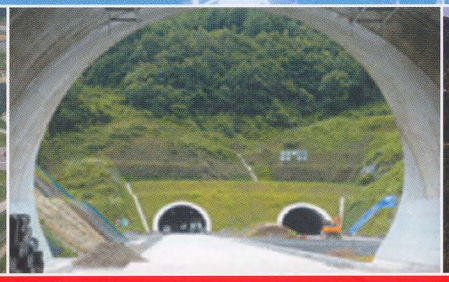
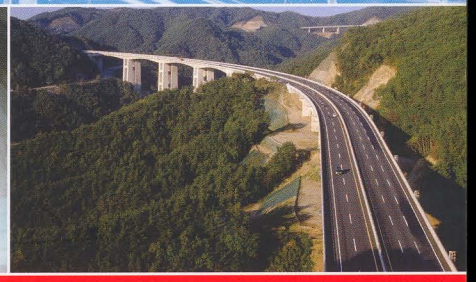
설계실무자료집

2007. 1



한국도로공사
설 계 처

차 례

(2006 설계실무자료집 목차)

제 1 편 설계행정

1-1 고속도로 건설 갈등관리시스템 도입(안)(설계처-534, '06. 3. 6) ····· 5

1-2 토질조사 기준개선 (설계처-1503, '06. 6. 15) ····· 9

1-3 실적공사비 단가 적용방안 검토(설계처-3326, '06. 12. 15) ····· 21

제 2 편 설계기준 및 개선

2-1 본선영업소 광장 접속방안 보완 (설계처-2282, '06. 9. 7) ····· 27

2-2 쌓기비탈면 점검로 설치개선 (설계처-3042, '06. 11. 24) ····· 38

2-3 휴게소, 본선영업소 횡방향 운반 산출방안 검토 (설계처-3126, '06. 11. 30) ····· 41

2-4 집중호우에 따른 피해방지를 위한 산지부 도로설계기준 검토 (설계처-3202, '06. 12. 8) ···· 45

2-5 덤프트럭 설계 적용기준 검토 (설계처-3282, '06. 12. 14) ····· 64

2-6 수로암거 날개벽 연결철근 검토 (설계처-2777, '06. 10. 27) ····· 67

2-7 동상방지층에 대한 설계적용방안 검토 (설계처-1296, '06. 5. 24) ····· 74

2-8 터널내 포장설계기준 검토 (설계처-1336, '06. 5. 29) ····· 76

2-9 부체도로 포장줄눈 설계기준 검토 (설계처-1481, '06. 6. 14) ····· 79

2-10 중앙분리대 기초부 설계기준 변경 (설계처-3031, '06. 11. 23) ····· 81

2-11 저 토피고 BOX 설치구간 동결에 따른 포장융기 방지 방안 (설계처-3370, '06. 12. 19) ···· 83

2-12 터널 포오폴링 설계기준 검토 (설계처-590, '06. 3. 10) ····· 88

2-13 터널내 내진설계 적용방안 수립 (설계처-3023, '06. 11. 22) ····· 91

2-14 터널내 배수시설 결빙방지대책 검토 (설계처-3293, '06. 12. 14) ····· 96

2-15 터널 임시 환기시설비 적용방안 검토 (설계처-3301, '06. 12. 15) ····· 99

2-16 ILM 교량의 분리형 중앙분리대 개선(안) (설계처-1291, '06. 5. 24) ····· 101

2-17 교량 배수관 재질검토(설계처-1355, '06. 5. 30) ····· 103

2-18 강구조물 도장공법 다양화방안 검토 (설계처-1862, '06. 7. 20) ····· 107

2-19 강교 제작단가 적용검토 (설계처-2296, '06. 9. 8) ····· 117

2-20 교량바닥판 프리캐스트 판넬공법의 경험적 설계법 적용방안 검토(안) (설계처-2963, '06. 11. 16) ··· 119

2-21 T형 교각기초 상면철근 겹침이음길이 검토 (설계처-3242, '06. 12. 12) ····· 122

2-22 중소지간 PSC I형 거더교량의 면진받침 적용성 검토 (설계처-3241, '06. 12. 12) ····· 124

2-23 영업소 옥상통로 형식 적용 적정성 검토 (설계처-2753, '06. 10. 25) ····· 127

2-24 노측용 가드레일 설치형식 개선 (설계처-3055, '06. 11. 27) ····· 129

제 3 편 기 타

3-1 공기연장에 따른 적정간접비 적용방안 (건설계획처-3600, '06. 10. 17) ····· 141

3-2 절토비탈면 안정성 검토기준 정립 (건설관리처-2105, '06. 8. 30) ····· 145

3-3 토사 임시다이크 및 가도수로 설치 기준 검토 (건설환경실-1859, '06. 10. 13) ·· 148

3-4 터널갱문 개선(안) 세부시행방안 (건설계획처-3253, '06. 9. 14) ····· 153

3-5 터널 피난연락갱 라이닝 기초단면 개선 (건설계획처-4471, '06. 12. 18) ····· 155

3-6 고속도로 터널내 열악한 환경을 고려한 소화기(전)함 구조개선 (시설처-983, '06. 4. 13) ····· 157

3-7 노면요철포장(Rumble Strips) 설치규격 개선 (교통처-2976, '06. 8. 14) ····· 162

3-8 영업소 통로암거설치 및 건축부지조성 지침 통보 (시설처-1327, '06. 5. 22) ····· 168

3-9 야생동물 유도펜스 표준형식 정립 (건설환경실-925, '06. 5. 24) ····· 172

3-10 야생동물 유도펜스 출입문 설치 및 관리기준 (건설환경실-1141, '06. 6. 29) ····· 178

3-11 야생동물 보호시설 문안 표준화 방안 (건설환경실-1302, '06. 7. 13) ····· 180

3-12 교량 및 터널구간 노면표지 설치기준 통보 (도로처-2593, '06. 7. 28) ····· 182

3-13 터널 입구부 안전시설 개선 (교통처-3336, '06. 9. 7) ····· 187

3-14 연결로 유출노즈부 안전시설 개선 (교통처-3337, '06. 9. 8) ····· 190

3-15 결로방지적용 표지설치(안) (교통처-4118, '06. 10. 27) ····· 194

3-16 안개잦은 지역 관리방안 (건설계획처-3795, '06. 10. 31) ····· 202

3-17 토공구간 교량화 검토 방안 (건설관리처-3308, '06. 12. 29) ····· 207

3-18 낙석방지울타리 형식 적용 방안 (건설관리처-3170, '06. 12. 19) ····· 212

제 1 편 설 계 행 정

1-1 고속도로 건설 갈등관리시스템 도입(안)

방 침
설계처-534
('06. 3. 6)

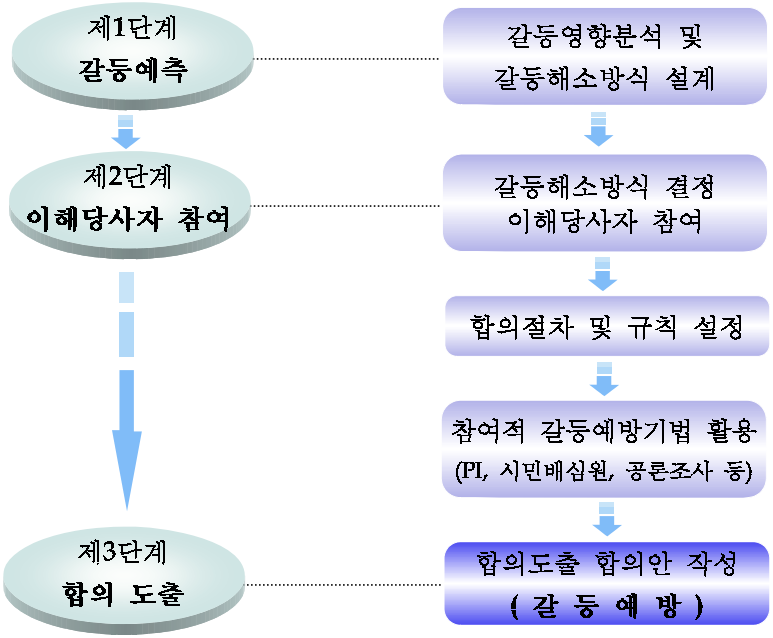
1. 추진배경

o 고속도로 건설사업에 지역주민, 시민단체 등 이해당사자의 참여 욕구 증대로 사회갈등요인 증대

o 사회갈등 발생은 막대한 경제적 손실은 물론 고속도로 건설사업에 대한 불신을 초래함으로 이러한 사회적 갈등 해소를 위해 체계적 시스템 도입 필요

2. 갈등예방 Process

사회갈등의 이해당사자간 합의도출



3. 고속도로 건설 갈등현황

1) 갈등유형

계획단계
- 기본설계
- 실시설계

- 국도, 철도 등과의 중복투자 논쟁
- 환경관련 문제
- 고속도로 노선 변경요구 등

건설단계
- 시 공
- 용지보상

- 서울외곽 사패산 분쟁
- 공사중 환경문제(발파소음, 수질, 진동 등)
- 용지보상 관련 등

2) 환경변화

기 존 방 식
o 전통적 의사결정 (국가 → 국민)
o 소수전문가에 의한 결정
o 제한적 의견수렴

환 경 변 화
o 경제발전 및 사회다변화
o 국민의식수준 향상
o 사업참여 욕구증대 (이해관계자 등)

o 사회적 갈등야기
o 소모적 논쟁 발생
o 국가 경제 손실
(사패산 : 5,900억원 손실 등)

사업추진방식 변화요구

사회갈등 관리 시스템 도입필요
[국민참여제도(PI) 등]

4. 우리공사 갈등해소 노력

1) 개　　요

고속도로 건설 환경변화에 따른 사회갈등해소 및 사전예방을 위해 **고속도로 건설사업 최초로 국민참여제도(PI) 시범 도입** 운영

o 친환경 고속도로 건설을 위한 환경자문 위원회 구성·운영
o 건설현장 PI제도 시행
- 익산-장수간 고속도로 등 19개 노선
o 실시설계 시민참여(PI)제도 시행
- 춘천-양양 고속도로 시범도입

2) 추진경위

일　정	내　　용	비　고
'04. 10	시민참여제도(PI) 시범도입	설 계 처
'05. 3	환경자문 위원회 구성·운영방안 수립	건설환경실
'05. 6~11	환경자문 위원회 운영 (3회) - 춘천-양양 고속도로 현장자문 등	〃
'05. 7	고속도로 건설현장 PI제도 시행	건설계획처
'05. 9~12	고속도로 건설 협의체 운영(46회) - 민원협의 및 해결방안 제시	〃
'05. 11	춘천~양양간 갈등예방협의회 발족 - 지역주민, 지자체, NGO 및 전문가 등 49인	설 계 처
'06. 1	갈등예방협의회 운영(2회)	〃

3) 추진실적

o 갈등관리 협의기구 구성·운영
- 「갈등예방협의회」, 「고속도로 건설 협의체」 등
- 노선 홈페이지 구축

o 협의·조정을 통한 갈등해소

- 설계단계 : 춘천~양양간 고속도로 등 3개노선 17건
- 공사단계 : 익산~장수간 고속도로 등 19개노선 49건

o 고속도로 건설 국민참여 대국민홍보
- KBS, MBC, 한겨레신문 등 38회

o '05년 건교부 우수혁신과제 선정

4) 기대효과

o 공공사업 갈등관리 프로세스 토대구축

o 갈등해소 및 사전예방으로 국가 경제적 손실방지

o 사회갈등예방을 위한 신건설 문화 정착

o 국책사업의 투명성, 신뢰성 제고

5. 갈등관리 시스템 도입(안)

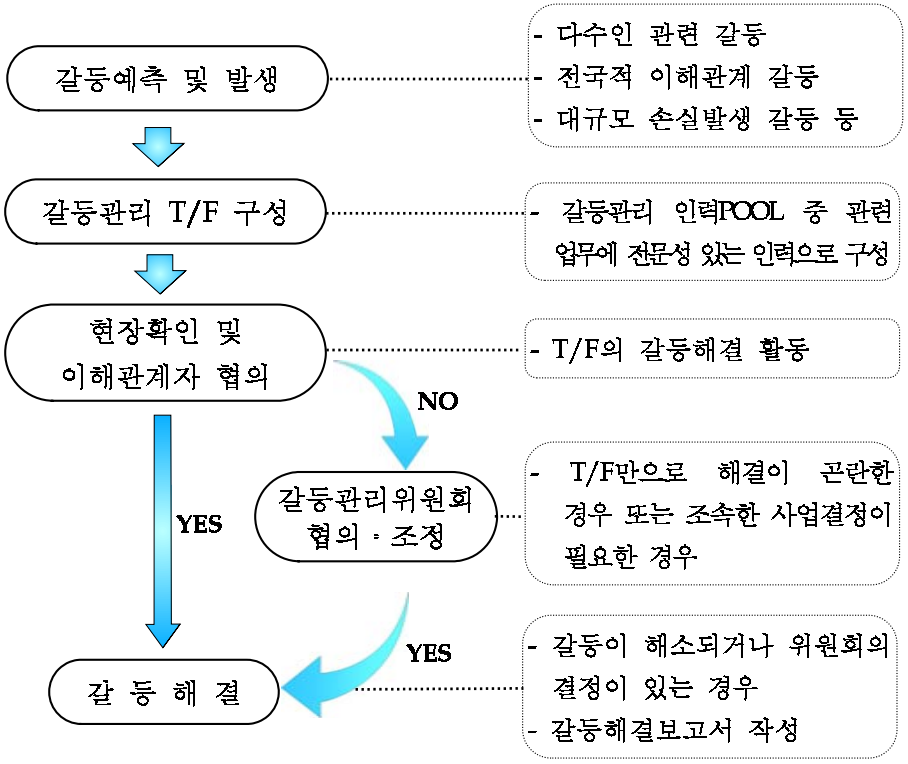
1)기본방향

o 갈등해소를 위해 현재 시행중인 국민참여제도(PI) 등에 대하여는 '06년중 결과분석 및 문제점을 도출하고 발전방안 강구

o 건설사업에 따른 사회갈등해소와 사전예방을 위해 관계전문가 및 이해당사자 등이 참여하는 갈등관리기구 구성·운영

o 우리공사 실정에 맞는 고속도로 공공갈등관리 매뉴얼 작성

2)처리절차



3) 갈등관리 T/F 구성·운영

o 갈등발생시 효율적인 조정·중재를 위해 갈등관리 인력POOL 중 10인 이내로 구성(소관부서장)

o 갈등상황진단 (현장확인 포함), 이해관계자 면담·설득, 이해관계자간 조정회의 운영 및 중재

〈 갈등관리 인력POOL〉

갈등상황 발생시 투입인력을 신속히 확보하기 위해 사전에 관련 전문가·직원 등 80명이내로 구성하되 2년마다 재구성

- 팀 장 : T/F의 구성을 요청한 소관부서장
- 인력POOL 구성 : 80명
  - 건 설 본 부 : 5명 (설계, 시공)
  - 기 술 본 부 : 5명 (설계, 환경, 시공)
  - 도로교통본부 : 5명 (교통 및 유지관리)
  - 영 업 본 부 : 5명 (용지, 민원, 정보)
  - 기 획 본 부 : 5명 (기획, 예산)
  - 도로교통기술원 : 5명 (분야별 전문연구원)
  - 우리공사전문위원 : 50명 (설계, 시공, 환경, 법률 등)

4) 갈등관리위원회

o 갈등관리위원회는 관계전문가, 시민단체, 지자체, 지역전문가 등 50명 이내로 수시 구성·운영(소관본부장)

o 위원회는 T/F만으로 해결이 곤란한 중요갈등사안에 대한 협의·조정 및 갈등영향 검토를 위해 소집

o 이해관계당사자는 회의에 참석하여 의견표명가능

6. 향후추진계획

o '06. 4 : 갈등관리 인력 POOL 구성

o '06. 5 : 부서별 세부 갈등관리 시스템 구축

o '06. 10 : 결과분석 및 발전방안 수립

1-2 토질조사 기준개선

방 침
설계처-1503
('06. 6. 15)

1. 검토목적

설계시 적용하고 있는 토질조사 기준을 보완·정립하여 시공시 설계변경을 최소화하고 설계의 신뢰성을 제고코자함.

2. 관련기준

○ 토질조사

조사위치		조사항목	조사빈도	
			건설교통부 (국도건설 설계실무요령)	우리공사
성토부	일반구간	**시험굴조사**	-	500m
		핸드오거	300m	500m
	연약지반	**핸드오거**	100~250m	250m
		시추조사	100m	100m
		베인시험	100m~250m	**피에조콘관입시험시**
		간극수압소산시험	-	**피에조콘관입시험시**
		피에조콘관입시험	100m~250m	**100m (Boring와 교번)**
절토부		**시험굴조사**	200m	250m
		시추조사	개소당 2공	개소당 1개소 이상 (지역등급별에 따라 조정)
		탄성파탐사	대깎기부	
		화상정보시험	정밀조사시	
구조물부	교량부	시추조사	교대 및 교각 마다 1개소	교대 및 교각 마다 1개소
		화상정보시험	-	터파기시 사면 안전성 검토가 필요한 경우
		공내재하시험	-	풍화대가 깊어 직접기초 심도결정시 침하량산정이 필요한 경우
		탄성파탐사 또는 전기비저항탐사	-	직접기초 위치의 풍화암 심도가 급변 하는 경우
		토모그래피 탐사	-	상부구조물에 큰 영향을 미칠 공동 발견시
	터널부	Boring	개소당 2공, 500m마다 1공	터널입출구부 각각 2개소 및 300m마다 1개소
		탄성파 탐사	터널시, 종점부	개소당 입출구부 필요한 연장 (Cross Hole Test)
		전기비저항탐사	터널 전연장	터널 전연장
		암반수압시험	**시추조사시**	-
		화상정보시험	**정밀조사시**	-
재료원	석 산	사추조사	2개소 이상	3개소 이상
	하천골재원	시추조사	-	필 요 시
	토취장	시추조사	2개소 이상	3개소 이상
		시험굴조사	5개소 이상	5개소 이상

○ 실내시험

조사항목	조사위치	시험항목	
		건설교통부 (국도건설 설계실무요령)	우리공사
핸드오거	성토부	- 함수비, 비중, 입도, 액성, 소성(물성시험)	- 함수비, 비중, 체분석, 입도, 액성, 소성(물성시험)
시추조사	연약지반	- 함수비, 비중, 입도, 액성, 소성(물성시험) - 투수, 압밀, 일축, **삼축** (역학시험) - 절리면 전단, 압축, 삼축 (암석시험)	- 함수비, 비중, 체분석, 입도, 액성, 소성, 전단, 삼축압축 압밀
	절토부		- 함수비, 비중, 체분석, 입도, 액성, 소성, 암석
	교량부		- 함수비, 비중, 체분석, 입도, 액성, 소성, 일축압축
	터널부		- **암석**
시험굴조사	절토부, 토취장	- 함수비, 비중, 입도, 액성, 소성(물성시험) - 다짐, CBR, 현장밀도 (실내 및 현장시험)	- 함수비, 비중, 체분석, 입도, 액성, 소성, 다짐, 실내CBR
재료원조사	하천골재원, 석산	- 비중, 체가름, 입도 (물성시험) - 흡수율, 마모, 안정성 (실내시험)	- 비중, 흡수율, 체가름, 입도, 안정성, #200체 통과량, 마모

3. 문제점

가. 건설교통부의 토질조사 및 실내시험 기준과 상이

나. 성토부 - 연약지반 토질조사

○ 피에조콘 관입시험과 시추조사의 **교번 수행으로 토질조사의 신뢰성 부족**

☞ 연약한 점성토의 경우 표준관입시험의 신뢰성 결여 및 자연시료 채취시 교란으로 연약지반 분포, 지반강도 및 압밀특성이 실제지반과 차이 발생

다. 구조물부 - 터널부 토질조사

○ **터널내 용출수산정**을 위한 **토질조사 기준 부재**

☞ 터널내 포장단면, 배수관 규격 등의 결정 곤란

4. 개선방안

가. 성토부-시험굴조사, 핸드오거조사, 절토부-시험굴조사, 터널부-암반수압시험, 화상정보시험의 토질조사 및 터널부-시추조사의 실내시험은 **건설교통부 토질조사 기준 준용**

나. 연약지반 토질조사는 연약지반이 200m이상인 경우 **전자식 피에조-콘 관입시험**(CPTu, Piezo-Cone Penetration Test)을 **선 시행**하여 연약지반 분포, 토질상태 등을 파악하고 그 결과를 이용하여 시추조사+실내시험을 시행함으로서 **상호 검증을 통한 지반 압밀 및 강도정수 산정**

조사방법

현 기준	개선기준(안)
ⓒ · V - B - ⓒ · V - B - ⓒ · V	**C - ⓒ · B - C - ⓒ · B · V - C**

※ B(시추조사) : 200m간격으로 시행(CPTu 위치)
- C(피에조콘 관입시험) : 100m간격으로 시행
  ⓒ(피에조콘관입시험+간극수압소산시험) : 200m간격으로 시행(CPTu 위치)
- V(베인시험) : 400m간격으로 시행(CPTu 및 시추조사 위치)

다. **터널내 용출수 산정을 위한 시추조사 및 암반수압시험 시행**

☞ 터널내 포장단면, 폐수처리시설규모, 배수관 규격 등 결정

라. 토질조사 및 실내시험의 항목 및 빈도는 **현장여건을 고려하여 변경 가능**

마. 토질조사 기준개선(안)

조사위치		조사항목	조사빈도	비 고
성토부	일반구간	**시험굴조사**		건교부 기준 준용
		핸드오거	**300m**	건교부 기준 준용
	연약지반	**핸드오거**	**200m**	조사기준 강화
		시추조사	**200m**	조사기준 강화
		피에조콘관입시험	**100m**	조사기준 강화
		간극수압소산시험	**200m(1회/CPTu 2회)**	조사기준 강화
		베인시험	**400m**	조사기준 강화
절토부		**시험굴조사**	**200m**	건교부 기준 준용
		시추조사	개소당 1개소 이상 (지역등급별에 따라 조정)	-
		탄성파탐사		
		화상정보시험		
구조물부	교량부	시추조사	교대 및 교각 마다 1개소	-
		화상정보시험	터파기시 사면 안전성 검토가 필요한 경우	-
		공내재하시험	- 직접기초 : 풍화대가 깊어 기초심도 결정시 침하량산정이 필요한 경우 - **말뚝기초 : 연약층이 깊어 수평방향변위 반력계수산정이 필요한 경우**	조사기준 강화
		탄성파탐사 또는 전기비저항탐사	- 직접기초 위치의 풍화암 심도가 급변 하는 경우 - **현장여건상 민원 등으로 시추조사가 불가한 경우**	조사기준 강화
		토모그래피탐사	상부구조물에 큰 영향을 미칠 공동 발견시	-
	터널부	시추조사	터널입출구부 각각 2개소 및 300m마다 1개소	-
		탄성파 탐사	터널개소당 입출구부 필요한 연장(Cross Hole Test)	-
		전기비저항탐사	터널 전연장	-
		화상정보시험	터널입출구부 각각 2개소	건교부 기준 준용
		암반수압시험	터널내 용출수 산정 필요한 위치	건교부 기준 준용

※ 재료원의 토질조사 기준은 변경사항 없음.

바. 실내시험 기준개선(안)

조사항목	조사위치	시험항목	비고
핸드오거	성토부	- 함수비, 비중, 체분석, 입도, 액성, 소성	-
시추조사	연약지반	- 함수비, 비중, 체분석, 입도, 액성, 소성, 전단, 삼축압축 압밀	-
	절토부	- 함수비, 비중, 체분석, 입도, 액성, 소성, 암석	-
	교량부	- 함수비, 비중, 체분석, 입도, 액성, 소성, 일축압축, **삼축압축** (연약층이 깊은 말뚝기초)	- **기준강화** - 말뚝기초 경우 연약층이 깊게 분포할 경우 주변 마찰력 등을 산정하기 위하여 삼축압축 시행
	터널부	- 본 선 부 : 암석 - **입출구부 : 함수비, 비중, 체분석, 입도, 액성, 소성, 암석시험**	- **기준강화** - 터널입출구부의 실내시험은 절토부 실내시험 준용
시험굴조사	절토부, 토취장	- 함수비, 비중, 체분석, 입도, 액성, 소성, 다짐, 실내CBR	
재료원조사	하천골재원, 석산	- 비중, 흡수율, 체가름, 입도, 안정성, #200체 통과량, 마모	

5. 적용방안

현재 설계중인 노선부터 적용

불 임 : 1. 실시설계 과업지시서 제4장 토질조사 및 시험 개선(안)
2. 연약지반 토질조사비

[붙임1]

제4장 토질조사 및 시험

제 1 절 일반사항

가. 토질조사는 계획노선의 지질개요, 토취장 및 골재원등 재료원 조사, 시료의 채취, 원위치 시험 및 실내시험을 포함한다.

나. 현장답사는 1:50,000 지도를 이용 지질분포 현황도를 작성하여 지질의 상태를 조사하고 모든 현장조사 사항 등을 표시하여 세부노선 계획수립의 기초자료로 사용해야 한다.

다. 현장 토질조사 시행전에 토질조사 계획서를 “갑”에게 제출하여 승인을 득한 후 시행하여야 한다.

라. 토질조사시 개인 또는 공공소유 부지를 통과하여야 하므로 조사시행 과정에서 발생할 수 있는 각종 민원의 해결을 위하여 적극적으로 대처하여야 하며, 특히 조사장비 진입을 위한 산림과다 훼손이 발생되지 않도록 유의하여야 한다.

마. 현지여건, 민원등으로 과업기간내에 토질조사를 시행하지 못한 경우는 “갑”과 협의하여 용역보고서에 미시행 사유를 명시하고 공사중 추가 확인 시추등이 시행될 수 있도록 확인조사비 등을 설계에 반영하여야 한다.

제 2 절 토질조사 및 시험

가. 일반사항

토질조사 및 시험은 시추조사, 핸드오거, 시험굴조사, 표준관입시험, 실내 CBR시험 및 재료원조사 시험등이 있으며 그 결과로부터 다음사항을 결정 또는 설계하여야 한다.

1) 성토재료의 적부 판단
2) 성토부 자연지반의 성상 및 연약지반 설계
3) 절토부 사면 경사 선정과 토공량의 산정
4) 교량기초 및 형식
5) 터널 위치의 타당성과 터널단면 해석 및 설계
6) 포장 두께 설계
7) 골재원 및 토취장의 사용 가능량 및 재료의 적정성 판단
8) 기타 설계에 필요한 자료 확보

나. 성토부 및 절토부

1) 계획노선에 따라 시추조사, 핸드오거 혹은 시험굴조사를 원칙으로 하고 필요에 따라 원위치 시험을 시행하여야 한다.

2) **절토구간에서 시험굴조사는 200m 간격으로** 시추조사는 절토부 개소당 1개소 이상 실시함을 원칙으로 하고, 급경사, **민원 등으로 인한 미시추구간에 대해서는 가팀심도를 고려한 물리탐사방법을 "갑"과 협의하여 시행하여야 하며, 특히 발파에의한 탄성파 탐사시 발파에 필요한 발파계획서, 화약신고서 등의 제반서류을 "갑"에게 제출하여야 한다.** 시추조사 지점 및 위치 선정은 "갑"과 협의하여 시행하며 절리면 전단시험, 일축압축 강도시험, 시추공화상정보시험 및 안정성 분석 등을 통하여 절리, 단층 및 풍화발달 정도를 조사, 분석하고 이에 대한 절토법면 구배선정 및 대책 공법을 수립한다.

3) **성토구간에서 핸드오거는 300m간격** 기준으로 현지여건을 감안하여 시행하고 단면 변화 지점 및 지질상태가 급변하는 지점에 대해서는 "갑"의 지시에 따라 **추가 핸드오거를 실시하여야 한다.**

4) 토질조사의 심도는 다음 기준을 원칙으로 하여 실시한다.

가) 절토구간 : 시추조사는 종단계획고하 1m 깊이까지를 원칙으로 하고 출현한 암반에서 암석시료를 채취하여 사면안정 검토 분석자료로 활용하여야 한다. 본선암을 골재로 유용하는 것이 유리하다고 판단될 경우에는 제반시험을 실시하여 유용 가능량을 추정해야 한다.

나) 성토구간 : 지반선하 최소한 1m 까지 토질조사를 실시하고 육안으로 보아 습지, 계곡, 토질이 좋지 못한 논, 연못등 성토기초로서 지지력이 부족하다고 판단되는 연약지반에 대하여는 연약지반의 심도조사를 실시하여야 한다.

5) 시험굴조사, 시추조사 및 핸드오거 등 제반 토질시험은 체계적으로 정리하여 도면화하고 도면에 수록될 사항은 다음과 같으며, 토질조사보고서를 작성하여야 한다.

가) 위치, 주상도

나) 토질시험 결과

다) 기타 필요한 사항

6) 모든 토질시료는 통일분류방식으로 분류하고 이러한 토질분류에 입각하여 노선을 동일 토질구간으로 나누어야 하며 각 대표구간에 대한 시료를 채취하여 다음과 같은 시험을 시행하여 포장설계의 기초자료로 활용한다.

가) 토질분류 시험

나) 다짐시험

다) CBR 시험(수정)

7) 대절토부

가) 대절토부 설계 대상구간

절취사면 높이 20m이상을 원칙으로 하되 다음의 경우는 20m이하에서도 현장조건에 따라 대절토부 설계 대상구간에 포함한다.

· 구성지반이 붕적층 또는 퇴적층인 경우

· 현재까지 붕괴이력이 있고 불안정한 상태에 있는 지반의 경우

· 지하수위가 높고 용수가 많은 곳

· 주변의 기존구조물(철탑등)에 나쁜 영향을 미칠 것으로 예상되는 경우

나) 시추조사 위치 및 심도는 토질분야 책임기술자(또는 응용지질기술사 참여)가 현장답사 선 시행후 「토질조사 계획서」 (지표지질조사 계획서 포함)를 제출하여야 한다. (조사기준은 별첨 참조)

다) 지표지질조사

지표지질조사 계획서에 의해 지표지질조사를 시행한 후 지표지질조사 map 및 의견서를 작성하고 이를 사면설계시 반영하여야 한다.

라) 주상도의 기재내용에는 표준관입시험, RQD, 코아회수율 외에 불연속면의 특성에 관한 중요자료(절리면의 풍화상태, 강도, 간격등)가 포함되어야 한다.

마) 대절토부 설계 대상구간에 대해서는 탄성파탐사 또는 전기비저항탐사를 시행하여야 하며, 충분한 가탐심도를 가져야 한다

바) 대절토부 개소당 1회이상의 암석시험을 시행하여야 한다.

8) 연약지반조사

핸드오거 실시결과 연약지반이 발견되면 **연약지반 연장이 200m 이상인 경우 피에조콘관입시험을 100m 간격, 피에조콘관입시험+간극수압소산시험을 200m 간격으로 시행**하여 연약지반 분포, 토질분류 등을 파악후 그 결과를 이용하여 **시추조사를 200m 간격으로 피에조콘관입시험 위치에 시행**하여 심도 5m 및 층이 바뀔 때마다 자연시료를 채취하고, 채취한 시료로 비중, 함수량, 삼축압축, 압밀시험등의 토성시험 및 역학시험을 시행하여 **상호검증을 통해 지반의 안정검토 및 처리공법등의 대책을 강구하여야 한다**.

또한 **400m 간격으로 현장베인시험을 시행하여 연약지반의 비배수강도에 대한 신뢰도를 확보하도록 한다. 베인시험은 Borehole, Field vane으로 심도 5m 및 층이 바뀔 때마다 연속적으로 수행하여야 하며, 최소한 비교란 시료가 채취된 심도에 대해서는 반드시 수행하여 그 결과에 대한 비교분석이 이루어질 수 있도록 하여야 한다.** 단, 연약지반의 연장이 200m이내 존재하는 경우는 시추조사을 현장여건 맞게 시행하여 표준관입시험 및 실내시험을 통하여 지반의 안정검토 및 처리공법등의 대책을 강구하여야 한다.

가) 일반사항

· 연약지반에 대하여는 하중에 의한 지반의 파괴와 침하에 관한 자료를 수집, 필요한 대책 공법을 선정하기 위하여 사운딩, 시추조사, 자연시료채취, 토질시험 등 필요한 조사 및 시험을 실시하여야 한다.

· 연약지반 조사시 연약지반의 규모, 역학적 특성, 연약층으로부터의 배수조건등에 대하여 면밀히 조사하여야 한다. 특히 확장공사 구간은 기존 고속도로의 침하여부 판단 및 침하시 대책공법 선정을 위하여 필요시 기존 고속도로의 압밀상태, 역학적 특성 및 배수조건 등에 대하여도 조사, 검토하여야 한다.

나) 조 사

· 예비조사

조사구간의 연약지반 특성을 알기 위해 다음 사항에 대하여 조사검토후 본 조사를 실시한다.

- 타당성조사(기본설계) 보고서
- 기존 토질 및 지질조사 자료수집 및 검토

- 인근지역에 대한 기존 연약지반 및 기초지반 보고서등 자료수집 및 검토
- 기존공사 기록 : 기존 도로의 연약지반 처리공법, 침하상태등
- 재해기록

· 현장답사

예비조사된 자료의 현장 확인과 기타 필요한 자료를 수집하며 특히 다음사항에 대하여 면밀히 조사, 관찰한다.

- 연약지반 표층의 굳기정도, 습윤상태 및 주변의 원지형
- 지표수 및 지하수의 흐름 방향과 유량
- 기존도로와 구조물의 침하상태 및 건설당시 연약지반 처리공법
- 인근 현장의 시공상황 및 연약지반 처리공법

· 본조사

- 본 조사에서는 연약지반의 지층 구성을 상세하게 확인하고 연약토의 공학적 성질을 파악하여 연약지반 대책공법의 설계와 시공법을 결정하기 위한 충분한 조사를 실시한다
- 조사간격

  연약지반의 조사 간격은 “사”항의 『위치별 현장조사 빈도』를 기준으로 하나, 현장여건에 따라 신축성 있게 조정하며 특히 면밀한 조사가 요구되는 구간에 대하여는 추가로 실시하여 연약지반 처리공법의 설계 및 시공상 문제점이 발생되지 않도록 철저를 기하여야 한다.

다. 교량기초 및 터널부

1) 주요 교량 및 터널에 대해서는 시추, 표준관입시험 등 설계에 필요한 시험을 실시해야 한다. 교량기초 하부에 공동이 예상되는 지역, **시추조사가 현장여건 등으로 불가한 경우** 및 직접기초로 예상되는 지역의 지지층 깊이 변화가 큰 경우에는 물리 탐사를 이용하여 공동 및 지지층의 분포를 파악하여야 한다. **또한 물리탐사는 가탐심도를 고려한 방법을 “갑”과 협의하여 결정하여야 하며, 특히 발파에의한 탄성파 탐사는 발파에 필요한 발파계획서, 화약신고서 등의 제반서류을 “갑”에게 제출하여야 한다.** 교량기초가 급사면에 위치하여 터파기로 인하여 사면붕괴가 우려되는 경우 사면안정검토를 할 수 있도록 시추공 영상촬영시험을 수행하여야 한다.

2) 교량 가설계획 지점에 대해서는 매 교각 및 교대에, 터널은 개소당 입·출구부 각각 2개소 및 300m 당 1 개소이상 시추를 하여야 하며 시추위치 및 개소에 대해서는 “갑”과 사전협의 후 시행하여야 한다. 또한 시추공 내 **1.0m 간격으로 표준관입시험을** 실시하여 교량기초 형식결정 자료로 활용할 수 있어야 한다.

3) 시추는 평면도상에서 시추계획 위치를 선정하고 굴착심도는 경암층 1m, 연암3m, 풍화암 7m까지를 원칙으로 하되 예상되는 기초의 형식 및 교량의 특성 등을 고려하여 증감시키고 풍화암층이 깊을 경우라도 교량당 1개소이상 암층심도까지 확인하고 자연시료채취, 코아채취 및 시추공내 수위측정등 필요한 시험을 실시하여야 한다. 또한 풍화암층이 두껍고(소요 말뚝직경의 5배이상) 대부분의 지지력이 이 층에서 발휘되는 경우 Triple core barrrel을 사용하여 불교란 시료를 채취하고 일축압축강도 시험 또는 일축압축강도시험을 수행하기위한 시료성형이 곤란한 경우 점하중 시험을 실시한다. **또한 풍화암 이하의 암반지지 기초의 경우 암반의 일축압축강도가 지지력에 큰 영향을 미치므로 암반에 대한 일축압축강도 및 점하중강도 시험을 수행하여 일축압축강도를 산정해야 한다.**

4) 직접기초 심도결정시 침하량을 정확하게 파악하여야할 필요가 있는 경우 공내재하시험을 실시하여 풍화암 변형계수 또는 탄성계수를 측정하여야 하며, **말뚝기초시 말뚝상부 지층이 연약하여 수평방향 변위가 크게 발생할 가능성이 있는 경우에는 공내재하시험을 실시하여 수평방향반력계수 산정하여야 한다.** 지지층의 심도 변화가 매우 심한 경우 및 **시추조사가 현장여건 등으로 불가한 경우** 탄성파 탐사 또는 전기비저항 탐사를 수행하여 지지층의 분포를 파악해야한다. 이 경우 탄성파 탐사는 지오폰의 간격을 3m 이하로 하고 음원을 3개소이상의 위치에서 발생시켜 시험을 수행하며, 전기비저항 탐사의 경우도 고밀도 2차원 영상법을 적용하여 충분한 정밀도를 갖도록 수행하여야 한다. 교각 및 교대에 큰 영향을 미칠 공동이 예상되는 위치에 대해서는 전기비저항 탐사, 탄성파 탐사 및 레이다 탐사의 방법을 이용한 토모그래피 탐사중 현장조사에 적합한 방법을 적용하여 공동의 크기를 파악하여야 한다. **말뚝기초 적용구간에 점토층이 깊게 분포할 경우 삼축압축시험 및 일축압축시험을 수행하여 교량구간의 비배수전단강도 및 주변마찰력을 산정하여야 한다.**

5) **터널부 시추조사는 전기비저항탐사를 수행하여 그 결과을 이용하여 저토피, 파쇄대, 터널내 용출수 산정에 필요한 적정 조사위치 및 공수에 대해 시추조사계획서를 작성, “갑”과 협의**하여야 하며, 조사 심도는 계획고하 2m까지 시행한다. 또한, 터널구조 및 내진해석을 위하여 아래와 같은 시험을 실시하여야 하고, 단면형식을 결정하기 위하여 Cross hole Test 에 의한 탄성파 탐사를 터널 상·하행 입출구부 각각 1 개소이상 시행하여야 한다. 단, **Cross hole Test 에 의한 탄성파 탐사 시행이 곤란시 “갑”과 협의하여 Down Hole, S-PS검층, 밀도검층 등을 시행할 수 있다.**

가) 터널구조 해석을 위한 조사 자료

· 내부마찰각(Angle of Internal friction)

· 점착력(Cohesion)

· 탄성계수(Modulus of Elasticity)

· 변형율(Strain)

· 포아슨 비(Poison's Ratio)

· 비 중(Specific Gravity)

· R.Q.D치(RQD - Values)

· 압축강도(Unconfined Compressive Strength)

· 수위측정(Piezometer Test Result)

· 탐　사(Prospecting)

· 절리면 경사 및 방향(Fissure & Joint Orientation)

· 암극의 크기(Fissure & Joint Thickness)

· 인장강도 시험(Brazilian Test)

· 암판정(General Geological Determination : Name of Rock, Age 등)

· **암반수압시험(Water Pressure Test or Lugen Test)**

· **탄성파속도(Vp, Vs), 동 포아송비(Vd), 동 전단탄성계수(Gd), 동 탄성계수(Ed), 동 체적탄성계수(Kd)**

6) 터널구간의 암을 골재로 유용하기 위해서는 이에 따른 제반시험을 실시하여야 한다.

7) 시추조사 실시후 감독원의 심도확인을 받기 전까지는 Cap등을 씌워 보호조치하고 심도 확인후 우리공사 폐공 처리방안에 의거 구멍을 메워야 한다. 특히 터널, 토취장, 석산 및 골재원은 시추조사 실시 이후 구멍의 원상복구 완료여부에 대하여 감독원의 확인을 반드시 받아야 한다.

라. 토취장 및 골재원 조사

토취장 및 골재원 조사는 계획도로의 토공, 구조물 및 포장용 재료의 확보를 목적으로 실시하며 1:50,000 지형도에 위치 및 매장량등을 기입하여 제출하여야 하며 토취장은 1차적으로 본선 비탈면에 지정하는 것으로 검토하여야 한다. 토취장 및 골재원은 목적별로 3개소 이상을 선정, 비교 검토하고 관련 시·군의 인·허가 여부 파악 및 토지소유자의 사용승낙서를 징구하여 결정하여야 하며 토취장 및 골재원에서 공사장에 이르는 공사용 가도를 고려하여 공사비 산출의 기초로 하여야 한다.

1) 토취장

선정된 토취장에 대하여는 적정한 간격으로 소요 심도까지 시추조사 3개소, 시험굴조사 5개소 이상 실시하여 성토재료의 토질조사를 실시하여야 하며 토질조사에 대해서는 아래 시험 및 기타 필요한 시험을 시행하여야 한다.

가) CBR 시험

나) 다짐시험

다) 토질분류시험

2) 하천 골재원조사

가) 콘크리트 및 포장용 골재에 대한 공급원의 위치를 선정하고 가용 매장량을 추정하기 위하여 하천골재원의 조사를 시행하여야 한다.

나) 골재원의 위치를 결정하기 위하여 골재원의 시료에 대하여 아래 시험 및 필요한 시험을 실시하여야 하며 가용 매장량을 추정하기 위하여 시험굴조사 또는 시추조사를 시행하여야 한다.

· 체가름 시험,　　· 마모 시험,　　· 안정성 시험

3) 석산조사

쇄석 골재의 공급원으로서 위치를 선정하고 시추조사는 3개소 이상 실시하며 시료를 채취하여 아래 시험을 실시하여야 하며 가용 매장량을 정확히 추정하여야 한다.

(단, 석산 조사시 본선암 유용 및 본선상에서 우선 개발하는 것을 검토하여야 한다)

가) 마모시험

나) 안정성 시험

다) 비중 및 흡수 시험

라) 기타 필요한 사항

마. 사토장 조사

사토장 조사는 계획도로의 토공 처리 목적으로 실시하며 1:50,000지형도에 위치 및 사토 가능량을 기입하여 제출하여야 한다. 사토장은 3개소 이상을 선정, 비교 검토하고 관련 시·군의 인·허가 여부 파악 및 토지소유자의 사용승낙서를 징구하여 결정하여야 한다.

바. 배합설계

1) 콘크리트 배합설계는 "갑"이 제시하는 시방배합을 기준으로 하여야 한다.

2) 구조물용 콘크리트는 현장 생산사용과 구입사용에 따른 경제성, 시공성을 비교 검토하여 적용방안의 타당성을 제시하여야 한다.

사. 위치별 현장조사 빈도

조사위치		조사항목	조사빈도	심 도	비 고
성토부	일반구간	**핸드오거**	300m	3-5m	
	연약지반	**핸드오거**	200m	3-5m	
		피에조콘관입시험	100m	필요깊이까지	
		시추조사	200m	지지층(풍화암)확인	- 콘관입시험 위치
		베인시험	400m	불교란시료 채취심도	- 시추조사 위치 - Borehole, Field vane식
		간극수압소산시험	200m(1회/CPTu 2회)	불교란시료 채취심도	- 콘관입시험과 병행 - 시추조사 위치
절토부		**시험굴조사**	200m	1-2m	
		시추조사	개소당 1개소 이상 (지역등급별에 따라 조정)	계획고하 1m	- 불임#1참조 - **SPT : 1m마다**
		탄성파탐사			
		화상정보시험			
구조물부	교량부	시추조사	교대 및 교각 마다 1개소	경암 1m, 연암3m, 풍화암 7m까지	**- SPT : 1m마다** -상.하행선 분리시 모두시행
		화상정보시험	터파기시 사면 안전성 검토가 필요한 경우	암반구간	
		공내재하시험	- 풍화대가 깊어 직접기초 심도결정시 침하량산정이 필요한 경우 **- 연약층이 깊어 말뚝기초의 수평방향변위 반력계수 산정이 필요한 경우**	층별(토사,풍화암,암반) 각각 1회	
		탄성파탐사 또는 전기비저항탐사	- 직접기초 위치의 풍화암 심도가 급변 하는 경우 **- 현장여건상 민원 등으로 시추조사가 불가한 경우**	· 직접기초 예상심도 이상깊이 까지	교축방향 2개 측선 또는 교축 및 교축 직각방향
		토모그래피 탐사	상부구조물에 큰 영향을 미칠 공동 발견시	· 직접기초 : 푸팅 폭의 3배 깊이 까지, · 말뚝기초: 기초폭의 1~3배 깊이 까지	
	터널부	시추조사	터널 입출구부 각각 2 개소 및300m마다 1개소	· 계획고하 2m까지	- 시추조사하여 지층이 토사층 또는 연약층대 등이 존재시 풍화암층 또는 필요한 심도까지
		탄성파 탐사	터널개소당 입출구부 필요한 연장 (Cross Hole Test)		
		전기비저항탐사	터널 전연장		
		암반수압시험	**터널내 용출수산정에 필요한 시추조사 위치**		
		화상정보시험	**터널개소당 입출구부 각각 2개소**	**암반구간**	절토부 기준 준용
재료원	석 산	사추조사	3개소 이상	필요깊이까지	
	하천골재원	시추조사	필 요 시	필요깊이까지	
	토취장	시추조사	3개소 이상	필요깊이까지	
		시험굴조사	5개소 이상	1-2m	

※ 조사빈도 및 심도는 현장여건을 고려하여 변경가능, Boring은 NX 규격으로 시행

아. 조사항목 및 실내시험

1) 시추조사

시험항목	절토부	연약지반	**터널부**	교량부	비 고
함수비시험	○	○	**○(입출구부)**	○	
비중시험	○	○	**○(입출구부)**	○	
체분석시험	○	○	**○(입출구부)**	○	
입도분석시험	○	○		○	
액·소성한계시험	○	○	**○(입출구부)**	○	
일축압축시험				○	
직접전단시험		○(삼축압축시험불가시)	○		
압밀시험		○			
삼축압축시험		○		**○(연약층이깊은 말뚝기초)**	
암석시험	○		○		

※ 20m이상 대절토부에 대한 암석시험시 사면안정 해석에 필요한 물성치의 정확도를 확보할 수 있도록 유의하여야 한다.

2) 시험굴 시험

- 함수비시험
- 비중시험
- 체분석시험
- 입도분석시험
- 액소성한계시험
- 다짐시험
- 실내 CBR시험

3) Hand Auger Boring

- 함수비시험
- 비중시험
- 체분석시험
- 입도분석시험
- 액소성 한계시험

4) 골재원 조사

- 비중시험
- 흡수율시험
- 체가름시험
- 입도시험
- 안정성시험
- #200체 통과량 시험
- 마모율 시험

제 3 절 시험 및 성과의 정리

가. 모든 시험방법은 한국산업규격(KS)에 의거하여 시행하고, KS적용이 곤란한 경우는 제 외국 시험기준을 준용하여 시험을 실시할 수 있다.

나. 구조물 기초조사등 모든 성과는 국립건설시험소의 소정 양식에 의거 정리 보고하여야 하며 성과품 제출 항목은 다음과 같다.

1) 지질도 (1 : 25,000 또는 1 : 50,000)
2) 시추주상도
3) 토질조사 자료
4) 골재원 조사자료
5) 각종시험 성과표
6) 기타 필요한 성과표

붙 임#1

▣ 조사등급 분류기준

인근 지역의 사면 조사, 지표 지질 조사 및 물리탐사 결과에 의해 다음과 같이 지역을 4등급으로 분류하여 사면 붕괴 가능성에 따라 조사의 경중을 결정함.

가. A급 : 경상도 일대 퇴적암 지역으로 인근에서 산사태성 대규모 붕괴가 다수 발생한 지역으로 사면의 높이가 20m 이상인 경우

나. B급 : 경상도 일대 퇴적암 또는 편마암으로 이루어진 지역으로 절리방향이 불량하여 표준 사면경사로 시공시 붕괴가 다수 발생되는 지역으로 사면의 높이가 20m 이상인 경우

다. C급 : 절리면 방향이 불량하여 인근에서 사면 붕괴가 종종 발생되는 지역 및 A, B 지역으로 사면의 높이가 10m 이상 20m 미만인 경우 또는 특별히 안정검토가 필요한 경우

라. D급 : 사면이 안정한 지역으로 소규모의 붕괴 또는 낙석발생이 우려되는 지역 및 단순 확장구간으로 기 노출된 사면으로 절리의 방향 및 거칠기등을 추정할 수 있는 구간

▣ 추가조사

- 추가조사는 본조사 수행후 시추공간의 시험결과가 상이한 경우에 수행함.

▣ 사면 조사 항목 및 빈도

한 개 사면당 조사 항목

지역 \ 구분		개략조사	시추조사 및 현장시험	실내시험
A급	본조사	지표지질조사, 전기비저항 탐사 또는 탄성파 탐사	- 시추조사 3공(1공에 대하여는 풍화암층을 3중관 샘플러 사용 불교란시료 채취, 시추공 전단강도 시험) - 시추공 화상정보 시험(BIPS, ABI 등)	- 일축압축강도 또는 점하중시험 - 중요 절리면 전단강도 시험
	추가조사	-	- 이중관 시료채취기를 이용한 시추조사 1공 - 시추공 화상정보 시험(BIPS, ABI 등)	- 일축압축강도 또는 점하중시험
B급	본조사	지표지질조사, 전기비저항 탐사 또는 탄성파 탐사	- 시추조사 2공(1공에 대하여는 풍화암층을 3중관 샘플러 사용 불교란시료 채취, 시추공 전단강도 시험) - 시추공 화상정보 시험(BIPS, ABI 등)	- 일축압축강도 또는 점하중시험 - 중요 절리면 전단강도 시험
	추가조사	-	- 이중관 시료채취기를 이용한 시추조사 1공 - 시추공 화상 정보시험(BIPS, ABI 등)	- 일축압축강도 또는 점하중시험
C급	본조사	지표지질조사, 전기비저항 탐사 또는 탄성파 탐사	- 시추조사 2공(1공에 대하여는 풍화암층이 5m 이상인 경우 3중관 샘플러 사용 풍화암층 불교란시료채취, 시추공 전단강도 시험) - 시추공 화상정보 시험(BIPS, ABI 등)	- 일축압축강도 또는 점하중 시험 - 중요 절리면 전단강도 시험
	추가조사	-	- 이중관 시료채취기를 이용한 시추조사 1공 - 시추공 화상정보시험(BIPS, ABI 등)	- 일축압축강도 또는 점하중시험
D급	본조사	지표지질조사, 20m 이상 사면 탄성파 탐사 (굴절법)	- 시추조사 1공(풍화암층이 5m이상인 경우 풍화암층을 3중관 시추기를 이용하여 불료란시료 채취) - 시추공 화상정보(BIPS, ABI 등) 시험	- 일축압축강도 또는 점하중시험
	추가조사	-	- 이중관 시료채취기를 이용한 시추조사 1공 - 시추공 화상정보 시험(BIPS, ABI 등)	- 일축압축강도 또는 점하중시험 - 중요 절리면 전단강도 시험

(현행 : D급 본조사 수준 (단, 시추공 화상정보 시험제외, 시추조사 1공은 절토부 좌,우 2공을 의미)

시험 항목 빈도

구 분	A급		B급		C급		D급	
	본조사	추가조사	본조사	추가조사	본조사	추가조사	본조사	추가조사
지표지질조사	1회	-	1회	-	1회	-	1회	-
전기비저항탐사 및 탄성파탐사	1회	-	1회	-	1회	-	1회	-
시추조사	3공	1공	2공	1공	2공	1공	1공	1공
토질시험	공당1회	-	공당1회	-	공당1회	-	공당1회	-
풍화암 불교란시료채취	1공	-	1공	-	1공 (5m이상인 경우)	-	1공 (5m이상인 경우)	-
시추공화상정보시험	3공	1공	2공	1공	2공	1공	1공	1공
풍화암층 시추공전단시험	1개소	-	1개소	-	1개소 (5m이상인 경우)	-	1개소 (5m이상인 경우)	-
연암 및 경암 절리면전단시험	1공당 1개소	-	1공당 1개소	-	1공당 1개소	-	-	1공당 1개소
일축압축강도 또는 점하중	약 6m당 1회	-	약 6m당 1회	-	약 6m당 1회	-	약 6m당 1회	-

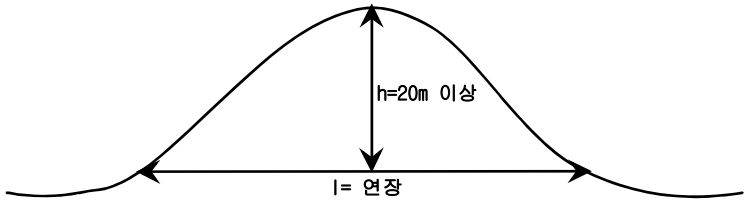
시험 항목별 조사 결과

시험항목	조사결과	비고
탄성파 또는 전기비저항 탐사	암반분포 및 단층 파악	
화상정보 시험	절리면 방향 및 풍화정도	
일축압축강도 시험	암의 일축압축강도	
점하중 강도 시험	암의 일축압축강도 추정	
절리면 전단강도 시험	절리면의 점착력 및 마찰각	
3중관 샘플러	풍화암층 불교란 시료 채취	
시추공 전단강도 시험	풍화암층의 전단강도 (점착력 및 마찰각)	

※ 대절토부(절취고 20m 이상의 경우) 시추조사 계획 (예)

○ 종방향 고려사항

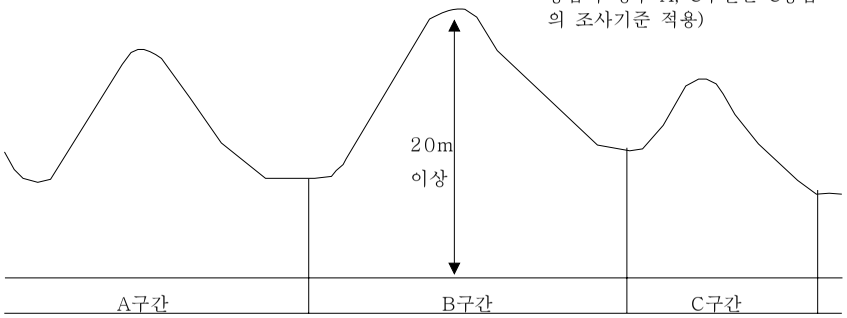
1) 한개의 능선인 경우



항 목 \ 연 장	600m 이하	1000m이하	1400m 이하	1800m 이상
시추조사	1배	1.5배	2배	2.5배
시추공화상정보	1배	1.5배	2배	2.5배
절리면 전단시험	1배	1.5배	2배	2.5배
시추공전단시험	1배	1.5배	2배	2.5배

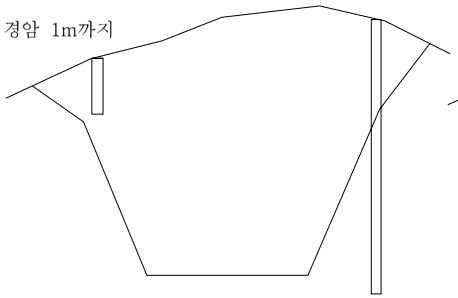
2) 여러 능선이 같이 있을 경우

B구간의 암질의 변화가 심할 경우나 A, C구간의 절취고가 B구간 절취고의 1/3이상일 경우 A, C구간도 시추조사 시행(단, A, B등급의 경우 A, C구간은 C등급의 조사기준 적용)

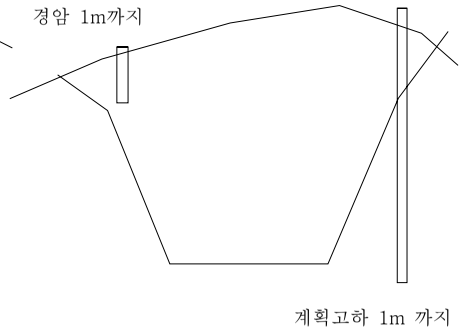


○ 횡방향 고려사항

1) 양쪽절취

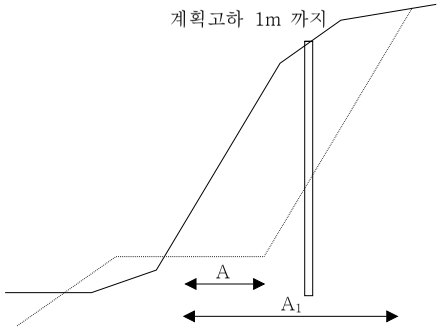


(1-1) 양쪽 절토면이 20m 이상

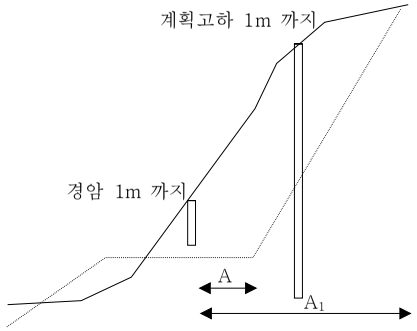


(1-2) 한쪽 절토면이 20m 이상

2) 한쪽절취

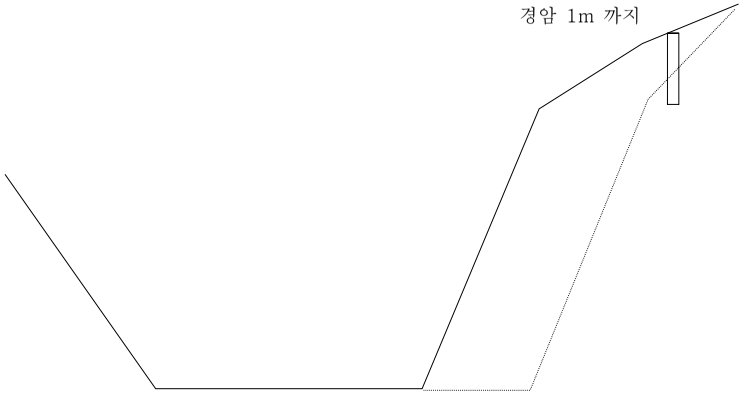


(2-1) A_1 < 50m : 사면예정 부근에
1개만, 계획고하 1m 까지

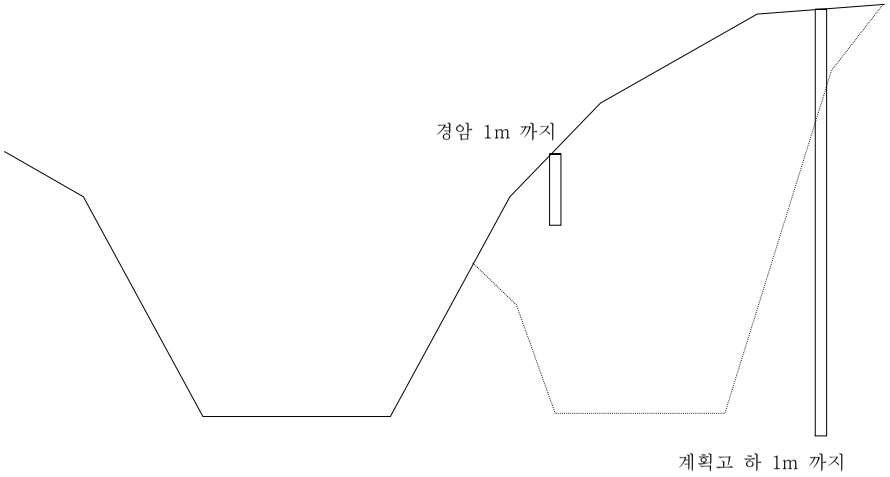


(2-2) $A_1 \geq$ 50m : 양쪽에 2개
1개 : 계획고하 1m 까지
1개 : 경암 1m 까지

3) 기존 절토사면 노출시 : 1 개소



4) 등사면 노출시



붙 임#2

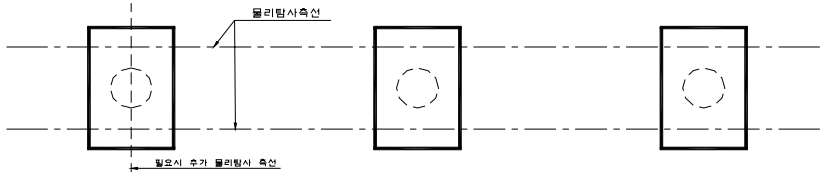
▣ 교량기초 물리 탐사 및 공내재하시험(Pressuremeter시험) 조사기준

■ 지반에 공동이 존재하지 않는 경우

구 분 \ 기초형식	직접기초	말뚝기초
급경사지로 터파기시 사면 안정검토가 필요한 경우	시추공 영상 촬영 시험	
풍화암 심도가 매우 불규칙하다고 판단되는 경우	탄성파 탐사 또는 전기비저항 탐사 수행 ▪탄성파 탐사:지오폰 간격 3m 이하, 음원 3개소 이상에서 수행 ▪전기비저항 탐사:고밀도2차원 영상법 적용	-
풍화암 심도가 매우 깊어 심도결정시 침하량이 푸팅 심도 결정 요소인 경우	공내재하시험(Pressuremeter시험) 수행 ※ 푸팅 폭의 2배 이내에서 1~2회 적용 - N치가 점증하는 경우 : 1회 - N치의 변화가 매우 큰 경우 : 2회	-
말뚝상부가 연약하여 수평방향변위가 크게 발생할 가능성이 있는 경우		**공내재하시험 수행** **※ 수평방향하중이 크게 작용하는 교대하부 지반에 수행하여 Kh값 산정**

◎ 물리 탐사 측선배치

■ 다수의 푸팅을 조사해야 하는 경우 : 교축방향으로 2회 실시하며 시추조사 위치와 물리탐사 측선을 가능한한 일치시킬 것(단, 필요시 교축직각 방향 추가 탐사수행)

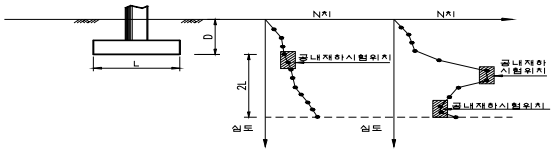


■ 1개의 푸팅을 조사해야 하는 경우 : 교축방향 및 교축직각방향으로 실시
(단, 측선 길이는 푸팅폭(L 또는 B)+ 1.5D×2 이상 확보)

◎ 공내재하시험(Pressuremeter 시험) 수행 심도

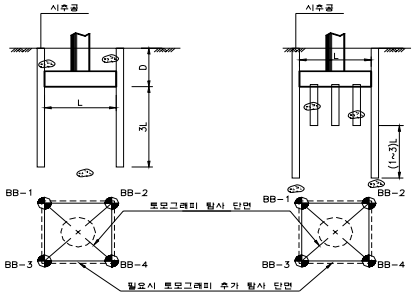
■ 직접기초 예상심도 하부 2L깊이까지 표준관입 시험치가 점진적으로 증가하는 경우
→ 직접기초 예상심도 직하부에서 실시

■ 직접기초 예상심도 하부 2L 이내에서 표준관입 시험치가 급변하는 경우
→ 직접기초 하부 2L 이내에서 최소 및 최대 표준관입 시험치를 나타내는 심도에서 실시



■ 지반에 공동이 존재하는 경우

구분 \ 기초 형식			직접기초	말뚝기초	비고
▪ 석회암과 같이인근에 공동이 다수 출 현 되 는 지역 또는 시추조사시 ▪상부구조물에 큰 영향을 미칠공동이 발견된 지역	개략조사	조사방법	▪ 필요시 교축방향으로 공동의 개략적인 분포를 조사함. (전기비저항 탐사 적용)		
	정밀조사	조사방법	▪ 푸팅 외곽에 시추조사를 4개소 시행하고 토모그래피 탐사 수행 (탄성파, 전기비저항, 레이다 탐사 이용가능)		
		조사심도	▪ 공동 발견된 심도 하부에서 기초폭의 3배 이상 심도까지	▪ 주면마찰력이 충분히 발휘되는 경우 : 푸팅폭 깊이 까지 ▪ 주면마찰력이 발휘되지 못하는 경우 : 푸팅폭의 3배까지	



토모그래피 탐사 측선 및 깊이

[붙임2]

연약지반 토질조사비

구 분	당 초	개선기준(안)
개 요	ⓒ · V-B-ⓒ · V-B-ⓒ · V	C-ⓒ · B-C-ⓒ · B · V-C
간 격	- ⓒ : 200m 간격 - B : 200m 간격 - V : 200m 간격	- C : 100m 간격 - ⓒ : 200m 간격 - B : 200m 간격 - V : 400m 간격
조사비 (심도20m, 연장400m, V : 4회/1공기준)	16,738천원	15,069천원 **(감 1,669천원)**

※ - C : CPT_U(피에조콘관입시험) ⇒ 67,281원/m

- ⓒ : CPT_U(피에조콘관입시험)+간극수압소산시험 ⇒ 118,759원/m
- B : 시추조사 ⇒ 115,406원/m
- V : 베인시험(Borehole 식 경우) ⇒ 416,330원/회

1-3 실적공사비 단가 적용방안 검토

방 침
설계처-3326
('06. 12. 15)

Ⅰ. 검토배경

'04년 이후 우리공사에서는 실적공사비 방식에 의거 공사를 발주하고 있으나 실적공사비 단가 적용율이 저조하여 활성화 방안을 검토코져 함.

Ⅱ. 실적공사비 적용실적

□ 실적공사비 적용 발주공사 현황

구 분	계	'04	'05	'06	비고
신설,확장 공 사	33	전주-광양 (6) 주문진-속초(3)	전주-광양 (10) 전주 -논산 (2) 동광주-고서 (1) 성서-옥포 (1)	양재-기흥(2) 목포-광양(8)	
선 형 개량공사	3	-	남이고개 개량공사 외 2개소 선형개량공사	-	

- 고속도로 신설·확장공사 : 공사비 100억 이상
- 건축공사 및 설비공사 : 공사비 50억 이상

□ 실적공사비 단가 적용현황

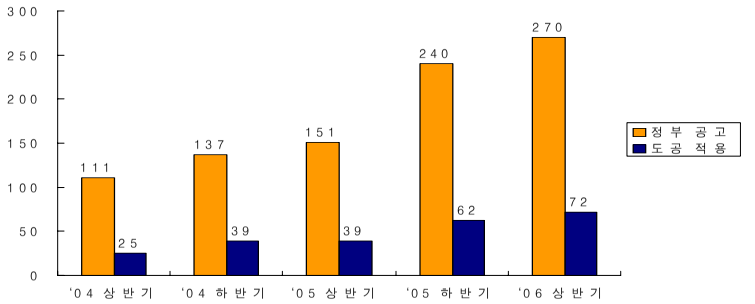
'06년 상반기 기준

공고 공종수	적용 공종수	적용비율(%)	비 고
토목 270개	토목 72개	27	· 건축 : 238개중 25개 · 기계설비 : 143개중 38개

- 고속도로 공사 단가정의와 적용조건이 같은 공종

○ 년도별 실적공사비 단가 적용실적

구 분	적 용 검 토			전체공종 비교(%)	비 고
	공 고	적 용	비율(%)		
'04 상반기	111	25	23	3	전체 공종수 : 약 800개
'04 하반기	137	39	28	5	
'05 상반기	151	39	25	5	
'05 하반기	240	62	26	8	
'06 상반기	270	72	27	9	



○ 공종별 실적공사비 단가 적용실적

공 종	공고	적용	비율(%)	비고
계	270	72	27	
공 통 공 사	14	1	1	
지반개량 공 사	-	-		
토 공 사	75	20	7	
현장타설 콘크리트 공사	42	13	5	
관 공 사	25	2	1	단지조성공사
배 수 공 사	15	-		
강 구 조 공사	-	-		
교 량 공 사	7	1	-	
도로및 포장공사	79	31	11	
하천및 항만공사	10	1	1	하천공사
기 타 공 사	3	3	1	

Ⅲ. 실적공사비 단가 적용사례 분석

□ 실적공사비 단가 결정 및 적용기준

○ 국가계약법 시행령

> **제 9조 (예정가격 결정기준)**
> 3. 공사의 경우 이미 수행한 사업을 토대로 축적한 실적공사비로서 중앙관서의 장이 인정한 가격

○ 건설공사 실적공사비 적용공종 및 단가 (건교부 공고)

> **1-3 적용방법**
> (1) 건설공사의 예정가격을 작성함에 있어 본 실적공사비 단가를 적용한다.
> (2) 실적공사비 단가가 제시된 공종이라 하더라도 단가정의나 적용조건이 일치하지 않는 경우에는 별도의 단가를 산출할 수 있다.
> (3) 실적공사비 단가집에 제시된 동일 공종의 다른 규격에 대하여 표준품셈등 타 기준으로 단가를 산정할 경우에는 실적공사비 단가와 표준품셈등에 의해 산출된 단가가 상호 모순되지 않토록 예정가격을 산정하여야 한다.

□ 실적공사비 단가 적용성 검토결과

○ 공종별 분석

구 분		공 종 예	공종수	비율(%)	비고
계			270	100	
적용	본공종 단가(단가개념동일)	벌개제근 외 71개	72	27	
미적용	본공종 단가(단가개념상이)	부체도로 줄눈외 10개	11	4	
	기초단가	철근가공 조립 외 62개	63	23	베이직단가
	국도공사 단가	측구 뚝쌓기 외 86개	87	32	해당공종없음
	단지, 항만공사 단가	주철관(시멘트라이닝 닥터일) 외36개	37	14	〃

□ 실적공사비 단가 적용율이 낮은사유

○ 우리공사에서는『토목공사 수량산출기준』에 의거 단가산출을 하였으나 공고되는 단가중에는 수량산출기준에 의거 산출되지 않은 공종이 있음.

공종	실적공사비	고속도로	수량산출기준
다이크 집수거	. 콘크리트타설, 거푸집재료비 및 조립 해체비용을 포함. 콘크리트 구입 및 운반비 제외	. 합판거푸집, 콘크리트 생산 (또는 구입), 운반, 타설비, 터파기 비용이 포함	. **자재비, 운반 및 설치비가 포함**

○ 단가정의의 문구가 상이할 경우 미적용

공종	실적공사비	고속도로
부체 도로 줄눈	. 부체도로 줄눈판재(200×15)의 재료비 및 설치비용 포함	. 판재의 재료비 및 설치비용 포함

○ 실적공사비 단가가 기초단가 (Basic단가)일 경우는 미적용

공종	고속도로	실적공사비
철근 가공조립	. 철근의 재료비, 운반비,가공조립비 및 고재대등이 포함	. 철근의 절단, 가공및 조립비 및 철근재료비 및 운반비는 제외

○ 도로, 단지조성 공사등 공사종류와 특성(기계비율등)을 고려한 단가가 공고되므로 고속도로에 적용할 수 없는 공종발생

공종	규격	비고
되메우기 및 다짐	기계 70%, 인력 30	기계비율
주철관 (시멘트라이닝닥터일)	∮80m/m 토사기초 ,kp 매카니컬 접합	단지조성용

Ⅳ. 실적공사비 단가 적용율 향상방안

□ 내역(단가)체계 조정 검토

○ 내역서 작성기준 및 추진경위

- 작성기준 : 건교부 제정 『토목공사 수량산출 기준』

☞ 특별한 언급이 없는 경우라도 당해공종의 시공을 위하여 필요한 재료, 노무, 장비등에 요구되는 모든 비용을 포함

- 추진경위

◎ 실적공사비 적산제도 추진 : 건관 58824-66 ('02. 1. 29)
- 공공공사 실시설계에 정부제정 "수량산출기준"에 의거 물량내역서 작성 토록 의무화

◎ 실적공사비 적산제도 추진 : 건환 58824-124 ('03. 4. 21)
- 모든공사에 대해 실적공사비 『수량산출 기준』에 의거 공사내역서 작성

◎ 토목공사 수량산출 기준
- 적용범위 : 국가,지방자치단체, 정부투자기관 및 위 기관의 감독과 승인을 요하는 기관

※ 토목공사 수량산출기준 개정중(건기원) : '06말

○ 도로분야 적용실태 및 문제점

- 적용실태
  . 우리공사 : '02년부터 토목공사 수량산출기준에 의거 내역서 작성
  . 타 기 관 : 건교부 토목공사 수량산출기준 미적용

- 내역(단가)체계 조정시 문제점
  . 건교부 토목공사 수량산출 기준 위배
  . m당(개소당) 단위공사비 축적곤란
  . 재료비 및 운반비 별도 계상으로 공종수 증가

○ 내역(단가)체계 조정에 대한 의견

- 정부에서 현재 수량산출기준을 개정중에 있고 지속적으로 다양한 실적공사비 단가를 공고할 계획이므로 현재의 수량산출기준을 최대한 준용하여 실적공사비 단가 적용율 향상 타당

□ 실적공사비 단가 확대계획

○ 수량산출 기준을 최대한 준용하여 내역체계 조정후 실적공사비 단가 적용

- 예시 : 흙깍기공/발파암/일반발파 (발파규모 20㎥이상)

구분	실적공사비 단가	고속도로
현행	. 발파암/ 일반발파/ 20㎥이상 (자재비 및 기계사용료, 집토 및 운반비용포함)	. 발파암/일반발파 20㎥이상 (암석절취 비용, 집토 및 운반비용, 소할비용(15%) 포함)
변경	-	. 발파암/일반발파 20㎥이상 (실적공사비 단가적용) . 소할공종 별도분리

☞ 건교부 수량산출기준 : 본기준에 명시되지 않은 사항은 발주기관의 책임하에 결정

○ 단가정의의 문구는 상이하나 시방기준등이 같을경우 적용

구분	실적공사비	고속도로
부체도로 줄눈	. 부체도로 줄눈판재(200×15)의 재료비 및 설치비용 포함	. 판재의 재료비 및 설치비용 포함 - 시방기준, 단가산출서상 규격동일 : 200×15

○ 실적공사비 단가와 표준품셈에 의해 산출한 단가를 혼합하여 단가산출

구분	당 초	변 경
철근 가공조립	. 철근가공 조립(원가계산) + 재료비, 운반비(원가계산)	. 철근가공 조립(실적공사비 단가) + 재료비, 운반비(원가계산)

☞ 재경부 질의결과 : 실적공사비 단가와 원가계산에 의해 산정된 단가를 혼합하여 산정가능

○ 국도공사등에서 사용중인 공종은 해당공사 설계시 적용이 가능토록 관리하고 도로와 관련없는 공종은 비교대상에서 제외

- 국도단가등 : 되메우기 및 다짐공종 (기계비율 30%)
- 비교대상 제외 공종 : 단지조성용 공종등

◉ 단기대책 적용시 실적공사비 단가 적용율

구 분		공 종 예	공종수	비율(%)	비고
계			**270**	100	
적용	계		**233**	86	
	본공종 단가	벌개제근 외 71개	83	27	
	베이직 단가	목재동바리외 96개	63	24	복합단가 구성
	국도공사 단가	측구 뚝쌓기외 75개	87	31	해당시 적용
미적용	단지공사	주철판(시멘트라이닝 닥터일)	37	14	비교대상 제외

※ 단지공사 공종을 제외한 실적공사비 단가 적용율 : 100%

V. 기타 추진계획

□ 고속도로 전용 실적공사비 단가 심의요청

○ 고속도로 계약단가를 분석하여 실적공사비 단가 심의요청

- '04하반기 ~ '06년 계약단가 분석
- '06. 12월 건기연 심의요청

□ 실적공사비 제도개선 실무추진반 운영 활성화

○ 구 성 : 설계처, 공사주관부서, 유지관리 부서, 정보관련부서 합동

○ 운 영 : 년 2회 상,하반기 실적공사비 단가집 적용성 심의
실적공사비 관련 제도개선등 자문활동

□ 실적공사비 단가 적용성 검토내용 전파강화

○ 하이포탈 『 설계정보 』란에 실적공사비 단가현황 게시

○ 설계관련 내부직원 및 용역사 단가 담당자 교육

VI. 기대효과

□ 실적공사비 단가 적용율 향상으로 합리적인 예정가격 산출

□ 실적공사비 단가 적용을 위한 효과적인 시스템 구축

□ 실적공사비에 의한 예정가격 산정의 선도적인 역할수행

제 2 편 설계기준 및 개선

2-1 본선영업소 광장 접속방안 보완

방 침
설계처-2282
('06. 9. 7)

1. 검토목적

본선 영업소 광장 접속비율을 적용함에 있어 확장시 인근 시설물 및 지장물 저촉, 곡선부 설치시 접속연장 변화 등 문제점이 있어 **본선영업소 광장 접속방안을 보완**코자 함.

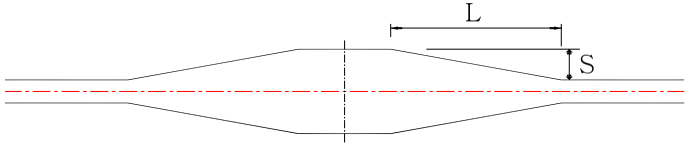
2. 관련기준

가. 국 내

○ 본선 영업소 광장 접속비율 조정(설기16203-45 '95. 3. 4)

- 영업소 교통 지·정체 해소를 위한 사장 지시사항으로 추진
- 접속비율 1 / 10 이하

※ 접속비율 : S / L



진 입 : 1/10 이하　　진 출 : 1/10 이하

나. 국 외

구 분		접속비율(길이)		비 고
		진 입	진 출	
일본	도로설계요령	1/3이하	1/3이하	
	고속도로의 계획과 설계	1/7이하	1/7이하	
미국	교통조사 연구자료 (교통 조사국)	250~450m		영업소 및 본선 차로수에 따른 접속길이

3. 적용현황

가. 국 내

영 업 소	접 속 비 율		비 고
	진 입	진 출	
서울영업소외 20	1 : 3 ~ 1 : 10	1 : 3 ~ 1 : 12	
평 균	**1 : 5**	**1 : 5**	

나. 국 외

구 분		접 속 비 율		비 고
		진 입	진 출	
미 국	뉴저지 영업소외 7	1 : 6~1 : 11	1 : 8~1 : 10	
	평 균	**1 : 10**	**1 : 10**	
일 본	고베 서부영업소외 1	1 : 4, 1 : 7	1 : 5	
	평 균	**1 : 5**	**1 : 5**	
스페인	바르셀로나 북부영업소외 1	1 : 3, 1 : 7	1 : 3, 1 : 4	
	평 균	**1 : 5**	**1 : 4**	
이탈리아	밀라노 남동부영업소외 4	1 : 3~1 : 5	1 : 2~1 : 5	
	평 균	**1 : 4**	**1 : 3**	

4. 문 제 점

○ 본선 영업소 **위치여건을 고려하지 않은 접속비율 적용**

☞ 본선 영업소가 **곡선부에 위치한 경우** 내측구간은 접속부 연장이 짧게 되어 교통상충 초래(북부산영업소 등)

○ 본선 영업소 광장 접속방안 **최소 기준 부재**

☞ **확장시** 인근 시설물 및 지장물 저촉, 관계기관 협의 곤란 등으로 **현 기준 적용이 곤란할 경우 최소 기준 부재**

5. 접속방안 검토

가. 현장조사

○ 위　　치 : 서해안 고속도로　　서서울 영업소

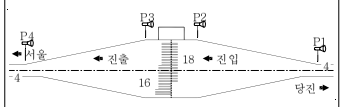
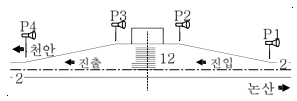
천안~논산간 고속도로　　풍세영업소

○ 주행특성

- 영업소 및 본선 교통 혼잡도에 따른 **차량의 정지, 가·감속 구간**
- 본선 및 영업소 차로수 변화에 따른 **차로변경(N_{85} 5차로) 구간**

○ 주행속도

- 주행속도 조사

구 분		서서울 영업소				풍세 영업소			
개 요									
차로수		양방향 34차로				일방향 12차로			
설계속도		100 km/h				120 km/h			
접속부	연장	진입 : 320m, 진출 : 320m				진입 : 560m, 진출 : 520m			
	비율	1 : 5				1 : 10			
주행속도(V_{85})		P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4
		78	**63**	**39**	**76**	**96**	**49**	**41**	**104**

- 기타 영업소 주행속도(기술사10402-112호, '04. 10. 26 관련)

구 분	평 균(V_{85})	서울영업소	동서울영업소	구리영업소	청계영업소
P1	**86**	84	91	83	86
P4	**71**	68	77	67	73

- 평균 주행속도(V_{85})

구 분	진입부		진출부		비 고
	P1	P2	P3	P4	
주행속도(V_{85})	**87**	**56**	**40**	**84**	

나. 본선영업소 접속부 연장 산출

영업소	차로수		구 분		접속연장		접속비율
	본선	영업소			계산값	적용길이	
서서울	8	34	진입부	정지시거 고려시	170	**360**	**- 서울방향 : 1 : 5** **- 당진방향 : 1 : 6**
				감속거리 고려시	88		
				차로변경 고려시	**360**		
			진출부	가속거리 고려시	334		
				교통밀도 고려시	292		
				차로변경 고려시	310		
풍세	2	12	진입부	정지시거 고려시	170	**360**	**1 : 7**
				감속거리 고려시	88		
				차로변경 고려시	**360**		
			진출부	가속거리 고려시	334		
				교통밀도 고려시	292		
				차로변경 고려시	310		
서부산	8	22	진입부	정지시거 고려시	170	**360**	**- 부산방향 : 1 : 7** **- 마산방향 : 1 : 14**
				감속거리 고려시	88		
				차로변경 고려시	**360**		
			진출부	가속거리 고려시	334		
				교통밀도 고려시	292		
				차로변경 고려시	310		

6. 보완방안

○ 본선 영업소 설치위치(곡선부 등) 및 광장 접속구간 이용차량의 주행 특성(정지, 가·감속, 차로변경)을 고려 **접속연장 보완**

- 본선 영업소 광장 접속설치는 **최대 접속비율 1 : 10 및 최소 접속연장 340m, 360m**(본선 및 영업소 차로수 고려)**이상 적용**

☞ 붙임 4. **"본선 및 영업소 차로수별 접속부 연장 현황"** 참조

○ 본선 영업소 **확장·계획시** 인근 시설물 및 지장물 저촉, 관계기관 협의 곤란 등으로 **현 기준 적용이 곤란할 경우 최소한 접속연장(340m, 360m)은 확보**

7. 적용방안

설계중 노선부터 본 방침 적용

붙 임 : 1. 국내·외 영업소 광장 접속율 현황
2. 서서울영업소외 5개 요금소 지점별 주행 분석자료
3. 본선 영업소 접속연장 산출근거
4. 본선 및 영업소 차로수별 접속연장 현황

[붙임 #1]

□ 국내·외 영업소 광장 접속율 현황

○ 국 내

노선명	영업소	영업소 차로수		접속율		비고
		입 구	출 구	진 입	진 출	
경부선	서 울	11	21	1 : 5	1 : 5	
	부 산	8	14	1 : 5	1 : 12	
경인선	인 천	10	10	1 : 3	1 : 3	
천안~논산	풍 세	-	12	1 : 10	1 : 10	
서해안	서서울	12	22	1 : 5	1 : 5	
서울외곽선	성 남	11	11	1 : 4	1 : 4	
	구 리	13	11	1 : 10	1 : 4	
일산~퇴계원	삼 하	12	12	1 : 5	1 : 5	
	남양주	12	12	1 : 5	1 : 5	
동해선	옥 계	4	4	1 : 3	1 : 3	
호남선	동광주	4	6	1 : 6	1 : 5	
중부내륙	칠 원	4	8	1 : 5	1 : 5	
남해선	서부산	7	7	1 : 3	1 : 3	
	마 산	5	7	1 : 6	1 : 9	
	북부산	6	12	1 : 3	1 : 3	
중부선	동서울	11	23	1 : 4	1 : 4	
평 균				**1 : 5.1**	**1 : 5.3**	

○ 국 외

국 가 명	영 업 소 위 치	접 속 율		비 고
		진 입	진 출	
미 국	뉴저지 영업소	1 : 6	1 : 8	
	시카고 북서부 1	1 : 8	1 : 6	
	휴스톤 남동부	1 : 12	1 : 10	
	휴스톤 남부 1	1 : 9	1 : 8	
	휴스톤 남부 2	1 : 11	1 : 10	
	휴스톤 남서부	1 : 11	1 : 10	
	휴스톤 북부	1 : 11	1 : 10	
	휴스톤 서부	1 : 9	1 : 10	
일 본	고베 서부	1 : 4	1 : 5	
	오사카 북동부	1 : 7	1 : 5	
스페인	바르셀로나 북부	1 : 7	1 : 3	
	바르셀로나 북서부	1 : 3	1 : 4	
이탈리아	밀라노 남동부	1 : 3	1 : 3	
	밀라노 남서부	1 : 3	1 : 2	
	밀라노 북동부	1 : 3	1 : 3	
	밀라노 북서부	1 : 4	1 : 3	
	밀라노 서부	1 : 5	1 : 5	
아르헨티나	부에노스 아이레스 서부	1 : 5	1 : 5	

□ 외국 영업소 광장 현황 사진 #1



미 국	뉴저지 영업소



미 국	보스톤 북서부 영업소

□ 외국 영업소 광장 현황 사진 #2



미 국	휴스톤 남동부 영업소



미 국	휴스톤 남부 영업소 1

□ 외국 영업소 광장 현황 사진 #3



미 국	휴스톤 남부 영업소2



미 국	휴스톤 남서부 영업소

□ 외국 영업소 광장 현황 사진 #4



미 국	휴스톤 북부 영업소



미 국	휴스톤 서부 영업소

□ 외국 영업소 광장 현황 사진 #5



일 본	고베 서부 영업소



일 본	오사카 북동부 영업소

□ 외국 영업소 광장 현황 사진 #6



스페인	바르셀로나 북부 영업소



스페인	바르셀로나 북서부 영업소

□ 외국 영업소 광장 현황 사진 #7



이탈리아	밀라노 남동부 영업소



이탈리아	밀라노 남서부 영업소

□ 외국 영업소 광장 현황 사진 #8



이탈리아	밀라노 북동부 영업소



이탈리아	밀라노 북서부 영업소

□ 외국 영업소 광장 현황 사진 #9



이탈리아	밀라노 서부 영업소



아르헨티나	부에노스 아이레스 서부 영업소

[붙임 #3]

□ 본선 영업소 접속연장 산출근거

▪ 진입 접속부

가. 정지시거를 고려한 길이 검토

- 접속부 필요길이

$D = 0.694V + V^2 / 254f$ (도로의 구조·시설기준 참조)

- D : 정지시거(m)
- V : 설계속도(87km/h)
- f : 습윤상태의 종방향 미끄럼 마찰계수(0.29)

∴ **D = 170 m**

나. 감속차로 길이를 고려한 길이 검토

- 접속부 필요길이

$$S = \frac{V_2^2 - V_1^2}{2 \times d} = \frac{V_2^2 - V_1^2}{50.8}$$ (도로의 구조·시설기준 참조)

- S : 브레이크를 밟으면서 주행한거리(m)
- V_1 : 영업소 광장부 도달속도 (56km/h)←평균 주행속도 P2값 적용
- V_2 : 접속부 시점부 주행속도 (87km/h)←평균 주행속도 P1값 적용
- d : 감속도 ($1.96m/sec^2$)

∴ **S = 88 m**

다. 차로변경을 고려한 길이 검토

- 접속부 필요길이

$T = 1/3.6 \times Va \times t \times n$ (도로설계요령 참조)

- T : 변이구간 길이(m)
- Va : 평균 주행속도(72km/h)←평균 주행속도 P1,P2값의 평균값 적용
- t : 주행시간(3.6초)
- n : 차로변경수[5] ← 엇갈림 현황 분석 N85 적용

∴ **T = 360 m**

▪ 영업소 진출 접속부

가. 가속차로 길이를 고려한 길이 검토

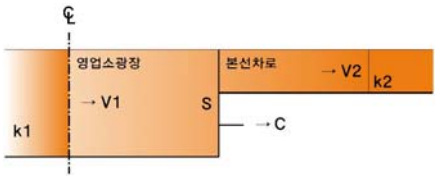
- 접속부 필요길이

$$L = \frac{V_2^2 - V_1^2}{2 \times 3.6^2 \times a}$$ (도로의 구조·시설기준 참조)

- L : 가속차로 길이(m)
- V_1 : 영업소 광장부 속도 (40km/h)←평균 주행속도 P3값 적용
- V_2 : 본선 도달부 속도 (84km/h)←평균 주행속도 P4값 적용
- a : 가속도 ($0.63m/sec^2$)

∴ **L = 334 m**

나. 교통류의 충격파 이론을 이용한 길이 검토



- V1 : 영업소광장부 차량의 평균속도
- V2 : 본선차로부 차량의 평균속도
- k1 : 영업소 톨아일랜드 교통밀도
- k2 : 본선 교통밀도
- C : 본선과 영업소 경계부 변화속도

$$C = \frac{(V1k1 - V2k2)}{(k1 - k2)}$$

- V1 : 영업소광장부에 있는 차량의 평균속도(40km/hr)
- V2 : 본선차로부에 있는 차량의 평균 통행 속도(84km/hr)

· K1 : 영업소광장부의 밀도(LOS "E"기준 2,200대÷40=55)

· K2 : 본선의 밀도(LOS "A"기준 600대÷84=7)

· C : 경계부분 S의 변화속도

∴ C = 34 km/hr

따라서 충격파 교통흐름방향 이동속도는 34km/hr임.

35km/hr에서 평균가속도는 0.74m/sec^2

40km/hr(11.1m/sec)→84km/hr(23.3m/sec)도달시간은

(23.3-11.1)/0.74 = 16.5 ≒ 17초

이에 84km/hr 도달하기 위한 주행거리는

(17 × 11.1) + (23.3-11.1) / 2 × 17 = 292.4

∴ 주행 필요거리 = 292m

다. 차로변경을 고려한 길이 검토

- 접속부 필요길이

T = 1/3.6 × Va × t × n (도로설계요령 참조)

· T : 변이구간 길이(m)

· Va : 평균 주행속도(62km/h)←평균 주행속도 P3,P4값의 평균값 적용

· t : 주행시간(3.6초)

· n : 차로변경수[5] ← 엇갈림 현황 분석 N85 적용

∴ T = 310 m

[붙임 4]

□ 본선 및 영업소 차로수별 접속연장 현황

차로수(편도)		광장폭 - 본선폭 (m)	접속길이(m)			적 용 길 이(m)	비 고 (접속비율)
본선	영업소		정지시거 고려시	차로변경 고려시시	가속거리 고려시		
2	5	17.65	170	144	340	**340**	1/19
2	6	22.65	170	216	340	**340**	1/15
2	7	27.65	170	216	340	**340**	1/12
2	8	32.65	170	288	340	**340**	1/10
2	9	37.65	170	288	340	**340**	1/9
2	10	42.65	170	360	340	**360**	1/8
2	11	47.65	170	360	340	**360**	1/8
2	12	52.65	170	360	340	**360**	1/7
2	13	57.65	170	360	340	**360**	1/6
2	14	62.65	170	360	340	**360**	1/6
3	7	24.05	170	288	340	**340**	1/14
3	8	29.05	170	360	340	**360**	1/12
3	9	34.05	170	360	340	**360**	1/11
3	10	39.05	170	360	340	**360**	1/9
3	11	44.05	170	360	340	**360**	1/8
3	12	49.05	170	360	340	**360**	1/7
3	13	54.05	170	360	340	**360**	1/7
3	14	59.05	170	360	340	**360**	1/6
3	15	64.05	170	360	340	**360**	1/6
3	16	69.05	170	360	340	**360**	1/5
3	17	74.05	170	360	340	**360**	1/5
3	18	79.05	170	360	340	**360**	1/5
4	8	25.45	170	360	340	**360**	1/14
4	9	30.45	170	360	340	**360**	1/12
4	10	35.45	170	360	340	**360**	1/10
4	11	40.45	170	360	340	**360**	1/9

차로수(편도)		광장폭 - 본선폭 (m)	접속길이(m)			적 용 길 이(m)	접속비율
본선	영업소		정지시거 고려시	차로 변경시	가속거리 고려시		
4	12	45.45	170	360	340	**360**	1/8
4	13	50.45	170	360	340	**360**	1/7
4	14	55.45	170	360	340	**360**	1/7
4	15	60.45	170	360	340	**360**	1/6
4	16	65.45	170	360	340	**360**	1/6
4	17	70.45	170	360	340	**360**	1/5
4	18	75.45	170	360	340	**360**	1/5
4	19	80.45	170	360	340	**360**	1/4
4	20	85.45	170	360	340	**360**	1/4
4	21	90.45	170	360	340	**360**	1/4
4	22	95.45	170	360	340	**360**	1/4
4	23	100.45	170	360	340	**360**	1/4
4	24	105.45	170	360	340	**360**	1/3
5	15	56.85	170	360	340	**360**	1/6
5	16	61.85	170	360	340	**360**	1/6
5	17	66.85	170	360	340	**360**	1/5
5	18	71.85	170	360	340	**360**	1/5
5	19	76.85	170	360	340	**360**	1/5
5	20	81.85	170	360	340	**360**	1/4
5	21	86.85	170	360	340	**360**	1/4
5	22	91.85	170	360	340	**360**	1/4
5	23	96.85	170	360	340	**360**	1/4
5	24	101.85	170	360	340	**360**	1/4
5	25	106.85	170	360	340	**360**	1/3
5	26	111.85	170	360	340	**360**	1/3
5	27	116.85	170	360	340	**360**	1/3
5	28	121.85	170	360	340	**360**	1/3
5	29	126.85	170	360	340	**360**	1/3
5	30	131.85	170	360	340	**360**	1/3

2-2 쌓기비탈면 점검로 설치개선

방 침
설계처-3042
('06. 11. 24)

1. 검토배경

쌓기비탈면의 돌붙임이 삭제됨에 따라 쌓기비탈면 점검로 설치기준을 재검토하고 점검로의 시공방법(재질)을 시공성 및 경제성이 유리한 공법으로 변경코자함

2. 관련기준

o 성토비탈면 점검로 설치검토 ('98. 4. 17)
: 대규모 흙쌓기 비탈면에 대한 점검로는 유지관리 측면에서 면밀히 검토조치

o 성토비탈면 돌붙임 설치방안 ('99. 9.21)
: 일반구간 돌붙임 삭제

o 성토비탈면 돌붙임 개선방안 ('02.10. 9)
: 성토비탈면 돌붙임 삭제, 지하배수공(맹암거) 및 법면녹화시행

o 절토사면 유지관리를 위한 측면부 점검로 설치개선 ('04. 12. 17)
: Precast 시멘트블럭(700×250×500) 계단 → Precast 중공식 시멘트블럭(300×400×235, 2열) 계단

3. 문제점

o 돌붙임구간의 경우 별도 점검로를 설치하지 않았으나, 성토비탈면의 돌붙임이 삭제됨에 따라 점검로 설치기준 재검토 필요

o 점검로 재질이 Precast 시멘트 블록(700×250×500) 사용으로 시공성 및 경제성 불리

4. 점검로 설치방안

o 효율적인 쌓기비탈면 및 구조물(암거, 옹벽) 점검을 위하여 구조물과 가장 가까운 도수로에 설치

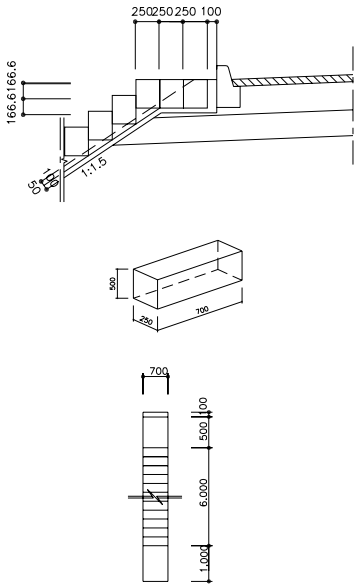
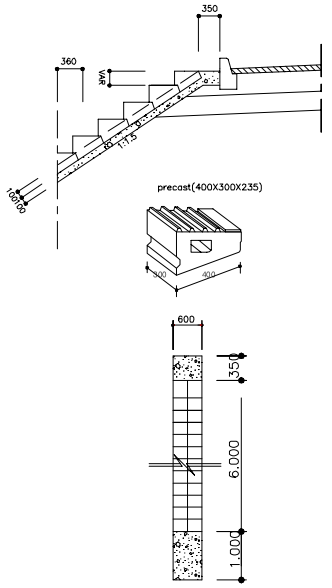
o 구조물이 없는 쌓기비탈면의 경우 평균 1km 간격으로 설치

o 구조물이 교량과 가까이 설치되어있는 경우 쌓기부 점검로 미설치(교대점검로 이용)

5. 점검로 형식개선

o 깎기비탈면 점검로 형식의 중공식 시멘트블럭을 이용한 계단형식으로 변경

구 분	당 초	변 경
개 요	◦ **시멘트블럭** 등을 이용한 계단형식 **PRECAST(700×250×500)** ◦ 1열 배치 ◦ 성토부 도수로와 병행 설치	◦ **중공식 시멘트블럭**을 이용한 계단형식 **PRECAST(300×400×235)** ◦ 2열 배치 ◦ 성토부 도수로와 병행 설치

구 분		당 초	변 경
단면도			
경제성	1:1.5	514,183원/개소	338,517원/개소
	1:1.8	690,421원/개소	402,490원/개소

6. 검토결론

o 점검로 설치위치 및 간격

- 구조물과 가장 가까운 도수로에 설치
- 구조물이 없는 쌓기비탈면의 경우 평균 1km 간격으로 설치
- 구조물이 교량과 가까이 설치되어있는 경우 쌓기부 점검로 미설치 (교대점검로 이용)

o 쌓기비탈면에 설치되는 점검로 시공방법(재질)을 Precast 블록 (700×250×500)에서 중공식 시멘트블럭(300×400×235, 2열)로 변경

7. 적용방안

o 표준도 변경

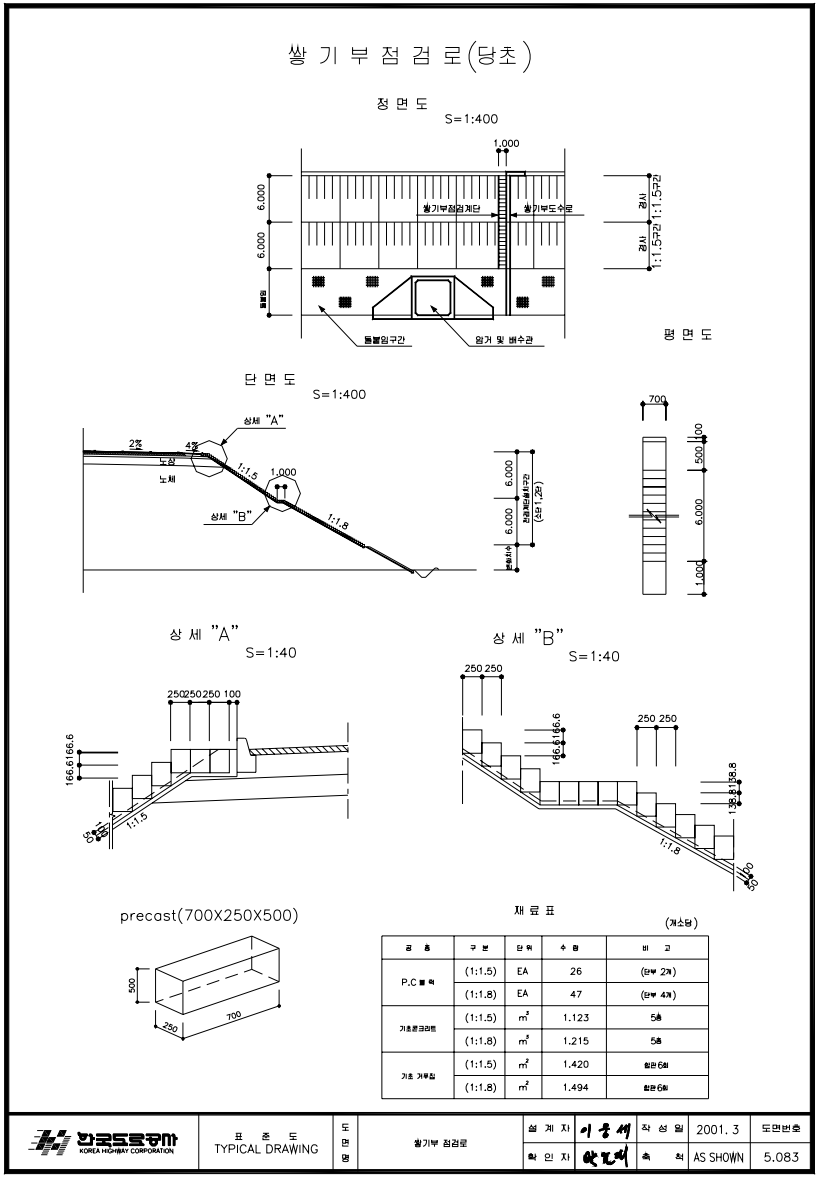
o 2007년 1월 실시설계 준공노선부터 적용

o 설계완료 미발주 및 공사중인 노선 : 해당부서에서 판단 적용

붙 임 : 1. 변경표준도

2. 변경 단가 및 수량산출서

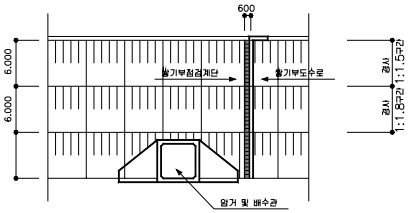
표준도 - 쌓기부 점검로 (당초)



표준도 - 쌓기부 점검로 (변경)

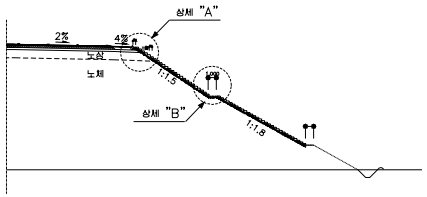
쌓 기 부 점 검 로(변경)

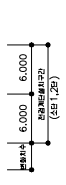
정 면 도 S=1:400



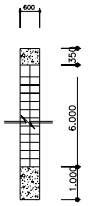
※ 점검계단은 필요소단까지 설치한다

단 면 도 S=1:400

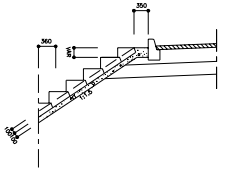




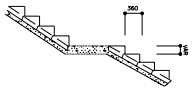
평 면 도



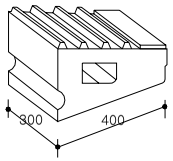
상 세 "A" S=1:150



상 세 "B" S=1:50



precast(400X300X235)



재 료 표

(개소당)

공 종	구 분	단 위	단부	계단부	비 고
옹벽식 P.C 블록	(1:1.5)	EA		54	보호블럭계단부처리
	(1:1.8)	EA		62	소단 단부처리
기초콘크리트	(1:1.5)	m^3	0.040	0.649	5층
	(1:1.8)	m^3	0.120	0.741	5층
기초 거푸집	(1:1.5)	m^2	0.260	2.163	합판6회
	(1:1.8)	m^2	0.640	2.471	합판6회
터 파 기	(1:1.5)	m^3			
	(1:1.8)	m^3			
되메우기	(1:1.5)	m^3			
	(1:1.8)	m^3			
되메우기공제	(1:1.5)	m^3	0.040		보호블럭계 되메우기공제
	(1:1.8)	m^3			

한국도로공사 KOREA HIGHWAY CORPORATION	표 준 도 TYPICAL DRAWING	도면명	쌓기부 점검로	설 계 자		작 성 일	2006. 11	도면번호
				확 인 자		축 척	AS SHOWN	5.083

2-3 휴게소, 본선영업소 횡방향 운반 산출방안 검토

방 침
설계처-3126
('06. 11. 30)

1. 검토목적

o 토공량 산출시 사용되는 **토적도**는 **종방향 토량이동만을 반영**하고 횡방향 토량이동은 고려하지 않음

o **휴게소나 본선영업소** 등 대단위 토공작업이 시행되는 구간에는 **횡방향으로 운반거리가 길게 발생**되어 **횡방향 운반의 산출방안**을 검토코자 함

2. 현 설계 및 문제점

가. 현 설계

o 토적도(Mass curve)상 토량운반은 한 측점의 땅깎기 수량과 흙쌓기 수량의 누가차인수량을 **종방향 운반기준으로 산출**

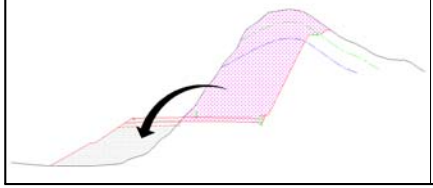
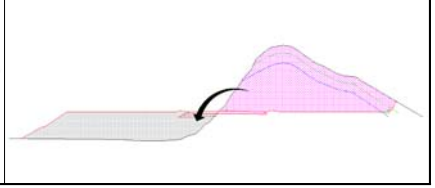
- 20m 이하 : 무대 운반
- 20m~60m이하 : 도쟈운반
- 60m 이상 : 덤프 운반

o 횡단도상 흙쌓기부로 운반되는 땅깎기량은 운반거리와 관계없이 일괄적으로 무대운반에 계상됨

나. 문제점

o 휴게소, 본선영업소 등의 대단위 토공작업 시행구간은 택지조성공사 등과 같이 **횡방향으로 별도 이동이 발생**

o 현행 토적도상 **횡방향**으로 장거리 **이동**이 발생하는 경우 **계상이 불가함**

본 선 부	광 장 부(휴게소, 본선영업소)
	

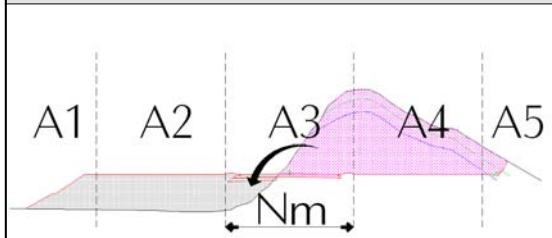
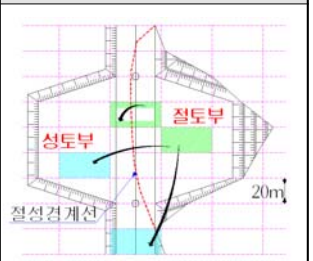
3. 검토내용

가. 검토시 고려사항

o 휴게소, 본선영업소 등의 **대규모 땅깎기 및 흙쌓기가 발생되는 구간은 횡방향 이동 별도 검토**

o 횡방향 토량의 운반 산출을 위한 횡단구간 제한거리 설정

- 개념도

횡 방 향	종 방 향
	

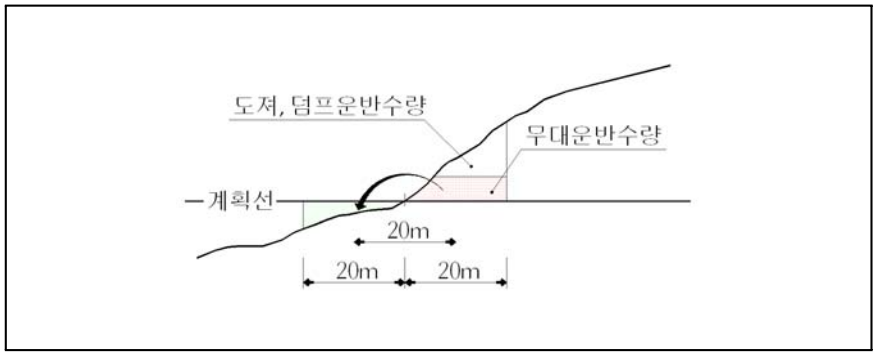
나. 토량산출 기준선 검토

o 무대량 산출거리를 고려한 운반거리 적용

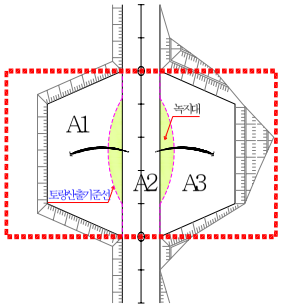
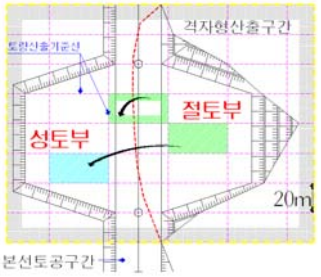
o 토량의 운반거리는 **발생토량의 중심간 거리**로 산정

o **종방향 산출**시 **본선과 광장부**로 구분

o **격자형 산출**시 **횡단상 무대운반**을 고려한 토량산출 **최대거리 40m 적용**



다. 개선방안 검토

구 분	비교1안(종방향 산출방안)	비교2안(격자형 산출방안)	비고
개 요	· 본선과 광장부로 분리 산출 · 휴게소 : 녹지대 기준 · 본선영업소 : 본선 차로폭원 기준	· 격자형 산출구간으로 분리하여 산출	
개요도			
토 량 산 출 방 법	· 본선구간과 광장부구간으로 구분 · 본선측점 기준으로 구간별로 토량산출 및 토적도 작성 · 구간내 1차 토공 유동 · **구간별 사토 및 순성토에 대한 2차 유동**	· 횡방향 무대 가능거리기준으로 종방향 토량산출기준선 작도 · **본선토공구간과 격자형산출구간 구분** · **격자내 절·성토에대한 차인토량 산출** · 격자내 차인토량에 대한 격자간 1차 토공유동 · 격자형산출구간과 본선토공구간 사토 및 순성토에 대한 2차유동	
장 점	· **횡단토량에 대한 수량산출 용이** · **종방향토량에 대한 토적도 적용 용이** · 본선과 광장부구간의 적정 운반수량 산출가능	· 격자형수량산출구간에 대한 최적토량유동 가능 · 현장여건과 발생토량에 대한 정확한 무대운반량 산출로 **운반수량 최적화** · 운반거리 최소화 가능	
단 점	· 본선토량과 구분하여 토량유동 · 토적도 적용에 따른 횡방향 무대 일부 발생	· **격자형구간의 수량 분리산출** · **격자내 토량산출 다소 복잡** · **토적도 적용 불가**	

4. 검토 결과

o 휴게소, 본선영업소 등에 대단위 땅깎기 및 흙쌓기 토공작업이 시행되는 구간에 대하여 횡방향 운반 반영을 위한 토량산출방안은 **횡단토량 수량산출이 용이**하고 **토적도 적용이 가능**하며 **운반수량에 대한 거리산정이 용이**한 **비교1안(종방향 산출)**이 타당함

5. 적용방안

o 2007년 설계 준공 노선부터 적용

o 설계준공후 미발주 노선은 보완설계시 적용

붙 임 : 1. 토량운반 수량산출 비교자료

2. 토량산출 기준선 예시도

붙 임

□ 토량운반 수량산출 비교검토(동해고속도로 현남휴게소)

가. 토량 운반수량 비교검토

o 무대 운반수량 (단위 : ㎥)

구 분		현설계안	비교1안 (종방향유동)	비교2안 (격자형유동)
토사	Q	83,697	58,202	26,039
	Q×L	97,392	121,004	118,234
	ΣL	13.65	14.10	4.54
리핑	Q	38,423	17,033	2,843
	Q×L	29,535	29,588	16,999
	ΣL	13.14	14.10	5.98
발파	Q	15,952	16,018	1,403
	Q×L	15,527	17,309	10,256
	ΣL	13.45	14.10	7.21
계		138,072	91,253	30,285

o 도쟈 운반수량 (단위 : ㎥)

구 분		현 설계	비교 1안	비교 2안
토사	Q	27,022	30,434	35,577
	Q×L	1,276,770	1,409,626	1,716,774
	ΣL	47.25	46.32	48.3
리핑	Q	11,141	12,933	15,517
	Q×L	520,565	598,459	793,574
	ΣL	46.73	46.27	51.1
발파	Q	4,706	6,865	5,945
	Q×L	223,821	334,326	300,862
	ΣL	47.56	48.70	50.1
계		42,869	50,232	57,039

o 덤프 운반수량 (단위 : ㎥)

구 분		현 설계	비교 1안	비교 2안
토사	Q	64,016	63,915	109,276
	Q×L	18,577,267	13,938,289	16,313,868
	ΣL	290.2	218.1	149.3
리핑	Q	38,191	46,185	60,028
	Q×L	11,247,983	9,959,374	10,637,287
	ΣL	294.52	215.6	177.2
발파	Q	94,626	125,994	120,630
	Q×L	28,867,292	32,347,688	30,905,406
	ΣL	305.07	256.70	256.2
계		196,833	236,094	289,934

나. 운반비용 검토

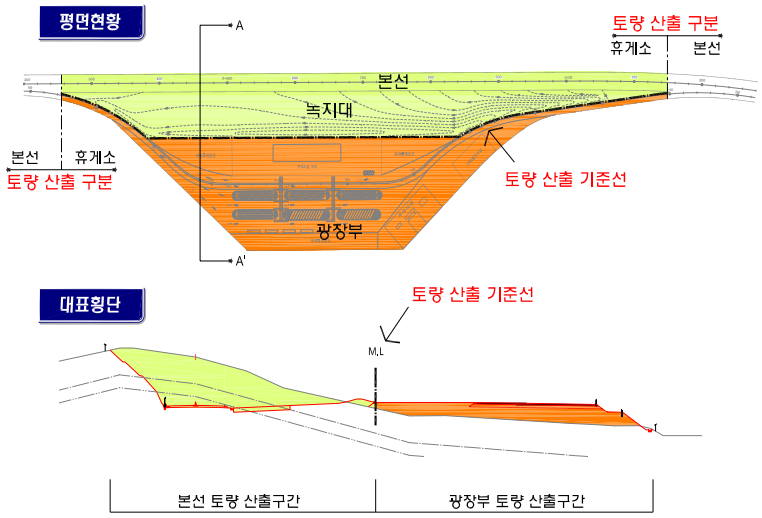
(단위 : 원)

구분		현 설계	비교 1안	비교 2안	비고
도쟈	토사	19,873,784	21,790,644	27,008,576	직공비
	리핑	12,795,220	14,614,787	20,179,382	
	발파	10,269,009	15,445,418	13,962,854	
	계	42,938,013	51,850,849	61,150,812	
덤프	토사	86,948,902	77,651,779	127,233,394	
	리핑	94,798,285	85,249,267	108,531,947	
	발파	439,423,958	564,464,566	540,359,777	
	계	621,171,145	727,365,612	776,125,118	
합 계		664,109,158	779,216,461	837,275,930	

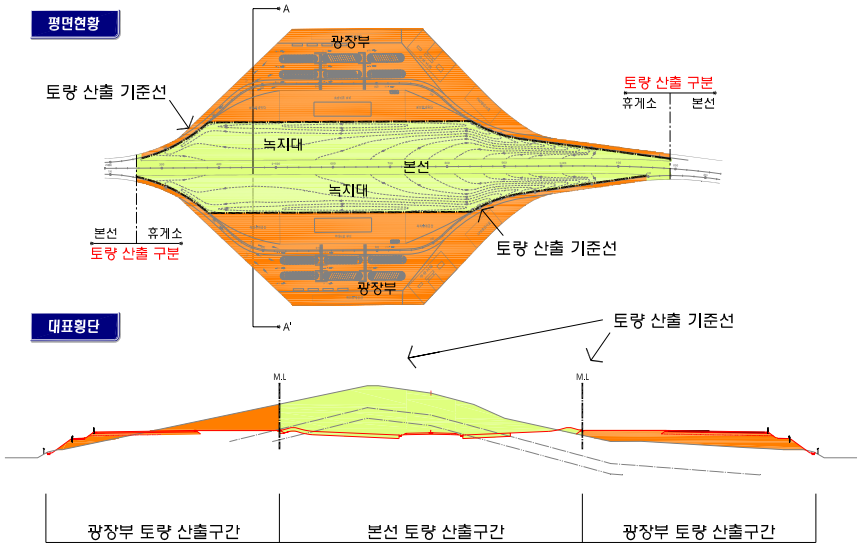
o 비교안별 검토결과 무대 운반수량은 비교1안이 현설계보다 46,818㎥ 감소하고 직접공사비는 비교1안이 현 설계보다 115백만원 증액 발생

□ 토량 산출 예시도

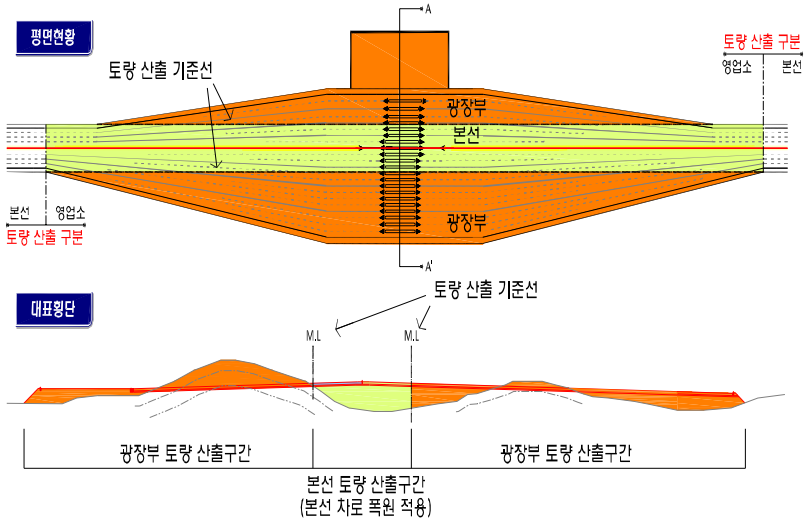
① 휴게소(편측)



② 휴게소(양측)



③ 영업소



2-4 집중호우에 따른 피해방지를 위한 산지부 도로설계기준 검토

방 침
설계처-3126
('06. 11. 30)

1. 검토 배경

o 최근 빈번한 **국지성 호우**로 **산지부 도로시설** 피해 증가

o 해마다 반복되는 호우피해로 인한 **고속도로 차단**으로 **이용고객 불편 초래** 및 우리공사에 대한 **신뢰도 저하**

o 수해 예방을 위한 **설계기준 상향**조정 필요성 대두

o **산지부**의 명확한 **정의 설정** 필요

2. 강우특성 및 현황(최근 5년)

가. 강우특성

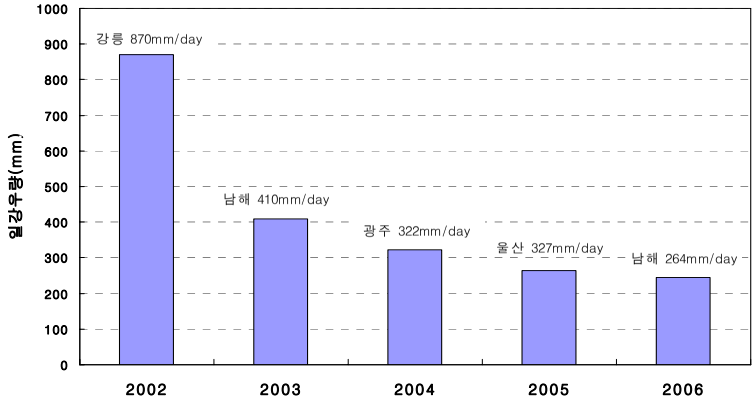
o 매년 **태풍의 한반도 상륙**으로 피해발생

- 루사('02), 매미('03), 메기('04), 나비('05), 에위니아('06)
- 태풍시 집중호우 동반

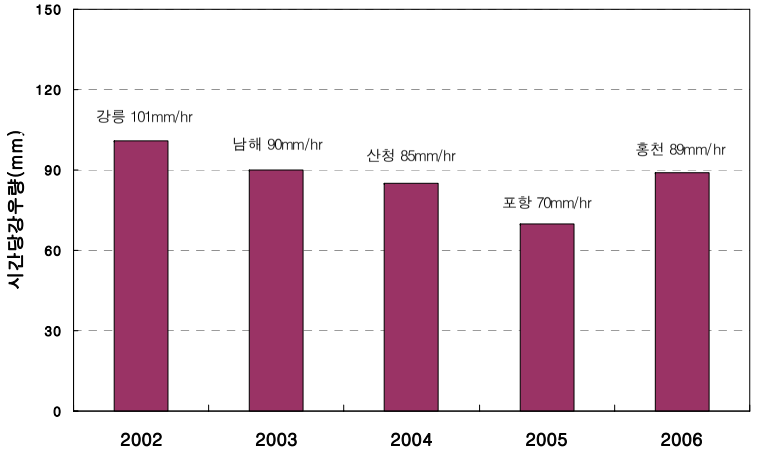
o 불특정지역에 국지성 집중호우 발생

나. 강우현황

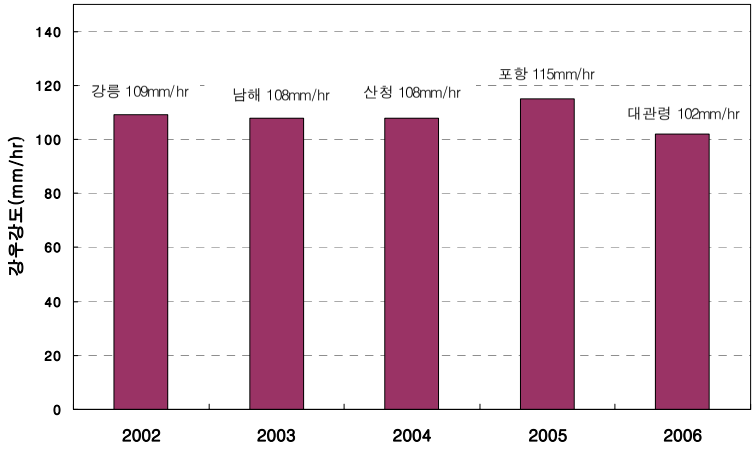
o 최대 강우량



※ 강릉 : 연평균 강수량(1,402mm)의 62%에 해당하는 1일 강우량



o 최대 강우강도



o 국지성 집중호우시 강우량

구분	기 간	강우량 현황(mm)	비 고
2002	8.31 ~ 9. 1	강릉(884), 대관령(731), 속초(416), 고흥(404)	루사
2003	8.23 ~ 8.27	철원(347), 서울(333), 인천(323), 인제(297)	
	9.11 ~ 9.13	남해(452), 대관령(397), 강릉(308), 고흥(303)	매미
2004	7. 2 ~ 7. 6	속초(294), 강화(225), 동두천(218), 문산(184)	
	8.17 ~ 8.19	완도(377), 대관령(363), 장흥(341), 광주(334)	메기
	9.11 ~ 9.12	장흥(264), 제주(222), 완도(197), 성산포(192)	
2005	8. 2 ~ 8. 3	무주(303)	
	8.24 ~ 8.26	포항(180), 영덕(151), 대관령(114), 속초(103)	
	9. 6 ~ 9. 7	울산(328), 강릉(271), 포항(265), 동해(254)	나비
2006	7. 9 ~ 7.10	고성(392), 남해(378), 산청(353), 진주(286)	에위니아
	7.15 ~ 7. 18	홍천(548), 진부(549), 동해(524), 대관령(459),	

※ 장마철(7, 8월)에 연평균 강우량의 34~49% 분포

3. 피해현황 및 원인분석

o 피해현황

년도	피해지역	도로시설 피해(개소)	고속도로 피해(개소)	비고
'02	전국16개 시도	1,268	15	루사
'03	전국14개 시도	2,109	7	매미
'04	서울, 충북, 충남 지역을 제외한 전국	326	10	메기
'05	강원, 전북, 경북	75	8	나비 및 집중호우
'06	강원, 경기, 경남	244	21	에위니아 및 집중호우

o 피해 원인

- 강우관측 기록을 갱신하는 **국지성 집중호우**
  - · **산사태** 등으로 인한 도로매몰
  - · **토석류 및 유목** 등에 의한 횡단 배수구조물의 기능상실 또는 단면부족으로 도로유실
  - · **하천의 세굴 또는 월류**로 하천인접 도로의 비탈면유실

- 특히 강원도 등 **산악지역**은
  - · 대부분 하천경사가 급하고 유로연장이 짧은 산지하천의 특성, 잡목 및 토석류에 의한 홍수위 증가로 홍수시 **하천주변의 구조물 손상** 발생
  - · **하천 만곡부**에서 하천 침식 및 월류로 **하천제방의 유실**

4. 문제점

□ **예측 불가능한 국지성 집중호우가 빈번하게 발생**

□ **국지성 집중호우에 대비한 설계기준 미흡**

o 산사태 발생에 따른 **토석류 대책 부재**

- 조사범위, 방법
- 도로부지 밖의 피해방지시설의 직접적인 설치 불가
- 피해방지시설 설치 및 유지관리 주체 불명확

o **토석류(유송잡물) 피해방지시설 설치기준 미흡**

o 굴곡하천 변화 예측 곤란

o 지속적인 지표수 및 지하수 유입시 도로 비탈면 유지 곤란

5. 개선 방향

o 비탈면 안정해석, 배수시설물의 **설계기준 상향** 조정

o **산사태 발생 및 예상지점 조사, 대책 수립**

o **토석류(유송잡물) 피해방지를 위한 시설 설치기준 수립**

o **비탈면의 지표수 유입 및 지하수 처리방안** 검토

o 영업소, 휴게소 등 도로부속시설의 설치위치 검토

o 산지 통과부 도로선형 설계기준 보완

※유송잡물

집중호우시 우수흐름에 의해 나뭇가지, 토사, 자갈, 유목 등이 원지반으로부터 분리되어 이동하는 것

6. 적용 기준(안)

□ 적용구간 : **산지 구간 적용**

o 과거 **강우강도가 100mm/hr 이상 집중호우가 발생된 지역** 또는 산림청의 **산사태 위험지도상 1, 2등급으로 분류되는 지역**으로

- 도로가 **산악지역의 계곡부를 통과**함에 따라 **땅깎기 및 흙쌓기 비탈면이 연속적으로 발생**되는 구간
- 백두대간 및 주요산맥을 통과하는 구간

o 퇴적암이 지반의 주를 형성하는 지역으로 토석류피해 위험지역

o 위 구간외 산악지역을 통과하는 구간으로 설계자가 판단하여 지질전문가와 수리전문가의 자문을 거쳐 **배수규격의 확대가 특별히 필요하다고 판단되는 구간**

□ 대상 공종별 기준

o 토 공

- 땅깎기부

· 비탈면 안정해석시의 **기준안전율 상향**조정

구 분	현 재	개 선
우기시	Fs 〉 1.1~1.2	**Fs 〉 1.2**

· 지하수 위치 : 암반비탈면은 인장균열의 1/2심도, 토층 및 풍화암은 지표면에 위치

※안전율(Fs) = 비탈면 파괴 저항력/비탈면 파괴 활동력

· 비탈면 **표면보호공법** 적용구간 확대

공 법	현 재	개 선
식생기반재 취부공법	미관이 중요시되는 발파암 구간	· 미관이 중요시되는 발파암구간 · **건조·척박한 토양, 견고한 점토질 구간** · **균열절리가 심한구간**

※설계시 토질조사 근거로 적용구간 검토, 공사시행시 **전문가의 현장조사 결과에 따라 적합한 비탈면 녹화공법 선정**

· **산사태(토석류) 피해방지**를 위한 대책

구 분	내 용
조 사	· 산지부 **현장조사 범위 확대** **: 산 정상부까지 지형 및 지질 조사** · 산림청의 **산사태 위험지도**를 통한 **산사태 발생 위험지 조사**
협 의	· **산림청, 지자체** 등과 피해방지시설 시행방안, 유지관리 주체 **협의**

- 비탈면에 **지표수 및 지하수(침투수) 처리시설** 반영

구 분	내 용
지표수 유도시설	**계곡부(비탈면 오목부)**에 콘크리트, 돌쌓기, 돌망태 등의 **벽체 설치**
지하수 처리시설	투수계수가 상이한 지층경계부 및 용수발생이 예상되는 부위에 **수평배수공 설치**

- 흙쌓기부

· 하천 통과부 **침식방지시설** 반영

구 분	내 용
하천 **통과구간**	**홍수위 + 1.0m : 호안블럭 반영** (주변 호안의 공법 고려 하천설계기준에 의거 설치)
하천 **연접구간**	**홍수위 + 1.0m : 돌붙임공, 호안블럭 반영** (두 공법의 경제성 비교후 적용)

· **하천 만곡부**에 **도로가 위치**하는 경우 **수리특성 분석**을 통하여 침식방지시설 설치높이 결정

o 배수공

- **설계강우 발생빈도** 상향조정

구 분	현 재	개 선	
		평 지	**산 지**
암거 및 배수관 (도심지 및 집단가옥)	25년 (50년)	25년 (50년)	**100년**
노면 및 비탈면 배수	10년	10년	**20년**
측도 및 도로인접지 배수	10년	10년	**20년**

※ 매년 100년 빈도 이상의 국지성 집중호우 발생

- **횡단 배수구조물** 설계개선

구 분		내 용
현 재		평지, 산지 구분 없이 수리계산
개선	평지	수리계산시 도식에 의한 방법으로 설계
	산지	· 지형여건을 감안 **교량설치를 원칙** · 도로 기하구조상 불가피한 경우 **암거를 설치**하고 **토사퇴적**과 **유송잡물**을 고려하여 수리계산 배수구조물 높이(D)=(1+α_1+α_2)×h h : 수심 α_1 : 20%(토사퇴적 고려) **α_2 : 50%(유송잡물고려 : 잠정기준)**

※『도로배수시설 설계 및 유지관리 지침』(건교부, '03.12) 참조

o 부대시설

- **토석류(유송잡물) 차단시설** 설치 검토

설치구간	계곡부에 위치하는 **횡단배수구조물 유입부**
차단시설 검토	설치장소 특성파악 → 설치 가능시설 대안설정 → 최적대안 선정 → 설계 및 시공
시설종류	우회시설, 거치대, 격자틀, 분리대, 네트 등

※도로교통기술원 연구과제로 제안 요청

- **피암터널** 설치 검토

설치 구간	대규모 흙깎기 비탈면 발생구간에 지형여건 및 경제성을 고려하여 설치 타당성 검토
설치 기준	· 도로인근에 여유폭이 없고 낙석발생 가능성이 큰 급경사 비탈면 · 낙석의 규모가 커서 낙석방지시설로 방지할 수 없는 경우 · 급경사 대규모 비탈면이 연속하는 경우 · 대규모 흙깎기부로 장기적인 비탈면 유지가 어려운 지역
형 식	개착 터널형, 박스형 등

o **도로관리 및 부속시설**(영업소, 휴게소) **설치 위치** 검토

- 산사태 발생 및 예상지역 배제
- 상습 침수지역 배제
- 설치위치가 하천과 근접한 경우 하천범람으로 인한 피해방지 대책 강구

o 산지 통과부 **도로선형 설계기법**

- 노선계획 시 **산사태** 발생가능성이 있는 곳은 **피하는 것을 원칙**
- 흙쌓기부로서 **하천과 병행하는 도로**는 가급적 **지양**하고 부득이 한 경우 **호안공 반영**
- 하천 만곡부 통과시 수리특성상 **비탈면 세굴의 우려가 높은 구간**은 **교량 등 구조물 처리 검토**
- 대규모 비탈면이 발생되는 경우 **터널화**를 고려
  · **땅깎기 높이 40m 이상, 연장 200m 이상** 발생하는 지역
  · **편측비탈면 높이 50m이상, 연장 200m 이상** 발생하는 지역
- 대규모 **비탈면 발생 저감방안** 검토
  · **평면선형 분리**방안, **편측터널 설치**방안, **종단경사 조정**방안, **터널연장 증가**방안 등

※『환경친화적인 도로건설 지침』(건교부·환경부, '04.12) 참조

7. 검토결론

o 땅깎기 비탈면 안정해석 **기준안전율** 상향조정 : **우기시 Fs>1.2**

o **산사태** 피해방지를 위한 **조사** 및 **관련기관 업무협의 : 산림청, 지자체**

o 비탈면 표면보호공법 강화 : 식생기반재 취부공법 확대적용

o 지표수 및 지하수 처리시설 검토 반영

- **수평배수공, 콘크리트 벽체** 등

o **설계강우 발생빈도** 상향 조정 : **100년(산지부 횡단배수구조물)**

o **횡단배수구조물** 설계개선 : **산지부** 규격확대

- 지형여건을 감안 **교량설치**를 **원칙**
- 기하구조상 불가피한 경우 **암거**를 **설치**하고 **토사퇴적 및 유송잡물**을 고려하여 수리계산

o **토석류(유송잡물) 차단시설** 검토 반영 : 횡단배수구조물 유입부 설치

o 지형여건 및 경제성을 고려 **피암터널** 검토 반영

o 산지 통과부 **도로선형 설계기법** : 산사태 지역 우회, 터널화 고려

8. 적용방안

o 2007년 설계착수 노선부터 적용

9. 대정부 건의사항

o 최근 **기후변화를 반영**할 수 있도록 **「전국 주요지점의 확률강우량 표」의 재정비** 필요

붙 임 : 1. 산지부 도로설계 세부기준
2. 토석류(유송잡물) 차단시설 기준
3. 비탈면 표면보호공법 강화기준
4. 산지 통과부 도로선형 설계기법

붙 임

1. 산지부 도로설계 세부기준

2. 토석류(유송잡물) 차단시설 기준

3. 비탈면 표면보호공법 강화기준

4. 산지 통과부 도로설계 선형기법

붙임 1. 산지부 도로설계 세부기준

□ "산지" 기준

o 과거 **강우강도가 100mm/hr 이상 집중호우가 발생된 지역** 또는 산림청의 **산사태 위험지도상 1, 2등급으로 분류되는 지역**으로

- 도로가 **산악지역의 계곡부를 통과**함에 따라 **땅깎기 및 흙쌓기 비탈면이 연속적으로 발생**되는 구간
- 백두대간 및 주요산맥을 통과하는 구간

o 퇴적암이 지반의 주를 형성하는 지역으로 토석류 피해 위험지역

o 위 구간외 산악지역을 통과하는 구간으로 설계자가 판단하여 지질전문가와 수리전문가의 자문을 거쳐 **배수규격의 확대가 특별히 필요하다고 판단되는 구간**

※ 산림청의 산사태 위험지 등급 구분

- 1등급 지역 : 산사태 발생가능성이 대단히 높은 지역
- 2등급 지역 : 산사태 발생가능성이 높은 지역

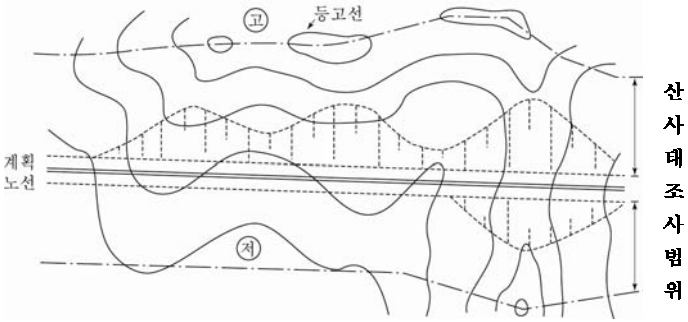
【산사태 위험지도】



가. 산사태(토석류) 피해방지 시설 검토

o 산지부에 **현장조사 범위 확대 및 세부조사**

- **산림청의 산사태 위험지도**를 통해 산사태발생 위험지 확인
- 산사태(토석류)에 대한 **조사범위 확대**



※ 산 정상부까지 지형, 지질을 조사

- 현장조사 결과에 대한 지질전문가의 자문 시행

【산사태 발생 위험지역】

- 풍화토층에 점성이 없어 토양의 응집력이 약한곳
- 풍화토층이 입자가 크고 느슨하여 우수가 침입하기 쉬운 곳
- 토층중에 다량의 암편이 혼합되어 있는 곳
- 풍화토층과 하부 암반의 경계가 매우 확실한 곳

【토석류 발생 위험지역】

- 과거 토사유출이 있는 계곡부와 그 주변
- 강우시 우수가 모이는 오목한 지형
- 계곡부 경사가 15° 이상
- 유역면적이 50,000~100,000㎡ 이상
- 계곡부에 퇴적물이 존재하는 경우

o 산사태(토석류) 피해방지시설 설치를 위한 **관계기관 협의**

- 설치위치, 종류 및 규모, 설계 및 시공의 우리공사 단독 시행은 불가능한 실정임
- **산림청, 지자체** 등과 시행방안 및 유지관리 주체 **협의 시행**

※ 산사태(토석류) 피해방지시설 종류

구 분		골막이(Check dam)	사방댐(Erosion control dam)	
			수질정화댐	콘크리트댐
시 공 사 진				
공 법 적 용		• 토사유출이 많은 장소 • 계곡의 상류부나 소규모 계곡에 설치	• 유목, 암석 등의 유출을 차단하는 구조물 • 계곡부 중간지역 설치	• 토사 유출 방지 • 계곡하류지역 설치
사 용 재 료		• 돌 골막이 • 흙 골막이 • 통나무 골막이 • 돌망태 • 콘크리트 블록	• 슬릿트 댐 • 강재틀댐 • 스크린댐 • 버트리스댐	• 콘크리트댐 • 철근콘크리트댐 • 강재댐 • 돌망태댐 • 돌댐
특 징	장점	• 인력과 시공경험이 풍부 • 내구성 양호 • 현장여건에 맞는 구조체 형성	• 현장 조립으로 우수하고 균일한 품질의 시공이 가능 • 시공기간이 매우 짧음 • 오탁수 방지 수질정화	• 인력과 시공경험이 풍부 • 내구성 양호 • 현장여건에 맞는 구조체 형성
	단점	• 소규모공사로 공사비 최소 • 상류부 설치로 유지관리 불리	• 부식 방지 대책으로 용융아연도금 필요 • 큰 돌의 충격이나 측방으로부터 압력발생에 취약함	• 토공 작업전 양생기간 소요되어 공사기간 증가 • 동절기 시공제한

나. 비탈면 안정해석시의 기준안전율 상향조정

o 땅깎기 비탈면 기준안전율

구 분	당 초	변 경	비 고
건기시	Fs>1.5	Fs>1.5	건설공사 비탈면 설계기준 ('06. 4, 건교부)
우기시	Fs>1.1~1.2	**Fs>1.2**	

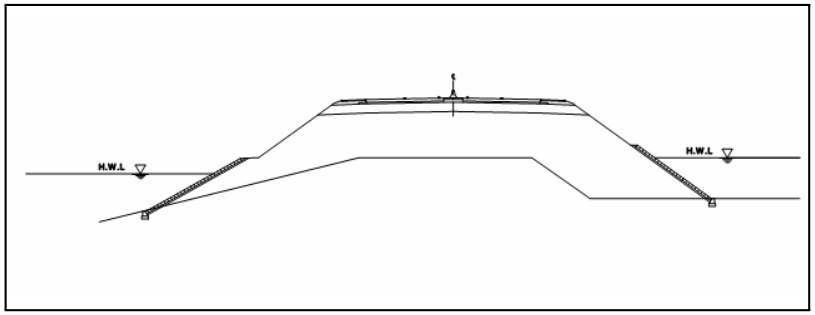
o 지하수 위치 : 암반비탈면은 인장균열의 1/2심도, 토층 및 풍화암은 지표면에 위치

다. 하천 통과 및 연접구간 침식방지시설 설치

o 쌓기 비탈면이 하천내에 위치하거나 연접하여 통과하는 경우 하천범람을 고려 **최대 홍수위에 1.0m 여유고**까지 비탈면 **침식방지 시설 설치**

구 분	내 용
하천 통과구간	홍수위 + 1.0m : 호안블럭 반영 (주변 호안의 공법 고려 하천설계기준에 의거 설치)
하천 연접구간	홍수위 + 1.0m : 돌붙임공, 호안블럭 반영 (두 공법의 경제성 비교후 적용)

· 설치도



『성토비탈면 돌붙임 설치방안』 참조 (건이삼15105-301호, '99.9.21)

o **하천 만곡부**에 **도로가 위치**하는 경우 **수리특성 분석**을 통하여 침식방지시설 설치높이 결정

o 침식방지시설 설치시 **하상바닥의 세굴심도**를 고려하여 **기초위치**를 **선정**

라. 설계강우 발생빈도 개선

o 최근 5년간 국지성 집중호우의 발생빈도 검토결과 **100년 빈도 이상의 호우 다수 발생**

※ 100년 빈도 이상 집중호우 현황

년 도	구 분	집중호우 지역(mm)	비 고
2001	10분 강우량	고산(30)	
	1시간 강우량	서산(80), 홍천(79), 영덕(54), 거제(96)	
	1일 강우량	영덕(277)	
2002	10분 강우량	속초(18),	
	1시간 강우량	속초(59), 대관령(67), 강릉(100), 홍천(74)	
	1일 강우량	춘천(712), 강릉(870), 추풍령(280), 고흥(404)	
2003	10분 강우량	합천(23),	
	1시간 강우량	철원(69), 대관령(60), 남해(69)	
	1일 강우량	남해(410)	
2004	10분 강우량	울릉도(25), 목포(28), 진주(29), 보령(28)	
	1시간 강우량	속초(69), 산청(84)	
	1일 강우량	광주(322), 의성(215), 구미(202), 거창(253)	
2005	10분 강우량	울진(20), 포항(25), 태백(33), 금산(33), 문경(19), 합천(21)	
	1시간 강우량	포항(89), 태백(75), 정읍(81), 영덕(61)	
	1일 강우량	-	

o 비탈면 유실, 하천범람으로 피해가 집중되는 **산지부**는 **설계강우 발생빈도 상향** 조정 필요

o 외국 기준

- 미국 : 100년 빈도 적용
- 일본 : 3년빈도 10분 지속 표준강우강도 적용

(산지부 : 평지부의 20% 증가, 중요 주의지역 : 40%증가)

o **설계강우 발생빈도** 개선

현 기준 『도로배수시설 설계 및 유지관리지침』(건교부, '03.12)		개 선		
구 분	빈도	구 분		빈도
암거및 배수관 (도심지, 집단가옥 등)	25년 (50년)	평지	암거및 배수관 (도심지, 집단가옥 등)	25년 (50년)
노면 및 비탈면 배수시설	10년		노면 및 비탈면 배수시설	10년
측도 및 도로인접지 배수시설	10년		측도 및 도로인접지 배수시설	10년
산지, 계곡부 등 집중호우 발생예상지역은 필요에 따라 설계빈도를 발주처와 협의하여 결정할 수 있다.		**산지**	**암거 및 배수관**	**100년**
			노면 및 비탈면 배수시설	**20년**
			측도 및 도로인접지 배수시설	**20년**

마. 산지부 횡단배수구조물 설계개선

o **지형여건**을 감안 **교량설치**를 **원칙**

※ 도로 기하구조상 불가피한 경우 **암거를 설치**하고 **유송잡물 및 토석류에** 대한 대책 강구

o **토사퇴적 및 유송잡물**을 **고려**한 수리계산

- 수리계산 방법

구 분	적 용
도표를 이용한 반복시산에 의한 방법	토사퇴적 우려가 적은지역
방정식과 수리학적 공식에 의한 방법	

구 분	적 용
토사퇴적과 유송잡물의 유입을 고려한 방법	토사퇴적 및 유송잡물이 횡단배수구조물 유입부를 막아 유수의 흐름을 방해할 우려가 있는 지역

『도로배수시설 설계 및 유지관리 지침』(건교부, '03.12)

- **토사퇴적과 유송잡물**을 고려한 수리계산

· 암거높이 : D

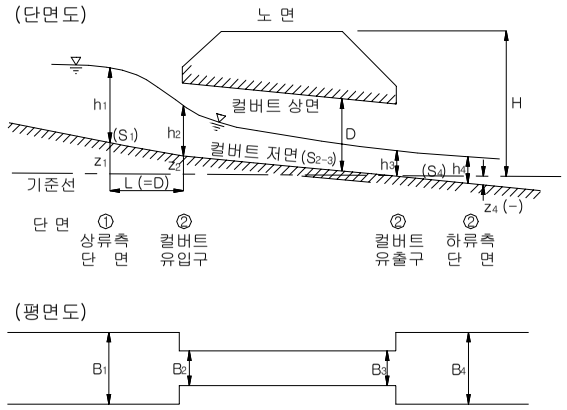
배수구조물 높이(D)≥ $(1+\alpha_1+\alpha_2)\cdot h$

h : 수심

α_1 : 통상의 토사퇴적에 의한 통수단면 축소를 고려한 여유(20%적용)

α_2 : 호우시에 대량의 토사·유목 등이 유입할 우려가 있는 경우 (현장여건을 감안하여 설계자가 판단)

유송잡물을 고려한 암거의 흐름 제원



여기서, h : 수심

z : 기준선에서 측정한 하상의 높이

$h+z$: 수위

B : 수로(또는 암거)의 폭

D : 암거의 높이(또는 직경)

H : 노면의 높이

S : 수로(또는 암거)의 종단경사

- α_2 **잠정 지침**

α_2	적용 사유	규격변화
50%	국지성 집중호우로 인한 유송잡물에 대한 충분한 통수단면 확보	Φ1,000⟹ 2.0×1.5

※ 건교부에서 α_2 규정에 대한 **용역 추진** 중

o 공사비 검토

- 설계강우강도 상향조정, 토사퇴적 및 유송잡물을 고려한 수리계산에 의한 변경기준 적용

- 공사비 증가 현황 단위 : 백만원

구 분	당 초	변 경	증가액	비 고
배수공	1,327	1,507	180	13% 증가
전 체	93,818	93,998	180	0.2% 증가

※동해선(주문진~속초) 6공구(L=4.02km)

· 횡단배수구조물 : 9개소

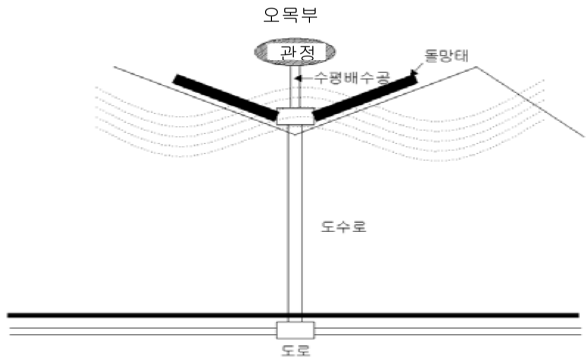
위 치	유역면적 (㎢)	강우 발생빈도			유송잡물 고려 (α_1=20% , α_2=50%)			비고
		25년	50년	100년	25년	50년	100년	
확률강우량	지속기간 10분	15.5㎜	17.3㎜	19.0㎜	15.5㎜	17.3㎜	19.0㎜	속초
강우강도		93㎜/h	104.9㎜/h	115.6㎜/h	93㎜/h	104.9㎜/h	115.6㎜/h	
2+066	0.027	φ1,000	φ1,000	φ1,000	φ1,000	2.0x1.5	2.0x1.5	
2+138	0.0145	φ1,000	φ1,000	φ1,000	φ1,000	φ1,000	φ1,000	
2+283	0.208	3.0x3.0	3.5x3.5	4.0x4.0	3.0x3.0	3.5x3.5	3.5x3.5	
2+426	0.046	φ1,000	φ1,000	φ1,000	φ1,000	2.0x1.5	2.0x1.5	
2+610	0.039	φ1,000	φ1,000	φ1,000	φ1,000	2.0x1.5	2.0x1.5	
2+747	0.081	φ1,200	φ1,200	φ1,200	φ1,200	2.0x1.5	2.0x1.5	
2+800	0.041	φ1,000	φ1,000	φ1,000	φ1,000	2.0x1.5	2.0x1.5	
3+240	0.193	2.0x1.5	2.0x1.5	2.0x1.5	2.0x1.5	2.0x1.5	2.0x1.5	
3+376	0.0436	φ1,000	φ1,000	φ1,000	φ1,000	φ1,000	φ1,200	

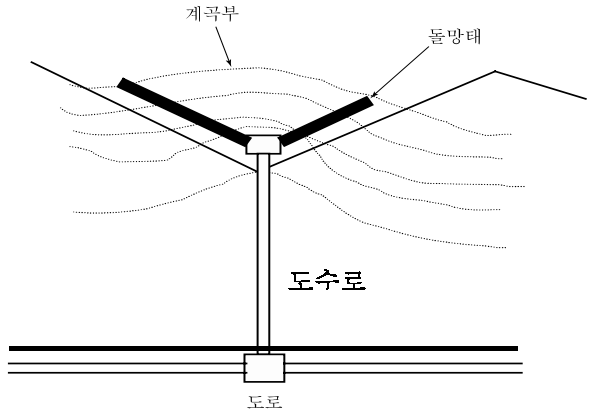
※ 시공성을 감안 **암거 최소규격은 2.0×2.0 적용**

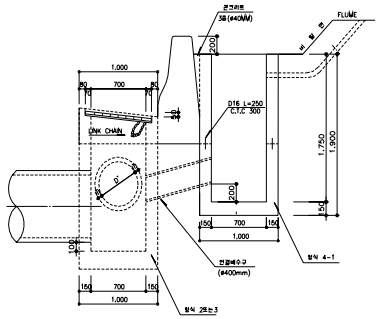
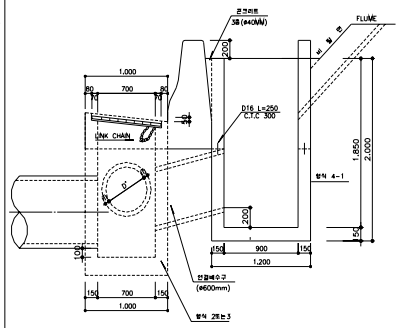
바. 산지부 도로의 배수시설 유입부 및 유출부 개선

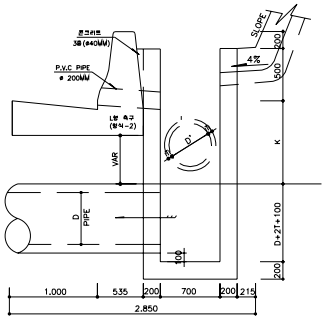
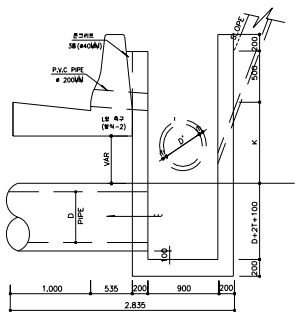
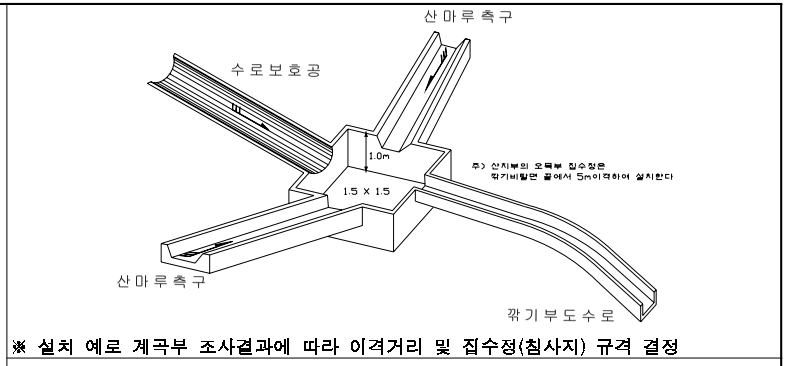
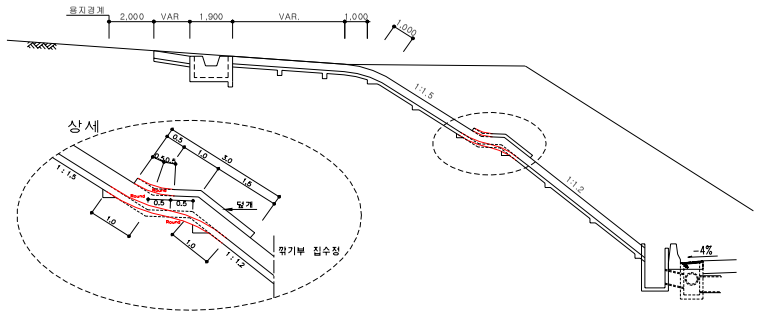
o 유입부 배수시설

- 산지 계곡부 수로와 직접 연결되는 **횡단배수시설의 유입부 폭**을 가능한 **수로폭과 일치**
- 깎기비탈면 도수로에서 연결되는 **집수정 규격 확대** (집중호우시 집수정에서의 월류 현상 방지 및 유지보수 유리)
- 깎기비탈면 상단 계곡부의 토사유출 방지를 위한 수로보호공 및 집수정(침사지) 설치
- 깎기비탈면 하부에서 **횡단배수시설까지의 연결배수로 적정 규격 검토**

구 분	처리 방안
깎기비탈면 상단 오목부	 - 지하수위 상승으로 토체내 자중으로 슬라이딩이 발생되지 않도록 맹암거 및 관정 설치 - 지형, 지질, 지표상태에 따라 콘크리트, 돌쌓기, 돌망태 등의 벽체 설치

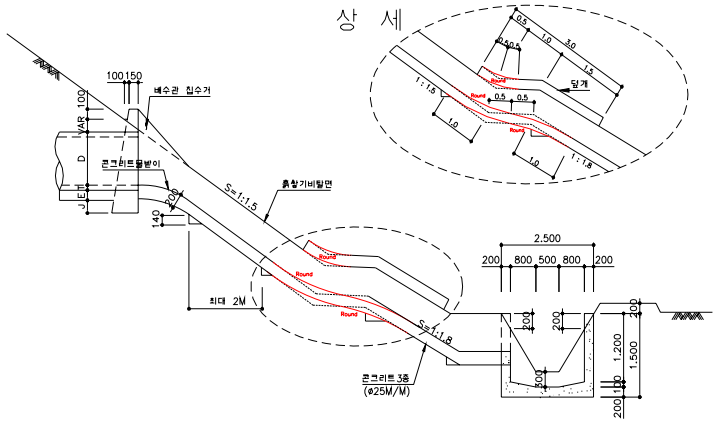
구 분	처리 방안
깎기비탈면 상단 계곡부	 - 도로내 유입지점 유량산정 → 도수로 규격결정 - 토석류 유입 방지대책 수립 - 비탈면 상단에 집수정을 설치하여 유하수의 유속 저감 - 지형, 지질, 지표상태에 따라 콘크리트, 돌쌓기, 돌망태 등의 벽체 설치

구 분	당 초	변 경
깎기부 집수정 규격 확대	 - 연결 배수구 : ϕ=400mm - 집수정 폭 : B=700mm	 - 연결배수구 규격확대(통수단면확보) : ϕ=400mm→ϕ=600mm - 집수정 규격확대 700mm→900mm (유지관리용이, 집수용량 확보) - 도수로 소단제거로 월류 방지

구 분	당 초	변 경
깎기부 집수정 규격 확대	 - 집수정 폭 : B=700mm	 - 집수정 규격확대 700mm→900mm (유지관리용이, 집수용량 확보) - 도수로 소단제거로 월류 방지
깎기비탈면 상부 집수정 설치방안	 ※ 설치 예로 계곡부 조사결과에 따라 이격거리 및 집수정(침사지) 규격 결정 - 오목부에 집수정을 설치하여 월류로 의한 세굴방지 및 비탈면안정 확보 - 기존수로 세굴로 인한 토석류 유입방지를 위해 수로보호공 설치 - 도수로의 소단부분을 곡선 처리 	

o 유출부 배수시설

- 횡단배수구조물과 연결되는 쌓기비탈면의 도수로 폭을 횡단 배수시설물 폭과 일치
- 횡단배수구조물 유출부와 접속되는 **기존 배수로 용량검토**
- 기존 배수로 용량부족의 경우 유지관리기관과 협의하여 **기존 배수로 개량에 대한 시행방안 수립**

구 분	처리 방안
쌓기비탈면 도수로 설치방안	 - 도수로의 소단부분을 곡선 처리

사. 피암터널 적용성 검토

o 지형여건 및 경제성을 고려하여 설치 타당성 검토

o 관련 기준

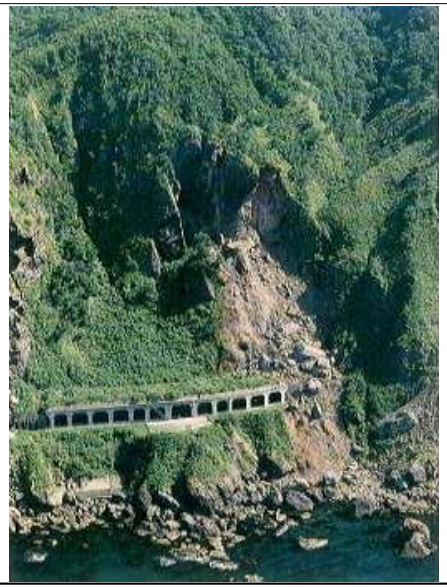
구 분	설 치 기 준	비 고
건설공사 비탈면 설계기준	낙석의 규모가 커서 일반 낙석방지시설로 방어하지 못하는 경우	건설교통부 (2006. 4) p400
환경친화적인 도로건설지침	대규모 비탈면 발생이 불가피할 경우에는 지질재해 측면에서 안정성 검토를 수행하고 적절한 대책(피암터널, 방호벽 등)을 강구	건설교통부, 환경부 (2004.12) p19
도로설계기준	낙석의 덩어리가 크고 비탈면이 급한 개소	건설교통부 (2001. 8) p274
도로안전시설 설치 및 관리지침 -낙석방지시설편	도로 인근에 여유폭이 없고 낙석 발생 가능성이 있는 급경사 절개면	건설교통부 (2000.11) p12
도로설계편람	낙석에 대해 도로측방에 여유가 없는 경우	건설교통부 (2000) p406-42
도로설계 실무편람 -토공 및 배수공	편구배의 급경사 지역으로 깎기고가 과다하고 장기적인 비탈면 유지가 어려운 지역	한국도로공사 (1996. 9) p151
도로설계요령 -토공 및 배수공	낙석에 대해서 도로측방에 여유가 없고 급한 장대사면이 연이어져 있는 경우	한국도로공사 (2001.12) p237

o 설치 사례

- 국내 고속도로

구 분	설치 전경	비 고
옥천터널	 	경부선
황간터널	 	경부선

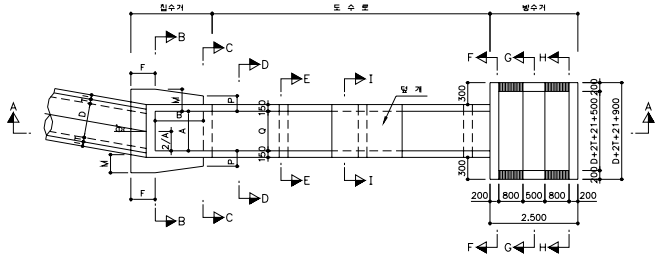
- 해외 도로

구 분	설치 전경	비 고
대만		Raiden Kaigan
일본	 	no1tn, no7tn

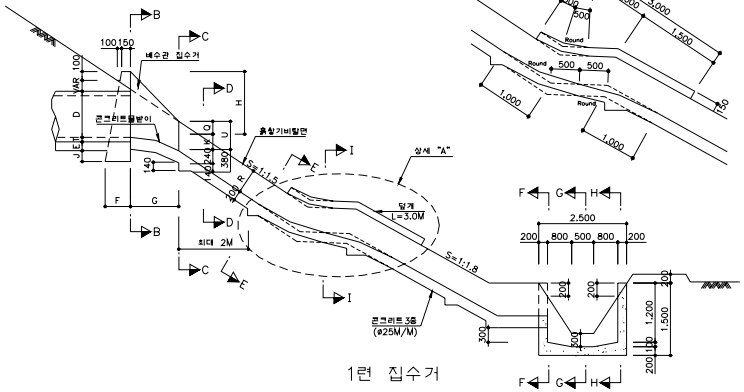
쌍 기 부 도 수 로 (3)

1련,형식-2(1)

평 면 도



단 면 A-A



상세 "A"

치 수 표 ((M/M)

D	T	각도별 치수 사 각 0°-8° A	8°-22° A	22°-37° A	37°-52° A	B	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
800	100	1.100	1.139	1.270	1.556	1.200	350	483	1.200	1.240	50	350	280	1.690	490	2.040	200
1.000	120	1.300	1.346	1.501	1.838	1.470	400	523	1.470	1.420	30	300	400	1.940	523	2.240	200
1.200	140	1.500	1.553	1.732	2.121	1.800	500	563	1.800	1.640	10	200	520	2.280	563	2.480	200

(1개소당)

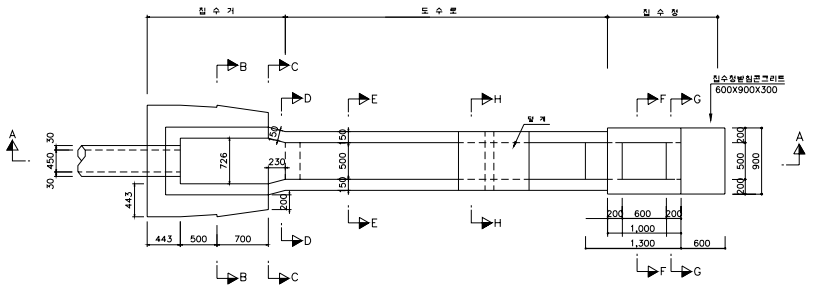
D	P	Q	R	S	U	수량 사각 0°-8° 터파기 ㎥	콘크리트 ㎥	거푸집(합판4회) ㎡	철근 tonf	8°-22° 터파기 ㎥	콘크리트 ㎥	거푸집(합판4회) ㎡	철근 tonf	22°-37° 터파기 ㎥	콘크리트 ㎥	거푸집(합판4회) ㎡	철근 tonf	37°-52° 터파기 ㎥	콘크리트 ㎥	거푸집(합판4회) ㎡	철근 tonf
800	352	1.100	400	400	480	7.385	2.447	14.410	0.055	7.516	2.522	14.665	0.056	7.963	2.780	15.533	0.059	8.879	3.340	17.423	0.062
1.000	372	1.300	500	670	600	10.605	3.299	18.159	0.074	10.782	3.401	18.475	0.074	11.444	3.754	19.557	0.077	12.847	4.516	21.905	0.081
1.200	392	1.500	600	1.000	720	15.270	4.470	23.105	0.102	15.549	4.612	23.522	0.102	16.492	5.092	24.841	0.106	18.542	6.136	27.765	0.114

한국도로공사 KOREA HIGHWAY CORPORATION	표 준 도 TYPICAL DRAWING	도면명	철기부 도수로 (3) 1련,형식-2(1)	설계자		작성일	2006.12	도면번호
				확인자		축 척	NONE	2.047

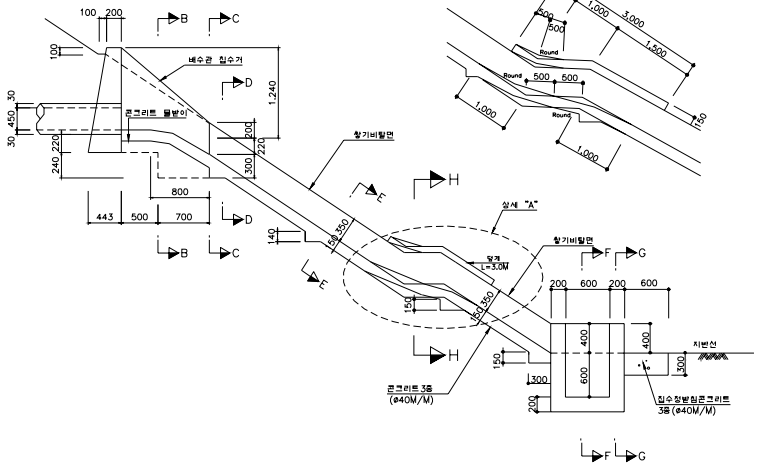
쌍 기 부 도 수 로 (7)

중분대배수용,형식-2 (1)

평 면 도



단 면 A - A



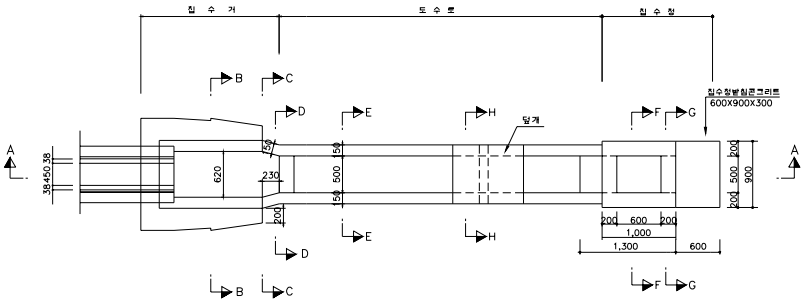
상세 "A"

한국도로공사 KOREA HIGHWAY CORPORATION	표 준 도 TYPICAL DRAWING	명 면	창기부 도수로 (7) 중분대배수용,형식-2 (1)	설 계 자		작 성 일	2006.12	도면번호
				확 인 자		축 척	NONE	2.051

쌍 기 부 도 수 로 (11)

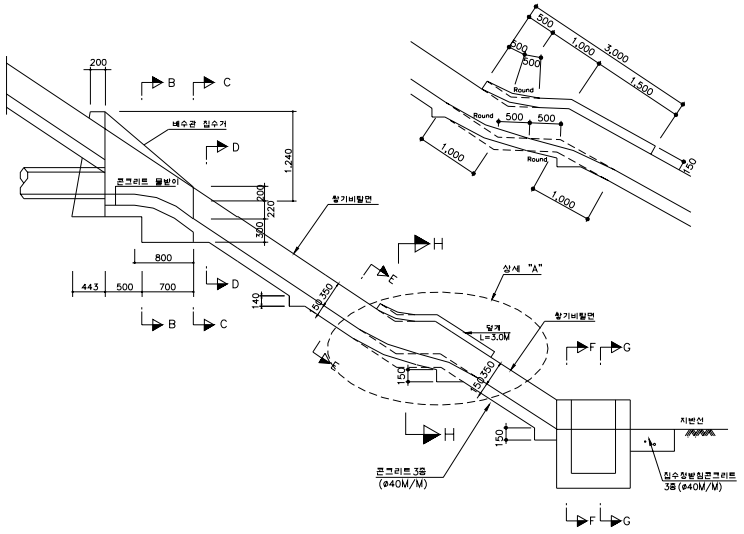
노면+중분대배수용,형식-2 (1)

평 면 도



단 면 A - A

상세 "A"



한국도로공사 KOREA HIGHWAY CORPORATION	표 준 도 TYPICAL DRAWING	명 면	창기부 도수로 (11) 노면+중분대배수용,형식-2(1)	설 계 자		작 성 일	2006.12	도면번호
				확 인 자		축 척	NONE	2.055

붙임 2. 토석류(유송잡물) 차단시설 기준

o 설치구간 : 산지 비탈면 계곡부에 위치하는 횡단배수구조물 유입부

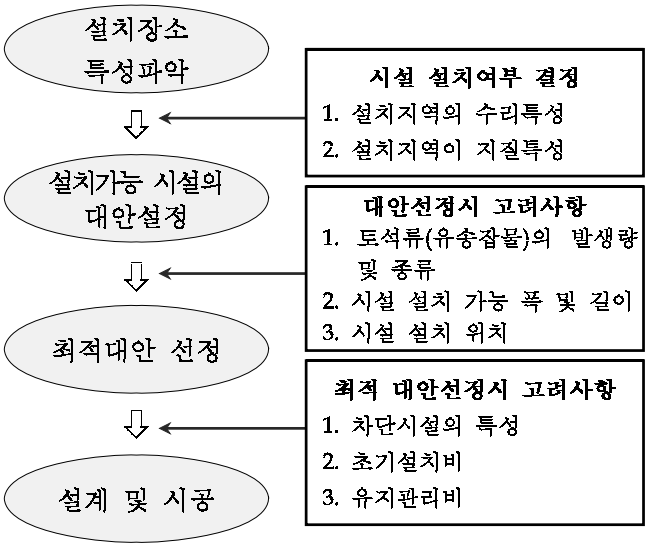
o 현장 조사

- 토석류(유송잡물)의 종류 및 예상 발생량
- 흐름의 속도, 경사, 방향
- 침식예상 지역의 식생상황
- 상류지역의 토지이용현황(벌목, 경작 등)

o 토석류(유송잡물)의 종류

- 소·중규모 부유물 : 작은 나뭇가지, 큰 나뭇조각, 천 등
- 대규모 부유물 : 통나무, 목재
- 유동물질 : 점토, 실트, 모래, 자갈, 쓰레기, 나뭇가지
- 표석 : 홍수시에 발생되는 큰 호박돌, 큰 암편

o 차단시설의 선정과정



o 차단시설 종류



o 차단시설의 설치방안 비교

구 분	메카니즘	유송잡물종류	크기	재료
우회시설	우회	나뭇가지,통나무, 큰암석	암거크기의 1.1배 이상	철재(레일)
거치대	차단	점토, 실트, 모래	3~6m	목재, 콘크리트, 철재 등
격자틀	〃	굵은자갈,암석	암거크기	목재
분리대	〃	소규모 나무, 목재	다양	콘크리트
슬릿트댐	〃	암석, 목재	다양	콘크리트
네트	〃	큰 암석	하천수로폭	철재

붙임 3. 비탈면 표면보호공법 강화기준

가. 비탈면 표면보호공법 강화

o **식생**에 의한 비탈면 보호공법

구 분	당 초	변 경	비고
토사	· 보통토사 : 종파분사 파종공법 (Seed Spray) · 마사토, 경질 및 자갈섞인 토사 : 종파분사 파종공법 + 거적덮기	· 보통토사 : 종파분사 파종공법 (Seed Spray) · 심각한 세굴우려구간 : 종파분사 파종공법 + 거적덮기 **· 건조 척박한 토양, 견고한 점토질 :** **식생기반재 취부공법**	
리핑암	· 종파분사 파종공법	· 종파분사 파종공법 **· 균열절리가 심한구간 :** **식생기반재 취부공법**	
발파암	· 미관이 중요시되는 구간 : 식생기반재 취부공법	· 미관이 중요시되는 구간 : 식생기반재 취부공법 **· 균열절리가 심한구간 :** **식생기반재 취부공법**	

o **식생기반재 취부공법**

- 녹화공법 및 재료

구 분	종 전	변 경	비고
공법명	암절개면보호식재공, CODRA 공법, CO-MAT공법, Soil Spray 공법, 싱싱토 법면 취부식재공, SS녹화공법 시스템, SF분사공법, 텍솔공법, 종비토 뿜어붙이기 공법, 금비토 생태복원공법 등	**· 식생기반재 취부공법 (T=1~15cm)**	
토양 재료	녹생토, 배합토, 녹지토 등	**· 식생기반재**	

- 시공두께 적용기준

시공두께	적 용 대 상 지 역	비 고
T = 1cm	경사 1 : 1 이하의 완만한 양질토 지역	1 : 1 보다 완만한 지역은 망설치 생략 가능
T = 3cm	경사 1 : 1 이하의 완만한 일반토사 지역	
T = 5cm	경사 1 : 1 이하의 완만한 경질토 또는 자갈섞인 토사지역	
T = 7cm	경사 1 : 1 내외의 점질토 · 마사토 · 호박돌 섞인 지역 및 자갈섞인 지역	
T = 10cm	경사 1 : 0.7 내외의 완만한 풍화암 · 연암지역, 보통암이 약간 혼재된 지역 및 경암지역	
T = 15cm	경사 1 : 0.5 내외의 보통암 또는 경암지역	

· 특기사항 : 대상지 환경조건 및 현장조사 결과에 따라 시공두께 조정 가능

- 시공두께별 재료 적용기준

구 분	설 치 수 량(㎡ 당)			비 고 (매입깊이)
	T=1~5cm	T=7~10cm	T=15cm	
앙카핀 (∮16mm, L=30cm)	-	0.23 개	0.46 개	20cm
착지핀 (∮16mm, L=20cm)	-	0.5개	0.5 개	10cm
부착망 (PVC코팅, #10×58×58)	-	1.3㎡	1.3㎡	-
철선 (PVC 코팅, #8)	-	1.3m	1.7m	-

· 특기사항 : 1. 암질에 따라 Pin 설치깊이 조정

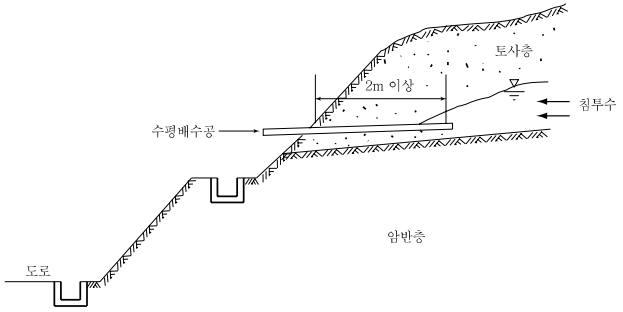
2. T=1~5cm의 경우 시공대상 비탈면 현장여건상 보강이 필요한 경우에는 고정핀 및 보조망 설치 또는 장섬유 포함 등 보조재료 보강 가능

※『고속도로 비탈면 녹화 세부지침』(시설처-3211, '05.11.17) 참조
: 공사시행시 녹화대상지역에 대한 **전문가의 현장조사 결과**에 따라 자연환경, 토양환경, 지질 및 토질 특성을 종합적으로 고려하여 적합한 녹화공법을 선정

o **구조물**에 의한 표면보호공법
: 식생이 적당하지 않을 경우, 식생만으로 비탈면 안정을 확보할 수 없는 경우 적용
- **비탈면 풍화 및 침식방지**
· 현장여건에 맞게 **모르타르 뿜어붙이기공, 콘크리트 블록 격자공** 등을 검토

나. 지표수 및 지하수 처리 방안

o 지표면으로부터 투수계수가 상이한 지층의 경계부 및 용수발생지점에 **수평배수공 설치**



※ 현장여건을 반영한 세부검토 결과에 따라 위치, 개소, 연장을 조정하여 적용

붙임 4. 산지 통과부 도로선형 설계기법

가. 산사태(토석류) 발생구간의 경우 노선을 우회하는 방안 검토

o 노선계획시 **산사태(토석류) 발생 지역** 및 **발생 가능성이 있는 지역**은 **피하는 것**을 **원칙**

나. 하천통과부 노선선정시 고려사항

o 흙쌓기부로서 **하천과 병행하는 도로**는 가급적 **지양**하고 부득이한 경우 **호안공 반영**

o 하천 만곡부 통과시 수리특성상 **비탈면 세굴의 우려가 높은 구간**은 **교량 등 구조물 처리 검토**

다. 터널화를 고려하여야 하는 지역

o 땅깎기 높이 40m 이상, 연장 200m 이상 발생하는 지역

o 편측비탈면 높이 50m이상, 연장 200m 이상 발생하는 지역

o 땅깎기 높이 40m, 연장이 200m 이하인 경우라도 노선 및 주변 지형특성 등에 따라 필요한 지역

o 녹지 자연도가 8등급 이상인 지역

o 자연경관이 아주 수려한 곳(국립공원, 도립공원 등)

라. 대규모 비탈면 발생지역 저감방안

o 노선의 **평면선형**을 적절히 **조정**하거나 **분리**하는 방안을 검토
- 평면선형은 도로의 기하구조에 부합하는 범위내에서 검토

o 지반안정성이 허용하는 범위내에서 **도로노선을 분리**하여 **한쪽 방향만 터널**을 설치하는 방안 검토

o **종단경사**를 적절히 **조정**
- 종단경사는 설계속도별 기하구조 기준내에서 검토

o **급경사로 되어 있는 계곡**의 경우 **현장여건과 조화되고 지형훼손을 줄일 수 있는 방안** 검토(**구조물** 설치여부 등)

- o **터널 입·출구부**의 땅깎기 발생에 의한 지형변화 최소화를 위해 **터널연장을 증가**함으로써 땅깎기 비탈면을 줄이는 방안 검토
- o 땅깎기 비탈면높이를 줄일 수 있는 **비탈면 보강공법**을 적절히 검토
- o 대규모 비탈면 발생이 불가피할 경우 지질재해 측면에서 안정성 검토를 수행하고 적절한 대책(**피암터널, 방호벽** 등)을 강구

2-5 덤프트럭 설계 적용기준 검토

방 침
설계처-3282
('06. 12. 14)

1. 검토 목적

고속도로 건설공사에 투입되는 운반장비인 덤프트럭에 대하여 운반로 조건, 운반거리 등을 감안한 경제적인 덤프트럭의 규격(ton수) 적용기준을 검토코자 함

※ 자체 감사지적사항(감사실-1896호, '05.11.28)
경제성과 효율성이 유리한 방향으로 덤프트럭 설계적용기준을 개선

2. 현 설계 현황

공 종	구 분		덤프 규격	비고
토공	유용토 운반거리 60m이상	토사, 리핑, 발파	15ton	
	순쌓기 운반 (타공구 반입토 운반)	토사, 리핑, 발파	15ton	
	직접 잔토처리 (사토)	토사, 리핑, 발파	15ton	
포장공	구입 및 운반	세골재 조골재 혼합골재	15ton	
터널공	터널내 버력처리		15ton	

3. 현장 운용 실태

: 8개사업소 11개노선 조사

공 종	구 분		현장운용 덤프 규격		비고
			15ton	24ton	
토 공	유용토 운반거리 60m이상	토사	○		
		리핑	○		
		발파	○		
	순쌓기 운반 (타공구 반입토 운반)	토사	○	○	15ton : 73% 24ton : 27%
		리핑	○	○	
		발파	○	○	
포장공	세골재 운반	골재원~BP	○	○	15ton : 33% 24ton : 67%
	조골재 운반	석산~BP	○	○	15ton : 85% 24ton : 15%
	혼합골재 운반	골재원~BP	○	○	15ton : 73% 24ton : 27%
	현장암운반	현장~C/R장	○	○	15ton : 97% 24ton : 3%
터널공	터널내 버력처리	터널내 ~ 터널갱구부	○	○	15ton : 90% 24ton : 10%

o **현장내 운반인 유용토 및 현장암 운반은 15ton 덤프트럭 적용**

o 순쌓기, 세골재, 조골재, 혼합골재 운반은 15ton과 24ton 덤프를 현장실정에 맞게 적용

4. 경제적인 운반거리 검토(24ton 덤프적용시)

o 공종별 운반거리 비교

구 분	경제적인 운반거리	비 고
유용토 운반(신설)	1.84km~3.5km 이상	토질별 상이
유용토 운반(확장)	2.72km~4.98m 이상	토질별 상이
순쌓기 운반 (타공구 반입토)	1.63km~3.08km 이상	토질별 상이
직접잔토처리	1.83km~3.50km 이상	토질별 상이
세골재 운반	1.93km 이상	
조골재 운반	5.25km 이상	
혼합골재 운반	3.15km 이상	
현장암 운반	5.0km 이상	

o 노선별 운반거리 현황 단위 : km

노선명	유용토		순쌓기	잔토처리	세골재	조골재		혼합골재	
	신설	확장				구입	생산	구입	생산
평 균	0.53~1.78	0.73~1.56	6.85~20.36	7.06~14.6	40.0	29.18	4.88	31.19	5.08
춘천~양양 (동홍천~양양)	0.58~0.87		6.85~8.12	9.43~10.62	30.53	29.18	3.35	47.58	3.38
동해선 (주문진~속초)	0.78~0.85			7.06	13.7		2.46		2.46
영동선 (신갈~호법)	0.22~0.30	0.73~1.51	20.36	14.6~18.8	73.0		9.85		10.04
남해선 (진주~마산)	0.53~1.78	0.74~1.56	10.28~12.18		42.86		3.85	14.80	4.45

o 분석 결과

- **24ton 덤프 변경시**
  - **유용토 운반**은 운반거리 평균이 1.78km 이하로 **경제성 불리**
  - **순쌓기 운반**은 운반거리 평균이 6.85km 이상으로 **경제성 유리**
  - **잔토처리**는 운반거리 평균이 7.06km 이상으로 **경제성 유리**
  - **세골재, 혼합골재 운반**은 운반거리 평균이 3.15km이상으로 **경제성 유리**
  - **조골재 운반**은 **구입**일 경우 운반거리가 길어 **경제성이 유리**하며 **생산**일 경우 운반거리 평균이 5.0km이하로 **경제성이 불리**

o 적용상 문제점

- 덤프트럭의 현장 운용실태를 조사한 결과 도로상태, 시공성, 시공규모 등 현장실정을 감안하여 적용
- **토취장, 사토장의 진입로 여건, 본선 현장내 운반로의 여건** 등에 따라 **불가피하게 15ton 덤프의 적용구간** 발생
- 국내 덤프트럭의 운용 비율(15ton : 77%, 24ton : 23%) 고려 필요

5. 타기관 적용 기준(건교부)

구 분	덤프 규격	비 고
순쌓기	· 운반량 100만㎥ 이상이고, 운반거리 10km 이상 공사 **15ton덤프 80% + 20ton덤프 20%**	**혼합단가** 적용
세골재 및 혼합골재	**15ton덤프 80% + 20ton덤프 20%**	시공시 **운반송장** 결과에 따라 **정산**
기 타	15ton 덤프	

※『국도건설공사 설계실무 요령, '05.11』

6. 검토결론

o 덤프트럭의 **현장 운용실태**와 **건교부 기준**을 고려하여 **현장내 덤프트럭 규격**을 아래와 같이 개선

구 분	덤프 규격		비 고
	현 설계	개 선	
· 유용토 운반(신설, 확장) · 현장암 운반	15ton	15ton	
· 순쌓기 운반 · 직접잔토처리	15ton	15ton(80%) +24ton(20%)	· 운반량 100만㎥ 이상이고, 운반거리 5km이상 공사 · **혼합단가**
· 세골재,조골재(구입), 혼합골재 운반	15ton	15ton(80%) +24ton(20%)	· **혼합단가**

6. 적용방안

o 설계중인 노선 : 본 방침 적용

o 설계완료 및 미발주 노선 : 보완설계시 본 방침 적용

붙 임 : 1. 노선별 덤프트럭 운용 현황

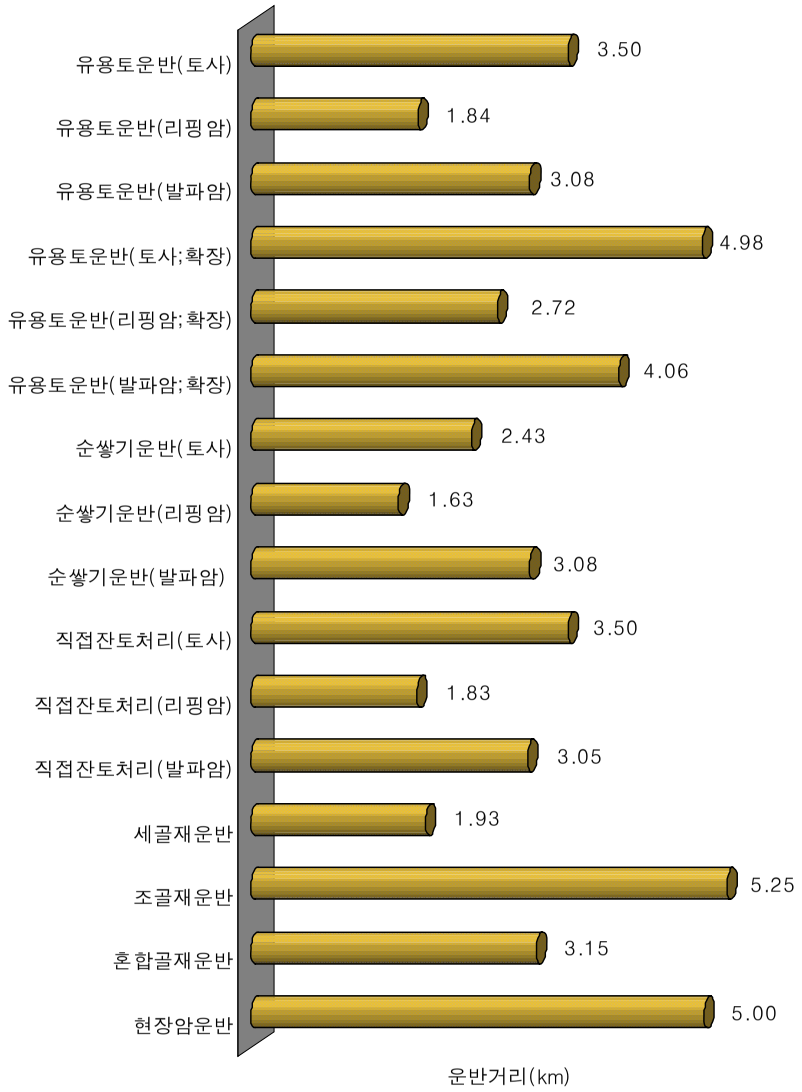
2. 덤프트럭 경제성 비교자료

1. 노선별 덤프트럭 운용 현황

구분	토공						포장공						터널공	
	운반거리 60m이상			순쌓기운반 (타공구반입토운반)			세골재 구입 및 운반	조골재 구입 및 운반	혼합골재 구입		현장암운반		터널내 버력처리	
	토사	리핑	발파	토사	리핑	발파	골재원-BP	석산-BP	골재원-현장	C/R장-현장	현장-C/R장		터널내 -터널갱구부	
일산-퇴계원	15t			15t			24t	15t	15t	15t	15t		15t	
강원 동해선	15t			-			-	-	-	-	-		15t	
건설 사업소 춘천-동홍천	15t			15t			15t(50%) 24t(50%)	-	15t	15t	15t		15t	
경기건설사업소 (평택-음성)	15t			24t			24t	15t	24t	24t	15t		24t	
대전-당진 대전-당진	15t			15t			24t	15t	15t	15t	15t		15t	
대전-당진 서천-공주	15t			15t(50%) 24t(50%)			15t(20%) 24t(80%)	15t(80%) 24t(20%)	15t(80%) 24t(20%)	15t(80%) 24t(20%)	15t(80%) 24t(20%)		15t	
부산-울산	15t			15t			24t	15t	15t	15t	15t		15t	
영동-김천 영동-김천	15t			15t(30%) 24t(70%)			15t(20%) 24t(80%)	15t(40%) 24t(60%)	15t(60%) 24t(40%)	15t(70%) 24t(30%)	15t		15t	
영동-김천 동대구-경주	15t			15t			15t(50%) 24t(50%)	15t	-	-	-		-	
청원-상주	15t			15t(50%) 24t(50%)			15t(50%), 24t(50%)				15t		15t	
무안-광주	15t			15t			15t						15t	

2. 덤프트럭 경제성 비교자료

가. 24ton 덤프트럭 적용시 경제적인 운반거리



2-6 수로암거 날개벽 연결철근 검토

방 침
설계처-2777
('06. 10. 27)

1. 검토목적

수로암거와 날개벽(옹벽)을 연결하는 철근의 정착길이를 산정함에 있어 시방기준 및 구조 검토을 통하여 적정성을 검토코자 함

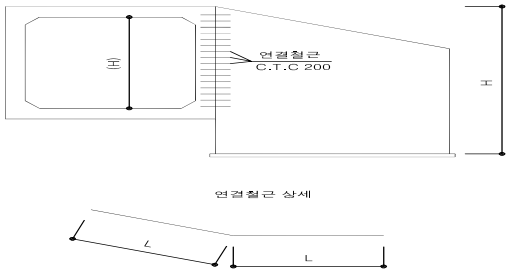
※ 자체 감사지적사항(감사실-1524호, '05.10. 5)
철근 정착길이 산정은 『계산식에 의한 방법』으로 산출함이 타당하므로 수로암거 날개벽 연결철근의 정착길이를 계산식에 의한 방법으로 변경

2. 추진경위

- o **'00. 6 : 인장 이형철근 겹이음길이 적용기준 검토(설심일13201-117호)**
- o **'01. 3 : 한국도로공사 암거표준도 제정**
- o **'04. 4 : 건설교통부 암거표준도 개정**
- o '04.12 : 암거표준도 적용검토(설계도10201-371호)
  - 암거 실시설계시 허용단면력을 만족하고 경제적인 건설교통부 개정암거 표준도 적용

3. 현 설계 적용 현황(건설교통부 암거표준도, 2003)

가. 도 면



나. 적용 정착길이 현황

수로암거높이		1.5m	2.0m	2.5m	3.0m	3.5m	4.0m	4.5m
날개벽높이		H=3.05m	H=3.65m	H=4.25m	H=4.85m	H=5.40m	H=6.0m	H=6.65m
연결철근	직 경	D13	D13	D16	D19	D22	D25	D25
	정착길이	750㎜	1,000㎜	1,000㎜	1,000㎜ (1,500㎜)	1,000㎜ (1,500㎜)	1,000㎜ (1,500㎜)	1,000㎜ (1,500㎜)

※ ( ) : 배면 정착길이

다. 설계 기준(설심일 13201-117호, '00.6.22)

- o 시방규정에서 인장 이형철근 정착길이를 산정하는 방법은 기본 정착길이에 보정계수를 곱하여 계산하는 방법과 계산식에 의한 방법 두가지로 제시
- o 고속도로 설계의 철근 정착길이 산정은 도로교설계기준 중 **계산식에 의한 방법** 적용을 원칙

- 계산식에 의한 방법

$$\ell_d = \frac{0.285 d_b f_y}{\sqrt{f_{ck}}} \cdot \frac{\alpha\beta\gamma\lambda}{\left(\frac{c+K_{tr}}{d_b}\right)}$$

콘·설-식8.2.2 도로교-식4.3.8

$\frac{c+K_{tr}}{d_b}$ 는 2.5 이하

γ = 철근 또는 철선의 크기계수

c = 철근간격 또는 피복두께에 관련된 치수

K_{tr} = 횡방향 철근지수 $= \frac{A_{tr} f_{yt}}{107sn}$

4. 적정성 검토

가. 설계기준 정착길이 검토

날개벽(암거) 높이	철근 규격	**정착장(㎜)**	**표준도(㎜)**	**비고**
H=3.05m(1.5m)	D13	**300**	**750**	
H=3.65m(2.0m)	D13	**300**	**1,000**	
H=4.25m(2.5m)	D16	**300**	**1,000**	
H=4.85m(3.0m)	D19	**340**	**1,000 (1,500)**	
H=5.40m(3.5m)	D22	**490**	**1,000 (1,500)**	
H=6.00m(4.0m)	D25	**560**	**1,000 (1,500)**	
H=6.65m(4.5m)	D25	**560**	**1,000 (1,500)**	

나. 구조 안정성 검토

o 지반조건을 고려한 부등침하가 발생될 경우의 연결철근에 작용하는 인장력과 전단력에 대한 매입길이가 계산식에 의한 정착길이보다 짧은 것으로 검토됨

날개벽(암거)높이	연결철근	부등침하 인장력(kg)	부등침하 전단력(kg)	정착길이(㎜)	계산식의 값	판정
H=4.85m(3.0m)	D19	856	756	114	340	O.K
H=6.65m(4.5m)	D25	1,617	902	216	560	O.K

5. 검토결론

o 수로암거 날개벽 연결철근의 정착길이를 설계기준 및 구조적 안정성을 검토한 결과 **현행 표준도가 과다하게 적용**되어 **길이를 조정하여 시행**

o 암거표준도 변경토록 요청

붙 임 : 1. 구조검토서 1부

2. 변경표준도 1부

붙 임 #1 구조검토서

수로암거 날개벽 연결 철근의 정착길이 검토

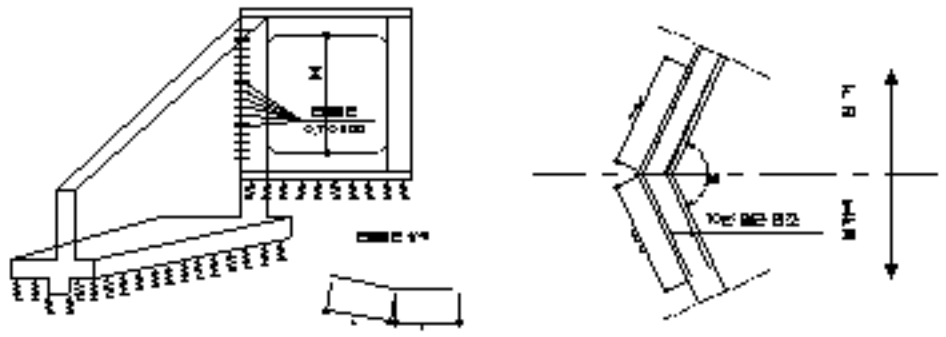
1. 검 토 목 적

수로암거 날개벽과 암거 본체의 연결 철근은 현행 건설교통부 발행 암거 표준도에 따른 정착 길이로 설계 및 시공 되고 있으나, 연결 철근의 정착길이를 『콘크리트구조설계기준 8.2.2. 인장이형철근 및 이형철선의 정착』규정중 『계산식에 의한 방법』을 적용하여 연결 철근의 구조적인 역할을 고려한 적정 정착 길이 확보 방안을 검토코자함.

2. 검 토 내 용

2.1 수로암거 날개벽 연결철근 적용현황

- 도로공사 암거표준도는 2003년 이후 미적용.



건설교통부 암거표준도(2008)								
날개벽 높이		H=3.05 (1.5)	H=3.65 (2.0)	H=4.25 (2.5)	H=4.85 (3.0)	H=5.40 (3.5)	H=6.00 (4.00)	H=6.65 (4.5)
연결철근	직경	D13	D13	D16	D19	D22	D25	D25
	겹침길이 (배면겹침길이)	750mm	1,000mm	1,000mm	1,000mm (1,500mm)	1,000mm (1,500mm)	1,000mm (1,500mm)	1,000mm (1,500mm)

한국도로공사 암거표준도(2001)								
날개벽 높이		-	H=4.00 (2.0)	H=4.25 (2.5)	H=5.15 (2.5~3.0)	H=5.65 (3.5)	-	-
연결철근	직경	-	D19	D19	D22	D22	-	-
	겹침길이		1,000mm	1,000mm	1,000mm	1,000mm		

2.2 겹이음 관련 설계 기준 검토

『콘크리트 구조 설계기준 제8장, 도로교설계기준 P255』의 인장을 받는 이형철근의 정착길이에 대한 설계기준을 검토한 사항임.

① 기본정착 길이에 보정계수를 고려하여 산정하는 방법

구 분		내 용	
기본 정착 길이	D35 이하의 철근	$\ell_d = \frac{0.152 d_b f_y}{\sqrt{f_{ck}}}$ 여기서, d_b=철근의 지름	
수정계수	조건 \ 철근지름	D19 이하의 철근과 이형철선	D22 이상의 철근
	정착되거나 이어지는 철근 순간격이 d_b이상이고 피복두께도 d_b이상이면서 ℓ_d전구간에 설계기준에 규정된 최소철근량 이상의 스터럽 또는 띠철근을 배근한 경우 또는 정착되거나 이어지는 철근 순간격이 $2d_b$이상이고 피복두께가 d_b이상인 경우	$\alpha \cdot \beta \cdot \lambda$	$1.25\alpha \cdot \beta \cdot \lambda$
	기 타	$1.5\alpha \cdot \beta \cdot \lambda$	$1.88\alpha \cdot \beta \cdot \lambda$
	① α = 철근배근 위치계수 (가) 상부철근(정착길이 또는 이음부 아래 30cm 초과되게 굳지 않은 콘크리트가 치기된 수평철근) ····· 1.3 (나) 기타 철근 ····· 1.0 ② β = 에폭시 도막 계수 (가) 피개가 $3d_b$미만인 또는 순간격이 $6d_b$미만인 에폭시 도막철근 또는 철선 ····· 1.5 (나) 기타 에폭시 도막철근 또는 철선 ····· 1.2 (다) 도막되지 않은 철근 ····· 1.0 ③ λ = 경량 콘크리트 계수 (가) fcp가 주어지지 않은 경량 콘크리트 ····· 1.3 (나) fcp가 주어지지 않은 경량 콘크리트 ····· $(1.8\sqrt{f_{ck}})/fct \geq 1.0$ (다) 보통 콘크리트 ····· 1.0 ④ 에폭시 도막철근이 상부철근인 경우에는 상부철근의 수정계수 α와 에폭시 도막계수 β의 곱 $\alpha \cdot \beta$를 1.7보다 크게 취할 필요는 없다.		

정착길이 Ld(cm)는 기본정착길이에 수정계수를 곱하여 구해야 하며, 이때 Ld≥30cm이라야 한다.

⑧ 수식에 의한 정착길이 산정

구 분		내 용
기 본 정 착 길 이	D35 이하의 철근	$\ell_d = \frac{0.28 d_b f_y}{\sqrt{f_{ck}}} \frac{\alpha\beta\gamma\lambda}{\left(\frac{c+k_{tr}}{d_b}\right)}$ where, $\frac{c+k_{tr}}{d_b} < 2.5$ 이하
수 정 계 수	① α = 철근 지름 계수 (가) D19 이하의 철근과 이형철선 : 0.8 (나) D22 이상의 철근 : 1.0 ② c = 피복두께 또는 철근간격 c는 철근 또는 철선의 중심으로부터 콘크리트 표면까지의 거리로 나타낸 피복두께 또는 철근 또는 철선의 중심간 거리 1/2중 작은 값을 사용하여 cm단위로 나타낸다. ktr = 횡방향 철근 지수 $\frac{A_{tr} f_{yt}}{10 sn}$ 횡방향 철근이 배근되어 있더라도 설계를 간편하게 하기 위해 ktr=0로 사용할 수 있다.	

※ 한국도로공사 기준 :

상기 두 방법중 도로공사(설삼일 13207-117) 지침에 의거하여 수식에 의한 방법 적용을 원칙으로 한다.

⑨ 수로암거 날개벽 연결 철근의 정착장 및 이음장 계산 결과

위의 설계 기준에 따라 옹벽형 날개벽 이음철근에 대하여 정착장을 수식에 의한 방법을 적용하여 계산한 결과는 다음과 같다.

- 정착장 검토조건 :

fck=240kgf/cm², fy=3,000kgf/cm²,

버면 덮개 : 80mm, C.T.C 200mm

구 분	정착장(mm)
D13	300
D16	300
D19	340
D22	490
D25	560
D29	640
D32	710

2.3 수로암거 날개벽 연결 철근의 구조적 역할 고찰.

암거 날개벽은 스스로 자립상태를 유지할 수 있도록 설계하며, 암거와 날개벽은 이음 철근을 두어 연결 처리한다. 연결 철근의 구조적인 기능은 날개벽 옹벽의 전도방지와 부등침하로 인한 본체와 접속부의 벌어짐을 방지하는 것이 주기능으로 다음 그림-1과 같이 토압에 의한 수평하중과 토사 및 구체 자중에 의한 연직하중을 기초지반과 분담하여 지지한다. 암거 기초부와 옹벽 기초부 토사의 다짐 및 지지력 차이에 따라 부등침하 발생시 연결부로 하중이 집중되는 구조형태이다. 따라서 연결 철근의 역학적인 기능은 철근의 정착길이 확보 이외에 부등침하에 따른 예상치 못한 힘에 대하여 전단과 휨에 저항하는 영커 철근으로써의 구조적 기능을 수행한다.

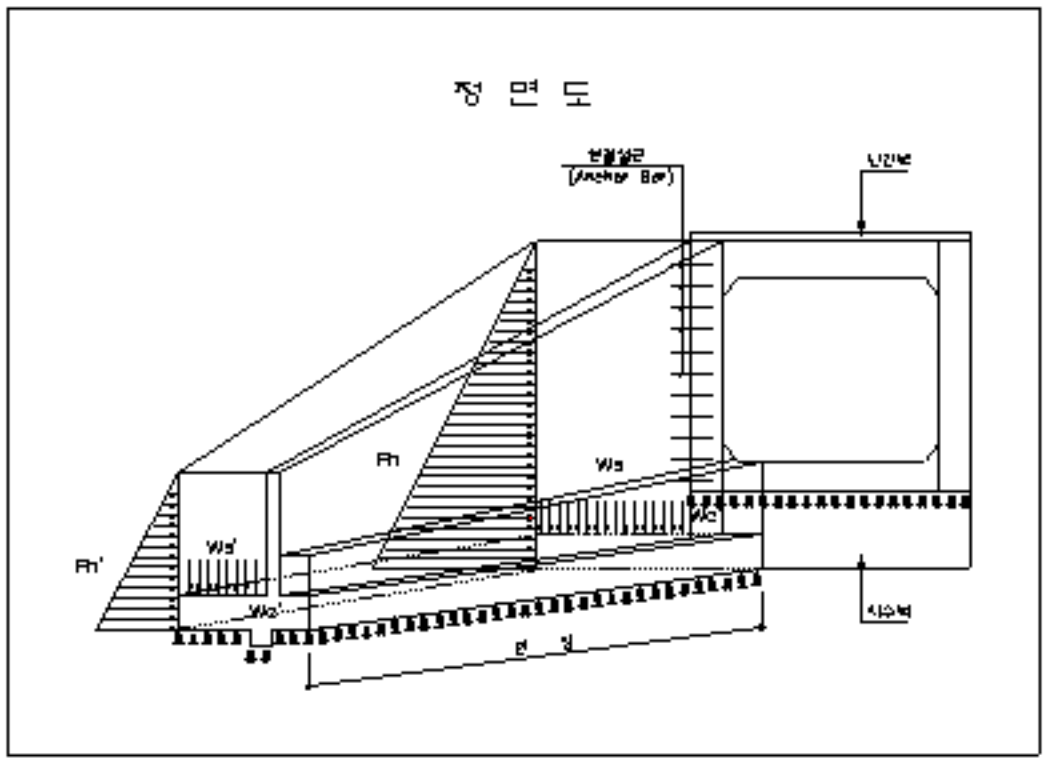


그림 - 1

2.4 접합부 연결 철근 구조 검토 결과 분석

① 구조 검토 대상 선정 : 건설교통부 제정 암거표준도중 실무 적용 빈도가 높은 3.0×3.0와 가장 높은 4.5×4.5 수로암거 옹벽식 날개벽을 표준도에서 제시된 동일한 조건으로 검토함. (첨부도면 참조)

② 구조계산 개요 :

1) 구조계산 적용 범위 : 암거 본체 및 옹벽 구체의 설계는 건설 교통부 제정 표준도 계산 결과를 준용하였으며, 본 검토에서는 옹벽과 암거의 접합부 연결 철근의 작용력 계산에 주안점을 두고 아래와 같은 경우에 대하여 계산을 시행하였음.

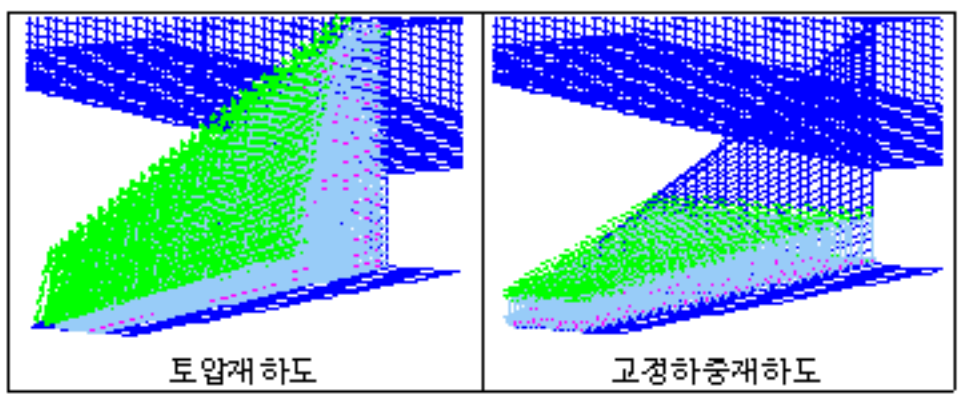
CASE	옹벽지지층조건		암거지지층조건		비 고
	N치	Kvo(t/m³)	N치	Kvo(t/m³)	
CASE-1	30	280.00	30	280.00	일반적인 경우
CASE-2	20	186.67	20	186.67	표준도 적용
CASE-3	10	93.33	20	186.67	수로부 지반이완
CASE-4	10	93.33	10	93.33	연약층내 설치시
CASE-5	10	93.33	30	280.00	공용후

2) 설계기준 : 건설교통부 암거 표준도 제정 보고서와 동일.(P-9)

3) 작용하중

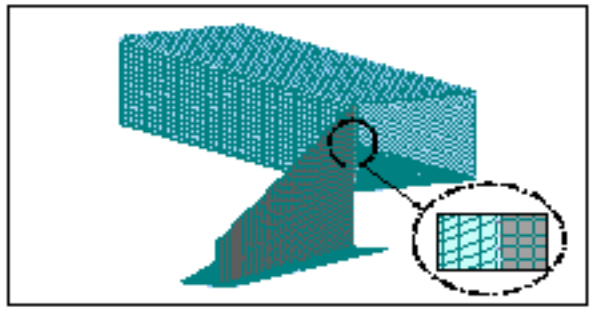
a. 고정하중 : 옹벽자중, 옹벽배면토 중량에 대하여 실하중 재하.

b. 토 압 : 옹벽 가상 배면에 작용하는 토압에 대해
시행쐐기법으로 산출



4) 구조해석

Modeling : 부등침하 영향에 따라 연결 철근의 작용력 산출을 유도하기 위해 옹벽과 암거의 실형상을 Shell Element를 사용하여 모델링하였으며, 연결철근은 Frame Element를 사용하였음.



③ 계산 결과 분석 :

CASE	인장력 T(kg/EA)		전단력 H(kg/EA)		비 고
	3.0×3.0	4.5×4.5	3.0×3.0	4.5×4.5	
CASE-1	221	1483	278	374	
CASE-2	304	1543	392	344	
CASE-3	808	1071	741	667	
CASE-4	767	1617	742	265	
CASE-5	856	883	756	902	

④ 연결부의 작용력에 대한 정착길이 및 겹이음 길이 검토 :

a. Anchor 매입길이 산정

T : 연결철근에 작용하는 인장력(kg)

u : 연결철근 둘레 길이

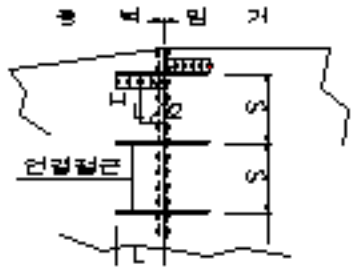
τ_{OB} : 콘크리트 부착응력 (콘크리트 설계 편람, 건설부, P-647)

$= \tau_{ok} = 0.56\sqrt{fck}$

$$L = \frac{T}{u \cdot \tau_{ok}} \times \frac{1}{1.25}$$

구 분	CASE	인장력 T(kg)	매입길이 L(cm)	판 정
3.0×3.0 (d=19mm)	CASE-1	221	2,949	O.K
	CASE-2	304	4,056	O.K
	CASE-3	808	10,780	O.K
	CASE-4	767	10,233	O.K
	CASE-5	856	11,421	O.K
4.5×4.5 (d=25mm)	CASE-1	1483	19,200	O.K
	CASE-2	1543	20,600	O.K
	CASE-3	1071	14,600	O.K
	CASE-4	1617	21,600	O.K
	CASE-5	883	11,800	O.K

b. Anchor 전단력에 의한 매입길이 산정



$$U = \pi \cdot d \cdot 0.56\sqrt{fck} \cdot L \cdot n$$

$$H \cdot L/2 = U \cdot S$$

$$l \geq \frac{H \cdot L/2}{U \cdot S}$$

H : 작용 수평력 (kg)

U : ANCHOR BOLT 부착저항력(kg)

구 분	CASE	전단력 H(kg)	매입길이 L(cm)	판 정
3.0×3.0 (d=19mm)	CASE-1	278	0.116	O.K
	CASE-2	392	0.163	O.K
	CASE-3	741	0.309	O.K
	CASE-4	742	0.309	O.K
	CASE-5	756	0.315	O.K
4.5×4.5 (d=25mm)	CASE-1	374	0.137	O.K
	CASE-2	344	0.126	O.K
	CASE-3	667	0.245	O.K
	CASE-4	265	0.097	O.K
	CASE-5	902	0.331	O.K

3. 검토 결론

수로암거 날개벽의 연결 철근은 『콘크리트 구조 설계기준』의 『정착 및 이음』 설계기준을 만족하며, 연결철근의 구조적인 특성을 고려하여 매입 Anchor로써의 기능을 동시 만족하여야 하며 본 검토를 수행한 결과는 아래와 같다.

① 『콘크리트 구조 설계기준』의 계산식에 의한 방법에 따라 계산된 길이는 철근 직경별로 30cm(D13)-56cm(D25)로 표준도에 적용된 연결철근 길이 75cm(D13), 100cm(D13-D25), 150cm(D19-D25)는 설계 기준을 상회하는 것으로 검토되었음.

② 수로암거 날개벽 및 암거 본체의 지반조건을 고려하여 부등침하가 발생되는 불리한 경우에 대하여 모델링하여 연결철근에 작용하는 인장력과 전단력에 대하여 허용응력 설계법으로 Anchor의 매입길이를 검토한 결과 『콘크리트 구조 설계기준』의 계산식에 의한 방법에 따라 계산된 길이보다는 짧게 검토 되었음. 이는 작용하중의 대부분을 지지지반이 분담하여 연결부로 전달하는 하중이 작은 것으로 사료된다.

③ 따라서 암거표준도 제시된 연결철근의 정착길이는 철근의 직경별로 조정이 가능한 것으로 판단됨.

2-7 동상방지층에 대한 설계적용방안 검토

방 침
설계처-1296
('06. 5. 24)

1. 검토목적

현 설계시 동상방지층을 노상(1m)과 관계없이 별도의 층으로 적용하고 있어, 관련기준 검토를 통하여 적정 설계기준을 정립코자 함.

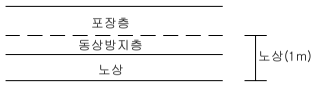
2. 현 설계기준 검토

가. **도로설계편람**(2000년, 건설교통부)

동상방지층을 노상(1m)에 포함하여 적용

⇨ "동결심도와 포장두께 차이만큼 노상 상부에 동상방지층을 두며, 노상에 포함"

나. **도로설계요령**(2001년, 한국도로공사)



: 동상방지층을 노상(1m)에 포함

다. **국도건설공사 설계실무요령**(2005년, 건설교통부)

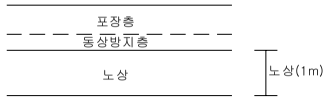
: 동상방지층을 노상(1m)에 포함하여 적용

라. **고속도로공사 전문시방서**(2004년, 한국도로공사)

: 동상방지층은 동결융해작용에 대한 포장파손을 방지키 위해 노상상층부를 이루는 동상방지층 공사에 적용

3. 문제점

가. **설계기준은 동상방지층을 노상에 포함**하고 있으나, **현 설계시 동상방지층을 노상(1m)과 별도로 적용**



: 동상방지층을 노상(1m)과 별도로 적용

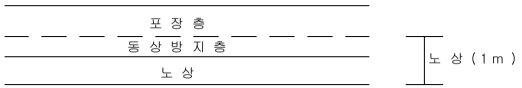
☞ **동상방지층** : 동결심도와 포장두께 차이만큼 설치

나. 비경제적인 설계가 불가피

다. 국도(건교부) 설계시에는 동상방지층을 노상에 포함 : 적용이 상이

4. 적용방안 검토

가. 동상방지층은 노상 상부의 동상우려시 설치하는 층으로, 도로설계편람·도로설계요령 등과 같이 **노상(1m)에 포함해 적용함이 타당함.**



나. 동상방지층을 노상에 포함시, **동상방지층 두께 만큼에 대하여 변경 적용**

: **노상 → 노체**

※ 노상 다짐도 : 최대건조밀도의 95%이상(노체 : 90%이상)

경 제 성 검 토

(1m당)

구 분	【 기 존 】	【 개 선 방 안 】
	동상방지층 : 노상에서 제외 ⇨ 노상층 100cm	동상방지층 : 노상에 포함 ⇨ 동상방지층+노상층=100cm
설계단면	- 동상방지층=23cm - 노상=100cm	- 동상방지층=23cm - 노상=77cm - 노체=23cm
공 사 비	45,075원	43,156원(감1,919원)

☞ 88올림픽고속도로(담양~성산간) 자료 참조

다. **동상방지층에 대한 개선된 노상지지력 적용방안(아스콘 포장) 수립 필요**

1) 현 설계시(아스콘 포장) 동상방지층의 지지력 반영에 일관성이 없음

⇨ 건교부: 일부 적용, 도공: 미적용

※ 도로설계편람【아스콘 포장 : 건교부, 2000년】

: 동상방지층을 노상에 사용시 **개선된 노상지지력 값을 산정**

2) 콘크리트포장 설계시에는 노상과 선택재료층, 선택층과 린콘크리트 각각의 복합K치를 산정하여 적용중임.

3) 실제 **양질의 재료를 사용하고 있음을 고려시 설계기준 보완 필요**

4) **개선된 노상지지력 반영시** 전체 포장두께에 미치는 영향은 크지 않은것으로 판단됨.

【 개선 노상지지력 반영시 포장두께 산정현황 】

구 분	포장두께	합성CBR			비고
		동상방지층 (20cm)	동상방지층 (30cm)	동상방지층 (40cm)	
계	**50**	**51**	**50**	**49**	
표층	5	5	5	5	
중간층	7	7	7	7	
기층	16	16	16	16	
보조기층	22	23	22	21	

※ 동상방지층 CBR값 : "20"을 적용(도로설계편람: 건교부, 2000년)

5. 검토결론

가. 동상방지층을 **노상(1m)에 포함하여 적용.**

⇨ 표준도 변경 : 노상 표기시 동상방지층 두께를 포함한 1.0m로 표기

나. **양질의 동상방지층 지지력증가**를 **고려한** 노상지지력 적용(아스콘 포장)

: 동상방지층 CBR값은 잠정적으로 "20" 적용

※ 동상방지층 CBR값 : 도로교통기술원 자문을 통해 적용기준 정립 예정

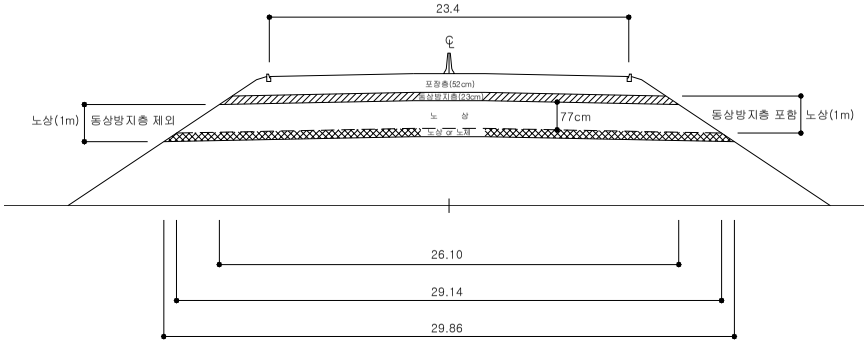
6. 적용방안

□ 설계중인 노선부터 개선방안 적용

【 공사비 산출 】

■ **경제성 검토**

수 량 및 단 가 산 출 근 거



	구 분	수 량(1m당)	단 가	소 계	합 계
동상방지층 포함	노 상	21.267m^3	1,611원	34,261.1원	43,156원
	노 체	6.785m^3	1,311원	8,895.1원	
	구 분	수 량(1m당)	단 가	소 계	합 계
동상방지층 포함	노 상	27.980m^3	1,611원	45,075.8원	45,075원
	노 체	-	1,311원	-	

- 88올림픽 고속도로(담양~성산간) 고속도로 건설공사(제7공구)

동상방지층 포함(1m당)

노 상 : (26.10 + 29.14) × 1/2 × 0.77 = 21.267m^3

노 체 : (29.14 + 29.86) × 1/2 × 0.23 = 6.785m^3

동상방지층 제외(1m당)

노 상 : (26.10 + 29.86) × 1/2 × 1.00 = 27.980m^3

2-8 터널내 포장설계기준 검토

방 침
설계처-1336
('06. 5. 29)

1. 검토목적

터널내 포장설계에 대한 건교부의 지침제정에 따라 우리공사의 적용 방안을 검토코자 함

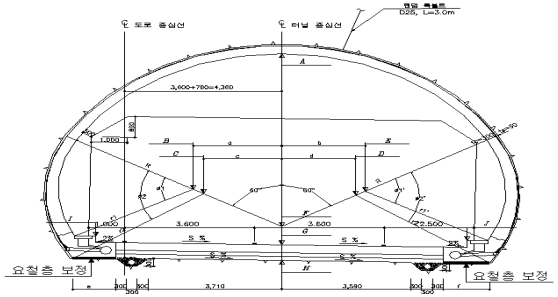
※『터널내 포장설계 지침』: 건설교통부('05. 9)

2. 추진경위

○ '91. 5. 11 터널내 동상방지층 설치 검토(설계기16202-82호)
- 동상방지층 15cm포설(요철고르기 반영: 5cm)

○ '02. 4. 1 고속도로 포장형식 선정기준 검토(설계도 10201-151)
- 노선별「포장형식 심의위원회」구성 및 포장형식결정

○ '05. 3. 17 터널 공동구 바닥부 여굴 처리방안 검토(설계처-690호)
- 여굴 면고르기(빈배합콘크리트 10cm) 반영



○ '05. 9 터널내 포장설계지침(건교부)
- 포장단면 변경
- 동상방지층 적용구간 변경
- 포장재료 변경
- 터널 입·출구부 결빙보완대책 수립 등

3. 지침 및 우리공사 적용기준 비교

가. 단면설계

구 분		건교부 지침	우리공사 적용기준	비고
일반사항		○**콘크리트포장을 원칙** (연장 500m이하 : 시공성 등을 고려하여 터널 전·후 구간과 동일적용 가능)	○포장형식의 획일적 적용을 지양하고 노선별 특성을 고려하여 선정 (포장형식 선정기준 검토: '02. 4)	
포장구성	콘크리트 포장	콘크리트 슬래브 **시멘트안정처리 필터층 or 필터층**	콘크리트 슬래브 린콘크리트 동상방지층	
	아스팔트 포장	아스팔트 표층 (중간층 포함) 아스팔트 기층 **필터층**	아스팔트 표층 (중간층 포함) 아스팔트 기층 보조기층	
단면설계	콘크리트 포장	○하부형식 -시멘트안정처리 필터층 : 15~25cm(설계시 15cm) 필터층: 15cm -용수량에 따른 필터두께 용수량(㎥/분/km) / 필터층(cm): 0.5 미만 / 15; 0.5~1.5 / 20; 1.5초과 / 25 ※시공시 용수량에 따라 조정	-	
	아스팔트 포장	○하부형식 -필터층: 15~25cm (설계시 15cm) ※시공시 용수량에 따른 두께 조정은 콘크리트포장과 동일	-	

구 분	건교부 지침	우리공사 적용기준	비고
요철층 보정	○용수 많은구간 : 빈배합 콘크리트, 시멘트 안정처리 필터층 ○기타구간 : 필터층	○바닥면 요철구간 면고르기 : 동상방지층재 5cm ○공동구 바닥 : 5종 콘크리트 10cm	
동상방지층 설치연장	○입구부 : 50m ○출구부 : 기후, 환경여건을 고려 설치 ※ 상·하행 비분리 터널 : 입·출구부 설치	○입·출구부 50m 설치	
입·출구부 결빙보완대책	○일조량이 적은 결빙예상구간 : 종방향그루빙, 융설시스템 등 보완대책 검토	-	

나. 포장재료

구 분	건교부 지침	우리공사 적용기준	비고
필터층	○입도 호칭치수(mm) / 체통과 중량 백분율(%) 50 / 100 40 / 80~100 20 / 55~90 5 / 30~65 2 / 20~50 0.4 / 5~25 0.08 / 0~4 ○다짐도 : 최대건조밀도 95% 이상	-	
시멘트 안정처리 필터층	○일축압축강도 : 30kg/㎠ ○입도 : 필터층과 동일 ○배합설계 : 시멘트안정처리기층과 동일	-	

4. 지침적용상 문제점

가. 용출수량 산정을 위해 터널 보링조사시 지하수량 검사 필요

나. 지역별 특성 및 터널연장에 따라 터널내 온도가 전체적으로 포장층 동결에 영향을 줄 우려가 있음

다. 바닥면 요철보정관련 적용기준(두께)이 미흡

라. 입·출구부 결빙발생 우려구간에 대한 세부 보완방안수립 필요

5. 검토결론

가. 검토의견

1) 전체적으로 건교부 지침을 적용하되, 세부 적용사항에 대해서는 다음과 같음

구 분	시 행 방 안	비고
터널내 포장형식	선정절차(심의위원회)는 현재와 동일 적용	
포장구성	건교부 지침 적용	
단면설계	○콘크리트 포장 : 시멘트안정처리 필터층 ○아스팔트 포장 : 필터층 ⇨ 설계시 두께는 용수량을 고려 20cm 적용 (시공시 용수량에 따라 조정)	
요철층 보정	○적용재료 및 두께 : 시멘트안정처리 필터층, 두께 10cm ○공동구하부 : 우리공사 기준적용(5종콘크리트, 10cm)	※불임 자료별첨
입·출구부 결빙보완대책	○그루빙 등의 검토를 통해 노선별로 적용방안 수립 : 향후 세부적용방안 시행예정 ※ 융설시스템 : 기활용구간 분석예정(도로처)으로, 결과 도출시까지 가능한 적용을 지양	
포장재료 기준	건교부 지침 적용	

2) 미적용 및 추가검토 필요사항

구 분	시 행 방 안	비고
동상방지층 설치연장	우리공사 기준적용 : 도로교통기술원 자문을 통해 적용방안 수립예정 (지역특징, 터널연장 등에 따른 검토추진)	미적용
용출수량 산정방안	최적설계와 설계변경 최소화를 위해 세부검토 추진	추가검토
입·출구부 결빙보완대책	현 운영중인 융설시스템 개선방안 등을 포함한 종합적인 검토를 통해 시행방안 수립	추가검토

나. 적용방안

○ 설계중인 노선 : 시행방안 적용

○ 공사중인 노선 : 주관부서에서 적용여부 판단

6. 향후 추진계획

○ **지침관련 세부검토 추진** : '06 현재 ~ '08. 5

- 터널내 용출수량 산정에 대한 개선방안 검토
  - 관련자료(용출수량 산정관련) 조사 : '06. 6까지
  - 개선방안 검토 : '06. 7 ~ 8
  - 방침수립 : '06. 9
- 동상방지층 설치구간 검토
  - 외기온도 영향권 세부조사(도로교통기술원) : '06.11 ~ '08. 3
  - 개선방안 검토 : '08. 4
  - 방침수립 : '08. 5
- 터널 입·출구부 결빙 보완대책
  - 관련자료 조사 : '06. 8까지

    ※ 기존 융설시스템의 개선방안 포함(도로처 시행예정)
  - 개선방안 검토 : '06. 9 ~ 10
  - 방침수립 : '06. 11

○ **시방서 개정요청(도로교통기술원)** : '06. 12

○ **터널내 포장설계기준 작성** : '07. 1 ~ '07. 3

붙임 1. 터널내 포장설계 지침(건교부)

2. 터널내 요철면 보정방안

3. 관련자료

2-8 터널내 포장설계기준 검토

방 침
설계처-1336
('06. 5. 29)

1. 검토목적

터널내 포장설계에 대한 건교부의 지침제정에 따라 우리공사의 적용 방안을 검토코자 함

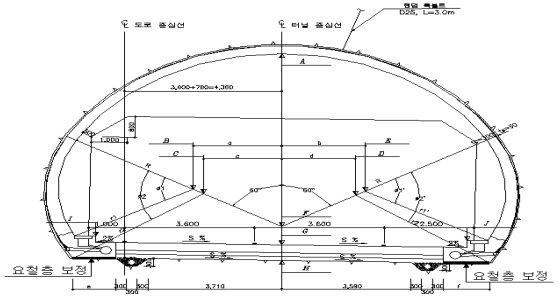
※『터널내 포장설계 지침』: 건설교통부('05. 9)

2. 추진경위

○ '91. 5. 11 터널내 동상방지층 설치 검토(설계기16202-82호)
- 동상방지층 15cm포설(요철고르기 반영: 5cm)

○ '02. 4. 1 고속도로 포장형식 선정기준 검토(설계도 10201-151)
- 노선별「포장형식 심의위원회」구성 및 포장형식결정

○ '05. 3. 17 터널 공동구 바닥부 여굴 처리방안 검토(설계처-690호)
- 여굴 면고르기(빈배합콘크리트 10cm) 반영



○ '05. 9 터널내 포장설계지침(건교부)
- 포장단면 변경
- 동상방지층 적용구간 변경
- 포장재료 변경
- 터널 입·출구부 결빙보완대책 수립 등

3. 지침 및 우리공사 적용기준 비교

가. 단면설계

구 분		건교부 지침	우리공사 적용기준	비고
일반사항		○**콘크리트포장을 원칙** (연장 500m이하 : 시공성 등을 고려하여 터널 전·후 구간과 동일적용 가능)	○포장형식의 획일적 적용을 지양하고 노선별 특성을 고려하여 선정 (포장형식 선정기준 검토: '02. 4)	
포장구성	콘크리트 포장	콘크리트 슬래브 **시멘트안정처리 필터층 or 필터층**	콘크리트 슬래브 린콘크리트 동상방지층	
	아스팔트 포장	아스팔트 표층 (중간층 포함) 아스팔트 기층 **필터층**	아스팔트 표층 (중간층 포함) 아스팔트 기층 보조기층	
단면설계	콘크리트 포장	○하부형식 -시멘트안정처리 필터층 : 15~25cm(설계시 15cm) 필터층: 15cm -용수량에 따른 필터두께 용수량(㎥/분/km) / 필터층(cm): 0.5 미만 / 15; 0.5~1.5 / 20; 1.5초과 / 25 ※시공시 용수량에 따라 조정	-	
	아스팔트 포장	○하부형식 -필터층: 15~25cm (설계시 15cm) ※시공시 용수량에 따른 두께 조정은 콘크리트포장과 동일	-	

구 분	건교부 지침	우리공사 적용기준	비고
요철층 보정	○용수 많은구간 : 빈배합 콘크리트, 시멘트 안정처리 필터층 ○기타구간 : 필터층	○바닥면 요철구간 면고르기 : 동상방지층재 5cm ○공동구 바닥 : 5종 콘크리트 10cm	
동상방지층 설치연장	○입구부 : 50m ○출구부 : 기후, 환경여건을 고려 설치 ※ 상·하행 비분리 터널 : 입·출구부 설치	○입·출구부 50m 설치	
입·출구부 결빙보완대책	○일조량이 적은 결빙예상구간 : 종방향그루빙, 융설시스템 등 보완대책 검토	-	

나. 포장재료

구 분	건교부 지침	우리공사 적용기준	비고
필터층	○입도 호칭치수(mm) / 체통과 중량 백분율(%) 50 / 100 40 / 80~100 20 / 55~90 5 / 30~65 2 / 20~50 0.4 / 5~25 0.08 / 0~4 ○다짐도 : 최대건조밀도 95% 이상	-	
시멘트 안정처리 필터층	○일축압축강도 : 30kg/㎠ ○입도 : 필터층과 동일 ○배합설계 : 시멘트안정처리기층과 동일	-	

4. 지침적용상 문제점

가. 용출수량 산정을 위해 터널 보링조사시 지하수량 검사 필요

나. 지역별 특성 및 터널연장에 따라 터널내 온도가 전체적으로 포장층 동결에 영향을 줄 우려가 있음

다. 바닥면 요철보정관련 적용기준(두께)이 미흡

라. 입·출구부 결빙발생 우려구간에 대한 세부 보완방안수립 필요

5. 검토결론

가. 검토의견

1) 전체적으로 건교부 지침을 적용하되, 세부 적용사항에 대해서는 다음과 같음

구 분	시 행 방 안	비고
터널내 포장형식	선정절차(심의위원회)는 현재와 동일 적용	
포장구성	건교부 지침 적용	
단면설계	○콘크리트 포장 : 시멘트안정처리 필터층 ○아스팔트 포장 : 필터층 ⇨ 설계시 두께는 용수량을 고려 20cm 적용 (시공시 용수량에 따라 조정)	
요철층 보정	○적용재료 및 두께 : 시멘트안정처리 필터층, 두께 10cm ○공동구하부 : 우리공사 기준적용(5종콘크리트, 10cm)	※불임 자료별첨
입·출구부 결빙보완대책	○그루빙 등의 검토를 통해 노선별로 적용방안 수립 : 향후 세부적용방안 시행예정 ※ 융설시스템 : 기활용구간 분석예정(도로처)으로, 결과 도출시까지 가능한 적용을 지양	
포장재료 기준	건교부 지침 적용	

2) 미적용 및 추가검토 필요사항

구 분	시 행 방 안	비고
동상방지층 설치연장	우리공사 기준적용 : 도로교통기술원 자문을 통해 적용방안 수립예정 (지역특징, 터널연장 등에 따른 검토추진)	미적용
용출수량 산정방안	최적설계와 설계변경 최소화를 위해 세부검토 추진	추가검토
입·출구부 결빙보완대책	현 운영중인 융설시스템 개선방안 등을 포함한 종합적인 검토를 통해 시행방안 수립	추가검토

나. 적용방안

○ 설계중인 노선 : 시행방안 적용

○ 공사중인 노선 : 주관부서에서 적용여부 판단

6. 향후 추진계획

○ **지침관련 세부검토 추진** : '06 현재 ~ '08. 5

- 터널내 용출수량 산정에 대한 개선방안 검토
  - 관련자료(용출수량 산정관련) 조사 : '06. 6까지
  - 개선방안 검토 : '06. 7 ~ 8
  - 방침수립 : '06. 9
- 동상방지층 설치구간 검토
  - 외기온도 영향권 세부조사(도로교통기술원) : '06.11 ~ '08. 3
  - 개선방안 검토 : '08. 4
  - 방침수립 : '08. 5
- 터널 입·출구부 결빙 보완대책
  - 관련자료 조사 : '06. 8까지

    ※ 기존 융설시스템의 개선방안 포함(도로처 시행예정)
  - 개선방안 검토 : '06. 9 ~ 10
  - 방침수립 : '06. 11

○ **시방서 개정요청(도로교통기술원)** : '06. 12

○ **터널내 포장설계기준 작성** : '07. 1 ~ '07. 3

붙임 1. 터널내 포장설계 지침(건교부)

2. 터널내 요철면 보정방안

3. 관련자료

2-9 부체도로 포장줄눈 설계기준 검토

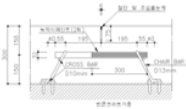
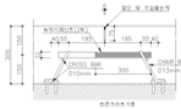
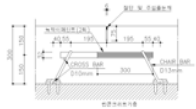
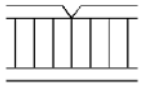
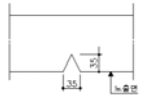
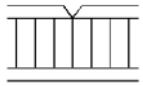
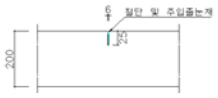
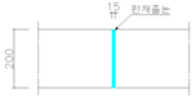
방 침
설계처-1481
('06. 6. 14)

1. 검토배경

콘크리트 포장공법의 부체도로에 적용하고 있는 줄눈의 설치기준이 관련규정간 상이할 뿐만아니라, 본포장이나 콘크리트 구조물의 줄눈 설치기준과도 차이가 있어, 이에 대한 설계기준을 정립코자함

※감사지적사항(감사실-1254, '05.8.9)
시공성 및 품질관리 측면을 고려한 줄눈 설치간격 및 시공방법(컷팅처리) 변경

2. 관련규정 현황

구 분		도로설계편람 (건교부)	국도건설공사 설계실무요령(건교부)	도로설계요령 (한국도로공사)
본선 포장	단면			
	줄눈간격	6m	6m	6m
	시공방법	컷팅(6m/m)후 실런트 주입	컷팅(6m/m)후 실런트 주입	컷팅(6m/m)후 실런트 주입
구조물 시 공	단면			
	줄눈간격	5m	5m	5m
	시공방법	V형 홈	V형 홈	V형 홈
부체 도로	단면	-		
	줄눈간격	5m	5m	5m
	시공방법	-	컷팅(6m/m) 후 실런트 주입	판재(200×15)

3. 검토내용 및 결론

□ 줄눈간격

도로설계요령(도공), '86 AASHTO

무근콘크리트포장의 줄눈간격(m 단위)을 산정하는 개략적인 방법은 슬래브 두께(cm 단위)를 0.24배하여 그 값을 그대로 m값으로 하여 그 값을 초과하지 않는 범위로 정할 수 있다.
⇒ 20cm x 0.24 = 4.8m ≒ 5.0m

국도설계실무요령(건교부), '93 AASHTO

무근콘크리트포장의 줄눈간격을 선정할 때 임시적인 방법은 Slab두께(inch)를 2배로 하여 그 값을 ft값으로 하여 그 값을 초과하지 않는 범위로 정할 수 있다.
⇒ (20cm ×2)÷ 2.54 inch = 15.7ft = 4.72m ≒ 5m

'92.6 미육(공)군 야전교범 (Pavement Design for Road)

무근콘크리트 포장두께가 9inch(22.86cm) 이하인 경우 신축줄눈간격은 12½(ft)~15ft(3.81m~4.57m)이 적정함

도로설계편람(건교부)

부체도로는 콘크리트 포장의 경우 일반적으로 줄눈간격은 5m로 한다.
※ 도로설계편람에는 구체적인 산출근거 없음

☞ 포장의 수축줄눈 간격은 포장슬래브 두께가 중요한 요소이므로 부체도로의 수축줄눈 간격은 본선포장의 수축줄눈 간격(6m)과 다르게 적용하는 것이 타당하며, 현 설계대로 5m를 유지함

□ **줄눈역할**

- ㅇ 부체도로에 설치하는 수축줄눈은 포장에 발생하는 응력을 완화시키거나 균열을 규칙적으로 일정한 장소로 유도하기 위한 줄눈으로,
- ㅇ 콘크리크 구조물의 건조수축에 의한 균열을 억제하기 위해 15~20m 간격으로 설치하는 신축이음과는 역할이 다름

□ **줄눈재료**

- ㅇ 우리공사에서 적용하고 있는 부체도로 줄눈재(판재)에 대한 적용근거가 불명확한 실정이어서,
- ㅇ 시공성에서 유리하며, 국도 등 현장에서 적용하고 있는 **컷팅 후 실런트 주입에 의한 방식으로 변경**하는 것이 타당할 것으로 판단됨

※ 컷팅후 실런트 주입 : 컷팅+백업재+충진재

4. 적용방안

- ㅇ 실시설계중 및 설계완료후 미발주노선 : 본 방침 적용
- ㅇ 공사중인 노선 : 공사주관부서 판단

붙 임 : 1. 관련규정

2. 단가비교 검토

2-10 중앙분리대 기초부 설계기준 변경

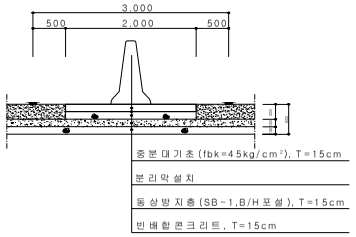
방 침
설계처-3031
('06. 11. 23)

1. 검토배경

중앙분리대 기초부는 동상방지층을 포설한 후 기초콘크리트(fbk=45kgf/㎠)를 기계포설토록 설계하고 있으나 실시공시에는 설계와 다르게 적용하고 있어, 이에 대한 개선방안을 수립코자함

※ 감사지적사항(감사실-538, '06.3.21)
- 작업공간이 협소하여 포설 및 다짐에 어려움
- 설계와 다르게 시공(슬럼프변경 및 아지데이터 운반)

2. 현설계 및 문제점

구 분	현 설 계	문 제 점
개 요	예)콘크리트포장구간 ○ 기초콘크리트 (fbk=45kgf/㎠, T=15cm) ○ 동상방지층 (B/H포설, T=15cm)	○ 작업공간이 협소(2.0m) 하여 동상방지층 포설/다짐 곤란 ○ 저 슬럼프의 포장콘크리트 기계포설에 따른 시공성 불리 : 고속도로 및 국도 현장에서 실시공시 슬럼프변경에 의한 구조물용 콘크리트 사용 ○ 확장공사구간 및 유지관리시 포장콘크리트 확보에 어려움 ○ 주행차량의 하중이 연속재하하지 않는 구간으로 포장콘크리트 적용 필요성 논란
단 면		

4. 검토결론

○ 중분대기초 시공시 협소한 작업공간(2m)에서의 동상방지층 포설/다짐에 따른 문제점과 저 슬럼프의 포장콘크리트 기계포설에 따른 시공성 측면을 감안하고,

○ 적설한랭지에서의 염화물계 제설제에 의한 중분대기초 파손 증가 및 경제성 측면을 종합적으로 고려하여 1안으로 변경하는 것이 타당한 것으로 판단됨

중분대기초부 설계기준 변경

◈ 현설계 : 기초콘크리트 (fbk=45kgf/㎠, T=15cm)+동상방지층(B/H포설,T=15cm)
◈ 변 경 : 기초콘크리트(fck=270kgf/㎠, T=30cm)

※ 중분대개구부 등 구간은『긴급용 개구부 설치방안 검토』(설계설10202-129, '04.5.6) 적용

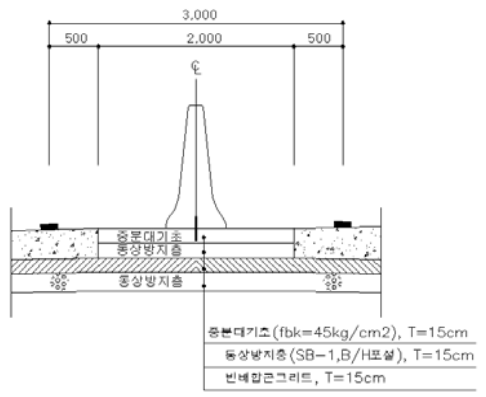
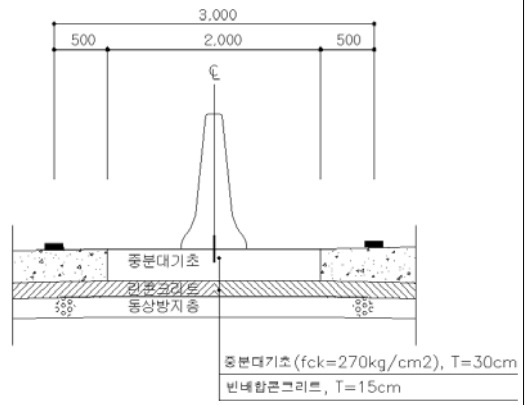
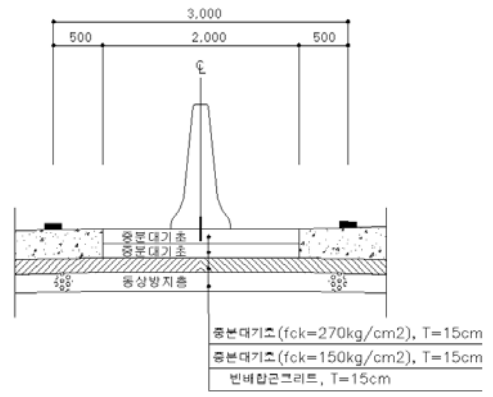
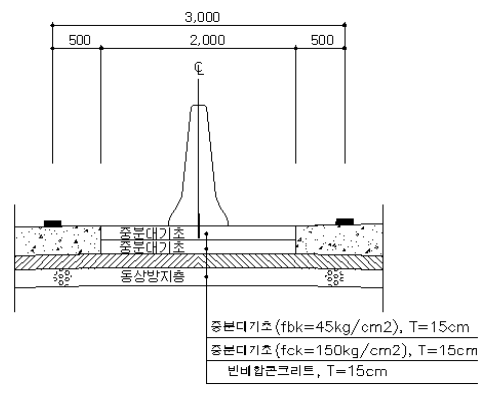
○ 다만, 현재 도로교통기술원에서 수행중인『고성능콘크리트 교량구조물 현장적용』연구경향 및 휨강도와 압축강도의 상관관계 등을 고려하여, 추후 중앙분리대 기초부의 품질 및 시공성 향상 방안에 대하여 추가 검토가 필요할 것으로 사료됨

5. 적용방안

○ 실시설계중 및 설계완료후 미발주노선 : 본 방침 적용
○ 공사중인 노선 : 공사주관부서 판단

별 첨 : 참고자료 및 경제성 비교

3. 개선방안 검토

구 분	현 설 계	1안	2안	3안	비 고
개 요	○ 기초콘크리트 (fbk=45,T=15cm) ○ 동상방지층 (B/H포설,T=15cm)	○ 기초콘크리트 (fck=270,T=30cm)	○ 기초콘크리트 (fck=270,T=15cm) ○ 5종콘크리트 (fck=150,T=15cm)	○ 기초콘크리트 (fbk=45,T=15cm) ○ 5종콘크리트 (fck=150,T=15cm)	
단 면					
장·단점	○ 작업공간이 협소(2.0m) 하여 동상방지층 포설 및 다짐이 곤란 ○ 저 슬럼프의 포장콘크리트 기계포설에 따른 시공성 불리 ○ 시공이 복잡(2단계 시공) : 기초콘크리트(포장용)+동상방지층 ○ 초기공사비 저렴	○ 동상방지층 포설/다짐 문제 해결 ○ 구조물용 콘크리트 사용에 따른 기초콘크리트 시공성 개선 ○ 시공이 간단(1단계 시공) : 기초콘크리트(1종) ○ 초기공사비 증가(증19백만원)	○ 동상방지층 설치구간을 5종콘크리트 사용으로 동상방지층 포설/다짐 문제 해결 ○ 구조물용 콘크리트 사용에 따른 기초콘크리트 시공성 개선 ○ 시공이 복잡(2단계 시공) : 기초콘크리트(1종)+5종 ○ 초기공사비 증가(증23백만원)	○ 동상방지층 설치구간을 5종콘크리트 사용으로 동상방지층 포설/다짐 문제 해결 ○ 저 슬럼프의 포장콘크리트 기계포설에 따른 시공성 불리 ○ 시공이 복잡(2단계 시공) : 기초콘크리트(포장)+5종 ○ 초기공사비 증가(증26백만원)	( ): 현설계대비
경제성 (천원/㎞)	49,755	68,757	73,499	76,246	

2-11 저 토피고 BOX 설치구간 동결에 따른 포장융기 방지 방안

방 침
설계처-3370
('06. 12. 19)

1. 검토배경

'05. 12 서해안고속도로 구간의 폭설 및 한파(寒波)로 低 토피부 BOX 설치 구간에 동결로 인한 포장융기 및 균열이 발생.

2. 피해발생현황

가. 피해보고지역

○ 발생구간 : 호남지역본부 부안·함평·전주지사 관내 서해안고속도로구간

○ 피해현황

구 분	피해개소/구간	파 손 형 태	토피고(m)	비 고
계	**21개소/34km**	**포장융기 및 균열발생**	**0.9~2.25**	
부안지사	13개소/19km	○포장융기(0.8~5.0cm) ○포장융기(3.0~4.46cm) 및 균열	0.9~2.25	암거구간
함평지사	7개소/15km	포장융기(0.5~2.0cm)	1.0~1.40	
전주지사	1개소/정읍TG	포장융기(6.0cm) 및 균열	0.9	

※ 피해발생 위치 대부분 직선구간임 : 곡선부 1개소

나. 유사피해 발생조사구간

구 분	피해개소	파손형태	발생시기	토피고(m)	비 고
계	**7개소**	**포장융기 및 균열**		**0.6~1.30**	
충청본부	4개소(논산·보령지사)	포장융기(0.5~2.5cm) 및 균열	'06. 1	0.8~1.30	암거구간
경기본부	1개소(시흥지사)	포장융기(2.5cm)	'06. 3	1.11	
경남본부	2개소(산청지사)	포장융기 및 균열	'05. 12	0.6~0.7	

※ 각 지역본부 조사결과 자료.

3. 원인분석

가. 기후조건 검토

1) 동결기간 및 동결지수

피해가 발생한 시기의 기후여건이 일반적인 경우에 비하여 큰 차이가 없음



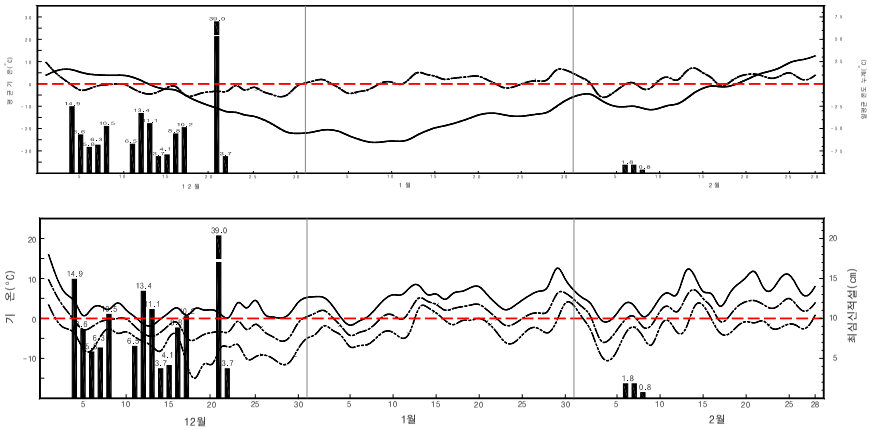
【 피해구간의 인접 측후소 자료조사 결과 】

구분	피해발생시기 ('05.12~'06.2)		지역별동결지수선도 (30년 관측자료)	
	동결 지수	동결 기간(일)	동결 지수	동결 기간(일)
군산	**110**	**36**	194.9	61
부안	**81**	**35**	244.7	61
광주	**42**	**28**	141.4	55

※**동결지수** : 대기온도 강도와 지속기간의 누가 영향(시간곡선상의 최고점과 최저점 차이)

2) 적설량

피해지역 인근(군산, 부안, 광주)측후소 자료분석결과 적설량(수분공급)이 많았던 것으로 분석됨



※ 막대그래프 : 적설량(cm) ☞ 부안지역('05.12~'06.2) 자료

나. 토질조건 검토

1) 피해구간의 노상토는 **40% 이상의 점토를 함유, 0.5cm/hr 이하의 투수속도**를 가진 토양으로 분석.

☞ 성토재에 의한 하부층 배수능력 저하 및 체류수 동결도 포장동결 원인중 하나로 작용했을 것으로 추정됨.

1차로	**통 로**
2차로	**암 거**
갓 길	

시료채취위치

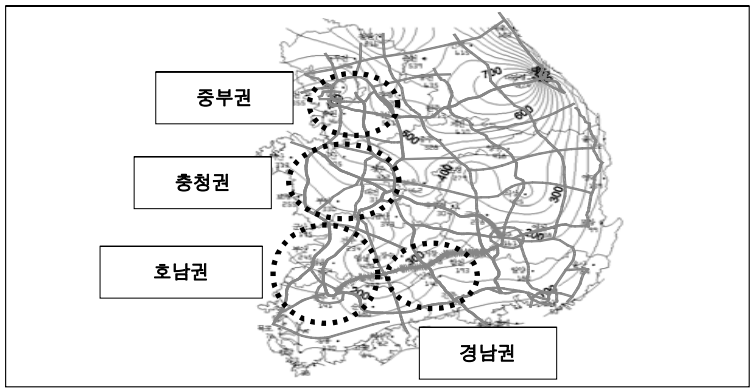


※ '06. 9. 7 도로교통기술원・설계처 현장조사 시행

2) 성토재료도 동결에 영향은 미치나, 유사한 도로조건(토피고)을 가진 구간에서는 동결발생 가능성이 동일하여 근본적인 대책수립 필요.

다. 피해지역 분석

1) 피해발생구간 현황도



2) 포장동결 피해는 **강원도, 경상북도, 전라도 일부지역을 제외한 전지역에서 발생**

※ 동결피해는 대부분 **동결지수가 약 150 이상 지역으로 분석됨**

3) **피해발생구간**은 주간에 영상기온으로 수분침투가 용이하고, 야간의 포장체 내부온도 저하로 인한 것으로 사료됨

4) **경북중 대구남측은 적은 적설량과 높은 대기온도로, 대구북측과 강원도는** 지속적인 동결로 인한 수분유입 차단으로 발생치 않은 것으로 판단됨.

라. 분석결과

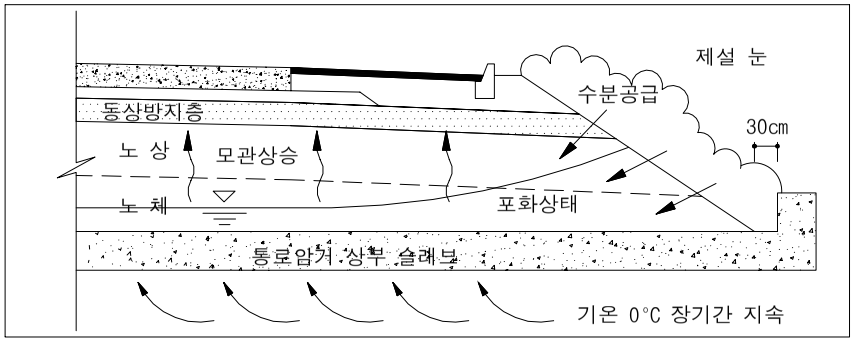
1) 동상은 0℃이하 기온의 장기간 지속, 충분한 수분유입 및 동결피해에 취약한 토질조건과 같은 요소가 동시 만족시에 발생

※'05. 12 서해안에 많은 수분공급(폭설)과 지속적인 한파가 있었음

2) 또한 전국적인 조사결과에서와 같이 주・야간 기온이 영상・영하를 반복하는 대부분 지역에서 동상피해 발생

3) 수분의 주공급원으로는 **사면에 적설된 눈**으로 판단되며, 동결피해는 **토피고가 낮은(0.9~2.25m) 암거상부 배수불량**과 **낮은 기온**으로 인해 **생성된 Ice Lenses 부피팽창**으로 분석됨

: 물은 얼음으로 고체화하면서 약 9%의 부피팽창 유발



4) 또한 **토피고가 낮은 암거구간**에서는 일반 토공부와 같이 **지열에 의한 동결 지연과 방지를 기대할 수 없음**

4. 문제점

가. 외부로부터 포장체로의 **수분유입은 불가피하게 발생**

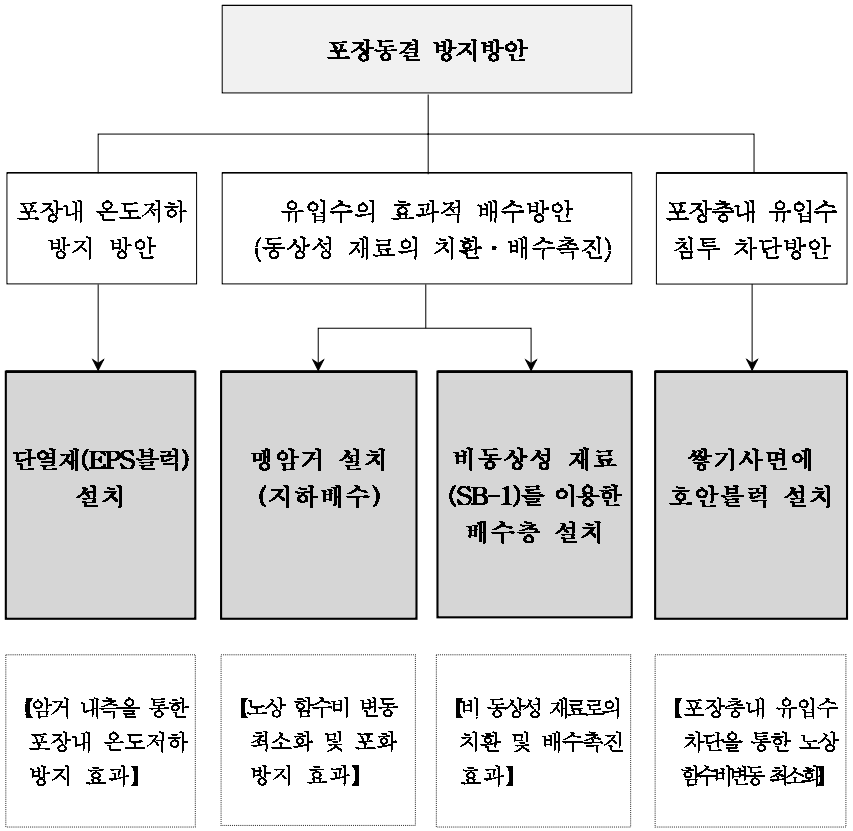
나. 저토피 암거구간은 **상부 슬래브에서 포장부로의 외기온도 영향**으로, 유입수에 의한 **동상(frost heaving) 발생가능성 상존**

5. 방지대책 검토

【 추진방향 】

포장내 온도저하 방지, 유입수 차단, 동상성재료 치환 등의 **동상방지 방안에 대한 세부검토를 통해 효율적이며 경제적인 동상방지대책을 수립**

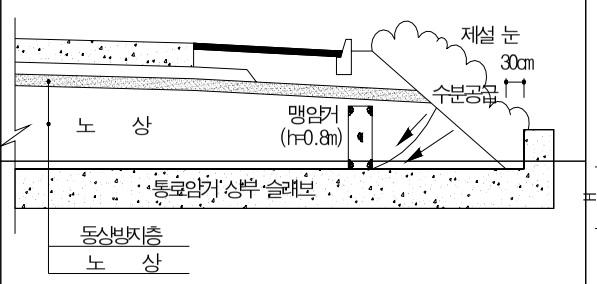
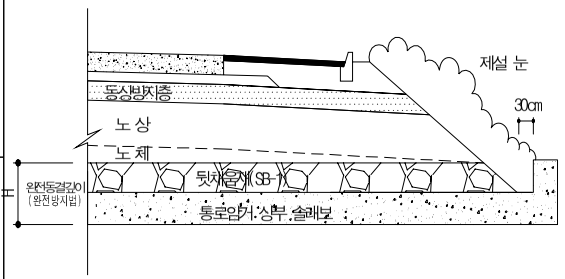
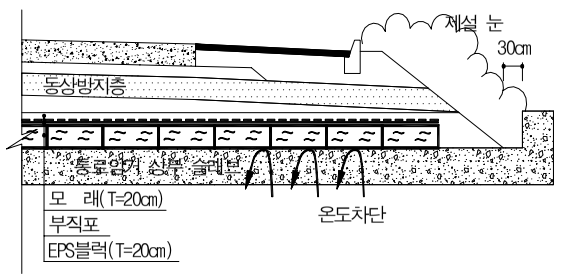
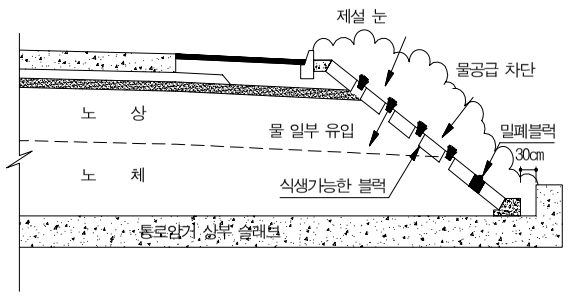
가. 검토방안



나. 방지대책

1) 대책안 검토

※ 토피고 2.0m 기준(4차로 기준)

구 분	유입수의 효과적 배수방안(동상성 재료의 치환)		포장내 온도저하 방지 방안	포장층내 유입수 침투 차단방안	비고
	맹암거 설치(40cm×80cm)	혼합골재(SB-1) 포설	단열재(EPS블럭)설치 : T=20cm	식생호안블럭 설치	
개 요	포장층내 침투한 유입수의 맹암거를 통한 신속한 배수	비동상재료를 이용한 유입수의 신속한 배수	보온재인 EPS블럭을 사용하여 슬래브 상단으로의 낮은기온 전달 차단	법면에 식생호안블럭을 설치하여 유입수를 차단	
개 념 도					
장·단점	○맹암거 시공으로 동상피해 방지 가능 ○경제성 유리 ○시공성 다소 불리	○시공성 양호 ○경제성 다소 불리	○경량으로 시공성 양호 ○EPS경계부 다짐시 시공성 불리 ○국내 적용실적이 없음 ○경제성 불리	○시공성 양호 ○식재 뿌리가 원지반과 블록간 맞물림 효과 작용 ○법면처리만으로의 동상억제 효과는 적으며, 보조적인 공법으로는 적용가능 ○경제성 다소 불리	
경 제 성	공사비 저렴	공사비 다소고가	공사비 고가	공사비 다소고가	
	200,000원 / 개소당	1,200,000원 / 개소당	4,800,000원 / 개소당	1,900,00원 / 개소당	
적용사례 국내	용수가 많은 절성경계부	일반적인 시공공법(재료)	-	호안블럭(수로부 적용)	
적용사례 국외	-	-	일본 북해도	-	
검토의견	동상방지를 위한 방안으로 공법, 재료별로 검토한 결과 **신속한 지하배수로 포장 하부 물의 포화를 방지**하여 **동상을 예방할 수 있는 맹암거 설치방안**이 경제성, 효율성 측면 등에서 **적용성이 유리**할 것으로 판단됨 ※ 성토사면은 현재 적용하는 **"종자분사파종공법"**의 철저한 시공관리를 통한 유입수 최소화 병행 : 종자 2.5kg/㎡, 피복제 12kg/㎡, 침식방지안정제 6kg/㎡ 등 사용(사면의 피복 및 식생, 활착으로 유입수 최소화 가능)				

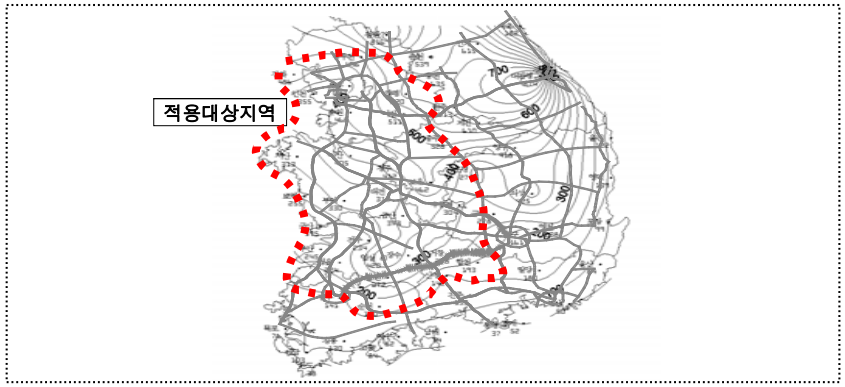
2) 세부 적용방안

□ **적용지역**

○ **서울·경기권, 경상권·충청권·전라권 일부지역**(중부내륙을 기준으로 서측 및 동결지수 150이상)으로 아래 노선도 참조

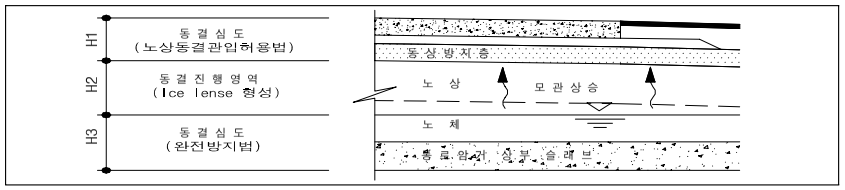
※ 중부내륙 동측은 동결경향이 강원권과 유사하여 제외

○ 대상지역은 **동상발생 가능성 사전확인 : 토피고 검토**



☞ 적용지역 이외구간에 대해서는 **별도검토를 통해 적용가능**

□ **동상영향 토피고 산정**



【 H1 + H2(1.5m) + H3 - 암거 슬래브 상부두께 】

- H1 : 노상동결관입 허용법에 의한 동결심도
- H2 : 동결진행 영역으로 모관수에 의해 빙정(Ice lenses)이 형성될 수 있는 깊이(1.5m)

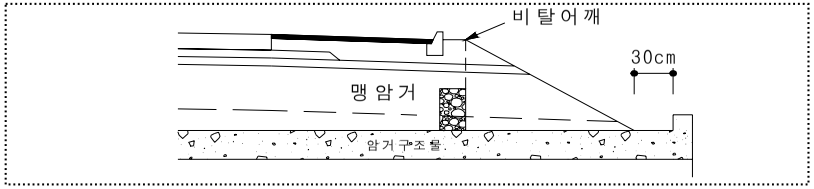
※ 노상 대부분은 모래질 흙 : 모관상승고 1.5m

- H3 : 암거 내측으로의 동결영향 깊이(완전방지법에 의한 동결심도)

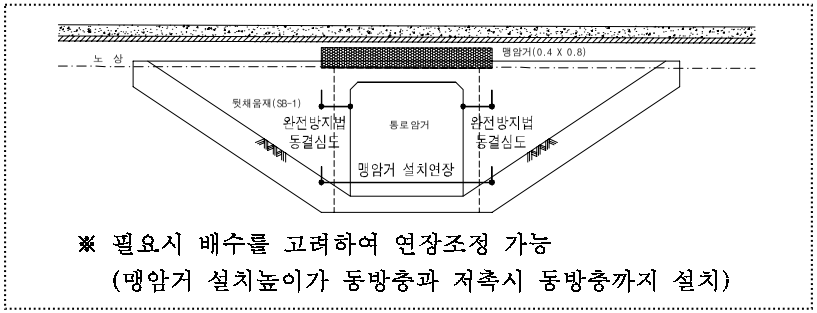
□ **맹암거 세부적용사항**

○ 설치규격 : 맹암거 규격 및 위치에 따른 암거상부 불포화 함수특성을 고려한 2차원 침투류 해석결과, 포화특성과 경제성을 고려시 **40×80cm (부직포 포함)가 적정할 것으로 분석됨**

○ 설치위치 : **비탈어깨 하단부에서 내측으로**



○ 설치연장 : **구조물 내측연장 + (2×완전방지법에 의한 동결심도)**



※ 필요시 배수를 고려하여 연장조정 가능
(맹암거 설치높이가 동방층과 저촉시 동방층까지 설치)

6. 적용방안

○ 설계완료후 미발주 및 설계중 노선 : 본 방침 적용

○ 공사 및 공용중인 노선 : 주관부서에서 적용여부 판단

2-12 터널 포오폴링 설계기준 검토

방 침
설계처-590
('06. 3. 10)

1. 검토배경

터널 굴착보조공법으로 적용하고 있는 포오폴링(Fore Poling)[1] 설치기준이 관련규정간 상이하여 터널의 안정성, 시공성 및 경제성을 감안한 설계기준을 검토코자 함.

※ 자체 감사지적사항(감사실-1896호, 05.11.28)
포오폴링 Pipe의 길이, 간격, 중첩길이 등의 설계기준 수립

2. 관련규정

구 분		터널표준시방서 (건설교통부,'99)	도로설계편람 (건설교통부,'00)	터널설계실무자료집 (한국도로공사,'95)
길 이		굴진장의 2.5~3배	굴진장의 2~3배	굴진장+1.5m
간격	종방향	매굴진장 마다	매막장 마다	매막장 마다
	횡방향	0.5m이하	0.3~0.8m	0.3~0.8m
범 위		천단부 중심으로 좌우 60°범위	굴착면 천정부에서 좌우 30°~60°범위	굴착면 천정부에서 좌우 30°~60°범위

1) 터널 천단부 굴착면 지반의 자립이 어려운 경우 굴착 천단부 안정 및 막장 전방의 지반보호를 위하여 굴착전 천단부에 종방향으로 보강재를 설치하는 공법

3. 설계적용현황 및 문제점

가. 설계적용 현황

노 선	터널명	TYPE	설치각도 (°)	길이 (m)	간 격(m)	
					종	횡
대전-당진	호계외 4	T-4	120	4	1.5	0.5
		T-5		3~4	1.2	0.5
		T-6		3~4	1.0	0.5
공주-서천	앵봉외 3	T-4	120	4.0	1.5	0.6
		T-5		4.0	1.0~1.2	0.5~0.6
		T-6		4.0	1.0	0.6
장성-담양	장성1외 2	T-3	120	3.0	1.5	0.5
		T-4		3.0	1.5	0.5
		T-5-1		3.0	1.2	0.5
		T-6		4.0	1.0	1.0
고서-담양	담양1외 1	T-5, 6	120	4.0	1.0	0.5
익산-장수	화심외 10	T-4	120	4.0	2.0~3.0	0.4~0.6
		T-5		3.0~4.0	1.0~2.0	0.4~0.6
		T-6		3.0~4.0	1.0~2.0	0.5
무안-광주	보평터널	T-4	120	4.0	1.5	0.5
		T-6		4.0	2.0	0.5
목포-장흥	영암2외 7	T-3	120	4.0	2.0	0.6
		T-5	100~120	4.0~6.0	0.0~2.4	0.5~0.6
		T-6	100~120	4.0~6.0	1.0~6.0	0.5~0.6

나. 문제점

○ 터널 굴착공법에 관계없이 포어폴링 설치

○ 노선마다 설치기준을 상이하게 적용

○ 설치범위를 터널 중심선 기준으로 적용

4. 개선방안

터널 굴착공법과 연계한 포오폴링(Fore Poling) 공법 적용

가. 터널 지반조사 결과에 따라 굴착지반의 자립이 불가능하다고 판단되는 지반에 **포오폴링 공법을** 적용할 경우 **굴착공법과 연계하여 설계하고**

○ **길 이 : 굴진장의 2.5~3배**

○ **간 격 : 횡방향 - 0.5m, 종방향 - 매굴진장 마다**

○ **범 위 : 굴착면 천정부에서 좌우 60° 범위**

○ 표준단면별 적용방안

구 분			표준단면-Ⅵ	표준단면-Ⅴ	표준단면-Ⅵ
암분류			풍화암	풍화암(토)	갱구보강용
2차로 기준	굴착공법		상·하반 분할굴착		
	1회굴진장 (상부/하부)		1.5/3.0m	1.2/1.2m	1.0/1.0m
포오 폴링	**길 이**		**4.0m**	**3.0m**	**3.0m**
	간격	**횡방향**	**0.5m**		
		종방향	**1.5m**	**1.2m**	**1.0m**
	범 위		**굴착면(SL) 천정부에서 좌우 60° 범위**		

※ SL(Spring Line) : 터널 상반 아치의 시작선, 터널 단면중 최대폭을 형성 하는선, 상부·하부 굴착면 기준선

나. **터널굴착 시공시** 굴착방법 및 지반조건 등 **현장여건에 맞게 조정**

다. 적용방안

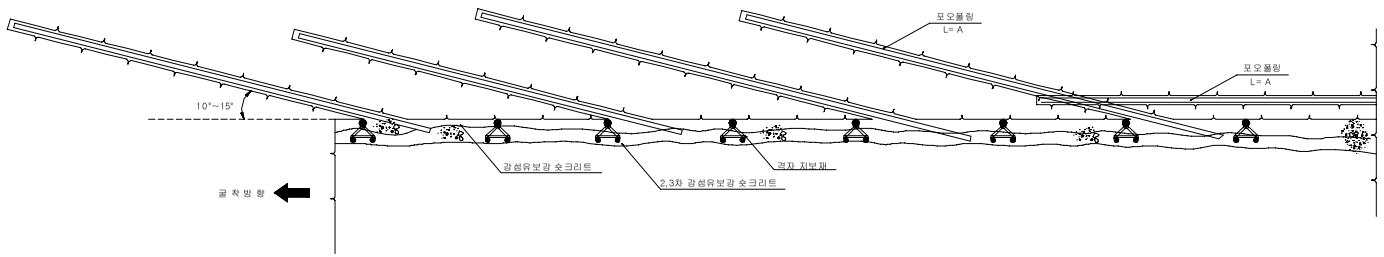
○ 설계중 또는 설계 완료후 미발주 노선 : 본 방침 적용

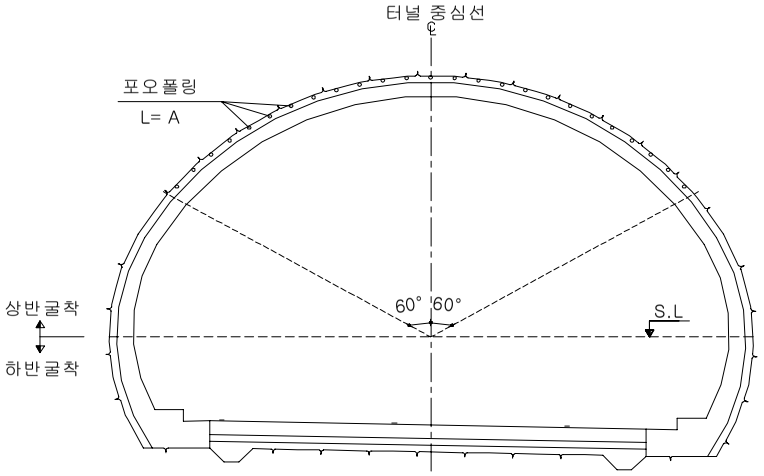
○ 공사중 노선 : 공사주관부서에서 현장여건을 고려하여 적용여부 판단

붙 임 : 포오폴링 상세도 1부.

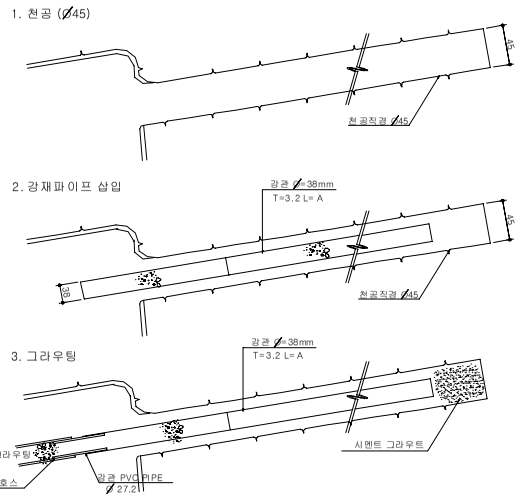
[붙 임]

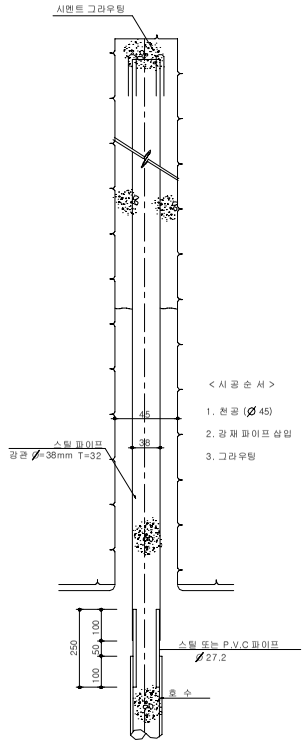
FOREPOLING 상세도





FORRPOLING 시공순서도





< 재 원 표 >

구 분	TYPE-4	TYPE-5	TYPE-6
포오폴링 길이 (A)	4.0 m	3.0 m	3.0 m
종 간 격	1.5 m	1.2 m	1.0 m
횡 간 격	C.T.C 0.5 m	C.T.C 0.5 m	C.T.C 0.5 m

△					
△					
△					
△	00/00/00				
개정번호	날짜	내 용	작성자	검토자	확인자

한국도로공사 KOREA HIGHWAY CORPORATION

공사명			
설계사			
시공사			
도면명	FOREPOLING 상세도		
분 야	터널	단 계	
공구명		도면번호	
축 척	NONE		

통합건설정보분류코드

2-13 터널 내진설계 적용방안 수립

방 침
설계처-3023
('06. 11. 22)

Ⅰ. 검토목적

터널 내진해석 방법별 결과가 상이하여 국내·외 기준 및 내진해석 방법별 분석 등의 검토를 통하여 경제성, 안전성 등을 고려한 터널 내진설계 기준을 정립코자 함.

※ 내진해석 방법

- **등가정적해석법** : 구조물에 작용하는 지진하중(Mononobe-Okabe법)을 **수평하중으로 산정하여 해석**하는 방법
- **응답변위법** : 구조물 주변 지반조건에 따른 지진변위를 **수평하중, 관성력, 주변마찰력으로 산정하여 해석**하는 방법
- **동적해석법** : 구조물 및 주변지반을 **모델링 하고 시간이력 인공지진운동을 입력하여 해석**하는 방법

Ⅱ. 국내·외 기준

1. 내진설계기준(건교부, 1998)

○ 내진해석 구간

활동성 지각운동이 예상되는 지역과 갱구 및 **터널이 돌출되는 부위에서는 지진에 대한 영향을 고려**하여야 한다.

○ 내진해석 방법

- 터널 내공부를 포함한 주변지반의 단위체적중량이 주변지반의 단위체적중량에 비교하여 가볍거나 같은 정도의 경우 지진해석 방법으로 **응답변위법이** 적당하며
- 구조물의 중량이 주변지반의 중량에 비교하여 상당히 클 경우**는 등가정적해석법이** 적당하다.
- 내진 1등급 구조물에 대해 필요에 따라 **동적해석법**을 수행한다.

※ 고속도로

2. 터널설계기준(건교부, 1999), 도로설계기준(건교부, 2001)

○ 내진해석 구간

다음의 경우 터널 안정성 증진을 위하여 **내진설계를 수행**할 수 있다.

☞ **토피가 작고 지반이 연약한 갱구부**

☞ **갱구부 사면의 불안정에 따른 편토압 발생구간**

☞ **지진으로 인해 지지지반의 지내력이 감소될 수 있는 구간**

○ 내진해석 방법

터널은 그 내공부를 포함한 단위체적중량이 주변지반의 단위체적중량에 비교하여 일반적으로 가벼우므로 주변지반에 발생하는 변위, 변형 등이 중요하게 되어 **응답변위법을 적용하는 것이 적절**하다.

3. 콘크리트 표준시방서(일본 토목학회), 신내진 설계법('77, 일본 건설성)

○ 내진해석 방법

- **터널설계에서** 그 내공부를 포함한 단위체적중량이 주변지반의 단위체적중량에 비교하여 가볍거나 같은 정도이므로 **응답변위법이 적당하며**
- **필요한 경우에는 동적해석법을 수행**한다.

4. 터널표준시방서(일본토목학회, 1996)

○ 내진해석 구간

- **갱구부근은** 토피가 작고 토사지반이 있으므로 주변지반의 관성력 영향을 받아 취약할 수 있으므로 **내진을 고려**하여야 한다.
- **개착부는** 지진에 대하여 다음과 같은 경우 **내진을 고려**하여야 한다.
  - ☞ 구조물의 일부가 지상에 노출된 경우
  - ☞ 구조물이 현저하게 다른 지반(토사/암반)상태에 놓인 경우
  - ☞ 구조물의 심도가 현저히 변화하는 경우
  - ☞ 구조물의 단면변화가 큰 접속부 등

Ⅲ. 내진해석방법 적용현황 및 문제점

1. 내진해석방법 적용현황

○ **턴키 및 대안발주 노선**

- 내진해석구간 : 갱구부, 개착부, 단층대 등 주변지반이 연약한 구간
- 내진해석방법 : 등가정적해석법, 응답변위법, 동적해석법

○ **기타발주 노선**

- 내진해석구간 : 개착부
- 내진해석방법 : 등가정적해석법

○ **발주방법별 적용현황**

구 분	노선명	내진해석 구간	내진해석 방법
기타발주	전주~광양 등 대부분 노선	개착부	등가정적해석법
턴키발주	전주~함양 제10공구	개착부, 갱구부, 단층대	등가정적해석법, **동적해석법**
	평택~음성 제 6공구외 1	개착부, 갱구부	등가정적해석법, **응답변위법, 동적해석법**
	국도25호선 대체우회도로 (건교부)	개착부, 갱구부	**응답변위법, 동적해석법**
대안발주	고창~장성 제2공구	개착부, 갱구부	등가정적해석법, **동적해석법**
	양산~동면(국지도60호) 확장 (지지체)	개착부, 갱구부	**응답변위법, 동적해석법**
	영덕~오산 도로건설외 2 (건교부, 지자체)	개착부	등가정적해석법

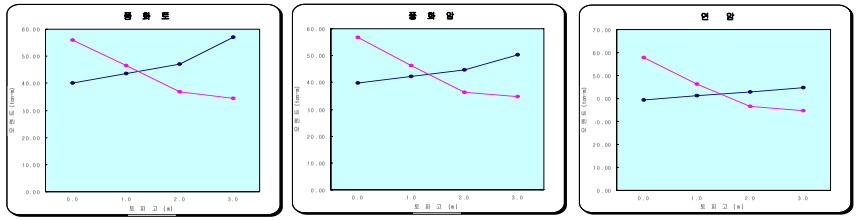
2. 문제점

○ **등가정적해석법은** 터널주변의 **지반특성을 고려하지 않은 내진해석으로 단면력이 과다**하게 계상됨

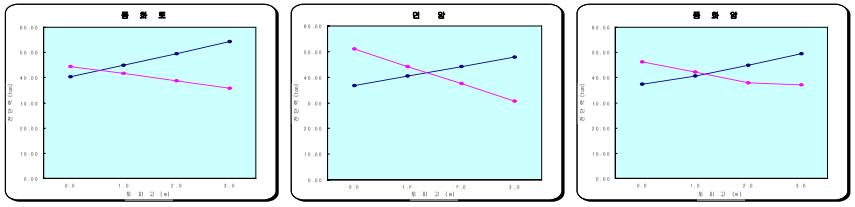
- 터널 갱문부 설계기준(설계도10201-70, '03. 3. 14)에 따라 터널 갱구부 및 개착부 주변지반이 토피가 낮고 연약하게 되므로 **주변 지반의 지형 및 지질을 고려하는 내진설계 필요**

- 지반 및 토피고에 따른 단면력 현황(━ : 상시, ━ : 지진시)

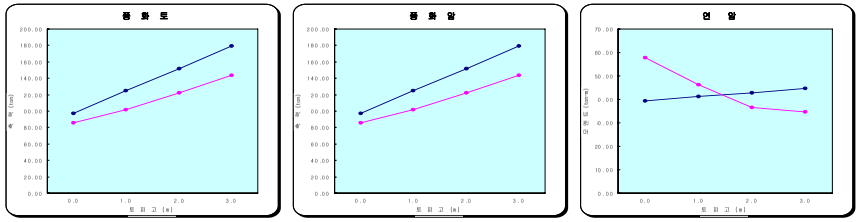
· 모멘트



· 전단력



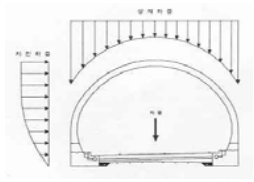
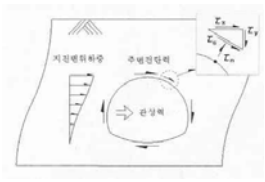
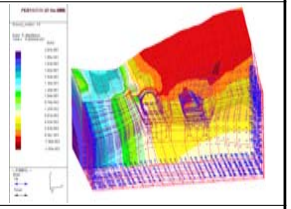
· 축 력



※ 붙임 1 "지반 및 토피고에 따른 단면력 현황" 참조

Ⅳ. 내진해석방법 검토

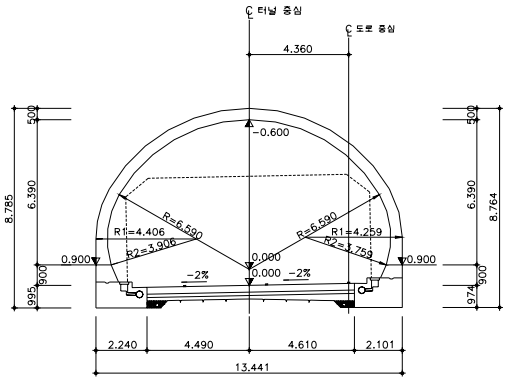
1. 해석방법별 비교

구 분	등가정적해석법	응답변위법	동적해석법
개 요	**지진력을 수평력으로** 산정 해석법	주변지반 **지진변위를 수평력, 주변전단력, 관성력으로** 산정 해석법	터널 및 주변지반을 **모델링 하고 시간이력 지진운동을** 입력 해석법
개요도			
해석 프로그램	- 구조해석 Sap2000, Midas 등	- 구조해석 Sap2000, Midas 등 - 인공지진파 생성 SIMQKE 등 - 지진응답해석 Pro-Shake, Shake91 등	- 구조해석 Midas, Flac, Pentagon 등 - 인공지진파 생성 SIMQKE 등 - 지진응답해석 Pro-Shake, Shake91 등
입력 항목	- 지역의 지진구역계수, 지진등급 - 지반의 단위중량, 내부마찰각	- 지역의 지진구역계수, 지진등급, 지진계수(Ca, Cv) - 지층별 탄성파 속도(Vp, Vs), 감쇠비 - 지반의 동탄성계수, 동포아송비, 동전단계수	
현장 조사	시추조사	**시추조사+시추공탐사(크로스홀 시험, 다운홀 시험, 탄성파 토모그래픽 탐사 등)**	
특 징	**- 지상구조물 해석에 적합** - 주변 지반특성 미고려 **- 해석이 간단** **- 해석이 부정확**(과다 설계)	**- 지중구조물 해석에 적합** - 지반과 구조물의 거동을 **비교적 정확하게 해석** **- 동적해석에 비해 간단** **- 등가정적해석에 비해 정확**	**- 복잡한 지반특성을 고려한 지중구조물 설계에 적합** - 시간에 따른 터널 및 주변 지반 거동을 상세 해석 - 주변지반 모델링 및 해석이 **난해하고 시간이 과다 소요** **- 해석이 비교적 정확**

2. 해석방법별 안정성 분석

○ 해석조건

- 단면도(2차로, 개착부)



- 지역 및 지반 조건

구 분	적 용	비 고
내진성능목표	내진1등급	
재 현 주 기	100년	내진1등급 기능수행수준
	1000년	내진1등급 붕괴방지수준
지진구역계수	0.11	지진1구역
토 피 고	2m	
기 반 암	S_B	보통암지반
지 진 계 수	Ca = 0.11	내진1등급의 S_B지반 지진계수
	Cv = 0.11	
위 험 도 계 수	0.57	재현주기 100년
	1.40	재현주기 1000년

○ 해석결과

구 분		단위	단 면 력				단 면 검 토			
			상시	지진시			상시	지진시		
				등가정적	응답변위	동적해석		등가정적	응답변위	동적해석
아치부	모멘트	tonf.m	190.770	299.410	137.369	35.559	D22 @ 125	D25 @ 125	D13 @ 125	D13 @ 125
	전단력	tonf	144.620	174.260	85.586	49.728				
	축 력	tonf	803.400	912.550	654.024	603.423				
측벽부	모멘트	tonf.m	337.650	158.970	162.271	46.811				
	전단력	tonf	177.670	132.530	142.097	104.233				
	축 력	tonf	977.160	847.050	769.242	727.625				
벽체부	모멘트	tonf.m	**495.590**	**564.640**	**226.784**	**178.524**				
	전단력	tonf	382.130	165.240	291.869	242.040				
	축 력	tonf	1012.710	879.680	842.051	760.253				

※ 터널 안정성 검토자료 참조(붙임2)

○ 결과분석

- **단면력은 등가정적해석법 > 응답변위법 > 동적해석법 순으로 산정**
- **단면**(철근량)**은 등가정적해석법시 지진시에 의해** 결정되고 **응답변위법 또는 동적해석법시 상시에 의해 단면 결정**
- 모멘트 발생경향과 변위양상은 응답변위법과 동적해석법이 유사

Ⅴ. 개선방안

1. 기본방향

○ **비개착 터널에** 대해서는 **내진설계를 수행하지 않는 것을 원칙.**

> ☞ 굴착하여 시공하는 터널은 터널구조물 전체가 견고한 지반에 둘러 쌓여 있어 지진에 대한 영향이 적으므로 내진에 대한 검토 생략

○ **다음의 경우**에는 터널의 안정성 증진을 위하여 **내진설계 수행**

- 개착하여 시공하는 **개착부**
- 토피가 작고 지반이 연약하거나 편토압이 발생하는 **갱구부**
- **단층대 등 활동성 지각운동이 예상되는 터널부**

2. 내진해석방법 적용기준

○ 터널에 대한 내진설계 방법은 **응답변위법을 우선으로 하고 필요에 따라 동적해석법을 수행.**

- 터널은 내공부를 포함한 단위체적중량이 주변지반의 단위체적중량에 비교하여 일반적으로 가벼우므로 주변지반에 발생하는 변위, 변형 등이 중요하게 되어 **응답변위법 적용**
- 다만 **구조물 형상 및 지형·지질의 급변화로 지진시 지반의 거동이 복잡한 경우는** 구조물 및 주변지반을 모델링하여 해석하는 **동적해석법 적용**

○ 내진해석을 위한 지반운동은 **지형 및 지반조건과 공간적 변화특성**(터널의 길이방향과 횡방향의 지반운동 영향)을 **고려**

Ⅵ. 적용방안

○ 설계중 노선 : 현장조사가(크로스홀 시험 등) 가능한 노선부터 본 기준 적용

○ 공사중 또는 설계 완료후 미발주 노선 :

공사주관부서에서 현장여건을 고려하여 적용여부 판단

붙 임 : 1. 지반 및 토피고에 따른 단면력 현황

2. 터널 안정성 검토

2-14 터널내 배수시설 결빙방지대책 검토

방 침
설계처-3293
('06. 12. 14)

1.검토목적

o 터널내 외기 유입에 따른 배수시설(종·횡배수관) 결빙원인 분석과 개선을 통하여 동절기 터널에서의 배수기능 향상방안에 대하여 검토코자함

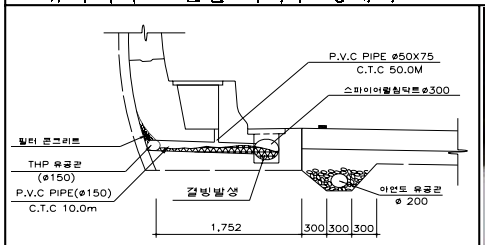
감사지적(2005, 강원 사업소감사)

영동선 일부구간에서 발생된 **터널종배수구관(Ø300mm) 및 횡배수관 PIPE(Ø100mm)의 결빙**, 이로인한 터널집수정 및 라이닝 벽체와 천단부 누수로 노면이 결빙되는 문제점이 발생되었으나 사후조치만 한 채 근본적인 **설계개선이 이루어지지않고 있는 실정**임

2. 발생원인 및 사례

o 발생원인

o 외기가 배수시스템에 직접적 전달
o 동결선이 라이닝을 통과하여 배수관에 전달
o 터널내 외기 온도 및 영하 온도가 장시간 지속
o 유속저하로 인한 지하수 정체시





o 사 례

터널명	연장(m)	결빙배수시설	결빙구간	결빙상태
둔내 (인천방향)	3,300	종배수관(D400) 횡배수관(D100)	입구부에서 200m까지	배수관 막힘
봉평 (인천방향)	1,420	종배수관(D300)	입구부에서 300m까지	배수관 막힘
대관령1 (강릉방향)	1,830	횡배수관(D100)	입구부에서 200m까지	배수관 막힘 Joint부 누수발생

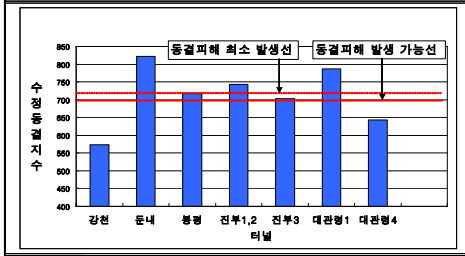
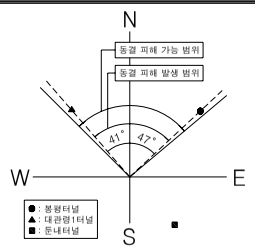
4. 피해 구간 분석

- 터널별 현황

터널명		동결지수 (℃·일)	동결기간 (일)	계획고 (m)	수정동결지수 (℃·일)	터널방향		비 고
마 성	시점	500.72	89	141.7	519.3	N37W		
	종점	502.63	89	132.8	517.2	S48E		
양 지	시점	515.24	89	158.3	541.2	N59W		
	종점	515.99	89	164.5	544.7	S59E		
강 천	시점	577.77	94	89.3	572.7	N81W		
	종점	578.13	94	87.5	572.3	S81E		
둔 내	시점	536.45	94	707.2	821.8	N43W		
	종점	529.57	94	657.3	791.5	S43E		상행선 입구 동결
봉 평	시점	511.38	94	536.3	716.4	S43W		
	종점	508.51	94	549.3	719.7	N47E		상행선 입구 동결
진부1 - 2	시점	471.88	94	676.7	742.9	S81W		
	종점	463.71	94	631.3	713.4	N79E		
진부3	시점	461.60	94	613.4	702.9	S80W		
	종점	458.32	94	599.1	692.9	N80E		
대관령1	시점	374.04	127	751.3	787.6	N41W		하행선 입구 동결
	종점	366.36	127	715.7	757.3	N86E		
대관령4	시점	356.29	127	642.7	642.7	S3E		
	종점	348.73	127	618.7	618.7	N2W		
대관령5	시점	347.37	127	605.7	605.7	S2E		
	종점	345.38	127	584.4	584.4	N20W		
대관령6	시점	343.68	127	565.5	565.5	S24E		
	종점	342.85	127	560.6	560.6	N10W		
대관령7	시점	337.76	127	543.7	543.7	S29W		
	종점	336.78	127	541.1	541.1	N21E		

o 결빙가능구간 분석

수정동결지수 및 터널 방향

수정동결지수에 의한 동결가능성 판단	터널방향에 의한 동결가능성 판단
	

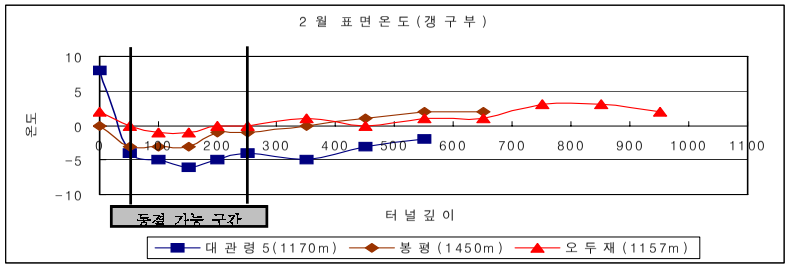
분 석

- 결빙피해를 입은 터널은 수정동결지수 **700이상에서 발생**
- **봉평터널 입구부(N47E)와 대관령1터널 입구부(N41W)는 터널방향을 고려할 때 일조량이 적은 구간**에 위치하여 동결 피해 발생

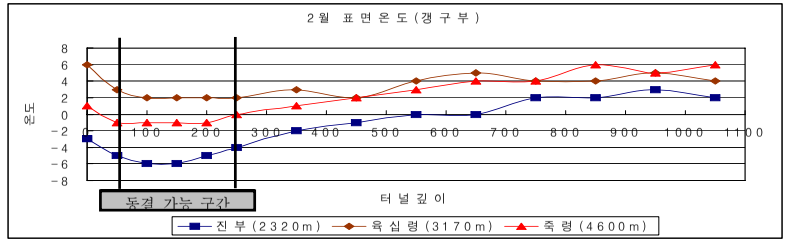
온도에 의한 동결구간

[운용중 온도 측정자료 ('05. 2 측정, 도로교통기술원)]

터널 연장 2km 이하 갱구부 표면온도 변화



터널 연장 3km ~ 5km 이하 갱구부 표면온도 변화



분석 ▪ **외기에 의한 동결 가능 구간 : 입구부 50 ~ 250m (약 200m구간)**

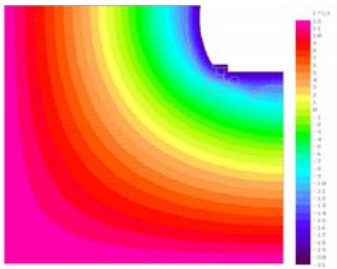
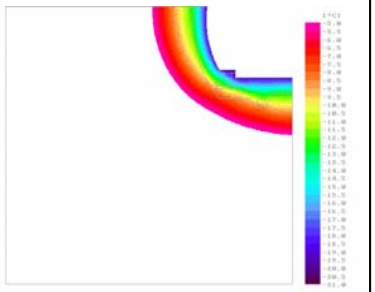
열전도 해석

터널내부에 찬공기가 유입될 경우 터널내부에서 지중에 미치는 영향(동결)을 프로그램을 통해 해석

- 대관령지역 일평균, 최고, 최저기온 데이터 이용
- 동절기 지중온도는 약 7 ~ 8m 깊이에서 12℃ 정도 유지
- 해석조건 및 열전도율

구 분	콘크리트	뮬	화강암	경계조건
열전도율 (W/m · K)	1.627	0.604	2.174	터널 내 : -20℃ 해석 경계면 : 12℃

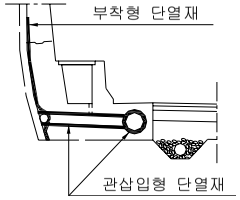
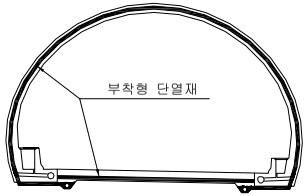
- 해석결과

온도 프로 파일	동결선(0℃) 전파범위
	

분석결과

배수시설결빙 피해구간	수정동결지수가 700℃ · 일이상이고 터널 방향이 N50°E ~ N45°W인 터널로서 입구부약 200m구간 (결빙피해길이 : 라이닝, 포장표면으로부터 약 3.5m까지 동결)

5. 결빙방지 대책

구 분	제 1 안	제 2 안
개 요 도		
	▫단열재 삽입 및 부착	**▪단열재 터널전면 부착**
특 징	▪터널 외기 유입에 의한 배수관 동결 방지효과 우수 ▪지반동결로 인한 동결선 침투 억제 효과 양호 ▪시공성 간편 ▪경제성 유리	▪터널 전면 및 하부 동결선 침투를 억제하여 보온 효과 우수 ▪지반동결로 인한 동결선 침투 억제 효과 우수 ▪시공성 다소불리 ▪경제성 불리
공 사 비 (제잡비 포함)	65,000원/m	220,000/m
적 용	○	

6. 결 론

o 터널내 찬외기 유입으로 터널배수시설(종·횡배수관)의 결빙에 따라 배수기능 상실로 벽체의 우수 및 노면결빙 등의 문제점 해결을 위해

- **수정동결지수가 700℃·일** 이상이고
- 터널방향 **N50°E ~ N45°W** 인 터널에 대하여
- **입구로부터 200m** 구간에 단열재 삽입 및 부착(제1안적용)

o **적용방안**

- 설계중인 노선 : '06년 준공노선부터 적용
- 공사중인 노선 : 공서주관(시행)부서에서 적용여부 판단

2-15 터널 임시 환기시설비 적용방안 검토

방 침
설계처-3301
('06. 12. 15)

1. 검토목적

o 터널공사에 있어 현행 임시환기시설 비용은 안전관리비로 대체하여 사용중이나 터널연장이 길어질수록 임시환기시설비용 증가로 안전관리비 절대 과부족발생

o 이로인한 안전관리소홀 등에 따른 각종 안전사고등이 예상됨에 따라이를 해소키 위한 방안을 검토코자함.

2. 추진경위(안전관리비 및 임시환기시설비용)

일자	내 용	비고
'02. 3. 8	o 경부선(청성~동이) 2공구 안전점검시 별도계상비용포함 안전관리비 재산정 토록 시정명령(별도계상은법규위배)	청주지방노동사무소→중청지역본부
'02. 3.28 ~ 5. 9	o 질 의 - 안전시설비 등이 별도계상되어 있는 경우 안전관리비 대상액에서 공제함이 타당한지 o 회 신 - **별도 계상비용이 안전관리비에 해당**할 경우 **안전관리비 대상액에서 공제함이 타당**	도공 → 노동부
'02. 7. 5	o 임시환기시설비용의 별도계상 삭제 (임시환기시설비용 안전관리비에서 전용)	설계기 10201-327
'06. 3.23 ~ 4. 7	o 질 의 -「환기가 불충분한 장소의 환기시설」에 대한 항목이 터널현장에서의 환기시설에 적용되는지 여부 및 설계내역서 별도계상 가능여부 o 회 신 - **터널 공사현장의 환기시설 설치비용은 안전관리비에서 사용 가능** - 임시환기시설비용이 안전관리비를 초과하고 현장안전관리활동에 최소한의 비용 필요하므로 **계약당사자간의 협의로 설계내역에 포함**이 바람직	범양건영 → 노동부
'06. 4.26 ~ 5. 3	o 질 의 - 안전관리비 사용항목이라도 별도 계상 가능 여부 o 회 신 - 터널공사의 경우「위생」을 목적으로 환기가 불충분한 장소에 대한 환기시설비라기 보다는 발파나 작업기계에서 발생하는 고농도의 유해가스를 배제시키기 위한**「공사용 환기시설로 보아 설계에 반영」하는 것이 타당**	도공 → 노동부

3. 임시환기시설비용

구 분	'02. 7. 5 이전	'02. 7. 5 이후
적용방법	터널 임시환기시설비용산출후 **설계내역에 별도반영**	**안전관리비 내에서 사용**
산출예	o 계상조건 - 재료비 : 300억 - 직접노무비 : 150억 - **임시환기시설비용 : 14억**(별도계상) o 계상결과 - 안전관리비 (300 + 200 - 14) × 1.88% = 9.14억 - **임시환기시설비용 = 14억** 계 23.14억원	o 계상조건 - 재료비 : 300억 - 직접노무비 : 150억 o 계상결과 - 안전관리비 (300 + 200) × 1.88% = 9.4억 계 9.4억원

4. 문제점

o 임시환기시설비가 **안전관리비를 초과**하는 경우발생

예) (단위 : 백만원)

공 사 명	터널연장	공사비	안전관리비	임시환기시설비
춘천~양양간 고속도로(제14공구)	11km	461,821	**4,938**	**9,287**
전주~광양간 고속도로(제10공구)	4km	73,408	**948**	**1,430**
춘천~양양간 고속도로(제11공구)	2.2km	53,969	605	238

o 터널 연장이 길어질수록 임시환기시설비 증가로 안전관리비 **절대부족**
⇒ 안전관리 부실에 따른 각종안전 사고우려

o 임시환기시설 **중고제품 사용시 안전관리비 불인정**

o 타기관과의 **형평성 결여**등

지방국토관리청, 철도시설공단, 수자원공사	도로공사
- 200m 이하 : 자연환기(임시환기시설 미반영) - 200m 이상 : 임시환기시설 별도계상 반영	안전관리비내에서 대체

5. 검토결과

o 터널공사중 임시환기시설은 터널굴착시 화약발파에 의한 가스, 내연기관에 의한 유해가스 및 숏크리트작업 등에서 발생하는 분진 등을 희석 또는 집진하여 갱내 작업이 안전하고 쾌적하게 시행할 수 있도록 작업환경 조성을 위한 시설로서

o 안전관리비내에서 임시환기시설비용을 사용하는 현행방법('02.7이후)은 터널연장이 길어질수록 임시환기시설비용 증가로

- **안전관리비를 초과**하는 경우 발생
- **안전관리비 절대과부족**에 따른 현장안전관리 소홀 등

각종안전사고가 우려되고, 타기관과의 **형평성결여에 따른 민원**등 제반 문제점이 예상됨에 따라 이를 해소하기 위하여 공사중 **터널 임시환기시설비용을 별도계상 반영**(500M미만 단터널과 편측 굴착길이 200m는 안전관리비 사용)함이 바람직한 것으로 판단됨.

o **향후추진계획**

- 임시환기시설의 기능향상에 따라 새로운 임시환기시설비용의 산출기준을 '07년중에 수립예정

o **적용 방안**

- 설계중인 노선 : '06년 준공노선부터 적용
- 공사중인 노선 : 공사주관(시행)부서에서 적용여부 판단

2-16 ILM 교량의 분리형 중앙분리대 개선(안)

방 침
설계처-1291
('06. 5. 24)

1. 검토목적

ILM교량의 분리형 중앙분리대 기계타설시 피복두께 부족으로 미관 및 내구성 저하가 우려됨에 따라 철근의 피복을 조정하여 이를 개선하고자 함

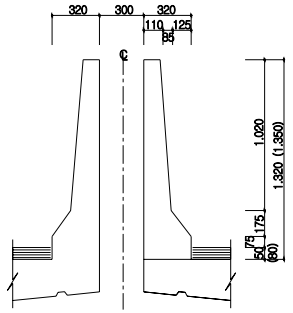
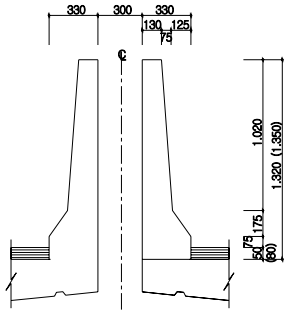
※감사실-538호('06.3.21)

o 기계 타설되는 방호울타리의 경우 미관 및 내구성 저하 등으로 철근 피복두께를 5cm에서 7cm로 조정하였으나 ILM 교량의 분리형 중앙분리대는 기계 타설로 시공하고 있으나 피복두께가 5cm로 되어있어 피복두께 조정필요

2. 현행 적용기준

○ ILM 교량의 분리형 중앙분리대는 기계화 시공시 단면을 확대 조정하여 성형이 가능한 개선형 분리형 중앙분리대를 적용.

[건일일13105-30345('01.7.11)]

구 분	일 반 형 설심일13201-119(00.6.29)	개 선 형 건일일13105-30345 (01.7.11)
횡단면도		

○ 철근 피복두께를 7cm 적용근거(철근중심에서 콘크리트 표면까지 거리)

구 분	국내.외 설계기준	※철근피복두께	비 고
국내	도로교 설계기준	6cm	
	콘크리트 구조설계기준	4cm	
국외	· 미국 AASHTO LRFD Bridge Design Specifications	5cm	
	· 미국 STANDARD Specifications for Highway Bridge	6cm	

※ 철근 피복두께 : 철근 외측으로부터 콘크리트 표면까지의 두께임

3. 문 제 점

개선된 분리형 중앙분리대[건일일13105-30345 ('01.7.11)]는 기계화 시공시 단면은 확대 조정되었으나, 철근상세도는 수정이 이루어지지 않아 피복두께의 확보가 필요함.

4. 검토 결론

고속도로 표준도의 분리형 중앙분리대 단면 및 철근 상세도 수정 보완.

○ 단면은 개선분리형 중앙분리대 단면으로 수정.

○ 철근 피복두께를 7cm로 확대조정.

5. 적용방안

○ 설계중인 구간부터 본 방침 적용

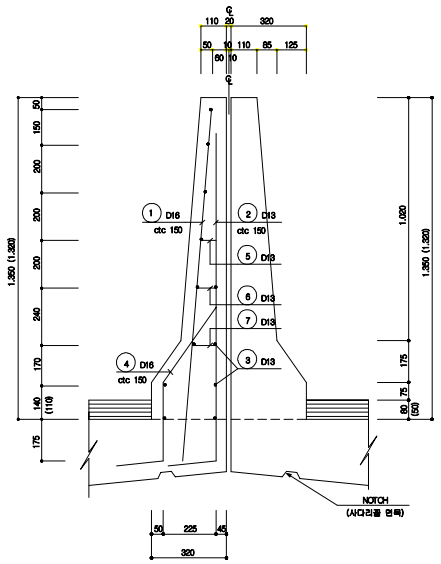
○ 공사중인 구간은 공사 주관부서에서 결정

첨 부 : 분리형 중앙분리대 표준도

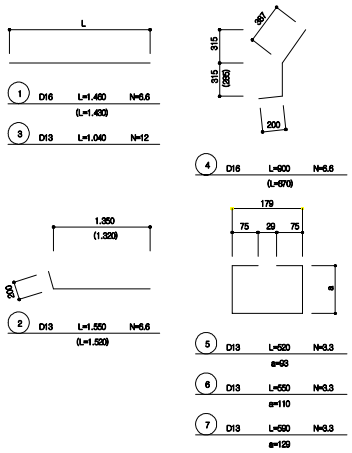
중 앙 분 리 대 (분 리 형) - 당 초

형 식 — 1

단 면 도 S = 1 : 10



철근상세도 S = NONE



주) 1. 경착길이 300mm 이상을 확보하고 슬래브 하단에서 절곡하여 슬래브철근에 결속한다.
2. ( )는 L.M.C포장일 경우 치수임.

철 근 재 료 표

(SD30) (m 당)

번 호	직 경	길 이 (m)	갯 수 (EA)	총 길 이 (m)	단위중량 (kg/m)	총 중 량 (kgf)	할 증 (kgf)
1	D16	1.460 (1.433)	6.6	9.636 (9.458)			ADD 3%
4	"	900 (870)	6.6	5.940 (5.742)			
소 계				15.576 (15.180)	1.560	24.299 (23.681)	25.028 (24.391)
2	D13	1.550 (1.523)	6.6	10.230 (10.052)			
3	"	1.040	12	12.480			
5	"	520	3.3	1.716			
6	"	550	3.3	1.815			
7	"	590	3.3	1.947			
소 계				28.188 (27.993)	0.995	28.047 (27.850)	28.888 (28.685)
총 계						52.346 (51.531)	53.916 (53.077)

재 료 표

(m 당)

공 종	규 격	단 위	수 량	비 고
콘크리트	fck=240kgf/cm (28)^2	m^3	0.250 (0.241)	NET
철 근	SD-30	kgf	53.916 (53.077)	ADD 3%

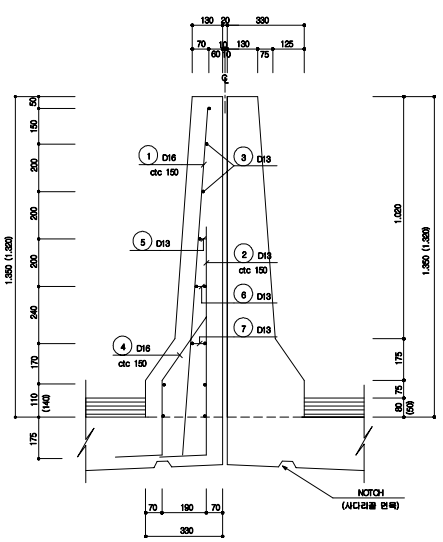
주) 1. I.L.M 교량 중앙분리대도 본 분리형 형식 적용 (상하행 이격거리는 300mm 유지)
2. ( )는 L.M.C포장일 경우 치수임.

한국도로공사 KOREA HIGHWAY CORPORATION	표 준 도 TYPICAL DRAWING	도면명	중앙분리대 형 식 — 1	설계자	작성일	2001.03	도면번호
				확인자	축 척	NONE	3.024

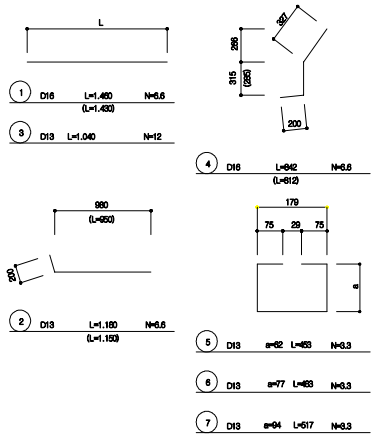
중 앙 분 리 대 (분 리 형) - 변 경

형 식 — 1

단 면 도 S = 1 : 10



철근상세도 S = NONE



주) 1. 경착길이 300mm 이상을 확보하고 슬래브 하단에서 절곡하여 슬래브철근에 결속한다.
2. ( )는 L.M.C포장일 경우 치수임.

철 근 재 료 표

(SD30) (m 당)

번 호	직 경	길 이 (m)	갯 수 (EA)	총 길 이 (m)	단위중량 (kg/m)	총 중 량 (kgf)	할 증 (kgf)
1	D16	1.460 (1.433)	6.67	9.736 (9.556)			ADD 3%
4	"	842 (812)	6.67	5.616 (5.416)			
소 계				15.354 (14.954)	1.560	23.952 (23.326)	24.671 (24.023)
2	D13	1.180 (1.153)	6.67	7.871 (7.570)			
3	"	1.040	12	12.480			
5	"	453	3.33	1.508			
6	"	483	3.33	1.608			
7	"	517	3.33	1.722			
소 계				25.189 (24.989)	0.995	25.063 (24.863)	25.815 (25.609)
총 계						49.015 (48.191)	50.486 (49.637)

재 료 표

(m 당)

공 종	규 격	단 위	수 량	비 고
콘크리트	fck=240kgf/cm (28)^2	m^3	0.270 (0.260)	NET
철 근	SD-30	kgf	50.486 (49.637)	ADD 3%

주) 1. I.L.M 교량 중앙분리대도 본 분리형 형식 적용 (상하행 이격거리는 300mm 유지)
2. ( )는 L.M.C포장일 경우 치수임.

한국도로공사 KOREA HIGHWAY CORPORATION	표 준 도 TYPICAL DRAWING	도면명	중앙분리대 형 식 — 1	설계자 정우현	작성일	2006.05	도면번호
				확인자	축 척	NONE	3.024

2-17 교량 배수관 재질검토

방 침
설계처-1355
('06. 5. 30)

1. 검토목적

기존 교량의 배수시설이 재질의 무거움, 현장용접 제작으로 인한 품질 균일성 확보곤란 및 교체 곤란 등으로 제 기능을 발휘하지 못하고, 유지관리에 어려움이 발생되므로, 이를 해소할 수 있고 시공성을 향상시킬 수 있는 재질을 검토코자 함.

2. 배수시설 설치기준

가. 교면배수 집수구 재질개선 (설계일 16210-602, '97. 11. 6)

- 미관 및 유지관리 측면에서 스테인레스강 재질로 개선

나. 고속도로공사 전문시방서 (2004. 12)

- 배수관은 스테인리스관 또는 경질 염화 비닐관이어야 함

3. 스테인레스 배수관의 단점

- ㅇ 배수관을 현장용접하므로 품질관리 어려움
- ㅇ 중량이 무거워 설치시 시공성 저하
- ㅇ 유입된 토사와 이물질 등에 의해 곡관부 막힘 현상 자주 발생
- ㅇ 관로 내부 막힘에 의한 교면 체수로 교량 슬래브 내구성 저하
- ㅇ 용접이음부 녹발생 및 미관 불량
- ㅇ 굴곡부에 청소공을 설치·개선(설계구10201-477, '03.12.3)하였으나, 자재비 고가

- 일반 교량에는 청소공을 설치하지 않도록 하되, 현수교, 사장교 등의 특수교량과 고교각 등에 한해 별도 검토후 적용

4. 배수관 재질 비교

구 분		현 행	검 토 (안)	비 고
재 질		스 테 인 레 스	알 루 미 늄	
규 격		∅165.2(t=3mm)	∅165(t=3mm)	
특 징		· 현장 제작 조립 설치 · 용접 제작 방식	· 공장 주문 조립 설치 · 조립 제작 방식	
시공기간		3~4일(작업인원 4인 기준)	3~4일(작업인원 4인 기준)	L=100m
유지관리		· 퇴적물제거 및 배수관 교체곤란	· 퇴적물제거 및 배수관 교체용이	
중 량		162.28kg	70.56kg	
경제성	자재비	5,393,044원	5,066,386원	잡비 제외
	설치비	2,716,226원	2,163,708원	
	기 타	-	-	
	합계	8,109,270원	7,236,539원	
장·단점		· 현장제작으로 품질관리 불리 · 퇴적물 적체시 배수관이 용접으로 연결되어 있어 유지보수시 국부 부위 교체 불가능 · 유지관리비 증대 · 현장 용접 시공으로 표준화 및 품질 균일화 결여 · 자재 중량으로 운반 난이 · 시공실적 다수	· 공장제작으로 품질관리 용이 · 곡관의 이음부를 분리, 조립 가능하여 퇴적물 제거 등 유지관리 용이 · 유지관리비 저렴 · 공장제작으로 시공의 표준화 및 품질 균일화 가능 · 자재 경량으로 운반 용이 · 시공실적 거의 없음	

※ 상기 중량은 표준도를 기준으로 산정한 것임.

※ 경제성 검토는 L=55m를 기준으로 산정한 것임.

5. 시험시공 결과

ㅇ 현 장 : 영동~김천건설사업소 제5공구

ㅇ 일 시 : '05. 9. 24(토) ~ 9. 28(수)

ㅇ 대 상 : 태화육교(PSC Beam, L=25m)

ㅇ 시공결과

재질이 가벼워 운반 및 시공 편리

- 용접대신 볼트 체결형식의 곡관 탈·부착으로 간단한 공구로 조작 가능
- 곡관 조립 상태 양호 및 미관 우수

ㅇ 시공전경

구 분	배수시설 설치전경	
알루미늄 탈부착 배수시설		
	교대 A1	교대 A2
		
	연결부	연결부

6. 검토결과

ㅇ 현행 스테인레스 배수관은 교체시 전체 배수관 교체가 불가피함.

ㅇ 따라서, 탈착식 곡관이 설치된 경량의 알루미늄 배수관은 교체작업이 쉬워 유지관리가 용이하고,

ㅇ 알루미늄 합금재의 특성을 이용한 내(耐)부식성 확보로 유지관리 비용이 절감 가능하며,

ㅇ 제품 규격화로 시공 개선을 통한 공기단축 및 공장제작으로 품질 균일화가 가능한 이점이 있음.

7. 적용방안

ㅇ 설계중인 노선에 상기와 같이 적용하되, 스테인레스 배수관 등 기타 재질과 병행적용.

붙 임 : 1. 고속도로 전문시방서 보완(안) 1부.

2. 교량배수시설 표준도(안) 1부.

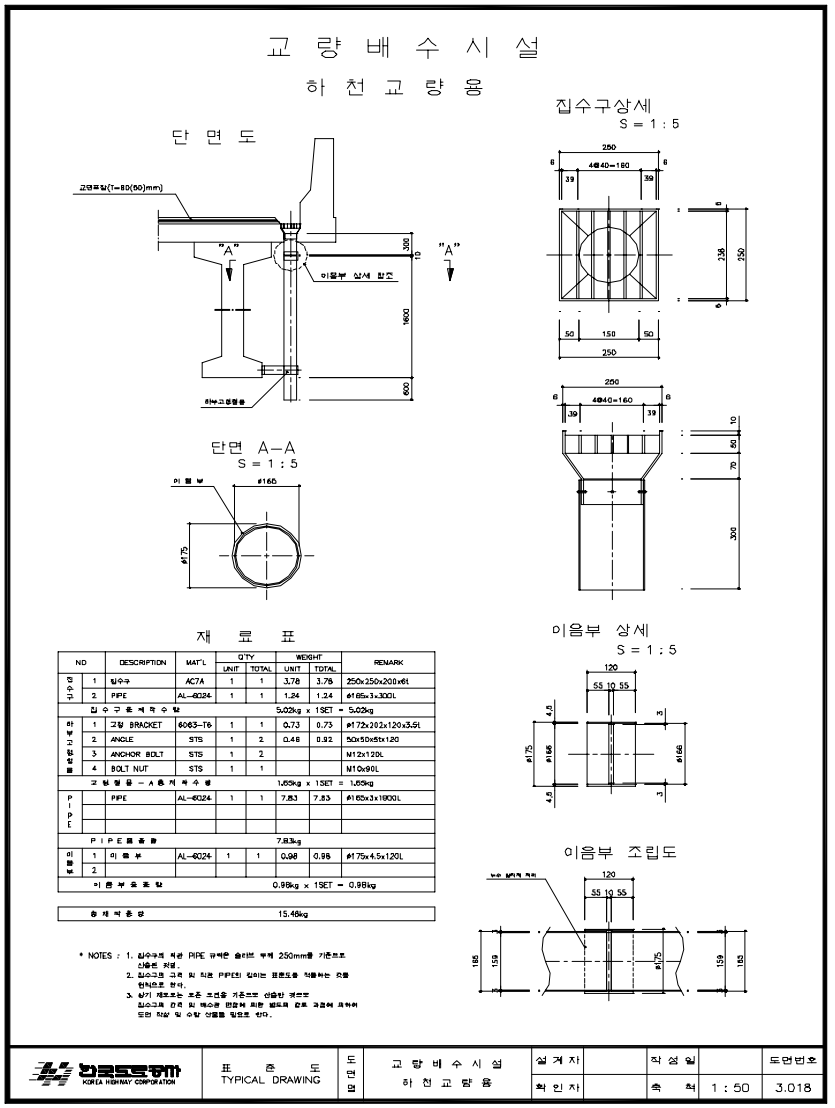
3. 재질별 단가비교표 1부.

붙 임 #1]

고속도로공사 전문시방서 보완

현 행	추 가(안)
제6장 교량공사 6-9 교량부대시설공 6-9-7 교량배수시설공 1. 일반사항 1.1 적용범위	좌 동 1.2 참조규격 1.2.1 한국산업규격(KS) KS D 6008 알루미늄 합금주물 KS D 6759 알루미늄 및 알루미늄 합금 압출형재
2. 재 료 2.1 재 료 배수관은 스테인리스관 또는 경질염화 비닐관이어야 한다.	2. 재 료 2.1 재 료 배수관은 스테인리스관, 알루미늄 또는 경질염화 비닐관이어야 한다.
3. 시 공 3.1 시공일반 . . 3.3 배수관의 설치방법 . . 3.3.7	좌 동 3.3.8 알루미늄배수관을 사용하는 경우 연결관은 유지보수가 용이하도록 탈부착식을 사용한다. (1) 각 이음부는 유동이 없도록 단단히 고정하고, 연결부위는 용접을 해서는 안된다. (2) 탈부착식 연결관 부위는 누수방지용 실링재를 사용한다.

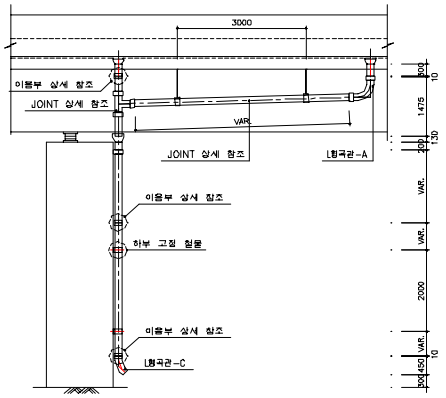
붙 임 #2]



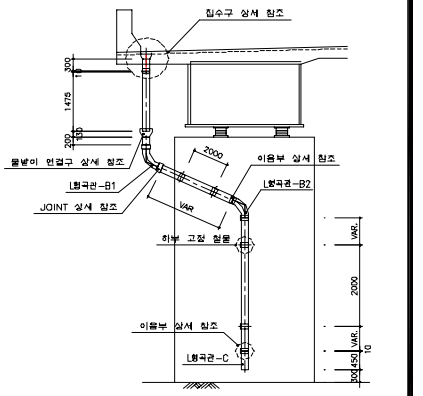
교 량 배 수 시 설

육 교 용 (1)

측 면 도
S = 1: 50



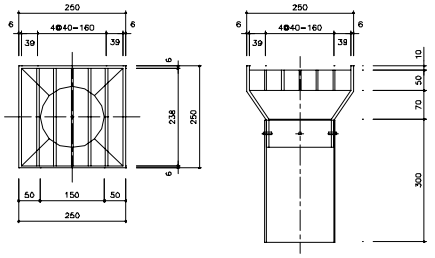
단 면 도
S = 1: 50



재 료 표

	NO	DESCRIPTION	MAT'L	Q'TY UNIT	Q'TY TOTAL	WEIGHT UNIT	WEIGHT TOTAL	REMARK
집수구	1	집수구	ACTA	1	1	3.78	3.78	250x250x200x6t
	2	PIPE	AL-6024	1	1	1.24	1.24	ϕ166x3x300L
	집 수 구 총 계 적 수 량					5.02kg x 2SET =		10.04kg
L형곡관-A	1	L형 곡관-A	ACTA	1	1	3.62	3.62	#165x3tx790
	2	JOINT 1	ACTA	1	2	0.79	1.58	#210x45
	3	JOINT 2	ACTA	1	2	1.57	3.14	#190x100
	4	JOINT 3	ACTA	1	2	1.48	2.96	#200x95
	5	안전고리 SET	STS	1	1	–	–	#5x1000L
	L 형 – A 중 계 적 수 량					11.30kg x 1SET =		11.30kg
L형곡관-B1	1	L형 곡관-B	ACTA	1	1	3.62	3.62	#165x3tx790
	2	JOINT 1	ACTA	1	2	0.79	1.58	#210x45
	3	JOINT 2	ACTA	1	2	1.57	3.14	#190x100
	4	JOINT 3	ACTA	1	2	1.48	2.96	#200x95
	5	안전고리 SET	STS	1	1	–	–	#5x1000L
	L 형 – B 중 계 적 수 량					11.30kg x 1SET =		11.30kg
L형곡관-B2	1	L형 곡관-B	ACTA	1	1	3.62	3.62	#165x3tx790
	2	이 음 부	AL-6024	1	2	0.98	1.96	#175x4.5x120L
	3	안전고리 SET	STS	1	1	–	–	#5x1000L
	4							
	5							
	L 형 – B 중 계 적 수 량					5.58kg x 1SET =		5.58kg
L형곡관-C	1	L형 곡관-C	ACTA	1	1	2.33	2.33	#165x3tx510
	2	이 음 부	AL-6024	1	1	0.98	0.98	#175x4.5x120L
	L 형 – C 중 계 적 수 량					3.31kg x 1SET =		3.31kg
T형곡관	1	TEE	ACTA	1	1	2.75	2.75	#165x3tx400x200
	2	JOINT 1	ACTA	1	3	0.79	2.37	#210x45
	3	JOINT 2	ACTA	1	3	1.57	4.71	#190x100
	4	JOINT 3	ACTA	1	3	1.48	4.44	#200x95
	5	안전고리 SET	STS	1	1	–	–	#5x1000L
	T 형 곡 관 총 계 적 수 량					14.27kg x 1SET =		14.27kg
물받이 연결구	1	물받이 연결구	ACTA	1	1	8.50	8.50	ϕ285x300x10t
	물 받 이 연 결 구 총 중 량					8.50kg x 1SET =		8.50kg
집수구 고정철물	1	고정 BRACKET	6063-T6	1	1	0.73	0.73	#172x202x120x3.5t
	2	앵글 BRACKET	6063-T6	1	1	0.51	1.02	80x75x40x120x6t
	3	INSERT	STS	1	1	0.70	0.70	40x4x550L
	4	HANGER	STS	1	1	1.17	1.17	#12x1300L
	5	BOLT NUT	STS	1	2			M12x50L
	6	ANCHOR BOLT	STS	1	2			M12x120L
	고 정 철 물 – 1 중 계 적 수 량					3.62kg x 1SET =		3.62kg

집수구상세
S = 1 : 5



	NO	DESCRIPTION	MAT'L	Q'TY		WEIGHT		REMARK
집수구	1	고정 BRACKET	6063-T6	1	1	0.73	0.73	ϕ172x202x120x3.5t
	2	ANGLE	STS	1	2	0.46	0.92	50x50x5tx120
	3	ANCHOR BOLT	STS	1	2			M12x120L
	4	BOLT NUT	STS	1	1			M10x90L
	고 정 철 물 – A 중 계 적 수 량					1.65kg x 4SET =		6.60kg
PIPE	1	PIPE	AL-6024	1	1	25.63	25.63	ϕ165x3x9077L
	P I P E 중 량 합					37.40kg		
이음부	1	이 음 부	AL-6024	1	1	0.98	0.98	ϕ175x4.5x120L
	이 음 부 중 량 합					0.98kg x 1SET =		0.98kg
	총 계 적 중 량					112.90kg		

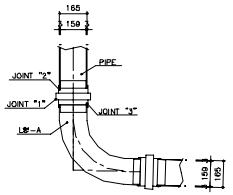
* NOTES : 1. 집수구의 직관 PIPE 규격은 슬라브 두께 250mm를 기준으로 산출한 것임.
2. 집수구의 규격 및 직관 PIPE의 길이는 표준도를 적용하는 것을 원칙으로 한다.
3. 상기 재료표는 표준 도면을 기준으로 산출한 것으로 집수구의 간격 및 배수관 연결에 의한 별도의 검토 과정에 의하여 도면 작성 및 수량 산출을 할으로 한다.

한국도로공사 KOREA HIGHWAY CORPORATION	표 준 도 TYPICAL DRAWING	도면명	교 량 배 수 시 설 육 교 용 (1)	설계자		작성일		도면번호
				확인자		축 척	1 : 50	3.019

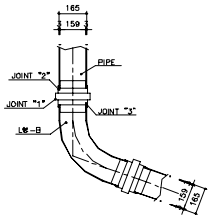
교 량 배 수 시 설

육 교 용 (2)

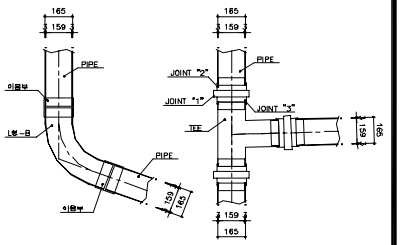
L 형 곡 관 "A"



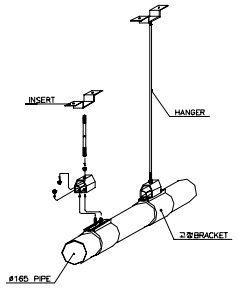
L 형 곡 관 "B"



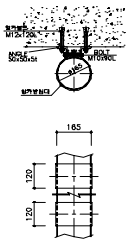
T 형 곡 관



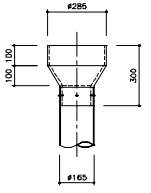
상부 고정 철물



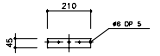
하부 고정 철물



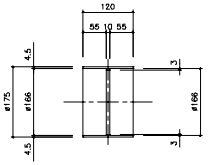
물받이 연결구



JOINT 1



이음부 상세

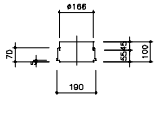


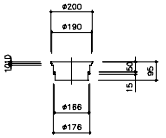
JOINT 2



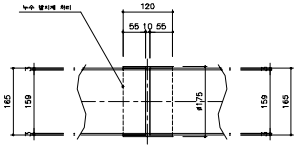
JOINT 3







이음부 조립도



한국도로공사 KOREA HIGHWAY CORPORATION	표 준 도 TYPICAL DRAWING	도면명	교 량 배 수 시 설 육 교 용 (2)	설계자		작성일		도면번호
				확인		축 척	NONE	3.020

2-18 강구조물 도장공법 다양화방안 검토

방 침
설계처-1862
('06. 7. 20)

1. 검토목적

강교도장 적용기준(설심일 13201-639, '99. 7. 7)이 정립되어 있으나 도로교 표준시방서(2005)가 개정됨에 따라 강교도장 적용기준을 개정된 시방규정에 맞추어 정립하고자 함.

2. 관련기준

가. 강교도장 적용기준 변경 (설심일13201-639, '99. 7. 7)

설 치 위 치	외부 및 외부 포장면	상자형 강교의 내부	비 고
전원, 산간계곡, 도시지구, 해안지구, 공장지구	내후성 중방식 도장 (폴리우레탄계)	에폭시 마감 후막형 타르에폭시 마감 타르에폭시 마감 도장 계열중 선택	
대기오염지구, 해상지구, 해변공업지구	초내후성 중방식 도장 (자연건조형 불소수지계)		
특수교량(현수교, 사장교, 트러스교, 특수장대교)	설계심의위원회 상정 심의 결정		

나. 강교의 금속용사 적용지침 (연구개발실-1058, '05. 4. 29)

적 용 환 경	적 용 범 위	도 장 방 법
- 가혹한 부식환경하 중요 장대교	- 전체 강재부위	금속용사 ⇩ 실 링 ⇩ 상도도장 (선택적실시)
- 모든 환경하 일반교량	- 교좌 장치 - 스플라이스 - 박스 내부 - 포장 접촉면	

다. 시방서 기준

o 환경구분

구 분	위 치
일반환경	전원, 산간계곡 및 도시
특수환경	해안지구, 공장지구, 대기오염지구, 해상지구, 해안공업지구

o 시방서 내용

고속도로공사 전문시방서 (2004.12)	건교부제정 도로교 표준시방서 (2005)
- 일반환경용 중방식 도장 · 교량외부 : 염화고무계 도료 · 교량내부 : 역청질계 도료	- 일반환경용 중방식 도장 · 교량외부 : 후막형 에폭시계 도료 폴리우레탄계 도료 · 교량내부 : 고 고형분 에폭시계 도료
	- 일반환경용 세라믹 도장
- 특수환경용 중방식 도장 ·폴리 우레탄계 마감 ·자연건조형 불소수지 마감	- 특수환경용 중방식 도장 ·폴리 우레탄계 마감 ·자연건조형 불소수지 마감
- 특수환경용 내부 도장 · 콜탈 에폭시 마감 · 에폭시 마감 · 후막형 콜탈 에폭시 마감	- 특수환경용 내부 도장 · 고 고형분 에폭시 2회 도장 마감 · 고 고형분 후막형 에폭시 도료 마감 · 고 고형분 후막형 에폭시 2회 도장 마감
	- 특수환경용 세라믹 도장

3. 문제점

o 기존 도장공법 설계기준이 공사성격(신설, 확장, 재도장 등)을 고려치 않고 일률적으로 적용함으로써 공사특성을 반영치 못함

o 상수원 보호구역 횡단교량의 경우 도장재 비산시 환경관련 민원 발생 우려

o 도로, 철도 횡단의 경우 하부도로 교통차단으로 교통제한요소 발생

o 재도장, 가시설 설치, 교통차단 등 추가시설에 대한 경제성 미 검토

4. 도장공법 비교(외부도장 기준)

구 분		염화고무계	우레탄계 (내후성 중방식)	불소수지계 (초내후성 중방식)	세라믹계		메탈라이징
					일반 환경	특수 환경	
도장공정	전처리 프라이머	무기징크 (20㎛)	무기징크 (20㎛)	무기징크 (20㎛)	무기징크 (20㎛)		-
	하 도	무기징크 (75㎛)	무기징크 (75㎛)	무기징크 (75㎛)	-		-
	중 도	염화고무 (60㎛)	에폭시 (100㎛)	에폭시 (100㎛)	세라믹계 방식도료		상온금속용사 (80~120㎛)
					120㎛	140㎛	
	상 도	염화고무 (60㎛)	1회:우레탄 (40㎛)	1회:불소도료 (25㎛)	세라믹 우레탄		실 링 (40㎛)
			2회:우레탄 (40㎛)	2회:불소도료 (25㎛)	40㎛	60㎛	60㎛ (선택적실시)
도막두께		195㎛	255㎛	225㎛	160㎛	200㎛	140~160㎛
내구연한		10년	10년~15년	15년~20년	30년		60년이상
도료형태		유기 용제형	유기 용제형	유기 용제형	유기 용제형		금속선재
희석제		신 너	신 너	신 너	신 너		-
특 징		▫ 초기공사비 저렴 · 내열성 약함 · 유지보수비 과다소요 ※'05.도로교 표준시방서에서 신설 교량에 적용 제외	· 내식성, 광택 양호 · 내열성 약함 · 유지보수비 과다소요 · 환경성 보통	▫ 내약품성 양호 · 내후성 양호 · 재도장성 불량 · 환경성 보통	▫ 부착력 우수 · 내식성 우수 · 내후성/내약품 양호 · 내염/내해수성 양호 · 환경성 다소양호 · 공정 단순 / 시공 용이		▫ 부착력 우수 · 내식성 우수 · 내구성 우수 · 내염성 우수 · 환경성 우수 ※가혹한 부식환경에서 적용토록 규정됨.
공사비 (원/㎡)		14,000	19,000	24,000	28,000		42,000

5. 도장관련 신기술

구 분	세라믹계	메탈 라이징
공법개요	o 세라믹 분말, 폴리머를 혼합 상온 분사, 강재와의 부착력 확보(방청, 방식), 도장 공정 단순화 (세라믹계 방식도료 + 세라믹계 우레탄)	o 알루미늄, 아연 등의 메탈재료를 고온으로 강재에 분사, 부착력 확보(별도 상도 필요)
내 구 성	o 30년 이상	o 60년 이상
미 관	o 세라믹 재료의 광택으로 미관우수	o 메탈 표면에 별도 상도 필요
내 염 성	o 우수	o 우수
환 경 성	o 다소 양호	o 우수
공 사 비	28,000원/㎡	42,000원/㎡
특 징	o 메탈라이징 공법은 내구성, 내염, 내식성이 우수하나, 공사비가 불리하고 관련지침이 가혹한 부식 환경하에서 주요 교량, 또는 부식에 취약한 부위 등에 부분적 적용 가능	
	o 세라믹계는 내구성, 내염, 내식성이 우수하고 공사비가 저렴하며, 특히 조분에 대한 침식저항성이 우수	

※ 유지보수비용을 포함한 총비용은 산정근거가 불명확하여 제외하였음

6. 검토 의견

o 염화고무계, 역청질계 및 콜탈 에폭시계 도료는 유해물질 발생 등 문제로 건교부 제정 도로교 표준시방서(2005)에서 제외하였으므로 신설교량 도장 시방서에서 제외

o 메탈라이징은 환경성이 우수하나, 공사비 측면에서는 세라믹계 우레탄이 유리함

o 세라믹계 우레탄이 부식, 백화, 부착력, 및 블리스터링에 있어서 가장 우수한 것으로 나타났고, 색변화 측정값 또한 가장 미소하게 나타남

	육안등급 (1년 노출후)		부착력 (MPa)	색변화측정값(ΔE)		비고
	부 식	백 화		7개월후	1년후	
세라믹/우레탄	10	9	4.80 이상	0.35	0.93	
갈바륨 메탈라이징 /에폭시	10	2	4.20	12.63	15.42	

※ 부식 및 백화는 등급이 높을수록 양호함

7. 설계적용 방향

o 강교도장 다양화 방안에 대한 검토결과

도 장 환 경	적 용 도 장				비고
	우레탄계	불소수지계	세라믹계	메탈라이징	
- 일 반 교 량 (육교포함) - 본선횡단육교 - IC본 선 육 교 - 교통량이 적은 간선 도로 횡단교량	○	○	○		
- 교통량이 많은 간선 도로 횡단교량 - 상수원 보호구역 횡 단 교 량 - 염화물 다량 살포지역 - 해양성 환경 통과교량 - 특 수 교 량			○	○	

o 상기와 같이 구분하여 도로교 표준시방서(2005. 2)와 병행 적용하되 이에 맞추어 고속도로공사 전문시방서 개정 예정

o 상기 적용도장에 대한 품질기준 및 시험방법은 도로교 표준시방서 (2005. 2) 제6장 강교용 도료의 품질관리기준과 강교의 금속용사 적용지침(연구개발실-1058, '05.4.29)을 만족해야 함

o 실시설계중인 노선에 적용

8. 향후 과제

o 각 도장재료에 대한 생애주기비용(LCC) 분석이 필요

o 고속도로공사 전문시방서 개정시 본 방침내용 수록 예정

첨부자료 : 1. 고속도로공사 전문시방서(2004. 12)

2. 도로교 표준시방서(2005. 2)

3. 2002년도 연구보고서

4. 오염물질 배출 시험보고서

5. 조분 시험보고서

6. 관련방침「강교의 금속용사(메탈라이징) 적용 지침 제정 통보」 연구개발실-1058 (2005. 4. 29)

붙 임 #1] 고속도로 공사 전문시방서 (2004. 12)

- 일반 환경용 중방식 도장

구분	도장계열	공정		도료명칭 또는 방법	도막두께(㎛)	도장횟수	비고
교량외부	GEB	공장도장	제1층	무기질 아연말도료	75	1	
			제2층	미스트 코트	60	1	
			제3층	염화 고무계도료		1	
		공장/현장도장	제4층	염화 고무계도료	60	1	
		계			195		
교량내부	GIB	공장도장	제1층	무기질 아연말도료	35	1	
			제2층	미스트 코트	75	1	
			제3층	역청질계도료		1	
		계			110		

- 특수 환경용 중방식 도장 (우레탄계 마감)

구분	도장계열	공정		도료명칭 또는 방법	도막두께(㎛)	도장횟수	비고
교량외부	SED	공장도장	제1층	무기질 아연말도료	75	1	
			제2층	미스트 코트	100	1	
			제3층	후막형 에폭시계도료		1	
			제4층	폴리 우레탄계도료	40	1	
		공장/현장도장	제5층	폴리 우레탄계도료	40	1	
		계			255		

- 특수 환경용 중방식 도장 (자연건조형 불소수지 마감)

구분	도장계열	공정		도료명칭 또는 방법	도막두께(㎛)	도장횟수	비고
교량외부	SEE		제1층	무기질 아연말도료	75	1	
			제2층	미스트 코트	100	1	
			제3층	후막형 에폭시계도료		1	
			제4층	자연건조형 불소수지 도료	25	1	
			제5층	자연조건형 불소수지 도료	25	1	
		계			255		

- 특수 환경용 내부도장 (콜탈에폭시 마감)

구분	도장계열	공정		도료명칭 또는 방법	도막두께(㎛)	도장횟수	비고
교량내부	SID	공장도장	제1층	무기질 아연말도료	75	1	
			제2층	미스트 코트	100	1	
			제3층	콜탈 에폭시계도료		1	
			계		175		

- 특수 환경용 내부도장 (에폭시 마감)

구분	도장계열	공정		도료명칭 또는 방법	도막두께(㎛)	도장횟수	비고
교량내부	SIE	공장도장	제1층	무기질 아연말도료	75	1	
			제2층	미스트 코트	100	1	
			제3층	후막형 에폭시계도료		1	
			계		175		

- 특수 환경용 내부도장 (후막형 콜탈에폭시 마감)

구분	도장계열	공 정		도료명칭 또는 방법	도막두께(㎛)	도장횟수	비고
교량 내부	SIF	공장 도장	제1층	무기질 아연말도료	75	1	
			제2층	미스트 코트	150	1	
			제3층	콜탈 에폭시계도료		1	
			제4층	콜탈 에폭시계도료	150	1	
		계			375		

- 일반 환경용 중방식 도장

구분	도장계열	공 정		도료명칭 또는 방법	도막두께(㎛)	도장횟수	비고
교량 외부	GEB	공장 도장	제1층	무기질 아연말도료	75	1	
			제2층	미스트 코트	80	1	
			제3층	후막형 에폭시계도료		1	
		공장/현장도장	제4층	폴리우레탄계 도료	30	1	
			제5층	폴리우레탄계 도료	30	1	
		계			215		
교량 내부	GIB	공장 도장	제1층	무기질 아연말도료	75	1	
			제2층	미스트 코트	100	1	
			제3층	고고형분 에폭시계도료		1	
		계			175		

- 일반 환경용 세라믹 도장

구분	도장계열	공 정		도료명칭 또는 방법	추천도막두께(㎛)	도장횟수	비고
교량 외부	GED	공장 도장	제1층	세라믹계 방식도료	60	1	
			제2층	세라믹계 방식도료	60	1	
			제3층	세라믹계 우레탄	40	1	
		계			160		
교량 내부	GID	공장 도장	제1층	세라믹계 방식도료	50	1	
			제2층	세라믹계 방식도료	50	1	
			제3층	세라믹계 우레탄	40	1	
		계			140		

- 특수환경용 중방식 도장(우레탄계 마감)

구분	도장계열	공정		도료명칭 또는 방법	도막두께(㎛)	도장횟수	비고
교량외부	SED	공장도장	제1층	무기질 아연말도료	75	1	
			제2층	미스트 코트	100	1	
			제3층	후막형 에폭시계도료		1	
			제4층	폴리 우레탄계도료	40	1	
		공장/현장도장	제5층	폴리 우레탄계도료	40	1	
		계			255		

- 특수 환경용 중방식 도장 (자연건조형 불소수지 마감)

구분	도장계열	공정		도료명칭 또는 방법	도막두께(㎛)	도장횟수	비고
교량외부	SEE	공장도장	제1층	무기질 아연말도료	75	1	
			제2층	미스트 코트	100	1	
			제3층	후막형 에폭시계도료		1	
			제4층	자연 건조형 불소수지도료	25	1	
		공장/현장도장	제5층	자연 조건형 불소수지도료	25	1	
		계			255		

- 특수 환경용 내부 도장 (고 고형분 에폭시2회 도장 마감)

구분	도장계열	공정		도료명칭 또는 방법	도막두께(㎛)	도장횟수	비고
교량내부	SID		제1층	무기질 아연말도료	75	1	
			제2층	미스트 코트	100	1	
			제3층	고 고형분 에폭시계도료		1	
			제4층	고 고형분 에폭시계도료	100	1	
				계	275		

- 특수 환경용 내부 도장 (고 고형분 후막형 에폭시 도료 마감)

구분	도장계열	공정		도료명칭 또는 방법	도막두께(㎛)	도장횟수	비고
교량내부	SIE	공장도장	제1층	무기질 아연말도료	75	1	
			제2층	미스트 코트	150	1	
			제3층	고 고형분 후막형 에폭시계도료		1	
			계		225		

- 특수 환경용 내부 도장 (고 고형분 후막형 에폭시2회 도장 마감)

구분	도장계열	공정		도료명칭 또는 방법	도막두께(㎛)	도장횟수	비고
교량내부	SIF	공장도장	제1층	무기질 아연말도료	75	1	
			제2층	미스트 코트	150	1	
			제3층	고 고형분 후막형 에폭시계도료		1	
			제4층	고 고형분 후막형 에폭시계도료	150	1	
				계	375		

- 특수 환경용 세라믹 도장 (세라믹계방식 도료 마감)

구분	도장계열	공정		도료명칭 또는 방법	추천도막두께(㎛)	도장횟수	비고
교량외부	SEH	공장도장	제1층	세라믹계 방식도료	70	1	
			제2층	세라믹계 방식도료	70	1	
			제3층	세라믹계 우레탄	60	1	
		계			200		
교량내부	SIG	공장도장	제1층	세라믹계 방식도료	60	1	
			제2층	세라믹계 방식도료	60	1	
			제3층	세라믹계 우레탄	60	1	
		계			180		

붙 임 #3]

KOREA HIGHWAY CORPORATION

도교기 ME-02-15

2002년도 연구보고서

환경친화적인 강교용 보수도장에 관한 연구

Environmentally Friendly Maintenance Coating of Steel Bridges

한국도로공사
도로교통기술원

표 7.6 ASTM에 따른 육안등급 및 색차계에 의한 변색도 측정 결과

도장계열	ASTM에 따른 육안등급 (1년 노출 후)		색차계에 의한 색변화 측정값(△E)		비 고
	부식등급	백화	7개월 후	1년 후	
C/U	10	9	0.35	0.93	
C	8	3	5.34	4.93	
MCU/U1	7	6	5.96	7.73	
MCU/U2	10	4	5.67	8.34	
Al/E/U	7	6	5.28	6.99	
Sil	7	7	12.48	15.29	
Zn/CR/CR	7	5	4.70	7.12	
MIO/CR/CR	7	4	-	-	
IOZ	7	-	3.69	-	
Gal/E	10	2	12.63	15.42	
Zn/E/U	8	6	5.26	8.89	
CR//MCU/U	8	6	9.82	11.33	
CR//CR	8	5	4.15	7.12	
CR//EM/U	8	6	5.47	7.21	
CR//MIO/Sil	8	7	5.15	7.96	
ZEU//MCU/U	9	6	10.51	12.97	
ZEU//EM/E/U	9	6	5.47	7.57	
ZEU//EM/E/Sil	9	7	6.51	9.13	

붙 임 #4]

상수도시설 콘크리트 구조물
내부 방수/방식 재료
시험평가 및 적정 시공방법 비교 연구

1997. 3

서울특별시상수도사업본부

2.11 재료시험 평가 결과 (종합결과)

2.1 ~ 2.10의 각종 재료 시험에 따른 방수/방식제의 성능을 종합한 결과는 <표2.11.1>과 같다.

<표 2.11.1> 재료별 성능 종합 분석표

재료명		응용수용출성	내염해성 (염소·염산)	염소투과율	접착력	유연미모성	투수성	흡수비	세공용적	내후성	균열저항성	시공성	종합	비 고
무기 단체	①~④	2	1	1	3	3	2	2	3	3	1	4	25	
무기 혼합	①~②	2	2	2	3	2	2	3	2	2	2	3	25	
무기 혼합	①~②	5	3	2	4	4	4	3	5	3	1	5	39	
에폭시 수지계	수용성	4	5	4	4	4	5	5	1	4	3	3	42	
	무용제	4	5	5	5	5	5	5	1	4	3	3	45	
세리믹 에폭계		5	5	5	5	5	5	5	2	5	3	3	48	
수화응고형 도포방수		2	3	2	3	3	3	3	2	3	4	3	31	
복합 아크릴수지계		5	5	3	3	3	5	4	1	4	4	3	40	

* 성능평가지수 1 -------- 3 -------- 5
(보통) (양호) (우수)

* 본 종합결과표는 상수도 시설의 환경조건을 고려한 본 연구의 시험평가 범위 내에서 얻어진 결과를 일반적인 성능지수 평가방법에 따라 평가한 것임.

붙 임 #5]

관리
번호

원본 또는 사본

시화 멀티테크노 밸리 제3공구 조성공사

구 조 계 산 서 (II)

2003. 10

한국수자원공사

(7) 시화멀티테크노밸리 제3공구는 철새도래지에 근접하고 있기 때문에 조류배설물에 의한 도장막의 손상이 예상되어 강구조물의 내구성을 확보하는 것이 중요하다. 비둘기 및 바다갈매기의 배설물의 성분을 분석한 결과, pH가 각각 4.43 및 3.15로 강산성을 나타내었으며, 이온색층분석에 의해 분석한 음이온으로서는 Cl^-, PO_4^{3-}, NO_3^- 및 SO_4^{2-} 등이 다량 검출됨을 알 수 있었다. 따라서, 조분의 성분 중에서 다량으로 검출된 SO_4^{2-},Cl^-, PO_4^{3-} 및 NO_3^- 등의 음이온은 강재의 도장막을 손상시키고 부식을 촉진시키며, 콘크리트 구조물인 경우에는 콘크리트을 열화시켜 구조물의 내구성을 현저히 저하시키는 원인이 됨으로 이에 대한 대책의 강구가 필요하리라 사료된다.

(8) 제3공구에 건설될 강교량에 적용할 내구성도장을 선정하기 위한 자료를 얻기 위하여 현재 주로 적용되고 있는 4종류의 도장재료에 대해 조류배설물이 도장막에 미치는 영향을 조사한 결과, 현재 일반적인 상도용으로 사용되고 있는 우레탄계 및 에폭시계 도장재료의 경우, 조분에 노출된 경우 표면 도장막이 침식되고, 균열이 나는 등 건전상태와 비교하여 도장막이 변형되었으나, 세라믹계 도장재료의 경우, 조분에 노출된 경우에도 건전하고 치밀한 도장막을 형성하고 있음을 알 수 있었으며, 조분의 침식작용에 저항성이 있는 것으로 판단된다. 따라서, 시화멀티테크노밸리 제3공구에 건설된 강교량의 경우, 조분의 침식에 저항성이 우수한 도장재료의 선정이 무엇보다도 중요하리라 사료된다.

이상의 결과를 종합해 보면 시화멀티테크노밸리 제 3공구 내에 신설되는 구조물의 경우 해수에 대한 내구성의 저하가 우려되기 때문에 특별히 염해에 대한 대책이 필요할 것으로 사료된다. 철근콘크리트 구조물의 경우, 내구성을 향상시키기 위한 콘크리트의 재료 및 배합과 적극적인 내염대책이 필요하리라 사료되며, 강교의 경우, 강재의 부식을 방지할 수 있도록 도장에 대한 특별한 대책이 강구되어야 한다.

붙 임 #6]

"행복을 이어주는 사람들"

한국도로공사 도로교통기술원

수신자 : 수신자 참조
(경유)
참 조 : 도로처, 구조물처, 건설계획처, 건설관리처, 민자도로처, 설계처, 건설환경실
제 목 : 강교의 금속용사(메탈라이징) 적용 지침 제정 통보

1. 기술의10403-103(2004.10.11) 및 기술의10403-111(2004.10.26) 호의 관련입니다.

2. 위 호와 관련하여 실시하였던 제13차 설계자문위원회 「강교 도장의 대체 방식대책으로서의 메탈라이징의 적용」에서 "강교의 금속용사 적용 지침"(첨부 참조)이 제정되었음을 통보하오니 강교 방식공법으로 메탈라이징을 적용할 경우 업무에 참고하시기 바랍니다.

첨 부 : 1. 강교의 금속용사 적용 지침 1부
2. 설계심의 안건 요약 1부. 끝.

도로교통기술원장

수신자 갑1,본10-본60,지11-지66

연구원 이찬영 책임연구원 정해문 연구위원 이광호 원장 박문기

협조자 연구기획팀 팀장 김덕용

시행 연구개발실-1058 (2005.04.29.) 접수 민자도로처-945/5524 (2005.05.02.)
우 445-812 경기도 화성시 동탄면 산척리 50-5 / http://www.freeway.co.kr/
전화 031-371-3352 전송 031-371-3359 / leecy@freeway.co.kr / 공개

2-19 강교 제작단가 적용검토

방 침
설계처-2296
('06. 9. 8)

1. 검토목적

현행 강교제작품은 공장 실사 및 원가분석을 통해 조정된 「강교 제작단가 조정시행(설계도 10201-172, '02. 4. 11)」을 적용하고 있으나 건설공사 표준품셈(2006)이 개정됨에 따라 현 기준과의 비교를 통하여 합리적인 단가 적용기준을 정립코자 함.

2. 현행기준 및 건설공사 표준품셈(2006)

가. 강교제작 단가조정 시행(설계도 10201-172, '02. 4. 11)

o 강교제작 공수

공 종 / 형 식	부재제작 및 조립	용접	가조립	비고
	철판공	용접공	철공	
연속합성형□	3.85	1.61	0.86	
연속합성형I	4.00	1.65	0.94	

o 재료비

품 명	단위	수량	비 고
용 접 봉	kg	23.25	
산소	m^3	14.14	기체산소 $15m^3$ 은 압축산소 2.5병임
LPG 가스	kg	4.42	
잡품 · 기타	식	1	부재료비의 5% 이내
CO_2 가스	kg	37.31	신설품목

나. 건설공사 표준품셈(2006)

o 강교제작 공수

공 종 / 형 식		부재제작 및 조립		용 접		가조립
		철판공		용접공		철 공
		대형부재	소형부재	맞댐	필렛	
용접교 (SM400~SM490 ,SS400)	합성판형I	0.77	2.89	2.78	1.91	0.66
	합성상형□	1.00	3.32	1.26	0.69	0.75
	연속합성형I	1.37	5.96	2.07	1.60	0.84
	연속합성형□	1.00	3.32	1.26	0.69	0.75
용접교 (SM520)	합성판형I	0.77	2.89	2.78	1.91	0.66
	합성상형□	1.00	3.32	1.26	0.69	0.75
	연속합성형I	1.37	5.96	2.07	1.60	0.84
	연속합성형□	1.00	3.32	1.26	0.69	0.75
용접교 (SM570)	합성판형I	0.94	3.56	3.20	2.20	0.92
	합성상형□	1.25	4.13	1.40	0.77	0.98
	연속합성형I	1.75	7.60	2.43	1.88	1.01
	연속합성형□	1.24	4.10	1.44	0.79	0.96

o 재료비

품 명	단위	수량	비 고
용 접 봉	kg		비합성판형 : 26kg 합성판형, 비합성상형, 합성상형 : 28kg 트러스, 아치, 랭가 · 로제 기타 : 26kg
산소	m^3	15.0	기체산소 $15m^3$ 은 압축산소 2.5병임
LPG 가스	kg	10.0	
잡품 · 기타	식	1	부재료비의 5% 이내

3. 공사비 비교

가. ST. BOX GIRDER교

(단위 : 천원)

공 종	현행기준(2002년)	표준품셈(2006년)	증감액	증감율(%)
자 재 비	941,590	941,590	-	-
제 작 및 가조립비	1,375,004	1,253,041	△121,963	△8.7
운반 및 가설비	423,564	423,564	-	-
직접공사비 계	2,740,158	2,618,195	△121,963	△4.5
제 잡 비	1,370,079	1,309,098	△ 60,982	△4.5
총 공 사 비	4,110,237	3,927,293	△182,945	△4.5
단위공사비	4,006/ton	3,828/ton	△178/ton	△4.5

※강재총중량 : 1,026 tonf

나. ST. PLATE GIRDER교

(단위 : 천원)

공 종	현행기준(2002년)	표준품셈(2006년)	증감액	증감율(%)
자 재 비	661,101	661,101	-	-
제 작 및 가조립비	1,118,022	1,056,815	△61,207	△5.5
운반 및 가설비	860,643	860,643	-	-
직접공사비 계	2,639,766	2,578,559	△61,207	△2.3
제 잡 비	1,187,895	1,160,352	△27,543	△2.3
총 공 사 비	3,827,661	3,738,911	△88,750	△2.3
단위공사비	4,914/ton	4,800/ton	△114/ton	△2.3

※강재총중량 : 779 tonf

4. 검토결과

2006년 개정된 표준품셈은 부재의 크기(대형,소형), 수량, 용접방식에 따른 교량의 특성을 반영하였으며, 강교 공사비 검토결과 표준품셈(2006년) 공사비가 현행기준 대비 약 2~5% 절감효과가 있어 강교제작비 산출시 2006년 표준품셈 기준을 적용함이 타당하다고 사료됨.

5. 적용방안

o 실시설계중인 노선부터 본 방침 적용.

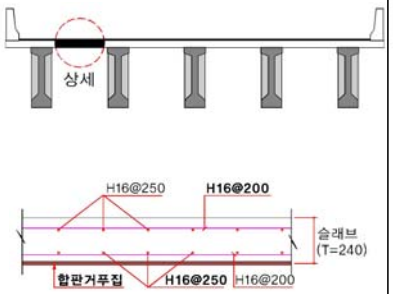
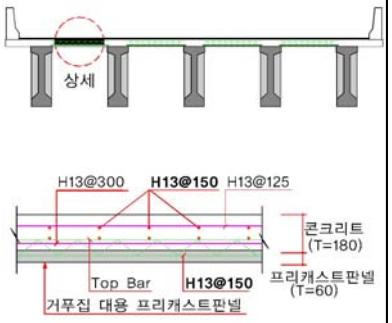
2-20 교량바닥판 프리캐스트 판넬공법의 경험적 설계법 적용방안 검토(안)

방 침
설계처-2963
('06. 11. 16)

1. 검토목적

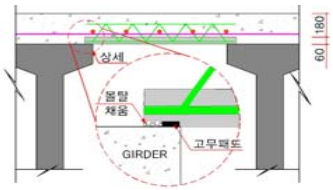
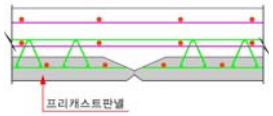
거더교의 슬래브 Con'C 타설을 위해 프리케스트 판넬을 사용 시공성 및 안전성 확보(설계처-1220, 강도설계법)토록하고 있으나 슬래브 설계 시 실제 바닥판 파괴 메카니즘과 일치되는 경험적 설계법(도연사 18204-31780호) 적용에 따른 적용성 여부에 대하여 검토

2. 현 설계법

구 분	경험적 설계법 (합판거푸집 적용)	강도설계법 (프리케스트 적용)
개 요		
장·단점	o 피로파괴에 의한 펀칭전단파괴에 저항 o 거푸집 설치 후 Con'C 타설, 양생 후 거푸집 제거 o 거푸집(동바리)설치와 해체작업으로 안전성 확보 불리 o 공기가 길고 작업효율 저하	o 휨모멘트에 의한 인장파괴에 저항토록 설계 o 프리캐스트 판넬이 Con'C 양생전 거푸집, 양생후 구조체로 작용 o 거푸집, 동바리가 필요없고, 해체공정이 없어 공사중 안전성 확보가능 o 단순 반복작업으로 시공이 신속함

3. 경험적 설계법 적용 적정성 검토

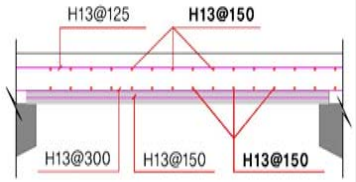
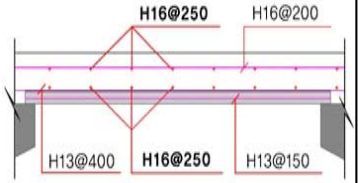
1) 도로교 설계기준

도로교 설계기준	검 토 내 용
4.7.7 경험적 설계법 4.7.7.3 설계조건 (1) 다음의 조건들을 만족시킬 경우에만 경험적 설계법을 적용할 수 있다 1) ... **2) 콘크리트가 현장타설되고 습윤양생 되어야 함** 10) ... [해설] (1) ...이 설계조건에 명시되지 않은 사항이라도 **교량기술자의 전문적인 판단, 정밀해석** 또는 **실험결과가 바람직할 경우 경험적 설계법을 적용할** 수 있으며...	도로교 설계기준 4.7.7.3 (1)(2) 항의 요구사항은 콘크리트가 현장타설되고 습윤양생될 경우에 한하여 경험적설계법을 적용할수 있으나 실험적으로 검증되고 결과가 바람직 할 경우 적용가능함 (1)프리캐스트 판넬을 이용한 철근콘크리트 바닥판의 경험적 설계법 적용성 연구(서울산업대2006. 3)결과 실험에의해 휨강도 및 펀칭전단강도 확보 검증
(2) ...현장타설되는 바닥판의 경우바닥판과 거더가 일체로 합성되는 효과가 프리캐스트 바닥판의 경우 보다 크기때문에 이와같은 조항이 포함되었다. **프리캐스트 바닥판의 경우도... 합성효과가 있지만 현장타설되는 바닥판 보다 합성효과가 떨어지고, 또한 바닥판과 바닥판 사이의 이음부가 존재하여 이부분에 대한 아치작용의 효과가 검증되지 않은 상태**이다. 따라서 **경험적 설계법을 적용하기 위해서는 보다 많은 실험적 연구**가 이루어져야 할 것이다	(2) 바닥판과 거더의 합성효과를 극대화 ① 합성 작용을 위한 모르타르 충진  ② 종방향 철근연속배치  ☞상기와 같이 실물실험을 실시한 결과 Arching-Action효과 검증

2) 안전성 및 사용성

<table>
<tr><th>검토항목</th><th>검토내용</th></tr>
<tr><td>휨강도
검토</td><td>
<table>
<tr><th>실험부재</th><th>유효지간
(m)</th><th>계수설계하중
P_d(kN)</th><th>극한강도실험값
P_u(kN)</th><th>안전율
($\varnothing P_u/P_d$)</th></tr>
<tr><td>단순지지</td><td>2.6</td><td>46.7</td><td>77.1</td><td>1.40</td></tr>
<tr><td>합성지지</td><td>2.6</td><td>84.7</td><td>154.1</td><td>1.55</td></tr>
</table>
• 단순지지 실험체의 경우 안전율이 1.4, 합성지지 실험체의 경우 안전율이 1.55로서 프리캐스트 판넬 바닥판은 충분한 휨강도를 가지고 있음
</td></tr>
<tr><td>펀칭
전단강도
검토</td><td>
<table>
<tr><th>실험부재</th><th>유효지간
(m)</th><th>펀칭전단강도
P_u(kN)</th><th>ACI 기준
(P_u/P_{ACI})</th><th>CEB-FIP
($P_u/P_{CEB-FIP}$)</th></tr>
<tr><td>단순지지</td><td>2.7</td><td>889.5</td><td>1.35</td><td>1.41</td></tr>
<tr><td>합성지지</td><td>2.85</td><td>1069.6</td><td>1.62</td><td>1.70</td></tr>
</table>
• 경험적 설계법을 적용한 프리캐스트 판넬 바닥판의 판부재 실험결과 정적하중 재하시 모두 펀칭전단으로 파괴되는 것을 확인하였음.
• 펀칭전단강도의 크기는 ACI규정 (현행도로교 설계기준과 동일)과 CEB-FIP 규정치보다 평균 1.4배~1.7배 정도 크게 평가됨.
(※ P_{ACI}=660.32kN,ACI규정에 따른 펀칭전단강도
※ $P_{CEB-FIP}$=628.70kN ,CEB-FIP규정에 따른 펀칭전단강도)
</td></tr>
<tr><td>처짐
검토</td><td>
<table>
<tr><th>실험부재</th><th>유효지간
(m)</th><th>수직처짐량(δ)
(mm)</th><th>허용처짐량(δ_a)
(mm)</th><th>δ/δ_a</th></tr>
<tr><td>단순지지</td><td>2.1</td><td>0.88</td><td>2.625</td><td>0.34</td></tr>
<tr><td>합성지지</td><td>2.85</td><td>0.58</td><td>3.75</td><td>0.15</td></tr>
</table>
• 프리캐스트 판넬 바닥판의 하중-처짐곡선을 토대로 처짐에 대한 사용성을 평가한 결과 허용처짐량대비 11%~34% 정도로 처짐량이 작기 때문에 사용성을 충분히 만족.
</td></tr>
<tr><td>균열
검토</td><td>
<table>
<tr><th>실험부재</th><th>유효지간
(m)</th><th>균열폭(ω)
(mm)x10^{-2}</th><th>허용균열폭(ω_a)
(mm)x10^{-2}</th><th>ω/ω_a</th></tr>
<tr><td>단순지지</td><td>2.7</td><td>6.96</td><td>16.75</td><td>0.42</td></tr>
<tr><td>합성지지</td><td>2.85</td><td>6.02</td><td>16.75</td><td>0.36</td></tr>
</table>
• 각 실험체에 설계휨하중 재하시 발생된 균열폭을 측정한 결과 허용균열폭 대비 18%~42% 수준으로 도로교 설계기준의 균열폭에 관련된 사용성을 충분히 만족하고 있는 것으로 평가됨.
</td></tr>
</table>

3) 설계 공법별 비교

<table>
<tr><th colspan="2">구 분</th><th>강도설계법</th><th>경험적설계법</th></tr>
<tr><td colspan="2">개 요</td><td> 
</td><td> 
</td></tr>
<tr><td rowspan="2">종방향
철근비</td><td>하부</td><td>H13@150(ρ=0.00352)</td><td>H16@250(ρ=0.00331)</td></tr>
<tr><td>상부</td><td>H13@300(ρ=0.00176)</td><td>H16@250(ρ=0.00331)</td></tr>
<tr><td rowspan="2">횡방향
철근비</td><td>하부</td><td>H13@300(ρ=0.00528)</td><td>H13@400(ρ=0.00484)</td></tr>
<tr><td>상부</td><td>H13@125(ρ=0.00422)</td><td>H16@200(ρ=0.00414)</td></tr>
<tr><td rowspan="2">경제성
비교</td><td>PSC빔교</td><td>100%</td><td>99.85%</td></tr>
<tr><td>ST.Box교</td><td>100%</td><td>94.74%</td></tr>
<tr><td colspan="2">장단점</td><td>· 실제 바닥판 파괴메카니즘과 상치되는 설계법적용으로 불합리
· 지간이 길어질수록 휨설계로 인해 불필요하게 과다설계 우려가 있음
· 경제성 불리</td><td>· 실제 바닥판 파괴메카니즘과 일치되는 설계법 적용으로 합리적임
· 지간과 관계없이 일정비율의 철근량을 배근하므로 경제적 설계가능
· 경제성 유리</td></tr>
</table>

5. 검토결론

o 교량 슬래브에 프리캐스트 바닥판 사용시 실험적 검증을 통해 일체거동 및 안전성 입증 후 경험적 설계법을 적용토록 규정함에 따라

o 프리캐스트 바닥판의 실물 거동 시험을 시행한 결과
- 일체거동으로 휨강도 및 펀칭강도 등 충분한 안전율이 확보
- 바닥판 거더의 합성효과 증진의 극대화를 위한 모르타르 충진
- 종방향 철근 연속배치를 통해 판넬의 연속성 강화 등이 검증

o 검증결과에 따라, 현재 프리캐스트 판넬 적용시 사용되고 있는 강도설계법을 경험적설계법으로 전환함이 타당함

o 경제성이 확보되는 고소교량(교고h=15m이상)에서 우선적용 검토

o 시공시 안전사고의 위험이 높거나 하부통행량이 많아 본 방침적용이 유리하다고 판단되는 교량에 대하여 적용

6. 적용방안

o 2006년 11월 준공노선부터 적용

o 공사중인 노선은 해당 주관부서에서 판단 적용

2-21 T형 교각기초 상면철근 겹침이음길이 검토

방 침
설계처-3242
('06. 12. 12)

1. 검토배경

o 이형철근 겹침이음길이는 인장과 압축부위에 따라 산정함

o T형 교각 기초상부는 압축응력이 발생하나 철근 겹침이음길이를 인장부로 산정하는 경향이 있어 원인분석 및 적용방안을 수립코자 함

2. 시방기준

□ 콘크리트 설계기준

o 인장 이형철근의 겹침이음길이(8.2.2)

$$\ell_{tsp,d} = 1.3\frac{0.90d_b f_y}{\sqrt{f_{ck}}}\frac{\alpha\beta\gamma\lambda}{\left(\frac{c+k_{tr}}{d_b}\right)} \geqq 300mm$$

o 압축 이형철근의 겹침이음길이(8.6.3)

$$\ell_{csp,d} = 0.072 f_y d_b \geqq 300mm$$

3. T형 교각 상부철근 인장 설계 사유 및 적용사례

□ T형 교각 상부철근 인장으로 설계 사유

o 철근배치 위치계수(α) 상부철근의 적용 오류

- 상부철근은 정착길이 또는 이음부 아래 300mm를 초과되게 굳지 않은 콘크리트를 친 수평철근으로 정의되어 있으며
- 상부철근 위치계수(1.3)는 인장응력 발생 구간에서 적용

o 철근조립시등 작업원의 하중이 인장응력으로 발생될 것으로 판단

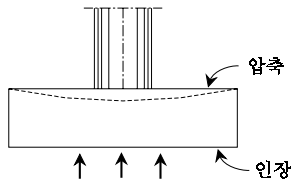
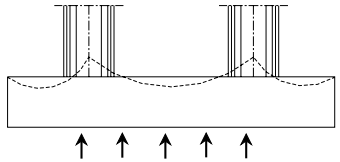
□ 적용사례

o 전주광양(2공구) 신리6교(L=420m, PSC빔)

o 대구부산(7공구) 용두교 (L=300m, ST BOX)

o 대구부산(6공구) 고정교 (L=1,320m, PSC BOX)등

4. 교각기초 응력발생 현황

o T형	o Ⅱ형
	
o 상부 : 압축 o 하부 : 인장	o 상부 : 인장·압축 교차발생 o 하부 : 인장·압축 교차발생

5. 겹침길이 적용 검토

o T형 교각 기초 상부철근은 직접기초, 말뚝기초 모두 압축응력 발생

o 철근배근 및 콘크리트 타설 등 작업시 하중은 후팅 간격재를 설치하므로 인장응력 발생 없음

⇩

압축이형철근 겹침이음길이 산정식 적용

※ 압축철근 적용시 경제성 검토 (세부 산출기준 별첨)

형 식	교각 1기당		비 고
	철근 감소량(kg)	절감액(천원)	
PSC빔교	81.5	122	전주~광양 2공구 신리6교
STEEL Box교	111.6	167	대구~부산 7공구 용두교
PSC Box교	255.8	384	대구~부산 7공구 금시교

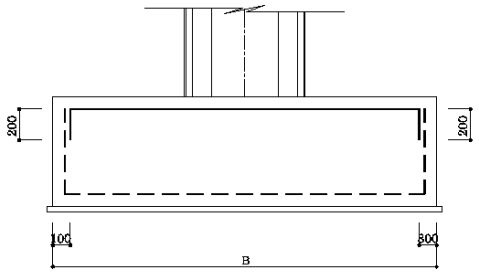
6. 결　　론

o T형 교각 기초상면은 압축응력이 발생되므로 겹침이음길이는 압축이형철근 겹침이음길이 산정식 적용하여 산출

o 교각 1기당 24~39%의 철근량 감소로 122천원~384천원 원가절감 가능

o 설계중인 용역부터 본 기준 적용

철근 규격별 이음길이 비교표



o 철근항복강도 f_y=400MPa

콘크리트설계기준강도 f_{ck}=27MPa

덮개 C = 100mm

철근규격	인장철근 겹침이음길이($\ell_{tsp,d}$)	압축철근겹침이음 길이($\ell_{csp,d}$)	$\ell_{tsp,d}/\ell_{csp,d}$
H13	480	366	0.76
H16	600	458	0.76
H19	720	550	0.76
H22	1,050	639	0.61
H25	1,200	732	0.61
H29	1,350	824	0.61
H32	1,500	916	0.61

2-22 중소지간 PSC I형 거더교량의 면진받침 적용성 검토

방 침
설계처-3241
('06. 12. 12)

1. 검토 목적

중소지간(경간장 40m이하) PSC I형 거더교 받침은 탄성받침을 대부분 사용하고 있으며, 점차 고교각 설계가 증가하는 추세로서 고교각에서 탄성받침 사용시는 신축이음 유간 및 교각 기둥단면이 증가하는 등의 문제점이 발생되므로 이에 대한 해결방안을 검토코자 함

2. 추진 경위

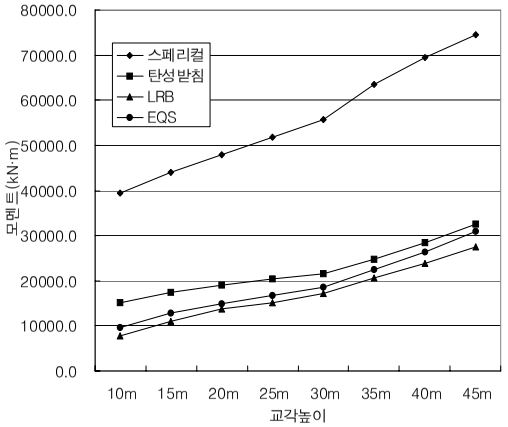
o '92. 12 : 도로교 표준시방서 내진편 신설
  - 국내 처음 적용으로 준비검토기간 소요되어 단계별 적용
o '95. 6 : 고속도로 내진설계 적용기준 수립(도로공사)
  - 지진발생시 낙교방지와 교각의 안전성확보에 최대 주안점을 둠
  (보강탄성받침 또는 전단키 설치)
o '95. 8 ~ '96. 12 : 고속도로 교량의 내진설계지침 작성(도로공사)
o '05. 2 : 도로교설계기준 개정(건설교통부)
  - 지진시 상부여유간격 규정 신설

3. 해석 모델

o 상부/하부 형식 : IPC거더/T형 원형교각
o 지간구성 : L=3@40.0+2@40.0+2@40.0=280.0m
o 폭원/주형고 : B=12.6m / H=1.9m
o 콘크리트 압축강도 : 교대 24MPa, 교각 27MPa
o 지진구역계수 : 내진1구역 0.11 적용
o 재현주기 : 1,000년에 해당하는 위험도계수 1.4 적용

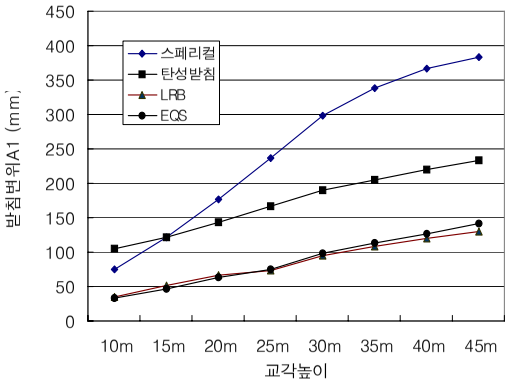
4. 고교각에서 탄성받침 적용시 문제점

□ 교각높이 증가시 기둥의 모멘트 증가



<교축방향 교각2 모멘트>

□ 교각높이 증가에 따라 받침변위 증가



<교축방향 교대1 받침변위>

o 교각높이 25m이상일 경우 탄성받침 허용변위를 초과함
  - 수직용량 1750kN 허용변위 : 탄성(144mm), 면진(200mm)

□ 교각높이 증가에 따라 신축유간 증가

<상부 여유간격을 고려한 필요신축유간>

(단위 : mm)

구 분	스페리컬		탄성받침		LRB		EQS	
	시점측	종점측	시점측	종점측	시점측	종점측	시점측	종점측
H=10m	61.3	45.0	93.0	85.9	13.2	13.2	9.4	9.4
H=15m	109.3	83.5	110.0	101.4	29.5	32.8	26.7	27.0
H=20m	163.6	127.2	131.9	120.6	47.5	45.2	44.7	38.5
H=25m	222.8	174.9	155.9	140.1	52.7	53.7	52.2	53.6
H=30m	285.2	225.1	179.4	158.3	75.2	72.8	74.8	76.9
H=35m	325.9	259.6	194.5	168.9	89.3	85.2	88.3	94.6
H=40m	352.7	293.0	208.8	179.1	101.3	95.7	101.0	108.3
H=45m	370.1	326.0	222.8	189.3	111.2	101.8	115.1	118.5

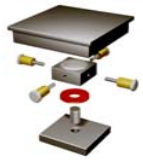
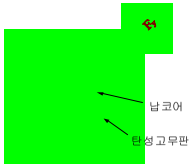
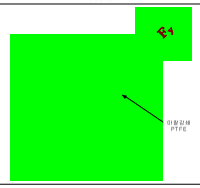
※ 면진받침 〈 탄성받침 〈 스페리컬

5. 검토방향

교량받침 형식 변경

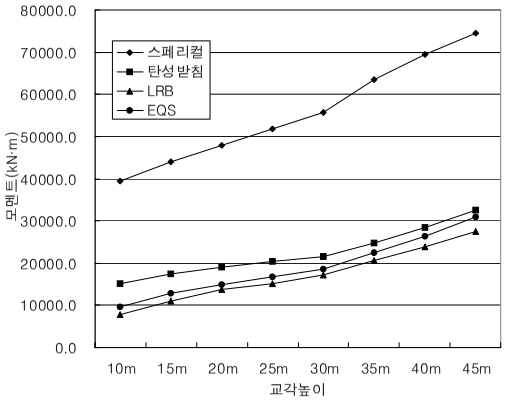
탄성받침 → 면진받침

6. 면진받침 종류 및 특성

구 분	LRB	EQS
단 면		
거 동		
특 징	·고무패드 전단변형으로 수평변위 흡수 ·납봉에 의한 소량의 하중 흡수 소산 ·충격 흡수능력 및 받침 회전기능 우수	·특수PTFE의 마찰에 의한 하중흡수 소산 ·에너지조절장치에 의한 변위흡수 조절 ·지진시 복원력이 우수하며, 육안에 의한 손상여부 확인이 가능함

7. 탄성받침과 면진받침 비교분석

□ 교각 모멘트



<교축방향 교각2 모멘트>

o 면진받침은 모멘트가 가장 적게 발생

-다점고정 거동 및 자체 감쇠기능을 통해 에너지 소산

□ 적정기둥 직경 산정

<적정 기둥직경(교각2, 상시고정단)>

(단위 : m)

구 분	상 시	스페리컬	탄성받침	LRB	EQS
H=10m	2.0	3.1	2.5	2.3	2.3
H=15m	2.1	3.2	2.7	2.5	2.5
H=20m	2.2	3.3	2.8	2.5	2.5
H=25m	2.3	3.4	2.9	2.5	2.6
H=30m	2.4	3.4	3.0	2.7	2.7
H=35m	2.6	3.7	3.1	2.9	2.9
H=40m	2.8	3.8	3.3	3.0	3.0
H=45m	3.0	4.0	3.5	3.1	3.1

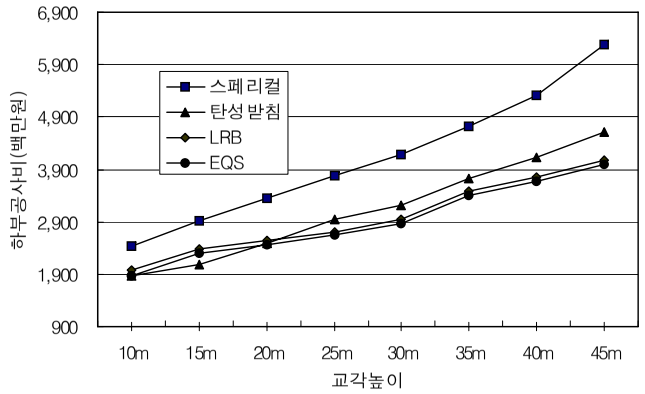
o 면진받침 사용시가 기둥단면이 가장 작음

□ 공사비(세부 산출서 붙임참조)

<지진해석 후 총공사비>

(단위 : 백만원)

구 분	스페리컬	탄성받침	LRB	EQS
H=10m	2,443	1,876	1,965	1,875
H=15m	2,926	2,075	2,391	2,308
H=20m	3,338	2,492	2,542	2,459
H=25m	3,786	2,946	2,696	2,653
H=30m	4,195	3,206	2,954	2,872
H=35m	4,722	3,726	3,473	3,390
H=40m	5,312	4,133	3,760	3,678
H=45m	6,275	4,612	4,070	3,993



<교량받침별 하부공사비 변화>

o 약 20m 이상 교각에서는 면진받침 적용시 경제적임

- 면진받침 적용시 받침 공사비는 증가하나 신축이음 및 하부기둥 규모축소로 전체 공사비는 절감(탄성받침 대비 약 11% 절감)

8. 결 론

o PSC I형 거더 교각높이 약 20m이상에서 면진받침을 사용시에는

- 기둥단면(직경) 축소로 충실형 단면 사용가능
- 신축이음 규격 축소로 주행안정성 확보 유리
- 공사비가 약 11%정도 절감되는 것으로 검토되었음

o 중소지간 PSC I형 거더고 교각(약 20m이상) 교량받침 설계시에는 면진받침과 탄성받침의 경제성 및 안전성 등을 비교·검토하여 적용

2-23 영업소 옥상통로 형식 적용 적정성 검토

방 침
설계처-2753
('06. 10. 25)

Ⅰ. 검토 목적

영업소 직원 및 현금 취급 업무의 안전 확보를 위해 운영중인 영업소 통로를 기존의 지하박스 형태에서 탈피, 캐노피 상단(옥상 통로) 설치 방안 검토

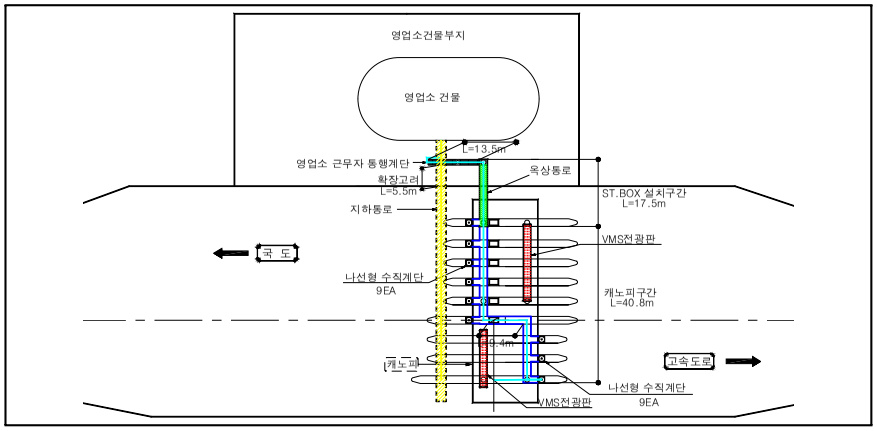
Ⅱ. 현 문제점

현기준상 영업소 연결통로는 6차로 **이상의 영업소에 지하 또는 옥상 통로 형태로 설치토록 규정**되어 있으나, 영업소 통로 설계시 **별도의 검토없이 지하통로 형식만을 일괄 적용중.**

- o 현지 여건상 옥상통로 설치 필요시에도 적용 사례 및 세부 지침 부재로 적용 곤란.
- o 확장 영업소 및 미설치 영업소내 통로 연장 · 신설시 시공성 극히 불량.
- o 지하 작업 선행에 따른 포장등 노면 공사 조기 시행 곤란

Ⅲ. 옥상통로 적용 검토

- o 검토대상 가정 : 영업소 차로수 10차로 **【전국 6차로 이상 영업소 평균 차로수(≒ 1,276차로/119개소)】**
- o 설치 개념도



Ⅵ. 비교 검토(안)

□ 시공성

구 분	지하통로 형식	옥상통로 형식	비 고
시공기간	o 약 5개월 가량 소요	o 약 2개월 가량 소요	붙임 #1
시공여건	o 기존영업소 확장(통로 미설치 영업소 포함) 및 암 지반의 경우 시공성 극히 불량	o 확장여부 및 기초지반에 관계없이 시공성 양호	
본체 시공	o con'c 계단 및 단열, 방수공사 병행에 따른 시공 복잡	o 돔형통로등 주요공종 외부 제작으로 공종 단순화 가능	

□ 기능성

구 분	지하 통로 형식	옥상 통로 형식	비 고
유지관리	o 양수 및 조명시설 상시 운영 필요	o 외부노출 및 오염으로 인한 외부 청소 빈도 증가	
이용편의	o 지하공간 이용에 따른 폐쇄감등 통행 여건 열악 o 이동거리 및 시간 상대적 양호 (95.4m,1.34분 소요)	o 옥외공간 통행에 따른 개방감 및 쾌적성 증대 o 이동거리 및 시간 다소 불리 (125.5m,1.97분 소요)	붙임 #2
미 관	o 고속도로 미관 영향 없음.	o 고속도로상 노출로 미관을 고려한 설계 · 시공 필요	

□ 경제성

(영업소 차로수 10차로 기준)

구분	지하통로 형식	옥상통로 형식	비고
소요공사비	468 백만원	294 백만원	붙임 #3,4

Ⅴ. 검토 결론

□ **형식별 장단점**

구 분		지하통로 형식	옥상통로 형식	비 고
시 공 성		불 리	**양 호**	
기능성	유지관리	보 통	보 통	
	이용편의	**양 호**	보 통	
	미 관	**양 호**	불 리	노 출
경 제 성		불 리	**양 호**	

□ 옥상통로 형식이 미관 및 이용편의(거리) 측면에서는 다소 불리하나, **시공 및 경제성 측면에서 매우 유리**한 것으로 검토됨에 따라,

□ 현재 일괄적으로 적용중인 지하통로 형식에서 탈피, 시공 여건등을 감안하여 **옥상통로 형식 적용이 유리하다고 판단되는 구간에 대해 제한적으로 적용..**

Ⅳ. 세부 적용 방안

□ **옥상통로 적용 대상**

o **통로가 미설치된 기존영업소내 연결통로 신설시.**

o **차로수 확장으로 인해 지하통로 연장시행 대상중 연장 시공이 불가시.**

o **기타 제반 여건상 옥상통로 적용이 불가피하다고 판단되는 구간.**

□ **설계 및 시공**

o **옥상통로 적용시 미관 고려가 불가피함을 감안, 영업소 캐노피 설계 및 시공에 포함하여 건축 분야(시설처)에서 시행.**

o **단, 옥상통로 설치로 인해 예상되는 문제점(황변현상,강설후 융빙체 도로 낙하등)의 해소방안 적극 강구 반영**

붙 임 1. 형식별 예정 공정표 1부.
2. 이동거리 및 소요시간 산출 근거 1부.
3. 지하통로 공사비 산출 내역 1부.
4. 옥상통로 공사비 산출 내역 1부.
5. 설계 기준 (도로 설계 실무 편람) 사본 1부.
6. 옥상 통로 설치 조감도 (10차로, IC 영업소) 1부. 끝.

2-24 노측용 가드레일 설치형식 개선

방 침
설계처-3055
('06. 11. 27)

Ⅰ. 검 토 목 적

고속도로 설치조건(SB-3)에 맞는 노측용 가드레일이 자체(도로교통기술원) 연구개발 됨에 따라 개선 형식에 대한 적용여부 검토후 세부 설치기준을 수립코자 함

※ 노측용 가드레일(자체개발) 성능시험 결과 (도로시험팀-1363호)

Ⅱ. 현실태 및 문제점

가. 추 진 현 황

- 2001. 7 : 도로안전시설 설치 및 관리지침(건교부) 개정
  ⇒ 실물 차량 충돌시험 검증 의무화 및 성능기준 강화
- 2004. 6 : 방호 울타리 성능평가 공인기관 지정
  ⇒ 교통안전공단 ('03.4.11), 도로교통기술원 ('04.6.1)
- 2004. 1 : 차량방호 안전시설 성능평가 및 개선연구 착수
  ⇒ 실물차량 충돌시험 실시
- 2005. 2 : 차량 방호안전시설 성능검증제품 사용 지시(건교부)
  ⇒ 실물차량 충돌시험후 검증된 제품사용 의무화
- 2006.10 : 고속구간 적용 노측용 가드레일 개발 (SB-3)
  ※: 실물차량 충돌시험 합격 (도로교통기술원)

나. 문 제 점

기존 노측용 가드레일은 「도로안전시설 설치 및 관리지침」에서 제시하는 안전등급 만족을 위하여 성능 개선 필요.

※ 실물차량 충돌시험 결과 (연구개발실-2100, '05. 7.20)

Ⅲ. 설계조건 검토

가. 방호울타리 등급 및 적용(예시)

등 급			SB1	SB2	SB3	SB4	SB5	SB6	SB7
기준 충격도(kJ)			60	90	130	160	230	420	600
적용도로 구분	· 저속구간(60km/시 미만인 집산, 국지도로)		◎	○					
	· 일반구간 (60km/시이상 ~80km/시 인 주간선도로, 보조간선도로)	-기본 등급		◎	○				
		-중앙분리대, 교량 구간 및 노측위험도가 큰 구간				◎	○		
		-도로가 타도로와 교차되는등 특수구간 -특수 중차량 통행이 많은 구간					◎	○	
	· 고속구간 (100km/시 이상인고속도로 및 자동차전용도로)	- 기본 등급			◎	○			
		- 중앙분리대, 교량구간 및 노측위험도가 큰 구간					◎	○	
		-도로가 타도로와 교차되는등 특수구간 -특수 중차량 통행이 많은 구간						◎	○

주) 1. ◎표시는 일반적으로 추천하는 등급
2. ○표시는 도로여건이나 시설물 개발 수준에 따라 사용이 권장되는 등급

나. 성능 평가기준

□ 강도성능 평가

등 급	충돌 속도 (km/h)	차량 중량 (kg)	기준 충격도 (kJ)
SB1	55	8,000	60
SB2	65		90
SB3	**80**		130
SB4	**65**	14,000	160
SB5	80		230
SB6		25,000	420
SB7		36,000	600

□ 탑승자 보호성능 평가

등 급	충돌 속도 (km/시)	차량 중량 (kg)	충돌 각도 (°)
SB1	60	1,300	20
SB2, SB4	80		
SB3	100		
SB5, SB6, SB7			

다. 설계적용 등급

□ 차량의 충돌 속도 적용

- 강도 성능 평가 : 설계속도의 **80%**
- 탑승자 보호 성능 평가 : 설계속도의 **100%**

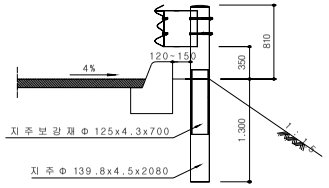
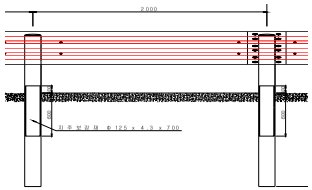
□ 고속도로 설계 적용 (노측용)

- 설계속도 100km/h 인 고속도로 ⇒ **SB-3**
- 설계속도 60km/h 미만인 IC 연결로 ⇒ **SB-1**

Ⅳ. 설치형식 개선(안)

가. 본 선

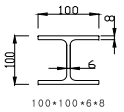
□ 개선 형식 [KHC-SB3-R3]

측면도		
정면도		

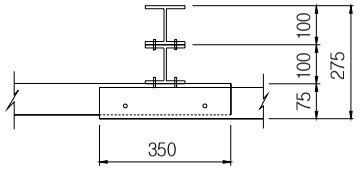
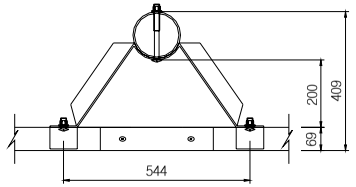
□ 세부 설치기준

○ 지 주

- 형식 변경 : H 형 → 원 형
- 보 강 : 지주내 강관(○형) 보강 (∮125×4.3×700)

구 분	기 존	개 선
형 상		
블록 아웃	간 편	복 잡

- 지주와 보의 연결 : 불록아웃시스템(연결대)을 이용한 간접연결

설치도	기 존(H형강)	개 선(연결대)
		

- 기존 형식 비교

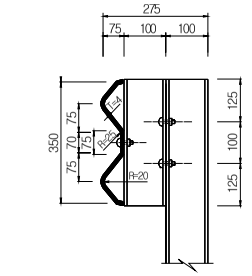
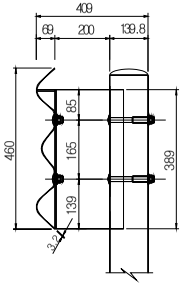
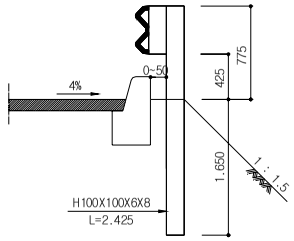
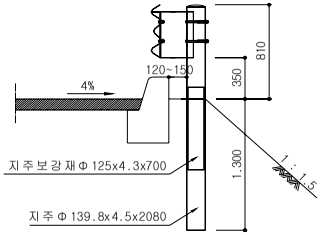
구 분	형 식	규격(mm)	연결대(mm)	지주 간격	매입 깊이
기 존	H형	100×100×6×2,425	100×100×6×8	2 m	1.65 m
개선(안)	○형	139.8×4.5t×2,080	980×389×4.3t	2 m	**1.30 m**

○ 가드 레일

· 형식 변경 : 2W(350mm) → 3W(460mm)

☞ 충돌차량의 접촉면 최대 확보

· 설치높이 개선 : 상단 → H=81cm, 하단 → H=35cm

	기 존	개 선
설치도		
		

· 기존 형식 비교

구 분	형 식	규격(mm)	높 이(cm)		비고
			상단	하단	
기 존	2 W-Beam	350×4.0t×4330	H=77.5	H=42.5	
개선(안)	3 W-Beam	460×3.2t×4330	H=81.0	H=35.0	

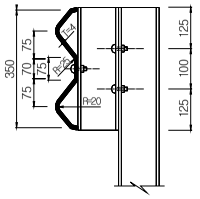
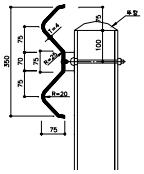
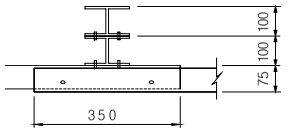
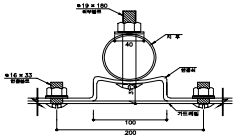
나. I C 연결로

□ 설치 형식

- IC 연결로는 본선 및 국도 접속부 연계성을 고려 가드레일 표준형식(Type-2)을 잠정 적용하고 향후 성능검증 실시

※ 실물충돌시험 실시후('07년 상반기 예정) 적용방안 재정립

- IC와 접속하는 지방도·국도 접속부는 기존도로 설치형식을 고려하여 가드레일 적용

	기 존	개 선
설치도		
		

□ 기존 형식 비교

구 분	형식	지 주	가드레일(mm)	연결대(mm)	지주 간격
기 존	-	H형	350×4.0t×4330	100×100×6×8	4 m
개선(안)	Type-2	○형	350×4.0t×4330	300×70×31	4 m

다. 검토 결론

○ 고속도로 노측용 가드레일 설치시 본 개선(안) 적용

- 본　　선 : 개선형식(KHC-SB3-R3 : Type-4) 적용
- IC 연결로 : 표준형식(Type-2) 잠정 적용

※ 실물충돌시험 실시결과에 따라 적용방안 재정립

○ 노측용 가드레일 세부 설치방법은 붙임 표준도 참조

Ⅴ. 적 용 방 안

□ 실시설계 진행중 및 미발주 노선 : 본 지침 적 용

□ 공사중 노선　　: 주관부서 판단 적용

붙　임 :　노측용 가드레일 설치도(표준도) 1부. 끝.

붙 임 Ⅰ

변경 표준도(가드레일)

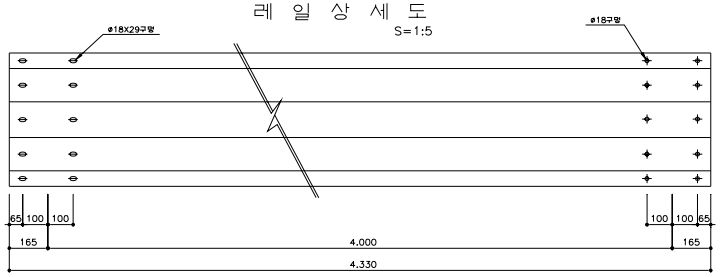
□ 변경목차

도면번호	도면명	부제목(내용)	비 고
5.018	가드레일 (1)	형식-1 (1)	-
5.019	가드레일 (2)	형식-1 (2)	-
5.020	가드레일 (3)	형식-2 (1)	-
5.021	가드레일 (4)	형식-2 (2)	변경
5.022	가드레일 (5)	형식-3 (1)	-
5.023	가드레일 (6)	형식-3 (2)	-
5.024	가드레일 (7)	이단 가드레일	-
5.025	가드레일 (8)	가드레일 단부처리 방법(1)	변경
5.026	가드레일 (9)	가드레일 단부처리 방법(2)	변경
5.027	가드레일 (10)	가드레일 단부처리 방법(3)	변경
5.028	가드레일 (11)	가드레일 단부처리 방법(4)	변경
5.029	가드레일 (12)	가드레일 단부처리 방법(5)	변경
5.029-1	가드레일 (13)	형식-4 (1)	추가
5.029-2	가드레일 (14)	형식-4 (2)	추가
5.030	가드레일 설치방법		변경

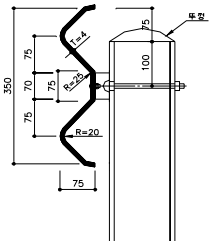
가 드 레 일 (4)

형식-2 (2)

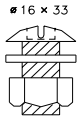
레 일 상 세 도
S=1:5



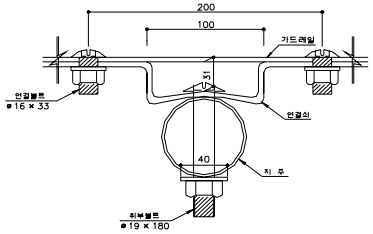
레 일 단 면
S=1:5



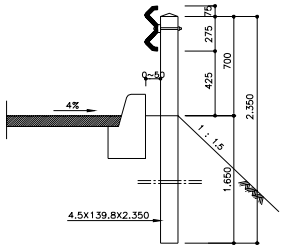
연 결 볼 트
S=1:1



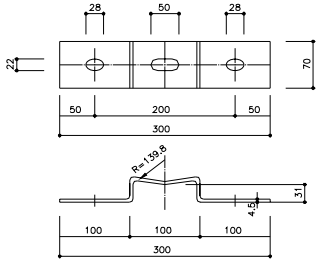
볼 트 연 결
S=1:2



가드레일설치도
S=1:20



연결쇠 상세
S=NONE



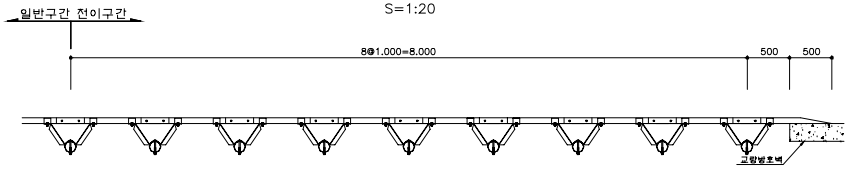
한국도로공사 KOREA HIGHWAY CORPORATION	표 준 도 TYPICAL DRAWING	도면명	가 드 레 일 (4)	설 계 자	이 동 세	작 성 일	2001. 3	도면번호
				확 인 자		축 척	NONE	5.021

가 드 레 일 (8)

가드레일 단부 처리 방법(1)

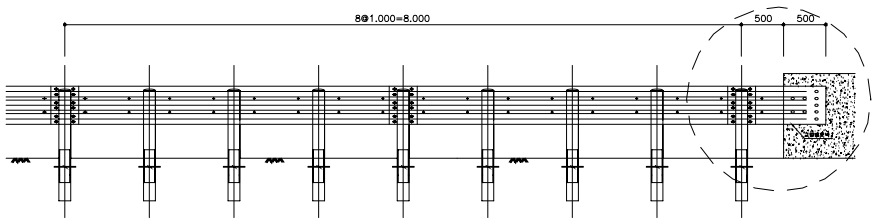
(교량부 전이구간)

평 면 도
S=1:20

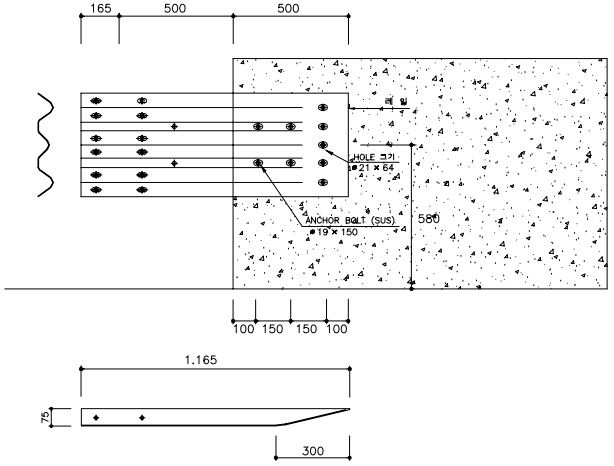


정 면 도
S=1:20

상세 "A"



상 세 "A"
S=1:10



한국도로공사 KOREA HIGHWAY CORPORATION	표 준 도 TYPICAL DRAWING	도면명	가 드 레 일 (8)	설 계 자		작 성 일	2006. 10	도면번호
				확 인 자		축 척	NONE	5.025

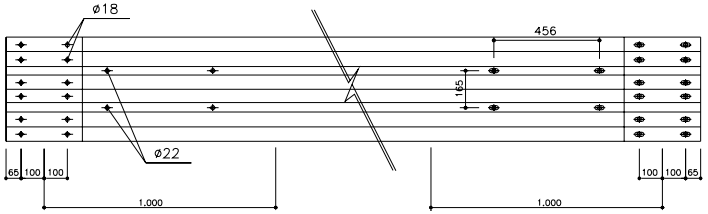
가 드 레 일 (9)

가드레일 단부 처리 방법 (2)

(교량부 전이구간)

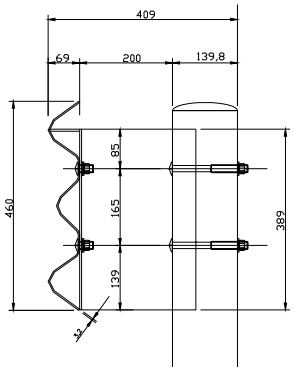
레 일 상 세 도

S=1:10



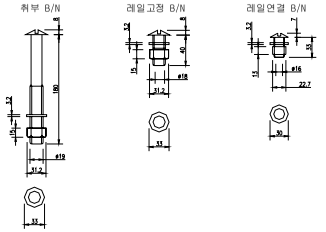
가드레일 설치도

S=1:10



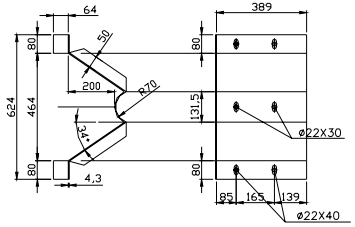
BOLT/NUT 상세도

S=1:5



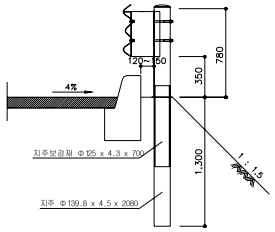
블럭아웃 상세도

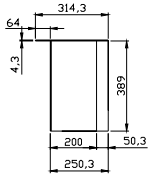
S=1:10



가드레일설치도

S=1:30







한국도로공사 KOREA HIGHWAY CORPORATION	표 준 도 TYPICAL DRAWING	도면명	가 드 레 일 (9)	설계자		작성일	2006. 10	도면번호
				확인자		축 척	NONE	5.026

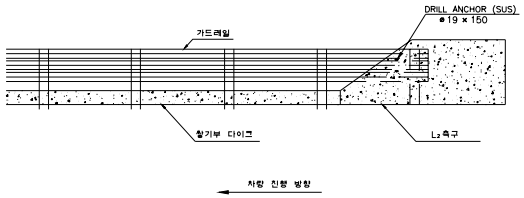
가 드 레 일 (10)

가드레일 단부 처리 방법 (3)

(깎기·쌓기 경계부－1)

L_2 측구이상의 옹벽→다이크로 접속되는 구간

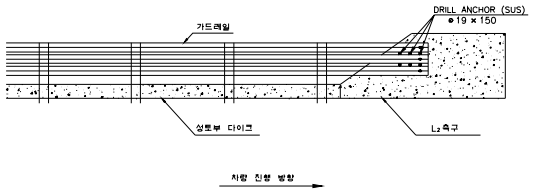
S=NONE



가드레일을 깎기부 L_2 측구까지 연장하여 그 배면에 앵커 또는 지주를 사용하여 고정하되,
옹벽의 높이가 가드레일 설치높이 이상되는 지점까지 연장하여 설치
(단,옹벽이 다이크와 직결되지 않고 Rounding 처리된 경우에는
옹벽전면에 앵커로 고정)

다이크→L_2 측구이상의 옹벽 으로 접속되는 구간

S=NONE



옹벽의 높이가 가드레일 설치높이 이상되는 지점까지 가드레일을 연장하여 설치 하며
옹벽 전면에 앵커로 고정
(단부 레일과 일반 레일의 연결은 미관을 고려하여 설치하여 옹벽 고정부는 전이구간과
동일하게 설치)

한국도로공사 KOREA HIGHWAY CORPORATION	표 준 도 TYPICAL DRAWING	도면명	가 드 레 일 (10)	설계자		작성일	2006. 10	도면번호
				확인자		축 척	NONE	5.027

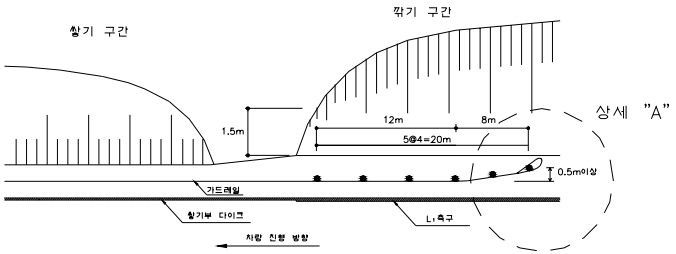
가 드 레 일 (11)

가드레일 단부 처리 방법 (4)

(깎기·쌓기 경계부-2)

깎기부 → 쌓기부(L₁ 측구 → 다이크)

S=NONE

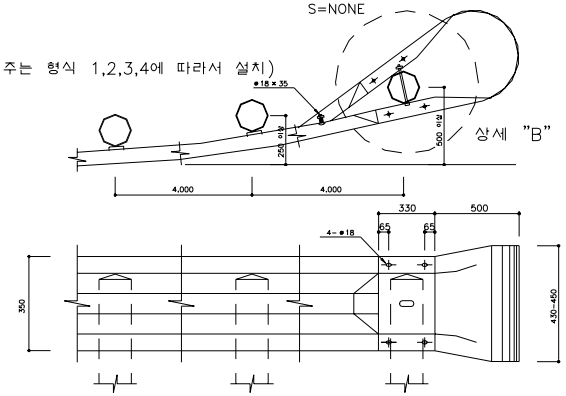


깎기고 1.5m이상되는 지점에서 깎기부 측으로 최소 20m이상 연장하여 설치(일반구간 12m,완화구간 8m)하되 완화구간은 그 끝을 50cm이상 뒤로 후퇴하게 설치하고,단부는 라운드형을 적용.(단,깎기고가 1.5m미만으로 만 형성된 깎기구간은 현장여건을 고려하여 기준점을 설정하여 설치)

상 세 "A"

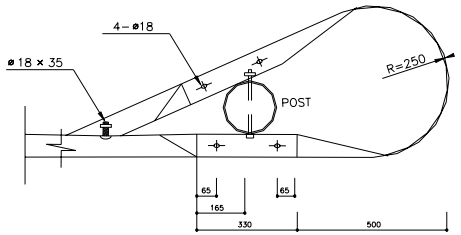
S=NONE

(지주는 형식 1,2,3,4에 따라서 설치)



상 세 "B"

S=NONE



한국도로공사 KOREA HIGHWAY CORPORATION	표준도 TYPICAL DRAWING	도면명	가 드 레 일 (11)	설계자		작성일	2006. 10	도면번호
				확인자		축척	NONE	5.028

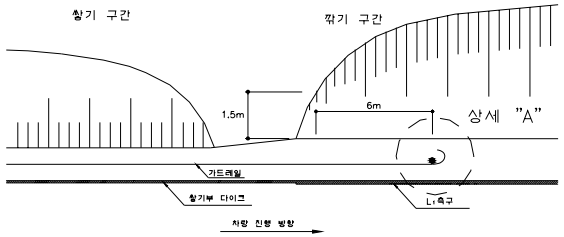
가 드 레 일 (12)

가드레일 단부 처리 방법 (5)

(깎기·쌓기 경계부-3)

쌓기부 → 깎기부(다이크 → L₁ 측구)

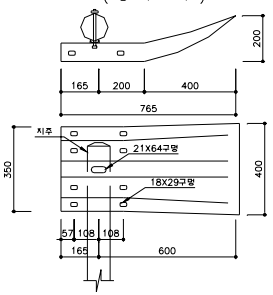
S=NONE



깎기고 1.5m이상되는 지점에서 깎기부 측으로 최소 6m이상 연장하여 설치,단부는 끝을 길 밖으로 구부리는 형식을 적용.
(단,깎기고가 1.5m미만으로 만 형성된 깎기구간은 현장여건을 고려하여 기준점을 설정하여 설치)

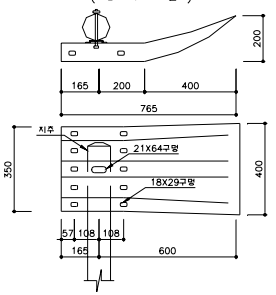
상 세 "A"-단부레일 상세 (형 식 - 1)

S=NONE



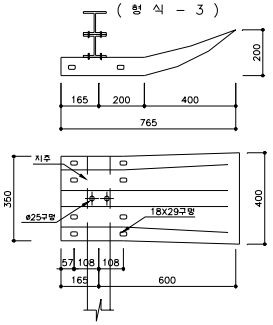
상 세 "A"-단부레일 상세 (형 식 - 2)

S=NONE



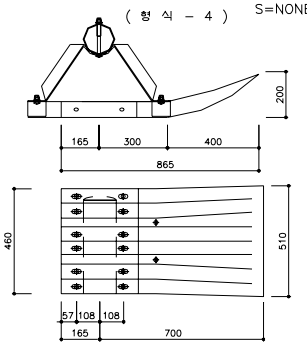
상 세 "A"-단부레일 상세 (형 식 - 3)

S=NONE



상 세 "A"-단부레일 상세 (형 식 - 4)

S=NONE

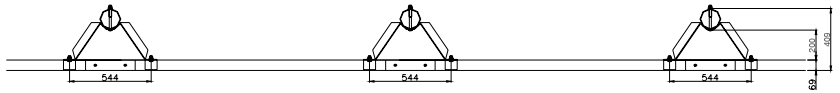


한국도로공사 KOREA HIGHWAY CORPORATION	표준도 TYPICAL DRAWING	도면명	가 드 레 일 (12)	설계자		작성일	2006. 10	도면번호
				확인자		축척	NONE	5.029

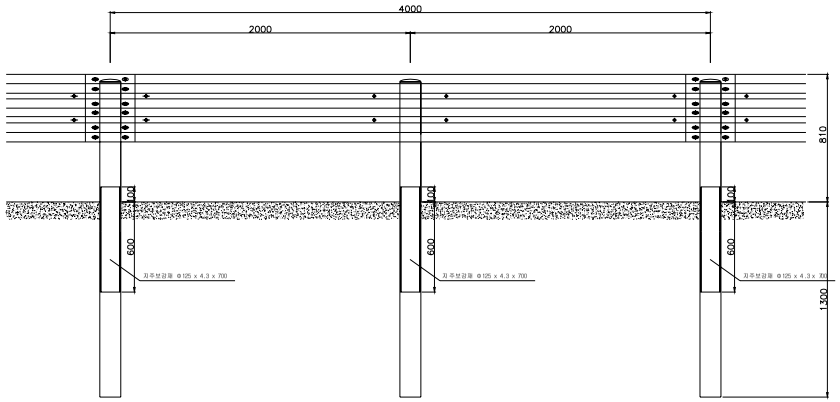
가 드 레 일 (13)

형식 – 4 (1)

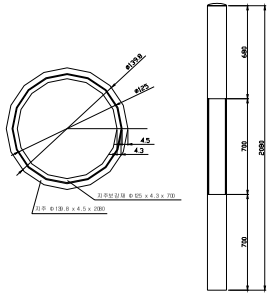
평 면 도
S=1:15



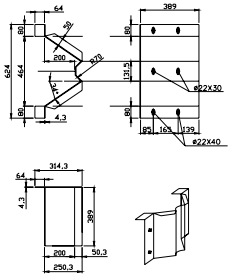
정 면 도
S=1:15



지주 상세도



블럭아웃 상세도
S=1:15

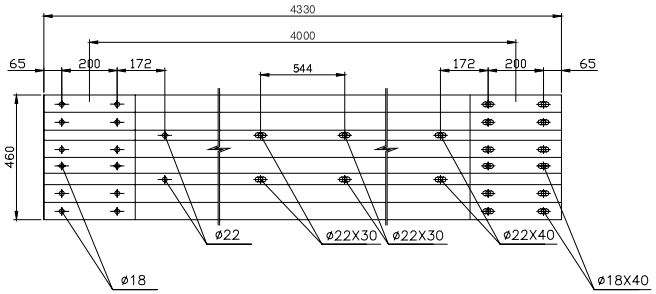


가 드 레 일 (14)

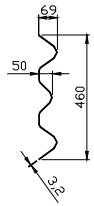
형식 – 4 (2)

가드레일 상세도
S=1:10

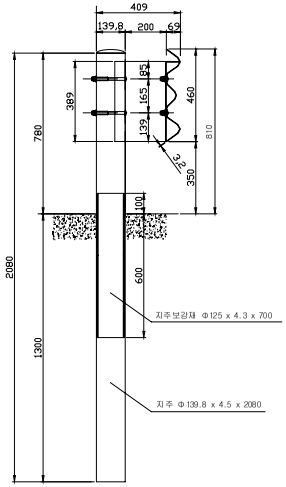
정면도



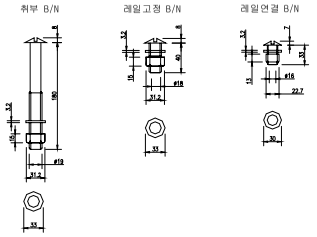
측면도



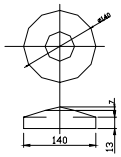
가드레일 설치도
S=1:10



BOLT/NUT 상세도
S=1:5



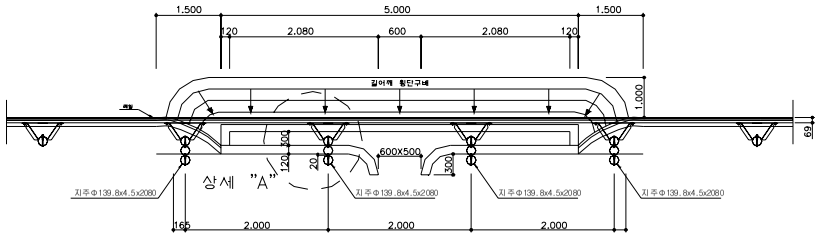
지주 덮개 상세도
S=1:5



가드레일 설치방법

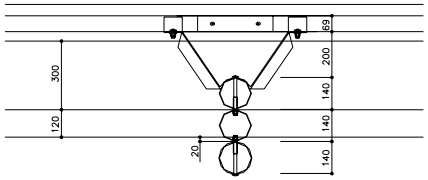
(1) 다이크 T형 집수거 가드레일 설치구간

평 면 도
S=1:32



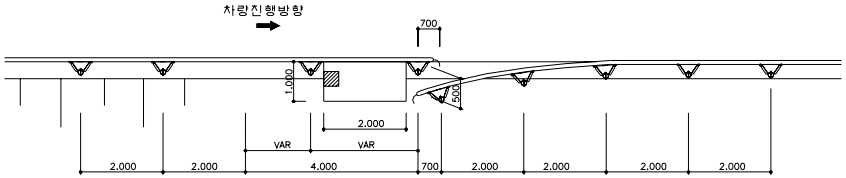
주) 집수거 네에서는 가드레일 지주는
원형지주나 H-Beam을 사용한다.

상 세 "A"
S=1:8



(2) 비상전화기 설치구간

평 면 도
S=NONE



주) 가드레일 지주는 H-Beam이나 원형 지주를 사용한다.

한국도로공사 KOREA HIGHWAY CORPORATION	표 준 도 TYPICAL DRAWING	도면명	가드레일 설치방법	설계자		작성일	2006. 10	도면번호
				확인자		축 척	NONE	5.030

제 3 편　기　타

3-1 공기연장에 따른 적정간접비 적용방안

방 침
건설계획처-3600
('06. 10. 17)

1. 검토배경 및 목적

o 건설현장 의견수렴 결과 "공기연장에 따른 적정 간접비 반영" 요구

o 관련법령 및 시공사의 현실여건을 감안한 합리적인 간접비 적용방안 검토

2. 관련법령 및 현행기준

o 관련 법령 : 국가 계약법 시행령 제66조 및 공사계약 일반조건 제 23조

- **공사기간**·운반거리의 변경 등 계약내용의 변경으로 계약금액을 조정하여야 할 필요가 있는 경우에는 그 변경된 내용에 따라 실비를 초과하지 아니하는 범위안에서 이를 조정함

※ 실비 범위 : 실비산정기준(회계예규 2200.04-148-1)에 의거 산출한 공기연장기간 동안의 간접노무비 등 제반 현장 관리비용

o 현행기준 [건일이13105- 30123('00.3.21)및 건설원10105-30386('02.6.28)]

항 목		현 행 기 준
직접 공사비		감독차량비,시험비,B/P장,C/R장,사무실 부지임대료 등 공기와 관련된 항목에 대하여 공기연장 개월 적용
간접비	간접노무비	잔여공사비에 따른 현장 적정 관리인원 반영 - 100억원 미만 : 5인 - 100억원 이상 : 7인 - 300억원 이상 : 9인 - 500억원 이상 : 11인 *시설공사 집행기준의 「적격심사세부기준」 중 '현장 관리 계획 적정성' 평가기준에 의거 산출*
	산재보험료, 고용보험료 등 법정경비	제잡비 산출내역에 의한 비용에 계약상 제잡비율을 곱하여 산정

3. 공기연장에 따른 간접비 반영현황('99-'05)

노 선 명		공구수	공 사 기 간(일)			간접비증액 (억)	공기연장 사유
			당 초	변 경	증가일수		
계		58			100~1,400	317	
내서-냉정		6	1,200	1,500	300	11	*예산배정 부적정*
대전-진주		4	1,200	1,500	300	8	〃
중 앙 선		7	1,500	1,800	300	16	〃
동대구-구미		6	1,200	1,500~1,700	300~500	35	〃
진주 통영		4	1,200	2,600	1,400	47	〃
중부내륙선	여주-충주	4	1,200	1,500~1,700	300~500	13	〃
	충주-상주	7	1,100~1,200	1,200~1,700	100~500	54	〃
대구-포항		5	1,200~1,500	1,800~1,900	300~700	79	〃
장성-담양		3	1,500	1,625~1,685	125~185	6	〃
성산-옥포		2	1,200	1,500	300	13	〃
고서-담양		2	1,500	1,800	300	10	〃
영동-김천		5	1,200	1,470	270	18	〃
김천-구미		1	1,200	1,320	120	2	〃
동대구-경주		2	1,200	1,440	240	5	〃

4. 문 제 점

o 공기연장 기간동안 실투입 인원이 현행기준과 상이함.

- 현장조사 결과 간접 노무량에 대한 현행 적용기준이 실제 평균 투입 인원 보다 적은 수준이나, 현장여건에 따라 투입인원의 편차가 심하여 기준수립이 곤란함.
- 공사비에 따른 간접노무량 실투입 현황

공사비	구분(공구)	인원 현황						
		계	소 장	공 사	공 무	품 질	관 리	안 전
100억미만	평균	**16**	1	3	4	4	3	1
	최대 (주문진-속초3)	21	1	5	4	5	6	
	최소 (남원-광양14)	11	1	2	3	3	1	1
100억이상 - 200억미만	평균	**22**	1	6	5	7	1	2
	최대 (현풍-김천3)	28	1	8	5	9	2	3
	최소 (무안-광주4)	15	1	4	4	5	-	1
200억이상 - 300억미만	평균	**22**	1	6	4	7	2	2
	최대 (현풍-김천4)	29	1	8	5	8	3	3
	최소 (무안-광주4)	15	1	4	4	5	-	1
300억이상	평균	**28**	2	6	5	8	5	2
	최대 (당진-대전8)	35	3	9	9	6	7	-
	최소 (당진-대전5)	20	1	3	1	9	4	3

o 현행 간접노무량 산정시 안전관리자 및 품질관리자 인원이 최근 수립된 배치기준과 상이하게 반영되고 있음.

5. 개선방안

o 공기연장에 따른 간접노무량 적용기준 개선

▶ 개선방향 : 법 및 지침에 명시된 기준대로 간접노무량 반영

항 목	현 행	개 선	비 고
간접 노무량	최소 5명 - 100억원 미만 : 5인 - 100억원 이상 : 7인 - 300억원 이상 : 9인 - 500억원 이상 : 11인 *(잔여공사비중 년간공사비 기준)*	최소 9명 - 100억원 미만 : 9인 - 100억원 이상 : 12-13인 - 300억원 이상 : 14-15인 - 500억원 이상 : 19인 *(잔여공사비중 년간공사비 기준)*	총 공사비 1000억 기준
간접 노무비	2-4억/공구/년	3-6억/공구/년	공사일수 300일 기준

※ 년간공사비 산정기준 : 당해 연도 배정공사비/낙찰율

간접노무량 산정기준

- 품질관리자 : "고속도로 품질관리실 운영개선방안[건설환경실-2540호('05.12.12) 및 건설환경실-2575호('05.12.15)]"에 의한 품질관리자 배치(별첨#1)
- 안전관리자 : 산업안전보건법(제12조1항)상의 안전관리자 배치기준
  - 공사금액 120억~800억 : 1인
  - 공사금액 800억~1,500억 : 2인
  - 공사금액 1,500억~2,200억 : 3인
- 기타직종(공무,공사,관리) : 현행대로 "현장관리 계획 적정성" 평가기준에 의거 적용

6. 적용방안

o 적용방법 : 정부와 총사업비 협의 완료후 설계변경 조치

o 적용시기 : '07년 이후 공사기간이 연장되는 노선부터 적용

붙 임 #1]

총 공사비에 따른 품질관리인원 배치기준

구 분	담 당 업 무		품질관리 인원 배치기준(인)			비 고
			고급이상	중급	초급이하	(필수인원)
총공사비 500억 이상 토목공사	품질관리 총괄		1	-	-	4~10명 (특급·고급 1인 초급1인)
	계획 및 분석		-	1	-	
	실내 및 현장시험	연차공사비 100억미만	-	-	2	
		연차공사비 100~200억미만	-	-	3	
		연차공사비 200~300억미만	-	-	4	
		연차공사비 300~400억미만	-	-	5	
		연차공사비 400~500억미만	-	-	6	
		연차공사비 500억 이상	-	-	8	
총공사비 100~500억미만 토목공사	품질관리 총괄		1	-	-	3~6명 (고급1인)
	실내 및 현장시험	연차공사비 100억미만	-	-	2	
		연차공사비 100~200억미만	-	-	3	
		연차공사비 200~300억미만	-	-	4	
		연차공사비 300억 이상	-	-	5	
총공사비 50~100억미만 토목공사	품질관리 총괄		-	-	1	2~3명 (초급1인)
	실내 및 현장시험	연차공사비 50억 미만	-	-	1	
		연차공사비 50억 이상	-	-	2	
총공사비 5~50억 미만 토목공사	품질관리 총괄		-	-	1	1명 (초급1인)

※ 단, 터널굴착중인 현장은 1명 추가

※ 연차공사비 : 배정공사비에 낙찰율 보정(연차공사비=배정공사비×100/낙찰율)

※ 단, 콘크리트 재포장 및 아스팔트 덧씌우기 공사는 4명 확보 운영

※ 레미콘 구입시에도 플랜트 담당 1인 확보

※ 저가공구는 필수인원 등급 상향 적용

- 500억이상 : 특급·고급 1인, 초급 1인 → 특급·고급 1인, **중급 1인** (2인)
- 100~500억 : 고급 1인 → **특급 1인** (1인)
- 100억미만 : 초급 1인 → **중급 1인** (1인)

붙 임 #2]

'07년 이후 공사기간 조정이 요구되는 노선

노선명	공구수	평균 도급가 (억원)	공사일수	사업기간 조정현황			비 고
				당초	조정	증 가	
총 계	53						
청원-상주	9	1,266	1,500	'01-'06(5년)	'01-'07(6년)	1년	
익산 장수	10	1,004	1,500	'01-'06(5년)	'01-'07(6년)	1년	
현풍-김천	6	1,271	1,500	'01-'06(5년)	'01-'07(6년)	1년	
목포-장흥	3	1,289	1,500	'01-'09(8년)	'01-'10(9년)	1년	
안성-음성	4	1,065	1,500	'02-'08(6년)	'02-'09(7년)	1년	
당진-대전	9	1,380	1,500	'01-'06(5년)	'01-'09(8년)	3년	
서천-공주	7	975	1,500	'01-'06(5년)	'01-'09(8년)	3년	
여주-양평	2	1,369	1,500	'02-'09(7년)	'02-'10(8년)	1년	
고창-장성	3	924	1,200	'02-'06(4년)	'02-'07(5년)	1년	

붙 임 #3]

공사비에 따른 간접노무량 적용기준(예)

[총 공사비 1,000억일 경우]

구분 \ 년 간 공사비	100억미만	100억-300억미만	300억-500억미만	500억이상	비고
소요인원	**9인**	**12-13인**	**14-15인**	**19인**	
현장소장	특급(1)	특급(1)	특급(1)	특급(1)	
특급 품질관리원	특급(1)	특급(1)	특급(1)	특급(1)	
중급 품질관리원	중급(1)	중급(1)	중급(1)	중급(1)	
초급 품질관리원	초급(2)	초급(3-4)	초급(5-6)	초급(8)	
안전관리자	초급(2)	초급(2)	초급(2)	초급(2)	
공무관리	초급(1)	초급(1)	초급(1)	초급(2)	
공사관리	초급(1)	초급(1)	초급(1)	초급(2)	
자재관리		보통인부(1)	보통인부(1)	보통인부(1)	
노무관리		보통인부(1)	보통인부(1)	보통인부(1)	

3-2 절토비탈면 안정성 검토기준 정립

방 침
건설관리처-2105
('06. 8. 30)

Ⅰ 검 토 배 경

□ 건설공사 시행 중 발생하는 절토 비탈면의 공법변경이나 경사도 조정 등 주요 설계변경 시 시행되는 안정성 검토기준 정립 필요

□ 지반의 다양한 특성 반영을 통한 안정성 확보를 위해서는 공사 중 실시하는 지반조사 및 안정성 검토에 따른 비용 반영 필요

공사시방서(4-1 비탈면 조사 및 시공)

절토 비탈면 시공 중 여러 지반조건으로 붕괴 가능성이 있거나 붕괴된 비탈면은 조사계획을 수립하여 지반조사 및 안정성 분석을 시행하여 시공계획 수립 후 시공하여야 함

Ⅱ 실태분석 및 문제점

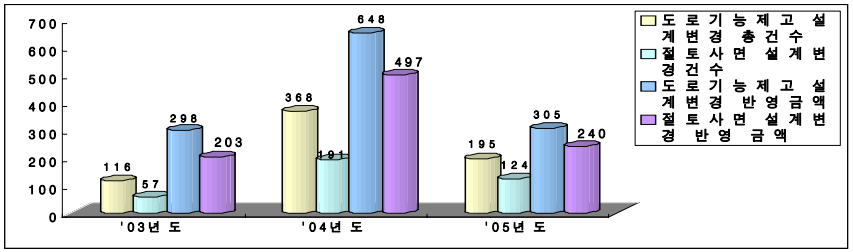
1. 설계변경 현황

◐ 도로기능 제고를 위한 절토 비탈면 설계변경이 대부분을 차지

◐ 총사업비 관리강화에 따른 절토 비탈면 안정성 검토 자료 요구

◐ 매년 절토 비탈면 변경설계 금액 증가

☞ **연도별 설계변경 현황('03 ~ '05)**



◦ 현장여건 변동사항 중 절토 비탈면 설계변경이 많은 부분을 차지함

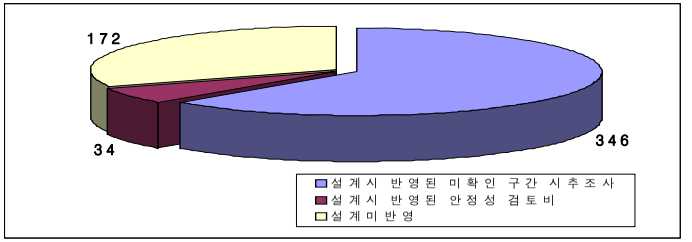
◦ 도로기능의 고급화로 절토 비탈면 다수 발생

2. 안정성 검토 적용 현황

◐ 설계시 단순 지질조사을 위한 시추조사 항목만 반영

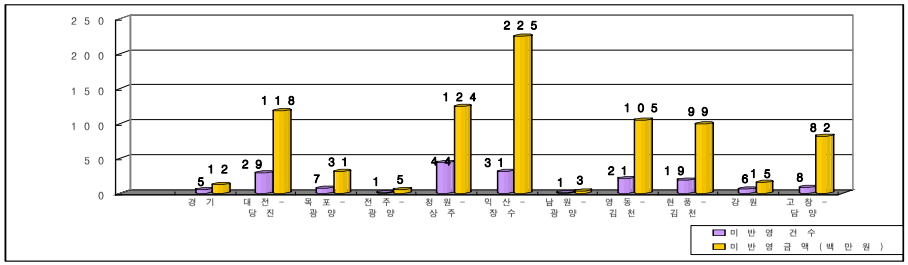
◐ 추가 발생된 안정성 검토비용을 시공사 부담으로 실시

☞ **안정성 검토 적용 현황(실시 설계시)**



◦ 미 반영 항목
- 시추조사
- 화상정보 시험
- 안정성 검토비

☞ **안정성 검토 미반영 현황(착공 이후)**



3. 문 제 점

□ 공사 중 비탈면 조사 및 안정성 검토는 계약상대자의 계약의무 사항으로 간주하여 **안정성 검토비용 미반영**
☞ **현재 설계중인 노선은 미 시추 구간 및 공사 중 20m 이상 비탈면 구간별로 1회 안정성 검토 항목 반영 중(설계처 - 3648. '05.12)**

□ 실시 설계시 급경사, 민원 등으로 인한 미 시추 구간에 대해 시추조사비용만을 설계에 반영하여 **시공 시 단순히 지층만 확인**

□ 잦은 절토 비탈면의 보강 및 경사도 조정으로 부득이하게 발생되는 안정성 검토비용 미반영으로 **계약상대자의 비용부담 증가**

□ 계약여부에 따라 검토비용을 **일부 하도급사 전가**

□ 계약상대자의 민원발생 및 분쟁으로 인한 **우리공사 이미지 훼손**

Ⅲ 검 토 결 론

시공 중 지반조건으로 인하여 붕괴 가능성이 있거나 붕괴된 비탈면에 대한 **절토 비탈면 안정성 검토기준 정립 및 안정성 검토비용 반영**

Ⅳ 안정성 검토 기준

1. 안정성 검토 대상

대 상	◐ 20m 이상인 비탈면 ◐ 구성 지반 중 붕적층 및 퇴적층이 두껍게 나타나는 경우 ◐ 암질이 불량하거나 풍화 변질이 심한 경우 ◐ 현재까지 붕괴된 이력이 있고 불안정한 상태에 있는 지반의 경우 ◐ 지하수위가 높고 용수가 높은 많은 경우 ◐ 지반조건이 주변의 기존 구조물(철탑 등)에 악영향을 미칠것으로 예상되는 경우 등 ◐ 현장상태가 실시설계시의 내용(보링위치, 지층선, 지반고, 지반상태 등)과 상이한 경우 ◐ 20m 이하인 비탈면도 상기와 같은 지반조건일 경우 ◐ 감독원이 필요하다고 인정한 경우

2. 조 사 등 급(설계이13202-258. '00.06)

구 분	A 급		B 급		C 급		D 급		비 고
	본 조사	추가 조사	본 조사	추가 조사	본 조사	추가 조사	본 조사	추가 조사	
전기비저항탐사 및 탄성파 조사	1회	-	1회	-	1회	-	1회	-	A 급 : 경상도 일대 퇴적암 지역으로 인근에 대규모 붕괴 다수 발생한 지역으로 사면높이 20m 이상
시추조사	3공	1공	2공	1공	2공	1공	1공	1공	
불교란채취 (풍화암)	1공	-	1공	-	1공 (5m이상인 경우)	-	1공 (5m이상인 경우)	-	
시추공 화상정보시험	3공	1공	2공	1공	2공	1공	1공	1공	B 급 : 경상도 일대 퇴적암 또는 편마암지역으로 절리방향이 불량하여 표준경사 시공시 붕괴 다수 발생지역 사면높이 20m이상 C 급 : 절리방향이 불량한 사면높이 20m이상 및 A, B 지역 사면높이 10-20m 또는 특별히 검토가 필요한 경우 D 급 : 사면이 안정한 지역 및 단순확장으로 사면 기 노출지역
시추공전단 시험(풍화암)	1개소	-	1개소	-	1개소 (5m이상인 경우)	-	1개소 (5m이상인 경우)	-	
절리면전단시험 (암반)	1공당 1개소	-	1공당 1개소	-	1공당 1개소	-	-	1공당 1개소	
지표지질조사	1회	-	1회	-	1회	-	1회	-	
일축압축강도 또는 점하중	1회 (약6m당1회)	-	1회 (약6m당1회)	-	1회 (약6m당1회)	-	1회 (약6m당1회)	-	
토질시험	공당 1회	-	공당 1회	-	공당 1회	-	공당 1회	-	

☞ **추가조사는 본 조사 수행 후 시추공간의 시험결과가 상이한 경우에 수행함**

※ 시험 항목별 조사결과

시 험 항 목	조 사 결 과	비 고
탄성파 또는 전기 비저항 탐사	암반분포 및 단층 파악	
화상정보시험	절리면의 방향 및 풍화정도	
일축압축강도 시험	암의 일축압축강도	
점하중 강도 시험	암의 일축압축강도 추정	
3중관 샘플러	풍화암층 불교란 시료 채취	
절리면 전단강도 시험	암반 절리면의 점착력 및 마찰각	
시추공 전단강도 시험	풍화암층의 전단강도 (점착력 및 마찰각)	

3. 조 사 시 기

조사 시기	◐ 절토 비탈면 시공 전 및 시공 중 필요시

4. 조 사 수 량

조사수량

◐ **실시설계 시 미시추 구간**
- 조사등급 기준에 의거 시행

◐ **실시 설계 시 시추 구간**
- 현장상태가 실시설계시의 내용(보링위치, 지층선, 지반고, 지반상태 등)과 상이한 경우
- 조사등급보다 한 단계 하향등급으로 시행(D급은 D급으로 적용)

※ 특별한 사유가 없는 한 조사항목 및 수량은 위 사항으로 제한

5. 검토비용 반영 항목

적용항목

◐ 시추조사(기계기구 설치비 포함)
◐ 시추공 영상시험
◐ 절리면 전단 시험
◐ 공내 전단 시험(풍화암 5m 이상인 경우)
◐ 전기 비저항탐사 및 탄성파 조사
◐ 비탈면 안정 검토비 [계획준비비, 지질해석비(Face Mapping), 답사비, 종합검토비 등 포함]

6. 기 타 사 항

기타사항

◐ 절토 비탈면 안정성 검토대상 선정 및 조사항목은 사업소 주관으로 시공사와 협의하여 선정

※ 실시 설계 시 보강공법 및 경사도 조정이 반영된 절토사면에 대하여 검토확인 후 공사착수

◐ 조사 시 현장여건 및 경제성을 고려 현장조사, 실내 및 현장시험으로 구분하여 실시

◐ 절토 비탈면 추가 안정성 조사항목 및 비용반영은 설계 미반영 항목에 대하여 반영하고, 기 설계된 항목은 추가 물량 반영

※ 단, 계약상대자의 귀책사유로(설계도서와 다르게 시공 등) 실시하는 안정성 검토비용 반영은 제외

◐ 현장 및 실내시험 시 결과 값에 대한 신뢰성 확보 노력

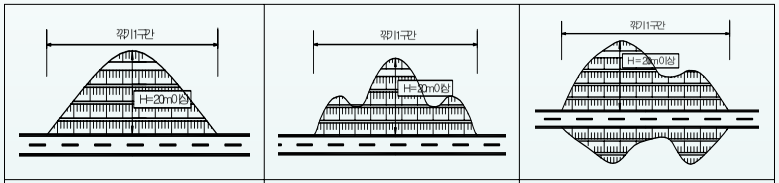
※ 안정성 평가시 이용되는 지반정수(점착력, 내부마찰각 등)는 비탈면 전부분의 취약한 정도 및 현장 암반상태 등을 고려하여 종합적으로 검토 후 결정

기타사항

◐ 절토 비탈면 안정성 검토의 계획, 시행 및 검토단계에 기술자문단(토질기술자) 적극 활용

◐ 절토 비탈면 조기 안정화 강구
- **대발파로 인한 비탈면 모암 이완 방지**
- **발파작업 전 감독원 발파계획 확인 : 설계기준 이상 장약 금지**
- **시공 중 절토 비탈면 우수 침투 방지**
- **산마루 측구 조기시공 및 되메우기 시공관리 철저**
- **토사 · 리핑암 구간 조기 녹화 실시**

◐ 비탈면 안정 검토비 산출방법



능선이 한 개인 경우(1개소/구간)	능선이 여러 개인 경우(1개소/구간)	양안절취인 경우(1개소/구간)

◐ 안정성 검토 후 계약상대자의 귀책사유(지반조사 소홀, 검토보고서와 다르게 시공하는 등)로 추가 보강이 발생되지 않게 책임시공 유도 관리

V 적 용 방 안

□ 본 방침 시행일 이후 발생된 절토 비탈면 안정성 검토 건에 대하여 설계반영

VI 기 대 효 과

□ 절토 비탈면 **지반조사 및 안정성 검토기준 정립으로 효율적인 절토 비탈면 관리**

□ 안정성 검토비용 반영으로 시공사에 대한 **불합리한 비용부담 요소 제거 및 Clean Company 실현**

3-3 토사 임시다이크 및 가도수로 설치 기준 검토

방 침
건설환경실-1859
('06. 10. 13)

Ⅰ. 검토배경

- 성토작업 시행중에 설치된 토사 임시다이크·가도수로가 적정하게 시공되지 않아 성토 단부면 다짐 부족과 법면 세굴이 발생되고 있으며,
- 시공실태 점검시 반복 지적되고 있으나 적정하게 시정되지 않고 있어 우기시는 물론 준공 후에도 하자 발생이 우려됨에 따라,
- 토사 임시다이크·가도수로 적정 설치 기준을 수립하여 보다 효율적인 현장관리로 품질관리 향상을 제고하고자 함

Ⅱ. 현 실 태

1. 고속도로 전문시방서(공사시방서)

『흙쌓기 작업중 외부 유입수에 대해서는 배수처리와 가도수로를 만들어 유출해야 한다』라는 당위성만 언급되어 있어 토사 임시다이크·가도수로 설치기준의 명확한 제시가 필요함

2. 현장 시공사례

가. 토사 임시다이크

- 현장마다 모양과 규격이 상이하게 시공
- 규격이 과다하게 시공하여 장비로 제거가 어렵고 성토 단부면에 높게 쌓아 비다짐 시공

나. 가도수로

- 현장마다 모양, 규격 및 재질이 상이하게 시공
- 가도수로 유입부 세굴 방지용 마대 미설치, 효과적인 배수위치 미고려

Ⅲ. 문 제 점

1. 토사 임시다이크

- 규격이 과다하여 성토장비(그레이다)로 정지작업 곤란
- 성토 단부 비다짐 연속 작업으로 인한 다짐 부족으로 법면 슬라이딩 및 크랙 발생

2. 가도수로

- 설치수량 부족, 적정 위치에 미설치로 성토면 물고임부 발생
- 폭우로 인한 토사 임시다이크 안에 물고임 발생시 가도수로의 배수처리 용량 부족으로 침윤선을 형성하여 토사다이크 하단부 세굴 발생
- 성토작업 중 가도수로 연결 단절, 훼손, 천막 노후 등 적기·수시 미정비로 하부 세굴 등 기능 상실

3. 실패사례

		
규격 과다(80cm)	가도수로 배면으로 우수침투	준공된 현장 법면 유실

Ⅳ. 설치 개선사례

1. 토사 임시다이크

- 성토 일일작업 종료 혹은 단기간 노출시 규격이 작은 사다리꼴(⏢) 모양으로 시공
  - 성토작업시 그레이다 삽날 사용하여 시공(사진 #1)
- 성토작업 후 장기간 노출시 사다리꼴(⏢) 모양으로 시공
  - 법면 및 단부면 마이티 팩 다짐(사진 #2)



(사진 #1) 단기간 노출시 모양(⏢)



(사진 #2) 장기간 노출시 모양(⏢)

2. 가도수로

- 토사 임시다이크로 유도된 물을 가도수로로 배수하여 법면 세굴 방지
  - 강우시에도 가도수로가 견고하여 장기간 사용
  - 가도수로의 규격화, 토사 채운 비닐호스의 설치로 측면 월류방지
  - 흙탕물로 인한 환경파괴 저감 및 미관 우수



가도수로 정면



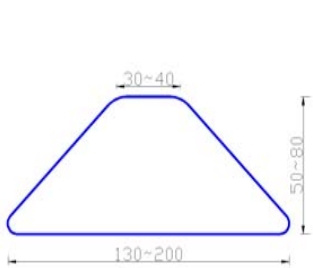
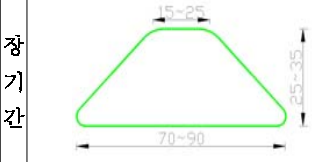
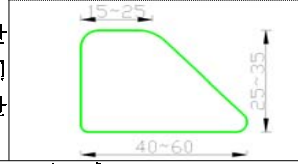
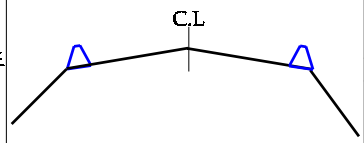
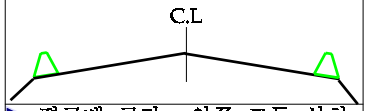
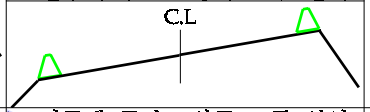
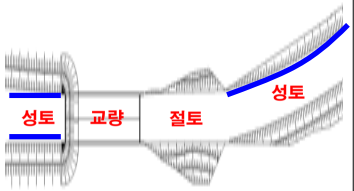
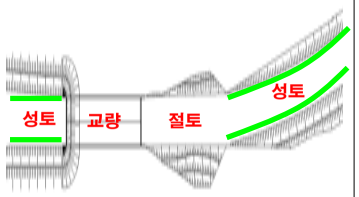


가도수로 상단

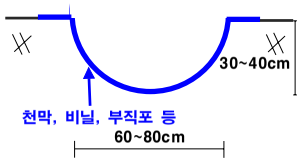
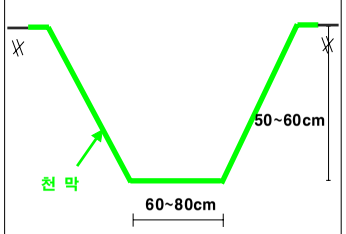
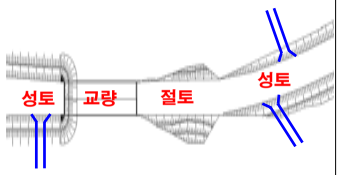
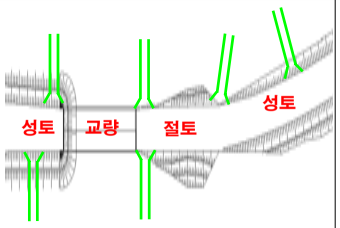
Ⅴ. 배수처리 설치기준 검토

1. 토사 임시다이크

(단 위 : cm)

구 분	현 행	개 선(안)	비 고
개 요	▶ 크기 과다 ▶ 장비 제거 곤란 ▶ 성토면 양단부 미다짐	▶ 크기 조정(2배 축소) ▶ 장비 제거 양호 ▶ 성토면 양단부 다짐	· 산출근거 : 첨부 #1
모 양 (규 격)		▶ 토공작업 중단, 종료시 (장기간)  ▶ 토공 연속 작업시 (단기간) 	· 법면구배 : 자연구배 (1 : 1 정도)
횡단면도	▶ 표준구간 	▶ 표준구간  ▶ 편구배 구간 : 양쪽 모두 설치 	
평면도 (설치예)	▶ 편구배 구간 : 낮은쪽 설치 	▶ 편구배 구간 : 양쪽 모두 설치 	
시공방법	▶ 성토 → 토사다이크 설치 → 다음층 성토	▶ 성토 → 토사다이크 설치 → 설치된 토사다이크 제거 및 다짐 → 다음층 성토 및 다짐도 확인	· 토사다이크 시공순서 : 첨부 #2

2. 가도수로

구 분	현 행	개 선(안)	비 고
개 요	▶ 설치간격 및 위치 임의 설치 ▶ 재질 다양 : 비닐, 천막, 부직포 등 ▶ 규격 협소 ▶ 성토중 가도수로 막힘현상 발생	▶ 설계 도수로 위치 선정 및 추가 설치 파악 ▶ 재질 : 천막 ▶ 규격 조정(2배 확대) ▶ 성토중 수시로 가도수로 정비	· 설치기준 : 30~150m 간격 (도로설계요령)
모 양 (규 격)	▶ 타원형  ※ 배수면적 : 0.38㎡	▶ 사다리꼴  ※ 배수면적 : 0.68㎡	· 성토부 콘크리트 도수로 터파기 규격에 준함
평면도 (설치예)			
사진 대지			· 가도수로 설치 방법 : 첨부 #3

Ⅵ. 설치시 유의사항

1. 토사 임시다이크

- 연속되는 토공 성토작업 중 강우 예상시 그레이다 삽날 이용 사다리꼴 모양 임시 토사다이크 설치
- 토공작업 장기간 중단 예상시 법면 다짐용 마이티팩으로 토사 임시다이크 축조 시공
- 토사 임시다이크와 가도수로 연결지점 주변의 신속한 배수처리 (침윤선 형성 방지)를 위하여 주변지역을 부직포로 덮어 세굴 및 물고임 발생 방지

2. 가도수로

- 강우 후 현장 조사하여 물고임 발생 및 성토법면 누수지점을 파악하여 추가설치
- 성토작업 중 수시로 가도수로 연결부위 단절, 매몰 등 이상여부 확인 및 찢어진 천막 적기 보수 실시
- 강우 직후 절성경계 합류지점, 성토면 종단 최요부(∪), 교량 전후, 월류지점 등 현장조사 후 배수가 효과적으로 될 수 있는 지점에 추가 설치 검토

Ⅶ. 추진계획

- 해당기관 자체 시공실태 점검시 확인 철저
- 본사 시공실태 점검시 중점적으로 확인 예정

붙 임 #1]

토사다이크 규격 산출근거

토사 임시다이크 적정 규격

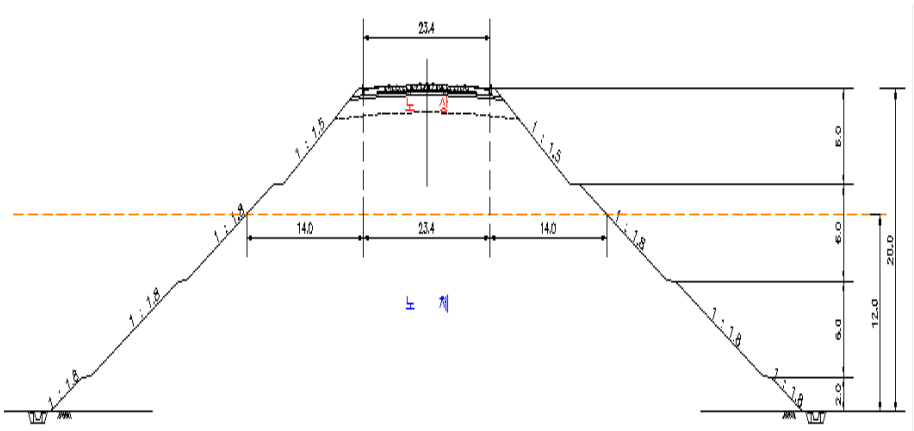
(단 위 : cm)

구 분		토사 임시다이크	콘크리트 다이크
높 이		**25~35**	15
폭	상부	15~25	11.5
	하부	70~90	16

산출근거

- 시공장비 정지 작업성 고려
  - 흙쌓기 작업시 그레이다 삽날 이용 기존 임시 토사다이크 제거시 높이 **약 30cm** 정도가 정지 작업이 효율이 높고 편리함 (1층 다짐두께 시방기준 : 30cm)
- 안전성 고려
  - 편구배 구간 양쪽 단부에 설치시 작업차량의 시선유도 및 안전

※ 평균 성토고 20m중 12m 성토중인 경우(예)



☞ 시공중에는 성토면이 최종완성면보다 유역면적이 약 2배 크므로 합리식에 의해 토사 임시다이크의 높이는 **약 30cm** 정도가 적정

▶ 합리식 $Q = \frac{1}{3.6} \times C \times I \times A$

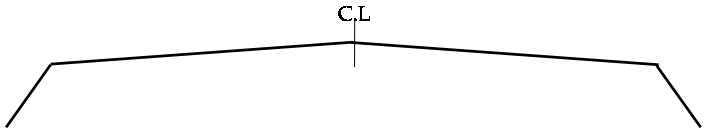
※ Q : 유량(㎥/s), C : 유출계수,
I : 설계강우강도(mm/hr), A : 유역면적(㎢)

▶ $\frac{\text{시공중성토면폭}}{\text{완성면폭}} = \frac{14.0m + 23.4m + 14.0m}{23.4m} = \frac{51.4m}{23.4m} \fallingdotseq 2.2$배

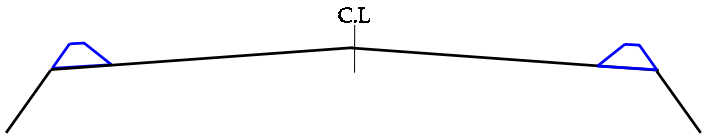
붙 임 #2]

토사다이크 시공순서

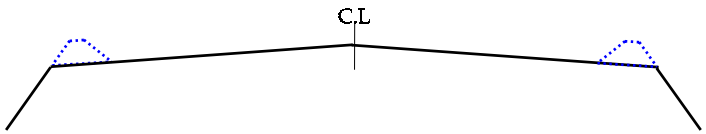
■ Ⅰ단계 : 성토(포설 및 다짐)



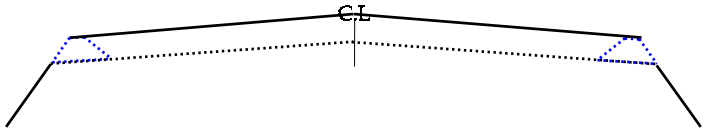
■ Ⅱ단계 : 토사 임시다이크 설치(그레이다 삽날 이용)



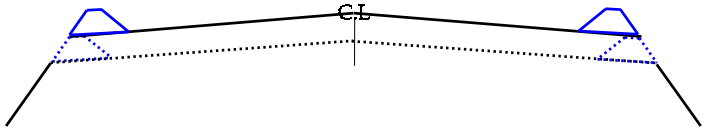
■ Ⅲ단계 : 성토 작업전 토사다이크 제거 후 양단부 다짐 철저



■ Ⅳ단계 : 성토작업(흙쌓기 포설)



■ Ⅴ단계 : 성토작업시 양단부 다짐도 확인 후 토사다이크 설치



붙 임 #3]

가도수로 설치방법(예)

1. 직경 10cm의 비닐호스를 비탈면 길이에 적합하게 자른 후 토사를 채워넣고 양 끝단을 묶는다

2. 도수로 위치에 천막을 깐 후 토사를 채워 넣은 비닐호스를 양측 끝에 놓고 천막으로 감는다(가도수로 하부 폭 : 약 60~80cm)

3. 철선으로 비닐호스를 감은 천막을 묶어 준다(간격 : 약 1m)

4. 모래주머니를 도수로 상단 천막 위에 올려 놓는다(배수구배 유지)

5. ㄱ자 철근을 도수로 상단 양측면에 꽂아 고정시킨다(D16, L=30cm 이상)

※ ▶ 기타 효과적인 방법으로 설치 가능

▶ 본문 Ⅵ. 2. 가도수로 사진 참고

3-4 터널 갱문부 개선(안) 세부시행방안

방 침
건설계획처-3253
('06. 9. 14)

□ 검토사유

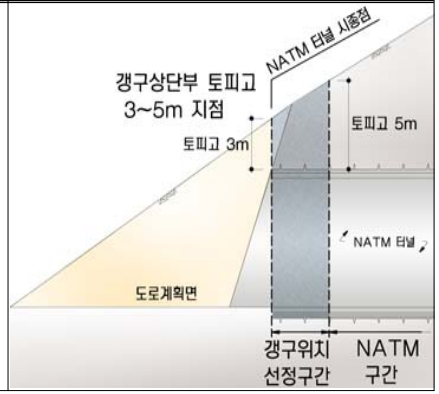
o 설계처에서 작성한 「터널갱문부 설계기준 통보('03.3.24)」에 따라 **공사중인 구간의 터널갱문 형식변경은 현장여건에 따라 조치**가 필요하므로 갱문부 별도 검토 필요

o 고창-담양 건설사업소 자체 감사시('06. 8) 터널 갱문부 보완 검토 결과 **형식변경이 필요한데도 보완조치 없이 시공**
☞ 터널갱문 **변경 시공이 가능한 터널에 대하여 시행방안 검토조치**

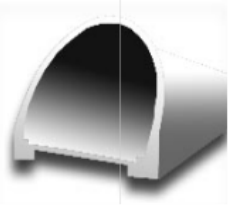
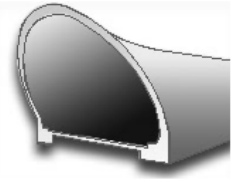
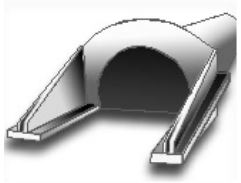
o 이에 따라 현재 시공중 또는 시행예정인 터널 갱문부에 대하여 설계처 **개선(안) 시행검토**

□ 터널 갱문부 설계기준 요약[설계도 10201-70호('03. 3.14) 관련]

○ 갱구위치 선정기준

갱구위치 선정기준	개 요 도
- 도로 중심선과 자연지형의 경사면이 직각 교차가 바람직 ⇒ 가급적 교차각이 60°이상 확보 - 갱구상단부 토피가 3m~5m정도 확보되는 지점에 갱구 형성 ⇒ 환경보호 정책 방향에 부응하고 갱구부 사면의 안정성 확보	

○ 갱문형식 선정기준

구분	선정기준	개요도
Bell Mouth 변형	○ **자연사면의 경사도가 30%미만**으로 비교적 완만 ○ 강우시 유속이 느리고 산사태, 낙석발생시 붕괴토석의 에너지가 비교적 약함 ○ 도로의 종단선형상 일정구간 절취후 갱구에 접속	
Bird Beak	○ **자연사면의 경사도가 30%이상**으로 비교적 급함 ○ 경사면이 급한 경우 강우시 유속이 빠르고 낙석·산사태 발생시 붕괴토석의 에너지가 비교적 강함 ○ 도로의 종단선형상 절취구간이 짧게 발생후 갱구에 접속	
Arch 면벽형	○ **갱구가 불가피하게 편토압 지형에 위치하는 경우** ○ 기타 옹벽형 갱문구조가 유리한 지형인 경우	

□ **문제점**

○ 설계처의 터널 갱문부 설계기준(안)은 갱구 절토부의 사면에 대한 지질조건 등은 감안치 않고 **단순히 갱문부 상단의 자연지형 등을 고려한 형식으로 선정하였음**

- 터널 갱구 **절토사면의 지질 불량**으로 인한 붕괴 발생 등 **안정성 저하 요인은 배제된 상태**에서 검토
- 터널 갱문형식 변경시는 터널 갱구 **절토사면의 지질상태, 지하수, 용수 등 전반적인 상태**를 감안한 형식 선정 필요

□ **감사지적사항에 대한 처리대책**

지적사항	처리대책 (시행방안)	비고
○변경시공이 가능한 터널선정	• 공사중인 구간은 현장 여건에 따라 적용토록 시행 통보(설계처) • 각 현장 여건이 상이하므로 현장별로 별도 검토 필요	
○시행방안 검토조치	• 갱구부 **절토사면의 지질조건등 안정성 검토 사전 시행** - 사면붕괴에 관한 안정성 등 구체적 중빙자료 작성 • 터널 시공계획 수립시 **갱문 형식의 적정성** 및 **사면보강 방안**등 안전대책 수립강구 • 형식 변경시 총사업비의 변경이 수반되므로 반드시 정부와 협의후 시행 결정 • 향후 구조물처에서 시행중인 용역「낙석피해 예방을 위한 터널 입·출구부 보완대책」, (용역기간 : '06.5~'06.12) 결과에 따라 보완 방안 별도 강구(사업소)	

3-5 터널 피난연락갱 라이닝 기초단면 개선

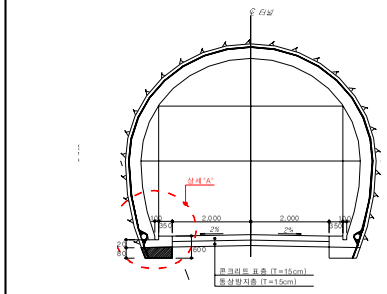
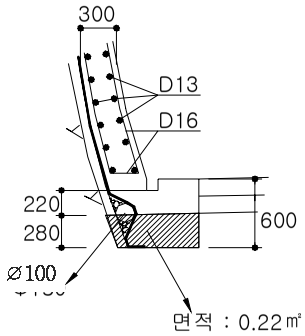
방 침
건설계획처-4471
('06. 12. 18)

Ⅰ. 검토배경

터널 피난연락갱 포장단면 축소(60cm→30cm) 방침[기술사14101-93('04.8.26)] 에 따라 라이닝 기초 높이에 대한 검토 필요

Ⅱ. 설계기준

○ 단면도

전 경	상 세 도
	

○ 설치기준

구 분	내 용	비 고
규 격	- 차량용 : 4.7m(폭)×3.5m(높이) - 대인용 : 2.5m(폭)×2.5m(높이)	터널 피난연락갱 설치기준 검토 [설계구 10201-311('03.8.26)]
간 격	- 1000m이상 터널(2차로) · 차량용 : 750m · 대인용 : 차량용사이에 250m마다 - 500~1000m미만 터널(2차로) · 대인용 : 300m까지 허용	

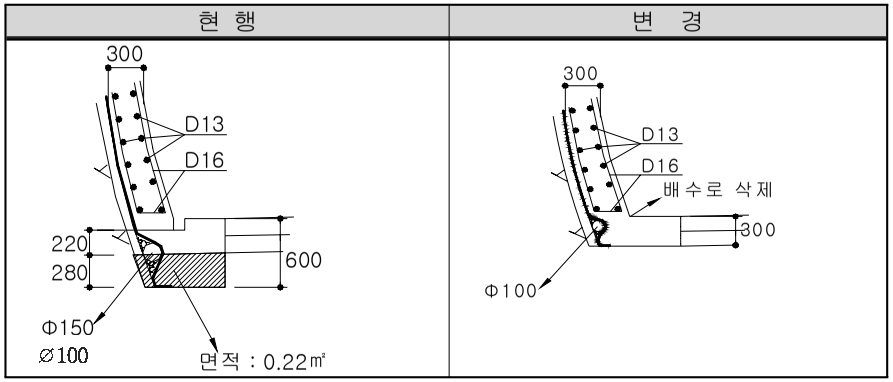
Ⅲ. 노선별 설계 및 시공현황

노선명	구분	설 계			수 량 (개소)	시공여부	비고
		라이닝기초높이	노면배수로규격	측방배수관규격			
목포-장흥	차량용	60cm	100×100mm	Ø100mm	2	미시공	기타
	대인용	-	-	-	-		
무안-광주	차량용	30cm	100×100mm	Ø100mm	1	미시공	기타
		55cm	100×100mm	Ø100mm	2	기시공	기타
	대인용	40cm	100×100mm	Ø50mm	4	미시공	기타
춘천-동홍천	차량용	49cm	100×100mm	Ø100mm	4	미시공	기타
	대인용	30cm	100×100mm	Ø100mm	15	미시공	기타
전주-남원	차량용	45cm	100×100mm	Ø100mm	7	미시공	기타
	대인용	35cm	100×100mm	Ø100mm	20	미시공	기타
남원-광양	차량용	45cm	100×100mm	Ø100mm	17	미시공	기타
	대인용	35cm	100×100mm	Ø100mm	44	미시공	기타
안성-음성	차량용	60cm	100×100mm	Ø150mm	3	기시공	턴키
	대인용	-	-	-	-		
청원-상주	차량용	50cm	150×100mm	Ø100mm	1	기시공	기타
		45cm	-	Ø30mm×3	2	기시공	턴키
	대인용	35cm	-	Ø30mm×3	3	기시공	턴키
현풍-김천	차량용	60cm	100×100mm	Ø100mm	2	기시공	기타
	대인용	-	-	-	-		
고창-장성	차량용	45cm	-	Ø40mm×3	2	기시공	대안
	대인용	45cm	-	Ø40mm×3	1	기시공	대안
장성-담양	차량용	45cm	200×100mm	Ø100mm	5	기시공	대안
	대인용	-	-	-	-		
익산-장수	차량용	60cm	100×50mm	Ø100mm	3	기시공	턴키
		45cm	100×100mm	Ø100mm	2	기시공	기타
	대인용	35cm	100×100mm	Ø100mm	6	기시공	기타
		30cm	100×100mm	Ø100mm	1	기시공	기타
주문진-속초	차량용	-	-	-	-		
	대인용	30cm	100×100mm	Ø50mm	6	미시공	기타
당진-대전	차량용	-	-	-	-		
	대인용	30cm	100×100mm	Ø50mm	4	미시공	기타
서천-공주	차량용	-	-	-	-		
	대인용	30cm	100×100mm	Ø50mm	6	미시공	기타

Ⅳ. 현 설계 문제점

- ㅇ 포장단면 축소에 따른 라이닝기초 저면과의 단차로 시공성 저하
- ㅇ 라이닝 기초높이 과다로 비 경제적임
- ㅇ 불필요한 노면배수로(100mm×100mm) 설치
- ㅇ 측방배수관(Ø150) 사용시 라이닝 철근과의 저촉으로 시공성 저하

Ⅴ. 개선방안



가. 라이닝 기초높이 축소(H=600mm→300mm)

라이닝 기초부는 구조해석에 영향을 미치지 않는 부분이므로 **시공성을 고려하여 라이닝 기초 저면을 포장단면의 저면과 일치**되게 시공할 수 있도록 라이닝 기초높이 축소

나. 노면배수로(100mm×100mm) 삭제

노면 양측에 설치된 노면배수로는 터널벽면 청소용 노면수 배출을 위해 설치된 것이나, **피난 연락갱내는 타일붙임이 없고 비상시에만 이용하는 점 등을 고려**할때 노면배수로는 불필요한 것으로 판단됨.

다. 측방배수관 규격유지

측방배수관 (Ø150mm) 사용시 라이닝 철근과 저촉되므로 **시공성 향상을 위하여 현행 측방배수관 규격(Ø100mm)유지**

Ⅵ. 기대효과

- ㅇ 공사비 절감 : 약 40,000원/m(0.22㎡×1m×60,000원/㎥×1.5×2개소≒39,600원)
- ㅇ 노면 배수로 배제로 시공성 향상

Ⅶ. 적용방안

- ㅇ 설계중인 노선 : 개선방안 적용
- ㅇ 공사중인 노선 : 미 시공구간 적용(기 시공구간 제외)

3-6 고속도로 터널내 열악한 환경을 고려한 소화기(전)함 구조개선

방 침
시설처-983
('06. 4. 13)

1. 목 적

○ 터널내 차량주행에 따른 매연 등 오염물질과 청소수 유입으로 인한 **내부소방시설 오동작 방지와 수명을 연장**시키고자 소화전(기)함의 구조를 개선코자 함

○ 선진 외국터널과 같이 소화기 인출시 경보기능을 추가하여 **터널내 화재 조기탐지 성능**을 높이고자 함

2. 설치 현황

□ **제작설치 기준**

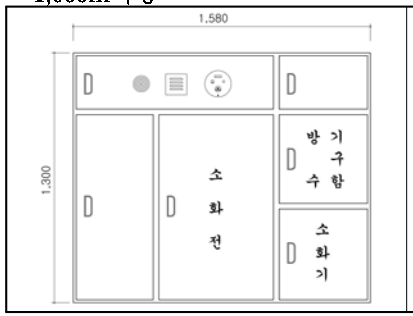
- **화재안전기준** (소화전함)
  - 함의 재질 : 1.5mm이상 강판 또는 4mm이상의 합성수지(내열,난연성)
  - 문짝 면적 : 0.5㎡이상 (밸브조작, 호스의 수납 등에 충분한 여유를 가질것)
  - 설치 기준 : 측벽길이 50m 이내 (터널의 경우)

도로터널 방재시설 설치지침 (경보시설 설치)

- 소화기함 : 문의 개방이나 거치대에서 탈착시 화재사실을 자동통보 할수 있는 조치 권장
- 소화전함 : 문 개폐시 수동발신기 조작시와 동일하게 경보를 발할수 있도록 구성하며, 수신반의 지구표시등이 점등되도록 한다.

□ **제작 규격**

- 1,000m이상

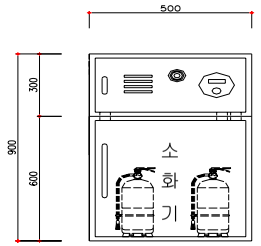


○명 칭 : 옥내소화전함

○규 격 : 1580(W)×1300(H)×200(D)

○설치기준 : 주행방향 측벽길이 50m이내

- 500m이상~1,000m미만

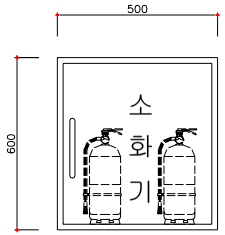


○명 칭 : 전기소방설비 내장형 소화기함

○규 격 : 500(W)×900(H)×200(D)

○설치기준 : 주행차로 측벽 50m이내

- 500m미만



○명 칭 : 소화기 전용 소화기함

○규 격 : 500(W)×600(H)×200(D)

○설치기준 : 주행차로 측벽 50m 이내

3. 문 제 점

□ **도로터널형 소화기(전)함 개발 필요**

- 설치환경 비교

항 목	건축물 실내환경	도로터널내 환경
풍 속	약 1m/s내외	4 ~ 6m/s 이상
분 진	150㎍/㎥이하	960㎍/㎥이하
주변온도	19℃ ~ 24℃	-10℃ ~ 25℃
습 도	50% ~ 70%	40% ~ 90%
주오염원	실내 먼지	· 자동차 배출가스 및 분진류 · 타일청소시 분무수 유입
적 용	기존 소화기(전)함 구조	신규개발 필요

- 기존시설 설치상태



볼타입 문짝 고정력 부족으로 자연개방



구조부 취약으로 함 밀폐기능 상실



분진침입으로 내부시설 조기노후



분진침입으로 전기시설 오작동

□ 소화기(전)함을 이용한 조기경보 기능 강조

- 「도로터널 방재시설 설치지침」에 의거 **경보시설 설치에 맞도록** 함구조 강화 필요
- 경보시설 설치를 위해서 **문짝 개폐성능 향상** 요구

□ 터널별 소화기(전) 설치규격 상이

- 터널 연장별, 등급별 **제작·설치규격 표준화** 필요
- 설치높이 표준화로 **이용객 혼란 방지**

4. 개선방안

□ 소화기(전)함 규격 표준화

구 분	설치대상 터널	규 격	비 고
옥내소화전함 (기본형)	· 1,000m이상 · 1, 2등급	1580(W)×1330(H)×230(D)	
소화기함 (발신기 내장형)	· 500m이상~1,000m미만 · 3등급	650(W)×1040(H)×230(D)	
소화기함 (기본형)	· 500m 미만 · 4등급	560(W)×610(H)×230(D)	

□ 도로터널형 소화전함 제작규격 개선

- 시험제작 적용사항

항 목	1차 ('05. 11)	2차 ('06. 1)	비 고
외함규격	650(W)×940(H)×250(D) 내.외함 일체형	1580(W)×1330(H)×230(D) 내.외함 일체형	
문짝규격	방수구함 (580×875)	방수구함 (990×970) 발신기함 (990×270)	가로규격 축소 필요
굴곡방법	"ㄴ" 및 "ㄷ" 형상	"ㄷ" 형상	
밀폐용 고무	평패킹 및 철심삽입형	철심삽입형 원형고무패킹	
잠금기능	걸쇠타입(도금,STS)	걸쇠 및 자석타입	방수구함 : 걸쇠형 나머지 : 자석형
손잡이	캐취형 및 그립타입	캐치형 및 홀형	방수구함 : 캐취형 나머지 : 홀형
문짝보강대	상,하부 보강대 설치	상,하부 보강대 설치	
개폐장치	가스실린더 2개 설치	가스실린더 1개소 설치	
문짝개방 경보시설	문짝 하단에 센서 설치	문짝 상단에 센서 설치	
소화기 인출 경보시설	평상시 접점 붙음상태	평상시 접점 떨어지도록 설치	
음향투과구 분진필터	내부에 그릴설치	분진투과 방지필터 설치	

- 시험제작품

· 1차 ('05. 11)





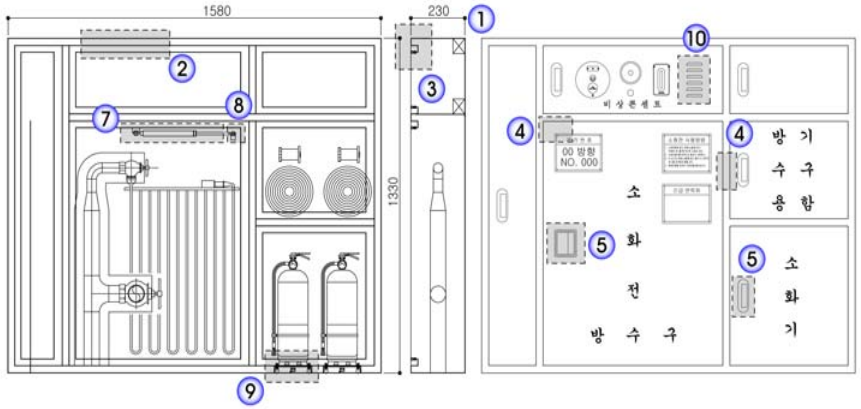


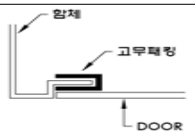
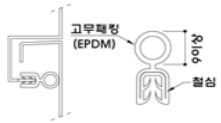
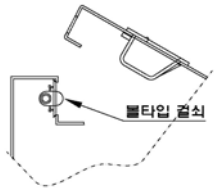
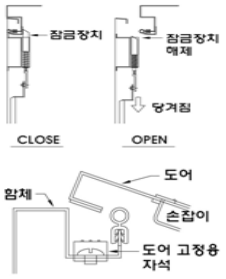
· 2차 ('06. 1)

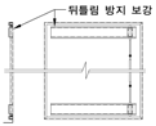
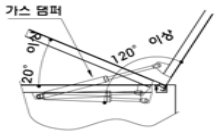
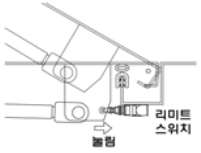
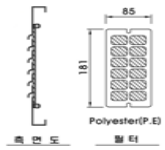


□ 개선(안)

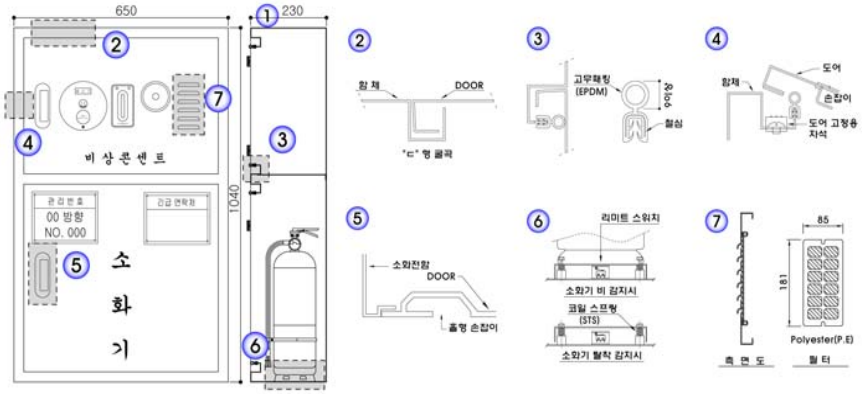
옥내 소화전함 (기본형)



구분	항 목	기 존	개 선	비 고
①	규 격	1580(W)×1300(H)×200(D) 내.외함 분리형	1580(W)×1330(H)×230(D) 내.외함 일체형	내구성 향상
② ③	철판굴곡 방 법 및 고무패킹			밀폐기능 향 상
		"ㄴ" 형상	"ㄷ" 형상	
		평판형 고무패킹	철심삽입형 원형고무패킹	
④	잠금기능			상 시 밀폐상태 유지
		볼 타 입	걸쇠 및 자석타입	

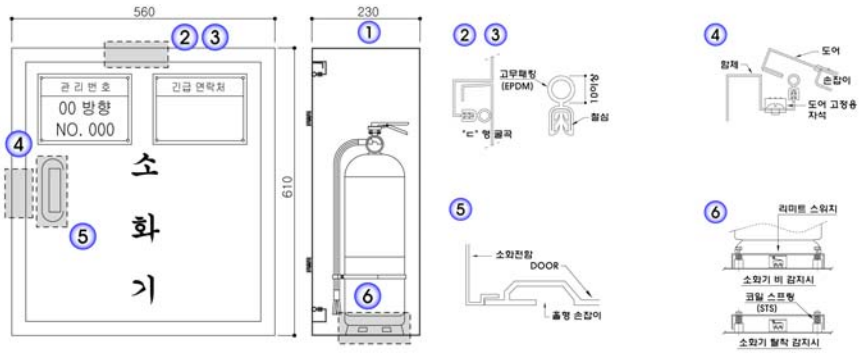
구분	항 목	기 존	개 선	비 고
⑤	손잡이			개폐동작 편의향상
		홀 형	캐치형 및 홀형	
⑥	문짝보강대	-		방수구 문짝 견고성 향상
		-	상,하부 보강대 설치	
⑦	개폐장치	-		평상시 열림방지 및 문짝 개방시 열림상태 유지
		-	가스실린더 적용으로 일정각도에서 자동개폐	
⑧	문짝개방 경보시설	-		경보기능 강화
		-	문짝 상단에 센서 설치	
⑨	소화기 인출 경보시설	-		경보기능 강화 및 분실여부 확인기능
		-	소화기 하부에 센서 설치	
⑩	음향투과구 분진필터	-		분진침입 방 지
		-	분진투과 방지필터 설치	

소화기함 (발신기 내장형)



구분	항 목	기 존	개 선	비 고
①	규 격	500(W)×900(H)×200(D) 내.외함 분리형	650(W)×1040(H)×230(D) 내.외함 일체형	
②	굴곡방법	"ㄴ" 형상	"ㄷ" 형상	
③	밀폐용 고무	고무패킹 기능미흡 및 탈락	철심삽입형 원형고무패킹	
④	잠금기능	불 타 입	자석타입	
⑤	손잡이	홀 형	홀 형	
⑥	소화기 인출 경보시설	-	소화기 하부에 센서 설치	
⑦	음향투과구 분진필터	-	분진투과 방지 필터 설치	

소화기함 (기본형)



구분	항 목	기 존	개 선	비 고
①	규 격	500(W)×600(H)×200(D) 내.외함 분리형	560(W)×610(H)×230(D) 내.외함 일체형	
②	굴곡방법	“ㄴ” 형상	“ㄷ” 형상	
③	밀폐용 고무	고무패킹 기능미흡 및 탈락	철심삽입형 원형고무패킹 적용	
④	잠금기능	볼 타 입	자석타입	
⑤	손잡이	홀 형	홀 형	
⑥	소화기 인출 경보시설	-	소화기 하부에 센서 설치	필요시 적용

5. 소요예산

(단위 : 천원)

구 분	단 가			비 고
	기 존	개 선	증(△)감	
옥내소화전함 (기본형)	1,280	1,624	344	제잡비 35%감안
소화기함 (발신기내장형)	621	764	150	〃
소화기함 (기본형)	486	616	130	〃

※) 2,000m 터널 적용시 추가예산 : 28,208천원 (82개 기준)

6. 적용계획

- ㅇ 설계 터널 : 본 개선(안) 적용
- ㅇ 공사 터널 : 현장여건을 고려하여 사업소별 적용
- ㅇ 공용 터널 : 노후교체, 고장수리시 적용

  (단, 동일위치에 적용시 외함 크기는 기존규격 적용가능)

첨 부 : 1. 제작도 및 설치도 각1부

2. 터널형 소화전함 및 소화기함 제작 시방서(안) 각1부

3. 소화기(전)함 규격 분류. 끝.

3-7 노면요철포장(Rumble Strips) 설치규격 개선

방 침
교통처-2976
('06. 8. 14)

Ⅰ. 목 적

□ 졸음으로 인한 차로이탈사고 방지를 목적으로 시행하고 있는 노면요철포장의 설치규격을 "도로안전시설 설치·관리지침"(건교부)과 고속도로 시공결과를 반영한 개선으로 **사고감소 효과 증대 도모**

Ⅱ. 추진경위

o 2003. 3 : 차로이탈인식시설 도입 및 적용기준 수립

o 2003 ~ 2004 : 건설 및 공용중 노선 설치

o 2005. 5 : 도로안전시설 설치 및 관리지침 제정<노면요철포장 편>

o 2005. 12 : 노면요철포장 설치규격별 시험시공 실시

※ 용어정립 : **"노면요철포장(Rumble Strips)"** 용어로 통일하여 사용

- 도로안전시설 설치 및 관리지침 : 노면요철포장
- 도로설계편람 : 감속유도시설
- 한국도로공사 : 차로이탈인식시설, 노면요철포장 등

Ⅲ. 설치현황

구 분	설치노선 및 연장
계	**12개 노선 : 212.18km**(고속도로 총연장대비 3.78%설치)
'03년	- 경부선 : 14.53km - 서해안선 : 26.0km , 영동선 : 11.32km
'04년	- 중부내륙선 : 15.82km , 서해안선 : 72.5km - 중앙선 : 17.85km , 평택-충주선 : 17.1km - 기타노선 : 37.06km

- 설치형식 : 절삭형(다짐형 설치사례는 없음)

Ⅳ. 설치규격 검토

1. 관련지침 비교

구 분			도공지침('03)	건교부지침('05)
설치 구조	절삭형	길이	400mm	400mm
		폭	180mm (160~180mm)	180mm
		최대홈깊이	15(9~15)mm	13mm
		중심간격	300mm	300mm
	다짐형	길이	400mm	400mm
		폭	50mm	50mm
		최대홈깊이	**15mm**	**25mm**
		중심간격	**300mm**	**200mm**
길어깨 설치위치			◦ 본선포장 끝단에서 300mm 이격(길어깨 차선에서 800mm 이격됨) ↓ 본선포장 끝단에서 300mm미만 이격시킬 경우 접속부 종방향 균열발생(외국사례)	◦바깥(길어깨)차선에서 100~300mm 이격 ↓ 최대한 바깥차선에 가깝게 설치

※ 건교부지침 : 미연방도로청(FHWA) 기술권고안(Technical Advisory) 준용

- ROADWAY SHOULDER RUMBLE STRIPS(T5040.35 '01.12.20)

2. 시험시공 결과

가. 시험시공 개요

□ 목　　적 : 노면요철포장의 길어께 차선에서 이격거리에 따른 포장 균열 발생여부 조사 확인

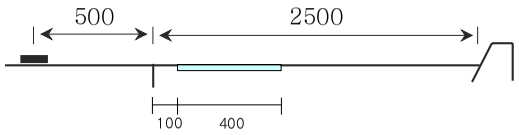
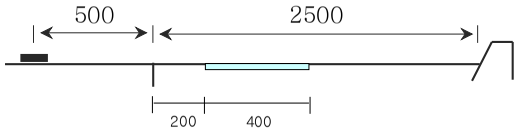
□ 위　　치 : 통영~대전선(통영~진주간)

□ 시공기간 : '05. 12월

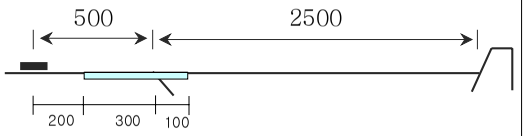
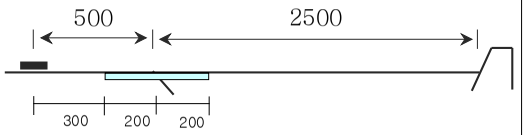
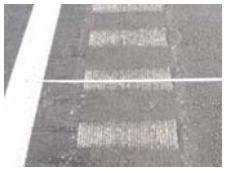
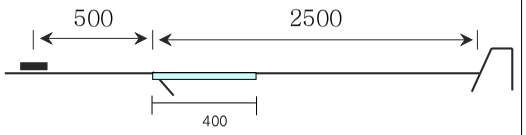
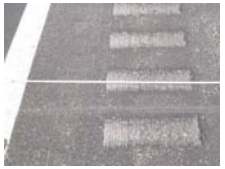
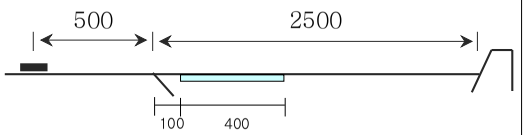
□ 시공형식 : 절삭형

나. 시험시공 현황

□ 콘크리트포장

길어깨차선 이격거리	시공 개요도	비 고
① 600mm		
② 700mm		

□ 아스팔트포장

길어깨차선 이격거리	시공개요도	비 고
① 200mm		
② 300mm		
③ 500mm		
④ 600mm		

다. 시험시공 결과

□ 균열발생 여부 : 미발생

- 차량이 측대 및 길어께를 주행하는 경우가 많지 않고, 길어깨 포장에 일정간격의 노면요철포장은 차량하중에 큰 영향은 없는 것으로 판단됨

□ 시공성

횡단경사 / 이격거리		표준경사 구간	편경사 구간
아스팔트 포장	200, 300mm	• 본선 측대와 길어께 포장간 경사차이(2%) 발생하나 시공에 별 문제 없음	• 외측 곡선구간에서 본선측대와 길어께포장간 경사차이 과다 발생으로 시공 곤란
	500, 600mm	• 양호	• 양호
콘크리트 포장	600, 700mm	• 양호	• 양호

3. 유지관리부서 의견

구 분	의 견
설치규격	• 운전자 주행조건을 감안 최대홈깊이(절삭형)를 10mm 정도로 하자는 의견이 많음
설치위치	• 길어깨차선에서의 이격거리 과다로 설치위치를 차선 쪽으로 붙여서 조정하자는 의견이 대부분임

Ⅴ. 설치규격 개선(안)

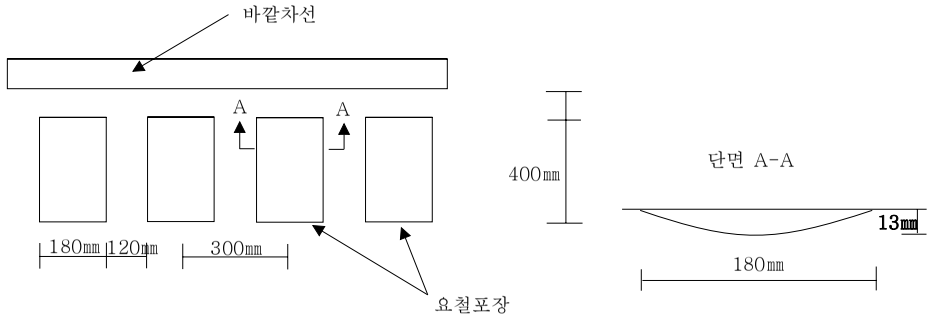
1. 설치구조

가. 절삭형

□ 최대홈깊이가 기존 도공지침은 15mm(9~15mm)이나, 건교부 지침 및 국내에서 일반적으로 사용되는 절삭장비의 드럼 외경(D600)을 고려할 경우 **13mm(9~13mm)**가 합리적임

□ 선정규격(mm)

길이	폭	최대홈깊이	중심간격
400	180	13(9~13)	300



나. 다짐형

□ 국내 적용사례가 거의 없으며 우리공사 기준이 시험시공을 통해 선정된 규격이므로 별도 설치자료 축적시까지 기존 우리공사 기준 적용

2. 길어깨 설치위치

가. 추진방향

o 노면요철포장은 차로를 이탈한 차량이 바로 인지하고 복귀할 수 있도록 길어깨 차선에 가깝게 설치하는 것이 바람직하므로 **포장 여건을 감안하여 가능한 길어깨 차선에 가깝게 설치**

- 본선포장 끝단에서 300mm미만 이격시킬 경우 접속부 종방향 균열발생 우려로 300mm(길어깨 차선에서 800mm) 이격토록 하였으나, 시험시공결과 실제 균열발생 사례는 없음

나. 콘크리트포장

□ 길어깨 차선에서 600mm(측대 끝에서 100mm) 이격 설치

다. 아스팔트포장

□ 표준경사 구간

- 길어깨 차선에서 200mm 이격 설치
- 편경사 내측곡선 구간도 동일 적용

□ 편경사(외측곡선) 구간

- 길어깨 차선에서 200mm 이격 설치시 설치길이가 부족(기준 : 400mm, 시공 : 300mm)하므로, 길어깨 차선에서 150mm 이격 설치 및 **설치길이 350mm이상** 확보

〔 FHWA는 최소 설치길이 300mm이상 권장 〕

※ 공용노선의 경우 절삭재포장으로 본선측대와 길어께 포장이 명확히 구분되지 않는 경우 등, 노선여건이 설계와 상이한 경우가 있으므로 표준경사 구간으로 적용하여 시공이 가능한 경우는 우선 적용

Ⅵ. 조치계획

1. 공용노선

□ '06년 사업계획 노선부터 적용

2. 설계 및 공사중인 노선

□ 설계 및 공사중인 노선은 본 개선(안)에 의거 적용

Ⅶ. 발전방향

□ 콘크리트포장 길어께측 측대에 노면요철포장 시공방안 강구

붙 임 Ⅰ : 설치규격 개선시 긴급차량 주행여건 검토

1. 대상차량 규격

(단위 : mm)

구 분	대상차량	타이어간 거리 (윤거)	차량폭	비 고
순찰차	렉스톤	1,570	1,890	
공구차	마이티	앞 : 1,680 뒤 : 1,495	2,070	

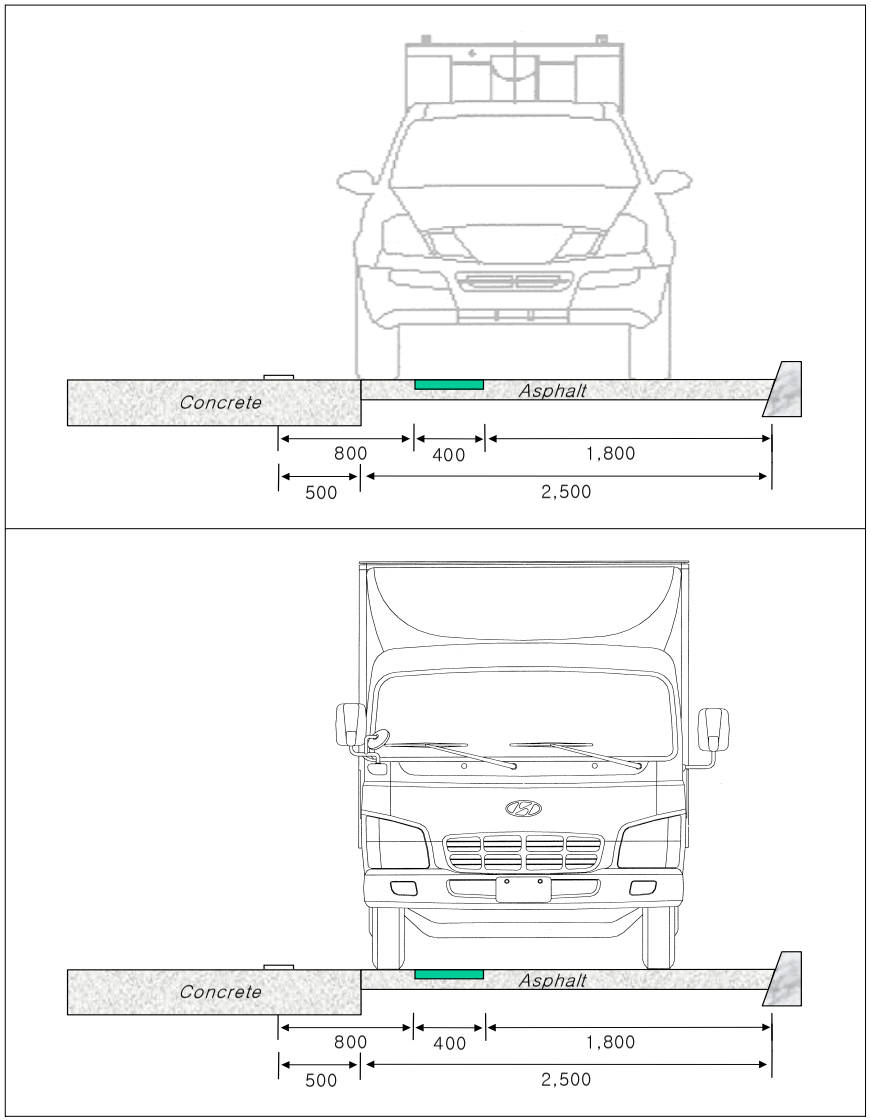
2. 주행여건 검토

구 분	길어께 차선 이격 거리	주행여건
기 존	800mm	그림① 참조
개 선	200mm	그림② 참조
	600mm	그림③ 참조

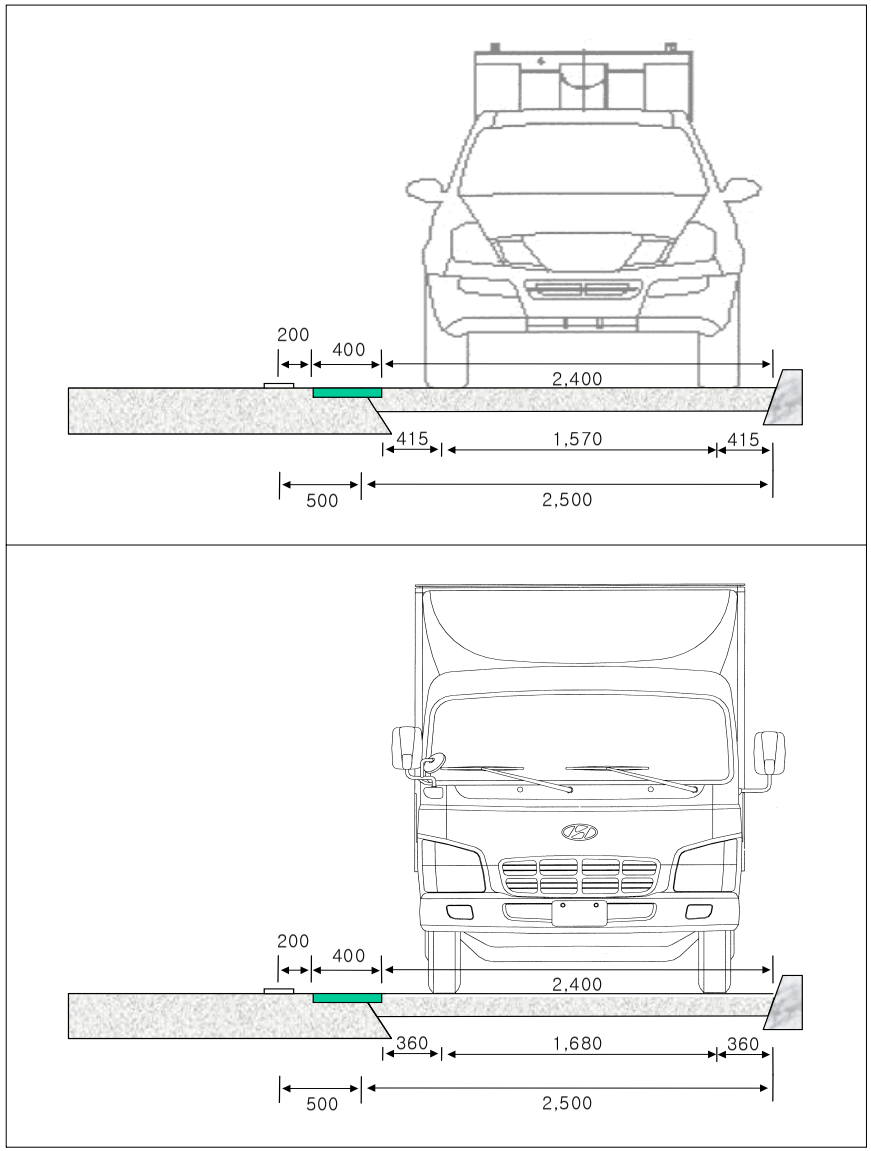
3. 주행여건 검토 결과

□ 노면요철포장의 길어께 설치위치별로 긴급차량 주행여건 검토 결과 문제 없음

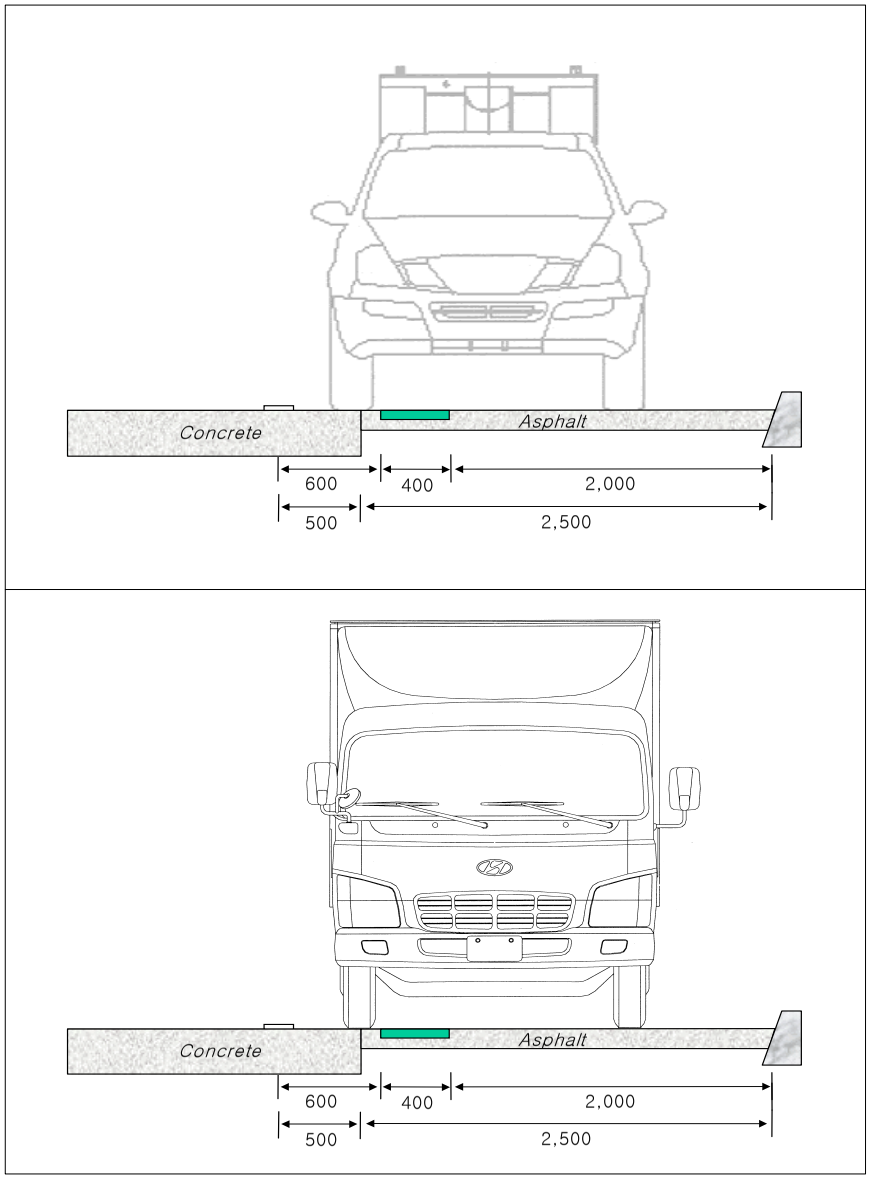
그림① : 기존 (길어께 차선에서 800m 이격)



그림② : 개선 (길어께 차선에서 200mm 이격)



그림③ : 개선 (길어께 차선에서 600mm 이격)



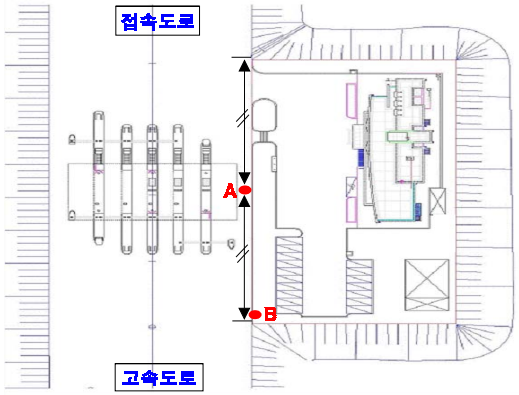
3-8 영업소 통로암거설치 및 건축부지조성 지침 통보

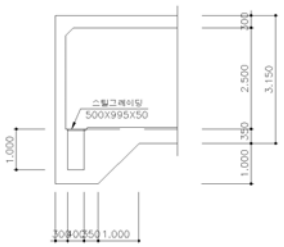
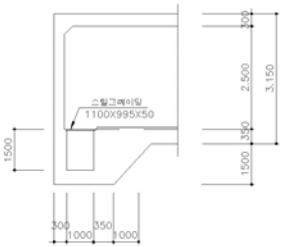
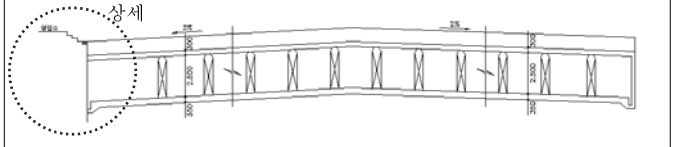
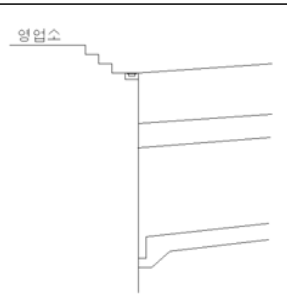
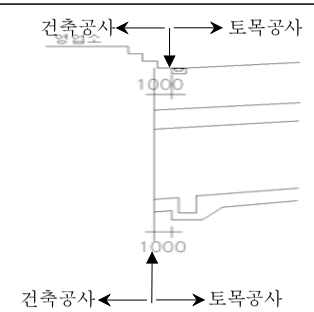
방 침
시설처-1327
('06. 5. 22)

1. 검토목적

고속도로 영업소 통로암거 설치기준을 개선하여 시공성 및 품질향상을 도모하고 건축부지 조성에 대한 지침을 수립하여 설계시 통일성을 기하고자 함

2. 개선내용

구 분		현 행	개 선 방 안	비 고
영업소 건축 부지 조성	개 요	○ 영업소 광장부와 건축부지의 계획고 기준이 없어 설계마다 상이함 **상부 1m: 노상다짐기준적용** **그 외: 노체다짐적용** **암성토다짐은 하지않음** ○ 부지조성시 다짐기준 부재 ○ 부지조성시 부지내 종횡단경사 기준 부재	○ 건축부지 계획고를 부지의 평면상 중심점(그림중 "A") U형측구(L형측구저판) 기준 ◇ 20차로 이하 + 70cm ◇ 30차로 이상 +170cm ◇ 22~28차로는 보간법 사용 *단, "B"지점 본선표이 부지표보다 높은 경우, 암절토 등으로 인한 공사비가 과다한 경우 감독원 협의후 시행* 변경 ○ 콘크리트포장 노상다짐기준 적용 : 10kg·f/㎠ ○ 부지전체를 동일한 Level로 정리	
	평면도			#붙임1: 영업소 건물부지 배치
	횡단도			

구 분		현 행	개 선 방 안	비 고
암거 내부 집수정	개 요	○ 현행기준 -표준도 부대공 5.094 -깊이:1,000㎜, 폭:400㎜ ○ 집수정 우수 충만시 수중 펌프의 정상 작동이 불가	○ 깊이 : 1,000㎜ → *1,500㎜* 폭 : 400㎜ → *1,000㎜* (양단부 집수정 동일규격) ○ 영업소 반대측이 성토부인 경우 자연배수가 가능하므로 수중 펌프를 설치할 필요가 없으며 슬리브 배관 설치 (자연배수 유도)	
	단면도			
암거 접속부	개 요	○ 현행기준 -표준도 부대공 5.093 -토목공사와 건축공사의 접속부가 U형측구 전방 ○ 건축공사 통로암거 터파기로 인한 도로포장 하부 영향	○ 접속부 위치를 U형측구 후방 1m로 변경 -연결철근 노출 요망 ○ 도로포장부 하부에 대한 영향 최소화	
	단면도	  		

3. 적용방안

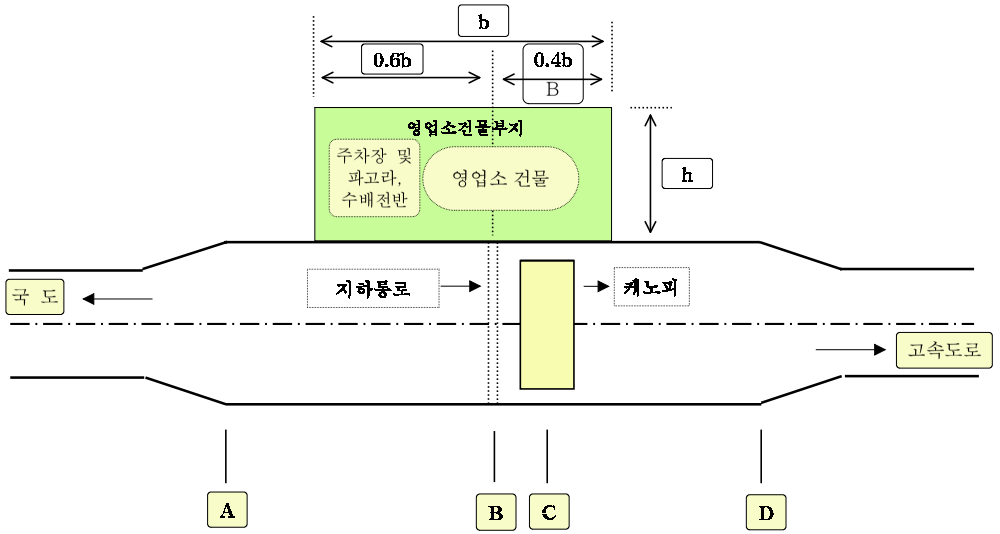
○ 설계중인 구간 및 설계완료후 미발주 구간 : 본 기준 적용

○ 시공중인 구간 :

구 분	영업소 암거	부지조성
미시공 구간	본 기준 적용	본 기준 적용
기시공 구간	기존 기준 적용	

붙 임]

영업소 건물부지 배치(안)



▸ 지하통로의 중심이 건물부지(가로)의 3 : 2비율의 내분점이 되도록 부지 설계

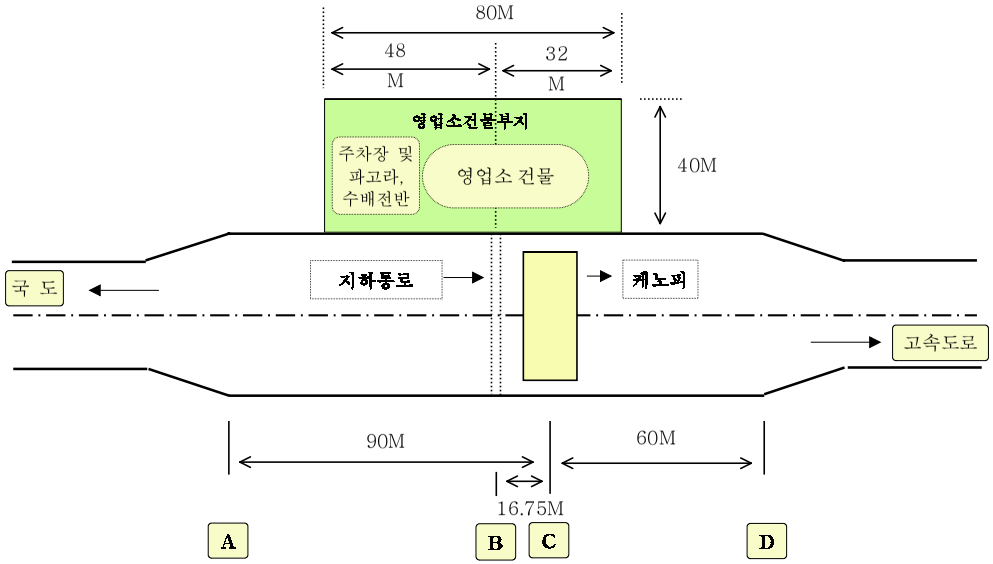
※ 기호설명

- **A, D : 영업소 광장직선부 끝단**
- **B : 지하통로 중심**
- **C : 톨게이트 케노피 중심**

※ 제원현황

- **A ~ C : 90M**
- **C ~ D : 60M**
- **B ~ C : 16.75M**

영업소 부지규모 및 배치(안)[40×80M]
[소규모 : 10차로미만]



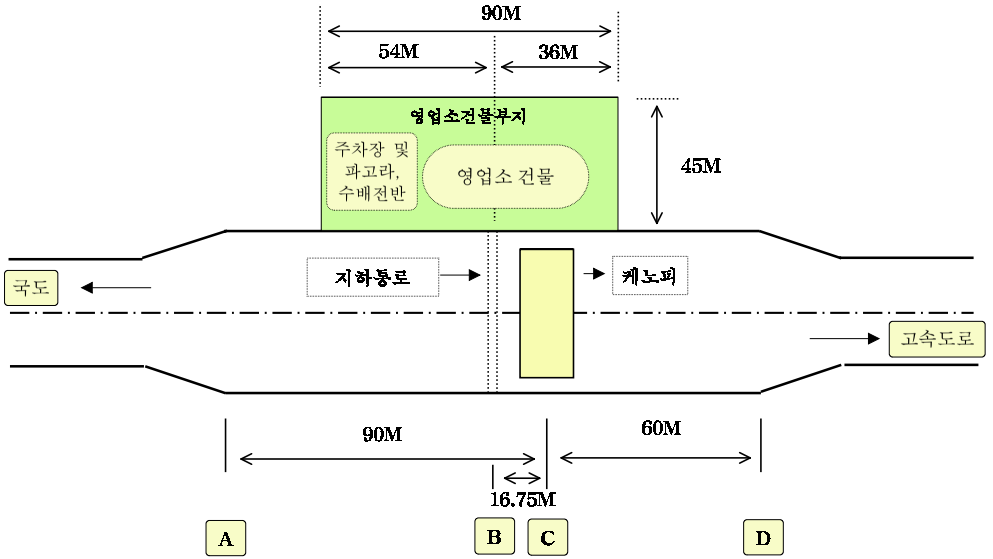
※ 기호설명

- A, D : 영업소 광장직선부 끝단
- B : 지하통로 중심
- C : 톨게이트 케노피 중심

※ 제원현황

- A ~ C : 90M
- C ~ D : 60M
- B ~ C : **16.75M**

영업소 부지규모 및 배치(안)[45×90M]
[중규모 : 20차로미만]



※ 기호설명

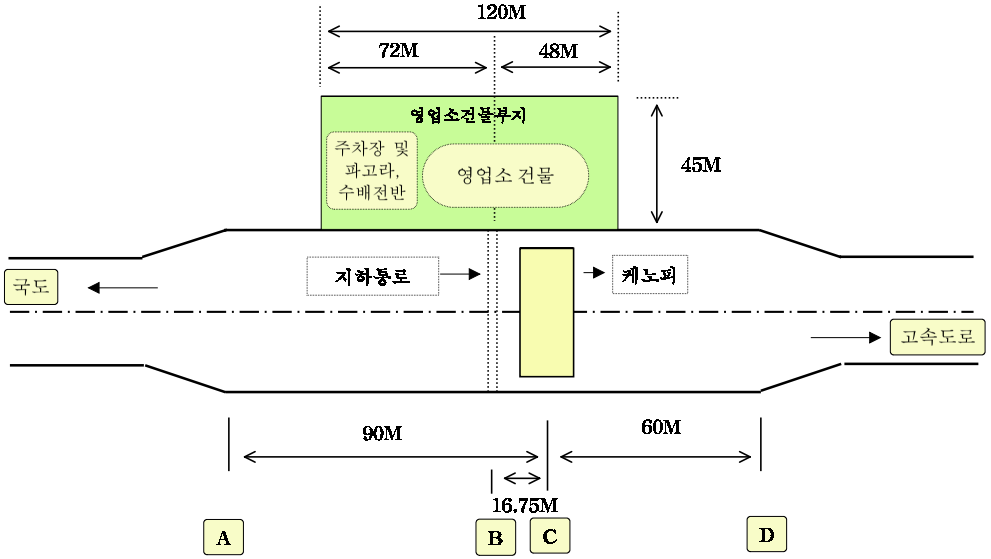
- A, D : 영업소 광장직선부 끝단
- B : 지하통로 중심
- C : 톨게이트 케노피 중심

※ 제원현황

- A ~ C : 90M
- C ~ D : 60M
- B ~ C : **16.75M**

영업소 부지규모 및 배치(안)[45×120M]

[대규모:30차로 미만]



※ 기호설명

- A, D : 영업소 광장직선부 끝단
- B : 지하통로 중심
- C : 톨게이트 케노피 중심

※ 제원현황

- A ~ C : 90M
- C ~ D : 60M
- B ~ C : **16.75M**

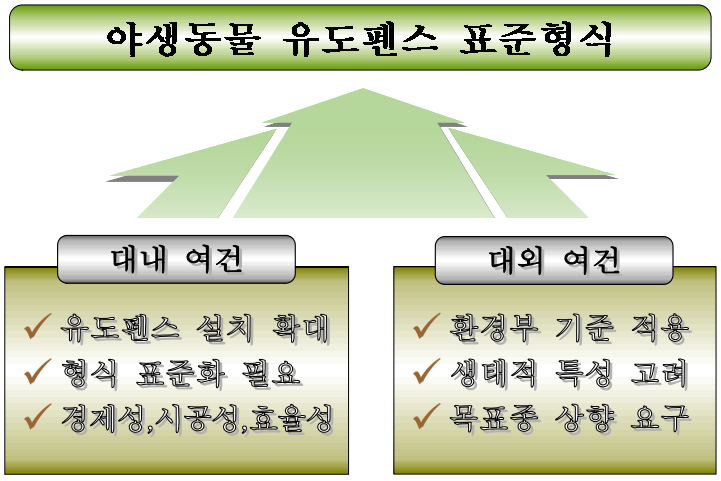
3-9 야생동물 유도펜스 표준형식 정립

방 침
건설환경실-925
('06. 5. 24)

Ⅰ. 목 적

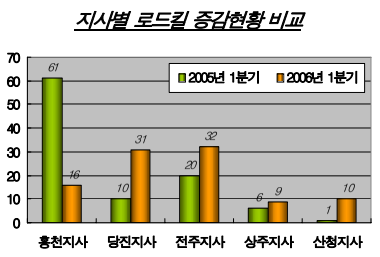
야생동물 교통사고(Road kill) 예방과 서식지 연결을 위하여 추진중인 야생동물 유도펜스의 형식 및 규격에 대한 통일된 기준마련으로 야생동물보호업무의 효율화 및 우리공사의 환경 이미지 향상을 위함.

Ⅱ. 현황 및 문제점



- 야생동물 유도펜스가 로드킬 예방 및 서식지 연결에 효과적인 것으로 판단되며 확대설치 필요

- '05년 1/4분기, '06년 1/4분기 로드킬 증감현황 비교 사례



- **홍천지사**
  - **'05년 유도펜스 29㎞ 설치**
- **당진, 전주, 상주, 산청지사**
  - **유도펜스 미설치지사**

- 유도펜스 설계지침 및 로드킬 예방대책 수립시 잦은 규격 및 형식 변경으로 혼란 초래
  - '04년 6월 : 『야생동물 유도펜스 설치기준 수립』
  - '05년 9월 : 『고속도로 로드킬 방지 중장기계획』
  - '05년 12월 : 『고속도로 로드킬 예방 특별대책』

- 고속도로 특성을 고려하지 않은 유도펜스 형식적용으로 업무 효율성 저하 및 예산소요 과다

- 로드킬 예방을 위하여 환경부 기준을 고려한 펜스규격 및 형식 적용이 필요

- 로드킬 현황집계 및 조사가 어려운 양서·파충류의 효율적인 유도 및 이동에 대한 고려 및 예방책 마련이 필요

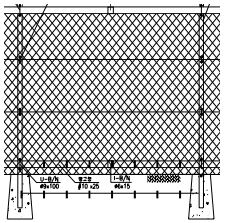
- 로드킬 예방을 위한 경제성, 기술성, 시공성 등을 고려한 실효성 있는 유도펜스 표준형식의 필요성 대두

Ⅲ. 유도펜스 유형별 분석

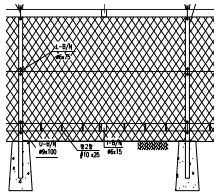
1. 유도펜스 유형

1) 가드펜스형 유도펜스

- 주주 및 후레임 : 아연도금
- 망 : PVC 코팅철망
- 망목 : 50×50㎜
- 높이 : 1.0~1.5m



일반적인 경우
H = 1.5m



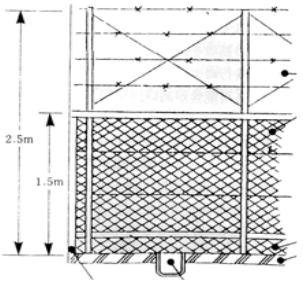
성토부 V 측구 전면
H = 1.0m



사례사진

2) 철선 가드펜스형 유도펜스

- 환경부 추천 유형
- 주주 및 후레임 : 아연도금
- 망 : PVC 코팅철망
- 망목 : 50×50㎜
- 높이 : 1.5~2.5m



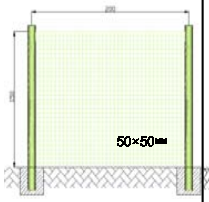
설치도면



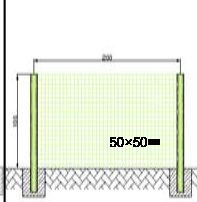
사례사진

3) 메쉬펜스형 유도펜스

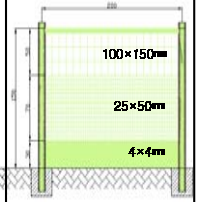
- 주주 및 후레임 : 철재, 목재
- 망 : 메쉬 스크린
- 망목 : 50×50㎜, 4×4㎜, 25×50㎜, 100×150㎜
- 높이 : 1.0~1.5m



일반적인 경우
H = 1.5m



성토부 V 측구
전면 H = 1.0m



양서 · 파충류
이상



사례사진

2. 유도펜스 유형별 목표종 및 설치단가 비교

종 류	높 이(m)	목 표 종	단가(원/m)	비 고
가드펜스형	H1.5 ★	개구리, 뱀, 토끼, 너구리, 고라니	72,000	
〃	H1.5	토끼, 너구리, 고라니	65,000	
〃	H1.0	〃	52,000	
철선 가드펜스형	H2.5	개구리, 뱀, 토끼, 너구리, 고라니	121,000	
메쉬펜스형	H1.5	개구리, 뱀, 토끼 너구리, 고라니	210,000	
〃	H1.5	토끼, 너구리, 고라니	133,000	
〃	H1.0	〃	111,000	

3. 유도펜스 설치계획 대비 유형별 예산비교

1) 2010년까지 유도펜스 설치계획

- 『고속도로 로드킬 방지 중장기계획』 목표 : 348㎞

2) 설치계획 대비 유형별 소요예산 비교

(단위:천원)

유형	중장기(348㎞)	예산비교	비고
가드펜스형	25,065,000	메쉬펜스 대비 △480억	1.5m
철선 가드펜스형	42,108,000	-	2.5m
메쉬펜스형	73,080,000	-	1.5m

4. 유도펜스 유형별 장·단점 비교

1) 가드펜스형

장 점	단 점
● 시공, 구입이 용이 ● 저렴한 단가 ● 유지관리가 용이 ● 추가보완이 용이 ● 시공기간 단축	● 경관이 상대적으로 불량 ● 환경부 기준에 미달 (양서·파충류 부문)

2) 철선 가드펜스형

장 점	단 점
● 높은 구조 ● 추가보완 (양서·파충류까지 차단)	● 경관이 매우 불량 ● 동물의 생태적 특성 미고려 ● 철선에 의한 동물부상 우려 ● 비싼 단가 ● 시공성 난이 ● 높이에 대한 검증 필요

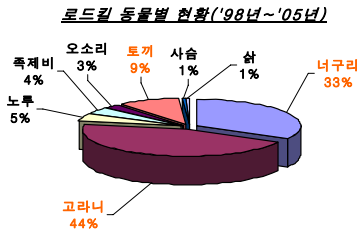
3) 메쉬펜스형

장 점	단 점
● 다양한 목표종 ● 미관이 상대적으로 양호 ● 내구성 양호	● 시공성 난이 ● 비싼 단가 ● 철·성토부 시공시 기술성 취약 ● 시공기간 과다소요 ● 유지보수 비용과다 ● 목재 주주의 경우 화재에 취약

Ⅳ. 유도펜스 표준형식 정립(안)

1. 중점 고려사항

- '98 ~ '05년 로드킬 전체 발생량의 86%를 고라니, 너구리, 토끼가 차지



- 로드킬 발생저감의 효율적 추진을 위하여 1차 목표종을 고라니, 너구리, 토끼 등의 중·소형 포유류로 선정
  ⇒ 유도펜스 높이 1.0 ~ 1.5m

- 현황집계 및 조사는 어려우나 로드킬 피해가 예상되는 양서·파충류의 피해예방에 대하여 환경부 기준적용 필요
  ⇒ 펜스 하단부 30㎝ 망목 간격 조정 필요

- 야생동물 로드킬 피해를 조기에 줄이기 위하여 소요예산을 고려한 펜스유형 선정 필요

- 국립공원, 생태·경관보전지역 등 보호 및 보전지구는 경관가치를 고려한 펜스유형 선정 필요

2. 위치별 유도펜스 표준형식 적용기준

1) 일반지역

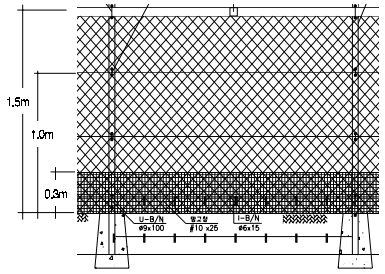
- 대상지역
  - 일반적인 절토부, 성토부, 생태통로 주변지역에 적용
  - 유지관리 및 경관을 고려하여 본선에서 최대한 후퇴하여 설치

- 목표종
  - 양서·파충류 및 중·소형 포유류
  (개구리, 뱀, 토끼, 너구리, 고라니 등)

- 가드펜스 형식 적용
  - 가드펜스 형식 활용 후 하단부 망 밀착 및 조밀망 덧대기(하단부 30~40㎝, 간격 4×4㎜) 보강
  - 망 밀착은 PVC 코팅망 또는 아연 도금망을 연장하여 지면에 10㎝ 묻기
  - 하단부는 조밀망을 사용하며 지면에 10㎝ 묻기

- 가드펜스 높이
  - 위치, 시설물 활용(이단가드레일, 옹벽 등)에 따라 1.5,m 1.0m로 조정시행
    예) 일반적인 경우 H = 1.5m, 성토부 V 측구 전면 H = 1.0m

■ 가드펜스 형식 예시



가드펜스형
(가드펜스 망 밀착 및 조밀망 덧대기)

- 주주 및 후레임 : 아연도금
- 망 : PVC코팅망, 아연 도금망
- 망목 : 50×50㎜
- 기초 : 지중형, 앵커형
- 소형 포유류 통과부인 하단부에 망 밀착
- 양서류 및 파충류 통과부인 하단부에 조밀망 덧대기 적용 (하단부 30~40㎝, 간격 4×4㎜ 보강)
- 조밀망 : 스텐레스망, 아연 도금망

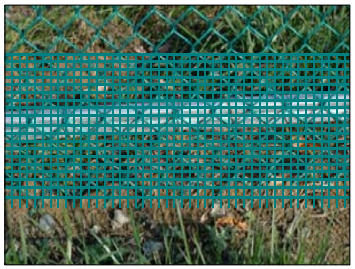
■ 가드펜스 시공사례 및 예시



가드펜스 시공사례



가드펜스 하단부 망 밀착





가드펜스형 조밀망 덧대기 예시

2) 경관상 중요지역

■ 대상지역

- 고속도로 경관상 중요지역인 국립공원 및 생태·경관 보전지역 등 보호, 보전지역 주변에 적용

■ 목표종

- 양서·파충류 및 중·소형 포유류 (개구리, 뱀, 토끼, 너구리, 고라니 등)

■ 메쉬펜스, 미관펜스, 미관담장 등 경관을 고려한 다양한 형식 적용

- 높이에 따라 망목규격(4×4㎜, 25×50㎜, 100×150㎜) 차별 적용
- 재료는 주변환경에 따라 목재, 철재, 미관담장 등으로 경관을 고려하여 선별 적용
- 펜스 적용시 하단부는 조밀망을 사용하며 지면에 10cm 묻기

■ 유도펜스 높이

- 위치, 시설물 활용(이단가드레일, 옹벽 등)에 따라 1.5m, 1.0m로 조정시행

예) 일반적인 경우 H = 1.5m, 절토부 산마루 측구 전면 H = 1.0m

Ⅴ. 기대효과

- 표준화된 유도펜스 형식 마련으로 일관성 있는 업무추진

- 목표종을 상향조정하여 로드킬 예방의 효율적 추진도모
  - 양서·파충류 부문까지 확대(환경부 기준적용)

- 경제성을 고려한 유도펜스 형식적용으로 예산절감
  - 메쉬펜스형 유도펜스 대비 480억 절감
  (「고속도로 로드킬 방지 중장기계획」 목표 : 348㎞ 설치시)

3-10 야생동물 유도펜스 출입문 설치 및 관리기준

방 침
건설환경실-1141
('06. 6. 29)

Ⅰ. 목 적

□ 유도펜스 표준형식 목표종(양서·파충류 부문) 상향안 반영
□ 야생동물 생태특성을 반영한 출입문 설치기준 마련
□ 야생동물 유도펜스 출입문 관리기준 마련

Ⅱ. 현황 및 문제점

□ 출입문 관리소홀에 따른 로드킬 취약구간 발생
□ 생태특성 및 현장여건을 고려하지 않은 출입문 설치기준
□ 야생동물 유도펜스 출입문 관리기준 부재



출입문 잠금상태 불량사례

Ⅲ. 출입문 설치기준

1. 위치기준

당 초	개 선
□ 유도펜스 300m 이상인 구간 150m 간격으로 유지보수용 출입문 설치	□ 도로시설물 유지관리상 진·출입이 필요한 지역에 설치 ⇒ 절·성토부 경계지점, 방음벽 연결지점 등 ⇒ H=1.0m 유도펜스 구간은 출입문 설치금지 (불가피한 경우 제한적 설치)

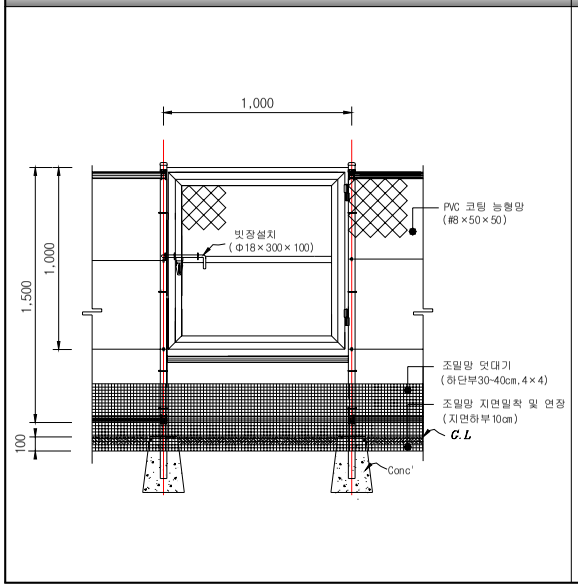
2. 형식기준

당 초	개 선
□ 전체 여닫이 방식	□ 상부 여닫이 방식 ⇒ 하단부 50㎝ 차단 □ 하단부를 차단하여 출입문 개방시에도 야생동물의 침입예방

3. 규격기준

당 초	개 선
□ 1m(폭) × 1.5m(높이)	□ 1m(폭) × 1m(높이) ⇒ 하단부에서 50㎝ 상부에 설치

4. 설치예시

설계도면(H=1.5m)	자재 및 규격
	▷ 출입문 규격 및 위치 - 1m×1m - 하단부에서 50㎝ 상부에 설치 ▷ 주주 및 후레임 - 아연도금 ▷ 망목 - PVC 코팅망, 아연도금망 - 50×50㎜ ▷ 빗장설치 - Φ18×300×100 ▷ 조밀망 덧대기 하단부 30~40㎝ - 4×4㎜ ▷ 조밀망 지면밀착 및 연장 - 지면하부 10㎝

Ⅳ. 출입문 관리기준

1. 출입문 잠금장치 설치

□ 출입문 개폐를 위한 잠금장치(번호키 등) 설치
□ 도로시설물 점검 및 현장유지관리시만 개폐가능하도록 관리

2. 출입문 잠금상태 점검

□ 정기점검
- 월 1회이상 잠금상태 주기적 점검

□ 수시점검
- 도로순찰 및 안전순찰시 수시 잠금확인

Ⅴ. 적용방안

□ 설계 · 시공중인 노선(전기관)
- 개선기준 적용(상부여닫이 방식)

□ 출입문 기 설치 노선
- 개선기준을 참고하여 하단부 보완
- 출입문 관리기준 적용 철저

Ⅵ. 기대효과

□ 생태특성을 반영한 야생동물 유도펜스 출입문 개선
□ 로드킬 발생 취약구간 관리로 안전사고 사전예방
□ 고속도로 시설물 유지관리업무의 원활한 수행

3-11 야생동물 보호시설 문안 표준화 방안

방 침
건설환경실-1302
('06. 7. 13)

Ⅰ. 목 적

□ 대·내외적 야생동물 보호시설 홍보효과 극대화
□ 야생동물관련 문안사용 통일화를 통한 체계적 업무추진

Ⅱ. 현황 및 문제점

□ 유도펜스, 유도휀스 등 외래어의 혼용 표기법 사용
□ 시설별, 위치별 상이한 문안 사용으로 업무처리의 일관성 부족
□ 야생동물관련 시설물 및 표지판 설치시 표준화된 문안사용의 필요성



홍보표지판 설치사례

Ⅲ. 야생동물 보호시설 문안 표준화

1. 유도펜스 홍보표지

구분	당 초	개 선
문안	□ 「야생동물 유도펜스」 - [건설환경실-2486('05.12.6)] □ 「야생동물 유도휀스」 - [기술환10804-50('04.6.23)]	□ 「야생동물 유도울타리」
설치 기준	□ 규격 : 80㎝ × 30㎝ □ 색상 : 백색바탕에 연한녹색 글씨 (외곽선은 녹색) □ 재질 - 판넬 : 알루미늄판(T=3.0㎜) - 문자 및 바탕 : 고휘도 반사지 □ 글자체 : 고딕 □ 설치위치 : 이용객이 잘 보이는 지점의 유도펜스 상단이나 은폐식재된 수목전면(설치간격 없음)	□ 규격 : 좌동 □ 색상 : 좌동 □ 재질 : 좌동 □ 글자체 : 좌동 □ 설치위치 : 좌동
예시	야생동물 유도휀스 야생동물 유도펜스	야생동물 유도울타리
사례		

2. 야생동물 보호표지판 보조표지

구분	당 초	개 선
문안	□ 「야생동물주의」 □ 「동 물 출 현」 □ 「동물출현지역」	□ 「야생동물주의」
설치 기준	□ 규격 : 120㎝ × 40㎝ □ 설치위치 : 야생동물 보호표지판(동물출현이 예상되는 지점 100m 전방, 양방향)의 보조표지로 부착	□ 규격 : 좌동 □ 설치위치 : 좌동
예시		
사례		

Ⅳ. 적용방안

1. 유도펜스 홍보표지

□ 설계·시공중인 노선
- 문안 표준화 적용

□ 홍보표지 기 설치 노선
- 문안 표준화 반영하여 수정

2. 야생동물 보호표지판 보조표지

□ 설계·시공중인 노선
- 문안 표준화 적용

□ 야생동물 보호표지판 기 설치 노선
- 문안 표준화 반영하여 보조표지 추가설치 또는 보조표지 수정

Ⅴ. 기대효과

□ 보호시설 문안의 우리말 사용으로 모범적 공기업 이미지 제고
□ 표준화된 문안사용으로 체계적이고 효율적인 업무추진
□ 야생동물 보호업무의 적극적 홍보를 통한 환경친화적 이미지 제고

3-12 교량 및 터널구간 노면표지 설치기준(안)

방 침
도로처-2593
('06. 7. 28)

Ⅰ. 목 적

1. 편도2차로 이상의 도로에 있어 동일방향의 교통류를 분리하고 차로변경 가능여부를 나타내기 위해서 설치하는 노면표지(백색점선 및 실선)와 관련 도로의 기하구조를 고려한 터널 및 교량에서의 설치방법을 검토하여
2. 도로 교통법에서 정하고 있는 터널내부 및 교량등 앞지르기 금지 구간에 혼용하여 설치되어 있는 백색 점선 및 실선과 관련한 관련기관의 요구내용 반영과 이용자의 편의증진

※경찰청 협조요청 내용: 터널안,다리위 등의 경우는 앞지르기 금지장소로 점선으로 표시될 경우 혼란이 있을수 있으므로 실선으로 표시(´06.6.27)

Ⅱ. 용어의 정의

1. 앞지르기 (도로교통법 제2조 및 21조)

다른차의 옆을지나 그차의 앞으로 나가는 것을 말하며,앞지르기 하고자 할때에는 앞차의 좌측으로 통행

⇒ **진로변경(좌측 또는 우측)과 앞지르기는 별개의 사항으로 좌측으로 진로변경을 한다해도 모두가 앞지르기라 볼수없음**

2. 노면표지

도로교통의 안전을 위하여 각종 주의·규제·지시등의 내용을 노면에 기호·문자 또는 **선**으로 도로사용자에게 알리는 표시로 차선과 중앙선은

□ 차 선(교통안전시설 실무편람,경찰청)

동일방향의 교통류를 분리하기 위해서 설치하며

o 백색점선은 동일방향의 교통에 주의하면서 **차로변경**을 할수있고

o 백색실선은 차로를 변경할수 없으며 **진로변경 제한선**임

□ 중앙선(교통안전시설 실무편람,경찰청)

중앙선은 반대방향의 교통류를 분리,제한,지시하는 것으로

o 황색실선은 2차로 이상의 도로에서 **앞지르기 금지**구간에 설치

※편도2차로 이상의 도로에서 동일방향 교통류의 앞지르기를 금지하는 노면표지없음, 백색실선은 앞지르기를 금지하는 것이 아니라 진로변경을 제한하여 자연적으로 앞지르기가 불가하게됨

Ⅲ. 우리공사 설치기준

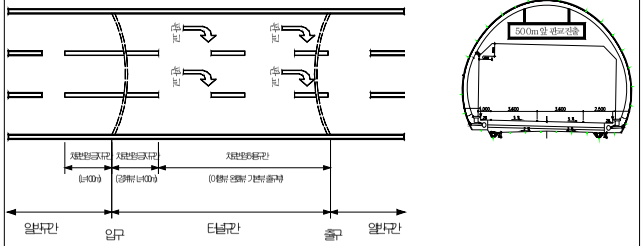
구 분	설치기준	비 고
교 량	**백색점선을 원칙**으로 하되 취약구간은 경찰청과 협의를 통해 백색**실선**으로 설치	도로처-4288 '05,12.20 도로처-4202 및 4203, '05.12.13
터 널	o터널입구 100m와 터널 내부는 진로 변경을 금지하는 실선으로설치 o터널출구와 출입시설 감속차로 시점간 거리가 짧을경우 터널입구 전후100m는 실선으로 하되 -1km 미만의 터널: 터널 진입전에 차로지정 기능의 문형식 **표지판**을 설치하여 진출차량이 하위차로를 이용토록 조치 -1km 이상의 터널 : 안전에 문제가 없는 구간에 한해 제한적으로 **진로변경을 허용**하되 터널내 전광안내판 및 노면표시등 안전시설물 보강설치	기술의 10410-30181, '02.12.16

진로변경에 필요한 터널출구와 감속차로 시점간 이격거리(m)

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

※인지반응시간:4초〔터널과 인터체인지와의 거리규정 개정(건교부)〕

이격거리 부족시 터널내 진로변경허용 노면표지 및 안전시설 설치예



Ⅳ. 현 설치형태 및 문제점

구 분	설치형태	문제점	비 고
교 량	백색**점선** (일부백색실선)	o대부분이 점선으로 설치되어 있어 공학적 판단에 따라 제한적으로 진로변경을 허용 하는 **법기준과 상충** o앞지르기 금지를 나타내는 안전표지판과 노면표지의 이해에 대한 **혼돈발생 및 무분별한 진로변경,앞지르기로** 본래의 취지(교량부 앞지르기 금지:결빙,바람,여유공간 부족등으로 인한 위험) 상실과 민원발생	
터 널	백색**실선** (일부백색점선)	출입시설과 인접한 터널에서 진로변경 불가에 따른 **불편과 민원발생**	
경찰청 요청	교량 및 터널 **:백색 실선**	**진로변경이 필요한 구간**에 대한 공학적 검토 필요	

관련법 및 우리공사기준 요약비교

구 분	도로교통법 및 경찰청	우리공사	비 고
교 량	**백색실선** :진로변경이 필요한 곳은(백색**점선**) **공학적 판단**에 따름	백색**점선** :경찰청과 협의후 취약구간에 실선설치,도로처	
터 널		백색**실선** : 출입시설과 거리가 가까운 곳은 점선설치,심사실	

별 첨 1 : 도로교통법 및 경찰청 질의회신 내용

Ⅵ. 설치방안

1. 터널구간

□ 터널입구 100m와 터널 내부는 백색실선 설치

□ 단, 터널 출구와 IC,JC등 출입시설과의 이격거리가 부족한 경우 현재의 우리공사 설치기준을 적용하여 **노면표지 및 안전시설 보완**

[별첨 2:관련문서(터널과 출입시설간 이격거리 기준 보완방안' 시행)]

2. 교량구간

□ **백색실선**을 원칙으로 설치하여 진로변경 제한과 앞지르기 금지

□ 단, 다음의 교량에 대해서는 **교통류의 원활한 흐름을 유도**하기 위해 좌·우 진로변경이 가능한 **백색점선**을 설치 (앞지르기 금지:표지판)

구 분	적용교량	비 고
백색점선	연장이 짧은 소교량	**적용교량 세부현황 참고**
	출입시설 감속차로 전방에 있는 교량	
	출입시설 사이가 교량으로만 이루어진 경우	
	엇갈림 구간내 교량	
	기타 오르막차로 구간내 교량등 공학적으로 진로변경이 필요한구간	

적용교량 세부현황 산출

o 연장이 짧은 소교량 :

운전자의 인지반응 시간동안 주행한 거리 보다 **짧은 소교량**

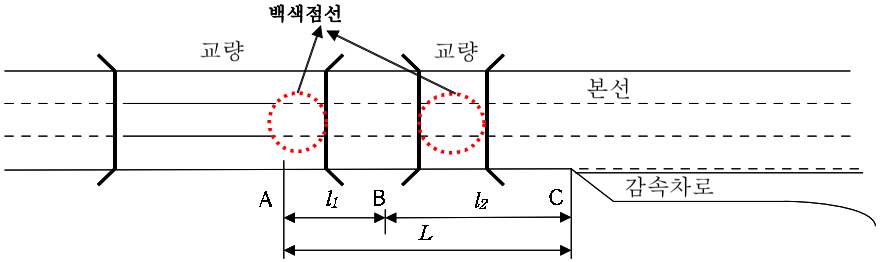
구 분	설계속도(km/h)				
	80	90	100	110	120
인지반응거리(m)	56	63	70	77	84

산정식 $L = l_1 = V \times t_1 / 3.6$

여기서, $L = l_1$ = 인지반응거리(m) V = 설계속도(km/h)

t_1 = 인지반응시간(2.5초)

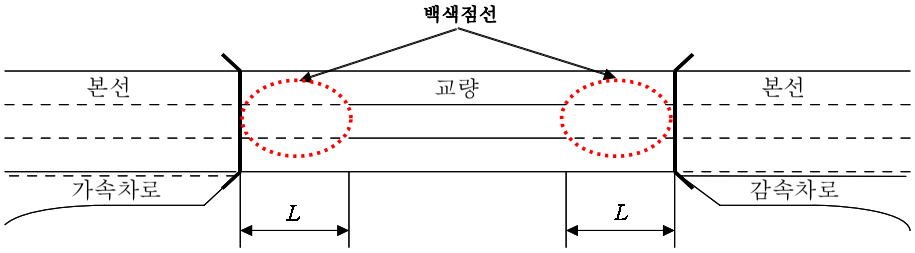
o 출입시설 감속차로 전방에 있는 교량 :
IC,JC등 출입시설 감속차로 시점으로부터 인지반응 및 진로 변경에 필요한 거리내에 있는 교량부
(가속부는 제외 : 교량을 지나 차로변경)



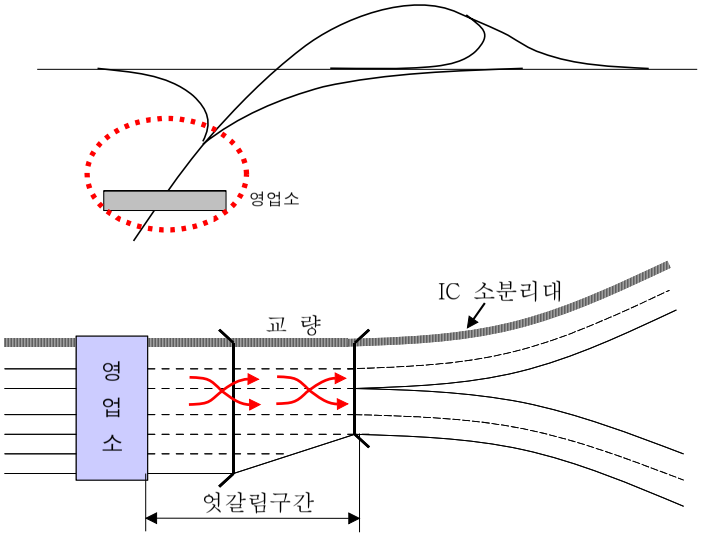
구 분		설계속도(km/h)				
		80	90	100	110	120
인지반응 및 진로변경거리(m)	편도 2차로	280	320	350	390	420
	편도 3차로	500	570	630	690	750
	편도 4차로	730	820	910	1,000	1,100

산정식 $L = l_1 + l_2 = V \times t_1 / 3.6 + V \times t_2 \times (n-1) / 3.6$
여기서, L = 인지반응+차로변경거리, l_1 = 인지반응거리(m)
l_2 = 차로변경거리(m), V = 설계속도(km/h)
t_1 = 인지반응시간(2.5초), n = 차로수
t_2 = 차로변경시간 (1차로변경시10초)
(도로설계편람:건교부,교통안전시설실무편람:경찰청)

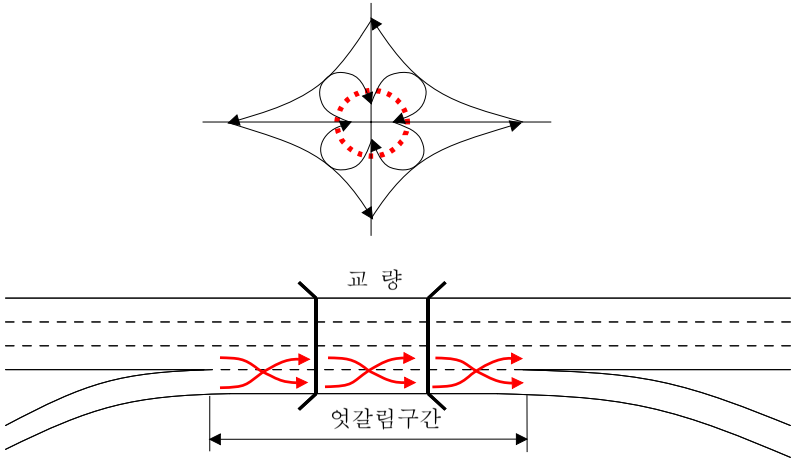
o 출입시설 사이가 교량으로만 이루어진 경우(예:외곽선 송내~중동~서운)
: 가속부 종점과 감속부 시점으로부터 인지반응 및 진로 변경에 필요한 거리내에 있는 교량부를 **백색점선**으로 설치



o 엇갈림 구간내에 위치한 교량
- 영업소 진·출입부의 엇갈림



- IC,JC 등에서의 엇갈림



o 기 타

-오르막차로 구간에 위치한 교량(상하위 차로로의 차로변경 빈번)

-상습 지·정체 구간등 진로변경 제한시 교통흐름이 원만하지 않고 추돌 사고등이 빈번히 발생 될것으로 예상되는 구간내 교량

-기타 공학적으로 진로변경이 필요하다고 인정되는 교량

별 첨 : 1. 도로교통법 및 경찰청 질의회신 내용

2. 터널과 출입시설간 이격거리 기준 보완방안' 시행 (기술의10410-30181,'02.12.16)

붙 임 #1] 도로교통법 및 경찰청 질의회신 내용

1. 도로교통법 제14조(차로의 설치) 제2항

차마의 운전자는 차로가 설치되어 있는 도로에서는 이 법이나 이법에 의한 명령에 특별한 규정이 있는 경우를 제외하고는 그 차로를 따라 통행하여야 한다. 다만, **지방경찰청장이 통행방법을 따로 지정한 때에는 그 지정한 바에 따라 통행하여야 한다.**

2. 도로교통법 제22조(앞지르기 금지장소) 제3항

터널안과 교량위 등이 앞지르기 금지장소로 규정되어 있음

(진로변경 금지장소는 별도의 언급없음)

3. 도로교통법 시행규칙 별표1(진로변경제한선 표시장소 604,604-1)

도로가 분리 또는 합류되는 구간과 교차로 또는 횡단보도등

4. 경찰청 발행 「교통안전시설실무편람」 제4장 노면표시

□ 3-2-1중앙선(601)

중앙선은 **반대방향의 교통류를 분리,제한,지시하는 것으로 황색실선은 2차로 이상의 도로에서 앞지르기 금지구간에 설치**

□ 3-2-1 차선(602)

o **동일방향의 교통류를 분리**하기 위해서 설치하며 **백색점선은** 동일방향의 교통에 주의하면서 차로변경을 할수 있고 **백색실선은** 차로를 변경할수 없으며 진로변경제한선(604)이라고 한다

o 차선은 차로를 경계하는 것으로 자동차는 차선이 표시된 차로에 따라 **통행** 하여야 한다. **단 교량,터널내,자동차의 유·출입 구간등에서는** 안전과 소통을 위해 진로변경을 제한하는 차선을 설치하며, **진로변경이 필요하다고 인정하는 곳은 공학적 판단에 따른다.**

□ 3-2-1 진로변경제한선(604,604-1,604-2)

o 설치 장소에 따라 형태를 구분하며 고속도로를 포함한 자동차 전용 도로에서 **특별히 인정되는 경우,도로가 분리 또는 합류되는 구간,장소내의 필요한 지점(604-2)에 설치토록 규정,설치시 백색 실선 또는 실선과 점선을 조합하여 설치**

o 도로의 입·출입 구간에 설치하는 진로변경 제한선의 실선과 점선의 조합은 점선이 있는 쪽에서만 진로 변경을 허용하고 실선이 있는 쪽에서는 진로변경을 금지

경찰청 질의회신내용

1. 교통안전표지 관련 문의에 대한 회신(경찰청,'99. 2.22)
   백색실선과 점선은 진로변경 가능여부를 나타내는 선으로 앞지르기를 금지하는 선이 아니며 앞지르기 금지를 나타내는 선은 **황색 실선 뿐임**

2. 고속도로 차선도색관련 회신(경찰청,'99. 4.21)
   앞지르기 또는 진로변경 금지구간은 구체적인 도로상황에 따라 달라지는 것으로 동일한 개념이 아님**(앞지르기 금지구간인 교량에서도 상황에 따라 진로변경을 허용)**

3. 고속도로 터널내 진로변경 관련 검토의견 송부(경찰청,'02.10.15)
   터널내는 진로변경을 금지하되 출입 시설간 거리가 짧을경우 터널 연장에 따라 **안전에 문제가 없는 구간**에 한해 안전시설물 보강후 차로변경에 필요한 구간은 **진로변경 가능**

※「도로의 구조·시설기준에 관한 규칙」터널과 인터체인지와의 거리규정 개정(건교부) 편에도 관계기관과의 협의를 거쳐 터널내의 제한적 진로변경 여부를 검토토록 명시

3-13 터널 입구부 안전시설 개선 검토

방 침
교통처-3336
('06. 9. 7)

Ⅰ. 목 적

□ 터널 입구부 도로폭원 감소구간에서 차량 주행중 터널면벽을 충돌하는 사고발생시 사고치명도가 증가됨에 따라, 방호안전시설을 개선함으로써 교통사고 심각도 저감 및 주행안전성을 향상

Ⅱ. 현 안전시설

□ 합성수지(PE) 방호벽(교통안08201-42, '03.2.5)

위 치	설치연장(m)	설치각도
길어깨측(우측)	35	8.5
중분대측(좌측)	20	7.5

- 합성수지(PE) 방호벽은 SB1급의 방호성능 기준



□ 돌출형 차선도색

- 터널입구 전방 150~200m 구간에 설치

Ⅲ. 문제점

□ 터널입구부 **면벽 충돌사고**

연도	사고건수	사상자(명)			사상율 (명/건)
		계	사망	부상	
계	**96**	**81**	**18**	**63**	**0.84**
'01	14	8	1	7	0.57
'02	37	37	9	28	1.00
'03	21	15	3	12	0.71
'04	11	5	-	5	0.46
'05	13	16	5	11	1.23

- 면벽충돌 사고시 **사상율 0.84**(전체평균 : 0.5)로 사고치명도가 높음
- **졸음운전**으로 인한 사고원인이 **57%**(전체평균 : 23%)를 차지함
- 사고의 대부분이 **길어깨측 면벽을 충돌**한 사고임

□ 합성수지(PE) 방호벽의 **방호성능 미흡**

- 충돌시험 기준 SB1 등급을 적용하여 설치하나 고속도로 방호시설로서의 **기능**(길어깨 : SB3, 중앙분리대 : SB5) **미흡**
- 동절기 저온상태 및 시간경과에 따라 **내충격 강도 저하**

□ 터널면벽 충돌사고 관련 **구상금 청구소송 증가**

- 청구소송 최근 2년간 3건 발생 (소송금액 : 3.2억)
- 보험회사의 도로안전시설에 관한 인식 증대

□ 돌출형 차선도색의 차로이탈 사전인지 기능 미약

- 졸음운전으로 인한 차로이탈시 회복을 위한 요철 기능 미약

Ⅳ. 개선방안 검토

1. 방호시설 개선(안)

구 분	1안 : PC방호벽(H=1.27m)	2안 : 가드레일(이단)
설치개요	○ PC방호벽(H=1.27m, L=3m)을 와이어로 강결 처리	○ 중분대 개구부용 이단가드레일 설치(지주매입형)
설치전경		
소요예산	○150만원/개소(자재 유용시) - 길어깨측 39m, 중분대측 18m 설치시	○ 900만원/개소 - 길어깨측 40m, 중분대측 20m 설치시
장·단점	○ 방호성능 우수 - SB4등급 충돌시험시 방호벽은 파손되나 월담은 없음 ○ 경제성 및 시공성 우수 ○ 공사용 회수자재 활용가능 ○ 파손시 유지관리 용이	○ 방호성능 우수 ○ 시공성 불량 - 포장하부 암반천공 필요 - 지하매설물 저촉 우려 (광통신, 배수관 등) ○ 경제성 불리
검토의견	▸ 방호성능은 이단가드레일보다 다소 떨어지나 대형차량 충돌시험시(SB4) 방호벽만 파손되고 차량월담은 없으므로 터널면벽 충돌사고 예방이 가능하고, 경제성 및 시공성에서 우수한 PC 방호벽(H=1.27m)을 설치하는 것이 효율적인 것으로 판단됨.	
적 용	○	

2. 노면요철포장(Rumble Strips) 설치

□ 졸음운전이나 악천후 시인성 불량으로 인한 차로이탈시 소음과 진동 발생으로 사전인지기능이 뛰어난 노면요철포장을 터널입구부 전방에 설치

- 설치연장 : **200~300m** (교량인접시는 교대까지 설치)

Ⅴ. 조치계획

□ 지역본부(지사)는 터널입구부 안전시설 관리상태 조사후 **년차별 조치계획 수립**

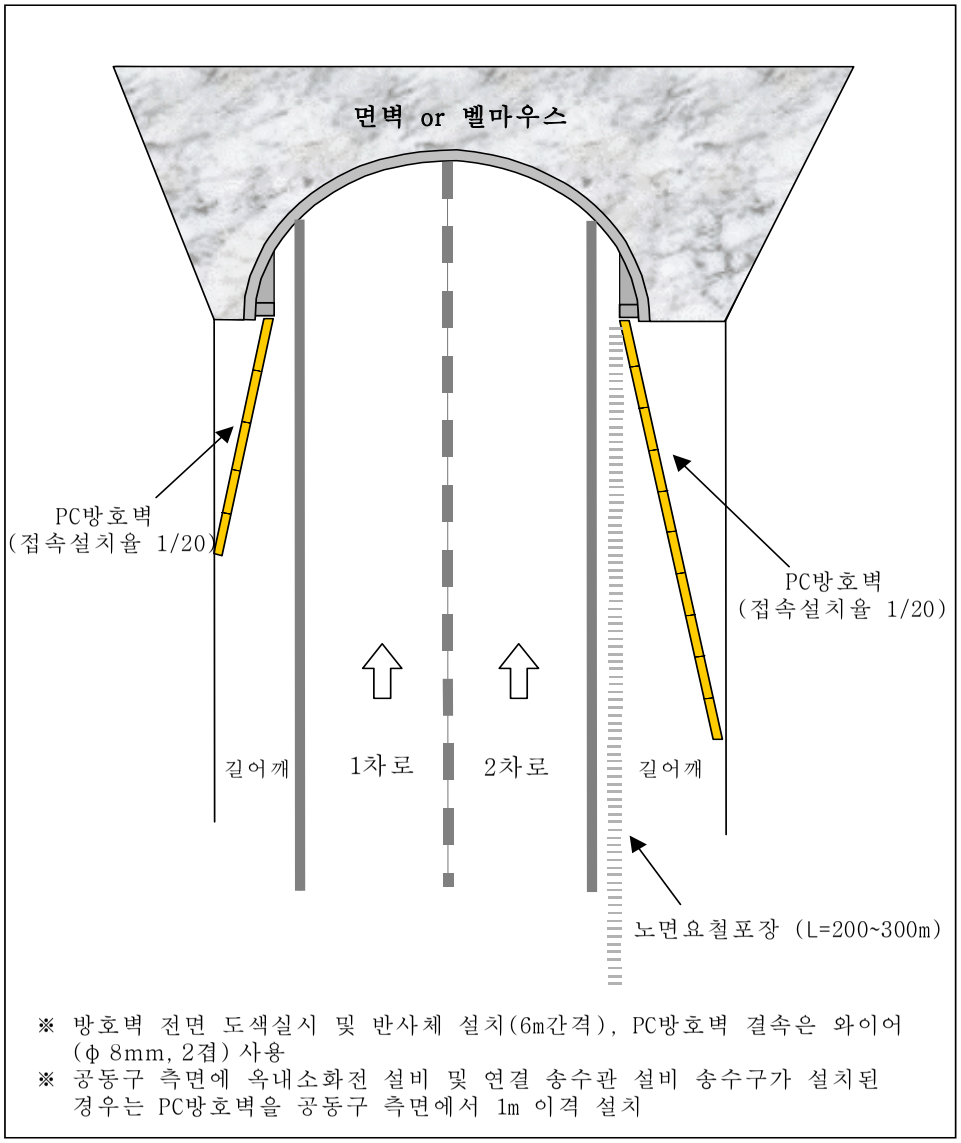
□ 터널입구부 **면벽충돌 사고발생** 구간, 합성수지(PE)방호벽 노후로 **교체 예정** 구간 등을 우선적으로 반영하여 교체 시행

□ PC방호벽은 **접속설치율 1/20 이하**로 설치될 수 있도록 터널입구부 길어깨폭 변화에 따라 설치연장 조정

Ⅵ. 기타사항

□ 도로설계 및 건설단계에서 터널부와 토공부의 길어깨폭 변화에 따른 접속처리를 영구시설로 보완하는 방안 필요

터널입구부 안전시설 설치도



※ 방호벽 전면 도색실시 및 반사체 설치(6m간격), PC방호벽 결속은 와이어 (φ 8mm, 2겹) 사용

※ 공동구 측면에 옥내소화전 설비 및 연결 송수관 설비 송수구가 설치된 경우는 PC방호벽을 공동구 측면에서 1m 이격 설치

3-14 연결로 유출노즈부 안전시설 개선

방 침
교통처-3337
('06. 9. 8)

Ⅰ. 목 적

□ IC, JCT, 휴게소의 연결로 유출 노즈부에 설치된 안전시설이 각 기관별, 노선별로 상이하게 설치·관리됨에 따라, 관련지침에 의거하여 개선함으로써 고속도로 시인성 및 교통안전성을 증진코자함.

Ⅱ. 현 실태

1. 설치사례

<table>
<tr><td> 
</td><td> 
</td></tr>
<tr><td>PE드럼</td><td>PE드럼+반사판</td></tr>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>PE드럼+경고등</td><td>PE드럼+충격흡수시설</td></tr>
</table>

2. 문제점

□ 고속도로 연결로 유출노즈부에 설치된 안전시설의 통일된 설치기준 부재 및 시인성 미흡으로 사고발생 우려 상존

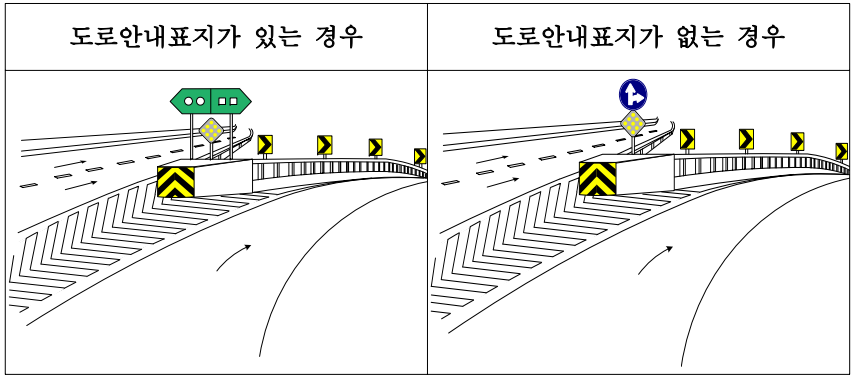
□ 일반적으로 설치하는 PE드럼과 소분리대 반사판은 위험물에 대한 운전자 전달기능 미흡 및 고속도로 주행시 미관 불량

□ 점멸식 경고등은 비정규시설로서 설치효과가 미 검증된 시설임

Ⅲ. 관련지침 검토

1. 도로안전시설 설치 및 관리지침

□ 유출부의 고어에는 교통안전표지 및 **장애물 표적표지**를 설치하며, 방호울타리 단부 및 충격흡수시설 전면에는 **구조물 도색**을 한다.



2. 도로설계요령, 설계실무편람 : 관련자료 없음

☞ 유출노즈부 안전시설은 "도로안전시설 설치 및 관리지침" 외에 특별히 명시되어 있지 않으므로 본 지침에 근거하여 개선방안 적용

Ⅳ. 개선방안

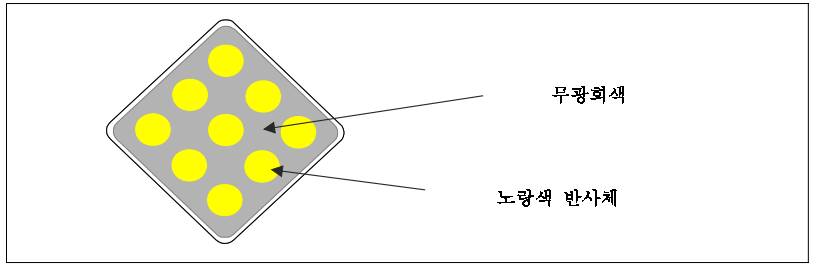
1. 장애물 표적표지 설치

□ 정 의

▸ 운전자에게 위험물이 있다는 정보를 반사체로 구성된 표지를 통해 전달하여 차량을 안전하게 유도하는 기능을 가짐

▸ 중앙분리대 단부, 유출부 고어지역, 지하차도 기둥 등에 사용

□ 제 원



□ 설치방법

▸ 형 상 : 표지판은 알루미늄판 등 부식되지 않는 재료를 사용한 400×400mm의 마름모형으로 하며 표지판내 반사체 크기는 Φ80mm를 표준으로 함

▸ 설치높이 : 노면에서 표적표지 하단까지 100cm

▸ 색 상 : 표지판(바탕) - 무광회색

반사체 - 노랑색(시선유도표지 반사체와 동일한 색도범위를 가질것)

□ 반사체의 색도범위

색 상	색도좌표 범위				
	구분	1	2	3	4
노랑색	x	0.545	0.559	0.609	0.597
	y	0.424	0.439	0.390	0.390

□ 반사체의 반사성능(노랑색)

(단위 : cd/(lx · m²))

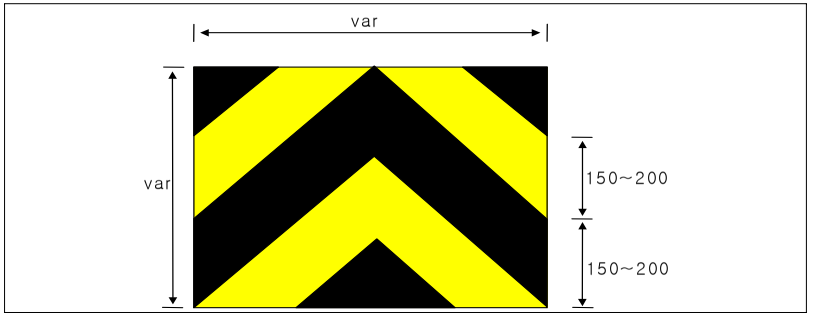
관측각 \ 입사각	0°	β_1=10°	β_2=20°
0.2°	530	430	310
0.5°	270	220	140
1.5°	8	7	5

2. 시설물 단부 구조물 도색

□ 정 의

▸ 도로상에 시설물(가드레일 단부, 충격흡수시설)이 위치해 있다는 정보를 시설물 외벽 구조물 도색 및 빗금표지를 통해 전달

□ 제 원



□ 도색방법

▸ 빗금방향 : **하단부 양끝 모서리에서 ∧형태로 45°각도로 그린 선의 윗부분이 검정색**이 되도록 도색, 검정색과 노랑색의 폭원은 15~20cm로 함

▸ 재 질 : 노랑색 - 고휘도 반사지

검정색 - 무반사지

▸ 도색범위

- 가드레일 단부구간 : 라운드레일 강판 전체 도색 실시
- 충격흡수시설 설치구간 : 충격흡수시설 전면(앞면) 도색 실시

□ 시설물 도색의 색도범위

색	색도좌표 범위								Y값의 한계 (%)	
	1		2		3		4			
	x	y	x	y	x	y	x	y	상한	하한
노랑색	0.498	0.412	0.557	0.442	0.479	0.520	0.438	0.472	45	15

□ 노랑색 반사성능

(단위 : cd/(lx · ㎡))

관측각	입사각	반사성능(노랑색)
0.2°	-4°	170
	+ 30°	100
0.5°	-4°	62
	+ 30°	45

3. 소분리대 반사판

□ 장애물 표적표지 설치 및 시설물 단부도색으로 불필요

4. PE드럼

□ 유지관리여건상 필요한 지점에 병행 설치

5. 교통안전표지(직진 및 우회전 표시 등)

□ 고속도로 분기노즈부는 대부분 도로안내표지가 설치되어 있으므로 불필요하나, 교통안전여건상 필요시는 검토후 설치

6. 점멸식 경보등, 경광등

□ 기존시설은 유용하되 파손 및 타 시설 시야 방해시는 철거
[시설전 09110-30559호('02.10.29)로 지침 기 시달]

Ⅴ. 조치계획

1. 공용노선

□ 유출 노즈부에 가드레일 미설치 또는 단부(라운드레일) 미처리 구간은 **가드레일 설치 및 라운드레일** 처리

- 노즈부의 설치여건을 감안하여 가드레일 설치연장 조정하되 최소 연장은 **본선부측 30m, 연결로측 20m** 이상 설치
- 갈매기표지, 이정표지 등은 장애물표적표지에서 최소 10m이상 이격 설치

□ IC, JCT내 연결로 분리구간도 본 개선(안) 적용

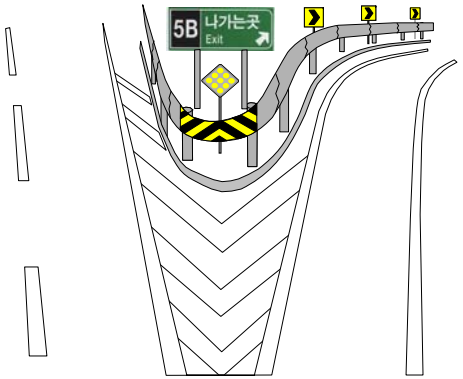
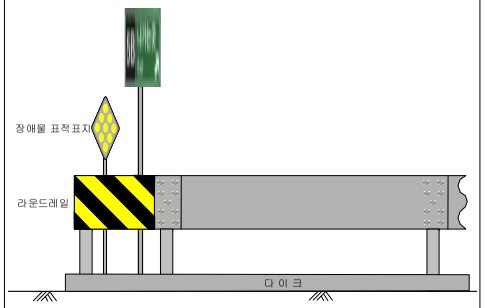
□ 지역본부(지사) 현황조사 및 조치계획 수립

2. 설계 및 공사중인 노선

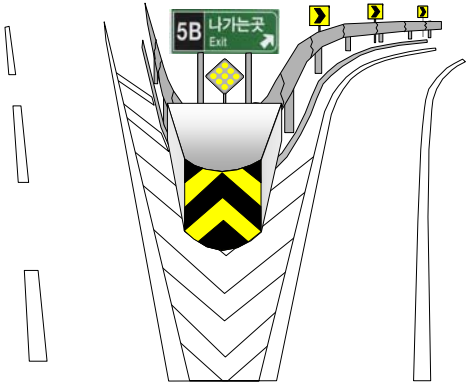
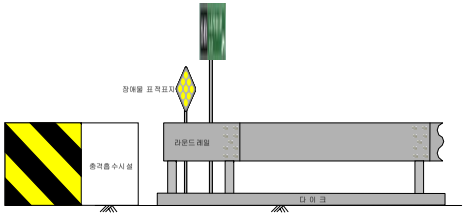
□ 설계 및 공사중인 노선은 본 개선(안)에 의거 노선여건 검토후 적용

적 용 단 면

□ 가드레일 단부구간

정 면 도	측 면 도
	

□ 충격흡수시설 설치구간

정 면 도	측 면 도
	

3-15 결로방지적용 표지 설치(안)

방 침
교통처-4118
('06. 10. 27)

1. 검토목적

도로표지판 **결로(이슬맺힘) 발생으로 인한 야간시인성 저하**현상을 방지코자 **2차에 걸친 신기술 시험시공 실시**를 통해, 효과가 양호한 시설을 현장에 적용하여 이용고객 만족도 향상 제고

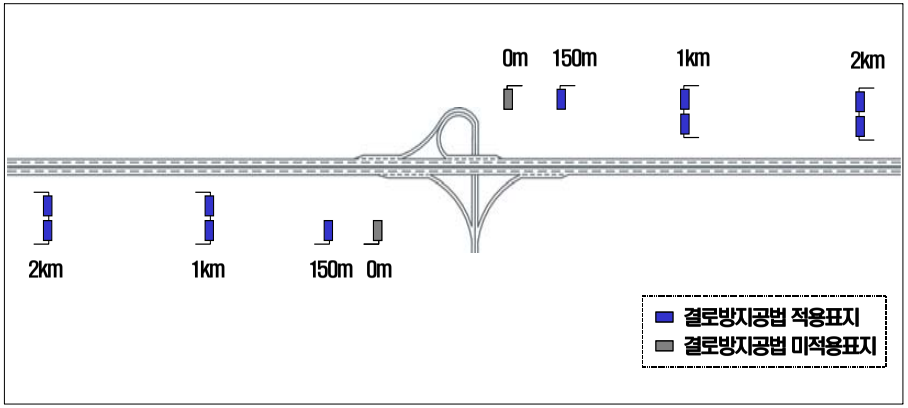
< 결 로 >

일교차가 심한 봄가을(2~4월, 9~11월) 대기온도보다 표지판 재질 온도가 낮아 생긴 이슬이 반사지의 재귀반사 기능을 상실시켜, **표지판이 검게 보이는 현상**으로 새벽시간대 해안·산간지역에서 주로 발생

2. 설치개요

□ **결로 발생 위치 : 서해안선 외 10개 노선 87개소**

□ **IC당 설치개소 : 10개소**



3. 추진경과

□ **1차 시험시공(도로교통기술원)**

- ○ 시 기 : '04. 7 ~ '05. 10
- ○ 위 치 : 서해안고속도로 대천IC 외 7개소(12종)
- ○ 평가방법(3차)
  - 1차 : 도로교통기술원 자체평가
  - 2차 : 참여업체 상대평가
  - 3차 : 결로방지 평가위원회(토목부서 주무팀장)
- ○ 평가결과 : **5종 선정 ⇒ 추가보완사항 2차 검토 후 적용**

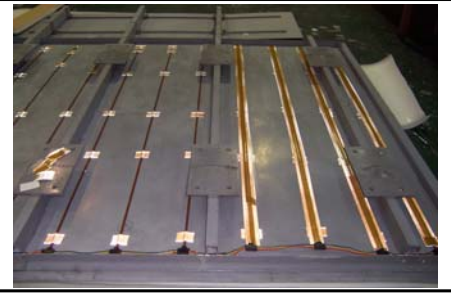
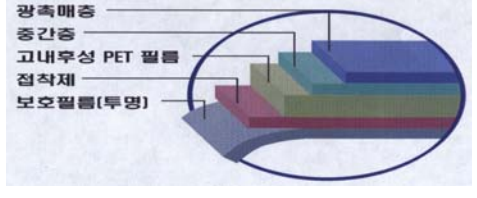
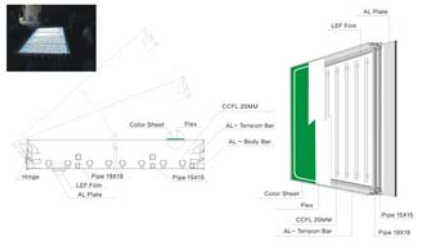
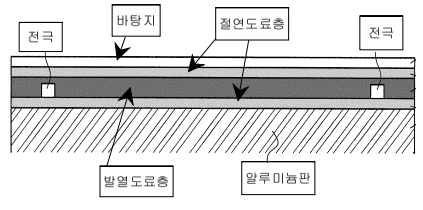
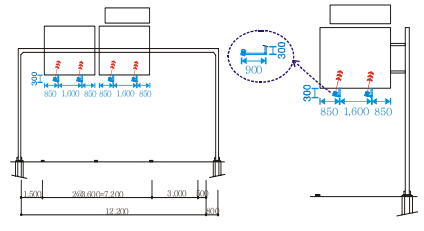
※ 추가 검토사항 : **표본수 확대**(1EA → 3EA), **동절기상태, 경제성 검토**

□ **2차 시험검토(교통처)**

- ○ 시 기 : '06. 1 ~ '06. 10(현장모니터링 : '06. 1 ~ '06. 7)
- ○ 평가위원회 개최('06. 9. 25)
  - 평가위원 : 토목부서 주무팀장
  - 평가결과 : **5종에 대한 추가 검토 후 적용확정**
- ○ 위 치 : 서해안고속도로 홍성IC 외 4개소

구 분	설치위치	설치수량	해당지사
열선	홍성IC(목포)	3개소	당진지사
광촉매시트 (친수성강화)	광천IC(목포)	3개소	당진지사
내부조명시설	대천IC(목포)	1개소	보령지사
발열시트	무창포IC(서울)	3개소	보령지사
외부조명시설	서천IC(목포)	3개소	보령지사

4. 결로방지 신기술 공법 현황

공 법	열 선	광촉매시트(친수성강화)	내부조명	발열시트	외부조명
개 요	- **표지판후면의 열선부착**을 통한 발열 - 기존표지판의 3단계 분할조립 방식	- **광촉매 효과를 이용**하여 코팅된 면에 물방울이 맺히지 않고 흘러내림(초친수성)	- **표지 내부에 램프를 내장**하여 자체에서 빛 발광 - 우천, 안개 및 결로 발생지역에서 운전자의 식별이 용이	- 표지판 표층에 **발열 도료층 도포 후 반사지 부착** - 전원공급에 따른 표지가열 방식	- 기존표지판 **외부에 조명시설 설치** - 결로에 국한하지 않는 야간 시인성 향상 기능 발휘 ※ 현재 미국, 일본등지에서 전반적으로 적용
특 징	- 전원방식 - 기존표지판 활용가능 - 정전시 안내기능 유지	- 비전원 방식 - 기존표지판 활용가능 - 정전시 안내기능 유지 - 동절기 시인성이 다소 저하 - 문안 수정시 신규제작 필요	- 전원방식 - 기존 표지판 활용 불가 - 야간 정전시 안내기능 상실 - 문안 수정시 신규 제작필요	- 전원방식 - 기존 표지판 활용불가 - 정전시 안내기능 유지	- 전원방식 - 기존 표지판 활용가능 - 정전시 안내기능 유지
금 액	4,400천원/개소	3,250천원/개소	11,140천원/개소	5,170천원/개소	6,500천원/개소
모니터링 의 견	- 표면가열 방식으로 동절기 및 춘·추계 결로방지효과 양호 - 용접 방법을 조립구조로 변경, 평탄도 및 재귀반사 성능향상 - 국부적인 파손시 부분보수 가능	- 경제적이고 유지 관리면에서 효율적 - 정전시 결로방지기능 지속 - 결로 초기단계에 초친수성 효과 지연으로 시인성 다소 저하	- 내부 발광 방식으로 시인성면에서 가장 우수 - 선정공법 중 가장 고가 - 별도 유지관리필요 (세척, 조명교체)	- 발열도료층 형성에 따른 표면 가열로 결로 방지 효과 양호 - 배면판 가열방식에 비하여 열전도 효율이 양호	- 결로 감소 효과 이외에 야간 표지 시인성 증대 - 광원에 의한 음영구간 발생 - 광원에 대한 유지관리 철저 - 다소 고가
적 용	- 전기 인입이 가능한 곳 - 동절기 기온이 낮은 곳 - 강설이 많은 곳에 적용	- 전기인입 곤란한 곳 - 동절기에 기온이 온화한 곳 적용	- 특히 결로 및 안개가 심하고 가시거리 불량지역 - 대도시 및 교통량 많은곳 적용	- 전기 인입이 가능한 곳 - 동절기 기온이 낮은 곳 - 강설이 많은 곳에 적용	- 전기 인입이 가능한 곳 - 동절기 강설이 적은 곳 - 대도시 및 교통량 많은곳 적용
비 고					 <문 형 식> <내 민 식>

5. 향후 추진계획

□ ‘07년 적용결과에 따른 효과분석 실시(2개월 단위)

□ **연도별 적용현황**

년 도	개 소	적 용 노 선	비 고 (지역본부)
계	**87개소**		
‘07년도	10개소	서해안선(5), 중앙선(2) 서울외곽순환선(3)	경기본부(3) 충청본부(5) 경북본부(2)
‘08년	30개소	서해안선(15), 중앙선(3) 서울외곽순환선(5) 중부선·대전통영선(2) 중부내륙선(2) 호남선지선(1) 제2경인선(1) 평택안성선(1)	경기본부(12) 강원본부(3) 충청본부(6) 호남본부(5) 경북본부(2) 경남본부(2)
‘09년 이후	47개소	서해안선(8), 중앙선(5) 서울외곽순환선(4) 중부선·대전통영선(6) 중부내륙선(5) 호남선지선(5) 제2경인선(5) 평택안성선(3) 경부선(2), 구마선(2) 대전남부순환선(2)	경기본부(16) 강원본부(4) 충청본부(9) 호남본부(4) 경북본부(8) 경남본부(6)

6. 시행방법

□ **공법선정**

○ 평가자의 평가결과에 따라 5개 공법을 현장여건에 따라 열방식(열선, 발열시트), 조명방식(내부조명, 외부조명), 광촉매시트 방식 중 순위를 정하여 선정

- [첨부4] 결로방지적용 표지설치 적용기준 평가표 참조

□ **시행방법**

○ **기존노선 :** 설치위치의 특성인 기후와 전기인입 여부, 경제성을 고려하여 연차별 시행

○ **공사중인 노선 :** 지역여건을 고려 반영여부 검토

○ **설계중인 노선 :** 지역여건을 고려 설계여부 검토

첨 부 : 1. 평가위원 평가표

2. 공법검토 세부안(품질기준포함)

3. 소요예산 및 단가산출서

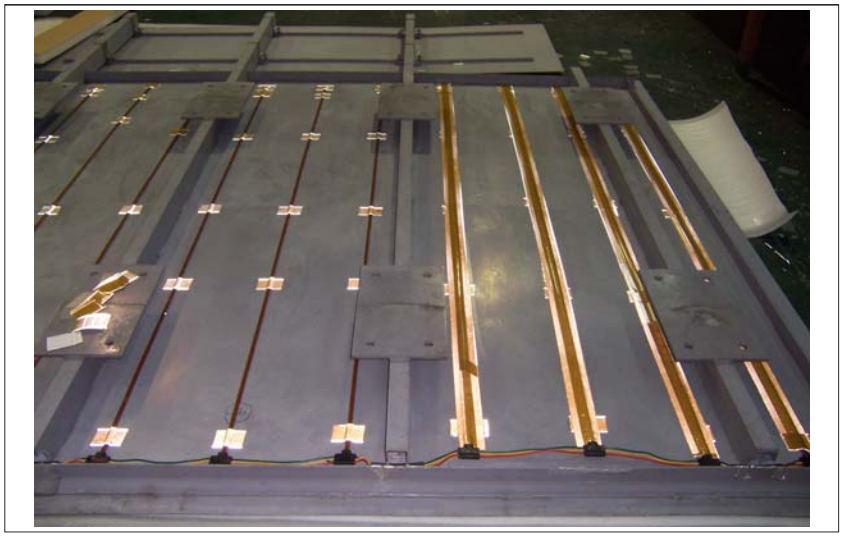
4. 결로방지적용 표지설치 적용기준

붙 임 #2] 공법검토 세부안

□ 열선방식

○ 공법개요

기존표지판의 용접부분을 L형지지 형태로 변경하여, 굴곡면으로 인한 결로 영향감소와 **표지판 후면의 열선부착을 통한 발열효과로 결로현상 감소**



○ 특징

- 전원방식
- 기존표지판 활용가능
- 정전시 안내기능 유지

○ 금액 : 4,400천원

○ 품질기준

항 목		시험기준	사 양
절연성능	절연저항	DC500V 절연저항계로 충전부와 비충전부 사이에 절연저항이 30Ω 이상일 것	100Ω 이상
	절연내력	충전부와 비충전부사이에 AC 1,500V에서 1분간 견딜것	견딤

○ 모니터링 의견

- 표면가열 방식(대기온도 2~4℃ 높게 유지)으로 동절기 및 춘·추계 결로 방지효과 우수
- 용접 방법을 조립구조로 변경, 평탄도 및 재귀반사 성능향상
- 국부적인 파손시 부분보수 가능

<1차 선정 후 추가검토사항>

▸ 표본수 부족[1EA⇒3EA] : 3개소 모두 결로방지효과 우수
(동절기 포함)

▸ 기존표지판 적용에도 효과우수

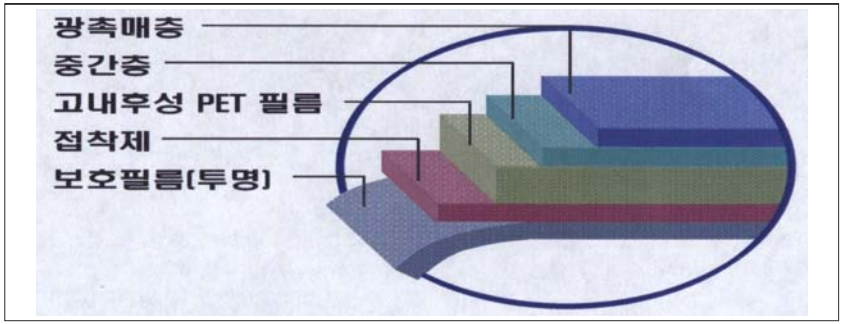
○ 적용

- 전기 인입이 가능한 곳에 적용
- 가열 방식으로 동절기 기온이 낮은 곳이나 강설이 많은 곳에 적용

□ 광촉매 필름 : AQUAVEIL

○ 공법개요

광촉매 효과를 응용한 투명한 self cleaning Film으로 태양광(자외선)으로 오염물질을 분해하여 씻어버리고 **코팅된 면은 물방울이 맺히지 않고 흘러내림(초친수성)으로 도로표지판의 결로현상 감소**



○ 특징

- 비정원 방식
- 기존표지판 활용가능
- 정전시 안내기능 유지
- 동절기 일부 결로 발생
- 문안 수정시 전면재시공

○ 금액 : 3,250천원

○ 품질기준

- AQUAVEIL 사양

항 목	사 양
Film 재질	고내후성 PET Film
본체 Film 두께	50㎛ m
Separator Film 두께	38㎛ m

- AQUAVEIL 물성표

항 목		수 치
광촉매 성능	초친수성	10도 이하
	오염 세정성	양호
물성	전광선 투과율	90%이상
	내후성	1500시간 이상없음
	자외선 Cut율	99.9%이상
	테이프 박리	박리 없음
	연필 강도	H
	굴곡성	외관변화 없음
	접착력	1.5kgf/25mm
	내열성	이상없음
	내한성	이상없음

○ 모니터링 의견

- 광촉매(초친수성) 필름 사용으로 코팅면에 물방울이 맺히지 않고 흘러내려, 춘·추계에는 우수한 효과를 발휘하나, 동절기에는 물방울이 흐르는 과정에서 동결로 미세하게 결로발생
- 선정공법 중 유일하게 비전원 방식이므로, 경제적이고 유지관리면에서 효율적임

<1차 선정 후 추가검토사항>

▸ 표본수 부족[1EA⇒3EA] : 3개소 모두 결로방지효과 우수
(동절기 미세하게 결로발생)

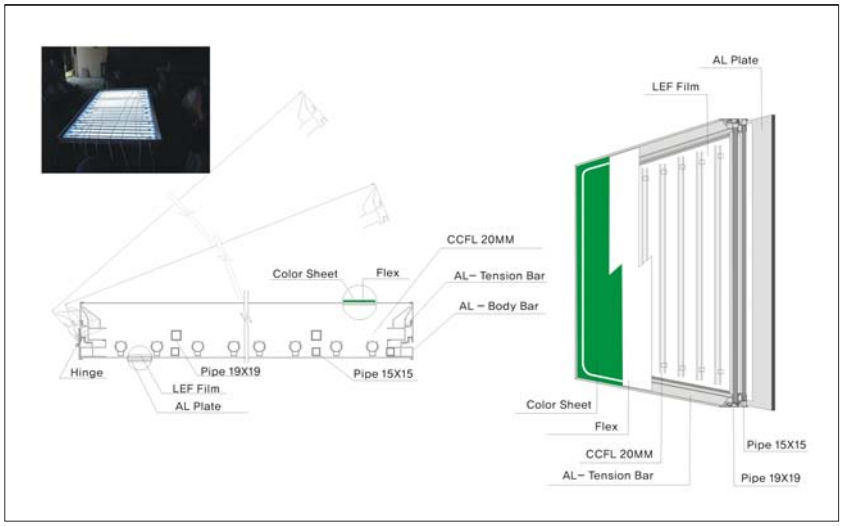
○ 적용

- 전기인입 불가능 한 곳 적용
- 춘·추계 결로 발생 잦은 곳 및 상대적으로 동절기에 기온이 높은 곳 적용

□ 내부조명방식

○ 공법개요

표지 내부에 램프를 내장하여 자체에서 빛을 발광하므로, 주·야간 식별이 용이하고 특히, 우천, 안개 및 결로 발생지역에서 운전자의 식별이 용이



○ 특징

- 전원방식
- 기존 표지판 활용 불가
- 정진시 안내기능 불가
- 문안 수정시 신규 제작

○ 금액 : 11,140천원

○ 품질기준

항 목	사 양
휘도	2,800LUX
재질	AL 및 SUS
형태	사각 및 원형
조명여부	자체발광방식
설치	용이
A/S	2년
유지관리	우수
성능(수명)	5년 이상
효과	야간, 우천시 식별 매우 우수
외관	입체형으로 외관 미려
전력소비	≒124W/m^2
특징	자체발광으로 인한 식별력 매우 우수

○ 모니터링 의견

- 내부 발광 방식으로 시인성면에서 가장 우수하며, 결로에 영향을 받지 않음
- 선정공법 중 가장 고가이며, 유지관리 철저를 요함
- 정전시 안내기능 상실

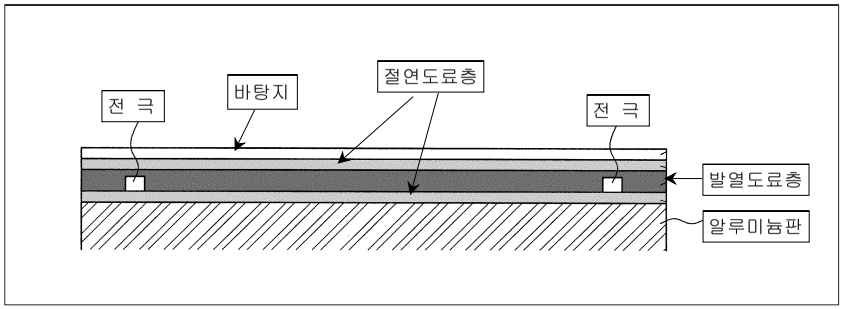
○ 적용

- 결로발생과 안개가 심한지역 주변표지, 시인성 불량 개소에 빛 발광에 의한 안내포인트 개념으로 적용(방향별 1개소)

□ 발열시트 방식

○ 공법개요

알루미늄판 전면에 **발열 도료층을 형성**하고, 그 표면에 표지판의 바탕반사지를 부착하여, **표지온도가 결로 온도에 이르면 발열 도료층에 전원이 공급**되어 표지가열로 결로 감소 효과



○ 특징

- 기존 표지판 활용불가
- 정전시 안내기능 유지
- 전원방식

○ 금액 : 5,170천원

○ 품질기준

- 발열 도료 층을 병렬회로로 구성할 수 있어 단선 단락 시에도 결로 및 적설방지 성능이 유지
- 표지판을 구성하는 알루미늄 기판은 발열도료 층의 배면에서 단열판으로서의 작용을 해야 함
- 화재 우려가 없고 표지판 전면에 걸쳐 균일하고, 신속한 가열이 가능하며, 표지판 표면에서의 이슬점(dew point) 온도보다 2~5℃ 정도 범위로 유지시킬수 있어야 함

○ 모니터링 의견

- 표지전면 발열도료층 형성에 따른 표면가열로 동절기 및 춘·추계 결로 방지 효과에 우수
- 배면판 가열방식에 비하여 열효율이 현저히 개선

<1차 선정 후 추가검토사항>

▸ 표본수 부족[1EA⇒3EA] : 3개소 모두 결로방지효과 우수 (동절기 포함)

▸ 기존표지판 활용 불가

○ 적용

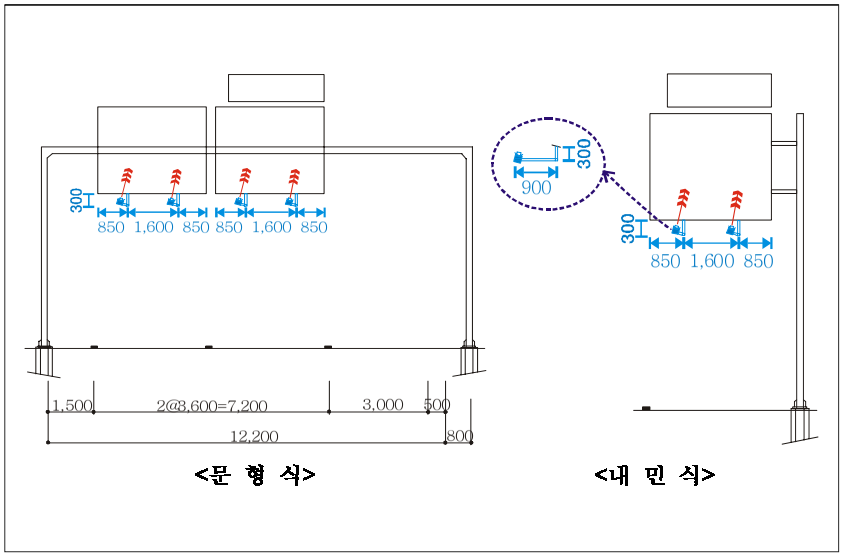
- 전기 인입이 가능한 곳에 적용
- 가열 방식으로 동절기 기온이 낮은 곳이나, 강설이 많은 곳에 적용

□ 외부조명 방식

○ 공법개요

기존표지판 하부에 조명시설을 설치하는 공법으로 결로방지에 국한하지 않고, 야간 시인성 향상 등 기능 발휘

※ 현재 미국, 일본등지에서 전반적으로 적용



<문 형 식> <내 민 식>

○ 특징

- 전원방식
- 기존 표지판 활용가능
- 정전시 안내기능 유지

○ 금액 : 6,500천원

○ 품질기준

항 목	사 양
수명	100,000시간
연색성	86Ra, 삼파장
색상연출	부드럽고 자연스러운 색상 연출
점등성(점등시간/재점등시간)	즉시 점등 및 재점등 가능 (0.001초/0.001초)
장치 중량	1kg 내외
램프 발열	80 ~ 90℃ (내구성, 안전성, 효율증대)
화재/폭발 위험성	낮음
눈부심	면광원으로 잔상발생이 없어 눈부심 없음
수은 함유량	6mg
전압변동에 따른 조도변화	정전압 회로 사용으로 조도의 변동 없음
광속 저하	느림
색상 균일도	균일
투과율	보통
해충 집중도	보통
농작물 과성장	낮음

○ 모니터링 의견

- 결로 감소 효과 이외에 야간 표지 시인성 증대
- 동절기 강설시 표지판 적설로 조명에 의한 음영구간 발생
- 광원에 대한 유지관리 철저

<1차 선정 후 추가검토사항>

▸ 표본수 부족[1EA⇒3EA] : 3개소 모두 결로방지효과 우수 (동절기 포함)

▸ 기존표지판 활용

○ 적용

- 전기 인입이 가능한 곳에 적용
- 동절기 강설이 적은 곳 추천

3-16 안개 잦은 지역 관리방안

방 침
건설계획처-3795
('06. 10. 31)

Ⅰ. 검토목적

'06. 10. 3일 서해대교구간에서 발생한 대형교통사고와 관련하여 현재 공사중인 건설현장의 안개 잦은 지역에 대한 안전대책을 마련함으로써 향후 유지운영시 교통사고를 미연에 방지코자 함

Ⅱ. 안개지역 현황

(단위 : 개소)

안개일수 / 노선명	계	30-50일	51-100일	100일 이상
계	**117**	**86**	**30**	**1**
대전-당진	12	12		
공주-서천	11	11		
익산-장수	16	7	9	
논산-전주	2	2		
청원-상주	12	10	2	
현풍-김천	10	8	2	
성산-옥포	2	1	1	
성서-옥포	2	2		
영동-김천	0			
구미-김천	0			
동대구-경주	1	1		
고창-장성	2		2	
장성-담양	2	2		
고서-담양	4	4		
주문진-속초	0			
춘천-동홍천	1	1		
여주-양평	4	3	1	
평택-음성	7	6	1	
무안-광주	1	1		
목포-장흥	7	4	2	1
전주-남원	10	8	2	
남원-광양	11	3	8	

: '06년 준공노선

Ⅲ. 현 안개대체 현황

1 교통통제 기준

시정거리	교통제한	비 고
250m이하	제한속도의 20% 감속 유도	자체 매뉴얼
100m이하	제한속도의 50% 감속	도로교통법 시행규칙 제19조
10m이하	교통제한 및 운행정지 검토	자체 매뉴얼

2 사고유형 및 문제점

안개사고 유형		주 요 원 인
전방 서행 또는 정차차량 추돌	⇨	전방시거 불량, 감속유도 불응
도로 시설물 충격 또는 도로이탈	⇨	짙은 안개시 도로선형 파악곤란

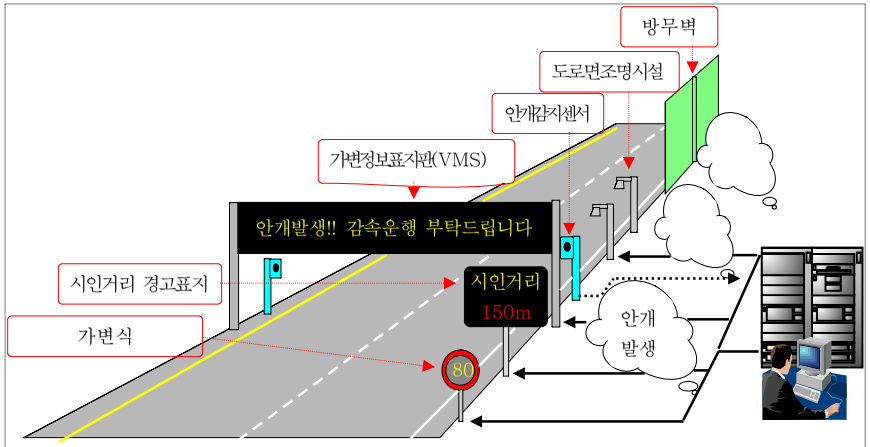
- 안개 특성상 사전에 **대부분 인지되나 감속하지 않은 상태에서 발생**
- 운전특성 및 외부환경 등의 복합적인 요인 작용
- 사고 발생시 신속한 조치 곤란으로 인해 **연쇄추돌 및 대형화**

3 안전시설 현황

□ 현 행

구 분	안전시설	비고
도로정보 수집, 제공 감속운행 유도	CCTV	기설치 운영중
	도로전광표지(VMS)	
	안개주의 예고표지판	
	순찰차량	
도로선형 유도	시선유도등	
	데리네이터	
	노면요철포장	

□ 개 선(안) [교통안 08201-62, ('03.3.3)]



<시스템 설치도>

도로전광판(VMS)	시선유도등	차로이탈 방지 시설 (Rumble strips)	방무벽
			

Ⅳ. 적용방안 검토

1 관련근거

추 진 과 제(도로처-3528호, '06.10.18)	검토부서
● **안개 잦은 지점 선정 및 VMS 설치** - 현재 안개 잦은 지점 83개소에 VMS 369개소 운영중 - 안개 잦은 지점을 조사하여 VMS 추가 설치 ● **안개 정보수집시설 설치**	ITS 사업실 (교통처)
● **안개차단시설(방무벽) 확대 설치방안 검토** - 대관령구간 시범설치('06.10)에 따른 운영효과 분석 및 향후 계획수립	교통처
● **안개지역 예고표지 및 도로시정표지 설치** - 예고표지 및 적정 간격의 시정거리 인식용 표지 설치	교통처
● **시선유도등(LED, 레이저) 설치 검토** - 서해대교 사장교구간(990m) 시험설치 운영후 확대 검토	시설처
● **낮은 조명등 설치방안 검토** - 강설일수가 적은 지역을 선정하여 시험설치	시설처
● **특수교량 방재설비 기준마련**(건의) - 소화전 비치 등 방재대책 강구	시설처 구조물처
● **차로이탈방지시설 설치** - Rumble Strip, 돌출차선 등 설치 검토	교통처
● **안개 위험경보설비 설치** - 서해대교구간 경광등, 경음기 시험운영후 확대 검토	ITS 사업실

2 적 용 방 안

□ 공사 현장내 안전시설물 설치

- **적용대상 :** 안개발생 30일/년 이상인 구간
- **적용시설물**
  - **안개지역 예고표지 및 도로시정표지 설치** (붙임 1 참조)
    교통처(교통안 08201-62, '03.3.3)방침 적용
  - **차로이탈방지시설 설치** (붙임 2 참조)
    - 설계처(설계도10201-104, '03.4.10)방침과 병행 적용

□ 세부적용방안

- **공사중 노선**
  - 상기 적용시설물은 안개잦은 지역에 우선 설치
  - 안개차단시설(방무벽)은 안개다발지역인 익산-장수 노선에 시범 설치후 확대 적용
  - 안개관련 기타 시설물은 검토부서 방침 수립후 시행 (VMS, 시선유도등, 위험경보설비 등)
- **신규 착수되는 노선 : 안개일수 조사 결과에 따라 조치**
  - 공사주관부서 : 안개일수 파악이 가능한 경우 재·보완 설계시 반영
  - 공사시행부서 : 공사착수후 안개일수를 매년 조사하여 안전 시설물 보완 설치(관련부서 협조)

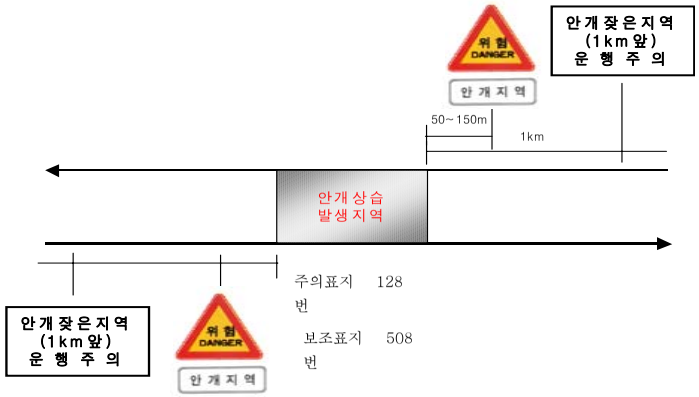
붙 임 : 1. 안개잦은지역 예고 및 주의표지판 설치 기준
2. 차로이탈 인식시설 표준도
3. 사진대지 끝.

[붙 임 1]

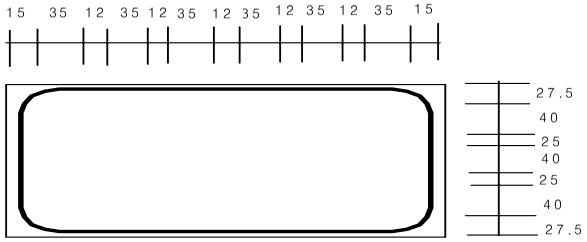
[안개잦은지역 예고 및 주의 표지판 설치 기준]

○ 안개 다발 지역에는 교통주의 표지와 계몽 예고표지를 병행 설치

○ 기 준



<표지판 설치예> **(단위 : cm)**



- 지주형식 : 복주식
- 바 탕 : 백색 고휘도 반사지
- 문 안 : 흑색("운행주의"는 적색 고휘도 반사지)
- 한 글 : 산돌고딕
- 영 자 : 헬베티카체

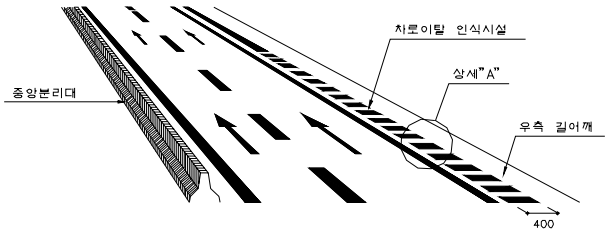
※ 안개지역이 3km미만으로 접해있는 경우 통합 설치

[붙 임 2]

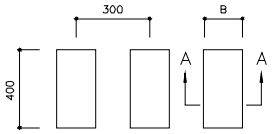
[차로이탈 인식시설 표준도]

차로이탈 인식시설(1) (절삭형)

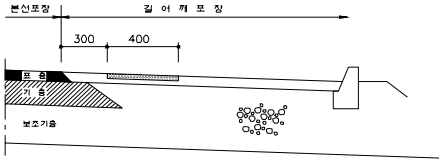
일 반 도



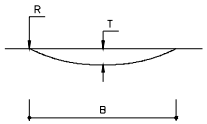
상 세 "A"



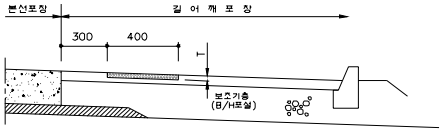
아스콘 포장



단 면 A-A



콘크리트 포장



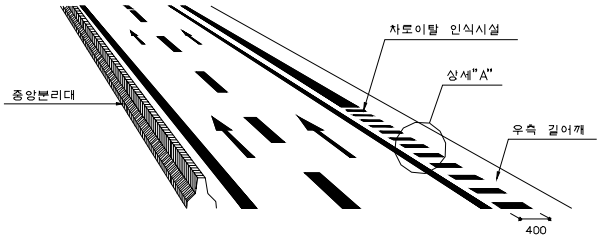
DRUM 외경	T (mm)	B (mm)	R (m)
D700	11±2	180	0.35
D600	13±2	180	0.30
D500	15	170±10	0.25

NOTE : DRUM 외경은 현장여건을 고려하여 적용할 것

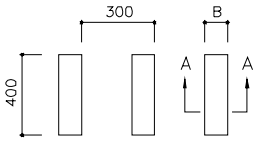
한국도로공사 KOREA HIGHWAY CORPORATION	표 준 도 TYPICAL DRAWING	도면명	차로이탈 인식시설(1)	설계자		작성일	2003. 3	도면번호
				확인자		축 척		

차로이탈 인식시설(2) (전압형)

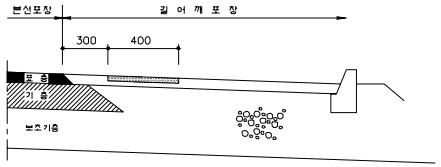
일 반 도



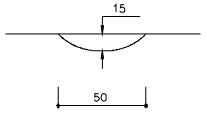
상 세 "A"



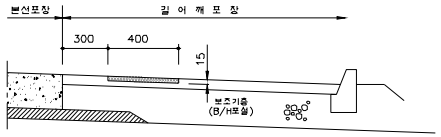
아스콘 포장



단 면 A-A



콘크리트 포장



한국도로공사 KOREA HIGHWAY CORPORATION	표 준 도 TYPICAL DRAWING	도면명	차로이탈 인식시설(2)	설계자		작성일	2003. 3	도면번호
				확인자		축 척		

[붙 임 3]

사진대지

안개잦은지역 예고 및 주의표지판





차로이탈 인식 시설(Rumble strips)



3-17 토공구간 교량화 검토 방안

방 침
건설관리처-3308
('06. 12. 29)

Ⅰ. 추진목적

○ 최근 국민들의 환경분야에 대한 관심 고조로 민원이 증가하고 있고, 정부와 총사업비 협의시 종합적 검토를 요구하는 바, 토공구간 교량화 검토 방안 수립으로 업무처리 효율성 향상 및 원활한 총사업비 협의로 공정추진에 만전을 기하고자 함.

Ⅱ. 현실태 및 문제점

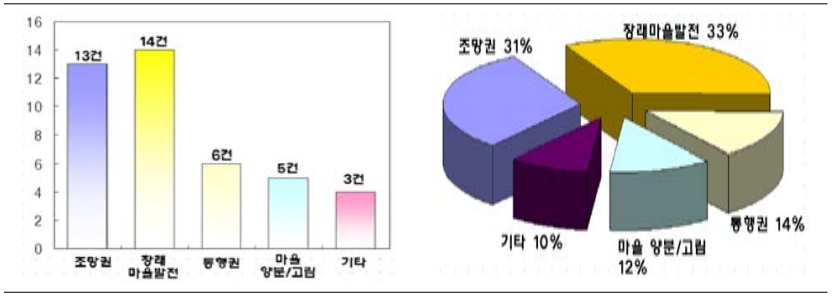
□ 토공구간 교량화 변경요구 반영현황 (최근 5년간)

○ 토공구간 교량화 세부 내용

(단위 : 백만원)

구 분	요구 유형	변경 내용	건수	추가연장(m)	추가공사비	비 고
총계	-	-	41	1,669	38,044	
1	조망권	토공구간 ⇨ 교량화	1	70	1,008	
2	통행권외 4건	교량 추가 연장	26	1,336	26,898	
3	조망권외 2건	통로암거 ⇨ 교량화	14	263	10,138	

○ 교량화 반영 현황



□ 문제점

○ 다수의 편의를 위해 피해를 감수해야 하는 지역주민 불만 표출
○ 고속도로 건설로 인한 주변환경 변화 및 경관피해 발생
○ 착공후 설계변경시 협의단가 적용으로 공사비 증액 과다
- 도급가 대비 증가금액 : 4,902백만원(최근 5년간, 41건)
○ 정부와의 총사업비 협의시 타당성 종합적 검토 요구
- 총사업비 관리지침[제72조 토공구간 교량화, 기획예산처, 2006.5.11]

① 마을 가구수, 도로와 마을간 이격거리(상향각), 성토고와 주변여건을 감안한 밀폐감, 재정 소요 등을 종합적 검토
② 10가구 미만 경우 향후 보상을 통한 이주가능성 등을 감안하여 조정

Ⅲ. 타당성 검토 기준

□ 교량화 검토 기준

기 관	교 량 화 검 토 기 준	비 고
건설교통부	○ 성토고 20m이상 + 마을과의 이격거리 50m 이내 ☞ 교량화 적극 검토 【환경친화적인 도로건설 편람】	
기획예산처	○ 성토고 20m이상 + 마을과의 이격거리 50m 이내 ☞ 보상 및 이주 또는 교량화 적극 검토 ○ 기타 구간 ☞ 교량화 요구 사유별 타당성 검토후 대안 검토 【토공구간 교량화 타당성 검토서】	
환경부	○ 고성토로 인한 경관장애 유발 구간 ☞ 교량화 대안 검토 ▸ 대상물체에 대한 거리와 각을 통한 경관장애 정량화 ☞ 상향각 14°(18°) : 밀폐감 없음(최소) ☞ 상향각 45° 이상 : 밀실 공포증 유발 【경관평가기법 개발에 관한 연구】	

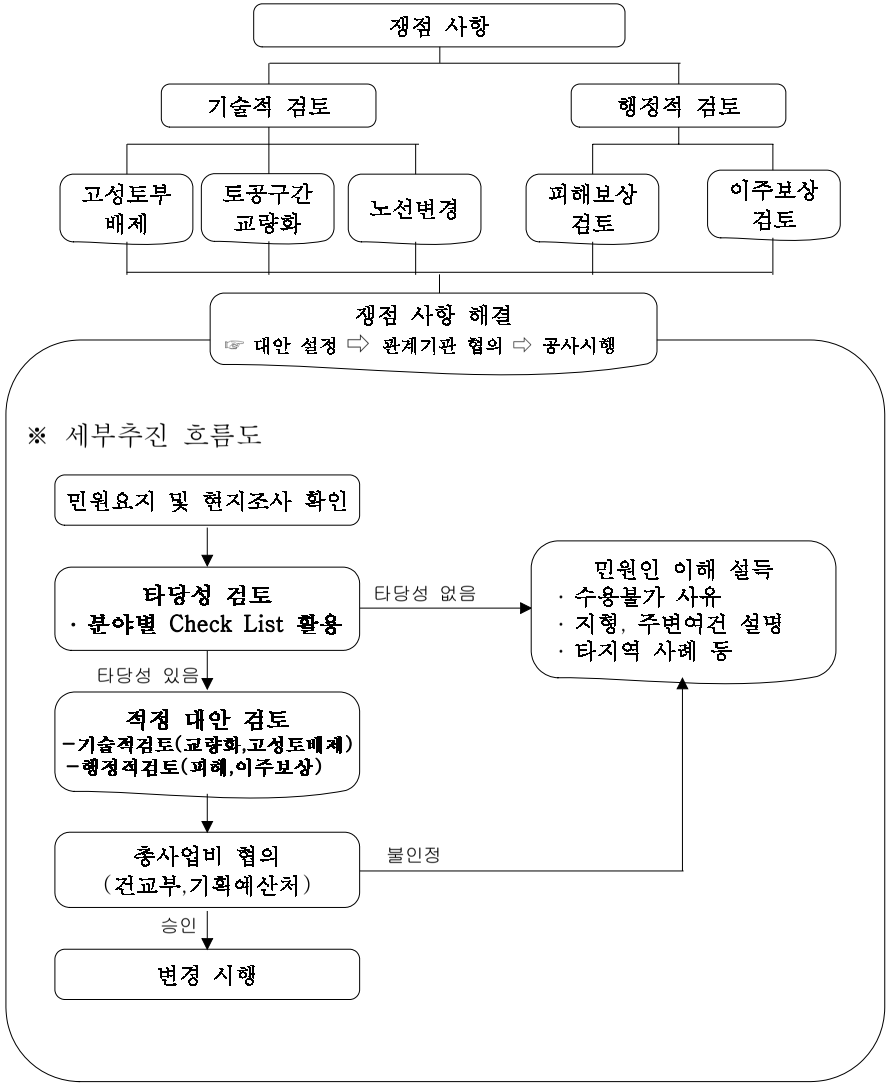
□ 환경권(조망, 일조권) 검토 기준

기 관		환 경 권(조망, 일조권) 기 준	비 고
사법부	서울고법	○ 조망 침해율 40%이상 【서울고법 2000. 7 선고99나 52567, 99나 52574 판결】	(수인한도)
	대법원	○ 동짓날 기준 오전 9시 ~ 오후3시까지 6시간중 일조시간 연속 2시간 이상 확보 ○ 동짓날 기준 오전 8시 ~ 오후4시까지 8시간중 총 4시간 이상 확보 【대법원 2004.09.13 선고 2003다64602 판결】	(수인한도)

※ 수인한도 : 환경권의 침해나 공해, 소음 등이 발생시 피해의 정도가 서로 참을 수 있는 한도

Ⅳ. 교량화 방안 검토

□ 토공구간 교량화 검토 Process



□ 검토사항

구 분	검 토 사 항	비 고
고성토 구간	○ 성토고 20m 이상 + 마을과의 이격거리가 50m 이내 - 보상 및 이주 또는 교량화 적극 검토	
통행권	○ 도시계획 변경, 하부도로 확장 등 요구시 관계기관 업무협의 - 사안별 사업시행 및 비용 부담 주체 검토 ○ 통행인의 편리성 및 안전성 확보를 위한 도로계획의 적정성 검토 - 통행거리 최소화 - 통행인의 안전성 확보여부 ○ 통행권 확보를 위한 고속도로 시설물의 적정성 검토 - 기존도로의 등급 및 차로수 확보성 - 장래 지역발전으로 인한 기존도로의 확장 및 이설 가능성 - 보도의 필요성 - 주변여건 및 주된 통행수단 - 우회도로 개설(예정) 여부	체크리스트 #1
일조권	○ 고속도로 시설물로 인한 일조피해 검토 - 관련 기준 검토 및 전문가의 현장조사 ○ 일조권 피해방지를 위한 방안 검토 - 시설물의 변경 가능성(토공⇨교량화) 여부 - 시설물 설계변경시 일조 피해 방지 또는 경감정도 - 경제성을 고려한 이주 또는 보상 가능성여부	체크리스트 #2
조망권	○ 조망권 피해정도 검토 - 수인한도 초과 여부 - 고속도로와 이격거리 및 경관도 정도 - 조망권 피해로 인한 재산가치 하락 가능성 - 주변에 조망할 특별한 가치의 시설물 존재여부 ○ 조망권 피해 해소를 위한 방안 검토 - 기술적 검토 수행으로 해소 가능성 - 이주 또는 보상을 고려한 경제성 비교분석 (가구수, 이격거리, 피해정도를 고려한 보상등)	체크리스트 #3

구 분	검 토 사 항	비 고
마을고립	○ 마을고립의 행태 검토 - 마을고립의 형상 및 고속도로와 이격거리 - 마을 주변 여건(마을 후방이 가파른 산, 강 등으로 확장불가 상태등) - 고속도로와의 상대적 높이 ○ 고속도로가 장래 마을 발전가능성의 제약 정도 검토 - 주변 경제활동과의 상관관계 - 지가등 재산가치 하락 가능성 ○ 마을 고립 해소를 위한 방안 - 통로암거 추가설치 또는 계획고 조정등 기술적 검토 - 이주 또는 보상시와 경제성 비교 검토	체크리스트 #4
마을 양분/분리	○ 마을 양분/분리로 인한 주민 피해정도 검토 - 양분/분리로 인한 경제활동 위축 및 장애정도 - 통행로의 규격 적정성 - 분리로인한 주민간 동질감 상실정도 및 재산상 손실등 ○ 마을 양분/분리 해소방안 - 통로암거, 교량화 검토 - 노선변경 및 이주등 경제성 비교 검토	체크리스트 #5
통풍장애	○ 통풍장애로 인한 피해 - 풍력에 의존하는 수입원, 에너지원 여부 - 쓰레기 소각장, 화장장등 바람영향에 민감한 지역여부 - 피해 예측치 ○ 통풍장애 해소방안 - 도로시설물 설계변경 가능성 및 개선후 효과 정도 - 이주등 행정처리시 필요성	체크리스트 #6

V. 결 론(조치사항)

○ 기본·실시설계시 상기 검토내용 적극 반영(기획조정실,설계처)

○ 공사중인 노선중 교량설치 요구 민원발생시 활용(건설사업소)

붙 임 : 1. 분야별 Check List 1부.

2. 관련 판례 1부.

붙 임 #1]

분야별 Check List

구 분	항 목	조사결과		비고
		체크	내용수록	
(1) 통행권	① 도시계획변경, 하부도로 확장 등으로 인하여 관계 지자체로 부터 토공구간 교량화 요구가 있었는가?	□		
	② 마을 중심도로에 대한 통행권이 확보되어 있지 못하는가? 확보되어 있지 못하다면 대형차량이 통과할 수 있는 충분한 폭원과 높이를 제공할 필요가 있는가?	□	폭원, 높이 (기입)	
	③ 승용차, 경운기 등이 이용하는 마을 보조동선에 대한 통행권이 확보되어 있지 못하는가? 확보되어 있지 못하다면 화물차가 통과할 수 있는 충분한 폭원과 높이를 제공할 필요가 있는가?	□	폭원, 높이 (기입)	
	④ 경작지를 연결하는 보행자 중심의 마을 소로에 대한 통행권이 확보되어 있지 못하는가? 확보되어 있지 못하다면 보행자가 통과할 수 있는 충분한 폭원과 높이를 제공할 필요가 있는가?	□	폭원, 높이 (기입)	
	⑤ 마을 중심도로, 보조도로, 소로 등의 통행권이 변경되어 통행에 불편을 초래하게 되는가? 통행불편을 해소하기 위한 방안이 필요한가?	□		
	⑥ 마을 중심도로, 보조도로, 소로 등의 기능과 역할이 체계적으로 계획되어 있지 못하는가? 체계적이지 못하다면 경제적으로 개선할 여지가 있는가?	□		
	⑦ 마을 중심도로, 보조도로, 소로 등에 대한 통행권은 장래 인구증가, 마을발전, 도로확장 등을 고려하지 못한채 설계되어 있는가?	□		
	⑧ 통행권 확보를 위한 기타 사유가 존재하는가?	□		
(2) 일조권	① 가옥이 동짓날을 기준으로 오전9시부터 오후3시 사이에 일조시간이 2시간 이상 확보되지 못하였나?(총6시간중 연속하여 2시간)	□		
	② 가옥이 동짓날을 기준으로 오전8시부터 오후4시 사이에 일조시간이 4시간 이상 확보되지 못하였나?(총8시간중 4시간)	□		
	③ 토공으로 인해 주변 농작물의 일조피해가 발생하여 경작에 어려움이 예상되는가? ③' 토공구간을 교량으로 설계변경 할 경우 농작물의 일조피해가 해소되는가? 해소된 면적이 토공으로 시공시 피해면적의 몇%에 해당되는가?	□	전체피해 면적 대비 해소면적 비율(%)	

구 분	항 목	조사결과		비고
		체크	내용수록	
(3) 조망권	① 신설노선의 토공(흙쌓기)으로 인해 조망침해율이 40%이상으로 수인한도를 초과하고 있는가? 있다면 마을전체 가옥중 몇가구에 해당되는가? ①' 토공구간을 교량으로 설계변경 할 경우 조망침해율이 40%이하로 떨어지게 되는가? 해당되는 가옥이 전체가옥대비 몇 가옥에 해당되는가?	□	대상가옥수/ 전체가옥수	
	② 가옥에서 신설노선의 성토고를 바라볼경우 상향각이 14°이상인 가옥이 있는가? 있다면 마을전체 가옥중 몇가구에 해당되는가?	□	상향각 14° 이상의 가옥수/ 전체가옥	
	③ 토공구간을 교량으로 설계변경할 경우 상향각 14° 내의 시야확보가 가능한가? 시야확보가 가능하다면 토공에 의해 확보되지 못한 가시면적 대비 몇%의 시야면적이 확보되는가?	□	토공대비 교량의 가시면적 비율%	
	④ 토공으로 인해 외부를 조망하는 특별한 가치가 하락하게 되는가? 외부를 조망하는 특별한 가치의 구체적인 대상은 무엇인가?	□	외부를 조망하는 특별한 가치 내용 기술	
	⑤ 토공구간을 교량으로 설계변경할 경우 외부를 조망하는 특별한 가치를 계속 유지시킬수 있는가?	□		
	⑥ 부동산 시세가 조망가치로부터 출발하는 가옥 전면에 신설노선이 토공 시공시 가치하락이 예상되는가? ⑥' 부동산 시세가 조망가치로부터 출발하는 가옥전면에 토공대신 교량으로 시공시 부동산 시세에는 영향이 없게 되는가?	□	부동산 시세 영향입증 자료 기술	
(4) 고립	① 신설노선에 의해 고립된 지역이 외부와 통행이 단절되는가? 외부와 통행이 단절된다면 그 내용은 무엇인가?	□		
	② 신설노선의 토공(흙쌓기)에 의해 마을이 평면적으로 갇히게 되는 상태인가? 갇히게 된다면 도로와의 거리는?	□	이격거리()	
	③ 분지형태로 갇히게 된 마을의 가옥 위치는 도로보다 낮은가? 낮으면 그 정도는?	□	높이차() 상향각()	
	④ 신설도로에 의해 고립된 지역 내에서 더 이상 추가적인 가옥 신축이 불가능하게 되는가? ④'마을고립으로 인하여 장래 발전가능성을 저해시키는가? 그 저해 정도는 ?	□		

구 분	항 목	조사결과		비고
		체크	내용수록	
(5) 양분/분리	① 기존에는 도로에 의해 마을이 양분/분리 되어 있지 않았으나, 신설노선에 의해 마을이 양분/분리 되었는가?	□		
	② 토공으로 인해 마을이 양분/분리되어 지역주민의 경제활동이 위축되는가? ②'토공구간을 교량으로 설계변경 할경우 지역 주민들의 경제활동은 과거의 상태를 유지할수 있는가?	□	경제활동이 위축되는 경우 기술	
	③ 토공에 의한 마을 양분/분리로 인해 주민들의 통행에 지장을 초래하게 되는가?	□		
	④ 토공으로 인해 마을이 양분/분리되어 분리된 마을 주민들 사이에 지역감정 및 이질감을 불러 일으킬 요소가 내재해 있는가?	□	지역감정, 이질감의 구체적인 내용 기술	
(6) 통풍권	① 환경영향평가등의 자료에서 통풍에 대한 문제를 제기하고 있는가?	□	출처기입	
	② 인근지역에 쓰레기 소각장, 화력발전소, 화장장, 하수처리장,폐기물 처리장 등 바람의 영향에 민감한 시설이 있는가?	□		
	③ 대상지역의 주수입원이 풍력에 의존하고 있는가?	□		
	④ 신설노선을 토공으로 시공시 수입(③에서의 수입)이 감소될 개연성이 있는가? ④' 신설노선을 교량으로 설계변경시 과거의 수입이 계속 유지 되는가?	□		

붙 임 #2]

관련판례

○ 일조권 관련 판례

○ 대법원 2004.09.13 선고 2003다64602 판결

☞ 동짓날 기준으로 오전 9시부터 오후3시까지 6시간중 일조시간이 연속하여 2시간 이상 확보되는 경우 또는 동지를 기준으로 오전 8시부터 오후4시까지 사이의 8시간 중 일조시간이 통틀어 4시간 이상 확보되는 경우에는 수인한도를 넘지 않는다

○ 서울고등법원 2002나22016 판결

☞ 일조권 침해 여부는 단순히 일조시간뿐 아니라 조망권과 일사량, 통풍권 등을 상당히 고려하여야 한다

○ 조망권 관련 판례

○ 창원지방법원 진주지원 1999.11.26 선고 98가합980 판결

☞ 조망은 마주하는 건물을 피하여 경관을 바라 볼 수 있는 상태를 말하며, 피해 건물 거실중앙, 거실 앞 및 안방의 조망 중 적어도 1곳 이상이 100% 가려지는 세대의 경우 수인한도를 넘는다.

○ 서울고등법원 2000.7.7 선고 99나52567, 99나52574 판결

☞ 눈을 움직이지 않는 상태에서 시야가 다른 건물에 의해 가려지는 비율을 조망률이라고 하고 그 조망률이 40% 이상인 경우에는 수인한도 내에 있다.

○ 대법원 2004.09.13 선고 2003다64602 판결

☞ 조망이익은 원칙적으로 특정의 장소가 그 장소로부터 외부를 조망함에 있어 특별한 가치를 가지고 있고 그와 같이 조망이익의 향유를 하나의 중요한 목적으로 해 그 장소에 건물이 건축된 경우와 같이 당해 건물의 소유자나 점유자가 그 건물로부터 향유하는 조망 이익이 사회 통념상 독자의 이익으로 승인돼야 할 정도로 중요성을 갖는다고 인정되는 경우에 비로써 법적인 보호대상이 된다며 “조망의 이익은 특별한 사정이 없는 한 법적인 보호대상이 될 수 없다”고 판결

3-18 낙석방지울타리 형식 적용 방안

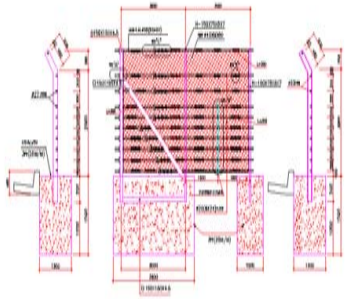
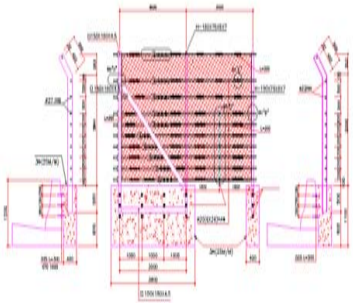
방 침
건설관리처-3170
('06. 12. 19)

Ⅰ. 검토목적

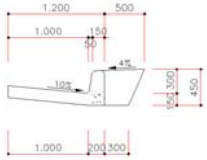
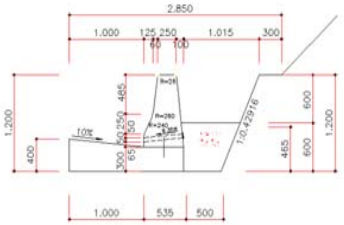
- 길어깨 측면에 설치되는 절토사면 낙석방지 울타리(토공용, 옹벽용)를 설치함에 있어
- 유지관리 및 경제성 측면 등을 감안하여 합리적인 적용방안을 수립코자 함

Ⅱ. 현 황

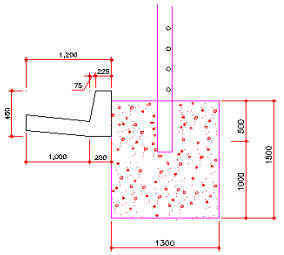
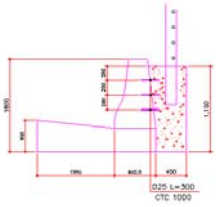
□ 형식별 현황

구 분	토공용 형식1 (L1)	옹벽용 형식2 (L2)
낙석방지울타리 높이(m)	**2.0**	**2.0**
기초 : 폭*높이*두께 +(측구)	1,000*1,500*1,300 +(L1측구)	400*1,100*400 +(L2측구)
개요도		
설치기준	리핑암으로만 구성된 암이 높이 15m이상 분포하고 낙석방지시설이 필요한 구간	
	발파·리핑암의 혼합고가 15m미만인 절토부로서 낙석방지시설이 필요한 구간	

□ L형 측구 설치기준

구 분	형 식1	형 식2
개요도		
기 준	토사 및 리핑암, 발파암 H=10.0m 미만	리핑암+발파암 10m이상, 발파암 10~20m

□ 낙석방지울타리 적용현황(익산-장수등 14개노선)

구 분	토공용 형식1	옹벽용 형식2
단 면		
설치연장	15,656m	59,607m

※ 설치대상 : L형측구 형식1 적용구간 및 L형측구 형식2 적용구간 일부

Ⅲ. 문 제 점

"토공용 형식1"이 "옹벽형 형식2"보다 불리

- L1형 측구 높이가 낮아 배면에 설치되는 낙석방책 충격우려
  - · 낙석방책 파손 등 유지관리 불리
  - · 차량 충격시 대형사고 우려 등 교통안전 측면 불리
- 시선유도시설 설치 어려움
- 공사비 고가, 시공성 불리
  - · 낙석방지울타리 콘크리트기초 규격이 큼

※ 경제성 비교(직접공사비)

(단위 : 원/m)

구 분	토공용 형식1 h=2.0m	옹벽용 형식2 h=2.0m	증 감(△)
계	**216,207**	**137,167**	**△ 79,040**
L형 측구	(L1), 14,675	(L2), 34,050	19,375
콘크리트 기초	128,276	29,861	△ 98,415
지주, 철망, 와이어로프 등	73,256	73,256	-

Ⅵ. 개선방안

- 유지관리 및 교통안전, 경제성 등을 감안하여

  "토공용 형식1(L1)" 적용구간의 낙석방지 울타리는

  "옹벽용 형식2(L2)"로 변경

※ 공정 및 현장여건상 부득이한 경우는 "토공용(L1측구)"로 시행

Ⅴ. 기대효과

- 유지관리 용이
  - · 차량 충격시 울타리 파손우려 적음
- 교통안전 측면 유리
  - · 차로이탈차량 충격시 대형사고 예방
- 시선유도시설 설치용이
- 콘크리트 기초가 작아 공사비 저렴 및 시공성 유리

※ 절감액 : 익산-장수 등 14개구간 1,860 백만원