 효율적인 유지관리 도모

5. 적용방안

가. 교량용 중앙분리대 방호벽은 가급적 일체형으로 설치하여 토공부와 같은 방법으로 방현망이 설치되도록 하고

나. 중앙분리대를 상·하행선으로 분리하여 설치할 경우는

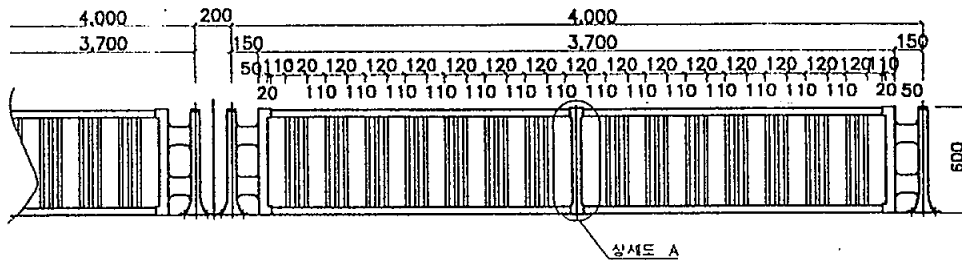
- 1) 종전의 기준으로 설계되어 시공중인 곳 중 미시공된 곳은 개선된 방안으로 변경하여 시공토록 하고,
- 2) 종전의 기준으로 설치하여 공용중인 구간중 개선된 방안으로 변경조치가 필요한 경우는 유지관리부서에서 변경 조치

다. 중앙분리대의 플라스틱 방현망 적용(설이16210-144호,94.12.31) 기준중 교량부 방현망 설치기준은 본 건으로 변경하여 적용

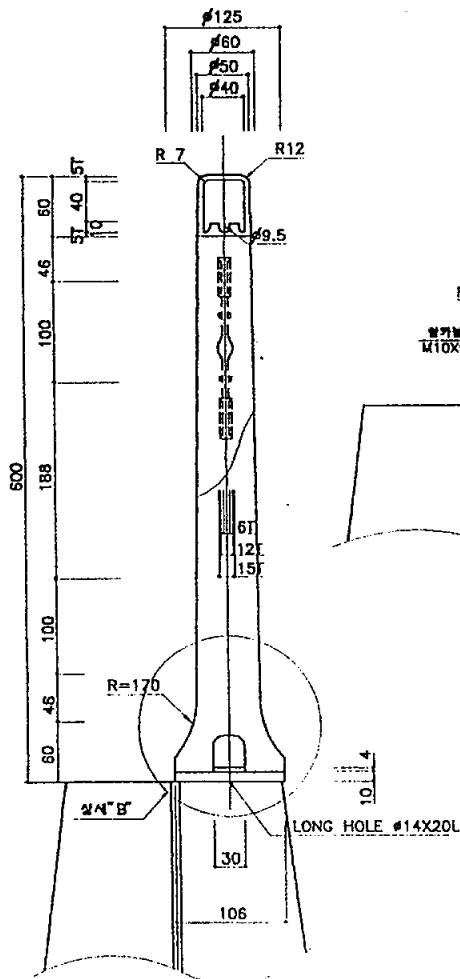
붙임 : 변경 표준도

교량부용 차광망 (플라스틱)

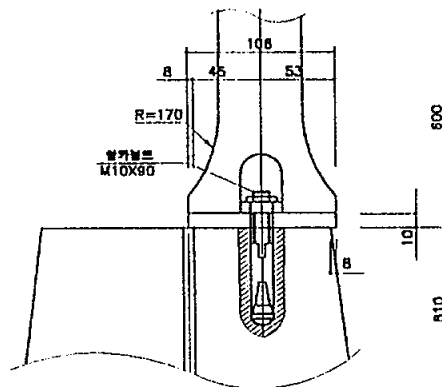
정 면 도



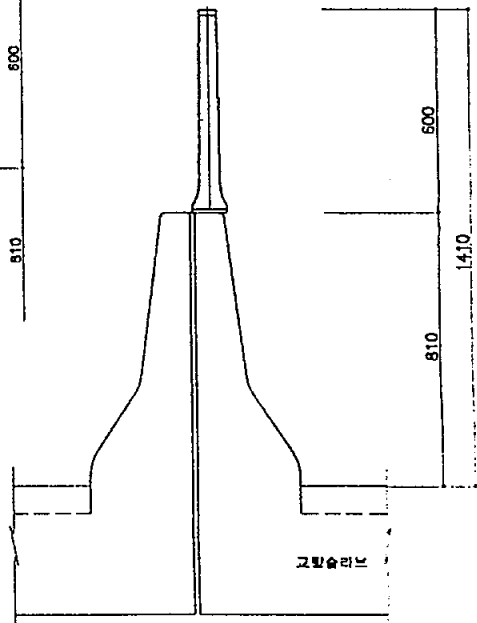
지 주 상세도



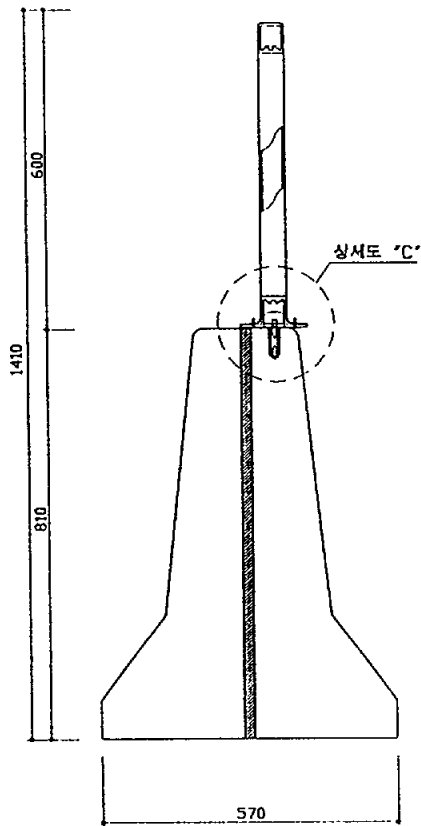
상세 "B"



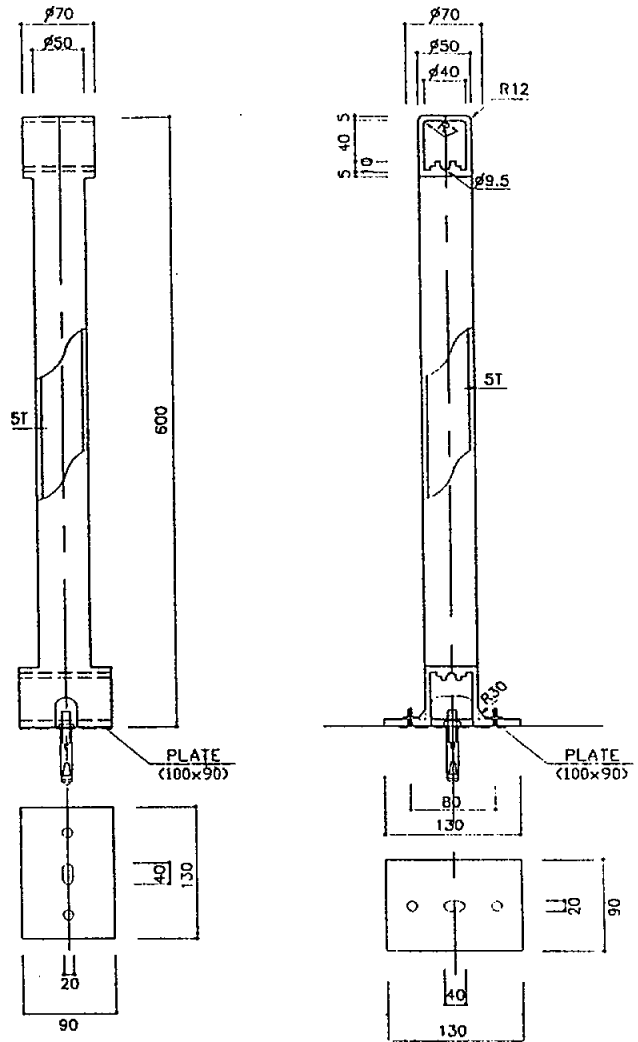
단 면 도



단 면 도



상 세 "A"
(교량부용공간치주)



상 세 "C"

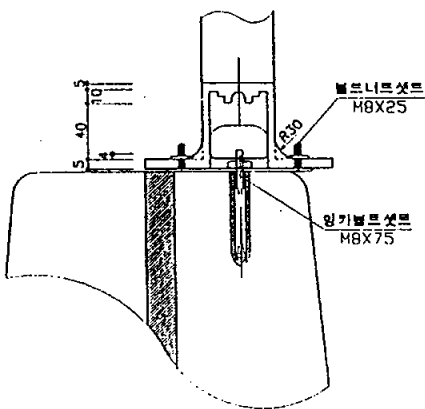
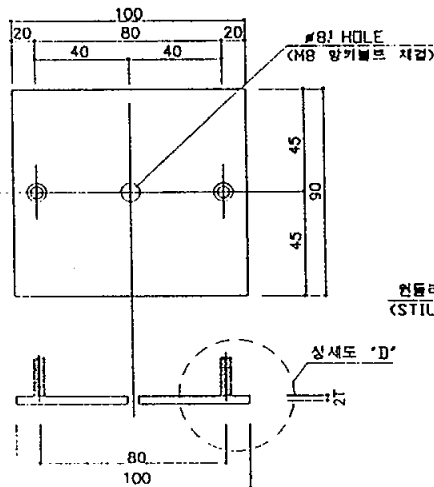
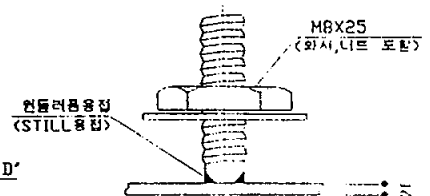


PLATE 상세



상 세 "D"



플라스틱 차광망 재료표

(토 공 용)

경간 (4M)당						
구 분	종 류	규 격 (M/M)	단 위	수 량	재 질	비 고
1	지 주	도면에 의거	개	2	합성수지	
2	중 간 지 주	도면에 의거	개	1	합성수지	
3	차 광 망	도면에 의거	개	14	합성수지	
4	프 레 임	도면에 의거	개	2	합성수지	
5	고 령 핀	φ6 x 200	개	32	합성수지	
6	볼 너트 세트	M10 x 90	개	4	스테인레스	지 주
7	볼 너트 세트	M8 x 75	개	2	스테인레스	중간지주

(교 량 용)

경간 (4M)당						
구 분	종 류	규 격 (M/M)	단 위	수 량	재 질	비 고
1	지 주	도면에 의거	개	2	합성수지	
2	중 간 지 주	도면에 의거	개	1	합성수지	
3	차 광 망	도면에 의거	개	14	합성수지	
4	프 레 임	도면에 의거	개	2	합성수지	
5	고 령 핀	φ6 x 200	개	32	합성수지	
6	볼 너트 세트	M10 x 90	개	4	스테인레스	지 주
7	볼 너트 세트	M8 x 75	개	1	스테인레스	중간지주
8	중간지주고정구셋트	100 x 90 x 2T M8X25 볼트+볼너트+스 링(2개)	개	1	스테인레스	와셔, 너트 2SET 포함

(개 구 부 용)

경간 (4M)당						
구 분	종 류	규 격 (M/M)	단 위	수 량	재 질	비 고
1	지 주	도면에 의거	개	2	합성수지	
2	차 광 망	도면에 의거	개	14	합성수지	
3	프 레 임	도면에 의거	개	2	합성수지	
4	고 령 핀	φ6 x 200	개	32	합성수지	
5	설 치 용 브 리 트	도면에 의거	개	2	이연도금철판	
6	볼 너트 세트	M10 x 50	개	4	스테인레스	
7	볼 너트 세트	M8 x 50	개	2	스테인레스	

 한국도로공사 KOREA HIGHWAY CORPORATION	표 준 도 TYPICAL DRAWING	도 면 영 플라스틱 차광망 지표표	설 계 자		작 성 일	1995.12	도면번호
			확 인 자		축 측		5.100-6

1. 검토목적

방음벽의 형식별 상이한 지주 규격을 통일하고 시공성을 고려하여 합리적인 지주규격을 정하고자 함

2. 현 설계 기준 검토

가. 지주 및 앵카볼트, Base Plate의 규격 비교

일 반 형			칼 라 형			비고
높 이	구 분	규격(mm)	높 이	구 분	규격(mm)	
1.5~2.0	지 주	150×75×5×7	1.2~2.4	지 주	125×125×6.5×9	
	Base Plate	350×350×20		Base Plate	325×325×15	
	앵카볼트	M22×800×4개		앵카볼트	M22×450×4개	
2.5~3.0	지 주	200×100×5.5×8	2.8	지 주	150×150×7×10	
	Base Plate	375×375×20		Base Plate	350×350×15	
	앵카볼트	M22×800×4개		앵카볼트	M25×450×4개	
			3.2	지 주	200×150×6×9	
				Base Plate	400×400×15	
				앵카볼트	M30×750×4개	
3.5~4.0	지 주	200×150×6×9	3.6	지 주	175×175×7.5×11	
	Base Plate	375×375×20		Base Plate	375×375×15	
	앵카볼트	M30×1,000×4개		앵카볼트	M30×750×4개	
4.5~5.0	지 주	200×200×8×12	4.0~4.8	지 주	200×200×8×12	
	Base Plate	375×375×24		Base Plate	400×400×20	
	앵카볼트	M36×1,200×4개		앵카볼트	M36×1,100×4개	

※ 규격이 상이한 이유

- 사용 강재의 허용응력 증가계수 적용기준 상이
 - 일반형 : 1.2
 - 칼라형 : 1.0

나. 문제점

- 1) 형식별 규격이 상이하여 시공시 혼란 초래
- 2) 지주의 최소규격인 150×75×5×7의 경우 방음패널을 지지하는 폭이 부족하여 고무판 및 방음패널의 탈락우려가 높음

1. 강재의 허용응력 증가계수의 적용 검토

가. 기 준

- 1) 도로교 표준시방서 - 제3장 설계 방법 및 안전율 73,74쪽

구 분	하중조합	증가계수	비고
강 교	풍하중만 고려할 때	1.20	
콘크리트교	"	1.20	
하부구조	주하중+주하중에 해당하는 특수하중+풍하중	1.25	

- 2) 일본도로공단 설계요령 - 제12-10편 차음벽 설계요령10쪽

하중조합	허용응력 환산	비고
사하중+토압+풍하중	1.50	

- 3) 한신고속도로공단 설계기준 : 제4부 구조물 설계기준 제7장 차음벽 90쪽

하중조합	허용응력 환산	비고
풍하중	1.20	

나. 자문의견

- 자문기간 : '99. 4.16 ~ 4.26
- 자문의견 :

위 원	소속 및 직위	적용인건	비 고
조 선 규	서영기술단 전무	1.50	현 서울산업대 교수
김 우 중	다산컨설팅 상무	1.25	
주 성 문	유신코퍼레이션 전무	1.50	

다. 적용 예

- '97. 1. 건설교통부 도로표지관련 규정집 증가계수 : 1.5 적용

라. 설계기준 적용 : 1.50

4. 지주의 최소규격 결정

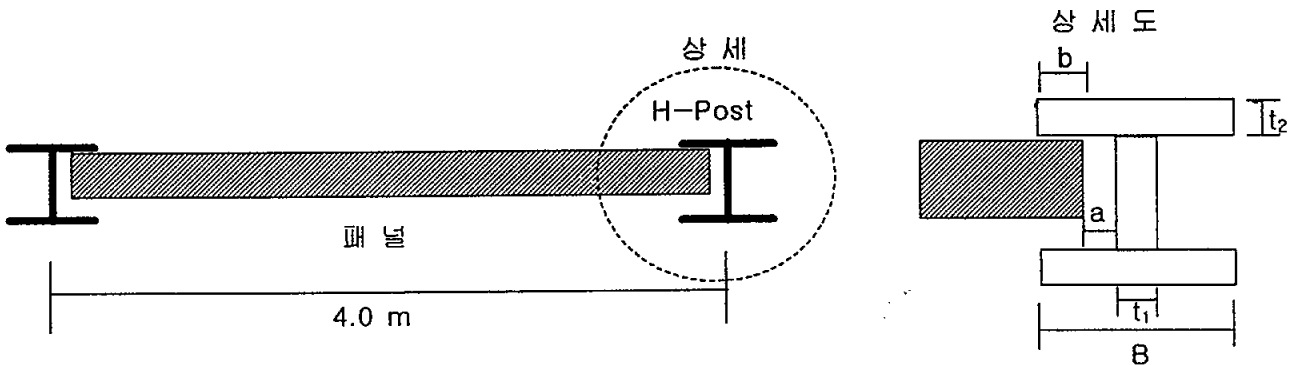
가. 방음패널과 지주의 밀착을 위한 고무판의 탈리와 바람에 의한 진동시 방음패널의 탈락 방지 가능한 최소 규격

나. 타 기관 적용사례

- 일본도로공단 : $125 \times 125 \times 6.5 \times 9$
- 건교부 : $125 \times 125 \times 6.5 \times 9$

다. 최소규격 검토

- 지주와 패널 접속부 단면도



- 흡음형 방음패널의 표준규격 : $500 \times 95 \times 3,960$
- Post Web와의 최대 이격량

$$a = 4,000 - 3,960 - t_1$$

$$= 40 - t_1 \text{ (mm)}$$
- 방음패널 지지를 위한 최소 겹침량 $b = 20 \text{ mm}$
- 플랜지의 최소규격

$$B \geq 2(a+b) + t_1 = 120 - t_1$$

● 최소규격 결정

- $150(H) \times 75(B) \times 5(t_1) \times 7(t_2)$ 일 때

$$B = 75 < 120 - 5 = 115.0 \quad \text{N.G}$$
- $125(H) \times 125(B) \times 6.5(t_1) \times 9(t_2)$ 일 때

$$B = 125 > 120 - 6.5 = 113.5 \quad \text{O.K}$$

∴ 지주의 최소규격은 $125 \times 125 \times 6.5 \times 9$ 로 결정함이 타당함

5. 높이별 방음벽 지주규격

높이	구분	규격	비고
0.5~3.0	지주	125×125×6.5×9	
	Base Plate	325×325×15	
	앙카볼트	M24×800×4EA	
3.1~4.0	지주	200×150×6×9	
	Base Plate	400×350×15	
	앙카볼트	M30×900×4EA	
4.1~5.0	지주	200×200×8×12	
	Base Plate	400×400×20	
	앙카볼트	M36×1,100×4EA	

※ 앙카볼트의 길이는 갈고리까지 포함한 길이를 말함.

- 붙임 : 높이별 구조검토서

6. 변경현황

단						변경		
입반형			갈고리형			높이	구분	규격
높이	구분	규격(mm)	높이	구분	규격(mm)	높이	구분	규격
1.5~2.0	지주	150×75×5×7	1.2~2.4	지주	125×125×6.5×9	0.5~3.0	지주 base plate 앙카볼트	125×125×6.5×9 325×325×15 M24×800×4EA
	Base Plate	350×350×20		Base Plate	325×325×15			
	앙카볼트	M22×800×4개		앙카볼트	M22×450×4개			
2.5~3.0	지주	200×100×5.5×8	2.8	지주	150×150×7×10	3.1~4.0	지주 base plate 앙카볼트	200×150×6×9 400×350×15 M30×900×4EA
	Base Plate	375×375×20		Base Plate	350×350×15			
	앙카볼트	M22×800×4개		앙카볼트	M25×450×4개			
3.5~4.0	지주	200×150×6×9	3.2	지주	200×150×6×9	4.1~5.0	지주 base plate 앙카볼트	200×200×8×12 400×400×20 M36×1,100×4EA
	Base Plate	375×375×20		Base Plate	400×400×15			
	앙카볼트	M30×1,000×4개		앙카볼트	M30×750×4개			
4.5~5.0	지주	200×200×8×12	3.6	지주	175×175×7.5×11	4.0~4.8	지주 Base Plate 앙카볼트	200×200×8×12 400×400×20 M36×1,100×4개
	Base Plate	375×375×24		Base Plate	375×375×15			
	앙카볼트	M36×1,200×4개		앙카볼트	M30×750×4개			

7. 검토의견

- 강재의 허용응력 활증계수를 1.50으로 적용
- 방음벽 지주 규격이 일반형과 칼라형의 형태에 따라 상이한 지주 규격을 통일
- 방음벽 지주의 최소규격은 시공성을 감안하여 125×125×6.5×9로 적용

8. 적용방안

- 설계 완료후 미 발주된 곳 및 설계중인 곳은 변경하여 적용
- 시공중인 곳은 공사주관부서에서 판단하여 적용

1. 검토 목적

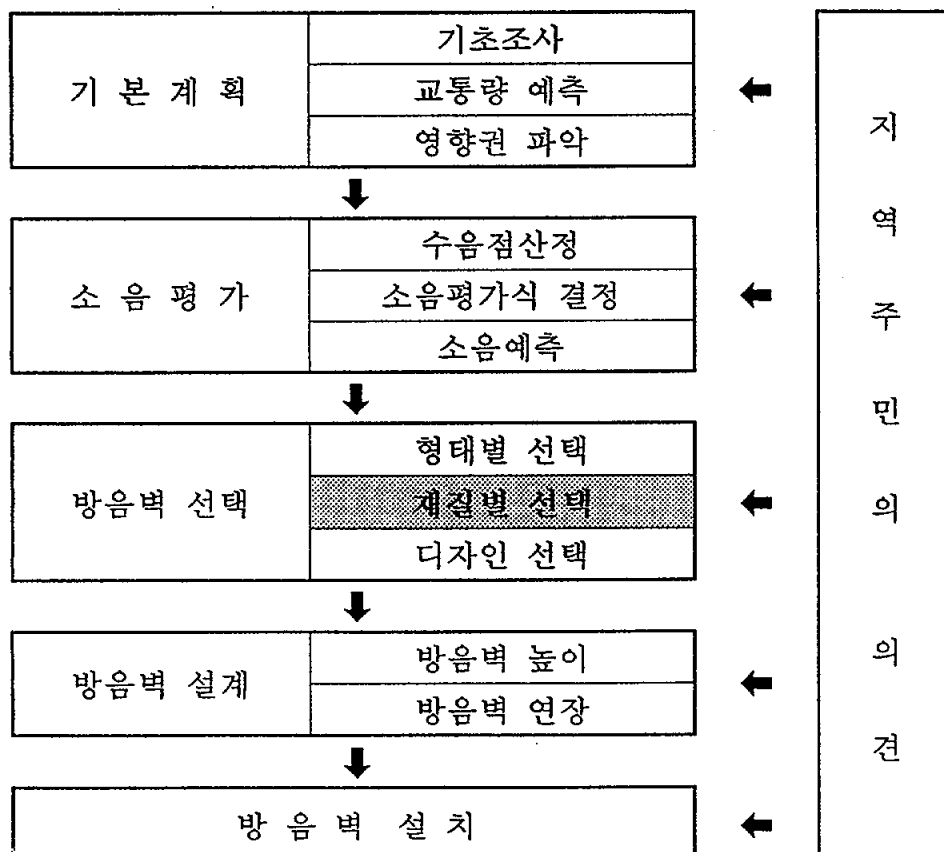
고속도로 양측에 방음벽을 설치하는 경우 흡음형, 반사형 및 조합형(흡음형+반사형)에 대하여 반사음 영향을 검토하여 방음벽의 높이를 조정하여야 하나 이에 대한 검토없이 임의로 방음벽 재질을 선정하여 설계·시공되고 있어 도로양측에 방음벽을 설치하는 경우의 방음벽 재질선정 기준을 수립코자 함.

2. 방음벽 재질 선정기준 검토

가. 방음벽의 정의

소음저감을 목적으로 설치되는 장벽형태의 구조물을 말하며, 방음특성에 따라 흡음형방음벽, 반사형방음벽으로 구분

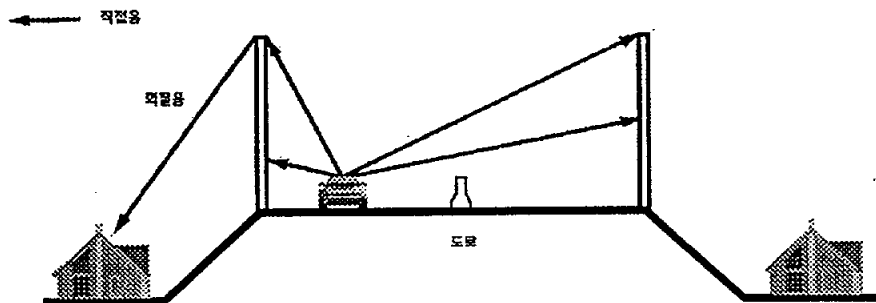
나. 방음벽 설계절차



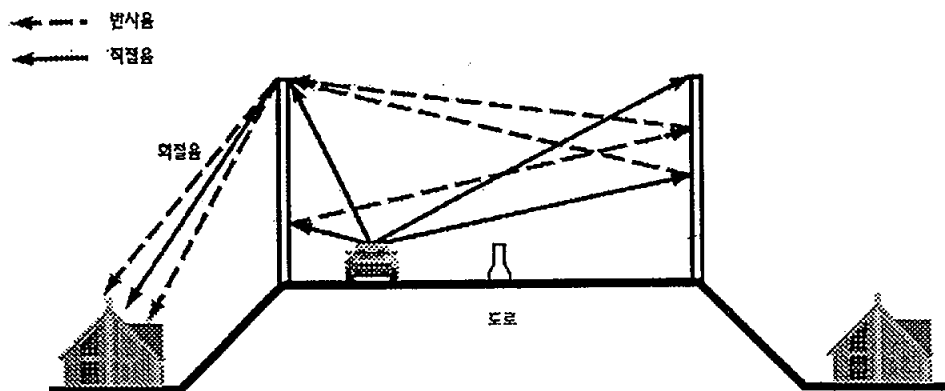
다. 도로양측에 설치되는 방음벽 재질 선정기준

관련 기준	방음벽의 설치기준
방음시설의 성능 및 설치기준(환경부고시 제1998-150호, '99.1.6)	제13조(방음벽의 선정기준) ① 도로·철도 등 소음원의 양쪽 모두에 보호대상지역이 있거나 한쪽에만 방음벽을 설치할 경우 반대측 수음자에게 반사음의 영향이 우려되는 경우에는 흡음형방음벽 또는 반사음 저감효과가 있는 흡음형방음벽과 동일이상인 방음벽으로 한다.
방음벽 설치관련기준검토 (설심일 15212-890, '98.7.3)	방음시설의 설치 및 설계기준 ① 상 동

라. 도로양측에 설치되는 방음벽의 반사음 영향



< 흡음형 방음벽 >



< 반사형 방음벽 >

기존의 소음예측식
-HW-NOISE식 -국립환경연구원식 -일본음향학회식

⇒ 반사음영향 고려인자 없음



현재로서는 정량적인 검토 불가

3. 설계 및 시공현황

- 소음원의 양쪽모두에 보호대상 지역이 있거나 한쪽에만 방음시설을 설치할 때 반대측 수음자에게 반사음의 영향이 우려되는 경우에는 대부분 흡음형방음벽으로 설계·시공되고 있으나 서해안고속도로(연장 17,717m) 및 중앙고속도로(연장 3,794m) 등 일부구간은 반사형방음벽으로 설계되어 있음
- 또한 도로양측에 흡음형방음벽을 설치하는 경우 운전자의 시야확보 및 도로채광등을 목적으로 일부 반사형인 투명방음판을 혼합하여 설치하는 사례도 있음
(예 : 서울외곽순환고속도로 9개구간 연장 4,714m)

4. 검토 결과

- 도로양측에 설치하는 방음벽의 재질은 흡음형방음벽을 설치하여야 하며, 반사형 및 조합형으로 설치할 경우에는 반사음의 영향을 고려하여 방음벽높이를 조정하여야 함
- 그러나 방음벽의 재질에 따른 반사음의 영향을 정량적으로 예측할수 있는 소음도예측식이 없으므로 추후 연구과제로 선정 별도의 예측식을 마련하여 적용함이 바람직할 것으로 판단됨.

5. 적용방안 및 향후 연구과제

- 현재 설계노선중 도로양측에 방음벽이 설치되어야 하는 경우 흡음형 방음벽을 적용하고,
- 공사발주후 도로양측에 방음벽이 설치되어야 하는 경우 반사형으로 계획되어 있는 구간은 흡음형방음벽으로 설계변경 시행
- 도로양측에 설치되는 흡음형방음벽의 일부에 반사형방음판을 혼용하는 조합형 방음벽은 향후 연구결과가 나올때까지 사용을 지양.
- 방음벽 재질에 따른 반사음 영향을 고려한 소음도 예측식 개발을 향후 연구과제로 선정하여 연구수행(설계처 및 도로연구소 합동)

참 고 자 료

1. 방음시설의 성능 및 설치기준(환경부 고시 제1998-150호)
2. 방음벽 설치관련기준검토(설심일 15212-890, '98.7.3)
3. 고속도로 소음대책에 관한 연구 최종보고서('94.11)
4. 도로설계요령 제5,6권('92.12)

2-45 가설방음벽 설치 적정성 검토

방 침

설 계 일
13201-981
('99.11.24)

1. 검토 목적

환경영향평가 결과에 의거 공사중에 발생하는 소음피해방지를 위해 임시로 설치하는 가설 방음벽의 합리적인 설치기준을 정하고자 함

2. 설치 기준

가. 생활소음 규제기준

(단위 : dB(A))

대 상 지 역	시간별		조 석 (05:00~08:00, 18:00~22:00)	주 간 (08:00~18:00)	심 야 (22:00~05:00)
	소음원	소음원			
주거지역, 녹지지역, 준 도시지역중 취락지구 및 운동·휴양지구, 자 연환경보전지역, 기타 지역안에 소재한 학 교·병원·공공도서관	확성기	옥외설치	70이하	80이하	60이하
		옥내에서 옥외 로 소음이 나 오는 경우	50이하	55이하	45이하
	공장·사업장		50이하	55이하	45이하
	공 사 장		65이하	70이하	55이하
기 타	확성기	옥외설치	70이하	80이하	60이하
		옥내에서 옥 외로 소음이 나오는 경우	60이하	65이하	55이하
	공장·사업장		60이하	65이하	55이하
	공 사 장		70이하	75이하	55이하

※ 공사장의 소음규제기준은 주간의 경우 1일 최대 작업시간이 2시간이하일때는 +10dB을,
2시간 초과 4시간 이하일때는 +5dB을 규제기준치에 보정한다.

나. 공사시 건설장비에 의한 생활소음 발생현황

(단위 : dB(A))

공 종 별	장 비 명	대수 (대)	대 당 소음도	합 성 소음도	이격거리별 예측소음도					
					30m	60m	90m	130m	160m	200m
절·성토공	불도저	1	78	85.7	79.7	73.7	70.1	67.0	65.2	63.2
	트럭	2	75							
	프리트럭	2	80							
	그레더	1	77							
다짐공	진동로울러	1	75	84.1	78.1	72.1	68.6	65.4	63.6	61.7
	탬핑로울러	1	75							
	법면다짐기	1	83							
포장공	프리트럭	2	80	85.1	79.1	73.0	69.5	66.3	64.5	62.6
	진동로울러	1	75							
	아스팔트피니셔	1	74							
기초공 (교량건설)	항타기	1	91	91	84.9	78.9	75.4	72.2	70.4	68.5

자 료 : 사업장 소음의 방지대책에 관한 연구(1), 국립환경연구원, 1992

대당소음도 : 장비로부터 15m 이격된 지점에서의 소음도

$$\text{합성소음도} = 10 \log \left[\left(\text{대수} \times 10^{\frac{L_1}{10}} \right) + \dots + \left(\text{대수} \times 10^{\frac{L_n}{10}} \right) \right]$$

3. 방음벽의 재질기준("방음시설의 성능 및 설치기준")

- 1) 방음벽의 방음판 투과손실은 수음자 위치에서 방음벽에 기대하는 회절감쇠치에 10dB을 더한 값 이상으로 하거나 500Hz의 음에 대하여 25dB이상, 1,000Hz의 음에 대하여 30dB이상을 표준으로 한다.
- 2) 흡음형 방음판의 흡음율은 시공직전 완제품 상태에서 250, 500, 1,000 및 2,000Hz의 음에 대한 흡음율의 평균이 70% 이상인 것을 표준으로 한다.

※ 용어설명

투과손실 : 소음에너지가 방음판을 투과하기 전과 투과한 후의 음압레벨의 차이

흡 음 율 : 입사음의 강도에 대한 흡수음의 강도의 백분율을 말함

4. 가설방음재 생산현황 및 재질

업 체 명	재 질	투과손실(dB)	흡 음 율	비 고
경성철강	칼라룸 (k-500)	· 500Hz : 16.7 · 1,000Hz : 23.9	0.58	
삼성공영	칼라룸 강판 (SJ-510)	· 500Hz : 22.8 · 1,000Hz : 29.6	0.50	
건원공업	플라스틱	· 500Hz : 24.3 · 1,000Hz : 28.1	0.52	
성 문	플라스틱 (L.H.B)	· 500Hz : 16.7 · 1,000Hz : 23.9	0.58	
대한금속	플라스틱 (H.C.B)	· 500Hz : 16.9 · 1,000Hz : 24.4	0.56	
대산강건	플라스틱	· 500Hz : 26.5 · 1,000Hz : 33.6	0.65	
천동기업	플라스틱	· 500Hz : 25.9 · 1,000Hz : 28.4	0.74	
투과손실 : 500Hz -25dB이상, 1,000Hz - 30dB이상 흡 음 율 : 시공직전 완제품 상태에서 250, 500, 1,000 및 2,000Hz의 음에 대한 흡음율의 평균이 70% 이상				

※ 문제점

시판되는 가설방음벽의 투과손실 및 흡음율 조사결과 두 기준을 동시에 만족하는 제품이 없음

5. 현 설계현황

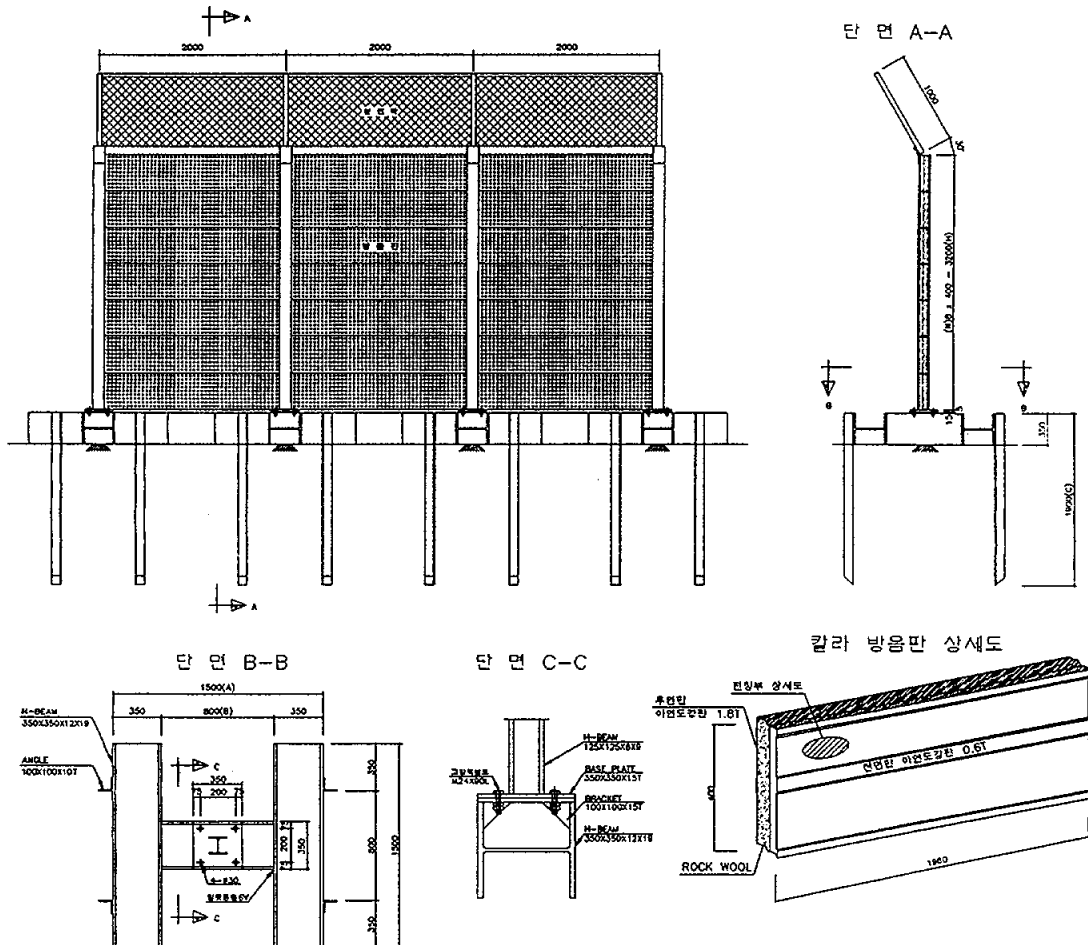
가. 설계내용

1) 재 질

- 시판되는 가설방음판의 재질이 "방음시설의 성능 및 설치기준"의 기준에 만족하지 못함
- 기준에 적합한 칼라형(아연도 강판) 영구방음판 적용

2) 설치방법

- 고정지주로 H빔을 사용하여 칼라형 방음판을 끼움
- H빔은 자립할 수 있도록 제작하고, 견고하게 고정시키기 위해 앵글(100×100×10t)을 1.5m 횡단 관입시킴



나. 문 제 점

- 1) 가설방음판 자재를 칼라 영구형 고급자재 사용
- 2) 사용하는 방음판 규격이 2.0m로서 본선용으로 유용곤란(교량부만 사용가능)
- 3) 설치비 고가(380,479원/m)
- 4) 가설방음벽 특성상 설치·해체가 용이하여야 하나 H빔을 이용하여 설치하므로 설치·해체가 곤란

6. 시판되는 가설방음판 자재 사용성 검토

1) 재질 : "방음시설의 성능 및 설치기준"에 의한 투과손실 및 흡음을 두 기준을 만족하는 자재가 없음

2) 공사장으로부터 이격거리별 예측 소음도 (단위 : dB(A))

공 종	소 음 도(dB)	이격거리별 예측 소음도				
		30m	60m	90m	130m	160m
절 · 성토	85.7	79.7	73.7	70.1	67.0	65.2
다 짐 공	84.1	78.1	72.1	68.6	65.4	63.6
기초공(항타)	91.0	84.9	78.9	75.4	72.2	70.4

3) 규제기준

공사장(주간) 70dB 이하

4) 가설방음벽의 삽입손실치 계산

가) 성토 및 다짐공사 (단위 : dB(A))

구 분	주파수(Hz)							OA
	63	125	250	500	1k	2k	4k	
1. 방음벽설치전								
① 발생소음도	62.3	69.6	75.5	82.2	82.3	80.0	76.0	87.6
② 거리감쇠치	12.6	12.6	12.6	12.6	12.6	12.6	12.6	
③ 저감전소음도	49.7	57.0	62.9	69.6	69.7	67.4	63.4	74.6
2. 방음벽설치후								
④ 회절감쇠치(H=3.0m)	4.8	5.7	6.9	9.2	11.3	13.4	15.5	10.4
⑤ 회절음(③-④)	40.5	46.9	51.6	56.0	54.0	49.6	43.5	64.2
⑥ 투과손실치		13.8	15.5	16.9	24.4	32.7	41.7	20.3
⑦ 투과음(③-⑥)	-	38.8	43.0	48.3	40.9	30.3	17.3	50.3
3. 예측소음도(⑤+⑦)	40.5	47.5	52.1	56.7	54.2	49.6	43.5	64.2

※ 예측거리 30m 적용

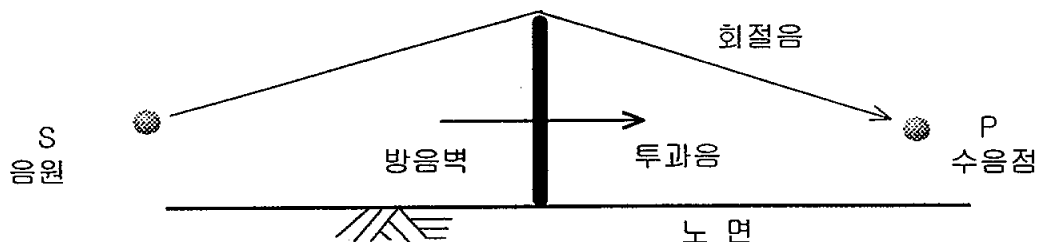
나) 고소음 기계(항타 및 브레이카 작업시)

(단위 : dB(A))

구 분	주파수(Hz)							OA
	63	125	250	500	1K	2k	4k	
1. 방음벽설치전								
① 발생소음도	67.6	82.9	88.9	91.4	93.2	91.8	89.1	98.7
② 거리감쇠치	12.6	12.6	12.6	12.6	12.6	12.6	12.6	
③ 저감전소음도	55.0	70.3	76.3	78.8	80.6	79.2	76.5	85.7
2. 방음벽설치후								
④ 회절감쇠치(H=3.0m)	4.8	5.7	6.9	9.2	11.3	13.4	15.5	10.4
④ ¹⁾ 회절감쇠치(H=4.0m)	5.8	7.1	9.4	11.5	13.6	15.7	17.8	12.6
④ ²⁾ 회절감쇠치(H=5.0m)	6.5	8.8	10.9	13.0	15.1	17.3	18.7	14.1
④ ³⁾ 회절감쇠치(H=6.0m)	7.9	10.0	12.1	14.2	16.3	18.2	19.8	15.3
⑤ 회절음(③-④)	50.2	64.6	69.4	69.6	69.3	65.8	61.0	75.3
⑤ ¹⁾ 회절음(③-④ ¹⁾)	49.2	63.2	66.9	67.3	67.0	63.5	58.7	73.1
⑤ ²⁾ 회절음(③-④ ²⁾)	48.5	61.5	65.4	65.8	65.5	61.9	57.8	71.6
⑤ ³⁾ 회절음(③-④ ³⁾)	47.1	60.3	64.2	64.6	64.3	61.0	56.7	70.4
⑥ 투과손실치	-	13.8	15.5	16.9	24.4	32.7	41.7	20.1
⑦ 투과음(③-⑥)	-	56.5	60.8	61.9	56.2	46.5	34.8	65.6
3. 예측소음도(⑤+⑦)	50.2	65.2	69.9	70.3	69.5	65.9	61.0	75.7
예측소음도(⑤ ¹⁾ +⑦)	49.2	64.0	67.8	68.4	67.3	63.6	58.7	73.8
예측소음도(⑤ ²⁾ +⑦)	48.5	62.7	66.7	67.3	65.9	62.0	57.8	72.6
예측소음도(⑤ ³⁾ +⑦)	47.1	61.8	65.8	66.5	64.9	61.2	56.7	71.7

※ 예측거리 30m 적용

5) 삼입손실치 계산결과에 의해



가) 공사장에서 발생하는 소음이 79~85dB로 소음규제치(주간70dB)보다는 10~15dB(30m이격시) 정도 큼

나) 방음벽을 설치함으로써 줄이는 소음도는 회절감쇠치에 의한 회절음의 영향임

다) 방음벽의 투과음은 회절음보다 적어야 함

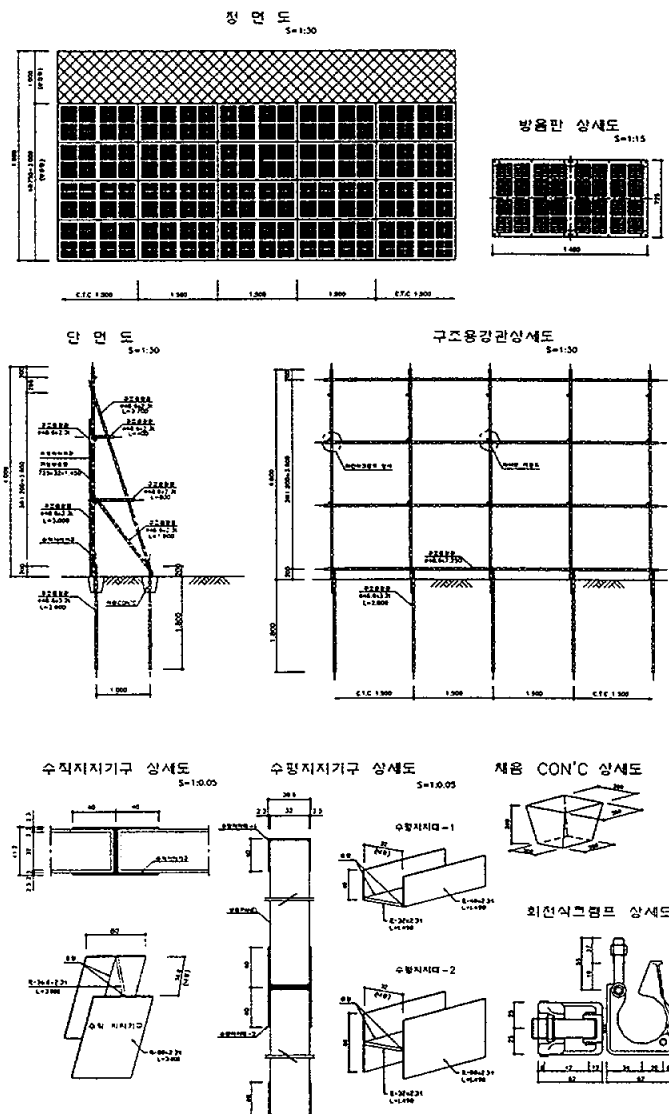
라) 가설방음벽의 높이 5m이하에서는 시제품의 투과음 감쇠치가 16dB이상으로 회절음 감쇠치인 14dB보다는 큼

6) 가설방음벽의 단가검토(m당, H=3.0m일때)

구분	단가	비고
계	147,094원	자재손료 : 12개월사용시
자재비	49,716원	
설치비	89,828원	
철거비	7,550원	

- 가설방음판은 시제품
- 설치방법은 단관Pipe를 이용하여 설치

7) 설 치 도



8) 본 가설방음벽의 구조검토는 단관Pipe사용이 가능하도록 내륙지방을 기준으로 풍속 V=25m/sec로 검토한 바, 바람의 영향이 큰 곳에서는 별도 검토가 필요함

7. 검토결과

- 가. 현재 설계되어 있는 가설방음벽의 재질은 본선용의 고가 영구자재인 칼라방음판(아연도 강판)으로서 H빔을 이용하여 설치해야 하므로 공사비가 고가이며 설치·해체가 용이하지 않은 문제점이 있음
- 나. 시판되는 가설방음판의 재질은 환경소음규제치(500Hz -25dB, 1,000Hz -30dB)에는 미흡하지만 높이 5.0m이하에서는 투과손실음이 회절감쇠음보다 크기 때문에 공사장에서 일시적으로 사용하는데는 효과적임
- 다. 소음치에 따라 가설방음벽의 높이를 달리해야 하나 단관Pipe를 사용할 경우 구조특정상 높이 3.0m 이상은 불리함
- 라. 가설방음벽은 3.0m 높이를 표준으로 시판자재를 사용하여 설치.
- 마. 환경피해가 우려되는 지역에서 Pile 항타시에는 소음의 영향이 적은 항타장비 사용

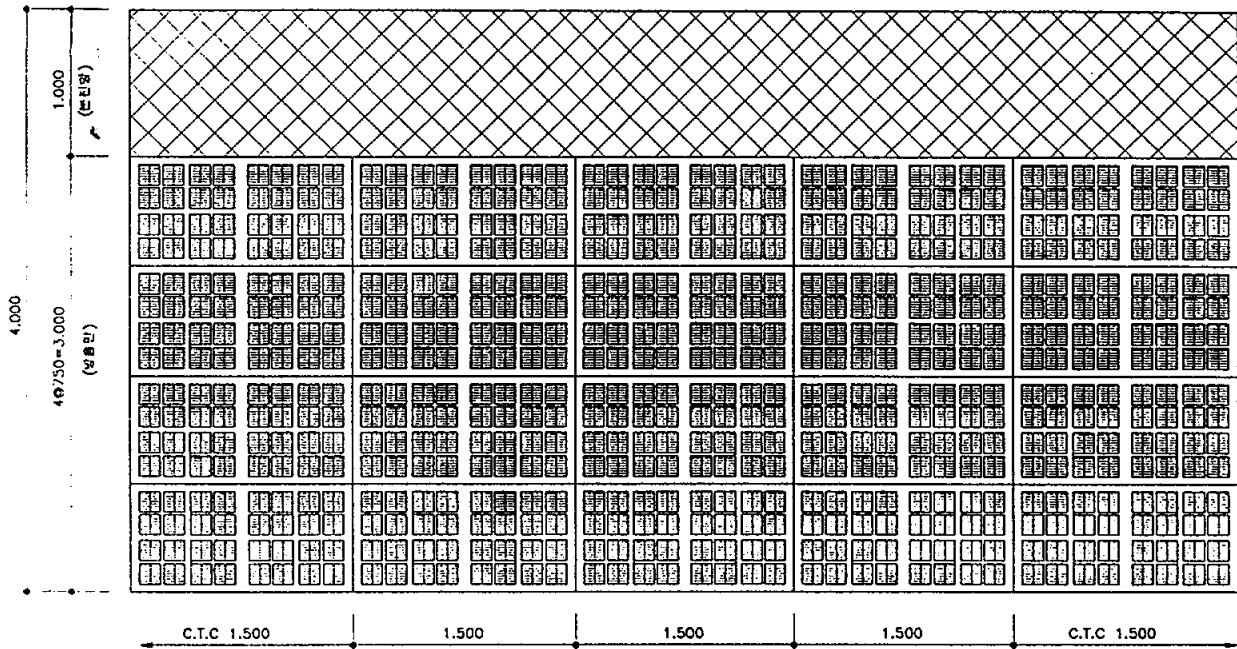
8. 적용방안

- 가. 공사중 가설방음벽 설치위치는 환경영향 평가 결과에 의거 선정
- 나. 본 방음벽을 가설방음벽으로 이용이 가능한 곳(절토부 및 성토고 3.0m 이하인 곳)은 본방음벽을 선시공함으로 가설방음벽을 삭제하여 공사중 소음을 방지하고 예신절감에 기여
- 다. 공사중 본방음벽 설치가 불가능한 경우
 - 시판중인 가설방음판을 사용하여 소음을 저감하고 가설방음판의 손율을 적용하여 예산절감
 - 강관 파이프를 이용한 구조로 설치, 해체가 용이하게 하여 시공성 향상 및 예산절감
- 라. 현행 표준도를 변경
- 마. 현재 설계중인 노선이나, 설계완료후 미발주노선과 공사중 구간으로서 가설방음벽을 미시행한 구간은 변경된 기준으로 적용

- 붙임 : 1. 표준도
2. 단가산출서
3. 사진대지

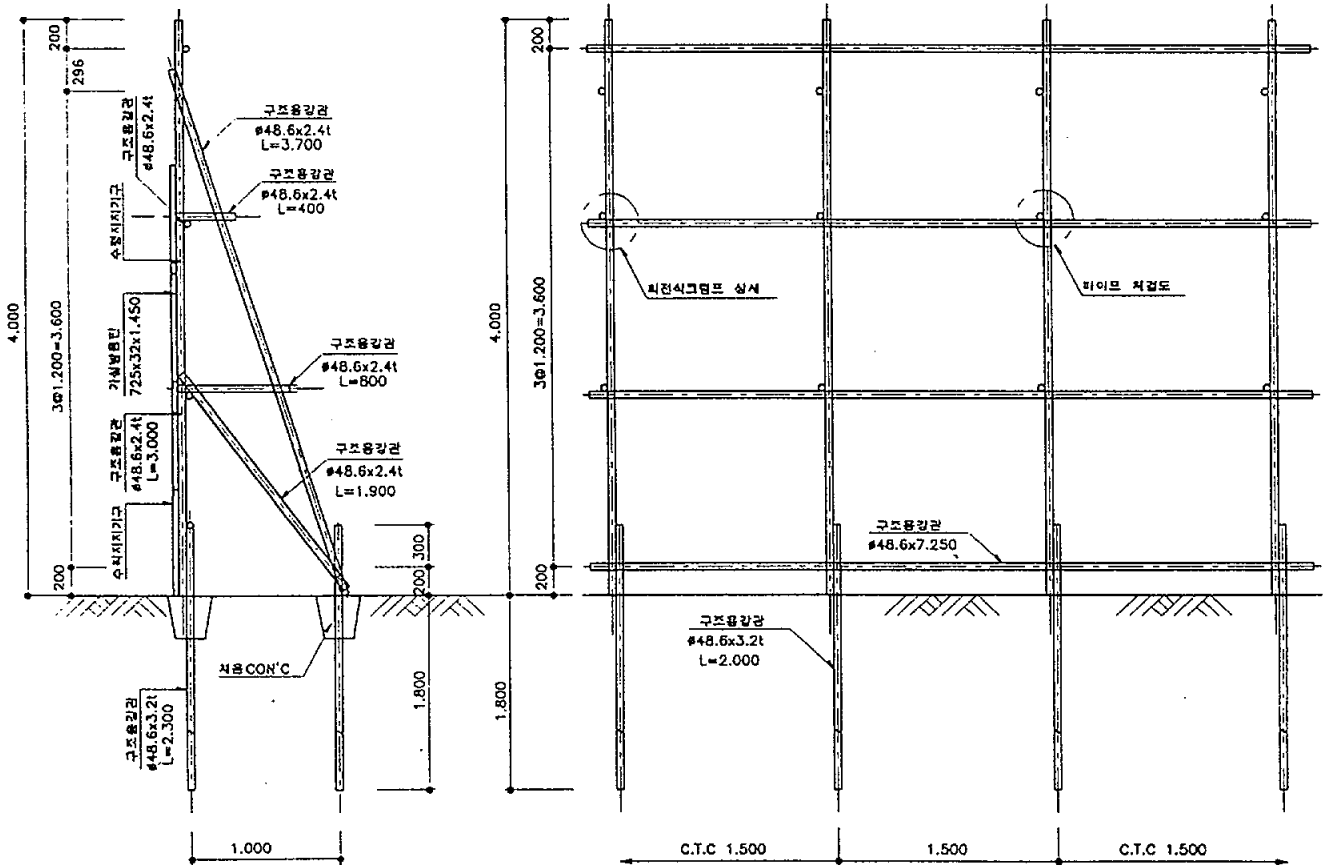
가설 방음벽 (1)

정면도 S=1:50



단면도 S=1:50

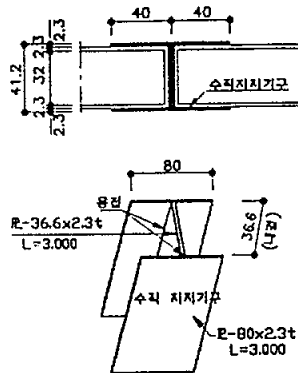
구조용 강관상세도 S=1:50



가 설 방 음 벽 (2)

수직지지기구 상세도

S=1:0.1

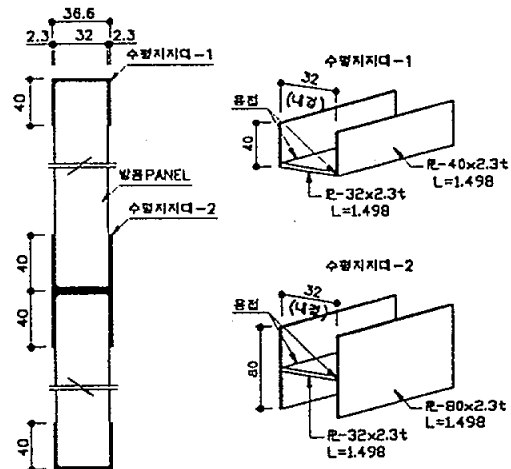


◆ **NOTE**

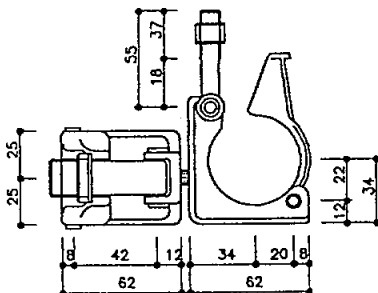
수업 및 수직지시기구 상세도는 설치여이며
방음판 규격변경에 따라 변경설치 가능함.

수평지지구 상세도

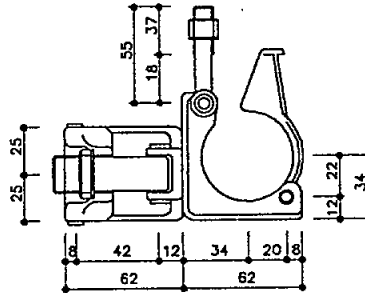
S=1:0.1



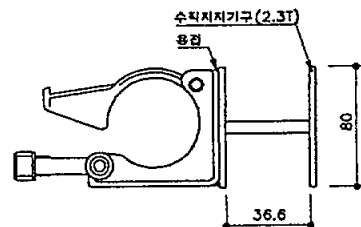
회전식그림프 상세도



고정식그림프 상세도

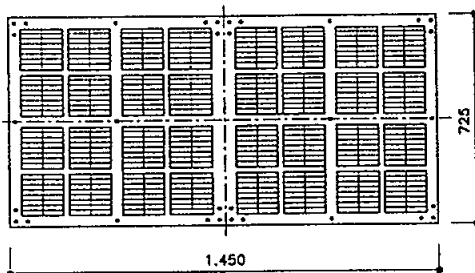


파이프 체결도

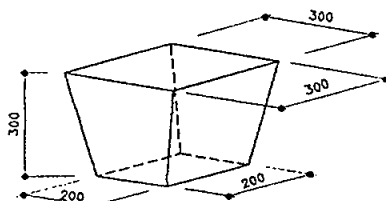


가설방음판 상세도

S=1:15



제음 CON'C 상세도



*CON'C : $(0.2^2 + 0.3^2)/2 \times 0.3 \times 2EA = 0.039M^3$

제 료 표

(1.5M당)				
품명	규격	단위	수량	비고
수평주	φ48.6x2.4X1.500	EA	4	
	φ48.6x2.4X400	EA	1	
	φ48.6x2.4X800	EA	1	
수직주	φ48.6x2.4X4.000	EA	1	
	φ48.6x3.2X2.300	EA	2	
보조지주	φ48.6x2.4X3.700	EA	1	
	φ48.6x2.4X1.900	EA	1	
그라프	교정식	EA	5	
	회전식	EA	10	
본진영	1.000x1.500	M ²	1.500	
저지거구 (PLATE)	40x2.3x1.498	EA	4	
	32x2.3x1.498	EA	2	
	80x2.3x3.000	EA	2	
	36.6x2.3x3.000	EA	1	
	80x2.3x1.498	EA	6	
	32x2.3x1.498	EA	3	
방음판	1.450 x 725 x 32	EA	4	플라스틱
저음 CON'C		M ³	0.039	

가설 방음벽 단가산출서

공 종	산 출 내 역	경 비	노 무 비	재 료 비	합 계

5-33-A-05 533A050 가설방음벽 : M

1. 가설방음벽 : (L = 2.0<M/경간>, H = 4.0<M>)

1) 재료비

- 방음판(1960*400*100T)

: 8.0 <매> * 60000 <W/매> = 480000.00

- 분진망(2000*1000*9*9)

: 1.0 <매> * 50000<W/매> = 50000.00

- H-BEAM(350*350*12*19)

: 598.7 <KG> * 390<W/KG> = 233493.00

- H-BEAM(125*125*6.5*9)

: 87.6<KG>*390<W/KG> = 34164.00

- ANGLE(100*100*10)

: 130.2<KG> * 390 <W/KG> = 50778.00

- BASE PLATE

: 32.8 <KG> * 385 <W/KG> = 12628.00

- SUPPORT

: 17.3 <KG> *385 <W/KG> = 6660.50

- BRACKET

: 19.7 <KG> *385 <W/KG> = 7584.50

- 고장력 B/N

: 4 <EA> * 550 <W/EA> = 2200.00

- U-B/N

: 2 <EA> * 550 <W/EA> = 1100.00

2 소 계 : 단위보정 [1/2.0*0.25]

0.00

0.00

109826.00

109826.00

I%%단위보정 %% 1. 번 * 25%<공기 손실> I

공종	산출내역	경비	노무비	재료비	합계

2) 설치노무비

- 자재제작비

: 886.3 <KG> * 660 = 584958.00

- 지주설치비

: 1 <식> * 105000 = 105000.00

- 방음판설치비

: 1 <식> * 56000 = 56000.00

- 분진막설치비

: 1 <식> * 15000 = 15000.00

소 계 : 단위보정 [1/2.0]

0.00 0.00 380479.00 380479.00

총 계

0.00 0.00 490305.00 490305.00

0 0 490305 490305

5-33-A-07 533A070 골재덮개시설 : M2

1. 골재 덮개 천막 설치

가) 천막재료비 (야적시트 12 * 6 포리텍스)

재료비 (J1) : 1 <M2> * 541<원>= 541.00

나) 설치비(재료비의5%)

: J1 * 0.05 <%> = 27.05

0.00 0.00 568.05 568.05

총 계

0.00 0.00 568.05 568.05

0 0 568 568

산출내역	단위	수량	단가	총액
S311F00000 가설방음벽(H=4.0M) 12개월/M				#.2
# 1 경간 = 1.5 M				
1. 재료비				
1) 수평 지주				
(1) 강관 (48.6 M/M * 2.4 M/M)				
L1 = 1.5 M * 4 EA = 6.00				
L2 = 0.4 M * 1 EA = 0.40				
L3 = 0.8 M * 1 EA = 0.80				
길이: L4 = 6 + 0.4 + 0.8 = 7.20				
재료비: 7.2 M * 1.03 * 1,385 * 0.19 = 1,951.5				1,951.5
2) 수직 지주				
(1) 강관 (48.6 M/M * 2.4 M/M)				
L1 = 4.0 M * 1 EA = 4.00				
재료비: 4 M * 1.03 * 1,385 * 0.19 = 1,084.1				1,084.1
(2) 강관 (48.6 M/M * 3.2 M/M)				
L1 = 2.3 M * 2 EA = 4.60				
재료비: 4.6 M * 1.03 * 2,347 * 0.19 = 2,112.8				2,112.8
3) 보조 지주				
(1) 강관 (48.6 M/M * 2.4 M/M)				
L1 = 3.7 M * 1 EA = 3.70				
L2 = 1.9 M * 1 EA = 1.90				
길이: L3 = 3.7 + 1.9 = 5.60				

[illegible]

산출근거	경비	노무비	재료비	합계	비고
소 계 : 단위보정[1/1.5M]	1,267.2	35,370	806.3	37,443.5	
3) 채움 콘크리트 타설 노무비: $28,762 \times 0.039 = 1,121.7$ 소 계 : 단위보정[1/1.5M]		1,121.7 747.8		1,121.7 747.8	# 3
4) 가설 방음벽 설치 (1) 설치비 작업반장: $0.54 \text{ 인} / 100 \times 55,210 \times 3.0 \text{ M}^2 = 894.4$ 비계공: $1.30 \text{ 인} / 100 \times 66,225 \times 3.0 \text{ M}^2 = 2,582.7$ 보통인부: $0.90 \text{ 인} / 100 \times 33,323 \times 3.0 \text{ M}^2 = 899.7$ (2) 트럭탑재형 크레인 5 TON [E06122] 경비: $3,344 \times 5.0 \text{ HR} / 100 \times 3.0 \text{ M}^2 = 501.6$ 노무비: $11,463 \times 5.0 \text{ HR} / 100 \times 3.0 \text{ M}^2 = 1,719.4$ 재료비: $3,379.2 \times 5.0 \text{ HR} / 100 \times 3.0 \text{ M}^2 = 506.8$ 소 계:	501.6 501.6	894.4 2,582.7 899.7 1,719.4 6,096.2	506.8 506.8	894.4 2,582.7 899.7 501.6 1,719.4 506.8 7,104.6	L10094 L10020 L10099 E06122 E06122 E06122
5) 보호막 설치 비계공: $0.02 \text{ 인} \times 66,225 \times 1.0 \text{ M}^2 = 1,324.5$ 소 계:		1,324.5 1,324.5		1,324.5 1,324.5	L10020
6) 지지기구 설치 (H = 4M 이하 지주간격) (1) 설치비 작업반장: $0.68 \text{ 인} / 100 \times 55,210 \times 1.0 \text{ M} = 375.4$ 보통인부: $0.95 \text{ 인} / 100 \times 33,323 \times 1.0 \text{ M} = 316.5$ 설굴공: $1.00 \text{ 인} / 100 \times 60,700 \times 1.0 \text{ M} = 607.0$ (2) 트럭탑재형 크레인 5 TON [E06122]		375.4 316.5 607		375.4 316.5 607	L10094 L10099 L10008

산출근거	경비	노무비	재료비	합계	비고
1) 강관 철거 (수평지주, 수직지주) : 설치비에 포함 되어 있음.					
2) 가설 방음벽 철거 : 설치의 50% 적용					
(1) 설치비 작업반장: 0.54 인 / 100 * 55,210 * 3.0 M2 * 0.5 = 447.2 비계공: 1.30 인 / 100 * 66,225 * 3.0 M2 * 0.5 = 1,291.3 보통인부: 0.90 인 / 100 * 33,323 * 3.0 M2 * 0.5 = 449.8		447.2 1,291.3 449.8		447.2 1,291.3 449.8	L10094 L10020 L10099
(2) 트럭탑재형 크레인 5 TON [E06122] 경비: 3,344 * 5.0 HR / 100 * 3.0 M2 * 0.5 = 250.8 노무비: 11,463 * 5.0 HR / 100 * 3.0 M2 * 0.5 = 859.7 재료비: 3,379.2 * 5.0 HR / 100 * 3.0 M2 * 0.5 = 253.4 소계:	250.8 250.8	859.7	253.4	250.8 859.7 253.4 3,552.2	E06122 E06122 E06122
3) 브호막 철거 : 설치비에 포함 되어 있음.					
4) 지지기구 철거 (H = 4M 이하 지주간격) : 설치의 50% 적용					
(1) 설치비 작업반장: 0.68 인 / 100 * 55,210 * 1.0 M * 0.5 = 187.7 보통인부: 0.95 인 / 100 * 33,323 * 1.0 M * 0.5 = 158.2 철골공: 1.00 인 / 100 * 60,700 * 1.0 M * 0.5 = 303.5		187.7 158.2 303.5		187.7 158.2 303.5	L10094 L10099 L10008
(2) 트럭탑재형 크레인 5 TON [E06122] 경비: 3,344 * 5.5 HR / 100 * 1.0 M * 0.5 = 91.9 노무비: 11,463 * 5.5 HR / 100 * 1.0 M * 0.5 = 315.2 재료비: 3,379.2 * 5.5 HR / 100 * 1.0 M * 0.5 = 92.9	91.9	315.2	92.9	91.9 315.2 92.9	E06122 E06122 E06122

산출근거	경비	노무비	재료비	합계	비고
소 계 :	91.9	964.6	92.9	1,149.4	
5) 매 입 강 관 철 거					
N1 (철거 갯수) = 14 <개소> / 10 M = 1.40					
백호우 (0.7 M3) : [E03112]					
HR = 1.4 * 3 <MIN/EA> / 60 = 0.07					
경 비 : 16,654 * 0.07 = 1,165.7	1,165.7			1,165.7	E03112
노무비 : 18,267 * 0.07 = 1,278.6		1,278.6		1,278.6	E03112
재료비 : 5,775 * 0.07 = 404.2			404.2	404.2	E03112
소 계 :	1,165.7	1,278.6	404.2	2,848.5	
전체 합계	8,042	83,165	55,887	147,094	

산출근거	경비	노무비	재료비	합계	비고
SB1180300 콘크리트탄설 소형구조물/M3					#.3
VIBRATOR 제외					
콘크리트 타설비					
콘크리트공 : $0.24 * 61,529 = 14,766.9$		14,766.9		14,766.9	L10032
인 부 : $0.42 * 33,323 = 13,995.6$		13,995.6		13,995.6	L10099
소 계 :		28,762.5		28,762.5	
전체 합계		28,762		28,762	

산 출 근 거	경 비	노 무 비	재 로 비	합 계	비 고
SB13A0000 잡철물 제작 /TON					#.4
1.재료비					
용접봉 : 15.71 KG * 870 = 13,667.7			13,667.7	13,667.7	ME5951
산소 : 5355 L * 8,000/4800 = 8,925.0			8,925	8,925	MR0202
아세틸렌 : 2.4 KG * 5,000 = 12,000.0			12,000	12,000	MR0210
유지(경유) : 0.17 <L> * 440 = 74.8			74.8	74.8	MD0201
소 계 :			34,667.5	34,667.5	
2.인건비					
철 판 공 LAL1 = 21.80 인 * 61,447 = 1,339,544.6		1,339,544.6		1,339,544.6	L10012
인 부 LAL2 = 0.56 인 * 33,323 = 18,660.8		18,660.8		18,660.8	L10099
용접공 LAL3 = 2.21 인 * 59,532 = 131,565.7		131,565.7		131,565.7	L10135
특별인부 LAL4 = 0.63 인 * 48,996 = 30,867.4		30,867.4		30,867.4	L10098
소 계 :		1,520,638.5		1,520,638.5	
3.기구손로					
용접기손로 : [E40011]					
용접기 : 17.71 HR * 71 = 1,257.4	1,257.4			1,257.4	E40011
전력소요량 : 107.1 KW * 71 = 7,604.1	7,604.1			7,604.1	MR2401
기타손로 (인건비의 3 %)					
: (LAL1+LAL2+LAL3+LAL4) * 0.03 = 45,619.1	45,619.1			45,619.1	
소 계 :	54,480.6			54,480.6	
전체 합계	54,481	1,520,638	34,667	1,609,786	

산 출 근 거	경 비	노 무 비	재 르 비	합 계	비 고
SB1180300 콘크리트타설 소형구조물/M3					#.3
VIBRATOR 제외					
콘크리트 타설비					
콘크리트공 : $0.24 \times 61,529 = 14,766.9$		14,766.9		14,766.9	L10032
인 부 : $0.42 \times 33,323 = 13,995.6$		13,995.6		13,995.6	L10099
소 계 :		28,762.5		28,762.5	
전체 합계		28,762		28,762	

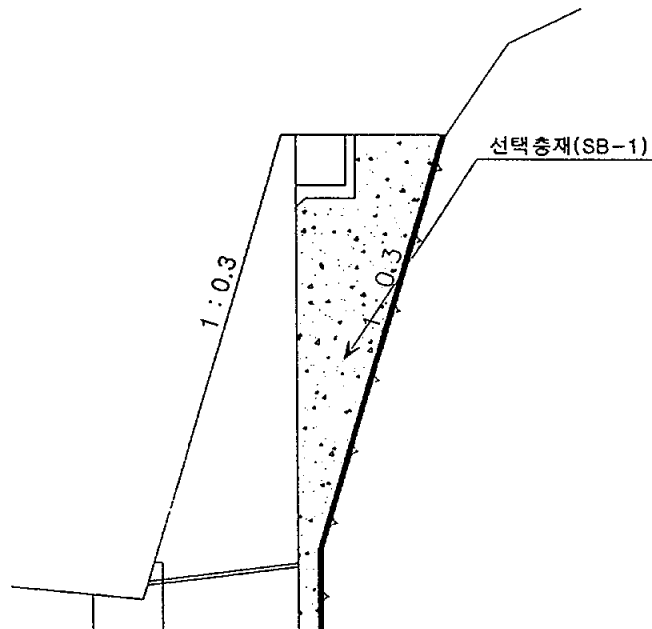
산출근거	비율	비율	비율	합계	비고
S813A0000 집철을 제작 /TON					#.4
1.재료비					
용접봉 : 15.71 KG * 870 = 13,667.7			13,667.7	13,667.7	ME5951
산소 : 5355 L * 8,000/4800 = 8,925.0			8,925	8,925	MH0202
아세틸렌 : 2.4 KG * 5,000 = 12,000.0			12,000	12,000	MH0210
유지(경유) : 0.17 <L> * 440 = 74.8			74.8	74.8	MH0201
소계 :			34,667.5	34,667.5	
2.원건비					
철판 가공 LAL1 = 21.80 인 * 61,447 = 1,339,544.6		1,339,544.6		1,339,544.6	L10012
용접 LAL2 = 0.56 인 * 33,323 = 18,660.8		18,660.8		18,660.8	L10099
용접 LAL3 = 2.21 인 * 59,532 = 131,565.7		131,565.7		131,565.7	L10135
용접 LAL4 = 0.63 인 * 48,996 = 30,867.4		30,867.4		30,867.4	L10098
소계 :		1,520,638.5		1,520,638.5	
3.기구손로					
용접기손로 : [E40011]					
용접기손로 : 17.71 HR * 71 = 1,257.4	1,257.4			1,257.4	E40011
전력소요량 : 107.1 KW * 71 = 7,604.1	7,604.1			7,604.1	MH2401
기타손로 (원건비의 3 %)					
: (LAL1+LAL2+LAL3+LAL4) * 0.03 = 45,619.1	45,619.1			45,619.1	
소계 :	54,480.6			54,480.6	
전체 합계	54,481	1,520,638	34,667	1,609,786	

1. 검토 목적

터널 갱구부 옹벽 뒷채움재의 경제성 및 안정성을 감안한 적용방안에 대하여 검토코자 함.

2. 적용 현황

- 단면도



- 뒷채움재 적용기준

- 재 료 : 선택층재
- 내부마찰각 : $\phi = 35^\circ$
- 흙의 단위중량 : $\gamma_t = 2.0 \text{ t/m}^3$

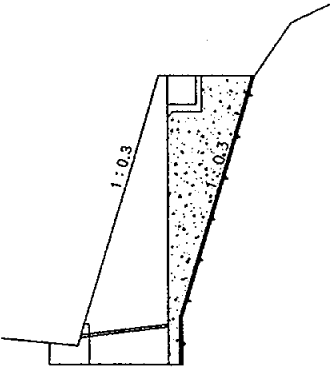
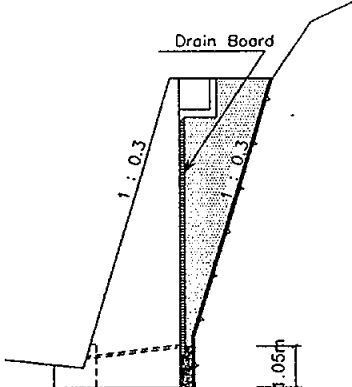
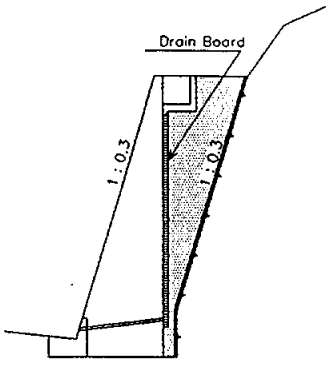
※ 일반옹벽부 뒷채움재 적용기준

- 재 료 : 양질의 토사
- 내부마찰각 : $\phi = 30^\circ$
- 흙의 단위중량 : $\gamma_t = 1.9 \text{ t/m}^3$

3. 문제 점

- 터널 갱구부 옹벽 배면은 상재하중에 의한 부등침하 우려가 없으므로 뒷채움재를 양질의 토사로 사용해도 구조적 안정성 확보가능
- 선택층재 사용시 경제성 불리

4. 터널갱구부 옹벽 뒷채움제 적용(안)

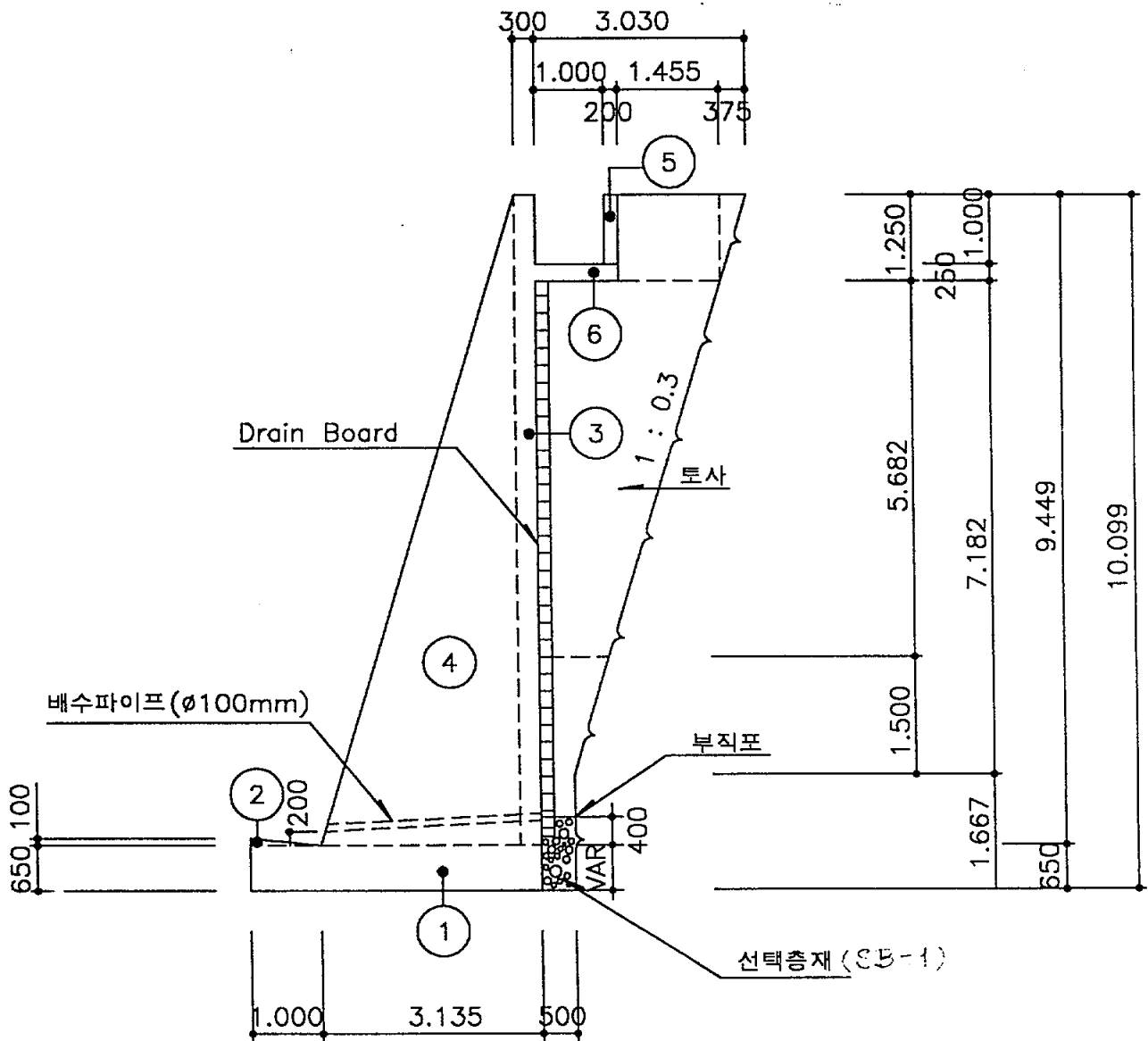
구 분	현 행 (선택층재)	제 1 안 (양질의 토사 + 선택층재)	제 2 안 (양질의 토사)
단면도			
조 건	$\phi = 35^\circ$ $\gamma_t = 2.0 \text{ t/m}^3$ $P_A = 18.227 \text{ t/m}$	$\phi = 30^\circ$ $\gamma_t = 1.9 \text{ t/m}^3$ $P_A = 20.082 \text{ t/m}$	$\phi = 30^\circ$ $\gamma_t = 1.9 \text{ t/m}^3$ $P_A = 20.155 \text{ t/m}$
구조적 안정성	- 전도 : $SF=5.478 > 2.0$ - 활동 : $SF=2.003 > 1.5$	- 전도 : $SF=4.156 > 2.0$ - 활동 : $SF=1.768 > 1.5$	- 전도 : $SF=4.117 > 2.0$ - 활동 : $SF=1.76 > 1.5$
장 · 단 점	- 공사비 고가 - 시공성 유리 - 배면토압 저감 - 배수기능 양호	- 공사비 보통 - 시공성 보통 - 배면토압 저감. - 배수기능 양호	- 공사비 저렴 - 시공성 보통 - 배면토압 최대 - 배수기능 다소 불리
단 가	524,960 원/M (530,250 원/M)	86,912 원/M (125,633 원/M)	69,023 원/M (109,024 원/M)

() : 순성구간임

5. 검토 의견

- 터널 갱구부 옹벽 뒷채움부는 Drain Board를 옹벽 배면에 설치하고 하단부에 지하배수를 위하여 선택층재를 사용한 맹암거를 설치하며 뒷채움부는 양질의 토사로 변경하여 적용함이 타당한 것으로 사료됨(선택층 상부에 부직포 설치)
- 적용방안
 - 실시설계중인 구간 : 검토안 적용
 - 실시설계완료 및 미시공 구간 : 현장여건을 감안하여 검토안으로 설계변경

6. 적용안



1. 검토 목적

대단면 터널의 철근 콘크리트 라이닝 시공에 대한 철근지지 방안을 마련하여 철근조립시 철근의 붕괴로 인한 안전사고 예방과 터널라이닝 철근의 구조적 안정 및 정확한 간격 유지로 품질향상을 도모코자 함

2. 철근콘크리트 라이닝 시공 대상

- 터널 입 · 출구부 (27m~88m)
- 비상주차대 구간
- JET FAN 설치구간
- 피난갱(횡갱)

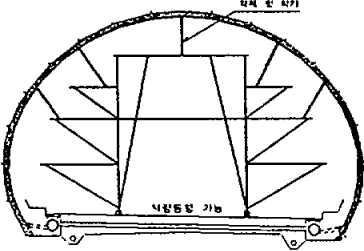
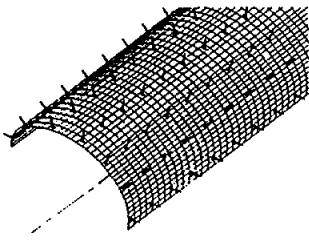
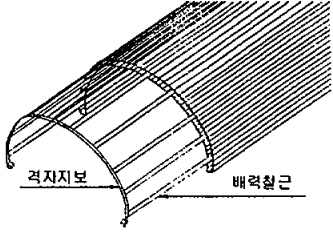
3. 현행 설계방법의 문제점

현 행	문 제 점	비 고
• 철근을 조립하여 철근자체로 지지력 확보 (터널단면 크기에 관계없이 적용)	• 아치형 철근 배근시 철근을 고정시키기가 어려워 조립철근의 붕괴로 인한 안전사고 발생위험 및 철근의 간격과 구조적 안정을 유지하기 곤란하여 부실시공 발생 우려가 있음	

4. 터널라이닝 보강철근 개선 검토

- 대단면 터널의 경우 보강철근 배근시 철근의 하중을 지탱하고, 방수재의 손상없이 고정할 수 있는 방안이 필요
- 보강철근 설치방안
 - 대차를 이용하여 조립(현행방법)
 - 방수 시트 부착형 앵커를 이용한 방법
 - 격자지보 사용방법

5. 터널라이닝 보강철근 공법 비교(안)

구분	제1안	제2안	제3안
개요	<현행조립방법> · 대차를 이용하여 철근을 조립한후 거푸집을 밀어넣어 콘크리트 타설	<방수시트 부착형 앵커공법> · 숏크리트 및 암반에 sheet 방수재가 부착된 Anchor를 설치하고 기존 방수막과 융착한 후 보강철근지지	<격자지보 사용공법> · P.L.G 격자지보를 Arch 형으로 대단면 터널의 단면 형상에 맞게 가공 조립후 격자지보 상·하부에 철근을 달아매는 방법
개념도			
장점	· 공정이 간단하다 · 추가공사비 투입이 없다	· 공정이 비교적 간단하고 시공이 용이 · 철근조립시 안정성 증진 · 확실한 철근지지 가능	· 콘크리트 타설시 밀설시공 가능 · 철근조립시 안정성 증진
단점	· 철근이음부 결속 불량시 안전사고 발생우려	· 여굴이 심할 경우 콘크리트 타설시 방수막이 밀착되어 앵커설치부 방수막 파손 발생 우려 · 용수가 있는 경우 주입재의 양생불량으로 앵커의 부착력 저하 · 추가 공사비 투입 : 928천원/9m	· 지보재 사이에 배력근을 먼저 조립하고 그위에 주철근(ctc 15cm)을 얹어야 하므로 시공성 불량 및 철근에 의한 방수시트 손상우려 · 추가 공사비 투입 : 4,525천원/9m
적용방안	<u>편도 2, 3 차로 터널</u>	<u>편도 4차로 이상 터널</u> (피난갱제외) <u>편도 3차로 이상 터널의 비상주차대 구간</u>	-

6. 검토의견

- 시공중인 터널의 시공실적을 분석한 결과 편도 2~3차로 터널인 경우 철근 이음부를 충분히 결속시키고, 시공에 철저를 기하면 현행조립 방법으로도 시공이 가능한 것으로 판단되어 소단면(편도 2, 3차로)의 터널은 현행방법으로 시행하고
- 대단면 터널의 경우 조립시 철근을 고정시키기가 어려워 안전사고가 발생할 우려가 있어 편도 4차로 이상(피난갱 제외)의 대단면 터널 및 편도 3차로 이상터널의 비상주차대 구간은 방수시트 부착형 앵커공법을 적용함이 타당한 것으로 사료됨

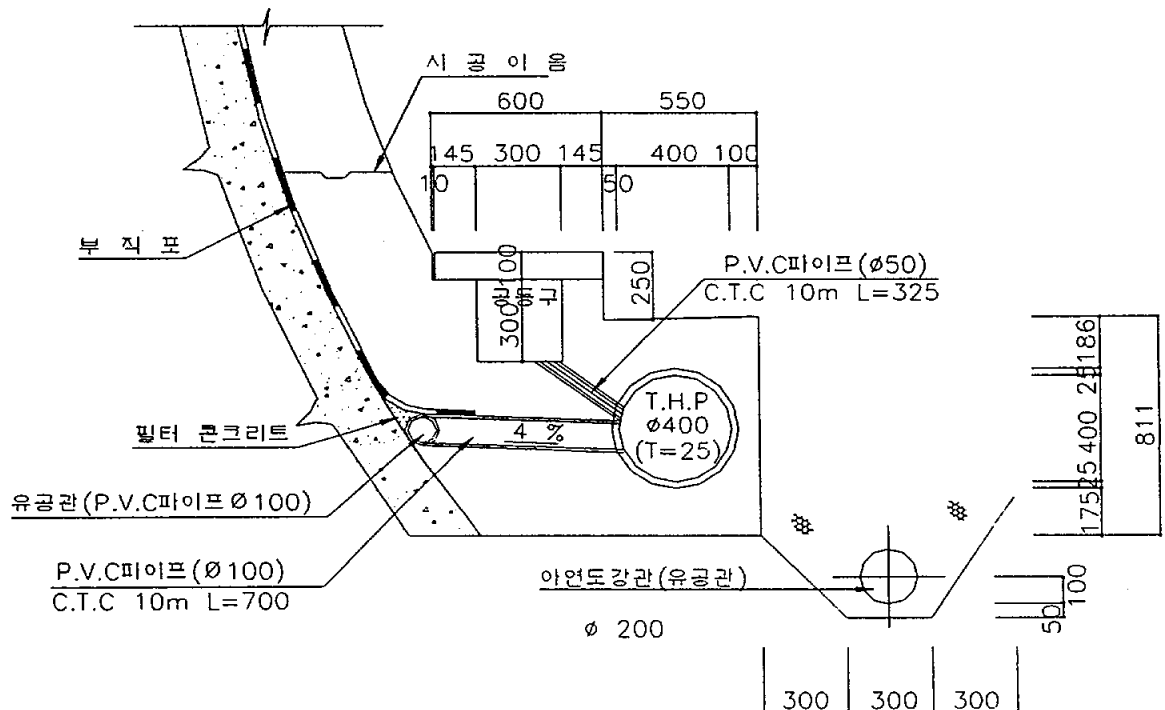
1. 검 토 목 적

터널내 종배수관의 종류별 경제성, 안전성, 시공성을 비교분석하여 최적재료를 선정하여 적용코자함

2. 단 면 도 (현설계)

배 수 상 세 도 (1)

단 면 도(추월선측)



3. 현설계의 문제점

구 분	문 제 점	비 고
터널내 배수를 위한 중배수관으로 고강도폴리에틸렌관(T.H.P관)을 매설 하고 50m마다 집수정 설치	터널안에서 대형화재 사고 발생시 유출된 기름에 의해 T.H.P관이 2차 발화될 우려가 있으며 이로 인한 유독가스 발생으로 인명사고 위험내포	미국 국가규격 (NFPA 502)
중배수관 규격을 터널연장에 관계없이 $\phi 400\text{m/m}$ 로 적용	터널내 통수량에 비해 중배수관 규격이 과다적용	

4. 터널 중배수관 용량검토

터널 중배수관은 노면배수 수량과 배면배수 수량을 처리하기 위한 용량으로 설계
되어야 하며 검토항목은 벽면세정수, 화재시의 소화용수, 수분무용수 및 측벽유입수
등이 있다

가. 대상수량계산

1) 터널세정수

세정수: 15 l/m 세정속도 : 1.0 Km/h

$$Q = (15 \div 1,000 \text{ m}^3) \times 1,000\text{m/h} \times 1/60 = 0.25 \text{ m}^3/\text{min}$$

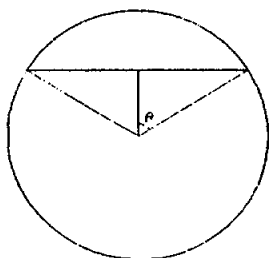
2) 소화용수 : $0.15 \text{ m}^3/\text{min}$

3) 터널측벽 유입수 : $0.5\text{--}1.5 \text{ m}^3/\text{min/Km}$

$$\therefore \text{대상수량} = 0.25 + 0.15 + (1.5 \times 2\text{Km}) = 3.4 \text{ m}^3/\text{min} (\text{연장 } 2,000\text{m} \text{ 터널 적용시})$$

나. 중배수관 용량

1) $\phi 400\text{m/m}$ 사용시



$$A = \pi d^2 / 4 (1 - 2\theta / 360) + r^2 \sin \theta \cos \theta$$

$$= 1,078 \text{ cm}^2 = 0.1078 \text{ m}^2$$

$$R = A/P = A / [\pi d (1 - 2\theta / 360)] \approx 0.1217 \text{ m}$$

$$n = 0.013 \quad \theta = 53.13^\circ$$

$I = 0.5 \%$ (터널중단구배 권장값 $0.3 - 2\%$ 중
불리한 조건 대입)

$$Q = AV = A \cdot 1/nR^{2/3} I^{1/2} \times 60$$

$$= 0.1078 \times 1/0.013 \times (0.1217)^{2/3} \times (0.005)^{1/2} \times 60$$

$$= 8.64 \text{ m}^3/\text{min}$$

- 2) $\phi 300\text{m/m}$ 사용시
 $A=0.0606 \text{ m}^2$ $R= 0.0913\text{m}$
 $Q= 4.01 \text{ m}^3/\text{min}$
- 3) $\phi 200\text{m/m}$ 사용시
 $A=0.0269 \text{ m}^2$ $R= 0.061\text{m}$
 $Q= 1.360 \text{ m}^3/\text{min}$

∴ 연장 2,000m 이하의 터널인 경우 $\phi 300\text{m/m}$ 로 충분한 배수능력을 발휘할 수 있음 (단 연장 2,000m 이상인 터널 및 특수한 경우는 별도 용량 계산에 의해 배수관 단면 결정)

5. 각안별 비교

구분		현설계	1 안	2 안	비고
재질		고강도 폴리에틸렌관 (T.H.P관)	스파이럴썸다트 (t=0.4m/m 아연도강판)	원심력 철근콘크리트관	
설치비 (m당)	$\phi 400 \text{ m/m}$	10,630원	9,178원	31,942원	
	$\phi 300 \text{ m/m}$	6,060원	5,956원	28,626원	
장.단점		· 무게가 가벼워 시공성 양호 · 시공비용이 다소 저렴 · 대형 화재사고 발생시 연소되어 유독가스발생 우려	· 시공성양호 · 시공비용 저렴 · 화재 발생시 불연소	· 무게가 무거워 시공성불량 · 시공비용 고가 · 라이닝 배면 배수관 연결부위 조잡시공 우려	
km당 공사비 증감		△4,510만원	△5,470만원	2,460만원	일방향 기준
공사비 증감	재질 및 규격 변경	△16.9억원	△21.1억원	121.5억원	· 설계 및 시공 중인 터널적용 · T.H.P관 ($\phi 400\text{m/m}$) 기준 · 제잡비50% 적용
	내공 단면 축소	△38.6억원	△50.1억원	△36.2억원	
	계	△55.5억원	△71.2억원	85.3억원	

※ 내공단면축소 도면 : 불임참조

6. 검토의견

터널내 배수관은 미국 국가규격(NFPA 502)에 의하면 터널내 대형화재 사고 발생시 유출된 기름에 의한 2차발화로 유독가스가 발생되어 인명 피해가 우려되므로 불연성 재질로 설계할 것을 권장하고 있어,

배수관 재질별 경제성,안전성,시공성을 검토한 결과 스파이럴썸닥트관으로 변경하고, 연장 2,000m이하인 터널은 배수관 규격을 $\phi 300\text{m/m}$ 로 축소하여 적용함이 타당한 것으로 사료됨

7. 적용방안

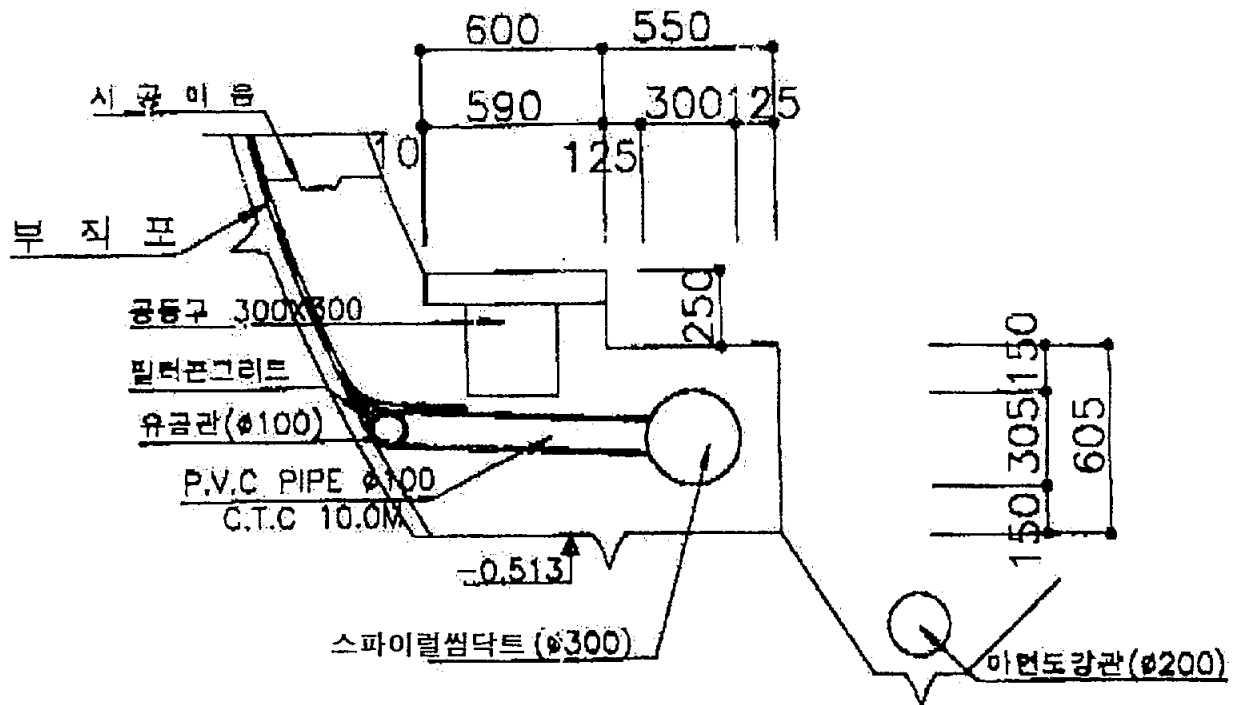
구 분		중배수관규격및재질	터널단면	비고
설계중인 터널		스파이럴썸닥트관 ($\phi 300\text{m/m}$)적용	굴착 단면축소	연장 2,000m 이상 및 특수한 경우 배 수용량 계산결과 $\phi 300\text{m/m}$ 로 부족 시 터널중배수관 재질은 개선방안대 로 스파이럴썸닥트 관을 적용하고 규 격은 계산값 적용
시공중인 터널	공사 미착수 터널	"	"	"
	공사착수 터널	스파이럴썸닥트관 ($\phi 400\text{m/m}$)적용	설계단면적용	

※ 배수관규격 및 재질,굴착 단면변화 : 표준도 수정

터널 공동구 배수구 상세도(변경)

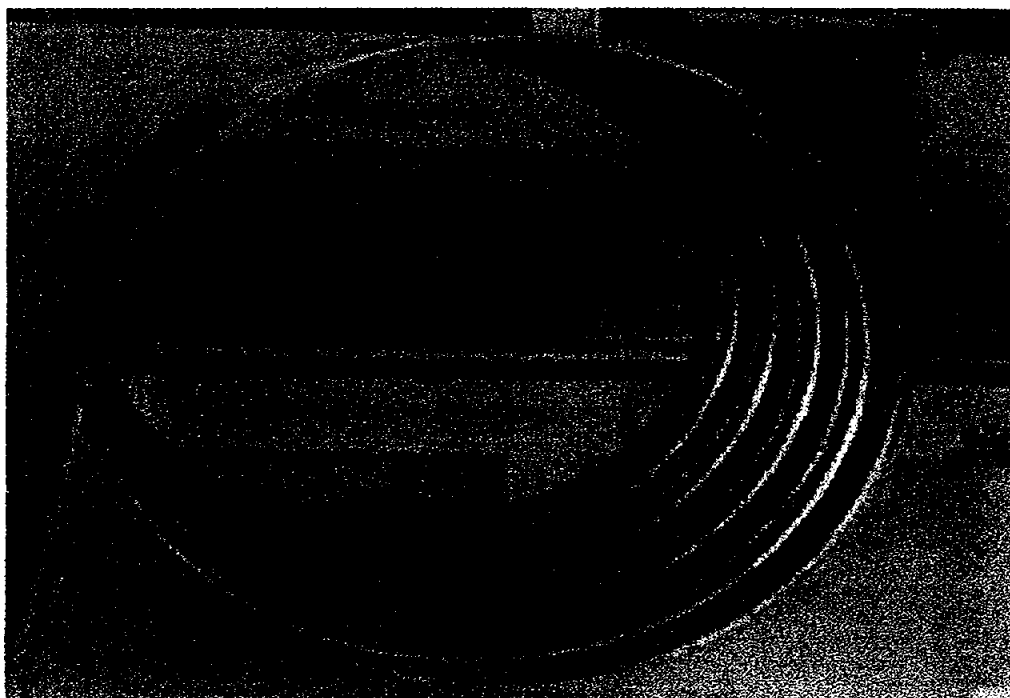
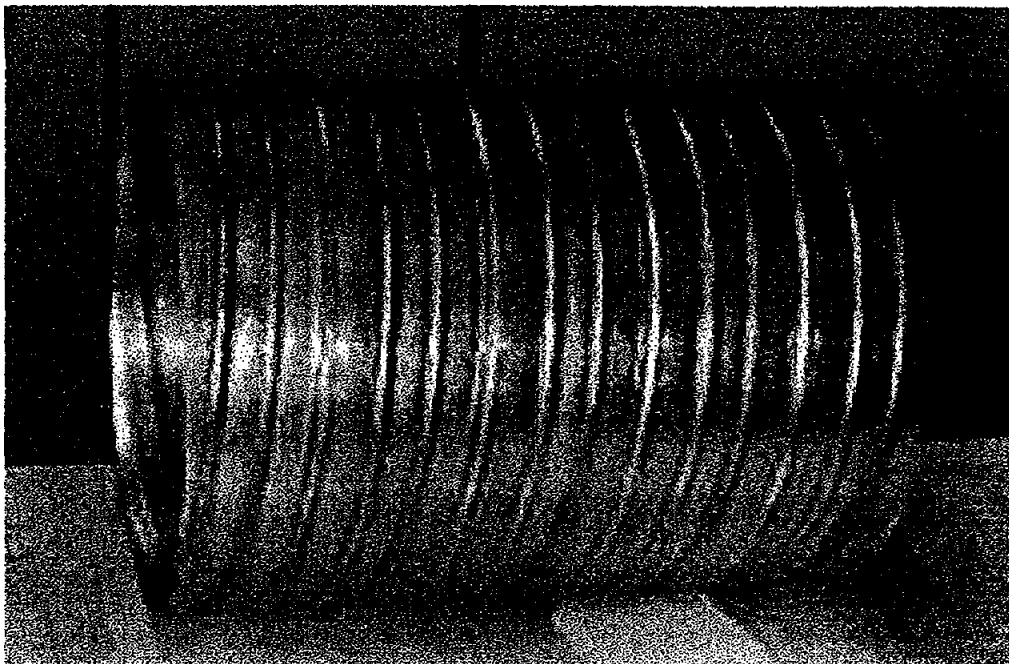
배수상세도 (1)

단면도(추월선측)



$$\text{내공단면감소 } A = 0.232 - (0.232 \div 50) = 0.227\text{m}^3$$

(50m마다 1m씩 설치되는 집수정 구간은 원설계 단면적용)



1. 검토목적

터널 지질조사를 위한 물리탐사 방법으로 시행중인 탄성파탐사의 단점을 보완하기 위하여 전기비저항 탐사의 적용성에 대해 검토코자함

2. 물리탐사방법

전기탐사, 전자탐사, 탄성파탐사, 중력탐사, 자력탐사, 방사능탐사

3. 현재 지질조사 설계현황

조사위치	조사항목	최소 조사빈도	비 고
터널부	Boring	· 터널 개소당 3개소 및 · 300m마다 1개소	
	탄성파탐사	· 터널전연장	

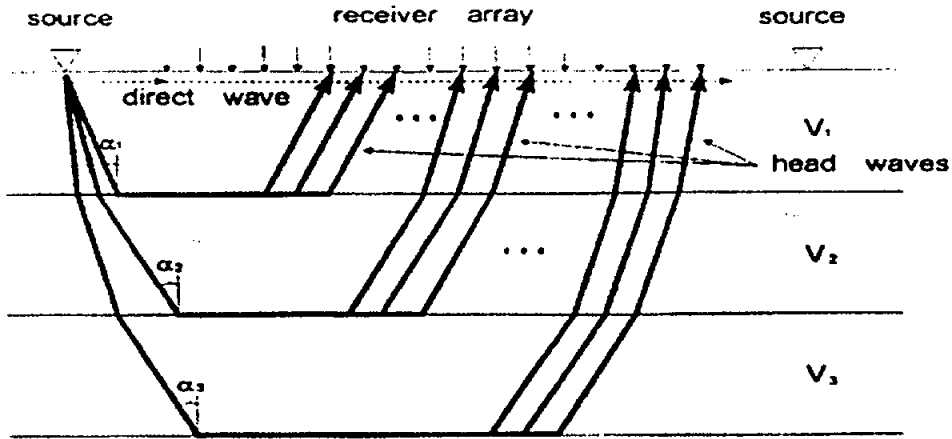
4. 탄성파탐사

가. 개 요

지층속을 전파하는 탄성파는 지층의 기하학적, 물리학적 성질이 달라지는 곳에서 반사, 굴절, 회절등의 현상을 일으키며 그 전파경로가 달라지는데 탄성파탐사는 이러한 성질을 이용하여 지하지질 구조 및 물리적인 성질에 관한 정보를 얻는 방법으로 측정방법, 전산처리 및 해석방법에 따라 굴절법과 반사법으로 나눌수 있다

나. 측정방법(굴절법)

- 1) 지표상에서 인위적으로 탄성파를 발생시켜 지하매질을 통과하여 수진기에 도달되는 직접파 및 선두파의 도달시간을 측정하여 지층경계면의 깊이와 경계면 상, 하부 지층의 탄성파 속도를 구하는 방법
- 2) 조사대상 지역의 지질구조가 층서적이면서 하부층의 탄성파 속도가 상부층에 비해 점진적으로 증가하는 지역에서 좋은 탐사결과를 얻을 수있다
- 3) 탄성파 발생방법 : 화약, 해머, weight drop, 탄성파 탐사용총



탄성과 굴절법 탐사의 발생원 수진기 배열 및 파선허로

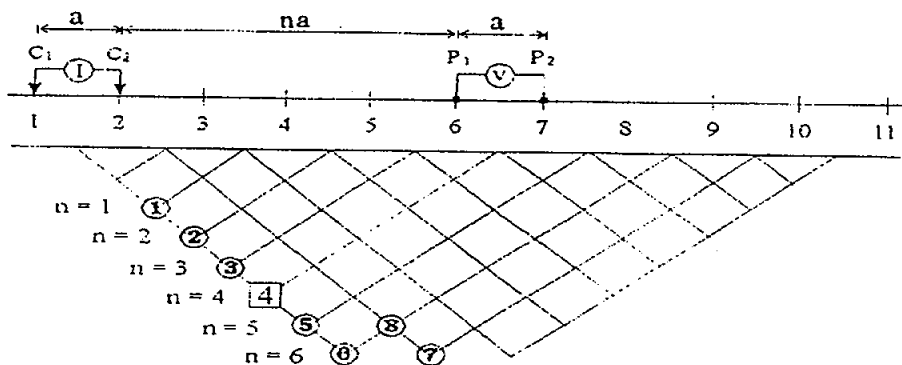
5. 전기 비저항탐사

가. 개 요

지하매질의 전기비저항 차이에 의해 야기되는 이상(異常, anomalous) 전위차를 측정하고 이를 정밀해석 함으로써 지하구조를 규명하는 방법

나. 측정방법

사용하는 전류전극과 전위전극의 종류, 배열방법에 따라 웨너배열, 슬림버저배열, 쌍극자 배열 등이 있으나 주로 2차원 탐사인 쌍극자 배열을 많이 사용



쌍극자 배열 전기 비저항탐사에서 전극배치와 겉보기 비저항 가단면도 작성법

6. 탄성과 탐사(굴절법)와 전기비저항 탐사의 비교

구 분	탄 성 파 탐 사(굴절법)	전 기 비 저 항 탐 사
개 요	지하물질에 대한 탄성과 속도를 측정하여 지층분포 상태 파악 및 구성재료의 물성을 파악하는 탐사법	지반의 화학적 물질상태와 함수상태에 따라 전기비저항치가 달라지는 점을 이용하여 지반상태 규명 및 지하수 파쇄대 등을 확인할수 있는 탐사법
장 · 단점	· 암반의 등급 구분이 용이함 · 암종류별로 탄성과속도 적용 기준치가 있음 · 지층의 변화가 심하지 않는 경우에는 암반등급 구분이 용이 · 심도에 따라 암반의 등급 변화가 심한 경우는 감지가 불가능 · 소음이 심한 지역에서는 자료가 부정확함 · 탄성과 속도가 느린 연약층이 속도가 빠른 경암층 밑에 있을 경우 확인불가 · 가능탐사 심도가 낮음	· 구조적 이상대(공동,단층,석회암, 석탄층등 연약대)의 구분이 용이함 · 기반암 분포상태 규명이 확실 · 전극 폴간격을 조정하므로 탐사 심도가 비교적 깊음 · 암종류별 적용기준치가 없어 일정구역내 토질별 전기비저항치에 따라 상대평가만 가능 · 측정시의 환경(일기, 온도변화)에 따라 비저항치의 오차가 있음 · 수분이 많은 하천, 논지역은 적용이 곤란 · 다층구조에서는 탐사결과를 시추 조사와 비교가 필요함
탐사비용	700 - 800 만원/Km	1,000 - 1,200 만원/Km

7. 검토의견

- 터널구간에 대한 현재의 조사방법은 국부적으로 수행된 시추조사 자료와 탄성파탐사 결과를 토대로 터널 전연장에 대한 암질상태를 추정하여 지보패턴을 설계함으로써 지층의 변화가 심한 경우 공사중 잦은 설계변경 및 위험요소에 대한 대비책이 미비한 실정이고
- 탄성파 탐사로는 암질을 세분화 할 수 있는 상세정보를 얻기 힘들므로 터널 지질조사시 필요한 구간에 한하여 현재 시행중인 탄성파탐사에 암반분류 및 단층,파쇄대등 이상대의 상세정보 파악이 가능한 전기 비저항 정밀탐사를 추가로 실시하여 취약구간에 대한 사전정보를 제공함으로써 안전한 시공을 도모하고, 상세한 암질분석에 의한 지보패턴 설계가 되도록 할 필요성이 있는 것으로 사료됨

8. 적용방안

- 전기 비저항 정밀탐사는 터널이 통과하는 구간의 지형조건, 지질도등 사전조사결과 단층 및 연약대(석회암, 석탄층)가 있는 경우는 필요한 연장만큼 설계 반영후 정산하고
- 기타지역은 탄성파 탐사결과 이상대 유무 및 가탐심도등을 고려하여 추가정보 획득이 필요하다고 판단되는 경우 해당 연장만큼 설계변경하여 추가로 적용할 수 있도록 과업지시서에 명기

1. 검토목적

터널 내장은 대상터널의 연장, 교통량, 기하구조, 대형차량 혼입율, 시공성, 경제성 등을 종합적으로 판단하여 설치높이를 선정하여야 하므로 이에 대한 기준을 수립코자 함.

2. 터널 내장재의 역할(설치목적)

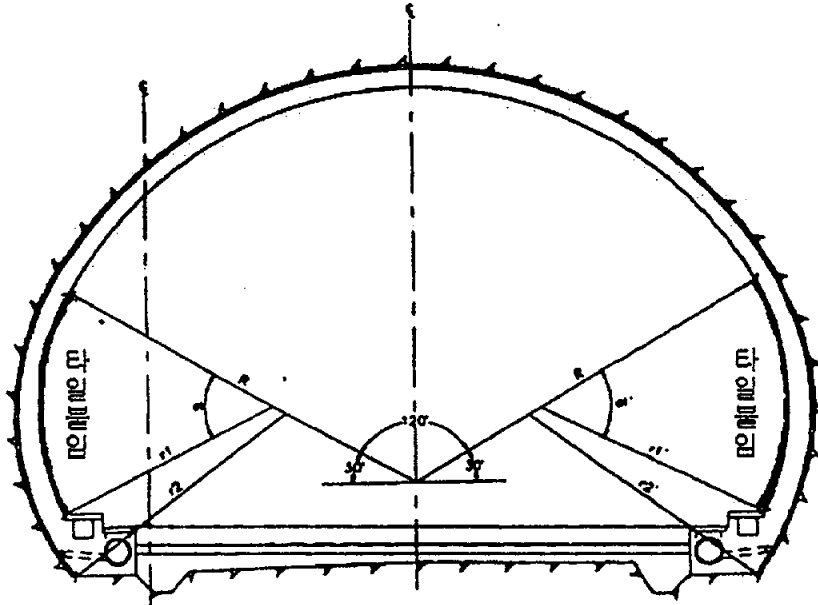
- 가. 전방차량이나 장애물의 배경이되며 시인성 향상을 도모하여 적절한 시거 환경을 확보
- 나. 미관 개선으로 운전자 불쾌감 해소
- 다. 터널 벽면의 위치를 운전자에게 인식시키고 시선유도 효과를 향상시켜 교통안전을 도모

3. 터널 내장재의 구비조건

- 가. 한정된 내공단면을 유효하게 이용할수 있는 형상을 유지할 것.
- 나. 오염이 잘 부착되지 않고 청소가 용이할 것.
- 다. 내식(耐蝕), 내후성(耐候性), 미관이 우수할 것.
- 라. 동결융해에 의한 재질변화가 적을 것.
- 마. 내화성이 우수하고 화재시 유독가스가 발생하지 않을 것.
- 바. 경제적인 시공 및 효율적인 유지관리가 가능할 것.

4. 현행 설계방법

터널의 연장, 기하구조, 교통량 등을 고려치 않고 일방향 차로수별로 터널 단면중 내공 반지름에 따라 공동구 상단에서 일률적인 높이를 적용



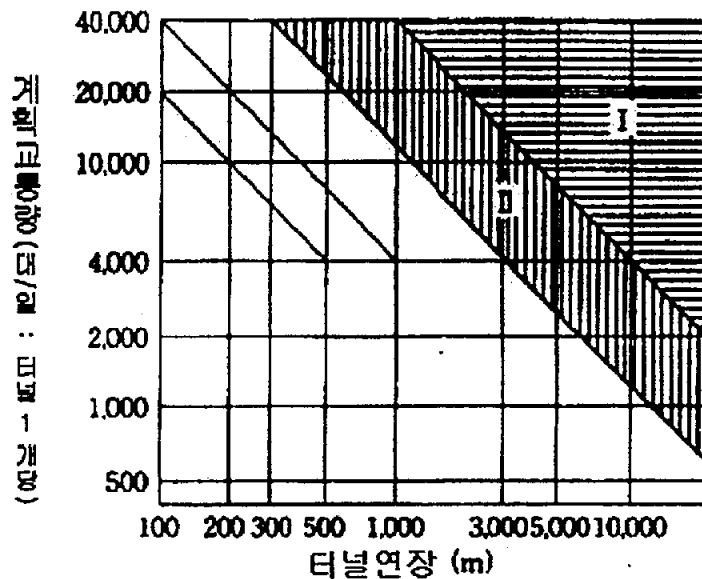
일방향 차로수	타일설치 높이(m)		비고
	주행선측	추월선측	
2차로	4.024	3.832	편구배 2% 기준
3차로	3.75	3.522	
4차로	4.40	4.132	

5. 문제점

- 가. 터널의 선형, 연장, 교통량 등을 고려하지 않고 일정한 높이로 타일을 설치함으로 인해 경제성 결여
- 나. 라이닝 벽면 하단부터 타일을 설치하여 터널청소시 효율저하
- 다. 합리적인 내장재 설치 높이에 대한 기준 미정립

6. 외국의 설치기준(일본도로공단)

○터널 내장재는 모든 터널에 설치할 필요가 있으나, 경제성을 고려하여 원칙적으로 다음 표에 의한 내장 등급구분 I 및 II의 터널에 설치



내장공의 적용범위와 내장등급

구 분	설 치 높 이	비 고
내장등급구분 I	대형차 운전자 시선높이 2.5m를 중심으로한 수평 및 부각(俯角)을 고려하여 약 3m정도 설치	
내장등급구분 II	승용차 운전자 시선높이 1.2m를 중심으로 한 양각(仰角) 및 부각(俯角)을 고려하여 약 2m 정도 설치	

○단, 내장등급구분 I, II에 해당되지 않는 터널이라도 종단구배 3%이상, 곡률반경 500m이하, 대형차 혼입율이 높을것으로 예상되는 경우, 터널이 연속되어 있는 구간에서는 내장재를 설치 할수 있음

7. 설치기준(안)

가. 내장재의 설치높이

외국의 사례를 참고하여 다음과 같이 적용

터널연장	설치높이 (m)	비고
300m 미만	미설치	
300m이상~1,000m미만	2.0m	
1,000m이상	3.0m	

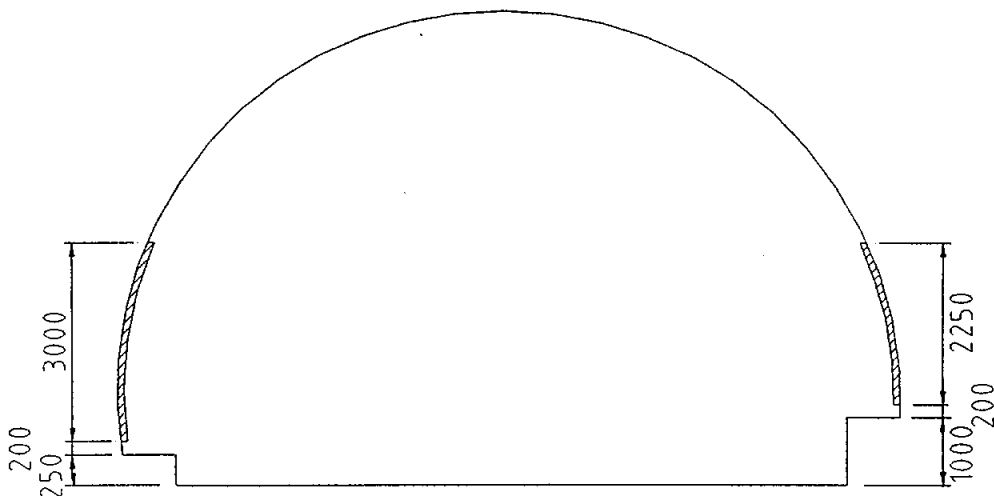
※ 단, 연장 300m미만의 터널이라도 종단구배 3%이상, 평면 곡선반경 500m이하, 대형차 혼입율이 높을것으로 예상되는 경우, 터널이 연속되어 있는 구간에서는 내장재를 설치 할수 있다.

※ 검사원 통로 설치시 청소차량의 작업효율 등을 고려하여 검사원 통로 하단에는 내장재를 설치하지 않음

※ 분리형 터널이 아닌 2-Arch터널과 같이 차량 진행방향 좌측에 설치되는 벽체의 경우는 내장재 설치여부와 높이를 별도로 검토하여 적용

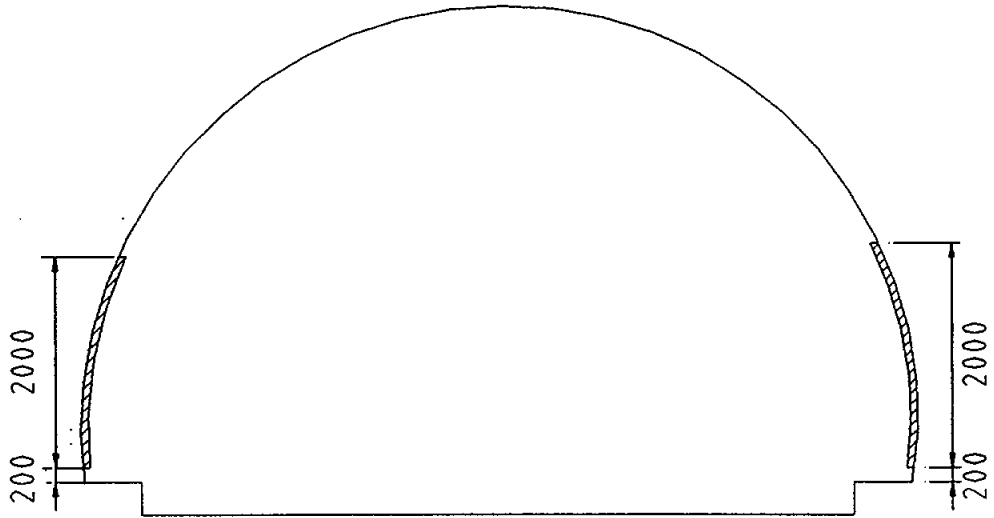
나. 세부설치 예(단위mm)

① 3m 설치 구간



※ 검사원 통로가 없는 경우 : 좌측 단면과 동일하게 시행

② 2m 설치구간



8. 기대효과

가. 합리적인 내장재 설치 높이 기준 정립으로 공사비 절감(383억원)

- 시공중인 터널 : 73개소/193억원
- 설계완료후 미발주 터널 : 60개소/175억원
- 설계중인 터널 : 8개소/15억원

나. 유지관리의 효율성 증대 및 예산절감

9. 적용방안

가. 설계중 및 미발주 터널 : 검토안으로 변경 적용

나. 시공중인 터널 : 공사 시행부서에서 현장여건을 감안하여 적용

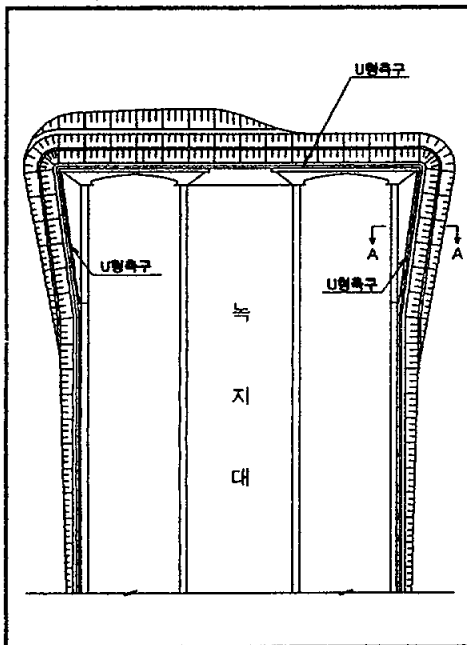
1.검토목적

- 면벽식 갱문 배면 법면부의 합리적인 배수처리 방안 수립
- 시공성,유지관리,경제성 및 미관 개선

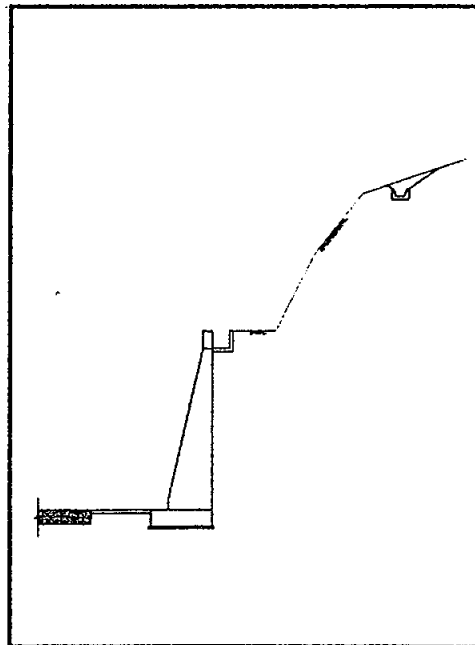
2.현행 배수처리방법 및 실태

가.배수처리 방법

■ 평 면 도



■ 단 면 도



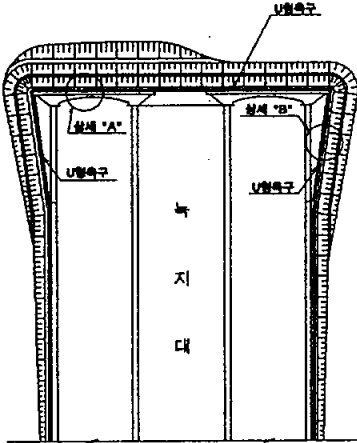
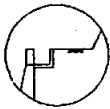
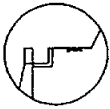
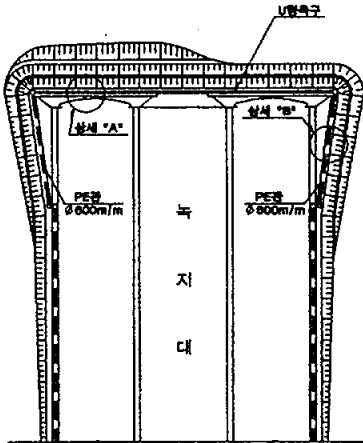
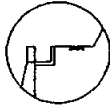
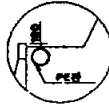
○ 배수구조

- 면벽배면 : U형 측구
- 옹벽측면 : U형 측구

나.실태

- 법면에서 U형측구로 유입되는 배수량이 적음
- 측면부가 U형 측구로 되어 있어 낙엽등 이물질이 유입되어 잦은 청소 요인 발생
- U형측구의 시공성,유지관리,경제성,미관불량

3.개선방향

구분		현행	개선	비고
개요		· 배면부 : U형측구 · 측면부 : U형측구	· 배면부 : U형측구 · 측면부 : PIPE설치 (PE관 : 600mm)	
평면도		  	  	
장단점	배수처리	양호	양호	
	시공성	보통	양호	
	유지관리	다소 불량	양호	
	비관	보통	양호	
	공사비	97,000원/M	76,000원/M	
건의			◎	

4.검토의견

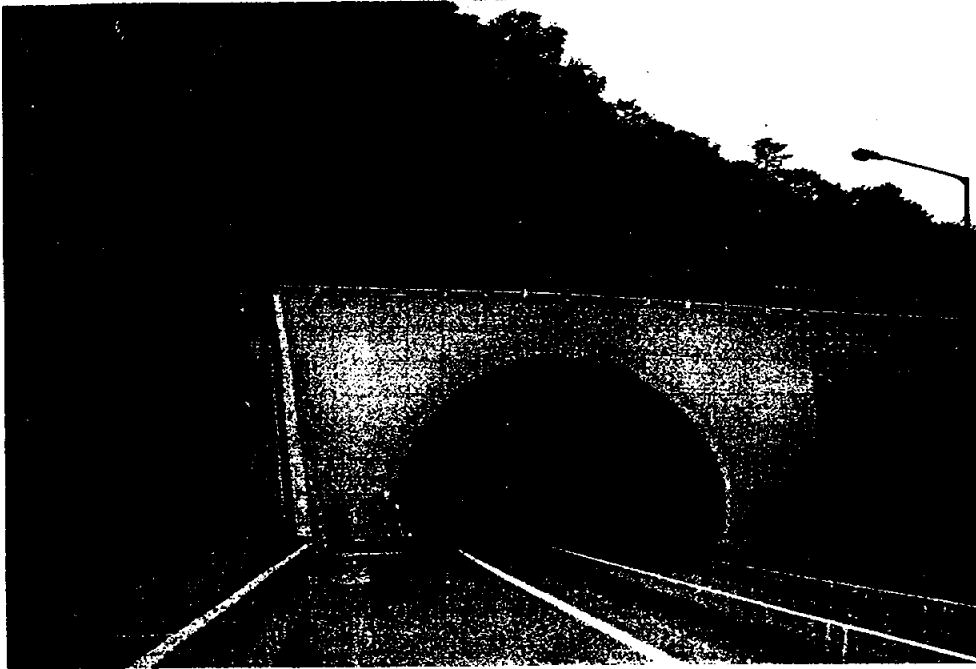
- 현재 먼벽식 터널갱구부 배면,측면부 배수처리는 U형측구를 이용하여 처리되고 있으나 대부분의 경우 배수량이 극히적고
- 측면부 U형측구는 시공성이 불량하고 낙엽등 이물질 유입으로 잦은 청소가 필요하는등 유지관리가 불리하며 공사비가 고가임
- 따라서,이물질 유입을 최소화 할 수 있고 수목을 식재하여 미관을 개선할 수 있는 개선안이 타당하다고 판단됨

5.적용방안

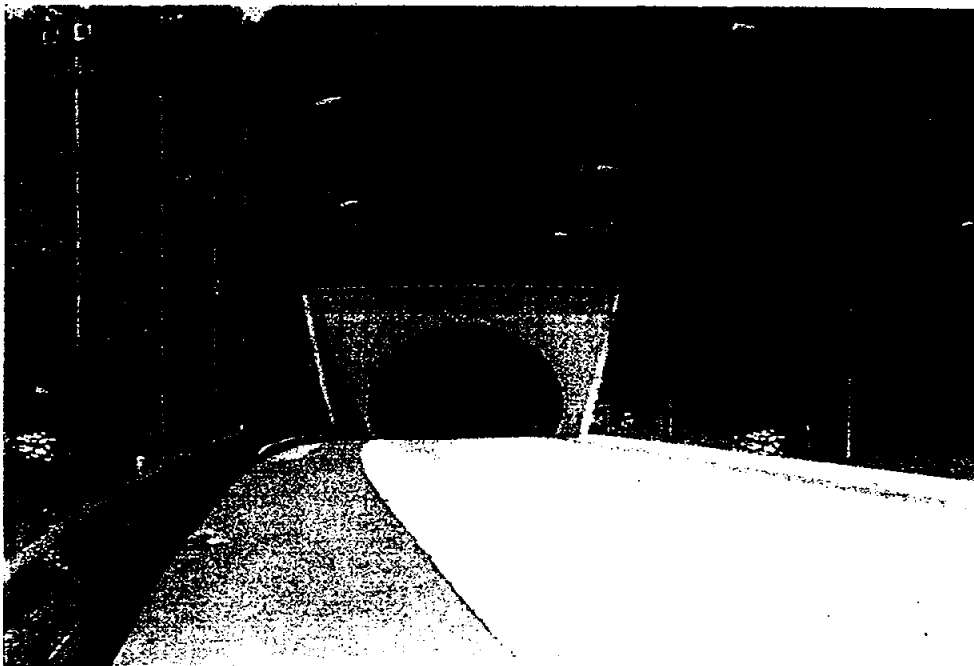
- 2000. 1월이후 실시설계준공 예정노선부터 적용

사 진 대 지

측면부 : U형측구 설치



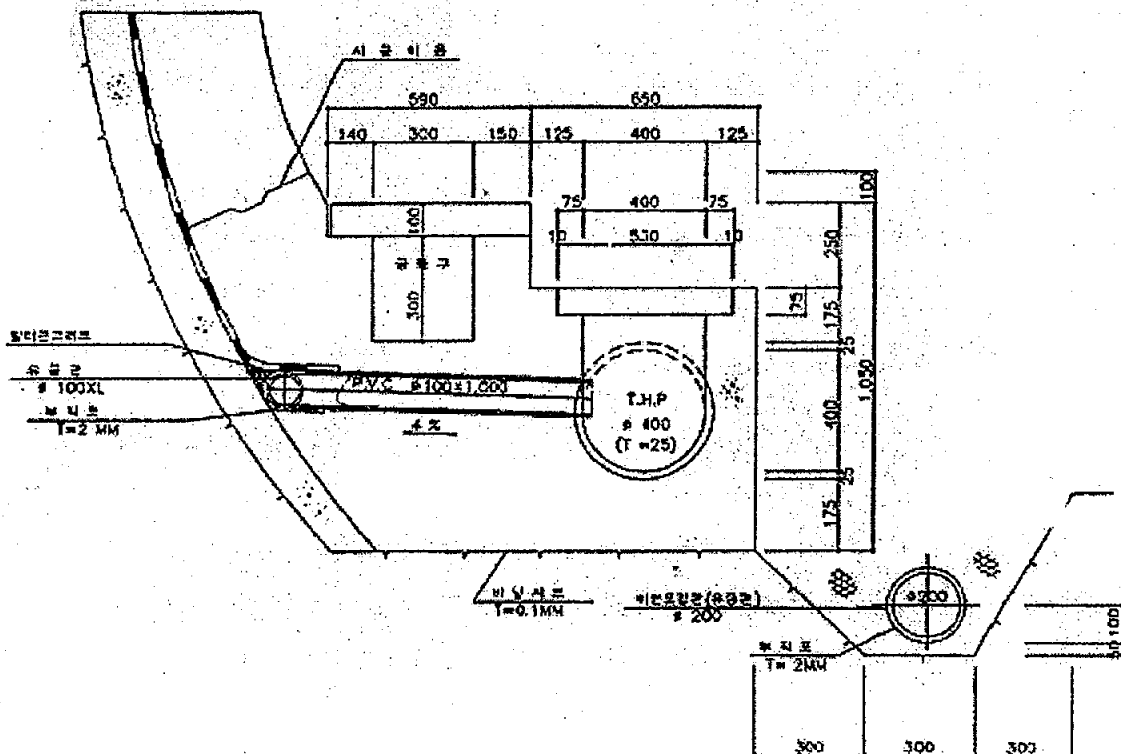
측면부 : PIPE 설치



1. 추진배경

현재 인력타설에 의한 터널 공동구 시공을 SLIP FORM PAVER에 의한 기계타설로 변경 검토하여 시공성 향상, 공기단축, 공사비 절감에 이바지 하고자 함.

2. 터널 배수 표준도



※ 터널연장 1km 미만의 공동구 및 배수시설 상세도임.

3. 시 험 시 공 결 과

가. 개 요

□ 시공기간 : '99. 8. 11~13, 8. 16~19 (6일간)

□ 장 소 : 대전~통영간 고속도로 건설공사 제2공구

□ 대상터널

- 터 널 명 : 마달터널(상)
- 연 장 : $L = 720 \text{ m}$
- 차 로 수 : 2 차로
- 공동구 규격 : $300\text{mm} \times 300\text{mm}$

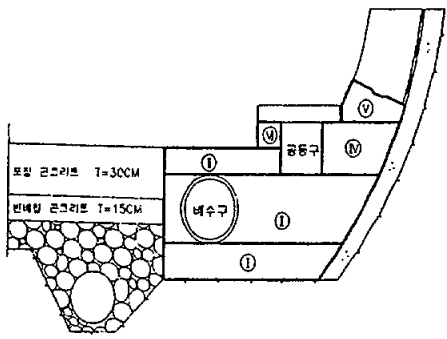
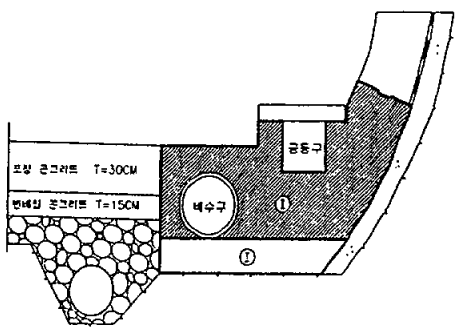
□ 투입장비

- 콘크리트 운반 : 저슬럼프용 AGITATOR 4대
- 기계시공 장비 : WIRTGEN SP 250 1대
- 백 호우 (0.6m^3) : 1대
- 덤프 트럭 : 1대

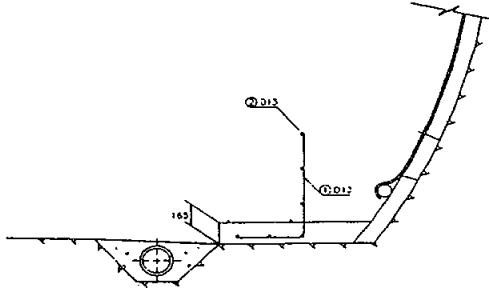
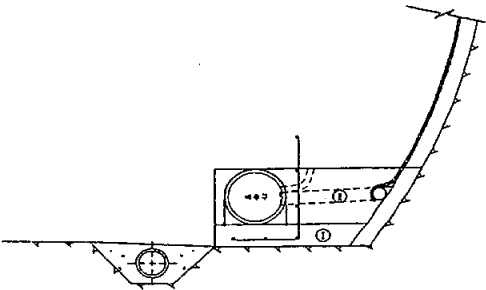
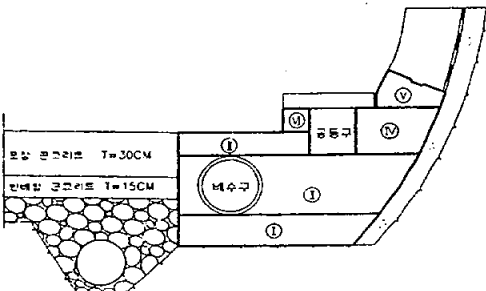
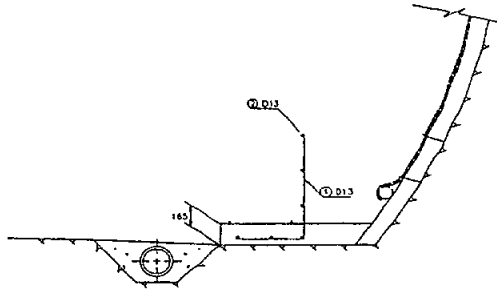
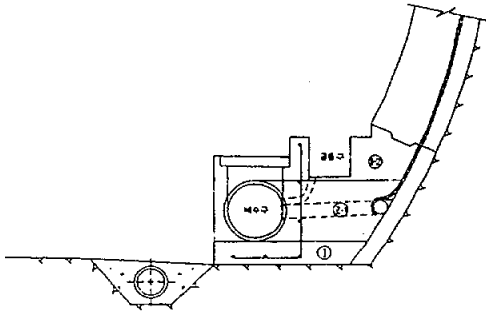
□ 콘크리트

- 골재최대치수 : $\phi 19\text{mm}$
- 압 축 강 도 : 240 kg/cm^2
- 슬 럽 프 : 2cm

나. 시공방법 비교

구분	인 력 타 설	기 계 타 설
개 요 도	◦ 인력에 의한 6단계 시공.  ①-②-③-④-⑤-⑥ : 6단계(인력타설)	◦ Slip Form Paver에 의한 2단계 시공.  ① : 인력타설 ② : 기계타설
장 , 단 점	◦ 다단계 시공으로 조잡시공이 우려됨. ◦ 시공속도가 느림. ◦ 선형 불량. ◦ 시공조인트 과다로 구조적으로 취약. ◦ 공사비가 고가.	◦ 시공성이 우수하고, 품질관리가 용이. ◦ 시공속도가 빨라 공기단축 가능. ◦ 선형 우수. ◦ 공사비가 저렴. (인력시공 대비 25,000원/m 절감)

다. 단계별 시공순서 비교

인 력 타 설	기 계 타 설
① 단계 - 터널 바닥정리 및 철근배근 1차 콘크리트 타설  ② 단계 - 배수, 전기, 소방관 설치 2차 콘크리트 타설  ③ ~ ⑥ 단계 - 단계별 콘크리트 타설 	① 단계 - 터널 바닥정리 및 철근배근 1차 콘크리트 타설  ② 단계 - 배수, 전기, 소방관 설치 - 기계타설 전 B/H 포설 - 기계타설 (WIRTGEN SP 250)  - ① 단계 : 인력타설 - ②-1 단계 : B/H타설 - ②-2 단계 : 기계타설

라. 시험시공 결과

- 배수관 기초 콘크리트는 인력으로 타설 한다.
- 기계타설시 백호우로 터널 여굴부등을 사전 포설 하여야만 SLIP FORM PAVER에 의한 기계타설이 무리없이 진행된다.
- 시공속도가 빨라 공기를 획기적으로 단축시킨다.
 - 공동구 200m를 시공시
 - 인력시공 : 2개월 소요
 - 기계시공 : 1일 소요
- 시공단계를 6→2단계로 대폭 줄여 시공성이 우수하고 시공 이음 과다로 인한 구조적인 취약부가 발생하지 않는다.
- 기계시공으로 선형 및 주행성이 크게 향상 된다.
- 기계타설전 콘크리트속에 묻힐 각종 배관등은 사전설치 하였으나 변형이나 위치이동은 없었다.
 - 각종 배수관(Ø400, Ø100, Ø50)은 기 배근된 철근을(D13) 이용 고정.
 - 집수정(50m간격) 부분은 거푸집을 사전 설치하고 공동구 시공시 Block-Out후 추후 콘크리트 시공.
 - 소화전(50m간격)과 긴급전화기(100m간격) 인입선 관로 고정
- 터널 입,출구부 27m는 온도영향을 고려 신축이음을 설치해야 하므로 공동구를 인력으로 시공한다.
- 줄눈 설치
 - 수축줄눈 : 라이닝 시공이음부를 기준 9m간격 설치
 - 신축줄눈 : 터널 입,출구부 27m 및 시공 이음부

4. 터널 공동구 미시공 현황

구 분	대 상 터 널	공동구 연장
터널연장 1km 이하	종천터널외 33개소	82,103 m
터널연장 1km 이상	차령터널외 15개소	119,208m

※ 대상터널 세부내역은 별첨 참조

5. 공사비 비교

○ 터널 공동구를 기계타설로 변경시공시 인력타설과 비교하면
1m당 공사비가 25,051원 절감 되므로,

○ 공동구가 미시공된 구간중 장대터널을 제외한 전체노선의
공사비 절감 가능액은 1,872 백만원

(계산) $(82,103\text{m} - \underset{\text{입출구27m}}{7,344\text{m}}) \times 25,051\text{원/m} = 1,872,787,709\text{원}$

※ 장대터널은 공동구 규격이 크므로 시험시공 실시후 적용여부 결정

6. 결 론

터널 공동구 시공은 공사기간 단축, 시공성 향상, 선형성 확보
시공조인트 과다로 인한 구조적 취약점 개선, 공사비 절감에
크게 기여할 수 있는 기계시공으로 변경 시공.

(단, 공동구 규격이 큰 장대터널은 시험시공후 추후 결정.)

※장대터널은 2000년초 대진1사업소에서 시험시공 예정임.

□ 적 용 방 안

- 설계용역 : 설계중 및 향후 발주노선에 적용.
- 현 장 : 공동구가 미시공된 터널은 기계타설로 변경 시공.

□ 침 부 자 료 □

- ◇ 공동구 시공단가 비교표
- ◇ 터널 공동구 기계시공 단가 산출서
- ◇ 기계시공 사진첩

○ 공동구 시공단가 비교표

구 분		단 가	인력 타설		기계 타설		비 고
			수 량	금 액	수 량	금 액	
공사비 계				67,846		42,795 (△)25,051	제잡비 : 50%
계				45,231		28,530	
거푸집(3회:m ²)		17,004	1.65	28,057	0.175	2,976	
콘크리트 타설(m ³)	인력	17,400	0.987	17,174	0.191	3,323	
콘크리트 타설(m)	기계	22,231	-	-	1	22,231	

※ 상기 수량 및 단가는 표준도에 따라 달라 질수 있음.

○ 터널공동구 기계시공 단가 산출서

종류	산출내역	경비	노무비	재료비	합계
5-05-M	606M000 품종구 기계타설 : M				

1. 생산

1 시멘트 I회석(R=19)I 모래 I 혼화제 I SLUMP I

1 319 KG I 976 KG I 894 KG 10.319 KG 2.5 CM I

I(325) I (1000) I(983) I I I

SIGNA28=240 (KG/CM2) A.E 재 : 시멘트량의 0.1%

조판재 : 강철 R = 19 M/M , 단위수량 150 (KG/M3)

• 모래, 자갈 비율

모래 : 894 / 1600=0.559 모래 : 49%

자갈 : 976 / 1700=0.574 자갈 : 51%

계 : 1,133 M3

콘크리트 B/P 생산 (B/P 120 M3/HR)

CM= 1.5

E = 0.7

Q = 1.5(M3) <SLUMP 5 CM 이하>

QB = (60 * Q * E) / CM = 42.00 (M3/HR)

※콘크리트취리시작 작업능력 QP1 = 17.89 (M3/HR)

1) 콘크리트 B/P 사용료

B/P (120 M3/HR) : [E31041]

경비 : 75357.00 / QP1 = 4258.13

노무비 : 32925.30 / QP1 = 1840.38

재료비 : 20214.72 * (QP1 / QB) / QP1 = 624.16

2) 골재주입 (제이로드 1.34 M3 타이어) : [E04051]

공 용	산 출 내 역	경 비	노 무 비	재 료 비	합 계

가) 모래 : $(QM) \cdot 3600 \cdot 1.34 \cdot 1.2 \cdot 1.0 \cdot 0.75 / 34.4 = 126.21 \text{ (M3/HR)}$

나) 자갈 : $(QS) \cdot 3600 \cdot 1.34 \cdot 1.0 \cdot 1.0 \cdot 0.6 / 38.4 = 75.38 \text{ (M3/HR)}$

• 펌프코다 투입능력

$Q1 = QM + 0.49 + QS + 0.51 = 100.29 \text{ (M3/HR)}$

• 플랜트공제 투입량

$Q2 = (0.976 / 1.700 + 0.294 / 1.600) \cdot QP1 \text{ (M3/HR)} = 20.27 \text{ (M3/HR)}$

경 비 : 11986.43 / $QP1 = 670.00$

노무비 : 18035.89 / $QP1 = 1028.15$

재료비 : 6179.56 / $QP1 \cdot (Q2 / Q1) = 68.81$

3) 물 운반비 (5500 L WATER TANK 사용)

배수함 BASIC (B21900000) 참조

경 비 : 623.00 + 0.150 = 93.45

노무비 : 1594.00 + 0.150 = 239.10

재료비 : 618.00 + 0.150 = 92.70

4) 모래 구입 및 운반 : 별도계상

5) 자석공제 구입 및 운반 (최소 D=19 M/W) : 별도계상

6) A, B 계

재료비 : $0.319 \text{ (KG)} \cdot 1300.00 = 414.70$

7) 시멘트 구입 및 운반 : 별도계상

8) 프랜즈가공시 보조인원

$Q = QP1 \text{ (M3/HR)} \cdot 2 \text{ (HR/DAY)} = 143.12 \text{ (M3/DAY)}$

보충인부 : 3 (인) $\cdot 33755.00 / Q = 707.55$

소 계 : 단위보장 [1.02+0.914]

4690.84

3632.26

1120.01

9349.11

2. 운 반

(B/T-현장) (콘크리트믹서 트럭 8 M3) : (E27111)

$Q1 = 6 \text{ (M3)}$

$E = 0.95$

$T1 = 6 / 28 \cdot 60 = 12.85 \text{ (MIN)}$

공정	산출내역	강	비	노무비	재료비	합계

$$T2 = 13.89 = 13.89$$

$$T3=3.6 \quad T4=7.5$$

$$CM=T1 + T2 + T3 + T4 = 37.74 \text{ (MIN)}$$

$$Q = (60 + Q1 \times E) / CM = 9.06 \text{ (M3/HR)}$$

$$\text{강 비} : 15831.81 / Q = 1857.81$$

$$\text{노무비} : 10288.84 / Q = 1136.73$$

$$\text{재료비} : 10561.68 / Q \times T2 / CM = 428.64$$

$$\text{소 계 : 단위보장 [1.02+0.014]}$$

1731.99

1058.75

390.61

3191.36

3. 포설

가) 구제콘크리트포설 (콘크리트 펌프) (0.556 M3/M)

1) 콘크리트 펌프 (타널공통구)

정소 및 가이드라인 설치 : 1 인

콘크리트 펌프 작업원 : 2 인

조인트 설치 : 1 인

면정리 마장 : 1 인

$$\text{인 부 (A1)} = 5 \text{ <인> } \times 33755.00 = 168775.00$$

$$\text{비 장 공 (A2)} = 1 \text{ <인> } \times 59541.00 = 59541.00$$

$$\text{계 (A3)} = A1 + A2 = 228316.00$$

콘크리트 펌프 (타널공통구)의 능력

$$QP1 = 0.556 \times 25 \text{ (M/HR)} + 0.9 = 12.51 \text{ (M3/HR)}$$

$$\text{노무비} : A3 / (QP1 \times 8) = 2281.39$$

2) 타널공통구 콘크리트 타설 : [B74011]

사용장비 : 콘크리트 펌프 (타널공통구용)

$$\text{강 비} : 59540.88 / QP1 \times 0.556 = 2646.26$$

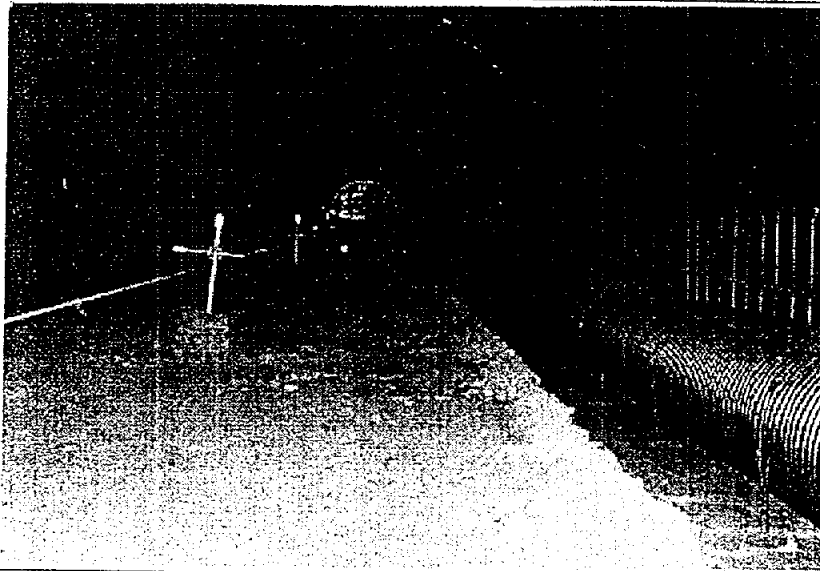
$$\text{노무비} : 18035.89 / QP1 \times 0.556 = 801.59$$

$$\text{재료비} : 5231.92 / QP1 \times 0.556 = 232.61$$

구분	단위	정액	노무비	재료비	합계
소계		3348.26	3092.92	222.61	6663.79
나) 수주관리료보 포함 (1/8 보정) (0.238 35/10)					
1) 하역중장부 관리료보 보정 (R/R 0.738) : [353112]					
단	$0.638 \times 28 \langle R/R \rangle = 0.2 \times 5.38 \langle R/R \rangle$				
정액	$18354.91 / 0 \times 0.238 = 738.85$				
노무비	$18354.91 / 0 \times 0.238 = 801.22$				
재료비	$4935.89 / 0 \times 0.238 = 213.23$				
소계		738.85	801.22	213.23	1753.30
2) 하역인부					
관리료보정	$0.7 \times 80998.60 / 10 \times 0.238 = 1013.77$				
단	$0.5 \times 35754.89 / 10 \times 0.238 = 403.37$				
소계		0.00	1417.14	0.00	1417.14
3) 하역 기계 장비 : [832011]					
(VERA100 R + 48 100)					
정액	$172.82 / 5.0 \times 0.238 = 5.55$				
재료비	$1887.80 / 5.0 \times 0.238 = 43.72$				
소계		5.55	0.00	43.72	49.27
4. 수송중장부					
개소당 중장부 (1) : 3.00					
포장용 315100 [340200000] 용도					
정액	$60.00 / 3 = 20.00$				
노무비	$547.00 / 3 = 182.33$				
재료비	$956.00 / 3 = 318.67$				
소계		20.00	182.33	318.67	521.00
총계		6663.40	6663.40	2222.39	15549.19
		3328	10121	2222	15549

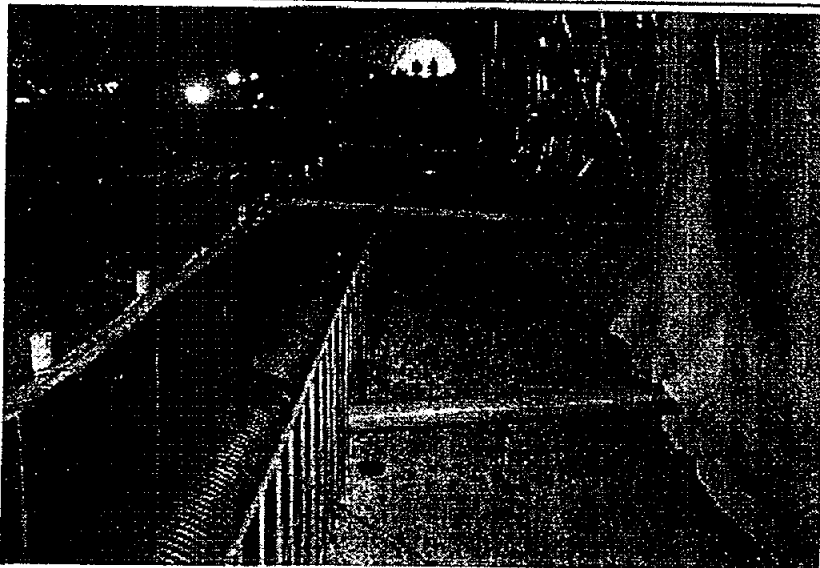
○ 터널공동구 기계시공 사집첩

사 진 대 지



위 치	대전~함양간 제2공구 마달터널(상)

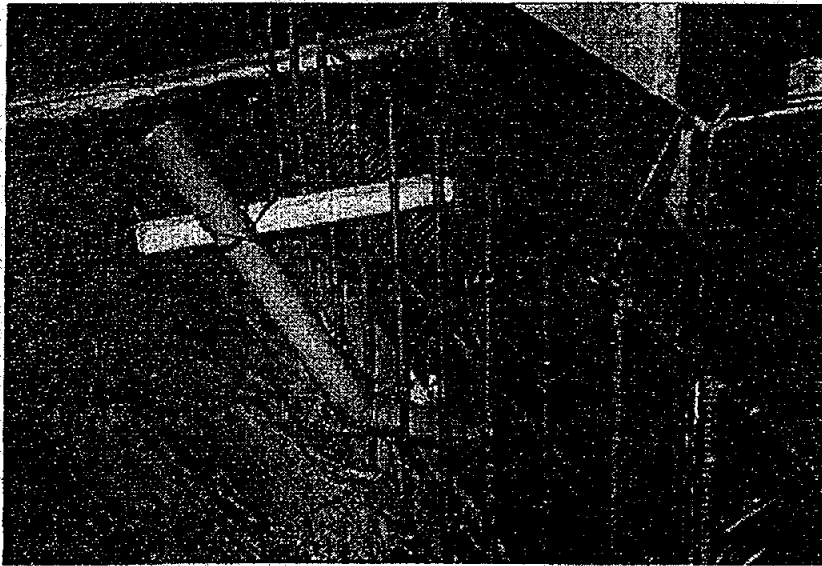
내 용	베딩콘크리트 타설(1차)후 중배수관($\phi 400$) 고정



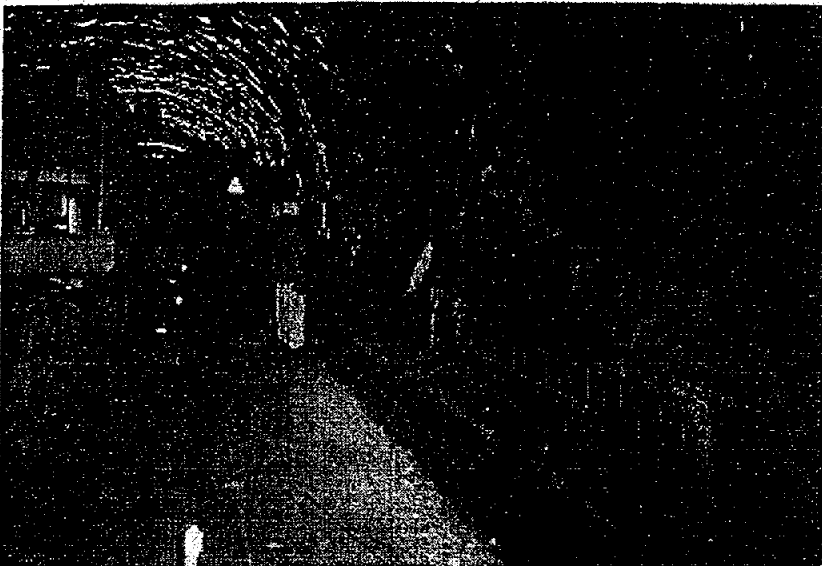
위 치	대전~함양간 제2공구 마달터널(상)

내 용	배수파이프($\phi 100\text{mm}$) 사진설치

사 진 대 지

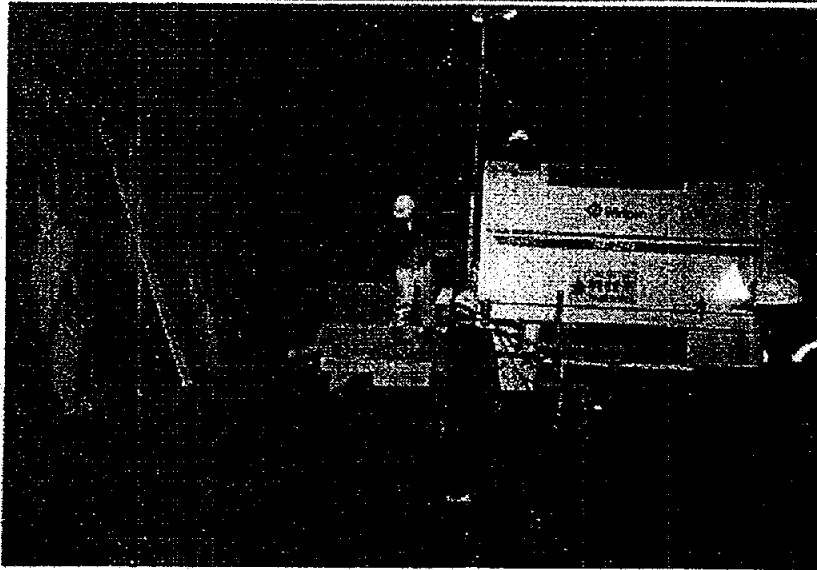


위 치	대전~함양간 제2공구 마달터널(상)
내 용	공동구 배수파이프($\phi 50m/m$) 및 집수정 설치



위 치	대전~함양간 제2공구 마달터널(상)
내 용	기계타설시 B/EI 타설 병행

사 진 대 지



위 치	대전~함양간 제2공구 마달터널(상)
내 용	공동구 기계타설



위 치	대전~함양간 제2공구 마달터널(상)
내 용	공동구 시공완료 전경

3-1 고속도로 휴게소 이용율 검토

방 침

영 업 영
09113-1244
('98.11. 4)

1. 설계처 제시안

가. 기 준

○ 소형차 : $y = 0.1722x + 11.063$

○ 버 스 : $y = 0.2619x + 1.7616$

○ 화물차 : $y = 0.162x + 12.011$

* y : 이용율(%), x : 휴게소 상호간격(km)

나. 거리별 이용율(%)

차종 \ 거리	10km	20km	25km	30km	35km	40km
소형차	12.785	14.507	15.368	16.229	17.09	17.951
버 스	4.38	6.999	8.309	9.619	10.928	12.238
화물차	13.631	15.241	16.061	16.871	17.681	18.491

2. '96. 부대시설 이용실태 및 설계기준

차종 \ 이용율 (%)	'96 이용실태			'92 도로설계요령	비 고
	정규	간이	평균		
소형차	16.5	13.4	15.4	17.5	
버 스	12.7	5.2	10.6	25.0	
화물차	17.2	14.2	16.4	12.5	

3. 영업처 의견

가. 설계처 제시안에 대한 의견

- 휴게소 이용율은 휴게소간 거리, 교통의 특성, 휴게소 규모, 휴게소 지리적 여건 등 여러 가지 요인에 의하여 좌우되나, 실질적으로 거리 이외의 변수는 체계적인 연구결과 없이는 측정 곤란함. 따라서 측정이 가능한 거리에 의해서 산출한 결과를 활용하는 것이 바람직

- 그러나, 설계처 제시안은 정규, 간이 구분없이 산출되었으므로 규모에 따른 이용율 변화를 감안 '96. 부대시설 이용실태 조사 결과를 바탕으로 조정 필요

나. 휴게소 이용율 설계기준 적용(안)에 대한 의견

- 기본전제
 - 거리별 이용율 변화 적용
 - 규모의 차이에 따른 변화율 적용(정규,간이)
- 이용율 적용 제시안

구 분	설계처 제시안	정규와 간이의 편차율	적 용	
			정 규	간 이
소형차	$0.1722x + 11.063$	3.1%	$0.1722x + 12.613$	$0.1722x + 9.963$
버 스	$0.2619x + 1.7616$	7.5%	$0.2619x + 5.512$	$0.2619x - 1.9884$
화물차	$0.162x + 12.011$	3.0%	$0.162x + 13.511$	$0.162x + 10.511$

단, 버스이용율은 거리에 의하여 이용율이 적용되기 보다는 휴게소 운영자의 영업 전략에 의거 좌우되는 큰변수가 있고, 신설휴게소의 경우 부지규모에 있어 장래확장을 위한 부지확보로 정규와 간이간 큰차이가 없으므로 최저 이용율 (4%) 설정

※ 새로운 기준 적용시 거리별 이용율

○ 정규휴게소

단위 : %

거리 차종	10km	20km	25km	30km	35km	40km	비 고	
							'96.이용 실태조사	'92.도로 설계요령
소형차	14.335	16.057	16.918	17.779	18.64	19.501	16.5	17.5
버 스	8.131	10.75	12.06	13.369	14.679	15.988	12.7	25
화물차	15.131	16.751	17.561	18.371	19.181	19.991	17.2	12.5

○ 간이휴게소

단위: %

거리 차종	10km	20km	25km	30km	35km	40km	비 고		
							'96.이용 실태조사	'92.도로 설계요령	
소형차	11.685	13.407	14.268	15.129	15.99	16.851	13.4	17.5	10
버 스	4	4	4.56	5.869	7.178	8.488	5.2	25	10
화물차	12.131	13.751	14.561	15.371	16.18	16.991	14.2	12.5	12.5

다. 기타의견

- 휴게소 규모를 결정짓는 이용율 적용이전에 또다른 큰변수인 교통량의 철저한 예측이 필요한바, 설계시 예측 교통량이 철저히 분석되었는지 점검이 필요함
- 휴게소 이용율은 휴게소별로 상당히 편차(최저:5.8%,최고:28.1%)가 있는바, 현실 적합한 최적의 이용율 적용을 위해서는 신설 계획되는 휴게소의 교통특성에 대한 철저한 분석이 필요함.
- 따라서, 상기 '나'에서 제시한 이용율 적용 기준은 절대적인 것은 아니며, 이용율을 적용할 휴게소 특성에 대한 별도 분석자료가 있을 경우에는 당해기준을 적용하는 것이 바람직함.
- 또한, 현실에 맞은 최적 기준을 마련을 위하여 지속적인 보완이 필요하며, 기존노선 휴게소에 대한 주차장 확장 설계시에는 사전에 평일,주말에 휴게소 이용실태에 대한 조사를 실시하여 이용율을 산정하고, 교통량은 설계기준에 제시된대로 당해구간노선의 연365일중 90%에 해당되는 교통량을 적용.

3-2 고속도로 휴게소 회전을 및 혼잡을 검토

밤 침
영 업 영
09113-1274
('98.11.12)

1. 회전을

가. 현행실태

(주차시간 단위: 분)

구 분	차 종	도로설계요령		'96부대시설 이용실태		'97.휴게소 lay out에 관한 연구		비 고
		주차시간	회전을 (%)	주차시간	회전을 (%)	주차시간	회전을 (%)	
정 규	소 형	25	2.4	25	2.4	19	3.2	
	버 스	20	3	19.4	3.1	23.6	2.5	
	화 물	30	2	26.1	2.3	20.8	2.9	
간 이	소 형	15	4	22.2	2.7			
	버 스	15	4	17.1	3.5			
	화 물	20	3	20	3			

※ '97. 휴게소 Layout개선 및 설계지침에 관한 연구(p48)에서
는 정규.간이 구분없이 조사된 수치임.

나. '96 이용실태 결과 분석

- 회전을이 높은 휴게소는 규모가 적다는 특징과 주유소 등
이 없다는 특징을 가지고 있음.

* 대관령, 동해, 계룡(상), 문산(상), 거창(상), 남원(상), 거창(상) 등

- 회전을이 낮은 휴게소는 회전을이 높은 휴게소와 반대의
특성을 보임.

* 안성(상), 망향(하), 칠곡(하) 등

- 따라서 고객의 평균주차시간은 휴게소 시설이 어느정도로
되어 있느냐 즉, 공급에 의거 수요가 창출되는 것으로 판단됨.

다. 검토의견

- 휴게소 평균주차시간은 휴게소 시설의 규모 및 휴게소 특성과 국민의 문화적 수준에 따라 좌우되는바, 장기적으로 국민소득 수준이 향상되는 것을 감안하면, 회전율이 낮아 질 것으로 판단되는바,
- 정규휴게소의 경우에는 도로설계요령, 간이휴게소의 경우에는 '96.이용실태 조사보고서 회전율을 적용하는 것이 적절한 것으로 판단됨.

2. 혼잡율

가. 현행실태

구 분	차 종	도로설계요령	'96. 부대시설 이용실태	비 고
정 규	소 형	0.1	0.071	△0.029
	버 스	0.25	0.098	△0.152
	화 물	0.075	0.057	△0.018
간 이	소 형	0.1	0.069	△0.031
	버 스	0.25	0.098	△0.152
	화 물	0.1	0.061	△0.039

나. 검토의견

- 본선 교통량 피크율과 휴게소 피크율의 상관관계 분석을 위하여 추세치 분석을 실시한 결과 아래와 같은 특징을 보임.
 - 본선피크율이 높을 경우 당해휴게소 또는 전방의 휴게소 피크율이 높은 상관관계를 보이며,
 - 본선피크율보다는 휴게소피크율이 다소 높은(5%) 것으로 분석됨.

- 도로설계요령과 직접조사를 통하여 제시된 '96. 이용실태 조사간 피크율에 대한 편차가 심하여(0.018-0.152), 어느 정도 직관 및 경험에 의한 판단을 부분적으로 반영시킬 필요성이 있는 것으로 판단됨.
- 따라서, 휴게소별 주차면 불균형에서 오는 현실적인 문제와 1일조사의 한계, 본선교통량 증가시 피크율 증가 가능성, 이용자의 의견(주차공간 부족의견54.9%) 등을 반영하여 '96이용실태조사결과에 다소 증가(0.02)된 수치를 적용함이 바람직한 것으로 판단됨. 단, 소수점3자리 이하는 사사 오입 처리.

다. 적용피크율(안)

소형차	버스	화물차	비고
0.09	0.12	0.08	

3. 신.구 기준에 의한 주차면 비교(30km기준)

가. 기준변화

구 분		이용율			혼잡율			회전율		
		소형	버스	화물	소형	버스	화물	소형	버스	화물
정 규	종전	0.175	0.25	0.125	0.1	0.25	0.075	2.4	3	2
	신규	0.178	0.134	0.184	0.09	0.12	0.08	2.4	3	2.3
간 이	종전	0.1	0.1	0.125	0.1	0.25	0.1	4	4	3
	신규	0.151	0.059	0.154	0.09	0.12	0.08	2.7	3.5	3

* 신규기준 휴게소 이용율 적용

구 분	정규휴게소	간이 휴게소
소형차	$0.1722 \times \text{거리} + 12.613$	$0.1722 \times \text{거리} + 9.963$
버스	$0.2619 \times \text{거리} + 5.512$	$0.2619 \times \text{거리} - 1.9884$
화 물 차	$0.162 \times \text{거리} + 13.511$	$0.162 \times \text{거리} + 10.511$

나. 주차면 비교(총대수30,000,소형:20,160, 버스1,710,화물:8,130대)

구 분	차종	도로설계	신규 기준		피크율0.02미감안시	
			대수	증감	대수	증감
정 규	소계	221	203	△18	157	△64
	소형	147	134	△13	104	△43
	버스	36	9	△27	8	△28
	화물	38	60	22	45	7
간 이	소계	95	138	43	81	△14
	소형	50	102	52	54	4
	버스	11	3	△8	2	△9
	화물	34	33	1	25	△9

* 서비스 계수는 감안하지 않음.

다. 검토의견

- 정규휴게소의 경우 종전기준보다 18대가 감소하고, 간이 휴게소는 43대가 증가한 수치로 계산되는데, 이러한 결과는 현재의 휴게소가 정규와 간의 차별화가 되어 있지 않은 현실적인 조사의 결과로 보임.
- 그리고 실제 이용객의 피부로 느끼는 주차면적은 부족한 것으로 조사되었는데 (주차공간부족54.9%, '96고속도로 장.단기 발전방향 연구.p52-53)
- 이러한 원인은 공간의 비효율적 운영 및 주차 유도시설 미비에 따른 체계적인 주차가 부족한 것으로 판단됨.

4. 기타의견

가. 신설휴게소 신규기준안 적용시 유의할점

- 부분적으로 개통한 노선(중앙선,서해안선)

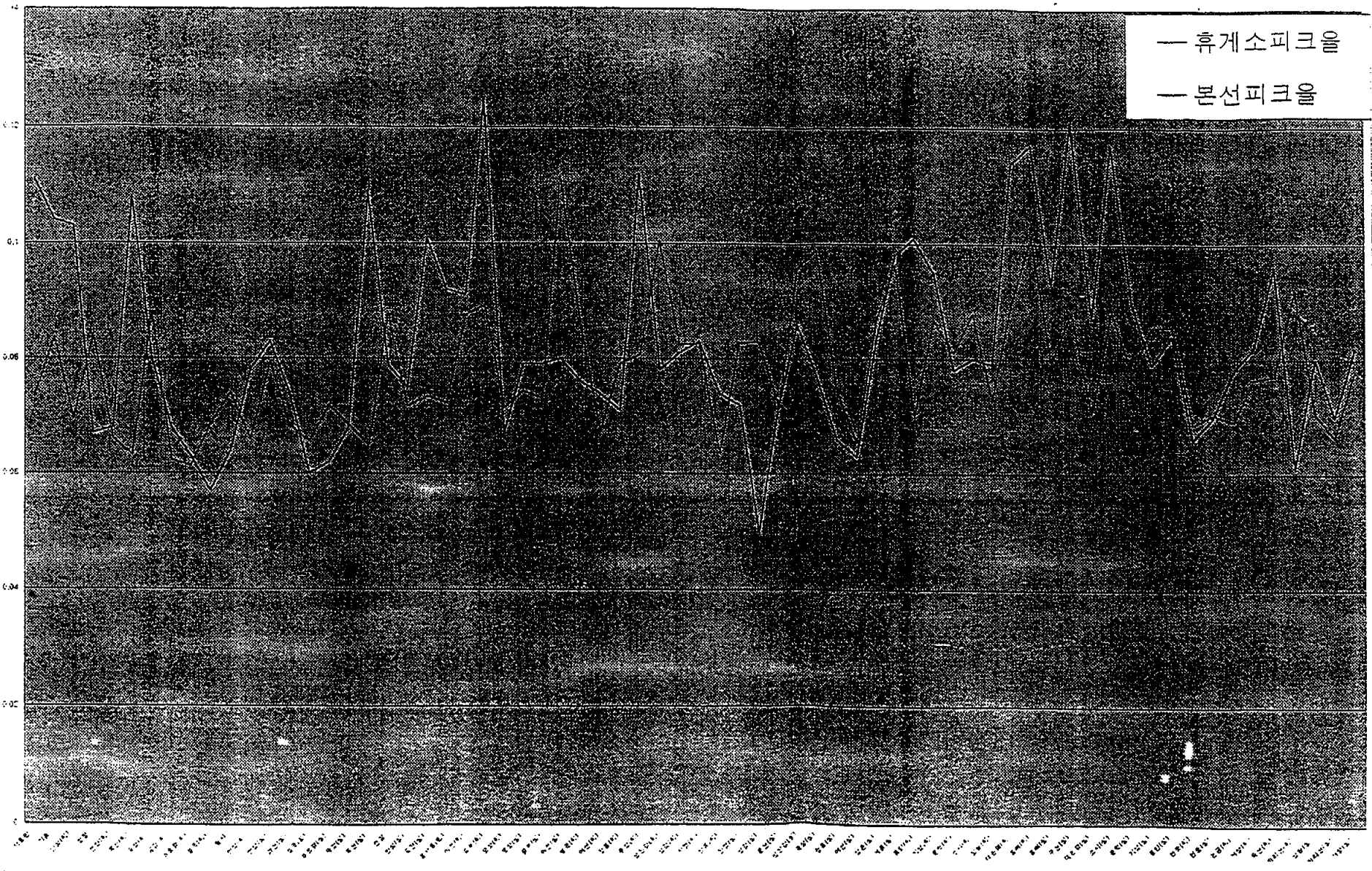
- 교통량 적용시 다음과 같은 요인을 감안하여 적용
- 부분개통한 노선의 교통량과 예측교통량의 오차를 감안
 - 완전개통시의 추가로 교통 유발되는 요인 감안

나. 좋은 휴게소 만들기 계획

- 좋은 휴게소를 만들기 위하여는 기초단계인 토공설계에서부터 체계적인 계획 수립필요
- 따라서, 휴게소 실시설계시 휴게소를 어떤특성으로 설계할 것인가에 대한 방향설정이 필요한바, 다음과 같은 사항을 유의하여 토공 설계 협조
 - 주차장 설계시 주차요원 없이 주차가능토록 협조
 - . 부지여건 허락시 소형, 대형차간 주차장 분리를 위한 교통섬 등 도입검토 및 주차안내 표지판 보완
 - 고객이 설 수 있는녹음시설의 최대도입
 - . 휴게소와 주차장간 녹음시설 설치를 통한 분리감 조성 및 휴식시설 마련
 - . 기타공간의 녹음시설
 - 인근하천이나 지하용수 풍부할 경우 인공폭포나 분수 대등의 도입 가능성(별곡하) 참조)을 감안한 부지확보와 토공실시 및 관련부서 협조(영업처,시설처)
 - 부지가 제약되지 않을경우 어린이 놀이시설 도입을 위한 공간 마련

- 붙임 : 1.본선교통 피크율과 휴게소 주차장 피크율 상관관계 분석을 위한 기초자료 1부. 끝.
2. 신.구기준간 주차면 비교표 1부.
3. 피크율 0.02가 주차면수에 미치는 영향 1부. 끝.,

— 휴게소 피크율
— 본선 피크율



본선교통량 피크율과 휴게소 피크율
상관관계 분석을 위한 기초자료

휴게소명	휴게소 휴게소피크율	노선피크율			비 고
		본선피크율	통과교통량	피크시통과차량	
서울만	0.111	0.073	95486	7018	
기흥	0.104	0.084	80324	6717	
안성(하)	0.103	0.069	73334	5094	
망향	0.067	0.084	59730	5020	
천안(하)	0.068	0.066	48541	3207	
옥산(하)	0.108	0.063	48537	3067	
죽암(하)	0.08	0.088	62520	5507	
금강(하)	0.068	0.062	28677	1787	
추풍령(하)	0.063	0.061	27161	1664	
칠곡(하)	0.057	0.069	36484	2500	
평사	0.064	0.074	29340	2174	
언양(하)	0.078	0.066	29647	1955	
언양(상)	0.083	0.079	29087	2311	
경산(상)	0.074	0.068	41360	2828	
칠곡(상)	0.06	0.066	38030	2493	
추풍령(상)	0.062	0.072	26924	1935	
죽암(상)	0.068	0.069	62591	4294	
옥산(상)	0.109	0.065	48753	3160	
천삼	0.079	0.088	48340	4256	
안성(상)	0.075	0.072	72485	5200	
죽전(상)	0.101	0.073	96170	7059	
동서울(만)	0.092	0.072	40439	2925	
이천(하)	0.091	0.088	32361	2833	
중부(하)	0.125	0.089	24557	2191	
오창(하)	0.067	0.071	22048	1574	
오창(상)	0.079	0.074	23422	1742	
중부(상)	0.079	0.073	25322	1850	

이천(상)	0.08	0.112	32391	3618	
벌곡(하)	0.076	0.086	27769	2391	
여산(하)	0.074	0.067	23752	1598	
정읍(하)	0.071	0.079	17426	1378	
주암(하)	0.112	0.081	12661	1021	
섬진강(하)	0.078	0.101	14279	1436	
남강(하)	0.081	0.082	19311	1592	
진영(하)	0.083	0.083	38350	3169	
장유(하)	0.074	0.064	27775	1765	
진영(상)	0.072	0.083	32623	2698	
남강(상)	0.05	0.083	17818	1478	
문산(상)	0.072	0.072	24989	1793	
섬진강(상)	0.086	0.096	14279	1367	
곡성(상)	0.077	0.099	13146	1301	
정읍(상)	0.066	0.075	22782	1701	
여산(상)	0.063	0.066	26045	1706	
양촌(상)	0.083	0.087	29422	2546	
계룡(상)	0.098	0.096	28010	2699	
용인(하)	0.101	0.070	26989	1887	
가남(하)	0.095	0.087	21243	1842	
문막(하)	0.078	0.081	18174	1473	
소사(하)	0.08	0.088	7870	691	
장평(하)	0.079	0.073	7473	545	
대관령(하)	0.114	0.090	8463	759	
동해(하)	0.117	0.101	8406	850	
동해(상)	0.093	0.079	8496	675	
구산(상)	0.121	0.088	4686	413	
대관령(상)	0.087	0.071	7446	526	
소사(상)	0.117	0.088	7815	691	
문막(상)	0.09	0.078	19079	1483	
가남(상)	0.079	0.086	22058	1886	
용인(상)	0.084	0.086	28686	2458	
현풍(하)	0.066	0.069	20399	1401	
현풍(상)	0.07	0.070	20059	1414	
논공(하)	0.078	0.069	12258	848	
거창(하)	0.082	0.076	5308	406	

죽산(하)	0.096	0.077	3320	256	
지리산(하)	0.061	0.092	6961	641	
남원(상)	0.08	0.071	2903	205	
지리산(상)	0.07	0.066	5492	365	
거창(상)	0.082	0.078	5274	412	
평균	0.083	0.078	28726	2202	

신.구 기준간 주차면 비교

1. 정규휴게소

구분	차종	교통량	이용율	혼잡율	회전율	주차면	비 고
도로설계	소계	30000				221	
	소형차	20160	0.175	0.1	2.4	147	
	버스	1710	0.25	0.25	3	36	
	화물차	8130	0.125	0.075	2	38	
신규적용	소계	30000				203	-18
	소형차	20160	0.178	0.09	2.4	134	-13
	버스	1710	0.134	0.12	3	9	-27
	화물차	8130	0.184	0.08	2	60	22

2. 간이휴게소

구분	차종	교통량	이용율	혼잡율	회전율	주차면	비 고
도로설계	소계	30000				95	
	소형차	20160	0.1	0.1	4	50	
	버스	1710	0.1	0.25	4	11	
	화물차	8130	0.125	0.1	3	34	
신규적용	소계	30000				138	43
	소형차	20160	0.151	0.09	2.7	102	52
	버스	1710	0.059	0.12	3.5	3	-8
	화물차	8130	0.154	0.08	3	33	-1

* 소형차, 버스, 화물차간 비율 표본

'96이용실태조사결과의 차종별 통과교통량 비율 적용 (소형:67.2%, 버스:5.7%, 화물:27.1%)

* 30km 간격 배치기준시 비교표임

피크율 0.02가 주차면에 미치는 영향

1. 정규휴게소

구분	차종	교통량	이용율	혼잡율	회전율	주차면	비 고
0.02 감안	소계	30000				203	46
	소형차	20160	0.178	0.09	2.4	134	29
	버스	1710	0.134	0.12	3	9	1
	화물차	8130	0.184	0.08	2	60	15
0.02 미감안	소계	30000				156	
	소형차	20160	0.178	0.07	2.4	104	
	버스	1710	0.134	0.1	3	8	
	화물차	8130	0.184	0.06	2	45	

2. 간이휴게소

구분	차종	교통량	이용율	혼잡율	회전율	주차면	비 고
0.02 감안	소계	30000				138	57
	소형차	20160	0.151	0.09	2.7	102	48
	버스	1710	0.059	0.12	3.5	3	1
	화물차	8130	0.154	0.08	3	33	8
0.02 미감안	소계	30000				81	
	소형차	20160	0.151	0.07	4	54	
	버스	1710	0.059	0.09	4	2	
	화물차	8130	0.154	0.06	3	25	

3-3 건설공사용 자재 분리발주

방 침
재 무 관 08520-132 ('99. 2. 3)

1. 추진목적

- 중소기업의 육성·지원을 통한 경제 활성화 도모
- 고속도로 건설공사의 부실시공 예방 및 예산절감(연간 약 2억원)

2. 추진배경

가 정부기관의 분리발주 지시

구 분	내 용	비 고
국무총리	□ 국무총리특별지시('96.7.5) - 중소기업지원을 위한 건설공사용자재의 분리발주 의무화 지시	□ 기 분리발주 시행('96.11.20) - 중소기업 지원대상 24개품목중 15개품목
중소기업청	□ 건설공사 설비자재 분리발주 협조요청('98.4.2) - 특별한 사유없이 국무총리지시 미이행으로 민원 야기 및 중소기업 애로	<공통> □ 미 분리발주 품목(도급자재) - 흙관 등 9개품목
조달청	□ 관급자재 분리발주 협조요청('98.9.15) - 일괄발주시 저가 하도급, 대금지급 지연등 중소기업 어려움 가중	
건설교통부	□ 관급자재 분리발주 협조요청('98.9.23)	
국정감사	□ '98.국정감사시 건설공사용 자재 분리발주 미이행 사항 지적	
대통령 특별지시	□ 중소기업 제품 구매확대 및 조기구매 추진('99.1.12. 국무회의)	□ 중소기업청 주관 회의 참석('99.1.26)

나. 중소기업 협동조합의 분리발주 협조요청(3회)

- 대상품목 : 흙관, 레미콘, 케이블트레이 등

3. 추가 분리발주 대상 품목

[중소기업지원대상품목 : 단체수의계약 대상물품]

구 분	자 재 명	중소기업 조합명	비 고
현행 도급자재	레미콘 아스팔트콘크리트 석 분 차선페인트	레 미 콘 공 업 (협) 아 스 콘 공 업 (협) 한국석회석가공공업(협) 대한페인트.잉크공업(협)	9개 품목
	홈관(원심력철근콘크리트관)	한 국 원 심 력 콘 크 리 트 공 업 (협)	
	케이블트레이	한국금속공업(협)	
	Grating Cover (집수정 덮개)	“	
	가드웬스	한국철선울타리공업(협)	
	낙석방책	“	

☐ 중소기업지원대상 24 품목중 가드레일류 등 15개품목은 기 분리발주 시행중임.('96.11.20)

※ 기 분리발주 품목(15개 품목)

방음판(흡음형), 가드레일류, 방현망(철제),
전기자재류(가로등철주, 수배전반, 조명등기구류, 자동점멸기, 강관전주)
설비자재(항온항습기, 공기정화기, 냉온기기, 톨부스)
폴리에틸렌관류, 염화비닐관류, 철개

· 대안검토

구 분	제 1 안	제 2 안
내 용	자재의 보관, 운반이 어렵고 품질관리 에 영향을 미치는 주요품목은 분리발주 제외 (레미콘, 아스콘, 석분, 차선페인트)	중소기업지원대상 전 품목 분리발주
분리발주 대상품목 (지급자재)	케이블트레이, 홈판, Grating Cover, 가드웬스, 낙석방책 (5개 품목)	케이블트레이, 홈판, Grating Cover, 가드웬스, 낙석방책, <u>레미콘, 아스콘</u> <u>석분, 차선페인트</u> (9개 품목)
장 점	○ <u>하자발생시 자재와 시공부문 책임소재의 명확화로 분쟁소지 방지</u> ○ 공사품질에 직접적인 영향을 미치는 주요자재 공급의 유연성 확보로 공사 관리 효율화 ○ 도급자의 책임시공 유도	○ 중소기업 보호·육성 정책에 완전 부합 - 저가하도급 등의 대기업 횡포방지 ○ 자재간접비(안전관리비 등)의 예산 절감효과가 더 큼
단 점	○ 저가하도급등 원도급자 횡포시 중소 업체 보호 다소 미흡 ○ 지급자재 관리업무 다소 증가	○ <u>하자발생시 자재와 시공부문 책임 소재규명 곤란</u> ○ 공사 진척상황의 변동시 적기 대응 곤란 ○ 지급자재 관리업무 증가로 공사감 독의 품질관리업무 소홀 우려 ○ 현장이 원거리시 운반중 품질변화 가능성 내제

[검토의견] 중소기업 육성·지원과 우리공사 건설공사의 품질확보가 모두 가능한 제1안을 건의함.

5. 행정사항

- 공사자재 주관부서(수요부서)는 당해 자재에 대하여 '99년도 단가계약 체결에 필요한 '99년도 소요물량 파악 및 시방서, 도면, 원가계산서를 작성.
- 적용시기
 - '99. 1 . 1 . 이후 발주공사부터 적용함.
 - 실시설계중인 공사는 분리발주 설계(변경)후 시행.

☐ 참고자료

가. 도급자재.지급자재 구분: 총괄

지급자재 · 도급자재 구분(총괄)

구 분	지급자재대상 품목	도급자재대상 품목
중소기업 지원대상 품목	<기존 15개 품목> ✓ - 방음판 및 방음벽(금속제에 한함) - 가드레일 및 방현망 - 전기자재류(가로등철주, 수배전반 조명등기구류, 자동점멸기, 강관전주등) - 설비자재(항온항습기, 공기정화기, 냉온기기, 툴부스) - 폴리에틸렌관류 - 염화비닐관류(수도용, 일반용경질에 한함) - 철개, 기타 <신설 5개 품목> - 홈관(원심력철근콘크리트관) - 케이블트레이 - 집수정 덮개(Grating Cover) - 가드웬스 - 낙석방책	- 레미콘 - 아스팔트콘크리트 - 석 분 - 차선패인트
	20개 품목	4개 품목
일반품목	- 라바콘 - 반사체(델리네이타) - 프라스틱방현망 - 다웰바어셈블리 - PE드럼 - 방음판(반사형): 유지보수(공사)용 - 고휘도반사지 - 초고휘도반사지	- 아스팔트류 - 광케이블류 - 철근 - 방음판(반사형) : 신설.확장용 - 시멘트 - 기 타
	8개 품목	5개 품목외
계	28개 품목	9개 품목외

1. 교면포장 설계방법개선의 필요성

- 1) SMA등 신재료 혼합물 사용에 따른 교면 포장 설계기준 정립 필요
- 2) 절삭 덧씌우기 확대 시행에 따른 교면 상판 손상 심화에 대한 대책 필요
 - 장수명 교면포장 재료의 설계 반영
 - 보수를 고려한 교면 포장의 설계

2. 현행 교면포장 설계 및 보수 현황

- 1) 교면 포장용 혼합물 설계 적용 지침(안) 부재
- 2) 교면포장은 상부층 4cm, 하부층 4cm로 설계되나 현장조건에 따라 4~5cm 의 단일층으로 시공되는 경우가 있음
- 3) 장대교량을 제외한 일반 교면 포장의 경우 토공구간에 사용하는 일반 아스팔트 혼합물을 교면 포장에 일괄 적용 (잘은 보수 시행)
- 4) 교면 포장 보수시 문제점
 - 단일층으로 설계된 경우, 교면포장 보수를 위한 절삭 작업시 교면 상판에 손상을 줄 수 있으며
 - 이 층으로 시공된 경우, 상부층만을 보수 대상으로 절삭 작업을 하여도 하부층에 노화 진전으로 하부층 혼합물이 떨어져 나오는 현상과 방수층의 성능 저하를 야기할 수 있음.

3. 교면 포장 혼합물의 선정 및 설계시 고려사항

- 1) 교면 포장 혼합물의 선정
 - 과도한 처짐이나 진동에 대한 저항성 확보 (아스팔트 함량 높은 쪽이 유리)
 - 중차량에 대한 내유동성 확보 (골재 맞물림 효과가 우수한 5mm 이상 골재가 많은 입도가 유리)
 - 습윤 및 동결조건에서의 내구성 확보 (아스팔트 함량 큰 쪽이 유리, 골재의 경

우 필히 피막박리시험 실시 후 선정)

2) 교면포장 설계시 고려사항

- 교면포장 설계는 2개층(상부의 마모층과 하부의 습윤조건과 진동하중에 대응하는 장수명 혼합물층)으로 설계, 유지보수시에는 상부층만 교체 보수토록 유도
- 교면 포장 상부층은 일반 토공부에 사용하는 혼합물과 동일한 것을 적용할 수 있으나 진동이 심한 단교량 또는 장대교량인 경우는 장수명 혼합물 적용
- 교면포장 하부층은 장수명 확보는 물론 습윤 및 진동 하중조건에 대한 저항성 확보를 위해 골재 최대치수가 작고 AP함량은 많게 유도될 수 있는 혼합물 적용
- 구조적으로 교면 포장 하부층에 물이 고일 가능성이 있는 경우 물빼기 구멍(drain pipe)을 설계에 반영

4. 교면포장 설계 방법 개선 방안

1) 교면포장 설계는 반드시 2층 개념으로 설계

2) 교면포장 혼합물의 적용시 내유동성 및 내구성을 확보하기 위하여 다음을 기준으로 적용

혼합물 층구분	일반 혼합물	SMA 혼합물	
	중·소교량 ^{a)} 및 장대교량 ^{b)}	중·소교량 ^{a)}	장대교량 ^{b)} 및 특수교량 ^{c)}
상 부	19mm 혼합물 또는 13mm 혼합물	13mm SMA (또는 10mm SMA)	10mm SMA (또는 8mm SMA)
하 부	13mm 혼합물	10mm SMA	3mm SMA (또는 5mm SMA)
비 고	내유동성 확보를 위하여 개질재 ^{d)} 적용 가능	() 혼합물이 내구성 측면에서 유리	() 혼합물이 내구성 측면에서 유리

a) 중·소교량 : 총길이 100m 미만이며, 경간장 50m 미만

b) 장대교량 : 총길이 100m 이상인 경우와 경간장 50m 이상인 교량

c) 특수교량 : 강상판 교량, 사장교 및 현수교

d) 개질재 : 고무 계통의 자연 또는 합성(synthetic) 고무가 유리

- e) 강상판 교량 하부층에 Guss 아스팔트를 적용할 수 있으나 내유동성 확보에 어려움이 있기 때문에 반드시 Guss 혼합물 성능 평가 기준을 설계에 반영
- 3) 교면포장 설계시 부득이 1개 층으로 설계하여야 하는 경우 혼합물은 상기 2)항의 하부층 혼합물 선정
- 4) 중·소교량으로 교면 포장용 혼합물 사용 물량이 적은 경우의 설계
- 상부 및 하부 혼합물을 동일 혼합물로 설계. 이때 상기 2)항의 하부층 혼합물을 선정
 - 진동이 심하지 않은 단교량(경간 30m 미만의 라멘교, 연속교, 슬래브형 교량)인 경우는 일반 토공부 혼합물과 동일한 혼합물 선정
 - 진동이 심하여 반드시 교면 포장 혼합물을 설계에 반영해야 할 경우는 평탄성 및 시공성 확보를 위해 교량구간 시작 50~100m 전방의 일반 토공부부터 교면 포장용 혼합물 적용
- 5) SMA 혼합물의 교면포장 세부 적용 방안(입도 및 설계 기준)은 부록의 연구결과 참조

<부 록>

SMA 혼합물의 교면 포장 적용 연구

1999. 1.

도로연구소

아스팔트 포장 연구실

차 례

1. 교면포장 현황
2. SMA 혼합물의 종류
3. 실내시험 및 분석
4. 교면포장용 혼합물의 성상 비교
5. SMA 혼합물의 교면포장 적용현황
6. SMA 혼합물의 교면포장 적용 방안
7. 결론

<별첨> SMA 혼합물의 교면포장 적용 현황

1. 교면포장 현황

가. 교면포장용 혼합물의 필요성

- 교면포장은 교량의 상판을 보호하고 쾌적한 주행성 확보를 목적으로 함
- 현재 고속도로 구간에는 많은 콘크리트 상판으로 된 연장 100m 이상의 장대교가 존재하고 있으며, 강상판 교량의 건설도 증가 추세임
- 현재 교면포장 실용화 재료로는 개질재 G와 T가 있으나, 진동이 심한 장경간 콘크리트 상판 교량이나 강상판 교량의 경우에 적합한 포장재료가 없음
- 최근에는 교통량 및 중차량의 급격한 증가로 교면포장의 보수주기가 짧아지고 있는 실정이며 한번 손상된 교면포장은 교량 상판의 손상뿐만 아니라 보수에도 큰 어려움 발생

나. 문제점

- 실제 공용중에 교면포장 (특히 강상판 포장)은 큰 응력상태에 놓임
- 종전에는 외국의 경우 강상판 포장으로서 방수성, 처짐 추종성의 기능을 지닌 구스 아스팔트가 적용되었으나, 교통량 증대와 정체로 인하여 소성변형이 발생하고, 또한 교면 아스콘 포장 고온 시공으로 인해 교량에 악영향을 미치며 시공속도가 느린 문제점 내재
- 현재 고속도로 상의 콘크리트 상판에 포설된 일반 아스팔트 혼합물의 경우 중차량의 증가와 차량의 지정체 문제로 인하여 균열보다는 소성변형이 발생하는 문제점을 안고 있음
- 일부 교량에서 아스팔트 혼합물이 수밀성을 확보하지 못함으로 인하여 포트홀이 발생하는 사례가 있음

다. 해결방안

- 현재 발생하고 있는 교량의 소성변형 및 포트홀 문제를 해결하기 위하여 수밀성, 내유동성, 처짐추종성 및 균열저항성이 우수한 SMA 포장 사용

- 교면포장에 SMA를 적용하여 향상된 공용성을 얻기 위해서는 교면포장용 배합설계 기준을 적용하여 정밀시공을 요함
- SMA혼합물은 소성변형에 대한 저항성이 높을 뿐만 아니라 균열에 대한 저항성도 다른 아스팔트 혼합물에 비하여 상대적으로 큼

2. SMA 혼합물의 종류

- SMA 포장의 입도 기준

공 정 입 경		19 mm	13 mm	10 mm	8 mm	5 mm
통과 중량 백분 율 (%)	25 mm	100	-	-	-	-
	19 mm	93 ~ 100	100	-	-	-
	13 mm	30 ~ 50	93 ~ 100	100	-	-
	10 mm	20 ~ 35	40 ~ 55	93 ~ 100	100	100
	5 mm (#4)	15 ~ 25	16 ~ 30	25 ~ 45	30 ~ 60	95 ~ 100
	2.5 mm (#8)	12 ~ 22	12 ~ 23	15 ~ 30	15 ~ 30	25 ~ 45
	0.6 mm (#30)	10 ~ 18	10 ~ 18	11 ~ 20	12 ~ 20	13 ~ 21
	0.3 mm (#50)	8 ~ 15	8 ~ 15	10 ~ 16	10 ~ 16	11 ~ 17
(%)	0.15 mm (#100)	7 ~ 13	7 ~ 13	9 ~ 15	9 ~ 15	10 ~ 16
	0.08 mm (#200)	6 ~ 12	7 ~ 12	8 ~ 13	8 ~ 13	9 ~ 14

- SMA 혼합물 종류별 사용 장소

SMA 혼합물 종류	사 용 장 소	비 고
19mm	공항 포장용, 기층용	
13mm	고속도로 토공부, 100m 이하의 단교량 상부층	
10mm	고속도로 토공부, 교면포장용	
8mm	고속도로 토공부, 교면포장용	
5mm	강상판 교면포장의 하부 레벨링 층	

3. 실내시험 및 분석

가. 간접인장강도 시험

간접인장강도 시험은 마샬공시체의 원주면에 압축력을 50mm/min 의 속도로 가할 때 공시체 내부에 발생하는 인장력의 작용으로 파괴되는 최대 강도와 이때의 수직 변위량을 측정하는 시험이다. 최대수직 변위량은 시험된 혼합물의 균열에 대한 저항성과 처짐에 대한 추종성을 나타낸다.

표 1 은 19mm 일반 밀입도 혼합물과 현장에 적용된 SMA 혼합물 중 서로 다른 시료A와 시료B의 최적아스팔트 함량(OAC)을 사용하여 제작된 SMA 혼합물의 간접인장강도 시험결과를 보여준다. 본시험은 대기온도 25℃ 조건에서 수행되었다.

표 1 의 시험 결과에서와 같이 SMA($\phi_{\max}13\text{mm}$) 혼합물이 일반 혼합물보다 크게 나타났으며, 최대수직변위는 일반혼합물의 약 3배 정도로 평가되었다. 이것은 SMA혼합물의 균열과 처짐에 대한 저항성이 일반 혼합물에 비해 탁월하다는 것을 나타낸다.

표 1. 일반 혼합물과 SMA 혼합물의 간접인장강도 시험 결과

구 분	극한인장강도 (kg/cm ²)	최대수직변위 (mm)
19mm 일반 밀입도	9.6	1.28
SMA 시료 A	9.9	3.89
SMA 시료 B	11.2	3.47

나. 휠트래킹 시험

휠트래킹시험 결과는 혼합물의 동적안정도(DS, 회/mm)로 제공된다. 이러한 동적안정도의 값은 아스팔트 혼합물의 소성변형에 대한 저항 정도를 나타내는데 사용되며, 이 값이 클수록 혼합물의 소성변형에 더욱 강함을 나타낸다.

휠트래킹시험은 30cm×30cm×5cm의 정방형 혼합물 공시체를 온도가 섭씨 60℃ 조건에서 6시간 동안 양생한 후, 60℃ 조건에서 폭 5cm의 바퀴를 6.4kg/cm²의 압력을 가

한 채 1시간 동안 왕복 1280회를 주행시킨 후 45~60분 사이의 변형량을 구하여 동적 안정도를 구한다. 이 시험은 최악 조건에서의 아스팔트 혼합물의 소성변형에 대한 저항 정도를 구해낼 수 있으며 동적안정도는 1mm 침하하는데 소요되는 횟수를 나타낸다.

표 2.의 휠트래킹 시험결과를 보면 13mm 일반 밀입도 혼합물과 비교해서 13mm, 10mm, 8mm SMA 모두 나타나며, SMA 동적안정도 값 가운데 가장 낮은 값이 일반의 5.5배로 크게 평가된다. 이러한 결과는 SMA혼합물의 소성변형에 대한 저항성이 우수하다는 것을 보여준다. 참고로 일반적으로 소성변형에 안정한 것으로 평가되는 동적안정도 값은 1500회/mm 이상이다.

표 2. 휠트래킹 시험결과

구분	아스팔트 함량(%)	실측밀도 (g/cm ³)	공극률 (%)	포화도 (%)	결계공극률 (%)	동적안정도 (회/mm)
13mm일반 밀입도혼합물	6.1	2.386	1.8	89.1	16.1	358
13mm SMA	6.3	2.346	3.8	79.0	18.1	7875
	6.7	2.368	3.0	83.8	18.3	7000
	7.1	2.364	2.6	86.4	18.8	5727
10mm SMA	6.5	2.377	2.8	84.4	17.7	5400
	6.9	2.377	2.2	88.0	18.1	3223
	7.3	2.375	1.7	90.9	18.5	3063
8mm SMA	6.7	2.360	3.1	83.1	18.4	4350
	7.1	2.358	2.7	85.9	18.9	3150
	7.5	2.355	2.2	88.6	19.3	1977

다. 휨(Bending Beam) 시험

표 3. 은 영하 5℃에서 24시간 양생한 후에 25℃ 조건에서 휨(Bending Beam)시험을 수행한 결과로서 교면 포장용으로 사용될 10mm 와 8mm SMA에 대한 것이다.

휨강도는 10mm 와 8mm SMA 모두에서 비슷한 크기를 나타내고 있으며, 파괴시 변형율은 10mm와 8mm SMA 모두 아스팔트 함량이 증가할수록 증가하고 있으며 10mm SMA보다 8mm SMA의 파괴시 변형률이 더 큰 값을 나타낸다.

이러한 결과는 골재최대치수가 감소할수록 아스팔트 함량이 증가할수록 파괴시 변형률이 더 켜 수록 더 양호한 처짐 추종성을 나타낸다는 것을 보여준다.

표 3. 휨(Bending Beam) 시험결과 (-5℃ 조건)

혼합물종류	휨강도(kgf/cm ²)	파괴시 변형률($\times 10^{-3}$)
10mm SMA 6.5%	87.8	2.63
10mm SMA 6.9%	96.7	2.65
10mm SMA 7.3%	101.4	2.91
8mm SMA 6.7%	95.7	2.83
8mm SMA 7.1%	93.7	3.35
8mm SMA 7.5%	100.8	3.73

4. 교면포장용 혼합물의 성상 비교

가. SMA의 휨성상

교면포장용 혼합물의 휨성상에 대하여 SMA 혼합물, 에폭시아스팔트 혼합물과 구스아스팔트를 비교한 결과를 아래 그림 1.에 나타냈다.

휨강도는 다른 2종류의 혼합물에 비하여 작을지라도 취화점은 5~10℃ 낮고, 파괴시 변형은 중저온 영역에서 다른 혼합물에 비하여 상당히 크며, 파괴시 스티프니스는 작아졌다. 휨시험결과를 보면 SMA 포장에 강상판 포장에 적합한 혼합물이라고 할 수 있다.

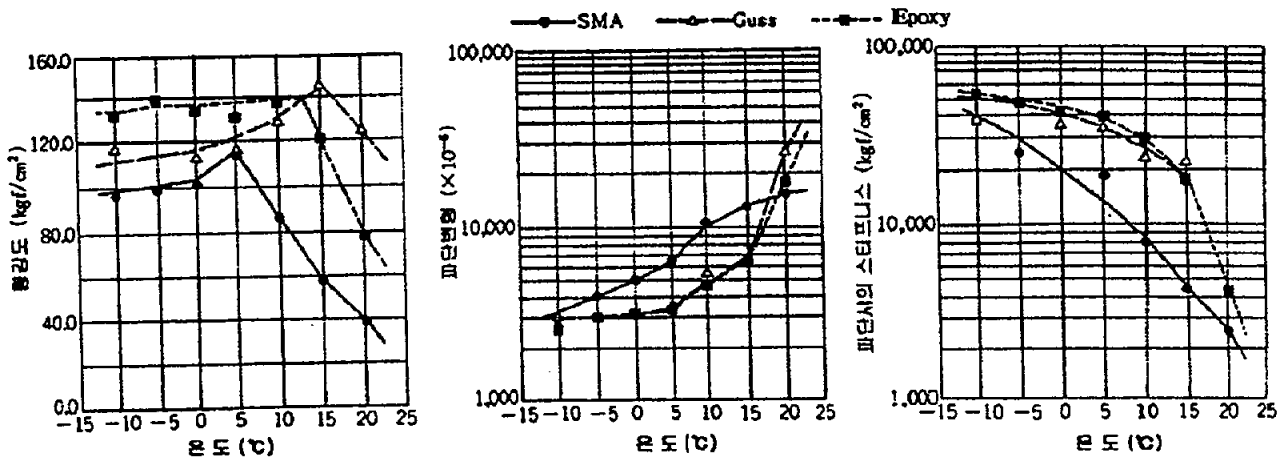


그림 1. 교면포장용 혼합물의 휨성상 비교

나. 동적 성상

SMA, 구스아스팔트, 에폭시아스팔트(세립($\phi_{max} 13mm$))의 동적 성상에 대해 비교시 아래 그림 2.에서와 같이 20℃일 때의 복소 탄성율에 대해 나타냈다. 재하속도가 큰

영역에서의 혼합물 간의 차이는 비교적 작다. 그러나, 실제로 일어날 수 있다고 볼 수 있는 재하속도(10^{-2} 초이상) 영역에서는 SMA의 복소 탄성율은 구스아스팔트의 1/2 정도, 에폭시아스팔트의 1/5 이하로 상당히 작다. 복소 탄성율이 작은 것은 그만큼 가요성이 우수하다는 것을 나타낸다.

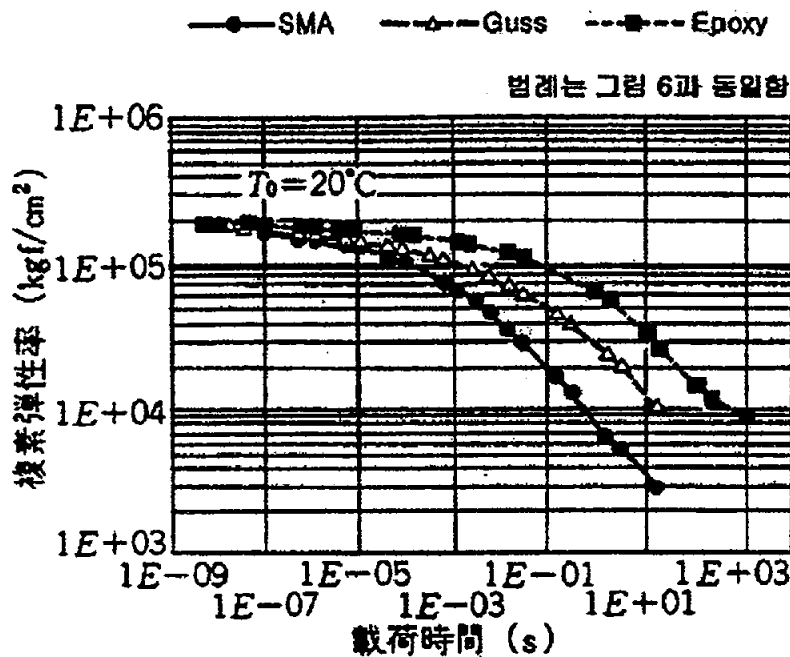


그림 2. 각 재료의 복소 탄성율 (20°C 마스터커브)

* 복소 탄성율 : 점탄성 재료의 탄성계수

5. SMA 혼합물의 교면포장 적용 현황 (별첨)

6. SMA 혼합물의 교면포장 적용 방안

가. 교면의 종류에 따른 SMA 혼합물의 적용 방안

종 류 종	100m 미만의 라멘교나 연속교 형태의 콘크리트 상판	100m 이상 콘크리트 상판	강상판
상부층	13mm SMA 이하	10mm SMA 이하	10mm SMA (8mm SMA)
하부층	10mm SMA 이하	8mm SMA	8mm SMA (5mm SMA)
비 고	상부 및 하부층 모두 10mm 또는 8mm SMA 적용 가능	상부층 8mm SMA 적용 가능	() : 혼합물이 내구성 측면에서 유리

나. 교면 포장용 SMA 혼합물의 배합설계 기준

항 목	기 준	
	상 부 층	하 부 층
아스팔트 함량(%)	6.5 이상	6.5 이상
공 극 률(%)	2.5 ~ 3.0	2.0 ~ 2.5
골재 공극률(%)	18 이상	18 이상
포 화 도(%)	75 이상	80 이상
드레인다운 시험값(%)	0.3 이하	0.3 이하

다. 교면 포장용 SMA 혼합물의 배합설계

- 100 m 미만의 라멘교나 연속교 형태의 콘크리트 상판 : 100m 미만의 단교량 중에서도 교량의 처짐이 상대적으로 작은 라멘교나 연속교 형태의 콘크리트 상판에 적용하며, 상부층은 일반 토공부에 포설되는 SMA혼합물의 입도를 그대로 사용하면서 아스팔트 함량만 증가시켜 교면포장용 SMA 혼합물의 배합설계 기준에 맞추어 사용하고, 하부층은 일반 토공부와 다른 치수의 SMA 혼합물일 경우 별도로 배합설계

- 100 m 이상의 콘크리트 상판 : 100m 미만의 단교량 중에서 라멘교나 연속교 형태의 교량을 제외한 처짐이 상대적으로 큰 교량이나 100m 이상의 콘크리트 상판에 적용하며, 일반 토공부와 동일한 치수의 SMA혼합물일 경우, 100 m 미만의 콘크리트 상판의 경우와 동일하게 배합설계하고, 일반 토공부와 다른 치수의 SMA 혼합물일 경우 별도로 배합설계
- 강상판 : 교면포장용 SMA 혼합물의 배합설계 기준에 맞게 일반 토공부와 별개로 배합설계하여야 하며, 휨시험과 휠트래킹 시험등을 실시하여 가장 좋은 입도 조건과 아스팔트 함량에서 배합설계되도록 하여야 함

라. SMA 혼합물 종류별 배합비

혼합물종류	구분 골재종류	골재 배합비(%)	비고
13mm SMA	14mm ~ 11mm	65	고속도로토공부, 100m 이하의 단교량 상부층
	11mm ~ 6mm	14	
	6mm 이하	12	
	Filler(석회석분)	9	
10mm SMA	11mm ~ 8mm	60	고속도로토공부, 교면포장용
	8mm ~ 5mm	15	
	5mm 이하	15	
	Filler(석회석분)	10	
8mm SMA	8mm ~ 5mm	70	고속도로토공부, 교면포장용
	5mm ~ 3mm	5	
	3mm 이하	15	
	Filler(석회석분)	10	
5mm SMA	5mm ~ 3mm	75	강상판교면포장 하부레벨링 층
	3mm 이하	14	
	Filler(석회석분)	11	

마. 모든 교면 포장 혼합물은 현장 플랜트에서 생산되는 SMA혼합물에 대하여 현장 배합을 실시하여 시방기준에 만족하는 여부를 확인한 후 포설하여야 한다.

7. 결론

- 교량 상판의 주요 파손 원인을 살펴보면, 콘크리트 상판의 교면포장은 소성변형과 포트홀등이고 강상판 교량의 경우는 균열과 소성변형이 가장 큰 파손원인이며 이러한 문제를 해결하기 위해서는 수밀성, 내유동성, 처짐 추종성이 우수한 아스팔트 혼합물을 사용하여야 한다. 교면포장에 요구되는 이러한 아스팔트 혼합물의 요구 성상을 모두 갖춘 것이 SMA 혼합물이며, 생산과 시공에 대한 정밀성 유지가 필요하다.

<별첨> SMA 혼합물의 교면포장 적용 현황

가. 서대전 육교

- 위 치 : 대전시 중구 유천동
- 기존포장 문제점 : 심한 소성변형과 균열 현상 동반
- 시공일자 : 1998. 5. 6 ~ 5. 23
- 교량연장 : 245m
- 교량상판 : 콘크리트 상판
- 공사방법 : 기존 아스팔트 혼합물 완전 제거 후 SMA 혼합물 7cm 포설
- 교면포장구성
 - 상부 : 10mm SMA 4cm
 - 하부 : 8mm SMA 3cm
- 추적조사 결과 : 대단히 양호한 상태

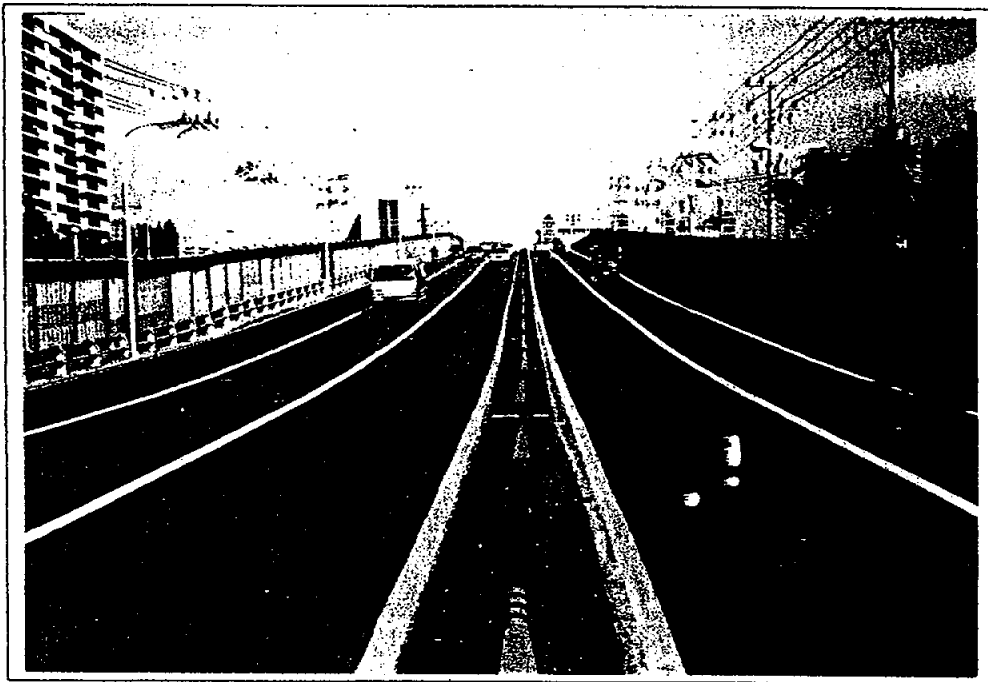


사진. SMA 혼합물로 포설된 서대전육교 전경

나. 경부고속도로 10mm, 8mm SMA 포장 시험시공

- 위치 : 경부고속도로 청원-증약간 확장 1공구 137.5k~139k(상 4차로) 토공구간
- 시공일자 : 1998. 6.12~6.14
- 시공구간 : 10mm SMA : 700m , 8mm SMA - 800m
- 포장구성 : 확장부 신설 중간층 위에 SMA 4cm 포설
- 추적조사결과 : 대단히 양호한 상태

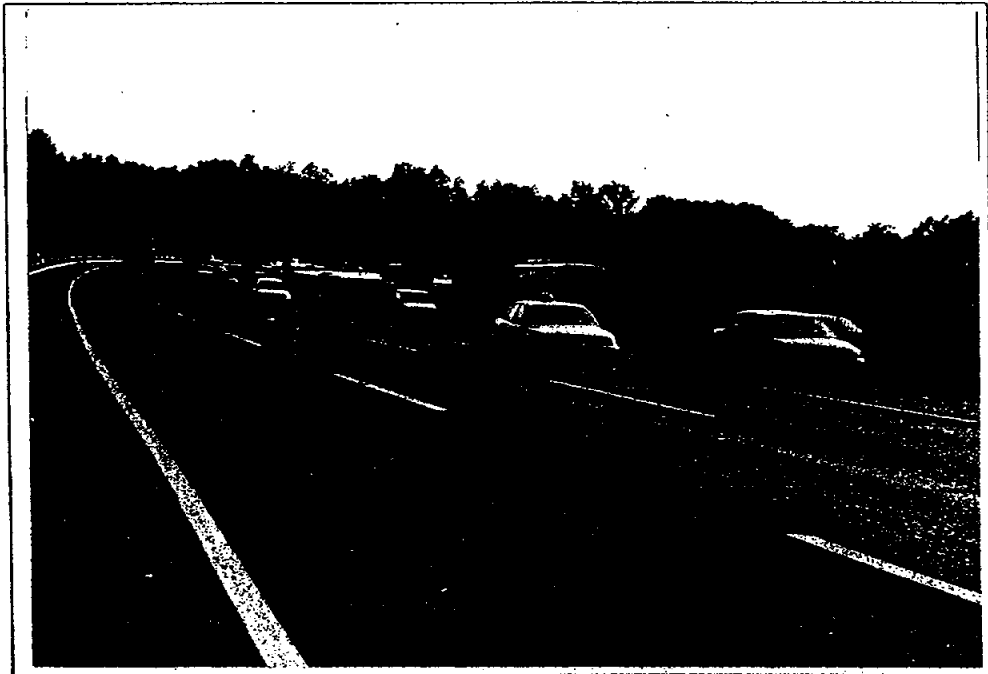


사진. 10mm, 8mm SMA로 포설된 시험시공구간 전경

다. 서부산 낙동강교

- 위 치 : 남해고속도로 제 2지선 19.3km 지점
- 기존포장 문제점 : 약간의 소성변형과 심한 거북등 균열 및 종방향 균열
- 시공일자 : 1998. 9. 14 ~ 9. 19
- 교량연장 : 1600m
- 교량상판 : 강상판
- 공사방법 : 기존포장 4cm 절삭후 10mm SMA 포설
- 교면포장 구성
 - 상부 : 10mm SMA 4cm
 - 하부 : 기존 개질재 첨가 아스팔트포장 4cm
- 추적조사 결과 : 대단히 양호한 상태

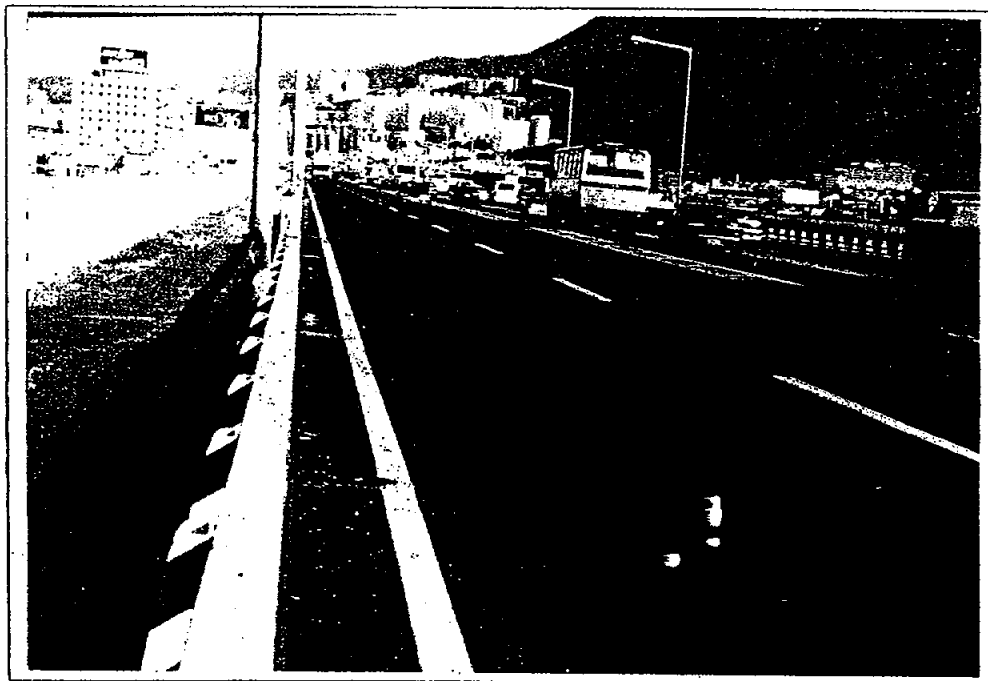


사진. 10mm SMA로 포설된 서부산 낙동대교 전경

라. 부산도시고속도로 원동 고가교

- 위 치 : 부산시 동래구 안락동
- 기존포장 문제점 : 약간의 소성변형과 포트홀 및 균열 발생
- 시공일자 : '98. 9. 23 ~ 9. 27 (5일간)
- 교량연장 : 490m
- 교량상판 : 콘크리트 상판
- 공사방법 : 기존 아스팔트 포장 4cm 절삭 후 SMA혼합물 포설
- 교면포장구성
 - 상부 : 10mm SMA 4cm
 - 하부 : 개질 아스팔트 혼합물 4cm 추정
- 추적조사결과 : 대단히 양호한 상태

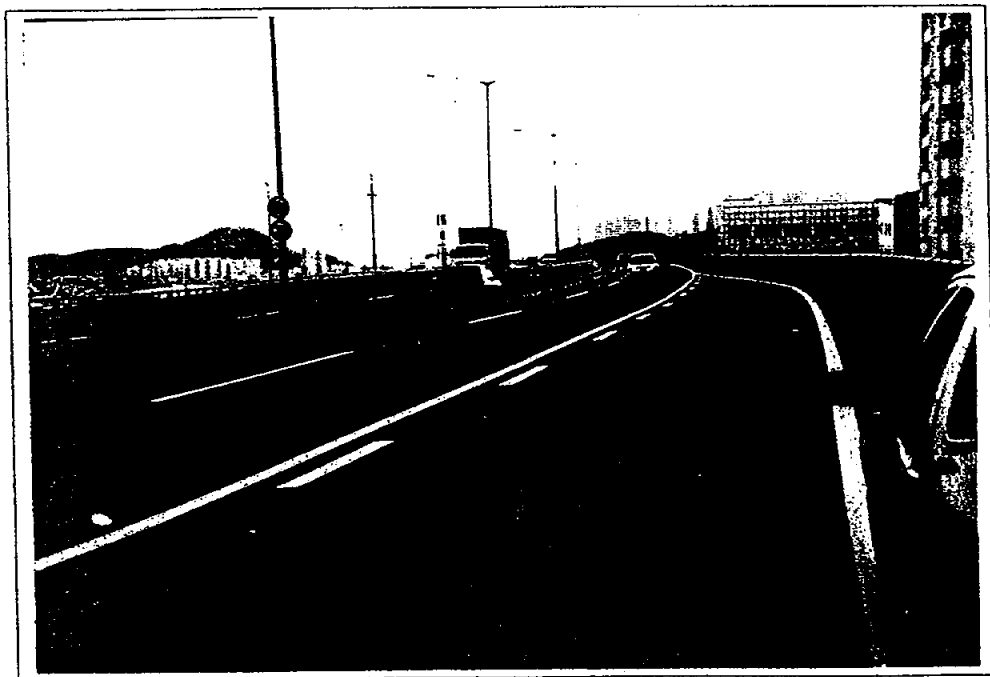


사진. SMA 혼합물로 포설된 원동 고가교 전경

한 국 도 로 공 사

우 461-380 성남시 수정구 금토동 293-1 / 전화 (02)230-4574/ 전송 (02)230-4506
 영업시스템부 부장 김 재 현 과장 임 한 무 담당자 문 재 상

문서번호 영업템 08420 - 352

시행일자 '99. 3. 16. (1년)

수 신 수신처 참조

참 조

제 목 고정식축중기 설치도면 송부

1. 고정식축중기 설치 기반공사가 다음과 같이 변경되어 별첨도면을 송부 하오니 기반시설 설계 및 공사시행에 협조하여 주시기 바랍니다.

2. 특히 축중 차로의 평탄성은 축중기 편차에 직접적인 영향을 미쳐 민원발 생 원인이 되므로 축중차로 포장 공사시 평탄시공이 될수 있도록 만전을 기하여 주시기 바랍니다.

다 음

주요 변경내용	당 초	변 경	비 고
○ TCS트레들-축중기 패드간 거리 \	4M	6M	- TCS보호봉 시설에따 른 영상촬영 거리 확보
○ 축중기패드-유도블럭간 거리	0.3M	0.2M	- 차량의 불법진입 방지
○ OVD플낙스-촬영시설 카메라 설치간 배관	-	신설	* 아일랜드 길이는 변동 없음

첨 부: 고정식축중기 설치도면 4부. 끝.

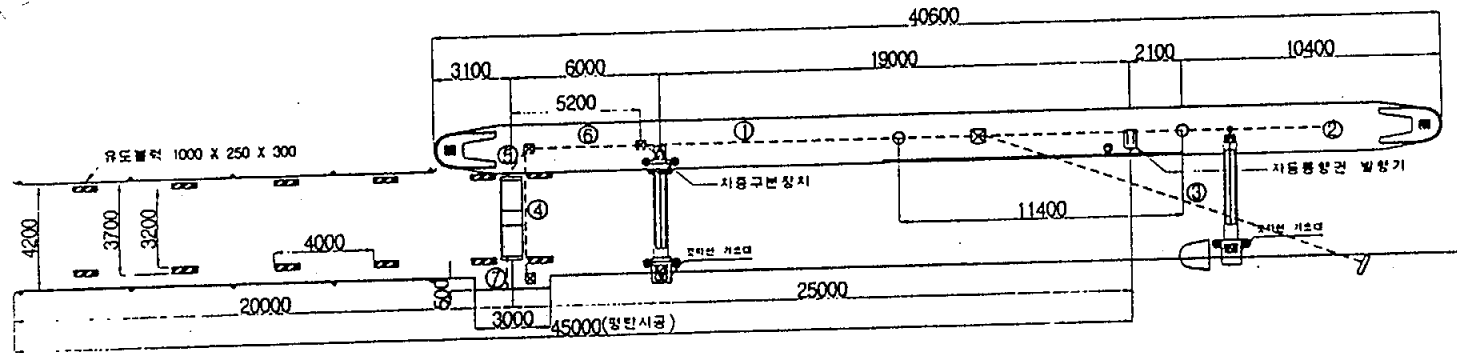
한 국 도 로 공 사

전결 영업처장 최 중

수신처: 갑17-갑21, 직3-11, 직14, 본10-60 - 559 -

• 본 공문에 첨부된 「고정식 축중기 설치도면」을 표준도상 반영.
 • 다만, 노면별 요금소 광장부는 위치별로 종단구배가 상이하므로 평판구간 설치를 위한 종단구배도를 작성하여設計圖에 명기할것.
 (監査指摘과符合되도록)

축중기 설치 평면도 및 배관도(단차선)



[배관 & CABLE]

NO	CONDUIT	CABLE SPEC	REMARK
①	PEφ36x4EA	CW-SB 0.75SQ x 6C(포드셀 신호선) CW-SB 0.55SQ x 6C(높이, 자동다수분리기 신호선) CV 2SQ x 3C(전원선) LAN CABLE(영상촬영시설 신호선)	
②	PEφ36x4EA	CW-SB 0.75SQ x 6C(포드셀 신호선) CW-SB 0.55SQ x 6C(높이, 자동다수분리기 신호선) LAN CABLE(영상촬영시설 신호선)	
③	PEφ36x2EA	CV 2SQ x 3C(전원선)	
④	PEφ36x3EA	CW-SB 0.55SQ x 6C(높이, 자동다수분리기 신호선) CV 2SQ x 3C(전원선)	
⑤	PEφ36x1EA	CW-SB 0.75SQ x 6C(포드셀 신호선)	
⑥	PEφ36x2EA	LAN CABLE(영상촬영시설 신호선) CV 2SQ x 3C(전원선)	
⑦	PEφ54x1EA	DRAIN PIPE	

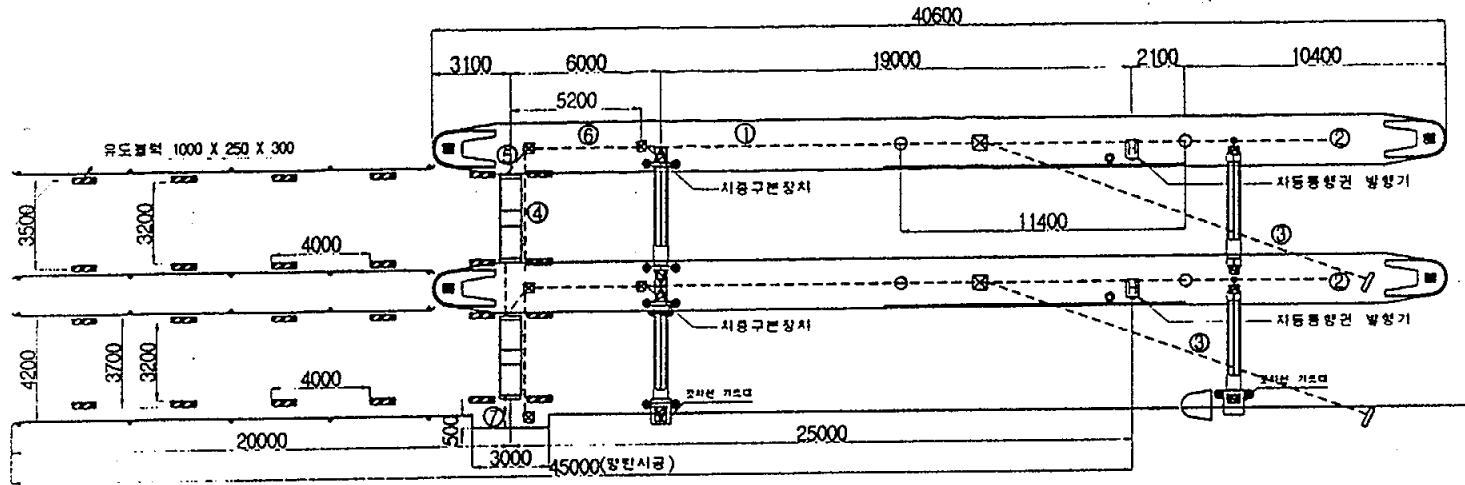
[NOTE]

1. 자동통행권 발행기 기준 25M 거리에서 PAD 위치 BLOCK OUT (3.4 x 0.84 x 0.15M)
2. 축중기 유도블럭은 PAD BLOCK OUT 끝에서 20CM 이격시켜 4M 간격으로 1.0 x 0.25 x 0.3M 크기로 설치
3. 자동통행권 발행기 기준으로 45M구간은 평탄사공
 - * PAD BLOCK OUT 끝부분에서
40M 구간 평탄도: 10MM이하
4M 구간 평탄도: 4MM이하
4. 카메라 설치 위치는 PAD 중앙에서 5.2M 거리에 설치
5. ☒ : PULL BOX(400 x 400 x 300)

축중기 설치 평면도 및 배관도(단차선)

도면구분	척도	작성일자
A1	1:1	1999년 3월 10일

축중기 설치 평면도 및 배관도(다차선)



[배관 & CABLE]

NO	CONDUIT	CABLE SPEC	REMARK
①	PEφ36×4EA	CW-SB 0.75SQ × 6C(포드셀 신호선) CW-SB 0.5SQ × 6C(높이, 차량다수분리기 신호선) CV 2SQ × 3C(전원선) LAN CABLE(영상촬영시설 신호선)	
②	PEφ36×4EA	CW-SB 0.75SQ × 6C(포드셀 신호선) CW-SB 0.5SQ × 6C(높이, 차량다수분리기 신호선) LAN CABLE(영상촬영시설 신호선)	
③	PEφ36×2EA	CV 2SQ × 3C(전원선)	
④	PEφ36×3EA	CW-SB 0.5SQ × 8C(높이, 차량다수분리기 신호선) CV 2SQ × 3C(전원선)	
⑤	PEφ36×1EA	CW-SB 0.75SQ × 6C(포드셀 신호선)	
⑥	PEφ36×2EA	LAN CABLE(영상촬영시설 신호선) CV 2SQ × 3C(전원선)	
⑦	PEφ54×1EA	DRAIN PIPE	

[NOTE]

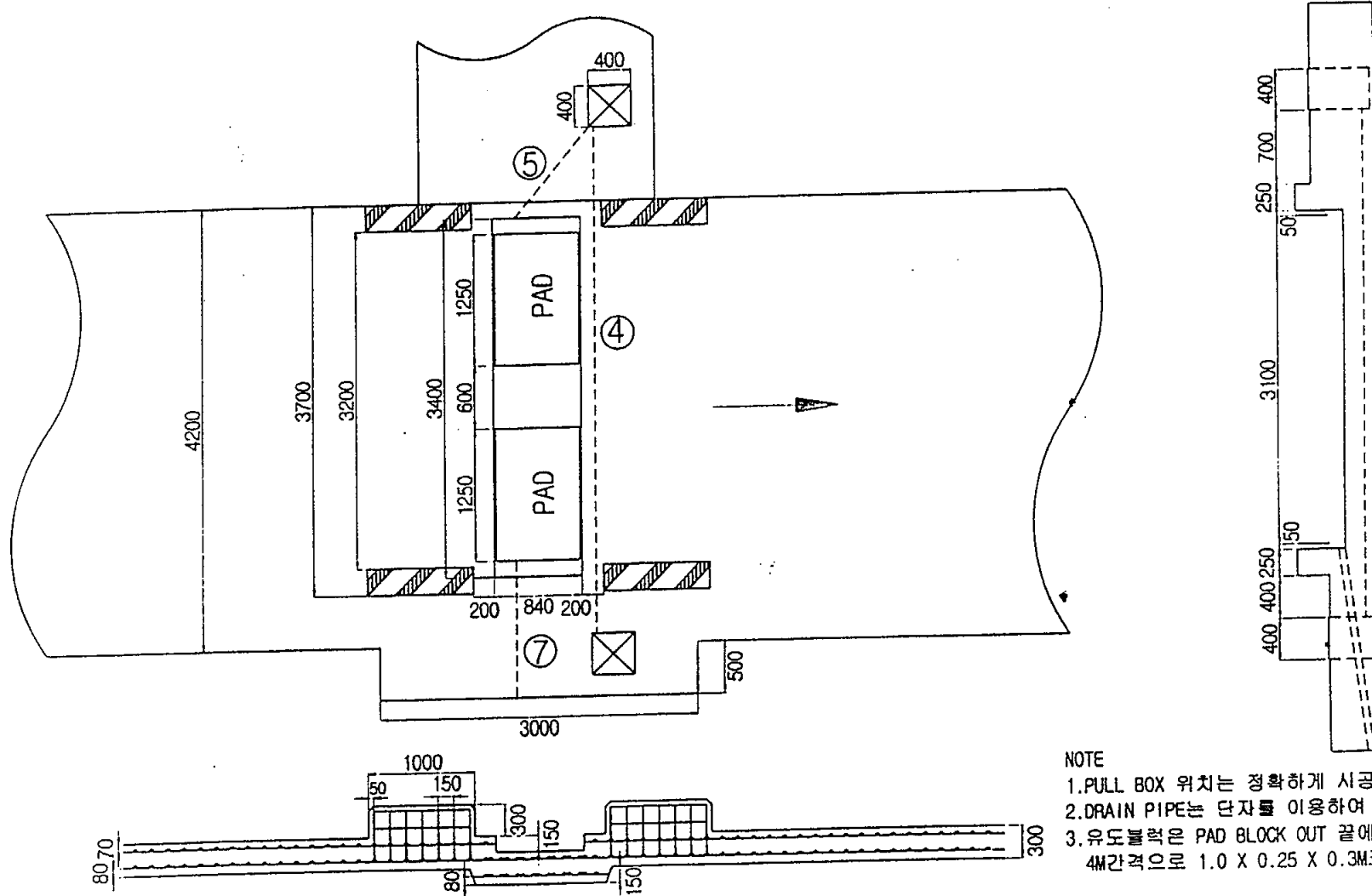
- 자동통량권 발향기 기준 25M 거리에서 PAD 위치 BLOCK OUT (3.4 × 0.84 × 0.15M)
- 축중기 유도블럭은 PAD BLOCK OUT 끝에서 20CM 이격시켜 4M 간격으로 1.0 × φ.25 × 0.3M 크기로 설치
- 자동통량권 발향기 기준으로 45M구간은 평탄시공
 - * PAD BLOCK OUT 끝부분에서 40M 구간 평탄도: 10MM이하 4M 구간 평탄도: 4MM이하
- 카메라 설치 위치는 PAD 중앙에서 5.2M 거리에 설치
- ☒ : PULL BOX(400 × 400 × 300)

축중기 설치 평면도 및 배관도(다차선)

축중기 설치 평면도 및 배관도(다차선)

1999년 3월 10일

차선설비 부속 시설물 설치 상세도(차선평 폭 4.2M)



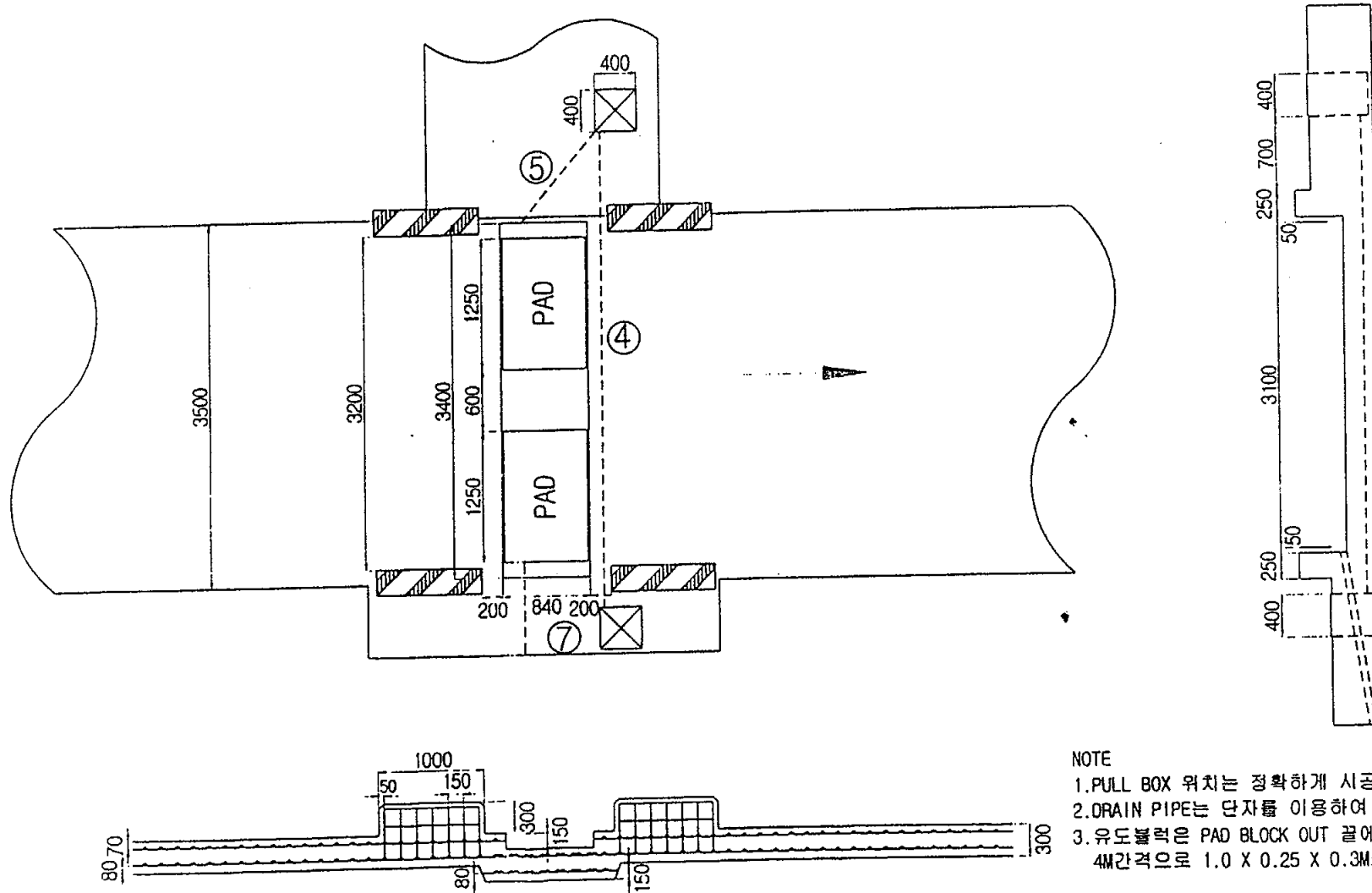
NOTE

1. PULL BOX 위치는 정확하게 시공할것.
2. DRAIN PIPE는 단자를 이용하여 배수토목 시공할것.
3. 유도블럭은 PAD BLOCK OUT 끝에서 20CM 이격시켜 4m간격으로 1.0 X 0.25 X 0.3M크기로 설치.

충청남도교통연구원

충청남도교통연구원			
충청남도 기초 콘크리트 설치도			
도면번호	시차	제정일자	제정인원
AI	1:1	1999년 3월 10일	

차선설비 부속 시설물 설치 상세도(차선폭 3.5M)



NOTE

1. PULL BOX 위치는 정확하게 시공할것.
2. DRAIN PIPE는 단자를 이용하여 배수토록 시공할것.
3. 유도블럭은 PAD BLOCK OUT 끝에서 20CM 이격시켜 4M간격으로 1.0 X 0.25 X 0.3M크기로 설치.

축종기 기초 콘크리트 설치도		
도면명	비율	작성일자
AI	1:1	1999년 3월 10일

3-6 영업소 부지설계시 중점 고려사항

방 침

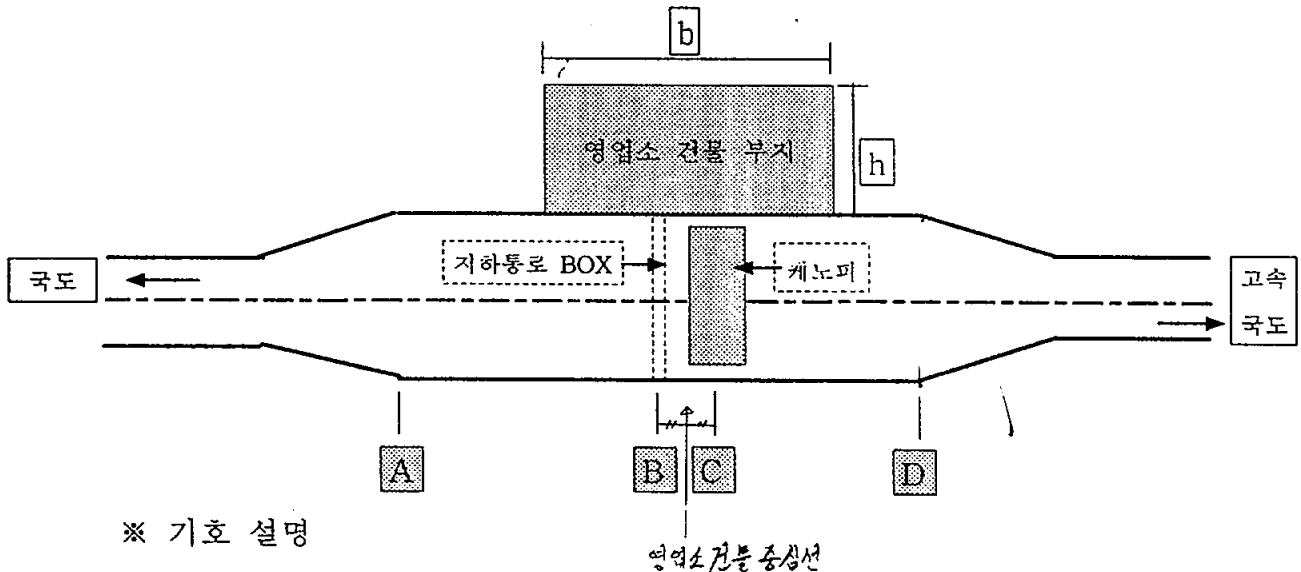
시 설 건
12102-508
('99. 6.25)

1. 영업소 건물부지 위치

- 요금징수업무 및 운영상태 파악이 용이한 출구(회수)측에 배치

2. 지하통로 BOX 및 케노피 관련사항

- 토목 설계도면에 지하통로BOX 및 케노피 중심선 명기
- 건물부지 배치시 지하통로BOX와 케노피 중심의 2등분선이 건물부지의 2등분선과 일치되도록 설계 요망



※ 기호 설명

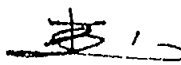
- A, D : 영업소 광장부 테이퍼 끝단
- B : 지하통로 BOX 중심
- C : 톨게이트 케노피 중심

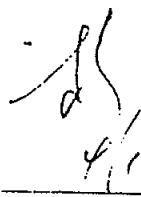
※ 제원 현황

- A~C : 90M /
- C~D : 60M /
- B~C : 16.75M

3. 영업소 부지면적 ($b \times h$)

- 시설건 13101-53호('96. 4.10)의 기준에 따라 부지 설계 요망

감 사


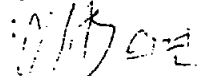
결	본 부 장	부 사 장	사 장
제			 4/10

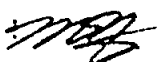
건물 및 부지면적 설정을 위한 기준

‘96. 4. 10

수원시
13101
53

96.4.10

영업관리처장 : 

도로관리처장 : 

설계사업소장 : 

시 설 관 리 처



4. 부지면적 기준 산출

가. 지역본부,지사

(단위 : 평)

구분	지 역 본 부 (직할지시무현)	지 사	비 고
계	9,000	7,000	
건 축 면 적	1,300	1,000	1층 면적기준
야적 및 적사장	700	700	
테 니 스 장	500	500	2면 기준
주 치 장	800	600	부지면적의 10%
광 장	800	600	"
녹 지 대	3,200	2,400	부지면적의 40%
기 타 (비탈면 및 진입도로)	1,700	1,200	

- 현기준과 동일함.
- 부지조건에 따라 증감.

나. 영 업 소

(단위 : 평)

구 분	부지규모 (세로×가로)	부 지 기 준 면 적					비 고
		배	건축면적	주차장	녹 지	가 타 (처선확장)	
A 형 (2-4차선)	40×70m	800	160	120	340	180	부지면적은 건축법상 건 폐율20% 이 내의 조건에 만족 녹지면적은 부지면적의 40%
B 형 (6-8차선)	40×80m	1,000	170	220	400	210	
C 형 (10-12차선)	40×90m	1,100	190	280	410	220	
D 형 (14-16차선)	45×90m	1,200	210	300	460	230	
E 형 (18-20차선)	45×110m	1,500	240	430	580	250	
F 형 (22-24차선)	45×120m	1,600	250	440	610	270	

- 현 기준과 동일함.

- 미래보관창고, 고속순철대 수요 영입소의 부지면적은 설치 필요시 추가산출.

1. 적용범위

본 지침의 대상은 무수축콘크리트, 무수축모르터 및 PSC 그라우팅에 사용되는 재료 및 그 혼합물의 품질기준에 적용한다.

2. 개 요

콘크리트 또는 모르터는 시멘트와 수화반응에 의해 12~18시간까지 수화열에 의하여 팽창한 후에 경화하기 시작하면서부터 필연적으로 체적이 감소하는데 이를 수축이라고 한다. 우리가 흔히 부르는 무수축재란 물과 혼합하였을때 소정의 재령에서 수축이 없거나 규정된 범위의 팽창을 일으킬 수 있는 팽창재를 말하는 것으로 무수축성 이외에 작업성, 강도, 내구성등에 영향을 주지 않는다. 다만, 그 사용량에 따라 수축 보상용과 화학적 프리스트레스용으로 사용된다.

3. 용어의 정의

- 팽창재 : 시멘트 및 물과 혼합하면 수화반응에 의해 에트링자이트 또는 수산화 칼슘을 생성하여 콘크리트를 팽창시키는 작용을 하는 혼화재
- 팽창 콘크리트 : 팽창재를 사용하여 제조한 콘크리트
- 화학적 프리스트레스 : 팽창 콘크리트 팽창이 철근등의 구속체등에 의해 구속 될 때 콘크리트에 도입되는 압축응력
- 화학적 프리스트레인 : 팽창 콘크리트 팽창이 철근등의 구속체등에 의해 구속될 때 구속체에 도입되는 초기변형
- 수축 보상용 콘크리트 : 화학적 프리스트레스가 건조수축에 기인하는 인장응력을 상쇄 또는 저감시키는 정도의 팽창력을 가지는 팽창 콘크리트

- 화학적 프리스트레스용 콘크리트 : 건조수축이 발생하여도 화학적 프리스트레스가 잔존할 정도의 큰 팽창력을 가지는 팽창 콘크리트
- 수축 보상 콘크리트 : 주로 수축 보상용 콘크리트를 사용하고, 콘크리트의 팽창을 철근등으로 구속하므로써 건조수축등에 의해 발생하는 인장응력을 상쇄 또는 저감시키는 정도의 작은 화학적 프리스트레스를 부여한 철근 콘크리트
- 화학적 프리스트레스 콘크리트 : 팽창이 구속되어 콘크리트에 도입된 화학적 프리스트레스와 철근등에 도입된 화학적 프리스트레스인이 건조수축에 의하여 일부가 줄어 들지라도 계속 잔존하도록, 주로 화학적 프리스트레스용 콘크리트를 사용하여 큰 팽창력을 부여한 철근 콘크리트
- 단위 팽창재량 : 팽창 콘크리트 1m^3 를 제조할 때 사용하는 팽창재의 중량
- 단위 결합재량 : 팽창 콘크리트 1m^3 를 제조할 때 사용하는 시멘트 및 팽창재의 중량의 합을 말하며, 혼화재로 플라이 애쉬나 고로 슬래그 미분말을 사용할 때에는 이들의 중량도 포함하는 것으로 한다.

4. 팽창재의 종류 및 물성

가. 종 류

시멘트 콘크리트용 팽창재는 $\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SO}_3$ 계 팽창재인 K형, S형, M형과 석회계 팽창재로서 O형 팽창재가 있다.(ACI)

1) K 형

칼슘설페이트(Calcium sulfoaluminate, $3\text{CaO} \cdot 3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{CaSO}_4$)와 석고(CaSO_4) 및 산화칼슘(CaO)으로 구성되며 물과 반응하면 에트링자이트를 생성시켜 팽창한다.

2) S 형

알루미늄 산 삼 칼슘($3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$)과 석고의 혼합물로 K형과 마찬가지로 물과 혼합하면 에트링자이트를 생성하는 것이지만 C_3A 는 시멘트 구성광물의 하나이기 때문에 일반적으로 C_3A 의 함유량이 많은 클링커를 제조하여 이것에 석고를 다량 혼합하여 제조한다.

3) M 형

알루미나 시멘트(주광물은 $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$)와 석고의 혼합물로 이 역시 물과 혼합하면 에트링자이트를 생성한다.

4) O 형

산화칼슘의 수화에 따라 생성되며 이론화학 양론적으로는 얼마간 수축하지만 공극을 남긴채로 외관상의 용적팽창을 한다고 알려져 있으며 또 그 팽창은 2단계의 팽창에 의한다고 알려져 있다. 즉 최초로 미세한 콜로이드상의 수산화칼슘을 생성할 때 처음 팽창을 하고 이것이 완전히 종료한 후에도 계속하여 장대한 이방성의 육각판상 결정으로 성장한다고 알려져 있다.

나. 물 성

- 1) 시멘트의 응결, 경화와 팽창 속도가 잘 맞아 필요한 팽창을 일으켜야 한다.
- 2) 가능하면 소량의 팽창재로 유효한 팽창을 일으켜야 한다.
- 3) 팽창은 상온으로 적어도 7일 정도에 최대치에 도달하여야 한다.
- 4) 팽창 모르타르·콘크리트의 강도 및 그외 물리적 성능, 화학적 성질을 현저히 저해하지 않아야 한다.
- 5) 팽창 후 건조수축을 감소시킬 수 있어야 한다.

5. 무수축 콘크리트(모르터)

이하 콘크리트와 모르터를 콘크리트로 표기한다.

가. 재 료

무수축 콘크리트는 배합방법에 따라 일반적으로 현장배합 타입 또는 프리믹스 2종류로 나뉘어 진다.

무수축 콘크리트에 사용되는 재료는 배합 Type에 관계없이 각 재료의 품질을 확인하여야 한다.

1) 시 멘 트

무수축 콘크리트에 사용하는 시멘트는 일반적으로 보통 포틀랜드 시멘트를 사용하고 그 이외의 시멘트를 사용할 때는 그 품질을 확인하여 무수축 콘크리트로서의 성능이 확인 된 것을 사용한다.

※ 알루미나 시멘트 및 초속경 시멘트는 팽창재와 겸용하게 되면 특이한 팽창 성상을 나타내게 되므로 사용을 피하는 것이 좋다.

2) 골 재

무수축 콘크리트에 사용하는 조·세골재는 그 품질을 확인하여 무수축콘크리트로서의 성능이 확인된 것을 사용하여야 한다.

3) 혼화재료

무수축 콘크리트에 사용하는 혼화재료는 콘크리트 표준시방서(팽창콘크리트)와 KSF 2562(콘크리트용 팽창재)에 적합한 팽창재를 사용하여야 하며 일반적으로 감수성, 불리딩을 저감하는 특성 및 수축을 보상하는 특성이 있어야 한다.

팽창재는 일반적으로 시멘트량의 8~10%를 사용하며 사용량은 시험후 결정하여야한다. 단위 팽창재량이 증가함에 따라 자유 팽창율이 크게 되고 팽창 콘크리트의 압축강도는 증가하지만 어느 한도를 넘어 팽창율이 급격히 증가하면 압축강도는 팽창율에 반비례 한다.

4) 혼 화 제

무수축 콘크리트의 유동성을 증진시키기 위해 유동화제를 사용할 수 있으며 이때의 사용량은 보통 단위결합재(시멘트+팽창재+기타혼화제)량의 1~2%를 사용하고 있다. 다만, 모르타일 경우에는 단위결합재량의 3% 사용을 원칙으로 한다.

5) 혼 합 물

무수축 콘크리트에는 금속골재, 가스발생 혼화제, 300PPM 이상의 염화물을 포함하고 있지 않아야 한다.

나. 배 합

1) 배 합

가) 무수축 콘크리트는 시공시 현장의 환경조건 및 충전개소의 형상·치수등을 고려하여 품질기준에 만족되도록 그 배합을 정하여야 한다. 혼합온도가 30℃ 이상인 경우나 10℃ 이하일 경우에는 유동성이 변화하여 불리딩 및 무수축성등에 영향을 미치는 경우도 있기 때문에 주의하여야 한다.

나) 배합의 표시

현장 배합 타입의 무수축 모르타의 표시방법은 일반적으로 다음표를 따르는 것으로 한다.

골은골재 최대치수 (m/m)	Slump (cm)	물 시멘트비 W/C+F(%)	단 위 량(kg/m ³)						
			물(W)	시멘트 (C)	팽창재 (E)	기타 혼화제 (F)	세골재 (S)	조골재 (G)	혼화제

다) 배합설계 기준

① 콘크리트

굴은골재 적비(%)	Slump (cm)	물 시멘트비 W/C(%)	물(W)	시멘트 (C)	단 위 량(kg/m ³)				
					유동화제(F)	팽창제(E)	기타 혼합제(F)	세골재(S)	노골재(G)
19	16	39.5	158	364	36	-		787	1,075
									6

② 모르터

(kg/m ³)				
물 시멘트비 (W/C)	시멘트 (C)	팽창제 (E)	세골재 (S)	유동화제
31	777	68	1,056	25

다. 혼 합

- 1) 혼합은 소요의 품질의 콘크리트가 얻어지도록 충분히 혼합하여야 한다.
- 2) 혼합 및 교반은 반드시 B/P나 믹서등의 기계적인 혼합을 하여야 하며 인력 비빔은 피하여야 한다.

라. 양 생

- 1) 무수축 콘크리트는 시공후 급격한 온도 변화, 건조, 하중 및 충격등의 유해한 영향을 받지 않도록 충분히 보호하여야 한다.
- 2) 무수축 콘크리트의 노출면은 시공후 적어도 5일 이상 항상 습윤상태로 유지하여야 한다.

6. PSC 그라우트

가. 재 료

1) 시 멘 트

무수축 콘크리트(모르터)에 사용되는 시멘트에 준용한다.

2) 혼화재료

혼화재료는 팽창재나 알미늄 분말등이 포함된 혼화제를 사용하여야 한다. 혼화재료는 혼화재료의 품질, 시멘트의 품질, 온도, 배합, 비비기시간등에 따라서 달라지므로 시험에 의하여 혼합량을 결정하여야 한다. 또한 감수제, 지연제, 기타혼화제등과 혼합하여 사용할 수 있으며 사용전후 시험을 하여 품질을 확인하여야 한다.

혼화재료의 혼입량은 팽창재는 시험에 의하여 결정하여야하며 알미늄 분말이 혼입된 혼화제의 경우에는 시멘트량의 1% 정도를 사용하는 것이 일반적이며 시험에 의하여 결정하여야 한다. 이때의 알미늄 분말은 일반적으로 시멘트량의 0.005~0.015%를 사용하고 있다.

나. 일 반

1) PSC 그라우트는 주입작업이 끝날때까지 좋은 유동성과 충전성을 가져야하며 될 수 있는 대로 적은 블리딩률 및 알맞은 팽창율을 가져야하고 경화한 PSC 그라우트가 긴장재 쉬스등과의 사이에 충분한 부착강도를 발휘할 수 있고 수밀성이 풍부하며, 긴장재가 녹슬지 않게 되어야 한다.

2) 알미늄 분말을 사용할 경우 기온이 높은 여름철에는 발포 현상이 현저히 빨리 진행되므로 지연처리를 한 분말을 사용할 수도 있다.

3) 물시멘트비는 소요 반죽질기가 얻어지는 범위내에서 될 수 있는 대로 적게 하여야 하며 일반적으로 45%이하로 하여야 한다.

7. 품질기준

가. 팽창재

팽창재의 시험은 KS F 2562('89)에 따르는 것으로 한다.

구분			기준	적용 시험항목	비고
화학 성분	산화마그네슘 %		5.0 이하	KSL 5120	
	강열감량 %		3.0 이하	"	
물리적 성분	비표면적 cm^2/g		2000 이상	KSL 5207	
	1.2 mm체 잔분 %		0.5 이하	KSF 2502	
	응 결	초 결(분)	60 이후	KSL 5207	
		종 결(시간)	10 이내		
	팽창율 (길이변화율)	7일	0.00030 이상	KSF 2562 부속서	
		28일	-0.00020 이상		
	압축강도 kgf/cm^2	3일	70 이상	KSL 5207	5×5×5cm 또는 4×4×16cm
7일		150 이상			
28일		300 이상			

나. 무수축 모르터(수축보상용)

구분		품질기준	적용 시험항목	비고
팽창율		재령 7, 28일 기준 0~0.3%	ASTM C 1090 또는 CRD C 621	별첨#1 참조
블리딩율		0.5%이하	KS F 2414	
유동성		125% 이상	KS L 5111 (ASTM C939)	
압축강도		$f_{28}=600\text{kg/cm}^2$ 이상	KS L 5201 (ASTM C109)	5×5×5cm
응결시간	초결	1시간 이상	KS L 5207	
	종결	10시간 이내		

* KS L 5111로 시험시에는 CONE에 타격이 없는 자연 flow 기준임.

다. 무수축 콘크리트(수축보상용)

구 분	품 질 기 준	적용시험항목	비 고
팽창율	재령 7일기준 - 수축보상용 콘크리트: $150 \times 10^{-6} \sim 250 \times 10^{-6}$ - 화학적 프리스트레스용 콘크리트: $200 \times 10^{-6} \sim 700 \times 10^{-6}$ - 공장제품에 사용하는 화학적 프리스트레스용 콘크리트: $200 \times 10^{-6} \sim 1000 \times 10^{-6}$	KSF 2562 참고 1의 A법	
블리딩율	1% 이하	KSF 2414	
슬럼프	15cm 이상	KSF 2402	
압축강도	$f_{28} = 400\text{kg/cm}^2$	-수축보상용: KSF 2403, KSF 2405 -화학적프리스트레스용: KSF 2562	$15 \times 30\text{cm}$

라. PSC 그라우트

구 분	품 질 기 준	적용시험항목	비 고
반죽질기 (컨시스턴시)	15초~30초	KSF 2432	
팽창율	10% 이하	KSF 2433	
블리딩율	3 % 이하	KSF 2433	
압축강도	$f_{28} = 200\text{kg/cm}^2$	KSF 2426	
염화물이온량	0.3kg/m^3 이하	KSF 2515	

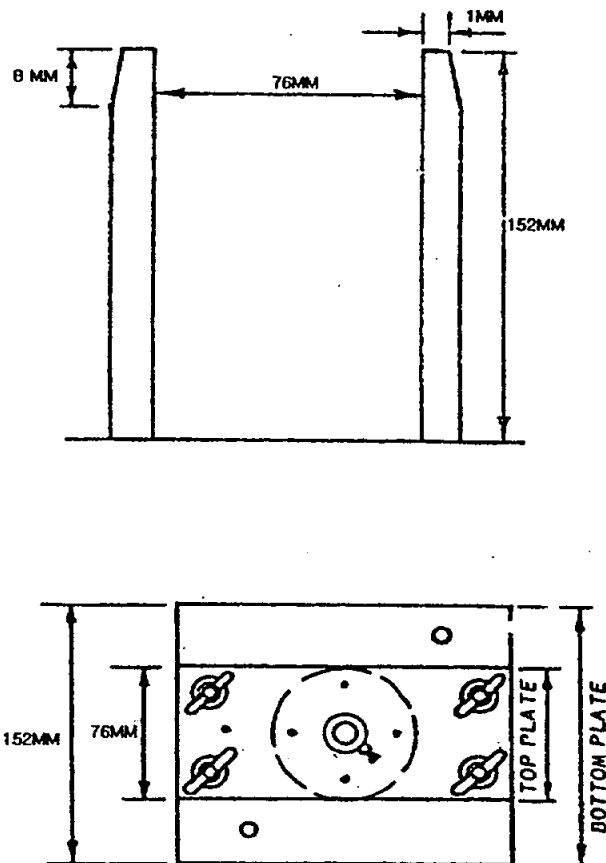
무수축 모르터의 팽창율 시험방법(ASTM C 1090)

1. 적용범위

이 시험은 무수축 모르터의 팽창율(길이변화율)시험에 적용한다.

2. 시험기구

가. 원통형 몰드 : 강파이프나 강튜브를 절단하여 만든 원형 강재

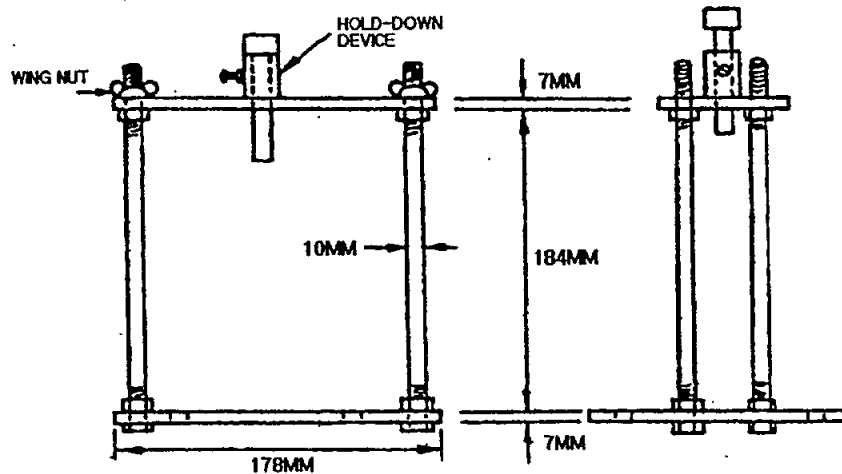


【정면도(상), 평면도(하)】

나. 유리판 : $100 \times 100 \times 6\text{mm}$ 의 유리판

다. 재하추 : $1.4\text{kg} \pm 1\%$ 의 하중을 가진 추

라. 지지대 : 원통형 몰드를 지지할 수 있는 부식에 강한 강재



【정 면 도】

마. 다이얼 게이지

바. 두께 측정용 기구

사. 다짐용 봉

아. 기계식 믹서

3. 준비 및 양생조건

가. 시료준비

- 1) 혼합용 그릇에 물을 넣는다.
- 2) 초기 30초 동안은 마른재료를 넣어 140 ± 5 rpm의 느린속도로 혼합한다.
- 3) 3분동안 혼합하되 시작후 1분후 15초를 넘기지 않는 범위에서 멈추어 그릇 주위에 묻어있는 그라우트를 모은 후 계속 혼합한다.
- 4) 혼합이 완료된 후 4분 이내에 몰드제작이 완료되어야 하며, 이러한 과정이 완료된 후 3분 이내에 초기치 측정을 하여야 한다.

나. 기기준비

- 1) 유리판은 모르터와의 접촉부의 원활한 분리를 위해 윤활제(구리스 등)를 도포한다.
- 2) 조립된 몰드 내부에는 광유성분으로 도포하고 몰드밀판과 외부몰드 사이에는 윤활제(구리스 등)를 도포하여 방수처리 한다.

다. 양생조건

- 1) 시험실은 온도 $23\pm 1.7^{\circ}\text{C}$, 상대습도 50% 이상으로 유지하고, 특별한 조건이 명시되지 않을 시는 시험기간동안 $23\pm 1.7^{\circ}\text{C}$ 의 온도에 보관하여야 한다.
- 2) 몰드는 수분의 침투, 손실이 없도록 시험실 및 습기실에서 보관해야 하며, 시험기간(28일)동안 관리에 철저해야 한다.

- 시험실 보관

- 비닐봉지안에 몰드를 설치하고 몰드중간까지 젖은 타월을 몰드의 반까지 덮은후 상부를 비닐로 봉하여 보관한다.

- 습기실 보관

- 초기치를 측정한후 즉시 몰드 전체를 위에서 1/2정도 비닐봉지로 봉한후 습기실 또는 습기함에 보관한다.

4. 시 험

- 1) 시료가 쉽게 유동화될 때에는 몰드에 시료가 약간 넘치도록 채워 옆면을 3회 두드려 다지며, 쉽게 유동화되지 않을 때에는 3층으로 나누어 15회 다짐을 한다.
- 2) 몰드 제작후 유리판을 접하는 모르터부분이 흐트러지지 않도록 조심해서 올려 놓는다. 만약, 모르터 표면과 유리판과의 사이가 3.2mm 이상 차이가 발생시에는 그 시료는 파기한다.
- 3) 유리판 접촉후 재하추를 가해 유리판과 모르터 표면의 접촉상태를 확인한다.

- 4) 고정나사로 조인후 추를 내리고 측정용 다이얼 게이지를 이용하여 4군데의 초기 측정치(유리판두께+측정 읽은값)를 측정하여 평균하되, 팽창율 결과 산출시는 유리판 두께를 제한 값을 초기 측정치로 한다.
- 5) 믹싱후 24시간이 지나면 유리판을 제거한다.
- 6) 유리판제거후 즉시 다이얼게이지와 유리판의 접촉점 4군데에 대한 두께를 측정한다.
- 7) 원하는 재령에 표면에 거품이 없는 곳을 택해 측정하여 기록하되, 4군데중 2군데 이상에서 거품이 있어 불량시는 그시료를 파기한다.
- 8) 모두 측정후 몰드에서 시료를 제거하여 시료에 균열 및 유해한 결점이 발생했을때는 그 측정치는 무시한다.

5. 계 산

$$V = \frac{V_1 - V_2}{H} \times 100$$

여기에서

V = 팽창율(길이변화율) %

H = 원통형 몰드 높이(152mm)

V₁ = 초기 측정치

V₂ = 각 재령에서의 측정치

6. 기 타

기타 세부사항은 ASTM C 1090에 따른다.

3-8 확장구간 철거(회수)자재 재활용 방안

방 침
재 무 관 07527-875 ('99. 8.20)

1. 검토배경

- 확장공사 구간에서 발생하는 회수자재 수급검토를 통한 재활용방안 강구
- 규격(사양)이 변경된 자재(철재 방현망, 가드케일블류)의 처리방안 검토
- 물자 재활용 촉진을 위한 자산관리제도(기준) 정비
 - 설계당시부터 철거(회수)자재의 우선사용 및 수급검토에 대한 협의절차 명시
 - 회수자재 전기관 동시 소요조회시스템 구축
 - 회수자재 반납시 처리기준 재정립

2. 현실태 및 문제점

가. 확장공사 철거(회수)자재 발생현황

품 명	규 격	단 위	발생자재 현황				설 계 반영률
			계	설계반영 (재사용)	유용후 반 납	반납수량 (잔 량)	
가드레일	4×350×4,330	매	41,381	3,734	9,175	37,647	9.0%
가드레일 지주	Φ139.8×4.5×2200	본	35,317	132	7,090	35,185	3.7%
방음판(흡음형)	95×500×1,960	매	20,029	8,969	-	11,060	44.8%
방음판(반사형)	50×500×3,970	"	14,757	9,804	-	4,953	66.4%
방현망(철재)	1.6×584×3,680	"	23,855	1,986	-	21,869	8.3%

※ 1) 유용후 반납 : 우회도로 등 임시 교통전환 설치후 준공시 반납될 수량임

2) 확장공사 시행 구간

- 서울외곽순환선 판교~퇴계원 확장('97. 12~2001. 12)
- 중부선 하남~호법 확장 ('97. 4~2001. 4)
- 신갈~안산선 확장 ('97. 4~2001. 4)
- 경부선 구미~동대구간 확장 ('97. 12~2002. 12)
- 남해선 내서~냉정간 확장 ('96. 3~2001. 6)

나. 문제점

- 각종 공사 및 유지보수용으로 회수자재 사용 기피
 - 사용가능한 자재의 설계반영률에 대한 기준이 없음
 - 철거(회수)자재 설계반영률 저조(가드레일류 : 3.7~9.0%)
 - 반납물량이 과다하여 유지보수용으로 소모 곤란

품 명	규 격	단 위	반납물량	연도별 총소모량			
				평균	'98	'97	'96
가드레일(단면)	4×350×4,330	매	37,647	11,822	14,068	10,350	11,048
가드레일 지주	φ139.8×4.5×2200	본	35,185	7,239	10,766	5,026	5,924
방음판(흡음형)	95×500×1,960	매	11,060	11,822	14,068	10,350	11,048
" (반사형)	50×500×3,970	"	4,953	7,239	10,766	5,026	5,924
방현망(철재)	1.6×584×3,680	"	21,869	7,239	10,766	5,026	5,924

- 확장구간 철거(회수)자재 반납분에 대한 물품수급계획 미반영으로 지급 자재의 안정적인 수요·공급에 차질 우려
 - 예산낭비요인 발생
 - 유지보수용으로 타기관 전환 사용시 행정절차 번잡 및 운송비 과다소요
 - 장기사장 또는 과다보유로 인한 재고관리비용 소요
 - 회수자재 반납시 2급품을 3급품으로 분류, 불용매각하여 예산낭비 가능성 상존
 - 규격(사양)이 변경된 철재 방현망, 가드케이블류의 경우 향후 활용전망이 없음
 - 철재 방현망 → 플라스틱 방현망으로 사양 변경 ('95년)
 - 가드케이블 → 가드레일로 대체
- ※ 사양변경 사유 : 고속국도 기능 및 안전도 제고

3. 재활용방안 검토

가. 대안별 검토

구 분	제 1 안 <확장공사구간 재사용>	제 2 안 <유지보수용으로 활용>
장 점	○ 확장공사구간 발생물량 재사용시 지급자재의 안정적인 수요·공급 가능 ○ 반납분 재고관리비용 절감 ○ 회수자재 재활용에 따른 예산 절감효과	○ 확장공사구간 지급자재 신품 사용시 고속국도 미관 우수
단 점	○ 가드레일류의 경우 페인트 도장, 아연도금 부식 등으로 인하여 고속국도 미관 저해 ○ 가드케이블류, 철재 방현망의 경우 규격(사양) 변경으로 재사용 곤란	○ 재고보유에 따른 인력 및 관리비용 소요 ○ 타기관 전환사용시 행정절차 번잡 및 운송비용 과다 소요 ○ 장기사장으로 인한 부식 등으로 불용 우려(예산낭비)
건 의	◎ (가드레일류 : 필요시 아연도금 후 재사용)	

나. 품목별 재활용방안

품 목 별	재 활 용 방 안	활 용 기 준
가드레일류 · 가드레일 · 가드레일 지주 방음판류 · 반사형 · 흡음형	- 1~2급품(사용가능한 자재) : 확장공사구간에 재사용토록 설계반영 조치 - 3급품 : 가드레일 재생활용 또는 불용 매각	- 자재 등급분류 기준 : 자산관리에규 제54조 - 설계반영 기준 : 사용가능한 회수자재 우선적으로 재사용 의무화 (90% 이상)
철재 방현망류 · 방현망 · 방현망 지주 가드케이블류 · 가드케이블 · 가드케이블 지주	- 1~2급품(사용가능한 자재) : 타기관 소요조회후 전환 조치 또는 불용매각 - 3급품 : 폐자재 재활용 또는 불용 매각	- 자재 등급분류 기준 : 자산관리에규 제54조

4. 재활용 추진방안

자원 재활용 촉진을 위한 제도적인 보완 조치

가. 기존 도로시설물 철거자재 재활용 방안 제도화

- 도로개량, 확장공사 등 기존 도로시설물을 철거할 경우 철거(회수)자재를 우선적으로 재사용토록 설계반영 의무화
<사용가능한 회수자재의 90% 이상 설계반영>
- 향후 철거원인행위공사의 설계 및 공사 착공시 철거자재에 대한 수급검토조서를 작성하여 자산관리부서(재무처 관재부, 지역본부 업무부)와 사전 협의

나. 지급자재 시방서(규격 또는 사양)변경시 관리방안

- 본사조달 지급자재의 규격 또는 사양변경시 기존의 보유재고 및 철거자재의 활용방안 검토를 위하여 자산관리총괄부서(재무처 관재부)에 사전 통보
- 대상품목 : 자산관리에규 [별표 6]중 다음 품목
 - 가드레일류, 방현망류, 반사체류, 방음판류
 - 전기자재류(나트륨등구 및 안정기, 가오스, 터널등기구, 가로등철주)

다. 지급자재 표준 품명·규격 사용 의무화

- 지급자재 품명, 규격을 기관별로 상이하게 사용하여 자료집계, 소요조회, 전환의뢰시 혼선을 초래할 우려가 있음
- 지급자재에 대한 설계, 각종 자료집계, 보고시에는 반드시 신재무종합시스템(자재,자산)상의 물품분류번호코드상의 표준 품명·규격을 사용토록 의무화
- 예시

- 잘못된 품명·규격		표준 품명·규격	
품 명	규 격	품 명	규 격
표준레일	L=12m	가드레일	4×350×4,330
레일포스트	H=2.2m	가드레일 지주	φ139.8×4.5×2200
가드포스트	φ139.8		

라. 회수자재 소요조회시스템 구축

- 회수자재, 과다보유 자재 등을 On-Line으로 전기관 동시 소요조회가 가능토록 소요조회 전산프로그램 보완
- 소요조회된 물품을 타기관에서 신품 구입을 억제토록 제도화

※ 관련규정 개정 검토 ('99년도중)

5. 행정조치사항

가. 철거(회수)자재 재활용 조치계획

(1) 총괄

품명	규격	단위	발생자재 현황				추가 설계반영 조치
			계	설계반영 (재사용)	유용후 반납	반납수량 (잔량)	
가드레일	4×350×4,330	매	41,381	3,734	9,175	37,647	11,895
가드레일 지주	φ139.8×4.5×2,200	본	35,317	132	7,090	35,185	13,672
방음판(흡음형)	95×500×1,960	매	20,029	8,969	-	11,060	3,967
방음판(반사형)	50×500×3,970	"	14,757	9,804	-	4,953	-
방현망(철재)	1.6×584×3,680	"	23,855	1,986	-	21,869	-

※ 추가 설계반영 조치물량은 회수자재 상태를 감안하여 현장실정에 맞게
관할 지역본부(지사)와 협의하여 조정 가능

(2) 공사구간별 재활용 조치계획 : 별첨 #1

나. 조치할 사항

○ 관할 사업소

- 별첨 #1의 조치계획에 따라 사용가능한 지급자재에 대하여 우선적으로 재사용토록 설계반영(변경) 조치
- 2급품이상의 회수자재 반납시에는 관할 지역본부와 사전협의

○ 관할 지역본부(지사) : 반납잔량에 대하여 자산관리에규에 따라 처리

- 1, 2급품 : 유지보수용으로 활용, 잉여품 타기관 소요조회후 전환 조치
- 3급품 : 타기관 소요조회후 불용매각 조치

○ 설계담당부서 : 도로개량, 확장 등으로 인하여 기존 도로시설물을 철거하는 경우 자산관리에규 '별지 제10호 서식'에 의하여 발생자재에 대한 수급검토조서를 작성하여 사전에 자산관리총괄부서(재무처 관재부)와 사전 협의

방 침

도 연 사
18204-30318
('99. 8.25)

가. 아스팔트 혼합물의 입도개선 및 추가

1) 가열 아스팔트 안정처리 기층용 골재의 입도

당 초						변 경						
종류		BB - 1	BB - 2	BB - 3	BB - 4	종류		BB - 1	BB - 2	BB - 3	BB - 4	BB - 5
체크기						체크기						
통과 중량 분율 (%)	53. mm	100	-	-	-	통과 중량 분율 (%)	53. mm	100	-	-	-	-
	37.5mm	95~100	100	-	-		37.5mm	95~100	100	-	-	-
	31.5mm	-	95~100	-	-		31.5mm	-	95~100	-	-	100
	26.5mm	70~100	-	100	100		26.5mm	70~100	-	100	100	95~100
	19. mm	55~90	55~90	75~100	78~94		19. mm	55~90	55~90	75~100	78~94	80~90
	9.5 mm	30~70	40~70	50~85	45~75		9.5 mm	30~70	40~70	50~85	45~75	45~68
	4.75mm (No.4)	17~55	28~55	30~70	33~60		4.75mm (No.4)	17~55	28~55	30~70	33~60	25~45
	2.36mm (No.8)	10~42	-	-	24~45		2.36mm (No.8)	10~42	-	-	24~45	15~33
	2.00mm (No.10)	-	17~40	20~50	-		2.00mm (No.10)	-	17~40	20~50	-	-
	600 μm (No.30)	5~28	-	-	11~26		600 μm (No.30)	5~28	-	-	11~26	6~18
	425 μm (No.40)	-	5~23	5~25	-		425 μm (No.40)	-	5~23	5~25	-	-
	300 μm (No.50)	3~22	-	-	7~15		300 μm (No.50)	3~22	-	-	7~15	4~14
150 μm (No.100)	-	-	-	-	150 μm (No.100)	-	-	-	-	3~10		
75 μm (No.200)	1~10	1~7	1~7	1~5	75 μm (No.200)	1~10	1~7	1~7	1~5	2~8		

2) 아스팔트 콘크리트 중간층용 혼합골재의 입도

당 초		변 경	
공 칭 입 경	체 통과 중량백분율(%)	공 칭 입 경	체 통과 중량백분율(%)
26.5 mm	<u>100</u>	26.5 mm	<u>100</u>
19 mm	<u>95~100</u>	19 mm	<u>90~100</u>
13.2 mm	<u>70~90</u>	13.2 mm	<u>65~80</u>
4.75 mm (No.4)	<u>35~55</u>	4.75 mm (No.4)	<u>30~50</u>
2.36 mm (No.8)	<u>20~35</u>	2.36 mm (No.8)	<u>20~35</u>
600 μm (No.30)	<u>11~23</u>	600 μm (No.30)	<u>10~22</u>
300 μm (No.50)	<u>5~16</u>	300 μm (No.50)	<u>5~15</u>
150 μm (No.100)	<u>4~12</u>	150 μm (No.100)	<u>3~11</u>
75 μm (No.200)	<u>2~7</u>	75 μm (No.200)	<u>2~9</u>

3) 아스팔트 표층용 혼합골재의 입도

당 초							변 경							
구 분		WC-1	WC-2	WC-3	WC-4	WC-5	구 분		WC-1	WC-2	WC-3	WC-4	WC-5	WC-6
		밀입도	밀입도	밀입도	밀입도	밀입도			밀입도	밀입도	밀입도	밀입도	밀입도	
공칭최대치수 공칭입경		13	13F	19	19F	19	공칭최대치수 공칭입경		13	13F	19	19F	19R	13R
통과 중량 백분율 (%)	26.5 mm	-	-	100	100	100	통과 중량 백분율 (%)	26.5 mm	-	-	100	100	100	-
	19 mm	100	100	95~100	95~100	90~100		19 mm	100	100	95~10	95~10	90~10	100
	13.2 mm	95~10	95~100	75~90	75~95	69~84		13.2 mm	95~100	95~10	75~90	75~95	69~84	90~100
	4.75 mm(No.4)	55~70	52~72	45~65	52~72	35~55		4.75 mm(No.4)	55~70	52~72	45~65	52~72	35~55	40~60
	2.36 mm(No.8)	35~50	40~60	35~50	40~60	23~38		2.36 mm(No.8)	35~50	40~60	35~50	40~60	23~38	25~40
	600 μm(No.30)	18~30	25~45	18~30	25~45	10~23		600 μm(No.30)	18~30	25~45	18~30	25~45	10~23	11~22
	300 μm(No.50)	10~21	16~33	10~21	16~33	5~16		300 μm(No.50)	10~21	16~33	10~21	16~33	5~16	7~16
	150 μm(No.100)	6~16	8~21	6~16	8~21	3~12		150 μm(No.100)	6~16	8~21	6~16	8~21	3~12	4~12
75 μm(No.200)	4~8	6~11	4~8	6~11	2~10	75 μm(No.200)	4~8	6~11	4~8	6~11	2~10	3~9		

4) 쇠석 매스틱 아스팔트 포장(SMA) 혼합골재의 입도

당 초			변 경						
구 분		SMA	구 분		SMA				
공칭최대치수 공칭입경		13mm	공칭최대치수 공칭입경		19 mm	13 mm	10 mm	8 mm	5 mm
체 통 과 중 량 백 분 율 (%)	19 mm	100	체 통 과 중 량 백 분 율 (%)	26.5 mm	100	-	-	-	-
	13.2 mm	93~100		19 mm	93 ~ 100	100	-	-	-
	9.5 mm	40~55		13.2 mm	30 ~ 50	93 ~ 100	100	-	-
	4.75 mm (No.4)	16~30		9.5 mm	20 ~ 35	40 ~ 55	93 ~ 100	100	100
	2.36 mm (No.8)	12~23		4.75 mm (No.4)	15 ~ 25	16 ~ 30	25 ~ 45	30 ~ 60	95 ~ 100
	600 μm (No.30)	10~18		2.36 mm (No.8)	12 ~ 22	12 ~ 23	15 ~ 30	15 ~ 30	25 ~ 45
	300 μm (No.50)	8~15		600 μm (No.30)	10 ~ 18	10 ~ 18	11 ~ 20	12 ~ 20	13 ~ 21
	150 μm (No.100)	7~14		300 μm (No.50)	8 ~ 15	8 ~ 15	10 ~ 16	10 ~ 16	11 ~ 17
	75 μm (No.200)	7~12		150 μm (No.100)	7 ~ 13	7 ~ 13	9 ~ 15	9 ~ 15	10 ~ 16
			75 μm (No.200)	6 ~ 12	7 ~ 12	8 ~ 13	8 ~ 13	9 ~ 14	

나. 아스팔트 혼합물 품질기준 추가 및 개선

1) 안정처리 기층용 아스팔트 혼합물 품질 기준

당 초			변 경		
가열 아스팔트 안정처리 혼합물은 ----- 양면 각각 <u>50</u> 회로 한다.			가열 아스팔트 안정처리 혼합물은 ----- 양면 각각 <u>75</u> 회로 한다.		
구 분	단 위	기 준 값	구 분	단 위	기 준 치
안 정 도	kg	500 이상	안 정 도	kg	500 이상
흐 림 값	1/100cm	10 ~ 40	흐 림 값	1/100cm	10~40
공 극 률	%	<u>3 ~ 10</u>	공 극 률	%	<u>4~6</u>
			<u>포 화 도</u>	%	<u>65~75</u>

2) 중간층용 아스팔트 혼합물의 품질기준 개선

당 초			변 경		
구 분	단 위	기 준 치	구 분	단 위	기 준 치
안 정 도	kg	600 이상	안 정 도	kg	600 이상
흐 림 값	1/100cm	15~40	흐 림 값	1/100cm	15~40
공 극 률	%	<u>4~6</u>	공 극 률	%	<u>3~5</u>
포 화 도	%	<u>65~80</u>	포 화 도	%	<u>70~85</u>
수침마살잔류안정도	%	75 이상	수침마살잔류안정도	%	75 이상

3) 표층용 아스팔트 혼합물의 품질 기준

당 초			변 경		
혼 합 물 의 종 류	WC - 1~4	WC - 5	혼 합 물 의 종 류	WC - 1~4	WC - 5.6
안 정 도(kg)	750 이상	600 이상	안 정 도(kg)	750 이상	600 이상
공 극 률(%)	3 ~ 6	<u>3 ~ 6</u>	공 극 률(%)	3 ~ 6	<u>3 ~ 5</u>
포 화 도(%)	65 ~ 80	<u>65 ~ 80</u>	포 화 도(%)	65 ~ 80	<u>70 ~ 85</u>
흐 름 값(1/100cm)	20 ~ 40	15 ~ 40	흐 름 값(1/100cm)	20 ~ 40	15 ~ 40
수 침 마 살 잔류안정도(%)	75 이상	75 이상	수 침 마 살 잔류안정도(%)	75 이상	75 이상
다 집 회 수	양면 각 75회	양면 각 75회	다 집 회 수	양면 각 75회	양면 각 75회

4) SMA 혼합물의 품질기준

당 초		변 경					
항 목	기 준	항 목	기 준				
아 스 팔 트 함 량(%)	6.0 이상		19 mm	13 mm	10 mm	8 mm	5 mm
안 정 도(%)	500 이상	아스팔트 함량(%)	6.0 이상	6.4 이상	6.8 이상	7.2 이상	7.8 이상
공 극 률(%)	2.5 ~ 4.0	안 정 도(%)	300 이상	500 이상			
골 재 공 극 율(%)	18 이상	공 극 률(%)	2.0~4.0				
포 화 도(%)	75 이상	골 재 공 극 율(%)	17 이상	18 이상	19 이상	20 이상	21 이상
드레인 다 운 시험값(%)	0.3 이하	포 화 도(%)	75 이상				
다 집 도(%)	95 이상	드레인 다 운 시험값(%)	0.3 이하				
		다 집 도(%)	97 이상				

다. 아스팔트 혼합물의 현장배합 허용오차 범위 개선

1) 기층용 아스팔트 혼합물의 현장배합 허용오차 범위

당 초			변 경		
항 목		허용오차범위	항 목		허용오차범위
골재의 체통과 중량백분율 (%)	75 μ m(No.200)를 제외한 전체	± 8	공칭 입경	4.75 mm (No.4) 이상	± 8
	75 μ m(No.200)	± 3		2.36 mm (No.8)	± 5
아 스 팔 트 합 량 (%)		± 0.3		2.0mm (No. 10) ~ 150 μ m (No.100)	± 4
혼 합 물 의 온 도 (℃)		± 15		75 μ m (No.200)	± 2
			아스팔트 합량		± 0.3
			온 도(℃)		± 15

2) 중간층 및 표층용 아스팔트혼합물의 현장배합 허용오차 범위

당 초			변 경		
항 목		허용오차범위	항 목		허용오차범위
공칭 입경	4.75 mm (No.4) 이상	± 5	공칭 입경	4.75 mm (No.4) 이상	± 5
	2.36 mm (No.8)	± 4		2.36 mm (No.8)	± 4
	2.0mm (No. 10) ~ 150 μ m (No.100)	± 3		2.0mm (No. 10) ~ 150 μ m (No.100)	± 3
	75 μ m (No.200)	± 1.5		75 μ m (No.200)	± 2
아 스 팔 트 합 량 (%)		± 0.3	아 스 팔 트 합 량 (%)		± 0.3
온 도 (℃)		± 15	온 도(℃)		± 15

휴게소, 주유소 건물부지 확보기준(변경)

휴 게 소

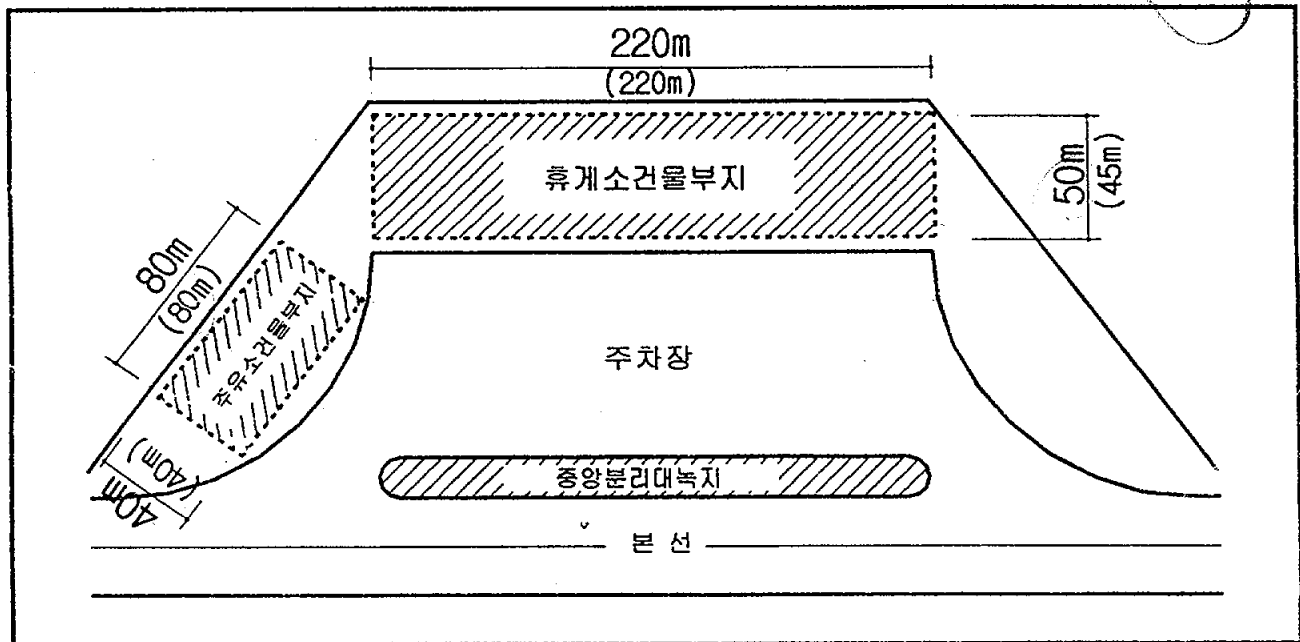
◎ 정규(대형)휴게소 개요도

[기 준]

○ 건물 규모

- 휴게소 : 연면적 750~850평 내외 (지하1층, 지상2층)
- 주유소 : 연면적 150~180평 내외 (지하1층, 지상2층)

● 배 치 도

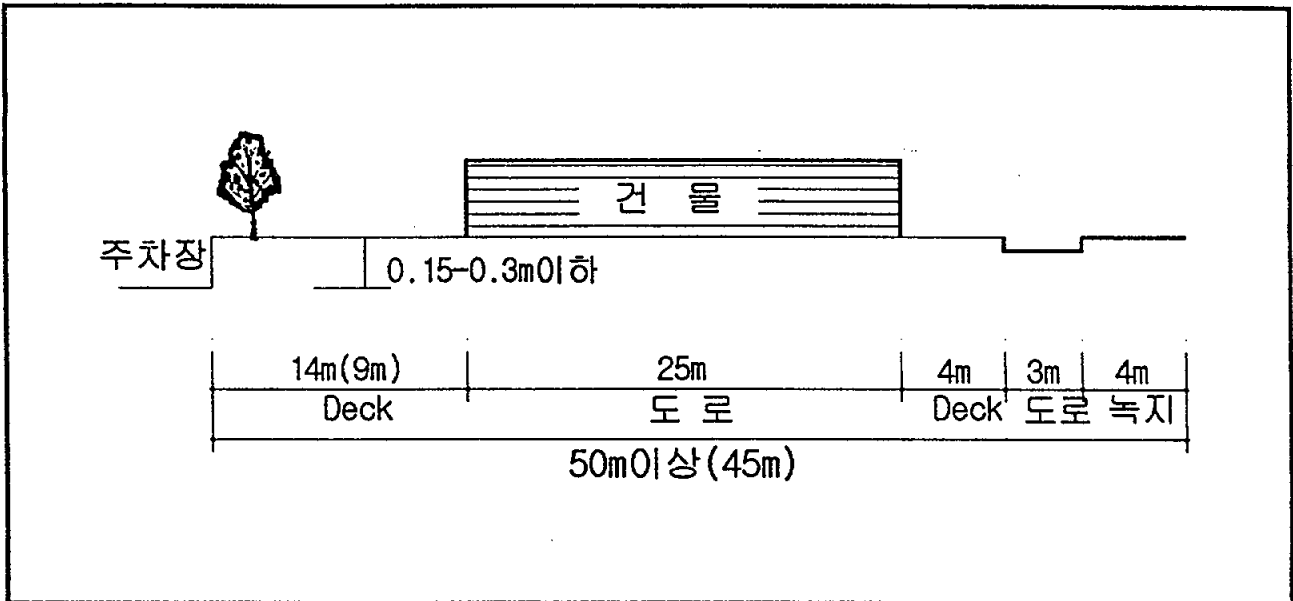


※ 휴게소 건물 부지 = 휴게소동 공간 + 부대시설 공간(오수정화조, 쓰레기 소각장, 가스저장실, 공중전화 등) + 부대공간(측, 후면 진입로, 휴게소 전면 DECK) + 녹지공간(파고라, 조경) + 놀이 및 운동시설공간

※ 주유소 건물 부지 = 주유소동 공간 + 캐노피(주유광장)공간 + 지하탱크 공간 + 경정비(과이어, 수리소) 공간 + 차량 진출, 입 공간

㉠ 단 면 도

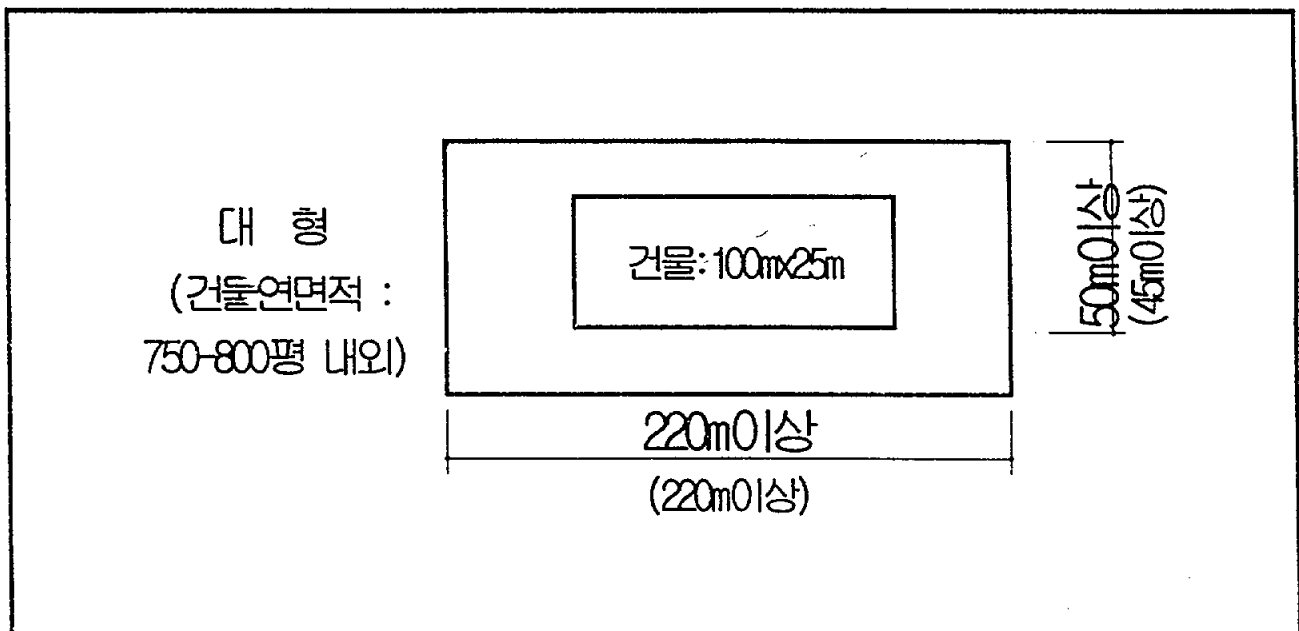
() : 당초



※주차장 포장 마감 FL과 건물과 건물부지 GL고저차 : 0.15-0.3m로 조성 (계단 1~2단)

㉡ 평 면 도

() : 당초



◎ 간이(중형)휴게소 개요도

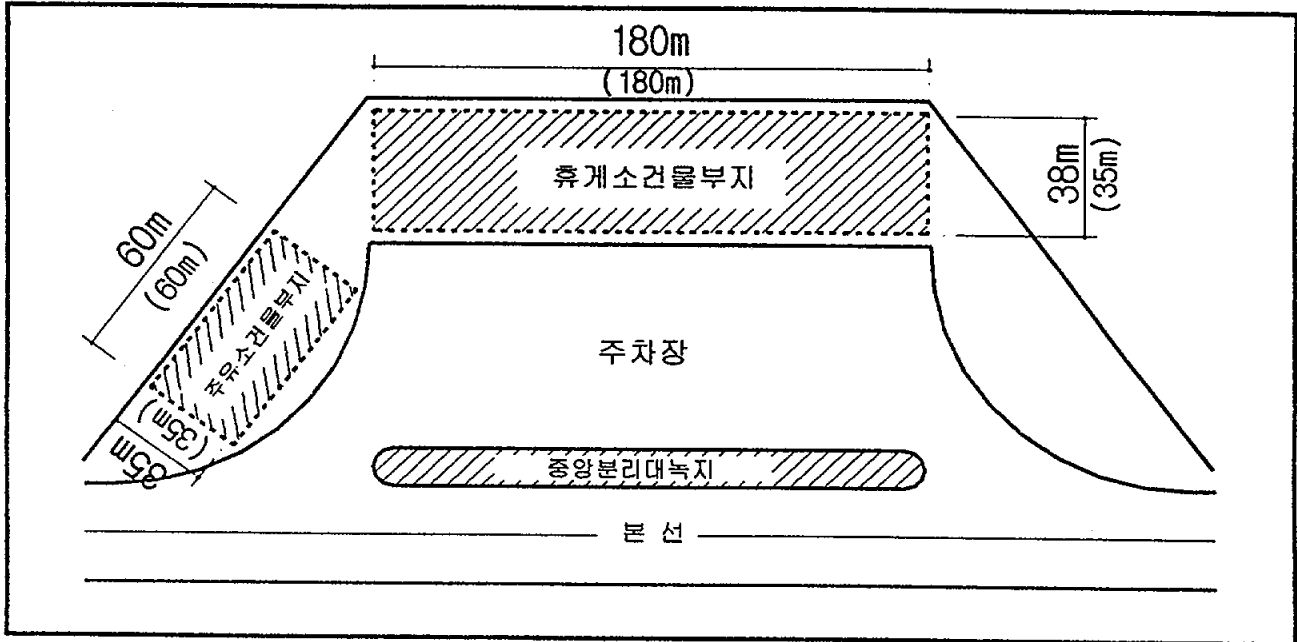
[기 준]

○ 건물 규모

- 휴게소 : 연면적 470-520평 내외 (지하1층,지상2층)
- 주유소 : 연면적 100-130평 내외 (지상1층)

◎ 배 치 도

() : 당초

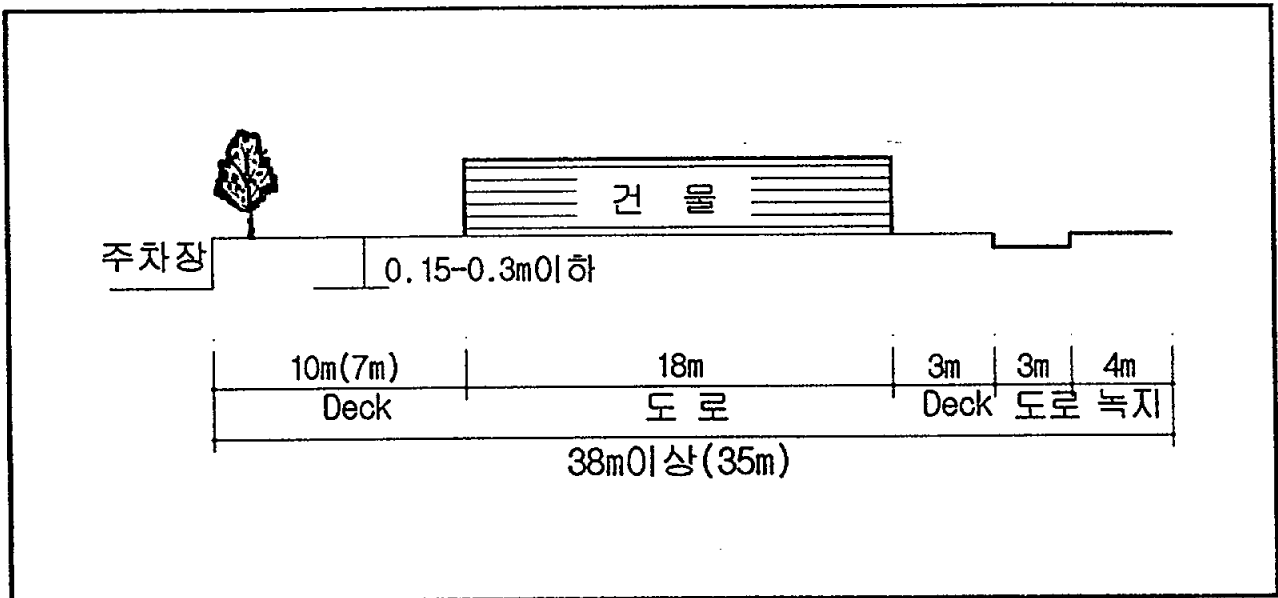


※ 휴게소 건물 부지 = 휴게소동 공간 + 부대시설 공간(오수정화조, 쓰레기 소각장, 가스저장실, 공중전화 등) + 부대공간(측, 후면 진입로, 휴게소 전면 DECK) + 녹지공간(파고라, 조경) + 놀이 및 운동시설공간

※ 주유소 건물 부지 = 주유소동 공간 + 캐노피(주유광장)공간 + 지하탱크 공간 + 경정비(타이어 수리소) 공간 + 차량 진출, 입 공간

● 단 면 도

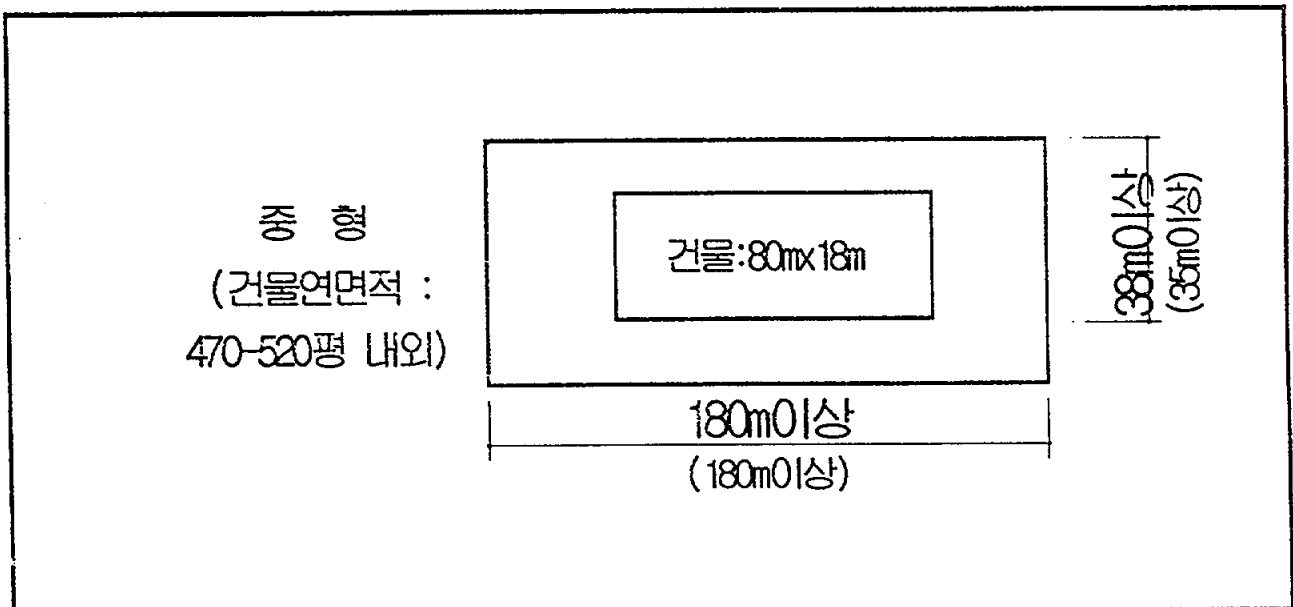
() : 당초



※주차장 포장 마감 FL과 건물과 건물부지 GL고저차 : 0.15-0.3m로 조성 (계단 1~2단)

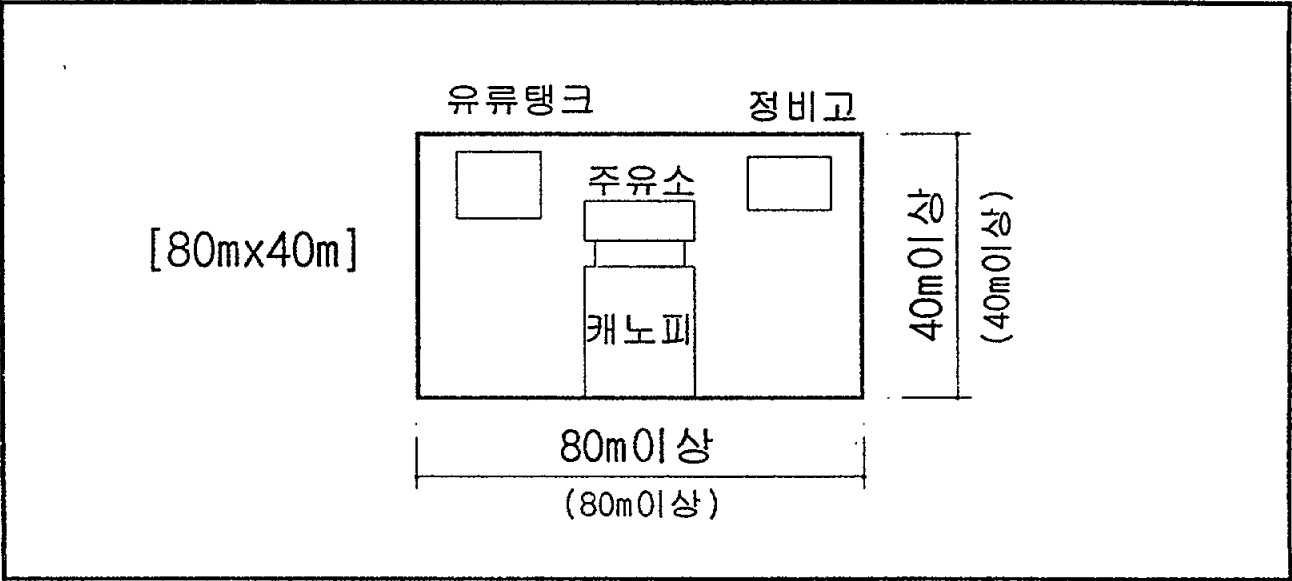
● 평 면 도

() : 당초

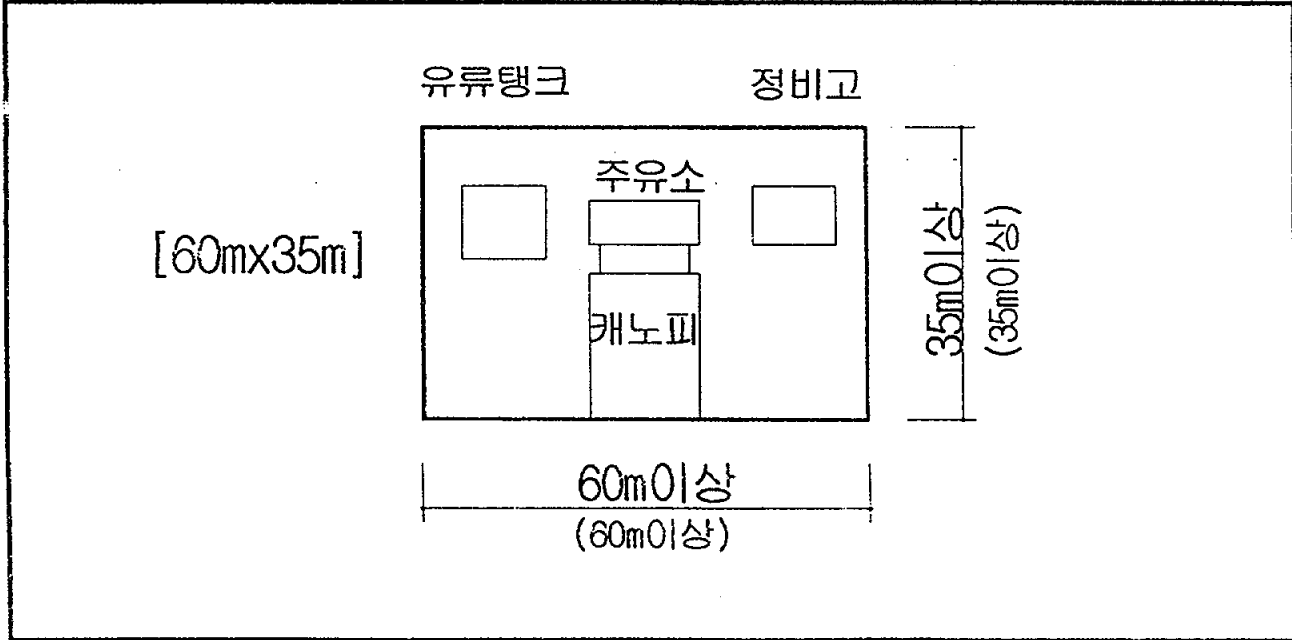


주 유 소

◎ 대형 주유소 (150-180평 이상) () : 당초

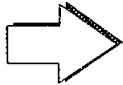


◎ 소형 주유소 (100-130평 이상) () : 당초



1. 검토배경

- ‘98.2.3 개정 시행한 「터널 방재시설 기준」에 1,000m이상 터널에 설치가 규정된 피난연락갱 방화문의 세부규격 및 개폐방법에 대한 기준이 없음
- 각 터널별로 피난연락갱 설치 규격이 다르고 방화문의 규격도 통일되지 못함



- 터널의 연장 및 차로수에 따른 방화문 규격의 통일 필요
- 방화문의 개폐방법 및 구조의 통일 필요

2. 시설의 설치목적

가. 피난연락갱

- 장대터널에서 화재 또는 긴급상황 발생시 연기나 화염으로부터 운전자와 승객을 우선 피난시키기 위한 시설
- 구급차 및 소방차등 긴급차량의 진출입로와 유지관리시 활용

나. 방화문

- 화재시 연기와 화염이 피난갱으로 유입되는 것을 방지하여 운전자와 승객의 신속하고 안전한 피난환경을 제공하고 인접터널로의 확산방지
- 평상시 상·하행 터널의 압력차이에 따른 환기효과 저하 방지

3. 기준 관련 고려사항

가. 피난연락갱 설치 고려사항

- 피난연락갱 설치규격 (설계기 16203-195호; ’93.12.6)

구 분	설치규격(m)	비 고
우리공사	4.7W×3.5H	· 일반적인 기준임 · 터널별로 높이에 차이(H:3.5~5.9m)
도로설계요령(일본)	4.7W×3.5H	

- 피난연락갱의 일반적 설치규격(4.7W×3.5H)으로는 실제 건축한계 높이가 2.7~3m정도로 화물적재차량(제한높이4.2m)의 통과가 불가능함
→ 방화문규격은 구급차와 사람이 통행 가능한 3.0W×2.2H이상 확보는 가능함
- 피난연락갱에 대형펌프소방차등 긴급차량의 통행이 가능하기 위해 필요한 방화문 규격은 3.5W×3.4H 이상임

[긴급차량 제원]

차종	규격(m/m)			통과가능여부	비고
	전장	전폭	전고		
대형펌프소방차	8,490	2,485	3,200	가능	
대형 중 화학차	8,220	2,495	3,100	가능	
중형 렉카차	6,490	2,170	3,057	가능	
구 급 차	4,820	1,810	1,970	가능	

- 일부터널(노고산1·2, 사패산)은 화물적재차량의 피난연락갱 통과가 가능하도록 설계되어 있음
→ 방화문 규격 3.5W×4.2H 확보하였음
→ 피난자뿐만 아니라 터널내 차량의 우회가 가능함

나. 일본의 방화문 설계 요령

구 분	내 용	비 고
문의 구조	○ 터널내 열악한 환경에서도 내구성이 있고, 방화 성능이 뛰어난 것으로 한다. ○ 피난연락갱 1개소에 방화문 2기 설치가 원칙이다. ○ 복잡한 기구나 외부전원등을 필요로 하지 않는 자폐구조로 한다. ○ 간단한 조작으로 확실하게 열리고, 자동적으로 닫히는 구조로 설치 ○ 문은 상시 「닫힘」이 원칙이다	
문의 종류	○ 인도용과 차도용으로 구분할 수 있다 (차도용은 구조구급차가 통행가능한 단면으로 한다.)	※일본헤나산터널 인도피난연락갱: 10개소 차도피난연락갱: 2개소
유효개구 크기	○ 인도용 : 1.4m(폭)×2.0m(높이) ○ 차도용 : 2.5m(폭)×3.1m(높이) 이상	※일본가네쓰터널(차도용) :4.2m(폭)×3.0m(높이)
기타사항	○ 문개방 표시 신호를 관리장소로 보낼 수 있을 것 ○ 긴급방송설비설치 : 연락갱 내부에 스피커를 설치하고 피난정보등을 방송 ○ 조명설비 : 갱내 조도 20lx 유지 ○ 연락갱 입구부는 굴곡을 주어 차량의 통행이 원활하도록 계획한다.	

4. 기시공 및 설계터널의 피난연락갱 및 방화문 현황

구분	터널명	연장 (m)	수량		규격(너비×높이,mm)		비고
			피난 연락갱	방화문	피난연락갱	방화문	
1000m-2000m	달성2	993	1	-	4200W×2900H	-	시공 완료
	노고1	995	1	1	4800W×5340H	4700W×4800H	4차선
	다부	1,093	-	-	-	-	시공 완료
	죽천	1,169	1	1	4700W×3540H	3500W×3050H	
	제천	1,190	1	1	5000W×3503H	2850W×2245H	
	수암	1,254	1	1	4700W×5900H	4700W×4100H	4차선
	달성1	1,387	2	-	4200W×2900H	-	시공 완료
	삼마치	1,412	1	1	4179W×5255H	4029W×3560H	
	함양	1,415	1	1	5080W×3543H	3880W×3053H	
	봉평	1,420	1	-	4000W×3503H	-	시공 완료
	마성	1,450	1	-	4700W×5900H	-	“
	수리	1,886	2	2	4700W×5900H	4700W×4100H	4차선
2000m-3000m	노고2	2,177	2	2	4800W×5340H	4700W×4800H	4차선
	차령	2,420	3	3	5080W×3504H	4030W×3024H	
	양미재	2,566	3	3	4150W×3503H	4150W×3023H	
3000m-4000m	육십령	3,171	4	4	4520W×5340H	3700W×3500H	
	사패산	3,971	5	5	4800W×5340H	4700W×4800H	4차선
4000m이상	죽령	4,540	6	6	4700W×5900H	4700W×4200H	

5. 방화문 설치 기준 검토

가. 방화문 규격

구분	내용	개략도
인도용	- 보행자 및 구급차 통과 규격 확보 → $3.0W \times 2.2H$ 이상	
차도용	- 대형화물차 통과 규격 확보 → $3.5W \times 4.4H$ 이상	

※ 피난연락경의 용도(인도, 차도)구분과 단면 규격은 설계처와 협의 결정
나. 방화문 설치 방법

기준 단면내 설치	확폭 단면내 설치
방화샷다형식	방화샷다 또는 미닫이문 형식

※확폭단면에 설치할 경우

- 피난연락갱 단면을 최대한 이용하여 방화문을 설치함으로써 피난연락갱 규격을 4.7W×5.9H 확보시 대형화물차 통행이 가능함
- 토목공사의 시공성 및 확폭가능여부를 설계처등 토목부서와 협의후 결정

다. 방화문의 구조 및 기능

- 터널내 열악한 환경(다습, 배기가스, 분진등)에서 내구성이 있고 방화성능이 우수한 구조
- 환기운전을 고려하여 기밀성이 좋은 구조
- 보행자나 차량진입시 감시센서에 의하여 자동“OPEN”과 일정시간(1분정도)후 자동적으로 폐쇄되는 구조로 하되, 센서고장 및 전원 차단등의 비상시에는 수동(적은힘으로)으로 방화문의 개폐가 가능토록 함
- 방화문에는 「비상구」라고 표시를 함
- 문의 개폐여부를 콘트롤룸(관리동)에서 확인할 수 있도록 자동제어 구성

6. 추진계획

가. 기준 수립 일정

- 관련부서 의견 수립 : '99. 10 ~ 11
- 기준안 수립 : '99. 12
- 기준안 협의 및 보완 : 2000. 1
- 설계심의 시행 : 2000. 2 ~ 3
- 기준 수립 시행 : 2000. 4

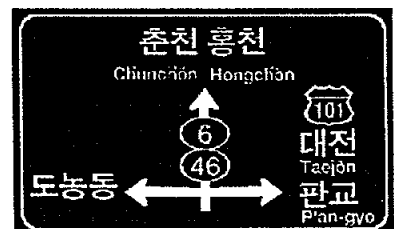
나. 기준수립전 기시공중 터널과 설계중 터널의 방화문 설치 규격은 피난연락갱 기준 단면에 방화샷다형식으로 3.0W×2.2H이상을 확보 시행

1. 목 적

고속도로의 주변 시가지에서 고속도로를 안내하는 표지판이 여러 가지 형태로 설치되어 있어 이용객 혼란을 야기할 우려가 있으며, IC 신설시 충분한 안내표지가 설치되지 않아 이의 대책을 마련코자 함.

2. 관 리 현 황 (시가지 고속도로 안내표지 현황조사)

- 현재 고속도로의 인터체인지는 20개 노선에 183개가 있으며,
- 각 인터체인지 별로 주변에 최소 4개소(비봉인터체인지), 최대 60개소(천안 인터체인지)의 표지가 설치되어 고속도로를 안내하고 있음.
- 문안도 “영동고속도로”, “구리IC”, “고속도로”, “대전” 등 다양하게 표기



- 설치형태도 위치별, 도로관리청 별로 다양
- 인터체인지 신설시 도로표지규칙에 의하여 인터체인지 입구 2개소(300m 30m)에 한하여 고속도로 안내표지를 설치하여 개통

3. 문 제 점

- 가. 안내형태 다양(도로관리청별, 설치시기별)
- 나. 지방자치단체 문안수정 요청시 협의 어려움
- 다. 각 IC별 주변 도로망 형태가 다양하여 표준화 곤란
- 라. 신규 설치시 도로점용허가 및 설치위치 선정곤란(시가지표지 난립)
- 마. 각급 도로청에서 고속도로 안내문안을 사설문안으로 취급
- 바. 글자수가 많아 표기곤란
- 사. 신설IC 개통시 안내표지 설치 수량부족

4. 개 선 방 향

- 가. 시가지나 외곽도로에서의 고속도로 안내표지 개선 추진

구 분	현 행	개 선
시가지에서 고속도로 안내	각 도로관리청에서 인터 체인지 개통후 필요에 따 라 기존표지에 고속도로 안내 표기	<u>개통전 주변도로관리청과 협 의하여 고속도로 안내표지 신 설 또는 문안 삽입(협의시기 : 개통 6개월전)</u>

- 나. 우리공사에서 설치하는 인터체인지 입구의 방향표지 확대 설치

구 분	현 행	확대설치
<u>예고표지</u>	300m, 30m 전방	<u>1km, 300m, 30m 전방</u>
<u>분기점표지</u>	-	<u>1.5km, 500m, 100m</u>

※ '99년 개통 노선은 확대설치 기지시

다. 고속도로 안내문안 통일

“○○고속도로”로 표기하되 혼란의 우려가 있는 경우 “수원IC”, “동수원 IC” 등으로 표기

5. 조치계획

가. IC 신설 및 확장개통 계획 구간(공사시행부서, 설계부서)

- 개통 6개월전 주변도로의 관리청과 협의하여 시가지에서의 고속도로 인터체인지 안내표지판 설치(신설 또는 문안수정)
 - ※ 협의 결과에 따라 필요시 설계에 반영하여 시행
- IC입구의 예고표지 및 분기점표지 확대 설치
 - ※ 인터체인지 설계시 적용 시행

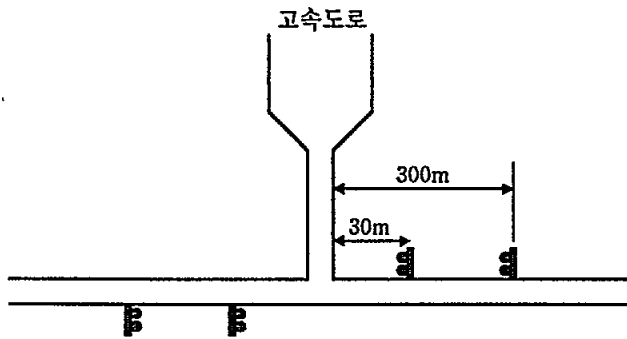
나. 기존 IC구간(지사)

- 주변도로 관리청에 고속도로 인터체인지 안내표지판 설치 요청 및 고속도로 안내문안 표기 지속적 협의
- 협의 불가시 주변 도로망의 여건을 고려하여 꼭 필요한 구간에는 고속도로 안내가 될 수 있도록 사업계획 수립 시행(이용자 입장에서 조사)

[붙임]

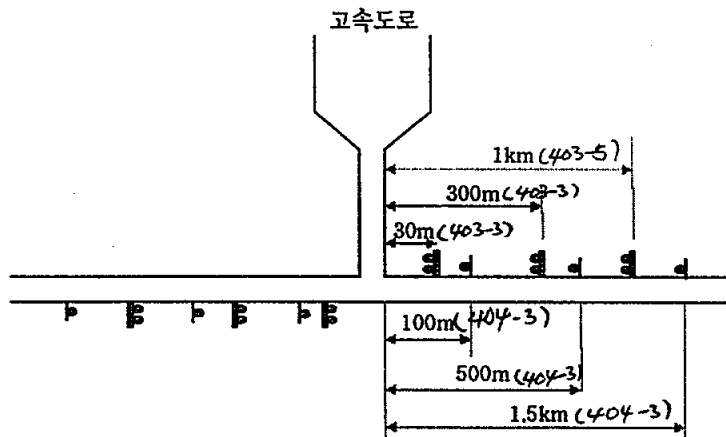
고속도로 방향표지 확대 설치

○ 기 준



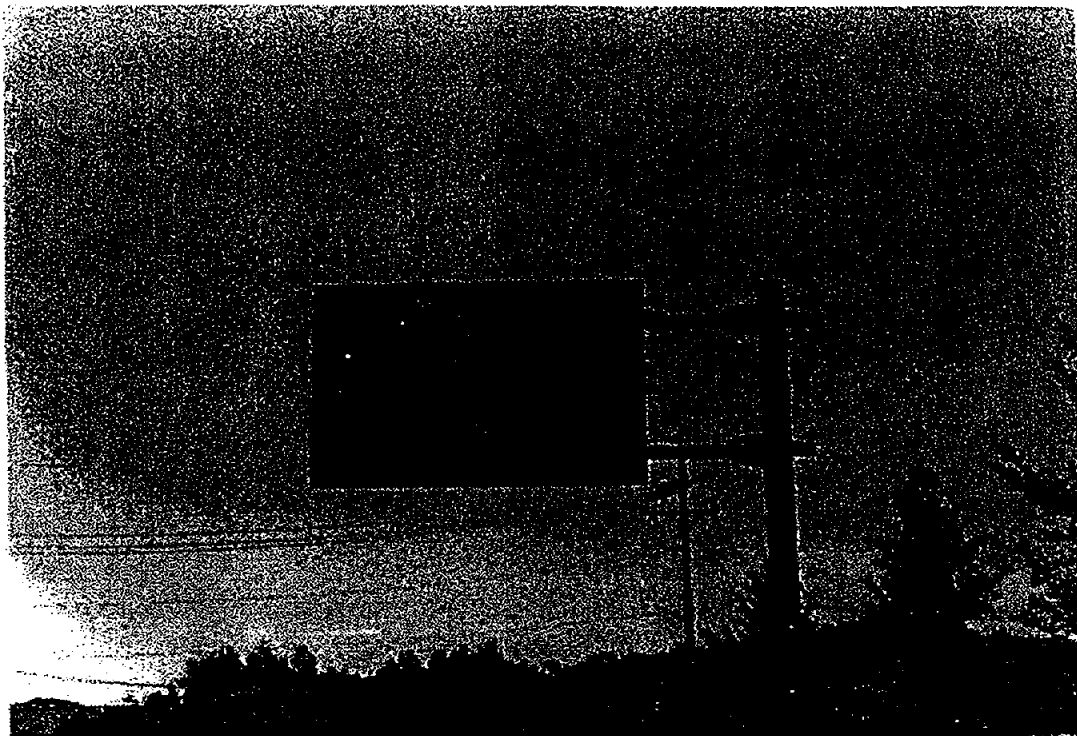
표지구분	2방향예고표지(403-3)
표지형태	
표지구격	4.0×2.5m
설치위치	300m, 30m
설치형식	내민식

○ 개 선



표지구분	2방향예고표지(403-3)	1km예고표지(403-5)	분기점표지(404-3)
표지형태			
표지구격	4.0×2.5m	3.6×2.2m	1.1×1.7m
설치위치	300m, 30m	1km	1.5km, 500m, 100m
설치형식	내민식	내민식	단주식(편지식, 복합식)

□ 다양한 고속도로 안내표지 형태

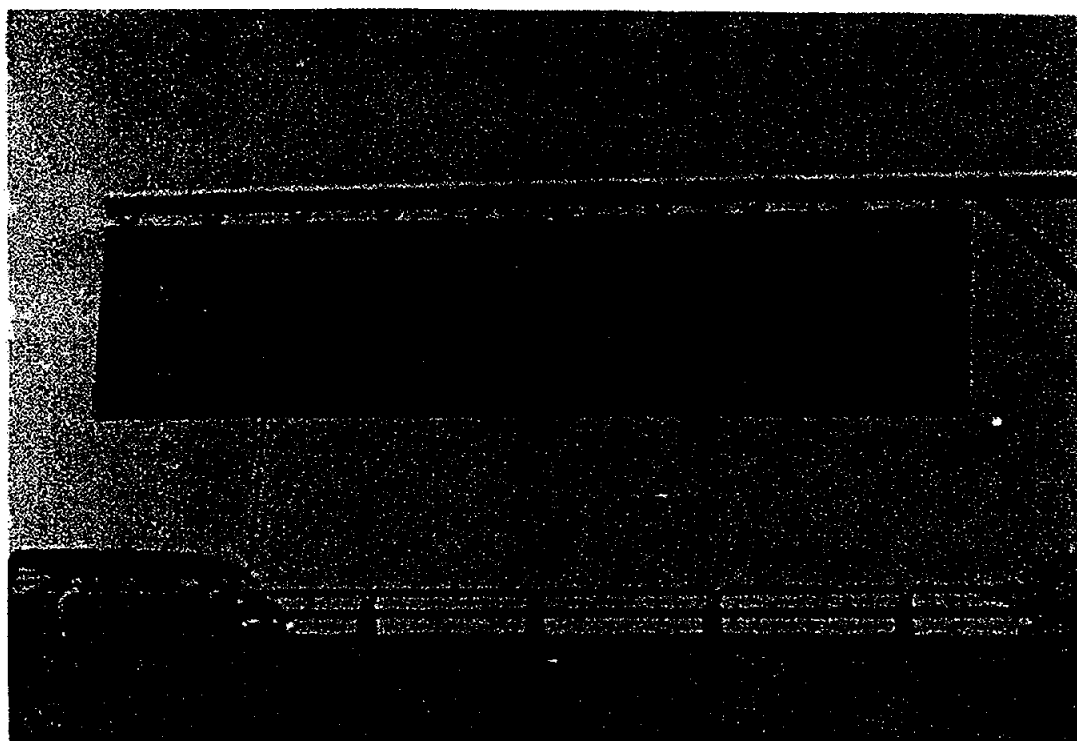


내 용

고속도로 안내표지

문안표기

고속도로 명칭표기



내 용

고속도로 안내표지

문안표기

“고속도로”



내 용	고속도로 안내표지	문안표기	지명과 IC 명칭 동시표기



내 용	고속도로 안내표지	문안표기	고속도로 명칭과 IC명 동시표기



내 용

고속도로 안내표지

문안표기

IC 명칭표기



내 용

고속도로 안내표지

문안표기

고속도로 번호 및
지명표기



내 용

고속도로 안내표지

문안표기

노선번호만 표기



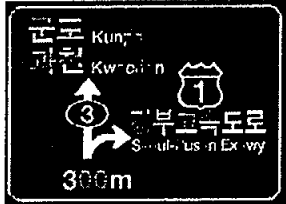
내 용

고속도로 안내표지

문안표기

보조표지로 표기

고속도로 방향표지 확대 설치도

표지구분	2방향예고표지(403-3)
표지형태	
표지규격	4.0×2.5m
설치위치	300m, 30m
설치형식	내민식

1km예고표지(403-5)

3.6×2.2m
1km
내민식

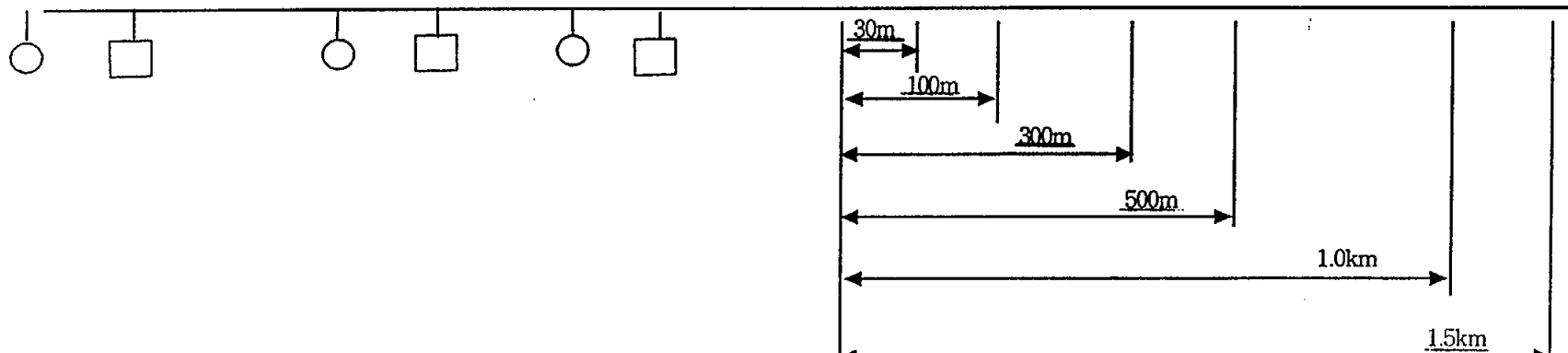
분기점표지(404-3)

1.1×1.7m
1.5km, 500m, 100m
단주식(내민식, 복합식)

고속도로

영업소

국도



한 국 도 로 공 사

정보통신망

우 461-380/ 경기도 성남시 수정구 금토동 293-1/ 전화 02-2230-4523/ 전송 02-2230-4304
시설처 처장 박선흥 부장 김한철 과장 윤철욱 담당자 김남석

문서번호: 시설설12111-30342

시행일자: 1999.11.05(3년)

수 신: 내부결재

참 조:

제 목: 터널 환기시설 설계기준 부분 개정 시행

1. 건설교통부령 제206호 「도로의 구조·시설기준에 관한 규칙」의 관련
입니다.

2. 1999.8.9 시행된 상기 규칙에 의거 1997.10 제정한 우리공사 「고속도로
터널 환기시설 설계기준」의 일부 기준을 아래와 같이 개정 시행하고자 합니다.

아 래

가. 개정 내용 요약

구 분	현 행	개 정	비 고
터널내 풍속	일방향터널 : 최대 12m/s이하	일방향터널 : 최대 10m/s 이하 ✓	
허용 CO 농도	지체시(10km/h)허용 농도값 150ppm이하	전주행속도에서 100ppm 이하	CO는 10km/h 때 최대환기량

나. 개정 사유

「도로의 구조·시설기준에 관한 규칙」이 건설교통부령 제206호로
’99.8.9 시행됨에 따라 우리공사 「고속도로 터널 환기시설 설계기준」
과 상이한 부분을 상기 규칙에 부합되도록 개정 시행함으로써 환기
설계자의 혼란방지와 통일된 설계 유도

다. 개정 기준 적용

‘99.8.9 이후 신규 시행하는 모든 터널 환기시설 설계에 적용

불

임 : 1. 개정기준 대비표

2. 도로의 구조·시설기준에 관한 규칙 .끝.

개정 기준 대비표

-613-

구분	원형	개정																																		
터널차도내 풍속	5. 환기방식 5.1 개요 (나)환기방식의 특징 터널내를 흐르는 억제시켜야 한다. 따라서, 일방향 터널일 경우 최대 12m/s이하를 상한기준으로 하며, 10m/s를 표준으로 한다. 즉, 10m/s이상으로 발생되는 터널은 환기방식 변화에 따른 건설조건 및 건설비, 유지관리비, 방재조건등을 충분히 검토 후 결정한다. 또한, 양방향..... 표준으로 한다.	5. 환기방식 5.1 개요 (나)환기방식의 특징 터널내를 흐르는 억제시켜야 한다. 따라서, 일방향 터널일 경우 최대 10m/s이하를 상한기준으로 한다. 또한 양방향..... 표준으로 한다.																																		
허용 CO농도	3. 소요환기량 3.4 터널내 오염물질의 허용농도 3.4.2 일산화탄소(CO가스)에 대한 허용농도 표3.11 터널상황에 따른 허용CO 농도(PIARC기준) <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">터널 형태</th><th colspan="2">COlim (ppm) 피크 교통량시</th></tr> <tr> <th>원활한교통</th><th>혼잡 또는 정체</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>• 도시 터널</td><td></td><td></td></tr> <tr> <td>매일 혼잡</td><td>100 - 150</td><td>100 - 150</td></tr> <tr> <td>거의혼잡하지 않음</td><td>100 - 150</td><td>150 - 250</td></tr> <tr> <td>• 도시 간 터널 (고속도로,산악)</td><td>100 - 150</td><td>150 - 200</td></tr> </tbody> </table> 고속도로 터널의 CO값 적용은 지체시(10km/h)허용농도 값 150ppm을 적용한다.	터널 형태	COlim (ppm) 피크 교통량시		원활한교통	혼잡 또는 정체	• 도시 터널			매일 혼잡	100 - 150	100 - 150	거의혼잡하지 않음	100 - 150	150 - 250	• 도시 간 터널 (고속도로,산악)	100 - 150	150 - 200	3. 소요환기량 3.4 터널내 오염물질의 허용농도 3.4.2 일산화탄소(CO가스)에 대한 허용농도 표3.11 터널상황에 따른 허용CO 농도(PIARC기준) <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">터널 형태</th><th colspan="2">COlim (ppm) 피크 교통량시</th></tr> <tr> <th>원활한교통</th><th>혼잡 또는 정체</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>• 도시 터널</td><td></td><td></td></tr> <tr> <td>매일 혼잡</td><td>100 - 150</td><td>100 - 150</td></tr> <tr> <td>거의혼잡하지 않음</td><td>100 - 150</td><td>150 - 250</td></tr> <tr> <td>• 도시 간 터널 (고속도로,산악)</td><td>100 - 150</td><td>150 - 200</td></tr> </tbody> </table> 고속도로 터널의 CO값 적용은 전주행속도에서 허용농도값 100ppm을 적용한다.	터널 형태	COlim (ppm) 피크 교통량시		원활한교통	혼잡 또는 정체	• 도시 터널			매일 혼잡	100 - 150	100 - 150	거의혼잡하지 않음	100 - 150	150 - 250	• 도시 간 터널 (고속도로,산악)	100 - 150	150 - 200
터널 형태	COlim (ppm) 피크 교통량시																																			
	원활한교통	혼잡 또는 정체																																		
• 도시 터널																																				
매일 혼잡	100 - 150	100 - 150																																		
거의혼잡하지 않음	100 - 150	150 - 250																																		
• 도시 간 터널 (고속도로,산악)	100 - 150	150 - 200																																		
터널 형태	COlim (ppm) 피크 교통량시																																			
	원활한교통	혼잡 또는 정체																																		
• 도시 터널																																				
매일 혼잡	100 - 150	100 - 150																																		
거의혼잡하지 않음	100 - 150	150 - 250																																		
• 도시 간 터널 (고속도로,산악)	100 - 150	150 - 200																																		

도로의 구조·시설기준에 관한 규칙 요약

건설교통부령 제 206호

제41조(터널의 환기시설등) ①터널에는 안전하고 원활한 교통소통을 위하여 필요하다고 인정되는 경우에는 도로의 계획교통량, 설계속도 및 터널길이등을 고려하여 환기시설 및 조명시설을 설치하여야 한다.

②화재 기타 사고로 인하여 교통에 위험한 상황이 발생할 우려가 있는 터널에는 통신시설, 경보시설, 소화시설 기타 비상용시설을 설치하여야 한다.

③터널안의 일산화탄소 및 질소산화물의 농도는 다음 표의 농도 이하가 되도록 하여야 하며, 환기시의 터널안 풍속이 초속 10미터를 초과하지 아니하도록 환기시설을 설치하여야 한다.

구 분	농 도
일산화탄소	100ppm
질소산화물	25ppm

부 칙

①(시행일) 이 규칙은 1999년 8월 9일부터 시행한다.

②(공사가 시행중인 도로 등에 관한 경과조치) 이 규칙 시행 당시 공사가 시행중이거나 시행계획이 확정되어 그 실시설계가 시행중인 도로의 구조 및 시설의 기준에 관하여는 종전의 대통령령 제 13001호 도로의 구조·시설기준에 관한 규정에 의한다.

1. 목 적

공사 준공후 절토사면 유지관리 점검용이를 위하여 설치하는 절토부 점검로를 도수로와 인접하여 시공함으로서 공사비 절감 및 점검로의 효용성을 증대코자 함

2. 점검로 현황

○ 점검로 설치 기준

- 절토고 20m 이상 비탈면
- 취약 비탈면으로 수시점검이 필요한 비탈면
- 토사, 리핑암 등 경사가 완만한(1:1) 개소
- 발파암 구간중 노출면 굴곡이 없고 높이가 낮은 개소

○ 점검로 형식

- 재 질 : 계단(무늬철판), 난간 및 지주(전기아연도 강판)
- 폭 원 : 70cm

3. 개선방안

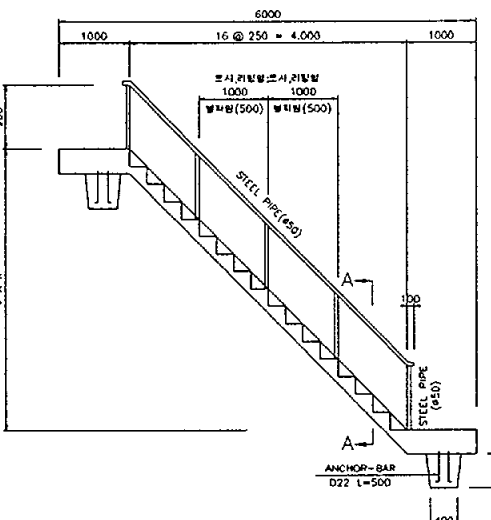
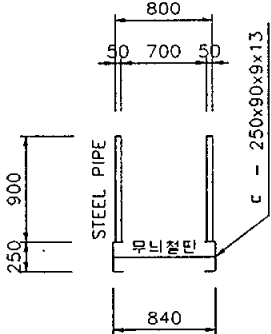
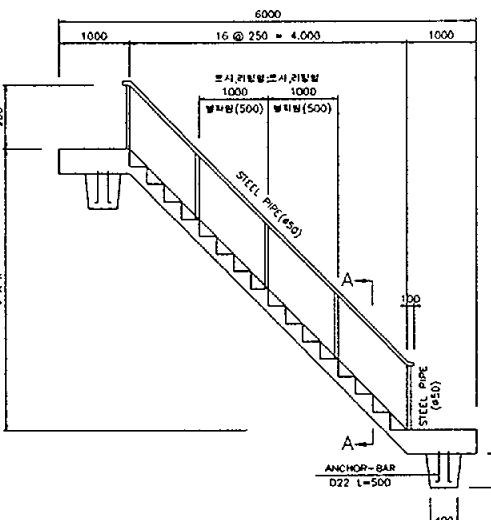
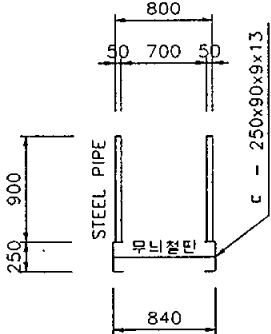
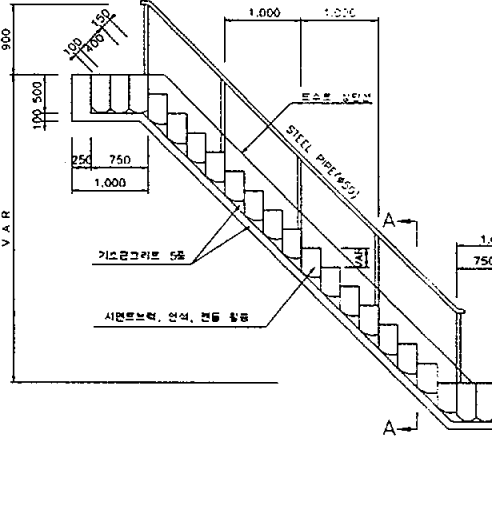
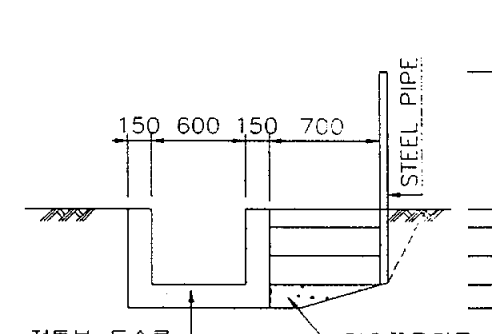
○ 개 요

동일 절토구간내에서 점검로와 도수로가 설치될 경우 사면과 도수로의 점검 및 유지관리를 용이하도록 점검로를 도수로와 병행 시공

○ 점검로 설치형식 및 방법

- 폭 원 : $B = 70\text{cm}$ (현 설계폭원 유지)
- 형 식 : 계단(무늬철판⇒시멘트 블록), 난간 및 지주(전기아연도 강판)
- 위 치 : 도수로를 중심으로 차량 진행방향 측 1개소

○ 점검로 설치변경(안)

구분	현 제	변 경
<div data-kind="parent" data-rs="2">단면도</div>  	 	 
공사비	664천 원/m	143천 원/m (감 521천 원)
장,단점	○ 공사비 고가 ○ 유지관리 비용추가 소요 ○ 노출된 철재계단으로 심리적 불안감 ○ 주변조건과 부조화	○ 공사비 저렴 ○ 도수로 되메우기부 세굴 방지 ○ 시공성 양호 ○ 원지반과 밀착으로 안전성 확보 ○ 도수로 유지관리시 작업용이성 확보

* 단위 공사비 비교는 사면구배 1:1인 경우임

4. 사면 구배별 공사비 비교

○ 점검로 단위 공사비 비교

(단위 : 천원/m)

사면구배 계단형식	1:0.5	1:0.7	1:0.8	1:1.0	1:1.1	1:1.2	1:1.5
철재	585	611	627	664	676	689	766
시멘트 블록	149	152	165	143	144	112	126
차액 공사비	△436	△459	△462	△521	△532	△577	△640

* 단위 공사비는 제잡비율 50% 적용한 금액임

○ 도수로 위치 점검로 설치수량

- 연 장 : 261개소 4,729m (현 공사중인 노선, 민자사업은 제외)

5. 기대 효과

- 절취사면과 법면도수로의 동시 점검가능으로 설치 효과 증대
- 시공성 및 안전성 유리
- 법면도수로 되메우기부 세굴방지 도모
- 공사비 절감(1,368백만원)
- 법면도수로 유지보수시 작업공간 확보

6. 조치 사항

- 공사중 노선 : 변경시행
- 설계중 노선 : 변경(안) 반영

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(설제이 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 변경검토(설계기 16210-98, '97.4.3)
- 1-9 항공측량 성과품 관리개선방안 검토(설제개 16210-125, '97.4.22)
- 1-10 설계사업소 인터넷망 개설(설제개 16210-185, '97.5.30)
- 1-11 기술자 경력관리 시스템 구축(설제개 16210-560, '97.10.31)
- 1-12 설계실무자료 DATABASE 구축(설제개 16210-561, '97.10.31)
- 1-13 실시설계 심사지침 개정(설심일 15202-185, '98.2.12)
- 1-14 설계심의위원회운영지침(설심일 15203-257, '98.2.28)
- 1-15 실시설계 감리업무지침(설심이 15205-301, '98.3.9)
- 1-16 설계자문운영지침(설심이 15204-248, '98.2.26)
- 1-17 항공사진측량 도면축척 변경 검토(설계기 15212-147, '98.2.6)
- 1-18 설계성과품 CD 제작기준 개선 검토(설심이 15212-510, '98.4.17)
- 1-19 설계용역 발주전 심의 검토(설심일 15203-1155, '98.8.29)
- 1-20 기술제안서 작성시 업체명 무기명 처리방안 검토(설계기 15212-1156, '98.8.29)
- 1-21 기술자문용역 실적 적용방안 검토(설계기 15212-1351, '98.9.28)
- 1-22 고속도로 실시설계 적정 용역기간 검토(설계기 15212-1515, '98.10.24)
- 1-23 민원 유형별 분석을 통한 민원 최소화방안 검토(설계기 15212-1514, '98.10.24)

차 례

제 2 편 교통 및 기하구조

- 2-1 중앙분리대 방호벽 및 절토법면 정지시거에 미치는 영향 검토(설계기 16210-33, '91.2.27)
- 2-2 인터체인지 접속부 처리(잠정)지침(설계기 16210-65, '91.4.19)
- 2-3 고속도로 기하구조 설계기준(설계기 16203-67, '91.4.23)
- 2-4 표준 횡단구배 및 편구배 설치방안 검토[서울외국순환](설계일 16203-81, '91.5.10)
- 2-5 고속도로 출입시설 기하구조 설계기준(설계기 16203-255, '91.11.6)
- 2-6 편구배 접속설치 기준(설계기 16202-122, '92.7.23)
- 2-7 영업소 기하구조 설계기준(설계기 16110-149, '92.8.29)
- 2-8 설계속도 상향조정 검토(설계기 16203-82, '93.6.15)
- 2-9 선형설계의 일반지침(설계기 16203-87, '93.6.24)
- 2-10 고속도로 횡단폭원 검토(도로기 17113-10294, '93.10.18)
- 2-11 I.C영업소 기하구조 검토(설계기 16203-187, '93.11.30)
- 2-12 영업소 회차로 설치기준 검토(설계기 16203-75, '94.5.16)
- 2-13 유출 Ramp 차선폭 단계적변화 적용성 검토(설일 16210-136, '94.9.6)
- 2-14 가·감속 차선폭 및 연장 조정(설계기 16203-2, '95.1.20)
- 2-15 본선 영업소 광장 접속비율 조정(설계기 16203-45, '95.3.4)
- 2-16 병설터널 전·후 접속방법 개선(설이 16203-65, '95.4.12)
- 2-17 영업소 진입 Ramp 운영 방안(설기 16203-72, '95.4.17)
- 2-18 인터체인지 접속도로 및 연결로 진·출입부의 평면교차로 기하구조 검토(설계기 16210-189, '96.7.2)
- 2-19 장래 확장고려 교량통과 높이·경간구성, 암거토피확보 및 방음시설 설치방안 (설계기 16210-2894, '97.3.19)
- 2-20 곡선부 최대 편구배 설계기준 검토(설계일 16210-194, '97.6.9)
- 2-21 오르막차로 설치방안 검토(설계심 16210-204, '97.6.19)
- 2-22 교통처리용 우회차로 기준검토(설계일 16210-326, '97.9.10)
- 2-23 영업소 광장부 길어깨 폭 변경(설계이 16210-585, '97.11.4)
- 2-24 고속도로 차로감소부 설계기준 개선검토(설계일 16210-635, '97.11.11)

차 례

제 3 편 토 공

- 3-1 실시설계 토질조사 기준(설계기 16210-392, '92.1.18)
- 3-2 토질조사 기준 개선(설계이 16210-90, '96.3.25)
- 3-3 고속도로 건설공사 토질조사 CHECK LIST(설계기 16203-97, '93.7.10)
- 3-4 절토부 암발파 적용기준 검토(안)(설계기 16203-209, '93.12.29)
- 3-5 대절토부 소단폭원 검토(설일 16210-89, '94.6.16)
- 3-6 연약지반 토목섬유(PP, PET) 설계기준 검토(설일 16210-167, '94.10.31)
- 3-7 대절토사면 안정검토를 위한 지침(설일 16210-226, '94.12.30)
- 3-8 대절토부 붕괴예방을 위한조사, 기준 검토(설계일 16210-307, '95.12.13)
- 3-9 대절토부 조사·설계기준 검토(설계일 16210-380, '96.11.6)
- 3-10 토사면 정밀 암발파 검토(설계심 16210-139, '97.4.30)
- 3-11 토질조사 대가 기준 개선검토(설계일 15201-234, '98.2.23)
- 3-12 보강토옹벽과 성토 시설물 중복구간 처리방안(설계이 15212-1226, '98.9.15)
- 3-13 보강토옹벽의 보강재 설계적용 방안검토(설계이 15212-1228, '98.9.15)
- 3-14 가도 토공 설계기준 검토(설계이 15201-1380, '98.9.30)

차 례

제 4 편 배 수 공

- 4-1 파형강판(CSP) 사용법 검토(설계기 16210-117, '93.8.18)
- 4-2 성토부 도수로 규격검토(설계기 16210-71, '94.4.27)
- 4-3 설계 강우강도 기준 검토(설일 16210-105, '94.7.8)
- 4-4 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 규격개선(설일 16210-223, '94.12.30)
- 4-9 부체도로 배수로 개선방안 검토(설일 16203-30, '95.2.16)
- 4-10 횡단 배수관 재질 및 설치방법 개선(설일 16210-84, '95.4.25)
- 4-11 BOX구조물의 미끄러짐 방지시설 설치기준(설이 16110-128, '95.6.9)
- 4-12 BOX 구조물 보강방안 검토(유·출입부 접속 저판 및 차수벽)(설계기 16210-133, '95.5.10)
- 4-13 암거보강 슬래브 설계기준 검토(설계일 16210-268, '96.8.23)
- 4-14 옹벽 뒷채움부 배수처리 개선 검토(설계기 16210-302, '96.9.12)
- 4-15 L형측구(형식-3) 개선방안 검토(설계기 16210-12442, '96.10.8)
- 4-16 U형 용수로 개선방안(설계일 16210-376, '96.11.4)
- 4-17 암거 신축이음부 누수방지방안 검토(설계개 16210-440, '96.12.28)
- 4-18 암거 날개벽 개선검토(설계삼 16210-146, '97.5.8)
- 4-19 횡단배수관 규격검토(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 재질개선(설계일 16210-602, '97.11.6)
- 4-26 V형 측구 설치기준 검토(설심이 15212-865, '98.7.1)
- 4-27 성토부 다이크 및 도수로 개선방안검토(설심이 15201-1212, '98.9.12)
- 4-28 중앙분리대용 집수정 배수능력 향상(설심일 15212-1599, '98.11.16)

차 례

제 5 편 터 널 공

- 5-1 터널내 동상 방지층 설치 검토(설계기 16202-82, '91.5.11)
- 5-2 NATM과 TBM 공법 비교 검토(설계기 16203-99, '93.7.12)
- 5-3 피난연결 터널단면 검토(설계기 16203-195, '93.12.6)
- 5-4 터널내 공동구 및 배수구 개선방안 검토(설계기 16203-26, '94.2.14)
- 5-5 터널 Shotcrete 공법 검토(설기 16203-111, '94.7.16)
- 5-6 터널 비상주차대 설치 기준(설일 16210-85, '95.4.24)
- 5-7 강섬유 보강 슛크리트 적용 기준(설이 16210-144, '95.6.19)
- 5-8 정지토압계수 산정을 위한 수압파쇄시험 적용(설계이 16204-158, '96.5.30)
- 5-9 터널굴착공법 개선방안시행(설계개 16210-159, '96.5.31)
- 5-10 터널측방 여유폭 개선방안 검토(설계개 16210-260, '96.8.22)
- 5-11 터널 입·출구부 낙석방지책 설치 검토(설계일 16210-939, '97.12.17)
- 5-12 터널 방재시설 기준개정시행(시설설 14101-106, '98.2.3)
- 5-13 터널 격자지보재의 적용성 검토(설계기 15212-287, '98.3.5)
- 5-14 H형강 지보재 단가적용 검토(설계기 15212-270, '98.3.3)
- 5-15 터널입출구 개구부 설치기준 검토(설계일 15212-456, '98.4.6)
- 5-16 터널용 방수슈트 품질기준 설정(도연품 19404-1511, '98.5.23)
- 5-17 검사원 통로 설치기준 검토(설계기 15212-1352, '98.8.28)

차 례

제 6 편 포 장 공

- 6-1 고속도로의 포장설계법 비교
- 6-2 교면포장 설계기준(안)
- 6-3 포장 설계법 비교
- 6-4 연약지반 포장의 허용침하량 기준(건설일 17111-121, '89.11.24)
- 6-5 길어깨 포장 설계 기준(도로기 17113-5049, '90.8.2)
- 6-6 콘크리트 포장면 연마 설계적용 기준 검토(설일 16210-135, '94.9.2)
- 6-7 보조기층 및 선택층 재료의 단위중량 검토(설일 16210-154, '94.9.28)
- 6-8 길어깨 포장 보강방안 검토(설이 16210-200, '94.12.10)
- 6-9 시멘트 콘크리트 포장 교량접속부 설계기준 검토(설계일 16210-350, '95.12.29)
- 6-10 콘크리트포장 슬래브 두께 산정기준 검토(설계삼 16210-512, '97.10.17)
- 6-11 I/C연결로 길어깨의 본포장 두께 적용검토(설계이 16210-584, '97.11.4)

차 례

제 7 편 구조물공

- 7-1 구조물의 미관 설계
- 7-2 교강도 콘크리트 적용 검토(설계기 16203-208, '93.12.22)
- 7-3 교량 기초형식 선정기준(설계기 16210-211, '93.12.30)
- 7-4 강말뚝 부식에 관한 검토(설계기 16210-212, '93.12.30)
- 7-5 교량 확폭 시공을 위한 설계 및 시공지침(도로기 17202-105, '94.4.12)
- 7-6 농어촌도로 횡단구조물 설치기준 검토(설기 16203-87, '94.6.15)
- 7-7 TEXOL 공법 사용성 검토(설일 16210-101, '94.7.5)
- 7-8 교량신축 이음장치 유간확보를 위한 방안(설이 16203-125, '94.8.9)
- 7-9 교대보호블럭 설치기준 검토(설이 16210-146, '94.9.17)
- 7-10 교량 스라브 거푸집 개선방안 검토(설제일 16210-148, '94.9.22)
- 7-11 스트럽 및 조립철근의 시공성 확보방안 검토(설이 16203-159, '94.10.5)
- 7-12 섬유보강 Con'c설계 적용기준(설이 16210-162, '94.10.14)
- 7-13 구조물 모서리처리 설계기준 및 시방서작성(설일 16210-166, '94.10.31)
- 7-14 구조물 거푸집 개선방안 검토(설일 16210-168, '94.10.31)
- 7-15 PRE-FLEX Beam 개선 검토(설일 16210-221, '94.12.29)
- 7-16 교좌장치 받침부 형하공간 및 보강철근 설계기준 검토(설이 16210-220, '94.12.29)
- 7-17 P.C Beam 시공성 개선(설이 16210-170, '95.5.29)
- 7-18 P.C Beam 교량의 Cross Beam 철근이음 단가 개선(설이 16210-160, '95.6.29)
- 7-19 P.C Beam 정착부 표준도 보완 검토(설이 16210-238, '95.9.6)
- 7-20 P.C BOX(I.L.M) 중간격벽 및 MID ANCHORAGE부 개선(설계기 16210-335, '95.12.26)
- 7-21 아치형 라멘교 설계적용성 검토(설이 16210-349, '95.12.29)
- 7-22 현장타설 콘크리트 검토(설계이 16210-185, '96.6.29)
- 7-23 수용성 무기징크도로 도장 적용단가 변경(설계이 16210-10052, '96.7.24)

- 7-24 강교도장 적용기준 검토(설계기 16210-280, '96.8.27)
- 7-25 철근이음 시공성 개선방안[대구경 현장타설 말뚝, 교교각($H \geq 30m$)](설계일 16210-288, '96.9.2)
- 7-26 철근 가공조립 적용기준 개선(설계이 16210-308, '96.9.13)
- 7-27 PILE 시공법 적용성 검토(설계일 16210-307, '96.9.16)
- 7-28 유지보수용 TENDON 설치방안(설계기 16210-331, '96.10.9)
- 7-29 교량받침 강재의 방청기준 검토(설계일 16210-407, '96.11.26)
- 7-30 교량 slab 거푸집 적용기준 보완시행(설계일 16210-598, '97.1.23)
- 7-31 철근 콘크리트 구조물 덮개(피복)기준 검토(설계기 16210-48, '97.3.4)
- 7-32 강관 pile 두부보강방법 변경(설계이 16210-4438, '97.4.22)
- 7-33 볼트식 강관말뚝 두부보강 공법(도연기 17206-185, '98.1.23)
- 7-34 교량 점검시설 개선 검토(설계이 16210-397, '97.6.19)
- 7-35 교량 슬래브 행선별 이격거리 검토(설계이 16210-165, '97.5.20)
- 7-36 교교각 교량의 기둥단면 검토(설계일 16210-229, '97.6.30)
- 7-37 중공교각 코핑부 처리방안 검토(설계일 16210-230, '97.6.30)
- 7-38 고속도로 건설로 인한 생태계 보전방안 검토(동물이동통로)(설계개 16210-339, '97.9.12)
- 7-39 강 BOX GIRDER교 내부점검구 설치기준 검토(설계삼 16210-377, '97.9.25)
- 7-40 교량 신축이음장치 누수방지방안 검토(설계삼 16210-522, '97.10.18)
- 7-41 교대날개벽 설계기준검토(설계삼 16210-567, '97.11.1)
- 7-42 교량 교면방수 적용기준 개선(설계삼 16210-616, '97.11.8)
- 7-43 교대 점검시설 설치기준 검토(설계삼 16210-1056, '97.12.2)
- 7-44 PREFLEX BEAM 표준도 검토(설계삼 16210-883, '97.12.13)
- 7-45 말뚝기초 재하시험 설계적용 기준검토(설계삼 16210-915, '97.12.16)
- 7-46 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 기준검토(설계이 15212-1240, '98.9.18)
- 7-49 교대 날개벽 두께 및 날개 방호벽 철근 시공성검토(설계이 15212-1379, '98.9.30)
- 7-50 암거 구조설계 기준 검토(설계일 15212-1634, '98.11.21)

차 례

제 8 편 원가계산

- 8-1 고성토 및 대절토구간 건설공법 경제성 비교 검토(설계기 16210-99, '91.6.11)
- 8-2 원가계산 기준 개선방안 검토(설계기 16203-231, '92.12.30)
- 8-3 B/P 설치기준 검토(설이 16203-97, '94.7.1)
- 8-4 퇴매우기 및 다짐공 개선방안 검토(설이 16210-139, '94.9.9)
- 8-5 콘크리트 생산단가 내역변경(안)(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 환경관리비적용기준 개선(설계개협 16210-427, '97.7.2)
- 8-10 고속도로 건설공사 품질관리비 적용(도연품 19404-1496, '98.5.22)
- 8-11 건설공사 원가계산 작성지침 변경(설계이 15201-1162, '98.8.31)
- 8-12 건설근로자 퇴직공제 부금비 적용기준(설계이 16212-705, '98.5.25)
- 8-13 고용보험료 적용기준검토(설계이 15201-1162, '98.8.31)
- 8-14 미진동 발파구간 면고르기 적용기준검토(설계일 15212-1299, '98.9.21)

차 례

제 9 편 부대(시설)공

- 9-1 콘크리트 중앙분리대 방호벽 개선(설계기 16110-123, '92.7.23)
- 9-2 공사 우회구간 안전관리 기준(교통시 09305-2011, '93.3.22)
- 9-3 투명 방음벽 시행방안 검토(설계기 16210-62, '93.5.14)
- 9-4 방음벽 지주의 설치방안 검토(설계기 16210-80, '93.6.14)
- 9-5 안전시설 개선 검토(교통시, 09305-271, '93.11.16)
- 9-6 가드레일 품질개선 검토(도로기 17111-1665, '94.3.14)
- 9-7 영업소 BOX 규격 개선방안 검토(설기 16210-147, '94.9.22)
- 9-8 가드웬스 개선 사항(설일 16210-171, '94.11.1)
- 9-9 중앙분리대 기초 및 소분리대 기계화 시공에 따른 단가적용 방법 검토(설계기 16203-195, '94.12.1)
- 9-10 방음판넬 보호방안 검토(설계기 16203-26, '94.12.30)
- 9-11 칼라 방음벽 적용성 검토(설일 16210-85, '92.12.30)
- 9-12 중앙분리대 차광망 개선방안 검토(설이 16210-144, '94.12.31)
- 9-13 방음벽 단부처리 및 지주형식 개선(설기 16110-68, '95.4.13)
- 9-14 교량 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 중앙준리대 개선방안 검토(설계기 1210-348, '95.12.29)
- 9-20 콘크리트 시설물 시공개선 시행(설계기 16210-120, '96.1.8)
- 9-21 적설한냉지역 자동도로 융설시스템 설치(설계이 16210-246, '96.8.7)
- 9-22 긴급피난시설 설치기준 검토(설계이 16202-247, '96.8.7)
- 9-23 PRECAST 방호벽 개선방안 검토(설계이 16210-257, '96.8.13)
- 9-24 낙석방책 단부지주 설치기준 검토(설계이 16210-11010, '96.8.19)
- 9-25 LOOP RAMP DYKE 기계화 시공방안 검토(설계일 16210-272, '96.8.24)
- 9-26 인터체인지 소분리대 안전성 제고방안(설계일 16210-298, '96.9.10)
- 9-27 문형식 표지판 지주형식 검토(설계기 16210-416, '96.11.30)
- 9-28 철근보관 및 가공창고 설치방안 검토(설계이 16210-124, '97.4.22)
- 9-29 부대사업시설 건물부지 적정규모 검토(시설건축 13310-83, '97.4.23)
- 9-30 토공용 방음벽 기초단면 변경(설계이 16210-578, '97.10.30)
- 9-31 강설지역 가드레일 개선방안(교통시 09305-495, '97.11.25)
- 9-32 갈매기 표지판 설치기준 검토(설심일 15212-325, '98.3.13)
- 9-33 성토비탈면 점검로 설치 검토(설심일 15212-512, '98.4.17)
- 9-34 IC 소분리대 안전시설 정비방안(교통시 10302-564, '98.5.7)
- 9-35 건설사업소 시설규모의 적정성검토(건이일 15105-327, '98.6.12)
- 9-36 방음벽 설치관련 기준검토(설심일 15212-890, '98.7.3)
- 9-37 낙석방지망 설치방법 검토(설계이 15211-1172, '98.9.2)
- 9-38 데리네이터 설치기준검토(설계이 15211-1173, '98.9.2)
- 9-39 문형식 표지판 지주 및 기초단면 개선(설계이 15212-1559, '98.10.31)

차 례

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(내염도장)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 개정시행(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 대체검토(특수계 16110-32, '98.1.21)
- 10-24 파형 유공강관 품질관리 기준(도연품 17304-186, '98.1.23)
- 10-25 도로표지용 차선도료 개정시방(도연재 19601-2111, '98.6.30)
- 10-26 통신관료 설계업무 개선 및 교량난간부 관로 시공기준 변경 시행지시(정보계 11107-712, '98.7.27)
- 10-27 시멘트 콘크리트 설계적용 배합비 개정(도연품 19404-1331, '98.9.22)
- 10-28 우리공사 영문표기방법(경영사 01507-1336, '98.10.2)
- 10-29 입찰·계약 관련용어 영문 정리