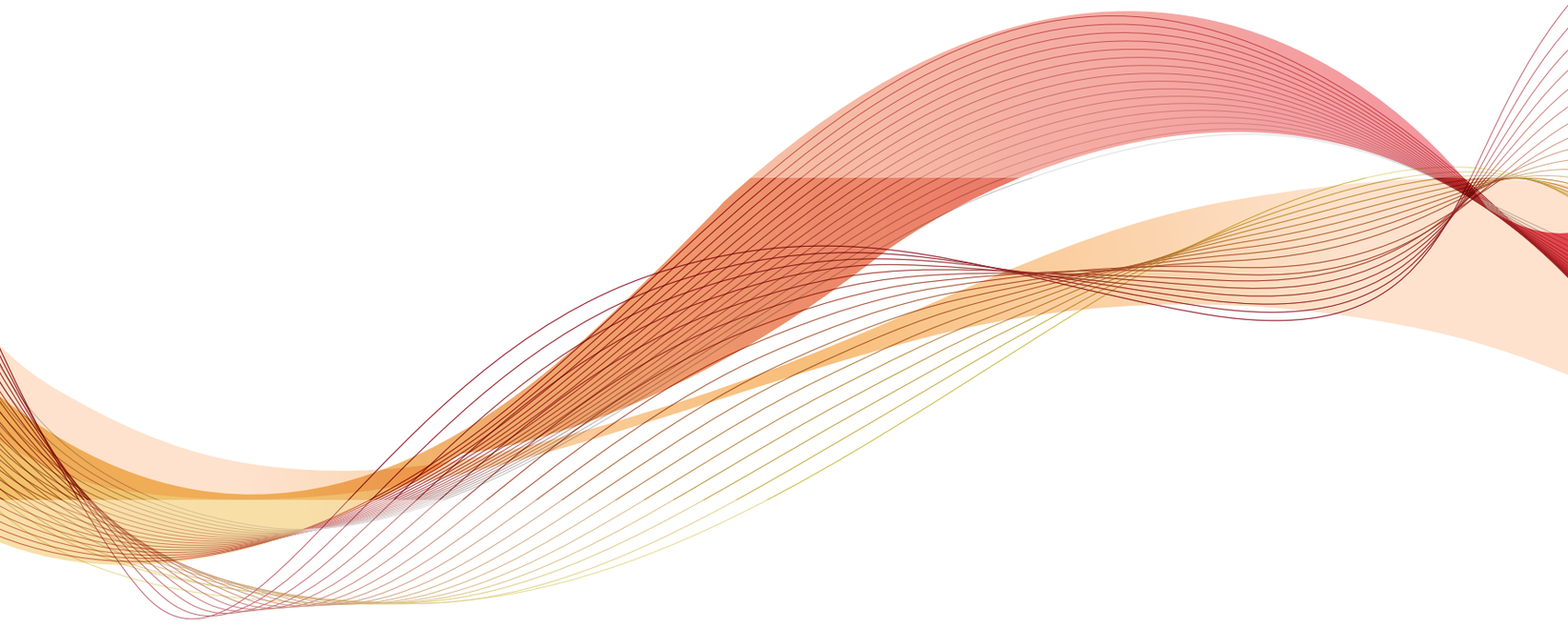
2015

고속도로 설계 실무자료집 (2016)



한국도로공사

설계행정 01

1-1 건설기술용역의 실적관리를 위한 『건설기술용역 통합관리 시스템』 운영방안 (설계처-822, 2015.03.30) 003

1-2 토질조사, 측량용역 발주방법 검토 (설계처-1087, 2015.04.21) 008

1-3 신기술(특허) 사용협약 개선 (설계처-1248, 2015.05.08) 013

1-4 설계 · 건설 · 유지관리 선순환 구조의 신기술 사후검증 평가시스템 구축 (설계처-1577, 2015.06.05) 021

1-5 견적단가 설계 적용방안 검토 (설계처-2028, 2015.07.21) 029

1-6 교통 안전을 고려한 심사강화 방안 (기술심사처-2366, 2015.10.15) 035

교통 및 기하구조 02

2-1 스마트톨링 도입을 고려한 『스마트 나들목 설계기준』 제정 (설계처-2846, 2015.10.13) 047

토 공 03

3-1 보강토옹벽 설계 적용방안 개선 (설계처-1498, 2015.06.01) 067

3-2 토석류 피해 예방을 위한 설계가이드라인 수립 (설계처-2019, 2015.07.20) 077

배수공 04

4-1 도로 이탈사고 예방을 위한 절토부 L형측구 설계기준 개선 (설계처-1054호, 2015.04.16) 105

4-2 비점오염 저감시설 최적기능 확보 방안 (환경품질처-1855, 2015.05.13) 116

4-3 토사퇴적 최소화를 위한 배수시설 개선 (설계처-2619, 2015.09.24) 136

4-4 깎기비탈면 배수 취약구간 설계 개선 (설계처-3329, 2015.11.30) 155

CONTENTS

구조물공 05

5-1 한계상태설계법 적용 추진 방안 검토 (설계처-467, 2015.03.03) 171

5-2 한계상태설계법 시행에 따른 콘크리트 거더교 최소피복 적용(안) 검토 (설계처-454, 2015.03.02) 174

5-3 말뚝기초 재하시험 기준 개선 (설계처-1123, 2015.04.29) 182

5-4 교량 바닥판 설계 적용방안 검토 (설계처-1418, 2015.05.21) 195

5-5 교량 접속부 평탄성 향상 방안 (설계처-1462, 2015.05.28) 208

5-6 철근 겹이음 길이 산정(안) 검토 (설계처-1736, 2015.06.18) 218

5-7 교량 말뚝기초 설계 프로세스 개선방안 (설계처-1940, 2015.07.08) 237

5-8 연결슬라브(link slab) 적용을 통한 장대교량 무조인트 시스템 도입 검토 (설계처-2835, 2015.10.19) 258

5-9 교량 하천용 배수구 설치 기준 개선 (설계처-2836, 2015.10.19) 264

5-10 도로구조물 발파진동 허용기준(안) (기술심사처-2722, 2015.11.23) 267

5-11 지하박스 구조물 설계 개선방안 (기술심사처-2695, 2015.11.23) 278

5-12 한계상태설계법에 의한 교량 상부구조 발주자 결정사항 확정(안) 보고 (설계처-2391, 2015.09.01) 284

5-13 한계상태설계법에 의한 교량 하부구조 발주자 결정사항 확정(안) 보고 (설계처-3319, 2015.11.27) 293

포장공 06

6-1 소형 IRI 평탄성 측정장비 관리방안 개선 (환경품질처-1115, 2015.03.20) 305

6-2 포장 장기공용성 및 국민편의 증진을 위한 고속도로 포장형식 선정기준 개선방안 (설계처-1134, 2015.04.27) 322

6-3 고속도로 주행안전성 및 쾌적성 향상을 위한 배수성 포장 적용방안 검토 (설계처-1415, 2015.05.21) 334

6-4 콘크리트 포장 줄눈부 단면형상 개선 및 고내구성 다웰바 적용 방안 (포장연구실-648, 2015.06.29) 349

6-5 저소음 포장을 고려한 효과적 방음시설물 설치방안 검토 (설계처-2362, 2015.08.31) 369

07 터널공

7-1 슬림형 제트팬 효율기준 개선 (시설처-1289, 2015.04.30) 379

7-2 양호한 암반구간(P-3)에서의 터널 하반 록볼트 적정성 검토 (설계처-1252, 2015.05.08) 385

7-3 고속도로 터널공법(Ex-TM) 수립(안) (설계처-1253, 2015.05.08) 390

7-4 터널 내 구조물 이음 최적화 방안 (설계처-1695, 2015.06.16) 433

7-5 터널 공사용 갱문 설계기준 개선 (설계처-1931, 2015.07.18) 447

7-6 터널 환기시설 운영기준 개선 (시설처-3383, 2015.11.24) 454

08 부대공

8-1 화물차량 하이패스 차로 안전시설 설치기준 검토(안) (교통처-872, 2015.03.12) 461

8-2 시설물표지(터널 · 교량 등) 설치 개선방안 (건설처-1540, 2015.04.08) 472

8-3 공사중 방음판 재질 및 성능 적용기준 (설계처-1049, 2015.04.20) 480

8-4 도로이탈 및 승월사고 예방을 위한 가드레일 보완설치 검토 (도로처-1310, 2015.04.21) 488

8-5 고속도로 안개대비 도로교통 안전 종합대책 (교통처-1685, 2015.05.07) 496

8-6 고속도로 차로유도선 설치 개선 (교통처-2208, 2015.06.15) 519

8-7 개선형 중앙분리대 확대적용 방안 (건설처-3056, 2015.07.01) 535

8-8 교량구간 방호벽 및 방음벽 기초 개선(설계처-1880, 2015.07.06) 544

8-9 방음벽 전면 식수대구간 개선방안 (건설처-4310, 2015.09.04) 564

8-10 방음판 설계 적용방안 검토 (설계처-2527, 2015.09.15) 569

8-11 이용고객 주행안전을 위한 연성 방호울타리(가드레일) 품질관리 기준 개선 (환경품질처-3989, 2015.10.02) 607

8-12 금속재 방음자재 품질기준 개선 (환경연구실-3989, 2015.10.02) 613

8-13 연약지반 장기침하를 고려한 설계 개선 방안 (설계처-3237, 2015.11.23) 624

8-14 고속도로 버스정류장 시설 개선 (교통처-4387, 2015.11.23) 635

CONTENTS

기 타 09

9-1 『KS 터널조명기준』 개정에 따른 고속도로 터널조명 적용방안 (시설처-100, 2015.01.14) 647

9-2 표준 LED 조명등 도입에 따른 디밍제어시스템 추진방안 수립 (시설처-740, 2015.03.17) 650

9-3 휴게소 오수처리시설 원격관리시스템 개선방안 (시설처-1187, 2015.04.23) 655

9-4 터널 소화기 표지등 시인성 개선방안 (시설처-1417, 2015.05.15) 659

9-5 조경수목 재료할증 및 하자공제율 적용방안 개선 (시설처-1951, 2015.06.29) 664

9-6 조경공사용 부자재 적용기준 개선(안) (시설처-2160, 2015.07.17) 667

9-7 건설중인 고속도로의 설계변경 관리절차 개선방안 (건설처-3512, 2015.07.22) 669

9-8 작업 효율성 및 내구성 향상을 위한 제설자재창고 표준도 개선방안 (시설처-2228, 2015.07.27) 676

9-9 휴게소 오수처리시설 슬러지 처리방법 개선 (시설처-2336, 2015.08.12) 679

9-10 건축 설계기준 개선 수립 (시설처-3807, 2015.12.31) 689

설계행정 01

1-1 건설기술용역의 실적관리를 위한 『건설기술용역 통합관리 시스템』 운영방안

1-2 토질조사, 측량용역 발주방안 검토

1-3 신기술(특허) 사용협약 개선

1-4 설계 · 건설 · 유지관리 선순환 구조의 신기술 사후검증 평가시스템 구축

1-5 견적단가 설계 적용방안 검토

1-6 교통 안전을 고려한 심사강화 방안

건설기술용역의 실적관리를 위한 『건설기술용역 통합관리 시스템』 운영방안

설계처-822 (2015.03.30)

1 검토목적

건설기술용역(설계, 사업관리 등)을 종합적, 체계적으로 관리하기 위하여 국토교통부에서 운영 중인 **건설기술용역 통합관리 시스템(CEMS)의 실적 등록율 저조에 따라 도공 자체 시스템 운영방안 마련**

* 건설기술용역 통합관리 시스템(CEMS : Construction Engineering Management System) : 건설기술용역 **사업실적 및 참여기술자 정보를 관리 및 제공하는 전자시스템**

2 건설기술용역 통합관리 시스템 개요

실적정보 입력/승인 요청 (용역책임기술자) ▶ **통합관리 시스템** (건설기술관리협회) ▶ **1차 승인** (발주청 사업담당자) ▶ **최종 승인** (발주청 계약담당자)

※ 시행근거 : 건설기술진흥법 제30조(건설기술용역의 실적관리)

① 발주청은 그가 발주하는 건설기술용역의 계약을 체결하거나 변경한 경우와 건설기술용역을 준공한 경우에는 10일 이내에 그 사실을 국토교통부장관에게 통보하여야 한다.

② 국토교통부장관은 건설기술용역업을 체계적으로 육성하기 위하여 건설기술용역업자의 현황과 제1항에 따라 통보된 건설기술용역 실적을 관리하여야 한다.

□ 대상용역

- o 건설공사에 관한 계획·조사(측량 포함)·설계(건축설계 제외)·감리·시험·평가·자문·지도·품질관리·안전점검 및 안전성 검토
- o 시설물의 운영·검사·안전점검·정밀안전진단·유지·관리·보강
- o 건설공사에 필요한 물자의 구매와 조달
- o 건설장비의 시운전, 건설사업관리, 그 밖에 대통령령으로 정하는 사항

□ 입력시기

- o 계약체결, 계약변경, 준공 후 **10일 이내**
- o 참여기술자 투입/철수 등 **용역실적정보 변경시 수시 입력**

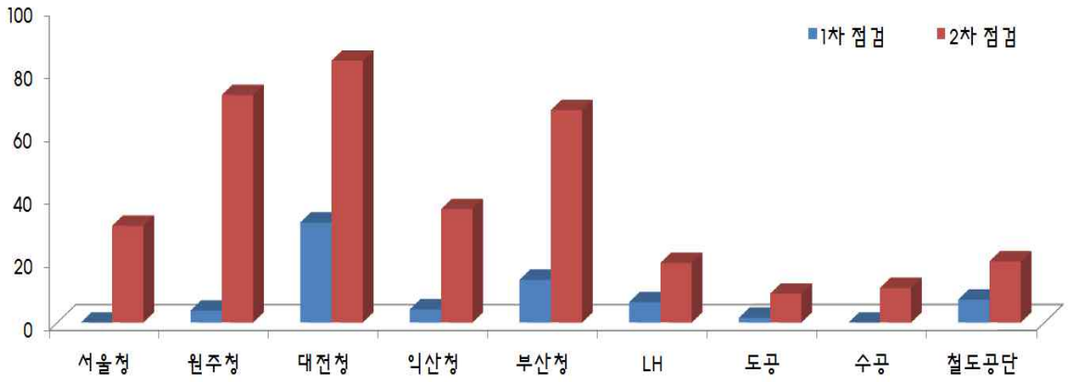
3 문 제 점

□ 문 제 점

o 통합관리 시스템 등록 이행실태 점검결과(국토부) 등록율 매우 저조

⇒ 국토교통부에서 등록율 향상을 위해 지속직인 관리 및 T/F회의(2회) 실시

※ 기관별 건설기술용역 통합관리 시스템 등록율 현황



구 분	합계	5개 국토청(국토사무소 포함)					산하			
		서울	원주	대전	익산	부산	LH	도공	수공	철도시설
1차('14. 11.)	8.4%	0%	3.8%	31.8%	4.2%	13.6%	6.5%	1.5%	0%	7.3%
2차('14. 12.)	34.7%	30.8%	72.4%	83.3%	36.1%	67.6%	19.0%	9.2%	11.0%	19.5%

※ 우리공사 건설기술용역 통합관리 시스템 등록율 세부현황

구 분	계약건수(A)	등록건수		업체신고율 (B/A, %)	발주부서 승인율 (C/B, %)	등록율 (C/A, %)
		업체신고(B)	승인완료(C)			
1차('14. 11.)	68건	15건	1건	22.1%	6.7%	1.5%
2차('14. 12.)	65건	19건	6건	29.2%	31.6%	9.2%

※ 등록율 저조 사유

o **(처리절차 불명확) 불명확한 처리절차에 따른 업무혼선**

- 3단계에 이르는 승인절차로 관련부서의 유기적인 연계 필요
- 업체신고율, 승인율 모두 50%미만으로 관련담당자의 업무인지 부족

o **(관리체계 부재) 담당자 부재, 담당부서 혼재 등 관리 어려움**

- 용역별 담당부서가 분산되어 총괄관리 어려움
- 실·처, 기관별 담당자 부재로 책임감 결여

4 도공 자체 운영방안

□ 시스템 업무처리절차 정립 및 단계별 담당부서 분류

구 분	확인사항	담당부서
① 계약체결의뢰	등록대상유무 명기(발주의견서), 등록의무화 명기(과업지시서)	사업부서
② 착 수	등록 및 승인여부 확인	사업(계약)부서
③ 선금신청	입력내용 승인여부 확인	사업부서
④ 계약변경	변경내용 등록 및 승인여부 확인	사업(계약)부서
⑤ 기술자 변경	변경내용 등록 및 승인여부 확인	사업부서
⑥ 준 공	입력내용 승인여부 확인	계약(사업)부서

① 사업부서 : **발주의견서, 과업지시서(붙임#1)에 시스템 등록대상여부 명기**
계약부서 : 시스템 **등록대상여부 확인, 현황관리**

② 사업부서 : 시스템 등록여부, **내용 확인 후 계약부서 인계**(계약체결 후 7일 이내)
계약부서 : 시스템 입력자료 확인 및 **최종승인**(사업부서 승인 후 3일 이내)

③ 사업부서 : 선금신청시 실적등록 **승인여부 확인 후 선금지급 진행**

④, ⑤ 사업부서 : 변경사항 등록여부, **내용 확인 후 계약부서 인계**(계약체결 후 7일 이내)
계약부서 : 변경사항 내용 확인 및 **최종승인**(사업부서 승인 후 3일 이내)

⑥ 사업부서 : 시스템 등록여부 **내용 확인 후 계약부서 인계**(계약체결 후 7일 이내)
계약부서 : 시스템 입력자료 확인 및 **최종승인**(사업부서 승인 후 3일 이내)

□ 시스템 관리체계 마련

o 설계처에서 총괄하고 본사 관련실·처, 본부(도로팀)별 담당자 지정운영

- 관련부서에서는 시스템담당자 지정 후 4.6(월)까지 설계처로 제출

o 분기별 통합관리 시스템 등록현황 모니터링 실시

- 매분기말 10일전까지 본사 관련실·처 및 지역본부 도로팀(사업부서)에서는 건설기술용역 계약현황을 총괄부서(설계처)로 제출

※ 건설처, 지역본부 도로팀은 관련 산하기관 현황(붙임#2)을 취합하여 제출

5 기타 조치사항

□ 관련부서에서는 건설기술용역 현황을 4.6(월)까지 등록 및 승인 완료

□ 향후 등록현황 수시 모니터링을 통해 문제점 분석 및 개선

붙 임 #1 : 발주의견서, 과업지시서 작성예시

[붙임 #1]

발주의견서, 과업지시서 작성예시

□ 발주의견서

*** 실시설계용역 발주의견서**

o ...

o 건설기술용역 통합관리 시스템 등록와 관련한 사항

- 건설기술진흥법 제30조에 따른 건설기술용역 통합관리 시스템(www.cems.kr) 등록 대상용역으로 총괄계약현황 관리대상
- 매분기말 10일전까지 계약현황을 총괄부서(설계처)에 제출

□ 과업지시서

*** 실시설계용역 일반과업지시서**

제14절 건설기술진흥법령의 준수

4. 건설기술용역 통합관리 시스템 입력

본 용역은 건설기술진흥법 제30조에 따른 건설기술용역 통합관리 시스템(www.cems.kr) 등록대상용역으로 계약체결, 계약변경, 준공 및 용역실적정보 변경시 10일 이내에 시스템 등록 후 우리공사의 승인을 받아야 한다.

1-2 설계행정 | 토질조사, 측량용역 발주방법 검토

설계처-1087
(2015.04.21)

1 검 토 배 경

□ "중소기업자간 경쟁제품"으로 지정되어 설계와 **분리발주중인 토질조사, 측량 용역이 도로 등 노선사업에서는 공동계약(분담이행)이 가능한 항목으로 인정**(중소기업청)됨에 따라

□ 설계, 토질조사, 측량 용역의 **효율적 관리 및 견실하고 기술력 있는 업체의 참여가 가능토록 발주방법을 검토코자함**

※ 중소기업자간 경쟁제품 ["별첨 1"]
- 관련근거 :「중소기업제품 구매촉진 및 판로지원에 관한 법률」 6조, 7조
- 경쟁제품 : 중소기업청장은 판로확대가 필요하다고 인정되는 제품을 지정하며, **중소기업자만을 대상으로 경쟁입찰** 하여야 함

※ "중소기업자간 경쟁제품(측량, 지질조사)의 공동계약 제한안내"
[중소기업청 공공구매판로과-2831(2014.07.28)]
중소기업자간 경쟁제품 '**지질조사연구서비스**와 '**측량용역**은 **노선사업(도로, 철도, 지하철)을 제외**하고는 공동계약을 허용하지 않음

2 추 진 경 위

□ 2009. 5. 21 「**중소기업제품 구매촉진 및 판로지원에 관한 법률**」 제정

□ 2011. 6. 21 **"지질조사 및 탐사업"** 중소기업자간 경쟁제도 이용협조 요청(중소기업청 ⇒ 도공, **2007년부터 경쟁제품으로 지정**)

□ 2012. 12. 27 **"측량"** 중소기업자간 경쟁제품 지정 공고

□ 2013. 9. **"토질조사"** 분리발주 시행(남이-천안)

□ 2014. 9. **"토질조사, 측량"** 분리발주 시행(포항-영덕, 파주-포천)

□ 2014. 7. 28 **중소기업자간 경쟁제품**(측량, 지질조사)의 공동계약 제한안내(중소기업청 ⇒ 도공, **도로 등 노선사업은 공동계약 가능**)

3 현 실태 및 문제점

□ 현 실태

○ **토질조사는 2013년, 측량은 2014년 발주 용역부터 분리발주 시행**

- 대상 : 남이-천안(3개), 포항-영덕(4개), 파주-포천(4개), 창녕-현풍(1개)

○ **노선사업**(도로, 철도, 지하철)을 시행하는 국토부 등 **대다수 공공기관에서 공동계약(분담이행) 방법**으로 시행하고 있음

※ 타기관 사례(토질조사, 측량 발주방식)

구 분	발주처	발주방식	평가방법	비고
도로	국토관리청	공동계약 (분담이행)	평가 미시행	토질조사 측량
	서울특별시 도시기반시설본부	공동계약 (분담이행)	〃	〃
철도	한국철도시설공단	분리발주	PQ평가	토질조사
지하철	서울특별시 도시기반시설본부	공동계약 (분담이행)	평가 미시행	토질조사 측량

※ 한국철도시설공단에서 측량은 설계용역에 포함하여 발주하고 있음

□ 문 제 점

○ **발주업무, 용역관리 등 행정업무 과다**

- 분리발주시 **노선별로 설계, 토질조사, 측량용역 각각 발주**
- 착·준공, 기성관리 등 **행정업무 3배 이상 증가**
  · 서류작성 오류, 누락 등으로 인한 행정업무 지연사례 빈번

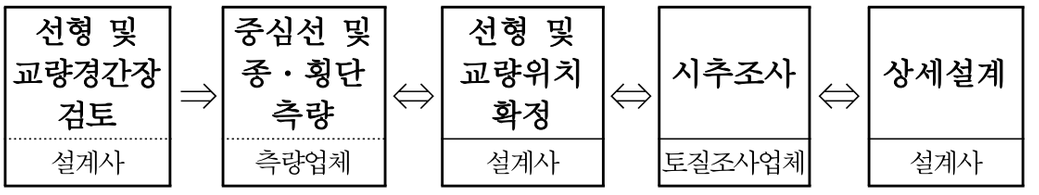
○ **민원, 관원 등 발생시 신속한 대응곤란**

- 토질조사, 측량 시행중 지역주민과 가장 많이 접촉되어 노선관련 민원 다수발생
- 민원인에게 잘못된 정보제공, 민·관원 사항의 발주처 또는 설계사에 전달 미흡사례 빈번

○ **설계 - 토질조사 - 측량 업체간 긴밀한 협업 및 피드백 곤란**

- 도로설계는 선형검토부터 토질조사, 측량 등 모든 업무가 연속적·유기적으로 진행되며, 설계과정중 수시 피드백이 필요함

※ 실시설계 진행절차



4 발주 및 평가방법 검토

□ 발주방법

구 분		당 초	검 토(안)
발주방법		분리발주	공동계약(분담이행)
개 요		설계, 토질조사, 측량용역 **각각 분리발주**	설계사, 토질조사 및 측량업체 **공동수급자로 참여**
공동수급체	구성	설계 5개 이내, 토질조사 2개 이내, 측량 1개	(설계 + 토질조사 + 측량) 5개 이내
	운영	설계, 토질조사 **각각 공동수급체(공동이행)** 구성	설계, 토질조사, 측량 **공동수급체(분담이행)** 구성 (구성원수 내에서 동일업무간 공동이행 수급체 구성가능)
특 징		○ PQ평가로 능력있는 업체선정 가능 ○ 발주 등 행정업무 과다 ○ 업체간 협업불리 ○ 관원, 민원 등 신속한 대응곤란	○ PQ평가로 능력있는 업체선정 가능 ○ 발주 등 행정업무 간소화 ○ 업체간 협업유리 ○ 측량분야 평가기준 수립필요
검토의견		○ **분리발주** 방법은 각 용역간 독립된 형태로 설계, 조사결과 **피드백이 어려워 설계오류 발생 가능성**이 높음 ○ **공동계약(분담이행)** 방법은 국토부 등 **대다수 공공기관에서 채택**하고 있으며, 업무효율 측면에서 유리한 **공동계약(분담이행)방법의 도입**이 필요함	

* 공동계약 구성원수 : 5개 이내(기획재정부 계약예규)

□ 공동계약(분담이행)시 평가방법

구 분	검토 1안	검토 2안
개 요	설계, 토질조사, 측량업체 **개별평가 시행**	**설계업체만 평가** (토질조사, 측량업체 평가 미시행)
평 가 방 법	○ **(PQ) 개별 평가 후 합산** - 설계, 토질 : 현행방식 평가 - 측량 : 新평가기준 마련 ○ **(TP) 현 기준으로 평가** - 현 평가항목에 조사(토질, 측량) 분야 추가하여 평가시행	○ **(PQ) 설계분야 평가시행** - 설계 : 현행방식 평가 - 토질, 측량 : 평가 미시행 ○ **(TP) 현 기준으로 평가** - 현 평가항목에 조사(토질, 측량) 분야 추가하여 평가시행
세 부 시 행 방 안	**<PQ 평가>** ○ **설계, 토질조사, 측량분야 개별 평가 후 점수합산** - 합산비율(예시) = 83 : 14 : 3 (실시설계 : 토질조사 : 측량) * 합산비율 : 분야별 설계금액 비율 (최근 분리발주 노선, “별첨 2”) * 용역발주시마다 실시설계, 토질조사, 측량 **설계금액을 감안하여 합산비율 조정** **<TP 평가>** ○ TP평가 항목 중 **“당해 사업과 연계한 조사의 적정성”** 에서 평가 - 현행 : **토질조사** 계획수립의 적정성 - 변경 : **토질조사 및 측량** 계획 수립의 적정성 (TP 평가기준 문구수정)	**<PQ 평가>** ○ **설계분야 평가점수만 고려** - 실시설계 : 100% - 토질, 측량 : 평가 미시행 **<TP 평가>** “좌 동”
검 토 의 견	○ 견실하고 기술력 있는 조사업체 선정을 위해서는 **PQ평가를 통한 기본적인 업무수행능력 확인**필요 ○ 토질, 측량분야 **별도 TP평가는 곤란**(건진법상 TP 평가대상 아님)하며, 별도로 **조사분야 TP평가 시행시 업체 부담가중** 예상 ○ 법적 기준 등을 고려 **PQ평가는 개별 평가 후 합산**하고 **TP평가는 기존 TP 항목에 조사분야**를 **추가**하여 평가를 시행하는 「**검토 1안**」 적용	

5 검토결과

□ 발주방법

○ **공동계약(분담이행) 방식**으로 실시설계, 토질조사, 측량용역 발주

- **공동수급체 구성원수 : 5개 이내**
- **분담이행비율 : 분야별(설계, 토질조사, 측량) 설계금액(직접경비) 기준으로 산정**
  - 직접경비 : 실시설계비, 토질조사비(시험비 포함), 측량비
- **공동수급체 운영**
  - 설계, 토질조사, 측량분야 공동으로 수급체 구성
  - 설계분야에 참여한 수급체는 **토질조사, 측량분야 참여불가**

○ 다만, 용역의 성격, 시급성, 규모 등을 종합적으로 고려하여 분리발주가 유리할 경우 발주방법 심의를 거쳐 분리발주 가능

□ 입찰방법 : 사업수행능력(PQ), 기술제안서(TP) 평가시행

발주 및 공고	⇨	사업수행 능력(PQ) 평가	⇨	기술제안서 (TP) 평가	⇨	적격심사	⇨	낙찰자 결정
주관부서 및 계약부서		주관부서		주관부서		계약부서 (종합평점 85점 이상)		계약부서

* 예정가격 이하 최저가격 입찰자 순으로 적격심사(낙찰하한율 : 84.995%)

□ 적용시기 : 본 방침 이후 발주하는 실시설계 용역부터 적용

□ 향후계획

○ 측량용역 PQ 평가기준 제정(안) 마련(4월)

○ 제정(안) 홈페이지 의견조회 및 검토(4월)

○ 설계자문위원회 심의 및 평가기준 제정(5월)

1-3 신기술(특허) 사용협약 개선

설계처-1248
(2015.05.08)

1 검토목적

신기술(특허) 사용과 관련하여 정부 입찰·계약 집행기준 개정, 공사 입찰방법 변경에 따른 낙찰률 상승 등을 감안하여 사용협약을 개선함으로써 **신기술(특허) 사용에 따른 분쟁을 예방하고 건설신기술 사용 활성화를** 도모하고자 함

2 관련기준

□ **정부입찰·계약 집행기준** (기획재정부 계약예규, 개정 2014.1.10)

구 분	내 용
제5조의2 (신기술 또는 특허공법이 요구되는 공사 적용기준)	- 신기술 등을 설계에 포함하고자 하는 경우에 설계반영 단계에서 입찰공고전에 **기술보유자와 기술사용협약을 체결**하여야 한다. - **하도급대금의 결정**은 하도급 부분에 해당하는 예정가격에 원도급 공사의 낙찰률 및 하도급 심사 비율을 곱한 금액과 동 금액에 기술사용료를 더한 금액의 범위 내에서 **낙찰자와 기술보유자 간 합의한 금액**으로 한다. - 기술사용협약에 따라 기술을 제공하거나 시공에 참여하는 경우 **기술사용료 지급은 "건설신기술 기술사용료 적용기준"을 적용** 한다.
[별지 제2호] 신기술(특허공법) 사용협약서<예시> 제14조(하도급 등)	- 하도급 받는 경우 하도급 부분에 해당하는 예정가격에 원도급 공사의 **낙찰률(낙찰률이 80% 미만인 경우에는 80%)** 및 하도급 심사 비율을 곱한 금액과 동 금액에 기술사용료를 더한 금액의 범위 내에서 낙찰자와 신기술업체 간 합의한 금액으로 하도급 대금을 정한다.

□ **예정가격 작성기준** (기획재정부 계약예규)

구 분	내 용
제19조 (경비)	- **특허권사용료**는 타인 소유의 특허권을 사용한 경우에 지급되는 사용료로서 그 사용비례에 따라 계산 - **기술료**는 해당 계약목적물을 시공하는데 직접 필요한 노하우(Know-how) 및 동 부대비용

□ 건설신기술 기술사용료 적용 등에 관한 기준 (국토교통부, 제정 2014.12.10)

○ 기술사용료 : 신기술공사비×요율× 낙찰률

공사비	1억원이하	2억원	5억원	10억원	20억원	50억원	100억원	100억원초과
요율(%)	8.5	8.3	8.0	7.5	6.8	6.0	5.0	3.5

※ 신기술공사비 : 시공에 직접적으로 소요되는 인건비, 재료비, 기계경비의 합산
※ 공사비 중간시 직선보간법, 낙찰률은 80% 미만시 80%, 이상시 해당 낙찰률 적용

□ 신기술(특허) 협약관련 방침 (설계처, 2013.8)

구 분	내 용
하도급 협약률	- 설계내역서의 **설계금액(제잡비 포함)에 63% 곱한 금액을 기준으로** 낙찰자와 신기술업체가 계약 체결 **※ 상호 합의시 협약율 이상으로 조정 가능**

3 적용현황

□ 공사 입찰방법별 낙찰률 현황

구 분	기술제안입찰	종합심사제	최저가 입찰	비 고
노 선	밀양울산	대구순환	밀양울산, 대구순환	최근 2년간 발주공사 대상
표 본 수	1	1	14	
낙찰률 평균(%)	84.33	79.97	73.58	

⇒ 향후 기술제안입찰, 종합심사제는 2015년 발주노선부터 확대시행 예정
(아산천안, 창녕밀양, 광주순환, 포항영덕 등)

□ 타기관 협약률 적용현황

서울시, 수자원 및 LH공사	철도시설공단
- 개정된 정부 입찰·계약 집행기준 적용	- 상호간 원만한 협의 - 협의 불가시 설계금액의 74±3% 범위내 조정

□ 건설중 노선 하도급률 현황

구 분	하도급률 평균		하도급률 분포		비 고
	원도급 대비	설계가 대비	원도급 대비	설계가 대비	
신기술(특허)	88.8	65.8	49～207	41～103	7개노선, 49개공구 176건 조사표본

※ 2008年 조사 평균 하도급률(63%)을 다소 상회하는 결과를 보임

4 문제점

□ 신기술(특허)의 하도급률이 **정부 입찰·계약 집행기준과 상이**

○ 하도급 협약률 기준 현황

우 리 공 사	정부 입찰·계약 집행기준
설계금액(제잡비 포함)에 63% 곱한 금액을 기준으로 낙찰자와 신기술 업체가 계약 체결	예정가격 × 원도급 낙찰률 × 하도급 심사비율(82%) ～ 예정가격 × 원도급 낙찰률 × 하도급 심사비율(82%) + *기술사용료 **금액의 범위 내에서** 낙찰자와 기술 보유자 간 합의한 금액으로 체결

○ 입찰 방법별 하도급률 현황 (원도급 낙찰률에 따라 가변, 단위 : %)

구 분	기술제안입찰	종합심사제	최저가 입찰	비 고
우리공사	63			신기술 공사비 50억원시
정부 입찰·계약 집행기준	69.1~72.7 ［증) 6.1~9.7］	65.6~69.0 ［증) 2.6~6.0］	65.6~69.0 ［증) 2.6~6.0］	
※ 낙찰률 평균	84.33	79.97	73.58	

□ **기술제안입찰, 대안입찰시 신기술(특허) 변경에 따른 민원 우려**

○ 신기술(특허) 사용협약이 시공기회 부여 의미로 인식

○ 사용협약서에 기술제안입찰에 따른 설계변경 조건 부재

5 개선방안

□ 신기술(특허) 하도급 협약률을 개정된 정부 계약예규 기준 적용

○ 신기술(특허) 하도급 협약률 기준

구 분	당 초	개 선
하도급 협약률	- 설계금액(제잡비 포함)에 63% 곱한 금액을 기준	- 설계가격 × 낙찰률 × 하도급 심사비율(82%) ~ 설계가격 × 낙찰률 × 하도급 심사비율(82%) + 기술사용료(3.5~8.5%) 금액의 범위 - 낙찰률이 80% 미만인 경우에는 80% 적용

○ 입찰 방법별 하도급률 현황 (신기술 공사비 50억원, 기술사용료 6.0% 적용시)

구 분	기술제안입찰	종합심사제	최저가 입찰
하도급 협약률	69.1~72.7 〔증) 6.1~9.7〕	65.6~69.0 〔증) 2.6~6.0〕	65.6~69.0 〔증) 2.6~6.0〕

⇒ 기술제안입찰시 평균 7.9%, 종합심사제 및 최저가 입찰시 평균 4.3% 증가예상

□ 기술제안입찰, 대안입찰 시행시 설계변경이 가능토록 사용협약서 변경

구 분	당 초	개 선
사용협약서 제8조 (설계변경 등)	다음 각 호의 하나에 해당하는 경우 타공법으로 설계변경을 할 수 있으며 1. .... . 5.	다음 각 호의 하나에 해당하는 경우 타공법으로 설계변경을 할 수 있으며 1. .... . **6. 실시설계 기술제안입찰, 대안입찰 시행로 인하여 공법(형식) 변경이 수반되는 경우**

6 적용방안

□ 설계중인 노선, 설계완료 후 사용협약 미체결 노선 : 본 방침 적용

별　　첨 : 1. 신기술(특허) 사용 협약서(예시)

2. 신기술(특허) 하도급 협약률 현황(예시)

별 첨 1 신기술[특허] 사용 협약서 [예시]

신기술(특허) 사용 협약서(안)

o 신기술(특허)명 :
- 신기술(특허) 번호 :

o 발주자 :
- 신기술(특허) 적용 공사명 :

o 신기술(특허) 보유자 :

제1조 (목적)
이 협약은 00~00간 건설공사에 대하여 발주자와 신기술(특허)보유자, **신기술(특허) 실시권자**(이하 신기술업체)는 위 신기술(특허)을 위 공사의 낙찰자가 위 공사에 사용할 수 있도록 사용협약을 체결함을 목적으로 한다.

제2조 (원수급자의 기술사용)
이 협약에 따라 신기술업체는 위 공사의 낙찰자와 기술사용 세부협약을 체결하여 발주자와 낙찰자간의 계약체결 및 이행에 차질이 없도록 한다.

제3조 (기간)
이 협약의 적용기간은 신기술(특허) 보호기간까지로 한다.

제4조 (사용범위)
① 위 공사중 신기술(특허)이 사용되는 범위는 붙임 설계내역서에 의한다.
② 제①항에 의한 신기술(특허)이 사용되는 범위에 대하여 이견이 있는 경우에는 발주자의 해석 및 판단에 따른다.

제5조 (기술사용료 등)
① 제4조의 규정에 따른 신기술(특허)이 사용되는 공사범위에 대한 기술사용료로 신기술업체는 붙임 설계내역서의 직접공사비에 O%(제잡비 미계상, 부가가치세 계상)를 반영하는 것에 동의 한다.

② 신기술업체는 제1항에 따라 계상된 기술사용료를 공정율에 따라 분할하여 낙찰자로부터 지급받고 신기술업체가 보유한 기술적 노하우를 낙찰자에게 제공하여 공사품질이 확보되도록 최선을 다하여야 한다.

③ 신기술(특허) 보호기간이 만료된 경우 기술사용료는 지급하지 아니하며, 신기술업체는 동 기술과 관련 특허소유에 따른 어떠한 권리도 발주자와 낙찰자에게 요구할 수 없다. 단, 신기술 보호기간 이전에 낙찰자와 공사계약을 체결한 경우 신기술 보호기간이 만료되어도 기술사용료는 지급한다.

제6조 (하도급 등)

① 제4조에 따른 신기술(특허)이 사용되는 공사의 전부 또는 일부가 기술보유자의 기술적 노하우를 사용하지 않거나 기술보유자가 보유한 특별한 장비 등을 사용하지 않으면 시공 및 품질확보가 불가능한 경우에는 신기술업체는 낙찰자와 해당부분에 대하여 하도급 계약을 체결하여 시공에 참여하여야 한다.

② 제1항의 규정에 따라 **신기술업체는 낙찰자로부터 하도급을 받는 경우 하도급 부분에 해당하는 설계가격에 원도급 공사의 낙찰률(낙찰률이 80% 미만인 경우에는 80%) 및 하도급 심사 비율을 곱한 금액과 동 금액에 기술사용료를 더한 금액의 범위 내에서 낙찰자와 신기술업체 간 합의한 금액으로 계약을 체결하되, 상호 합의시 상기 범위 이상으로 조정 할 수 있다.**

③ **제2항에 따라 하도급을 하는 부분에 해당하는 기술사용료를 지급하지 않으며 동 기술사용료는 설계변경으로 감액한다.**

제7조 (세부사용협약 체결 등)

① 제2조에 의거 낙찰자가 신기술(특허)공법을 사용하기 위해 신기술업체는 다음 각 호의 사항을 세부사용 협약시 확약 하여야 한다.

1. 직접시공의 경우 직접시공 확약
2. 통상실시권 등 제3자가 시공할 경우 당해 시공자의 유사 시공실적 및 신기술업체의 기술지원 확약

② 입찰공고문에 의거하여 해당 신기술(특허)공사 착수전 제출된 세부협약서는 제1항의 각호와 세부공사의 범위, 협약율, 물가변동율 반영 등의 내용을 포함하며 발주자(공사시행부서)의 확인을 받아야 한다

제8조 (설계변경 등)

위 공사에 포함된 신기술(특허)과 관련하여 다음 각 호의 하나에 해당하는 경우 발주자는 공정하고 투명한 절차를 통해 타공법으로 설계변경을 할 수 있으며, 이에 대하여 신기술업체는 이의를 제기하지 아니한다.

1. 신기술업체의 귀책으로 세부협약이 체결되지 않은 경우
2. 신기술업체가 6조②항을 위반하여 낙찰자에게 과도한 하도급 계약체결을 요구 할 경우
3. 신기술업체가 7조①항 위반하여 의무를 다하지 않을 경우
4. 발주자가 공사비 절감, 공기단축 등 합리적 사유 발생으로 다른 기술, 공법으로 변경 할 필요가 있는 경우
5. 신기술업체가 계약상의 권리나 의무를 다하지 못하여 계약이행에 차질을 빚거나, 공사품질 확보에 지장을 초래하는 경우
6. **실시설계 기술제안입찰, 대안입찰 시행으로 인하여 공법(형식)의 변경이 수반되는 경우**

제9조 (특약)

① 공사 시행중 신기술업체(전용 및 통상실시권자 포함) 내부사정으로 부도, 타절, 법적소송 등 공사중지 발생시 발주자 또는 발주자가 지정하는 업체가 통상실시권을 승계한다

② ①항에 의거하여 공사를 진행할 경우 신기술업체에게 5조②에 따라 기술사용료를 지불한다

붙　　임 : 설계내역서 1부.

년　　월　　일

"발주자"　　한국도로공사 사장 (인)

"신기술업체"　신기술(특허)보유자 (인)

"신기술업체" 전용(통상)실시권자 (인)　(필요시 작성)

설계·건설·유지관리 선순환 구조의 신기술(특허) 사후검증 평가 시스템 구축

설계처-1577 (2015.06.05)

1 검 토 배 경

□ 최근 **신기술(특허) 공법**이 건설 및 유지관리 단계에서 **형식변경**(민원), **시공 및 유지관리 애로사항** 등의 **문제점**이 **발생**하고 있어,

□ 신기술(특허)의 **정보축적 및 공유, 현장 적용성 강화**를 통한 **우수한 공법의 설계적용 촉진**을 위하여 **설계·건설·유지관리 선순환 구조**의 **사후검증 평가 시스템**을 구축하고자 함

※ 최근 6년간 시공성, 유지관리, 민원 등으로 교량형식 34건이 건설중 변경

2 관 련 기 준

□ 건설신기술 기술사용료 적용 등에 관한 기준 (국토교통부 훈령)

구 분	내 용
제13조 (**신기술**의 사후관리 등)	- **신기술**을 적용하여 **준공한 때** 및 하자가 발생하여 **하자보수** 공사를 시행하여 **준공한 때**에는 준공일부터 1개월 이내에 **사후평가서를 작성**하고 이를 **국토교통부장관에게 제출**

□ 신기술 등 설계도서 작성 및 적용절차 검토 (설계처, 2010)

구 분	내 용
특정공법 검증	- 현장여건의 변동이 있거나 특정공법 개발자가 공법 제공을 거부하는 등의 **설계변경이 필요한 경우 설계자문위원회의 재심의를 받아 설계변경** - **건설 및 유지관리단계**에서 **매년 사후검증**을 실시하여 **설계 피드백**

3 신기술(특허) 적용현황

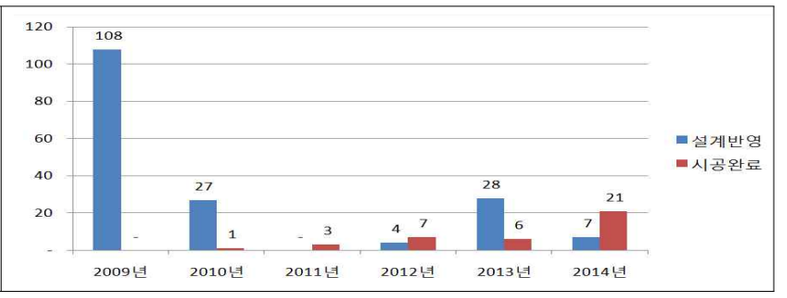
최근 6년간 신기술 102건, 특허 72건 설계

○ (신기술) IPC 거더, DR 거더, SB ARCH 거더, PSC-e 빔, SEG 빔, LB-데크, 선지보 네일, FRP 사면보강, LMC 교면포장 등
⇒ 교량형식 10종(53%), 교면포장 등 기타 9종(47%)

○ (특 허) EX-거더, Nouduler 거더, PCT 거더, 변단면 PSC 빔, 강가로보, 강관보강 자동화그라우팅, 다이아몬드 그라인딩 등
⇒ 교량형식 20종(74%), 강가로보 등 기타 7종(26%)

□ 최근 6년간 설계 /시공 현황

○ 설 계 : 174건
○ 시공완료 : 38건
○ 시 공 중 : 88건
○ 미 착 수 : 48건



□ 최근 6년간 교량형식 설계변경 현황

○ 전체현황

연도 / 건수	2009	2010	2011	2012	2013	2014
34건	1	2	9	13	4	5

○ 변경사유

사유 / 건수	시공 및 유지관리 VE	민원	시공포기	기술제안	기타
34건	23	6	1	2	2

※ **(시공 및 유지관리 VE)** 무바닥 콘크리트 아치교, PCT 등 **(시공포기)** UCB

4 사후관리 운영현황

□ 신기술 사후관리 (국토교통부 훈령 제13조)

○ 사후관리 절차

발 주 청	▪ 신기술정보마당(http://ct.kaia.re.kr)에서 사후평가서 입력 ▪ 발주청 내부 결재권자의 확인을 받아 온라인 제출 ※ 우리공사 : 도로교통연구원 주관
↓	
국토교통부 (기술정책과)	▪ 사후평가서 확인 및 승인
↓	
국토교통 **과학기술진흥원**	▪ 사후평가서를 신기술정보마당에 축적 관리하여 국민들에게 공개

○ 사후평가

- 시　　기 : 해당공종 준공 및 하자 보수공사 준공 후 1개월 이내
- 평가항목 : 공사비 절감, 공기단축, 시공성, 품질향상 등 7개항목
- 의견작성 : 신기술 활용에 대한 의견, 문제점 및 요구사항 작성
- 평 가 자 : (발주청 감독) 공사관리관, (감리) 책임건설사업관리기술자

□ 특정공법 사후검증 (기관별 자체기준)

구 분	우리공사	LH공사	철도시설공단
대 상	신기술 및 특허		
시 기	· 매년 건설 및 유지관리단계	· 준공 후 1년이내	· 해당공종 완료 후 20일이내
항 목	· 내구성, 시공성, 경제성에 대한 의견 및 문제점, 개선 필요사항	· 공사비 절감, 품질 등 6개항목 배점평가 · 하자발생 여부 및 개선 요구사항	· 품질, 보급 활용성 등 3개항목 배점평가 · 하자발생 여부 및 개선 요구사항
평가자	· 설계처 공종 담당자	· 공사관리관	· 공사시행부서
활 용	-	· **전산시스템 구축** 및 설계 · 관련부서에 통보하여 **설계 및 시공시 활용**	

5 문 제 점

□ 신기술(특허)의 설계/건설/유지관리 정보공유 시스템 부재

○ 국토교통과학기술진흥원에서 신기술정보마당(http://ct.kaia.re.kr)을 통하여 신기술에 대한 사후평가서를 국민들에게 정보 공개하고 있으나,

○ 신기술에 대하여 한정적이고, 건설에 대한 평가로 유지관리단계에 대한 문제점, 민원 등에 대한 정보공유 미흡

□ 신기술(특허) 사후검증 평가 미시행

○ 2010년부터 특정공법 사후검증 제도를 매년 시행토록 하였으나, 신기술(특허) 등 특정공법의 시공실적이 적었고, ('10년부터 4년간 : 17건)

○ 사후검증 항목이 단순하여 설계 피드백 활용이 미흡하고, 설계처 공종별 담당자가 검증자로 주관적 평가

□ 건설/유지관리를 고려한 설계 피드백 미흡

○ **건설단계**에서는 교량형식 변경요구 민원, 시공 및 유지관리 VE, 시공 애로사항, 신기술 업체 시공포기 등으로 설계변경

○ **유지관리단계**에서는 잦은 하자발생, 하자보수 곤란 등 안전성의 문제발생에 대한 **설계 피드백 미흡**

설계・건설・유지관리 선순환 구조의

신기술(특허) 사후검증 평가 시스템 구축 필요

6 개 선 방 안

신기술(특허) 정보공유 시스템 마련

□ hi-설계 포털에 신기술(특허) 활용실적 관리 시스템 구축

단 계	내 용
설 계	· 설계부서에서 신기술(특허) 사용협약 후 현황 입력 (사용협약서 사본 포함)
건 설	· 공사시행부서에서 신기술(특허) 하도급 계약/변경 후 현황 입력 ※ 설계변경으로 신기술(특허) 공법 적용시 현황 입력
유지관리	· 하자시행부서에서 하자 발생시 하자보수 완료후 현황 입력
검 증	· 설계부서에서 신기술(특허) 사후검증 평가 후 현황 입력

□ 설계-건설-유지관리 부서 소통체계 구축

○ 소통체계

건설, 유지관리부서		설 계 부 서
건설 및 유지관리중 문제점 발생시 즉시 설계부서로 통보	↔	문제점의 사안에 따른 조치계획 수립

개선대책(설계 · 건설 · 유지관리부서 합동) **강구 또는 설계반영 제외**

신기술(특허) 사후검증 체계구축

□ 신기술(특허) 건설 및 유지관리 현장 합동점검

○ **(시 기)** 2015년 6월중 (향후 필요시 시행)

○ **(대 상)** 건설 및 유지관리중인 신기술 및 특허공법 (전공종)

※ 단, 가설공법 등 매립되거나 공사 준공 후 실체가 없어지는 공법은 제외

○ **(점검자)**

- 점검반장 : 설계처 설계계획팀장
- 점검반원 : 설계처, 건설처, 도로처, 재난안전처, 도로교통연구원 담당자 및 외부 전문가

○ **(방 법)** 현장점검 및 사후검증 평가서에 의한 시행

○ **(사후검증 평가서)** 신기술(특허) **공법**과 **업체**에 **대한 평가**를 반영하고, 「**건설**」과 「**유지관리**」로 구분하여 작성

※ 별첨 #3 신기술(특허) 사후검증 평가서(건설, 유지관리) 참조

□ 신기술(특허) 사후검증 평가 정례화 (매년)

○ **(시 기)**

- **건 설** : 해당공종 완료 후 1년 이내
- **유지관리** : 공용 후 1년 이내 및 하자담보 책임기간 만료 1년 전·후

※ 매년 5월말 기준 평가대상을 확정하고 6월중 평가

○ **(대 상)** 고속도로에 적용된 신기술 및 특허공법 (전공종)

○ **(평가자)**

- **건 설** : 설계처 공종 담당자, 외부전문가, 공사 감독원
- **유지관리** : 설계처 공종 담당자, 외부전문가, 지사 유지관리 담당자

※ 외부전문가에게는 평가에 소요되는 수당 및 여비 지급

○ **(방 법)** 현장점검 및 사후검증 평가서에 의한 시행

※ 국토교통부 훈령 제13조에 의한 신기술 사후관리는 현행대로 도로교통기술원에서 주관 시행

신기술(특허) 설계 피드백

□ 설계, 건설, 유지관리부서에서 신기술(특허) **공법 도입시** hi-설계 **포털** 신기술(특허) **사후검증 평가이력을 검색하여 참고자료로 활용**

□ 신기술(특허) 사후검증 평가결과 **우수한 신기술(특허) 설계적용 촉진**

- ○ **우수업체(2~3개)**에 대하여는 우리공사 창립기념일 **사장 표창**
- ○ 평가점수 **80점**(기존기술 수준) **이하**의 신기술(특허) **설계 지양**

□ 건설 및 유지관리시 사고, 하자, 민원 등으로 **공사 이미지 훼손, 업무지장을 초래한 경우 신기술(특허) 적용 제외**

7 적용방안 및 향후 추진계획

□ 적용방안

- ○ 2009년 이후 설계 적용된 신기술(특허)부터 본방침 적용

□ 향후 추진계획

- ○ **(설계처)** 2015년 신기술(특허) 건설 및 유지관리 **현장 합동점검 세부계획 수립** ('15. 6월)
- ○ **(점검부서)** 건설 및 유지관리 **현장 합동점검** ('15. 6월)
- ○ **(정보처)** hi-설계 **포털 신기술(특허) 활용실적 관리 시스템 구축** ('15. 9월)

별 첨 : 1. 신기술(특허) 설계 및 시공현황
2. 신기술(특허) 설계변경 현황
3. 신기술 사후평가서(시공중, 유지관리시)
4. 신기술(특허) 사후관리 흐름도
5. 신기술(특허) 활용실적 입력양식
6. 신기술(특허) 평가팀 구성·운영방안

[붙임 #4]

신기술(특허) 사후관리 흐름도

① 신기술(특허) 사용협약	▪ 공사 입찰공고전에 기술보유자와 기술사용 협약 체결
② 신기술(특허) 사용협약 결과 hi-설계 시스템 입력	▪ 신기술(특허) 사용협약 체결 후 1개월 이내 현황 및 사용협약서 사본 등록
③ 신기술(특허) 활용실적 hi-설계 시스템 입력	▪ 공사시행부서에서 신기술(특허) 하도급 계약 체결후 1개월 이내
④ 시공중 신기술(특허) 사후평가	▪ 해당공종 시공완료 후 1년이내
⑤ 시공중 사후평가 결과 hi-설계 시스템 입력	▪ 준공 후 신기술(특허) 사후평가 시행후 1개월 이내
⑥ 유지관리시 신기술(특허) 사후평가	▪ 공용 후 1년이내 ▪ 하자담보 책임기간 만료 1년 전・후
⑦ 유지관리시 사후평가 결과 hi-설계 시스템 입력	▪ 유지관리시 신기술(특허) 사후평가 시행후 1개월 이내
⑧ 사후평가 결과 활용	▪ 설계 및 공사시행부서에서 신기술(특허) 적용전 반드시 사후평가 이력자료를 조회하여 참고자료로 활용
※ 신기술(특허) 공법 합동점검 (필요시)	▪ 설계처, 건설처, 재난안전처, 도로교통연구원, 외부전문가 합동

※ 매년 9월말 기준 공정진도, 공용년수 등을 파악하여 평가대상을 확정하고 10월중 평가

견적단가 설계 적용방안 검토

설계처-2028 (2015.07.21)

1 검 토 목 적

제값주고 제값받는 공정한 건설문화 정착을 위하여 견적단가의 최저가격 설계적용에 대한 관련기준, 거래실례가격 등의 검토를 통하여 **합리적인 견적단가 설계 적용방안을 마련**하고자 함

2 관 련 기 준

□ 우리공사 (설계처-1731, 2010. 4)

▫ 품질기준을 만족하는 **유사공법을 3개이상 조사 후 최저단가 적용**

□ 국가를 당사자로 하는 계약에 관한 법률 시행령

▫ **제9조** (예정가격의 결정기준)

1. 거래실례가격 (조달청 조사가격, 전문 가격조사기관 조사가격)
2. 원가계산에 의한 가격
3. 표준시장단가
4. 1호내지 3호에 의할수 없는 경우 감정 또는 **견적가격**

□ 예정가격 작성기준 (기획재정부 계약예규)

▫ **제2조** (계약담당 공무원 주의사항)

· 예정가격 작성시 기준가격 및 비용 등을 **부당하게 감액하거나 과잉계상 되지 않도록 하여야** 함

▫ **[별첨] 표준가격 조사요령 제7조** (공표가격의 결정)

· 조사기관이 조사하여 공표할 가격은 **최빈치 가격으로 한다.** 다만 없을 경우에는 **거래비중을 고려한 가중 평균가격**으로 할 수 있다.

□ 조달청 질의회신 (2015. 6)

▫ 거래실례가격을 업체로부터 견적을 받는 방법으로 예정가격을 결정하고자 한다면 조사가격 중 **최빈치 가격 적용**

▫ 최빈치 가격이 없을 경우 **거래비중을 고려한 가중 평균가격 적용**

▫ 소액수의 견적 제출의 경우는 최저가격을 적용하나,
예정가격 산정시는 반드시 최저가격으로 하는 것이 아님

3 현 실 태

□ 적용현황 〔26개 공법/자재〕

구 분	견적단가 적용내용
공 법 (16)	비개착 암거, 말뚝 두부보강, 터널 폐수처리시설, 가교, 가벤트, 깍기부 보강옹벽, 퇴적물 방지시설, 가압식 네일, 관정개발, 염수분사장치, 크레인 임대료, 시험발파, 자분탐상・초음파 탐상 검사, 말뚝재하시험, 계측관리, 인・허가 서류 작성
자 재 (10)	지진격리받침, 탄성받침, 신축이음장치, 보강토 옹벽, 세골재, 방음벽, 레미콘, 복합말뚝, 교량 점검시설, 교량 배수시설 등

□ 적용비용 〔공사비의 9.5%, 117억원/공구〕

공 사 비	견적단가	비 율	비 고
1,220억원	117억원	9.5%	예) 광주순환 1공구

※ 견적단가 : 설계사에서 2~3개업체 견적 조사하여 최저단가 적용

□ 하도급율 〔하도급 심사비율(82%) 이상이 76%〕

구 분	계	82%미만	82~90%	90~100%	100% 이상
건 수	133	32	11	24	66
비율(%)	100	24	8	18	50

※ 언양영천 등 5개 사업단, 17개 공구 조사

4 문제점 및 개선방향

□ 견적단가의 최저가격 적용, 설계사 조사 등으로 **노선별 견적단가 및 거래실례가격과 상이**

○ 노선별 견적가격 사례

구 분	규 격	'14년 ○○노선	'14년 △△노선	'14년 □□노선
00받침(일방향)	1,350KN(h=150)	2,142,000	2,034,000	2,060,000

○ 거래실례가격 사례

구 분	단위	견적가격(설계)	거래실례가격(하도급)	비 율
00개발	식	27,050,000원	28,000,000원	103.5%
00처리시설	식	33,603,959원	42,000,000원	124.9%
0 0 0	㎡	395,000원	220,000원	55.6%

√ 적정가격 반영을 위한 견적단가의 조사 및 적용방안 개선 필요

□ 공법(자재) 특성 등의 **견적조건을 고려한 견적단가 조사 미흡**

○ 견적조건의 명확한 제시 불충분으로 적정가격 반영 미흡

- 설계견적 여부, 도착/상차도, 공법(자재) 사용지역, 설치비 별도/포함
- 부속자재 포함여부, 부가세 포함여부, 명확한 수량·단위·규격 등

○ 지역(공사지역 거래가격), 지질·지형(장비진입, 작업여건) 등 고려 미흡

※ 공사지역 거래가격 미사용 사례

구 분	규 격	공사지역	견적업체 소재지
크레인	400톤 이상	광주	서울
세골재	-	밀양	상주

√ 여건을 고려한 견적가격 조사를 위하여 표준견적서(안) 마련

5 개 선 방 안

▫ 기획재정부 및 조달청 기준의 **최빈치/가중평균 견적단가 적용**
▫ 표준견적서 마련 및 설계처의 조사를 통한 견적단가 적용

□ 설계 견적단가 적용방안

○ **(최빈치 가격)** 가격차 大, 거래량 小 **(평균가격)** 가격차 大·小, 거래량 小
(가중평균가격) 가격차 大·小, 거래량 大

○ 세부 적용방안

구 분	적 용 방 안	공 법 / 자 재
최빈치 가 격	▫ 가격차이가 크고 거래량이 작은 공법/자재	지진격리받침, 보강토 옹벽, 방음벽 (3개)
가중평균 가 격	▫ 거래량이 많은 공법/자재	탄성받침, 신축이음장치, 복합말뚝 (3개)
평 균 가 격	▫ 지역·지형 등 현장여건을 고려하여야 하는 공법/자재 ▫ 최빈치/가중평균 가격 적용이 곤란한 공종	깎기부 보강옹벽, 가압식네일링 폐수처리시설, 가교, 가벤트, 비개착 암거 등 (20개)

□ 견적가격 조사방법

○ 표준 견적서를 활용하여 설계처 조사를 통한 견적단가 적용

○ 조사방법

구 분	대 상	조사자	시 기
정기조사	최빈치 가격 가중평균가격	설계처 원가담당	반기 1회 : 매년 6월, 12월 조사 후 다음월 hi-설계 게시
노선설계시 조 사	평균가격	노선설계 담당	상세설계시

※ 별첨 # 2. 표준 견적서(안)

6 적용방안

□ 설계중 노선 : 본 기준 적용

□ 건설중 노선 : 설계변경시 정기조사 가격 활용

별 첨 : 1. 공법/자재별 설계 견적단가 적용현황
2. 표준 견적서(안)
3. 견적단가 적용사례

별 첨 1 공법/자재별 설계 견적단가 적용현황

구 분	공 법 / 자 재
최빈치 가격	지진격리받침, 보강토 옹벽, 방음벽 (3개)
가중평균 가격	탄성받침, 신축이음장치, 복합말뚝 (3개)
평균 가격	깎기부 보강옹벽, 가압식네일링, 가교, 가벤트, 비개착 암거, 터널 폐수처리시설, 말뚝두부보강, 교량 점검시설, 교량 배수시설, 퇴적물 방지시설, 세골재, 레미콘, 크레인 임대료, 염수분사장치, 말뚝재하시험, 시험발파, 자분탐상·초음파 탐상검사, 계측관리, 관정개발, 인·허가 서류 작성 (20개)

1-6 교통 안전을 고려한 심사강화 방안

설계행정

기술심사처-2366 (2015.10.15)

1 추진배경

□ 교통사고 발생건수는 감소추세에 있으나 사망 등 **인명피해 사고**는 **선진국**에 비해 **높게 발생**하고 있어,

※ 2012년 2,600건(사망343명), 2013년 2,496건(사망264명), 2015년 2,395건(사망253명)

□ **교통사고 발생현황** 및 **도로안전진단 등 개선·권고사례**를 토대로 교통사고 잦은 지점을 집중분석하여,

□ 설계심의, 설계VE[1] 등 **심사단계**에서 **교통사고**를 **예방**할 수 있는 강화방안을 마련코자 함

※ 2015년 국민행복 新 100約 과제 선포 (졸음사고 제로 및 국민안전 등)

2 현실태

□ **(설계) 최소 기준 적용률이 높음**

o 규정속도를 초과하는 과속운전 등 운전자 주행특성을 반영한 설계기준 마련에 어려움

□ **(지침) 계획단계시 교통안전을 고려한 검토 미흡**

o (국내) 교통사고 감소를 위한 여러 연구가 있었으나 사고잦은 지역의 단일요소 위주의 기준 개선

o (미국) 고속도로 안전매뉴얼(Hihgway Safety Manual)을 작성하여 계획, 설계, 건설 및 운영까지 교통안전을 고려함

1) VE(Value Engineering) : 최소의 생애주기비용으로 시설물의 필요한 기능을 확보하기 위하여 설계내용에 대한 경제성 및 현장 적용의 타당성을 기능별, 대안별로 검토하는 것

3 사고 잦은 지역 분석

1. 분석자료

구 분	분석자료
교 통 사 고 현 황	◦ 2007년 ~ 2014년(8년간) - 19,872건 ◦ 1km내 3건/연 이상 사고 발생 지역 273개소
사 례 및 논 문	◦ 고속도로 건설공사 사후평가 ◦ 도로 안전진단(RSA) ◦ 심사(노선자문 및 설계의 경제성 검토) 사례 등 ◦ (논문)안전측면의 도로선형 설계 일관성 평가기준 등 다수

(단위:건수)

※ 교통사고 현황

전체	사고등급[2]			사고원인			
	A급	B급	C급	과속	졸음	주시태만	기타
19,872	80	2,316	17,476	4,359	4,214	4,132	7,167

2. 실무 및 자문위원회 운영

□ 실무위원 : 교통사고-기하구조 상관관계분석 및 권고 기준 도출 (현업 설계 실무자 2인)

□ 자문위원 - 심사강화 내용 적정성 및 추가 검토사항 자문 (교통・도로분야 내・외부 전문가 5인)

2) A급 : 사망 3명이상, 부상 20명이상, B급 : 사망 1명이상, 부상 5명이상, C급 : 부상1명이상

3. 분석결과

본 선

☞ 도로의 이중굽은도로 및 내리막도로에서 **노면 빗길**로 인한 **마찰력 저하**로 미끄러지는 사고 다수발생 등

- 사고 잦은 지역 사고중 **이중 굽은도로**에서 교통사고 비율 높음(54%)
- 기상환경에서 **흐리고 비오는 날** 교통사고 비율 높음(66%)

평면선형		사고건수	비율(%)	기상 사고건수				
				맑음	비	흐림	눈	안개
계		331	100	107	168	47	7	2
이중굽은도로	내리막	110	61.1	28	70(64%)	12(10%)	-	-
	오르막	67	37.2	29(54%)	28(44%)	9(13%)	1	-
	평 탄	3	1.7	3	-	-	-	-
	소계	180	54.3	60(33%)	98(54%)	21(12%)	1(1%)	
직선+굽은도로 등		151	45.7	47	70	26	6	2

나들목

☞ 본선에서 나가는곳의 **굽은도로 정도**가 심한 구간에 운전자 정보 전달 부족으로 주행속도가 높아 사고 다수 발생 등

- 나들목 구간 사고분석에서 **연결로 구간내**에서 교통사고 비율 높음(91%)
- 사고유형중 **과속**에 의한 교통사고 비율 높음(43%)
- **루프 및 유출부 연결로**에서 교통사고 비율 높음(65%)

구 분	사고건수	비율(%)
계	2,227	100.0
연결로 구 간	2,022	90.8
진 출 입 부	205	9.2

사고유형	사고건수	비 율(%)
계	2,227	100.0
졸음	323	14.5
과속	946	42.5
핸들과대	261	11.7
주시태만	317	14.2
기타	380	17.0

구 분	주요 사고잦은 지점
휴게소	☞ 주차장에서 **운전자 부주의**로 인한 **차-사람**과의 **충돌**사고 다수발생 등 • 발생지점별 분석에서 휴게소 266건중 **광장부**에서 72건(27%) 발생 • 휴게소 광장부 72건 사고중 **주시태만**에 의한 사고비율 높음(51건,72%)
영업소	☞ 광장부에서 **주시태만**으로 **충돌사고** 다수발생 등 • 발생지점별 분석에서 영업소 1,240건중 **주시태만**에 의한 사고비율 높음(40%)

※ 주요 개선사례 조사결과 「주요 사고잦은 지점」과 유사함

구 분	주요개선 사례
건설공사 사후평가	◦ 본선에서 **나가는곳**의 굽은도로 설계 반지름 부족 또는 미흡한 곳에서 교통사고 개선사례 등
도로안전 진 단	◦ 도로상의 **0.5%이하**의 **낮은 종단경사**로 노면배수 불량으로 인한 교통사고로 개선사례 등
VE 및 노선자문	◦ **제한속도 초과차량**에 대한 **교통안전**을 고려한 노면 경사 상향 조정 제안 등

4 심사강화 방향

중점 방향

본 선	◦ 집중호우시 **노면 배수처리 증대**로 마찰력 향상 ◦ **분·합류** 계획의 적정성과 **굽은도로-직선**과의 **안전성 개선**
나들목	◦ **나가는곳**의 적정속도 **초과 차량**에 대한 도로 기하구조 개선
휴게소	◦ 버스 이용이 많은 휴게소의 **차-사람**간의 **충돌**사고 **예방** ◦ 이용자의 안전을 고려한 차량 **규격별 배치** 및 동선 개선

1. 위치별 심사강화 주요내용

① 본 선

예방유형	심사강화 내용
과 속 운 전 (미끄러짐)	◦ **이중 굽은도로** 설치지양하고, 집중호우시 **노면 마찰력 증대**를 위한 그루빙, 배수홈 설치 ◦ 도로 **오목부** 노면경사 변화구간의 **신속한 노면 배수**를 위한 연속배수시설 추가
졸 음	◦ 휴게소를 포함한 15km 내외로 휴식공간 설치 ◦ 좌·우로 굽은도로에 길어깨·중앙분리대에 **차로 이탈 방지시설** 설치
주 시 태 만	◦ 교량 및 터널구간에 **굽은도로 계획** 지양 ◦ 본선 진·출입 구간의 **진로변경 제한**
속 도 일관성	◦ 오르막 구간 끝의 **가속차로 기준 적용**으로 원활한 합류 도모

② 나 들 목

예방유형	심사강화 내용
과 속 운 전 (미끄러짐)	◦ 나가는도로의 **완충구간** 설치로 주행속도 감속유도 및 점차적 속도를 줄이기 위한 **완화 도로** 설치 ◦ 노면경사 변화구간 **실제 속도**를 고려한 노면경사 설치 ◦ 굽은도로 반지름을 **차로 중심선**을 **고려** 설치 ◦ 굽은도로의 평면·종단곡선 반지름 **설치비율**을 **상향**
주 시 태 만	◦ 굽은도로구간을 제외한 **직선구간** 최소 **엇갈림**[3] **길이 확보**로 분합류 상충 예방 ◦ 2차로 감속차로에서 **진로변경 제한**으로 충돌사고 예방 ◦ **굽은도로 형태**를 **인지**할 수 있는 안전표지 설치 ◦ 본선과 나가는도로의 진로를 명확히 구별하기 위해 1/15~1/25 **분리각** 설치
속 도 일관성	◦ 나들목 굽은도로와 직선도로의 **설계속도**는 가급적 **동일**하게 적용 ◦ 직선과 굽은도로의 정도에 따른 **안전성 평가**

③ 휴게소 및 영업소

예방유형	심사강화 내용
과 속 운 전	◦ 휴게소 건물 **이동거리 단축**을 위한 건물배치 ◦ 주차장내 **속도 감속**을 위한 과속방지시설 설치
주 시 태 만	◦ 영업소에서 본선으로 합류시 **진로변경 제한**으로 충돌예방 ◦ 본선에서 휴게소로 **나가는곳**의 **안전시설** 설치

3) 엇갈림(Weaving) : 합류 구간 바로 다음에 분류 구간이 있을 때 또는 유입 연결로 바로 다음에 유출연결로가 있을 때, 교통통제 시설의 도움 없이 상당히 긴 도로를 따라가면서 동일 방향의 두교통류가 교차하는 교통현상

2. 교통안전 심사의 지속성 및 객관적 대안제시

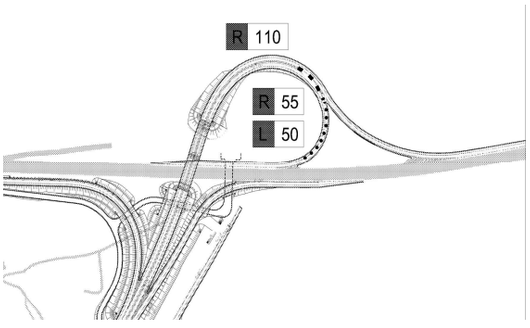
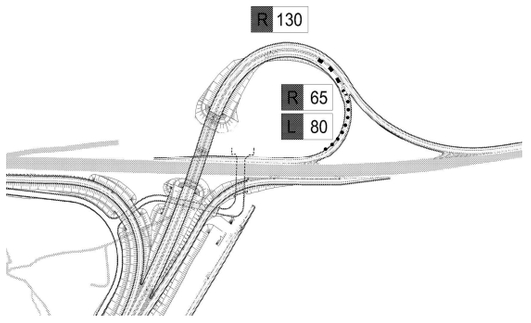
① 「교통안전」 성능 추가로 사고예방 강화

가치 산정	현재 성능	개선 성능
가치(V_{alue}) $= \frac{P_{erformance}(\text{성능})}{C_{ost}(\text{비용})}$	◦ 주행안전성 ◦ 이용자 편의성 ◦ 환경 및 민원성 ◦ 시공성 ◦ 유지관리성	◦ 교통 및 주행안전성 ◦ 이용자 편의성 ◦ 환경 및 민원성 ◦ 시공성 ◦ 유지관리성

② 교통사고 예측치 도입

o 굽은도로의 반지름-직선길이 상관관계에서 교통사고 예측

o (활용) 대안제시 신뢰도향상을 위한 요청부서 통보시 활용

원 설 계		VE 대안	
			
최소곡선 반지름	R_1=55m,R_2=50m	최소곡선 반지름	R_1=65m,R_2=80m
예측사고건수	10.4건/년평균	예측사고건수	7.9건/년평균

5 활용방안 및 기대효과

□ **활용방안** : 교통사고 우려 또는 잦은구간 적극 활용

o 설계심사 : 설계심의, 노선자문 및 VE 적극활용

o 설계·공사·공용노선 주관 및 시행부서 : 심사강화 사항에 해당되는 경우 경제성 및 현장여건 등을 고려하여 적용

□ **기대효과**

o 교통안전 심사 강화로 국민 안전 도모

o 운전자 주행특성을 고려함으로서 교통사고 감소 기대

붙 임 : 1. 실무 및 자문위원회 1부.
2. 교통사고 현황 및 사례 분석결과 1부.
3. 심사강화 체크리스트 1부.
4. 성능항목 추가 1부.
5. 내·외부 자문 결과 1부.
6. 「교통 안전을 고려한 심사 가이드 라인」 1부. 끝.

붙임 #4 VE 성능항목 추가

주행 안전성	평면선형 조합과 규모
	종단선형 조합과 규모
	평면 및 종단선형 조합
이용자 편의성	주변경관의 활용과 조화
	진·출입 형식 및 접속방법
	이용자 편의시설 위치 및 간격
환경 및 민원성	자연·사회환경 영향 저감성
	생활환경 영향 저감
	주민 개방감 확보
시공성	토공유동의 적정성
	교량위치 및 형식의 적정성
	터널 갱구 및 본체 위치 적정성
유지 관리성	구조물 최소화
	비탈면 최소화
	기후를 고려한 유지관리 용이성
교통 및 주행 안전성	횡단경사, 편경사 등 기하구조의 적정성, 주행속도의 일관성
	풍수해, 설해 등 재난예방 계획의 적정성
	도로의 안전, 교통관리시설계획 및 휴게소, 영업소 계획의 적정성

[A] 교통 및 주행안전성 운전자의 적절한 자극과 리듬을 주도록 연속적이며 일관성 있는 흐름을 갖도록 평면선형이 조합되고, 자동차 주행의 안전과 쾌적성 및 교통용량을 고려한 종단선형의 조합이 이루어졌는지, 인접 진출입시설이 일관성을 확보 하였는지, 포지티브 가디언스 기법을 적용한 교통사고 예방을 위한 적절한 계획 여부를 측정	A-1 횡단경사, 편경사 등 기하구조의 적정성과 주행속도 편차 등 설계의 일관성	설계속도에 따른 노면배수가 원활하도록 횡단경사, 편경사 및 미끄럼방지시설을 설치하여 주행안전을 위한 계획이 적정하게 반영되었는지, 직선과 곡선반지름 작은 곡선반지름과 작은 곡선반지름의 상관관계에 따른 주행속도 편차가 크지 않도록 적절하게 계획하였는지를 평가하는 척도
	A-2 풍수해, 설해 등 재난예방 계획의 적정성	중분대 회차시설이 적절한 간격으로 설치되었고 토석류에 따른 예방시설과 각종재해 발생시 신속한 처리를 위한 계획이 적절하게 반영되었는지를 평가하는 척도
	A-3 도로의 안전, 교통관리시설계획 및 휴게소, 영업소 계획의 적정성	적절한 위치에 방호안전시설 및 교통관리안전시설 등 안전성, 통일성 및 시인성의 확보와 휴게소 및 영업소의 보행자와 차량간 상충 최소화를 위한 계획 등 이 적절하게 반영되었는지를 평가하는 척도

교통 및 기하구조 02

2-1 스마트톨링 도입을 고려한 『스마트 나들목 설계기준』 제정

스마트톨링 도입을 고려한 『스마트 나들목 설계기준』 제정

설계처-2846 (2015.10.13)

1 검 토 배 경

□ 2020년 전국 고속도로 요금소 무인화 계획(스마트톨링 도입)에 따라 **나들목 형태 슬림화 및 과적단속방법 변화**예상

□ 스마트톨링 도입으로 **국민이 고속도로를 보다 안전하고 편안하게 이용**토록 하기 위해 나들목 설계방법, 기하구조, 교통안전 등에 대한 **설계기준 수립** 필요

□ **설계중이거나 설계완료 후 공사 미발주** 노선은 **2020년 이후 개통**함에 따라 스마트톨링을 고려한 나들목 설계 추진필요

* 설계중 노선 : 포항-영덕, 파주-포천, 김포-파주, 광주-완도, 창녕-현풍(확장)
* 설계완료 노선 : 함양-창녕, 창녕-밀양, 아산-천안, 광주순환, 남이-천안(확장)

2 추 진 경 위

□ '14. 1 : 스마트나들목 실무 T/F 구성·운영(**사장방침**, 건설처)
⇒ '17년부터 준공되는 신설고속도로는 전면 스마트톨링 도입

□ '14. 9 : 스마트나들목 설계 추진계획 검토(설계처)
⇒ 설계중 또는 미발주 노선은 스마트 나들목으로 설계추진

□ '15. 1 : 스마트톨링 전면도입 추진방안(**사장방침**, 영업처)
⇒ T/F 구성, 전면도입 합동·집중연구(3대 부문 18개 과제) 수행

□ '15. 3 : "스마트나들목 설계지침" 수립계획
⇒ T/F구성(관련 실·처, 한국도로기술사회) 및 협업시행

□ '15. 7~8 : 스마트나들목 설계기준 설계심의(기술심사처)

3 주요내용

1. 스마트톨링 시스템 구분

□ 시스템 구성에 따른 구분

구 분	설 치 설 비	비 고
일반형	스마트 톨링 설비설치	
통합형	스마트톨링 설비+무인과적단속시스템 설비설치	겐트리 공동 활용

□ 설치위치에 따른 구분

구 분		설 치 위 치	비 고
본 선 형		고속도로 본선에 설비설치	
연결로형	집중형	두 개 이상의 연결로에 하나의 설비설치	
	분산형	연결로별 개별설비 설치	

2. 스마트톨링 설치구간 설계기준

□ 횡단구성

구 분	본 선	연 결 로			비 고
		1방향 1차로	1방향 2차로	양방향 다차로	
차 로	3.6m	3.6m	3.6m	3.6m	부득이한 경우 3.5m
중앙분리대	3.0m	-	-	2.5m (2.0m)	( ) 부득이한 경우
우측길어깨	3.0m	2.5m	1.5m	2.5m (1.5m)	( ) 부득이한 경우
좌측길어깨	-	1.5m	1.5m	-	

□ 평면 및 종단선형

구 분		기하구조 조건
일반형	본 선 형	- 곡선반경 : 설계속도별 최소곡선반경 이상 - 종단경사 : 최소 ±0.5%, 바람직한 기준 ±2%이하, 최대 ±3%이하(부득이한 경우) - 기하구조 만족구간 : 편측설비 45m, 양측설비 100m
	연결로형	- 곡선반경 : 설계속도별 최소곡선반경 이상 - 종단경사 : 최소 ±0.5%, 바람직한 기준 ±4%이하, 최대 ±7%이하(부득이한 경우) - 기하구조 만족구간 : 편측설비 45m, 양측설비 100m
통 합 형		- 평면선형 : 편경사 2%에 해당하는 곡선반경 이상 (120km/h : 3,840m이상, 100km/h : 2,650m이상) - 종단경사 : 최소 ±0.5%, 바람직한 기준 ±1%이하, 최대 ±2%이하(부득이한 경우) - 기하구조 만족구간 : 150m

□ 접속도로와 최소이격거리

톨링구간 차로 수	접속도로와 접속방법	최 소 이 격 거 리
1방향 2차로 이상	입체교차	- 접속단간 최소이격거리 이상 · 본 선 형 : IC 480m, JCT 600m · 연결로형 : IC 180m, JCT 240m
	평면교차	- 진입부 : 엇갈림거리 + 우회전 부가차로 - 진출부 : 엇갈림거리 + 대기길이
1방향 1차로	입체교차	- 연결로 집중형 : 설계속도에 따라 255~337m · 연결로 내 분·합류 접속거리 + 인지반응거리 - 연결로 분산형 : 180~240m · 연결로 내 분·합류 접속거리 + 잔여구간길이
	평면교차	- 연결로 집중형 : 진입부 215~335m, 진출부 265~425m · 연결로 내 접속거리 + 인지반응거리 + 우회전 부가차로 - 연결로 분산형 · 진입부 : 설계속도에 따라 175~250m 우회전 부가차로 + 시스템 설치거리 + 시계확보거리 · 진출부 : 설계속도에 따라 115~215m (인지반응거리 + 우회전 부가차로)와 (최소정지시거 + 대기길이)중 큰 값 적용

* 1방향 2차로 이상인 경우 연결로 집중형 및 연결로 분산형은 동일기준 적용

□ 교통안전 및 부대시설

○ 안내표지

- 예고표지 : 요금소 전방에 설치

  (본선형 : 2㎞, 1㎞, 150m 전방, 나들목형 : 0~150m전방)

- 본 표지 : 스마트톨링 겐트리 상부에 문형식으로 설치

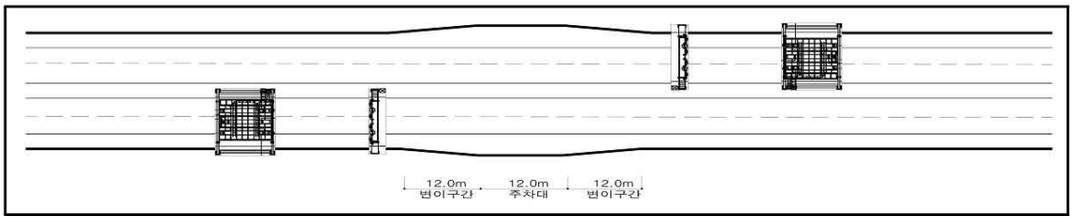
○ 접속도로와 입체교차시 경로안내 보완방안

- 표지인식거리 등이 부족할 경우 예고표지, 방향안내 노면표시 또는 차로유도선(칼라레인) 적용

□ 유지관리시설

○ 스마트톨링 설치지점 전·후 구간에 유지관리 주차대 설치

구 분		길어깨 폭		설치길이			비 고
		표준	주차대	주차대	변이구간	총 설치길이	
본 선 형		3.0	4.0	12.0	12.0 @ 2	36.0	변이구간 접속설치율 1 : 12
연결로형	1방향 1차로 양방향 다차로	2.5	4.0	12.0	18.0 @ 2	48.0	
	1방향 2차로	1.5	4.0	12.0	30.0 @ 2	72.0	



스마트톨링 설비 유지관리 주차대 평면(본선형)

○ 겐트리 설치위치에는 각종 장비 등을 설치할 수 있는 건축부지 (5.0×7.0m 또는 4.0×6.0m) 확보 * 위치, 면적 등은 관련부서 사전협의

□ 스마트톨링 지주보호시설

○ 표지지주 보호시설 설치기준에 준해 중분대지주 보호덮개, 이중 가드레일(성토부), L2측구(절토부) 등 설치

3. 무인과적단속 시스템

□ 구 성

○ **고속축중기(HS-WIM; High speed Weigh-in-motion)**

- 고속으로 이동중인 차량의 축하중을 측정하는 장치

○ **AVI 단속카메라 및 제어시스템**

- 과적차량 적발시 차량번호 전면 영상추출, 과적 발생량 등 처리

○ **CCTV, VMS 전광판**

- 도주차량 정보수집, 과적정보 표출 등

□ 설계기준

○ **포 장** : 무근 콘크리트포장(JCP, Jointed concrete Pavement)

○ **평 탄 성** : IRI 2.0 이하

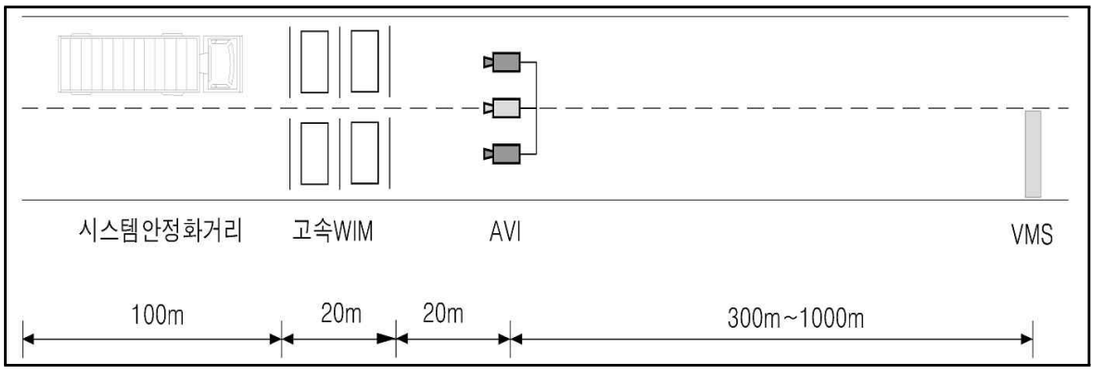
○ **기하구조**

- 종단경사 : ±1% 이하(부득이한 경우 ±2% 이하)
- 횡단경사 : ±2%이하
- 곡선반경 : 편경사 2%에 해당하는 반경이상

(120km/h R=3,840m이상, 설계속도 100km/h R=2,650m이상)

○ **설치구간 최소길이 : 140m (VMS 설치구간 제외)**

- 시스템 전방 100m, 시스템 설치 20m, 시스템 후방 20m



4. 과적차량 검문소

□ 분　　류

○ **고정식 과적차량 검문소**

- 상시 근무자에 의한 고정식 축중기를 이용한 과적단속 실시
- 고정식 축중기 등 과적단속에 필요한 모든 시설 설치

○ **이동식 과적차량 검문소**

- 과적혐의가 있는 화물자동차를 이동단속반이 유도하여 이동식 축중기를 활용하여 과적단속 실시
- 축중공간 등 최소한 필요시설만 설치

□ 설치위치

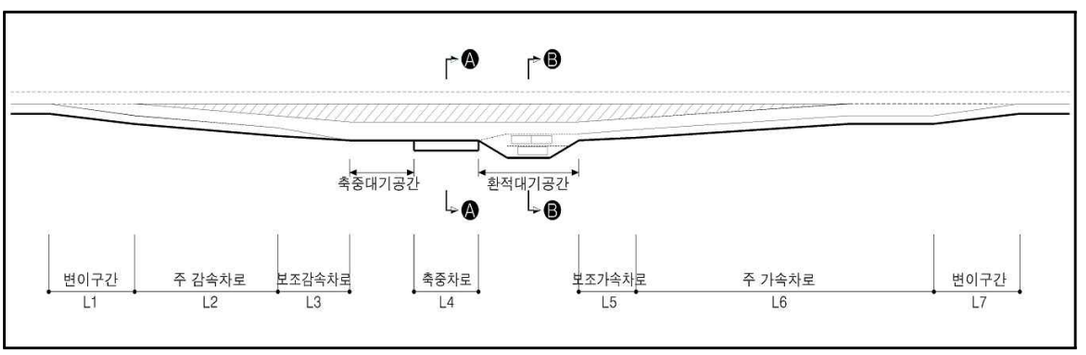
○ 나들목, 분기점, 터널, 휴게소 등과 2km이상 이격된 지점

○ 과적단속 검문소 설치위치 본선선형 최소기준

본선 설계속도(km/h)		120	100	80
평면 곡선 반지름(m)		1,000	700	400
종 단 경 사(%)		2.0	3.0	4.0
종단곡선 변화비율(%)	볼록곡선	170	100	45
	오목곡선	60	45	30

□ 설계기준

○ **평면구성**



○ 제 원

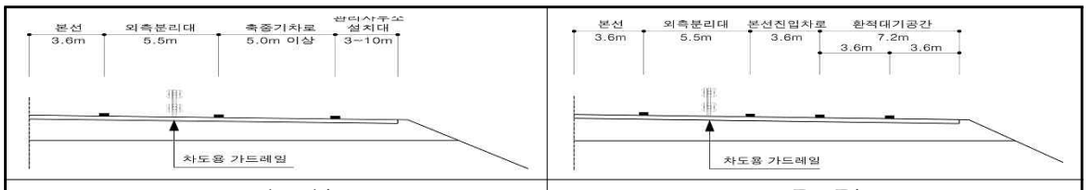
구 분 \ 설계속도(km/h)		120	100	80	비 고
감속부	변이구간 길이 L1(m)	70	60	50	
	주 감속차로 길이 L2(m)	120	100	90	직접식
	보조 감속차로 길이 L3(m)	50(40)	50(40)	50(40)	
축중차로	축중차로 길이 L4(m)	60(45)	60(45)	60(45)	()는이동식
가속부	보조 가속차로 길이L5(m)	40(30)	40(30)	40(30)	
	주 가속차로 길이 L6(m)	220 (170)	190 (140)	120 (95)	평행식 (직접식)
	변이구간 길이 L7(m)	70	60	50	

* ( )안의 수치는 제반여건 등을 감안한 최소 설치 길이임.

* 종단경사에 따라 경사지 보정계수(1.0~1.4) 적용

○ 횡단면 구성

본선 설계속도(km/h)	120	100	80
외측 분리대 폭(시설물 폭)(m)	6.0	5.5	5.0
축중차로 폭(m)	5.0	5.0	5.0
관리사무소 설치대 폭(m) (고정식 / 이동식)	10.0/3.0	10.0/3.0	10.0/3.0



A-A' B-B'

* 설계속도 100㎞/h 일때 횡단면 구성

○ 최소 평면곡선 반지름

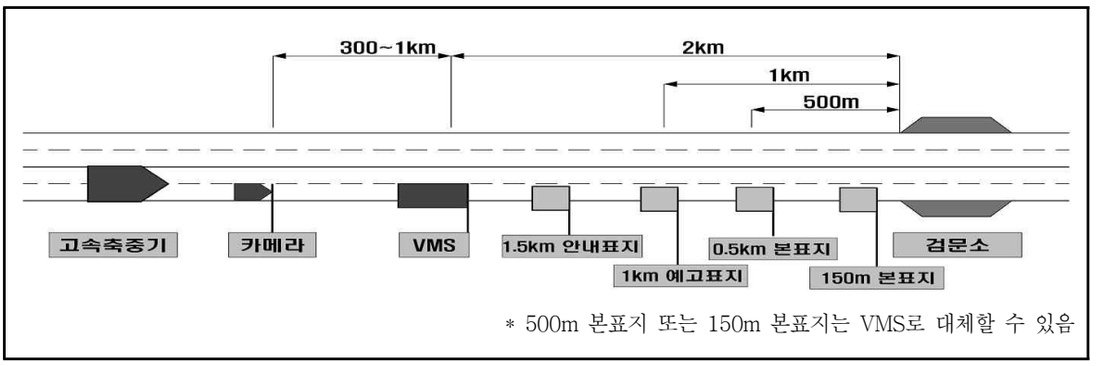
본선설계속도(km/h)	120	100	80
주 감속차로	500	500	400
보조 감속차로	500	400	300
정차로	400	300	250
보조 가속차로	400	300	250
주 가속차로	500	400	300

○ 관리사무소 설치대

- 부지면적 : 고정식(10.0 × 20.0m), 이동식(3.0m × 2.0m)

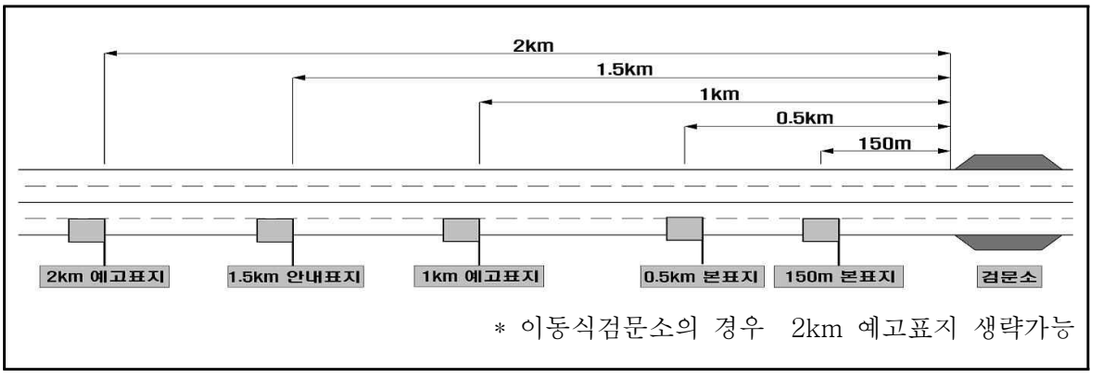
□ 안내시설

○ 무인과적단속시스템과 연계된 과적차량검문소



* 500m 본표지 또는 150m 본표지는 VMS로 대체할 수 있음

○ 무인과적단속시스템과 연계되지 않은 과적차량검문소



* 이동식검문소의 경우 2km 예고표지 생략가능

4 향 후 계 획

□ "스마트나들목 설계기준" 설명회(10월)

○ 대 상 : 본사 기술부서 및 실시설계 참여 설계사

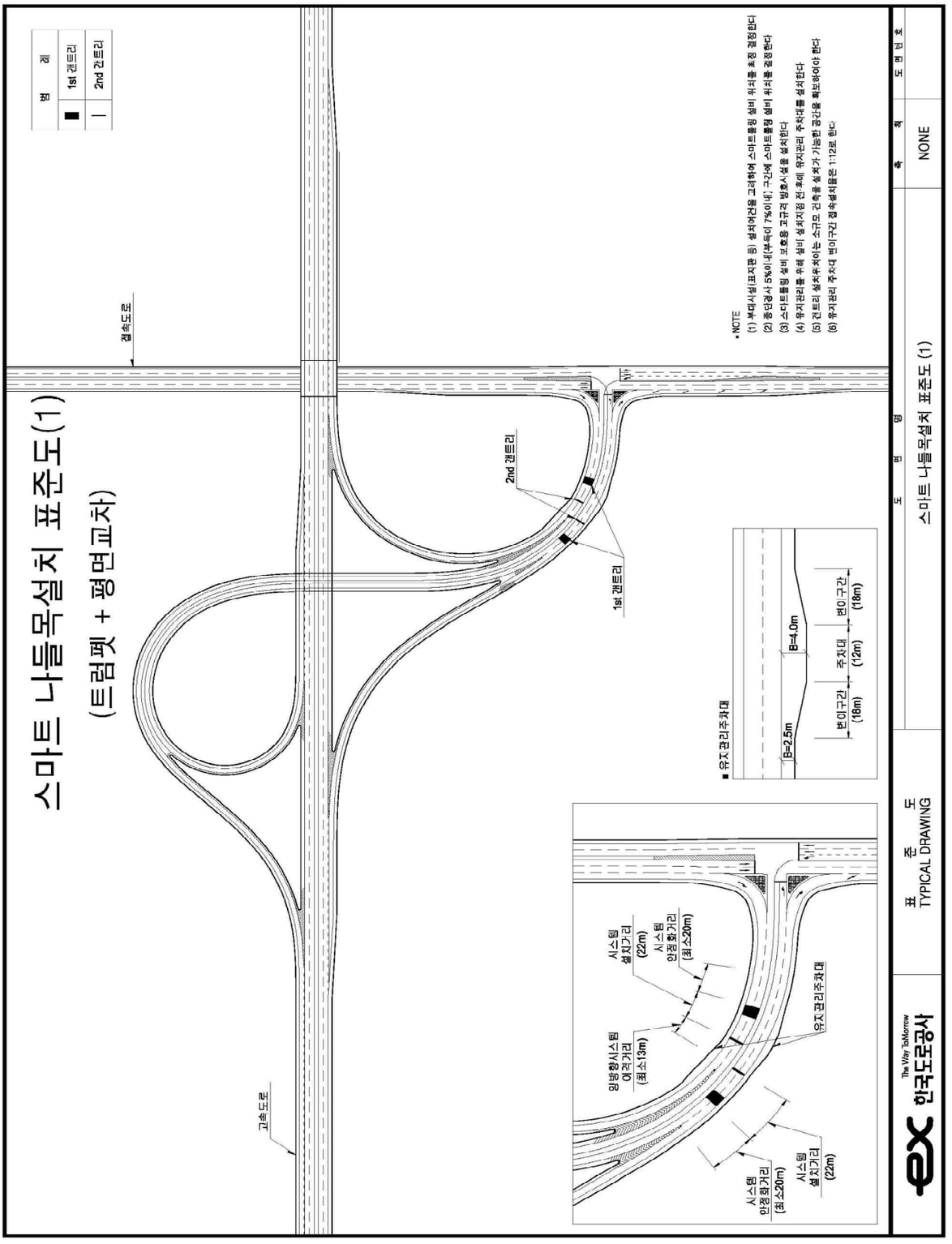
○ 일 자 : 10월중

□ "스마트나들목 설계지침서" 발간(10월)

○ 책자발간 및 Hi-설계 등재

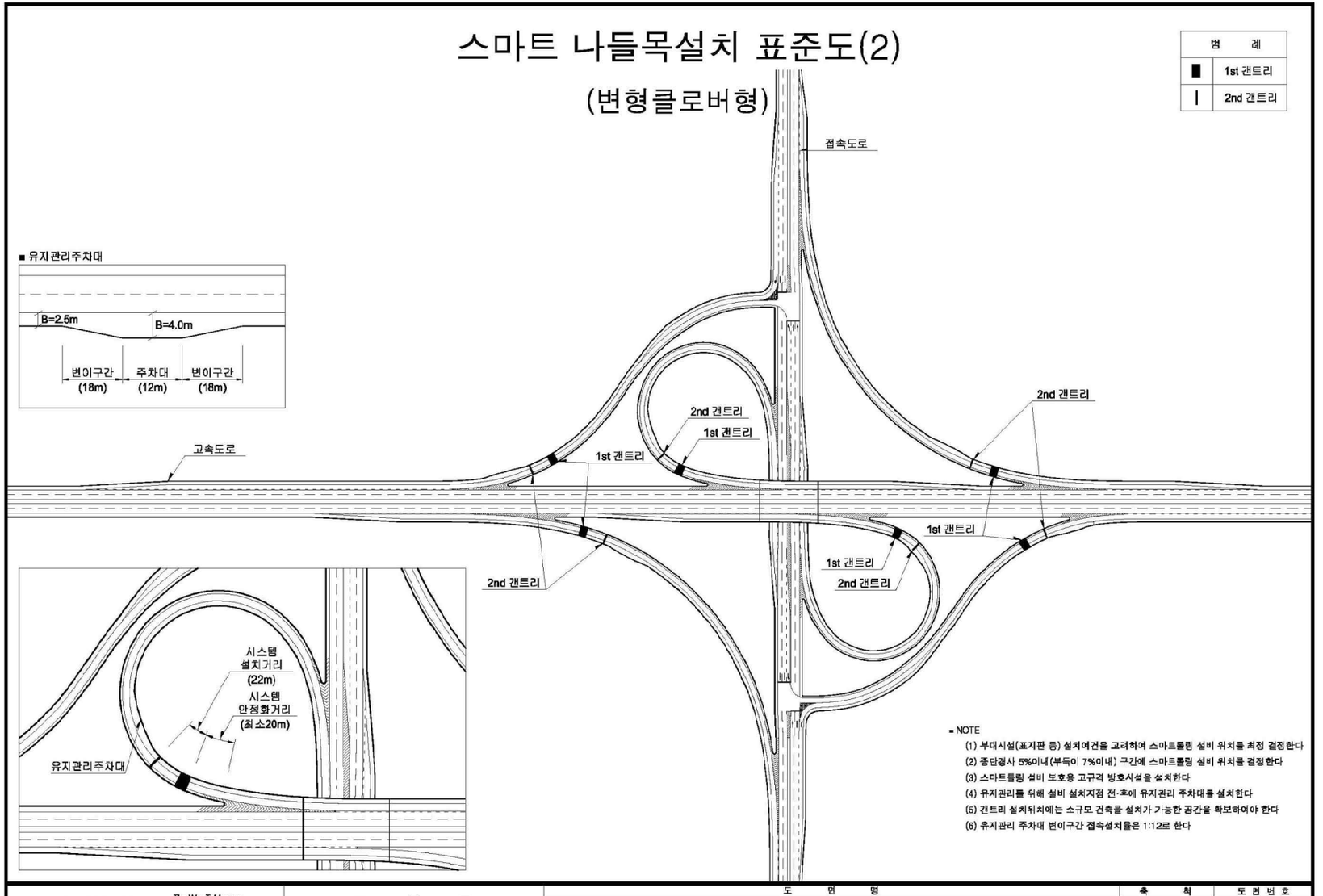
[별 첨]

스마트 나들목 설치 표준도



스마트 나들목설치 표준도(2)

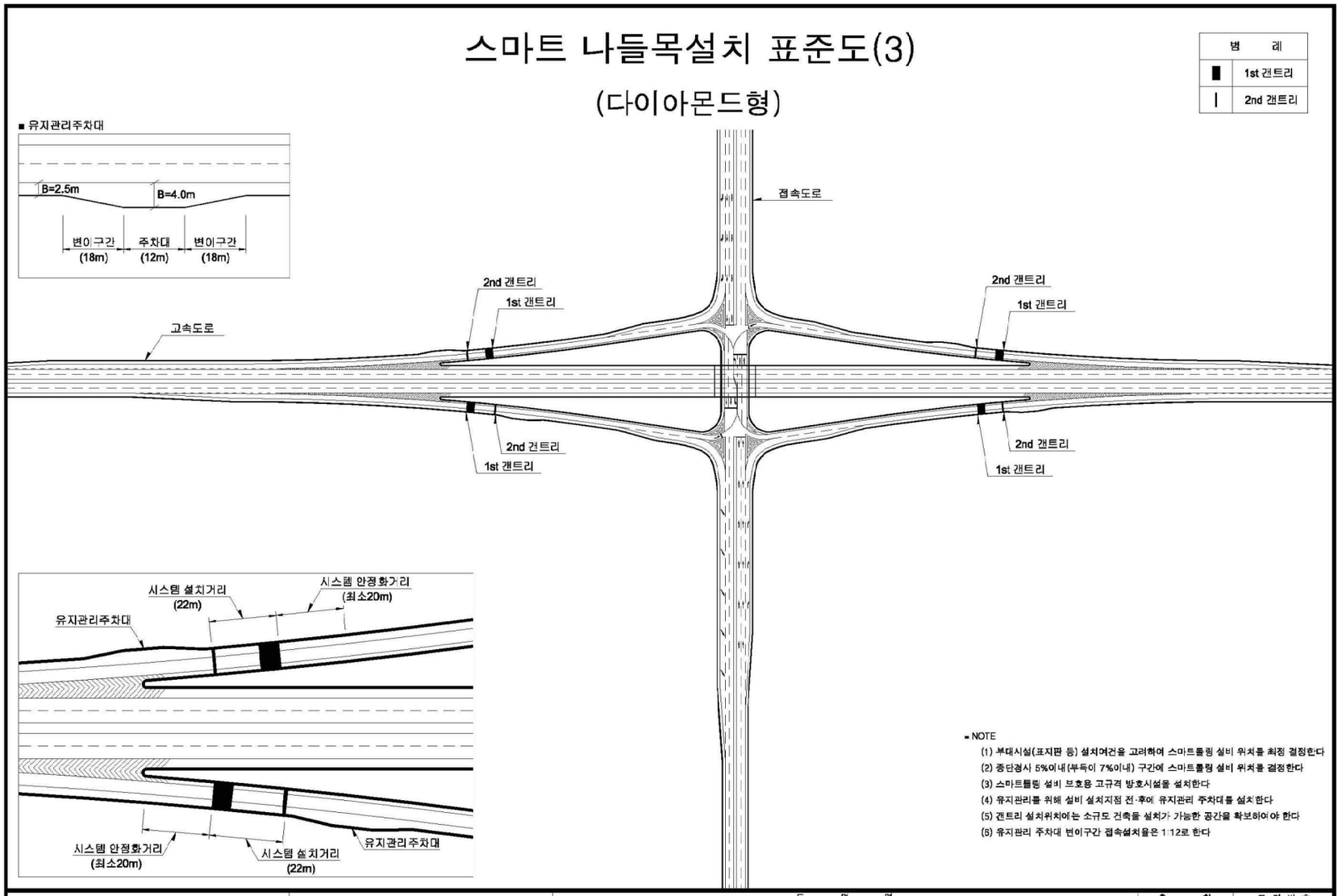
(변형클로버형)



The Way To Morrow 한국도로공사	표 준 도 TYPICAL DRAWING	도 면 명	축 척	도 면 번 호
		스마트 나들목설치 표준도 (2)	NONE	

스마트 나들목설치 표준도(3)

(다이아몬드형)



■ NOTE

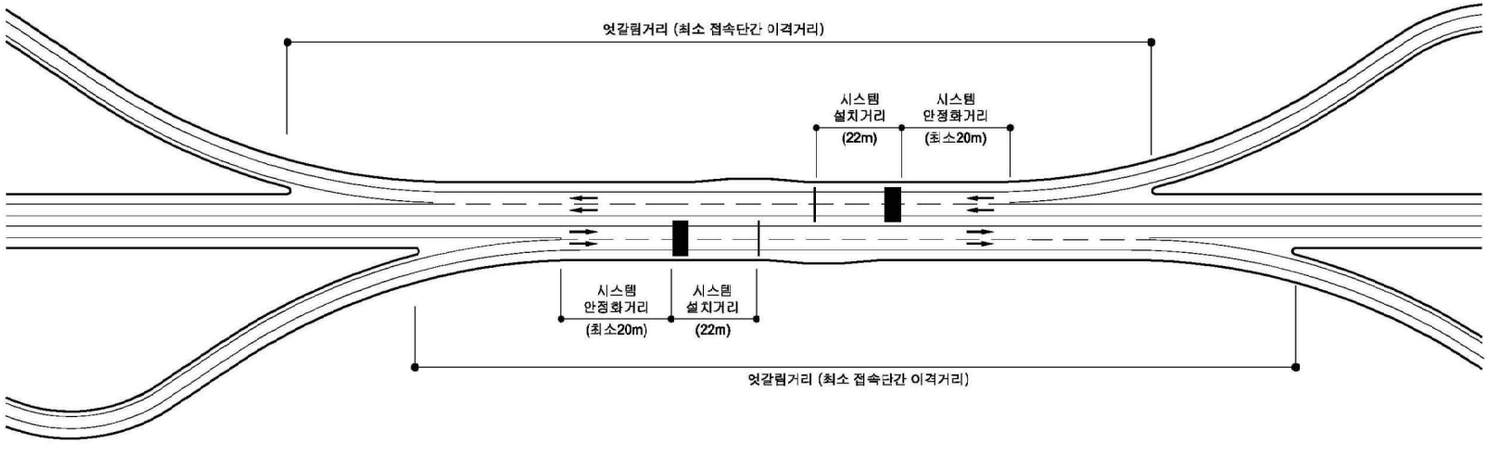
(1) 부대시설(표지판 등) 설치여건을 고려하여 스마트톨링 설비 위치를 최종 결정한다
(2) 종단경사 5%이내(부득이 7%이내) 구간에 스마트톨링 설비 위치를 결정한다
(3) 스마트톨링 설비 보호용 고규격 방호시설을 설치한다
(4) 유지관리를 위해 설비 설치지점 전·후에 유지관리 주차대를 설치한다
(5) 갠트리 설치위치에는 소규모 건축물 설치가 가능한 공간을 확보하여야 한다
(6) 유지관리 주차대 변이구간 접속설치율은 1:12로 한다

The Way To Morrow 한국도로공사	표 준 도 TYPICAL DRAWING	도 면 명	축 척	도 면 번 호
		스마트 나들목설치 표준도 (3)	NONE	

스마트 나들목설치 표준도(4)

1방향 2차로 이상(접속도로와 입체교차)

범 례	
▮	1st 갠트리
▏	2nd 갠트리



유입-유입 또는 유출-유출		유출-유입		연결로 내		유입-유출 (엇갈림)			
노즈에서 노즈까지의 최소 이격거리(m)									
고속도로, 주간선 도로	보조간선, 집산도로	고속도로, 주간선 도로	보조간선, 집산도로	분기점 (JCT)	인터체인지 (IC)	분기점(JCT)		인터체인지(IC)	
						고속도로, 주간선도로	보조간선 집산도로	고속도로, 주간선도로	보조간선 집산도로
300	240	150	120	240	180	600	480	480	300

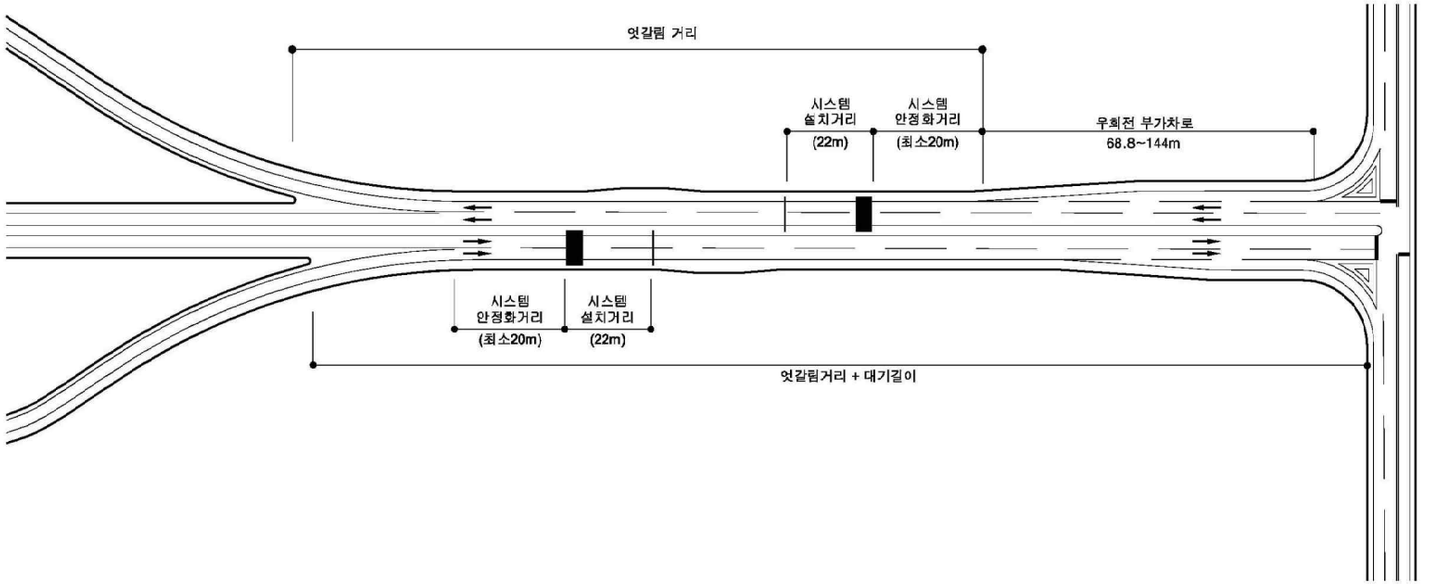
(1) 접속단간 최소이격거리
- 본선형 : IC 480m 이상, JCT 600m 이상
- 연결로형 : IC 180m 이상, JCT 240m 이상

The Way To Morrow 한국도로공사	표 준 도 TYPICAL DRAWING	도 면 명	축 척	도 면 번 호
		스마트 나들목설치 표준도(4)	NONE	

스마트 나들목설치 표준도(5)

1방향 2차로 이상(접속도로와 평면교차)

범 례	
▮	1st 갠트리
▏	2nd 갠트리



우회전 가·감속차로 길이

(단위 : m)

설계속도(km/hr)		60	50	40	테이퍼 길이
가속차로길이 (m)	지방지역 (a=1.5m/sec²)	90	60	40	50km/hr 이하의 경우 1/8 60km/hr 이하의 경우 1/15 (부득이한 경우 1/4까지 적용 가능)
	도시지역 (a=2.5m/sec²)	60	40	30	
감속차로길이 (m)	지방지역 (a=2.0m/sec²)	70	50	30	
	도시지역 (a=3.0m/sec²)	40	30	20	

자료) 도로의 구조·시설 기준에 관한 규칙 해설, 국토교통부, 2009

평면교차로에서 고속도로 진입부 최소이격거리

(단위 : m)

설계속도(km/hr)	40	50	60	비고
우회전 부가차로	40+(28.8)	60+(28.8)	90+(54)	( ) : 테이퍼
엇갈림거리	설계 서비스수준을 만족하는 엇갈림 거리			

주) 지형적 여건 등으로 인해 부득이한 경우 교통소통상 문제가 없다면 우회전 부가차로 생략가능

•NOTE

· 대기길이 = 1.5 x (첨두시 2분간 방향별 도착대수 / 방향별 차로수) x 7.0m

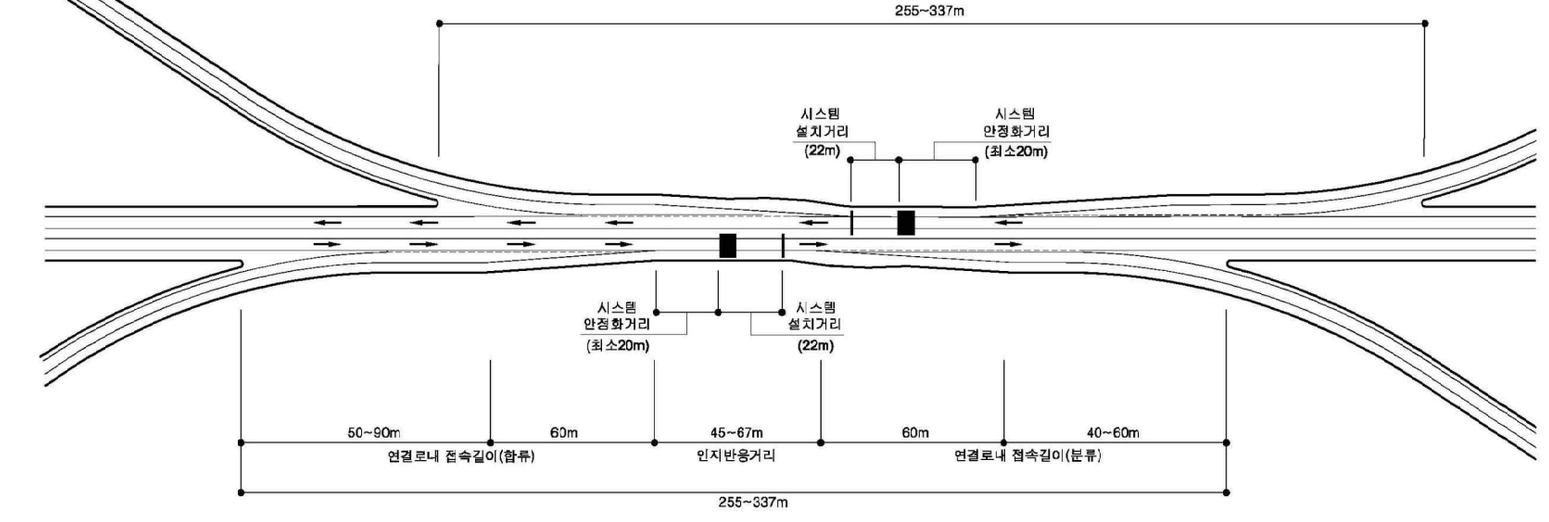
The Way ToMorrow 한국도로공사	표 준 도 TYPICAL DRAWING	도 면 명	축 척	도 면 번 호
		스마트 나들목설치 표준도(5)	NONE	

스마트 나들목설치 표준도(6)

1방향 1차로(접속도로와 입체교차)

연결로 집중형

범 례	
■	1st 갠트리
|	2nd 갠트리



접속도로와 입체교차시 1방향 1차로 이격거리(연결로 집중형)

(단위 : m)

설계속도 (km/hr)	연결로 합류길이	테이퍼	인지반응거리 (t=4초)	테이퍼	연결로 분류길이	계
40	50	60	45	60	40	255
50	70	60	56	60	50	296
60	90	60	67	60	60	337

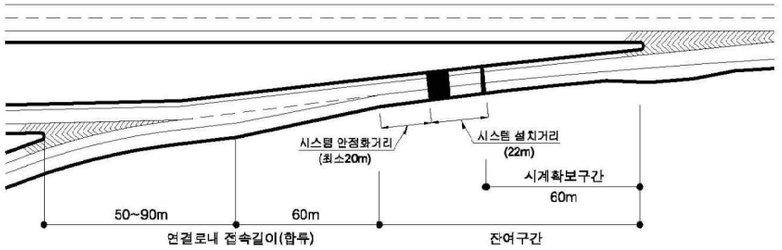
The Way To Morrow 한국도로공사	표 준 도 TYPICAL DRAWING	도 면 명	축 척	도 면 번 호
		스마트 나들목설치 표준도(6)	NONE	

스마트 나들목설치 표준도(7)

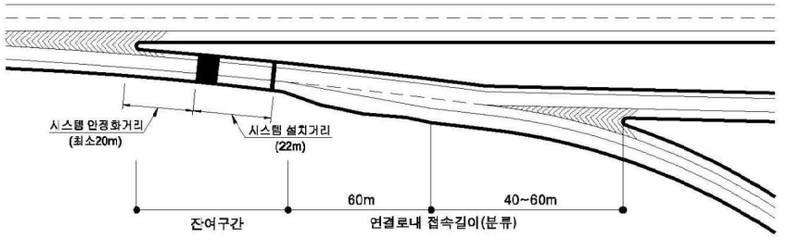
1방향 1차로(접속도로와 입체교차)

연결로 분산형

범 례	
▮	1st 갠트리
▏	2nd 갠트리



<연결로내 합류시>



<연결로내 분류시>

연결로내의 합·분류 접속차로 길이

구분	연결로 설계속도 (km/hr)	접속차로 길이(m)	테이퍼 길이(m)	잔여구간 길이(m)
분 류	40	40	60	80~140
	50	50	60	70~130
	60	60	60	60~120
합 류	40	50	60	70~130
	50	70	60	50~110
	60	90	60	30~90

주1) 설계속도 40km/h의 접속차로 길이는 "도로의 구조시설기준에 관한 규칙 해설"에서 제시되지 않음에 따라 60km/h와 50km/h의 접속차로 길이 차이만큼을 적용하였음
주2) 잔여구간은 합·분류 완료후 본선과고의 거리임
자료) 도로의 구조·시설 기준에 관한 규칙 해설, 국토교통부, 2009

▪ NOTE
- 본선 노즈구간의 시거확보가 곤란한 경우 잔여구간의 길이를 추가로 확보하여 적용해야 한다
- 잔여구간 길이는 시스템 설치를 위해 최소 45m 이상 확보해야 한다
- 연결로내 합류시 우입연결로 접속부 잔여구간 길이를 충분히 확보하여 시계확보구간(L=60m)에 시스템이 설치되지 않도록 유의해야 한다

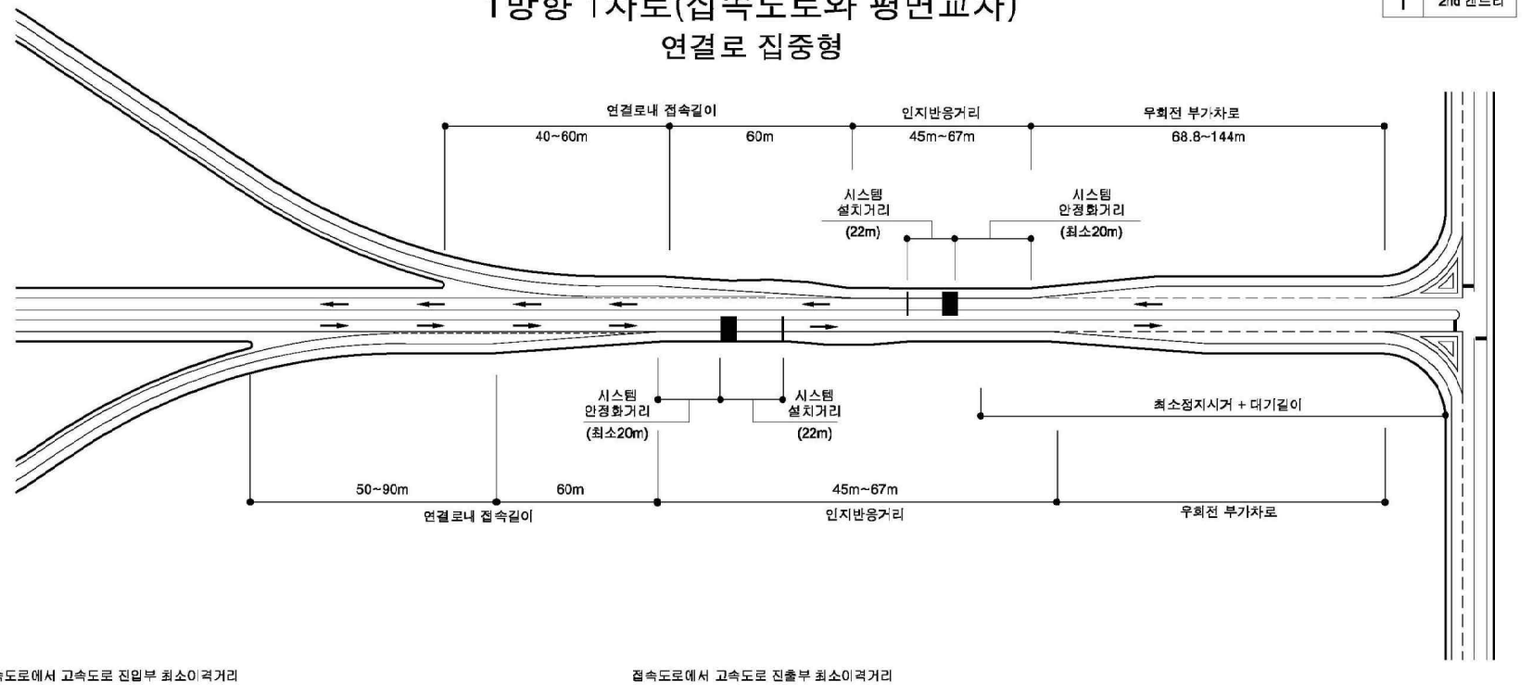
The Way To Morrow 한국도로공사	표 준 도 TYPICAL DRAWING	도 면 명	축 척	도 면 번 호
		스마트 나들목설치 표준도(7)	NONE	

스마트 나들목설치 표준도(8)

1방향 1차로(접속도로와 평면교차)

연결로 집중형

범 례	
■	1st 갠트리
|	2nd 갠트리



접속도로에서 고속도로 진입부 최소이격거리

(단위 : m)

설계속도 (km/hr)	연결로 내 접속길이	테이퍼	인지반응거리 (t=4초)	테이퍼	우회전 부 가차로	계산 값	적용
40	40	60	45	28.8	40	213.8	215
50	50	60	56	28.8	60	254.8	255
60	60	60	67	54	90	331.0	335

주) 지형적 여건 등으로 인해 부득이한 경우 우회전 부가차로 생략가능

접속도로에서 고속도로 진출부 최소이격거리

(단위 : m)

설계속도 (km/hr)	연결로 내 접속길이	테이퍼	인지반응거리 (t=4초)	테이퍼	우회전 부 가차로	계산 값	적용
40	50	60	45	28.8	40	263.8	265
50	70	60	56	28.8	60	324.8	325
60	90	60	67	54	90	421.0	425

주1) 인지반응거리는 합류테이퍼가 끝난 지점부터 우회전 부가차로 테이퍼가 시작되는 지점까지의 거리를 말한다.
주2) 대기길이 산정은 세부교통 분석을 통해 결정하는 것을 원칙으로 하되, 개략적으로는 다음 식 적용
- 대기길이 = 1.5 x (첨두시 2분간 방향별 도착대수 / 방향별 차로수) x 7.0m)
주3) 이격거리는 연결로내 합류거리, 인지반응거리, 우회전 부가차로 길이를 합한 길이 이상으로 한다.

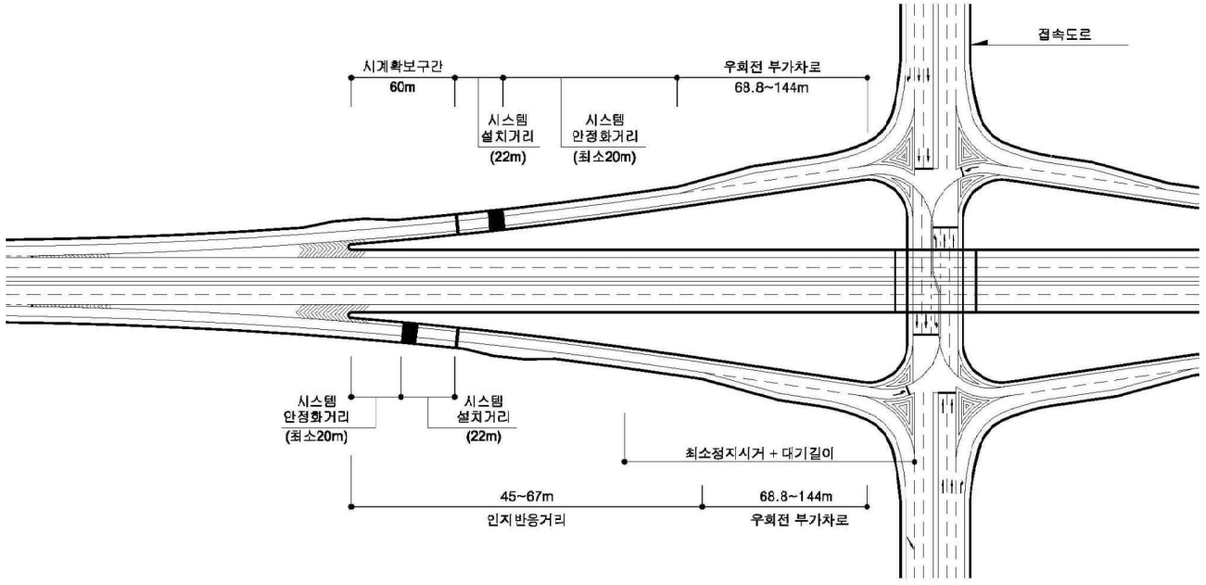
The Way To Morrow 한국도로공사	표 준 도 TYPICAL DRAWING	도 면 명	축 척	도 면 번 호
		스마트 나들목설치 표준도(8)	NONE	

스마트 나들목설치 표준도(9)

1방향 1차로(접속도로와 평면교차)

연결로 분산형

범 례	
▮	1st 갠트리
▏	2nd 갠트리



접속도로에서 고속도로 진입부 최소이격거리

(단위 : m)

설계속도 (km/hr)	시계 확보 거리	시스템 설치 거리	테이퍼	우회전 부 가차로	계산 값	적용
40	60	45	28.8	40	173.8	175
50	60	45	28.8	60	193.8	200
60	60	45	54.0	90	249.0	250

주1) 지형적 여건 등으로 인해 부득이한 경우 우회전 부가차로 생략가능
주2) 본선 및 연결로 시계확보가 가능한 경우 시계확보거리 축소 가능

접속도로에서 고속도로 진출부 최소이격거리

(단위 : m)

설계속도 (km/hr)	인지반응거리 (t=4초)	테이퍼	우회전 부 가차로	계산 값	적용
40	45	28.8	40	113.8	115
50	56	28.8	60	144.8	145
60	67	54.0	90	211.0	215

주1) 인지반응거리는 분류노즈부터 우회전 부가차로 테이퍼가 시작되는 지점까지의 거리를 말한다.
주2) 대기길이 산정은 세부교통 분석을 통해 결정하는 것을 원칙으로 하되, 개략적으로는 다음 식 적용
- 대기길이 = 1.5 x (첨두시 2분간 방향별 도착대수 / 방향별 차로수) x 7.0m

The Way ToMorrow 한국도로공사	표 준 도 TYPICAL DRAWING	도 면 명	축 척	도 면 번 호
		스마트 나들목설치 표준도(9)	NONE	

토 공 03

3-1 보강토 옹벽 설계 적용방안 개선

3-2 토석류 피해예방을 위한 설계가이드라인 수립

보강토옹벽 설계 적용방안 개선

설계처-1498
(2015.06.01)

1 검 토 배 경

o 보강토옹벽 전면벽체인 **블록**이 **공사용자재 직접구매 품목**으로 지정되어 **지급자재로 반영**
  - 조달된 **블록**에 **맞춰 보강토옹벽 공법**(연결재, 보강재 등)이 **결정**

o 설계시 **1식 단가**(㎡ 단위)로 반영
  - 견적처리를 통해 평균 공사비만 반영(보강재, 기초 미산출)
  - 현장에서 선정된 공법에 따라 구조검토가 이루어지나 **보강재 수량변경**에 대한 **설계변경 곤란**

o **현장여건에 맞게 시공중 공법선정**을 하나 저가의 품질이 낮은 공법 적용 우려

o 따라서 **현장여건에 부합**하며, **품질과 안정성이 확보**가 가능한 합리적인 **보강토옹벽 설계적용 기준**을 **검토**하고자 함

□ 보강토옹벽 구성

o 전면벽체 : 콘크리트 블록, 콘크리트 패널, 녹화토망, 녹화철망

o 보 강 재 : 지오그리드, 띠형 토목섬유, 돌기형 강판, 강봉+앵커블럭 등

2 그간 추진경위

□ **보강재 설계 적용방안 검토**(설계일15212-1228호, 1998. 9)

o 공사시행시 현장여건에 따라 제품선택이 가능도록 도면작성

□ **보강토옹벽 설계적용기준 검토**(설계처-3563호, 2007.12)

o 보강재 및 뒤채움재 기준, 기초처리방식 및 단가산출 등「고속도로 건설공사 보강토옹벽 설계기준」수립

□ **식생 보강토옹벽 설계 적용방안 검토**(설계처-1631호, 2008. 6)

o 친환경성 및 미관이 필요한 구간 적용(화재 우려구간 제외)

o 식생기준 등 시방기준 제시

□ **특정공법 설계적용 관련 설계도서 작성 및 적용절차 검토**(설계처-1731호, 2010. 4)

o 일반화된 도면/명칭, 품질기준 만족하는 공법 3개이상 견적 최저단가 적용

□ **보강토 옹벽 설계기준 개선**(설계처-193, 2011. 1)

o 고속도로 보강토옹벽 설계기준과 상이한 부분에 대해 일치된 기준 정립

- 안전율, 보강재 인장강도, 감소계수 등 국토부 잠정지침 적용

☞「건설공사 보강토옹벽 설계·시공 및 유지관리 잠정지침(국토해양부, 2010.11)」제정·시행

3 현 실태 및 문제점

□ **목적물에 대한 미확정 설계**

o **특정공법 지양을 위해 견적처리에 의한 공사비 반영**

- ㎡ 당 1식 단가로 반영

- 일반화된 도면 작성, 구조검토에 의한 보강재 수량 미산출

o **시공사**가 **목적물**에 대한 **공법 선정** 및 **상세설계 시행**

- 품질이 확보된 안정된 공법보다는 저가 제품 적용 우려
- 유지관리시 준공도면(보강재 종류 및 길이 등) 현황 이관 불리

※ 붙임 '보강토옹벽 품질불량 사례' 참조

□ 보강토옹벽 공법 적용 제한

o 블록이 공사용자재 직접구매 품목으로 되어 지급자재로 분리

- 시공시 패널식 공법 적용 곤란

□ 공사비 과다 산출

o 견적단가가 수량산출 공사비보다 고가

- 견적단가 산출시 보강재 수량 과다 적용
- 견적단가 평균 적용으로 공사비 과다

□ 시공중 현장여건 변화시 설계변경 곤란

o ㎡ 단위 평균단가(1식) 적용으로 높이변화, 뒤채움재 변경에 따른 보강재 종류 및 수량 변경시 설계변경 곤란

◆ 목적물에 형식 및 공법 선정 및 상세설계 시행

◆ 구조검토를 통한 안정성 확보 및 수량산출

◆ 현장여건 변화에 대응 가능한 공사비 산출 및 내역 반영

현장여건에 부합하며, 품질과 안정성 확보를 위한

보강토옹벽 설계적용 기준 개선 필요

4 개 선 방 안

□ **경제성, 유지관리** 등을 고려한 **교량, 노선 설계**로 **보강토옹벽 설계 지양**

o 경제성, 현장여건 등 보강토옹벽 적용 타당성 검토

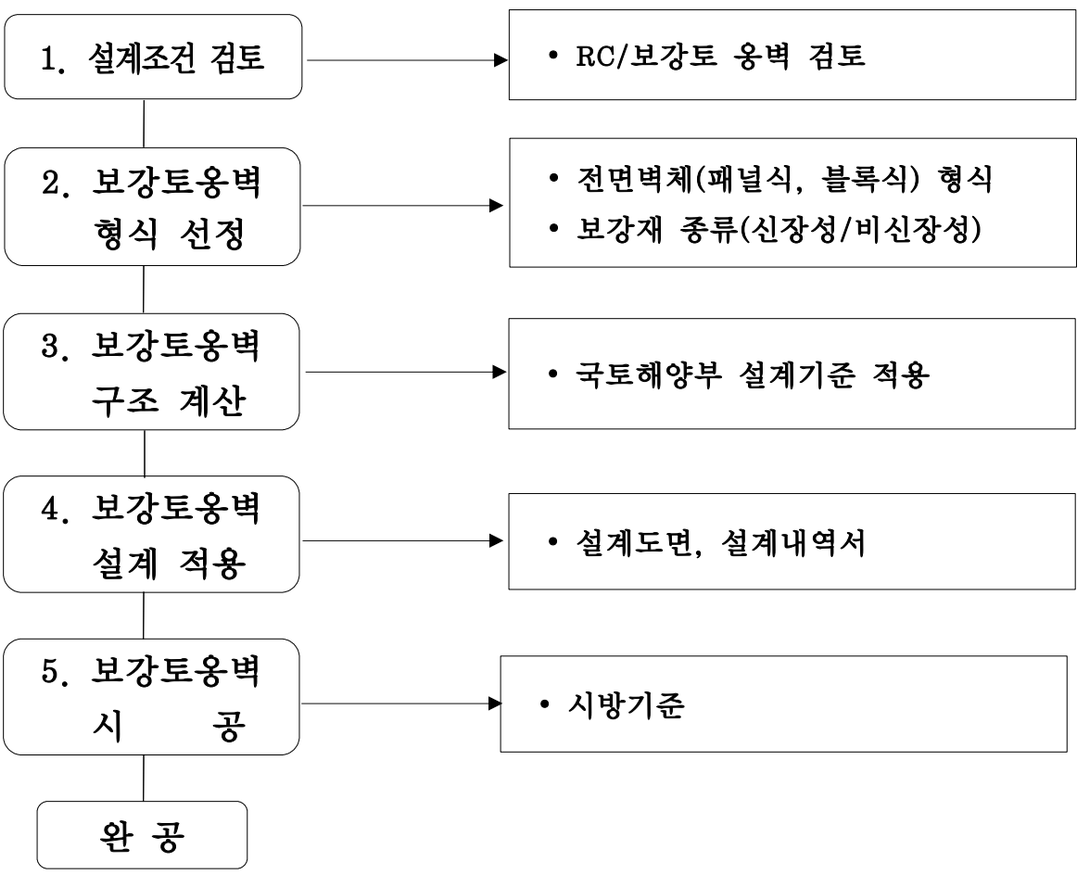
o 지형여건, 뒤채움 재료 등을 고려 **전면벽체, 보강재 검토**

□ 보강토옹벽 **상세설계 시행**

o **구조계산**을 통한 보강재 수량 등 **설계도면, 구조계산서 수록**

o 설계변경이 가능토록 **세부 공종별로 내역 구성**

□ 설계 절차



1 설계조건 검토 (RC/보강토 옹벽 검토)

o 노선의 종·평면 선형, 교량의 설계시 **경제성, 유지관리** 등을 **고려**하여 **보강토옹벽 적용**을 **지양**하고 **하천, 연약지반** 등에서는 **제외**

o 경제성 위주의 지형, 미관 등을 종합 검토하여 선정

- 높이에 따른 RC옹벽과 보강토옹벽 경제성 검토

(단위 : 원/m)

구 분	RC	보강토	비 고
H=3.0m	524,169	569,290	
H=4.0m	738,915	694,811	
H=5.0m	955,844	1,065,257	
H=6.0m	1,287,458	1,331,473	
H=7.0m	1,694,174	1,531,599	
H=8.0m	2,247,241	1,872,130	

※ 현장여건, 지반상태, 뒷채움 등에 따라 공사비가 변경되므로 상세검토 필요

2 보강토옹벽 형식 및 공법 선정

o 전면벽체 형식

- 지형여건(지반조건, 곡선 등), 작업공간, 미관, 경제성 등을 고려 결정

구 분	패널식	블록식
개 요	• 프리캐스트 콘크리트 전면판, Steel Strip 및 띠형 섬유보강재, 흙으로 구성	• 블록형태의 전면판, 지오그리드 형식의 보강재와 연결핀, 흙으로 구성
보강재	• 신장성, 비신장성	• 신장성, 비신장성
지반조건	• 하단부 줄기초 CON'C 필요	• 잡석 다짐
작업공간	• 전면판 설치를 위한 장비의 작업공간 필요(크레인 또는 굴삭기)	• 전면의 작업공간 불필요
곡선부 및 미관	• 조립식 Precast Con'c Pannel 이므로 Pannel 형상자체가 무늬 역할을함 • 곡선부 처리시 별도의 자재필요	• 석조구조물 형상의 뛰어난 조형미와 임의의 곡선 및 색상처리가 가능하며 다양한 형상의 구조물축조가능 • 곡선부 처리 자유로움

o 보강재

- 뒤채움 재료가 **쇄석, 암버력**인 경우 **비신장성 보강재 적용**

보강재	뒤채움 재료		비 고
	최대입경	입 도	
신장성(연성, 강성)	102mm	· No.200 통과 15%이하 · 전단저항각 25°이상 · 소성지수(PI) 6이하	붙임 참조
비신장성	250mm	쇄석, 암버력 조건	

- 보강재의 연성, 강성 적용은 경제성 검토후 선정

3 보강토옹벽 구조계산

o 보강재의 일반적 **인장강도**를 적용하여 **표준설계 시행**

보강재		인 장 강 도		비 고
신장성	연성	kN/m	· 60, 80, 100, 150, 200	붙임 참조
	강성	kN/m	· 40, 60, 80, 100, 120, 150	
비신장성		N/㎟	· 500, 600	

o 설계기준은 '비탈면 설계기준'(국토해양부, 2011), '건설공사 보강토옹벽 설계·시공 및 유지관리 지침'(국토해양부, 2013) 적용

o 시공중 설계내용과 일치하는 제품 선정 및 품질관리

- 시공중 **현장여건에 맞는** 품질 확보가 가능한 **보강재 적용 가능**

4 보강토옹벽 설계적용

o 설계도면

- 전면벽체 형식, 보강재 간격 및 길이 등 **설계도면, 구조계산서 수록**

o 내역구성

- 현재 : 1식 단가(㎡) ⇒ 개선 : 세부 공종별 단가

  · 전면벽체, 보강재, 기초로 구분하여 **품셈, 물가자료를 근거로 공사비 산출**

구 분	현 재	개 선
내역 구성	· 보강토옹벽 : ㎡	1. 토공 · 터파기/되메우기/잔토처리 : ㎥ 2. 기초콘크리트 · 무근콘크리트 타설(㎥)/거푸집(㎡) 3. 블록/패널 쌓기 : ㎡ 4. 자재대 · 블록/패널(EA)/보강재(㎡)/깬잡석 채취 및 운반(㎥)/콘크리트 생산 및 운반(㎥)

5 적 용 방 안

□ 설계중인 노선, 설계완료 미발주 노선 : 본 방침 적용

붙 임 : 1. 보강토옹벽 종류별 특성 비교

2. 보강토옹벽 형식별 경제성 검토

3. 보강재 종류 및 특성

4. 보강재 종류별 뒤채움 재료

5. 보강토옹벽 설계 절차

6. 공사비 산출(내역 구성)

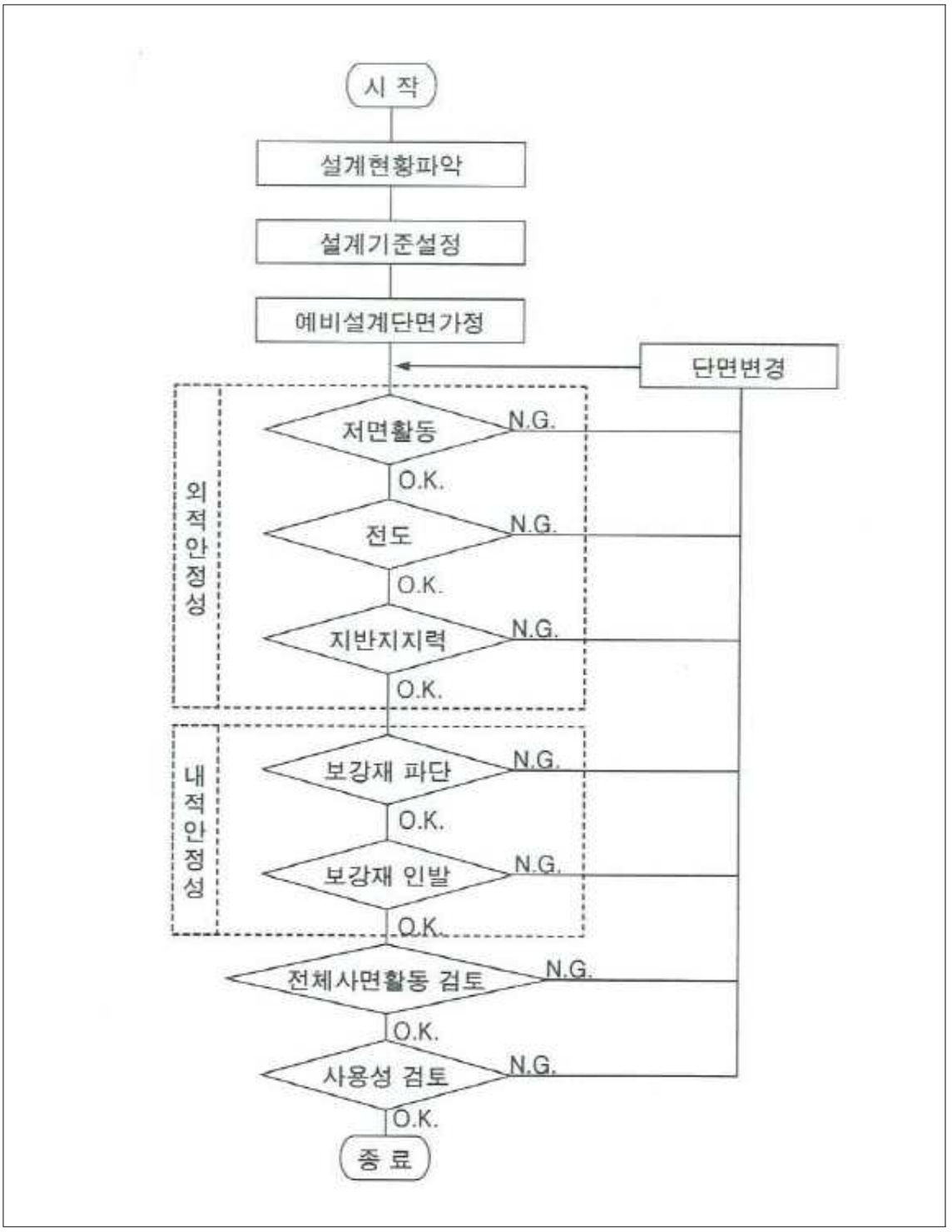
7. 보강토옹벽 품질불량 사례

별첨 1 보강토옹벽 종류별 특성 비교

구 분	패널식	블록식
개요	• 프리캐스트 콘크리트 전면판, Steel Strip 및 띠형 섬유 보강재, 흙으로 구성되며 보강재를 설치하고 뒷채움 재료를 다져 일정한 높이의 보강토 옹벽을 축조하는 공법	• 블록형태의 전면판, 보강재와 연결핀, 흙으로 구성되는 보강토옹벽으로 원리는 패널식과 유사함
지반조건	• 지반의 지지력이 약한 곳에서 단순치환만으로 설치 가능 (하단부 줄기초 Con'c 필요)	• 지반의 지지력이 약한 곳에서 단순치환만으로 설치 가능 (Con'c 또는 잡석기초)
배수처리	• 패널과 패널 사이에 Filter층(부직포)를 설치하여 옹벽하단으로 배수처리	• 블록 속채움 잡석층이 Filter 기능을 수행하고 블록 사이로 자연 배수처리
공사기간	• 기성제품으로 상부까지 동일한 작업이 반복되므로 공기단축가능 • 전면판이 대형으로 설치시 장비(크레인 또는 굴삭기)에 의한 설치가 필요	• 기성제품으로 설치가 용이하고 동일한 작업반복 수행으로 공기단축 가능 • 소형 블록을 격자로 조적하는 방식으로 설치시 장비(굴삭기) 또는 인력에 의한 설치가 가능
작업공간	• 공장 제작 후 현장 야적공간 필요 • 전면판 설치시 10ton급 Crane의 작업공간 필요(굴삭기 병행 시공 가능)	• 공장 제작 후 현장 야적공간 필요 • 모든 작업이 옹벽배면에서 이루어지므로 전면의 작업공간이 불필요
곡선부 및 미관	• 조립식 Precast Con'c 패널이므로 패널 형상자체가 무늬 역할을함 • 곡선부 처리 별도 자재 필요(코너패널 등)	• 석조구조물 형상의 뛰어난 조형미와 임의의 곡선 및 색상처리가 가능하며 다양한 형상의 구조물축조가능 • 곡선부 처리가 자유로움
부등침하에 대한 안정성	• 부등침하에 대한 저항이 커 부등침하에 유연하게 거동하며 지진시에도 안전한 구조체임	• 격자형 Grid 보강재 사용시 횡방향 결속이 커 지진에도 비교적 안전한 구조체임
구조적인 안정성	• 곡선구간 곡선패널 적용 후 안정성 확보 • 패널과 패널사이 연결이음부를 두어 종·횡방향 부등침하에 유리	• 곡선구간에서 모든 보강재는 블록면과 수직으로 설치가 가능하여 안정성 확보 • 보강재가 Grid형이 많아 횡방향 결속이 큼
뒤채움 재료	• 신장성, 비신장성 보강재 선택 가능	• 신장성, 비신장성 보강재 선택 가능

별첨 5 보강토옹벽 설계 절차

□ 구조계산 흐름도



□ 재료별 설계기준

구 분	적용 기준	비고
보강재	- 감소계수: 재료별 공인된 특성시험을 통한 값을 적용 - 변형률: 최대인장강도 발생시 5% 이내 - 보강재 길이: 0.7H(H:벽체높이)☞ 구조검토 결과에 따라 조절 적용 - 보강재 파단에 대한 안전율: 1.0~1.5 이상	건설공사 비탈면 설계 기준 적용
뒤채움재	- No.200 통과 15%이하, 전단저항각 25°이상, 소성지수(PI) 6이하 - 1층 다짐두께: 20cm, 다짐밀도: 최대건조밀도의 95% 이상	
설계법	- 마찰쐐기법: 지오텍스타일, 지오그리드 등 신장성 섬유보강재 이용한 보강토 옹벽 설계 - 복합중력식법: 철재, 아연도강판 등 비신장성 보강재를 이용한 보강토 옹벽 설계	건설공사 비탈면 설계 기준 적용
안전율	- 외적안정: 전체 안정성(평상시 1.5, 지진시 1.1) - 내적안정: 인발 파괴(평상시 1.5, 지진시 1.1)	건설공사 비탈면 설계 기준
기초 침하량	- 부등침하 : 패널식(1/100), 블록식(1/200) - 총침하량 : 패널식(50mm)	국토해양부 잠정지침
구조계산	- 대표 사용프로그램 : MSEW3.0, Xrewall4.0 등 - 사용설계기준 : FHWA, NCMA, BS 8006, 1995, AASHTO,	FHWA NCMA BS 8006, 1995 AASHTO 한국도로공사 설계요령
기초부 처리방식	- 전면 벽체 기초 근입깊이(d) ☞ 0.3m 이상(일반적인 경우) ☞ 0.6m 이상(경사지반인 경우) 및 벽체 전면 1.2m 이상 폭의 소단 설치 - 무근콘크리트 수평기초: 폭 0.4~0.5m, 깊이 0.15m 이하 - 잡석기초 규격: 폭 0.75~0.8m, 높이 0.15~0.3m - 지반이 불량하여 근입깊이가 깊은 경우(d 〉 0.8m) ☞ 골재다짐+콘크리트 또는 철근콘크리트 기초 적용	
배수시설	- 지하수 처리: 보강토체 내부 수평배수층 설치 - 보강토체 전면판 뒤 30~100cm 필터재 설치 - 벽체 상부 지표수 유입방지를 위한 배수구 설치	

토석류 피해예방을 위한 설계가이드라인 수립

설계처-2019
(2015.07.20)

1 검 토 배 경

□ 집중호우 시 산지부와 인접한 고속도로에서 토석류 피해 지속 발생

※ 최근3년간 토석류 발생현황 : 본선통제 7회, 복구비 81억 (붙임1)

□ 토석류 대책공법에 대한 세부 설계절차 및 기준 제시 필요

o '산지부 도로설계기준'에는 토석류 설계에 대한 개략적인 내용만 기술

o 토석류 대책시설에 대한 관계기관 협의 세부절차 부재

※ **토석류(土石流, debris flow)** (사방사업법 제2조)
: 산지 또는 계곡에서 토석·나무 등이 물과 섞여 빠른 속도로 유출되는 것

---

2 추 진 경 위

□ 2005. 12 : 건설공사 비탈면 설계기준 [건설교통부]

o 토석류 발생 가능구간에 대한 조사 필요성만 규정

□ 2007. 11 : 산지부 도로설계기준 개선 [설계처]

o 토석류 조사방법, 대책 적용구간 선정기준, 차단시설 종류, 관계기관 협의 등 제시

□ 2010. 5 : 토석류 관리방안 [도로처]

o 토석류 대책 적용구간 및 대책공법 선정기준 제시

□ 2010. 6 : 토석류 위험평가 및 위험등급화 지침(안) [도교원]

o 토석류 가능구간 선정기준 제시 (위험등급판정표, 6등급으로 평가)

□ 2014. 7 : 산사태 피해 예방 중장기 계획(안) [도로처]

o 설계 시 부터 토석류 피해예방을 위해 유관기관 협업 추진

3 현재 설계절차

□ 산지부 도로설계기준(2007.11)

o 토석류 설계에 대한 개략적인 절차 및 내용만 수록됨

구 분	주 요 내 용
토석류 조사	o 지형조사 : 1/5,000 지형도 이용 (유역면적, 길이, 경사 등) o 현장조사 : 토사 퇴적상태, 암크기 분포상태 조사 o 도로조사 : 배수규격, 도로와 계곡사이 공간 등
대책적용 구간	o 지질조건 : 얕은 파괴 예상구간 (표토층 두께 2.0m 미만), 계곡부 내에 토사, 자갈, 암석이 많이 쌓인 구간 o 지형조건 : 배수유역(0.05~1㎢), 계곡부 평균경사 20°이상, 과거 토석류 발생흔적(기록)이 있는 구간 등 o 강우기준 : 시강우량 30㎜, 일강우량 100㎜이상 발생가능구간
대책공법 선정 및 설계	o 선정과정 : 설치장소 특성파악→설치가능 시설의 대안설정 →최적대안 선정→설계 및 시공 o 차단시설 : 유송잡물 종류 및 크기에 따라 차단시설 종류 제시
관계기관 협 의	o 도로부지 밖에 대규모 방지지설이 필요할 것으로 판단 시 관련기관과 협의 시행하도록 명시

4 현실태 및 문제점

□ 토석류 관련 설계 시 구체적 절차 및 기준 부족

o 토석류 발생 가능구간 판정방법 기관별 다르게 제시

o 구체적인 대책공법 선정 및 상세 설계절차 부재

o 도로부지 외(外) 대책공법 설계 시 주요절차 부재

☞ 일반사항 및 단편적 내용만 서술되어 실제 설계적용 곤란

□ 토석류 발생 가능구간 판정방법 미흡

o '토석류 위험평가 및 위험등급화 지침(안)(도로교통연구원)'과 정부기관(산림청, 국민안전처)의 판정기준을 혼용하여 적용

구 분	당진-천안	대구순환	함양-창녕	남이-천안	성서-지천
설계준공	2013	2013	2014	2014	2014
적용기준	우리공사 산 림 청 국민안전처	국민안전처	우리공사 산 림 청 국민안전처	우리공사 산 림 청 국민안전처	국민안전처
사면안정성 분석 프로그램	활 용	활 용	활 용	활 용	미활용

※ '토석류 위험평가 및 위험등급화 지침(안) (도로교통기술원, 2010)'은 토석류 위험평가관련 다양한 영향 요소 미반영 등의 사유로 설계심의 보류됨

o 기관별 판정 결과가 다른 경우, 토석류 발생 가능구간 적용에 혼란

□ 대책공법 선정 및 설계 시 세부기준 부재

o 대책공법 선정 및 설계 세부기준 부재로 전문업체 의존하여 설계

o 토석류 규모, 대책시설 위치·형식 등 적정성 확인 곤란

□ 토석류 대책시설 관계기관 협의 미흡

o 근원적 대책시설 설계보다는 도로구역 내(內) 위주의 소극적 설계 시행

※ 실시설계 시 도로구역 외(外) 대책시설 설계사례 없음

o 설계 시 관계기관과 협업토록 되어 있으나, 세부절차 부재로 미시행

토석류 피해예방을 위해 설계가이드라인 마련 필요

◈ 토석류 관련 조사절차 및 상세조사 범위 제시

◈ 토석류 피해 발생 가능구간 선정기준 명확화

◈ 토석류 규모, 대책시설 위치 및 형식 산정 구체화

◈ 토석류 대책시설 관계기관 협의절차 마련

5 토석류 설계 추진방안

1. 토석류 조사 (붙임#2)

◈ 토석류 발생 가능구간 판정기준에 적합한 상세조사 항목 제시

기 존	개 선
개략적인 조사 시행 (지형조사, 현장조사, 도로조사)	개략조사 외 '상세조사' 시행

- o **기초자료 수집** : 배수유역도, 토석류 발생 이력, 산사태 위험지도 등
- o **상세조사구역 선정** : 유역면적 5만㎡ 이상, 경사 15°이상 등
- o **상 세 조 사** : 계곡현황, 배수시설, 지반조사 등

2. 토석류 발생 가능구간 선정 (붙임#3)

◈ **기관별 특성을 반영**하기 위해 **단계별 다중평가 후 선정**

기 존	개 선
기관별 판정기준을 활용하나 설계자에 따라 다르게 적용	단계별 다중평가 시행

- o **[1단계]** 토석류 가능구간 위험평가 및 등급화 지침(안) 적용
  - 위험등급(S,A,B등급) : 발생 가능구간 선정
  - 안전등급(C,D,E등급) : 2단계 검토
- o **[2단계]** 국민안전처(①) 및 산림청(②) 평가기준 적용
  - 모두(①,②) 위험등급 : 발생 가능구간 선정
  - 모두(①,②) 안전등급 : 발생 가능구간 제외
  - ①, ② 결과가 다른 경우 : 3단계 검토
- o **[3단계]** 사면 안정성 분석 프로그램 적용
  - 위험등급 : 발생 가능구간 선정
  - 안전등급 : 발생 가능구간 제외

3. 토석류 대책시설 설계

◈ 토석류 규모 산정, 대책시설 위치 및 형식결정, 설계방법 구체화

기 존	개 선
토석류 차단시설 선정과정, 종류 등 개략적 내용만 수록	토석류 규모산정, 대책시설 결정 및 설계 방법 구체화

o **설계절차** : 토석류 규모 산정 → 대책시설 결정 → 대책시설 설계

o **주요내용**

1) 토석류 규모 산정 (붙임#4)

- 지형학적 조사를 통해 토석류 규모(유출토석량, V_Q) 산정

2) 대책시설 결정 (붙임#5)

- 대책시설 필요유무 우선 검토 : 퇴적공간 확보, 배수시설 규모 확대
- 대책공법 개략 선정방법(붙임#6)을 이용하여 대책시설 위치 및 형식(안) 선정

※ 도로구역 내(內) 설치 불가 시 도로구역 외(外) 대책시설 적용 검토

- 관련전문가(산림청 등) 합동조사를 통해 대책시설 위치 및 형식 결정

3) 대책시설 설계

- 시설물 규모 결정을 위한 토석류 설계인자 산정

※ 설계인자 : 첨두토석유량, 평균유속, 흐름수심, 충격력 등

- 토석류 설계인자를 반영하여 대책시설 설계

※ 일반보고서에 토석류 관련 대책시설(도로구역 외(外) 시설 포함) 수록

4. 토석류 관련 관계기관 협의

◈ 토석류 대책시설 관련 사업단계별 협의절차 제시

기 존	개 선
도로구역 외(外) 대책시설 반영 시 협의 ※ 설계 시 관계기관 합동조사 사례 없음	설계 및 공사단계 협의절차 제시

[설계단계]

o 관계기관 합동조사 요청 (→산림청)

o 토석류 관련 내·외부 전문가 합동조사

- 합동조사팀 구성

· 내 부 : 설계처, 도로교통연구원, 재난안전처(필요 시)
· 외 부 : 산림청 구성 (지방자치단체, 지방산림청, 사방협회 등)

* 도로변 산사태 공동 예방·대응 관계관 회의(5차, 2014.7.8) 결과 반영

o 토석류 대책시설 위치 및 형식 결정 (합동조사 결과 반영)

- 사업시행주체 결정 : 도로구역 내(內) 설계반영
  도로구역 외(外) 산림청(지자체) 시행

o 사전재해영향성 검토 협의 (→국토교통부→국민안전처)

- 토석류 대책공법(도로구역 외(外) 시설 포함) 등 검토서 심의 요청

o 사전재해영향성 검토 협의결과 알림 및 준수요청 (→산림청)

- 도로구역 외(外) 대책시설 고속도로 건설기간 내 설치 요청

[건설단계]

o 토석류 발생 가능구간 및 대책시설 재검토 (현장여건 반영)

- (필요 시) 대책시설 관련 관계기관 합동 재조사 시행

o 도로구역 외(外) 대책시설 설치 요청 (→산림청)

- 예산반영 등을 고려하여 고속도로 준공 2~3년 전 요청

6 적용방안

□ 현재 설계중인 노선 : 본 방침 적용

o '내·외부 전문가 합동조사'는 설계 공정율을 고려하여 판단

□ 공사중인 노선 : 주관부서 판단 후 적용

붙임2 토석류 조사절차 및 내용

기초자료 수집

- o 도로로 향하는 계곡부를 포함하는 유역과 계곡 특성 조사
- o 1:5,000 지형도를 이용하여 유역면적, 계곡길이, 유역 평균경사, 도로인접부 지형경사, 유역내 경사도 분석 등을 조사
- o 과거 토석류 발생 이력 등의 자료 수집
- o 산사태 위험지도 1, 2등급 분류 조사지역

상세 조사 구역 선정

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

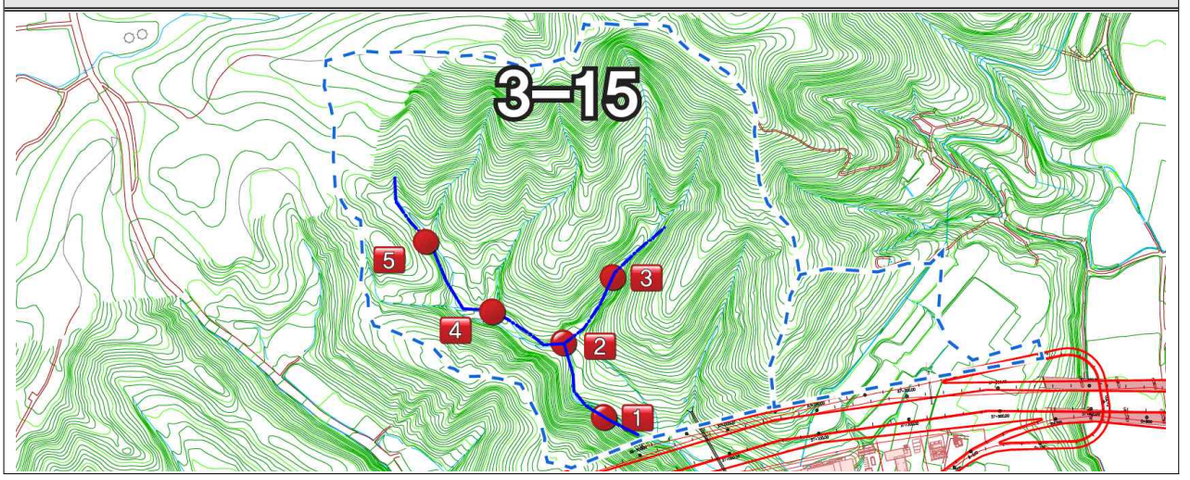
상세조사

- o 계곡현황 조사
  - 계곡 : 폭, 경사, 종단형상, 횡단형상, 지천의 합류, 기반암
  - 토사 : 평균두께, 구성물질, 전석비율, 지표수 상태
  - 집수유역 : 토사두께, 구성물질, 자갈크기, 붕괴이력, Talus

  ※ 계곡 연장에 따라 3~6개소로 구분하여 현장조사 실시
- o 배수시설 조사
  - 설치예정 배수시설규격, 퇴적공간, 고저차, 이격거리, 계곡폭
- o 지반조사 (기존 지반조사 자료를 활용하되, 필요시 추가 수행)
  - 투수계수, 함수비, 비중, 단위중량, 간극비, 간극률
- o 현장특징 조사
  - 수목 전도, 계곡부 측면 세굴 등 특이사항 조사

토석류 상세조사 (예시)

유역 평면도



o 계곡부 조사는 상류, 중류, 하류 3곳을 기본적으로 조사
o 기본적인 위치 이외에 계곡이 합류하는 지점 및 급변하는 곳 등 추가 조사
※ 계곡연장에 따라 3~6개소로 구분하여 조사 시행

□ 계곡현황 조사

구 분		① 위치	② 위치	③ 위치	④ 위치	⑤ 위치
전 경						
계상형상	폭(m)	3.0~3.5	2.5~3.0	2.0~2.5	2.5~3.0	2.0~2.5
	두께(m)	1.0	1.2	1.1	1.3	1.0
	경사(°)	5.0~10.0	15.0~25.0	20.0~30.0	20.0~30.0	20.0~30.0
	종단형상	철형	철형	계단+철형	계단형	계단+철형
	횡단형상	하강형	상승형	상승형	복합형	상승형
	지천의 합류	없음	있음	없음	없음	없음
	기반암	역암	역암	역암	역암	역암

구 분		① 위치	② 위치	③ 위치	④ 위치	⑤ 위치
전 경						
퇴적토사	평균두께(cm)	20~30	30~50	10~20	20~30	10~20
	구성물질	모래	모래	모래/자갈	모래/자갈	모래/자갈
	자갈비율(%)	10%	20%	40%	20%	15%
	지표수 상태	건조	건조	습윤	습윤	습윤
좌우기슭	토사두께(m)	1~2	1~2	1m내외	1~2	1m내외
	구성물질	모래	모래	모래/자갈	모래/자갈	모래/자갈
	자갈크기(cm)	2~5	2~5	5~10	2~5	2~5
	붕괴이력	무	무	유	무	무
	Talus	무	무	유	무	무

□ 배수시설 조사

구 분	배수시설 조사					비고
조사항목	배수시설규격	퇴적공간(m^3)	고저차(m)	이격거리(m)	계곡폭(m)	
조사결과	수로 BOX 2.5m×2.5m	2,646	14.7	90.0	12.0	예정

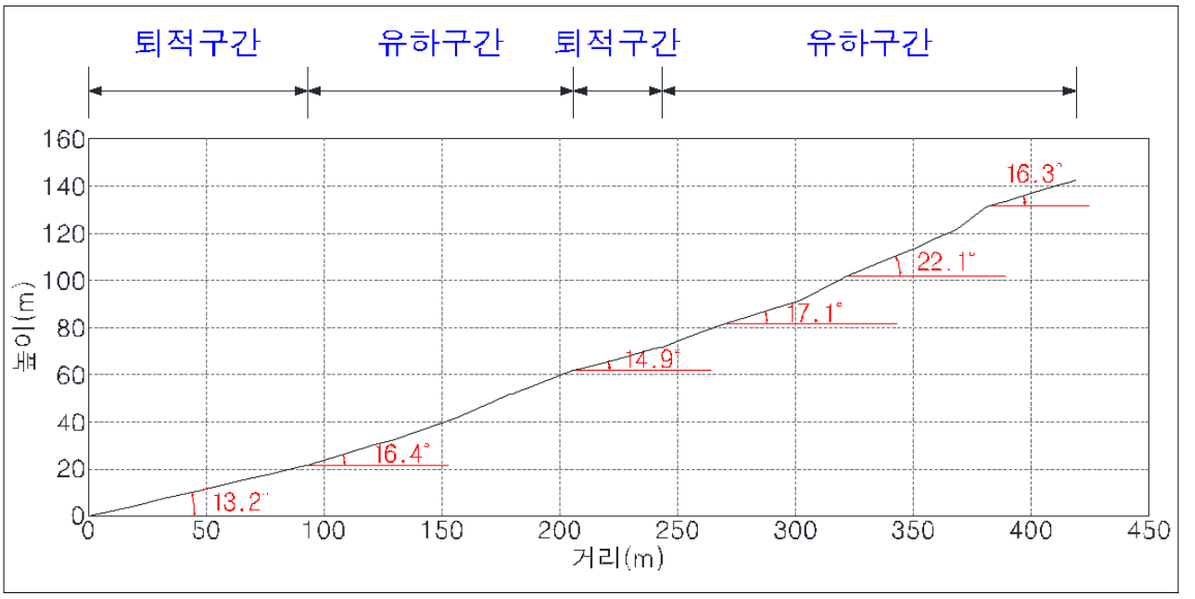
□ 지반조사 ※ 기존 지반조사 자료 활용 (필요시 추가 지반조사 시행)

투수계수 (cm/sec)	함수비 (%)	비중	건조단위중량 (kN/㎥)	간극비	간극률 (%)	비고
3.45×10^{-4}	13.3	2.66	14.23	0.83	45.36	

※ 토석류 발생 가능구간 주변 시추공을 활용하여 토사층 두께 검토

□ 계곡의 특성

하부 전경	토사 붕괴	테일러스 분포
계단식의 농경지가 위치함	붕적층의 깊이가 깊고, 붕괴가 진행되어 있음	계곡 경사를 따라 테일러스 분포



관측자 주요의견

1) 소규모 붕괴이력이 관찰됨
2) 계곡 상부에 소규모 Talus 분포
3) 일부 계곡 기슭에서 소규모로 토사가 유실된 흔적 관찰
4) 지표수는 확인되지 않으며, 계곡부 좌우로는 소나무, 잡목 등의 식생이 형성되어 있음
5) 나무와 잔가지들이 뒤엉켜 있음
6) 토사층은 주로 실트질 모래, 자갈, 호박돌로 구성되어 있으며, 역암이 기반암으로 분포

붙임3 토석류 발생 가능구간 선정

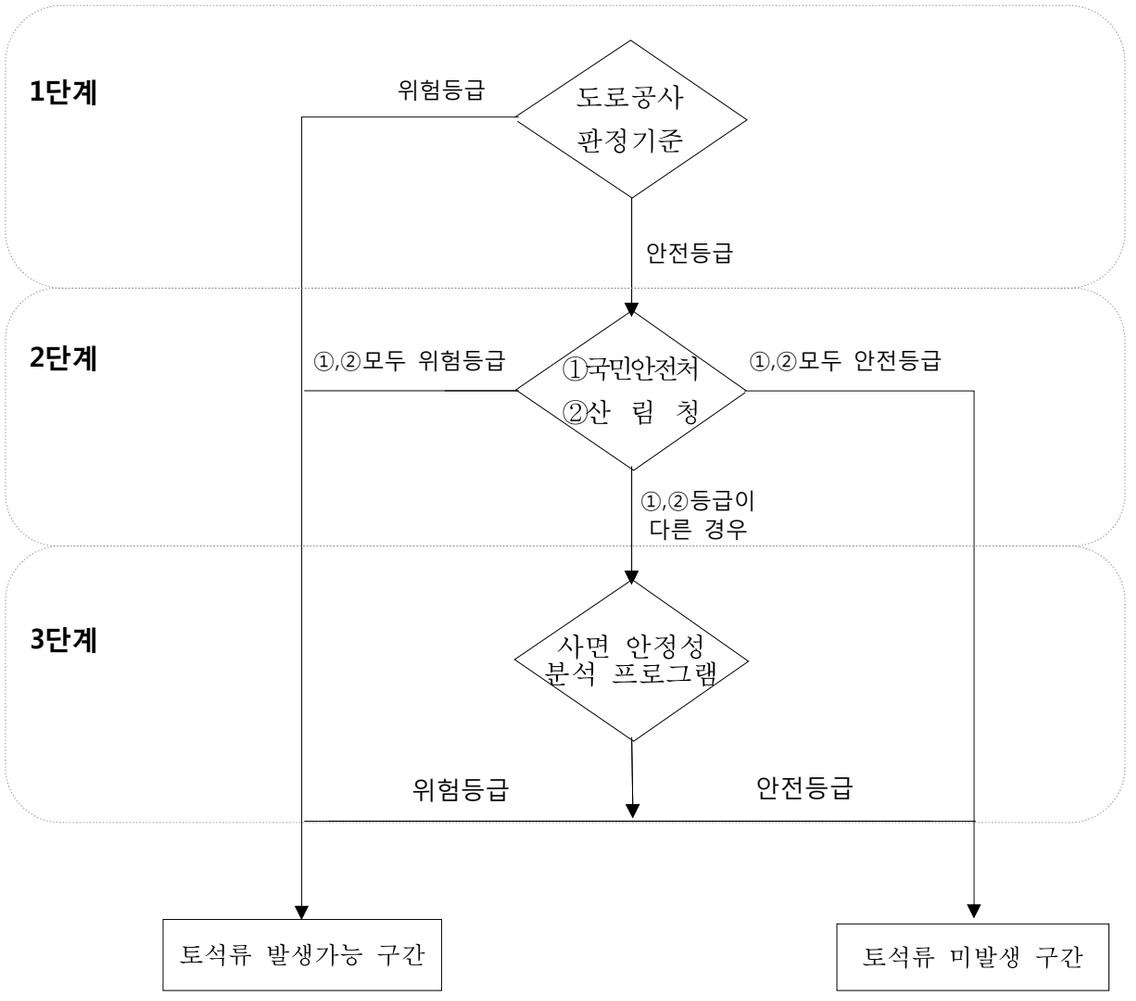
□ **선정방법** : 기관별 특성을 반영하기 위해 단계별 다중평가 후 선정

□ **기관별 판정기준**

도로공사 (S~E등급)	국민안전처 (A~E등급)	산림청 (1~4등급)
토석류가능구간 위험평가 및 등급화 지침(안)	급경사지 재해위험도 판정 점수표로 평가	산사태 위험 판정기준표 및 인자별 점수표로 평가
S A B C D E	E D C B A	1 2 3 4
	※ **사전재해영향성검토 협의**	※ 도로구역 외(外) 설치를 위한 **현장 합동조사**

※ 음영(■)구간 : 토석류 관련 **위험등급** (발생 가능성 높은 구간)
음영 외 구간 : 토석류 관련 **안전등급** (발생 가능성 낮은 구간)

□ **단계별 다중평가 절차**



(도로공사) 토석류 가능구간 위험평가 및 등급화 지침(안)

□ 위험평가 방법

항목구분			배점기준	
			배점구간	구간별 배점
재해 점수 (20점)	토석류 발생가능여부 (10점)	① 유역평균 지형경사 (단위: °)	- 35°이상	5
			- 30°이상~35°미만	4
			- 25°이상~30°미만	3
			- 20°이상~25°미만	2
			- 15°이상~20°미만	1
			- 15°미만	0
		② 35°이상 지형면적비율 (단위: %)	- 40%이상	5
			- 30%이상~40%미만	4
			- 20%이상~30%미만	3
			- 10%이상~20%미만	2
			- 1%이상 ~10%미만	1
			- 1%미만	0
	토석류 이동여부 (10점)	③ 계곡의 평균경사 (단위: °)	- 25°이상	5
			- 20°이상~25°미만	4
			- 15°이상~20°미만	3
			- 10°이상~15°미만	2
			- 5°미만~10°미만	1
			- 5°미만	0
		④ 15°이상 계곡길이비율 (단위: %)	- 90%이상	5
			- 70%이상~90%미만	4
			- 50%이상~70%미만	3
			- 30%이상~50%미만	2
			- 10%이상~30%미만	1
			- 10%미만	0
취약 점수 (10점)	토석류 퇴적가능여부	⑤ 퇴적공간	- 퇴적공간 없음	5
			- 퇴적공간 부족	4
			- 퇴적공간 보통	3
			- 퇴적공간 여유	2
			- 퇴적공간 충분	1
			- 퇴적공간 초과	0
	토석류 통과가능여부	⑥ 배수시설물	- 절토부도수로	5
			- 횡배수관 D1,200이하	4
			- 수로박스 B2.0x2.0이하	3
			- 수로박스 B4.0x4.0이하	2
			- 수로박스 B4.0x4.0초과 ~ 통수단면 30m^{2}미만	1
			- 소교량	0

□ 위험등급 판정표

20	E (20)	D (21)	D (22)	C (23)	B (24)	B (25)	B (26)	A (27)	S (28)	S (29)	S (30)
19	E (19)	D (20)	D (21)	C (22)	B (23)	B (24)	B (25)	A (26)	S (27)	S (28)	S (29)
18	E (18)	D (19)	D (20)	C (21)	C (22)	B (23)	B (24)	A (25)	A (26)	S (27)	S (28)
17	E (17)	D (18)	D (19)	C (20)	C (21)	B (22)	B (23)	A (24)	A (25)	S (26)	S (27)
16	E (16)	D (17)	D (18)	C (19)	C (20)	B (21)	B (22)	B (23)	A (24)	A (25)	S (26)
15	E (15)	E (16)	D (17)	D (18)	C (19)	C (20)	B (21)	B (22)	A (23)	A (24)	A (25)
14	E (14)	E (15)	D (16)	D (17)	C (18)	C (19)	B (20)	B (21)	B (22)	A (23)	A (24)
13	E (13)	E (14)	D (15)	D (16)	C (17)	C (18)	C (19)	B (20)	B (21)	B (22)	A (23)
12	E (12)	E (13)	D (14)	D (15)	C (16)	C (17)	C (18)	B (19)	B (20)	B (21)	B (22)
11	E (11)	E (12)	D (13)	D (14)	C (15)	C (16)	C (17)	C (18)	B (19)	B (20)	B (21)
10	E (10)	E (11)	E (12)	D (13)	D (14)	C (15)	C (16)	C (17)	C (18)	B (19)	B (20)
9	E (9)	E (10)	E (11)	D (12)	D (13)	C (14)	C (15)	C (16)	C (17)	C (18)	B (19)
8	E (8)	E (9)	E (10)	D (11)	D (12)	D (13)	C (14)	C (15)	C (16)	C (17)	C (18)
7	E (7)	E (8)	E (9)	E (10)	D (11)	D (12)	D (13)	C (14)	C (15)	C (16)	C (17)
6	E (6)	E (7)	E (8)	E (9)	D (10)	D (11)	D (12)	D (13)	C (14)	C (15)	C (16)
5	E (5)	E (6)	E (7)	E (8)	E (9)	D (10)	D (11)	D (12)	D (13)	D (14)	D (15)
4	E (4)	E (5)	E (6)	E (7)	E (8)	E (9)	E (10)	D (11)	D (12)	D (13)	D (14)
3	E (3)	E (4)	E (5)	E (6)	E (7)	E (8)	E (9)	E (10)	E (11)	D (12)	D (13)
2	E (2)	E (3)	E (4)	E (5)	E (6)	E (7)	E (8)	E (9)	E (10)	E (11)	E (12)
1	E (1)	E (2)	E (3)	E (4)	E (5)	E (6)	E (7)	E (8)	E (9)	E (10)	E (11)
0	E (0)	E (1)	E (2)	E (3)	E (4)	E (5)	E (6)	E (7)	E (8)	E (9)	E (10)
재해점수 / 취약점수	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

□ 토석류 취약지역 등급기준

등급	대책공법 적용여부	강우에의한 피해발생
S	토석류 대책공법 적용 필요	약 2~5년의 재현주기
A	토석류 대책공법 적용 필요	약 5~20년의 재현주기
B	토석류 발생가능 규모를 검토하여 선별적 적용여부 결정	약 20~50년의 재현주기
C	대책공법 적용하지 않음, 향후 토석류 피해 발생 시 대책 적용	약 50년을 초과하는 재현주기
D	대책공법 적용하지 않음, 향후 토석류 피해 발생 시 대책 적용	약 1,000년에 해당하는 재현주기
E	대책공법 적용하지 않음, 향후 토석류 피해 발생 시 대책 적용	-

(산림청) 토석류 취약지역 판정표

□ 토석류 취약지역 판정표

<table>
<tr><th colspan="11">토석류 취약지역 판정표</th></tr>
<tr><td rowspan="3">일
반
정
보</td><td>조 사 자</td><td>소속</td><td colspan="2"></td><td>직
성명</td><td></td><td>연락처</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td colspan="2">조사일자</td><td colspan="8">2012년 월 일</td></tr>
<tr><td>위
치</td><td>행정구역</td><td colspan="8">시·도 시·군·구 읍·면·동 리·동 번지(속칭:)</td></tr>
<tr><td colspan="2">○유역면적</td><td colspan="8">ha</td></tr>
<tr><td rowspan="2">인 자</td><td colspan="10">Category 별 점수</td></tr>
<tr><td>1</td><td colspan="2">2</td><td colspan="2">3</td><td colspan="2">4</td><td colspan="2">5</td><td>점 수</td></tr>
<tr><td>보호대상</td><td>일반산지</td><td colspan="2">재산피해</td><td colspan="2">인가1~5미만</td><td colspan="2">인가5~10</td><td colspan="2">인가10이상
또는 공공시설</td><td></td></tr>
<tr><td>점 수</td><td>0</td><td colspan="2">150</td><td colspan="2">300</td><td colspan="2">330</td><td colspan="2">360</td><td></td></tr>
<tr><td>황폐 발생원</td><td>산사태 위험지
3,4등급만 있는 유역</td><td colspan="2">산사태 위험지
2등급 50% 이하인 유역</td><td colspan="2">산사태 위험지
2등급 50% 이상인 유역</td><td colspan="2">산사태 위험지
1등급이 있는 유역</td><td colspan="2"></td><td></td></tr>
<tr><td>점 수</td><td>0</td><td colspan="2">80</td><td colspan="2">96</td><td colspan="2">112</td><td colspan="2"></td><td></td></tr>
<tr><td>계류내 전석
분포 비율(%)</td><td>10% 미만</td><td colspan="2">10~20</td><td colspan="2">20~30</td><td colspan="2">30이상</td><td colspan="2"></td><td></td></tr>
<tr><td>점 수</td><td>0</td><td colspan="2">10</td><td colspan="2">40</td><td colspan="2">18</td><td colspan="2"></td><td></td></tr>
<tr><td>계류 상부
경사(°)</td><td>9 미만</td><td colspan="2">9~13</td><td colspan="2">14~18</td><td colspan="2">19이상</td><td colspan="2"></td><td></td></tr>
<tr><td>점 수</td><td>0</td><td colspan="2">10</td><td colspan="2">28</td><td colspan="2">54</td><td colspan="2"></td><td></td></tr>
<tr><td>총 계류
길이(m)</td><td>200 미만</td><td colspan="2">200~500</td><td colspan="2">500이상</td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td></td></tr>
<tr><td>점 수</td><td>0</td><td colspan="2">28</td><td colspan="2">74</td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td></td></tr>
<tr><td>계류평균
경사(°)</td><td>5 미만</td><td colspan="2">5~7</td><td colspan="2">8~10</td><td colspan="2">11~16</td><td colspan="2">16 이상</td><td></td></tr>
<tr><td>점 수</td><td>0</td><td colspan="2">16</td><td colspan="2">32</td><td colspan="2">48</td><td colspan="2">60</td><td></td></tr>
<tr><td>조사자의
점수보정</td><td colspan="10">※ 보정인자
1. 조사자 또는 마을사람들이 토석류발생 위험지역이라고 생각함(+10)
2. 조사자 또는 마을사람들이 토석류발생 위험성이 전혀 없다고 생각함(-10)
3. 송전철탑 등 인위적 산림훼손지로 방치하거나 불완전한 방재 시설지(+20)
4. 과수원 및 초지단지, 유실수조림지 등 지피식생이 불완전한 산림(+20)
5. 산림이 도심지에 위치하여 토석류 발생시 피해 확산 위험이 있는 지역(+10)</td><td></td></tr>
<tr><td>점수계</td><td colspan="10">점</td></tr>
<tr><td>종합의견</td><td colspan="10"></td></tr>
<tr><td>관리방안</td><td colspan="10">사방댐( )개소 계류보전( )km</td></tr>
</table>

□ 토석류 취약지역 등급기준

토석류 취약지역 등급		점수
위험 등급	1 등급(발생가능성이 대단히 높은 지역)	540점 이상
	2 등급(발생가능성이 높은 지역)	360~540점 미만
안전 등급	3 등급(발생가능성이 낮은 지역	121~360점 미만
	4 등급(발생가능성이 없는 지역)	120점 이하

(국민안전처) 급경사지 재해위험도 평가기준

□ 급경사지 재해위험도 평가기준

구분			평가기준 및 배점					
붕괴위험성	경사각(°)		20미만	20~33	34~43	44~53	54이상	
			2	4	6	8	10	
	높이(m)		25미만	25~49	50~59	60~69	70~79	80이상
			1	2	3	4	5	6
	급경사지 종단형상		철형	직선형	요형	복합형		
			1	2	3	4		
	자연비탈면 횡단형상		하강형	평행형	상승형	복합형		
			1	2	3	4		
	비탈면 좌우접합부 계곡유무		없음		있음			
			0		4			
	계곡 연장(m)		0~10	11~30	31~50	51이상		
			1	2	3	4		
	계곡 폭(m)		3이상	2~3	1~2	1미만		
			1	2	3	4		
	토층심도(cm)		0~20	21~50	51~70	71~90	91이상	
			1	2	3	4	5	
	상부외력		무	전,답,묘지외	송전탑, 주택	철도	도로	임도
			1	2	4	6	8	10
	지하수		완전배수	적음	보통	많음	매우많음	
			1	2	3	4	6	
	붕괴・유실이력		없음	1회	2회이상			
			0	5	8			
	보호시설상태		양호	불량	매우불량	무		
			1	2	4	5		
사회적영향도	주변환경		임야・공원시설		택지・도로・철도 등			
			3		5			
	피해인구수, 도로차로수, 교통량	도로와 접하지 않는 급경사지	피해예상 인구수	0	1~4(人)	5(人)이상		
				1	10	15		
		도로와 접한 급경사지	도로차로수 (편도)	도로 1차로이하	도로 2차로	도로 3차로 이상		
				1	4	7		
			교통량 (대/일)	500미만	500~5,000	5,001~20,000	20,001~35,000	35,001 이상
				1	2	4	6	8
	인가・공공시설 등의 거리 (비탈면 높이에)		2배초과	2배이내	비탈면높이이내	1/2배이내		
			1	4	7	10		
점수계			점					

□ 토석류 취약지역 등급기준

등급		판단기준	피해발생 위험도
위험등급	E	81점이상	재해위험성이 매우높아 정비계획 수립 필요
	D	61~80점	재해위험성이 높아 정비계획 수립 필요
안전등급	C	41~60점	재해위험성이 있어 지속적인 점검과 필요시 정비계획 수립 필요
	B	21~40점	재해위험성이 없으나 주기적인 관리 필요
	A	0~20점	재해위험성이 없으나 예상치 못한 붕괴가 발생하더라도 피해가 미비함

사면 안정성 분석 프로그램

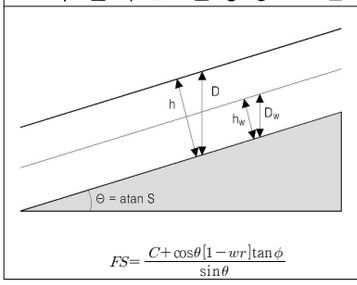
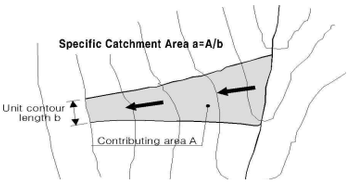
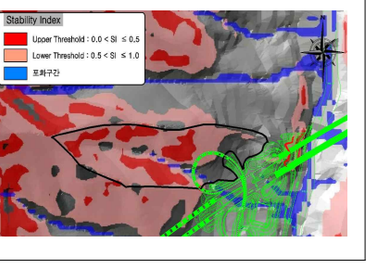
본 방침에서는 일반적으로 사용하고 있는 SINMAP 프로그램을 예시하였으며, 토석류 관련 다른 범용 프로그램의 적용도 가능 함

□ 개 요

Stability Index Mapping : 사면의 안정성을 분석하는 프로그램으로 사면안정성을 사면안정지수(SI)로 등급화(1~6등급)하여 시뮬레이션기법으로 수치지형도에 무한사면 안정성 해석 후 안전율을 접목시켜 산사태 위험을 판단하는 프로그램

□ 안정성 분석

o 안정성 모델 분석 및 시뮬레이션 (예시)

무한사면 안정성 모델	수리적 모델의 정의	분석시뮬레이션
 $FS = \frac{C + \cos\theta[1 - wr]\tan\phi}{\sin\theta}$	 $SI = FS_{\min} = \frac{C1 + \cos\theta[1 - \min(x2\frac{a}{\sin\theta}, 1)\gamma]t1}{\sin\theta}$	

※ 적색 부분이 토석류 발생 가능성이 있는 구간임

o 주요물성치 : 복합점착력, 습윤지수, 지형경사, 내부마찰각, 단위중량 등

□ 안정지수(SI)의 등급분류

조 건		등 급	위험도 상태
안전 등급	SI > 1.5	1	안정지역 (Stable slope zone)
	1.5 > SI > 1.25	2	비교적 안정지역 (Moderately stable zone)
	1.25 > SI > 1.0	3	준안정지역 (Quasi-stable slope zone)
	1.0 > SI > 0.5	4	발생위험 낮은 지역 (Lower threshold slope zone)
위험 등급	0.5 > SI > 0.0	5	발생위험 높은 지역 (Upper threshold slope zone)
	0.0 > SI	6	발생 지역 (Defended slope zone)

※ **'SI ≤ 0.5 이하 면적의 합'이 배수 유역면적의 15% 이상인 경우 토석류 발생 가능 구간으로 선정함을 원칙으로 하되, 15% 이하인 경우라도 도로에 영향을 미칠 수 있다고 판단되는 경우에는 토석류 발생 가능구간으로 선정**

붙임4 토석류 규모 및 설계인자 산정

"고속도로 토석류 조사 및 대책 설계 지침(안)" 준용

□ 토석류 규모 산정

V_Q(**유출토석량**) 은 '**유역내의 이동가능 토석량**'과 '**계획규모의 토석류에 의해 운반이 가능한 토석량**'을 비교하여 작은 값으로 함

1) 유역내의 이동가능 토석량

= 붕괴가능토석량(V_0) + 이동가능 계상 퇴적 토석량(V_1)

① 붕괴가능토석량(V_0) 산정

- 유역내 토석류 시작이 가능한 지점의 면적과 토층 두께의 합
- 초기 붕괴토석량을 산정하는 것은 매우 어렵기 때문에 일본의 초기 붕괴토석량 산정방법 활용
- 산출식 : $V_0 = \sum$(유역면적 × 붕괴면적율/100 × 붕괴심도)

지질종류		붕괴면적율	붕괴심도(m)	지질종류		붕괴면적율	붕괴심도(m)
화성암	화강암	0.05	2~3	퇴적암	퇴적층	1.70	1~2
	섬록암	0.06	5		화산쇄설암	0.22	2~3
		0.04	2~3		응회암	0.23	2~3
	석영반암	0.10	3~4		응회각력암	0.19	2~3
	분암	1.08	5		화산암설	0.39	5
	휘록암	0.46	2~3		역암	0.10	1~2
	석영조면암	0.26	5		각력암	0.45	-
	석영안산암	0.53	0~1		사암	0.21	1~2
	안산암	0.22	4~5		규암	2.04	5
	안산암질용암	0.29	3~4		점토암(이암)	0.36	2~3
	현무암	0.11	-		혈암	0.10	1~2
	분암섬록암	0.13	3~4		점판암	0.07	2~3
변성암	변성암	0.34	2~3		사암혈암	0.14	2~3
		0.07	1~2		사암점판암	0.09	1~2
퇴적암	고생층	0.50	2~3		사암쳐트	0.25	2~3
	중생층	0.05	2~3		혈암응회암	1.01	1~2
	제3기층	0.25	3~4		석회암	0.27	2~3
	홍적층	0.19	3~4		쳐트	0.16	2~3
	충적층	0.04	4~5		쳐트응회암	0.73	-

② 이동가능 계상 퇴적 토석량(V_1) 산정

- 토석류 이동계곡의 길이와 계곡내 침식가능 두께, 계곡단면적을 고려하는 방법 (지형학적 조사를 통해 산정)

$$V_1 = \sum V_e - \sum V_d = \sum(L_i \times B_i \times Y_i) - \sum(L_i \times B_i \times D_i)$$

여기서, V_e = 계곡부에서 침식되는 토석량 (현장 계곡 폭, 길이 실측 토사두께 활용)

V_d = 계곡부에서 퇴적되는 토석량 ("0"으로 가정)

L_i = 계곡의 단위길이, B_i = 계곡의 폭

Y_i = 계곡의 침식두께, D_i = 계곡의 퇴적두께

2) 계획규모의 토석류에 의해 운반이 가능한 토석량

$$V_Q = f_r \times \frac{1{,}000 \times R_{24} \times A}{1-n} \times \left[\frac{C_d}{1-C_d}\right]$$

여기서, R_{24} : 대상지역의 24시간 최대강우량(mm)

A : 유역면적(km^2), n : 계곡 바닥 퇴적물의 공극률

f_r : 유출보정율 (최대 0.5, 최소 0.1 적용)

$f_r = 0.05(\log A - 2.0)^2 + 0.05$, 여기서 A는 유역면적(km^2)

Cd : 유입되는 토석류의 용적토사농도

$$Cd = \frac{\gamma_w \tan\theta}{(\gamma_s - \gamma_w)(\tan\phi - \tan\theta)}$$

여기서, γ_s : 사력의 단위 체적 중량 (kN/㎥(tf/㎥)), (계략치 18kN/㎥)

γ_w : 물의 단위 체적 중량 (kN/㎥(tf/㎥))

ϕ : 계곡 바닥 퇴적 토사의 전단 저항각 (도)

θ : 기존수로의 경사(기존수로의 평균경사)

※ 지하수위 이상에 있는 토석류의 단위중량(γ_s) 및 토질별 전단 저항각(ϕ)

종 류	상 태	단위중량	전단저항각
자 갈	조밀한 것 또는 입도가 좋은 것	20	40
	조밀하지 않은 것 또는 입도가 나쁜 것	18	35
자갈섞인 모 래	조밀한 것	21	40
	조밀하지 않은 것	19	35
모 래	조밀한 것	20	35
	조밀하지 않은 것	18	30
사 질 토	조밀한 것	19	30
	조밀하지 않은 것	17	25
점 성 토	단단한 것 (손가락으로 눌러 약간 들어감)	18	25
	약간 연한 것 (손가락으로 보통 힘으로 눌러 들어감)	17	10
	연한 것 (손가락이 쉽게 들어감)	16	15
점토 및 실트	단단한 것 (손가락으로 눌러 약간 들어감)	17	20
	약간 연한 것 (손가락으로 보통 힘으로 눌러 들어감)	16	15
	연한 것 (손가락이 쉽게 들어감)	14	10

□ 토석류 설계인자 산정

[개념정의]

o 첨두토석유량 (Peak Debris Discharge, Q_{sp}, m3/sec)

: 계획기준점 위치에서 유출되는 단위시간당 토석류의 최대유출량

o 평균유속 (Mean Velocity, v_D, m/sec)

: 토석류 선단부의 수심평균유속(depth-averaged flow velocity)

o 흐름 수심 (Flow Depth, m)

: 토석류 선단부의 평균흐름 수심이며, 토석류 선단파의 최대수심은 평균 흐름수심의 약1.5배의 값으로 함

o 충격력(Dynamic Thrust, kN)

: 토석류 흐름이 보유하는 충격력.

토석류의 단위중량과 흐름속도, 수로 단면적의 함수로 표현됨

o 토석의 퇴적경사 (Depositional Angle, degree or %)

: 토석류를 퇴적시키는 구조물을 설치시 구조물 뒤편에 퇴적되는 토석의 최대 경사

o 토석류의 단위중량(unit weight, kN/m3) : 토석과 물 혼합물의 단위중량

[설계인자 산정]

1) 첨두 토석유량

다음 2가지 방법을 활용하여 작은 값으로 산정

① 강우량에 기초한 방법

$$Q_{sp} = \frac{C_o}{C_o - C_d} Q_w$$

여기서, Q_{sp}: 토석류의 첨두유량 (m^3/sec)

C_o : 토석류 발생전 계곡에 퇴적된 토사의 용적농도($(= V_s/V = 1-n)$)

C_d : 토석류의 평균용적농도

Q_w : 홍수시의 첨두유량(m^3/sec)

V_s : 흙의 부피 (m^3)

V : 단위 부피(m^3)

n : 간극률

② 경험식에 의한 방법 : 지질 조건에 맞는 경험식의 평균값으로 산출

공 식	제안자	비고
$Q_p = 0.135\,V^{0.78}$	Mizuyama et al(1992)	**granular** debris flow
$Q_p = 0.019\,V^{0.79}$	Mizuyama et al(1992)	muddy debris flow
$Q_p = 0.006\,V^{0.83}$	Jitousono et al(1996)	volcanic debris flow
$Q_p = 0.04\,V^{0.90}$	Bovis and Jakob (1999)	**granular** debris flow
$Q_p = 0.003\,V^{1.01}$	Bovis and Jakob (1999)	volcanic debris flow
$Q_p = 0.293\,V^{0.56}$	Costa(1988)	
$Q_p = 0.016\,V^{0.64}$	Costa(1988)	
$Q_p = 0.1\,V^{0.83}$	Rickenmann(1999)	debris flow

2) 평균유속과 흐름수심

o **평균유속(v_d)** : Manning의 식 이용 산정

$$v_d = \frac{1}{n} D^{2/3} S^{1/2}$$

여기서, v_d : 토석류의 평균유속 (m/s)

n : 계곡바닥의 조도, S : 계획지점의 계곡 경사도(=tanθ)

D : 토석류 흐름의 경심 (토석류의 수심, D_d과 동일한 것으로 간주)

o **흐름수심(D_d)** : 계곡폭과 첨두토석유량 값을 이용 산정

$$D_d = \frac{Q_{sp}}{v_d \cdot B_d}$$

여기서, D_d : 토석류의 평균수심, B_d : 계획지점에서의 계곡폭

※ 실제 설계에서는 계산된 평균수심보다 약 1.5배 정도 높은 값을 사용

3) 토석류의 단위중량 (γ_d)

$$\gamma_d = \rho_d \cdot g = \{C_d \cdot \rho_s + (1 - C_d) \cdot \rho_w\} \cdot g$$

여기서, γ_d : 토석류의 단위중량 (kN/m^3), ρ_d : 토석류의 밀도(ton/m^3)

C_d : 토석류의 용적농도, ρ_s : 흙의 밀도(ton/m^3 , 약 2.6 내외)

ρ_w : 세립분이 섞인 물의 밀도 (ton/m^3 , 약 1.1~1.2 내외)

g : 중력가속도 (=9.81 m/sec^2)

4) 토석류 유체력과 암석의 충격력

o 유체력(F_d) : 유체의 모멘텀 방정식 이용

$$F_d = \rho_d \cdot A \cdot v_d^2 \cdot \sin\beta$$

여기서, F_d : 토석류의 유체력 (dynamic thrust, kN)

ρ_d : 토석류의 밀도 (ton/㎥), $\rho_d = \gamma_d / g$

A : 토석이 흐르는 수로의 단면적 (㎡), v_d : 토석류의 평균유속 (m/s)

β : 방어구조물 축과 토석류 흐름방향의 각도차(°)

o 충격력(F_I) : 구조물의 강성과 변위 고려

$$F_I = \alpha \cdot \frac{m \cdot v_d^2}{\delta}$$

여기서, F_I : 암석에 의해 구조물에 가해지는 충격력(kN)

α : 보정계수 (콘크리트 구조물: 0.1, 변위를 많이 허용할수록 증가)

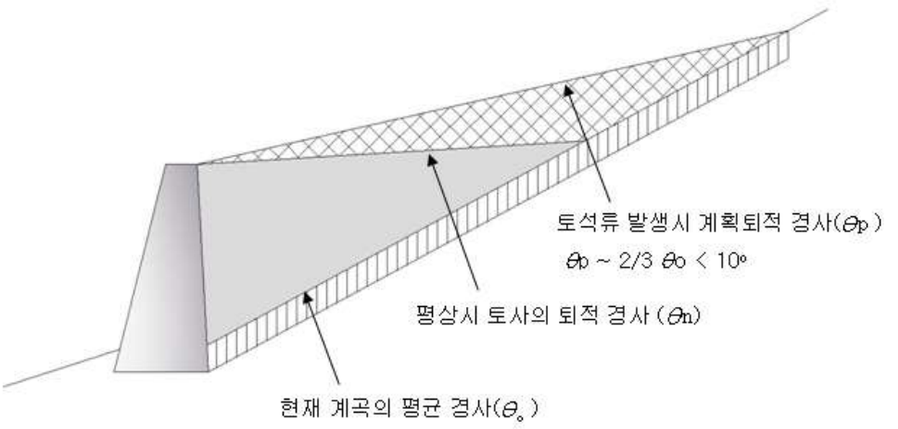
m : 토석류에 포함된 최대 암석의 질량 (ton)

v_d : 토석류의 평균유속 (m/s)

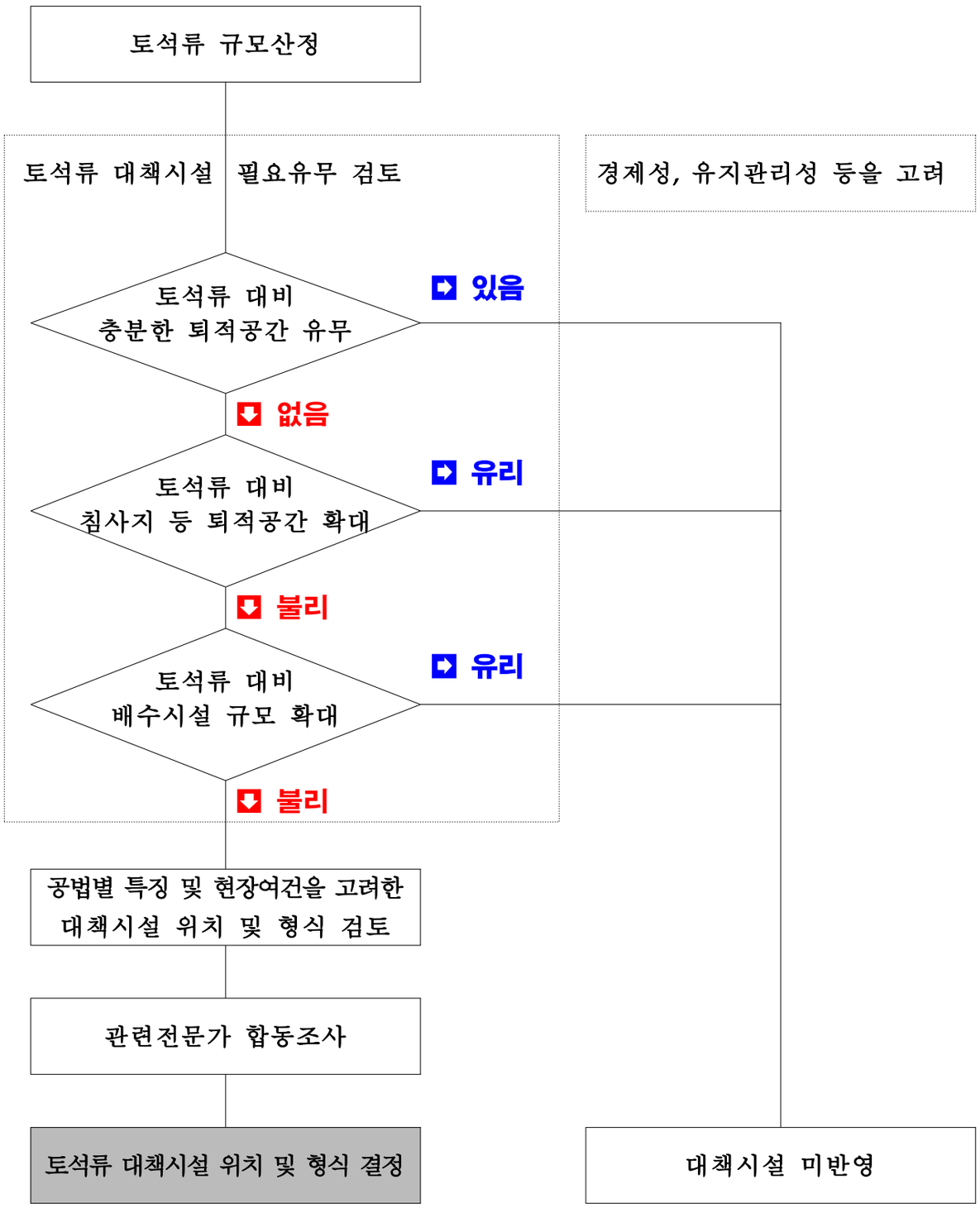
5) 토석의 퇴적경사

o 평상시 퇴적면의 경사 : 약 3~4° 적용

o 토석의 최대퇴적경사 : 계곡바닥 평균경사의 약 2/3를 적용 (10°미만이 되도록 함)



붙임5 토석류 대책시설 선정절차



붙임6 토석류 대책공법 개략 선정방법

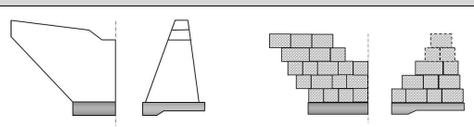
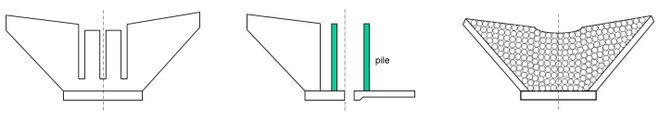
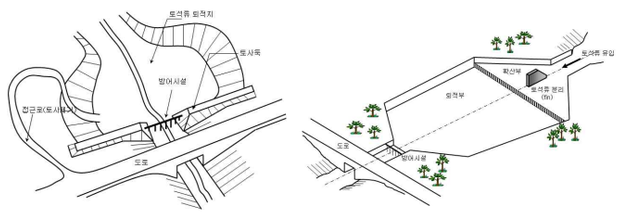
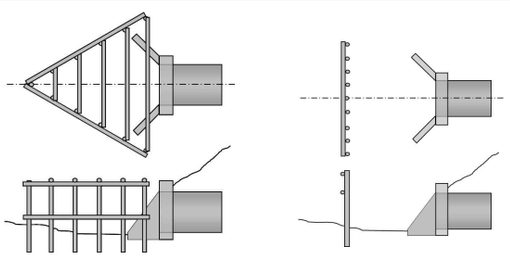
토석류 대상 유역의 유출가능한 토석류 **규모를 결정**하고 지형적으로 토석류 방어나 퇴적에 유리한 **위치를 결정**한 후 **효과적인 대책공법을 선정**하는 것으로서 **별도의 상세 현장조사 과정 필요**

1 도로관리구역 內 적용 가능한 대책공법

① 토석류가 도로에 도달하기 전에 방어하는 방법(사방댐과 같은 구조물)

② 도로 측면의 공간을 활용하여 퇴적시키는 방법 (퇴사지)

③ 도로 하부 횡단배수시설의 기능을 유지시키는 방법(강재틀)

구분	대책공법	개략 단면형태
토석류 방어	중력식 사방댐	
	투과형 사방댐	
토석류 퇴적	퇴사지	
배수시설 기능유지	강재틀	

2 현장상황을 고려한 토석류 대책 선정

① 도로와 계곡사이의 상대적인 높이차 고려

절토부와 성토부 계곡에 따라 적용 대책공법은 차이가 있으며 특히, 성토부의 경우 도로면으로부터 상대적 높이차가 작은 저성토부와 높이차가 큰 고성토부 여부에 따라서도 차이가 있음

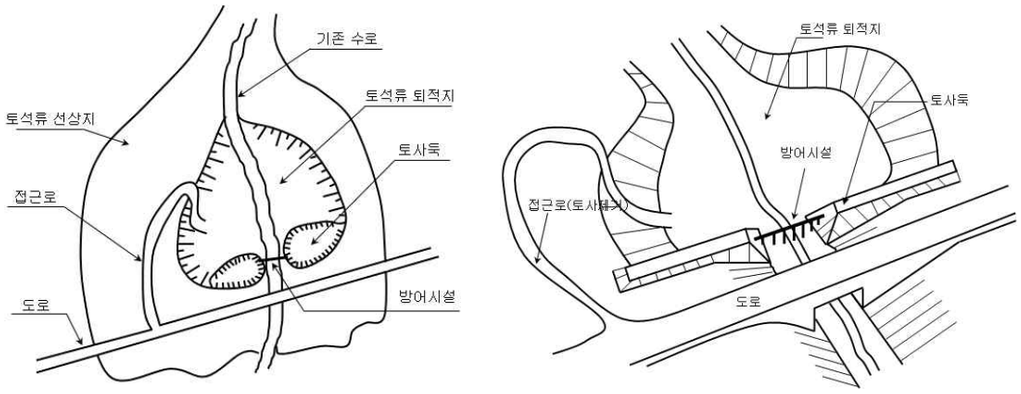
현장상황		피해유형	대책공법
절토부 계곡		토석이 도로에 직접 침범	투과형 사방댐, 링넷
성토부 계곡	저성토부	배수시설이 막힌 후 토석이 범람하여 도로에 퇴적	사방댐(중력식, 투과식) 강재틀
	고성토부	배수시설이 막힌 후 다량의 계곡수로 인해 호수 형성	강재틀

② 도로와 계곡사이의 퇴적공간 고려

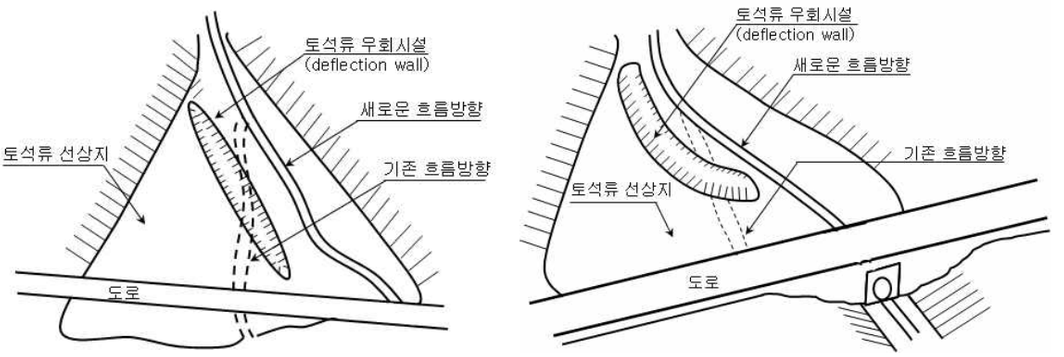
지형특성상 도로측면에 충분한 퇴적공간이 있을 경우, 퇴적공간 內에 토석류 방지시설을 흐름방향에 가로질러 설치하여 1차적으로 퇴적을 유도한 후 유량(세립분 포함)만이 횡단배수시설을 통과

※ 퇴적공간 內에 둑과 함께 투과형 사방댐 설치

※ 성토고가 높아 도로 자체가 댐의 역할을 할 경우
배수시설 입구에 강재틀만 설치하는 것도 경제적인 방법



(a) 토석류 퇴적지와 방어시설의 조합



(b) 토석류 퇴적지와 방어시설의 조합

③ 횡단배수시설의 규격 고려

o 배수시설의 크기는 토석류 발생규모와 상대적인 크기를 따져야 함

o 토석류 발생 규모가 큰 경우에는 완전히 차단될 수도 있음

- B2.0x2.0m 규격 완전히 막힌 경우(가능성은 낮음)

예) 2005년 덕유산 휴게소 인근, 2006년 평창휴게소 인근

구분		피해유형	대책공법
성토	배수규격		
저성토부	B2x2미만	배수시설이 막힌 후 토석이 범람하여 도로에 퇴적	사방댐(중력식, 투과식) 강재틀
	B2x2이상 ~B4x4	배수시설 부분 막힘 토석 또는 홍수유량 범람	사방댐(투과식), 강재틀
	B4x4이상(*1)	토사퇴적, 유량처리 가능	필요 없음
	B4x4이상(*2)	토사퇴적, 유량처리 가능	수로에 대해서는 강재틀 적용
고성토부	B2x2미만	배수시설이 막힌 후 다량의 계곡수로 인해 호수 형성	강재틀
	B2x2이상 ~B4x4	배수시설 부분막힘	강재틀 또는 필요없음
	B4x4이상 (*1,2)	토사퇴적, 유량처리 가능	필요없음
(*1) 배수시설이 통수로 겸용인 경우 포함 (*2) 수로, 통로가 같이 있는 경우임			

배수공 04

4-1 도로 이탈사고 예방을 위한 절토부 L형측구 설계기준 개선

4-2 비점오염 저감시설 최적기능 확보 방안

4-3 토사퇴적 최소화를 위한 배수시설 개선

4-4 깎기비탈면 배수 취약구간 설계 개선

도로 이탈사고 예방을 위한 절토부 L형측구 설계기준 개선

설계처-1054 (2015.04.16)

1 추진배경

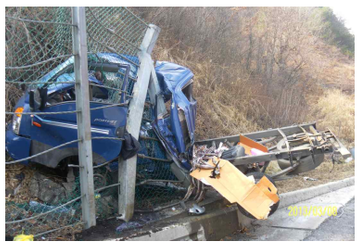
절토부 낮은 측구(높이 15cm) 구간은 차량 전도(전복) 발생으로 안전성이 취약하며, **완화측구 구간 및 깎기·쌓기 경계구간에서는 사망사고가 반복적으로 발생**되고 있어 안전성 확보방안을 검토하고자 함

※ 낮은 측구(L1) 주변 사고현황 (최근3년간, 2012~2014)

구 분		계	완화측구 승 월	단부레일 충돌(추락)	시설물 충 돌	L1 구간 전도(전복)
사고건수		92	5	20	48	19
인명 피해 (명)	사망	18	5	7	5	1
	부상	57	3	24	19	11

☞ **낮은 측구 구간에서 교통사고는 4가지 유형으로 발생**되며, **사망사고는 3가지 유형(완화측구 승월, 가드레일 단부 충돌, 시설물 충돌)으로 집중**발생

[주요 사고사고 사례]

완화측구 승월 후 지주 충돌	가드레일 단부 충돌 후 추락	가로등 지주 충돌
		
중앙선 288.9k(부산) (사망1·중상1명, '13.3.8)	대전통영선 127.8k(통영) (사망2, '14.12.20)	영동선 199.2k(강릉) ('13. 1.12)

2 추진경위

▢ **깎기부 표준횡단 및 L형측구 적용기준 검토** (기술심사실, 2002.12)

o L형측구 저판 전면부에서 깎기부 하단부까지 측방여유폭 조정
(L1 : 3.2→2.58m, L2 : 3.2→2.85m, L3 : 3.2→3.4m)

o **깎기부 높이 2.3m에서 경사면 일치**되도록 표준횡단 조정

▢ **터널구간 교통안전성 향상방안** (설계처, 2013. 5)

o 터널 접속부 콘크리트 방호시설 높이 및 형상 통일 (**L2-2 형식 추가**)

▢ **가드레일 단부 사망사고 예방대책** (도로처, 2014. 2)

o 운전자를 정면으로 마주보는 시설물 지양 (가드레일 단부레일 등)

▢ **L2측구 단부처리 개선** (건설처, 2014.11)

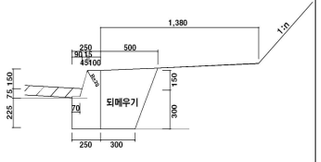
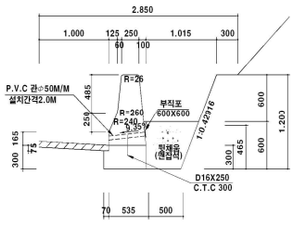
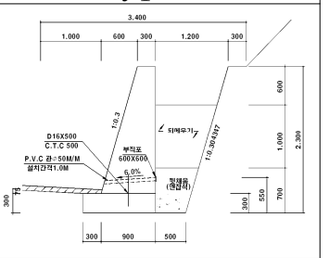
o L2측구와 다이크로 연결되는 **완화구간 연장 축소 (10→0.4m)**

o L2측구와 가드레일 접속 개선 : L2측구 전면에 앵커 고정

3 설계기준

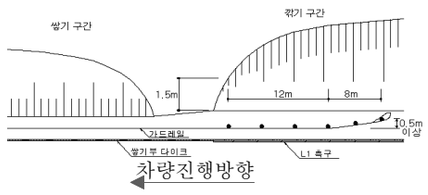
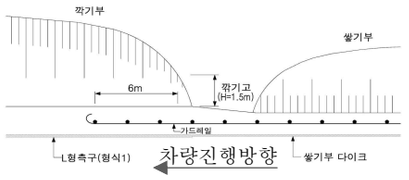
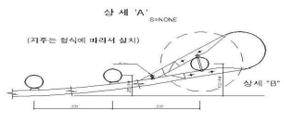
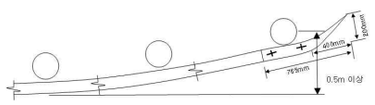
▢ **L형측구**

o 절토부 높이 및 지반상태에 따라 정형화된 측구형식 적용

구 분	Type-1	Type-2	Type-3
표준단면			
설계기준	- 토사 및 리핑암 - 발파암 10m 미만	- 리핑+발파암 10m 이상 - 발파암 10~20m	- 발파암 20m 이상
높이(m)	0.45 (0.15)	1.2 (0.9)	2.3 (2.0)

▢ 깎기·쌓기 경계부

o 깎기→쌓기 연결부에서 가드레일 단부와 절토부 경사면 사이의 **여유폭에 관계없이 완화구간 끝은 0.5m만 이격**하여 설치

구 분	깎기부 → 쌓기부 (L1측구 → 다이크)	쌓기부 → 깎기부 (다이크 → L1측구)
평면도		
가드레일 단부상세	 라운드 형식	 끝을 길 밖으로 구부리는 형식
설 치 길 이	o 깎기고 1.5m 이상 지점에서 깎기부 측으로 **최소 20m이상** 연장하여 설치 * 일반구간 12m, 완화구간 8m * 완화구간 끝은 0.5m이상 후퇴 설치	o 깎기고 1.5m 이상 지점에서 깎기부 측으로 **최소 6m 이상** 연장하여 설치

4 문제점

▢ 완화측구(L1→L2)에서 승월 및 L1측구에서 전도 발생

o 완화측구(L1→L2)에서 승월 후 시설물(낙석방책) 충돌사고 발생

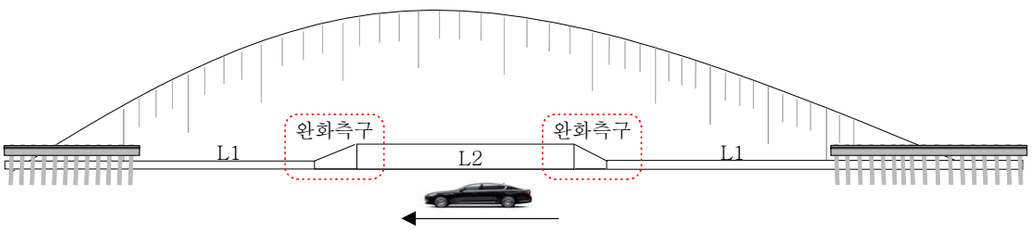
o L1측구 구간 측구 높이(H=15cm)가 낮아 차량 전도 발생

완화측구(L1→L2) 승월	L형측구 전도

▢ 짧은 구간에서 측구형식 변경으로 시공성 저하

o L1과 L2측구 연결부의 완화측구(L=10m)는 인력시공 필요

※ 설계(건설)노선 분석(별첨1) 결과, L1측구 길이 100m 이하 구간이 대부분 (78%)



▢ 깎기→쌓기 연결부에서 가드레일 단부처리 미흡

o 가드레일 단부와 절토부 사이 여유폭원*으로 추락사고 발생

* 공용노선 다수 구간에서 여유폭원 2~3m 발생

o 가드레일 단부 노출로 충돌 시 차량 관통 등 위험

▢ 시설물(표지판, 통신시설 등) 지주보호시설 보완 필요

o 가로등은 지주보호시설 미반영으로 충돌사고 발생

o 절토부는 시설물 지주 보호를 위해 'L2측구(12m)+완화측구(4m)' 설치

⇒ **운전자의 안전보다는 시설물 보호 위주의 설계**

▢ 토사층이 높은 절토부에 낮은 측구(L1) 설치

o 강우 시 비탈면 세굴로 인한 도로침범으로 유지관리 필요

o PC방호벽을 설치하는 경우, 이탈차량 단부 충돌 시 위험

토사 비탈면 세굴	PC방호벽 단부 노출

5 개선방안

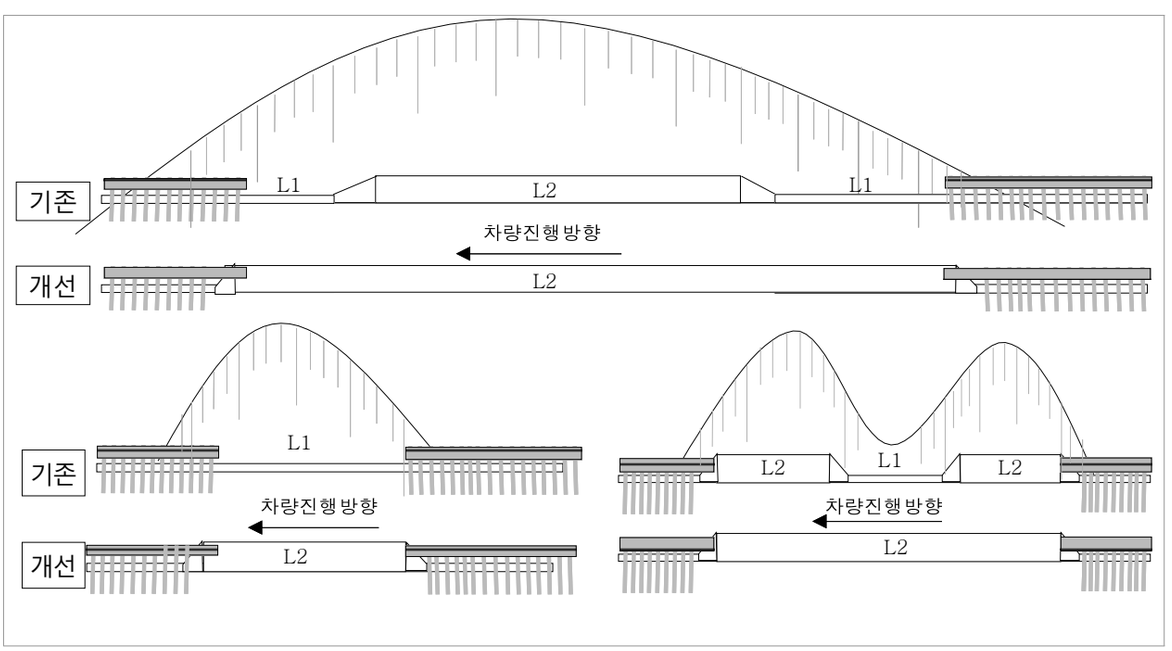
1. 추진방향

▢ 낮은 측구(L1) 적용 최소화로 전도(전복)사고 예방
▢ 사망사고 발생 구간에 대한 근원적 안전대책 마련

2. 개선방안

가. 낮은 측구(L1) 및 완화측구 구간 안전성 확보

▢ 측구형식(높이) 변경 : L1 (H=0.15m) → L2 (H=0.9m)



*** 교통사고 3가지 유형 해결**

① 낮은 측구(L1)에서 전도(전복) 사고
② 완화측구(L1→L2)에서 승월 후 전도(전복) 및 시설물 충돌
③ 깎기→쌓기 연결부에서 가드레일 단부 충돌, 성토부 추락

나. 절토부 시설물 지주보호시설 설계기준 보완

▢ 지주보호시설에 가로등 추가 반영

o 절토부 지주보호시설 설계기준 : L2 이상 규격의 측구 적용

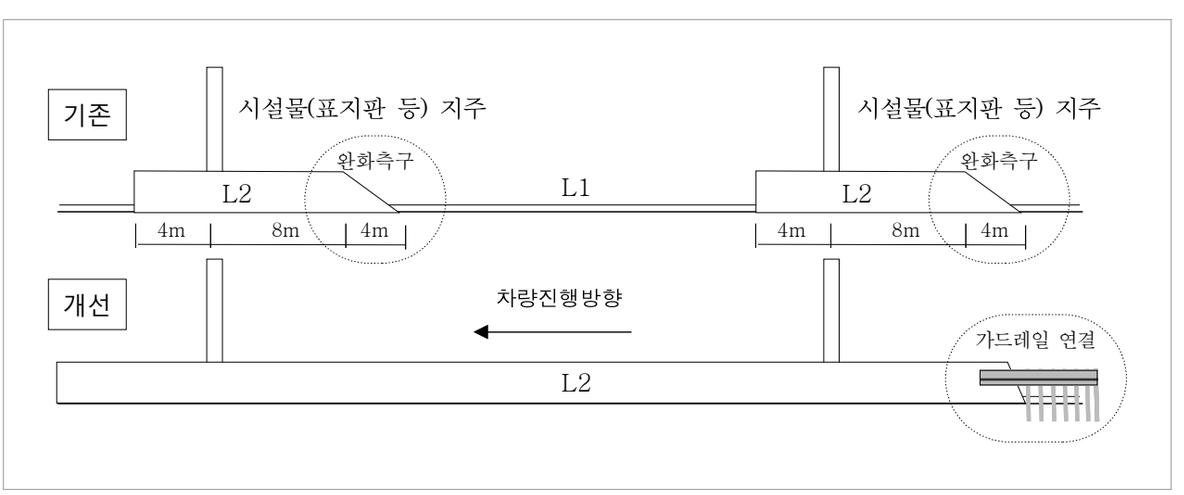
구 분	기 존	개 선	비 고
표지판	문형식 표지판	문형식 표지판	
	내민식 표지판	내민식 표지판	
	안내표지판	안내표지판	
FTMS	CCTV, VMS, VDS*, AVC*	CCTV, VMS, VDS, AVC	
기 타	-	가로등	

* VDS : 통행량 확인용 루프감지기, AVC : 통행량 및 차종 확인용 루프감지기

▢ 시설물이 연속 설치되는 구간은 L2측구로 연결 설치

o 대상구간 : 시설물 간격 60m 이하로 연속 설치되는 구간

(가로등 최대 설치간격 55m 고려)



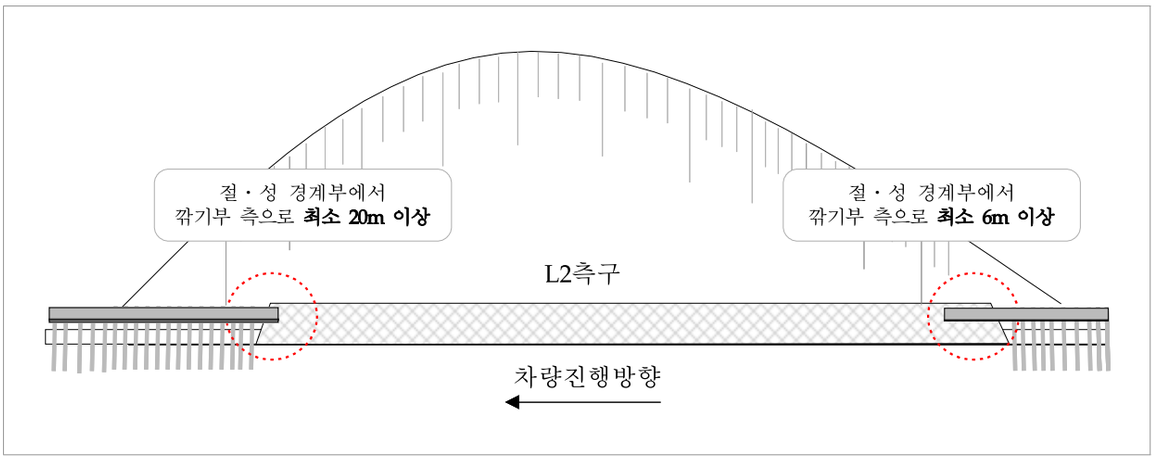
* 교통사고 1가지 유형 해결

① 시설물(표지판, FTMS, 가로등) 충돌

다. 전이구간(가드레일과 L2측구 접속부) 처리방법

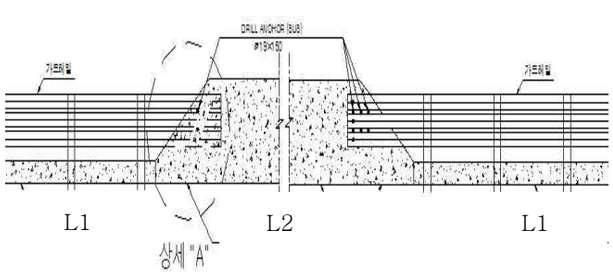
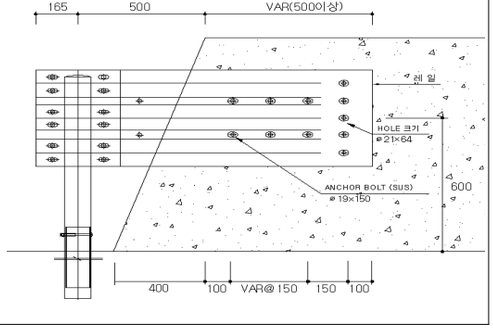
▢ 접속위치

깎기→쌓기 연결부	쌓기→깎기 연결부
절·성 경계부에서 깎기부 측으로 **최소 20m이상** 지점	절·성경계부에서 깎기부 측으로 **최소 6m이상** 지점



▢ 접속방법

o 완화측구 연장 축소(10m→0.4m) 및 L2측구 전면에 앵커 고정

접속부 도면	접속부 상세도
	

라. L형측구 설계기준 개선

구분	기 존	개 선	비고
Type-1	- 토사 및 리핑암 - 발파암 10m 미만	- 절·성 경계부에서 L2측구 연결지점 까지	
Type-2	- 리핑암 + 발파암 10m 이상 - 발파암 10~20m	- 토사 및 리핑암 - 발파암 20m 미만	
Type-3	- 발파암 20m 이상	- 발파암 20m 이상	

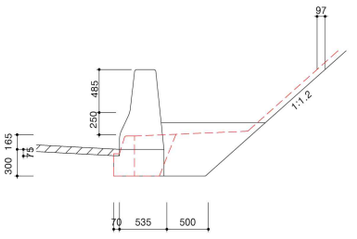
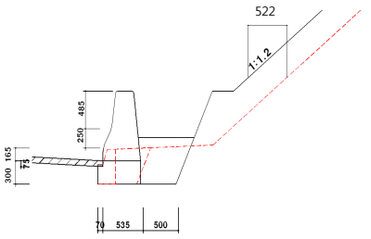
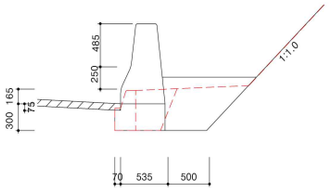
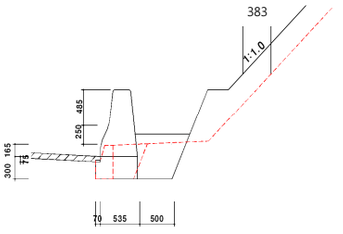
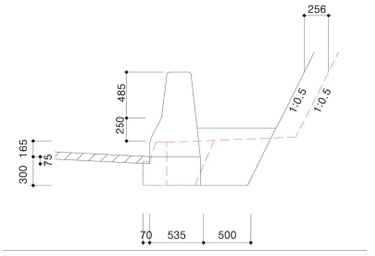
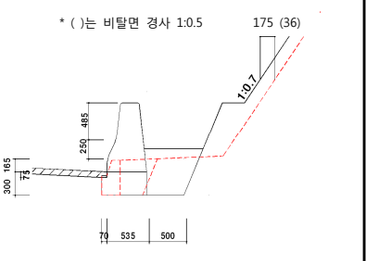
5 적용방안

▢ 설계중인 노선 : 본 방침 적용

▢ 설계완료 미발주 노선 : 보완설계 시 적용

▢ 공사중인 노선 : 주관부서 판단 후 적용

별첨2 L1→L2측구 변경 시 표준단면 검토

구 분	제 1 안	제 2 안	비 고
개 요	측구 기초 저면부터 비탈면 표준경사 적용	L2측구 표준단면 적용	
토 사			
리 핑 암			
발 파 암			
검토(안)	o L2측구 표준단면은 발파암에 적용되고 있으며, 토사 및 리핑암 구간에 L2측구 표준단면 적용 시 표준경사 보다 급한 경사면(1:0.429)이 형성되어 장기간 노출 시 비탈면 안정성 측면에서 불리하므로 o **토사 및 리핑암 구간은 제1안(측구기초 저면부터 비탈면 표준경사), 발파암 구간은 2안(L2측구 표준단면)으로 적용함**		

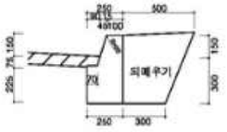
주) •암기부의 짧은 구간에서 여러형식이 적용되는 경우 L형측구 형식적용은 사면안정성과 시공성을 고려하여 가급적 동일형식을 적용한다.
•짧은 구간에서 암기부와 쌀기부가 연속될 경우 디이크 설치후 가드레일설치 또는 L형측구 연속설치등을 비교검토 후 적용하여야 한다.

당초

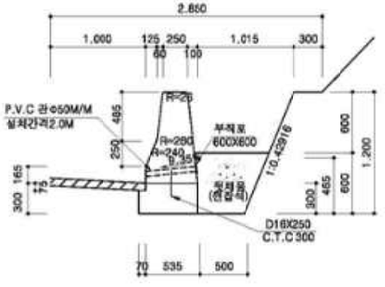
측 구 (2)

L 형 측 구 (형식1~7)

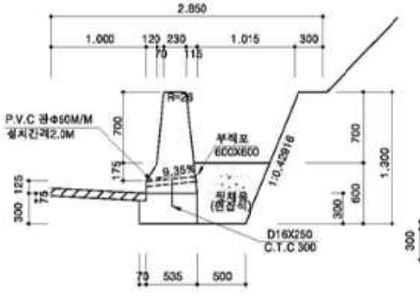
형 식 - 1



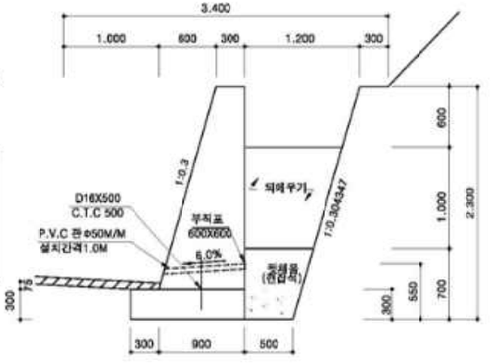
형 식 - 2-1



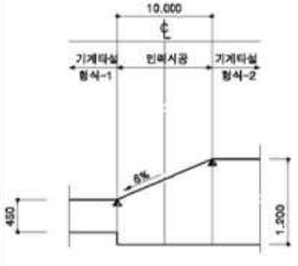
형 식 - 2-2



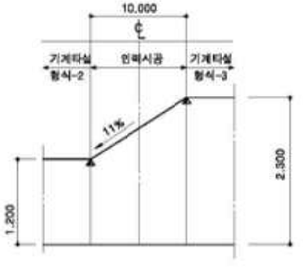
형 식 - 3



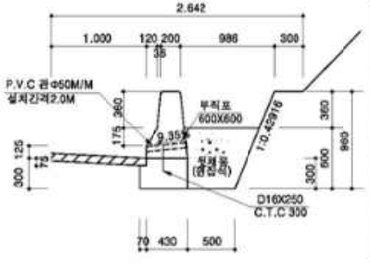
완화측구(형식-1)



완화측구(형식-2)



형 식 - 2 - 3



재 료 표

(1M당)

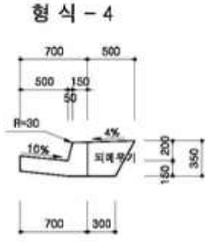
구분 / 규격 / 단위 / 형식	콘크리트 3종철석 (σ19M/M) ㎥	콘크리트 3종 (σ25M/M) ㎥	철근 D16 kg/(net)	거푸집 합판5회 ㎡	되메우기 ㎥	잇채움 (콘칸식) ㎥	P.V.C 관 (Φ50M/M) M	부직포 ㎡	비닐멀기 (T=0.03mm) M
1 (H=0.45M)	0.04957				0.180				0.350
2-1 (H=1.20M)	0.123		1.300			0.382	0.261	0.18	0.705
2-2 (H=1.30M)	0.135		1.300			0.382	0.520	0.18	0.705
2-3 (H=0.99M)	0.344		1.300			0.382	0.417	0.18	0.600
3 (H=2.30M)		1.570	1.560	4.698	0.865	0.424	0.841	0.360	1.300
4 (H=0.35M)	0.140				0.140				0.800
5 (H=0.45M)		0.340	0.780	0.994					3.000
6 (H=0.30M)		0.153	0.780	0.583					1.500
7 (H=0.45M)	0.188				0.180				1.000

줄눈설치

구분	형식 1,2-1,2-2,3-4,5,6,7 간격	형식 1,2-1,2-2,3-4,5,6,7 폭	형식 1,2-1,2-2,3-4,5,6,7 깊이	형식 3 간격	형식 3 폭	형식 3 깊이	비 고
수축줄눈	6.0M	6M/M	50M/M	6M	6M/M	50M/M	BACK-UP재 + 실런트
신축줄눈	18.0M	10M/M	-	12M	10M/M	-	스치로폼 + 실런트

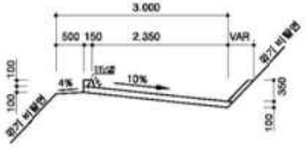
적 용 기 준

구 분	설 치 기 준	비 고
형 식 - 1	토사 및 리핑암, 발파암 19.0M 이만	H=0.45M
2-1	리핑암+발파암 10.0M이상, 발파암 10.0M~20.0M	H=1.2M
2-2	토사 및 리핑암, 발파암 10.0M 이만 구간중 터널 입출구부 구간	H=1.3M
2-3	터널 입출구부 추월재로 구간	H=0.99M
3	발파암 20.0M 이상	H=2.3M
4	부체 도로	H=0.35M
5	위기부 소단측구	H=0.45M
6	쌀기부 소단측구	H=0.30M
7	본선 분리구간 파측집이측	H=0.45M

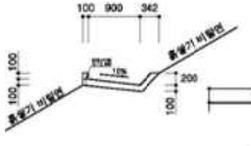


형 식 - 4

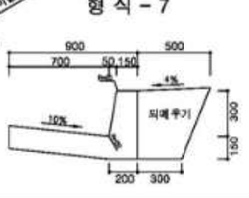
형 식 - 5



형 식 - 6



형 식 - 7



The Way ToMorrow 한국도로공사	표 준 도 TYPICAL DRAWING	도 면 명	축 척	도면번호
		측 구 (2)	NONE	2.002

주) • 락기부의 짧은 구간에서 여러형식이 적용되는 경우 L형측구 형식적용은 사면안정성과 시공성을 고려하여 가급적 동일형식을 적용한다.
• 짧은 구간에서 락기부와 쌀기부가 연속될 경우 다이크 설치후 가드레일설치 또는 L형측구 연속설치등을 비교검토 후 적용하여야 한다.

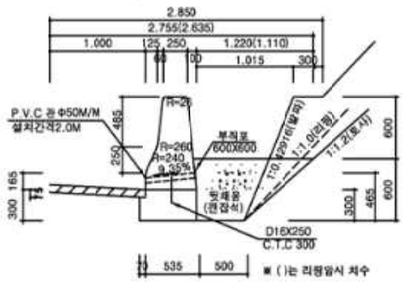
측 구 (2)

L 형 측 구 (형식1~7)

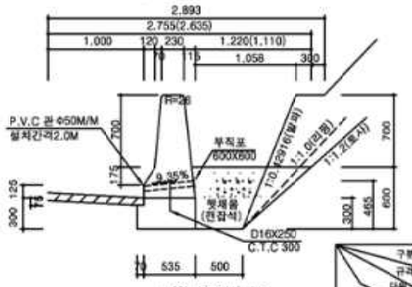
변경

형 식 - 1

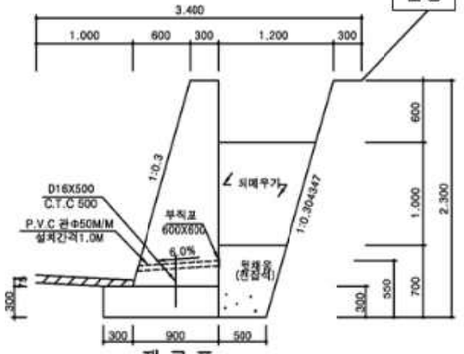
형 식 - 2-1



형 식 - 2-2



형 식 - 3



재 료 표

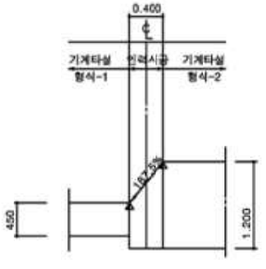
(1M당)

구분 / 규격 / 단위 / 형식	콘크리트 장동배석 (Φ10M/M) M³	콘크리트 장동 (Φ19M/M) M³	철근 D16 kg(net)	거푸집 합판3회 M²	되메우기 M³	뒷채움 (현장석) M³	P.V.C 관 (Φ50M/M) M	부직포 M²	비닐씌기 (T=0.08mm) M
1 (H=0.45M)	0.08957				0.180				0.350
2-1(토사) (H=1.20M)	0.523		1.300			0.521	0.261	0.18	0.705
2-1(리핑) (H=1.20M)	0.523		1.300			0.485	0.261	0.18	0.705
2-1(발파) (H=1.20M)	0.523		1.300			0.382	0.261	0.18	0.705
2-2(토사) (H=1.30M)	0.535		1.300			0.521	0.261	0.18	0.705
2-2(리핑) (H=1.30M)	0.535		1.300			0.485	0.261	0.18	0.705
2-2(발파) (H=1.30M)	0.535		1.300			0.382	0.261	0.18	0.705
2-3(토사) (H=0.96M)	0.344		1.300			0.521	0.209	0.18	0.600
2-3(리핑) (H=0.96M)	0.344		1.300			0.485	0.209	0.18	0.600
2-3(발파) (H=0.96M)	0.344		1.300			0.382	0.209	0.18	0.600
3 (H=2.30M)		1.570	1.560	4.688	0.865	0.424	0.841	0.360	1.300
4 (H=0.35M)	0.140				0.140				0.000
5 (H=0.45M)		0.340	0.780	0.954					3.000
6 (H=0.30M)		0.153	0.780	0.583					1.500
7 (H=0.45M)	0.188				0.180				1.000

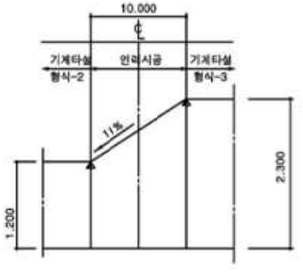
줄눈설치

구분	형식 1,2-1,2-2,2-3,4,5,6,7			형식 3			비 고
	간격	폭	깊이	간격	폭	깊이	
수축줄눈	6.0M	6M/M	50M/M	9M	6M/M	50M/M	BACK-UP재 + 실런트
신축줄눈	18.0M	10M/M	-	12M	10M/M	-	스치로폼 + 실런트

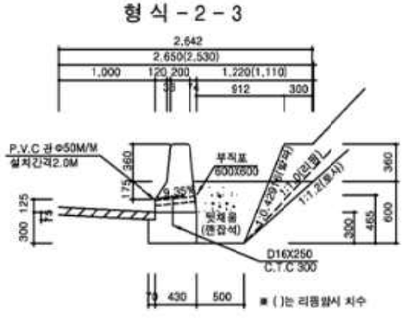
완화측구(형식-1)



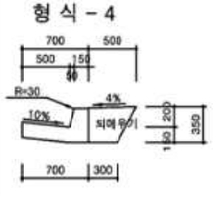
완화측구(형식-2)



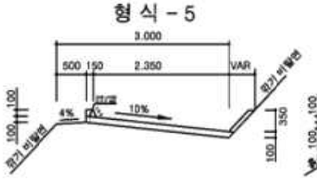
형 식 - 2 - 3



형 식 - 4

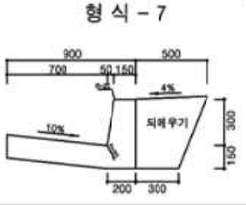


형 식 - 5



형 식 - 6

형 식 - 7



적 용 기 준

구 분	설 치 기 준	비 고
형 식 - 1	절성경계부에서 형식-2-1 접속부	H=0.45M
2-1	토사 및 리핑암, 발파암 20.0M 미만	H=1.2M
2-2	토사 및 리핑암, 발파암 20.0M 미만 구간중 터널 입출구부 구간	H=1.3M
2-3	터널 입출구부 추절차로 구간	H=0.96M
3	발파암 20.0M 이상	H=2.3M
4	부 체 도 로	H=0.35M
5	락기부 소단측구	H=0.45M
6	쌀기부 소단측구	H=0.30M
7	톤선 곡리구간 좌측길어깨	H=0.45M

The Way To Morrow 한국도로공사	표 준 도 TYPICAL DRAWING	도 면 명	축 척	도 면 번 호
		측 구 (2)	NONE	2.002

비점오염 저감시설 최적기능 확보 방안

환경품질처-1855 (2015.06.13)

1 개 요

□ 추진배경

비점오염 저감시설 설치의무화로 시설물이 지속적으로 증가됨에 따라 운영중인 시설물의 실태조사를 통한 제도상 문제점 도출 및 개선으로 비점오염 저감시설 최적 기능 확보

□ 추진 경위

○ 2011~2014 비점오염시설 **설치기준 수립**

- 2011.10 : 침투도랑, 모래여과, 식생수로, 저류지, 유량분배구조물(유도턱 방식) 【녹색환경처-4098】
- 2012.08 : 초생수로, 유량분배구조물(집수정+오리피스 방식) 【녹색환경처-3185】
- 2014.02 : 분리형 초생수로 【환경품질처-72】, 초기우수유도관 【환경품질처-621】

○ 2012. 7 비점오염시설 **유지관리방안 수립** 【녹색환경처-3038】

○ 2014. 7 공용노선 **중장기 비점오염 저감대책 수립** 【환경품질처-2858】

※ 수질법 개정으로 공용노선 설치 의무화 및 대상지역 구체화

□ 비점오염 저감시설 현황

구 분	건설사업단	지역본부
대 상	환경영향평가 사업	상수원 관리 지역
최 초	2002년부터 평가 반영	2011년부터 자발적 설치
제도화	2007.11.30 설치신고 의무화	2014.1.1 상수원 설치 의무화
전 망	2020년까지 1,100개소 추가	2020년까지 400개소 추가

2 현실태 및 문제점

□ 현 실태

○ 현장 조사

- 조사기간 : 2014. 11 ~ 2015. 3 (2회 실시)

- 조사기관 : 수도권 등 7개 본부 (14개 지사)

구 분	계	저류지	식생수로	침투도랑	모래여과	장치형
계	82	15	3	37	21	6
양 호	34(42%)	10	1	10	7	6
미 흡	48(58%)	5	2	27	14	-

시설물의 60%가 설치 및 관리 미흡으로 **주변 환경피해 유발**

○ 환경피해 현황

우수 정체로 모기발생, 악취 유발

처리기능 상실로 주변오염

처리효율 저하로 수질오염

시설물 파손 방치로 미관 저해

□ 문제점

○ 형식선정 오류

내 용	
㉠ 수두차가 확보되지 않는 곳에 모래여과 설치 ㉡ 침투가 곤란한 지반에 침두도랑 설치 ㉢ 경사 급한 지형에 침투도랑 설치	 유입부 유출부 수두차 미확보

원 인
○ 환경영향평가 수질오염총량 협의시 무리한 삭감부하량 요구로 **현지여건과 부합되지 않는 고효율 위주의 시설물 반영** ○ 실시설계시 지반투수계수 확인 등 **현지적용성 검토[1] 미흡**

○ 설치기준 미준수

내 용	
㉠ 초기우수 유도를 위한 월류턱 높이 초과 ㉡ 모래여과시설 전처리조 유공반월관 미설치 ㉢ 소규모 저류지에 전처리조 미설치	 유도턱 높이기준(10㎝) 초과

원 인
○ 설계시 기준과 상이한 **임의 도면 적용** ○ 시공시 현장여건과 **설계적정성 검토 미흡** ○ 관심도 저하 및 준공년도 시공으로 **검측 등 관리감독 소홀**

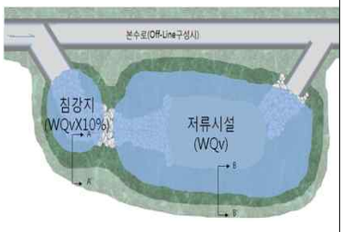
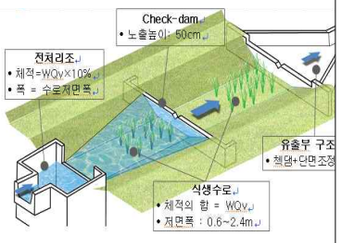
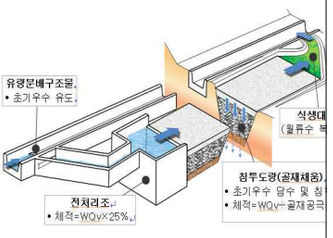
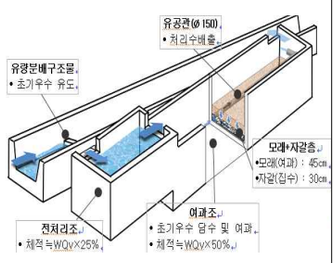
1) 현지적용성 검토 절차 : 형식선정절차(붙임 #1), 설치필수조건(붙임 #2)

○ 유지관리 미흡

내 용	
㉠ 모래여과시설 상부에 토사 퇴적량 과다 ㉡ 유량분배 집수구가 토사에 의한 폐색 ㉢ 주변청소, 시설물 보수 미시행	

원 인
○ 유지관리 초기단계로 **관심도 및 동기부여 부족** ○ 체계적인 **유지관리를 위한 시스템 부재** ○ 잦은 인사이동 등으로 **담당자의 전문성 저하**

※ 설치 기준

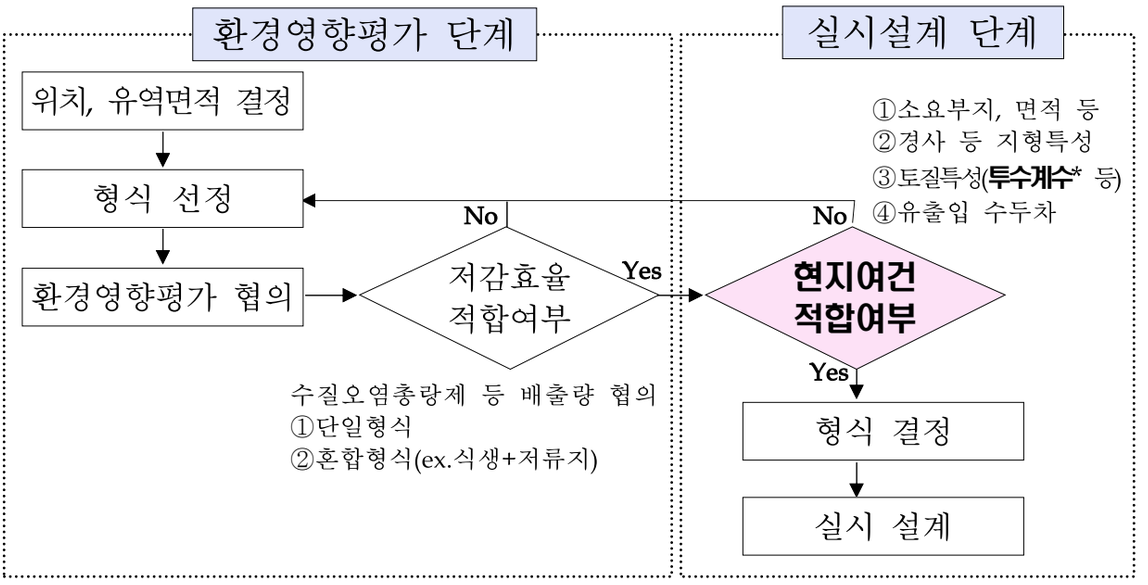
구분	소규모 저류지	식생수로	침투도랑
개요도			
기준	소요 부지(20m×20m)	수로경사 1~4%	투수계수(13~210mm/h)
구분	**모래여과**	**생태습지**	**장치형**
개요도			
기준	유입과 유출 수두차 1.7m	분기점등 넓은 유역(10만m^2)	자연형 입지가 불리한 경우

3 개 선 방 안

1 설계 단계 강화

□ 형식선정 기준

○ 환경영향평가 협의시 선정된 형식에 대하여 실시설계단계에서 필히 **현지여건 적합여부 확인**토록 절차 강화



* 침투도랑형식은 실시설계 **토질조사에 투수계수시험**[2] 반영

○ 절차 미이행에 따른 형식선정 오류 발생시 책임소지에 따라 벌점 등 **용역업체 제재**

※ 설계용역의 부실벌점부과대상검토(녹색환경처-925, 2012.2.29)

□ 표준도 제작

○ 임의도면에 의한 설계 오류가 발생되지 않도록 **표준도 제작 및 적용**

구분	계	저감시설 (자연형)	유량분배 구조물	전처리조	초기우수 유도관
TYPE	11	6	2	2	1

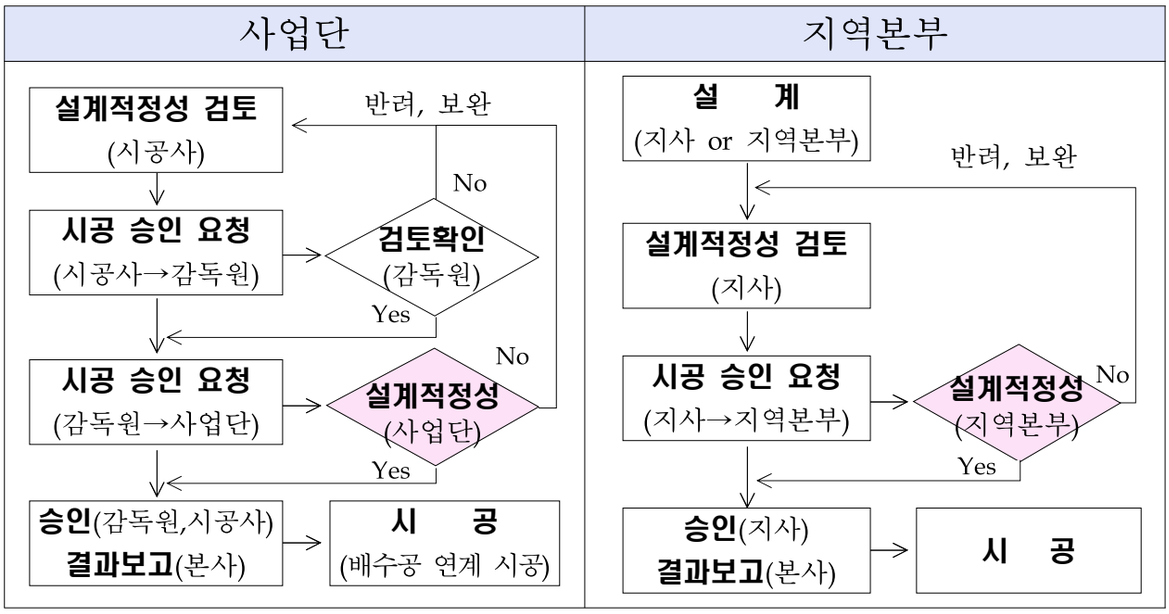
2) 침투도랑 토질조사 항목 (붙임 #3)

2 시공 절차 개선

□ 설계적정성 확인

○ 사업단(지역본부)에서 **시공여건을 감안 설계적정성 확인 절차**를 거쳐 시공토록 절차 정립

- 설계적정성 확인 시기는 **배수계통 검토시기와 연계**하여 시행



※ 설계적정성 검토 절차(붙임 #4)

○ 적정성 확인절차 미이행으로 인한 형식선정 오류 발생시 벌점 등 시공업체 제재

□ 시공 절차

○ 시공사 주관으로 시행하던 상시검측(WP) 항목에서 감독원 **필수검측(HP)**으로 절차 강화

※ 시공시 검측체크리스트(붙임 #5) 활용하여 검측 시행

○ 시공시기는 준공년도 급속시공 방지를 위해 필히 **최소 준공 1년전 배수 시설물과 연계하여 시공**

○ 유지관리와 연계한 시설물의 기본현황* 작성 및 유지관리 시스템 입력은 사업단에서 시행하여 유지관리부서에 인계

*비점오염저감시설 유지관리방안(녹색환경처-3038, 2012.7.27) 붙임2 참조

3 유지관리 향상

□ 유지관리 책임의식 및 동기 부여

○ 저감시설 **총괄업무*는 안전품질팀에서 주관**하도록 업무분장 명확화

* 총괄업무 : 설치 및 유지관리 계획수립 및 이행 지도·점검 등

○ 지역본부 **조직업적평가『비계량지표』반영** (2015년 부터)

- 지표명 : 안전·품질·환경관리의 효율성 (비점오염원 관리·개선 노력)
- 평가 요소

행정관리사항 이행	유지관리활동 이행	효율성 제고 설치
·관리책임자 지정운영	·효율적인 유지관리 활동	·유지관리 고려한 설치
·연간 유지관리계획 수립	·적정 수질모니터링 시행	·공사중 저감시설 보호
·대장관리, 시스템입력	·유지관리 효율성 제고	·설치신고 적정성

□ 유지관리시스템(NPMS) 구축

○ **효율적이고 신속한 업무연계**가 가능토록 비점오염 저감시설 설치 및 유지관리 지침, 법령, 노하우 등 통합관리 시스템 구축

- 전자지도 기반으로 설치위치와 기본현황 및 점검내용 등을 전산화

현 행	개 선
수기에 의한 대장관리	유지관리시스템 활용한 전산관리

※ NPMS : Non-point Pollution Management System

○ 시스템상에 기관별 유지관리현황을 표출하여 상호 비교·보완을 통한 **적극적인 유지관리 이행** 유도

4 관제 기능 강화

□ 담당자 역량 교육

○ 교육 정례화(1회/년) 및 업무 **전문성을 감안 분리교육 실시**

구 분	건설사업단	지역본부(지사)
대 상	감독원 및 시공담당자	유지관리 담당자
내 용	설치기준, 오시공 사례	설치 및 유지관리 전반
시 기	1월중(사업단 동계교육)	2월중

※ 유지관리 담당자 교육은 비점오염저감시설 관리중인 기관[3]만 실시

□ 『찾아가는 비점오염 시설 지원반』 운영

○ 적정 형식선정을 위한 **설계 및 시공단계에서 업무 지원**

지원내용	저감시설 위치, 형식, 용량 및 규모 검토
지원대상	건설사업단 및 지역본부(지사)
지원시기	『설계적정성 확인』 단계에 출장 지원

※ 2015년 찾아가는 비점오염 지원반 운영계획 (붙임 #6)

□ 점검항목 강화

○ 통합점검시 **필수 점검항목으로 반영**하여 기준 준수여부 등 점검

점검대상	환경영향평가사업 및 개량사업
점검시기	환경·품질·안전 합동 점검시(필요시 별도 점검)
점검항목	- 설계적정성 확인 절차 준수 여부 - 시공시기 준수 및 설치기준 부합 여부

3) 기관별 비점오염 저감시설 관리현황 (붙임 #7)

5 공용중 시설물 기능 향상

□ 공용중 시설물 전수조사 및 보수

○ 기 조사된 형식별 오류사례[4]를 참고하여 비점오염 저감시설 **전수조사 시행**

○ 본부별 **자체 보수계획 수립** 후 본사 보고 (2015. 6. 12 이내)

※ 향후 점검시 자체 보수계획 수립 및 이행여부 확인을 통해 본부 평가에 반영

4 향후 추진

□ 적용방안

○ 공문 시행 후 즉시 본 방침 적용

□ 향후 과제

○ 표준도 제작 : 2015년 5월 【환경품질처, 설계처】

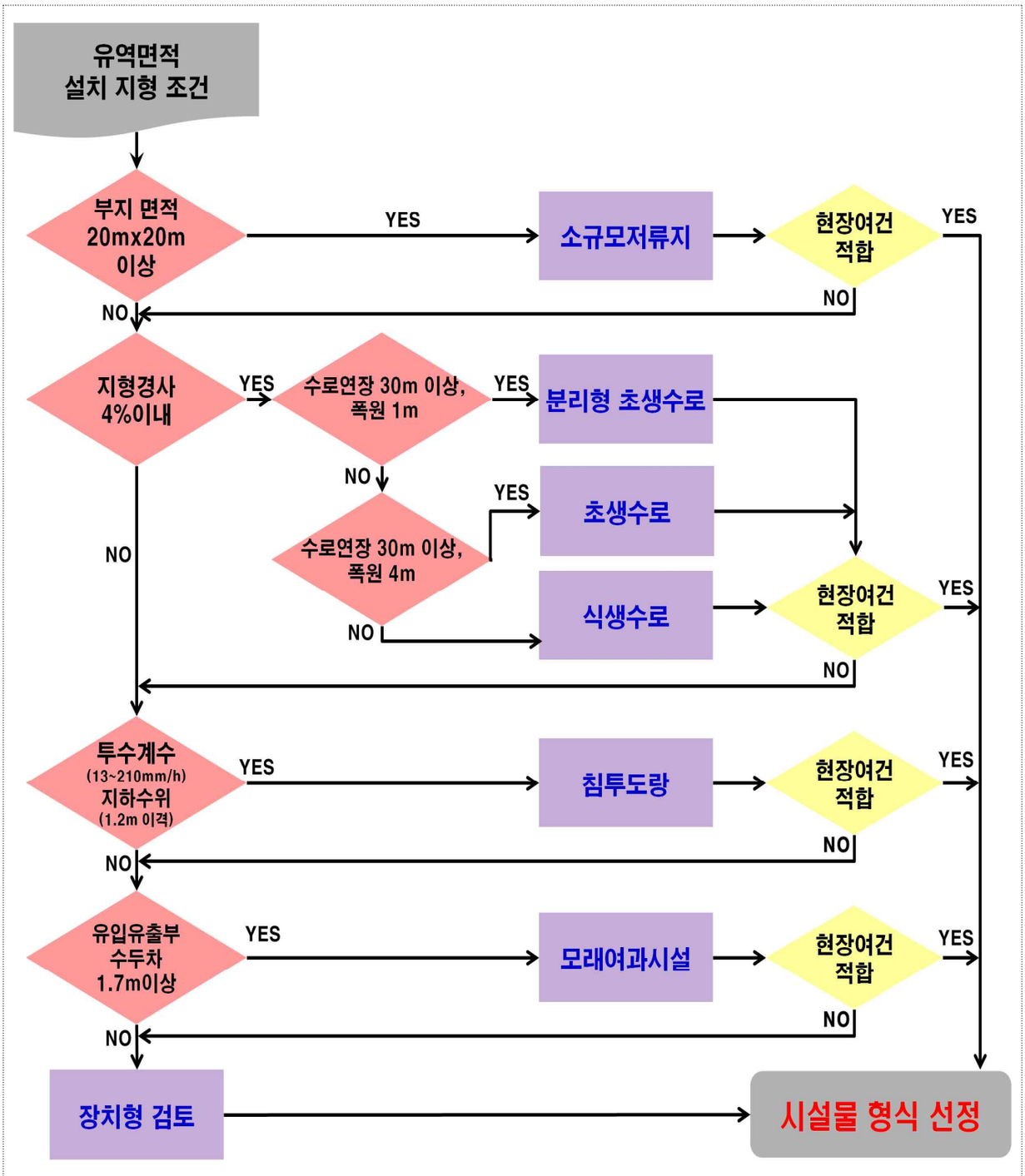
○ 유지관리 시스템 구축 : 2015년 12월 【정보처】

4) 비점오염 저감시설 형식별 오류 사례 (붙임 #8)

[붙임 #1]

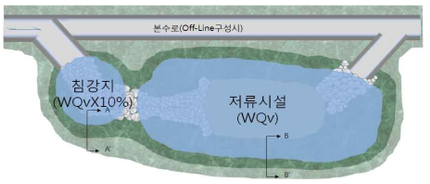
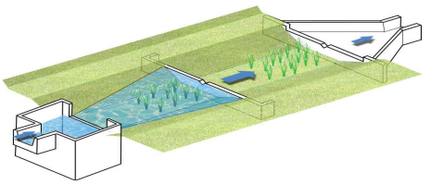
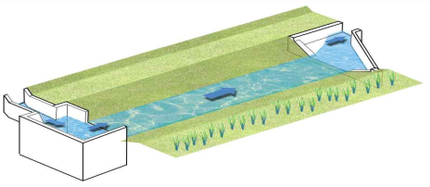
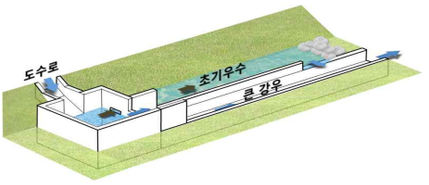
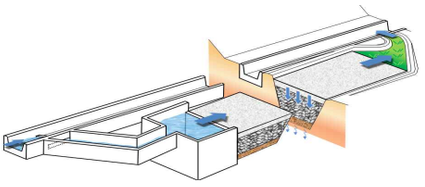
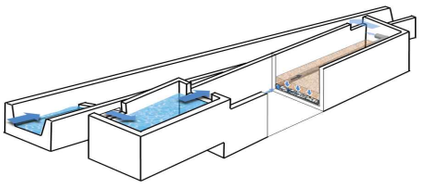
저감시설 형식선정 절차

검토우선순위 : 소규모저류지 → 분리형 초생수로 → 초생수로
→ 식생수로 → 침투도랑 → 모래여과시설 → 장치형



[붙임 #2]

저감시설 설치 필수조건

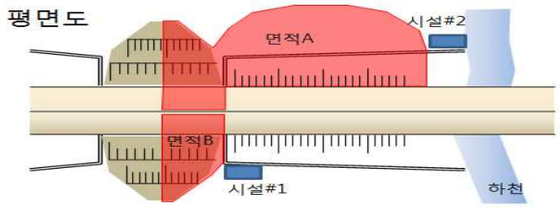
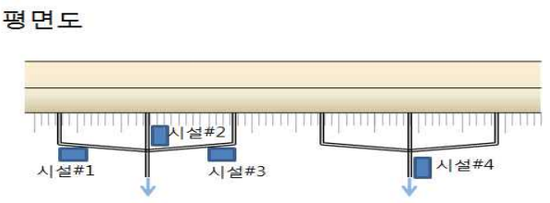
구분		개념도	설치 필수조건	비고 (저감효율)
자연형	소규모 저류지		**넓은부지 소요** (약 20m×20m정도)	34% 침전 및 침투효과
	식생수로		**수로경사 4%이하**	34% 식생여과, 침전 효과
	초생수로		**수로경사 4%이하** **수로연장 30m이상**	
	분리형 초생수로			
	침투도랑		**지반 투수계수** (13~210㎜/hr) **지하수위 1.2m이상 이격**	77% 지반침투 및 자정효과
	모래여과 시설		**유입부와 유출부** **수두차 1.7m이상** (S=10%이상)	50% 여과 및 흡착효과
장치형	여과형 와류형		자연형 적용불가시	16~50%

[붙임 #4]

설계적정성 검토 절차

1단계 설치위치 검토

o 대상유역면적과 설치개소가 최소화 되는 위치선정 여부

대상유역면적 최소화	통합설치로 개소 최소화
	
* 시설#1은 최소한의 규모로 설치가 가능하나, 시설#2는 도로외의 주변지표수까지 유입됨	* 시설#1~3을 시설#4와 같이 변경하는 경우, 유지관리가 용이하며 공사비도 작음

2단계 유역면적 검토

o 해당 시설물의 설치위치에 맞는 유역면적 적용 여부

※ 환경영향평가서와 설계도면(배수계획도) 확인

o 고속도로 노면만 유역면적에 포함되었는지 확인

※ 주변지표수(절·성토부 등)는 불가피한 경우만 포함해야 함

3단계 형식선정 검토

o 저감시설 형식선정 절차(붙임#1)에 따라 적정 형식선정 여부

※ 장치형 저감시설은 자연형의 입지가 불리한 불가피한 경우만 적용할 것

o 선정된 시설물보다 경제성이나 유지관리가 용이한 시설물이 없는지 확인

4단계 설치도면 및 기준 검토

o 설치기준 및 표준도면과 시공도면 비교 확인

o 현지여건(투수계수, 경사 등)이 적정하게 반영되었는지 여부

[붙임 #5] 비점오염시설 검측 체크리스트

Code No : 1. 소규모저류지

검 측 내 용	이행 기준	원도급사 확인결과	검측자 판정
□ 사전 조치사항			
○ 시공계획	설계적정성 승인여부 ※비점오염저감시설 최적기능확보방안(환경품질처-1855, 2015,5,13)	승인, 미승인	
	배수공과 연계한 검토 및 시공 (최소 준공 1년전 시공)	적정, 부적정	
○ 공급원 승인 (자재사용보고)	레미콘, 철근 등 공급원 승인 (전처리조를 콘크리트 구조물로 설치시)	승인 문서번호 기재 ( )	
□ 철근 조립 및 거푸집 설치 상태(전처리조를 콘크리트 구조물로 설치시)			
○ 철근 조립상태	설계도서와의 일치 여부	적정, 부적정	
○ 거푸집 설치	거푸집 상태(손상여부)	적정, 부적정	
	거푸집 규격(폭×높이)	설계 : 시공 :	
□ 시공			
○ 유량분배구조물 (오리피스형식)	배수로바닥 하부에 집수조 설치 (집수조 크기 B : H = 80cm : 25cm)	적정, 부적정	
	사각오리피스는 집수조 바닥에 접하여 설치	적정, 부적정	
	개통전까지 우수가 유입되지 않도록 유입부 차단	적정, 부적정	
○ 전처리조 (공통)	월류턱의 높이는 유입수로 바닥보다 최소 10㎝ 낮게 설치	적정, 부적정	
	퇴적심 측정장치 설치	적정, 부적정	
○ 전처리조 (침강지 조성시)	바닥면은 최소 1m×1m확보 및 편평한 사석으로 시공, 사면은 잔디(평떼) 식재	적정, 부적정	
	침강지와 저류지사이 둑은 세굴대책 수립	적정, 부적정	
○ 처리조(저류지)	사면경사를 3:1로 설치 (사석보강시 2:1 가능)	적정, 부적정	
	설계수위 30㎝하부~제방둑 습지식물 식재 (1~4본/㎡, 최소 20본이상, 수면적 40%이하)	적정, 부적정	
	유입·유출부는 사석보강	적정, 부적정	
	유출부 수로단부에 유출방지망(와이어메쉬) 설치	적정, 부적정	

Code No : 2.1 습식 식생수로

검 측 내 용	이행 기준	원도급사 확인결과	검측자 판정
□ 사전 조치사항			
○ 시공계획	설계적정성 승인여부 ※비점오염저감시설 최적기능확보방안(환경품질처-1855, 2015.5.13)	승인, 미승인	
	배수공과 연계한 검토 및 시공 (최소 준공 1년전 시공)	적정, 부적정	
○ 공급원 승인 (자재사용보고)	레미콘, 철근 등 공급원 승인 (전처리조를 콘크리트 구조물로 설치시)	승인 문서번호 기재 ( )	
□ 철근 조립 및 거푸집 설치 상태 (전처리조, 체댐)			
○ 철근 조립상태	설계도서와의 일치 여부	적정, 부적정	
○ 거푸집 설치	거푸집 상태(손상여부)	적정, 부적정	
	거푸집 규격(폭×높이)	설계 : 시공 :	
□ 시공			
○ 유량분배구조물 (오리피스형식)	배수로바닥 하부에 집수조 설치 (집수조 크기 B : H = 80cm : 25cm)	적정, 부적정	
	사각오리피스는 집수조 바닥에 접하여 설치	적정, 부적정	
	개통전까지 우수가 유입되지 않도록 유입부 차단	적정, 부적정	
○ 처리조 (식생수로)	수로 사면경사는 2:1이 표준, (3:1 바람직)	적정, 부적정	
	도로성토체 사면 끝단에서 1m이상 이격	적정, 부적정	
	잔디활착이 곤란한 사질지반은 15㎝깊이로 지반 개량	적정, 부적정	
	수로바닥에서 Check-Dam 상단까지 50㎝	적정, 부적정	
	Check-Dam 제원 지중 근입깊이 20㎝, 측면 매입깊이 1m, 삼각위어 10㎝×10㎝	적정, 부적정	
	Check-Dam상부로 30㎝ 제방여유고	적정, 부적정	
	수로사면과 바닥 등 모든 토사면에 잔디 식재	적정, 부적정	
	수로바닥면(하류측 절반)에 수생식물(억새, 창포) 식재	적정, 부적정	
	식생 안정화되기 전까지 유입부 차단 및 가배수 계획	적정, 부적정	

Code No : 2.2 초생수로

검 측 내 용	이행 기준	원도급사 확인결과	검측자 판정
□ 사전 조치사항			
○ 시공계획	설계적정성 승인여부 ※비점오염저감시설 최적기능확보방안(환경품질처-1855, 2015,5,13)	승인, 미승인	
	배수공과 연계한 검토 및 시공 (최소 준공 1년전 시공)	적정, 부적정	
○ 공급원 승인 (자재사용보고)	레미콘, 철근 등 공급원 승인 (전처리조를 콘크리트 구조물로 설치시)	승인 문서번호 기재 ( )	
□ 철근 조립 및 거푸집 설치 상태(전처리조를 콘크리트 구조물로 설치시)			
○ 철근 조립상태	설계도서와의 일치 여부	적정, 부적정	
○ 거푸집 설치	거푸집 상태(손상여부)	적정, 부적정	
	거푸집 규격(폭×높이)	설계 : 시공 :	
□ 시공			
○ 유량분배구조물 (오리피스형식)	배수로바닥 하부에 집수조 설치 (집수조 크기 B : H = 80cm : 25cm)	적정, 부적정	
	사각오리피스는 집수조 바닥에 접하여 설치	적정, 부적정	
	개통전까지 우수가 유입되지 않도록 유입부 차단	적정, 부적정	
○ 처리조	수로바닥은 식생을 위한 지반특성	적정, 부적정	
	수로측면 사면경사 3:1이 표준	적정, 부적정	
	도로성토체 사면 끝단에서 1m이상 이격	적정, 부적정	
	수로 종단경사 2%이상시 Check-Dam 설치 (첵댐의 높이는 20㎝이하)	적정, 부적정	
	수로사면과 바닥 등 모든 토사면에 잔디 식재	적정, 부적정	
	식생 안정화되기 전까지 유입부 차단 및 가배수 계획	적정, 부적정	

Code No : 2.3 분리형 초생수로

검 측 내 용	이행 기준	원도급사 확인결과	검측자 판정
□ 사전 조치사항			
○ 시공계획	설계적정성 승인여부 ※비점오염저감시설 최적기능확보방안(환경품질처-1855, 2015,5,13)	승인, 미승인	
	배수공과 연계한 검토 및 시공 (최소 준공 1년전 시공)	적정, 부적정	
○ 공급원 승인 (자재사용보고)	레미콘, 철근 등 공급원 승인 (전처리조를 콘크리트 구조물로 설치시)	승인 문서번호 기재 ( )	
□ 철근 조립 및 거푸집 설치 상태(전처리조를 콘크리트 구조물로 설치시)			
○ 철근 조립상태	설계도서와의 일치 여부	적정, 부적정	
○ 거푸집 설치	거푸집 상태(손상여부)	적정, 부적정	
	거푸집 규격(폭×높이)	설계 : 시공 :	
□ 시공			
○ 유량분배구조물 (오리피스형식)	배수로바닥 하부에 집수조 설치 (집수조 크기 B : H = 80cm : 25cm)	적정, 부적정	
	사각오리피스는 집수조 바닥에 접하여 설치	적정, 부적정	
	개통전까지 우수가 유입되지 않도록 유입부 차단	적정, 부적정	
○ 처리조	수로바닥면 소형램머를 이용하여 다짐	적정, 부적정	
	수로접속부 세굴방지위해 1:1 사면 설치	적정, 부적정	
	전처리시설 접속부 1.0m 잡석보강	적정, 부적정	
	수로의 사면과 바닥 등 모든 토사면에 잔디 식재	적정, 부적정	
	식생 안정화까지 통수 미실시(가배수를 계획)	적정, 부적정	

Code No :　3. 침투도랑

검 측 내 용	이행 기준	원도급사 확인결과	검측자 판정
□ 사전 조치사항			
○ 시공계획	설계적정성 승인여부 ※비점오염저감시설 최적기능확보방안(환경품질처-1855, 2015,5,13)	승인, 미승인	
	배수공과 연계한 시공 검토 (최소 준공 1년전 시공)	적정, 부적정	
○ 지반 투수계수	투수계수(13~210㎜/hr)	합격, 불합격	
○ 지하수위 확인	도랑하면으로부터 수직 1.2m 이상 이격	합격, 불합격	
○ 공급원 승인 (자재사용보고)	레미콘, 토목섬유, 골재(모래, 쇄석), 철근, 유공관 등 공급원 승인	승인 문서번호 기재 (　　)	
□ 철근 조립 및 거푸집 설치 상태(전처리조를 콘크리트 구조물로 설치시)			
○ 철근 조립상태	설계도서와의 일치 여부	적정, 부적정	
○ 거푸집 설치	거푸집 상태(손상여부)	적정, 부적정	
	거푸집 규격(폭×높이)	설계 : 시공 :	
□ 시공			
○ 유량분배구조물 (오리피스형식)	배수로바닥 하부에 집수조 설치 (집수조 크기 B : H = 80cm : 25cm)	적정, 부적정	
	사각오리피스는 집수조 바닥에 접하여 설치	적정, 부적정	
	개통전까지 우수가 유입되지 않도록 유입부 차단	적정, 부적정	
○ 전처리조	바닥부터 100㎜높이에 ¢50㎜×2EA의 배수구멍 설치(필터섬유 부착)	적정, 부적정	
○ 처리조	굴착 도랑바닥은 수평, 다짐은 미실시 및 중장비 통행 제한	적정, 부적정	
	필터섬유를 감싼 관측정은 15m마다 설치 (하단 완전밀폐, 상부는 개폐가능한 마개 설치)	적정, 부적정	
	모래(하층)는 15㎝포설(다짐 미실시) 굵은골재(중간층 40mm)는 30㎝높이마다 소형 램머 다짐 잔자갈(상층 25mm)은 15㎝포설(다짐 미실시)	적정, 부적정	
	필터섬유는 중간층과 상층을 감싸게 설치하며, 이음부는 10㎝이상 겹이음	적정, 부적정	
	경사면에 잔디 식재 (상층으로 토사유입 최소화)	적정, 부적정	

Code No : 4. 모래여과시설

검 측 내 용	이행 기준	원도급사 확인결과	검측자 판정
□ 사전 조치사항			
○ 시공계획	설계적정성 승인여부 ※비점오염저감시설 최적기능확보방안(환경품질처-1855, 2015,5,13)	승인, 미승인	
	배수공과 연계한 검토 및 시공 (최소 준공 1년전 시공)	적정, 부적정	
○ 공급원 승인 (자재사용보고)	레미콘, 철근 등 공급원 승인 (전처리조를 콘크리트 구조물로 설치시)	승인 문서번호 기재 ( )	
□ 철근 조립 및 거푸집 설치 상태			
○ 철근 조립상태	설계도서와의 일치 여부	적정, 부적정	
○ 거푸집 설치	거푸집 상태(손상여부)	적정, 부적정	
	거푸집 규격(폭×높이)	설계 : 시공 :	
□ 시공			
○ 유량분배구조물 (오리피스형식)	배수로바닥 하부에 집수조 설치 (집수조 크기 B : H = 80cm : 25cm)	적정, 부적정	
	사각오리피스는 집수조 바닥에 접하여 설치	적정, 부적정	
	개통전까지 우수가 유입되지 않도록 유입부 차단	적정, 부적정	
○ 전처리조	이물질제거용 유공반월관 설치 (높이 30cm, 직경 20cm, 구멍직경 5mm)	적정, 부적정	
○ 여과조	바닥은 높이조절콘크리트로 종·횡방향 1% 경사시공	적정, 부적정	
	골재층 높이 30㎝, 모래층 높이 45㎝	적정, 부적정	
	필터섬유 설치 ① 골재와 모래층 사이 ② 모래층 최상부	적정, 부적정	
	여과층 상면은 수평이고, 전처리조 하단보다 같거나 낮음	적정, 부적정	
	유공관은 필터섬유로 감싸고, 월류위어로부터 1m이격하여 설치(단부는 밀폐)	적정, 부적정	
	유공관은 여과조 폭원 3m당 1련 설치	적정, 부적정	

[붙임 #9]

비점오염 저감시설 설치·관리 흐름도

환경영향평가
(환경품질처)

- o 위치 및 유역면적에 따라 유지관리, 경제성, 안정성을 고려하여 적정 **형식선정**
  - 저감시설 형식선정 절차 준수(붙임 #1)
- o 수질오염총량제* 등 저감효율을 감안한 **형식적정성 검토**
  - 단일형식으로 삭감량 달성곤란시 혼합형식 검토

↓

실시설계
(설계처)

- o 소요부지, 지형특성, 토질특성, 유출입 수두차 등 을 고려한 **현지여건 적합여부 검토** 후 형식결정
- o 상세도면, 수량, 단가 산출 (**표준도 적용**)

↓

설치신고
(환경품질처 or 건설사업단)

- o 설치신고(↔지방환경청)
  - 신고시기 : 환경영향평가 승인 또는 사업계획을 확정한 날로부터 30일 이내

↓

시 공
(건설사업단 ,지역본부)

- o **설계적정성 확인**(붙임 #4) 및 검토결과 본사보고

공구 ,지사 ↔ (검토요청 및 승인) 건설사업단 ,지역본부 → (결과보고) 본사 (환경품질처)

- o 형식 등 변경시 변경 설치신고**(↔지방환경청)
- o **체크리스트**(붙임 #5)활용 **감독원 필수검측**(HP) 시행
- o **배수공과 연계하여 시공**하고 개통전까지 유입부 차단
- o 시설물 기본현황 작성 및 시스템 입력 후 유지관리부서 인계

↓

유지관리
(지역본부)

- o 행정관리사항 이행
  - 대장관리 및 연간 유지관리활동계획 수립
- o 유지관리활동 이행
  - 형식별 중점관리사항 점검(유지관리 체크리스트)
    *비점오염저감시설 유지관리방안(녹색환경처-3038, 2012.7.27)
  - 수질모니터링 : 신고대상(1회/년), 비신고대상(1회/홀수년)

* 수질오염총량제

자치단체별로 목표 수질을 설정한 뒤, 이를 달성하고 유지할 수 있도록 오염물질의 배출 총량을 관리 또는 규제하는 제도로써 자치단체가 할당받은 오염물질 배출량을 초과하면 해당 지역의 개발이 제한되지만, 반대로 배출량을 줄여 수질을 개선하면 그만큼 개발이 허용

** 변경설치 신고

□ 변경신고 대상(수질 및 수생태계 보전에 관한 법률 시행령 제73조)
  - ○ 상호・대표자・사업명 또는 업종의 변경
  - ○ 총 사업면적・개발면적 또는 사업장 부지면적이 처음신고의 100분의 15이상 증가하는 경우
  - ○ 비점오염저감시설의 종류, 위치, 용량이 변경되는 경우
  - ○ 비점오염원 또는 비점오염저감시설의 전부 또는 일부를 폐쇄하는 경우

□ 변경신고 시기(수질 및 수생태계 보전에 관한 법률 시행규칙 제73조)
  - ○ 변경사항에 대하여 승인을 받은 날로부터 15일 이내

□ 변경신고 방법
  - ○ 변경신고 주체 : 건설사업단 및 지역본부 (시행부서)
  - ○ 비점오염원설치 변경신고서(별지 제35호 서식)에 비점오염원 설치신고증명서의 변경내용을 증명하는 서류를 첨부하여 유역환경청장 또는 지방환경청장에게 제출

토사퇴적 최소화를 위한 배수시설 개선

설계처-2619 (2015.09.24)

1 검토배경

□ **유지관리 현장에서 제기된 문제점에 대한 개선**을 위하여 2015년 **'설계-건설-유지관리 선순환 과제'로 선정**

설계-건설-유지관리 선순환 과제 (2015.7, 도로처)

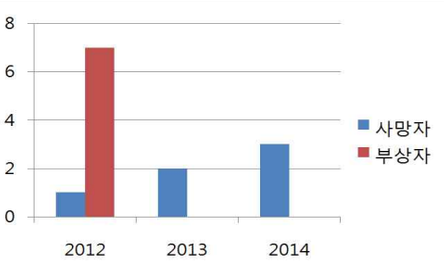
○ 잡풀 성장 억제를 위한 집수정 덮개(그레이팅 커버) 개선
○ 성토부 다이크 집수거 배수경사 개선

□ 집수정 그레이팅 커버 및 쌓기부 다이크 집수거는 **토사가 퇴적되어 잡풀이 성장하는 환경** 제공 (저판 Level)

o 잡풀성장으로 미관 저해 및 배수 기능 저하

집수정	쌓기부 다이크 집수거

o 정기적인 유지관리가 필요(연 1회 이상)하며 정비 작업 시 안전사고 위험에 노출 ※ 중분대 및 갓길 작업 중 사망자 6명 (최근3년)

중앙분리대 집수정 정비	인명사고 현황 (최근3년)
	

2 추진경과

[그레이팅 커버]

□ **그레이팅 커버 형식 및 규격 검토** (설계처, 2000. 4)

o 고속도로 시공 조건에 부합되는 명확한 설계기준 및 시방 제시

o 커버 형식을 동일 형식으로 일원화 (Flat-Bar, I-Bar → Flat-Bar)

□ **그레이팅 커버 표준도 변경** (설계처, 2011. 3)

o **토사퇴적 방지를 위해 덮게단부 지보재의 하부를 반으로 절단**

[쌓기부 다이크 집수거]

□ **성토부 다이크 및 도수로 개선방안 검토** (설계처, 1998. 9)

o **집수거 유입부를 주변 포장보다 낮게 설치 (+4%)**

□ **집수거 및 나들목 중분대 집수정 집수효율 개선방안 검토**
(설계처, 2011. 1)

o 급경사(종단경사 2%이상) 구간 **집수거 길이 확대** : L=2.4→3.5m

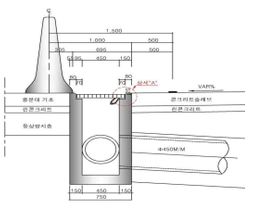
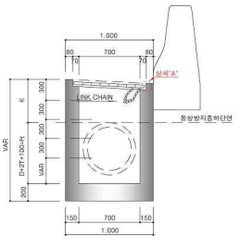
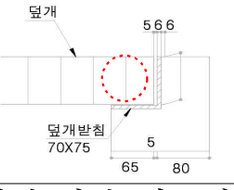
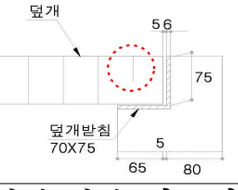
- 집수효율 평균 15% 내외 증가 : 39.5~80.9% → 54.6~97.7%

o 집수효율 증대를 위해 전구간 **집수거 폭 확대** : W=0.54→0.7m

3 설계기준 및 문제점

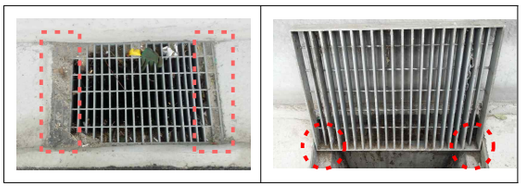
□ 집수정 그레이팅 커버

o 표 준 도 (한국도로공사, 2014)

중앙분리대	L형측구	단부 상세도 (상세A)	
		2011년 3월 이전	2011년 3월 이후 (토사퇴적 방지대책 적용)
			
		덮게 단부 지보재 하부 미절단	덮게 단부 **지보재 하부를 반으로 절단**

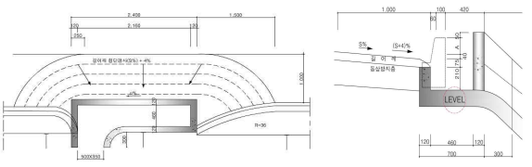
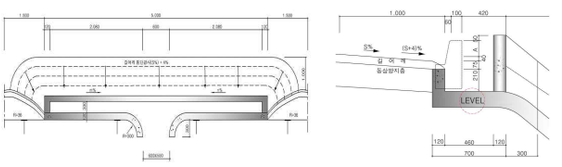
o 문 제 점

- 공용노선 조사 결과 **지보재 하부 절단 구간에서도 토사가 퇴적되어 잡풀성장 환경 제공**



□ 쌓기부 다이크 집수거

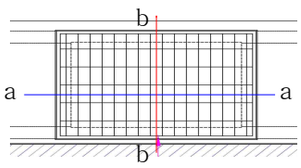
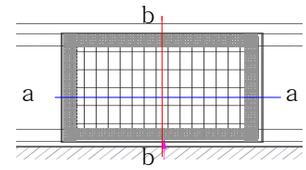
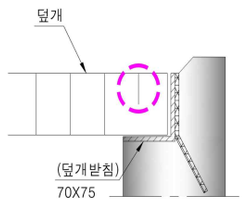
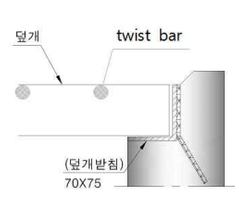
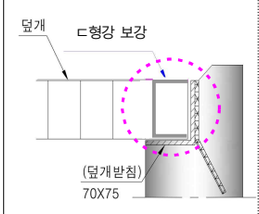
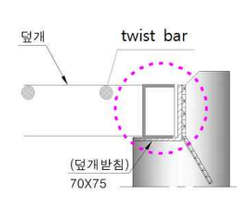
o 표 준 도 (한국도로공사, 2014)

L형	T형
	

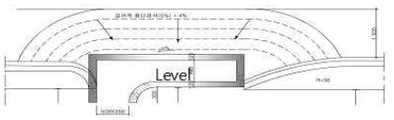
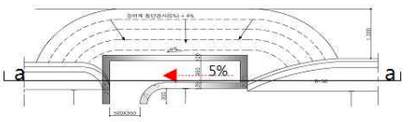
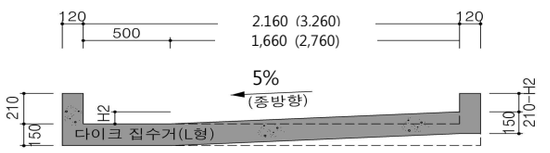
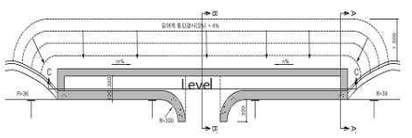
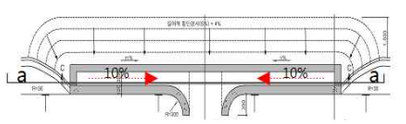
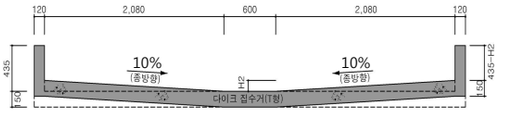
o 문 제 점 : 집수거 저판이 Level로 되어 있어 토사 퇴적으로 인한 잡풀 성장으로 배수지연

4 배수시설 토사퇴적 예방대책 검토

1. 집수정 그레이팅 커버

<table>
<tr><th>구 분</th><th colspan="2">현 재</th><th colspan="2">개 선</th></tr>
<tr><td>토사퇴적
예방대책</td><td colspan="2">덮게 단부 재보재 하부를
반으로 절단</td><td colspan="2">덮게 받침부 지보재를
ㄷ형강으로 보강</td></tr>
<tr><td rowspan="4">표준도</td><td colspan="2"> 
</td><td colspan="2"> 
</td></tr>
<tr><td>a-a</td><td>b-b</td><td>a-a</td><td>b-b</td></tr>
<tr><td> 
</td><td> 
</td><td> 
</td><td> 
</td></tr>
<tr><td>특 징</td><td colspan="2">- 2011년 표준도를 개정하였으나, 현장 조사 결과 토사퇴적 확인
- 덮게 단부 지보재 절단 필요로 작업공정 복잡
- 잡풀 성장에 따른 미관저해 및 유지관리 필요</td><td colspan="2">- 덮게 받침부 ㄷ형강 보강(a-a, b-b)으로 토사퇴적 원천 차단
- 작업공정 복잡 및 제작 비용 증가
- 잡풀 성장 환경 제거로 별도 유지관리 불필요</td></tr>
<tr><td>자재비
(중분대)</td><td colspan="2">159,000원/개</td><td colspan="2">170,000원/개 (증 11,000원)</td></tr>
</table>

2. 쌓기부 다이크 집수거

<table>
<tr><th colspan="2">구 분</th><th>현 재
(집수거 바닥 Level)</th><th>개 선
(집수거 바닥 종단경사 5~10%)</th></tr>
<tr><td rowspan="4">표준도</td><td rowspan="2">L형</td><td> 
</td><td> 
</td></tr>
<tr><td colspan="2"> 
</td></tr>
<tr><td rowspan="2">T형</td><td> 
</td><td> 
</td></tr>
<tr><td colspan="2"> 
</td></tr>
<tr><td colspan="2">특 징</td><td>- 바닥저판 Level로 토사퇴적 및 잡풀성장

- 배수기능 확보를 위한 유지관리 필요</td><td>- 바닥저판 종단경사를 두어 토사퇴적 예방
※ 최소유속 0.67~0.94m/s 확보
- 배수기능 확보를 위한 유지관리 필요</td></tr>
<tr><td rowspan="2">공사비</td><td>L형</td><td>175천원/개소</td><td>139천원/개소 (△36)</td></tr>
<tr><td>T형</td><td>430천원/개소</td><td>364천원/개소 (△65)</td></tr>
</table>

※ 토사가 퇴적되지 않는 최소경사 (도로배수시설 설계 및 관리지침, 국토교통부(2012.11))

- 배수구조물(Box, Pipe)의 경사는 토사퇴적을 최소화 할 수 있는 **암거경사 0.2% 이상, 유속 0.6m/s 이상**을 유지
- **교량 배수관의 경사는 3% 이상**(부득이한 경우 2% 이상)으로 함

5 검토결론 및 적용방안

1. 검토결론

□ **집수정 그레이팅 커버**

o 그레이팅 덮게 **받침부 지보재를 'ㄷ형강'으로 보강**

o 적용대상 : 토사퇴적 시 유지보수가 필요한 **중앙분리대 및 L형 측구 집수정 구간에 적용**

□ **쌓기부 다이크 집수거**

o 집수거 바닥 경사 개선 : **Level → 5%(L형), 10%(T형)**

2. 적용방안

□ 설계 중 노선 : 본 방침 적용

□ 공사(유지관리) 노선 : 현장여건을 판단하여 적용

별 첨 1. 집수거 유속 및 저판경사 검토

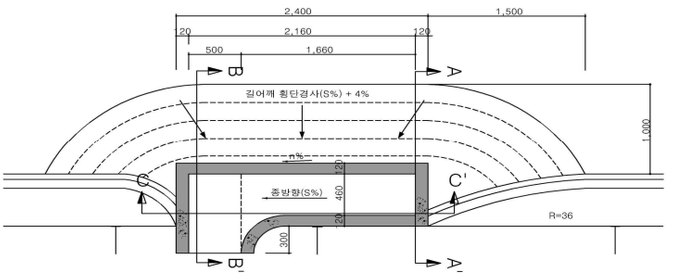
2. 집수거 경제성 검토

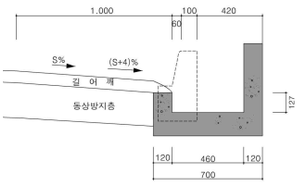
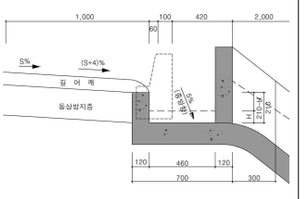
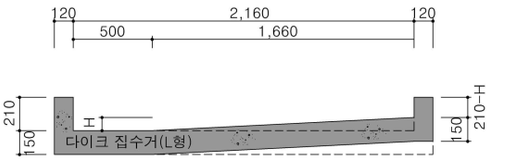
3. 표준도 변경(안)

첨부1 유속에 따른 다이크 집수거 저판경사 검토

□ L 1-1형 다이크 집수거 저판경사 검토

평 면 도



단면 A-A'	단면 B-B'	단면 C-C'
		

o 바닥저판 경사

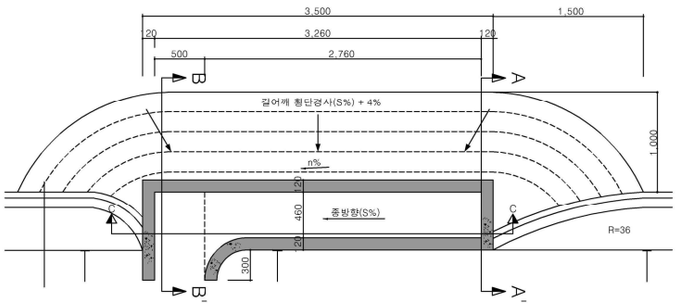
구 분	유수높이 (m)	조도계수 (n)	동수반경 (R, m)	종단경사 (S, %)	비 고 (유수 높이)
집수거	0.05	0.015	0.0411	5.00	5cm
개 선	0.01		0.0096		1cm

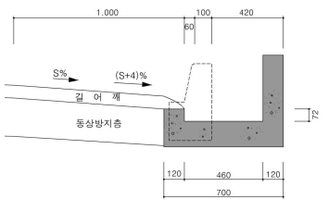
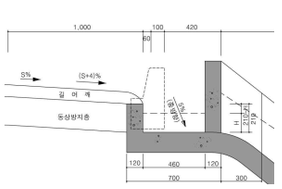
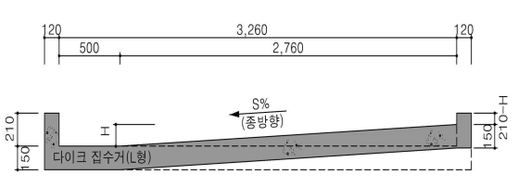
o 바닥저판 경사 (종방향)

유속 \ 종단경사	2.0%	3.0%	4.0%	5.0%	10.0%	15.0%	20.0%	비고 (유수 높이)
V(m/s)	1.12	1.38	1.59	**1.78**	2.51	3.08	3.55	5cm
	0.43	0.52	0.60	**0.67**	0.95	1.17	1.35	1cm

□ L 1-2형 다이크 집수거 저판경사 검토

평 면 도



단면 A-A’	단면 B-B’	단면 C-C’
		

o 바닥저판 경사

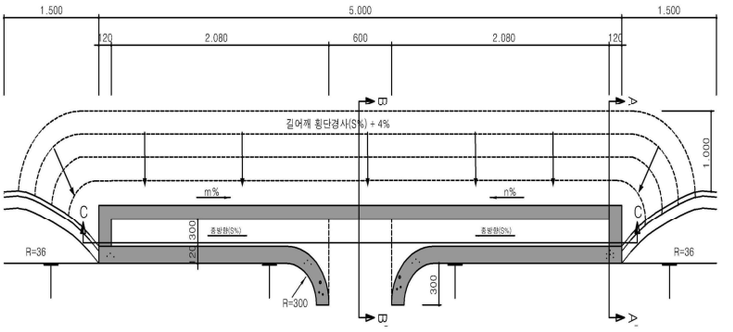
구 분	유수높이 (m)	조도계수 (n)	동수반경 (R, m)	종단경사 (S, %)	비 고 (유수 높이)
집수거	0.05	0.015	0.0411	5.00	5cm
개 선	0.01		0.0096		1cm

o 바닥저판 경사 (종방향)

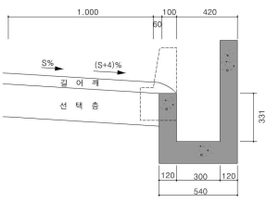
유속 \ 종단경사	2.0%	3.0%	4.0%	5.0%	10.0%	15.0%	20.0%	비고 (유수 높이)
V(m/s)	1.12	1.38	1.59	**1.78**	2.51	3.08	3.55	5cm
	0.43	0.52	0.60	**0.67**	0.95	1.17	1.35	1cm

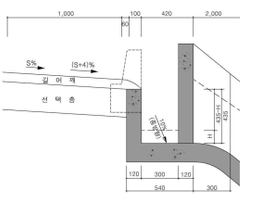
□ T형 다이크 집수거 저판경사 검토

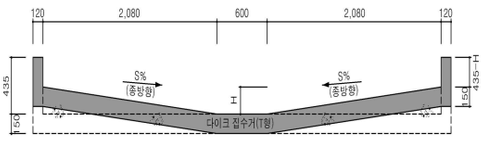
평 면 도



단면 A-A’	단면 B-B’	단면 C-C’







o 바닥저판 경사

구 분	유수높이 (m)	조도계수 (n)	동수반경 (R, m)	종단경사 (S, %)	비 고 (유수 높이)
집수거	0.05	0.015	0.0375	10.00	5cm
개 선	0.01		0.0094		1cm

o 바닥저판 경사 (종방향)

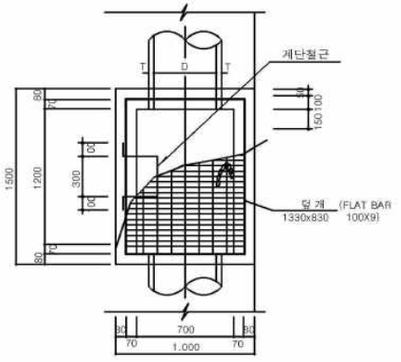
종단경사 / 유속	2.0%	3.0%	4.0%	5.0%	10.0%	15.0%	20.0%	비고 (유수 높이)
V(m/s)	1.06	1.29	1.49	1.67	**2.36**	2.89	3.34	5cm
	0.42	0.51	0.59	0.66	**0.94**	1.15	1.33	1cm

1 깎기부 집수정[3] - 현행

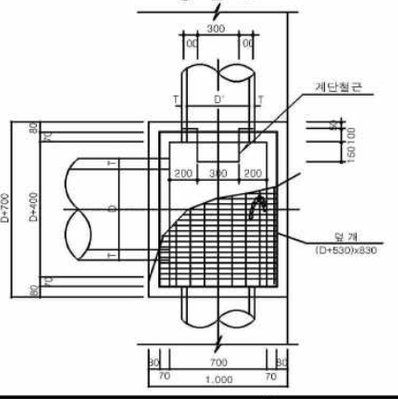
현 행

깎 기 부 집 수 정 (3)

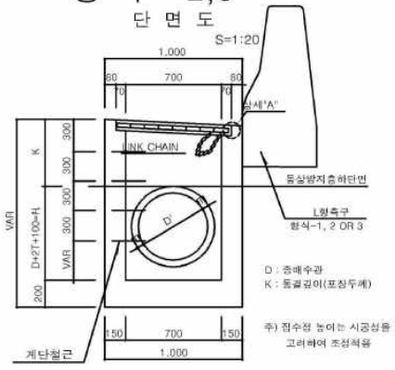
형 식 -2 (L형측구하단;횡배수관 미설치시)
평 면 도



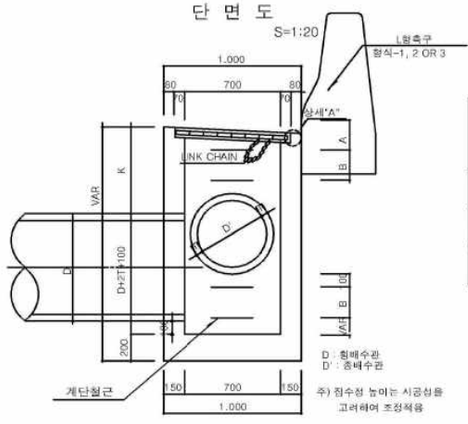
형 식 -3 (L형측구하단;횡배수관 설치시)
평 면 도



형 식 - 2,3
단 면 도 S=1:20

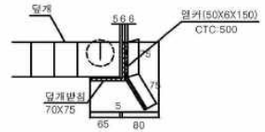


단 면 도 S=1:20



본 표준도에 제시된 제품(공법)은 실시설계시 공사비 기초금액 산출을 위해 참조 제시된 도면이므로 시공전 설시설계 단시의 검토 자료 등과 상호 비교검토하여 발주청(감독관)과 사전 협의 후 채집, 규격,성능 등이 동등 이상인 제품(공법)으로 변경 적용할 수 있음.

상 세 "A"



주) 도사퇴적 방지를 위해 덮개단부 지보재의 하부를 반으로 절단.

재 료 표

예) 형식-2(K=900 일때) (개당)

구분 / 규격 / 단위 / 횡배수관	콘크리트	거푸집	덮 개	계 단 철 근
	3종(Φ40MM)	합판4회	1330x830	D 19
	M^3	M^2	EA	kgf
Φ 450MM	1.235	13.816	1330x830 1EA	9.000
Φ 600MM	1.251	14.026		9.000

재 료 표

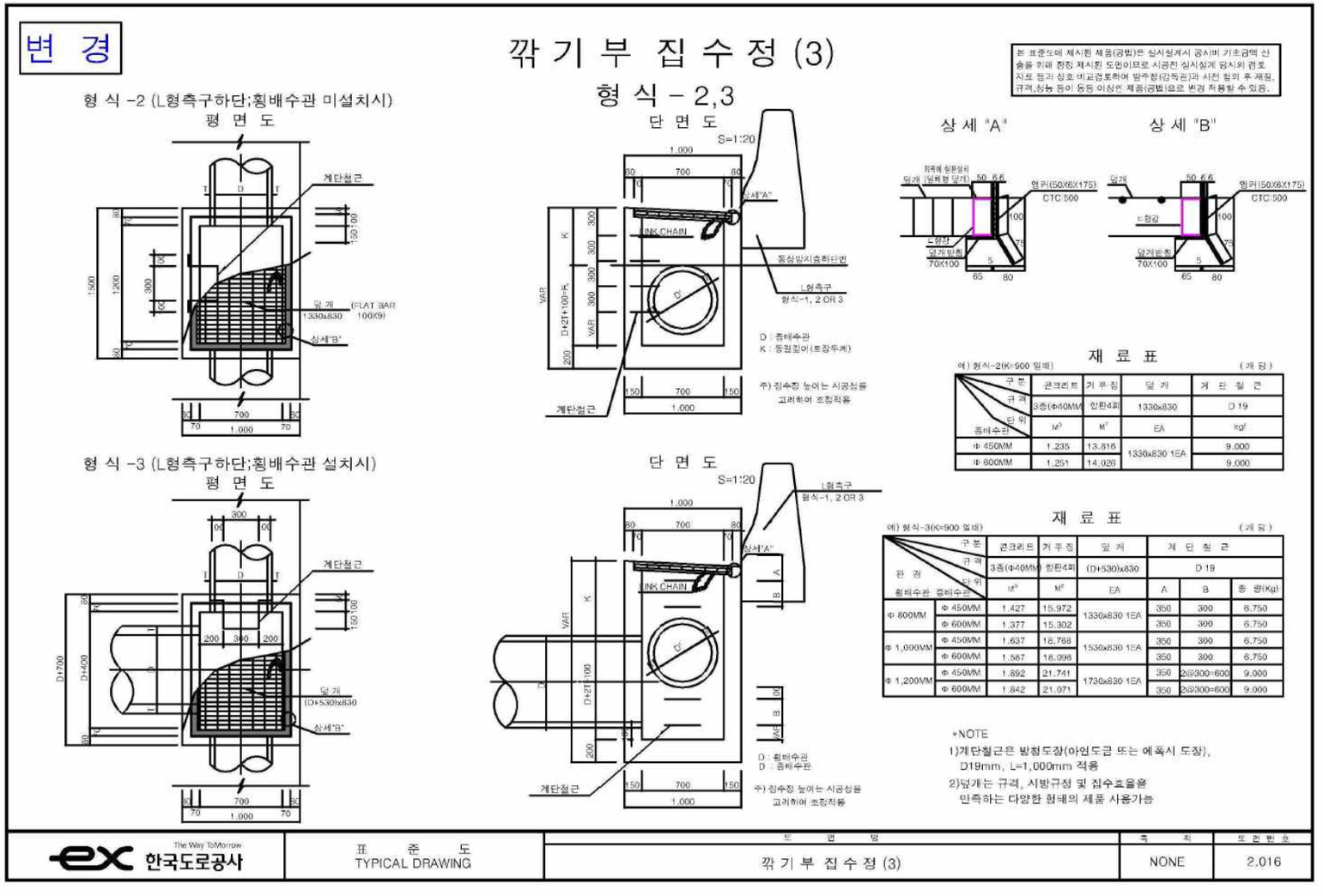
예) 형식-3(K=900 일때) (개당)

관경 / 구분 / 규격 / 단위		콘크리트	거푸집	덮 개	계 단 철 근		
		3종(Φ40MM)	합판4회	(D+530)x830	D 19		
횡배수관	콘배수관	M^3	M^2	EA	A	B	중 량(Kg)
Φ 800MM	Φ 450MM	1.427	15.972	1330x830 1EA	350	300	6.750
	Φ 600MM	1.377	15.302		350	300	6.750
Φ 1,000MM	Φ 450MM	1.637	18.768	1530x830 1EA	350	300	6.750
	Φ 600MM	1.587	18.098		350	300	6.750
Φ 1,200MM	Φ 450MM	1.892	21.741	1730x830 1EA	350	2@300=600	9.000
	Φ 600MM	1.842	21.071		350	2@300=600	9.000

*NOTE
1)계단철근은 방청도장(아연도금 또는 에폭시 도장), D19mm, L=1,000mm 적용
2)덮개는 규격, 시방규정 및 집수효율을 만족하는 다양한 형태의 제품 사용가능

The Way To Marrow 한국도로공사	표 준 도 TYPICAL DRAWING	도 면 명	축 척	도면번호
		깎 기 부 집 수 정 (3)	NONE	2.016

1 깎기부 집수정[3] - 변경


변 경
깎 기 부 집 수 정 (3)
형 식 - 2,3
본 표준도에 제시된 제품(공법)은 실시설계시 공사비 기초금액 산출을 위해 참정 제시된 도면이므로 시공전 실시설계 담시외 검토 시료 등과 상호 비교검토하여 발주청(감독관)과 사전 협의 후 제품, 규격,성능 등이 동등 이상인 제품(공법)으로 변경 적용할 수 있음.
형 식 -2 (L형측구하단;횡배수관 미설치시)
평 면 도
단 면 도
S=1:20
상 세 "A"
상 세 "B"
재 료 표
형 식 -3 (L형측구하단;횡배수관 설치시)
평 면 도
단 면 도
S=1:20
재 료 표
*NOTE
1)계단철근은 발정도장(아연도금 또는 에폭시 도장), D19mm, L=1,000mm 적용
2)덮개는 규격, 시방규정 및 집수효율을 만족하는 다양한 형태의 제품 사용가능
The Way ToMorrow
한국도로공사
표 준 도
TYPICAL DRAWING
도 면 명
깎 기 부 집 수 정 (3)
축 척
NONE
도 면 번 호
2.016

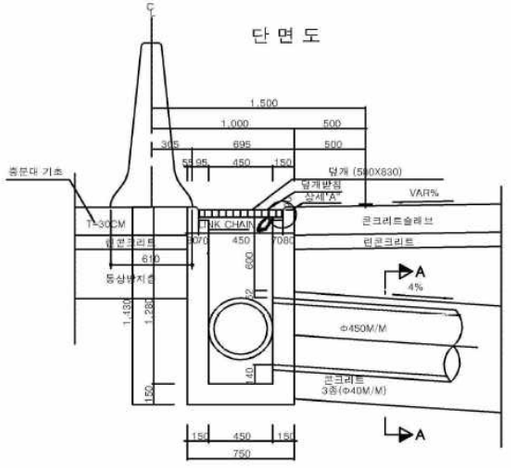
2 중분대용 집수정(1) - 현행

현 행

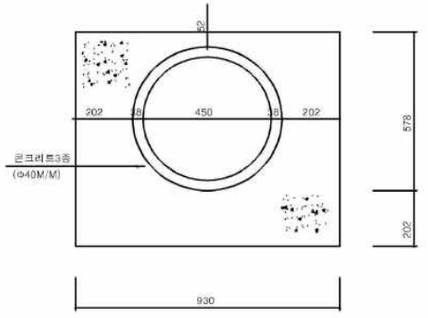
중 분 대 용 집 수 정 (1)

본 표준도에 제시된 제품(공법)은 실시설계시 공사비 기초금액 산출을 위해 참정 제시된 도면이므로 시공전 실시설계 담시의 검토 자료 등과 상호 비교검토하여 발주청(감독관)과 사전 협의 후 재질, 규격,성능 등이 동등 이상인 제품(공법)으로 변경 적용할 수 있음.

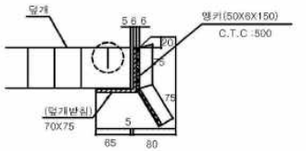
단 면 도



단 면 A-A



상 세 "A"



주) 토사퇴적 방지를 위해 덮개단부 지브재의 하부를 반으로 절단.

재 료 표 (1M당)

구 분	규 격	단 위	수 량	비 고
콘크리트	3종(Φ40M/M)	M^3	0.508	
터 파 기		M^3	0.725	
배 수 관	Φ450M/M	M	1.000	

집수정 재료표 (개 당)

구 분	규 격	단 위	수 량			비 고
			형식-1	형식-2	형식-3	
콘크리트	3종(Φ25M/M)	M^3	0.747	0.714	0.682	
거 푸 집	합판 4회	M^2	7.515	7.080	6.646	
터 파 기		M^3	3.140	2.101	1.210	
철 근	D 13	TON	0.096	0.102	0.101	
덮 개	580X630	개	1	1	1	F-75

*NOTE
1)덮개는 규격, 시방규정 및 집수효율을 만족하는 다양한 형태의 제품 사용가능

The Way ToMorrow 한국도로공사	표 준 도 TYPICAL DRAWING	도 면 명	축 척	도 면 번 호
		중 분 대 용 집 수 정 (1)	NONE	2.031

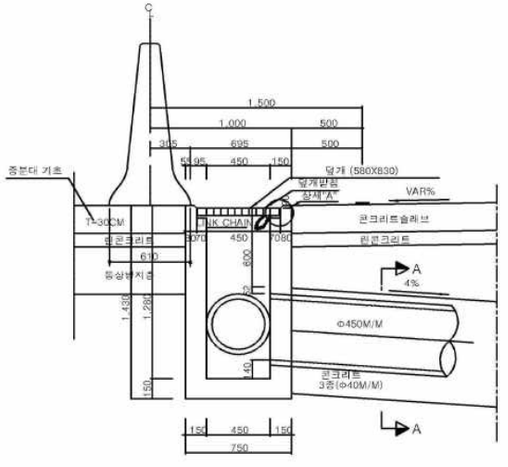
2 중분대용 집수정(1) - 변경

변 경

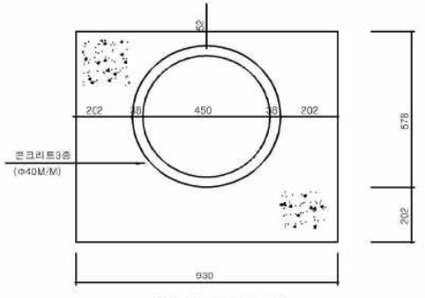
중 분 대 용 집 수 정 (1)

본 표준도에 제시된 제품(공법)은 실시설계시 공사비 기초금액 산출을 위해 첨정 제시된 도면이므로 시공전 실시설계 당시의 경로 자료 등과 상호 비교검토하여 발주청(감독관)과 사전 협의 후 채정, 규격,성능 등이 동등 이상인 제품(공법)으로 변경 적용할 수 있음.

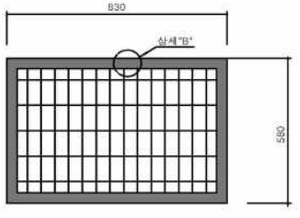
단 면 도



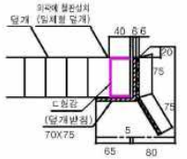
단 면 A-A



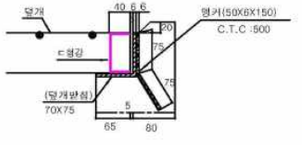
덮개(580X830)



상 세 "A"



상 세 "B"



재 료 표 (1M당)

구 분	규 격	단 위	수 량	비 고
콘크리트	3종(Φ40M/M)	M^3	0.508	
터 파 기		M^3	0.725	
배 수 관	Φ450M/M	M	1.000	

집수정 재료표 (개 당)

구 분	규 격	단 위	수 량			비 고
			형식-1	형식-2	형식-3	
콘크리트	3종(Φ25M/M)	M^3	0.747	0.714	0.682	
거 푸 집	합판 4회	M^2	7.515	7.080	6.646	
터 파 기		M^3	3.140	2.101	1.210	
철 근	D 13	TON	0.096	0.102	0.101	
덮 개	580X830	개	1	1	1	F-75

*NOTE
1)덮개는 규격, 시방규정 및 집수효율을 만족하는 다양한 형태의 제품 사용가능

The Way To Morrow 한국도로공사	표 준 도 TYPICAL DRAWING	도 면 명	축 척	도 면 번 호
		중 분 대 용 집 수 정 (1)	NONE	2.031

3 쌓기부 도수로[13] - 현행

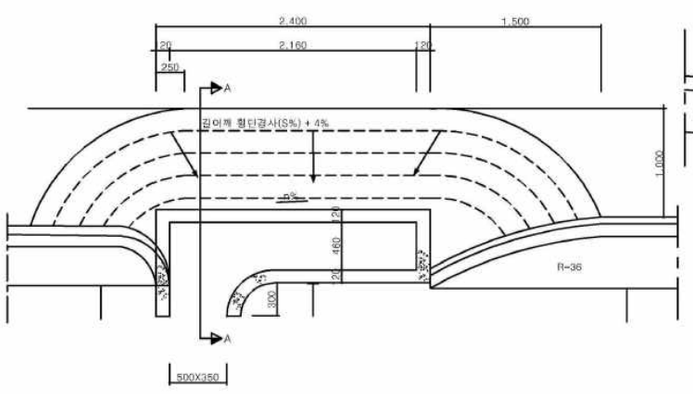
현 행

쌓 기 부 도 수 로 (13)

노면배수용, (형식1-1) (1)

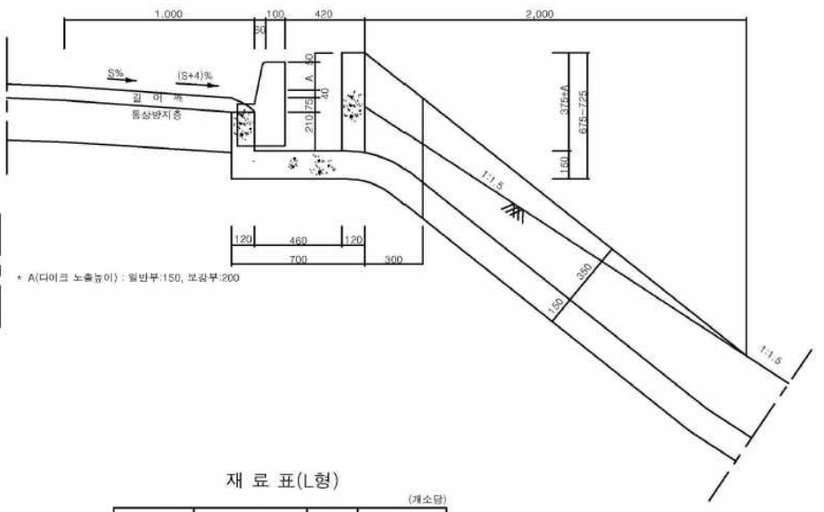
본 표준도에 제시된 제품(공법)은 실시설계시 공사비 기초금액 산출을 위해 참정 제시된 도면이므로 시공전 실시설계 당시의 검토 자료 등과 상호 비교검토하여 발주청(감독관)과 사전 협의 후 재질, 규격,성능 등이 동등 이상인 제품(공법)으로 변경 적용할 수 있음.

쌓기부 다이크 집수거 (L형)
형식1-1



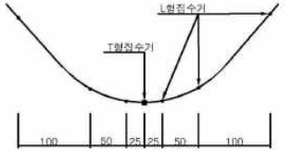
단 면 A - A

S = 1:30



* A(다이크 노출높이) : 일반부:150, 보강부:200

오목종단곡선부 집수거 설치기준(최대설치간격)



재 료 표(L형)

(개소당)

구 분	규 격	단위	수 량
콘크리트	3종(σ25mm)	M^3	0.554
거푸집	합판 4회	M^2	5.152
터파기		M^3	0.970

NOTE
종단경사 2% 미만인 경우 적용

The Way To Morrow 한국도로공사	표 준 도 TYPICAL DRAWING	도 면 명	속 적	도 면 번 호
		쌓 기 부 도 수 로 (13)	NONE	2.048

3 쌓기부 도수로[13] - 변경

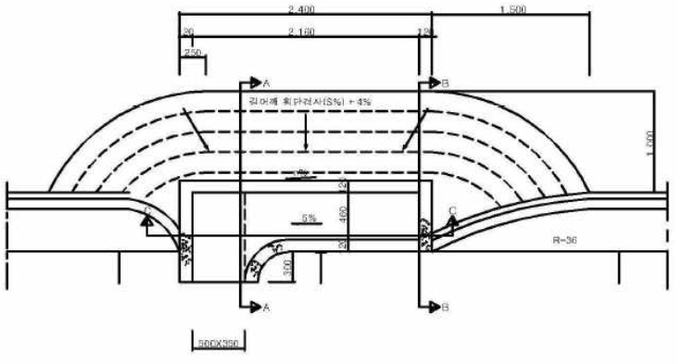
변 경

쌓 기 부 도 수 로 (13)

노면배수용, (형식1-1) (1)

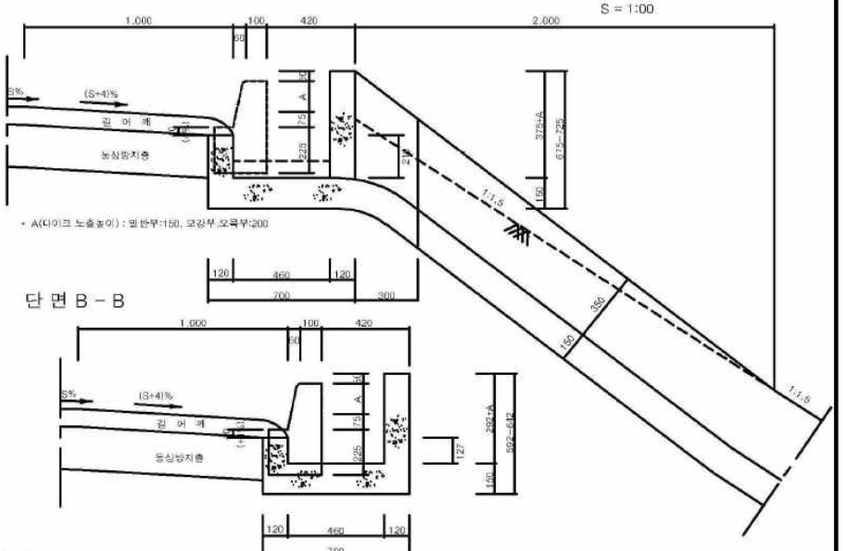
본 표준도에 제시된 제품(공법)은 실시설계시 공사비 기초금액 산출을 위해 참조 제시된 도면이므로 시공전 실시설계 당시의 검토 자료 등과 상호 비교검토하여 발주청(감독관)과 사전 협의 후 제질, 규격,성능 등이 동등 이상인 제품(공법)으로 변경 적용할 수 있음.

쌓기부 다이크 집수거 (L형)
형식1-1



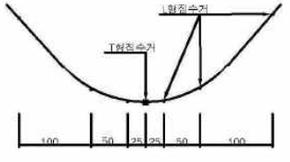
단 면 A - A

S = 1:00



단 면 B - B

오목종단곡선부 집수거 설치기준(최대설치간격)



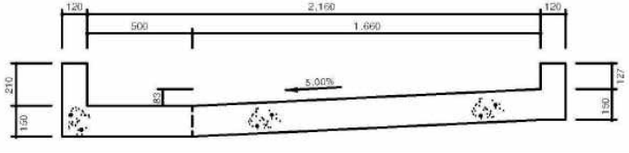
재 료 표(L형)

(개소당)

구 분	규 격	단위	수 량
콘크리트	3종(Φ25mm)	M^3	0.432
거푸집	합판 4회	M^2	4.126
터파기		M^3	0.679

NOTE
종단경사 2% 미만인 경우 적용

단 면 C - C



The Way To Morrow 한국도로공사	표 준 도 TYPICAL DRAWING	도 면 명	속 첨	도 면 번 호
		쌓 기 부 도 수 로 (13)	NONE	2.047

4 쌓기부 도수로[14] - 현행

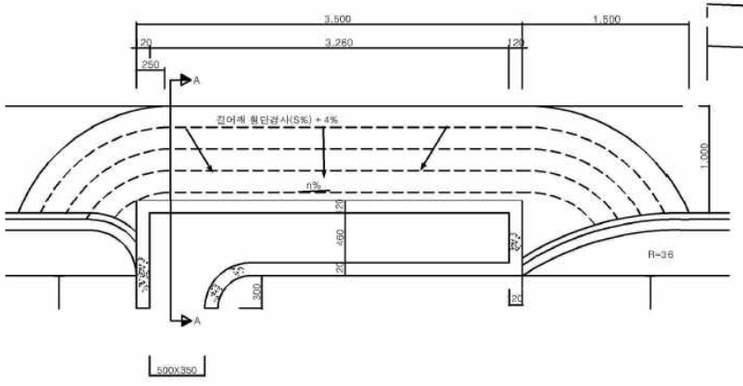
현 행

쌓 기 부 도 수 로 (14)

노면배수용, (형식1-2) (2)

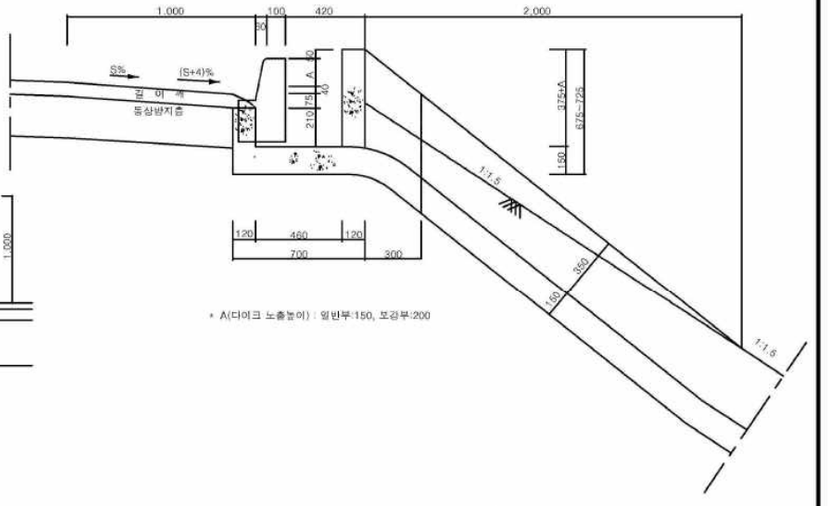
본 표준도에 제시된 제품(공법)은 실시설계시 공사비 기초금액 산출을 위해 참조 제시된 도면이므로 시공전 실시설계 담시의 검토 자료 등과 상호 비교검토하여 발주청(감독관)과 사전 협의 후 제정, 규격,성능 등이 동등 이상인 제품(공법)으로 변경 적용할 수 있음.

쌓기부 다이크 집수거 (L형)
형식1-2



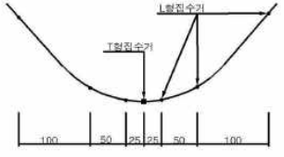
단 면 A - A

S = 1:30



* A(다이크 노출높이) : 일반부:150, 보강부:200

오목종단곡선부 집수거 설치기준(최대설치간격)



재 료 표(L형)

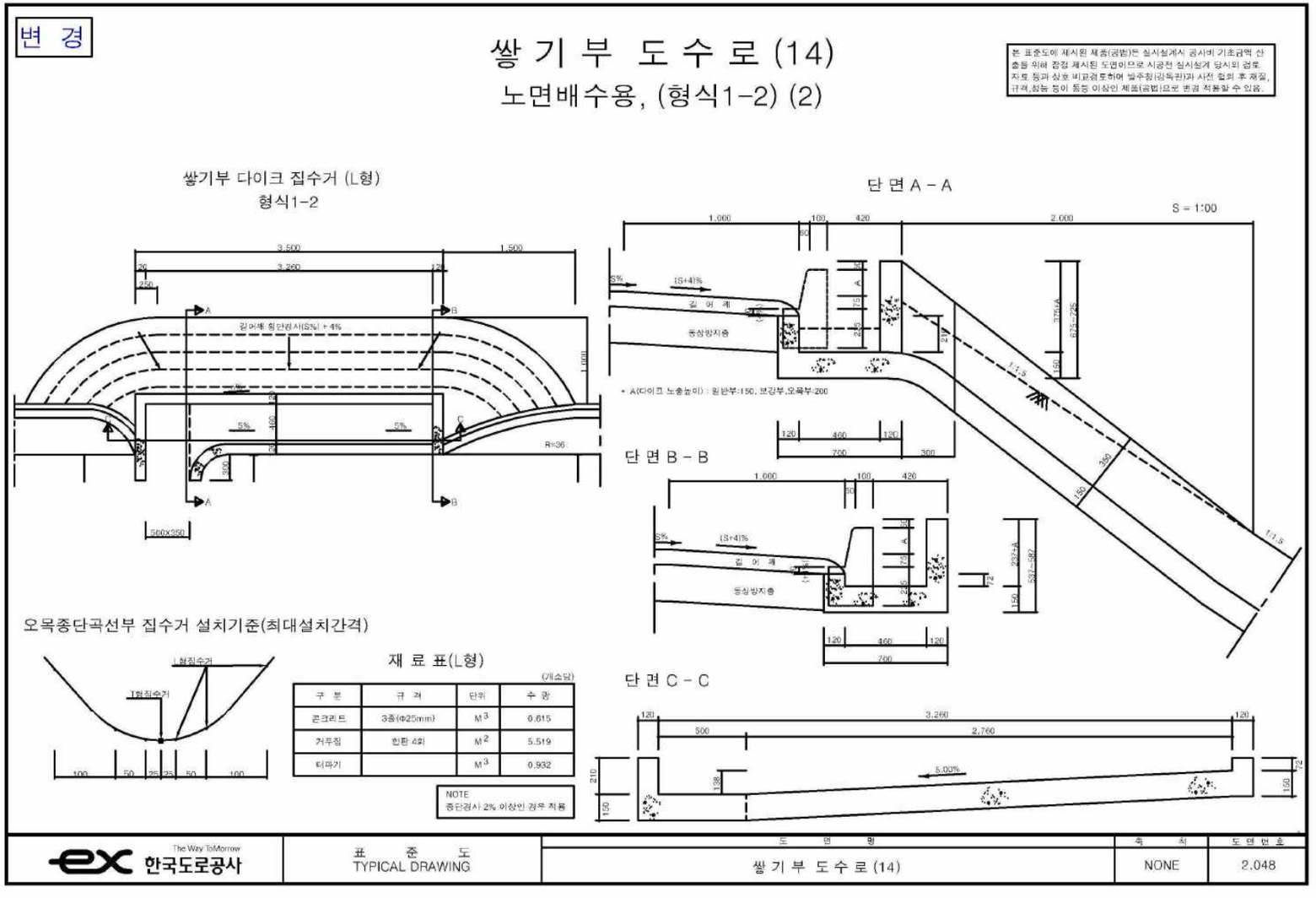
(개소당)

구 분	규 격	단위	수 량
콘크리트	3종(σ25mm)	M^3	0.767
거푸집	합판 4회	M^2	7.663
터파기		M^3	1.367

NOTE
종단경사 2% 이상인 경우 적용

The Way To Morrow 한국도로공사	표 준 도 TYPICAL DRAWING	도 면 명	축 척	도 면 번 호
		쌓 기 부 도 수 로 (14)	NONE	2.049

4 쌓기부 도수로[14] - 변경



5 쌓기부 도수로[15] - 현행

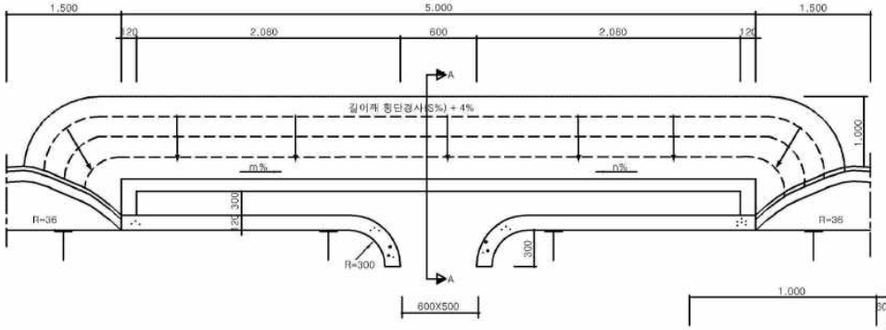
현 행

쌓 기 부 도 수 로 (15)

노면배수용, (형식-2) (3)

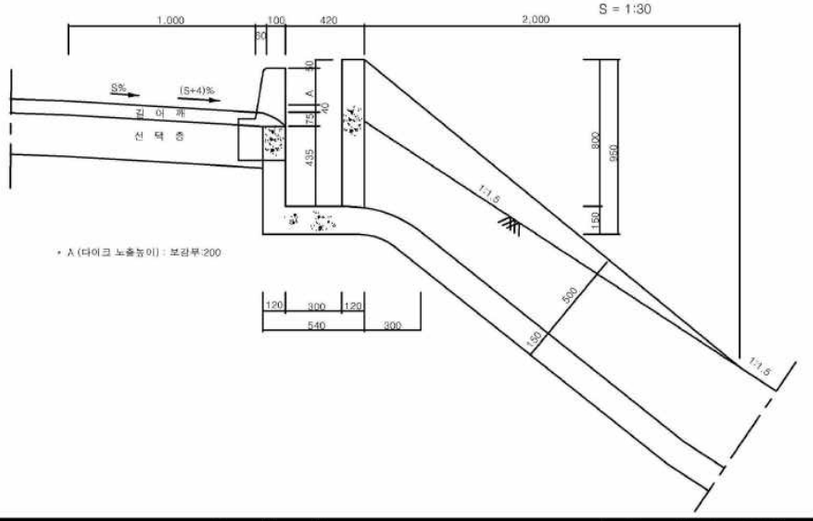
본 표준도에 제시된 제품(공법)은 설시설계시 공사비 기초금액 산출을 위해 참정 제시된 도면이므로 시공전 설시설계 당시의 검토 자료 등과 상호 비교검토하여 발주청(감독관)과 사전 협의 후 채집, 규격,성능 등이 동등 이상만 제품(공법)으로 변경 적용할 수 있음.

쌓기부 다이크 집수거 (T형)



단 면 A - A

S = 1:30



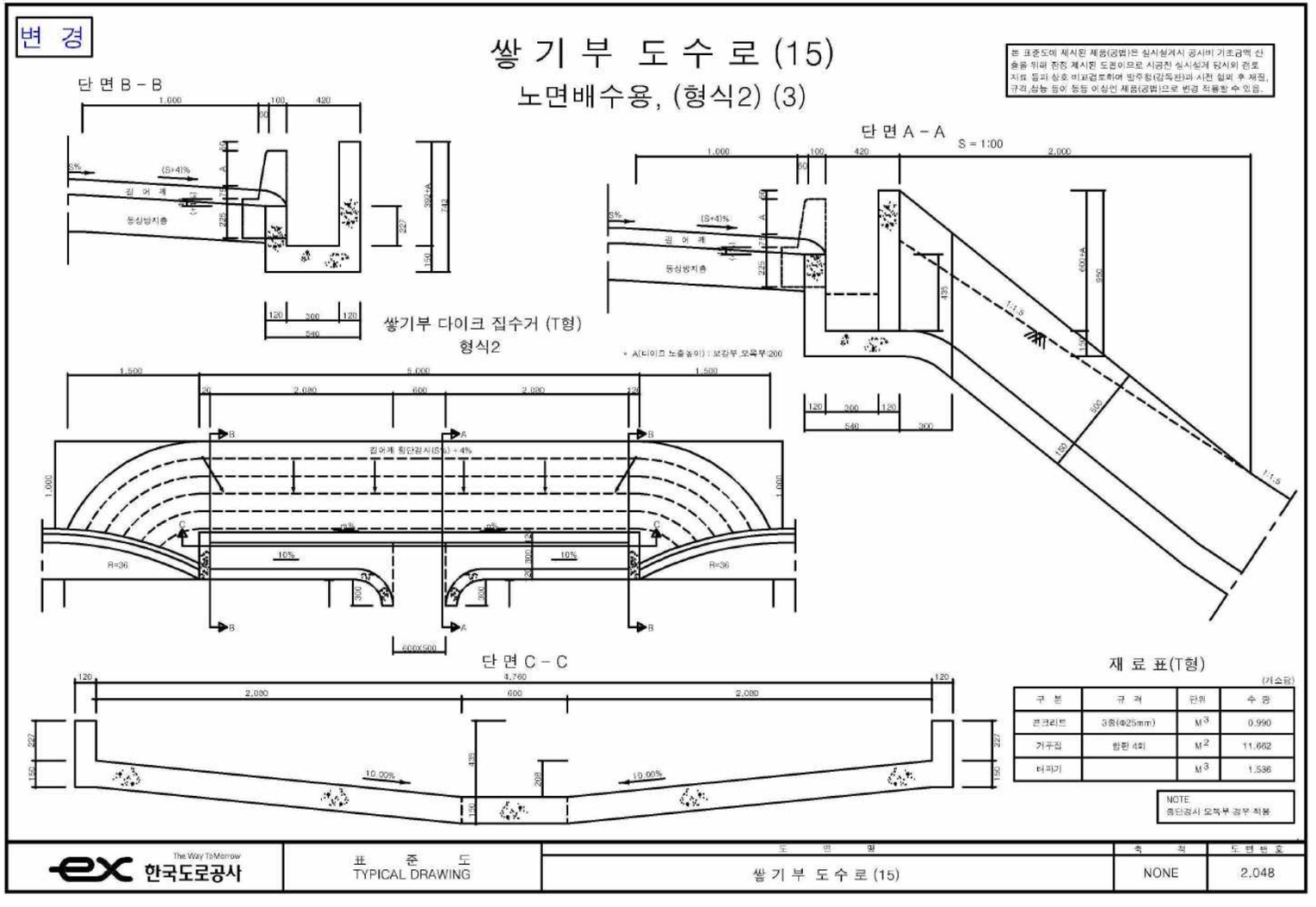
재 료 표(T형)

(개소당)

구 분	규 격	단위	수 량
콘크리트	3종(Φ25mm)	M^3	1.178
거푸집	합판 4회	M^2	13.406
터파기		M^3	3.373

The Way To Morrow 한국도로공사	표 준 도 TYPICAL DRAWING	도 면 명	축 척	도 면 번 호
		쌓 기 부 도 수 로 (15)	NONE	2,050

5 쌓기부 도수로(15) - 변경



깎기비탈면 배수 취약구간 설계 개선

설계처-3329 (2015.11.30)

1 검토배경

□ 이상기후로 강우량 및 집중호우 증가 추세

o 지난 100년간(1911~2010) 우리나라 기후변화 현상 (기상청, 2013년)

- 평균기온 : 1.8℃(10.5→12.3℃) 상승(6개도시* 기준)

  * 서울, 인천, 강릉, 대구, 부산, 목포

- 강 수 량 : 17%(2.1mm/년) 증가

o 한반도 기후변화 전망 (기상청, 2012년)

- 온실가스 저감 정책이 실현될 경우에도 평균기온 및 강수량 지속적 증가 예상

※ 현재(1981~2010) 대비 21세기 후반(2071~2100년) 기후 전망

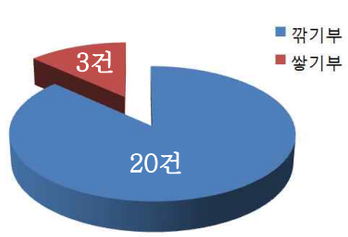
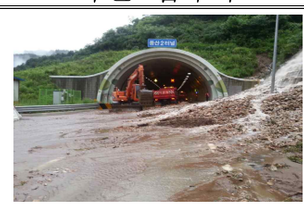
- 평균기온 : 3℃증가
- 강수량 16% 증가. 반면, 호우일수 0.7일 증가로 강우강도 증가
- 극한 기상현상 발생 증가

□ 깎기비탈면 배수 취약지형에 대한 고려 미흡으로 피해 지속

o 깎기비탈면 오목부는 우수가 빠르게 모이는 지형으로 강우도달시간이 매우 짧음 (강우도달시간이 대부분 3분 이내이나 5분으로 설계)

o 비탈면 상부 배수시설 유입부에 집수정(침사지)을 설계하고 있으나, 소규모 토석류 발생에도 차단 곤란

※ 깎기비탈면 토석류 피해현황 (최근5년간) : 20건 / 복구비 53억원

피해현황	비 탈 면	터널 입구부
		
	2012.7 순천완주선 96.5k 토석류 유입 40㎥	2013.7. 서울양양선 67.2k(서울) 토석류 유입 150㎥

2 추진경위

□ 산지부 도로설계기준 검토 (2006.12, 설계처)

o 산지부 비탈면 설계강우 발생빈도 상향 조정 (10년→20년)

o 깎기비탈면 상단 계곡(오목)부 수로보호공 및 집수정(침사지) 설치

□ 산지부 도로설계기준 개선 (2007.11, 설계처)

o 산지부 기준 변경 : 과거 100mm/hr 이상 집중호우 발생 지역

⇒ 표고 400m 이상 산지를 접한 계곡 등 영향권 내 지역

□ 깎기비탈면 설계기준 개선 (2008.10, 설계처)

o 배수시설 설치 강화 : 도수로 규격 확대 (600×500→1,000×600mm)

□ 도로 배수시설 설계 및 관리지침 개정 (2012.11, 국토부)

o 강우강도-지속시간-빈도(I-D-F) 곡선 변경 : 2000년 이후 강우특성 반영

o 최소 강우지속시간 변경 : 10분 → 5분 (설계강우강도 평균 59% ↑)

□ 비탈면 및 배수시설 심사강화 방안 (2014.4, 기술심사처)

o 깎기부 배수취약시설* 설계강우 발생빈도 상향 (평지부 10년 이상)

* 대절토부(h≥20m) 도수로, 터널 입출구부 상부 배수시설 등

o 도로상단 계곡부에서 토사유출이 우려되는 경우 보강 실시

3 설 계 기 준

□ 도로 배수시설 설계 및 관리지침 (국토교통부, 2012.11)

o 설계절차

- 설계강우 발생빈도 결정 ⇒ 설계홍수량(Q_d) 산출 ⇒ 배수시설 규모 결정

o (발생빈도) 배수시설물의 중요도, 위험도, 경제성을 고려하여 결정

구 분	발생빈도	
	평지부	산지부
암거, 배수관	30년 (도심지 50년)	100년
노면, 비탈면 배수시설, 측도 및 도로 인접지 배수시설	10년	20년

※ 산지 기준 (산지부 도로설계기준, 2007.11)

- 산림청의 산사태 위험지도상 1, 2등급으로 분류되는 지역
- 표고 400m 이상 산지를 접한 계곡 등 영향권 내의 지역
- 산사태 및 토석류 등으로 피해가 발생한 지역
- 전문가로 구성된 설계자문위원회에서 현행 설계기준보다 배수규격 확대 등 특별히 설계기준 강화가 필요하다고 판단되는 지역

o (설계홍수량) 배수 유역면적은 소규모(4㎢)로서 합리식 적용

· 설계강우강도(I) 산정 · 유출계수(C) 결정 · 유역면적(A) 산정	⇨	· 설계홍수량(Q_d) 산출 (Q_d=1/3.6×C×I×A, ㎥/sec) · 통수용량 (Q_c) 계산 (Q_c=Ac×Vc)	⇨	$Q_d \leq Q_c$

- 설계강우강도(I)는 강우강도(I)-지속기간(D)-설계빈도(F) 곡선을 이용하여 산출
- 강우도달시간*은 강우지속기간으로 가정 (5분 이내인 경우 5분 적용)
- 유출계수(C)는 선행강우조건, 지표면 경사, 피복상태 등을 고려하여 결정

4 현실태 및 문제점

깎기비탈면 배수 취약지형(오목부)에 대한 고려 미흡

□ 강우도달시간이 짧은 지형특성(급경사, 小유역) 미고려

o 실제와 다른 강우도달시간* 적용으로 배수시설 과소 설계

- 깎기비탈면의 강우도달시간은 대부분 3분 이내 이나, 5분 적용

※ 도로 배수시설 설계 및 관리지침 (국토교통부, 2012.11)

> 강우강도는 **강우지속시간 5분을 적용**하며, ~~~~~~~~~~~~~~~~~~.

o 피해패턴 : 집중호우 → 빠른 집수 → 유입부 용량 부족 → 월류

☞ **지형특성을 고려한 실제 강우도달시간 적용 필요**

□ 깎기비탈면 상부 배수시설 유입부 토석류 대책 미흡

o 유역면적이 5만㎡ 미만인 경우, 토석류 관련 상세조사 미시행

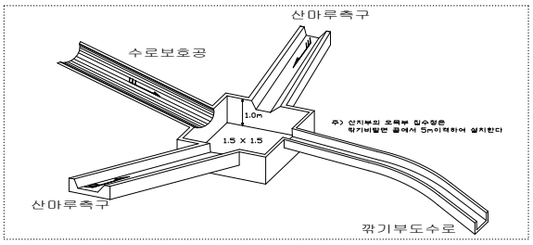
- 깎기비탈면 **토석류 피해의 75%가 유역면적 5만㎡ 미만**에서 발생

※ 도로배수시설 설계 및 유지관리지침(2011.12) 및 산악지 도로설계 매뉴얼(2007.7)

> **계곡경사 15° 이상, 유역면적 5만㎡ 이상** 시 토석류 대비 조사 시행

o 계곡(오목)부는 집중호우 시 토석류가 함께 유입되는 특성이 있으나 소규모 집수정(침사지)만 반영

※ 깎기비탈면 상단 계곡(오목)구간 설계 (예시)



- 수로보호공 및 집수정(침사지) 설치
- 수용 가능 토석량 (2.25㎥)
  ⇒ 소규모 토석류 발생 시 기능 상실

o 피해패턴 : 집중호우 → 토석류 유입 → 배수시설 메움 → 월류

☞ **토석류 피해가 발생하고 있어 배수시설 유입부 설계 강화 필요**

5 개선방안

1. 지형특성에 맞는 실제 강우도달시간(T_c) 적용 검토

□ 강우도달시간 적용성

o 現 확률강우강도식*은 **실제 강우도달시간(1~3분) 직접 적용 곤란**

확률강우강도식 (국토교통부, 2011.11)

$$\ln(I) = a + b\ln(t) + c(\ln(t))^2 + d(\ln(t))^3 + e(\ln(t))^4 + f(\ln(t))^5 + g(\ln(t))^6$$

(I : 강우강도(mm/hr), a~g : 6차 다항식 계수, t : 강우지속시간(hr))

- 강우도달시간별 설계강우강도 증가율 지역별 편차 과다

※ T_c = 5분 대비 1분에서 설계강우강도 1000% 이상 증가 (29개소)

- 강우도달시간 5분 이내에서 설계강우강도 감소 지역 존재 (20개소)

□ 지형특성에 맞는 강우도달시간 검토

(강우도달시간 5분 이내로 계산되는 경우)

구 분	현 재	개 선	
		제 1 안	제 2 안
강우도달시간	5분	분 단위 (2,3,4,5분)	분단위(1,2,3,4,5분)
설계강우강도	$I_{5분}$	$I_{5분}$ × 1.1~1.5 (2~5분 증가율 차등 적용)	$I_{5분}$ × 1.1~2.0 (1~5분 증가율 차등 적용)
적 용 (안)	2012년 11월 이후 반영된 설계강우강도 증가량을 고려하고 지형특성(급경사, 유역면적) 반영이 가능한 제1안 적용		

※ Tc=5분 대비 Tc=1분에서 **설계강우강도 증가율** (단위 : %)

구분		전국 측후소 평균(69)	증가율 500%↓ 측후소 평균(14)	증가율 300%↓ 측후소 평균(9)	**적 정 증가율**
도달시간	1분	4,931	210	118	**100**
	2분	147	58	49	**50**
	3분	43	26	24	**25**
	4분	14	10	10	**10**
	5분	-	-	-	**-**

□ 깎기부 배수설계 검토

o 깎기비탈면 도수로 설계 시 **배수규격은 유입부에서 결정**

o 깎기비탈면 **경사부는 유속이 빨라 배수용량에 여유**가 있음

- 깎기비탈면 경사부(1:1.8) 통수량은 유입부 대비 2.76~5.56배 여유

구 분		유입부 (현설계 : 유입부 단면으로 결정)	경사부	비 고 (통수량 비율 : 경사부/유입부)
유 속 (m/s)	1 Type	3.50	9.66	비탈면 경사 (1:1.8)
	2 Type		11.86	
	3 Type		13.87	
	4 Type		15.74	
	5 Type		19.45	
통수량 (m^3/s)	1 Type	0.210	0.580	2.76배
	2 Type	0.392	1.329	3.39배
	3 Type	0.630	2.497	3.96배
	4 Type	0.840	4.157	4.95배
	5 Type	1.680	9.336	5.56배

구분	Type 1	Type 2	Type 3	Type 4	Type 5
규격(mm)	300×250	400×350	500×450	600×500	1,000×600

□ 적용방안

o **강우도달시간**(T_c, 5분 이하) **: 5분 ⇒ 분단위**(2,3,4,5분) **세분화**

o **설계강우강도 :** 신뢰성 있는 지역의 **평균 분 단위 증가율 적용**

강우도달시간	3분 미만	4분 미만	5분 미만	비 고
설계강우강도	$I_{5분}$의 **50% 증**	$I_{5분}$의 **25% 증**	$I_{5분}$의 **10% 증**	

※ $I_{5분}$: 강우도달시간 5분으로 산정한 설계강우강도

o **적용구간 : 깎기비탈면 취약구간(오목부) 도수로 상부 유입부**

- 도수로 상부 유입부와 경사면 연결부는 변이구간으로 처리
- 유입부 배수규격 2Type 증가 시, 경사면 도수로 배수시설 1Type 높게 설계

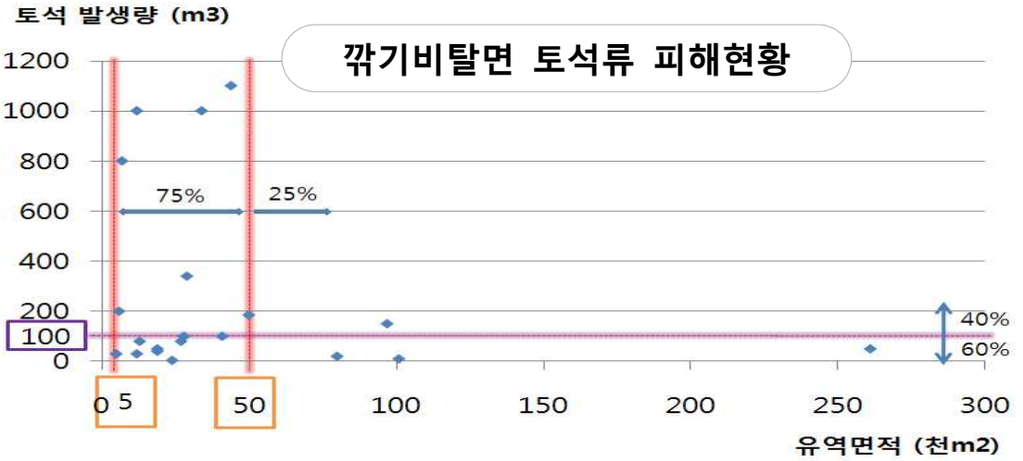
※ (파주~포천 적용 시) 도수로 유입부 1 type↑ 10개소, 2 Type↑ 1개소 (전체 17개소)

2. 깎기비탈면 상부 배수시설 유입부 토석류 대책 검토

□ 피해현황 (최근5년)

o 유역면적 5만㎡ 미만 구간에서 토석류 피해의 75% 발생

o 유역면적 5천㎡ 미만 구간에는 토석류 피해사례 없음



□ 적용방안

o 상세조사 대상 확대

구분	현 재	개 선	비고
상세조사 대상	- 유역면적 5~10만㎡ 이상	- 유역면적 5천㎡ 이상	
	- 계곡부 평균경사 15° 이상 - 과거 토사유출이 있는 계곡부와 그 주변 - 강우시 우수가 모이는 오목한 지형 - 계곡부에 퇴적물이 존재하는 경우		

※ (파주~포천) 깎기비탈면 상세조사 대상 : 0개소→11개소 (전체 17개소)

o 토석류 발생가능 구간 소규모 대책시설 반영 (도로구역 內)

구 분	투과형 사방댐	연성방호시설
설치 사진		
적용 지형	- 완경사 지역 - 토사와 전석이 혼재되어 있는 지역	- 급경사 지역 - 토사가 적고 전석이 많은 지역 - 계곡 양안이 2m 이상인 지역
적용 방안	- 깎기부는 지형 여건상 **큰 규모의 대책시설 설치는 곤란** ⇒ **계곡부 지형 형상에 맞게 설계** - 투과형 사방댐 기초는 **암반층 설치를 원칙**으로 함 (토사층이 두꺼운 경우, 별도 안정성 검토 후 적용) ※ '토석류 대책시설 표준화' 연구결과 적용 (2015. 도교원)	

※ 지형여건상 도로구역 내(內) 설치가 어려운 경우, 관계기관(산림청, 지자체) 협의 후 도로구역 외(外) 대책시설 반영 (설계 시 또는 공사 중)

6 검 토 결 론

□ 실제 강우도달시간(T_c)을 반영한 설계강우강도 적용

o 강우도달시간(T_c , 5분 이하) : 5분 ⇒ 분 단위(2,3,4,5분)

o 설계강우강도 : 신뢰성 있는 지역의 평균 분 단위 증가율 적용

강우도달시간	3분 미만	4분 미만	5분 미만	비 고
설계강우강도	$I_{5분}$의 **50% 증**	$I_{5분}$의 **25% 증**	$I_{5분}$의 **10% 증**	

※ $I_{5분}$: 강우도달시간 5분으로 산정한 설계강우강도

o 적용구간 : 깎기비탈면 취약구간(오목부) 도수로 상부 유입부

- 도수로 상부 유입부와 경사면 연결부는 변이구간으로 처리
- 유입부 배수규격 2Type 증가 시, 경사면 도수로 배수시설 1Type 높게 설계

□ 깎기비탈면 상부 토석류 대책시설 설계 강화

o 상세조사 대상 확대 : 유역면적 5만㎡ 이상 → 5천㎡ 이상

o 토석류 발생 가능구간 소규모 대책시설 반영 (도로구역 內)

- 형　식 : 투과형 사방댐 또는 연성방호시설

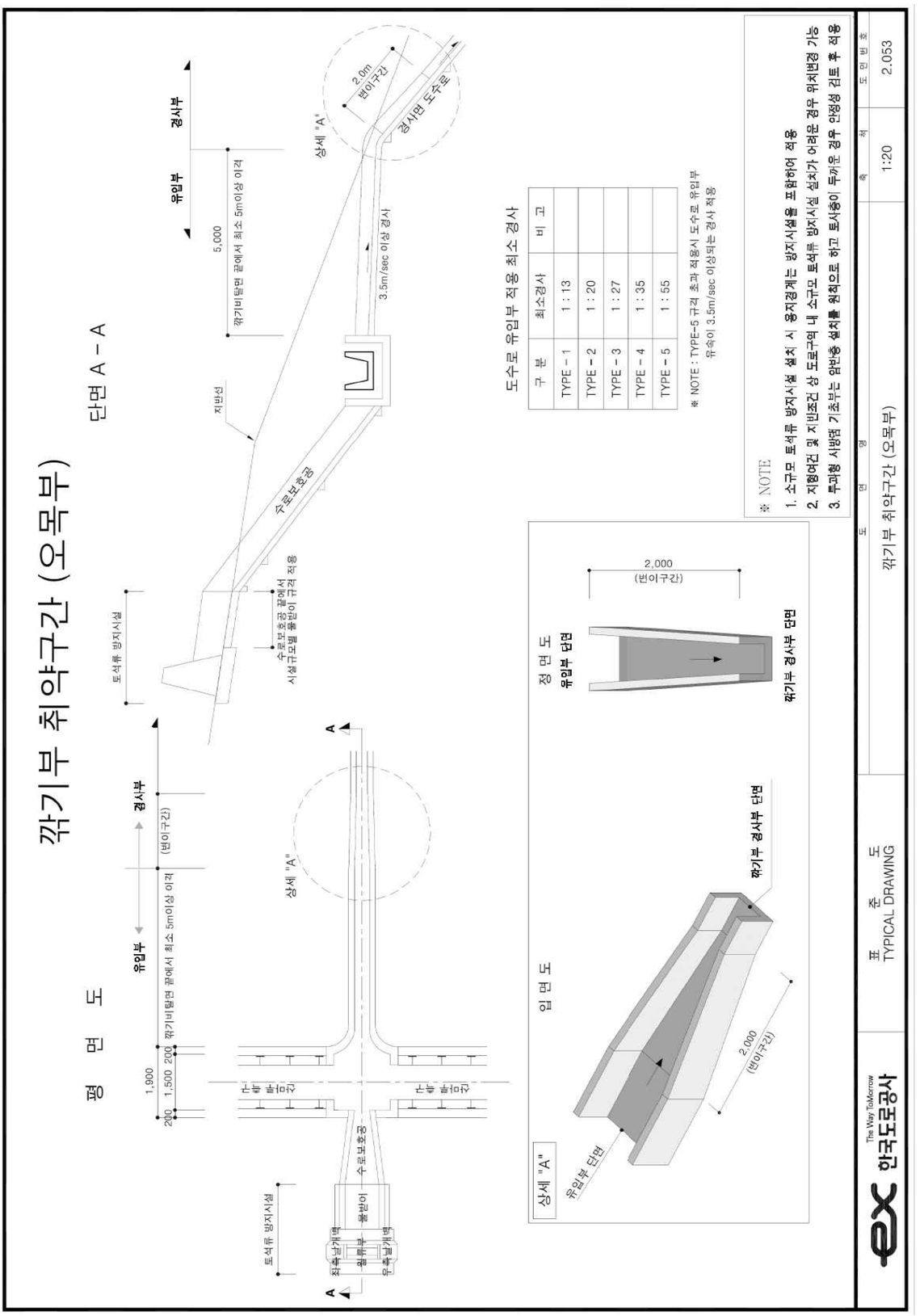
- 규　모 : 계곡부 형상에 맞게 설치

7 적용방안

□ 설계 중 노선 : 본 방침 적용

□ 공사(유지관리) 노선 : 현장여건을 판단하여 적용

별첨4 깎기비탈면 취약구간(오목부) 표준도면



별첨5 도로구역 내(內) 적용 가능한 소규모 대책시설

□ 투과형 사방댐 (버트리스)

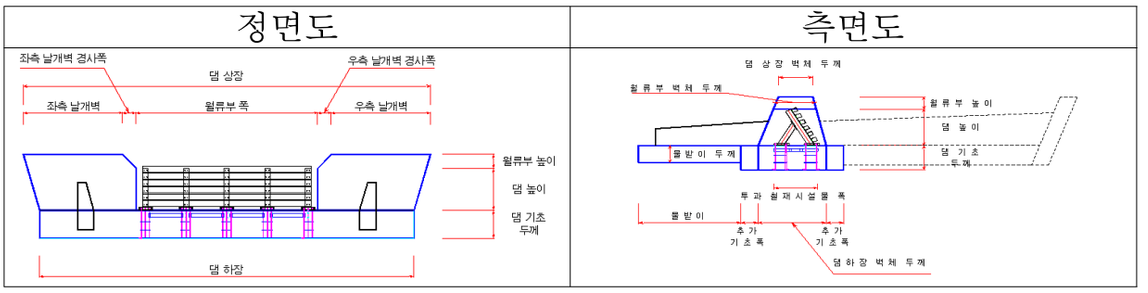
o 정 의

- 스크린 댐으로도 불리우며, 투구형으로 철강제 스크린과 철강판을 사람 “인자형”으로 조립한 것을 H형강으로 지탱케 하는 부벽댐을 말함

o 적용지형 (사방기술교본, 산림청)

- 산사태지 등에서 내려오는 모래자갈의 크기가 작은 계류에 있어서는 시설이 스크린 효과로 토사에 의해 매몰되지 않도록 상류부에 토사 퇴적을 충진시킬 필요가 있을 경우에 시공
- 스크린 효과에 의하여 벌채적지 등 임지 등에서 지조, 낙엽, 지피물 등의 유출 방지를 목적으로 할 경우 적합
- 단기간에 시공할 때 유리하나, 큰 돌의 충격이나 측방으로부터 압력을 받을 위험성이 있는 장소는 피하는 것이 좋음

o 설 치 도



o 적용규모 : 토석류 대책시설 표준화 설계(2015, 도교원) 참고

- 계곡부 형상에 맞게 적용하되 댐 상류 규모는 토석량을 고려 결정

댐상장(W)	5.0m	7.5m			10m			
댐높이(h)	1.5m	1.5m	2.0m	3.0m	1.5m	2.0m	3.0m	4.0m
개략공사비 (직접비, 백만원)	20	30	38	56	45	56	82	127

* 적용규모는 지형여건에 따라 변경 가능하며, 댐 상류 규모 설계에 대한 공사비는 별도 계상

□ 투과형 사방댐 (슬리트)

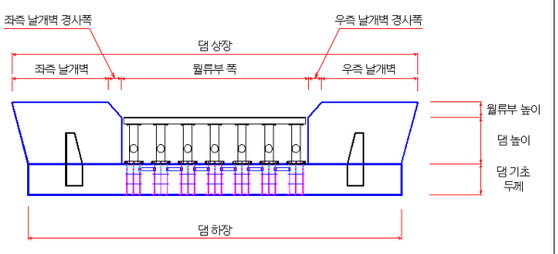
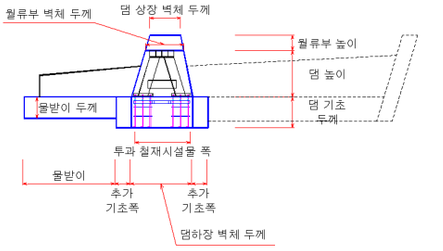
o 정　　의

- 철근 콘크리트 또는 원통형 철강제 기둥을 빗살 모양으로 세워 홍수시 급격한 유목 및 토사의 유출을 방지하고, 평상시에는 퇴적된 토사를 서서히 유하시키는 기능을 가지는 사방댐을 말함

o 적용지형 (사방기술교본, 산림청)

- 황폐산지에서 유출되는 토사와 굴러 내려온 돌이 혼입되어 있을 경우에는 토사를 서서히 유출시킴으로써 전석에 의한 재해를 방지하기 위하여 시공하는 경우가 많음
- 토사 및 전석의 급격한 유출을 고려하여 댐체 파괴에 대한 안정에 충분한 주의를 하여야 함

o 설 치 도

<table>
<tr><th>정면도</th><th>측면도</th></tr>
<tr><td> 
</td><td> 
</td></tr>
</table>

o 적용규모 : 토석류 대책시설 표준화 설계(2015, 도교원) 참고

- 계곡부 형상에 맞게 적용하되 댐 상류 규모는 토석량을 고려 결정

댐상장(W)	5.0m	7.5m			10m		
댐높이(h)	1.5m	1.5m	2.0m	3.0m	1.5m	2.0m	3.0m
개략공사비 (직접비, 백만원)	34	39	47	60	60	70	87

* 적용규모는 지형여건에 따라 변경 가능하며, 댐 상류 규모 설계에 대한 공사비는 별도 계상

□ 연성방호시설 (링네트)

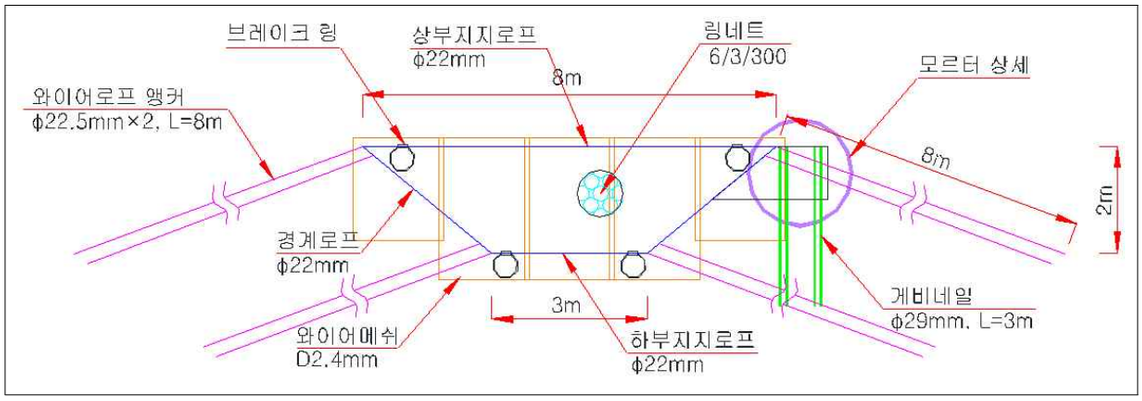
o 정　　의

- 링네트 공법은 원형 강선을 서로 연결하여 토석류 충격시 opening 단면이 축소되는 시스템으로 링네트 종류는 V형과 U형으로 나뉘는데 V형은 중간에 지주가 없는 것이며, U형은 중간에 지주가 있는 것으로 일반적으로 폭 20m 이상으로 넓을 경우에 적용함
- 구조적인 유연성을 특징으로 하며, 구성 부재에 대한 과도한 응력발생을 막고 방호책 전체가 유연하게 균형을 잡아 변형하는 구조로써 높은 수준의 운동에너지를 흡수함

o 적용지형

- 계곡부 양안의 높이가 최소 2m 이상은 되어야 함
- 경사가 급하여 투과형 사방댐 설치가 곤란한 지역
- 토석류 유형이 토사보다는 전석 유출이 많이 우려되는 지역

o 정 면 도



o 적용규모 : 토석류 대책시설 표준화 설계(2015, 도교원) 참고

상단폭(W1)	8m	10m	15m		18m		20m
하단폭(w2)	3m	6m	3m	10m	6m	6m	5m
높이(h)	2m	2.5m	4m	3m	3m	4m	3m
면적(㎡)	11	20	36	37.5	36	48	37.5
개략공사비 (직접비, 백만원)	65	108	135	138	142	154	147

※ 적용규모는 지형여건에 따라 변경 가능함

구조물공 05

5-1 한계상태설계법 적용 추진 방안 검토

5-2 한계상태설계법 시행에 따른 콘크리트 거더교 최소피복 적용(안) 검토

5-3 말뚝기초 재하시험 기준 개선

5-4 교량 바닥판 설계 적용방안 검토

5-5 교량 접속부 평탄성 향상 방안

5-6 철근 겹이음 길이 산정(안) 검토

5-7 교량 말뚝기초 설계 프로세스 개선방안

5-8 연결슬라브(link slab) 적용을 통한 장대교량 무조인트 시스템 도입 검토

5-9 교량 하천용 배수구 설치 기준 개선

5-10 도로구조물 발파진동 허용기준(안)

5-11 지하박스 구조물 설계 개선방안

5-12 한계상태설계법에 의한 교량 상부구조 발주자 결정사항 확정(안) 보고

5-13 한계상태설계법에 의한 교량 하부구조 발주자 결정사항 확정(안) 보고

한계상태설계법 적용 추진 방안 검토

설계처-467 (2015.03.03)

1 추진목적

2015년 1월 도로교설계기준(한계상태설계법) 개정에 따라 한계상태설계법이 의무화되어 원활한 조기 정착을 위해 **한계상태설계법 적용 방안을 검토**하고자 함

2 추진경위

□ 국가별 도입 시기

□ 국내 추진경위

구 분	주 요 내 용
1996	· **도로교 표준시방서** - 하중저항계수설계법에 부록으로 별권 제정
2003～2004	· 인천대교(2003), 거가대교(2004) 등에 일부 적용
2003～2008	· **교량해석 및 설계선진화 연구** - 교량설계핵심기술연구단 - 한계상태설계법의 이론적 연구
2012	· 도로교설계기준(**한계상태설계법**) 제정 * 변화된 설계법 숙지를 위해 적용 유예(2015. 1. 1 이후)
2015. 1	· 도로교설계기준(**한계상태설계법**) 제정 * 2015. 1. 1 이후 시행되는 설계용역에 적용

3 적용 방안 검토

□ **국토교통부 고시**에 의거하여 **2015년 1월 이후** 시행하는 설계용역에 대하여 **한계상태설계법이 적용**되므로 현재 발주 준비 중인 광주~완도, 김포~파주 노선부터 적용 가능하나,

□ **현 기준은** AASHTO LRFD, Eurocode 등이 다양하게 준·혼용되어 있어 **실무 적용에 혼란이 예상**되므로

□ 현재 실시설계 용역 중인 **포항~영덕, 파주~포천 구간**의 **교량 일부**를 **한계상태설계법**으로 **본 설계 실시**

☞ 대표형식으로서 강교 1개소 콘크리트교 5개소 선정

※ 강교는 LRFD를 거의 대부분 준용하고 있으므로 1개소만 선정

☞ **문제점 도출, 개선방안 수립 및 각종 변수 결정**

4 세부 추진계획

□ **본 설계 교량형식 선정**

○ 포스트 텐션 3개소, 프리텐션, 곡선거더, 강교 각 1개소 등

- 포항~영덕 : PSC-I, EX-Girder, 신형식 교량, 강교 각각 1개소
- 파주~포천 : 프리텐션 1개소, 곡선거더 1개소

□ **세부추진 일정**

구 분		3월	4월	5월	6월	7월	8월	9월	10월
포항~영덕	상부								
	하부								
파주~포천	상부								
	하부								
관련방침 수립									

※ 설계과정 중 도출된 문제점은 상시 **기술자 논의, 기술자문** 및 **설계심의** 등을 통해 **방침 수립 예정**

□ 광주~완도(광주~강진간), 김포~파주 실시설계부터 **전 교량** 반영

교량 설계법 비교표

구 분	허용응력설계법 (A.S.D, Allowable Stress Design)	강도설계법 (U.S.D, Ultimate Strength Design)	한계상태설계법 (L.S.D, Limit State Design)
기본 개념	· 구조물이 **탄성범위내**에서 거동하도록 설계하는 방법 · 사용하중에 의한 부재의 응력상태가 **허용응력을 넘지 않게** 부재 단면 선정	· 예측가능한 모든 하중에 대한 파괴가 발생하지 않도록 하는 설계법 · **계수하중**이 부재 **극한강도를 초과**하지 **않도록 설계**하는 방법	· 강도감소계수, 하중계수 등을 확률론적 방법에 근거한 값으로 설계하는 방법 · 설계수명 동안 **각각의 한계상태**에 대해 만족하도록 하는 설계법
단면 검토	· $f \leqq f_a \times$허용응력 증가계수 * f : 작용응력, f_a : 허용응력	· $F_u \leqq \phi F_n$ * F_u : 계수단면력, ϕF_n : 설계강도 · 사용성(균열, 처짐 등)은 별도로 검토	· η(하중수정계수)×γ(하중계수)×$Q \leqq \phi F_n$ * ϕF_n : 설계강도 · 처짐, 균열 등에 대한 사용한계상태 검토
문제점	· 재료의 비효율적 활용 · 부재의 파괴 강도를 알기 어려움 · 하중 특성을 설계에 반영하기 어려움	· 하중계수, 강도감소계수 결정이 주로 경험적 방법에 의존	· 재료의 강도 및 하중의 변동성을 고려한 국내 DATA 부족으로 신뢰성 저하
경제성	-	-	· 기존 설계법 대비 단면크기 및 물량축소 (플레이트 거더교의 경우 강재량 약 20% 감소)
적용 대상	· 강구조, 프리스트레스 구조	· 철근콘크리트 구조	· 강구조와 콘크리트구조의 통합기준

한계상태설계법 시행에 따른 콘크리트 거더교 최소피복 적용(안) 검토

1 검토배경

□ 2015년 1월 1일부로 한계상태설계법이 전면 시행되었으며,

□ 기준 대부분은 **미국 LRFD를 기반**으로 준용하고 있으나 **"콘크리트교"**는 **유로코드 기반**으로 제작하여 다소 생소하고,

□ 특히, 최소피복기준 적용이 복잡하여, 설계자 실무 적용시 혼선을 방지하기 위해 콘크리트 거더교에 대한 세부 적용(안)을 마련하고자 함

2 검토내용

□ 현 설계기준 (도로교 설계기준 2010)

○ **일반콘크리트**와 **프리스트레스트 콘크리트**로 구분하여 제시

※ 별첨 #1 도로교 설계기준 발췌본(4.3.3 및 4.6.4.2) 참조

구 분	최소피복두께
일반콘크리트	노출환경, 철근위치 및 기능에 따라 최소 피복두께는 최소 30mm~최대 100mm 제시
프리스트레스트 콘크리트	철근위치 및 기능에 따라 최소 피복두께는 최소 30mm ~최대 50mm 제시

☞ 복부 **최소 피복두께 : 30mm**

□ AASHTO LRFD Bridge Design Specifications 2014

○ 프리텐션 프리스트레싱 스트랜드, 앵커 장비, 철근 기계적 연결 또는 **포스트텐션 프리스트레싱 스트랜드**는 **철근과 동일한 값 적용**

※ 별첨 #2 AASHTO LRFD 발췌본 참조

○ 덕트 관점 : Max [주철근 지름, 1/2(덕트지름)]

○ 철근 관점 : Max [주철근 지름, 25mm(특별한 환경[1] 제외)]

☞ 복부 **최소 피복두께 :** 일반적으로 철근기준 **25mm 적용**

1) 직접적인 염화물 노출, 해안가, 흙에 노출되는 현장 치기 콘크리트 등을 말한다.

□ 한계상태설계법(2015)

○ 기본개념 및 **공칭피복두께** 결정 절차

- 콘크리트 **부착**과 **부식 관련 환경**에 따른 최소피복 결정 후
- 시공조건, 콘크리트 강도, 품질관리 조건에 따라 최소피복 감소
- 설계편차를 추가하여 공칭피복두께 결정

※ 별첨 #3 한계상태설계법 발췌본 참조

$$t_{c,\min} = \max\{t_{c,\min,b};\ t_{c,\min,dur} + \Delta t_{c,dur,\gamma} - \Delta t_{c,dur};\ 10mm\}$$

$$t_{c,nom} = t_{c,\min} - \Delta t_c + \Delta t_{c,dev}$$

- $t_{c,\min}$ = 최소 피복 두께(mm)
- $t_{c,\min,b}$ = 부착의 요구사항 만족하는 최소피복두께(mm)
- $t_{c,\min,dur}$ = 환경조건에 의한 요구사항 만족하는 최소피복두께(mm)
- $\Delta t_{c,dur,\gamma}$ = 고부식성 노출환경에서 피복두께 증가값(mm)
  : 5 mm(ED1/ES1), 10 mm(ED2/ES2), 15 mm(ED3/ES3)
- Δt_c = 강도, 품질관리 등에 따른 피복두께 감소값(mm)
- $t_{c,nom}$ = 공칭 피복 두께(mm)
- $\Delta t_{c,dev}$ = 설계 편차 허용량(mm)

□ 기준상세 적용(안) 검토

(피복두께 관련 규정)

○ 고부식성 환경에서의 피복두께 추가 기준 [5.10.4.2 (2)]

- **염화물 또는 해수에 노출되는 고부식성 환경**에서는 추가적 안전을 위해 최소 피복두께 만큼 증가

  $\Delta t_{c,dur,\gamma}$ = 5 mm(ED1/ES1), 10 mm(ED2/ES2), 15 mm(ED3/ES3)

☞ **PS강재**는 **철근 안쪽에 배치**되므로 **추가 피복두께기준을 적용하지 않아도 무방**할 것으로 판단됨

○ 최소피복두께 **감소 기준** [5.10.4.2 (6)]

- 환경조건의 기준강도보다 설계강도가 일정량 큰 경우 : 5mm 감소

☞ **피복이 부족**한 경우 **거더의 강도 상향** 검토

- 시공 중 철근 위치 변동 없는 슬라브 형상 부재 : 5mm 감소

☞ **PS강재**는 일반적으로 **복부 중앙에 위치**하고, 그에 따른 **철근 배치 변동이 없는 것으로** 판단하여 피복두께 감소 가능

- 콘크리트 제조의 특별한 품질관리방안이 확보된 경우 : 5mm 감소

☞ **레미콘 공장을 관리**(공급원 승인 제도)하므로 피복두께 감소 가능

○ 설계 편차 허용량 [5.10.4.3]

- 일반적인 경우 : $\Delta t_{c,dev}$ = 10mm
- 콘크리트 피복두께를 측정하는 품질보증시스템이 있는 경우 :

  5mm $\leq$ $\Delta t_{c,dev}$ $\leq$ 10mm

☞ **현장에서 피복을 검측**하므로 5mm 감소 가능

○ 복부 피복 관련 **주요 항목 검토**

표 5.10.2 환경조건에 따른 노출등급

노출등급	환경조건	해당 노출 등급이 발생할 수 있는 사례
3. 염화물에 의한 부식		
ED1	보통의 습도	• 공기 중의 염화물에 노출된 콘크리트 표면
ED2	습윤, 드물게 건조한 상태	• 염화물을 함유한 물에 노출된 콘크리트 부재
ED3	주기적인 습윤과 건조 상태	• **염화물을 함유한 물보라에 노출된 교량 부위①**

① 이것은 차도로부터 **6M 이내** 모든 **난간, 벽체, 교각**을 포함하며, 또한 차도로부터 배출되는 물에 노출되기 쉬운 **신축이음부 하부 교각의 윗부분**과 같은 표면을 포함한다.

- ED1 또는 ED3 등급에 따라 피복두께 **20mm** 차이
- ED1 또는 ED3 등급 결정 검토

  * 공용 중 노후 PSC 빔 열화는 신축이음부 누수로 인한 것임
- 따라서, 하부도로에 따른 피복두께 결정(ED3) 여부는 **난간, 벽체, 교각에 한정**하며 **거더**는 대상에서 제외함(바닥판은 추후 검토)

☞ **거더**는 ED1 등급으로 공칭피복 두께 결정

(덕트 규격 관련 규정)

○ 강연선 면적에 따른 덕트 규격 최적화

- 한계상태설계법 : 덕트 규격 기준 제시 없음
- 기존 설계기준(도로교설계기준 2010)에서 **덕트 면적**은 **PS강재 순단면적의 2배 이상**이므로, 기존 덕트 규격 축소 가능

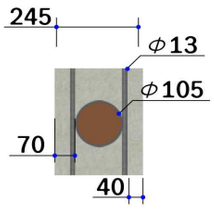
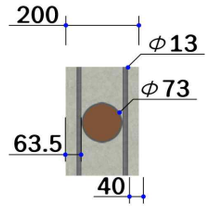
※ 별첨 #5 덕트규격 검토 참조

☞ 15.2mm 강연선 11가닥을 덕트 Φ88(외경기준)로 설계하는 경우 : 덕트 규격 축소 가능(**당초 : 88mm → 변경 : 73mm**)

○ **덕트 추가 배치**에 의한 규격 최소화

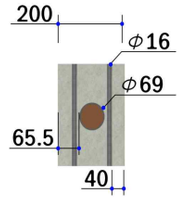
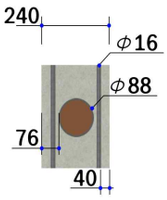
- 덕트 추가 후 강연선 배분 및 덕트 규격 축소

ex) ○○○거더

당 초		변 경	
	- 덕트 개수 : 3개 - 덕트 규격 : Φ105 - 강연선 : 18가닥×3개= 54가닥 - 최소피복 · 철근 : 40mm · PS강재 : 70mm		- 덕트 개수 : 3+1개 - 덕트 규격 : Φ73 - 강연선 : 13가닥×4개= 52가닥 - 최소피복 · 철근 : 40mm · PS강재 : 63.5mm

※ 별첨 #4 공칭 피복두께 산정 예시 참조

3 기준 상세 적용(안) 결과

구 분	상세내용	단면도	결 과
- PSC 빔 · L=30m · f_{ck}=40MPa	· 하부도로 이격 고려 안 함 : ED1등급 적용 · 강도검토 : -5mm · 철근변동無 : -5mm		- 최소피복 · 철근 : 40mm · PS강재 : 59mm **- 복부 변경 없음**
- EX 거더 · L=35m · f_{ck}=40MPa	· 하부도로 이격 고려 안 함 : ED1등급 적용 · 강도검토 : -5mm · 철근변동無 : -5mm		- 최소피복 · 철근 : 40mm · PS강재 : 70mm **- 복부 변경 없음**

※ **신형식 교량**은 설계시 **설계사 또는 개발업체**에서 대안 제시 필요

4 적용방안

□ 한계상태설계법 기준 상세 적용(안)으로 공칭피복 결정

○ 도로교설계기준(2010) 대비 피복두께 10mm 증가

☞ **거더 공칭피복 두께 : 40mm** * 도로교설계기준(2010) : 30mm

○ 덕트 면적 축소(강연선 대비 순단면적 최적화)

☞ 대부분의 복부 200mm 거더는 **덕트 외경 73mm까지** 가능

: 63 + 73 + 63 (좌측피복 + 덕트외경 + 우측피복)

○ 덕트 외경 73mm로 만족 못할 경우 : **덕트 개수 추가**

□ 2015년 실시설계 신규착수 노선부터 적용

○ 광주~완도(광주~강진간), 김포~파주 고속도로 실시설계

별 첨 #1 : 도로교 설계기준 발췌본

#2 : AASHTO LRFD 발췌본

#3 : 한계상태설계법 발췌본

#4 : 공칭 피복두께 산정 예시

#5 : 덕트규격 검토

[별첨 #4]

기준 상세 적용(안)에 따른

공칭 피복두께 산정 예

(거더 및 도로 이격 6m 이상 난간, 벽체, 교각, 강도 40MPa)

o 철근 관점

① 환경조건(ED1)에 따른 최소피복 결정 : **45mm**

② 고부식성 노출환경에 대한 최소피복 추가 : **5mm**

③ 최소피복 감소

· 환경에 따른 일정 강도 이상 : **- 5mm**

· 콘크리트 제조 품질관리 : **- 5mm**

· 시공 중 철근 이동 없음 : **- 5mm**

④ 설계편차 : 10mm

· 콘크리트 피복두께를 측정하는 품질보증시스템 있는 경우 **5mm** 까지 가능

⇒ 공칭 피복두께 = **40mm** (45+5-5-5-5+5)

☞ 복부 규격 = 181mm(40+16+69+16+40) ---------- O.K

o PS강재 관점

① 강재(외경 69mm 덕트) 부착에 따른 최소피복 결정 : 69mm

② {환경조건(ED1) + 고부식성 환경} 최소피복 : 50mm

→ max(①, ②) = 69**mm**

③ 최소피복 감소

· 환경에 따른 일정 강도 이상 : **- 5mm**

· 콘크리트 제조 품질관리 : **- 5mm**

· 시공 중 철근 이동 없음 : **- 5mm**

④ 설계편차 : 10mm

· 콘크리트 피복두께를 측정하는 품질보증시스템 있는 경우 **5mm** 까지 가능

⇒ 공칭 피복두께 = **59mm** (69-5-5-5+5)

☞ 복부 규격 = **187mm**(59+69+59) ---------- O.K

(도로 이격 6m 이내 난간, 벽체, 교각, 강도 40MPa)

o 철근 관점

① 환경조건(ED3)에 따른 최소피복 결정 : **55mm**

② 고부식성 노출환경에 대한 최소피복 추가 : **15mm**

③ 최소피복 감소

· 콘크리트 제조 품질관리 : **- 5mm**

· 시공 중 철근 이동 없음 : **- 5mm**

④ 설계편차 : 10mm

· 콘크리트 피복두께를 측정하는 품질보증시스템 있는 경우 **5mm** 까지 가능

⇒ 공칭 피복두께 = **65mm** (55+15-5-5+5)

☞ 복부 규격 = **231mm**(65+16+69+16+65) ---------- N.G.

o PS강재 관점

① 강재 부착에 따른 최소피복 결정 : **69mm**

② {환경조건(ED3) + 고부식성 환경} 최소피복 : **70mm**

→ max(①, ②) = **70mm**

③ 최소피복 감소

· 콘크리트 제조 품질관리 : **- 5mm**

· 시공 중 철근 이동 없음 : **- 5mm**

④ 설계편차 : 10mm

· 콘크리트 피복두께를 측정하는 품질보증시스템 있는 경우 **5mm** 까지 가능

⇒ 공칭 피복두께 = **65mm** (70-5-5+5)

☞ 복부 규격 = **199mm**(65+69+65) ---------- O.K

[별첨 #5]

강연선 개수에 따른 덕트 규격 검토

가닥수 (ea)	강선순면적 (mm^2)	2x강선면적 (mm^2)	쉬스내경 (mm)	쉬스외경 (mm)
1	138.7	277.4	19	22
2	277.4	554.8	27	30
3	416.1	832.2	33	36
4	554.8	1109.6	38	41
5	693.5	1387.0	42	45
6	832.2	1664.4	46	49
7	970.9	1941.8	50	53
8	1109.6	2219.2	53	56
9	1248.3	2496.6	56	59
10	1387.0	2774.0	59	62
11	1525.7	3051.4	62	65
12	1664.4	3328.8	65	68
13	1803.1	3606.2	68	71
14	1941.8	3883.6	70	73
15	2080.5	4161.0	73	76
16	2219.2	4438.4	75	78
17	2357.9	4715.8	77	80
18	2496.6	4993.2	80	83
19	2635.3	5270.6	82	85
20	2774.0	5548.0	84	87
21	2912.7	5825.4	86	89
22	3051.4	6102.8	88	91

- 강선은 SWPC 7BL 7연선 15.2mm(공칭단면적138.7mm^2)을기준함.
- 도로교설계기준 2010을 준용함(별첨 제시)

말뚝기초 재하시험 기준 개선

설계처-1123
(2015.04.29)

1 검토배경

◎ 말뚝기초 재하시험의 적정 시행기준 검토를 통하여 **일관성 있는 기준을 마련**하고 시험 수행의 신뢰성 확보로 **구조물의 안전성 향상** 도모

※ 말뚝기초 재하시험
- 동재하시험 : 파일항타시 발생하는 응력과 변형을 파일항타 분석기(PDA:Pile Driving Analyzer)로 측정하여 파일에 대한 지반 지지력을 확인하는 시험
- 정재하시험 : 말뚝 머리에 사하중을 재하하거나 주위말뚝의 인발저항 또는 반력앵카의 인발력을 이용하여 말뚝의 하중을 확인하는 시험 [별첨1 : 재하시험 공법별 특징]

2 관련기준

□ 말뚝기초 재하시험 설계 적용기준 검토 (설계삼16210-615, 1997.12.16)

구 분	기성말뚝	현장타설말뚝
교량별 말뚝수 처음 100본까지	동재하시험	정재하시험
다음 250본까지	**정재하시험**	정재하시험
이후 매 500본마다	동재하시험	정재하시험

○ 수평재하시험 : 현장타설말뚝에만 적용(교량별 1회)

□ 말뚝기초 설계 최적화 방안 (설계처-1883, 2012.7.4)

○ 재항타동재하시험(Restrike) 반영 및 동재하시험 신뢰도 향상 방안 마련

구 분		행선별 기초별 말뚝 본수		
		1~80본까지	81~160본까지	161본이상
실시 빈도	기존	E.O.I.D[2] 2회	E.O.I.D 3회	E.O.I.D 4회
	추가	**Restrike 2회**	**Restrike 3회**	**Restrike 4회**

□ **성토부 교대변위 최소화 방안** (설계처-2315, 2014.9.17)

○ 성토고 20m 이상 교대에 대하여 수평재하시험 반영 (1회/교대)

□ **구조물기초 설계기준** (2014, 5.4.4 말뚝기초의 설계 및 시공)

구 분	기 존 (2009)	개 정 (2014)
개 요	-	○ 말뚝 재하시험시 **동재하시험 또는 정재하시험 중 선택**적 고려 가능
동재하시험	○ 전체 말뚝개수의 1% 이상(말뚝이 100개 미만인 경우 최소 1개) 실시	○ 전체 말뚝개수의 1% 이상(말뚝이 100개 미만인 경우 최소 1개) 실시
정재하시험	○ 말뚝 250본당 1회 또는 구조물별 1회	○ 전체 말뚝개수의 1% 이상 (100개 미만일 때 최소 1개)또는 구조물별 1회 이상 ○ 교대, 교각은 별도 구조물로 적용

3 현 실태

□ **『구조물기초 설계기준(2014)』 개정 내용 미반영**

○ "동재하시험 또는 정재하시험 선택 적용" 가능하도록 기준 개선

○ 현 기준 실효성 부족으로 시공 중 잦은 설계변경 발생 [별첨2]

- 건설사업단(수도권사업단 등 9개) 정재하시험 실행률 약 15%

교량개소	설계횟수	실시횟수	실행률(%)
348	579	86	15

※ 노선별 설계 상이

홍천～양양 및 울산～포항	정재하시험 설계 미반영
부산～외곽 외 9개 노선	일관된 기준 없이 반영

* 별첨 3 : 재하시험 빈도 관련 기준 현황

2) E.O.I.D. : 시공 중 초기 동재하시험, Restrike : 재항타 동재하시험(시공 후 일정시간 경과 후 시행)

□ 동재하시험 수행의 신뢰성 확보 미흡

○ 수행 기술자의 능력에 따라 시험결과의 편차 발생 [별첨4]

- 시험수행 및 분석 오류 발생 방지를 위하여 기술자의 전문성 확보 필요

○ 동재하시험 수행을 위한 적정 단가 미반영

- 현 설계 : 초급·중급기술자, 보통인부 노무비 적용

※ 국내외 논문 및 도로교통연구원 자문결과
저가의 동재하시험비 및 수행 기술자의 자질 부족으로 동재하시험 신뢰도 저하 발생 (관련 논문 : 동재하시험의 신뢰도, 동재하시험의 올바른 적용)

4 개선방안

1 말뚝기초 재하시험 빈도 『구조물기초 설계기준』 개정 내용 반영

□ 정재하시험 : 『구조물기초 설계기준』 반영

기성말뚝	현장타설말뚝
○ 정재하시험 원칙적 삭제 ○ 단, 현장여건에 따라 필요한 경우를 대비하여 정재하시험 일부 수량 설계 반영 ⇒ 공구별 교량 개소의 25%(별첨2 참고) ※ 공사 중 미시행시 정산	○ 전체 말뚝 개수*의 1% 이상, 구조물별 1회 이상의 조건 중 많은 횟수 * 전체 말뚝 개수 : 교량 1개소의 총 말뚝 본수 ○ 교량기초의 경우 교대, 교각을 별도 구조물로 구분하여 적용

□ 동재하시험(E.O.I.D, Restrike) : 현 기준 적용

○ 기성말뚝의 경우 동재하시험만으로 지지력 확인 가능 [별첨5]

기성말뚝	현장타설말뚝
- 행선별 기초별 말뚝본수에 따른 시험횟수	미시행

구 분	E.O.I.D	Restrike
1~80본까지	2회	2회
81~160본까지	3회	3회
161본이상	4회	4회

□ 수평재하시험 : 『구조물기초 설계기준』 및 현 기준 적용

○ 현장타설말뚝 : 교량별 1회 반영

○ 교대변위 최소화를 위해 성토고 20m이상 교대의 경우 교대별 1회 적용

○ 그 외 교량의 규모, 중요도 및 안전성 등을 검토하여 필요한 경우 교량별 1회 적용

2 동재하시험 수행의 신뢰성 확보

□ 전문인력 투입 변경 [별첨6]

○ 노무비 (증 118,938원/1회)

당 초	변 경
중급기술자 : 0.46인×187,789 = 86,383	기 술 사 : 0.46인×340,765 = 156,752
초급기술자 : 0.46인×140,332 = 64,553	중급기술자 : 0.46인×187,789 = 86,383
보 통 인 부 : 0.46인×84,166 = 37,814	초급기술자 : 0.46인×140,332 = 64,553
소 계(노무비) : 188,750원/1회	소 계(노무비) : 307,688원/1회

○ 단가설명서 및 공사시방서 (동재하시험 수행 기술자 표기)

단가설명서	공사시방서
말뚝 동재하시험(E.O.I.D) : 회당 이 단가는 동재하시험(E.O.I.D) 비용으로 …기계경비 및 인건비(토목품질시험기술사, 중급기술자 및 초급기술자 각 1인), 시험장비 손료비용을 포함한다.	2.2.2 동재하시험장치 및 시험수행자료 동재하시험은 소정의…전문지식을 갖춘 전문기술자(토목품질시험기술사, 중급기술자 및 초급기술자 각 1인)에 의해 수행되어야 한다.

□ 동재하시험 관리 강화

○ 재하시험 계획서 제출 시 기준 인력 투입 계획 확인 후 승인

○ 재하시험 시 시험수행 및 인력의 적정성 여부 현장 확인

○ PDA 검교정 시행(검교정 주기 2년) 확인

○ 지반지지력 평가결과, 시험자와 검토자 준공도서에 기록 [별첨7]

5 적용방안

□ 설계 중 및 설계완료 노선 : 본 방침 적용

□ 공사 중 노선

○ 기성말뚝 정재하시험 : 본 방침 적용

○ 그 외 : 공사주관(시행)부서에서 적용여부 판단

※ 14년도 이후 착공 노선 본 방침 적용시 **1,021백만원 예산절감**

<당진-천안 외 7개 노선*(교량 368개소) 적용>

- 정재하시험 수량 조정시 △1,692백만원
- 동재하시험비 단가 개선시 증 671백만원

구 분	시험횟수	평균설계가	비 고
정재하시험	305	4.0백만원	반력말뚝이용법
E.O.I.D	1,982	0.7백만원	증 118,938원/회
Restrike	1,982	2.9백만원	증 118,938원/회

* 14년도 이후 착공 노선 : 당진-천안, 함양-창녕, 창녕-밀양, 성서-지천, 대구-순환, 밀양-울산, 수도권(화도양평, 평택-서평택)

별 첨 : 1. 재하시험 종류별 특징

2. 사업단별 정재하시험 설계 및 적용기준 현황

3. 재하시험 빈도 관련 기준 현황

4. 동재하시험 수행 기술자에 따른 시험결과 차이

5. 정재하시험 대비 동재하시험 신뢰성 검토

6. 동재하시험비 단가 개선

7. 재하시험 결과 준공도서 명기 방법

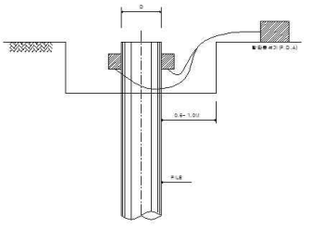
[별첨 #1]

재하시험 종류별 특징

□ 재하시험의 종류

□ 재하시험 종류별 특징

○ 동재하시험

특 징		개 요 도
원리	- 시험말뚝 두부에 가속도계와 변형률계 설치 후 항타해머의 충격 가속도와 말뚝 동적 변형률을 PDA로 측정	
장점	- 정적 시험에 비하여 시험방법이 간단하고 소요시간이 짧으며 비용이 저렴함 - 말뚝의 지지력 측정 뿐만아니라 항타 중 말뚝의 건전도 확인, 해머선정의 적정성 등 품질관리 가능	
단점	- 동재하시험 실시 기술자의 수행능력에 따라 시험 결과 및 분석내용의 신뢰도 차이 발생	

○ 연직재하시험(정재하시험)

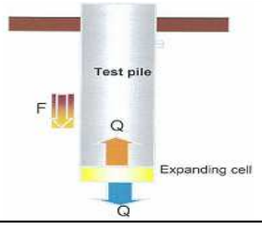
	사하중 이용방법	주변 말뚝반력 이용방법	Anchor반력 이용방법
개요도			

구 분		내 용
사하중을 이용하는 방법	원리	- 시험말뚝 두부에 설계하중 2배의 직접 중량물을 적재하여 시험
	장점	- 실제하중이 전달되는 조건과 가장 유사하여 신뢰도가 높음 - 관입심도가 짧은말뚝 또는 주변말뚝의 인발력 이용이 어려운 경우 적용
	단점	- 설계하중이 클 경우 적재를 위한 비용, 인원, 시간 등이 많이 소요 - 지지대의 변위, 변형으로 인한 안전 위험요소 존재
주변말뚝의 반력을 이용하는 방법	원리	- 기타설 말뚝의 인발력을 이용하여 시험
	장점	- 재하대 설치 및 시험 시간, 비용 등 경비 절감가능 - 설치가 간편하여 가장 보편화됨
	단점	- 주변말뚝의 관입심도가 짧을경우 시험시 인발 우려
주변Anchor 반력을 이용하는 방법	원리	- 앵커를 설치하여 앵커 반력을 이용하는 시험
	장점	- 대규모의 설계하중에도 시험가능
	단점	- 앵커설치 및 양생을 위한 많은 시간과 비용 소요

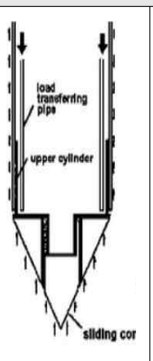
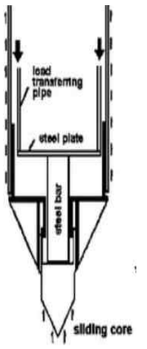
○ 수평재하시험

특 징		개 요 도
원리	- 시험말뚝 부근에 사하중 또는 중장비를 반력으로 하여 유압잭으로 하중을 가하거나 반력말뚝을 이용하여 수평하중-변위 측정	
특징	- 말뚝과 지반 간의 실제 허용 수평하중 측정 - 지반의 소성화 및 파괴현상과 반복재하에 의한 영향 검토 가능	

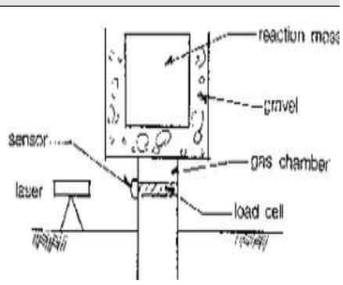
○ 양방향 재하시험(O-cell 시험)

특 징		개 요 도
원리	- 말뚝내부에 유압잭(O-Cell)을 이용하여 하중을 작용시키는 시험 - Jack이 설치된 위치를 기점으로 하부의 주면마찰력과 선단지지력이 상부의 주면 마찰력 성분에 대한 반력이 되고 반대로 하중장치 상부의 주면 저항력이 하부의 주면마찰력과 선단지지력의 반력으로 작용되는 측정원리	
특징	- 작용하중이 말뚝내부의 하단에 적용되므로 재하대의 용량이나 하중 전달 구조의 구성에 영향을 받지 않음 - 말뚝 시공과 동시에 설치 및 시험이 가능하여 공기에 영향 없음	

○ 간편재하시험(SPLT)

특 징		개 요 도	
원리	- 시험말뚝의 선단부를 말뚝 몸체로부터 분리 할 수 있도록 하여 말뚝 내부에 설치된 하중 전달 장치를 통하여 선단부에만 하중을 전달 ⇒ 극한 선단지지력 산출 가능 - 선단부 분리 전 하중 재하를 통하여 주면 마찰력 측정		
특징	- 선단지지력과 주면마찰력을 분리 측정하여 부분 안전율 적용이 가능하며 말뚝 설계의 경제성을 크게 향상 시킬 수 있음 - 재하장치 및 재하하중 불필요, 시간과 경비 절감 가능	선단말뚝 분리전	선단말뚝 분리후

○ 정 · 동재하시험

특 징		개 요 도
원리	- Gas Chamber에서의 폭발력을 이용하여 장약이 폭발하는 순간 Reaction mass는 위쪽으로 반발하여 말뚝에 하강압력이 작용	
특징	- 대구경 말뚝의 극한 지지력 시험이나 지지력이 큰 현장타설말뚝의 재하시험을 간편하게 수행 - 정재하 시험과 일치율이 크나 장비 가격 고가	

[별첨 #3]

재하시험 빈도 기준 현황

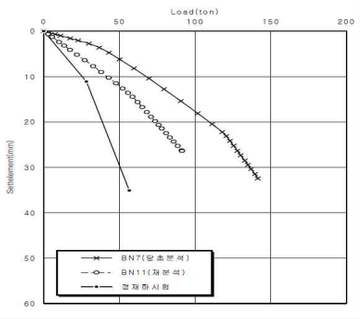
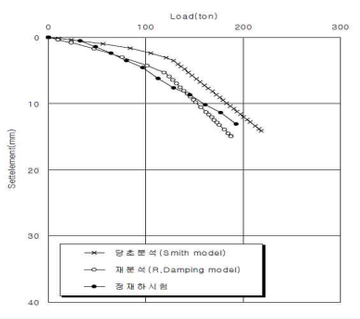
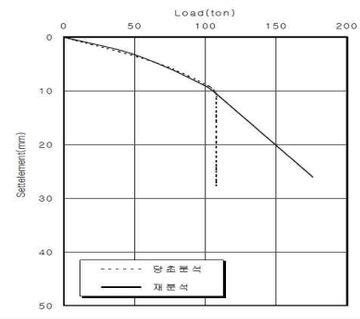
<table>
<tr><th colspan="2">구 분</th><th>구조물기초 설계기준(2014)</th><th>우리공사 기준</th></tr>
<tr><td rowspan="3">기성
말뚝</td><td>동재하
시험</td><td>○ 동재하시험 또는 정재하시험 선택 적용 가능
○ 전체 말뚝 개수*의 1% 이상 (말뚝이 100개 미만인 경우 최소 1개)
* 전체 말뚝 개수 : 교량 1개소의 총 말뚝 본수</td><td>(1997년도)
○ 교량 말뚝본수 1~100본 : 1회 250본 이후 매 500본마다 1회
(2012년도)
○ 행선별, 기초별 말뚝본수에 따라 실시
<table><tr><td>1～80본</td><td>1～160본</td><td>161본이상</td></tr><tr><td>2회</td><td>3회</td><td>4회</td></tr></table></td></tr>
<tr><td>정재하
시험</td><td>○ 동재하시험 또는 정재하시험 선택 적용 가능
○ 전체 말뚝 개수의 1% 이상 또는 구조물별 1회 이상
○ 교량기초의 경우 교대, 교각을 별도 구조물로 구분하여 적용</td><td>(1997년도)
○ 교량 말뚝본수 101~250본 : 1회</td></tr>
<tr><td>수평재하
시험</td><td>○ 교량 기초의 경우 교량의 규모, 중요도 및 안전성 등을 검토하여 필요한 경우 구조물별 1회 이상 수행</td><td>(2014년도)
○ 성토높이 20m 이상 교대 1회</td></tr>
<tr><td rowspan="2">현장
타설
말뚝</td><td>정재하
시험</td><td>○ 전체 말뚝 개수의 1% 이상 또는 구조물별 1회 이상
○ 교량기초의 경우 교대, 교각을 별도 구조물로 구분하여 적용</td><td>(1997년도)
○ 교량 말뚝본수 1~100본 1회, 101~250본 1회, 이후 매 500본마다 1회</td></tr>
<tr><td>수평재하
시험</td><td>○ 교량 기초의 경우 교량의 규모, 중요도 및 안전성 등을 검토하여 필요한 경우 구조물별 1회 이상 수행</td><td>(1997년도)
○ 교량별 1회(일방향재하시험)
(2014년도)
○ 성토높이 20m 이상 교대 1회</td></tr>
<tr><td colspan="2">기 타</td><td>○ 제반 시공조건 변경시 또는 중요 구조물일 때는 시험 횟수 추가</td><td>(1997년도)
○ 현장여건상 필요한 경우 정동재하시험 실시</td></tr>
</table>

[별첨 #4]

동재하시험 수행
기술자에 따른 결과 검토

□ 동재하시험 수행시 오류 발생 사례

○ 말뚝의 지지력 과대(과소) 평가시 안전성 및 경제성 저하 우려

case 1	case 2	case 3
		

구 분	내 용
case 1	- PDA의 기본원리 미숙지 및 분석 능력 부족에 따른 편타 발생 방치
case 2	- PDA 자료 입력 및 CAPWAP 분석 미숙으로 지지력 과대 평가
case 3	- PDA 파동 분석 오류로 말뚝 지지력 과소 평가

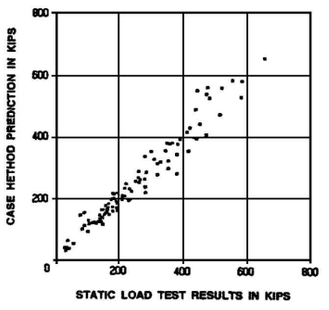
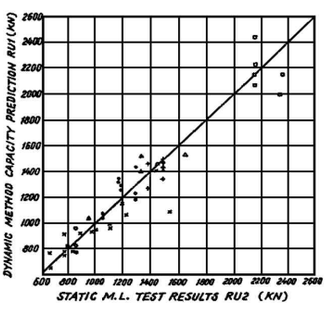
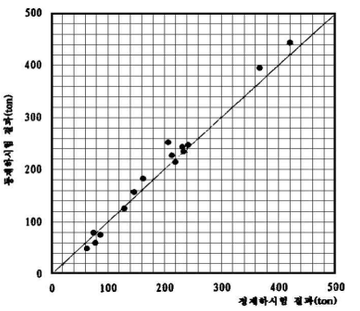
□ 동재하시험 신뢰성 확인 필요성

구 분	관련 내용
구조물기초 설계기준(2014)	동재하시험의 경우 실시 **기술자의 자질에 따라 신뢰도가 크게 달라지므로** 이에 대한 문제 해결 계획 마련 필요
도로교통 연구원 의견	국내에 만연한 **저가의 동재하시험 비용** 때문에 숙련된 기술자가 이탈하며, 이는 **시험의 질적 저하**로 이어짐
관련 논문 (동재하시험의 올바른 적용 ,홍헌성, 1999)	**전문성이 부족한 시험 기술자들**에 의하여 말뚝 지지력이 과대(과소) 평가 되거나 말뚝 건정성 판정 오류가 발생할 경우 전체 **구조물 건설에 치명적인 악영향을 미치며 공기 지연 초래**

[별첨 #5]

정재하시험 대비
동재하시험 신뢰성 검토

□ 동재하시험 및 정재하시험 결과 비교 : 지지력 값 유사(±10~±20%)

국외 연구Case 97건	국외 연구Case 47건	국내 연구Case 15건
		

구 분	관입깊이	[Qu]s	[Qu]D	[Qu]D/[Qu]s	비 고
Ø350, PHC	13m	191	197	1.03	반력말뚝
Ø400, PHC	6.7m	229	239	1.04	반력말뚝
Ø400, PC	6.9m	72	64	0.89	사하중
Ø406, 강관	16m	207	252	1.22	반력말뚝
Ø508, 강관	8.6m	305	321	1.05	반력말뚝
Ø609, 강관	8.6m	421	443	1.05	반력말뚝

※ 출처 : 동재하시험의 신뢰도(The Reliability of Dynamic Pile Loading Test)_홍헌성, 조천환, 이명환

□ 도로교통연구원 의견

○ 기성말뚝에 동재하시험 적용시 동일 말뚝에 대하여 정재하시험 불필요

① 동재하시험과 정재하시험의 결과가 유사함이 국내외 문헌을 통하여 증명되어 정재하시험을 통한 말뚝의 지지력 추가 확인 불필요

② 단, 동재하시험 수행의 신뢰성 확보를 위하여 장치에 대한 정기점검 및 기술자에 대한 관리 필요

※ 말뚝의 시공관리, 건전도 확인 및 지반의 지지력 변화 파악 목적으로는 동재하시험이 적절함

[별첨 #6]

동재하시험비 단가 개선

□ 단가설명서

○ 말뚝 동재하시험(E.O.I.D) : 회당

이 단가는 동재하시험(E.O.I.D) 비용으로 동재하시험에 필요한 유압해머, 크레인, 리더(고정형)등 기계경비 및 **인건비(토목품질시험기술사, 중급기술자 및 초급기술자 각 1인)**, 시험장비 손료비용을 포함한다.

○ 말뚝 동재하시험(Restrike) : 회당

이 단가는 동재하시험(Restrike) 비용으로 본 항타장비와 별도로 장비운반비, 장비조립 및 해체, 동재하시험에 필요한 유압해머, 크레인, 리더(고정형)등 기계경비 및 **인건비(토목품질시험기술사, 중급기술자 및 초급기술자 각 1인)**, 시험장비 손료비용을 포함한다. 단 확인 및 분석 비용은 별산 한다.

※ 동재하시험(E.O.I.D)의 경우 장비운반비, 장비조립 및 해체비 미반영

□ 단가산출서

동재하시험(Restrike) /1회	동재하시험(E.O.I.D) /1회
ZCCM0P050600 말뚝재하시험 동재하시험(Restrike) /1회 1.장비운반비 일반화물 자동차 운임요율 적용 - 한국화물자동차 운송사업조합연합회(1998.2.21 적용시행) 장비중량 : 40TON 운반거리 : 200KM 이내 운반횟수 : 왕복2회 관도운반비 : EQA1 = 817.520 + (40 t -12 t)*(7.530*2)=739.200.00 운반비 : 739.200 * 2 회 = 1,478.400.0 소 계 : [단위보정] 1,478.400/2 = 739.200 (1번 현장 진입시 2회 시험) 2.장비조립및해체 조 립 : 0.5일 해 체 : 0.5일 기계설치공 : 1 인 * 1 일 * 95.011 = 95011 특별인부 : 2 인 * 1 일 * 106.569 = 213,138.0 용 접 공 : 1 인 * 1 일 * 118.003 = 118,003 크레인(25t) : 1.5대 * 1 일 * 66.769 = 100,154.0 소 계 : [단위보정] 526,306/2 = 263,153 (1번 현장 진입시 2회 시험) 3.동재하시험(Restrite) * 시공시간 파일 1본당 시험시간(Tc) Tc = 180 MIN/본 1) 장비조합 a) 유압해머 5 TON : [E000066300007000000] 경 비: 33,792 * 180 / 60 =101,376.0 노무비: 0 * 360 / 60 =0.0 재료비:33,113 * 180 / 60 =99,339 b) 크레인 50 TON : [E000021040050000000] 경 비: 63,037 * 180 / 60 =189,111.0 노무비: 22,772 * 180 / 60 =68,316.0 재료비: 27,043 * 180 / 60 =81,129 c) 리더(고정형)L=24m : [E000021150024000000] 경 비: 3,496 * 180 / 60 =10,488.0 노무비: 0 * 360 / 60 =0.0 재료비: 0 * 360 / 60 =0.0 2) 배치인원 비계공: 1 인 * 1/8 * 180 / 60 * 149,852 =56,195.0 3) 동재하시험 기술사 : 0.46 인 * 340,765 =156,752 중급기술자 : 0.46 인 * 187,789 =86,383 초급기술자 : 0.46 인 * 140,332 =64,553 소 계: 913,642 4.시험장비손료(PDA(소프트웨어포함-PDA-W,GRLWEAP,CAPWAP)/가속도계,변형률계,케이블포함) PDA 손료: 44,800*1.190*1.1 (운임,보험료) *0.0003223 *180/60 = 56,825 소 계: 56,825 전체 합계 : 1,972,820원/회	ZCCM0P050600 말뚝재하시험 동재하시험(E.O.I.D) /1회 1.동재하시험 * 시공시간 파일 1본당 시험시간(Tc) Tc = 180 MIN/본 1) 장비조합 a) 유압해머 5 TON : [E000066300007000000] 경 비: 33,792 * 180 / 60 =101,376.0 노무비: 0 * 360 / 60 =0.0 재료비:33,113 * 180 / 60 =99,339 b) 무하궤도크레인 40 TON : [E000021040050000000] 경 비: 44,417 * 180 / 60 =133,251.0 노무비: 23,389 * 180 / 60 =70,167.0 재료비: 20,065 * 180 / 60 =60,195 c) 리더(고정형)L=24m : [E000021150024000000] 경 비: 3,496 * 180 / 60 =10,488.0 노무비: 0 * 360 / 60 =0.0 재료비: 0 * 360 / 60 =0.0 2) 배치인원 비계공: 1 인 * 1/8 * 180 / 60 * 149,852 =56,195.0 3) 동재하시험 기술사 : 0.46 인 * 340,765 =156,752 중급기술자 : 0.46 인 * 187,789 =86,383 초급기술자 : 0.46 인 * 140,332 =64,553 소 계: 838,699 4.시험장비손료(PDA(소프트웨어포함-PDA-W,GRLWEAP,CAPWAP)/가속도계,변형률계,케이블포함) PDA 손료: 44,800*1.190*1.1 (운임,보험료) *0.0003223 *180/60 = 56,825 소 계: 56,825 전체 합계 : 895,524원/회

102 페이지

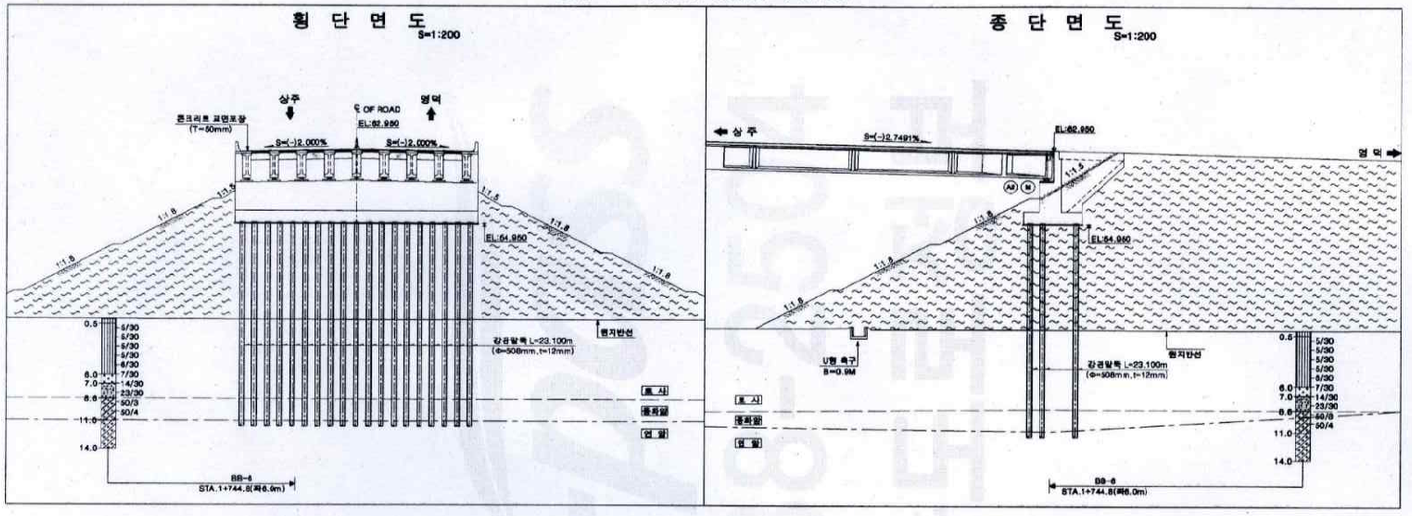
[별첨 #7]

재하시험 결과 준공도서 명기 방법

고속국도제30호선 상주~영덕간 건설공사
제2공구 : 단일~단북

지 질 주 상 도 (7)

종점측 교대 (A2) :STA.1+745.087



기 초 반 력 및 응 력

구 분	반 력 (KN/본)		말뚝본체응력 (MPa)	
	말뚝반력	허용지지력	발생응력	허용응력
평 상 시	669.469	1033.900	115.831	126.000
지 진 시	884.645	1550.850	115.921	189.000

범 례

실 트 / 점토질 모래 / 전 석 층
점 토 / 점토질 자갈 / 실트질 점토
자갈질 모래 / 풍 화 암 —— 풍화암 추정선
실트질 모래 / 연 암 - - - 연암 추정선
실트질 자갈 / 경 암 ----- 경암 추정선

지반지지력 평가 결과

말뚝 구분	시공법	시 험 구 분		시험날짜	허용지지력(kN/본)	시 험 자	검토 및 확인자	
							토질및기초기술사	토목구조기술사
①	SIP	동 재 하	EOID	2012.05.01	950	김oo		
			Re-Strike 1	2012.05.08	1150	김oo	박oo	이oo
			Re-Strike 2					
		정재하시험						
②	SIP	동 재 하	EOID	2012.05.01	910	김oo		
			Re-Strike 1	2012.05.08	1010	김oo	박oo	이oo
			Re-Strike 2	2012.05.15	1100	김oo	박oo	이oo
		정재하시험						

한국도로공사	설계사	(주)다산컨설턴트,(주)내경엔지니어링							공구/이명	제2공구	0+000~8+060	도면명	서계교 지 질 주 상 도 (7)
	시공사								도면축척	H=1: 200 V=1: 200			
고속국도제30호선 상주~영덕간 건설공사	건설분야	토목	건설단계	실시설계	개정번호	2009.11 일자	내 용	작성자	검토자	확인자	도면번호	C0000000-000	편철번호	1.001

교량 바닥판 설계 적용방안 검토

설계처-1418 (2015.05.21)

1 검 토 배 경

「한계상태설계법 적용 추진방안 검토(설계처-467, 2015.03.03)」에 의거 **교량 바닥판 설계**에 대한 합리적인 적용 방안을 마련하고자 함.

2 추 진 경 위

구 분	주 요 내 용
2004. 12	· 강 거더교 바닥판 설계 개선방안 * 세로보 설치구간 설계법 개선(강도설계법→경험적설계법)
2006. 11	· 교량 바닥판 프리캐스트 판넬공법의 경험적 설계법 적용방안 * 당초 : 강도설계법 → 변경 : 경험적설계법
2015. 1	· 2015 도로교설계기준(한계상태설계법) 개정 고시 * 2015년 설계용역부터 적용 : 최소피복 변화 및 콘크리트 강도 증가 필요

3 현 설계 기준

□ 교량 바닥판 설계법 개요

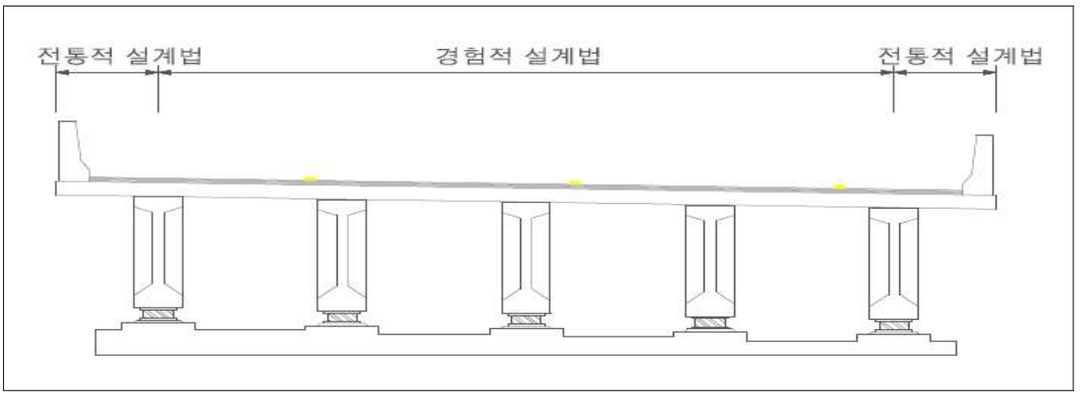
구 분	경험적설계법	전통적설계법
적용 범위	· 3개 이상 지지 거더, 유효지간 3.6m 이하 등 **제시 조건에 만족하는 경우에** 적용 · 바닥판은 윤하중에 의해 아칭작용을 한다는 개념임	· 특별한 적용범위 제한 없음 · 저항강도≥작용하중
최소 두께	· 바닥판 두께 **240mm 이상** · 상하부 철근 외측면 사이의 두께 150mm 이상	· RC바닥판 두께 **220mm 이상** · PSC바닥판 두께 200mm 이상
주철근량	· 바닥판 단면의 0.3% 이상	· 강도 및 사용성 만족 철근량
배력 철근량	· 바닥판 단면의 0.3% 이상	· 주철근량의 $(120/\sqrt{L})\leq 67\%$ 이상

□ 고속도로 교량의 일반적 **교량 바닥판 설계 적용**

○ 거더와 거더 : 일반적으로 공사비가 저렴한 **경험적 설계법** 적용

* 경험적설계법과 전통적설계법 병용

○ 캔틸레버 : **전통적설계법** 적용



4 한계상태설계법 설계 기준 검토

□ 노출등급에 따른 **피복두께 변화**

구 분	콘크리트 교면포장				아스팔트 교면포장			
	거더~거더		캔틸레버		거더~거더		캔틸레버	
	상면	하면	상면	하면	상면	하면	상면	하면
노출등급	EC3	EC3	EC3	ED1	ED3	EC3	ED3	ED1
최소순피복	30mm	30mm	30mm	45mm	65mm	30mm	65mm	45mm

* EC3 : 비를 맞지 않는 콘크리트

ED1 : 공기 중의 염화물에 노출된 콘크리트 표면

ED3 : 염화물을 함유한 물보라에 노출된 교량부위(포장)

□ 노출환경(부식 등)에 따른 **최소 공칭강도 상향** 필요

- (콘크리트 교면포장)

  : EC3 및 ED1으로 지배 **최소 공칭강도** f_{ck} = 30Mpa 이상

- (아스팔트 교면포장)

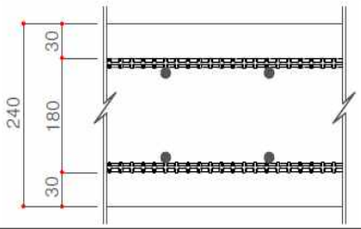
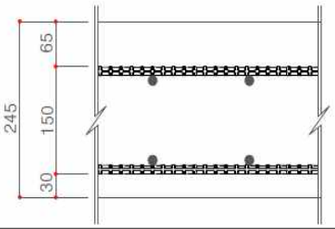
  : ED3로 지배 **최소 공칭강도** f_{ck} = 35Mpa 이상

※ 붙임 #1 최소 피복두께 및 강도 산정 근거 참조

□ 경험적설계법

○ 하중증가계수 감소에 따른 **철근량 변화 없음**

○ 피복두께 변화에 따른 **단면 영향**

구 분	콘크리트 교면포장		아스팔트 교면포장		비 고
	상 면	하 면	상 면	하 면	
최소 순피복	30mm	30mm	65mm	30mm	
바닥판 최소두께	240mm		**245mm**(당초 240mm)		
적 용					
- 아스팔트 교면포장은 현행 두께보다 5mm 커져야 함 - 경험적설계법의 국내 기준은 미국에 비해 두꺼운 단면을 제시 중임 * 국내 : 240mm, 미국 : 178mm (별첨 #2 LRFD 경험적설계법 참조)					

□ 전통적설계법

○ 하중증가계수 및 강도관련계수 변화로 **단면 여유력 확대**

→ 보다 **경제적 설계 가능**

ex) 유효지간 2.0m 일 경우

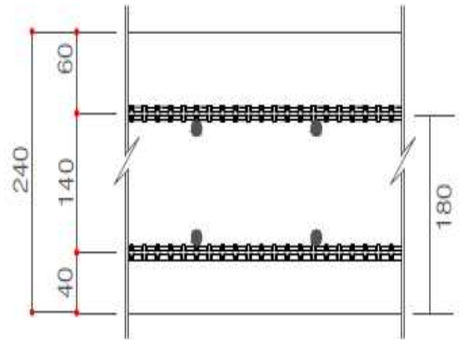
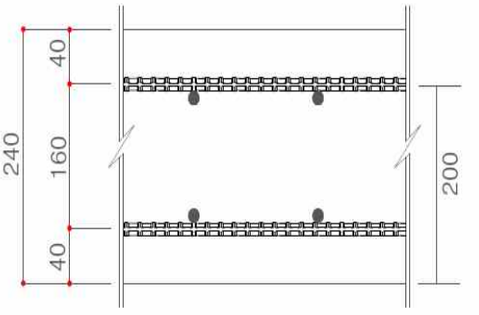
구 분	2010 도로교설계기준	한계상태설계법
관계식	$\Phi M_n \geq M_u$	$M_r \geq M_u$
활하중 증가계수	2.15	1.80
강도 관련 계수	0.85(휨) * 강도감소계수	0.65(콘크리트), 0.90(철근) * 재료저항계수
저항강도	77.022 kN-m	79.730 kN-m
작용력	62.213 kN-m	50.904 kN-m
$\frac{\text{저항강도}}{\text{작용력}}$	1.24	1.57
하중은 18.2% 감소하며, **저항강도는 3.5% 증가**		

※ 붙임 #3-1 설계기준 변경에 따른 바닥판 활하중 검토 참조

※ 붙임 #3-2 유효지간 2.0m일 경우 설계 예제

○ 단면 규격 변화 불필요

- 최소두께 220mm 이상이나 통상적으로 **240mm 적용** 중이며,
- 하중 또는 피복두께 등 변화 요인 발생시 **철근량, 철근강도 및 콘크리트강도 등으로 유연하게 대처 가능**
- 유효깊이(d) 증가로 저항강도 증가 "콘크리트 교면포장에 해당"

도로교설계기준(2010)	한계상태설계법
· 유효깊이 : 180mm	· 유효깊이 : 200mm
	

* 부모멘트에 대한 유효깊이 증가

□ 자문위원 의견 반영 검토

○ 상면 온도철근 추가 배근

당 초 (자문 전)	변 경
· 배력철근량에 대한 별도 규정이 없어 · 일반적으로 온도철근량으로 배근 (0.15%×1/2 = 0.75%)	· 하면 배력철근량으로 준하여 철근 배근 · Min(주철근 백분율 120/ $\sqrt{L}$ 또는 67%) 이상 · 유효지간 2.2m인 경우 **약 0.2%**

○ 바닥판 콘크리트 강도 일원화

구분	콘크리트교면포장	아스팔트교면포장	노출바닥판포장
당초 (자문 전)	30Mpa	35Mpa	30Mpa
개선	35Mpa	35Mpa	35Mpa

○ 관련부서 의견 반영

- 콘크리트 교면포장 하부 바닥판 상부 순피복
  : 기준 30mm 이상 → **개선 50mm**
- 콘크리트 교면포장 하부 바닥판 구조설계시 아스팔트 교면포장 (8cm)을 고려한 하중 반영
  ex) 유효지간 2.2m인 경우 모멘트 소폭 증가
  : 당초 M_{dw}=0.557kN·m → 변경 M_{dw}=0.891kN·m

□ 교량 바닥판 단면설계 결과 및 분석

○ 검토조건

- 콘크리트 교면포장 하부(거더~거더사이)에 대해 검토
- 신 설계기준 + 자문의견 반영

○ 설계결과 및 분석

- **전통적설계법**은 경험적 설계법과 비교 시
  · 주철근은 증가하고, 배력철근은 감소(유효지간 1.8m 이상부터)
  · 전체 철근량은 감소

※ 별첨 #4 소요 철근비 및 철근량 세부현황 참조

지간(m)		2010/2015 경험적설계법 (철근 400Mpa)	2010년도 전통적설계법 (철근 400Mpa)	2015년도 한계상태설계법 (전통적, 철근 400Mpa)
1.6	주철근	0.300%	0.365%	0.282%
	배력철근	0.300%	0.244%	0.189%
1.8	주철근	0.300%	0.402%	0.312%
	배력철근	0.300%	0.270%	0.209%
2.0	주철근	0.300%	0.441%	0.342%
	배력철근	0.300%	0.295%	0.229%
2.2	주철근	0.300%	0.481%	0.374%
	배력철근	0.300%	0.322%	0.251%

□ 경제성 검토

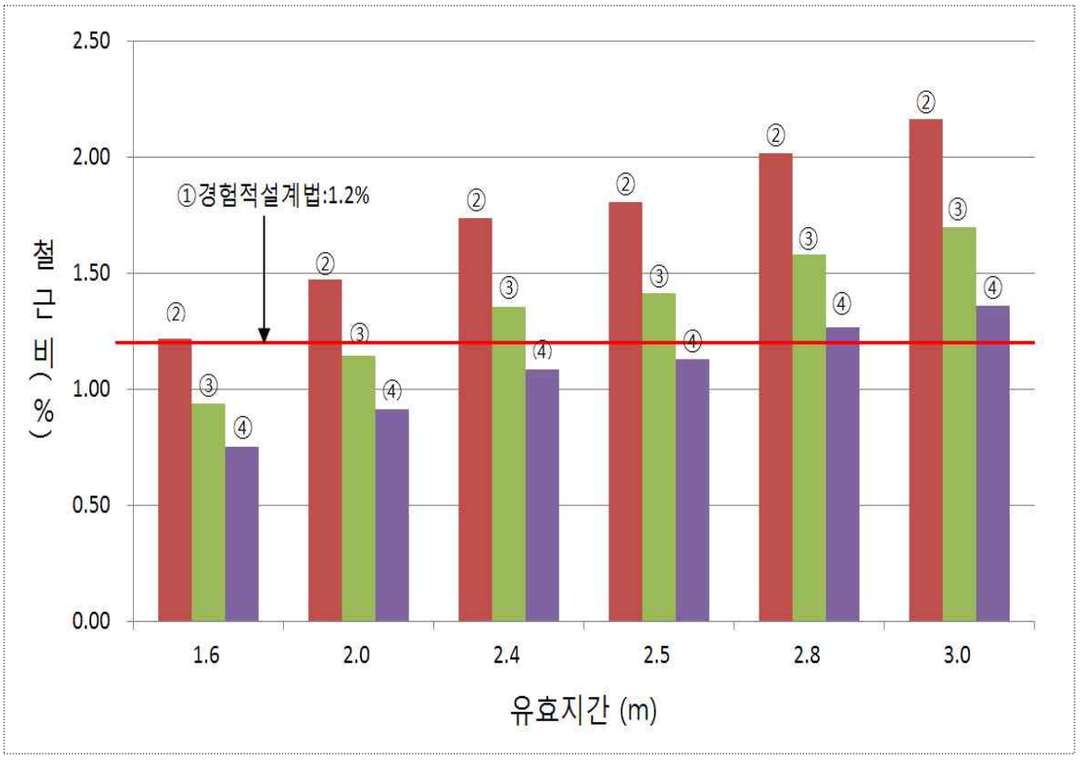
○ 유효지간 및 철근강도에 따른 **소요 철근비, 재료비 비교**

(한계상태설계법 기준 및 자문의견 반영)

* 소요 철근비 : 교축+교축직각방향, A_S / bh

- 바닥판 단위 면적당 소요철근비(%)/철근 재료비(원)

지간 (m)	2010/2015 경험적설계법 ①	2010년도 전통적설계법 ②	2015년도 한계상태설계법 (전통적, 400Mpa) ③	2015년도 한계상태설계법 (전통적, 500Mpa) ④
1.6	1.20/*17,306*	1.22/17,562	0.94/13,568	0.75/11,280
2.0	1.20/*17,306*	1.47/21,242	1.14/16,490	0.91/13,709
2.4	1.20/*17,306*	1.74/25,096	1.36/19,575	1.09/16,274
2.5	1.20/*17,306*	1.81/26,087	1.41/20,373	1.13/16,938
2.8	1.20/*17,306*	2.02/29,131	1.58/22,834	1.27/18,983
3.0	1.20/*17,306*	2.16/31,220	1.70/24,531	1.36/20,395



☞ **전통적설계법**으로 철근강도 조정(400→500Mpa)시 **경제적 설계 가능**

※ 별첨 #4 소요 철근비 및 철근량 세부 현황 참조

5 검 토 결 론

□ 최소 순피복 및 공칭강도

구 분	최소 순피복				공칭강도 (Mpa)
	거더와 거더 사이		캔틸레버		
	상 면	하 면	상 면	하 면	
콘크리트 교면포장	**50mm**	30mm	**50mm**	45mm	**35 이상**
아스팔트 교면포장	65mm	30mm	65mm	45mm	35 이상

※ 노출바닥판도 35Mpa 적용

□ 교량 바닥판 설계방법

○ 유효지간 2.5m 이하 거더 교량

: 한계상태설계법의 **전통적설계법(**철근 500Mpa 또는 **4**00Mpa)으로 **설계**

○ 유효지간 2.5m 초과 거더 교량

: **경제성 등에 따라** 한계상태설계법의 전통적설계법(**철근** 500Mpa 또는 400Mpa) 또는 경험적설계법(**철근 4**00Mpa) 중 **선택**

※ 교량 상면 배력 철근량 보강

: **하면 배력 철근량**에 준하여 배근

☞ {Min(주철근 백분율 120/ $\sqrt{L}$ 또는 67%} 이상

6 적용방안 및 기대효과

□ 적용방안

: 2015년 한계상태설계법 본 설계 교량부터 적용

* 한계상태설계법 적용 추진방안 검토(설계처-467, 2015.03.03) 참조

□ 기대효과

○ 강도 및 피복증가에 따른 교량의 내구수명 증대

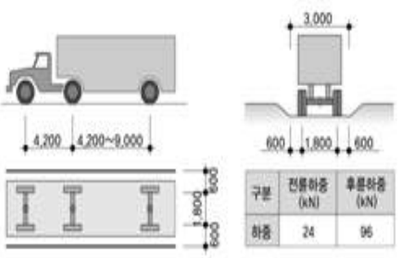
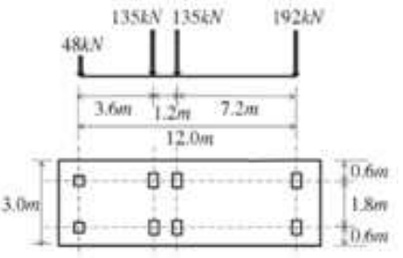
○ 교량 바닥판 설계법 검토를 통한 공사원가 절감 도모

- 실시설계 중 노선 적용 시 : 약 56억원 예산 절감

※ 붙임 #5 공사비 산출근거 참조

[붙임 #3-1]

설계기준 변경에 따른 바닥판 활하중 검토

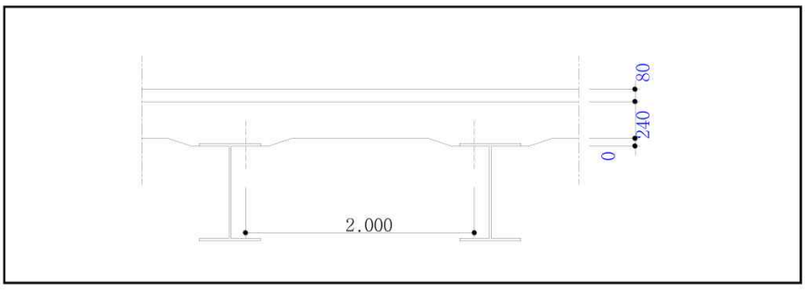
구 분		도로교설계기준 2010	도로교설계기준(한계상태설계법)
계수하중 조합		1.3Md+2.15M(l+i)	1.25Mdc+1.5Mdw+1.8M(l+i)
적용 활하중		・DB-24	・KL-510 표준트럭하중
			
		・충격계수 : 15/(40 + L)≤0.3	・충격계수 :25%(피로한계상태:15%)
Mu	유효지간2.0m	62.213kN・m	50.904kN・m (81.8%)
	유효지간2.2m	67.541kN・m	55.366kN・m (82.0%)
	유효지간2.4m	72.951kN・m	59.910kN・m (82.1%)
	유효지간2.6m	78.442kN・m	64.536kN・m (82.3%)
	유효지간2.8m	84.015kN・m	69.244kN・m (82.4%)
	유효지간3.0m	89.669kN・m	74.034kN・m (82.6%)
	유효지간3.2m	95.405kN・m	78.906kN・m (82.7%)
	유효지간3.4m	101.222kN・m	83.861kN・m (82.8%)
	유효지간3.6m	107.121kN・m	88.897kN・m (83.0%)

[붙임 #3-2]

유효지간 2.0m일 경우 설계 예제

■ 도로교 설계기준(2010)에 의한 바닥판 설계

1. 설계단면



2. 바닥판의 최소 두께 산정

30 x L + 130 = (30 x 2.000 + 130) = 190 mm or (차도부분 최소두께 220 mm)

∴ t = 240.000 mm 적용

3. 하중계산

1) 고정하중

번 호	산 식	자중(kN)	비 고
1	0.240 x 1.000 x 25.00	6.000	
2	0.080 x 1.000 x 23.00	1.840	
계		7.840	

Md = W L^2 / 10 = 7.840 x 2.000^2 / 10 = 3.136 kN · m

2) 활하중

· 충격계수

i = 15 / (40 + L)

= 15 /(40 + 2.000) = 0.357 > 0.300 ∴ i = 0.300

· 단면력

; 바닥판이 3지점이상 연속인 경우에는 위에서 계산된 모멘트의 0.8 배를 취하여 정 , 부모멘트를 계산한다.

$$ML = \frac{L + 0.6}{9.6} \times P24 \quad , \quad P18 = 72 \times (1 + i)$$

$$\therefore ML = \frac{2.000 + 0.6}{9.6} \times 96 \times (1 + 0.300) \times 0.800 = 27.040 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

4. 하중조합

Mu = 1.3 Md + 2.15 M(1+i)

= 1.3 x 3.136 + 2.15 x 27.040 = 62.213 kN · m

5. 철근량 산정

콘크리트 설계기준강도(fck)	=	35 MPa	철근 항복강도(fy)	=	400 MPa
휨 강도감소계수(Φ)	=	0.85	부재높이(h)	=	240 mm
설계 모멘트(Mu)	=	62.21 kN·m	인장피복(d')	=	60 mm
부재폭(b)	=	1000 mm	유효높이(d)	=	180 mm

K1 = 0.801

① 휨 철근량 산정

$a = As \times fy / (0.85 \times fck \times b)$ ——— ①

$As = Mu / [\Phi \times fy \times (d - a / 2)]$ ——— ②

①, ② 에 의해

$$Req.\ As = \frac{d - \sqrt{d^2 - 4 \times Mu / (1.445 \times fck \times b)}}{2 \times fy / (1.700 \times fck \times b)}$$

= 1058.386 mm²

균형철근비(Pb) =

$0.85 \times K1 \times fck / fy \times 600 / (600 + fy) = 0.03793$

최대철근비(Pmax) = 0.714 × Pb = 0.02708

최소철근비(Pmin) = 0.25 × √fck / fy = 0.00370

최소철근비(Pmin) = 1.4 / fy = 0.00350 ∴ Pmin = = 0.00370

최소철근량(Asmin) = Pmin × b × d = 665.6 mm²

해석요구량(Req.As) = 1058.386 mm² > 최소철근량 Asmin = 665.6 mm²

그러므로 요구되는 철근량 Req.As = 1058.4 mm²

사용 철근량 Use As = H16 @ 150 1324.0 mm²

사용 철근비 Use P = 1324.000 / (1000 × 180) = 0.00736 , a = 17.80 cm

$\Phi Mn = \Phi \times As \times fy \times (d - a / 2)$ = 77.022 kN·m

∴ Φ Mn = 77.022 kN·m > Mu = 62.213 kN·m ∴ O.K

② 배력철근

120 / √L = 120 / √ 2.000 = 84.85 % > 최대 67 %

∴ As' = 0.67 × 1058.386 = 709.1 mm²

As' = 0.002 × 240 × 1000 = 480.0 mm² (온도철근)

사용 철근량 Use As = H13 - 8ea = 1013.6 mm²

③ 전단 검토 : 바닥판의 최소두께 규정을 만족하므로 전단력에 대한 검토 생략.

■ 도로교 설계기준(2015)에 의한 바닥판 설계

1. 하중산정

① 유효지간 길이 Ln = 2.000 m

② 차도부분 바닥판의 최소두께 검토 (연속판, 차량 진행방향에 직각)

- T_{min} = 220.0 mm
- T_{use} = 240.0 mm ≥ T_{min} **O.K!**

① 고정하중(DC) [도.설(한) 3.5]

- w_{dc} = 0.240 x 25.0 = 6.000 kN/m^2
- M_{dc} = 6.000 x 2.000 ^{2} / 10 = 2.400 kN-m

② 고정하중(DW)

- w_{dw} = 0.080 x 23.0 = 1.840 kN/m^2
- M_{dw} = 1.840 x 2.000 ^{2} / 10 = 0.736 kN-m

③ 활하중 (LL, KL-510 후륜 P=96kN) [도.설(한) 4.6.2.4]

- 충격계수 IM = 0.25
- M_L = (Ln + 0.6) x P / 9.6 x (1 + i) x 0.8
  = 26.000 kN-m

④ 단면력 요약 정리 [도.설(한) 3.4.2]

(단위 : kN-m)

구 분	DC	DW	LL(IM)	모멘트	비 고
극한 한계상태 I	1.25	1.50	1.80	50.904	
지속하중조합	1.00	1.00	1.00	29.136	

2. 극한한계상태 휨강도 검토

① 설계조건 [도.설(한) 5.4.2.3]

M_u = 50.904 kN-m	V_u = 0.000 kN-m	M_s = 29.136 kN-m
f_{ck} = 35.0 MPa	f_y = 400.0 MPa	H = 240.0 mm
b = 1000.0 mm	d = 180.0 mm	d' = 60.0 mm
Φ_c = 0.65	Φ_s = 0.90	L = 2000 mm

- 콘크리트 강도에 따른 응력-변형률 곡선 계수 [도.설(한) 5.5.1.6(2)]

  n (상승곡선부 형상지수) = 2.00

  ε_{co} (최대응력에 처음 도달할 때의 변형률) = 0.0020

  ε_{cu} (극한 변형률) = 0.0033

  α (압축합력 크기 계수) = 0.798

  β (작용점 위치계수) = 0.412

② 필요 휨철근량 산정

- c = $\Phi_s \times A_s \times f_y$ / (α × Φ_c × 0.85 × f_{ck} × b) = 0.02333 A_s

- M_r = $\Phi_s \times A_s \times f_y \times (d - \beta \times c)$

  = -3.4602 A_s^2 + 64800.00 A_s = 5.09E+07 N-mm

- $A_{s,req}$ = 821.6 mm^2 [도.설(한) 5.12.2.1(1)]

- 최소철근량 검토 [도.설(한) 5.12.15.2(1)]

  ⓐ = $A_{s,req} \times 1.2$ = 985.9 mm^2

  ⓑ = $1.4 / f_y \times b \times d$ = 630.0 mm^2

  ⓒ = $0.25 \sqrt{(f_{ck})} / f_y \times b \times d$ = 665.6 mm^2

  ⓓ = $0.75 \times A_g / f_y$ = 450.0 mm^2

- $A_{s,min}$ = min(ⓐ,max(ⓑ,ⓒ,ⓓ)) = 665.6 mm^2

- $A_{s,use}$ = H 16 @ 150 × 1 단

  + H 13 @ 150 × 0 단 = 1324.0 mm^2 ∴ O.K

③ 허용최대 중립축 깊이 [도.설(한) 5.12.2.1(3)]

- δ = = 1.00

- c_{max} = $(\delta \times \varepsilon_{cu} / 0.0033 - 0.6) \times d$ = 72.00 mm

- c = $\Phi_s \times A_s \times f_y / (\alpha \times \Phi_c \times 0.85 \times f_{ck} \times b)$ = 30.89 mm

- c_{max} = 72.00 mm > c = 30.89 mm ∴ O.K

④ 인장철근 변형률 검토(항복여부 검토)

- ε_s = $(d - c) / c \times \varepsilon_{cu}$ = 0.0159 > ε_{yd} = 0.002 ∴ O.K

⑤ 휨강도 계산

- C = $\alpha \times \Phi_c \times 0.85 \times f_{ck} \times b \times c$ = 476640.0 N-mm

- T = $\Phi_s \times A_s \times f_y$ = 476640.0 N-mm

  C = T 이므로 O.K

- M_r = $\Phi_s \times A_s \times f_y \times (d - \beta \times c)$ = 79.730 kN-m

- M_u = = 50.904 kN-m ∴ O.K

[도.설(한) 5.12.5.3]

⑥ 교축방향 철근 산정 [도.설(한) 5.12.15.2(1)]

▪ 정모멘트부 배력철근

120 / √L = 120 / √ 2.000 = 84.85 % > 최대 67 %

∴ As' = 0.67 x 821.601 = 550.5 mm^2

▪ 건조수축 및 온도변화에 대한 보강철근 = 450.0 mm^2

▪ $A_{s,min}$ = = 550.5 mm^2

▪ $A_{s,use}$ = H 13 @ 200 (상,하면 각각 배근) = 633.5 mm^2 ∴ O.K

▪ 철근간격 s = 200 mm < min(3.5h, 450) = 450 mm ∴ O.K

3. 사용한계상태 균열검토

① 최소철근량 검토 [도.설(한) 5.8.3.2(2)]

- $A_{s,min} = k_c \cdot k \cdot A_{ct} \cdot f_{ct} / f_s$ = 414.0 mm^2
  - f_s = 400.0 MPa
  - f_{ct} = 3.450 MPa
  - k_c = 0.400 ≤ 1.0
  - k = 0.400
  - A_{ct} = 120000 mm^2
- $A_{s,min}$ = 414.0 mm^2 < $A_{s,use}$ = 1324.0 mm^2 ∴ O.K

② 간접 균열 제어 [도.설(한) 5.8.3.3]

- 철근에 발생하는 응력
  - M_s = 29.136 kN-m
  - $n = E_s / E_c$ = 6.1274
  - $x = -n \cdot A_s/b + n \cdot A_s/b \cdot \sqrt{\{1+2 \cdot b \cdot d /(n \cdot A_s)\}}$ = 46.535 mm
  - $f = M_s / \{A_{s,used} \cdot (d - x / 3)\}$
    = 133.785 MPa < $0.8 \cdot f_y$ = 320.000 MPa ∴ O.K
- 철근응력 검토 (사용 철근 H 16)

  균열 제어를 위한 철근 응력 = 240.00 MPa

  f = 133.785 MPa < 240.000 MPa

  균열 제어를 위한 최대 철근 간격 = 200.00 mm

  s = 150.000 mm < 200.00 mm

  ∴ O.K

4. 사용한계상태 처짐검토 [도.설(한) 5.8.4.2]

① 한계 지간/깊이 비 산정

- $\rho \le \rho_0$: 수식-(1)

$$\frac{l}{d} = k \left[11 + 1.5 \sqrt{f_{ck}} \frac{\rho_0}{\rho} + 3.2 \sqrt{f_{ck}} \left(\frac{\rho_0}{\rho} - 1 \right)^{3/2} \right]$$

- $\rho > \rho_0$: 수식-(2)

$$\frac{l}{d} = k \left[11 + 1.5 \sqrt{f_{ck}} \frac{\rho_0}{\rho - \rho'} + \frac{1}{12} \sqrt{f_{ck}} \sqrt{\left(\frac{\rho'}{\rho_0}\right)} \right]$$

  - k = 1.000 · l = 2000.0 mm (지간)
  - ρ_0 = 0.00592
  - ρ = 0.00736
  - ρ' = 0.000
- 철근비 판정

  ρ = 0.00736 > ρ_0 = 0.00592 ∴ 수식-(2) 적용
- 한계 지간/깊이 비 산정

  l / d = 18.137

② 철근응력에 따른 지간/깊이 비(l/d) 보정

- 철근응력 산정

  f_s = 133.785 MPa
- 응력보정계수 = 310 / 133.785 = 2.317
- 보정 l / d = 42 > 적용 l / d = 11.111 ∴ O.K

5-5 구조물공 교량 접속부 평탄성 향상 방안

설계처-1462 (2015.05.28)

1 검 토 배 경

□ 산악지 통과노선 다수에 따른 교량 증가추세로 접속부 주행 쾌적성 및 안전성에 대한 고객 요구수준이 지속적으로 향상함에 따라

□ 교량 접속부 침하 최소화 및 접속슬래브 구조안정성 향상을 통하여 교량 접속부 평탄성을 향상하고자 함

※ **新 국민행복 100約 추진과제** : 교량 접속구간 단차발생 방지

2 추진경위 및 관련기준

1 추진경위

□ **교량뒤채움 보강용 그라우팅 호스의 적정성 검토** (구조점1209-37, 2004.12.29)

o 접속슬래브 하부(동상방지층 완료면 상부)에 그라우팅 호스 설치

o 노출단부 보호캡 설치 및 파손되지 않는 재질로 변경

□ **고속도로 포장 평탄성 관리기준 개선** (건설계획처-270, 2009. 1.21)

o 받침슬래브 설치(완충+포장) 및 접속·완충슬래브 포장장비(Paver) 포설

o 평탄성 관리기준 강화 (10cm/km 이하)

□ **교대 뒤채움부 침하경감 방안** (연구개발실-3132, 2010. 4.23)

o 뒤채움부 **받침 슬래브(접속+완충)** 추가 설치

o 뒤채움 시멘트 혼합 등 재질개선 및 포장 더돗기 방안 강구

□ **접속슬래브 설계도서 개선방안** (연구개발실-1287, 2009. 8.19)

o **힌지철근 연결**을 통한 접속슬래브 일체화

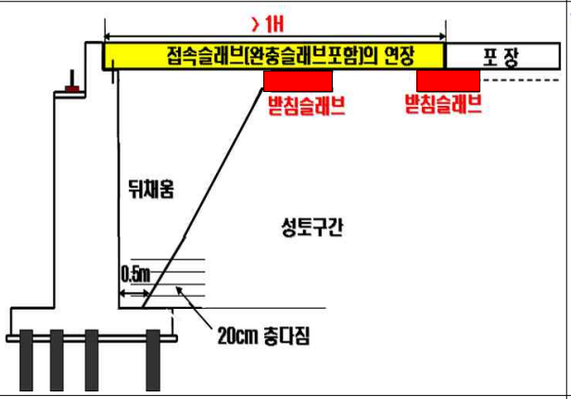
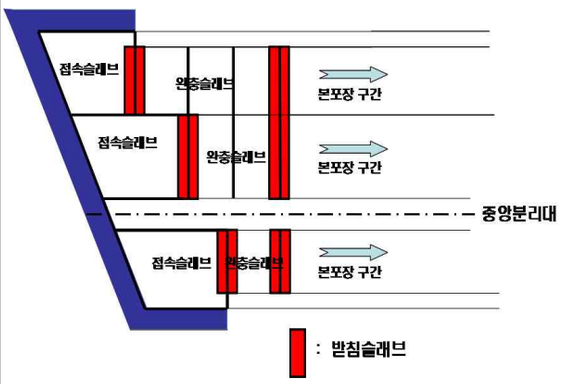
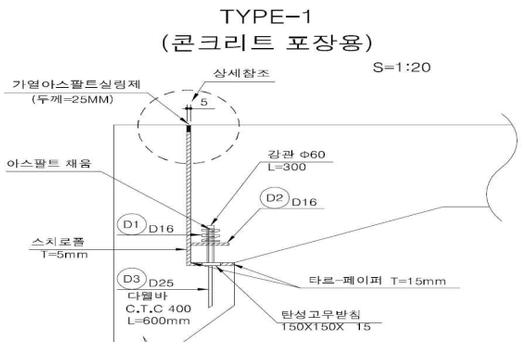
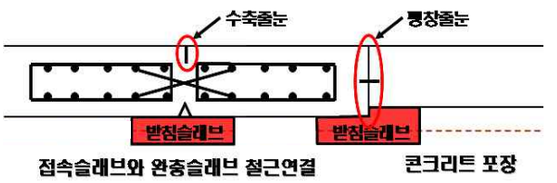
□ **보강슬래브 설계기준 검토** (기술심사처-1184, 2012. 6.29)

o 접속슬래브 두께 개선 (40→45cm)

o 콘크리트 강도 개선 (f_{ck}=27MPa→ f_{bk}=4.5MPa)

② 관련기준

□ 개요도

종 단 면 도	평 면 도
	
교대 접속부(다웰바 접속)	접속+완충슬래브(힌지화, 받침con'c)
	

□ 접속슬래브 설계기준

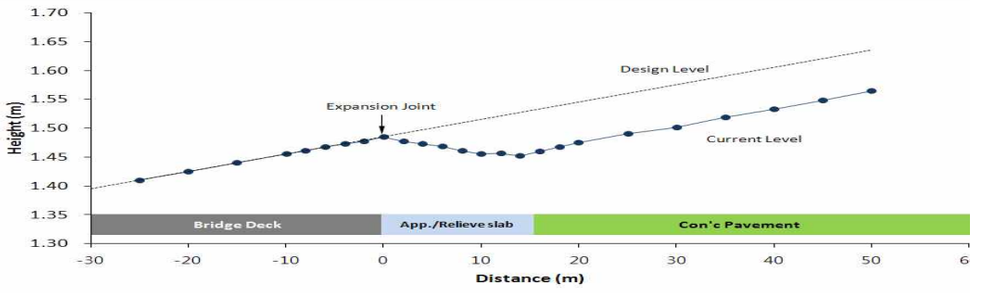
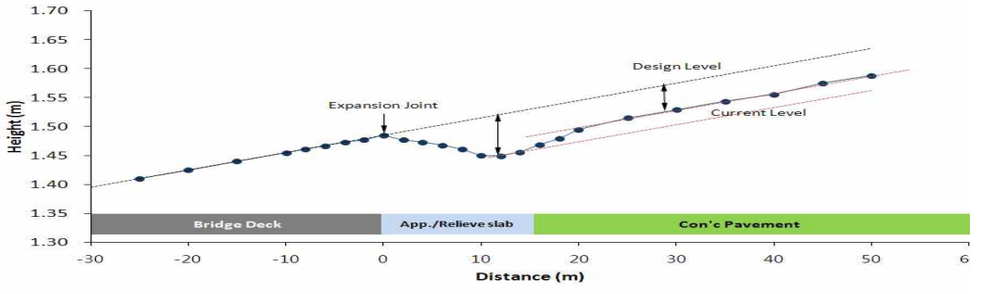
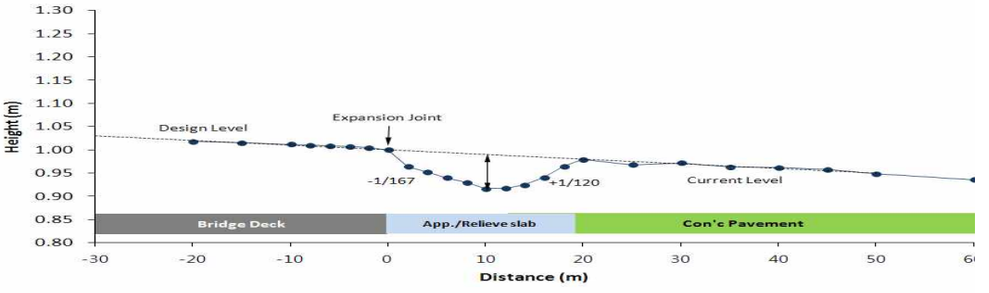
구 분		콘크리트포장	아스팔트포장
두 께 (㎜)		450	450
사용피복 (㎜)	상부	150	80
	하부	80	80
재료 강도	콘크리트	f_{bk} = 4.5MPa	f_{ck} = 27MPa
	철 근(f_y)	400MPa	400MPa
설계방법		유효지간 0.7L 단순보 설계 * L : 6~10m	

3 원인분석 및 문제점

1 원인분석 (도로교통연구원, 2012, 2014)

□ 접속부 침하유형

o 공용 중 교량 118개소 침하유형 분석

일반 성토 구간	① 접속슬래브, 완충슬래브, 성토부 일정 침하 **(94개소, 79.7%)**
	
일반 성토 구간	② 접속슬래브, 완충슬래브 오목침하, 성토부 일정 침하 **(11개소, 9.3%)**
	
절성 경계 구간	③ 접속슬래브, 완충슬래브 오목침하 **(13개소, 11.0%)**
	

o 분석결과

- 침하유형 빈도는 ① 〉 ③ 〉 ② 순으로 나타났으며, ①의 경우가 79.9%로 가장 많음
- 접속슬래브 뿐만 아니라 **완충슬래브에서도 침하 발생**

□ 뒤채움 시험시공 추적조사 결과 (도로교통연구원, 2015)

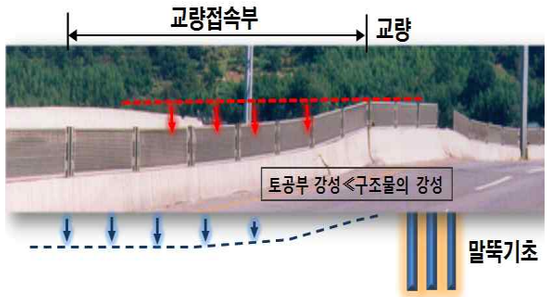
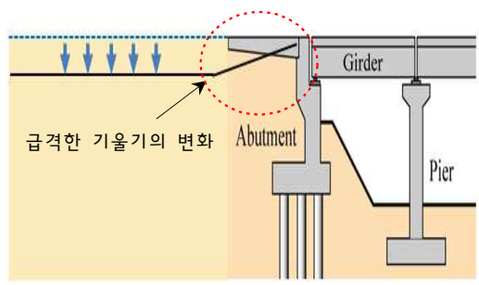
노선	교량명	방향	적용 공법	경사도	침하량	분석결과
당진 대전	해월교	대전(A2)	상향캠버(3cm)	1/160	50㎜	경사도 : 불량 침하량 : 보통
평택 제천	칠장천교	제천(A2) 평택(A1)	받침슬래브	1/240	65㎜	경사도 : 양호 침하량 : 불량
서천 공주	용봉2교	서천(A2)	보강슬래브	1/300	30㎜	양호 (교통량 적어 분석대상 제외)
	분향교	서천(A2)	보강슬래브	1/300	20㎜	
무안 광주	서광산 IC육교	본선진입 (A2)	시멘트혼합공법	1/160	40㎜	경사도 : 불량 침하량 : 양호

o 받침슬래브를 설치(현 설계적용 중)한 경우 경사도는 양호하나, 침하량이 다소 큰 것으로 분석

o **시멘트혼합공법**이 상대적으로 **침하량**이 **작은** 것으로 분석

□ 평탄성 불량원인 분석

o 성토부와 교대간의 부등침하에 의한 단차충격(Bumps)

접속부 부등침하 발생	평탄성 불량 원인
	

성토체의 부등침하 원인

- 침하는 흙의 고유한 성질로 장기간에 걸친 침하발생 불가피
- 침하크기는 성토고의 약 0.2~0.5% 발생 (예, H=10m, s≒5cm)

※ 외국 침하사례 : 성토높이의 0.5～1.0%(日本), 0.2～0.4%(미국)

☞ 성토체의 일정부분 침하는 허용하되, 주행에 불쾌감이 없는 접속부 기울기(1/200*) 이내로 설계 필요

* 노면불연속 구간 포장파손저감 잠정지침(2011.9, 국토해양부) 및 외국의 Long(1998), Wahls(1990) 등이 주행에 불쾌감이 없는 수치로 제시함

② 문제점

□ 침하저감을 위한 뒤채움 재질개선 노력 미흡

o 교량 뒤채움재 설계 시 일률적으로 SB-1* 적용

* SB-1 : 최대입경 75mm의 보조기층재(Sub Base)

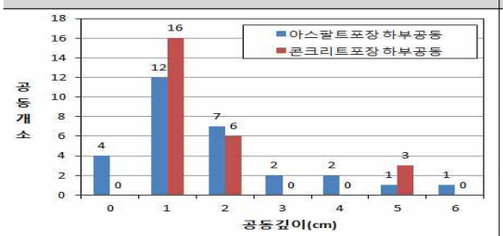
o 다수의 뒤채움 침하저감 공법을 시험시공*하였으나 추적조사를 통한 검증 미흡으로 새로운 재료의 설계적용 미흡

* 당진～대전선 해월교 등 5개교에 포장 더돗기, 받침슬래브, 보강슬래브, 시멘트혼합공법 등 시험시공 (2008년 도로교통연구원 주관)

□ 접속부 하부 공동발생에 따른 뒤채움 침하 가속화

o 뒤채움재 및 성토체의 압축침하, 배수불량에 의한 접속부 하부 공동 발생 ☞ 접지면적 감소에 따른 침하 가속

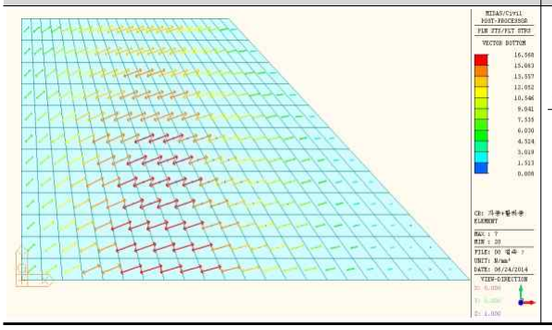
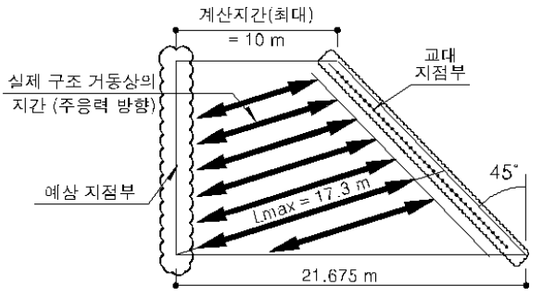
※ 공용 중 교량 54개소 코어채취 조사결과(도로교통연구원, 2014)

코어채취 결과 공동분포	공동부 사진
 공동깊이 분포 : 대부분 1~2cm 발생(76%)	

□ 접속슬래브 설계형상 및 연결부 구조적 불합리

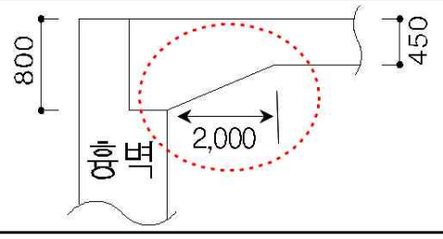
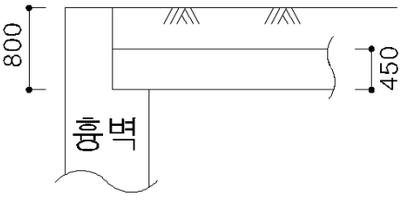
o 계산지간과 실 구조거동상 지간 상이 ☞ 과소설계 발생

- 사각이 있는 접속슬래브의 경우 주응력 방향과 철근배근 방향 상이

구조해석 결과 응력방향	지간계산
	

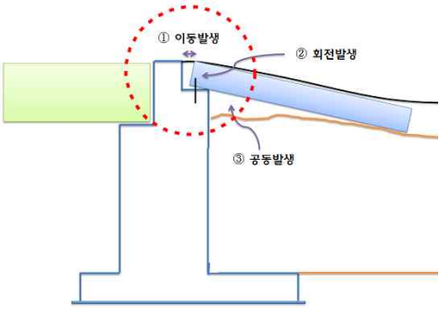
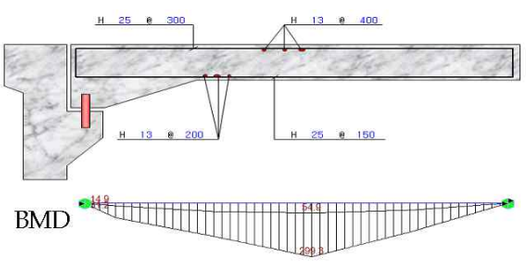
※ 현행방식 계산지간 7m(10m×0.7), 실제 구조거동상 지간 12.1m(17.3m×0.7)

o 구조적으로 불필요한 헌치 설치(콘크리트 포장용) ☞ 다짐불편

콘크리트 포장	아스팔트 포장
	

o 교대와 접속슬래브 힌지접합 ☞ 회전발생 및 중앙부 모멘트 집중

- 신축이음 후타와 단차발생 및 교대부 신축이음 파손원인 제공
- 접속슬래브 중앙부 모멘트 집중에 따른 파손우려 및 철근량 과다

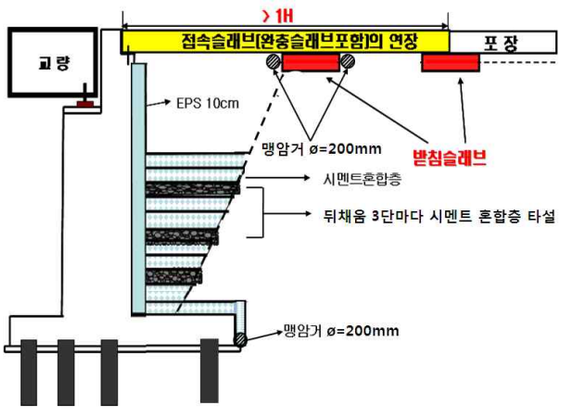
접속부 단차발생	힌지접합에 따른 모멘트 분포
	

중앙부 모멘트 최대 299.3kN

4 개 선 방 안

1 침하저감을 위한 뒤채움 공법 변경

□ 접속부 뒤채움 재질 및 공법 개선

설치 개념도	세 부 내 용
	o 교대배면 EPS블럭(T=10cm) 설치 o 시멘트혼합층(시멘트 6%) 뒤채움 3단마다 타설 o 받침슬래브 및 좌우 맹암거 (ϕ=200mm) 설치 o 교대 뒷굽 하부 맹암거 설치

※ 교대 1개소 당 공사비 증액 14백만원 (단가산출서 별첨)

2 접속부 하부 그라우팅 시행을 통한 침하 최소화

□ 접속부 그라우팅 범위 조정

o (당초) 접속슬래브 하면 → (변경) 접속 + **완충슬래브** 하면

※ 침하패턴 분석결과 완충슬래브까지 침하되는 것으로 분석

□ 개통 전 그라우팅 시행 및 물량 설계반영

o (당초) 유지관리 시 → (변경) **시공 시** + 유지관리 시

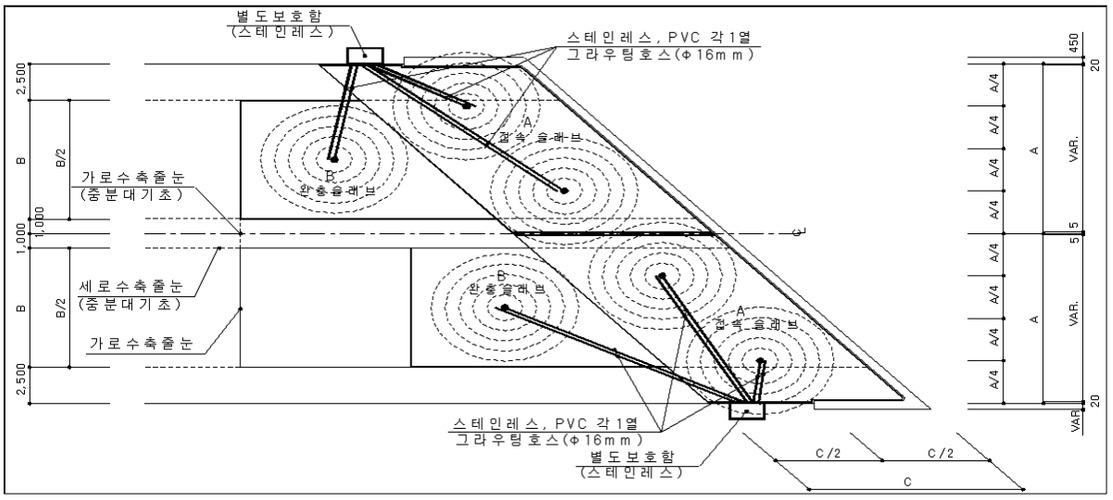
구 분	시 공 시	유지관리 시
시행시기	개통 1개월 전 (탄력적 조정 가능)	접속부 침하발생 시
물량(m^3)	성토고의 0.3% × 접속 및 완충슬래브 면적	유지관리부서 별도 산출
주입호스	PVC(ϕ16mm)	스테인레스(ϕ16mm)

※ 교대 1개소 당 공사비 증액 7백만원 (단가산출서 별첨)

- 그라우팅 호스 배치 : (당초) PVC(ϕ16mm) 1열 →
(변경) PVC, 스테인레스(ϕ16mm) 각 1열
- 시공 시 주입한 그라우팅 호스는 주입 후 절단 및 밀봉

o 유지관리용 주입호스(스테인레스)는 별도 함체 설치 후 함체 내로 인입하여 파손 및 열화 방지

※ 접속부 그라우팅 호스 배치도

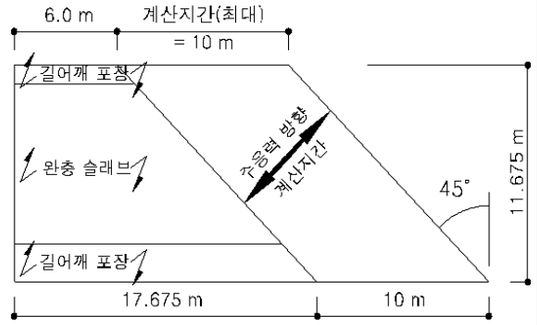
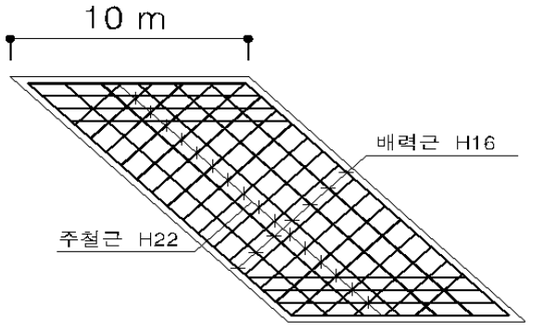


3 접속슬래브 형상개선을 통한 구조적 안정성 증대

□ 사각이 있는 접속슬래브 형상변경

o 주응력 방향과 실 구조거동에 적합하도록 접속슬래브 형상 변경

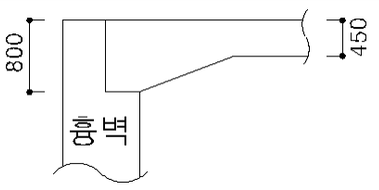
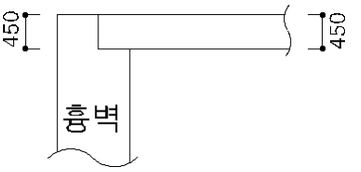
- (당초) 사다리꼴 → (개선) 평행사변형

평행사변형 접속슬래브	주철근 배근도
	

o 철근량 25% 감소 및 공사비 절감 (27백만원/교량 1개소)

□ 콘크리트 포장용 접속슬래브 헌치 삭제

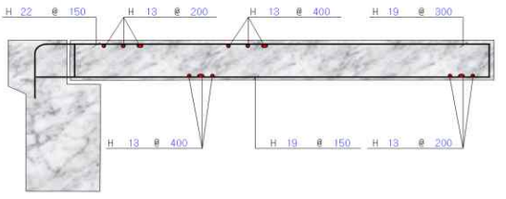
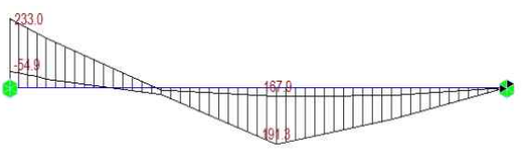
o 헌치 하부 토공 및 콘크리트 다짐효과 증대로 시공효율 향상

당 초	변 경
	

□ 교대와 접속슬래브 접합방법 변경 (힌지 ⇒ 고정)

※ 시험시공 후 확대적용 방안 검토

o 회전발생 예방으로 신축이음 파손 방지 및 중앙부 모멘트 분배

주철근 조립도	모멘트도
	 중앙부 모멘트 299.3kN→191.3kN(감 36%)

o 철근량 13% 절감 및 공사비 절감 (4백만원/교량 1개소)

5 결론 및 적용방안

□ 결 론

o **침하저감을 위한 뒤채움 공법 변경**

- 교대배면 EPS, 시멘트혼합층(시멘트 6%), 맹암거 추가 설치

o **접속부 하부 그라우팅 시행을 통한 침하 최소화**

- 그라우팅 범위 조정 : 접속슬래브 → 접속+**완충슬래브**
- 그라우팅 시행시기 변경 : 유지관리 시 → **시공 시**(개통 1개월 전) + 유지관리 시
- 유지관리용 **그라우팅 호스 개선**(스테인레스) **및 함체** 설치

○ **접속슬래브 형상개선을 통한 구조적 안정성 증대**

- 사각이 있는 접속슬래브 **형상변경** : 사다리꼴 → **평행사변형**

  ※ 접속슬래브 표준도(변경)는 7월 중 작성 송부 예정

- 콘크리트 포장용 **접속슬래브 헌치 삭제**

- 교대와 접속슬래브 **접합방법 변경** : 힌지 → **고정**

  ※ 시험시공 후 확대적용 방안 검토

□ **적용방안**

○ 설계중인 노선 : 본 기준 적용

○ 공사중인 노선 : 공사주관(시행)부서에서 적용여부 판단

별 첨 : 단가산출서 1부.

철근 겹이음 길이 산정(안) 검토

설계처-1736
(2015.06.18)

1 검 토 배 경

「한계상태설계법 적용 추진방안 검토(설계처-467, 2015.03.03)」에 의거 **철근 겹이음 길이 산정**에 대한 기준을 검토하여 합리적인 적용 방안을 마련하고자 함.

2 국내외 관련 기준 검토

□ 도로교설계기준(2010) 및 콘크리트구조기준(2012)

○ 콘크리트 강도, 철근직경 및 강도에 따른 **기본정착길이**를 구한 후,

· 인장철근 기본정착길이 : $l_{db} = \dfrac{0.6 d_b f_y}{\sqrt{f_{ck}}}$

* 여기서, d_b : 철근의 직경, f_y : 철근의 항복강도,
f_{ck} : 콘크리트의 압축강도

· 압축철근 기본정착길이 : $l_d = \dfrac{0.25 d_b f_y}{\sqrt{f_{ck}}}$

○ (**인장철근**)의 경우

- 철근의 배근위치, 철근의 도막여부, 경량콘크리트 여부 등의 보정계수를 곱하여 **최종 정착길이**를 산정하고,

· 보정계수 α : 배근 위치계수

* 철근 아래 300mm 이상으로 콘크리트가 타설되는 경우 1.3 : 그 외 1.0

· 보정계수 β : 철근 도막계수(일반철근 1.0)

* 에폭시 도막철근 1.2 또는 1.5 : 일반철근 1.0

· 보정계수 λ : 경량 콘크리트 계수

* 보통콘크리트 1.0

*「공식에 의한 정착길이 산정」도 있으나, 설계실무에서는 위 내용을 주로 사용

- 겹침이음 중복 비율 및 철근량 비($\frac{\text{소요}A_s}{\text{배근}A_s}$)에

따라 겹침이음 등급을 적용하여 **최종 겹이음길이**를 산정한다.

· A급 이음 : 1.0 l_d

* 배근 철근량이 이음부 전체 구간에서 요구되는 소요 철근량의 2배 이상이고, 소요 겹침이음 철근량이 전체 철근량의 1/2 이하인 경우

· B급 이음 : 1.3 l_d

* A급 이음 이외의 경우(단 300mm 이상)

○ **(압축철근)**의 이음은 철근 항복강도 및 콘크리트 강도에 따라 **최종 겹이음길이**를 산정한다.

· 산정 공식 : $l_s = \left(\frac{1.4 f_y}{\lambda \sqrt{f_{ck}}} - 52 \right) d_b$ * 콘크리트구조기준(2012) 산정 공식

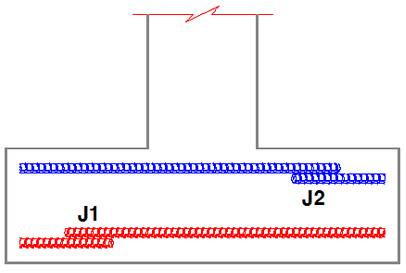
· $f_y \leq$ 400MPa : $0.072 f_y d_b$ 이하로 산정

· $f_y >$ 400MPa : $(0.13 f_y - 24) d_b$ 이하로 산정

· $f_{ck} <$ 21MPa : 겹이음길이 1/3 증가

· 300mm 이상이어야 하며, **인장철근 겹이음길이보다 길 필요 없음**

○ 겹이음길이 산정 예시



< 조 건 >

· f_{ck}=30MPa, f_y=400MPa, d_b=28.6mm

· 피복두께 : 상·하부 각각 100mm

· 철근간격 : 상부 200mm, 하부 100mm

· 일반철근, B급 이음

<겹이음길이 산정 결과>

J1 인장철근 겹이음 길이 : 1,630mm

J2 압축철근 겹이음 길이 : 830mm

※ 별첨 #3, 4 겹이음길이 산정근거

* 도로교설계기준(2010)은 콘크리트구조기준(2012)과 유사함

□ **AASHTO Specification**(2002) 및 **AASHTO LRFD**(2014)

○ 국내기준이 AASHTO Specification(2002)을 준용하고 있으므로 관련 내용은 거의 유사하며,

○ AASHTO Specification(2002)과 LRFD(2014)에서의 철근 정착 및 겹이음 관련 기준은 변경되지 않았음

3 한계상태설계법 관련 기준 적용(안) 검토

□ **기준요약**

○ 현행 한계상태설계법의 "콘크리트" 편은 유로코드를 기반으로 함

* 강교 및 나머지는 LRFD를 기반함.

○ 철근직경, 설계응력 및 철근의 콘크리트에 대한 부착강도를 고려하여 **기본정착길이**를 구한 후,

· 기본정착길이 : $l_b = (d_b/4)(\sigma_{sd}/f_{bd})$

* 여기서, d_b : 철근의 직경, σ_{sd} : 철근의 설계 응력, f_{bd} : 이형철근의 부착강도

○ 철근 형상, 콘크리트피복, 겹침이음 철근비율 등을 고려한 **각종계수(α_i)** 및 **소요철근 대 사용철근비**를 곱하여 **최종겹이음길이**를 구한다.

· 설계겹침이음길이 : $l_0 = \alpha_1\alpha_2\alpha_3\alpha_5\alpha_6 l_b A_{s,req}/A_{s,prov} \geq l_{0,\min}$

여기서, $l_{0,\min} > \max(0.3\alpha_6 l_b\,;\, 15d_b\,;\, 200\,\mathrm{mm})$

$A_{s,req}$: 필요철근량, $A_{s,prov}$: 사용철근량

$\alpha_1\alpha_2\alpha_3\alpha_5\alpha_6$: 각종 계수(붙임 #5 참조)

※ **압축철근** 및 **인장철근**에 따라 계수가 달라짐

□ 문 제 점

○ 그간의 국내 설계기준은 미국 기준(AASHTO, ACI 등)을 준용하고 있었고, 따라서 토목 실무자들은 유로코드를 기반으로 하는 한계상태설계법에 익숙하지 않으며,

○ 콘크리트구조기준(2012)은 **압축철근**이 인장철근보다 길지 않도록 규정하고 있으나,

○ 신 설계기준의 관련식을 정밀하게 적용할 경우 **압축철근** 겹이음 길이가 산정되지 않으며,

> $l_b = (d_b/4)(\sigma_{sd}/f_{bd})$ 비구조용으로 압축부에 배근되는 철근의 설계응력(σ_{sd})을 구할 수 없으므로 겹이음 길이가 없음

○ 그간의 방법으로 설계실무에 적용 시 **압축철근** 겹이음길이가 인장철근보다 **길게 산정**되며,

> · $l_b = (d_b/4)(\sigma_{sd}/f_{bd})$ 철근의 설계응력(σ_{sd})은 설계실무 편이를 위해 보수적 값으로 적용($\sigma_{sd} = 0.9f_y$)
> · 압축철근의 겹침이음 비율에 따른 보정계수(α_6) 부재로 인장철근 규정 준용

압축철근 정의 재정립 검토 필요

"비구조부재로서의 압축측에 배근되는 철근을 어떻게 볼 것인가?"

압축철근 길이 산정 과다에 대한 추가 검토 필요

□ 그간 설계 실무 적용에서의 **압축철근**

① 철근의 압축강도를 활용하는 구조용 철근 : **기둥**, 복철근 등

② 철근의 압축강도를 활용하지 않으나, 압축부에 배근되는 비구조용 철근으로서 온도·건조수축 등 제어를 위한 철근 : **기초 상단, 교대 벽체 전면** 등

☞ ①, ② 모두 압축철근으로 겹이음 산정

※ 겹이음 산정 결과

구 분	기초하단 (인장철근)	기초상단 (압축철근)	비 고
콘크리트구조기준 및 도로교설계기준	1,630 mm	830 mm	- 인장철근이 800mm (50%) 길게 산정
한계상태설계법(2015)	1,040 mm	1,120 mm	- 압축철근이 80mm (8%) 길게 산정
	- 설계 실무에서 **압축철근으로 적용**하고 - "**철근의 설계응력**=$0.9f_y$"로 **최대값** 적용		

※ 붙임 # 3, 4 : 겹이음길이 산정근거 참조

□ "압축철근 겹이음" 관련 개선(안) 검토

○ "압축철근"을 **압축부 구조용**과 **압축부 비구조용 철근**으로 구분 필요

압축부 구조용 철근 : 기둥, 복철근 등 철근강도를 활용.

압축부 비구조용 철근 : 온도, 건조수축 제어용 철근으로서 철근 강도를 활용하지 않음.

○ 압축철근 관련 **해외기준 고찰 및 추가 개선 적용(안) 검토**

- 겹침이음 관련 계수(α_6)를 1.0으로 산정

- **한계상태설계법** : "α_6:정의 없음", 그러나 압축측의 모든 철근과 배력철근은 한 단면에서 겹침이음이 가능한 것으로 규정됨.
- DIN : α_6에 해당되는 계수 1.0 적용

∴ α_6= 1.0 적용 (붙임 #1 DIN 규정 참조)

- 콘크리트구조기준과 같은 개념으로 압축철근 겹이음은 인장철근 겹이음보다 크지 않게 산정

※ 붙임 #2 BS 규정(압축철근·인장철근 겹침길이 산정표) 참조

○ **압축부 비구조용 철근**의 겹이음

- 철근 설계응력 산정불가에 따른 겹이음 길이 산출 곤란

: $l_b = (d_b/4)(\sigma_{sd}/f_{bd})$, σ_{sd}의 응력 산정 불가

∴ 최소 겹이음 길이 적용

$l_{0,\min} > \max(15d_b\,;\,200\,\mathrm{mm})$

ex) H29를 적용하는 경우

$l_{0,\min} > \max(15\times 28.6\,;\,200\,\mathrm{mm})$ = 429

∴ 430 mm 겹이음 적용

○ 개선방안 적용 겹이음 길이 산정 시 결과값

구 분	겹이음 길이	적 용 개 념
기초하단	1,040 mm	인장철근
기초상단	430 mm	압축부 비구조용 철근

※ 붙임 #3 콘크리트구조기준(2012) 겹이음길이 산정 예 참조

※ 붙임 #4 한계상태설계법(2015) 겹이음길이 산정 예 참조

4 검 토 결 론

* 한계상태설계법(2015)의 겹이음 산정을 위한 설계 적용 방안

① **압축철근**의 구분

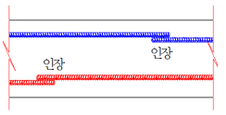
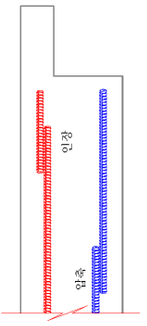
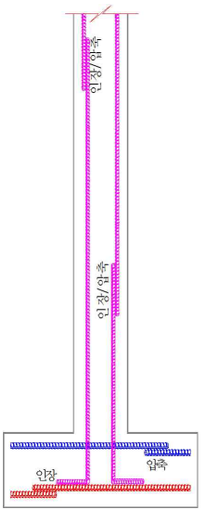
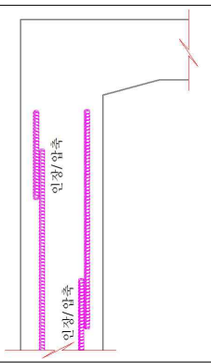
: 압축부 구조용 철근 / 압축부 비구조용 철근

② 압축부 겹침 비율 관련 계수 : 겹침 비율에 관계없이 α_6 = 1.0

③ **압축철근 겹이음**은 인장철근 겹이음보다 길지 않도록 규정

④ **압축부 비구조용 철근 겹이음 : 최소 인장철근 겹이음**

□ 겹이음길이 산정 예시

구 분	개요도	조 건	겹이음 길이
바닥판		- f_{ck} : 35MPa, f_y : 500MPa, d_b : 16mm(상연/하연), 피복두께 : 60mm(상연), 40mm(하연), 철근간격 = 200mm(상연/하연), 바닥판 두께 =240 mm - 상·하부철근은 **인장**철근	상연 : 500mm 하연 : 610mm
교대벽체 배면/전면		- f_{ck} = 30MPa, f_y = 400MPa, d_b = 25mm(전면/배면), 피복두께 = 100mm(전면/배면), 철근간격 = 125mm(전면/배면), 벽체 두께 = 1,000mm - 전면은 압축부 **비구조용** 철근, 배면은 **인장**철근	전면 : 390mm 배면 : 850mm
기 둥		- f_{ck} : 40MPa, f_y : 500MPa, d_b : 29mm, 기둥 지름 : 1,000mm, 철근간격 : 125mm, 피복두께 : 100mm - 기둥 주철근은 압축·인장을 교번하는 **구조용** 철근	압축 : 850mm 인장 : 1,060mm ∴1,060mm
기 초		- f_{ck} : 30MPa, f_y : 400MPa, d_b : 29mm(상단/하단), 기초 두께 : 1,000mm 피복두께 : 100mm(상단/하단), 철근간격 : 200mm(상단), 100mm(하단) - 하단은 인장철근, 상단은 압축부 **비구조용** 철근	상단 : 430mm 하단 : 1,080mm
라멘교 벽체 배면/전면		- f_{ck} : 30MPa, f_y : 400MPa, d_b : 25mm(전면), 29mm(배면), 피복두께 : 100mm(전면/배면), 철근간격 : 125mm(전면/배면), 벽체두께 : 1,000mm - 전면·배면은 모두 압축/인장이 교번하고, 단철근으로 설계하므로 **인장**철근 적용	전면 : 850mm 배면 : 1,010mm

5 적용 및 향후추진 계획

□ **적　　용**

: 포항-영덕 및 파주-포천 **한계상태설계법 대상 교량**부터 적용

□ **향후추진 계획**

: 신 설계기준의 **모호한 세부 내용**을 명확히 하도록 **개정 건의** (한국도로협회)

6 기 대 효 과

○ 신 설계기준에 대한 **설계자 학습 독려**

○ **시공상세도 작성 활성화 기대**

○ 신 설계기준 적용을 위한 **기술 선도 기관으로서의 위상 제고**

붙임 #1 : DIN 규정(압축철근 α_6=1.0 적용)

#2 : BS 규정(압축철근·인장철근 겹침길이 산정 표)

#3 : 콘크리트구조기준(2012) 겹이음길이 산정 예

#4 : 한계상태설계법(2015) 겹이음길이 산정 예

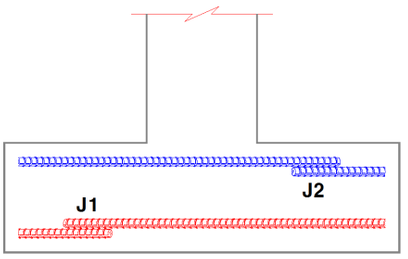
#5 : “한계상태설계법(2015)” 일부 발췌

#6 : 인장철근 및 압축부 구조용 철근 겹이음 계산

#7 : 압축부 비구조용 철근 겹이음 계산

[붙임 #4]

한계상태설계법(2015) 겹이음길이 산정 예



<조 건>
- f_{ck}=30MPa, f_y=400MPa, d_b=28.6mm,
- 피복두께: 상・하부 각각 100mm
- 철근간격: 상부 200mm, 하부 100mm
- 일반철근

< 겹이음 길이 산출 >

- J1

a. 기본정착길이 산정

• $l_b = (d_b/4)(\sigma_{sd}/f_{bd}) = \frac{28.6}{4} \times \frac{400 \times 0.9}{3.223} \fallingdotseq 800\ mm$

$f_{bd} = \phi_c 2.25 \eta_1 \eta_2 f_{ctk} = 0.65 \times 2.25 \times 1.0 \times 1.0 \times 2.204 = 3.223\ MPa$

$f_{ctk} = 0.21 {f_{cm}}^{2/3} = 0.21 \times 34^{2/3} = 2.204\ MPa,\ f_{cm} = 30 + 4 = 34\ MPa$

b. 설계 정착길이 산정

• $l_{bd} = \alpha_1 \alpha_2 \alpha_3 \alpha_4 \alpha_5 \alpha_6 l_b \geq l_{b,\min}$

$l_{bd} = 1.0 \times 0.96 \times 1.0 \times 1.0 \times 1.0 \times 1.0 \times 800 = 768mm$

$\fallingdotseq 768mm \geq 429mm$

$l_{b,\min} = \max(0.3 \times 768\,;15 \times 28.6\,;100) = 429\,mm$

$\alpha 1$:1.00, $\alpha 2$:0.96, $\alpha 3$:1.00, $\alpha 4$:1.00, $\alpha 5$:1.00, $\alpha 6$:1.00

c. 겹이음길이 산정

• $l_0 = \alpha_1 \alpha_2 \alpha_3 \alpha_5 \alpha_6 l_b A_{s,req}/A_{s,prov} \geq l_{0,\min}$

$= 1.0 \times 0.96 \times 1.0 \times 1.0 \times 1.4 \times 768 = 1{,}032.2mm$

$\fallingdotseq 1{,}040mm \geq 437mm$

$l_{0,\min} = \max(0.3 \times 1.4 \times 1{,}040\,;15 \times 28.6;\ 200) = 437\,mm$

$\alpha 1$:1.00, $\alpha 2$:0.96, $\alpha 3$:1.00, $\alpha 5$:1.00, $\alpha 6$:1.40

∴ 겹이음 길이는 1,040 mm 적용

- J2

(당초)

a. 기본정착길이 산정

• $l_b = (d_b/4)(\sigma_{sd}/f_{bd}) = \frac{28.6}{4} \times \frac{400 \times 0.9}{3.223} = 800\,mm$

$f_{bd} = \phi_c 2.25\,\eta_1\eta_2 f_{ctk} = 0.65 \times 2.25 \times 0.7 \times 1.0 \times 2.204 = 3.223\,MPa$

$f_{ctk} = 0.21 f_{cm}{}^{2/3} = 0.21 \times 31^{2/3} = 2.204\,MPa,\ f_{cm} = 30 + 4 = 34MPa$

b. 설계 정착길이 산정

• $l_{bd} = \alpha_1\alpha_2\alpha_3\alpha_4\alpha_5\alpha_6 l_b \geq l_{b,\min}$

$$l_{bd} = 1.0 \times 1.0 \times 1.0 \times 1.0 \times 1.0 \times 1.0 \times 800 = 800mm$$

$$\fallingdotseq 800mm \geq 480mm$$

$$l_{b,\min} = \max(0.6 \times 800\,;15 \times 28.6\,;100) = 480\,mm$$

$\alpha 1$: 1.00, $\alpha 2$: 1.00, $\alpha 3$: 1.00, $\alpha 4$: 1.00, $\alpha 5$: 1.00, $\alpha 6$: 1.00

c. 겹이음길이 산정

• $l_0 = \alpha_1\alpha_2\alpha_3\alpha_5\alpha_6 l_b A_{s,reg}/A_{s,prov} \geq l_{0,\min}$

$$= 1.0 \times 1.0 \times 1.0 \times 1.0 \times 1.4 \times 800 \times \frac{859.5}{859.5} = 1{,}120mm$$

$$\fallingdotseq 1{,}120mm \geq 672mm$$

$$l_{0,\min} = \max(0.6 \times 1.4 \times 800; 15 \times 19.1\,;\,200) = 672mm$$

$\alpha 1$:1.00, $\alpha 2$:1.00, $\alpha 3$:1.00, $\alpha 5$:1.00, $\alpha 6$:1.40

∴ 겹이음 길이는 1,120 mm 적용

(개선)

a. 비구조 철근이므로 최소 인장철근 겹이음 길이로 산정

• $l_{0,\min} = \max(15 \times 28.6\,;200) = 429\,mm$

$\alpha 1$: 1.00, $\alpha 2$: 1.00, $\alpha 3$: 1.00, $\alpha 4$: 1.00, $\alpha 5$: 1.00, $\underline{\alpha 6: 1.00}$

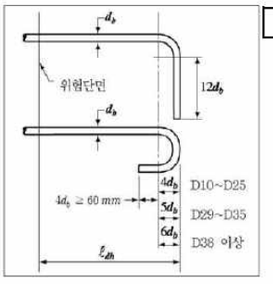
∴ 겹이음 길이는 430mm 적용

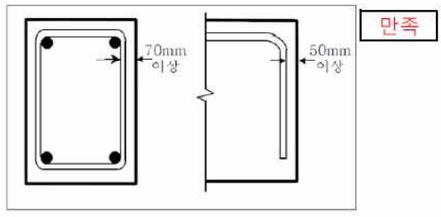
[붙임 #6] 구조용 철근 겹이음 계산

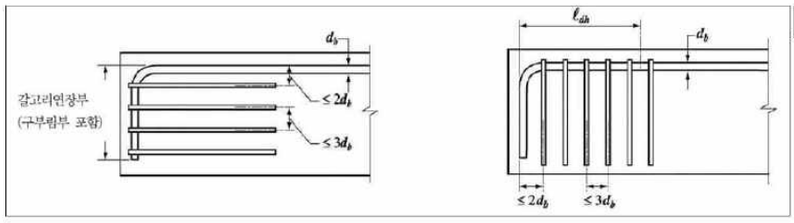
슬래브 상연

■ Input (빨간글씨만 입력)

- f_{ck} : 35 MPa - Φ_c : 0.65 (극한하중조합)
- f_y : 500 MPa - Φ_s : 0.90 (극한하중조합)
- 피복두께 : 60 mm (철근중심으로부터 피복두께)
- 철근간격 : 200 mm (철근중심간 간격)
- η1 : 1.0 (오른쪽 그림 5.11.2의 부착조건을 참고하여 값 선택)
- 구조물 형태 : 슬래브
- 정착부 형태 : 직선
- 배력철근, 온도철근 : H16 @ 250 ∴ ΣA_{st} = 397.2 ㎟
- K : 0.00 (오른쪽 그림 5.11.4에 나타난 값 선택)
- p : 0.00 MPa (ℓdb 내의 극한상태에서의 횡방향 압력)
- 설계정착길이 ℓdb 내에 하나 이상의 용접된 횡철근 배치 여: 용접 횡철근 없음 ∴ α4 = 1.0
- 표준갈고리의 형태 만족 여부 (정착부 형태가 직선일 경우는 입력할 필요 없음)







∴ α6 = 0.4 / α1 (정착부 형태가 직선일 경우는 1)

H16 @ 200 ∴ ΣA_{st} = 595.8 ㎟

- $A_{s,req}$ = 595.8 ㎟ (필요철근량) $A_{s,prov}$ = 595.8 ㎟ (사용철근량) ← 필요철근량 만큼의 사용철근량을 입력할 경우가 가장 보수적인 겹이음 길이를 나타냄.

- 설계겹침이음길이의 0.65배 내에 겹침이음된 철근의 ㅏ 49 % ∴ α6(겹이음) = 1.400 (인장)
  ∴ α6(겹이음) = 1.000 (압축)
  (오른쪽 그림 5.11.11을 참조하여 구하되 겹침이음된 철근의 비가 클수록 보수적인 이음길이를 나타냄)

■ 설계정착길이 및 설계겹침이음 길이 산정

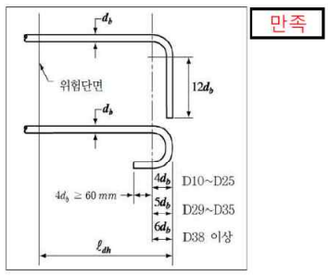
(단위:mm)

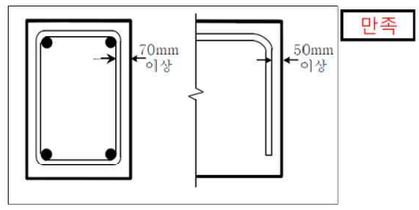
철근 규격	설계정착길이		설계겹이음길이		비구조용 철근
	인장측	압축측	인장측	압축측	
H13	290	410	400	410	200
H16	360	510	500	510	240
H19	460	610	650	610	290
H22	580	710	820	710	340
H25	710	810	990	810	390
H29	830	920	1170	920	430
H32	960	1020	1340	1020	480

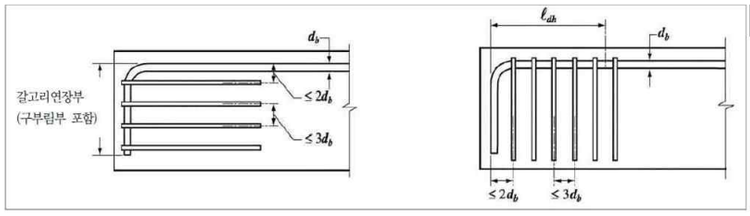
슬래브 하연

■ Input (빨간글씨만 입력)

- f_{ck} : 35 MPa — Φ_c : 0.65 (극한하중조합)
- f_y : 500 MPa — Φ_s : 0.90 (극한하중조합)
- 피복두께 : 40 mm (철근중심으로부터 피복두께)
- 철근간격 : 200 mm (철근중심간 간격)
- η1 : 1.0 (오른쪽 그림 5.11.2의 부착조건을 참고하여 값 선택)
- 구조물 형태 : 슬래브
- 정착부 형태 : 직선
- 배력철근, 온도철근 : H16 @ 250 ∴ ΣA_{st} = 397.2 ㎟
- K : 0.00 (오른쪽 그림 5.11.4에 나타난 값 선택)
- p : 0.00 MPa (ℓdb 내의 극한상태에서의 횡방향 압력)
- 설계정착길이 ℓdb 내에 하나 이상의 용접된 횡철근 배치 ○ : 용접 횡철근 없음 ∴ α4 = 1.0
- 표준갈고리의 형태 만족 여부 (정착부 형태가 직선일 경우는 입력할 필요 없음)







∴ α6 = 0.4 / α1 (정착부 형태가 직선일 경우는 1)

H16 @ 200 ∴ ΣA_{st} = 595.8 ㎟

- $A_{s,req}$ = 595.8 ㎟ (필요철근량) $A_{s,prov}$ = 595.8 ㎟ (사용철근량) ← 필요철근량 만큼의 사용철근량을 입력할 경우가 가장 보수적인 겹이음 길이를 나타냄.
- 설계겹침이음길이의 0.65배 내에 겹침이음된 철근의 ㅏ 49 % ∴ α6(겹이음) = 1.400 (인장)
  ∴ α6(겹이음) = 1.000 (압축)

(오른쪽 그림 5.11.11을 참조하여 구하되 겹침이음된 철근의 비가 클수록 보수적인 이음길이를 나타냄)

■ 설계정착길이 및 설계겹침이음 길이 산정

(단위:mm)

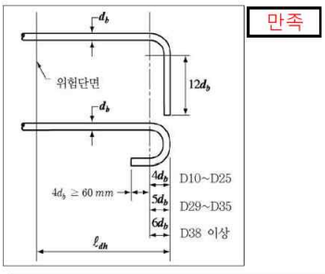
철근 규격	설계정착길이		설계겹이음길이		비구조용 철근
	인장측	압축측	인장측	압축측	
H13	310	410	430	410	200
H16	430	510	610	510	240
H19	560	610	780	610	290
H22	680	710	950	710	340
H25	800	810	1120	810	390
H29	920	920	1280	920	430
H32	1020	1020	1420	1020	480

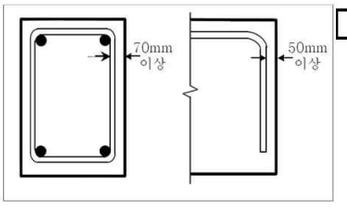
교대벽체 배면

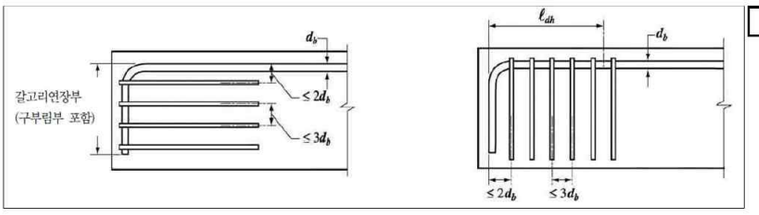
■ Input (빨간글씨만 입력)

- f_{ck} : 30 MPa — Φ_c : 0.65 (극한하중조합)
- f_y : 400 MPa — Φ_s : 0.90 (극한하중조합)
- 피복두께 : 100 mm (철근중심으로부터 피복두께)
- 철근간격 : 125 mm (철근중심간 간격)
- η1 : 1.0 (오른쪽 그림 5.11.2의 부착조건을 참고하여 값 선택)
- 구조물 형태 : 보
- 정착부 형태 : 직선
- 배력철근, 온도철근 : H19 @ 250 ∴ ΣA_{st} = 573 ㎟
- K : 0.00 (오른쪽 그림 5.11.4에 나타난 값 선택)
- p : 0.00 MPa (ℓdb 내의 극한상태에서의 횡방향 압력)
- 설계정착길이 ℓdb 내에 하나 이상의 용접된 횡철근 배치 여 : 용접 횡철근 없음 ∴ α4 = 1.0

- 표준갈고리의 형태 만족 여부 (정착부 형태가 직선일 경우는 입력할 필요 없음)







∴ α6 = 0.4 / α1 (정착부 형태가 직선일 경우는 1)

H25 @ 125 ∴ ΣA_{st} = 1520.1 ㎟

- $A_{s,req}$ = 1520.1 ㎟ (필요철근량) — $A_{s,prov}$ = 1520.1 ㎟ (사용철근량) ← 필요철근량 만큼의 사용철근량을 입력할 경우가 가장 보수적인 겹이음 길이를 나타냄.

- 설계겹침이음길이의 0.65배 내에 겹침이음된 철근의 비 49 % ∴ α6(겹이음) = 1.400 (인장)
  ∴ α6(겹이음) = 1.000 (압축)
  (오른쪽 그림 5.11.11을 참조하여 구하되 겹침이음된 철근의 비가 클수록 보수적인 이음길이를 나타냄)

■ 설계정착길이 및 설계겹침이음 길이 산정

(단위:mm)

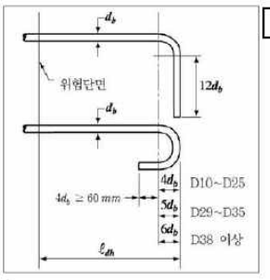
철근 규격	설계정착길이		설계겹이음길이		비구조용 철근
	인장측	압축측	인장측	압축측	
H13	250	360	350	360	200
H16	320	450	440	450	240
H19	400	540	550	540	290
H22	500	620	700	620	340
H25	610	710	850	710	390
H29	720	800	1010	800	430
H32	830	890	1160	890	480

기 둥

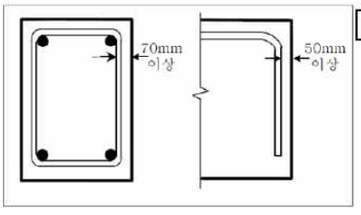
■ Input (빨간글씨만 입력)

- f_{ck} : 40 MPa — Φ_c : 0.65 (극한하중조합)
- f_y : 500 MPa — Φ_s : 0.90 (극한하중조합)
- 피복두께 : 100 mm (철근중심으로부터 피복두께)
- 철근간격 : 125 mm (철근중심간 간격)
- η1 : 1.0 (오른쪽 그림 5.11.2의 부착조건을 참고하여 값 선택)
- 구조물 형태 : 보
- 정착부 형태 : 직선
- 배력철근, 온도철근 : H25 @ 300 ∴ ΣA_{st} = 1013.4 ㎟
- K : 0.00 (오른쪽 그림 5.11.4에 나타난 값 선택)
- p : 0.00 MPa (ℓdb 내의 극한상태에서의 횡방향 압력)
- 설계정착길이 ℓdb 내에 하나 이상의 용접된 횡철근 배치 여: 용접 횡철근 없음 ∴ α4 = 1.0

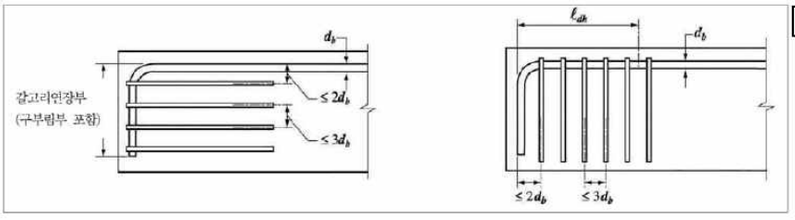
- 표준갈고리의 형태 만족 여부 (정착부 형태가 직선일 경우는 입력할 필요 없음)



만족



만족



만족

∴ α6 = 0.4 / α1 (정착부 형태가 직선일 경우는 1)

H29 @ 125 ∴ ΣA_{st} = 1927.2 ㎟

- $A_{s,req}$ = 1927.2 ㎟ (필요철근량) $A_{s,prov}$ = 1927.2 ㎟ (사용철근량) ← 필요철근량 만큼의 사용철근량을 입력할 경우가 가장 보수적인 겹이음 길이를 나타냄.

- 설계겹침이음길이의 0.65배 내에 겹침이음된 철근의 비 49 % ∴ α6(겹이음) = 1.400 (인장)
  ∴ α6(겹이음) = 1.000 (압축)
  (오른쪽 그림 5.11.11을 참조하여 구하되 겹침이음된 철근의 비가 클수록 보수적인 이음길이를 나타냄)

■ 설계정착길이 및 설계겹침이음 길이 산정

(단위:mm)

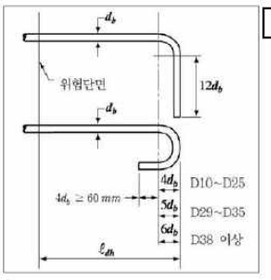
철근 규격	설계정착길이		설계겹이음길이		비구조용 철근
	인장측	압축측	인장측	압축측	
H13	270	380	370	380	200
H16	330	470	460	470	240
H19	420	570	580	570	290
H22	530	660	740	660	340
H25	640	750	900	750	390
H29	760	850	1060	850	430
H32	870	940	1220	940	480

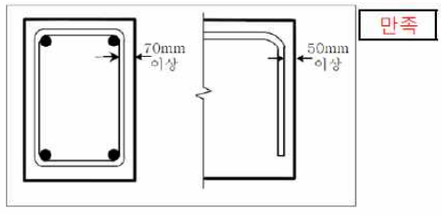
기초 하단

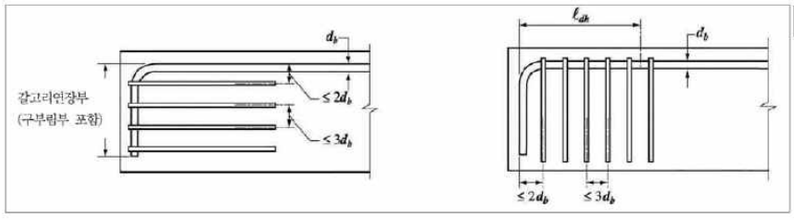
■ Input (빨간글씨만 입력)

- f_{ck} : 30 MPa — Φ_c : 0.65 (극한하중조합)
- f_y : 400 MPa — Φ_s : 0.90 (극한하중조합)
- 피복두께 : 100 mm (철근중심으로부터 피복두께)
- 철근간격 : 100 mm (철근중심간 간격)
- η1 : 1.0 (오른쪽 그림 5.11.2의 부착조건을 참고하여 값 선택)
- 구조물 형태 : 보
- 정착부 형태 : 직선
- 배력철근, 온도철근 : H25 @ 250 ∴ ΣA_{st} = 1013.4 ㎟
- K : 0.00 (오른쪽 그림 5.11.4에 나타난 값 선택)
- p : 0.00 MPa (ℓdb 내의 극한상태에서의 횡방향 압력)
- 설계정착길이 ℓdb 내에 하나 이상의 용접된 횡철근 배치 여: 용접 횡철근 없음 ∴ α4 = 1.0

- 표준갈고리의 형태 만족 여부 (정착부 형태가 직선일 경우는 입력할 필요 없음)







∴ α6 = 0.4 / α1 (정착부 형태가 직선일 경우는 1)

H29 @ 100 ∴ ΣA_{st} = 2569.6 ㎟

- $A_{s,req}$ = 2569.6 ㎟ (필요철근량)
  $A_{s,prov}$ = 2569.6 ㎟ (사용철근량)
  ← 필요철근량 만큼의 사용철근량을 입력할 경우가 가장 보수적인 겹이음 길이를 나타냄.

- 설계겹침이음길이의 0.65배 내에 겹침이음된 철근의 비 49 % ∴ α6(겹이음) = 1.400 (인장)
  ∴ α6(겹이음) = 1.000 (압축)
  (오른쪽 그림 5.11.11을 참조하여 구하되 겹침이음된 철근의 비가 클수록 보수적인 이음길이를 나타냄)

■ 설계정착길이 및 설계겹침이음 길이 산정

(단위:mm)

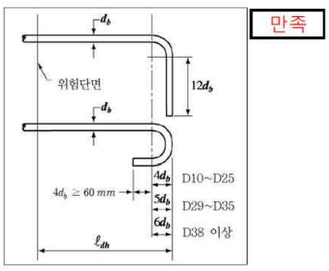
철근 규격	설계정착길이		설계겹이음길이		비구조용 철근
	인장측	압축측	인장측	압축측	
H13	250	360	350	360	200
H16	340	450	470	450	240
H19	450	540	630	540	290
H22	550	620	770	620	340
H25	660	710	930	710	390
H29	770	800	1080	800	430
H32	880	890	1230	890	480

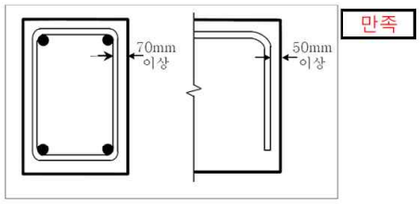
라멘교 벽체 배면

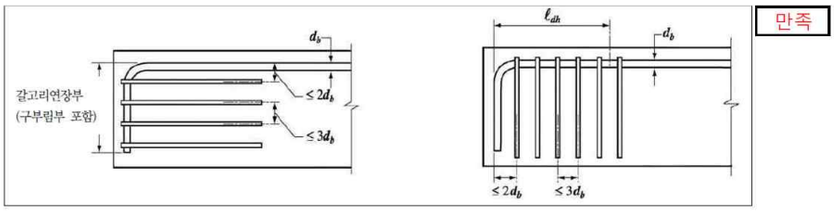
■ Input (빨간글씨만 입력)

- f_{ck} : 30 MPa
- f_y : 400 MPa
- 피복두께 : 100 mm (철근중심으로부터 피복두께)
- 철근간격 : 125 mm (철근중심간 간격)
- η1 : 1.0 (오른쪽 그림 5.11.2의 부착조건을 참고하여 값 선택)
- 구조물 형태 : 보
- 정착부 형태 : 직선
- 배력철근, 온도철근 : H25 @ 250 ∴ ΣA_{st} = 1013.4 ㎟
- K : 0.00 (오른쪽 그림 5.11.4에 나타난 값 선택)
- p : 0.00 MPa (ℓdb 내의 극한상태에서의 횡방향 압력)
- 설계정착길이 ℓdb 내에 하나 이상의 용접된 횡철근 배치 여 : 용접 횡철근 없음 ∴ α4 = 1.0
- Φ_c : 0.65 (극한하중조합)
- Φ_s : 0.90 (극한하중조합)

- 표준갈고리의 형태 만족 여부 (정착부 형태가 직선일 경우는 입력할 필요 없음)







∴ α6 = 0.4 / α1 (정착부 형태가 직선일 경우는 1)

H29 @ 125 ∴ ΣA_{st} = 1927.2 ㎟

- $A_{s,req}$ = 1927.2 ㎟ (필요철근량)
  $A_{s,prov}$ = 1927.2 ㎟ (사용철근량) ← 필요철근량 만큼의 사용철근량을 입력할 경우가 가장 보수적인 겹이음 길이를 나타냄.

- 설계겹침이음길이의 0.65배 내에 겹침이음된 철근의 비 49 % ∴ α6(겹이음) = 1.400 (인장)
  ∴ α6(겹이음) = 1.000 (압축)
  (오른쪽 그림 5.11.11을 참조하여 구하되 겹침이음된 철근의 비가 클수록 보수적인 이음길이를 나타냄)

■ 설계정착길이 및 설계겹침이음 길이 산정

(단위:mm)

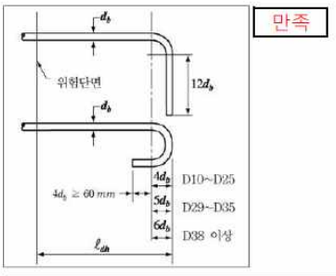
철근 규격	설계정착길이		설계겹이음길이		비구조용 철근
	인장측	압축측	인장측	압축측	
H13	250	360	350	360	200
H16	320	450	440	450	240
H19	400	540	550	540	290
H22	500	620	700	620	340
H25	610	710	850	710	390
H29	720	800	1010	800	430
H32	830	890	1160	890	480

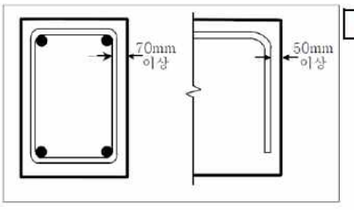
라멘교 벽체 전면

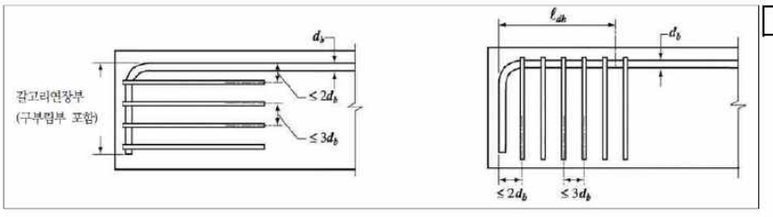
■ Input (빨간글씨만 입력)

- f_{ck} : 30 MPa - Φ_c : 0.65 (극한하중조합)
- f_y : 400 MPa - Φ_s : 0.90 (극한하중조합)
- 피복두께 : 100 mm (철근중심으로부터 피복두께)
- 철근간격 : 125 mm (철근중심간 간격)
- η1 : 1.0 (오른쪽 그림 5.11.2의 부착조건을 참고하여 값 선택)
- 구조물 형태 : 보
- 정착부 형태 : 직선
- 배력철근, 온도철근 : H25 @ 250 ∴ ΣA_{st} = 1013.4 ㎟
- K : 0.00 (오른쪽 그림 5.11.4에 나타난 값 선택)
- p : 0.00 MPa (ℓdb 내의 극한상태에서의 횡방향 압력)
- 설계정착길이 ℓdb 내에 하나 이상의 용접된 횡철근 배치 여부 : 용접 횡철근 없음 ∴ α4 = 1.0

- 표준갈고리의 형태 만족 여부 (정착부 형태가 직선일 경우는 입력할 필요 없음)







∴ α6 = 0.4 / α1 (정착부 형태가 직선일 경우는 1)

H25 @ 125 ∴ ΣA_{st} = 1520.1 ㎟

- $A_{s,req}$ = 1520.1 ㎟ (필요철근량) $A_{s,prov}$ = 1520.1 ㎟ (사용철근량) ← 필요철근량 만큼의 사용철근량을 입력할 경우가 가장 보수적인 겹이음 길이를 나타냄.

- 설계겹침이음길이의 0.65배 내에 겹침이음된 철근의 비 49 % ∴ α6(겹이음) = 1.400 (인장)
  ∴ α6(겹이음) = 1.000 (압축)
  (오른쪽 그림 5.11.11을 참조하여 구하되 겹침이음된 철근의 비가 클수록 보수적인 이음길이를 나타냄)

■ 설계정착길이 및 설계겹침이음 길이 산정

(단위:mm)

철근	설계정착길이		설계겹이음길이		비구조용
규격	인장측	압축측	인장측	압축측	철근
H13	250	360	350	360	200
H16	320	450	440	450	240
H19	400	540	550	540	290
H22	500	620	700	620	340
H25	610	710	850	710	390
H29	720	800	1010	800	430
H32	830	890	1160	890	480

[붙임 #7] 압축부 비구조용 철근 겹이음 계산

<<철근의 정착장>>

fck = 27 MPa , 피복 = 100mm , 철근간격 = 200.0mm								
fck = 27 MPa				인 장 철 근			압 축 철 근	
철근 호칭	철근 직경 (mm)	철근 단면적 (mm^2)	fy (MPa)	기본정착 길이(Ldb) (mm)	일반철근의 정착길이(Ld) (mm)	상부철근의 정착길이(Ld) (mm)	기본정착 길이(Ldb) (mm)	나선철근 Ld = 0.75Ldb (mm)
D13	12.70	126.677	300	300	300	300	200	200
			400	300	300	370	250	200
D16	15.90	198.557	300	300	300	350	230	200
			400	360	360	460	310	230
D19	19.10	286.521	300	320	320	420	280	210
			400	430	430	560	370	280
D22	22.20	387.076	300	470	470	600	330	250
			400	620	620	800	430	330
D25	25.40	506.707	300	530	530	690	370	280
			400	710	710	920	490	370
D29	28.60	642.424	300	600	600	780	420	310
			400	800	800	1040	560	420
D32	31.80	794.226	300	670	670	860	460	350
			400	890	890	1150	620	460

fck = 27 MPa , 피복 = 100mm , 철근간격 = 100.0mm								
fck = 27 MPa				인 장 철 근			압 축 철 근	
철근 호칭	철근 직경 (mm)	철근 단면적 (mm^2)	fy (MPa)	기본정착 길이(Ldb) (mm)	일반철근의 정착길이(Ld) (mm)	상부철근의 정착길이(Ld) (mm)	기본정착 길이(Ldb) (mm)	나선철근 Ld = 0.75Ldb (mm)
D13	12.70	126.677	300	300	300	300	200	200
			400	300	300	370	250	200
D16	15.90	198.557	300	300	300	350	230	200
			400	360	360	460	310	230
D19	19.10	286.521	300	320	320	420	280	210
			400	430	430	560	370	280
D22	22.20	387.076	300	520	520	670	330	250
			400	690	690	890	430	330
D25	25.40	506.707	300	680	680	880	370	280
			400	900	900	1170	490	370
D29	28.60	642.424	300	860	860	1110	420	310
			400	1140	1140	1480	560	420
D32	31.80	794.226	300	1060	1060	1370	460	350
			400	1410	1410	1830	620	460

<<철근의 이음장>>

fck = 27 MPa , 피복 = 100 mm , 철근간격 = 100.0 mm 하연

철근호칭	철근직경 (mm)	철근단면적 (mm^2)	fy (MPa)	인장철근 일반철근 이음의등급 A급 (Ld)mm	인장철근 일반철근 이음의등급 B급 1.3(Ld)mm	인장철근 상부철근 이음의등급 A급 (Ld)mm	인장철근 상부철근 이음의등급 B급 1.3(Ld)mm	압축철근 일반 (Ld)mm	압축철근 폐합 띠철근 0.83 (Ld)mm	압축철근 폐합 나선철근 0.75 (Ld)mm
D13	12.70	126.677	300	300	300	300	390	300	300	300
			400	300	370	370	490	370	310	300
D16	15.90	198.557	300	300	350	350	460	350	300	300
			400	360	460	460	600	460	390	350
D19	19.10	286.521	300	320	420	420	550	420	350	320
			400	430	560	560	730	560	470	420
D22	22.20	387.076	300	520	670	670	880	480	400	360
			400	690	890	890	1160	640	540	480
D25	25.40	506.707	300	680	880	880	1150	550	460	420
			400	900	1170	1170	1530	740	620	560
D29	28.60	642.424	300	270	1110	1110	1450	620	520	470
			400	1140	1480	1480	1930	830	690	630
D32	31.80	794.226	300	1060	1370	1370	1790	690	580	520
			400	1410	1830	1830	2380	920	770	690

fck = 27 MPa , 피복 = 100 mm , 철근간격 = 200.0 mm 상연

철근호칭	철근직경 (mm)	철근단면적 (mm^2)	fy (MPa)	인장철근 일반철근 이음의등급 A급 (Ld)mm	인장철근 일반철근 이음의등급 B급 1.3(Ld)mm	인장철근 상부철근 이음의등급 A급 (Ld)mm	인장철근 상부철근 이음의등급 B급 1.3(Ld)mm	압축철근 일반 (Ld)mm	압축철근 폐합 띠철근 0.83 (Ld)mm	압축철근 폐합 나선철근 0.75 (Ld)mm
D13	12.70	126.677	300	300	300	300	390	300	300	300
			400	300	370	370	490	370	310	300
D16	15.90	198.557	300	300	350	350	460	350	300	300
			400	360	460	460	600	460	390	350
D19	19.10	286.521	300	320	420	420	550	420	350	320
			400	430	560	560	730	560	470	420
D22	22.20	387.076	300	470	600	600	780	480	400	360
			400	620	800	800	1040	640	540	480
D25	25.40	506.707	300	530	690	690	900	550	460	420
			400	710	920	920	1200	740	620	560
D29	28.60	642.424	300	190	780	780	1020	620	520	470
			400	800	1040	1040	1360	830	690	630
D32	31.80	794.226	300	670	860	860	1120	690	580	520
			400	890	1150	1150	1500	920	770	690

교량 말뚝기초 설계 프로세스 개선방안

설계처-1940
(2015.07.08)

1 검 토 배 경

교량 말뚝기초 설계 시 경제성에 영향을 미치는 다양한 설계 영향인자에 대한 검토를 통하여 최적의 말뚝기초 설계 프로세스를 구축하고자 함

2 현 설 계

1 말뚝재질 선정기준

구 분	말뚝연장 〈 15m	말뚝연장 ≥ 15m	비고
말뚝재질	강관말뚝	복합말뚝	설계처-6005 (2009.12.3)

2 말뚝종류별 지반지지력

<table>
<tr><th colspan="2">구 분</th><th>지반 지지력 산정 기준</th></tr>
<tr><td rowspan="2">기성 말뚝</td><td>연 암</td><td>○ 구조물기초설계기준, Goodman 식 중 작은 값
<table>
<tr><th>구조물기초 설계기준</th><th>Goodman</th></tr>
<tr><td>$Qu = 443 q_u^{1/2} A_t^{2/5} A_i^{1/3}$</td><td>$Qu = [\frac{qu}{5}(N_{\varnothing}+1)]Ap$</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>풍화암</td><td>○ 선단 : $200\overline{N}\times A$, 주면 : $2.0N\times A$</td></tr>
<tr><td rowspan="2">현장 타설 말뚝</td><td>연 암</td><td>○ 도공산정식(2002), CFEM, 구조물기초설계기준 중 작은 값
<table>
<tr><th>구분</th><th>도공산정식</th><th>CFEM</th><th>구조물기초기준</th></tr>
<tr><td>선단</td><td>· Peck at el 공식</td><td>· $3\times K_s\times\Theta\times q_u\times A_p$</td><td>· $(\frac{1}{5}\sim\frac{1}{8})\times q_u\times A_p$</td></tr>
<tr><td>주면</td><td>· CFEM 공식*</td><td>· $0.63\times p_a\times\left(\frac{q_u}{p_a}\right)^{0.5}$</td><td>· $(6.0\sim7.9)\times(f_{w'})^{0.5}$</td></tr>
</table>
* CFEM : Canadian Foundation Engineering Manual</td></tr>
<tr><td>풍화암</td><td>○ 산정기준 없음</td></tr>
</table>

※ 세부 산정식 : 별첨 1

3 문 제 점

1 설계자의 경험적 판단에 의한 형식 결정

□ 기성말뚝(강관, 복합말뚝) 위주의 경험적 설계

○ 최근 설계노선 분석결과 95.8%가 기성말뚝 적용

[최근 10년간 교량 기초형식 현황(동홍천~양양 등 15개 노선 580개교)]

구 분	계	기 성 말 뚝		현장타설말뚝
		강관말뚝	복합말뚝	
말뚝본수	43,190본	38,729본	2,620본	1,841본
적용비율	100%	**89.7%**	**6.1%**	4.2%

□ 말뚝연장 및 지반조건 등 설계 영향인자 검토 부족

○ 10m 이상 말뚝의 경우 현장타설말뚝이 경제적일 수 있으나 설계 시 미 고려

○ 지지층(풍화암 또는 연암지지)에 따라 경제성이 달라질 수 있으나 검토 미흡

☞ 말뚝연장, 지반조건 등을 감안한 경제성 검토 필요

2 보수적인 지지력 설계로 경제성 저하

□ 연암지지 현장타설말뚝 지반지지력 과소 산정 경향

○ 우리공사 산정식에 의한 지지력 값이 상당히 보수적임

- 정재하시험 결과 대비 약 54% 수준, CFEM 및 구조물기초 설계기준 대비 각각 24%, 32% 낮음

[25m 길이의 말뚝직경별 지반지지력 산정결과 비교]

구 분		말뚝직경별 지반지지력(kN)					
		600㎜	800㎜	1,000㎜	1,200㎜	1,500㎜	2,000㎜
연암지지	우리공사 산정식(2002)	**1,670**	**2,968**	**4,634**	**6,675**	**10,428**	**18,542**
	CFEM	2,207	3,922	6,124	8,822	13,782	24,505
	구조물기초 설계기준	2,465	4,381	6,838	9,852	15,391	27,367

※ 현장타설말뚝 지지력 연구결과 분석 : 별첨 2

○ 두꺼운 풍화암층 활용 미흡으로 연암지지 위주의 현장타설말뚝 설계

- 국내 지반특성 상 N값이 50 이상인 풍화암(IGM*)층이 두껍게 분포하고 있으나 지지력 산정방법이 명확하지 않아 연암층에 지지

* Intermediate GeoMaterials : 토사와 암반의 중간지반(N값 50/30~50/3 범위)

□ 연암지지 기성말뚝 지지력 산정기준 검토 부족

○ 암반 일축압축강도에 Scale Effect* 반영으로 지지력값이 낮게 산정

- Scale Effect를 고려하여 $qu \times 1/5$ 적용

* Scale Effect : 척도의 차이로 암반의 일축압축강도 실험값과 실제값이 차이가 나타나는 현상

○ 주면마찰력을 연암 근입부만 고려하고 연암상부의 토층은 미 고려

☞ 기성말뚝 및 현장타설말뚝 지지력 산정기준 재검토 필요

3 기 타

□ 말뚝재료의 강도특성을 고려하지 않고 일률적으로 적용

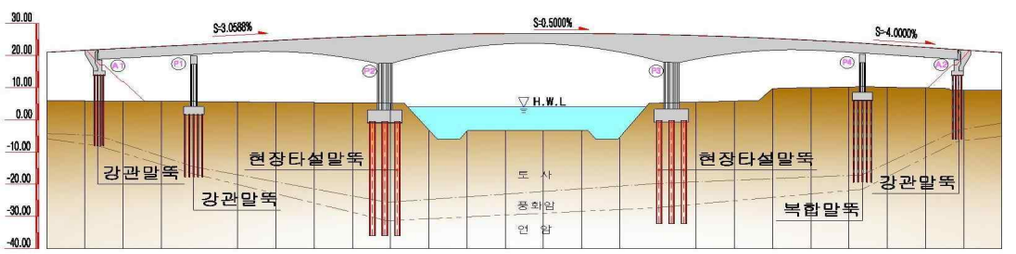
○ 말뚝직경, 두께별 경제성 검토는 시행하나 본체강도 상향에 대한 검토는 미 시행 (강관말뚝 : SKK400*, 현장타설말뚝 : $f_{ck} = 24MPa$만 적용)

* SKK400 : 항복강도 400Mpa 이상인 말뚝(허용압축응력 140MPa)

□ 동일 교량 내 다양한 종류의 말뚝 적용으로 시공성 저하

○ 동일 교량에 강관, 복합, 현장타설말뚝이 혼재하여 시공성 저하

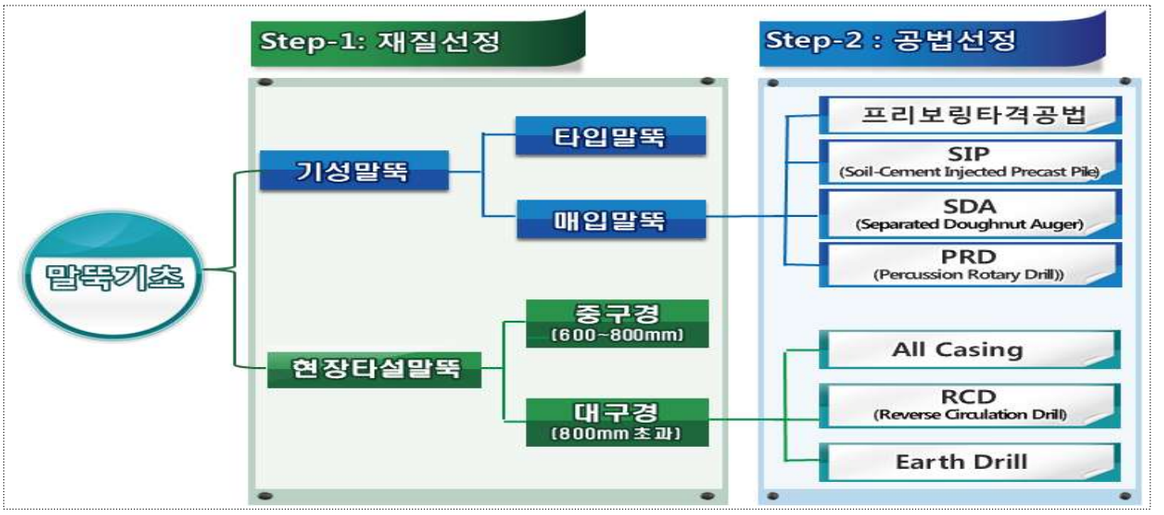
예 시



4 개 선 방 안

1 말뚝기초 형식 선정절차 수립

□ 말뚝 형식선정 흐름



□ (Step-1) 지반조건, 말뚝연장 등을 고려한 말뚝 재질 선정

① 지반조건	② 말뚝연장	③ 특수조건		
· 풍화암 두께 확인 · 풍화암 또는 연암 지지 검토	· 말뚝 예상길이 검토 · 말뚝종류 및 연장별 경제성 고려	· 환경조건, 해상 또는 대규모 하천횡단 · 특수조건 등 고려	경제성 검토	강관말뚝 복합말뚝 현장타설말뚝

□ (Step-2) 시공조건을 고려한 말뚝공법 선정

○ 매입말뚝

프리보링 타격공법	SIP	SDA	PRD
· 15cm이하 자갈층 · 공벽유지 가능	· 안정된 토사, 풍화암 · 공벽유지 불가	· 15cm이하 전석층 · 공벽유지 불가	· 30cm이상 전석층 · 지층제약 없음

○ 대구경 현장타설말뚝

All-Casing	RCD	Earth Drill
· 토사층 위주지반	· 지지층이 견고하고 깊은 지반	· 비교적 강도가 작고 얇은 지반

※ 교량 말뚝기초 형식선정 흐름도 및 설계 영향인자 검토 : 별첨 3

② 지반지지력 산정방법 개선

□ 연암지반 현장타설말뚝 지지력 산정방법 현실화

○ 지반지지력 산정 시 도로교 설계기준 해설(2015) 공식 적용 시 기존 산정식 대비 약 28% 지지력 향상* 가능

* 한계상태법 적용으로 지지력 향상 [저항계수 : 당초 0.4(안전율 2.5) → 변경 0.5~0.55]

[도로교 설계기준(한계상태설계법) 적용결과 비교 (L=25m일 경우)]

구 분		말뚝직경별 허용지지력(kN)					
		600㎜	800㎜	1,000㎜	1,200㎜	1,500㎜	2,000㎜
당초	우리공사 산정식(2002)	1,670	2,968	4,634	6,675	10,428	18,542
개선	**도로교설계 기준해설(2015)**	**2,143**	**3,810**	**5,953**	**8,572**	**13,393**	**23,811**

○ **연암지반의 지지력 산정식 적용방안**

- 우리공사 산정식(2002), CFEM(지지력 과다산정 경향) 및 구조물 기초 설계기준(저항계수 없음) 제외

당 초	개 선
①우리공사 산정식(2002), ②CFEM, ③구조물 기초 설계기준(2009)으로 산정한 값 중 작은 값	**①도로교 설계기준 해설(2015) 적용** ※ AASHTO, FHWA 산정식과 동일

※ 연암지반 현장타설말뚝 지지력 산정 쉬트 : 별첨 4

□ 두꺼운 풍화암(IGM)층을 활용한 현장타설말뚝 설계

○ 국내외 적용사례와 관련학회 질의회신 검토결과 풍화암(IGM) 지반에 현장타설말뚝 지지 가능

※ 현장타설말뚝 풍화암(IGM) 지반 적용 검토 : 별첨 5

○ 국내 풍화암(IGM) 실정에 맞는 지지력 산정식 개발 시까지 도로교 설계기준 해설(2015) 공식 적용

예시) N값 상한 100 적용 시 말뚝직경별 풍화암(IGM) 지반 지지력 검토결과

구 분		말뚝직경별 허용지지력(kN)					
		600㎜	800㎜	1,000㎜	1,200㎜	1,500㎜	2,000㎜
말뚝허용 압축하중		2,051	3,645	5,690	8,200	12,814	22,796
지 반 지지력	**도로교설계 기준해설(2015)**	**2,424**	**3,424**	**4,520**	**5,712**	**7,680**	**11,439**

※ ϕ=600mm, 800mm에서 적용성이 높음

○ **선단지지력 및 주면마찰력 산정방안**

구 분		산정식 적용
선단지지력		도로교 설계기준 해설(한계상태설계법, 2015) 공식
주 면 마찰력	IGM 근입부	미연방도로청(FHWA, 1999) 비점성 IGM 공식
	IGM 상부토층	도로교 설계기준 해설(한계상태설계법, 2015) 공식

※ 풍화암(IGM) 지반 현장타설말뚝 지지력 산정 쉬트 : 별첨 6

○ 설계 적용대상

구 분	설 계 적 용 대 상	비고
현장타설말뚝 (Φ=600~800)	- 말뚝연장이 10~20m이고 기성말뚝과 비교하여 경제성이 확보되는 경우	별첨 7
현장타설말뚝 (Φ=800이상)	- 경제성이 확보되는 경우	

○ 국내 풍화암(IGM) 지반에 맞는 지지력 공식 개발

- **(설계)** 시험말뚝, 시험 및 분석비용 반영 (교량 당 말뚝본수의 1%)

※ 시험말뚝 시공비, 시험 및 분석, 보완설계 비용 등은 P.S 단가로 지정

- **(시공)** 시험말뚝 선 시공, 시험 및 분석(도교원 입회)을 통해 지지력 확인

☞ 말뚝 재설계 후 본 말뚝 시공 (데이터 도교원 송부)

데이터 축적 후 국내 IGM 지반에 맞는 지지력 공식 개발

□ 연암지반 기성말뚝 지지력 산정방법 개선

○ 구조물 기초 설계기준 해설(2009) 산정공식의 Scale Effect 제외

- 구조물 기초 설계기준 해설(2009)편 식은 경험식으로 Scale Effect 반영 불필요

- Scale Effect 미반영 시 지반지지력 약 20% 높게 산정 가능

구 분	당 초	개 선
산정식	$P_u = 443 q_u^{1/2} A_t^{2/5} A_i^{1/3}$ (q_u:암반 일축압축강도)	
적 용	qu×1/5 적용	***qu* 적용**
계산값	1,396 kN (Φ509mm, 9T)	1,669kN (Φ509mm, 9T)

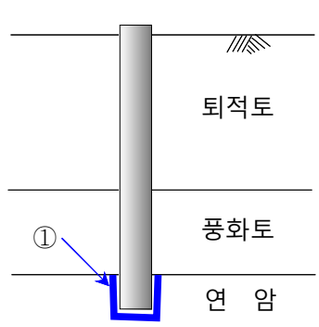
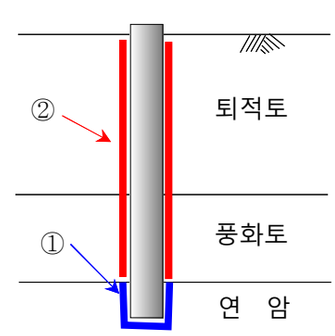
※ 한국지반공학회 질의회신 결과 : 별첨 8

○ 말뚝두부 지반으로부터 암반상단까지 주면마찰력 반영

- 암반 주면마찰력 + 퇴적토 및 풍화토층의 주면마찰력*까지 산정

  * 지반조건 등 검토 후 반영이 곤란한 경우는 미 반영

- 암반상단 주면마찰력 반영 시 지반지지력 약 19~40% 향상

구 분	당 초	개 선
모식도		
적 용	암반근입부만의 주면마찰력(①)	**연암상부의 주면마찰력(②) 포함 반영 (①+②)**
계산값	1,669kN (Φ509mm, 9T)	2,334kN(Φ509mm, 9T)

※ 한국지반공학회 질의회신 결과 : 별첨 8

3 기 타

□ 설계조건 검토 후 고강도 말뚝재료 적용

○ 지반지지력보다 말뚝 허용압축하중이 작아 경제성이 불리한 경우 고강도 재료 적용 (강관 : SKK490* 이상, 현장타설말뚝 : $f_{ck} = 30MPa$ 이상)

* SKK490 : 항복강도 490MPa 이상인 말뚝(허용압축응력 190MPa)으로 구조물 기초설계기준 해설 (2009) 에서 사용할 수 있도록 규정함

○ 고강도 강관말뚝 및 현장타설말뚝 콘크리트 생산·수급여건 고려

□ 시공성을 고려한 교량 말뚝설계

○ 동일 교량 내 다수 종류의 말뚝배치 시 가급적 동일재질 말뚝 적용

○ 시공장비의 종류, 접근성, 말뚝재료 수급 및 종류별 수량분포 등을 고려하여 선정

5 협조 및 적용방안

□ 협조사항 (도로교통연구원)

○ 현장타설말뚝 풍화암(IGM)층 지지력 산정 합동연구

- 풍화암(IGM)층 현장타설말뚝 시험입회 및 데이터 취합·분석
- 국내 여건에 적합한 풍화암(IGM)층 지지력 공식 연구

□ 적용방안

○ 설계중인 노선 : 본 기준 적용

○ 공사중인 노선 : 공사주관(시행)부서에서 적용여부 판단

별첨 1 지반지지력 상세 현 설계

□ 기성말뚝

○ **(연암)** 구조물기초설계기준, Goodman 식 중 작은 값

구조물기초 설계기준	Goodman
$Qu = 443 q_u^{1/2} A_t^{2/5} A_i^{1/3}$ *Pu* : 강관말뚝의 극한선단지지력(kN) *qu* : 암반의 일축압축강도(kPa) *At* : 강관말뚝의 선단부 순단면적(m^2) *Ai* : 선단폐색면적(m^2)	$Qu = [\frac{qu}{5}(N_{\varnothing} + 1)]Ap$ *Qu* : 말뚝의 극한선단지지력(kN) *qu* : 암석의 일축압축강도(kPa) $N_{\varnothing}$ = $\tan^2(45+\varnothing/2)$

○ **(풍화암)** 선단지지력 : $200\overline{N} \times A$, 주면마찰력 : $2.0N \times A$

$\overline{N}$: 말뚝선단에서 위로 d, 아래로 d 사이의 평균 N값(d:말뚝직경)
N : 각 지층에서의 N값, A : 선단부 또는 주면부, 재료 단면적

□ 현장타설말뚝

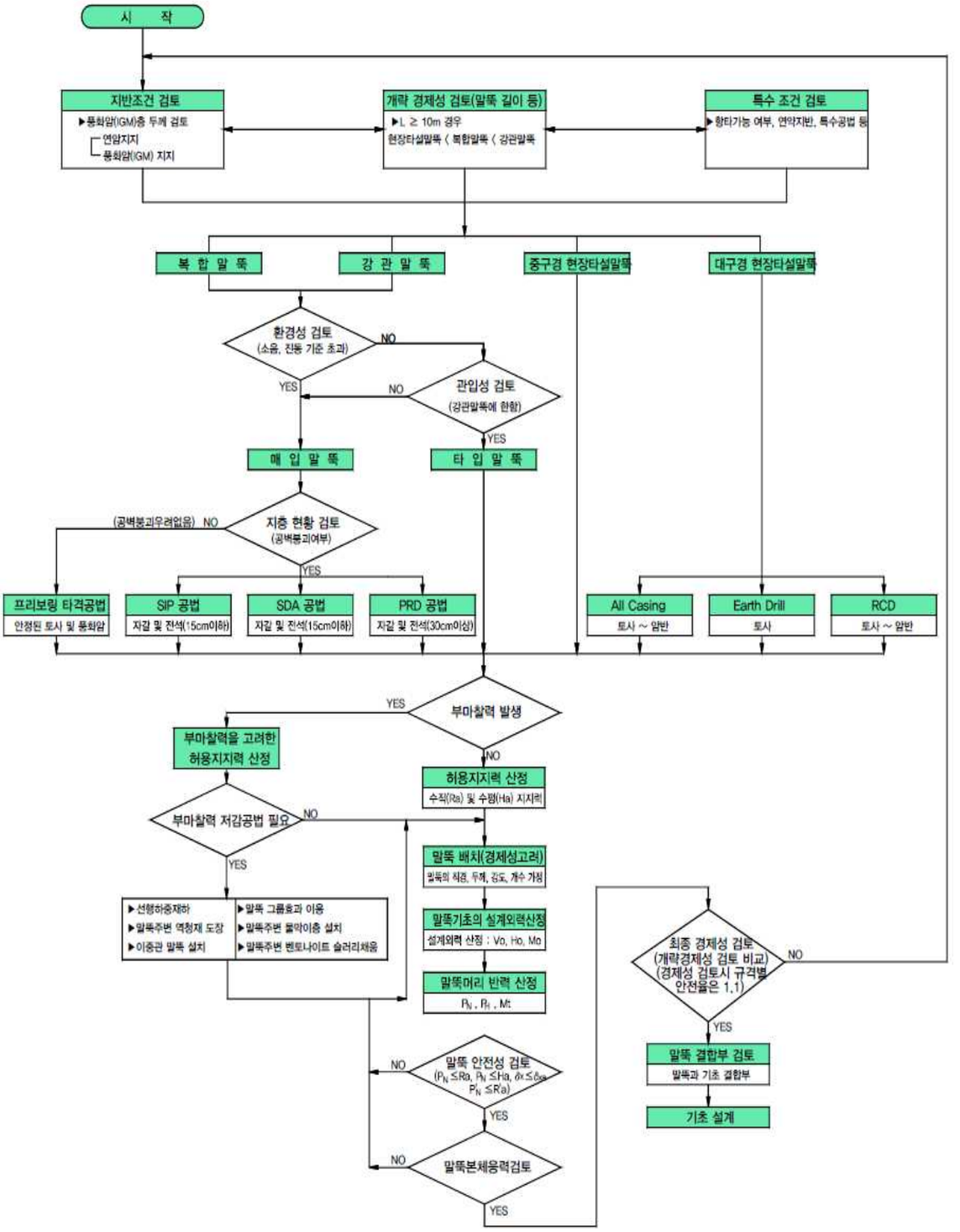
○ **(연암)** 도공산정식(2002), CFEM, 구조물기초설계기준 식 중 작은 값

구분	도공산정식	CFEM	구조물기초기준
선 단 지지력	$q_a \times A_p$ q_a : Peck at el 공식 A_p : 선단부 단면적	$3 \times K_s \times \Theta \times q_u \times A_p$ K_s : 불연속면 간격계수 Θ : 말뚝근입부 지름/깊이 q_u : 암석 일축압축강도(kPa) A_p : 선단부 단면적	$(\frac{1}{5} \sim \frac{1}{8}) \times q_u \times A_p$ q_u : 암석 일축압축강도(kPa) A_p : 선단부 단면적
주 면 마찰력	CFEM 공식	$0.63 \times p_a \times \left(\frac{q_u}{p_a}\right)^{0.5}$ p_a : 대기압 q_u : 암석 일축압축강도(kPa)	$(6.0 \sim 7.9) \times (f_{w'})^{0.5}$ $f_{w'}$: 암석과 콘크리트 일축 압축강도 중 작은값

○ **(풍화암)** 산정기준 없음

별첨 3 말뚝기초 형식선정 흐름도 및 설계 영향인자 검토

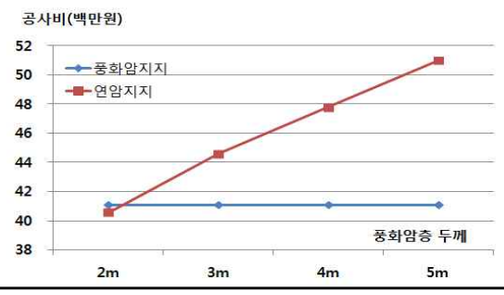
□ 말뚝기초 형식선정 흐름도



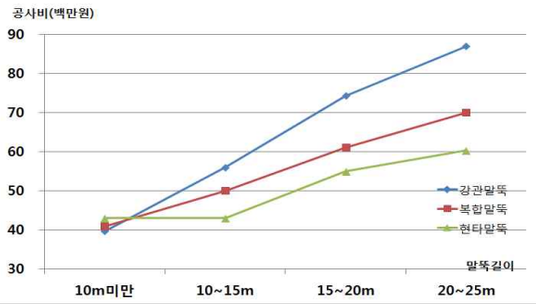
□ 말뚝기초 설계 영향인자 검토

(Step-1) 지반조건, 말뚝연장 등을 고려한 말뚝재질 선정

○ (지반조건) 풍화암층 분포에 따른 경제성

경제성 비교	검 토 결 과
	○ 지층구성 상 풍화암층이 2.0m 이하일 경우 연암지지가 경제적 ☞지반조사 결과 풍화암층이 2m 이하인 경우 풍화암 천공 후 연암지지 검토 필요

○ (말뚝연장) 말뚝종류별 경제성

말뚝종류별 경제성 비교	검 토 결 과
	○ 말뚝길이 10m 이상 경제성 분석 결과 현장타설말뚝 〈 복합 〈 강관 순으로 분석됨 ☞말뚝길이 10m 이상의 경우 말뚝종류별로 경제성 검토 필요

○ (특수조건) 환경조건 등 특수조건에 따른 적용성

구 분	강관말뚝	복합말뚝	중구경 현장타설말뚝	대구경 현장타설말뚝
항타 가능	◎	×	해당없음	해당없음
연약지반	○	△	△	◎
해상 횡단교량	△	△	△	◎
대하천 횡단교량	○	○	○	◎
특수교량 (현수교, 사장교 등)	△	△	△	◎
수평하중이 큰 교대	○	○	○	○
수질오염 및 지하수위 변동	◎	○	△	△

※ × : 적용불가, △ : 적용성 보통, ○ : 적용성 양호, ◎ : 적용성 매우 양호

(Step-2) 시공조건을 고려한 말뚝공법 선정

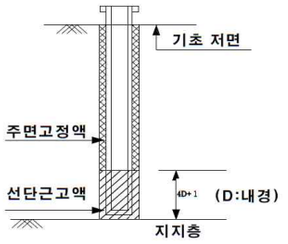
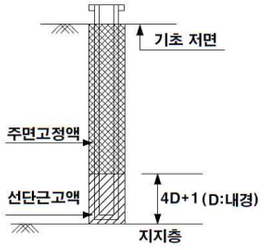
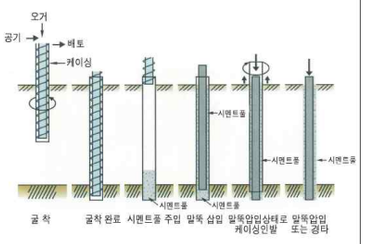
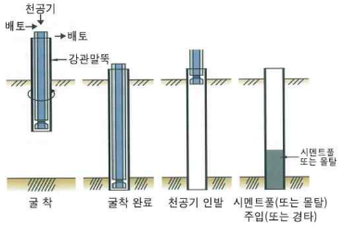
○ 매입말뚝

공 법 명	적 용 조 건	비 고
프리보링 타격공법	- 15cm이하 자갈 또는 전석층, 공벽유지 가능	전석층 1m이하 분포 시 T4조합
SIP	- 안정된 토사 및 풍화암 지반 - 15cm이하 자갈 또는 전석층, 공벽유지 불가	
SDA	- 15cm이하 자갈 또는 전석층, 공벽유지 불가 - N치 50이상의 사력층, 호박돌층 및 암반층(T4장착시)	
PRD	- 지층에 따른 제약 없음(공벽유지 불가) - 30cm이상 자갈 또는 전석층, 암반층	

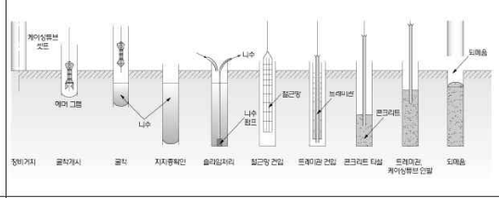
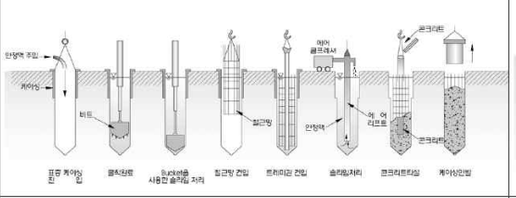
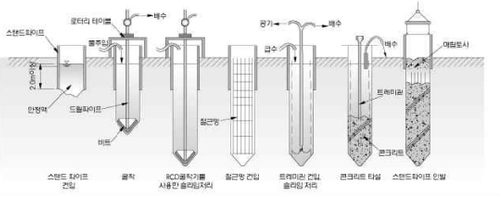
○ 대구경 현장타설말뚝

공 법 명	적 용 조 건
All-Casing	- 토사층 위주지반, 전석층 및 암반 - 용수가 많은 경우 시공능률 떨어짐
RCD	- 지지층이 견고하고 깊은 경우 - 천공심도가 큰 경우 사용 시 유리
Earth Drill	- 지지층이 토사층 위주인 지역 - 비교적 강도가 작고 두께가 얇은 암반

□ 매입말뚝 공법 특징 및 적용성 검토

구 분	프리보링 후 타격공법	SIP 공법	SDA 공법	PRD 공법
공 법 개 요				
	• 지지층까지 굴착(오거) → 선단근고액 주입→ 교반 → 말뚝삽입 → 경타 → 주면고정액 주입 • 지지층에 도달후 경타 • **주면고정액을 말뚝주변에만 충진**	• 지지층까지 굴착(오거) → 선단근고액 주입→ 교반 → 선단고정액 주입 → 말뚝삽입 → 경타 • 지지층에 도달후 경타 • **주면고정액을 말뚝내부 및 주변 모두 충진**	• 상부 Auger Screw와 하부 Casing Screw를 상호 역회전하며 지반을 천공한 후 강관 내부에 시멘트 밀크 주입 후 Screw를 인발하여 말뚝 압입 후 경타	• Air Hammer나 바버(Barber) 드릴 등 암반 천공장비를 말뚝의 내부에 넣고 말뚝 선단부의 지반을 굴착하면서 말뚝을 회전 압입하여 지지층에 말뚝 삽입
선단 비트	• Auger Screw	• Auger Screw	• Auger Screw + Casing Screw	• PRD장비+비트장착말뚝 회전 압입
적 용 가 능 지 반	• 안정된 토사 및 풍화암 지반으로 공벽유지 가능한 지반 • 15cm이하의 자갈, 전석 지반	• 공벽 유지 불가능한 지반 • 15cm이하의 자갈, 전석 분포 및 연암 지반	• 공벽 유지 불가능한 지반 • 15cm이하의 자갈, 전석 지반 • N치 50이상의 사력층 및 호박돌층, 암반층 (T-4장착시)	• 공벽 유지 불가능한 지반 • 30cm이상의 자갈, 전석 분포 지반 • 암반층
장 · 단 점	• 선굴착 하므로 지지층 확인 용이 • 말뚝 주면을 고결시키므로 주면마찰력 및 횡방향 저항에 유리 • 시공시 말뚝 지지력의 즉시 확인이 어려움	• 선굴착 하므로 지지층 확인 용이 • 천공시 소음 및 진동이 다소 크게 발생 • 선단지지력 확보를 위해 최종 경타 필수적	• 강관을 이용하여 천공하기 때문에 붕괴 우려가 있는 지층에 적합 • 굴착토 육안 확인 가능 • 공사비가 비교적 고가 • 심도가 깊은 경우 선단부 완전 배토가 어려움	• 자갈, 호박돌 등 공벽 유지가 어려운 지층에서도 작업이 가능 • 지층에 따른 제약이 없으며, 최대30m까지 시공 가능 • 공사비가 고가 • 품질관리에 다소 어려움
적 용 말 뚝	강관말뚝, 복합말뚝	강관말뚝, 복합말뚝	강관말뚝, 복합말뚝	강관말뚝

□ 대구경 현장타설말뚝 공법 특징 및 적용성 검토

구 분	All Casing 공법	Earth Drill 공법	RCD(Reverse Circulation Drill) 공법(희생강관)
개요도			
공법 개요	• 전회전식 및 요동식 굴삭기로 소정의 깊이까지 케이싱 튜브를 압입시키면서 케이싱 튜브내의 토사를 해머 그래브로 굴삭 및 제거	• 굴착은 Drilling Bucket을 회전시켜 지반을 굴삭하여 Bucket 내부의 토사를 지상에 배토 하는 방법 • 공벽 보호는 Casing을 사용하고 주로 All Casing공법을 적용 • 굴착 완료 후 공저처리를 하여 철근망 삽입 후 트레미관에 의해 Concrete 타설 • 공벽 보호용 Casing을 뽑아 말뚝체 축조	• 드릴파이프(Φ1,500, 2,000 : 200mm, Φ2,500 이상 : 300mm) 끝에 설치된 비트를 이용하여 굴진시, RCD 굴삭기로 Bentonite 용액을 사용하면서 굴삭하고 굴삭토 배토 처리 • 상부 2~10m 정도의 스탠드파이프에 RCD 장비를 설치하고, 굴착시 약 2m(0.2kg/cm2)의 정수압과 굴착중 발생되는 자연이수에 의해 공벽을 유지하며 굴착
장점	• 굴착시 Casing에 의한 공벽유지가 확실함 • 콘크리트 타설시 공벽붕괴 사고가 적음 • Chisel을 사용하므로 선단지층을 작은 압편으로 확인 가능함	• 작업장 내 이동이 용이함 • 굴착속도 빠름 • 저소음, 저진동	• 로터리 비트를 이용하여 직접 굴착하므로 연암까지 굴착 가능(굴착심도 깊음) • 연속굴착이 가능하여 깊은 심도에서 굴착효율 높음
단점	• 해머 그래브가 선행하므로 공내에 히빙 및 퀵샌드 현상이 발생하여 Casing 매몰 가능 • 지하수위 이하에 세사층이 있는 경우 케이싱 인발 어려움 • Chisel 사용시 굴진속도 저하됨 • 해상/하상 구간에서는 콘크리트 양생 후 케이싱 인발이 어려워 적용성 저하	• 시공관리 부실시 공벽붕괴 우려 • 말뚝선단 및 주변 지반 연약화 • 콘크리트 시공관리 어려움 • 지반중에 큰 피압수나 복류수가 있는 경우는 시공 곤란 • 콘크리트 사용 수량증가 (5~15%)	• 정수압 및 Bentonite 용액으로 공벽이 유지가 어려운 지반(자갈층, 연약 점토층)에 적용 곤란 • 관리가 부실할 경우 Bentonite 용액에 의한 수질오염 가능 • 연약지반에서 콘크리트 타설시 말뚝체 손상 가능 • 드릴 파이프 직경보다 자갈, 전석층 존재시 굴착 어려움
가능심도	40~50m	30m 이내	50~60m
적용실적	목포-광양 8-1, 8-2 공구, 구포낙동강교	강남순환도시고속도로 제 7-2공구, 부산신항 안골대교 교대(A1)	광안대로, 인천대교, 서해대교, 냉정부산 8공구, 주문진-속초 1, 4공구, 목포-광양 9-1공구
현장 적용성	• 일반토사 및 풍화암 • N치 4 이하의 연약지반 적용시 콘크리트 타설시 말뚝체 손상발생 가능	• 점토층에 적당 • 암반굴착 어려움	• 일반 토사 및 연암까지 굴착시공 가능 • 지하수위가 높은 지역의 점토층, 자갈층 시공시 공벽유지가 어려움 • 일반토사 및 풍화암 • N치 4 이하의 연약지반 적용시 콘크리트 타설시 말뚝체 손상발생 가능

별첨 3 연암지반 지지력 산정 (예시 : D600)

▣ 설계자료 입력

선 택	자 동	입 력

▶ 말뚝 총길이(L) : 25.00m

▶ 말뚝 소켓부 직경(Φ) : 600mm

말뚝 길이(L)	말뚝 면적(A_p)	말뚝 주면 길이(U)
0.600m	0.283㎡	1.885m

▶ 말뚝 본체부 직경(Φ') : 600mm

말뚝 길이(L)	말뚝 면적(A_p)	말뚝 주면 길이(U)
24.400m	0.283㎡	1.885m

▶ 콘크리트 구조기준 : 2012

▶ 콘크리트 설계강도(f_{ck}) : 24MPa

▶ 콘크리트 단위중량(γ_c) : 25.0kN/㎥ (철근 콘크리트)

▶ 콘크리트 탄성계수(E_c) : 25,811MPa (8,500×∛fcu, fcu = fck + 4)

▶ 보강 철근 종류 : D-bar

▶ 지층 및 지반조건 :

지 층	두 께	N치	γ_t	c	Φ	E	υ	q_u
토사(사질)	3.000m							-
토사(사질)	13.000m							
풍화토	5.000m							-
풍화암	3.400m							
연 암	0.600m							35.00MPa

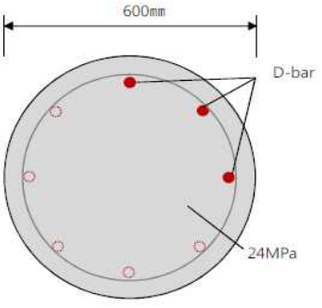
1. 말뚝 내하력 산정

▣ 설계단면(소켓)

▶ 말뚝 단면적(A_c) : 0.283㎡

▶ 보강철근 단면적(A_s) : 0.003100㎡

▶ 소켓부 총길이(L) : 0.600m



▶ 말뚝 내하력 :

▷ 콘크리트의 장기허용압축강도 : 6,000kN/㎡ ($0.25\times f_{ck} \le 8{,}500$kN/㎡)

▷ 보강철근의 장기허용압축강도 : 120,000kN/㎡ ($0.4\times f_y$)

▷ 말뚝의 장기허용압축강도($f_{sa}A$) : 2,050kN

▷ 장경비에 의한 감소율(μ) : 0.00% 감소 (μ=L/D-n)

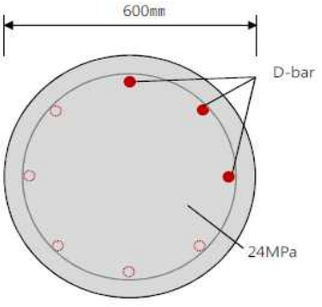
▷ 말뚝 내하력(Q_{as}) : 2,050kN ($Q_{as}=(1-\mu/100)\times f_{sa}A$)

▣ 설계단면(본체)

▶ 말뚝 단면적(A_c) : 0.283㎡

▶ 보강철근 단면적(A_s) : 0.003100㎡

▶ 본체부 총길이(L) : 24.400m



▶ 말뚝 내하력 :

▷ 콘크리트의 장기허용압축강도 : 6,000kN/㎡ ($0.25\times f_{ck} \le 8{,}500$kN/㎡)

▷ 보강철근의 장기허용압축강도 : 120,000kN/㎡ ($0.4\times f_y$)

▷ 말뚝의 장기허용압축강도($f_{sa}A$) : 2,050kN

▷ 장경비에 의한 감소율(μ) : 0.00% 감소 (μ=L/D-n)

▷ 말뚝 내하력(Q_{as}) : 2,050kN ($Q_{as}=(1-\mu/100)\times f_{sa}A$)

▶ 설계반영 말뚝 내하력 : **2,050kN** (소켓 VS 본체 내하력 중 작은 값 적용)

2. 연직지지력 산정...for Single Pile

▣ 선단지지력(Q_p)

▶ 도로교설계기준해설(2015)_P.7-117

암반에 근입된 현장타설말뚝의 선단지지력 q_p (단위:MPa)

- $q_p=2.5q_u$ (말뚝 선단 아래 2D 깊이까지 암반이 신선한 상태, 절리가 닫힌 경우 & 암반 근입부(소켓) 길이 ≥ 1.5D인 경우)

→ 0.60m < 0.90m **이므로 미적용**

= 2.5 × 35.00MPa

= 87.50MPa

▷ 선단지지력(Q_p)=q_pA_p

= 24.740MPa

- $q_p=[\sqrt{s}+\sqrt{(m\sqrt{s}+s)}]q_u$ (말뚝 선단 아래 2D 깊이까지 암반이 여러 방향의 절리를 갖는 경우)

여기서, s, m=파쇄암반 정수(표 7.8.2)

q_u=암의 일축압축강도(MPa)

암 질	암의 유형	s	m
양호한 암반	C	0.00293	1.231

= [√0.003 + √(1.231 × √0.003 + 0.003)] × 35.00MPa

= 11.13MPa

▷ 선단지지력(Q_p)=q_pA_p

= **3.146MPa**

표 7.8.2 비선형 강도 정의상 암질과 재료상수의 대략적인 관계(Hoek와 Brown, 1988)(도로교설계기준해설(2015)_P.7-118)

암 질	정 수	암의 유형				
		A	B	C	D	E
신선암 시료	m	7.00	10.00	15.00	17.00	25.00
CSIR 등급 : RMR=100	s	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
매우 양호한 암반	m	2.40	3.43	5.14	5.82	8.567
CSIR 등급 : RMR=85	s	0.082	0.082	0.082	0.082	0.082
양호한 암반	m	0.575	0.821	1.231	1.395	2.052
CSIR 등급 : RMR=65	s	0.00293	0.00293	0.00293	0.00293	0.00293
보통의 암반	m	0.128	0.183	0.275	0.311	0.458
CSIR 등급 : RMR=44	s	0.00009	0.00009	0.00009	0.00009	0.00009
불량한 암반	m	0.003	0.041	0.061	0.069	0.102
CSIR 등급 : RMR=23	s	3.00E-06	3.00E-06	3.00E-06	3.00E-06	3.00E-06
매우 불량한 암반	m	0.007	0.010	0.015	0.017	0.025
CSIR 등급 : RMR=3	s	1.00E-07	1.00E-07	1.00E-07	1.00E-07	1.00E-07

▣ 주면마찰력(Q_s)

▶ 도로교설계기준해설(2015)_P.7-117

암반에 근입된 현장타설말뚝의 Horvath와 Kenney(1979) 방법에 따른 주면마찰력 q_s (단위:MPa)

- $q_s=0.65\alpha_E P_a(q_u/P_a)^{0.5} < 7.8P_a(f_c'/P_a)^{0.5}$

여기서, q_u=암의 일축압축강도(MPa)

P_a=대기압 (0.101MPa)

α_E=암반 절리를 고려한 감소계수(표 7.8.1)

f_c'=콘크리트 압축강도(MPa)

= 0.65 × 0.75 × 0.101MPa × (35.00MPa / 0.101MPa)$^{0.5}$ < 7.80 × 0.101MPa × (24.00MPa / 0.101MPa)$^{0.5}$

= 0.917MPa < 12.144MPa **(O.K)**

▷ 주면마찰력(Q_s)=q_sA_s

= **1.037MPa**

▣ **지지력(Q_R)**

▶ 도로교설계기준해설(2015)_P.7-82

말뚝의 감가된 지지력 Q_R

- $Q_R=\Phi Q_n=\Phi_q Q_{ult}$ 또는 $Q_R=\Phi Q_n=\Phi_{qp}Q_p+\Phi_{qs}Q_s$

여기서, $Q_p=q_pA_p$

$Q_s=q_sA_s$

Φ_{qp}=선단과 주면저항을 구별하는 방법일 경우 표 7.5.2에 규정된 말뚝의 선단지지에 대한 저항계수

Φ_{qs}=선단과 주면저항을 구별하는 방법일 경우 표 7.5.2에 규정된 말뚝의 주면마찰에 대한 저항계수

표 7.5.3 축하중을 받는 현장타설말뚝의 극한한계상태에 대한 저항계수(도로교설계기준해설(2015)_P.7-26)

방법/흙/조건			저항계수
외말뚝의 연직압축 저항, Φ_{stat}	점성토의 주면마찰력	α방법(O'Neill과 Reese, 1999)	0.45
	점성토의 선단지지력	전응력(O'Neill과 Reese, 1999)	0.40
	사질토의 주면마찰력	β방법(O'Neill과 Reese, 1999)	0.55
	사질토의 선단지지력	O'Neill과 Reese(1999)	0.50
	IGM의 주면마찰력	O'Neill과 Reese(1999)	0.60
	IGM의 선단지지력	O'Neill과 Reese(1999)	0.55
	암반의 주면마찰력	Horvath와 Kenney(1979)	0.55
		O'Neill과 Reese(1999)	0.55
		Carter와 Kulhawy(1988)	0.50
	암반의 선단지지력	캐나다 지반공학회(1985) 프레셔미터 시험법(캐나다 지반공학회, 1985) O'Neill과 Reese(1999)	0.50
	암반의 주면마찰력과 선단지지력	Carter와 Kulhawy(1988)	0.70
		AASHTO(1996)	0.51

▷ 저항계수 결정

구 분	흙의 종류	조 건	저항계수
선단지지 저항계수(Φ_{qp})	암반의 선단지지력	O'Neill과 Reese(1999)	0.50
주면마찰 저항계수(Φ_{qs})	암반의 주면마찰력	Horvath와 Kenney(1979)	0.55

▷ 말뚝의 감가된 지지력 Q_R

Q_p	Q_s	Φ_{qp}	Φ_{qs}	$\Phi_{qp}Q_p$	$\Phi_{qs}Q_s$	Q_R
3.146MPa	1.037MPa	0.50	0.55	1,573kN	570kN	2,143kN

▶ 설계적용 지지력

구 분	말뚝 내하력	말뚝의 감가된 지지력	적 용
설계적용 지지력	2,050kN	2,143kN	**2,050kN**

별첨 6 풍화암(IGM) 지반 지지력 산정 (예시 : D600)

▣ 설계자료 입력

선 택 | 자 동 | 입 력

▶ 말뚝 총길이(L) : 25.00m

▶ 말뚝 소켓부 직경(Φ) : 600mm

▶ 말뚝 본체부 직경(Φ') : 600mm

말뚝 길이(L)	말뚝 면적(A_p)	말뚝 주면 길이(U)
2.000m	0.283㎡	1.885m

말뚝 길이(L)	말뚝 면적(A_p)	말뚝 주면 길이(U)
23.000m	0.283㎡	1.885m

▶ 콘크리트 구조기준 : 2012

▶ 콘크리트 설계강도(f_{ck}) : 24MPa

▶ 콘크리트 단위중량(γ_c) : 25.0kN/㎥ (철근 콘크리트)

▶ 콘크리트 탄성계수(E_c) : 25,811MPa (8,500×∛fcu, fcu = fck + 4)

▶ 보강 철근 종류 : D-bar

- N값 상한치 100 적용 (예 : $50/10 \rightarrow 5 \times \frac{30cm}{60회\ 타격시\ 관입량(10cm)} = 150 \Rightarrow 100$적용)

▶ 지층 및 지반조건 :

지 층	두 께	N치	γ_t	c	Φ	E	υ	q_u	
토사(사질)	3.000m	10	19.0kN/㎥					-	
토사(사질)	16.000m	15	19.0kN/㎥						
풍화토	4.000m	30	19.0kN/㎥					-	
풍화암	2.000m	100	20.0kN/㎥						(주면부)
		100	20.0kN/㎥						(선단부)

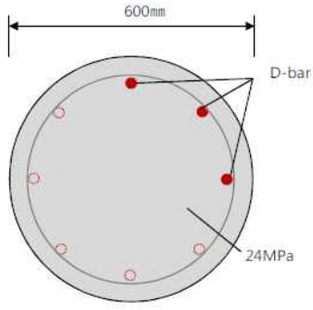
1. 말뚝 내하력 산정

▣ 설계단면(소켓)

▶ 말뚝 단면적(A_c) : 0.283㎡

▶ 보강철근 단면적(A_s) : 0.003100㎡

▶ 소켓부 총길이(L) : 2.000m



▶ 말뚝 내하력 :

▷ 콘크리트의 장기허용압축강도 : 6,000kN/㎡ ($0.25 \times f_{ck} \le 8,500$kN/㎡)

▷ 보강철근의 장기허용압축강도 : 120,000kN/㎡ ($0.4 \times f_y$)

▷ 말뚝의 장기허용압축강도($f_{sa}A$) : 2,050kN

▷ 장경비에 의한 감소율(μ) : 0.00% 감소 (μ=L/D-n)

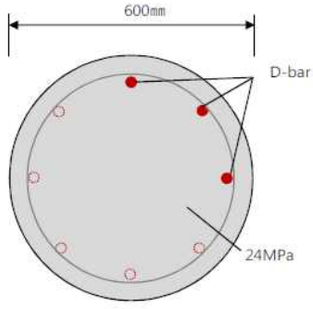
▷ 말뚝 내하력(Q_{as}) : 2,050kN ($Q_{as}=(1-\mu/100) \times f_{sa}A$)

▣ 설계단면(본체)

▶ 말뚝 단면적(A_c) : 0.283㎡

▶ 보강철근 단면적(A_s) : 0.003100㎡

▶ 본체부 총길이(L) : 23.000m



▶ 말뚝 내하력 :

▷ 콘크리트의 장기허용압축강도 : 6,000kN/㎡ ($0.25 \times f_{ck} \le 8,500$kN/㎡)

▷ 보강철근의 장기허용압축강도 : 120,000kN/㎡ ($0.4 \times f_y$)

▷ 말뚝의 장기허용압축강도($f_{sa}A$) : 2,050kN

▷ 장경비에 의한 감소율(μ) : 0.00% 감소 (μ=L/D-n)

▷ 말뚝 내하력(Q_{as}) : 2,050kN ($Q_{as}=(1-\mu/100) \times f_{sa}A$)

▶ 설계반영 말뚝 내하력 : **2,050kN** (소켓 VS 본체 내하력 중 작은 값 적용)

2. 연직지지력 산정...for Single Pile

▣ 선단지지력(Q_p)

▶ 도로교설계기준해설(2015)_P.7-115

N_{60} 값이 50보다 큰 지층에 대해서는 중간지반(intermediated geomaterial)으로 간주하여 다음식으로 산정

- $q_p=0.59[N_{60}(P_a/\sigma_v')]^{0.8}\sigma_v'$

여기서, σ_v'=대상층 중간에서 연직유효응력 (MPa)

P_a=대기압 (0.101MPa)

N_{60}=시험결과와 상관없이 상한값을 100으로 함

= 0.59 × [100 × (0.101MPa / 0.222MPa)] $^{0.8}$ × 0.222MPa

= 2.78MPa

▷ 선단지지력(Q_p)=q_pA_p

= **0.785MPa**

▣ 주면마찰력(Q_s)

▶ 풍화암 주면마찰력 : FHWA(1999)_P.286(Sides in layer of cohesionless IGM)

Friction theory can be used to estimate $q_s(f_{max})$

- $q_{s(IGM)}=\sigma_{vi}'K_{0i}\tan\Phi_i'$

where, σ_v'=vertical effective stress at the middle of Layer i

K_{0i}=design value earth pressure coefficient at rest in Layer i

Φ_i=design value for angle of internal friction in Layer i

The latter two parameters can be evaluated through direct field and/or laboratory testing

or they can be estimated from the SPT, as described below, where P_a and N_{60} are as defiend previously.

- $\Phi_i'=\tan^{-1}\{[N_{60(Layer\ i)}/(12.3+20.3(\sigma_{vi}'/P_a))]^{0.34}\}$
- $K_{oi}=(1-\sin\Phi_i')[(0.2P_aN_{60(Layer\ i)})/\sigma_{vi}']^{\sin\Phi_i'}$

Layer	$N_{60(Layer\ i)}$	Depth z (middle)	σ_{vi}' (middle)	K_{0i}' (Equation)	Φ_i' (Equation)	A_s ($\pi B\Delta z$)
풍화암	100	24.00m	0.222MPa	1.26	50.47	3.77㎡

▷ 주면마찰력(Q_s)=q_sA_s

= **0.816MPa**

▶ 사질토 주면마찰력 : 도로교설계기준해설(2015)_P.7-114

사질토에 설치된 현장타설말뚝의 β 방법에 의한 공칭지지력 q_s (단위:MPa)

- $q_s=\beta\sigma_v'\le0.19$ (0.25 < β < 1.20 일때)

사질토 지반에서,

- N_{60} ≥ 15 : $\beta=1.5-(7.7\times10^{-3}\sqrt{z})$
- N_{60} < 15 : $\beta=N_{60}/15(1.5-7.7\times10^{-3}\sqrt{z})$

여기서, σ_v'=대상층 중간에서 연직유효응력(MPa)

β=하중전이계수(무차원)

z=대상층 중간까지 깊이(mm)

N_{60}=설계구역 지층의 평균N값으로서, 해머 효율에 대해서 보정한 값

Layer	N_{60}	Depth z (middle)	σ_v' (middle)	β (Equation)	q_s (Equation)	$q_s\le0.19$	A_s ($\pi B\Delta z$)
토사(사질)	10	1.50m	0.014MPa	0.80	0.011MPa	O.K	5.65㎡
토사(사질)	15	11.00m	0.101MPa	0.69	0.070MPa	O.K	30.16㎡
풍화토	30	21.00m	0.193MPa	0.38	0.074MPa	O.K	7.54㎡

▷ 주면마찰력(Q_s)=q_sA_s

= **2.732MPa**

▣ 지지력(Q_R)

▶ 도로교설계기준해설(2015)_P.7-82

말뚝의 감가된 지지력 Q_R

- $Q_R=\Phi Q_n=\Phi_q Q_{ult}$ 또는 $Q_R=\Phi Q_n=\Phi_{qp}Q_p+\Phi_{qs}Q_s$

여기서, $Q_p=q_pA_p$ (말뚝의 선단지지력)

$Q_s=q_sA_s$ (말뚝의 주면마찰력)

Φ_{qp}=선단과 주면저항을 구별하는 방법일 경우 표 7.5.2에 규정된 말뚝의 선단지지에 대한 저항계수

Φ_{qs}=선단과 주면저항을 구별하는 방법일 경우 표 7.5.2에 규정된 말뚝의 주면마찰에 대한 저항계수

표 7.5.3 축하중을 받는 현장타설말뚝의 극한한계상태에 대한 저항계수(도로교설계기준해설(2015)_P.7-26)

방법/흙/조건			저항계수
외말뚝의 연직압축 저항, Φ_{stat}	점성토의 주면마찰력	α방법(O'Neill과 Reese, 1999)	0.45
	점성토의 선단지지력	전응력(O'Neill과 Reese, 1999)	0.40
	사질토의 주면마찰력	β방법(O'Neill과 Reese, 1999)	0.55
	사질토의 선단지지력	O'Neill과 Reese(1999)	0.50
	IGM의 주면마찰력	O'Neill과 Reese(1999)	0.60
	IGM의 선단지지력	O'Neill과 Reese(1999)	0.55
	암반의 주면마찰력	Horvath와 Kenney(1979)	0.55
		O'Neill과 Reese(1999)	0.55
		Carter와 Kulhawy(1988)	0.50
	암반의 선단지지력	캐나다 지반공학회(1985) 프레셔미터 시험법(캐나다 지반공학회, 1985) O'Neill과 Reese(1999)	0.50
	암반의 주면마찰력과 선단지지력	Carter와 Kulhawy(1988)	0.70
		AASHTO(1996)	0.51

▷ 저항계수 결정

구 분	흙의 종류	조 건	저항계수
IGM 선단지지 저항계수(Φ_{qp})	IGM의 선단지지력	O'Neill과 Reese(1999)	0.55
IGM 주면마찰 저항계수(Φ_{qs})	IGM의 주면마찰력	O'Neill과 Reese(1999)	0.60
사질토 주면마찰 저항계수(Φ_{qs})	사질토의 주면마찰력	β방법(O'Neill과 Reese, 1999)	0.55

▷ 말뚝의 감가된 지지력 Q_R

Q_p	Q_s		Φ_{qp}	Φ_{qs}		$\Phi_{qp}Q_p$	$\Phi_{qs}Q_s$	Q_R
선단(IGM)	주면(IGM)	주면(사질토)	선단(IGM)	주면(IGM)	주면(사질토)	선단(IGM)	주면(IGM+사질토)	선단+주면
0.785MPa	0.816MPa	2.732MPa	0.55	0.60	0.55	432kN	1,993kN	2,424kN

▶ 설계적용 지지력

구 분	말뚝 내하력	말뚝의 감가된 지지력	적 용
설계적용 지지력	2,050kN	2,424kN	**2,050kN**

별첨 7 현장타설말뚝(φ=600~800mm) 세부 적용대상

□ 적용대상

○ 말뚝연장 10~20m*로써 풍화암층 두께가 최소 2.0m 이상** 분포하고, 경제성을 확보하는 경우

* 최대 시공실적을 감안(18m)하여 20m 제한

** 말뚝길이별 기성말뚝과 현장타설말뚝의 지지력이 같아지는 풍화암층 두께 및 경제성 검토결과

구 분		말뚝길이			비 고
		10m 미만	10~15m	15~20m	
지층구성	토사1 (N=10)	3.00	3.00	3.00	
	토사2 (N=15)	4.40	9.40	14.40	
	풍화토(N=30)	2.00	2.00	2.00	
	풍화암(N=50)	0.60	0.60	0.60	1D 근입조건
	계	10.00	15.00	20.00	
강관말뚝	지지력(kN/본)	1,719	1,833	1,947	
	본수	14	12	12	
	공사비(백만원)	**40**	56	74	
복합말뚝	지지력(kN/본)	1,724	1,837	1,947	
	본수	14	12	12	
	공사비(백만원)	41	50	61	
현장타설말뚝 (Φ=600)	길이	**14.05(+4.05)**	**17.55(+2.55)**	**20.95(+0.95)**	**+ : 말뚝 길이 증가**
	최소 풍화암 두께	**4.65**	**3.15**	**1.55**	
	지지력(kN/본)	1,715	1,836	1,948	
	본수	14	12	12	
	공사비(백만원)	43	**43**	**55**	

○ 말뚝연장 20m 이하로써 풍화암층이 없는(최소 1m 이하) 연암층에 지지 시 경제성을 확보하는 경우

연결슬라브(link slab) 적용을 통한 장대교량 무조인트 시스템 도입 검토

설계처-2835
(2015.10.19)

1 검 토 배 경

□ 최근 개정된 **도로교설계기준(한계상태설계법)**은 이용자를 위한 주행성 향상 및 **신축이음 최소화**를 규정하고 있으며,
※ 붙 임 #1 관련 국내·외 기준 조사

□ 일반적인 교량에 설치되는 **신축이음**의 경우 **누수**로 인한 교량 내구성 저하, 유지관리성 및 주행성 측면에서 불리하여,

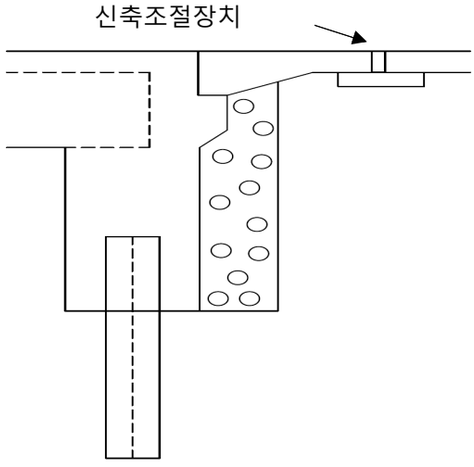
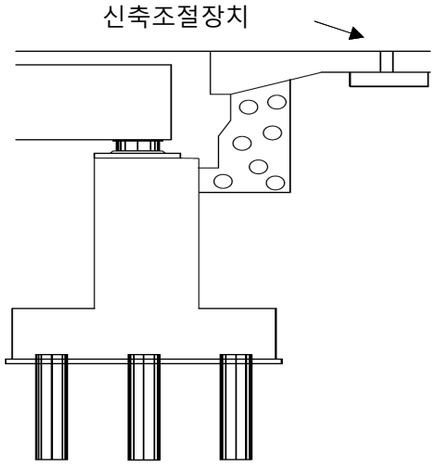
□ **연결슬라브(link slab) 공법** 도입으로 **평탄성이 우수**하고, **누수 없는 장대교량**을 실현하고자 함

2 신축이음 최소화 관련 기술 현황

□ **일체식/반일체식 교량**(Intergral/Semi-Intergral Bridge)

○ **(개념)** 신축이음 제거, 상부구조와 교대부를 일체로 구성

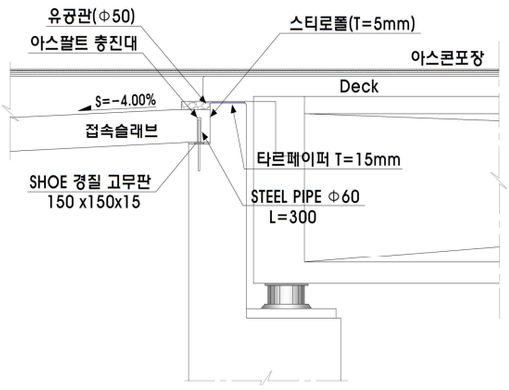
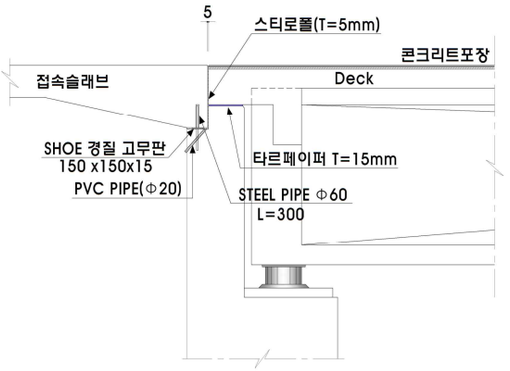
○ **(특징)** 교량 연장(Max : 225m), 최대사각 등 적용성에 제한

일체식 교대 교량	반일체식 교대 교량
· 신축이음 및 교량받침 미설치	· 신축이음 미설치, 교량받침 설치
	

□ Slab Extention

○ **(개념)** 슬래브를 교대 후면까지 연장 후 맹줄눈 설치

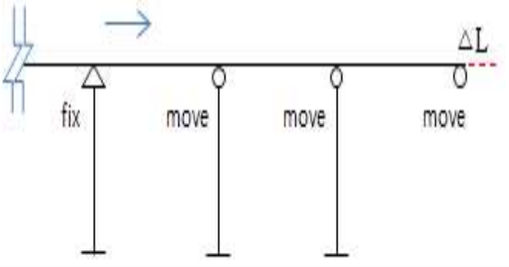
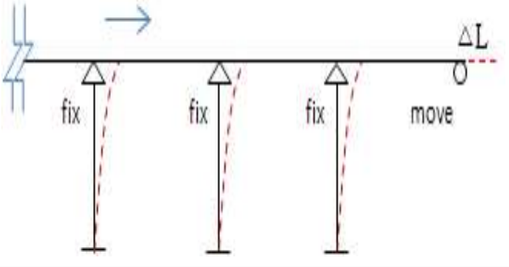
○ **(특징)** 단경간 교량 중 고정단 교대에 적용

아스팔트 포장	콘크리트 포장
	

□ 다점 고정방식 설계

○ **(개념)** 기둥연성 및 탄성받침의 전단강성 등을 이용한 변위 흡수

○ **(특징)** 다경간 교량 신축이음 최소화를 위해 설계 적용

(기존) 신축이음에서 변위를 흡수하는 **일점 고정방식**	
	· 구조계산 간단, 설계 불확실 요인이 적다 · 신축이음 개수가 많아지고, 규격이 커짐
(개선) 기둥의 연성으로 변위를 흡수하는 다점 고정방식	
	· 구조계산 복잡, 설계 불확실 요인이 많다 · 신축이음 개수가 작아지며, 총 규격이 적어짐

※ 붙 임 #2 신축이음 최소화 관련 기술 요약본 참조

3 문 제 점

□ 일체식(반일체식) 교대 교량은 연장에 제한적[3]임

< 미국 Virginia DOT 매뉴얼 참조 >

- 일체식 교대 : 콘크리트교 150m 이하, 강교 90m 이하
- 반일체식 교대 : 콘크리트교 225m 이하, 강교 135m 이하

□ 다점 고정 방식 교량

○ 교각부는 신축이음장치를 없앨 수 있으나,

○ **교대부**는 교각부의 신축량을 수용하는 **신축이음장치 발생**

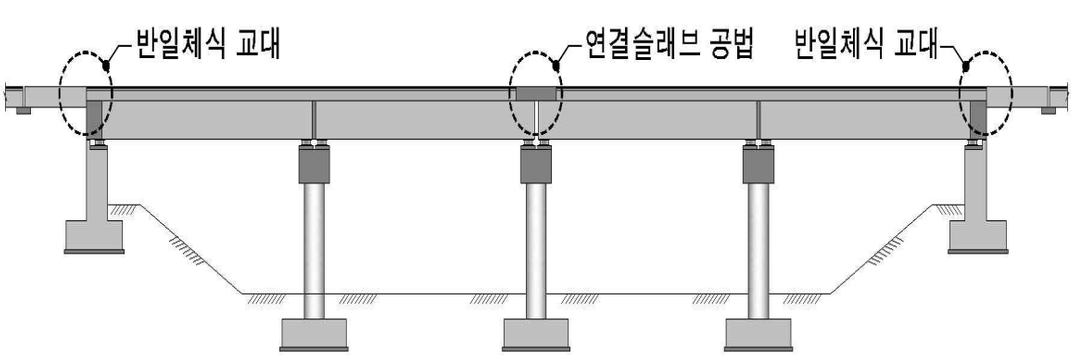
완벽한 누수 방지는 교량 200m 내외로 제한적

4 개선방안 검토

□ **(개념)** 신축이음 최소화를 위해 연결슬라브 공법 도입

⇒ **반일체식 교대 교량**과 융합으로 완전한 누수 방지 및 평탄성 우수 교량 가능

: **교대부(반일체식) + 교각부(연결슬래브 공법)**



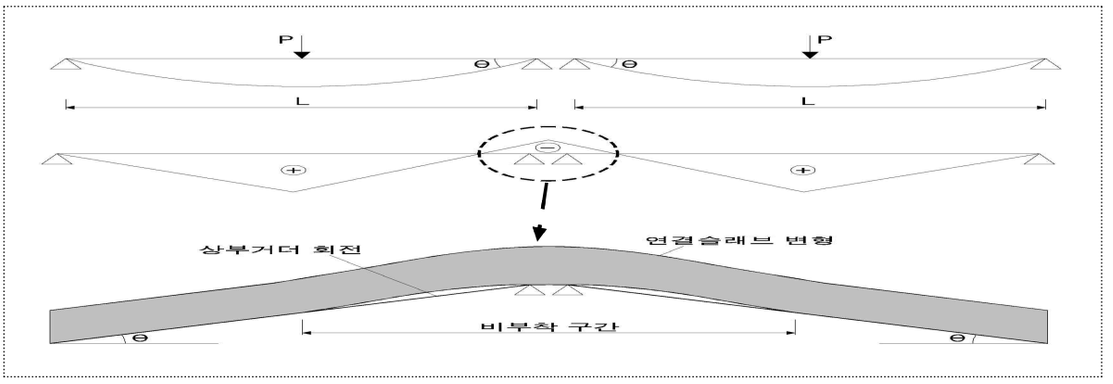
3) 현재 도로교통연구원에서 무조인트교량 연장 확대 위한 연구과제를 수행중임(무조인트교량 성능향상 및 기존교량 무조인트화 방안 연구)

□ **(특징)** ① **반일체식 교대**는 국내 다수 적용된 기술이며,

② **연결슬래브 공법**은 구조적으로 단순교와 연속교의 중간 형태이나, 이용자 및 유지관리 관점에서는 **연속교 장점을 갖음** : 평탄성 유리, 누수 예방

□ 연결슬래브 공법 적용성 검토

○ 구조 개념도

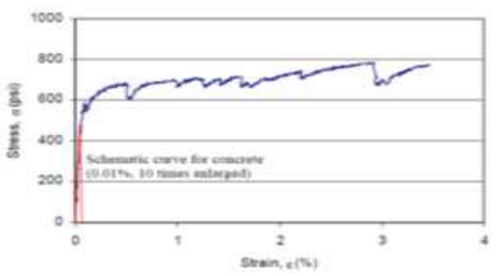


○ **재료(고연성 시멘트 복합체)**의 이해

콘크리트에 발생하는 균열이 국부적으로 집중되는 단점을 개선한 재료로서 콘크리트에 소량의 합성섬유를 보강하여 콘크리트의 인성을 증가시켜, 콘크리트의 인장변형성능을 개선한 재료

○ 고연성 시멘트 복합체의 변형률 특성

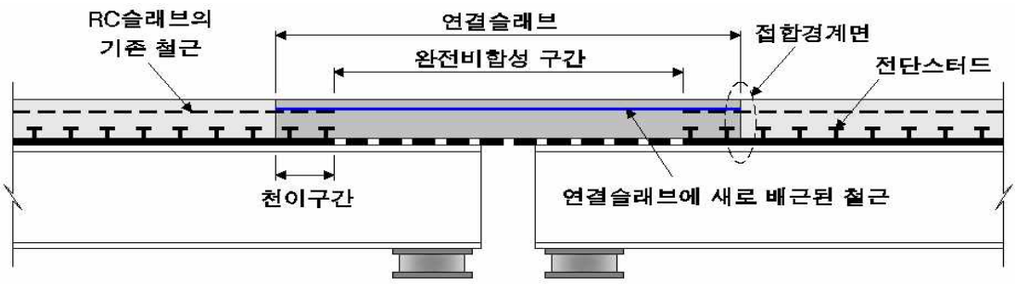
보통콘크리트	고연성 시멘트 복합체	비 고
0.01%	2.00~7.00%	200~700배 높은 연신율

변형성능	인장응력-변형 거동
	

※ 붙 임 #3 고연성 시멘트 재료 특성 참조

○ 구조계산 방법

※ 고연성 시멘트 복합체 연결슬래브 제원



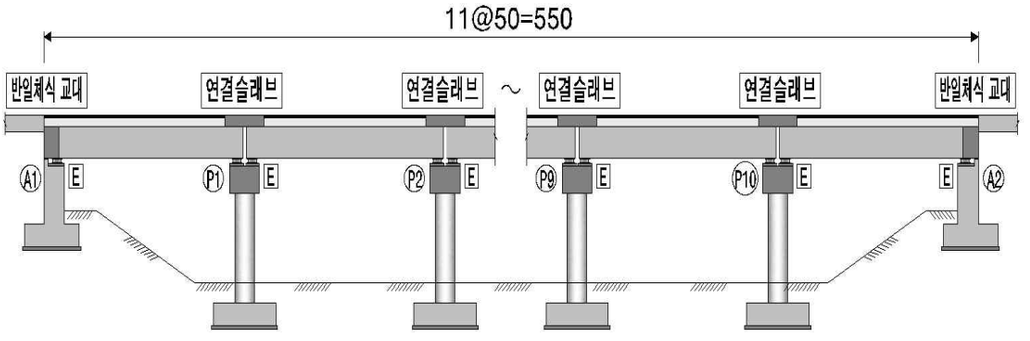
① 설계 대상 교량 및 연결슬래브 제원(길이) 결정
② 활하중 최대 회전각 발생시 연결슬래브 작용모멘트 산정
③ 연결슬래브 저항모멘트 산정
④ 연결슬래브 인장변형 능력 검토
⑤ 활하중에 의한 연결슬래브 압축변형 능력 검토

※ 붙 임 #4 구조계산서 참조

□ 시험설계 결과 : **반일체식 교대 + 연결슬래브**

○ 대 상 : 광주~강진 7공구 갈동2교
○ 제 원 : L = 550m(경간장 구성 : 11@50), PSC거더 계열

- 기계적 신축이음 없음
- 반일체식 교대 : 2개소(A1, A2) *토공부에 신축조절장치 설치
- 연결슬래브 : 10개소(P1~P10)



※ 붙 임 #5 자문의견 조치계획 참조

5 적용방안

○ 건설 중 또는 유지관리 교량 **연결슬라브 시험 시공 추진**

○ 광주~강진 실시설계 노선 교량에 2~3개소 시범 설계

: **반일체식 + 연결슬라브**

○ 연결슬라브 적용성 관련 연구과제 추진

: 콘크리트 재료 관련 **검증시험, 공사시방서 및 품질기준** 작성 등

* 도로교통연구원 연구과제 또는 새만금~전주 노선 특별과업

※ 시험 시공 및 연구과제 결과 분석 후 확대 적용 여부 판단

6 기대효과

□ **전 교량 무조인트화 가능**(특수교량[4] 등 일부 제외)

□ 경제성

○ 시험설계 교량(L=550m) : 공사비 감 134백만원

○ 단경간 교량(L=30m) : 공사비 감 6백만원

붙임 #1 : 관련 국내·외 기준 조사

#2 : 신축이음 최소화 관련 기술 요약본

#3 : 고연성 시멘트 재료 특성

#4 : 구조계산서 및 도면

#5 : 자문의견 검토 조치계획

#6 : 공사비 산출근거

4) PSC 박스 거더, 사장교, 현수교 등

5-9 구조물공 교량 하천용 배수구 설치 기준 개선

설계처-2836 (2015.10.19)

1 추 진 배 경

□ 교량 배수시설 설치와 관련하여 **하천교량**의 경우 배수관 염수 낙수 등으로 **하부구조물**의 열화 등 **피해가 발생**하여,

□ 교량 하천용 배수구 설치 기준 개선을 통해 **열화요인 사전 제거**로 **교량 내구성 및 안전성을 확보**하고자 함.

※ 2015년 전북본부 감사지적사항 조치요구 (감사실-948, 2015.05.15)

2 추 진 경 위

구분	주요 내용	비 고
2003	· **교량 배수시설 설치기준 개선** * 육교용 설치구간 확대, 종배수관 규격 150mm 이상 등	설계구 10201-477
2012	· **유지관리 효율성을 고려한 배수시설 설치 기준 개선** * 육교용 배수관 적극 반영 및 특수노출 환경지역의 하천용 수직배수관은 부식저항성이 우수한 재질 사용	구조물처 -194

3 현 기준 및 문제점

□ 설계기준 **"시설물 피해, 민원발생 예방 등을 위해 <u>가급적 육교용 설치</u>"**

○ 육교용

① 도로, 철도 횡단 구간 및 농경지 통과 구간
② 강풍시 비산으로 인해 인접가옥에 피해가 우려되는 경우
③ 하천제방 등에 직접 낙수되어 세굴이 우려되는 경우
④ 하천구간 중 수질보호를 위해 직접 낙수하는 것이 바람직한 경우
⑤ 기타 설계자가 필요 하다고 판단하는 경우

○ 하천용 : 하천횡단교량으로 교면수를 하천에 방류해도 좋은 경우

□ 수량산출 기준

구 분	산출기준
육교용	· 배수관의 밑단은 지면으로부터 30cm 이상 이격시키고, 한랭지에서는 결빙을 고려해 50cm 이상 이격시킴
하천용	· 배수관 하단은 주형 및 거더 하부플랜지 15cm 하단까지 연장 · 교량받침에 비산 우려가 있는 경우 교량받침보다 20cm 아래에서 절단

□ 문제점

○ 하천교량 육교용 배수구 설치시 **배수관 길이 과다**로 공사비 증가

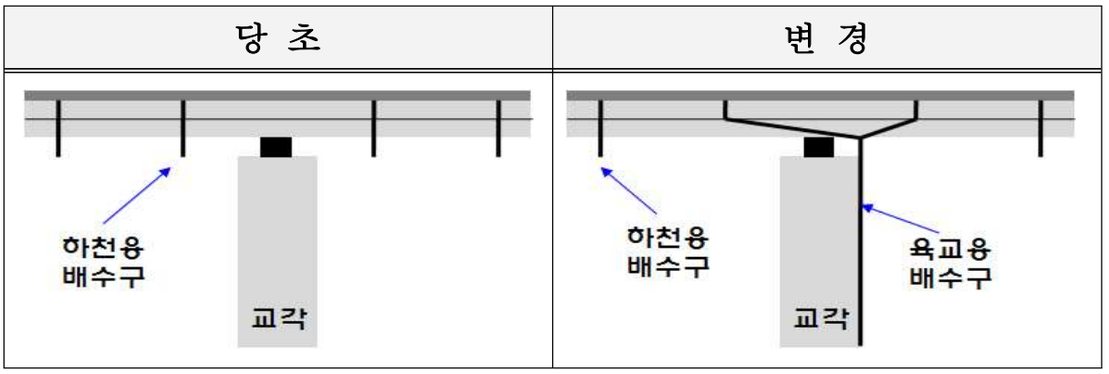
○ 하천용 배수구 설치 교량의 경우 **제설작업시 사용한 염수**의 **비산**으로 **교각부위 열화 발생**

※ 무주지사 조사결과 삼봉교 외 20개교량(101개소) 열화 발생(감사실 자료)

4 개 선 방 안

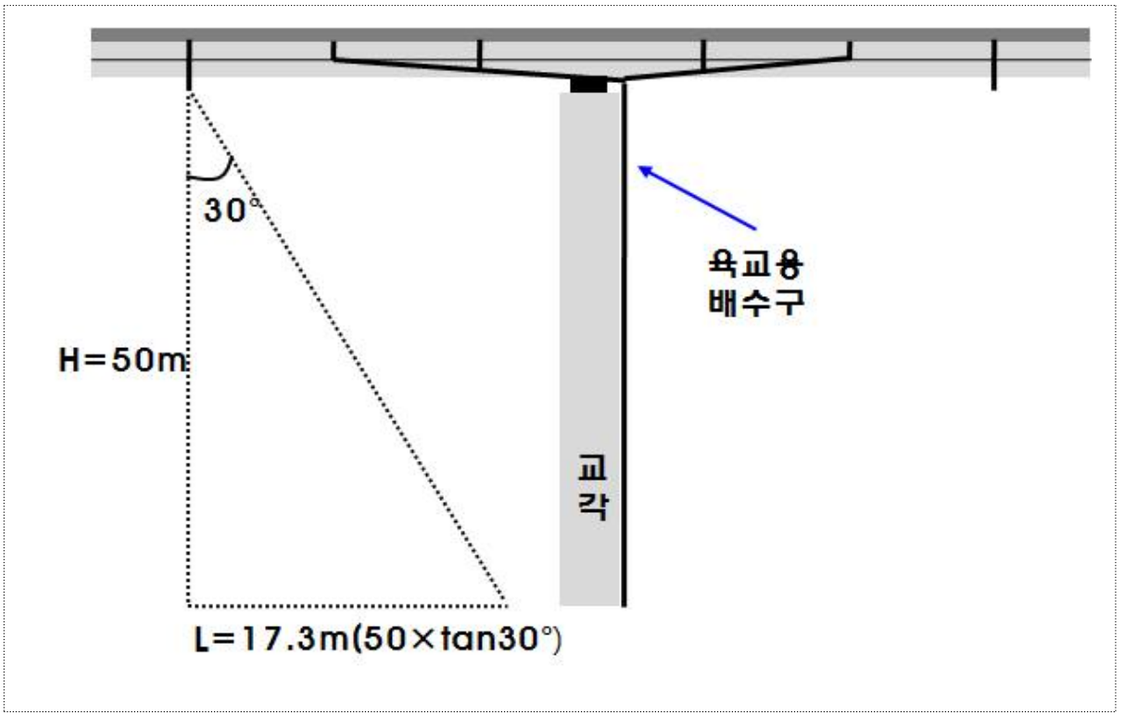
□ 교각 근접 **좌·우 첫번째** 하천용 **배수구**는 **육교용**으로 **설치**

(단, 최인접 배수구 위치가 현저히 벗어나 낙수 영향이 없다고 판단되는 경우 제외)



□ **고교각**으로 인해 낙수 영향이 커질 경우

: 낙수 영향권 반경을 30°로 가정하여 육교용 설치 연장 확대



□ 김포~파주 및 광주~강진 노선의 대상 하천 교각에 적용 시 공사비 증가는 총 공사비의 0.09%로서 미미함

※ 붙 임 #1 공사비 산출근거 참조

5 적 용 방 안

□ 설계 중 노선 : 본 방침 적용

□ 공사 중 노선 : 공사주관(시행)부서에서 적용여부 판단

붙 임 #1 : 공사비 산출근거

5-10 구조물공 | 도로구조물 발파진동 허용기준(안)

기술심사처-2722 (2015.11.23)

1 추진목적

o 고속도로 시설물에 대한 발파진동 기준이 없어 **시설물 특성에 맞는 합리적 기준 수립 필요**

o **시설물 및 주행차량의 안전 확보**를 통한 **국민안전 향상**

> **< 발파진동 >**
> · 화약류를 폭발시켰을 때 발생되는 지반진동
> · 발파진동에 의한 구조물의 피해정도는 진동속도(cm/s)로 제한

2 추진현황

o **2013.05.~2014.11. 관련연구 수행**(실무부서 연구과제)

- 고속도로 하부 터널공사에 따른 도로영향 검토

o **2014. 10~11 관련전문가 및 한국터널지하공간학회 자문 수행**

o **2015. 01 2015 국민행복 新100約 과제 선정**

o **2015. 03 한국지반공학회 학술발표회 발표**

o **2015. 06 전문가 의견수렴을 위한 공청회 개최**

- 대한토목학회 및 한국지반공학회 공동 주관

o **2015. 10 관련부서 의견수렴**

- 도로처, 재난안전처, 건설처, 설계처

o **2015. 11 설계기준심의**

- 심의결과 : 조건부 채택

3 현행기준 및 문제점

□ 현행기준

o 고속도로 전문시방서(한국도로공사)

구 분	가축류	문화재, 진동 예민구조물	가옥 (조적)	가옥 (RC조)	공업용 건물	철골 구조
발파진동 속도(cm/sec)	0.1	0.2	0.3	0.5	1.0	5.0

o 터널표준시방서(국토교통부)

구 분	문화재	조적식 구조물	지하기초와 콘크리트 슬래브 건물	철근콘크리트 골조 중소형구조물	철근콘크리트 골조 대형구조물
발파진동 속도(cm/sec)	0.2~0.3	1.0	2.0	3.0	5.0

□ 문 제 점

o 현행기준이 가축 및 건축물을 대상으로 규정되어 있어 도로시설물(교량, 터널, 암거, 포장 등) 특성 미반영

☞ 도로시설물별 특성을 반영한 허용진동기준 필요

o 도로시설물에 대한 허용기준 부재

- 타기관에서 도로시설물 인접구간 공사시 발파공법 선정에 대한 분쟁 발생(건축물 진동기준 1.0~2.0cm/sec 준용 적용)

☞ 합리적 기준 수립 필요

- 자체 공사의 경우 도로시설물에 대한 안전관리 미시행

☞ 고속도로 주행차량의 안전 확보를 위한 관리기준 필요

4 검토내용

추진방향

▣ 안전성 및 경제성을 고려한 도로시설물 발파진동 허용기준 제시
▣ 산·학·연 관련전문가 검증을 통한 합리적 기준 수립

□ 국내·외 자료 조사 분석

o 국외 기준(34개 국가)
- 국가별 특성, 시설물별 구조형식, 재료특성, 지반조건, 측정위치, 진동속도 성분 등에 따라 다양한 기준 제시
- 구조물의 진동수를 고려하여 구조물 특성 반영

o 국내 기준(15개 기관)
- 대부분 가축과 건축물에 대한 기준 적용
- 일부 기관의 경우 토목구조물에 대한 구조물 진동수 고려

o 진동과 시설물의 상관 관계 분석 연구 수행
- 발파현장 계측을 통한 진동과 시설물 상관관계 분석
  ※ 수도권고속철도(수서~평택) 등 3개 현장 115 개소
- 환경분쟁조정위원회 구조물 피해 분쟁사례 분석(47건)
- 국내 현장 계측자료 분석(97개 현장)

□ 도로시설물 허용진동 기준 검토

o 도로시설물 특성을 반영한 허용진동 기준 제시

· 도로시설물의 구조형식, 재료특성 및 중요도 등을 고려한 관리 대상 시설물 결정
  – 관리대상 : 교량, 터널, 암거, 옹벽, 포장, 중앙분리대, 매설관
· 도로시설물의 진동수를 감안한 허용진동 기준 제시
  – 도로시설물의 진동영향 수치해석 및 이론적 검토를 통해 구조물별 허용진동기준 검증 수행

□ 전문가 의견수렴 및 검증

o 전문가 및 학회(한국터널지하공간학회) 자문 (2014. 11)

< 주요의견 >
- 현재 운영중인 안전진단 등급을 활용한 구조물 노후도 고려
- 시설물의 용도와 중요도를 고려하여 제시 기준의 조정 필요
- 향후 계측자료 축적시 기준 조정이 가능하도록 조치 필요 등

o 한국지반공학회 정기 학술발표회 논문 발표 (2015. 3)

※ 참여분야 : 재해대책/지반진동 세션

o 학회 공동주관 공청회 개최 (2015. 6)

- 패널 토론 및 관련전문가 의견수렴 : 한국지반공학회장 등 100여명

※ 주관 : 우리공사, 한국지반공학회, 대한토목학회

< 주요의견 >
- 기존 구조물에 대한 상태를 평가하고 노후도를 고려한 기준 제시
- 파급효과가 크므로 안전성과 경제성을 종합적으로 고려한 기준 수립 필요 등

o 관련부서 의견 수렴 (2015. 10)

< 주요의견 >
- 공용연수 30년 이상인 구조물에 대한 기준 강화 필요
- 연약지반 등 구조물 변위 발생 가능성이 있는 경우 기준 강화 필요
- 노후 구조물 대상 범위 규정 필요 등

※ 관련부서 : 재난안전처, 도로처, 건설처, 설계처

□ 설계기준심의 (2015. 11)

o 심의결과 : 조건부 채택

< 주요의견 >
- 구조물이 복합적으로 존재하는 경우 적용 방법 명확화 필요
- 포장의 경우 저주파수 대역과 고주파수 대역의 기준 연속화 필요
- 100Hz 이상의 진동에 대한 기준 제시 필요 등

5 허용기준(안)

□ 허용기준(안)

도로시설물		충격진동(cm/sec)		
		10Hz 미만	10-50Hz	50Hz 초과
교량, 터널, 암거, 옹벽, 방음벽 기초		2.0	2.0 ~ 4.0	4.0
포장	콘크리트	1.5	1.5 ~ 2.0	2.0
	아스팔트	7.5	7.5 ~ 10.0	10.0
중앙분리대		6.0	6.0 ~ 8.0	8.0
매 설 관		3.0		

※ 10~50Hz 구간 : 보간법 적용(소수 첫째자리 절사)

o **노후 구조물**(시설물 상태평가등급 C 이하 또는 공용연수 30년 이상)

- 기준치의 1/2 적용

※ 대상 : 교량, 터널, 암거 및 옹벽

o **구조물 변위가 발생할 가능성이 있는 지역**(연약지반, 암성토 및 이암성토 구간 등)

- 현장여건을 감안하여 기준 강화 적용 가능

o **도로구조물내 예민시설**(전자장비 등)**이 포함된 경우**

- 제조사의 권장 진동기준 적용

o **도로시설물이 복합적으로 존재하는 경우**

- 대상시설물중 가장 엄격한 시설물의 기준 적용

o **기타사항**

- 시험발파, 계측방법 등 본 기준에서 규정하지 않은 사항은 “도로공사 노천발파 설계·시공지침”(국토부) 적용
- 구조물 특성 등 현장 여건을 고려하여 필요시 정밀수치해석 수행(붙임 #1)

□ 세부 적용방안

o **적용대상** : 공용중 고속도로 시설물

o **적용방법**

- 실시설계 단계 : 10-50Hz의 평균값을 적용하여 공사비를 산출

도로구조물		충격진동(cm/sec)
교량, 터널, 암거, 옹벽, 매설관		3.0
포장	콘크리트	1.7
	아스팔트	8.7
중앙분리대		7.0

- 시공 단계 : 시험발파를 통해 계측된 시설물의 진동수를 고려하여 허용기준 적용 및 발파공법 확정

※ 계측 : 구조물 기초부에서 PPV(Peak Particle Velocity) 성분으로 측정

※ 발파업무 흐름도(붙임 #2 참조)

6 기대효과

□ 시설물 특성에 맞는 합리적 기준수립 및 **안전한 시공관리**를 통한 **국민안전 구현**

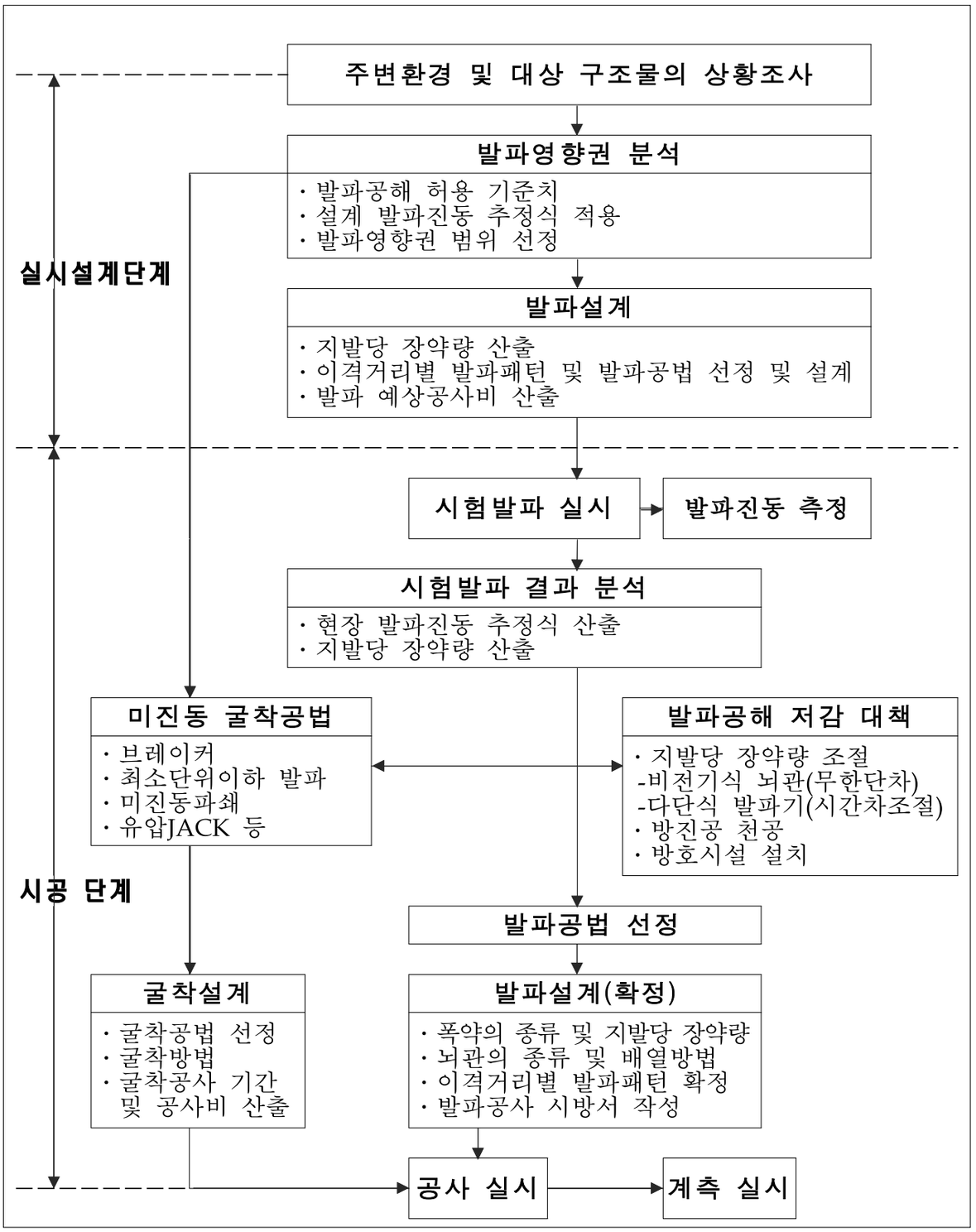
□ 획일적이고 **과도한 기준 개선**를 **통한 국가예산 절감**(44억원/년)

□ **국내 최초** 도로시설물별 발파진동 허용기준 수립으로 **도로기술 선도**

붙임 : 1. 발파업무 흐름도

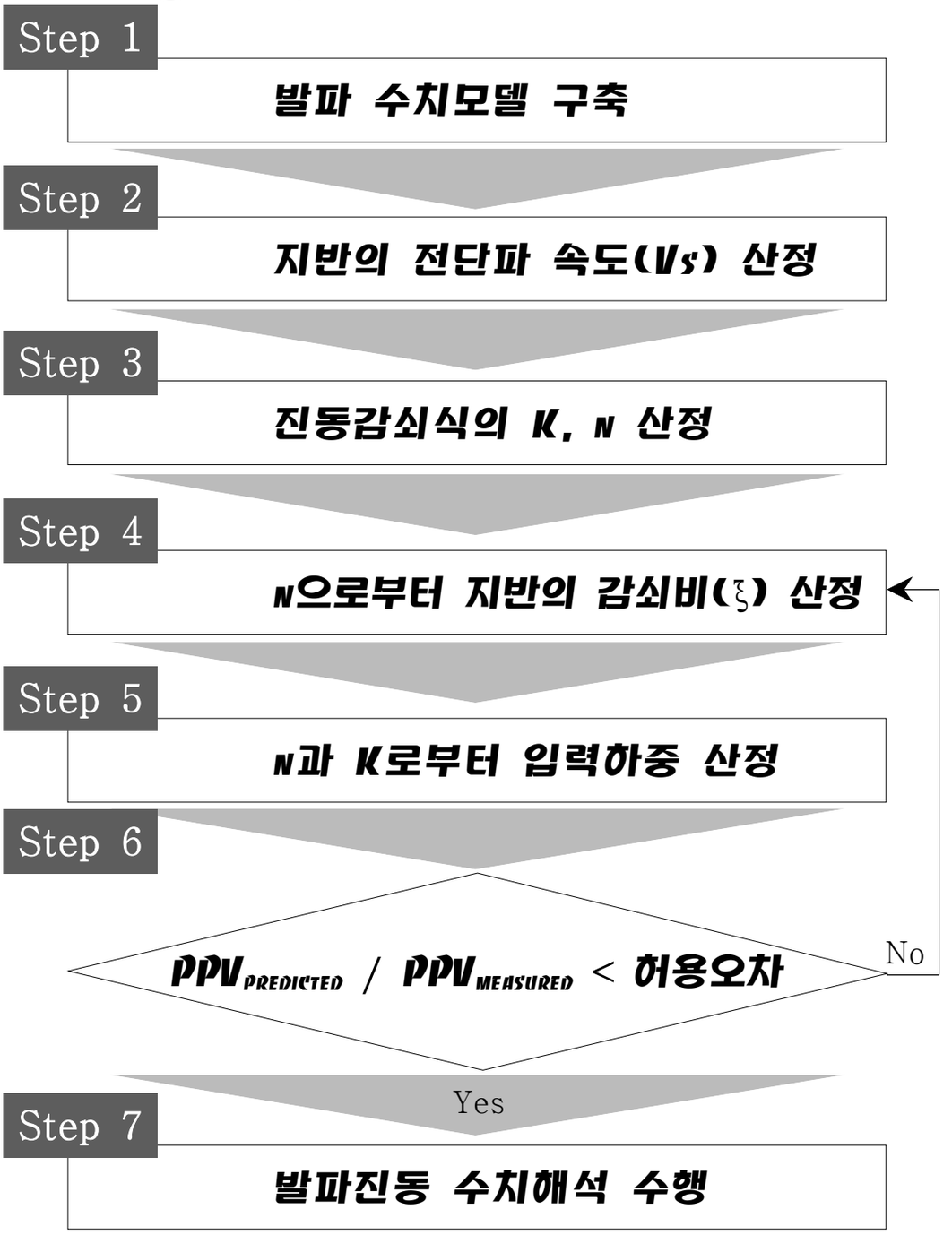
2. 발파진동 수치해석 가이드라인

붙임 1 발파 업무 흐름도


주변환경 및 대상 구조물의 상황조사
발파영향권 분석
· 발파공해 허용 기준치
· 설계 발파진동 추정식 적용
· 발파영향권 범위 선정
실시설계단계
발파설계
· 지발당 장약량 산출
· 이격거리별 발파패턴 및 발파공법 선정 및 설계
· 발파 예상공사비 산출
시험발파 실시
발파진동 측정
시험발파 결과 분석
· 현장 발파진동 추정식 산출
· 지발당 장약량 산출
미진동 굴착공법
· 브레이커
· 최소단위이하 발파
· 미진동파쇄
· 유압JACK 등
발파공해 저감 대책
· 지발당 장약량 조절
-비전기식 뇌관(무한단차)
-다단식 발파기(시간차조절)
· 방진공 천공
· 방호시설 설치
시공 단계
발파공법 선정
굴착설계
· 굴착공법 선정
· 굴착방법
· 굴착공사 기간
및 공사비 산출
발파설계(확정)
· 폭약의 종류 및 지발당 장약량
· 뇌관의 종류 및 배열방법
· 이격거리별 발파패턴 확정
· 발파공사 시방서 작성
공사 실시
계측 실시

붙임 2 발파진동 수치해석 가이드라인

□ 발파진동 수치해석 절차



※ 본 가이드라인은 수치해석을 위한 참고자료임

□ Step별 세부 추진내용

Step 1 발파수치모델 구축

• 요소크기, 파쇄영역 및 경계조건 설정

□ **요소크기**

- 동적해석에서 솔리드(Solid) 요소 크기는 전파되는 최대 주파수를 결정. 요소의 최대 크기(Δl)는 Kuhlemeyer and Lysmer (1973)가 제안한 최소값보다 작게 적용.

$$\Delta l = \frac{V}{10f}$$

□ **파쇄영역**

- 다수의 발파공이 한 조를 이루어 동시에 폭발되지만 이를 개별적으로 모델링하는 것은 불가능함. 따라서, 다수의 발파공을 하나의 가상영역 설정함.
- 원으로 모델링할 경우 방사방향으로 전파되는 진동전파 모사가 용이함.

□ **경계조건**

- 반사파를 제어하기 위해 하부 및 측면에는 점성경계를 적용해야함.
- 점성경계조건은 경계면에 전파되는 진동을 흡수할 수 있어 실제 무한한 경계를 효과적으로 모사함.

Step 2 지반의 전단파 속도 산정

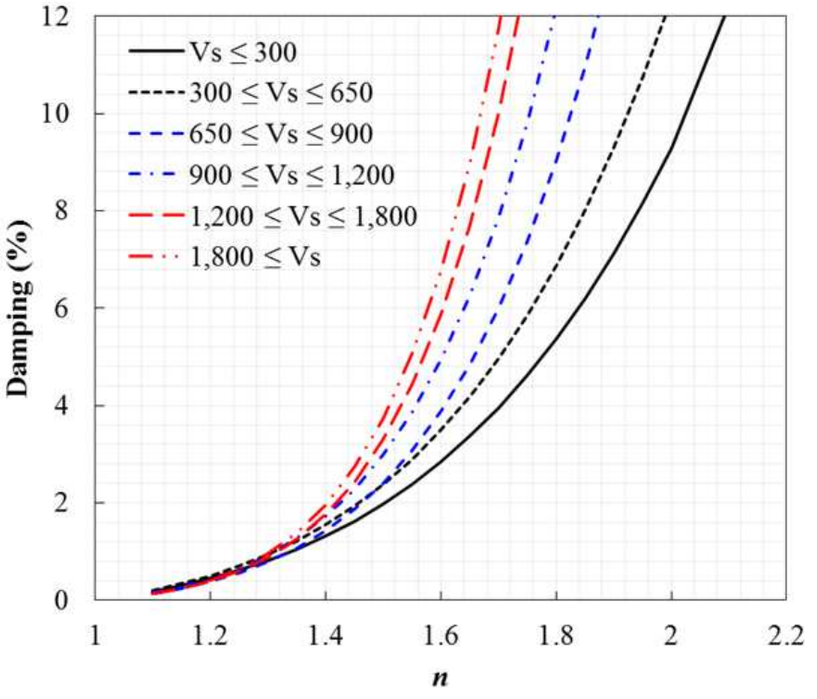
• 전단파 속도(Vs)는 지반조사 결과를 통해 산정함.

Step 3 진동감쇠식의 발파상수(*K*), 감쇠지수(*n*) 산정

- 시험발파 계측기록을 통해 산정하거나 암발파 설계 지침 연구 최종보고서(건설교통부, 2006)에 제시된 값 사용

Step 4 감쇠비 산정

- 감쇠지수(*n*) - 지반감쇠비(ξ) 차트를 이용하여 감쇠비 산정
- Rayleigh damping의 f_n과 f_m은 발파기록의 주파수특성을 고려하여 결정



감쇠지수(*n*)- 지반감쇠비(ξ) 차트

Step 5 발하파중 결정

- 발파상수(*K*), 감쇠지수(*n*)의 상관관계를 통해 하중 결정
- 2차원 해석을 위한 하중 보정계수, L
  - 파쇄영역의 반경이 1m 일 때, $PPV_{source} = L \cdot K$

$$L = 0.27 \cdot n^{-3.9}$$

Step 6 검증 ($PPV_{predicted}$ / $PPV_{measured}$ < 허용오차)

- 최종적으로 계산된 결과와 계측기록 비교

☞ 허용오차 만족 여부 판단

Step 7 발파진동 수치해석 수행

- 구축된 해석툴, 하중 및 감쇠비를 적용하여 발파진동 수치해석 수행

지하박스 구조물 설계 개선방안

기술심사처-2695
(2015.11.23)

1 검토목적

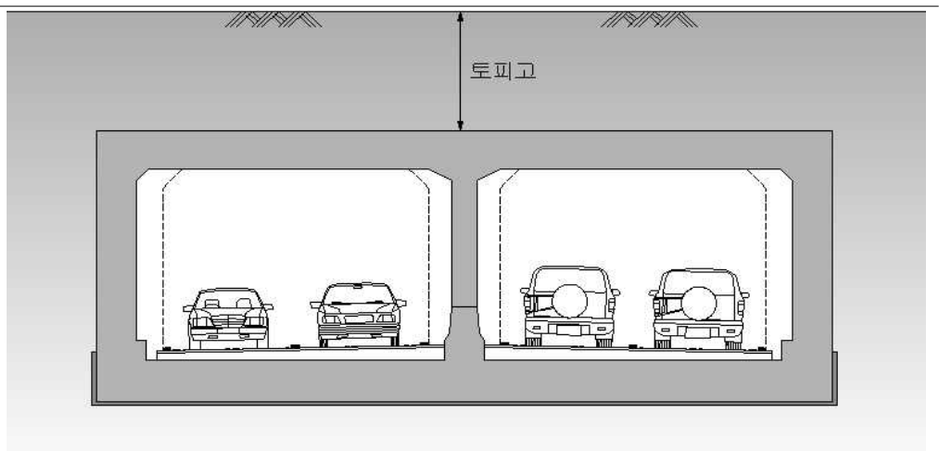
최근 도심지 지하공간 활용 등으로 증가 추세인 지하박스 구조물에 대한 경제적이고 합리적인 단면설계 방안을 검토하고자 함

※ 지하박스 구조물 설치사례

- 설계 : 동탄지구 경부고속도로 직선화공사, 광명-서울 민자고속도로, 제물포터널, 서부간선지하도로 등
- 계획 : 경인고속도로 지하화, 만덕-센텀지하도로(부산시), U-Smart Way(서울시) 등

2 현 설계 실태

□ 지하박스 구조물의 특성

구 분	내 용
특 성	· 단면 결정하는 주요 하중이 토피하중, 토압, 구조물 자중 등 상시 사하중으로 상부하중 변동요인이 작음 ☞ 토피고 3.0m인 경우 상부토피 하중의 크기과 연직하중의 비율이 약 7 : 3이며, 토피가 깊어질수록 연직하중 비율이 높아짐 · 일반적으로 넓은 폭원(다차로 형태의 박스구조)으로 휨지배 거동 특성을 보이나, 벽체 등 연직부재에는 상대적으로 큰 축력 작용 ☞ 계수하중(Pu)은 공칭 축하중 강도(Pn)의 약 10~20% 내외
단면형상	

□ 슬래브 및 벽체의 설계

o 슬래브 및 좌·우측 벽체는 휨부재 검토, 축력지배인 중앙벽체는 휨·압축부재 검토

구 분	검토조건	검토방법
상·하부 슬래브	휨 부 재	·Mu 〈 ΦMn(휨검토) ·Vu 〈 ΦVn(전단검토)
좌·우 측 벽 체	휨 부 재	·Mu 〈 ΦMn(휨검토) ·Vu 〈 ΦVn(전단검토)
중앙 벽체(기둥)	휨·압축부재	·Mu 〈 ΦMn(휨검토) **·Pu 〈 ΦPn(축력검토)** ·Vu 〈 ΦVn(전단검토)

※ 관련 기준(콘크리트 구조기준 6.2.2.(5))

휨모멘트와 축력을 동시에 받는 철근콘크리트 부재로서 계수축력이 0.10fckAg 보다 작은 경우 축력의 영향을 무시하고 휨부재로 취급하여 휨강도를 계산할 수 있다.

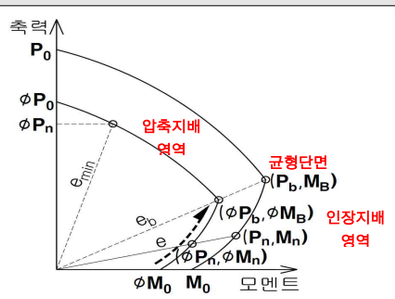
3 문 제 점

□ 좌·우측벽체 축력 미고려에 따른 단면 증대 불가피

o 일반적으로 휨에 의한 인장지배 단면은 순수 휨부재 설계시 보수적인 설계가 가능하며 설계방법 간단

o 반면, 인장지배 영역에서 축강도(ΦPn)와 휨강도(ΦMn)의 상관관계를 고려하지 않으므로 **단면 증대 등 경제성 저하**

※ 축강도(P)-휨강도(M) 상관관계

P-M 상관도	
	(인장지배영역) ·균형편심(e_b) 이하의 축력에서는 $\phi M_0 \rightarrow \phi M_b$까지 ϕP_n이 증가함에 따라 ϕM_n증가

4 휨·압축부재 적용성 검토

□ 검토 방법론

o 박스형태의 단면을 갖는 지하차도, 지중 함형라멘 등 적용 사례조사

o 토피고를 변수로 하여 휨・압축부재 설계 시 효과 검증

□ 지하박스 구조물 벽체 휨・압축부재 설계 사례

o 도로시설물 : 서부간선지하도로, 제물포터널 등

구 분		휨부재 설계	휨·압축부재 설계
서부간선 지하도로	1련BOX벽체 (토피고 14.0m)	•철근량 : 23.5 ton/m	•철근량 : 20.7 ton/m
	2련BOX벽체 (토피고 8.8m)	•철근량 : 11.1 ton/m	•철근량 : 10.7 ton/m
제물포터널 지하차도부		•벽체두께 : 1.3m •철 근 : 8,224ton	•벽체두께 : 1.1m •철 근 : 7,440ton

o 철도 및 지하철 등의 지하박스 구조물은 휨·압축부재 설계 기적용

□ 적용성 검토결과

o 휨·압축부재 설계 시 단면 또는 철근량 축소 가능

o 토피고가 클수록, 지간장이 넓을수록 효과 증대

□ 설계자문 결과

o 자문위원 : 경북대 윤영묵 교수 등 5명

o 주요내용

- 지하박스 구조물 벽체의 **휨·압축부재 설계적용 적정**
- 벽체와 기둥 판별에 따른 적합한 구조세목 적용 필요
- 우각부 등 응력교란영역에 대한 설계방법 개선 필요

5 개선방안

□ 지하박스 구조물 벽체 설계방법 개선

o **(적용대상)** 지하차도, 지중함형라멘, 암거 등 박스형 단면 벽체

o **(기본원칙)** 좌·우측 벽체 설계 시 휨·압축부재 설계 및 최신 설계 기준 적용을 통한 합리적이고 경제적인 설계 유도

구 분	현 행	개 선
좌·우측 벽체	•(축력검토 미시행) •Mu 〈 ΦMn(휨검토) •Vu 〈 ΦVn(전단검토)	•Pu 〈 ΦPn(축력검토) •Mu 〈 ΦMn(휨검토) •Vu 〈 ΦVn(전단검토)

o **휨·압축부재 설계 일반사항**

- 단면 설계 전 **벽체 또는 기둥 여부 판별** 후 단면 특성에 적합한 구조 세목 적용(수평철근, 띠철근 관련 규정 등)

  ※ 판별조건 : 콘크리트 구조기준 11.2.(1)

  ·벽체 조건 : Pu ≤ 0.4 x fck x Ag 이고 수직철근량 As ≤ 0.01 x Ag
  ·기둥 조건 : 벽체 이외의 조건

- 암거 등 **벽체 두께가 얇은 구조물**의 경우 **콘크리트 단면만으로 전단에 저항**할 수 있도록 계획

- 휨·압축부재 설계 시 **균열 등 사용성 검토** 시행

- **고정하중 감소 및 활하중 미재하 상태를 반영**할 수 있는 하중조합 포함

- 하중조합별 **모멘트 및 축력**을 **P-M 상관도에 표기**하되, **단면에 불리한 하중조합 선별적 표기**

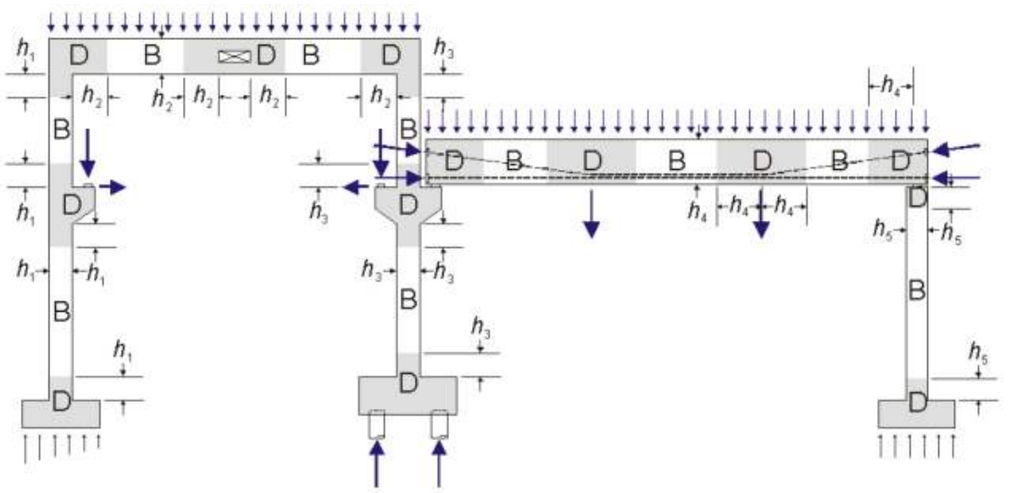
- 상재하중 재하전 측면토압이 크게 발생될 수 있는 지하 복층구조 등 특수한 구조물의 경우 **시공단계 안정성 검토 추가**

o 최신 설계기준(스트럿-타이모델) 반영

- 적용대상 : 벽체와 슬래브가 접합하는 **우각부** 등 **응력교란 영역**

※ 스트럿-타이 모델 (Strut-Tie Model)

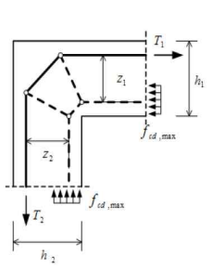
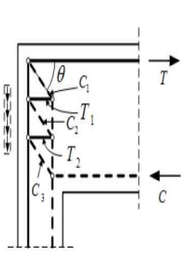
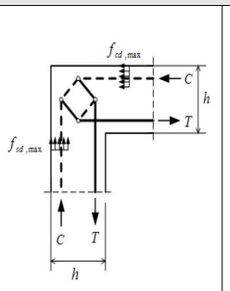
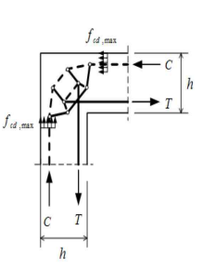
스트럿(콘크리트), 타이(철근), 그리고 스트럿과 타이의 단면력을 받침부나 부근의 B영역(*)으로 전달시켜 주는 절점 등으로 구성된 콘크리트 구조부재 또는 D영역(**)의 설계를 위한 트러스 모델



(*) B영역(Bernoulli or Beam Region)
보 이론의 평면유지원리가 적용되는 부분

(**) D영역(Disturbed or Discontinuity Region)
집중하중에 의한 하중 불연속 또는 단면이 급변하는 기하학적 불연속부 및 보 이론의 평면유지원리가 적용되지 않는 영역

- 스트럿-타이 모델 예시【도로교설계기준 한계상태설계법(2015)】

구 분	닫힘모멘트		열림모멘트	
내 용				
	기둥과 보의 깊이가 유사	기둥과 보의 깊이가 크게 다름	작은열림모멘트 (As/bh≤2%)	큰열림모멘트 (As/bh>2%)

□ 기대효과

o 보수적인 설계 관행에서 경제적이고 합리적인 설계로의 전환

o 휨·압축부재 설계시 **약 4~10%의 공사비 절감 효과**

구 분		토피고[1] H=5.0m	토피고 H=3.0m
		지하차도 (양방향 4차로)	지중함형라멘 (8.0 x 5.2)
공사비[2]	기존	12,043 천원/m	4,811 천원/m
	개선	11,509 천원/m	4,410 천원/m
증 감		감 534 천원/m (감 4.4%)	감 401 천원/m (감 8.3%)

주1) 구조물 형식별로 가장 많이 적용되는 토피고를 기준으로 하였으며, 일반적으로 토피고가 클수록 휨 모멘트와 축력이 커지므로 휨·압축 부재 설계 시 절감효과가 큼

주2) 공사비는 제잡비를 제외한 직접공사비임

6 적용방안

□ 자체 및 수탁설계VE 검토 노선 : 본 방침 적용

□ 설계중인 노선 : 본 방침 적용

붙 임 : 1. 구조물 형식별 Case-Study 결과 요약

2. 설계자문 주요내용

5-12 구조물공

한계상태설계법에 의한 교량 상부구조 발주자 결정사항 확정(안) 보고

설계처-2391 (2015.09.01)

1 추 진 배 경

□ 한계상태설계법에서는 설계변수 등 **일부 항목을 발주자가 결정해 주어야 하며,**

□ 교량 상부구조 설계를 위해, 그와 관련된 **발주자 결정사항을 확정하고자 함**

2 그간 추진 내용

□ 한계상태설계법 구조 전문가 회의 실시 (설계처-30, 2015.01.06)

o 한계상태설계법 개념설명 및 질의응답, 개선사항 토의 등

* 총 80명(도공 10, 설계사 70)

□ 한계상태설계법 고속도로 교량 세부설계지침(안) 통보

(도로교통연구원 구조물연구실-158, 2015.03.02)

o 노출환경에 따른 설계등급, 피복두께, 콘트리트강도, 하중수정계수 등 발주자 결정사항 적용(안)

□ 콘크리트 거더교 최소피복 적용방안 수립 (설계처-454, 2015.03.02)

o 거도 공칭피복 두께 상향, 강연선 면적에 따른 덕트 규격 최소화

* 공칭피복 : 30mm→40mm, 덕트규격 : 88mm→73mm

□ 한계상태설계법 적용 추진방안 검토 (설계처-467, 2015.03.03)

o 실시설계 중인 노선 교량 일부를 한계상태설계법 설계 실시

* 노선 : 포항-영덕 등 2개, 교량 : 6개교(포스트텐션, 프리텐션, 강교 등)

* 본 설계 과정에서 도출된 문제점은 설계자문, 심의 등 을 통해 방침 수립 예정

□ 교량 바닥판 설계 적용방안 검토 (설계처-1418, 2015.05.21)

o 최소 순피복 및 공칭강도 변경, 경제성을 고려한 설계방법 검토

* 유효지간, 경제성 등에 따라 전통적설계법 및 경험적설계법 선택

□ 압축철근 겹이음길이 산정 관련 설계기준 건의

(도공→한국도로협회, 설계처-1736, 2015.06.18)

o 현 기준의 모호한 내용을 명확히 하도록 건의

* α_6(보정계수) 압축철근 = 1.0 적용(독일 DIN)

* 겹이음 길이는 압축이 인장보다 길지 않도록 규정(영국 BS 규정)

□ 철근 겹이음길이 산정(안) 검토 (설계처-1736, 2015.06.18)

o 철근강도 활용 유무에 따라 압축철근 세부 분류로 겹이음 길이 감소

* (당초) 압축철근 → (변경) 압축부 구조용 철근, 압축부 비구조용 철근

* 겹이음 길이(기초 상단) : (당초) 1,140mm → (변경) 290mm

□ 국토부 주관 한계상태설계법 관련 전문가 회의 참석(2015. 06. 19.)

o 신설계기준 적용에 따른 애로사항 건의 및 우리공사 추진현황 공유

* 그간의 방침 내용(거더교 최소피복 적용방안 등) 제출

□ 교량구간 방호벽 및 방음벽 기초개선 (설계처-1880, 2015.07.06)

o 한계상태설계법에 따른 방호벽·방음벽 압축강도 및 피복두께 변경

구 분	콘크리트 압축강도	철근 피복두께	비 고
교량 방호벽	30MPa → 35MPa	7cm → 전면 9cm, 배면 7cm	
교량 방음벽 기초	24MPa → 35MPa	5cm → 전면 9cm, 배면 7cm	

□ 중간성과물 설계 자문 시행 (설계처-1932, 2015.07.08)

o 상부형식(PSC 및 강교)에 대한 중간성과물 설계 자문

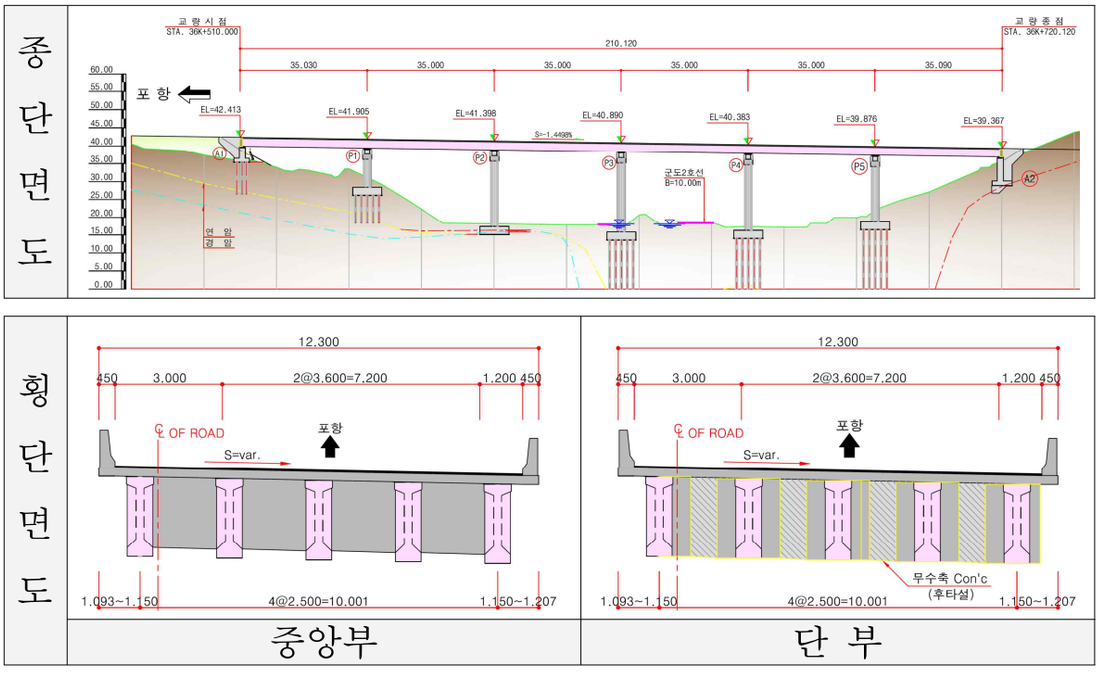
* 연세대 김상효 교수 외 4인

3 시험 설계 결과 요약

상부구조 설계 후 설계자문을 완료하였고, 자문결과를 반영한 결과임

□ PSC거더

○ 교량개요 : 반일체식 PSC I형 거더(6@35=210m)



○ 바닥판 : "교량 바닥판 설계 적용방안 검토"에 의거 설계(설계처-1418, 2015.05.21)

- 전통적설계법을 적용하였으며, 하중 영향 감소로 공사비 감 2%

○ 거더

- 거더 본수를 동일하게 적용하여 공사비 증감은 없음
- 설계법 비교

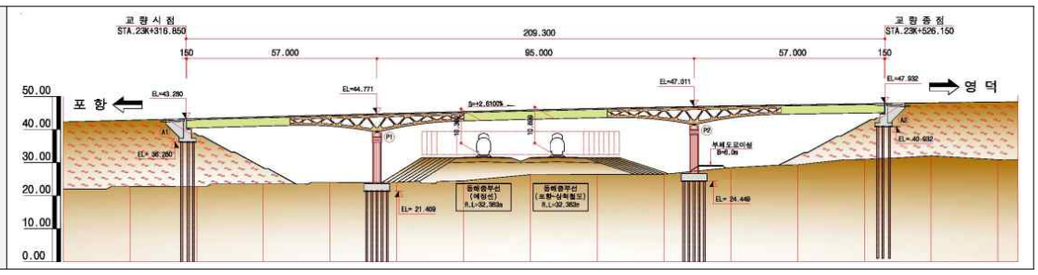
기존설계법(허용응력설계법)	한계상태설계법
※거더 상연에서 PS도입 직후 허용응력 : -1.41(인장) ~ 19.2(압축) 작용응력 : 0.98(압축)	※거더 상연에서 PS도입 직후 허용응력 : -2.29 ~ 19.2 작용응력 : 1.10(압축)
거더 상연에서 기존설계법보다 한계상태설계법에서 약간의 여유는 있으나, 차이가 크지 않아 의미 있는 값으로 볼 수는 없음	

※ 공사비 감 0.4%(당초 : 1,889백만원 → 변경 : 1,881백만원, 감 8백만원)

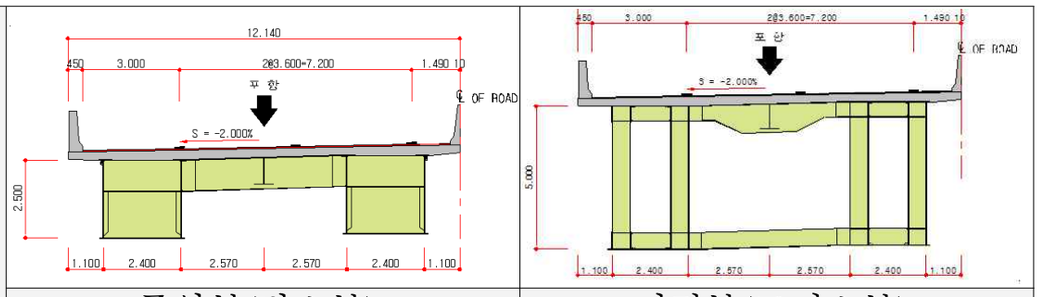
□ 강교

○ 교량개요 : 복합트러스용 강교(57+95+57=209m)

종단면도



횡단면도



중앙부(박스부) | 지점부(트러스부)

○ 바닥판 : "교량 바닥판 설계 적용방안 검토"에 의거 설계(설계처-1418, 2015.05.21)

- 경험적설계법을 적용하였으며, 하중 영향 감소로 공사비 감 8%

○ 거더

- 기존설계법은 허용응력설계법이었으나,
  한계상태설계법은 **소성설계법으로** 단면력을 높게 평가함.
- 최소보강재 적용으로 공사비 감 12%
- 설계법 비교

기존설계법(허용응력설계법)	한계상태설계법
※다수 보강재 적용한 허용응력 단면설계	※최소 보강재 적용한 극한강도 단면설계
※중앙부(박스부) 허용응력안전율 : 80%(휨), 9%(전단) 합성응력안전율 : 65% ※지점부(트러스 상현재) 허용응력안전율 : 73%(인장), 8.4%(압축) 합성응력안전율 : 54%	※중앙부(박스부) 극한한계안전율 : 84%(휨), 12%(전단) ※지점부(트러스 상현재) 극한한계안전율 : 49%(인장), 61%(인장+휨)
박스부는 기존설계법과 설계안전율을 비슷하게 적용하여 설계에 반영함. 트러스부는 추가 단면 감소 가능하나, 시범설계 감안하여 10%내외 감소로 수행함.	

※ 공사비 감 11.3%(당초 : 5,258백만원 → 변경 : 4,661백만원, 감 597백만원)

4 발주자 결정사항 확정(안)

구 분	설 계 기 준	우리공사 결정 사항
제1장 총칙	**1.1 적용범위** 이 설계기준은 교육이나 설계자의 판단을 대신하기 위한 것이 아니고 단지 공공의 안전을 위해 **필요한 최소필요조건을 기술**한 것이다. **발주자** 또는 설계자는 **최소필요조건**보다 높은 수준의 설계나 재료 및 시공의 품질을 요구할 수 있다.	도로교설계기준 및 우리공사 방침 준수
제1장 총칙	**1.3.5 구조물의 중요도** 이 절은 극한한계상태와 극단상황한계상태에만 적용한다. **발주자**는 특정교량 또는 그 교량의 구조요소 및 접합부를 중요한 구조로 지정할 수 있다. • 극한한계상태 : $\eta_I \geq 1.05$: 중요 교량 $= 1.00$: 일반 교량 ≥ 0.95 : 상대적으로 중요도가 낮은 교량	하중수정계수(η_i) 적용 ·연성계수(η_D) = 1.0 ·여용성계수(η_R) = 1.0 ·중요도계수(η_I) = 1.0
제1장 총칙	**1.4 교량의 등급** 3.6.1.3에 규정된 설계 차량활하중 KL-510으로 설계하는 교량을 1등교로 한다. 2등교는 1등교 활하중효과의 75%를 적용하며, 3등교는 2등교 활하중효과의 75%를 적용한다. 교량의 등급은 원칙적으로 **발주자**가 정한다.	1등교 적용
제2장 설계개요	**2.3.2 교량의 배치** (2) 교통안전 ③ 구조규격기준 「도로의 구조·시설기준에 관한 규칙(국토교통부)」의 요구사항을 만족하여야 하며, 예외사항에 대해서는 그 사유가 정당화되어야 한다. 길어깨의 폭과 교통분리대의 규격은 **발주자**의 시방서를 만족해야 한다.	「도로의 구조 · 시설기준에 관한 규칙」 및 우리공사 방침 준수

구 분	설 계 기 준	우리공사 결정 사항
제3장 하중	**3.1 적용범위** 이 장은 교량의 설계에서 사용되는 하중들에 대한 최소한의 요구 조건, 적용한계, 하중계수 및 하중조합에 대해 규정한다. 또한 이 규정은 기존 교량의 구조적 안전성 평가에도 적용될 수 있다. 이 규정들은 하중에 대한 **최소 요구조건**이므로, 필요한 경우 **발주자**의 판단에 따라 이 기준 이상의 하중을 사용할 수 있다.	도로교설계기준 및 우리공사 방침 준수
제3장 하중	**3.4.2 하중계수와 하중조합** 극한한계상태 하중조합Ⅱ - 발주자가 규정하는 특수 차량이나 통행허가차량을 고려한 하중조합. 풍하중은 고려하지 않는다.	도로교설계기준에서 제시하는 표준하중 적용
제3장 하중	**3.4.2 하중계수와 하중조합** 온도구배에 대한 하중계수(γ_{TG})와 침하에 대한 하중계수(γ_{SD})는 공사별 특별시방에 의해 결정하여야 한다.	온도구배 영향이 미미하여 구조적으로 무시하며, γ_{TG}는 1.0을 적용
제3장 하중	**3.4.3 가설시 하중에 대한 하중계수** 구조물과 부속물의 중량에 대한 하중계수는 1.25이상의 값을 택해야 한다. **발주자**에 의해 특별히 제시되지 않은 경우에는 시공하중, 설비하중 그리고 동적효과에 대한 하중계수는 1.5 이상의 값을 택해야 한다. 풍하중에 대한 하중계수는 1.25이상의 값이어야 한다. 모든 다른 하중계수들은 1.0을 택한다.	도로교설계기준 및 우리공사 방침 준수
제3장 하중	**3.6.1.1 재하차로의 수** (1) 차량활하중의 재하를 위한 재하차로의 수 N은 식 (3.6.1)과 같다. $N=\frac{W_C}{W_P}$ 의 정수부 (3.6.1) 여기서, W_C = 연석, 방호울타리 간의 교폭(m) W_P=**발주자**에 의해 정해진 계획차로의 폭(m)	W_P=3.6m 적용

구 분	설 계 기 준	우리공사 결정 사항
제5장 콘크리트교	**5.8.1.2 노출 환경과 한계 기준** (1) 교량과 그 부대 시설의 구성 요소는 표 5.8.1에 정해진 노출 환경으로 구분하여 설계하여야 한다. 부재에 발생하는 균열폭은 노출 환경 상태에 따라 정해진 한계 균열폭을 초과하지 않아야 한다. (2) 교량 구조물과 그 부재의 소요 사용 성능을 확보하기 위해서는 이 절에서 정한 노출 환경에 따른 응력과 균열폭 제한 규정을 시공 중인 임시 상황뿐만 아니라 운용중인 정상 상황에서 예측되는 적합한 하중조합에서 적용하여야 한다. (3) 부재 설계에 적용하는 영응력과 균열폭 한계 기준은 표 5.8.2에 주어진 값으로 하여야 한다. 이 표에 주어진 영응력 한계 기준과 균열폭 한계 기준을 동시에 만족시키도록 설계하여야 한다. 여기서 영응력 상태란 인장측 연단 콘크리트가 압축인 상태를 의미한다.	노출환경 조건은 ED1 또는 ES1으로서, **포스트텐션**의 경우 설계등급 "C"로 적용 **연속지점부**는 슬래브 연속화되는 RC부재이므로 설계등급 "E"로 적용

표 5.8.1 노출 환경에 따라 요구되는 최소 설계 등급

노출 환경	최소 설계 등급			
	포스트 텐션	프리 텐션	비부착 프리스트레싱	철근콘크리트
건조 또는 영구적 수중 환경 (EC1)	D	D	E	E
부식성 환경 (습기 또는 물과 장기간 접촉 환경; EC2, EC3, EC4)	C	C	E	E
고부식성 환경 (염화물 또는 해수에 노출된 환경; ED1, ED2, ED3, ES1, ES2, ES3)	C	B	E	E

표 5.8.2 설계 등급에 따른 사용 한계값

설계 등급	한계상태 검증을 위한 하중조합		표면 한계균열폭(㎜)
	영(0)응력 한계상태	균열폭 한계상태	
A	사용하중조합-I	-	-
B	사용하중조합-III/IV	사용하중조합-I	0.2
C	사용하중조합-V	사용하중조합-III/IV	0.2
D	-	사용하중조합-III/IV	0.3
E	-	사용하중조합-V	0.3

구 분	설 계 기 준	우리공사 결정 사항
제5장 콘크리트교	**5.10 내구성 및 피복두께** 5.10.1 일반 사항 (6) **5.10은 콘크리트 교량의 설계내구수명 확보를 위한 최소한의 요구조건이다.** 그러나, 가설 혹은 기념비적인 구조물, 극한 혹은 비정상적 하중을 받는 구조물의 경우는 5.10의 요구조건을 수정할 수 있다. 또한, **신뢰할 수 있는 특별한 방법으로 내구성을 검증할 수 있다면 5.10의 요구조건을 수정할 수 있다.**	우리공사 방침 준수 ・콘크리트 거더교 최소피복 적용검토(설계처-454, 2015) ・교량바닥판 설계 적용방안 검토(설계처-1418, 2015)

표 5.10.1 노출환경등급에 따른 최소 콘크리트강도(MPa)

노출환경 (표 5.8.2)	부식									
	탄산화에 의한 부식				염화물에 의한 부식			해수의 염화물에 의한 부식		
	EC1	EC2	EC3	EC4	ED1	ED2	ED3	ES1	ES2	ES3
최소 콘크리트 기준압축강도 (MPa)	21	24	30		30		35	30	35	

노출환경 (표 5.8.2)	콘크리트의 손상					
	위험없음	동결/융해 침투		화학적 침투		
	E0	EF1/EF2	EF3/EF4	EA1	EA2	EA3
최소 콘크리트 기준압축강도 (MPa)	18	24	30	30		35

표 5.10.2 환경 조건에 따른 노출 등급

노출 등급	환경 조건	해당 노출 등급이 발생할 수 있는 사례
1. 부식이나 침투 위험 없음		
E0	• 철근이나 매입금속이 없는 콘크리트 : 동결/융해, 마모나 화학적 침투가 있는 곳을 제외한 모든 노출 • 철근이나 매입금속이 있는 콘크리트 : 매우 건조	• 공기 중 습도가 매우 낮은 건물 내부의 콘크리트
2. 탄산화에 의한 부식		
EC1	건조 또는 영구적으로 습윤한 상태	• 공기 중 습도가 낮은 건물의 내부 콘크리트 • 영구적 수중 콘크리트
EC2	습윤, 드물게 건조한 상태	• 장기간 물과 접촉한 콘크리트 표면 • 대다수의 기초
EC3	보통의 습도인 상태	• 공기 중 습도가 보통이거나 높은 건물의 내부 콘크리트 • 비를 맞지 않는 외부 콘크리트
EC4	주기적인 습윤과 건조 상태	• EC2 노출등급에 포함되지 않는 물과 접촉한 콘크리트 표면
3. 염화물에 의한 부식 4. 해수의 염화물에 의한 부식 5. 동결/융해 작용 6. 화학적 침식		

5 적용 및 향후 추진계획

□ 적　　용

○ 상부 구조 발주자 결정사항은 **2015년 설계 착수 광주-강진 및 김포-파주** 교량부터 적용

□ 향후추진 계획

○ **하부구조** 시험설계 및 설계자문(9월)

○ 자문결과 검토 반영 및 **하부구조** 발주자 결정사항 확정(10월)

○ 한계상태설계법 교량설계 편람 제작(11월 이후)

붙　임 #1 : 설계도면 각 1부.

#2 : 예산절감액 산출근거 1부.

5-13 구조물공 | 한계상태설계법에 의한 교량 하부구조 발주자 결정사항 확정(안) 보고

설계처-3319 (2015.11.27)

1 추 진 배 경

□ 한계상태설계법에서는 설계변수 등 **일부 항목을 발주자가 결정해 주어야 하며,**

□ 교량 하부구조 설계를 위해, 그와 관련된 **발주자 결정사항을 확정하고자 함.**

※ 교량 상부구조 발주자 결정사항은 기 완료(설계처-2391)

2 그간 추진 내용

□ 한계상태설계법 구조 전문가 회의 실시 (설계처-30, 2015.01.06)

o 한계상태설계법 개념설명 및 질의응답, 개선사항 토의 등

* 총 80명(도공 10, 설계사 70)

□ 한계상태설계법 고속도로 교량 세부설계지침(안) 통보 (도로교통연구원 구조물연구실-158, 2015.03.02)

o 노출환경에 따른 설계등급, 피복두께, 콘트리트강도, 하중수정계수 등 발주자 결정사항 적용(안)

□ 콘크리트 거더교 최소피복 적용방안 수립 (설계처-454, 2015.03.02)

o 거도 공칭피복 두께 상향, 강연선 면적에 따른 덕트 규격 최소화

* 공칭피복 : 30mm→40mm, 덕트규격 : 88mm→73mm

□ 한계상태설계법 적용 추진방안 검토 (설계처-467, 2015.03.03)

o 실시설계 중인 노선 교량 일부를 한계상태설계법 설계 실시

* 노선 : 포항-영덕 등 2개, 교량 : 6개교(포스트텐션, 프리텐션, 강교 등)

* 본 설계 과정에서 도출된 문제점은 설계자문, 심의 등을 통해 방침 수립 예정

□ 교량 바닥판 설계 적용방안 검토 (설계처-1418, 2015.05.21)

o 최소 순피복 및 공칭강도 변경, 경제성을 고려한 설계방법 검토

* 유효지간, 경제성 등에 따라 전통적설계법 및 경험적설계법 선택

□ 압축철근 겹이음길이 산정 관련 설계기준 건의

(도공→한국도로협회, 설계처-1736, 2015.06.18)

o 현 기준의 모호한 내용을 명확히 하도록 건의

* α_6(보정계수) 압축철근 = 1.0 적용(독일 DIN)

* 겹이음 길이는 압축이 인장보다 길지 않도록 규정(영국 BS 규정)

□ 철근 겹이음길이 산정(안) 검토 (설계처-1736, 2015.06.18)

o 철근강도 활용 유무에 따라 압축철근 세부 분류로 겹이음 길이 감소

* (당초) 압축철근 → (변경) 압축부 구조용 철근, 압축부 비구조용 철근

* 겹이음 길이(기초 상단) : (당초) 1,140mm → (변경) 290mm

□ 국토부 주관 한계상태설계법 관련 전문가 회의 참석(2015. 06. 19.)

o 신설계기준 적용에 따른 애로사항 건의 및 우리공사 추진현황 공유

* 그간의 방침 내용(거더교 최소피복 적용방안 등) 제출

□ 교량구간 방호벽 및 방음벽 기초개선 (설계처-1880, 2015.07.06)

o 한계상태설계법에 따른 방호벽·방음벽 압축강도 및 피복두께 변경

구 분	콘크리트 압축강도	철근 피복두께	비 고
교량 방호벽	30MPa → 35MPa	7cm → 전면 9cm, 배면 7cm	
교량 방음벽 기초	24MPa → 35MPa	5cm → 전면 9cm, 배면 7cm	

□ 중간성과물 설계 자문 시행 (설계처-1932, 2015.07.08)

o 상부형식(PSC 및 강교)에 대한 중간성과물 설계 자문

* 연세대 김상효 교수 외 4인

□ 상부구조 발주자 결정사항 확정 (설계처-2391, 2015.09.01)

o 노출환경에 따른 설계등급, 피복두께, 콘트리트강도 등 확정

□ 중간성과물 설계 자문 시행 (설계처-1932, 2015.11.05)

o 교대 및 교각에 대한 중간성과물 설계 자문

* 서울과기대 윤석구 교수 외 5인

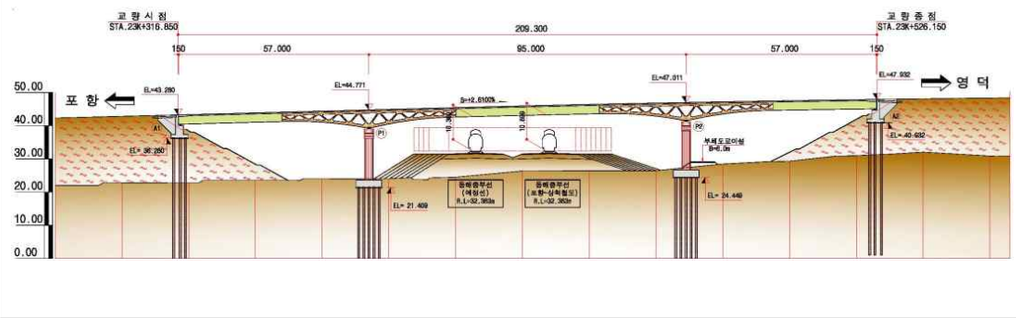
3 시험 설계 결과 요약

교대 및 교각 설계 후 설계자문을 완료하였고, 자문결과를 반영한 결과임

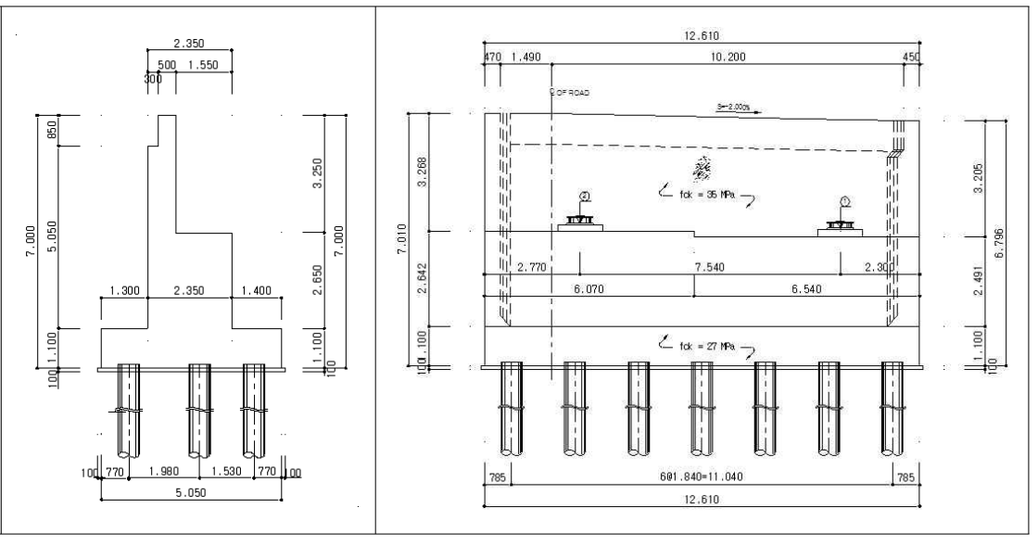
□ 교대

○ 개요도

종단면도



교대부단면도



○ 콘크리트강도 : 환경조건 내구성 강도 상향으로 기존대비 증가

○ 철근 : 기존설계대비 공칭저항모멘트 증가로 주철근 약8%감소

- 강도감소계수(0.65~0.85)대신 재료계수(0.9, 0.65)를 도입

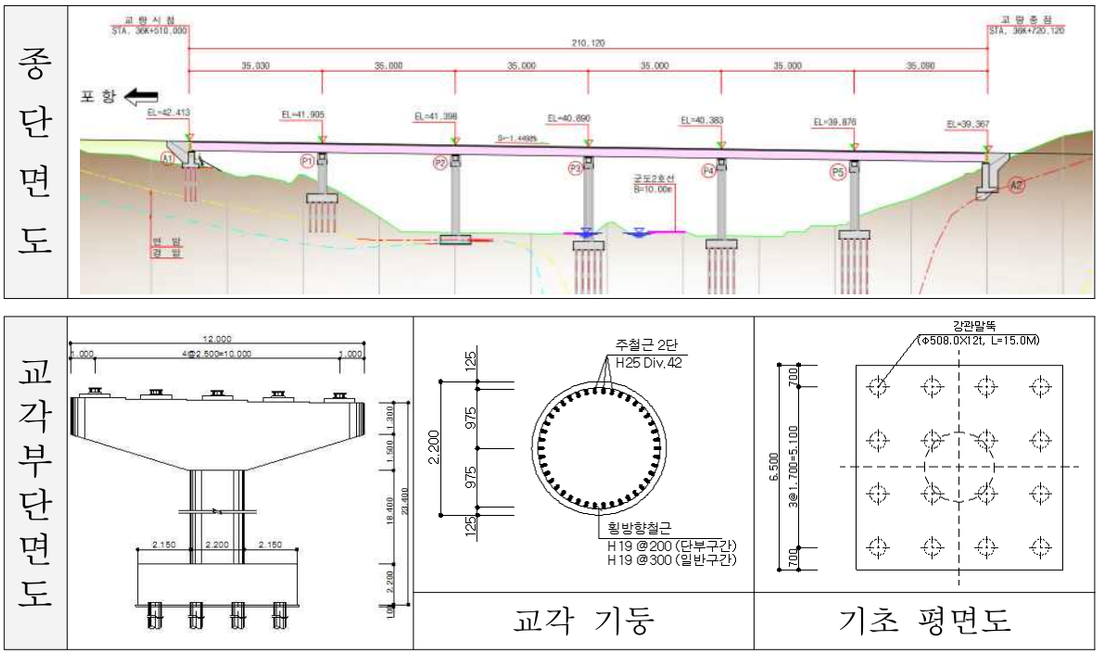
○ 설계법 비교

기존설계(강도설계법)	시험설계(한계상태설계법)
-벽체 안전율 : 53%(휨) -흉벽 안전율 : 69%(휨) -전면저판 안전율 : 91%(휨) -후면저판 안전율 : 40%(휨)	-벽체 안전율 : 53%(휨) -흉벽 안전율 : 45%(휨) -전면저판 안전율 : 62%(휨) -후면저판 안전율 : 33%(휨)
기존설계법보다 한계상태설계법에서 강도의 여유는 있으나, 최초 적용 설계임을 감안하여 비슷한 단면을 유지하였음	

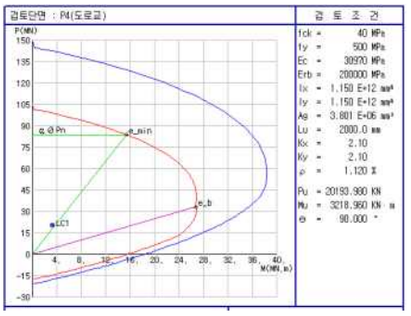
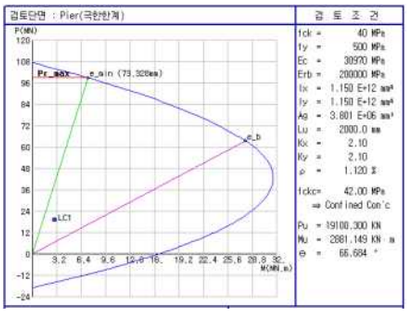
○ 콘크리트 강도는 증가하였고, 철근량이 일부 줄어 **교대 공사비**는 일부 증가하였으나, 의미 있는 수치는 아님.

□ 교각

○ 개요도



○ 교각 기둥검토

기존설계	시험설계
	

- 강도감소계수(0.65~0.85)대신 재료계수(0.9, 0.65)를 도입하였으며, 설계변화에 따른 안전율은 소폭 상향되었음.

  ex) 축력 : 기존설계 83,484kN → 시험설계 90,291kN (8% 증)

○ 코핑 검토 : 동일하게 스트럿-타이 모델(STM)을 적용하였으며, 적용계수 및 반력차이로 인하여 코핑철근 3%감소

○ 말뚝기초 검토 : 동일한 허용응력설계법으로 설계하였으며, 말뚝 본수 변화가 없었음.

○ 철근량이 일부 줄어 **교각 공사비**가 일부 감소하였으나, 의미 있는 수치는 아님.

※ 공사비 비교

(단위 : 백만원)

구분	기본설계	시험설계	비고
교대	22	24	개소당 순공사비 기준
교각	44	43	

4 발주자 결정사항 확정(안)

구 분	설 계 기 준	우리공사 결정 사항
제1장 총칙	**1.1 적용범위** 이 설계기준은 교육이나 설계자의 판단을 대신하기 위한 것이 아니고 단지 공공의 안전을 위해 **필요한 최소필요조건을 기술**한 것이다. **발주자** 또는 설계자는 **최소필요조건**보다 높은 수준의 설계나 재료 및 시공의 품질을 요구할 수 있다.	도로교설계기준 및 우리공사 방침 준수
제1장 총칙	**1.3.5 구조물의 중요도** 이 절은 극한한계상태와 극단상황한계상태에만 적용한다. **발주자**는 특정교량 또는 그 교량의 구조요소 및 접합부를 중요한 구조로 지정할 수 있다. • 극한한계상태 : $\eta_I \geq 1.05$: 중요 교량 $= 1.00$: 일반 교량 ≥ 0.95 : 상대적으로 중요도가 낮은 교량	하중수정계수(η_i) 적용 ·연성계수(η_D) = 1.0 ·여용성계수(η_R) = 1.0 ·중요도계수(η_I) = 1.0
제1장 총칙	**1.4 교량의 등급** 3.6.1.3에 규정된 설계 차량활하중 KL-510으로 설계하는 교량을 1등교로 한다. 2등교는 1등교 활하중효과의 75%를 적용하며, 3등교는 2등교 활하중효과의 75%를 적용한다. 교량의 등급은 원칙적으로 **발주자**가 정한다.	1등교 적용
제2장 설계개요	**2.3.2 교량의 배치** (2) 교통안전 ③ 구조규격기준 「도로의 구조·시설기준에 관한 규칙(국토교통부)」의 요구사항을 만족하여야 하며, 예외사항에 대해서는 그 사유가 정당화되어야 한다. 길어깨의 폭과 교통분리대의 규격은 **발주자**의 시방서를 만족해야 한다.	「도로의 구조 · 시설기준에 관한 규칙」 및 우리공사 방침 준수

구 분	설 계 기 준	우리공사 결정 사항
제3장 하중	**3.1 적용범위** 이 장은 교량의 설계에서 사용되는 하중들에 대한 최소한의 요구 조건, 적용한계, 하중계수 및 하중조합에 대해 규정한다. 또한 이 규정은 기존 교량의 구조적 안전성 평가에도 적용될 수 있다. 이 규정들은 하중에 대한 **최소 요구조건**이므로, 필요한 경우 **발주자**의 판단에 따라 이 기준 이상의 하중을 사용할 수 있다.	도로교설계기준 및 우리공사 방침 준수
제3장 하중	**3.4.2 하중계수와 하중조합** 극한한계상태 하중조합Ⅱ - 발주자가 규정하는 특수 차량이나 통행허가차량을 고려한 하중조합. 풍하중은 고려하지 않는다.	도로교설계기준에서 제시하는 표준하중 적용
제3장 하중	**3.4.2 하중계수와 하중조합** 온도구배에 대한 하중계수(γ_{TG})와 침하에 대한 하중계수(γ_{SD})는 공사별 특별시방에 의해 결정하여야 한다.	온도구배 영향이 미미하여 구조적으로 무시하며, 침하는 10mm를 적용하고, γ_{TG} 및 γ_{SD} 는 1.0을 적용
제3장 하중	극단상황한계상태조합 I 에서의 활하중계수 (γ_{EQ})는 공사별 특별시방에 의해 결정하여야 한다.	지진시의 활하중 영향을 고려하기 위한γ_{EQ}는 일반적인 교량의 설계에 있어서는 0을 적용(캘리포니아 도로국 준용)
제3장 하중	**3.4.3 가설시 하중에 대한 하중계수** 구조물과 부속물의 중량에 대한 하중계수는 1.25이상의 값을 택해야 한다. **발주자**에 의해 특별히 제시되지 않은 경우에는 시공하중, 설비하중 그리고 동적효과에 대한 하중계수는 1.5 이상의 값을 택해야 한다. 풍하중에 대한 하중계수는 1.25이상의 값이어야 한다. 모든 다른 하중계수들은 1.0을 택한다.	도로교설계기준 및 우리공사 방침 준수
제3장 하중	**3.6.1.1 재하차로의 수** (1) 차량활하중의 재하를 위한 재하차로의 수 N은 식 (3.6.1)과 같다. $N = \frac{W_C}{W_P}$ 의 정수부 (3.6.1) 여기서, W_C = 연석, 방호울타리 간의 교폭(m) W_P=**발주자**에 의해 정해진 계획차로의 폭(m)	W_P=3.6m 적용

구 분	설 계 기 준	우리공사 결정 사항
제5장 콘크리트교	**5.8.1.2 노출 환경과 한계 기준** (1) 교량과 그 부대 시설의 구성 요소는 표 5.8.1에 정해진 노출 환경으로 구분하여 설계하여야 한다. 부재에 발생하는 균열폭은 노출 환경 상태에 따라 정해진 한계 균열폭을 초과하지 않아야 한다. (2) 교량 구조물과 그 부재의 소요 사용 성능을 확보하기 위해서는 이 절에서 정한 노출 환경에 따른 응력과 균열폭 제한 규정을 시공 중인 임시 상황뿐만 아니라 운용중인 정상 상황에서 예측되는 적합한 하중조합에서 적용하여야 한다. (3) 부재 설계에 적용하는 영응력과 균열폭 한계 기준은 표 5.8.2에 주어진 값으로 하여야 한다. 이 표에 주어진 영응력 한계 기준과 균열폭 한계 기준을 동시에 만족시키도록 설계하여야 한다. 여기서 영응력 상태란 인장측 연단 콘크리트가 압축인 상태를 의미한다.	노출환경 조건은 EC4(신축장치가 없는 경우) 또는, ED3(신축장치가 있는 경우)으로서, 철근콘크리트의 경우 설계등급 "E"로 적용 기초부는 노출환경 조건 EC2로서 설계등급 "E"로 적용

표 5.8.1 노출 환경에 따라 요구되는 최소 설계 등급

노출 환경	최소 설계 등급			
	포스트 텐션	프리 텐션	비부착 프리스트레싱	철근콘크리트
건조 또는 영구적 수중 환경 (EC1)	D	D	E	E
부식성 환경 (습기 또는 물과 장기간 접촉 환경; EC2, EC3, EC4)	C	C	E	E
고부식성 환경 (염화물 또는 해수에 노출된 환경; ED1, ED2, ED3, ES1, ES2, ES3)	C	B	E	E

표 5.8.2 설계 등급에 따른 사용 한계값

설계 등급	한계상태 검증을 위한 하중조합		표면 한계균열폭(㎜)
	영(0)응력 한계상태	균열폭 한계상태	
A	사용하중조합-I	-	-
B	사용하중조합-III/IV	사용하중조합-I	0.2
C	사용하중조합-V	사용하중조합-III/IV	0.2
D	-	사용하중조합-III/IV	0.3
E	-	사용하중조합-V	0.3

구 분	설 계 기 준	우리공사 결정 사항
제5장 콘크리트교	**5.10 내구성 및 피복두께** 5.10.1 일반 사항 (6) **5.10은 콘크리트 교량의 설계내구수명 확보를 위한 최소한의 요구조건이다.** 그러나, 가설 혹은 기념비적인 구조물, 극한 혹은 비정상적 하중을 받는 구조물의 경우는 5.10의 요구조건을 수정할 수 있다. 또한, **신뢰할 수 있는 특별한 방법으로 내구성을 검증할 수 있다면 5.10의 요구조건을 수정할 수 있다.**	도로교설계기준 및 우리공사 방침 준수

표 5.10.1 노출환경등급에 따른 최소 콘크리트강도(MPa)

노출환경 (표 5.8.2)	부식									
	탄산화에 의한 부식				염화물에 의한 부식			해수의 염화물에 의한 부식		
	EC1	EC2	EC3	EC4	ED1	ED2	ED3	ES1	ES2	ES3
최소 콘크리트 기준압축강도 (MPa)	21	24	30		30		35	30	35	

노출환경 (표 5.8.2)	콘크리트의 손상					
	위험없음	동결/융해 침투		화학적 침투		
	E0	EF1/EF2	EF3/EF4	EA1	EA2	EA3
최소 콘크리트 기준압축강도 (MPa)	18	24	30	30		35

표 5.10.2 환경 조건에 따른 노출 등급

노출 등급	환경 조건	해당 노출 등급이 발생할 수 있는 사례
1. 부식이나 침투 위험 없음		
E0	• 철근이나 매입금속이 없는 콘크리트 : 동결/융해, 마모나 화학적 침투가 있는 곳을 제외한 모든 노출 • 철근이나 매입금속이 있는 콘크리트 : 매우 건조	• 공기 중 습도가 매우 낮은 건물 내부의 콘크리트
2. 탄산화에 의한 부식		
EC1	건조 또는 영구적으로 습윤한 상태	• 공기 중 습도가 낮은 건물의 내부 콘크리트 • 영구적 수중 콘크리트
EC2	습윤, 드물게 건조한 상태	• 장기간 물과 접촉한 콘크리트 표면 • 대다수의 기초
EC3	보통의 습도인 상태	• 공기 중 습도가 보통이거나 높은 건물의 내부 콘크리트 • 비를 맞지 않는 외부 콘크리트
EC4	주기적인 습윤과 건조 상태	• EC2 노출등급에 포함되지 않는 물과 접촉한 콘크리트 표면
3. 염화물에 의한 부식 4. 해수의 염화물에 의한 부식 5. 동결/융해 작용 6. 화학적 침식		

5 적용 및 향후 추진계획

□ **적　　용**

○ 상부 구조 발주자 결정사항은 **2015년 설계 착수 광주-강진 및 김포-파주** 교량부터 적용

□ **향후추진 계획**

○ 한계상태설계법 교량 설계 예제집 제작(본 방침 이후 착수)

- 2016. 1월 발간 목표

○ 2016. 2 : 한계상태설계법을 적용한 **교량 설계 설명회**

붙　임 : 설계도면 각 1부.

포장공 06

6-1 소형 IRI 평탄성 측정장비 관리방안 개선

6-2 포장 장기공용성 및 국민편의 증진을 위한 고속도로 포장형식 선정기준 개선방안

6-3 고속도로 주행안전성 및 쾌적성 향상을 위한 배수성 포장 적용방안 검토

6-4 콘크리트 포장 줄눈부 단면형상 개선 및 고내구성 다웰바 적용 방안

6-5 저소음포장을 고려한 효과적 방음시설물 설치방안 검토

6-1 포장공 | 소형 IRI 평탄성 측정장비 관리방안 개선

환경품질처-1115 (2015.03.20)

1 검토배경

□ 소형 IRI(워킹프로파일) 포장 평탄성 측정장비와 관련하여, 측정기준 부재로 현장 사용시 혼선이 발생되고 있어,

□ 이에 대한, 세부 측정 및 관리지침을 수립하여 포장 평탄성 품질관리에 만전을 기하고자 함.

□ 또한, 장비의 관리체계 및 평탄성 값의 신뢰성 확보를 위해 관리기준을 개선하여 고객 안전운행에 만전을 기하고자 함.

※ 공사 IRI(소형)장비 보유현황 (2015년 3월 기준)

구분	계	본사	지역본부	건설사업단
수량(대)	17	1	7	9

* 세부현황은 별첨 #1 참조

2 추 진 경 위

o **2009. 1 : 고속도로 포장 평탄성 관리기준 개선방안 통보**
(건설계획처-284, '09.01.22)

* 포장평탄성(PRI) 측정 및 관리지침, 포장 노출식 세부 적용 방안 등

o **2009. 3 : 포장 평탄성 지수 IRI 적용 방안 마련**
(도로교통연구원 연구개발실-1092, '09.03.26)

* 아스팔트,콘크리트포장 : 100m 당 토공부≤1.6m/km, 교량접속부 등 기타≤ 2.0m/km

* 고속도로공사 전문시방서에 반영

o **2011. 5 : 평탄성(IRI) 측정장비 도입시행(녹색환경처-1973, '11.05.30)**

* 시공중 IRI 측정을 위해 사업단별 장비 1대 반영 활용

o **2015. 2 : 콘크리트포장 평탄성 관리실태 특정감사 지적**

* IRI 품질관리시험계획 부적정, 소형IRI 장비 검교정 등 관리기준 부재

3 現 평탄성 관리 기준

□ 시방기준

구 분	PrI[1]	IRI[2]
본선 토공부	8cm/km 이하	1.6m/km 이하
대형 조합장비의 투입이 불가능한 경우 (교량접속부를 포함 교량구간, IC 및 JC 램프)	16cm/km이하	2.0m/km이하
확장공사의 단순 편측확장 공사 유지보수 공사	16cm/km이하	-

□ 공사 성격별 평탄성 측정시행 기준

구 분	시행여부	
	PrI	IRI
- 고속도로 신설공사 - 확장공사의 선형변경구간(전폭원 시공)	○	○
- 확장공사에서 단순 편측확장 - 유지보수공사	○	×

□ 측정시기

점검	목적	시기	측정방법
IRI 측정	평탄성	개통 1~2개월전	- 전구간 ARAN(차량) 또는 소형(Walking Profiler) IRI
차량 주행성시험	쾌적성, 흔들림	개통전	- 8개팀 이상 구성 - 차로별 3회 이상 - 스마트폰 어플다운

※ 자세한 사항은「시멘트 콘크리트포장 품질관리 업무기준(2015.3)」참조

1) PrI (평탄성지수, Profile Index) : 이동 직선자의 양단 기계적 평균점을 기준으로 요철을 측정하는 지수
2) IRI (국제평탄성지수, International Roughness Index)
: 기준차량 또는 휴대용장비로 수직운동의 합을 자동 측정하는 지수

4 현실태 및 문제점

기 준

□ **IRI(소형) 평탄성 측정에 대한 세부적인 기준 부재**

o (품질시험계획) IRI 측정계획 누락으로 시험 미실시

o (단위거리산정) 최초 1구간 산정시 시작부 오차구간(10m)이 포함됨

o (세부기준부재) 측정위치, 지수산정단위길이, 측정시기 등

□ **소형과 차량용장비의 IRI 측정값 차이 발생**

o (측정결과) 소형장비 측정시 만족구간이 차량장비 측정시 일부 불량구간 발생

o (장비특성) 소형은 차로의 우측위치만, 차량은 양측바퀴의 평균

- 콘크리트포장의 경우 기계포설시 양 끝단부 처짐 및 인력 마무리로 인한 요철, 몰탈 발생으로 예상됨 (측정자료 별첨 #1 참조)

장 비

□ **IRI(소형) 장비 관리상태 불량**

o (검교정) 검교정 관리기준(주기, 시험항목) 부재로 교정 없이 사용

- 2014년도에 도로교통연구원에서 검정장비 개발

o (장비노후화) 구입한지 5년째로 부품, 노트북 사양 등 교체 필요

- 제작사의 장비 내구연한은 5년임

현장관리

□ **현장보유 소형(IRI) 평탄성 측정장비 사용 미숙**

o (인계인수) 감독원 인사발령시 구두 간단설명으로 전달 미흡

- 작동방법 등 현장 실습을 통한 교육 필요

o (사용매뉴얼) 누구나 쉽게 보고 사용할 수 있는 매뉴얼 부재

□ IRI 평탄성 측정기간 소요로 측정시기 조정 필요

o (현기준) 개통 1~2개월전 측정후 불량구간 보수

o (일수,절차) 도보속도, 측정횟수강화, 차량주행성시험 등 앞으로 조정

- 평균 공구당(L=8km) 5일, 사업단(8개 공구시) 40일 소요

※ 1일 순 측정거리 : 4km/h(측정속도)×4시간/일=16km/일 , 2차로 환산시 방향별 4km/일

– 4시간은 장비교정시간, 준비시간(측정후 복귀시간), 교량구간, 밧데리충전 등을 고려함

5 소형 IRI장비 관리방안 개선

기 준

□ 포장 평탄성 품질관리 시험계획 조정

o 현장 품질시험기준에 IRI(소형) 평탄성 시험 추가

- 측정기준 : 전구간에 대한 측정위치별 1회 실시

- 아스팔트포장(차로별1회)과 콘크리트포장(차로별2회) 구분

종별	시험종목		시험방법	시험빈도	비고
콘크리트포장 아스팔트포장	평탄성	종방향	KS F 2373	·차로마다 전구간	7.6m PrI측정기
			3.0m 측정기	·차로마다 전구간	7.6m PrI측정기 사용 불가능시
			IRI(워킹프로파일)	·차로마다 전구간	소형IRI 측정기
		횡방향	직선자	·200미터마다	측정기사용 불가능시

o 단일 구간 단위길이 : 110m (지수산정 단위길이 100m)

- 연속측정시는 첫구간의 시작부 10m는 계산 제외

※ 세부내용은 별첨 #2「IRI(소형) 장비 평탄성 측정 및 관리지침」참조

□ 평탄성관련 민원 저감을 위한 측정기준 강화

o 확장공사에 대한 구체적인 IRI 기준값 제시

구 분	PrI	IRI
본선 토공부	8cm/km 이하	1.6m/km 이하
대형 조합장비의 투입이 불가능한 경우 (교량접속부를 포함 교량구간, IC 및 JC 램프)	16cm/km이하	2.0m/km이하
확장공사의 단순 편측확장 공사	16cm/km이하	(기준값 건의)

※ 유지보수공사는 신설기준 적용(부분단면보수는 제외)

o 현장 여건에 맞는 평탄성 측정시행 개선

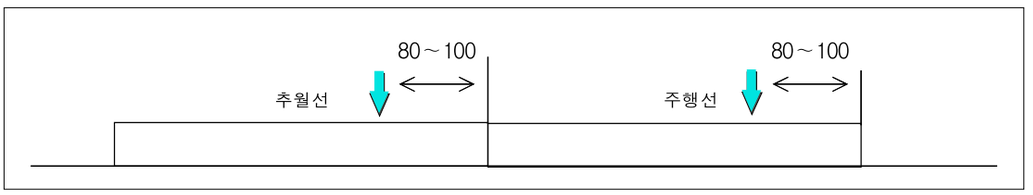
구 분	시행여부	
	PrI	IRI
- 고속도로 신설공사 - 확장공사의 선형변경구간(전폭원 시공)	○	○
- 확장공사에서 단순 편측확장 - 유지보수공사	○	○ (반영)

o 시험계획 변경에 따른 측정시기 조정

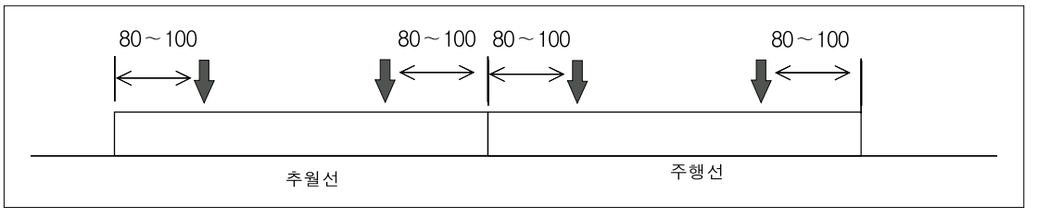
점검	목적	시기	측정장비
IRI	평탄성	포장완료시	소형(Walking Profiler) IRI
		개통 2개월전	전구간 ARAN(차량) IRI
차량 주행성시험	쾌적성, 흔들림	개통 2개월전	"건설처 최근 방침에 의거 시행"

o 평탄성값 신뢰성 확보를 위해 측정위치 변경

- 아스팔트포장 : 기존 기준과 동일 (차로별 1회)



- 콘크리트포장 : 고객차량의 좌측 바퀴측 추가 (차로별 2회)



* 편도 3차로 이상일 경우는 양끝차만 양측 실시

예시) 편도 3차로 : 1,3차로는 양측, 2차로는 우측만

장 비

□ IRI(소형) 평탄성 측정장비 검·교정 기준 마련

o 교정시험 (현장 시험)

- 시험항목 : 거리검사, 반복성 검사
- 관리주체 : 장비 보유기관 (건설사업단 품질팀)
- 시험주체 : 장비 사용자 (건설사업단 시공사)
- 교정주기 : 반기 1회, 최초는 장비 사용전
- 결과조치 : 오차기준 초과시 장비 제작사에 장비검정을 받은후 도로교통원구원의 최종 검정 시험 통과후 사용

o 검정시험 (실험실 시험)

- 시험항목 : 거리검증, 반복성 검증, 정확성 검증
- 시험의뢰 : 장비 보유기관 (건설사업단 시공사)
- 검정기관 : 도로교통연구원
- 검정주기 : 검교정일로부터 1년 이내, 최초는 장비 사용전

□ 노후화에 따른 장비 일제 상태점검 실시

o 현재 사용되는 모든 장비를 제작사에 입고, 일괄 정비(3~4월중)

o 장비 결함상태 확인후 부분적인 교체만 실시

- 장기적인 장비 교체여부 등은 추후 별도 검토
- 금번 소요되는 수리비용은 장비 보유기관에서 처리

현장관리

□ **누구나 쉽게 사용할 수 있도록 사용매뉴얼 제작**

o「IRI(소형)장비 간편 사용 매뉴얼」제작 (별첨#3 참조)

o 당해연도에 포장공 시공현장은 동계(자체)교육시 IRI(소형) 장비사용 방법 등 교육과목에 포함

- 교육주관 : 건설사업단 품질팀
- 교육구성 : 실내 교육(별첨2), 현장 교육(별첨2, 3) 구분

* [QR코드 동영상] : 하이포털/hi-기술/자료실/동영상/IRI측정. 참고

□ **IRI(소형) 평탄성 측정 조기실시로 충분한 여유기간 확보**

o 개통 1~2개월전 → 구간별 포장 완료시

- 포장 양생전(28일) 측정시는 감독원과 협의후 결정

o 차량용 IRI를 이용 도로 표면조사는 개통 2개월 전에 실시하는 차량 주행성시험 일정과 중복되지만 선 실시후 최종 주행성 시험을 실시한다.

6 적용방안 및 향후계획

□ **적용방안**

o **설계중**인 노선 : **본 지침 적용**

o **공사중**인 노선

- IRI(소형) 장비 품질시험계획 포함, IRI(소형)장비 포장 평탄성 측정 및 관리지침 : 본 지침 적용
- 장비보유기관은 장비점검(3~4월중) 및 사용법 자체교육 실시

□ **향후 계획**

o 검정 장비의 대한 본사에서 일괄 측정값 비교시험 실시 (6월이내)

o 평탄성 측정 관리실태 **품질적정성(기동) 점검**시 **확인 예정**

o「고속도로 건설공사 현장품질시험기준」3차에 IRI시험기준 포함

o 도로교통연구원 연구과제 및 개정 건의

(개정건의) 확장공사 단순 편측확장 공사 IRI 기준값 제시

「전문시방서」에 IRI(소형) 측정기준 및 관리절차 등재

【별 첨】1. 공사 IRI(소형)장비 보유현황 및 장비별 측정차이

2. IRI(소형) 장비 평탄성 측정 및 관리지침 (별도첨부)

3. IRI(소형)장비 간편 사용 매뉴얼 (별도첨부)

[별첨 #2] IRI(소형) 장비 평탄성 측정 및 관리지침

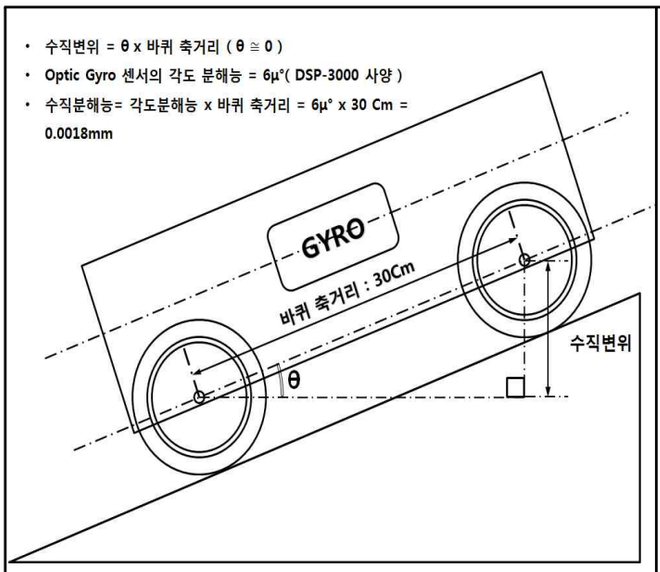
Ⅰ. 적용범위

시멘트 콘크리트 포장 및 아스팔트 콘크리트 포장의 표면 평탄성을 측정하는 방법에 적용한다.

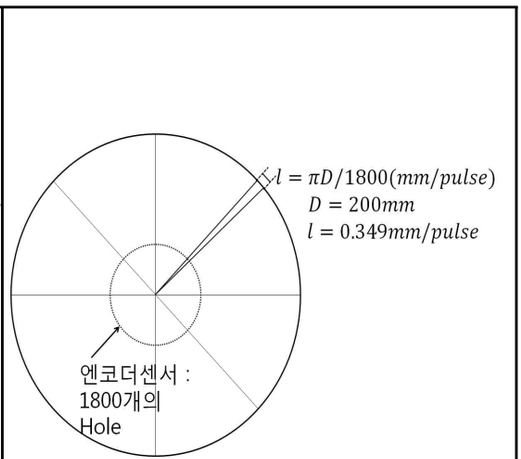
Ⅱ. IRI(Walking Profiler) 측정장비

가. 장비원리

광자이로센서와 엔코더센서로 각도와 거리를 측정하여, 노면의 프로파일을 추출한다. 광자이로센서는 노면으로부터 1/100초마다 최소 6μ°각도의 변화를 감지하며, 엔코더 센서는 최소 0.35mm의 거리변화를 감지한다. 광자이로센서와 엔코더센서의 신호는 동시에 입력이되며 이를 이용하여 단위거리(25mm)당 최소 0.0018mm의 높이변화를 계산한다.

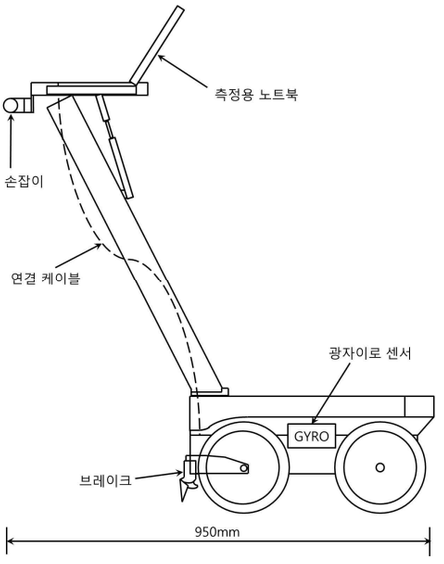


광자이로 센서를 이용한
높이변화 측정과 높이 분해능

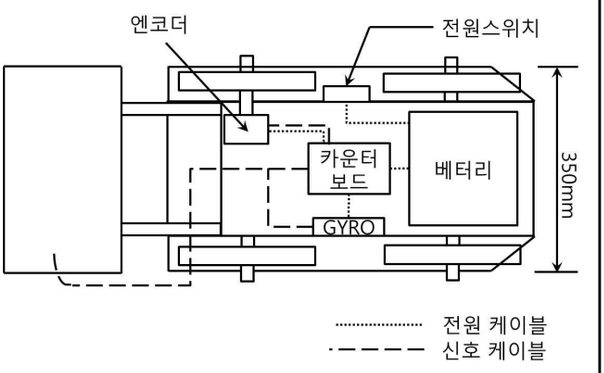


엔코더 센서의 거리분해능

나. 장비개요도 및 구성



측 면 도



평 면 도

1) 측정바퀴

측정바퀴는 노면으로부터 Profile을 받아들여 IRI장비에 전달한다. 왼쪽 뒷바퀴축은 엔코더센서가 설치되어 있어서 거리를 측정하는 기준축이 된다. (바퀴의 지름 20cm)

2) 광자이로센서

바퀴축과 평행하게 설치된 판에 단단히 고정되어 있으며, 1/100초마다 각도의 변화를 감지하여 측정용 노트북으로 신호를 전송한다.

3) 엔코더

왼쪽 뒷바퀴에 설치되어있으며, 한바퀴를 회전할 때마다 1800개의 신호를 읽어낸다. 한 개의 Pulse당 약 0.35mm를 측정하며, 이 값은 거리 켈리브레이션을 통하여 조정이 가능하다.

4) 카운터 보드

광자이로센서와 엔코더센서에 전원을 공급하고, 엔코더 센서의 아날로그신호를 디지털신호로 변환하여 측정용 노트북에 신호를 전송하는 역할을 한다.

5) 측정용 노트북

노면의 프로파일을 측정 및 분석할 수 있는 프로그램인 Walking Profiler V1.1이 설치되어 있으며, 다양한 방법으로 프로파일을 보거나 분석할 수 있는 프로그램인 Proval V2.7(FHWA 배포)이 설치되어 있다.

6) 손잡이

IRI 측정기가 원하는 방향으로 이동할 수 있도록 운전·조작되는 장치이다.

7) 제동장치

장비를 잠시 멈추거나 보관할 때, 움직이지 않도록 고정하는 장치이다.

Ⅲ. 평탄성 측정

가. 측정기준

1) 적용대상공사

o 신설(확장)공사, 확장공사에서 단순 편측확장

o 유지보수 개량공사(단, 부분단면보수 등 소규모 공사는 제외)

2) 측정회수 및 시기

o 측정회수 : 품질관리시험계획서에 의거 실시

* 시험계획 산출기준 : 전구간에 대한 측정위치별 1회

(예시) 콘크리트포장 양방향 4차로일 경우 : 8회(방향별 4회)

아스팔트포장 양방향 4차로일 경우 : 4회(방향별 2회)

o 측정시기 : 개통 1~2개월전 → 구간별 포장 완료시

- 포장 양생전(28일) 측정시는 감독원과 협의후 결정

3) 측정연장

o 단일 구간(연속구간의 첫구간) 측정 최소연장 : 110m 이상

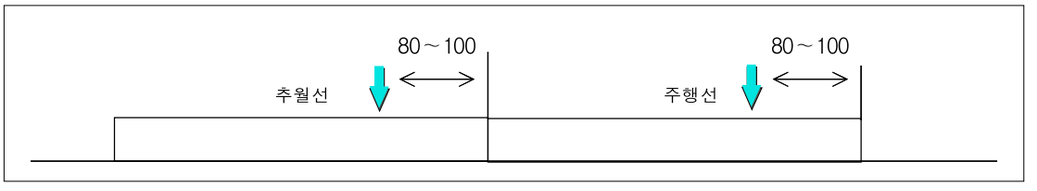
* 시작지점부터 10m 까지는 기계특성상(전 프로파일을 알수가 없음) 오차가 크므로 수작업으로 제외

o 측정연장이 100m 미만시는 전구간의 IRI 측정연장을 포함하여 100m로 측정한다. (교량 구간은 후면 참조)

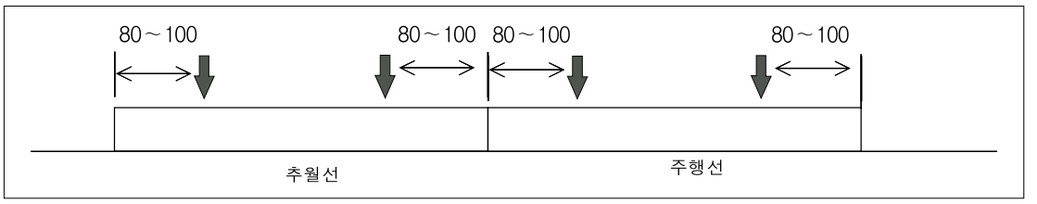
o 지수산정의 단위길이 : 100m

4) 측정위치

o 아스팔트포장 : 각 차선 우측단부에서 우측으로 80~100cm 간격을 유지하며 중심선에 평행하게 측정



o 콘크리트포장 : 각 차선 양측 단부에서 내측으로 80~100cm 간격을 유지하며 중심선에 평행하게 측정



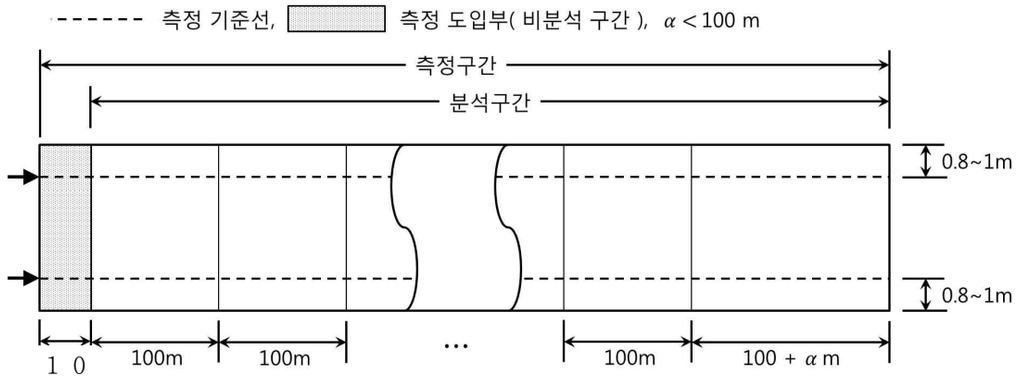
* 편도 3차로 이상일 경우는 양끝차만 양측 실시

예시) 편도 3차로 : 1,3차로는 양측, 2차로는 우측만

편도 4차로 : 1,4차로는 양측, 2, 3차로는 우측만

5) 측정속도 : 4±3km/hr

나. 계산 방법



1) 측정용 노트북은 측정된 프로파일(확장자 erd)에 250mm Moving Average 필터와 Quarter Car 필터를 적용하여 10cm마다 IRI를 산출한다.
2) 측정시점부터 10m까지의 IRI값은 오차가 크므로, 평가를 하고자하는 구간시점보다 10m 앞에서부터 측정을 하고, 측정도입부를 제외한 분석 구간에서의 100m 평균을 계산한다.
3) 세부 장비 작동요령은 장비 간편 사용매뉴얼을 참조한다.

다. 측정결과 제출

측정구간의 조사이정, ERD 파일, U03 파일, 측정그래프 및 100m별 IRI평균을 계산한 Excel sheet를 제출한다.

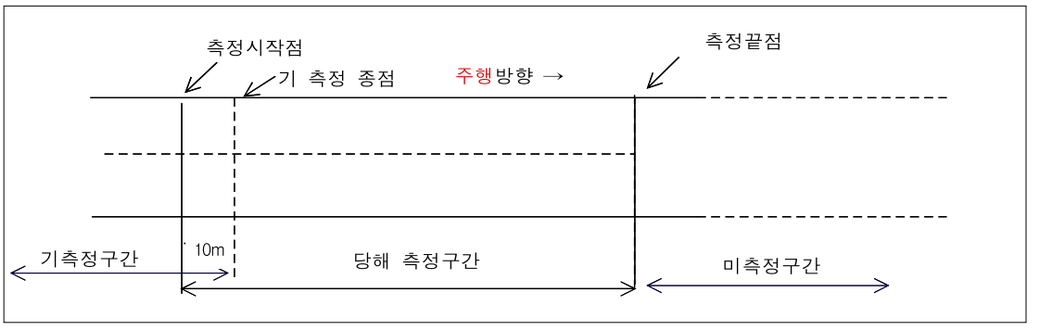
* ERD파일과 U03파일을 비교하면 데이터 검증을 실시할 수 있다.

라. 측정시 유의사항

1) 장비 바퀴가 튀는 것을 방지하기 위하여 사전에 포장면 청소를 실시한다.
2) 중심선에 평행하게 측정하기 위해 평탄성 측정기 앞에 철사, 실 등을 이용한 유도장치를 설치하면 측정시 일정간격을 유지하는데 편리하다(교량 신축이음부 전・후구간도 동일).

3) 전 구간을 연속하여 측정하는 것이 이상적이나 그렇지 못할 경우에는 수회로 나누어 측정할 수 있으며, 이때에는 필히 전체연장이 연결되어야 한다.

4) 측정 JOINT 구간은 연속적으로 측정한다.(주행방향으로 측정)



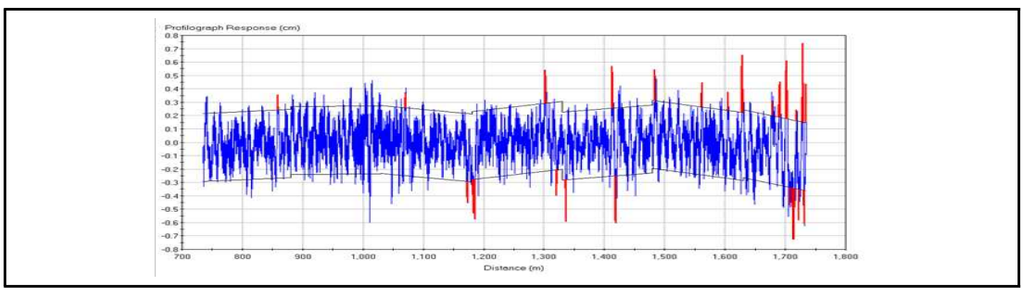
5) 운전자의 숙련도에 따라 오차가 발생할 수 있으니 충분히 작동방법에 대한 교육을 받은자가 측정한다.

6) 오차범위를 초과하는 경우 거리 켈리브레이션을 실시하고, 켈리브레이션 이후에도 거리오차를 만족하지 못하는 경우 제작사에 문의하여 장비검정을 받도록 한다.

마. 포장 평탄성 불량구간(표면 돌출부) 판정방법

1) 100m 구간별, 차선별 IRI 시방기준을 만족해야 한다.

2) 측정된 데이터를 노트북 ProVAL 2.7을 실행하여 PrI로 산출방법에 의거 생성된 상하연 그래프를 확인하여 불량구간 위치를 확인한다.



* 불량구간 판정방법은 사용메뉴얼을 참조

3) 일평균 IRI가 1.6m/km를 초과할 경우 포장을 중지하고 평탄성에 대한 종합검토를 실시해야 한다.

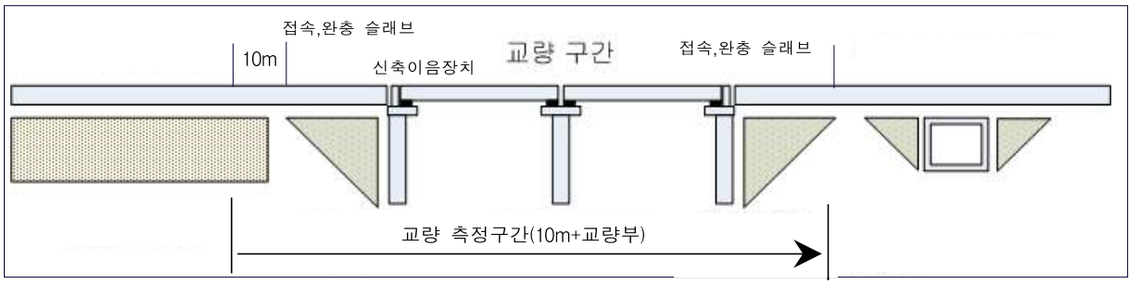
o 콘크리트 면상태 불량, 크랙발생, 두께부족, 평탄성 불량 등의 부위 제거후 재시공

4) 모든 돌출부(Excessive Height) 구간은 수정해야 되며, 가능한 IRI가 1.5m/km 이하가 되도록 조치해야 한다.

바. 교량구간 측정기준

1) 측정구간 (신설 및 확장공사)

- 시점 : 교량 A1측 완충슬래부 전방 10m 지점부터 측정
- 종점 : A2측 완충슬래브까지
- 계산 : 측정후 시점부 10m, 중간 지점부 죠인트부 제외하여 별도 계산



※ 유지보수현장은 교면구간만 측정(A1 전방 10m ~ A2 신축이음장치전)

접속슬라브의 측정이 불가시는 교량구간만 측정후 시작부 10m 값 제외

Ⅳ. 측정기 점검

가. 교정 관리(현장시험)

1) 시험항목 : 거리 검사, 반복성 검사

2) 관리주체 : 장비 보유기관 (건설사업단 품질팀)

3) 시험주체 : 장비 사용자 (건설사업단 시공사)

※ 점검주기내 장비사용자가 없을 경우 관리주체자가 실시

4) 현장시험 방법

o 거리 검사

- 사전조정단계 : 100m 거리를 4회 반복 측정하여 엔코더 단위 Pulse당 거리를 조정(자동계산)
- 실 검증단계 : 거리 켈리브레션후 3회 측정하여 거리오차 0.15%이내인지 확인

o 반복성 검사

거리 160m 구간에 라인마킹을 한 후, 10회 반복 측정하여 상호 반복성이 92% 이상인지 확인한다.

* 모든 현장 시험과정은 반드시 감독관 입회하에 실시한다.

5) 결과조치 : 오차기준 초과시 장비 제작사에 문의하여 장비검정을 받은후 도로교통원구원의 최종 검정 시험을 의뢰한다.

6) 교정시 주의사항

o 상기 측정시 주의사항을 따른다

o 노트북 내장된 프로그램 오류여부 및 밧데리 충전양을 사전 확인후 실시한다.

나. 검정 관리(실내시험)

1) 시험항목 : 거리 검증, 반복성 검증, 정확도 검증

2) 시험의뢰 : 장비 보유기관 (건설사업단 시공사)

3) 검정기관 : 도로교통연구원

4) 실내시험 방법 : 도로교통원구원 자체 기준에 의거 실시

5) 조치 : 검정 실시후 검교정 필증 부착

다. 점검주기

1) 현장 시험

o 반기 1회, 최초는 장비 사용전

2) 실험실 시험

o 검교정일로부터 1년 이내

o 최초는 장비 사용전

포장 장기공용성 및 국민편의 증진을 위한 고속도로 포장형식 선정기준 개선방안

설계처-1134
(2015.04.27)

1 검토배경

환경 및 유지관리 여건 변화, 질 좋은 서비스제공을 통한 국민편의 향상을 위해 포장형식 선정기준 개선 필요

□ 최근 아스팔트 포장의 장기 공용성 증진 등 지속적인 기술발전

□ 유지관리비용 증가, LCC 및 기후조건 등 유지관리 환경요인 변화

□ 평가내용을 고려한 합리적인 분류방법 검토 필요

[**포장 대토론회 개최**, 2015. 2. 25(수)]
- ○참 석 자 : 포장분야 내·외부 전문가
- ○주요내용 : 고속도로의 적정 포장형식 선정을 위한 고려사항 등

2 추진경위

□ 2002. 4. : 고속도로 포장형식 선정기준 검토(설계도10201-151)
- 획일적인 적용을 지양하고 **설계 노선별 특성을 고려하여 선정**

□ 2004. 4. : 유지보수 측면에서의 포장형식별 비교 분석(도로포07206-48)
- **유지보수를 고려한 포장형식 및 평가요소 보완** 필요

□ 2004. 7. : 고속도로 포장형식 선정 평가표 보완 시행 통보(설계도10201-34067)
- 포장형식별 중요도를 고려한 **평가항목 세분화 및 평가표 보완**

□ 2008. 6. : 유지관리 측면의 포장형식 선정기준 검토(도로관리처-2145)
- **유지관리 여건 및 경제성을 종합적으로 고려**한 포장형식 검토

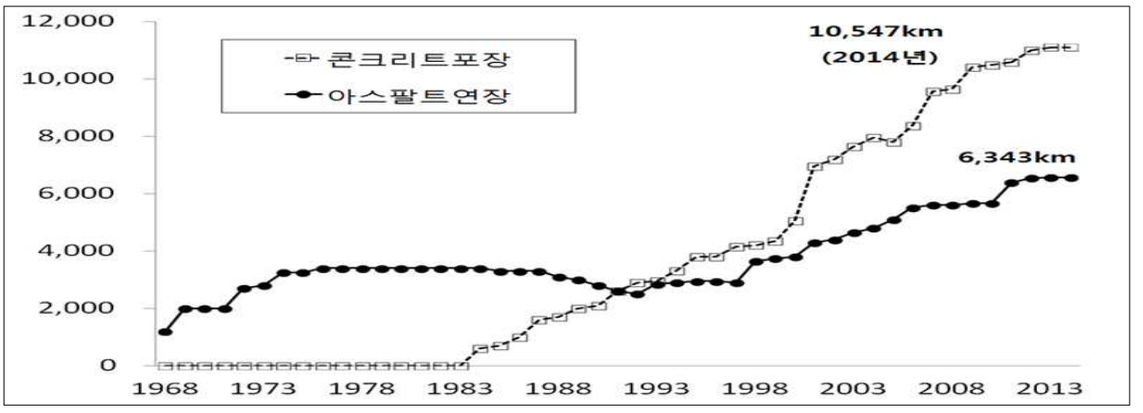
□ 2008.11 : 포장형식 선정기준 검토(설계처-3011)
- **서비스제공 수준 개선 및 유지관리 여건을 고려**한 형식선정 검토

3 고속도로 포장현황

□ 연 혁

○ 1980년대 이전까지는 아스팔트 포장 적용

○ 1981년 남해고속도로에 콘크리트 포장 최초 도입이후 유가파동, 재료의 수급성, 소성변형 등의 이유로 콘크리트 포장 주로 적용



【포장형식별 관리연장 변동】

□ 포장형식별 현황

구분	계	아스팔트	콘크리트
연장	3,817km	1,322km	2,495km
비율	100%	35%	65%

구분	계	아스팔트	콘크리트
연장	926km	308km	618km
비율	100%	33%	67%

4 현 기준 및 환경여건

□ 현 선정기준

○ 1단계 : 토질조건 등 특수한 여건을 고려하여 형식선정

- 콘크리트 포장 : 터널내 포장, 설계 및 중차량 교통량이 많은 구간
- 아스팔트 포장 : 연약지반, 제설제 사용량이 많은 구간

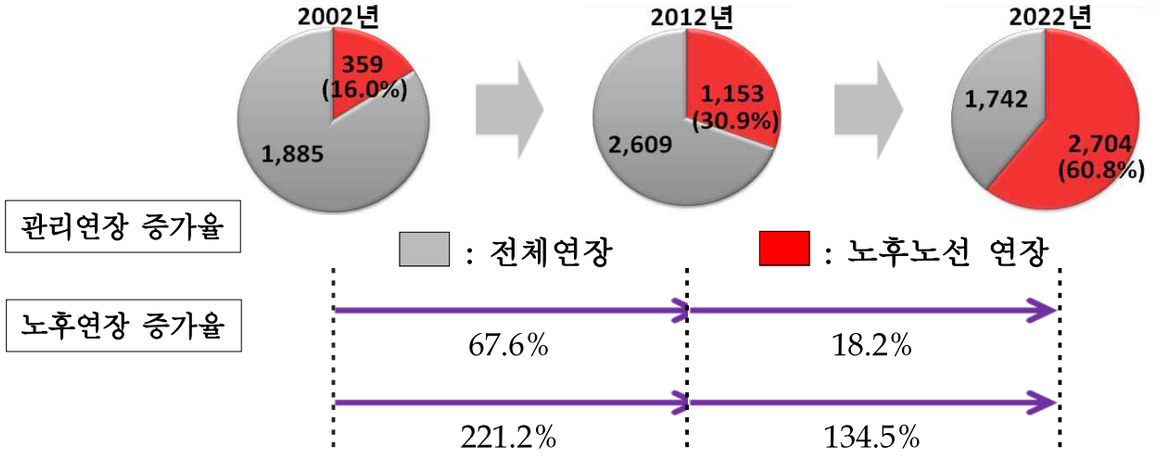
○ 2단계 : 이 외의 경우 평가표를 통한 형식선정

구 분	평 가 항 목	배 점
계		1,000
정량적요인	경제성, 설계교통량, 주행쾌적성	790
정성적요인	포장재 수급여건, 소음영향, 유지보수 측면, 전후구간 포장형식 등	210

□ 환경여건

○ 노후 포장의 급속한 증가

- 관리연장 변화 : ('02년)2,244km → ('12년)3,762km → ('22년)4,446km
- 노후노선의 급속한 증가 (콘크리트 포장 20년, 아스팔트 포장 10년 이상)



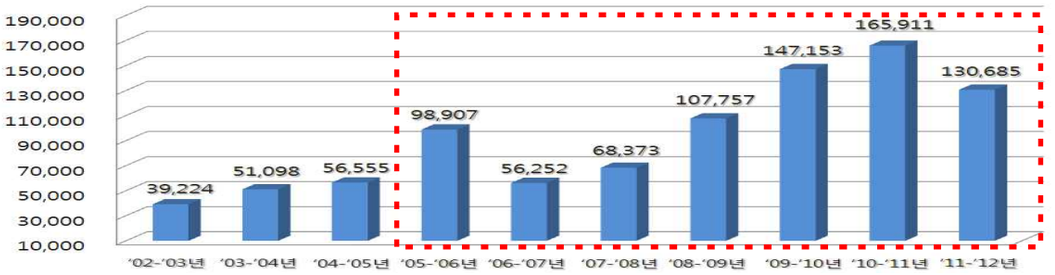
○ 포장 유지관리비용의 증가

- 포장상태지수(HPCI) 조사결과 개량이 필요한 5등급 이하 연장이 연평균 6.5%로 증가 추세

구 분		2009년	2010년	2011년	2012년	2013년	비 고
관리연장(km)		15,258	16,154	16,712	17,442	17,665	1차로 기준
불량연장(km) 【HPCI 5등급이하】		1,016	989	1,033	1,152	1,165	
		(6.7%)	(6.1%)	(6.2%)	(6.6%)	(6.6%)	평균 6.5%
보수비 (억원)	소요	2,746	2,824	2,889	3,217	4,411	
	배정	1,100	912	847	824	1,018	평균 30.1%

○ 염화물 살포량 증가

- 2005년부터 폭설로 인한 교통차단을 우려해 제설제 살포량 급증



염화물 살포량 증가(Ton)

○ 제설방법 변경(2000년)

- 살포식(모래+염화칼슘) ⇨ **습염식(소금 70%+염화칼슘용액 30%)**
- 융설·융빙시 염화칼슘 용액의 속효성과 소금의 지속성 향상

※ 제설염화물의 종류에 따른 손상크기

- 동결융해(300회) 실험결과에 의한 콘크리트 중량 손실률(%)

5.8%(염화칼슘) 14.3%(염화칼슘+소금) 17%(소금)

【콘크리트 교량 바닥판 열화방지 매뉴얼 2009, 도로교통연구원】

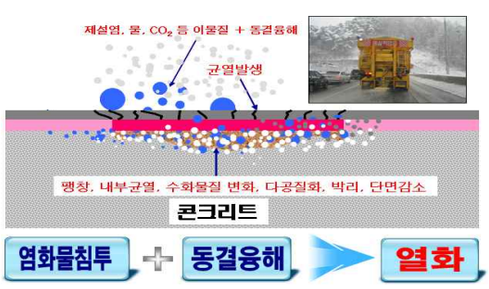
5 문제점

□ 제설제 사용량에 따른 포장형식 선정

○ 최근 3년간 고속도로 전 구간 제설제 평균사용량 이상인 경우 아스팔트 포장을 적용하고 있으나,

○ 콘크리트의 열화는 제설제 사용량뿐만 아니라 동결융해 등 여러 환경요인을 복합적으로 받음

※ **열화 정의** : 물, 제설염, CO_2 등 이물질 침투와 동결·융해 반복으로 콘크리트 다공질화 및 손상 발생



스폴링	스케일링
- 줄눈부 이물질 침투 - 동결융해	- 과도한 다짐 - 제설재 및 동결융해

※ 최근 동절기 최저기온 변화

구 분	'81~'90	'91~'00	'01~'10	2013년
평균기온(℃)	0.0	0.9	0.9	**-1.0**
평균최저기온(℃)	-4.7	-4.1	-3.8	**-5.7**
일최저기온 영하 10℃ 미만일수(일)	13.4	9.4	9.8	**18.4**
강수량(mm)	91.9	84.7	89.8	**139.3**
강수일수(일)	21.5	18.6	19.0	**25.5**

□ 설계교통량(ESAL) 및 중차량 비율에 의한 포장형식 선정

○ 설계교통량 56백만 ESAL 및 중차량 비율 28% 이상인 노선은 콘크리트 포장을 적용하고 있으나,

○ 최근 아스팔트 포장의 내구성 향상과 품질강화로 설계교통량 및 중차량 비율이 많은 구간에서도 아스팔트 포장 적용 가능

[아스팔트 포장 품질강화 노력]

※ 소성변형 방지대책 수립 (국토교통부, 2005)

소성변형을 저감시키기 위해 아스팔트 혼합물, 배합설계, 생산 및 시공과정 개선

※ SMA 및 개질아스팔트 개발 적용

- SMA 시험시공 실시 (양산~구포간 외 2개 현장, 1995년)
- 전문시방서 제정(1998년) 및 고속도로 전 현장 확대 시행

※ 아스팔트 포장용 골재의 품질기준 강화 및 등급제 도입

※ SMA 생산 및 시공 지침 (국토해양부, 2011)

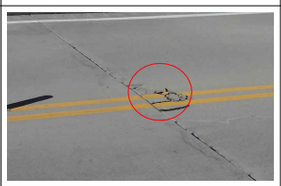
- 교통하중(ESAL[3])에 따른 공용성 등급 적용

교통하중등급(ESAL) (대/일/lane)	PG 등급	동적안정도(회/mm)
4,000 이상	76-22이상(82-22)	2,500이상(3,000이상)
2,500~4,000	76-22이상	2,500이상
1,000~2,500	70-22이상	2,000이상
1,000 이하	64-22이상	2,000이상

□ 확장공사 구간의 포장형식 선정

○ 교통전환시 콘크리트 포장의 단부 및 세로줄눈부로 차륜이 주행하므로 스폴링 등 포장파손 가속

○ 차선도색이나 노면표지 등의 반복적인 설치·제거로 포장 표면 훼손 및 야간, 우천시 시인성 불량으로 교통안전성 저해

포장단부 파손	세로줄눈부 파손	노면표지 제거 흔적	차선도색 제거 흔적
			

3) ESAL : Equivalent Single Axle Load(등가단축하중)

□ 평가내용을 고려한 분류방법 조정 필요

○ 주행쾌적성

- 2008년도 설문조사(한국도로학회)를 통해 정량적 요인으로 구분하였으나,
- 주행쾌적성의 중요도는 개인적인 차이에 따라 정량화하기 어려움

○ 포장재 수급여건

- 최근 신설노선의 경우 산악지를 통과하는 구간이 대부분으로 표층용 SMA 생산이 가능한 공장이 부족한 경우가 많으며, 골재 단입도 생산 및 1등급 골재 확보에 애로

  ※ 사례 : 아스콘 재료수급 문제로 포장형식 변경

  - 아스팔트 포장 → 콘크리트 포장 (○○건설사업단)

- 또한 아스콘 공장이 현장 인근에 없을 경우 아스콘 온도관리 등 품질관리가 어려움

○ 골재유용 측면

- 포장형식에 따라 현장여건별(사토, 순성) 토공운반, 골재생산 등 공사비 산정을 통한 정량화 가능

  ※ 포장형식에 따른 공사비 차이 : 최대 306백만원 (창녕~밀양 제1공구)

♤ 제설제 이외에 동결융해, 적설량 등 복합적인 환경여건 고려
♤ 아스팔트 포장 기술발전을 반영한 형식선정
♤ 명확한 평가항목 선정으로 합리적인 포장형식 선정

포장의 장기공용성 및 국민편의 향상을 위한
합리적 포장형식 선정방안 마련 필요

6 개선방안

□ [1단계] 특수한 여건을 고려한 형식 결정

1) 아스팔트 포장 적용

○ 토질조건이 연약지반인 경우

○ 교통전환이 잦은 확장공사인 경우[4)]

○ 특수환경 노출지역인 경우

- 제설제 사용량 이외에 다른 환경요인 추가 반영

※ 특수환경 노출지역 (노출환경 등급 지침, 도로교통연구원)

① 일평균 기온 0℃ 이하가 45일 이상 및 일평균 최저온도 -2℃ 이하가 90일 이상	
② 연간 제설제 사용량이 13톤/2차선·km 이상	
③ 연간 누적 적설량 60cm 이상	

주1) ①, ②, ③ 항목 중 2개 항목 이상 포함(①은 반드시 포함)
주2) 최근 5개년 평균값 사용

2) 콘크리트 포장 적용

○ 연장 500m를 초과하는 터널

- 터널내 조도, 유출수, 차량화재 등 경제성 및 교통안전성 고려
- 터널 연장이 500m 이하인 경우에는 지역여건과 시공성 등을 고려하여 선정

4) 확장공사를 시행하는 도로 : 아스팔트 포장 적용 (도로설계요령, 2009)

□ [2단계] 포장형식 선정 평가항목 개선

○ 정량적 요인

평가항목	현 기준	개선방안
설계교통량	50~56백만 ESAL - 아:1.0, 콘:1.0 50백만 ESAL 이하 - 아:1.0, 콘:1.0미만	아스팔트 포장의 품질향상에 따라 설계교통량에 의한 형식구분 무의미 → 설계교통량 항목 삭제
주행쾌적성	아스팔트 : 1.0 콘크리트 : 0.7	주행쾌적성의 중요도는 개인적인 차이에 따라 정량화하기 어려움 → 소음영향을 포함하여 정성적 평가 항목으로 변경

○ 정성적 요인

평가항목	현 기준	개선방안
포장재 수급여건	아스콘·시멘트 수급 여건	아스콘 자재수급이 어려운 경우 콘크리트 포장 적용
골재유용 측면	포장형식별 사토 및 순쌓기량 증감	토공량 및 골재생산에 따른 공사비 차이 고려 → 경제성 항목으로 변경

7 검토결론

♤ 새로운 포장형식 선정 평가표 활용

○ 최근 기후변화 및 아스팔트 포장 품질향상 반영

○ 정량적/정성적 평가항목 조정을 통한 합리적인 포장형식 선정

♤ 포장 내구성 및 국민편의 향상을 위한 포장공법 적용

□ 포장형식 선정 평가표 개선

구 분	당 초		변 경	
	평가항목	배점	평가항목	배점
정량적 요인	경제성	300	경제성	500
	설계교통량	170	- 포장공사비	300
	주행쾌적성	320	- 골재유용	200
정성적 요인	포장재 수급여건	30	주행쾌적성	300
	골재유용 측면	20	포장재 수급여건	40
	유지보수 측면	50	유지보수 측면	80
	유지보수 난이도	30	유지보수 난이도	60
	소음영향	60	전후구간 포장형식	20
	전후구간 포장형식	20		

□ 포장 내구성 및 국민편의 향상을 위한 포장공법 적용방안

○ 콘크리트 포장 구간으로 선정시

- CRCP 적용을 원칙으로 하되 시공성 등을 고려하여 JCP 적용 가능

○ 아스팔트 포장 구간으로 선정시

- 개질 SMA 포장 적용을 원칙으로 하되 우천시 교통안전성 및 소음저감이 필요한 구간에 배수성 포장 적용

□ 적용방안

○ 실시설계 중인 노선 : 본 방침 적용

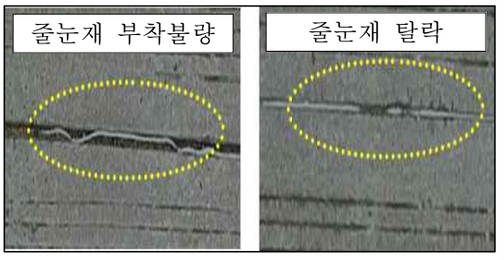
붙임2 포장형식 선정 평가표(개선)

[1단계] 특수여건 해당여부 검토	
• 아스팔트포장 채택 – 연약지반 구간 – 특수환경(다설한랭) 노출 지역 – 교통전환이 잦은 확장구간 ※ 단구간 등 특수한 여건일 경우 2단계 검토 가능	• 콘크리트포장 채택 – 연장 500m를 초과하는 터널
※ 위의 요건에 해당하는 경우는 2단계를 거치지 않고 바로 포장형식 확정	

[2단계] 포장형식 선정 주요요인 비교

구 분		배점	포장형식 평가 시 고려사항 (콘 : 콘크리트포장, 아 : 아스팔트포장)	
총 계		1,000		
정량적 요 인	1) 경 제 성	500		
	– 포장공사비	300	비용 = X+Y X= 토공 윗부분의 전체 시공비 Y= 생애주기 비용 (30년간)	포장 A(High), 포장B(LOW) 포장 A = 포장 B의 비용 / 포장 A의 비용 포장 B = 1.0
	– 골재유용	200	토공유동 및 골재생산 등을 반영한 경제성 분석	비용 A(High), 비용B(LOW) 비용A = 비용 B의 비용 / 비용 A의 비용 비용B = 1.0
소 계		500		
정성적 요 인	1) 주행쾌적성	300	운전자의 주행쾌적성, 소음영향 등 고려	
	2) 아스콘 수급여건	40	아스콘 B/P의 유무, 생산능력, 운반거리 등 고려 ※ 수급 불가시 콘크리트 선정	
	3) 유지보수 측면	80	보수주기 및 보수에 따른 이용객 지체도	
	4) 유지보수 난이도	60	포장형식별 유지보수 난이도	
	5) 전·후구간 포장형식	20	전·후 구간 포장형식과의 연계성	

붙임3 콘크리트 포장 파손유형 및 원인

파 손 유 형		파손원인	보수공법
스폴링		• 줄눈부 이물질 침투 • 동결융해	• 단면보수 (전(부분)단면)
노면탈리 (스케일링) 마 모		• 과도한 다짐 • 제설재 영향 • 동결융해	• 노면그라인딩 • 절삭덧씌우기
알카리 골재반응		• 반응성골재 사용	• 전단면재포장 • 플라이애시 포장배합
줄눈재 파 손		• 제설재 영향 등	• 줄눈재 교체
단 면 파 손		• 과도한 하중 • 재료물성 차이	• 단면보수 • 절삭덧씌우기

고속도로 주행안전성 및 쾌적성 향상을 위한 배수성 포장 적용방안 검토

설계처-1415
(2015.05.21)

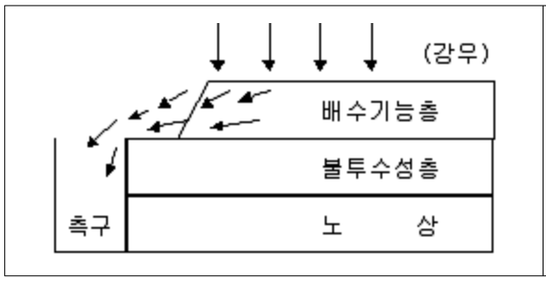
1 검토목적

우천 시 고속도로 이용차량의 안전성 확보 및 국민 생활수준 향상에 따른 소음저감 등 주행쾌적성 향상을 위하여 배수성 포장 적용방안 검토

[배수성 포장이란?]

○ 공극율이 높은(20% 이상, 일반 밀입도 3~6%) 다공성의 혼합물을 사용하여 우수를 포장체 내부를 통해 외부로 배수하는 포장

○ 또한, 내부공극을 통해 소음을 흡수하여 차량주행으로 인한 소음발생 저감



2 추진경위

□ 1996. 03 : 배수성 포장 시험시공 (일본산 개질바인더 사용)
- 중앙지선(양방향, L=200m) 외 3개소

□ 2004. 10 : 배수성 포장 개발 및 시험시공 (한국도로공사)
- 중부선(양방향, L=700m) 외 5개소

□ 2009. 06 : 저소음·배수성 포장 적용방안 검토 (설계처-4010)

□ 2012. 01 : 배수성 포장 혼합물 특허출원 (특허권자 : 한국도로공사)

3 배수성 포장의 필요성

□ 강우시 미끄러짐 등에 의한 사고발생 위험

○ 전체 사고건수 대비 빗길 교통사고율 : 평균 13%

- 노면상태별 교통사고 현황 (고속도로 교통사고 통계 참조)

구 분	평균(비율%)	'10년	'11년	'12년	'13년	'14년
계(건)	3,713(100)	2,368	4,282	3,928	3,942	4,047
건조	3,081 (83)	1,763	3,574	3,255	3,368	3,449
습기	**484 (13)**	**457**	**558**	**477**	**447**	**481**
적설	20 (3)	141	77	109	112	107
기타	11 (1)	7	73	87	15	10

○ 빗길 교통사고 사회적 비용

- 노면상태별 교통사고 인명피해 현황 (고속도로 교통사고통계 참조)

구 분		평균	'10년	'11년	'12년	'13년	'14년
계(명)	사망	295	353	265	343	264	253
	부상	2,601	983	3,263	2,778	3,043	2,939
습기	**사망**	**43**	**49**	**48**	**53**	**29**	**40**
	부상	**262**	**176**	**331**	**284**	**310**	**209**

☞ 빗길 교통사고로 인한 사회적비용 약 256억원/년 발생

□ 도심지 구간 교통소음 관련 민원 지속 발생

○ 교통소음 관련 분쟁현황 (2005년 이후, 환경팀 자료 참조)

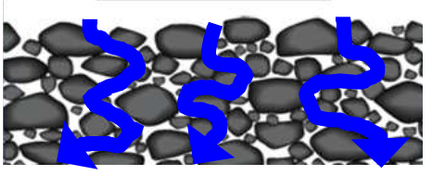
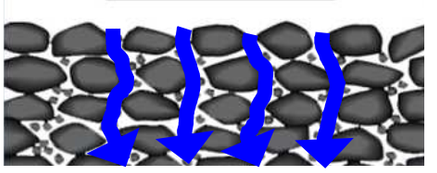
구 분	발생건수	진행중	종 결
계	32	6	26
환경분쟁	10	-	10
소 송	22	6	16

주행차량의 안전성 향상 및 소음저감을 위한

배수성 포장 적용방안 검토 필요

4 검토내용

□ 공법 비교

구 분	기존 배수성 포장	개선된 배수성 포장
입 도	일반 밀입도 골재 사용	SMA 포장용 골재 사용
단면도	 곡선적 공극분포	 직선적 공극분포
내구성	◦ 3~5년 경과 후 공극막힘 현상 발생 ◦ 소음도 : 81.5dB ◦ 미끄럼저항(SN) : 36 ◦ 투수성능 : 66초	◦ 공극막힘 현상 개선(7~10년) ◦ 소음도 : 78.1dB(↓3.4dB) ◦ 미끄럼저항(SN) : 60 ◦ 투수성능 : 6.8초

□ 내구성능 검토

① 현장 투수성능[5] 비교

포장종류		공용기간	투수시간(초)		위 치
			차륜부	비차륜부	
기존 배수성 포장		7년	29.8	66.1	남해선(131.1k~131.3k)
		11년	100.0	100.0	중앙지선(7.5 k~7.7k)
개선된 배수성 포 장	8mm	4년	7.1	6.5	중부선(262k~262.7k)
		7년	8.8	9.5	
	10mm	4년	5.4	5.2	중부선(262k~262.7k)
		7년	6.2	6.8	
	13mm	4년	5.8	4.9	중부선(262k~262.7k)
		7년	6.3	9.1	
	19mm	4년	5.2	4.1	중부선(262k~262.7k)

☞ 기존 배수성 포장은 현장투수시간이 기준치를 모두 초과하였으나,
개선된 배수성 포장은 10초 이내로 투수성능 유지

5) 투수성능기준 : 400cc 물을 10초 이내에 투수

② 미끄럼 저항성[6] 비교

공용기간	개선된 배수성 포장				기존 배수성포장
	8mm	10mm	13mm	19mm	
2년		59.6			
3년	59.8	60.3	52.5	50.5	
6년					36.75
7년	57.1	61.8	56.1	48.5	
10년					35.6

☞ 기존 배수성 포장은 유지보수 구간의 기준치에 도달하였으나, **개선된 배수성 포장의 경우 19mm를 제외하고 신설구간의 관리기준인 50 이상 유지**

③ 포장종류별 공용기간에 따른 소음도 비교

(단위 : dB(A))

공용기간	개발된 배수성포장	기존 배수성포장	SMA	밀입도 포장	콘크리트 포장
건설 직후	77.4				86.1
3년			81.4		86.7
4년	78.6			82.7	
7년		81.4		83.2	88.2
	78.41			83.1	
10년		81.5			
21년					87.7
평 균	**78.1**	**81.5**	**81.4**	**83.0**	**87.2**

☞ 개선된 배수성 포장이 **기존 배수성 포장에 비해 약 3dB, 콘크리트 포장에 비해 9dB 정도 소음감소 효과가 있음**

6) 미끄럼저항성 관리기준 : 신설 50 이상, 유지보수 구간 35 이상

□ 배수능력 검토

○ 저류능력 계산

$r = \lambda \times D \times fs/10$

강우절대량 : r (mm)
공극률 : λ (%)
포장두께 : D (cm)
fs : 배수성포장 내 공극(독립공극+연속공극)에 대한 우수의 포화도

【포장두께 변화에 따른 강우 절대량】

공극률(%)	포장두께(cm)	포화도(fs)	강우절대량(mm)
20	4	0.8	6.4
20	5	0.8	8.0
20	6	0.8	9.6

○ 연속하는 강우의 경우

$r_e = D \times k \times I(3600 \times 10)/L$

강우강도 : r_e (mm/h)
포장두께 : D (cm)
투수계수 : k (cm/s)
포장경사 : I
배수거리 : L (cm)

【포화 이후의 용출이 발생하지 않을 강우강도 계산】

포장두께(cm)	투수계수(cm/s)	포장경사(I)	배수거리(cm)	포장외부로 용출이 발생 하지 않을 강우강도(mm/h)
4	0.17	0.02	970	0.50
5	0.17	0.02	970	0.63
6	0.17	0.02	970	0.76

【주1】 투수시험 결과를 통한 저소음포장 공극률 20%일 때 투수계수 0.17cm/sec
【주2】 배수거리 : 2차로 갓길 포함(360cm+360cm+250cm) = 970cm

☞ 6mm/hr 이상의 강우일수를 제외하면 **강우일수의 77%～82% 정도의 경우 강우 초기시 포장외부로 용출이 발생하지 않아 교통안전성 확보 가능** (첨부2 참조)
(강우가 1시간 이상 지속될 경우 표면배수 발생)

□ 적정 포장두께

○ 배수목적

- 배수 포장층 내 저류능력(r) 및 유출량을 고려하면 두꺼울수록 유리하지만,
- 경제성이나 국내 강우량에 대한 초기 우수처리 능력 등을 감안하여 두께 결정

○ 소음저감목적

- 포장두께에 따른 소음저감효과 차이가 크지 않으므로 포장설계시 주어지는 두께 적용

구 분	토공부	교량부
포장단면	배수성 혼합물(5cm) 중간층 기층 혼합물	배수성 혼합물(4cm) SMA 혼합물(4cm) 콘크리트 슬래브
굵은골재 최대치수	10mm	상・하부층 : 10mm

【포장두께와 소음저감효과 (일본 저소음포장 연구회, 2004)】

○ 포장두께에 따른 소음저감 효과는 큰 차이가 나지 않으므로 3~5cm 범위에서 포장설계에 의해 주어지는 두께로 시공

차 종	주행속도	포장두께 / 소음저감치(dB)		
		3cm	5cm	8cm
대형차	80km/h	4.4	4.8	5.5
	100km/h	4.5	6.3	6.8
	120km/h	5.1	5.6	6.2
소형차	80km/h	5.1	5.9	6.2
	100km/h	5.9	6.4	6.6
	120km/h	6.2	7.1	7.2

【복층식 포장】

o 개　요

표층 시공시 입도가 다른 아스팔트 혼합물로 상층과 하층으로 나누어 시공하는 방법

o 특　징

입도가 작은 혼합물을 상층에 시공하여 노면과 타이어 가진음 저감으로 소음저감효과가 좋고 공극이 작아 폐색물 막힘이 적어 소음저감효과 지속 및 배수능력 향상 가능

o 적용방안

향후 시험시공을 통한 적정 시공방법 및 적정 입도, 단면, 내구성 등 효과검증 후 확대적용

※ 시험시공계획

- 위　　치 : 남해선 13.15～13.65k (순천방향, L=0.5km)
- 시공일자 : 2015년 하반기
- 시공개요 : 복층포장 (RSBS 개질제 사용)
  - 상층 2cm(8mm), 하층 3cm(13mm)

□ 적용위치

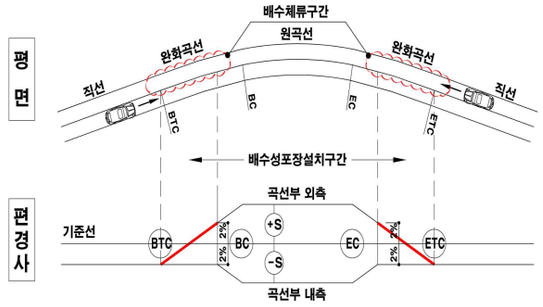
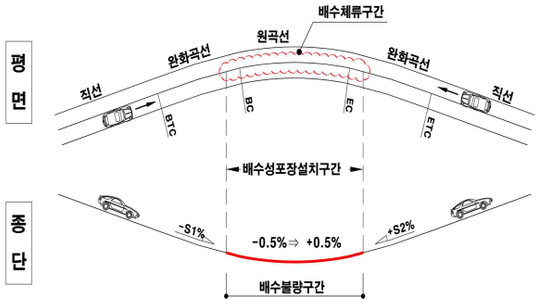
○ 배수 목적시

- 종단곡선 저점부(-0.5%～최저점～+0.5%)
- 편경사 변화구간(±2.0%～±2.0%, 완화구간 포함)
- 종단곡선 변화비율이 권장값 이상일 경우

구　분	설계속도	종단곡선 변화비율(m/%)	
		최소값	최대값[7](권장)
본　선	120	55	110
	100	35	80

(참고) 고속도로 수막현상 예방 설계대책(설계처, 2014)

7) 주행의 안전성·쾌적성 등을 고려하여 규정치의 1.5~2.0배 정도의 값 이상 바람직(일본 도로구조령)

편경사 변화구간	종단곡선 저점부
	

○ 소음저감 목적시

- 방음벽으로 건물의 고층부까지 소음기준에 만족하지 못하는 경우
- 소음민원 발생 예상구간
- 도심지 및 공동주택 밀집지역
- 기타 소음저감이 필요하다고 판단되는 구간

○ 교통안전성 확보 및 시공성 등을 고려하여 최소 400~500m 시공

※ 일일 시공량 : 4,000㎡(품셈 12-3-1)

- 적정 시공량 : 4,000㎡ ÷ 8.2m(본선기준) ≒ 488m

□ 경제성 비교

(백만원/km, 4차로)

구 분	JCP	CRCP	SMA	PSMA	배수성
공 사 비	933	1,394	1,441	1,470	1,503
비 율(%)	1.00	1.49	1.54	1.58	1.61

□ 유지관리(기능회복) 방안

○ 위치별 투수성능 시험결과 (기준 : 10초 이하)

- 차륜부는 투수성능이 기준에 만족하나, 차륜바퀴가 접촉하지 않는 중분대측과 길어깨부에서는 투수성능이 거의 상실됨

구 분	투수시간(초)		
	차륜부	중앙부	중분대, 길어깨측
공용기간 4년	5.8	5.70	600
공용기간 7년	6.2	6.8	-

○ 청소 전·후 포장상태 조사

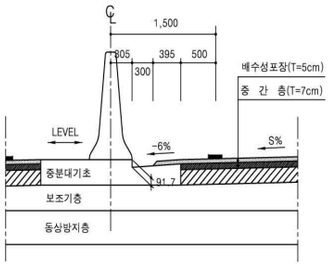
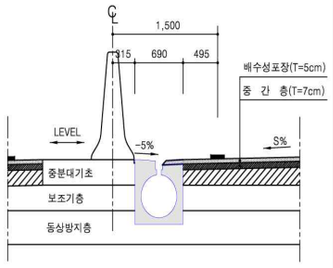
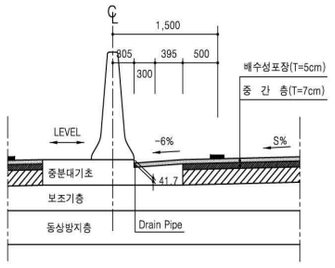
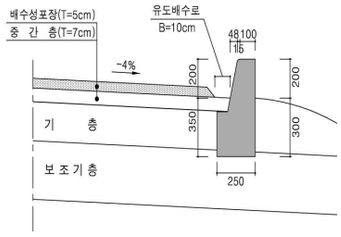
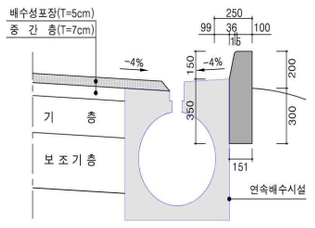
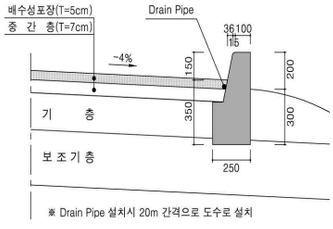
- 청소방법 : 고압살수+진공청소, 진공청소
- 평가조도깊이(ETD[8])는 고압살수+진공청소를 병행한 경우 높게 나타났으며, 현장투수시험은 차륜부, 중앙부 모두 비슷하였으나 길어깨부의 경우 현저히 감소

☞ 공극막힘에 의한 기능저하 예방을 위해 주기적인 청소(연 2회 이상) 및 배수기능 상실시 절삭덧씌우기 시행 필요

☞ 단기적으로 고가의 장비도입 없이 우리공사 보유장비(진공청소차+고압살수차)를 이용한 유지관리 가능하나, 중장기측면에서 배수성 포장 적용 확대로 관리구간 증대시 전용청소차 도입 검토 필요

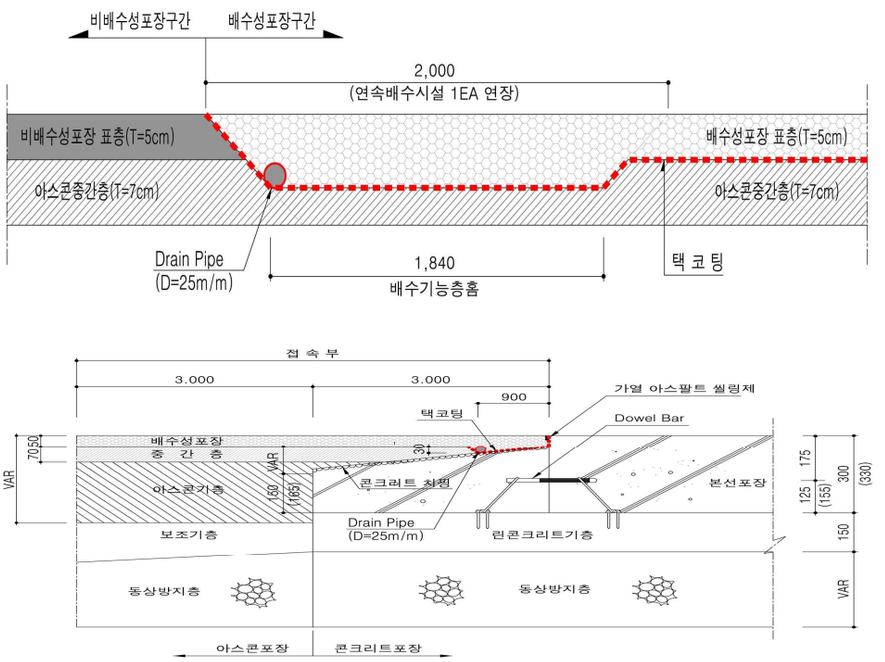
8) ETD : Estimated Texture Depth

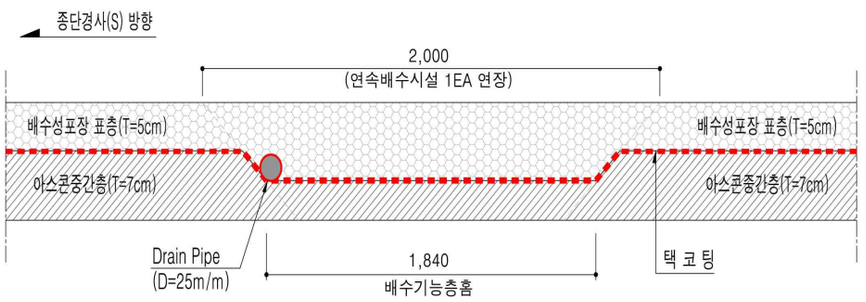
□ 배수시설 설치 방안

구 분	현 행 (설계처-4010, '09.07.30)	개 선 안	
		연속배수시설	일반배수시설
개 요	○ 유도배수로를 통해 배수	○ 연속배수시설을 설치하여 직접배수	○ 집수정 또는 Drain Pipe(D=25mm)를 통해 배수
중분대			
길어깨			
특 징	○ 노면을 통수단면으로 사용하여 수로형성 ○ 우수 집수효율 불리 ○ 집수정 구간 단차발생으로 사고발생 가능 ○ 공사비 보통	○ 별도의 배수시설 설치로 노면 위 수로형성 배제 ○ 우수 즉시 배수 가능 ○ 집수정 구간 접속부 단차 해소 ○ 공사비 다소 고가	○ 노면을 통수단면으로 사용하여 수로형성 ○ 우수 집수효율 불리 ○ 집수정 구간 단차발생으로 사고취약 ○ 공사비 보통
공사비 중분대	167백만원/km	199백만원/km	176백만원/km
공사비 길어깨	68백만원/km	212백만원/km	77백만원/km

☞ 공사비는 다소 고가이나 배수취약구간 통수능력 향상 및 주행안전성 확보가 가능한 연속배수시설을 적용하는 것이 타당함

○ 배수기능층 홈 설치

<table>
<tr><td>설치위치</td><td>◦ 비 배수성 포장부와의 접속지점
◦ 종단곡선 오목부 최저점부
◦ 배수성 포장 설치폭원(B)이 편도3차로 이상인 경우
- 효과적인 횡방향 배수를 위하여 200m 간격으로 설치
※ 배수시설 접속부는 연속배수시설 TYPE을 변경하여 배수처리
- 연속배수시설 : 접속부 3cm 하향조정
※ Drain Pipe는 종단 최저점부에 설치</td></tr>
<tr><td>단면도</td><td>[비배수성 포장 접속구간 설치시]
 

[배수성 포장 내 설치시]
 
</td></tr>
</table>

5 적용방안 및 향후 추진계획

□ 적용방안

○ 실시설계 중인 노선 : 본 방침 적용

○ 공사중인 노선 : 공사주관(시행)부서 판단 후 적용

□ 향후 추진계획

○ 소음예측프로그램(KHTN) 업그레이드를 통한 배수성 포장의 소음영향 검토 연구

- 과 제 명 : KHTN 모델 업그레이드 및 모델링 GUI 개발
- 과업기간 : 2012. 7 ~ 2015. 10
- 과업내용 : 소음저감장치, 저소음포장 및 터널 개구부 소음영향 검토를 위한 프로그램 업그레이드

○ 공극 막힘을 예방하기 위해 효과적인 장비 운용방안 및 추가 유지관리방안 연구 (도로교통연구원)

○ 복층포장공법 적용을 위한 시험시공 등 추가연구 시행 (도로교통연구원)

- 적정 단면, 입도결정 및 내구성, 시공성 검증

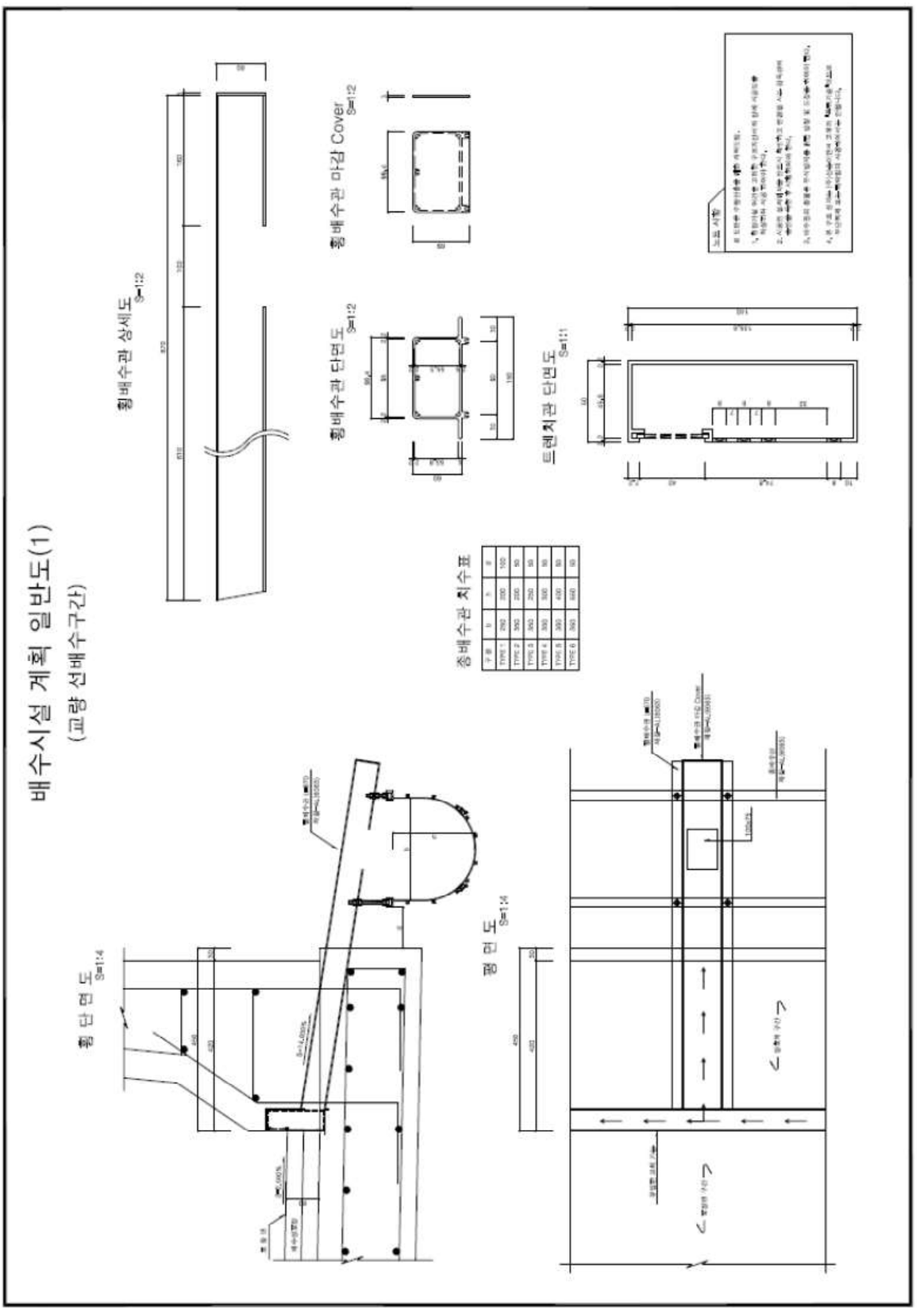
첨 부 1. 배수성 포장 시방서

2. 지역별 강수량 및 일수 현황

3. 경제성 비교

4. 배수시설 계획 일반도(교량 선배수구간)

[첨부 #4] 배수시설 계획 일반도(교량 선배수구간)

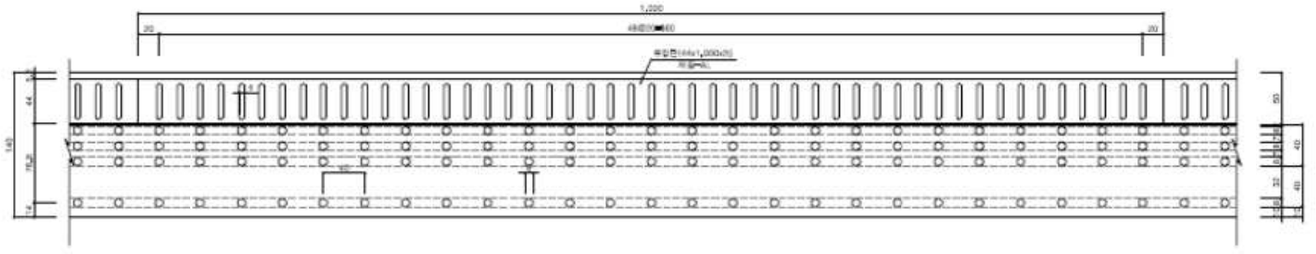


배수시설 계획 일반도(2)

(교량 선배수구간)

트렌치 유입판 상세도

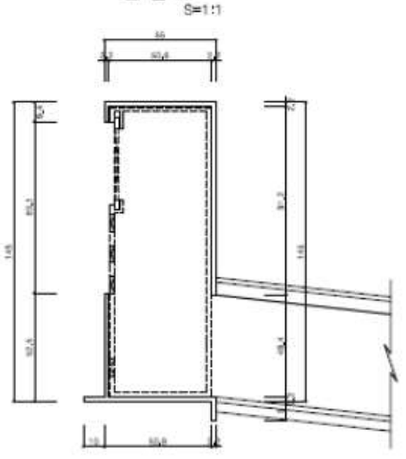
S=1:2



트렌치 연결 상세도

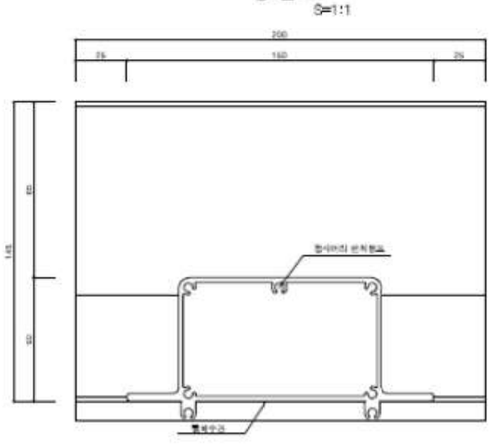
단 면 도

S=1:1



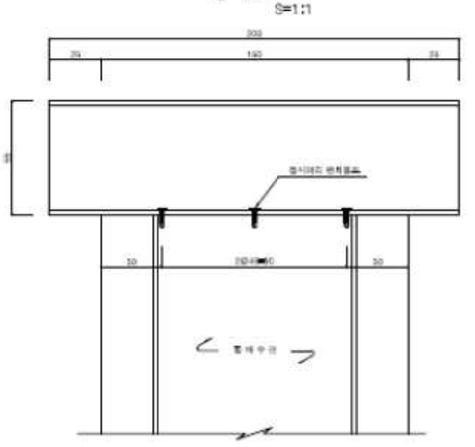
정 면 도

S=1:1



평 면 도

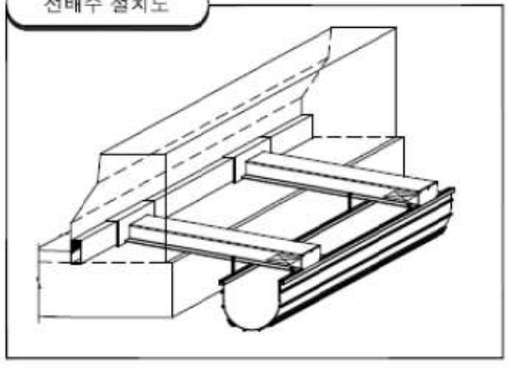
S=1:1



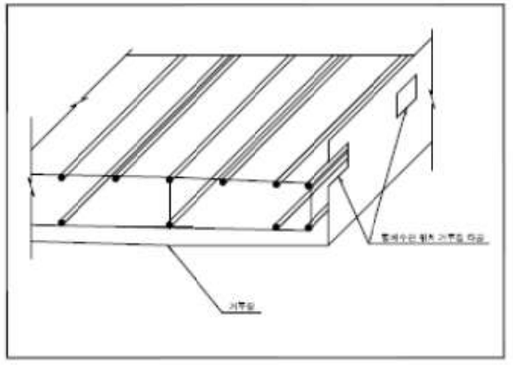
배수시설 계획 일반도(3)

(교량 선배수구간)

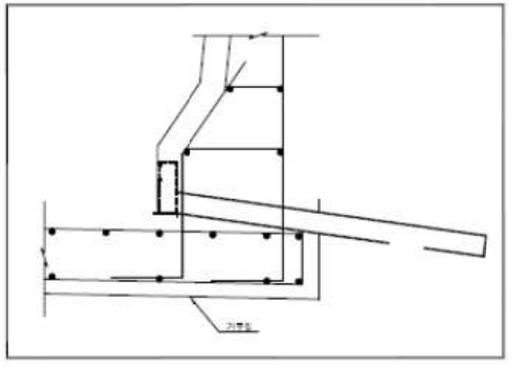
선배수 설치도



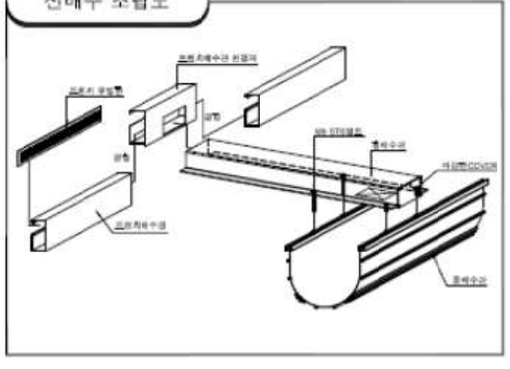
STEP – 1 : 횡배수관 위치 먹줄 새김 및 거푸집 타공



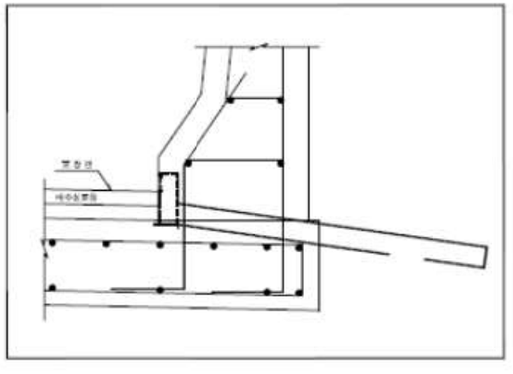
STEP – 2 : 횡배수관 및 트렌치 배수관 거치



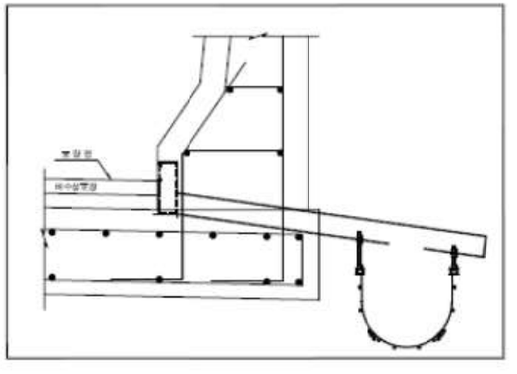
선배수 조립도



STEP – 3 : 슬래브, 방호벽 타설



STEP – 4 : 종배수관 및 수직 배수관 설치 완료



6-4 포장공 콘크리트 포장 줄눈부 단면형상 개선 및 고내구성 다웰바 적용 방안

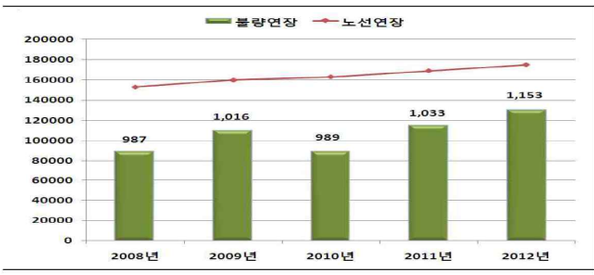
포장연구실-648 (2015.06.29)

1 배경 및 목적

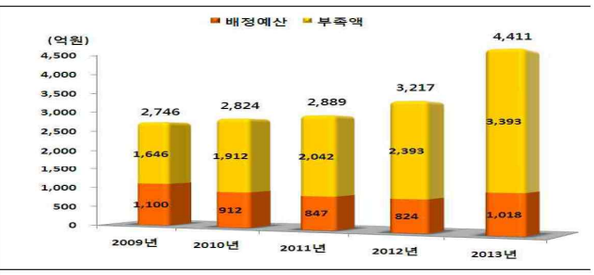
□ 2000년 이후 준공된 일부 고속도로 콘크리트 포장 줄눈부 파손의 급속한 증가에 따른 대책수립이 필요

- 콘크리트 포장 줄눈부 파손은 포장재료, 시공, 유지관리 환경변화 등 여러 요인이 복합적으로 작용하여 발생함
- 우리공사에서는 '고객 안전과 행복을 위한 포장 품질향상 추진대책(환경품질처-327, 2014.01.22)'을 통해 포장 품질향상 종합계획을 마련하여 콘크리트 포장 조기파손예방 및 공용성능 증진을 위한 개선방안을 추진 중에 있음

□ 시공측면에서 콘크리트 포장 취약부 시공관리 강화 방안이 필요하여 본 내용의 심의를 요청함



포장 불량연장 증가 (+4.1%/년)



포장보수 소요비용 증가 (+12.6%/년)

그림 1. 연도별 포장 불량연장 및 포장보수 비용 추세
('고속도로 장수명 포장관리 로드맵' 도로처-732, 2013.02.26]

2 현황 및 문제점

□ 콘크리트 포장 취약부 파손 발생

- 중앙선, 중부내륙선 등 일부 노선에서 개통 10년 전·후 파손 발생
- 파손 위치는 취약부인 줄눈부에서 대부분 발생
- 파손 취약부인 줄눈부 단면 형상 및 시공관리미흡

중앙선	중부내륙선	익산-장수
2001(13년 공용)	2002~2004(9~12년 공용)	2007(6년 공용), 일부구간

그림 2. 노선별 줄눈부 파손상태 전경

('고객 안전과 행복을 위한 포장 품질향상 추진대책' 환경품질처-327, 2014.01.22)

□ 기존 수축줄눈 단면형상(형식 A)

- 콘크리트 포장의 국내 도입이후 수축줄눈의 단면형상은 그림 3과 같이 폭 6mm, 깊이 75mm의 동일단면 형식으로 시공되어 오다가 '콘크리트 포장 줄눈표준화 방안(설계처-3468, 2007.12.05)'을 통해 지금과 같은 이중단면 형식으로 개정함

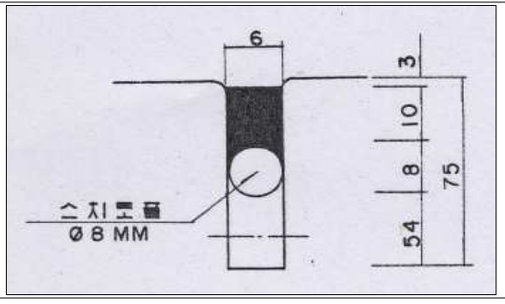
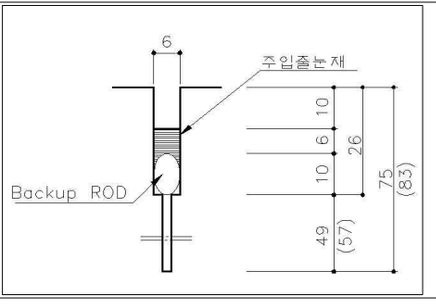
	
2007년 이전	**2007년 이후**

그림 3. 콘크리트 포장 수축줄눈 표준도(형식A)

□ 수축줄눈 시공방법

- 콘크리트 포장의 줄눈 시공절차는 그림 4와 같이 2차례에 걸쳐 냉각수를 이용한 습식절삭과 슬러지 제거를 위한 줄눈청소 후 줄눈재 시공으로 진행됨
- 줄눈의 2차 절삭은 줄눈재의 주입공간 확보를 위해 시행함

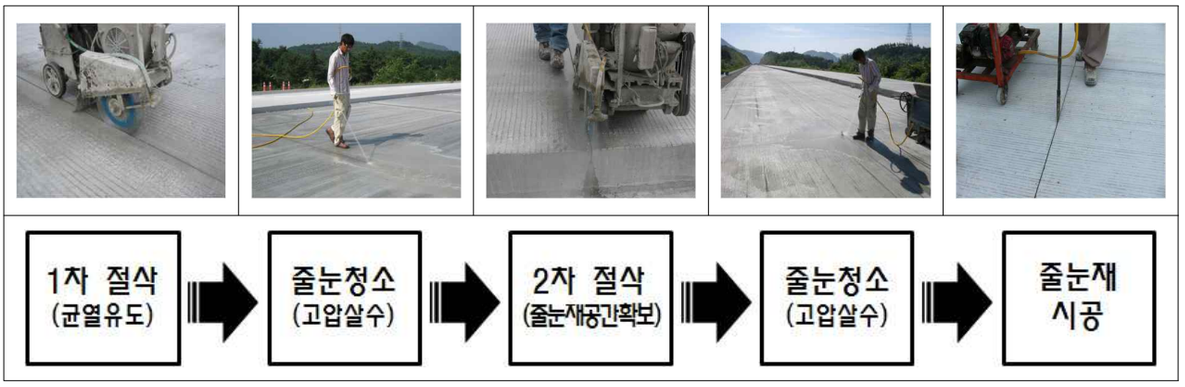


그림 4. 현행 콘크리트 포장 수축줄눈 시공절차

□ 강재 다웰바

- 줄눈보강재인 다웰바는 고강도이고 콘크리트와 거동이 유사하며 비교적 경제적인 강재를 사용

그림 5. 시공줄눈의 강재 다웰바와 수축줄눈의 강재 다웰바 바스켓

□ 현행 줄눈단면 및 다웰바 재료의 문제점

- 줄눈의 2단계 절삭으로 줄눈부 콘크리트에 가해지는 충격 증가
- 동절기 줄눈폭 증가로 이물질 침투 가능성이 높아지고 이로 인한 스폴링 발생 위험 증가
- 줄눈폭이 크게 벌어질 경우 주행소음 증가

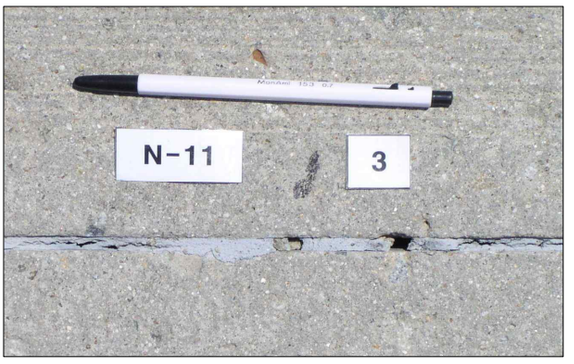


그림 6. 줄눈에 침투한 이물질 (이승우외, 2005)

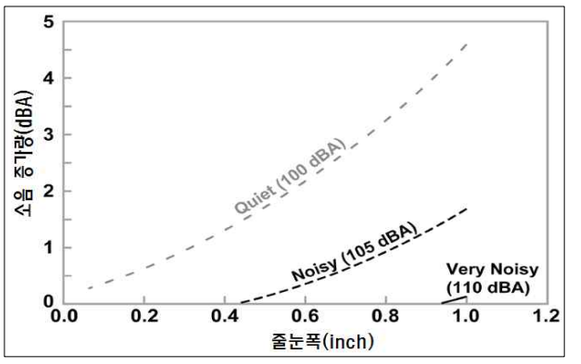


그림 7. 줄눈폭과 소음의 상관관계 (미국콘크리트포장협회, 2007)

- 강재 다웰바의 재료 특성상 수분과 접촉하면 부식(corrosion) 발생
- 부식으로 인한 부피팽창 및 줄눈 잠김(joint locking) 발생
- 줄눈 잠김은 줄눈부와 슬래브 중앙부에 과도한 응력을 발생시켜 스폴링 및 균열 유발
- 부식된 강재 다웰바는 유효단면적 감소 및 하중전달효과 감소

그림 8. 강재 다웰바에 발생한 부식

3 개선 방향

□ 콘크리트 포장 수축줄눈의 줄눈폭 축소

- 줄눈 절삭을 1회만 실시하고 줄눈폭을 6mm에서 4mm로 축소
- 불필요한 2차 절삭을 삭제하고 1차 절삭 후 줄눈재 설치
- 두께 3.2mm 절삭날을 사용해 4mm 줄눈폭으로 시공

□ 내구성이 우수한 다웰바로서 시멘트 충진 FRP 튜브 다웰바 적용

- 습기와 제설제에 대한 내부식성 및 콘크리트와 유사한 강성 재료
- 튜브형에 시멘트 충진으로 비용절감효과

4 국외기준 검토

□ 미국의 콘크리트 포장 가로수축줄눈 제원

- 1차 절삭을 통한 5mm 이내의 좁은 줄눈폭을 적용하는 주는 전체의 29%로 좁은 줄눈폭이 보편적으로 사용되고 있음
- 최근 과도한 줄눈 벌어짐으로 인한 줄눈부의 주행소음 증가, 평탄성 저하, 절삭시 경제성 등을 고려하여 줄눈폭을 줄이는 주가 증가하는 추세임
- 일반적으로 국내 줄눈간격(6m)보다 짧은 간격(4.5m 내외)을 적용하여 줄눈폭의 거동량이 적음에도 불구하고 점점 많은 주에서 좁은 줄눈폭을 사용하고 있는 추세임

표 1. 미국의 콘크리트 포장 가로수축줄눈 줄눈폭 현황(Chuanxin Fang et al. 2003)

줄눈폭	적용하는 주	비율(%)
4.76mm 이하	12	29
6.35mm	5	12
9.53mm	17	41
10.00mm	2	5
12.70mm	3	7
20.00mm	2	5
총합	41*	100

* 콘크리트 포장을 사용하지 않거나 관련자료가 없는 주(州)는 제외

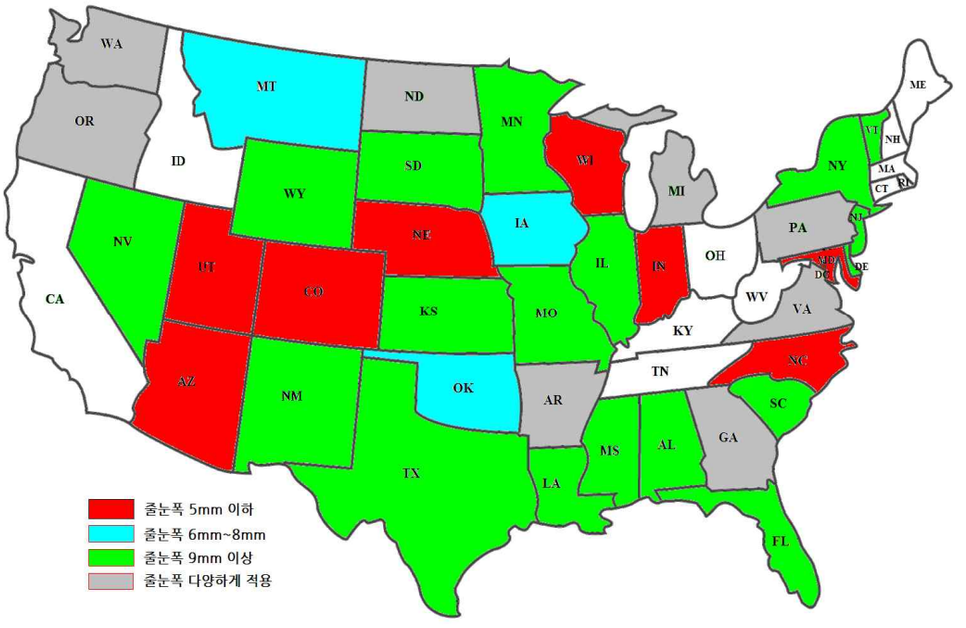


그림 9. 미국의 가로수축줄눈폭 적용현황(Chuanxin Fang et al. 2003)

□ 미국콘크리트포장협회(ACPA, American Concrete Pavement Association)

- 줄눈폭 증가에 따른 줄눈부 주행소음(wheel-slap)과 평탄성 저하, 경제성 및 시공시 작업효율을 고려하여 줄눈폭을 줄일 것을 권장

[Minimize Wheel-Slap : Keep Your Joints Narrow, 2004]

…… Wheel-slap is not as critical an issue today in some states as it was five years ago, because **many agencies have changed their details for joint sealing to use a narrow 1/8-inch(3.2mm) wide reservoir (i.e. single sawcut), filled with sealant**. The agencies taking this approach are getting all of the associated benefits from their decision, including the opportunity for multiple resealing projects before joint reservoirs become wide enough to start causing wheel slap.

□ 좁은 줄눈폭에 대한 가로수축줄눈 표준도

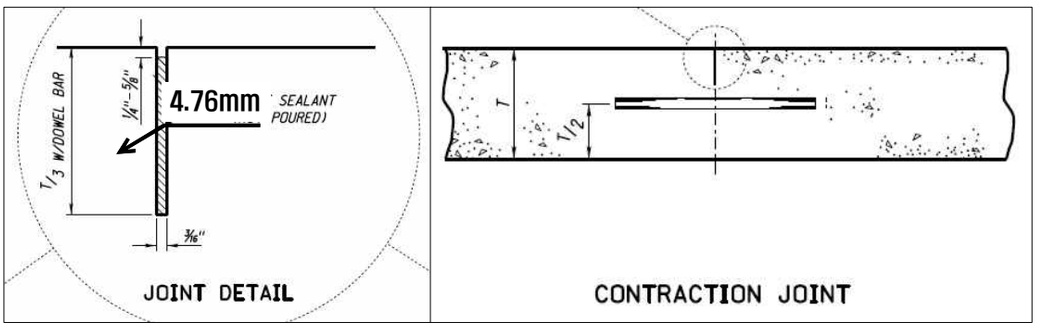


그림 10. 네브라스카 주의 가로수축줄눈 표준도(줄눈폭 4.76mm)

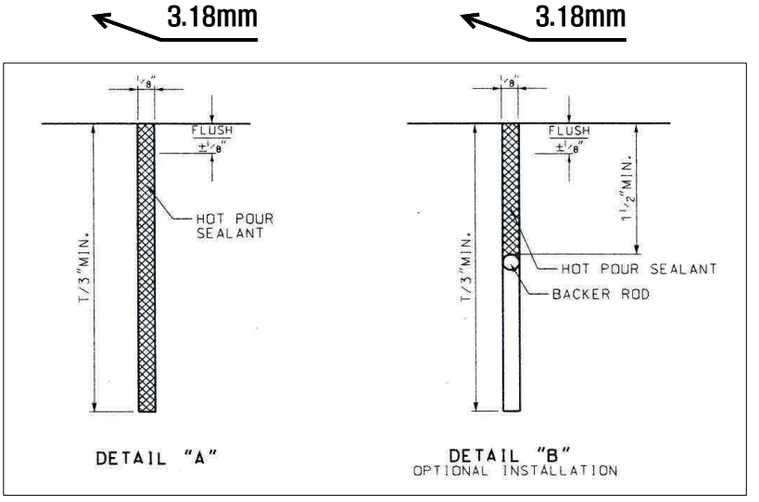


그림 11. 유타 주의 가로수축줄눈 표준도(줄눈폭 3.18mm)

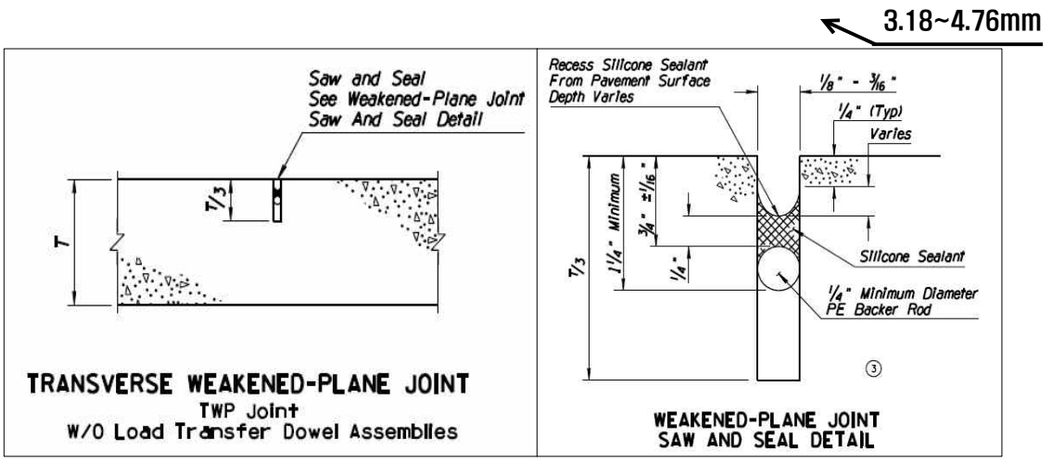


그림 12. 애리조나 주의 가로수축줄눈 표준도(줄눈폭 3.18mm~4.76mm)

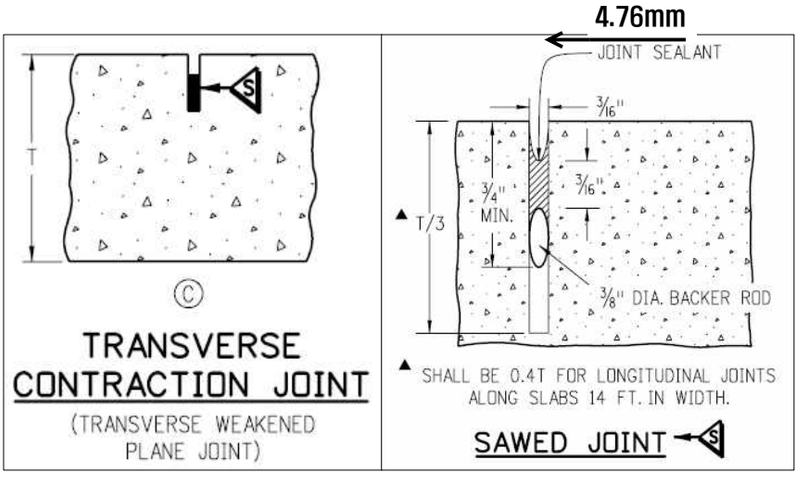


그림 13. 콜로라도 주의 가로수축줄눈 표준도(줄눈폭 4.76mm)

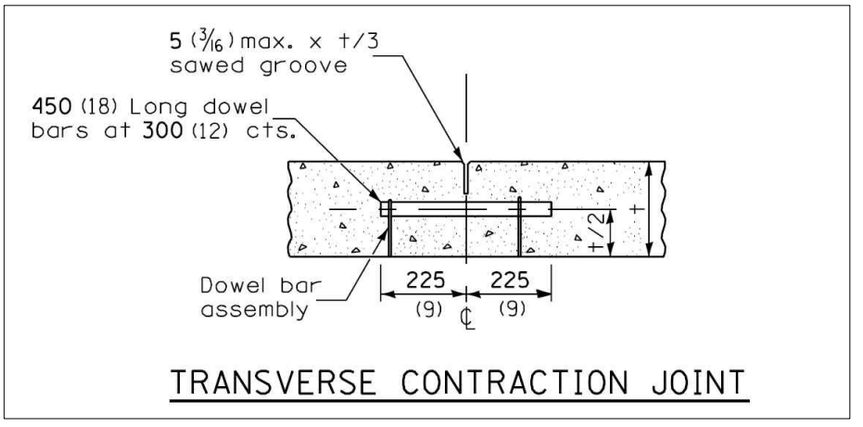


그림 14. 일리노이 주의 가로수축줄눈 표준도(줄눈폭 최대 5.00mm)

□ 고내구성 다웰바 기준 및 적용

- 국외의 고내구성 다웰바의 기준은 별도로 없으며, 강재 다웰바의 기준에 준하여 사용
- 조사된 미국의 33개주 중 국내와 같이 적설량이 많은 워싱턴 주와 미시간 주에는 고내구성 다웰바를 적용
- 위스콘신 주를 비롯한 7개주에서 시험시공을 통한 고내구성 다웰바 연구가 진행 중

표 2. 미국의 고내구성 다웰바 시험시공 현황

지 역	노 선	시공 시기	고내구성 다웰바의 종류	다웰바 직경 (mm)
일리노이	I-55 SB Route 59 U.S.67 WB Route 2 NB	1996 ~ 2000	에폭시 피복 다웰바 FRP 다웰바 FRP 튜브 다웰바(그라우트 충진) 스테인리스 튜브 다웰바(그라우트 충진) 스레인리스 피복 다웰바	38 38, 44 51 38, 44 38, 44
아이오와	U.S.Route 65	1997	에폭시 피복 다웰바	38
			FRP 다웰바	38, 48
			스테인리스 다웰바	38
캔사스	K-96	1997	에폭시 피복 다웰바	32
			FRP 튜브 다웰바	51
미시간	I-75	1993	플라스틱 피복 다웰바	32
			에폭시 피복 다웰바	32
미네소타	I-35W Mn/Road	2000	스테인리스 피복 다웰바	38, 44
			스테인리스 다웰바	38
			플라스틱 피복 다웰바	38
			에폭시 피복 다웰바	25, 32, 38
			FRP 다웰바	32, 38
오하이오	Route 50	1997 ~ 1998	에폭시 피복 다웰바	38
			FRP 다웰바	38
			스테인리스 튜브 다웰바(그라우트 충진)	38
위스콘신	WI 29	1997	에폭시 피복 다웰바	38
			FRP 다웰바	38
			스테인리스 다웰바	38
			스테인리스 튜브 다웰바(그라우트 충진)	38

5 실내 및 현장 공용성 평가

□ 고내구성 다웰바의 실내 공용성 평가

- 직접전단시험

  ○ **인발성형(PR) FRP 다웰바는 대체로 강재 다웰바와 비슷한 처짐량(기준 ; 0.25mm)을 보임**

  ○ 직경 38mm 인발성형 FRP 다웰바(PR38)는 강재(ST32)보다 우수

그림 15. 직접전단시험(AASHTO T 253-02)

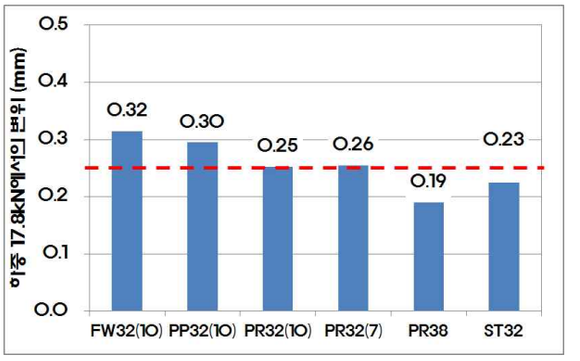


그림 16. 직접전단시험 평가결과

- 포장 가속시험 후 정적 하중재하시험

  ○ 다웰바 종류별로 시공된 콘크리트 슬래브에 포장 가속시험기를 이용하여 교통하중(224,000ESALs) 재하 후 정적 하중재하시험 실시

  ○ 26.4톤의 트럭하중에서의 줄눈부 처짐 결과, **강재 - 인발성형FRP - 프리플랙FRP - 필라멘트와인딩FRP** 순으로 처짐 발생

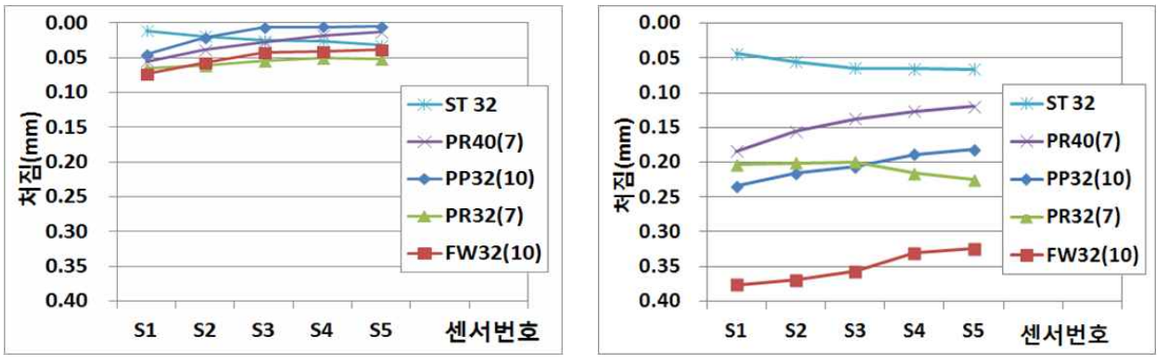


그림 17. 교통하중 전·후의 정적하중 재하실험 결과

그림 18. 줄눈부 정적 하중재하

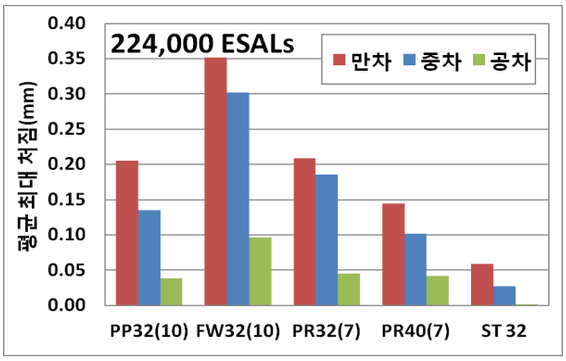


그림 19. 다웰바 종류별 평균최대처짐량

- 포장 가속시험 후 하중전달율
  - ○ 공용 전·후의 모든 줄눈에서 95% 이상의 높은 하중전달율을 보임
  - ○ **고내구성 다웰바의 하중전달 능력 입증**

그림 20. 줄눈부 하중전달율 측정

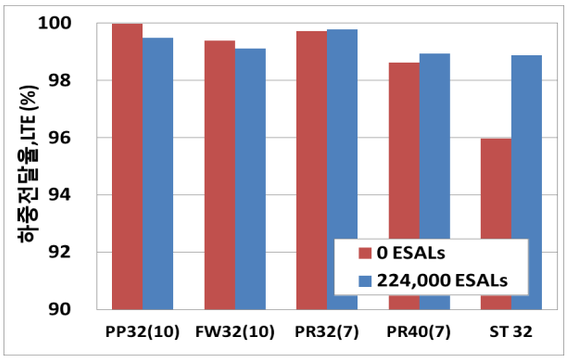


그림 21. 공용 전·후 하중전달율변화

□ 현장 시험시공

- 시험시공 개요
  - ○ 2009년에서 2010년 사이 총 3회에 걸쳐 건설중인 노선에 시공
  - ○ 시공내용 : 줄눈폭(6mm/4mm), 다웰바 재료(강재/FRP)

표 3. 시험시공 현황

구 분	개 요		시 공 항 목
1차 시험시공	일 시	2009년 3월 23일 ~ 25일	좁은 줄눈폭
	장 소	목포광양건설사업단 2공구	
	총 연 장	1,122m	
2차 시험시공	일 시	2010년 6월 16일, 21일	좁은 줄눈폭 FRP 다웰바
	장 소	목포광양건설사업단 2공구	
	총 연 장	540m	
3차 시험시공	일 시	2010년 9월 30일	좁은 줄눈폭 FRP 다웰바
	장 소	남원전주건설사업단 8공구	
	총 연 장	198m	

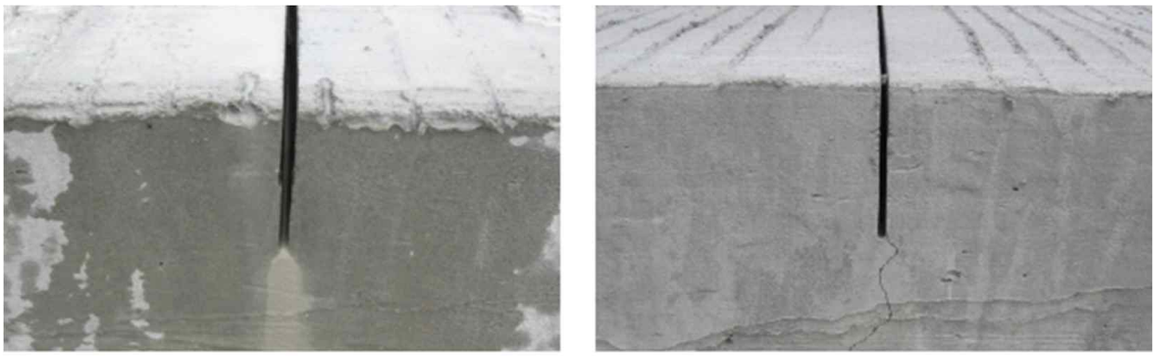


그림 22. 줄눈단면시공(좌 : 기존 줄눈폭, 우 : 좁은 줄눈폭)

그림 23. FRP 다웰바시공(좌 : 체어방식, 우 : DBI방식)

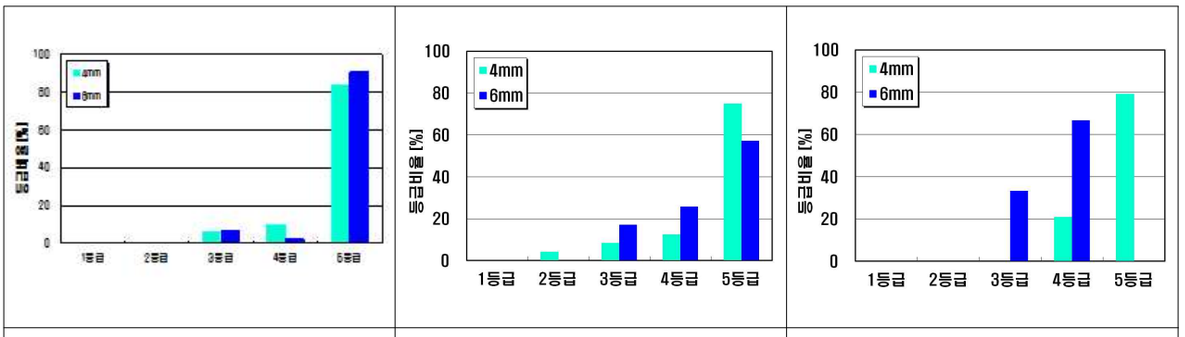
□ 줄눈폭에 따른 공용성 평가

- 줄눈부 파손상태 평가

○ 줄눈부 파손상태 등급* 기준 : 1등급(아주나쁨) ~ 5등급(매우좋음)

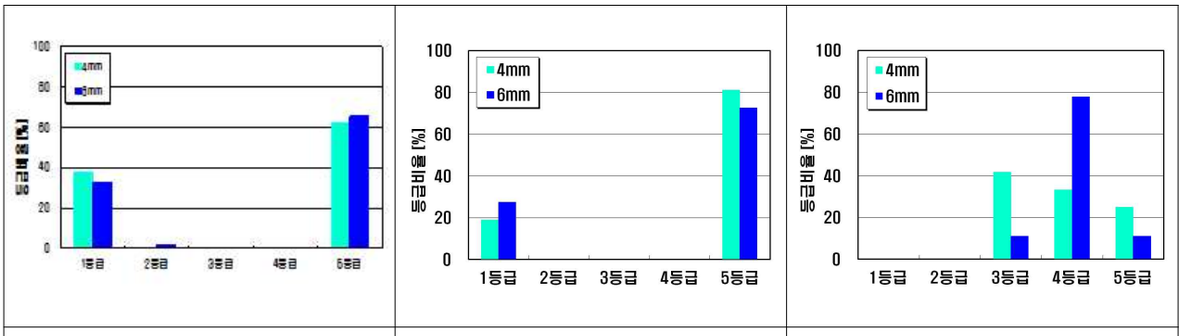
* 출처 : 미연방도로청, 자세한 기준설명은 첨부 2 참조

○ 절삭 후 파손상태를 등급별로 분류한 결과, **4mm 줄눈폭 구간과 6mm 줄눈폭 구간이 유사함**



1차 시험시공	2차 시험시공	3차 시험시공

그림 24. 줄눈폭에 따른 줄눈부 파손상태 등급(시공 초기)



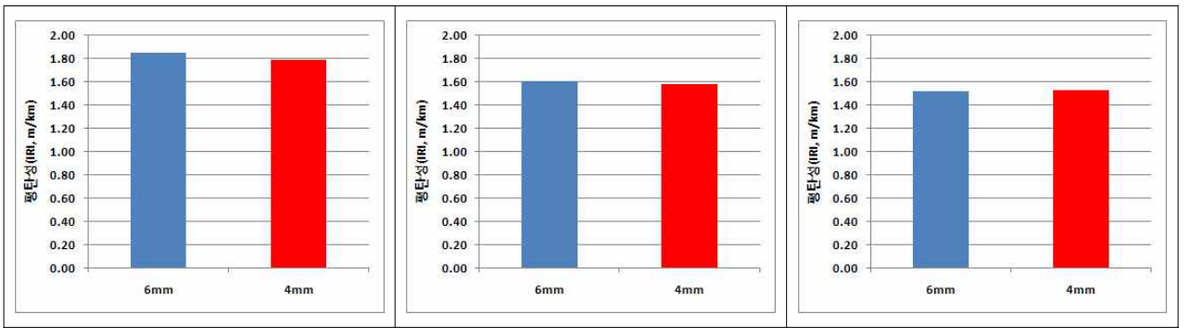
1차 시험시공(44개월 후)	2차 시험시공(41개월 후)	3차 시험시공(13개월 후)

그림 25. 줄눈폭에 따른 공용 후 줄눈부 파손상태 등급(일정 공용 후)

- 평탄성 평가

○ 위킹 프로파일미터를 이용한 IRI 측정 : 기준 1.6m/km(토공부)

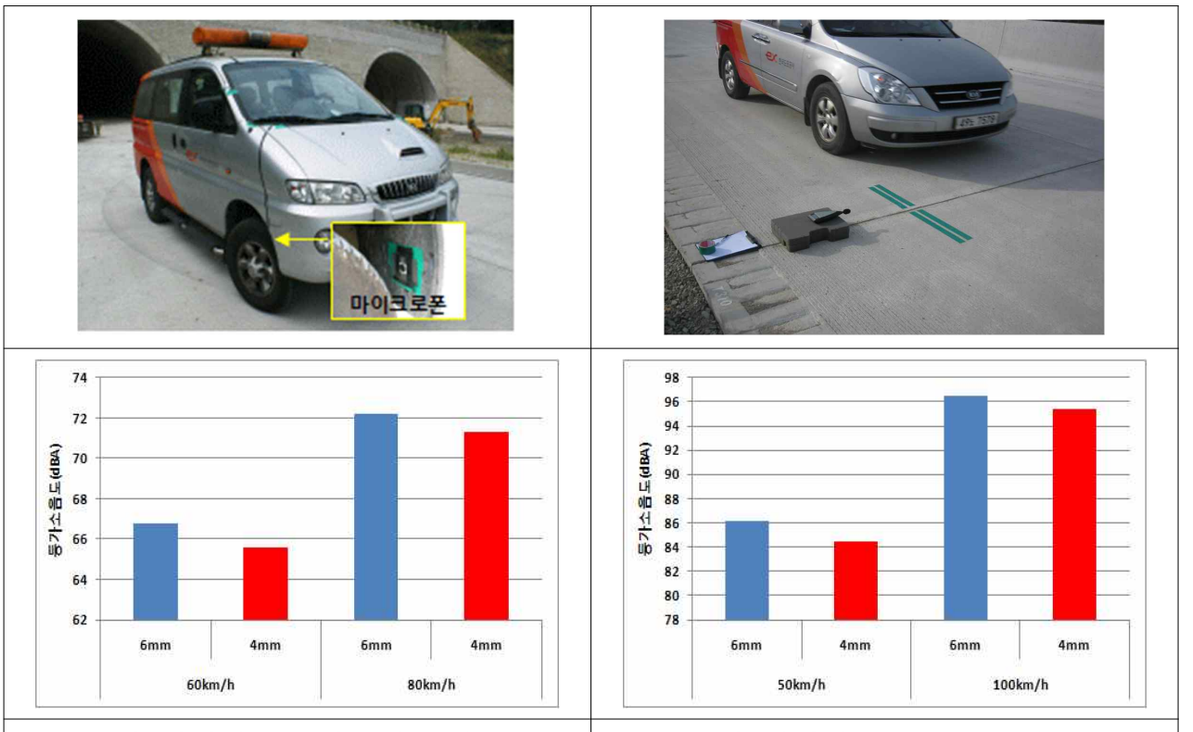
○ 평탄성의 경우 4mm 줄눈폭 구간과 기존 6mm 줄눈폭 구간에서 **큰 차이가 없는 것으로 나타남**



1차 시험시공	2차 시험시공	3차 시험시공

그림 26. 줄눈폭에 따른 평탄성 평가 결과(2차로 휠패스 기준)

- 소음 평가
  - ○ 구간별 주행 및 줄눈위치에서의 등가소음도(dBA) 측정
  - ○ 구간주행 소음과 줄눈부 소음 모두 4mm 줄눈폭 구간이 6mm 줄눈폭 구간 보다 **0.9dBA~1.7dBA 감소**



1차 시험시공(구간주행 소음)	2차 시험시공(줄눈부 소음)

그림 27. 줄눈폭에 따른 소음 평가 결과

□ FRP 다웰바의 공용성 평가

- 줄눈 거동량

  ○ 다웰바 종류에 따른 줄눈 거동량에는 **큰 차이가 없음**

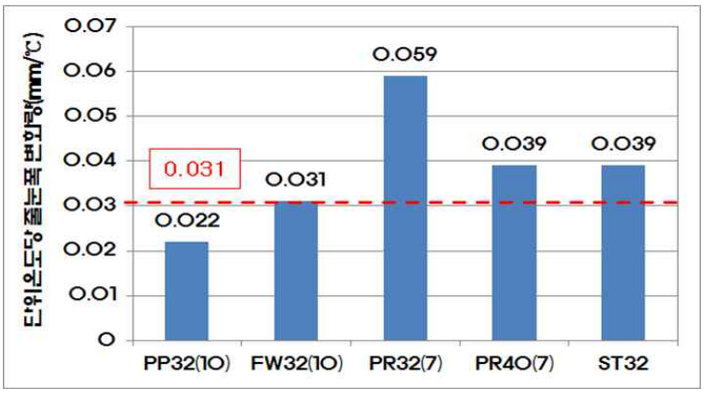


그림 28. 단위온도당 줄눈폭 변화량

- 줄눈부 하중전달율

  ○ **시멘트주입 FRP 튜브 다웰바와 강재 다웰바구간 모두 좋은 하중전달율을 보임**(2, 3차 시험시공)

  ○ 약 60개월 공용후의 줄눈부 하중전달율은 초기 하중전달율 대비 유사 혹은 증가함, 균열유도가 조기 발생한 취약 줄눈부는 공용함에 따라 줄눈움직임이 안정화되어 하중전달율이 향상됨(2, 3차 시험시공)

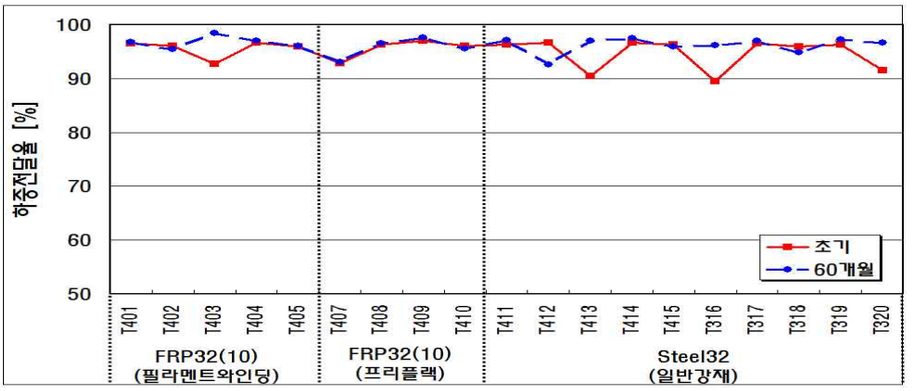


그림 29. FRP 재료별 줄눈부 하중전달율(2차 시험시공)

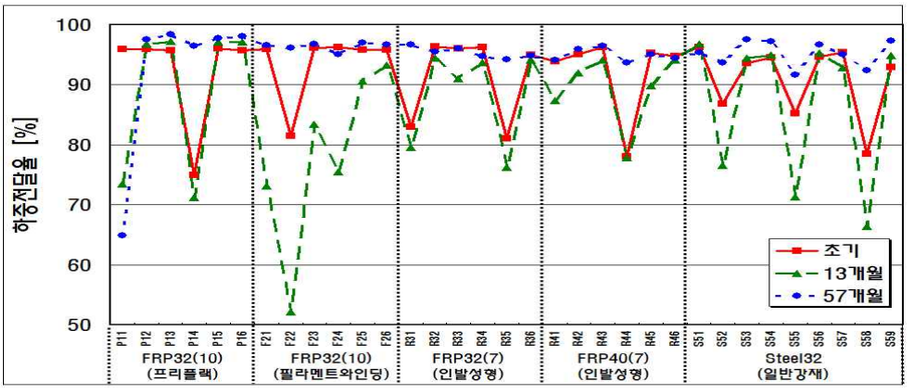


그림 30. FRP 재료별 줄눈부 하중전달율(3차 시험시공)

- 줄눈부 처짐량

  ○ **시멘트주입 FRP 튜브 다웰바와 강재 다웰바 구간 모두 유사한 처짐량을 보임**(2, 3차 시험시공)

  ○ 초기와 공용 60개월(5년) 후의 처짐량 비교 결과, 두 기간의 처짐량이 유사하거나 혹은 공용 후 안정화 되어 다소 증가(2, 3차 시험시공)

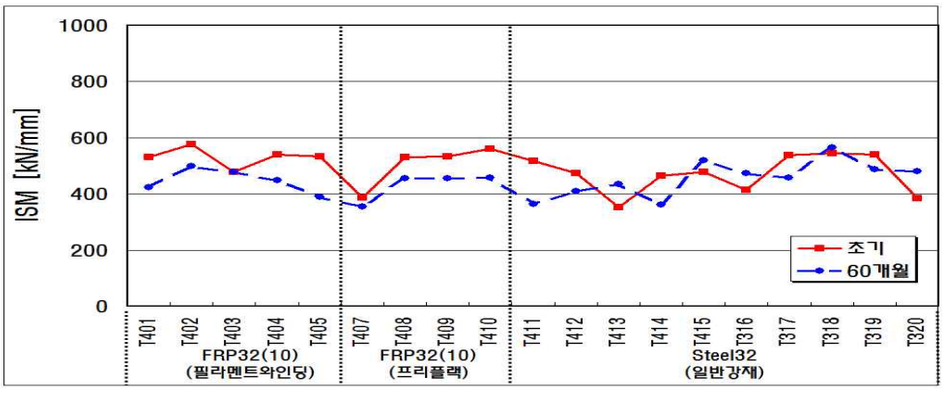


그림 31. FRP 재료별 줄눈부 처짐량(2차 시험시공)

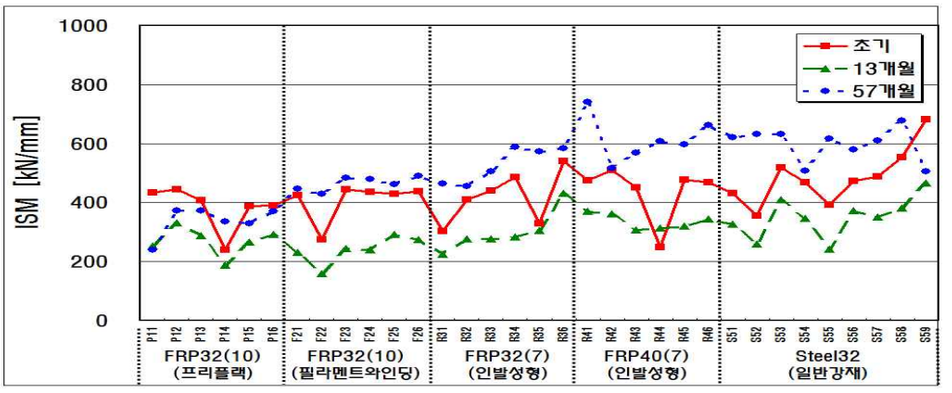


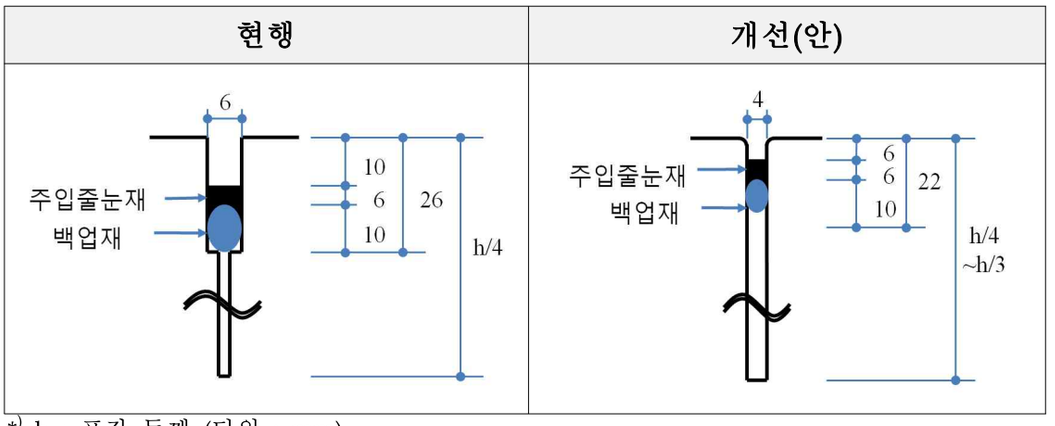
그림 32. 공용 후 FRP 재료별 줄눈부 처짐량(3차 시험시공)

□ 공용성 평가 결과

- 줄눈폭 4mm의 좁은 줄눈폭을 적용한 결과, 소음은 감소하고 줄눈부 파손과 평탄성은 기존과 유사함
- 시멘트주입 인발성형 FRP 튜브 다웰바를 고내구성 다웰바로 적용한 결과, 줄눈부 처짐량과 줄눈거동, 하중전달율은 기존 강재 다웰바와 유사하거나 다소 우수

6 제안사항

□ 콘크리트 포장 가로 및 세로수축 줄눈 단면형상 개선(안)



*) h : 포장 두께 (단위 : mm)

그림 34. 콘크리트 포장 줄눈단면 표준도

□ 콘크리트 포장 수축줄눈 줄눈폭 축소

- 1차 절삭만 시행(절삭날 두께 = 3.2mm)
- 줄눈폭을 기존 6mm에서 4mm로 축소
- 줄눈재는 현행 줄눈에 시공되는 실리콘 계열의 주입줄눈재와 성형 줄눈재를 사용
- 주입줄눈재 두께는 기존의 6mm를 그대로 적용하며 성형 줄눈재는 형상에 따라 별도의 제원을 정하여 시행

- 줄눈재 보호 및 줄눈 모서리 파손방지를 위하여 줄눈 양쪽 모서리에 핸드 그라인더 등을 이용해 깊이 3mm, 폭 2mm로 모따기 시행

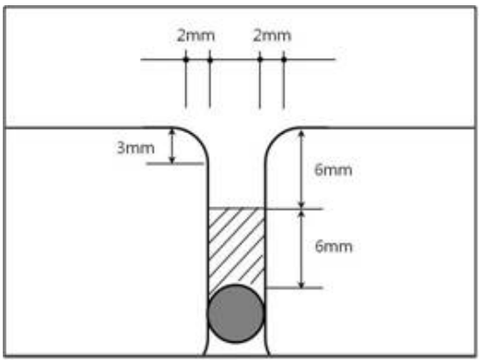


그림 33. 줄눈 모따기 제원

표 4. 줄눈폭에 따른 장단점

구 분	현행	개선(안)
줄 눈 폭	◦ 1차 절삭 후 4mm ◦ 2차 절삭 후 6mm	◦ 1차 절삭 후 4mm ◦ 2차 절삭 생략
장 점	◦ 기술이 일반화 되어 있음 ◦ 줄눈재 주입작업이 편리함	◦ 줄눈 시공공정 단순화를 통한 작업효율 제고 ◦ 줄눈에 가해지는 충격감소 ◦ 이물질 침투 위험 감소 ◦ 줄눈부 주행소음 감소 ◦ 줄눈 시공비용 감소
단 점	◦ 작업 공정이 복잡함 ◦ 2단계 절삭으로 줄눈에 가해지는 충격 증가 ◦ 줄눈재 손상시 이물질 침투 위험 증가 ◦ 과도하게 벌어질 경우 주행소음 증가	◦ 줄눈재 주입시 줄눈폭에 맞추어 기존 노즐 개량이 필요

□ 콘크리트 포장 줄눈부 고내구성 다웰바 적용

- 시멘트 몰탈주입 인발성형 FRP 튜브형 다웰바
- FRP 다웰바 시공방법은 체어식과 DBI식 선택 적용 가능

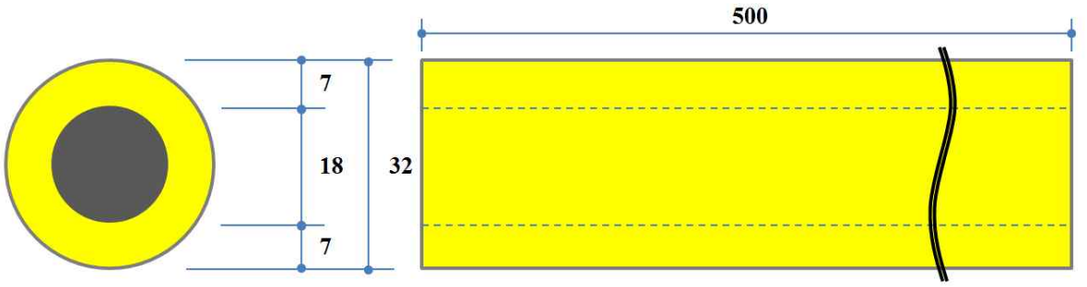


그림 35. 고내구성 다웰바 단면도 (단위 : mm)

□ 시멘트 몰탈주입 인발성형 FRP 튜브형 다웰바 품질기준

표 4. 품질기준

시험항목	시험방법	품질기준 (이상)
압축강도	KS F 2405	240 MPa
인장강도	KS F 2423	7 MPa
휨강도	ASTM D 4476-97 (지그:ASTM D 4475-96참조)	400 MPa
전단강도	ASTM D 4475-96	36 MPa
열팽창계수	AASHTO TP 60	4~20 X 10^{-6}/℃

□ 단가 비교

- 강재 다웰바 : 10,000원/m
- FRP 다웰바 : 9,000원/m

(참조-한국물가정보 및 관련 업체 전화 통화)

7 기대효과

□ 콘크리트 포장 수축줄눈의 시공공정을 단순화를 통한 작업효율 향상 및 공사비 절감

□ 2차 절삭시 줄눈에 가해지는 충격의 최소화를 통한 줄눈의 파손 감소

□ 줄눈폭을 좁게 유지해 과도한 줄눈 벌어짐으로 인한 소음 증가 및 승차감 저하를 예방하여 쾌적한 주행환경 조성

□ 장기 공용에 따른 강재 다웰바의 부식 방지 및 이로 인한 줄눈부 하중전달 성능 저하 예방

8 활용방안

□ 수축줄눈(가로 및 세로) 좁은 줄눈폭 적용

- 설계중 노선 : 본 방침 적용
- 공사중인 노선 : 공사주관부서에서 적용여부 판단

□ 시멘트주입 FRP 튜브 다웰바 적용

- 기존 강재 다웰바와 함께 병행 적용가능
- 특수환경 노출지역에서는 FRP 튜브 다웰바를 우선적으로 적용
  - 설계중 노선 : 본 방침 적용
  - 공사중인 노선 : 공사주관부서에서 적용여부 판단
- FRP 다웰바 시공방법은 체어식과 DBI식 모두 적용 가능

저소음 포장을 고려한 효과적 방음시설물 설치방안 검토

설계처-2362 (2015.08.31)

1 검토목적

□ 저소음 포장과 방음벽의 적정 조합을 통해 경제적이고 효과적인 최적의 소음대책 수립 필요

※ 저소음 포장이란?

○ 공극율이 높은(20% 이상, 일반 밀입도 3~6%) 다공성의 혼합물을 사용하여 내부공극을 통한 소음 흡수로 차량주행으로 인한 소음발생 저감

2 국내·외 설계기준

□ 해외기준

국가명	설계기준
USA	◦ 밀입도 대비 Con'c포장 +2dB, 개립도포장 -3dB 적용 (FHWA)
Germany	◦ Con'c 포장 대비 아스콘포장의 경우 -2dB 보정 ◦ 다공성 포장은 최대 -5dB까지 소음도 보정 (RLS-90)
England	◦ Con'c 포장 대비 아스콘포장은 -1dB, 투수아스콘은 -3.5dB 보정 (Flow-Chart에 소음저감 보정을 명문화, CRTN)
Australia	◦ Dense Ascon 대비 SMA -1dB, OGA -2dB (SA-5000) 보정
Japan	◦ 소음예측시 도로의 종류에 따른 변수 값(C_{spec}) 적용 * 밀입도 0.85, 배수성포장 0.75 (ASJ-2008)

※ 방음시설 설계를 위한 교통소음 산정시 포장종류에 따라 소음발생량 보정

□ 국내 고속도로 방음벽 규격 산정방법 (녹색환경처-2524, 2013.06.20)

○ 방음벽의 높이 및 연장은 KHTN상의 예측 결과를 기준으로 산정

※ KHTN 모델 : 방음벽 연장산정, 도로 포장별(아스팔트, 콘크리트) 예측, 주파수 대역별 예측이 가능한 모델임

○ 저소음 포장의 경우 일반포장에 비해 소음저감 효과가 있으나 소음저감량에 대한 공인된 국가기준 부재

3 문 제 점

□ 저소음 포장의 효과를 반영한 효율적인 방음시설 설치노력 부족

○ 저소음포장의 내구성 및 공용성 등 품질 향상

※ 참조 : 배수성포장 적용방안 검토 (설계처-1415, 2015.05)

□ 최근 고속도로 주변 개발사업에 따른 방음벽 증가 및 규모 대형화로 방음벽 설치 및 유지관리를 위한 과도한 사업비 투입

※ 전국 고속도로 방음벽 설치현황
- 연장 : 902,819m(터널형 1,640m 포함)
- 높이 : 2~18m

저소음포장 효과를 반영한
경제적인 방음벽 설치방안 검토 필요

4 검토내용

□ 저소음포장의 소음저감 효과

위 치	측정 소음도[dB(A)]		소음저감량 [dB(A)]	비고
	시공전	시공후		
경인선 시점부	81.3(80.5)	74.5(71.7)	6.8(8.8)	단층
서울외곽선 김포TG 인근	80.0	71.1	8.9	
세종시 국도1호선 우회도로	77.9(74.0)	66.3(64.7)	11.6(9.3)	복층
용인시 흥덕지구 국도42호선	78.6	69.2	9.4	

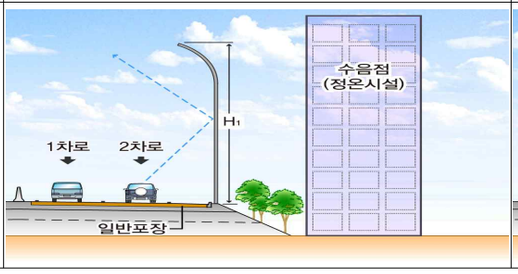
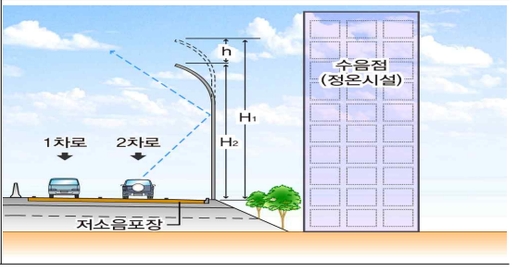
* ( ) : 야간소음측정값

** 저소음포장 시공 후 1년 이내에 측정한 결과임

□ 저소음포장을 고려한 방음벽 설치 추진사례

과업명	공사내용
영동선 광교신도시 방음시설 설치공사	◦ 일방향 방음터널(1.1km) 등 4.8km, 저소음포장 1.85km - 도공(설계, 시공 및 유지관리), 경기도시공사(사업비 부담) * 저소음포장 미적용시 양방향 방음터널 필요
영동선 42.3k(인천) 삼성래미안 교통소음대책 협약 체결	◦영동선·지방도 방음벽 및 저소음포장 1.9km - 도공(영동선), 용인시(지방도) * 저소음포장 미적용시 방음터널 필요
서울외곽선 송파나들목 개선사업	◦방음벽 H=2~18m, L=3.4km, 저소음포장(본선부) 2.4km - 사업시행자 : LH, SH * 저소음포장 미적용시 방음시설 최고높이 18m 초과

□ 저소음 포장을 고려한 방음벽 개념도

구 분	현 행	개 선
개 요	◦방음벽에 의한 소음저감	◦저소음포장을 고려한 소음저감효과 반영
개념도		

□ 위치별 적정 방음벽 규모 검토

[포장 공법별 소음저감량 가정]

구 분	콘크리트 (JCP)	아스콘 (SMA)	저소음포장	
			단층포장	복층포장
저감효과	-	-3dB	-6dB	-9dB

※ 향후 '저소음포장도로의 소음저감 성능인정 기준마련 연구(환경부, 2016)' 용역 결과 반영

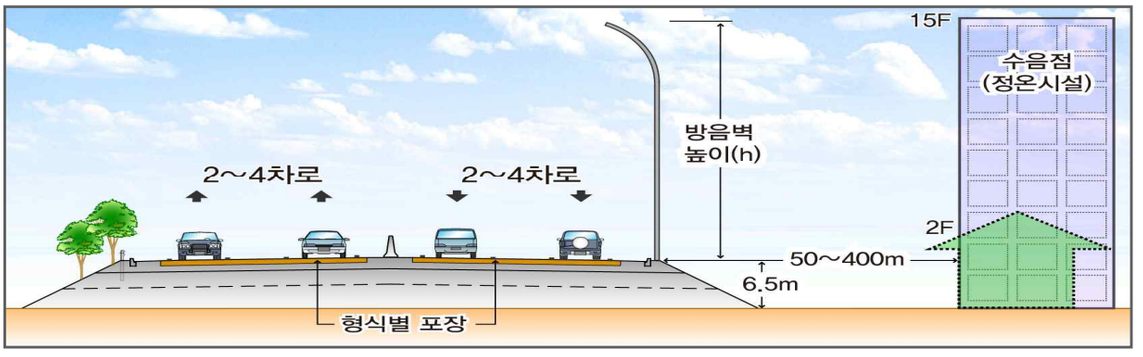
○ 해석지점 현황

구분	노선명	위 치	차로수 (N)	일교통량 (AADT)	첨두교통량 (22시 기준)
지점-A	당진-영덕	문의IC	편도2차로	31,847대/일	1,022대/시
지점-B	제2경인선	서창JCT	편도3차로	64,556대/일	1,992대/시
지점-C	서울외곽선	노오지JCT	편도4차로	149,457대/일	4,892대/시

※ 차로수(4~8차로), 교통량(대, 중, 소)에 따라 3개 지점 선정

○ 소음해석 조건

- 소음저감 목표 : 주간 65dB, 야간 55dB
- 해석구간 L=2.0km, - 소음해석 프로그램 : KHTN



○ 소음해석 결과

해석 지점 번호	구분			방음벽 규모(L×H)			
	교통량	수음점 위치	수음점 높이	Con'c	Ascon	저소음포장	
						단층	복층
①	소교통 (A)	50m	6m	550×8	250×5	250×3	250×1.5
②		100m	6m	400×8	350×4	150×1.5	포장만 설치
③	중교통 (B)	100m	6m	400×12	400×5	300×2	포장만 설치
④			45m	700×16	700×11	450×9	500×7
⑤		200m	6m	400×11	400×2.5	포장만 설치	-
⑥			45m	650×13	500×7	400×4	400×1.5
⑦	대교통 (C)	200m	6m	850×16	700×8	500×5	150×1.5
⑧			45m	1150×16	1150×10	1000×7	500×6
⑨		400m	6m	700×14	550×6	포장만 설치	-
⑩			45m	1000×16	950×6	700×2.5	포장만 설치

☞ LCC 분석시 저소음포장 연장은 분석지점 방음시설 최대연장의 3배로 가정

□ 생애주기비용(LCC) 분석

○ 해석조건

구분	포장종류			방음벽	비고
	콘크리트	아스콘(SMA)	저소음		
분석기간	30년	30년	30년	30년	
유지관리횟수	2회	3회	4회	1년	
유지관리방법	절삭재포장			방음판 교체/청소	폐기물포함

□ 방음대책별 생애주기비용(LCC) 분석결과

지점	분석지점 조건			LCC 분석결과(백만원)			
	교통량 (대/일)	거리 (m)	높이 (m)	최적안		차순위	
				시설개요	LCC	시설개요	LCC
①	31,847	50	6	저소음(단층)+방음벽 3m	1,712	SMA+방음벽 5m	1,885
②		100	6	저소음(단층)+방음벽1.5m	931	SMA+방음벽 4m	1,342
③	64,556	100	6	저소음(단층)+방음벽 2m	2,678	SMA+방음벽 5m	3,256
④			45	저소음(단층)+방음벽 9m	7,665	저소음(복층)+방음벽 7m	11,641
⑤		200	6	저소음(단층)	3,313	SMA+방음벽 2.5m	3,366
⑥			45	저소음(단층)+방음벽 4m	3,980	SMA+방음벽 7m	5,361
⑦	149,457	200	6	저소음(단층)+방음벽 5m	6,645	저소음(복층)+방음벽1.5m	7,222
⑧			45	저소음(단층)+방음벽 7m	15,495	저소음(복층)+방음벽6m	18,849
⑨		400	6	저소음(단층)	5,947	SMA+방음벽 6m	7,384
⑩			45	저소음(단층)+방음벽2.5m	8,175	SMA+방음벽 6m	10,245

※「방음시설물의 효과적 설치에 의한 소음저감 대책 연구, 도교원, 2014」참조

5 검토결론

□ 교통량 및 지형, 수음점 등 현장여건에 관계없이 저소음(단층)+방음벽으로 설치하는 방안이 LCC 측면에서 가장 우수함

○ 저소음(복층)+방음벽 설치의 경우 다른 대안보다 방음벽 설치규모(연장 및 높이)는 줄어드나 포장공사비가 상대적으로 커 LCC 측면에서 불리함

※ 방음벽 규모제한 또는 경관고려 지역일 경우 저소음포장(복층) 반영 검토

□ 환경영향평가서 작성시 방음벽 설계흐름도(첨부 2)에 따라 대안검토 후 최적안을 반영하여 환경부와 협의추진

□ 적용방안

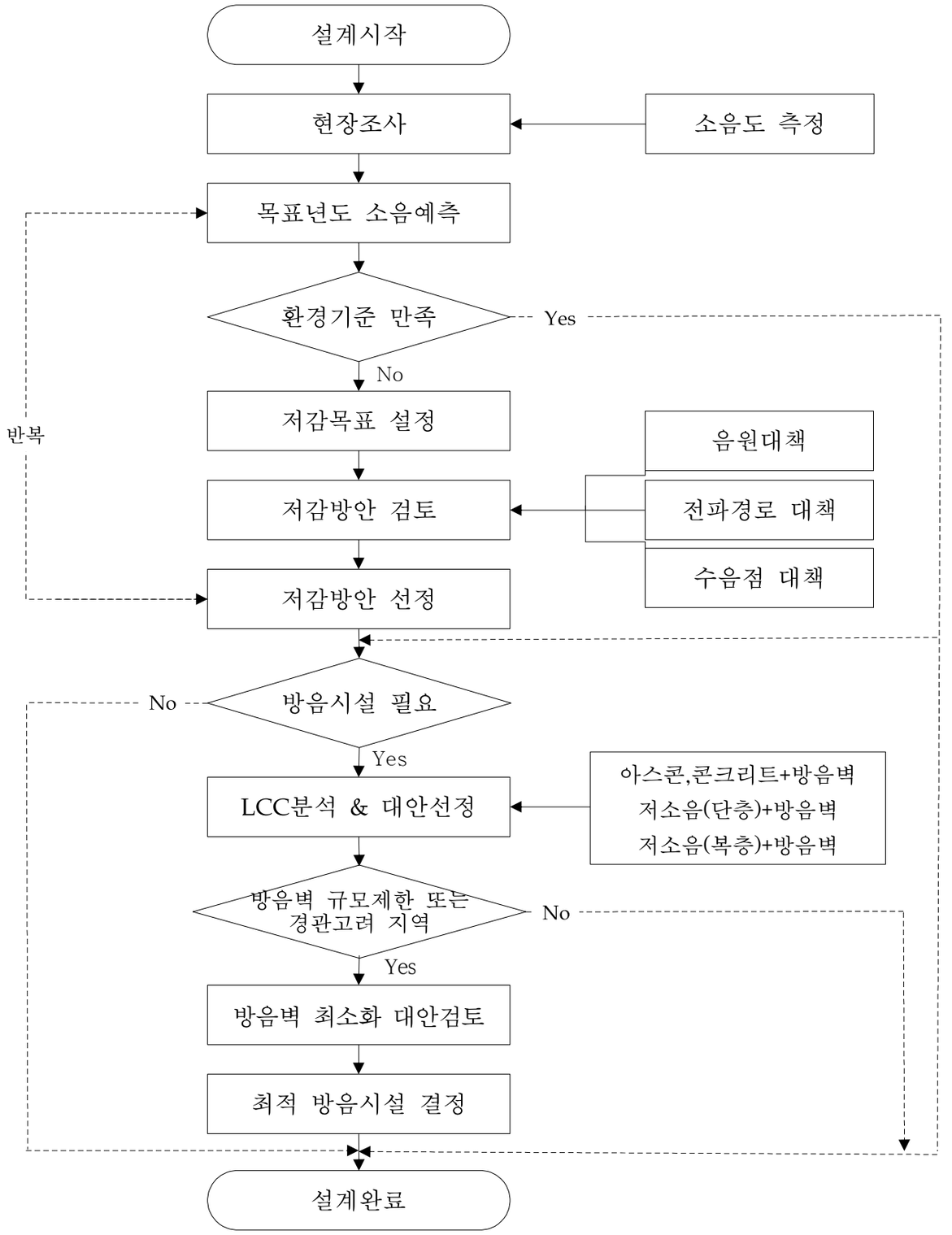
※ 본 방침 적용은 향후 환경부 연구용역[9] 결과에 따라 소음저감량을 적용하고, 이 후 환경영향평가서 작성 사업부터 적용

○ 실시설계 중인 노선 : 본 방침 적용

○ 공사중 및 공용중인 노선 : 주관(시행)부서 판단 후 적용

9) 「저소음포장도로의 소음저감 성능인정 기준마련 연구, 환경부」

첨부2 방음벽 설계 FLOW CHART



터널공 07

7-1 슬림형 제트팬 효율기준 개선

7-2 양호한 암반구간(P-3)에서의 터널 하반 록볼트 적정성 검토

7-3 고속도로 터널공법(Ex-TM) 수립(안)

7-4 터널 내 구조물 이음 최적화 방안

7-5 터널 공사용 갱문 설계기준 개선

7-6 터널 환기시설 운영기준 개선

7-1 터널공 | 슬림형 제트팬 효율기준 개선

시설처-1289
(2015.04.30)

1 개선목적

□ 터널 제트팬 내구성 강화를 위해 효율기준 강화적용 필요

* 현행기준 적용시 동절기 혹한 조건에서 과부하 발생 우려

□ 제트팬 규격별 효율을 명확화하여 품질수준 향상 유도

* 규격별 동일효율 일괄적용 → 규격별 특성반영 적용

2 현 기준

□ 효율기준

구 분	1,250형	1,400형	1,530형	비 고
FEG* (효율등급)	63 이상			등급표기제로 국제 공용규격

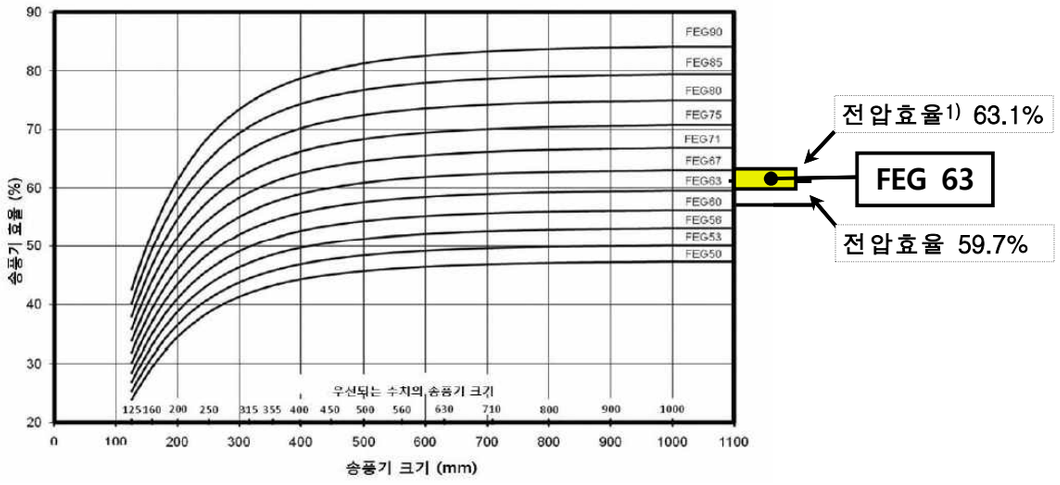
※ FEG(Fan Efficiency Grade)

o 제정기관 : AMCA (The Air Movement and Control Association International)

산업용, 상용용, 가정용으로 사용되는 공기시스템 관련 비영리 국제협회

o 도입의의 : 팬 효율을 국제 공용규격으로 표준화하여 측정한 결과로 품질수준을 인증하는 방법

o 등급표시 선도



1) 전압효율 : 팬에 필요한 이론동력과 실제 모터축에 가해지는 동력과의 차이 (이론동력 ÷ 축동력)

3 문제점

□ 현행 제트팬 효율기준 적용시 사용 최저온도(-18℃)에서 용량 초과로 인한 수명단축 발생 우려

☞ 낮은 온도일수록 공기밀도가 높아져 필요 축동력 증가

□ 또한, 효율등급 표시제(FEG)는 등급간 전압효율 범위가 넓어 제트팬에 필요한 세부적 품질차이 구분 곤란

☞ 효율이 다소 낮은 제품과 다소 높음 제품이 동일 등급으로 분류

구 분	FEG63	FEG67	• • •	FEG75	FEG80	• • •
전압효율 범위 (임페라 1016mm이상)	59.7~63.1%	63.2~66.8%	• • •	70.9~75%	75.1~79.4%	• • •

4 개선방안

□ 개선방향

o 제트팬 사용온도 범위(-18~40℃)에서 안정적 성능발휘와 내구년한 증대를 위해 효율기준 강화 : FEG63이상 → FEG80이상

o 제트팬 특성을 반영한 전압효율 기준방식 추가 적용

: FEG등급 기준 → 규격별 전압효율 기준 (해당 FEG등급 기준)

□ 개선(안)

구 분	효 율		비 고
	기 존	개 선	
1,250형	FEG63 이상	전압효율 76% 이상 (FEG80 이상)	
1,400형		전압효율 77.4% 이상 (FEG80 이상)	
1,530형		전압효율 75.7% 이상 (FEG80 이상)	

※ 규격별 전압효율 차이는 제트팬 제작시 상용화된 모터규격 적용에 기인함

5 적용계획

□ 신규 설계 노선 : 반영

□ 공사중인 노선 : 제작 공급원 승인 전 등 적용가능할 경우 적용

붙 임 1. 효율 계산서 1부

2. 제트팬 시방 사양서(변경분) 1부. 끝.

[붙임 #1]

슬림형 제트팬 효율 계산서

1. 효율 관련식

가. 제트팬 전압효율 (η_t)

$$\eta_t = \frac{H_0}{H} \times 100 = \frac{\text{이론공기동력}}{\text{축동력}} \times 100$$

나. 제트팬 출력 [이론 공기동력] (H_0)

제트팬에 필요한 이론적 일량

$H_0 = Q \times p_t \times K_p$

- K_p는 1.0적용(비압축 유동). 따라서 $H_0 = Q \times p_t$
- Q = 제트팬 풍량
- p_t = 제트팬 전압

다. 제트팬 입력 [축동력] (H)

제트팬 축에 공급되는 기계적 동력

라. 온도별 공기 밀도 계산식

$$\rho_1 = \rho_0 \times \frac{T_0}{T_1}$$

- ρ_1 = 임의 온도에서의 공기 밀도
- ρ_0 = 273.15K(0℃)에서의 공기 밀도 (1.293kg/㎥)
- T_0 = 273.15K(0℃)
- T_1 = 임의 온도(절대온도)

구 분	255.15(K)/-18℃	273.15(K)/0℃	293.15(K)/20℃
공기밀도	1.384	1.293	1.204
비 고	- 상온(20℃)과 최저 사용온도(-18℃)의 밀도차는 1.149배가 발생		

※ 1.384 / 1.204 = 1.149배

2. 동력계산

가. 제트팬 규격별 이론 공기동력 계산 (H_0)

1) 규격별 풍량 및 전압

구 분	1,030형	1,250형	1,400형	1,530형
풍 량 (Q)	25 m^3/s이상	36.8 m^3/s이상	46.2 m^3/s이상	55 m^3/s이상
전 압 (p_t)	55 mmAq이상	55 mmAq이상	55 mmAq이상	55 mmAq이상

2) 계산결과 ($H_0 = Q \times p_t = \frac{46.2m^3/s \times 55mmAq}{102} = 24.91kw$)

구 분	1,030형	1,250형	1,400형	1,530형
이론 공기동력	13.48 kW	19.84 kW	24.91 kW이상	29.66 kW

나. 제트팬 규격별 축동력 계산 (H)

1) 사용최저온도(-18℃)에서 제트팬 축동력

구 분	∅1,030	∅1,250	∅1,400	∅1,530
축동력	22 kW	30 kW	37 kW	45 kW

2) 상온(20℃)에서 제트팬 축동력($H = \frac{-18℃\text{축동력}}{\text{표준상태와의밀도차}} = \frac{37kw}{1.149} = 32.20kw$)

구 분	∅1,030	∅1,250	∅1,400	∅1,530
-18℃ 축동력	22 kW	30 kW	37 kW	45 kW
밀도차	1.149	1.149	1.149	1.149
20℃ 축동력	19.15 kW	26.11 kW	32.20 kW	39.17 kW

※ -18℃: 최저 사용온도(공기밀도 최대), 20℃: 송풍기 성능표시 표준상태

다. 제트팬 규격별 필요 전압효율 계산 (η_t)

1) 전압효율 ($\eta_t = \frac{\text{이론공기동력}}{\text{축동력}} = \frac{24.91}{32.2} = 77.36 \fallingdotseq 77.4\%$)

구 분	∅1,030	∅1,250	∅1,400	∅1,530
이론공기동력(H_0)	13.48 kW	19.84 kW	24.91 kW	29.66 kW
축동력(H)	19.15 kW	26.11 kW	32.20 kW	39.17 kW
전압효율(%)	70.4% 이상	76% 이상	77.4% 이상	75.7% 이상
FEG(효율등급)	71 이상	80 이상	80 이상	80 이상

※ ∅1,030형은 기존 터널 교체시 등 제한적으로 활용가능

[붙임 #2]

슬림형 제트팬 시방 사양서(변경)

구 분			1,250형	1,400형	1,530형
제트팬	형식		천정부착 횡형 슬림형 제트팬		
	규격	내경	∅1,250[절대준수]	∅1,400[절대준수]	∅1,530[절대준수]
		외경	∅1,450[절대준수]	∅1,600[절대준수]	∅1,750[절대준수]
	토출풍속 (m/s)	정회전	30이상[절대준수]	30이상[절대준수]	30이상[절대준수]
		역회전	18이상	18이상	18이상
	풍 량 (m^3/s)	정회전	36.8이상	46.2이상	55이상
		역회전	22이상	28이상	33이상
	전압(Pa) [mmAq]	정회전	540[55]이상 [절대준수]		
		역회전	197[20]이상		
	회전수(rpm), 동기		1,800	1,200	1,200
	사용온도(℃)		-18 ~ +40	-18 ~ +40	-18 ~ +40
	효 율 * (20℃기준)		**전압효율 76% 이상 (FEG80 이상)**	**전압효율 77.4% 이상 (FEG80 이상)**	**전압효율 75.7% 이상 (FEG80 이상)**
모터	동력(kW)		30	37	45
	모터 절연계급		H종 [절대준수]		
	전 원(PH/V/Hz)		3 / 380 / 60		
중량	본체, 소음기, 모터(kg)		1,200kg 이내	1,700kg 이내	2,000kg 이내
	브라켓, 턴버클, 기타(kg)		220kg 이내	250kg 이내	250kg 이내
	총 중량(kg)		1,420kg 이내	1,950kg 이내	2,250kg 이내
소 음 (dB(A))			95이하 (팬과 이격거리 각방향 1.5m이내)		
제트팬 총 길이(mm)			3,600이상~3,960이하	4,400이상~4,840이하	4,600이상~5,060이하
재질	케이싱, 인넷콘, 사이렌서,흡입 벨마우스		STS304		
	임펠러 허브		AC4C-T6 또는 STS304		
	블레이드		AC4C-T6		
	앙카, 브라켓		STS 304		
	턴버클		압력배관용 탄소강관(SPPS38) + SM45C 단조강		
제트팬 내열온도			화재시 250℃에서 60분 이상 운전 가능할 것 [절대준수]		
주의사항			제트팬은 제작사에 따라 규격이 변경될 수 있으나 절대조건은 준수 할 것		

* (FEG00 이상) 표시는 전압효율에 해당하는 FEG등급을 의미함

양호한 암반구간(P-3)에서의 터널 하반 록볼트 적정성 검토

설계처-1252 (2015.05.08)

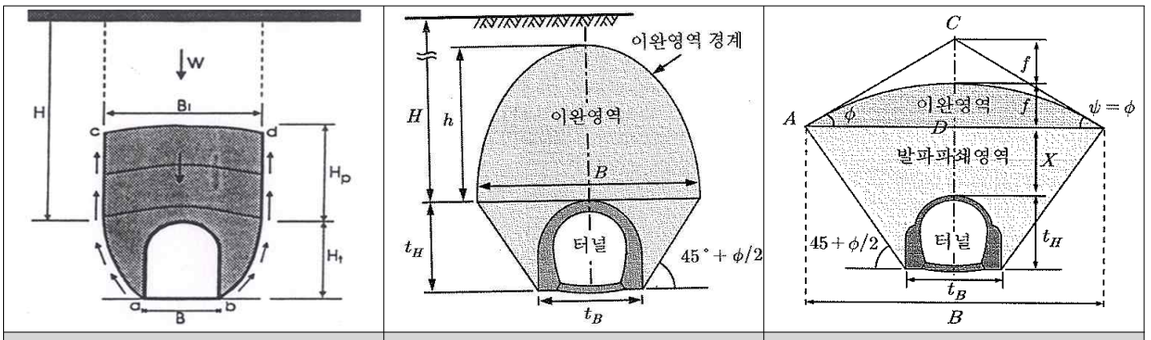
1 검토 목적

터널 록볼트는 암반 특성 및 설치 위치에 따라 주요역할이 다르므로 양호한 암반구간(P-3)에서 하반 록볼트의 적정성을 검토하고자 함

2 설계 개념 및 방법

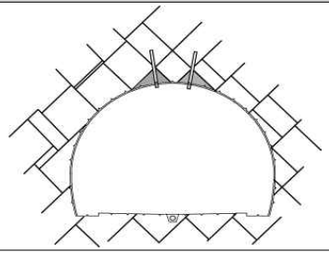
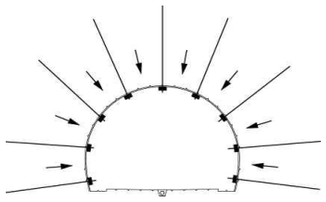
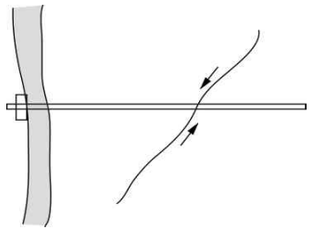
□ 설계개념

o 터널 하중 및 이완영역 개념



Terzaghi 하중 개념	Kommerell 모델	Engesser 모델

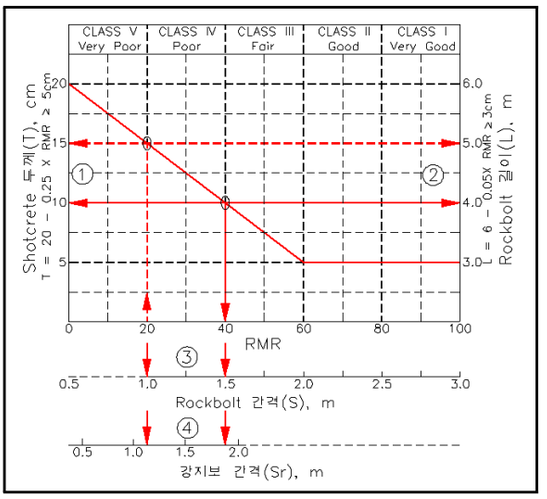
o 록볼트의 역할

구 분	봉합, 보형성작용	내압, 아치형성 작용	지반보강 작용
개요도			
록볼트 역할	· 발파 등에 의해 이완된 암반 고정 · 분리된 절리면 사이를 봉합하여 전단력 전달	· 내압효과로 일체화되어 내공 측으로 일정하게 변형하여 내하력이 큰 그랜드 아치 형성	· 지반의 전단력 증대로 지반전체의 공학적 특성치 개선 (내하력, 잔류강도 증가)

- 터널하반 록볼트는 터널상반 록볼트와 위치 및 방향이 달라 암반이 양호한 경우 보형성의 기능보다 절리면을 연결하여 전단강도를 증대하는 역할이 주요 기능임

□ 설계방법(록볼트의 배치간격, 길이 등)

o RMR 값을 이용한 방법



RMR 값에 의한 지보량 산출식

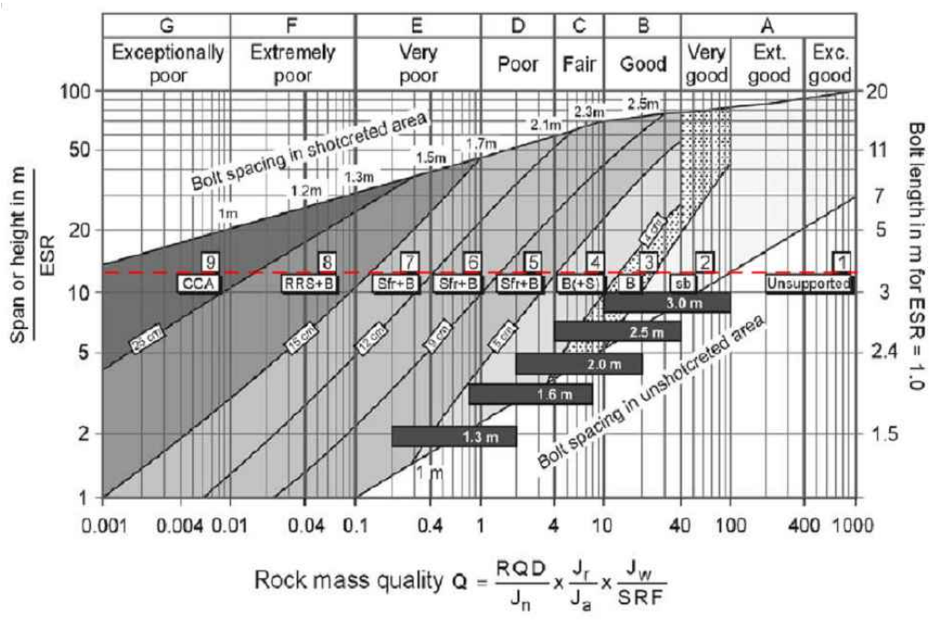
① Rock Bolt 길이(m)
$L = 6 - 0.05 \times RMR \geq 3 \ (RMR < 80)$

② Rock Bolt 간격(m)
$S = 0.5 + 0.025 \times RMR \geq 1 \ (RMR < 80)$

③ Shotcrete 두께(mm)
$T = 200 - 2.5 \times RMR \geq 50 \ (RMR < 80)$

④ 강지보공 간격(m)
$Sr = 0.375 + 0.0375 \times RMR \ (RMR < 40)$

o Q 값을 이용한 방법



1) 무지보	5) 시스템 록볼트+강섬유보강숏크리트(50~90mm)
2) 랜덤 록볼트	6) 시스템 록볼트+강섬유보강숏크리트(90~120mm)
3) 시스템 록볼트	7) 시스템 록볼트+강섬유보강숏크리트(120~150mm)
4) 시스템 록볼트+일반숏크리트(40~100mm)	8) 시스템 록볼트+강섬유보강숏크리트(150mm 이상)

□ 타기관 사례 : 한국철도시설공단 PD-3 하반 록볼트 삭제(붙임)

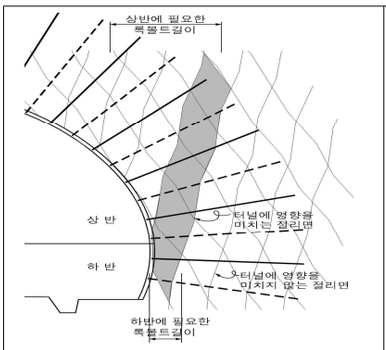
3 검 토 내 용

□ 검토조건 : 양호한 암반구간 (2차로터널 P-3 기준)

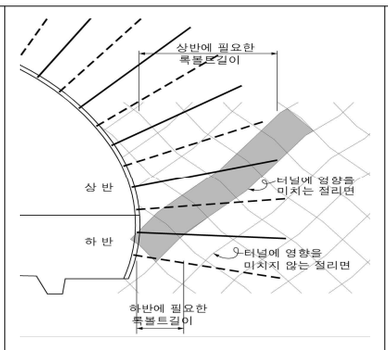
* 불량한 암반(P-4등급 이상)은 시스템 지보를 활용한 복합적 검토 필요

□ 절리 상태에 따른 검토

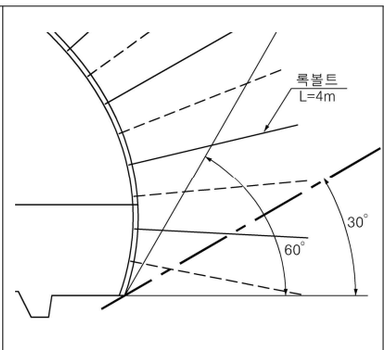
o **절리면 각도**에 따른 영향검토



고각 절리면 분포시



저각 절리면 분포시

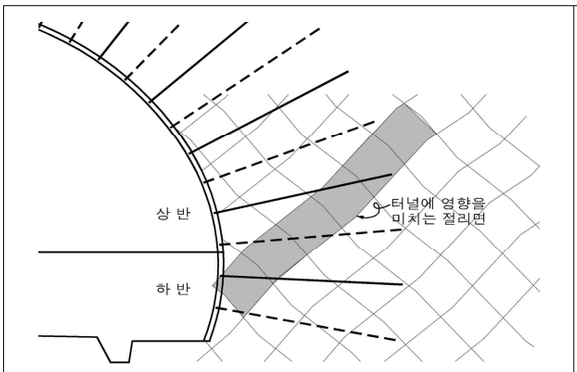


절리각도에 따른 영향

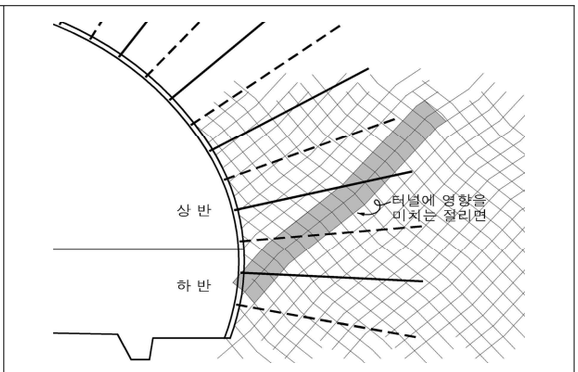
- 절리면이 고각인 경우 터널에 영향을 미치는 범위는 협소
- 절리면이 저각일수록 영향범위는 증가하나, 하반 높이가 낮아 터널 영향범위는 제한적이며 절리면 각도가 약 30° 이하의 저각일수록 절리로 인한 쐐기파괴 발생 가능성은 점차 낮아짐

o **절리면 간격**에 따른 영향검토

- 터널 하반에서는 절리면 간격이 넓은 경우에 비해 좁은 경우 절리로 인한 영향범위가 좁게 나타나며 쐐기파괴 발생의 범위도 작아짐



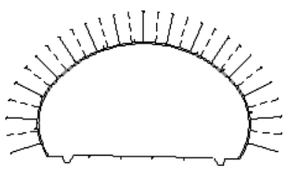
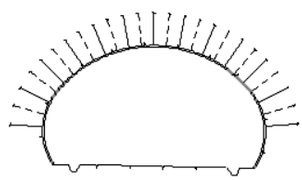
절리면 간격이 넓은 경우



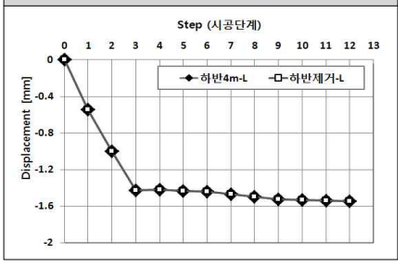
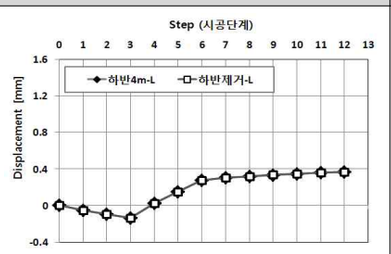
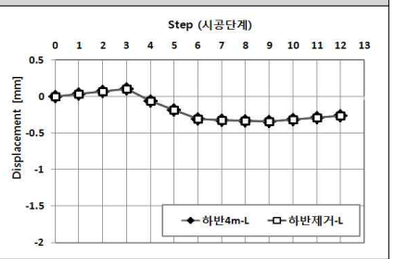
절리면 간격이 좁은 경우

* RMR 분류기준 중 3등급 절리면 간격 : 0.2 ~ 0.6m

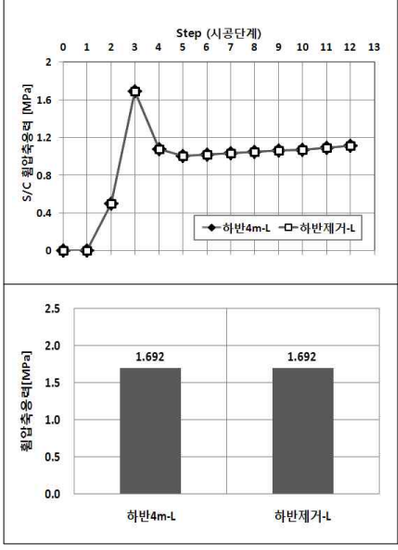
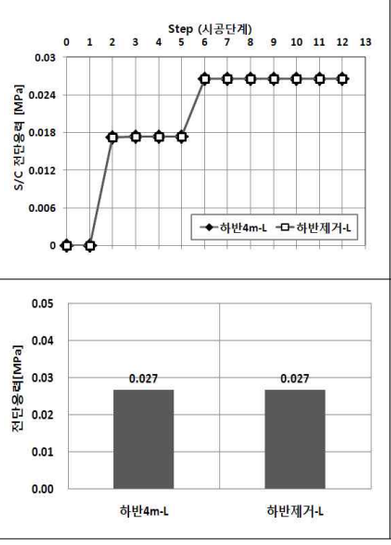
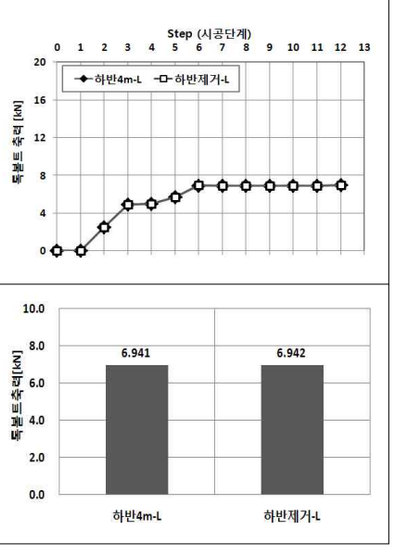
□ 터널 하반 록볼트 미설치시 안정성 검토

지보패턴-3	하반 록볼트 설치	하반 록볼트 미설치
개요도		
록볼트 간격	종방향 2.5m, 횡방향 1.5m	종방향 2.5m, 횡방향 1.5m

o 천단 및 측벽변위 : 변위량 차이가 거의 발생하지 않음

천단변위	좌측 측벽변위	우측 측벽변위
		

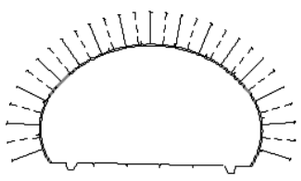
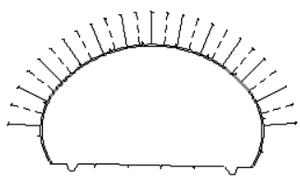
o 휨압축 및 전단응력 등 : 응력의 차이가 거의 발생하지 않음

휨압축응력	전단응력	록볼트축력
		

o 터널 하반에 록볼트(L=4m)를 설치한 경우와 미설치한 경우에 대해 안정성을 비교한 결과 차이가 거의 없어 양호한 암반에서 하반 록볼트의 역할은 미미한 것으로 판단됨

□ 검토결과

o 안정성 해석결과 **양호한 암반구간(P-3)**에서 터널 하반에 록볼트 미설치 시에도 안정성 확보가 가능하므로 **하반 록볼트 미설치**

지보패턴-3		당 초	변 경
개요도			
록볼트	길이	L=4.0m	L=4.0m
	간격	종방향 2.5m, 횡방향 1.5m	종방향 2.5m, 횡방향 1.5m
	갯수	14.5개/2.5m	12.5개/2.5m (△2개)

o 다만, 터널 **하반부 지반이 국부적으로 불량**한 경우에는 내압효과를 통한 그랜드아치 형성을 위해 **하반 록볼트 설치** 필요

□ 공사비 검토

o 터널 1km당 약 53백만원 절감

◎ 산출근거

o Type-3 연장 : **366m** (암반등급 Type-3 비율 **36.6%** 적용)

o 록볼트 절감 개수 : **584개**

- 366 ÷ 2.5(지보장) × 2(양방향) × △2개 ≒ △584 개

o 예상절감액 : 53백만원/km

- 65,000원 × 584 × 1.4(제잡비) = 53백만원

4 적용방안

□ 설계중인 노선(미착공 포함) 및 미굴착 터널 본 방침 적용

o 설계중(미착공 포함) 및 미굴착 터널 적용시 : **약 43억원 절감**

- 대상 터널 : 약 81km (함양-울산, 아산~천안, 대구순환 63개소)

※ 3, 4차로 터널은 별도 검토결과에 따라 적용여부 판단

고속도로 터널공법(Ex-TM) 수립(안)

설계처-1253
(2015.05.08)

1 수 립 배 경

□ 최근 고속도로 노선의 터널 비율이 증가하고 장대화되는 추세이나, 터널 설계 및 시공은 현장의 다양한 지반조건에 적절하게 대처하지 못하고 **획일적인 표준지보패턴을 적용하는 등 과거사례 답습**

* 터널비율 : 홍천-양양 60.8%, 부산외곽 42.8%, 함양-울산 53.6% 등 3개 노선 평균 52.5%

□ 이에 현장에서 발생하는 **다양한 지반조건에 적절하게 대처**하기 위해 **설계시 지반조사를 강화**하고 **탄력적인 지보패턴을 도입**하며,

□ **시공시 현장기술자**가 **매막장 확인** 과정에서 굴착당시의 **지반특성에 적합한 지보패턴을 결정**할 수 있도록

□ **고속도로 터널공법(Ex-TM)**을 수립하여 터널 설계·시공 기술의 발전과 선진화를 도모하고자 함

고속도로 터널공법 (Ex-TM : Expressway Tunnelling Method)

설계단계에서 조사된 자료를 통해 다양한 지보패턴을 제시하고, 시공단계에서는 현장기술자의 판단에 따라 지반특성에 적합한 지보패턴을 결정하여 시공할 수 있도록 하는 한국도로공사의 터널 설계 및 시공관리 방안

2 추진경위

☐ 2008.11 **표준도 개정시 터널 표준단면도 삭제** (설계처-2848)

* 토질조건에 따라 다양한 터널단면 세부설계 시행

☐ 2009.07 **고속도로 맞춤형 터널설계 가이드라인 발간** (설계처-3663)

* 터널종류, 지반 및 지형조건 등에 따라 안전하고, 경제적인 터널설계 실현

☐ 2012.09 **터널 계측 품질관리기준 개선** (녹색환경처-3610)

* 계측관리자 고급인력 투입 및 기준 상향 조정, 적정 계측인원 투입

☐ 2014.05 **터널 설계/시공 최적화 추진방안** (설계처-1417)

* 예비설계 개념 도입 및 로드맵 수립

☐ 2014.08 **터널 시공관리 개선대책** (건설처-3582)

* 시공 중 막장관리 시스템 구축 등

☐ 2014.11 **지반조사 신뢰도 향상방안** (설계처-2805)

* 지표지질조사, 물리탐사, 저토피구간 조사기준 강화 등

☐ 2015.02 **"맞춤형 터널 설계 및 시공방안" 자문 조치결과 통보** (설계처-425)

* 다양한 지반에 맞는 지보패턴 설계 및 시공방안 제시 등

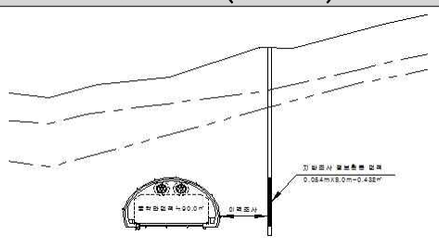
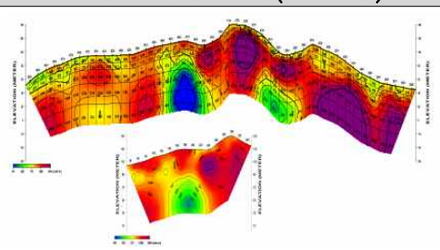
3 현실태 및 문제점

설 계 시

☐ 지반조사의 근원적 한계 존재

o 시추(점) 조사와 전기비저항(면) 조사만으로 터널 내부 정밀 확인 불가

- 시추조사의 경우, 지층변화가 심한 국내산악지의 전반적인 현황 파악이 어려움
- 전기비저항 조사는 지하수, 철광석, 송전탑 등의 영향으로 실제지반과 차이 발생

시추조사(점조사)	전기비저항조사(면조사)
	

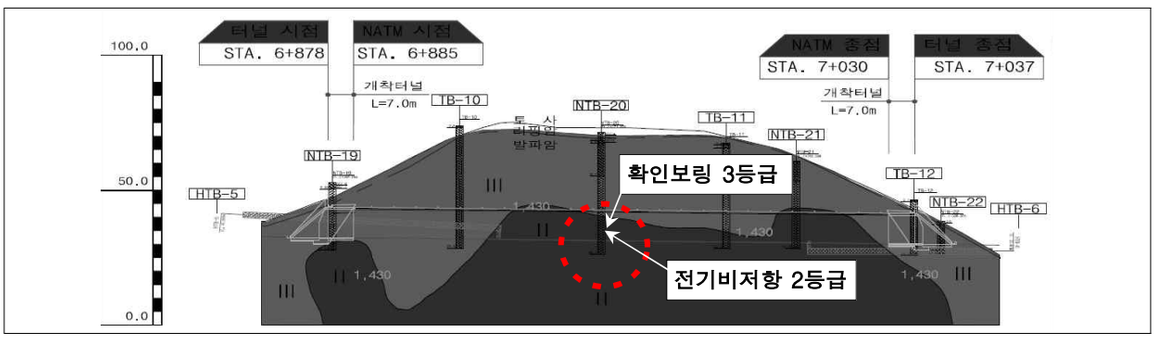
□ 조사 세부항목 및 분석 미흡

o 터널구간 노두조사 등 상세 지표지질조사 미흡, 물리탐사 측점기준 부재

o 저토피 구간에 대한 조사미흡 및 측량오차 등으로 설계변경 다수 발생

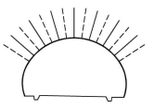
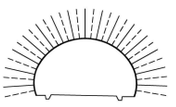
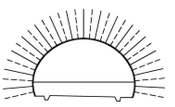
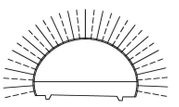
* 고속도로 건설공사 중 최근 5년간 저토피 구간 총사업비 협의 : 6건/160억원

o 전기비저항 결과 위주의 암반분류(확인보링 결과와 상이한 사례발생)



□ 획일화된 표준지보패턴(5개) 위주의 상세설계

o 지반특성에 맞는 다양한 지보패턴 및 보강방안 제시 미흡

구 분	1	2	3	4	5
RMR	100~81	80~61	60~41	40~21	20이하
개요도					
굴착방법	전단면	전단면	전단면	반단면	반단면
굴진장	4.0m (2회)	4.0m	2.5m	1.5/3.0m	1.2/1.2m
숏크리트	5cm(일반)	6cm(강섬유)	9cm(강섬유)	12cm(강섬유)	16cm(강섬유)
록볼트	랜덤(L=3m)	2.0m간격(L=3m)	1.5m간격(L=4m)	1.5m간격(L=4m)	1.2~1.5m간격(L=4m)
강지보	-	-	-	50×20×30	70×20×30
보조공법	-	-	-	-	포어폴링

* 갱부구, 저토피부 등 연약대는 표준지보패턴 P-6 추가 설계

□ 현장여건의 반영이 어려운 성과품 구성 및 내역체계

o 설계성과품을 확정설계로 인식하여 지반특성보다 성과품 우선경향

o 표준지보패턴별로 내역이 구성되어 단가 개수가 과다하고 정산이 어렵고, 부분보강 등 예비물량이 미반영됨

시 공 시

□ 굴착 전 설계적정성 검토 미흡

o 터널현장에 전담기술자 미상주, 시공자의 터널설계 이해도 부족

o 사전 지반조사시 내역에 반영된 수량 위주의 형식적 조사 및 검토

□ 비전문적인 막장관찰을 통한 암반분류

o 계측용역 초급기술자 등 비전문가에 의한 막장관찰 시행

o 막장관찰 상세기준 및 기존사례 검토를 위한 Data Base 부족

o 막장면의 일부 취약구간을 중심으로 안전측 암반분류

막장관찰 사진	막장관찰도

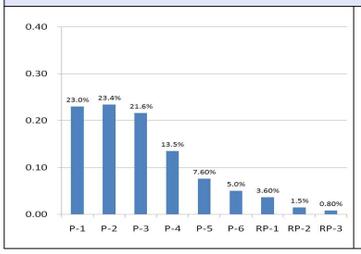
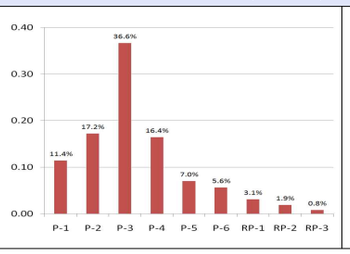
〈지보패턴 4타입 판정 및 시공〉

□ 굴착 및 보강시 설계 제시 패턴 위주의 보강

o 건설사업단 암판정 분석결과 설계타입 준용이 많음(약 45%)

* 부분보강시 검증 및 정산이 어렵고, 신규단가 발생등으로 적용 기피

o 장비 및 인력조합 등 비용절감에 유리한 P-3 선호(36.8%)

설계시		시공시	
	P-1~3, RP-1,2 : 73.1 % P-4~6, RP-3 : 26.9 %		P-1~3, RP-1,2 : 70.2 % P-4~6, RP-3 : 29.8 %

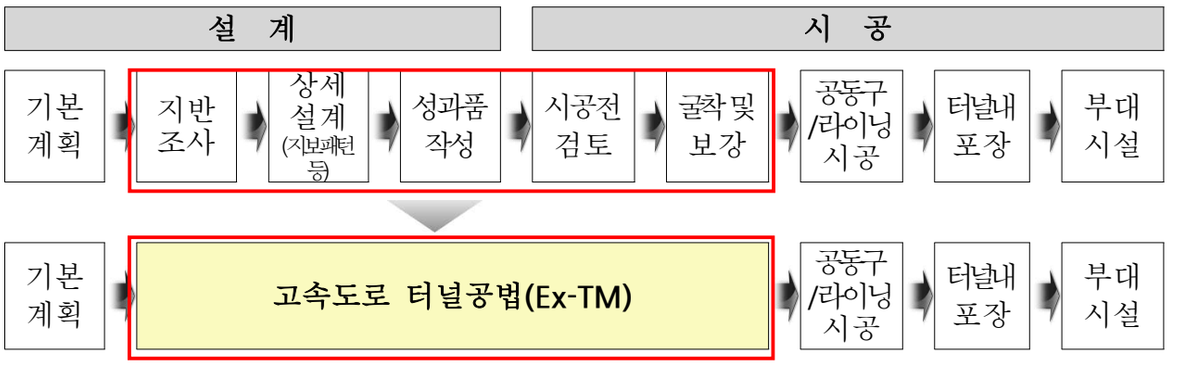
[10개 건설사업단 107개 터널 조사 결과, 2014.01]

o 표준패턴에 의한 굴진장 및 지보보강 준수로 시공성 등 현장개선 의지 미흡

* 예)전단면굴착이 가능하다고 판단되는 지반임에도, 4타입 판정시 반단면굴착 등

4 개선방향

□ 터널 설계/시공 흐름 및 Ex-TM 개념



항 목		당 초	Ex-TM
설계 단계	지반조사	o **개략 지표지질조사** o **물리탐사 측점기준 부재** o **저토피구간 조사기준 부재**	o **정밀 지표지질조사** 시행 o **물리탐사 측점기준 제시** o **저토피구간 조사기준 강화**
	상세설계 (지보패턴 등)	o **표준지보패턴(P-1~5) 위주** 설계 - 갱구부 등 필요시 P-6 추가 - 굴진장 패턴별 정수화	o **기본지보패턴(9개)+부분보강패턴** - 지반조건에 따라 굴진장 변화, 부분보강 추가 등 다양한 조합 가능
	성과품 작성	o **설계성과품**을 **확정설계**로 인식 o **표준지보패턴별** 내역체계 운영 - 패턴별 구성으로, 단가 개수 과다 - 부분보강 물량 미반영	o **설계성과품**을 **예비설계개념**으로 작성 o **세부공종별** 내역체계 변경 - 지반에 맞춰 보강 후 정산이 용이하도록 단가 단순화
시공 단계	시공전 검토	o **터널 전담 감독(감리)원 부재** o **초급기술자 계측** 시행 - 막장관찰 업무 병행 o 설계수량 위주의 사후 및 **형식적 검토**	o **전담 감독(감리)원 추가 투입** o **계측시 고급기술자** 투입 - 막장관찰 전담 감리원 시행 o 지반조사결과 확인 등 **설계적정성 검토**
	굴착 및 보강	o **막장관찰도 수기** 작성 o 일부 **형식적인 막장관찰 및 지보패턴 선정** o **공사비 정산 어려움**	o **디지털 매핑** 도입 o 매막장별 지반상태에 따라 **전담감리원이 지보패턴 결정** o **실시공에 따른 공사비 정산**

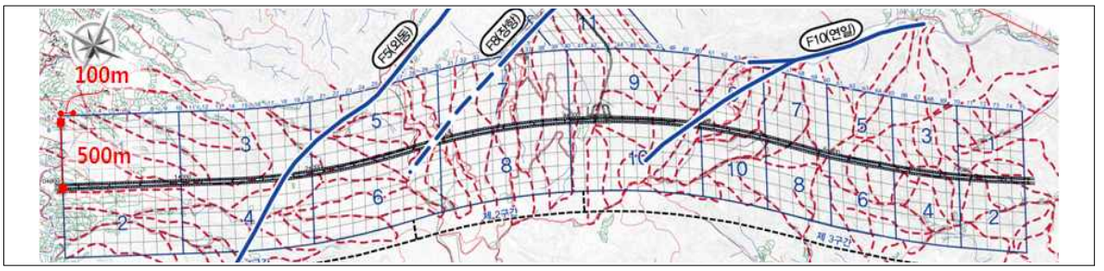
* Ex-TM 업무 흐름도 : **붙임 1**

설 계 단 계

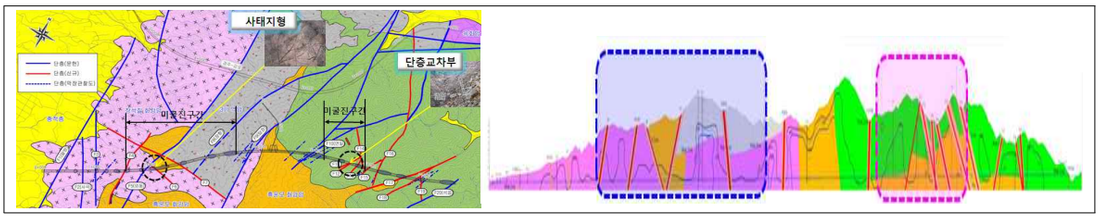
1) 지반조사

□ 노두조사 등 **지표지질조사 강화**

o 터널 중심 좌우 500m구간 100×100m 간격으로 격자망 구성·조사



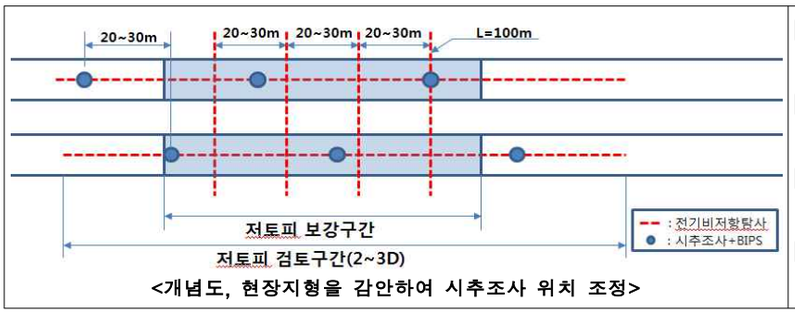
o 세부적인 암종 분포도 등 **정밀지질도** 작성 [단층대 추가 확인]



□ **물리탐사** 정밀도 향상을 위한 조사방법별 **측점기준** 제시

탐사방법	탄성파 탐사	전기비저항 탐사		전자탐사
조사위치	갱구부	토피 100m이하	토피 100~250m	토피 250m초과
조사방법	격자망 조사	터널 방향별	터널 방향별	도로 중심선
측점간격	5m 이내	10m 이내	20m 이내	40m 이내

□ **저토피 구간 조사기준 강화** [시추공 추가, 격자망 물리탐사]



<개념도, 현장지형을 감안하여 시추조사 위치 조정>

▣ 저토피 : 토피고기준 터널직경의 2배미만

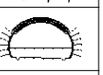
▣ 물리탐사 : 종·횡방향
- 20~30m 간격 격자망

▣ 시추조사 : 20~30m
- 물리탐사와 동일 선상

▣ 화상정보시험(BIPS)
- 행선별 1회 이상

2) 상세설계(지보패턴) [붙임 2]

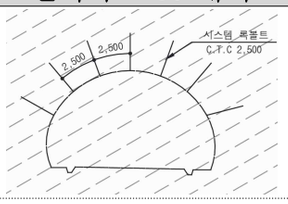
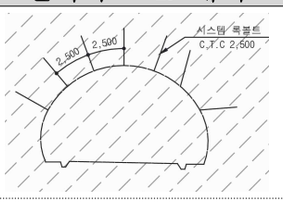
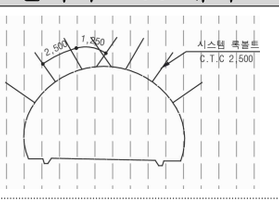
□ 기본지보패턴(9개)

구분	A	B-1	B-2	C-1	C-2	D-1	D-2	E-1	E-2
RMR	100~81	80~71	70~61	60~51	50~41	40~31	30~21	20~11	10이하
개요도									
굴진장	4.0m이상	3.5~4.0m	3.0~3.5m	2.5~3.0m	2.0~2.5m	1.5~2.0m	1.5/3.0m	1.2/2.4m	1.2/1.2m
숏크리트	5cm (일반)	5cm (강섬유)	6cm (강섬유)	8cm (강섬유)	9cm (강섬유)	12cm (강섬유)	12cm (강섬유)	16cm (강섬유)	16cm (강섬유)
록볼트	랜덤 (L=3m)	2.5m간격 (L=3m)	2.0m간격 (L=3m)	1.8m간격 (L=4m)	1.5m간격 (L=4m)	1.5m간격 (L=4m)	1.5m간격 (L=4m)	1.2~1.5m (L=4m)	1.5m간격 (L=4m)
강지보	-	-	-	-	(50×20×30)	50×20×30	50×20×30	70×20×30	H-100
보조공법	-	-	-	-	-	(포어폴링)	(포어폴링)	포어폴링	선진보강

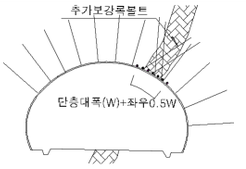
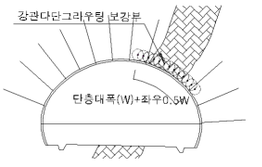
* 갱구부(P), 저토피부(L), 토사(S) 등의 연약대 지보패턴은 별도 검토 및 제시

□ 부분보강패턴

o **주절리 각도 및 간격**에 따른 변경패턴(안)

구 분	절리각도 30°내외	절리각도 45°내외	절리각도 90°내외
개요도			
보통암	우측 록볼트 각도 조정	우측 록볼트 각도 조정	천단 록볼트 각도/간격 조정
연암	우측 록볼트 각도 조정	우측 록볼트 각도/간격 조정	천단 록볼트 각도/간격 조정

o 일부 **단층·파쇄·연약대**가 있는 경우의 부분보강(안)

구 분	소규모 (파쇄대 폭 1.0m미만)	중규모 (파쇄대 폭 1.0~3.0m)	대규모 (파쇄대 폭 3.0m초과)
개요도			
경 암	기본 지보패턴 B 단층부 추가 록볼트	기본 지보패턴 C 단층부 포어폴링+록볼트	기본 지보패턴 E 단층부 강관다단그라우팅
보통암	기본 지보패턴 C 단층부 추가 록볼트	기본 지보패턴 D 단층부 포어폴링+록볼트	기본 지보패턴 E 단층부 선진보강그라우팅
연암	지보패턴 D 단층부 추가 록볼트	지보패턴 E 단층부 선진보강그라우팅	지보패턴 E 천단+단층 선진보강그라우팅

* 단층·파쇄·연약대 **보강범위 : 2W = 파쇄대 폭원(W) + 0.5W(양측)**

* **추가보강 록볼트**는 충분한 정착장을 확보할 수 있도록 **길이를 증가**하고 **설치각도 조정**, 필요시(W= 2.0m 이상) 강지보 추가 설치

3) 성과품 작성

□ 예비설계 개념 도입

설계 (예비설계)	시공 (설계확정)
지반특성을 고려한 기술검토로 **다양한 지보패턴 제시**	지반조건에 맞춰 시공 후 **공사비 정산**

□ 성과품 작성 방안

구 분	내 용
설계도면	○ 터널 지질개요도에 **설계시 위치별 지보패턴 미표기**
터널해석보고서	○ 대상터널에 **적용 가능한 보강방안** 등 기술적인 사항 수록 - 기본 지보패턴, 부분 보강패턴, 연약대 지보패턴 - 수치해석을 통해 천단침하 등 계측관리기준 제시 등
수량산출서	○ 지반 및 시공조건에 맞춰 **다양한 지보패턴을 적용**할 수 있도록 산출 - 부분보강수량 추가 반영 등
내역서 및 단가산출서	○ 시공수량에 맞춰 **정산하기 쉽게** 단순화

□ 내역체계 변경 **(표준지보패턴별 → 세부공종별) [붙임 3]**

o 지반에 맞춰 보강 후 **정산이 용이**하도록 내역구성(50%이상 축소)

당 초(12개)			변 경(3개)		
공 종 명	규 격	단위	공 종 명	규 격	단위
6. OO터널			6. OO터널		
05. 록볼트			05. 록볼트		
표준단면-1	L=3.0m	조		L=3.0m	공
표준단면-2	L=3.0m	조		L=4.0m	공
표준단면-3	L=4.0m	조		L=5.0m	공
표준단면-4 상부	L=4.0m	조			
표준단면-4 하부	L=4.0m	조			
표준단면-5 상부	L=4.0m	조			
표준단면-5 하부	L=4.0m	조			
표준단면-6 상부	L=4.0m	조			
표준단면-6 하부	L=4.0m	조			
RP-1	L=3.0m	조			
RP-2	L=4.0m	조			
피난연락갱	L=3.0m	조			

[내역체계 개선(안) - 록볼트공종 예]

4) 시공전 검토

□ **전문인력** 투입을 통한 공사계획 수립

o 터널 현장 전문인력 투입

- **터널 감리원**(감독원) 추가 투입 [터널 시공관리 개선 대책(건설처-3582, 2014.8)]

- 자격기준 : 건설기술자 등급 중급이상
- 배치기간 : 터널굴착기간 + 2개월(굴착 전·후 1개월)
- 주요업무 : 굴착시 막장관찰(Face Mapping) 업무 수행 및 암판정 시행
  ※ 원활한 업무 추진을 위해 터널 전문 교육(감독원 터널관리 전문가 과정) 실시
- 배치인원 : 해당공구당 1명씩 배치하되, 야간 및 휴일, 주말 등 감독원 미근무시 암판정 업무 등에 공백이 없도록 배치

- **계측**시 지반분야 **고급기술자** 투입 [터널 계측 품질관리기준 개선(녹색환경처-3610, 2012..9)]

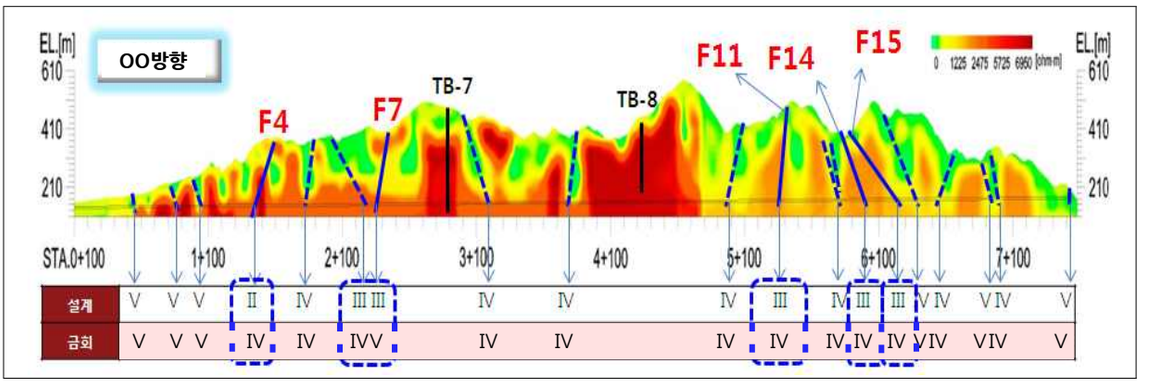
- 자격기준 : (계측책임자, 비상주)특급기술자 이상, (계측관리자) 고급기술자
- 배치인원 : (일방향 1km 미만) 3인 이상, (일방향 1km 이상) 4인 이상

o 공사계획 수립 : 터널공사계획서, 계측계획서 작성 및 확인

□ 지반조사결과 확인 등 **설계적정성 사전 검토**

o '지반조사 표준과업지시서'에 따라 미시추구간 및 기존 조사결과 확인을 위한 시공전 지반조사 시행

o 설계시 조사자료와 상이할 경우 원인을 분석하고, 안정해석 재검토 시행



[설계자료와 비교분석 예]

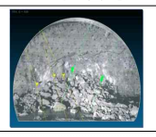
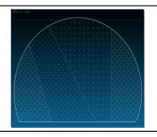
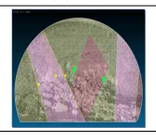
5) 굴착 및 보강

□ 막장관찰 및 **암판정**

o **디지털 맵핑** 방법을 활용한 막장관찰

• 막장사진 촬영 ➡ Face Mapping(암종/암질/절리 등 입력) ➡ RMR 평가

① 사진촬영 ② 촬영된 사진위에 Face Mapping ③ RMR 평가

막장 촬영	암질 맵핑	절리 맵핑	암종 맵핑	통합 표현
				

* 디지털매핑 결과 활용 D/B를 구축하여 향후 설계 및 시공에 활용

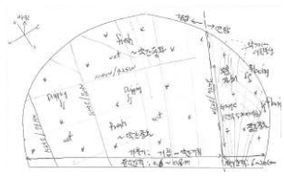
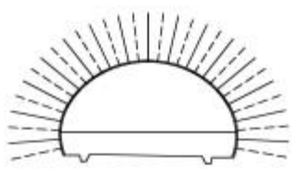
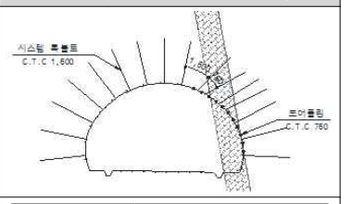
o 터널 막장관찰 및 암판정 시행방안**[붙임 4]** 참조

□ 시공시 **지보패턴 확정**

o 막장관찰 결과에 따라 **세분화된 기본지보패턴에서 우선** 선정

o **단층·파쇄·연약대 등이 부분적**으로 있는 경우 지반 및 지형 조건을 감안하여 **기본지보패턴+부분보강이 복합된 지보패턴**을 적용**[붙임 5]**

o 사전검토된 지보패턴 및 타현장 사례를 참고하여 **현장에서 결정**

구 분	막장관찰도	당초(P-4)	변경(C-3, 부분보강)
개념도			
내용	기반암은 경암으로 양호한 암반이나, 우측에 1m 이상의 수직 단층과 지하수 유출이 발생되어 전단면 P-4로 보강	굴진장 1.5/3.0m 숏크리트 12cm(강섬유) 록볼트 1.5m간격(L=4m) 강지보 50×20×30 보조공법 - 개략공사비 452만원/m	굴진장 2.0m 숏크리트 10cm(강섬유) 록볼트 1.5m간격(L=4m) 강지보 50×20×30 보조공법 포어폴링(파쇄대) 개략공사비 355만원/m

[지반특성을 감안한 지보패턴 선정 예]

□ 공사비 정산

o **매막장 막장관찰도**에 굴진장, 숏크리트 두께 등 **지보패턴** 표기

o 록볼트, 포어폴링, 강관다단 등 **주요 시공물량**은 **사진증빙**을 통한 공사비 정산 시행

o **준공설계도**의 터널 지질도에 **위치(Station)별 지보패턴** 표기

o 막장관찰도, 굴착대장 등 **주요서류 준공도서 제출 및 D/B 입력**

5 향 후 계 획

o 2015. 4~5 : 지반맞춤형 터널 관련 교육 시행

- 「품질관리 직무교육(2015.4)」에 '지반맞춤형 터널' 과목 포함
- 밀양~울산, 대구순환 건설사업단 방문 교육

o 2015. 6 : 한국터널지하공간학회 학회지 원고제출

o 2015. 9 : "한국도로공사 터널 공법" 책자발간

붙 임 : 1. Ex-TM 업무 흐름도

2. 지반특성에 따른 맞춤형 보강(안)
3. 내역체계 개선(안)
4. 터널 막장관찰도 작성요령
5. 터널지보재 적용 가이드라인
6. 설계자문의견 요약

[붙임 #1]

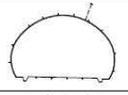
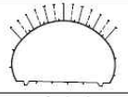
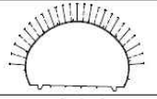
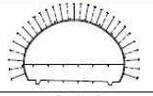
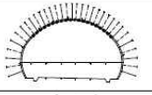
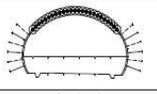
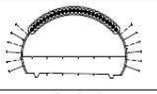
Ex-TM 업무 흐름도

설계	1) 지반조사	o 지질 및 지형특성, 인근 현장 자료 확인 등 상세조사 * 지표지질조사 및 저토피구간 조사강화
	⇩	
	2) 상세 설계 (지보패턴 등)	o 다양한 지보패턴 제시, 갱구부 등 연약대 보강설계 o 암반등급별 다양한 추가보강 지보패턴 반영 o 수치해석을 통한 주요단면 계측관리 기준 제시 o 콘크리트라이닝 철근보강범위 검토
	⇩	
	3) 성과품 작성 및 내역구성	o 설계도면에 터널 지질도만 수록(암반등급 미표기) o 터널해석보고서에 선택가능한 다양한 지보패턴 수록 o 수량산출서에 암반등급별 수량산출기준 수록 o 내역서 및 단가산출서는 정산이 쉽도록 작성
시공	4) 시공 전 검토	o 추가확인 지반조사 및 측량, 설계도서 사전 검토 o 추가 조사결과와 원설계 비교(필요시 원설계사 지원) o 지반조사 표준과업지시서에 따라 시행 o 계측 고급기술자 투입, 감리원(감독원) 등 관련자 사전교육 o 인근 현장, 유사지반 및 지형 시공사례 조사 o 공사계획서 및 계측계획서 작성, 확인
	⇩	
	5) 굴착 및 보강	o 막장관찰반, 감리원(감독원) 막장관찰 및 지보패턴 결정 o 막장관찰시 디지털매핑 및 싸이클타임 반영 o 터널 암판정대장, 막장관찰도, 사진대지 등 서류작성 o 시공후 정산을 위한 사진 등 증빙서류 작성 o 공사진행에 따른 영향구간 지속적 육안 관찰 o 설계시 수치해석구간과 계측 결과 비교 o 사업단 본부, 원설계사, 연구원 등 기술지원 및 확인 o 막장관찰도 입력 및 터널 D/B 구축(타현장 전파) o 시공결과에 따라 공사비 정산 o 설계 및 시공시 사례분석을 통한 지보패턴 지속보완

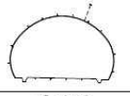
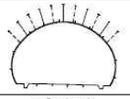
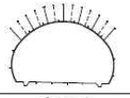
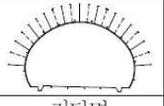
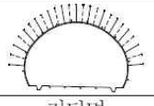
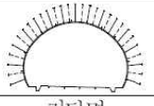
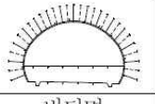
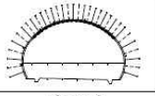
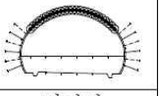
지반특성에 따른 맞춤형 보강(안)

□ 기본 지보패턴

o 설계시 적용(수량산출기준)

구 분	A	B	C	D	E	P	S
RMR	100~81	80~61	60~41	40~21	20이하	갱구부	토사
개요도							
굴착방법	전단면	전단면	전단면	반단면	반단면	반단면	반단면
굴진장	4.0m이상	3.0~4.0m이상	2.0~3.0m	1.5/3.0m	1.2/1.2m	1.0/1.0m	1.0/1.0m
숏크리트	5cm(일반)	6cm(강섬유)	9cm(강섬유)	12cm(강섬유)	16cm(강섬유)	20cm(강섬유)	24cm(강섬유)
록볼트	랜덤(L=3m)	2.0m간격(L=3m)	1.5m간격(L=4m)	1.5m간격(L=4m)	1.2~1.5m간격(L=4m)	1.5m간격(L=4m)	1.5m간격(L=4m)
강지보	-	-	(50×20×30)	50×20×30	70×20×30	H-125	H-150
보조공법	-	-	(포어폴링)	(포어폴링)	포어폴링(간격0.6m)	선진보강	(대구경)선진보강

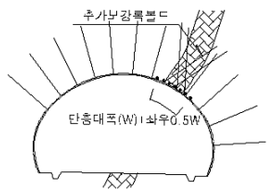
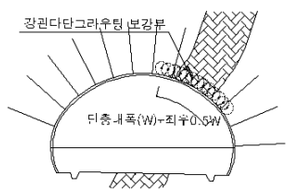
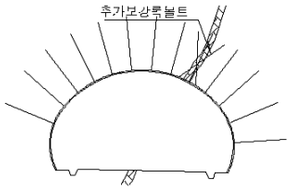
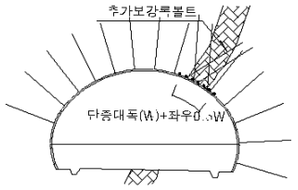
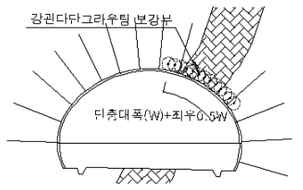
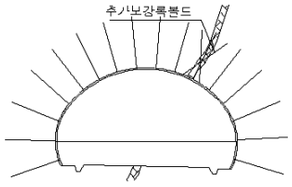
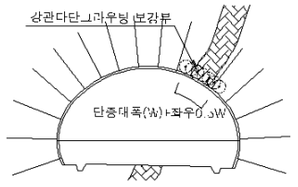
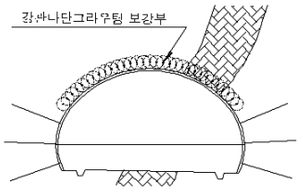
o 굴착시 적용(터널해석보고서)

구 분	A	B-1	B-2	C-1	C-2	D-1	D-2	E-1	E-2
RMR	100~81	80~71	70~61	60~51	50~41	40~31	30~21	20~11	10이하
개요도									
굴착방법	전단면	전단면	전단면	전단면	전단면	전단면	반단면	반단면	반단면
굴진장	4.0m이상	3.5~4.0m	3.0~3.5m	2.5~3.0m	2.0~2.5m	1.5~2.0m	1.5/3.0m	1.2/2.4m	1.2/1.2m
숏크리트	5cm(일반)	5cm(강섬유)	6cm(강섬유)	8cm(강섬유)	9cm(강섬유)	12cm(강섬유)	12cm(강섬유)	16cm(강섬유)	16cm(강섬유)
록볼트	랜덤 (L=3m)	2.5m간격 (L=3m)	2.0m간격 (L=3m)	1.8m간격 (L=4m)	1.5m간격 (L=4m)	1.5m간격 (L=4m)	1.5m간격 (L=4m)	1.2~1.5m간격 (L=4m)	1.5m간격 (L=4m)
강지보	-	-	-	-	(50×20×30)	50×20×30	50×20×30	70×20×30	H-100
보조공법	-	-	-	-	-	(포어폴링)	(포어폴링)	포어폴링 (간격0.6m)	선진보강 (간격0.5m)

* 굴진장, 굴착방법 등은 지반조건, 시공성(작업연계성, 시간단축) 등을 고려하여 안전한 범위내에서 변경 가능

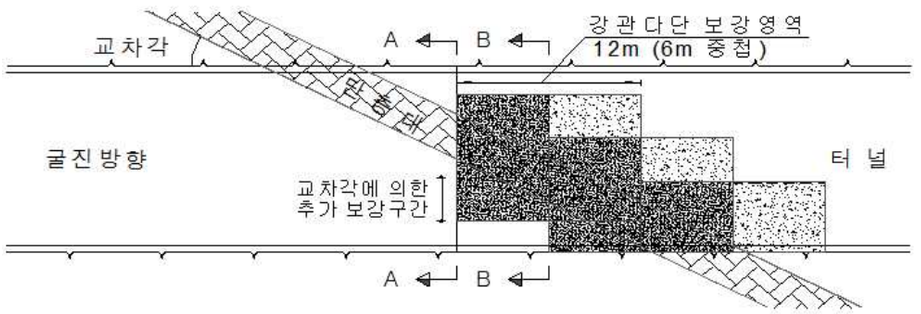
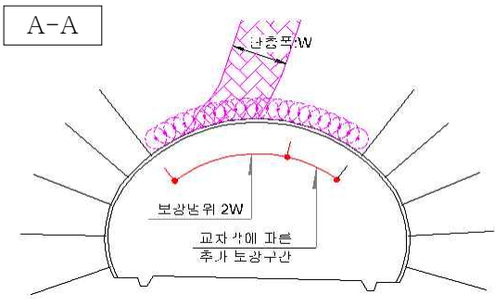
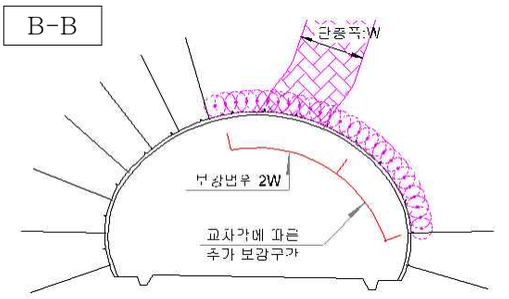
□ 부분보강패턴

o 단층·파쇄·연약대가 있는 경우의 지보패턴 예

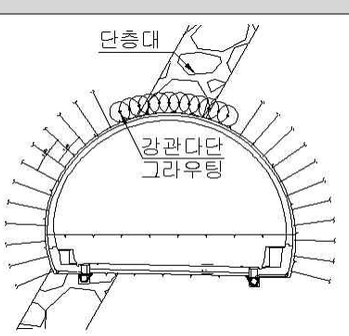
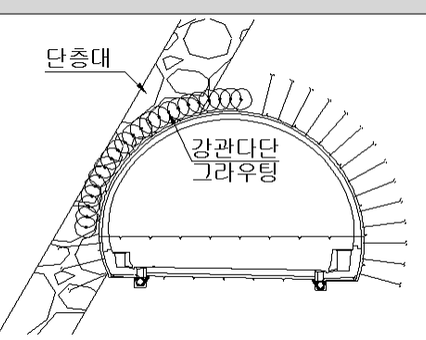
구 분	소규모 파쇄대 폭 1.0m미만	중규모 파쇄대 폭 1.0~3.0m	대규모 파쇄대 폭 3.0m초과
경암	 기본 지보패턴 B 단층부 추가 록볼트	 기본 지보패턴 C 단층부 포어폴링+록볼트	 기본 지보패턴 E 단층부 강관다단그라우팅
보통암	 기본 지보패턴 C 단층부 추가 록볼트	 기본 지보패턴 D 단층부 포어폴링+록볼트	 기본 지보패턴 E 단층부 선진보강그라우팅
연암	 지보패턴 D 단층부 추가 록볼트	 지보패턴 E 단층부 선진보강그라우팅	 지보패턴 E 천단+단층 선진보강그라우팅

* 보강범위 : 2W = 파쇄대 폭원(W) + 0.5W(양측)
* 추가보강 록볼트는 충분한 정착장을 확보할 수 있도록 록볼트 길이를 증가하고 설치각도 조정, 필요시(폭원 2.0m 이상) 강지보 추가 설치
* 막장 천단부에 토사, 풍화가 심한 파쇄대, 미고결 퇴적층 등 발생시 보조공법(선진보강 그라우팅 등) 및 강지보 적용 검토
* 점토 등 충전물 5mm 이상시 별도의 안정성검토 시행
* 굴진장, 굴착방법 등은 단층·파쇄·연약대 등 암반조건, 막장 안정성, 장비 특성 및 조합 등을 고려하여 현장에서 변경하여 적용 가능
* 지반조건이 아닌 장비운영 및 시공성 등에 따라 굴진장 및 지보패턴 변경시에는 감독원 사전 승인

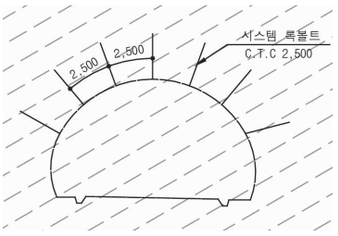
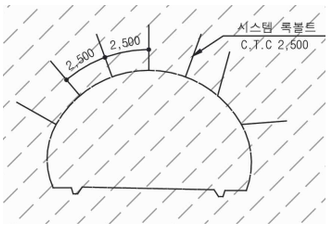
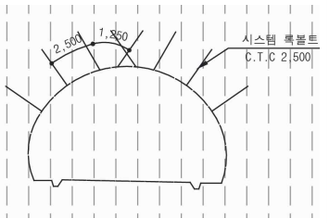
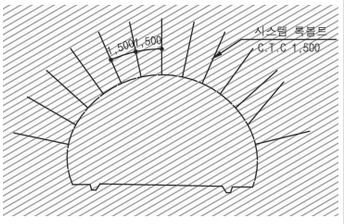
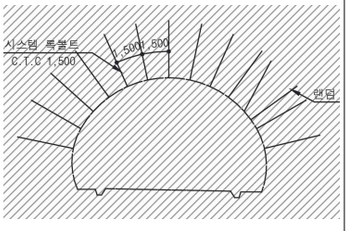
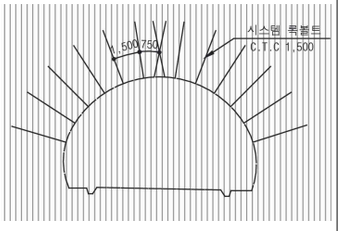
o 단층대 교차각에 의한 보강범위변화 (단층 진행방향 : 좌측→우측)

구 분	A-A단면 : 단층이 좌측 천단부를 통과하는 경우	B-B단면 : 단층이 우측 천단부를 통과하는 경우
평면도		
보강 방안	A-A 	B-B 
검토 의견	· 단층 통과구간에 대한 추가보강영역은 단층폭(W)에 대해 양측으로 0.5W 추가 · 단층과 터널 교차각 및 그라우팅의 중첩장을 고려하여 보강영역을 추가	

o 단층 통과위치에 의한 보강범위변화

구 분	단층의 천단부 통과	단층의 측벽부를 넓은 폭으로 통과
보강 방안	 · 단층 폭에 따른 지보패턴 적용	 · 단층 폭에 따른 지보패턴 적용 · 취약부 숏크리트 두께 증가(t=160mm)
검토 의견	· 터널측벽부에 단층 통과시 그 영향범위가 천단부 통과시 보다 증가하여 안정성에 미치는 영향이 더욱 커지므로, 단층 취약부에 대한 숏크리트 두께(여굴 채움) 증가 등 지보재 부분 보강을 통해 안정성을 확보하여야 함	

o **주절리 각도 및 간격**에 따른 변경패턴 예

구 분	절리각도 30°내외	절리각도 45°내외	절리각도 90°내외
보통암 (절리 간격 1.5m)	 우측 록볼트 각도 조정	 우측 록볼트 각도 조정	 천단 록볼트 각도/간격 조정
연암 (절리 간격 0.4m)	 우측 록볼트 각도 조정	 우측 록볼트 각도/간격 조정	 천단 록볼트 각도/간격 조정

* 사향경사 구간은 록볼트 설치 각도 조절로,
하향경사 구간은 록볼트 설치 간격 축소로 봉합효과 확보

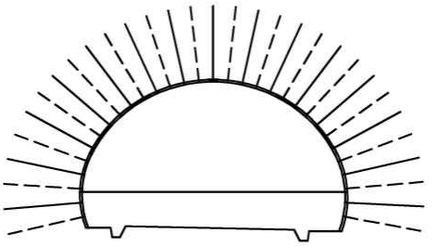
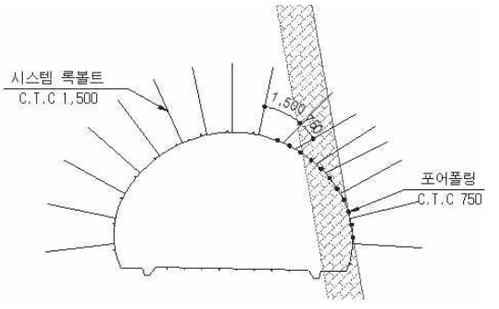
* 절리각도 15° 미만인 경우는 수평과 동일한 각도로 록볼트 시공

□ Ex-TM 보강 사례

o P-4 에서 C-3+부분보강 변경 사례

막장관찰 사진	막장관찰도

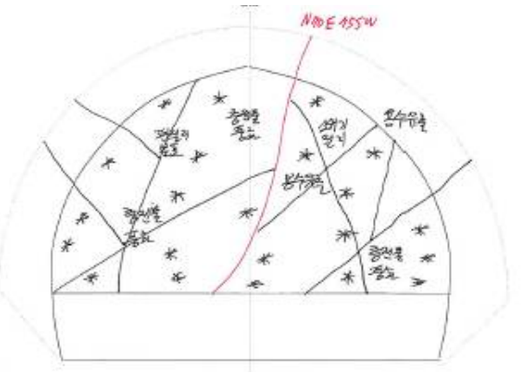
o 기반암은 P-2의 양호한 암반이나 막장 좌측에 1.0m 이상의 수직 단층과 지하수의 유출이 발생함

현재 (P-4 시공)	개선 (C-3, 부분보강)
	

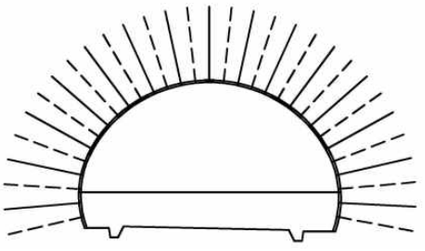
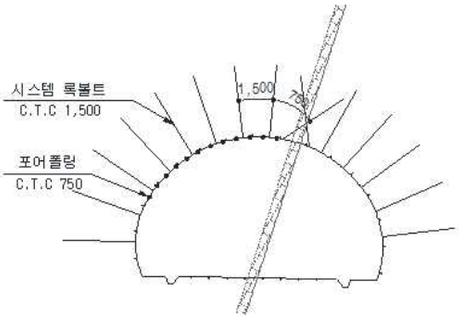
굴진장	1.5/3.0m
숏크리트	12cm(강섬유)
록볼트	1.5m간격(L=4m)
강지보	50×20×30
보조공법	-
개략공사비	452만원/m

굴진장	2.0m
숏크리트	10cm(강섬유)
록볼트	1.5m간격(L=4m)
강지보	50×20×30
보조공법	포어폴링(파쇄대)
개략공사비	355만원/m

o P-4 에서 C-2+부분보강 변경 사례

막장관찰 사진	막장관찰도
	

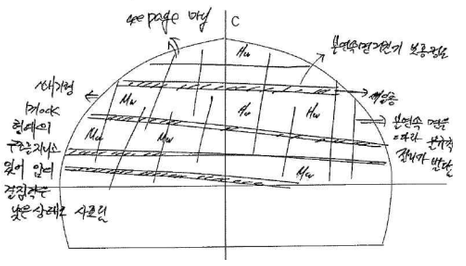
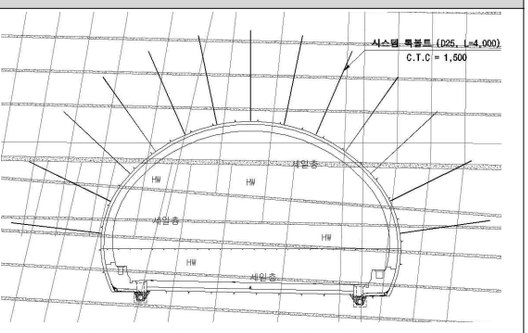
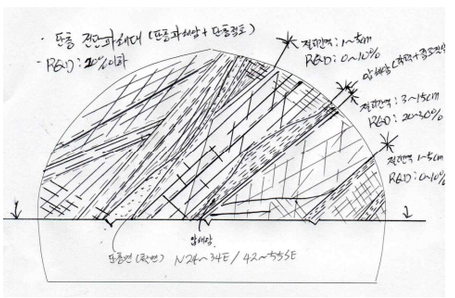
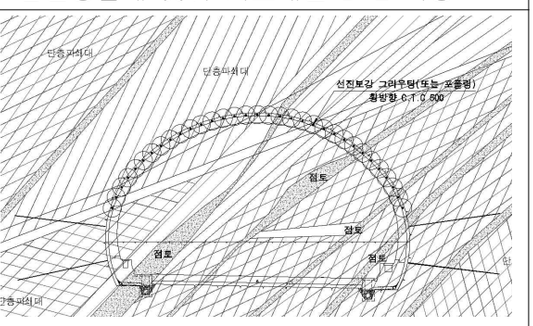
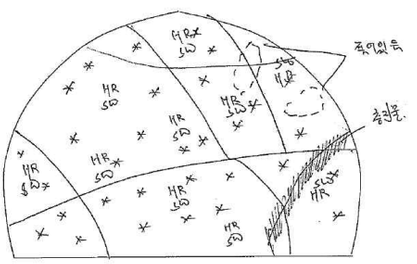
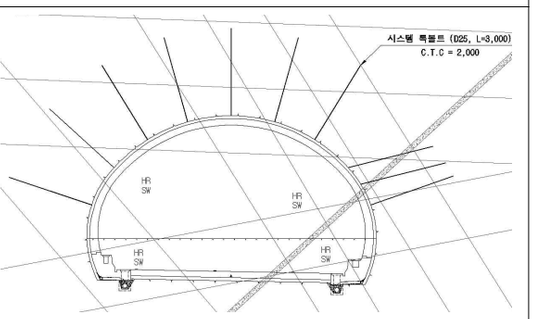
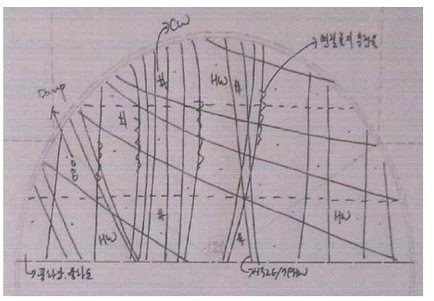
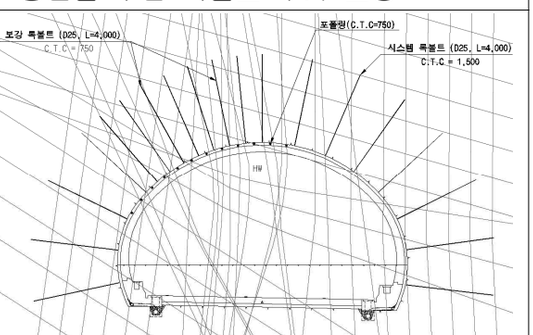
o 기반암은 P-3 구간이나 막장 중앙에 1.0m 미만의 수직 단층과 우측 상단에 여굴이 크게 발생함

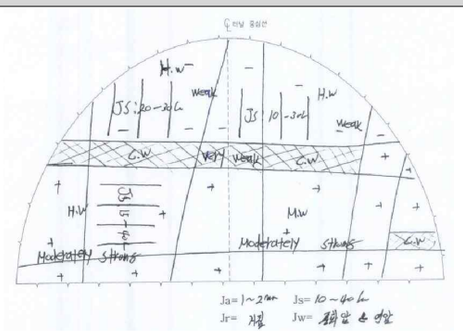
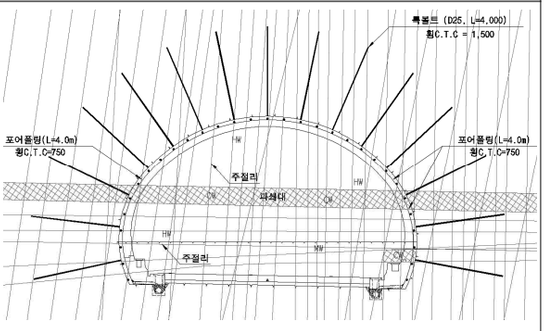
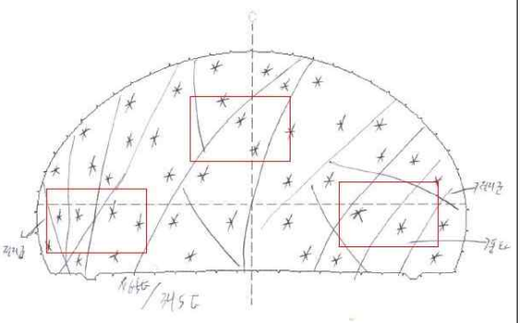
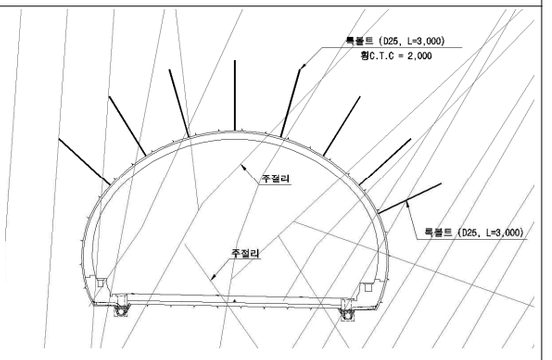
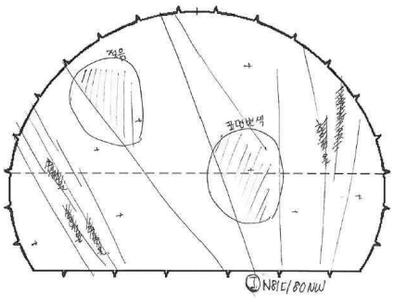
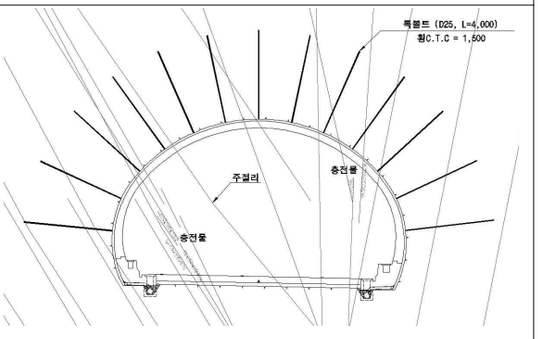
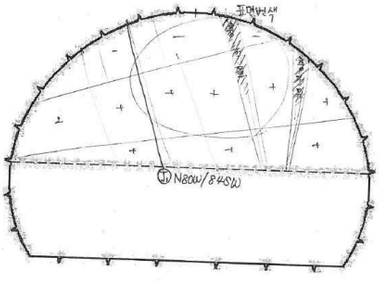
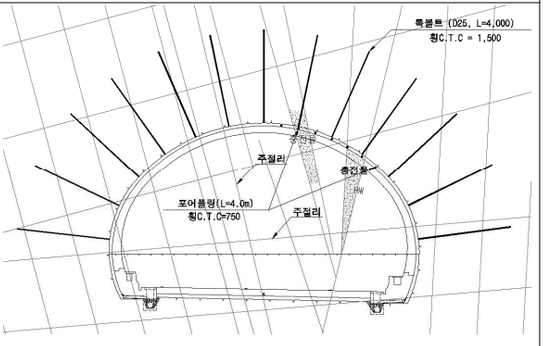
현재 (P-4 시공)	개선 (C-2, 부분보강)
	

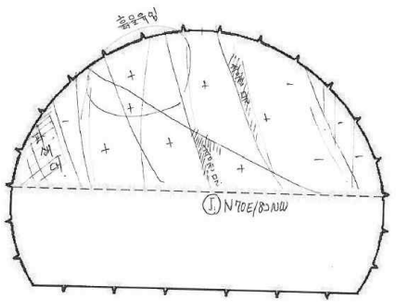
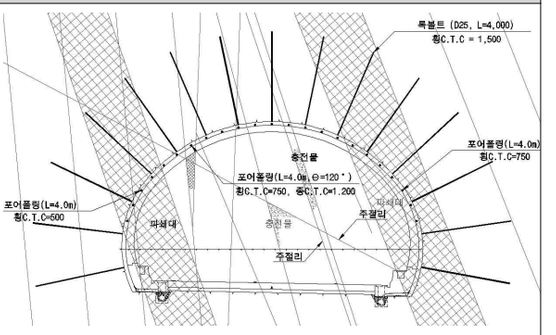
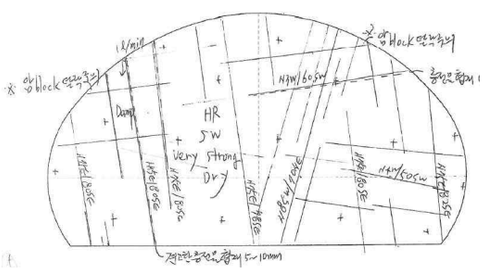
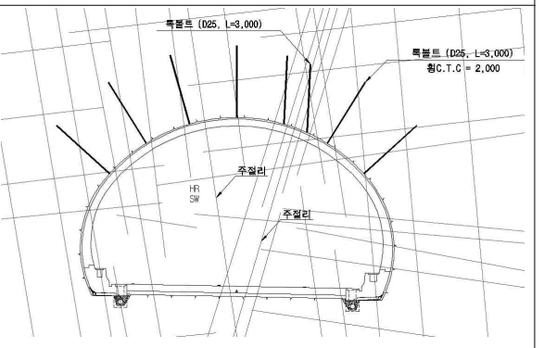
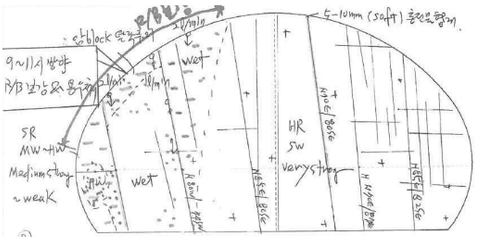
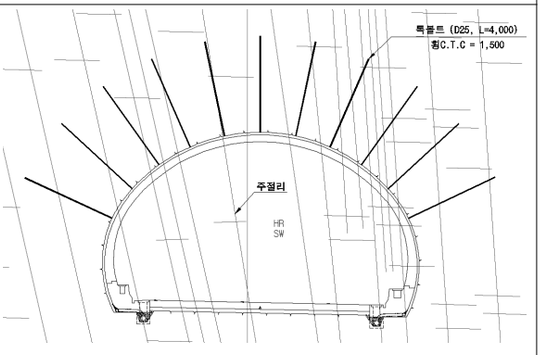
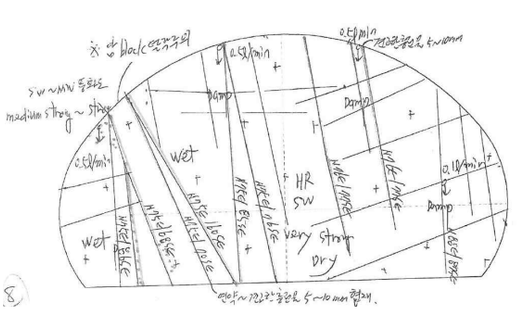
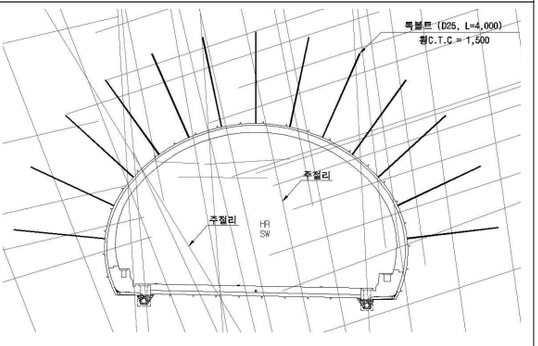
굴진장	반단면 1.5/3.0m
숏크리트	12cm(강섬유)
록볼트	1.5m간격 (L=4m)
강지보	50×20×30
보조공법	-
개략공사비	452만원/m

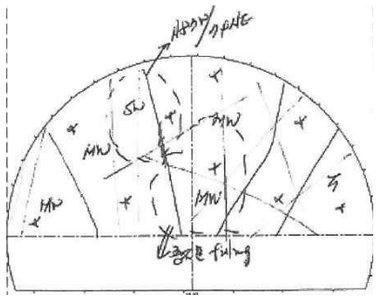
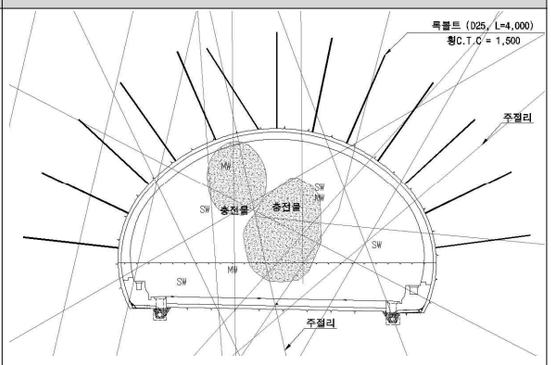
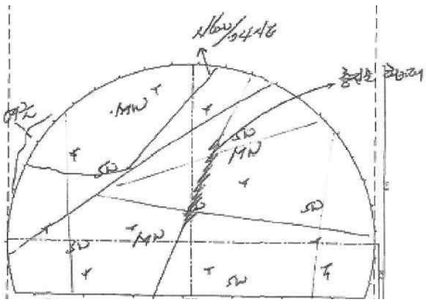
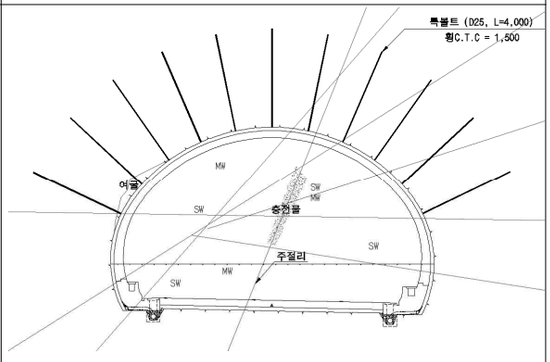
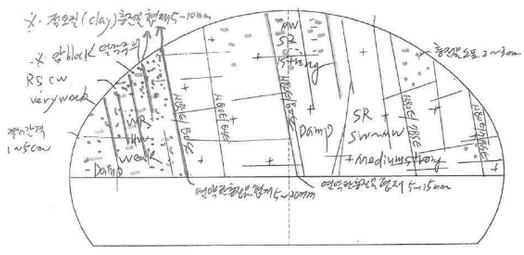
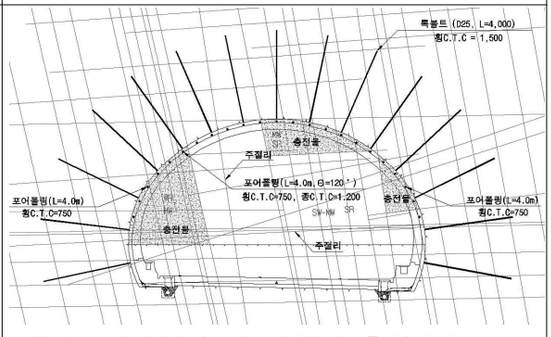
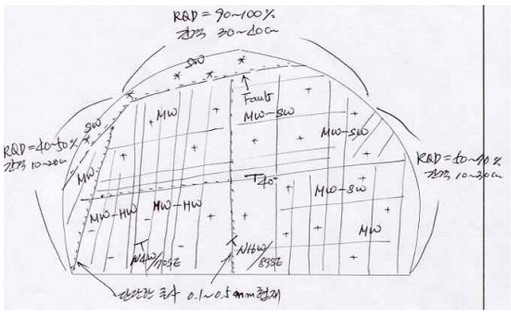
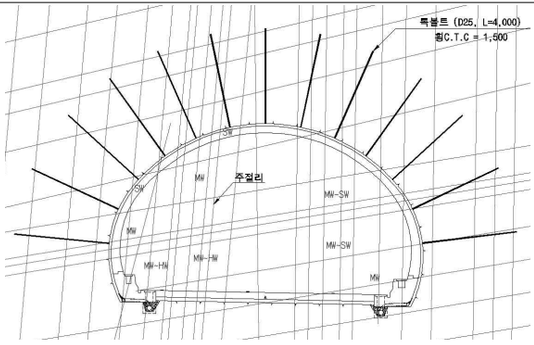
굴진장	전단면 2.0m
숏크리트	10cm(강섬유)
록볼트	1.5m간격 (L=4m) 단층대 0.75m 간격
보조공법	포어폴링(여굴예방)
개략공사비	309만원/m

o 각종 지반특성에 따른 Ex-TM 보강 사례

구 분	막장 관찰도	맞춤형 지보패턴
절리 심한 균일한 지반		
	· 불규칙한 절리 발달, 셰일층 존재 용출수는 없으나 암의 응집력이 낮음	· 막장이 균일하고 주절리 방향은 수평 암반등급에 맞춰 지보패턴 D-2 적용
불량한 지반이 지배		
	· 터널진행방향으로 단층·파쇄대 나타남 점토가 밀실하며 젖어있음 보조공법 검토	· 단층·파쇄대와 점토층의 발달로 보조공법 & 강지보의 보강패턴 E-2 적용
소규모 파쇄대		
	· 기반암은 경암, 수직, 수평 절리 있음 우측 측면에 충진물 협재	· 충진물과 절리간격을 고려 B-2 적용 충진물 구간 록볼트 추가 보강
국부적 절리 발달		
	· 천단 부근 단층 및 연질류의 충전물이 관찰되며, 작업 중 낙반 발생 우려	· 암반등급에 맞춰 E-1 지보패턴에서 천단좌측(낙반 우려)에 추가 보강

구 분	막장 관찰도	맞춤형 지보패턴
파쇄대 수직 절리 발달	 · P-5	 · E-1, 암반상태 불량
경암 약 45° 절리	 · P-2	 · B-2, 절리각도 고려 우측 록볼트 추가
연암 약 60° 절리	 · P-3	 · C-2, 하단 록볼트 삭제
연암 절리 및 충전물 발생	 · P-4	 · D-1, 굴진장 축소, 하단 록볼트 삭제

구 분	막장 관찰도	맞춤형 지보패턴
불량한 지반이 지배	 · P-5	 · E-1, 파쇄대 발달 및 암반 불량으로 포어폴링 보강 시행
경암 국부적 파쇄대	 · P-2	 · B-2, 파쇄대 추가 록볼트 설치
연암 수직 절리	 · P-3	 · C-1, 측면 록볼트 삭제
연암 수직 절리	 · P-3	 · C-2, 하단 록볼트 삭제

구 분	막장 관찰도	맞춤형 지보패턴
전반적 암반 불량	 · P-4	 · D-2, 천단부 절리간격 및 각도에 맞춰 록볼트 설치
좌상단 여굴 약 30° 절리	 · P-4	 · C-1, 측면 록볼트 삭제
불량한 지반이 지배	 · P-5	 · E-1, 암반불량 및 연약한 충전물로 포어폴링 보강 시행
수직 절리 발달	 · P-3	 · C-2, 절리각도 고려 하단 록볼트 삭제

[붙임 #3]

터널 내역체계 개선방안

□ **현 행** : 표준지보패턴별 내역체계 운영

o 표준타입에 따라 굴착, 버력처리, 숏크리트, 록볼트 등 세분화로 단가 갯수가 많으며, 표준타입 외 시공에 대한 정산이 곤란함

□ **개 선** : 세부공종별 공사물량 기준 내역체계 변경

o 공사물량에 따른 대표단가 작성 (평균 싸이클타임 적용)

* 굴착(발파공법별 굴진장 범위), 버력처리(발생량), 숏크리트(타설량), 록볼트(공수) 등

o 터널 세부공종별 수량 중심 내역구성으로 공사비 정산 유리

- 세부공종별 단가 갯수 축소를 통한 내역서 간소화로 편리성 향상
- 터널 굴착 관련 단가 개수 50% 이상 축소
- 사진 및 굴착대장을 통해 실제 시공수량에 맞춰 공사비 정산

o 터널 굴착관련 공종 (당초 / Ex-TM 예)

< 당 초 >				< Ex-TM >			
공 종 명	규 격	단위	단가(원)	공 종 명	규 격	단위	단가(원)
6. 신원2터널	자연환기			6. 신원2터널	자연환기		
01. 굴착				01. 굴착			
전단면 굴착				전단면 굴착			
표준단면-1	일반발파	㎥	17,270	굴진장 3.0m초과	일반발파	㎥	17,507
표준단면-2	일반발파	㎥	17,550	굴진장 2.0~3.0m	일반발파	㎥	20,041
표준단면-3	일반발파	㎥	20,041				
RP-1	일반발파	㎥	18,299				
RP-2	일반발파	㎥	-				
피난연락갱	일반발파	㎥	56,209	피난연락갱	일반발파	㎥	56,209
반단면 굴착				반단면 굴착			
표준단면-4 상부	일반발파	㎥	32,478	굴진장 1.2~2.0m 상부	일반발파	㎥	32,478
표준단면-4 하부	일반발파	㎥	22,378	굴진장 1.2~2.0m 하부	일반발파	㎥	22,378
표준단면-5 상부	일반발파	㎥	38,088	굴진장 1.2m이하 상부	일반발파	㎥	41,891
표준단면-5 하부	일반발파	㎥	40,689	굴진장 1.2m이하 하부	일반발파	㎥	47,673
표준단면-6 상부	일반발파	㎥	40,120				
표준단면-6 하부	일반발파	㎥	50,290				

< 당 초 >				< Ex-TM >			
공 종 명	규 격	단위	단가	공 종 명	규 격	단위	단가
02. 버력처리				02. 버력처리			
전단면 버력처리				버력처리			
표준단면-1	일반발파	㎥	4,534	버력처리	버력발생량	㎥	4,554
표준단면-2	일반발파	㎥	4,534	부석 및 막장정리	전단면	회	29,652
표준단면-3	일반발파	㎥	4,113	부석 및 막장정리	반단면(상부)	회	29,652
RP-1	일반발파	㎥	3,800	부석 및 막장정리	반단면(하부)	회	19,372
RP-2	일반발파	㎥	-				
피난연락갱	일반발파	㎥	5,037				
반단면 버력처리							
표준단면-4 상부	일반발파	㎥	4,118				
표준단면-4 하부	일반발파	㎥	4,006				
표준단면-5 상부	일반발파	㎥	3,732				
표준단면-5 하부	일반발파	㎥	3,917				
표준단면-6 상부	일반발파	㎥	3,823				
표준단면-6 하부	일반발파	㎥	4,045				
03. 강지보공				03. 강지보공			
강지보 (2차로)				강지보 (2차로)			
격자지보(표준단면-4)	50×20×30	조	895,095	격자지보	50×20×30	조	895,095
격자지보(표준단면-5)	70×20×30	조	882,054	격자지보	70×20×30	조	882,054
H형강(표준단면-6-1)	100×100×6×8	조	1,147,200	H형강	100×100×6×8	조	1,147,200
H형강(표준단면-6-2)	150×150×7×10	조	1,044,108	H형강	150×150×7×10	조	1,044,108
04. 숏크리트				04. 숏크리트			
숏크리트공(전단면)				숏크리트공			
표준단면-1	일반발파	㎥	25,756	숏크리트	일반	㎥	26,658
표준단면-2	일반발파	㎥	99,756	숏크리트	강섬유보강	㎥	103,648
표준단면-3	일반발파	㎥	97,884	숏크리트(갱구부)	일반	㎥	59,699
RP-1	일반발파	㎥	96,557				
RP-2	일반발파	㎥					
피난연락갱	일반발파	㎥	104,401				
숏크리트공(반단면)							
표준단면-4 상부	일반발파	㎥	102,465				
표준단면-4 하부	일반발파	㎥	101,048				
표준단면-5 상부	일반발파	㎥	102,538				
표준단면-5 하부	일반발파	㎥	108,984				
표준단면-6 상부	일반발파	㎥	104,417				
표준단면-6 하부	일반발파	㎥	112,226				
05. 록볼트				05. 록볼트			
록볼트				록볼트			
표준단면-1	L=3.0m	조	91,179	록볼트 L=3.0m		공	59,592
표준단면-2	L=3.0m	조	60,867	록볼트 L=4.0m		공	66,697
표준단면-3	L=4.0m	조	65,082	록볼트 L=5.0m		공	63,201
표준단면-4 상부	L=4.0m	조	66,340				
표준단면-4 하부	L=4.0m	조	72,596				
표준단면-5 상부	L=4.0m	조	66,871				
표준단면-5 하부	L=4.0m	조	86,267				
표준단면-6 상부	L=4.0m	조	75,761				
표준단면-6 하부	L=4.0m	조	73,135				
RP-1	L=3.0m	조	57,951				
RP-2	L=4.0m	조	-				
피난연락갱	L=3.0m	조	53,893				

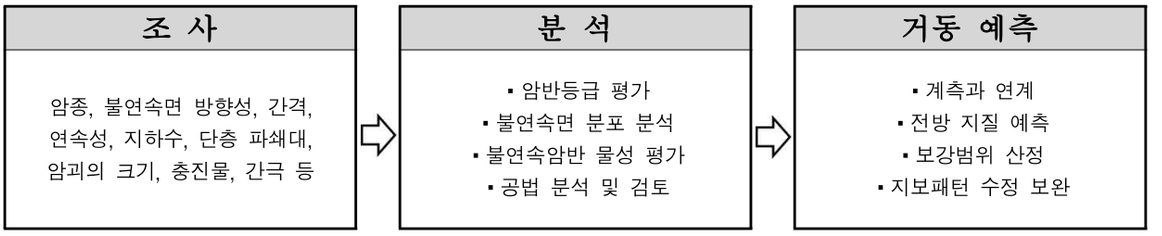
[붙임 #4]

터널 막장관찰도 작성 요령

1. 터널 막장관찰도(Face Mapping) 작성기준

가. 막장관찰(Face Mapping) 체계

막장관찰은 조사 - 분석 - 거동 예측의 체계를 갖추어야 의미가 있음



나. 막장관찰(Face Mapping)

a. 암석의 종류, 암질, 풍화, 변질의 상태
b. 암석강도, RQD
c. 불연속면의 방향성, 간격, 연속성, 거칠기, 절리틈새, 누수, 암괴의 크기 등
d. 절리(Joint), 편리(Schistosity), 충진물, 단층파쇄대 등의 상태
e. 단층, 습곡 등의 지질구조 (주향, 경사, 규모, 구성물질 습윤상태 등)
f. 천단부의 Block 이완 가능성 여부

2. 막장관찰 및 암판정 시행

가. 막장관찰반의 구성 및 임무

o 구성 : 계측담당자(토질분야 고급기술자), 작업반장, 천공장비 운전원, 원도급사 및 하도급사 터널시공담당자
o 임무 : 막장면 Face Mapping 시행 및 작성, 계측 및 관찰 부석제거 확인 등 막장면 작업의 안전성 점검 및 보완

나. 터널전문감리원의 임무

o 주요임무 : 막장관찰도 확인 및 보완, 암판정 및 지보패턴 결정
o 자격기준 : 건설기술자 등급 고급이상(터널 경험 9년이상)
o 배치기간 : 터널굴착기간 + 2개월(굴착 전·후 1개월씩)
o 배치인원 : 해당 공구당 1명 기준

다. 건설사업단의 임무

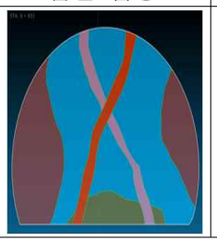
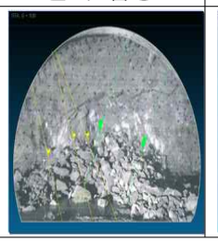
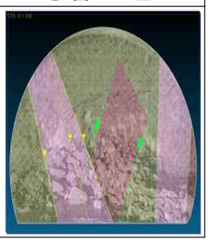
o 굴착중인 터널에 대해 주 1회 이상 암판정 적정성 확인 및 검토
o 담당노선내 터널의 암판정 비교·분석, 막장관찰반 및 감리원 교육

3. 터널 막장관찰도 작성요령

가. 고해상도 카메라를 활용한 디지털 매핑 적용

• 막장사진 촬영 ➡ Face Mapping(암종/암질/절리 등 입력) ➡ RMR 평가

① 사진촬영 ② 촬영된 사진위에 Face Mapping ③ RMR 평가

막장 촬영	암질 맵핑	절리 맵핑	암종 맵핑	통합 표현
				

나. 막장관찰도 작성요령

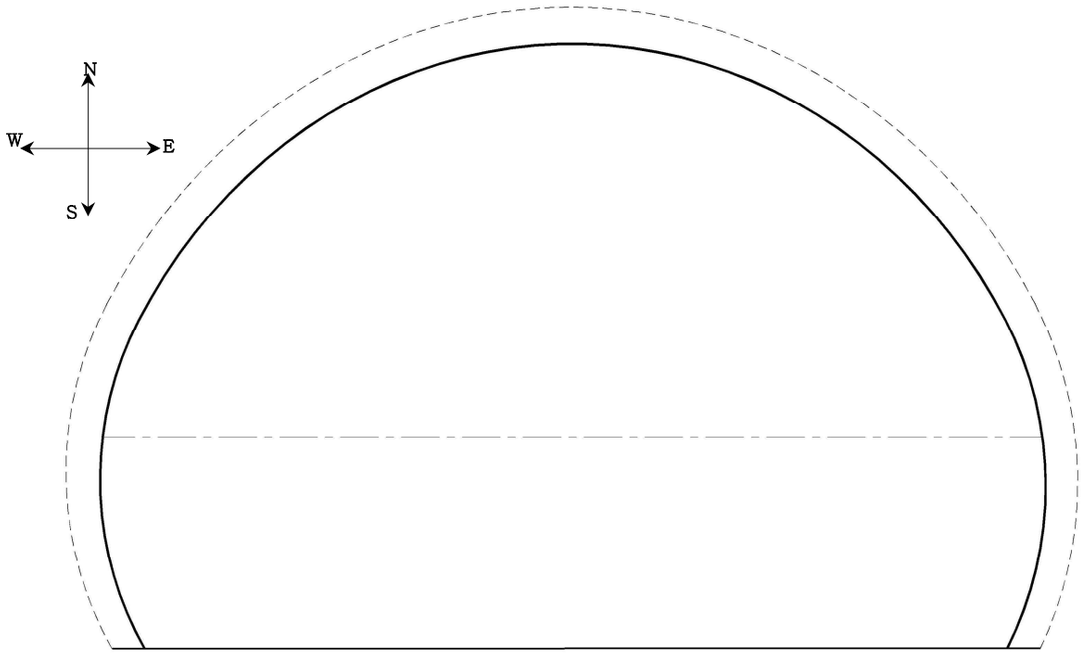
o 터널관리자 및 작업반원이 쉽게 이해할수 있도록 표현

항 목		주요내용 및 표기방법
암반의 상태		○ 경암, 연암, 풍화암, 풍화잔류토 범례에 따라 구간별 도식화
암질계수		○ 조사구간 표시 및 절리수 표시
불연속면 간격		○ 절리, 파쇄대 등의 개략적인 평균 간격을 측정 기록
불연속면 상태	길이,틈새, 충전물	○ 불연속면의 길이, 틈새, 충전물 특성을 숫자로 표현
	거칠기	○ 매우 거침(VR), 거침(R), 약간 거침 (SR), 매끄러움(S) 단층마찰면(FP) **한글로 표현**(영어약자 사용자재)
	풍화정도	○ 신선(F), 약간풍화(SW),보통풍화(MW),심한풍화(HW), 완전풍화(CW) **한글로 표현**(영어약자 사용자재)
지하수,유출수 조건		○ 건조(CD, D), 습윤(Damp), 젖어있음(wet) 물방울떨어짐(dripping), 물 흐름(flow) **한글로 표현** (영어약자 사용자재)
불연속면 방향성		○ 주향/경사(N30E/45NW) 또는 경사방향/경사(300/45)로 표현하나 **경사방향/경사로 표기** ○ 막장관찰도 범례에 따라 **방향성 기호 추가 표시** (붙임1 참조 - 막장관찰도 개선양식) ○ **막장 관찰도 좌측 상단에 굴진 방향 표시**
막장 안정성		○ 부분적 낙반 취약구간, 절리불량 구간 등 **안전성 취약구간은 관찰도내 구간별 표시**

사 진 대 지

위 치	Sta. 0+000 00방향	일 자	00년 0월 0일
<천단>			
<좌측>		<우측>	
특이사항			

막 장 관 찰 도



※ 굵은 선 외곽부분은 Wall Mapping 구간임

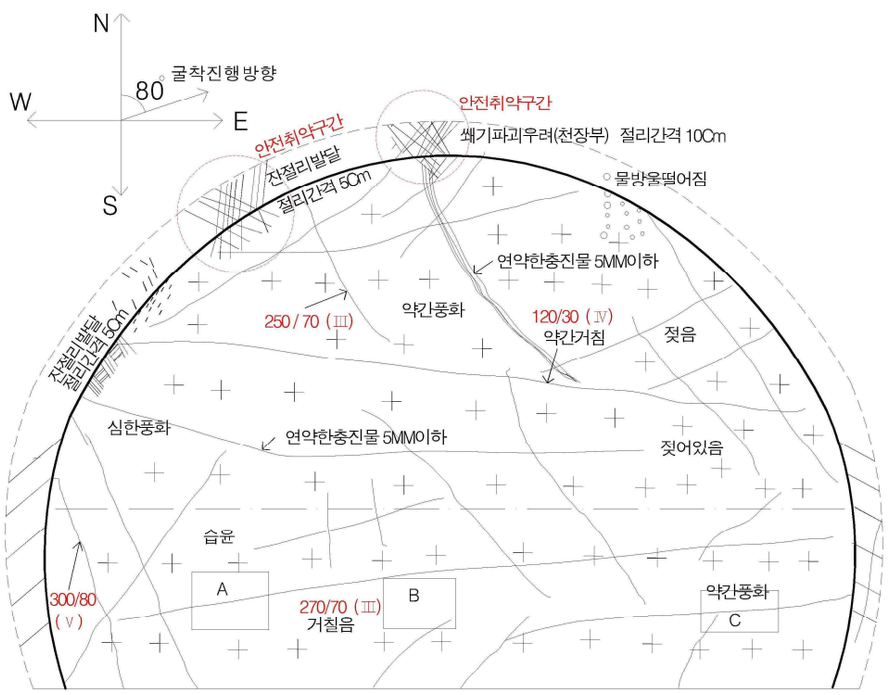
- 절리면 간격 :
- 절리면 길이 :
- 절리면 거칠기 :
- 절리갯수 : A= B= C=
- 지하수 상태 :
- 풍화정도 :
- 절리면 틈새 :
- 절리방향 :

범례	절리		단층대 파쇄대		경암	* * * * * *	연암	+++ +++	풍화암	---- ----	풍화 잔류토	: : : : : : : :

굴착현황 및 특기사항			
안전취약구간			
RQD 산출근거	RQD(%) = 115-(3.3×J_V)		
작성자	(인)	확인자	(인)

※ 작성예시

막 장 관 찰 도



※ 굵은 선 외곽부분은 Wall Mapping 구간임

- 절리면 길이 : 3.0 ~ 8.0m
- 절리면 간격 : 5 ~ 10cm 내외
- 절리면 거칠기 : 거침(Rough)
- 절리갯수 : A= 23 B=23 C=16
- 지하수 상태 : 습윤상태(damp)
- 풍화정도 : 약간풍화(SW)
- 절리면 틈새 : 0.1 ~ 1.0mm
- 주절리방향 : 주향이 터널방향과 역경사

범례	절리		단층대 파쇄대		경암	* * * * * *	연암	+++ +++	풍화암	---- ----	풍화 잔류토	: : : : : : : :

굴착현황 및 특기사항	· 현재 막장은 풍화암이 주 기반암으로 형성되어 있으며 풍화정도는 약간 풍화 · 불연속면 길이는 3.0~8.0m 내외로 높은 연속성을 가짐 · 절리간격은 조밀하며 절리틈새에 토사 충진물(5.0mm이하)이 협재되어 있음 · 막장면 좌측 및 천장부는 잔절리 발달하여 쐐기파괴의 우려가 있음 · 절리면 거칠기는 거칠며, 막장면은 전반적으로 습윤 상태임 · 절리의 방향은 터널 진행방향과 역경사를 이루고 있어 불리한 상태
안전취약구간	· 좌측 및 천단부에 쐐기파괴 및 낙반 우려되므로 발파 및 버럭 처리시 주의 시공
RQD 산출근거	RQD(%) = 115-(3.3×J_V) = 115 - (3.3 × 23) = 39.1%

작성자	(인)	확인자	(인)

4. R.M.R 평가를 통한 암판정 요령

가. 일축압축강도(R1)

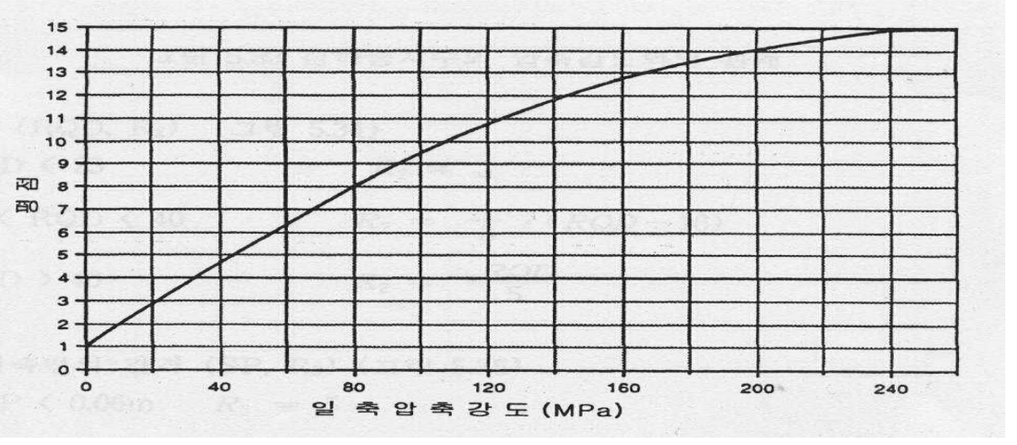
o 일축압축강도는 시추조사에 의해 회수한 코아 또는 암버력으로 공시체를 제작, 실내시험을 실시하거나 점재하시험에 의해 결정하여야 하나

o 신속한 판단이 필요한 경우에는 지질조사용 해머로 막장에 노출된 암반에 타격을 가하고 반응상태에 따라 다음과 같은 기준에 의하여 추정할 수 있다.

구 분	평 가 방 법	일축압축강도 (MPa)
Ⅰ	맑은소리가 나며 망치로 강하게 타격하면 암석의 일부분이 깨지는 정도	250초과
Ⅱ	맑은소리가 나며 여러차례의 강한 타격에 깨어짐	100~250
Ⅲ	몇차례의 타격에 깨어짐	65~100
Ⅳ	둔한소리가 나며 1회 타격에 깨어짐 주머니칼로 긁어지지 않음	40~65
Ⅴ	망치로 치면 자국이 생기며 칼로 어렵게 긁힘	25~40
Ⅵ	망치로 치면 자국이 생기며 칼로 쉽게 긁힘	5~25
Ⅶ	엄지손가락으로 누르면 약간 들어가는 흔적	5미만

o 정량적인 판단을 위해서는 다음의 그래프(산식)을 이용한다

$$R_1 = 1.4514 + 0.0684 \times \sigma_C(\text{일축압축강도})$$



o 1개 조사구역(대표단면 영역 설정)에서 가로,세로 각 1m에 대해 25Cm 간격으로 25개공을 타격한 data의 평균값을 취하고, 사전에 실시한 유사 암질의 공인시험성적과 비교 검토 후 암반강도를 판정한다.

나. R.Q.D (R2)

o RQD는 시추코어에 의한 암반분류를 시행하기에 곤란하므로, 현장에서의 R.Q.D 평가는 Scan Volume(조사체적)법을 사용한다.

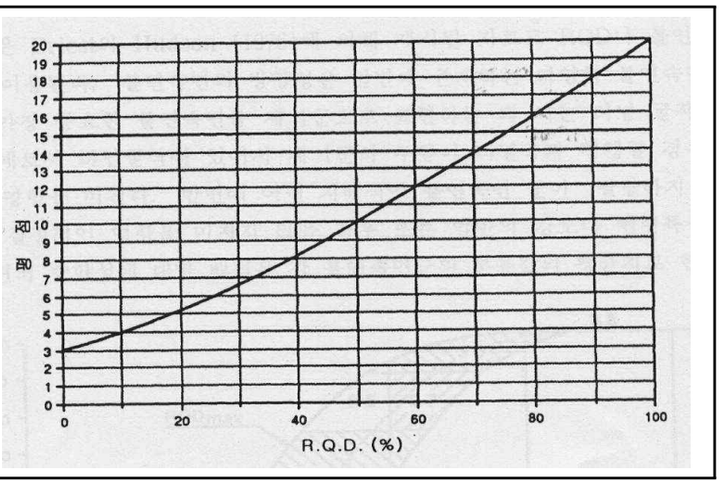
o Scan Volume법은 다음의 공식을 이용하며, Jv < 4.5 에 대해서는 RQD=100, Jv > 35 에 대해서는 RQD=0을 적용한다.

RQD = 115 - 3.3Jv

* Jv : 모든 방향에서 1m당 나타나는 모든 절리수의 총갯수

o 다음 그래프(산식)에 의해 R2를 신속히 산정할 수 있다.

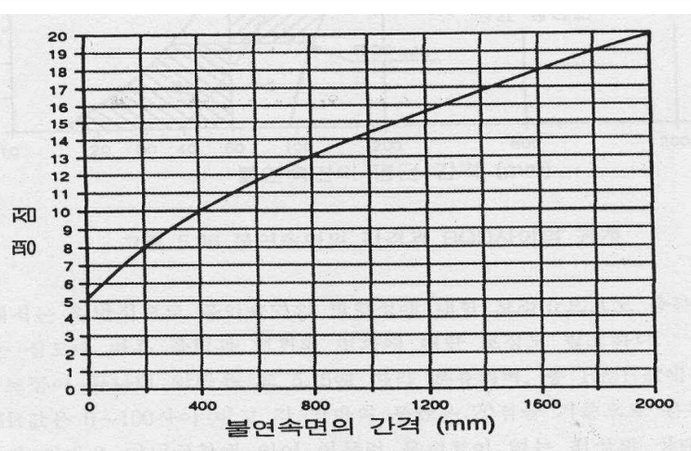
RQD	R2
25이하	3
25~40	$\frac{1}{3}(RQD-16)$
40이상	$\frac{RQD}{5}$



다. 절리면 간격 (R3)

o 소형 Steel Tape를 이용하여 막장 암반의 불연속면 간격을 측정하고, 평균간격을 산정하여 그래프(산식)와 같이 평점을 평가함

평균간격	R3
0.06m 이상	$14.65\times SP^{0.3587}$
0.06m 미만	5



라. 절리면의 상태 (R4)

o 불연속면의 길이, 간격, 거칠기, 충전물, 풍화정도 항목으로 측정

요 소	점 수				
불연속면의 길이 (연속성)	1m 미만	1-3m	3-10m	10-20m	20m 이상
	6	4	2	1	0
불연속면의 간격 (틈새)	없음	0.1mm미만	0.1-1.0mm	1-5mm	5mm 이상
	6	5	4	1	0
거칠기	매우 거침	거침	약간 거침	매끄러움	단층마찰면
	6	5	3	1	0
충전물	없음	단단한 충전물		연한 충전물	
		5mm미만	5mm이상	5mm미만	5mm이상
	6	4	2	2	0
풍화정도	풍화안됨	약간 풍화	풍화	심한 풍화	파쇄
	6	5	3	1	0

① 불연속면의 길이

- 줄자 또는 육안으로 관찰한다.

② 불연속면의 간격

- Silt gage나 Crack scale에 의해 틈의 간격을 실측한다.

③ 거칠기

- 절리면의 거칠기는 JRC(Joint Roughness Coefficient)로 결정하며, 조도 Profile에 따른 점수표는 다음과 같다.

구 분	JRC Profile		점 수
1		0~2	0
2		2~4	
3		4~6	1
4		6~8	
5		8~10	3
6		10~12	
7		12~14	5
8		14~16	
9		16~18	6
10		18~20	

④ 충전물

- Silt gage나 Crack scale, 지질망치 등을 이용하여 측정한다.

⑤ 풍화도

분류 기호	용 어	풍화상태	점수
D-1	Fresh (신선한 암반)	• 모암의 색이 변하지 않고 결정이 광택을 보임 • Joint 면이 부분적으로 얼룩이 져있고 타격을 가했을 때 맑은 소리가 남	6점
D-2	Slightly Weathered (약한 풍화)	• 일반적으로 Fresh한 상태를 보이나, 구조면의 주변부가 다소 변색 모암의 강도는 Fresh한 경우와 별 차이가 없음	5점
D-3	Moderately eathered (중간 풍화)	• 상당히 많은 부분이 변색되어 있으며 구조선은 Open Joint로서 구조선 안쪽까지 변질되어 있음, 대부분의 장석이 변질됨	3점
D-4	Highly Weathered (심한 풍화)	• 석영을 제외한 대부분의 입자들이 변색되어 있으며, 구조선은 거의 Open Joint로서 절리면으로 부터 상당히 깊은 곳까지 변질 되어 있음	1점
D-5	Completely Weathered (완전 풍화)	• 입자들이 부분적으로 존재하기는 하나, 완전히 변질을 받은 상태임 이 단계에서 부터는 토질로 분류함.	0점

마. 지하수 조건 (R5)

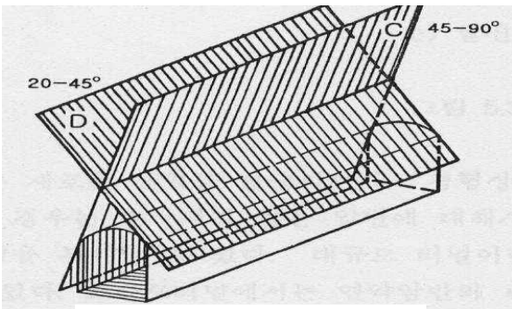
10m당 유입량 (l/min)	절리수압최대주응력	일반조건	점수(R5)
없음	0	완전건조	15
10미만	0.1	습윤	10
10-25	0~0.2	젖어있음	7
25-125	0.2~0.5	물방울 떨어짐	4
125초과	0.5초과	물이 흐름	0

o 지하수 유출위치마다 수량을 정량적으로 측정하기는 곤란하므로 주요 유출부위에서 용기를 이용하여 분당 유출량을 측정하고 기타 구간은 개략적으로 판단한다.

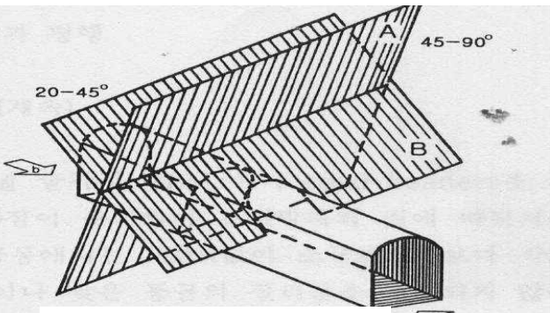
o 막장에서 배출되는 총수량은 V-notch를 이용하여 원칙적으로 10m마다 측정을 수행하고, 이상용수 구간은 매 발생시마다 별도로 설치 측정토록 계획한다.

바. 절리면 방향에 따른 보정 (R6)

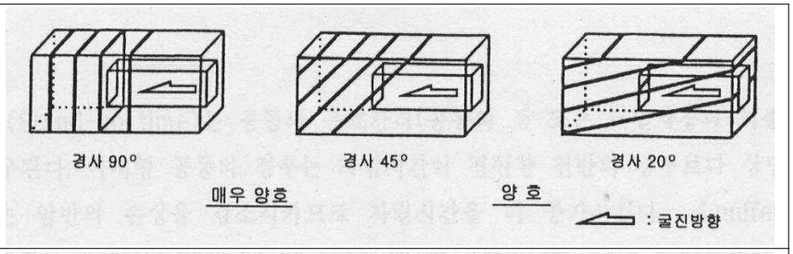
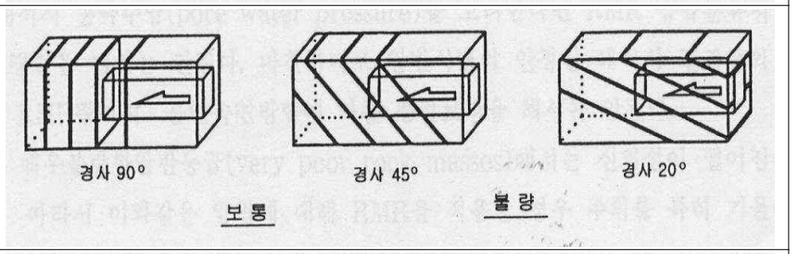
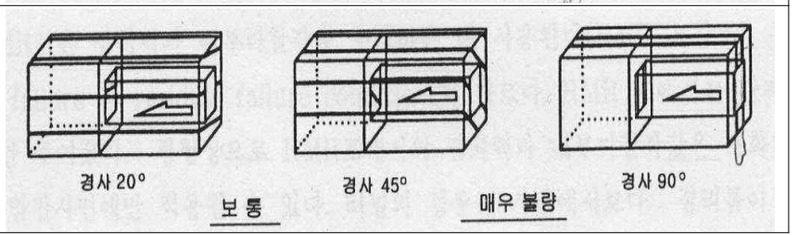
주향이 터널방향과 수직인 경우				주향이 터널방향과 평행인 경우		주향과 무관한 경우
경사방향으로 굴착		경사 반대방향으로 굴착				
45~90°	20~45°	45~90°	20~45°	20~45°	45~90°	0~20°
매우 유리	유 리	양 호	불 리	매우 불리	양 호	양 호
0	-2	-5	-10	-12	-5	-5



주향이 터널굴진방향과 평행



주향이 터널굴진방향과 수직

주향이 터널방향과 수직 (경사방향으로 굴착)	
주향이 터널방향과 수직 (경사 반대방향으로 굴착)	
주향이 터널방향과 평행	

※ 불연속면의 방향성 표현

- 주향 : 불연속면(절리 등)과 수평면이 이루는 교선의 방향, 북(N)을 기준으로 표현 (N60W)
- 경사 : 불연속면이 수평면에 대하여 기울어진 정도 (30NE)
- 경사방향 : 경사가 가리키는 방향(주향과 직각), 360을 기준으로 3자리 숫자로 표현(120), 방향성은 보통 [경사방향/경사]의 형태로 표현 (120/30)

암판정 검측대장

터널명		위치	STA. ( )방향	일자	20 년 월 일

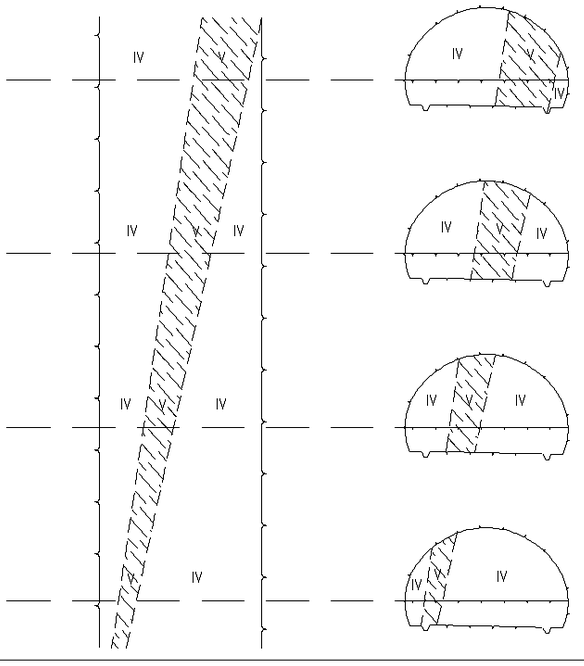
1. 항목별 평가

| | | |

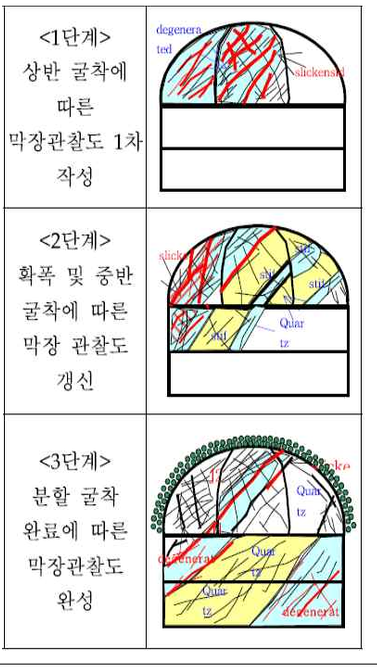
5. 터널 지질 조사시 주의사항

- o 터널 시공중 막장관찰을 통한 암반등급의 구분은 암반의 거동에 영향을 줄 수 있는 부분에 대해 수행한다.
- o 암반분류는 막장관찰반 또는 전문감리원이 가능한 막장 근처에서 조사를 실시하고, 가능한 개인차가 없는 객관적이고 정량적인 암반분류에 노력하여야 하며 지보설치 후에라도 필요시 기 판정내용의 적정성 유무를 검토해야 한다.
- o 막장관찰조사 중 터널 안정성 저하를 일으킬 수 있는 취약부(예 : 천정부, 어깨부)에서의 낙석, 붕괴, 지하수 유출 등에 대해서는 암반등급 평가시 안정성을 감안한 가중치 부여를 고려해야 한다.
- o 막장내 암반등급은 막장면의 위치에 따라 다양하게 분포하므로, 터널 막장면의 전·후 관계를 고려하여 암반등급 평가 시 신중을 기해야 한다.
- o 분할굴착에 따른 막장관찰은 굴착단계에 따라 막장면 관찰을 시행하여 해당 막장면 지질도를 갱신하여야 한다.

< 막장면 위치에 따른 암반등급 변화 >



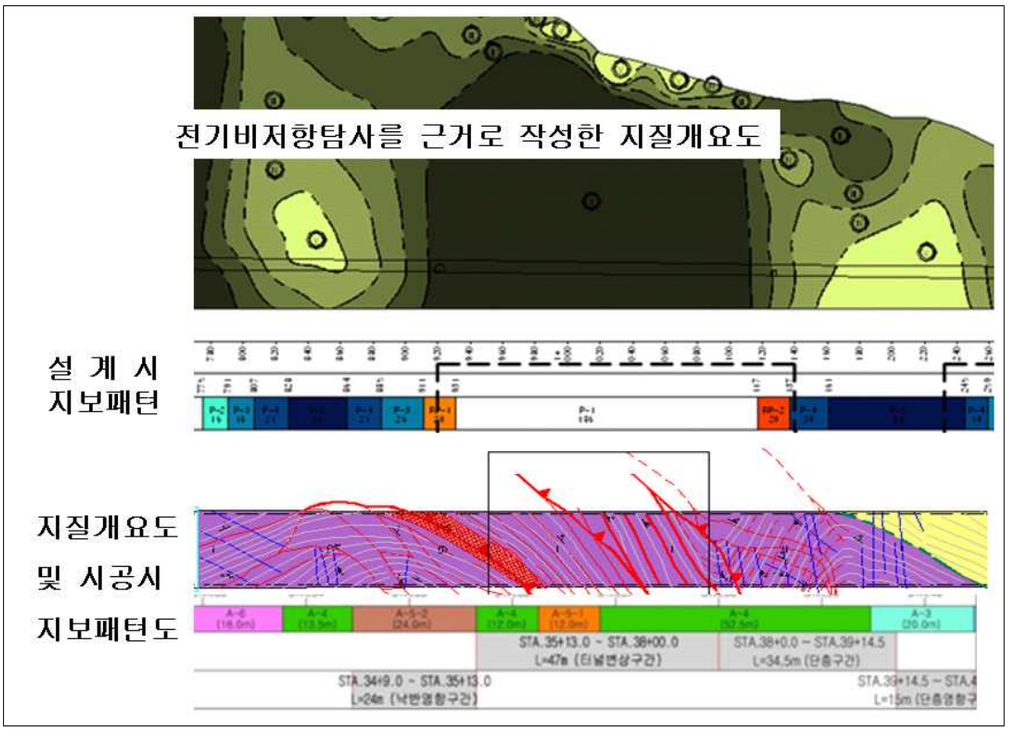
< 분할굴착에 따른 막장관찰 >



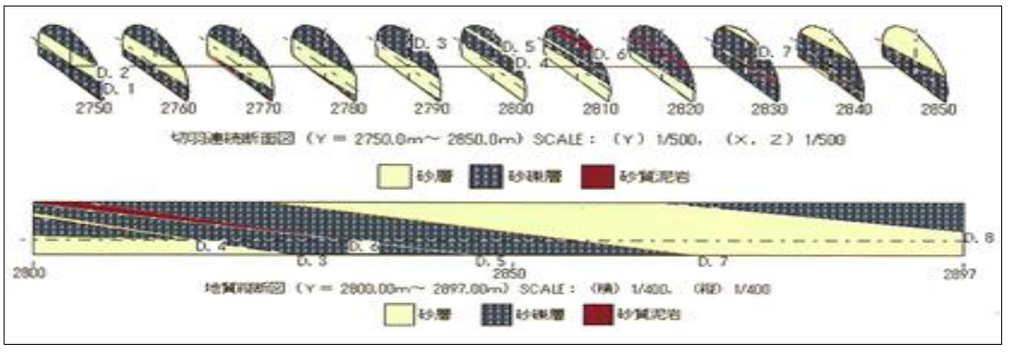
6. 터널 지질도 작성

가. 필요성

- o 매 막장관찰도(Face Mapping)의 지질 상태를 연속적 형태로 전개한 것으로 터널 지반상태에 대한 종합적 분석에 중요하게 활용 가능하며, 굴착 중 막장과 연계하여 신뢰성 높은 전방지질 예측이 가능함
- o 설계시 전기비저항 탐사를 바탕으로 한 지질도는 전반적인 지형의 경향만 예측할 뿐 굴착구간의 정확한 지질정보를 획득할 수 없음
- o 막장관찰도를 이용한 지질도 작성으로 터널의 지질정보를 한 눈에 파악가능하며, 보강범위 및 보강의 적정성 확인이 용이함



나. 지질 전개도 작성(예)



[붙임 #5]

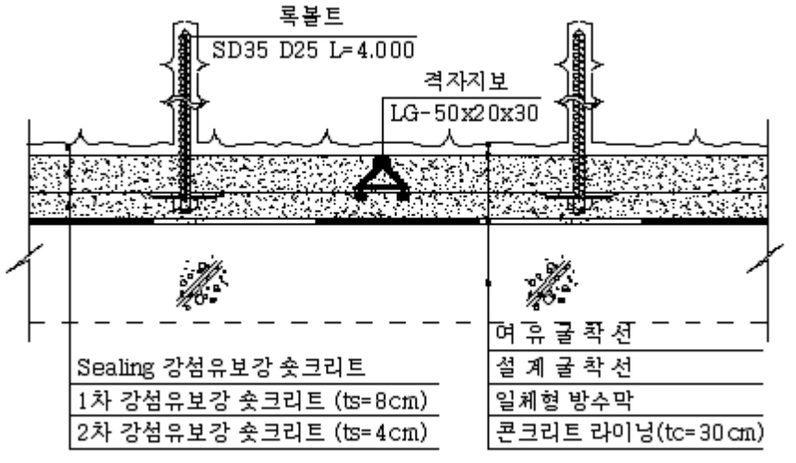
터널 지보재 적용 가이드라인

□ 터널 지보재의 종류와 기능

지보재는 터널굴착으로 발생한 응력을 지반강도 이내로 저감시켜 원지반의 지보기능을 최대한 활용할 수 있도록 하여야 하며, 1차지보, 2차지보, 보조공법으로 분류한다.

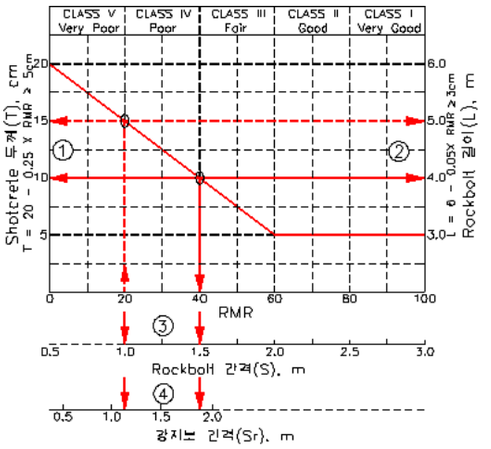
구분	종 류	개 념
1차 지보	• 숏크리트 • 록볼트 • 강지보공	• 터널굴착후 주변지반이 지보기능을 발휘할 수 있도록 지반거동을 억제하여 안정상태에 이르게 하기위해 설치 • 터널굴착에 의해 발생되는 지반의 거동을 조기에 억제시켜 지반이 보유하고 있는 지지력 및 강도를 최대한 이용할 수 있도록 하고 지반을 안정시킴
2차 지보	• 내부 라이닝	• 배수형 터널의 경우 모든 지반하중을 1차 지보가 담당하고, 내부 라이닝은 터널 내부 시설물의 보호, 미관유지, 쾌적한 공간유지 등의 부수적 기능 담당 • 비배수형 터널의 경우 수압을 지지
보조 공법	• 포어폴링 • 선진보강그라우팅 • 프리그라우팅 등	• 단층파쇄대, 터널 시·종점부, 용수대 등 지반이 불량한 경우 터널굴착의 안정성 확보를 위해 설치하는 것으로 1차 지보의 보강기능

지보재 개념도(P-4 기준)



□ 지보재의 설계기준

o RMR 값을 이용한 방법



RMR 값에 의한 지보량 산출식

① Rock Bolt 길이(m)

$L = 6 - 0.05 \times RMR \geq 3$ ($RMR < 80$)

② Rock Bolt 간격(m)

$S = 0.5 + 0.025 \times RMR \geq 1$ ($RMR < 80$)

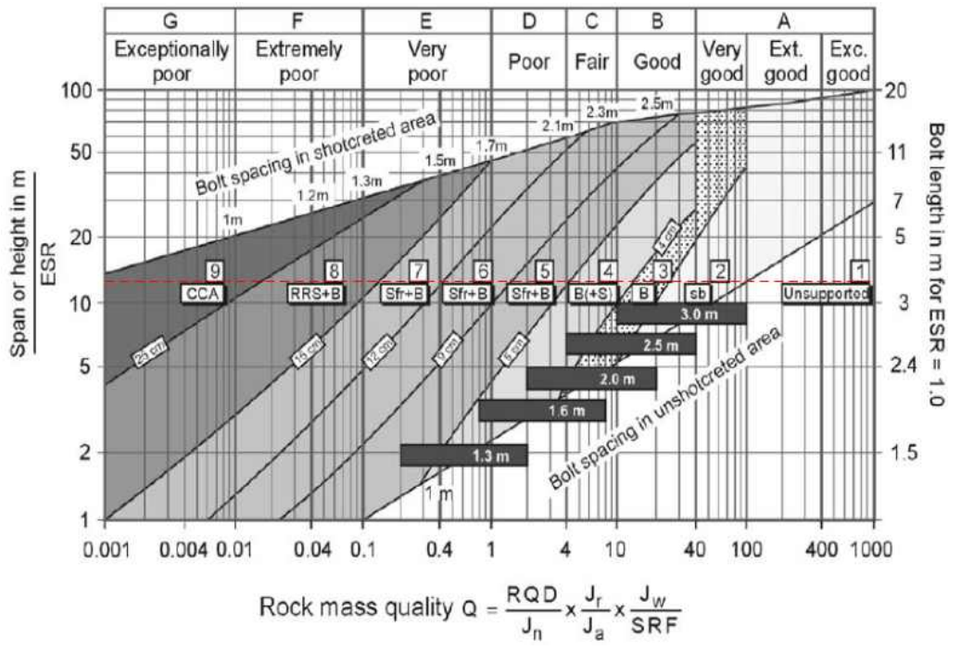
③ Shotcrete 두께(mm)

$T = 200 - 2.5 \times RMR \geq 50$ ($RMR < 80$)

④ 강지보공 간격(m)

$Sr = 0.375 + 0.0375 \times RMR$ ($RMR < 40$)

o Q 값을 이용한 방법



1) 무지보	5) 시스템 록볼트+강섬유보강숏크리트(50~90mm)
2) 랜덤 록볼트	6) 시스템 록볼트+강섬유보강숏크리트(90~120mm)
3) 시스템 록볼트	7) 시스템 록볼트+강섬유보강숏크리트(120~150mm)
4) 시스템 록볼트+일반숏크리트(40~100mm)	8) 시스템 록볼트+강섬유보강숏크리트(150mm 이상)

□ 지보재 적용방안

o 터널의 주지보재인 강지보재, 숏크리트, 록볼트는 각각의 특성에 맞게 수행하는 기능과 역할이 있으며, 현재의 지보패턴은 각각의 특성이 복합되어 최적화되어 있음

o 지보패턴 선정시 가장 영향이 큰 천단부의 지반특성에 따라 대부분 결정되나, **하부 지반이 양호할 경우 측면하부의 록볼트 미설치** 등 탄력적인 적용이 필요

o 숏크리트는 강섬유 숏크리트 사용을 기본으로 하며, 지하수 발생이나 팽창성 지반과 같은 큰 변형이 발생되는 지반에서 **국부적으로 박리**되는 경우, 경암에서 절리의 발달로 국부적인 붕락이 예상되거나 **여굴**부 채움 등에는 **철망**을 사용하여 시공성 및 안정성 향상시킬 필요가 있음

o 강지보는 시공성이 좋은 격자지보재 사용을 기본으로 하나, 토사, 미고결지반, 파쇄대 또는 지하수와 연계된 풍화암 등의 지반과 갱구부, 저토피부 등 아칭효과 증대가 필요한 지형에는 **H형 강지보재**를 사용하여 터널의 안전성을 증가시킬 필요가 있음

o 터널 보조공법은 지형 및 지반조건에 따라 선정

- 지반조건 및 위치에 따른 보조공법 선정 사례

구 분		연암층	풍화암층	토사층
지반조건	갱구부	소구경강관다단	대구경강관다단	대구경강관다단(2열)
	터널내부	포어폴링	소구경강관다단	대구경강관다단

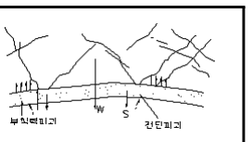
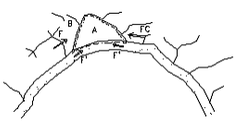
- 보강범위는 120°를 기본으로 지반조건(연약대 범위)에 따라 증감하며, 터널의 안정성을 증가시키기 위해 상호 중첩하여 설치하고 강지보재와 지반을 이용하여 2점 지지가 되도록함
- 포어폴링은 록볼트와 간섭되지 않게 설치간격 및 위치를 조정하여 설치하고, 선진보강(강관다단) 중첩이 없는 구간 하부에 설치하여 여굴 및 붕락을 방지

터널 지보재의 역할 및 효과

□ 숏크리트

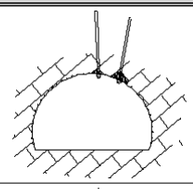
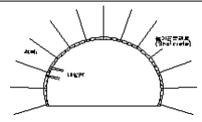
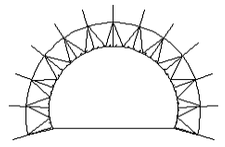
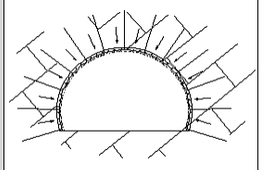
o 특징 : 굴착 후 빠른시간 내에 지반에 밀착되도록 시공이 가능하고 조기강도를 얻을수 있으며, 굴착단면 형상에 영향을 받지 않음

o 지보효과(역할)

암괴의 붕락방지	굴착면 표면에 형성되는 삼각형등 불연속면의 절개된 암괴가 중력작용으로 분리되는 것을 막는 효과	
응력집중 완 화	숏크리트 타설로 굴착면 요철부의 응력집중을 완화하고 국부적인 파괴를 막는 효과	
연약부 봉합효과	굴착면에 숏크리트를 부착시켜 연약부를 3차원적인 응력조건이 되게하여 내하력을 증가시키는 효과	
응력전달	굴착면 주변에는 응력재분배에 의해 응력 집중이 일어난다. 숏크리트의 타설로 굴착표면적의 응력을 매끄럽게 전달하는 효과	
절리의 봉 합	벌어진 절리에 숏크리트가 들어가 박혀 굴착면 표면의 암괴이동을 구속하는 효과	
암괴의 전단 이동 방지	암괴 A가 붕락할 때 생기는 절리면 a-a에 따른 이동을 방지하는 효과	

□ 록볼트

o 록볼트의 역할 및 효과

구 분	개 념 도	지 보 효 과
봉합 작용		• 굴착에 의해 이완되어 있는 지반을 견고한 원지반에 결합하여 낙반을 방지 • 숏크리트와 병용하여 균열·절리가 발달한 지반의 균열 확산 억제
보강 작용		• 록볼트의 효과적인 설치로 절리·균열등 역학적인 불연속면 또는 굴착중 발생하는 파괴면에서부터 암괴가 분리되어 파괴되는 것을 방지
아치 형성 효과		• 시스템 록볼트에 의한 내압효과로 지반을 일체화시켜 내하성능이 높아진 원지반을 내공측으로 일정하게 변형하는 것에 의해 대형 아치를 형성 • 층상절리 암반을 록볼트로 결합시켜 마찰저항(전단저항 능력) 증대로 지반의 내하성능 증진
내압 효과		• 연암지반 터널의 안정을 검토할 경우 주로 고려되는 효과로 록볼트의 인장력에 해당하는 힘이 내압으로 터널 벽면에 작용하여 2축 응력상태의 터널 주변 지반을 3축 응력상태로 만들어 지반이 항복 후에도 록볼트에 의해 일체성을 유지하고 지반의 내하력 저하를 억제

□ 강지보재

o 강지보재의 역할

- 숏크리트 타설 후 경화까지 임시보강재 기능
- 천단지지공(강관다단그라우팅, 포어폴링, 경사볼트 등)의 지점 역할
- 지표침하 억제, 큰 지반압으로 1차 지보재의 강도·강성 높임

o 주요 강지보재의 특성

H-형강(SS400)					격자지보(SD500W)				
제 원	단면적 (cm^2)	단위 중량 (kgf/m)	단면2차 모멘트 (cm^4)	단면 계수 (cm^3)	제 원	단면적 (cm^2)	단위 중량 (kgf/m)	단면2차 모멘트 (cm^4)	단면 계수 (cm^3)
H-100×100×6×8	21.9	17.2	383	76.5	50×20×30	13.35	12.3	193	38.0
H-125×125×6.5×9	30.3	23.8	847	136	70×20×30	13.35	12.5	306	51.0
H-150×150×7×10	40.1	31.5	1,640	219	95×22×32	15.64	14.9	589	78.0
H-200×200×8×12	63.5	49.9	4,720	472					
H-250×250×9×14	92.2	72.4	10,800	867					

□ 굴착보조공법

o 포어폴링 : 천단의 전단강도 증대, 전방지반의 이완방지

o 강관다단 : 애추, 단층파쇄대, 미고결지반 등과 같이 아칭효과가 기대될 수 없는 불안정한 지반 보강 및 선행변위 억제

< 보강목적에 따른 공법의 적용성 >

대 책	목 적	공 법	원지반 조건			비 고
			경암	연암	토사	
지반 강화 및 구조적 보강	천단 안정	파이프루프		△	△	
		경사 록볼트		△		
		훠폴링		△	△	철근, 강봉, 강관 등 사용
		강관다단 그라우팅		△	○	
		그라우팅공법			○	
	막장면	막장면 숏크리트		△	○	
		막장면 록볼트		△	△	
		코어 핵		△	○	ring cut
		약액주입공법			○	
	각부보강	각부보강볼트			△	
		각부보강파일			△	
		가인버트		△	△	
용수 대책	지수 / 배수	그라우팅공법	△	○	○	
		물빼기공	△	○	○	웰포인트, 딥 웰공법 포함
		웰포인트공법			○	
		딥 웰공법			○	

주) ○ : 비교적 자주 사용되는 공법
△ : 보통 사용되는 공법

ex 한국도로공사

터널 내 구조물 이음 최적화 방안

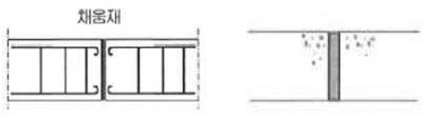
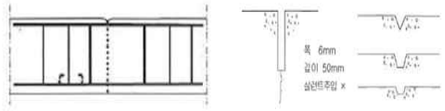
설계처-1695
(2015.06.16)

1 검토목적

터널 내부 온도변화, 시공여건 등을 감안한 콘크리트 구조물의 이음 기준을 수립하여 시공성·품질향상 및 유지관리 효율성을 유도하고자 함

✓ 터널내 이음

o 구조물의 팽창 및 수축을 효과적으로 수렴시키고 환경변화, 시공 등에 의해 발생하는 균열 등을 가능한 완화시키거나 구조적으로 이상이 없는 부위로 규칙적으로 유도시키고자 하는 기능

구 분	신축이음(Expansion Joint)	수축이음(Contraction Joint)
단면도		
특 징	·구조체의 온도 및 건습변화 수용 ·철근을 완전 절단하여 부재가 구속되지 않는 구조 ·변화량 고려 방수공법 적용	·콘크리트 수축에 의한 불규칙한 균열 방지(균열 한곳으로 모음) ·철근을 절단하지 않고, 타설전 몰딩 홈을 두거나 경화 후 컷팅

2 관련기준

□ 국내 설계기준

구 분	신축이음	비고
터널설계기준 (2007)	외기온도의 영향을 많이 받는 구간	-
터널표준시방서 (2009)	내부와 외부의 온도차이 또는 단면변화에 의한 영향으로 균열발생이 예상되는 구간	-
고속도로공사 전문시방서 (2012)	터널 입출구부(50m) : 25m 이하 터널내부 : 20 ~ 60m 단면변화부, 지층의 급격한 변화구간, 철근과 무근라이닝의 접합부 등	-

구 분	신축이음	비고
도로설계편람 (터널, 2011)	터널 입출구부(50m) : 25m 이하 터널내부 : 25 ~ 60m 단면변화부, 지층의 급격한 변화구간, 철근과 무근라이닝의 접합부 등	-
터널 콘크리트 라이닝 표준화 개선 (기술심사-1693, 2012.08.22)	R≧1,500일 경우 36m 간격 (R<1,500이거나, 공기 및 경제성 불리할 경우 36m 미만 적용)	-
콘크리트 구조기준 (2012)	콘크리트의 수화열, 온도변화, 건조수축 등 부피변화에 대한 별도의 구조해석이 없는 경우 (구조해석을 수행한 경우 신축이음을 두지 않을 수 있음)	옹벽
구조물 기초 설계기준 (2014)	전단면에 걸쳐 일정간격으로 신축이음을 두어야 함 (구조해석을 수행한 경우 신축이음을 두지 않을 수 있음)	옹벽
철도설계기준 (2013)	외기온도에 영향을 받는 구간	터널
철도건설공사 전문시방서 (2013)	명시된 도면에 따라 설치하여야 하며 단면변화부, 지층의 급격한 변화구간, 철근과 무근콘크리트의 라이닝 접합부 등에는 추가 설치가능	터널
고속도로공사 전문시방서 (2012)	일반 토공부 콘크리트 포장에서는 가로팽창줄눈을 설치하지 않음(시공줄눈 또는 구조물 접속부에 설치)	포장

※ 공동구의 경우 별도의 기준이 없어, 라이닝 이음간격 준용

□ 국외 설계기준

구 분	신축이음	비고
ACI (2001)	터널 내 온도변화가 적어 출입구를 제외하고 일반적으로 필요하지 않음	-
FHWA (2009)	(개착터널) 출입구 및 다른 구조물 접합부를 제외하고 의무사항 아님 (터널내부) 36m	-

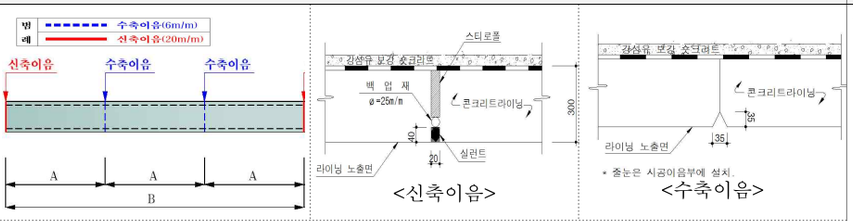
○ 온도변화가 큰 구간(출입구 등)을 제외하고, 공통적인 기준 부재

○ 구조해석(이론적 거동 분석) 및 시험시공 수행시 신축이음 조정 가능

3 현실태 및 문제점

□ 현 실 태

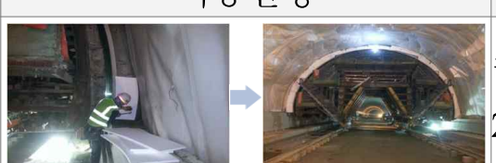
o 신축 및 수축이음 현황

신축 및 수축이음 평면도	시공순서
 <신축이음> <수축이음> *수축이음(A) : 9~12m(1span) 간격 *신축이음(B) : 27~36m (3span)간격	타설→절단(→줄눈재)→양생 ( ):신축이음부에만 시공

※ 터널 내 포장 줄눈 : 8m 간격

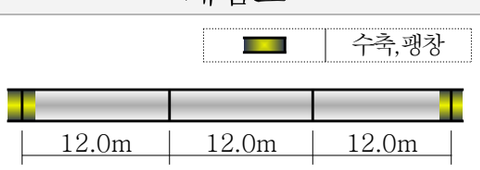
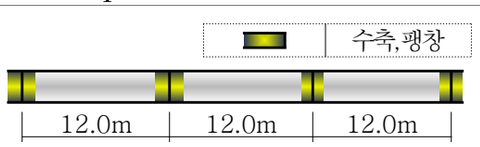
□ 문 제 점

o 인력에 의한 신축이음 시공으로 시공성 불량 및 품질 관리 애로

구 분	시공전경	시공절차
라이닝		라이닝 단면이 불규칙하여, 줄눈재를 20~30개 조각으로 나누어 부착
공동구		콘크리트가 굳기 전 인력으로 파내고, 줄눈재 삽입 후 콘크리트 되메움

o 신축량 계산시 건조수축 및 크리프에 의한 영향이 반영되지 않음

- 현장조사 결과 수축이음부에서도 신축량 발생

구 분	개념도	상세사진
설계	 ※ 3span 간격으로 신축발생	 <신축이음부>
현장 조사	 ※ 1span 마다 신축 발생	 <수축이음부>

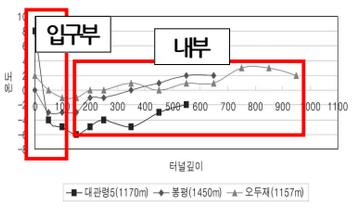
4 개선방안 검토

1. 이론적 거동 분석

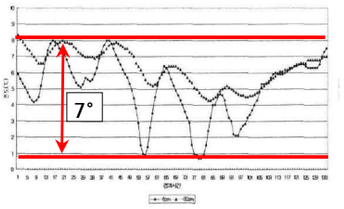
□ 온도변화 및 건조수축에 따른 수축팽창량 검토

o **온도변화**에 의한 영향

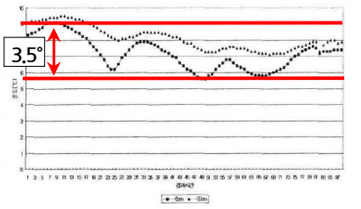
- **(터널특성)** 전반적으로 온도변화의 폭은 크지 않으며, 특히 내부는 온도변화가 거의 없음



연장별 온도변화



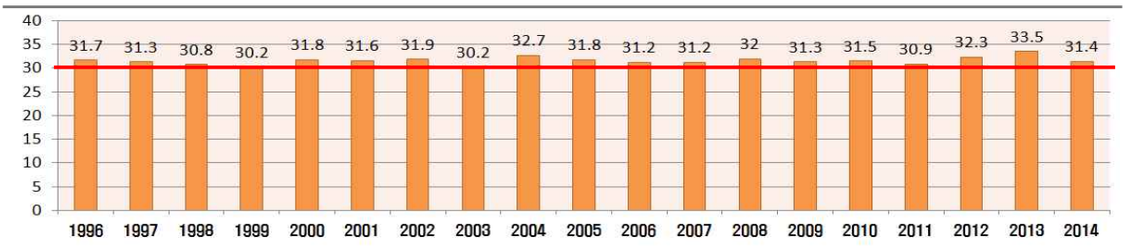
입구부(12월~2월까지 변화)



내 부(12월~2월까지 변화)

※ 공용중인 고속도로 터널 내 연장별 온도 조사 분석(홍승호, 한국터널지하공간학회,2005) 등

- **(최고온도)** 최근 20년간 전국 일평균 최고기온 **30°C 설정** **[붙임#1]**



※ 터널내부는 외부에 비해 온도가 낮음을 감안할때, 보수적 검토 가능

- **(최저온도)** 일반적으로 타설 가능한 최저온도 **5°C 설정**

하루평균 기온이 4°C 이하가 예상될 경우 한중콘크리트 시공계획서를 작성하여 감독원의 승인을 받은 후 사용하여야 한다 (고속도로공사 전문시방서, 2012)

- **(온도변화에 의한 팽창량) 1Span** 기준 **최대 3mm** 발생

구 분	길이(L)	최고온도(℃)	최저온도(℃)	ΔT (℃)	팽창량(ε_T)
내 용	12m	30	5	25	3mm

※ 온도변화에 따른 신축량 : $\delta = \alpha \cdot \Delta T \cdot L$

- 콘크리트의 선팽창 계수 : $\alpha = 1.0 \times 10^{-5}/℃$ [도로교설계기준(국토부, 2010)]

o 콘크리트 **건조수축 및 크리프**

- **건조수축량** (부재길이 12m 기준)

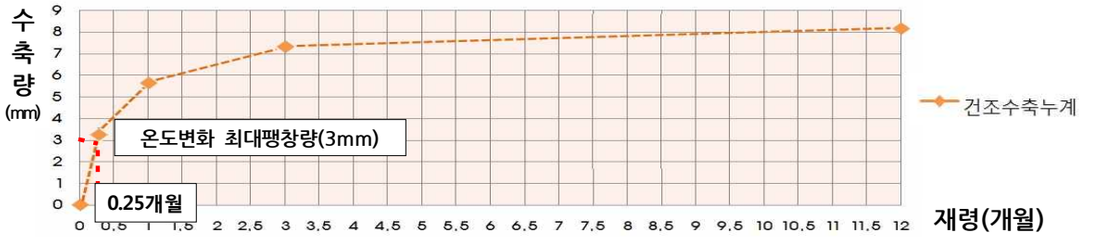
콘크리트 재령(일)	4~7	28	90	365
건조수축률	27×10^{-5}	20×10^{-5}	14×10^{-5}	7×10^{-5}
재령별 건조수축(mm)	3.24	2.40	1.68	0.84
건조수축 누계(mm)	3.24	5.64	7.32	8.16

※ 도로교설계기준, 도로설계편람 교량

- **크리프량**은 구조계의 변화가 없는 경우 **생략 가능**(도로교설계기준 2-9)

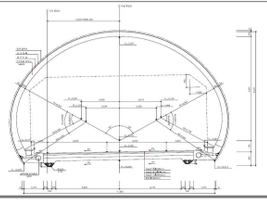
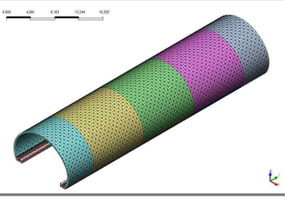
o **(검토결론)** 온도변화 및 건조수축 감안시 **신축이음(20mm) 불필요**

- 타설 후 1주일(0.25개월) 경과시부터 온도변화 최대팽창량(3mm) 이상의 건조수축 발생



□ 수치해석 검토 [붙임#2]

o 해석단면 및 모델링

구 분	해석단면	모델링	해석개요
내용			- 3차원 유한요소 해석 수행(Midas GTS) - 양생기간을 감안, 원지반의 구속조건별 검토 수행

o 검토 결과 **신축이음(20mm) 삭제 가능**

구 분	건조수축단계				온도하중단계			
	시공이음 간격(mm)	압축응력			시공이음 간격(mm)	압축응력		
		기준	결과	판정		기준	결과	판정
Case1 (원지반 비구속)	4.11	9.6	0.84	O.K	-	9.6	8.44	O.K
Case2 (원지반 구속)	0.39	9.6	1.03	O.K	-	9.6	8.69	O.K
Case3 (건조수축 후 원지반 구속)	4.11	9.6	0.84	O.K	3.51	9.6	9.59	O.K

2. 시험시공 결과 분석

□ 시험시공 현황

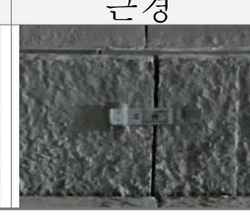
o 대상터널 (터널 내부 신축이음 미설치)

- 울산포항 다운4터널 등 3개 터널 **[붙임#3]**

o 계측사항 및 방법

구 분	분 석 방 법	비고
온도측정	- 터널 내 대기중 최저 및 최고 온도 - 콘크리트 라이닝 및 공동구 타설시 온도	
수축량 조사	- 라이닝 및 공동구 이음부(9m 간격) 수축량 조사 √ 조사주기 : 7일, 15일, 1개월, 3개월, 6개월, 12개월(예정) ☞ 온도증가에 따른 팽창량 수용 및 하자발생 여부	

o 계측기 설치

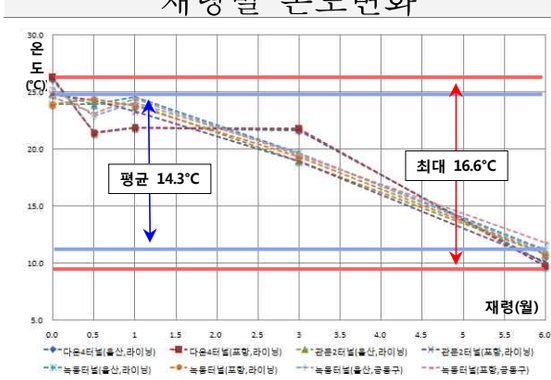
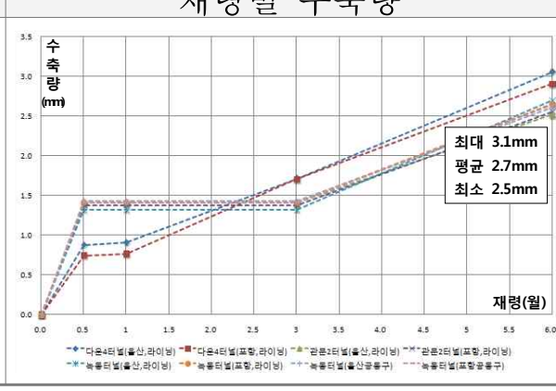
구 분	라이닝		공동구	
	원경	근경	원경	근경
내용				

※ 설치시기 : 라이닝 - 거푸집 해체 직후, 공동구 - 수축이음부 컷팅 직후

□ 결과 분석

o 타설시 평균 온도는 25℃이며, 조사기간(6월~12월) 중 최대 16.6℃ 변화

o 수축량이 증가추세에 있으며, 평균 2.7mm 발생하여 양호한 상태 유지

재령별 온도변화	재령별 수축량
	

5 검 토 결 론

□ 수축이음(9~12m 간격)으로 콘크리트 온도 팽창량 수용 가능

o 터널 내부 라이닝 및 공동구 신축이음 최소화

- 터널 내부 신축이음 설치 개요도 **[붙임#4]**

위 치	내 용
터널 내부	필요시(최대 250m 간격)
입출구부(50m) * 개착터널 제외 연장	25m 이하 간격
단면 변화부	피난연결통로 등
철근·무근 접합부	암질불량구간 등
급격한 지층변화구간	저토피, 단층대 등

6 적용방안 및 기대효과

□ 적용방안

o 설계중 및 향후 설계 노선 : 본 기준 적용

o 건설중 노선 : 주관부서 판단 후 적용

o 고속도로공사 전문시방서 개정

당 초	변 경
7-6 콘크리트 라이닝 3.4 신축이음 3.4.1 콘크리트 라이닝의 신축이음은 터널 입·출구부 50m 이내에서는 25m 이하 간격으로, 터널 내부에서는 **20~60m 간격으로** 설치하여야 하며, 단면 변화부와 지층의 급격한 변화구간, 철근과 무근 콘크리트 라이닝의 접합부 등에는 추가로 신축이음을 설치**할 수 있다**.	7-6 콘크리트 라이닝 3.4 신축이음 3.4.1 콘크리트 라이닝의 신축이음은 터널 입·출구부 50m 이내에서는 25m 이하 간격으로, 터널 내부에서는 **최대 250m 간격으로** 설치하여야 하며, 단면 변화부와 지층의 급격한 변화구간, 철근과 무근 콘크리트 라이닝의 접합부 등에는 추가로 신축이음을 설치**하여야 한다.**

□ 기대효과

o 인력시공 최소화로 시공성 및 품질 향상

o 시공속도 향상, 고소작업 단축 등 시공사 저가공종 개선

o 설계노선 적용시 11백만원/km 절감

[붙임 #2]

라이닝 수치해석 검토

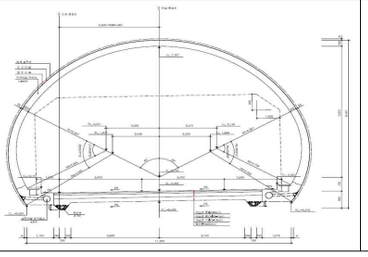
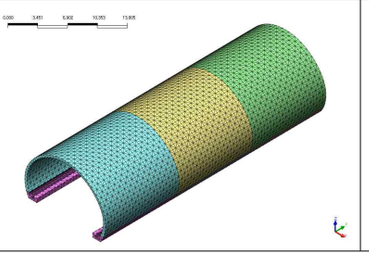
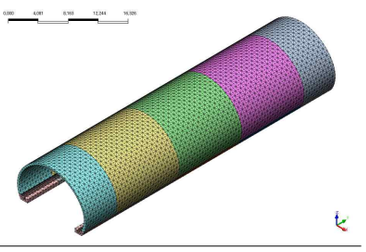
□ 해석개요

o 3차원 유한요소해석(MidasGTS)을 통한 라이닝 건조수축 및 온도변화에 따른 변형 및 응력검토

o 현장 시공조건을 고려하여 건조수축 및 온도변화에 대한 라이닝 거동 반영

- 현재 설계조건(신축이음 설치) 및 변경조건 (신축이음 미설치)을 각각 고려함
- 배면지반과의 인터라킹 정도를 달리하여 경계조건을 부여함
- 각 라이닝섹션 (12m) 사이의 접촉부는 인터페이스요소를 사용함
- 콘크리트의 건조수축변형률은 0.0002-0.0007의 범위를 감안, 안전측을 고려하여 최소 건조수축변형률 0.0002 적용

o 해석단면 및 모델링

해석단면	현재 설계조건 모델링 (12m씩 3개구간, 좌.우측 단면경계부 신축이음 가정 종방향 Free)	향후 변경조건 모델링 (6m+12m씩 3개구간+6m: 좌.우측 단면경계부 종방향 Fix)
		

o 해석조건

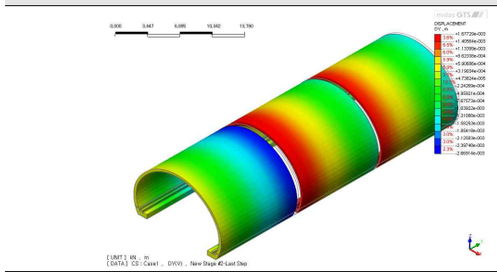
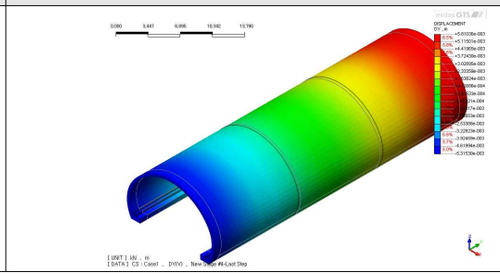
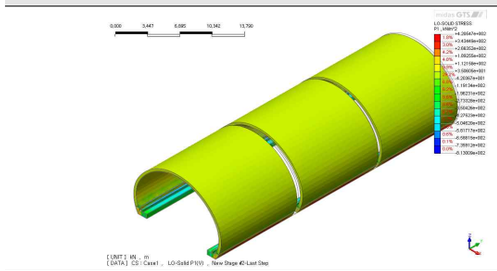
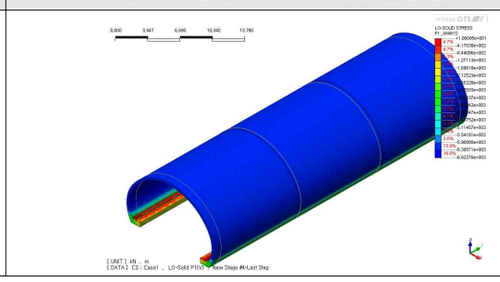
구 분		배면부 라이닝 경계조건	온도증가량 (℃)
현재 설계조건 (신축이음설치)	Case1	종방향 Free	25
	Case2	Fix	25
	Case3	건조수축 후 Fix	25
향후 변경조건 (신축이음 미설치)	Case4	종방향 Free	25
	Case5	Fix	25
	Case6	건조수축 후 Fix	25

o 적용물성치

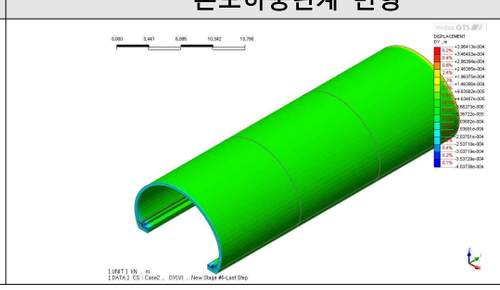
콘크리트 라이닝	탄성계수 (MPa)	프아송비	자중 (kN/m3)		열팽창계수 (m/m・℃)
	25,000	0.2	23.5		1×10-5
라이닝 사이 인터페이스	수직강성 (kN/㎥)	전단강성 (kN/㎥)	인장력 (kN/㎡)	점착력 (kN/㎡)	마찰각(°)
	25,000,000	2,500,000	0	0	35

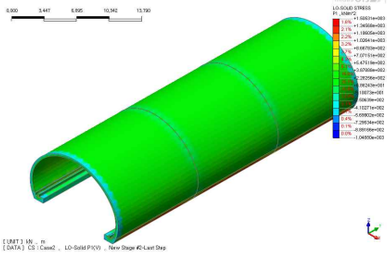
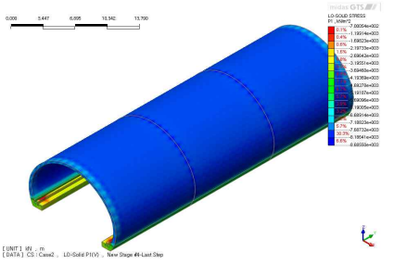
□ 해석결과

o Case 1(현재, 종방향 Free)

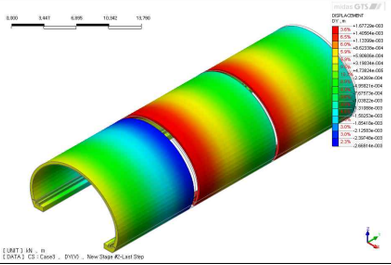
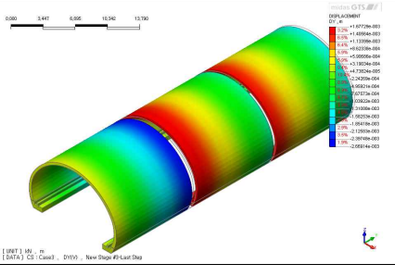
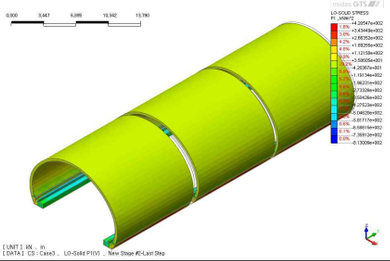
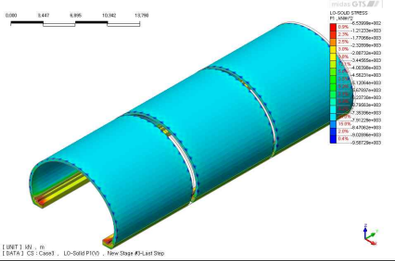
건조수축단계 변형 (200배 확대)	온도하중단계 변형
	
건조수축단계 압축 및 인장응력	**온도하중단계 압축 및 인장응력**
	

o Case 2(현재, 종방향 Fix)

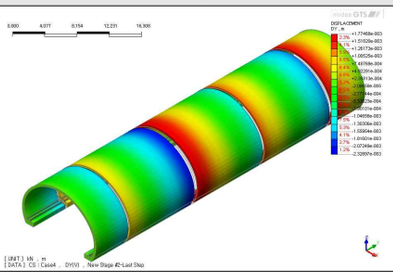
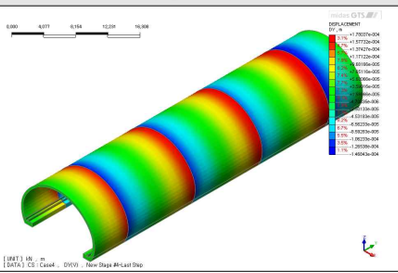
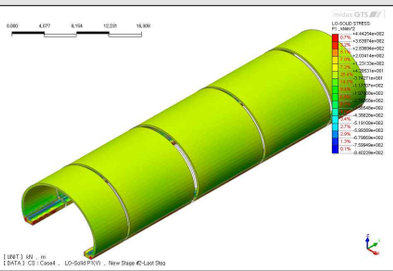
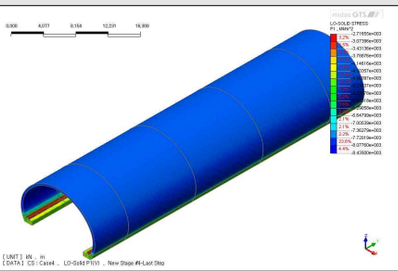
건조수축단계 변형 (200배 확대)	온도하중단계 변형
	

건조수축단계 압축 및 인장응력	온도하중단계 압축 및 인장응력
	

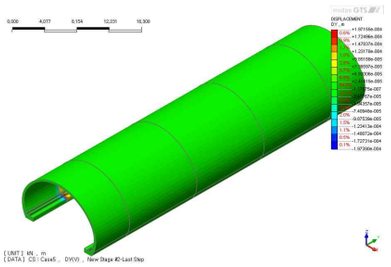
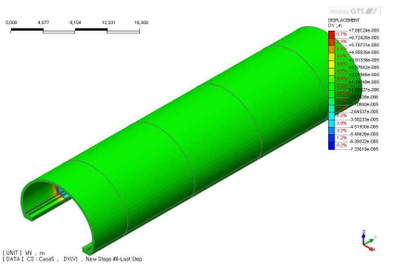
o Case 3(현재, 건조수축 후 Fix)

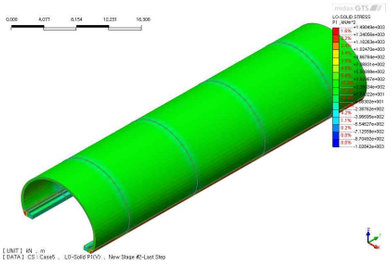
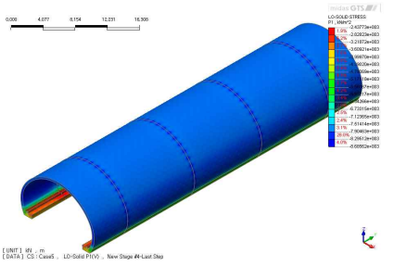
건조수축단계 변형 (200배 확대)	온도하중단계 변형
	
건조수축단계 압축 및 인장응력	**온도하중단계 압축 및 인장응력**
	

o Case 4(개선, 종방향 Free)

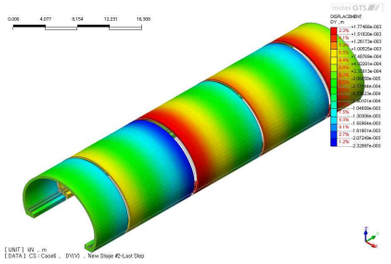
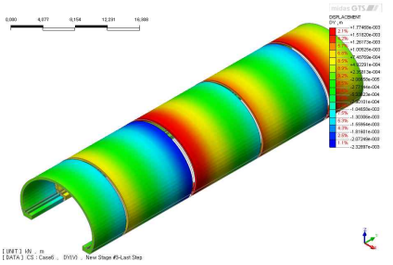
건조수축단계 변형 (200배 확대)	온도하중단계 변형
	
건조수축단계 압축 및 인장응력	**온도하중단계 압축 및 인장응력**
	

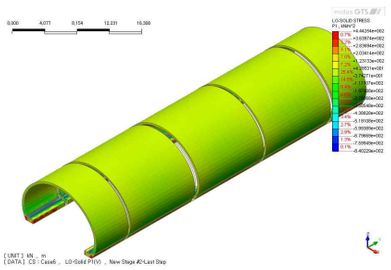
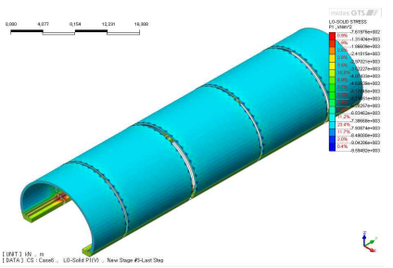
o Case 5(개선, 종방향 Fix)

건조수축단계 변형 (200배 확대)	온도하중단계 변형
	

건조수축단계 압축 및 인장응력	온도하중단계 압축 및 인장응력
	

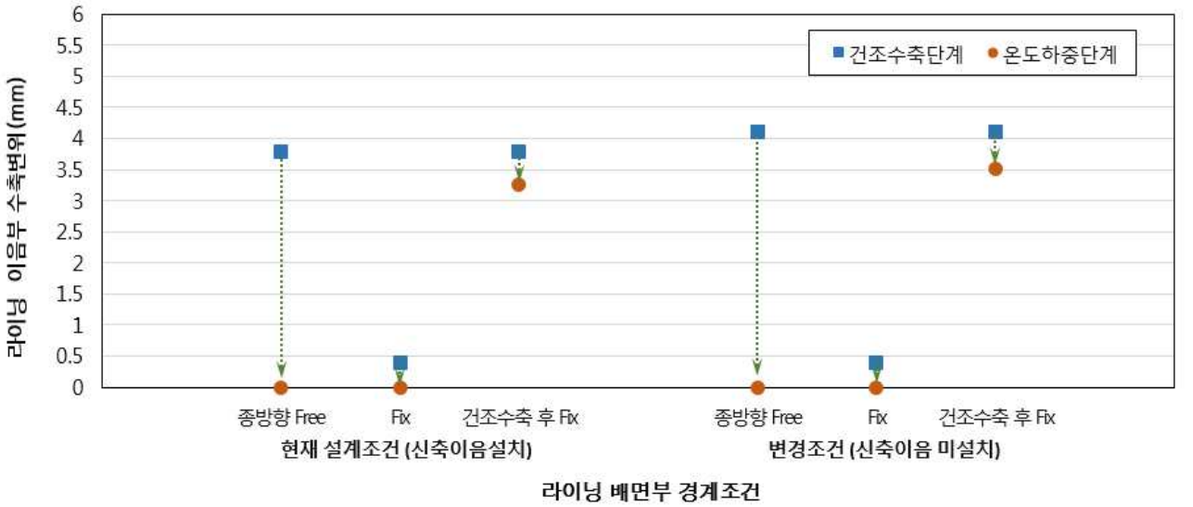
o Case 6(개선, 건조수축 후 Fix)

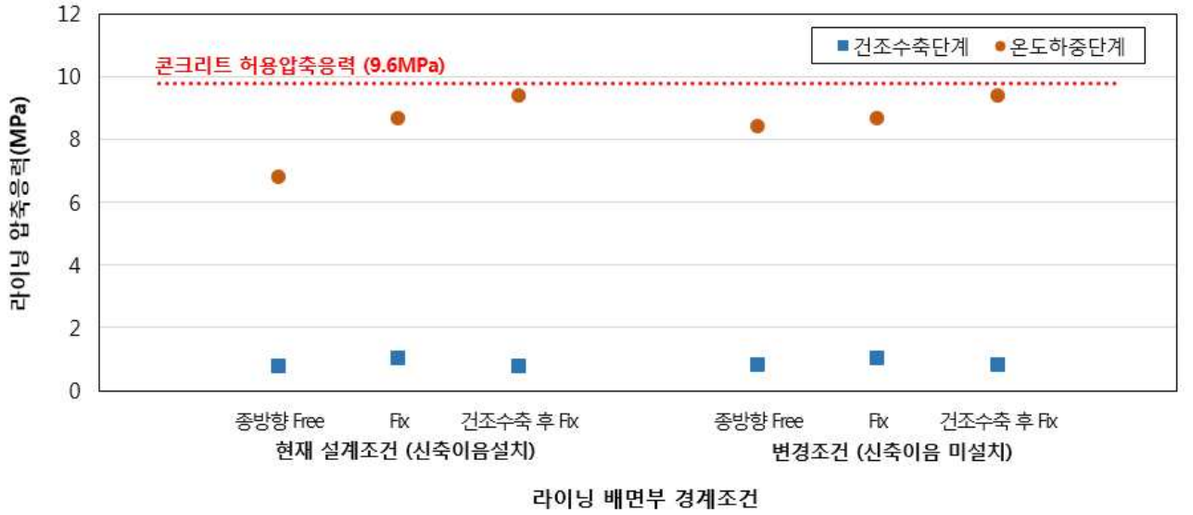
건조수축단계 변형 (200배 확대)	온도하중단계 변형
	

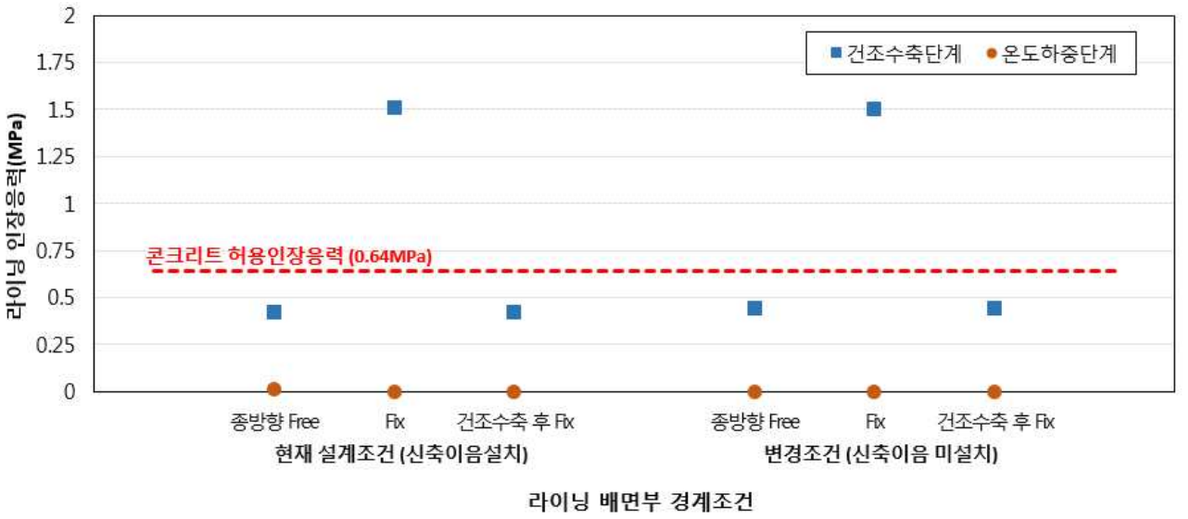
건조수축단계 압축 및 인장응력	온도하중단계 압축 및 인장응력
	

o 결과 요약

구분	라이닝 경계조건	건조수축단계			온도하중단계		
		시공이음 간격 (mm)	압축응력 (MPa)	인장응력 (MPa)	시공이음 간격 (mm)	압축응력 (MPa)	인장응력 (MPa)
Case1	종방향 Free	3.78	0.81	0.42	-	6.82	0.01
Case2	Fix	0.39	1.05	1.51	-	8.69	-
Case3	건조수축 후 Fix	3.78	0.81	0.42	3.26	9.59	-
Case4	종방향 Free	4.11	0.84	0.44	-	8.44	-
Case5	Fix	0.39	1.03	1.50	-	8.69	-
Case6	건조수축 후 Fix	4.11	0.84	0.44	3.51	9.59	-







- 배면지반과의 경계조건이 자유와 고정인 경우에 있어서는 온도증가량이 25℃로 상승하는 경우 이음부가 닫히고 압축응력이 증가할 수 있지만 모두 허용응력이하의 응력이 발생

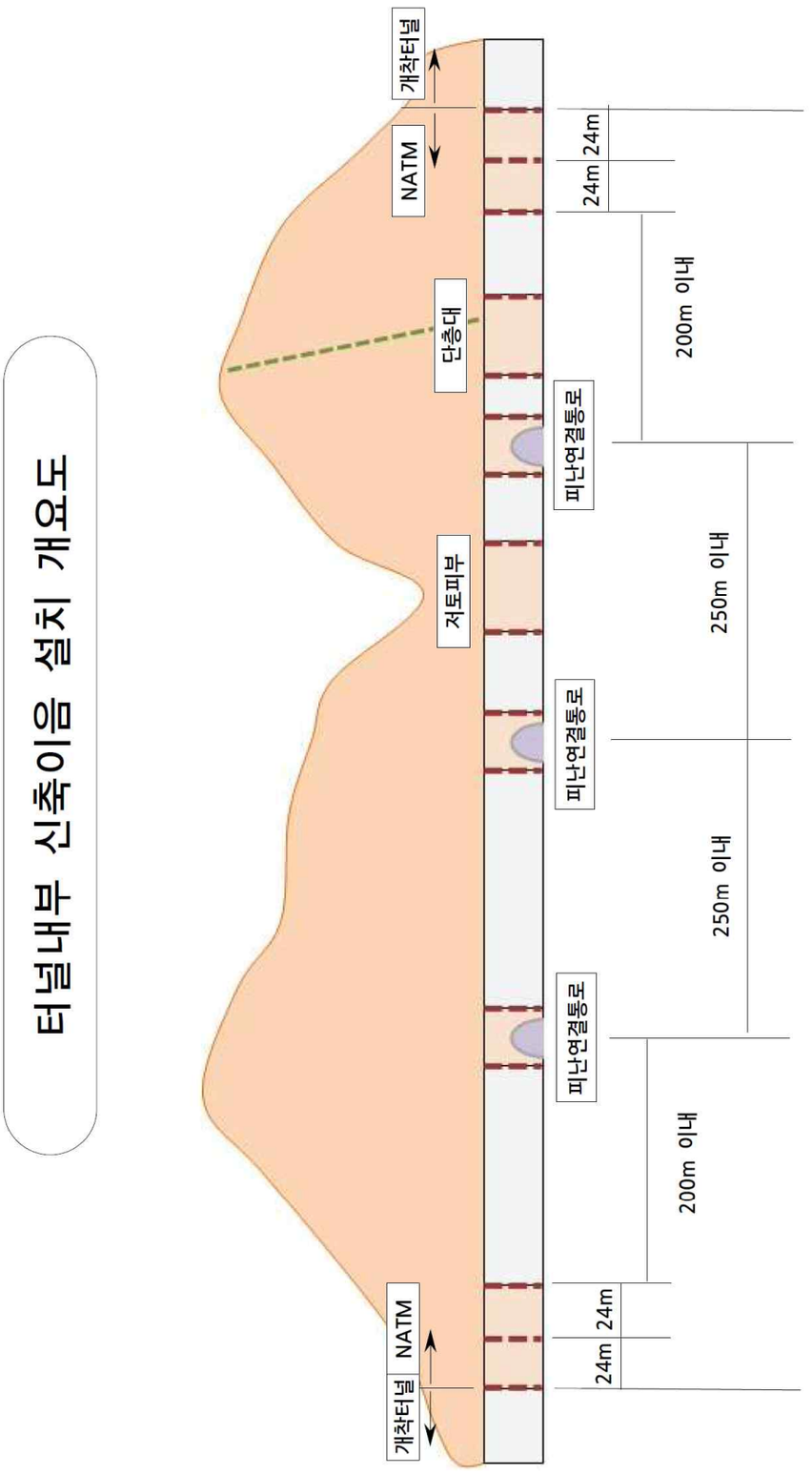
- 배면지반과의 경계조건을 고정으로 한 경우에는 건조수축단계에서 인장응력이 허용인장응력보다 크게 나타났으나, 현재 설계조건과 변경조건과의 차이는 미비

- 배면지반과의 경계조건을 건조수축단계에서 자유로하고 온도증가단계에서 고정으로 할 경우에는 온도증가량이 25℃로 상승하면 이음부의 간격이 온도증가에 의해서 감소하지만 닫히는 현상이 나타나지 않고 발생응력 또한 허용응력이하로 발생

- 다양한 경계조건을 고려한 현재 설계조건 (신축이음부 설치)과 변경조건 (신축이음부 미설치)의 해석결과를 비교해 보면, 신축이음부를 설치하지 않은 변경조건에서 발생응력이 약간 증가하지만 그 증가량은 크지 않는 것으로 나타남

- 결론적으로, 해석결과를 종합해 보면 콘크리트 라이닝 구간에서의 온도증가에 따른 별도의 신축이음은 터널 내 콘크리트 라이닝에 시공이음부 또는 수축이음부가 약 12m 간격으로 설치되고 건조수축으로 인해 이음부에서 이격발생이 가능한 조건에서는 일반적인 경우 (최소 건조수축변형률 0.0002 이상 및 콘크리트타설시 최저온도 5℃ 기준 최대 온도증가량 25℃ 이하)에는 설치하지 않아도 될 것으로 판단됨

[붙임 #4]


터널내부 신축이음 설치 개요도
개착터널
NATM
단층대
저토피부
피난연결통로
피난연결통로
피난연결통로
개착터널
NATM
24m 24m
200m 이내
250m 이내
250m 이내
200m 이내
24m 24m

터널 공사용 갱문 설계기준 개선

설계처-1931
(2015.07.18)

1 검 토 목 적

터널 공사용 갱문은 굴착 완료 후 철거하는 임시시설로, 시공이 복잡하고 철거시 숏크리트 등 보강재 파손, 혼합폐기물 발생 등 문제점이 발생함에 따라 이에 대한 개선방안을 검토하고자 함

✓ **공사용 갱문**

터널 굴착 중 갱구부 사면에서 발생하는 낙석이나 유실된 토사, 기상변화 및 시간 경과에 따른 터널 단부의 이물질(눈, 비, 모래 등)로부터 터널 내 시설물을 보호하기 위한 임시시설물

2 현실태 및 문제점

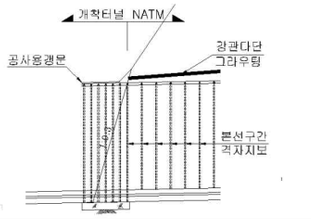
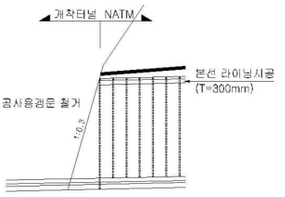
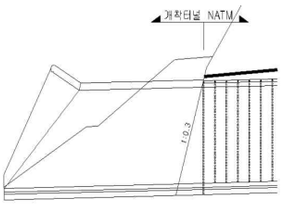
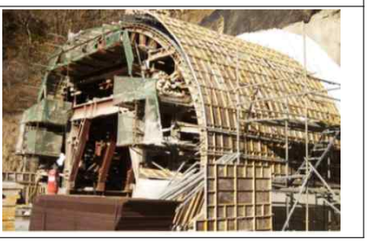
□ 현실태

o 터널 굴착 전 공사용 갱문 설치

① 버림콘크리트 타설	② 격자지보(강지보) 설치	③ Wire-mesh 설치

④ 합판설치	⑤ 내측 숏크리트 타설	⑥ 외측 숏크리트 타설 (완료)

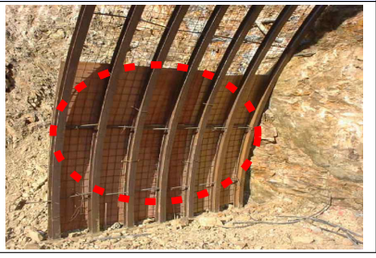
o 굴착 완료 후 철거 및 폐기물처리 (개착터널 시공 전)

① 공사용 갱문 설치	② 굴착완료 후 철거	③ 개착터널 시공
		
		

□ 문제점

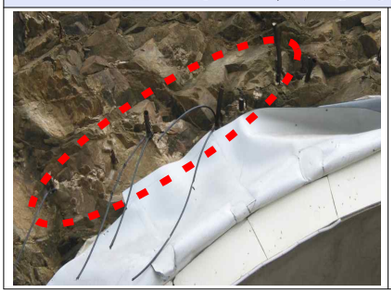
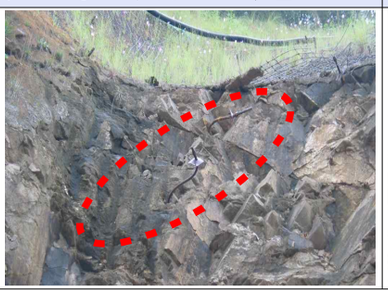
o 숏크리트 타설 후 합판 철거가 어려워 시공성 저하

- 합판 제거시 내측 숏크리트 탈락 및 균열 발생 등 파손 우려
- 합판 미제거시 외측과 내측 숏크리트 분리현상 및 누수 발생

시공순서	합판설치 전경	숏크리트 분리·누수
… → Wire mesh 설치 → **합판설치** → 내측숏크리트 타설 → **합판제거** → 외측숏크리트 타설		

o 굴착 완료 후 갱구부 숏크리트 깨기, 격자지보 철거 등 시행

- 해체시 갱구부 기시공 지보재 파손에 따라 안정성 저하 우려
- 격자지보(강지보) 및 숏크리트 혼합폐기물 발생

선진보강그라우팅 및 보강 록볼트 파손		폐기물 발생
		

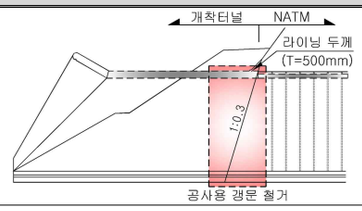
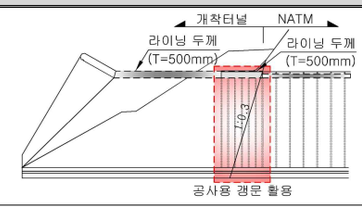
3 개선방안 검토

□ 공사용 갱문 자재 변경을 통한 시공성 향상

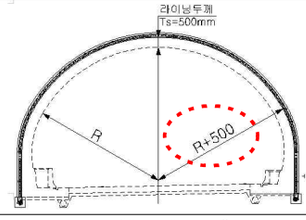
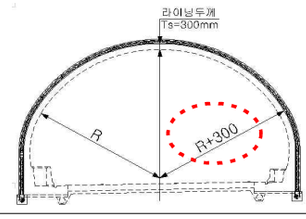
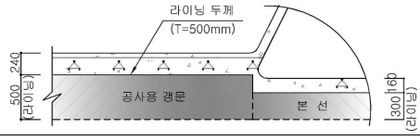
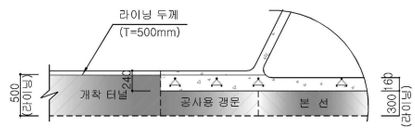
o 자재 변경(합판 → 철망)을 통한 시공단계 축소

구 분	당 초	변 경
개요도		
재 료	합판 설치(제거 필요)	1.2mm×1.2mm이하 철망 설치(미제거)

□ 공사용 갱문을 개착터널 라이닝의 외부 거푸집으로 활용

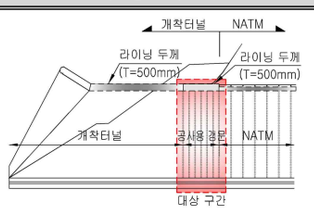
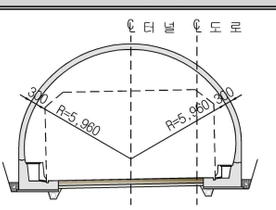
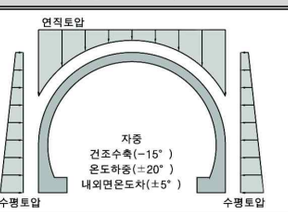
구 분	당 초	변 경
개요도		
특 징	폐기물처리 필요, 시공성·품질 저하	폐기물처리 불필요, 시공성 및 품질 향상

o 적정 규격 검토

구 분		규격 확폭(1안)	기존 규격 유지(2안)	비고
개요도	횡단면도			
	종단면도			
특 징		본선라이닝(30cm)과 개착터널 라이닝(50cm) 두께 차만큼 규격 확폭	개착터널 라이닝 두께 축소 (50→30cm) 및 철근 보강	
장 점		개착터널과 동일한 보강으로 2안에 비해 경제적	현재 굴착중인 터널 적용 가능	
단 점		현재 굴착중인 터널 적용 불가	두께 축소에 따른 철근 추가 보강으로 1안에 비해 공사비 상승	
선 정		설계중인 터널 적용	시공중인 터널 적용	

o 구조해석 결과

- 검토 단면

구 분	대상위치	단면형상	하중재하도
개념도			

- 검토 결과

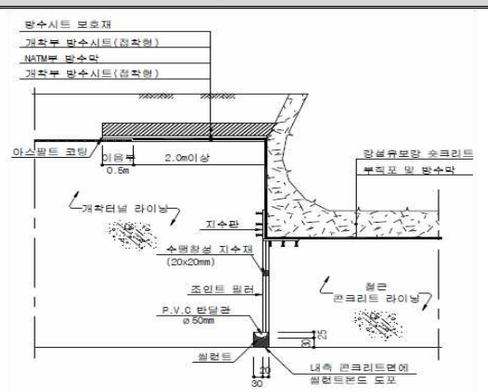
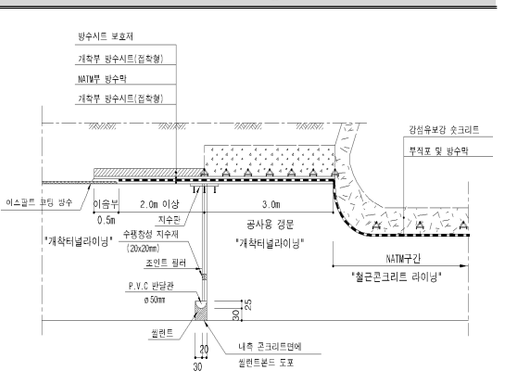
구 분	공사용갱문	라이닝(L≒3m)	
		두 께	보강방안
계획중인 터널	확 폭 (R+300→R+500)	500mm	개착터널과 동일한 보강적용
시공중인 터널	기존규격 유지 (현장여건에 따라 확폭가능)	300mm	지반특성에 따라 철근량 재산정(개착터널로 설계)

<시공중인 터널 철근량 산정 예> [붙임#1]

구 분	공사용 갱문	라이닝 두께	주 철 근(500Mpa)		
			아치부	측벽부	바닥부
당 초	철거	500mm	H16@125	H16@125	H13@125
변 경	존치	300mm	H22@100	H29@100	H19@100

□ 접합부 방수 검토

o 신축이음 위치 변경에 따라 접합부 처리 방법 변경

구 분	당 초	변 경
개요도		
특 징	라이닝과 개착터널 연결부 방수시트·방수막 및 보호재 설치(2m구간), 아스팔트코팅과 0.5m 겹쳐 밀실시공	신축이음 위치 변경에 따라 수팽창성지수재, 조인트 필러 등 이동, 방수시트 등 기존 적용연장(2.0m) 유지

※ 시공중인 터널 접합부 방수처리 방법 **[붙임#2]** 참조

4 검 토 결 론

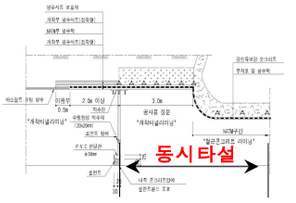
□ 공사용 갱문의 재료 변경

o 재료 : 합판 → 1.2mm×1.2mm 이하 철망

구 분	당 초	개 선
시공순서	… → Wire mesh 설치 → **합판설치**→ 내측숏크리트 타설 → **합판제거** → 외측숏크리트 타설	… → Wire mesh 설치 → **철망설치**→ 내측숏크리트 타설 → 외측숏크리트 타설

□ 공사용 갱문을 개착터널 라이닝의 외부 거푸집 활용

o 공사용 갱문 확폭

구 분	공사용갱문	라이닝(L≒3m)		
		두 께	보강방안	개념도
설계중인 터널	확 폭 (R+300 → R+500)	500mm	개착터널과 동일한 보강적용	

※ 시공중인 터널은 공사용갱문 규격에 맞춰 라이닝 두께 축소 및 추가 보강

5 적용방안 및 기대효과

□ 적용방안

o 설계중인 노선 : 본 기준 적용

o 시공중인 노선 : 공사 주관(시행)부서에서 판단 후 적용

□ 기대효과

o 현장여건을 반영한 기준개선으로 시공성 및 품질·안전성 향상

o 건설폐기물 발생 최소화로 환경 개선 및 경제성 향상

* 설계중인 노선 적용시(미착공 포함) : 약 33억원 절감 (터널 71개소)

⇨ 개소당 절감액 : 46백만원(11.5백만원x4개) 절감/터널1개소 **[붙임#3]**

[붙임 #1]

시공중인 터널 라이닝 철근량 검토

□ 구조검토 방법

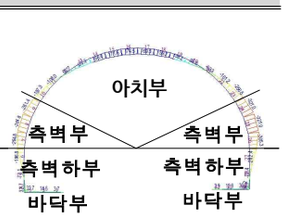
o 구조적 안정성 확보를 위해 공사용갱문의 구조적 역할 미고려

o 시공중인 터널은 라이닝 두께 300mm을 기준으로 개착터널로 구조검토 시행

□ 구조검토 결과

o 부재력 산정(토피고 2.0m)

(단위:MPa)

구 분		아치부	측벽부	측벽하부	바닥부	비 고
P_{max}	M_u	-69.4	-85.6	-198.1	-430.0	
	P_u	-761.8	-863.2	-888.5	-342.3	
	V_u	102.5	80.0	-211.7	429.7	
M_{max}	M_u	-256.5	-321.0	-430.0	-430.0	
	P_u	-729.5	-855.0	-519.7	-342.3	
	V_u	151.2	-48.1	-342.3	429.7	

o 단면 검토 결과

구 분	보강재 사양(fy=500MPa)	검토결과	
	철근 적용	철근량검토	균열검토
아치부	H22@100	O.K	O.K
측벽부	H29@100	O.K	O.K
측벽하부	H25@100	O.K	O.K
바닥부	H19@100	O.K	O.K

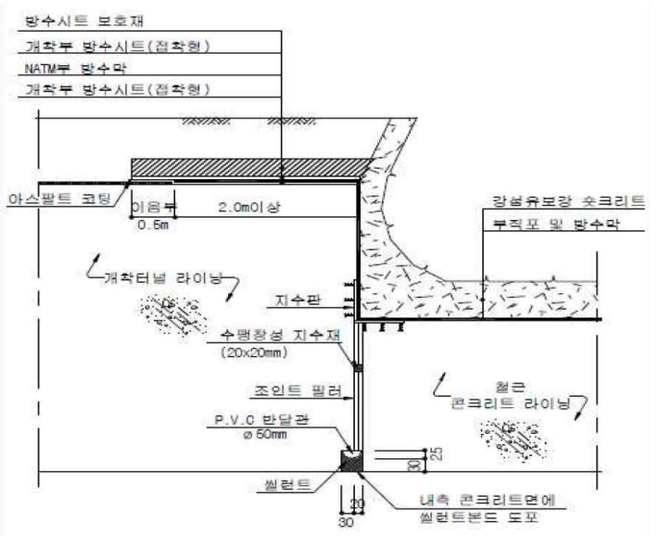
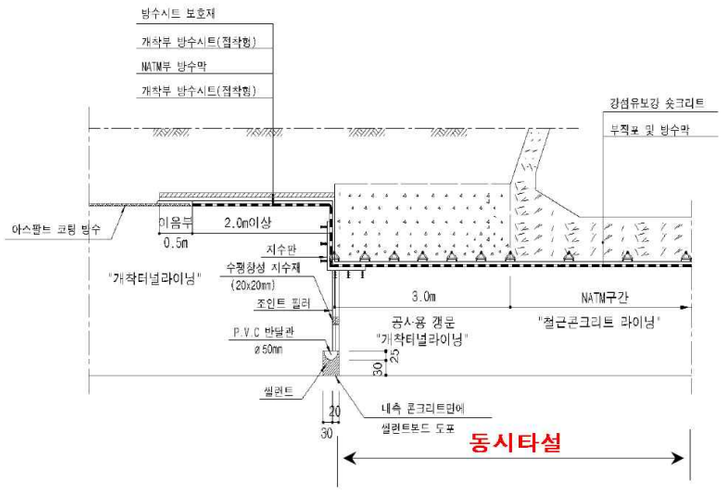
□ 설계중인 터널과 철근량 비교

구 분	하부라이닝 두께	주 철 근(500Mpa)		
		아치부	측벽부	바닥부
설계중인 터널	500mm	H16@125	H16@125	H13@125
시공중인 터널	300mm	H22@100	H29@100	H19@100

시공중인 터널 접합부 처리 방법

□ 접합부 방수 검토

o 신축이음 위치 변경에 따라 방수공법 변경

구 분	당 초	변 경
개요도		
특 징	NATM·개착터널 연결부 방수시트·방수막 및 보호재 설치(2m구간), 아스팔트코팅과 0.5m 겹쳐 밀실시공	신축이음 위치 변경에 따라 수팽창성지수재, 조인트 필러 등 이동, 방수시트 등 기존 적용연장(2.0m) 유지

터널 환기시설 운영기준 개선

시설처-3383
(2015.11.24)

1 배 경

□ 최근 지하철, 터널 등 지하공간 공기질에 대한 국민적 관심도 증가

□ 터널내 오염물질 저감 강화를 위해 공기질 고려한 환기시설 운영기준으로의 개선 필요

2014. 10 국감시 지적 : 이미경 의원, 새정치민주연합, 서울은평구

2 관리현황

□ 현행기준

구 분	농 도			비 고
	CO (ppm)	NOx (ppm)	가시도 (m^{-1})	
도로의 구조·시설 기준에 관한 규칙 (국토교통부)	100 이하	25 이하	-	
도로설계편람 (국토교통부)	70 이하	20 이하	0.005 ~0.009	= 고속도로 터널 설계기준

□ 환기시설 운전기준

o 환기시설은 터널내 오염농도값에 따라 자동으로 운영중

o 터널내 상황에 따라 조정하여 운전가능

구 분	운 전 값				터널내 유지보수 작업시 운전값 (허용기준)
	교통속도	최초단계	중간단계	최종단계	
일산화탄소 [ppm]	전속도	50	50초과 ~ 90미만	90	25 (지하공기질 조건)
질소산화물 [ppm]	전속도	10	10초과 ~ 24미만	23	10
가시도 [m^{-1}]	10~30 km/h	0.0065	0.0065초과 ~ 0.008미만	0.008	0.003 (PIARC 95)
	40~50 km/h	0.0055	0.0055초과 ~ 0.007미만	0.007	
	60~80 km/h	0.0045	0.0045초과 ~ 0.006미만	0.006	

3 문제점

□ 터널내 공기질 미측정 및 관리부재 지속 지적

□ 지자체 도심지 터널, 지하철 등 지하공간 공기질 저하에 따른 저감 대책 요구

□ 터널 장대화로 운전자 공기 오염에 대해 막연한 불안감 가중

4 검토내용

□ 터널 공기질 측정 및 원인분석

o 죽령터널에서 기준 초과한 미세먼지(PM-10)는 터널내 축적된 먼지가 주요원인

o 수리터널에서 기준치에 근접한 3항목(미세먼지, 이산화탄소, 이산화질소)은 차량 정체가 주요원인

※ 세부내용 【붙임1 참조】

□ 운전 최종단계 설정시 설계기준 고려 필요

구 분	허용기준 (2013년)		비 고
	기 존	변 경	
일산화탄소 [ppm]	100	70	
질소산화물 [ppm]	25	20	

□ 터널 원격운영 체계에 따른 계측기 활용 증대 필요

o 가시거리 측정기(VICO)의 화재연기 감지능력 활용

도로터널 방재시설 설치 및 관리지침 (국토부)

※ 자동화재탐지설비 설치지침

- 터널 위험도 및 터널폐쇄로 인한 경제적인 손실 등을 고려하여 2,000m 이상의 터널에서는 사전경보 및 관리자의 상황 판단을 위해서 가시도측정장치와 병용하거나 CCTV 및 영상유고감지설비를 화재감시시스템으로 병용하는 것을 권장한다.

5 개선방안

□ 환기시설 운영기준 강화 및 계측알람 적극 활용

o 평상시 운전값

구 분	허용기준		당 초 (운전값)				개 선 (운전값)				비고
	교통속도	농도	교통속도	최초단계	중간단계	최종단계	교통속도	최초단계	중간단계	최종단계	
일산화탄소 [ppm]	전속도	70	전속도	50	50초과~90미만	90	전속도	30	50초과~60미만	60	강화
질소산화물 [ppm]	전속도	20	전속도	10	10초과~24미만	23	전속도	10	10초과~18미만	18	〃
가시도 [m^{-1}]	5~10 km/h	0.009	10~30 km/h	0.0065	0.0065초과~0.008미만	0.008	전속도	0.0045	0.0045초과~0.008미만	0.008	〃
	20~40 km/h	0.007	40~50 km/h	0.0055	0.0055초과~0.007미만	0.007					
	50~80 km/h	0.005	60~80 km/h	0.0045	0.0045초과~0.006미만	0.006					

※ 터널별 교통량, 노후도, 선형 등에 의한 차이 및 오염도 제거를 위해 조정가능

o 특수 상황시 운전값

구 분	당 초		개 선		비 고
	차량 정체시	터널내 유지보수 작업시	차량 정체시	터널내 유지보수 작업시	
일산화탄소 [ppm]	-	25 (지하공기질 조건)	20	20 (WRA 2010)	
질소산화물 [ppm]	-	10	10	10	
가시도 [m^{-1}]	-	0.003 (PIARC 95)	0.003	0.003 (WRA 2010)	

※ PIARC (Permanent International Association of Road Congresses) : 상설 국제도로회의협회
WRA (World Road Association) : 세계도로협회

o 계측기 알람 설정 통일 및 화재(연기)감지 기기로 적극 활용

구 분	설 정 값	비 고
가시거리(VI) 불량	0.0045 m^{-1}	
일산화탄소(CO) 불량	30 ppm	
질소산화물(NOx) 불량	10 ppm	
화재경보 (VI화재)	0.007 m^{-1}	화재연기 감지 가능

※ 단, 계측기 고장, 정비 등 상황에 따라 일시적으로 변경운영 가능

□ 장대터널(L=1km이상) 노면청소 강화

구 분	기 존	개 선
청소 주기	지사별 자체적으로 시행	해당노선 노면청소시 병행

6 조치사항

□ 터널 환기시설 운전값 변경 설정 : **(터널운영자)**

□ 터널내 차량 정체시 환기시설 운전 실시 : **(터널운영자)**

□ 환기시설 운전을 위한 VDS 표출방법 개선 : **(ITS처)**

현 재	변 경
15분간 평균속도 표기	60분간**(15분×4)** 평균속도 표기
※ (0~40km/h : ■■■■, 40~60km/h : ■■■■, 60km/h이상 : ■■■■) 차량 평균속도가 40km/h이하로 일정시간(15분)이상 지속시 경보발생	

□ 환기 운전 프로그램 작성시 개선(안) 사용할수 있도록 프로그램 반영 : **(정보처, 각 지역본부, 건설사업단)**

현 재		변 경	
화재모드	수동운전	화재운전	수동운전
	자동운전		자동운전
환기모드	MANUAL	환기모드	MANUAL
	AUTO		AUTO
계측기모드	(평상시)	환기AUTO 운전설정	평상시
	계측기알람설정		정체시
			작업시
			계측기 알람설정

※ 기존터널중 현장 프로그램 변경이 필요한 경우 현장 MMI,PLC 우선변경 (지역본부별)후 터널 통합원격관리 프로그램 변경(정보처) 시행

□ 터널 노면청소 실시 : **(해당 지사별)**

o 교통량 및 바닥 오염상태에 따라 추가시행

o 터널내 피난연결통로 바닥청소 포함

붙 임 1. 터널 공기질 측정결과(요약) 1부

2. 터널 환기시설 운영 설정 및 운전 방법 1부

3. 장대터널 현황 1부

부대공 08

8-1 화물차량 하이패스 차로 안전시설 설치기준 검토(안)

8-2 시설물표지(터널 · 교량 등) 설치 개선방안

8-3 공사중 방음판 재질 및 성능 적용기준

8-4 도로이탈 및 승월사고 예방을 위한 가드레일 보완설치 검토

8-5 고속도로 안개대비 도로교통 안전 종합대책

8-6 고속도로 차로유도선 설치 개선

8-7 개선형 중앙분리대 확대적용 방안

8-8 교량구간 방호벽 및 방음벽 기초 개선

8-9 방음벽 전면 식수대구간 개선방안

8-10 방음판 설계 적용방안 검토

8-11 이용고객 주행안전을 위한 연성 방호울타리(가드레일) 품질관리 기준 개선

8-12 금속재 방음자재 품질기준 개선

8-13 연약지반 장기침하를 고려한 설계 개선 방안

8-14 고속도로 버스정류장 시설 개선

빈 면

(쪽맞춤용)

8-1 부대공 화물차량 하이패스 차로 안전시설 설치기준 검토(안)

교통처-872 (2015.03.12)

1 목 적

□ 2015. 8월 4.5톤 이상 화물차량 하이패스 확대에 따라 축중차로 **316개 차로**를 **하이패스 차로로 전환**.

□ 하이패스 차로 전환에 따른 **안전시설 보완** 및 **사전안내 표지** 정비를 통한 이용고객 안전강화 및 혼란 최소화

2 현 황

□ 4.5톤 이상적재중량 화물차량 하이패스 구축 계획

계	수도권	강원	대전 충청	전북	광주 전남	대구 경북	부산 경남
294개소 (316차로)	45개소 (62차로)	39개소 (40차로)	40개소 (40차로)	38개소 (38차로)	48개소 (49차로)	41개소 (42차로)	43개소 (45차로)

* 본부별, 지사별(영업소별) 세부현황 별첨 참조

* **시스템 구축**은 ITS처 주관으로 현재 공사중(계약기간:'15. 1. 13~8. 31.)

□ 4.5톤 이상 화물차량 현황

구 분	계	4.5톤 이상(총중량 9톤 초과)		건설기계
		화물차	특수자동차	
차량대수	401,130대	262,997대	40,430대	97,703대
사 진 (대표차종)		 4.5톤 이상 카고 트럭 등	 견인차, 컨테이너 운반차량(트렉터, 헤더) 등	 덤프트럭, 레미콘, 펌프카 등

※ 2014. 12. 기준(영업처 자료)

3 설치기준 검토

가. 검토중점

○ 제한차량 단속 회피 방지를 위한 사전안내 강화(표지 문안 수정)
- 하이패스 단말기 부착 차량이 **고의 또는 실수**로 **일반 하이패스 차로** 진입

○ **축중차로**를 하이패스 차로로 전환함에 따라 가드레일 추가 검토
- 축중차로의 경우 평탄성 유지를 옹벽으로 처리함에 따라 좌·우측 차로와 단차발생
- 가드레일 단부 충격흡수시설 설치

나. 시설물별 설치기준 검토(안)

□ 차로 안내표지판

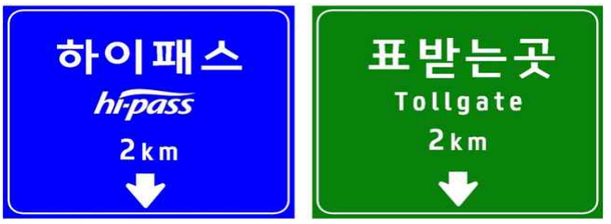
o 기존에 설치된 일반 하이패스 차로 안내표지판 문안 수정

※ 영업소별 하이패스 차로 위치에 따라 탄력적으로 문안 수정(배치)

【본선형 영업소(개방식 입·출구)】

현재	
수정	

【본선형 영업소(폐쇄식 입구 2차로)】

현재	
수정	

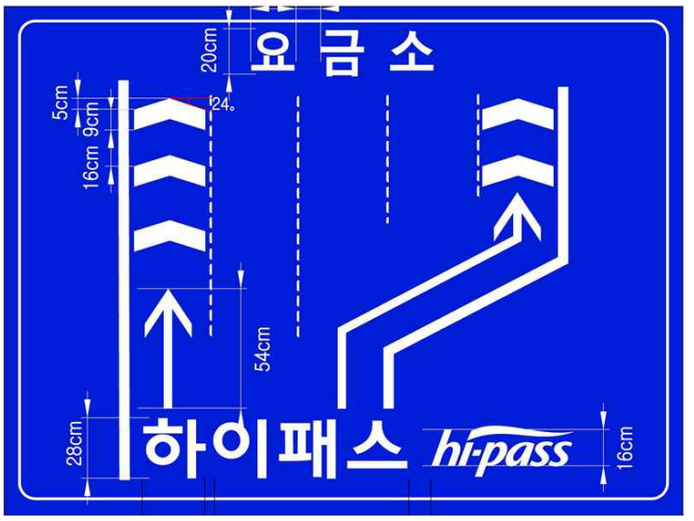
【본선형 영업소(폐쇄식 입구 3차로)】

현재	
수정	

【본선형 영업소(폐쇄식 입구 4차로)】

현재	
수정	

【IC형 영업소】

현재	
수정	 ※ 하이패스 차로 유도 차선도색 색상과 동일

□ 충격흡수시설

o 설치등급

구 분	등 급	비 고
본선영업소	CC2(80km/h)	일반 하이패스 차로와 동일
IC영업소	CC1(60km/h)	

※ CC : 충격도 등급(Crash Cushion)

o 설치위치

- 하이패스 차로 진입부 좌·우측에 각 1개씩 설치

※ 단, 좌(우)에 기 설치된 충격흡수시설이 있는 경우 유용

- **아일랜드 방호벽** 앞 또는 **가드레일 단부 앞**에 설치

※ 가드레일을 **신설**하는 경우 충격흡수시설 대신 성능검증 된 **단부처리시설**로 설치 가능

※ 시험등급 : ET[1]1(충돌속도 60km/h) 성능통과 제품

『도로안전시설 설치 및 관리지침(차량방호 안전시설편, 2014. 2.)』
특별히 처리되지 않고 노출된 방호울타리의 **단부는** 구조적 특성상 차량을 관통하여 탑승자에게 큰 위험요소이기 때문에 가능한 단부 개소를 최소화 하여야 하며 성능평가를 거쳐 성능이 검증된 단부처리 시설 설치하도록 하는 것이 중요하다.

가드레일 단부

아일랜드 방호벽

□ 축중차로 가드레일

o 기　　능 : 차량 이탈(추락)방지 및 무단횡단 방지목적

o 설치형식 : SB1[2](양면 또는 단면)

※ 과속이 우려되는 구간(본선 영업소 등)은 SB2 등급으로 상향적용 가능

o 설치위치 :

- 아일랜드 미설치 차로(맨 우측 차로) 우측편(아래사진 1 참조)

※ 아일랜드위는 방호울타리(콘크리트barrier+강관파이프 난간)설치(붙임4 참조)

1) ET : End Treatment
2) SB : Safety Barrier

- 좌·우측 차로와 단차 발생 구간(축중기차로 평탄성 유지를 위한 옹벽 설치 구간 등)(아래사진 2 참조)

※ 기 가드레일이 설치되어 있는 경우 유용 가능하며, 길이 부족시 연장 설치(PE방호벽, PE드럼등은 가드레일로 교체)

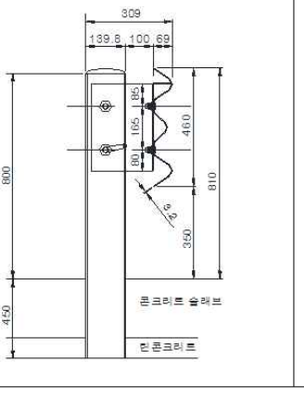
o 설치연장 : 좌·우측 단차 발생 구간 전체 + 무단횡단 우려 구간

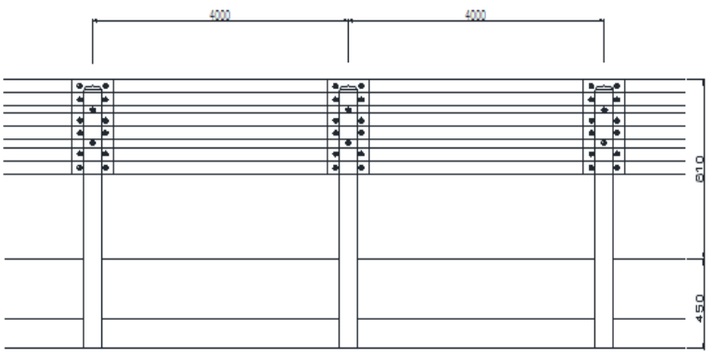
o 설치방법 :

- 지주 설치는 천공 후 매입(매입깊이 약 45cm)
- 설치높이 : 노면으로 부터 81cm(표준도: 노측용 저속구간 참조)
- 차선과 이격거리 : 25cm 이격

사진 1

사진 2





【설치방법】

□ **차선도색**

o 차로 유도선(갈매기 표지 포함) :

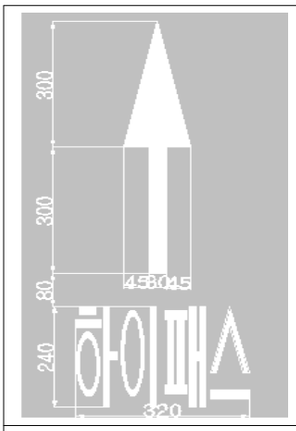
- 설치위치 : 하이패스 차로 광장부
- 도료종류: 2종 도료적용, **분홍색** 〔백색40%(37928)+붉은색60%(31136)〕

※ 세부설치 규격 『붙임4』 화물차(4.5톤 이상)차로 유도선 설치도

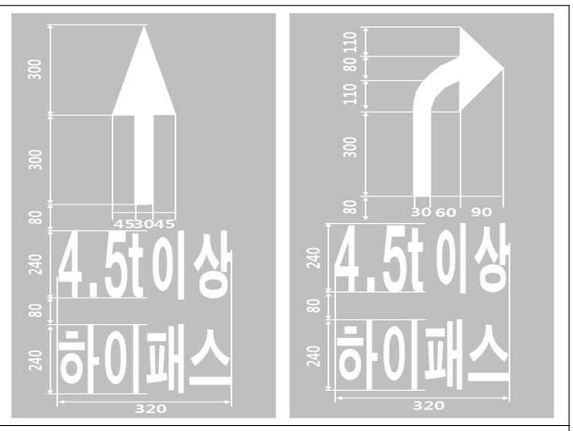
o 노면안내 표시 :

- 설치위치 및 색상 : 일반하이패스 차로와 동일『붙임2 참조』
- 설치방법 : 현장여건에 맞게 **4.5톤 이상** 하이패스 화물차량 이용안내를 위한 문안 추가

※ 기 노면표시 되어 있는 경우 **"4.5t 이상"** 문안 추가



일반 하이패스 안내



4.5톤 이상 화물차량 안내

□ **속도제한 표지 및 노면표시**

o **축중차로**는 하이패스 도입과 상관없이 종전대로 차량 진입속도 **5km/h 제한**

o 차로 입구부에 속도제한 표지(5km/h) 및 노면표시(5km/h)가 기 설치되어 있는 경우 설치 생략

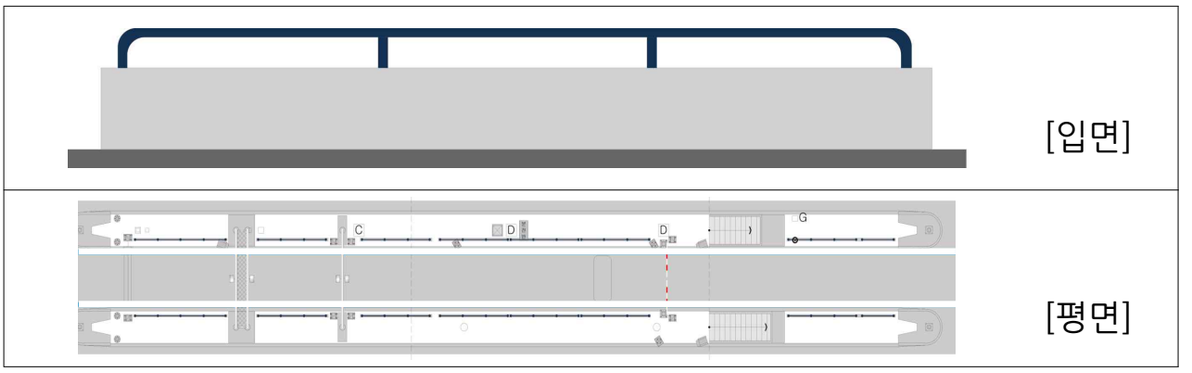
※ 일반 하이패스 차로 속도 제한(30km/h)과 혼란 방지

□ 방호울타리

o 위　　치 : 하이패스차로 아일랜드

o 형　　식 : 콘크리트 배리어(H:500, W:200~250) + 난간(H:300)

o 방　　법 : 아일랜드 끝단에 25cm이격하여 콘크리트 배리어 및 강관 설치



※ 세부설치 사양 『별첨4』 참조

□ 노면그루빙

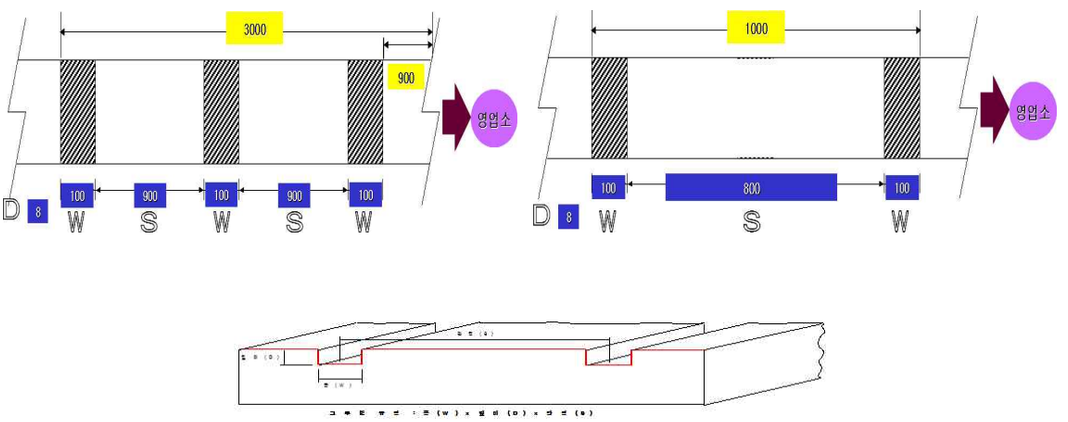
o 위　치 : 하이패스차로 노면

o 방　법 :

- 본선형 : 요금소전방 90m부터 요금소방향 3m-6m 방식으로 3조 설치
- IC형 : 요금소전방 50m부터 요금소방향 1m-3m 방식으로 3조 설치

※ 영업소 현장여건에 따라 설치위치 조정

※ 소음에 의한 생활환경 저해 우려시 설치규모 및 형태 조정 가능



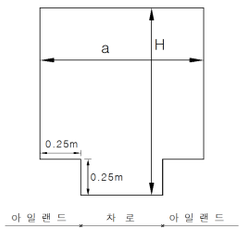
[그루빙규격(mm) : 폭×깊이×간격=100(±10)×8(±2)×1,000(±20))]

□ 기타 안전시설

o 시선유도봉, 무단횡단 금지표지, 차선폭 감소표시 등 기타 안전시설은 『붙임4』 일반 하이패스차로 안전시설 설치 기준을 준용하여 현장 여건에 맞게 설치

o 모든 하이패스 차로는 관련기준*에 의거 시설한계 준수(가드레일 등 설치 시)

*** 관련기준 : 하이패스차로 기하구조 검토(설계처-1935, 2007. 7. 5)**



구 분	a	H
ETC 차로	- 본선 및 IC영업소 4.0m (아일랜드 제외시 3.5m) - 부득이한 경우 3.5m (아일랜드 제외시 3.0m)	4.5m 이상
ETC 이외의 차로	3.5m (아일랜드 제외시 3.0m)	

※ 일반 하이패스 차로 예시

o 일반 하이패스 차로 교통안전표지 설치 * 4.5톤 이상 화물차 하이패스 차로 제외

고속도로 진입부 (개방식 포함)
[제한속도+4.5톤 이상 화물차 금지 표지]

고속도로 진출부
[제한속도 표지]

4 시행방안

[현재 공용중인 노선]

□ **예　　산 : 14,160백만 원**(도로개량-안전시설)

o 본부별 소요예산 파악 보고(3. 25까지) (→교통처)

- 지사별, 영업소별로 구분 작성,『붙임 2』작성양식 참조

o 4월 중 본부별 예산 배정 예정(교통처)

□ **공사시행 : 지역본부(지사)**

o 7월말 까지 안전시설 설치완료 추진

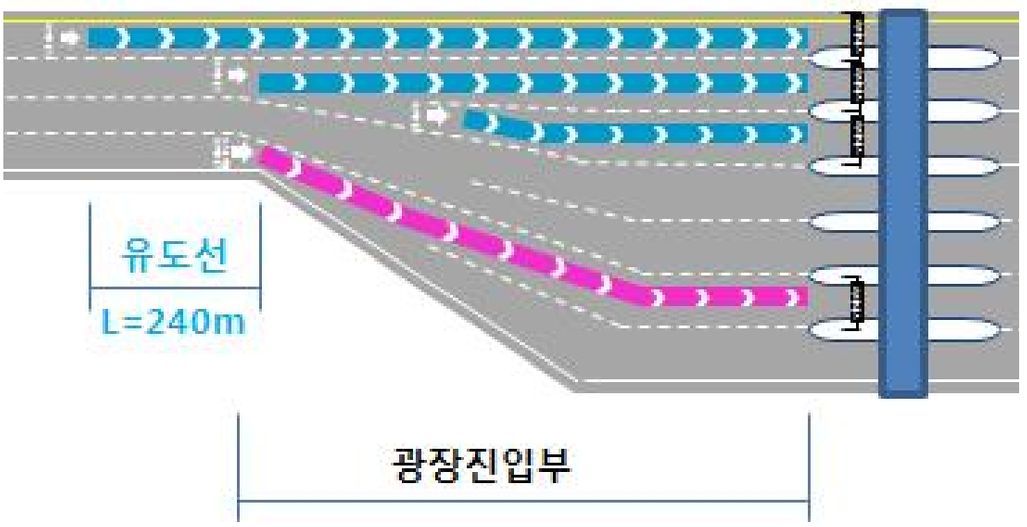
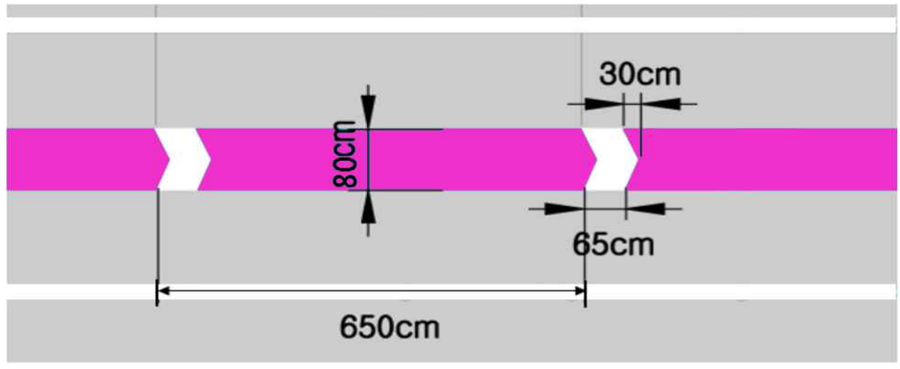
- 시스템 구축 사업(ITS처)과 연계(협의)하여 공정추진
- 모든 하이패스 차로 시설한계 일제정비 및 보완

[건설노선 및 설계노선]

o 향후 4.5톤 이상 화물차량 하이패스 차로 구축시(설계시) 안전시설 설치는 본 기준 적용(또는 준용)

붙　　임 : 1. 화물차(4.5톤 이상) 차로유도선 설치도
2. 소요예산 파악 작성 양식
3. 영업소별 하이패스 차로 구축 현황(별도 파일)
4. 일반 하이패스 차로 안전시설 설치 기준(별도 파일)

붙임1 화물차(4.5톤 이상) 차로유도선 설치도

설치도	
상세	

* 광장부 시점을 기준으로 하되, 현장 여건에 따라 탄력적으로 조정 가능

8-2 부대공 | 시설물표지(터널 · 교량 등) 설치 개선방안

건설처-1540 (2015.04.08)

1 추진목적

o **차량 네비게이션 등 정보통신기술의 발달**로 시설물 표지(터널 · 교량 · 하천표지)의 정보제공 실효성 감소

o 불필요한 도로시설물 정보의 과다한 제공으로 **운전자의 혼란초래** 및 **유지관리의 효율성**을 감안하여 **시설물 표지(터널, 교량 등)를 개선**코자 함.

2 관련규정

□ 설치 위치

구 분	터널표지	교량표지	하천표지
위 치	500m 전방	100m 전방	200m 전방

※ (국토교통부령) 도로표지규칙 제4조 제②항 관련
[별표3] 도로표지의 규격상세 및 설치방법 등

□ 설치 기능 및 대상규모

도로표지 종류			기 능	비고
기타표지	시설물표지	터널표지	진행방향에 터널이 있음을 나타내는 표지로 터널구간에 대한 운전자의 주의를 환기시키는 기능을 하는 표지	
		교량표지	주요 교량이 있음을 나타내는 표지	
		하천표지	도로의 구간에 걸쳐있는 주요 하천을 나타내는 표지	

주) 시설물표지 중 하천표지·교량표지·터널표지의 경우는 해당 하천·교량·터널의 **폭 또는 연장이 1km 이상**이거나, **지역의 중요한 랜드마크**일 경우에만 설치한다. ('12.4.4개정, 설치대상 축소·구체화)

※ (국토교통부 예규) 도로표지 제작 · 설치 및 관리지침 제14조 관련
[별표14] 도로표지의 기능별 분류

3 현실태 및 문제점

□ 운전자에게 불필요한 과다 정보 제공

o 하천·교량표지는 운전자에게 불필요한 안내 정보이며, 지명안내 표지 위치와 겹치는 경우 과다한 정보로 안전운행 저해

※ 하천·교량·터널표지 및 도로표지 과다 사례(경부고속도로)

하천표지	교량표지	터널표지	안내표지 과다

□ 장애물로 설치위치 준수 곤란

o 교량·터널·절토부 등 장애물로「도로표지규칙」에서 규정한 설치위치 준수 곤란

※ 터널표지(규정 : 전방 500m) 미준수 사례

□ 표지 설치 기능의 실효성 감소

o 차량 네비게이션 및 교통안내 앱을 통해 터널·교량에 대한 정보(명칭) 제공

o 터널·교량 시설물 통과전 교통안전표지 등 정보제공 및 주의환기 시설 다수 존재로 운전자가 터널·교량을 사전에 인지 가능

※ 교통안전표지 및 정보제공 시설물

(교량주의표지)	(터널주의표지)	(VMS 표출)	(터널차단시설)

4 개선방안

□ 터널·교량·하천표지 미설치

o「도로표지규칙」및「도로표지 제작·설치 및 관리지침」개정(터널·교량·하천표지 완전 삭제) 추진[별첨#1]

o 규칙 및 지침 개정 전까지는 장애물로 인해 제위치 설치가 곤란한 경우 해당표지를 삭제하여 국토교통부 협의 후 미설치

※ 국토교통부 협의 결과('15.2.24)

장애물로 시설물 표지설치 위치 준수가 곤란한 경우 설치할 필요는 없으며, 변화된 환경(네비게이션 등)에 맞춰 도로표지 체계를 중장기과제로 검토할 예정임.[별첨#2]

□ "터널명" 표지 설치

o 갱문에 "터널명" 표지를 설치하여 운전자 및 유지관리자의 편의 제공

※ "터널명" 표지 설치 사례(서울~춘천간 고속도로)

구분	전경 사진	근경 사진
면벽형		
원통 절개형		

※ 서울~춘천간 고속도로 구간에 "터널명" 표지를 설치하여 운영(5~7년) 중에 있으며, 정보제공 효과 우수

※ 터널명 표지 설치 사진 및 도면 : [별첨#3]

5 기대효과

□ 터널·교량·하천표지의 장애물로 인한 **제위치 설치 곤란 문제 해소**

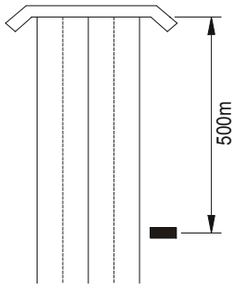
□ 도로표지 축소에 따른 **유지관리 간소화 실현**

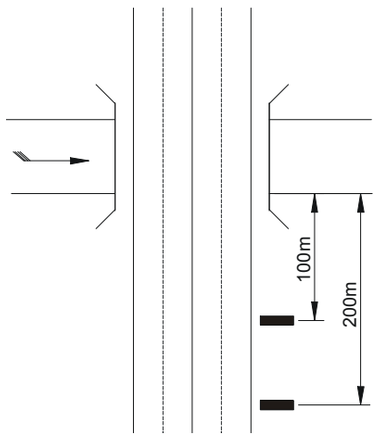
□ 갱문에 “터널명” 표기로 운전자 및 유지관리자에게 **터널명칭 정보를 효과적으로 제공**

【별첨 #1】

「도로표지규칙」 개정(안)

[별표 3] 도로표지의 규격상세 및 설치방법 등(제4조제2항 관련)

	현 행	개 정(안)	개정사유
표지번호 및 명칭	427-3 터널표지	427-3 터널표지	-
도로표지 규격 상세		“삭제”	도로이용자에게 명칭정보 제공 실효성 미흡
설치방법 및 장소	◦ 터널입구로부터 전방 500미터 지점에 설치한다. 	“삭제”	

	현 행	개 정(안)	개정사유
표지번호 및 명칭	427-1,2 하천표지, 교량표지	427-1,2 하천표지, 교량표지	-
도로표지 규격 상세		“삭제”	도로이용자에게 명칭정보 제공 실효성 미흡
설치방법 및 장소	◦ 하천을 가로지르는 큰 교량(연장 100미터 이상)의 교명주로부터 각각 전방 200미터(427-1), 100미터(427-2) 지점에 설치한다.. 	“삭제”	

「도로표지 제작·설치 및 관리지침」 개정(안)

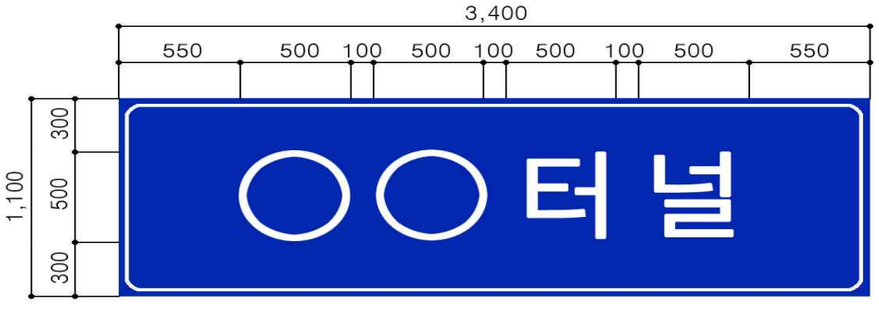
[별표 14] 도로표지의 기능별 분류(제14조 관련)

<table>
<tr><th colspan="6">현 행</th><th>개정(안)</th><th>개정사유</th></tr>
<tr><td colspan="6" rowspan="5">
<table>
<tr><th colspan="3" rowspan="2">도로표지 종류</th><th rowspan="2">기 능</th><th colspan="3">도로별 구분</th><th rowspan="2">비고</th></tr>
<tr><th>지방지역</th><th>도시지역</th><th>고속국도</th></tr>
<tr><td rowspan="3">기타표지</td><td rowspan="3">시설물표지</td><td>하천표지</td><td>도로의 구간에 걸쳐있는 주요 하천을 나타내는 표지</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td><td></td></tr>
<tr><td>교량표지</td><td>주요 교량이 있음을 나타내는 표지</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td><td></td></tr>
<tr><td>터널표지</td><td>진행방향에 터널이 있음을 나타내는 표지로 터널구간에 대한 운전자의 주의를 환기시키는 기능을 하는 표지</td><td>○</td><td>○</td><td>○</td><td></td></tr>
</table>
주) 시설물표지 중 하천표지·교량표지·터널표지의 경우는 해당 하천·교량·터널의 폭 또는 연장이 1km 이상이거나, 지역의 중요한 랜드마크일 경우에만 설치한다.
</td><td rowspan="5">“삭제”</td><td rowspan="5">도로이용자에게 명칭정보 제공 실효성 미흡</td></tr>
</table>

한국도로공사

【별첨 #3】

터널명 표지 설치사진 및 도면

구분	면 벽 형	원통절개형
정 면		
측 면		
배 면		
표지판 규격 (m/m)	 ※ 도로표지 자동 도안 시스템(국토해양부) 활용	

※ 버드비크형은 표지판이 차량주행방향과 정면으로 보이도록 터널 상부에 설치(도면참조)

8-3 부대공 공사중 방음판 재질 및 성능 적용기준

설계처-1049 (2015.04.20)

1 검토 배경

공사중 방음판의 재질, 성능에 대한 적용기준을 명확히 하여 설계 및 시공 시 혼돈, 저성능 자재 사용 등의 문제를 해소코자 함

*공사중 방음판 : 공사용 장비로 인한 소음피해 방지를 위해 공사현장에 설치하는 공사용 방음판

2 공사중 방음판 관련 기준 및 문제점

□ **공사장 방음시설 설치 기준** (소음·진동 관리법 시행규칙 별표 10)

o **방음벽시설** 전후의 **소음도 차이는 최소 7dB 이상, 높이는 3m 이상**

o 음의 반사피해가 우려되는 경우에는 흡음형 방음벽시설 설치

□ **고속도로 전문시방서** [12-1-8 공사장비 소음저감 시설공사]

o 가설방음판은 **KS D 3520을 사용**

*KS D 3520 : 도장 **용융아연도금 강판** 및 강대

□ **우리공사 설계 지침** [공사중 방음벽 형식선정 기준 개선(설계처-2767, 2014.11.10)]

o 자재 : 현장여건 고려 소음기준에 적합한 **다양한 재질적용 가능**

o 단가 : 물가자료, 조달청(나라장터)의 최저단가 손율 적용

【 문 제 점 】

□ **(재질)** 전문시방서와 우리공사 설계지침 상이

□ **(성능)** 공사중 방음판 성능 기준 부재

3 공사중 방음판 재질 및 성능 기준 검토

1. 공사중 방음판 재질 검토

□ 현 황

o **방음판 생산 현황**

- 공사중 방음판은 **금속계열 및 플라스틱계열로 주로 생산**
- 재질별 단가는 40천원/㎡ 내외로 비슷함

o **설계적용 현황**

- 물가자료, 조달청(나라장터) 등 참조 **재질구분 없이 최저단가 적용**

□ 재질 적용기준 검토

o 공사중 방음판은 재질별 경제성 차이가 없으므로 현장 여건을 고려 **소음기준에 맞는 방음판**으로 재질을 **다양하게 사용하는 기존 지침이 타당**

※ 단가적용은 물가자료 등 참조 최저단가 적용으로 경제성 확보

o 고속도로공사 **전문시방서는** 공사중 방음판 재질을 아연도강판 재질을 사용토록 되어 있어 **향후 개정시 반영**

> **12-1-8 공사장비 소음저감 시설공사**
> **2. 재 료**
> **2.1 재료의 기준**
> (현재) 2.1.1 가설방음판 및 수직 조이너는 KS D 3520을 사용하여야 한다.
> (변경) 2.1.1 수직 조이너는 KS D 3520을 사용하여야 한다.

※ KS D 3520 : 도장용융아연 도금강판 및 강대의 한국산업규격

2. 공사중 방음판 성능 적용기준 검토

□ 현 황

o **방음판 생산 현황**

- 방음판 **전·후면판 두께 0.5mm 내외로 생산**

- 투과손실(500Hz) 조사결과 : 13.5～25.6dB ＊본 방음판 : 25dB 이상

※ 투과손실 : 소음에너지가 방음판을 투과하기 전과 투과한 후의 음압레벨의 차이

o **공사중 소음관리 기준**

- **60~65dB 이하로 관리**, 초과구간 방음벽 설치

- 공사중 방음벽은 공사시 대부분 주간작업 시행에 따라
  야간 소음기준 미적용으로 본 방음벽보다 관리기준치가 높음

구분	주간	야간	비고
공사중 방음벽	65dB 이하 (사육지역은 60dB 이하)	미적용	소음·진동 관리법 시행규칙 별표 8
본 방음벽	65dB 이하	55dB 이하	환경정책기본법 시행령 별표

o **환경영향평가서 성능 적용현황**

- 공사중 방음벽 차음효과 산정 : 회절감쇠치와 투과손실치의 대수합

$$\triangle L = -10 \cdot \log(10^{-(Ld/10)} + 10^{-(TL/10)})$$

여기서 Ld : 회절감쇠치, TL : 투과손실치

- 공사중 방음벽의 **투과손실치를 500Hz음 기준 15dB 적용**

※ 환경영향 평가서 적용현황

[건설공사 소음관리요령(환경처, 1994.1), 및 사업장 소음의 방지대책에 관한 연구(국립환경연구원, 1992)]

구 분	투과손실(TL)의 대략치
방음판넬을 보통의 상태로 접합한 경우	15dB
※ 공사현장에 가설되는 차음벽 자재의 TL 한계는 통상 20dB 이하로 본다.	

□ 공사중 방음판 성능 적용기준 검토

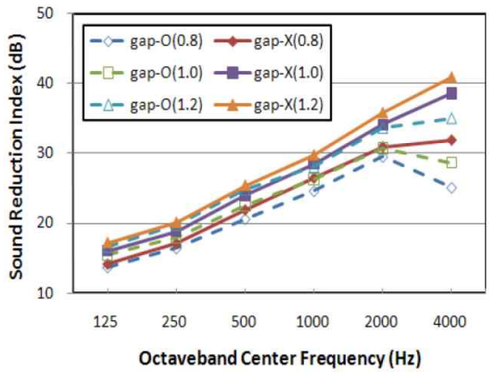
o 공사중 방음판의 성능은 **환경영향평가서에 적용된 투과손실치를 고려하여 결정**함이 타당함

※ 환경영향평가서 적용 투과손실치는 조립 설치 후의 투과손실치임

o 방음판 설치시의 **틈새발생으로 인한 누음을 고려하여 시험성적서의 투과손실치는 환경영향평가서 적용값**(500Hz음에서 15dB)**보다 최소 2dB 더 높은 500Hz 음에서 17dB 이상으로 적용**

※ 시험성적(KS F 2808)은 판넬 연결부 및 틈새를 퍼티, 실런트로 마감후 시험한 결과치 (붙임#1 참조)

※ 공사중 방음판 틈새 씰링처리시 500~1000Hz 음에서 최대 약 2dB 정도 차음량 증가



틈새 0.8~1.2mm 씰링처리 전후 차음량

* 방음판 틈새 씰링처리 전후 시험결과 그래프
(출처 : 건설공사장 가설방음벽의 음향 특성 - 한국소음진동공학회 2010 논문집)

【공사중 방음판 투과손실치 적용기준】

구분	투과손실치(시험성적서)		비고
	500Hz	1000Hz	
공사중 방음판	17dB 이상	20dB 이상	

* 1000Hz 투과손실 : 500Hz 음에 대한 본 방음판 대비 공사중 방음판의 투과손실 기준 비율(68%) 동일 적용

4 검토 결과

□ 공사중 방음판 재질은 **현장여건을 고려**하여 소음기준에 적합한 **다양한 재질**(금속계, 비금속계) **적용**

□ 공사중 방음판 투과손실 기준은 **환경영향평가서 적용값을 고려하여 아래와 같이 적용**

구 분	투과손실(시험성적서)		비고
	500Hz 음	1000Hz 음	
공사중 방음판	17dB 이상	20dB 이상	KS F 2808

※ 시험성적서의 투과손실치는 최소 위의 기준을 만족하여야 하며 조립 설치 후 환경영향평가서에서 제시하는 차음효과가 충분히 나오는 제품 사용

□ 기타 사항

o **본 방침의 투과손실을 만족하는 제품을 설계에 반영하고 공사시방서에 공사중 방음판 성능을 명기**하여 저성능 자재 사용 방지(붙임 #2 참조)

o 향후 고속도로공사 전문시방서 개정시 재질을 다양하게 사용 가능토록 변경

o 건설단계에서 공사중 방음판 **투과손실은 부족하나 방음판 설치높이 증가로 동일 차음효과 가능시** 현장여건 등 고려 **설계변경 없이 사용 가능**

※ 차음효과 산정시 시험성적서의 투과손실값에서 2dB을 뺀 값을 적용하여 계산

5 향후 적용 방안

□ 실시설계 완료 후 미발주 및 설계중인 노선 : 본 방침 적용

□ 공사중인 노선 : 공사 주관부서 판단 후 시행

붙 임 : 1. 투과손실 시험시 틈새 처리방법
2. 공사시방서 변경사항. 끝.

[붙임 #1]

공사중 방음판 투과손실 시험시 틈새처리 방법

□ KS F 2808 (건물 부재의 공기 전달음 차단 성능 실험실 측정 방법)

5.2.2.2 창의 설치

a) 설치방법은 가능한 실제 시공 방법과 같게 한다. 시험 개구에 설치하는 경우, 시료 양측의 니치(niches)는 서로 다른 깊이로 하고, 그 비율은 실제 부착 방법과 큰 차이가 없는 한 2:1로 하는 것이 바람직하다. 이 비율이 다를 경우 측정결과가 달라질수 있다.

참 고 니치란 시험 개구에 시료를 설치했을 때에 시료의 양측에 생기는 움푹 들어간 곳을 말하며, 니치 깊이란 시험 개구 주위의 시험실 벽면에서 시료 표면까지의 거리를 말한다.

b) 시료와 시험 개구 사이의 틈(시료 주위의 약 10~13mm 틈)에는 흡음 재료(유리면 또는 암면 등)를 충전하고 양쪽을 탄성 실링재를 이용하여 밀봉한다. 다만 제조업자의 지정이 있는 경우에는 그에 따른다.

5.2.2.3 유리의 설치

a) 시료 양측의 니치 깊이가 2:1 비율로 되는 위치에 시료를 설치한다. 시험 개구 내면과 시료와의 사이에 약 10mm의 틈을 두고, 그 곳에 부속서 1에서 규정하는 퍼티(putty)를 충전한다.

□ 한국건설기술연구원 투과손실 시험성적서 (OO제조사, 2014.9.15)

붙임 : 시험조건

1. 시험방법

음향감쇠계수(음향투과손실) 시험은 KS F 2808:2011(건물부재의 공기전달음 차단 성능 실험실 측정방법)에 따라 실시하였음

2. 시험체

나. 시험체의 설치

음향감쇠계수(음향투과손실)용 시료는 시료 설치용 개구부(가로 3600mm × 세로 2780mm)에 설치하였으며 단위패널과 패널사이는 조인트테이프와 퍼티로, 패널과 시험체틀 사이의 틈새는 실런트로 마감한 상태로 시험을 진행하였음

[붙임 #2]

공사 시방서 (변경)

12-1-8 공사장비 소음저감 시설공사

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 건설현장의 공사장비 가동 시 공사소음을 저감할 목적으로 설치하는 가설방음벽 설치공사에 적용한다.

1.2 참조규격

1.2.1 한국산업규격(KS)

KS D 0228 강재의 제품 분석 방법 및 그 허용 변동치
KS D 3520 도장용융아연 도금강판 및 강대
KS D 3566 일반구조용 탄소강관
KS F 8002 강관비계용 부재
KS F 8014 받침 철물

1.3 제출물

이 시방서에 따라 계약대상자는 시공계획에 맞추어 제품자료, 시험성적서를 감독원에게 제출하여야 한다.

2. 재 료

2.1 재료의 기준

가설방음벽 공사에 사용하는 재료의 기준은 다음 각 항의 규정에 적합한 것이어야 한다.

2.1.1 수직 조이너는 KS D 3520을 사용하여야 한다.

2.1.2 강관의 재질은 KS D 3566에 적합하고 그에 준하는 제품을 사용하고 흠이 없어야 하며, 아연도금을 하여야 한다.

2.1.3 클램프는 KS F 8014에 적합하여야 하며, 강관조인트는 KS F 8002에 적합하여야 한다.

2.1.4 가설방음판은 표 12-1-8-1의 성능을 만족하고 조립 설치 후 환경영향평가서에서 제시한 차음효과를 만족되는 제품을 사용하여야 한다.

표 12-1-8-1 가설방음판 성능 기준

구 분	가설방음판 성능	비 고
투과손실	500Hz에서 17dB 이상, 1000Hz에서 20dB 이상	KS F 2808

2.1.5 표 12-1-8-1의 가설방음판 성능기준에 부족한 제품은 방음판 설치높이 증가를 통해 동등 이상의 차음효과가 가능하다고 인정되는 경우 현장여건 등을 고려 설계변경 없이 사용할 수 있다.

2.1.6 가설방음판은 현장여건을 고려하여 기준 성능 이상제품으로 비금속 및 금속계열 제품을 다양하게 사용할 수 있다.

3. 시 공

3.1 시공 전 점검

3.1.1 설치작업을 시작하기 전에 공사의 배치계획 및 위치를 확인한다.

3.1.2 지주 설치 전 관계기관과 협의하여 지하 매설물의 위치를 확인한다.

3.1.3 공사를 준비, 진행할 수 있는 현장요건인지 확인한다.

3.1.4 현장상황에 대해 감독원에게 서면으로 보고한다.

3.2 시공 전 준비

3.2.1 가설방음벽을 설치하기 전에 가설방음벽 계획위치의 중심선 양측 최소 1 m 이내의 모든 나무류, 잡목, 뿌리들, 통나무 및 부스러기 등 공사에 방해가 될 수 있는 것을 제거한다.

3.2.2 일반적으로 지반의 윤곽선을 따라 평탄작업을 한다.

3.2.3 지반의 불규칙한 부분을 제거할 필요가 있는 곳은 땅을 정지하여 반듯하게 고른다.

3.3 설치

3.3.1 지주는 좌·우 이동이 없도록 견고히 설치하여야 한다.

3.3.2 방음판은 움직임이 없도록 고정시킨다.

3.3.3 공사 시 안전에 유의하여야 하며, 감독원 및 현장안전수칙에 따른다.

8-4 부대공 | 도로이탈 및 승월사고 예방을 위한 가드레일 보완설치 검토

도로처-1310 (2015.04.21)

1 검 토 목 적

□ 절·성토 경계부 이탈사고 및 완화측구 승월사고 구간의 방호시설 보완설치로 교통사고 예방 및 인명피해 감소 도모

※ 사고 발생 사례

o 절·성토 경계부 여유폭으로 추락 - 대전통영선 128km('14. 12. 20)	o 완화측구 승월후 개착터널 충돌 - 순천완주선 10km('15. 1. 27)

2 관 련 기 준

1. 「도로안전시설 설치 및 관리지침」(2014. 2)

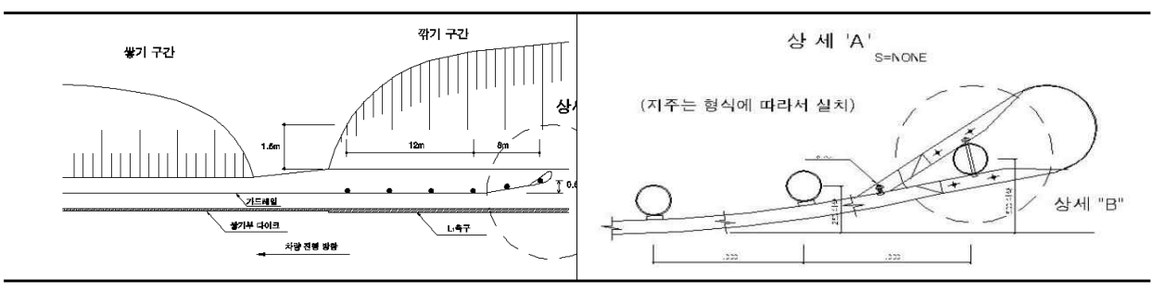
o 방호울타리 단부 설치길이 기준 삭제

- 당 초(2012) : … 각 호에 해당하는 설치 필요구간 전후에 적어도 각각 **20m 정도 연장**하여 설치한다(4.1.2 구조 및 형식)
- 변 경(2014) : 연장기준 **삭제**

2. 고속도로 표준도 설치 기준(2014년 도면번호 5.030)

o 깎기고 1.5m이상되는 지점에서 깎기부 측으로 최소 20m이상 연장하여 설치(일반구간 12m, 완화구간 8m)

o 완화구간은 그 끝을 0.5m이상 후퇴하여 설치



3 현 문제점

1. 절·성토 경계구간 **방호기능 취약부 발생**

o 완화구간의 끝을 **0.5m만 후퇴하여 설치**

- 방호울타리 배면 여유폭이 현장에 따라 다양하지만 표준도상 **최소기준으로 시공**함에 따라 차량이 빠져나갈 수 있는 공간 발생

o 설치길이를 깎기부 측으로 **20m만** 연장 설치

- 방호울타리 단부와 시설물의 간격이 짧은 구간은 상호 연결하여 취약부분을 제거할 수 있어도 표준도상 **최소길이에만 맞추어 시공**

완화구간의 끝 : 0.5m만 후퇴	시설물 간격을 미반영한 설치

o 방호울타리 단부와 절토부 사이 여유폭으로 추락사고 발생

- 대전통영선 128.0km(통영) : 사망 2명('14. 12. 20)
- 중부내륙선 254.3km(양평) : 사망 1명('14. 12. 24)

2. 완화측구(L1→L2) 차량승월로 인한 **대형 사고 유발**

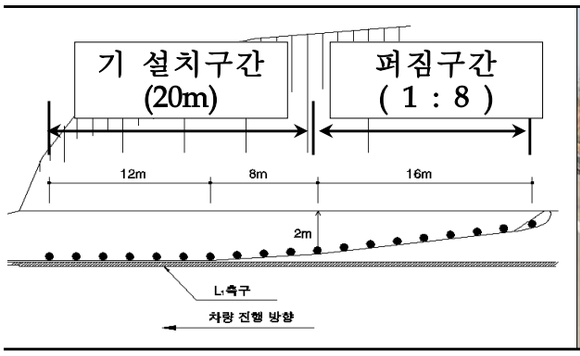
o 절토부 구간에는 현장 특성상 방호울타리를 설치할 필요성이 없으나, **완화측구를 올라탄 후** 기존 시설물을 충격하는 사망사고 발생

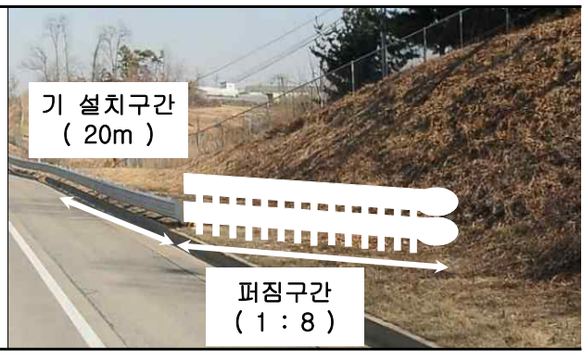
- 평택제천선 34.7km(제천) : 사망 3명('14. 12. 28)
- 순천완주선 10.0km(순천) : 사망 3명('15. 1. 27)

4 개 선 방 안

1. 절·성토 경계부 방호시설 보완 설치

o 방호울타리 단부구간을 퍼짐률(1 : 8)에 따라 **연장하여 설치**





※ 상황별 방호울타리 설치 방법 사례 : 붙임 1

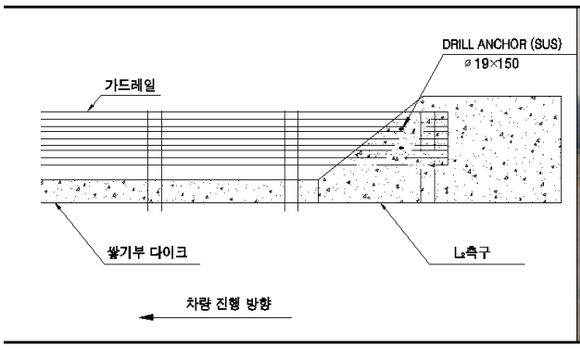
- 설치시 세부 적용 사항

·기 설치된 방호울타리 단부부터 퍼짐률을 적용하여 **2단레일 시공** (※ 2단레일 적용 검토 : 붙임 2)

·기존 설치연장(20m)이 부족한 구간은 **직선구간 12m가 확보(1단 레일)**되도록 시공한 후, 직선구간 이후부터 2단레일을 퍼짐률(1 : 8) 적용하여 시공

·방호울타리 단부레일이 **절토부에 최대한 근접하도록 시공**

o 단, 퍼짐구간 내에 시설물이 있는 경우 **시설물 배면까지** 연장설치 (1단레일)

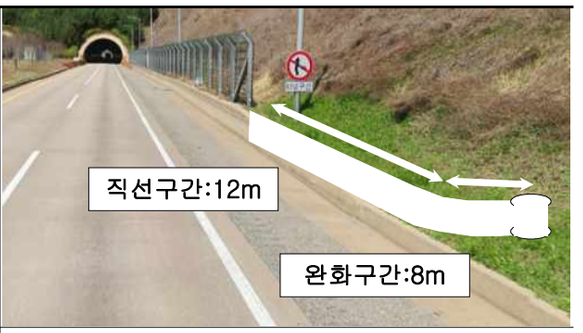


※ 방호울타리 단부를 퍼짐률에 따라 설치하는 경우에도, 인근에 L2 측구까지 연장설치가 효율적일 경우에는 현장여건에 맞게 위 설치방법 적용

2. 완화측구(L1→L2) 구간 방호시설 설치

o 완화측구의 차량 승월방지를 위한 **방호울타리 설치**(세부 설치 도면 : 붙임3)

추월차로 측



주행차로 측

- 설치시 세부 적용 사항

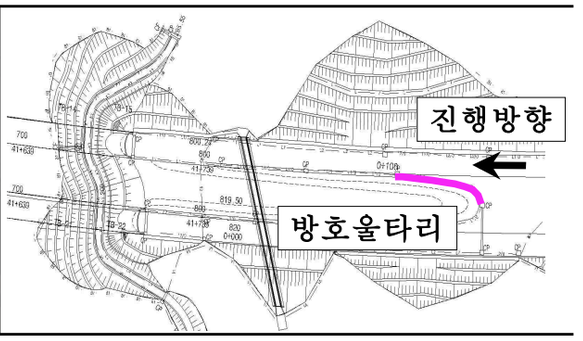
·20m이상 연장 확보(직선구간 12m이상, 완화구간 8m이상)

·방호울타리 완화구간은 그 끝을 0.5m이상 후퇴

·추월차로 측에 건축물(부변전실 등)이 있는 경우 건축물부터 20m 이상 연장이 확보되도록 설치

·주행차로 측은 완화측구 이후 충돌대상 시설물(낙석방지울타리 등)이 있는 경우만 설치

o 녹지대 L1측구 차량 승월방지를 위한 **방호울타리 설치**



- 설치시 세부 적용 사항

·녹지대 시작부분부터 **분리대 폭 변화구간이 끝나는 지점**까지 설치

·도로시설물(표지판, FTMS 설비 등) 지주보호시설 등과 중첩될 경우 단부가 발생하지 않도록 상호 연결

·녹지대가 볼록형인 구간은 설치 제외

o 단, 설치구간 내에 시설물이 있는 경우 **기존 시설물과 연결**

※ 방호울타리와 인근 시설물간 이격거리가 20m 이하인 경우에는 인근 시설물과 연결하여 설치하되, 현장여건에 따라 인근 시설물까지 연장 설치가 효율적일 경우에는 연결 설치

5 개 선 계 획

□ 보완설치 계획

(단위 : 백만원)

구 분		절성토 경계구간		추월차로측				주행차로측		기타	
				완화측구		터널녹지대		완화측구		휴게소 녹지대	
개소	금액	개소	금액	개소	금액	개소	금액	개소	금액	개소	금액
922	3,829	559	2,313	36	243	21	68	303	1,015	3	190

□ 소요예산

o 금 액 : 3,800백만원(※ 사업 운영계획 변경)

o 예산과목 : 도로개량사업비 - 안전시설

6 기 타 사 항

□ 공용노선

o 지역본부(지사) 조치 완료후 결과보고 : 7월

□ 설계 및 건설중인 노선

o 설계기준 반영 및 건설중인 노선 해당구간 조치(설계처, 건설처)

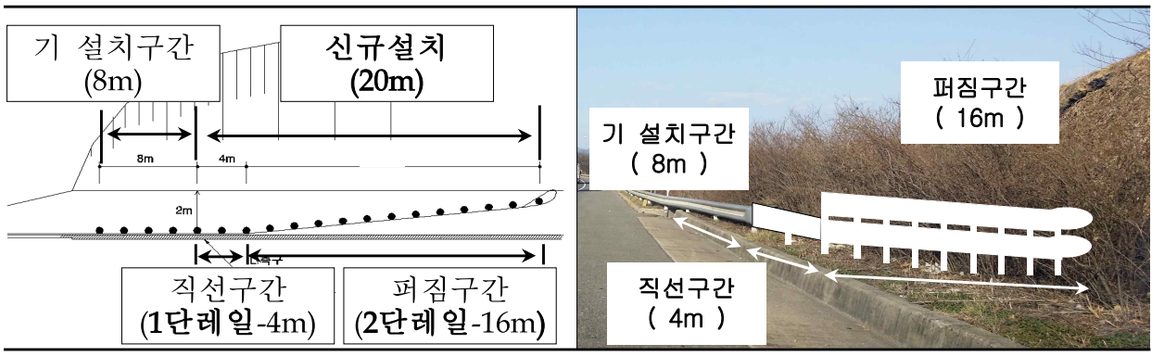
[붙임 #1]

절·성토 경계부
상황별 방호울타리 설치 방법 사례

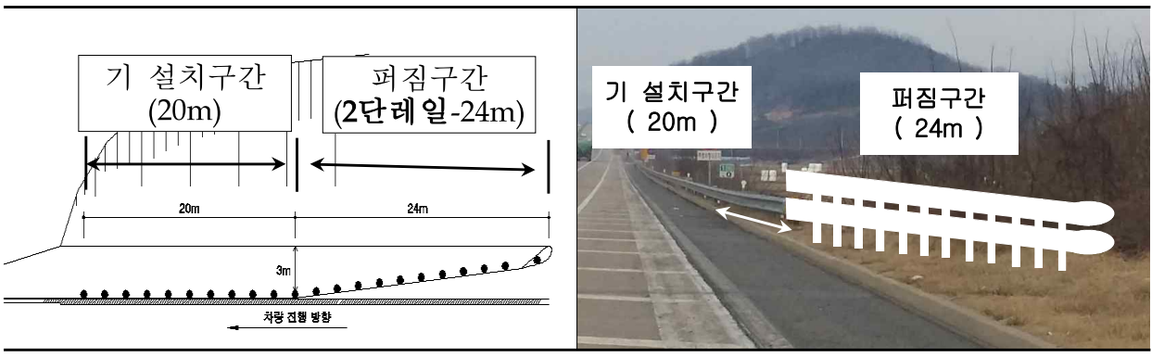
□ 상황별 총 설치연장 예

구분	기 설치된 방호울타리 단부와 절토부 거리	총 설치 연장	기존 설치	신규설치		비고
				직선구간 (1단레일)	퍼짐구간 (2단레일 - 1 : 8)	
①	2m	36m	20m	-	16m	
②	2m	28m	8m	4m	16m	
③	3m	44m	20m	-	24m	
④	3m	40m	16m	-	24m	
⑤	4m	52m	20m	-	32m	

□ 단부와 절토부 거리 2m, 기존 설치 8m 설치예시 도면(사례②)



□ 단부와 절토부 거리 3m, 기존 설치 20m 설치예시 도면(사례④)

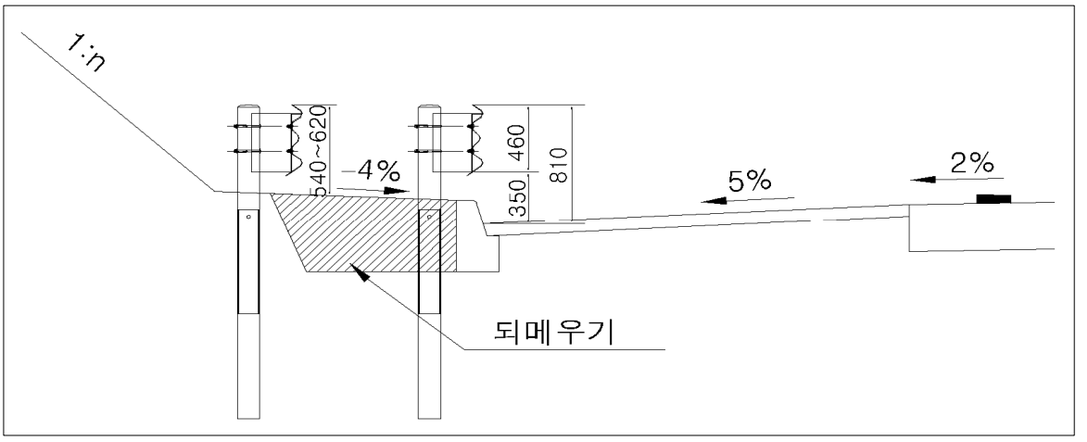


부대공

[붙임 #2]

절·성토 경계부 보강방안
2단레일 적용 검토

□ 깎기부 횡단 및 가드레일(1단) 표준도



o 주행차량이 L1 측구를 승월하여 되메우기 구간에 진입하는 경우, 본선 포장면 보다 **높은 위치에서 주행**하게 되고, 가드레일 설치 높이는 상대적으로 19cm ~ 27cm 낮아짐

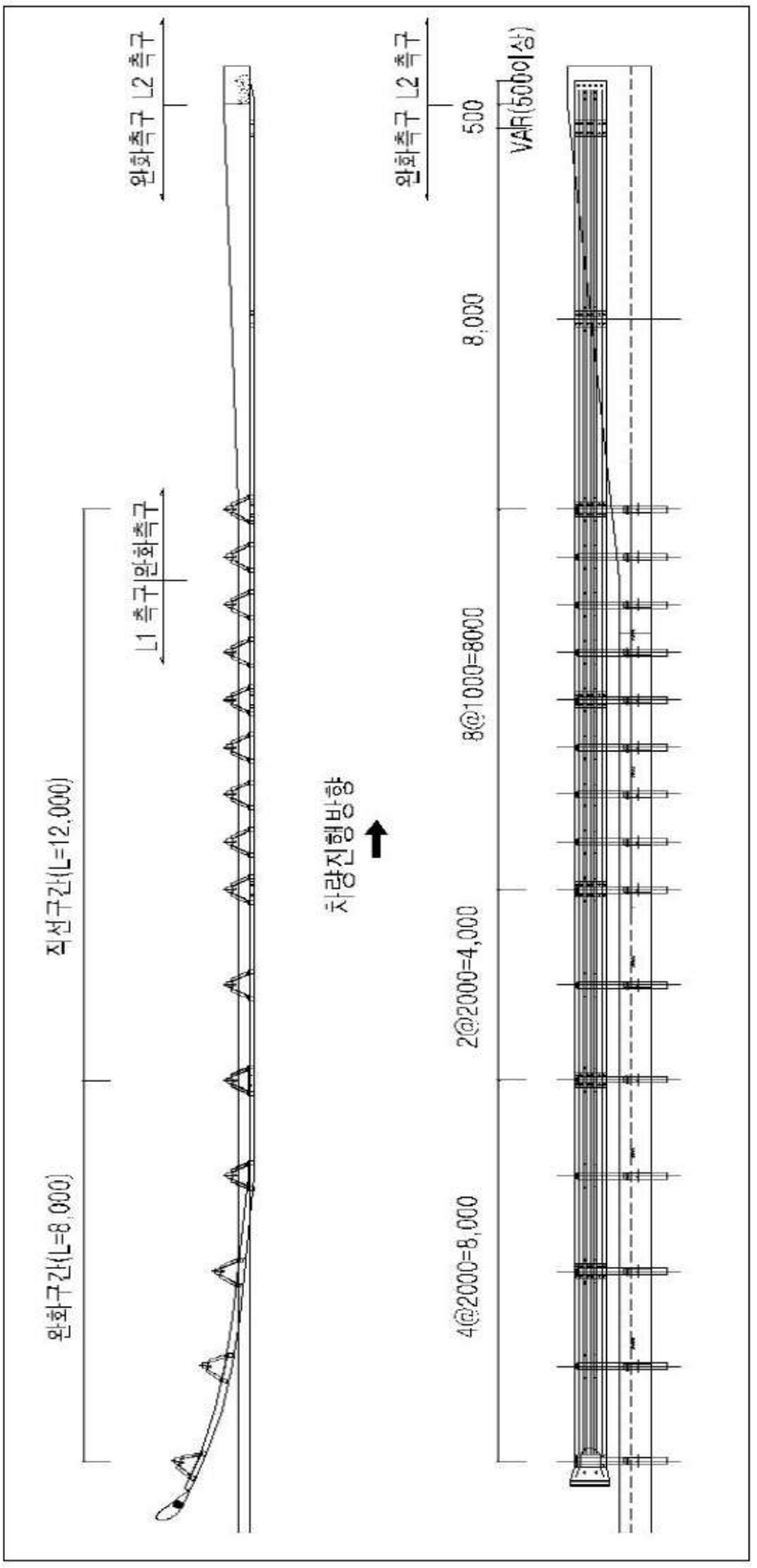
· 본선 포장면 기준 1단 가드레일 설치 높이 : 81cm
· 되메우기 구간 기준 1단 가드레일 설치 높이 : 54cm ~ 62cm
  - L1 측구 높이(본선 포장면 기준) : 15cm,
  - 4%경사로 인한 높이 상승 : 여유폭 1m - 4cm(↑)
    여유폭 3m - 12cm(↑)
  → 되메우기 구간 노면 총 상승 높이 : 19cm ~ 27cm

o 따라서, 1단레일의 경우 차량의 승월이 발생할 우려가 있으므로, 차량의 이탈방지 목적 달성을 위하여 **2단레일 적용**

※ 절토부에 근접시공 하는 경우 : 2단레일 적용
※ 기존 시설물까지 연장설치 하는 경우 : 1단레일 적용

[붙임 #3]

완화측구 구간 세부 설치 도면



부대공

8-5 부대공 고속도로 안개대비 도로교통 안전 종합대책

교통처-1685 (2015.05.07)

1 추진배경

□ **서해대교 사고**('06.10) 이후 **안개사고 대응체계 전반을 강화**하였으나,

* (**서해대교 사고**) 화물차 다수가 포함된 29중 추돌 후 화재로 사망 11명, 부상 34명

□ 최근('15.2.11) 공항고속도로 영종대교에서 발생한 **다중 추돌사고**로 인하여 **안개사고**에 대한 **우려 및 사회적 관심 증대**

* (**영종대교 사고**) 짙은 안개로 특정구간의 시정이 급격히 나빠진 상황에서 관광버스의 부주의 및 과속으로 다중 추돌사고 발생 ☞ 사망 2명, 부상 73명, 총 106대 피해

□ 주로 **운전자 부주의**가 원인이지만 사고예방 및 피해 최소화를 위한 **도로 관리기관의** 역할 강화 요구

* (**관리기관 역할 강화**)관계부처 합동(국민안전처,국토해양부,경찰청,기상청) 『안개상습 구간 도로교통 안전 종합대책』 발표('15. 3.)

2 현황 및 실태

□ 안개 취약구간 현황

계	영동선	통영대전선	중부내륙선	호남선	중앙선	기타노선
16개 구간 (169km)	2	3	3	2	2	4 중부1,서해안1 순천완주1 평택제천1

* 선정기준(국토교통부)
  - 시정거리 250m이하 30일 이상 발생(년) 구간
  - 안개로 인하여 대형 교통사고 발생 구간(사망3 또는 사상자 20 이상)
  - 기타 도로관리청이 판단하여 지정 필요 구간

□ 안개구간 교통사고 현황

○ 사고현황(최근5년)

구 분	계	2010	2011	2012	2013	2014
건 수	42	6	7	10	11	8
사 망	9	2	0	3	3	1

○ 사고유형

계	단독	2중 추돌	3중 추돌	4중 추돌	6중 추돌	10중 추돌
42건	22건	11건	5건	2건	1건	1건

○ 시야가 확보되지 않은 안개속 도로에서는 다른 기상상태에 비해 사고위험성이 크며 **치사율도 4.2배가 높음**

* 치사율 : 교통사고 100건당 사망자수

○ 다중 추돌 사고 못지않게 **차로이탈**에 의한 시설물 충격사고도 많은 비율(52%)을 차지함.

□ 안개취약 구간 안전시설 설치 현황

시정계	안개소산 장치	방무벽	안개시 전방차량 안내시스템	비상방송 스피커	노면요철 포장
3개소 (6개)	2개소 (4개)	1개소 (408m)	1개소 (1개)	1개소 (92개)	14개소 (85.4km)

가변속도표지 (소형VMS)	VMS	CCTV	안개시선유도등	안개주의·예고표지	안개시정표지
4개소 (54개)	14개소 (31개)	15개소 (81개)	3개소 (99개)	11개소 (42개)	5개소 (9개)

3 문제점 및 개선방향

① 안전시설 부족 및 종류 제한적

○ 안개를 원천적으로 제거 또는 감소시킬 수 있는 시설(제품)의 부재

* 방무벽, 낮은가로등 시범운영 결과 효과 미미(신규설치 중단 상태)

○ 안개특성상 발생과 소멸이 수시로 발생하고, 발생지역이 국소적, 가변적이라 **적극적 안전시설 투자 기피(예산낭비 우려)**

* 안개 주의·예고 표지판, 시선유도표지 등 소규모 안전시설 위주

* 설계단계 안계대비 안전시설 미반영(설계 적용 기준 부재)

○ 안개관측 장비**(시정계)부족**으로 목측에 의한 시정거리 측정

* 안개취약 16개 구간(169km)중 3개 구간(6개)운영, 대부분 목측에 의존하여 24시간 측정이 어려움(안개자료 Database 곤란)

⇨ **(개선방향 1)** 안개취약 16개 구간(169km) 안전시설 집중 설치 및 안개소산 장치 등 신기술 시범운영(효과분석)

② 안개발생시 대응 체계 미흡

○ 현행 매뉴얼이 상황실 근무자 위주로 되어 있어 현장 대응력 부족(강화 필요)

○ 눈, 비와는 달리 안개는 기상청 기상특보 미실시로 **사전대응**에 애로

* 안개 시정거리별 비상근무가 실지로 이루어지지 못하고 있음.(2015.12. 특보예정)

○ 안개 시정거리별 VMS 감속유도 문안이 모호하여 도로 이용자에게 실질적인 감속효과 미흡

* 현재 : 시정거리 100m 이하시 " 50% 감속운행 " 문안 표출

⇨ **(개선방향 2)** 안개 시정거리별 현장 초동 대응력 및 이용고객 안내강화

③ 운전자의 안전수칙 미 준수

○ 안개 등 기상 악화로 전방시야가 확보되지 않은 상황에서 감속하지 않는 등 운전자의 교통질서 미 준수

⇨ (개선방향 3) 집중 홍보기간 선정 홍보, 캠페인 전개

④ 속도 및 통행제한 등 법·제도 미비

○ 안개 발생으로 위험상황 발생시 도로관리기관에 "긴급통행제한" 권한이 없어 예방적 사전 차단의 장애요인으로 작용

* 도로법 시행령 제78조 : 눈(10cm), 바람(25m/sec)은 "긴급통행제한" 기준이 있으나 **안개는 없음**

⇨ (개선방향 4) 관련 법령·기준 제(개정) 추진(적극 참여)

목 표	안개로 인한 대형 교통사고 재발 방지	
안전관리대책	Ⅰ. 사전대비 및 신속한 상황 대응	
	1 안개 발생전 **철저한 사전대비** (안전시설·관리 분야)	⇨ ① **안전시설 보강** - 안개관측 장비 확충(기상청 협조) - 진입차단, 비상방송, 발광형 표지 교체 등 - 설계 및 건설단계 안전시설 반영 추진 ② **신기술 도입을 통한 다양한 안전시설 적용** - 돌발 상황 감지 레이더, 이동식 안개 소산 장치 신기술 시범 도입 - 차간거리 안내시스템 등 3개 시설(14설치) 시범 운영 ③ **사전대응 훈련 및 안개발생 현황 관리 내실화**
	2 안개 발생시 **신속한 상황대응** (운영 분야)	⇨ ④ **안개 단계별 대응체계 정비** - 시정거리 100m 이하시 현장반(작업원2,싸인카)투입 - 불꽃 신호기 설치(노견) - 안전순찰차 1개조 추가 운영(시점대기) - VMS 감속유도 문안 구체화(50%▸50km/h)
	Ⅱ. 법, 제도 개선 및 국민 안전의식 제고	
	⑤ 법, 제도 개선 건의(국토부TF) 및 안전운전 집중 홍보(VMS)	

4 세부추진 계획

가 도로·안전시설 분야

【 추 진 방 향 】

- ○ 안개 취약 16개 구간 안전시설 집중 확충
  - 구간별 다양한 안전시설 단계별 설치(효과 검증 후 확대)
- ○ 안개관측 장비(시정계) 지속 확충(기상청 협조)
  - 2015년 13개소 설치('18년 까지 점진적 확충)
- ○ 돌발상황 검지 레이더 설치 등 신기술 도입 및 검증

□ 안전시설 확충 계획(총괄)

노 선	구 간	안전시설 확충계획	안개 일수	비 고
안개취약 구간 공통		o 안개 시정표지 개선('15) o 시정계 설치('15) - 기상청 협조(7개소), 도공(6개소) o 노면요철 포장 확충('15~'16) o 발광형 교통 안전표지 교체('16)		
영동선	진부IC~횡계IC	o 지향성 비상 방송스피커, 소형VMS ('16)	34	
	횡계IC~강릉JCT	o 지향성 비상 방송스피커, 소형VMS ('16)	56	
서해안선	서해대교	o 교량 진입 차단시설('15) o 돌발상황 자동검지 레이더('15) o 시정계 교체('15~'16)	21	
통영대전선	선원2교~금산IC	o 지향성 비상 방송 스피커('15)	38	

□ 안개 관측 장비(시정계) 지속 확충

○ 안개 관측 장비(시정계) **절대 부족**

- 안개취약 16개 구간(169km)중 3개 구간(18km)에 6개 운영
- 기상청에서 고속도로상 설치한 시정계는 없음(전국 238개소 설치)

* 기상청 : 영종대교 사고이후 '15~'18년 도로 등 안개다발 지역에 우선배치 추진 중

○ 안개취약 구간 시정계 확충 추진

- (2015년) 안개취약 구간(16개소)중 시정계 미설치 구간(13개소)에 대하여 개소별 1개씩 우선설치(총 13개)

* 기상청 협조(7개소), 도공 자체 예산 투입(6개소)

* 2015. 4. 9. 기상청 업무협의 결과(기상청, 국토교통부, 한국도로공사)

기 상 청	우리 공사
·시정계 **설치** 및 **유지관리** **(7개소 설치)**	·도로점용 허가, 전기·통신 인입 제공 등 ※ 작업차량 무료통행표지 발급 등 협조

☞ 기상 관측자료 한국도로공사 및 기상청 공유

- (2016년～2018년)안개취약 구간(16개소)에 대하여 점진적 추가 확충(자체 예산 또는 기상청 협조)

* '18년까지 기상청에서 확충 예정인 시정계(약60개)중 일부 고속도로 설치협조 추진

○ 2015년 설치계획 (13개)

구 분	노선명	안개취약 구간	설치위치(개소)	비 고
기상청 설치 (7개)	영동선	진부～횡계	209.6 k(1개소)	안개현황 Datebase, 가변속도 표지판, VMS 등 시설물 연계
		횡계～강릉	218.6 k(1개소)	
	중앙선	홍천～춘천	372.4 k(1개소)	
	중부선	증평～진천	273.0 k(1개소)	
	중부내륙선	창녕～현풍	51.4 k(1개소)	
	호남선	주암～석곡	22.0 k(1개소)	
	통영대전선	선원2교～금산	181.3 k(1개소)	
도공 설치 (6개)	중앙선	횡성~홍천	339.1 k(1개소)	
	통영대전선	무주~잠두교	169.5 k(1개소)	
		금산~추부	193.6 k(1개소)	
	호남선	석곡~곡성	38.0 k(1개소)	
	순천완주선	황전~구례	27.2 k(1개소)	
	중부내륙지선	현풍~달성	8.4 k(1개소)	

□ 교량 진입 차단시설 설치

○ 기　　능

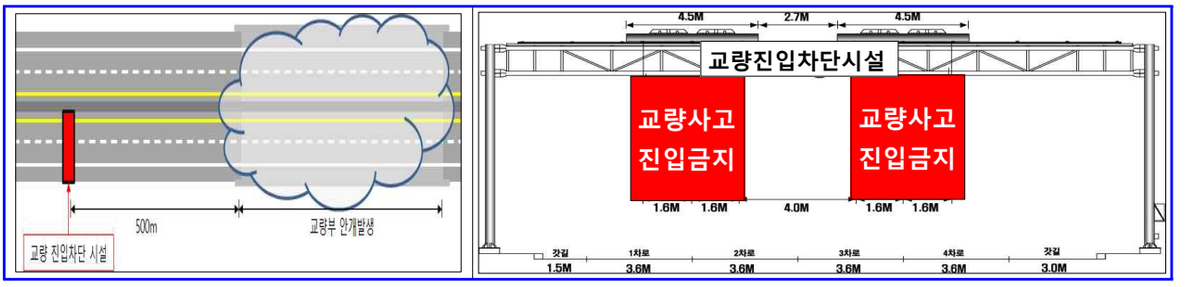
- 추돌 사고 발생시 연쇄 **다중추돌 방지**를 위한 **긴급 교통제한**
- 짙은 안개로 **예방적 교통차단** 필요시 보조적 역할

  * 현재 운영 중인 터널 진입차단 시설과 동일 개념

○ **설치위치** : 교량 전방 500m 내외 (안개발생 시점 전방)

  * 서해대교 : 송악IC, 서평택 IC 전방 설치 검토

○ **운　　영** : CCTV 등 정보수집⇒ 상황실에서 **원격조정** 차단



* 2015. 3. 국민안전처『안개상습 구간 도로교통 종합대책』

○ 터널 진입차단 시설 활용

- 안개로 인한 긴급차단 사유 발생시 기 설치된 터널 진입차단 시설 (91개소)활용　* 터널 내 유고 사항 아니라도 적극적 활용
- 터널 진입차단 시설 운영자에게 동 내용 사전 교육・숙지

○ **설치계획**

설치년도	교　량　명	연장 (m)	안개일수 (일/년)	비 고
2015	・서해대교(서해안선)	7,310	25	해상 교량

* 안개취약 구간중 강풍, 안개등 기상악화로 교통차단 위험성이 높은 구간 선정

* 10분간 평균 풍속 25m/sec 이상인 경우 긴급통행 제한 가능(도로법 시행령 제78조)

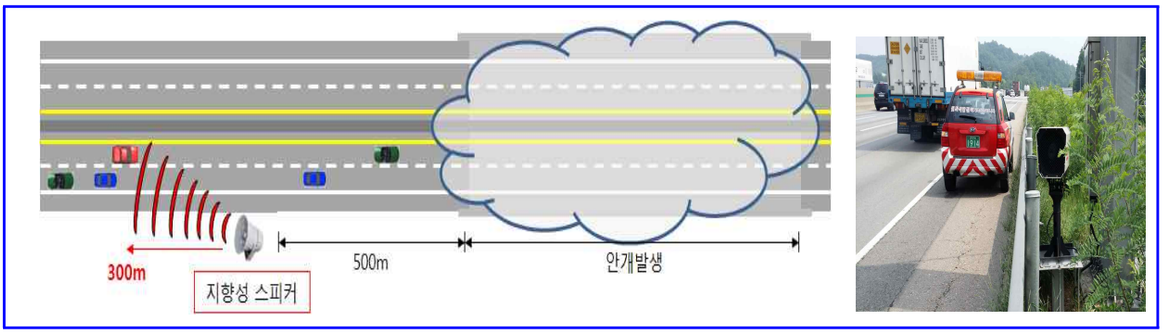
○ **소요예산** : 300백만 원　[2개소(양방향)×150백만 원]

□ 지향성[3] 비상방송 스피커 설치

○ 기　　능

- 전방 추돌사고 발생시 안개지역 진입 방지를 위한 음성안내
- 짙은 안개발생시 감속운행 유도 음성 안내

○ **운　　영** : CCTV 등 정보수집⇒ 상황실에서 원격조정(녹음 멘트 또는 음성)



* 설치위치 : 제설염화물에 의한 부식 등 내구성 저하방지 및 설치효과 감안 문형식 상부빔 권장

○ **설치 계획**

설치 년도	위　　치	설치 수량	안개일수 (일/년)	소요예산 (백만 원)
2015	·통영대전선 무주 구간 - 무주~금산(각방향 2개소) * 기상청 시정계 연계	4개	36	120
2016	·영동선 대관령구간 - 진부~강릉(양방향) * 소형VMS(12개), 기상청 시정계 연계	6개	60일 이상	420 (스피커:180 VMS:240)

* 영동선 광교신도시 방음벽 설치공사 및 수도권 본부 운영중

- 설치위치 선정시 민가, 축사 등 소음에 민감한 지역 회피
- 대관령 구간은 민간자본 활용 노후시설 개량사업에 포함 시행 (도로처 협조)

* 노후시설 개량사업 설계시 세부 위치 및 수량 확정 반영(교통처,대관령지사)

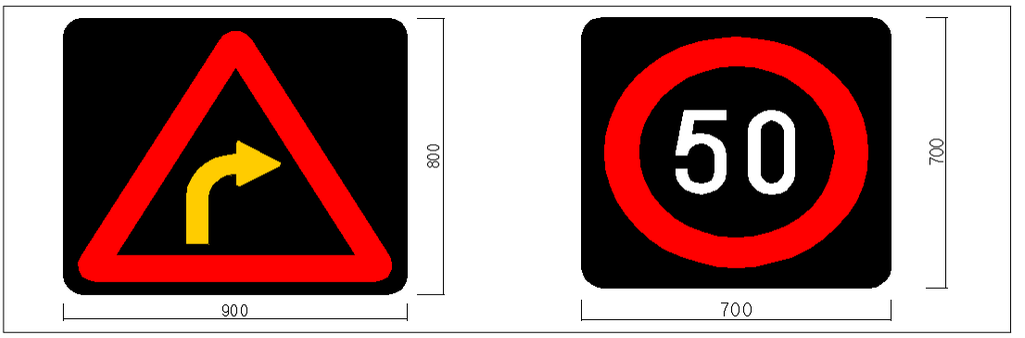
3) 지향성 스피커 : 목적으로 하는 방향으로만 소리를 방사하는 지향성을 갖게 한 스피커 시스템으로 제품 가격에 따라 최대 전달가능 거리 100~3,000m 등 다양

□ 발광형 교통안전 표지 설치(교체)

○ **대상 구간**

- 안개 취약 구간(16개 구간)에 설치된 기존 교통안전표지(주의, 규제, 지시, 보조) 또는 신규 설치 표지

  * 곡선반경, 내리막 경사 등 도로 구조상 가시거리가 충분히 확보되지 않는 곳



[그림] 발광형 안전표지판의 표준치수(예시)

○ 크기는 표준치수 보다 1.5배 ~ 2.5배 확대설치 가능

○ 전기 인입 등 현장여건 고려 가급적 태양광 충전식 권장

○ **"최고속도제한 표지(224*)"**는 가급적 가변형 속도제한 표지** 설치(교체) 권장 * 교통안전표지 번호

** 기상상황에 따라 속도를 변화시킬 수 있는 표지, 시정계 연계 또는 상황실 제어

- 짙은 안개 발생시 고정식 발광형 안전표지로 설치할 경우 오히려 역효과 우려(50% 감속한 제한속도 안내 불가, 높은 속도 부각 안내)

○ 세부설치 기준은 도로교통법 시행규칙 제8조 제2항(별표6) 『안전표지의 종류, 만드는 방식, 설치하는 장소·기준 및 표시하는 뜻』 및 경찰청『조명식 및 발광형 교통안전표지 표준지침』 참조

○ 시행방안

- 시행시기 : 2016년

  * 기관별 도로보수비 집행 가능한 경우 2015년 시행

- 본부(지사)별 자체 정비계획 수립 후 2016년 사업계획 반영 요청
- 설치(교체)위치, 수량, 소요예산 등

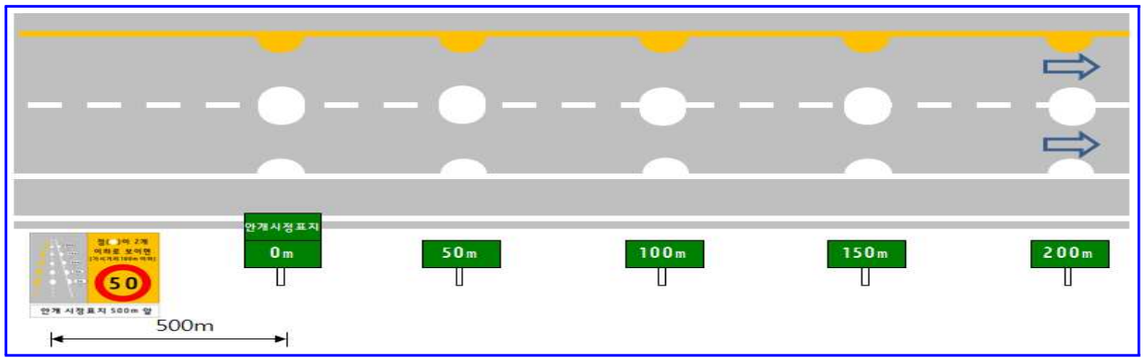
□ 안개 시정표지 개선 시범 운영

○ 문 제 점

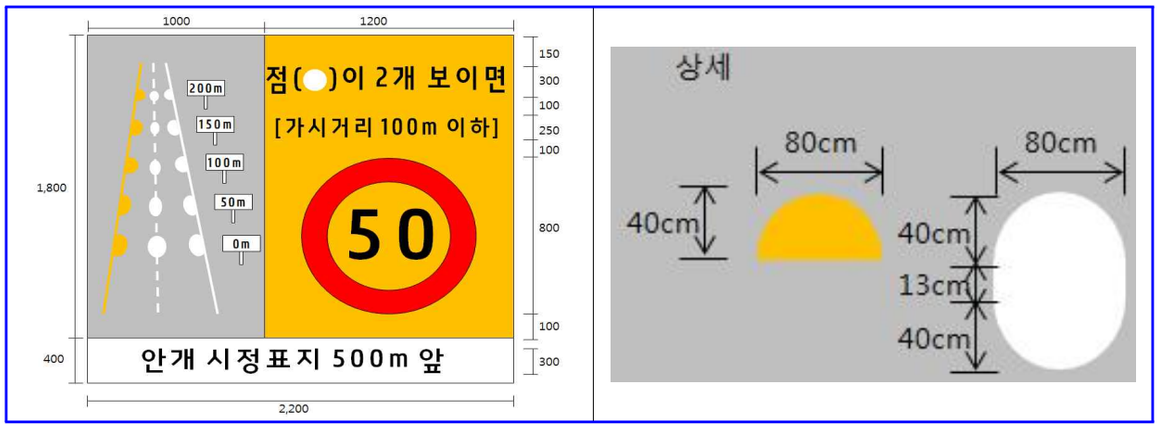
- 노견에만 설치되어 다차로 구간 추월차로에서는 잘 보이지 않고
- 안개 시정표지를 도로 이용자가 무슨 표지인지 이해하지 못하는 경우가 많음

○ 개　　선

- 안개 시정표지+“**노면 표시” 병행 설치**(외국 적용 사례 참고)
- 안개 시정표지 “**사전 안내표지판**“ 설치(입간판 형식의 임시표지)



[그림1] 설치 개념도



[그림2] 사전 안내표지판 및 노면표시 상세도

○ 시범운영

- 안개취약 구간(16개 구간)별 2개소 이상 설치
- 본부별 설치 효과 분석(모니터링) 후 결과 보고 (‘15. 9. 30)

  * 2016년 확대 적용 검토 (교통처)

□ 노면요철 포장 확충('15～'16)

○ 시정거리 불량으로 인한 도로이탈 시설물 충격사고 예방

○ 설치대상

- 안개취약 구간(16개 구간) 갓길측, 단 터널 및 교량 제외

○ 본부별 해당구간 세부 사업계획(소요예산 포함) 파악 후 교통처 보고 (5월중)

- 2015년 도로개량-노면요철 포장(10억 원) 사업에 포함 시행
- 본부별 소요 예산 배정(6월)

  * 소요예산 : 6백만 원/km

- 영동선 구간은 민간투자 사업 도로시설 개량사업에 포함 시행

□ 안개소산 장치 등 신기술 시범운영

종 류	설 치 구 간	비 고
안개소산 장치	· 영동선(대관령4～5터널) 2개 · 중앙선(원무1～2터널) 2개	특 허 (한국유지관리)
기존CCTV를 이용한 시정거리 측정시스템	· 창녕2,대관령2,홍천1,구례지사1	특 허 (한국교통대학교)
안개시 차간거리 안내시스템	· 중부내륙선(창녕낙동강교) 1식	교통신기술 (한국전기교통)

○ 시범운영 : 2015. 2. ～ 2015. 11.

○ 해당 본부(지사)는 당해 시설물에 대한 효과분석 및 유지관리성 등을 종합 검토하여 교통처에 결과 보고 (2015. 11.)

- 안개소산장치 : 기 효과분석 방안 통보 * 교통처-3937(2014. 9. 15.)
- 시정거리 측정 시스템 : CCTV와 목측 시정거리 비교
- 차간거리 안내시스템 : 설치효과, 시정거리 측정 정확성, 유지관리성, 작동 오류 여부 등

○ **이동식 안개소산 장치 시범 운영**(2015)

- 이동성이 큰 안개에 효과적인 대응을 위해 이동식 안개소산 장치 추가 시범운영
- 시범운영

본 부 (지 사)	수 량	소요예산 (백만 원)	운 영	비 고
강원 (대관령)	1 기	70	차량에 탑재(분리가능)하여 안개 발생시 갓길 등에서 작동	기 보유 발전기 사용

* 제조·구매 시방서 협조 : 스마트하이웨이 사업단

○ 기존CCTV를 이용한 시정거리 측정시스템 성능개선(2015)

- 안개 시정거리 측정값 상황실 CCTV 자막표출 기능 추가
- 소요예산 : 본부별 약 5백만 원(해당 본부별 조치)

□ 돌발상황 자동검지 레이더 시범도입

○ 레이더를 이용하여 도로에 발생되는 위험정보(사고, 낙하물, 돌발상황 등)를 자동 검지하여 도로관리 운영자와 차량에 제공하는 기술

○ 검지단계

돌발상황 (낙하물 등) → 검 지 **(레이더)** → 통제서버 (정보수집) → 교통센터 (운영자) → 교통정보 (VMS표출)

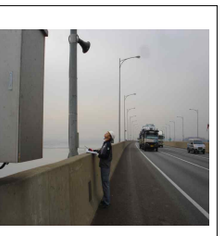
○ 설치위치

- 서해안선 서해대교 : 재난안전처, 스마트하이웨이사업단 추진
- 충주~제천선(2015. 6. 개통예정) : 3개소(건설처 추진)

□ 서해대교 안개대응 강화

【서해대교 안개대응 시스템 운영 현황】

- 시정계(4개소)로 자동 측정하여 최소값에 따라 자동으로 상황실에 통보 및 VMS(도로전광판)에 속도제한 자동 표출
  - 시정거리 : 100~250m : 80km/h ※ 속도제한(평시) 110km/h
  - 시정거리 : 100m 이하 : 50km/h
  - 시정거리 : 10m 이하시 경찰청과 협의후 교통차단
- 비상방송(싸이렌) 시정거리 100m 이하 자동울림

				
시정계 (4개)	대형VMS (2개)	소형VMS (5개)	감속유도용 소형전광판(39)	비상방송 스피커(92개)

○ 시정계 교체(2015~2016)

- 내구연한(10~15년)이 지나거나 도래한 시정계(3기)는 년차별 교체 추진
- 시정계 에러 발생이 잦아 원활한 운영을 위해 교체 추진 필요

  * 시정거리 측정 에러 발생 시 시스템 전체 미 작동(가변속도 등)

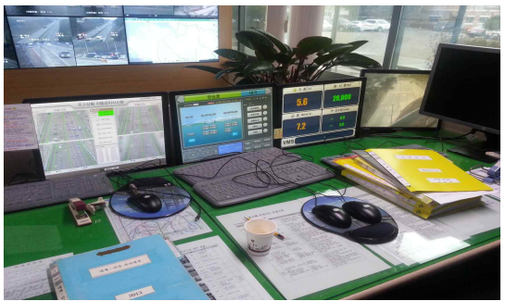
시정계 설치위치	규 격	설치연도	교체시기	소요예산
합 계				90
사장교 주탑	PWD20	2005	2015	30
A1	PWD20	2007	2016	30
A2	PWD20	2007	2016	30
행담도	PWD20	2013	계속사용	-

○ 정보통신 인력 보강 검토·추진(ITS처)

- 인력보강 : (현재)정보통신직 **1명** ⇒ (보강)정보통신직 **2명**
- 사 유 : 기상정보시스템 등 정보통신시설의 원활한 유지관리 및 운영

o 2014. 1. 당진지사와 서해대교관리소의 직제 통합에 따라 인원축소
- 당 초(2명) : 당진지사(1명), 서해대교관리소(1명)
- 현 재(1명) : 당진지사(1명), ~~서해대교관리소(1명)~~
※ 당초 서해대교관리소에 설치·운영하던 시스템은 현재 당진지사 상황실로 대부분 이동되어 각종 정보통신 시설은 증가하였으나 오히려 인력은 감축

o 운영중인 정보통신 주요 현황
- 비상방송 설비, 기상정보시스템, 가변속도제한표지, 유고상황 감지시스템
- 교통관리시설(소형전광판, 도로전광표지,CCTV, TRS등)
- 서해대교 상황실, 홍보관 정보통신기기 등



[사진] 당진지사 상황실 전경

□ 안개대비 안전시설 설계단계 적용 검토(설계처)

○ **설계단계**에서부터 안개등 악천후 구간에 대한 안전시설 설치 적극 반영
- 안전시설 설치 의무화 등 관련 법령 강화 추세
  * 도로법 및 유료도로법 개정안 발의 중(김성태 의원 등)
- 기상청 기후자료, 마을주민 탐문, 인근 공용중인 노선 안개발생 자료 등을 검토하여 안개취약 구간 선정후 **안전시설 설계반영**

○ 장대교량(1km 이상) 안개대응 시스템 구축 등 고가의 시스템은 유지관리 단계에서 소요예산 부담으로 설치가 쉽지 않음

○ 공용중인 노선 안개시설 설치 현황, 신기술 도입 현황, 안개취약 구간 현황 등 설계시 필요자료는 교통처에서 적극 협조

□ 건설중인 노선 안개대비 안전시설 설치(건설처, 사업단)

○ 공사중 **안개발생 현황자료** 작성후 준공시 유지관리 부서 인계

- 착공 초기부터 공구별 안개시정 표지 설치 현황 관리
- 준공시 안개발생 현황자료 유지관리부서 인계 (안개 취약구간 선정시 참고 자료로 활용)

  * 현재 신규 개통노선은 안개취약 구간에 미포함(관리 사각지대 발생)

○ 안개발생 현황 자료를 기초로 준공년도에 안개취약 구간 선정

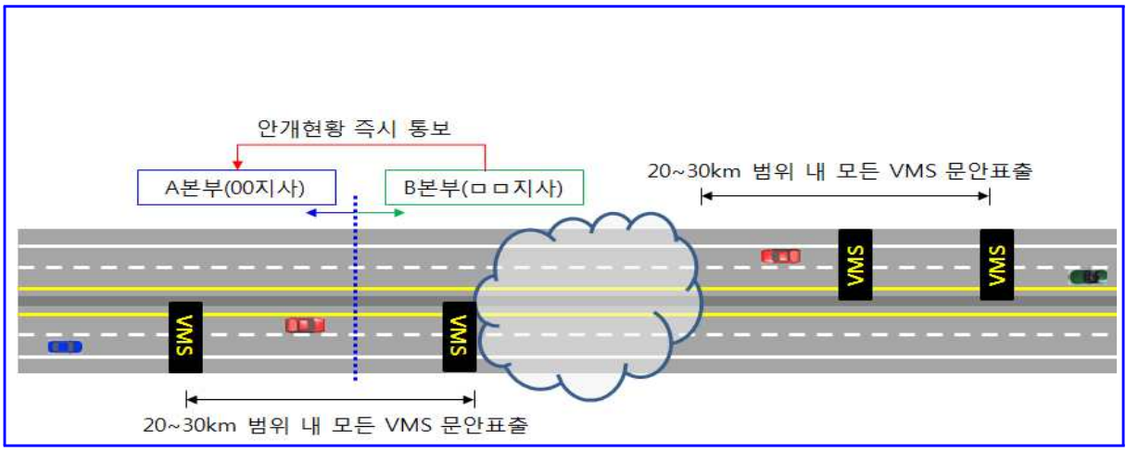
- 안개 대비 안전시설 설치(적용 시설물 교통처 협조)
- 운영 매뉴얼 및 유지관리 사항 인수·인계(사업단↔지사)

□ 안개발생 시점 사전예고 강화

○ 안개 발생 시점 전방 20~30km 전방부터 사전안내 강화

○ 인근지사, 본부간 긴밀한 연락 및 협조체계 유지

- 지사간, 본부간 경계부에 안개 발생시 문안표출 사각지대 발생



나 관리·운영 분야

【 추 진 방 향 】

- ○ **매뉴얼 개정**
  - **구체적이고 실행력 있는 대응 방안 마련**
  - **단계별 현장 대응력 강화**
- ○ **안개 취약 구간 선정 · 관리 개선**
- ○ **VMS 감속유도 문안 구체화 및 사전예고 강화**

□ 안개발생 현황 체계적 관리

안개발생 현황관리는 **안개취약 구간 선정, 안전시설 설치** 구간 선정 등의 중요 기초 자료임.

○ **안전순찰원 상황일지 작성시**

- 현 행 : 안개 시정거리 미 기재 (안개 발생여부만 기재)
- 개 선 : 목측한 안개 시정거리 구체적 기재

○ **교통사고 발생속보 작성시**

- 현 행 : “짙은안개 200m 미만”, “옅은안개 200m 이상” 2가지 분류
- 개 선 : “안개시정 50m 이하“ "안개시정 50m～100m" “안개시정 100m～250m” "안개시정 250m 이상“ 세분화

  * 정보처 사고속보 등록 시스템 입력항목 개선

○ 안개발생 현황 시스템 **입력 및 보고 철저**

- 일 일 : 안개 발생시 수시로 아래 시스템에 입력

  * Hi-portal / Hi-유지관리 / 재난 / 안개발생 현황
- 정 기 : 전년도 안개발생 현황 보고 (매년 1. 15.일 한)

○ 시정거리 측정(안전순찰원 교육)

- 노선에 설치된 **안개시정표지** 설치 구간 사전 숙지 및 활용
- 가로등 및 시선유도표지 간격 등 시설물 활용한 시정거리 측정 사전 교육

□ 안개 취약 구간 선정·관리 개선

○ 관련용어 정립

- (현 재) : 안개잦은 구간, 다발구간, 취약구간 등 다양한 용어 사용
- (개 선) : **안개취약** 구간으로 통일하여 사용(국토교통부)

○ 안개취약 구간 선정기준 변경

- (현 재) : 안개시정거리 400m 이하 30일 이상 발생구간
- (변 경) : 국토교통부 기준 적용『첨단도로환경과-1399('15.4.7.)』

○ 시정거리 250m 이하의 안개가 연 30일 이상 발생구간
○ 안개로 인하여 대형 교통사고 발생구간(사망3 또는 사상자 20이상)
○ 기타 도로관리청이 판단하여 안개취약 구간 지정 필요 구간

* 변경기준 적용시 16개 구간(169km), 세부현황『별첨1』참조

○ 신규 개통 노선

- 개통 후 1년 공용후(안개발생 현황 관리) 취약 **구간** 추가 지정 여부 결정
- 건설당시 작성한 안개발생 현황 자료 등을 함께 고려

○ 향후 기후변화 등으로 인하여 현재 선정된 지점의 **제외** 또는 신규 **추가** 선정 필요성이 있는 경우

- 안개취약 구간 제외 또는 추가 요청(지역본부→교통처)
- 안개발생 현황자료, 도로여건, 사고현황 등 첨부하여 교통처 보고
- 안개취약 구간 제외 또는 추가 지정 여부 교통처 검토

□ VMS 감속유도 문안개선

(문 제 점)

○ 안개 발생시 감속유도 안내 문안 모호(20%, 50% 감속)

(개 선)

○ 시정 거리별로 구체적인 운행 제한속도 표출

- 시정거리 250m 이하 : 70km/h 이하 감속운행

  * 100km/h*20%= 80km/h

  * 고속도로 안개구간 종합대책 연구(2010.8)참조 하여 70km/h로 하향적용

- 시정거리 100m 이하 : 50km/h 이하 감속운행

  * 100km/h*50%= 50km/h

  * 도로교통법 시행규칙 "시정거리 100m 이하시 50% 감속"

> * 고속도로 제한속도 : 110km/h(29%), **100km/h(64%),** 80km/h(6%), 기타(1%)
> ** 제한 속도별로 세분화 하여 표출(55, 50, 40km/h)할 경우 운영이 쉽지 않고, 운전자 입장에서 오히려 혼란 발생

시정거리	250m 이하시	100m 이하시	250m이하시
표출위치	20~30km 전방	5km전방~안개구간 내	
문 안	전방 00km 안 개 발 생	안 개 구 간 50km/h 이하 운행 (주) 비 상 등 점 등 거 리 유 지 (보조)	안 개 구 간 70km/h 이하 운행 비 상 등 점 등 거 리 유 지

□ 안개대비 비상 훈련 실시(정기적)

① VMS 신속 문안표출 대응 능력(기관별 공동 대응)

② 안개 단계별 대응 능력(비상소집, 장비인원 동원체계 등)

③ 짙은 안개로 인한 예방적 교통제한 및 다중추돌 사고시 대응 능력(진입차단 시설 작동, 교통우회 등)

훈련주관	①교통처 주관	②본부 주관	③지사 주관	비 고
시행시기	년 1회 (봄 또는 가을)	년1회 이상 (봄 또는 가을)	년 1회 이상	
훈련중점	VMS 문안표출 훈련	매뉴얼 단계별 운영 능력	교통제한(차단) 실시 훈련	
방 법	실지 문안표출 훈련	도상훈련	(설해, 풍수해 훈련시 병행)	

* 훈련 주관 부서별 세부 훈련계획 자체 수립 후 시행

□ 매뉴얼 개정

○ 영종대교 사고 이후 관련기관(국토교통부, 경찰청, 기상청)에서 매뉴얼(안개부분)과 관련하여 현재 다양한 검토중으로 **결과에 따라 매뉴얼 개정**

* 매뉴얼 개정전 까지 잠정적으로 동 방침 적용 비상근무 실시

- 경 찰 청 : 시정거리 100m 이하 감속유도 세분화
- 국토교통부 : 안개대응 실무 매뉴얼 제정 전파
- 기 상 청 : 안개특보 실시 예정(2015. 12.)

○ 매뉴얼 주요 개정(안)

구 분	현 재	개 정(안)	사 유
비상 근무	o 주의단계 - 교통상황실 상시근무	o 주의단계 비상근무자 추가 - 야간: 근무자1명 추가(재택)	대응업무 증가
근무 요령	o 시정거리별 속도제한 - 250m 이하:20%감속운행 - 100m 이하:50%감속운행	o 시정거리별 속도제한 명확화 - 250m이하 : 70km/h 이하 - 100m이하 : 50km/h 이하	감속운행 유도 구체화
	o 안개발생 사전예고 - 표출위치 기준 없음	o 안개발생 사전예고 - 안개시점 20~30km 전방부터 안내	인근지사 공동대응
	o 단계별 현장 대응 미흡 - 순찰대와 연락체계 유지 - 안개시점부 순찰차 대기	o 단계별 현장 대응강화 **(경계단계)** - 순찰차 배치요청(고속도로순찰대) - 안전순찰차 1개조 추가투입 - 안개시점부 불꽃신호기 설치 **(심각단계)** - 안개시점부 싸인카 갓길 대기 (도로정비원 2명 이상 포함)	시정거리 100m 이하 단계 대응강화
기 타	o 안개발생 보고(경계) - 안개 및 교통상황 보고 - 본사 보고: 2시간 간격	o 경계단계 - 본사 보고 삭제	시스템 입력으로 대체
	o 영업소 입간판 설치	o 영업소 입간판 설치 삭제	현실적 적용애로
	o 안개정보 홍보(인터넷)	o 인터넷 홍보 삭제	

다 도로 이용자 분야

【 추 진 방 향 】

○ 안개발생시 안전운전 요령 및 사고 위험성에 대한 년중 홍보추진
- 집중 홍보 기간 : 3~5월, 9~11월

□ 도로전광표지(VMS) 이용 집중 홍보(매년)

○ 집중 홍보 기간 : 안개가 자주 발생하는 3~5월, 9~11월

○ 홍보대상 VMS : 전국에 설치된 모든 시설

구 분	계	경기	강원	충청	전북	전남	경북	경남
계	1,135	214	160	178	122	189	124	148

○ 표출방법 : 교통홍보 문안 표출시 수시 표출

○ 홍보문안 : 아래 문안 교대(선택) 문안 표출

□ 기관별 홍보, 캠페인 수립 추진(2015년)

○ 지역본부(지사)
- 휴게소, 영업소 등 이용 동영상, 현수막 설치, 홍보 팜플렛 제작 배포 등
- 기관별 실정에 맞는 홍보대책 수립 시행

○ 교통센터
- 고속도로 교통방송(EX-TV) 이용 홍보
- 스마트폰 앱(고속도로 교통정보) 이용 홍보

5 소요예산 및 재원마련

□ 2015년 소요예산

건 명	위 치	내 용	소요예산 (백만 원)
합 계			690
시정계 설치	· 중앙선 횡성~춘천 구간 등 6개소	안개관측 장비(시정계) 설치	120
교량진입 차단시설	· 서해안선(서해대교) - 방향별 1개소	연쇄추돌 사고 방지를 위한 긴급 차단시설	300
지향성 비상방송 스피커 설치	· 대전~통영선(무주~금산구간) - 방향별 2개소	짙은 안개시 감속운행 안내, 연쇄추돌 방지(진입제한)안내	120
시정계 교체	· 서해대교	내구년한 경과 시정계 교체	30
이동식 안개 소산장치	· 강원본부(대관령지사)	이동식 안개소산 장치 1개 제조·구매	70
안개시정 표지 개선	· 안개취약 구간 16개소	노면표시 및 안내입간판 설치	50

* 2016년 사업계획 반영 및 『민간자본 활용 노후시설 개량사업』에 포함 시행 하는 대관령 구간 안전시설은 별도

□ 재원마련

○ 2015년 소요예산 690백만 원은 운영계획 변경하여 재원마련

단 위 사 업 명	예 산(백만 원)			비 고
	당 초	변 경	증 감	
합 계	3,350	3,350	-	
노면요철 포장	1,000	880	감) 120	사업물량 조정
도로안전진단 권고사항 조치	1,350	1,000	감) 350	도로안전진단 용역 결과 반영
사고 잦은 곳 개선	1,000	780	감) 220	"
안개취약 구간 안전시설 확충	-	690	증) 690	

○ 2016년 소요예산은 내년도 도로개량 사업에 반영 조치

- 발광형 교통안전표지 교체, 서해대교 시정계 교체(2개)

6 시 행 방 안

□ 추진일정

구 분		추 진 일 정(2015년)					2016년
		4월	6월	8월	10월	12월	
도로·안전 시설 분야	시정계 설치	—	—	—	—		
	교량진입 차단시설	—	—	—	—		
	지향성 비상방송 스피커	—	—	—	—		
	이동식 안개소산 장치		—	—			
	발광형 교통안전 표지						—
	안개시정표지 개선	—	—				
	서해대교 시정계 교체		—				—
도로 운영	안개발생 현황 관리강화	즉시시행					
	감속유도 안내문안 개선	즉시시행					
도로 이용자	VMS 이용 홍보	즉시시행					
	기관별 홍보 추진	즉시시행					

□ 부서별 협조사항

부 서	협 조 사 항	비고
기획조정실	○도로개량 사업 운영계획 변경	
도 로 처	○대관령 지사 관내 안전시설 민간투자 사업 포함시행	
시 설 처	○교량 진입 차단시설 설치 지원(설계 등)	
건 설 처 (사 업 단)	○건설중인 노선 안전시설 확충 추진	
설 계 처	○안개취약 구간 안전시설 설계적용 방안 검토 - 설계단계 안전시설 설계반영 추진	
I T S 처	○시정계, VMS 등 정보통신 시설 연계 기술지원 ○당진지사(서해대교)정보통신 시설 유지관리 인력 보강 검토(추진)	

□ 공사시행 : 지역본부(지사)

○ 본부별 소요예산 배정(교통처)

□ **안개대책 추진 실태 점검(10월중)**

○ 실행력 제고를 위해 본부별 안개대책 추진 실태 점검

○ 안전시설 설치 추진, 비상근무, 안개 현황관리 등

○ 안개시설 유지관리 실태 정기적 점검(매년)

- 봄(지역본부), 가을(교통처)

□ **기 타**

○ 안개취약 **구간(16개소)외** 현장 관리(안개 잦은 구간)

- 안개취약 구간에 포함되지는 않지만 안개가 자주발생 하는 구간 『별첨6 참조』에 대하여도 본 방침에 준하여 현장 관리
- 본부별 자체 개선 계획 수립 시행 등

○ 민자 노선 유지관리 기관(춘천, 수원, 울산)은 해당 민간사업자와 협의, 동 방침 참고하여 안전시설 등 적극 설치 추진

- 안개발생 현황, 노선특징, 교통량 등 고려
- 서울～춘천, 서수원～평택, 부산～울산

별 첨 : 1. 안개 취약구간 현황

2. 재난관리 매뉴얼 잠정 개정(안)
3. 안개 잦은 구간 터널 진입차단 시설 현황
4. 안개 취약구간 안전시설 현황
5. 안개상습 구간 도로교통 안전대책(관계부처)
6. 안개 잦은 구간 현황

8-6 부대공 고속도로 차로유도선 설치 개선

교통처-2208 (2015.06.15)

1 추진배경

o 2014년 수립된 「고속도로 차로유도선 개선방안」 시행에 따른 **설치기준 및 유지관리시 문제점 보완 필요**

※ 고속도로 차로유도선 개선방안 수립 (교통처-1462. 2014. 4. 8)

o 도로표지 상 안내중인 차로유도선의 모양 및 색상이 서로 상이하여 **도로이용자의 혼동 발생 및 표지 일관성 결여**

2 현 황

□ 설치현황

o 차로유도선

구 분	본 선		영 업 소		
	갈림길	졸음쉼터	하이패스		무인수납
			일 반	화물차	
개 소	48개소 (Jct:29, IC:15, 기타:4)	30개소	336개소	-	35개소
설치 사진					
색 상	1방향 : 분홍 2방향: 분홍,녹색	녹색	청색	주황	분홍
비 고	441개소 (Jct:80, IC:361)	157개소	336개소	294개소	35개소

※화물차량하이패스: 교통처-1975(2015.6.1), 무인수납 : 영업처-2167(2013.4.30)

o 안내표지

- 갈림길 차로유도선 48개소 중 28개소에 설치 운영 중

구 분	안내 표지	3차출구예고	차로지정	출구점표지
개 수	24개	16개	8개	11개
도 안				

부대공

3 현실태 및 문제점

□ 차로유도선

o **(색상) 명확한 색상코드의 부재**로 색상의 일관성 결여

o **(용도) 다른 용도, 같은 색상**으로 운전자에게 혼란 부여

1방향 갈림길		졸음쉼터	2방향 갈림길
색상의 일관성 결여		**다른 용도, 같은 색상**	

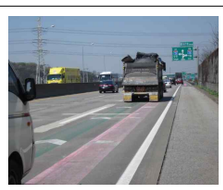
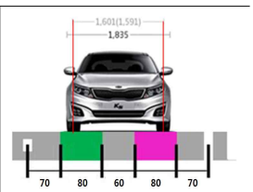
o **(설치기준)** 기하구조 설치기준에 따라 설치시 **시행효과가 크지 않은 구간**이 있음

- 갈림길 구간 설치 전·후 사고건수 비교시 개선효과 無구간 **18개소**

※ 설치기준

구 분	설치대상	비 고
갈림길	· 분기점 : 2방향 분리, 나들목 인접 등 · 나들목 : 휴게소 등과 인접구간 · 기 타 : 시인성 불량, 사고다발 구간	
졸음쉼터	· 곡선반경 1,200m이하 구간 · 시인성이 불량한 구간	

o **(설치규격)** 1개 차로에 2방향 차로유도선 설치시 주행차량 바퀴에 의한 마모가 심해 내구성이 현저히 떨어짐

사진				
내용	준공	6개월 경과		**비 고**

□ 안내표지

o (도안) **다양한 형태의 도안** 사용으로 판독성 및 일관성 결여

o (색상) **유사색상 또는 임의의 색상 사용**으로 안내 효과 저하

다양한 도안 형태

차로유도선과 다른 색상

유사색상

4 개선방안

1 차로유도선 색상 기준개선

□ 공공디자인 색채표준 가이드(KS A 0062) 준수

현 행	개 선
○ Federal Standard Color *미국 국방부 기준색 · 문제점 : 널리 사용하지 않는 코드 · 사용예 : 녹색(FS 34108), 분홍색(FS 37928 + FS 31136) ○ 도료용 표준색견본 *한국페인트잉크공업협동조합 · 문제점 : 2년마다 코드 갱신 · 사용예 : 청색(G-597006) *2008 기준 주황(I-196012) *2014 기준	○ 먼셀 표색계(Munsell color system) - 세계적으로 가장 많이 사용 - 1965년 우리나라 KS채택 - 표시방법 : 색의 3속성 표기법 H V/C (H:Hue, V:Value, C:Chroma) 색상 명도 채도 - 사용예 : 분홍(5.0RP 8.0/6.0)

2 차로유도선 용도 및 색상 구분

□ 용도별 명확한 색상분류

구 분	본 선		영 업 소		
	갈림길	졸음쉼터	하이패스		무인수납
			일반	화물	
설치사진					
색 상	1방향 : 분홍 2방향: 분홍,녹색	연한녹색	청색	주황	분홍
	5.0RP 8.0/6.0 5.0G 5.0/10.0	5.0GY 7.0/8.0	8.2B 7.2/6.4	10.0R 6.0/12.0	5.0RP 8.0/6.0

※ 유도선에 사용되는 갈매기 표시, 글자 및 화살표는 백색

3 차로유도선(갈림길, 졸음쉼터) 설치 세부기준 추가

□ 갈림길

현 행	개 선
▹ **분기점** · 2방향 분리 · 나들목 인접구간(1km 이내) 등 ▹ **나들목** · 휴게소 등과 인접(1km 이내) 구간 ▹ **기 타** · 시인성 불량 · 사고잦은 구간 · 별도의 감속차로 없이 방향전환 되는 구간	**< 도로조건 >** ○ 현행 조건 유지 + **< 추가조건 >** ○ 경로혼선에 의한 사고건수 : 3건/년* 이상 OR ○ 지방경찰청 요청

* '사고 잦은 구간' 선정기준(사고건수) 준용

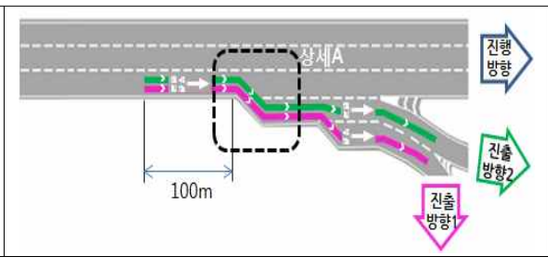
□ 졸음쉼터

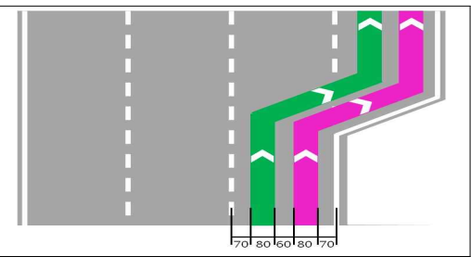
현 행	개 선
▷ 곡선반경 1,200m이하 구간 ▷ 시인성이 불량한 구간	<도로조건> ○ 현행 조건 유지 + <추가조건> ○ 나들목 및 분기점 인접 구간(2km 이내) 설치 지양

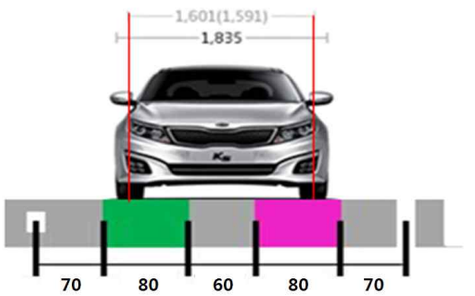
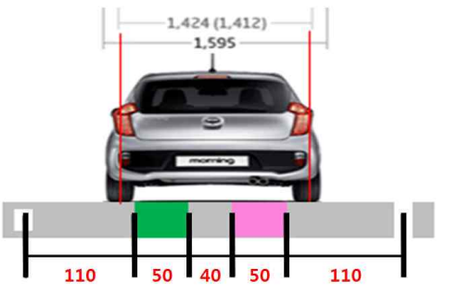
4 1개 차로 2방향 차로유도선 설치규격 개선

□ 차량 윤간거리를 고려한 설치규격 개선

설치 기준





현 행	개 선
 ○ 설치규격 · 도 색 폭 : 80cm · 유도선 간격 : 60cm · 양측 여유폭 : 70cm ○ 문제점 · 차로 중 승용차 바퀴가 가장 많이 접하는 부분에 차로유도선 설치	 ○ 설치규격 · 도 색 폭 : 50cm · 유도선 간격 : 40cm · 양측 여유폭 : 110cm ○ 개선 · 승용차(경차) 윤간거리 범위내 차로유도선 설치

5 안내표지 도안 표준화

□ 출구 및 차로지정표지의 화살표 도안

o **테두리(백색)로만 구분**하여 화살표 내부에 차로유도선(색상) 도안

- 테두리 규격 : 글자규격(H)의 0.15~0.2H [세부규격 별첨 참조]

차로지정표지 및 출구점표지 적용 예시

□ 입체교차로 화살표 도안

o 명확한 주행경로를 안내 : **백색테두리와 갈매기 표기를 혼용**

- 테두리 규격 : 0.11H(백색 갈매기 혼용 사용으로 규격 축소)
- 갈매기 규격 : 0.1H × 0.2H(두께 × 높이) [세부규격 별첨 참조]

3차 출구예고표지 적용 예시

□ 색상 지정

구 분	색상비교	색 기호
분홍색		5RP 7.0/10.0
녹 색		10GY 6.0/12.0

5 향후계획

□ **2015년 차선도색 시행시 변경된 색상 적용**

□ 차로유도선 **안내표지 미설치 구간 설치기준에 따라 보완**

o 기존에 설치된 색이 상이할 경우 개선된 기준으로 수정

※ 현재 48개소 중 28개소 설치 운영 중

□ 갈림길 및 졸음쉼터 차로유도선 **추가 설치시 본사협의 승인 후 시행**

□ 갈림길 차로유도선은 설치 후 붙임 양식에 따라 결과보고

붙임2 색의 표시 방법

□ 공공디자인 색채표준 가이드

o KS 색의 삼속성 [KS A 0062]

색의 표시방법

KS 3속성 (H V/C)

KS A 0062 색의 3속성에 의한 표시방법에 따른 표기
색감각의 3속성을 표시

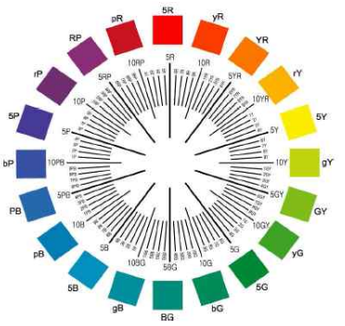
H V/C
2.5R 3/ 10
채도(C)
명도(V)
색상(H)

1) 색상(Hue)

(1) 기본색상
Red, Yellow, Green,
Blue, Purple

(2) 10색상
R, YR, Y, GY, G,
BG, B, PB, P, RP

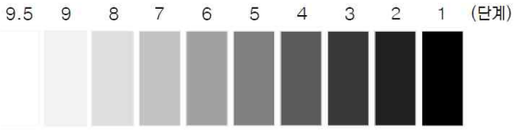
(3) 100색상으로 구분된 색상환



먼셀 색상환

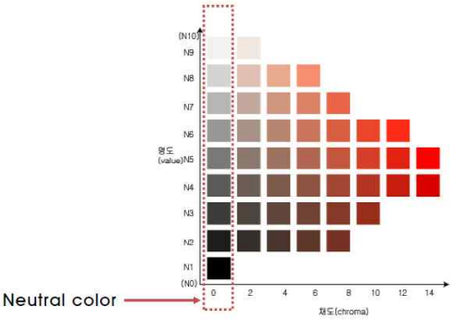
2) 명도(value)

(1) 10단계로 구분 (실제 1~9.5까지의 값들을 사용)
(2) 완전한 검정과 완전한 하양은 존재하지 않음



3) 채도(chroma)

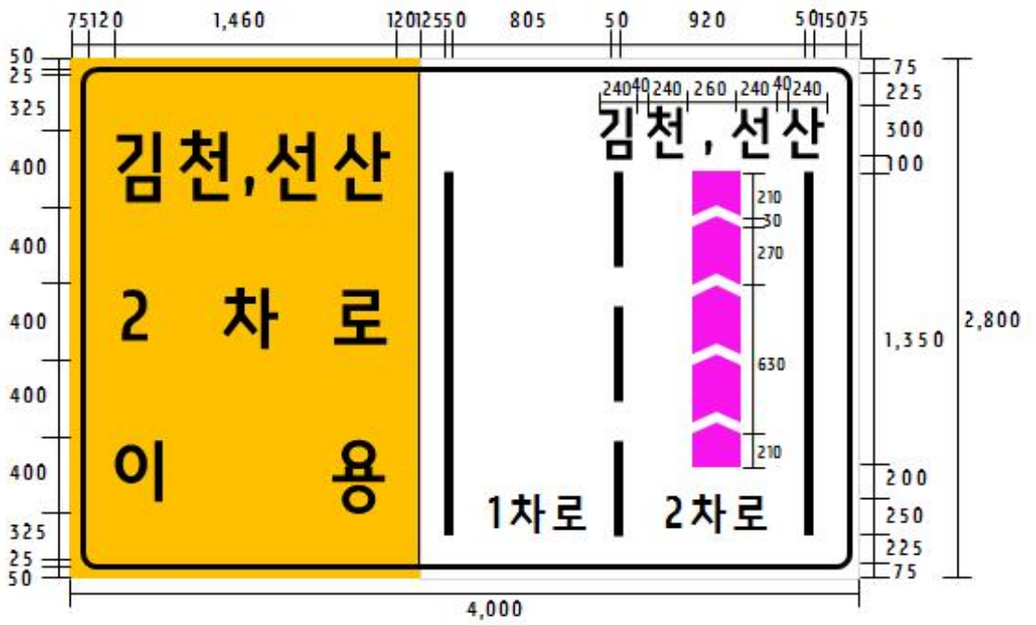
무채색 축에서 멀어질수록
채도 증가



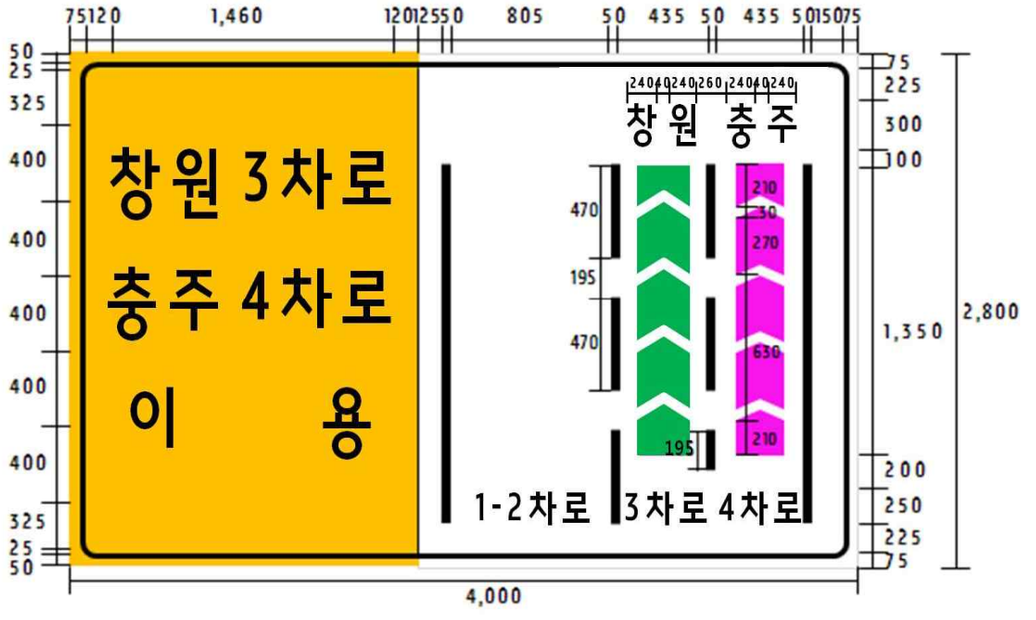
먼셀 색입체의 수직 단면

붙임3 차로 유도선 안내표지 종류

2차로



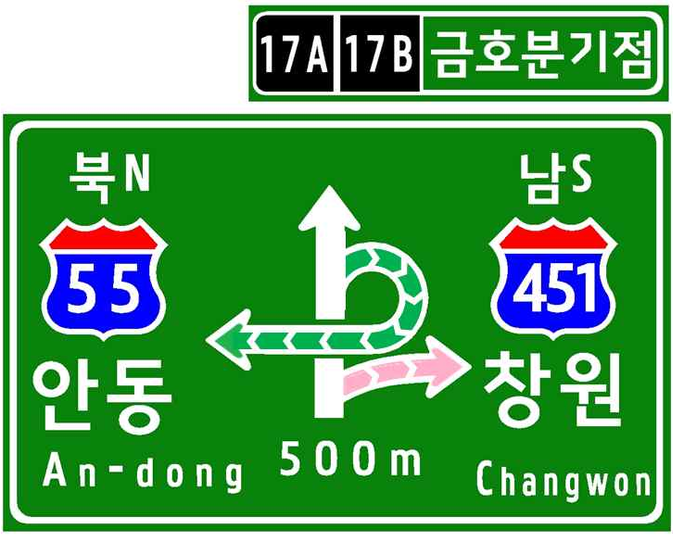
3차로 이상



차로 지정표지

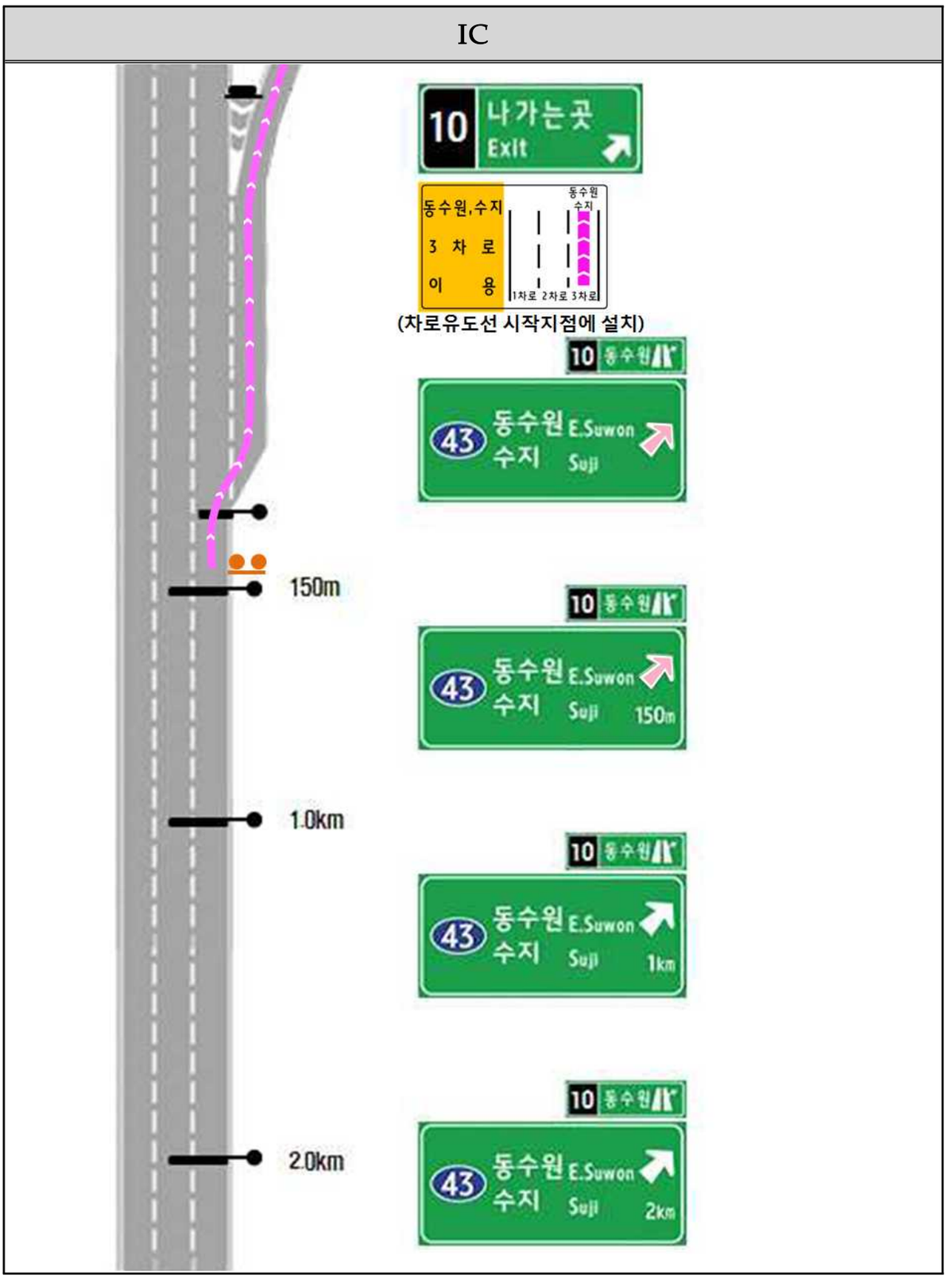
출구점예고표지 / 출구점표지

3차 출구예고표지

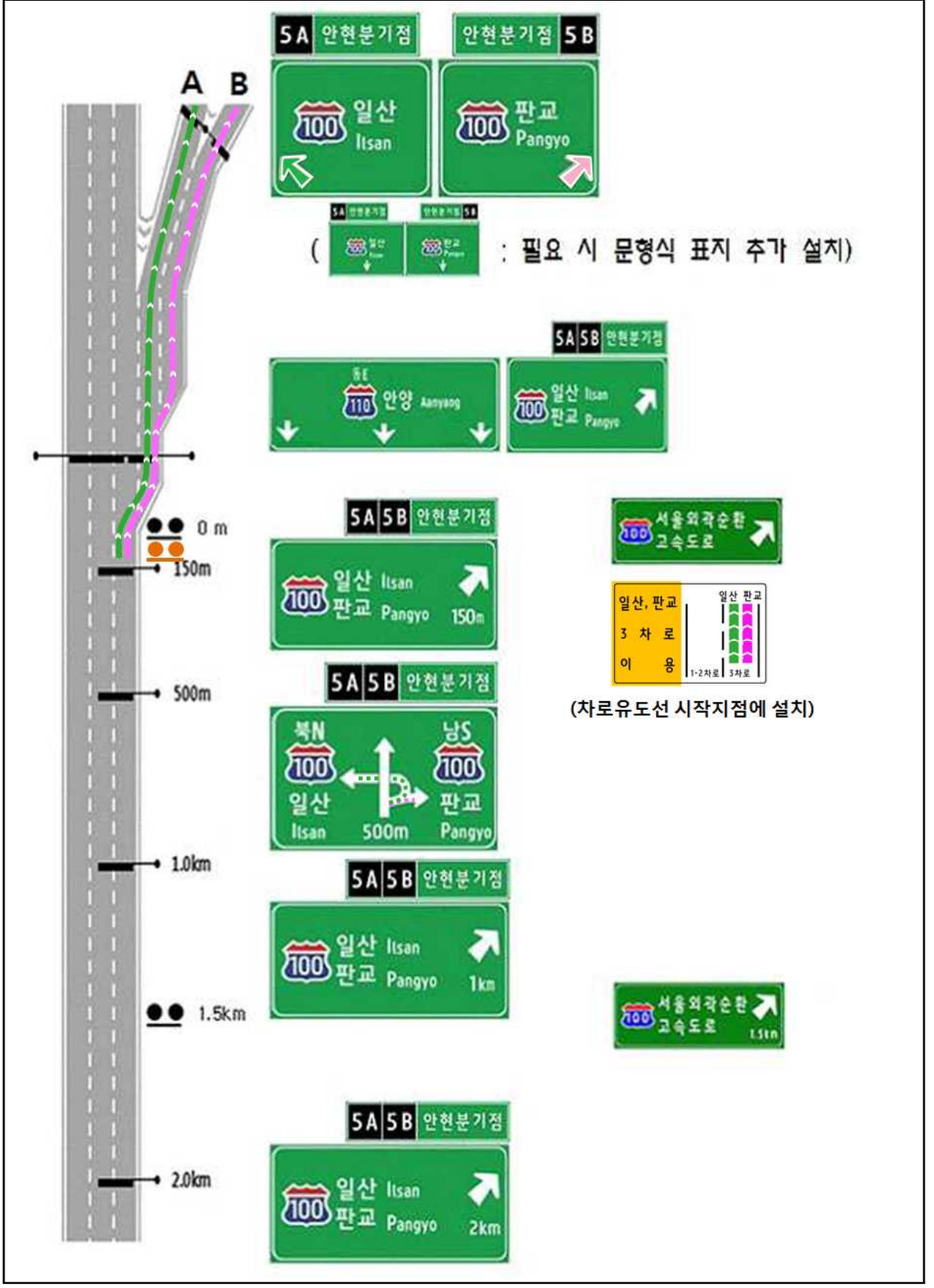


붙임4 차로유도선 안내표지 설치 예시도

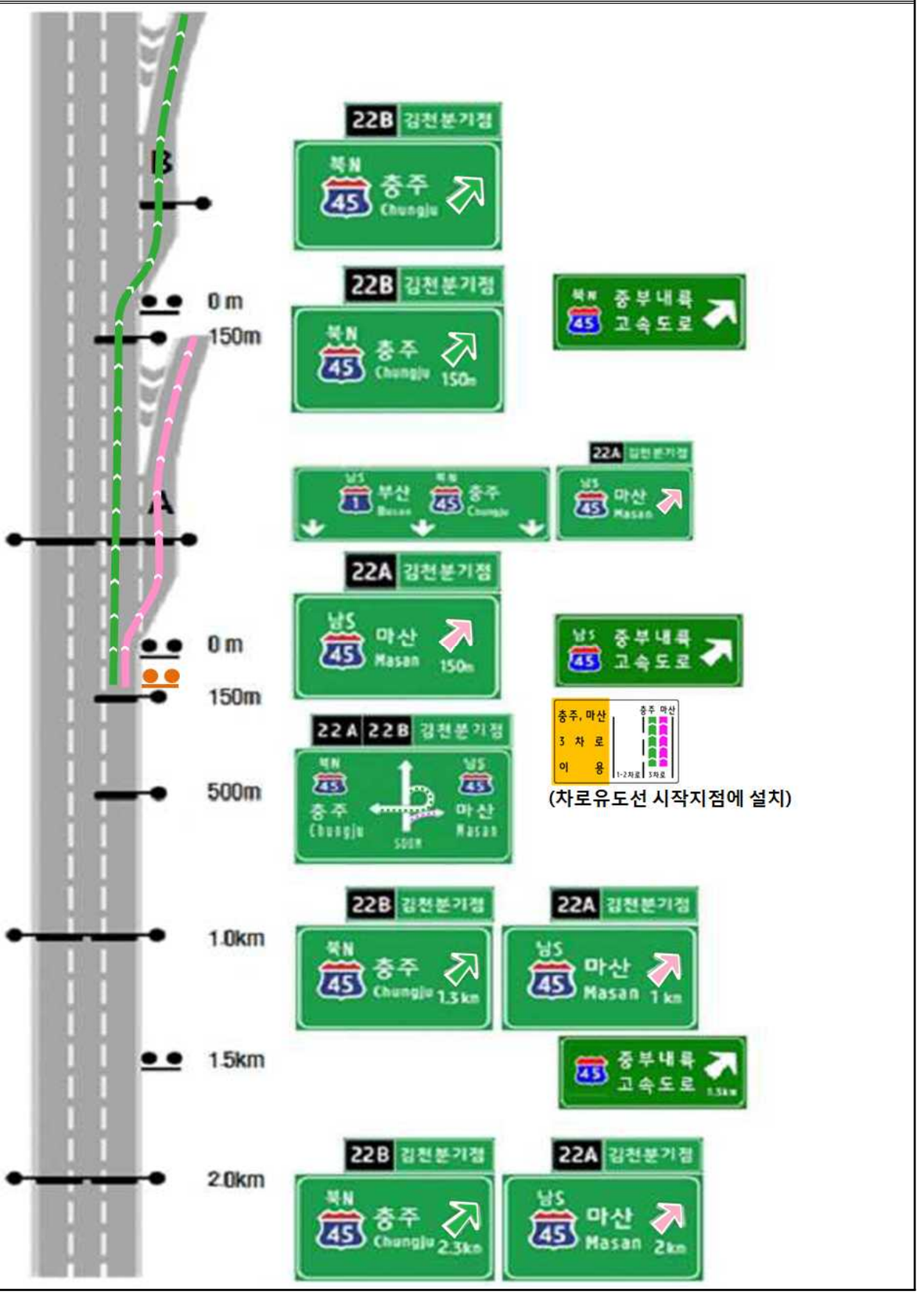
IC



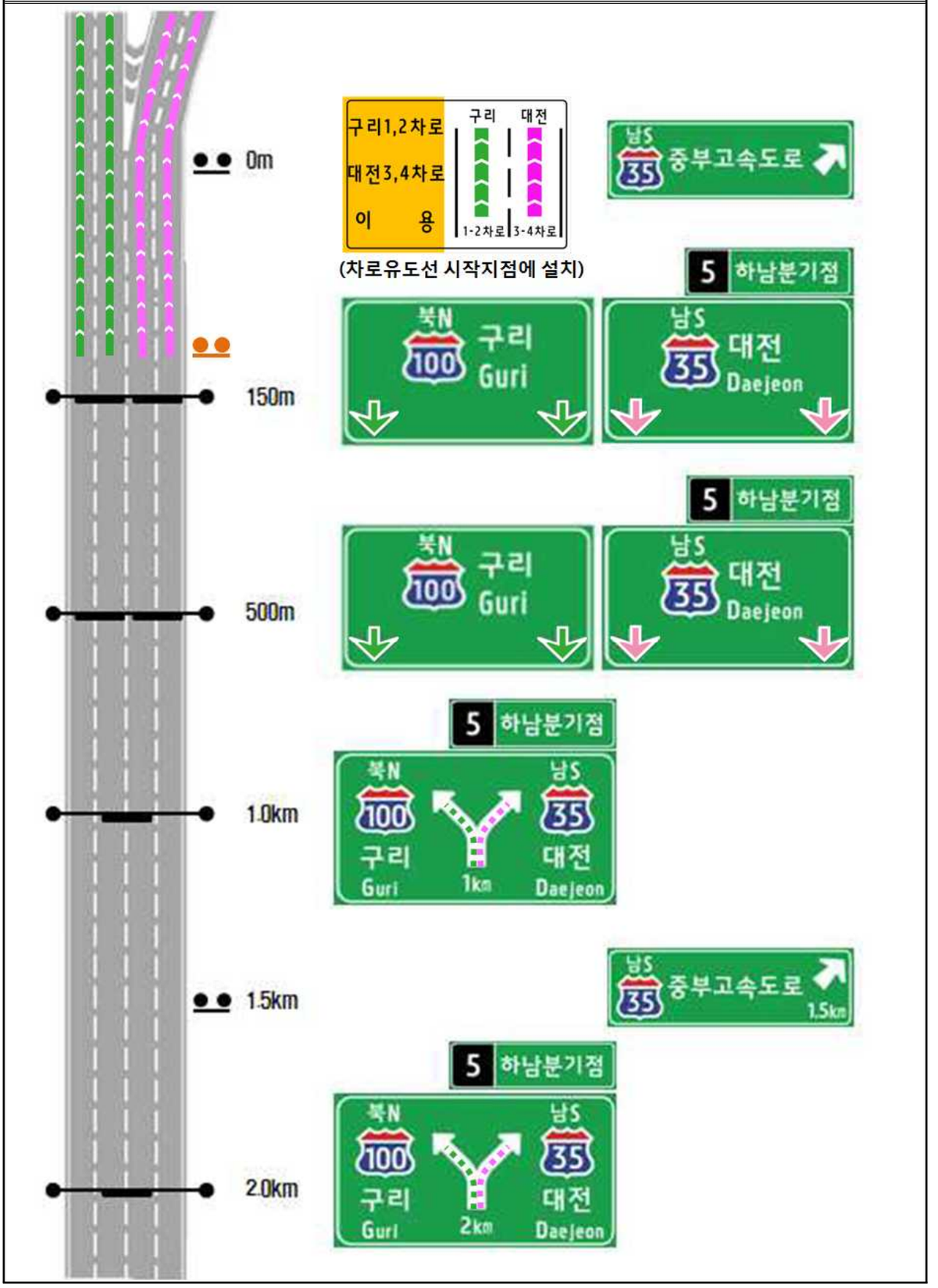
1점 2분기


A B
5A 안현분기점
안현분기점 5B
100 일산 Ilsan
100 판교 Pangyo
(: 필요 시 문형식 표지 추가 설치)
5A 5B 안현분기점
5E 110 안양 Anyang
100 일산 Ilsan 판교 Pangyo
0 m
150m
500m
1.0km
1.5km
2.0km
5A 5B 안현분기점
100 일산 Ilsan 판교 Pangyo 150m
5A 5B 안현분기점
북N 100 일산 Ilsan
남S 100 판교 Pangyo
500m
5A 5B 안현분기점
100 일산 Ilsan 판교 Pangyo 1km
5A 5B 안현분기점
100 일산 Ilsan 판교 Pangyo 2km
100 서울외곽순환 고속도로
일산, 판교 3 차 로 이 용
일산 판교
1-2차로 3차로
(차로유도선 시작지점에 설치)
100 서울외곽순환 고속도로 1.5km

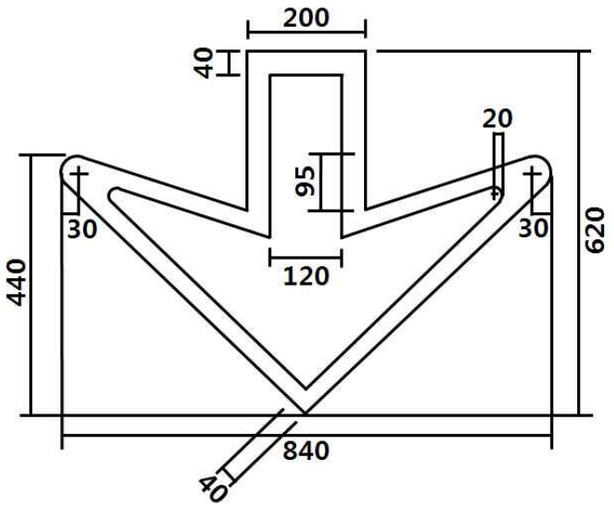
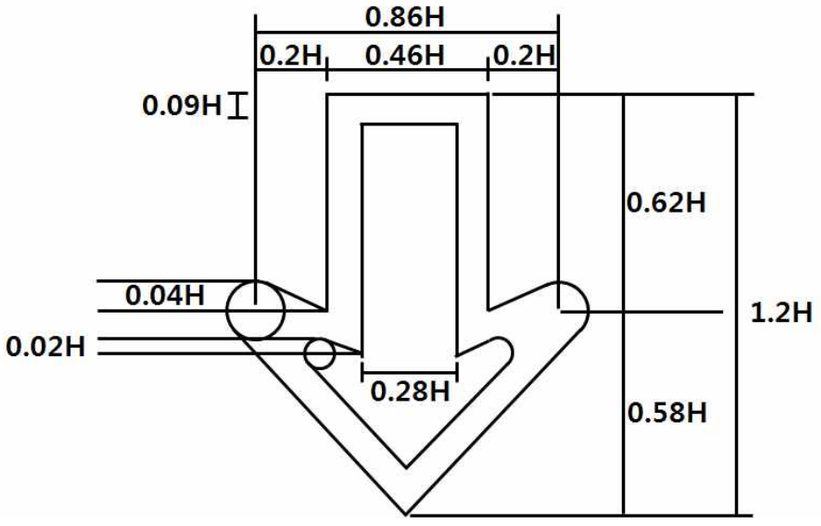
2점 2분기

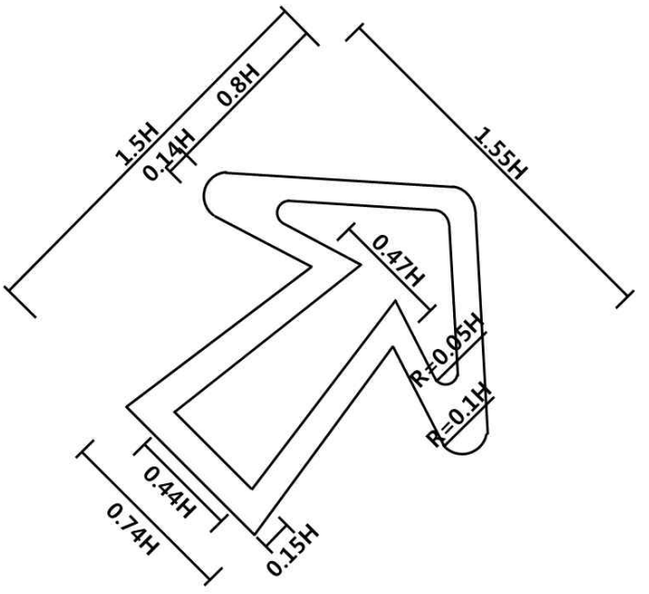
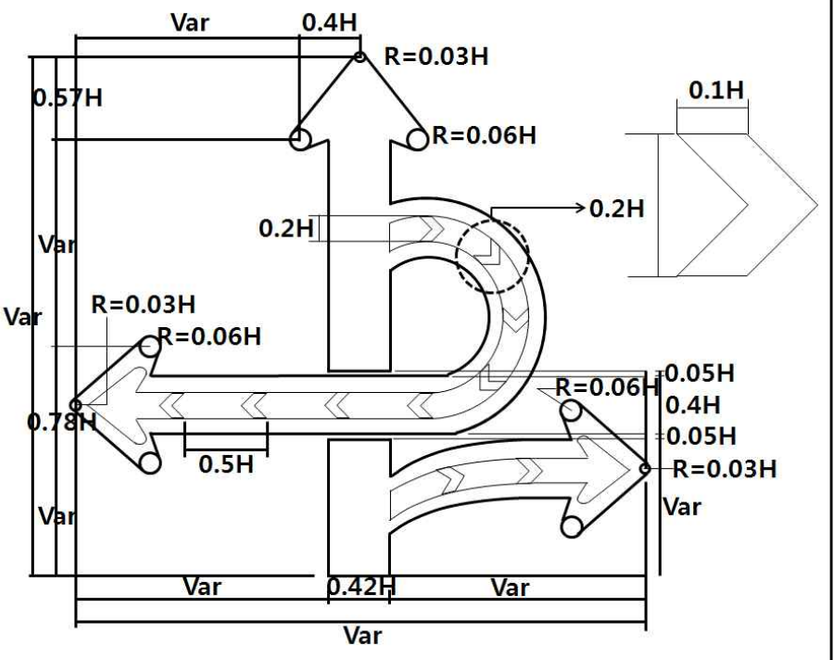

B
0 m
150m
A
0 m
150m
500m
1.0km
1.5km
2.0km
22B 김천분기점
북N 45 충주 Chungju
22B 김천분기점
북N 45 충주 Chungju 150m
북N 45 중부내륙 고속도로
22A 김천분기점
남S 1 부산 Busan
북N 45 충주 Chungju
남S 45 마산 Masan
22A 김천분기점
남S 45 마산 Masan 150m
남S 45 중부내륙 고속도로
충주, 마산 3 차 로 이 용
충주 마산
1-2차로 3차로
(차로유도선 시작지점에 설치)
22A 22B 김천분기점
북N 45 충주 Chungju
남S 45 마산 Masan
500m
22B 김천분기점
북N 45 충주 Chungju 1.3km
22A 김천분기점
남S 45 마산 Masan 1 km
45 중부내륙 고속도로
22B 김천분기점
북N 45 충주 Chungju 2.3km
22A 김천분기점
남S 45 마산 Masan 2km

Y형 분기


0m
150m
500m
1.0km
1.5km
2.0km
구리1,2차로
대전3,4차로
이 용
구리
대전
1-2차로
3-4차로
(차로유도선 시작지점에 설치)
남S 35 중부고속도로
5 하남분기점
북N 100 구리 Guri
남S 35 대전 Daejeon
1km
2km

붙임5 화살표 세부 도안

구 분	세부 도안
차로지정표지 (신표지)	
차로지정표지 출구예고표지 (구표지)	

구 분	세부 도안
출구예고표지 출구점예고표지 출구점표지 (신표지) / 나가는곳표지 (신표지,구표지)	
입체교차로 화살표	

8-7 부대공 개선형 중앙분리대 확대적용 방안

건설처-3056 (2015.07.01)

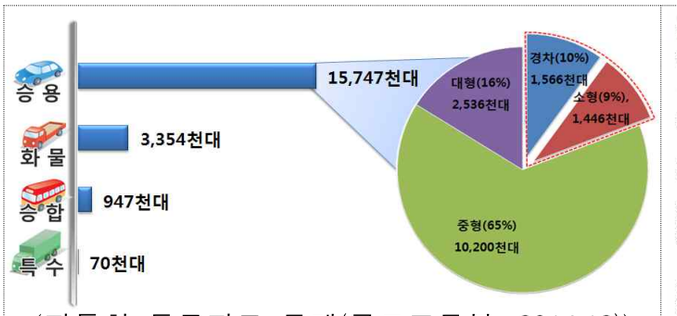
1 목 적

고속도로 이용고객들의 고속주행 등으로 인한 중앙분리대 충돌 사고 발생시 안전성을 확보토록 시공중 노선에 확대적용코자 함

2 추 진 배 경

□ (기술적 측면) 소형차량 증가추세에 따른 탑승자 보호성능을 감안한 고규격 중앙분리대(도로안전시설) 기술개발 필요

o 경·소형 차량 비율 : 전체 승용차 중 19%(300만대)로 증가추세



〈자동차 등록자료 통계(국토교통부, 2014.12)〉

신규 승용차 등록 차량 10대 중 4대는'소형차'

내일신문 기사입력 2013-07-15 15:27

[내일신문]

춘천시에 따르면 1,000cc 미만 소형차 등록 비율이 매년 높아.

전체 승용차 등록차량 중 소형차 비율은 2011년 14.1%에서 2C 현재 15.2%까지 올랐다.

소형차 신규 등록 대수는 2011년 927대, 2012년 859대, 올 현 다.

□ (경제·산업적 측면) 고속주행환경에 적합한 중앙분리대를 개발하여 교통사고로 인한 사회적비용을 줄이고자 함

o 2013년 도로교통사고로 인한 사회적 비용 24조 4백억원 발생

구 분	교통사고 발생현황						건당 평균 사상자비용 (천원)
	발생건수 (건)	사 망 자 (명)	부상자 (명)	중상	경상	부상신고	
전체사고	1,119,280	5,092	1,782,594	166,765	983,244	632,585	12,627
과속사고	467	144	829	386	385	58	179,261

※ 교통사고 사상자비용 : 평균 1,263만원/건, **과속 1억7,926만원/건(평균 대비14배)**

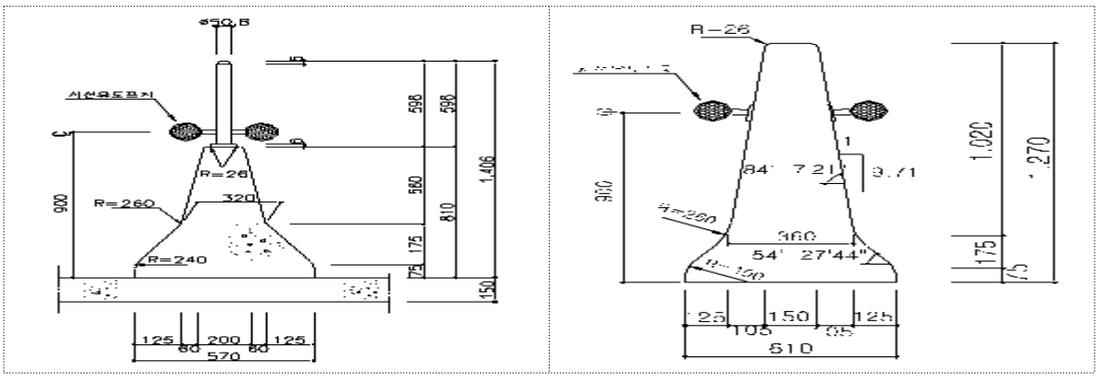
【2013년도 도로교통사고 사회적 비용(도로교통공단, 2015.02)】

부대공

3 추 진 경 위

□ 고속도로 중앙분리대 개선 (1차)

o 2000. 6 : 방호벽(H=0.81m)+방현망(H=0.6m) → 방호벽(H=1.27m)



□ 고성능 중앙분리대 연구 및 시험시공(스마트 하이웨이 사업단 및 건설처)

o 2011. 8 ~ 2012. 3 : 시뮬레이션을 통한 차량별 거동분석

o 2012. 4 : 개선형 중앙분리대 시제품 제작

o 2012. 5 : 실물 충돌시험 (도로교통연구원 충돌시험장)

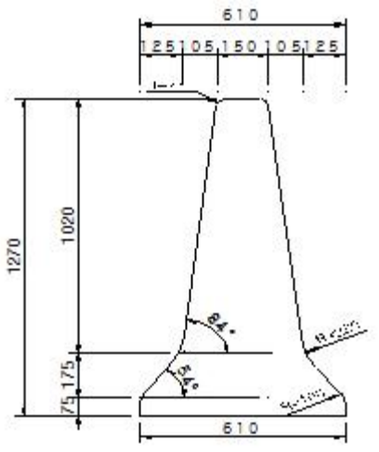
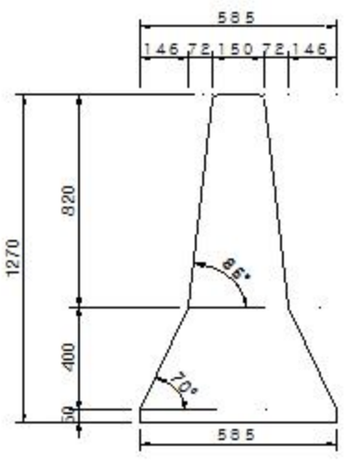
소형차 실물충돌시험

SUV 충돌시험(국내최초)

대형차 실물충돌시험

o 2014. 9 : 냉정부산 7공구 STA.0+660~4+750 [시공연장 : 1.6km]

4 고성능 중앙분리대 효과분석

구 분		당 초	변 경
단 면 도			
적용등급		SB5 (2010)	SB5-B (2012)
탑승자 보호성능 (소형차)	충돌 속도	100km/h	120km/h
	차량 중량	1,300kg	900kg * 2,000kg (SUV : 추가시험)
강도성능 (대형차)	충돌 속도	80km/h	85km/h
	차량 중량	14,000kg	14,000kg

관 련 근 거	“도로안전시설 및 관리지침(국토교통부)” **[첨부 1 : 개선형 중분대 실물충돌시험 결과]**

□ (탑승자 안전도 향상) 소형차량 및 고속주행시 “탑승자 보호”

o 소형(경차) 및 SUV차량에 대한 실물충돌시험시 기준 만족

※ SUV 차량 : 지침상의 규정은 없으나 안정성 확인차원 시행(소형차량 기준 적용 만족)

□ (구조적 안전성 향상) 대형차량 충돌시 “강도성능” 확보

o 대형차량에 대한 실물충돌시험시 기준 만족

5 시험시공 결과 분석

□ (시 공 성) 중앙분리대 기계화 타설 거푸집 교체사용으로 시공성 양호

o 시험시공시 적용한 거푸집 제원 (참고사항)

측면부

정면부

- 전체 규격 : 3,100(가로) × 1,100(폭) × 2,500(높이) mm
- 거푸집 규격(내부) : 2,600(가로) × 585(폭) × 1,270(높이) mm
- 거푸집 두께 : 6mm

□ (품질관리) 단면형상 변동적용으로 전문시방서 “콘크리트 중앙분리대용 방호울타리”규정을 그대로 적용해도 문제없음

o 전문시방서에는 단면형상 변화에 따른 변동조항이 없으며, 중앙분리대 설치방법(슬립폼 시공 등), 단부처리, 줄눈설치, 점검(상단부 요철 등) 내용 등 준용

□ (경 제 성) 중분대 설치단가(설계) 비교검토시 타당함 **[첨부 2]**

구 분	당 초	변 경	비 고
단 면 적	0.391 ㎡	0.386 ㎡	▽0.005 ㎡
시 공 비	13,778 원/m	13,675 원/m	▽103 원/m

6 확대적용을 위한 추가검토 사항

1. 특허 등록전 시공(우리공사 직접실시)관련 적정성 검토

o 협의기관 : 공주대학교 산학협력단 및 기술실시 계약업체

o 내　　용

- 공주대학교 : 특허 등록전까지 우리공사 사용(직접실시)에 동의
- 기술실시 계약업체 : 사용동의서 징구(동아에스텍(주) 등 5개사)

o 관련근거 : 스마트하이웨이사업단 첨단기술팀-68호('15. 4. 21) **[첨부 3]**

o 검토결론 : 시공중 건설사업단에 적용토록 하고, 특허관련 진행사항은 스마트하이웨이사업단과 협의토록 함

2. 시멘트 콘크리트 압축강도 적용 검토

o 문제점 : 실물충돌시험시 압축강도(27MPa)와 중앙분리대 현 압축강도 기준※(30MPa)과 상이함

※ 중앙분리대 시멘트 콘크리트 압축강도 기준

구　분	제설제 환경	동결/융해 환경
콘크리트 구조기준 (2012년)	30MPa 이상	30MPa 이상
콘크리트 표준시방서 (2009년)	30MPa 이상	30MPa 이상
한계상태 설계법 (도로교 설계기준*)	30MPa	수직·수평면 30MPa

*도로교 설계기준(2012년 고시, 2015년 적용)

o 검토내용 : 건설기술연구원 및 도로교통연구원 자문의뢰 **[첨부 4]**

- 자문내용 : 중분대의 단면형상 변화없이 시멘트 콘크리트 압축강도 상향조정시 실물충돌시험 재시행여부
- 결　　과 : (탑승자 보호측면) 보호성능 불변
  (구조안정성 측면) 구조성능이 약간 상향

o 검토결론 : 별도 중분대 실물충돌시험 없이, 현기준의 시멘트 콘크리트 압축강도(30MPa) 적용

7 향후 추진계획

□ 2015년 준공노선부터 개선형 중앙분리대(30MPa) 적용

o 2015년 적용대상 : 담양함양・함양성산・울산포항 건설사업단

□ 개선형 중앙분리대(SB5-B) 표준도 반영협조 : 설계처

8 기 대 효 과

□ 개선형 중앙분리대의 적용으로 소형차량의 탑승자 보호성능 및 대형차량의 구조적 안전성을 향상시킴으로써 고속도로 이용객의 주행안전성을 극대화하고자 함

첨 부

#1 개선형 중분대 실물충돌시험 결과

#2 중앙분리대 단가산출서

#3 개선형 중앙분리대 사용동의 공문

#4 자문의뢰 결과 공문

#5 개선형 중앙분리대 단면도

[붙임 #2]

□ 단가산출서 (당초)

산 출 근 거	재 료 비	노 무 비	경 비	합 계	비 고
#. 337산근 중앙분리대(구체용)(08품셈)(08 ㅣ 형식-1(콘크리트 포장용)|M	5,817	5,851	2,110	13,778	
1. 콘크리트 생산(구입) 및 운반 : 별도계상					
2. 기계포설 : =0.391 ㎥/m					
일당 시공량 : 350 m/일					
시간당 시공량 : Q = 350 / 8 = 43.75 m/hr					
1) 배치인원(중앙분리대용, 0.330㎡기준)					
철 근 공: A1 = 1 인 * 140,157 = 140,157					
포 설 공: A2 = 2 인 * 110,430 = 220,860					
보통인부(포설) : A3 = 2 인 * 87,805 = 175,610					
보통인부(양생) : A4 = 1 인 * 87,805 = 87,805					

계 : AS = A1 + A2 + A3 + A4 = 624,432					
노무비 : AS * (0.391/0.33) /350 M = 2,113.9		2,113.9		2,113.9	
2) 기계사용료					
A) 콘크리트 휘니셔(중앙분리대용) : [E0036110142]					
경 비 : 50,873 / 43.75 hr/m * (0.391/0.330) = 1377.8			1,377.8	1,377.8	
노무비 : 25,758 / 43.75 hr/m * (0.391/0.330) = 697.6		697.6		697.6	
재료비 : 15,297 / 43.75 hr/m * (0.391/0.330) = 414.3	414.3			414.3	
B) 굴삭기(1.0㎥) : [E0002010100]					
경 비 : 26,935 / 43.75 hr/m * (0.391/0.330) = 729.5			729.5	729.5	
노무비 : 25,758 / 43.75 hr/m * (0.391/0.330) = 697.6		697.6		697.6	
재료비 : 31,088 / 43.75 hr/m * (0.391/0.330) = 841.9	841.9			841.9	
3) 콘크리트양생 (2.781 ㎡/m)					
재료비 : 2.781 ㎡/m * 357 = 992.8	992.8			992.8	
소 계 :	2,249.0	3,509.1	2,107.3	7,865.3	
3. 수축줄눈설치					
개소당 줄눈길이 D = 2.781 m/개소					
포장공사 : [_LE3500] 참조					
경 비 : 2.781 M/EA * 0 / 6 = 0					
노무비 : 2.781 M/EA * 2191 / 6 = 1015.5		1,015.5		1,015.5	
재료비 : 2.781 M/EA * 2086 / 6 = 966.9	966.9			966.9	
소 계 :	966.9	1,015.5		1,982.4	
4. 철근운반 및 재료비					
1) 철근구입운반					
별도계상					
2) 가공조립(간단)					
경 비 : 0 * 1 TON = 0					
노무비 : 295788 * 1 TON = 295788		295,788.0		295,788.0	
재료비 : 6037 * 1 TON = 6037	6,037.0			6,037.0	
소 계 : 단위보정 [0.002209]	13.3	653.3		666.6	
5. 와이어메쉬(D=4.0MM)					
포장공사 : [_LD210000000] 참조					
경 비 : 3 * 1.015 M2/M = 3			3.0	3.0	
노무비 : 663 * 1.015 M2/M = 672.9		672.9		672.9	
재료비 : 2550 * 1.015 M2/M = 2588.2	2,588.2			2,588.2	
소 계 :	2,588.2	672.9	3.0	3,264.1	
전체 합계	5,817.4	5,850.8	2,110.3	13,778.4	

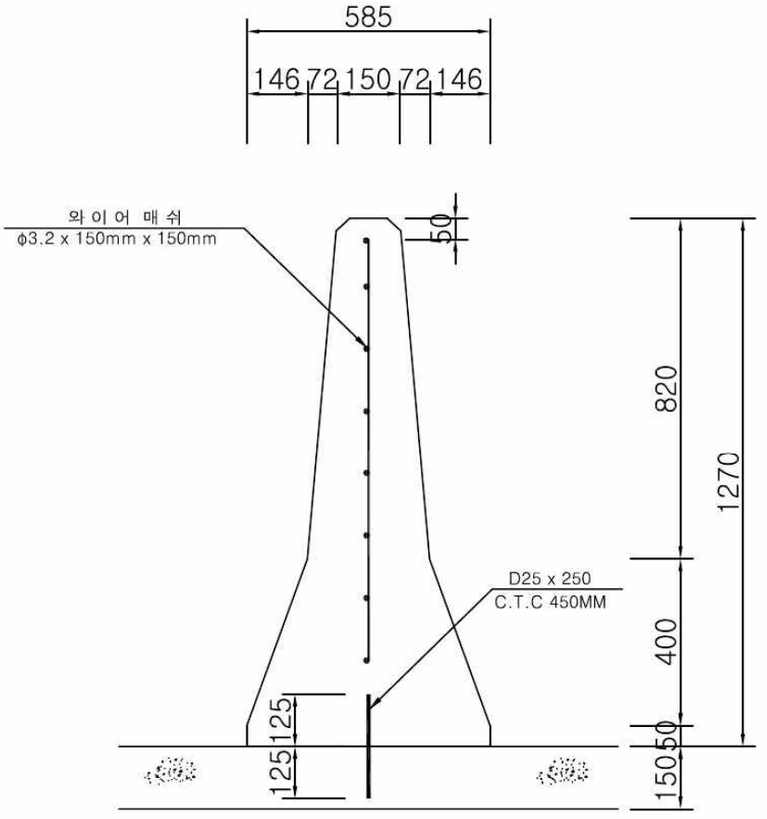
□ 단가산출서 (변경)

산 출 근 거	재 료 비	노 무 비	경 비	합 계	비 고
#. 337산근 중앙분리대(구체용)(08품셈)(08 ㅣ 형식-1(콘크리트 포장용)|M	5,768	5,796	2,111	13,675	
1. 콘크리트 생산(구입) 및 운반 : 별도계상					
2. 기계포설 : =0.386 ㎥/m					
일당 시공량 : 350 m/일					
시간당 시공량 : Q = 350 / 8 = 43.75 m/hr					
1) 배치인원(중앙분리대용, 0.330㎡기준)					
철 근 공 : A1 = 1 인 * 140,157 = 140,157					
포 설 공 : A2 = 2 인 * 110,430 = 220,860					
보통인부(포설) : A3 = 2 인 * 87,805 = 175,610					
보통인부(양생) : A4 = 1 인 * 87,805 = 87,805					

계 : AS = A1 + A2 + A3 + A4 = 624,432					
노무비 : AS * (0.386/0.330) /350 M = 2,086.8		2,086.8		2,086.8	
2) 기계사용료					
A) 콘크리트 휘니셔(중앙분리대용) : [E0036110142]					
경 비 : 50,873 / 43.75 hr/m * (0.386/0.330) = 1360.14			1,360.1	1,360.1	
노무비 : 25,758 / 43.75 hr/m * (0.386/0.330) = 688.7		688.7		688.7	
재료비 : 15,297 / 43.75 hr/m * (0.386/0.330) = 409.0	409.0			409.0	
B) 굴삭기(1.0㎥) : [E0002010100]					
경 비 : 26,935 / 43.75 hr/m * (0.386/0.330) = 720.1			720.1	720.1	
노무비 : 25,758 / 43.75 hr/m * (0.386/0.330) = 688.7		688.7		688.7	
재료비 : 31,088 / 43.75 hr/m * (0.386/0.330) = 831.2	831.2			831.2	
3) 콘크리트양생 (2.716 ㎡/m)					
재료비 : 2.716 ㎡/m * 357 = 969.6	969.6			969.6	
소 계 :	2,209.7	3,464.1	2,080.3	7,754.1	
3. 수축줄눈설치					
개소당 줄눈길이 D = 2.753 M/개소					
포장공사 : [_LE3500] 참조					
경 비 : 2.753 M/EA * 60 / 6 = 27.5			27.5	27.5	
노무비 : 2.753 M/EA * 2191 / 6 = 1005.3		1,005.3		1,005.3	
재료비 : 2.753 M/EA * 2086 / 6 = 957.1	957.1			957.1	
소 계 :	957.1	1,005.3	27.5	1,989.9	
4. 철근운반 및 재료비					
1) 철근구입운반					
별도계상					
2) 가공조립(간단)					
경 비 : 0 * 1 TON = 0					
노무비 : 295788 * 1 TON = 295788		295,788.0		295,788.0	
재료비 : 6037 * 1 TON = 6037	6,037.0			6,037.0	
소 계 : 단위보정 [0.002209]	13.3	653.3		666.6	
5. 와이어메쉬(D=4.0MM)					
포장공사 : [_LD210000000] 참조					
경 비 : 3 * 1.015 M2/M = 3			3.0	3.0	
노무비 : 663 * 1.015 M2/M = 672.9		672.9		672.9	
재료비 : 2550 * 1.015 M2/M = 2588.2	2,588.2			2,588.2	
소 계 :	2,588.2	672.9	3.0	3,264.1	
전체 합계	5,768.3	5,795.6	2,110.8	13,674.7	

[붙임 #5]

콘 크 리 트 중 앙 분 리 대
본 선 용



수 량 표

m^2/m

구 분	규 격	단 위	수 량	비 고
콘크리트중분대	콘크리트 f_{ck}=270kgf/cm²	m^3	0.386	쇄 석 19mm
	철 근 (D=25)	kgf	2.209	NET
	와이어 매쉬 Ø3.2x150x150	m^2	1.015	

NOTE
도로 안전시설 설치 및 관리지침(2009. 국토해양부)에
의거 기준에 부합되도록 설계할 것

도 면 명	설 계 자	축 척	도 면 번 호
콘크리트 중앙분리대		NONE	

8-8 부대공 교량구간 방호벽 및 방음벽 기초 개선

설계처-1880 (2015.07.06)

1 추 진 배 경

교량구간 방호벽 및 방음벽기초에 대해 설계기준 개정사항*을 반영하여 염해방지 및 내구성을 향상시키고, 방호등급별 교량 방음벽 기초 높이를 구분 적용하여 추락으로 인한 2차 사고를 예방코자 함

* 개정된 설계기준 : 도로교 설계기준(2015), 콘크리트 구조기준(2012)

2 그간 추진 경위

□ **시멘트콘크리트 설계기준 강도 적용방안** (설계처-1662호, 2008.6.23)

o 환경요소 등을 감안 기계타설 소구조물 설계기준 강도 차등 적용

- 일반지역 : 24MPa, 특수지역 : 30MPa

□ **방음벽 표준도 개정** (국토부 간선도로과-79호(2011.1.11), 설계처-337호(2011.2.16))

o 토공부 방음벽 설계기준 정리 및 고속도로·국도 표준도 통일 (교량부 제외)

□ **이상기후 및 제설환경 고려 소구조물 설계기준 개선** (설계처-2328호, 2013.8.1)

o 기계타설 소구조물(중분대, L형측구, 다이크) 강도 상향 : 최소 30MPa 이상

o 이외 구조물(교량난간 포함)은 도로교통연구원에서 적용방안 검토

□ **교량용 방호울타리 SB6등급 적용기준 검토** (설계처-2115호, 2014.8.25)

o SB6등급 방호울타리 적용기준 수립 및 교량용 방호울타리 콘크리트 강도 상향 조정 : 24MPa → 30MPa

※ 철근 규격 변경으로 기계타설 시험시공 전까지 인력타설 우선 시행

□ **도로교 설계기준**(한계상태설계법) **제·개정** (2012.1, 2015.1)

o 종래 설계기준(2010) 대비 철근 피복두께 및 콘크리트 강도 변경

※ 도로교 설계기준(한계상태설계법) 제정 : 2012.1 (2015.1.1부터 시행)

□ **교량 난간 방호벽 콘크리트 표준배합** (포장연구실-378호, 2015.4.29)

o 도로교 설계기준 및 관련시방서에 맞춰 배합기준 검토 : 35MPa 적용

3 설계기준 변경에 따른 개선사항

1. 교량 난간 방호벽(방음벽기초 포함) 콘크리트 강도 및 철근 피복두께

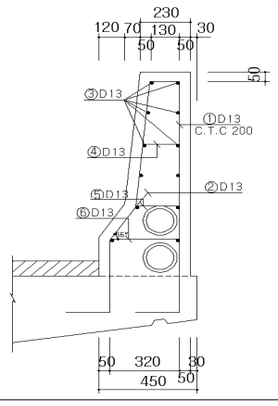
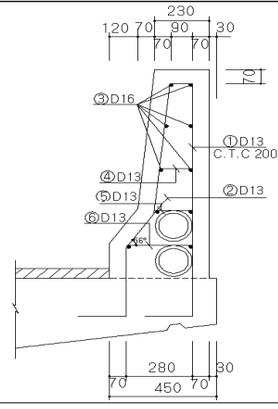
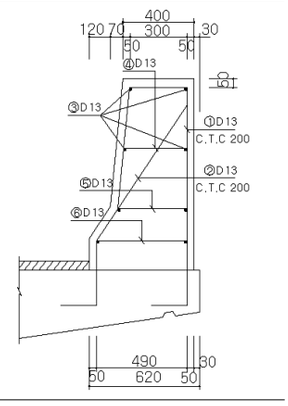
□ **도로교 설계기준** (2012 제정, 2015 개정)

o 설계 내구수명 확보를 위해 염화물에 의한 부식방지, 동결·융해 등 노출환경 등급에 따른 최소 적용기준 규정 (붙임 #1 참조)

- **콘크리트 강도** : ED3 등급 적용시 **최소 35MPa 이상**
- **철근 피복**두께 : ED3 등급, 기계타설 기준 적용시 **최소 82~83mm 이상**

※ ED3 등급 : 염화물을 함유한 물보라에 노출된 교량부위(차도로부터 6m이내 모든 난간)

【우리공사 설계 적용현황】

구 분	방호벽		방음벽기초
	인력타설	기계타설	인력·기계타설
대표 단면도			
적용 기준	o 높이 : 1.0~1.27m o Con'c 강도 : 30MPa o 피복두께 : 5cm	o 높이 : 1.0~1.27m o Con'c 강도 : 24MPa* o 피복두께 : 7cm**	o 높이 : 1.0m o Con'c 강도 : 24MPa o 피복두께 : 5cm
기타 사항	* 방호벽 내구성 향상을 위해 Con'c 강도를 일괄 24→30MPa로 상향조정 단, 기계타설 방호벽은 시공성 확인시까지 잠정적으로 기존강도 적용('14) ** 기계타설 방호벽 : 배근형태의 요철모양 발생으로 5→7cm로 피복 조정('03) ※ 방음벽 기초는 피복 조정시 누락		

√. 콘크리트 강도 및 철근 피복두께에 대한 변경기준 반영 필요

2. 교량용 방음벽 기초 앵커볼트

□ 강구조 설계기준 (2014)

9.1.9 앵커볼트

(1) 앵커볼트는 주각부의 베이스플레이트를 통해 전달되는 인장 및 전단하중에 대해 저항할 수 있도록 설계해야 한다.

(2) 앵커볼트의 콘크리트 내 정착관련 규정은 "콘크리트구조기준(2012)" 부록 II를 참고한다.

(3) 앵커볼트의 설계는 9.1.3.3에 따른다.

□ 콘크리트 구조기준 (2012)

o 콘크리트용 앵커 설계기준(부록Ⅳ) ＊**2007년 개정시 앵커 설계기준 신설 수록**

구 분	내 용		비고
	인장을 받는 앵커	전단을 받는 앵커	
안전성 검토항목	· 앵커의 강재 강도(인장,전단) · 앵커의 콘크리트 파괴강도 · 앵커의 뽑힘강도	· 앵커의 강재 강도(인장,전단) · 앵커의 파괴강도 · 앵커의 콘크리트 프라이아웃강도	

□ 기초 연결재 품질기준 개선 (녹색환경처-346호, 2013.1.22)

o 앵커볼트 등 기초연결재의 부적합자재 사용방지를 위해 **한국산업표준규격(KS) 준수** 및 공급원 승인대상 포함

【우리공사 설계 적용현황】

o 교량용 방음벽기초 표준도 적용 현황

구분	사용규격	KS 규격* 반영 여부	콘크리트 구조기준 반영 여부
앵커볼트	M22~29mm (L=500~600mm)	×	×

＊J형 앵커볼트의 KS 규격(직경) : 24, 30, 36mm 등

√. 방음벽의 앵커볼트 개정기준 반영 필요

3. 교량 방음벽 기초 높이

□ 도로안전시설 설치 및 관리지침

o 교량용 방호울타리 설치기준

- 차량 추락시 2차사고가 우려되는 구간 및 중차량 통행이 많은 구간은 SB6 등급으로 설치

방호울타리 설치등급	대상구간	비고
SB6	- 특수구간(타 도로와 교차 등) - 특수 중차량 통행이 많은 구간	h=1.27m
SB5	- 기타 일반구간	h=1.0m

【우리공사 설계 적용현황】

o 교량용 방음벽 기초 높이 : **특수구간 등 고려없이 일괄 h=1.0m 적용**

√. 방음벽 기초는 방호울타리 기능도 하고 있어 추락으로 인한 2차사고 예방을 위한 방호 등급별 방음벽기초 높이 구분 적용 필요

4. 기타사항

□ 교량 방호벽 타설방법

o 우리공사 기준

- 2014년 SB6등급 방호울타리 적용기준 수립시 철근 변경에 따라 SB6등급 기계타설 시험시공전까지 인력타설 우선적용

√. 음성제천건설사업단 SB6등급 기계타설 시험시공(2015.4) 결과분석을 통한 기계타설 확대 적용 검토

4 교량 방호벽(방음벽기초 포함) 개선 검토

1. 교량 방호벽

□ 콘크리트 압축강도 변경【24~30MPa → 35MPa】

o 도로교 설계기준(2015)에 맞춰 철근이 배근되는 방호벽은 35MPa 적용

o 배합비는 도로교통연구원에서 검토한 표준 배합비 사용 (붙임 #2 참조)

※ 노출환경등급에 따른 최소 콘크리트 기준 압축강도 (도로교 설계기준, 2015)

노출환경	부식									
	탄산화에 의한 부식				염화물에 의한 부식			해수의 염화물에 의한 부식		
	EC1	EC2	EC3	EC4	ED1	ED2	ED3*	ES1	ES2	ES3
최소 기준 압축강도(MPa)	21	24	30		30		35	30	35	

* ED1(방호벽 배면) : 공기중의 염화물에 노출된 콘크리트 표면

* ED3(방호벽 전면) : 염화물을 함유한 물보라에 노출된 교량부위 (차도로부터 6m 이내의 모든 난간)

□ 철근 피복두께 변경【기계기준 7cm → 전면부 9cm, 상단·배면부 7cm】

o 도로교 설계기준(2015)에 따른 사용 피복두께* 계산값 (붙임 #3 참조)

구분		전면부	상단부	배면부	비고
인력타설	최소피복기준	(65+D/2)mm	(55+D/2)mm	(45+D/2)mm	당초 5cm
	계산값	73mm	63mm	53mm	
기계타설	최소피복기준	(75+D/2)mm	(55+D/2)mm	(55+D/2)mm	당초 7cm
	계산값	83mm	63mm	63mm	

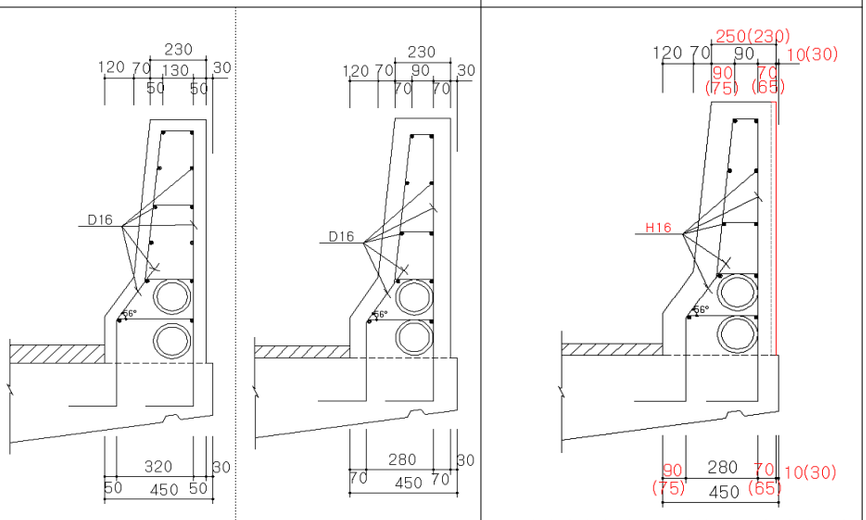
* 사용 피복두께 : 철근 중심에서 콘크리트표면까지의 최단거리

o 사용 피복두께 변경안

구분	전면부	상단부	배면부	비고
철근 피복두께	90mm	70mm	70mm	

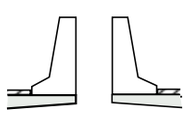
※ 인력타설시 피복두께를 전면부 75mm, 배면부 65mm로 조정 가능

□ 피복확보 단면 계획 【슬라브 확폭없이 방호벽 배면 여유폭 활용, 단면 확대】

<table>
<tr><th>구 분</th><th>피복확보 단면 계획</th><th>비고</th></tr>
<tr><td>개 요</td><td>o 슬라브 확폭없이 방호벽 배면 여유폭을 활용하여 방호벽 단면 확대 (방호벽 상단폭 : 230mm→250mm)
o 일반적으로 콘크리트 압축강도 270MPa 이상은 SD400 철근을 사용하므로 연강→고강 변경을 통한 안전율 증대</td><td></td></tr>
<tr><td>슬라브
단면도</td><td>
</td><td>슬라브
확폭無</td></tr>
<tr><td>방호벽
단면도</td><td>당초 / 변경
 

인력타설 / 기계타설
※ 인력타설시 방호벽 배면 거푸집 설치공간 확보를 위해 ( )안의 치수까지 조정 가능
※ 당초 기계타설의 철근배근도를 그대로 사용(인력,기계타설 배근도 동일)</td><td></td></tr>
<tr><td>기 타</td><td>o 실물충돌시험을 통과한 안전단면을 그대로 유지한 채 콘크리트 강도 및 철근피복 두께만 증대시켜 방호울타리 강도 향상 및 내구성 증대</td><td></td></tr>
</table>

※ ILM 교량 중분대는 분리형으로 방호벽 배면 여유폭이 전혀 없이 시공중이므로 기계타설시 배면 여유공간 없이도 시공 가능



하단폭 : 33cm
(양방향 30cm 이격)

□ 타설 방법【인력타설 우선적용 → 기계타설 우선적용】

o 현재 기준 (설계처-2115호, 2014.8.25)

- SB6등급(h=1.27m) 방호울타리 적용에 있어 철근 변경에 따른 내구성 확보를 위해 기계타설 시험시공 전까지는 인력타설 우선 적용
- 기계타설은 시험시공 후 결과에 따라 확대방안 검토

o SB6등급 방호울타리 시험시공 결과

- 위　　치 : 음성-제천건설사업단 제2공구 삼탄1교(L=240m)
- 시공일자 : 2015.4.21～25
- 내　　용 : SB6 등급 방호울타리 기계타설 시험시공
(주철근 : H16@250, 배력철근 : H19×7EA, 콘크리트 압축강도 : 30MPa)
- 시공결과 : 성형성 등 시공성 양호, 균열 등 손상 없음

o 타설방법 변경안

- SB6등급 방호울타리 기계타설 시험시공 결과가 양호하므로 향후부터 전체 방호울타리에 대해 기계타설 우선 적용

※ H=1.27m 표준도에서 기존의 H=1.27m의 실물충돌시험 미인증 방호울타리는 삭제하고 실물충돌시험에서 인증된 SB6등급 방호울타리를 등재 (붙임 #4 참조)

2. 교량부 방음벽 기초

□ 콘크리트 압축강도 【30MPa → 35MPa】

o 도로교 설계기준에 부합되도록 교량부 방호벽과 동일하게 적용(35MPa)

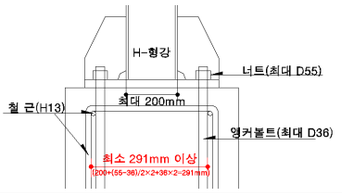
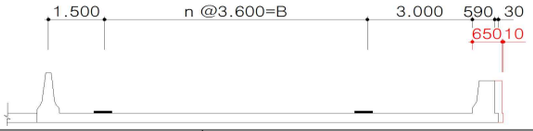
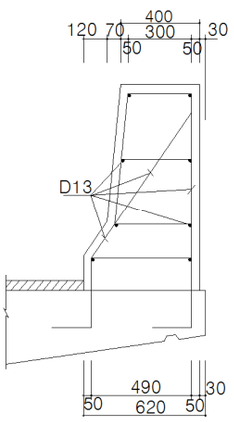
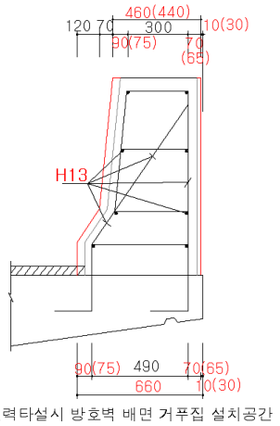
□ 철근 피복두께 적용 【5cm → 전면부 9cm, 상단·배면부 7cm】

o 도로교 설계기준에 부합되도록 교량 방호벽과 동일하게 적용

구분	전면부	상단부	배면부	비고
철근 피복두께	90mm	70mm	70mm	당초 5cm

※ 인력타설시 피복두께를 전면부 75mm, 배면부 65mm로 조정 가능

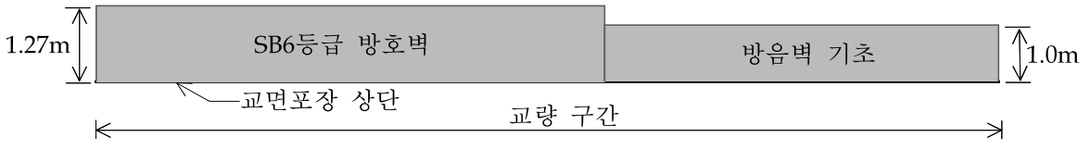
□ 피복확보 단면계획 【슬라브 확폭을 통해 방음벽기초 단면 확대】

<table>
<tr><th>구 분</th><th colspan="2">피복확보 단면 계획</th><th>비고</th></tr>
<tr><td>개 요</td><td colspan="2">o 슬라브 확폭 및 방호벽 배면 여유폭 활용을 통해 방호벽 단면 확대 (방호벽 상단폭 : 400mm→460mm)
o 방호벽과 동일하게 연강→고강 변경을 통한 안전율 증대
※ 앵커볼트 설치를 위한 주철근 최소간격 고려시 철근 간격 축소 불가 → 슬라브 확폭
  </td><td></td></tr>
<tr><td>슬라브 단면도</td><td colspan="2">  </td><td>슬라브 4cm 확폭</td></tr>
<tr><td>방호벽 단면도</td><td>당초
  </td><td>변경
 
※ 인력타설시 방호벽 배면 거푸집 설치공간 확보를 위해 ( )안의 치수까지 조정 가능</td><td></td></tr>
<tr><td>기 타</td><td colspan="2">o 중분대측 방음벽(무근제외) 기초도 동일하게 피복두께 변경</td><td></td></tr>
</table>

□ 교량 방음벽 기초 높이 조정 【H=1.0m → H=1.0m, 1.27m 구분 적용】

o 설계기준 및 문제점

- 우리공사 설계기준
  - · 교량 방호울타리 : 지형조건 등에 따라 일반구간은 SB5등급(H=1.0m), 특수구간 등은 SB6등급(H=1.27m)을 적용
  - · 교량 방음벽 기초 : 방호시설 등급 구분 없이 일괄 h=1.0m 적용
- 문제점
  - · SB6 설치대상 교량에 방음벽이 일부 설치될 경우 높이차 발생으로 미관 불량 및 높이가 낮은 방음벽 구간 불안감 발생
  - · 특수 위험구간의 추락사고 발생시 2차 사고 발생 가능



o 교량 방음벽 관련 해외 현황 (붙임 #5 참조)

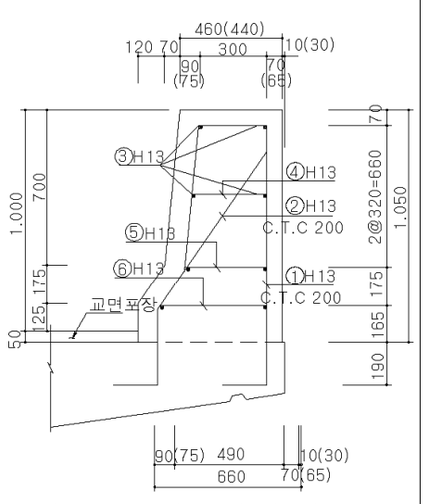
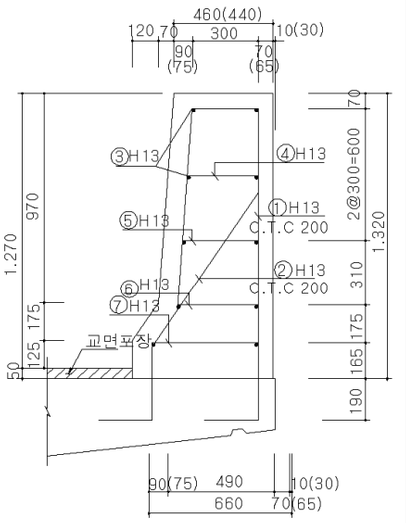
- 미국, 영국, 홍콩 등에서 방음벽기초에 대해 방호시설로 안전단면 형상으로 하거나 충돌에 대한 고려를 하고 있음

o 교량 난간부 방음벽 기초높이 조정 검토

- 방음벽 기초는 방호울타리 기능도 겸하고 있으며 해외현황도 참고하여
- 방호울타리의 설치 등급에 따른 높이 구분 적용을 통해 추락으로 인한 2차사고 예방이 타당함
- 교량 난간부 방음벽 기초 높이 적용방안

방호울타리 설치등급	대상구간	방음벽기초 적용		비고
		당초	변경	
SB6	- 특수구간(타 도로와 교차 등) - 특수 중차량 통행이 많은 구간	h=1.0m	h=1.27m	
SB5	- 기타 일반구간	h=1.0m	h=1.0m	변경無

- 단면 적용계획 : 실물충돌시험에서 인증된 안전단면 그대로 사용

구 분	h=1.0m	h=1.27m	비고
표준 단면	 ※ 인력타설시 방호벽 배면 거푸집 설치공간 확보를 위해 ( )안의 치수까지 조정 가능.	 ※ 인력타설시 방호벽 배면 거푸집 설치공간 확보를 위해 ( )안의 치수까지 조정 가능.	방음판높이 5.0m이하
주철근	전면부 : H13@100 배면부 : H13@200	전면부 : H13@100 배면부 : H13@200	
풍하중 검토	안전율 : 2.0 (배면부) (Mr : 127kN·m > Mu : 63kN·m)	안전율 : 1.8 (배면부) (Mr : 127kN·m > Mu : 69kN·m)	도로교 설계기준
충돌하중 검토	SB5등급 기준 만족 (충돌저항력 : 80t > 충돌력 : 34t)	SB6등급 기준 만족 (충돌저항력 : 91t > 충돌력 : 61t)	항복선 이론

※ 교량구간 높이 1.27m구간과 토공부 높이 1.0m구간의 단차 처리방법은 붙임 #6 참조

□ 교량용 방음벽기초 앵커볼트 규격 조정

o 현재 표준도 적용 현황

지주규격	Rib-Plate	Base-Plate	앵커볼트(MD×L)	비고
125×125×6.5×9	90×150×6	325×325×14	M22×500	비KS 규격
200×150×6×9	90×150×6	350×400×16	M25×600	
200×200×8×12	90×150×8	400×400×24	M25×500	

- 방음벽 전도사례 발생 방지를 위해 앵커볼트 KS규격 준수 (녹색환경차346호, 2013.1.22)

※ 2012. 8 : 태풍 볼라벤에 의한 방음벽 전도

구 분	호남선 176k(광주방향)	무안-광주선 14k(광주방향)
피해전경		

- 콘크리트 구조기준(2012) 반영을 통한 앵커볼트 규격조정을 통해 향후 대형 태풍 등에 적극 대처

(콘크리트 구조기준 : 앵커의 뽑힘강도 등 콘크리트용 앵커 설계기준 2007년 신설)

o 교량용 방음벽 기초 앵커볼트 조정안

지주규격	Rib-Plate	Base-Plate	앵커볼트 (MD×L)	뽑힘강도 계산	비고
125×125×6.5×9	90×150×6	325×325×14	M24×600	안전율 1.10 (허용인장강도 160kN > 발생인장강도 145kN)	KS 규격
200×150×6×9	90×150×6	350×400×16	M30×700	안전율 1.09 (허용인장강도 250kN > 발생인장강도 229kN)	
200×200×8×12	90×150×8	400×400×24	M36×700	안전율 1.05 (허용인장강도 360kN > 발생인장강도 342kN)	

5 검토 결론

□ 교량용 방호벽 및 방음벽 기초는 도로교 설계기준(한계상태설계법)에 따라 압축강도 및 피복두께 상향 조정을 통한 내구성 향상

구 분	콘크리트 압축강도	철근 피복두께	비 고
교량 방호벽	24~30MPa → 35MPa	5~7cm → 7~9cm	증6백만원/km
교량 방음벽 기초	24MPa → 35MPa	5cm → 7~9cm	증12백만원/km

□ 교량 난간부 방음벽 기초는 방호울타리 기능도 있으므로 방호울타리 등급에 맞춰 높이 구분 적용을 통한 추락에 의한 2차사고 방지

방호울타리 등급	대상구간	방음벽기초 높이	비고
SB6	- 특수구간(타 도로와 교차 등) - 특수 중차량 통행이 많은 구간	h=1.0m → h=1.27m	증25백만원/km
SB5	- 기타 일반구간	h=1.0m → h=1.0m	변경無

□ 교량용 방음벽 기초 앵커볼트는 부적합자재 사용방지를 위해 한국산업표준규격(KS)을 반영하고, 또한 콘크리트용 앵커 설계기준에 의거 앵커볼트 규격 조정을 통해 향후 대형 태풍 등에 적극 대처

구 분	앵커볼트 직경(mm)	앵커볼트연장(mm)	비 고
J형 앵커볼트	22, 25 → 24, 30, 36	500~600 → 600~700	증5백만원/km

□ 현재 인력타설 우선 시행중인 교량방호벽에 대해서는 시험시공 결과를 반영하여 전체 교량용 방호벽에 대해 기계타설 우선 시행

6 향후 적용 방안

□ 설계중 및 실시설계 완료 후 미발주 노선 : 본 방침 적용

□ 공사중인 노선 : 공사 주관부서 판단 후 시행

붙　임 : 1. 콘크리트 강도관련 시방서 및 기준
2. 콘크리트 표준 배합비
3. 피복두께 계산결과
4. 교량 난간 방호울타리 적용 형식
5. 교량 난간 방음벽 기초 충돌관련 해외 적용현황
6. 방음벽 기초 단차구간 처리 방법
7. 변경 표준도.　끝.

붙임 #3 방호벽 피복두께 계산 결과

□ 피복두께 적용안

o 철근 공칭 피복두께 계산값 (철근의 표면과 가장 가까운 콘크리트 표면 사이의 거리)

구 분	전면부	상단부	배면부
인력타설	60+ 5 = 65mm	50+5 = 55mm	40+ 5 = 45mm
기계타설	65+10 = 75mm	50+5 = 55mm	45+10 = 55mm

※ 피복두께 산출근거 참조(tc,min + △tc,dev)

o 철근 사용피복 두께 적용안 (철근 중심에서 가장 가까운 콘크리트 표면 사이의 거리)

구 분		전면부	상단부	배면부	비고
인력타설	최소피복기준	(65+D/2)mm	(55+D/2)mm	(45+D/2)mm	당초 5cm
	계산값	73mm	63mm	53mm	
기계타설	최소피복기준	(75+D/2)mm	(55+D/2)mm	(55+D/2)mm	당초 7cm
	계산값	83mm	63mm	63mm	

※ D : 방호벽 외측철근인 수직철근의 직경

◆ **사용피복 두께 적용안** (기계, 인력타설 동일)

구 분		전면부	상단부	배면부	비고
인력 및 기계 타설	적용값	90mm (75mm)	70mm	70mm (65mm)	

※ ( )안의 치수는 인력타설시의 치수임

□ 피복두께 산출근거 (도로교 설계기준에 의거 산출)

tc,nom = tc,min + △tc,dev

여기서 tc,nom : 공칭피복두께 (철근의 표면과 가장 가까운 콘크리트 표면 사이의 거리)

tc,min : 최소피복두께

△tc,dev : 설계 편차 허용량

o 인력타설

- tc,nom(공칭 피복두께)

구 분	전면부	상단부	배면부
인력타설	60+5 = 65mm	50+5 = 55mm	40+5 = 45mm

- tc,min(최소 피복두께)

구분	tc,min (최소 피복두께)	tc,min,dur (환경조건 만족하는 최소피복두께)	△tc,dur,γ (고부식성 노출환경에 의한 피복두께 증가값)	△tc,dur,st (스테인레스 철근 사용시 피복두께 감소값)	△tc,dur,add (코팅 등 보호 조치시 피복 두께 감소값)	기타	
						철근 위치 변동이 없는 슬라브 형상의 경우	특별한 품질관리방안이 확보되었다고 승인받은 경우
전면부	60mm	55mm	15mm	-	-	- 5mm	- 5mm
상단부	50mm	50mm	10mm	-	-	- 5mm	- 5mm
배면부	40mm	45mm	5mm	-	-	- 5mm	- 5mm

※ 전면부는 ED3, 배면부는 ED1, 상단부는 전면부와 배면부의 중간등급인 ED2 노출등급 적용

- △tc,dev(설계 편차 허용량)

구분	△tc,dev (설계편차허용량)	기본값	피복두께 측정 품질보증시스템을 적용하는 경우	정밀한 측정장치를 사용하는 프리캐스트인 경우
전면부	5mm	10mm	- 5mm	-
상단부	5mm	10mm	- 5mm	-
배면부	5mm	10mm	- 5mm	-

o 기계타설

- tc,nom(공칭 피복두께)

구 분	전면부	상단부	배면부
기계타설	65+10 = 75mm	50+5 = 55mm	45+10 = 55mm

- tc,min(최소 피복두께)

구분	tc,min (최소 피복두께)	tc,min,dur (환경조건 만족하는 최소피복두께)	△tc,dur,γ (고부식성 노출환경에 의한 피복두께 증가값)	△tc,dur,st (스테인레스 철근 사용시 피복두께 감소값)	△tc,dur,add (코팅 등 보호 조치시 피복 두께 감소값)	기타	
						철근 위치 변동이 없는 슬라브 형상의 경우	특별한 품질관리방안이 확보되었다고 승인받은 경우
전면부	65mm	55mm	15mm	-	-		- 5mm
상단부	50mm	50mm	10mm	-	-	- 5mm	- 5mm
배면부	45mm	45mm	5mm	-	-		- 5mm

※ 전면부는 ED3, 배면부는 ED1, 상단부는 전면부와 배면부의 중간등급인 ED2 노출등급 적용

- △tc,dev(설계 편차 허용량)

구분	△tc,dev (설계편차허용량)	기본값	피복두께 측정 품질보증시스템을 적용하는 경우	정밀한 측정장치를 사용하는 프리캐스트인 경우
전면부	10mm	10mm	-	-
상단부	5mm	10mm	- 5mm	-
배면부	10mm	10mm	-	-

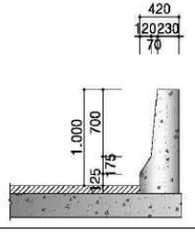
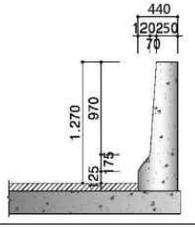
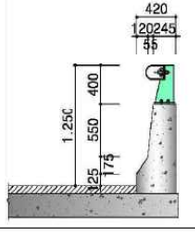
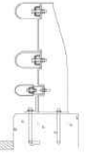
※ 콘크리트 구조기준(2012)

5.4 최소 피복 두께
5.4.1 프리스트레스하지 않는 부재의 현장치기콘크리트
프리스트레스하지 않는 부재의 현장치기콘크리트의 최소 피복 두께는 다음 규정을 따라야 하며, 또한 5.4.6의 규정을 만족하여야 한다.
③ 흙에 접하거나 옥외의 공기에 직접 노출되는 콘크리트
(다) D16 이하의 철근, 지름 16 mm 이하의 철선 ·····40 mm

⇒ 콘크리트 구조기준보다 도로교 설계기준이 더 높은 값으로 산출되므로 도로교 설계기준으로 피복두께를 결정함

붙임 #4 교량 난간 방호울타리 적용 형식(변경)

□ 현 황

구 분	콘크리트 일체형		조합형	철제형***
	SB5* (H=1.00m)	SB6** (H=1.27m)	SB6** (H=0.85+0.40m)	SB5, SB6
단면도				 *예시 단면
내 용	압축강도 : 35MPa / 기계타설 (인력타설 가능, 단면치수는 상세도면 참조)	압축강도 : 35MPa / 기계타설 (인력타설 가능, 단면치수는 상세도면 참조)	압축강도 : 35MPa / 기계타설 (인력타설 가능, 단면치수는 상세도면 참조)	실물충돌시험 인증제품

※ 교량용 방호울타리 SB6등급 적용기준 검토(설계처-2115호, 2014.8.25)에서 제시된 방호울타리 적용형식 중에서 기존에 실물충돌시험 인증을 거치지 않은 H=1.27m의 콘크리트 일체형 및 조합형 단면은 삭제함

〈교량용 방호울타리 적용 기준〉	
*	일반적인(특수구간 이외) 교량 적용
**	"특수구간" 또는 "특수 중차량 통행이 많은 구간" · 콘크리트 일체형 : 조망이 필요치 않은 구간, 적설 · 한랭지역이 아닌 곳, 터널과 터널사이 교량 등 · 조합형 : 조망이 필요한 구간(보통), 적설 · 한랭지역으로 교량 노면 결빙우려 구간, 민원 등으로 설계자가 필요하다고 판단되는 구간
***	상징성, 조형미 등 조망이 특별히 필요한 구간, 적설 · 한랭지역으로 교량 노면 결빙우려 구간, 민원 등으로 설계자가 필요하다고 판단되는 구간 (높이 등 형식은 실물충돌시험시 제시된 규격 적용)

□ 특수구간 및 특수 중차량 통행이 많은 구간

o 특수구간 (설계속도 90km/hr 이상)　* 설계처-2115호(2014.8.25) 참조

- 고속도로, 일반국도, 특별시도, 광역시도, 지방도, 시도, 군도, 구도, 철도를 인접 혹은 횡단교차 구간
- 상수도 보호지역, 가스탱크 등 위험물 저장시설을 인접 또는 횡단교차 구간
- 상가, 가옥 등 인구밀집이 많은 곳을 인접 또는 횡단교차 구간
- 기타 특별한 사유로 인하여 큰 강도의 방호울타리 설치를 요하는 구간

※ 단, 설계속도 90km/hr 미만이더라도 현장 조건을 고려하여 SB6등급의 방호울타리가 필요시 적용 가능

o "특수 중차량 통행이 많은 구간"

- 산업단지, 항구 등을 연결 또는 통과하는 구간으로서, 설계 시 검토 후 적용

붙임 #6 방음벽 기초 단차구간 처리 방법

□ 대 상

o H=1.27m 방음벽기초와 H=1.0m 방음벽 기초간 27cm 단차 발생구간

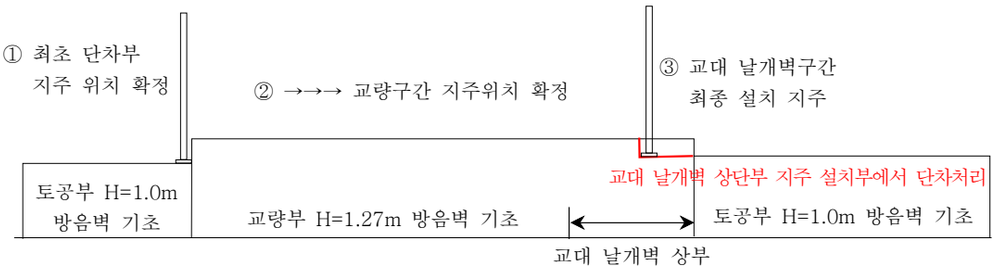
□ 지주 설치 위치 (최대한 단차부에 지주를 근접 설치)

o 교량 시종점 중 1개소만 토공부와 연결된 경우

- 교량-토공부간 접속부 단차지점에 맞춰 지주 설치

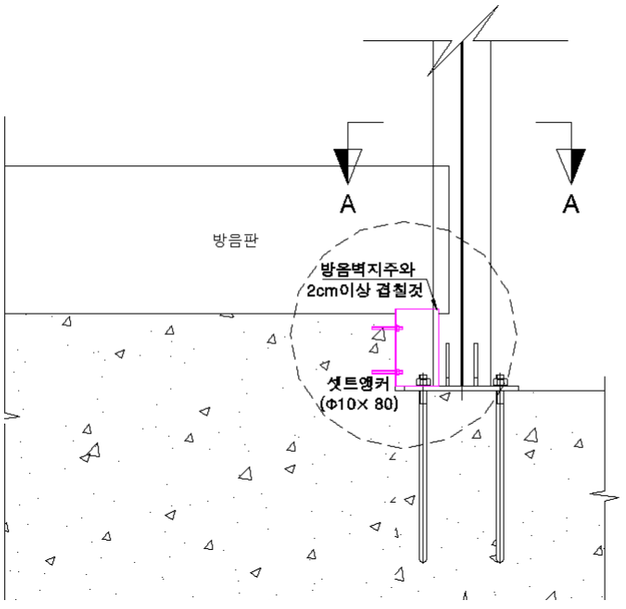
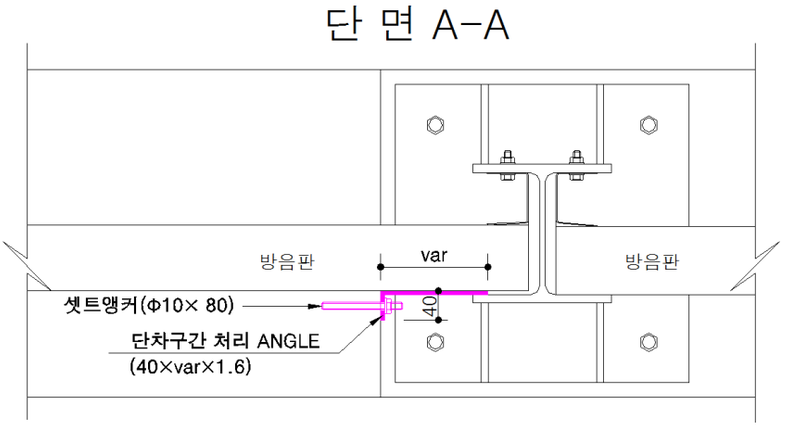
o 교량 시종점 양측으로 토공부와 연결된 경우

- 양측 중 1개소는 교량-토공 접속부 단차지점에 지주 설치, 나머지 1개소는 교량날개벽 상부에서 방음벽 기초 높이를 조정(지주 설치부 단차 형성)하여 지주 설치



□ 단차구간 틈새 처리방법 (예시)

o 누음차단재 ANGLE과 동일한 두께 1.6mm의 용융아연도금 강재를 이용하여 전면부측에 틈새 차단

구분	내용	비고
개요도		
상세도		

방음벽 전면 식수대구간 개선방안

건설처-4310
(2015.09.04)

1 검 토 배 경

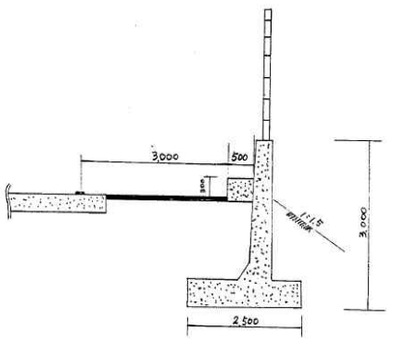
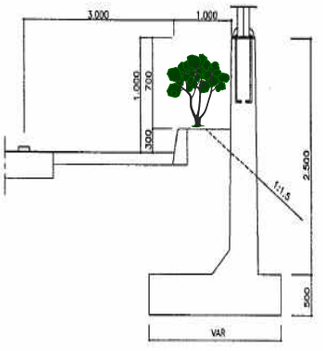
□ 방음벽 전면 식수대구간 **수목 및 잡초 등으로 경관저해** 및 시선유도표지 등 **안전시설물 시인성 저하**

□ 고속도로 이용차량의 **안전성 확보** 및 **효율적인 유지관리**를 위한 **방음벽 식수대 개선 방안 검토**

2 현 기준 및 문제점

□ **현 기준**

o **방음판넬 보호방안 검토** [설계기16203-26('94. 12. 30)]

당 초	변 경
	
보호 콘크리트(50×30cm) 설치	다이크+식수대

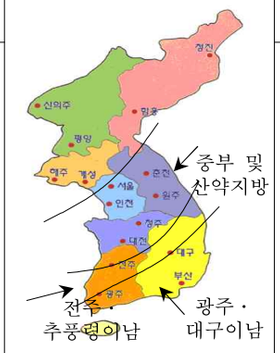
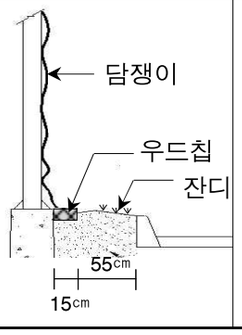
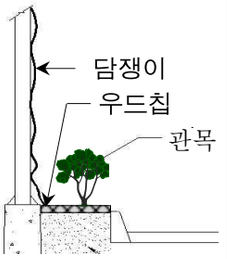
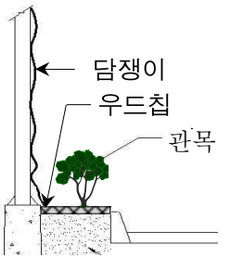
가. 변경사유

- 보호 콘크리트의 규격(50×30cm)이 부족하여 방음 판넬 파손 빈번
  · 대형차량 길어깨 주차시 차량 돌출부분에 의한 방음판 파손
- 주변 경관과 부조화로 중압감 초래

나. 개선방안

- 길어깨 끝단에서 방음벽 이격설치(50cm→100cm)
  · 보호 콘크리트→**다이크+수목식재**
- 수목식재로 주변 환경과 조화

o 염화물 피해감소를 위한 방음벽 주변 수목식재 방법 개선[시설처1521호, '07. 6. 11]

구분		중부 및 산간지역	전주(추풍령) 이남	광주(대구) 이남
세부 식재			 *관목(내염성수종)	 *관목(모든관목)

☞ 지역적 특성에 맞게 유지관리가 용이한 관목식재로 기변경

□ 문제점

o 수목 및 잡초 등으로 **안전시설(이정표, 시선유도표지) 시인성 저하**

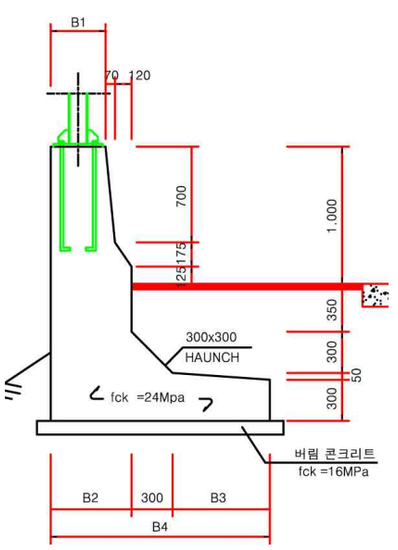
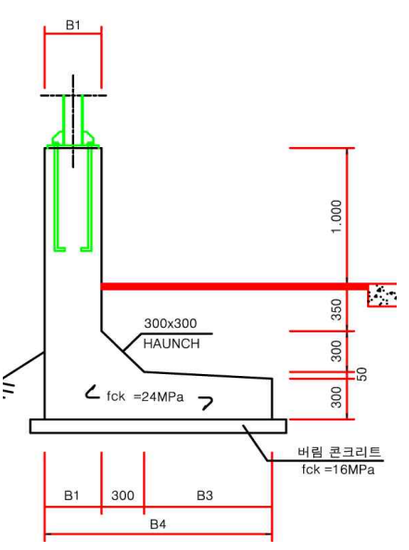
o 덩굴식물 및 잡목 등 갓길 침입으로 인한 **공용중 도로경관 저해** 및 **주기적인 유지관리(도로보수비용 발생 등) 필요**

o 잡초, 고사목 제거 등 유지관리 작업시 **안전사고 위험**에 노출

3 개 선 방 안

□ 방음벽 기초 미시공구간

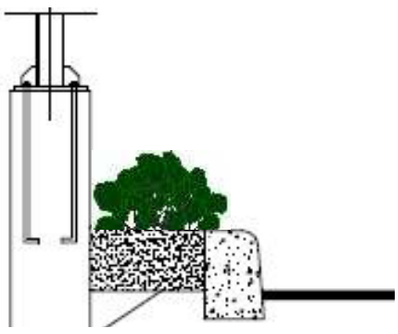
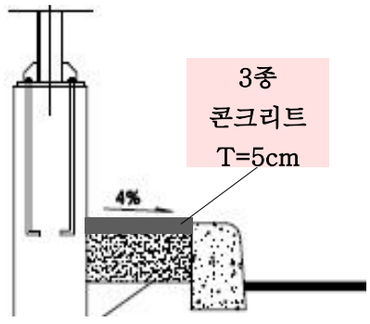
o **방음벽 식수대를 삭제하고 방음벽 기초단면을 안전단면으로 변경**【방음벽 기초 표준도(국토교통부(2010.12)참조】

구 분	본선구간	JCT, IC구간 (설계속도 60km/h 미만구간)
개 요	안전단면	직벽단면
단면도		

□ 방음벽 기초 시공구간

o 방음벽 식수대 구간을 콘크리트로 포설

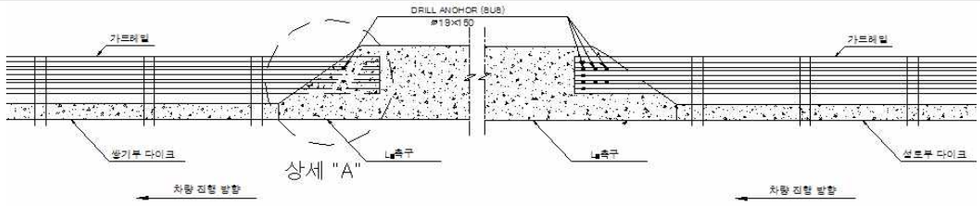
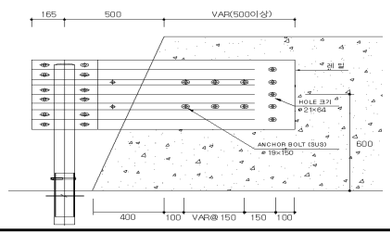
- 방음벽 식수대 구간은 되메우기 후 잡초 등의 생육을 억제하기 위해 **콘크리트(T=5cm, 3종 콘크리트) 포설**

구 분	당 초	변 경
개 요	식수대 수목식재	콘크리트 포설
단면도		

□ 방음벽 단부 및 배수처리방안

o 방음벽 단부와 가드레일 접속방안

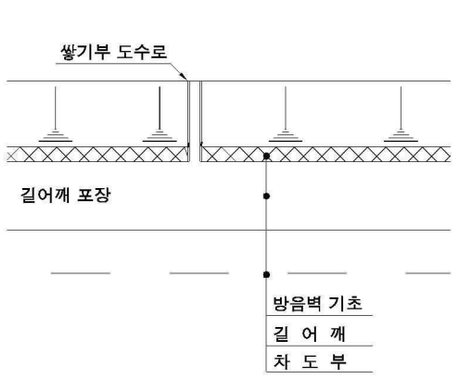
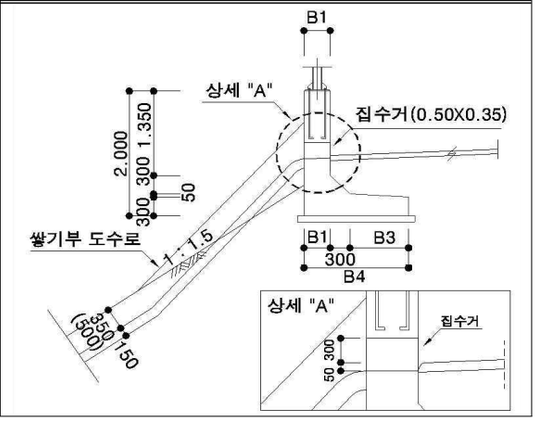
- 가드레일 설치높이 이상되는 지점까지 **가드레일을 연장하여 방음벽 전면에 앵커로 고정**

도 면	
상세도	

o 배수처리 방안

- 방음벽 벽체 내 집수거(0.5m×0.35m)를 설치하여 도수로로 직접 연결 배수
- 집수거 위치는 흙깍기부 초기집수정 설치 위치 검토 방식과 동일 방식으로 검토

※ 노면배수시설 설계기준 개선(설계처-205호(2012.01.19)준용

평면도 (방음벽 벽체 내 집수거 설치)	횡단면도
	

3 적 용 방 안

□ 공사중인 노선 : 본 방침 적용

□ 공용중인 노선 : 유지관리주관(시행)부서 판단 후 적용

4 기 대 효 과

□ 식수대 구간 삭제로 안전시설 시인성 향상 및 쾌적하고 안전한 고속도로 경관제공을 통한 우리공사 이미지 제고

※ 첨부자료 : 1. 방음벽 기초 표준도 1부

2. 노선배수시설 설계기준 개선(설계처-205(2012.01.19))

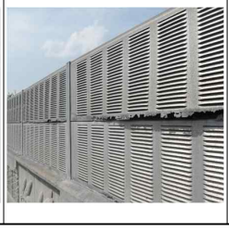
1 검토 배경

□ **2000년 이후 주위 경관 및 도시미관을 위한 방음판 재질 적용을 다양화**하였으나,

□ 2000년 이후 습염살포 방식으로의 **제설작업 변경으로 금속재 방음판의 부식환경이 악화**되고,

※ 제설방식 변경(2000년) : 모래 및 염화칼슘 혼합살포 → 습염살포(소금+염화칼슘수용액)

□ **다양한 방음판 재질 적용에 따른 변색, 부식, 파손 등 손상 발생**과

(아연)도금강판	알루미늄	플라스틱	경량골재콘크리트	목재
				

□ **방음판 형상에 따른 이물질 흡착 과다 등의 미관저해 및 유지관리 문제점이 있어,**

☞ **방음판 재질 및 형상에 대한 방음판 설계 방안을 마련코자 함**

이물질 흡착	조립형태, 문살무늬 형상의 파손		흡음재 노출에 따른 손상

2 그간 추진 경위

□ **방음시설 다양화 방안 검토** (설계환 13304-319호, '00. 8)

o 경관 고려구간의 다양한 자재 반영을 위한 디자인 평가제 도입

□ **방음시설 디자인 다양화 방안 시행** (도로도 07118-30177호, '03. 2)

o 설치예정인 모든 방음시설에 대해 디자인 평가 실시

□ **방음시설 미관설계 기준 개선** (설계처-83호, '08. 1)

o 미관설계 평가표 세분화 * 미관설계 적합성 등 4개 항목 → 경제성 등 6개 항목

o 내역서 작성시 높이 구분 삭제 * 형식, 재질별로만 구분 내역반영

□ **미관설계·평가방법 개선** (설계처-1089호, '10. 3)

o 미관설계·평가대상구간 조정 : 모든 구간 → 주택밀집지역 등 6개 구간

o 특정제품 반영 방지를 위해 금속재 등 7종으로 설계 재질 분류

□ **옹벽형 콘크리트 방음벽 확대시행** (설계처-2431호, '11. 10)

o 높이가 2~5m인 구간으로 미관설계가 요구되지 않는 지방지역 확대 적용

□ **방음벽 관리실태 성과감사** (감사실-1644호,'12.8.2)

o 합성목재, 경량콘크리트 등 재질별 품질기준 마련 필요 (→도로교통연구원)

o 유지관리에 유리하도록 미관설계 및 평가방법 개선 필요 (→설계처)

o 유지관리를 고려한 방음판 재질 선정 기준 마련 필요 (→녹색환경처, 도로교통연구원)

□ **방음벽 미관 평가항목 개선** (설계처-3152호, '12. 10)

o 유지관리 부문 배점 상향 조정(30 → 70점, 총점200점)

□ **유지관리를 고려한 방음판 설치기준 검토** (녹색환경처-1124호, '13. 3)

o 염수피해 및 파손방지를 위해 H=3m* 까지 금속, 플라스틱 계열 사용 지양

o 염수피해 방지를 위해 교량구간은 H=3m* 까지 투명형 적용 * 기초제외

3 현설계 기준 및 문제점

① 방음판 설계적용시 재질 분류 [설계처-1089호('10.3.5)]

o 설계시 일반화된 **7개 종류 재질로 내역서에 구분 반영**

o 시공시 설계 재질내에서 **최저가의 여러 세부 재질 혼용 설치**

① 금속재	② 금속재컬러	③ 비금속재컬러
- 알루미늄 계열 - 도금강판 계열 - 기타 금속재 계열	- 알루미늄(컬러) 계열 - 도금강판(컬러) 계열 - 기타 금속재(컬러) 계열	- 플라스틱(합성수지) 계열 - 기타 플라스틱 계열

④ 목재	⑤ 투명형	⑥ 콘크리트
- 일반목재 계열 - 목재 플라스틱 복합재 계열 - 기타목재 계열	- 투명형(플라스틱) 계열 - 투명형(유리) 계열 - 기타 투명형 계열	- 시멘트패널 계열 - 콘크리트 계열 - 기타 콘크리트 계열
		⑦ 기 타
		- 혼합형 등

※ 금속재(컬러 포함)는 지급자재로 구매 중

문 제 점

▷ 설계에 반영하는 **같은 재질에서도 다른 성질의 여러계열이 존재**하여 **미관, 유지관리 등 환경을 감안한 설계 의도 반영 곤란**

⇒ 세부 재질분류 필요

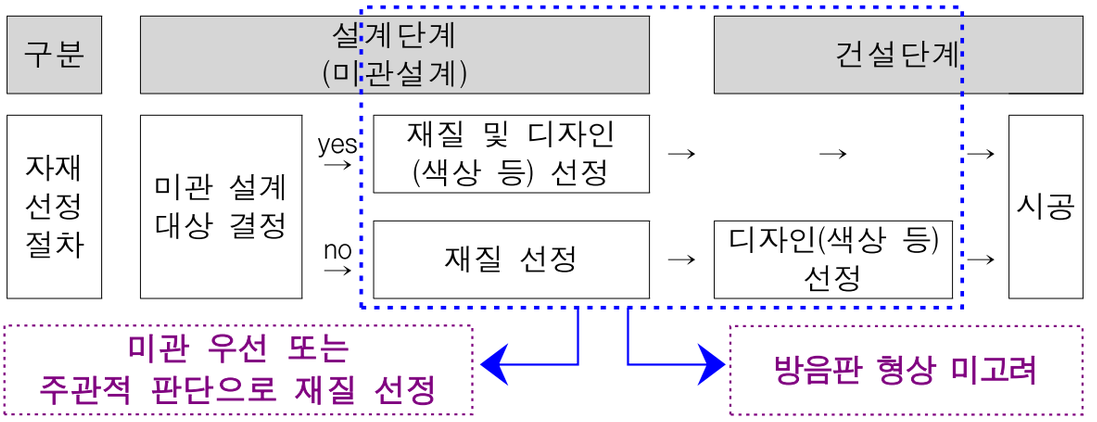
ex) 금속재 : 알루미늄계열, 도금강판계열

목 재 : 일반목재, 목재 플라스틱 복합재

② 방음판 자재 선정방법

o **방음벽 자재 선정 절차** [설계처-3152호('12.11.12)]

- **미관설계 대상 여부에 따른 재질 및 디자인 선정**
  - 미관설계 대상 : 미관설계를 통한 재질 및 디자인 선정
  - 미관설계 미대상 : 재질 선정



o **방음판 형상이 미치는 영향** [방음벽 관리실태 성과감사 결과 (감사실-1644호, '12.8.2)]

- **흡음재 노출** 형상의 방음벽은 **목표연도 이전 흡음재가 파손되거나 흡음성능 저하**
- **요철 및 굴곡이 많은** 다양한 **형상의 방음벽** 설치가 증가되어 청소, 보수, 교체 등 **유지관리에 어려움**이 많은 실정
- **단구간내에 다양한 형상**의 방음자재가 설치될 경우 신속한 **보수도 쉽지 않음**
- 비금속재 방음판 중 **성형품을 나사못으로 연결**하여 전면판을 설치한 방음자재는 **연결부의 내구성이 부족하여 부분 파손 발생**

문 제 점

▷ 미관설계를 통해 방음판 재질이 선정되므로 **내구성 등 유지관리 보다 미관 우선 또는 주관적 판단으로 재질 선정**

▷ **형상부분도 유지관리에 영향을 미치므로** 유지관리에 유리한 방음판이 선정될 수 있도록 **방음판 재질과 형상에 대한 가이드라인 마련 필요**

3 미관설계 · 평가기준 [설계처-3152호('12.11.12)]

o 주요 미관설계 · 평가대상

- 도시 주변 등 주택 밀집지역 통과구간
- 학교 등 교육시설, 병원시설 통과구간
- 관광지(국립공원 등) 통과지역 중 미관설계가 요구되는 구간
- 저속구간(나들목, 분기점, 휴게소, 지정체구간 등)에 설치되는 방음벽
- 기타 관계기관 협의 등으로 부득이 미관설계가 필요하다고 판단되는 구간
- 방음벽 연장(550m이상) 또는 높이((앙각 30°이상(D/H=2))를 감안하여 운전자가 폐쇄감을 느끼는 구간

o 미관설계 평가방법

- 평가위원 : **내부 및 외부위원 10인 이내**
- 평가방법 : 재질, 형태 등을 고려하여 구간별로 선정된 3~4개 방안에 대해 평가요소별 평가 ⇒ 평가결과에 따라재질 및 디자인 선정

항 목	평가방법	배점	평가자	비고
총 계		200		
경 제 성	· 경제성(자재비+시공비)을 기준으로 평가	50	설계자	정량
유지관리	· 청소, 교체, 재활용, 장기공용성 (화재,부식,변형,강도저하 등) 고려 평가	70	평가위원	정성
환 경	· 방음벽 매뉴얼 체크리스트 기준으로 평가	40	설계자	정량
	· 체크리스트 결과 평가	40	평가위원	정성

※ 환경부문 : 규모, 배치, 형태, 재료, 색채 등의 디자인 평가

문 제 점

▷ 유지관리 경험, 지식이 부족한 **외부위원은 재질과 연관 있는 유지관리보다는 환경부문에 치중한 평가***

* 광주순환, 아산천안 등 최근노선의 외부위원 평가결과 유지관리에 대한 평가의견은 거의 없음

4 개선 대책 검토

① 방음판 설계 적용시 재질 분류 개선

미관, 유지관리 등을 고려한 설계가 건설시에도 **반영될 수 있도록 재질을 적정하게 세분화**

저가품 사용 등 설계 의도와 상이한 시공 방지

ex) (설계) 금속재 ⇒ (시공) 알루미늄과 도금강판 중 녹발생이 쉬운 도금강판계열

▶ **설계적용 재질 분류 개선(안) 【 7종 → 11종으로 분류 】** (붙임#1 참조)

현 행	변 경	비고
① 금속재	① 알루미늄 계열	전면부 재질 기준
	② 도금강판 계열	〃
② 금속재컬러	③ 알루미늄(컬러) 계열	〃
	④ 도금강판(컬러) 계열	〃
③ 비금속재컬러	⑤ 플라스틱(컬러) 계열	
④ 목재	⑥ 일반목재 계열	
	⑦ 목재 플라스틱 복합재 계열	붙임 #2 참조
⑤ 투명형	⑧ 투명형 계열	
⑥ 콘크리트	⑨ 콘크리트(시멘트)패널 계열	
	⑩ 경량골재 콘크리트 계열	
⑦ 기타	⑪ 기타 계열 [기타 금속재, 기타 금속재컬러, 기타 콘크리트, 혼합형 등]	

※ i) 투명형은 플라스틱과 유리계열 모두 2009년 품질기준 강화로 황변, 내충격성 등이 크게 보완된 상태로 세부 재질 분류에 따른 경제성 및 사용성 차이가 크지 않아 미분류 처리

ii) **無도장의 도금강판 계열(변경②)은 고속도로공사 전문시방서에 의거 사용 불가** (하지만 향후 신제품 개발 등에 따른 시방기준 개정 등을 고려하여 재질 분류에서는 미삭제)

iii) ⑪ 기타 계열은 ①~⑩에 해당하지 않는 경우이며 내역서에는 해당하는 재질을 일반화하여 명기 (ex : 기타 금속재 계열)

iv) 세부 재질별 최소 3개~17개 이상의 제조사가 있어 특정제품 지정우려 없음

② 방음판 자재 선정 가이드라인 마련

설계, 건설시 **유지관리에 유리한 재질 및 형상이 선정될 수 있도록 가이드라인 제시**

▶ 방음판 자재 선정 가이드라인(안)

o 자재 선정시 기본 원칙

Ⅰ	미관설계가 요구되지 않는 지방지역은 옹벽형 콘크리트 확대 적용
Ⅱ	미관설계 대상 이외구간은 고가의 자재 사용 지양
Ⅲ	교량구간·제설 취약지점은 일조 및 염해 고려 자재 선정
Ⅳ	방음벽 설치 연속성을 고려 여러 설치조건을 종합적으로 검토하여 최적의 재질 선정
Ⅴ	청소의 효율성, 내구성, 교체 용이성 등 전반적인 유지관리를 고려하여 형상 선정

o 조건별 방음판 자재 선정 가이드라인 (가이드라인 세부사항 : 붙임 #3 참조)

검토조건		자재 선정 가이드라인
①	방음판 형식 (반사형 / 흡음형)	o 반사형, 흡음형에 적합한 재질 선택
②	방음판 높이 (H≤3m / H>3m)	o 염해방지를 위해 판 높이 0~3m부위 금속재 지양 o 목재는 뒤틀림, 갈라짐 등 관찰이 용이하도록 가급적 낮은 높이에 사용
③	미관설계 (대상 / 미대상)	o 미관설계 미대상은 고가의 경량골재콘크리트, 플라스틱, 일반목재, 목재플라스틱복합재 사용 지양
④	토공,교량구분 (토공부 / 교량부)	o 교량구간 - 결빙방지를 위해 하단부 투명형 우선 적용 - 고 중량, 부식, 변형우려가 있는 재질 배제
⑤	제설환경 (일반 / 특수)	o 특수환경(다설한랭)지역 - 변형, 부식, 녹발생 우려가 있는 재질 지양 - 반사소음 피해가 없는 범위내 반사형 방음판 설치 확대
⑥	지주형태 (직선 / 절곡)	o 지주 절곡부는 고중량, 뒤틀림, 탈락 우려가 있는 재질 배제
⑦	기타사항	o 하부도로(4차로이상) 횡단육교는 파편비산 큰 자재 배제 o 인화성물질 근접 구간, 터널형 방음벽은 화재 취약자재 배제

※ 방음판 형상 관련 건설단계 적합한 자재가 선정되도록 공사시방서에도 명기(붙임 #5)

3 미관설계 · 평가기준 개선

유지관리에 유리한 재질의 방음판이 설계될 수 있도록
미관설계 · 평가기준 개선

재질 선정시 주관적 판단 최소화 및 환경부문에 치중된 평가 방지

▶ 미관설계 · 평가기준 개선(안)

o 미관설계시 자재 선정

- 현 행 : 주관적 판단으로 재질을 선정하여 미관설계
- 변 경 : **자재 선정 가이드라인을 준수하여 미관설계**

o 미관설계 평가방법 개선

- 현 행 : 유지관리, 환경 모두 내 · 외부 위원이 평가
- 변 경 : **유지관리는 내부위원이 평가***, 환경은 내 · 외부 위원이 평가

* 실무 경험이 거의 없는 외부위원은 유지관리부문 평가위원에서 배제

구 분	배점	평가 방법		비고
		현행	변경	
합 계	200점			
경제성	· 자재비 평가 : 50점	· 설계자 제출	· 설계자 제출	정량
유 지 관 리	· 청소, 교체, 재활용 등 평가 : 70점	· 내,외부 위원이 평가	· 내부 위원이 평가	정성
환 경	· 체크리스트 평가 : 40점	· 설계자 제출	· 설계자 제출	정량
	· 종합 평가 : 40점	· 내,외부 위원이 평가	· 내,외부 위원이 평가	정성

※ 유지관리부문의 공정한 평가를 위해 내부위원은 최소 3인 이상 선정

5 검토 결론

□ **(설계재질 분류 개선)** 미관, 유지관리 등의 설계 의도가 충분히 설계에 반영 가능하도록 **설계적용 재질 세분화【7종 → 11종】**

□ **(가이드라인 마련)** 방음판 자재선정 가이드라인을 통해 설계·건설시 **유지관리에 유리한 방음판 자재 선정**

□ **(미관설계·평가 개선)** 평가항목(경제성, 유지관리, 환경) 중 **유지관리부문 평가는** 실무 경험이 거의 없는 외부위원은 평가위원에서 배제하고 **내부위원이 평가**

※ **(기타 사항)** 방음판 품질향상을 위해 설계 시 반영된 방음판 재질의 도입개념(필요 사유)을 구체화하여 건설참여자에게 전달될 수 있도록 **실시설계시 일반보고서에 재질 도입개념(필요 사유)을 수록하고 공사시방서에 아래와 같이 명기**

> 12-2-1 방음벽
>
> 3. 시공
>
> 3.1.13 방음판 자재 선정시 일반보고서 경관설계편의 방음벽 경관계획 부문을 준수하여 설계시의 방음판 재질 도입개념(필요 사유)에 적합하도록 방음판을 선정하여야 한다.

6 협조사항

□ 도로교통연구원

o 재질 세분화에 따른 고속도로 공사용 건설재료 품질기준 및 고속도로공사 전문시방서 개정

※ 현재 방음벽 관리실태 성과감사(2012) 후속조치로 도로교통연구원에서 세분화된 재질에 대한 품질시험 기준 검토중(2015년 말 완료 예정)

o 형상선정과 관련한 사항을 고속도로 전문시방서 개정시 추가 반영

> 12-2-1 방음벽
> 3. 시공
> 3.1.11 청소의 효율성, 내구성, 교체 용이성 등 전반적인 유지관리를 고려하여 적정한 방음판의 형상(평면, 요철 등)을 선정하여야 하며, 우리 공사에서 유지관리에 불리하여 방음판 자재의 형상 변경이 필요하다고 판단시 계약 상대자는 그에 따라 변경 조치하여야 한다.

7 적용 방안

□ 설계 중 및 실시설계 완료 후 미발주 노선 : 본 방침 적용

※ 도로교통연구원에서 품질기준 수립전까지는 한시적으로 붙임 #5의 내용으로 공사시방서에 반영

□ 공사 중 노선 : 현장여건을 판단하여 가능한 부분은 적용

붙 임 : 1. 방음판 설계 재질 적용 분류
2. 목재 플라스틱 복합재 계열에 대한 설명
3. 방음판 자재 선정 가이드라인
4. 방음판 미관설계 평가기준 변경안
5. 공사시방서 변경안
6. 일상감사 의견서 조치계획

붙임 #1 방음판 설계적용 재질 분류

방음판 설계적용 재질 분류 (당초)

□ 설계적용시 구분 : 금속재 등 7종으로 분류

① 금속재	② 금속재컬러	③ 비금속재컬러
- 알루미늄 계열 - 아연도강판 계열 - 기타 금속재 계열	- 알루미늄(컬러) 계열 - 아연도강판(컬러) 계열 - 기타 금속재(컬러) 계열	- 플라스틱(합성수지) 계열 - 기타 플라스틱계열

④ 목재	⑤ 투명형	⑥ 콘크리트
- 일반목재 계열 - 합성목재 계열 - 기타 목재 계열	- 투명형(플라스틱) 계열 - 투명형(유리) 계열 - 기타 투명형 계열	- 시멘트패널 계열 - 콘크리트 계열 - 기타 콘크리트 계열

⑦ 기 타
- 혼합형 등

방음판 설계적용 재질 분류 (변경)

□ 설계적용시 구분 : 알루미늄계열 등 11종으로 분류

① 알루미늄 계열	② 도금강판 계열	⑤ 플라스틱(컬러) 계열
알루미늄 알루미늄 합금	도금강판	플라스틱 HDPE FRP 기타 합성수지 등
③ 알루미늄(컬러) 계열	④ 도금강판(컬러) 계열	
알루미늄(컬러) 알루미늄 합금(컬러)	도금강판(컬러)	
⑥ 일반목재 계열	⑦ 목재 플라스틱 복합재 계열	⑧ 투명형 계열
일반목재	목재 플라스틱 복합재(WPC)	플라스틱 접합유리 기타 투명형 재질
⑨ 콘크리트(시멘트)패널 계열	⑩ 경량골재 콘크리트 계열	⑪ 기타 계열
콘크리트(시멘트)패널	경량(발포)골재 콘크리트	①~⑩에 해당되지 않는 재질 [기타 금속재, 기타 금속재(컬러), 기타 목재, 기타 콘크리트, 기타(혼합형) 등]

※ i) ⑪ 기타 계열은 ①~⑩에 해당하지 않는 경우이며 내역서에는 해당하는 재질을 일반화하여 명기 (ex : 기타 금속재 계열 등)

ii) 도로교통연구원에서 기존의 아연도강판 이외에 합금도금강판을 추가하여 품질 기준을 개정 추진중('15년 완료예정)이므로 "아연도강판"을 "도금강판"으로 명기

붙임 #3 방음판 자재선정 가이드라인

□ 방음판 자재 선정 가이드라인

Ⅰ	미관설계가 요구되지 않는 지방지역은 옹벽형 콘크리트 확대 적용
Ⅱ	미관설계 대상 이외구간은 고가의 자재 사용 지양
Ⅲ	교량구간·제설 취약지점은 일조 및 염해 고려 자재 선정
Ⅳ	방음벽 설치 연속성을 고려 여러 설치조건을 종합적으로 검토하여 최적의 재질 선정
Ⅴ	청소의 효율성, 내구성, 교체 용이성 등 전반적인 유지관리를 고려하여 형상 선정

o 조건별 방음판 자재 선정 가이드라인

검토조건		자재 선정 가이드라인
①	방음판 형식 (반사형 / 흡음형)	o 반사형, 흡음형에 적합한 재질 선택
②	방음판 높이 (H≤3m / H>3m)	o 염해방지를 위해 판 높이 0~3m부위 금속재 지양 o 목재는 뒤틀림, 갈라짐 등 관찰이 용이하도록 가급적 낮은 높이에 사용
③	미관설계 (대상 / 미대상)	o 미관설계 미대상은 고가의 경량골재콘크리트, 플라스틱, 일반목재, 목재플라스틱복합재 사용 지양
④	토공,교량구분 (토공부 / 교량부)	o 교량구간 - 결빙방지를 위해 하단부 투명형 우선 적용 - 고 중량, 부식, 변형우려가 있는 재질 배제
⑤	제설환경 (일반 / 특수)	o 특수환경(다설한랭)지역 - 변형, 부식, 녹발생 우려가 있는 재질 지양 - 반사소음 피해가 없는 범위내 반사형 방음판 설치 확대
⑥	지주형태 (직선 / 절곡)	o 지주 절곡부는 고중량, 뒤틀림, 탈락 우려가 있는 재질 배제
⑦	기타사항	o 하부도로(4차로이상) 횡단육교는 파편비산 큰 자재 배제 o 인화성물질 근접 구간, 터널형 방음벽은 화재 취약자재 배제

o 조건별 방음판 적용 권장안

【 ○ : 적합, △ : 적합도는 다소 떨어지나 필요시 사용가능, × : 부적합 】

검토 조건		옹벽형 (패널無)	알루미늄	도금강판	콘크리트 (시멘트)패널	경량골재 등 콘크리트	투명형	플라스틱	일반 목재	목재플라스틱 복합재	비고
방음판 형식	반사형	○	○	○	○	×	○	○	○	○	
	흡음형	×	○	×	×	○	×	○	△	△	
방음판 높이	H≤3m 부분	○	△ (타공없는 반사형은 ○)	△	○	○	○	○	○	○	
	H>3m 부분	○ (H≤5m)	○	○	○	△	○	○	×	△	
미관고려	대상	×	○	○	×	○	○	○	○	○	
	미대상	○	○	○	○	×	○	×	×	×	
토공/교량	토공부	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	교량부	×	○	○	△	×	○	○	×	×	
제설환경	일반환경	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	특수환경 (다설한랭)	○	△ (판 높이 3m 초과부는 ○)	×	○	○	○	○	×	×	
지주형태	직선부	×	○	○	○	○	○	○	○	○	
	절곡부	×	○	○	×	×	○ (설명서 참조)	○	×	×	
기타	파편비산 피해우려	○	○	○	×	△	○ (설명서 참조)	○	○	○	
	화재취약구간	○	○	○	○	○	○ (설명서 참조)	×	×	×	

※ i) 위의 권장안은 일반적인 현재 시중 제품 기준으로 작성한 것으로 실제 생산되는 제품에 따라 변경 가능
ii) 자재 선정시 세부적인 검토는 가이드라인 설명서를 참조하여 선정

□ 가이드라인 설명서

▶ 기본 사항

o 본 가이드라인은 재질별로 일반적인 특성을 기준으로 작성한 것으로 실제 생산되는 방음판 제품별 특성과 다를 수 있다.

o 앞에서 제시한 방음판 적용 권장안을 참고하여 방음판을 설치 위치별로 조망, 일조, 미관, 경제성, 주변 방음벽과의 연계성 등에 초점을 맞춰서 적정 재질의 방음판을 선정한다.

o 본 가이드라인을 통해 사용 가능한 재질이 복수로 선정될 경우 미관, 연속성, 경제성, 유지관리 등을 고려하여 적정한 방음판을 선정한다.

o 조건별 방음판 적용 권장안을 통해 사용 가능한 재질이 선정되지 않은 경우에는 검토조건 중 유지관리와 연관성이 작다고 판단되는 검토조건을 제외하면서 적정한 방음판을 선정한다.

o 실제 방음벽 설치 연장이 긴 경우 여러 조건들이 혼재해 있으므로 앞서 제시한 권장안을 참고하여 구간별 전반적인 미관과 일관성을 고려한 적정 재질을 선정한다.

o 동일한 구간에 설치되는 방음벽은 모두 동일한 재질의 방음판을 적용하고 가급적 2가지 이내로 재질을 적용한다.

※ 고속도로 공공디자인 매뉴얼(2011)

o 미관이 필요치 않은 구간은 플라스틱, 목재 등 고가의 자재 사용은 지양하고, 가급적 경제적이고 유지관리에 유리한 방음판을 선정한다.

※ 경관설계가 요구되지 않는 지역은 고가 방음판넬(비금속재) 사용 지양 (방음벽 공사 효율성 증진 방안검토 : 건설처-3227호, 2012.8.9)

o 특수환경(다설한랭) 지역은 잦은 제설작업을 고려하여 변형이 쉽고, 부식 및 녹발생 우려가 있는 자재 사용은 지양한다.

o 특수환경(다설한랭) 지역은 타공, 흡음재 노출 등으로 인한 손상을 최소화하기 위해 가급적 반사형을 최대한 혼합하여 적용한다.

- 양단 방음벽인 경우 반사형은 최대 50% 이내로 설치

※ 양단 방음벽인 경우 반사형 50% 적용시 반사소음 1.5dB 미만으로 무시 가능 (유지관리를 고려한 방음판 설치기준 검토 : 녹색환경처-1124호, 2013.3.20)

o 동절기 도로변 비산 염분량 측정 결과 노면에서부터 4m 높이부터 염분량이 두드러지게 감소하는 경향이 있으므로 금속재 방음판 사용시에는 방음판 높이 0~3m까지는 사용을 지양하며 사용시에는 방음판 내부에 염수체류가 되지 않는 형태의 알루미늄 방음판을 사용하여야 한다.

※ 염분량 측정결과 : 유지관리를 고려한 방음자재 품질기준 개선 연구(2014) - 도로교통연구원

o 제설에 취약한 교량구간은 방음판 높이 0~3m까지 가급적 투명형을 적용한다.

- 반사소음을 고려하여 양방향 방음판 면적의 최대 50% 이내로 설치

・양단 방음벽인 경우 반사형은 최대 50% 이내로 설치시 반사소음 무시 가능

※ 유지관리를 고려한 방음판 설치기준 검토(녹색환경처-1124호, 2013.3.20)

o 동결이 우려되는 구간은 하단부에 투명형을 적용한다.

※ 고속도로 공공디자인 매뉴얼(2011)

o 주변경관 요소가 있는 경우, 방음벽이 7m 이상 높은 경우, 주거지 인접으로 인한 개방감 확보가 필요한 경우 고속도로 공공디자인 매뉴얼을 참조하여 투명형을 적용할 수 있다.

※ 고속도로 공공디자인 매뉴얼(2011)

o 토공부의 반사형 설치구간은 미관고려 대상이 아닌 아래의 지방지역의 경우에는 노면에서 높이 5m까지는 콘크리트 옹벽형 방음벽을 확대 적용하고, 옹벽형 방음벽 적용시 전면에 무늬거푸집을 사용한다. (특수환경(다설한랭) 노출지역 중 결빙이 우려되는 구간은 적용 제외)

- 주변경관과의 조화를 고려한 산지부 통과구간
- 일조권 피해가 발생되지 않는 농경지 통과구간
- 개방감이 요구되지 않는 구릉지, 평지 통과구간
- 공장・유통단지 등 산업활동지 통과구간

※ 유지관리가 용이한 옹벽형 콘크리트 방음벽 확대적용(설계처-2431호, 2011.10.10)

o 흡음형 방음판은 흡음재가 노출될 경우 목표연도 이전에 흡음재가 파손되거나 흡음성능이 저하될 수 있으므로 가급적 노출이 작은 방음판을 사용한다.

※ 방음벽 관리실태 성과감사 결과(감사실-1644호, 2012.8.2)

o 4차로 이상의 도로를 횡단하는 교량구간, LCS 등 갓길폭을 축소하여 운영하는 구간, 성토부 하단에 가옥, 공장 등이 근접하여 방음판 차량 충돌시 파편 비산피해가 우려되는 구간은 파편비산이 작은 재질의 방음판을 사용한다.

o 인화성물질이 근접해 있거나 터널형 방음벽 등 화재 발생시 추가 피해가 우려되는 구간은 목재, 플라스틱 계열의 화재에 취약한 방음판 자재 사용은 지양한다.

※ 고속도로 공공디자인 매뉴얼(2011)

▶ 세부 재질별 고려사항

o 도금강판 계열 (전면부 재질 기준)

- 전면판에 도금강판 계열을 사용시 녹 발생 등을 고려하여 반드시 도장이 된 방음판을 사용하여야 한다.

※ 고속도로공사 전문시방서(12-2-1 방음벽) 참조

- 타공면에서부터 녹발생이 빨리 진행되므로 타공이 있는 흡음형 방음판은 전면부 재질이 도금강판인 방음판의 사용을 제한한다.

※ 흡음형은 모재 타공이후 도금 처리 과정이 없어 부식발생
(녹색환경처-3146호, 2012.8.6)

- 도금강판 계열은 녹발생을 고려하여 제설작업이 많은 특수환경(다설한랭) 지역에서의 사용을 지양하고 그 외 지역에서는 가급적 방음판 높이 3m이상 부분에 설치한다.

o 알루미늄 계열 (전면부 재질 기준)

- 알루미늄 흡음형 방음판은 구조적인 문제로 방음판 내부 염수체류로 인한 알루미늄의 부식 발생우려가 있으므로 가능한 내부에 염수가 체류되지 않는 제품을 사용한다.

※ 현재 염수체류가 되지 않는 내염성능 강화 방음판 지속 개발 중
(내염성능 강화 방음판 특허 출원 - 2013.7, 환경품질처)

- 제설작업이 많은 특수환경(다설한랭) 지역에서는 가급적 방음판 높이 0～3m까지의 사용을 지양한다.

- 일반지역에서도 염수로 인한 부식을 고려하여 흡음형 알루미늄 방음판을 설치할 경우 투명형 등 반사형 방음판을 전체 방음판 면적의 50% 이내로 조합하여 가급적 방음판 높이 0～3m까지는 반사형 방음판을 주로 설치하고 상단부에 알루미늄계열의 흡음형 방음판을 설치하도록 한다.

- 가장 일반적으로 사용되고 있는 제품으로 가격이 저렴하고 유사제품이 많이 생산되고 있어 유지관리가 용이하다.

o 플라스틱(컬러) 계열

- 화재에 취약하므로 인화성물질이 근접해 있거나 터널형 방음벽 등에는 사용을 지양한다.
- 가격이 고가이고 제품마다 가격 및 품질, 디자인 등 편차도 커 경제성과 유지관리(동일제품 교체)를 고려시 미관고려 대상 지역 이외에는 사용을 지양한다.
- 플라스틱 계열내에서도 다양한 소재의 플라스틱(합성수지) 제품이 있어 열화, 파손 등 제품마다 방음판 손상에 대한 편차가 다소 크다.
- 조각으로 조립된 형태 등 충격에 취약한 형태의 방음판 사용은 지양한다.

o 투명형 계열

- 개방감(조망) 확보 및 일조 고려가 필요한 구간에 투명형을 사용 하며, 세부적인 재질은 크게 플라스틱과 유리재질로 구분된다.
- 플라스틱 재질에는 PC(폴리카보네이트), PMMA(폴리메틸메타크릴레이트) 등의 재질이 있으며, 유리재질에는 일반접합유리, 강화접합유리 등이 있다.
- 플라스틱 재질은 황변도 및 흐림도, 화재에는 다소 취약하나 내충격성이 우수하며, 유리계열은 황변도 및 흐림도는 우수하나 내충격성이 다소 취약한 특성이 있다.

※ 황변도 및 흐림도 (원판 제조사의 시험성적서 자체 조사결과 - 2012년~2014년)

구분	PC(A사)	PMMA(A사)	접합유리(B사)	품질기준
촉진내후성시험 (1500시간)후 황변도(YI)	2.6	1.3	0.7	3이하
촉진내후성시험 (1500시간)후 흐림도(%)	5.5	2.9	2.3	10이하

※ 내충격성 및 비중 (투명방음판 품질기준 및 유지관리 개선연구-2008, 도로교통연구원)

구 분	플라스틱계열		접합유리계열 (t=10.8mm)	비고
	PC(t=8mm)	PMMA (t=10mm)		
낙구충격시험의 파손시 낙하높이(cm)	파손 미발생 (900cm까지만 실험)	300	150	강구 2,260g
충격강도 (kgf·cm/cm)	75~100	1.6~3.0	0.2~0.3	
비 중	1.2	1.17~1.21	2.5	

- 유리재질은 빗물로 인한 자연적인 청소효과가 있어 장기 조망에 있어 다소 유리하다.

- 터널형 방음벽 및 절곡 지주의 상단(천단)부와 하부도로가 4차로 이상인 구간을 횡단하는 육교구간 등 충격으로 인한 2차사고가 우려되는 구간은 플라스틱재질을 사용한다.

- 인화성물질이 근접해 있거나 터널형 방음벽 등 화재 발생시 추가 피해가 우려되는 구간은 플라스틱 재질 중 PMMA재질은 사용을 지양한다.

※ PC재질 : 자기소화성, PMMA재질 - 가연성

o 콘크리트(시멘트)패널 계열

- 가격이 저렴하나 충격에 취약하고 파편 비산 우려가 있으므로 노견이 좁은 구간(중앙분리대 방음벽 등), 하부도로가 4차로 이상인 구간을 횡단하는 육교구간 등 충격으로 인한 2차사고가 우려되는 구간은 사용을 지양한다.

※ 콘크리트(시멘트)패널계열은 반사형으로 사용되며 미관고려 대상이 아닌 지방지역은 유지관리를 위해 콘크리트 옹벽형 방음벽을 확대 적용하고 있어 적용 대상지역이 많지 않음

- 미관이 우수하지 않으나 염해 우려가 적으므로 미관고려 대상이 아닌 지역 및 특수환경(다설한랭) 지역에 적용이 가능하다.

o 경량골재 콘크리트 계열

- 지주가 절곡되는 구간은 경량골재 패널의 탈락, 고 중량으로 인한 지주 전도 우려가 있으므로 사용을 지양한다.

- 대체적으로 중량이 큰 제품이 많으며 중량이 큰 제품은 교량구간에 사용을 제한한다.

- 높은 부위에 설치될 경우 고중량으로 편심 작용시 지주 전도발생 우려가 있으므로 하단부 위주로 사용한다.

- 고가의 방음판으로서 미관고려 대상지역이거나 염해가 우려되는 특수환경(다설한랭) 지역에 적용하는 것이 적정하다.

o 일반목재계열 및 목재 플라스틱 복합재 계열

- 목재형에는 일반목재계열과 목재플라스틱복합재계열이 있다.

- 일반목재계열은 부패방지를 위해 방부, 방충 처리된 목재를 사용하여야 한다.

- 목재플라스틱복합재계열은 열가소성 또는 열경화성 수지와 목분을 혼합한 소재로서 안료를 이용하여 다양한 가공품을 만들 수 있으며 해충 피해, 갈라짐이 거의 없어 일반목재계열 대비 내구성이 높다.

- 목재형(일반목재, 목재플라스틱복합재) 흡음형 방음판은 대부분 종·횡방향 일정 간격으로 개별 목재에 틈을 두어 흡음재를 설치함에 따라 흡음재 노출에 따른 내구성이 저하될 우려가 있으며,

※ 방음벽 관리실태 성과감사 결과(감사실-1644호, 2012.8.2)

- 가격이 고가이고 제조사별 방음판 디자인에 따른 가격편차도 크고 장기간 공용시 변형 및 탈색우려가 있으므로 친환경 디자인 연출이 필요한 곳에 제한적으로 사용한다.

※ i) '06년까지 설치된 전구간(1.72km) 일부변형 및 탈색(방음벽 관리실태 성과감사)
ii) 조달청 나라장터 종합쇼핑몰 가격 : 121,000~942,000원/㎡ (5개사)

- 인화성물질이 근접하거나 터널형 방음벽 등 화재 발생시 추가 피해가 우려되는 구간은 목재형 방음판 사용을 지양한다.

- 목재형(일반목재, 목재플라스틱복합재) 방음판 기후에 따른 뒤틀림, 변형우려가 있으므로 목재형을 설치시에는 가급적 낮은 높이에 사용을 권장하며 제설작업이 잦은 특수환경(다설한랭)지역 및 교량구간에서의 사용은 지양한다.

※ i) 목재의 변형으로 틈새가 발생할 수 있으므로 정기적인 점검 필요
(방음시설 성능 및 설치기준 마련-2009, 환경부, p274)
ii) 비용이 고가이면서 높이의 제한이 있음(고속도로 공공디자인 매뉴얼, 2011)

▶ 세부 형상별 고려사항

o 요철이 있는 형상의 방음판은 평면형태의 방음판보다 상대적으로 자동차 매연, 먼지, 제설염수 등의 오염물질이 흡착하기 쉽고 제거가 어렵다.

o 빗물로 인한 자연적인 청소가 가능하도록 가급적 평면형, 작은 요철, 또는 가로방향 요철(ex : 세로 줄무의) 형상 등으로 선정한다.

o 흡음형의 경우 흡음재의 내구성 저하 방지를 위해 가급적 빗물 및 자외선으로부터의 보호가 되는 형상을 적용한다.

o 향후 공용중 교체를 위한 자재 수급이 용이하도록 디자인 특화가 필요한 구간 이외에는 가급적 독특한 형상의 방음판 사용은 지양한다.

o 조각으로 조립된 형태 등 충격에 취약한 형태의 방음판 사용은 지양한다.

[기타 참고사항]

□ 특수환경(다설한랭) 노출지역 (설계처-3516호, 2010.7.27)

o 연간 제설제 사용량 파악이 되는 공용중인 노선에 대해서는 ①은 반드시 포함하고 ①, ②, ③, ④ 항목중 3개항목 이상이 되는 지역

o 연간 제설제 사용량 파악이 안되는 건설 또는 설계, 계획 노선에 대해서는 ①은 반드시 포함하고 ①, ③, ④ 항목 중 2개항목 이상이 되는 지역

o ⑤번 항목에 해당되는 지역

① 연간 동결융해일수 : 일평균 기온(주1) 0℃ 이하가 45일 이상 및
일평균 최저 온도(주2) -2℃ 이하가 90일 이상

(주 1) 일평균 기온은 자정에서 자정까지 3시간 간격으로 총 8회 측정치의 평균이다.

(주 2) 일최저 기온이 자정에서 자정까지 3시간 간격으로 총 8회 측정치 중 1회라도 -2℃ 이하가 측정된 경우이다.

② 연간 제설제 사용량이 13톤/2차선・km 이상

③ 연간 누적 적설량 60cm 이상

④ 연간 강설일 수 14일 이상

⑤ 노선의 해발 평균이 450m 이상

※ ①, ②, ③, ④ 각 항목의 값은 최근 5개년 평균이며, ⑤항에 있어서는 나들목, 장대구조물 전・후 구간 등을 기준으로 구분

□ 일반환경 지역 : 특수환경(다설한랭) 노출지역이 아닌 지역

※ 특수환경(다설한랭) 노출지역 위치도

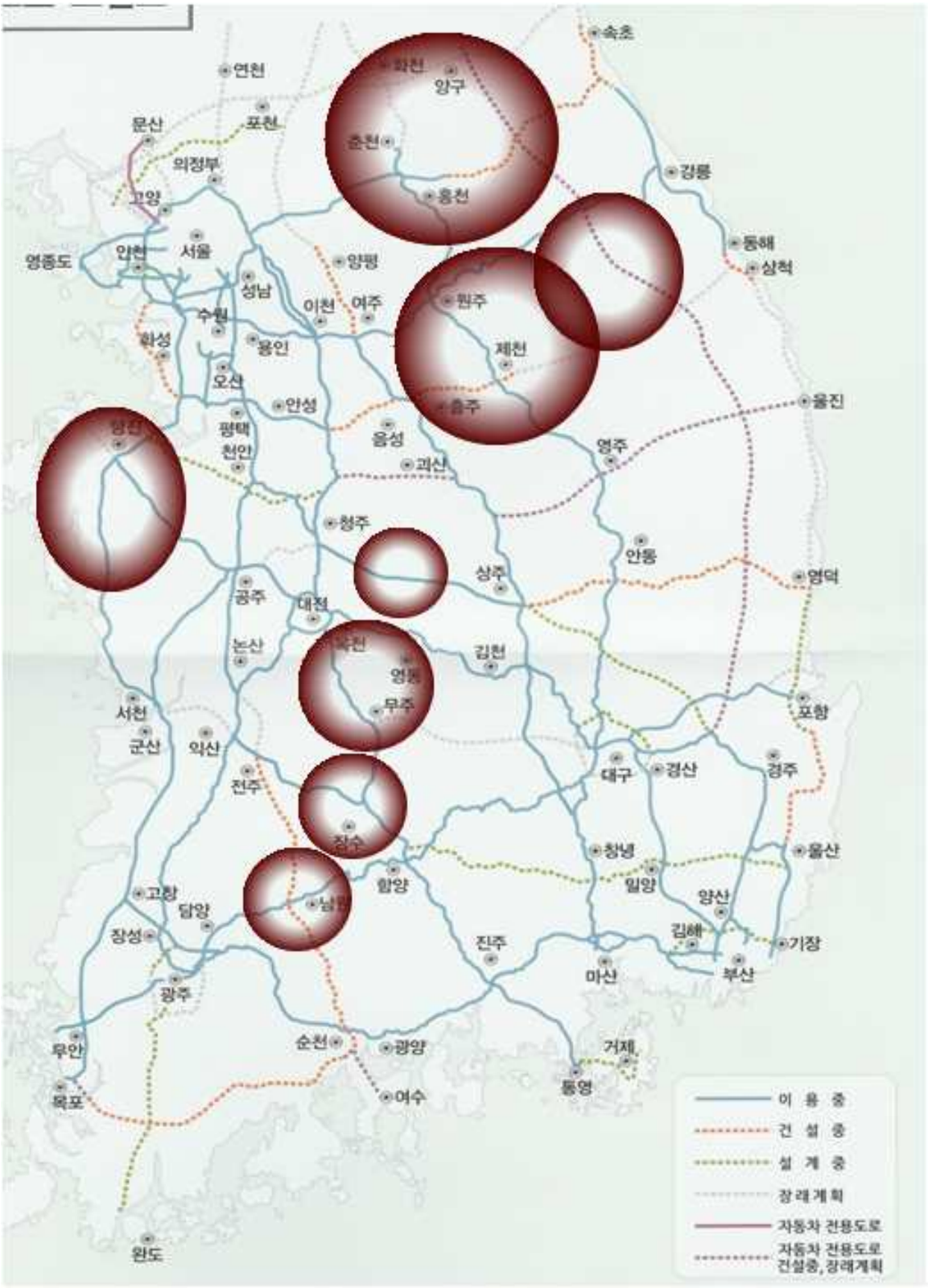


그림 1 고속도로 노선 및 기타 주요 지역별 노출환경 지도

붙임 #4 방음벽 미관설계 평가기준 변경안

□ 주요 미관설계·평가대상 * 이전 기준과 동일

- 도시 주변 등 주택 밀집지역 통과구간
- 학교 등 교육시설, 병원시설 통과구간
- 관광지(국립공원 등) 통과지역 중 미관설계가 요구되는 구간
- 저속구간(나들목, 분기점, 휴게소, 지정체구간 등)에 설치되는 방음벽
- 기타 관계기관 협의 등으로 부득이 미관설계가 필요하다고 판단되는 구간
- 방음벽 연장(550m이상) 또는 높이((앙각 30°이상(D/H=2))감안하여 운전자가 폐쇄감을 느끼는 구간(건설단계 및 유지관리 단계는 공공디자인 심의로 대체)

※ 미관 설계 평가시 재질 및 디자인 결정(특정제품명칭 미표기)

□ 미관평가 위원구성 * 발주기관(내부위원) 최소 인원을 3인이상으로 규정

o 각 단계별 평가위원 구성시 경관매뉴얼의 경관위원회 제도를 활용, 다양한 분야의 전문가 참여를 통한 일관된 설계 및 평가가 진행되도록 유도

【 미관평가 위원 구성 】

구 분	본 사	지역본부	건설사업단
위 원 장	실·처장	기술처장	사업단장
위 원 (10인 이내)	발주기관 : 담당팀장 및 담당자 , 유지관리부서 담당자 외 부 : 설계자, 경관 및 공공(환경)디자인 전문가 (기술심사처 인력pool 활용)		

※ 위원장은 회의주관에만 관여하고 평가에는 관여하지 않으며, **발주기관(내부위원)은 최소 3인 이상 선정**

o **미관설계 평가 방법** * 유지관리부문 평가항목은 외부위원 평가 배제

- 현 행 : 유지관리, 환경 모두 내·외부 위원이 평가
- 변 경 : **유지관리는 내부위원*이 평가**, 환경은 내·외부 위원이 평가

* 유지관리부문의 공정한 평가를 위해 내부위원은 최소 3인 이상 선정

구 분	배점	평가 방법		비고
		현행	변경	
합 계	200점			
경제성	· 자재비 평가 : 50점	· 설계자 제출	· 설계자 제출	정량
유 지 관 리	· 청소, 교체, 재활용 등 평가 : 70점	· 내,외부 위원이 평가	· 내부 위원이 평가	정성
환 경	· 체크리스트 평가 : 40점	· 설계자 제출	· 설계자 제출	정량
	· 종합 평가 : 40점	· 내,외부 위원이 평가	· 내,외부 위원이 평가	정성

방음시설 미관설계 평가표 [당초]

□ 구 간 : ○○고속도로 실시설계 제○공구 STA. 00+000 ~ 00+000(L= m)

구 분	내 용	배점	1안		2안		3안		비고
			평점	점수	평점	점수	평점	점수	
경제성	· 경제성(자재비+시공비)을 기준으로 평가 · 최저 공사비와 비교안 대비 평점부여 * 비교안 평점 = 최저 공사비 / 비교안 공사비	50							정량
유지관리	· 청소, 교체, 재활용 등 평가	70							정성
환 경	· 방음벽 매뉴얼 체크리스트(별첨) 기준으로 평가 * 평점 = 체크리스트평점 / 체크리스트총점	40							정량
	· 체크리스트 결과 평가	40							정성
총 계		200							

평가위원 : (인)

※ 평가 유의사항

· 정성적 평가의 평점은 아래와같이 부여한다

구 분	매우우수	우수	양호	불량	매우불량
평 점	1	0.9	0.8	0.7	0.5

· 평가기준 평점 부여는「양호」를 기본으로 부여하되,「매우우수」,「매우불량」의 경우는 평가상에 현저한 차이가 있을 경우 부여한다.

· 평가점수가 동점인 경우는 정량적 점수가 높은 대안으로 선정하도록 한다.

· 정량적 평가는 설계자가 제출한 점수를 적용한다.

· 경제성 평가시 방음판 자재가는 재질별(계열별) 최저단가(견적,물가정보지, 조달청 단가 비교)를 기준으로 한다.

· 평가점수는 소수점 둘째자리에서 반올림하여 소수첫째자리까지로 한다.

방음시설 미관설계 평가표 [변경]

□ 구 간 : ○○고속도로 실시설계 제○공구 STA. 00+000 ~ 00+000 (L= m)

구 분	내 용	배점	1안		2안		3안		비고
			평점	점수	평점	점수	평점	점수	
경제성	· 경제성(자재비+시공비)을 기준으로 평가 · 최저 공사비와 비교안 대비 평점부여 * 비교안 평점 = $\frac{\text{최저 공사비}}{\text{비교안 공사비}}$	50							정량
유지관리	· 청소, 교체, 재활용 등 평가	70							정성
환 경	· 방음벽 매뉴얼 체크리스트(별첨) 기준으로 평가 * 평점 = $\frac{\text{체크리스트 평점}}{\text{체크리스트 총점}}$	40							정량
	· 체크리스트 결과 평가	40							정성
총 계		200							

평가위원 : (인)

※ 평가 유의사항

· 정성적 평가의 평점은 아래와같이 부여한다

구 분	매우우수	우수	양호	불량	매우불량
평 점	1	0.9	0.8	0.7	0.5

· 평가기준 평점 부여는「양호」를 기본으로 부여하되,「매우우수」,「매우불량」의 경우는 평가상에 현저한 차이가 있을 경우 부여한다.

· 평가점수가 동점인 경우는 정량적 점수가 높은 대안으로 선정하도록 한다.

· 정량적 평가는 설계자가 제출한 점수를 적용한다.

· 정성적 평가에서 유지관리부문은 내부위원만 평가하고 환경부문은 내부·외부 위원 모두 평가한다.

· 경제성 평가시 방음판 자재가는 재질별 최빈치단가를 기준으로 한다.

· 평가점수는 소수점 둘째자리에서 반올림하여 소수 첫째자리까지로 한다.

붙임 #5 **공사 시방서 변경안**

12-2 부대공사 [변 경]

12-2-1 방음벽

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 시방은 교통소음을 저감할 목적으로 설치하는 방음벽 공사에 적용한다.

1.2 참조규격

KS D 3503 일반구조용 압연강재
KS D 3506 용융 아연도금 강판 및 강대
KS D 6701 알루미늄 및 알루미늄합금의 판 및 조
KS F 2274 건축용 합성수지재의 촉진 노출 시험 방법
KS F 2805 잔향실법 흡음률 측정방법
KS F 2808 건물 부재의 공기 전달음 차단 성능 실험실 측정 방법
KS F 4770-1 방음판-금속재
KS F 4770-2 방음판-금속재컬러
KS F 4770-3 방음판-비금속재컬러
KS F 4770-4 방음판-목재
KS F 3230 목재 플라스틱 복합재
KS L 2004 접합 유리
KS L 2513 유리 섬유 일반 시험 방법
KS L 2514 판유리의 가시광선 투과율, 반사율, 태양열 취득률 시험 방법
KS M 3026 플라스틱의 황색도 및 황변도 시험 방법
KS M 5982 도료의 촉진 내후성 시험 방법(형광 UV 응축 방식)
KS M ISO 75-2 플라스틱 하중 변형 온도의 측정-제2부 : 플라스틱 및 에보나이트
KS M ISO 4892-3 플라스틱-실험실 광원에 의한 폭로 시험 방법-제3부 자외선 형광 램프
KS M ISO 5470-1 고무 또는 플라스틱 피복 직물-내마모성 측정 방법-제1부 테이버 마모 시험기
KS M ISO 9352 플라스틱-연마륜에 의한 내마모성의 측정
KS M ISO 14782 플라스틱-투명재료의 흐림도 측정

1.3 제출물

이 시방서 총칙편 2-4절 1.3에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 시공계획서를 작성한 후 제출하여야 한다.

2. 재 료

2.1 공통사항

2.1.1 방음판은 조립식으로 설치할 수 있고, 조립 시 접속부에서 소음누출이 없는 구조이어야 한다.

2.1.2 방음벽의 방음판 투과손실 측정은 KS F 2808에 따라 품질검사 전문기관에서 측정하여야 하며, 방음벽의 투과손실은 수음자 위치에서 방음벽에 기대하는 회절감쇠치에 10 dB을 더한 값 이상으로 하거나, 500 Hz의 음에 대하여 25 dB이상, 1,000 Hz의 음에 대하여 30 dB 이상을 표준으로 한다.

2.1.3 흡음형 방음판에 대한 흡음률 측정은 KS F 2805에 따라 품질검사전문기관에서 측정하여야 하며, 흡음률은 시공 직전 완제품 상태에서 250 Hz, 500 Hz, 1,000 Hz, 2,000 Hz의 음에 대한 흡음률의 평균이 70 % 이상인 것을 표준으로 한다.

2.1.4 하중 변위 시험

(1) 방음판의 구조는 지역별 풍속을 고려하여 조정하며, 하중 변위 시험은 KS F 4770의 탄성 변위 시험 및 영구 변위 시험에 따라 수행하여 표 12-2-1-2를 만족하여야 한다. 시험 중 지지대로부터 방음판이 시험 하중에 의해 분리되거나 방음판의 좌굴 등이 일어나서는 안 된다.

(2) 투명 방음판의 경우는 건조 모래, 강구 등을 채운 주머니를 하중체로 사용하여 등분포 하중과 유사한 조건이 되도록 재하하고, 방음판 길이 방향의 중간의 양 끝단에서 처짐량을 측정한다. 시험 중 투광부재가 프레임부재로부터 이탈하거나 균열 등의 손상이 발생하여서는 안 된다.

(3) 시험용 방음판은 현장에서 설치되는 형식 및 횡단면이 동일한 방음판 중 가장 긴 것을 선택한다.

표 12-2-1-1 지역별 풍속에 따른 내하중 등급

지 역	지 명	기본 풍속 (m/s)	설계 하중 (kN/m2)	시험 하중 (kN/m2)	내하중 등 급
내 륙	서울, 대구, 대전, 춘천, 수원, 추풍령, 전주, 익산, 진주, 광주	30	1.2	1.6	5호
서해안	서산, 인천	35	1.7	2.2	4호
서남해안 남해안 동남해안	군산 연수, 충무, 부산, 포항, 울산	40	2.2	2.9	3호
동해안 제주지역 특수지역	속초, 강릉, 제주, 서귀포, 목포	45	2.8	3.6	2호
	울릉도	50	3.4	4.4	1호

표 12-2-1-2 최대 변위량

단위 : mm

항목	탄성 변형량	영구 변형량
최대 변위량	50	$\frac{L_A}{500}$

LA : 시험용 방음판의 최대 길이(mm)

2.1.5 방음판의 내충격 시험은 KS F 4770의 충격시험에 따라 시험하여 충격원이 방음판을 관통하거나 방음판 내부의 흡음재를 손상시켜서는 안 되며, 방음판 표면의 사소한 균열 발생은 허용한다. 다만, 투명 방음판의 내충격 시험은 2.5.5에 따른다.

2.1.6 흡음형 방음판의 내부에 사용되는 흡음재는 발암물질 등 인체에 유해한 물질을 함유하지 아니한 것으로서 내구성이 있어야 하며, 햇빛 반사가 적고 부식되거나 동결융해 등으로 인하여 변형되지 않는 재료를 사용하여야 한다. 단, 유리면 및 암면 등 환경에 영향을 미칠 우려가 있는 흡음재를 사용할 경우에는 흡음재 보호재를 씌워 대기 중으로 누출이 되는 것을 방지하여야 한다. 흡음재 보호재를 사용하는 경우 수분이 침투되지 않고 내구성을 가진 것으로 한다. 또한 흡음용 구멍은 빗물 및 자외선의 침투를 방지할 수 있는 구조로 천공되어야 한다. 흡음재의 연소 시험은 KS L 2513에 따라 시험하여 표 12-2-1-3의 조건을 만족하여야 한다.

표 12-2-1-3 흡음재의 연소성 평가

평가항목	평가 방법
잔염 시간 (s)	20 이하
잔진 시간 (s)	30 이하
탄화 면적 (㎠)	50 이하
탄화 길이 (㎝)	20 이하

2.2 금속재 및 금속재 컬러 방음판

2.2.1 방음판의 전면판 및 후면판이 금속 재질로 제작된 금속재 방음판의 재질은 표 12-2-1-4의 조건을 만족하여야 한다.

표 12-2-1-4 금속재 방음판의 재질기준

구 분		품질 기준
금속재	전면판	KS D 6701의 A5005P 또는 A5052P 규정에 적합한 것으로 두께 1.0 mm 이상의 것
	후면판	KS D 3506의 SGHC로서 두께 1.6 mm 이상, 아연 도금 양면 최소 부착량이 Z27 이상의 것
금속재 컬 러	전면판	KS D 6701의 A5005P 또는 A5052P 규정에 적합한 것으로 두께 1.0 mm 이상의 것
		KS D 3506의 SGCC로서 두께 0.6 mm 이상, 아연 도금 양면 최소 부착량이 Z27 이상의 것
	후면판	KS D 3506의 SGHC로서 두께 1.6 mm 이상, 아연 도금 양면 최소 부착량이 Z27 이상의 것

2.2.2 금속재 방음판의 전면과 후면의 표면을 내구성 있는 컬러 합성수지 도료로 균일하게 도장한 후 열처리한 금속재 컬러 방음판은 도장 후 생성된 도막에 대한 품질이 표 12-2-1-5의 조건을 만족하여야 한다.

표 12-2-1-5 금속재 컬러 방음판의 도막 품질 평가

평가 항목	평가 방법	비 고
광 택 도 (60° 경면 광택도)	40% 이하이어야 함	KS M 5000
염수 분무 시험 (500시간)	'X'표시 부위면측 5mm 이외에서 녹발생이 없어야 함	KS D 9502
촉진 내후성 시험 (형광 UV 응축 방식, 500시간)	도막이 벗겨지지 않아야 하고, 색차 표시 방법에 의한 ΔE^*_{ab} 가 2.0 이하이어야 함	KS M 5982 KS A 0063
밀착성 시험 (바둑판 눈금 시험)	도막이 벗겨지지 않아야 함	KS D 3520

2.3 플라스틱(컬러) 방음판

2.3.1 방음판의 전면판 및 후면판이 플라스틱 수지로 제작된 비금속재 컬러 방음판의 재질은 전면판이 두께 2mm 이상, 후면판이 두께 2.5mm 이상의 것 또는 동등 이상의 성능을 갖는 것을 사용한다.

2.3.2 비금속재 컬러 방음판은 KS M 5982의 형광 UV 시험을 500시간 하거나, KS F 2274의 시험 중 자외선 카본으로 600시간 시험하여 황변도(△YI)가 3 이하이어야 한다.

2.4 일반목재 방음판

2.4.1 방음판 제작 및 설치에 사용되는 목재는 부패 방지를 위한 방부, 방충 처리된 목재를 사용하여야 한다.

2.4.2 외장형 흡음재는 KS F 4770-4의 흡수량 시험을 실시하여 흡수된 물의 양이 4시간 후에는 1.0kg/㎡, 28일 후에는 4.0kg/㎡을 초과해서는 안 된다.

2.5 목재 플라스틱 복합재 방음판

2.5.1 열가소성 또는 열경화성 수지와 목분을 혼합하고 첨가제를 첨가하여 가공한 목재 플라스틱 복합재를 사용한 방음판으로 KS F 3230에서 규정한 품질기준을 만족하여야 한다.

2.5.2 외장형 흡음재는 KS F 4770-4의 흡수량 시험을 실시하여 흡수된 물의 양이 4시간 후에는 1.0kg/㎡, 28일 후에는 4.0kg/㎡을 초과해서는 안 된다.

2.6 투명 방음판

2.6.1 투명 방음판의 투광부재는 투광성의 재료를 사용한 판재로서 폴리메틸메타크릴레이트(PMMA) 수지, 폴리카보네이트(PC) 수지 등의 투명 플라스틱 수지 또는 접합 유리를 사용하며, 한국산업규격에 품질규정이 있는 것에 대해서는 그 품질을 기본적으로 만족하여야 한다.

2.6.2 투광부재를 고정하는 데 이용되는 프레임부재는 녹이나 부식이 발생하지 않는 소재 또는 적절한 방법에 의해 방청 처리된 강재를 사용하여야 한다.

2.6.3 방음판은 충분한 내구성이 있어야 하며, 가시광선 투과율 시험방법 KS L 2514에 의한 무색 투광부재의 가시광선 투과율은 85 % 이상을 표준으로 한다.

2.6.4 투광부재에 대한 촉진 내후성 시험은 KS M ISO 4892-3에 따라 시험하여 표 12-2-1-6을 만족하여야 한다. 황변도는 KS M 3026에 따라 측정하며, 흐림도는 KS M ISO 14782에 따라 측정한다. 촉진 내후성 시험 후 백색을 배경으로 검사했을 때, 현저한 변색 및 사용상 지장이 있는 기포, 흐림 등이 없어야 한다. 재질이 동일하더라도 내후성에 관한 첨가제, 표면처리 방법 등이 다른 경우에 대해서는 동일 재료로 간주하지 않으며, 내후성 시험 결과는 동일 재료의 다른 두께에 대해서도 유효하다고 간주할 수 있다. 현장에 반입되는 투명 방음판 자재는 투광부재의 제조회사별, 재질별로 2,000m2마다 촉진 내후성 시험을 실시하여 그 품질을 확인하여야 한다.

표 12-2-1-6 투광부재의 내후성 평가

시험항목	평가기준
촉진내후성시험 (1,500시간)	황변도(△YI) 3 이하 흐림도 변화(△H) 10% 이하 (자외선형광램프, 폭로방식 1)

2.6.5 투광부재에 대한 내충격 시험

(1) 낙구 충격 시험 : KS L 2004의 낙구 충격 시험에 따라 시험하여 충격 후 균열이나 손상이 발생하지 않아야 한다. 이때, 강구는 KS B 2001에 규정하는 호칭 21/2의 강구 중에서 무게 1,040±10g인 것을 사용하고, 낙하 높이는 1.2 m로 한다.

(2) 진자 충격 시험 : KS L 2004의 쇼트백 충격 시험에 따라 시험하여 충격 후 파편의 결락에 따른 노출 부분이 없어야 한다. 다만 시험 장치의 가격체는 무게가 45±0.1kg인 원형 강구로 한다. 이때, 가격체의 낙하 높이는 가격체 최대 지름의 중심이 정지 상태의 위치로부터 480mm가 되도록 한다.

2.6.6 내마모용 투광부재는 KS M ISO 5470-1, KS M ISO 9352에 따라 CS-10F 마모륜을 사용하여 시험편에 4.9N의 하중을 가하면서 100회전시킨 후, 흐림도의 변화(△H)가 15% 이하를 만족하는 것을 기준으로 한다. 다만, 투광부재의 내마모성은 필수 요구 사항이 아니며, 브러시를 강하게 누르는 기계청소 작업 등으로 특별히 고내마모성이 요구되는 경우 외에는 적용하지 않는다. 투광부재의 재질과 두께가 동일하더라도 내마모성에 관한 표면처리 등이 다른 경우에 대해서는 동일 재료로 간주하지 않는다.

2.6.7 투광부재의 내열성은 표 12-2-1-7의 조건을 만족하여야 한다.

표 12-2-1-7 투광부재의 내열성 평가

구 분	평가 기준	비 고
플라스틱 수지	하중변형온도 85℃ 이상	KS M ISO 75-2 PC : 방법 A PMMA : 방법 B
접합 유리	내열성 시험 후 시료의 유리 부분에 균열이 생기는 것은 허용하나, 시료의 가장자리 또는 균열된 곳으로부터 13mm를 초과하는 곳에 사용상 지장이 있는 기포 또는 그 밖의 결점이 없을 것.	KS L 2004

2.6 지주 및 앙카 볼트, 너트

2.6.1 지주는 일반 구조용 압연강재로서 KS D 3503의 SS400 강판 및 형강에 적합한 것이어야 한다.

2.6.2 지주의 아연도금은 설계도서에 따른 소정의 두께를 유지하여야 하며, 지주 전체가 골고루 도금이 되도록 하여야 한다.

2.6.3 지주 제작 시 용접 및 천공에 따른 사항은 이 시방서 강교제작 기준에 따라 제작하여야 한다.

2.6.4 앙카 볼트·너트는 녹 발생이 없어야 하며, KS 규정에 적합한 강재를 사용하여야 한다.

3. 시 공

3.1 일반사항

3.1.1 방음벽 구간의 배수 구멍 뚫기는 음의 유출이 최소화 될 수 있도록 하여야 한다.

3.1.2 방음벽 기초옹벽 상단면과 판 사이에는 소음의 유출이 없도록 정교하게 시공하여야 하며, 재질이 불량한 자재의 사용이나 틈이 있는 경우에는 계약상대자의 부담으로 고무판 · 접착제 · 실런트 등을 사용하여 소음의 유출이 없도록 하여야 한다.

3.1.3 방음벽 후면의 비탈면은 빗물에 의한 침식이 없도록 법면다짐을 하여야 한다.

3.1.4 방음벽의 설치연장이 500 m 이상 되는 구간은 유지관리 및 교통사고 시 비상통로로 이용이 가능하도록 출입문을 설치하여야 한다. 출입문의 설치간격은 최소 250 m 마다 1개소, 출입문의 형식은 포장면으로부터 200 mm 높이에 1.0×2.0 m 이상으로 하고, 위치선정은 현장여건을 고려하여 감독원과 협의하여 선정하여야 한다.

3.1.5 방음벽의 기초는 침하가 발생되지 않도록 다짐을 하여야 하며, 되메우기 시에도 풍압에 견딜 수 있도록 주변 다짐을 하여야 한다.

3.1.6 방음벽의 설치위치 및 높이는 수음점의 위치와 교통소음 발생량에 따라 결정되므로 현장여건을 고려하여 설치하여야 한다. 설계위치와 높이를 변경할 경우에는 시공계획서를 공사착공 전에 우리공사에 제출하여 승인을 받아야 한다.

3.1.7 방음판은 바닥이 평평한 곳에 받침목을 설치한 후 적재하여야 하며, 한곳에 많이 적재하여 방음판에 변형이 발생되지 않도록 하여야 한다.

3.1.8 방음벽이 완료되면 방음판의 틈새와 볼트 조임 등을 점검하여 이상 유무를 확인하여야 한다.

3.1.9 방음벽의 상단부 구부림은 차량의 통과높이를 고려하여 설치하여야 한다.

3.1.10 컬러 방음판 전면의 색상은 차량의 이동속도와 운전자의 시각피로를 최소화 할 수 있는 컬러와 디자인을 고려하여야 하며, 방음판 후면의 색상은 주위 환경과 조화를 이루고 도시미관 개선 및 산뜻한 분위기를 표현할 수 있는 컬러합성 사진을 제출하여 감독원과 협의하여 선정하고 그에 따라 색상배열을 결정하여야 한다.

방음벽은 결정된 색상배열에 따라 시공하여야 한다.

3.1.11 청소의 효율성, 내구성, 교체 용이성 등 전반적인 유지관리를 고려하여 적정한 방음판의 형상(평면, 요철 등)을 선정하여야 하며, 우리공사에서 유지관리에 불리하여 방음판 자재의 형상 변경이 필요하다고 판단시 계약상대자는 그에 따라 변경 조치하여야 한다.

3.1.12 방음판의 길이는 현장여건, 컬러그래픽 특성 및 건설원가의 절감 등을 고려하여 길이를 적절하게 조정할 수 있다.

3.1.13 방음판 자재 선정시 일반보고서 경관설계편의 방음벽 경관계획 부문을 준수하여 설계시의 방음판 재질 도입개념(필요 사유)에 적합하도록 방음판을 선정하여야 한다.

3.2 투명 방음벽 설치기준

3.2.1 구조물 마감선의 수평을 확인하고, 기초 구조물에 완전히 밀착되도록 받침판을 설치하여야 한다.

3.2.2 지주 고정 받침판(gauging jig)에 적합한 드릴작업을 하여야 한다.

3.2.3 용접부의 슬래그(slag)는 완전히 제거하여야 하며, 비드(bead)는 모양이 깨끗하여야 한다.

3.2.4 지주는 수직, 수평을 맞춘 후 너트를 조여야 한다.

3.2.5 고무판은 접착제를 사용하여 완전 접착시켜야 하며, 지주 위에서부터 지주 아래로 프레임이 조립된 투명판을 삽입하고 고정하여야 한다.

3.2.6 방음판 설치 후에는 상단부가 수직과 수평을 유지하여야 하며, 방음판 설치 후 기밀을 유지하는 구조이어야 한다.

3.2.7 마감부분은 일직선이 되도록 맞추며, 접합부 등 틈새가 발생한 경우에는 소음차단을 위해 밀폐 · 처리하여야 한다.

3.2.8 투명 방음판을 감싼 보호 피막지는 투명판 설치완료 후 제거하여야 한다.

3.3 방음벽 시공 시 주의사항

3.3.1 방음벽 기초의 구체 콘크리트 상단부와 방음판을 밀착시킨다.

3.3.2 앵커볼트 시공 시 방음벽의 앵커볼트와 지주의 기초판 홈이 일치되도록 하여야 한다.

3.3.3 앵커볼트의 녹 발생을 억제하기 위하여 아연용융도금 또는 녹 발생이 억제되는 제품을 사용하여야 한다.

3.3.4 방음벽의 높이가 8 m(방음판 7 m) 이상인 경우에는 기초판 하부 콘크리트에 보강철근(D13 : 철근중심과 철근중심간의 거리 100 mm)을 삽입하여 허용 지압응력을 상향시켜야 한다.

3.3.5 방음벽의 높이가 5.5 m(방음판 4.5 m) 이상인 경우에는 지주의 좌굴방지를 위해 2~3 m 간격으로 보강판(강판두께 6 mm)을 부착하여야 한다.

3.3.6 계약상대자는 시공 중 방음판의 파손, 도장부위의 손상 등이 없도록 하여야 한다.

3.3.7 방음벽의 기초는 기초상부와 방음판, 지주와 방음판 및 방음판과 방음판 사이에 틈새가 없도록 밀폐용 자재를 삽입하여야 한다.

3.3.8 방음벽의 적정한 유지관리를 통하여 설치 초기의 음향특성, 안전성, 가시광선 투과율(투명 방음벽에 한함) 및 미관 등이 설계목표년도까지 유지되도록 하여야 한다.

3.4 방음벽의 성능평가 및 사후관리

3.4.1 계약상대자는 표 12-2-1-8의 방음벽 성능평가서를 우리공사에 제출하여야 한다.

3.4.2 방음벽 시공 후의 성능평가는 보호대상시설의 소음환경기준 적합여부로 한다.

3.4.3 방음벽 설치목표를 환경기준에 두지 않는 경우에는 삽입손실측정으로 방음벽의 성능평가를 할 수 있다.

표 12-2-1-8 방음벽의 성능평가서

평가항목	검 토 항 목	세 부 검 토 항 목
일 반 사 항		1. 방음벽 설계자의 인적사항 – 음향 및 구조 – 예술분야 2. 부지도면(수음점과 소음원과의 위치관계) 3. 방음벽 설치지점의 지반상태 4. 도로상황 및 교통량(대/hr)
음향설계서		5. 방음벽의 높이, 설치길이 6. 방음벽 설치에 따른 차음효과(고층일 경우 층별 계산) 사용된 소음도 예측식 계산과정
성 능 평 가		7. 동일수음점·동일조건에서의 설치 전·후 소음도dB(A) –설치 전 : 낮 dB(A), 밤 dB(A) –환경기준 : 낮 dB(A), 밤 dB(A) –설계기준 : 낮 dB(A), 밤 dB(A) –설치 후 : 낮 dB(A), 밤 dB(A)
방 음 판	투 과 손 실	8. 시험성적서 및 검토자료.
	흡 음 률	
	기 타	9. 재질, 충격강도, 빛의 가시도, 가시광선 투과율 등
구 조	구조설계서	10. 풍하중, 기초공법, 통로설치 여부 등
시 공	시 공 도 면	11. 시공계획서
미 관	주위경관고려	12. 수림대 조성, 덩굴식물 식재, 화분 설치여부 등
	시각적효과고려	13. 방음벽 전·후면에 대한 색채 및 형태
안 전 성	안전설계서	14. 방호시설 설치여부 등

1 검토 배경

□ 2015. 5 교통안전 및 관리실태 성과감사시 「도로안전시설 설치 및 관리지침(국토교통부, 2014)」에 의한 가드레일 지주 성능관리 미실시 지적

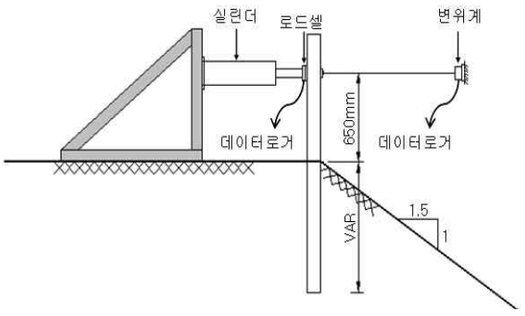
【도로안전시설 설치 및 관리지침(차량방호안전시설편), 국토교통부 2014.2】

2.2.5 성토부에 설치하는 경우

성토부 경사 시작점(B.P: Break Point)부근에 설치하는 연성 방호울타리는 **지주의 수평지지력(현장지지력)**을 측정하여야 하며 그 값은 **실물충돌시험장에서 측정한 평지지력의 90% 이상**이어야 한다.

현장지지력이 시험장지지력의 90% 이상을 확보하지 못할 경우 지주의 매입깊이 증대나 기타 보강시설 추가 등의 보강방안을 세워야 한다.

현장 수평지지력 ≥ 실물 충돌시험장 측정 수평지지력×90%



□ 지주 수평지지력 성능 표준시험법 수립 (도로교통연구원 2015.8)

o 주요내용 : 시험방법, 시험장비 제원 및 규격, 계측방법, 시험비

※ 시험 개요

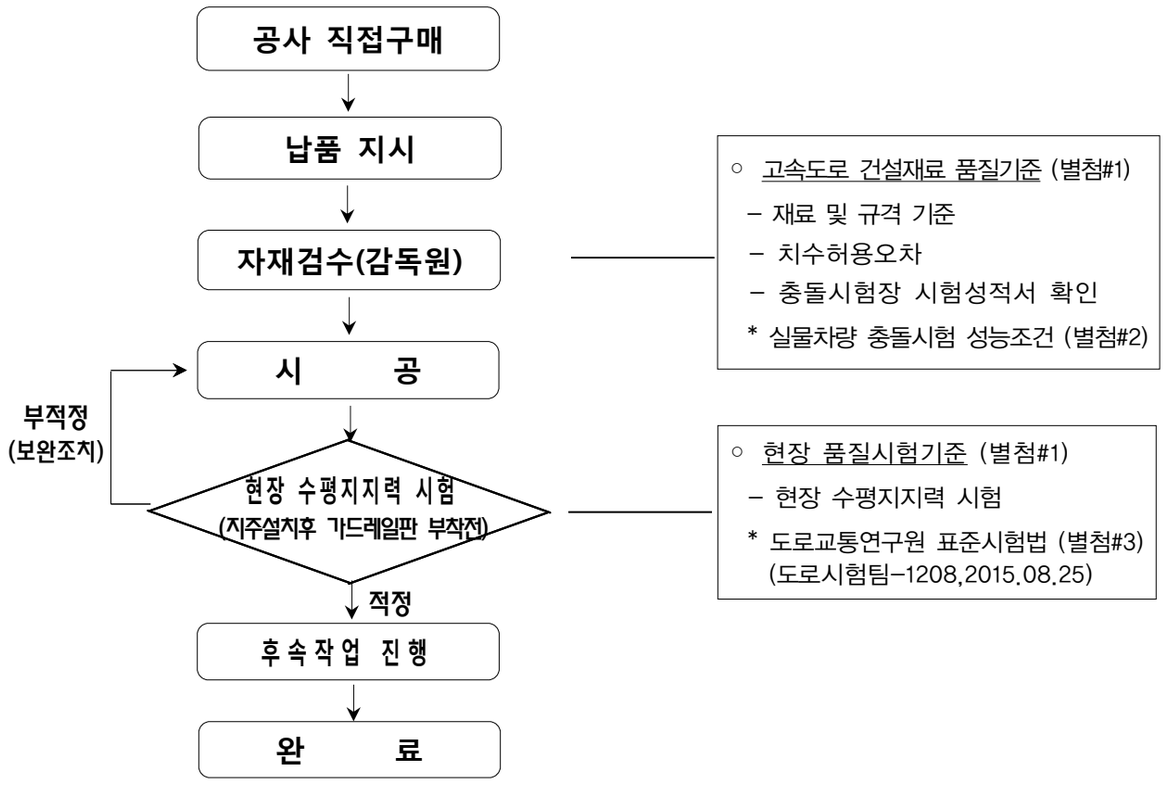
·유압실린더 등 가력장비를 이용 지주를 수평방향으로 인장

·현장 수평지지력값은 지주 변위가 350mm일 때의 하중값

□ 이에 따라, 가드레일 자재의 전반적인 시공업무 흐름 보완 및 품질기준 사항을 개선코자 함.

2 개선 내용

□ 가드레일 시공업무 흐름 보완



□ 「전문시방서」에 수평지지력(현장) 성능시험 반영 : 11-3장 방호울타리

2.3.2 차량 방호울타리의 .....(중간생략)..... 우선적으로 적용한다.

또한, 성토부에 설치하는 지주의 경우 성능확인을 위해 수평지지력(현장지지력)을 측정하여야 하며 그 값은 실물충돌시험장에서 측정한 수평지지력의 90% 이상이어야 한다.
현장지지력이 시험장 지지력의 90% 이상을 확보하지 못할 경우 지주의 매입깊이 증대나 기타 보강시설 추가 등의 보강방안을 세워야 한다.

□ 자재검수 및 현장 수평지지력 시험 내용 추가

o「고속도로 건설재료 품질기준」: 별첨 #1 참조

o「현장 품질시험기준」: 별첨 #1 참조

3 적용 및 향후 추진계획

□ **적용**

o **설계중**인 노선 : 본 지침 적용

o **공사중**인 노선 : 본 지침 적용, 시험비 정산 설계변경

□ **품질적정성 확인 및 상시점검 시 현장 이행여부 확인**

□ **세부 품질기준은 향후 관련규정 개정시 반영**

o 환경품질처(품질팀) : 고속도로 건설공사 현장 품질시험기준

o 도로교통연구원 : 전문시방서 및 건설재료 품질기준

【별 첨】1. 가드레일 품질관련 기준(개정후)

2. 실물차량 충돌시험 성능조건

3. 가드레일 지주의 수평지지력 성능 표준시험법(별도첨부)

별첨 1 가드레일 품질관련 기준 [개정후]

□ 고속도로 건설재료 품질기준

: 재료 및 규격기준, 치수허용오차 내용 개정된 표준도 변경 예정

- 재료 및 규격 기준

구 분	규 격	재 질				화학성분			아연부착량
		인장강도	항복점	연신율	굴곡각도	P	S	C	
레일 및 빔형지주 (SS400)	4330±5 ㎜ 350±2 ㎜	400 ~ 510 MPa	245 MPa	21% 이상	180° 이상	0.05% 이하	0.05% 이하	-	550g/㎡ (77㎛) 이상 KS D 3503 두께산출: 방음벽편 참고
원형지주 (STK400)	Φ139.8	400 MPa 이상	235 MPa 이상	23% 이상	90° 이상	0.04% 이하	0.04% 이하	0.25% 이하	

※ BOLT/NUT 육각볼트(KS B 1002) 너트(KS B 1012) 의 규정에 적절한 제품

※ 도로안전시설 설치 및 관리지침(2014.2)에 의거 실물차량 충돌시험시 성능기준에 만족하는 성적서를 제출할 것.

- 치수허용오차

구분	보(레일판)					지주 (매입165㎝)				볼트		보중심 높이 (㎝)	최대지주간격 (m)
	폭(㎜)	코루게이션 (㎜)	길이 (㎜)	두께 (㎜)	단면적 (㎠)	바깥지름 (㎜)	길이 (㎜)	두께 (㎜)	매입깊이 (㎝)	직경 (㎜)	길이 (㎜)		
허용오차	±2㎜		±5㎜		-5%	폭:±3㎜	±40	±10%					
일반가드레일	350	75	4330	4.0	18.7	139.8		4.5	165	19	180	60	4.0
이중가드레일	350x2	75	4330	4.0	18.7x2	139.8		4.5	165	19	180	70	2.0
충격흡수형 가드레일	455	69	4330	3.2	19.5	139.8		4.5	165	19x2	228	60.37	4.0

□ 현장 품질시험 기준

종 별		시험종목	시험방법	시험빈도 (측정빈도)
가드레일	재료 (지주 및 레일)	화학성분	KS D 3503, KS D 3566	- 제조회사별 - 제품규격마다
		인장강도	KS D 3503, KS D 3566	
		연신율	KS D 3503, KS D 3566	
		굴곡각도	KS D 3503, KS D 3566	
		아연부착량	KS D 3506	
	성능검사 (지주)	수평지지력	도로교통연구원 표준시험법(2015.8)	- 제조회사별 - 등급별, 형태별 ·1km 미만 1개소(일방향) ·1km 이상 2개소/km당(일방향)

□ 전문시방서

- 재료검사 (11-3-2.1.1 가드레일)

1) 외관검사 : 제품 모두에 대해 실시(공장검사)

2) 치수검사 : 200m마다 또는 그 단수마다 1회 공장검사

3) 아연부착량 시험

·시험방법 : 일반적으로 전자식 막 두께 측정(비파괴방식)원칙

·시험빈도 : 막두께 시험부재(판형부재)는 500m 마다 또는 그 단수마다, 염화안티몬법 시험부재는 300m본 마다 1회 시험

* 빔, 지주, 볼트, 너트 및 가드케이블의 와이어로프는 KS D 0201(용융아연도금 시험방법)의 염화안티몬법을 원칙

·측정개수 : 보의 경우 한단면에 대해 표면 6개소, 지주는 표면 3개소

- 재료 제품검사 (11-3-2.3.2 방호울타리 등급 및 적용)

차량 방호울타리의 기능 보장을 위한 성능 확인은 최종적으로 실물 충돌시험을 통해 확인하는 것을 원칙으로 한다.

실물충돌시험은 실제 차량의 충돌에 따른 방호울타리의 성능을 충분한 신뢰도를 가지고 평가할 수 있으므로, 도로관리자는 방호울타리를 선정할 때 설치조건과 동일한 실물충돌시험을 통해 그 성능이 확인된 것을 우선적으로 적용한다.

또한, 성토부에 설치하는 지주의 경우 성능확인을 위해 수평지지력(현장지지력)을 측정하여야 하며 그 값은 실물충돌시험장에서 측정한 수평지지력의 90% 이상이어야 한다.

현장지지력이 시험장 지지력의 90% 이상을 확보하지 못할 경우 지주의 매입깊이 증대나 기타 보강시설 추가 등의 보강방안을 세워야 한다.

별첨 2 실물차량 충돌시험 성능조건

* 국토교통부 도로안전시설 설치 및 관리 지침(차량방호안전시설편 2014.2)

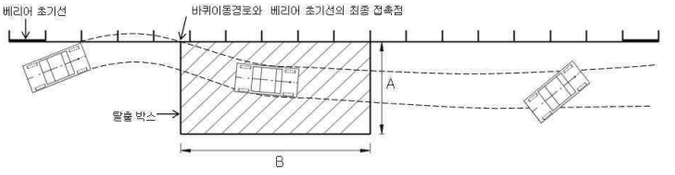
□ 차량 방호울타리 실물차량 충돌시험시 성능 기준

: 구조성능, 탑승자 보호성능, 충돌후 차량 안전성능 모두 만족

1) 구조성능 : 최대 충돌변형거리[4]값 이내
- 지주가 흙에 매입할 경우 1.0m 이하
- 지주가 콘크리트 기초에 매입할 경우 0.3m 이하

2) 탑승자 보호성능
- 탑승자-컴파트먼트 충돌속도[5] : 33km/시 (한계값)
- 탑승자-컴파트먼트 충돌후 최대가속도 : 20g (한계값)

3) 충돌후 차량의 안전성능
- 차량 무게중심이 변형된 방호울타리의 중심선을 가로 질러서는 안됨
- 과다한 포켓팅(Pocketing)[6]이나 스내깅(Snagging)[7]없이 차량이 부드럽게 선회하여 충돌차량이 탈출박스(승용차 10m, 트럭 20m)를 통하여 빠져나가면 만족



□ 충돌시험장에서 측정한 지주 수평지지력 시험결과

4) 최대 충돌변형거리 : 차량이 방호울타리와 충돌할 때 차량의 충돌로 인해 방호울타리면이 원위치로부터 바깥 방향으로 밀려나온 거리(차도와 직각방향) 중 최대값
5) 충돌속도 : 차량이 시설물과 충돌하여 감속되는 동안 머리가 차량 내부공간의 가상 면에 부딪칠 때의 차량과 탑승자 머리의 순간 상대속도
6) 포켓팅(Pocketing) : 차량충돌시 연성 방호울타리가 주머니와 같은 과다한 변형이 발생하여 차량의 진출각도가 커지거나 차량의 진행방향을 가로막아 감속도를 유발하는 현상
7) 스내깅(Snagging) : 차량충돌시 연성 방호울타리의 지주나 수직부재가 차량의 바퀴나 몸체나 부딪쳐 과다한 감속도를 유발하는 현상

고속도로 건설재료 품질기준 개정(안)

부 대 공

1. 방음시설

o 방음판 재질별 성능

가. 금속재 방음판

구 분			품 질 기 준	비 고
금속재 방음판(1)	전면판	알루미늄 및 알루미늄 합금판	KS D 6701의 A5005P 또는 A5052P 규정에 적합한 것으로 두께 1.0 ㎜ 이상의 것	KS D 6701
	후면판	용융아연도금 강판	**KS D 3506의 SGHC로서 두께 1.6 ㎜ 이상, 아연 도금의 양면 최소부착량이 Z27 이상의 것**	KS D 3506
		용융아연알루미늄마그네슘 합금도금강판	**KS D 3030의 SGMHC 이상의 것으로서 두께 1.6 ㎜ 이상, 도금의 양면 최소부착량이 M27 이상의 것**	**KS D 3030**

나. 컬러 금속재 방음판

구 분			품 질 기 준	비 고
컬러 금속재 방음판(1)	전면판 (흡음형)	알루미늄 및 알루미늄 합금판	KS D 6701의 A5005P 또는 A5052P 규정에 적합한 것으로 두께 1.0 ㎜ 이상의 것	KS D 6701
	전면판 (반사형)	알루미늄 및 알루미늄 합금판	KS D 6701의 A5005P 또는 A5052P 규정에 적합한 것으로 두께 1.0 ㎜ 이상의 것	KS D 6701
		용융아연알루미늄마그네슘 합금도금강판	**KS D 3030의 SGMCC 이상의 것으로서 두께 0.6 ㎜ 이상, 도금의 양면 최소부착량이 M27 이상의 것**	**KS D 3030**
	후면판	용융아연도금강판	KS D 3506의 SGHC로서 두께 1.6 ㎜ 이상, 아연 도금의 양면 최소부착량이 Z27 이상의 것	KS D 3506
		용융아연알루미늄마그네슘 합금도금강판	**KS D 3030의 SGMHC 이상의 것으로서 두께 1.6 ㎜ 이상, 도금의 양면 최소부착량이 M27 이상의 것**	**KS D 3030**
	도막 성능	건조 도막 두께	**방음판 도장면 전체에 고르게 분포하도록 상하좌우 및 중앙부 등 5개 이상의 평탄한 지점을 선정하여 측정한 평균값이 60 ㎛ 이상이어야 하며, 측정값 중 45 ㎛ 미만의 값이 있어서는 안 됨**	**KS M ISO 2808**
		60° 경면 광택도	40% 이하	**KS M ISO 2813**
		염수 분무 시험 (500시간)	'X' 표시 부위면측 5 ㎜ 이외에서 도막의 부풂, 박리 및 녹 발생이 없어야 함	KS D 9502
		촉진 내후성 시험 (제논-아크램프, 1,000시간, 방법 1, 연속적 작동)	**색상별로 각 3개의 시험편에 대하여 시험하여 도막이 벗겨지지 않아야 하고, 색차표시방법에 의한 $\triangle E^*_{ab}$가 4.0 이하이어야 함**	**KS M ISO 11341 KS A 0063**
		도막 부착성 시험 (바둑눈 시험)	**100/100**	**KS D 8303**

주 **(1)** 금속재 및 컬러 금속재의 흡음형 방음판은 내부로 유입된 물이 체류되지 않는 구조이어야 한다.

2. 방음벽 상단 소음저감장치

구 분			품 질 기 준		비 고
공통사항	감음성능		설치 대상 지역에서 소음저감장치에 요구되는 감음성능 설계 목표치를 만족하는 것		방음벽 상단 소음저감장치 감음성능 시험 및 평가방법 (도로교통연구원)
	내하중시험(1)		탄성변위량(㎜)	50 이하	방음벽 상단 소음저감장치 품질기준 (도로교통연구원)
			영구 잔류 변위량(㎜)	L/500 이하 *L: 시험용 소음저감장치의 설치 길이	
			시험체가 지지대로부터 분리되거나, 소음저감장치(캡 플레이트 등 고정장치 포함)의 깨짐, 꺾임, 부품 탈락 등의 이상이 없을 것. 또한, 시험 후 영구 잔류 변형에 의해 소음저감장치의 각 세그먼트 사이에 틈새가 발생해서는 안 됨.		
	캡 플레이트	용융아연도금강판	KS D 3506의 SGHC로서 **두께 1.6 ㎜ 이상,** 아연 도금의 양면 최소 부착량이 Z27 이상의 것		KS D 3506
		용융아연알루미늄마그네슘 합금도금강판	**KS D 3030의 SGMHC 이상의 것으로서 두께 1.6 ㎜ 이상, 도금의 양면 최소 부착량이 M27 이상의 것**		**KS D 3030**
	흡음재	재료	발암 물질 등 인체에 유해한 물질을 함유하지 않을 것		KS F 4770-1
		연소성	잔염 시간 (s)	20 이하	
			잔진 시간 (s)	30 이하	
			탄화 면적 (㎠)	50 이하	
			탄화 길이 (cm)	20 이하	
	흡음재 보호재		수분이 침투되지 않고 내구성을 가진 것(2)		
금속재	재질	알루미늄 및 알루미늄합금판	KS D 6701의 A5005P 또는 A5052P 규정에 적합한 것으로 두께 1.0 ㎜ 이상의 것		KS D 6701
컬러 금속재	재질	알루미늄 및 알루미늄합금판	KS D 6701의 A5005P 또는 A5052P 규정에 적합한 것으로 두께 1.0 ㎜ 이상의 것		KS D 6701
		용융아연알루미늄마그네슘 합금도금강판	**KS D 3030의 SGMCC 이상의 것으로서 두께 0.6 ㎜ 이상, 도금의 양면 최소 부착량이 M27 이상의 것**		**KS D 3030**
	도막 성능	**건조 도막 두께**	**제품 도장면 전체에 고르게 분포하도록 5개 이상의 평탄한 지점을 선정하여 측정한 평균값이 60 ㎛ 이상이어야 하며, 측정값 중 45 ㎛ 미만의 값이 있어서는 안 됨**		KS M ISO 2808
		염수 분무 시험 (500시간)	**'X' 표시 부위면측 5 ㎜ 이외에서 도막의 부풂, 박리 및** 녹 발생이 없어야 함		KS D 9502
		촉진 내후성 시험 (제논-아크램프, 1,000시간, 방법 1, 연속적 작동)	**색상별로 각 3개의 시험편에 대하여 시험하여 도막이 벗겨지지 않아야 하고, 색차표시방법에 의한 $\triangle E^*_{ab}$가 4.0 이하이어야 함**		**KS M ISO 11341** KS A 0063
		도막 부착성 시험 (바둑눈 시험)	**100/100**		**KS D 8303**
비금속재 (플라스틱)	재 질		두께 2.0 ㎜ 이상		KS F 4770-3
	촉진내후성시험 (형광UV시험 500시간 또는 자외선카본시험 600시간)		황변도 3 이하		

주 (1) 소음저감장치 시험체의 측면을 위로 하여 지지대에 고정시킨 후 소음저감장치의 전면 투영 면적에 대하여 내하중 등급에 따른 시험 하중이 되도록 건조 모래, 강구 등을 채운 주머니를 하중체로 사용하여 등분포 재하를 실시하고, 캡 플레이트에 대하여 길이 방향의 중간의 끝단에서 처짐량을 측정한다.

주 (2) 품질시험 및 기준은 '흡음 성능 및 흡음재료 (흡음형 방음판)'의 '흡음재 보호재'를 따른다.

부 대 공

1. 방음시설

○현장 품질시험 항목 및 빈도

종 별		시험종목		시험방법	시험빈도(측정빈도)
방음벽 지주		인장강도		KS D 3503	-제조회사마다
		연신율		KS D 3503	
		굽힘시험		KS D 3503	
		아연부착량		KS D 8308	
방음판	공통사항	투과 손실		KS F 2808	-제조회사별 -형식별 -재질별마다
		허용 변위량 시험 (단, 투명방음판은 등분포 하중 재하 시험법 적용)		KS F 4770-1 고속도로 투명방음판 품질기준 (도로교통연구원)	
		충격 시험		KS F 4770-1	
	금속재	전면판	두 께	KS F 4770-1	-제조회사별 -형식별 -재질별마다
		후면판	두 께	KS F 4770-1	
			~~아연~~도금부착량	KS D 0201	
	금속재(컬러)	전면판 (흡음형)	두 께	KS F 4770-1	-제조회사별 -형식별 -재질별마다
		전면판 (반사형)	두 께	KS F 4770-1	
			~~아연~~도금부착량 (알루미늄 제외)	KS D 0201	
		후면판	두 께	KS F 4770-1	
			~~아연~~도금부착량	KS D 0201	
		도막성능	건조 도막 두께	KS M ISO 2808	
			60° 경면광택도	KS M ISO 2813	
			염수 분무 시험 (500시간)	KS D 9502	
			촉진 내후성 시험 (제논-아크램프, 1,000시간, 방법 1, 연속적 작동)	KS M ISO 11341	-제조회사별 -재질별 -색상별마다
			도막 부착성 시험	KS D 8303	-제조회사별 -형식별 -재질별마다
	비금속재(컬러)	전면판	두께	KS F 4770-3	-제조회사별 -형식별 -재질별마다
			촉진 내후성 시험	KS M 5982 KS F 2274	
		후면판	두께	KS F 4770-3	
			촉진 내후성 시험	KS M 5982 KS F 2274	
		방염성능시험		GR M 3048(또는) 소방방재청 고시 제2009-31호	
	목재	흡수량		KS F 4770-4	-제조회사별 -형식별 -재질별마다
		침윤도		KS F 4770-4	
		방염성능시험		GR M 3048(또는) 소방방재청 고시 제2009-31호	
	투명 방음판	촉진 내후성 시험		KS M ISO 4892-3 KS M 3026 KS M ISO 14782	-제조회사별 -재질별 -2,000㎡마다
		가시광선 투과율		KS L 2514	-제조회사별 -형식별 -재질별마다
		테이버 마모 시험		KS M ISO 5470-1 KS M IS9352	
		충격 시험	낙구 충격 시험	KS L 2004	
			진자 충격 시험	KS L 2004	
		내열성 시험	플라스틱 수지	KS M ISO 75-2	
			접합 유리	KS L 2004	
		방염성능시험 (유리성분제외)		GR M 3048(또는) 소방방재청 고시 제2009-31호	

2. 방음벽 상단 소음저감장치

○현장 품질시험 항목 및 빈도

종 별		시험종목		시험방법	시험빈도 (측정빈도)
방음벽 상단 소음저감장치	공통사항	내하중시험		방음벽 상단 소음저감장치 품질기준 (도로교통연구원)	-제조회사별 -형식별 -재질별마다
		캡 플레이트	~~아연~~도금부착량	KS D 0201	-제조회사별 -형식별 -재질별마다
		흡음재 연소 시험		KS L 2513	-제조회사별 -형식별 -재질별마다
		흡음재 보호재	두 께	KS M 3001	
			인장 강도	JIS Z 1702	
			인열 강도	ASTM D 1922	
			파열 강도	JIS P 8112	
			투습도	ASTM E 96	
			발수도	KS K 0590 (유리섬유직물 등과 같이 투습도 시험이 어려운 경우 실시)	
			연소시험	KS L 2513 (섬유직물의 경우 또는 필요시 실시)	
	금속재	두께		KS F 4770-1	-제조회사별 -형식별 -재질별마다
	금속재 컬 러	두께		KS F 4770-2	-제조회사별 -형식별 -재질별마다
		~~아연~~도금부착량		KS D 0201	
		도막성능	건조 도막 두께	KS M ISO 2808	
			염수분무시험 (500시간)	KS D 9502	
			촉진 내후성 시험 (제논-아크램프, 1,000시간, 방법 1, 연속적 작동)	KS M ISO 11341	-제조회사별 -재질별 -색상별마다
			도막 부착성 시험	KS D 8303	-제조회사별 -형식별 -재질별마다
	비금속재 (플라스틱)	두께		KS F 4770-3	-제조회사별 -형식별 -재질별마다
		촉진내후성시험		KS M 5982 KS F 2274	

방음벽 상단 소음저감장치 품질기준

1. 적용 범위 이 품질기준은 도로 방음벽의 소음차폐효과의 향상을 위해 방음벽 상단에 설치되는 소음저감장치의 일반 물성에 대하여 규정한다.

2. 인용규격

다음에 나타내는 규격은 이 기준에 인용됨으로써 이 기준의 규정 일부를 구성한다. 이러한 인용규격은 그 최신판을 적용한다.

KS A 0063, 색차 표시 방법

KS D 3030, 용융 아연 알루미늄 마그네슘 합금 도금 강판 및 강대

KS D 3506, 용융 아연도금 강판 및 강대

KS D 6701, 알루미늄 및 알루미늄 합금의 판 및 조

KS D 8303, 알루미늄 및 알루미늄 합금의 양극 산화 도장 복합 피막

KS D 9502, 염수 분무 시험 방법(중성, 아세트산 및 캐스 분무 시험)

KS F 2274, 건축용 합성수지재의 촉진 노출 시험 방법

KS L 2513, 유리 섬유 일반 시험 방법

KS M 5982, 도료의 촉진 내후성 시험 방법 (형광 UV 응축 방식)

KS M ISO 2808, 도료와 바니시-도막 두께 측정

KS M ISO 11341, 도료와 바니시-인공 기후와 인공 복사에 대한 폭로-걸러진 제논-아크 복사에 대한 폭로

3. 정 의 이 품질기준에서 사용하는 주된 용어의 정의는 다음과 같다.

a) 방 음 벽 소음 저감을 목적으로 설치되는 장벽 형태의 구조물

b) 소음저감장치 방음벽의 상단에 설치되어 방음벽의 감음성능을 향상시키기 위해 사용되는 장치로 소음감소기로 불리는 경우도 있으며, 흡음, 간섭, 공명 등 다양한 원리를 이용함.

c) 내 후 성 자연 환경 중 주로 일광, 눈비, 온도 및 습도 등으로 인한 열화에 대한 저항성

d) 촉진 내후성 시험 자연 환경에 가깝고 또한 촉진할 수 있는 상태에서 내후성을 조사하는 시험

4. 품 질

4.1 겉 모 양 소음저감장치의 겉모양은 육안으로 검사하여, 흠, 기공, 요철, 오염 등의 표면 결함과 이물질, 기포 등의 내부 결함이 없어야 한다.

4.2 재 료 소음저감장치 및 부속자재는 녹이나 부식이 발생하지 않는 소재 또는 적절한 방법에 의해 방청 처리된 금속재를 사용하며, 한국산업규격에 품질규정이 있는 것에 대해서는 그 품질을 기본적으로 만족하여야 한다.

4.3 구 조 소음저감장치의 구조는 사고, 재난 등으로 인하여 파손 시 교체가 가능한 구조이어야 한다. 또한 소음저감장치 내부는 배수가 가능한 구조로 한다.

5. 성 능

5.1 감음성능 한국도로공사 도로교통연구원의 "방음벽 상단 소음저감장치 감음성능 시험 및 평가방법"에 따라 시험하여 설치 대상 지역에서 소음저감장치에 요구되는 감음성능 설계 목표치 이상을 만족하여야 한다.

5.2 내하중 시험 내하중 시험은 **7.1**에 따라 수행하여 **표 1**을 만족하여야 하고, **표 2**와 같이 내하중의 등급을 산정하여 **8.**의 **c)**와 같이 표시한다. 이때, 시험 중 시험체가 지지대로부터 분리되거나, 시험 하중에 의해 소음저감장치(캡 플레이트 등 고정장치 포함)의 깨짐, 꺾임, 부품 탈락 등의 이상이 없어야 한다. 또한, 소음저감장치가 여러 개의 세그먼트로 구성된 경우, 시험 후 영구 잔류 변형에 의해 각 세그먼트 사이에 틈새가 발생해서는 안 된다.

표 1 최대 변위량

단위 : ㎜

항 목	탄성 변형량	영구 잔류 변형량
최대 변위량	50	$\frac{L_A}{500}$

L_A : 시험용 소음저감장치의 최대 설치 길이

표 2 내하중 등급

단위 : kPa

내 하 중	3.4 이상	2.8 이상 3.4 미만	2.2 이상 2.8 미만	1.7 이상 2.2 미만	1.7 미만
등 급	1 호	2 호	3 호	4 호	5 호

5.3 연소성 소음저감장치에 사용하는 흡음재의 연소성은 **7.2**에 따라 시험한 후 **표 3**을 만족하여야 한다. 다만, 잔진 시간 측정 시 불씨가 없이 연기만 발생하는 시간은 포함하지 않는 것으로 하며, 탄화 면적 및 탄화 길이는 탄화되어 명백히 강도의 변화가 있는 부분에 대한 최대 길이를 측정한다.

표 3 흡음재의 연소성 평가

평가 항목	평가 방법
잔염 시간 s	20 이하
잔진 시간 s	30 이하
탄화 면적 ㎠	50 이하
탄화 길이 ㎝	20 이하

5.4 도 막 금속재 소음저감장치의 표면을 컬러 합성수지 도료로 도장 처리한 경우, 생성된 도막에 대한 품질은 **7.3**에 따라 시험한 후 **표 4**에 따른다.

표 4 컬러 금속재 소음저감장치의 도막 품질 평가

평가 항목	평가 방법	적용항목
건조 도막 두께	측정한 평균값이 60 ㎛ 이상이어야 하며, 측정값 중 45 ㎛ 미만의 값이 있어서는 안 됨.	**7.3.1**
염수 분무 시험	'X'표시 부위면측 5 ㎜ 이외에서 도막의 부풂, 박리 및 녹 발생이 없어야 함.	**7.3.2**
촉진 내후성 시험	도막이 벗겨지지 않아야 하고, 색차 표시 방법에 의한 $\triangle E^{*}_{ab}$가 4.0 이하이어야 함.	**7.3.3**
도막 부착성 시험	100/100	**7.3.4**

5.5 비금속재(플라스틱)

비금속재(플라스틱) 소음저감장치의 품질은 **7.4**에 따라 시험하고 **표 5**의 규정에 적합하여야 한다.

표 5 비금속재(플라스틱) 소음저감장치의 재질 성능

평가 항목	평가 방법	적용항목
촉진 내후성 시험	황변도 3 이하	**7.4.1**

6. 재 료

6.1 금속재 금속재 소음저감장치는 **KS D 6701**의 **표 3**에서 정하는 A5005P 또는 A5052P 규정에 적합한 것으로 두께 1.0 ㎜ 이상의 것을 사용한다.

6.2 컬러 금속재 합성수지 도료로 도장된 금속재 컬러 소음저감장치는 알루미늄 및 알루미늄 합금판을 사용하는 경우 **KS D 6701**의 **표 3**에서 정하는 A5005P 또는 A5052P 규정에 적합한 것으로 두께 1.0 ㎜ 이상의 것을 사용하며, 용융 아연 알루미늄 마그네슘 합금 도금 강판을 사용하는 경우 **KS D 3030**의 **표 1** 및 **표 2**에서 정하는 SGMCC 이상의 것으로서 두께 0.6 ㎜ 이상, 도금의 양면 최소 부착량이 **KS D 3030**의 **표 5**에서 정하는 M27 이상의 것을 사용한다.

6.3 비금속재(플라스틱) 플라스틱 수지로 된 두께 2 ㎜ 이상의 것을 사용한다.

6.4 캡 플레이트 소음저감장치를 지주에 고정하는 데 사용되는 캡 플레이트는 **KS D 3506**의 **표 1**에서 정하는 SGHC로서 두께 1.6 ㎜ 이상, 아연 도금의 양면 최소 부착량이 **KS D 3506**의 **표 4**에서 정하는 Z27 이상의 것을 사용하거나, **KS D 3030**의 **표 1** 및 **표 2**에서 정하는 SGMHC 이상의 것으로서 두께 1.6 ㎜ 이상, 도금의 양면 최소 부착량이 **KS D 3030**의 **표 5**에서 정하는 M27 이상의 것을 사용한다.

6.5 흡 음 재 소음저감장치의 흡음재는 발암 물질 등 인체에 유해한 물질을 함유하지 않아야 한다.

6.6 흡음재 보호재 흡음재 보호재는 수분이 침투되지 않고 내구성을 가진 것으로 한다. 다만, 폴리에스터계 흡음재의 경우, 별도의 흡음재 보호재를 사용하지 않을 수 있다.

7. 시험방법

7.1 내하중 시험 내하중 시험은 다음에 따른다. 내하중 시험 결과에는 소음저감장치 제품 및 부속자재(캡 플레이트 등)의 크기와 재질, 두께, 고정 방법, 시험에 사용된 지주 간격을 명시하고, 제품의 단면도 및 설치 상세도를 첨부한다.

7.1.1 시험편 준비 내하중 시험을 위한 시험용 소음저감장치와 고정 부품, 고정 방법 등은 현장에서 설치되는 것과 동일하게 한다.(1)

주(1) 내하중 시험 시의 지주 간격이 실제 제품이 설치되는 현장의 지주 간격에 비해 좁은 경우에는 유효한 시험 결과로 간주하지 않는다.

7.1.2 탄성 변위 시험

a) 정적 하중 변위 시험을 실시하며, **그림 1**과 같이 등분포 하중 시험을 실시한다. 시험체의 재질, 치수, 두께 등은 실제 제품과 동일하게 한다. 비교적 바닥이 평탄한 곳에 지지대[(2)]를 설치하고 시험체의 측면을 위로 하여 움직이지 않도록 고정한 후 30분간 방치한다.

b) 캡 플레이트 길이 방향의 중간의 끝단에서 처짐량을 1/20 ㎜ 이상의 정밀도를 가진 측정기로 측정한다.

c) 소음저감장치의 전면 투영 면적[(3)]에 대하여 **표 6**의 시험하중이 되도록 소음저감장치 위에 등분포 재하를 실시하고 30분간 방치한다. 하중체[(4)]의 재하에 있어서는 하중체가 재하면을 벗어나거나 국부에 편중되지 않도록 균등히 재하하고, 시험체에 충격을 주거나 진동을 일으키지 않도록 한다. 재하 순서는 시험체의 중앙에서부터 시작하여 외측으로 진행한다.

주(2) 소음저감장치의 측면에 하중을 재하할 수 있도록 H형강 등을 이용하여 제작한다. 이때, 소음저감장치 고정부에 사용하는 H형강은 H-200×200 규격을 표준으로 한다.

주(3) 방음벽 전방에서 보는 투영 면적(캡 플레이트 상단부로부터의 높이×설치 길이).

주(4) 방습 처리된 주머니에 2 ㎜의 체를 통과하는 건조 모래, 강구 등을 채워 사용한다.

d) 내하중 등급에 따른 재하 하중에 대한 처짐량을 **b)**와 같이 측정한다.

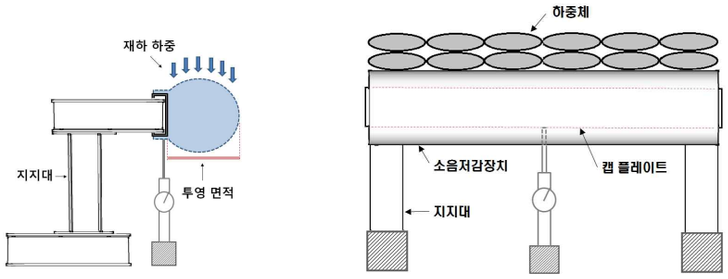
e) **b)** 및 **d)**에서 측정한 처짐량의 차를 내하중 등급에 따른 탄성 변위량으로 한다.

7.1.3 영구 변위 시험

a) **7.1.2**의 **a) 및 b)**와 동일하게 처짐량을 측정한다.

b) **7.1.2**의 **c)**에 따라 시험을 진행하고, 재하 시와 반대 순서로 하중체를 제거한 후 30분 뒤에 처짐량을 **7.1.2**의 **b)**와 동일하게 측정하고, 외형의 이상 유무를 확인한다.

c) **a)** 및 **b)**에서 측정한 처짐량의 차를 내하중 등급에 따른 영구 변위량으로 한다.



(측면도) (정면도)

그림 1 내하중 시험

표 6 지역별 풍속에 따른 시험 하중

지 역	지 명	기본 풍속 (m/s)	설계 하중 (kN/m^2)	시험 하중 (kN/m^2)
내 륙	서울, 대구, 대전, 춘천, 수원, 추풍령, 전주, 익산, 진주, 광주	30	1.2	1.6
서해안	서산, 인천	35	1.7	2.2
서남해안 남해안 동남해안	군산 연수, 충무, 부산 포항, 울산	40	2.2	2.9
동해안 제주지역 특수지역	속초, 강릉 제주, 서귀포 목포	45	2.8	3.6
	울릉도	50	3.4	4.4

7.2 연소 시험 소음저감장치에 사용하는 흡음재의 연소 시험은 **KS L 2513**의 **6.20**(직물 연소성)에 따른다.

7.3 도막 품질 시험 컬러 금속재 소음저감장치에 생성된 도막의 품질 시험은 다음에 따른다.

7.3.1 건조 도막 두께 **KS M ISO 2808**에 따르며, 제품 도장면 전체에 고르게 분포하도록 5개 이상의 평탄한 지점을 선정하여 건조 도막 두께를 측정한다.

7.3.2 염수 분무 시험 **KS D 9502**에 따르며, 시험 시간은 500시간으로 한다.

7.3.3 촉진 내후성 시험 **KS M ISO 11341**에 따라 색상별로 각 3개의 시험편에 대하여 시험하며, 시험 시간은 1,000시간으로 한다. 그리고 시험 후 색의 변화 표시 방법은 **KS A 0063**의 **6.1**($L^*a^*b^*$ 표색계에 의한 색차)에 따른다.

7.3.4 도막 부착성 시험 **KS D 8303**의 **5.8**(도막 부착성 시험(바둑눈 시험))에 따른다.

7.4 비금속재(플라스틱) 품질 시험 비금속재(플라스틱) 소음저감장치의 품질 시험은 다음에 따른다.

7.4.1 촉진 내후성 시험 **KS M 5982**의 형광 UV 시험을 500시간하거나, **KS F 2274**의 시험 중 자외선 카본으로 600시간 시험한다.

8. 표 시 소음저감장치에는 다음 사항을 적당한 방법으로 표시하여야 한다.

a) 호칭 치수(길이×나비, ㎜)

b) 제품의 재질

c) 내하중 등급

보 기 내하중 1호 (지주 간격 2m)

d) 제조년월 또는 그 약호

e) 제조자명 또는 그 약호

8-13 부대공 연약지반 장기침하를 고려한 설계 개선 방안

설계처-3237 (2015.11.23)

1 검토목적

연약지반 장기침하로 부등침하가 큰 교량 접속구간의 다이크, 가드레일, 중분대의 기능 저하 현상이 발생됨에 따라 이에 대한 설계 개선방안을 검토코자 함

2 관련 설계기준

□ **연약지반 포장의 허용침하량 기준** (건설일17111-121 89.11.24)

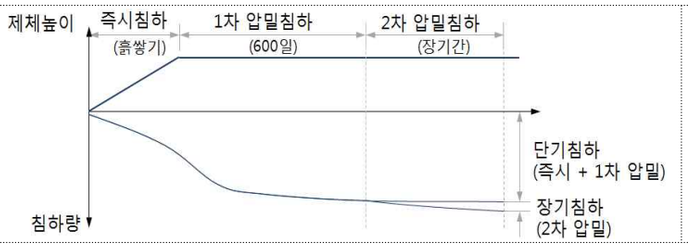
- o 연약지반 허용잔류 침하기준은 최종압밀도의 95% 이상으로 설정
- o 시공 관리시 이론 **잔류 침하량이 10cm 이하**가 되도록 관리

□ **연약지반 중앙분리대 개선방안 검토** (설계기13201-511, 2001.10.10.)

- o 연약지반 **부등침하 문제점은 교량 전·후 약100m 구간에서 주로 발생**
- o 교량 전후 100m 구간 **프리캐스트 방호벽** 설치

□ **도로설계요령** (5편 토공 14.8.3 침하의 추정방법, 14.8.2 침하의 추정 방법과 적용)

- o 연약지반의 침하 : **단기침하**(즉시 + 1차 압밀) **+ 장기침하**(2차 압밀)



- ・즉시 침하 : 재하 즉시 발생
- ・1차 압밀 : 과잉간극수압 소산
- ・2차 압밀 : 크리프 변형

- o 연약지반 설계시 **일반적으로 장기침하(2차 압밀) 무시**

※ 2차 압밀침하량은 설계시점에서 산정하기가 곤란하며, 막대한 시간과 비용이 소요되어 유지관리로 대응하는 것이 효과적이라 판단됨

S_s(2차 압밀침하량) = $C_\alpha \times H_p \times \log(t_s / t_p)$

여기서, C_α = 2차 압밀지수 (→ 1차 압밀 종료시점 계측자료로 산정)

H_p = 1차 압밀 완료후 연약층 두께

t_p = 1차 압밀 종료시간, t_s = 2차 압밀시간(가정)

3 현 설계의 문제점

1 장기침하 현황 및 문제점

가. 공용중 장기침하 현황 조사결과 (붙임 #2 참조)

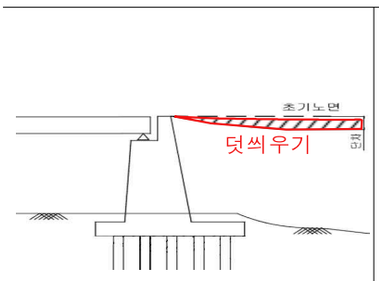
연약층이 깊거나 연약도가 심한 지반의 경우 2차 압밀에 의해
공용 중에도 허용잔류침하량(10cm) 이상의 장기침하 발생

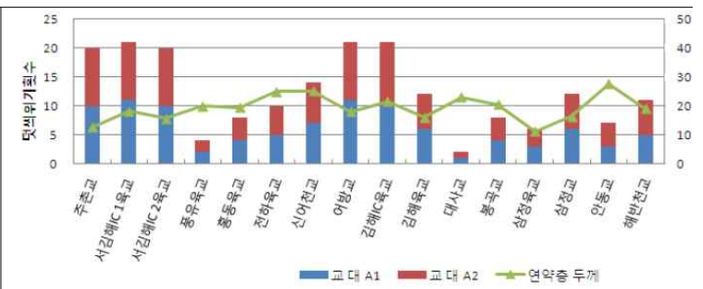
※ 서해안선, 남해선 등 4개 노선의 공용 8~9년차 침하량 : 평균 34cm(위치별 최대 76cm)

나. 장기침하 문제점

□ **장기침하에 대한 유지관리 대응 현황**

o 장기침하에 따른 **포장 평탄성 불량구간은** 이용객 만족도, 주행안전 등에 민감하여 **덧씌우기로 수시 대응 중**

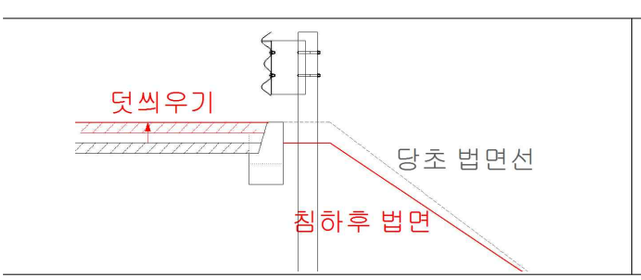




ex) 남해선 냉정-부산구간 덧씌우기 횟수
(96년 개통이후 ~ 2014년 확장공사 완료전까지)

※ 부산경남본부 도로팀-102호(2015.1.21)에서 덧씌우기 횟수 자료 인용

o **하지만 성토체, 다이크, 가드레일 등은** 민감도가 다소 떨어지고 보완 방법이 곤란하여 **방치되는 경우가 빈번함**



□ 유지관리 문제점

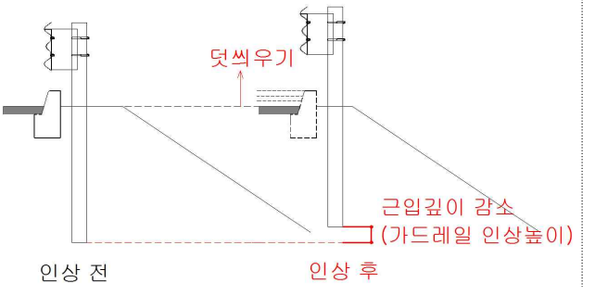
o 포장 덧씌우기 후 **다이크 노출높이 저하**에 따른 노면수 월류 현상으로 성토 법면이 세굴되어 **구조물-토공 접속부위 공동 발생**

※ 사례 : 남해선 및 중앙지선 18개 교량의 뒤채움부 중심으로 발생된 **공동에 대한 조치방안으로 다이크 증고가 반드시 필요**한 것으로 검토
(양산지사 관내 연약지반 구간 교량 뒤채움부 공동 처리방안에 대한 검토의견 : 도로교통연구원 연구기획팀-982호, 2005.7.29)

<다이크 상부로 월류>

<교량 접속부 및 날개벽 공동>

o **가드레일** 지주 인상시 **근입깊이 감소로 방호성능 부족, 미 인상시에는 가드레일 노출높이 저하에 따른 승월사고 우려**

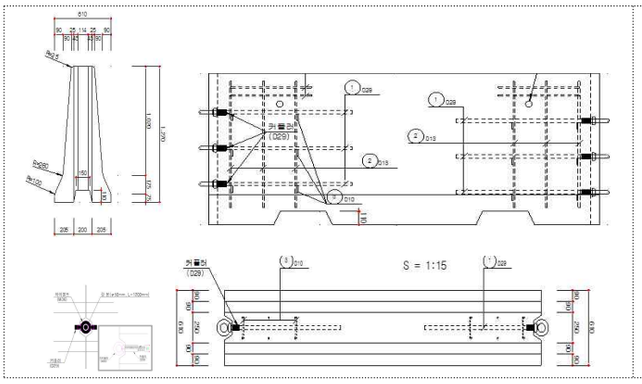


☞ **장기침하를 고려한 다이크 규격 조정 및 추가성토 검토 필요**

2 연약지반 교량접속부 중앙분리대 설계기준 부적정

□ 현 설계기준

o 연약지반 **교량 전·후 100m 구간 프리캐스트 방호벽 적용**



※ 연약지반 중앙분리대 개선방안 검토 (설계기13201-511, 2001.10.10.)

□ 문제점

o 중앙분리대 **차량방호성능 부적합**

- 현재까지 개발된 **프리캐스트 방호벽은 SB4 등급**이 최대 등급

※ 확장공사구간 주행안전성 향상을 위한 이동식 PC방호벽 개선방안 (설계처-1624호, 2012.6.11.)

- 본선용 중앙분리대는 위험구간으로 **SB5 이상의 방호등급이 필요**

※ 도로안전시설 설치 및 관리지침

설계속도	적용구간	등 급								
		SB1	SB2	SB3	SB3-B	SB4	SB5	SB5-B	SB6	SB7
·고속국도A 90km/시 100km/시	- 기본구간			◎			○			
	- 위험구간						◎		○	
	- 특수구간(타 도로와 교차 등 - 특수 중차량 통행이 많은 구간								◎	○

"위험구간(위험도가 큰 구간)"
① **중앙분리대**
② 교량구간
③ · · ·
④ · · ·
⑤ · · ·

☞ **방호성능 기준에 부합되는 중분대 설계기준 마련 필요**

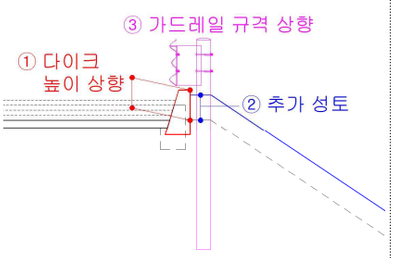
4 연약지반구간 설계 개선방안 검토

1 장기침하를 고려한 다이크 규격 조정 및 추가성토

다이크 높이 상향 및 추가 성토 시행으로 교량 날개벽 등 구조물 접속부 공동발생 및 다이크·가드레일 기능 저하 예방

□ 개 요

o 부등침하가 큰 교량 접속부 구간의 다이크 높이 상향 및 추가 성토 시행으로 장기침하에 따른 기능저하 방지



① **다이크 높이 상향**
: 포장 덧씌우기시에도 **배수능력 유지**

② **추가 성토**
: 교량 날개벽 등 구조물 접속부 **공동발생 방지** 및 **가드레일** 인상시에도 **근입깊이 확보**

③ **가드레일 규격 상향**
: 가드레일 수시 인상이 곤란하므로 가드레일 규격을 상향하여 **방호성능 확보**

□ 다이크·가드레일 규격 상향 및 추가 성토 시행방안 검토

o **공용중 장기침하 경향 분석** **[단기 침하량의 약 20% 발생]**

- 일반적으로 단기 침하량이 크면 장기 침하량(2차 압밀량)이 크게 나타남

※ 군산-줄포간 연약지반구간 잔류침하에 대한 외부위원 기술자문 의견서 중 일부 발췌
" … 공통적인 것은 1차 압밀량이 크면 2차 압밀량도 커지며 …"
(냉정부산건설사업단 품질기술팀-1080호, 2011.10.20)

- **공용노선 계측결과**에서도 대체적으로 **단기 침하량(즉시+1차 압밀)이 크면 공용중 장기 침하량이 큰 경향**이 있었으며,

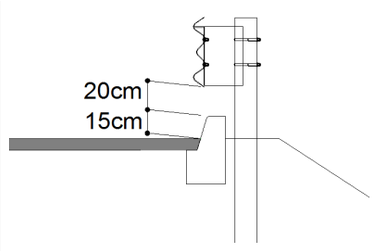
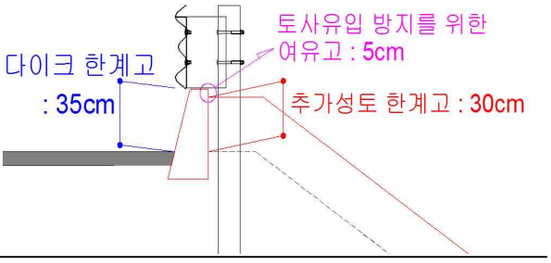
- 공용중 장기 침하량은 **단기 침하량의 약 20% 내외로 발생됨**

※ 공용중 장기 침하량(잔류침하포함) 36cm / 단기 침하량 171cm ≒ 20% (붙임 #2 참조)

【세부 적용방안 검토】

o **다이크 및 추가 성토 한계고 검토** [추가 성토 : 최대 ↑30cm]

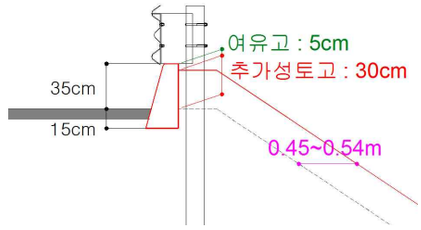
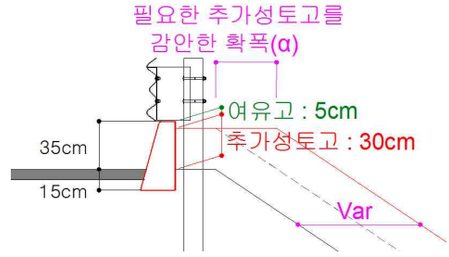
- (**다이크 한계고**) 가드레일을 감안시 **포장 상단면에서 최대 35cm**
- (**추가 성토 한계고**) 토사유입 방지 여유고(5cm) 감안시 **최대 30cm**

구분	일반 단면	추가성토 시행 단면
단면도		

o **다이크 규격 및 추가 성토방안 검토**

- **다이크 규격 :** 배수 기능을 고려 다이크 최대치인 **노출높이 35cm 적용**
- (**추가 성토**) 공용노선 침하경향, 추가성토 한계고를 감안하여 **단기침하량 150cm까지는 추가성토 ↑30cm 시행** (150cm×20%=30cm)

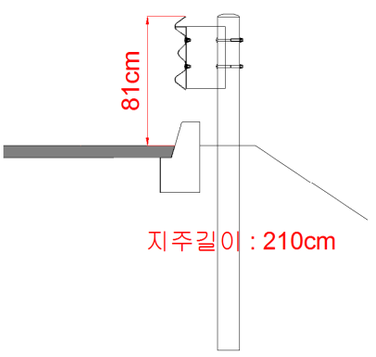
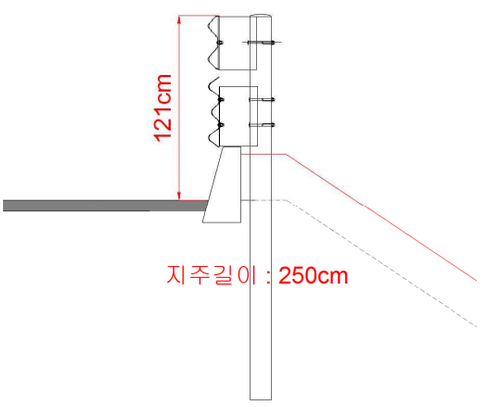
· **단기 침하량이 150cm 초과시**에는 성토체 **추가 확폭** (향후 유지관리시 추가성토 용이)

구 분	단기 침하량 ≦150cm	단기 침하량 > 150cm
성토방안	추가성토(↑30cm)	추가성토(↑30cm) + 확폭(α)
단면도		 * i) 필요 추가성토고 : 단기침하량 × 20% ii) α=(필요 추가성토고 − 30cm)×1.5
추가 공사비	약 19백만원 / 100m (순성토 운반 20km 기준)	Var

※ 설계시점에서 장기침하량(2차 압밀) 산정이 곤란하므로 공용노선 침하량을 참조하여 추가 성토고 결정

o 가드레일 규격 조정 검토

- 침하량이 큰 경우 통상적으로 가드레일 수시 인상작업 미실시
- 그러므로 **가드레일 노출높이 저하에 따른 승월사고 예방을 위해 가드레일 규격 상향 조정 필요**

당 초	개 선
	 추가공사비 : 약 7백만원 / 100m(양방향)

※ 단, 위의 개선안(2단 가드레일)은 현재 표준도의 노측용 SB5 가드레일에서 일부 변형한 것으로 **2016년 이후 실물충돌시험 검증 후 사용**(표준도 게재 예정)

o 다이크·가드레일 규격 상향 및 추가 성토 적용 지반

- 원칙적으로 부등침하가 큰 교량 접속부 100m 구간의 점토질 연약지반에 적용
- 교량과 교량사이 연속성이 필요할 경우 100m 이상 적용 가능

※ 시공중 침하가 거의 완료되는 사질 연약지반과 완전 치환, 고결 등으로 장기 침하량이 무시 가능시에는 미적용

2 연약지반 교량 접속부 중앙분리대 설계기준 개선

부등침하가 심한 교량 접속부 구간의 중앙분리대 형식을 방호성능 기준, 유지관리 등을 고려하여 최적 형식으로 선정

□ 중앙분리대 적정 형식 검토

o 차량방호 성능이 만족되도록 SB5등급 적용 검토

- 중앙분리대 형식 적용 검토(안)

구 분	당 초 (프리캐스트 방호벽)	변 경 1 안 (양면 가드레일 - 개구부용)	변 경 2 안 (콘크리트 중분대)
제품사			
특 징	- 방호등급 부적합(SB4)	- 방호등급 적합(SB5)	- 방호등급 적합(SB5-B)
		- 단기간 교통차단 - 부분적, 수시 인상작업 용이	- 철거 및 재설치 필요 - 장기간 교통차단 - 깨기 작업시 파편 비산 등 다소 위험 - 지반 침하시 방호벽 파손 및 미관불량
	- 설치비 : 136천원/m - 유지관리비(1회) : 5천원/m	- 설치비 : 211천원/m - 유지관리비(1회) : 19천/m	- 설치비 : 55천원/m - 유지관리비(1회) : 269천원/m
	합 계 : 141천원/m	합 계 : 230천원/m	합 계 : 324천원/m
검 토	차량방호 성능(SB5등급)을 만족하고 유지관리비 감안시 가장 경제적이고 인상작업이 용이한 양면 가드레일(변경 1안)을 적용함이 타당함		
적 용		○	

□ 적용 구간

o 원칙적으로 연약지반 교대 접속부 100m 구간에 적용 (당초 기준과 동일)

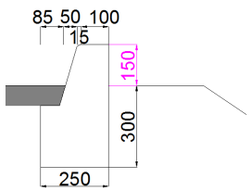
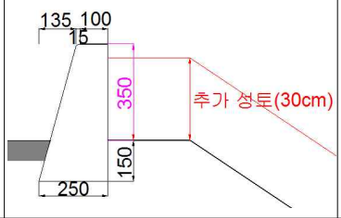
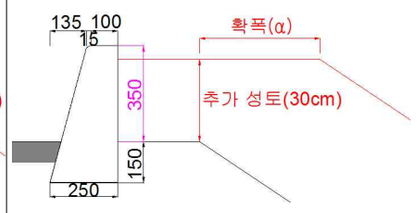
o 교량과 교량사이 연속성이 필요할 경우 100m 이상 적용 가능

5 검토 결론 및 적용방안

□ 검토 결론

o 연약지반 교량 접속부의 공동 발생 및 **배수기능 및 방호성능 저하 방지를 위해 다이크 높이 상향 및 추가성토 시행**

(점토질 연약지반의 교량 접속부 100m 구간)

구분	당초	변경	
		단기 침하량 ≦150cm	단기 침하량 > 150cm
단면도			
다이크	포장상단 15cm 노출	포장상단 35cm 노출	포장상단 35cm 노출
추가성토	-	추가성토(↑30cm)	추가성토(↑30cm) + 확폭(α)

※ 확폭량(α) : 필요한 추가성토고를 감안하여 산정 후 시공관리를 위해 10cm 단위로 적용

o 유지관리시 수시 인상이 곤란하므로 **처짐 발생시에도 방호성능이 확보되도록 2단 가드레일 시공** (점토질 연약지반의 교량 접속부 100m 구간)

※ 단, 2016년 이후 실물충돌시험 검증 후 사용(표준도 게재 예정)

o **연약지반 교량 접속부 중분대 형식을** 방호성능이 만족되고 유지관리가 용이한 **양면 가드레일(개구부용)로 변경** (교량 접속부 100m 구간)

□ 적용 방안

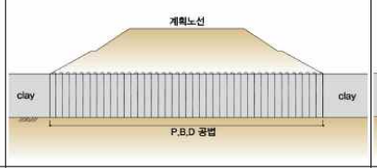
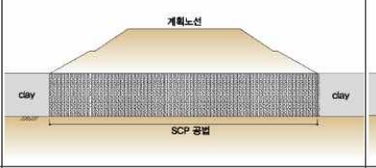
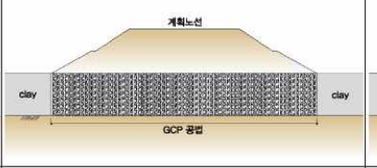
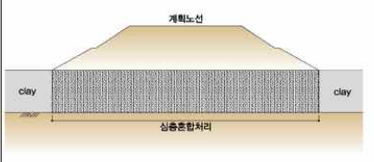
o 설계 중 노선 : 본 방침 적용

o 공사 중 노선 : 공사주관(시행)부서에서 추가용지 등 현장여건을 고려하여 적용여부 판단

붙 임 : 1. 연약지반 처리공법 비교

2. 연약지반 장기침하량 분석

연약지반 개량공법 비교

구 분	P.B.D 공법	SCP 공법	GCP 공법	심층혼합공법 (DCM)
개요도				
공법개요	• 연약층에 투수성이 양호한 Plastic Board Drain을 타입하여, 배수거리를 단축하여 과잉 간극수를 배출시키는 공법	• 진동 충격하중을 이용하여 모래를 압입시켜 직경이 큰 압축된 다짐 모래기둥을 지반에 조성하여 치환에 따른 지반강도를 증대	• 연약지반상에 쇄석말뚝을 조성하여 배수효과 및 치환에 따른 지반강도 증가 효과로 인해 전단저항 증진	• 연약지반속에 개량재를 공급하여 강제적으로 원위치토와 교반화합에 의해 고화처리하여 안정화함으로써 강도증가와 침하방지 효과
특징	• 재료 구입 용이 • 배수효과 일정, Drain재 절단 방지 • N값 10이상 타입 어려움 • **사면안정대책 공법 검토필요** • 공사비 저렴	• 복합지반 형성으로 지내력 및 전단강도를 증대시켜 활동방지 • 시공관리 어려움 • 타설시 대형장비 필요	• 재료의 강성으로 인한 지지력 증가 • 입경이 큰 쇄석을 이용 배수효과 양호 • 점토에 의한 Clogging현상 우려	• 단기간에 지반처리 가능 • 고화처리로 연약지반을 높은 소요 강도의 지반으로 개량가능 • 압밀방치기간 불필요 • 공사비 비교적 고가
경제성	397천원/m	5,263천원/m	5,059천원/m	46,014천원/m

※ 검토조건 : 쌓기높이 10.0m, 도로폭 20.0m, 연약지반심도 10.0m 가정

[붙임 #2]

연약지반 공용중 침하량 분석

□ 공용노선 침하량 계측자료 (개통 후 약 8~9년차 계측자료)

구 간	연약층 심도(m)	침하량 계측자료(cm)			비고
		시공중 침하량	공용중		
			계측시점 침하량	잔류침하량 검토자료	
서해안선 (군산~줄포)	6.5~13	74~89	20~21	0.8~2.1	공용 9년
남 해 선	10~33	50~320	17~76	5cm 미만	공용 8년
중 앙 선	7~37	60~220	10~60		
중앙지선	18~46	140~380	13~52		
평 균	22	166	34		

※ 도로처-2545(2009.6.4) 및 도로교통연구원 연구기획팀-982(05.7.9) 자료 가공

□ 공용중 침하량 분석

구 간	단기 침하량(cm)			공용중(잔류포함) 장기 침하량(cm)			비고 (개통년도)
	시공중	잔류	합계	계측시점	잔류	합계	
서해안선 (군산~줄포)	74~89	5	79~94	20~21	1.45	21~22	1998, 2001
남 해 선	50~320	5	55~325	17~76	2.5	20~79	1996
중 앙 선	60~220	5	65~225	10~60		13~63	
중앙지선	140~380	5	145~385	13~52		16~55	
평 균	166	5	171	34		36	

※ 단기 침하량 = 즉시 침하량 + 1차 압밀 침하량 = 시공중 침하량 + 5cm(1차 압밀 잔류침하량으로 가정)

☞ **단기 침하량**(즉시 침하 + 1차 압밀침하)**이 클수록 개통 후 침하량이 커지는 경향이 있으며, 공용중 장기 침하량은 단기 침하량의 약 20% 내외로 발생됨**

8-14 부대공 고속도로 버스정류장 시설 개선

교통처-4387 (2015.11.23)

1 추진 배경

□ 도로법 및 시행령 개정에 따라 안전시설 설치 방안 검토

o 도로안전시설 설치 및 관리대상에 버스정류시설이 포함

관련 법령

도로법 제47조의2 (고속국도 휴게시설 등에의 도로안전시설 설치 및 관리)

국토교통부장관은 고속국도에 연결된 휴게시설, 주차장 등 대통령령으로 정하는 시설을 이용하는 보행자의 안전과 차량의 원활한 통행을 위하여 과속방지시설 등 **도로안전시설을 설치하고 관리**하여야 한다.

도로법 시행령 제45조의2(도로안전시설 설치 및 관리 대상)

법 제47조의2제1항에서 "고속국도에 연결된 휴게시설, 주차장 등 대통령령으로 정하는 시설"이란 고속국도에 연결된 다음 각 호의 시설을 말한다.

5. 버스정류시설

□ 버스정류장 편의시설 개선에 대한 고객요구 증대

o 화장실, 캐노피 등 정류장 시설 및 접근시설의 개선 요구 증대

※ 서울외곽순환선 이용객 설문조사 결과

구분(명)	편의시설	접근시설	안내시설	안전시설	기타
비율 (444)	54.3% (241)	21.8% (97)	14% (62)	7.9% (35)	2% (9)
순위	1	2	3	4	5

* 수도권 고속도로 버스정류장 개선방안 연구 ('14.10)

2 버스정류장 현황

o **(운영현황)** 운영중인 버스정류장은 경부선 등 6개 노선 **54개소**

구분	총계	본선형(38)			영업소 광장형	램프형	휴게소형
		일반본선	졸음쉼터	미정차			
개수	54	29	5	4	10	4	2

※ 휴게소 환승정류장 6개소(횡성(양), 선산(양), 인삼랜드(양))는 제외

o **(이용현황)** 노선 버스 정차 46개소, 비정기버스 4개소, 미정차 4개소

- 주요 버스정류장(100명 이상/일) : 죽전 등 11개소
- 43개 정류장은 일 이용인원 100명 미만

구 분		이용인원(일평균)			
		500명 이상	500명~300명	300명~100명	100명 미만
이용 차량	300대~100대	죽전(부산)	죽전(서울),구리(양), 청계(양),광산(순천)	-	-
	100대~50대	-	신갈(양),	시흥(양)	-
	50대 이하	-	-	-	김포(양), 성남(양) 등 기타 정류장

o **(안전시설 설치현황)** 졸음쉼터 안전시설 대비 낮은 설치율

설치시설	본선분리시설	과속방지시설	감속유도차선	노면요철포장 속도제한표지
설치율	65%	9%	9%	9%
전 경				

o **(편의시설 설치현황)** 초기 설치후 부분적인 시설개선이 이루어지고 있으나 노후화에 따른 전반적인 관리가 필요한 시점

- 대기시설 : 전체 시설중 28%(15개소)가 2000년 이전시설

  * 서울시 버스정류장 교체주기 : 평균 10~15년

설치년도	없음	2000년 이전	2000~2009년도	2010년도 이후
정류장명	광산(순천) 1개소	적금(양) 등 14개소	황간(양) 등 28개소	김포(양) 등 11개소
전 경				

- 화장실 시설 : 졸음쉼터 공용정류장 5곳만 설치
- 접근로 등 이용시설 : 진입계단 등 17%(9개소)가 시설 노후

3 개선방안

1 안전시설

1. 개선 방향

개선방향

- ▶ 버스정류장 입지유형에 맞추어 안전시설 기준 적용
- ▶ 시설 기준 및 유사형태의 안전시설 방침에 근거하여 설치

2. 안전시설 설치방안

□ **(본선형)** 고속도로 본선상 위치한 기본 버스정류장 유형(29개소)

☞ 도로의 구조·시설 기준에 관한 규칙*을 준용하고 버스정류장과 유사형태인 졸음쉼터의 설치기준** 반영

* 도로의 구조·시설 기준에 관한 규칙 제38조의2 고속국도 휴게시설 등(버스정류시설 포함)에 설치하고 관리하여야 하는 도로안전시설
1. 과속방지시설, 2. 속도제한표지, 3. 노면요철포장, 4. 점멸식 신호등
5. 감속유도 차선, 6. 그 밖에 안전을 위하여 필요한 시설

** 졸음쉼터 안전시설 개선(교통처-5233, 2013.11.25)
졸음쉼터 안전시설 강화(교통처-4402, 2014.10.17)

□ **(영업소 광장형·램프형)** 서울외곽선 영업소 광장부(10개소), 영업소 회차로 및 휴게소 램프(4개소)에 위치한 유형

☞ 본선형에 비해 이용차량의 속도가 낮아 본선형의 시설기준을 현장 여건에 맞게 변형 설치

□ **(졸음쉼터형·휴게소형)** 졸음쉼터와 버스정류장시설을 혼용(5개소), 휴게소내 정류장이 위치(2개소)

☞ 별도의 안전시설 설치기준이 있으므로 필요시 버스정류장 안내시설(노면표시 등) 보완

□ **(미정차 버스정류장)** 버스정류장의 기능이 상실*된 시설(4개소)

* 노선버스 운행이 없거나, 버스 승하차 인원이 없는 곳

☞ 비상주차대로 전환 관리(안내표지 설치)

3. 시행방안

□ **(설치방안)** 별첨 2 유형별 안전시설 설치방안에 의거 시행

□ **(시행방안)** 공용중인 안전시설 설치대상 버스정류장*은 2016년까지 설치 완료

* 총 30개소 : 본선형(16), 영업소 광장형(10), 램프형(4)

o 설계·공사중 시설 : 사업내용에 본 방침 적용 시행(16개소)

구 분	버스정류장	관련사업	협조부서
설계 (6개소)	범서(양)	하이패스나들목 신설	기획조정실
	문막(양), 홍호(양)	영동선 개량	도로처
신설 (3개소)	동천역(부산)	Ex-허브	도로처(수도권본부)
	가천대역(양)		기획조정실(수도권본부)
확장 (7개소)	금곡(양), 청성(부산)	영동옥천 확장	건설처(함양성산사업단)
	인보(양), 내남(양)	언양영천 확장	건설처(언양영천사업단)

o 졸음쉼터·휴게소형(7개소) 안내시설 및 비상주차대 전환(4개소) 안내표지 2016년까지 설치

2 편의시설

1. 개선 방향

개선방향

- ▶ 노후화된 편의시설 개선을 통한 이용객 서비스 향상
- ▶ 시설노후화에 따른 지속적 유지관리 체계 구축

2. 편의시설 개선방안

□ **(대기시설)** 이용인원 및 시설노후도를 고려하여 시설 개량

o 노후캐노피 : 사용연수 20년 이상 시설에 대해 교체 또는 개량 검토

- 100인 이상 이용 버스정류장은 공공디자인 공모전 수상작 등 디자인을 고려한 시설 설치

o 정차면수, 대기공간 : 이용용량 분석후 용량초과시 개량 추진

- 이용객 현황조사 결과에 따른 용량분석 시행(별첨 4 도로용량 편람 대중교통부분)
- 현장 여건을 고려한 대기시설 확장방안 수립

□ **(화 장 실)** 정류장 주변 화장실이 없고 일 100인 이상 이용하는 버스정류장에 Ex-Toilet을 설치(시설처 협조)

- 2016년 설치대상 : 죽전, 신갈(부산방향)

□ **(기타 이용시설)** 매년 시설노후도를 점검하여 사업 추진

- 버스정류장 접근로(계단), 안내시설, 조명시설 등 지역본부(지사)에서 점검 후 사업예산 반영

3. 시행방안

□ 화장실 설치 대상지역 2개소는 2016년 설치 완료

□ 노후도 및 이용용량을 고려 매년 개선대상을 선정하여 사업 추진

연 도	2016년	2017년	2018년 이후
개선시설	광산(순천)	죽전(서울), 신갈(양방향)	노후도, 이용용량 고려 개선대상 선정

* 서울외곽선내 영업소광장부 버스정류장 10개소는 스마트톨링과 연계하여 시설 개량

□ 신규설치 및 시설개량시 고속도로 공공디자인 매뉴얼(부대시설편, 2015. 8) 반영

4 협조사항

□ 신규시설 및 설계 건설중인 노선의 대상시설에 본 방침사항 적용 (기획조정실, 건설처, 설계처, 도로처)

□ 2016년 사업예산 및 중기투자계획 반영(기획조정실)

o 사업예산 : 2015년 4억원, 2016년 4.9억원, 2017년 이후 5억/년

o 화장실 신규 설치에 따른 해당지사 연간 관리비용 반영

별첨 2 유형별 안전시설 설치방안

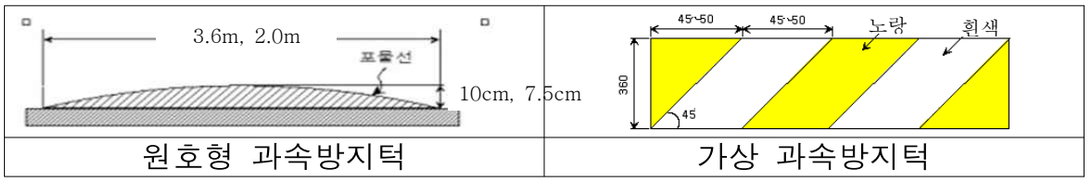
1 본 선 형

□ **(도로안전시설)** 도로의 구조·시설 기준에 관한 규칙 제38조의2에 의한 시설

① **과속방지시설** : 주감속차로 종점에 가상 과속방지턱 설치

- 교통안전표지 및 속도(30km/h) 노면표시 포함

* 과속방지시설 규격
  - 원호형 과속방지턱 : 3.6m×10cm(일반도로), 2.0m×7.5cm(폭6m 미만 소로)
  - 가상 과속방지턱 : 원호형 과속방지턱 규격의 110%(4.0m×도로폭)



원호형 과속방지턱 | 가상 과속방지턱

* 원호형 과속방지턱은 본부(지사) 검토 후 경찰청(고순대 지구대)와 협의 후 설치

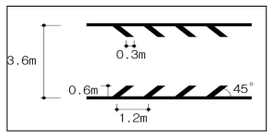
② **속도제한표지** : 2개소 설치

- 40km/h : 주 감속차로 시점, 30km/h + 천천히 : 과속방지시설 설치지점
  * 경찰청(고순대) 협의후 시행

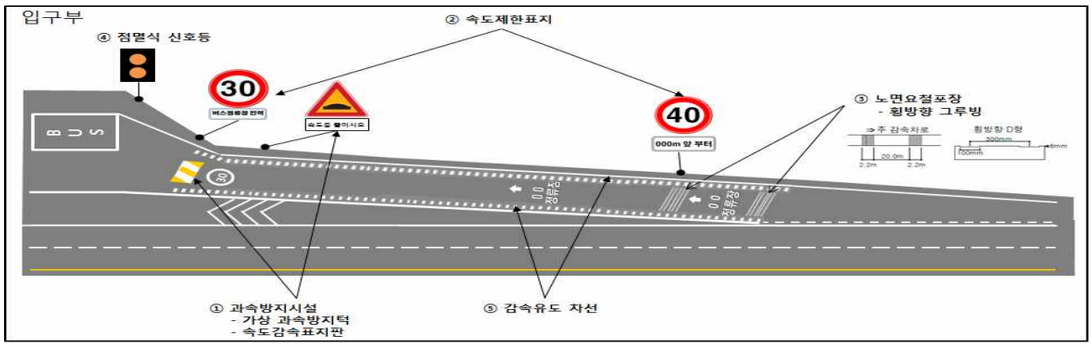
③ **노면요철포장** : 횡방향 그루빙 설치

- 설치위치 : 주감속차로(테이퍼 끝~25m) 2개소 설치
- 설치규격 : 100(±10) x 6(±2) x 300(±10)mm, 1set 8열(2.4m) 시공(Set간 간격 20m)
  * 소음 민원 발생(우려) 구간은 규모 및 형태 변경 설치 가능

④ **점멸식신호등** : 승강장 전면부에 1개소 설치



⑤ **감속유도차선** : 주 감속차로 시점 ~ 버스정차대 시점



부대공

⑥ 기타안전시설

㈎ 본선분리시설 : 가드레일 설치를 원칙으로 하되 현장여건에 따라 연성 분리시설을 설치

- 100명/일 이상 이용 버스정류장 : 가드레일(SB-5) 및 충격흡수시설 설치
- 100명/일 미만 이용 버스정류장 : 가드레일(SB-5) 및 충격흡수시설 설치를 원칙으로 하되 현장여건을 고려 연성 분리시설(PE방호벽, 시선유도봉) 설치 가능

  * 연성 분리시설 설치시 승강장 주변 안전시설(가드레일 등) 설치

㈏ 진출부 안전표지 : 본선 분리부 안전지대에 우합류 및 우회전 금지 표지 설치, 합류부 길어깨 양보 표지 설치

㈐ 진출부 노면표시 : 본선합류에 따른 합류표시 및 양보표시

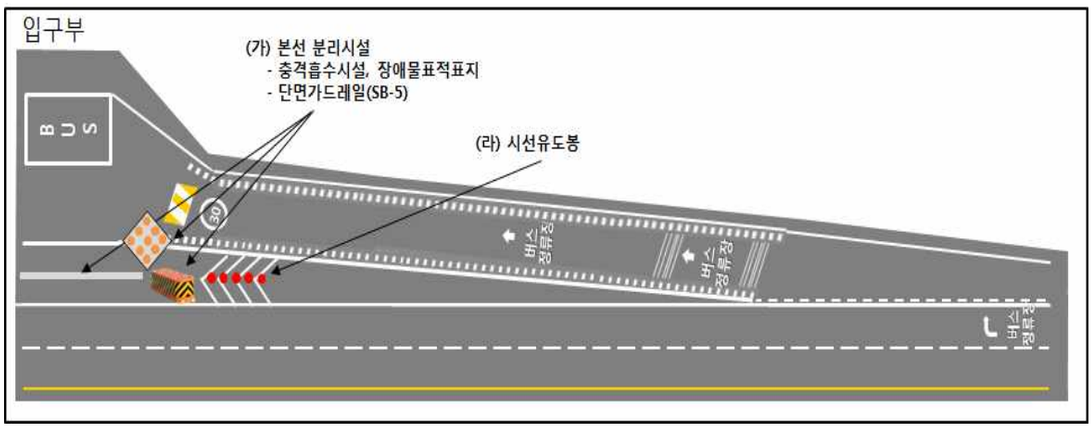
㈑ 시선유도봉 : 본선 분리 안전지대 시·종점 및 가속 합류부 길어깨

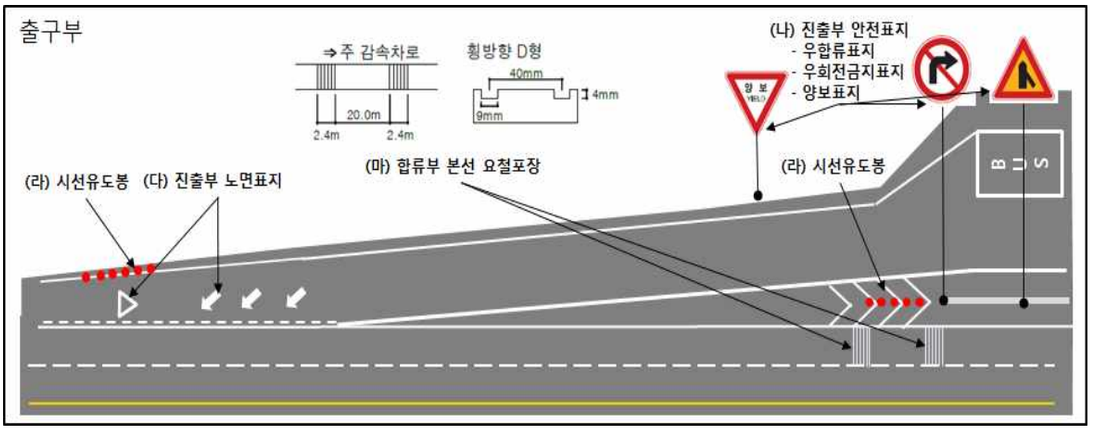
- 안전지대 내 : 현장여건 감안 본선 분리시설 선형에 맞추어 설치
- 가속 합류부 : 주 가속차로 끝 또는 가드레일 선형 변화구간 전후 시인성 감안 8m 간격(최소 6EA)으로 설치

  * 시선유도봉 : 높이 750mm, 지름 80mm 이상

㈒ 합류부 본선 요철포장 : 주행차량의 합류부 인지 및 주의목적

- 설치위치 : 본선(졸음쉼터 진출로와 합류되는 주행차로)
  합류부 전방(합류 테이프 시점~25m 전방) 2개소 설치
- 설치규격 : 횡방향 D형(9mm(폭) x 4mm(깊이) x 40mm(간격))





□ **(안내시설)** 버스정류장 이용유도를 위한 시설

① **버스정류장 안내표지** : 정류장 전방 500m

- 보조표지 “oo 버스정류장 일반차량 이용금지” 함께 설치

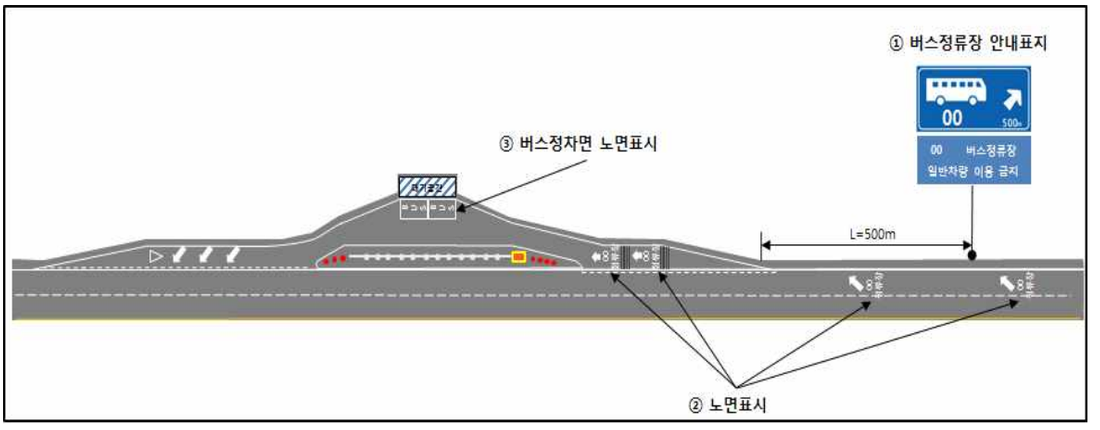
  * 기존 200m 전방 설치표지가 설치되어 있는경우는 교체시기 도래시 500m 이동 설치

② **노면 유도표시** : 본선부 2개소, 진입부 2개소 설치

- 본선부 : 500m, 200m 전방, 진입부 : 감속차로 시점부
- 버스정류장명칭 및 방향표시 함께 설치

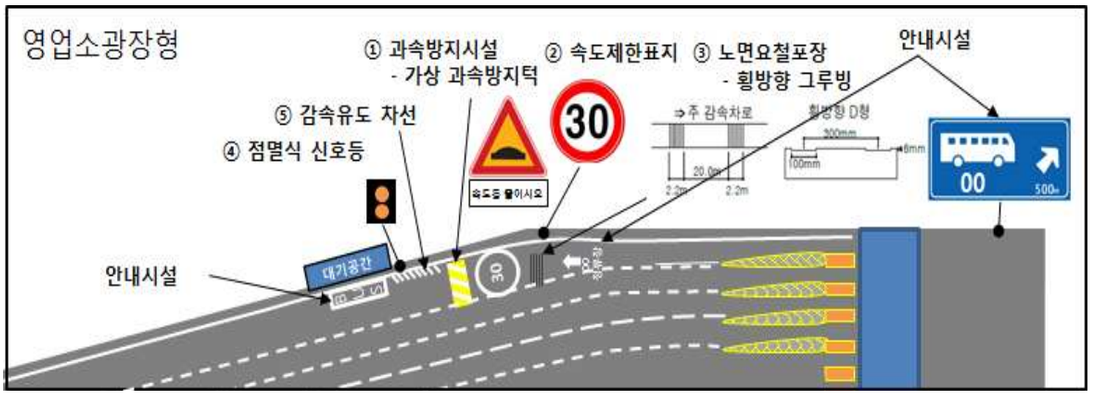
③ **정차부 노면표시** : 승강장 버스 정차 노면표시(15×3m) 설치

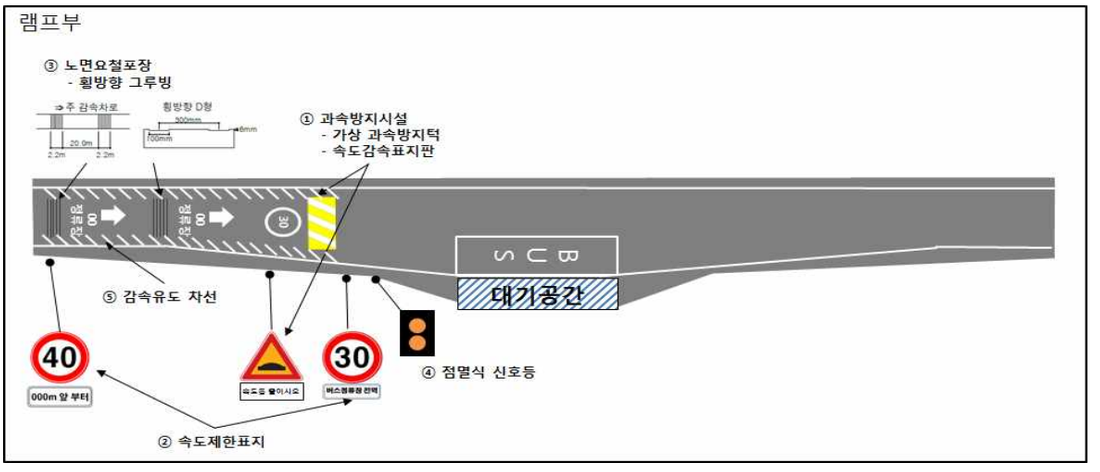
  * 추월차로가 필요한 경우 정차구간의 차로폭을 6m이상 확보



2 영업소 광장형 · 램프형

o **(설치방안)** 본선형 대비 차량의 속도가 낮은 구간인점을 감안하여 본선형 도로안전시설 및 안내시설을 현장여건에 맞게 설치





3 휴게소·졸음쉼터형

o **(설치방안)** 휴게소 및 졸음쉼터는 별도의 도로안전시설 기준이 있으므로 안내시설*을 중심으로 시설 보완

* 버스정류장 안내표지, 노면 유도표시, 정차부 노면표시

4 미정차 버스정류장

o **(설치방안)** 시설 200m전방 비상주차대 안내표지 설치

* 기존 버스정류장 표지가 있는경우 비상주차대 표지로 내용을 변경(기존시설활용)

기 타 09

9-1 『KS 터널조명기준』 개정에 따른 고속도로 터널조명 적용방안

9-2 표준 LED 조명등 도입에 따른 디밍제어시스템 추진방안 수립

9-3 휴게소 오수처리시설 원격관리시스템 개선방안

9-4 터널 소화기 표지등 시인성 개선방안

9-5 조경수목 재료할증 및 하자공제율 적용방안 개선

9-6 조경공사용 부자재 적용기준 개선(안)

9-7 건설중인 고속도로의 설계변경 관리절차 개선방안

9-8 작업 효율성 및 내구성 향상을 위한 제설자재창고 표준도 개선방안

9-9 휴게소 오수처리시설 슬러지 처리방법 개선

9-10 건축 설계기준 개선 수립

1 추 진 배 경

□ 터널조명기준(KS C 3703) 개정에 따른 우리공사 적용방안 검토

□ 터널 기본부, 출구부의 밝기 기준 개선을 통한 **조명등 설치 공사비 및 전력에너지 절감 도모**

2 추 진 경 과

□ KS 터널조명기준 개정 요청 : 2014. 1.

* 터널 기본부 및 출구부 밝기 기준 하향 요청

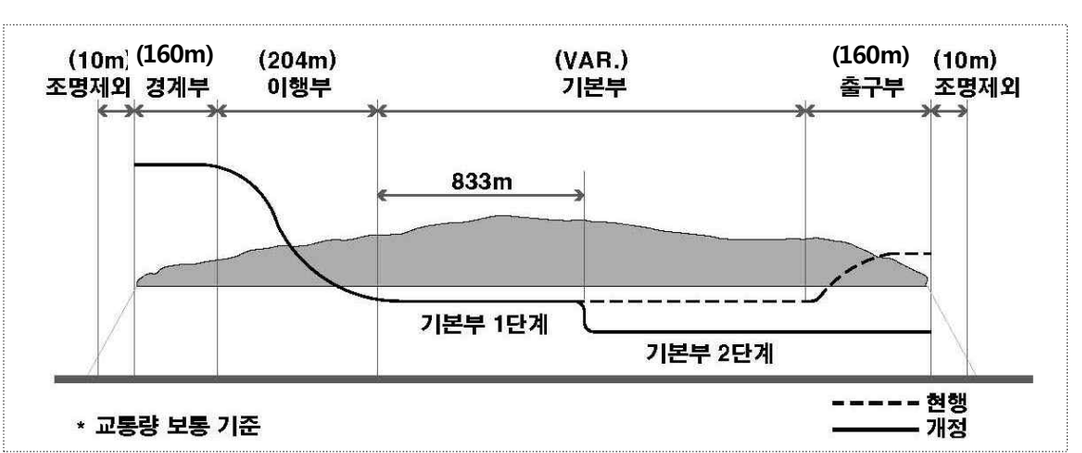
□ 터널조명기준 개정(안) 제안 심의 : 2014. 7.

□ KS C 3703 터널조명기준 개정 : 2015. 1. 1.부

3 주요 개정내용

□ 차량 운행시간 30초 이상 터널의 기본부 밝기 기준 개정

o 암순응에 적합하도록 기본부 밝기 50% 축소



□ 출구부 조명은 터널의 기본부와 같은 밝기로 조명

4 적용방안

□ 기본부 운행시간 30초 이상 터널의 기본부 밝기 하향

o 기본부 구간 세분화(1단계, 2단계) 및 밝기 기준 이원화

- 1단계(운행시간 30초 이내) : 기본부 밝기 100% 적용
- 2단계(운행시간 30초 이상) : 기본부 밝기 50% 적용

구 분		터널의 교통량			비 고
		적 음	보 통	많 음	
1단계 밝기(nt)		7	9	11	설계속도 : 100km/h
2단계	밝기(nt)	3.5	4.5	5.5	
	대상터널(m)	1,427 이상	1,377 이상	1,343 이상	
	적용시점(m)	1,257 ~	1,207 ~	1,173 ~	

* 교통량에 따른 대상터널 및 적용시점은 이행부 거리(170~254m)에 따라 가변

(예시) 보통 1,377m = 경계부(160) + 이행부(204) + 기본부(833) + 출구부(160) + 조명제외(20)

□ 터널 출구부 조명 밝기 기준 삭제

o 출구부 조명은 터널의 기본부와 같은 밝기로 조명

- 1단계 기본부 터널의 출구부 밝기

구 분	터널의 교통량			비 고
	적 음	보 통	많 음	
출구부 밝기(nt)	7	9	11	설계속도 : 100km/h

- 2단계 기본부 터널의 출구부 밝기

구 분	터널의 교통량			비 고
	적 음	보 통	많 음	
출구부 밝기(nt)	3.5	4.5	5.5	설계속도 : 100km/h

* 단, 기본부 2단계가 있는 터널중 추가적인 위험이(곡선터널 등) 예상되는 경우 출구부 조명을 기본부 밝기의 5배가 되도록 설치

5 기 대 효 과

□ 2017년까지 신설터널(164개소) 공사비 339억원 절감

□ 기본부 및 출구부 밝기 하향에 따른 전력료 15억원/년 절감

※ 공용노선은 “터널조명 운영개선 잠정시행(2012.5)”에 의거 기시행중

6 향후 추진계획

□ 신설 및 확장구간 설계시 반영

□ 현 시공중인 터널은 현장여건을 감안하여 설계변경 시행

붙 임 : 예산절감 세부 산출서 1부.

1 추 진 목 적

□ 고속도로 LED 조명등 확대 설치에 따른 LED 디밍제어시스템[1] 도입 및 최적의 운영방안 도출

□ 고압등 **디밍제어 절감율(30%) 한계를 극복(LED 최대 80%)**하고, 에너지절감 및 고속도로 주행환경 개선을 도모코자 함

2 현실태 및 문제점

□ 고속도로 도로조명 현황 [단위 : EA]

합 계	터널등	가로등	비 고
612,800	519,600	93,200	

* 2014년 LED 조명등 7,794EA(터널등 6,691EA, 가로등 1,103EA) 설치

□ 에너지 소비 현황 [2014년 기준]

구 분	전기사용량		전기요금		비 고
	(MWh)	(%)	(억원)	(%)	
총 계	**347,430**	**100**	**483**	**100**	
터널등	157,350	45	208	43	
가로등	60,987	18	82	17	
건 물	98,767	28	128	27	
제트팬	15,685	5	41	8	
기 타	14,641	4	24	5	

* 도로조명은 전체 전기사용량의 63%(290억/년) 비중을 차지함

1) 디밍제어시스템 : 전압, 전류 등 전기적 특성을 이용하여 광원의 밝기를 자동으로 조절하는 시스템

□ 디밍제어시스템 설치 현황

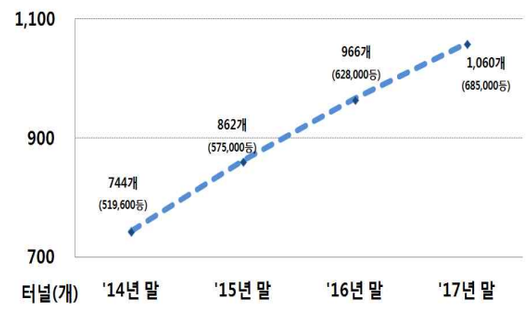
합 계	터 널	가로등	비 고
22개소	육십령, 죽령	본선(7), 나들목(10), 분기점(3)	고압등

* 세부 설치현황 : [별첨1 참조]

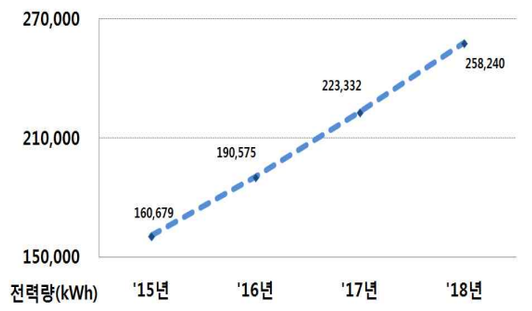
☞『도로안전시설 설치 및 관리지침』(2014. 2)
도로조명은 도로 교통 안전에 큰 영향을 주지 않는 범위 내에서 조광(디밍)제어 방법을 통하여 조명의 밝기를 조절할 수 있다.

□ 문제점

o 친환경 고속도로 건설에 따른 터널 급증 및 전기사용량 증가



[연도별 터널 증가 현황]



[연도별 전기 사용량 증가 현황]

* 2018년 전기사용량은 약 60% 증가 예상

o 고압등 디밍제어시스템은 고압등 램프의 점등 특성 및 제어 방식에 따라 전기사용량 절감에 한계(약 30%)가 있음

- 점등 특성 : AC 180V ~ 220V 이내 점등
- 제어 방식 : 분전반 전압제어(등기구 일괄 제어)
- 디밍 범위 : 70% ~ 100%

☞ **에너지절감 극대화를 위하여 등기구 개별 및 그룹 디밍제어가 최대 80% 가능한 LED 디밍제어시스템 도입 필요**

3 LED 디밍제어시스템 적용방안

□ 추진경위

o “LED 도로조명 디밍제어시스템 표준화” 연구용역 수행(‘13~’14)

o LED 도로조명 디밍제어시스템 개발 설명회 개최(‘14. 3)

o 디밍제어시스템 시험설치 및 효과분석(‘14. 10)

o LED 도로조명 디밍제어시스템 자문회의 개최(‘15. 1)

□ “LED 도로조명 디밍제어시스템 표준화“ 연구용역 결과에 따른 **시설물별 통신방식 선정** [별첨2 참조]

통신방식	LED 가로등	LED 터널등	비 고
전력선통신(PLC)	고속, 저속	고속	

☞ **저속 PLC의 국내 KS 표준 제정 및 업체간 제품의 호환성이 확대될 경우 추후 LED 터널등에 적용 검토**

4 LED 디밍제어시스템 운영방안

□ LED 가로등 디밍제어

o 설계 시 적용된 안전율 과조도(밝기) 디밍제어 감 운영(△ 41%)

- 절감효과 : 200백만원/년(‘18년 이후) [별첨3 참조]

o 노선별 실 교통용량[2]에 따른 디밍제어 감 운영(△ 26%)

- 절감효과 : 127백만원/년(‘18년 이후) [별첨3 참조]

☞『도로안전시설 설치 및 관리지침』(2014. 2)
에너지절약을 위해 조명시설은 시간교통량이 교통용량의 60%이상 이면 1cd/m^2로, 30-60%이면 0.75cd/m^2, 30%미만이면 0.5cd/m^2로 운영할수 있다.

2) 교통용량 : 도로의 한 지점 또는 일정구간을 일정 시간에 통과할 수 있는 최대 차량수

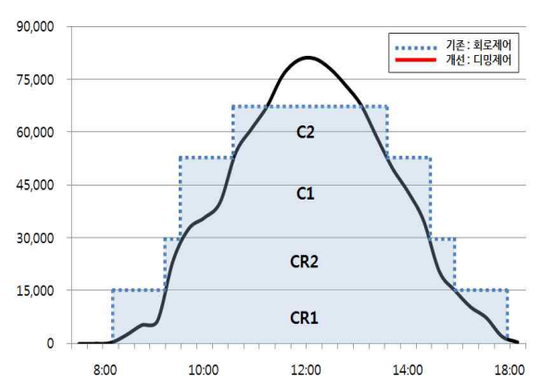
□ LED 터널등 디밍제어

o 설계 시 반영된 안전율 과조도(밝기) 디밍제어 감 운영(△ 41%)

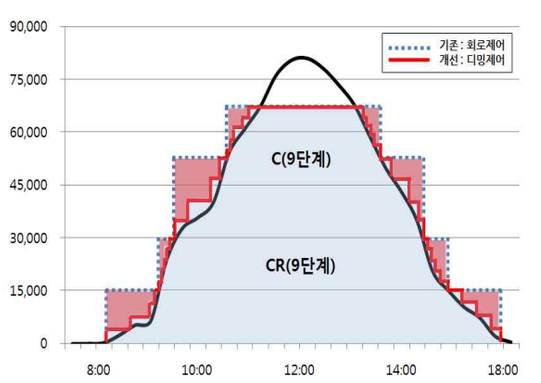
- 절감효과 : 3,309백만원/년('18년 이후) [별첨4 참조]

  * 현재 기존 터널등은 회로제어를 통하여 과조도 30% 감 운영 중

o 터널 입구부 조명등 점·소등 운영기준 개선(△ 9%)



[기존 : 4단계 회로제어]



[개선 : 18단계 디밍제어]

- 절감효과 : 762백만원/년('18년 이후) [별첨4 참조]

  * 세부 운영기준 [별첨5 참조]

o 노선별 실 교통량에 따른 기본부 밝기 디밍제어 시행(△ 6%)

- 기본부 밝기 설계기준 [100km/h 기준]

구 분	교통량(AADT)			비 고
	많 음	보 통	적 음	
밝기[cd/m^2]	11	9	7	

- 실 교통량에 따른 기본부 밝기 디밍제어 감운영

설계 교통량	실제 교통량	적용 밝기	비 고
많 음	보 통	9 cd/m^2	
보 통	적 음	7 cd/m^2	

- 절감효과 : 480백만원/년('18년 이후) [별첨4 참조]

5 향후 추진계획

□ 신설노선 LED 도로조명 디밍제어시스템 시행 [별첨6 참조]

o 울산포항 등 13개 노선 (155억원/416개소, 3년)

□ 디밍제어를 위한 “전기시설물 원격관리시스템” 업그레이드(2015년)

6 기 대 효 과

□ LED 디밍제어시스템 도입을 통한 에너지절감(49억/년) 및 유지보수비 절감(10억/년) [별첨7 참조]

□ LED 디밍제어를 통한 이력관리 및 유지관리 효율성 향상

9-3 기 타 휴게소 오수처리시설 원격관리시스템 개선방안

시설처-1187 (2015.04.23)

1 목 적

o 오수처리시설 원격관리시스템의 **내구성 향상 및 고장시설 신속조치**

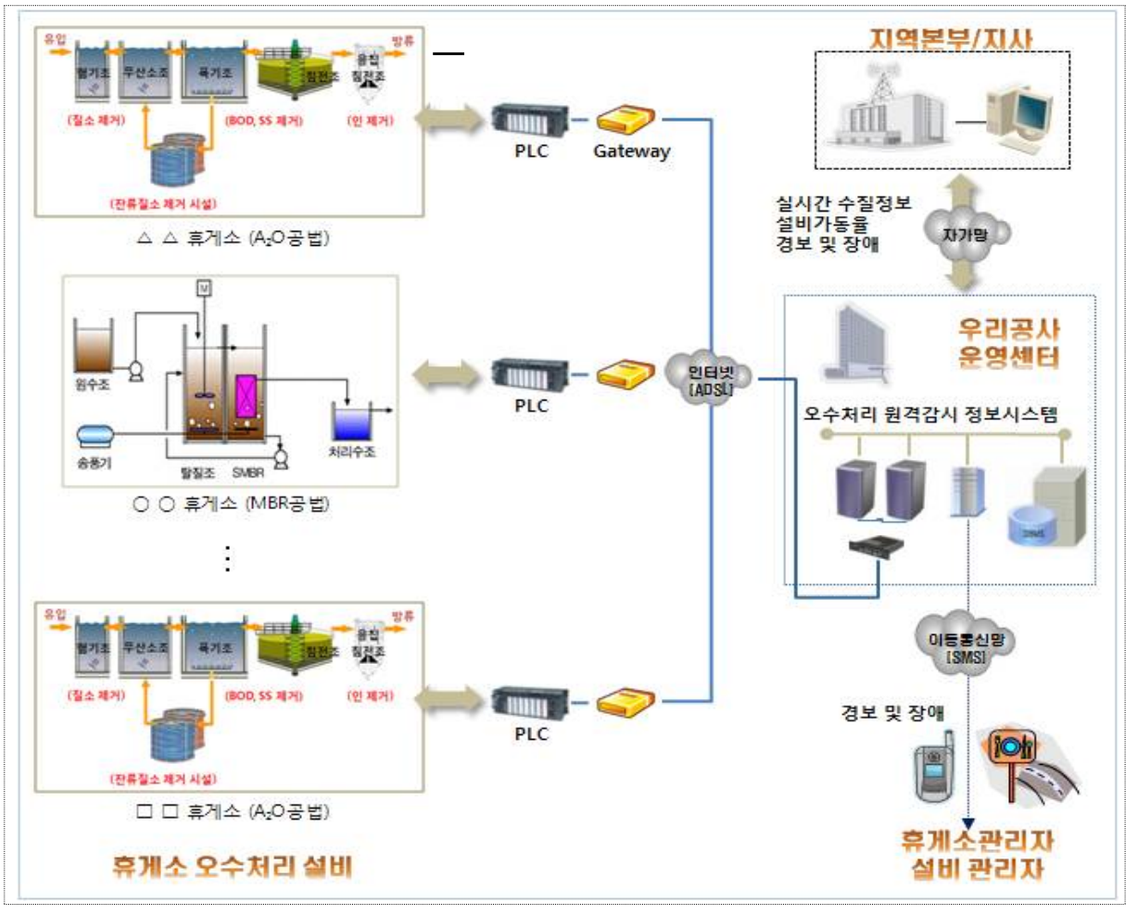
o 관리체계 개선을 통한 **시설기능 상시유지 및 관리효율성 향상**

· 감사실-1406호(2014.07.14) 관련

2 관리현황

□ 시스템 개요

- 오수처리시설 운전제어, 운영상태 감시, 유량·수질데이터 축적 등 효율적 관리를 위하여 PLC[1](원격제어반), 제어PC, 계측기기를 갖춘 시스템



1) PLC (Programable Logic Controller) : 컴퓨터 프로그램에 의한 시설제어

□ 설치개소

계	수도권	강원	대전충청	전북	광주전남	대구경북	부산경남
78개소	8	15	13	13	12	9	8

□ 운영지침

우리공사	휴게소 운영자
원격감시를 통한 관리감독	원격감시를 통한 시설제어, 입력 등 운영

3 문제점

□ **통신 장애시 현장시설 제어불가로 수질악화 유발**

- KT 통신망 사용으로 장애시 신속대응 한계
- 게이트웨이[1] 및 모뎀 통신장애시 관리자 조작복구 곤란

□ **낙뢰(서지) 및 오수가스에 의한 잦은 고장 발생**

- 각종 계측기류(유량계, DO·PH 등) 기능정지 및 수리지연
- 낙뢰(서지)시 피해 범위가 넓고 고장상태 방치사례 증가

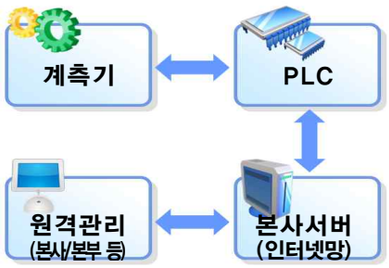
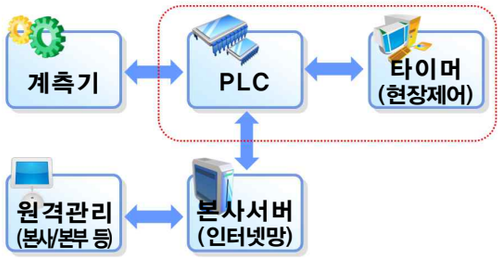
□ **원격관리 시스템 관리미숙 및 활용도 저하**

- 시설운영자 및 관리자의 낮은 관심도
- 현장 데이터를 기반으로 하는 오수처리 기술 미정착

1) 게이트웨이 (Gateway) : 서로다른 네트워크로 정보가 이동하기 위한 통로

4 개선방안

□ 시설개선 부문

구 분	당 초	개 선
제 어 시스템 보 완	 o 통신장애시 제어불가 o 수질악화, 현장조치 지연 원인	 o 통신 장애시 현장 직접제어가 가능토록 **제어용 타이머 설치** (※ 소요예산 : 약 1백만원/개소)
낙뢰,서지 보호시설 개선(SPD)	o SPD[1]관련 세부 설치지침 미비 - 등급, 용량, 수량 등 적정 규격 미적용 - 기능 상실시설 계속 사용 (일반적으로 3~10회 낙뢰 피해시 기능상실로 교체필수) (※ 소요예산 : 약 1백만원/개소)	o **SPD관련 세부 설치 지침 수립** - 시스템 특성에 맞추어 4개 이상설치 (전기·PLC제어반, 통신용 구분) - 전원품질 및 서지모니터링 기능 (전압파형 모니터링, 서지침입 이벤트 시간기록, 온도측정, 자가진단 확인 기능) (※ 소요예산 : 약 4백만원/개소)
고장수리	o 고장수리 절차 불명확	o **시설별 투자기준 수립** 시설명 / 투자기준 / 주관 PLC교체 / 내용연수 7년 초과시 (자본적 지출) / 도공 PLC보수, 유량계·계측기교체(수리) / 일상적인 유지보수 (비용적 지출) / 휴게소 운영자 (※ 시설처-2744, 2014.9.29)

1) SPD (Surge Protective Device) : 낙뢰(서지) 보호시설

□ 관리개선 부문

구 분	당 초	개 선
시스템 활용도 제 고	o 원격관리시스템 운영지침 미비	o **시스템 접속 확인 기능 추가** - 도공 담당자, 휴게소 운영자의 접속 여부 확인 가능토록 시스템 보완 o **점검결과 조치위한 운영지침 보완**(붙임) - 고장, 문제점 확인시 휴게소 운영자에 조치 요구

5 조치계획

□ 부서(기관)별 조치사항

구 분	내 용	비 고
신설개소 시설개선	개선기준 설계반영 및 공사 시행	시설처
원격관리 프로그램 보완	'오수처리원격관리시스템' 접속 확인기능 추가	정보처

※ 기존 오수처리시설은 현 상태에서 관리하되 타이머, SPD 등 추가 보완 희망시 휴게소 부담으로 설치 권장

붙 임 : 1. 원격관리시스템 설치현황 1부
2. 원격관리시스템 운영지침 1부
3. SPD(서지보호시설) 및 제어용 타이머 설치 규격 1부

1 추 진 배 경

□ 터널 소화기 표지등에 대한 시인성을 개선하여 이용객의 안전성 향상

□ 외국인, 문맹자 등 모든 고객이 쉽게 인지하여 화재 시 신속대응

2 현 실 태

□ 관련근거 : 도로터널방재시설 설치 및 관리지침(국토교통부 예규)

- 소화기구
  ① 소화기구의 설치간격은 50m 이하로 하고 주행차로의 측벽에 설치하는 것을 원칙으로 한다.
  ② 소화기구함은 **'소화기'라고 조명식 표지판**을 부착하여 사용자가 쉽게 인지할 수 있도록 한다

□ 소화기 표지등 현황

[단위 : EA]

구 분	계	수도권	강원	충청	전북	전남	경북	경남
수 량	14,695	1,086	5,116	914	1,178	3,227	1,532	1,642

□ 추진경과

구분	2003년 이전	2003년~2007년	2007년 이후
형태			
규격	192(W)×370(L)×143(D)mm	200(W)×420(L)×225(D)mm	
광원	형광등(10W)	형광등(13W×2)	LED(12W)
기타	-	방수구조	방진방수(IP67), 예비전원내장

□ 문 제 점

o "소화기"의 한글 표기에 대한 문맹자나 외국인의 인지 부족으로 화재발생시 신속한 초동대처의 어려움 발생

o 긴급전화 표지등과 소화기 표지등의 서로 상이하여 일관성 유지 필요

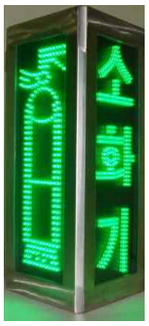
[터널 소화기 표지등 설치현황]

3 개 선 방 안

□ 국내·외 설치사례 검토

o 국내의 경우 대부분 “소화기”라는 한글표기와 이미지를 혼용

o 국외의 경우 긴급전화와 소화기 표지등은 서로 다른 색상으로 적용

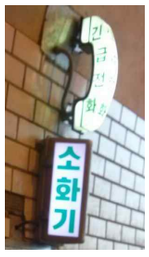
구분	국내		국외		
설치 사례					
	국도 (지하차도)	국도 (터널)	프랑스 (몽블랑터널)	스위스 (고타드터널)	미국 (칼데콧터널)

□ 개선방안

o 국내·외 적용사례와 같이 “소화기”라는 한글표기에 이미지를 추가하여 이용객이 쉽게 알아볼 수 있도록 시인성 개선

o 터널 내 긴급전화 표지등과 소화기 표지등을 통합하여 일관성 유지

o 통합 표지등의 긴급전화 색상을 적색의 보색인 청록색으로 변경하여 대비효과 향상

구분	소화기 표지등		통합 표지등	
	당초	개선	당초	개선
내용				

※ 소화기 표지등의 외함 규격 및 금액은 기존과 동일

[통합 표지등 설치에 따른 예산 절감 : 공사비(1,177백만원/3년), 유지관리비 (98백만원/3년)]

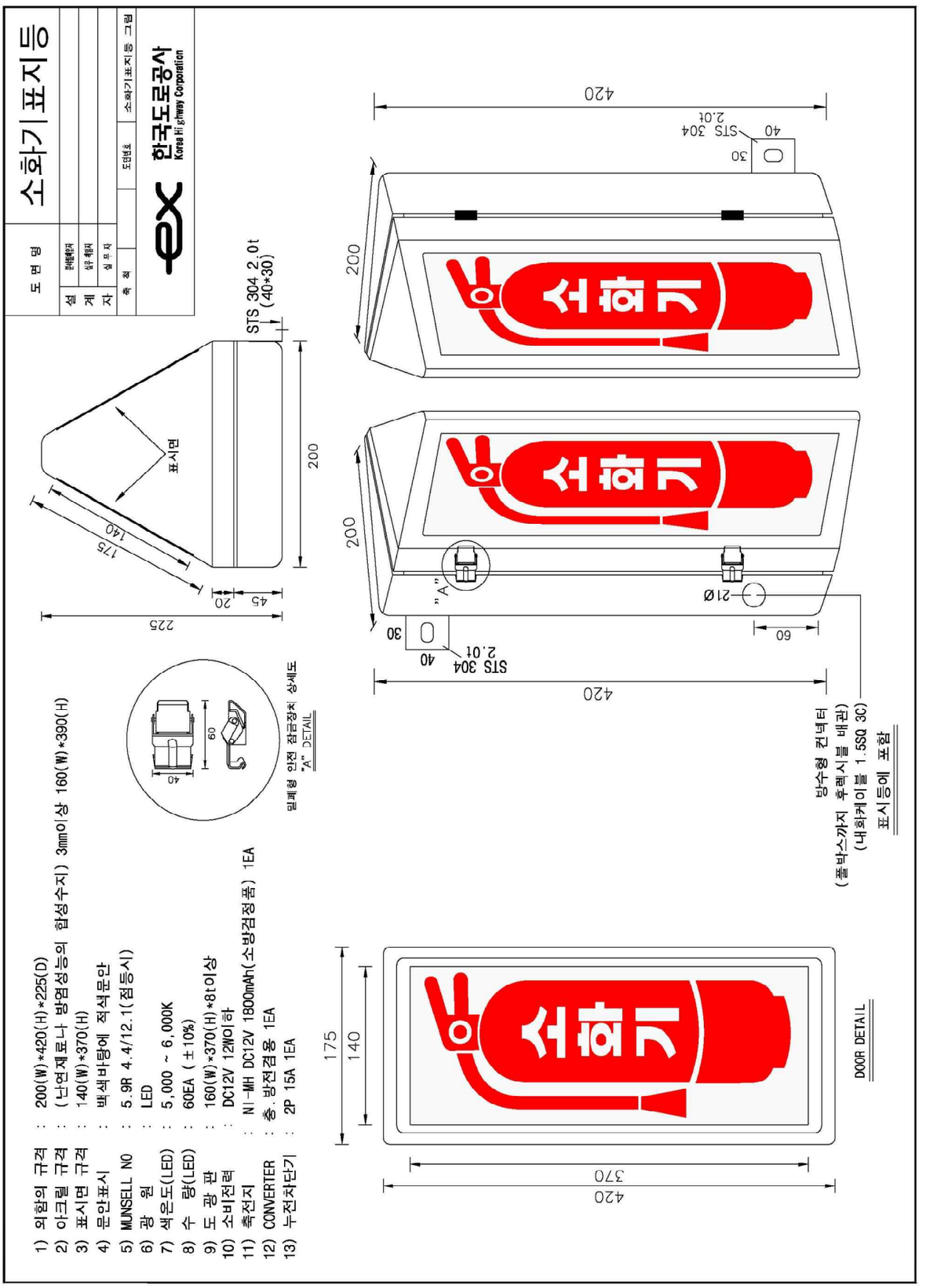
4 추 진 계 획

□ 향후 개선된 표지등으로 설계 시행

□ 현재 시행중인 신설 및 확장노선 현장여건 감안하여 설계변경 시행

붙 임 : 소화기 표지등 도면. 끝.

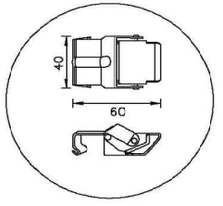
[붙　임] 소화기 표지등 도면


소화기 표지등
도 면 명
한국도로공사
Korea Highway Corporation
소화기표지등 그림
도면번호
축 척
설계자
1) 외함의 규격 : 200(W)*420(H)*225(D)
2) 아크릴 규격 : (난연재료나 방염성능의 합성수지) 3mm이상 160(W)*390(H)
3) 표시면 규격 : 140(W)*370(H)
4) 문안표시 : 백색바탕에 적색문안
5) MUNSELL NO : 5.9R 4.4/12.1(점등시)
6) 광 원 : LED
7) 색온도(LED) : 5,000 ~ 6,000K
8) 수 량(LED) : 60EA (±10%)
9) 도 광 판 : 160(W)*370(H)*8t이상
10) 소비전력 : DC12V 12W이하
11) 축전지 : Ni-MH DC12V 1800mAh(소방검정품) 1EA
12) CONVERTER : 충.방전겸용 1EA
13) 누전차단기 : 2P 15A 1EA
표시면
밀폐형 안전 잠금장치 상세도 "A" DETAIL
STS 304 2.0t (40*30)
STS 304 2.0t
방수형 컨넥터 (폴박스까지 후렉시블 배관) (내화케이블 1.5SQ 3C)
DOOR DETAIL
표시등에 포함

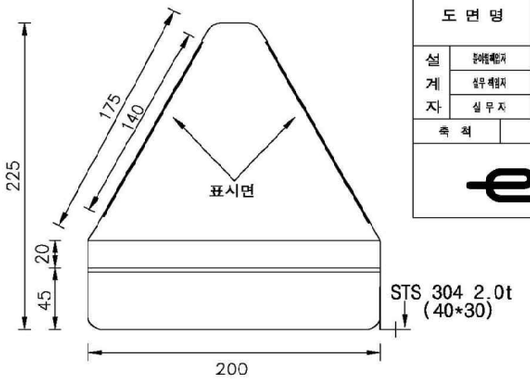
도 면 명	통합표지등
설	
계	
자	
축 척	도면번호 통합표지등

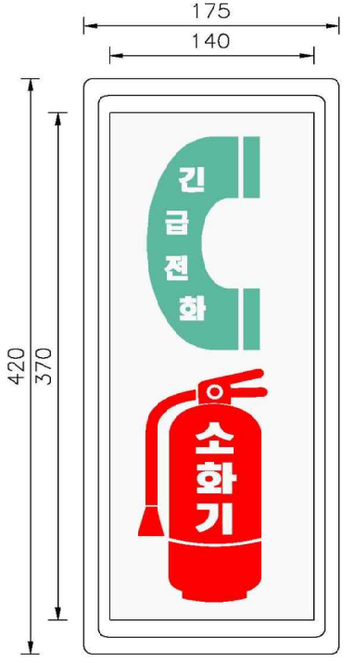
한국도로공사 Korea Highway Corporation

1) 외함의 규격 : 200(W)*420(H)*225(D)
2) 아크릴 규격 : (난연재료나 방염성능의 합성수지) 3mm이상 160(W)*390(H)
3) 표시면 규격 : 140(W)*370(H)
4) 문안표시 : 백색바탕에 소화기:적색문안, 긴급전화 : 청록색문안
5) MUNSELL NO : 소화기 : 5.9R 4.4/12.1(점등시)
   긴급전화:5.1BG 5.2/7.3(점등시)
6) 광 원 : LED
7) 색온도(LED) : 5,000 ~ 6,000K
8) 수 량(LED) : 60EA (±10%)
9) 도 광 판 : 160(W)*370(H)*8t이상
10) 소비전력 : DC12V 12W이하
11) 축전지 : NI-MH DC12V 1800mAh(소방검정품) 1EA
12) CONVERTER : 충.방전겸용 1EA
13) 누전차단기 : 2P 15A 1EA

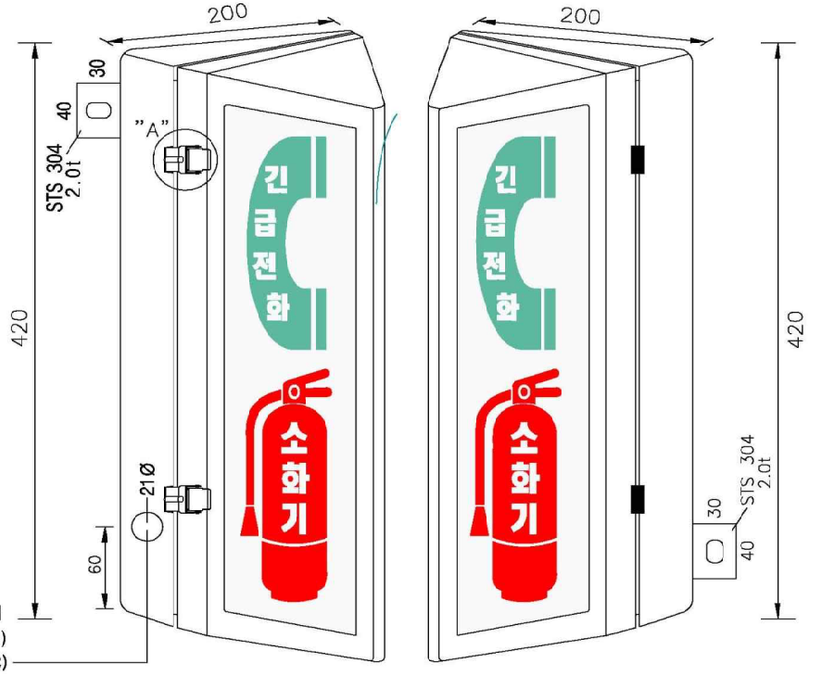


밀폐형 안전 잠금장치 상세도
"A" DETAIL





DOOR DETAIL



방수형 컨넥터
(풀박스까지 후렉시블 배관)
(내화케이블 1.5SQ 3C)
표시등에 포함

9-5 기 타 조경수목 재료할증 및 하자공제율 적용방안 개선

시설처-1951 (2015.06.29)

1 추진배경

□ 조경공사 원가계산시 자생수목 재료할증 적용기준 보완 필요

□ 기준의 단순화·명확화로 업무효율 증대

2 현실태 및 문제점

□ **조경수목 재료할증률 적용시 하자공제율과 상호보완 적용**

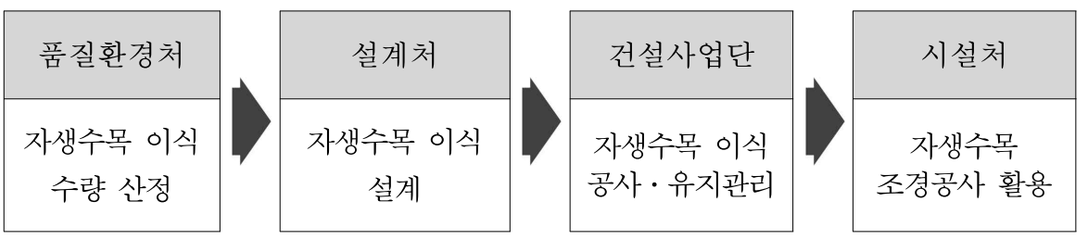
구 분	재료할증	하자공제율[3]	비고
도급	O	X	시공사
지급	O	X	도공
자생	X	O	자연상태의 야생수목
발생	X	O	도공 관리수목

□ **자생수목을 조경공사 인수·활용시 재료할증 적용**

☞ 현행기준은 '가식장에서 일정기간 활착한 수목'을 지급수목에 포함

☞ '자생수목' 용어·범위에 대한 착오로 재료할증 적용 사례 발생

※ 자생수목 이식 및 활용 흐름도



3) 하자공제율 : 수종에 따른 규격별 수량대비 10% 하자보수 면제

3 개 선 방 안

□ 수목 분류별 적용범위 조정 및 자생수목 재료할증 미계상

구 분	당 초	개 선	비고
도급	o 도급사 구입 수목	좌 동	
지급	o 발주처 지급 수목 - 전주수목원 등 일정포지에서 생산한 수목 - 가식장에서 일정기간 활착한 수목	o 발주처 지급 수목 **- 도공수목원 묘포장·포지에서 생산한 수목** **- 발주처 직접구매 수목**	
자생	o 자연상태 그대로 자란 야생 상태의 수목	o 자연상태 그대로 자란 야생 상태의 수목 **o 건설구간 자생수목가식장 수목**	
발생	o 관리대상 수목 중 확장공사 등의 사유로 발생된 수목	o 관리대상 수목 중 확장공사 등의 사유로 발생된 수목 **o 가식장 식재 후 조경공사에 재활용하는 수목**	

4 기 대 효 과

□ 자생수목 설계·공사·유지관리 업무의 효율성 증대

□ 수목분류별 적용범위 명확화로 공사관련 민원발생 예방

붙 임 : 조경수목 재료할증 및 하자공제율 적용기준 신구대비표

[붙 임]

조경수목 재료할증 및 하자공제율 적용기준 신구대비표

<table>
<tr><th>구 분</th><th>당 초</th><th>개 선</th></tr>
<tr><td>조경실무 I
실무지침
109page</td><td>
4) 조경공사 수목 하자공제율 적용기준
가) 하자공제율 표
<table>
<tr><th>구분</th><th>고사율에 따른 하자공제율
(수종별, 규격별 수량대비)</th><th>비고</th></tr>
<tr><td>도급수목</td><td>없음</td><td>수목할증
가산</td></tr>
<tr><td>지급수목</td><td>없음</td><td>〃</td></tr>
<tr><td>자생수목</td><td>10%</td><td>수목할증
없음</td></tr>
<tr><td>발생수목</td><td>10%</td><td>〃</td></tr>
</table>
나) 하자공제율 관련 용어
①도급수목 : 도급사에서 구입하는 수목
②지급수목 : 발주처에서 지급하는 수목으로
- 전주수목원 등 일정포지에서 생산한 수목
- 가식장에서 일정기간 활착한 수목
③자생수목 : 자연상태 그대로 자란 야생상태의 수목
④발생수목 : 관리대상 수목 중 확장공사 등의 사유로 발생된 수목
</td><td>
4) 조경수목 재료할증 및 하자공제율 적용방안
가) 하자공제율 표
<table>
<tr><th>구분</th><th>고사율에 따른 하자공제율
(수종별, 규격별 수량대비)</th><th>할증적용</th></tr>
<tr><td>도급수목</td><td>없음</td><td>재료할증
가산</td></tr>
<tr><td>지급수목</td><td>없음</td><td>〃</td></tr>
<tr><td>자생수목</td><td>10%</td><td>재료할증
없음</td></tr>
<tr><td>발생수목</td><td>10%</td><td>〃</td></tr>
</table>
나) 관련 용어
①도급수목 : 도급사에서 구입하는 수목
②지급수목 : 발주처에서 지급하는 수목으로
- 도공수목원 묘포장·포지에서 생산한 수목
- 발주처 직접구매 수목
③자생수목
- 자연상태 그대로 자란 야생상태의 수목
- 건설구간 자생수목가식장 수목
④발생수목
- 관리대상 수목 중 확장공사 등의 사유로 발생된 수목
- 가식장 식재 후 조경공사에 재활용 하는 수목
</td></tr>
</table>

9-6 기 타 조경공사용 부자재 적용기준 개선(안)

시설처-2160 (2015.07.17)

1 추진배경

□ 환경유해성 논란 있는 고무바를 자연부식 되는 천연자재로 대체하여 자연환경 보호 및 친환경기업 이미지 제고

□ 버팀목 규격 개선으로 시공성 및 공사관리 업무 효율 증대

2 현실태 및 문제점

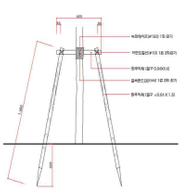
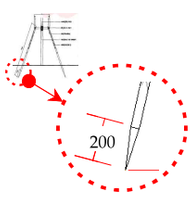
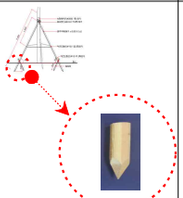
□ 수목 뿌리 분감기용 자재인 고무바의 환경유해성 논란 지속

☞ 수목보호 위해 일부 존치된 고무바는 폐기물이 아니라는 환경부의 해석에도 일반국민은 부정적으로 인식

※ 【2012.9.18. KBS 뉴스광장】
- 고무바로 뿌리묶인 가로수, 강풍에 취약하며 고사위험성 높고, 토양오염도 우려되는 상황

☞ 썩지 않는 고무바를 자연부식되는 천연 고무밴드로 대체사용 필요

□ 버팀목 자재규격이 전문시방서('05)와 현행기준('15)이 서로 다르고, 시공시 마구리 형태 및 말뚝목 규격 확인 등 공사관리에 어려움

이각형 빗깍기 규격		삼각형 마구리 형태		말뚝목 규격
현행기준	전문시방서	현행	시중생산	
				삼각대형(Φ0.08x0.5m) 삼각A형(Φ0.06x0.5m)
빗깍기길이 없음	빗깍기길이 200mm	원뿔형태	직각형태	규격개선 필요

☞ 버팀목 자재 원주직재의 빗깍기·마구리 및 말뚝목 규격 개선 필요

3 개선방안

□ 식재 및 이식공사시 천연결속재 사용, 고무바 사용 지양

o 수목분류별 사용방법

구 분	사 용 방 법	비고
도급	천연결속재가 아닌 고무바 사용된 수목 반입 금지	
지급	천연결속재 사용	
자생	가식장 식재시 고무바 사용 가능(본 이식 후 고무바 제거) 필요시 천연결속재 사용	
발생	〃	

□ 공사관리 및 시공능률 향상 위한 버팀목 자재기준 개선

구 분	당 초	개 선	비고
빗깍기규격 (이각A/B형,말뚝목)	-	100mm이상	전문시방서 준용
원주직재 마구리 (삼각대/A형)	원뿔형태	직각형태	
말뚝목규격	삼각대형(Φ0.08x0.5m) 삼각A형(Φ0.06x0.5m)	삼각대형 및 삼각A형 (Φ0.05x0.5m)	시공능률 향상

4 기대효과

□ 토양내 자연부식되어 환경오염 우려 없는 천연결속재의 사용으로 친환경 기업이미지 제고

□ 단순화된 버팀목 자재기준 마련으로 시공성 및 업무 효율 향상

9-7 기 타 건설중인 고속도로의 설계변경 관리절차 개선방안

건설처-3512 (2015.07.22)

1 검토배경

o 고속도로 주요 시설물(교량, 터널)의 형식변경 등 설계변경사항 발생 시 현행 절차상의 문제점을 분석하고 이에 대한 개선방안을 마련함으로서 신속한 의사결정 및 효율적인 건설공사 추진을 도모하고자 함

※ 설계변경으로 반영된 파형강판 구조물 붕락사고 발생 ('15. 4월)

☞ 공사 중 주요 구조물 공법 변경시 필히 설계심의 받고 변경할 수 있도록 설계심의 대상을 확대하는 방안 강구【감사실-1065 (2015.06.01)】

2 현행 기준 및 절차

□ 설계변경 심의

o 설계변경 심의 절차 【설계심의 절차 개선 방안(기술심사처-1028, 2012.05.17)】

심의요청 (사업단) → **검 토*** (건설처) → **심 의** (기술심사처) → **결과통보** (건설처→사업단) → **조치계획 보고** (사업단→건설처→심사처)

* 설계심의 주관부서로 문서 이송시 **검토의견서** 첨부
  - 행정적 검토사항(인허가, 계약내용, 특허관련 분쟁 등)에 대한 처리결과
  - 설계자문 또는 심의 대상여부, 설계심의 시행 시 주안점 또는 고려가 필요한 사항 등

o 설계변경 심의 대상 시설물 【공사관리규정 제11조 4호】

4. 총공사비가 100억원 이상인 건설공사의 공법변경 등 중대한 설계변경의 적정성에 관한 다음 각 목의 사항

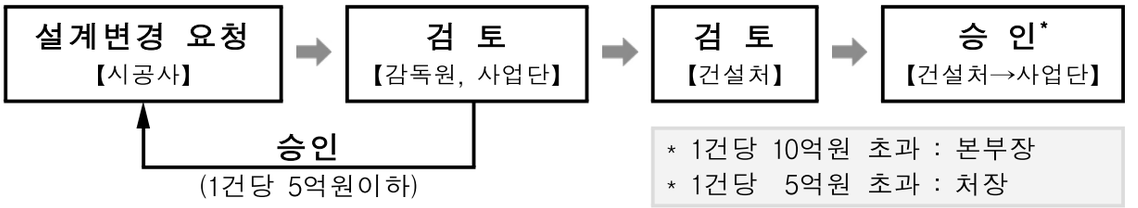
   가. 선형, 출입시설, 분기점, 요금소, 휴게소 등의 시설 규모와 기능상 중요한 부분의 변경 또는 신설·폐지에 관한 사항

   나.「시설물의 안전관리에 관한 특별법」상의 교량 1종·2종, 터널 1종 시설물의 구조 및 공법의 중요한 변경 또는 신설·폐지에 관한 사항

   다. 절토사면의 안정에 관한 사항 등 공사시행부서의 장이 필요하다고 인정하여 요청한 사항

□ 설계변경 승인

o 설계변경 승인 절차 【공사관리규정 제80조, 위임전결규정 별표】



o 실정승인 【공사계약일반조건 제19조 ③항】

> ③ 제1항의 규정에 의한 설계변경은 그 설계변경이 필요한 부분의 시공전에 완료하여야 한다. 다만, 계약담당자는 공정이행의 지연으로 품질저하가 우려되는 등 긴급하게 공사를 수행할 필요가 있는 때에는 계약상대자와 협의하여 설계변경의 시기 등을 명확히 정하고, 설계변경을 완료하기 전에 우선시공을 하게 할 수 있다.

3 문 제 점

□ 주요 설계변경 사항에 대한 설계심의 대상 누락

o 현행 규정상 설계심의 대상은 “기능상 중요한 부분의 변경”, “교량 1·2종, 터널 1종 시설물의 구조 및 공법변경”, “공사시행부서의 장이 필요하다고 인정하여 요청한 사항”로서 **모든 고속도로 시설물의 주요 변경사항 발생시 설계심의가 가능**하나,

o 공사시행부서에서의 설계심의 대상에 대해 주관적으로 판단하여 1·2종을 제외한 기타교량, 2종 터널, 기타 본선횡단 시설물 등의 공법변경 등 **주요 변경사항에 대해 설계심의를 받지 않는 경우 발생**

□ 주요 설계변경 사항에 대한 객관적인 검증 부족

o 현행 규정상 5억원 이하의 설계변경 사항에 대하여는 사업단 자체적으로 설계변경을 승인하여 주요 시설물의 공법변경 등에 대한 객관적이고 공정한 검증절차 없이 신속성, 효율성 위주의 설계변경 검토가 이루어질 경우 고속도로 시설물의 안전에 심각한 문제 발생 우려

4 개선방안

주요시설물(교량, 터널)의 설계변경 관리절차 개선
- 공사주관부서와의 사전협의 절차 마련

□ 목 적

o 공사주관부서와의 사전협의 절차 마련을 통한 공법변경 등 주요 설계변경건에 대한 객관적이고 신속한 의사결정 가능

□ 개선방향

업무절차	현 행 (As-Is)	개 선 (To-Be)	비고
1 설계변경 사전협의	-	▪ 설계변경 사전협의 요청 - 사업단 → 본사 ▪ 협의대상 - 교량, 터널의 변경사항	
2 설계변경 심의	▪ 심의대상(설계변경 사항) - 기능상의 중요한 부분의 변경 - 교량 1·2종, 터널 1종 시설물의 구조 및 공법 변경 - 공사시행부서가 요청한 사항	▪ 심의대상(설계변경 사항) - (좌동) - **(추가)** '1'에 의하여 **공사주관부서**에서 설계심의가 필요하다고 결정된 사항	
3 설계변경 승인	▪ 설계변경 승인대상 - 1건당 5억원 이하 : 사업단 - 1건당 5억원 초과 : 처장 - 1건당 10억원 초과 : 본부장	(좌 동)	
4 계약금액 조정승인	▪ 계약금액 조정 승인대상 - 1건당 5억원 이하 : 팀장 - 1건당 5억원 초과 : 처장 - 1건당 10억원 초과 : 본부장	(좌 동)	

□ 사전협의 대상

o 교량, 터널의 형식변경에 관한 설계변경 사항

o 교량, 터널의 당초 설계에 적용된 신기술, 신공법 또는 특허공법을 변경하고자 할 경우

o 교량, 터널에 대하여 새로운 신기술, 신공법 또는 특허공법을 적용하고자 할 경우

o 사전협의 대상여부 판단시 주의사항

- 교량, 터널은「시설물의 안전관리에 관한 특별법」상의 1,2종에 대한 구분 없이 전체 교량, 터널에 대하여 적용
- 위임전결 규정상의 공사비 증감액의 규모와 상관없이 적용

*** 1종 및 2종 시설물의 범위** (시설물의 안전관리에 관한 특별법 시행령 별표 1)

구분	1종 시설물	2종 시설물	비고
교량	▪ 현수교, 사장교, 아치교, 트러스교 ▪ 최대 경간장 50m 이상(한 경간 교량 제외) ▪ 연장 500m 이상	▪ 경간장 50m 이상인 한 경간 교량 ▪ 연장 100m 이상	
터널	▪ 연장 1,000m 이상 ▪ 3차로 이상	▪ 1종 시설물에 해당하지 않는 고속도로 터널	

□ 협의절차

①협의 요청 【사업단】 → **②적정성 검토** 【건설처】 → **③결과통보** 【건설처】 → **④설계변경 추진** 【사업단】

① **설계변경 사전협의 요청** (사업단→건설처)

- 설계변경 업무 추진전 설계변경의 적정성을 판단할 수 있는 개략 검토자료* 첨부

※ 사전협의 절차 이행전 세부실시설계 등 관련업무 추진 금지

* 설계변경 사전협의 요청서 양식 (별첨#1)

- 변경사유, 변경내용 (개요, 공사비증감, 대안비교(2~3개)자료 등 검토내용)
- 향후 설계변경 관련업무 추진계획 (실정승인, 설계심의, 계약금액조정 승인 등)

② **설계변경 적정성 검토** (건설처)

- (검 토 자) 건설처 노선담당자
- (검토내용) 공법변경 등 설계변경의 타당성, 설계심의 시행 필요성, 경제성 등

  * 설계심의 대상(공사관리규정 제11조 4호 '나'목)인 '교량 1·2종, 터널 1종 시설물'에 해당하지 않는 **기타 교량**[1], **터널**[2]에 대하여 설계심의 필요성 여부를 공사주관부서에서 판단

  → 공사관리규정 제11조 4호 '다'목에 의거하여 설계심의 실시
  (공사시행부서의 장이 필요하다고 인정하여 요청한 사항)

  주1) 연장 100m미만 교량 (경간장 50m 미만)
  주2) 연장 1000m미만 터널 (2차로 이하)

③ **설계변경 적정성 검토결과 통보** (건설처→사업단)

- (통보기한) 설계변경 사전협의 요청 공문 접수일로부터 14일 이내
  * 별도검토 또는 자문을 구해야 할 경우 등 필요시 기간연장 가능
- (통보내용) 설계변경 적성여부, 설계심의 필요여부 등 (별첨#2)

□ **적용방안** : 본 방침 시행일로부터 적용

5 기대효과

o 사전협의 절차 마련을 통한 설계변경 업무의 공정성 확보 및 효율적인 건설공사 추진 도모

o 주요 시설물의 공법 선정의 객관성 확보 및 신속한 의사결정

[별첨 #1]

설계변경 사전협의 요청서

건 명 : OO교량 상부형식 변경

□ 공사개요

공 사 명	고속국도 제00호선 00~00간 건설공사 제0공구
현장소재지	00도 00군 00면 00리 00-0번지
업 체 명	OO건설(주) (대표자 : OOO) (90) (주)OO토건 (대표자 : OOO) (10) (공동이행방식)
공 사 기 간	2009. 3. ~ 2015. 12 (금차 : 2014. 2. 10 ~ 2014. 11. 28)
공 사 금 액	총 0,000,000,000원 (금차 : 00,000.000원)

□ 설계변경 개요

○ 설계변경 사유 (관련근거와 사유를 명확히 제시)

○ 변경내용

- 변경 개요 (공법, 형식, 수량 등 변경내용)
- 공사비 증감 (개량 공사비 증감액)
- 검토 내용

(현장여건, 대안별 장·단점 비교 등 검토자료)

□ 향후 추진계획

- 설계변경 관련 업무 추진계획

(실정승인, 설계심의 시행계획, 설계변경 승인, 계약변경, 공사추진 계획 등에 대한 향후 일정)

□ 기타자료

- 관련지침 등 기타 참고자료

[별첨 #2]

설계변경 사전협의 검토결과 통보서

□ **공 사 명** : 고속국도 제00호선 00~00간 건설공사 제0공구

□ **건　　명** : OO교량(또는 터널) 형식 변경

□ **설계변경 개요**

○ 설계변경 사유 :

○ 변경내용

- 변경 개요 :

- 공사비 √증감 :

□ **검토결과** : □ 적　정　　□ 부적정　　□ 보완필요

- 설계변√경의 적정성, 부적정 또는 보완필요 사유

□ **설계심의** : □ 필　요　　□ 불필요

- 설계심의 미시행시 필요 또는 불필요 사유

예시 1.) 00교량은 연장 45m인 단경간 교량으로 시특법상 1,2종 교량에 해당되지 않으나, 상부공 구조형식을 변경하는 경우로 설계심의가 필요하다고 판단됨.

예시 2.) 00터널은 연장 450m, 2차로 터널로 시특법상 2종 시설물에 해당되나, 특허공법을 신규 적용하는 경우로 설계심의가 필요하다고 판단됨.

예시 3.) △△터널은 연장 2,000m, 2차로 터널로 시특법상 2종 시설물에 해당되며, 원 설계에 적용된 신기술을 00공법으로 변경하는 경우로 설계심의가 필요하다고 판단됨.

□ **기타의견**

-

작업 효율성 및 내구성 향상을 위한 제설자재창고 표준도 개선방안

시설처-2228 (2015.07.27)

1 추진배경

□ 제설자재 보관창고의 작업효율성 향상을 위한 표준도 개선

□ 염화물 피해 발생에 따른 건물 내구성 보완 필요

2 현 실태 및 문제점

□ 천정크레인 배치를 위한 건축 보 설치 방향이 실내측으로 되어 작업 제약공간 발생

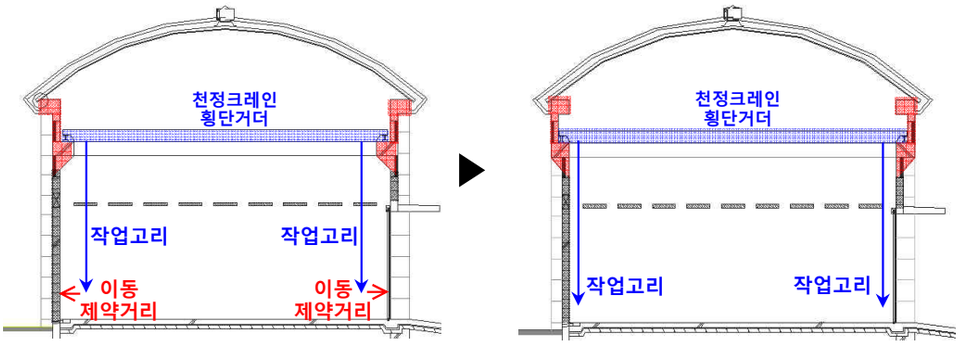
○ 천정크레인 이동 제약거리 편측 평균 1.2m 발생

○ 염화물 적재 및 상차 시 작업 효율성 저하

□ 창고 내부 염화물로 인하여 콘크리트 파손 및 철근부식 등 구조물 염해피해 발생

※ 건축 설계기준 개선 수립[시설처-3997호(2009.11.17)]

3 개선방안

<table>
<tr><th>구 분</th><th>< 당 초 ></th><th>< 개 선 ></th></tr>
<tr><td>제설창고
구조변경</td><td colspan="2"> 

▪ 건축 보 실내측 설치 ⇒ 건축 보 실외측 설치
▪ 건물 구조 보강 및 크레인 횡단거더 길이 조정</td></tr>
<tr><td>내구성
향상</td><td colspan="2">▪ 염화물 피해 최소화를 위해 콘크리트 설계기준 강도 강화
※ 콘크리트 소구조물 설계기준 개선[설계처-2328호(2013.8.1)]
<table>
<tr><th>최대 물-결합재비</th><th>최소 설계기준압축강도(MPa)</th></tr>
<tr><td>0.45</td><td>30</td></tr>
</table></td></tr>
</table>

4 향후 추진계획

□ 설 계 : 현 설계 노선부터 적용

○ 2016년 준공노선(설계중)

- 주문진-속초 : 양양지사(40×15m), 속초IC(30×15m)
- 삼척 - 동해 : 삼척IC(30×15m)
- 상주 - 영덕 : 청송지사(30×15m), 서의성IC(25×15m), 북의성IC(25×15m), 지품TN(30×15m)

○ 2017년 준공노선(설계예정)

- 동홍천-양양 : 내촌IC(40×15m), 인제IC(40×15m),
  서림IC(25×15m), 인제TN(25×15m)
- 부 산 외 곽 : 금정IC(15×12m)

□ 공　　사 : 현장 여건을 감안하여 적용 시행

- 담양 - 함양 : 함양IC(25×15m), 순창IC(25×15m)
- 함양 - 성산 : 거창IC(20×15m)
- 울산 - 포항 : 북울산IC(20×15m)

□ 기타사항

○ 교 통 처 : 제설자재창고 구조변경에 따른 천정크레인(횡단거더) 규격 변경

5 기대효과

□ 천정크레인의 이동 제약거리 최소화에 따른 제설작업 효율성 향상

□ 콘크리트 설계기준 강화에 의한 제설자재창고 내구성 향상

붙　　임 : 제설자재창고 표준도 변경(안) 1부.　끝.

9-9 기 타 휴게소 오수처리시설 슬러지 처리방법 개선

시설처-2336 (2015.08.12)

1 개선배경

□ 2012년부터 **해양투기 금지로 슬러지[1] 폐기에 어려움** 가중

⇒ 일부 지역 위탁처리비 급증(17→40천원/㎥), 슬러지 처리 지연 발생

□ 발생슬러지 **저비용 적기 처리를 위한 처리방식으로 개선** 필요

※ 하수도법
- 발생 슬러지는 반드시 지역 허가업체에서 수거 처리
- 불법 처리시 과태료 부과

2 관리실태

□ **처리현황**

처리시설	적정 슬러지 처리량	처리비용
102개소	61,355㎥/년	10.4억/2015년 기준

※ 실제로는 슬러지 발생량의 약 20%정도만 처리되는 것으로 추정

□ **문제점**

o 휴게소의 **슬러지 처리비 부담으로 미처리 또는 부족처리**

⇒ 처리조 내부 순환운전으로 수질악화 우려

o 저류조내 슬러지 **장기간 보관으로 악취 및 부식가스 발생**

⇒ 시설물 내구성 저하, 제어반 고장 등 유발

※ 1) 슬러지 : 하수처리과정에서 생기는 침전물로서 오니(汚泥)라고도 하며 수질관리를 위해 적정량을 제거해주어야 함

3 개선방안

□ 친환경 탈수처리방식 개발

o「탄산칼슘[1)]」을 이용한 탈수처리 성능 향상

⇒ 소석회(수분함량 80%) → 탄산칼슘(수분함량 60%)

o 탄산칼슘 혼입「탈수여액」의 오수처리 효율 향상

⇒ 중탄산 등 타 약품 대체 효과

※ 기존 방식 비교

기존(수거처리 방식)

[슬러지, 602㎥/년]

[수거차량]

개선(친환경 탈수처리 방식)

[탈수시설]

[탈수케익, 9㎥/년]

※ 강원본부 제안 2등급, 2015년 1차

□ 시험운영

o 장　　소 : 안성맞춤(평택)휴게소

o 기　　간 : 2014. 12월 이후 운영중

o 시 설 비 : 필터프레스 및 혼합탱크 등 1식(20백만원)

o 시설운영 : 기존 수질관리 위탁업체 상주관리자

o 운영결과

구 분	내　　용	비　고
처리효율 (㎎/ℓ)	o 오수처리 효율 향상으로 안정적 방류수질 유지 (증 45~55%)	T-N : 19.8→9.1 T-P : 1.60→0.85
운영비용 (백만원/년)	o 슬러지 처리비 : 10→0(Δ10) o 약품 구입비 : 11→8(Δ3)	중탄산[2)] 구입비 : 6→0 메탄올[3)] 구입비 : 5→4 탄산칼슘 구입비 : 0→4
시설운영	o 일4시간 주3회 작동(작동방법 간단) o 탈수케익은 인근 퇴비로 활용중	퇴비활용 곤란시 별도 위탁처리 가능

※ 1) 탄산칼슘 : 슬러지 고형화를 위해 첨가하는 혼화재 (기존 소석회 등에 비해 탈수효과 우수)

2) 중탄산 : 적정 알칼리도(ph6.5~8) 유지를 위해 투입하는 약품 (질산화 가능)

3) 메탄올 : 질소제거를 위해 투입하는 약품 (탈질 가능)

4 추진계획

□ **신규 시설 설계 개선 : 시설처(설비팀)**

o 슬러지 탈수처리장치 1식 추가

o 슬러지 농축조 및 저류조 축소

※ 시행중인 공사는 현장여건에 맞추어 설계변경

□ **기존 오수처리시설 보완**

o 휴게소 운영업체별 자체 검토 후 시행

5 기대효과

o 슬러지 적기 처리로 안정적인 수질관리

o 신규시설 처리조 용량 축소로 공사비 절감

⇒ Δ) 11백만원/개소(일 100㎥ 기준)

o 슬러지 처리비, 약품비 등 오수처리시설 운영비 절감

⇒ Δ) 13백만원/년(일 100㎥ 기준), 전체 102개소 13.2억

붙 임 : 1. 처리공정 비교 1부

2. 경제성 비교 1부

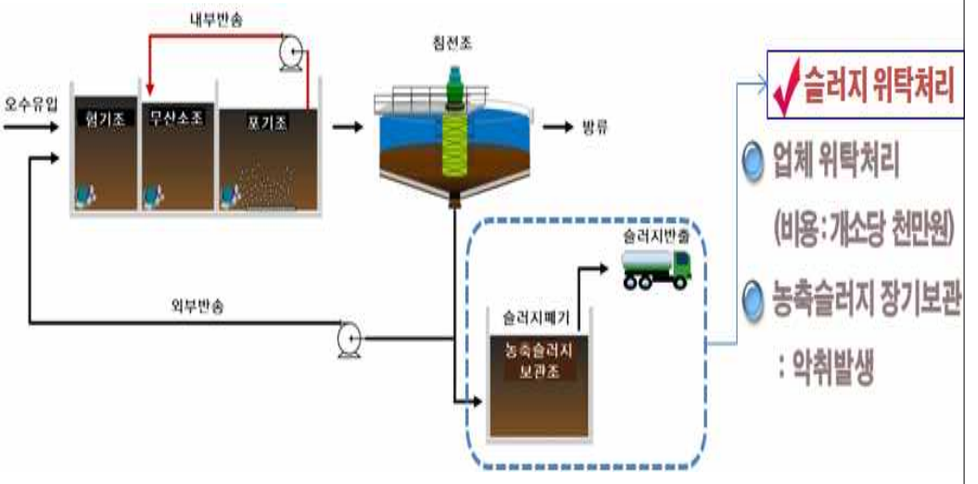
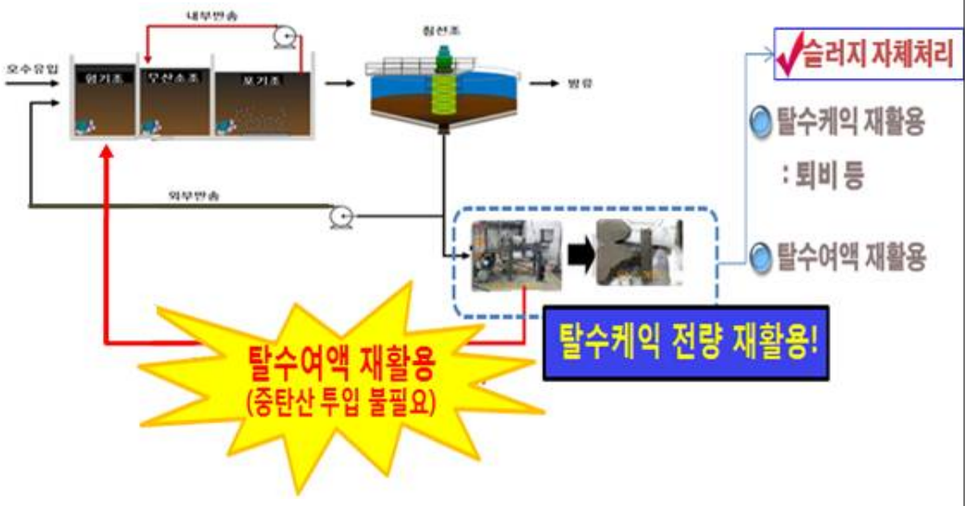
3. 시범운영 결과 세부 내용 1부

4. 슬러지 탈수처리 세부 도면 1부

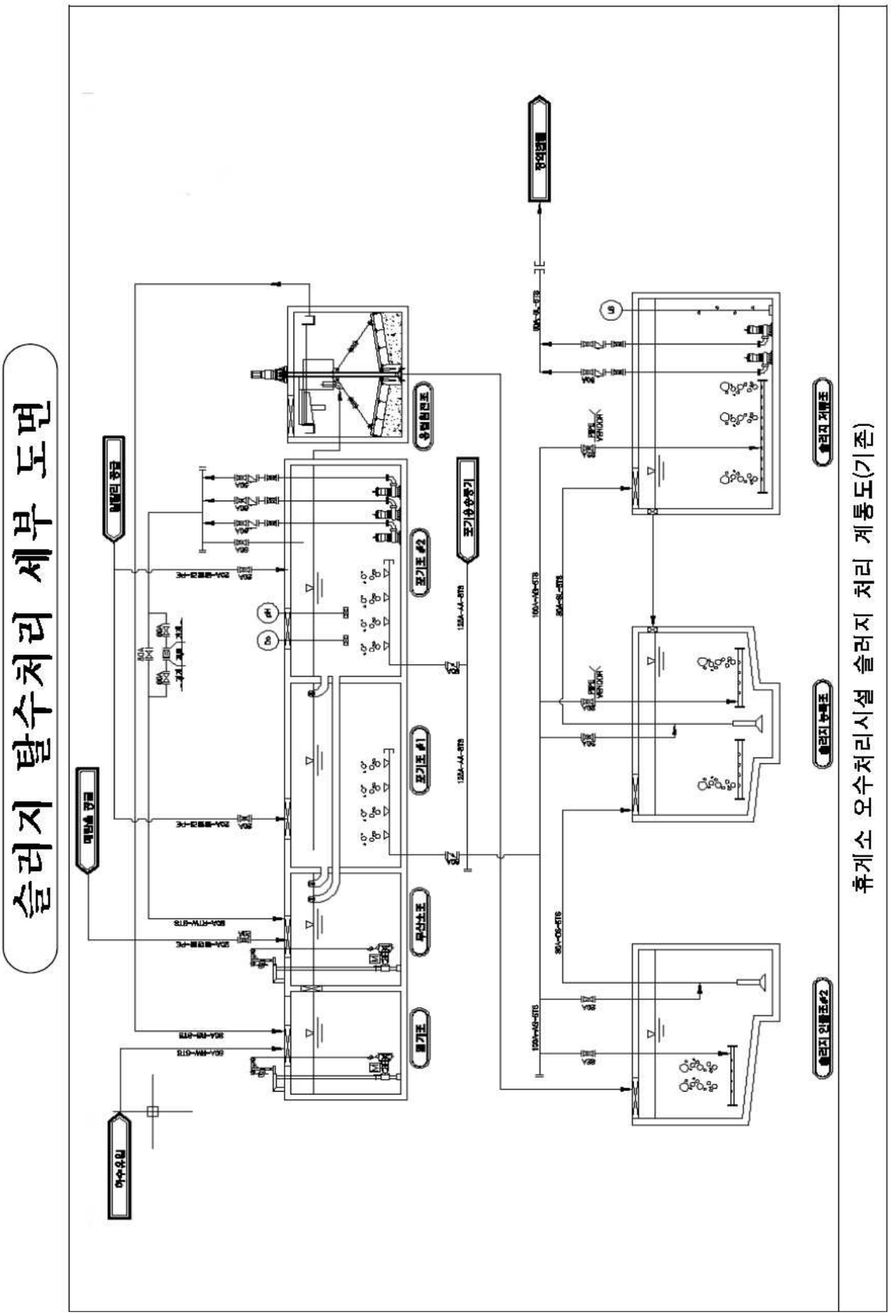
5. 탈수처리장치 세부 자료(사진, 시방서) 1부

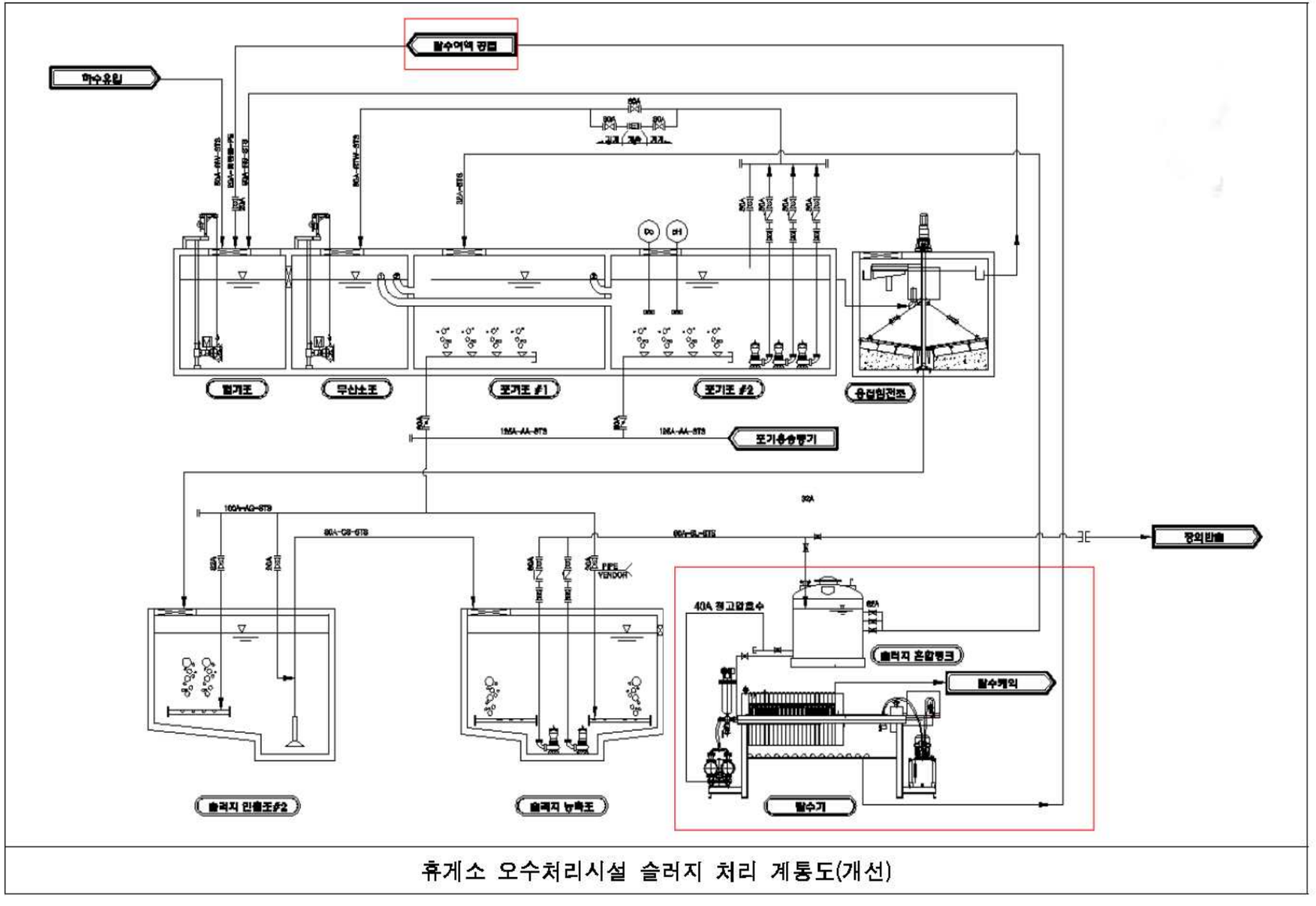
[붙임 #1]

처리공정 비교

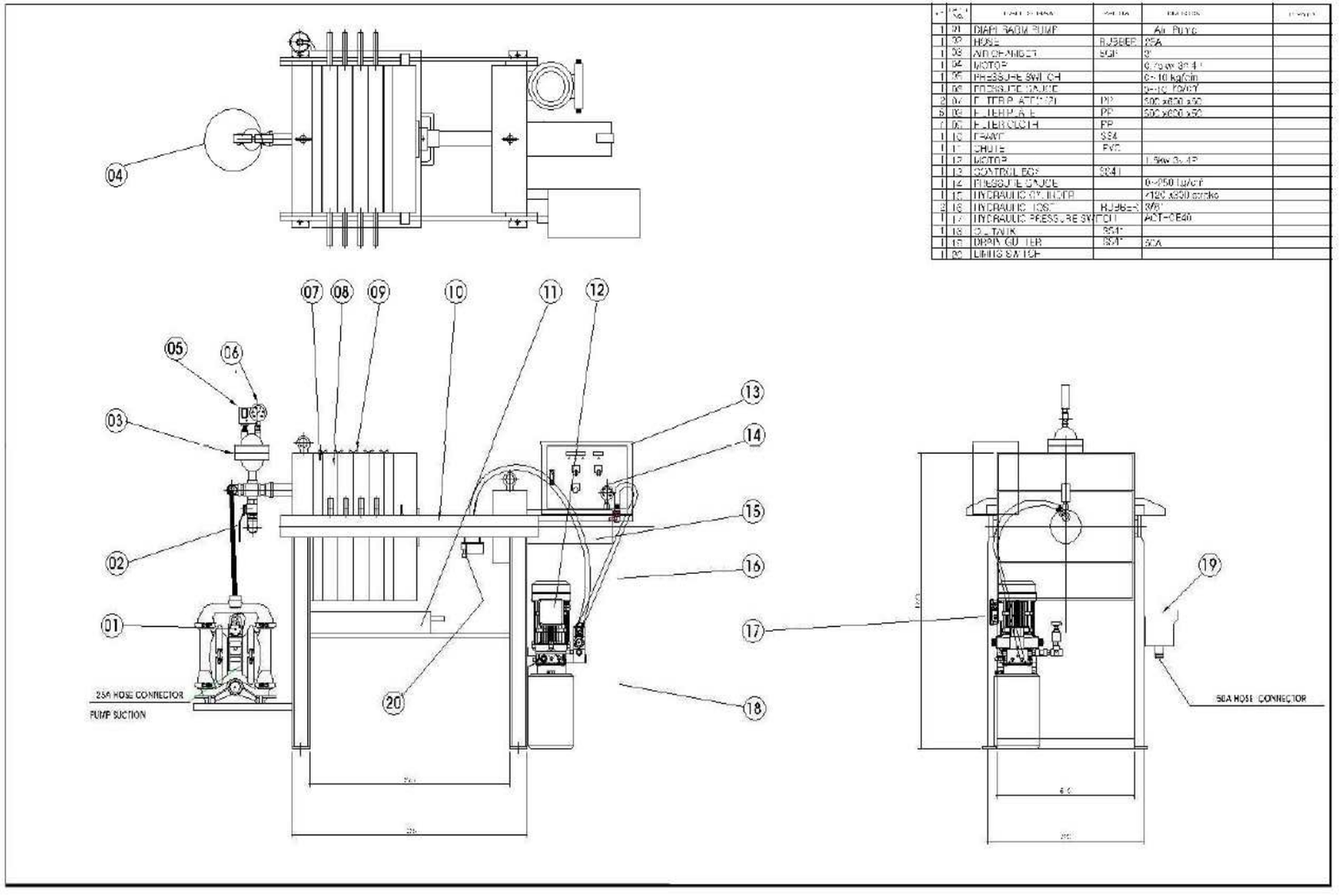
구 분	처 리 공 정
당 초 (위탁처리)	 ※ 슬러지 농축조 → 슬러지 저류조 → 슬러지 인출(슬러지 수거차량)
개 선 (자체처리)	 ※ 슬러지 농축조 → 슬러지혼합탱크 → 슬러지 탈수처리장치 → 슬러지 인출(퇴비 등)

[붙임 #4]





휴게소 오수처리시설 슬러지 처리 계통도(개선)

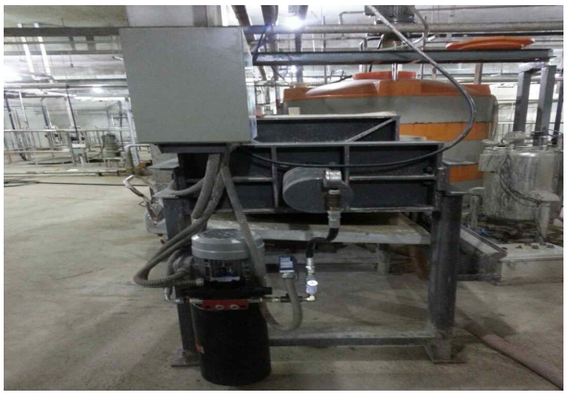

04
07
08
09
10
11
12
05
06
03
02
01
13
14
15
16
17
18
19
20
25A HOSE CONNECTOR
PUMP SUCTION
SEA HOSE CONNECTOR

탈수기 세부도면

[붙임 #5]

탈수처리장치 세부 자료(사진, 시방서)

□ 사진

<table>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>전면(슬러지 여과, 제어반 등)</td><td>배면(슬러지 여과, 탈수여액 반송배관 등)</td></tr>
<tr><td>  </td><td> </td></tr>
<tr><td>측면(유압장치)</td><td>근경(여과포, 여과판 등)</td></tr>
<tr><td> </td><td> </td></tr>
<tr><td>근경(슬러지 여과 탈수)</td><td>탈수케익(수목 퇴비)</td></tr>
</table>

□ 제작·설치 시방서

1. 일반사항

탈수처리장치는 농축슬러지에 약품을 첨가 혼합하여 FLOC이 형성된 슬러지를 압착식 필터프레스에 압송하여 탈수하는 장치로서 세부 규격은 다음과 같다.

항 목	세부 규격	비 고
기기번호	F-101	
수 량	1 SET	
여실 수	6 Chambers	7매
유압펌프	2.0HPx 250kg/cm^2	
여과 판 용적	42.6 ℓ	
총 여과 면적	2.94m^2	
여과 판 사이즈	600mm x 600mm x 52t	
여과 판 형태	중앙 공급	
여과 판 및 포 재질	P.P	
슬러지공급펌프	에어이송펌프 25Ax25A	
케이크 운반구	700*600*400H	

※ 위 규격은 오수발생량 200㎥/일을 기준한 것으로, 오수발생량이 많은 경우 용량에 맞추어 계획하여야 하며, 세부 규격은 제작사별로 차이가 있을수 있다.

2. 구 조

1) 프레임

가. 프레임의 재질은 KS D 3503의 일반 구조용 압연강재(SS400) 후판을 사용하며, 매니폴더 헤드(Head), 실린더 브라켓, 압착판(Follower)은 여과판과의 밀착면이 정확한 평면이 유지되어야 하며, 사이드 바의 상부는 여과판의 핸들부와 마찰이 생기는 부분으로 여과판 이동 시 마찰이 최소화 되도록 스테인레스 환봉으로 조립되어 있어야 하며, 용접 및 기타에 의한 변형 등이 발생하지 않아야 한다.

나. 여과판 압착 중판은 베어링을 채택하여 이송이 원활하여야 하며, 실린더 부하를 최소화 하여야 한다.

2) 실린더

실린더는 φ140x 300mm STROKE로서 구동헤드를 열고 닫는 역할을 하며, 압착 탈수 동안 여과판에 힘을 가하여 펌프 압력에 의해 여과판이 밀리거나 판 사이에 누수가 없도록 여과판을 밀폐시켜야 한다. 피스톤 로드에는 오염 물질이나 기타 실린더에 영향을 줄 수 있는 이물질 등을 차단하는 실린더 보호용 벨로오즈를 장착 한다.

3) 유압 파워 유닛

가. 유압 파워 유닛은 유압 실린더가 여과판을 밀폐시키거나 개방할 수 있도록 작동시켜주는 구동원으로서 주요 구성품은 모터, 유압펌프, 밸브 등으로 구성되어야 한다.

나. 유압 시스템은 여과판의 수축 팽창에 따른 압력보정 기능을 가져야 한다.

다. 상용압력은 180kg/㎠ ~ 210kg/㎠로 설계 제작 한다.

라. 오일탱크는 실린더의 사용에 어려움이 없도록 충분한 용량으로 설계 제작 한다.

마. 오일탱크 상부에 오일펌프 세트가 장착되며 작동 시 진동이 없도록 한다.

4) 유압 주요 구성품

가. 순환 밸브

순환 밸브는 구동 헤드의 전진 속도를 높이기 위해서 실린더 B라인의 오일을 A라인으로 전환시켜주는 밸브이다.

나. 유압 펌프

유압 펌프는 오일 순환 회로와 연계하여 여과판을 밀봉시키기 위해 사용되고 여과판을 개방할 때는 펌프가 가동된다.

다. 릴리프 밸브
릴리프 밸브는 평상시에는 닫혀 있다가 유압 시스템의 압력이 밸브 설정값을 초과할 때만 열린다.

라. 압력 스위치
압력 스위치는 유압 압력이 설정 압력에 도달하거나, 설정 압력 이하로 내려갔을 때 시스템을 제어해 주는 전기적/기계적인 장치이다.

마. 솔레노이드 밸브
솔레노이드 밸브는 유압 시스템 내부 유량의 방향을 조절하는 역활을 한다.

5) 여과판
여과판은 폴리에스터로 제작하며 여과 사이클 동안에는 5kgf/cm^2의 압력으로 여과되며 하부로 여액이 배출 탈수를 할 수 있도록 한다.

6) 여과포
여과포의 형태는 여과 공정, 적용 물질, 작업 환경 및 여과 입자에 따라 결정한다.
여과포 재질은 폴리에스터 재질이 사용되며, 모노사는 표면이 매끈한 특성을 가지고 있어서 케이크의 탈리 효과가 우수하며, 실 자체의 균질성으로 통기성이 균일하다.

7) 여액 받이(Drip Tray)
여액 받이는 여과 사이클 동안 여과판 사이로 흐르는 여액을 받아주며, 여액 받이는 홈통의 배관 구성을 통해 외부로 배출된다. 여액 받이는 필터프레스의 하부에 장착한다.

8) 여과 사이클
가. 여과 압력은 서서히 증가시켜야 한다. 너무 빠른 압력 상승은 초기에 여과포의 막힘 현상이 일어날 수 있다.

나. 여과포에 케이크가 완전히 제거되지 않았을 경우 완전히 제거한 후 사이클을 진행하여야 한다.

다. 사이클을 진행하기 전에 슬러지가 충분한지 확인하여야 하며, 슬러지 양이 충분하지 않을 경우는 백업 플레이트를 사용하여야 한다.

9) 컨트롤 패널
컨트롤 패널은 필터 프레스의 실린더 브라켓 끝단부에 설치하며, 설치 방향은 작업자의 조작이 용이한 위치에 설치한다. 주요 구성 품으로는 외함, PLC, 차단기 및 릴레이 등 제어 부품으로 구성되어 있다. 패널 크기는 450mmH x 600mmW x 300mmD 이며, 패널의 조작은 푸시버튼 스위치로 작동 제어하며, 비상시에 시스템의 작동을 멈추기 위해서 패널 전면에 비상 스위치를 설치한다.

10) 슬러지 피딩 펌프
펌프는 AIR로 구동되며 개량된 슬러지를 탈수기에 강제 압송하여 고액 분리하는 역할을 하며 펌프의 구경은 25A이며 160lpm (at 7bar) 70mH의 에어펌프를 적용한다.

11) 콤프레샤
에어 펌프 구동용으로 사용되며 왕복동식 피스톤 콤프레샤(5HP)를 적용한다.

12) 슬러지 혼합 탱크
활성오니의 슬러지는 미생물이 갖고 있는 미생물의 점성, 내부수분에 의하여 여과포의 폐쇄로 탈수가 잘 되지 않거나, 함수율이 매우 높으므로 슬러지에 개량약품을 넣어 반응시키는 부대 장치로 탱크, 교반기 등을 갖추어야 한다.

13) 탈수처리장치 슬러지 비산 보호커버
혼합 슬러지의 압착 여과 시 여과판 사이의 밀착 미비, 혼합비율 미비에 따른 혼합 슬러지 비산 방지를 위해 보호커버를 설치하여야 한다.

9-10 기 타 건축 설계기준 개선 수립

시설처-3807
(2015.12.31)

1 목 적

가. 건물 내·외부 이용자 의견수렴을 통한 건축물 불편 해소

나. 설계 표준화 구현 및 고기능 설계 도모

2 개선내용

가. 지 사

개 선 시 설	당 초	개 선
제설자재창고 진입경사로	· 구배과다로 인한 제설차량 작업 불편	· 진입경사로 단차 조정 (300mm → 200mm)
세차장 바닥	· 동절기 세차 시 염화물로 인해 염해피해 발생	· 세차장 바닥 콘크리트 설계기준 강도 강화 (설계기준 압축강도 30MPa 이상)
교통상황실	· 복층공간의 활용도 저하 및 근무자 불편 초래	· 교통상황실 상부 지사장실 연계 복층형 공간 삭제

나. 영업소

개 선 시 설	당 초	개 선
민원안내실 안내데스크	· 안내데스크 높이가 높아 이용고객의 불편 초래	· 안내데스크 높이 조정 (1.22m → 1.1m)

다. 휴게소

개 선 시 설	당 초	개 선
식 당	· 식당 폭이 좁아 고객 이동 불편 및 식사공간 부족	· 휴게소 식당 폭 기준 수립 [최소 6.5M 이상]
방풍실	· 방풍실의 이중문 설치로 공간 과다 차지 및 고객불편 야기	· 방풍문 설치 시 안쪽 문은 자동문으로 설치
직원식당, 주방 벽	· 직원식당과 주방이 벽으로 막혀 있어 직원 배식 불편	· 직원식당과 주방사이 벽 일부에 배식대 설치
화장실 PIT 단열재	· 화장실 PIT 벽체 단열재 불필요	· 화장실 PIT 벽체 단열재 삭제

라. 주유소

개 선 시 설	당 초	개 선
주유기 배치	· 주유기(3EA)가 한줄로 설치되어 있어 이용 불편	· 주유기를 두줄로 설치하여 주유 불편 해소
화장실	· 주유소 일체형 휴게소의 경우, 주유소 근처 화장실이 없어 고객 및 직원 불편	· 주유소 일체형 휴게소에 주유소 화장실 설치

3 개선계획

가. 설 계 : 2016년 설계부터 적용

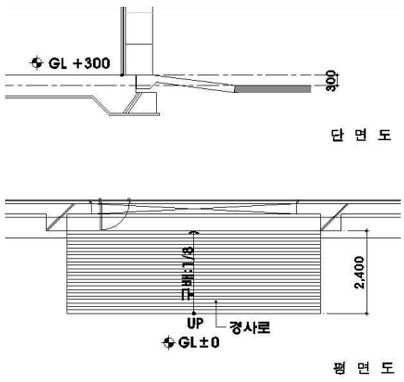
나. 공 사 : 현장여건 검토 후 적용여부 판단·조치

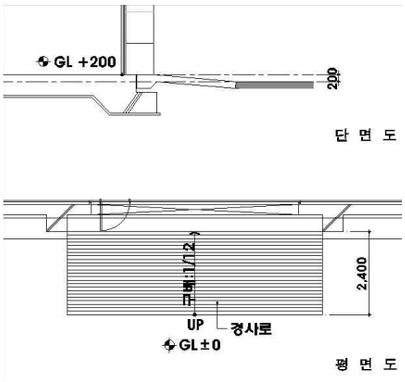
붙 임 : 개선도면 1부. 끝.

지 사 및 영업소

1. 제설자재창고 표준도 개선

□ 제설자재창고 진입경사로 단차 조정

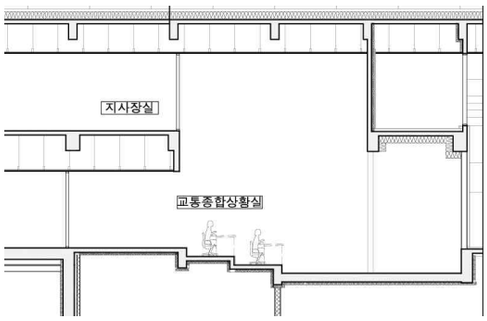


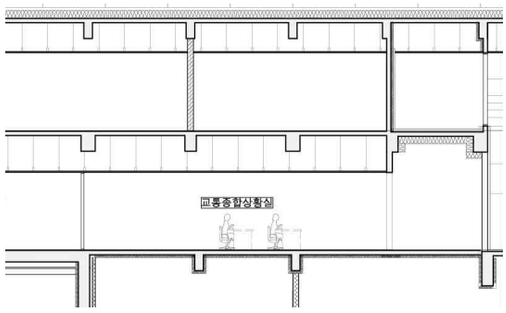


<당 초>	<개 선>
○ 제설자재창고 진입경사로 구배 과다로 인하여 제설차량 작업에 불리함	○ 제설자재창고 진입경사로 단차 조정 (단차 300㎜→200㎜, 구배 1/8→1/12)

2. 교통상황실 단면 구조 변경

□ 교통상황실 상부 복층형 공간 삭제

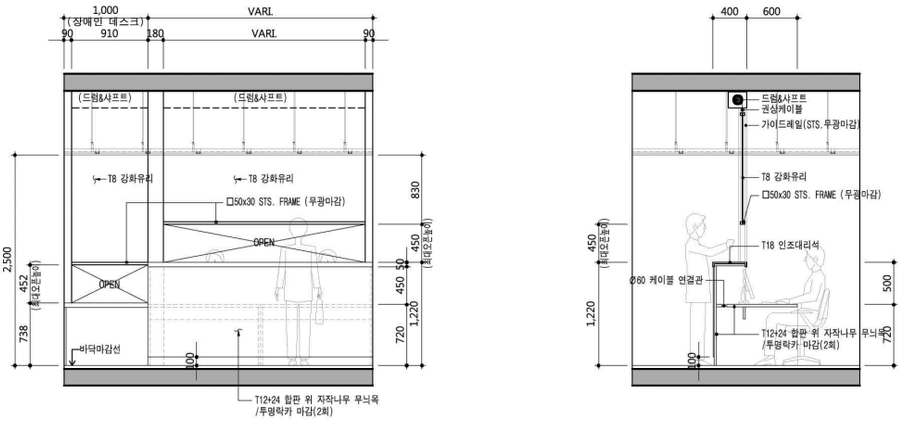




<당 초>	<개 선>
○ 교통상황실 상부 복층형 공간을 통한 지사장실에서 CCTV 확인 ⇒ 복층공간 활용도 저하 및 근무자 불편 초래	○ 교통상황실 상부 지사장실 연계형 복층공간 삭제

3. 안내데스크 사용성 개선

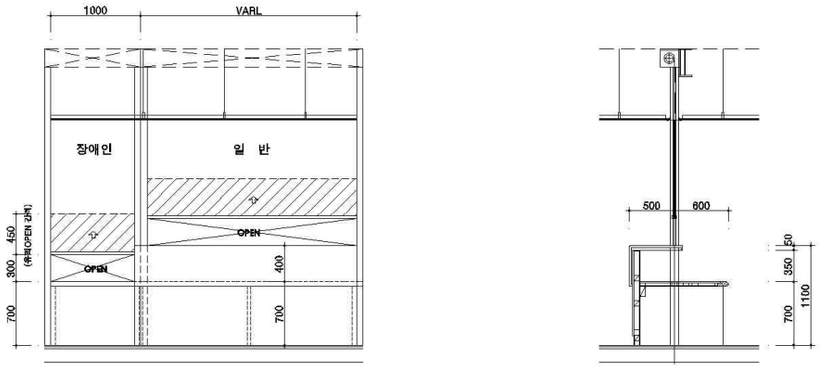
□ 민원안내실 안내데스크 높이 조정



<당 초>

○ 민원안내실 안내데스크 높이 증가에 따른 이용고객의 불편 초래

※ 모니터의 대형화에 따라 안내데스크 선반 수납 불가



입 면 도 단 면 도

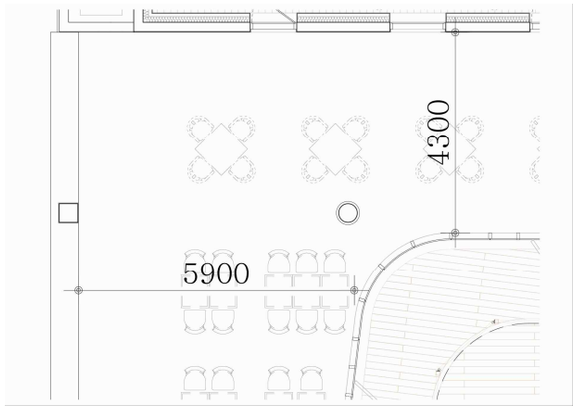
<개 선>

○ 안내데스크 높이 조정(1.22m→1.1m)을 통한 이용고객 편의 향상

휴게소 및 주유소

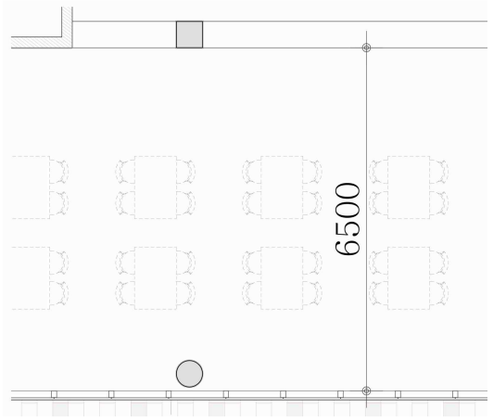
1. 휴게소 식당 폭 개선

□ 휴게소 식당 폭 기준 수립 [최소 6.5M 이상]



<당 초>

○ 휴게소 식당 폭이 좁아 고객 이동이 불편하고 식사 공간이 부족

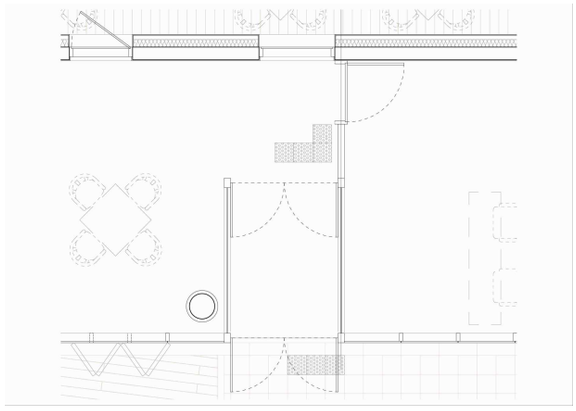


<개 선>

○ 휴게소 식당 폭 개선

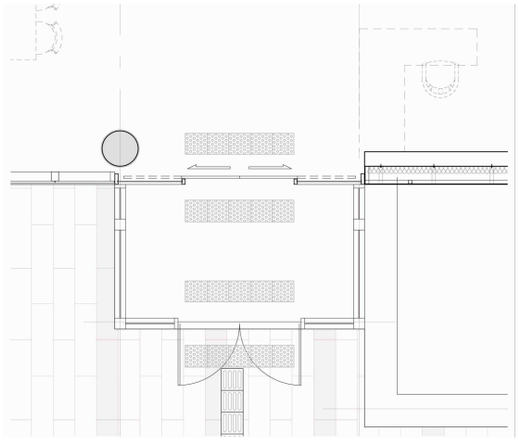
2. 방풍실 이중문 설치 개선

□ 방풍실 이중문 설치 시 안쪽문은 자동문으로 설치



<당 초>

○ 방풍실의 이중문 설치로 인해 공간 과다 차지 및 고객 불편 야기

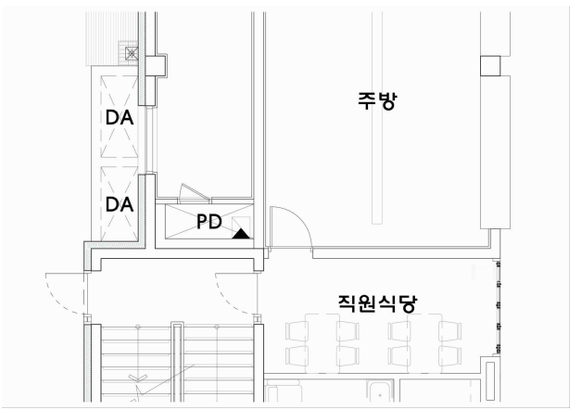


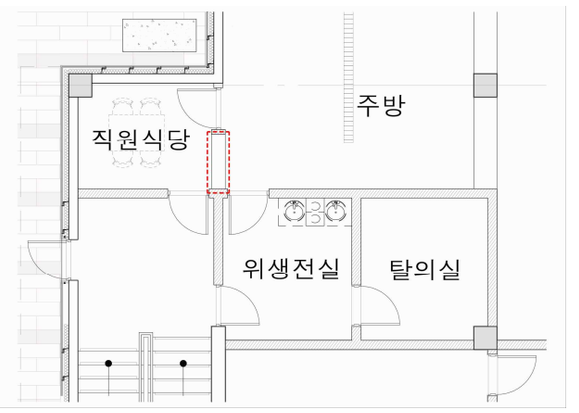
<개 선>

○ 방풍실 설치 시 안쪽 문을 자동문으로 설치하여 고객불편 개선

3. 직원식당 벽 개선

□ 직원식당과 주방사이 벽에 배식대 설치

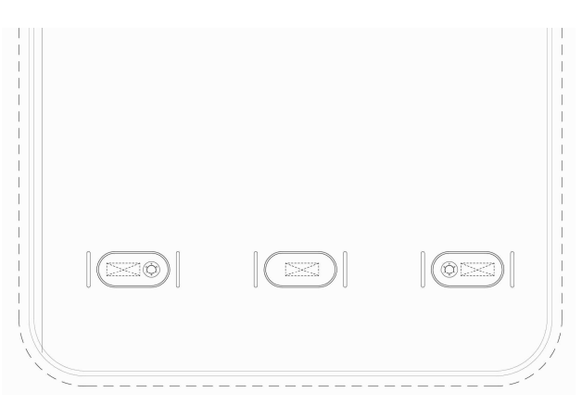


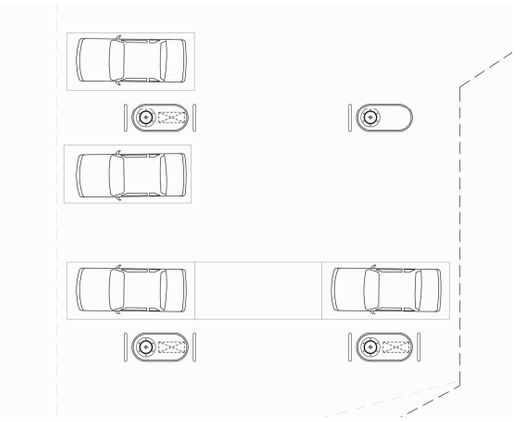


<당 초>	<개 선>
○ 직원식당과 주방이 벽으로 막혀있어 직원 배식 불편	○ 직원식당과 주방사이 벽 일부에 배식대 설치

4. 주유소 주유기 배치 개선

□ 주유기를 두줄로 설치하여 개선

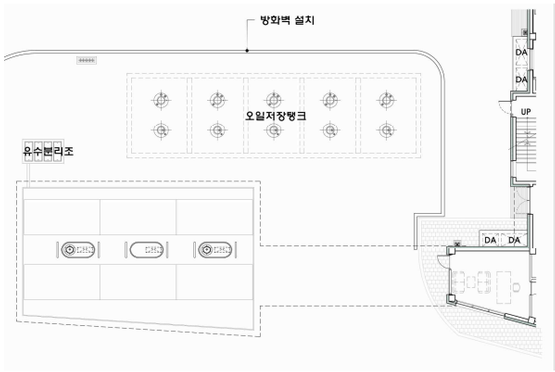


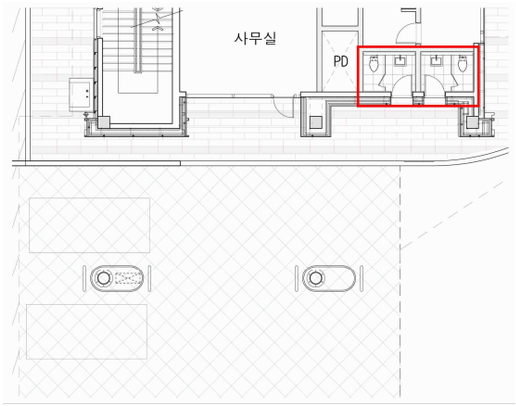


<당 초>	<개 선>
○ 주유소 주유기(3EA)가 한줄로 설치되어 있어 고객 이용이 불편 (대형차 주유 시 주유 불가)	○ 주유소 주유기를 두줄로 설치하여 동시에 여러대의 차가 주유할 수 있도록 개선

5. 일체형 휴게소에 주유소 화장실 설치

□ 주유소 일체형 휴게소의 주유소 근처 화장실 설치





<당 초>	<개 선>
○ 주유소 근처 화장실이 없어 고객 및 직원 불편 야기	○ 주유소 일체형 휴게소에 주유소 화장실 설치

별 첨

1998년 이후 설계 실무자료집 수록현황

차 례

(1998년 설계실무자료집 통합본)

제 1 편 설계행정

1-1 설계 대장 작성(설계기 16210-3, '92.1.13)

1-2 간접피해 보상 제도화 방안 검토(설이 16210-176, '94.11.10)

1-3 간접피해 시설물에 대한 설계기준 검토(설계이 16210-398, '96.11.9)

1-4 실시설계 용역감독 Check List(설계기 16210-183, '94.11.16)

1-5 지장 한전철탑 이설방법 개선 검토(설계기 16210-245, '96.8.7)

1-6 고속도로 건설공사 실시설계 심사계획(설계심 16204-434, '96.12.24)

1-7 설계도면 작성기준 개선(설계기 16210-76, '97.3.19)

1-8 고속도로 실시설계 용역 대가 지급방안 변경 검토(설계기 16210-98, '97.4.3)

1-9 항공측량 성과품 관리개선방안 검토(설계개 16210-125, '97.4.22)

1-10 설계사업소 인터넷망 개설(설계개 16210-185, '97.5.30)

1-11 기술자 경력관리 시스템 구축(설계개 16210-560, '97.10.31)

1-12 설계실무자료 DATABASE 구축(설계개 16210-561, '97.10.31)

1-13 실시설계 심사지침 개정(설심일 15202-185, '98.2.12)

1-14 설계심의위원회운영지침(설심일 15203-257, '98.2.28)

1-15 실시설계 감리업무지침(설심이 15205-301, '98.3.9)

1-16 설계자문운영지침(설심이 15204-248, '98.2.26)

1-17 항공사진측량 도면축척 변경 검토(설계기 15212-147, '98.2.6)

1-18 설계성과품 CD 제작기준 개선 검토(설심이 15212-510, '98.4.17)

1-19 설계용역 발주전 심의 검토(설심일 15203-1155, '98.8.29)

1-20 기술제안서 작성시 업체명 무기명 처리방안 검토(설계기 15212-1156, '98.8.29)

1-21 기술자문용역 실적 적용방안 검토(설계기 15212-1351, '98.9.28)

1-22 고속도로 실시설계 적정 용역기간 검토(설계기 15212-1515, '98.10.24)

1-23 민원 유형별 분석을 통한 민원 최소화 방안 검토(설계기 15212-1514, '98.10.24)

제 2 편 교통 및 기하구조

2-1 중앙분리대 방호벽 및 절토 법면 정지시거에 미치는 영향 검토(설계기 16210-33, '92.2.27)

2-2 인터체인지 접속부 처리(잠정)지침(설계기 16210-65, '91.4.19)

2-3 고속도로 기하구조 설계기준(설계기 16203-67, '91.4.23)

2-4 표준 횡단구배 및 편구배 설치방안 검토[서울외국순환](설계일 16203-81, '91.5.10)

2-5 고속도로 출입시설 기하구조 설계기준(설계기 16203-255, '91.11.6)

2-6 편구배 접속설치 기준(설계기 16202-122, '92.7.23)

2-7 영업소 기하구조 설계기준(설계기 16110-149, '92.8.29)

2-8 설계속도 상향조정 검토(설계기 16203-82, '93.6.15)

2-9 선형설계의 일반지침(설계기 16203-87, '93.6.24)

2-10 고속도로 횡단폭원 검토(도로기 17113-10294, '93.10.18)

2-11 I.C영업소 기하구조 검토(설계기 16203-187, '93.11.30)

2-12 영업소 회차로 설치기준 검토(설계기 16203-75, '94.5.16)

2-13 유출 Ramp 차선폭 단계적 변화 적용성 검토(설일 16210-136, '94.9.6)

2-14 가·감속 차선규격 및 연장 조정(설계기 16203-2, '95.1.20)

2-15 본선 영업소 광장 접속비율 조정(설계기 16203-45, '95.3.4)

2-16 병설터널 전·후 접속방법 개선(설이 16203-65, '95.4.12)

2-17 영업소 진입 Ramp 운영 방안(설기 16203-72, '95.4.17)

2-18 인터체인지 접속도로 및 연결로 진·출입부의 평면교차로 기하구조 검토 (설계기 16210-189, '96.7.2)

2-19 장래 확장 고려 교량통과 높이·경간 구성, 암거토피 확보 및 방음시설 설치방안(설계기 16210-2894, '97.3.19)

2-20 곡선부 최대 편구배 설계기준 검토(설계일 16210-194, '97.6.9)

2-21 오르막차로 설치방안 검토(설계심 16210-204, '97.6.19)

2-22 교통처리용 우회차로 기준 검토(설계일 16210-326, '97.9.10)

2-23 영업소 광장부 길어깨 폭 변경(설계이 16210-585, '97.11.4)

2-24 고속도로 차로 감소부 설계기준 개선 검토(설계일 16210-635, '97.11.11)

제 3 편 토 공

3-1 실시설계 토질조사 기준(설계기 16210-392, '92.1.18)

3-2 토질조사 기준 개선(설계이 16210-90, '96.3.25)

3-3 고속도로 건설공사 토질조사 Check List(설계기 16203-97, '93.7.10)

3-4 절토부 암발파 적용기준 검토(안)(설계기 16203-209, '93.12.29)

3-5 대절토부 소단폭원 검토(설일 16210-89, '94.6.16)

3-6 연약지반 토목섬유(PP, PET) 설계기준 검토(설일 16210-167, '94.10.31)

3-7 대절토사면 안정검토를 위한 지침(설일 16210-226, '94.12.30)

3-8 대절토부 붕괴예방을 위한 조사, 기준 검토(설계일 16210-307, '95.12.13)

3-9 대절토부 조사·설계기준 검토(설계일 16210-380, '96.11.6)

3-10 토사면 정밀 암발파 검토(설계일 16210-139, '97.4.30)

3-11 토질조사 대가 기준 개선 검토(설계심 15201-234, '98.2.23)

3-12 보강토 옹벽과 성토 시설물 중복구간 처리 방안(설계이 15212-1226, '98.9.15)

3-13 보강토 옹벽의 보강재 설계 적용 방안 검토(설계이 15212-1228, '98.9.15)

3-14 가도 토공 설계기준 검토(설계이 15201-1380, '98.9.30)

제 4 편 배 수 공

4-1 파형강관(CSP) 사용법 검토(설계기 16210-117, '93.8.18)

4-2 성토부 도수로 규격 검토(설계기 16210-71, '94.4.27)

4-3 설계 강우강도 기준 검토(설계기 16210-105, '94.7.8)

4-4 종배수관 터파기 수량산출 기준 검토(설일 16210-121, '94.7.26)

4-5 현장제작 콘크리트관 개선방안 검토(설일 16210-173, '94.11.3)

4-6 흙쌓기부 도수로 지중매설 방안 검토(설일 16210-180, '94.11.11)

4-7 연약지반상 암거 팽창조인트 설치방안 검토(설일 16210-210, '94.12.27)

4-8 절토사면의 배수시설 규격 개선(설일 16210-223, '94.12.30)

4-9 부체도로 배수로 개선방안 검토(설일 16203-30, '95.2.16)

4-10 횡단 배수관 재질 및 설치방법 개선(설일 16210-84, '95.4.25)

4-11 BOX구조물의 미끄러짐 방지시설 설치기준(설이 16110-128, '95.6.9)

4-12 BOX 구조물 보강방안 검토(유·출입부 접속 저판 및 차수벽)(설계기 16210-133, '95.5.10)

4-13 암거보강 슬래브 설계기준 검토(설계일 16210-268, '96.8.23)

4-14 옹벽 뒷채움부 배수처리 개선 검토(설계기 16210-302, '96.9.12)

4-15 L형 측구(형식-3) 개선방안 검토(설계기 16210-12442, '96.10.8)

4-16 U형 용수로 개선방안(설계일 16210-376, '96.11.4)

4-17 암거 신축이음부 누수방지방안 검토(설계개 16210-440, '96.12.28)

4-18 암거 날개벽 개선 검토(설계삼 16210-146, '97.5.8)

4-19 횡단배수관 규격 검토(설계개 16210-207, '97.6.19)

4-20 교면배수구 설치기준 검토(설계일 16210-222, '97.6.27)

4-21 노면배수(길어깨부) 처리방안 검토(설계기 16210-227, '97.6.30)

4-22 산마루측구 설치방안 검토(설계개 16210-424, '97.10.1)

4-23 곡선부 내측(중분대) 노면 배수처리 개선방안(설계이 16210-604, '97.11.6)

4-24 L형 측구 뒷채움 개선(설계개 16210-606, '97.11.6)

4-25 교면배수 집수구 재질 개선(설계일 16210-602, '97.11.6)

4-26 V형 측구 설치기준 검토(설심이 15212-865, '98.7.1)

4-27 성토부 다이크 및 도수로 개선방안 검토(설심이 15201-1212, '98.9.12)

4-28 중앙분리대용 집수정 배수능력 향상(설심일 15212-1599, '98.11.6)

제 5 편 터 널 공

5-1 터널내 동상 방지층 설치 검토(설계기 16202-82, '91.5.11)

5-2 NATM과 TBM 공법 비교 검토(설계기 16203-99, '93.7.12)

5-3 피난연결 터널 단면 검토(설계기 16203-195, '93.12.6)

5-4 터널내 공동구 및 배수구 개선방안 검토(설계기 16203-26, '94.2.14)

5-5 터널 Shotcrete 공법 검토(설기 16203-111, '94.7.16)

5-6 터널 비상주차대 설치 기준(설일 16210-85, '95.4.24)

5-7 강섬유 보강 숏크리트 적용 기준(설이 16210-144, '95.6.19)

5-8 정지토압계수 산정을 위한 수압파쇄시험 적용(설계이 16204-158, '96.5.30)

5-9 터널굴착공법 개선방안 시행(설계개 16210-159, '96.5.31)

5-10 터널측방 여유폭 개선방안 검토(설계개 16210-260, '96.8.22)

5-11 터널 입·출구부 낙석방지책 설치 검토(설계일 16210-939, '97.12.17)

5-12 터널 방재시설 기준 개정 시행(시설설 14101-106, '98.2.3)

5-13 터널 격자지보재의 적용성 검토(설계기 15212-287, '98.3.5)

5-14 H형강 지보재 단가 적용 검토(설계기 15212-270, '98.3.3)

5-15 터널 입출구 개구부 설치기준 검토(설계일 15212-456, '98.4.6)

5-16 터널용 방수쉬트 품질기준 설정(도연품 19404-1511, '98.5.23)

5-17 검사원 통로 설치기준 검토(설계기 15212-1352, '98.8.28)

제 6 편 포 장 공

6-1 고속도로의 포장설계법 비교

6-2 교면포장 설계기준(안)

6-3 포장 설계법 비교

6-4 연약지반 포장의 허용침하량 기준(건설일 17111-121, '89.11.24)

6-5 길어깨 포장 설계기준(도로기 17113-5049, '90.8.2)

6-6 콘크리트 포장면 연마 설계적용 기준 검토(설일 16210-135, '94.9.2)

6-7 보조기층 및 선택층 재료의 단위중량 검토(설일 16210-154, '94.9.28)

6-8 길어깨 포장 보강방안 검토(설이 16210-200, '94.12.10)

6-9 시멘트 콘크리트 포장 교량접속부 설계기준 검토(설계일 16210-350, '95.12.29)

6-10 콘크리트포장 슬래브 두께 산정 기준 검토(설계삼 16210-512, '97.10.17)

6-11 I/C연결로 길어깨의 본포장 두께 적용 검토(설계이 16210-584, '97.11.4)

제 7 편 구조물공

7-1 구조물의 미관 설계

7-2 고강도 콘크리트 적용 검토(설계기 16203-208, '93.12.22)

7-3 교량 기초형식 선정 기준(설계기 16210-211, '93.12.30)

7-4 강말뚝 부식에 관한 검토(설계기 16210-212, '93.12.30)

7-5 교량 확폭 시공을 위한 설계 및 시공지침(도로기 17202-105, '94.4.12)

7-6 농어촌도로 횡단구조물 설치기준 검토(설기 16203-87, '94.6.15)

7-7 TEXOL 공법 사용성 검토(설일 16210-101, '94.7.5)

7-8 교량신축 이음장치 유간확보를 위한 방안(설이 16203-125, '94.8.9)

7-9 교대보호블럭 설치기준 검토(설이 16210-146, ’94.9.17)

7-10 교량 스라브 거푸집 개선방안 검토(설계일 16210-148, ’94.9.22)

7-11 스트럽 및 조립철근의 시공성 확보방안 검토(설이 16203-159, ’94.10.5)

7-12 섬유보강 Con’c설계 적용기준(설이 16210-162, ’94.10.14)

7-13 구조물 모서리 처리 설계기준 및 시방서 작성(설일 16210-166, ’94.10.31)

7-14 구조물 거푸집 개선방안 검토(설일 16210-168, ’94.10.31)

7-15 PRE-FLEX Beam 개선 검토(설일 16210-221, ’94.12.29)

7-16 교좌장치 받침부 형하공간 및 보강철근 설계기준 검토(설이 16210-220, ’94.12.29)

7-17 P.C Beam 시공성 개선(설이 16210-170, ’95.5.29)

7-18 P.C Beam 교량의 Cross Beam 철근이음 단가 개선(설이 16210-160, ’95.6.29)

7-19 P.C Beam 정착부 표준도 보완 검토(설이 16210-238, ’95.9.6)

7-20 P.C BOX(I.L.M) 중간격벽 및 MID ANCHORAGE부 개선(설계기 16210-335, ’95.12.26)

7-21 아치형 라멘교 설계적용성 검토(설이 16210-349, ’95.12.29)

7-22 현장타설 콘크리트 검토(설계이 16210-185, ’96.6.29)

7-23 수용성 무기징크도료 도장 적용단가 변경(설계이 16210-10052, ’97.7.24)

7-24 강교도장 적용기준 검토(설계기 16210-280, ’96.8.27)

7-25 철근이음 시공성 개선방안[대구경 현장타설 말뚝, 고교각(H≥30m)](설계일 16210-288, ’96.9.2)

7-26 철근 가공조립 적용기준 개선(설계이 16210-308, ’96.9.13)

7-27 PILE 시공법 적용성 검토(설계일 16210-307, ’96.9.16)

7-28 유지보수용 TENDON 설치방안(설계기 16210-331, ’96.10.9)

7-29 교량받침 강제의 방청기준 검토(설계일 16210-407, ’96.11.26)

7-30 교량 Slab 거푸집 적용기준 보완 시행(설계일 16210-598, ’97.1.23)

7-31 철근 콘크리트 구조물 덮개(피복)기준 검토(설계기 16210-48, ’97.3.4)

7-32 강관 pile 두부보강방법 변경(설계이 16210-4438, ’97.4.22)

7-33 볼트식 강관말뚝 두부보강 공법(도연기 17206-185, ’98.1.23)

7-34 교량 점검시설 개선 검토(설계이 16210-397, ’97.6.19)

7-35 교량 슬래브 행선별 이격거리 검토(설계이 16210-165, ’97.5.20)

7-36 고교각 교량의 기둥단면 검토(설계일 16210-229, ’97.6.30)

7-37 중공교각 코핑부 치리방안 검토(설계일 16210-230, ’97.6.30)

7-38 고속도로 건설로 인한 생태계 보전 방안 검토(동물이동통로)(설계개 16210-339, ’97.9.12)

7-39 강 BOX GIRGER교 내부점검구 설치기준 검토(설계삼 16210-377, ’97.9.25)

7-40 교량 신축이음장치 누수방지방안 검토(설계삼 16210-522, ’97.10.18)

7-41 교대날개벽 설계기준 검토(설계삼 16210-567, ’97.11.1)

7-42 교량 교면방수 적용기준 개선(설계삼 16210-616, ’97.11.8)

7-43 교대 점검시설 설치기준 검토(설계삼 16210-1056, ’97.12.2)

7-44 PREFLEX BEAM 표준도 검토(설계삼 16210-883, ’97.12.13)

7-45 말뚝기초 재하시험 설계적용 기준 검토(설계삼 16210-915, ’97.12.16)

7-46 옹벽구조물의 내진설계 적정성 검토(설심일 15201-493, ’98.4.14)

7-47 강구조물의 방청 도장공사 시방 변경(도연재 19601-2379, ’98.7.28)

7-48 강교 강종선정 기준 검토(설계이 15212-1240, ’98.9.18)

7-49 교대 날개벽 두께 및 날개 방호벽 철근 시공성 검토(설계이 15212-1379, ’96.9.30)

7-50 암거 구조설계 기준 검토(설계일 15212-1634, ’98.11.21)

제 8 편 원가계산

8-1 고성토 및 대절토구간 건설공법 경제성 비교 검토(설계기 16210-99, ’91.6.11)

8-2 원가계산 기준 개선방안 검토(설계기 16203-231, ’92.12.30)

8-3 B/P 설치기준 검토(설이 16203-97, ’94.7.1)

8-4 되메우기 및 다짐공 개선방안 검토(설이 16210-139, ’94.9.9)

8-5 콘크리트 생산단가 내역변경(안)(설이건 16210-161, ’94.10.14)

8-6 강관말뚝 규격별 경제성 검토(설계이 16210-170, ’95.4.14)

8-7 측량대가 산정 기준 개선(설계이 16210-81, ’96.3.20)

8-8 발파암 면고르기 적정설계 검토(설계일 16210-34, ’97.2.19)

8-9 환경관리비 적용기준 개선(설계개협 16210-427, ’97.7.2)

8-10 고속도로 건설공사 품질관리비 적용(도연품 19404-1496, ’98.5.22)

8-11 건설공사 원가계산 작성지침 변경(설계이 15201-1162, ’98.8.31)

8-12 건설근로자 퇴직공제 부금비 적용기준(설계이 16212-705, ’98.5.25)

8-13 고용보험료 적용기준 검토(설계이 15201-1162, ’98.8.31)

8-14 미진동 발파구간 면고르기 적용기준 검토(설계일 15212-1299, ’98.9.21)

제 9 편 부대(시설)공

9-1 콘크리트 중앙분리대 방호벽 개선(설계기 16110-123, ’92.7.23)

9-2 공사 우회구간 안전관리 기준(교통시 09305-2011, ’93.3.22)

9-3 투명 방음벽 시행방안 검토(설계기 16210-62, ’93.5.14)

9-4 방음벽 지주의 설치방안 검토(설계기 16210-80, ’93.6.14)

9-5 안전시설 개선 검토(교통시 09305-271, ’93.11.16)

9-6 가드레일 품질개선 검토(도로기 17111-1665, ’94.3.14)

9-7 영업소 BOX 규격 개선방안 검토(설기 16210-147, ’94.9.22)

9-8 가드휀스 개선사항(설일 16210-171, ’94.11.1)

9-9 중앙분리대 기초 및 소분리대 기계화 시공에 따른 단가적용 방법 검토(설계기 16203-195, ’94.12.1)

9-10 방음판넬 보호방안 검토(설계기 16203-26, ’94.12.30)

9-11 칼라 방음벽 적용성 검토(설일 16210-85, ’92.12.30)

9-12 중앙분리대 차광망 개선방안 검토(설이 16210-144, ’94.12.31)

9-13 방음벽 단부처리 및 지주형식 개선(설기 16110-68, ’95.4.13)

9-14 교량 유지관리용 표지판 설치기준(건일 1610-3431, ’95.5.10)

9-15 교량난간 방호벽 개선(설이 16210-145, ’95.6.19)

9-16 공사중 법면보호공 단가 적용(설기 16210-155, ’95.6.28)

9-17 고성토구간 안전시설 보강 검토(설기 16210-177, ’95.7.10)

9-18 연약지반구간 중앙분리대 형식 검토(설기 16210-263, ’95.10.31)

9-19 교량 중앙분리대 개선방안 검토(설계기 1210-348, ’95.12.29)

9-20 콘크리트 시설물 시공개선 시행(설계기 16210-120, ’96.1.8)

9-21 적설한냉지역 자동도로 융설시스템 설치(설계이 16210-246, ’96.8.7)

9-22 긴급피난시설 설치기준 검토(설계이 16202-247, ’96.8.7)

9-23 PRECAST 방호벽 개선방안 검토(설계이 16210-257, ’96.8.13)

9-24 낙석방책 단부지주 설치기준 검토(설계이 16210-11010, ’96.8.19)

9-25 LOOP RAMP DYKE 기계화 시공방안 검토(설계일 16210-272, ’96.8.24)

9-26 인터체인지 소분리대 안정성 제고방안(설계일 16210-298, ’96.9.10)

9-27 문형식 표지판 지주형식 검토(설계기 16210-416, ’96.11.30)

9-28 철근보관 및 가공창고 설치방안 검토(설계이 16210-124, ’97.4.22)

9-29 부대사업시설 건물부지 적정규모 검토(시설건협 13310-83, ’97.4.23)

9-30 토공용 방음벽 기초단면 변경(설계이 16210-578, ’97.10.30)

9-31 강설지역 가드레일 개선방안(교통시 09305-495 ’97.11.25)

9-32 갈매기 표지판 설치기준 검토(설심일 15212-325, ’98.3.13)

9-33 성토비탈면 점검로 설치 검토(설심일 15212-512, ’98.4.17)

9-34 IC 소분리대 안전시설 정비방안(교통시 10302-564, ’98.5.7)

9-35 건설사업소 시설규모의 적정성 검토(건이일 15105-327, ’98.6.12)

9-36 방음벽 설치관련 기준 검토(설심일 15212-890, ’98.7.3)

9-37 낙석방지망 설치방법 검토(설계이 15211-1173, ’98.9.2)

9-38 데리네이터 설치기준 검토(설계이15211-1173, ’98.9.2)

9-39 문형식 표지판 지주 및 기초단면 개선(설계이 15212-1559, ’98.10.31)

제 10 편 참고자료

10-1 ILM 공법 개요

10-2 Swellex Rockbolt 신공법 소개

10-3 쇼크리트 분사 로봇

10-4 도로용량 편람(제정) 요약

10-5 가로망 계획수립에 관한 지침

10-6 현장타설 말뚝(Benoto 및 R.C.C공법) 소개

10-7 모래를 샌드위치로 한 방음벽
10-8 무도장 내후성 강재 소개
10-9 알카리 골재반응에 대한 검토(설계기 16203-27, '94.2.14)
10-10 콘크리트 표면 보호도장(내엽도장)시공지침(도연재 17310-3783, '96.4.22)
10-11 개정 도로교 표준시방서(변경요약)
10-12 소성변형 최소화를 위한 아스팔트 혼합물 관리 지침 시달(도연기 17201-12158, '96.10.8)
10-13 확장공사 안전관리 기준 수립 통보(건이확 16110-74, '96.11.13)
10-14 철근코팅재료 적용성 검토(도연재 17310-13697, '96.11.22)
10-15 차선도색 시행지침 개정 시행(경관법 01416-463, '97.1.20)
10-16 차선도색 황색도료 검토서(교통시 09305-69, '97.3.7)
10-17 고강도 콘크리트용 세골재 시방기준안(도연기 17113-2035, '97.3.28)
10-18 톨게이트 캐노피 변경시행 통보(시설건협 13310-83, '97.4.23)
10-19 건설시장 개방 대비 클레임 최소화 대책 검토(건이일 16110-73, '97.9.4)
10-20 현장시험 및 시험요원 확보기준(도연품 17301-1049, '97.11.21)
10-21 건설공사 관리·감독 업무(건이일 16110-193, '97.11.20)
10-22 공사시방서 작성(기준 58820-536, '97.12.30)
10-23 외국건설자재의 국산자재 대체 검토(특수계 16110-32, '98.1.21)
10-24 파형 유공강관 품질관리 기준(도연품 17304-186, '98.1.23)
10-25 도로표지용 차선도료 개정시방(도연재 19604-2111, '98.6.30)
10-26 통신관로 설계업무 개선 및 교량난간부 관로 시공기준 변경 시행 지시(정보계 11107-712, '98.7.27)
10-27 시멘트 콘크리트 설계적용 배합비 개정(도연품 19404-1311, '98.9.22)
10-28 우리공사 영문표기방법(경영사 01507-1366, '98.10.2)
10-29 입찰·계약 관련용어 영문 정리

차 례

(1999년 설계실무자료집 통합본)

제 1 편 설계행정

1-1 자문실시 기준 검토(교량분야)(설심이 15212-1759, '98.12.12)
1-2 설계자료(협의·방침용)의 규격화 검토(설계기 15212-1932, '98.12.31)
1-3 고속도로 건설공사중 설계변경 관련 설계용역 사후 관리방안 검토(설계기 15212-1944, '98.12.31)
1-4 설계 및 설계감리용역 시행중 부실벌점 부과방안(설심일 13201-230, '99.3.3)
1-5 고속도로 건설공사 실시설계용역 사전자격심사 업체선정 기준점수 검토(설계기 13201-364, '99.4.19)
1-6 설계 심의 관리 전산시스템(DDMS) 개발(설심일 13201-551, '99.6.10)
1-7 설계관련문서 전산화방안 검토(설심이 13207-61 '99.11.23)

제 2 편 설계기준 및 개선

2-1 설계단가 적정성 검토결과(설심일 15212-1880, ’98.12.26)

2-2 크라샤 골재세척시설 설계반영 검토(설계일 15212-1928, ’98.12.31)

2-3 ‘99 표준품셈개정관련 철근할증율 적용기준 검토(설계기 13201-449, ’99.5.12)

2-4 장철근 설계 적용 방안 검토(설계이 13201-777, ’99.8.21)

2-5 강교제작단가 분리 시행(설심일 13201-806, ’99.9.6)

2-6 원가계산 및 기초단가 적용기준 검토(설계일 13201-965, ’99.11.15)

2-7 곡선반경별 편경사 적용방안 검토(설심일 15212-1822 ’98.12.18)

2-8 연결로 길어깨 횡단경사 적용방안 검토(설심일 15212-1850, ’98.12.22)

2-9 고속도로 설계속도 적용방안 검토(설심일 13201-114, ’99.2.1)

2-10 IC 영업소 광장부 설치기준(설심일 13201-474, ’99.5.19)

2-11 절토부 암파쇄 방호시설 개선 검토(설계이 13202-763, ’99.8.16)

2-12 암절토 비탈면 녹화식재공의 앙카핀 설치기준 검토(설계일 13201-875, ’99.9.27)

2-13 성토 비탈면 돌붙임 설치방안(건이삼 15105-301, ’99.9.21)

2-14 배수구조물 콘크리트표면강화제 적용방안 검토(설심이 15201-1911 ’98.12.30)

2-15 톨 아일랜드 차로부 배수처리 개선방안 검토(설심이 15201-1910, ’98.12.30)

2-16 배수관거 유출입부 수로보호공 설계기준(설계일 13202-460, ’99.5.15)

2-17 V형측구 가로지지보 개선(설심이 13201-573 ’99.6.16)

2-18 교각 비계, 거푸집 설계적용기준(설계이 15212-1555, ’98.10.31)

2-19 교량세굴방지를 위한 사석보호공(Rip-rap) 기준 검토(설계일 15212-1682, ’98.11.30)

2-20 강관말뚝 머리보강 검토(설계이 15212-1845, ’98.12.21)

2-21 교대법면 보호블럭 설치 검토(설계일 15212-1869, ’98.12.24)

2-22 PSC BOX GIRDER교(ILM) 강선배치 개선(설계이 15212-1927, ’98.12.31)

2-23 강합성 교량 Slab 콘크리트 연속타설을 위한 설계 개선방안 검토(설심일 15212-8, ’99.1.6)

2-24 강관말뚝기초설계 개선 방안(설심일 15201-9 ’99.1.6)

2-25 교량 철거공 설계기준(설계기 13201-240 ’99.3.4)

2-26 사교에서 교량받침 배치방법 검토(설계이 18201-284 ’99.3.25)

2-27 교량 신축량 산출기준 검토(설계이 13201-591 ’99.6.24)

2-28 교량 신축이음장치 시공 개선 검토(설계이 13201-757 ’99.8.9)

2-29 레일식 신축이음장치의 지지대 설치방안 검토(설계이 13201-952 ’99.11.8)

2-30 강교도장 적용기준 변경(설심일 13201-639 ’98.7.7)

2-31 천공・항타공법 설계기준 검토(설심일 13201-643 ’99.7.8)

2-32 교량 바닥판 배력철근에 대한 시방 적용기준 검토(설계이 13201-780 ’99.8.25)

2-33 기존교량 확폭시공구간 교대벽체 접속방안 검토(설계이 13201-953 ’99.11.8)

2-34 PSC 빔 가로보 철근변경 검토(건이이 13205-292 ’99.8.10)

2-35 교통우회용 가도포장 설계기준 검토(설심일 15212-1789 '99.12.15)

2-36 중앙분리대 개구부 포장단면 개선방안 검토(설심일 13201-684 '99.7.20)

2-37 최대동결관입깊이 산정도표 적용기준 검토(설심이 13201-49 '99.11.10)

2-38 선택층 및 보조기층 재료의 유용기준 검토(설계일 13201-996 '99.11.30)

2-39 충격흡수형 가드레일 적용방안 검토(설계이 15201-1756 '98.12.10)

2-40 표지판 지주 보호대책 검토(설계기 13207-301 '99.3.31)

2-41 방음벽 패널 및 지주 보호방안 검토(설계일 13201-426 '99.5.7)

2-42 교량부 방현망 설치방안 검토(설계일 13201-594 '99.6.24)

2-43 방음벽 지주 규격 검토(설계일 13201-787 '99.8.27)

2-44 도로양측 방음벽 재질 선정기준 검토(설계환 13304-791 '99.8.31)

2-45 가설방음벽 설치 적정성 검토(설계일 13201-981 '99.11.24)

2-46 터널 입·출구부 옹벽 뒷채움재 개선(설심이 15212-1675 '98.11.28)

2-47 터널 라이닝 보강철근 시공방법 개선 검토(설심이 15212-1752 '98.12.11)

2-48 터널 종배수관 재질 개선 검토(설심이 13201-400 '99.4.28)

2-49 전기 비저항 탐사 적용성 검토(설심이 13201-637 '99.7.7)

2-50 터널 내장재 설치 기준 검토(설심이 13201-773 '99.8.18)

2-51 면벽식 터널갱구부 배수처리방안 검토(설계일 13201-1006 '99.12.2)

2-52 터널 공동구 기계화 시공 검토(건이일 13105-329 '99.11.24)

제 3 편 참고자료

3-1 고속도로 휴게소 이용율 검토(영업영 09113-1244, '98.11.4)

3-2 고속도로 휴게소 회전율 및 혼잡율 검토(영업영 09113-1274, '98.11.12)

3-3 건설공사용 자재 분리 발주(재무관 08520-132, '99.2.3)

3-4 교면포장 설계방법 개선(도연관 19303-225, '99.2.2)

3-5 고정식 축중기 설치도면 변경(영업탬 08420-352, '99.3.16)

3-6 영업소 부지설계시 중점 고려사항(시설건 12102-508, '99.6.25)

3-7 무수축 콘크리트(모르터) 배합설계 변경(도연품 18404-1427, '99.6.30)

3-8 확장구간 철거(회수) 자재 재활용 방안(재무관 07527-875, '99.8.20)

3-9 아스팔트 혼합물의 시방기준 개선(안)(도연사 18204-30318, '99.8.25)

3-10 휴게소시설 수준향상방안(시설건 12101-771, '99.9.27)

3-11 터널 피난연락갱내 방화문 설치기준 수립계획(시설설 12111-30309 '99.10.16)

3-12 시가지도로에 고속도로 안내표지판 설치 개선(안)(도로시 09404-30227, '99.10.14)

3-13 터널 환기시설 설계기준 부분개정 시행(시설설 12111-30342, '99.11.5)

3-14 고속도로 건설공사 점검로설치 개선(건이일 13500-340 '99.12.1)

차 례

(2000년 설계실무자료집 통합본)

제 1 편 설계행정

1-1 인·허가 서류 작성비용 적용방안 검토(설계기 13202-113, '00.3.10)

1-2 실시설계용역 기술제안서 평가방안 개정 검토(설계기 13201-142, '00.3.31)

1-3 현황도 제작용역 사업수행능력 평가기준(설계이 13201-206, '00.5.22)

1-4 설계심의·설계심사 지침 개정 검토(설심일 13402-115, '00.6.20)

1-5 실시설계용역 유사용역실적 확대 적용방안 검토(설계일 13201-491, '00.11.15)

1-6 실시설계용역 사업수행능력 평가기준(설계이 13201-492, '00.11.15)

1-7 설계VE 도입방안 검토(설심이 13401-255 '00.12.29)

제 2 편 설계기준 및 개선

2-1 고속도로 기하구조 설계기준 검토(설계기 13207-255, '00.6.21)

2-2 평면교차로 기하구조 기준 검토(설계기 13207-2778, '00.7.12)

2-3 인터체인지 접속부 처리지침(설심이 13202-231, '00.12.6)

2-4 절토부 점검로 설치 개선(건이일 13500-30546, '99.12.15)

2-5 콘크리트 암거 뒷채움 잠정지침(도연사 18204-30142, '00.2.8)

2-6 연약지반 S.D 및 S.C.P 모래 할증 적용기준 검토(설계일 13207-118, '00.3.13)

2-7 암반사면 조사방법 개선 검토(설계이 13202-258, '00.6.30)

2-8 N치 보정기준 검토(설계이 13202-285, '00.7.20)

2-9 연약지반 안정성 검토 대상기준(설계이 13202-286, '00.7.20)

2-10 연약지반구간의 침하량 산출 및 횡단구조물 설계기준 검토(설계일 13201-469, '00.10.30)

2-11 Grating cover 형식 및 규격 검토(설계일 13201-149, '00.4.15)

2-12 파형강관을 이용한 통로암거 개선방안 검토(설심일 13201-245, '00.12.18)

2-13 강관파일 이음에 대한 단가 적정성 검토(설계이 13201-1027, '99.12.9)

2-14 교량구조계산서 작성기준(설계이 13201-1113 '99.12.23)

2-15 다웰바 지지철근 규격 변경(건이일 13105-30567, '99.12.24)

2-16 코핑부 철근 시공성 개선 검토(설계이 13201-1129, '99.12.24)

2-17 교량용 방호울타리 설계기준 검토(설계이 13202-1132 '99.12.27)

2-18 고정식 교대 및 교각 점검시설 개선 검토(설계이 13202-11, '00.1.10)

2-19 원형 교각 단면 적정성 검토(설계이 13201-205, '00.5.22)

2-20 PSC Beam 전단 연결철근 개선(건이이 13105-57, '00.6.21)

2-21 이형철근 겹이음길이 적용기준 검토(설심일 13201-117, '00.6.22)

2-22 콘크리트 중앙분리대(H=1.27m) 확대 시행(설심일 13201-119, '00.6.29)

2-23 설계완료노선 중앙분리대 개선안 적용 검토(설계이 13201-409 '00.9.26)

2-24 구조물용 합성섬유 사용중단 검토(도연사 18204-654 '00.10.19)

2-25 고정식 교대 및 교각 점검시설 개선 및 시설기준 수립(설계이 13202-478 '00.11.7)

2-26 ILM 교량의 쉬스관 순피복 기준 검토(설계이 13201-479 '00.11.7)

2-27 구조물 기초(푸팅)심도 기준 검토(설계이 13202-507 '00.11.27)

2-28 LMC 교면포장 적용 검토(설계이 13202-620 '00.12.23)

2-29 PSC Beam교 가로보 간격 검토(설계이 13202-621 '00.12.26)

2-30 고속도로 4차로 분리교량의 PSC Beam 배치간격 검토(설심일 13401-260 '00.12.29)

2-31 차로 이탈 인식시설 적용방안 검토(설계일 13201-232 '00.6.2)

2-32 터널 포장 줄눈 검토(설계이 13201-263 '00.7.5)

2-33 보조기층 및 동상방지층 재료용 스크리닝스 적용기준(안)(도연사 18204-31774 '00.10.19)

2-34 콘크리트 포장면 연마 적용기준 변경 검토(설계일 13201-650 '00.12.30)

2-35 휴게소 분리 설치방안 검토(설계일 13207-1058 '99.12.16)

2-36 토사방음벽 설치방안 검토(설계환 13304-1095 '99.12.21)

2-37 과적차량 축중차로수 산정기준(교통안 10206-30480 '00.4.27)

2-38 교대 법면 보호블럭 설치기준 검토(설계기 13201-198 '00.5.16)

2-39 방음시설 다양화 방안 검토(설계환 13304-319 '00.8.1)

2-40 시선유도시설 설치기준 개선(설계기 13201-327 '00.8.10)

2-41 가드레일 설치기준 개선(설계기 13201-355 '00.8.16)

2-42 건설사업소 화재방지 시설 검토(건일일 13105-164 '00.9.15)

2-43 부체도로 설계적용기준 검토(설계기 13207-433 '00.10.10)

2-44 건설현장 가연성 폐기물 처리 검토(설계환 13304-458 '00.10.26)

2-45 감속유도시설 설치기준 개선 방안(설계기 13201-473 '00.11.3)

2-46 건설폐재류 처리방안 검토(설계환 13304-511 '00.11.28)

2-47 환경휴게소 건설 검토(설계환 13304-513 '00.11.28)

2-48 영업소 회차로 설계기준 검토(설계기 13201-540 '00.12.13)

2-49 개착부 터널 방수기준(설계일 13201-1154 '99.12.30)

2-50 병설터널 이격거리 최소화 방안 검토(설심이 13201-104 '00.5.29)

2-51 터널 검사원 통로 난간 설치 검토(설계일 13201-309 '00.7.27)

2-52 철근 콘크리트 라이닝 시공법 개선(설심이 13201-173 '00.10.2)

2-53 터널 비상주차대 설치 및 보강방안 검토(설계일 13201-242 '00.12.14)

제 3 편 기 타

3-1 연약지반 시공 및 품질기준 개선(안)(도연사 18204-30681, '99.11.29)

3-2 B/P 부속시설물 설치 검토(도연품 18406-30685, '99.11.30)

3-3 구조물 유지관리시설 설치기준(도로구 09307-30336, '99.12.4)

3-4 장대터널 전력수용 방법 변경(시설전 12205-30400, ’99.12.9)
3-5 2000 설계계상 품질시험비 개정 시행(도연품 18406-30419, ’00.3.27)
3-6 건설사업소 공구별 네트워크 구축계획(정보팀 03204-41, ’00.4.3)
3-7 월동자재 보관창고 설치계획(장비기 11101-152, ’00.4.20)
3-8 아스팔트 품질기준(PG 등급)(도연재 18604-30696 ’00.5.4)
3-9 고장력볼트(화성피막처리, 다크로) 품질기준(도연재 18604-31541, ’00.9.6)
3-10 톨게이트 차로 설계 협조(시설건 12111-30504, ’00.9.8)
3-11 발파작업 안전관리 지침(도연건 18702-31578, ’00.9.18)
3-12 확장공사 안전관리 기준(확장팀 13105-99, ’00.10.11)
3-13 신설・확장 고속도로 통신관로 시공방법 개선(교통통 03410-3123, ’00.11.2)
3-14 용지 및 지장물 보상조서 용역성과품 납품방법 개선(안)(용지보 17113-187 ’00.11.2)
3-15 교량슬래브 거푸집용 파형강관(데크플레이트) 관리 방안(도로계 09303-331, ’00.12.11)

차 례

(2001년 설계실무자료집 목차)

제 1 편 설계행정

1-1 기술제안서 무기명 처리방법 재검토 (설계일13201-281, ’01.5.22)
1-2 실시설계 용역대가 산정기준 개정 검토 (설계일13201-308, ’01.6.5)
1-3 고속도로 작업차량 통행표지 발급기준 (설계기13201-377, ’01.7.20)
1-4 고속도로 건설공사 공구분할 기준 (설계도13202-503, ’01.10.10)
1-5 고속도로 용지경계기준 검토 (설계설13201-620, ’01.12.3)
1-6 용지성과품 작성 개선방안 검토 (설계설13201-645, ’01.12.10)

제 2 편 설계기준 및 개선

2-1 실시설계 개선사항 검토 (설계이13207-63, ’01.1.31)
2-2 절・성토비탈면 녹화공법 적용방안 검토 (설계도13201-575, ’01.10.24)
2-3 배수설계 발생빈도 검토 (설계일13201-6, ’01.1.5)
2-4 PSC BOX Girder(FCM) 여유긴장재 검토 (설계이13202-408, ’01.8.13)
2-5 Double-T Beam 개선방안 검토 (설계설13201-463, ’01.9.14)
2-6 PHC 말뚝의 적용성 분석 (설계구13202-576, ’01.10.27)
2-7 교량코핑면 편경사 처리방안 검토 (설계구13201-607, ’01.11.21)
2-8 IPC 거더교량 적용검토 (설계구13201-635, ’01.12.7)
2-9 교량용 방음벽기초 개선 검토 (설계구13202-725, ’01.12.19)

2-10 가교공법 검토 (설계구 13202-736, ’01.12.21)

2-11 무도장 내후성 강교 적용 검토 (설계구13201-760, ’01.12.29)

2-12 콘크리트 포장면연마 적용기준 변경검토 (설계일13201-650, ’01.1.15)

2-13 교량 접속슬래브 설치구간 포장균열 억제를 위한 적용방안 검토(설계도 13202-637,’01.12.7)

2-14 보강토옹벽의 뒷채움 시공기준 검토 (설계이 13202-388,’01.7.30)

2-15 터널 면벽식갱문 날개옹벽 온도철근 적용방안 검토(설계설13201-150, ’01.3.7)

2-16 터널갱문부 화강석 부착방법 개선 검토 (설계기13207-237, ’01.4.18)

2-17 터널 피난연락갱 설치기준(안) (설계기13201-350, ’01.7.6)

2-18 터널라이닝 보강철근 지지방안 검토 (설계기13201-356, ’01.7.13)

2-19 터널Abut부 철근사용 검토 (설계이 13202-403, ’01.8.10)

2-20 장대터널 공동구 검토 (설계설 13201-602, ’01.11.19)

2-21 터널갱구부 라이닝 콘크리트 철근보강(안) (설계설13201-612, ’01.11.26)

2-22 장대터널 비상시설용 계단 설치(안) (설계설13201-737, ’01.12.27)

2-23 낙석방지시설 설치기준 개선검토 (설계기13201-151, ’01.3.8)

2-24 개선형 가드레일 세부 적용방안 수립 (설계기13201-173, ’01.3.18)

2-25 돌망태공 설치단가 검토 (설계기13201-250, ’01.4.26)

2-26 비탈면 보호공 설치기준 검토 (설계기13201-260, ’01.5.14)

2-27 부체도로 방호시설 설치형식 검토(설계설13201-335, ’01.6.21)

2-28 연약지반 중앙분리대 개선방안 검토 (설계기13201-511, ’01.10.10)

2-29 가드휀스 설치기준 개선검토 (설계설13201-730, ’01.12.20)

2-30 터널 세정오수 처리(안) (설계환13304-69, ’01.2.5)

2-31 건설폐기물 분리발주 시행방안 (설계환13304-355, ’01.7.13)

제 3 편 참고자료

3-1 장터널 부대시설공사 준공대책 검토 (시설설12205-582, ’01.11.8)

3-2 장대터널 피난 연결통로의 타일 시공기준 적용 검토 (건일이13105-78, ’01.6.15)

3-3 장대터널 공동구(벽체) 기계화시공 검토 (건이이13105-72, ’01.7.16)

3-4 환경친화적인 고속도로 건설을 위한 터널갱구부 설계기준 검토 (기술환13304-3, ’02.1.14)

3-5 고속도로 성토비탈면 돌붙임 시공구간 녹화방안 (시설조12308-122, ’01.3.15)

3-6 시선유도시설(반사체) 연결로 길어깨구간 색상기준 통보 (도로도09123-30977, ’01.10.17)

3-7 차선도색 시행기준 조정검토 (도로포09205-155, ’01.5.24)

3-8 출구감속 유도표지 도입 시행 (도로시09405-30082, ’01.1.31)

3-9 확장공사 안전관리기준 변경 통보 (확장팀13105-30398, ’01.7.27)

3-10 터널표지 안내문안 개선 통보 (도로시09404-30480, ’01.5.22)

3-11 투명방음벽에 의한 조류충돌 방지대책 검토 (설계환13304-44, ’01.12.5)

3-12 고속도로 4차로 분리교량의 PSC Beam 배치간격 검토 (설심일13401-30001, ’01.1.4)

3-13 구조물구간 가로등기초 설치협조 (시설전12205-30328, ’01.7.4)

3-14 ILM교량 중분대 개선방안 통보 (건일일13105-30345, ’01.7.11)

3-15 「LMC교면포장 단가검토」내용 통보 (설계이13202-30297, ’01.7.23)

3-16 구조물 종별 분류기준 통보 (구조점09307-30077, ’01.11.9)

3-17 교면 내부침투수 배수처리 방법 단가산출서 통보 (구조진18811-30083, ’01.11.14)

3-18 “Girder교 철근콘크리트 바닥판 설계개선” 기술심의 결과 통보(도연사18204-31780, ’01.12.15)

3-19 감독 및 업무용차량 운영 개선방안 (확장이13105-30246, ’01.5.14)

3-20 절성경계 보강슬래브 설계기준 개선방안 통보 (설심이13201-30049, ’01.3.30)

3-21 “교면포장 및 바닥판 손상방지를 위한 교면내부 침투수 배수처리방법 개선(안) 확대시행 방안” 적용기준 통보 (도로진18811-30519, ’01.6.5)

3-22 “지중강판구조물 설계 및 시공지침(안)”,“출입시설구간 길어깨 폭원개선”기술심의 결과 통보 (도연기18204-30106, ’02.1.26)

차 례

(2002년 설계실무자료집 목차)

제 1 편 설계행정

1. 자연환경보전법 개정내용 및 시행방안 통보(기술환13303-30011, ‘02.1.10)
2. “설계토론마당” 운영(설계기13207-49, ‘02.2.8)
3. 설계용역비 정산기준 검토(설계설10201-143, ‘02.3.28)
4. 설계단계의 도로안전진단제도(RSA) 시행방안 검토(기술의10401-84, ‘02.6.7)
5. 산업안전보건관리비 적용기준 검토(설계설10201-327, ‘02.7.5)
6. 실시설계 성과물 내실화 방안(설계설10202-383, ‘02.8.6)
7. 기술료 설계적용방안 검토(설계설10201-566, ‘02.11.4)
8. 고속도로 건설공사 관련 각종 부담금 처리방안 개선(건설지13105-160, ‘02.11.28)

제 2 편 설계기준 및 개선

제1장 기하구조

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

제2장 토공

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

제3장 배수공

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

제4장 구조물공

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

제5장 포장공

1. 고속도로 포장형식 선정기준 검토(설계도10201-151, ‘02.4.1)

제6장 터널공

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

제7장 부대공

1. 콘크리트 중앙분리대(H=1.27m) 보강(설계설10201-79, ‘02.3.7)
2. 방음벽 설계풍하중 검토(설계구10202-30086, ‘02.3.7)
3. 방음벽 설치기준 개선검토(설계구10201-184, ’02.4.30)
4. 긴급제동시설 설계기준 개선(설계설13201-195, ‘02.5.7)
5. 영업소 부지면적 및 설계기준 개선(시설건09111-30271, ‘02.5.8)
6. 공사구간 안전시설 정비계획(교통안08201-157, ‘02.6.1)
7. 도로안전시설 설치 및 관리지침(차량방호 안전시설 편) 일부 개정(교통안08201-30916, ‘02.8.6)
8. 도로안전시설 설치 및 관리지침(시설유도시설 편) 개정(교통안08201-30917, ‘02.8.6)
9. 교통안전표지 설치 개선방안(교통관08109-255, ‘02.8.27)
10. 휴게소 주차장 경사(기울기) 설계기준변경(시설건09111-370, ‘02.9.12)
11. 문형식 표지 설치기준 검토(교통관08109-279, ‘02.9.13)
12. 교량 고강도 철재 방호울타리 설계지침(설계설10201-539, ‘02.10.21)
13. 충격흡수시설 정비방안(교통안08201-328, ‘02.10.30)
14. 건설사업소・공구사무실 운영비품 개선방안 검토(설계설10201-30385, ‘02.11.2)
15. 방음벽기초(H-pile+콘크리트옹벽) 기계화 시공방안 검토(건설계10105-123, ‘02.11.25)
16. 공구 감독실 사무원 운영방안(건설계10105-30659, ‘02.11.29)
17. 방음시설 미관설계 기준(설계구10201-685, ‘02.12.17)
18. 방음벽의 성능 및 설치기준 일부내용 개정(기술환10705-30540, ‘02.12.23)
19. 표지판 표준도 개선 검토(설계설10201-735, ‘02.12.26)

제 3 편 참고자료

제1장 참고자료

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

차 례

(2003년 설계실무자료집 목차)

제 1 편 설계행정

1-1 항공측량 지형도 작성방안 검토 (설계설10201-52, ’03.2.20)

1-2 시설물 명칭 부여기준 검토 (설계설10202-130, ’03.5.12)

1-3 실적공사비 적산제도 추진방안 검토 (설계설10201-168, ’03.6.17)

1-4 잡철물 제작 및 설치단가 검토 (설계도10201-303, ’03.8.21)

제 2 편 설계기준 및 개선

2-1 출입시설 계획 목표연도 조정방안 검토 (설계설10201-96, ’03.3.31)

2-2 소일네일링 설계 개선 검토 (설계도13201-102, ’03.4.8)

2-3 터널 막장 전방 암질 예측방안 검토 (설계구10201-452, ’03.11.18)

2-4 소수주형 판형교 적용 검토 (설계구10201-10, ’03.1.14)

2-5 IPC거더 연속교 적용 검토 (설계구10201-105, ’03.4.10)

2-6 LMC 교면포장 적용 개선 (설계구10201-302, ’03.8.20)

2-7 교량점검시설 설치기준 개선 (설계구10201-153, ’03.6.3)

2-8 교량방호울타리(기계타설) 철근피복두께 조정 (설계구10201-405, ’03.10.6)

2-9 교량배수시설 설치기준 개선 (설계구10201-477, ’03.12.3)

2-10 터널 라이닝콘크리트 타설 사이클타임 조정 시행 (설계도10201-9, ’03.1.10)

2-11 터널 내부 타일규격 조정 시행 (설계도10201-38, ’03.1.29)

2-12 터널 갱문부 설계기준 검토 (설계도10201-70, ’03.3.14)

2-13 2-ARCH 터널 개선방안 검토 (설계구10201-150, ’03.5.30)

2-14 터널 맹암거규격 적용기준 검토 (설계도10201-259, ’03.7.21)

2-15 터널 피난연락갱 설치기준 검토 (설계구10201-311, ’03.8.26)

2-16 연결로 포장두께 검토 (설계도10202-101, ’03.4.4)

2-17 차로이탈 인식시설(Rumble-strips) 적용기준 검토 (설계도10201-104, ’03.4.10)

2-18 시멘트 콘크리트 포장의 거친면 마무리 개선 (설계도10207-30426, ’03.9.8)

2-19 휴게소 포장공법 검토 (설계도10201-441, ’03.11.10)
2-20 요금소 개구부 설치기준 개선 (설계설10201-467, ’03.11.27)

제 3 편 참고자료

3-1 터널 굴착지반 구배 조정 검토 (건설원10105-149, ’02.12.30)
3-2 인・허가자료 관리방안 개선(안) (건설지13105-19, ’03.3.15)
3-3 장터널 옥외 연결 공동구 설치방법 변경 (시설전09111-30144, ’03.3.17)
3-4 콘크리트용 부순모래의 적용성 및 품질관리기준 검토 (기술품10504-24, ’03.3.21)
3-5 포장 그루빙(Grooving) 확대 시행방안 검토 (도로포07202-42, ’03.3.24)
3-6 지중강판을 이용한 합성형 통로암거 개선 (기술의10410-49, ’03.3.29)
3-7 교량용 방호울타리 적용방안 검토 (건설원10105-62, ’03.8.13)
3-8 사전환경성검토 용역 대가 산정 기준 (기술환10804-30362, ’03.8.14)
3-9 강관말뚝 두부보강 적용방안 검토 (건설지10308-73, ’03.8.30)
3-10 확장구간(4→6차로) 중앙분리대폭 개선 검토 (건설기10105-88, ’03.10.6)
3-11 PSC Box Girder교의 유지관리용 점검통로 개선방안(건설술10105-100, ’03.11.5)
3-12 고속도로 건설공사 터널공동구 덮개 개선 검토(안) (건설기10105-106,‘03.11.11)
3-13 교량난간방호벽(무늬거푸집) 기계화시공 검토 (건설계10105-92, ’03.11.17)
3-14 중앙분리대 개구부 처리 방안 (건설기10105-123, ’03.12.5)
3-15 터널갱문부 가시설 시공방안 검토 (건설관10105-129, ’03.12.29)
3-16 V형측구, 산마루측구 규격 세분화 검토 (기술의10410-217, ’03.12.29)
3-17 고교각 나사식 철근이음 간격 개선(건설관10105-132, ‘03.12.31)

차 례

(2004년 설계실무자료집 목차)

제 1 편 설계행정

1-1 3D 시뮬레이션 설계 활용 (설계구10201-151, ’04.6.18)
1-2 실적공사비 제도 적용방안 검토 (설계설10201-204, ’04.7.9)
1-3 실시설계 용역대가 산정기준 개정 검토 (설계설10202-319, ’04.9.20)
1-4 실시설계 단계에서의 설계VE 실행 시스템 구축 (설계도10202-373, ’04.12.3)
1-5 고속도로 건설공사 관련 공사설명회 시행방안 (건설관 10105-24, ’04.4.7)
1-6 환경업무 처리 절차 (기술환10804-30364, ’04.8.27)
1-7 운반거리 변경기준 검토 (설계설10201-395, ’04.12.22)

제 2 편 설계기준 및 개선

2-1 성토부 도수로 설계기준 검토 (설계도13201-13, ’04.1.20)

2-2 PSC Beam교 중간부 Diaphragm 설치기준 (설계구10201-23, ’04.2.12)

2-3 교량기초 확인지반조사 설계 반영기준 검토 (설계구10201-31, ’04.3.3)

2-4 확장구간 포장용 B/P 운영기간 검토 (설계도10201-41, ’04.3.22)

2-5 FCM 내부 점검시설 설치기준 (설계구10201-111, ’04.4.8)

2-6 절토부 종배수관 설계 적용방안 검토 (설계도13201-112, ’04.4.9)

2-7 세장한 장주 상세설계 잠정 기준 (설계구10201-120, ’04.4.20)

2-8 육상부 암발파 설계 및 계측 기준 (설계구10201-122, ’04.4.22)

2-9 연약지반 과재성토 다짐기준 검토 (설계도13201-128, ’04.5.4)

2-10 긴급용 개구부 설치방안 검토 (설계설10202-129, ’04.5.6)

2-11 핑거조인트 설계기준 및 개선방안 검토 (설계설10207-138, ’04.5.12)

2-12 영업소 광장부 포장공법 개선 (설계도10201-30346, ’04.6.3)

2-13 가설방음벽 지지기구 개선 검토 (설계설10201-153, ’04.6.21)

2-14 2-Arch 터널 지보패턴 설계방안 검토 (설계구10201-209, ’04.7.16)

2-15 터널관리소 진·출입로 설치기준 검토 (설계도10201-199, ’07.7.7)

2-16 영업소 광장부 차선도색 개선 (설계설10202-243, ’04.8.20)

2-17 IC, JCT 연결로 종방향 그루빙 적용 방안 (설계설10202-245, ’04.8.23)

2-18 표지판 지주형식 개선 (설계설10202-295, ’04.9.13)

2-19 숏크리트 강섬유 할증율 적용방안 검토 (설계도10201-323, ’04.9.30)

2-20 방음벽 부속자재 설치기준 개선 (설계설10201-353, ’04.11.3)

2-21 평행방음벽 설치기준 검토 (설계설10201-363, ’04.11.22)

2-22 암거표준도 적용 검토 (설계도10201-371, ’04.12.2)

2-23 아스팔트 포장 설계기준 검토 (설계도10201-372, ’04.12.3)

2-24 강거더교 바닥판 설계 개선방안 (설계구10201-394, ’04.12.22)

2-25 터널갱문부 설계기준 보완 검토 (설계도10201-433, ’04.12.27)

제 3 편 기 타

3-1 영업소 차로수 산정기준(안) (기획조01503-8, ’04.1.12)

3-2 교량 계측시스템 설치(관리) 기준검토 (구조계11106-1, ’04.1.13)

3-3 가설건물 불연자재 적용 검토 (건설원10105-25, ’04.4.26)

3-4 절토비탈면 건설관리방안 검토 (건설계10308-31, ’04.5.12)

3-5 고속도로 소음분쟁 개선방안 (도로도07118-80, ’04.5.21)

3-6 고속도로 휴게소 시설규모 개선 (시설건09111-73, ’04.6.1)

3-7 야생동물 유도휀스 설치기준 수립 (기술환10804-50, ’04.6.23)

3-8 표지판 지주 보호시설 개선 (건설지10105-59, ’04.6.24)

3-9 고속도로 준공기념 시설물 설치기준 개선 (건설계10308-41, ’04.6.29)

3-10 확장공사(4→6차로)구간 교통전환시 일일가도 운영 (건설원10105-47, ’04.7.22)

3-11 유료도로 휴게소 부지면적 산출지침 제정 (도로정책과-3989, ’04.7.27)

3-12 터널 라이닝 철근 지지용 방수쉬트 부착형 앵커 설치기준 검토 (건설술10105-72, ’04.7.30)

3-13 터널 피난연락갱 포장단면 검토 (기술사14101-93, ’04.8.26)

3-14 방음벽 설계기준 개선 (기술환10804-76, ’04.9.21)

3-15 원형교각 결속철근 시공 효율화 방안 (건설술10105-90, ’04.9.24)

3-16 본선영업소 광장접속부 기하구조 개선(안)통보 (기술사10402-112, ’04.10.26)

3-17 본선과 IC 연결로 합류구간 교통처리 개선방안 검토 (교통안08210-123, ’04.11.10)

3-18 유지관리용 부대시설물 가설건물 및 철근보관창고 설치기준 (도로개07304-213, ’04.12.14)

3-19 교량뒷채움 보강용 그라우팅 호스의 적정성 검토(구조점11209-37, ’04.12.29)

3-20 차선도색 시행기준 (도로포07201-191, ’03.12.29)

차 례

(2005년 설계실무자료집 목차)

제 1 편 설계행정

1-1 확장공사구간 단가 적용기준 검토 (설계처-1370, ’05. 5. 23)

1-2 기술사용료 적용기준 보완검토 (설계처-1958, ’05. 7. 6)

제 2 편 설계기준 및 개선

2-1 분기점 연결로 설계시행 방안 (설계처-2879, ’05. 10. 11)

2-2 교량 기초 시공시 발생토량(절토부) 토공유동관련 검토 (설계처-1792, ’05. 6. 24)

2-3 깍기비탈면 설계개선 검토 (설계처-3648, ’05. 12. 16)

2-4 중분대 종배수관 설계 적용방안 검토 (설계처-590, ’05. 3. 8)

2-5 흙깍기부 초기집수정 설치위치 검토 (설계처-1334, ’05. 5. 19)

2-6 터널 공동구 바닥부 여굴 처리방안 검토 (설계처-690, ’05. 3. 17)

2-7 터널 교대근무조 적용기준 검토 (설계처-1172, ’05. 5. 4)

2-8 개착터널 인버트 설치기준 검토 (설계처-2161, ’05. 7. 26)

2-9 터널 측방배수관 재질 개선 검토 (설계처-3417, ’05. 11. 30)

2-10 PSC빔 표준화 적정성 검토 (설계처-542, ’05. 3. 3)

2-11 교면배수구 설치기준 개선검토 (설계처-573, ’05. 3. 7)

2-12 프리케스트 콘크리트 패널의 교량바닥판 적용검토 (설계처-1220, ’05. 5. 10)

2-13 구조물 표면마무리 개선방안 검토 (설계처-1832, '05. 6. 28)
2-14 강재트러스 합성거더교 적용성 검토 (설계처-2627, '05. 9. 12)
2-15 탄성받침 개선방안 검토 (설계처-2686, '05. 9. 16)
2-16 콘크리트 노출 바닥판 적용방안 검토 (설계처-3330, '05. 11. 23)
2-17 교각 시공용 리프트 공법 적용성 검토 (설계처-961, '05. 4. 13)
2-18 다발철근의 적용성 검토 (설계처-3556, '05. 12. 9)
2-19 암파쇄 방호시설 설치지침 시행 (설계처-413, '05. 2. 22)
2-20 흙막이 가시설 설계기준 수립 (설계처-999, '05. 4. 18)
2-21 낙석방지망 표준도 보완 (설계처-3380, '05. 11. 28)
2-22 표지판 세부기준 정립 및 표준도 개정 (설계처-3617, '05. 12. 14)
2-23 오탁방지망 설치기준 검토 (설계처-3837, '05. 12. 29)
2-24 오탁방지망 설치기준 검토 (설계처-3837, '05. 12. 29)
2-24 경찰순찰차 주차시설 설치기준 검토 (설계도10202-612, '03. 12. 31)

제 3 편 기 타

3-1 절삭아스콘 처리단가 적용방안 (건설환경실-2661, '05. 12. 22)
3-2 고속도로 터널 방재시설 설치기준 개정 (시설처-910, '05. 4. 15)
3-3 압축부재 축방향 철근량 설계기준 개선 (기술심사실-1043, '05. 6. 30)
3-4 중분대 변이구간 접속 처리방안 (기술심사실-1725, '05. 11. 15)
3-5 교대, 교각 재료강도 설계기준 검토 (기술심사실-2059, '05. 12. 29)
3-6 PSC빔 전도 방지대책 수립 (건설관리처-1302, '05. 6. 21)
3-7 소음한도 및 측정방법 기준개선 검토 (도로처-2646, '05. 7. 29)
3-8 고속도로 비탈면녹화 세부지침(안) (시설처-3211, '05. 11. 79)
3-9 고속도로 휴게소 건축규모기준 개선 (시설처-2536, '05. 9. 15)
3-10 고속도로 건설공사 차폐시설 설치방안 검토 (건설관리처-1213, '05. 6. 13)
3-11 고속도로 건설공사 기간중 토취장 업무처리 매뉴얼 (건설관리처-596, '05. 3. 24)
3-12 고속도로 건설공사 기간중 토석정보 실용화 방안 (건설관리처-2913, '05. 12. 13)

차 례

(2006년 설계실무자료집 목차)

제 1 편 설계행정

1-1 고속도로 건설 갈등관리시스템 도입(안)(설계처-534, '06. 3. 6)
1-2 토질조사 기준개선 (설계처-1503, '06. 6. 15)

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

제 2 편 설계기준 및 개선

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

2-2 쌓기비탈면 점검로 설치개선 (설계처-3042, ’06. 11. 24)

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

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

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

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

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

2-8 터널내 포장설계기준 검토 (설계처-1336, ’06. 5. 29)

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

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

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

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

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

2-14 터널내 배수시설 결빙방지대책 검토 (설계처-3293, ’06. 12. 14)

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

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

2-17 교량 배수관 재질검토(설계처-1355, ’06. 5. 30)

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

2-19 강교 제작단가 적용검토 (설계처-2296, ’06. 9. 8)

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

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

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

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

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

제 3 편 기 타

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

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

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

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

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

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

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

3-8 영업소 통로암거설치 및 건축부지조성 지침 통보 (시설처-1327, ‘06. 5. 22)
3-9 야생동물 유도펜스 표준형식 정립 (건설환경실-925, ‘06. 5. 24)
3-10 야생동물 유도펜스 출입문 설치 및 관리기준 (건설환경실-1141, ‘06. 6. 29)
3-11 야생동물 보호시설 문안 표준화 방안 (건설환경실-1302, ‘06. 7. 13)
3-12 교량 및 터널구간 노면표지 설치기준 통보 (도로처-2593, ‘06. 7. 28)
3-13 터널 입구부 안전시설 개선 (교통처-3336, ‘06. 9. 7)
3-14 연결로 유출노즈부 안전시설 개선 (교통처-3337, ‘06. 9. 8)
3-15 결로방지적용 표지설치(안) (교통처-4118, ‘06. 10. 27)
3-16 안개잦은 지역 관리방안 (건설계획처-3795, ‘06. 10. 31)
3-17 토공구간 교량화 검토 방안 (건설관리처-3308, ‘06. 12. 29)
3-18 낙석방지울타리 형식 적용 방안 (건설관리처-3170, ‘06. 12. 19)

차 례

(2007년 설계실무자료집 목차)

제 1 편 설계행정

1-1 실시설계 성과품 관련 개선방안 검토 (설계처-1979, ’07. 7. 10)
1-2 설계변경시 협의 단가 적용 방안 (건설계획처-2570, ’07. 7. 25)
1-3 고속도로 건설공사관련 인허가 서류 작성비용 적용방안 개선검토 (건설관리처-1807, ‘07. 7. 4)
1-4 고속도로 건설 복합공종공사 제잡비 적용방안 검토 (건설관리처-2007, ‘07. 7. 24)
1-5 구조물 철거·해체 관련 비율단가 조정방안 검토 (설계처-1674, ’07. 6. 11)

제 2 편 교통 및 기하구조

2-1 편리하고 안전한 고속도로 실현을 위한 하이패스차로 기하구조 검토 (설계처-1935, ’07. 7. 5)
2-2 노즈부 설계기준 개선 검토 (설계처-3411, ’07. 11. 29)
2-3 오르막차로 개선내용 설계적용성 검토 (설계처-3666, ’07. 12. 11)

제 3 편 토 공

3-1 육상부 암발파 설계 및 계측 적용기준 검토 (설계처-527, ’07. 2. 23)
3-2 깎기비탈면 보강 록볼트 설계기준 검토 (설계처-2311, ’07. 8. 13)
3-3 여성토 및 공사용 흙쌓기 다짐기준 검토 (설계처-2939, ’07. 10. 17)
3-4 비탈면 보호용 숏크리트에 대한 뿜어붙이기 단가 적용검토 (설계처-2940, ’07. 10. 17)

제 4 편 배수공

4-1 절·성토 비탈면 소단측구 개선 검토 (건설관리처-1665, ‘07. 6. 19)

4-2 수로암거 및 배수관의 차수벽 설치방안 검토 (설계처-63, ’07. 1. 9)

4-3 조립식 측구 적용성 검토 (설계처-804, ’07. 3. 22)

4-4 파형강판 암거 설계 조치사항 검토 (설계처-2117, ’07. 7. 23)

4-5 수해예방을 위한 산지부 도로설계기준 개선 (설계처-3394, ’07. 11. 28)

4-6 중앙분리대측 배수능력 향상방안 (설계처-3694, ’07. 12. 24)

4-7 친환경 배수구조물 적용방안 검토 (설계처-3780, ’07. 12. 28)

4-8 보강토옹벽 설계적용기준 검토 (설계처-3563, ’07. 12. 12)

제 5 편 교량공

5-1 콘크리트 교량 동바리 설계기준 검토 (설계처-2020, ’07. 7. 13)

5-2 PSC 및 IPC BEAM교 중간부 조립식 강재격벽 적용방안 검토 (설계처-1833, ’07. 6. 26)

5-3 교각 단면변화구간 띠철근 배근 적정성 검토 (설계처-3434, ’07. 12. 3)

5-4 강관말뚝 선단보강밴드 두께설계기준 검토 (설계처-3672, ’07. 12. 21)

5-5 FCM 교량 캠버계측관리 기준 검토 (설계처-3725, ’07. 12. 26)

5-6 거더교 바닥판 단부 사보강 철근 설치방안 (설계처-3585, ’07. 12. 14)

5-7 강합성교 복부이음판 형식 검토 (기술심사실-1652, ‘07. 10. 4)

5-8 교면내부침투수 배수처리방법 개선(안) (설계처-3447, ’07. 12. 4)

제 6 편 포장공

6-1 동상방지층 미설치에 대한 포장설계 적용성 검토 (설계처-1458, ’07. 5. 17)

6-2 노면요철포장(Rumble Strips) 적정성 검토 (설계처-2632, ’07. 9. 12)

6-3 린콘크리트 포장단면 개선방안 검토 (설계처-2836, ’07. 10. 5)

6-4 암반구간 포장설계 잠정지침 적용방안 (설계처-3448, ’07. 12. 4)

6-5 콘크리트포장 줄눈 표준화 방안 (설계처-3468, ’07. 12. 5)

6-6 콘크리트포장 줄눈재 적용지침 통보 (도로처-981, ’07. 3. 20)

6-7 동상방지층 미설치에 대한 건축공사 포장단면 개선 적용 (시설처-3188, ’07. 12. 10)

제 7 편 부대공

7-1 분기점(JCT)내 회차로 설치방안 검토 (건설계획처-3579, ’07. 11. 1)

7-2 터널 입·출구 분리구간 조기개방시설 검토 (교통처-3107, ’07. 8. 6)

7-3 고속도로 하이패스 적용에 따른 회차로 및 지하통로 설치기준 (설계처-2306, ’07. 8. 13)

7-4 건설 및 설계중인 고속도로 가드레일 설치형식 및 실치기준(안) 검토 (설계처-1603, ’07. 6. 1)

7-5 저속구간 노측용 가드레일 적용방안 (설계처-2443, ’07. 8. 27)

7-6 터널입출구부 선형분리구간 중분대용 가드레일 설치기준 검토 (설계처-2747, ’07. 9. 19)

7-7 제설작업을 고려한 가드휀스 설치기준(안) 검토 (설계처-3469, ’07. 12. 5)

7-8 고속도로 건설공사 방진망 설계기준(안) 검토 (설계처-3353, ’07. 11. 27)

7-9 중앙분리대 시선유도도장 적용방안 검토 (설계처-2075, ’07. 7. 19)

7-10 인터체인지용 중앙분리대 기준개선(안)(설계처-742, ’07. 3. 19)

7-11 이상기후시 시인성향상을 위한 안내표지판 시험시공 계획 및 개선방안 검토 (설계처-1673, ’07. 6. 11)

7-12 가로등 설치구간에서의 도로표지 시인성 개선방안 (교통처-3344, ’05. 8. 25)

7-13 관광지표지 및 분기점표지 세부정비방안 검토 (교통처-4962, ’06. 12. 20)

7-14 고속도로 안내표지 개선방안 세부추진계획 수립 (교통처-5095, ’07. 12. 13)

7-15 CI 변경에 따른 톨게이트 지명표지판 개선(안) (시설처-1548, ’07. 6. 13)

7-16 고속도로 영업소 통로암거 연장 축소방안 검토 (설계처-2476, ’07. 8. 29)

7-17 하이패스 안전시설 설치기준 (교통처-3517, ’07. 9. 3)

7-18 노면 오염수 저감시설 잠정지침 수립 (설계처-2491, ’07. 8. 30)

제 8 편 터널공

8-1 개착터널 라이닝 설계기준(상시) 수립 (설계처-1428, ’07. 5. 15)

8-2 터널 록볼트 정착기준 개선 (설계처-1106, ’07. 4. 17)

8-3 터널 맹암거 유공관 설계기준 검토 (설계처-3076, ’07. 10. 31)

8-4 터널 갱구부 임시비탈면 보강방안 검토 (설계처-3481, ’07. 12. 6)

8-5 터널 피난연락갱 설치구간의 본선 교차부 굴착 보강방안 (기술심사실-1640, ’07. 10. 2)

8-6 터널유출수 종합관리대책 (건설환경실-2409, ’07. 11. 28)

8-7 중규모 터널 방재시설 설치기준 (시설처-3444, ’07. 12. 28)

8-8 터널 소화전함 규격 변경 (시설처-2529, ’07. 10. 12)

8-9 터널조명 회로 개선 시행 (시설처-1628, ’07. 6. 22)

8-10 터널내 표시등 시설 개선 검토 (시설처-1822, ’07. 7. 13)

8-11 터널내 비상조명등 시설 개선 검토 (시설처-2022, ’07. 8. 3)

제 9 편 기타 및 참고자료

9-1 시민참여제도(PI) 확대적용방안 (설계처-3794, ’07. 12. 31)

9-2 시설물을 활용한 건설현장 ex홍보 추진방안 (건설관리처-977, ’07. 4. 6)

9-3 고속도로 건설참여자 등재 방안 검토 (건설관리처-3012, ‘07. 11. 7)

9-4 건설 근로자 근무환경 개선(안) (건설관리처-2222, ’07. 8. 17)

9-5 비계・작업발판 안전관리기준 (건설계획처-2131, ’07. 6. 14)

9-6 낙하물, 추락재해 방지시설 설치기준 (건설계획처-2947, ’07. 8. 24)

9-7 가설교량 및 교량가시설 설치기준 (건설계획처-4083, ’07. 12. 12)

9-8 건설공사중 방음시설 적용방안 (건설계획처-4202, ’07. 12. 20)

9-9 암거명칭 부여 등 관리방안 (구조물처-860, ’07. 4. 16)

9-10 교통정보안내 및 유고상황 신고번호 안내표지 개선방안 (교통처-4277, ’07. 10. 24)

9-11 제설장비 파손방지를 위한 도로시설물 면처리 개선 (설계처-3378, ’07. 11. 27)

9-12 확장공사 안전기준 적용실태 검토 (건설관리처-3566, ’07. 12. 24)

9-13 고속도로 조기개통, 확장공사구간 하자 및 유지관리 개선방안 검토 (건설관리처-1452, ‘07. 5. 25)

9-14 건물 저수시설 개선 (시설처-2842, ’07. 11. 13)

9-15 비상발전기 조작반 설치 기준(안) 수립 (시설처-1203, ’07. 5. 2)

9-16 염화물 피해감소를 위한 방음벽주변 수목식재방법 개선 (시설처-1521, ’07. 6. 11)

9-17 구조물주변 성토부 유실방지를 위한 수목식재방법 개선 (시설처-3168, ’07. 12. 7)

차 례

(2008년 설계실무자료집 목차)

제 1 편 설계행정

1-1. 자연・지역・인간이 조화되는 경관설계 추진방안 (설계처-437, ‘08. 2. 26)

1-2. 참여형 설계프로세스 세부시행방안 (설계처-1643, ‘08. 6. 19)

1-3. 도로설계관련 기준 관리방안 (설계처-2323, ‘08. 9. 2)

1-4. 지역・지형특성 등을 고려한 시설물설계 추진방안 (설계처-2521, ‘08. 9.29)

1-5. 신기술(특허) 사용 협약방안 검토 (설계처-3116, ‘08. 12. 1)

1-6. 고속도로 장기계속 공사 연간공사일수 산정기준 개선 (건설관리처-734, ‘08. 3. 5)

1-7. 간접피해 보상방안 검토 (건설관리처-1010, ‘08. 3. 28)

1-8. 건설공사 손해보험 가입검토 (건설계획처-1915, ‘08. 7. 7)

1-9. 자생수목 이식공사 시행방법 개선 (시설처-2394, ‘08. 9. 2)

1-10. 터널부 입체적도로구역 지정검토 (건설관리처-4135, ‘08.10.2, ’08. 10. 23)

제 2 편 교통 및 기하구조

2-1. 인터체인지 추가 설치기준 검토 (설계처-157, ‘08. 1. 18)

2-2. 연속부가차로 설치기준 검토 (설계처-1591, ‘08. 6. 12)

2-3. 영업소 차로수 산정기준 검토 (설계처-1791, ‘08. 7. 7)

2-4. 나들목 연결로 길어깨 적용 폭원검토 (설계처-2482, ‘08. 9. 19)

2-5. 하이패스를 고려한 영업소 광장부 설계기준 검토 (설계처-3347, ‘08. 12. 17)

2-6. 고속도로 개통전 영업소 차로수 적정성 검토(안) (건설관리처-1156, ‘08. 4. 11)

2-7. 중심선형 개선을 통한 영업소 광장부 설치 효율화 방안 (기술심사처-851, ‘08. 4. 25)

제 3 편 토 공

3-1. 식생 보강토옹벽 설계적용방안 검토 (설계처-1631, ‘08. 6. 18)

3-2. 비탈면 파괴 원인분석을 통한 깎기비탈면 설계기준 개선 (설계처-2692, ‘08. 10. 17)

3-3. 절토 비탈면 설계변경 최소화 대책(안) (건설관리처-1841, ‘08. 6. 22)

3-4. 부순모래 현장 적용성 검토 (건설계획처-2730, ‘08. 10. 6)

제 4 편 배수공

4-1. 지중강판 합성형암거 설계기준 보완 (설계처-779, ‘08. 3. 25)

4-2. L형측구 양토되메우기 방법 개선 (시설처-1476, ‘08. 6. 4)

제 5 편 구조물공

5-1. 교량 경관설계 적용방안 (설계처-791, ‘08. 3. 26)

5-2. 교량 외장재 적용 검토 (설계처-1267, ‘08. 5. 6)

5-3. ILM교량 받침부 Insert Plate 개선 방안 (설계처-1790, ‘08. 7. 4)

5-4. 교량 신축이음장치 누수방지시설 적용검토 (설계처-1859, ‘08. 7. 11)

5-5. 표면염화물량 적용 잠정기준 (설계처-1896, ‘08. 7. 15)

5-6. 교량구조용 압연강재(HSB) 적용 검토 (설계처-1988, ‘08. 7. 23)

5-7. 콘크리트 빔교 다경간 연속(화)방안 검토 (설계처-2329, ‘08. 9. 2)

5-8. 박스형 교량 설계 적용 검토 (설계처-2734, ‘08. 10. 22)

5-9. 강교제작 지침 및 기준 적용 검토 (설계처-3617, ‘08. 12. 31)

5-10. 시멘트 콘크리트 배합강도 적용방안 (건설계획처-2107, ‘08. 7. 29)

5-11. 전단연결재(스터드) 설계 최적화 방안 검토 (기술심사실-1327, ‘08. 7. 29)

5-12. 고정식 교량점검시설 설치대상 기준 개선 (구조물처-1774, ‘08. 8. 13)

5-13. 다이아프램 설계최적화 방안 검토 (기술심사처-2314, ‘08. 10. 28)

5-14. 안정성 향상을 위한 PSCI거더교 전단철근 배근방법 개선 (기술심사처-2639, ‘08. 11. 28)

5-15. 고속도로 건설현장 철근 할증률 적용기준 검토 (건설관리처-5439, ‘08. 12. 23)

제 6 편 포장공

6-1. LMC(Latex Modified Concrete) 단가 검토 (설계처-1085, ‘08. 4. 21)

6-2. 길어깨포장 개선방안 (설계처-1653, ‘08. 6. 23)

6-3. 노면요철포장 개선방안 검토 (설계처-2195, ‘08. 8. 20)

6-4. 포장형식 선정기준 검토 (설계처-3011, ‘08. 11. 24)

6-5. 콘크리트포장 소음 저감방안 (설계처-3297, ‘08. 12. 11)

6-6. 콘크리트포장 줄눈재 적용방안 검토 (건설관리처-1019, ‘08. 3. 28)

6-7. 소성변형 방지를 위한 나들목(IC) 평면접속부 포장 개선 (기술심사처-2695, ‘08. 12. 4)

제 7 편 부대공

7-1. 중앙분리대 시선유도도장 개선방안 검토 (설계처-213, ‘08. 1. 25)

7-2. 야생동물 유도시설물 설칠기준 변경(안) (환경관리실-440, ‘08. 2. 21)

7-3. 고속도로 강풍지역 방풍벽 설계기준 검토 (설계처-431, ‘08. 2. 25)

7-4. 적설지역 차량방호시설 설치기준 개선(안) (설계처-1139, ‘08. 4. 24)

7-5. 흙막이 가시설 재질 적용성 검토 (설계처-1274, ‘08. 5. 6)

7-6. 철재 방호울타리 설계적용 검토 (설계처-1286, ‘08. 5. 7)

7-7. 고속도로 가드레일 설계기준 개선(안) 검토 (설계처-1796, ‘08. 7. 7)

7-8. 차선도색 설계기준 개선(안) 검토 (설계처-2107, ‘08. 8. 7)

7-9. 인간공학을 접목한 안전시설물(작업발판, 안전난간) 개선 (건설계획처-1776, ‘08. 6. 27)

제 8 편 터널공

8-1. 터널 안전시설 설치기준 검토 (설계처-250, ‘08. 1. 30)

8-2. 터널갱문 접속방안 검토 (설계처-1112, ‘08. 4. 22)

8-3. 터널 갱문형식 다양화방안 검토 (설계처-2323, ‘08. 4. 22)

8-4. 터널 진입차단시설 개선 (시설처-2238, ‘08. 8. 14)

8-5. 터널조명 설계기준 개선 (시설처-2990, ‘08. 10. 16)

8-6. 터널 비상콘센트 설치기준 개선 (시설처-3006, ‘08. 10. 17)

8-7. 개방형 터널 인버트(Invert) 도입방안 (기술심사처-2696, ‘08. 12. 4)

제 9 편 기타 및 참고자료

9-1. 조경설계 기준 개선 (시설처-2008. 1. 29)

9-2. 구조물(방음벽) 가로등 안정기 설치위치 개선 (시설처-530, 2008. 2. 25)

9-3. 콘크리트 생산시설 관리 강화 (건설계획처-560, ‘08. 2. 26)

9-4. 고속도로 건설현장 품질관리실 운영 개선방안 (건설계획처-1263, ‘08. 5. 2)

9-5, 시멘트 콘크리트 포장 품질향상 방안 (건설계획처-1545, ‘08. 6. 5)

9-6, 품질 및 검측서류 개선방안 (건설계획처-1546, ‘08. 6. 5)

9-7. 지급자재(흄관) 품질관리 지침 (건설계획처-2014, ‘08. 7. 16)

9-8. 공급원 승인 제도 개선(안) (건설계획처-2073, ‘08. 7. 16)

9-9. 터널유출수 종합관리대책 개선방안 (환경관리실-1961, ‘08. 8. 5)

9-10. 고속도로 공사로 인한 장기간 교통제한구간 네비게이션 안내 시행 (건설관리처-3023, ‘08. 8. 28)

9-11. 공용중인 고속도로 공사 안내표지판 설치 기준(안) (건설관리처-3740, ‘08. 10. 2)

9-12. 콘크리트 포장장비 관리요령 (건설계획처-2827, ‘08. 10. 14)

9-13. 건축물 방수공법 개선 (시설처-3343, ‘08. 11. 4)

9-14. 확장공사구간 안전도 개선 방안 검토 (건설관리처-4987, ‘08. 12. 3)

차 례

(2009년 설계실무자료집 목차)

제 1 편 설계행정

1-1. 설계감독 Check List 개정(설계처-2134, 2009.04.14)

1-2. 참여형 설계 프로세스 개선(안)(설계처-2947, 2009.06.02)

1-3. 공사시방서 작성기준 개선(설계처-4088, 2009.08.05)

1-4. 설계·시공 전문가 합동 노선점검 시행방안(설계처-5245, 2009.10.20)

1-5. 설계개선 현장 전담팀 구성 및 운영방안(설계처-5981, 2009.12.02)

1-6. 고속도로 건설공사 공사기간 조정 검토(안)(건설계획처-1141, 2009.04.01)

1-7. 통행자 보호목적 낙하물 방지시설 비용처리 기준(건설계획처-2356, 2009.07.24)

1-8. 안전관리계획서 작성비용 설계기준(건설계획처-2566, 2009.08.25)

제 2 편 교통 및 기하구조

2-1. 터널구간 교통용량 확보방안 검토(설계처-3990, 2009.07.29)

2-2. 개구부 설치기준 검토(설계처-4439, 2009.08.26)

2-3. 연결로 분·합류 방안 검토(설계처-5351, 2009.10.26)

2-4. 제한속도 상향조정 관련 설계속도 적용방안 검토(설계처-6101, 2009.12.08)

2-5. 교통량이 적은 구간 나들목 설치방안 검토(설계처-6356, 2009.12.22)

2-6. 소형차도로 설계기준(안)(기술심사처-1638, 2009.06.22)

2-7. 오르막구간 추월차로제 확대시행방안(기술심사처-1784, 2009.07.06)

제 3 편 토 공

3-1. 부순모래 설계적용방안 검토(설계처-336, 2009.01.16)

3-2. 보강토옹벽 진동관리방안 검토(설계처-2679, 2009.05.18)

3-3. 성토부 확인보링 추가반영사항 요청에 대한 개선방안(설계처-4713, 2009.09.14)

3-4. 깎기비탈면 관리강화를 위한설계대책 검토(설계처-6087, 2009.12.08)

제 4 편 배수공

4-1. V형측구(Type3) 단면개선 검토(설계처-3076, 2009.06.09)

4-2. 콘크리트 배합기준 변경 적용(설계처-5368, 2009.10.27)

4-3. 종배수관 재질 다양화 및 콘크리트 측구단면 슬림화 검토(설계처-5860, 2009.11.26)

4-4. 집중호우 피해방지를 위한 배수시설 개선(설계처-6543, 2009.12.31)

제 5 편 구조물공

5-1. 대교명칭 부여기준 검토(설계처-1349, 2009.03.11)

5-2. 고성능 콘크리트 노출바닥판 및 교면포장 적용기준 검토(설계처-2452, 2009.04.30)

5-3. 교량 기초 세굴방지공 설치기준 개선(설계처-2546, 2009.05.11)

5-4. 도로시설물 도난방지방안 수립(설계처-3918, 2009.07.24)

5-5. 염해우려지역 교량점검시설 재질검토(안)(설계처-4530, 2009.09.02)

5-6. 교량 교명판 및 설명판 설치기준 개선(설계처-4578, 2009.09.04)

5-7. 교각 단면효율 조정(설계처-4632, 2009.09.08)

5-8. 프리캐스트 콘크리트 바닥판 적용성 검토(설계처-4846, 2009.09.22)

5-9. 교량점검용 출입사다리 개선(설계처-5832, 2009.11.25)

5-10. 고강도 콘크리트(40MPa) 교각 설계적용 검토(설계처-5922, 2009.11.30)

5-11. 복합말뚝 설계적용 및 설계도서 표기방안 검토(설계처-6005, 2009.12.03)

5-12. 교대부 방호벽 상단 EL. 일치방안 검토(설계처-6298, 2009.12.18)

5-13. 강핑거형 신축이음장치 관리방안(구조물처-443, 2009.02.12)

5-14. 예방적 유지관리를 위한 교량청소 방안(구조물처-878, 2009.03.24)

5-15. 신축이음장치 개선 적용방안(구조물처-2145, 2009.08.10)

5-16. 유지관리를 고려한 설계・시공 개선 필요사항 검토(구조물처-2173, 2009.08.12)

5-17. 역T형 교대 형식 개선방안(기술심사처-2263, 2009.08.27)

5-18. 확장사업구간내 유용교량 관리방안(구조물처-2913, 2009.11.13)

5-19. 안전사고 예방을 위한 교량점검시설 설치기준 개선(구조물처-3024, 2009.12.02)

5-20. 확장공사구간 기존교량 안전성 확보를 위한 합동관리방안(구조물처-3058, 2009.12.07)

제 6 편 포장공

6-1. 연속철근콘크리트포장 확대적용 방안 검토(설계처-1424, 2009.03.16)

6-2. 플라이애시 콘크리트포장 배합설계 적용방안 검토(설계처-2690, 2009.05.19)

6-3. 콘크리트포장 슬래브두께 및 동상방지층 설계적용방안 검토(설계처-3638, 2009.07.10)

6-4. 저소음・배수성포장 적용방안 검토(설계처-4010, 2009.07.30)

6-5. 아스팔트포장 연결로 포장두께 적용방안 검토(설계처-5633, 2009.11.12)

6-6. 아스팔트포장 수명연장 적용방안(건설계획처-1254, 2009.04.09)

6-7. 다웰바 자동 삽입기(DBI) 확대적용 검토(건설관리처-2543, 2009.06.05)

6-8. 콘크리트포장과 아스콘포장 접속시 콘크리트포장의 린콘크리트 유용(건설관리처-3979, 2009.08.26)

제 7 편 부대공

7-1. 고속도로 방음시설 미관설계 평가표 개선(설계처-2834, 2009.05.27)

7-2. 콘크리트 배치플랜트 설치기준 개선(안)(설계처-3098, 2009.06.10)

7-3. 신설고속도로 나들목 안내를 위한 보조표지판 설치방안 검토(설계처-4112, 2009.08.06)

7-4. 안전시설목 재질 적정성 검토(설계처-5497, 2009.11.4)

7-5. 차폐시설 설치방안 검토(설계처-5538, 2009.11.06)

7-6. 하이패스 안전시설 개선 계획(안)(교통처-1268, 2009.03.17)

7-7. 단부 가드레일 개선방안 검토(도로처-3728, 2009.08.25)

7-8. 흙막이 가시설 설계기준 보완(건설계획처-3432, 2009.12.03)

7-9. 흙막이 가시설 계측 및 점검 기준(건설계획처-3716, 2009.12.30)

제 8 편 터널공

8-1. 터널 다단그라우팅 보강구간 록볼트 적용기준 검토(설계처-1210, 2009.03.05)

8-2. 터널부 토질조사 개선방안(설계처-3330, 2009.06.17)

8-3. 터널 타일세척수 배수체계 개선방안(설계처-3868, 2009.07.21)

8-4. 숏크리트 강섬유 할증율 적용방안 개선(설계처-4273, 2009.08.17)

8-5. 터널갱구부 방음시설 설치기준 개선(설계처-4528, 2009.08.31)

8-6. 터널유출수 처리시설 설치기준 개선(설계처-5551, 2009.11.06)

8-7. 개착터널 라이닝(상시) 설계기준 개선(설계처-6035, 2009.12.04)

8-8. 예비용 제트팬 설치대수 검토(시설처-385, 2009.01.30)

8-9. 터널 비상조명회로 배선방법 개선(시설처-2610, 2009.07.13)

8-10. 고속도로 터널 방재시설 설치기준 개선(시설처-3976, 2009.11.16)

제 9 편 기타 및 참고자료

9-1. 가드레일 분리발주 적정성 검토결과(설계처-3857, 2009.07.21)

9-2. 톨게이트 캐노피 지붕재 개선(시설처-1307, 2009.03.16)

9-3. 본선(10차로) 가로등 설치기준 수립(시설처-1176, 2009.03.24)

9-4. 건설현장 과적방지를 위한 축중기 설치(건설관리처-1239, 2009.03.13)

9-5. 린콘크리트포장 스크리닝스 현장적용 방안(건설관리처-1641, 2009.04.13)

9-6. 교량점검등 설치기준 개선(시설처-1713, 2009.04.30)

9-7. 나들목 및 분기점의 조명방식 변경(시설처-1900, 2009.5.20)

9-8. 지사·영업소 냉난방시설 개선(시설처-2248, 2009.06.15)

9-9. 고속도로 건설현장 PDA(핸드폰) 운영방법 개선(안)(건설관리처-3432, 2009.07.24)

9-10. Hi-CON을 활용한 전자종합 상황판 확대운영(안)(건설관리처-3525, 2009.07.30)

9-11. 제설 취약지점 염수분사설비 설치운영방안(도로처-3590, 2009.08.14)

9-12. 영업소 민원안내창구 개선(시설처-3963, 2009.11.06)

9-13. 콘크리트 품질검사기준 개선(건설계획처-3322, 2009.11.20)

9-14. 영업소 규모기준 개선(시설처-4205, 2009.12.08)

9-15. '건설공사 비탈면 설계기준' 부분개정(국토해양부 기술기준과-2751, 2009.12.30)

차 례

(2010년 설계실무자료집 목차)

제 1 편 설계행정

1-1. 레미콘 직접구매 추진방안 검토(설계처-1505, 2010.3.26)

1-2. 특정공법 설계적용 관련 설계도서 작성 및 적용절차 검토(설계처-1731, 2010.4.9)

1-3. 온실가스 배출감소를 위한 친환경 설계 추진방안 검토(설계처-4781, 2010.10.21)

1-4. 공사관리용 차량 운영 개선(안)(건설관리처-429, 2010.2.3)

1-5. 직접구매 자재(레미콘) 관리방안(건설계획처-2585, 2010.9.2)

1-6. 건설사업 계획단계 문화재업무 개선(녹색환경처-251, 2010.11.26)

1-7. 품질관리 주요 개정사항 검토(녹색환경처-724, 2010.12.30)

제 2 편 교통 및 기하구조

2-1. 유지관리용 회차시설 설치기준 검토(설계처-4926, 2010.11.2)

2-2. 길어깨 편경사 변화구간 접속설치 개선시행(설계처-5505, 2010.12.23)

제 3 편 토 공

3-1. 깎기비탈면 안정성 강화를 위한 지반조사 및 안정해석 관련기준 검토(설계처-4578, 2010.10.8)

3-2. 토취장 인허가 관련 부대비용 반영 검토(설계처-4921, 2010.11.2)

3-3. 비옥토(표토) 활용방안(시설처-594, 2010.2.23)

제 4 편 배수공

4-1. 거푸집(유로폼) 설계기준 검토(설계처-683, 2010.2.8)

4-2. 영업소 아일랜드 차로부 배수처리 개선(설계처-2309, 2010.5.11)

4-3. 노출환경등급에 따른 기계타설 소구조물 콘크리트 배합변경(설계처-3516, 2010.7.27)

4-4. 터널 입출구 개구부 배수경사 개선시행(설계처-4771, 2010.10.21)

4-5. 지중파형강판 구조물 안정성 및 유지관리 향상 방안(구조물처-2561, 2010.11.5)

제 5 편 포장공

5-1. 실리콘계 주입줄눈재 품질시험 기준 개선(건설계획처-641, 2010.2.23)

5-2. 임시휴게소 주차장 포장 시행방안 검토(건설관리처-1052, 2010.3.17)

5-3. 알칼리 골재 반응성 확인을 위한 골재시험 빈도 적용방안 검토(건설계획처-3122, 2010.11.2)

제 6 편 구조물공

6-1. 바지선 설계적용방안 개선(설계처-554, 2010.1.29)

6-2. 강교도장 설계적용방안 검토(설계처-533, 2010.1.29)

6-3. PSC빔 계열 교량 중간격벽 개선(설계처-4558, 2010.10.7)

6-4. 교량 슬라브 단부 철근배근 개선(설계처-5151, 2010.11.19)

6-5. 확장공사구간 기존교량 안전성확보를 위한 합동관리방안(구조물처-3058, 2009.12.7)

6-6. 분절식 신축이음장치 적용방안(구조물처-899, 2010.4.7)

6-7. 박스형식 교량내부 조명확보 방안(구조물처-1271(2010.5.26)

6-8. 압축부재의 최소 축방향 철근량 적용(안)(기술심사처-1531, 2010.7.30)

6-9. 구조물의 예방적 유지관리를 위한 제설염화물 피해 최소화 방안(구조물처-2549, 2010.11.5)

6-10. 교대 날개벽 설계방법 개선(기술심사처-2449, 2010.11.30)

제 7 편 터널공

7-1. 터널개착부 방수기준 검토(설계처-905, 2010.2.23)

7-2. 천공장비(점보드릴) 전기공급 기준 개선 검토(설계처-1011, 2010.3.2)

7-3. 터널 내부미관 및 시선유도 향상방안 검토(설계처-1578, 2010.4.1)

7-4. 터널 타일세척수 배수체계 개선방안 보완사항 통보(설계처-1654, 2010.4.6)

7-5. 장대터널 공동구 벽체 철근적용 검토(설계처-2086, 2010.4.28)

7-6. 터널 숏크리트용 배치플랜트(B/P) 적용방안 검토(설계처-4682, 2010.10.15)

7-7. 터널내 탄성파반사법 탐사(TSP) 적용방안 검토(설계처-5105, 2010.11.15)

제 8 편 부대공

8-1. 방음벽 미관설계·평가방법 개선(설계처-1089, 2010.3.5)

8-2. 도로전광표지(VMS) 기초 설계반영 검토(설계처-2208, 2010.5.7)

8-3. 현장발생자원 재활용 제고방안(설계처-3667, 2010.8.6)

8-4. 콘크리트 생산시설(B/P,C/R) 전원 기준 개선(안)(설계처-4234, 2010.9.14)

8-5. 표지판, FTMS 설비의 지주보호시설 설계기준 개선(설계처-4436, 2010.9.30)

8-6. 영업소 아일랜드부 차선도색 기준 검토(설계처-4435, 2010.9.30)

8-7. 고속도로 생태통로 설치 및 관리 세부기준 수립(설계처-4630, 2010.10.13)

8-8. 비탈면 점검시설 설계기준 개선(설계처-4744, 2010.10.19)

8-9. 콘크리트 배치플랜트 및 가설건물 폐수처리시설 설계적용방안 검토(설계처-4930, 2010.11.3)

8-10. 표지판 기초터파기 기준 개선 검토(설계처-5072, 2010.11.11)

8-11. 고속도로 간이휴게소 부지면적 산출기준(안)(설계처-5102, 2010.11.15)

8-12. 확장공사구간 임시 비상주차대 설치방안(건설관리처-394, 2010.1.29)

8-13. 확장공사구간 확폭 비상주차대 설치 방안(건설관리처-934, 2010.3.8)

8-14. 차선도색 잠정기준(안)(교통처-1285, 2010.3.24)
8-15. 고속도로 표지체계 개선 추진계획(교통처-2109, 2010.5.14)
8-16. 고속도로 시·종점 표지석 설치(도로처-2100, 2010.5.27)
8-17. 설해 취약구간 해소방안(도로처-2111, 2010.5.27)
8-18. 영업소 광장 안전시설 보완방안(교통처-3166, 2010.7.30)
8-19. 비정규표지 정비 추진계획(교통처-3725, 2010.9.7)
8-20. 풍향지시기(바람자루) 설치기준(교통처-3086, 2010.9.14)
8-21. 요금소 아일랜드 전면부 교통안전표지 설치기준(교통처-4824, 2010.11.26)

제 9 편 기타 및 참고자료

9-1. 터널관리사무소 건축설계 개선(시설처-715, 2010.3.9)
9-2. 콘크리트용 혼화재료 품질 잠정지침에 따른 시험비 설계반영 요청(건설계획처-1587, 2010.5.31)
9-3. 시멘트 콘크리트 설계기준 배합비 개정(안)(연구개발실-2294, 2010.7.8)
9-4. 영업소 하이패스차로구간 염수분사설비 표준(안) 수립(시설처-2327, 2010.7.23)
9-5. 휴게소 캐노피 설치 기준 수립(시설처-3237, 2010.10.28)
9-6. 건설현장 가축시설 대상 소음·진동 관리기준 수립(녹색환경처-82, 2010.11.12)
9-7. 터널 피난연결통로 시인성 개선(시설처-3551, 2010.11.15)

차 례

(2011년 설계실무자료집 목차)

1. 설계행정

1-1. 조사분야 성과제고 및 동반성장을 위한 설계용역 하도급 관리방안 (설계처-701, '11.03.31)
1-2. 고속도로 건설공사(토목부문) 자체 실적공사비 적용방안 (설계처-1243, '11.05.31)
1-3. 고속도로 중장기 투자계획을 고려한 공사기간 조정 검토(안) (건설처-4783, '11.10.28)
1-4. 토지하부 통과관련 터널구간 시설물 보호방안 검토 (건설처-4960, '11.11.08)
1-5. 건설산업 선진화를 위한 시공상세도 작성 시행방안 (설계처-3198, '11.12.22)

2. 교통 및 기하구조

2-1. 설계 교통차종 분류기준 검토 (설계처-580, '11.03.16)
2-2. 하이패스 이용차량 안전성 제고를 위한 나들목 영업소 광장부 중앙분리대 개선 (설계처-1146, '11.05.23)
2-3. 고속도로 휴게시설 설치간격 조정 (휴게시설처-1627, '11.06.13)
2-4. 졸음 및 갓길사고 예방을 위한 공용노선 휴식공간 설치계획 (교통처-3111, '11.08.05)
2-5. 교통관리 효율화를 위한 유출입시설 연결로 확폭 및 보강기준 개선 (설계처-1992, '11.08.19)

2-6. 간이휴게소·주유소 규모 개선방안 (시설처-2585, ‘11.09.01)

2-7. 고속도로 쉼터휴게소 설계기준(안) (설계처-2270, ‘11.09.20)

2-8. 근접터널간 분리선형 합류방안 검토 (설계처-2647, ‘11.11.02)

2-9. 고속도로 접속부 회전교차로 적용방안 (설계처-2726, ‘11.11.10)

3. 토　　공

3-1. 고속도로 건설공사 보강토옹벽 설계기준 개선 (설계처-193, ‘11.01.26)

3-2. 보강토옹벽 근접구간 말뚝공법 설계적용 방안 (설계처-208, ‘11.01.28)

3-3. 토질조사 관리강화 방안 (설계처-1528, ‘11.06.29)

3-4. 깎기비탈면 보강용 재긴장 영구앵커 설계적용 검토 (설계처-1784, ‘11.07.25)

4. 배 수 공

4-1. 집수거 및 나들목 중분대 집수정 집수효율 개선방안 검토 (설계처-46, ‘11.01.06)

5. 교 량 공

5-1. 교량 기초부 철근배근 시공성 개선 검토 (설계처-680, ‘11.03.30)

5-2. 교량 접속슬래브 균열발생에 따른 교대 날개벽 두께조정 검토 (설계처-1173, ‘11.05.24)

5-3. 배수효율 향상을 위한 교면배수 시스템 개선(점→선배수) (설계처-1174, ‘11.05.24)

5-4. 코핑부 철근 설계 개선방안 검토 (설계처-1361, ‘11.06.07)

5-5. 교량 슬림화 및 최적화를 위한 교각 설계 개선방안 검토 (설계처-1459, ‘11.06.22)

5-6. 현장타설말뚝 주철근 단면변화 적용성 검토 (기술심사처-1888, ‘11.09.07)

5-7. 교량기초 휨철근 설계기준 개선 (설계처-2597, ‘11.10.26)

5-8. 기둥 철근배근 시공성 개선을 위한 연성도 내진설계법 적용방안 (설계처-2668, ‘11.11.02)

6. 포 장 공

6-1. 휴게소 주차장 포장접속부 보강재 개선 (설계처-2643, ‘11.11.03)

6-2. 공용중인 콘크리트 포장의 노면요철포장 개선 (교통처-446, ‘11.01.28)

6-3. 휴게소 소형차구역 포장공법 개선 검토 (설계처-763, ‘11.04.05)

6-4. 아스팔트 공용성 등급 적용 기준 검토 (도로시험팀-826, ‘11.05.11)

6-5. 터널 갱구 입출구부 50m 구간 포장단면 설계 최적화 방안 (기술심사처-1491, ‘11.07.08)

6-6. 터널내 시멘트 안정처리필터층 두께 검토 (설계처-2644, ‘11.11.03)

7. 부 대 공

7-1. 강풍지역 방풍시설 설계기준 개선 (설계처-258, ‘11.02.09)

7-2. 운전자 혼란방지 및 교통안전 향상을 위한 노면표시 설치기준 개선 (교통처-941, ‘11.03.08)

7-3. 기존 가드레일 성능향상 방안 (도로처-977, ‘11.03.10)

7-4. 차선제거공법 설계 적용방안 검토 (설계처-1064, ‘11.05.12)

7-5. 하이패스차로 관련 안내시스템 개선 (설계처-1259, ‘11.05.31)

7-6. 야간 주행안전성 향상을 위한 조명식 도로표지 설치기준 (교통처-3441, ‘11.09.05)

7-7. 고속도로 쉼터휴게소 설계기준(안) (설계처-2270, ‘11.09.20)

7-8. 휴게소 안전시설 설치기준 수립 (설계처-2424, ‘11.10.10)

7-9. 유지관리를 고려한 옹벽형 콘크리트 방음벽 확대시행 검토 (설계처-2431, ‘11.10.10)

7-10. 가설방음벽 설치기준 개선(안) (설계처-2632, ‘11.11.01)

7-11. 수질TMS 설치 유의사항 (녹색환경처-4717, ‘11.12.14)

8. 터 널 공

8-1. 건설현장 터널폐수처리시설 최종방류수 수질관리방안 (설계처-4082, ‘10.09.06)

8-2. 예산절감을 위한 제트팬 설치간격 개선 (시설처-915, ‘11.03.31)

8-3. 터널내 편경사 변화구간 배수 검토 (설계처-897, ‘11.04.20)

8-4. 터널용 강섬유 보강 숏크리트 강섬유 투입 설계기준 개선방안 (기술심사처-1129, ‘11.06.02)

8-5. 터널 등 물리탐사 측정자료 관리 및 활용방안 검토 (설계처-1338, ‘11.06.03)

8-6. 피난연결통로 지보패턴 적용방안 검토 (설계처-1338, ‘11.07.21)

8-7. 터널 갱구상단 자연환경 복원방안 (시설처-2905, ‘11.10.25)

8-8. 터널 피난연결통로 시인성 개선 확대 시행 (시설처-3013, ‘10.11.15)

8-9. 시공 및 유지관리 효율성 향상을 위한 터널내 배수체계 개선방안 (설계처-2912, ‘11.11.30)

8-10. 터널구간 토질조사 개선방안 검토 (설계처-3127, ‘11.12.16)

9. 기 타

9-1. 운영노선 소음민원 방지를 위한 예방적 소음대책 기준 (녹색환경처-932, ‘11.03.10)

9-2. Hi-Quality 건설현장 검측제도 개선 (녹색환경처-1045, ‘11.03.17)

9-3. 고속도로 건설현장 교량 하부 공간 효율적 관리 방안 (건설처-1707, ‘11.04.18)

9-4. 녹색 도로교통 기반조성을 위한 회전교차로 적용성 검토 결과 (건설처-2670, ‘11.06.17)

9-5. 공용 중인 노선의 신축이음부 충격음 저감 대책 (녹색환경처-2274, ‘11.06.23)

9-6. 고속도로 공사장 교통관리기준 개정 (교통처-2504, ‘11.06.24)

9-7. 에너지 저소비형 절전형 항온항습기 도입 방안 (시설처-1740, ‘11.06.27)

9-8. 휴게소 오수처리시설 설계기준 변경 (시설처-1918, ‘11.07.12)

9-9. 신재생에너지 투자대상의 기준 적용방안 (시설처-2013, ‘11.07.20)

9-10. 오수처리시설 관리실 시설 기준 (시설처-2265, ‘11.08.18)

9-11. 안전한 고속도로 구현을 위한 방음시설 유지관리 강화 대책 (녹색환경처-3254, ‘11.08.25)

9-12. 건축 설계기준 개선 수립 (시설처-2453, ‘11.09.09)

9-13. 콘크리트 포장 종방향 타이닝 최적 시공 방안 (녹색환경처-3542, ‘11.09.23)

9-14. 효율적 에너지 절약을 위한 영업소 사무실 평면 개선계획 (시설처-2723, ‘11.10.10)

9-15. 점멸식 속도제한표지 설치기준 (교통처-4105, ‘11.10.25)

9-16. 톨게이트 점검사다리 개선 (시설처-2929, ‘11.10.27)

9-17. 고속도로 건설구간 자생수목 및 비옥토 활용 관리방안 개선(안) (시설처-2940, ‘11.10.27)

9-18. 고속도로 특성을 고려한 비점오염 저감시설 설치기준 수립 (녹색환경처-4098, ‘11.10.27)

9-19. 터널 원격통합 관리시설 기반 터널 운영관리 개선방안 (시설처-2986, ‘11.11.02)

9-20. 장대터널 중앙감시반 모니터 형식 개선 (시설처-3052, ‘11.11.07)

9-21. Hi-Green Building 실행계획 변경(안) 수립 (시설처-3062, ‘11.11.08)

9-22. 터널 포장 평탄성 향상을 위한 포장장비 관리 및 시공 방안 (녹색환경처-4289, ‘11.11.11)

10. 참고자료

10-1. 콘크리트 포장 교면 표면처리 개선안 (연구개발실-3305, ‘09.09.01)

10-2. 콘크리트 포장 보수재료 품질기준 (도로시험팀-496, ‘11.03.15)

10-3. 콘크리트계 교면포장 RPC공법 시험시공 및 심의결과 (건설처-4872, ‘11.11.02)

10-4. 콘르리트계 교면포장 HSMC공법 시험시공 및 심의결과 (건설처-5101, ‘11.11.16)

차 례

(2012년 설계실무자료집 목차)

1. 설계행정

1-1 설계용역 기술자 참여기준 개선 (설계처-1120, ‘12.04.19)

1-2 비개착횡단공사 관리체계 개선방안 (도로처-1631, ‘12.04.24)

1-3 지반신뢰성 향상을 위한 시공단계 전문기술자 참여방안 검토 (설계처-1687, ‘12.06.15)

1-4 저비용 유지관리를 위한 유지관리 선순환 기능 강화방안 (도로처-2911, ‘12.07.23)

1-5. 고속도로 건설공사 손해보험 가입현황 분석 및 개선(안) (건설처-3148, ‘12.08.02)

1-6 고속도로 휴게소 부지 용지경계 기준 (설계처-2475, ‘12.09.05)

1-7 실시설계 추진관련 경관위원회 운영 내실화 방안 (설계처-3478, ‘12.12.13)

1-8 고속도로 조사·설계 시행방안 검토 (기획처-1709, ‘09.05.06)

2. 교통 및 기하구조

2-1 본선합류 가속차로 구간의 교통처리 개선방안 (교통처-1457, ‘12.04.04)

2-2 고속도로 건설공사 공사측량 적용방안 검토 (설계처-817, ‘12.07.30)

2-3 분리도로 및 교량전후 길어깨 설계개선 (설계처-1927, ‘12.07.09)

2-4 도심지 등 교통정체 예상구간 LCS 차로 사전확보방안 검토 (설계처-2141, ‘12.07.30)

3. 토공사

3-1 암거상단 상재토 단위체적중량 적용 검토 (설계처-370, ‘12.02.06)

3-2 공사용 도로 설계기준 검토 (설계처-2716, ‘12.09.25)

4. 배수공사

4-1 노면배수시설 설계기준 개선 (설계처-205, ‘12.01.19)

4-2 유지관리 효율성을 고려한 교량 배수시설 설치기준 개선 (구조물처-194, ‘12.01.27)

4-3 중앙분리대 및 길어깨 배수 취약구간 연속배수시설 적용방안 검토 (설계처-1404, ‘12.05.18)

4-4 수생태계 보전을 위한 비점오염저감시설 유지관리 방안 (녹색환경처-3038, ‘12.07.27)

4-5 LID기법 활용을 통한 우수유출 저감시설 적용방안 검토 (설계처-2159, ‘12.07.31)

4-6 고속도로 개통초기 풍수해예방을 위한 절토비탈면 배수시설 개선방안 (기술심사처-1836, ‘12.09.07)

4-7 고속도로 건설현장 파형강관 임시 배수시설 개선 방안 (건설처-4131, ‘12.10.16)

5. 교량공사

5-1 구조물 장수명화를 위한 교량슬래브 종방향 일체화 설계방안 (설계처-519, ‘12.02.20)

5-2 매스콘크리트 설계방안 검토 (설계처-814, ‘12.03.16)

5-3 단경간교 SLAB Extension 방안 검토 (설계처-1711, ‘12.06.19)

5-4 강박스 교량의 부식방지를 위한 우수유입 차단대책 개선방안 (구조물처-1306, ‘12.06.22)

5-5 점검이 어려운 Box형 교량 점검여건 개선방안 (구조물처-1295, ‘12.06.22)

5-6 신축이음 하부 유도배수로 설치 확대 시행방안 (구조물처-1326, ‘12.06.26)

5-7 말뚝기초 설계 최적화 방안 (설계처-1883, ‘12.07.04)

5-8 강교중방식 도장단가 적용방안 검토 (설계처-2340, ‘12.08.23)

5-9 구조물 장수명화 고려 중앙분리대 형식 변경적용 검토 (설계처-2339, ‘12.08.23)

5-10 설계·건설시 교량 점검시설 누락방지 방안 (구조물처-1738, ‘12.08.23)

5-11 다경간 교량 신축이음장치 최소화를 위한 다점 고정방식 설계방안 검토 (설계처-2620, ‘12.09.17)

5-12 교대 수평변위 발생교량 관리방안 (구조물처-2416, ‘12.11.22)

6. 포장공사

6-1 콘크리트 포장줄눈 재적용 지침 개정 (연구개발실-76, ‘12.01.17)

6-2 콘크리트 포장 아스콘 덧씌우기 개선방안 (도로처-625, ‘12.02.17)

6-3 콘크리트 포장 단면보수 절삭면 처리공법 개선 (도로처-1063, ‘12.03.19)

6-4 시멘트 콘크리트포장 동상방지층 최소 시공두께 개선 검토 (기술심사처-668, ‘12.03.29)

6-5 시멘트 콘크리트포장 SMA 혼합물용 섬유첨가재 용어 사용 (도로연구실-351, ‘12.03.29)

6-6 보강슬래브 설계기준 검토 (기술심사처-1184, ‘12.06.07)

6-7 터널 및 암반구간 포장요철보정층 공법 개선 검토 (설계처-1886, ‘12.07.05)

6-8 교통소음을 고려한 영업소 감속유도시설 적용 보완 (설계처-2022, ‘12.07.18)

6-9 포장공용성 증진을 위한 연속철근콘크리트 포장 확대적용 계획 (설계처-1886, ‘12.07.05)

6-10 동결융해에 따른 저토피 암거 상부 포장융기 방지대책 (도로처-4350, ‘12.11.08)

7. 터널공사

7-1 고속도로 터널환기 및 방재기준 개정 (시설처-1337, ‘12.04.30)

7-2 양방향 4차로 대단면터널 설계적용 방안 (설계처-1577, ‘12.06.05)

7-3 터널조명 보수율 기준 검토 (시설처-1770, ‘12.06.15)

7-4 장대터널 공동구 타설방법 개선 (건설처-2540, ‘12.06.19)

7-5 터널단면 최적화방안 검토 (설계처-1714, ‘12.06.19)

7-6 터널 공동구 덮개 경량화 검토 (설계처-1717, ‘12.06.20)

7-7 터널 피난연결통로 접속부 본선라이닝 철근보강 최적화 방안 (설계처-1794, ‘12.06.26)

7-8 터널 출구부 직광 저감시설 설치방안 (건설처-3109, ‘12.07.30)

7-9 제트팬 설치부 라이닝 철근 최적화방안 (설계처-2343, ‘12.08.23)

7-10 터널 발파뇌관 설계기준 개선방안 (설계처-2545, ‘12.09.11)

7-11 터널 피난연결통로 피난 유도표시등 개선(안) (시설처-2817, ‘12.10.04)

7-12 터널 공동구 기초부 설계 현실화 방안 (설계처-2796, ‘12.10.08)

7-13 터널 암버력 소할 적용방안 검토 (설계처-2895, ‘12.10.06)

7-14 고속도로 터널 제연용 제트팬 산정기준 개선 (시설처-3139, ‘12.10.29)

7-15 장대터널 공동구 설치기준 개선 (시설처-3385, ‘12.11.16)

8. 부대공사

8-1 방음자재 품질기준 개선방안 (녹색환경처-361, ‘12.01.20)

8-2 나들목 연결로 철도횡단교량 전이구간 방호울타리 보강방안 검토 (도로처-1225, ‘12.03.28)

8-3 경관 및 경제성을 고려한 야생동물 유도울타리 설치방안 개선 (녹색환경처-2173, ‘12.05.30)

8-4 확장공사 구간 주행안선성 향상을 위한 이동식 PC방호벽 개선방안 (설계처-1624, ‘12.06.11)

8-5 방음시설 경관 개선 대책 (녹색환경처-3146, ‘12.08.06)

8-6 수질처리유량 산정기준 정립을 통한 유량분배구조물 및 초생수로 기준 수립 (녹색환경처-3185, ‘12.05.30)

8-7 설계·시공 및 유지관리 단계 방음벽 미관설계·평가방법 개선 (설계처-3152, ‘12.11.12)

8-8 제설작업 기계화 기반시설 설치기준 변경 및 중기 설치계획 (교통처-1434, ‘11.04.12)

9. 기타공사

9-1 고속도로 건축시설물 내진설계 기준개선 (시설처-117, ‘12.01.12)

9-2 신설노선 휴게소 오수처리시설 양방향 통합 설치 방안 (시설처-208, ‘12.01.19)

9-3 고속도로변 경관향상을 위한 비탈면 녹화 종자배합 및 품질시험 개선(안) (시설처-1138, ‘12.04.17)

9-4 영업소 톨게이트 지명 표지판 개선 (시설처-273, ‘12.01.17)

9-5 줄음쉼터 가로등 설치기준 개선 (시설처-682, ‘12.03.05)

9-6 건축 설계·공사감리 기준 개선 (시설처-1233, ‘12.04.25)

9-7 자생수목 이식시행지침 및 유지관리지침 개선 시행 (시설처-2245, ‘12.07.30)

9-8 이용자 동선을 고려한 휴게소 휴게공간 배치 개선(안) (시설처-2477, ‘12.08.27)

9-9 방음시설 경관 개선을 위한 입면 녹화 추진계획 (시설처-2982, ‘12.10.15)

9-10 친환경 건축물 외부공간 조성방안 (시설처-3567, ‘12.12.06)

차 례

(2013년 설계실무자료집 목차)

1. 설계행정

1-1 효율적인 유지관리를 위한 고속도로 주변 개발사업 대응방안 수립 (도로처-281, ’13. 1.22)

1-2 고속도로 건설 지장철탑 이설 절차 개선 (설계처-974, ’13. 4. 9)

2. 교통 및 기하구조

2-1『터널 내 차로변경』 연구결과 및 적용방안 (기획조정실-1540, ’12. 5. 2)

2-2 고속도로 역주행 사고 종합 방지 대책 (교통처-1839, ’13. 4.27)

2-3 교통안전 및 경제성을 고려한 고속도로 휴게시설 설치 개선 (설계처-1719, ’13. 6.11)

2-4 고속도로 교통사고 예방을 위한 오(誤)진입 교통사고 방지 대책 (교통처-3966, ’13. 8.29)

2-5 설계·시공·유지관리 선순환을 고려한 나들목 영업소 광장부 설계기준 개선 (설계처-2610, ’13. 8.30)

2-6 교통안전성 향상을 위한 고속도로 유출부 설계기준 개선 (설계처-3070, ’13.10.17)

2-7 고속도로 건설여건 변화에 대응한 터널내 우측길어깨 설계기준 개선 검토 (설계처-3350, ’13.11.11)

2-8 휴게소 진입부 안전시설 설치 개선대책 (교통처-5749, ’13.12.26)

3. 토공사

3-1 토목섬유보강재(크리프 파단) 감소계수산정 적용 기준 검토 (녹색환경처-1747, ’13. 4.25)

4. 배수공사

4-1 길어깨 하부 맹암거 및 종배수관 설계 개선 (기술심사처-1738, ’13. 7.19)

4-2 이상기후 및 제설환경을 고려한 콘크리트 소구조물 설계기준 개선 (설계처-2328, ’13. 8. 1)

4-3 LID(저영향개발) 기법을 활용한 녹지대 생태습지 조성방안 수립 (시설처-725, ’13. 3.11)

5. 구조물공사

5-1 수요자 의견을 반영한 교량 공사비 현실화 방안 검토 (설계처-530, ’13. 2.26)

5-2 교량 면진받침 성능 향상 방안 (설계처-1175, ’13. 4.22)

5-3 프리스트레스 콘크리트 교량 고강도 강연선 적용 방안 (설계처-1411, ’13. 5.13)

5-4 경관개선 및 유지관리 최소화를 위한 슬래브 교량 상하부 일체화 방안 검토 (설계처-2176, ’13. 7.18)

5-5 강박스거더 교량 단부 우수유입 방지를 위한 종방향 보강재 접속부 처리방안 (설계처-2264, ’13. 7.25)

5-6 콘크리트 구조물 안전성 향상을 위한 스트럿-타이 모델 적용 방안 (설계처-2975, ’13.10. 7)

5-7 강합성교 설계 최적화 방안 (기술심사처-2683, ’13.11.14)

6. 포장공사

6-1 고속도로 포장수명 연장을 위한 저토피 암거상부 포장융기 방지대책 검토(안) (설계처-1795, ’13. 6.17)

6-2 기후·환경을 고려한 터널내 콘크리트포장 줄눈설계 최적화 방안 검토 (설계처-2903, ’13. 9.30)

6-3 휴게소 광장부 포장 설계기준 개선 (기술심사처-2693, ’13.11.15)

7. 터널공사

7-1 터널 콘크리트라이닝 최적화 방안 검토 (설계처-128, ’13. 1.15)

7-2 터널 옥외공동구 표준도 작성 (설계처-638, ’13. 3.11)

7-3 고속도로 터널 환기시설 설계 및 제연용 제트팬 산정기준 개정 (시설처-844, ’13. 3.21)

7-4 2-Arch 터널의 결빙 방지대책 검토 (건설처-1165, ’13. 3.21)

7-5 터널 임시환기시설 설계기준 수립 (설계처-1173, ’13. 4.19)

7-6 터널조명 제어시스템 개선(안) (시설처-1746, ’13. 6. 5)

7-7 터널구간 교통안전성 향상방안 (설계처-1807, ’13. 6.17)

7-8 터널 임시전기시설 설계기준 개선 (설계처-1906, ’13. 6.25)

7-9 고속도로 터널 환기 및 방재용 슬림형 제트팬 적용방안 수립 (시설처-2301, ’13. 7.19)

7-10 터널 대인용 피난연결통로 회전형 차단문 적용방안 수립 (시설처-2535, ’13. 8. 8)

7-11 배수방식 변경(점배수→면배수)을 통한 『터널세척수 처리시설』 최적화 방안 (녹색환경처-3823, ’13. 9.25)

7-12 터널 출구부 교통안전성 확보를 위한 직광영향 최소화 설계방안 검토 (설계처-3354, ’13.11.11)

7-13 운전자 시(視) 환경을 고려한 터널조명 밝기 환산계수 기준 개선 (시설처-3978, ’13.12.17)

8. 부대공사

8-1 부대공(방음벽 등) 기초 연결재 품질기준 개선(안) (녹색환경처-346, ’13. 1.22)

8-2 교통안전성 확보를 위한 중앙분리대 방음벽 기초 형상 개선 (설계처-541, ’13. 2.26)

8-3 유지관리를 고려한 방음판 설치기준 검토 (녹색환경처-1124, ’13. 3.20)

8-4 고속도로 가드레일 설계기준 개선 (설계처-835, ’13. 3.27)

8-5 영업소 아일랜드 도장 설계기준 수립 (시설처-1041, '13. 4. 9)

8-6 졸음쉼터 부대시설 설치 방안 (교통처-1722, '13. 4.22)

8-7 기후변화에 대비한 고속도로 표지판 설치기준 개선 검토 (설계처-1239, '13. 4.26)

8-8 시인성 및 미관증진을 위한 고속도로 부대시설물 통합설치 검토(설계처-1669, '13. 6. 5)

8-9 고속도로변 소음초과 원인 분석 및 개선방안 (녹색환경처-2524, '13. 6.20)

8-10 교량점검차 효율성 향상을 위한 교량 가로등 설치위치 조정 검토 (구조물처-1862, '13. 8. 7)

8-11 졸음쉼터 안전시설 개선 (교통처-5233, '13.11.15)

8-12 확장공사 종단선형개량 구간 이동식 PRECAST 방호벽 설치방안 (설계처-3707, '13.12.12)

9. 기타공사

9-1 건설폐기물 처리관련 설계 개선방안 (설계처-1194, '12. 4.27)

9-2 건설공사 환경관리비 실태분석을 통한 환경관리비 적정반영 방안 검토 (녹색환경처-3565, '12. 9.10)

9-3 설계기법 축적 및 설계비 절감을 위한 고속도로 「건축물 계획설계 기준」 수립 (시설처-333, '13. 2. 1)

9-4 알뜰주유소 도입에 따른 신설주유소 주유설비 설치기준 개선 (시설처-391, '13. 2. 6)

9-5 주유소 일체형 휴게소 설치방안 (시설처-464, '13. 2.14)

9-6 확장공사 현장 안전관리 강화방안 (녹색환경처-1776, '13. 4.29)

9-7 고속도로 특성을 반영한 전기시설물 전기용량 산정기준 개선 (시설처-1445, '13. 5.14)

9-8 「건축물 에너지 절약설계 통합기준」 수립 (시설처-2097, '13. 7. 5)

9-9 건물 LED조명 설계기준 수립 (시설처-2179, '13. 7.10)

9-10 고속도로 건설현장 안전관리자 자격·경력기준 강화 (녹색환경처-4066, '13.10.14)

9-11 건축 설계기준 개선 수립 (시설처-3647, '13.11.19)

9-12 고속도로 건축물 누수 최소화 방안 수립 (시설처-3874, '13.12. 6)

9-13 안심일터 조성을 위한 건설공사 안전시설(가설물) 설치 강화방안 (녹색환경처-4850, '13.12.17)

9-14 고속도로 맞춤형 LED 도로조명 표준 제정 (시설처-4014, '13.12.19)

차 례

(2014년 설계실무자료집 목차)

1. 설계행정

1-1 유지관리보고서 작성방안 (설계처-371, 2014.02.13)

1-2 유지관리를 고려한 실시설계 시행방안 (설계처-1606, 2014.06.24)

1-3 건설안전 설계기법(Design For Safety) 도입방안 (설계처-2063, 2014.08.19)

1-4 설계성과 내실화를 위한 실시설계 품질 제고방안 (설계처-2096, 2014.08.22)

1-5 건설현장 중심의 설계도서 작성방안 (설계처-2552, 2014.10.21)

2. 교통 및 기하구조

1-1 집중호우시 주행안전성 제고를 위한 고속도로 수막현상 예방 설계대책 (설계처-1791, 2014.07.11)

3. 토공사

3-1 고속도로 건설공사 비탈면 설계 시공 관리체계 개선 (설계처-1915, 2014.07.25)

3-2 비탈면 토사유실 최소화 방안 검토 (설계처-2678, 2014.10.30)

3-3 화강풍화토 비탈면 녹화공법(ex-spray) 적용방안 (도로시험팀-371, 2014.03.07)

3-4 지반조사 신뢰도 향상방안 검토 (설계처-2805, 2014.11.13)

4. 배수공사

4-1 기존 부지 내 설치가능한 비점오염 저감시설 『분리형 초생수로』설치기준 (환경품질처-72, 2014.01.07)

4-2 고속도로 암거 설계기준 개선 검토 (설계처-531, 2014.03.06)

4-3 L2측구 단부처리 개선방안 (건설처-4686, 2014.11.05)

5. 구조물공사

5-1 하상교량의 경제적 비점오염 저감을 위한 『초기우수 유도관』적용방안 (환경품질처-621, 2014.02.13)

5-2 교량하부 내화설계 지침 수립 (설계처-649, 2014.03.18)

5-3 교량구조용 압연강재 HSB800 적용 검토 (설계처-796, 2014.03.31)

5-4 유지관리를 고려한 구조물 설계개선 (구조물처-701, 2014.03.31)

5-5 개량형 신축이음장치(컴프레션씰 Type) 확대적용 방안 (구조물처-994, 2014.05.02)

5-6 수중불분리성 콘크리트 적용방안 검토 (설계처-1364, 2014.05.27)

5-7 장철근 설계 적용방안 검토 (설계처-1485, 2014.06.09)

5-8 성토부 교대 수평변위 최소화 방안 (설계처-2315, 2014.09.17)

5-9 교량 대피공간 적용방안 검토 (설계처-2340, 2014.09.19)

5-10 콘크리트 곡선 거더교 적용 검토 (설계처-2553, 2014.10.21)

5-11 「일체형 탄성받침」품질관리 기준(안) (환경품질처-4206, 2014.11.07)

6. 포장공사

6-1 한국형 포장설계법 적용방안 검토 (설계처-958, 2014.04.14)

6-2 노면요철포장 설계기준 개선 (설계처-1617, 2014.06.25)

6-3 연결로 포장두께 산정기준 검토 (설계처-1761, 2014.07.08)

6-4 콘크리트 포장 최소두께 설계기준 개선 (도로연구실-746, 2014.07.08)

7. 터널공사

7-1 개착터널 라이닝 설계기준 개선 (설계처-628, 2014.03.14)

7-2 터널 시선유도등 설치기준 개선 (시설처-1020, 2014.04.08)

7-3 터널 굴착기간 설계기준 개선 (설계처-1886, 2014.07.21)

7-4 터널 시공관리 개선 대책 (건설처-3582, 2014.08.21)

7-5 초장대터널 대형차 피난시설 검토 (설계처-2347, 2014.09.22)

7-6 고속도로 터널공사 환경저감시설물 설치·운영 개선방안 (환경품질처-3875, 2014.10.16)

7-7 터널 설계 암반분류 최적화 방안 (설계처-2806, 2014.11.13)

7-8 터널내 소화설비 설치구간 라이닝 Block out부 설계개선 (기술심사처-1760, 2012.08.30)

8. 부대공사

8-1 표지판 표준도 발간 (설계처-392, 2014.02.17)

8-2 부채경감을 위한 경제적 방음대책 시행 방안 (환경품질처-753, 2014.02.24)

8-3 차선도색 시행기준 개선(안) (교통처-897, 2014.02.28)

8-4 역주행 자동검지 시스템 시범구축 (교통처-1534, 2014.04.11)

8-5 고속도로 휴게소 속도제한 관련 시설 개선방안 (교통처-1944, 2014.05.12)

8-6 고속도로 건설공사 염수분사시설 설계 적용기준 검토 (설계처-1849, 2014.07.18)

8-7 교량용 방호울타리 SB6 등급 적용기준 검토 (설계처-2115, 2014.08.25)

8-8 방음시설 설치 및 관리 지침 (환경품질처-3256, 2014.08.26)

8-9 도로표지 시인성 향상 방안 (교통처-4198, 2014.09.30)

8-10 졸음쉼터 안전시설 강화 (교통처-4402, 2014.10.17)

8-11 공사중 방음벽 형식선정 기준 개선 (설계처-2767, 2014.11.10)

8-12 울타리 적용기준 개선 및 기술 개발 (환경품질처-48, 2015.1.8)

9. 기타공사

9-1 복합휴게시설 부지확보방안 (설계처-454, 2014.02.15)

9-2 건설사업단 감독차량 운영 개선방안 (건설처-786, 2014.03.03)

9-3 국민행복 휴게시설 설치방안 검토 (설계처-1204, 2014.04.18)

9-4 사업기간을 고려한 실시설계 최적화 방안 검토 (설계처-1780, 2014.07.10)

9-5 태양열급탕시스템 집열기 설치가대 기초 시공 개선 (시설처-2375, 2014.08.20)

9-6 설계시 확장공사 회수자재 처리방안 검토 (설계처-2187, 2014.09.01)

9-7 케이블트레이 품질 개선 (시설처-2581, 2014.09.11)

9-8 2020 스마트톨링 대비 영업소 규모 개선 방안 수립 (시설처-2740, 2014.09.20)

9-9 슬림형 영업소 도입에 따른 건축기계설비 설계기준 개선 (시설처-3413, 2014.12.04)

9-10 콘크리트용 화학혼화제 품질기준 개선 적용 알림 (환경품질처-4727, 2014.12.19)

9-11 건설사업단 업무보조원 운영 개선방안 (인력처-2924, 2013.10.01)

2015년도 고속도로 설계실무자료집 (비매품)

인　　쇄 : 2016년 3월 25일
발　　행 : 2016년 3월 25일

저 작 권 : 한국도로공사

구입문의 : 사단법인 한국도로교통협회(02-3490-1000)

※ 본 책자는 한국도로공사에서 고속도로 설계업무에 활용하고자 작성한 자료로써, 우리 공사의 승인없이 수록내용의 일부 또는 전부를 다른 목적으로 사용할 수 없습니다.