발간등록번호
AN01145-000073-10

Best Way

2013년도

고속도로 설계 실무자료집

2014

한국도로공사

실무자료집 목차

1. 설계행정

1-1 효율적인 유지관리를 위한 고속도로 주변 개발사업 대응방안 수립 (도로처-281, '13. 1.22) ····· 9

1-2 고속도로 건설 지장철탑 이설 절차 개선 (설계처-974, '13. 4. 9) ····· 24

2. 교통 및 기하구조

2-1 『터널 내 차로변경』 연구결과 및 적용방안 (기획조정실-1540, '12. 5. 2) ····· 33

2-2 고속도로 역주행 사고 종합 방지 대책 (교통처-1839, '13. 4.27) ····· 43

2-3 교통안전 및 경제성을 고려한 고속도로 휴게시설 설치 개선 (설계처-1719, '13. 6.11) ···· 52

2-4 고속도로 교통사고 예방을 위한 오(誤)진입 교통사고 방지 대책 (교통처-3966, '13. 8.29) ···· 61

2-5 설계시공·유지관리 선순환을 고려한 나들목 영업소 광장부 설계기준 개선 (설계처-2610, '13. 8.30) ···· 68

2-6 교통안전성 향상을 위한 고속도로 유출부 설계기준 개선 (설계처-3070, '13.10.17) ····· 92

2-7 고속도로 건설여건 변화에 대응한 터널내 우측길어깨 설계기준 개선 검토 (설계처-3350, '13.11.11) ···· 98

2-8 휴게소 진입부 안전시설 설치 개선대책 (교통처-5749, '13.12.26) ····· 107

3. 토공사

3-1 토목섬유보강재(크리프 파단) 감소계수산정 적용 기준 검토 (녹색환경처-1747, '13. 4.25) ····· 121

4. 배수공사

4-1 길어깨 하부 맹암거 및 종배수관 설계 개선 (기술심사처-1738, '13. 7.19) ····· 131

4-2 이상기후 및 제설환경을 고려한 콘크리트 소구조물 설계기준 개선 (설계처-2328, '13. 8. 1) ···· 140

4-3 LID(저영향개발) 기법을 활용한 녹지대 생태습지 조성방안 수립 (시설처-725, '13. 3.11) ···· 163

5. 구조물공사

5-1 수요자 의견을 반영한 교량 공사비 현실화 방안 검토 (설계처-530, '13. 2.26) ····· 175

5-2 교량 면진받침 성능 향상 방안 (설계처-1175, '13. 4.22) ····· 186

5-3 프리스트레스 콘크리트 교량 고강도 강연선 적용 방안 (설계처-1411, '13. 5.13) ····· 198

5-4 경관개선 및 유지관리 최소화를 위한 슬래브 교량 상하부 일체화 방안 검토 (설계처-2176, '13. 7.18) ····211

5-5 강박스거더 교량 단부 우수유입 방지를 위한 종방향 보강재 접속부 처리방안 (설계처-2264, '13. 7.25) ···· 226

5-6 콘크리트 구조물 안전성 향상을 위한 스트럿-타이 모델 적용 방안 (설계처-2975, '13.10. 7) ····· 234

5-7 강합성교 설계 최적화 방안 (기술심사처-2683, '13.11.14) ····· 242

6. 포장공사

6-1 고속도로 포장수명 연장을 위한 저토피 암거상부 포장융기 방지대책 검토(안) (설계처-1795, '13. 6.17) ····255

6-2 기후·환경을 고려한 터널내 콘크리트포장 줄눈설계 최적화 방안 검토 (설계처-2903, '13. 9.30) ····· 266

6-3 휴게소 광장부 포장 설계기준 개선 (기술심사처-2693, '13.11.15) ····· 280

7. 터널공사

7-1 터널 콘크리트라이닝 최적화 방안 검토 (설계처-128, '13. 1.15) ····· 305

7-2 터널 옥외공동구 표준도 작성 (설계처-638, '13. 3.11) ····· 311

7-3 고속도로 터널 환기시설 설계 및 제연용 제트팬 산정기준 개정 (시설처-844, '13. 3.21) ···· 316

7-4 2-Arch 터널의 결빙 방지대책 검토 (건설처-1165, '13. 3.21) ····· 320

7-5 터널 임시환기시설 설계기준 수립 (설계처-1173, '13. 4.19) ····· 327

7-6 터널조명 제어시스템 개선(안) (시설처-1746, '13. 6. 5) ····· 344

7-7 터널구간 교통안전성 향상방안 (설계처-1807, '13. 6.17) ····· 348

7-8 터널 임시전기시설 설계기준 개선 (설계처-1906, '13. 6.25) ····· 362

7-9 고속도로 터널 환기 및 방재용 슬림형 제트팬 적용방안 수립 (시설처-2301, '13. 7.19) ···· 369

7-10 터널 대인용 피난연결통로 회전형 차단문 적용방안 수립 (시설처-2535, '13. 8. 8) ···· 378

7-11 배수방식 변경(점배수→면배수)을 통한 『터널세척수 처리시설』 최적화 방안 (녹색환경처-3823, '13. 9.25) ···· 392

7-12 터널 출구부 교통안전성 확보를 위한 직광영향 최소화 설계방안 검토 (설계처-3354, '13.11.11) ····· 410

7-13 운전자 시(視) 환경을 고려한 터널조명 밝기 환산계수 기준 개선 (시설처-3978, '13.12.17) ···· 418

8. 부대공사

8-1 부대공(방음벽 등) 기초 연결재 품질기준 개선(안) (녹색환경처-346, '13. 1.22) ···· 425

8-2 교통안전성 확보를 위한 중앙분리대 방음벽 기초 형상 개선 (설계처-541, '13. 2.26) ···· 440

8-3 유지관리를 고려한 방음판 설치기준 검토 (녹색환경처-1124, '13. 3.20) ····· 461

8-4 고속도로 가드레일 설계기준 개선 (설계처-835, '13. 3.27) ····· 469

8-5 영업소 아일랜드 도장 설계기준 수립 (시설처-1041, '13. 4. 9) ····· 481

8-6 졸음쉼터 부대시설 설치 방안 (교통처-1722, '13. 4.22) ····· 485

8-7 기후변화에 대비한 고속도로 표지판 설치기준 개선 검토 (설계처-1239, '13. 4.26) ····· 491

8-8 시인성 및 미관증진을 위한 고속도로 부대시설물 통합설치 검토(설계처-1669, '13. 6. 5) ···· 509

8-9 고속도로변 소음초과 원인 분석 및 개선방안 (녹색환경처-2524, '13. 6.20) ····· 529

8-10 교량점검차 효율성 향상을 위한 교량 가로등 설치위치 조정 검토 (구조물처-1862, '13. 8. 7) ···· 545

8-11 졸음쉼터 안전시설 개선 (교통처-5233, '13.11.15) ····· 554

8-12 확장공사 종단선형개량 구간 이동식 PRECAST 방호벽 설치방안 (설계처-3707, '13.12.12) ····· 566

9. 기타공사

9-1 건설폐기물 처리관련 설계 개선방안 (설계처-1194, '12. 4.27) ····· 587

9-2 건설공사 환경관리비 실태분석을 통한 환경관리비 적정반영 방안 검토 (녹색환경처-3565, '12. 9.10) ···· 597

9-3 설계기법 축적 및 설계비 절감을 위한 고속도로 「건축물 계획설계 기준」 수립 (시설처-333, '13. 2. 1) ···· 608

9-4 알뜰주유소 도입에 따른 신설주유소 주유설비 설치기준 개선 (시설처-391, '13. 2. 6) ···· 611

9-5 주유소 일체형 휴게소 설치방안 (시설처-464, '13. 2.14) ····· 618

9-6 확장공사 현장 안전관리 강화방안 (녹색환경처-1776, '13. 4.29) ····· 622

9-7 고속도로 특성을 반영한 전기시설물 전기용량 산정기준 개선 (시설처-1445, '13. 5.14) ···· 633

9-8 「건축물 에너지 절약설계 통합기준」 수립 (시설처-2097, '13. 7. 5) ····· 638

9-9 건물 LED조명 설계기준 수립 (시설처-2179, '13. 7.10) ····· 647

9-10 고속도로 건설현장 안전관리자 자격·경력기준 강화 (녹색환경처-4066, '13.10.14) 656

9-11 건축 설계기준 개선 수립 (시설처-3647, '13.11.19) ····· 666

9-12 고속도로 건축물 누수 최소화 방안 수립 (시설처-3874, '13.12. 6) ····· 678

9-13 안심일터 조성을 위한 건설공사 안전시설(가설물) 설치 강화방안 (녹색환경처-4850, '13.12.17) ···· 692

9-14 고속도로 맞춤형 LED 도로조명 표준 제정 (시설처-4014, '13.12.19) ····· 703

1-1 효율적인 유지관리를 위한
고속도로 주변 개발사업 대응방안 수립

도 로 저-281
(2013. 1. 22)

Ⅰ 검토배경

고속도로 주변 개발사업으로 인한 소음민원, 교통지·정체 발생 및 유지관리비 증가 등으로 **유지관리 여건이 악화됨에 따라 대응방안을 수립**하고자 함.

Ⅱ 추진경위

o 2004. ~ : 사업지구 지정 및 실시계획 승인(국토부)

※ 개발사업 근거법 및 도로법(제25조) 의제사항
- (택지개발 촉진법) 실시계획 승인시 **도로법 인허가 의제처리**
- (보금자리건설특별법) 지구계획 승인시 **도로법 인허가 의제처리**
- (산업입지 및 개발법) 실시계획 승인시 **도로법 인허가 의제처리**
- (국토의 계획 및 이용법) 공공시설 설치시 종래의 **공공시설 무상귀속**

o 2008. 9. : 택지개발 사업 편입부지 제척(국토부→도공)
- (기편입 구간) 유지관리에 지장이 없는 범위 내에서 **편입부지 제척**
- (향후 추진시) 실시계획 승인 전 **사전협의 및 도로부지 제외**

o 2011. 1. : 고속도로 주변개발 협의절차 개선(도로처-204)
- 횡단 구조물 **설계자문**(필요시) **및 설계심의**(성과품) **의무화**

o 2012. 7. : 고속도로 주변 택지사업 관리체계 개선(도로처-2854)
- 택지사업 **협의(도로처) 일원화 및 협의기준 강화 등 수립**

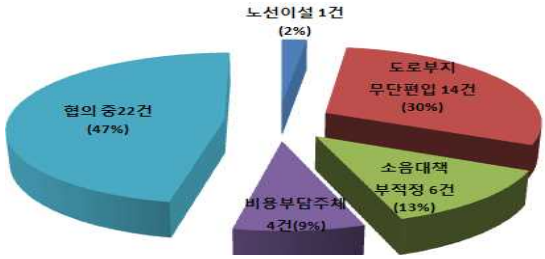
o 2013. 1. 현재 : 고속도로 주변 개발사업 협의 중
- **택지사업 47건**(붙임#2) **협의 중**↔관련부서 의견조회 및 법률자문(50회)

Ⅲ 문제점

□ 고속도로 근접 무분별한 택지개발 등으로 **유지관리 여건 악화**

o 2008년 이후 도로주변 **택지개발 등으로 협의분쟁 증가**

- 주요 분쟁유형은 **도로부지 무단편입(30%)** 〉소음대책 부적정(13%) 〉유지관리 및 확장시 비용부담 주체(9%) 등

개발사업 추세(최근 5개년)	주요 분쟁유형(총 25개소)
	

* 개발사업자 중 **LH 공사의 비중이 가장 높음(47%)**

o 타 기관의 무리한 요구로 인한 **유지관리비용 상승요인 발생**

- 도로부지 **무상귀속 요구** 및 **유지관리 책임 전가**

·**택지사업의 경우** 도로부지 무단편입 및 근접개발로 **이윤증대**

- 노선 이설 및 과도한 방음시설설치 등

※ 주요 분쟁사례

- **(시흥목감 등 14개소)** 도로부지를 택지부지로 활용으로 **확장여건 등 악화**
- **(광교, 송파 등 6개소)** 단지주민 입주 후 **집단 소음민원 발생**
- **(운중교, 경부선 지하화)** 소음대책 수립곤란에 따른 **노선이설 및 지하화**

□ **대외 협의기준 등 체계적인 대응시스템 구축 필요**

o 도로부지 무상귀속 협의 시 **실무부서 의견으로는 대응 미흡**

o **단지입주 완료 후 소음대책 협의**로 집단민원 발생 등

Ⅳ 대응방안

□ 협의 기본원칙

고속도로 영향 최소화 (고속도로 기능유지)	택지입주 주민 피해방지 (민원 사전예방)	공공사업의 효율적 추진 (정부정책 적극이행)
* 유지관리에 지장이 없는 범위 내 협의	* 단지 입주 후 집단 민원 사전예방	* 단계별 표준화된 대응체계 구축

□ 대응방안

개발사업	현 행	개 선
(계획단계)		
지구지정 제안 ⇩ **＊관계기관 협의** ⇩ 지구지정 ⇩ 실시계획 승인	(사전협의) - 본사 각 실·처, 지역본부 **부서별 개별협의** → 대응시스템 미비 - **도로부지 무단편입 및 소음대책 부적정**	(사전협의) - **전사적 대응체계 구축** → 협의주체 일원화 → 운영노선심의위원회 구성 → 협의 업무기준 제정 - **도로부지 편입 및 소음대책 대외협의 기능 강화**
(시행단계)	⬇	⬇
공사시행 ⇩ **＊인·허가** ⇩ **＊유지관리**	(기술심의, 인·허가) - 지역본부→기술심의 ＊**협의의견 미반영** 발생 - **협의내용 검토기준 미비** (유지관리) - 유지관리비 분쟁 발생	(기술심의, 인·허가) - 지역본부↔도로처↔기술심의 ＊**협의의견 반영 확인** - 협의내용 검토 **Checklist 활용** (유지관리) - 유지관리비 **산출방법 표준화**

전사적 대응체계 구축

□ 대외 협의주체 일원화

o 협의주체 일원화를 통한 협의체계 개선

현 행	개 선
- 운영노선 (부서별 개별협의) • 개발사업자↔각 실·처 또는 지역본부 - 설계·공사중인 노선 • 개발사업자↔본사 주관부서 협의	- 운영노선 **(도로처 협의 일원화)** • 개발사업자↔도로처(관련부서 의견조회) - 설계·공사중인 노선 • 좌 동 (관련부서 의견조회)

□ "운영노선 심의위원회" 구성·운영

o 개발사업 협의분쟁 시 **우리공사 정책결정**을 위한 **위원회 신설**

- 교통본부장(위원장) 및 관련 실·처장 5인(위원)

o 협의 분쟁사항에 대한 세부 검토 **TF팀 운영**

- 도로처장(팀장) 및 관련 실·처 팀장(감사실참여) 5인(위원)

※ 동 위원회 및 TF 팀의 기능, 세부 운영방안 등 : 붙임#3 참조

□ 대외협의 업무처리기준 제정·시행

- 고속도로 확장 및 유지관리 등에 지장이 없도록 **개발사업 단계별 업무협의가 필요**

현 행	개 선
- 대외협의 업무기준 부재 → 고속도로 기능 제고를 위한 일관된 협의 곤란	**- 고속도로 주변 개발사업 관리 업무처리기준 제정** (붙임#3) • 협의단계별 업무처리기준 제시

대외협의 기능 강화

□ 도로부지 무단편입 방지를 위한 협의기준 강화

o 국토해양부 질의 및 법률자문을 통한 **대응근거 마련**

현 행	개 선
- 타 기관 사업(택지개발 등)부지 내 도로부지 **미제척 및 무상귀속 요구**	- 도로부지 **제척 또는 유상매각 조건부 협의**

※ 국토해양부 질의 및 법률자문 내용 : 붙임#4

□ 방음시설 사전 검토기준 강화

o 소음대책 협의시기 및 유지관리방안 등 변경

현 행	개 선
- 주택배치 **결정 및 입주 후 협의** - 유지관리용 **회차시설 미설치**	- 주택배치 **결정 및 입주 전 협의** - 유지관리용 **회차시설 검토·설치**

□ 대외 협의내용 검토 및 확인 Checklist 작성

o 주요 지침·기준 등 **협의내용 반영여부 확인**

현 행	개 선
- 기술심의 시 (개발사업자) ↔ 지역본부 ↔ 기술심의 부서	- 기술심의 시 (개발사업자)↔**지역본부**↔**도로처** ※ Checklist 활용 검토 ↔기술심의 부서 (붙임#5)

□ 유지관리비 주체 명문화 및 산출방법 표준화

o 비관리청공사 및 수탁사업 협약서등에 **유지관리비 부담주체를 명문화하여 분쟁을 사전에 방지**

o **유지관리비 산출방법 표준화**

현 행	개 선
- 방음시설 유지관리비 산출·부과	- 좌 동 - **교통시설 투자평가지침(국토부)에 의거 유지관리비 산정·부과** • 운영비(인건비, 경비, 차량비) • 수선유지비(고정비, 변동비)

□ 타 기관 등의 고속도로 협의기준 수립

o 고속도로 통과방법(상·하부)에 따라 유지관리 및 미관 등에 영향을 미치므로 **세부 횡단 협의기준 수립 필요**

- 고속도로 횡단협의(2012년) : 31건(상부: 13건, 하부: 18건)

현 행	개 선
- 타 기관 시설물의 고속도로 **횡단 협의기준 부재** • 장래확장 차로수, 통과높이, 최소토피고 등 협의 중	- 타 기관 시설물의 고속도로 **횡단 협의기준 수립** • 고속도로 디자인 가이드라인 및 매뉴얼 등 참조

o 고속도로 주변 **타 기관의 시설물 설치공사 시행방법 검토**

※ 비관리청공사, 수탁사업 등

Ⅴ 향후 계획

□ 『고속도로 주변 개발사업 관리 업무기준』 제정 : 즉시시행

□ 주요 분쟁 사안별 TF팀 구성·운영(2013. 2~)

- 분쟁사안에 대한 종합적인 대응방안 마련

(개발사업) 분쟁내용	쟁 점 사 항
- (시흥목감 등 14개소) 도로부지 무단편입	☑ 도로부지 제척 또는 이관 방안
- (송파 등 6개소) 소음대책 부적정	☑ 소음대책 부적정 처리방안
- (대전관저 등 4개소) 유지관리비 등 비용부담	☑ 유지관리비 및 확장 이설비용 수납방안
- (화성동탄2) 남사~안성 부가차로	☑ 광역교통개선대책 변경검토 협의

□ 타 기관 시설물의 고속도로 횡단 협의기준 수립(도로처 도로개량팀)

- 현황조사 및 문제점 분석 : 2013. 2~3
- 횡단 협의기준 수립 : 2013. 4

□ 타 기관의 시설물 설치공사의 시행방법 검토(도로처 도로개량팀)

- 사례조사 및 문제점 분석 : 2013. 4~5
- 시행방법 및 관련규정 개정 검토 : 2013. 6~7

붙 임 : 1. (개발사업) TF팀 구성·운영 방안
2. 고속도로 주변 개발사업 현황.
3. 고속도로 주변 개발사업 관리 업무기준.
4. 국토해양부 질의 및 법률자문 내용
5. 고속도로 주변 개발사업 협의 Checklist

붙 임 #5

고속도로 주변 개발사업
협의 체크리스트(Check List)

유 형		Check list	설계내용
노선 및 교통량 분석		① 비교노선 검토시 각 노선에 대한 현지 답사를 실시하여 도상에서 알기 어려운 종단경사·주변여건 등의 조사를 면밀히 실시하였는가	
		② 고속도로 확장계획 및 주변노선 개설계획을 고려하였는가	
		③ 교통량 분석은 주변 개발계획(실시계획 승인 이후 단계) 및 교통망 계획(실시설계 단계 이후)을 적정하게 반영하였는가	
		④ 교통영향분석 시 인구증가율(사업미시행, 개선대책 시 등) 적용값의 적정성	
		④ 기준년도의 교통 수요 정산 오차율이내 여부	
		⑤ 사업미시행, 개선대책시 통행비용 함수(VDF) 및 재차인원 적용값의 적정성	
		⑥ 접속도로 주도로 및 부도로의 교통정체 계획이 적정한가	
		⑦ 고속도로 접속 시 접속단간 이격거리 및 국도 접속시 교차로 신호주기에 따른 위빙, 회전교통량 지체길이 산정결과가 적정한가 (Vissim 분석에 의한 지체길이 산정)	
선형 개량	본선	① 본선을 지하차도로 선형개량시에는 터널 갱문 디자인을 적정하게 하였는가	
	배수 시설	① 배수설계 시작 전에 현장답사를 시행하였는가	
		② 유출량 산출을 위한 유역면적 산출은 적절한가	
		③ 수리계산은 적절하며 계산결과치와 기존수로 단면과 비교하였는가	
		④ 배수계획은 주변 농경지 및 가옥 등에 피해가 없도록 최종적으로 큰 수로까지 연결되도록 계획하였는가	
		⑤ 기존수로 철거 시 가배수 계획은 적정하게 수립하였는가	
	나 들 목	① 나들목(분기점) 연결로의 설계속도는 적절하게 계획되었는가	
		② 교통량 재분석을 통하여 주방향 램프를 고려하였는가	
		③ 영업소, 연결로 용량(V/C) 분석에 따른 차로수 산정은 적절한가	
		④ 최소 평면곡선반경 및 종단경사는 기준에 적합한가	

유 형		Check list	설계내용
선형개량	나들목	⑤ Nose부의 선형(접속각, 곡선반경 및 고아노즈)은 기준에 적합한가	
		⑥ 가·감속 차로의 기하구조 및 연장은 기준에 적합한가	
		⑦ 나들목 접속부 지형조건, 교통량 등을 감안하여 평면교차 및 입체처리를 계획하였는가	
		⑧ 횡단구성에서의 차로수 산정시 도로의 일관성 유지를 위해 차로수의 균형(NC≥NE+NF-1)원칙을 준수하여 계획하였는가	
		⑨ 나들목 설치로 인하여 교통 단절구간은 없는가 또는 기존도로를 과다하게 우회하지는 않는가	
		⑩ 나들목 인근 주민들을 위해 시설물 경관을 고려하였는가	
		⑪ 평면 교차시 좌회전 대기 차로장은 신호주기를 감안하여 차로장을 확보 하였는가	
		⑫ 분기점의 경우 제설작업을 위해 신속한 이동을 위한 방향별 제설차량 회차로(U-Turn)를 검토하였는가	
		⑬ 유출연결로 노즈 이후 완화곡선 적용길이가 적정한 가	
	가도	① 교량상부 빔 운반 및 거치(크레인 작업)가 가능하도록 가도의 기하구조를 계획하였는가	
		② 항타장비, 크레인 등 대형장비의 현장 진·출입을 위한 가도를 계획하였는가	
		③ 확장공사의 경우 기존고속도로와 임시우회도로 접속부에 대해 편경사 접속 등을 기준에 맞도록 설계하고 수량산출을 하였는가	
		④ 하천구간 등의 가도 및 가교는 실 공사기간(우기, 동절기)을 반영하여 적정하게 반영되었는가	
		⑤ 단계별 교통전환 구간의 노면배수는 적절한가	
	포장	① 포장형식은 교통조건, 토질조건(지형,지질) 및 환경조건(기상,기후,동결,융해)등을 감안하여 포장형식 선정평가표에 의거하여 선정하였는가	
		② 기존 포장외관 상태조사 여부	
		③ 암반구간, 저토피 노면융기 및 노면 불연속구간 국토부 지침 적용여부	
		④ 고속도로 침하량 산출량의 적정여부 (연성포장 : RD 13mm, IRI 3.0m/km이하, 강성포장 : IRI 3.0m/km이하)	

유 형		Check list	설계내용
선형 개량	포장	⑤ 확장구간인 경우 노상, 노체부 기존포장 존재여부	
		⑥ 재포장 일정과 공사시기의 적정성	
	부대 시설	① 횡단육교 등 시설물 설치로 기존 Over Head 표지판의 시거장애 및 기존표지판 변경계획 여부	
		② 소음예측 평가방법은 관련 법령에서 제시한 프로그램을 사용하여 소음예측을 실시하였는가	
		③ 단계별 교통전환 시 차선테이프 및 P.C방호벽 설치계획 등 우리공사 교통관리기준에 의거 계획 수립여부	
		④ 결빙 취약구간 자동융설 장치 설치및 시설물에 의한 제설 취약구간 발생여부	
		⑤ 주변개발로 철도, 도로 등 개설 시 고속도로 본선 차량방호울타리(SB5등급이상) 변경 설치여부	
		⑥ 소음 예측 시 적용한 교통량 (도로계획 목표연도 20년 예측교통량)의 수요예측 절차가 적정하게 산출하였는가	
		⑦ 방음벽 높이(h≤10m) 최소화를 위한 단지배치 계획은 적정하게 수립되었는가	
		⑧ 방음벽 경관 등 공공디자인 심의를 거쳤는가	
		⑨ 나들목 곡선부 시거 확보를 위해 방음벽 재질 선정 및 수종을 고려하였는가	
		⑩ 공해방지시설 설치계획은 검토하였는가(가설방음벽, 살수차, 세륜시설 등)	
상부 통과	일반 사항	① 교량 날개벽부 수목 식재 계획 및 사면에 기초 설치 시 사면의 안정성 검토여부	
		② 장래 고속도로 확장장애 및 형하공간 5m이상 확보여부	
		③ 고속도로 이용 고객들의 시각적 압박감을 해소하는 방안을 검토하였는가	
		④ 교량 배수시설에 의한 고속도로 배수 지장여부	
		⑤ 교량의 위치는 종단상의 최정점부와 최저점부를 피하여 결정하였는가, 부득이 이들 위치에 결정시 대책은 수립되었는가	
		⑥ 고속도로 본선 횡단 종단경사 3%이상 또는 편경사 3%이상 계획시에는 고속도로 주행 경관에 미치는 영향을 검토하였는가	
		⑦ 고속도로 본선 횡단 종단경사 및 편경사가 3%이상 계획시에는 고속도로 주행 경관에 미치는 영향을 검토하였는가	

유 형		Check list	설계내용
상부통과	일반사항	⑧ 고속도로 응달발생에 따른 제설취약구간 발생여부	
		⑨ 고속도로 상부통과는 이용고객에 시각적 압박감 해소를 위하여 최소한 3경간으로 교량계획 등을 하였는가	
	기초	① 근접 구조물의 영향을 고려한 기초형식을 선정하였는가	
		② 시공조건(수상시공, 경사시공, 지하수 상태 등)을 고려한 기초형식을 선정하였는가	
		③ 말뚝 시공장비의 작업성에 대한 검토가 이루어졌는가	
		④ 교량 말뚝 시공시 가시설 설치에 따른 장비진입을 고려하였는가	
		⑤ 횡단교량 기초설치시(진동 등) 인접구조물 및 노면에 피해가 발생하지 않는 공법을 적용하였는가	
	하부구조	① 하부구조 형식은 교량의 경관을 고려하여 선정하였는가	
		② 고속도로 기초 터파기 저촉 시 교통관리 계획 및 안정성	
		③ 교각 형식과 시설한계 저촉여부	
		④ 고속도로 측 차량충돌 방지대책과 방호울타리 계획의 적정성	
	상부구조	① 교량의 설계등급을 적정하게 적용하였는가	
		② 하부조건을 고려하여 형하공간 및 경간장을 적절히 적용하였는가	
		③ 확장설계시 기존교량과 확장신설교량 간섭에 따른 문제가 발생하지 않도록 이격거리를 검토하였는가	
		④ 배수시설은 기존 고속도로에 영향이 없도록 설계되었는가	
		⑤ 거더교량 설계시 가설장비는 현장 여건을 고려하여 선정하였는가	
		⑤ 구조물 신·구 접합시 기존구조물 접속부 깨기방법은 현장여건을 고려하였는가	
		⑥ 횡단교량 확장시 조인트 설치 등으로 인해 장래 우수 유입피해가 고려되었나	
		⑦ 이물질 투기방지를 위한 시설을 설치하였는가	
		⑧ 상부교량의 차량 추락방지를 위한 난간높이(1.27m)가 확보되었나	
		⑨ 덧씌우기를 고려한 통과높이를 확보하였는가	

유 형		Check list	설계내용
	절토부	① 안정해석결과 안전율이 설계기준을 만족하는가	
		② 안정해석결과 선정된 비탈면 경사와 설계단면상의 비탈면 경사가 일치하는가	
		③ 식생공은 비탈면 보호공법 선정기준에 적합하게 선정되었는가	
지중횡단	터널계획	① 고속국도 본선에 영향이 없도록 충분한 통과깊이를 확보하였는가	
		② 인근의 고속도로 기존 시설물에 대해 조사 및 영향검토가 되어 있는가	
		③ 굴착면이 자립이 양호한 암구간을 통과하는가	
		④ 터널중간에 저토피 구간은 없는지 확인하고 였는가	
		⑤ 피토고가 적은 경우 굴착공법에 대해 검토하였는가	
	터널발파	① 암발파로 인한 주변의 환경 피해가 최소화 될 수 있도록 계획되었는가	
		② 환경영향평가 결과에 따라 공사중 소음에 대한 적정 소음방지 대책을 고려하였는가	
		③ 발파피해 예상구간에 대한 발파공법 선정시 세밀한 검토를 하였는가	
	단면해석	① 터널의 지보재 또는 라이닝에 작용하는 하중은 토압, 수압, 상재하중, 편토압 등의 하중조건을 충분히 고려 하였는가	
		② 단면해석시 적용한 지반특성치는 지반조사 결과를 고려하여 적절하게 적용하였는가	
		③ 내진설계가 필요한 경우 동적지반정수 산정 및 동적해석방법은 적정한가	
		④ 단면해석은 적절한 위치를 선정하여 수행하였는가	
	굴착 및 지보	① 터널의 시공법은 발파굴착과 기계굴착 공법등을 지반조건, 시공성, 안정성 및 경제성 측면에서 충분히 고려하여 계획하였는가	
		② 1차 지보재(숏크리트, 강지보, 록볼트 등)를 검토하여 설치하였는가	
		③ 암질, 용수발생 등 현장여건에 따라 락볼트 형식·재질 변경이 가능하도록 도면에 명기하였는가	

유 형		Check list	설계내용
지중횡단	굴착 및 지보	④ 지반조사 결과를 분석하여 지보패턴을 적절하게 계획하였는가	
		⑤ 단층대, 파쇄대, 연약대, 미고결층, 석회암 통과부, 기타 풍화가 용이한 암반층 및 저토피 구간에 대해 적절한 지보패턴 또는 보조공법을 계획하였는가	
		⑥ 터널의 지반조건, 연장, 종단경사, 배수, 공사기간 등을 고려하여 굴착방향을 결정하였는가	
		⑦ 터널 시종점부 발파로 인한 소음진동 등 주변환경에 미치는 영향을 고려하여 필요한 경우 그에 따른 대책을 수립하였는가	
		① 불가피하게 터널 갱구부가 도로부지 내에 계획시 굴착으로 인한 훼손이 최소화 되도록 갱구위치를 설정하였는가	
		② 터널의 갱구부는 등고선과 직각에 가깝게 교차되고 계곡부를 피하여 계획 되었으며 배수처리 계획은 적절히 되었는가	
		③ 터널 갱구부 임시 비탈면의 안정성을 검토하고, 적정 비탈면 경사 및 보강공법을 선정하였는가	
	비개착	① 인근의 고속도로 기존 시설물에 대해 조사 및 (저촉)영향검토가 되어 있는가(본선 누적침하량 3D분석 및 기준 비교확인)	
		② 고속국도 본선에 영향이 없도록 충분한 3m 이상의 토피고를 확보하고 있는가 (강관압입 시 강관상단에서 포장상단까지 최소 3m 확보)	
		③ 지반안정처리 공법 적용(JSP 등) 및 시공 시 지반지지력 확인이 가능한 가	
		④ 유사 조건에서의 적용 공법의 시공사례가 있는가	
		⑤ 추진기지 구축을 위한 가시설 설치시 횡방향 토압(이완) 및 가시설과 법면사이의 우수처리는 적정한가	
		⑥ 강관 추진시 가로보 훼손에 따른 수평변위 발생 대하여 검토하였는가	
		⑦ 상부 포장외관 상태조사 여부	
		⑧ 저토피 통과시 동결에 따른 융기방지 대책은 수립되어있는가	
		⑨ 기존 시설물 저촉시 동등 이상의 규격으로 복구여부 및 기존 수로암거 이설 시 수로이설의 적정성	
		⑩ 박스 상부가 오목형일 경우 물고임대책은 마련되어 있는가	
		⑪ 침하에 대한 구조계산 및 계측 등의 관리방안은 수립되어 있는가	

유 형		Check list	설계내용
지중횡단	비개착	⑫ 노면침하 산정시 가시설 설치 및 철거 영향을 고려하였는가	
		⑬ 침하량 예측시 도로하부 지반물성치 적용이 적정한가 (공용노선 포장하부 경사보링 등 실시여부)	
	개착	① 개착공법 적용 사유가 타당한가	
		② 우회도로의 규격 및 횡단구성이 기준 및 교통관리대책이 적정한지 여부	
		③ 고속도로 기존 시설물 저촉 및 영향 검토가 되어 있는가	
		④ 기존 시설물 저촉시 동등 이상의 규격으로 복구되는가 (수로암거 이설시 공사 전 배수계획의 적정성 포함)	
		⑤ 확장에 대비한 폭 및 연장 등의 적정여부(평면교차로 인 경우 직각교차 여부)	
		⑥ 우회도로에 대한 가시설 설치시 구조적 안정선 검토가 이루어져 있는가	
		⑦ 우회도로에 안전시설물 설치가 적절히 계획되어 있는가	
		⑧ 대상구간에 연약지반이 존재할 경우 지반처리로 인해 인접구간과의 부등침하에 대비하였는가	
		⑨ 가시설 원상복구 계획은 적정한가	
교량하부횡단		① 고속국도의 확장계획이 있을 경우 교각설치에 지장이 없도록 계획되었는가	
		② 통과 폭, 높이가 적정히 확보되었는가	
		③ 교각 인접 굴착시 인해 교각의 안정성, 피해방지대책이 확보되었는가	
		④ 주행물의 이탈로 인한 교각보호시설은 계획되었나	
		⑤ 기존 시설(배수시설 등) 저촉시 동등규격 이상으로 계획되었나	
		⑥ 하부시설을 보호하기 위한 고속도로의 투석방지망, 교면배수 유도시설이 반영되어 있나	
인접통과		① 고속국도의 장래확장을 고려하였는가?	
		② 도로부지 편입시 편입용지 및 법면부 절취를 최소화하였는가	
		③ 제설작업을 위한 방설벽 및 상호 주행물 이탈에 대비한 방호시설은 계획되어 있는가	
		④ 기존 배수로 연결시 배수처리에 지장이 없도록 계획하였는가	
		⑤ 공사시 고속도로 시설물 및 주행차량 안전 대책이 강구되었는가	

유 형	Check list	설계내용
기 타 개발사업	① 지구지정 및 실시계획 등의 승인 시 사전협의 완료여부	
	② 장래 확장계획 반영여부 및 지구내 도로부지 무단편입여부	
	③ 관련법령에 의거 개발사업 승인 전 우리공사와 사전협의가 되었는가	
	④ 도로부지 외의 공사 관리 토지에 대하여 부지 매입 및 사용협의 시 조사는 정확히 이루어졌는가	
	⑤ 수탁 및 비관리청 공사구간 유지관리비 산출은 적정한 가	
	⑥ 방음시설 설치 시 유지관리용 회차로 계획여부	
	⑦ 개발사업으로 교량하부 불법 도로점용 등에 대한 대책이 수립되었는가	
	⑧ 고속도로 하부 도로개설 시 고속도로 본선 방호울타리 및 교각 보호시설이 계획되었는가	
	⑨ 교량 하부 도로개설 시 고속도로 방향과 직각으로 교차하여 교통사고 저해요인이 없는가	
	⑩ 고속도로 하부 변경 시 지역 도시화에 따른 측구 뚜껑 설치 등 여건변화를 감안하였는가	

1-2 고속도로 건설 지장철탑 이설 절차 개선

설 계 처-974
(2013. 4. 9)

Ⅰ 검토배경

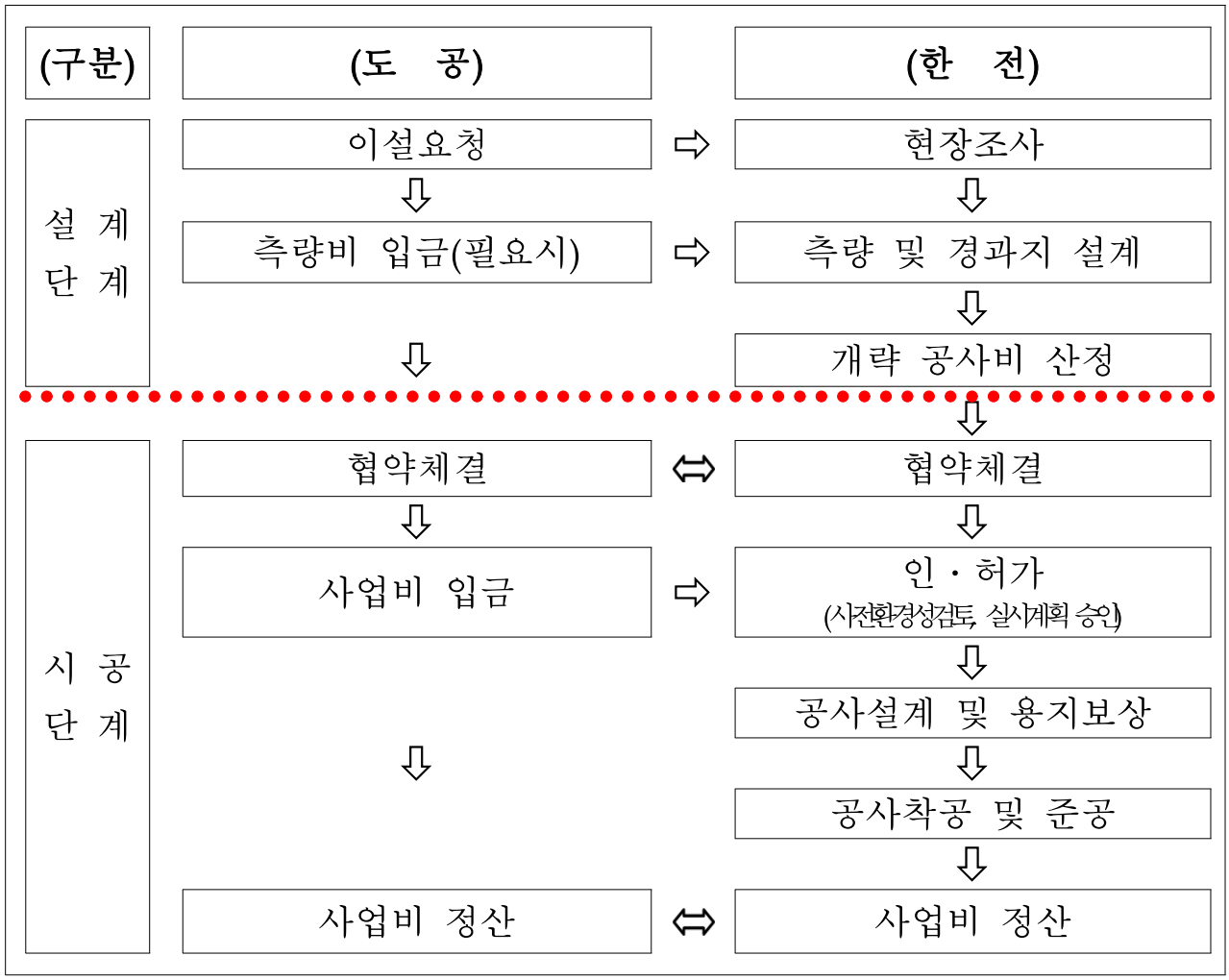
고속도로 건설로 인해 저촉되는 송전 철탑의 적기 이설을 위한 설계단계에서 개선방안 모색으로 원활한 건설공사 추진 도모

Ⅱ 송전철탑 이설절차

□ 이설범위

o 지장철탑 측량비, 설계비, 보상비, 자재구입 및 제작비, 설치공사비 등

□ 이설절차(현행)



Ⅲ 현 실태 및 문제점

□ 현 실태

□ 문제점

o **설계 및 공사초기단계 지장물 처리방안 검토 소홀**

- 설계단계에 단순 지장물로 인식되어 현황조사 수준 설계 준공

☞철탑의 경우 혐오시설로 인식되어, 대체부지나 진입도로 확보, 실시계획 등 인허가 추진에 장기간이 소요되는 주요 지장물로 인식 전환 필요

- 지장철탑 부지 실 공사 착공 전까지 소극적 업무수행(착공후 6월~1년)

o **지장철탑 이설 장기간 소요(약 2~3년)로 공사추진 지장 초래**

- 토지 소유자의 비협조, 매매 기피 및 관계기관 협의 곤란
- 지장물 이설 지연에 따른 고속도로공사에 막대한 지장 초래

☞삼척-동해 4공구 철탑이설 사례 : 공사 착공후 인·허가까지 3년이상 소요

Ⅳ 철탑이설 수행방법 검토

(구 분)	(1 안)	(2 안)
개 요	한전 자체사업으로 추진	도로사업에 포함 시행
시행주체	한 전	도 공
관 련 법	전원개발촉진법 및 국토의계획이용에관한법률	도로법
인·허가	도시계획시설사업 실시설계 승인	도로구역결정(변경) 승인
승인기관	해당 지자체	국토해양부
소요기간	6개월~1년	-
검토의견	- 도로구역 밖 한전시행 철탑사업에 대한 인·허가는 현행법상 도로법에 의해 의제 처리될 수 없는 사안임 **(2안)** - 전원법 및 국토의계획이용에관한법률에 의거 철탑사업 시행자인 한전이 별도의 사업시행 인·허가를 득하여야함 **(1안)**	

Ⅴ 개선방안

□ 개 요

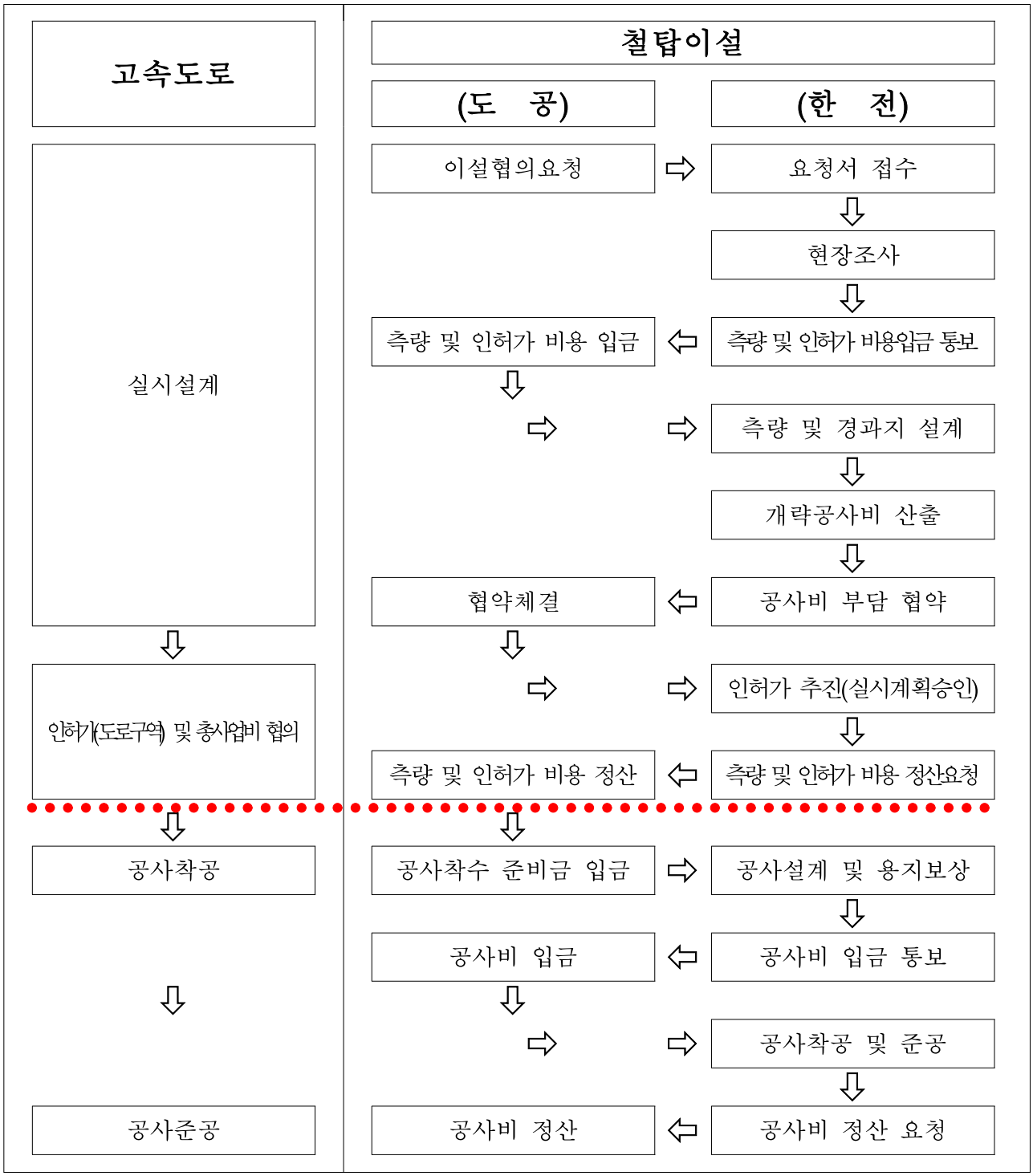
o 실시설계 계획(선형 및 시설물 형식 방침수립 등) 완료시 철탑이설 인·허가 절차진행

(구 분)	(현 행)	(개 선)
개 요	철탑 인·허가 **시공단계** 시행	철탑 인·허가 **설계단계** 시행
설 계 단 계	● 이설협의 ● 측량(필요시)	● 이설협의 ● 측량 및 경과지 설계(40일) ● **협약체결** ● **인·허가**(실시계획, 6~12개월)
시 공 단 계	● 협약체결 ● 측량 및 경과지 설계 ● 인·허가(실시계획) ● 공사설계 ● 용지보상 및 공사시행	● 공사설계 ● 용지보상 및 공사시행

효 과	시공단계 지장철탑 이설기간 1년이상 단축 기대

o 공사 착공전까지 인·허가 미결시 공사시행부서(용지담당)로 업무인계

□ 이설절차(개선)



※ 철탑이설부지가 도로예정부지내로 선정된 경우 도로용지에 포함매수 및 도로점용 처리

□ 보상비 예산집행

o 철탑이설 측량 및 경과지설계비, 인·허가 비용 : 실시설계비

o 철탑이설 공사설계비, 용지보상비, 공사비 등 : 용지비

Ⅵ 적용방안 및 기대효과

□ 적용방안

o 설계중인 노선 : 본 방침 적용

- 선형 및 시설물 형식 방침 결정 후 한전과 협의 진행

o 설계완료 후 미발주 노선 : 사업추진 여건에 따라 적용여부 검토

□ 기대효과

o 고속도로 지장철탑 적기 이설로 원활한 공사추진 기대

- 공사착공전 철탑 인·허가 절차를 완료하여 대체부지 취득의 협의기간을 충분히 확보하고 협의취득 불가능시 강제취득 절차에 의하여 대체부지 취득 가능

o 수요자(사업단, 시공사, 한전) 중심의 고속도로 설계추진 기여

별 첨 1. 한전 협의공문 사본

2. 지장철탑 이설공사 협약서(안)

별 첨 #2

지장송전선로 이설공사 협약서 (안)

공사의뢰자 주 소 : 경기도 성남시 수정구 금토동 293-1
성 명 : 한국도로공사 사장 ("갑"이라 함)

공사시행자 주 소
성 명 한국전력공사 ○○지역본부장 ("을"이라 함)

갑이 시행하는 ○○고속도로 건설공사에 지장이 되는 을 소관의 ○○ 철탑 이설공사를 시행함에 있어 공사비 부담에 관한 사항을 다음과 같이 이행할 것을 확약하고 본 협약서를 작성한다.

1. 공사비 및 부담금 산정

전기사업법 및 관련 법령과 공기업·준정부기관 계약사무규칙(회계사무규칙)에 따라 산정한다.

2. 부담금의 납부

가. 갑은 제1항에 의하여 산정된 부담금 중 공사착수 준비금을 ○○고속도로 건설공사 착공후 을에게 납부하고, 설계공사비는 공사발주 이전까지 납부한다.

나. 갑은 을이 공사를 시행함에 있어 부지확보(선하지 포함), 대관 인·허가, 휴전, 자재조달, 민원발생, 기타사유 등으로 지연되는 경우 이로 인한 부담금에 대한 이자의 지급이나 손해배상 등을 요구하지 아니한다.

3. 공사시행

공사는 을이 시행하며 공사비 부담 협약서 체결 및 공사비 부담금을 납부한 후 공사를 착수한다.

4. 부담금의 정산

가. 공사시행 결과에 따라 을이 정한 부담금 정산방법으로 부담금을 확정하며, 확정 즉시 갑을 쌍방간에 부담금 증감액을 정산(환불 또는 추가입금)한다.

나. 갑이 현금으로 납부한 공사비의 정산차액을 을이 갑과 정산(환불 또는 추가입금) 하는 경우에는 대상금액에 그 동안의 이자를 가산하여 환불 또는 추가입금 하여야 하며, 이자계산은 지식경제부장관이 인가한 기본공급약관 제79조(요금의 보증) 제5항을 준용한다. 다만, 갑의 사유로 인한 협약해지 또는 변경으로 부담금을 환불하는 경우에는 이자를 가산하지 않는다.

5. 정산서 제시

가. 갑이 정산서 제시를 요구할 경우 을은 제4항에 의한 확정내역서를 제시하여야 한다.

나. 을이 제시한 설계도서 및 정산서 등에 이의가 있는 경우에는 쌍방 협의하여 처리한다.

6. 협의 결정

본 협약서에 명시되지 않은 사항은 갑과 을이 협의하여 결정한다.

20 . . .

(갑) 주 소 : 경기도 성남시 수정구 금토동 293-1

성 명 : 한국도로공사 사장 (인)

(을) 주 소 :

성 명 : 한국전력공사 ○○지역본부장 (인)

※ 참고 : 한국전력공사 "지장송전선로이설업무기준"에 따라 작성되었으며, 공사여건에 맞게 용지확보 방법, 공사기간 등 내용을 추가 또는 변경하여 사용

2-1 『터널 내 차로변경』 연구결과 및 적용방안

기획조정실-1540
(2012. 5. 2)

Ⅰ 검토배경

o 터널 내 차로변경 제한에 따른 **문제점 분석 및 허용 방안** 검토
o **합리적인 도로설계** 및 **미래형 지하도로 건설에 대비**한 **공학적 판단 기준 마련 및 관련 규정 개정 건의**

Ⅱ 추진경위

o **'10. 5~'11. 12 터널 내 차로변경 연구용역 (도공↔대한토목학회)**
- 현행 기준·사례조사, 교통 안전성 검토, 관련 규정 개정 건의를 위한 연구추진

o **'11. 7 교통안전시설 심의위원회 심의 요청 (도공→경찰청)**
- **차로변경 관련 법규 개정 검토를** 위한 **연구 중간 성과 제출**

o **'11. 11 관계기관 합동회의** (경찰청 주관)
【참 석】 : 경찰청, 도공, 도로교통공단, 서울시립대 연구진
- (경찰청) **공학적 기준을 먼저 마련**하고 **매뉴얼 개정 검토 필요**
- (도공, 도로교통공단, 서울시립대) **불합리한 설계를 방지**하고 **미래형 지하도로 건설 등에 대비**한 **관련 규정 정비 필요**

o **'11. 11 도로 구조·시설 규칙에 대한 질의 (경찰청→국토부)**
- 차로변경 허용 관련 기준 등에 대한 국토부 의견 요청
  * 제한적 진로변경 허용 여부를 검토하는 '부득이한 경우'의 의미?
  * 진로변경을 허용할 경우 최소 이격거리 기준?

o **'11. 12 도로 구조·시설 규칙 질의에 대한 회신 (국토부→경찰청)**
  * '부득이한 경우'란 이격거리 조정 필요 시 관계기관 협의 처리 의미
  * 최소 이격거리 동일 적용 곤란, 운전조작을 고려 기준 변경 예정

o **'12. 2 설계자문 시행(도공) : 차로변경 허용 바람직 의견**
  * 자문위원 : 도로교통공단 안전기획처장외 4명

o **'12. 4 대심도 지하도로 설계지침 제정 연구 착수 (국토부)**
  * 기 간 : 2012. 4~ (30개월)
  ※ 국토부에 우리공사 연구결과 적용 건의 및 자료 제출

Ⅲ 검토내용 (연구결과)

1. 관련기준 및 문제점

□ 관련기준

o **도로교통법 제22조** (경찰청)

- 터널 내 **앞지르기 금지**

o **교통노면표시 설치·관리메뉴얼** (경찰청)

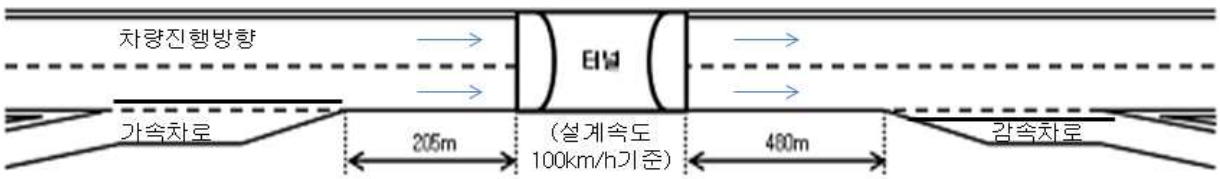
- 터널 내 **진로변경 제한 차선**(백색실선) **설치**
- 진로변경이 필요하다고 인정되는 곳은 **공학적 판단**에 따름

※ 앞지르기: 차로를 변경하는데 그치지 않고 "**앞서가는 다른 차의 옆을 지나서 그 차의 앞으로 나가는 것**"(도로교통법 제2조)

※ 진로변경 : 차로변경과 동의어로서, 운전자가 **진행 중인 차로를 변경**하는 것

o **도로의 구조·시설기준에 관한 규칙 해설** (국토부)

- 조도순응, 인지반응, 차로변경 등을 위해 **터널과 출입시설 간 최소 이격거리* 확보** 필요



- 부득이 이격거리 확보가 어려운 경우 **충분한 교통안전시설 설치** 및 **관계기관 협의**를 통해 **제한적 진로변경 허용여부 검토 가능**

o **도로와 다른 도로 등과의 연결에 관한 규칙** (국토부)

- **일반국도**에서 **조명시설 설치한 터널**로부터 **350m 이내 연결허가 금지**

□ 문제점

o 현실에 맞지 않는 규제

- 조사 결과 **터널 내 진로변경 비율(22%)이 일반구간(23%)과 유사**
- 현실적으로 앞지르기와 진로변경에 대한 명확한 구분이 어렵고, 터널 여건 상 단속 등 법집행도 어려움

o 불합리한 도로설계 강제

- 노선우회, 종단 변경 등 **불합리한 도로설계** 발생 및 **사업비 증가**
  * 함양~울산고속도로 거창분기점 사업비 800억 증가

- 미래형 지하도로 건설 시 지하도로 내 분·합류를 위한 진로변경 및 변속차로 설치 불가
  * 서울시 지하도로계획 : 총 149km의 3×3 격자형 도심순환 지하도로망 형성

- 초장대 터널 진입 시 동일 차로로 수 km를 주행해야 하는 문제 발생
  * 서울~양양 고속도로 인제터널(L=11km) : '15년 개통 예정

o 판단 기준 모호로 경찰청 협의 시 일관성 결여

* 강남순환도로 : 허용 (안전시설 보강 후 시행 필요)
* 거제~통영고속도로 : 미허용 (설치기준 제정 후 시행 필요)
* 서울~용인고속도로 : 운영 중

o 지정차로제*(도로교통법 시행규칙 제39조) 효과 감소

- 화물차등이 부득이하게 상위차로에 **진입했을 경우 지정차로로 진로변경이 불가**하여 **후속차량 통행 저해 등 교통효율 감소**

* 지정차로제 : 시간 효율성 및 교통 안전성을 높이기 위해 차종별 주행차로 지정
[**3차로의 경우**] 1차로(앞지르기), 2차로(승용차, 승합차), 3차로(화물차,특수자동차,건설기계)

2. 해외 및 국내 사례

□ **(해외사례)** 미국, 일본, 프랑스, 독일, 호주, 스페인, 스웨덴 등 **다수의 선진국에서 터널 내 차로변경 및 변속차로 설치 허용**

※ 특별한 제한 규정없으며 일반 도로구간과 동일하게 적용

- 호주 : 전면 허용 (사유 : 일반구간과 다른 기준 적용 시 혼란 야기)
- 일본 : 허용 (필요시 도로관리청이 판단하여 제한)

미 국

일 본

프랑스

독 일

□ **(국내사례) 일부 터널에서 차로변경 및 변속차로 설치를 시행**하고 있으며, 현재까지 **별다른 문제 없이 운영중**에 있음

부산시 수정터널(부산경찰청 협의)

용인-서울고속도로

3. 안전성 검토

o 일반적으로 일반구간보다 **터널구간이 안전사고 위험이 높은 것으로 인식**되고 있으나 이에 대한 **명확한 근거는 없으며**

- 실제 조사결과 및 독일사례로 볼 때 **터널구간이** 일반구간보다 **교통사고율이 낮은 것으로 분석**되었고
- 차로변경 감안한 **시뮬레이션 결과 교통처리에 문제가 없는 것**으로 분석되었음

*** 【교통사고 발생률】**

구 분	사고율(건/백만대 · km)	
	터널구간	일반도로구간
국 내	0.02	0.04
서울용인고속도로	0.006	0.053
독 일	0.39	0.4

o 현재 터널과 일반구간에 **동일한 설계기준을 적용**하고 있고, **설계기준을 충족할 경우 안전상 문제가 없을 것**으로 판단되며

- 차로변경 비율, 설문조사 결과 **터널과 일반구간에서 차로변경 비율이 유사**하고 **교통특성도 큰 차이가 없어**
- 일반구간과 다르게 **터널 내에서만 차로변경을 제한하는 것은 불합리**하므로 **개선할 필요성**이 높음

*** 【차로변경 비율】**

구 분	일반구간	터널구간	비고
차로변경비율	22%	23%	

*** 【차로변경 관련 이용객 설문조사】**

설 문 내 용	결 과	설 문 내 용	결 과
차로변경 수행	49%	터널 내 심리적 불안감 없음	71%
타 차량 차로변경 목격	88%	터널 내 차로변경 시 사고위험 경험한 적 없음	76%

4. 차로변경 허용 방안

□ 일반부

o 안전을 위하여 터널 기하구조(곡선반경, 종단경사 등) 및 조명이 **일정수준 이상(허용조건*)인 경우 차로변경 허용**

* **【허용조건】**

구 분		허용조건	고려사항
차로수		방향별 분리, 편도2차로 이상	
차로폭		3.6m 이상	
길어깨	우 측	2.5m 이상 (단, 편도3차로 이상은 1.0m이상)	
	좌 측	1.0m 이상	
곡선반경		1,800m 이상	교통사고
종단경사		0.3%~2.0%	배수 및 환기
조 명		개정 조명기준 KSA 3703(2010. 5) 이상	

※ 【별첨 1 : 터널 내 차로변경 허용조건(안)】 참조

□ 변속차로부

o 터널 기하구조 및 조명 등 **일반부 허용조건을 만족**하는 경우 **변속차로 설치를 허용**하고 안내표지, 조명, 인지반응시간 증대 등 **안전성 증대 방안* 추가 적용**

* **【안전성 증대 방안】**

구 분	개선내용	비 고
안내표지개선	- 입출구 안내 전광표지(VMS) 설치 - 차량등 등화 안내 전광표지(VMS) 설치	
조명강화	- 변속차로로 인해 기본부에서 차로변경이 이루어 질 경우 차로변경이 이루어지는 기본부 조명 약 1.5배 강화	
인지반응시간 가중치 적용	- 터널 내 인지반응시간 1.26배 가중치 적용	
세부적용기준수립	- 유형별(위치별) 세부 적용기준 수립	

o **(안내표지 개선)** 시인성 증진을 위하여 **전광안내표지(VMS)를 설치**하고 전후 차량 간 식별 개선을 위해 **차량등 등화 안내표지(VMS) 보강**

* **【전광안내표지 설치(안)】**

0m	150m	1km	2km	차로변경시작지점

* **【전조등 등화 비율 조사결과】**

차 종	승용차	버 스	화물차
등화비율	57%	89%	32%

※ 차량등 등화 비율이 낮아 차량간 시인성 및 안전성 저하 발생

※ 터널 내 차량등 등화는 도로교통법 상 의무사항에 해당

o **(조명강화)** 개정된 조명기준(KSA 3703, 2010. 5)을 적용하되, 국제조명기준 등을 감안 변속차로로 인해 **기본부에서 차로변경이 필요한 경우 ⇒ 차로변경 구간 기본부 조명 약 1.5배 강화**

※ 기 본 부 : 국내(약120), 미국(130), 일본(120), 국제조명위원회(65-130-195)

※ 생활조도 : 화장실·복도(100), 사무실(200)

o **(인지반응 시간 가중치 적용)** 차량 유리 틴팅조사 결과*를 반영하여 **터널 내 인지반응시간 1.26배 가중치 적용**

* **【차량 유리 틴팅조사】**

구분	앞유리	뒷유리	옆유리	평균(a)	무장착(b)	a/b
가시광선 투과율	78.7%	21.8%	27%	42.5%	100%	
반응지연시간				4.8초	3.8초	1.26

o (세부 적용기준 수립)

구 분	유형		
감속차로	터널 진출 후 설치	터널 출구에 걸쳐 설치	터널 내 설치
가속차로	터널 진입 전 설치	터널 입구에 걸쳐 설치	터널 내 설치
장대터널	연장 3km 이상에서 제한적으로 허용할 경우		

※【별첨 2 : 유형별 설계요소 배치(안)】 참조

5. 관련 규정 개정 검토

o 차로변경 허용을 위한 도로교통법 등 **관련 규정의 개정**은 **원칙적 허용, 예외적 금지**하는 방향으로 개정 바람직

- 관계기관 협의 등을 고려하여 **원칙적 금지, 예외적 허용도 검토**

【관련 규정 개정(안)】

구 분	1안 (원칙적 허용, 예외적 금지)		2안 (원칙적 금지, 예외적 허용)
	1-1안	1-2안	
도로교통법 [앞지르기 금지 규정]	삭제	존치	존치
경찰청 교통노면표시 설치·관리 매뉴얼 [진로변경 제한 규정]	삭제	삭제	◦ 존치 -다만, 진로변경 허용을 위한 공학적 판단 기준 명문화 (기준 충족 시 모두 허용)
도로의 구조·시설 기준에 관한 규칙 해설 [이격거리 규정]	삭제	삭제	◦ 존치 -다만, 진로변경 허용기준 충족 시 이격거리 규정 개정 (설계 CASE별 터널 내 변속차로 설치기준 신설 추가)

Ⅳ 적용방안

o 터널 내 차로변경 제한으로 발생하는 문제점 해소와 **합리적이고 미래지향적인 도로건설을 위하여 차로변경 허용이 필요**하며

- **터널 내 차로변경 및 변속차로를 허용하여도 안전상 큰 문제는 없을 것으로 판단**되므로 이를 위한 **관련 규정 개정이 필요**

o 그간 관련 규정의 개정을 위하여 경찰청 및 국토부 협의·건의를 추진중에 있으나, **규정 개정에 상당 기간이 소요될 것으로 예상됨**

o 따라서, 관련 규정 개정 전 본 **연구결과를 경찰청 매뉴얼 상의 차로변경을 위한 공학적 근거로 활용**하여 **경제적이고 효율적인 나들목 및 분기점 설계가 될 수 있도록 우선 적용**

- **(설계중인 노선)** 부득이 터널 내 변속차로 설치가 필요할 경우 **관련 규정 개정 전이라도 본 연구결과를 우선 적용**하고, 향후 **관련 규정 개정으로 보완이 요구될 시 필요한 조치**

  단, **일반부는 관련 규정 개정 전까지는 기존 규정을 적용**하고, 향후 관련 규정 개정 시 개정 내용에 따라 필요한 조치

- **(공용 및 공사중인 노선) 향후 관련 규정 개정 시 개정 내용에 따라 필요한 조치**

터널 내 차로변경 허용조건(안)

구 분		현행 시설 기준		터널 내 차로변경 허용 조건(안) (고속도로 기준)
		일반부	터널 내	
차 로 수		-	-	방향별 분리, 편도2차로 이상
차 로 폭		3.6m	3.6m	3.6m 이상
길어깨	우 측	3.0m 이상	1.0m 이상 (도공 : 2.5m 이상, 편도3차로 이상은 1.0m이상)	2.5m 이상 (단, 편도3차로 이상은 1.0m이상)
	좌 측	1.0m 이상 (도공 : 1.5m 이상)	1.0m 이상	1.0m 이상
곡선반경		420m 이상 (정지시거 확보를 위한 곡선반경 : 910m)	768m 이상	1,800m 이상
정지시거		155m 이상	140m	201m 이상
종단경사		평지 : 3% 이내, 산지 : 5% 이내 (불가피한 경우 1% 상향 가능)	0.3% 이상, 장대터널의 경우 2.0% 이하	0.3%~2.0%
조 명 (Lux)	주 간	-	KSA 3703 (2010. 5)	KSA 3703 (2010. 5)이상
	야 간	10 Lux 이상 (터널출입구, 출입시설)	15 Lux 이상	15 Lux 이상
안내표지		도로표지규칙	표지판 미설치	도로전광표지(VMS) 설치

주: 설계속도 100km/h

붙임 #1

2-2 고속도로 역주행 사고 종합 방지 대책

교 통 처-1839
(2013. 4. 27)

Ⅰ 추진목적

□ 최근 역주행으로 인한 사망사고가 빈번히 발생함에 따라, 이에 대한 방지 대책을 수립하여 고속도로 이용객의 안전성 도모

※ 동해선 역주행 전경 (2013. 2. 23, 사망 2명)

Ⅱ 역주행 사고 분석

□ 역주행 사고발생 현황 (2008～2013. 4)

o 역주행 사고 지속적 발생 및 사망자 발생 증가

- '08~'10년 8명 사망, '11~'12년 1명 사망으로 감소 추세였으나,
- **금년 들어 현재까지 5명 사망으로 급증하는 추세**

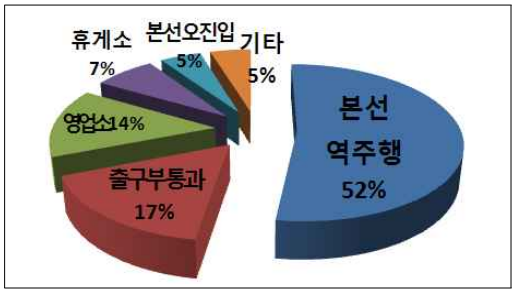
※ 역주행 사고 현황

구 분	사고(건)	사망(명)	부상(명)
계	42	14	45
2013. 4	7	5	-
2012	11	-	14
2011	14	1	18
2008~2010	10	8	13

□ 사고발생 유형 분석

o 발생 유형

- 본선 역주행 : 22건 (52%)
- 출구부 통과 : 7건 (17%)
- 영업소 오진입 : 6건 (14%)
- 휴게소 오진출 오진입 : 3건 (7%)



o 발생 시간

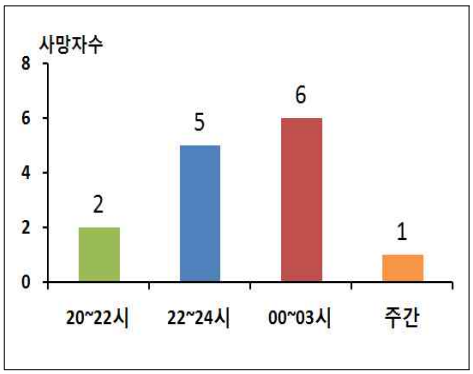
- 야간 및 새벽 등 안전 취약시간에 주로 발생

※ 역주행 사고 42건 중 20시~07시 27건, 07~20시 15건 발생

- 역주행 사고의 야간 시간대 사망자 비율은 93%를 차지

※ 역주행 사망발생 시간

역주행 시간	사망자 수(14명)
20:00~22:00	2명 (14%)
22:00~24:00	5명 (36%)
00:00~03:00	6명 (43%)
주 간	1명 (7%)



* 사망자 총 14명 중 강원본부 관내에서 57%(8명) 발생

□ 역주행 발생 원인

o **음주 운전**으로 방향감각 상실에 의한 본선 및 휴게소 역주행 발생

o 고속도로 초행운전 등으로 **안내표지 인식력 저하**로 출구부 통과, 영업소 입·출구 혼선

o **교통량이 적은 야간 시간**에 주로 발생

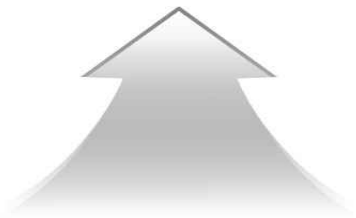
※ 사고발생 시간대 교통량 : 동해선 29대/시, 서울양양선 297대/시 등

Ⅲ 역주행 발생 방지 방안

1 추진 방향

역주행 근절을 통한 교통사고 예방

- 휴게소, IC, 영업소 등 역주행 예상구간 선제적 대응



시설물 정비	단속 강화	의식 개선
o 표지판, 노면표시 보완 - 휴게소 진출입부 - IC, Jct 진출입부 - 영업소 진입 교차로 o 역주행 차단시설 설치 - 휴게소 진입부 o 공사장 진입로, 회차로 시설물 정비	o 음주단속 강화 - 위락시설 주변 IC (고순대) o 야간 취약시간 순찰강화 - 취약시간 집중 순찰 - 외부 렉카차 활용 o 상황실 모니터링 강화 - CCTV 순차적 모니터링 o 법규 위반차량 고발 - 역주행 · 후진 등	o 언론 보도 - 역주행 기획보도 - 역주행 보도자료 배포 o 운전자 안전의식개선 - 사고동영상 상영(휴게소) - 면허시험 문제 출제 o 홍보 강화 - 본선 VMS 표출 - 현수막 설치

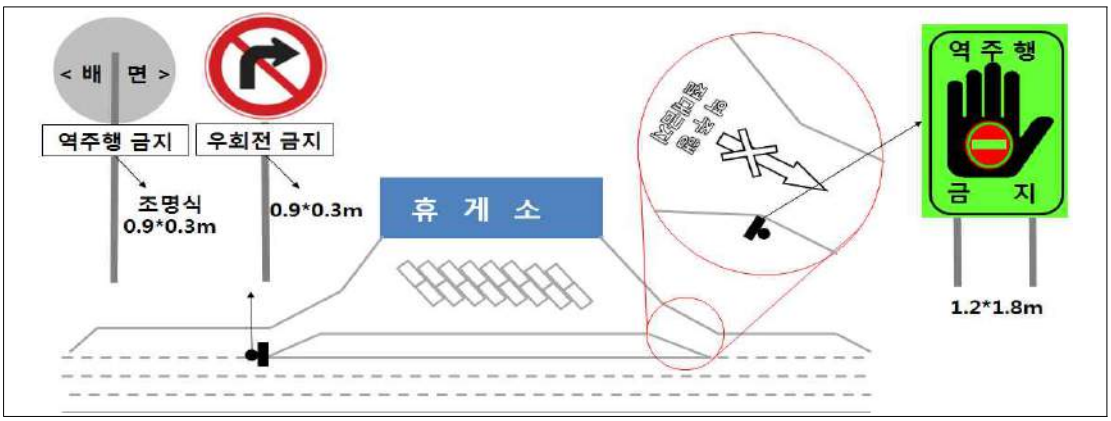
2 세부 시행 방안

□ 시설물 정비

o 역주행 금지 교통안전 표지, 노면 표시 설치

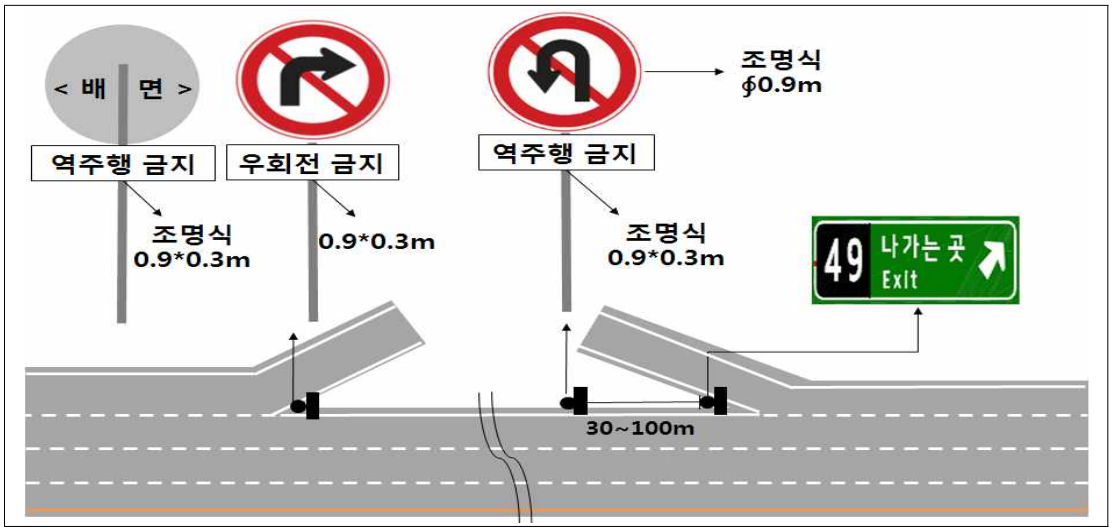
① 휴게소

- 진입부 : “역주행 금지” 표지 및 노면표시 설치
- 진출부 : 우회전 금지 표지에 보조표지(우회전 금지) 및 뒷면에 “역주행 금지” 보조표지(조명식) 설치



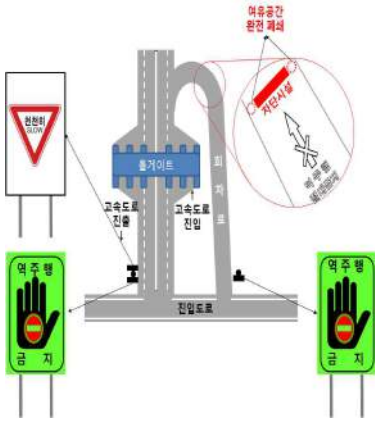
② 출입시설(IC, Jct) 갈림길, 합류길

- 진출부 : 30~100m 지점에 역주행 금지 표지(조명식) 설치
- 진입부 : 우회전 금지 표지에 보조표지(우회전 금지) 및 뒷면에 “역주행 금지” 보조표지(조명식) 설치



③ 영업소 인근 교차로, 회차로, 공사장 진·출입로

- 영업소 진입 교차로에 역주행 금지 표지(배면 : 양보표지) 설치
  · 고속도로 진출차로로 진입하는 차량의 역주행 방지



- 불법차량 진입경로 사전 차단 및 역주행 예상구간 점검·정비 시행
  · 공사장 진출입로, 회차로 시건 장치 점검
    ※ 시건장치 후 측면 여유공간 발생 시 완전 폐쇄

- 진입도로와 연결된 회차로에 오토바이 등 진입불가 차량 진입금지를 위해 안내표지, 노면표시 설치

□ 단속 강화

o 영업소 진입차량 음주단속 강화

- 위락 시설 주변 영업소 집중 단속 요청 (→고속도로순찰대)

o 야간 취약시간(22:00~06:00) 순찰 강화

- 안전순찰차 취약시간대 본선, 휴게소, 졸음쉼터, B/S 순찰 시 경광등, 싸이렌, 전광판(계도문안 표출) 작동

고속도로 역주행은
살인행위입니다.

휴게소 진입, 진출부
역주행 절대금지

o **구난 차량을 활용한 안전순찰 추진**

- 야간 시간대 구난차량 활용하여 역주행 차량 예방 및 관리 추진

o **본선 CCTV 예방적 순찰 강화를 위한 『오피스 안전순찰 제도』 전 기관 확대 추진**

- CCTV 노선 모니터링 커버율 증대(30%→70%)
- 사각지대 최소화 및 CCTV 활용도 증가

※ 오피스 안전순찰제도 : 본선 CCTV를 강제로, 순차적으로 180°돌려 보면서 노선을 모니터링 하는 제도로 2012년 경북본부 시범운영

o **법규 위반차량 고발**

- 역주행, 갓길 후진 차량 고발 철저 (구난차량 포함)

□ 의식 개선

o **역주행 위험성 언론 보도 추진**

- 역주행 사고에 대한 기획보도 지속적 시행

※ 4.12(금) KBS 뉴스라인(23:00) 방송 보도 (강원본부)

- 역주행 위험성 방송 보도 및 보도자료 배포

o **운전자 안전의식 개선 추진**

- 휴게소 내 역주행 사고 동영상 상영
- 운전면허시험(학과)에 역주행 관련문제 출제
- 외부기관 교통안전 교육 시 역주행 사고 사례 전파

※ 예비군 및 민방위 교육, 운전면허 교육장 등

o VMS 표출, 현수막 설치

- 역주행 사고발생구간 또는 예상구간

VMS	고속도로 역주행은 살인행위입니다. 휴게소 진입, 진출부 역주행 절대금지 · 표출시간 : 야간 시간대(22:00~06:00)
현수막	고속도로에서 역주행은 살인행위입니다. ex 한국도로공사 · 설치 위치 : 본선 횡단육교, 휴게소 내

o 영업소 역진입 차량, 운행제한 차량 모니터링 강화

- 입구 근무자 정위치 근무 등 "근무수칙 준수" 교육시행

※ 입구 근무자 정위치 이탈로 사륜오토바이 무단 진입 및 사망 사고 발생 (2013. 4. 15, 일죽영업소)

□ 가상훈련 실시

o 역주행 차량 발생 시 즉각적 대응을 위한 도상(圖上)훈련 실시

- 본선, 휴게소, 영업소 등을 대상으로 훈련 시행

※ 도상훈련 예시

· 역주행 상황 발생
· 고순대, 휴게소, 영업소 등에 상황전파
· 안전순찰차 현장출동 및 이동식 VMS 표출
· 도로전광표지(VMS) 역주행 차량 발생 안내
· 영업소, 휴게소 진출입 통제 등 필요사항 조치

- 고속도로순찰대, 휴게소, 영업소 등 연락체계 재정비

Ⅳ 조치 사항

□ 역주행 금지 시설물 정비 [지역 본부]

□ 사업 예산 반영 [기획조정실]

o 소요 예산 : 6.6억원

※ 시설물 정비 소요예산

구 분	소요예산(백만원)
· 휴게소 역주행금지 표지 · IC, Jct 안전표지 · 영업소 역주행금지 표지 · 기타 안전 시설물 등	660 (강원 560, 전북 100)

□ 단속 강화 및 의식 개선 추진계획 수립 [교통처]

구 분	내 용	비 고
단속 강화	o 구난차량 활용 안전순찰 계획 수립	5월
	o 본선 CCTV 「오피스 안전순찰제도」 추진계획 수립	5월
의식 개선	o 운전면허시험 출제 관련 협의	5~12월

붙 임 #2

역주행 금지 표지 규격

< 규 격 >

1,200mm * 1,800mm

(고휘도 반사지 사용)

< 규 격 >

규제표지 : ∮900mm

보조표지 : 900mm*300mm

2-3 교통안전 및 경제성을 고려한
고속도로 휴게시설 설치 개선

설 계 처-1719
(2013. 6. 11)

I 추진배경

교통여건을 고려한 효율적인 휴게시설 배치 및 졸음쉼터의 도입, 불합리한 설계기준 개선 등을 통해 안전하고 편안한 휴게공간을 제공코자 함

I 휴게시설 관련기준

□ 휴게시설의 종류

구 분	정규휴게소	간이휴게소	쉼터휴게소	졸음쉼터 (공용구간)
특 징	운전자 및 차량에게 종합 서비스 제공	운전자 피로회복 및 차량점검	운전자 생리적 욕구 충족	운전자 생리적 욕구 충족
구 성	주차장, 녹지, 화장실, 식당, 매점, 차량정비소, 주유소 등 모든 편의시설	주차장, 녹지, 화장실, 편의점, 주유소 등	주차장 및 화장실 등 최소한의시설	주차장 및 간이화장실 등 최소한의시설
소요면적(㎡)	23,800(소형)	9,800	4,100	2,500

* 화물차휴게소 : 화물차 비율이 높은 경우 적용, 화물차 운전자 위한 시설 추가 설치

□ 휴게소 배치간격 기준

구 분	표준간격(km)	최대간격(km)
모든 휴게소 상호간	15	25
일반휴게소 상호간	50	100

※ 해외기준

구 분	프랑스	독 일	일 본	미 국
간이휴게소(km)	8~50	10~12	15~25	교통량 많은구간 16~21 교통량 적은구간 31~48
정규휴게소(km)	100	55	50~100	50~100

Ⅲ 현실태 및 문제점

□ (휴게시설의 배치) 본선 교통량 고려 없는 일률적 배치

o 본선 교통량에 따라 휴게시설 이용차량의 편차가 많이 발생하나 교통량에 관계없이 **동일한 휴게시설 배치기준 적용**

교통량 적은 노선의 특징	- 주로 지방지역 소재 고속도로 휴게시설이 해당됨 - 휴게시설 이용 예상수요가 상대적으로 낮음 - 본선 지정체, 휴게소 혼잡 등 교통여건 변화가 크지 않음

☞ **상위규칙상 기준범위내에서 교통량에 따른 융통성 있는 배치 필요**

□ (졸음쉼터 설치 확대) 여유부지 활용을 통한 최소규모 설치

o (운영노선) 국정과제 "교통사고 사상자 줄이기" 목표달성 위해 전국에 확대 설치중이나 **설치공간의 제약 등으로 최소규격 설치 불가피**

- 교통량, 교통사고, 설치여건 등 감안 **'13년까지 202개소로 확대**
- **졸음쉼터 변속차로**는 용지확보 어려움 등으로 **버스정류장 형식 채택**

o (신설노선) 쉼터휴게소 대신 졸음쉼터를 설치예정으로 운영노선에 비해 용지확보가 용이한 **신설노선에 대한 설치규격 재검토 필요**

- 휴게시설 종류에 **쉼터휴게소 삭제 및 졸음쉼터 추가** 예정(도·구·시 개정)

☞ **신설고속도로에 졸음쉼터 도입방안 및 설치기준 정비 필요**

□ (진출입부의 설계) 주행패턴이 상이한 출입시설 기하구조 적용

o **휴게소 진입부에 대한 설계기준을 별도로 제시하지 않고** 주행패턴이 크게 다른 **출입시설의 연결로 설계기준 준용**

- (출입시설 진출입부) 감속→등속 또는 등속→가속 주행패턴
- (휴 게 소 진출입부) 감속→정지 또는 정지→가속 주행패턴

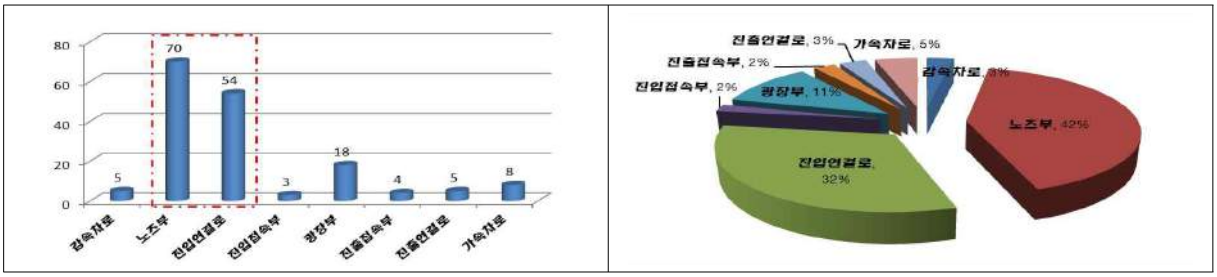
* 일본의 경우 휴게소 연결로 감속길이 최소기준 제시(L=53m)

o 교통사고 취약구간인 **휴게소 진입부 설계기준 관련 연구 수행**

(*교통안전을 고려한 고속도로 휴게소 설계기준 개발, 2012, 이현석외 3인*)

- 휴게소 교통사고 현황분석 결과 **휴게소 진입부 사고가 74%차지**

<휴게소 구간별 교통사고 건수(2007~2009)>



- 휴게소 진입연결로의 설치 유무에 따른 주행행태 조사를 수행하여 **진입연결로가 있는 경우 자연스런 주행 및 감속**이 이루어짐을 확인

→ 휴게소 진입연결로 최소길이 40m, 접속설치각 12~17° 제시

<휴게소 진입연결로 길이별 교통사고 현황>

진입연결로 길이	휴게소(개소)	사고건수	휴게소 개소당 사고발생율(건/개소)
40m 이하	43	48	1.12
40m~150m	81	63	**0.78**
150m 초과	11	13	1.18

☞ **휴게소 진입부는 차량속도가 급변하는 구간으로 이용차량 안전성 확보를 위해 출입시설 연결로와는 다른 설계기준 제시 필요**

Ⅳ 개선방안

□ 추진방향

국민이 행복하고 안전한 고속도로 건설

(균일한 서비스 제공)	(휴식공간 다변화)	(안전한 설계기준)
본선 교통량 고려 배치 간격 차별화	졸음쉼터의 신설고속도로 도입	교통사고 다발하는 휴게소 진입부 개선

1 휴게시설 배치 개선

o 배치기준 개선

구 분	현 행		개 선(안)	
	표준	최대	일반구간	교통량 적은 구간 (LOS A~B)
휴게시설 상호간 간격(km)	15	25	15~20	20~25

* 단, 해당노선의 교통특성 및 현지여건 등을 고려 15~25km 범위내 조정 가능

- '도로의구조시설기준에관한규칙'상 졸음쉼터 적용 가능한 교통량 수준(2만대/일/편측)과 '도로용량편람'상 교통류 운행상태를 고려하여 **서비스 수준이 A~B인 구간(자유통행상태)을 교통량이 적은 구간으로 선정** (계획목표년도 기준)
- **일반구간은 서행운행**(80km/h, 혼잡도에 따른 속도기준)시, **교통량이 적은 구간은 정상운행**(100km/h)시 **15분내에 휴게시설 접근이 가능**하도록 하여 교통여건 변화를 고려한 균형 있는 서비스 제공

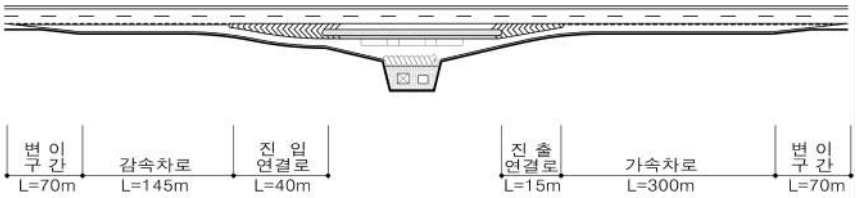
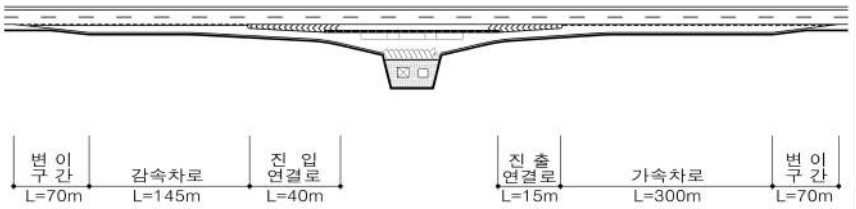
o 휴게시설의 배치(예시)

구 분	정규휴게소 간격 50km인 경우	비 고
일반구간	휴게시설 상호간 간격 : 15~20km	정규휴게소 사이에 **간이휴게소 또는 졸음쉼터 2개소** 설치
교통량 적은 구간	휴게시설 상호간 간격 : 20~25km	정규휴게소 사이에 **졸음쉼터 1개소** 설치

※ 정규휴게소는 휴게소 이용수요 및 채산성 등을 고려 50~100km 범위내에서 설치

2 졸음쉼터의 도입

o 설치형식

형 식	개 요 도
녹지분리형	
가드레일형	

- **녹지분리형 적용 원칙**. 단, 지장물 등으로 용지확보가 어려운 경우 가드레일형 적용
- 신설고속도로의 경우 용지확보 및 인허가 추진 제약 등이 없는 점을 고려하여 **정규 규격의 변속차로 형식**(출입시설 가·감속차로 규격) 적용

o 부지면적

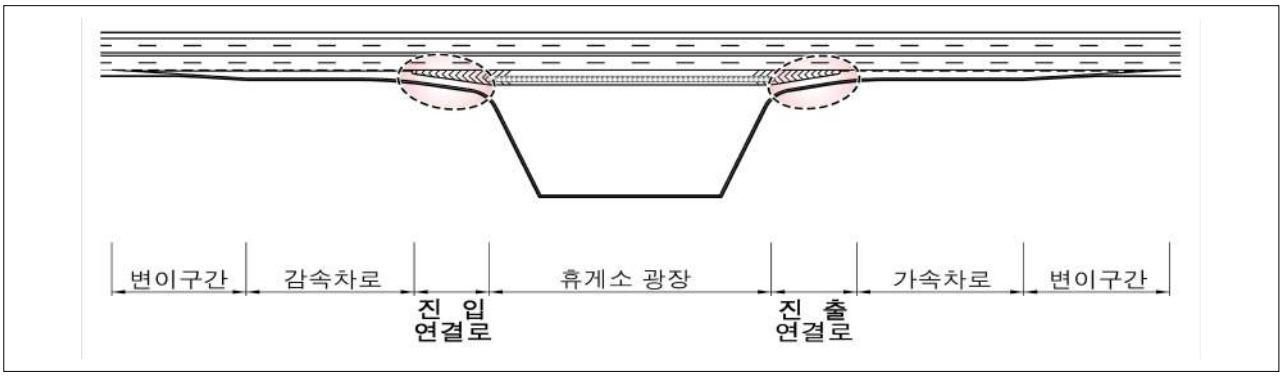
주차장 부지	쉼터부지	녹지 등 기타 부지
계획교통량 고려 산정(7~15면)	50㎡	2,100㎡+주차장 면적의 2배

- 주차장 부지 : 유료도로 휴게소 부지면적 산출지침(2004, 국토해양부) 준용
- 쉼 터 부지 : 파고라, 벤치 등 편의시설(30㎡), 간이화장실 부지(20㎡)
- 간이 화장실 : 졸음쉼터 이용수요 등 고려 유지관리부서에서 설치 및 운영

o 부대시설

구 분	시설명	설치위치	비 고
안전시설	충격흡수시설(CC3급)	진입부	
	분리 가드레일(단면)	본선과 분리	
	치안관리용 CCTV	졸음쉼터 내	
안내표지	이용안내간판(복주식)	졸음쉼터 내	1.0m×0.6m
	안내표지(복주식)	200m, 500m, 1*km* 전방	4.0m×2.8m

3 휴게소 진입 및 진출연결로 설치(최소길이 이상)



o **진입연결로 최소길이 검토**

- (필요성) 노즈부에서 높은 속도로 주행하고 있어 추가적인 감속구간 필요
- (연 장) 유출 노즈부에서 휴게소 광장부 시점까지의 거리(40m이상)

$$D = \frac{V_2^2 - V_1^2}{2 \times (3.6)^2 \times \alpha} = \frac{55^2 - 30^2}{50.8} \fallingdotseq 40\text{m}$$

V_1 : 광장진입속도(교통정온화기법에 의한 30km/h 적용)
V_2 : 유출 노즈부 통과속도(55km/h)
α : 감속도($1.96 m/s^2$)

o **진출연결로 최소길이 검토**

- (필요성) 광장에서 가속차로 시점 초기속도까지 가속거리 확보 필요
- (연 장) 휴게소 광장부 종점에서 유입 노즈부까지의 거리(15m이상)

$$D = \frac{V_2^2 - V_1^2}{2 \times (3.6)^2 \times a} = \frac{35^2 - 30^2}{25.92 \times a} \fallingdotseq 15\text{m}$$

V_1 : 광장진입속도(교통정온화기법에 의한 30km/h 적용)
V_2 : 가속차로 시점부 초기속도(35km/h)
α : 평균가속도($0.88 m/s^2$)

※ **변속차로(가·감속차로)**는 **현행과 동일**(출입시설의 설계기준 준용)

V 적용방안

□ 설계적용

o 본 방침의 '휴게시설 배치기준'은 장래 교통량만을 고려한 **설계가이드라인 수준**으로, 설계자는 해당노선의 교통특성 및 현지여건 등을 종합적으로 고려하여 배치간격을 조정(15~25km범위내)하거나, 필요시 편입용지만을 확보하는 등 **해당노선 특성에 맞게 휴게시설을 배치**할 것.

□ 적용단계

o (설계중인 노선) 본 방침 적용

o (설계 완료후 미발주 노선) 총사업비 협의상황 등 고려 필요시 본 방침 적용

단, 졸음쉼터내 간이화장실은 휴게소 이용수요 고려 유지관리부서에서 탄력적 설치·운영

별 첨 : 1. 도로의구조시설기준에관한규칙해설 개정(안)

2. 졸음쉼터 표준도 및 부대시설 설치도

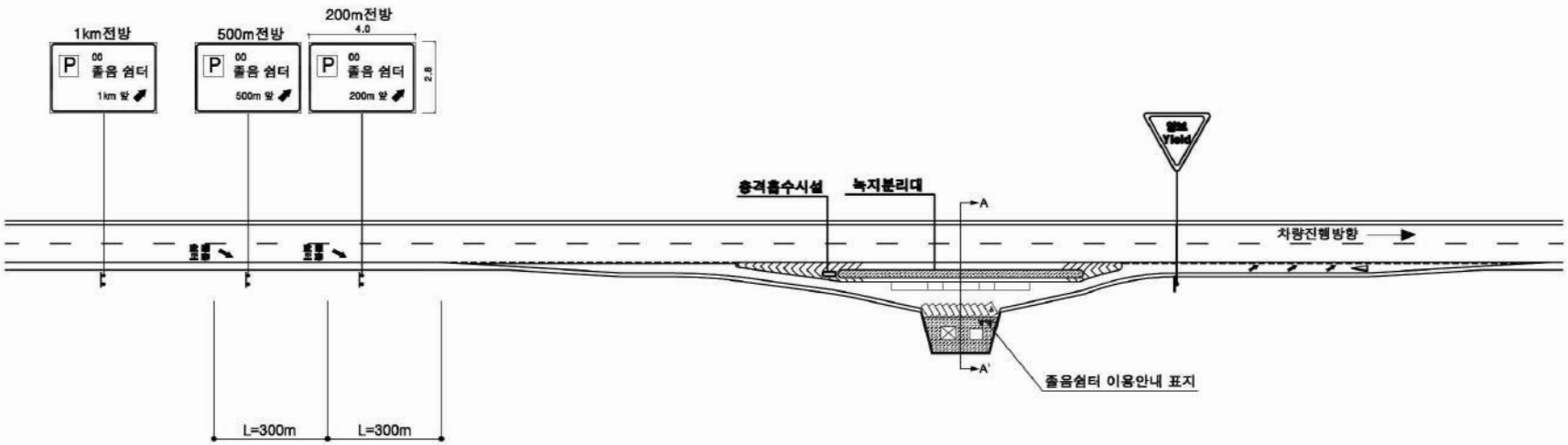
3. 졸음쉼터 변속차로 유형 검토

별 첨 #2

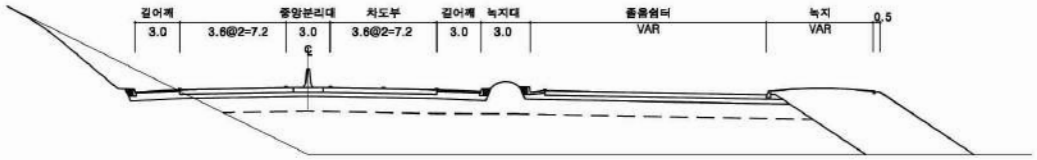
출음쉼터 표준도
녹지분리형
가드레일형
본 표준도에 제시된 재료(공법)은 실시설계시 감사버 기초금액 산출을 위해 참정 제시된 도면이므로 시공전 실시설계 당시의 검토 자료 등과 상호 비교검토하여 발주청(감독원)과 사전 협의 후 재정, 규격,성능 등이 동등 이상인 재료(공법)으로 변경 적용할 수 있음.
변이구간 L=70m
감속차로 L=145m
진입연결로 L=40m
진출 연결로 L=15m
출음쉼터 VAR.
가속차로 L=300m
변이구간 L=70m
단면 A-A'
단면 B-B'
NOTE
1. 길어깨 폭원은 시공성 및 배수효율 향상을 위해 1.0m→1.5m로 정정하여 적용
2. 길어깨측에는 방호어신을 고려하여 (철근)구(콘크리트지반), 연속배수시설등 검토 적용
한국도로공사
The Way To Go
표준도
TYPICAL DRAWING
출음쉼터 표준도
S = None

졸음쉼터 부대시설도

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



단면 A-A'



NOTE

□ 졸음쉼터 이용안내 표지 : 쉼터 내(기 방침 교통처-4584 적용)

※ 졸음쉼터 이용안내 간판

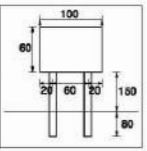
- 규격 : 1.0cm x 0.6m(기로X세로)
- 색상 : 바탕(흰색), 문자(한글체, 검정)
- 위치 : 벤치, 파고라 등 편의시설 부근

「졸음 쉼터」 이용 안내

본 쉼터는 운전 중 졸음사고를 예방하기 위해 잠시 쉴 수 있도록 소규모로 조성된 장소로 화장실, 매점 등 편의시설은 00km 전방 00휴게소를 이용하시기 바랍니다.

※ 주변자시 많에시부터 주차하여 주시고, 기타 문의사항은 00지사 상황실(000-123-4567)로 연락하시기 바랍니다.

한국도로공사 00지사장



The Way To Mo row 한국도로공사	표준도 TYPICAL DRAWING	도면명	축척	도면번호
		졸음쉼터 부대시설도	S = None	

2-4 고속도로 교통사고 예방을 위한
오(誤)진입 교통사고 방지 대책

교 통 처-3966
(2013. 8. 29)

Ⅰ 추진목적

최근 고속도로 오(誤)진입으로 인한 교통사고가 빈번히 발생됨에 따라, 이에 대한 추가 방지 대책을 수립하여 고속도로 이용객의 안전성 도모

※ 역주행 사고 종합방지대책 기 수립 (교통처-1839, 2013. 4. 27)

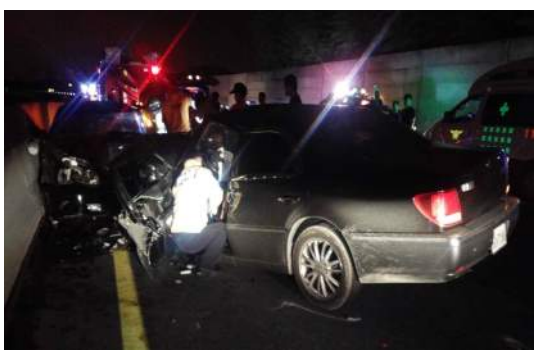
Ⅱ 최근 오진입 · 역주행 사고 현황

□ 금년 들어 사고 9건, 사상자 9명 발생으로 전년과 비슷한 추세

o '11~'12년 사고 25건, 사상자 33명 발생

구분	사고(건)	사상자(명)
계	44	63
2013. 8. 현재	9	9
2012	11	14
2011	14	19
2008~2010	10	21

※ 남해선(동마산IC 진입부) 오진입 사고 발생 (2013. 6. 18, 사망 1명, 부상 2명)



Ⅲ 사고 원인 및 유형 분석

□ **오진입 교통사고는 야간 시간, 교통량이 적은 구간에서 발생**

o **교통량이 적은 야간 취약시간**에 대부분 발생

- 오진입 사고 44건 중 20시~07시 29건, 07~20시 15건 발생
- 오진입 사고 사망자 중 야간 시간대 전체의 94%를 차지

※ 사고발생 시간대 교통량 : 동해선 29대/시, 서울양양선 297대/시 등

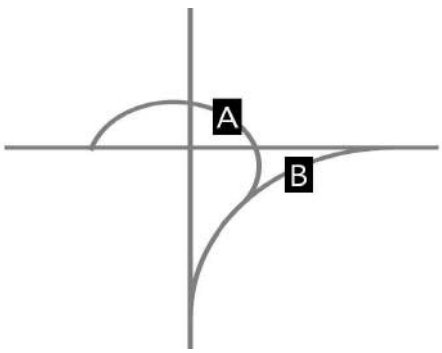
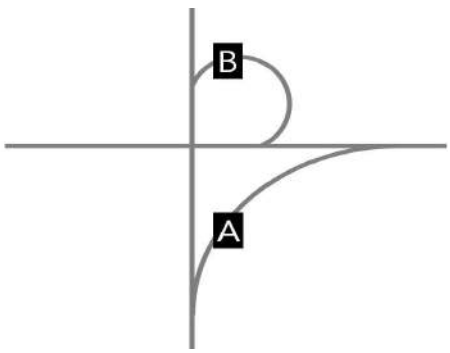
o **음주 운전으로 인한 방향감각 상실**로 오진입 발생

o 초행운전자의 **안내표지 인식력 저하**로 오진입 발생

□ **오진입은 본선 유출부, 고속도로 진입·진출부의 평면 교차로 등에서 출구부 혼선으로 주로 발생**

o **(본선 유출부) 출구방향 착오**로 진출 후 후진 또는 역주행

※ Jct는 2점 분기 형식의 선(先) 분기되는 지점에서 주로 발생

1점 2분기 램프	2점 분기 램프
	
동일 지점에서의 유출로 혼선 비교적 적음	**B출구 운전자의 A출구 혼선으로 오진입 다수 발생**

o **(진입·진출부 평면 교차로)** 교차로 시거불량, **복잡한 접속 구조 등으로 초행길 운전자의 오진입** 발생

※ 복잡한 접속 교차로 (대전통영선 추부IC : 6갈래 교차)

☞ 국도 접속부 교차로에서 유출부 혼선으로 오진입 발생

□ 휴게소 진·출입부 복잡한 동선으로 오진입 사고 발생

o **(진·출입부 동선 불명확)** 초행길 운전자의 **사고 유발**

※ 복잡한 휴게소 진출입 동선 (경부선 금강휴게소)

☞ 진입,진출 혼선으로 인한 휴게소내 사고 발생

□ 오진입으로 인한 본선 역주행은 신속한 상황대처 곤란

o **(본선 역주행 감지 곤란)** 목격자 제보에 의한 상황 대처로 **신속한 대응 미흡**

Ⅲ 오진입 발생 방지 대책

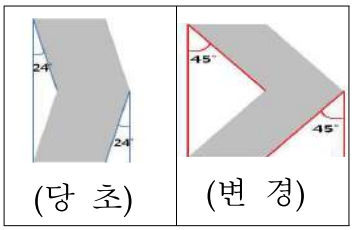
□ Color Lane 설치로 명확한 주행경로 제시

o **(위 치)** 오진입이 예상되는 IC, Jct, 휴게소, 교차로 등

o **(색 상) 분홍색**을 **기본**으로 하며, **추가 경로 안내 시 녹색**(색번호 34108)을 사용

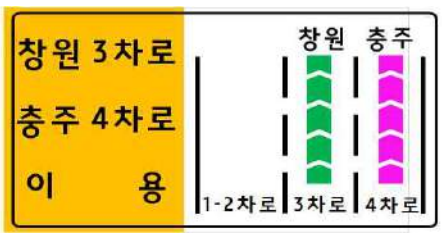
※ 세부 기준 : 교통처-2417 (2012. 6. 7) 참조

o **(Color Lane 갈매기 표시선)** 경로 안내의 명확성을 위해 **설치각도 개선** (24° → 45°)



(당 초) (변 경)

o **(Color Lane 안내 표지)** Color Lane이 표시된 차로의 운행 방면을 인지할 수 있도록 안내표지판 설치

Color Lane 안내 표지	도형식 표지 (500m 전방)
 ※ 복주식	※ 탈·부착식 반사지 이용하여 경로 안내(필요시 설치)

□ 교차로 평면 접속부 시설물 보완

o 오진입, 역주행이 예상되는 **평면접속부 안전시설물 보강**

※ △△IC 교차로 및 진출부 안전시설물 보강 예시

◈ 교차로 : Color Lane 설치

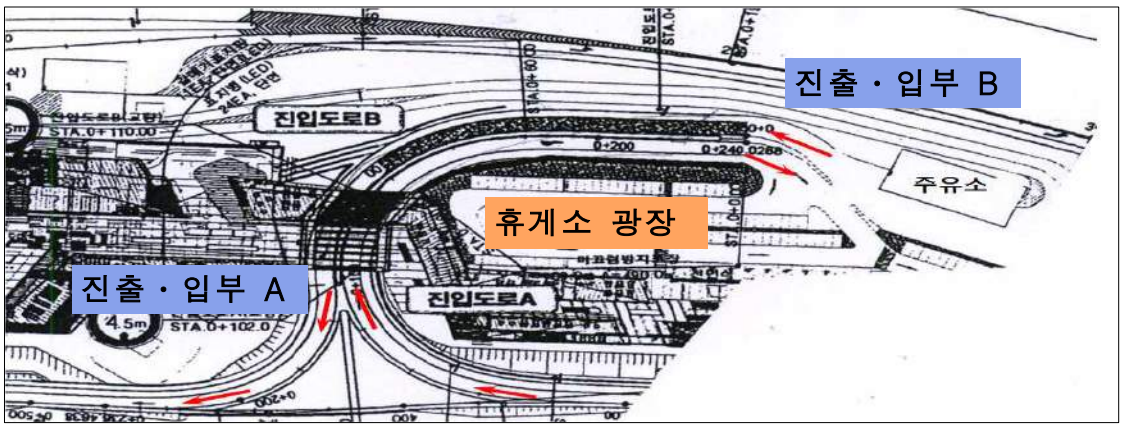
◈ 진출부 : 역주행금지, 진입금지 표지 설치(내부 조명식)

□ 진출·입 동선이 특이한 휴게소 안내경로 보완

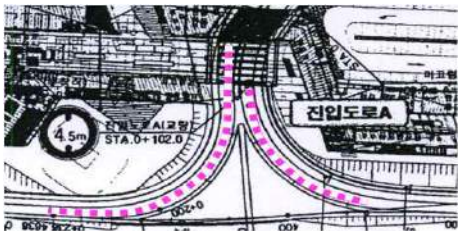
o **교통동선이 특이한 휴게소**는 **주행 경로를 명확히 안내**할 수 있도록 **Color Lane, 안내표지 등 설치**

※ △△ 휴게소 입구, 출구부 및 광장부 안전시설물 보완 예시

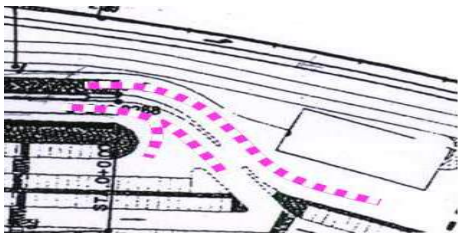
〔평면도〕



◈ 휴게소 입구, 출구 : Color Lane 설치

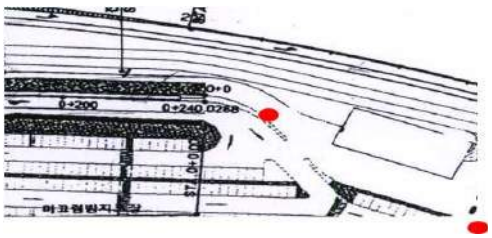


(진출·입부 A)



(진출·입부 B)

◈ 휴게소 광장부 : 필요위치에 역주행 금지, 출구안내 표지 설치



□ VDS를 이용한 역주행 감지 시스템 도입

o 루프식 VDS 제어기에 역주행 프로그램 추가하여 역주행 차량 감지

※ 역주행 차량이 LOOP 통과 시 감지하여 교통상황실 송신

◎ VDS (Vehicle Detection System) : 차량검지기
- 설치 간격 : 1km
- 설치 기준 : **루프식을 기본**으로 하며, 연약지반 등은 영상식 설치

(루프식 검지기)

□ 기 타

o 오진입, 역주행이 예상되는 본선, 영업소, 휴게소 등은 역주행 사고 종합방지대책 참조하여 시설물 정비

Ⅴ 조치 및 협조 사항

□ 오진입 등이 예상되는 구간은 본 대책 및 역주행 사고 종합방지 대책 적용 〔지역본부(지사)〕

o Color Lane 도입 구간은 교통처 협의 후 설치

□ VDS 역주행 감지 시스템 도입 추진 〔ITS처〕

□ 실시설계 시 오진입 예상구간 안전시설물 반영 〔설계처〕

o Color Lane, 조명식 도로안내표지 및 교통안전표지 등

2-5

설계 · 시공 · 유지관리 선순환을 고려한 나들목 영업소 광장부 설계기준 개선

설 계 처-2610
(2013. 8. 30)

Ⅰ 추진배경

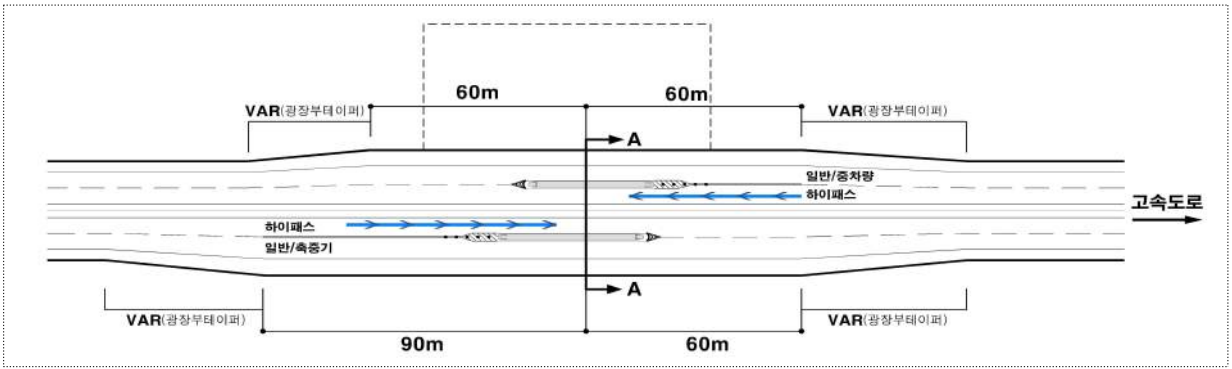
□ 교통량이 적은 지방지역 소형영업소 등 광장내 교통패턴에 대한 검토 없이 일률적인 광장부 설계 시행

□ 광장부 중앙분리대 및 길어깨 폭원 등 제반 기하구조의 기준이 시공성 및 유지관리 효율성 고려 미흡

나들목 영업소 광장 슬림화, 길어깨 및 중앙분리대 폭원 조정 검토를 통해 공사원가 절감, 시공 및 유지관리 효율성 제고

Ⅱ 현행기준

□ 영업소 광장부 설계기준 검토 【설계처-3347, 2008.12.17】



o 광장부 연장

- 축중차로 : 90.0m(접속부연장 + 직선정차구간 + 포장평탄구간)
- 기타구간 : 60.0m(접속부연장 + 직선정차구간 + 톨아일랜드)

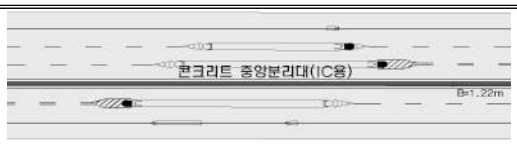
o 접속 테이퍼장 (접속율 1:5이하)

- 진입부 : 101m이상(정지시거, 감속길이, 차로변경길이 중 큰값 적용)
- 진출부 : 103m이상(교통류 충격파, 가속길이, 차로변경길이 중 큰값 적용)

□ 영업소 광장부 길어깨 폭 변경 【설계이 16210-585, 1997.11.4】

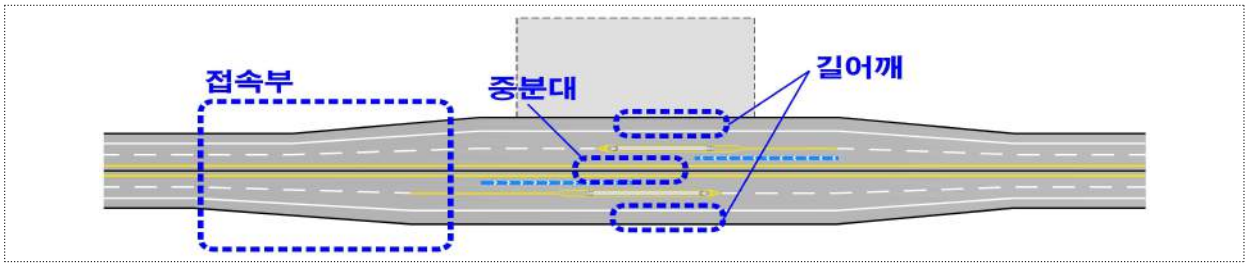
구 분	길 어 깨 폭			비 고
	측구형식	폭 원	기준점	
진입부	다 이 크	4.5m(4.5m)	맨 우측차선 중심	( ) : 측구포함
	L형측구	4.0m(5.0m)		
	U형측구	4.0m(4.6m)		
진출부	다 이 크	5.0m(5.0m)	차량감지장치 끝선	
	L형측구	4.0m(5.0m)		
	U형측구	4.6m(5.0m)		

□ 나들목 영업소 광장부 중앙분리대 개선 【설계처-1146, 2011.5.23】

형 식	설치규격		비 고
	폭(B)	높이(H)	
콘크리트 중앙분리대 (IC형)	1.22m	0.5m	

※ 중앙분리대 내측에 ETCS 설비 설치 및 지하통로 연결 계단 삭제

Ⅲ 현 실태 및 문제점



최소차로 영업소 접속부 테이퍼 규격 과다*

o 최소차로 영업소의 경우 **실제 교통패턴과 달리** 시거, 가·감속, 차로변경 등을 고려한 기준 적용에 따른 **과다한 규격의 테이퍼 설치로 출입시설 계획시 제약 요인으로 작용**

o 특히, *영업소* 전후 연결로가 2차로인 경우 차로폭원 변화에 필요한 접속길이만으로도 기능 유지 가능(접속율 1/5이상 확보)

** 최소차로 영업소 : 입구 또는 출구 영업차로수가 2차로(하이패스 1차로 + 일반 1차로)인 영업소*

진출부 제설장비 통과를 위한 별도의 길어깨 확보 불필요

o 진출부에 제설차량용 길어깨를 별도로 설치하나, 최근 **루프감지 시스템 이용한 차량감지장치 개선**으로 **출구차로를 이용한 제설장비 통과가 가능**해짐 (차량감지폭 2.8m → 6.0m로 확대)

☞ 관련근거 : 차량감지장치 개선 계획(ITS처-2814, 2013. 7.22)

[차량분리감지기+축수감지기] [차량분리감지기+루프감지기]

o 측구 형상별(다이크, L형측구, U형측구) 길어깨 폭원 및 기준점이 상이하여 **설계시 혼선 및 불필요한 폭원 발생**

※ 제설장비 제원

구 분	일반 제설기	광폭 제설기
전 경		
폭 원	3.8m(최대 Tilting시 3.6m)	4.7m(접을 경우 2.8m)

나들목 영업소 중앙분리대 공간협소로 유지관리상 애로

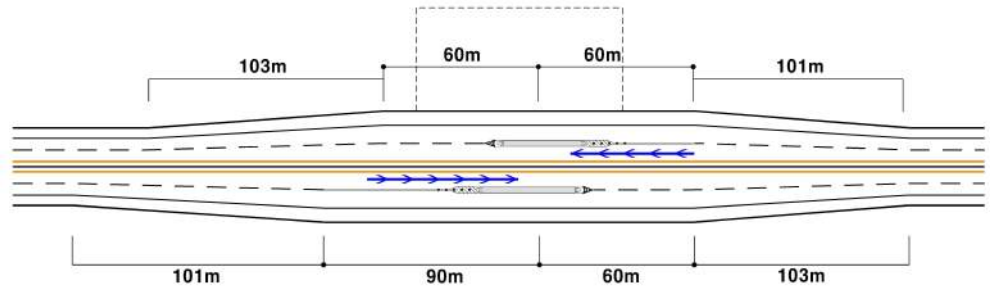
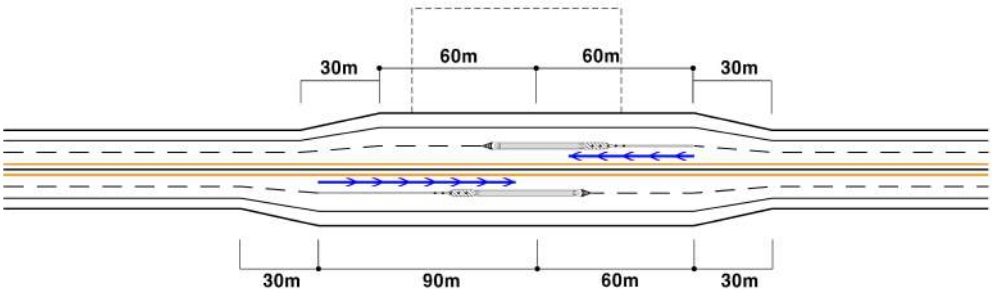
o 하이패스 이용차량 안전성 제고를 위해 광장부 중앙 아일랜드를 **콘크리트 중앙분리대로 연속화하여 개선·적용중**에 있으나,

o 분리대 폭원 협소 및 통로용 계단 미설치로 **각종 ETCS 설비 설치가 불편하고, 설비간 통신 간섭 발생 등 유지관리의 어려움 발생**

Ⅳ 개선방안

1 (최소차로 영업소) 광장 슬림화

교통패턴 고려 영업소 광장 테이퍼 연장 축소(100→30m)

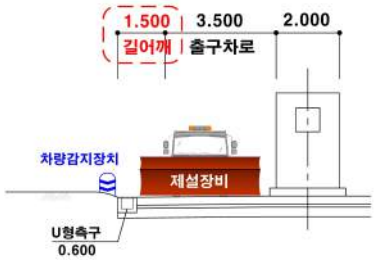
구 분	현 행	개 선
개 요	시거, 가·감속, 차로변경 등 고려한 접속길이 적용	차로폭원 변화만을 고려한 접속길이 적용
현황도	 *(현 행) A=9,500㎡, 공사비 689백만원*  *(개 선) A=5,700㎡(△40%), 공사비 591백만원(△98백만원)*	
특 징	- 광장부 테이퍼 길이 과다(100m) - 출입시설 규모 과다로 설계시 제약 (TG~분합류 노즈까지 거리확보)	- 차로폭원 변화에 필요한 접속거리 0.65 × 35 = 22.75 ≒ **30.0m** * 설계속도에 따른 중분대 변위구간 접속 설치율 1/35 적용(V=50km/h일 경우) - 출입시설 규모 축소 가능 (TG~분합류 노즈까지 거리단축)

※ 영업소 전후 연결로가 1차로인 경우에는 소요 테이퍼장 확보

2 (일반 영업소) 광장 길어깨 폭 개선

통행실태 및 시스템 성능고려 길어깨 폭원 조정(5.0→1.5m)

□ 진출부 길어깨폭 조정

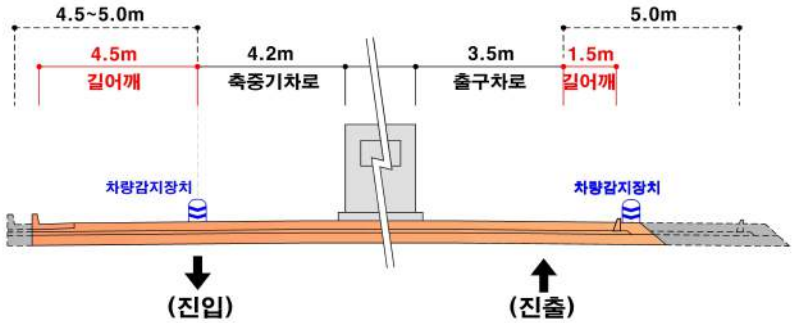
현 행	개 선
제설장비용 길어깨 별도 설치	**출구차로 이용** 제설장비 통과
	

※ 1. 축중기차로가 설치되는 입구차로의 경우 제설장비 통과 불가로 **미적용**

2. 길어깨 폭원 조정에 따른 배수단면 축소 감안 **U형 측구 또는 연속배수시설 설치**

□ 길어깨 폭원 기준정비

현 행



구분	구간	길어깨 폭	기준점	비 고
진입부	다이크	4.5m(4.5m)	맨우측차선 중심	( ) : 측구폭 포함시
	L형측구	4.0m(5.0m)		
	U형측구	4.0m(4.6m)		
진출부	다이크	5.0m(5.0m)	차량감지 장치 끝선	
	L형측구	4.0m(5.0m)		
	U형측구	4.4m(5.0m)		

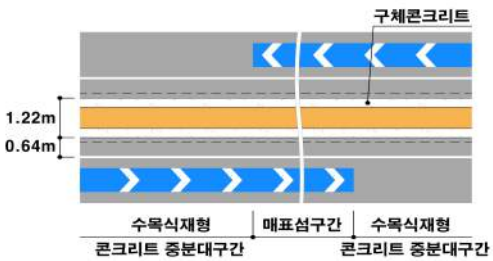
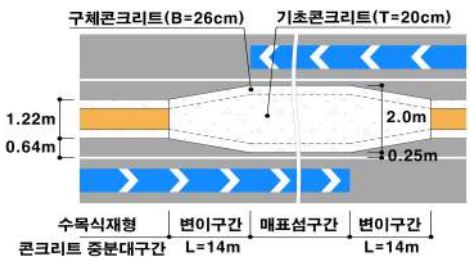
개 선

구분	길어깨 폭	기준점	비 고
진입부	4.5m	맨우측차선 중심	측구 폭 **포함**
진출부	1.5m		

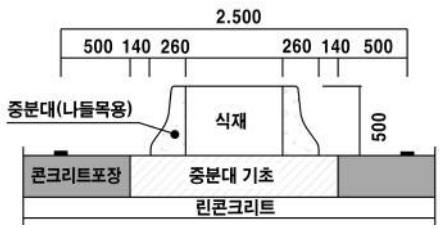
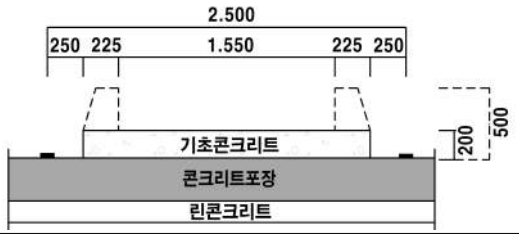
☞ 광장 길어깨폭 개선은 **본선 영업소에도 적용**. 단, 진출부 길어깨 폭원은 영업소별 배수성능을 검토하여 기준보다 확폭하거나 현행대로 설치 가능

3 (나들목 영업소) 중앙분리대 개선

시스템 관리 고려 중앙분리대 폭원 조정(1.2→2.0m) 및 계단설치

구 분	현 행	개 선
개 요	중앙분리대 연속시공	중앙분리대 확폭(계단 설치)
현황도		
특 징	- 좌측 길어깨 폭원 유지로 주행성 유리 - 유지관리 및 각종설비 설치 어려움	- 좌측 길어깨 폭원 변화로 주행성 보통 - 유지관리 및 각종 설비 설치 용이

※ 구간별 횡단면

[중앙분리대 구간]	[매표섬 구간]
	

V 기대효과

□ 영업소 슬림화를 통한 사업비 절감

o 나들목당 절감액

- 최소차로 영업소 : **123백만원**(테이퍼축소 98, 길어깨 개선 25)
- 일반 영업소 : **25백만원**(길어깨 개선 25)

o 현재 설계중노선(함양~울산 등 4개노선) 적용 : **14억원 절감**

- 테이퍼 축소 8.9억원, 길어깨 개선 5.3억원

□ 출입시설 계획의 효율성 증대

o 광장규모 축소(TG~분합류 노즈까지 기준거리 단축)로 출입시설 계획시 탄력적인 위치 및 형식 선정 가능

Ⅵ 적용방안

o **(설계단계)** 설계중인 노선 및 설계완료 후 미발주 노선부터 본 방침 적용

o **(시공단계)** 공사주관(시행)부서에서 적용여부 판단

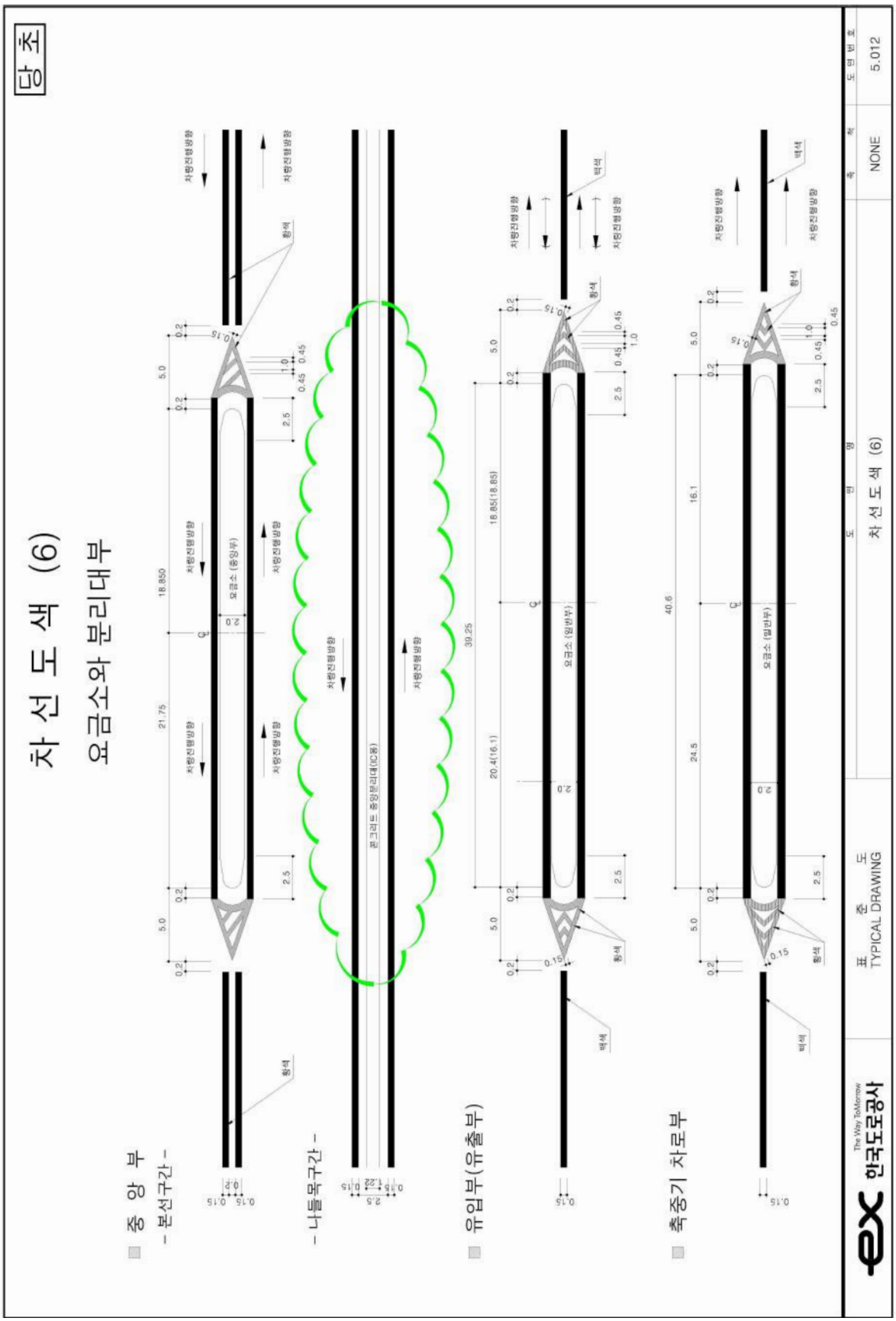
붙 임 : 표준도 변경(안)

(참고) : 1. 최소차로 영업소 슬림화 검토

2. 영업소 슬림화에 따른 경제성 검토

붙 임

표준도 변경(안)


당초
차 선 도 색 (6)
요금소와 분리대부
중 앙 부
- 본선구간 -
- 나들목구간 -
유입부(유출부)
축중기 차로부
차선진행방향
황색
백색
요금소 (중앙부)
요금소 (일반부)
콘크리트 중앙분리대(IC용)
18.850
21.75
18.85(18.65)
20.4(16.1)
39.25
40.6
16.1
24.5
도 면 명
차 선 도 색 (6)
축 척
NONE
도 면 번 호
5.012
표 준 도
TYPICAL DRAWING
한국도로공사
The Way To Morrow

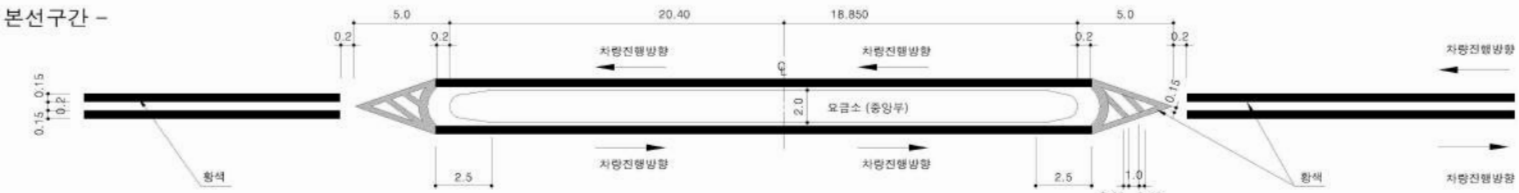
변 경

차 선 도 색 (6)

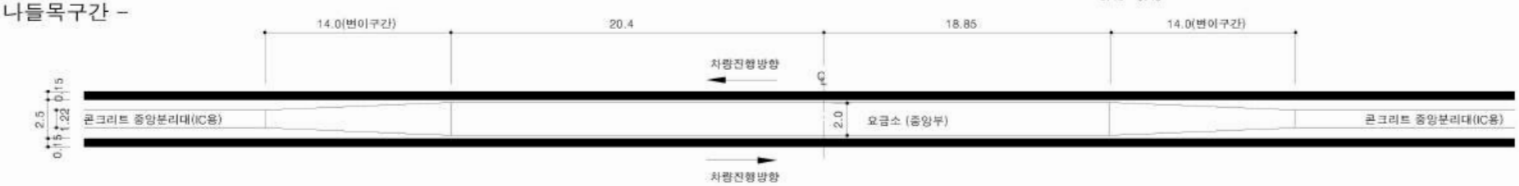
요금소와 분리대부

■ 중 앙 부

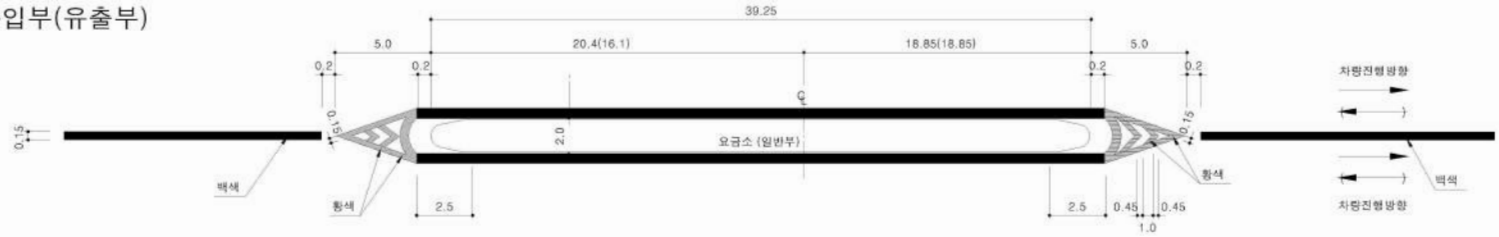
– 본선구간 –



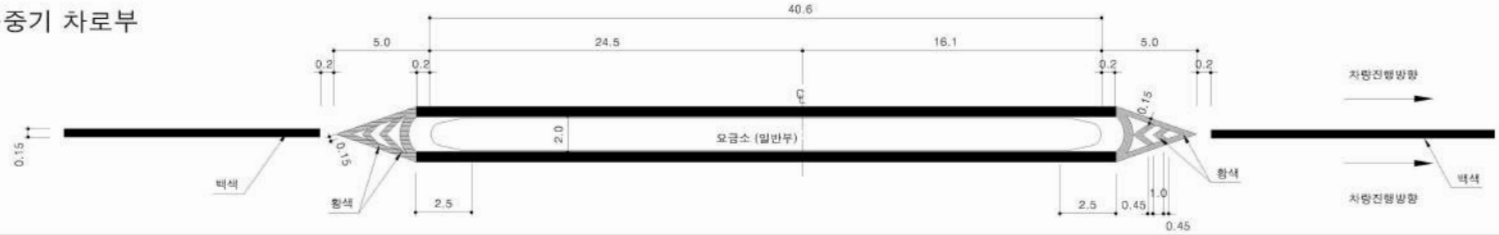
– 나들목구간 –



■ 유입부(유출부)



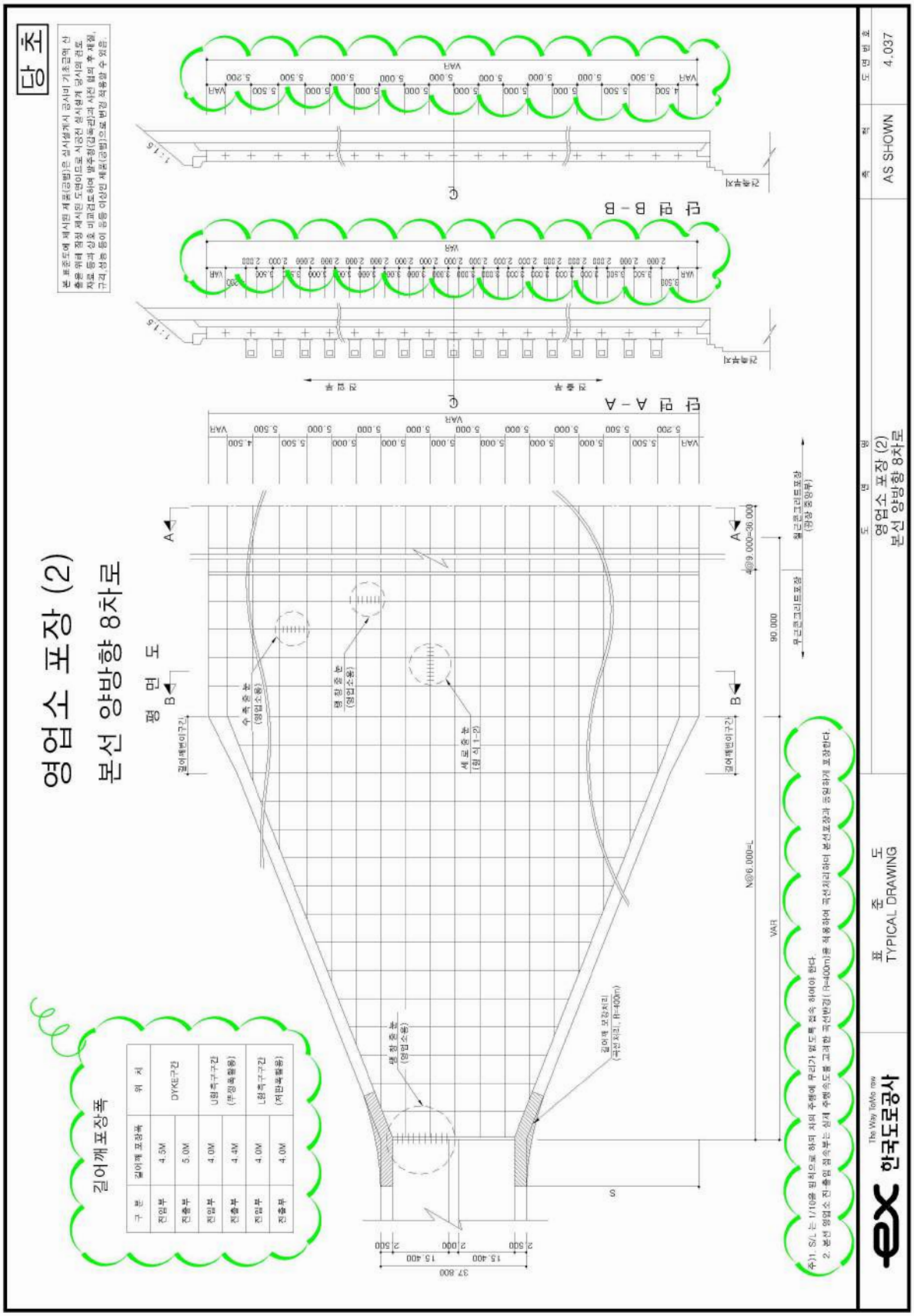
■ 축중기 차로부



The Way ToMorrow 한국도로공사	표 준 도 TYPICAL DRAWING	도 면 명	축 척	도 면 번 호
		차 선 도 색 (6)	NONE	5.012

영업소 포장 (1)
본선 양방향 6차로
평 면 도
단 면 B - B
단 면 A - A
길어깨포장폭
구 분
길어깨 포장폭
위 치
진입부
4.5M
DYK간구간
진출부
5.0M
진입부
4.0M
U형측구구간
(우측폭원용)
진출부
4.4M
진입부
4.0M
L형측구구간
(저판폭원용)
진출부
4.0M
당초
본 표준도에 제시된 제품(공법)은 실시설계시 감사버 기초금액 산출을 위해 참조 제시한 도면이므로 시공전 실시설계 감사원 검토 자료 등과 상호 비교검토하여 발주청(감독관)의 사전 승인을 득 후 채택. 규격 성능 등이 동등 이상인 제품(공법)으로 변경 적용할 수 있음.
The Way To Go
한국도로공사
표 준 도
TYPICAL DRAWING
도 면 명
영업소 포장 (1)
본선 양방향 6차로
축 척
AS SHOWN
도면번호
4.036

변 경
영업소 포장 (1)
본선 양방향 6차로
평 면 도
단 면 A-A
단 면 B-B
영업소 포장 (1)
본선 양방향 6차로
한국도로공사
The Way To Move
표 준 도
TYPICAL DRAWING
AS SHOWN
4.036


당초
영업소 포장 (2)
본선 양방향 8차로
평 면 도
단 면 A - A
단 면 B - B
길어깨포장폭
구 분 | 길어깨 포장폭 | 위 치
진입부 | 4.3M | DYKE구간
진출부 | 5.0M
진입부 | 4.0M | U형측구구간 (푸싱옥월용)
진출부 | 4.4M
진입부 | 4.0M | L형측구구간 (저판옥월용)
진출부 | 4.0M
한국도로공사
The Way To Go
표 준 도
TYPICAL DRAWING
영업소 포장 (2)
본선 양방향 8차로
AS SHOWN
4.037

변 경
영업소 포장 (2)
본선 양방향 8차로
평 면 도
단 면 A - A
단 면 B - B
영업소 포장 (2)
본선 양방향 8차로
AS SHOWN
4.037
한국도로공사
표 준 도
TYPICAL DRAWING

당 초

영업소 포장 (3)

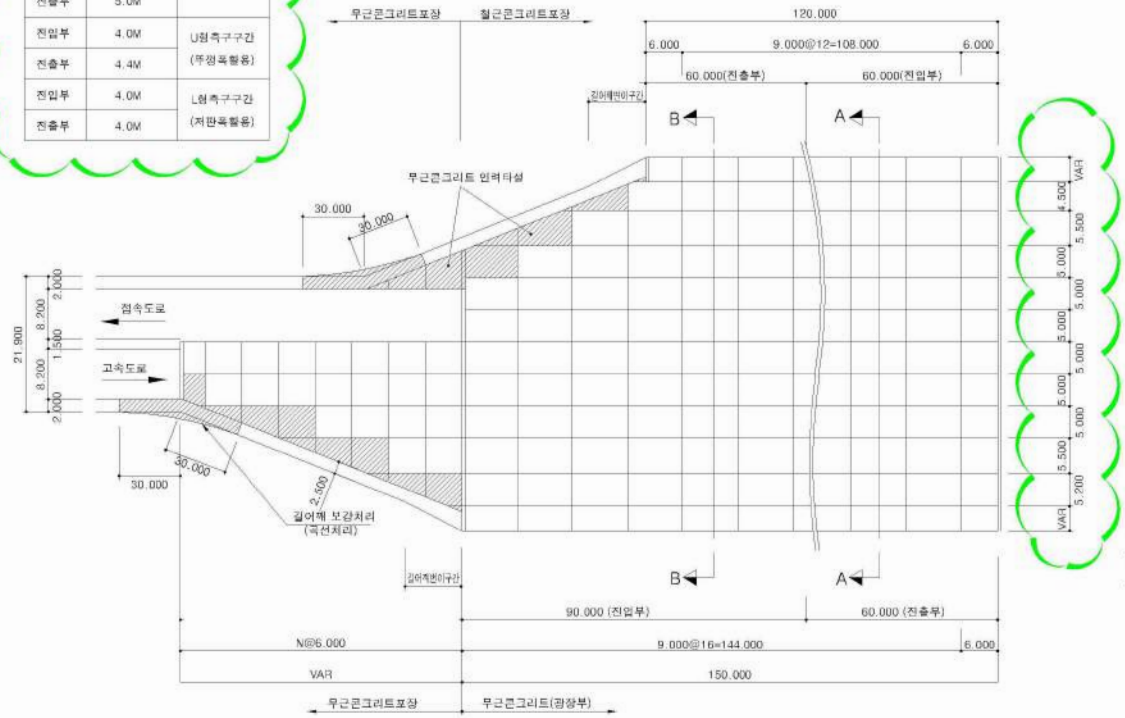
나들목 (중분대 Hi-pass 미설치시)

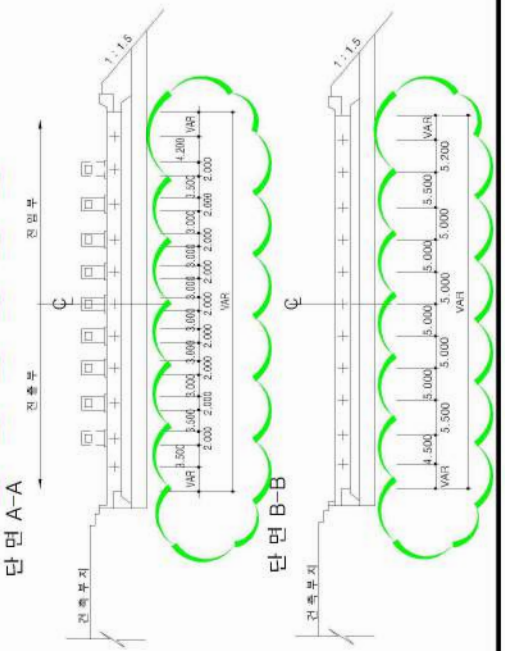
본 표준도에 제시된 제품(공법)은 실시설계시 공사비 기초금액 산출을 위해 참조 제시된 도면이므로 시공전 실시설계 당시의 검토자료 등과 상호 비교검토하여 발주청(감독관)과 사전 협의 후 재질, 규격,성능 등이 동등 이상인 제품(공법)으로 변경 적용할 수 있음.

길어깨포장폭

구 분	길어깨 포장폭	위 치
진입부	4.5M	DYK는구간
진출부	5.0M	
진입부	4.0M	U형측구구간 (뚜껑폭활용)
진출부	4.4M	
진입부	4.0M	L형측구구간 (저판폭활용)
진출부	4.0M	

평 면 도





주)1. S/L 는 1/10을 원칙으로 하되 차의 주행에 무리가 없도록 접속 하여야 한다.
2. 영업소 변이구간 시·종점부 길어깨 30M는 곡선처리하여 본선포장과 동일하게 포장한다.

The Way To Move 한국도로공사	표 준 도 TYPICAL DRAWING	도 면 명	축 척	도 면 번 호
		영업소 포장 (3) 나들목(중분대 Hi-pass 미설치시)	AS SHOWN	4.038

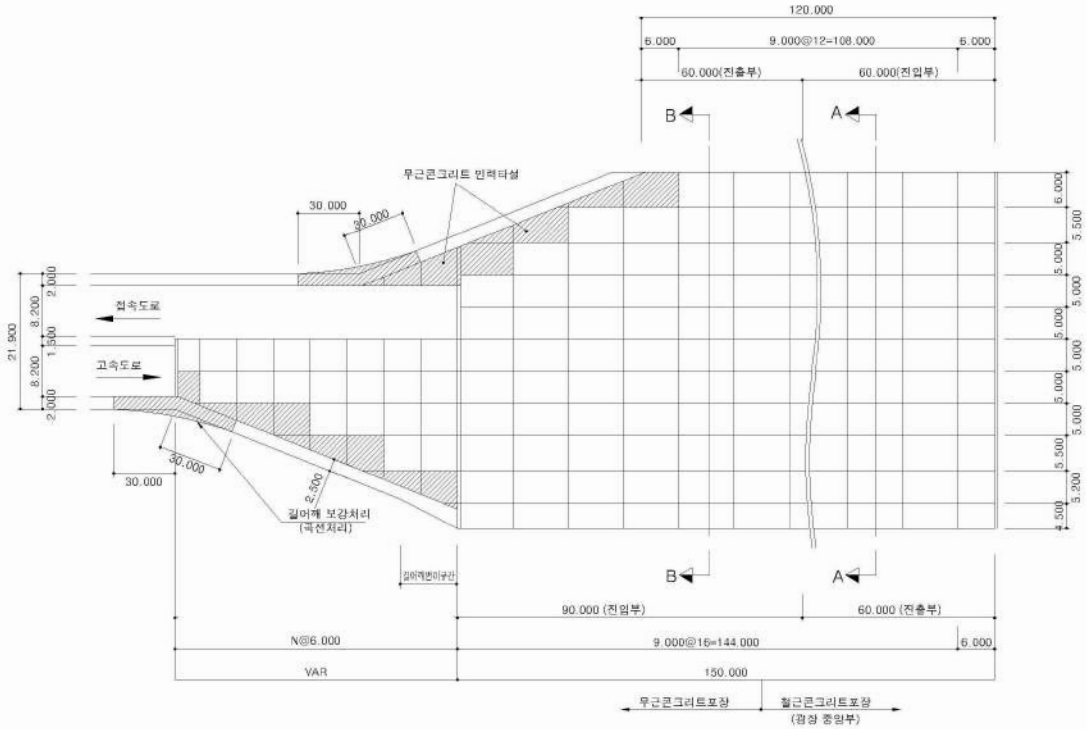
영업소 포장 (3)

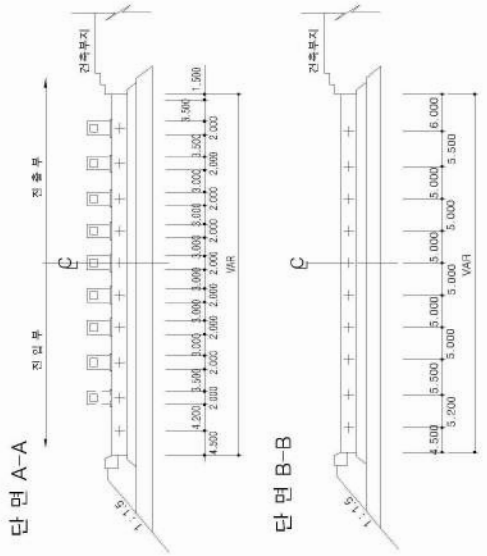
나들목 (중분대 Hi-pass 미설치시)

변 경

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 제품, 규격,성능 등이 동등 이상인 제품(공법)으로 변경 적용할 수 있음.

평 면 도





주)1. 영업소 광장 접속테이퍼는 접속율(S/L) 1/50이하로 설치하되, 정지시거, 가·감속, 차로변경 등을 고려하여 차량의 주행에 무리가 없도록 접속하여야 한다. 단, 영업소와 연결로의 차로수가 각각 2차로(편도)인 경우 접속길이는 30m로 한다.
2. 영업소 광장 접속테이퍼 시·종점부 길어깨 30m는 곡선처리하며 본선포장과 동일하게 포장한다.
3. 영업소 광장부 길어깨 폭원은 진입부 4.5m, 진출부 1.5m를 표준(U형, L형 측구폭 포함)으로 하되, 진출부의 경우 광장 노면배수를 고려하여 U형 측구로 설계한다.

The Way ToMo row 한국도로공사	표 준 도 TYPICAL DRAWING	도 면 명 영업소 포장 (3) 나들목(중분대 Hi-pass 미설치시)	축 척 AS SHOWN	도 면 번 호 4.038

당 초

영업소 포장 (4)

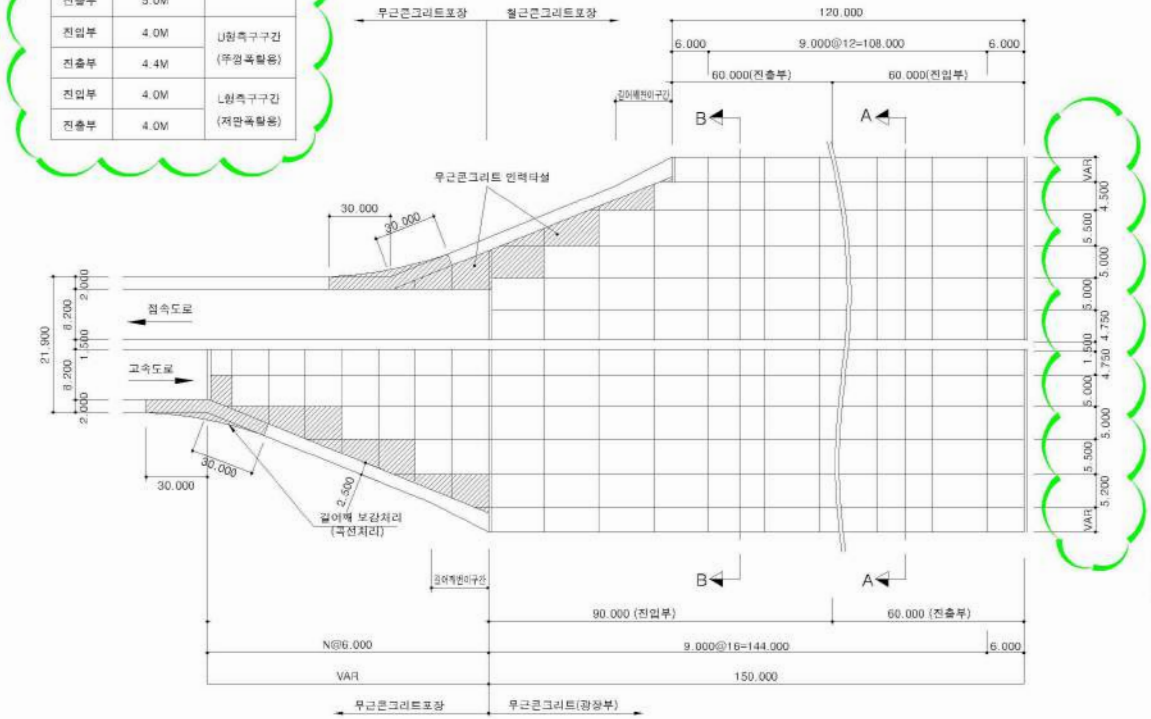
나들목 (중분대 Hi-pass 설치시)

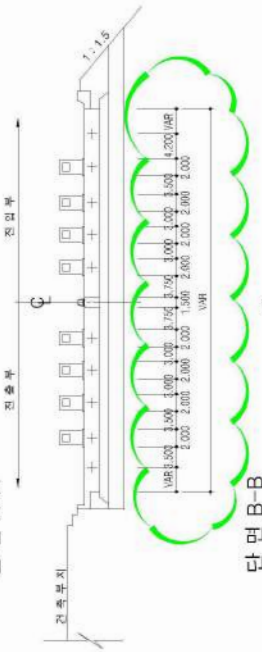
본 표준도에 제시된 제품(공법)은 실시설계시 공사비 기초금액 산출을 위해 참정 제시한 도면이므로 시공전 실시설계 당시의 검토자료 등과 상호 비교검토하며 발주청(감독관)과 사전 협의 후 재질, 규격,성능 등이 동등 이상인 제품(공법)으로 변경 적용할 수 있음.

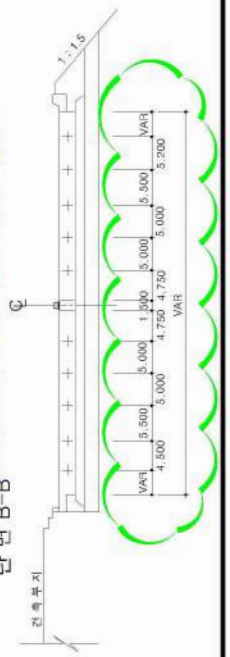
길어깨포장폭

구 분	길어깨 포장폭	위 치
진입부	4.5M	DYK등구간
진출부	5.0M	
진입부	4.0M	U형측구구간 (무경죽활용)
진출부	4.4M	
진입부	4.0M	L형측구구간 (저판죽활용)
진출부	4.0M	

평 면 도







주)1. S/L 는 1/10을 원칙으로 하되 차의 주행에 무리가 없도록 접속 하여야 한다.
2. 영업소 변이구간 시·종점부 길어깨 30M는 곡선처리하여 본선포장과 동일하게 포장한다.

h Way M r w 한국도로공사	표 준 도 TYPICAL DRAWING	도 면 명 영업소 포장 (4) 나들목 (중분대 Hi-pass 설치시)	축 척 AS SHOWN	도 면 번 호 4.039

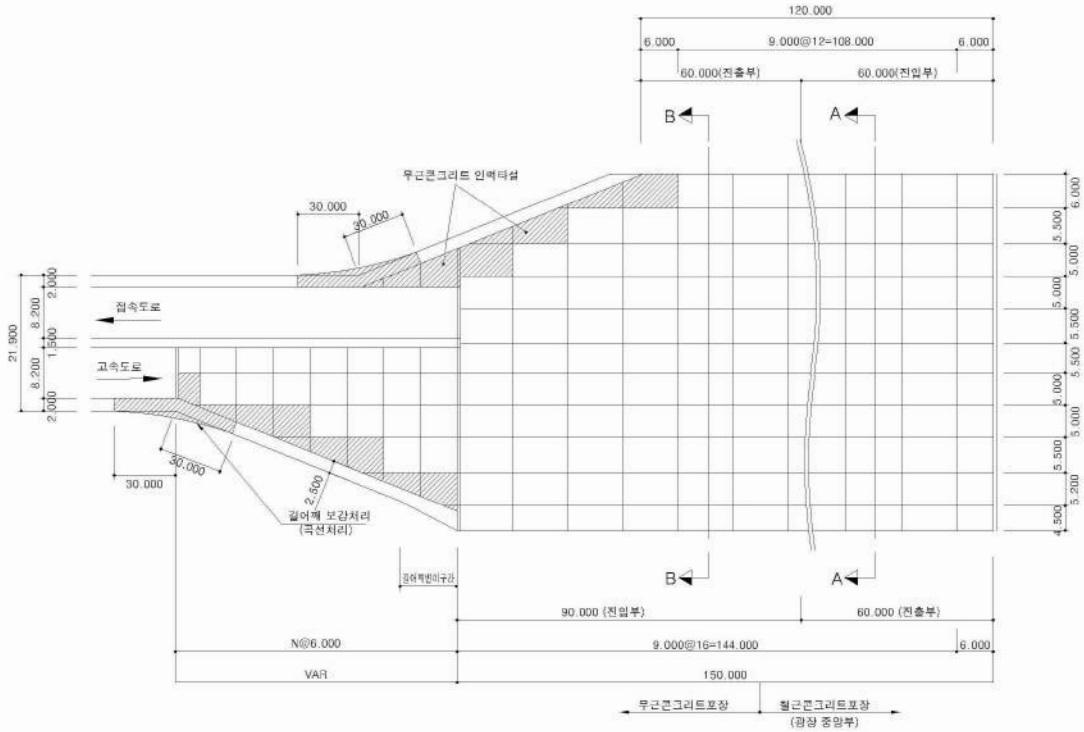
영업소 포장 (4)

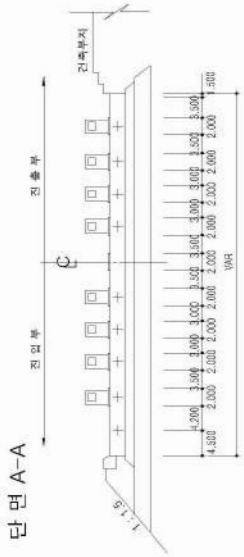
나들목 (중분대 Hi-pass 설치시)

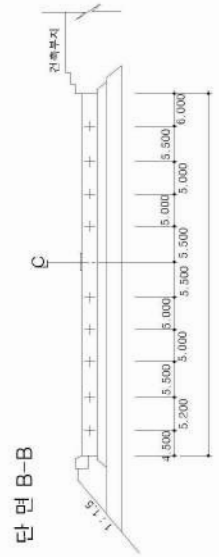
변 경

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

평 면 도







주)1. 영업소 광장 접속테이퍼는 접속율(S/L) 1/5이하로 설치하되, 정지시거, 가·감속, 차로변경 등을 고려하여 차량의 주행에 무리가 없도록 접속하여야 한다. 단, 영업소와 연결로의 차로수가 각각 2차로(편도)인 경우 접속길이는 30m로 한다.
2. 영업소 광장 접속테이퍼 시·종점부 길어깨 30m는 곡선처리하며 본선포장과 동일하게 포장한다.
3. 영업소 광장부 길어깨 폭원은 진입부 4.5m, 진출부 1.5m를 표준(U형, L형 측구폭 포함)으로 하되, 진출부의 경우 광장 노면배수를 고려하여 U형 측구로 설치한다.

h Way M r w 한국도로공사	표 준 도 TYPICAL DRAWING	도 면 명 영업소 포장 (4) 나들목 (중분대 Hi-pass 설치시)	축 척 AS SHOWN	도 면 번 호 4.039

당 초

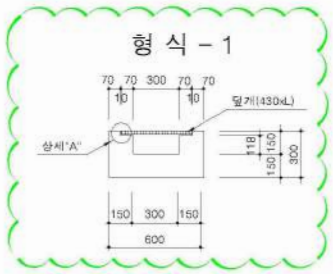
측 구 (3)

U 형 측 구 (형식1~5)

형 식 - 2,3,4

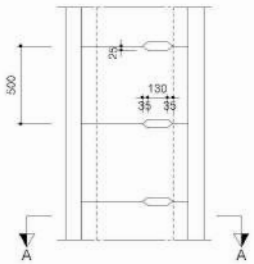
본 표준도에 제시된 제품(공법)은 실시설계시 공사비 기초금액 산출을 위해 참조 제시된 도면이므로 시공전 실시설계 당시의 검토자료 등과 상호 비교검토하여 발주청(감독관)과 사전 협의 후 제질, 규격,성능 등이 동등 이상인 제품(공법)으로 변경 적용할 수 있음.

형 식 - 1

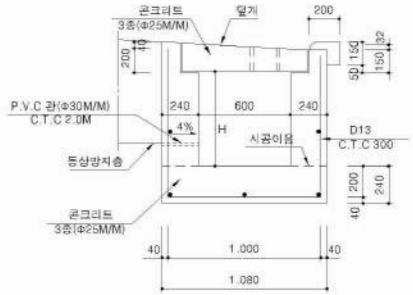


평 면 도

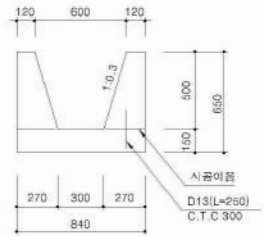
S = 1:20



단 면 A-A

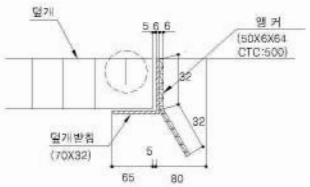


형 식-5



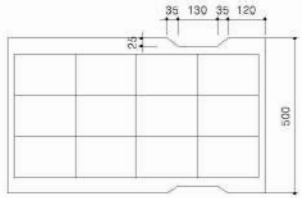
주) 녹지대에 설치하는 측구하부에는 지하배수를 위한 맹암거를 설치하여야 한다.

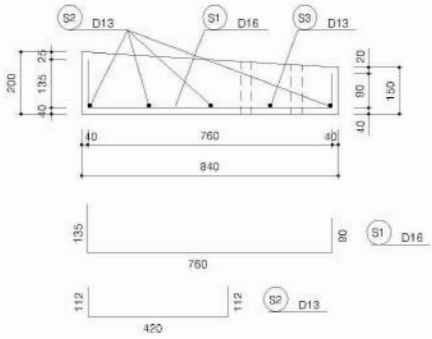
상 세 "A"



주) 토사퇴적방지를 위해 덮개단부 지보재의 하부를 반으로 절단.

덮 개 상 세 도





형식2,3,4 덮개 재료표

(1개당)

구 분	규 격	단 위	수 량	비 고
콘크리트	3종(Φ25M/M)	M^3	0.144	
거푸집	강 재	M^2	0.948	
철 근	SD 30	tonf	0.00935	

철근 재료표 (형식2,3,4)

(1개당)

기 호	직 경	길 이	갯 수	총 길 이	단위중량	총 중 량	비 고
단 위	M/M	M	EA	M	kgf/M	tonf	
S1	D16	985	4	3.940	1.560	0.00615	
S2	D13	644	5	3.220	0.995	0.00320	
합 계						0.00935	

재 료 표

(1M당)

구분 / 규격 / 단위 / 형식	터파기	되메우기	덮 개	콘크리트		거푸집	철근(SD30)	P.V.C관	비닐깔기	적용위치
	안 쪽	안 쪽	L=0.5	3종(Φ25M/M)	3종(Φ25M/M)	검사1회	D16	Φ30M/M		
	M^3	M^3	EA	M^2	M^3	M^2	TON	EA	M^2	
1(H=150)					0.130	0.900		0.5	0.600	영업소및휴게소
2(H=600)	2.014		2		0.627	3.980	0.01472	0.5	1.080	시가지 구간에
3(H=800)	2.484		2		0.723	4.780	0.01604	0.5	1.080	뚜껑을도 설치
4(H=1.000)	2.978		2		0.819	5.580	0.01737	0.5	1.080	(측구소)
5(H=500)	1.358	0.812		0.321		2.344	0.00166		0.900	LCB 분리구간

*형식1의 덮개는 NEP 제품 사용(보행자 고려)

■ 종단설치

구 분	형식 1,5			형식 2,3,4		
	간 격	폭	길 이	간 격	폭	길 이
수축줄눈	6.0M	6M/M	50M/M	6.0M	6M/M	50M/M
신축줄눈	12.0M	10M/M	-	30.0M	10M/M	-

*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
		측 구 (3)	NONE	2.003

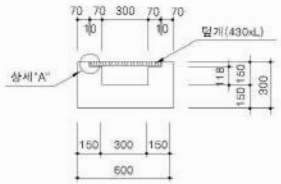
측 구 (3)

U 형 측 구 (형식1~5)

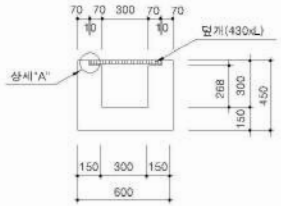
변 경

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

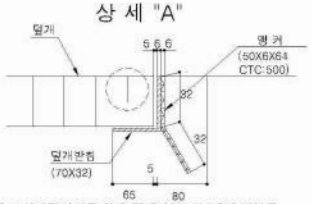
형 식 - 1



형 식 - 1-1



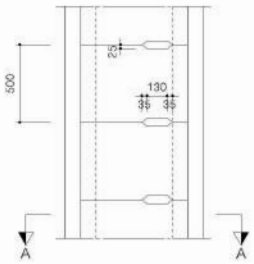
상 세 "A"



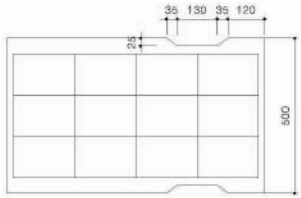
주) 토사퇴적방지를 위해 덮개단부 지보재의 하부를 반으로 절단.

평 면 도

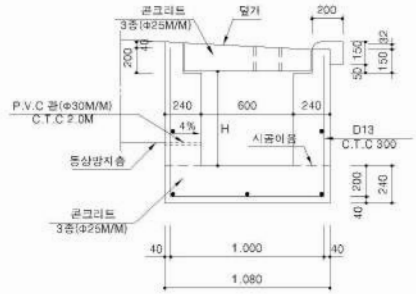
S = 1:20

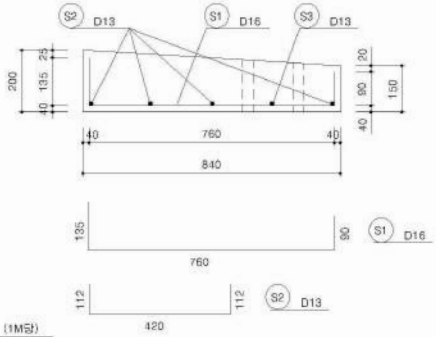


덮 개 상 세 도



단 면 A-A





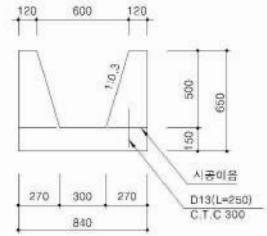
재 료 표

(1M당)

구분 / 규격 / 형식	터파기	뒤메우기	덮 개	콘크리트		거푸집	철근(SD30)	P.V.C관	비닐깔기	적용위치
	인 력	인 력	L=0.5	2종(Φ25M/M)	3종(Φ25M/M)	합판4회	D13	Φ30M/M		
	㎥	㎥	EA	㎥	㎥	㎡	TON	EA	㎡	
1(H=150)					0.130	0.900			0.600	영업소및휴게소
1-1(H=300)					0.175	1.500			0.600	
2(H=600)	2.014		2		0.627	3.980	0.01472	0.5	1.080	시가지 구간에 놀이방로 설치 (휴게소)
3(H=800)	2.484		2		0.723	4.780	0.01604	0.5	1.080	
4(H=1.000)	2.978		2		0.819	5.580	0.01737	0.5	1.080	
5(H=500)	1.358	0.812		0.321		2.344	0.00166		0.900	L.C.I 분리구간

*형식1의 덮개는 NEP 제품 사용(보행자 고려)

형 식 -5



주) 녹지대에 설치하는 측구하부에는 지하배수를 위한 맹암거를 설치하여야 한다.

형식2,3,4 덮개 재료표

(1개당)

구 분	규 격	단 위	수 량	비 고
콘크리트	3종(Φ25M/M)	㎥	0.144	
거푸집	강 재	㎡	0.948	
철 근	SD 30	tonf	0.00935	

철근 재료표 (형식2,3,4)

(1개당)

기 호	직 경	길 이	갯 수	총 길 이	단위중량	총 중 량	비 고
단 위	M/M	M	EA	M	kgf/M	tonf	
S1	D16	985	4	3.940	1.560	0.00615	
S2	D13	644	5	3.220	0.995	0.00320	
합 계						0.00935	

■ 줄눈설치

구 분	형식 1,1-1,5			형식 2,3,4		
	간 격	폭	깊 이	간 격	폭	깊 이
수축줄눈	6.0M	6M/M	50M/M	6.0M	6M/M	50M/M
신축줄눈	12.0M	10M/M	-	30.0M	10M/M	-

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

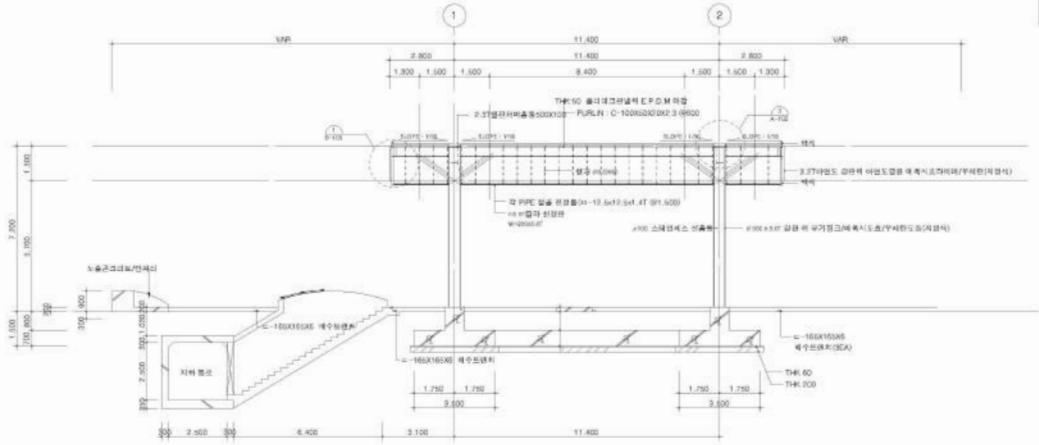
The Way ToMorrow 한국도로공사	표 준 도 TYPICAL DRAWING	도 면 명	축 척	도 면 번 호
		측 구 (3)	NONE	2.003

아 일 랜 드 (매 표 섬) 배 치 도 및 단 면 도

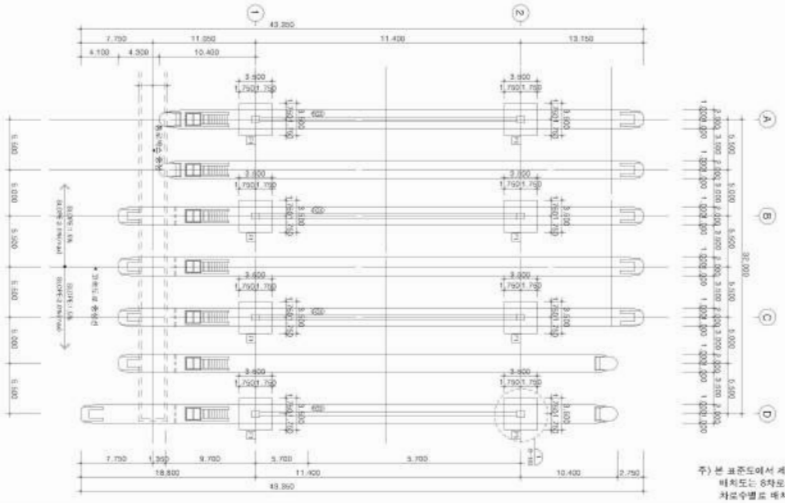
당 초

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

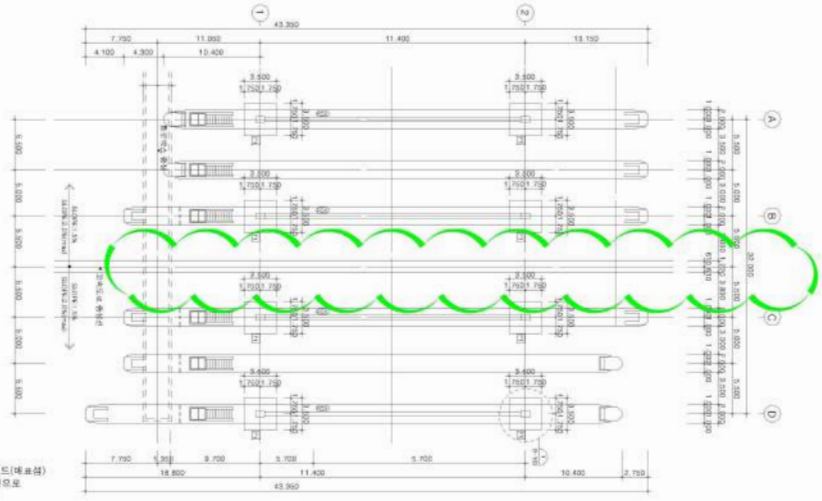
아일랜드(매표섬) 지하연결통로 단면도



아일랜드(매표섬) 배치 평면도 (본선부)



아일랜드(매표섬) 배치 평면도 (나들목)



주) 본 표준도에서 제시한 아일랜드(매표섬) 배치도는 8차로를 기준한 것으로 차로수별로 배치 변경 가능

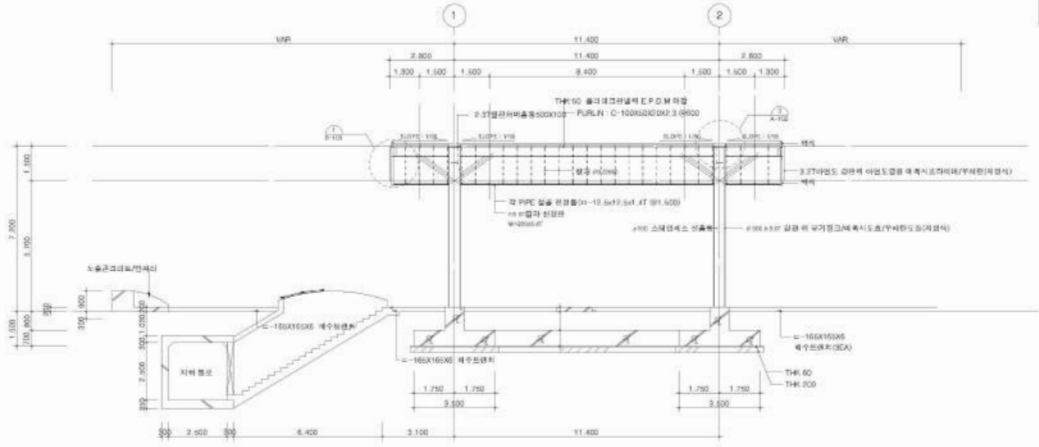
The Way ToMorrow 한국도로공사	표 준 도 TYPICAL DRAWING	도 면 명	축 척	도 면 번 호
		아 일 랜 드 (매 표 섬) 배 치 도 및 단 면 도	NONE	5.106

아 일 랜 드 (매 표 섬) 배 치 도 및 단 면 도

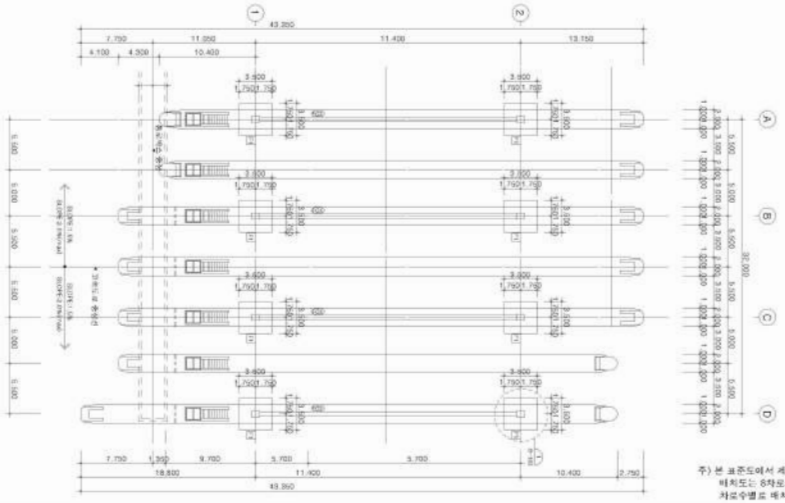
변경

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

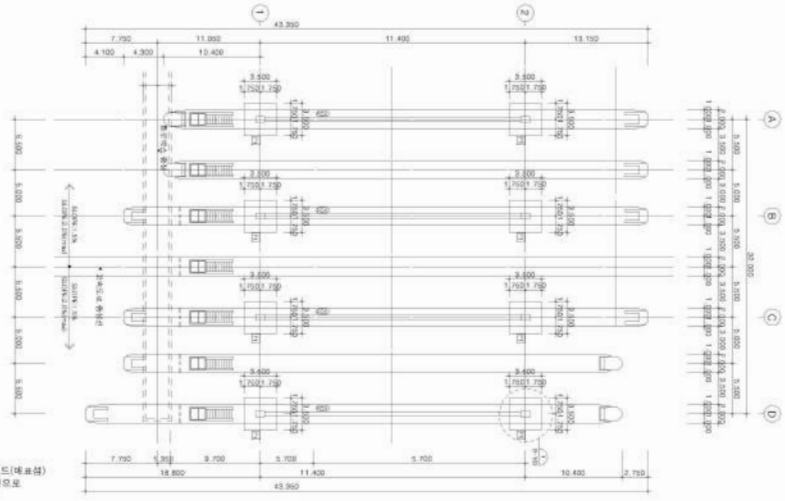
아일랜드(매표섬) 지하연결통로 단면도



아일랜드(매표섬) 배치 평면도 (본선부)



아일랜드(매표섬) 배치 평면도 (나들목)



주) 본 표준도에서 제시한 아일랜드(매표섬) 배치도는 8차로를 기준한 것으로 차로수별로 배치 변경 가능

The Way ToMorrow 한국도로공사	표 준 도 TYPICAL DRAWING	도 면 명	축 척	도 면 번 호
		아 일 랜 드 (매 표 섬) 배 치 도 및 단 면 도	NONE	5.106

영 업 소 통 로 암 거 (1)

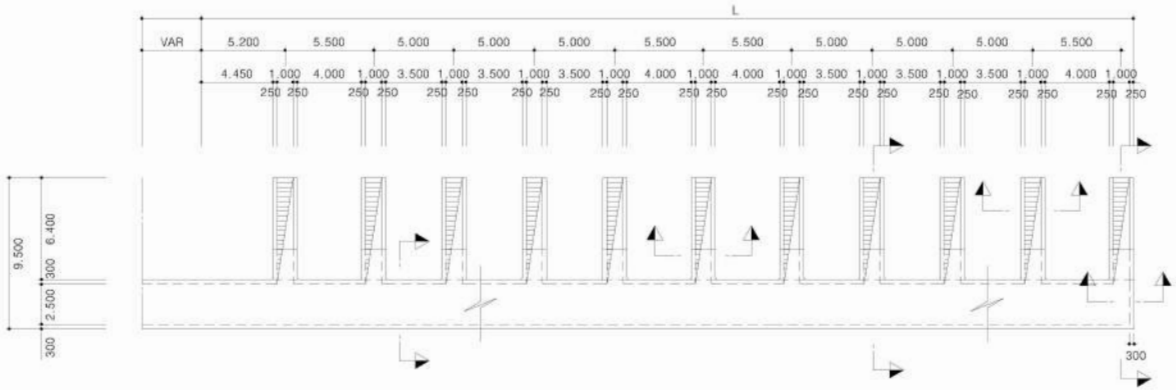
일 반 도 (1)

당 초

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

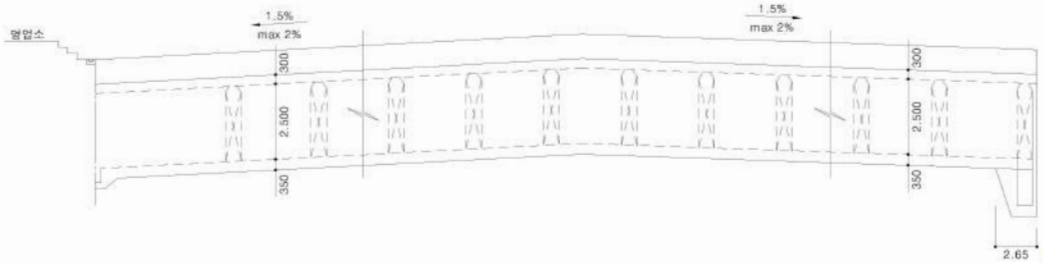
평 면 도

S = 1:200



종 단 면 도

S(V=1:100
H=1:200



NOTE
o 나들목영업소 중앙부 hi-pass차로 아일랜드는 통로암거 연결계단을 설치하지 않음

The Way ToMorrow 한국도로공사	표 준 도 TYPICAL DRAWING	도 면 명	축 척	도 면 번 호
		영 업 소 통 로 암 거 (1)	AS SHOWN	5.108

영 업 소 통 로 암 거 (1)

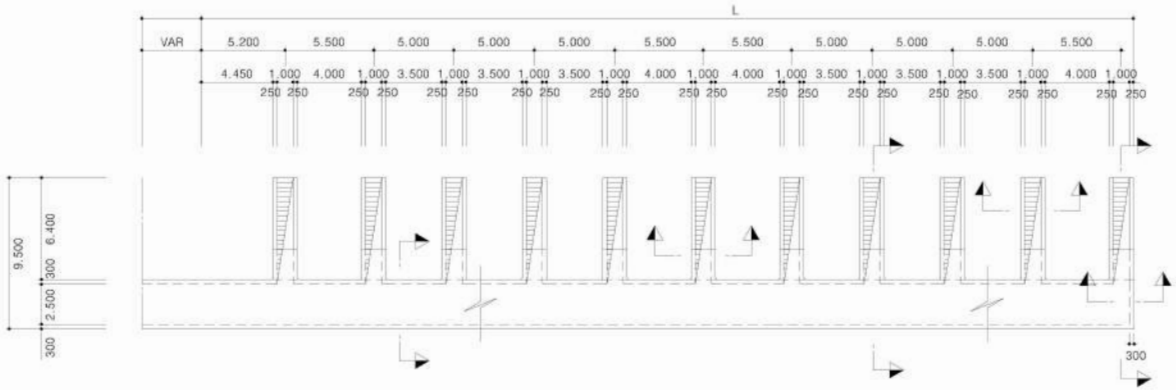
일 반 도 (1)

변 경

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

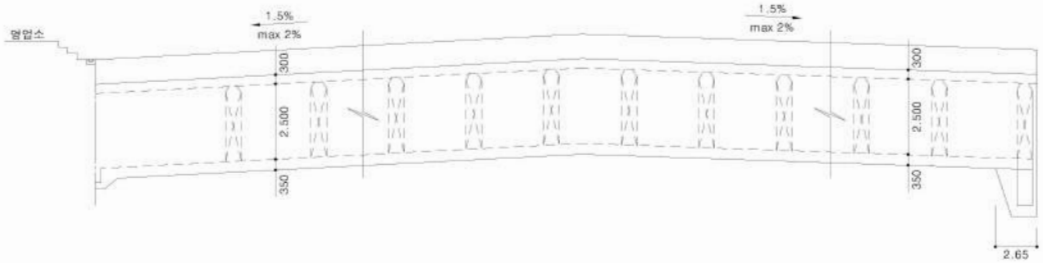
평 면 도

S = 1:200

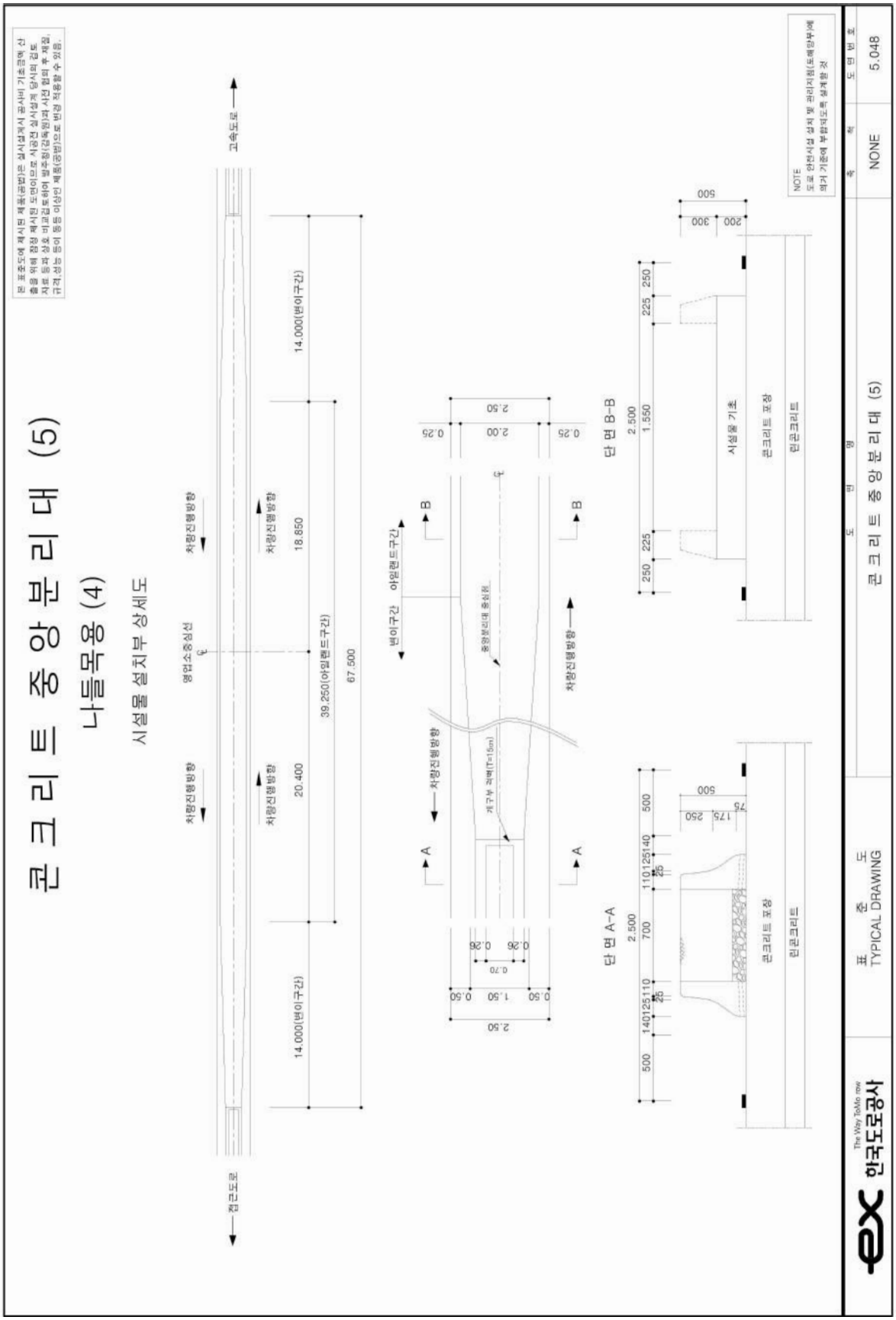


종 단 면 도

S(V=1:100
H=1:200



The Way ToMorrow 한국도로공사	표 준 도 TYPICAL DRAWING	도 면 명	축 척	도 면 번 호
		영 업 소 통 로 암 거 (1)	AS SHOWN	5.108


콘크리트 중앙분리대 (5)
나들목용 (4)
시설물 설치부 상세도
본 표준도에 제시된 제품(공법)은 실시설계시 공사비 기초금액 산출을 위해 참고 제시한 도면이므로 사업전 실시설계 당시의 검토 자료 등 상호 비교검토하여 발주청(감독원)과 사전 협의 후 제품, 규격,성능 등이 동등 이상인 제품(공법)으로 변경 적용할 수 있음.
고속도로
접근도로
영업소중심선
차량진행방향
20.400
18.850
14.000(변이구간)
39.250(아일랜드구간)
67.500
변이구간
아일랜드구간
중앙분리대 중심원
개구부 곡률(T=15m)
단 면 A-A
단 면 B-B
시설물 기초
콘크리트 포장
린콘크리트
NOTE
도로 안전시설 설치 및 관리지침(도해광부에 의거 기준에 부합되도록 설계할 것
콘 크 리 트 중 앙 분 리 대 (5)
표 준 도
TYPICAL DRAWING
한국도로공사
The Way To Go now
NONE
5.048

2-6

교통안전성 향상을 위한
고속도로 유출부 설계기준 개선

설 계 처-3070
(2013. 10. 17)

Ⅰ 배경 및 목적

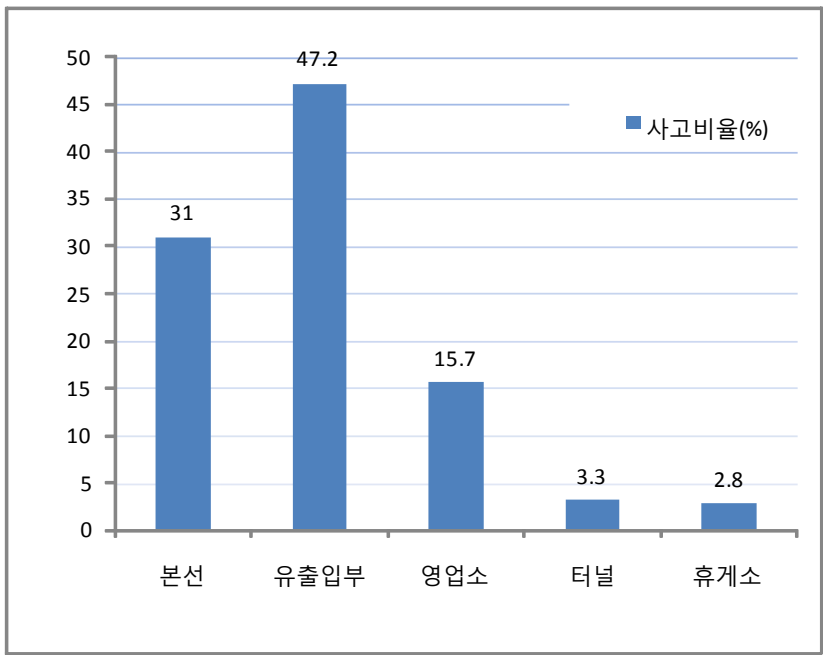
□ 고속도로 분기점, 나들목, 휴게소 등이 설치되는 **본선상의 유출입부 구간은 교통사고 발생 위험이 큰 구간**임

□ 특히, **유출부의 경우** 평면과 종단선형의 부조화, 불합리한 부대시설 계획으로 **시각적 단절현상 발생 등 교통사고 위험성이 가중**되는바, **설계기준 개선을 통해 교통안전성을 향상**코자 함

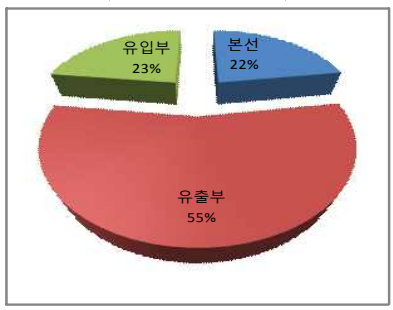
Ⅱ 현실태

□ **고속도로 유출입부 사고현황 분석**(교통사고예방 설계가이드라인, 2011.11)

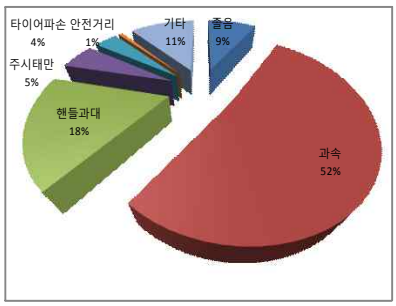
(시설물별 교통사고 현황)



(발생위치별)



(사고원인별)



※ 2007~2009년 교통사고 다발구간(D급이상 사고 년 3회이상) 85개소/1,199건 분석

☞ 전체사고의 47.2%(34개소/566건)가 유출입부에서 발생하며, 특히, **유출부(감속차로 및 유출연결로)에서 사고발생 빈도가 높음**(55%)

☞ 사고의 원인은 대부분 **과속주행**(52%)으로 노즈부에서의 급감속 및 연결로 내에서의 과속이 가장 큰 원인

□ 현행기준(고속도로 유출부 설계기준)

o 유출 노즈부 설계기준(도로의구조시설기준에관한규칙)

구 분	본선 설계속도(km/h)		120	110	100	비 고
	노즈 통과속도(km/h)		60	58	55	
평면선형	최소 곡선반경(m)		250	230	200	i=2%, f=0.10
	최소 완화곡선길이(m)		50	48	45	3초간 주행거리
종단선형	최소종단곡선 변화비율(m/%)	볼록형	15	13	10	정지시거 확보
		오목형	15	14	12	전조등 비출때 정지시거 확보
	최소 종단곡선길이(m)		50	48	45	3초간 주행거리

o 유출연결로 설계기준 검토(설계처-2682, '08.10.16)

- 노즈이후 완화곡선의 최소길이(3초간 주행거리)

연결로 설계속도	60	50	40	비 고
완화곡선 최소길이	70	50	35	

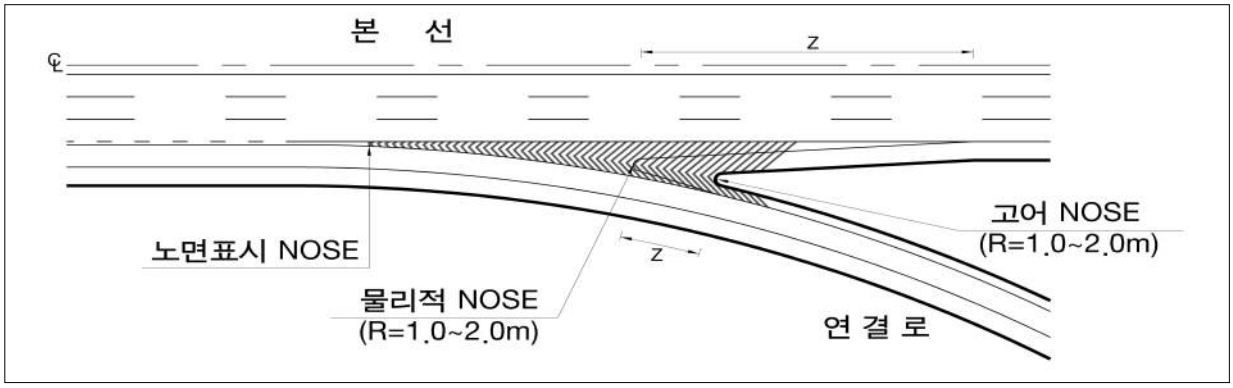
- 완화곡선 설치방법

· 차선도색 노즈 ~ 노즈 사이 시작, 부득이한 경우 감속차로 연장

· 내리막(2%이상)에서 배향 분기시 편경사접속비율 상향(1.2배)

o 노즈부 설계기준 개선 검토(설계처-3411, '07.11.29)

- 유출부 사고예방 및 회복구간 제공을 위해 고어(GORE NOSE) 설치



□ 문 제 점

o 노즈부 선형 설계기준의 불균형

- **평면선형**은 주행성 확보를 위해 **여유 있는 값을 적용**하는 반면, **종단선형**은 **여유치 없는 기준값 적용**으로 정지시거 단절구간 발생

· (평면선형) "**노즈부 통과속도+10km/h**"로 주행시 정지시거 확보 가능

구 분	관련식	기 준	적 용	비 고
최소곡선반경	$R=\frac{V^2}{127(i+f)}$	속도별 f값 차등 - 60km/h : 0.14 - 50km/h : 0.16 - 40km/h : 0.16	가장 큰 f값 적용(0.10) *120km/h에 해당	0.03~0.06 f값 여유
완화곡선길이	$L=\frac{V\times t}{3.6}$	t=2sec주행거리	t=3sec주행거리	1sec 추가

· (종단선형) "**노즈부 통과속도**"로 주행시 정지시거 확보 가능

구 분	관련식	기 준	적 용	비 고
종단곡선 변화비율	볼록형 $K=\frac{D^2}{385}$ 오목형 $K=\frac{D^2}{(120+3.5D)}$	주행속도에 해당되는 D 적용	주행속도(통과속도)에 해당되는 D 적용	
종단곡선길이	$L=\frac{V\times t}{3.6}$	t=3sec주행거리	t=3sec주행거리	

☞ 평면과 종단선형 불균형에 의해 발생되는 **정지시거 차이 : 20m**

구 분	본선 설계속도(km/h)			비 고
	120	110	100	
평면선형에 의해 결정되는 최소 정지시거(m)	95	90	85	
종단선형에 의해 결정되는 최소 정지시거(m)	75	70	65	
정지시거 차이(m)	**20**	**20**	**20**	

< 종단선형에 따른 시인성 불량 사례 >

o **불합리한 부대시설 계획에 따른 시거장애**

- 시인성을 고려치 않고 유출부에 방음벽 또는 높이가 높은 수목 식재 시행으로 운전자의 시거 장애요인 가중

< 부대시설 계획에 따른 시인성 불량 사례 >

- 방음벽 설치에 따른 시거장애	- 교목식재에 따른 시거장애

Ⅲ 개선방안

□ **유출 노즈부 종단선형 설계기준 개선**(평면선형과 균형 확보)

- 평면선형을 고려한 종단선형 설계기준 권장값 제시

구 분		현행(최소값)			개선(권장값)			비 고
본선 설계속도(km/h)		120	110	100	120	110	100	
최소종단곡선 변화비율(m/%)	볼록형	15	13	10	24	22	19	9m/%상향
	오목형	15	14	12	20	19	17	5m/%상향
최소 종단곡선 길이(m)		50	48	45	60	58	55	10m 상향

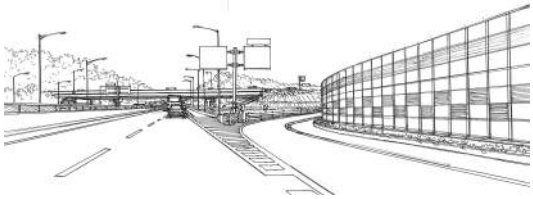
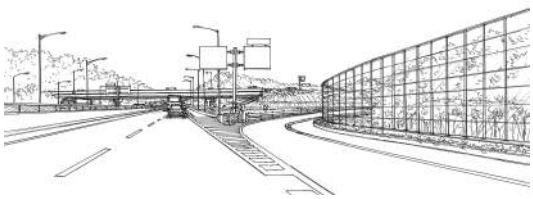
☞ 권장값 이상을 적용하되, 지형 및 지역여건, 지장물 등으로 적용이 어려운 경우에는 안전시설(그루빙, 안전표지 등)을 충분히 보강할 것.

※ 유출부 정지시거 기준

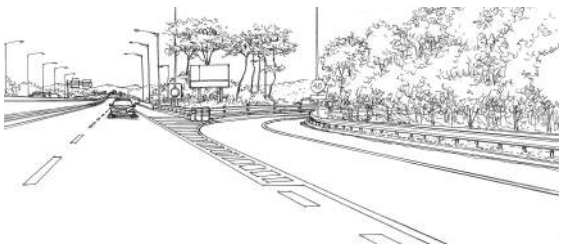
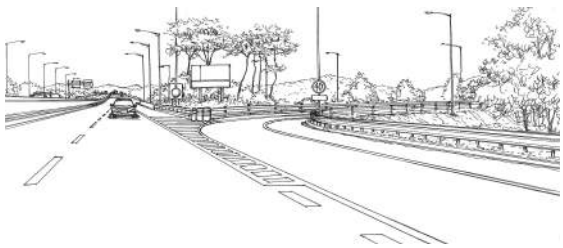
본선 설계속도(km/h)	120	110	100	비 고
정지시거(m)	95	90	85	

□ 유출부 시인성을 고려한 부대시설 계획

- **유출** 노즈부 방음벽 설치시 **투명방음벽 적용**

불량한 경우	양호한 경우(권장)
	
(불투명방음벽 설치)	(투명방음벽 설치)

- **유출** 노즈부 조경은 **잔디 또는 관목류 식재**

불량한 경우	양호한 경우(권장)
	
(교목류 식재)	(잔디 또는 관목류 식재)

*(교목) 높이 2m이상인 수목, (관목) 허리높이 이하로 낮게 자라는 수목(철쭉 등)

Ⅳ 개선효과 및 적용방안

□ 개선효과 : 고속도로 유출부 교통안전성 향상 기대

- 고속도로 유출부 운전자 운행 패턴에 맞는 **바람직인 설계 기준 제시**
- 평면선형과 종단선형의 부조화 문제 해소로 **선형의 일관성 확보**
- 운전자의 시인성 고려한 부대시설 계획으로 **사고요인 사전 제거**

□ 적용방안 : 설계중인 노선부터 본 방침 적용

- 「도로의구조시설기준에관한규칙」 개정 건의

붙 임 #1

유출부 종단선형 설계기준 산출근거

본선 설계속도(km/h)		120	110	100	비 고
유출부 통과속도(km/h)		60	58	55	
유출부 최소곡선반경(m)		250	230	200	
최소곡선반경 대응 설계속도(km/h)	(계산값)	71.27	68.36	65.71	$R=\frac{V^2}{127(i+f)}$ *i=2%, f=0.14~0.15*
	(적용값)	71	68	66	
최소곡선반경 대응 주행속도(km/h)	(계산값)	63.9	61.2	59.4	*설계속도의 90%*
	(적용값)	64	62	59	
정지시거(m)	(계산값)	94.81	90.32	83.77	$D=0.694V+\frac{V^2}{254f}$ *V=주행속도, f=0.32*
	(적용값)	**95**	**90**	**85**	
K(볼록, m/%)	(계산값)	23.44	21.03	18.76	$K=\frac{D^2}{385}$
	(적용값)	**24**	**22**	**19**	
K(오목, m/%)	(계산값)	19.94	18.62	17.30	$K=\frac{D^2}{120+3.5D}$
	(적용값)	**20**	**19**	**17**	
종단곡선최소길이(m)	(계산값)	59.16	56.66	55.00	$L=\frac{V\times t}{3.6}$ *V=설계속도, t=3sec*
	(적용값)	**60**	**58**	**55**	

2-7

고속도로 건설여건 변화에 대응한
터널내 우측길어깨 설계기준 개선 검토

설 계 처-3350
(2013. 11. 11)

Ⅰ 검토배경

o 최근 SOC사업 추진과정에서 환경·생태보존의 중요성 강조에 따른 고속도로 건설구간 터널연장 지속 증가

* 터널비율 : 상주-영덕 32.2%, 울산-포항 45.1%, 동홍천-양양 61.6%, 충주-제천 47.3%, 부산-외곽 43.0%

o 전국간선도로망 구축계획(7×9)상 주요 간선축의 완공 및 간선축을 보완하는 횡축 중심의 건설사업 추진

o 변화된 건설여건에 맞는 슬림화된 고속도로 건설사업 추진 요구

Ⅱ 관련기준 검토

□ 터널내 교통특성

o (용량저하) 일반구간에 비해 낮은 조명도, 측방여유폭 협소 등으로 평균 통행속도 저하 및 용량감소, 차량지체 유발

o (재난재해) 터널내 화재 및 기타 사고 발생시 신속한 조치가 없을 경우 2차 재해발생 위험성 상존

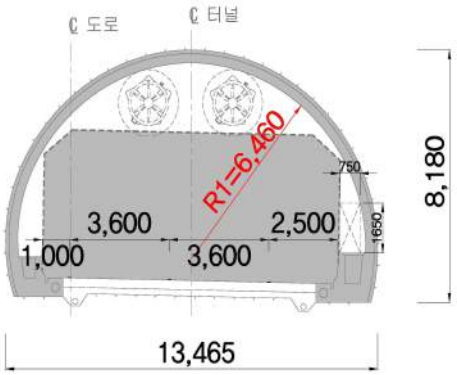
o (사고취약) 터널구간 물리적 특성(폭원감소, 조도순응, 외부와 단절)과 운전자 심리적 영향에 의한 사고 위험성 증가

□ 터널단면 변천경위

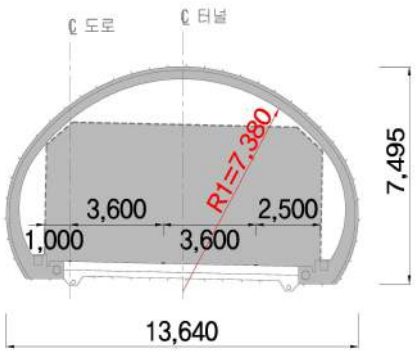
구 분	우측길어깨폭	적용사유
1970년대 ~ 1990년대 중반	1.0*m*	· 한정된 SOC예산 대비 고속도로 건설수요 지속 증가 · 과다한 터널공사비로 인한 공사예산 절감 요구
1990년대 중반 ~ 2000년대 후반	2.5*m*	· 전국간선도로망 구축계획(7×9) 수립에 따른 고속도로 건설사업 수요 증가 · 교통량이 많은 종축 중심의 건설사업 추진 · 터널내 교통서비스 개선 욕구 지속 증가
2000년대 후반 ~	2.5*m* (단터널 3.0*m*)	· 터널 공사비 산정체계 최적화로 공사비 증액 경감(토공 대비 130%) · 환경·생태보존 요구로 터널연장 급증 · 교통량이 적은 횡축 중심의 건설사업 추진

□ 설계기준

o 표준단면(2차로)



(기계환기)



(자연환기)

o 횡단기준

구분	차로폭	길어깨		총폭원	비 고
		좌측	우측		
도로시설규칙 (국토해양부)	2@3.5m=7.0m	1.0m	3.0m (1.0m)	11.0m (9.0m)	( ) 부득이한 경우
고속도로	2@3.6m=7.2m	1.0m	2.5m	10.7m	

Ⅲ 현실태 및 문제점

□ 고속도로 건설여건의 변화

o (1990후반~2000초) 주요 간선도로망 완성 차원 고속도로 건설추진

노 선	연장	차로	AADT (2012년 전구간)	개통년도	비 고
서해안선 (금천~목포)	337	4~6	39,833	2001.12	
중 부 선 (통영~하남)	332	4	34,465	2001.11	진주통영 : '05.12
중 앙 선 (부산~춘천)	289	4	23,436	2001.12	금호서대구(확) : '03.12
중부내륙선 (내서~양평)	283	4	36,526	2004.12	현풍~김천 : '07.11 여주~양평 : '12.12

o (최 근) 지역간 균형발전 및 간선망 연계 차원 고속도로 건설추진

노 선 (구 간)	AADT	LOS *(v/c)*	비 고
함양~울산(북함양~거창)	14,648~21,902	A *(0.25)*	실시설계중
광주~완도(강진~남해남)	9,480~10,527	A *(0.12)*	기본설계 완료
중 앙 선(철원 ~춘천)	6,461~13,143	A *(0.15)*	타당성 완료

* 4차로 도로용량 : LOS A(23,000대/일 미만), LOS D(52,000~68,200대/일)

□ 고속도로 슬림화방안 연구(2011년)

o (과업개요) 교통량 적은 지선 개념의 고속도로에 대하여 사업타당성 확보를 위한 저비용의 고속도로 슬림화 방안 연구

o (주요내용) 교통수요가 적은 고속도로 계획시 왕복 2차로에 앞지르기 차로나 갓길차로(LCS) 설치 등 탄력적 차로수 적용 제안

☞ 도로의구조시설기준에관규칙 개정 등 제도적 근거 마련 선행 필요

□ 획일적 터널 우측 길어깨 설계기준 적용

o 설정된 설계기준을 획일적으로 적용하여 설계 시행

- 교통수요와 무관하게 동일한 규격의 터널 단면 적용

o 대다수 국가에서는 경제성 및 교통량 등을 감안 비상차로*를 설치하는 경우와 설치하지 않는 경우로 구분하여 설계기준 제시

국 가	터널내 우측 길어깨(*m*)		비 고
	비상차로 설치시	비상차로 미설치시	
영국, 프랑스, 스페인	2.0~3.0	1.0	(*별첨#1 참조*)
독일, 덴마크	2.5~3.0	0.25~0.5	
스위스, 노르웨이	비상차로 미확보	0.3	
미국	3.0	1.5	
일본	-	1.0	

* 비상차로(Emergency Lane) : 비상차량이 대피하여 주행할 수 있는 길어깨 공간

- **교통량이 적은 노선 효율적 도로망 확충 위해 저비용 설계기법 요구**
- **경제성 및 교통량 등을 고려한 합리적인 설계기준 제시 필요**

Ⅳ 터널내 우측 길어깨 축소 영향 검토

□ 검토방향

교통사고 영향	방재 · 유지관리
터널 길어깨 폭원 변화에 따른 교통사고 영향검토	방재 및 유지관리 여건검토를 통한 안전한 터널공간 구현

교통안전성, 용량, 방재 및 유지관리, 경제성 검토를 통한
최적의 터널 우측길어깨 폭 기준 설정

교통용량 저하	경 제 성
교통용량 저하요인 검토를 통한 쾌적한 터널길어깨 폭 설정	최적 길어깨폭 설계기준 수립을 통한 공사원가 절감

□ 교통사고와의 상관성 분석

o 길어깨 폭과 교통사고 관계(설계요인과 교통사고의 분석, Oregon주 DOT, 2001)

- (일반도로, Non-Freeway) 우측 길어깨 폭과 교통사고와 상관성 있음
- (고속도로, Freeway) 우측 길어깨 폭과 교통사고의 상관성이 없음

* 길어깨 폭과 관련된 연구중 3건(Lee and Mannering 2000; Miaou 1994; Miaou and Lum 1993)은 길어깨 폭과 사고빈도는 상관관계가 없는 것으로, 1건(Carson and Mannering 1999)은 낮은 상관관계가 있는 것으로 분석

o 최근 교통사고 발생현황(2008~2012 편도2차로 터널사고, ***별첨#2 참조***)

우측 길어깨	터널 지점당 사고율(최근 5년 평균)		
	전 체	교통량 2만대/일 초과	교통량 2만대/일 미만
2.5m	9.4%	**11.5%** (①)	**7.5%** (③)
1.0m	13.7%	**15.2%** (②)	**5.2%** (④)

- (교통량 많은 경우) 우측 길어깨 폭이 좁은 경우 사고율 증가(①<②)
- (교통량 적은 경우) 우측 길어깨 폭 변화에 따른 사고율 차이 미미(③≮④)

● **우측 길어깨 폭 축소시 교통사고 발생율은 증가하나, 교통량이 적은 경우 우측 길어깨 폭과 교통사고와 관련성은 없거나 낮음**

□ 교통용량저하 영향 검토

o 차로폭 및 측방여유폭 보정에 따른 용량감소(도로용량편람)

- 우측 길어깨 폭이 축소되는 경우 약 3% 용량감소 발생

☞ **고속도로 기본 구간의 차로폭 및 측방여유폭 보정계수**

장애물까지의거리(*m*)	차로폭			
	3.5 이상	3.25	3.00	2.75
1.5이상	0.99	0.96	0.90	0.80
1.0	0.96	0.93	0.87	0.77

o 관련 연구자료 검토 *(별첨#3 참조)*

- 터널부는 일반부(토공부, 교량부)와 비교해 운전자 심리적 요인, 터널 주변 기하구조 요인, 터널시설물 자체의 요인 등으로 교통용량이 4~10%, 통행속도가 5~12*km/h* 감소하는 것으로 연구 조사
- 교통량이 자유류 상태인 일정수준까지는 길어깨 폭 변화에 따른 속도 감소 차이가 없다가 교통량 증가에 따라 점차로 증가한 후 다시 감소

● **우측 길어깨 폭 축소시 교통용량 및 통행속도의 저하가 어느 정도 예상되나 교통량이 적은 경우 그 차이는 미미할것으로 판단**

□ 방재 및 유지관리 영향 검토

o 터널내 우측 길어깨 축소(비상차로 미확보)시 비상 주차공간 부족

- 사고 및 고장차량용 대피공간 제공 → 비상주차대 설치

o 도로 용량상 여유가 많아 1차로 차단시에도 도로기능상 지장없는 경우 1개 차로를 비상 및 유지관리용 작업공간으로 활용 가능

- 터널내 사고 및 교통상황, 작업상황 등 사전 안내 → LCS+VMS 설치

□ 공사비 영향 검토

o 터널내 우측 길어깨 축소 시 굴착 단면적이 8.1~14.9% 감소하며, **공사비는 8.2~10.5% 감소** 예상

구 분		공사비 (천원/*m*당)		
		길어깨 2.5*m*	길어깨 1.0*m*	증 감
자연환기		16,281	14,940	△1,341 (△8.2%)
기계환기	제트팬 설치구간	18,717	17,014	△1,703 (△9.1%)
	제트팬 미설치구간	18,417	16,491	△1,926 (△10.5%)

- **교통량이 일정수준 이하인 고속도로의 경우 터널내 우측 길어깨 축소로 인한 교통 안전성 및 교통용량, 속도 저하 영향은 크지 않음**
- 따라서, **장래 계획교통량이 적은 노선 계획시** 터널내 비상차로 생략(길어깨 축소)을 통한 **고속도로의 슬림화가 가능**하며, 이 경우 **방재 및 유지관리에 대한 대책 수립이 선행**되어야함

Ⅴ 개선방안

□ 터널내 우측 길어깨 설계기준 개선

구 분	현 행	개 선	
		비상차로 설치 필요시	비상차로 미설치시
터널내 우측 길어깨	2.5*m*	**2.5*m***	**1.0*m***

* 짧은터널(L=300미만, 주행시간 11초)의 경우 길어깨 변화가 잦아 주행차량 혼선 우려로 토공부와 동일한 폭원(3.0*m*) 적용(설계처-3990, 2009.7.29)

□ 비상차로 설치 기준교통량 검토

o (검토방법) 유지관리 및 긴급차량의 대피를 위해 1개차로 차단시 교통량이 일정수준 이하로 도로 기능상 지장이 없는 터널 비상차로 생략

o (기준교통량) 도로용량편람(2013년개정)상 공사구간, 차로감소 등에 따른 기본용량 적용시 LOS "D" 유지 가능한 교통량 수준

설계속도	고속도로 기본용량	1차로 통행제한시 기본용량	기준교통량
100*km/h*	2,200*pcphpl*	1,700*pcphpl*	**20,000대/일 내외**

☞ **기준교통량 산정 근거**

기준교통량 = 기본용량 / KD × PHF × f_{HV} × *v/c*

= 1,700pcphpl / 0.0556 × 0.94 × 0.897 × 0.8 = 20,624대/일

여기서, KD 0.0556_전국고속도로 평균 「적정차로수 산정을 위한 설계시간계수 연구, 2007」

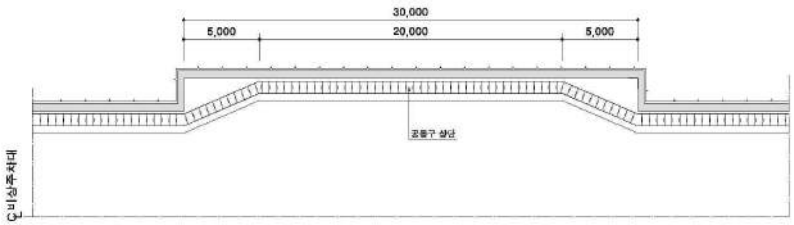
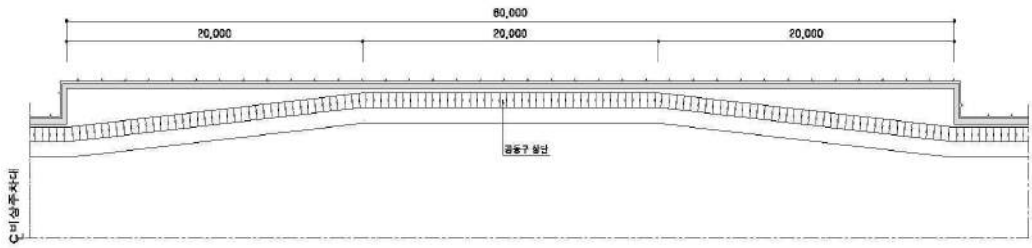
PHF 0.94_전국고속도로 평균「2011고속도로교통량, 2012.한국도로공사」

f_{HV} 0.897_전국고속도로 평균「2011고속도로교통량, 2012.한국도로공사」

□ 비상차로 미설치시 방재 및 유지관리대책

o (비상주차대 설치) 사고 및 고장차량 비상용 대피공간 제공

- 설치간격 : **750*m***(차량용 피난연락갱 위치, 1,000m이상 터널만 해당)
- 설치규격 : 30*m* → **60*m***(대피기능 확보위해 일반부와 동일규격으로 개선 적용)

현 행 (L=30*m*)	 *(4억원 / 개소당)*
개 선 (L=60*m*)	 *(8억원 / 개소당)*

(별첨#4 참조)

o (LCS 및 VMS 설치) 터널내 사고 및 교통상황, 작업상황 등 안내

- 운영방식 : 터널내 유고상황 발생시 주행차로 차단(차로제어)

  * 터널 전방 및 터널 내 상황 CCTV(250*m*간격 설치)로 감시
- 설치위치 : 터널 전방, 터널입구, 터널내 ***(별첨#5 참조)***

터널연장	**400~500*m*전방**	**터널입구(50~100*m*)**	**터널내(400~500*m*간격)**
1*km*이상	기존 VMS+LCS 활용	기존 LCS 활용	기존 LCS 활용
1*km*미만	**LCS+VMS 추가 설치**	**LCS 추가 설치**	**LCS 추가 설치**

- 문안안내 :

□ 터널내 우측 길어깨 설계 절차

① 장래교통량 및 경제성 등 고려 터널내 비상차로 설치여부 결정

☞ 터널내 우측 길어깨 폭 설계기준

구 분	비상차로 설치 필요시	비상차로 미설치시
우측 길어깨	2.5*m*	1.0*m*

단, 연장300m미만 터널 : 3.0*m*, 편도3차로 이상 터널 : 1.0*m* 적용

② 비상차로 미확보 터널 방재 및 유지관리대책 수립

☞ 긴급차량 대피위한 비상주차대 설치(간격750m, 규격60m)

☞ 전방사고 및 교통상황 사전안내 위한 LCS 및 VMS 설치

Ⅵ 적용방안

o 본 방침은 장래 계획교통량만을 고려한 설계가이드라인 수준으로, 개별 노선 설계시 **해당지역의 교통특성 및 경제성 등을 종합적으로 고려하여 노선별 별도의 방침을 수립할것**

(별 첨) *#1. 해외터널 설계기준 검토*

#2. 터널내 교통사고 분석

#3. 터널관련 연구자료 검토

#4. 터널내 비상주차대 설치방안 검토

#5. 방재 및 유지관리 대책 검토

#6. 터널갱문 접속방안 검토

#7. 설계자문 조치결과

#8. 터널 길어깨 축소시 경제성 검토치

2-8 휴게소 진입부 안전시설 설치 개선대책

교 통 처-5749
(2013. 12. 26)

Ⅰ 추진배경

□ 휴게소 진입부는 이용 차량의 주행속도가 급변하는 구간임

□ 진입부 안전시설 개선을 통해, 과속진입을 예방하고 광장부 사고를 방지하여 고속도로 이용객 안전성 향상 도모

※ 휴게소 과속 진입으로 인한 교통사고 관련 방송보도

o 고속도로 휴게소 과속 위험
- 휴게소 과속 진입으로 사고 발생
(2013. 11. 8, MBC 뉴스데스크)

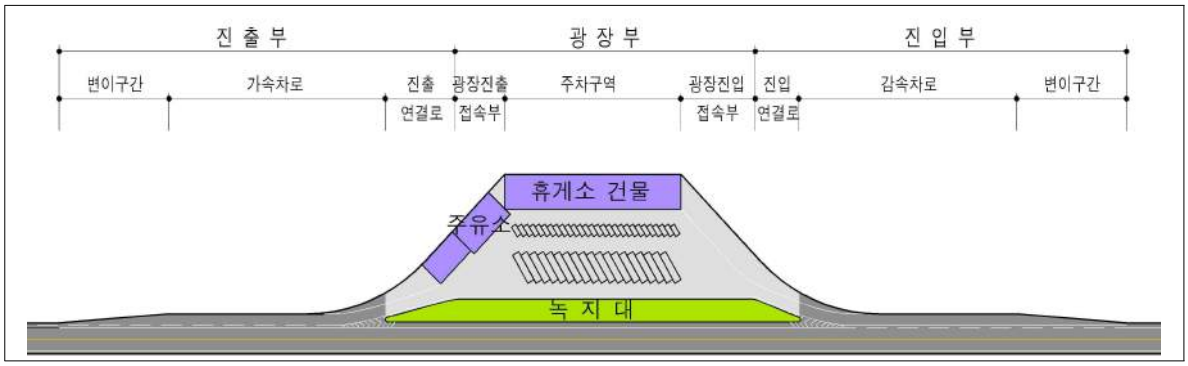
Ⅱ 휴게소 사고 현황

□ 휴게소는 208개소 운영 중

〈 휴게소 유형별 현황 〉

전 체	일 반				임시
	일반	화물차	복합	간이	
208	142	16	5	13	32

※ 휴게소 진출입부 구성 현황



□ 휴게소 사고 현황

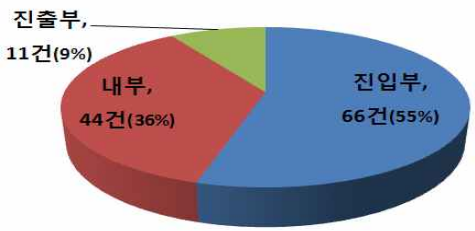
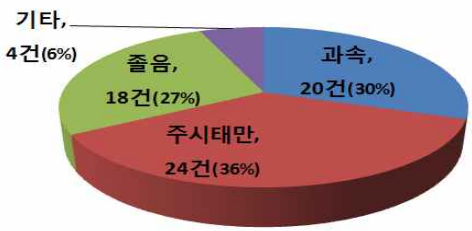
o 2011년~2013년 현재, 121건 발생, 77명 사상 (C등급 이상)

〈 휴게소 사고 현황 〉

구분	계	2011년	2012년	2013년
건수	121	52	48	21
사상자	77	29	40	8
사망자	16	4	10	2

※ 휴게소 사고는 전체 사고(6,618건)의 1.8%를 차지

o 사고 위치는 휴게소 진입부에서 주로 발생(55%)되며,
사고 원인은 주시태만(36%), 과속(30%), 졸음(27%) 순

사고 위치	사고 원인
	

〈 사고 발생 전경 〉

과속, 주시태만으로 인한 노즈부 충격흡수시설 파손	졸음운전으로 인한 노선 이탈

☞ 휴게소 진입차량의 과속, 주시태만, 졸음 등을 방지할 수 있는 진입부 안전시설 개선 필요

Ⅲ 휴게소 진입부 안전시설 설치 기준 및 현황

□ 안전시설 설치 기준 (설계처-2424, 2011. 10. 10)

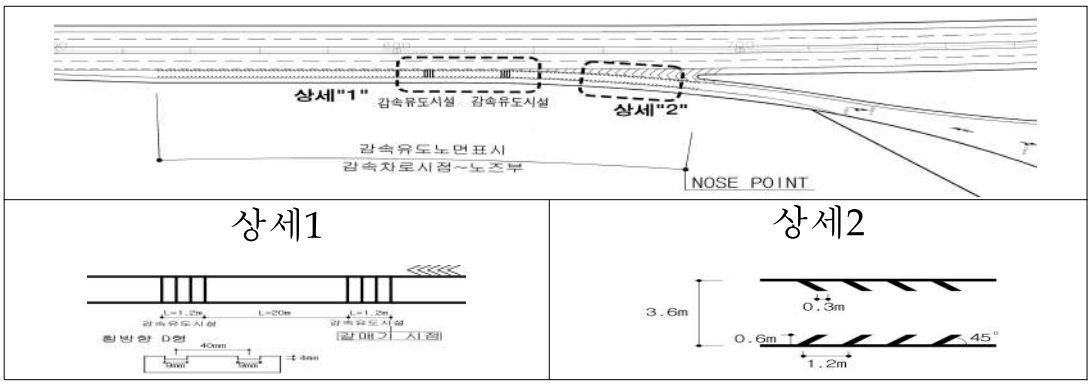
o 감속차로~진입 연결로 시점(노즈부)

- 감속차로 시점부에 최고속도제한 표지 설치 (1개소)

  ※ 휴게소 연결로 설계속도 40km/h

- 진입 노즈부에 충격흡수시설, 장애물 표적표지 설치 (각 1개소)
- 횡방향 그루빙(감속차로 구간) 설치 (2개소)
- 속도감속 유도 노면표시 (감속차로~노즈부 구간)

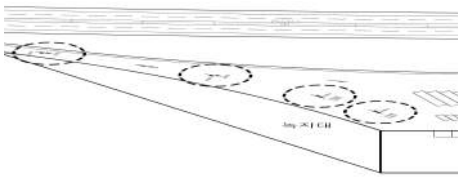
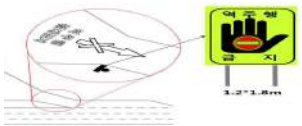
〈 개 요 도 〉



o 진입 연결로(노즈부 ~ 광장부 시점) 구간 : 별도 기준 없음

o 광장 진입 접속부

- 대형차, 소형차 경로 안내를 위한 방향안내 노면표시 설치 (4개소)
- 역주행이 예상되는 휴게소는 시점부에 역주행 안내표지 설치 (1개소)

방향안내 노면표시	역주행 금지 표지
	 ※ 교통처-1839호(2013.4.27)

□ 안전시설 설치 현황

o 최고속도 제한표지

- 미설치 구간이 다수 존재(47%)하며, 변이구간에 “천천히” 표지 다수 미설치
- 일부 휴게소 감속차로는 최고제한속도를 ‘30’, ‘50’, ‘60’ 운영

표지 미설치	60km/h	천천히

o 노면표시

- ‘천천히’, ‘휴게소’ 등의 노면표시 일부 설치
- 속도감속 유도표시 및 가상(평면형) 과속방지턱 일부 설치

‘천천히’ 노면표시	‘휴게소’ 노면표시	속도감속 유도표시	가상 과속방지턱

o 기타 안전시설

- 충격흡수시설, PE드럼, 경광등, 장애물 표적표지 등 설치

충격흡수시설, PE드럼	경광등, 장애물 표적표지

☞ 진입부마다 안전시설물 설치 상이로 표준화 필요

Ⅳ 휴게소 진입부 안전시설 개선 대책

□ 감속차로~진입 연결로 시점 (노즈부)

① 감속차로 최고속도는 40km/h 통일, 감속차로 중간부에 '40' + '천천히' 표지판 설치 (1개소)

※ 신규설치 시 표지판은 가로등 지주에 부착, 기 설치된 속도제한표지 '30', '50', '60'은 '40'으로 교체

② '휴게소', '천천히' 노면표시 설치 (2개소)

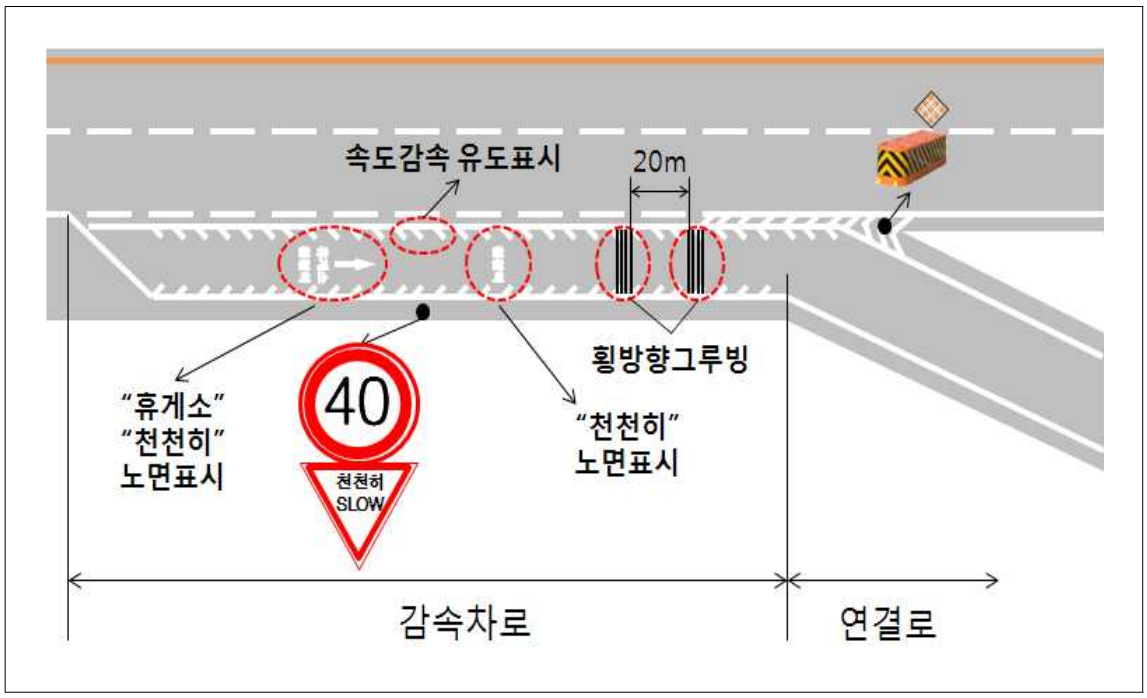
③ 횡방향 그루빙 설치 (2개소)

④ 노즈부(안전지대) 충격흡수시설, 장애물 표적표지 설치 (각 1개소)

※ 충격흡수시설은 연차적으로 예산 반영 중

⑤ 속도감속 유도 노면표시 설치

〈 감속차로 구간 안전시설 설치 개요도 〉



□ 진입 연결로 구간 (노즈부 ~ 광장 진입 접속부)

o Type - 1 (광장부까지 연결로 존재)

① 광장부까지 감속유도를 위해 최고속도는 30km/h로 통일, 연결로 중간부에 '30' + '천천히' 표지판 설치 (1개소)

※ 가로등 지주에 부착

② 횡방향 그루빙(2개소), 가상(평면형) 과속방지턱(1개소) 및 안내표지(1개소), '천천히' 노면표시(1개소) 설치

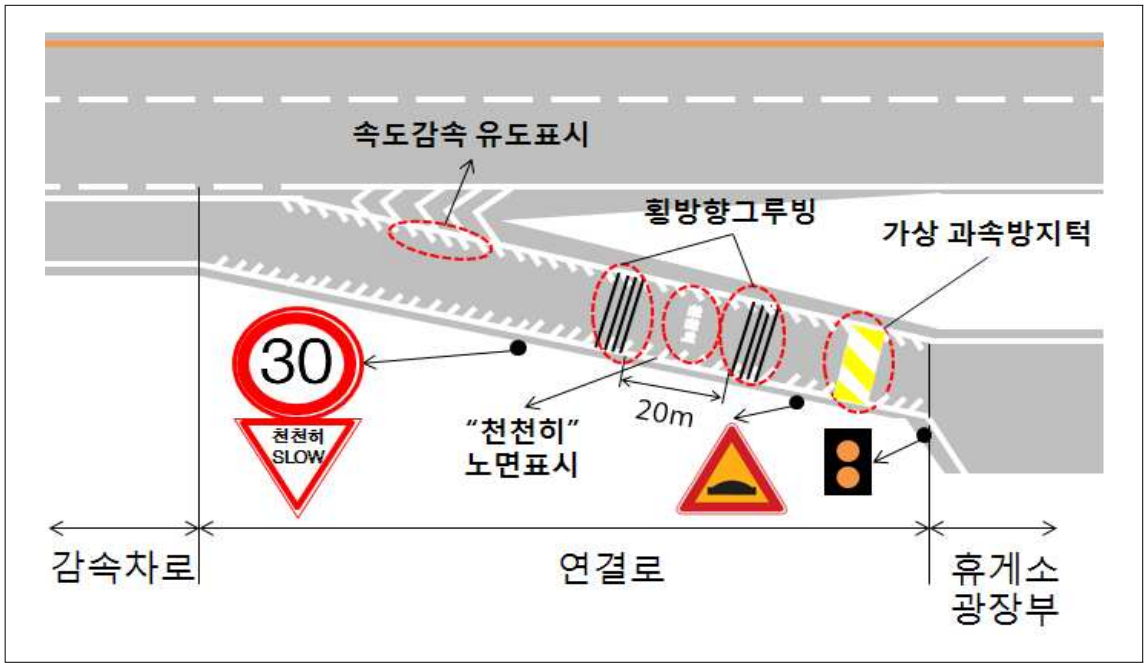
※ 연결로 길이에 따라 설치 개수 탄력적 적용 가능

③ 속도감속 유도 노면표시 설치

④ 연결로 종점부에 점멸식 신호등 1개소 설치

※ 필요시 설치, '안개등' 유용 가능

〈 Type-1 안전시설 설치 개요도 〉



o Type - 2 (노즈부에서 광장부로 바로 진입)

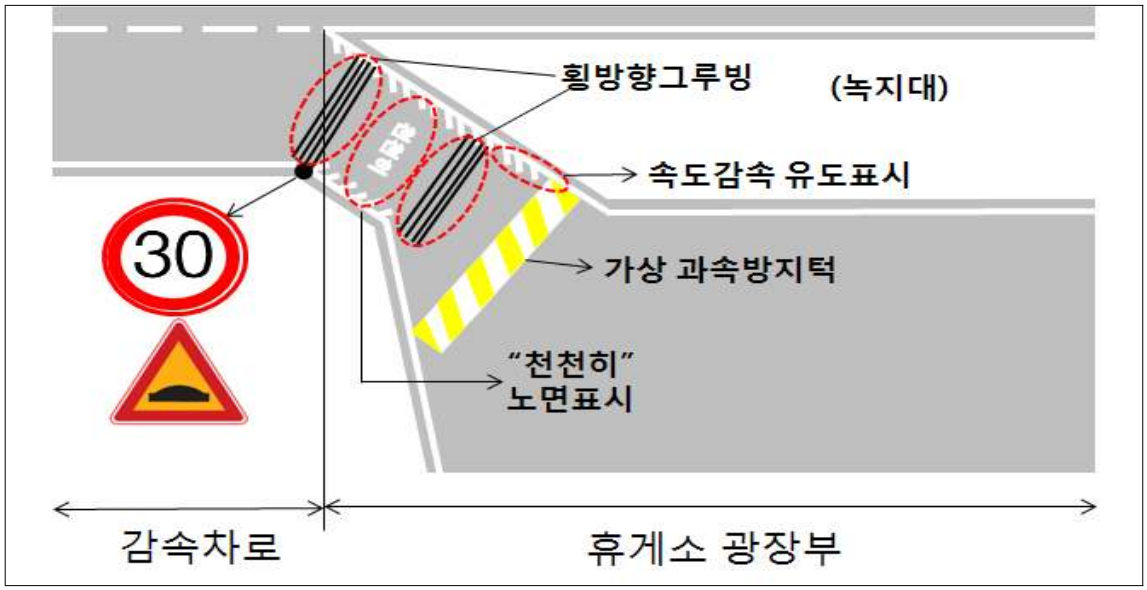
① 노즈부에 최고속도제한 '30' 및 과속방지턱 안내 표지판 설치 (1개소)

② 광장부 전방에 횡방향 그루빙(2개소), '천천히' 노면표시 설치 (1개소)

③ 속도감속 유도 노면표시 설치

④ 광장부 진입부에 가상(평면형) 과속방지턱(1개소) 설치

〈 Type-2 안전시설 설치 개요도 〉



□ 광장 진입 접속부

① 광장부 시점 주차구획 제거 및 안전지대 설치

당 초	개 선

※ 주차구획 제거시 휴게소 여유 부지 내 재설치

② 광장부 방향안내 노면표시, 횡단보도, 과속방지턱 설치

※ 광장부 내 횡단보도 및 과속방지턱은 현장여건에 맞춰 설치

③ 역주행이 우려되는 휴게소는 진입 금지·역주행 금지 안내표지 및 노면표시 설치 ※ 교통처-1839호(2013.4.27)

〈 광장 진입 접속부 안전시설 설치 개요도 〉

V 협조 및 조치 사항

□ 설계·공사 중 노선 [설계처, 건설처]

o 휴게소 진입부 안전시설 설계·공사 시 본 방침 적용

□ 공용 중 노선 [지역본부(지사)]

o 속도제한표지, 노면표시, 가상 과속방지턱 등 안전시설물 보완 (도로보수비 집행)

o 노즈부 충격흡수시설은 중장기 사업으로 단계적 설치

붙 임 #2

역주행 금지 표지 및 가상 과속방지턱 설치규격

역주행 금지 표지 (교통처-1839호, 2013.4.27)

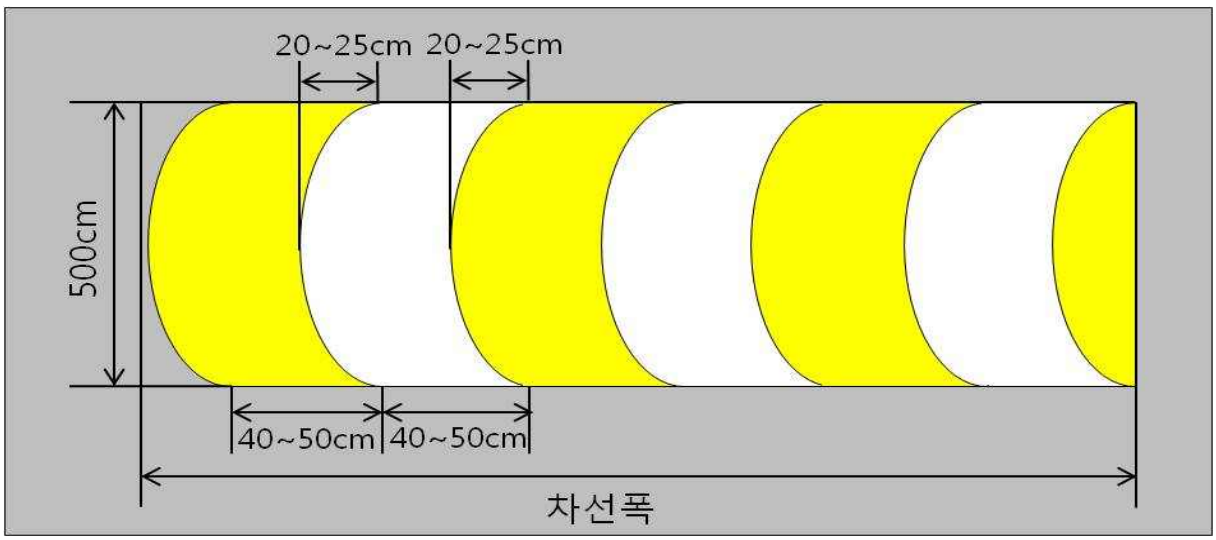
< 규 격 >

1,200mm * 1,800mm

(색상) Yellow Green

(반사지) 고휘도 반사지 이상

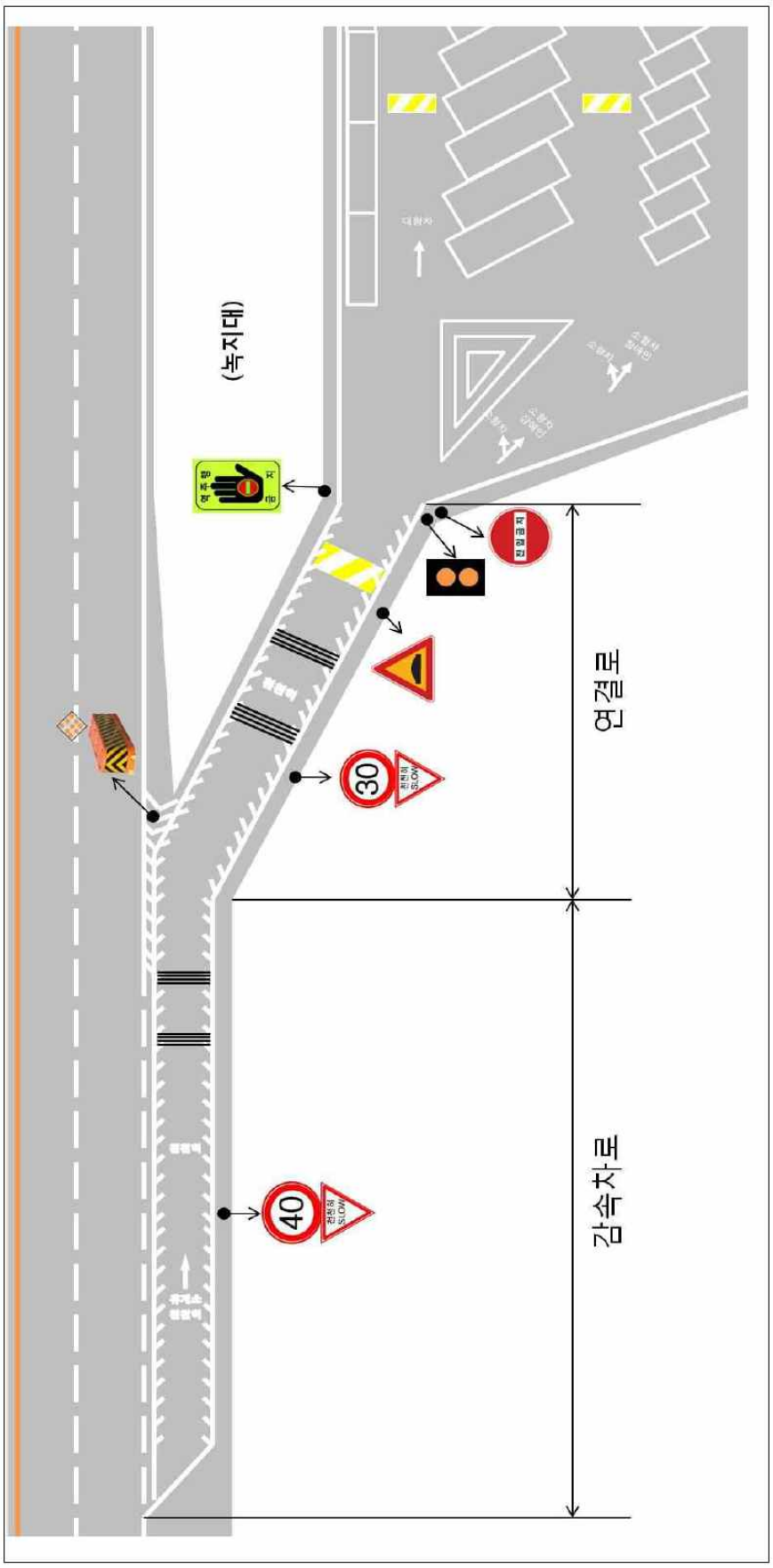
가상(평면형) 과속방지턱



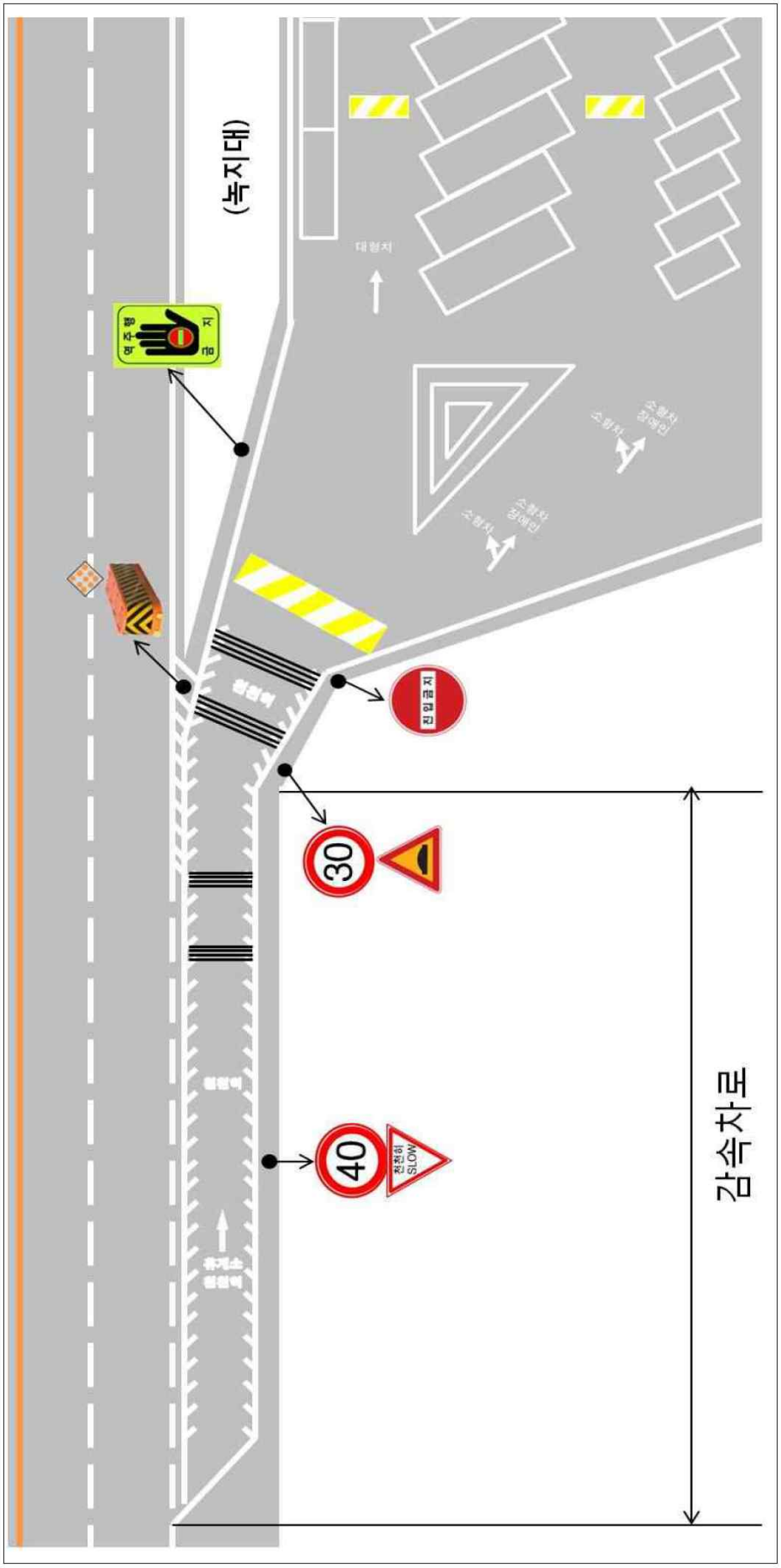
붙 임 #3

휴게소 진입부 안전시설 설치도

□ Type - 1 (광장부가지 연결로 존재)



□ Type - 2 (노즈부에서 광장부 바로 진입)



3-1 토목섬유보강재(크리프 파단)
감소계수산정 적용 기준 검토

녹색환경처-1747
(2013. 4. 25)

Ⅰ 검토 목적

토목섬유 보강재의 인장강도 산정시 필수적인 크리프 감소계수 산정을 위해 현장 적용기준 마련

※ 보강토옹벽 "감사원 이송민원 조사"관련 지적사항 조치요구 (감사실, 2012. 8)
토목섬유 보강재의 장기 크리프시험은 국내시험기관(1개소)이 제한적이며, 시험기간(약2년)이 길고 시험비용도 고가로 시행이 어려워 시험법의 종류, 특징, 적용성 등을 면밀히 조사하여 실효성 있는 시험법 적용기준 마련

Ⅱ 현실태

□ 크리프 감소계수는 **일반 크리프시험**과 **가속시험을 병행**하여 산정토록 규정(KS)되어 있으나,

o 일반 크리프시험은 시험기간이 장기간 소요(최소 2년)되어, 시간 단축이 가능한 **가속시험(2개월)만 시행**

□ 우리공사 적용 기준 (건설계획처-1759, 2010. 6.18)

o 크리프 파단에 대한 감소계수는 재료별로 공인된 시험 결과 값 이용

o 공인된 시험 결과 값이 없는 경우에는 아래 기준 적용

※ 크리프 감소계수 【도로설계편람, 2000년】

폴리머 종류	크리프 감소계수	비 고
폴리에스테르(PET)	2.5 ~ 2.0	
폴리프로필렌(PP)	5.0 ~ 4.0	
폴리에틸렌(PE)	5.0 ~ 2.5	

Ⅲ 검토 내용

□ 일반 크리프시험은 시험기간이 최소 2년이상 소요되고, 공인시험기관이 제한적 【FITI 시험연구소】 여건으로 **현 시점에서 실효성이 떨어짐**

o 금번 개정된 국토부 지침에서도 일반 크리프시험과 가속시험을 병행한 시험방법 이외에 가속시험을 통해 감소계수 산정이 가능하도록 예외 조항 신설 (발주처 판단)

※ 보강토옹벽 설계, 시공 및 유지관리 잠정지침 (국토부 기술기준과-242, 2013. 1. 15)
1.3 토목섬유보강재의 인장강도 감소계수 산정
(2) 크리프 파단에 대한 감소계수(RF_{CR}) : 산정방법은 KS K ISO 20432에 따른다. 단 발주자와 협의하에 KS K ISO 20432에 제시된 시간-온도 중첩법(TTS) 및 단계등온법(SIM)을 이용하여 산정할 수 있다. 이 때 시험결과값이 앞서 기술한 참조값의 최소값보다 작은 경우에는 참조값을 적용한다.

□ 공인시험 미 실시에 따른 일반값 【도로설계편람, 2000년】 적용시 사용자재의 품질성능 확인이 곤란하므로 공인시험 시행 필요

Ⅳ 검토 결론

□ 크리프 감소계수는 **공인시험을 통해 산정된 결과값 적용**

o 공인시험은 **KS규정** 【KS K 20432】 에 제시된 **시험방법(일반크리프시험 및 가속시험 병행)을 적용하여 산정**할 수 있으며,

o 국토부 잠정지침을 반영 **가속시험법*도 적용 가능**

□ 가속시험법에 의해 산정된 결과값이 아래 참조값의 최소값보다 작은 경우에는 참조값 적용

【크리프 감소계수 참조값, 보강토옹벽 설계, 시공 및 유지관리 잠정지침 (국토부, 2013)】

폴리머 종류	크리프 감소계수	비고
폴리에스테르(PET)	2.5 ~ 1.6	
폴리프로필렌(PP)	5.0 ~ 4.0	
폴리에틸렌(PE)	5.0 ~ 2.6	

* 시간-온도 중첩법(TTS), 단계등온법(SIM)

□ **반입재료 품질관리기준 개선** 【국토부 잠정지침 반영, 붙임#2】

주요 내용	단 위	당 초	개 선	비 고
시험주기 강화	㎡당	10,000	1,000	

Ⅴ 향후 계획

□ 적 용 : 시행 즉시

□ 전문시방서, 품질 및 시험기준 개정 시 반영

붙 임 : 1. 크리프 강도감수계수 산정시험 개요.
2. 전문시방서, 고속도로 공사용 건설재료 품질 및 시험기준 개정. 끝.

붙 임 #1

크리프 강도감소계수 산정시험 개요

□ 시험법 개요

시험구분	일반크리프시험	온도 가속시험	
		온도 가속 + TTS원리	단계등온시험 (SIM)
국가별 표준	KS K ISO 13431 ISO 13431 ASTM D 5262	-	RS-FITI-2012-023 ASTM D6692 GRI-GS10
시험방법	상온에서 시험하중을 달리하여 시험	여러 개의 시편에 대하여 온도와 하중을 달리하여 시험	한 개의 시편에 대하여 온도를 증가시키면서 시험
장 단 점	- 실제 크리프 거동 - 시험시간 과다 (최소 2년) - 설계수명 10년 추정	- 시간온도 중첩원리 - 시간단축 (6개월) - 시험시편 많이 필요 - 설계수명 100년 추정	- 시간온도 중첩원리 - 시간단축 (2개월) - 설계수명 100년 추정

□ 크리프 감소계수 산정 방법 (KS규정)

적용기준	주요 내용
KS K ISO/TR 20432	**o 토목섬유의 장기설계인장강도 결정방법 규정** $T_D = \frac{T_{char}}{f_s}\left[\frac{1}{RF_{CR}\times RF_{ID}\times RF_W\times RF_{CH}}\right]$ **o 크리프 강도감소계수(RF_{CR})의 결정방법** ·ISO 13431 시험방법 (일반 크리프 거동 시험) 이용 - 최소 10,000hr까지 시험, 100~1000hr 구간 4개 파단, 1000~10000hr 4개 파단 자료 · 장시간 rupture 시험자료는 온도가속+TTS원리 또는 SIM(ASTM D6992)적용 · SIM을 이용하는 경우는 일반 크리프시험 결과와 일치하는지 확인 필요 - 일반 크리프 시험자료만 이용하여 2000, 10000시간에서 구한 RF_{CR}값과 SIM시험결과만을 이용하여 동일시간에서 구한 RF_{CR}값의 차이가 0.15미만인 경우 일반크리프 시험자료와 SIM시험결과를 합쳐서 최종적인 RF_{CR}값을 산정 - 만약, 차이가 0.15이상이 발생하는 경우는 일반크리프 시험자료만 이용해야 하며 추가적인 시험자료 필요함

붙 임 #2

□ 전문시방서, 고속도로 공사용 건설재료 품질 및 시험기준, 개정

○ 전문시방서 개정(안)

- 제4장 비탈면 안정공사 (2012)/4-4-3 패널식보강토옹벽, 4-4-4 블록식 보강토 옹벽

<table>
<tr><td>현행
(2013)</td><td>표 4-4-3-1 품질기준
<table>
<tr><th>구분</th><th colspan="2">재료기준</th><th>비고</th></tr>
<tr><td>섬유보강재</td><td>인장강도</td><td>설계구조
계산서</td><td>KS K ISO 10319
장기설계인장강도에 해당하는 변형율 5% 이내</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>개정
(안)</td><td>표 4-4-3-1 품질기준
<table>
<tr><th>구분</th><th colspan="2">재료기준</th><th>비고</th></tr>
<tr><td>섬유보강재</td><td>인장강도</td><td>설계구조
계산서</td><td>KS K ISO 10319
(1) 강도감소계수 확인
(2) 인장변형율 5%이내에서 장기인장강도에 해당하는 인장강도 발현</td></tr>
</table></td></tr>
</table>

○ 고속도로 공사용 건설재료 품질 및 시험기준 개정(안)

- 부대공 /18.보강토옹벽

현행 (12차)

o 블록식 보강토 옹벽의 재료기준

구 분	재료기준		시험주기	비고
블럭식	압축강도	최소 28MPa이상	전면면적 10,000㎡당 임의 3개	KS F2405, KS F2422, KS F4416
	흡수율	7% 이하		KS F4004
	치수오차	높이 ±1.6mm 이하 폭 ±3.2mm 이하		
섬유 보강재	인장강도	설계 구조계산서 (참고*1)	전면면적 10,000㎡당 3개 시편	KS K ISO 10319 (장기설계인장강도에해당하는 변형율 5%이내)
금속보강재	인장강도	설계 구조계산서	전면면적 10,000㎡당 3개 시편	KS B 0802
	아연도금	86μm(610g/m2)이상 (참고*2)		KS D 0201

(참고*1) 장기설계인장강도 산정을 위한 감소계수 적용내용 확인)
(참고*2) 참고: 금속보강재의 아연도금두께는 아연도 강관의 최소도금양 610g/m^2를 준용하여 적용함)

o 패널식 보강토 옹벽의 재료기준

구 분	재료기준		시험주기	비고
프리캐스트 콘크리트 패널	압축강도	최소 30MPa이상	전면면적 10,000㎡당 임의 3개	KS F2405, KS F2422
	치수오차	폭 및 높이 ±5mm 대각선 방향 길이 ±13mm		
섬유 보강재	인장강도	설계 구조계산서 (참고*1)	전면면적 10,000㎡당 3개 시편	KS K ISO 10319 (장기설계인장강도에 해당하는 변형률 5% 이내)
금속보강재	인장강도	설계 구조계산서	전면면적 10,000㎡당 3개 시편	KS B 0802
	아연도금	86μm(610g/m2)이상 (참고*2)		KS D 0201

(참고*1) 장기설계인장강도 산정을 위한 감소계수 적용내용 확인)
(참고*2) 참고: 금속보강재의 아연도금두께는 아연도 강관의 최소도금양 610g/m^2를 준용하여 적용함)

o 보강토옹벽 뒷채움재료

- 품질기준 : 보강토옹벽 뒷채움 흙의 적합 조건

(1) 최대입경 19mm이하, #200통과량 15%이하, 소성지수6이하, 내부마찰각 25°이상 (지오그리드에 대한 시공감소계수 미적용 가능)

(2) 다음의 표를 만족하는 재료 사용가능

체번호	체눈금크기 (mm)	통과중량 백분율(%)	비고
	53	75~100	
	19	75~100	
No. 4	4.75	20~100	
No. 40	0.425	0~60	
No. 200	0.075	0~15	
예외규정:No.200통과량 15%이상인경우	0.015	10이하	
	0.015	10~20	내부마찰각25°이상 소성지수(PI) 6이하

※ 단, (2)의 재료를 사용하는 경우, 시공시 지오그리드 손상에 대한 감소계수를 설계에서 고려하여야 함. 금속재료를 보강재로 사용하는 경우는 부식두께를 고려하고 있으므로 뒤채움 재료조건은 상관 없음

개정(안)

o 블록식 보강토 옹벽의 재료기준

구 분	재료기준		시험주기	비고
블럭식	압축강도	최소 28MPa이상	전면면적 1,000㎡당 임의 3개	KS F2405, KS F2422, KS F4416
	흡수율	7% 이하		KS F4004
	치수오차	높이 ±1.6mm 이하 폭 ±3.2mm 이하		
섬유 보강재	인장강도	설계 구조계산서 (참고*1)	전면면적 1,000㎡당 3개 시편이상 (참고*3)	KS K ISO 10319 인장변형율 5%이내에서 장기 인장강도에 해당하는 인장강도 발현(참고*4)
금속보강재	인장강도	설계 구조계산서	전면면적 1,000㎡당 3개 시편이상	KS B 0802
	아연도금	86μm(610g/m2)이상 (참고*2)		KS D 0201

(참고*1) 장기인장강도 산정을 위한 감소계수 적용내용 확인)
- 크리프 강도감소계수는 공신력 있는 시험기관(국·공립시험기관, 품질검사전문기관 등)에서 수행한 시험결과(시험성적서 등) 확인 (확인절차 : 녹색환경처-4431, 2011. 11. 23 참조)

(참고*2) 참고: 금속보강재의 아연도금두께는 아연도 강관의 최소도금양 610g/m^2를 준용하여 적용함)
(참고*3) 적용된 보강재의 인장강도가 다양한 경우, 각 인장강도별로 3개 이상의 시편을 채취하여 인장강도시험을 실시한다.(예를 들어, 지오그리드 보강재가 적용되었다면, 각 인장강도별로 폭 20cm에 해당하는 시편 3개 이상에 대해 광폭인장강도시험을 실시한다)
(참고*4) 작은 인장강도에서 큰 인장변형이 발생하는 보강재는 벽체의 과도한 수평변위를 유발할 수 있다. 따라서 보강재에 대한 인장강도시험 결과 인장변형률 5%에 해당하는 인장강도가 설계시에 강도감소계수를 적용하여 산정한 장기인장강도 보다 작은 보강재는 사용을 지양한다.)

o 패널식 보강토 옹벽의 재료기준

구 분	재료기준		시험주기	비고
프리캐스트 콘크리트 패널	압축강도	최소 30MPa이상	전면면적 1,000㎡당 임의 3개	KS F2405, KS F2422
	치수오차	폭 및 높이 ±5mm 대각선 방향 길이 ±13mm		
섬유 보강재	인장강도	설계 구조계산서 (참고*1)	전면면적 1,000㎡당 3개 시편이상 (참고*3)	KS K ISO 10319 인장변형율 5%이내에서 장기 인장강도에 해당하는 인장강도 발현(참고*4)
금속보강재	인장강도	설계 구조계산서	전면면적 1,000㎡당 3개 시편이상	KS B 0802
	아연도금	86μm(610g/m2)이상 (참고*2)		KS D 0201

(참고*1) 장기인장강도 산정을 위한 감소계수 적용내용 확인)
- 크리프 강도감소계수는 공신력 있는 시험기관(국·공립시험기관, 품질검사전문기관 등)에서 수행한 시험결과(시험성적서 등) 확인 (확인절차 : 녹색환경처-4431, 2011. 11. 23 참조)

(참고*2) 참고: 금속보강재의 아연도금두께는 아연도 강관의 최소도금양 610g/m^2를 준용하여 적용함)
(참고*3)적용된 보강재의 인장강도가 다양한 경우, 각 인장강도별로 3개 이상의 시편을 채취하여 인장강도시험을 실시한다.(예를 들어, 지오그리드 보강재가 적용되었다면, 각 인장강도별로 폭 20cm에 해당하는 시편 3개 이상에 대해 광폭인장강도시험을 실시한다)
(참고*4)작은 인장강도에서 큰 인장변형이 발생하는 보강재는 벽체의 과도한 수평변위를 유발할 수 있다. 따라서 보강재에 대한 인장강도시험 결과 인장변형률 5%에 해당하는 인장강도가 설계시에 강도감소계수를 적용하여 산정한 장기인장강도 보다 작은 보강재는 사용을 지양한다.)

o 보강토옹벽 뒤채움재료

- 품질기준 : 보강토옹벽 뒤채움 흙의 적합 조건

체눈금크기(㎜) (체번호)	통과중량백분율(%)	비고
102	100	
0.425 (No. 40)	0 ~ 60	
0.075 (No. 200)	0 ~ 15	

* 예외규정 : No.200 통과율이 15% 이상이더라도 0.015㎜ 통과율이 10% 이하이거나 또는 0.015㎜ 통과율이 10~20%이고 전단저항각이 25° 이상이며 소성지수(PI)가 6이하면 사용이 가능하다.
* 뒤채움 재료의 최대 입경은 102mm까지 사용할 수 있으나, 뒤채움 재료의 시공손상 평가를 위한 시공강도감소계수 산정은 현장 내시공성시험을 실시하여 산정한다.
* 시공손상에 대한 감소계수 산정시 기존 지침(기술심사실-1155, 2008.06.09)에 제안된 뒤채움재료와 지오그리드 보강재 2종(PET+PVC코팅, HDPE)을 사용하여 시공할 경우 기존 지침의 제안값을 시공손상 감소계수로 적용할 수 있다.

* 금속재료를 보강재로 사용하는 경우는 부식두께를 고려하고 있으므로 뒤채움 재료조건은 상관 없음

4-1 길어깨 하부 맹암거 및 종배수관 설계 개선

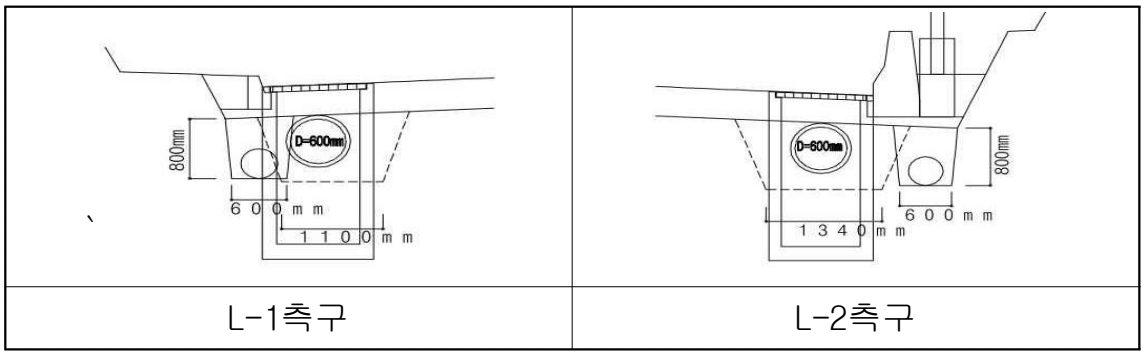
기술심사처-1738
(2013. 7. 19)

Ⅰ 추진배경

☐ 설계VE 아이디어 제안의 질적·양적 한계에 따라 **과거 낮은 등급의 기술제안**을 재검토하여 **확대 적용성** 검토

〔관련근거〕 **'기술제안 가치화방안'**(2012.2.27.기술심사처)
- 새로운 제안만으로는 제안의 질적 · 양적 성장에 한계
- 우수 제안과제 채택 후 추진미비 및 잊혀진 기술제안의 확산강화

☐ L형측구 하단부 도로 종방향으로 설치되는 **배수관과 맹암거의 근접 시공**에 따라 시공방법 및 장비 작업성을 고려하여 개선필요



L-1측구	L-2측구

Ⅱ 추진경위

☐ 2007. 10. 수도권 건설사업단 실시제안 (8등급)
- o 맹암거 터파기 작업폭 부족으로 과다절취 발생
- o 종배수관과 맹암거를 통합시공하고 맹암거를 60~70cm위치이동

☐ 2011. 08. 삼척속초 건설사업단 실시제안 (6등급)
- o 맹암거 터파기를 위해 과다절취로 하부가 불안정하여 붕괴

☐ 2012. 02. 기술제안 가치화 방안 수립 (기술심사처)
- o 제안과제 실무적용 확대를 통한 성과확산 및 창의적 문화정착
- o 실행력 및 성과도출 가능성이 있는 제안과제 선정
  - 교량 난간 방호벽 콘크리트 강도 개선 등 10건의 기술검토과제 선정

Ⅲ 현황 및 문제점

□ 설계기준

o **도로설계요령**

- 맹암거의 설치위치는 땅깎기부의 길어깨, 편절·편성 및 절·성 경계부, 용수 다발지역에 설치
- 땅깎기 비탈면에 설치하는 맹암거는 비탈면에 용수가 있을 때 설치하며 부직포를 사용하지 않는 맹암거 설치

o **종배수관 터파기 수량산출기준 변경** (1994.7.26. 설계처)

- 터파기 높이를 노상마무리면과 종배수관 상단을 일치

o **산지부 적용기준 맹암거 규격 확대** (2007.11.28. 설계처)

- 규격 확대(단면 : 400×500×600→600×700×800, 유공관 : 200→400)

o 맹암거표준도(200.4), 종배수관 및 면벽(2.008)

□ 현 황

o **설계단계**(함양~울산)

- 맹암거와 종배수관 간섭으로 **종배수관을 위치이동**하여 설계
- 맹암거와 종배수관 별도 수량 산출(터파기 **수량 중복**)

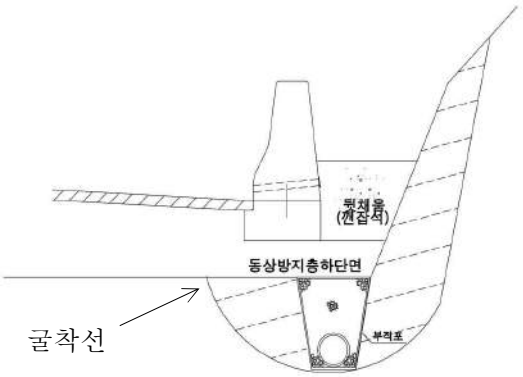
o **시공단계**(10개 사업단)

- 맹암거 설계단면 형성 및 터파기가 어려워 **위치**를 길어깨측으로 **이동 후 통합 터파기** 시공
- 맹암거 설계단면을 형성하기 위해 L측구 뒤채움부까지 깎기 시공
- 집수정 설치 부분이 아닌 구간은 종배수관을 이격하여 시공

□ 문제점

o 맹암거 설치를 위한 종방향 굴착 터파기시 백호우 바퀴 정위치를 위한 **작업공간 협소**로 횡방향 굴착에 의한 **과다절취** 발생

o 과다 절취부는 쐐기파괴 발생, 절리 및 풍화구간은 사면 불안정

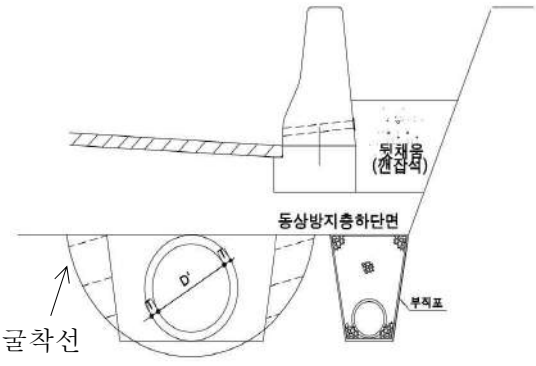


맹암거 굴착

전 경

o 절토부 종배수관과 근접하여 맹암거를 시공함에 따라 **터파기 2회 시행**으로 **작업성이 불량**하고 현장마다 시공방법이 상이함.

o 종배수관과 맹암거 전체를 터파기 시행(폭 과다)하거나 붙여서 시공



종배수관 굴착

전 경

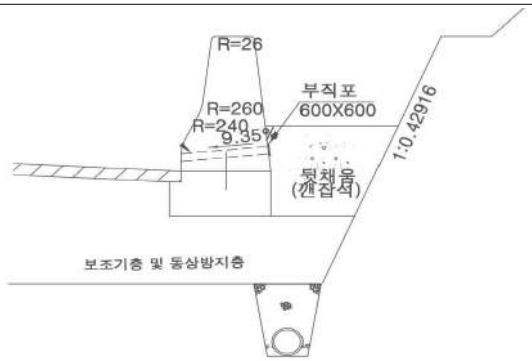
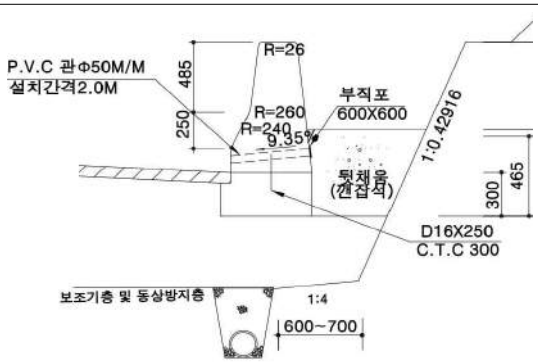
o 종배수관과 맹암거 높이차로 인한 **지하 배수불량** 발생

Ⅳ 개선방안 검토

□ 맹암거 단일 시공구간

o 장비 작업성(바퀴 폭)을 고려하여 맹암거 **설치위치 조정**

- L-2,3 측구 : 맹암거 위치를 사면절취 단부로부터 **60~70cm 조정**
- L-1 측구 : 바깥측(비탈면)으로 작업폭 확보(**60~70cm 조정**)

기 존(L-2)	개 선(L-2)
	

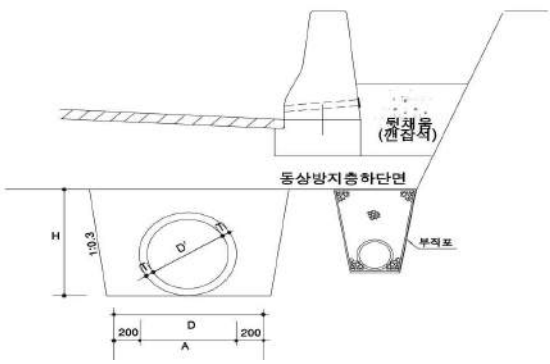
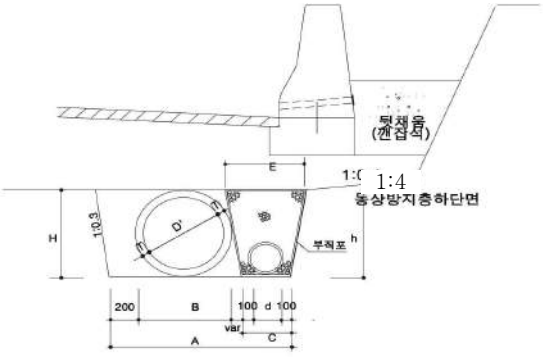
□ 맹암거+종배수관 시공구간

o 맹암거를 **종배수관측으로 이동**하여 **터파기 통합** 시공

o 종배수관 상단을 **동상방지층 하단에 일치**시켜 배수관 설치

* 종배수관 설치(터파기) 기준 변경[설일16210-121호(1994.7.26)]

o 종단경사로 인한 배수불량 구간 등 부득이 한 경우 현행대로 시공

기 존	개 선
	

□ **수리·구조검토**

o 맹암거 위치와 설치깊이 변경에 따른 **지하수**의 **거동 영향**은 **미미**한 것으로 분석됨(지하수 수치해석 결과)

o 종배수관 상부 토피가 40cm이상일 경우 **구조적**으로 **안정성 확보**

□ **효과 및 가치(V)분석**

o 터파기 통합작업으로 시공 효율성 증대 및 터파기량 감소

현 행	변 경	증 감(↓13%)
1.766(m^3/m)	1.529(m^3/m)	△0.237(m^3/m)

o 12개 사업단 적용시 : **15억원 절감 예상**

- 종배수관과 맹암거가 동일단면내 있는 개선대상연장 : 89km

o 가치(V)분석 : **24% 가치향상**

- 성능($P_{erformance}$) : 시공성 향상 등 5.4%향상
- 비용(C_{ost}) : 터파기 중복수량 배제 등 15% 향상

V 확대 시행방안

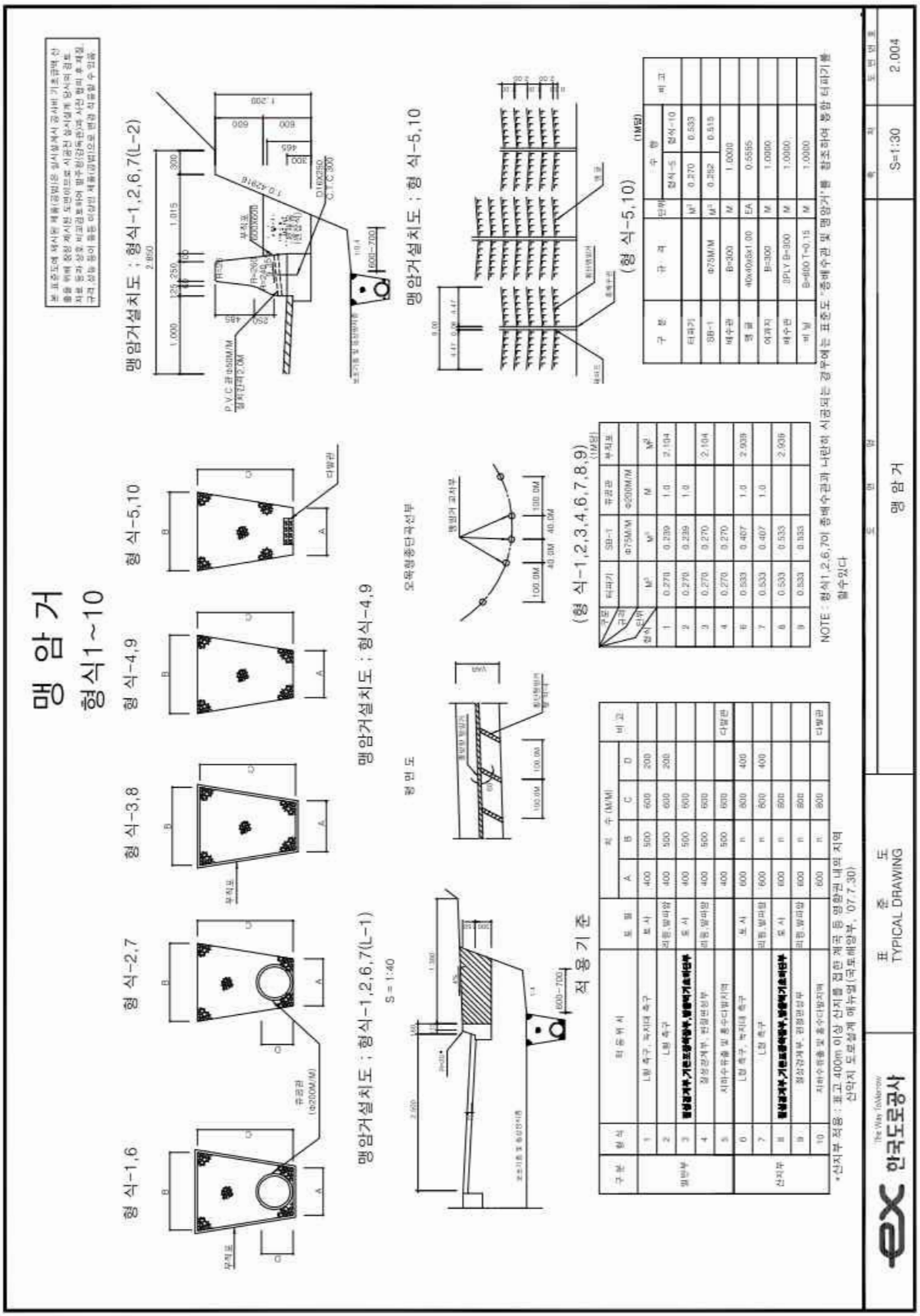
□ (설계중인 노선) 설계중인 노선 및 공사 미발주 노선은 개선안 적용

□ (시공중인 노선) 현장여건을 고려하여 공사주관(시행) 부서에서 적용 여부 판단

[붙 임] : 1. 맹암거(변경), 종배수관(변경), 종배수관 및 맹암거(신설) 관련 표준도 1부.
2. 시공 개요도 1부.

붙 임 #1

표준도(맹암거)-변경

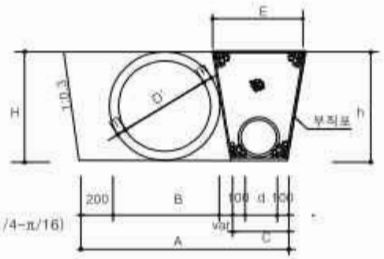


표준도(맹암거/종배수관)-신설

종 배 수 관 및 맹 암 거 (L/O/M)

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.

형식 1,2,6,7 (L/O/M)



1. 터 파 기
   (2A + 0.38H) X H/2
2. 되메우기
   터파기 - ($\pi B^2/4$)-(2d+0.4+0.16h)Xh/2-B^2(1/4-π/16)
3. 유효터 : 터파기 - 되메우기
   (터파기 - 되메우기)

□ 종배수관 재료표 (1M당)

	규 격 (M/M)	두 께 (M/M)	H (M/M)	B (M/M)	A (M/M)	터파기 (M^3)	되메우기 (M^3)	유효토 (M^3)	이음부 몰탈 (M^3)	이음부 수밀밴드 (개)	비 고
일반부	Φ 450	38	530	530	1,147	0.661	0.191	0.470	0.00095	0.4개	
	Φ 600	50	700	700	1,328	1.023	0.445	0.578	0.00126	0.4개	
	Φ 800	66	932	932	1,569	1.628	1.030	0.598	0.00480	0.4개	
	Φ 1,000	82	1,164	1,164	1,811	2.365	1.741	0.624	0.00594	0.4개	
	Φ 1,200	95	1,390	1,390	2,046	3.210	2.555	0.655	0.01024	0.4개	

(1M당)

	규 격 (M/M)	두 께 (M/M)	H (M/M)	B (M/M)	A (M/M)	터파기 (M^3)	되메우기 (M^3)	유효토 (M^3)	이음부 몰탈 (M^3)	이음부 수밀밴드 (개)	비 고
산지부	Φ 450	38	530	530	1,347	0.767	0.191	0.576	0.00095	0.4개	
	Φ 600	50	700	700	1,528	1.183	0.293	0.870	0.00126	0.4개	
	Φ 800	66	932	932	1,769	1.814	0.734	1.080	0.00480	0.4개	
	Φ 1,000	82	1,164	1,164	2,011	2.596	1.491	1.106	0.00594	0.4개	
	Φ 1,200	95	1,390	1,390	2,246	3.488	2.351	1.137	0.01024	0.4개	

NOTE : 본 표준도에 제시한 공장 제작관은 KSF4403의 원심력 철근콘크리티관의 경우로써 다른형식의 관(V.R관, PC Con'c)을 사용할 시에는 관련시방서를 참고하여 적용할 수 있다.

□ 맹암거 규격 (1M당)

규 격 (M/M)	C 일반	C 산지	E 일반	E 산지	h 일반	h 산지	d 일반	d 산지	비 고
Φ 450	400	600	500	700	530	530	200	400	
Φ 600	400	600	500	700	600	700	200	400	
Φ 800	400	600	500	730	600	800	200	400	
Φ 1,000	400	600	500	730	600	800	200	400	
Φ 1,200	400	600	500	730	600	800	200	400	

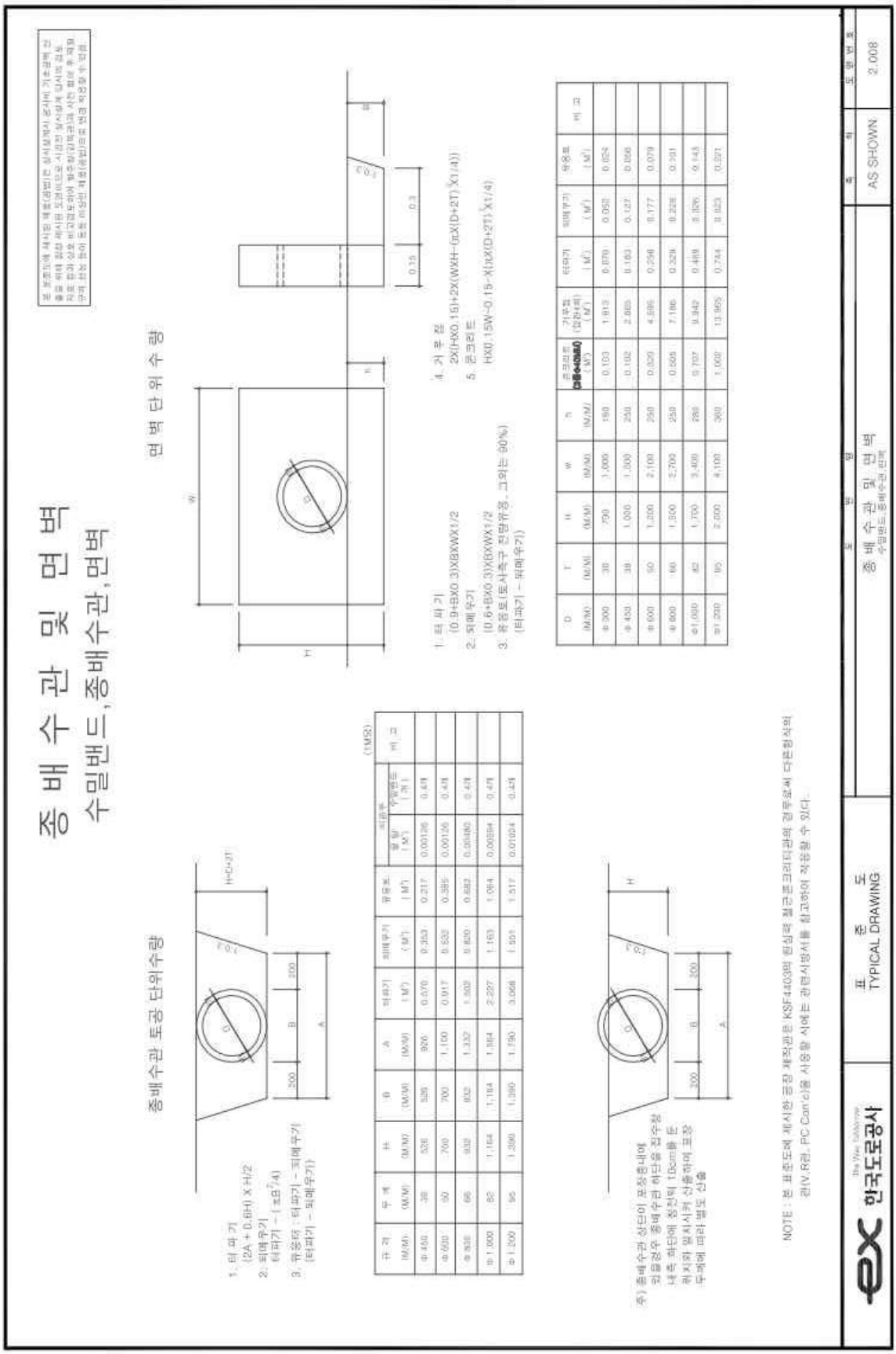
□ 맹암거 재료표 (1M당)

규 격 (M/M)	SB-1(Φ75mm) (M^2) 일반	SB-1(Φ75mm) (M^2) 산지	부직포(M^2) 일반	부직포(M^2) 산지	유공간(M) 일반	유공간(M) 산지	비 고
Φ 450	0.222	0.234	1.984	2.364	1	1	
Φ 600	0.265	0.356	2.104	2.704	1	1	
Φ 800	0.285	0.453	2.104	2.935	1	1	
Φ 1,000	0.311	0.479	2.104	2.935	1	1	
Φ 1,200	0.342	0.510	2.104	2.935	1	1	

NOTE : 1. 유공관 지름: 일반부는 Φ200이 산지부는 Φ400을 적용함
2. h의 최대높이: 일반부600, 산지부 800을 적용
3. 터파기 경사 : 좌측-종배수관 경사, 우측-맹암거 경사 적용

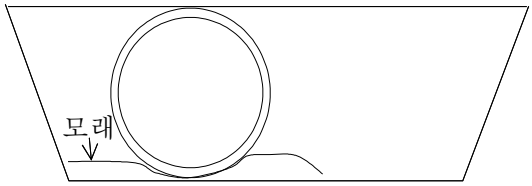
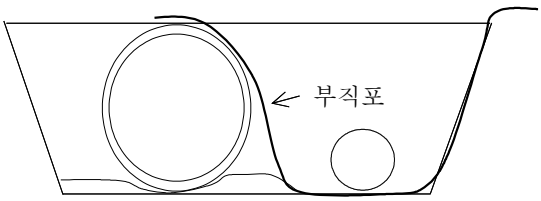
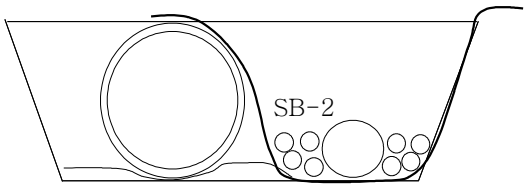
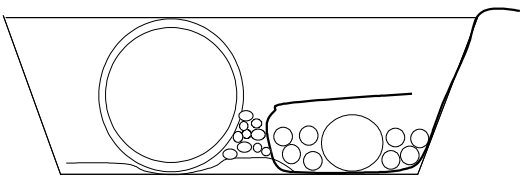
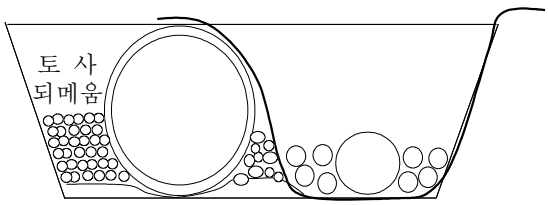
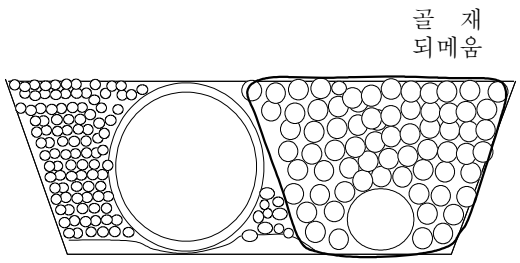
The Way To Morrow 한국도로공사	표 준 도 TYPICAL DRAWING	도 면 명	축 척	도면번호
		종 배 수 관 및 맹 암 거	AS SHOWN	2.005

표준도(종배수관및면벽)-변경



붙 임 #2

맹암거 및 종배수관 시공 개요도

① 종배수관 설치	② 부직포+맹암거 설치
	
③ 맹암거 골재 부설(하단)	④ 종배수관 및 맹암거 사이 골재채움
	
⑤ 토사 되메우기(50%)	⑥ 맹암거(100%)+토사(100%)
	

4-2 이상기후 및 제설환경을 고려한
콘크리트 소구조물 설계기준 개선

설 계 처-2328
(2013. 8. 1)

Ⅰ 검토배경

□ 최근 콘크리트의 **조기열화**로 인한 **내구성 저하**가 심각한 **사회문제로 대두**

o 2002년 이후 **습염식 제설방법 도입**과 최근 **염화칼슘 살포량**의 **급격한 증가**

o 이상기후로 인한 **기록적인 한파와 폭설**로 **반복적인 동해피해 발생**으로 콘크리트 구조물의 **열화발생 가속**

□ 제설제 사용량 증가와 동해피해 등으로 인한 **복합열화 피해 증가**에 따른 **콘크리트 소구조물의 내구성 강화 필요**

* 열화 : 기후, 환경 등 외부요인에 의해 구조물 재료의 성질이 변화되고, 내구성이 저하되는 현상

Ⅱ 그간 추진경위

□ **시멘트콘크리트 설계기준 강도 적용방안** (설계처, 2008)

▪ 타설 및 양생시 기온, 환경요소 등을 감안하여 **설계기준 강도 차등 적용**
- **특수지역** : 30MPa 이상, **일반지역** : 24MPa 이상

□ **콘크리트 배합기준 변경 적용** (설계처, 2009)

▪ 유지관리를 고려한 **생애주기를 감안**하여 **상향된 콘크리트 배합기준 적용**
▪ **특수지역** : 평균 **염화물사용량 5.2ton/lane-km/yr** 이상 구간 잠정 적용

□ **기계타설 소구조물 콘크리트 배합변경** (설계처, 2010)

▪ **노출환경 등급 지침**(도로교통연구원)
- 특수환경 노출 지역 : 원주 등 10개 지사, 인제 등 3개 지역

□ **폐유리 슬러지를 활용한 고내구성 소구조물 및 시인성 유도기술 개발 연구** (도로교통연구원, 2012)

▪ 산업부산물인 유리 연마슬러지, 폐유리 등을 혼입한 콘크리트 개발
- 내염 등 **콘크리트 내구성 증가**

Ⅲ 관련기준 및 문제점

1. 기계타설 소구조물 관련기준

□ 설계적용기준

o 일반지역 : 24MPa, 특수지역 : 30MPa

o 특수환경 노출지역 정의 (도로교통연구원, 2010)

구 분	내 용	비 고
정 의	① 일평균 기온 0℃ 이하 45일 이상, 일평균 최저 온도 -2℃이하 90일 이상 ② 연간 제설제 사용량이 13톤/2차선·km 이상 ③ 연간 누적 적설량 60cm 이상 ④ 연간 강설일수 14일 이상 ⑤ 노선의 해발 평균이 450m 이상	3개 항목 이상 포함, ①은 반드시 해당
적용지사	▪ 강원본부 : 원주, 대관령, 홍천, 제천, 충주 ▪ 충청본부 : 무주, 당진, 보은 ▪ 호남본부 : 남원, 진안	10개 지사

□ 콘크리트 내구성 관련 시방기준

o 콘크리트 표준시방서 (2009)

노출상태	보통골재 콘크리트 최대 물-결합재비	보통골재 콘크리트와 경량골재 콘크리트의 최소 설계기준압축강도 f_{ck}(MPa)
물에 노출되었을 때 낮은 투수성이 요구되는 콘크리트	0.50	27
습한상태에서 동결융해 또는 제빙화학제에 노출된 콘크리트	0.45	30
제빙화학제, 염, 소금물, 바닷물에 노출되거나 이런 종류들이 살포된 콘크리트의 철근부식방지	0.40	35

〈특수노출상태에 대한 요구사항〉

o 콘크리트 구조기준 (2012년)

노출 등급	최대 물-결합재비	최소 설계기준 압축강도 f_{ck}(MPa)
F0	-	21
F1, F2, F3	0.45	30

〈노출등급에 따른 내구성 허용기준〉

범주	등급		노출 조건
F (동결융해)	무시	F0	동결융해의 반복작용에 노출되지 않는 콘크리트
	보통	F1	간혹 수분과 접촉하고 동결융해의 반복작용에 노출되는 콘크리트
	심함	F2	지속적으로 수분과 접촉하고 동결융해의 반복작용에 노출되는 콘크리트
	매우심함	F3	제빙화학제에 노출되며 지속적으로 수분과 접촉하고 동결융해의 반복작용에 노출되는 콘크리트

〈동결융해 노출범주 및 등급〉

o 도로교 설계기준 (한계상태 설계법, 2012년 고시, 2015년 적용)

노출환경	부식									
	탄산화에 의한 부식				염화물에 의한 부식			해수의 염화물에 의한 부식		
	EC1	EC2	EC3	EC4	ED1	ED2	ED3	ES1	ES2	ES3
최소 콘크리트 강도 (MPa)	20	25	30		30		35	30	35	
노출환경	콘크리트의 손상									
	위험없음	동결/융해 침투			화학적 침투					
	E0	EF1	EF2	EF3/EF4	EA1	EA2	EA3			
최소 콘크리트 강도 (MPa)	12	30	25	30	30		35			

〈노출환경등급에 따른 최소 콘크리트강도 (MPa)〉

노출등급	환경조건	해당 노출등급이 발생할 수 있는 사례
		염화물에 의한 부식
ED1	보통의 습도	· 공기 중의 염화물에 노출된 콘크리트 표면
ED2	습윤, 드물게 건조상태	· 수영장 · 염화물을 함유한 공업용수에 노출된 콘크리트 부재
ED3	주기적인 습윤과 건조상태	· 염화물을 함유한 비말대에 노출된 교량부위 · 포장 · 주차장 슬래브
		동결/융해 침식
EF1	제빙화학제가 없는 부분 포화상태	· 비와 동결이 노출된 수직 콘크리트 표면
EF2	제빙화학제가 있는 부분 포화상태	· 동결과 공기 중 제빙화학제에 노출된 도로 구조물의 수직 콘크리트 표면
EF3	제빙화학제가 없는 완전 포화상태	· 비와 동결에 노출된 수평 콘크리트 표면
EF4	제빙화학제가 있는 완전 포화상태	· 제빙화학제에 노출된 도로와 교량 바닥판 · 제빙화학제를 함유한 비말대와 동결에 직접 노출된 콘크리트 표면 · 동결에 노출된 해양 구조물의 물보라 지역

〈환경 조건에 따른 노출 등급〉

2. 문제점

□ 이상기후에 따른 동절기 한파 및 강설 발생빈도 증가

o 최근 동절기 최저기온 저하와 저온현상 지속

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**
강수량(mm)	91.9	84.7	89.8	**139.3**
강수일수(일)	21.5	18.6	19.0	**25.5**
일최저기온 영하 10℃ 미만일수(일)	13.4	9.4	9.8	**18.4**

o 남부지역 이상저온 현상 발생 (2011~2012 동절기)

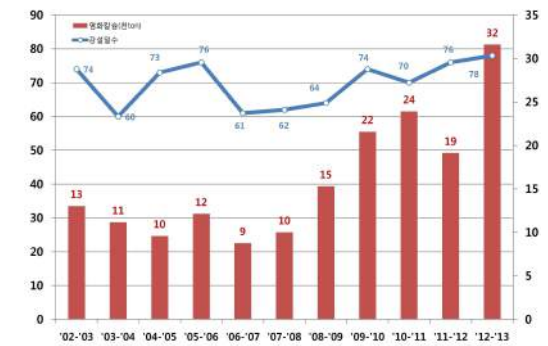
(단위 : ℃)

구 분	부산	통영	여수	목포
2011년	-12.8	-10.7	-10.4	-8.3
2012년	-9.9	-8.8	-9.2	-8.8
1월 평균기온 (1981~2010)	-0.6	-0.8	-0.8	-1.5

□ 습염식 제설방법에 따른 염화칼슘 사용량 증가

o 강설일수는 과거 10년 동안 크게 증가하지는 않았으나, **염화칼슘 사용량은 약 3배 증가**했으며,

o **기습강설 및 어는비**에 대비한 **예비살포**, 고객 요구수준 향상으로 **염화칼슘 사용량의** 지속적 **증가 추세**임



<강설일수 및 염화칼슘 사용 추이>

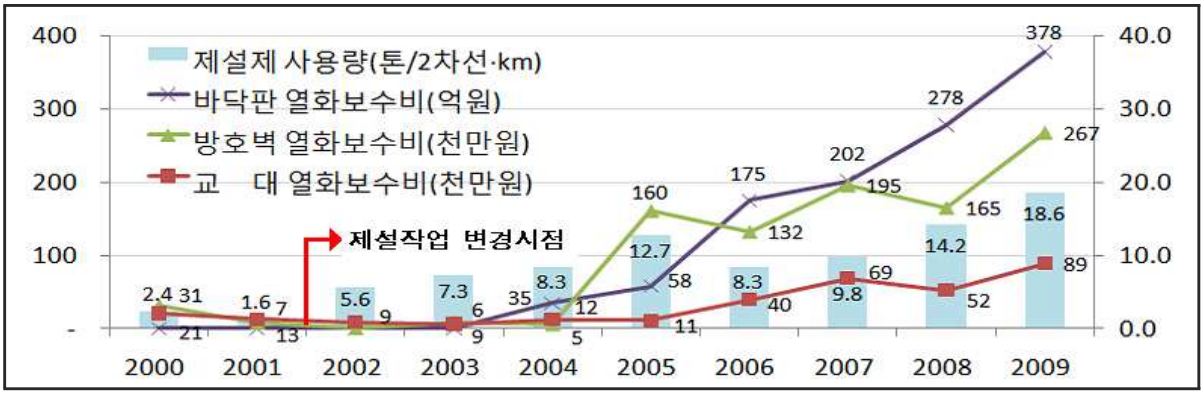
※ 제설방법 변경
- 살포식(모래+염화칼슘) → 습염살포

※ 습염살포(Pre-wetted salt spreading)
- 고체소금(70%) + 염화칼슘수용액(30%)을 혼합하여 살포하는 방식

☞ 융설·융빙시 염화칼슘 용액의 속효성과 소금의 지속성 향상

□ 제설염화물에 의한 피해 증가 (구조물처, 2010)

o 연평균 보수비용은 2004년 이후 꾸준히 증가 추세임



〈제설제 사용량 및 열화 보수비용 현황〉

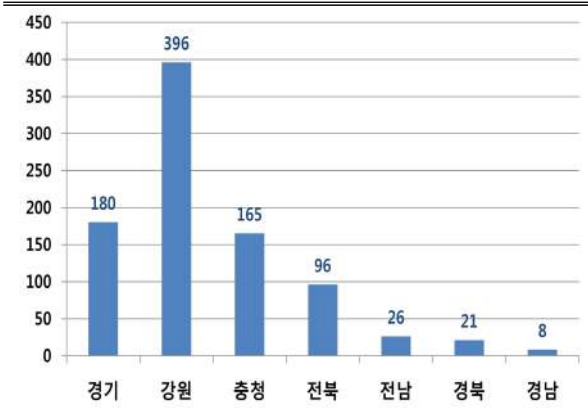
□ 일반환경과 특수환경 노출지역의 구분

o 지역특성에 따라 콘크리트 구조물의 피해정도는 차이가 있으나, 전국적인 피해양상을 나타내고 있음 (일반지역의 경우 시방기준 미준수)

o 지역환경(강설일, 강설량, 온도특성) 및 제설제 사용량 등은 최근 이상기후의 원인으로 가변적이며,

o 지역별 노출환경 구분시 지사별 구분으로 되어 있어 설계·건설 중 적용하기 어려움

지역본부별 열화발생 현황(개소)



열화발생 세부현황(개소)

구분	경기	강원	충청	전북	전남	경북	경남
계	180	396	165	96	26	21	8
중분대[1)]	85	159	77	46	4	5	4
교량난간	88	72	35	35	8	8	2
다이크	2	28	25	7	6	-	-
방음벽	2	3	1	1	-	4	-
측구	3	126	27	2	8	1	2
기타	-	8	-	5	-	3	-

※ 교량 열화현황(2013년 조사자료), 부대시설 열화현황(2012년 조사자료)

※ [1)] 중분대 : 교량구간, 토공구간, 소분리대 포함

□ 콘크리트 표준시방서(2009) 등 관련기준 미준수

o 적용기준 : 일반지역 : 24MPa, 특수지역 : 30MPa

o 시방기준 : 제설제 및 동결/융해 환경 고려 30MPa 이상(W/B 0.45이하) 적용

☞ 콘크리트 하자발생시 처리주체 논란 우려

중분대 기초	L형 측구	다이크
IC 소분리대	V형 측구	방음벽

이상기후 및 제설제에 의한 시설물 피해예방을 위해
기계타설 소구조물 설계기준 강도 개선 필요

Ⅳ 개선방안 검토

1. 주요 검토사항

■ 기계타설 소구조물 설계기준 강화

- 최근 이상기후 및 제설제 사용량 증가에 따른 대책검토
- 콘크리트 관련 시방서 설계기준강도 준용

■ 소구조물용 고내구성 콘크리트 연구결과 반영 검토

- 폐유리를 혼입한 고내구성 콘크리트 적용성 검토 (도로교통연구원, 심재원)

2. 기계타설 소구조물 시멘트콘크리트 설계기준강도 상향

□ 주변환경 변화에 따른 내구성 확보 필요

o 동절기 한파 및 염화칼슘 사용량 증가로 지속적인 피해 증가

o 시설물 피해예방을 위해 강도상향을 통한 내구성 확보

※ 주변환경 변화

- **(이상기후)** 최근 이상기후에 따른 기록적인 한파 등 동절기 최저기온 저하와 저온현상 지속으로 동해피해 발생
- **(제설제 사용량 증가)** 최근 3년간 제설제 사용량 증가(약 54%)에 따른 콘크리트 구조물 피해 증가

※ 조사결과 요약 (2010년도 조사 : 2006~1010년, 2013년도 조사 : 2010~1012년)

구 분	동결융해횟수 (일)	제설제 사용량 (톤/2차선·km)	강설일 (일)	강설량 (cm)
기 준	45일[1](90일[2]) 이상	13이상	14일 이상	60cm 이상
당 초	42 (76)	12.3	13.3	57
변 경	59 (87)	18.9	25.7	51
증 감	**증40% (증14%)**	**증54%**	**증93%**	**감11%**

[1] 일평균 기온 0℃ 이하 일수, [2] 연평균 최저 온도 -2℃ 이하 일수

□ 콘크리트 관련 시방서 기준 준수

o 설계기준별 내구성을 만족하는 최소기준 적용(W/B, 강도 등)

구 분	제설제 환경	동결/융해 환경
콘크리트 구조기준	0.45 이하 30MPa 이상	0.45 이하 30MPa 이상
콘크리트 표준시방서	0.45 이하 30MPa 이상	0.45 이하 30MPa 이상
한계상태설계법	30MPa(ED1, ED2)	수직면 30MPa(EF1) 수평면 30MPa(EF3)

☞ **최근 이상기후 및 제설제 사용량 증가, 콘크리트 관련 시방기준 등을 종합적으로 고려하여 콘크리트 설계기준강도 상향조정**

□ 경제성 분석

o 강도상향(24MPa→30MPa)에 따른 생산비 증가는 미미함

구 분	24MPa	30MPa	비 고
생산비(㎥)	56,393원	58,707원	증 4%

※ 염해로 인한 구조물 보수(재시공)비용 감안시 강도상향이 경제적으로 유리

o 유지관리를 고려한 생애주기(LCC) 분석

(단위 : 원)

구 분		24MPa	30MPa
개 요		L형측구(형식2) 100m 설치시	
		유지보수주기 8년	유지보수주기 20년
공사비	최초공사비	4,356,154	4,477,176
	1차보수비	7,983,608	4,199,230
	2차보수비	5,202,110	-
	계	17,541,872	8,676,406 (감 8,865,466)

3. 소구조물용 콘크리트 내구성 향상 방안

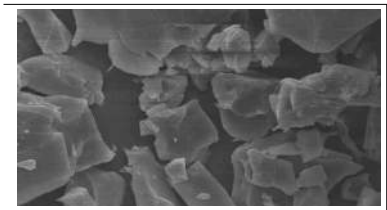
□ 고내구성 콘크리트 개발 개요

o 폐유리粉(미세분)을 활용하여 콘크리트 내구성 증진

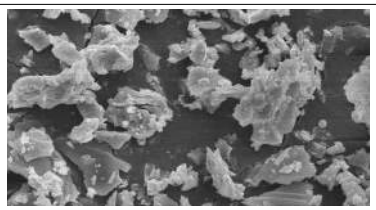
o 내구성 증진에 따른 소구조물 공용연수 연장 및 비용절감

*** 폐유리분 이란?**

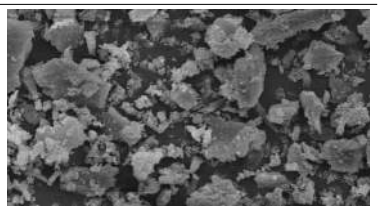
유리 절단 및 표면가공시 물을 살포하여 처리하는데, 이때 발생되는 유리분진과 물이 섞여 슬러지 케이크가 발생되고 이 슬러지를 건조한 것



입도 23㎛



입도 34㎛



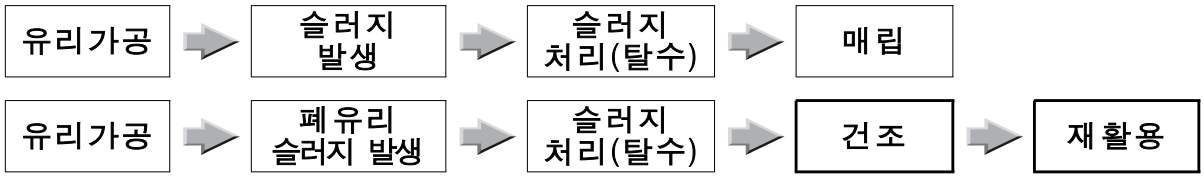
입도 12㎛

※ 폐유리 재활용 관련 법적근거【별첨#1】

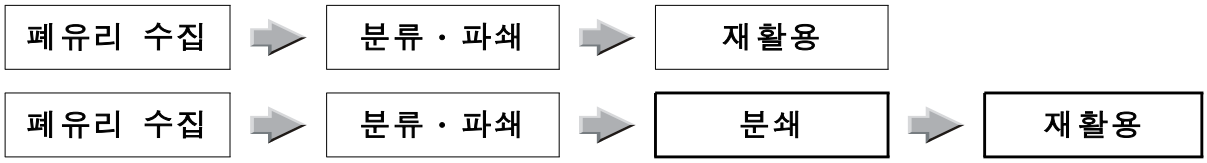
- 폐기물 종류와 재활용 방법 근거 (폐기물 관리법 시행규칙 제14조 3항)
  · 폐유리를 파쇄·분쇄하여 유리제품이나 건축·토목자재의 원료로 가공
- 폐기물 처리업 근거 (폐기물 관리법 제25조 1항)
  · 폐기물의 수집·운반, 재활용 또는 처분하는 업
  · 환경부장관 또는 시·도지사에게 폐기물처리사업계획서 제출

□ 폐유리(슬러지) 처리과정

o 폐유리 슬러지 처리과정



o 폐유리 처리과정



□ 역학적 성능 및 내구성능 검증【별첨#2】

o 각 항목별 배합성능 비교

구 분	항 목	배합1	배합2	배합3	배합4	배합5	비 고
역학적성능	압축강도(MPa)	27.31	30.15	33.18	33.26	30.14	
내구성능	동결융해저항성	60	88	85	84	85	300cycle 동탄성계수(%)
	염소이온투과저항성	32.5	26.3	23.5	29.1	24.6	300cycle 침투깊이(mm)
	박리저항성	4.65	3.32	2.87	2.57	2.92	50cycle 중량감소율(%)
	알칼리실리카반응성	폐유리 혼입량 증가에 따라 알칼리 실리카 반응에 의한 팽창 감소					

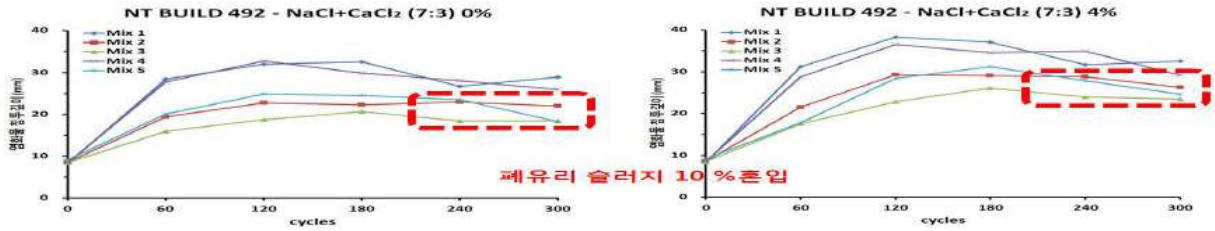
※ 성능비교를 위한 배합 기준표

구분	배합1	배합2	배합3	배합4	배합5
WGS/FA (%wt)	0/20	10/10 (W/B 45%)	10/10 (W/B 40%)	5/0	10/0

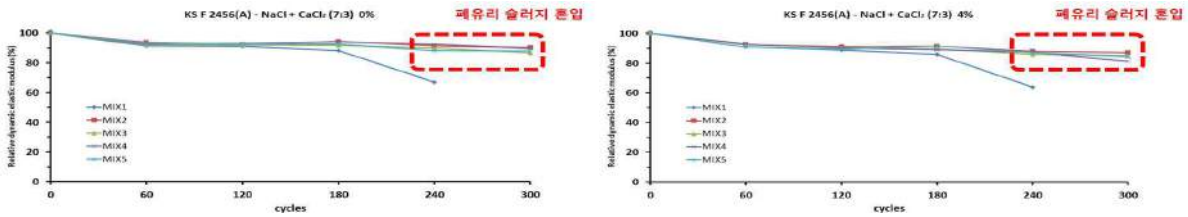
* WGS : 유리슬러지, FA : 플라이애시

☞ 유리슬러지 10% 혼입 시 염화물 침투저항성 및 동결융해 저항성능 개선효과
(기존 플라이애쉬 배합의 경우 동결융해 저항성(180싸이클 이후) 급격히 저하)

☞ 하이브리드 배합(유리슬러지+플라이애쉬) 시 생산설비(사일로) 추가 설치 필요



<염소이온 투과저항성: (좌) 담수, (우) 4% 제설액 >



<동결융해 실험결과: (좌) 담수, (우) 4% 제설액 >

☞ 폐유리 슬러지 혼입(10%) 시 충분한 압축강도 발현 및 동결융해 및 염화물 침투저항성 등 내구성능 향상

※ 콘크리트 다이크 현장 시험시공

- 시공시기 : 2012년 9월
- 시공위치 : 주문진-속초 4공구 양양분기점 Ramp-C 80m씩 5구간
- 시공구간별 상세배합표

구분	강도(MPa)	W/B(%)	S/a(%)	WGS(%)	FA(%)	Air(%)	Slump(cm)
1구간	30	41	46	0	0	5~7	2~5
2구간	30	41	46	10	0		
3구간	24	45	48	10	0		
4구간	24	45	48	10	10		
5구간	24	45	48	0	20		

- 시험시공 사진

다이크 시공전경	1구간	2구간	3구간	4구간	5구간

☞ 운반 중 손실로 현장 슬럼프(평균 2.2cm) 및 공기량(5.8%)은 다소 감소하나, 시공성 및 내구성 확보에 적합한 것으로 판단

□ 폐유리 자재 수급

o 폐유리 슬러지 발생현황

- 국내에 **17개 업체**에서 **연간 4,700톤** 규모의 폐유리 슬러지 발생

구 분	발생규모 (톤/년)	개소	총 발생량 (톤/년)	폐기물 처리비용(원/톤)	비 고
소 형	0~10	8개소	24.2	50~100	
중 형	10~500	6개소	834	80~100	
대 형	500 이상	3개소	3,900	70	일부 재활용

- 폐유리 슬러지 공급가액은 60~80원/kg 대에 형성됨

o 폐유리 생산현황

- 대부분 유리병 원료로 재활용, 국내 발생량은 **약 30,000톤/년**
- 국내에 **21개** 폐유리 **생산업체**가 있으며, **상위 7개 업체**가 전체 생산량의 **약 93%을 생산**
- 폐유리 **거래량과 공급량이 일정**하여 **가격변동 없이 보합세** 유지

구 분	수도권	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남
백색(원/kg)	61	-	46	59	55	66	62	59
갈색(원/kg)	48	-	33	44	34	46	37	40
청록색(원/kg)	45	-	26	43	35	47	38	8

* 폐유리 슬러지 및 폐유리 생산업체 현황 **【별첨#3】**

☞ 현재 운영중인 12개 건설사업단(민자 제외)에 적용 시 **폐유리 슬러지 자재수급에는 문제가 없을 것으로 판단됨 【별첨#4】**

o 기계타설 소구조물(L형측구, 다이크) 잔여물량 : 235,249㎥

o 준공년도를 감안한 콘크리트 잔여물량 : 100,366㎥/년

o 폐유리 슬러지 사용량 : 3,372ton/년 (100,366㎥/년×0.0336ton/㎥)

□ 폐유리 슬러지의 안전성 여부

o 안전성 시험 항목 및 결과 **【별첨#5】**

구 분	시 험 결 과
성분분석	▪ 법정 11개 항목 중 9개 항목 미검출 ▪ 구리 0.125mg/L 검출 (기준 3mg/L 이하) ▪ 기름성분 0.001% 이하 (기준 5% 이상)
급성독성시험	▪ 물질 투여에 의한 사망이나 이상소견은 관찰되지 않음
급성피부자극성시험	▪ 홍반, 가피의 형성 및 부종형성 등이 관찰되지 않음
급성안자극성시험	▪ 결막의 발적 및 부종이 관찰되었으나, 자극성은 72시간 이내 정상회복

☞ **모든 항목에서 안전성 기준 만족**

□ 경제성 검토

o 콘크리트 배합단가 비교 (폐유리 슬러지 가격 60원/kg 적용시) **【별첨#6】**

(금액단위 : 원)

구 분	24MPa		30MPa		24MPa
	일반	FA(20%)	일반	FA(20%)	폐유리(10%)
생산비(㎥)	56,393	52,854	58,707	54,863	52,089

☞ 폐유리 슬러지 혼입시 **기존 배합보다 다소 경제적임**

o 유지관리를 고려한 생애주기(LCC) 분석

(금액단위 : 원)

구 분		24MPa	폐유리혼입
개 요		L형측구(형식2) 100m 설치	
		유지보수주기 8년	유지보수주기 20년
공사비	최초공사비	4,356,154	4,131,055
	1차보수비	7,983,608	4,199,230
	2차보수비	5,202,110	-
	계	17,541,872	8,330,285 (감 9,211,587)

V 검토결론

□ 기계타설 소구조물 설계기준 강화

o **(설계기준강도)** 콘크리트 관련 시방서 및 주변 환경변화 등을 감안하여 설계기준 강도 상향

최대 물-결합재비	최소 설계기준압축강도(MPa)
0.45	30

※ 노출환경 등급(일반, 특수)과 관계없이 통일된 배합강도 적용

o **(대상구조물)** 기계타설 소구조물(중분대, L형측구, 다이크)에 적용

※ 기계타설 소구조물 이외의 구조물(교량난간 포함)은 도로교통연구원 연구과제 완료 후 적용방안 검토 예정

□ 기계타설 소구조물 고내구성 콘크리트 적용

o **(배합설계)** 동결융해 및 염화물 침투저항성 등에 우수한 폐유리 혼입 시멘트콘크리트 설계기준 배합 추가

W/B (%)	S/a (%)	Air (%)	Slump (cm)	WGS (%wt)	FA (%wt)	Unit weight (kg/m³)					
						W	C	WGS	FA	F.agg	C.agg
45	48	5~7	2~5	10	0	151	302.0	33.6	0.0	849.1	937.5

o **(적용방안)** 현 시멘트콘크리트 설계기준 배합과 병행하여 사용

- 대상 구조물 : 기계타설 소구조물 (L형측구, 다이크)

※ 현장여건 및 자재수급여건 등을 고려하여 조정가능

□ 설계적용

o 기계타설 소구조물(중분대, L형측구)에 30MPa(설계기준압축강도, fck) 적용

o 폐유리 혼입 콘크리트는 최초 시행, 자재수급 여건 등을 고려하여 다이크에 적용하고 향후 모니터링을 통한 확대시행 검토

Ⅵ 적용방안

□ 실시설계 중인 노선 : 본 방침 적용

□ 건설 및 공용중인 노선 : 주관(시행)부서 판단 후 적용

별 첨 #1. 폐유리 재활용 관련 법적근거

#2. 고내구성 콘크리트 내구성능 검증

#3. 폐유리슬러지 및 폐유리 생산업체 현황

#4. 소구조물 콘크리트 잔여 물량 검토

#5. 폐유리 품질관리 기준

#6. 형식별 경제성 검토

#7. 콘크리트 생산 단가산출서

붙 임 #1

폐유리 재활용 관련 법적근거

□ 폐기물 관리법 시행규칙

제14조 3(재활용기준 등)

- 이전 생략 -

② 법 제13조의2제1항 및 제2항에 따른 재활용 기준, 재활용하여야 하는 폐기물의 종류 및 구체적인 재활용 방법은 별표 5의2와 같다.

- 이하 생략 -

※ [별표 5의2] 폐기물의 재활용 기준 및 구체적인 재활용 방법

- 이전 생략 -

9. 폐유리를 파쇄·분쇄하여 유리제품이나 건축·토목자재의 원료[일정한 규격의 용기 또는 상자(벌크백을 포함한다)에 넣거나 포장하여야 한다]로 가공하는 경우

- 이하 생략 -

□ 폐기물 관리법

제25조(폐기물처리업)

① 폐기물의 수집·운반, 재활용 또는 처분을 업(이하 "폐기물처리업"이라 한다)으로 하려는 자(음식물류 폐기물을 제외한 생활폐기물을 재활용하려는 자와 폐기물처리 신고자는 제외한다)는 환경부령으로 정하는 바에 따라 지정폐기물을 대상으로 하는 경우에는 폐기물 처리 사업계획서를 환경부장관에게 제출하고, 그 밖의 폐기물을 대상으로 하는 경우에는 시·도지사에게 제출하여야 한다. 환경부령으로 정하는 중요 사항을 변경하려는 때에도 또한 같다.

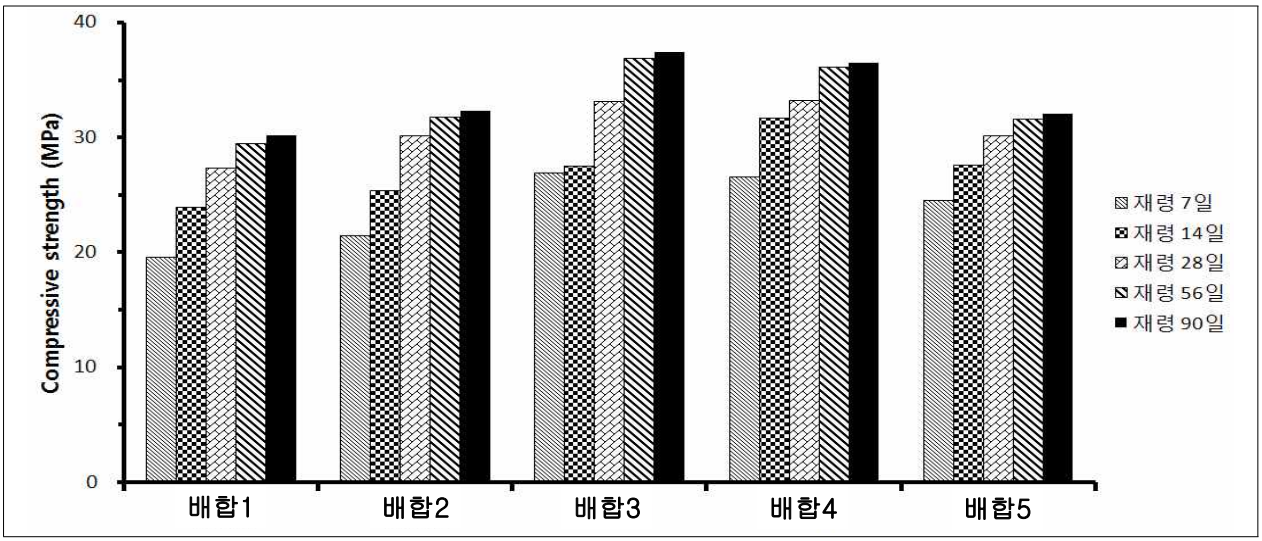
- 이하 생략 -

붙 임 #2

고내구성 콘크리트 성능 검증

1. 역학적 성능

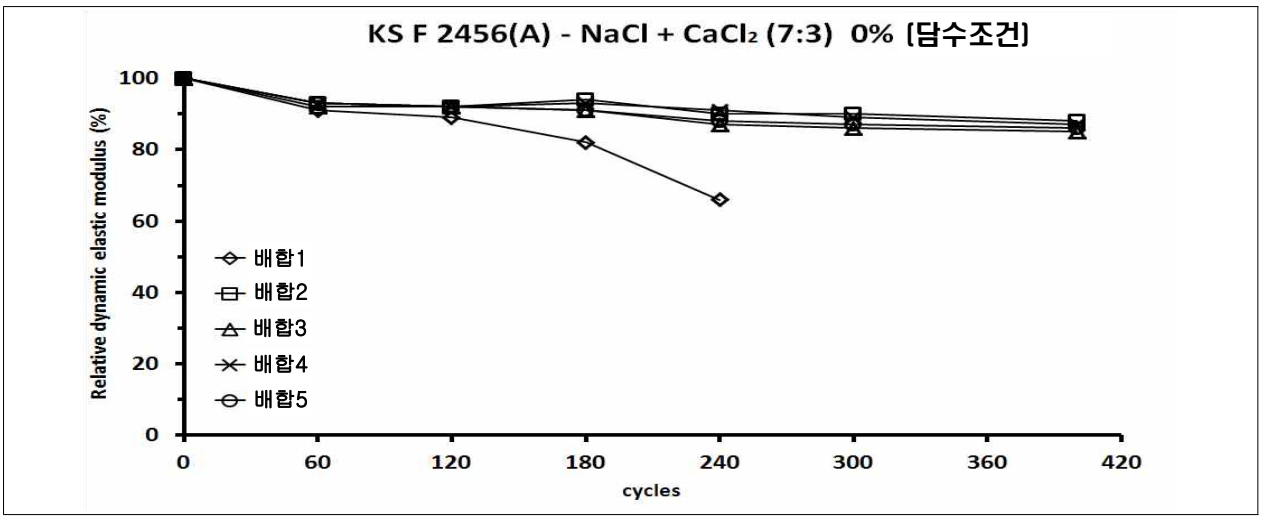
□ 압축강도

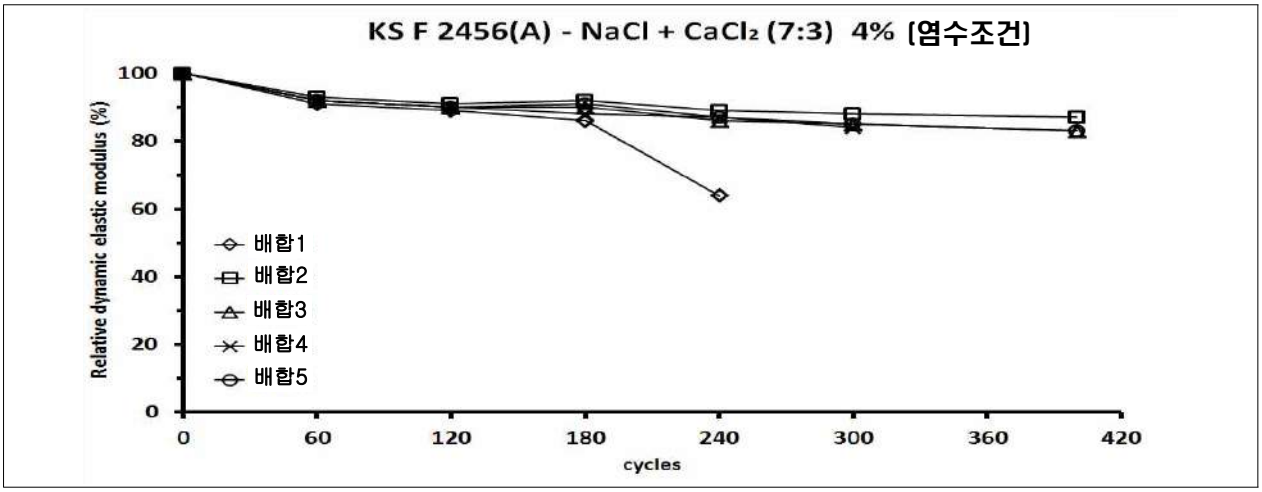


☞ 배합1에 대비하여 각각 23.81, 20.81, 7.03, 5.98% 강도 증가

2. 내구성능

□ 동결융해저항성 시험 결과 (KS F 2456)



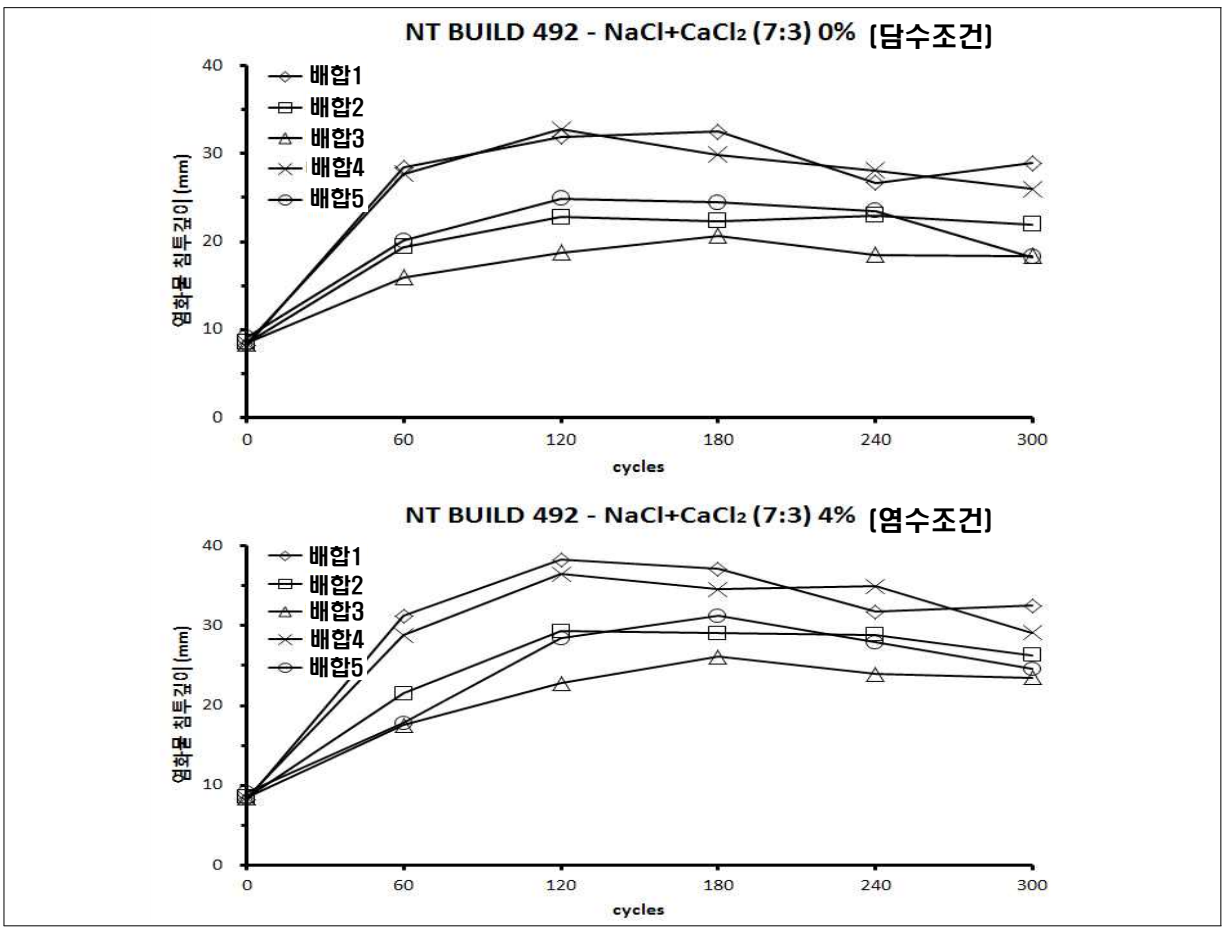


☞ 배합1은 120cycle 이후 뚜렷히 감소하여 240cycle 이후 측정 불가

☞ 배합2~5는 상대동탄성계수 83~88%로 동결융해 저항성 우수

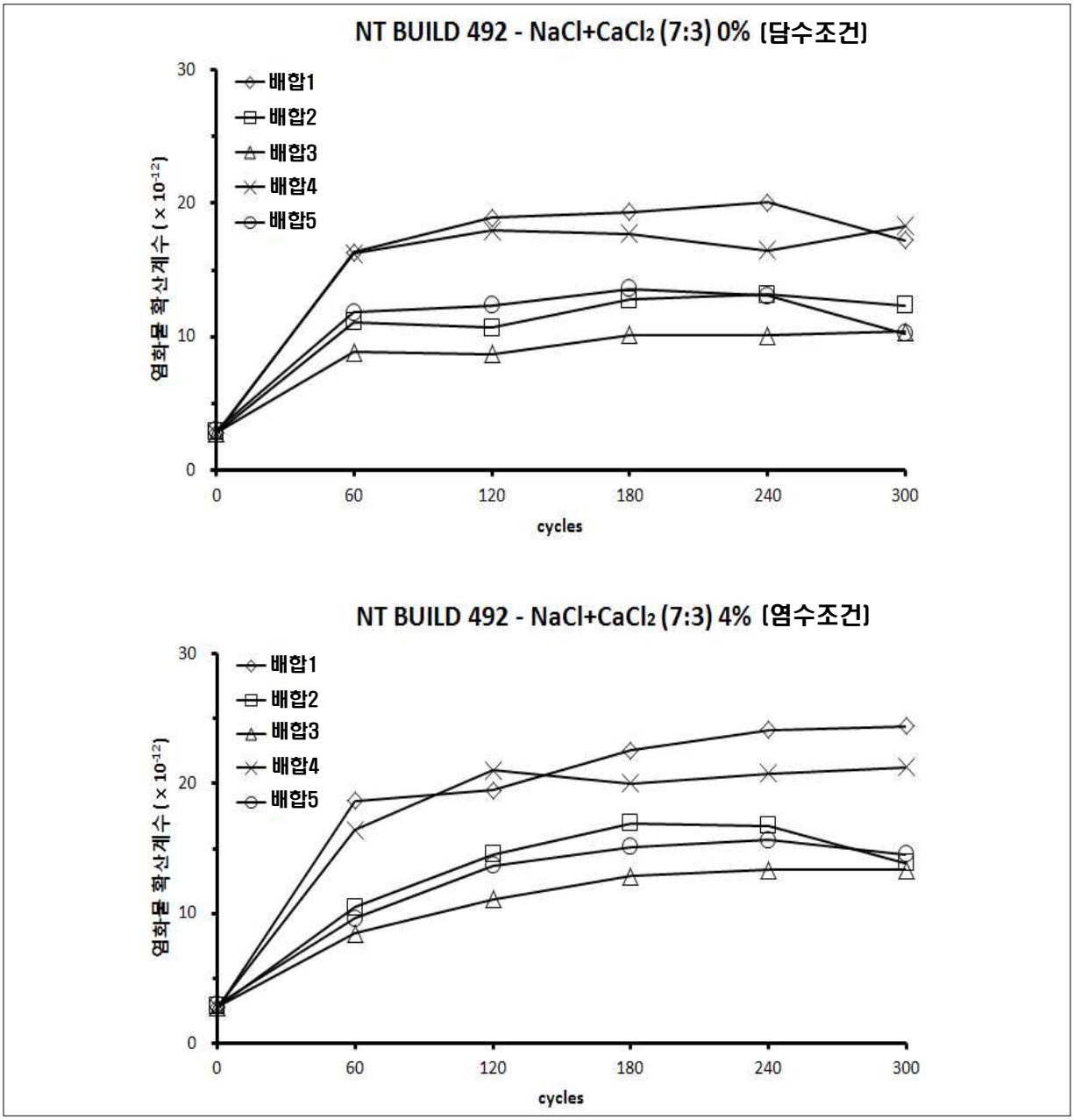
□ 염소이온투과저항성 시험 결과 (NT Build 492)

o 염화물 침수깊이 측정 결과



☞ 폐유리 슬러지를 혼입한 배합과 W/B가 낮은 배합에서 작게 측정

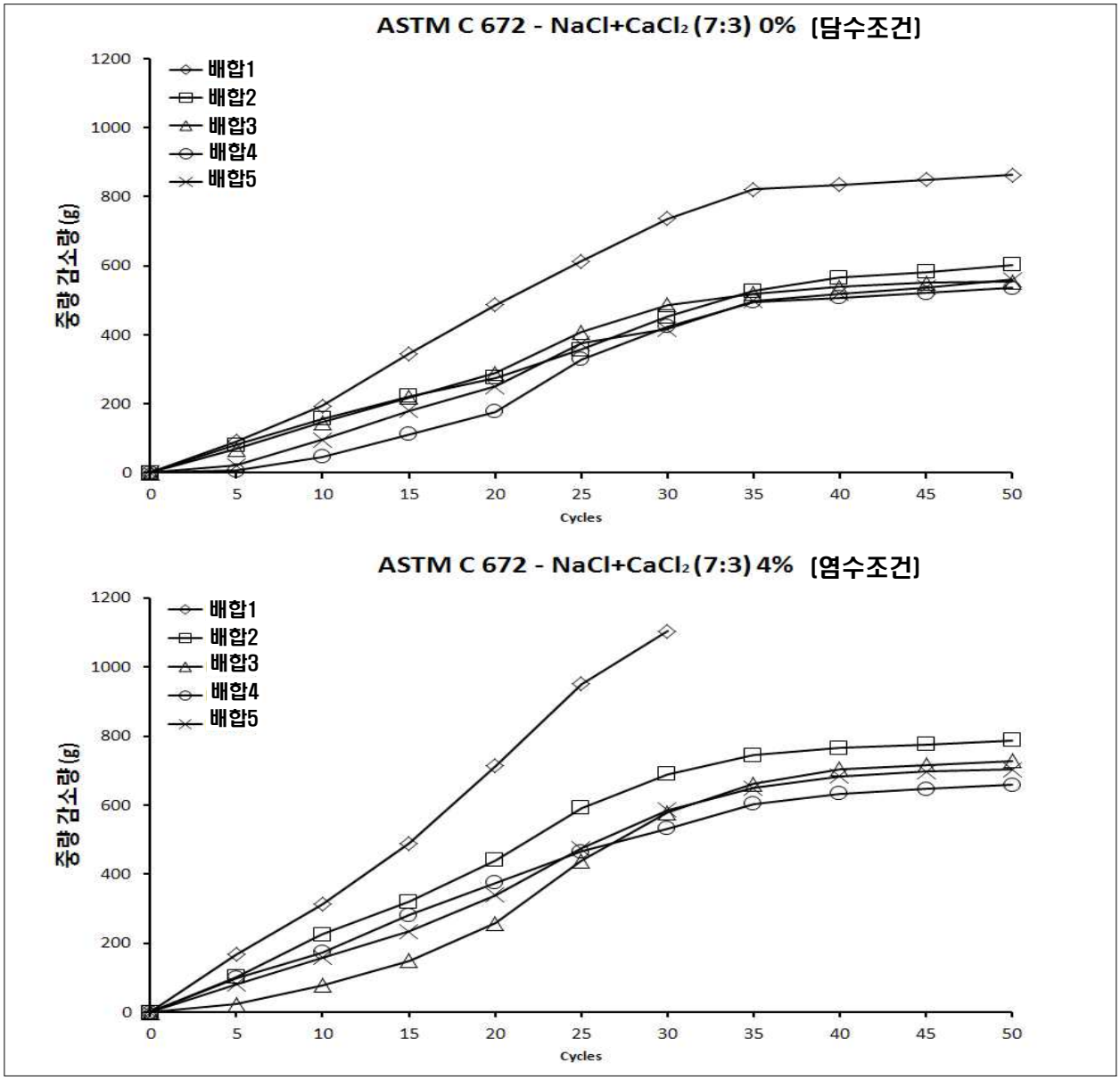
o 염화물 확산계수 측정 결과



☞ 염화물 확산계수 : 배합1 > 배합4 > 배합2 > 배합5 > 배합3

☞ 120cycle까지 증가, 염수조건에서 약 10~40% 이상 확산계수 측정

□ 박리저항성 시험 결과 (ASTM C 672)



☞ 박리 저항성 : 배합4 > 배합3 > 배합5 > 배합2 > 배합1

☞ 배합1의 경우 표면 손상 심함, 염수조건에서 35cycle에서 시험 중단

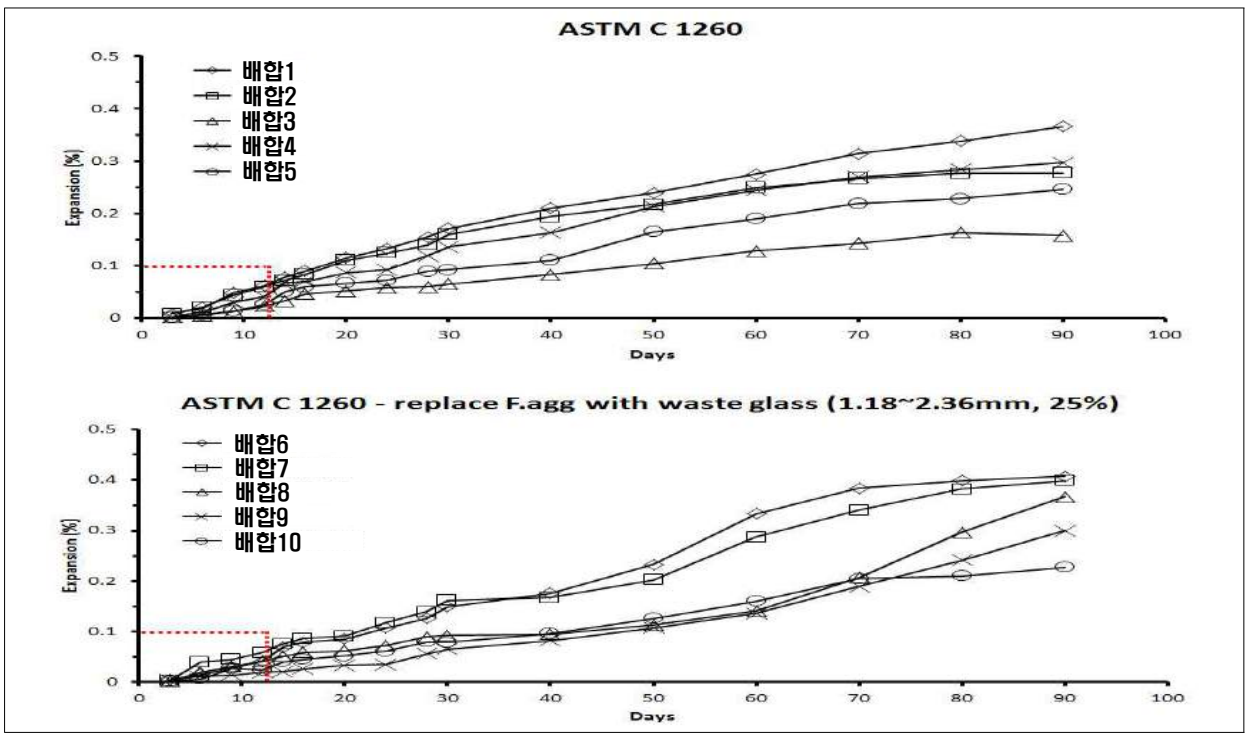
□ 알칼리 실리카 반응성 시험 결과 (ASTM C 1260)

o 시험 변수

구 분	폐유리 슬러지(wt%)	플라이애시(wt%)	유리골재(wt%) (1.18~2.36mm)
배합1	0	0	0
배합2	10	0	
배합3	20	0	
배합4	0	10	
배합5	10	10	
배합6	0	0	25
배합7	10	0	
배합8	20	0	
배합9	0	20	
배합10	10	10	

※ 알칼리 실리카 반응 팽창을 유도하기 위해 W.Jin 외 다수에 의해 수행된 알칼리 실리카 팽창 시험에서 팽창성이 가장 큰 입도인 1.18~2.36mm 유리 혼합

o 시험 결과



☞ 폐유리 슬러지 혼입량이 증가함에 따라 알칼리 실리카 반응에 의한 팽창 감소, 플라이애시 혼입시와 유사한 알칼리 실리카 반응 억제성능 보임

☞ 유리 잔골재를 혼합하여 알칼리 실리카 반응에 의한 팽창을 유도한 배합에서도 유사한 팽창 억제성능이 나타남

붙 임 #5

폐유리 품질관리 기준

시험 대상	시험 내용	측정 인자		기준	시험법
폐유리 슬러지 분말	안전성	급속경구 독성시험		GHS Category 5 이상	첨부 #1
		급성피부자극 총점		0	
		급성안자극 총점		34 이하	
	기초 물성	SiO_2 (%)		68 이상	KS L 3128
		SiO_2 + $Al2O_3$ + Fe_2O_3 (%)		78 이상	
		수분[a] (%)		15 이하	KS L 5405
		강열 감량 (%)		1.1 이하	
		밀도 (g/cm^3)		2.88 이상	
		분말도 (cm^2/g)		4,140 이상	
		평균입경 (μm)		15 이하	
모르타르[b]	플로 값 비 (%)	재령 무관		87 이하	KS L 5105
	활성도 지수 (%)	재령 7일 강도비		85 이상	
		재령 28일 강도비		100 이상	
콘크리트[b]	슬럼프	재령 무관 (mm)		20~50	KS F 2402
	공기량	재령 무관 (%)		6±1	KS F 2421
	압축강도	재령 7일 (MPa)		25 이상	KS F 2405
		재령 28일 (MPa)		30 이상	
		재령 90일 (MPa)		32 이상	
	건조수축	재령 28일 (μm)		360 이하	KS F 2424
	동결융해 저항성	동탄성 계수(%)	60 cycle	93.4 이상	KS F 2456
			120 cycle	92.6 이상	
	염소이온 침투	침투깊이(mm)	60 cycle	20 이하	NT BUILD 492
			120 cycle	25 이하	
		확산계수 ($\times 10^{-12}$ m^2/s)	60 cycle	11.8 이하	
			120 cycle	12.3 이하	
	알칼리실리카 반응 팽창	재령 3일 팽창율 (%)		0.008 이하	ASTM C 1260
		재령 16일 팽창율 (%)		0.085 이하	

a : 분쇄를 위한 최소 함수비

b : 시멘트 중량의 10%가 폐유리 슬러지 분말로 치환된 모르타르와 콘크리트

붙 임 #1

안정성 시험법

「화학물질유해성시험연구기관의 지정 등에 관한 규정」
1. 급성경구독성시험 : 국립환경과학원고시 제 2010-23호 (별표 5)
2. 급성안자극 및 급성 피부자극시험 : 국립환경과학원고시 제 2010-29호 (별표 5 제 5항)

「예시 : 급성경구독성시험 성적서」

YOUR PARTNER FOR THE BEST QUALITY

TEST REPORT

우 415-871 경기도 김포시 월곶면 고막리 7-6 TEL (031)989-3000 FAX (031)999-3001

성적서번호 : TSH-001722
대 표 자 : 장석호
업 체 명 : 한국도로공사 도로교통연구원
주 소 : 경기 화성시 동탄면 산척리 50-5

접 수 일 자 : 2012년 11월 13일
시험완료일자 : 2013년 01월 03일

시 료 명 : 폐석분(현무암)

시 험 결 과

시험항목	단위	시료구분	결과치	시험방법
급성경구독성시험	-	-	*	국립환경과학원 고시 제 2012-23호

* 본 시험물질에 대한 정도의 단회 경구 투여 독성시험 결과 화학물질 분류 및 표지에 관한 세계조화시스템 GHS (Globally Harmonized Classification System) Category 5 (2000 mg/kg body weight < LD50 < 5000 mg/kg body weight)로 분류되었다.

용 도 : 제출용()

비 고 : 1. 이 성적서는 의뢰자가 제시한 시료 및 시료명으로 시험한 결과로서 전체 제품에 대한 품질을 보증하지는 않습니다.
2. 이 성적서는 홍보, 선전, 광고 및 소송용 등으로 사용할 수 없으며, 용도 이외의 사용을 금합니다.

작성자 : 신성섭
Tel : 031-989-3138

기술책임자 : 고상철
E-mail : sdkoh@ktr.or.kr

2013년 01월 03일

KTR 한국화학융합시험연구원장

Page : 1 of 1

전자문서본(Electronic Copy)

KTR-QP-T09-F01(01)

붙 임 #2

형식별 경제성 검토

(단위 : 원/m, 직접공사비)

구 분	형 식		콘크리트 강도			비고
			24MPa (일반)	30MPa (일반)	24MPa (폐유리10%)	
L형측구	형식1		6,183	6,373 (증190)	5,830 (감353)	
	형식2		43,562	44,772 (증1,210)	41,311 (감2,251)	
다이크	형식1-1		6,615	6,822 (증207)	6,230 (감386)	
	형식1-2		7,144	7,368 (증224)	6,728 (감417)	
	형식2-1	콘크리트 포장연결부 (T=33cm)	6,530	6,733 (증203)	6,153 (감377)	
		콘크리트 포장연결부 (T=30cm)	6,170	6,360 (증190)	5,816 (감353)	
	형식2-2	아스콘 포장연결부 (T=33cm)	7,147	7,371 (증224)	6,730 (감417)	
		아스콘 포장연결부 (T=30cm)	6,775	6,986 (증211)	6,382 (감393)	
	형식3		6,170	6,360 (증190)	5,816 (감353)	
중앙분리대	아스콘포장구간 (일체형)		40,834	41,849 (증1,016)	38,944 (감1,889)	

4-3 LID(저영향개발) 기법을 활용한
녹지대 생태습지 조성방안 수립

시 설 처-725
(2013. 3. 11)

I 목적 및 배경

□ 추진목적

o 나들목·분기점에 **LID기법 생태녹지 공간** 조성으로 환경영향 저감 및 **"국민행복"**을 위한 **선진국 수준의 환경복지 실현**

o 환경·경관·기능 고려, **빗물정화·염수중화·수경관 향상** 및 **건설비 절감**으로 조경시설 투자 효율성 제고

> **※ LID(저영향개발)기법; Low Impact Development**
> o 水환경을 개발전 여건으로 유지키 위해, 자연적원리(침투, 저류 등) 이용
> ☞ 홍수방지 및 오염물질 저감 도모

□ 추진배경

1) 그린빗물인프라(GSI;Green Stormwater Infrastructrue) : 녹색공간, 생태공간 등의 확대를 통해 침투, 증발산, 재이용을 증가시켜 빗물의 유출을 감소

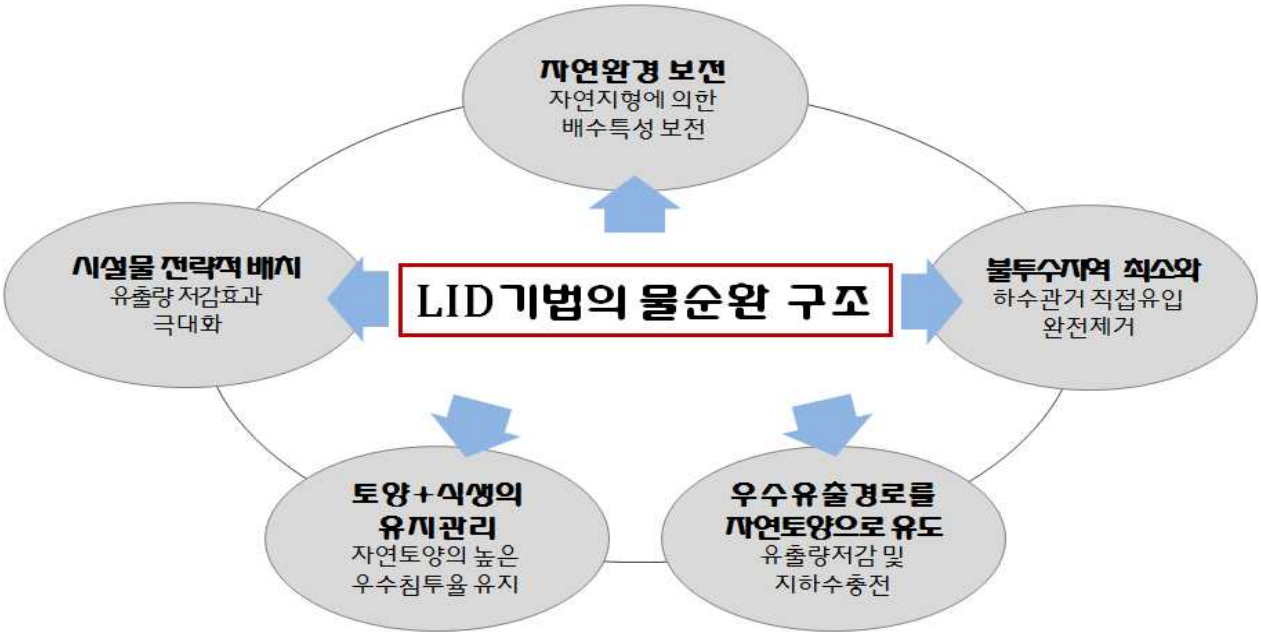
Ⅱ LID기법 개요

□ 개 념

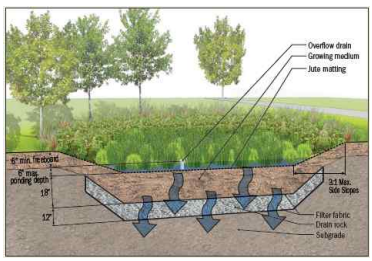
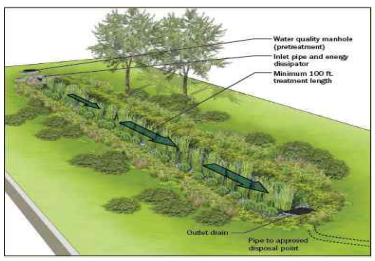
소규모 분산형의 **자연친화적 생태녹지 조성**기법을 활용해 **우수유출 분산관리·수해예방 및 비점오염 저감, 우수유출속도 지연**으로 자연계의 **물순환 구조를 회복**하는 기법

※ 1990년대 美Maryland주 Prince George's County의 우수관리계획으로부터 시작

□ LID기법의 물순환 구조



□ 주요 시설물

빗물정원 (Rain Garden)	생태수로 (Grassed Swales)	생태(인공)습지
		

Ⅲ 관련법령 검토

□ 법적근거

o 옥외공간 **빗물이용시설** 설치 「물의재이용촉진및지원에관한법률」

o **빗물을 모아** 생활용수·조경용수로 처리 「수도법」

o **비점오염저감시설** 설치 「수질및수생태계보전에관한법률」

o 공공용지를 **우수저류·침투시설로 활용**
「도시공원 및 녹지등에 관한법률」

o 개발사업시 **LID기법 적용**토록 규정 「자연재해대책법」

□ 정부지침 및 기준

o **환경친화적인 도로 유지관리 지침** (국토부, 2006)
- 비점오염원 직유입 지역 최적관리방안 수립, 식생형시설 설치 등

o **지속가능한 신도시 계획기준** (국토부, 2010)
- 우수유출억제시설 계획 수립, 빗물관리 및 빗물침투시설 설치 등

o **우수유출 저감시설 설치 및 유지관리 기준** (소방방재청, 2010)
- 우수유출량 저감, 첨두유출시간 지연 위한 저류·침투시설 설치관리

o **친수구역 조성 지침** (국토부, 2011)
- 주요 도로변 녹지 LID기법 적용한 우수침투 및 저류계획 수립

o 제2차 **비점오염원관리 종합대책** (국토부 등, 2012)
- 저영향개발(LID)기법 적용 확대, LID기법적용시 제도적 인센티브 제공예정

Ⅳ 조성방안

★ LID기법을 활용한 녹지대 **생태습지 조성『3S』전략**

『Slow! Spread! Soak!』

☞ "빗물을 낮은 속도로 넓은 자연의 그릇에 담자"

☞ 녹지대에 **생태수로, 빗물정원, 생태습지**의 **복합설치**

2018년까지 52개 나들목에 LID기법 활용 생태습지 조성

□ 대상지 및 적용시설

o 조성대상지

- 배수불량 및 침수지, 용출수 발생지, 암반지역
- 상수원보호구역, 수변구역, 수질보전지역 인접지 등

o 적용시설

구 분	적 용 시 설	비 고
나들목·분기점 녹지대	생태수로, 빗물정원, 생태습지	본 기준 적용
건물주변 및 기타	침투플랜터, 가로수저류 등	공간구조 검토 필요로 향후 추진

□ 중장기 조성계획

o 총 괄

구 분	IC,JC 현황 (개소)	활 용 유 형			생태습지 조성계획
		녹지대관리	생태습지 기 조성	태양광 시범사업	
공용노선	404	359	10	3	32
건설구간 (2015까지)	40	20	-	-	20

※공용노선 IC 329개소(민자23 · 평면1 · 하이패스전용2 제외) · JC 75개소('13. 2월 현재)

o 연도별

[단위 : 개소/억원]

연 도	계	공용노선	건설구간	비고
계	52/47	32/27	20/20	
2013	3/3	2/2	1/1	
2014	16/15	6/5	10/10	
2015	15/14	6/5	9/9	
2016	6/5	6/5	-	
2017	6/5	6/5	-	
2018	6/5	6/5	-	

□ 시행방법

o 공용노선

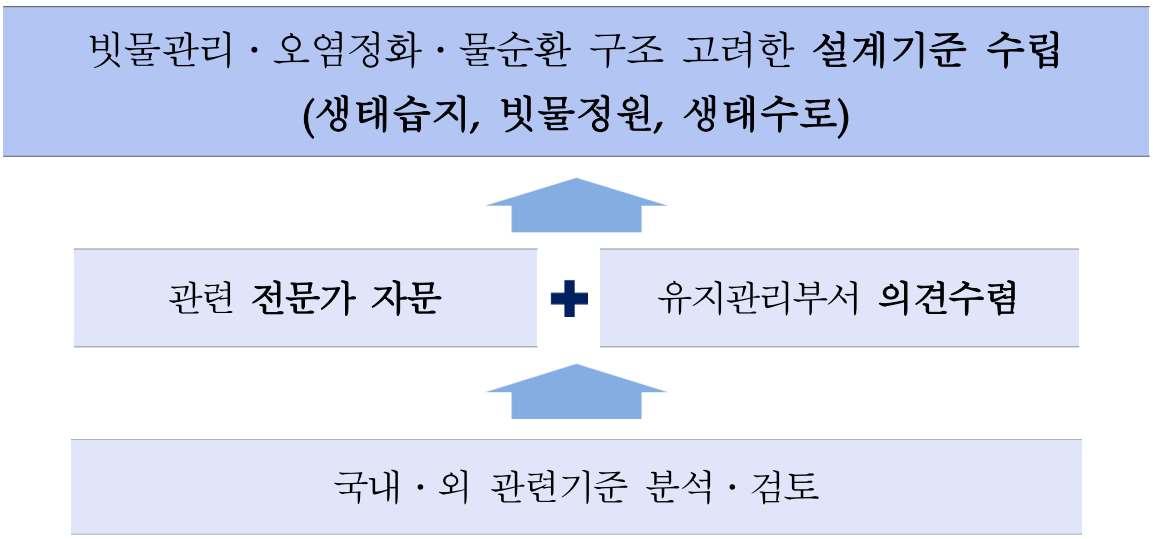
- 2013년 2개소 : 기 확정된 조경사업 포함 시행
- 2014년 이후 : 2013년 사업 효과분석을 통해 중기투자계획 (사업비 내)에 의거 연차적 시행

o 건설구간

- 조경설계 · 공사시 현장조사 및 확인 후 계획대상지 확정, 조경사업 포함시행

V 설계기준 검토

□ 기준수립 절차



□ 전문가 자문 및 유지관리부서 의견수렴 결과

o 자문결과

전 문 가	주요 자문내용	반영여부
서울대 이동근 교수 (경관생태)	▪ 우수경로 및 토양기준 고려	○
공주대 김이형 교수 (비점오염저감)	▪ 하이브리드(2개셀이상)개념 도입	○
넥서스환경연구원 조동길 원장 (생태습지)	▪ 습지식물 식재면적 50%내외	○

o 의견수렴 결과

구분	주 요 내 용	반영여부
구 조	▪ 다양한 수심 조성, 최소기준 고려	○
식 생	▪ 확산속도 높은 식물 지양	○
유입·유출	▪ 세굴방지 시설 필요	○
유지관리	▪ 계량적 모니터링 기준 필요	검토후 반영

□ 세부 설계기준

o 생태습지

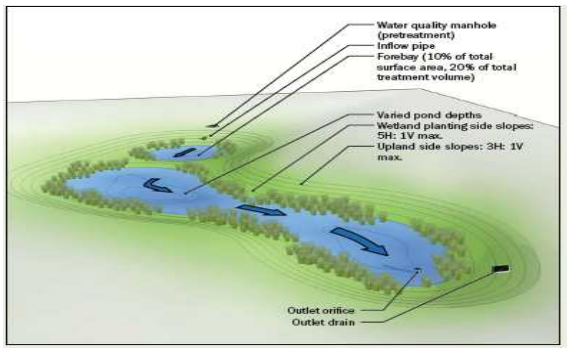
관련기준 검토

▪ **국외(美)**
- (구조) 습지2개셀 이상 조합
- (수심) 다양하게
- (식생) ㎡당 초화60+관목0.5+교목0.1

▪ **국내**
- (식생) 식물전문가 식재계획 수립
- (경사) 종단 0.5~5%, 횡단 3:1
- (완충지) 8m폭 이상

적용방안

(구조) 2개셀이상 상호 연결된 하이브리드(Hybrid) 구조
(수심) 최대1~2m, 다양하게
(식생) 수질정화력 높은식물 식재
(경사) 종단 0.5~5%, 횡단[3(W):1(H)]
(완충지) 폭5m이상
(유지관리) 습지식물・완충식생 관리
(기타) 수심1.0m이상, 침입방지책 설치



o 빗물정원

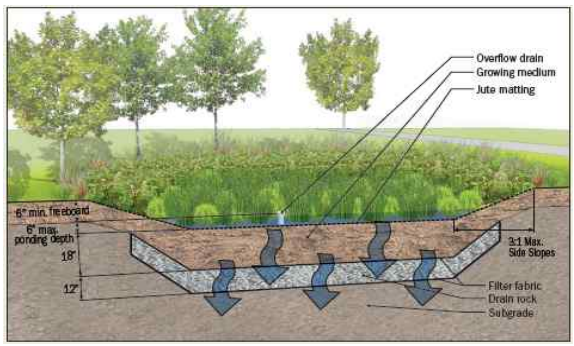
관련기준 검토

▪ **국외(美)**
- (경사) 종단0.5~6%, 횡단3(W):1(H)이하
- (식생) ㎡당 초화12+관목0.5+교목0.1

▪ **국내**
- (구조) 길이:폭=2:1, d0.1~0.2m

적용방안

(구조) 길이:폭=2:1, 폭8m, d0.3m
(경사) 종단0.5~6%, 횡단3(W):1(H)이하
(식생) 생태습지와 연계한 습지식물 식재



o 생태수로

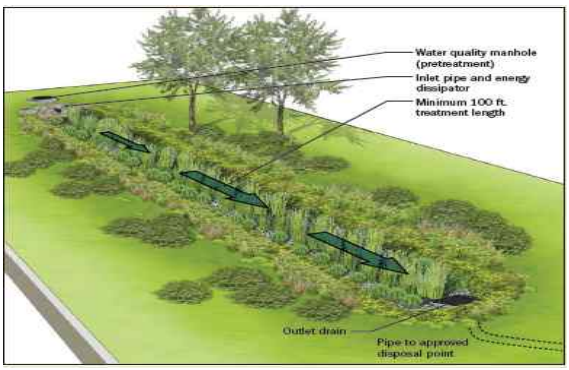
관련기준 검토

▪ **국외(美)**
- (구조) L30m · W1.8 · d0.45m
- (유속감쇄장치) L1.2m(체크댐)
- (식생) ㎡당 초화60+관목0.5+교목0.1

▪ **국내**
- (구조) L30m · W2.0,여유고0.15m
- (경사) 종단 0.5~6%, 횡단 3:1이하
- (유지) 초장 10cm이하

적용방안

(구조) L20m · W1.5 · d0.3m,여유고0.15m
(유속감쇄장치) 자연석제방 설치
(경사) 종단0.5~6%, 횡단3(W):1(H)이하
(식생) 잔디(평떼) 식재
(유지) 초장 15cm이하
(기타) 현장에 따라 습지식물 도입



o 유입 · 유출부

관련기준 검토	▪ 전처리시설(수질처리용량의 10%이상) 설치
문제점	▪ 접속사면 급경사시[3(W):1(H)이상] 토양유실 및 세굴우려
적용방안	▪ 자연석제방 등을 이용 전처리 시설 도입 ▪ 녹지대내 급경사면 콘크리트 배수로 설치 ▪ 유출부는 강우시 월류토록 토목 배수시설과 연계

Ⅵ 기대효과

□ 자연형 생태습지 조성으로 **건설 및 유지비 절감**

o 건설구간 건설비 절감액 : 10억원

o 조성완료 후 5년간 유지관리비 절감액 : 2억원

□ 온실가스 감축, 홍수·가뭄피해의 **사회적 손실비용 감소**

o 환경편익 및 온실가스 감축 비용 : 3억원/년

* 관련근거 : 교통시설 투자평가지침(국토부) 등

□ LID기법 적용에 대한 선도적 역할로 **환경기업 이미지 제고**

□ 설계·시공 노하우 및 저감효과 관련 Data **지식자산화**

□ **향후 계획**

o 대외 언론 및 관련 협회 등 홍보

o 정화효과 검증위한 수질조사 등 모니터링 추진

붙 임 : 1. LID 생태습지 조성 설계기준(안) 1부.
2. LID(저영향개발)기법 개요 1부.
3. LID 생태습지 관련 국내·외 기준 1부.
4. LID 생태습지에 적합한 식재기반 검토 1부.
5. LID 생태습지 적정규모 산정방법 검토 1부.
6. LID 생태습지 도입에 따른 경제성 분석 1부.
7. 전문가자문 및 유지관리부서 의견수렴 결과 1부.
8. 위치별 세부현황 및 우선순위 선정표 1부. 끝.

5-1 수요자 의견을 반영한
교량 공사비 현실화 방안 검토

설 계 처-530
(2013. 2. 26)

Ⅰ 검토목적

□ 고속도로 시공 및 유지관리 수요자의 설계개선 의견을 반영 교량의 공사비 현실화를 통한 품질향상, 안전성 및 시공성을 증대코자 함.

* 공사비 현실화관련 현장의견 조치방안 수립『설계처-2223(2012.08.10)』

Ⅱ 추진경위

공사비 현실화를 위한 현장의견 수렴방안 수립
(2011. 7. 27)

◦ 건설 및 유지관리부서 의견 수렴
- 건설사업단(12개), 원도급사(56개), 하도급사(36개)

⬇

현장 설계개선 의견 조치계획 검토
(2011. 10. 28)

◦ 강교 도장단가 적정검토 등 8건

⬇

공사비 현실화를 위한 현장의견 수렴방안 수립
(2012. 3. 29)

◦ 건설 및 유지관리부서 의견 수렴
- 건 설 : 홍천~양양 등 8개 사업단
- 유지관리 : 강릉지사 등 8개 지사

⬇

현장 설계개선 의견 조치계획 수립
(2012. 8)

◦ 교량 철근 인상작업에 대한 명확한 기준부재 등 12건

□ 교량부분 공사비 현실화 추진현황

계	기조치	금회검토	비고
20건	14건 (Check List 반영 13건, 방침 1건)	6건	

o 세부검토과제

구 분	과 제 명	비고
1	슬래브 철근 운반비용 반영	
2	빔 거치용 크레인 단가 현실화	
3	빔 야적장 부지 임대비 반영	
4	슬래브 타설용 동바리 기초 con'c 반영	
5	교량 터파기 기준개선	
6	가시설 설치구간 말뚝시공 수량산출 기준개선	

Ⅲ 현실화 방안 검토

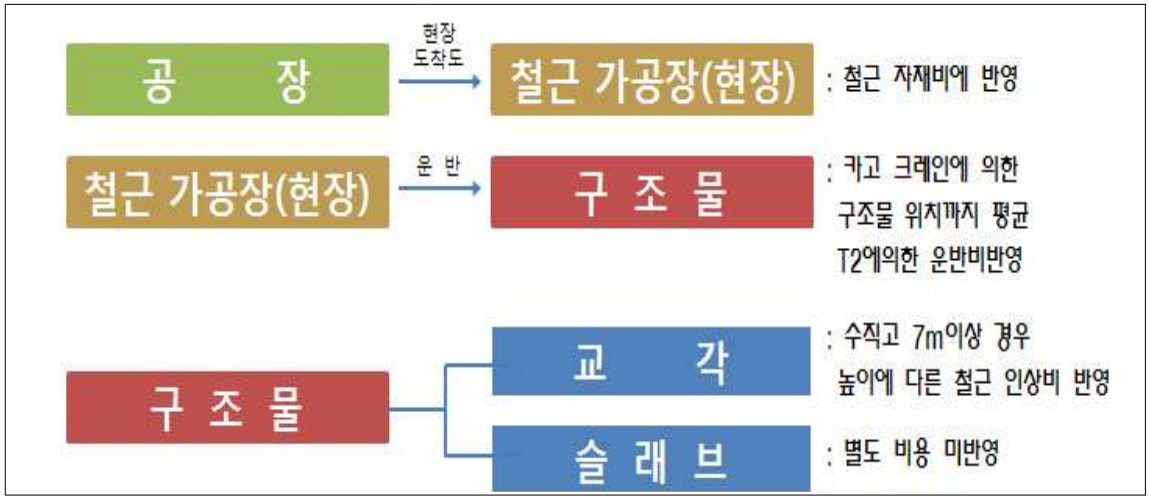
1. 슬래브 철근 운반비용 반영

가. 현 설계

□ 표준품셈 및 실적단가 정의에 따라 수직고 7m 이상 교각에 한하여 **철근인상비용 반영**

<table>
<tr><th>구 분</th><th>표준품셈</th><th>실적단가</th></tr>
<tr><td>철근 가공 및 조립</td><td>· 수직고 7m 이상에서 크레인 등 장비 사용시 기계경비는 별도 계상</td><td>· 철근의 소운반, 절단, 가공 및 조립비용을 포함하며, 철근의 재료비 및 운반비 제외.
· 양중장비에 의한 현장내 운반비는 포함하지 않음.</td></tr>
<tr><td>철근인상</td><td>-</td><td>· 교각 철근 인상작업에 따른 기계경비 포함.
<table>
<tr><th>공종코드</th><th>규격</th><th>단위</th><th>단가</th></tr>
<tr><td>EE730.01000</td><td>H=30m미만</td><td>ton</td><td>21,306</td></tr>
<tr><td>EE730.02000</td><td>H=30~60m미만</td><td>ton</td><td>25,579</td></tr>
</table></td></tr>
</table>

□ 철근 운반관련 설계현황



나. 현실태 및 문제점

□ 슬래브 철근 별도 운반비용 미반영

□ 건설현장 운반실태 조사결과 구조물 하면이나 교대후면에서 인력 또는 크레인으로 운반

구 분	내 용	비고
단경간 교량	· 교대 배면 운반후 인력으로 슬래브까지 운반	
다경간 교량	· 교대 배면 운반후 인력으로 슬래브까지 운반 or 교량 하부 운반후 크레인으로 슬래브까지 인상	
ILM 교량	· 제작장까지 철근 운반 후 철근 가공 조립	
FCM 교량	· Tower Crane을 이용하여 철근 인상	

다. 개선방안

□ 슬래브 철근 운반비용

o 교량연장, 교고에 따라 **인력운반**과 **크레인 인상비용 비교 낮은 단가 적용**

・교량 연장별 단가비교(예시)

구 분	인력운반 (교대배면~슬래브 중간)	크레인 인상 (실적단가)	적용방안
단경간교량 (L=30m, H=30m미만)	19,672원/ton	21,306원/ton	인력 운반비용 반영
단경간교량 (L=40m, H=30m미만)	21,432원/ton	21,306원/ton	**크레인 인상비용 반영**
다경간교량 (L=90m(3@30), H=30m이상)	30,164원/ton	25,579원/ton	"

o 크레인 인상시 단가적용 : 교각 평균 높이기준(**30m 미만 또는 30m 이상**)

o **ILM 교량** : **제작장**까지 **철근**을 **운반・조립**으로 별도의 **슬래브 철근 운반비용 미반영**

o **FCM 교량** : **타워 크레인 이용 철근운반**으로 별도의 **슬래브 철근 운반비용 미반영**

2. 빔 거치용 크레인 단가 현실화

가. 현실태 및 문제점

□ 가설크레인 용량

o 설계도서(일반보고서)에 **가설방법만 표기, 용량검토 결과 미수록**

o **일반적**으로 별도검토 없이 **150ton 크레인 2대 단가** 반영

- 30~40m 빔 동일 적용

o **대형 크레인**(300ton 초과) **표준품셈 단가부재로 용량이 부족한** 크레인(300ton) **단가 적용**

□ 가교 폭원 및 단가

o 크레인 폭원을 감안하지 않고 **일률적**으로 **8m**로 **설계**

【무한궤도 크레인 폭원】

150ton	250ton	350ton	550ton	750ton
6.67m	7.62m	8.72m	9.9m	10.16m

o 가교단가 견적시 **작업조건 미고려**(가교 위 크레인 거치 등)

- 가교 보강시 공사비 약 30%증가

나. 개선방안

□ 가설크레인 적정규격 반영

o **크레인 용량검토**(예시 : 붙임 1) 결과 **일반보고서 수록 의무화**

- 검토위치 : 교량별 최대 용량 필요구간(최대 교고, 교대부, 지장물 구간 등)

o 단가 : **용량 검토결과 반영**

- 표준품셈에 등재되지 않은 대형크레인 견적 처리 후 반영(붙임 2 : 국내 크레인 현황)

☞ 국내 300ton 초과 크레인(무한궤도) 85대 보유

□ 가교 설계시 작업조건을 감안한 적정규격 반영

o 크레인 이동 감안 **폭원 반영 설계**

o 가교 위 크레인 작업이 **불가피한 경우 조건 명시**(빔, 크레인중량) **후 단가 견적 시행**

3. 빔 야적장 부지 임대비 반영

가. 현실태 및 문제점

□ 빔 야적장 부지 설계반영 기준 부재

□ 일반적으로 본선부지 활용 빔야적으로 판단 설계 미반영

□ 터널사이 계곡, 하천 등 본선 부지내 야적 불가한 경우 다수발생

□ 빔 제작단가에 기초잡석 부설비는 포함되나, 별도의 부지 정지비용 미반영

나. 개선방안

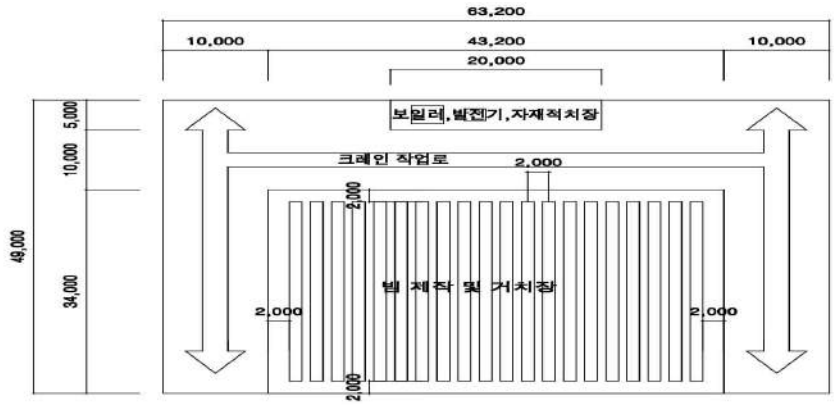
□ 용지 경계안에 **빔 야적**이 **불가**한 경우 임대비 **반영**(제잡비 공제)

□ **빔 적치장, 크레인 작업로,** 증기양생 설비 **등 고려 부지면적 산정반영**

o 부지정지가 필요할 경우 토공, 다짐 및 복구비 반영

*** 제작장 면적 산정(예시)**

- 빔 본수 : 20본(4경간, 5거더/4경간)
- 크레인 작업로 : 10m
- 빔 적치장 : 2m(통로 폭) × 본수 × [거더길이 + 4m(긴장여유)]
- 보일러 · 발전기 등 자재실 : 20 × 5m



□ 설계단계에서 야적장 검토 후 **임대비** 및 **부지정지비 반영**

o 공시지가×10%×임대 개월수/12(임대기간 : 최소 3개월 반영)

*** 빔 제작장 임대개월수 산정(예시)**

구 분	공 종	공사기간										비고
		1개월	2개월	3개월	4개월	5개월	6개월	7개월	8개월	9개월	10개월	
부대공	가시설 및 가교설치,철거											
	세굴방지공											
기초 및 하부공	기초터파기											
	말뚝기초공											
	확대기초공											
	교대,교각 구체시공											
	교량받침 설치											
상부공	제작장 부지선정 및 정리											
	자재반입,철근·거푸집 조립											
	거더제작(양생 및 긴장)											
	거더 가설											
	제작장 철거 및 복구											
	슬래브 타설											
	포장 및 부대공											

☞ 임대기간 : 부지선정 ~ 제작장 철거 · 복구 기간

4. 슬래브 타설용 동바리 기초 콘크리트 반영

가. 현실태 및 문제점

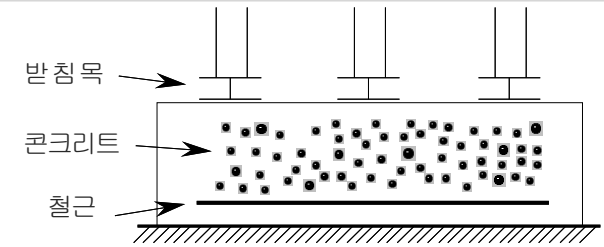
□ 라멘교, 슬래브교 등 콘크리트 교량 가설용 동바리 안정을 위하여 **기초 콘크리트를 타설**하고 있으나 **설계 미반영**

나. 개선방안

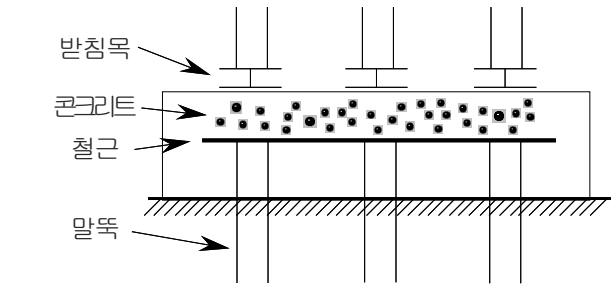
□ **콘크리트 교량 가설용 동바리 설계지침**(국토해양부 2007.12)**에 의거 기초 안정콘크리트 설계반영**

- o 지반의 평탄성불량, 편심발생 및 지반세굴에 의한 동바리 붕괴 예방을 위해 **기초 안정 콘크리트 최소 100mm 타설**
- o 토질조사 결과 **소요지지력>지반허용지지력**의 경우 **안전성 검토 결과에 따라 설계반영**

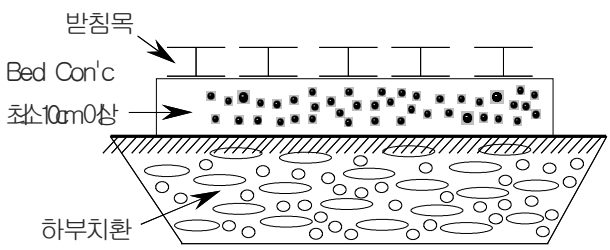
【소요지지력 > 지반허용지지력의 경우 안전성 검토방법】



o 지반 허용지지력 및 기초 철근콘크리트에 대한 응력 검토



o 말뚝허용지지력 및 기초 철근콘크리트에 대한 응력검토



o 시험에 의해 치환깊이, 종류 등을 결정해 소요지지력 확보
o 하중분포 위해 받침목 필히 설치

□ **콘크리트 철거비용 반영**

o 콘크리트 깨기, 상차 및 운반 비용 반영

※ 폐기물 처리비는 미반영(사업단 별도발주)

5. 교량터파기 기준개선

가. 현실태 및 문제점

□ 교량 터파기 **측면 여유폭** 국토부 기준에 비하여 **협소**

o 교량은 터파기 깊이가 암거,옹벽보다 깊으나 동일하게 적용

□ 지반상세 토질조건을 고려하지 않은 **터파기 경사 적용**

구 분	수량산출기준(도공)	국도설계실무요령(국토부)
측면 여유폭(m)	· **교량** · 암거 · 옹벽 : **0.5** · 측구 : 0.3	· **교량 : 1.0**, 암거 · 옹벽 : 0.5 · 측구 : 0.3
토질별 경사	· 토사(1:1), 리핑(1:0.5) 발파(1:0.3)	"좌동"

나. 개선방안

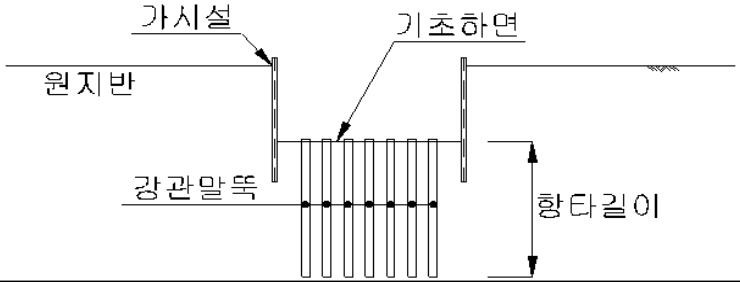
□ **교량 터파기 측면 여유폭 1.0m 적용**

□ **연약지반등** 토질조건이 불리한 경우 **토질시험 결과**에 따라 적정 **터파기 경사 적용**

6. 가시설 설치구간 말뚝시공 수량산출 기준개선

가. 현실태 및 문제점

□ 일반구간과 동일하게 **기초 터파기 완료후 시공연장 반영**



* 수량산출기준(시공비)
: 말뚝길이-20cm

□ 실시공시 기초 터파기전 **원지반면**에서 **말뚝시공**

나. 개선방안

□ 가시설 설치후 말뚝시공 장비 진입이 불가한 경우 적용

□ 시공연장은 실시공 **공정을 감안 원지반선 기준**으로 **산정**

□ 기타 원지반에서 말뚝시공이 불가피한 경우(가도축도 등)검토 적용

Ⅳ 적용방안

□ **설계중인 노선 : 본 방침 적용**

붙 임 : 1. 크레인 용량검토(예시)

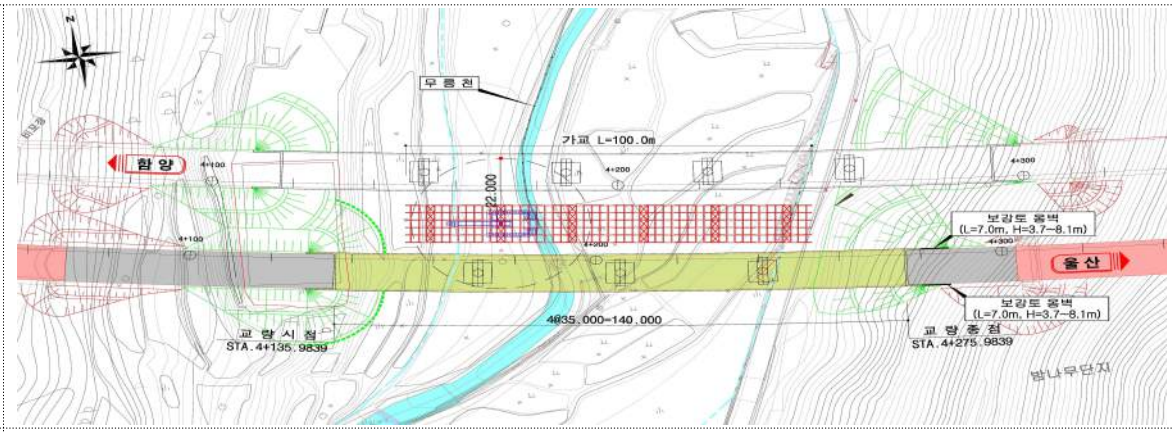
2. 국내 크레인 보유현황

붙 임 #1

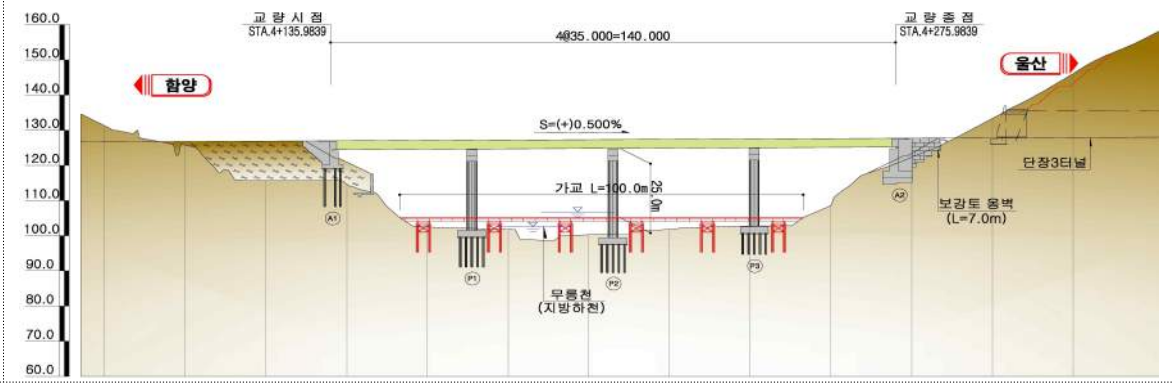
크레인 용량검토(예시)

□ 교량현황 : L=140m(4@35m), H=27m

평면도



종단면도



□ 크레인 용량검토

○ 거더 가설현황

구 분		단 위	무 등 교	비 고
거더 형식			EX Girder	
거더 제원	형 고	m	1.6	
	길 이	m	35.0	
	본 수	본	20 본	
	빔 중 량	tonf	91.3	

○ 거더 인양시 크레인 붐 길이 검토

- 가설중 **크레인 붐 길이**는 **교각고**와 **거더높이** 및 **여유고 고려 산정**

H(인양높이) = 27m(거더가설 높이) + 1.6m(거더 높이) + 5.0m(여유고) = 33.6m

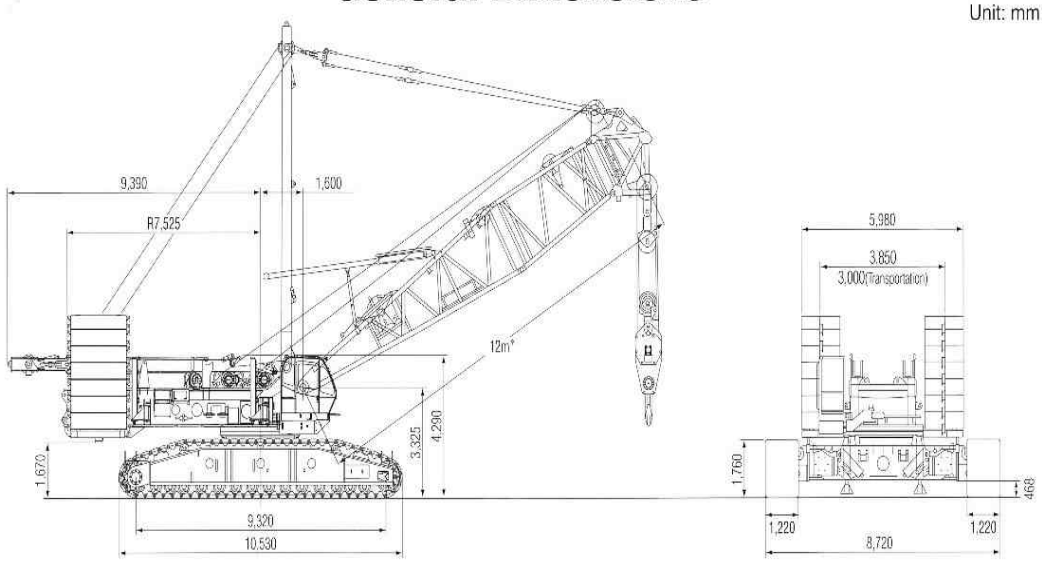
소요 붐 길이 = $\sqrt{H^2+R^2}$ = $\sqrt{33.6^2+22^2}$ = 40.2m (H=인양높이, R= 작업반경)

○ 가설장비 산정 : 350Ton 크레인 적용

- Boom 42m, 반경 22m ⇒ 크레인 한 대당 <u>63.3톤 인양 가능</u>(제원표 참조)
- 빔 중량 91.3Ton ⇒ <u>350Ton 크레인 2대 필요</u>

General Dimensions

Unit: mm



* Heavy-duty boom specification: with 12.0m boom length only.

[350톤 크롤라 크레인 제원]

Rated loads in metric tons for 360° working area

(Counterweight 120 tons + Carbodyweight 41 tons, Double drum)

Unit: metric tons

Boom length (m) / Operating radius (m)	Heavy-duty boom	Standard crane boom											Boom length (m) / Operating radius (m)
	12.0*	18.0	24.0	30.0	36.0	42.0	48.0	54.0	60.0	66.0	72.0	78.0	
4.2	400.0												4.2
5.0	375.0	350.0	5.5m/350.0										5.0
6.0	350.0	350.0	350.0	6.1m/350.0	6.8m/343.3								6.0
7.0	320.7	320.7	318.5	316.6	314.4	7.4m/302.1							7.0
8.0	269.4	269.4	267.6	265.8	263.8	262.2	261.1	8.6m/242.4					8.0
9.0	200.2	231.8	230.4	228.8	226.9	225.3	224.1	222.9	9.3m/219.7	9.9m/200.4			9.0
10.0	166.0	203.0	202.0	200.5	198.7	197.2	195.9	194.6	193.5	192.5	10.5m/171.4	11.1m/144.7	10.0
12.0	111.4	160.8	160.8	160.1	158.5	157.0	155.8	154.5	153.3	152.1	151.1	142.5	12.0
14.0		127.2	127.0	126.4	125.5	124.6	124.1	123.8	122.9	122.7	122.7	121.9	14.0
16.0		104.8	104.4	103.5	102.7	101.6	101.1	100.7	99.8	99.5	99.4	98.6	16.0
18.0		17.9m/89.7	88.2	87.2	86.3	85.2	84.6	84.2	83.2	82.9	82.8	81.9	18.0
20.0			76.0	75.0	74.0	72.8	72.3	71.7	70.8	70.4	70.3	69.3	20.0
22.0			66.6	65.5	64.5	63.3	62.7	62.1	61.1	60.7	60.5	59.6	22.0
24.0			23.1m/62.3	57.9	56.8	55.6	55.0	54.4	53.3	52.9	52.7	51.8	24.0
26.0				51.8	50.6	49.4	48.7	48.0	47.0	46.6	46.4	45.4	26.0
28.0				47.4	45.5	44.2	43.5	42.8	41.7	41.3	41.1	40.0	28.0
30.0				28.3m/46.7	41.2	39.9	39.1	38.4	37.3	36.8	36.6	35.5	30.0
34.0					33.5m/35.3	33.0	32.1	31.3	30.2	29.7	29.4	28.3	34.0
38.0						28.0	26.9	26.0	24.9	24.3	23.9	22.9	38.0
42.0						38.7m/27.3	22.9	21.9	20.7	20.0	19.6	18.3	42.0
46.0							43.9m/21.4	18.7	17.4	16.4	15.9	14.5	46.0
50.0								49.1m/16.7	14.5	13.5	12.8	11.5	50.0
54.0									12.5	11.1	10.3	8.9	54.0
58.0									54.3m/12.3	9.1	8.2	6.8	58.0
62.0										59.5m/8.5	6.5	5.0	62.0
66.0											64.7m/5.6	3.6	66.0
70.0												69.8m/2.4	70.0
reeves	36	32	32	32	32	28	24	20	20	16	16	16	reeves

Note : Designed and rated to comply with ANSI Code B30.5.

Ratings shown in [ ] are determined by the strength of the boom or other structural components.

This is the rated for double drum.

* Values of 12.0m boom length are lifting capacities for heavy-duty boom. Ratings shown for boom length 18.0m or longer are with standard boom top only.

5-2 교량 면진받침 성능 향상 방안

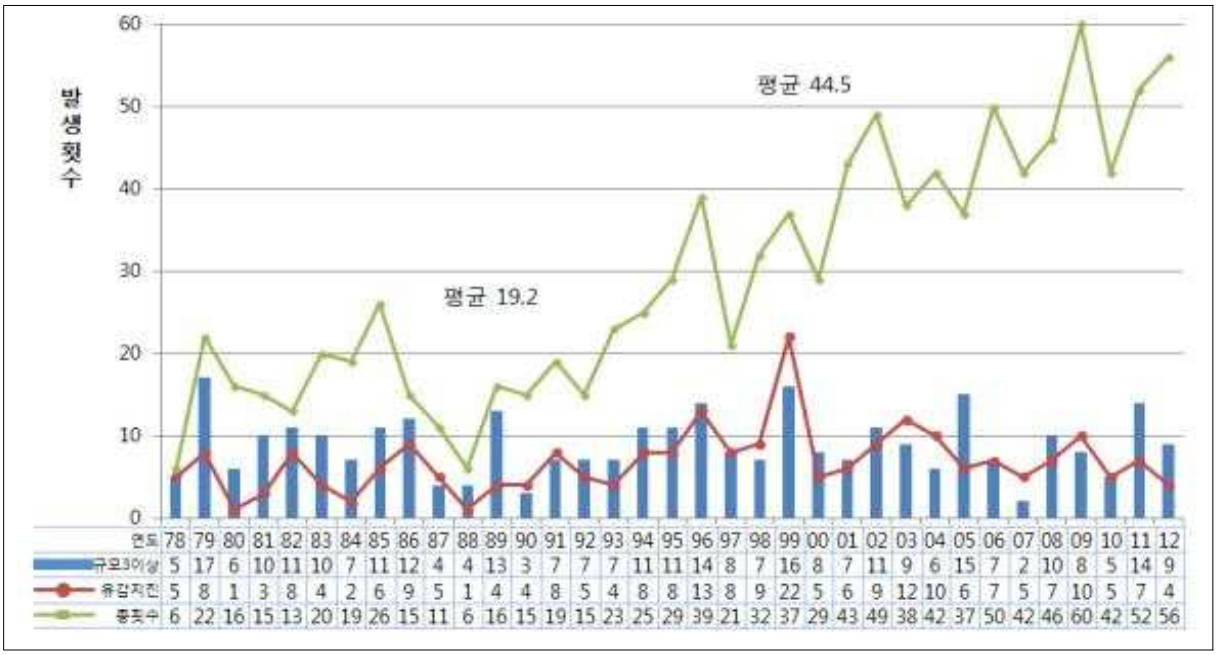
설 계 저-1175
(2013. 4. 22)

I 배경 및 목적

□ 면진받침[1]은 상시 및 지진시 교량의 안전성 확보와 단면 최적화 설계에 지대한 영향을 미치고 있는 주요 부재로서, 1995년부터 고속도로 교량 설계에 적용하고 있음.

□ 최근 지진발생 횟수 증가, 신형식거더 개발, 장대교량 증가 및 비대칭(본선+램프 일체식) 교량 설계 등 설계여건 변화에 맞는 면진받침 적용방안을 검토하여 교량 내구성 향상 및 경제적인 설계를 도모하고자 함.

※ 국내 지진발생 현황(기상청 지진센터)



연도	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
규모3이상	5	17	6	10	11	10	7	11	12	4	4	13	3	7	7	7	11	11	14	8	7	16	8	7	11	9	6	15	7	2	10	8	5	14	9
유감지진	5	8	1	3	8	4	2	6	9	5	1	4	4	8	5	4	8	8	13	8	9	22	5	6	9	12	10	6	7	5	7	10	5	7	4
총횟수	6	22	16	15	13	20	19	26	15	11	6	16	15	19	15	23	25	29	39	21	32	37	29	43	49	38	42	37	50	42	46	60	42	52	56

o '78년 기상청에서 지진관측 시작 이후 '12년 말까지 총 1,030건 관측
  - 지진의 발생 총 횟수가 증가하는 추세('78년 대비 9배 증가)

o 리히터 규모 5.0이상 5회 관측 및 3.0이상 지진은 연간 10회 발생

1) 면진받침(Seismic Isolation Bearing) : 교량에 고유주기 이동, 지진력 분산, 지진에너지 감쇠 기능을 부여하여 교량을 지진으로부터 보호하는 받침

Ⅱ 면진받침 설계기준

□ 주요 경위

o 1992. 12 내진설계기준 수록(도로교표준시방서)

o 1995. 6 고속도로 교량 내진설계 개념 도입

o 2000. 7 교량의 내진성능목표 개념 도입(도로교설계기준)

o 2005. 2 지진격리교량 설계법 시행(도로교설계기준)

o 2010. 9 연성도 내진설계법 시행(도로교설계기준)

o 2011. 12 한계상태설계법 제정(도로교설계기준)

□ 설계 및 품질기준

o 설계 기준(도로교설계기준, 2012년)

- 고속도로 교량은 내진1등급교 설계(1,000년, 0.154g)
- 받침은 상부구조 하중을 확실히 하부구조에 전달하고, 상·하부 구조에 유해한 구속력이 발생되지 않아야 함
- 면진받침과 재료는 화학적, 물리적, 기계적 성질이 안정적이어야 함

o 품질 기준(고속도로 건설공사 현장 품질시험기준, 2012년)

- 시험빈도 : 교량받침 종류별, 규격별 각 1회 시행
- 시험항목 : 압축특성시험, 전단특성시험

<table>
<tr><th>구분</th><th>압축특성시험</th><th>전단특성시험</th></tr>
<tr><td>요구성능</td><td>- 상부하중 지지 및 회전 거동 흡수</td><td>- 전단강성은 진동주기 결정
- 감쇠성능은 지진에너지 소산</td></tr>
<tr><td>품질기준</td><td>- 손상이 없어야 함</td><td><table><tr><th></th><th>유효강성</th><th>EDC[2)]</th></tr><tr><td>개체차</td><td>±20%이내</td><td>-25%이상</td></tr><tr><td>평균값</td><td>±10%이내</td><td>-15%이상</td></tr></table></td></tr>
</table>

2) EDC(Energy Dissipation Capacity) : 한 사이클 당 소산된 에너지

Ⅲ 받침별 구조해석 적용현황

□ 상부형식별 현황

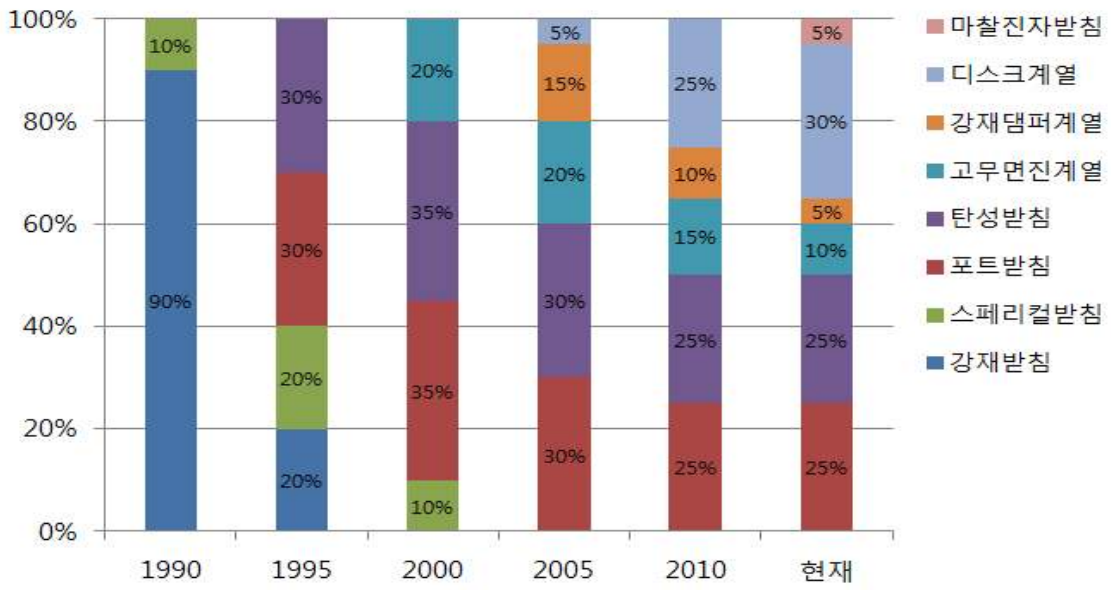
o 4개 노선(냉정~부산, 울산~포항, 함양~성산, 상주~영덕) 적용 현황

[단위 : 백분율]

구 분	디스크	납면진	강재댐퍼	고감쇠	마찰진자
PSC 거더교	38	36	14	9	3
PSC 박스교	28	37	22	-	13
강 거더교	-	90	-	-	10
강 박스교	47	7	8	29	9

o PSC 거더교 및 강박스교는 디스크형식, 강거교 및 PSC 박스교는 납면진형식 위주로 구조해석

□ 년도별 현황



o 면진받침은 2000년 고무면진계열 적용 후 현재 50% 적용

o 최근에는 강재댐퍼, 디스크 및 마찰진자형 받침 사용 증가

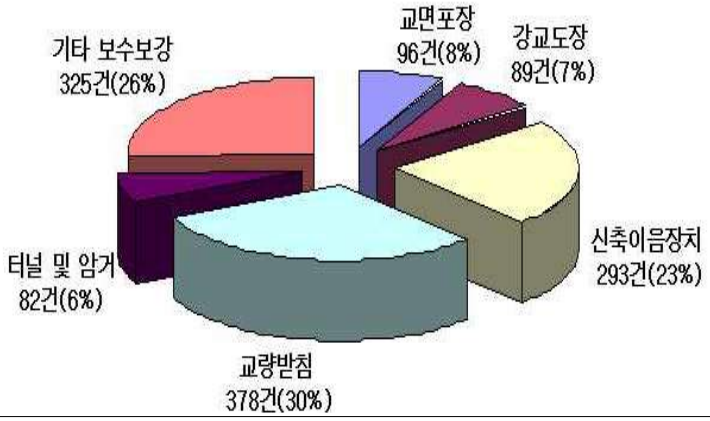
☞ 교량 상부형식의 특성보다 개발되는 받침 위주의 적용

Ⅳ 현 실태 및 문제점

1. 교량 주요 구조부재로서의 중요도 인식 부재

□ 받침 설계·시공불량으로 교량의 중대 결함 유발

o 받침에서 교량 결함 30% 발생('08~'09년 정밀점검 결과)



[받침 결함 유형]

- 형식선정 부적정
- 배치 부적정
- 도장 녹발생
- 유간산정 부적정
- 교대변위로 받침 손상
- 편기 설치 등

o 설계·시공 부실시 낙교 등 중대 결함 유발

연단거리부족으로 낙교
Nishnomiya Bridge(일본)

내진받침 본체 파손
Nishnomiya Bridge(일본)

부반력 미고려로 낙교
신동IC RAMP교(국내)

□ 부속자재로 분류하여 짧은 하자담보책임기간 설정 등 주요 구조부재로서의 중요성을 낮게 인식

o 받침은 부속자재가 아닌 주요자재로의 인식 전환 필요

o 하자담보책임기간 : 철근콘크리트·철골 : 7~10년 / 받침 : 2년

→ 하자담보책임기간 연장 필요

2. 면진받침 설계기술 수준 향상 노력 미흡

□ 교량 형식, 구조형태에 적합한 면진받침 검토 미흡

o 받침종류, 교량 상부형식·형태(비대칭 등)가 미고려된 설계

- 1개 받침 종류만 검토하여 설계 → 교량 거동특성 반영 미흡
- 제품별 고유물성치로 인한 해석곤란으로 구조해석을 받침업체에 위탁하는 경향

o 하부구조 단면 및 규격 최적화 검토 미흡

- 상·하부구조 단면 결정 후 구조해석에 따른 교량받침 적용
- 피드백 미시행에 따른 받침, 하부구조의 과다 설계 발생여지 내포

□ 적정 용량받침 미적용으로 비경제적 설계 시행

o 적정규격 미검토로 건설중 받침용량 재검토 시행

- 울산~포항선 교량(시공중 27개 교량)중 30%가 받침용량 변경
- 최대 25%이상 과규격(2,000kN→2,500kN) 설계 사례 발생

o 면진받침은 규격에 따른 가격 변동폭이 커 최적설계 유도 필요

- 내진받침 1.6배(탄성방침 1,750kN → 3,500kN)
- 면진받침 2.0배(면진디스크 2,500kN → 5,000kN)

3. 면진받침 설계의 표준화·체계화 미흡

□ 안전성 확보를 위한 내실있는 구조계산 시행 필요

o 구조계산서에 지진 해석 조건 및 결과 일부 미수록 사례 발생 다수

- 교량받침 물성치(유효강성, 감쇠비 등)
- 지진시 수평력, 수평변위 및 연단거리 검토 등

o 교량받침 Check List가 상부공내에 포함되어 상세검토 미흡

- 교량받침 면진받침 설계여부 등 포괄적인 내용의 4개 항목

⑦ 교좌장치 계획시 면진받침과 탄성받침을 비교 검토하여 선정하였는가
⑧ 교좌장치 및 신축이음장치는 계산값과 비교하여 적절한가
⑨ 받침부 보강철근은 콘크리트의 강도를 고려하였는가
⑩ 고정단의 위치 설정은 적절한가

□ 구조계산서 미비에 따른 건설 및 유지관리시 교량받침 구조해석을 별도 재시행하는 실정

o 설계시 교량받침 구조해석 자료 관련부서로 전달 미흡

- 건　　설 : 상부구조 변경, 하부구조 위치 변경 등
- 유지관리 : 상부구조 보강, 교량받침 교체 등

V 성능 향상 방안

추진 목표

- ▶ 안전성, 경제성 확보를 위한 설계 관리 강화 (2013년)
- ▶ 면진받침 설계·시공자료 관리 체계화 (2014년)
- ▶ 성능중심 면진받침 설계시스템 구축 (2015년)

1. 안전성, 경제성 확보를 위한 설계 관리 강화

□ 예비설계를 통한 비교해석으로 최적 면진받침 설계 도모

o 다수의 면진받침 비교해석을 통하여 교량 특성에 맞는 안전하고 경제적인 받침을 선정하여 설계 반영

o 일반보고서 “교량별 세부설계”에 받침 비교해석 결과 수록

o 설계도면, 구조계산서에 선정받침 자료를 수록하고 “Note” 표기

> 본 도면에 표기된 공법(제품)은 공사비 기초금액 산출을 위해 제시된 것으로 시공전 감독원과 협의 후 재질, 규격, 성능 등이 동등이상인 공법(제품)으로 변경 적용할 수 있음

※ 신기술·신공법 등 특정공법 설계적용 관련 설계도서 작성 및 적용절차 준수(설계처-1731, 2010.04.09)

□ 면진받침 설계시 설계사의 책임 설계 환경 조성

o 현행 받침제작사 위주의 구조해석을 설계사에서 직접 시행하도록 유도

- 받침별 물성치, 거동특성 등 구조해석에 필요한 기초자료를 제시하도록 받침제작사에 협조 의뢰
- 기초자료 미제시 제품에 대하여는 구조해석에서 배제

□ 하부구조와 연계된 피드백 설계 강화

o 하부구조, 받침의 피드백 설계 강화로 경제적 설계 유도 : 붙임#1

- 하부구조 규격, 철근량 최소화
- 면진받침 용량 최적화

2. 면진받침 설계·시공자료 관리 체계화

□ 구조해석 절차 및 서식의 표준화 시행

o 면진받침 설계 절차 정립

o 구조해석 계산서 서식 표준화 : 붙임#2

□ 교량받침 설계 Check List 신설

o (현행) 교량상부공에 부분 포함 → (개선) 교량받침편 신설

o 상시 및 내진해석 결과 적정성 등 20건 수록

※ 교량받침 설계 Check List : 붙임#3

□ 설계·시공 자료 관리 강화

o 설계시 면진받침의 자료 DB 구축

- 받침별 구조계산서
- 받침별 물성치 및 구조해석 입력데이터(파일)

o 시공시 면진받침 품질시험 데이터 관리 철저

- 품질시험기준에 따른 압축시험, 전단시험 시행 및 확인

→ 맞춤형 면진받침 설계가이드라인 작성시 활용

3. 성능중심 맞춤형 면진받침 설계시스템 구축

□ 교량형식별, 받침종류별 경제성, 안전성 등 통계 분석

□ 교량별 맞춤형 면진받침 설계가이드라인 작성

□ 성능 보장기간이 연장되도록 제도 개선 검토

o 하자담보책임기간 연장

o 완성품 성능시험

Ⅵ 결론 및 향후 계획

□ 적용 방안

o 설계중인 노선 : 본 방침 적용

□ 향후 계획

o 면진받침 설계 및 시공자료 축척 및 분석 : 2014년

o 성능중심 맞춤형 면진받침 설계시스템 구축 : 2015년

- 면진받침 설계가이드라인 작성
- 하자만료기간 연장 방안 마련
- 완성품 성능시험 방안 마련

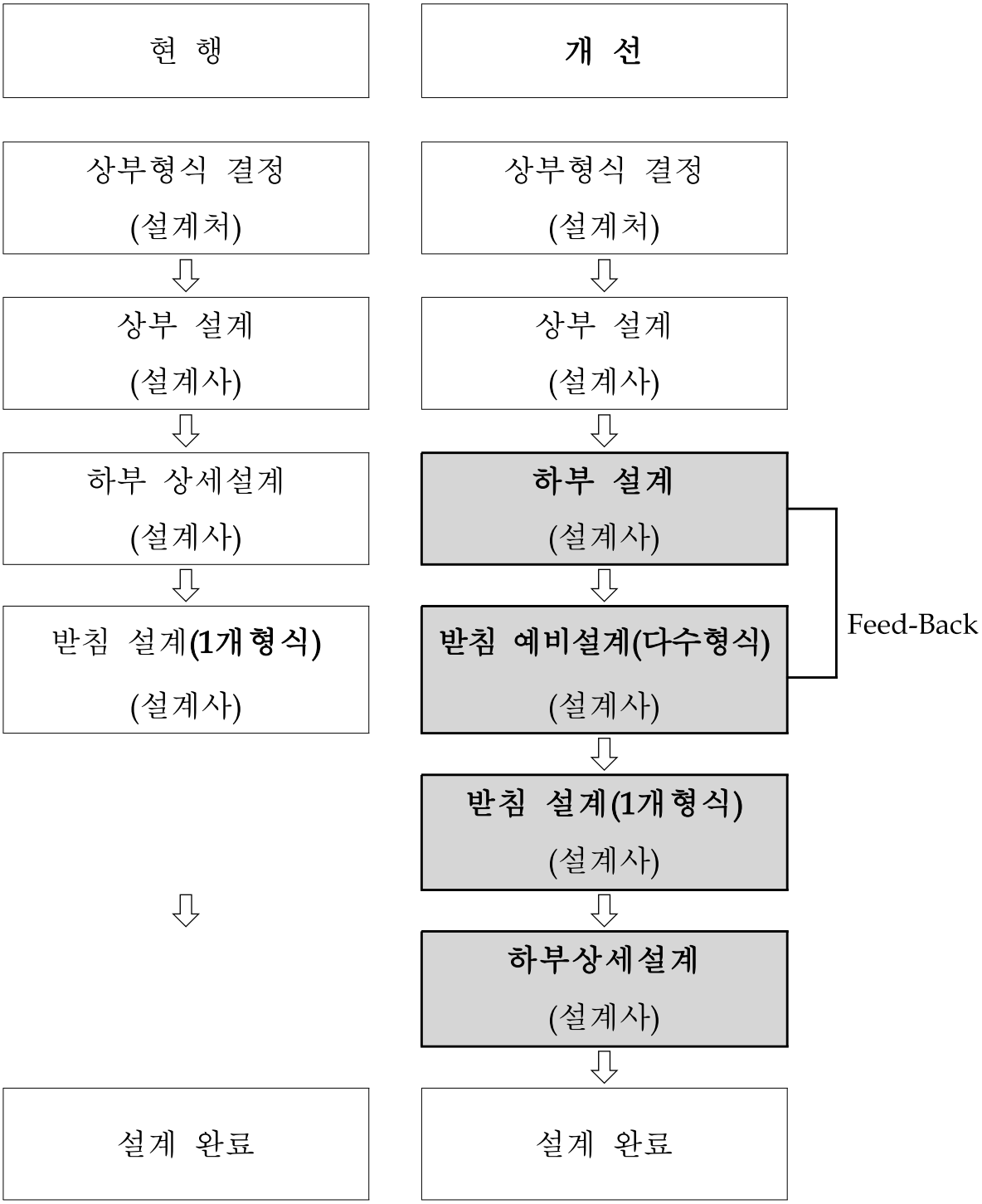
붙 임 : 1. 면진받침 설계 절차

2. 구조해석 계산서 작성 서식

3. 교량 면진받침 설계 Check List

붙 임 #1

면진받침 설계 절차



붙 임 #2

구조해석 계산서 작성 서식

1. 내진해석 일반
 1.1 목적
 1.2 내진해석 방법(추가)
 1.3 내진등급과 지반가속도계수(추가)
  ○ 지진구역 구분
  ○ 지진구역 계수
  ○ 위험도계수
  ○ 내진등급
  ○ 지반계수
  ○ 지반분류
  ○ 응답수정계수

2. 설계대상 교량
 2.1 설계조건(추가)
  ○ 교량 제원
 2.2 참고문헌

3. 해석모델
 3.1 모델링(추가)
 3.2 단면특성(추가)
 3.3 작용하중
 3.4 입력지진파(추가)

4. 받침특성치 검토
 4.1 받침배치도(추가)
 4.2 면진장치의 특성(추가)
 4.3 복원력 검토(추가)

5. 고유치 해석결과
 5.1 Mode Shape(추가)
 5.2 주기 및 진동수(추가)
 5.3 질량참여율(추가)

6. 내진해석 결과
 6.1 받침 부재력 해석결과
 6.2 받침 부재력 하중조합
 6.3 받침변위(추가)

7. 하부구조 내진해석 결과
 7.1 교각 하단 부재력
 7.2 교각 하단 부재력 하중조합
 7.3 교각 상단 부재력
 7.4 교각 상단 부재력 하중조합
 7.5 코핑 상단 변위
 7.6 말뚝 상단 탄성지지력
 7.7 말뚝 하단 탄성지지력
 7.8 말뚝 상단 지진 변위
 7.9 말뚝 하단 부재력
 7.10 말뚝 하단 부재력 하중조합
 7.11 교량 여유간격(추가)

8. 전산입력 DATA(추가)

※ 해당 없는 항목 제외 가능

붙 임 #3

Check List

9. 교 량 공

구 분	Check List	확 인			비고
		설계사		감독원	
		실무자	책임자		
사. 교량받침	① 교량받침의 상시 및 내진해석은 적정하게 수행하였는가				
	② 교량받침 계획시 내진받침과 지진격리받침을 비교 검토하여 선정하였는가, 지진격리받침 설계시에는 3가지 이상의 받침에 대하여 비교, 검토하였는가				
	③ 교량받침 배치는 교량의 선형을 고려하여 선정하였는가				
	④ 교량받침 고정단과 가동단의 위치 설정은 적절한가				
	⑤ 상시 및 지진시 이동량 계산은 적합한가				
	⑥ 상시 및 지진시 허용수평력과 허용변위가 명시되어 있는가				
	⑦ 연단거리 및 최소받침지지길이 계산은 적합한가				
	⑧ 교량받침 특성치는 명확하게 기입되어 있는가				
	⑨ 응답스펙트럼은 교량에 적합한 데이터가 적용되었는가				
	⑩ 설계지진파는 교량에 적합한 데이터가 적용되었는가				
	⑪ 교축 및 교축직각방향 지진력 조합은 적합한가				
	⑫ 지진격리받침을 적합하게 혼합배치하여 경제성을 확보하였는가				
	⑬ 지진격리받침 종류별 추가검토사항에 대해 안정성을 확보하였는가 (감쇠비, 마찰계수, 곡률 등)				

구 분	Check List	확 인			비고
		설계사		감독원	
		실무자	책임자		
사. 교량받침	⑭ 교량받침 혼용배치시 동일 계열의 받침으로 적용하였는가				
	⑮ 프리셋팅이 가능한 제품이 적용되었는가				
	⑯ 받침부 보강철근은 콘크리트의 강도를 고려하였는가				
	⑰ 교량받침 상판크기와 솔플레이트의 크기는 적합한가				
	⑱ 강교의 경우, 교량받침의 유효지압면적을 고려하여 지점부 국부좌굴에 대해 검토되었는가				
	⑲ 형하공간은 교량받침이 충분히 설치될 수 있도록 확보되었는가				
	⑳ 교량받침 구조해석 데이터는 빠짐없이 수록하였는가				

5-3 프리스트레스 콘크리트 교량
고강도 강연선 적용 방안

설 계 저-1411
(2013. 5. 13)

I 검토목적

고강도 PS강연선(2,160MPa, 2,400MPa) 및 정착장치의 적용을 통한 프리스트레스 콘크리트 교량의 안전성 향상, 단면 축소, 장경간화로 경관개선 및 경제적 설계 구현

※ 고강도 PS강연선 : 1,860MPa 초과 항복강도를 가진 강연선

【 PS강연선 종류 및 기술동향】

o 현재 설계 적용하고 있는 PS강연선의 인장강도는 1,860MPa임.

o 고강도 PS강연선은 일본에서 2,230MPa 강연선을 개발(설계 미적용)하였으며, 국내에서는 인장강도 2,160MPa, 2,400MPa 포스트텐션용 비도금 강연선과 2,200MPa 사장교 케이블용 도금 강연선 개발(초장대교량사업단 국책과제, 2012년)

※ PS강연선 관련 기술 동향

구 분	내 용	비 고
국내	· 생산 : 1,720, 1,860, 2,160, 2,400 · 유통 : 1,860, 2,160 · 시방 : 1,720, 1,860, 2,160(2009), 2,400(2011)	KS D 7002 (1965) (2011개정)
일본	· 생산 : 1,720, 1,860, 2,230(2006) · 유통 : 1,860 · 시방 : 1,720, 1,860	JIS G 3536 (1960) (1999개정)
미국	· 생산 : 1,725, 1,860 · 유통 : 1,860 · 시방 : 1,725, 1,860	ASTM A416 (1957) (2012개정)
영국	· 생산 : 1,770, 1,860 · 유통 : 1,860 · 시방 : 1,770, 1,860	BS 5896 (1969) (2007개정)

Ⅱ 현 설계 및 품질 기준

□ PS 강연선

o 콘크리트 구조기준(2013) 2.2.3 강재

- 프리스트레스 콘크리트에 사용되는 강연선은 KS D 7002의 규정에 따라야 한다.

o 도로교 설계기준(2010) 4.6.1.3 (1) PS강재

- PS강선, PS강봉, PS강연선은 한국산업규격 KS D 7002, KS D 3505에 적합한 것이어야 한다.

o 기술표준원 KS D 7002 PC 강선 및 강연선(2011.3.2개정)

- SWPC7CL(2,160MPa), SWPC7DL(2,400MPa) 강연선 추가
- 강연선 시험방법 : 인장시험(연신율), 릴랙세이션시험

□ 정착장치 및 접속장치

o 콘크리트 표준시방서 해설(2009) 2.4.1 정착장치 및 접속장치

- 정착장치 및 접속장치의 선정에 있어서는 정착 또는 접속된 PS강재의 규격에 정해진 인장하중값의 95퍼센트에 이르기 전에 파괴되거나 현저한 변형이 일어나는 일이 없는 구조 및 강도를 갖는 것이어야 한다.

o 콘크리트 표준시방서 해설(2009) 2.6.3 정착장치 및 접속장치의 품질검사

- 정착장치 및 접속장치의 품질검사는 육안관찰에 의한 외관검사와 PSC 텐던 정착장치 및 접속장치의 성능 시험방법(KCI-PS101)의 방법에 의한 성능검사에 따른다.

Ⅲ 적용방안 검토

【 성능기준 】

□ PS 강연선

o 국내 KS기준의 인장시험과 릴랙세이션시험 결과 기준을 만족함.

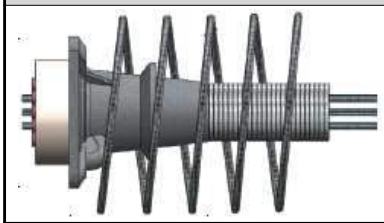
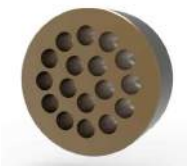
구 분	기 준	시험결과	비 고
인장시험	· 연신율 3.5% 이상	· 연신율 4.2~4.5%	KS JIS ASTM BS
릴랙세이션 시험	· 하중감소 2.5%미만	· 하중감소 0.80%	

o 국외 ISO15630-3[3]기준에 의한 굴절인장시험, 피로시험, 응력부식 시험 결과 기준을 만족함.

구 분	기 준	시험결과	비 고
굴절인장 시험	· 20°휨상태에서 인장강도감소 28%이하	· 강도손실률 11.94~15.67%	ISO15630-3 Part 3
피로시험	· 200백만회 피로시험후 파단된 단면손실 0%	· 파단된 강선 없음	
응력부식 성능시험	· 티오시안수용액에 넣고 공칭강도의 80% 가력후 파단 최소2시간이상, 평균5시간이상	· 파단최소시간3.3시간, 평균12.2시간이상	

□ 정착장치

o 정착장치는 웻지, 앵커헤드, 앵커캐스팅 등으로 구성

정착장치 셋트	웻지	앵커헤드	앵커캐스팅
			

3) ISO 15630-3(2nd, 2010) : Steel for the reinforcement and prestressing of concrete - Test methods

o 국내 콘크리트학회 기준[4]에 의한 정하중시험, 피로시험 및 하중전달 시험에 의한 시험결과 기준을 만족함.

구 분	기 준	시험결과	비 고
정하중시험 (인장시험)	· 실제(공칭) 극한하중 95% 이상 · 총신장량 최소 2%	· 실제(공칭) 극한하중 99.4~101.6% · 총신장량2.86~3.90%	KCI
피로시험	· 200백만회 피로시험후 파단된 단면손실 5%미만	· 단면손실 0~2.0%	
하중전달시험 (압축시험)	· 최대균열폭 0.25mm 이하(마지막0.8Fpk) · 공칭극한강도의 110%이상	· 최대균열폭 0.2mm이하 · 공칭극한강도의 113.3~115.7%	

【 경제성 】

□ 검토방향

o PSC계열 거더 및 박스형식 교량에 대하여 경제성 검토 수행

o 강연선 강도 상향(1,860→2,400MPa)에 따른 텐던 및 강연선 수량 비교

□ 검토결과

o PSC계열 거더 : 강연선 절감량은 평균 22.1%, 공사비 절감량은 평균 3.1%(절감액은 1.9백만원)임

구 분	평균	00계열거더			△△계열거더	
		L=30m	L=40m	L=50m	L=50m	L=60m
강연선절감량 (%)	22.1	18.2	22.4	21.8	25.0	23.4
공사비절감량 (%)	3.1	4.1	1.7	3.7	3.1	3.0
공사비절감액 (백만원/본)	1.977	1.066	0.641	2.033	2.816	3.330

⇒ 고강도 강연선 사용에 따른 공사비 절감 효과 미미함

4) PSC 텐던 정착장치 및 접소장치의 성능 시험 방법(KCI-PS1010)

o PSC 박스 거더(ILM형식, L=375m) : 강연선 절감량은 32.2%, PT 공사비[5] 절감량은 26.9%(2.5억원)이며,
PSC 박스 거더(MSS형식, L=250m) : 강연선 절감량은 28.2%, PT 공사비 절감량은 16.1%(0.5억원)임

구 분	평균	ILM형식 (L=375m)	MSS형식 (L=250m)
강연선절감량 (%)	30.2	32.2	28.2
공사비절감량 (%)	21.5	26.9	16.1
공사비절감액 (억원)	1.50	2.47	0.54

⇒ 고강도 강연선 사용에 따른 공사비 절감 효과 양호함

【 시장상황 】

□ 생산업체

o 고강도 강연선 및 정착장치는 특정업체만 생산 가능하여 독점생산에 따른 수급불균형 및 공급가 인상 우려

o 일반 강연선 및 정착장치 생산업체는 설비추가, 인증절차 등을 통하여 고강도 강연선 및 정착장치 추후 생산 가능

구분	강도(MPa)			비고
	1,860	2,160	2,400	
강 연 선	다수	고려제강 만호제강 (2)	고려제강 (1)	
정착장치	다수	케이티에이 대한피씨 등 (4)	케이티에이 (1)	

5) PT공사비 : Post Tensioning 관련 공사비(강연선, 정착장치, 그라우팅, 인장 등)

□ 적용실적

o 냉정-부산선 양산천교(L=700m) 강연선(1,860→2,160MPa) 변경

☞ 고강도 강연선 사용에 대한 시공자료 분석 결과
- 정기안전점검보고서, 균열관리대장에 시공관련 특이사항 없음

o 담양-성산선 남원천교(L=120m) 강연선(1,860→2,160MPa) 변경

o 국도 광양 태인2교(Extradosed교) 강연선 변경(1,860→2,400MPa) 및 시공(2013. 8)예정

【 설계자문 】

o 목 적 : 고강도 강연선 및 정착장치 성능검토 결과 적정성 및 설계·시공 검토사항 관련 전문가 의견 수렴

o 자문의견 및 검토내용

비 고	자문의견	검토내용
설계	· 고강도 강연선 사용에 따른 인장지배단면 설계 필요	· 고강도강연선의 변형률이 항복강도 변형률을 초과하여 인장지배단면 설계 가능
	· 정착장치 시험기준을 고강도 강연선에서도 적용 가능한지 여부 검토 필요	· 정착장치 시험기준은 공칭강도와 실제강도 모두 검토하므로 고강도 강연선에 적용 가능
	· 정착장치 일정구간 직선 및 텐던 곡률기준 필요	· 설계시 강연선 꺽임이 발생하지 않도록 설계 반영
품질	· 고강도강연선 사용에 따른 품질 및 시공기준 필요	· 설계도서에 품질 및 시공 관리기준 반영
기타	· 고강도강연선 정착장치 크기 재설정 필요	· KCI-PS1011에 부합되는 제품 설계 반영

Ⅳ 검토결론

□ 고강도 강연선은 품질기준을 만족하고 구조적으로 유리하므로, 강연선 강도 상향에 따른 경제적 효과 및 교량슬림화 등 경관설계가 가능함

□ PSC 계열 거더 적용은 경제적 절감효과가 미미하고, 관련 업계 거더 재설계, 거푸집 제작 등이 필요하므로 설계조건과 경제성 등을 검토 후 필요 강연선 선택 적용

□ PSC 박스 거더 적용은 상부형식, 경간장 등의 설계조건과 경제성 등을 검토 후 고강도 강연선 설계 적용

Ⅴ 향후 추진계획

□ 적　　용

o 신규 착수 설계노선부터 적용

□ 기대효과

o PS구조물의 경관 개선 및 경제적 설계 구현

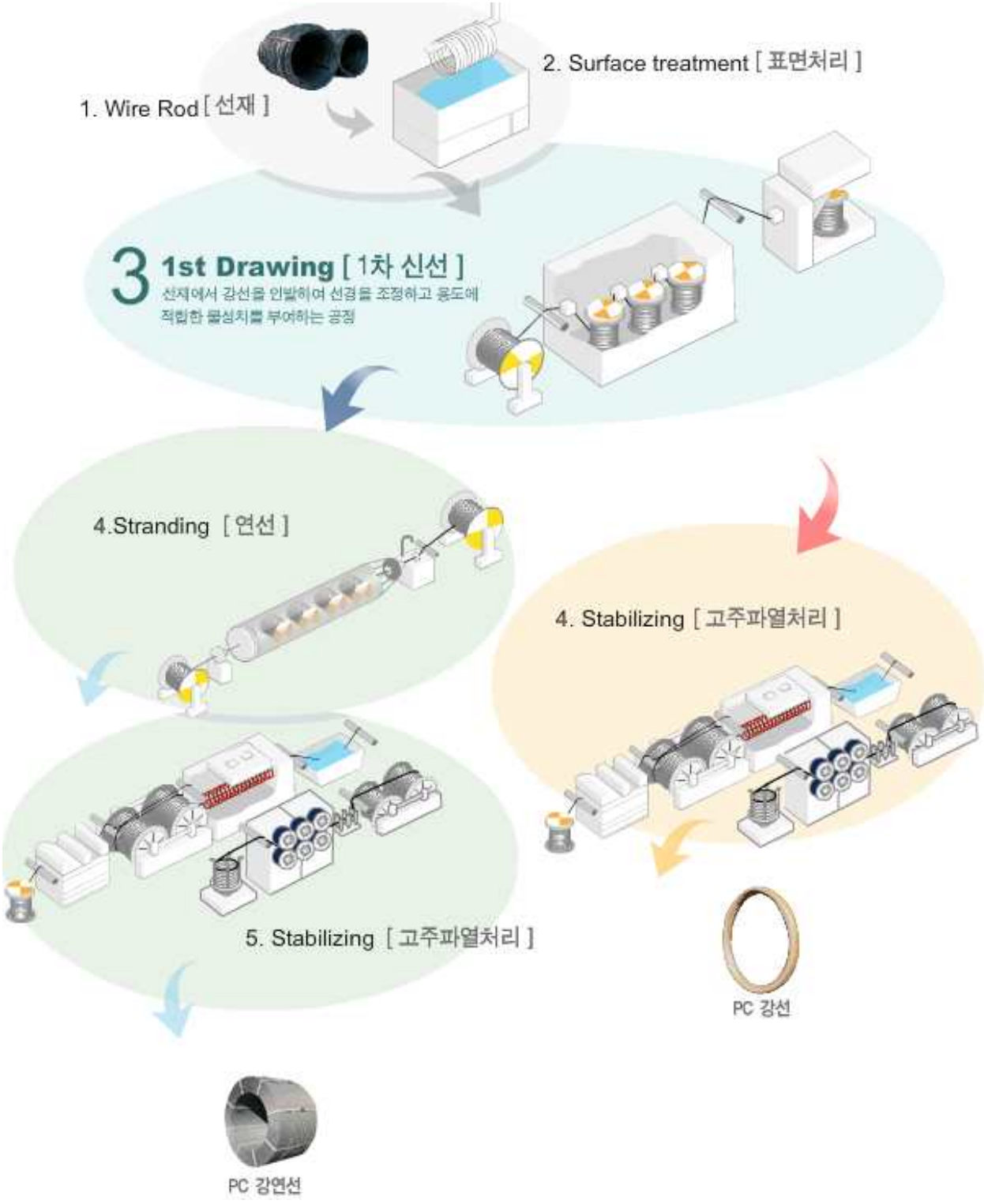
o 현 설계노선 적용시 공사비 약 9억원 절감 예상

※함양~울산선 지곡교 등 PSC박스거더 6개소 × 1.5억원/개소 = 9억원

붙　　임 : 1. PS 강연선 생산 프로세스
2. 강연선, 정착장치 업체 현황
3. 강연선, 정착장치 단가
4. 경제성 분석 결과
5. 설계자문 의견 및 조치내용 요약

붙 임 #1

PS 강연선 생산 프로세스



붙 임 #3

강연선 및 정착장치 단가

□ PS 강연선 단가

구분	강도(MPa)			비고
	1,860	2,160	2,400	
인장강도 비 (%)	100	115	128	SWPC (Φ12.7mm)
단 가 (천원/톤)	1,875	2,156 (115%)	2,244 (120%)	
생산업체	다수	고려제강 만호제강	고려제강	

□ 정착장치 단가

구분	강도(MPa)			비고
	1,860	2,160	2,400	
인장강도 비 (%)	100	115	128	
단 가 (천원/개)	1,717	1,918 (118%)	2,182 (127%)	Φ15.2mm 13H
생산업체	다수	케이티에이 대한피씨 등	케이티에이	

□ 철근 단가

구분	강도(MPa)			비고
	SD300	SD400	SD500	
인장강도 비 (%)	100	127	141	
단 가 (원/ton)	784,000	789,000 (101%)	819,000 (104%)	D19기준
생산업체	다수	다수	다수	

붙 임 #4

경제성 분석 결과

□ PSC계열 거더 적용성 검토

o 검토 조건

- 텐던 수량을 고정하고, 강연선 수량만 변경 : Case 1
- 텐던 수량과 강연선 수량을 동시에 변경 : Case 2

o 경제성 분석

- 00거더(L=30m)

구분	Case 1			Case 2			비 고
인장강도(MPa)	1,860	2,160	2,400	1,860	2,160	2,400	
Tendon (강연선)	3(12) 2(7)	3(10) 2(6)	3(9) 2(5)	3(12) 2(7)	2(15) 2(6)	2(14) 2(5)	
강연선량(톤)	1.788	1.522	1.359	1.788	1.522	1.463	
절감율(%)	-	**85.1**	**76.0**	-	**85.1**	**81.8**	
PT공사비(백만원)	9.957	9.637	9.195	9.957	9.081	8.872	
절감율(%)	-	**96.8**	**92.3**	-	**91.2**	**89.1**	
거더공사비(백만원)	26.035	25.716	25.274	26.035	25.178	24.969	
절감율(%)	-	**98.8**	**97.1**	-	**96.7**	**95.9**	

- 00거더(L=40m)

구분	Case 1			Case 2			비 고
인장강도(MPa)	1,860	2,160	2,400	1,860	2,160	2,400	
Tendon (강연선)	3(15) 2(7)	3(12) 2(7)	3(11) 2(6)	3(15) 2(7)	-	-	
강연선량(톤)	2.797	2.389	2.171	2.797	-	-	
절감율(%)	-	85.4	**77.6**	-	-	-	
PT공사비(백만원)	13.531	13.340	12.890	13.531	-	-	
절감율(%)	-	98.6	**95.3**	-	-	-	
거더공사비(백만원)	37.731	37.540	37.090	37.731	-	-	
절감율(%)	-	99.5	**98.3**	-	-	-	

- 00거더(L=50m)

구분	Case 1			Case 2			비 고
인장강도(MPa)	1,860	2,160	2,400	1,860	2,160	2,400	
Tendon (강연선)	4(15) 2(7)	4(12) 2(7)	4(11) 2(6)	4(15) 2(7)	3(15) 2(9)	3(15) 2(6)	
강연선량(톤)	4.343	3.667	3.336	4.343	3.709	3.395	
절감율(%)	-	**84.4**	**76.8**	-	**85.4**	**78.2**	
PT공사비(백만원)	19.571	19.152	18.497	19.571	18.862	17.506	
절감율(%)	-	**97.8**	**94.5**	-	**96.4**	**89.4**	
거더공사비(백만원)	54.870	54.451	53.797	54.870	54.185	52.837	
절감율(%)	-	**99.2**	**98.0**	-	**98.8**	**96.3**	

- △△거더(L=50m)

구분	Case 1			Case 2			비 고
인장강도(MPa)	1,860	2,160	2,400	1,860	2,160	2,400	
Tendon (강연선)	4(14) 2(12)	4(11) 2(11)	4(10) 2(10)	4(14) 2(12)	3(15) 2(11)	3(14) 2(9)	
강연선량(톤)	4.558	3.760	3.418	4.558	3.818	3.418	
절감율(%)	-	**82.5**	**75.0**	-	**83.8**	**75.0**	
PT공사비(백만원)	27.613	26.980	25.903	27.613	26.511	24.863	
절감율(%)	-	**97.7**	**93.8**	-	**96.0**	**90.0**	
거더공사비(백만원)	91.215	90.603	89.530	91.215	90.043	88.399	
절감율(%)	-	**99.3**	**98.2**	-	**98.7**	**96.9**	

- △△거더(L=60m)

구분	Case 1			Case 2			비 고
인장강도(MPa)	1,860	2,160	2,400	1,860	2,160	2,400	
Tendon (강연선)	4(15) 2(19)	4(13) 2(15)	4(11) 2(15)	4(15) 2(19)	3(15) 2(19)	3(15) 2(15)	
강연선량(톤)	6.662	5.574	5.030	6.662	5.644	5.100	
절감율(%)	-	**83.7**	**75.5**	-	**84.7**	**76.6**	
PT공사비(백만원)	38.062	37.077	35.253	38.062	36.637	34.800	
절감율(%)	-	**97.4**	**92.6**	-	**96.3**	**91.4**	
거더공사비(백만원)	112.88	111.92	110.10	112.88	111.38	109.55	
절감율(%)	-	**99.1**	**97.5**	-	**98.7**	**97.0**	

□ PSC 박스거더 적용성 검토

o 검토조건

- 텐던 수량을 고정하고, 강연선 수량만 변경 : Case 1
- 텐던 수량과 강연선 수량을 동시에 변경 : Case 2

o 경제성 분석

- ILM형식 PSCB 교량(L=375m)

구 분	Case 1			Case 2			비 고
인장강도(MPa)	1,860	2,160	2,400	1,860	2,160	2,400	
Tendon (강연선)	12(26) 7(14) 19(12)	9(26) 7(14) 14(12)	8(26) 7(14) 12(12)	12(26) 7(14) 19(12)	11(22) 7(14) 17(10)	11(18) 7(14) 17(10)	
강연선량(톤)	167.46	130.16	116.80	167.46	126.80	113.62	
절감율(%)	-	**77.7**	**69.7**	-	**75.7**	**67.8**	
공사비(억원)	9.17	7.73 (1.44)	7.42 (1.75)	9.17	7.43 (1.74)	6.70 (2.47)	
절감율(%)	-	**84.3**	**80.9**	-	**81.1**	**73.1**	

- MSS형식 PSCB 교량(L=250m)

구 분	Case 1			Case 2			비 고
인장강도(MPa)	1,860	2,160	2,400	1,860	2,160	2,400	
Tendon (강연선	19(12)	15(12)	13(12)	19(12)	19(4) 17(6)	22(2) 19(6)	
강연선량(톤)	71.45	56.41	48.89	71.45	57.21	51.32	
절감율(%)	-	**78.9**	**68.4**	-	**80.1**	**71.8**	
공사비(억원)	3.41	3.05 (0.36)	2.87 (0.54)	3.41	2.93 (0.48)	2.86 (0.54)	
절감율(%)	-	**89.4**	**84.4**	-	**85.9**	**83.9**	

붙 임 #5

고강도 강연선 설계자문 결과 보고

□ 추진목적

고강도 PS강연선(2,160MPa, 2,400MPa) 및 정착장치의 적용을 통한 프리스트레스콘크리트 구조물의 안전성 향상, 단면 축소, 장경간화로 경관개선 및 경제적 설계 구현

□ 고강도 강연선 검토결과

【성능기준】PS강연선 및 정착장치 국내·외 기준 만족

【경 제 성】PSC계열 거더 : 공사비 평균 3.1%(2백만원) 절감

PSC박스(L=375m) 거더 : PT공사비 26.9%(2.5억원) 절감

【시장상황】2,400MPa 강연선 및 정착장치는 특정업체만 생산가능

□ 설계자문 결과 : 반영 14건, 미반영 4건

구분	자문의견	조치내용	비고
김동수	장대교량 적용효과 기대	장대교량 최적설계 시행	반영
	인장지배단면으로 설계	인장지배단면으로 설계가능	반영
	프리스트레스 손실량 검토	프리스트레스 손실량식 제공	반영
김우종	정착구 제원 제공	시험기준 부합 제품 사용	미반영
	제작업체의 자발적인 적용	설계조건과 경제성검토 적용	반영
박찬민	케이블시스템 피로시험 필요	시험기준 부합 제품 사용	반영
	품질 및 시공관리 기준 필요	설계도서에 품질기준 수록	반영
	응력부식에 대한 대비	설계도서에 품질기준 수록	반영
이원철	인장지배단면으로 설계	인장지배단면으로 설계가능	반영
	항복응력 산정법 필요	항복강도 기준 만족	미반영
	정착장치 시험 규정 검증	공칭, 실제강도 모두 만족	반영
	탄소당량, 저온취성화 검토	용접관련 규정으로 미적용	미반영
	정착구 지압응력, 보강철근	설계기준 부합 제품 설계	반영
이재형	선진국 상용화 되지 않았음	시방기준 적합제품 설계	반영
	정착장치 일정 직선구간 필요	강연선 꺽임 방지 설계시행	반영
	강연선 다발 곡률기준 필요	강연선 꺽임 방지 설계시행	반영
	절단시 소선 길이 상이	설계도서에 기준 마련하겠음	반영
	정착장치 크기 재설정	시험기준 부합 제품 사용	미반영

□ 향후추진계획

o 고강도 강연선 적용방안 수립(5월)

5-4

경관개선 및 유지관리 최소화를 위한 슬래브 교량 상하부 일체화 방안 검토

설 계 처-2176
(2013. 7. 18)

I 검토목적

□ 전체적인 **교량 조형미 증가** 및 **슬림화 구조물 구현**을 위한 **상·하부구조 일체식 슬래브교 설계 필요**

□ 2경간 이상의 슬래브 교량에서 **교각 코핑부**와 **교량받침 배제로 유지관리 최소화** 및 **경제적인 설계 도모**

□ 국내·외 환경 변화에 적극 대응하고, **선진 설계기술 도입을 통한 기술력 향상 및 설계역량 강화**

※ 상·하부 일체식 교량(Integral Colum-Superstructure Bridge)

o 개 념 : 상·하부구조의 연결부를 강결로 처리하여 교량받침을 삭제한 구조 형식의 교량

o 적용사례

국 내(국도 동안교)	미 국(Tennesse주 교량)
·국도교량 동안교 등 4개교 ·슬래브-코핑 강결 방식	·미국에서는 일반적으로 적용 ·슬래브-기둥강결 방식

Ⅱ 상·하부 일체화 필요성

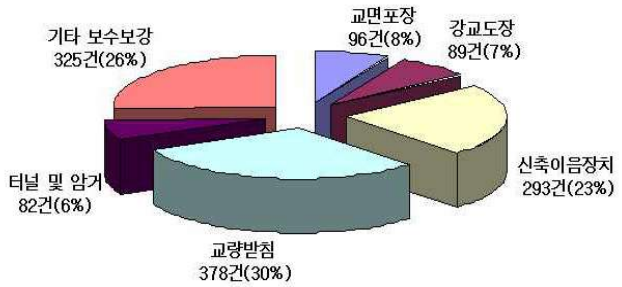
□ 유지관리 배제 및 안전성이 확보되는 교량 설계 필요

o 교량받침의 잦은 손상으로 유지관리 어려움

- 최근 2개년 교량 부재중 교량받침 손상·결함 30% 발생

【정밀점검 분석결과, 구조물처-12('12.12)】

['08~'09년 정밀점검 결과 부재별 손상현황]



[받침 결함 유형]

- 받침 배치 부적정
- 강교 도장 부식
- 유간산정 부적정
- 교대변위로 받침 손상
- 쐐기(몰탈) 파손
- 미끄럼, 들뜸 등

o 교량받침 손상에 의한 교량 전체 안전성 위험 초래

교량받침 편기로 빔단부 파손 88선 남하1교(국내)	교량받침 앙카볼트 파단으로 낙교 신동IC RAMP교(국내)	연단거리부족으로 낙교 Nishnomiya Bridge(일본)

□ 교량 코핑부 시공시 안전성 확보 및 시공성 개선 필요

o 코핑부 거푸집 설치 및 해체 작업시 안전사고 다수 발생

- 교량 시공시 전체 안전사고 중 약 13%, 전체 사망자 수 중 약 27% 발생

("하이포탈/건설/안전/안전사고 분석"참조)

사고부위	총계	교량공					
		기초	기둥	벽체	코핑	슬래브	빔
사고건수	47	15	9	8	6	7	2
사망자수	11	3	1	-	3	4	0

o 코핑부 거푸집 조립 및 철근 가공·조립 등 시공 복잡

□ 교량하부 주행자 조망 및 개방감있는 교량설계 필요

o 지형여건 및 경간장 확보 등을 고려한 상부 구조물 형식 선정으로는 미관개선 효과에 한계

o 코핑 측면부 돌출로 인한 주행자의 시각적 위압감 발생 및 개방감 축소

□ 선진기술 공유 및 확산 통하여 기술선도 필요

o 국내 : 슬래브-코핑 강결방식 적용실적 다수(국도 동안교 등)

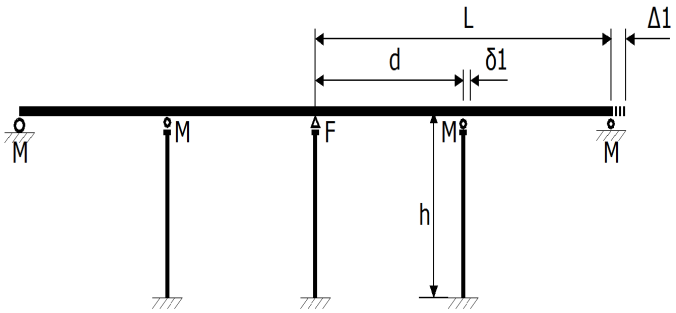
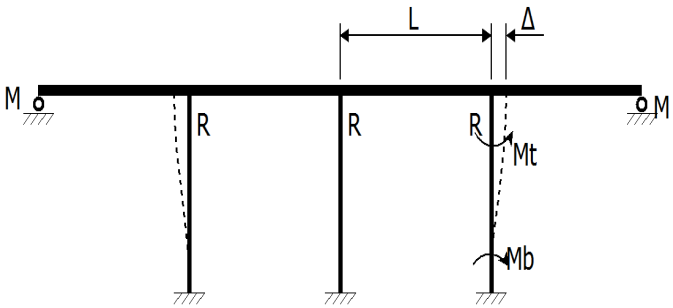
o 미국 : 슬래브-기둥(코핑) 강결방식 일반적으로 적용

교량받침 및 코핑 배제 설계필요

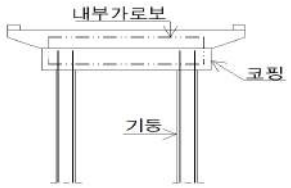
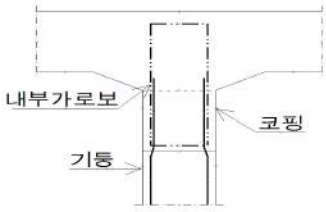
Ⅲ 개선방안 검토

(설계방법 비교 및 상·하부 강결처리방식 검토)

□ 설계방법 비교

구 분	설계개념 및 주요 특징
상·하부 분리교량 (현행)	  · 구 조 계 : 슬래브+교량받침+코핑+교각 · 유지관리 : 교량받침 및 코핑 관리 필요 · 변위수용 : 상부구조 신축을 교량받침에서 수용 · 구조거동 : 거동 단순 및 해석 용이 · 경 관 성 : 코핑에 의한 경관불리, 하부공간 활용 제약
상·하부 일체교량 (개선)	  · 구 조 계 : 슬래브+(코핑)+교각(교량받침 및 코핑 삭제) * 교각(코핑)과 슬래브 강결 처리 · 유지관리 : 교량받침 및 코핑 삭제로 관리 용이 · 변위수용 : 기둥 연성으로 신축변위 처리 · 구조거동 : 거동 복잡, 상부에 축력 및 휨모멘트 영향 온도 신축에 따라 교각에 응력 추가발생 · 경 관 성 : 하부구조 슬림화로 교량 경관 우수

□ 상·하부 강결처리 방식 검토

구 분	슬래브-기둥 강결	슬래브-코핑 강결
개요도		
		
장·단점	• 슬래브에 교각(기둥)이 매입 • 슬래브 철근 배근 다소 간단 • 코핑부 배제로 미관확보 유리	• 코핑이 슬래브에 매입 • 슬래브 철근 배근 다소 복잡 • 코핑부 노출로 미관확보 불리
적 용	O	

(안전성 및 경제성 검토)

〈 검 토 방 향 〉

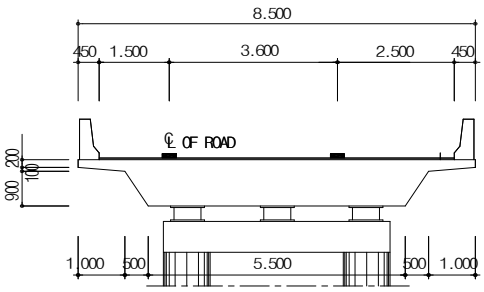
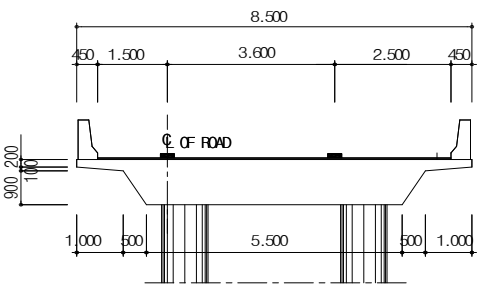
▶ **슬래브 응력, 기둥 안전성 및 경제성 검토**

▶ **사각 및 교량폭원 영향 검토**

▶ **교각 형식별**(단주식, 다주식) **적용성 검토 및 강결부위 철근 간섭 검토**

□ 강결 처리시 안전성 및 경제성 검토

o 비교검토 대상 : PSC슬래브교(L=20+2@30+20=100m, B=8.5m, 직교, π형교각)

구 분	현행 (받침, 코핑)	개선 (3개 교각 강결)
단 면 도		
철근배근	D=0.8m H22-2단 30EA	D=0.8m H22-2단 30EA

o 구조 안전성 검토

- 슬래브 안전성 검토

구 분	지점부(Mpa)		중앙부(Mpa)		결과
	상면(인장)	하면(압축)	상면(압축)	하면(인장)	
허용응력	3.98	18.0	18.0	3.98	
현 행(분리)	2.25	10.3	7.94	2.76	O.K
개 선(강결)	**1.71**	**9.69**	**7.02**	**1.87**	O.K

- 기둥 안전성 검토

구 분	현 행(분리)		개 선(강결)	
	상시	지진시	상시	지진시
Mu(KN · m)	125.4	807.5	304.9	716.8
ϕMn(KN · m)	741.3	1,422.1	741.3	1,411.4
검토결과	O.K		O.K	

- 검토결과

· 강결시에 상·하면에 발생하는 응력은 허용응력 이내로 안전하며, 하부구조로 응력분배가 되어 슬래브 응력이 분리교량보다 낮게 발생

· 강결시 설계단면력이 설계강도 이내로 기둥안전성이 확보되나, 지진시 휨모멘트 일부가 교각상부로 분산되어 교각하부에서 휨모멘트 감소

o 공사비 비교검토(교각 1기 기준)

구 분	수 량		공사비(백만원)		증·감 (백만원)
	당초	개선	당초	개선	
계(제잡비 50%반영)					△25
교량받침	3개	-	13	-	△13
콘크리트	90㎥	87㎥	10	9	△1
거 푸 집	73㎡	65㎡	3	2	△1
철근(재료, 가공조립)	18.531ton	17.310ton	21	19	△2

☞ 상하부 일체화교량 설계시 **교각 1기당 25백만**의 **공사비 절감** 가능

□ 사각 영향 검토

o 대상 : RC슬래브교【L=48m(14+20+14), B=12.15m, 사각 30°, π형교각】

o 구조안전성 검토

구 분		Mu(KN · m)	ϕMn(KN · m)	Vu(KN)	ϕVn(KN)
슬래브 안전성		2,483	2,669	1,662	1,996
기둥안전성	상시	1,393	4,340	358	1,375
	지진시	622	4,160	130	1,215
검토결과		O.K			

- 사각이 30°인 RC슬래브 교량에 대해 구조안전성 검토결과 설계단면력이 설계강도 이내로 안전
- 단, PSC 슬래브교량에 사각이 있는 교량은 프리스트레스에 의한 2차 휨모멘트 및 전단력 영향 평가 곤란하므로 사각이 15°이하인 교량에 대하여 상·하부 일체화교량 적용

> * 도로교설계기준(2010) 4.8.4 구조상세 (4)
> ③ 경사 슬래브교에 있어 경사경간 방향에 PS강재를 배치하면, 슬래브 연단을 따라 프리스트레스 힘이 작용하고 평면내에 전단력이 생기기 때문에 주의를 할 필요가 있다. **단. 사각이 0°부터 15°까지는 그 영향이 작기 때문에 사각을 따라 프리스트레스를 도입하여도 좋다.**

□ 교량폭원 영향 검토

o 대상 : PSC 슬래브교【L=150m(5@30), 직교, π형교각】

o 슬래브 안전성 검토

구 분		지점부(Mpa)		중앙부(Mpa)		결과
		상면(인장)	하면(압축)	상면(압축)	하면(인장)	
허용응력		3.98	18.0	18.0	3.98	
발생응력	B=12.15m	2.80	7.91	11.00	3.62	O.K
	B=24.30m	3.29	7.38	9.33	3.37	O.K

o 기둥 안전성 검토

구 분	B=12.15m		B=24.30m	
	상시	지진시	상시	지진시
Mu(KN · m)	5,286	1,766	4,994	1,930
ϕMn(KN · m)	6,213	5,772	6,204	5,717
검토결과	O.K		O.K	

o 검토결과

- 교량 확폭시 슬래브 휨응력 및 기둥 부재 단면력은 분리시와 유사한 경향을 보이고 적합
- 확폭시에 지점부 슬래브의 강성 증가로 인하여 경간 중앙부 슬래브 응력이 분리교량보다 낮게 발생

□ 단주식 기둥 검토

o 대상 : PSC슬래브교(L=20+2@30+20=100m, B=8.5m, D=1.6m, 직교)

o 슬래브 안전성 검토

구 분	지점부(Mpa)		중앙부(Mpa)		결과
	상면(인장)	하면(압축)	상면(압축)	하면(인장)	
허용응력	3.98	18.0	18.0	3.98	
단 주 식	**1.99**	**10.1**	**6.97**	**1.94**	**O.K**

o 기둥 안전성 검토

구 분	상시	지진시
Mu(KN · m)	2,386.3	2,929.1
ϕMn(KN · m)	9,106.9	12,220.9
검토결과	O.K	

o 펀칭 전단력 검토

구 분	설계 펀칭전단응력	공칭 펀칭전단응력	결과
교축방향	1.320Mpa	2.199Mpa	O.K
교축직각	1.318Mpa	1.581Mpa	O.K

o 횡방향 처짐 검토

구 분	처짐량	처짐 제한	비고
단 주 식	9.0mm	9.5mm	O.K

o 검토결과

- 단주식으로 설계시 슬래브의 휨응력 및 처짐량과 기둥안전성은 허용치 이내로 안전
- 다주식 교각에 비해 기둥안전성 및 횡방향 처짐 등에 불리하므로 교각 직경을 확대해서 안전확보 필요

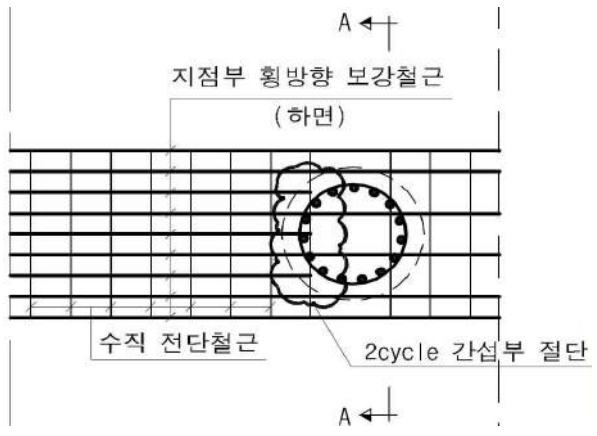
□ 교각-슬래브 강결처리 부위 철근간섭 검토

o BIM(Building Information Modeling) 검토시 철근 간섭 영향없음

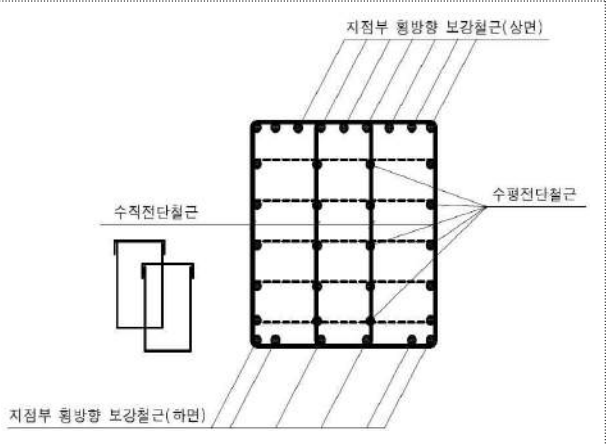
o 기둥 주철근은 상부 슬래브에 규정된 정착길이 이상을 확보필요

o PSC 슬래브교의 경우 기둥 주철근 상단과 상부 강연선의 간섭이 발생하지 않도록 설치

o 슬래브 하면 지점부 횡방향 보강철근은 기둥철근과의 간섭을 최소화 할 수 있도록 2 Cycle로 설치



<평 면 도>



<단면 A-A>

Ⅳ 검토결론 및 기대효과

□ 검토결론

- o 2경간이상 연속 슬래브교는 상·하부 일체식(교량받침 및 코핑 삭제)으로 설계시 구조안전성이 확보
- o 사교인 경우 RC 슬래브 교량은 사각이 30° 이하에서 적용가능하며, PSC 슬래브교량에 대해서는 사각이 15° 이하인 교량에 한정 적용
- o 교각 형식은 단주, 다주식으로 설계 가능하며, 기둥안전성 등 구조 성능 및 경제성 등을 종합적으로 검토 후 적용
- o 상세설계시 시공성 및 안전성 고려 교고에 따른 동바리 형식 비교·검토 후 적용
- o 곡선교 구조 안전성은 상세설계시 추가검토 반영

□ 기대효과

- o 실시설계중인 노선(당진~천안 6개교량) 적용시 750백만원 절감
- o 향후 10년간('14~'22) 교량받침 도장 및 교체 등 유지보수 비용 약 40억원 절감 예상(교량받침 수명 및 보수주기 분석, 구조물처)

Ⅴ 적용방안

□ 설계중인 노선 : 설계 주관부서에서 판단하여 적용

붙 임 : 1. 코핑 및 교량받침 최소화 설계흐름도
2. 국내·외 적용사례
3. 구조계산 결과

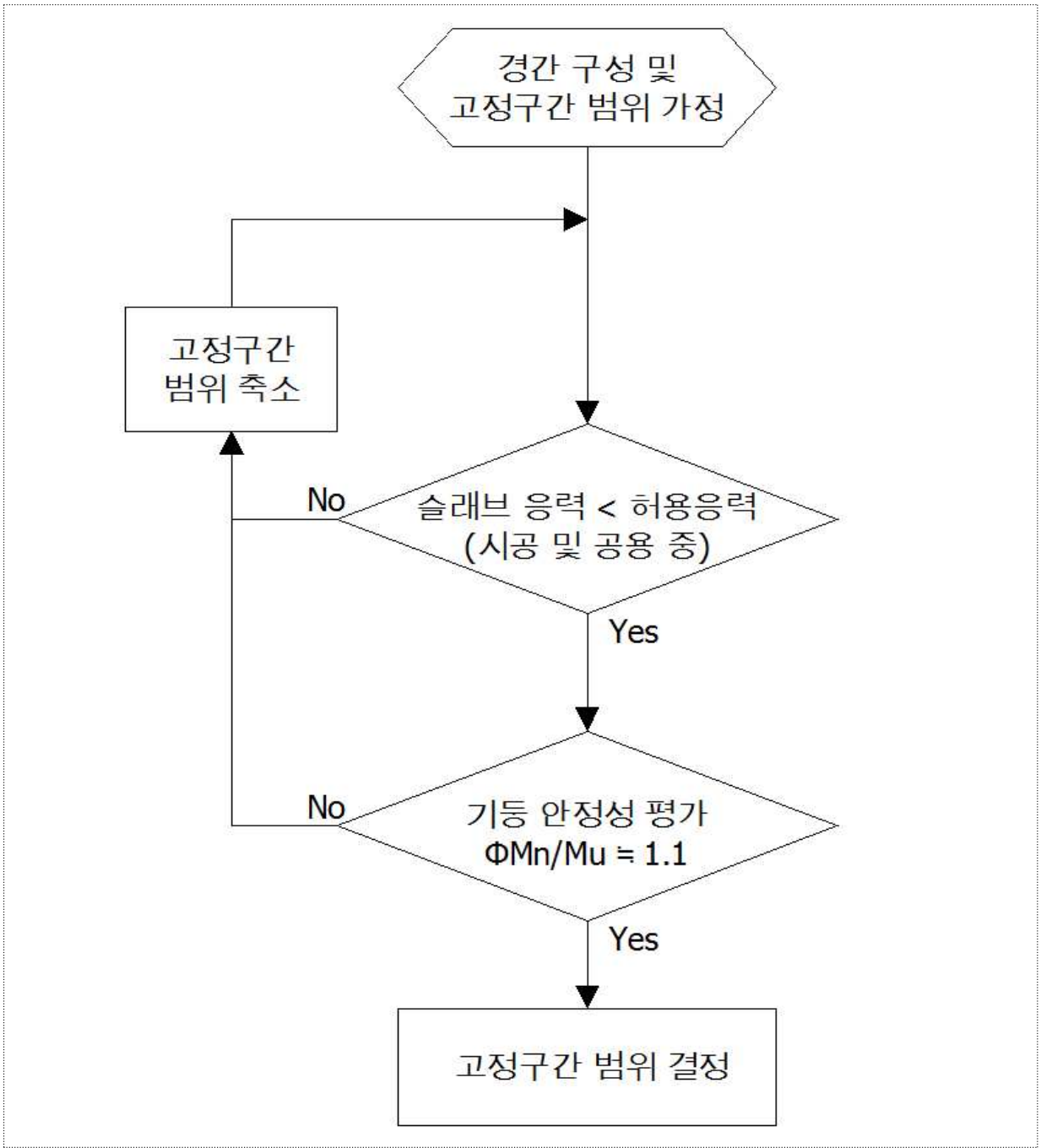
붙 임 #1

설 계 흐 름 도

① 지형여건에 따른 경간구성 계획

② 전체 교각을 강결로 처리했다 가정하여 상하부 안전성 검토

③ 안전성 검토결과에 따라 강결 적용범위 축소하여 재검토

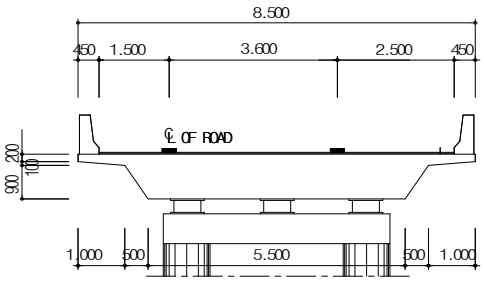
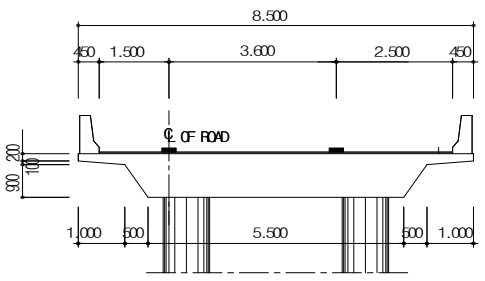


붙 임 #3

구조계산 결과

□ 현행방법(교량받침 설치)과 강결처리 비교검토

o 비교검토 대상 : PSC슬래브교(L=20+2@30+20=100m, B=8.5m 직교, 다주식 교각)

구 분	현행 (받침, 코핑)	개선 (3개 교각 강결)
단 면 도		
철근배근	D=0.8m H22-2단 30EA	D=0.8m H22-2단 30EA

o 구조 안전성 검토

- 슬래브 안전성 검토

구 분	지점부(Mpa)		중앙부(Mpa)	
	상면(인장)	하면(압축)	상면(압축)	하면(인장)
허용응력(도로설계기준)	3.98	18.0	18.0	3.98
현 행(분리)	2.25	10.3	7.94	2.76
개 선(강결)	1.71	9.69	7.02	1.87

- 기둥 안전성 검토

구 분	현 행(분리)		개 선(강결)		비고
	상시	지진시	상시	지진시	
Mu(KN · m)	125.4	807.5	304.9	716.8	
ϕMn(KN · m)	741.3	1,422.1	741.3	1,411.4	
Pu(KN)	6,198.1	3,219.7	5,894.6	3,189.7	
ϕPn(KN)	12,601.1	5,670.4	12,601.1	6,280.4	
Vu	31.6	338.8	83.6	786.3	
ϕVn	688.0	533.2	672.2	1,028.7	
검토결과	O.K		O.K		

□ 사각 적용방안 검토

o 대상 : RC슬래브교【L=48m(14+20+14), B=12.15m, 사각 30°, 다주식】

o 구조안전성 검토

- 슬래브 안전성 검토

Mu(KN · m)	ϕMn(KN · m)	Vu(KN)	ϕVn(KN)	검토결과
2,483	2,669	1,662	1,996	O.K

- 기둥 안전성 검토

구 분	상시	지진시	비고
Mu(KN · m)	1,393	622	
ϕMn(KN · m)	4,340	4,160	
Pu(KN)	5,719	2,895	
ϕPn(KN)	17,818	19,364	
Vu(KN)	358	130	
ϕVn(KN)	1,375	1,215	
검토결과	O.K		

□ 교량폭원 영향성 검토

o 대상 : PSC 슬래브교【L=150m(5@30), 직교, 다주식】

o 구조안전성 검토

- 슬래브 안전성 검토

구 분	지점부(Mpa)		중앙부(Mpa)	
	상면(인장)	하면(압축)	상면(압축)	하면(인장)
허용응력(도로설계기준)	3.98	18.0	18.0	3.98
B=12.15m	2.80	7.91	11.00	3.62
B=24.30m	3.29	7.38	9.33	3.37

- 기둥 안전성 검토

구 분	B=12.15m		B=24.30m		비고
	상시	지진시	상시	지진시	
Mu(KN · m)	5,286	1,766	4,994	1,930	
ϕMn(KN · m)	6,213	5,772	6,204	5,717	
Pu(KN)	9,432	5,908	9,233	6,699	
ϕPn(KN)	11,086	19,310	11,470	19,845	
Vu	607	1,127	559	1,242	
ϕVn	1,585	1,385	1,574	1,430	
검토결과	O.K		O.K		

□ 단주식 기둥 검토

o 대상 : PSC슬래브교(L=20+2@30+20=100m, B=8.5m, D=1.6m, 직교)

o 구조 안전성 검토

- 슬래브 안전성 검토

구 분	지점부(Mpa)		중앙부(Mpa)	
	상면(인장)	하면(압축)	상면(압축)	하면(인장)
허용응력(도로설계기준)	3.98	18.0	18.0	3.98
단 주 식	1.99	10.1	6.97	1.94

- 기둥 안전성 검토

구 분	상시	지진시	비고
Mu(KN · m)	2,386.3	2,929.1	
ϕMn(KN · m)	9,106.9	12,220.9	
Pu(KN)	11,273.6	6,460.1	
ϕPn(KN)	43,023.5	26,953.0	
Vu(KN)	576.4	2,992.1	
ϕVn(KN)	2,184.2	3,791.7	
검토결과	O.K		

- 펀칭 전단력 검토

구 분	설계 펀칭전단응력	공칭 펀칭전단응력	비고
교축방향	1.320Mpa	2.199Mpa	O.K
교축직각	1.318Mpa	1.581Mpa	O.K

- 횡방향 처짐 검토

구 분	처짐량	처짐 제한	비고
단 주 식	9.0mm	9.5mm	O.K

5-5 강박스거더 교량 단부 우수유입 방지를 위한 종방향 보강재 접속부 처리 방안

설 계 처-2264
(2013. 7. 25)

Ⅰ 추진배경

□ 신축이음장치 누수 및 강박스거더 단부 슬롯, 스캘럽을 통해 박스 내부로 우수가 유입되어 **강재 및 볼트 부식, 도장 열화 발생**

신축이음부 누수	강박스 내부 체수 및 부식발생

□ 이로 인한 **하부 플랜지 단면 손실, 고장력볼트 체결력 감소** 등 **구조적 안정성** 및 **내구성 저하** 발생

□ 강박스거더 단부 우수유입의 방지로 **교량의 장수명化** 및 **수요자** (유지관리) **중심의 설계를 실현**코자함

※ 강박스 교량 현황

계	최근 5년내 준공 (2009~2013)	건설중 (14개 노선)	설계중 (6개 노선)
340개소	185개소	90개소	65개소

Ⅱ 그간 추진경위

○ 2012.06.22 : 우수유입 차단대책 개선방안 수립[구조물처-1306]

*** 강박스 단부 고무쐐기 설치, 유도배수로 및 배수구멍 설치 등**

○ 2012.12.12 : 우수유입 차단대책 확대시행 방안[구조물처-2578]

* 고무쐐기 설치 공법이 타공법에 비해 시공성 및 경제성 우수

2006년 이전 교량(고무쐐기 설치), 이후 교량(유도배수로 및 배수구멍 설치)

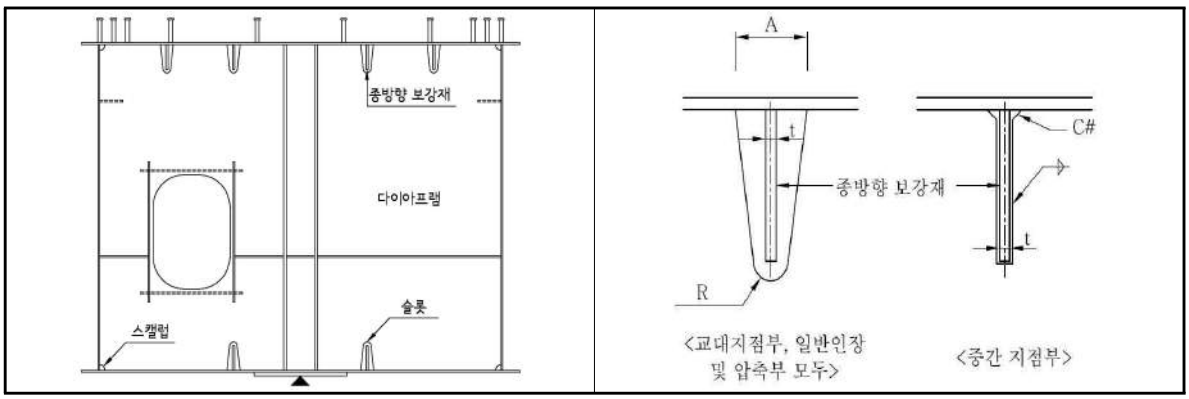
Ⅲ 현 설계기준 및 문제점

가. 현 설계기준

□ 국내기준

o 강도로교 상세부 설계지침(국토해양부, 2006)

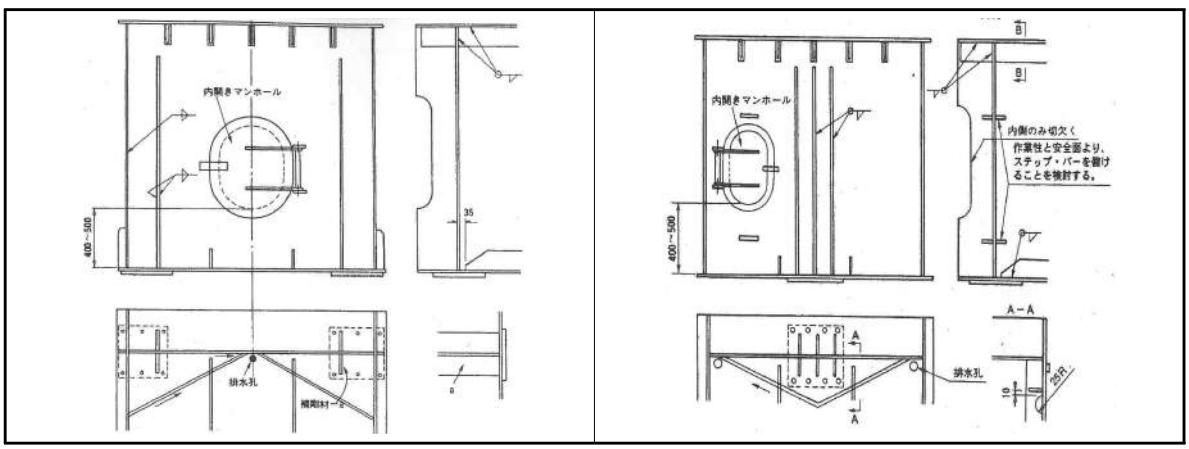
- 인장력을 받고 있는 하부플랜지 종방향 보강재와 다이아프램의 접합부 피로강도 확보를 위해 **슬롯 적용**
- 용접부의 용접 품질확보와 응력집중을 완화하기 위해 **스캘럽 설치**



□ 국외(일본)기준

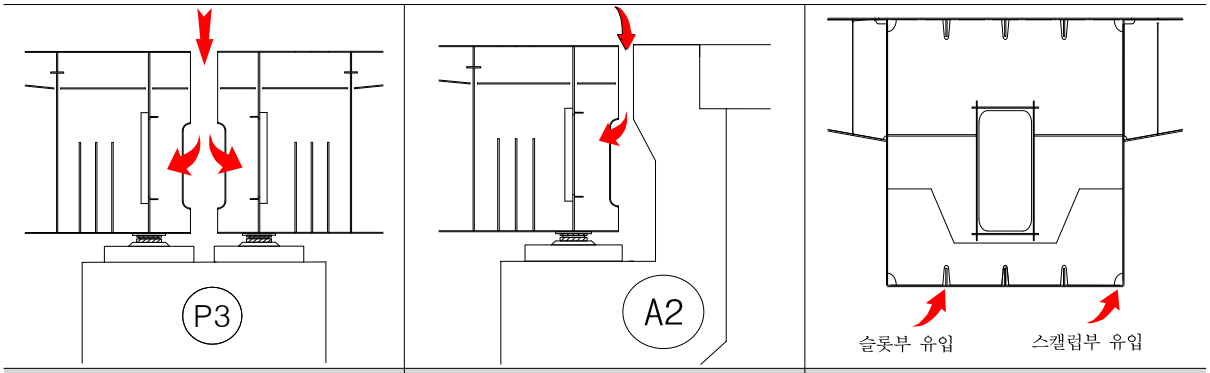
o 강도로교 상세부 지침(일본, 2006)

- 단부 다이아프램과 상·하부플랜지 보강재 교차부 상세 : 상부플랜지 보강재는 슬롯을 최소화하여 **관통 및 용접**, 하부플랜지 보강재는 절단
- 단부 다이아프램과 복부판, 플랜지 용접부에는 스캘럽 미설치



나. 문제점

o 교량 신축이음부로 누수된 우수가 슬롯과 스캘럽부를 통해 박스 내부로 유입되어 체수 및 부식 발생



교각 신축이음부	교대 신축이음부	박스거더 단부 우수유입

o 강박스거더 누수실태 점검 결과(구조물처-2578호, 2012.12.12)

- 점검대상(1,477개소)의 20%(304개소) 박스에서 누수 발생

조사대상	양 호	신축이음누수
1,477(100%)	1,119(75.8%)	304(20.6%)

- 박스내부 **부식, 도장 탈리** 등으로 단면 축소 및 볼트 장력 감소 등 **구조적 문제 발생가능**

유도배수로 및 배수구멍 미설치

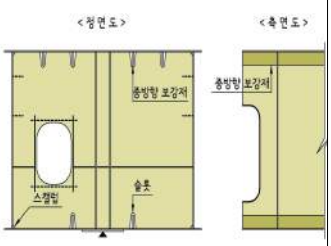
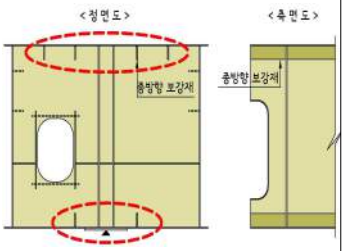
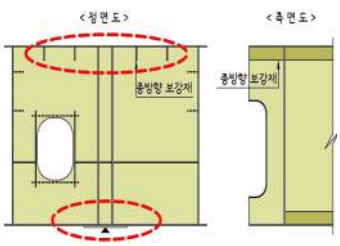
강박스 내부 우수유입 및 볼트 부식

강박스 단부 우수유입 방지대책 마련 필요

Ⅳ 개선방안

□ 강박스 단부 우수유입 방지를 위한 설계 개선

o 강박스 단부 Open슬롯 및 스캘럽 삭제(안)

구 분	현 설계	1안)	2안)
개요도			
개 념	상하부 Open슬롯	Open슬롯 및 스캘럽 삭제 + 상하부 보강재 교차부 용접	Open슬롯 및 스캘럽 삭제 + 상부 보강재 교차부 용접, 하부 보강재 절단
특 징	신축이음부 누수 등으로 인한 단부 우수유입	우수유입 차단 강교 제작공정 단순화	우수유입 차단 강교 제작공정 단순화 강재량 일부 절감
적 용			O

o 응력 검토

구 분	다이아프램(MPa)			하부 종방향 보강재(MPa)		
	모재응력	허용응력	안전율	모재응력	허용응력	안전율
현 설계	93.5	190.0	2.0	17.6	190.0	10.7
1안)	69.1	190.0	2.7	23.7	190.0	8.0
2안)	**69.5**	**190.0**	**2.7**	**25.5**	**190.0**	**7.5**

➡ 다이아프램 및 하부 종방향 보강재 발생 응력이 모두 허용응력 이내로 **구조적 안전성에 문제가 없음**

o 한국강구조학회 질의 결과 2안) 추천[붙임.1]

- 질의내용

강박스 단부 우수유입을 방지하기 위하여 중간지점부와 같이 Open 슬롯을 삭제하여 용접하여도 되는 것인지?

- 답변내용

- Open 슬롯으로 인한 현 실태와 문제점에 동의
- **교대 시점부 상부플랜지의 종리브는 그 역할이 있어 다이아프램을 교차 적용**
- **하부 종리브는 다이아프램을 관통하지 않고**, 2006년 강도로교 상세부 설계지침(4.6.2 종방향 보강재 마감부)에 의거 마무리함이 타당함
- 종단구배에 의거 박스내부에 발생되는 물의 흐름을 고려하여 **배수구멍 설치 필요**

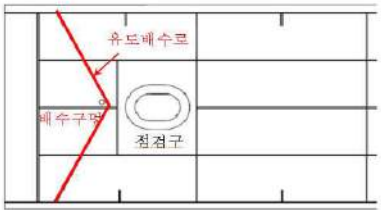
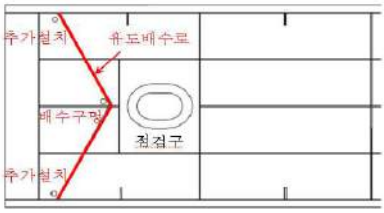
o 기술과제 검토 결과(건설환경연구실-1069, 2012.09.25)

- **하부플랜지 종방향 보강재를 단부 다이아프램부에서 절단**하는 것이 피로균열 예방 및 우수유입 방지에 효율적
- 상부플랜지 종방향 보강재와 단부 다이아프램과의 교차부 용접, 다이아프램 모서리의 **스캘럽을 제거하여 우수유입 방지**

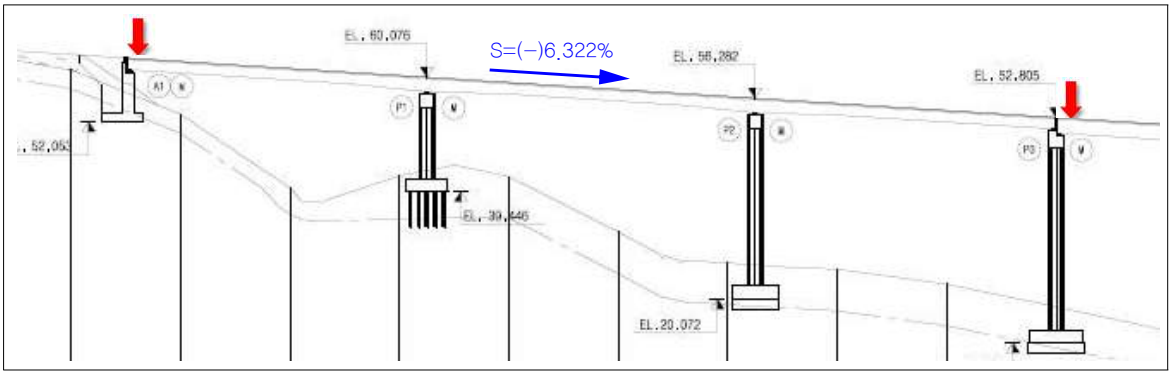
□ 유도배수로 및 배수구멍 설치

o 구조물처 방침 준용[구조물처-2578(2012.12.12)]

- 유도배수로 및 배수구멍 추가설치

구 분	당 초	변 경	비 고
단부			

o 설치 위치 : 신축이음장치가 있는 강박스거더의 상단측 단부



Ⅳ 기대효과 및 적용방안

□ 기대효과

o 교량 손상 예방 및 내구성 증대로 교량 장수명化 실현

o 우수 유입 및 체수 차단을 통한 유지관리 최소화 도모

□ 적용방안

o 설계 중 노선 : 본 방침 적용

o 공사 중 노선 : 미제작 교량 적용

붙 임 : 한국강구조학회 답변서

붙 임 #1

한국강구조학회 답변서

社團法人 韓國鋼構造學會
KOREAN SOCIETY OF STEEL CONSTRUCTION
서울특별시 송파구 문정동 106-18
전 화 : 02-400-7101(代)
팩 스 : 02-400-7104
E-mail : kssc1989@chol.com

문서번호 : 한강 제2013-131호 2013. 07. 08

수 신 : 한국도로공사 설계처 도로설계팀
참 조 : 붙임참조
제 목 : OPEN 슬롯 삭제관련 질의에 대한 답변

1. 귀 공사의 무궁한 발전을 기원합니다.

2. 강구조학회 2006 강도로교 상세부설계지침 개정위원회 연구진의 의견을 모아 귀처 도로설계팀의 질의(설계처-1752, 첨부 파일 참조)에 대하여 다음과 같이 논의된 바를 알려드리오니 참고하여 업무에 반영하여 주시기 바랍니다.

- 다 음 -

1) 질의내용 : OPEN 슬롯 삭제 관련 질의

2) 검토내용 : 추진배경과 현실태 및 문제점에 동의하며, 도로공사에서 제시한 개선방안(안)에 대하여 면밀히 검토한 바, 다음과 같이 처리하는 것을 제안합니다.

(1) 2006 강도로교 상세부설계지침이 발행된 이후 국, 내외 강교량 관련 많은 기술의 향상에 대응한 개정 및 문제점 수정 등이 필요한 시점입니다.

(2) 귀 공사에서 질의 및 제안한 검토내용의 검토1안) 및 검토2안)에 대하여 논의 한 바, 제시된 내용은 위 (1)의 문제점 수정에 해당하며,

(3) 문제가 된 이들 교대 부위의 구조상세에 대하여는 그 시급성을 고려하여 도로공사 검토1안)에 맞추어 진행하도록 하되,

(4) 다만, 검토1안)의 하부 종방향 리브와 다이아프램이 서로 떨어져 배치되고 있고, 이대로 큰 문제는 없다고 판단됩니다만, 아직 명확한 검토가 이루어지지 않은 관계로 우선 2006년 지침의 107쪽 그림4.6.2에서 아래의 단면 A-A와 같이 다이아프램과 종리브를 서로 용접하여 마무리하는 것으로 하였으면 합니다.

(5) 안전 우선을 고려하여 그리하도록 합니다만, 추후 연구를 통하여 보다 경제적인 방안을 제시하도록 하겠습니다.

- 이 상 -

붙 임 : 1. OPEN 슬롯 삭제 관련 답변
2. 2006 강도로교 상세부설계지침 4.6.2 종방향 보강재 마감부 구조. 끝

(사)한국강구조학회

5-6 콘크리트 구조물 안전성 향상을 위한
스트럿-타이 모델 적용 방안

설 계 처-2975
(2013. 10. 7)

Ⅰ 검토목적

□ 하중이나 부재의 형태가 불연속적이며 평면유지의 법칙이 적용되지 않는 **응력교란영역(D영역[6]) 설계에는 일반적인 보 이론이 적용되기 어려워, 복잡·조밀한 철근 배근으로 시공성이 저하**됨

□ 新 설계기술인 **스트럿-타이 모델을 도입**하여 **경제성, 안전성, 및 합리적인 콘크리트 구조물 설계**를 유도하고, **우리 공사 기술 위상 제고** 및 **해외 시장 개척을 위한 기술 축척** 도모

Ⅱ 현 설계기준

□ 국내 기준

o 콘크리트 구조기준(2012)

- **깊은보**의 휨,압축(6.3.4), 전단(7.8.1)에 대하여 비선형 변형률 분포를 고려하거나 **스트럿-타이 모델에 따라 설계**하여야 한다.
- 브래킷, 내민받침($a_v/d \leq 2$)에 대한 전단설계(7.9.1)에는 **스트럿-타이모델을 이용하여 설계할 수 있다.**

※ 교각 코핑부는 스트럿-타이 모델(2011년 이후) 적용중

o 도로교 설계기준(2012)

- **부재의 응력교란영역의 설계**(5.5.5)를 위하여 **스트럿-타이 모델을 사용할 수 있다.**

6) D영역(Disturbed region) : 집중하중에 의한 하중 불연속부, 단면이 급변하는 기하학적 불연속부 그리고 보이론의 평면유지원리가 적용되지 않는 영역

□ 국외 기준

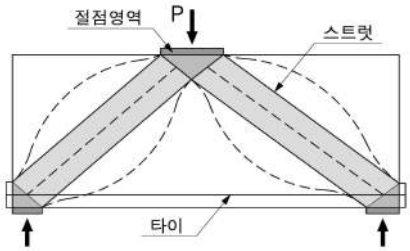
구 분	미 국		유 럽
시방기준	AASHTO LRFD 2010	ACI318-08	EuroCode 2
내 용	집중하중 작용점, 비선형부 등 D영역에 대하여 스트럿-타이 모델 검토	기존 경험식에 의존하던 깊은보 전단설계방법을 스트럿-타이 모델로 대체	연속응력부 극한한계상태, 비선형 변형부 등 스트럿-타이 모델 검토
적용부재	깊은보, 파일캡, 브라켓 및 코벨 등	깊은보, 코벨, 보-기둥 접합부, PSC 정착부, 교각 코핑부 등	깊은보, 내민받침, 파일캡, 코벨 등

Ⅲ 적용방안

【 스트럿-타이 모델 해석 적용 】

□ 스트럿-타이 모델 적용 타당성

o (기본개념) 응력흐름이 균일하지 않은 **응력교란구간(D영역)을 해석·설계하는 트러스 모델**

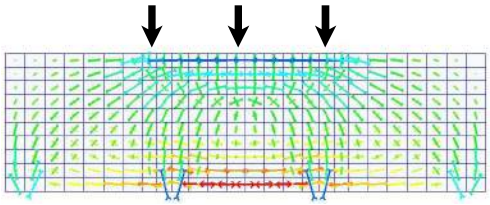
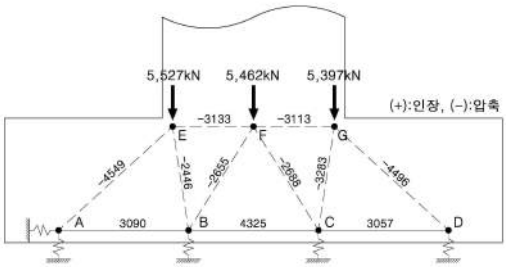
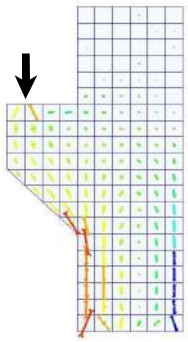
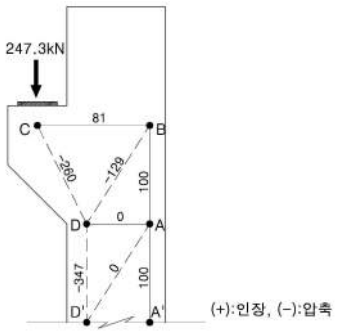
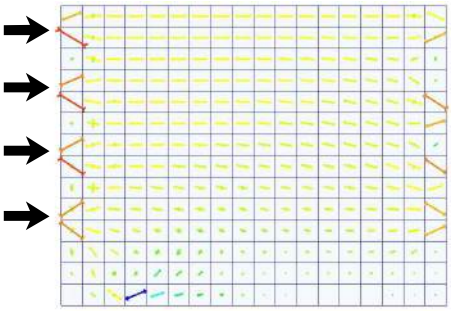
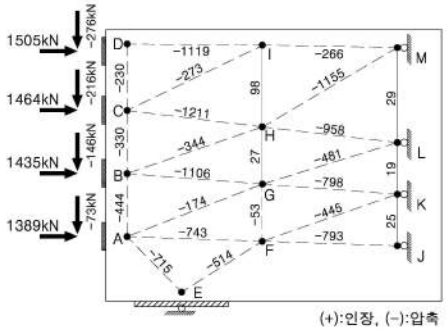
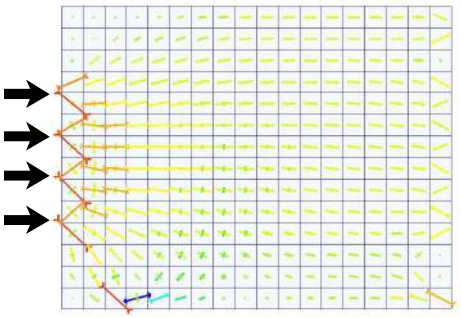
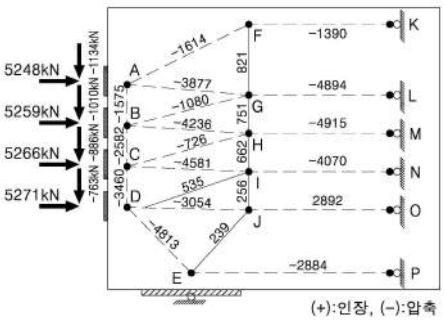
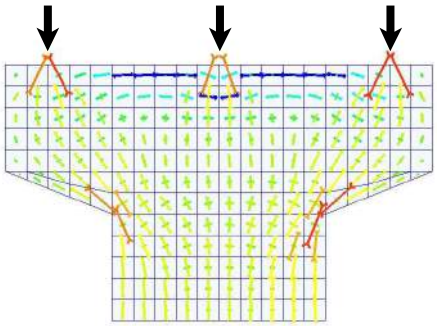
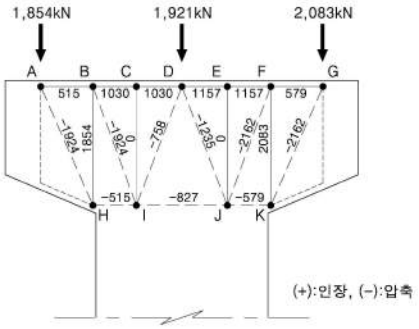


o 스트럿(strut) : 프리즘 모양 또는 부채꼴 모양의 압축응력장을 이상화한 요소
o 타이(tie) : 인장력 전달요소
o 절점영역(nodal zone) : 스트럿과 타이의 힘이 절점을 통해서 전달될 수 있도록 하는 절점의 유한 영역

o (기본원리) **스트럿, 타이 그리고 절점의 강도와 평형조건**을 만족하는 정역학적 시스템으로 휨, 전단, 축력의 모든 하중 효과를 동시에 고려하여 일관성을 확보함

o (적용성 검토) 교량에서 D영역 부재인 **말뚝기초, 코벨, PSC 거더 정착부, PSC 박스거더 정착부**에 대하여 구조해석 시행

o 부재별 적용도

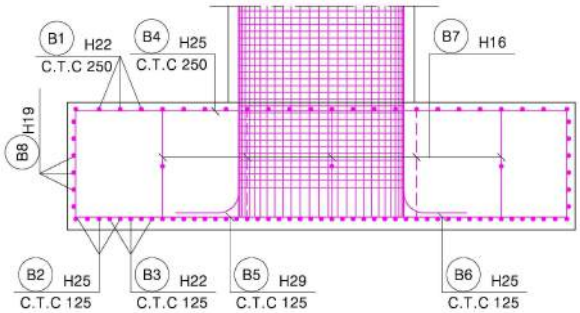
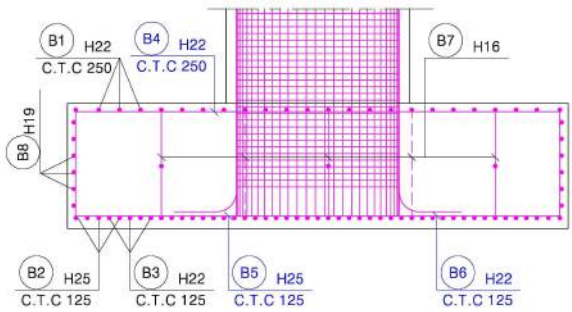
구분	힘의 흐름도	스트럿-타이 모델 적용도
말뚝 기초		
코벨		
PSC I거더 정착부		
PSCB 정착부		
코핑부		

【 부재별 적용성 검토 】

□ 말뚝기초

o 대상 : T형 교각 기초(6×6m), 말뚝(4×4)

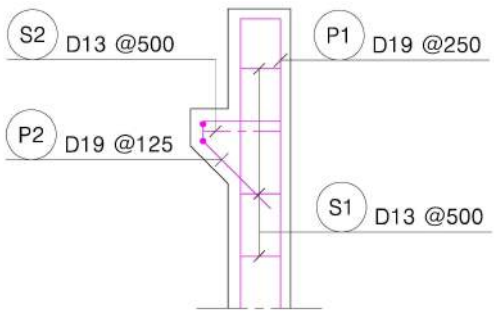
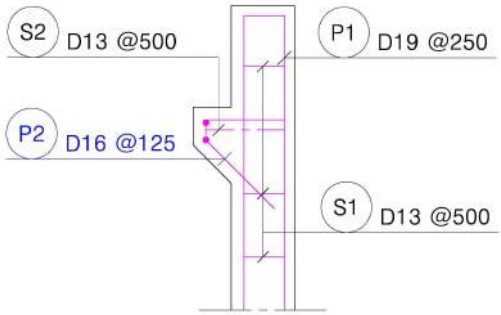
o 검토결과, 기초 주철근량 0.6톤(13%) 감소

기존 설계방법	개선방안
	
하부 주철근 : 3.506ton 상부 주철근 : 1.111ton 계 : 4.617ton	하부 주철근 : 3.065ton(Δ 13%) 상부 주철근 : 0.952ton(Δ 14%) 계 : **4.017ton (Δ 13%)**

□ 코벨

o 대상 : 교대 접속슬래브 헌치

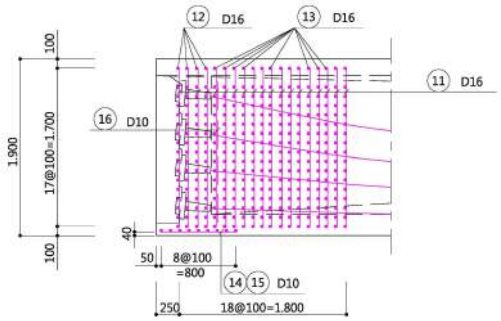
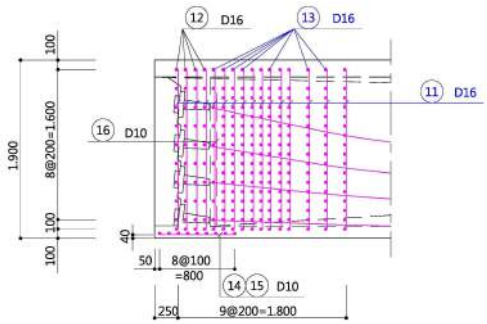
o 검토결과, 코벨 주철근량 0.104톤(12%) 감소

기존 설계방법	개선방안
	
코벨 주철근 : 0.760ton 수평전단철근 : 0.097ton 계 : 0.857ton	코벨 주철근 : 0.656ton(Δ 14%) 수평전단철근 : 0.097ton(-) 계 : **0.753ton (Δ 12%)**

□ PSC계열 거더 정착부

o 대상 : PSC거더(L=30m)

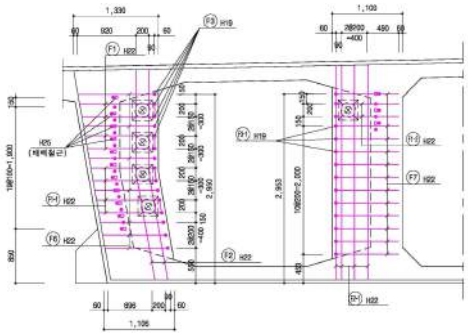
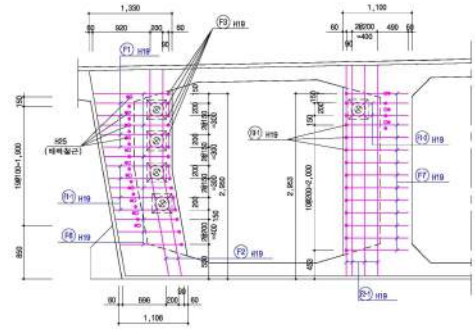
o 검토결과, 거더 단부 보강철근 0.155톤(15%) 감소

기존 설계방법	개선방안
	
수직 전단철근 : 0.302ton 수평 전단철근 : 0.168ton 배면 보강철근 : 0.056ton 계 : 0.526ton	수직 전단철근 : 0.255ton(Δ 16%) 수평 전단철근 : 0.137ton(Δ 18%) 배면 보강철근 : 0.056ton(-) 계 : **0.448ton (Δ 15%)**

□ PSC 박스거더 정착부

o 대상 : PSC 박스거더(B=18.2m, H=3.5m)

o 검토결과, 박스 단부 보강철근 3.319톤(19%) 감소

기존 설계방법	개선방안
	
수직 전단철근 : 6.587ton 수평 전단철근 : 12.251ton 배면 보강철근 : 0.228ton 계 : 19.066ton	수직 전단철근 : 4.875ton(Δ 26%) 수평 전단철근 : 10.644ton(Δ 13%) 배면 보강철근 : 0.228ton(-) 계 : **15.747ton (Δ 17%)**

□ 교각 코핑부

o 대상 : T형 교각(설계처-1361, 2011.06)

o 검토결과, 코핑 철근량 0.821톤(11%) 감소

【 결론 및 기대효과 】

□ 스트럿-타이 모델 적용은 힘의 흐름에 따른 합리적인 설계로 기존 설계법보다 철근량이 11~17% 절감되어 경제적인 설계 가능

□ 교량별 하중조건, 부재 형상 등의 설계조건과 경제성을 비교 검토 후 설계 적용

□ 현 설계노선 적용시 공사비 약 30억원 절감 예상

o 대 상 : 함양~울산 등 5개 노선

Ⅳ 향후 추진계획

□ 적 용

o 설계중인 노선 : 본 방침 적용

□ 향후 추진 계획

o 설계 Check List 스트럿-타이 모델 검토 항목 신설

o 스트럿-타이 모델 설계 적용을 위한 교육 시행 : 2013. 11월

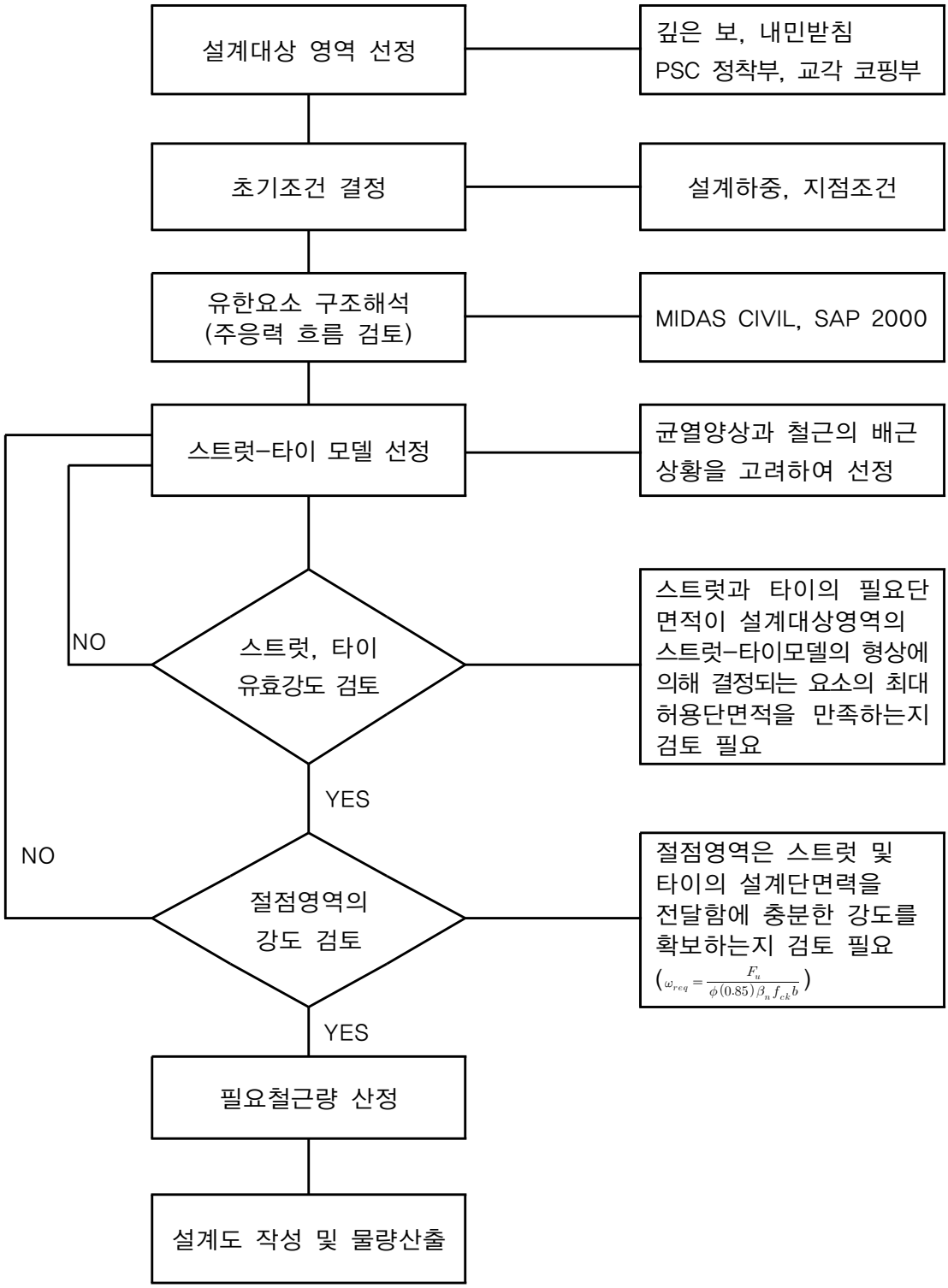
- 대 상 : 공사 및 설계용역사 직원

붙 임 : 1. 스트럿-타이모델 설계 절차

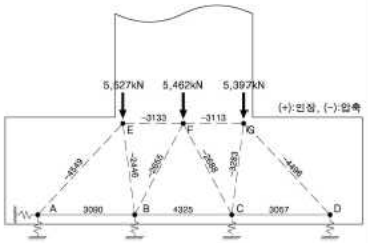
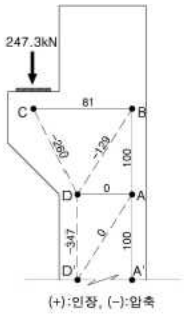
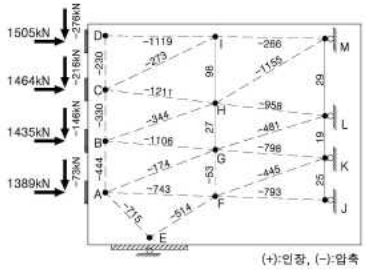
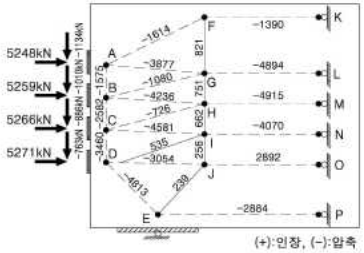
2. 부재별 검토 결과

붙 임 #1

스트럿-타이 모델 설계 절차



부재별 STM 검토 결과

구 분	말뚝기초	코벨	PSC 거더 정착부	PSC 박스거더 정착부
STM 적용 개요도				
기존 설계방법 필요철근량	하부 주철근 : 3.506ton 상부 주철근 : 1.111ton 계 : 4.617ton	코벨 주철근 : 0.760ton 수평전단철근 : 0.097ton 계 : 0.857ton	수직 전단철근 : 0.556ton 수평 전단철근 : 0.356ton 배면 보강철근 : 0.118ton 계 : 1.030ton	수직 전단철근 : 6.857ton 수평 전단철근 : 12.251ton 배면 보강철근 : 0.228ton 계 : 19.066ton
STM 설계방법 필요철근량	하부 주철근 : 3.065ton 상부 주철근 : 0.952ton 계 : 4.017ton	코벨 주철근 : 0.656ton 수평전단철근 : 0.097ton 계 : 0.753ton	수직 전단철근 : 0.472ton 수평 전단철근 : 0.285ton 배면 보강철근 : 0.118ton 계 : 0.875ton	수직 전단철근 : 4.875ton 수평 전단철근 : 10.644ton 배면 보강철근 : 0.228ton 계 : 15.747ton
부재별 철근량 검토	철근량 : (Δ) 13%	철근량 : (Δ) 12%	철근량 : (Δ) 15%	철근량 : (Δ) 17%
절감액(천원)	720	125	186	3,983

5-7 강합성교 설계 최적화 방안

기술심사처-2683
(2013. 11. 14)

Ⅰ 검토배경

o 국내의 강합성교량 설계는 **강재재료비 상승**에 따라 **강재량을 최소화하려는 설계경향**(대형부재* 두께 축소, 소형부재** 증가)

o **소형부재 증가시 제작비가 증가**됨에 따라 **강재량과 제작비를 고려한 합리적인 강교 구조 최적화 방안**을 검토코자 함

*대형부재 : 플랜지, 복부판, **소형부재 : 종·횡리브, 보강재, 다이아프램 등

Ⅱ 강교 관련 그간 추진경위

□ **개구제형 강합성교 적용 검토(2002)**

o 정모멘트구간 상부플랜지를 생략한 개단면 강합성교 형식

□ **소수주형 판형교 적용검토 (2003)**

o 후판과 고강도 강재 및 장지간 바닥판 적용을 통한 주형의 수와 보강재량 최소화

□ **강도로교 설계 합리화 방안 (2004)**

o 강교의 합리적인 설계를 위한 가이드라인 제시

- 강교의 단위 면적당 표준 중량 제안, 중량 약 5~10% 절감

o 부재별 제원 최적화 및 보강재 등 간격 및 개수 표준화

- 종방향 보강재 5개, 횡방향 보강재 간격 1.25m 등

□ **강교제작 단가 조정 시행 (2006)**

o 부재의 크기(대형, 소형), 용접방식에 따른 교량 특성 반영

□ **교량구조용 압연강재(HSB) 적용 검토 (2008)**

o 강교 설계시 HSB 500～600 적용 방안 제시

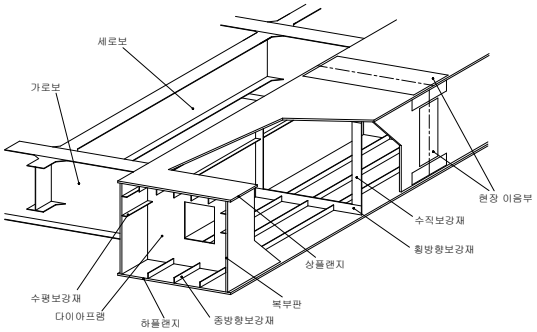
o 형고 0.2~0.3m 축소, 공사비 6~7% 절감

Ⅲ 현 실태 및 문제점

현 실 태

□ 강교 보강재 설계 현황

o 보강재 명칭 및 구조적 역할



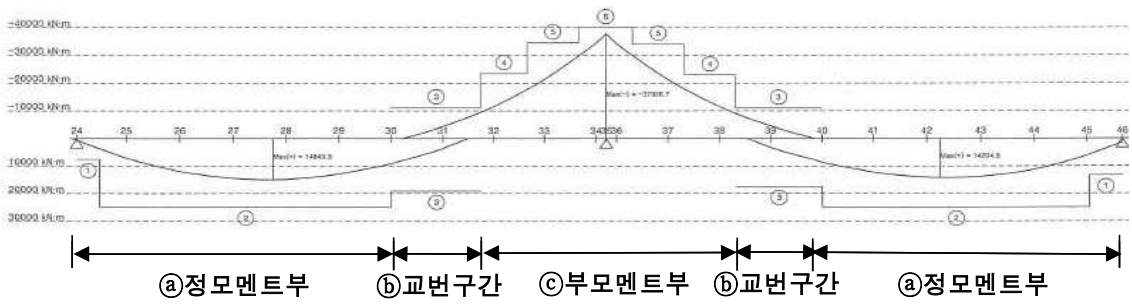
- 플랜지 종방향 보강재
  ☞ 플랜지의 압축좌굴 방지
- 플랜지 횡방향 보강재
  ☞ 종방향 보강재의 횡방향 압축좌굴 방지
- 수직보강재
  ☞ 복부판 및 수평보강재 좌굴 방지

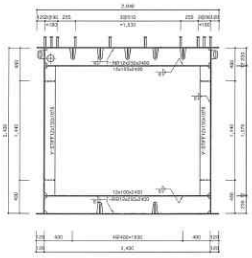
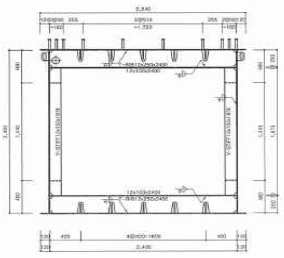
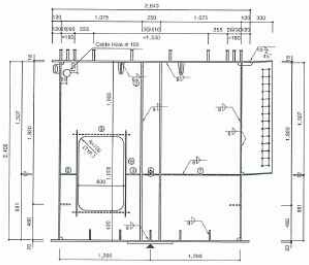
o 보강재 배치 현황

구 분	상부플랜지		하부플랜지		웹
	종방향	횡방향	종방향	횡방향	수직보강재
정모멘트부ⓐ	5ea	1.25m	2ea	2.50m	1.25m
교 번 구 간ⓑ	5ea	1.25m	5ea	1.25m	1.25m
부모멘트부ⓒ	2ea	2.50m	5ea	1.25m	1.25m

☞ 박스거더 폭 2400mm~2800mm 정도의 교량에 대한 조사결과

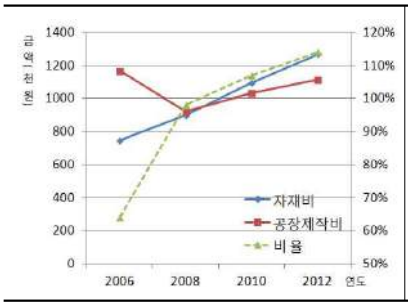
o 구간별 보강재 배치도



ⓐ 정모멘트부	ⓑ 교번구간	ⓒ 부모멘트부
		

□ 강교 제작비용 대비 강재 자재비 지속증가

o 자재비/제작비 비율 : 종래 64%에서 114% 수준



[단위 : 천원/ton]

구 분	2006	2008	2010	2012
자재비	746	900	1,097	1,267
공장제작비	1,166	922	1,032	1,115
비 율	64%	98%	107%	114%

□ 소형부재(보강재 등)의 비율이 증가할수록 강교 제작단가 증가

o 제작비 단가 구성 : 노무비 + 재료비 + 제경비 + 시공상세도

- **부재 종류(대형·소형) 및 용접길이와 연계하여 산정**

o 소형부재 비율 증가시 대형부재에 비해 제작노무비 증가

- (철판공) 3.32배 증가, (용접공) 추가 발생

※ 강교 공장 제작단가 구성 (2012년도)

구 분	계	제작재료비	제작노무비	제경비 (노무비x0.6)	시공상세도
단 가 (천원/ton)	1,115	96	595	357	67
비 율(%)	100	8.6	53.4	32.0	6.0

※ 강교 제작단가 산정(표준품셈)

(ton당)

구 분	제작 및 조립(철판공)		용접(용접공)		가조립 (철공)
	대형부재	소형부재	맞댐	필렛	
박스거더	1.00	3.32	1.26	0.69	0.75

☞ 톤당 품 환산공수 산정(인/ton)

{(대형부재품×대형부재비중)+(소형부재품×소형부재비중)}

+ {(맞댐용접품×톤당맞댐용접길이)+(필렛용접품×톤당 필렛용접길이)}/10

+ 가조립품

문 제 점

□ 『강도로교 설계 합리화』(2004)에서 제시된 보강재 배치 간격의 일률적 적용으로 소형부재 및 용접장 증가에 따른 제작비 증가

o 부재별 제작 조건 현황(강도로교 설계 합리화 대상교량 분석)

구 분	대형부재	소형부재	비 고
중량비	63.6% (295ton)	30.4% (141ton)	기타 : 6.0% (28ton)
용접길이비	13.9% (2,195m)	85.8% (13,499m)	기타 : 0.3% (42m)

☞ (대형부재) 상·하 플랜지 및 웹 (소형부재) 보강재, 가로보, Splice 등

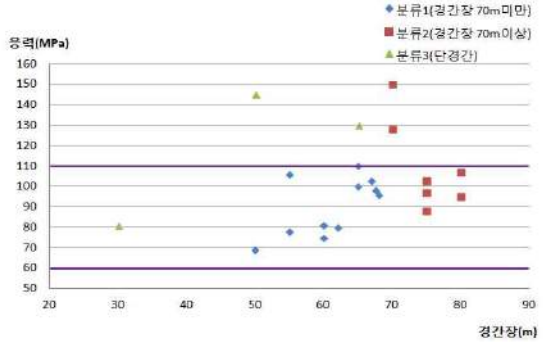
□ 강재량을 최소화하려는 설계경향

- 대형부재 두께를 최소화하여 강재량을 줄이려는 설계경향으로 상대적으로 보강재 비중 증가
- 보강재 등 소형부재 비중이 클수록 부재 제작 및 조립 단가 증가

□ 바닥판 타설단계 발생응력 대비 허용응력 과다

- 일시적인 비합성 거동상태에서 압축플랜지 좌굴을 고려한 허용응력이 압축응력에 비해 여유가 많으므로 보강재 수량 축소 가능

구 분	발생 압축응력 (f_c,MPa)	허용 압축응력(f_{ca},MPa)		$f_c/f_{ca} \times 100$ (%)
		플랜지두께	응력범위	
응력값	60~110	t=10mm	101~153	60~70
		t=12mm	142~185	42~60

가설 중 최대 압축응력 분석결과	대상교량 및 분석 조건
	● 대상교량 : 부산외곽순환선 22개 교량 ● 최대지간장 : 45~85m ● 종방향 보강재 : 5EA ☞ 단경간의 경우 동일지간의 연속교에 비해 구조계 특성상 압축응력이 크게 발생

Ⅳ 검토내용

□ 개선방향

현 행 강재량 최소화 설계	개 선 보강재 최적 설계
• 주부재 두께 축소를 위한 보강재 과다배치	• 주부재 두께 상향, 보강재 최적배치 • 시방기준 정밀해석을 통한 기준 적용

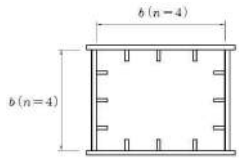
강합성교 구조 최적화 달성

□ 압축 플랜지 최소두께 및 가설중 허용응력 할증 검토

o 압축 플랜지 최소두께

【도로교 설계기준(2010)】

3.4.2.3 (압축응력을 받는 보강된 판) 가설시에만 일시적으로 압축응력을 받는 경우의 판두께는 $t \geq \frac{b}{80in}$ 을 만족시켜야 한다



n = 종방향 보강재에 의해 구분되는 패널 수
b = 보강된 판의 두께(mm)
i = 응력구배계수

☞ 상부 압축플랜지는 바닥판과 합성후에는 좌굴이 발생치 않으므로 가설시에만 일시적으로 압축응력을 받는 경우에 해당

구 분	현 행	개 선
압축플랜지 최소두께	$t \geq \frac{b}{33in} \sim \frac{b}{59in}$	$t \geq \frac{b}{80in}$

o 가설중 허용응력 할증 적용

【도로교 설계기준(2010)】

3.9.3 (허용응력) 하중의 조합을 고려하는 경우 강재 주거더의 허용응력 증가 가능, 가설시 하중에 대해서는 허용응력 25% 증가

☞ 도로교 설계기준에 따라 가설시 하중에 대해서는 허용응력 증가

구 분	현 행	개 선
가설시 허용응력 할증	1.0	**1.25**

□ 종방향 보강재 간격확대 및 플랜지 폭원 검토

o 종방향 보강재 소요 수량 검토

- 지간장 45~70m의 일반적인 강교에 발생되는 **통상적인 응력범위 60Mpa~110Mpa**를 만족하는 보강재 배치

구 분		국부좌굴을 고려한 허용응력 (25%할증, Mpa)			
		n=3	n=4	n=5	n=6
B=2,600mm	t=10mm	36.6	65.1	101.7	148.8
	t=12mm	52.7	93.7	148.8	195.8
	t=14mm	71.7	127.6	189.1	229.3
B=2,400mm	t=10mm	42.9	76.4	119.4	170.5
	t=12mm	61.9	110.0	170.5	213.8
	t=14mm	84.2	151.9	207.6	244.8
B=2,200mm	t=10mm	51.1	90.9	144.5	192.2
	t=12mm	73.6	130.9	192.2	231.9
	t=14mm	100.2	175.1	226.2	260.3
B=2,000mm	t=10mm	61.9	110.0	170.5	213.8
	t=12mm	89.1	159.7	213.8	249.9
	t=14mm	121.3	198.4	244.8	275.7

※ n=보강재에 의해 분할되는 압축플랜지 패널수, HSB500 강재 기준

☞ 일반적인 조건하에 종방향 보강재는 **3개 배치**가 적정

o 압축 플랜지 최적 폭원 산정 검토

- 웹 및 플랜지 두께가 일정한 상태에서 폭원 감소만큼 형고 증가시 **단면2차모멘트는 약 15~30% 증가, 발생응력 약 5~20% 감소**

구 분	A(mm2)	y_{su}(mm)	I(mm4)	fc(Mpa)
2,500x2,200x12x14x12 ($BxHxt_uxt_bxt_w$)	136,720	1,112	2,132E+10	51.24
2,300x2,400x12x14x12 ($BxHxt_uxt_bxt_w$)	136,320	1,208	2,767E+10	42.89
증가율	▼ 0.3%	△ 8.63%	△ 29.8%	▼ 16.3%

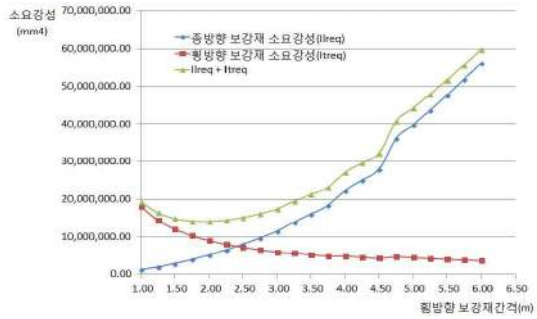
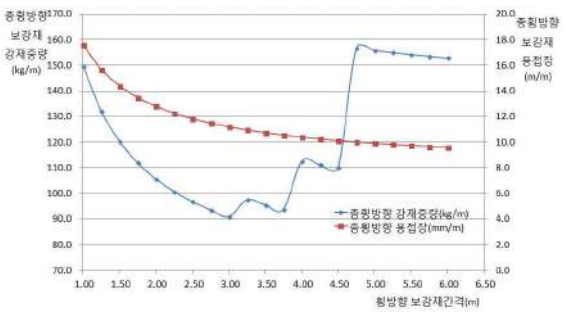
※ 일반적인 박스거더 단면 예시로 폭원 및 높이 변경시에도 유사한 경향

☞ 하부통과 조건, 미관 및 보강재 개수 등을 고려하면 플랜지 폭원은 **2,400mm** 이하로 적용하는 것이 유리

□ 기타 보강재 간격 및 전단연결재 배치 검토

o 횡방향 보강재 배치 검토

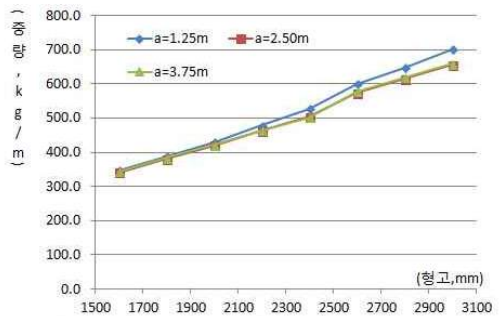
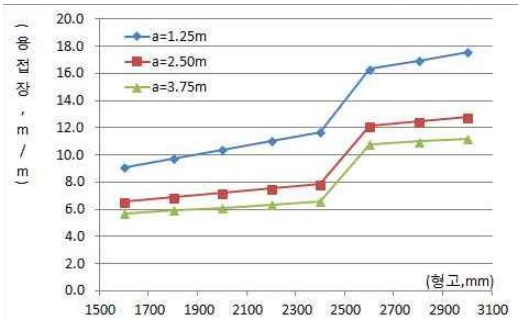
- 횡방향 보강재 간격 **약 2.0~3.0m**에서 소요강성, 단위m당 강재 중량 및 용접길이 최적화
- 횡방향 보강재와 다이아프램 간격이 일치될 경우 횡방향 보강재는 불필요하며 가장 경제적인 설계가 가능하나, 그 간의 설계실적 등을 고려하여 다이아프램 사이에 **최소 1개소** 배치

소요강성 (종방향,횡방향보강재)	강재중량 및 용접장 (종방향+횡방향보강재)
	

※ 압축플랜지 폭 2,400㎜, 두께 12㎜, 종방향 보강재 수량 3ea 조건이며 다이아프램 무시

o 수직보강재 배치 검토

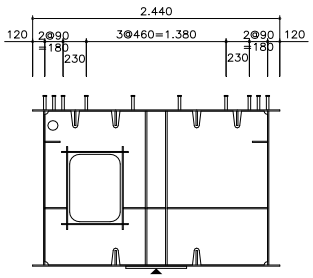
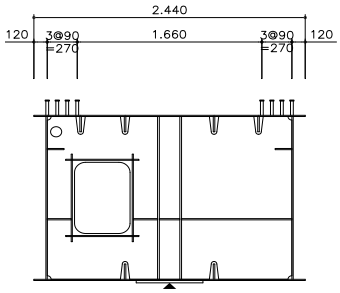
- 수직보강재 간격 확대에 따른 강중차이는 크지 않으나, 용접길이는 박스거더 단위 m당 **약 30% 감소**

강재중량(수직·수평보강재+웹)	용접길이(수직 및 수평보강재)
	

※ 웹두께 12㎜ 적용, 형고 2.4m 이상시 수평보강재 2단 배치

o 전단연결재 배치 검토

- 전단연결재 배치 방식

횡방향 등간격 배치	수평전단력이 집중되는 위치에 배치
	
·횡방향 플랜지 전폭에 걸쳐 바닥판과 합성거동 보장 ·플랜지 국부좌굴 방지 효과적	·수평전단력에 효율적인 저항 ·플랜지 전단면에 걸쳐 합성거동 보장 미흡

- AASHTO LRFD(2010) 6.11.10-Shear Connectors에 따르면 플랜지 폭에 걸쳐 일정간격으로 배치 권장

> Shear connectors on box flanges are best distributed uniformly across the flange width to ensure composite action of the entire flange with the concrete

□ 경제성 비교

o 시험설계 결과

- 제작단가 **평균 10% 절감**, 강구조물 **전체공사비 3~5% 절감**

구 분		교량1 (부산외곽선 백길교)	교량2 (강교 설계 합리화 교량)
강 재 자재비	당 초	1,217천원/ton	1,170천원/ton
	변 경	1,213천원/ton	1,170천원/ton
	증 감	4천원/ton (감 0.4%)	-
제작비	당 초	1,107천원/ton	1,149천원/ton
	변 경	1,042천원/ton	947천원/ton
	증 감	65천원 (감 5.8%)	202천원/ton (감17.6%)

Ⅴ 개선방안

□ 적용대상 교량

- 경간장 35~70m 정도의 연속교 및 50m 이내 단경간 교량으로 가설중 상부 압축플랜지 응력범위 110Mpa 이하
- 상부 압축플랜지와 콘크리트 바닥판 **전폭에 걸쳐 일체화된 경우 적용**

□ 상부 압축플랜지 최소두께 및 허용응력 할증 적용

- 가설시 일시적인 하중상태를 고려하여 적용 기준 완화

구 분	현 행	개 선
압축플랜지 최소두께	$t \geq \frac{b}{33in} \sim \frac{b}{59in}$	$t \geq \frac{b}{80in}$
허용응력 할증	1.0	**1.25**

□ 보강재 배치 개선

구 분		현 행	개 선
플랜지 제원		폭 : 2,400~2,600 두께 : 기본 10mm	**폭 : 2,200~2,400** **두께 : 기본 12mm**
종방향 보강재	상부압축	기본 5개	**기본 3개**
	하부압축	기본 5개	**좌동(검토 후 축소)**
	인 장 부	기본 2개	**좌동(검토 후 축소)**
횡방향 및 수직보강재		기본 1.25m	**기본 2.50m(지점부 제외)**

- 구조 해석결과 및 보강재 배치 연속성을 고려하여 **플랜지 폭원, 두께, 보강재 수량 등 조정 후 최적 단면 선정**

□ 전단연결재 배치

- 전단력이 집중되는 웹상부에 약 60%내외, 플랜지 내부에 40% 정도 등간격 배치하며, 설계 최대·최소 간격 만족토록 배치
- 플랜지 전폭에 배치된 전단연결재 수량이 소요 수량 이상

Ⅵ 기대효과

□ 제작비 절감에 따른 경제성 향상

o 강교 제작비 단가의 약 10% 축소

o 강구조물 전체 공사비의 약 3~5% 절감

□ 보강재 축소에 따른 시공 및 유지관리 용이

o 부재 절단, 용접장 감소에 따라 시공성 향상

o 강교 도장 면적 감소 효과

o 용접에 의한 열변형, 잔류응력 발생 등 최소화

Ⅶ 적용방안

□ 공사중인 노선

o 강합성교량이 없는 공구에서 설계변경 등으로 강교신설이 발생되는 공구 : 공사시행부서 판단 후 적용

□ 설계중인 노선 : 본 방침 적용

□ 기타사항

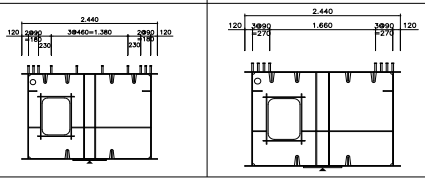
o 한계상태설계법 확대적용 시까지 허용응력 설계법에 의해 설계하는 강합성 상자형교에 적용

o 한계상태설계법 확대적용 이후 동 형식의 교량 설계시 보강재 배치에 관한 기본 방향은 본 방침 적용

붙 임 : 설계자문결과 1부. 끝.

붙 임 #1

강합성교 설계최적화 방안
설계 자문 결과

<table>
<tr><th>주요 자문내용</th><th colspan="3">위 원 명</th></tr>
<tr><td rowspan="4">보강재 최적화 설계방향
(종리브 5개→3개)</td><td>이성철</td><td>이원철</td><td>정재훈</td></tr>
<tr><td>타당
(보강재 과다배치는 설계관행)</td><td>타당
(강재중량 절감 및 보강재 축소 타당)</td><td>타당</td></tr>
<tr><td colspan="2">엄종욱</td><td>민영택</td></tr>
<tr><td colspan="2">타당</td><td>타당</td></tr>
<tr><td rowspan="4">압축플랜지 최소두께 규정
현 행 : $t \geq \frac{b}{33in} \sim \frac{b}{59in}$
개 선 : $t \geq \frac{b}{80in}$</td><td>이성철</td><td>이원철</td><td>정재훈</td></tr>
<tr><td>타당
(보강재 과다배치는 설계관행)</td><td>타당</td><td>타당</td></tr>
<tr><td colspan="2">엄종욱</td><td>민영택</td></tr>
<tr><td colspan="2">타당</td><td>타당</td></tr>
<tr><td rowspan="4">허용응력 할증
현 행 : 1.0
개 선 : 1.25</td><td>이성철</td><td>이원철</td><td>정재훈</td></tr>
<tr><td>타당
(설계업체 교육 및 홍보 필요)</td><td>타당</td><td>타당</td></tr>
<tr><td colspan="2">엄종욱</td><td>민영택</td></tr>
<tr><td colspan="2">타당</td><td>타당</td></tr>
<tr><td rowspan="4">전단연결재 배치
횡방향 등간격 배치 / 수평전단력이 집중되는 위치에 배치
  </td><td>이성철</td><td>이원철</td><td>정재훈</td></tr>
<tr><td>-</td><td>등간격
(플랜지 국부좌굴 방지고려)</td><td>등간격
(역학적으로 효율적이라고 판단)</td></tr>
<tr><td colspan="2">엄종욱</td><td>민영택</td></tr>
<tr><td colspan="2">등간격</td><td>등간격</td></tr>
</table>

☞ 전체적으로 본 방침에 대한 자문의견은 타당한 것으로 결론

6-1 고속도로 포장수명 연장을 위한 저토피 암거상부 포장융기 방지대책 검토(안)

설 계 처-1795
(2013. 6. 17)

I 검토목적

□ 그 간 저토피부 암거상부 포장층에 동결융해로 인한 파손이 빈발하여 갓길부 맹암거 설치방안 등 포장파손 예방방안을 수립하여 시행

□ 저토피부 암거상부 포장면 보호를 위한 다각적인 노력에도 불구하고 **이상기후에 따른 저온현상으로 인해 포장파손 지속 발생**

고속도로 포장 장수명화를 위한
저토피부 암거상면 동결피해 예방대책 수립 필요

※ **암거설치구간 低토피부**
: 동절기 포장파손 빈도가 높은 암거상면의 토피고가 3m 이하인 구간
(지중구조물상부 콘크리트포장 파손예방 기술개발 연구, 도로교통연구원, 2011)

〈저토피 암거상부 포장융기 메카니즘〉

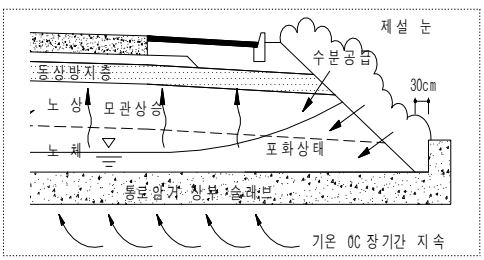
o **동결융해 발생조건**

①충분한 수분공급 ②기온 0℃ 이하 지속 ③동결융해를 유발하는 토질
3가지 조건이 모두 충족시 발생
⇒ 위의 조건중 하나의 요소만 제거시 동상방지 가능

o **암거상부 동결융해 발생 메카니즘**

수분침투 및 암거상부 체수 ⇨ **동절기 체류수 결빙 및 체적팽창(9%)** ⇨ **포장체 융기 및 균열 발생**

o 암거상면 동결융해 포장파손은 토피고, 최심적설량, 적설기간과 밀접하게 연관됨 (도교원, 2011)



Ⅱ 추진경위

o 2005. 12 : 호남지역 폭설, 한파로 저토피 암거 상부 포장융기 다수 발생

o 2006. 12 : 저토피부 Box 설치구간 포장융기 방지 방안 수립(설계처)

- 포장층 내 신속한 배수를 위한 맹암거 설치

o 2011. 11 : 감사지적(강원본부 종합감사)

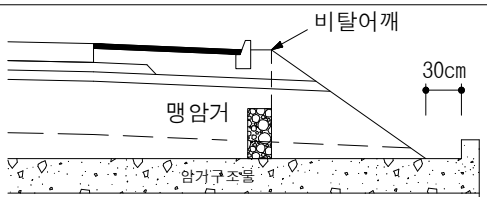
> 저토피부 암거는 성토법면 등으로 유입된 수분의 배수불량 등으로 겨울철 동결융해를 반복하면서 포장융기 피해가 발생되고 있으므로 **저토피 암거 포장융기 방지공법 적용기준 재검토**

o 2011~2013 : 지중구조물 상부 콘크리트포장 파손 예방을 위한 설계 및 유지관리 기술 개발 연구 시행(도교원)

o 2012. 11 : 저토피암거 상부 포장융기 방지대책(도로처)

- 공용노선 방수매트 설치로 유입수를 차단

□ 현행기준

구 분	우리공사(2006년)	국토해양부(2011년)
적용공법	맹암거(40×80cm) 설치	좌 동
적용 토피고	동상 영향 토피고 산정	3.0m 이하
설치위치	 길어깨 하단부 내측	좌 동
설치연장	구조물 내측연장 + (2×완전방지법에의한동결심도)	구조물 외측연장 + 6m
설치지역	동결지수 150이상 지역	-

※ 동상방지층 설계지침(국토부, 2012. 8) : 성토높이 2m이상인 구간에서는 동상방지층을 생략하나, 암거 등 구조물 설치된 구간에서는 적용 예외

※ 유지관리시 대책(도로처-4350, 2012.11. 8)

- 암거상단 성토법면에 방수공법(방수기능 매트) 적용으로 수분침투 차단

Ⅲ 현황조사 및 문제점

1. 현황조사

□ 저토피암거 동상피해 발생(도로처 저토피암거 포장융기 방지대책, 2012.11)

o 암거 현황

전 체	저토피 암거	피해발생 암거	비 고
9,265 개소	4,377 개소	153개소	

o 지역별 피해발생 현황

구 분	피해발생 개소	융기량(cm)	균열(개소)
계	153 개소		
경 기	서해안선 318.1km(서울) 등 16개소	2.0~7.3	0~3
강 원	중앙선 328.54km(춘천) 등 5개소	3.0~4.5	1~3
충 청	당진대전선 5.2km(대전) 등 59개소	0.5~7.5	0~5
전 북	서해안선 135km(서울) 등 54개소	1.0~4.0	0~5
전 남	88선 79.5km(대구) 등 5개소	3.0~3.5	1~2
경 북	중앙선 236.026km(춘천) 등 14개소	1.0~3.0	0~5

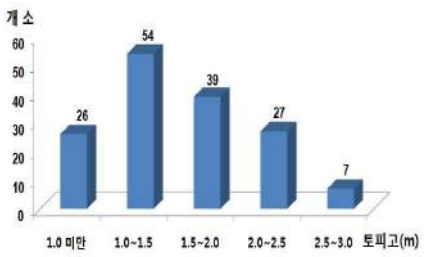
- **전국적으로 피해가 발생**되며 특히 충청, 전북지역 노선에 집중(74%)
- 주·야간에 영상과 영하가 반복되는 지역에 집중 발생

※ 2011. 2~2011.8 암거상면 포장부 조사 결과(도교원), 957개소 중 269개소 (28.1%)에서 파손 발생(토피가 낮을수록, 공용기간이 길수록 파손비율 증가)

o **토피고별 피해발생 현황**

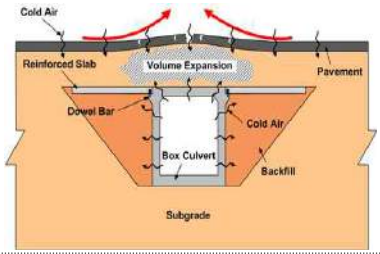
- 토피고 1.0~2.0m 암거에서 집중발생 (93개소/61%)

※토피고 1.0m 미만에서는 동상방지층이 시공되어 피해가 적은 것으로 판단

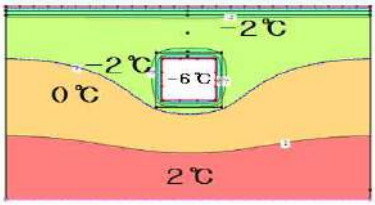


o 저토피 암거포장의 동상 피해

- 포장균열 발생, 평탄성 및 주행쾌적성 불량으로 교통사고 유발



- 암거상부 토피부는 암거내 **찬공기의 유입으로 일반 토공부에 비해 온도저하가 크게 발생**



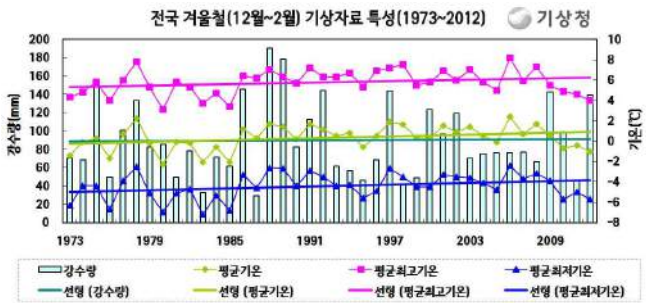
- 융해시 수분과 함께 미립분의 유출로 포장침하 및 공동 발생
- 기존대책(맹암거)으로 시공된 암거에서도 포장 융기 피해 발생

※ 당진~대전선(2009) : 저토피 암거 13개소에서 피해 발생

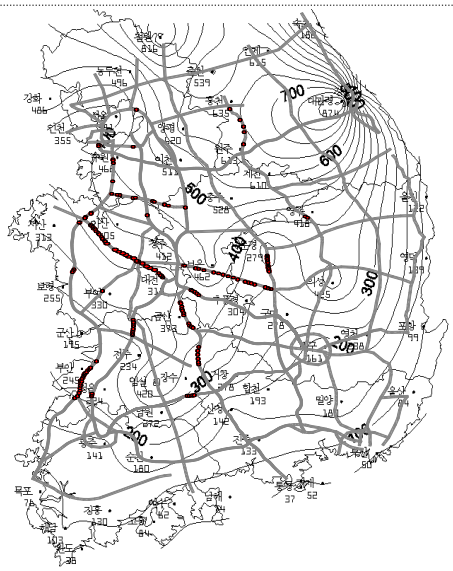
□ 예측 불가능한 기후변화

o 이상기후의 확산에 따라 동절기 한파 및 강설이 빈번하고 이에 대한 예측가능성 저하 및 기상 변동성 증가

o 최근 동절기 장기 저온현상에 따라 암거상부 포장융기 피해의 전국적 확산



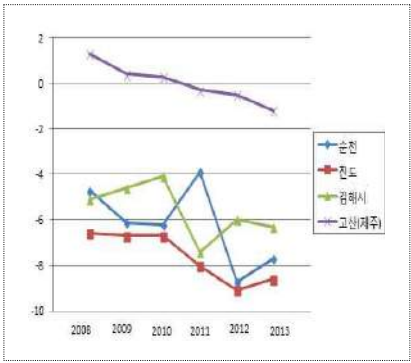
연 도	평균 기온 (℃)	평균 최저 기온(℃)	강수량 (mm)	강수 일수 (일)	일최저기온 영하 10℃ 미만일수(일)
1973-1980년	-0.3	-5.0	92.2	20.8	15.5
1981-1990년	0.0	-4.7	91.9	21.5	13.4
1991-2000년	0.8	-4.1	84.7	18.6	9.4
2001-2010년	0.9	-3.8	89.8	19.0	9.8
2013년	-1.0	-5.7	139.3	25.5	18.4



피해지역 분포

o 금번 동절기(2012~2013) 남부지역에서 이상저온 발생하는 등 이상기후 확대됨에 따라 전국적인 동결대책 필요

관측소	1 위		2 위		3 위	
	날짜	값	날짜	값	날짜	값
순천	2012.02.02	-8.7	2013.01.03	-7.7	2013.02.08	-6.6
진도	2012.02.02	-9.1	2013.02.08	-8.6	2013.01.03	-8.4
김해	2011.01.16	-7.4	2013.02.08	-6.3	2012.02.02	-6
고산(제주)	2013.02.08	-1.2	2004.01.21	-1.1	1990.01.25	-1.1



2. 문제점

□ 맹암거 설치구간에서도 동상이 발생한 것으로 조사되어 현재의 저토피부 동상방지대책인 맹암거 설치는 근본대책으로서는 미흡

□ 동상대책 설치지역의 제한으로 최근 이상기후에 따른 기상변동성이 고려되지 않아 피해지역 확산 가능성 상존

□ 공용중 노선 포장보수시 기존포장 철거 및 교통차단으로 인해 시공성, 안전성이 불리하고 유지관리비의 증가 유발

□ 개통후 공용기간이 짧은 구간에 포장 조기파손으로 인한 대국민 불신 초래

Ⅳ 개선방안 검토

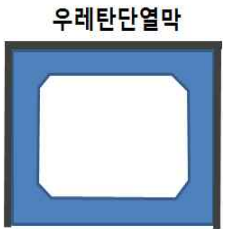
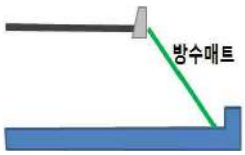
〈 추 진 방 향 〉

▶ 저토피 암거 상부의 동상피해에 대한 근본적인 해결책 제시

▶ 기후변동성 및 피해분포 확산을 고려한 적용대상지역 확대

□ 동상 방지방안 검토

o 동상을 일으키는 요소(토질, 수분, 온도)중 하나 이상 제거

구분	재료치환	포장내 온도저하 방지		수분침투 차단
	혼합골재 포설	EPS블럭	우레탄 단열막	법면부 차수매트
개요	비동결성재료로 치환하여 신속한 배수 및 동결방지 	EPS블럭을 슬래브 상단에 설치하여 온도전달 차단 	암거외부에 우레탄 단열막 설치 	법면부에 차수매트를 설치하여 유입수 차단 
규격	혼합골재 (SB-1)	EPS블 럭	우레탄 폼 (T=10cm)	토목용 부직포섬유
장·단점	· 시공성 양호 · 재료구득 용이 · 동상방지효과 우수	· 경량으로 시공성 양호 · 적용실적 없음 · 경제성 다소 불리	· 시공성 불량 (표면처리, 양생) · 적용실적 없음 · 경제성 불리	· 시공성 양호 · 공사비 저렴 · 미관 불량 · 유지관리 곤란 · 포장면 우수침투시 취약
공사비 (개소당)	7~14백만원	57~70백만원	20백만원	2백만원
적용 사례	동상방지층에 적용	국내실적 없음 *일본 북해도	국내실적 없음 *스웨덴 등 북유럽	유지관리시 적용
검토 의견	시공성, 경제성, 기능성 등을 종합적으로 검토한 결과, 신속한 지하배수로 성토체의 포화를 방지할 수 있고 비동결성 재료를 사용하여 동상을 예방할 수 있는 **재료치환(혼합골재) 공법이 적절할 것으로 판단**됨			

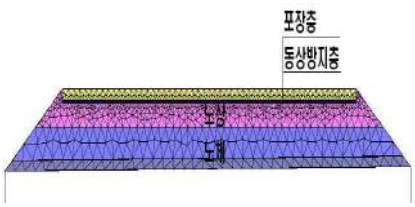
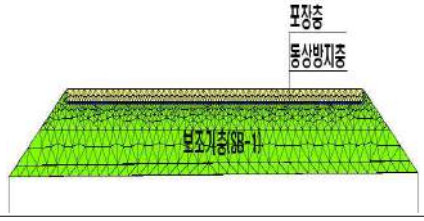
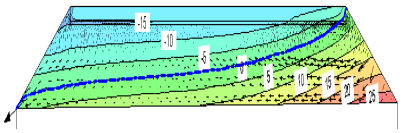
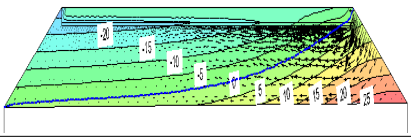
o 혼합골재포설 세부방안

- 암거상면 구간을 비동결성재료(SB-1 이상)로 치환

  * 저토피암거 토피부는 하부에서 전달되는 지열이 없고 포장부와 암거 상면에서 동시에 낮은 대기온도에 노출되므로 온도저하가 크게 발생

- 포설폭 : 암거폭 + 2×여유폭(1.0m)

- 침투해석 결과

구분	암거상면 노체 시공시	암거상면 SB-1 포설시
해석 단면		
침투 해석		
유출 속도	3.16×10^{-6}m/sec	1.00×10^{-5}m/sec
침투 속도	5.01×10^{-7}m/sec	6.31×10^{-6}m/sec

☞ 보조기층(SB-1)재료 적용시 유출 및 침투속도가 증가하여 침투수 체류시간 감소 (유출속도 3배, 침투속도 13배 증가)

o LCC분석 (4.5×4.5 암거, 4차로/1개소, 천원)

구 분		기 존	변 경	증 감	비고
계	사토	36,845	22,516	감 14,329	
	순성	37,217	16,132	감 21,085	
초 기 공사비	사토	8,220	22,516	증 14,296	
	순성	8,592	16,132	증 7,540	
유 지 관리비	사토	28,625	-	감 28,625	
	순성	28,625	-	감 28,625	

※ 현재의 피해상황 및 보수실적을 감안하여 5년후 부분재포장으로 가정

☞ 생애주기비용 검토 결과, 암거상부 **혼합골재 포설시 경제성 유리**

□ 신속한 배수를 위한 암거상면 경사 상향

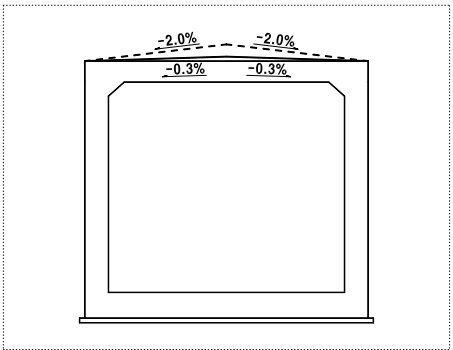
o 암거 상면의 횡방향 경사가 작아(0.3%) 침투수의 신속한 배출이 어려워 체수 우려가 높으므로

o 신속한 배수 유도를 위해 **암거 양측으로 경사도 상향 조정**

(당초) 0.3%	⇨	(변경) 2.0%

<4.5×4.5 통로암거(예)>

구 분	당 초	변 경
종단경사	0.3%	2.0%
암거중앙부 높이	0.8cm	5.4cm
공 사 비	49천원	373천원



※ 콘크리트 타설높이 및 경사가 작아 시공시 큰 어려움은 없을 것으로 판단됨

□ 적용지역

o 기존 피해사례 분석결과 및 **이상기후로 인한 기상변동성 증가를 고려하여 전구간에 적용**

o 대책공법 적용시 공사비 증가가 적은 반면, 동결융해 방지효과가 우수하므로 **모든 저토피 암거 및 지중구조물에 대하여 적용**

V 검토결론 및 적용방안

□ 검토결론

구 분	당 초	변 경	비 고
동상방지대책	맹암거(40×80) 설치	암거상면 비동결성 재료(선택층재) 치환	
암거상면 경사조정	횡단경사 0.3%	횡단경사 2.0%	
적용지역	동결지수 150 이상	전지역	

※ 기후, 지형, 재료조건 등을 고려, 검토후 적용성 판단 및 기타공법 적용 가능

□ 도로교통연구원 연구결과 완료전까지 잠정 적용

o 과 제 명 : 지중구조물 상부 콘크리트포장 파손 예방을 위한 설계 및 유지관리 기술 개발 연구(도로연구실)

o 연구기간 : 2011～2013(3년)

o 과업내용 : 지중구조물 상부 콘크리트포장 파손저감 방안 제시

- **저토피부 동결에 따른 포장파손 예방 방안**
- **지중구조물 구간 포장구조 개선방안**
  · 암거뒷채움 침하 및 평탄성 저해 예방을 위한 접속슬래브 설치
  · 암거상부 균열방지를 위한 줄눈위치 검토(암거중앙으로부터 이격)

□ 적용방안

o 설계중인 노선 : 본 방침 적용

o 건설중인 노선 : 공사주관부서 판단에 따라 적용

별 첨 1. 지중구조물 토피부 동결파손 원인분석

2. 2012년 이상기후 발생현황 및 분석

3. 피해발생 암거(153개소) 세부현황

4. 암거상면 표준도

별 첨 #4

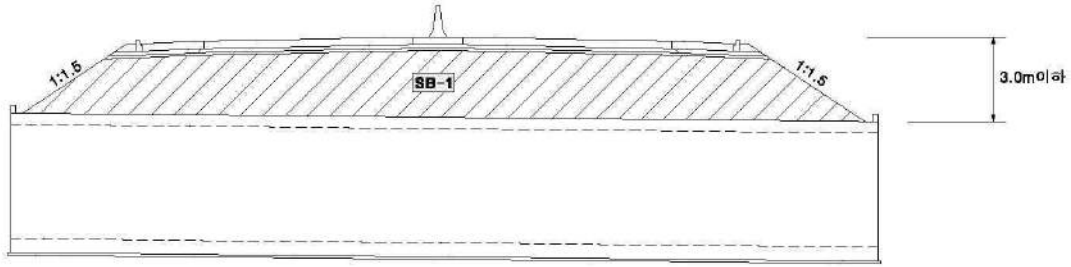
표 준 도

기 존
저토피 암거 상부 포장 상세도
횡단면도
3.0m이하
비탈면 길어깨
1:1.5
맹암거
(400X800)
노상
노체
1:1.5
측면도 상세
0.3%
0.3%
4.5 X 4.5
측면도
토피고 3.0m이하
노상
노체
맹암거
0.8m
완전방지법
동결심도
4.5 X 4.5
SB-1
SB-1
1:1
0.5m
노체
한국도로공사
The Way I M now
표 준 도
TYPICAL DRAWING
도 면 명 칭
저토피 암거 상부 포장 상세도
축 척
NONE
도면번호
2.059

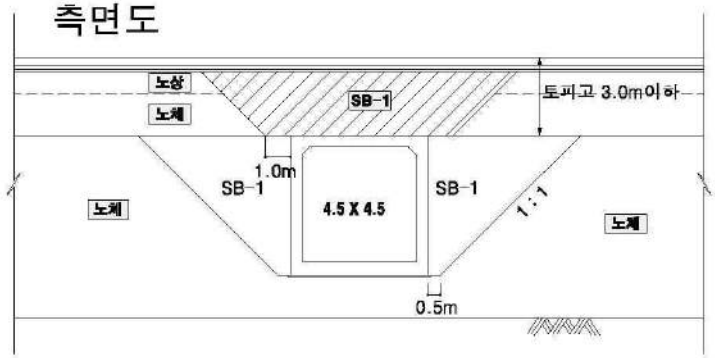
저토피 암거 상부 포장 상세도

변 경

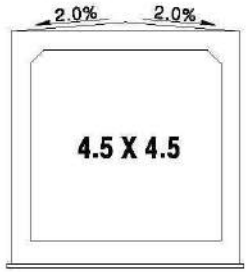
횡단면도



측면도



측면도 상세



한국도로공사	표준도 TYPICAL DRAWING	도면명	축척	도면번호
		저토피 암거 상부 포장 상세도	NONE	2.059

6-2 기후·환경을 고려한
터널내 콘크리트포장 줄눈설계 최적화 방안 검토

설 계 저-2903
(2013. 9. 30)

Ⅰ 추진배경

□ 최근 자연훼손 예방, 생태보전 등 환경에 대한 국민의식과 관심이 높아짐에 따라 고속도로 건설구간 중 **터널연장 지속 증가 추세**

□ 적설, 동결·융해 등 기후 및 환경조건을 고려하지 않고 **터널내 콘크리트 포장 줄눈은 토공부와 동일하게 설계**

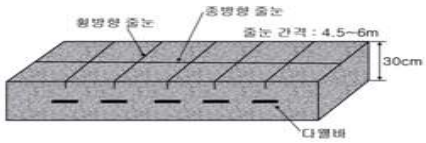
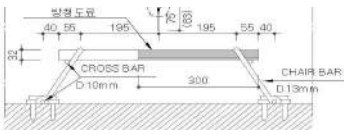
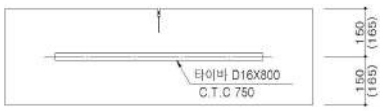
☞ **콘크리트 포장줄눈 설계최적화**로 공사원가 절감

【터널연장 증가 추이】

구 분	2009	2010	2011	2012	2013
터널연장(km)	354	414	443	536	552

Ⅱ 콘크리트포장 줄눈 설계

□ 콘크리트포장 줄눈 개요

구 분	가로줄눈	세로줄눈
설치목적	 포장의 팽창과 수축을 수용함으로써 온도 및 습도 등 환경요인과 마찰, 시공에 의하여 발생하는 응력의 완화 및 불규칙 균열의 유도	
완충장치 설 계	**다웰바(슬립바)** (기능) **하중전달, 줄눈변위 수용** (규격) D32 강봉, CTC 300~450 (설계) 경험적 방법 이용 	**타이바** (기능) **포장의 단차 및 벌어짐 방지** (규격) D16 이형철근, CTC 750 (설계) 인장력과 응력관계로 도출 
줄눈간격	· 슬래브두께의 24배 이내 · 통상 6m 적용	· 4.5m 이내 · 통상 차로폭 간격으로 적용
주 요 설계인자	온도변화, 기층과의 마찰력, 열수축계수, 줄눈변형량 등	슬래브 폭 및 하부마찰계수, 철근의 허용응력 등

Ⅲ 터널내 환경 및 문제점 분석

□ 터널내 환경요인

o **(양호한 지반여건)** 지반을 굴착하여 형성된 암반 위에 포장층이 설치되므로 동상의 영향이 없고 충분한 지지력 확보되어 부등침하의 우려 없음

구 분	동적지지력(psi)	비고
터널내	1,167~4,289	
토공부	360~464	

※ 터널내 포장설계 지침(국토교통부, 2005)

o **(기후영향 미미)** 터널내는 외부 환경 요인의 영향이 적어 온도변화가 적고 특히 동절기 온도저하가 적음

구분		측정온도(℃)										
		갱구	25m	50m	75m	100m	125m	150m	175m	200m	250m	300m
기계환기기준	평균기온(℃)	-8.5	-8.3	-8.1	-7.8	-7.5	-7.1	-6.7	-6.4	-6.1	-5.8	-5.5
	갱구기준 온도감소비율(%)	100	98	96	92	88	84	79	75	72	68	64
자연환기기준	평균기온	-7.4	-7.2	-7.0	-6.7	-6.4	-6.1	-5.8	-5.4	-5.2	-5.0	-4.7
	갱구기준 온도감소비율(%)	100	94	89	86	83	80	77	73	70	66	63

※ 터널내 포장설계 개선방안 고찰(권기하, 권기진 한국도로학회, 2001)

o **(고내구적 환경)** 터널내는 노면건조 상태로 제설염화물 및 동결융해에 의한 포장파손이 발생치 않는 환경으로서 토공부에 비하여 줄눈파손 비율이 상대적으로 적음

구분	총 줄눈수	파손줄눈수(비율)	스폴링 파손 줄눈수(비율)	비고
터널부	1,972	309(15.6)	123(6.2)	
일반부	13,344	2,698(20.2)	1,629(12.2)	
전체	15,316	3,007(19.6)	1,752(11.4)	

※ 2010년 영동선 상행선 기준 (Hi-유지관리 포장 PMS 참조)

□ 문제점

o 줄눈부는 포장의 불연속면으로써 **주행시 소음발생과 쾌적성 저하를 유발**할 뿐만 아니라 잦은 파손으로 **포장수명을 단축**시키고 교통사고의 원인 제공

o **터널부의 환경특성(기후, 지반)이 미고려된 일률적 줄눈간격 적용**

- 터널부는 암반지반으로써 **지지력이 양호**하고 **온도변화가 적음**(외기온도의 70%)에도 불구하고 **토공부와 동일한 줄눈간격(6m) 적용**
- 터널내 포장의 설치환경을 고려한 특화된 줄눈 검토 미흡

o **터널부 지반특성을 고려하지 않은 세로줄눈 타이바 적용**

- 터널부는 양측면의 공동구가 수평방향으로 포장의 변위를 구속하여 벌어짐의 우려가 없음에도 불구하고 타이바 설치
- 타이바 설치부 포장파손, 주행성 불량 유발

터널내 환경을 고려한 콘크리트포장 줄눈설계 최적화 필요

Ⅳ 터널내 콘크리트포장 최적화 검토

1 콘크리트포장 줄눈간격

〈검토방향〉

터널부에 대한 역학적-경험적 검토를 통해 **최적 줄눈간격 도출**

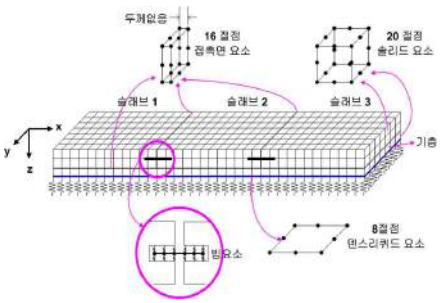
* **(역학적검토)** 구조해석을 통한 역학적 줄눈간격 검토
* **(경험적검토)** 온도 및 건조수축에 의한 줄눈 벌어짐량 산출

□ 구조해석을 통한 역학적 줄눈간격

o 줄눈간격별 유한요소해석(FEM)을 통한 발생응력 산출

- 검토조건

교통	차량하중이 큰 5종, 6종 적용
환경	슬래브 상하부온도, 건조수축, 크리프 등
재료	콘크리트 탄성계수, 프아송비, 마찰저항, 지반 지지력계수 등



<3차원 유한요소해석 모형>

o 기준강도와 대상지역 발생응력의 비교를 통한 안정성 검증

구 분	단위	하향컬링응력	상향컬링응력	비고
기준강도	Mpa	3.70	3.43	

* 기준강도 : 가장 열악한 교통 및 환경조건인 남원, 의성지역의 콘크리트 강도

o 검토결과(슬래브두께 28cm)

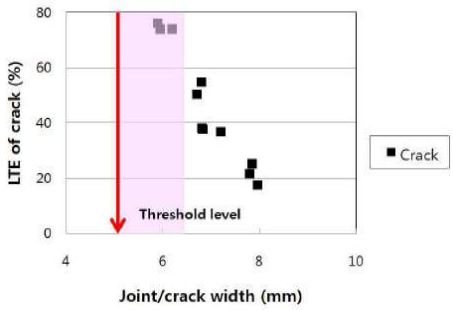
구분	줄눈간격 (m)	하향컬링응력 (MPa)		상향컬링응력 (MPa)		비고
강진3터널	8.0	2.79	(70%)	2.30	(66%)	
	9.0	2.82	(71%)	2.41	(69%)	
	10.0	2.83	(71%)	2.40	(69%)	
홍천지역	8.0	3.25	(88%)	3.17	(92%)	
	9.0	3.36	(91%)	3.26	(95%)	
	10.0	3.43	(93%)	**3.43**	**(100%)**	
인천지역	8.0	2.82	(76%)	3.05	(89%)	
	9.0	2.88	(78%)	3.13	(91%)	
	10.0	2.91	(79%)	3.21	(94%)	
부여지역	8.0	3.13	(85%)	3.18	(93%)	
	9.0	3.23	(87%)	3.25	(95%)	
	10.0	3.27	(88%)	**3.44**	**(100%)**	
제천지역	8.0	3.29	(89%)	3.23	(94%)	
	9.0	3.40	(92%)	3.31	(97%)	
	10.0	3.47	(94%)	**3.53**	**(103%)**	

☞ 줄눈간격 9m까지는 기준강도 미만의 응력이 발생

□ 줄눈폭 벌어짐에 의한 적정 줄눈간격

o 하중전달율을 고려, 줄눈폭 벌어짐을 5mm 이내로 검토

- 줄눈벌어짐이 5mm 이상시 하중전달율 급격히 저하(Jeong 외, 2006)
- 하중전달률이 급격히 감소하는 줄눈폭 벌어짐량 12.7mm(AASHTO 제안, 1979)와 신뢰도(95%, 2.5배)를 고려시 벌어짐 기준은 5mm가 적정(전범준 외, 2005)



하중전달률과 줄눈 벌어짐과의 상관관계

o 터널내 온도 및 건조수축을 고려하여 벌어짐량 산출

- 터널내 포장부 온도변화량은 최대연교차의 70% 적용 (터널내포장 설계지침)
- 벌어짐 예측식(AASHTO) : $\triangle L = C \times L \times (\alpha_c \triangle T + \varepsilon_{ush})$

$\triangle L$: 줄눈폭 벌어짐(mm)
L : 슬래브 길이(mm)
$\triangle T$: 연중 슬래브 최대 온도차이(℃)
C : 마찰 보정계수(1.0)
α_c : 콘크리트 열팽창계수(/℃)
ε_{ush} : 최종건조수축 변형률

o 산출결과

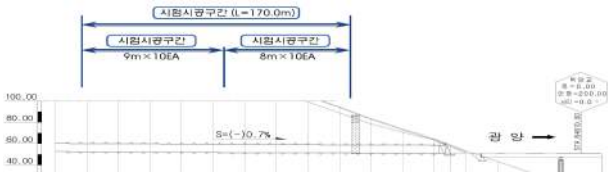
지역	연교차(℃)		줄눈 간격 (m)	줄눈폭 벌어짐 (mm)	지역	연교차(℃)		줄눈 간격 (m)	줄눈폭 벌어짐 (mm)
	최대치	적용치				최대치	적용치		
밀양	53.3	37.3	8.0	4.2	강진	53.4	37.4	8.0	4.2
			9.0	4.8				9.0	4.8
			10.0	**5.3**				**10.0**	**5.3**
홍천	62.9	44.0	8.0	4.8	인천	55.2	38.6	8.0	4.3
			9.0	**5.4**				9.0	4.9
			10.0	**6.0**				**10.0**	**5.4**
부여	54.6	38.2	8.0	4.3	제천	61.5	43.1	8.0	4.7
			9.0	4.8				**9.0**	**5.3**
			10.0	**5.4**				**10.0**	**5.9**

☞ 줄눈간격 8m까지는 줄눈폭 벌어짐 기준치 만족

□ 시험시공

o 시험포장 현황

적용구간	시험시공 내용	포장시기	비 고
목포~광양 (강진3터널)	- 줄눈간격 8m, 9m (L=170m)	2010.10	T=28cm



o 현장 조사 결과

적용구간	조사 결과
목포~광양 (강진3터널)	- 포장부 균열 없음 - 줄눈상태 양호

□ 설계심의

o 설계심의 의견에 대한 검토 및 보완

- 터널 입출구부의 외기온도를 고려한 추가검토
- 적용대상 터널에 대한 최소길이 기준제시 등

* 별첨 '설계심의 결과 조치내용' 참조

∴ 터널내 콘크리트포장 줄눈간격을 8m로 확대 적용

□ 적용대상 및 구간

o **외기온도의 영향을 받는 구간** 또는 **지지력이 불량한 토사지반**에서는 **일반 토공부의 줄눈간격을 적용**

〈외기온도영향 구간〉

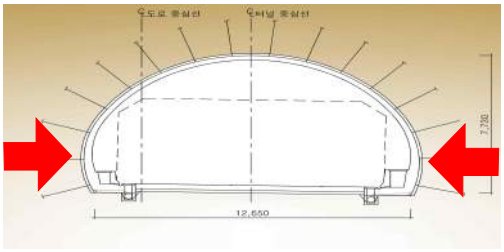
- 입구부 150m, 출구부 50m [터널내 포장설계 지침, 국토해양부]
- 4차로 대단면 터널의 경우 입출구부로부터 150m

o 외기온도의 영향과 시공성을 고려하여 **300m미만의 단터널은 적용 제외**

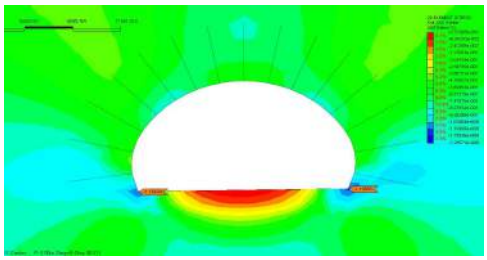
2 세로줄눈 타이바 설치 적정성

□ 포장부에 도입되는 압축력 분석

o 터널부 측압분포 및 포장 압축력

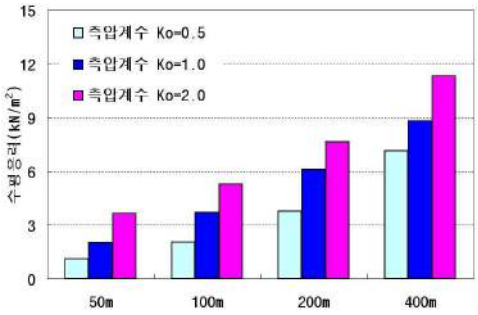


터널내 단면도



터널 측압분포

구분	수평응력(kN/m²)		
	측압계수 Ko=0.5	측압계수 Ko=1.0	측압계수 Ko=2.0
50m	1.102	1.999	3.639
100m	2.031	3.725	5.283
200m	3.768	6.094	7.644
400m	7.131	8.804	11.326



☞ 터널내 포장은 지반의 측압에 의해 **포장체에 압축력이 분포**하고 **공동구가 수평방향으로 구속**하여 측방향으로 밀려날 우려가 없음

□ 분석결과

o 터널내는 포장 양측이 지반 및 공동구로 구속되어 측방변위가 발생하지 않는 구조로써 벌어짐 방지의 역할을 담당하는 **타이바 삭제**

o 포장 응력저감과 균열유도를 목적으로 하는 **세로줄눈의 맹줄눈 형식은 기존대로 설치**

□ 시험시공

o 시험포장 현황

적용구간	포장시기	시험시공 내용	비 고
순천~완주 (태방터널, 광양방향)	2009. 6	- 타이바 삭제 (180m×3개소)	

o 현장조사 결과

- 세로줄눈부 벌어짐이 발생하지 않고 포장은 양호한 상태로 조사됨

∴ 터널내 콘크리트포장 세로줄눈 타이바 삭제

V 검토결론

□ 결 론

o 터널내 포장의 줄눈간격에 대한 역학적, 경험적 검토와 시험시공 결과, 줄눈간격 8m까지는 안정한 것으로 검토되어 **터널내 콘크리트 포장의 줄눈간격을 8m로 확대 적용**

o 외기의 영향을 받는 터널입구부 150m, 출구부 50m구간은 토공부 줄눈간격 적용하고, 시공성을 고려하여 300m 미만의 터널에서는 적용 제외

o 터널내의 외측압축을 받는 지반 및 구조특성을 고려하여 세로줄눈의 타이바 삭제(세로줄눈의 맹줄눈형식은 유지)

※ 터널이 시공되는 지역의 기후, 지반여건이 특이하여 적용하기 곤란하다고 판단될 경우, 별도 검토를 통해 조정 가능

□ 기대효과

o 터널특성을 고려한 적정 줄눈간격 및 세로줄눈의 적용을 통해 터널내 포장의 **주행쾌적성 및 내구성, 시공성 증진**

o 공사비 절감 : 설계중인 노선 적용시 약 25억원 절감 가능

구 분	터널수/연장 (2차로 1방향)	공사비(백만원)			비고
		당초	변경	증감	
함양~울산 외 3개 노선	102개소/162.7km	10,308	7,786	2,522	

□ 적용방안

o 설계중 노선 : 설계적용

o 공사중 노선 : 공사주관부서 판단 후 적용

붙　　임 : 1 설계자문결과

2. 하중전달률과 줄눈폭 벌어짐의 관계

3. 줄눈폭벌어짐 산정방법 및 결과

붙 임 #1

터널 콘크리트 포장 가로줄눈간격 최적화 방안

설계자문 결과 조치내용

위원	자문의견	조치내용	비고
권수안 (건기연 선임연구원)	- 줄눈간격 8m로 확대시 **적용가능한 슬래브 최소두께 제시** 필요	- **적용가능한 슬래브 최소두께**에 대하여 추가검토 (한국형설계법 적용시)	
박종건 (건설관리팀장)	- **터널 입출구부의 외기온도 영향**을 고려한 추가검토 필요	- **입구부 150m, 출구부 50m는 토공부 줄눈간격 적용**	
이승우 (강릉원주대 교수)	- **적용대상 터널에 대한 최소길이** 기준제시 필요	- 적용할 수 있는 **최소터널연장을 검토 후 제시**	
우정원 (녹색품질팀장)	- 줄눈간격 확대(9m) 검토 필요	- 9m는 기준에 근접하여 만족하나 안전측으로 8m로 적용하였음	
진정훈 (도화 수석연구원)	- 중부 및 북부지방에서의 구조해석과 시험시공 및 모니터링이 필요함	- 중부 및 북부지방의 구조해석은 기수행하였고 - 향후 현장시공 및 모니터링을 거쳐 안전성을 확인하겠음	
박양흠 (도로포장팀장)	- 터널 입출구부 50m 구간은 온도변화가 심하므로 토공부 줄눈간격 적용	- 입구부 150m, 출구부 50m는 토공부 줄눈간격 적용	
주관부서의견	- 노상지지력을 고려할 수 있도록 세부기준 검토 필요	- 지지력이 불량한 토사지반에서의 적용성을 검토하여 보완하겠음	

붙 임 #2

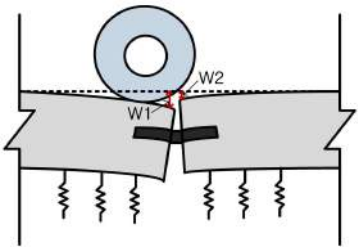
하중전달률과 줄눈폭 벌어짐의 관계

□ 하중전달율(LTE)

하중전달 장치인 다웰바로 연결된 인접한 두 슬래브의 줄눈부에 하중이 가해졌을 때 하중이 가해진 슬래브의 처짐인 w1과 하중이 가해지지 않은 슬래브의 처짐인 w2의 비율

$$LTE = \frac{w2}{w1} \times 100$$

w1 : 하중 재하 슬래브의 처짐
w2 : 하중 재하가 되지 않은 슬래브의 처짐



□ 하중전달율(LTE)과 줄눈폭 벌어짐간의 관계 연구

o 하중전달률과 줄눈 및 균열 벌어짐(Opening)과의 상관관계 연구 (Jeong 외, 2006)

- 균열부에서는 약 5mm 이상의 폭 벌어짐에 대해 하중전달률이 급격히 감소하는 것으로 조사

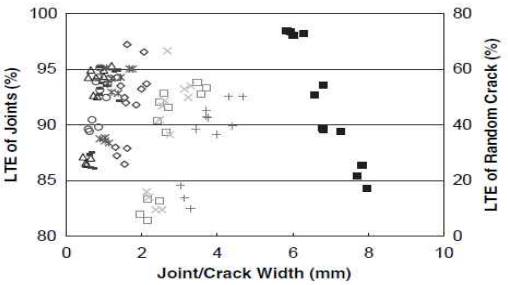
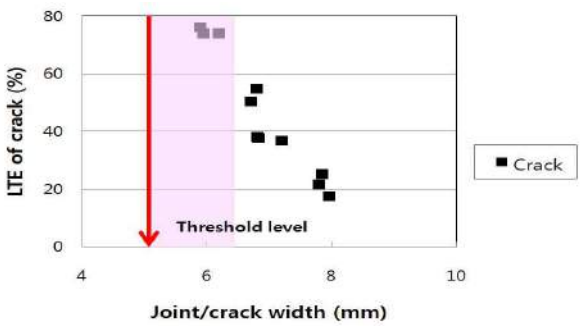


FIGURE 11 Relationship between LTE and width of joint or crack (October 2004).



o 줄눈폭 벌어짐의 기준값 제안

- 하중전달률이 급격히 감소하는 실제 줄눈폭 벌어짐을 0.5in(12.7mm)로 제안(AASHTO-FHWA, 1979)
- 신뢰도 수준 95%로 데이터를 사용할 수 있는 현장 줄눈폭 벌어짐에 대한 예측값(AASHTO, 1986)의 비 2.5를 선택(전범준 외, 2005)

☞ LTE가 감소하는 실제 줄눈폭 벌어짐량과 신뢰도수준을 고려시, 허용 줄눈폭 벌어짐 값으로 5mm 적용

붙 임 #3

줄눈폭 벌어짐 산정 방법 및 결과

□ 줄눈폭 벌어짐 산정식

$$\triangle L = C \times L \times (\alpha_c \triangle T + \varepsilon_{ush}) \quad \text{---------- (식 1)}$$

여기서, $\triangle L$: 줄눈폭 벌어짐(mm)

C : 마찰 보정계수

L : 슬래브 길이(mm)

α_c : 콘크리트 열팽창계수(/℃)

$\triangle T$: 연중 슬래브 최대 온도차이(℃)

ε_{ush} : 최종건조수축 변형률

$$\varepsilon_{st} = \left(\frac{t}{t + Tc} \right) \gamma_{MC}\, \gamma_{RH}\, \gamma_{VS}\, \gamma_{SL}\, \gamma_{FA} \gamma_{CC}\, \gamma_{AC} \quad \text{---------- (식 2)}$$

여기서, ε_{st} : 재령 t(일)에서 건조수축 변형률

Tc : 35(습윤양생), 55(증기양생)

번호	계수	계수 설명	계수식
1	γ_{MC}	콘크리트 양생에 관한 계수	$-0.105\ln(t)+1.202$
2	γ_{RH}	대기상대습도 계수	$1.40-0.01h$
3	γ_{VS}	증발표면 대 부피비에 대한 계수	$1.2\exp-0.00472(\frac{v}{s})$
4	γ_{SL}	슬럼프에 관한 계수	$0.89+0.00161s$
5	γ_{FA}	잔골재 함유량에 관한 계수	$0.3+0.014f$
6	γ_{CC}	시멘트 함유량에 관한 계수	$0.75+0.00061c$
7	γ_{AC}	공기량에 관한 계수	$0.95+0.008a$

□ 줄눈폭 벌어짐 산정 결과

지 역	줄눈간격 (L)	마찰보정계수(C)	열팽창계수 (α_c)	온도(ΔT) (연교차 70%적용)	최종건조수축 변형률 (ϵ_{ush}) (습도80% 가정)	줄눈폭 벌어짐 (ΔL)
1.밀양	8,000	1	0.00001	37.31	0.000156	4.2
	9,000	1	0.00001	37.31	0.000155	4.8
	10,000	1	0.00001	37.31	0.000155	5.3
2.순천 (강진3터널)	8,000	1	0.00001	37.38	0.000156	4.2
	9,000	1	0.00001	37.38	0.000155	4.8
	10,000	1	0.00001	37.38	0.000155	5.3
3.의성	8,000	1	0.00001	39.48	0.000156	4.4
	9,000	1	0.00001	39.48	0.000155	4.9
	10,000	1	0.00001	39.48	0.000155	5.5
4.철원	8,000	1	0.00001	44.66	0.000156	4.8
	9,000	1	0.00001	44.66	0.000155	5.4
	10,000	1	0.00001	44.66	0.000155	6.0
5.제천	8,000	1	0.00001	43.05	0.000156	4.7
	9,000	1	0.00001	43.05	0.000155	5.3
	10,000	1	0.00001	43.05	0.000155	5.9
6.홍천	8,000	1	0.00001	44.03	0.000156	4.8
	9,000	1	0.00001	44.03	0.000155	5.4
	10,000	1	0.00001	44.03	0.000155	6.0
7.천안	8,000	1	0.00001	42.42	0.000156	4.6
	9,000	1	0.00001	42.42	0.000155	5.2
	10,000	1	0.00001	42.42	0.000155	5.8
8.남원	8,000	1	0.00001	39.69	0.000156	4.4
	9,000	1	0.00001	39.69	0.000155	5.0
	10,000	1	0.00001	39.69	0.000155	5.5
9.이천	8,000	1	0.00001	41.44	0.000156	4.6
	9,000	1	0.00001	41.44	0.000155	5.4
	10,000	1	0.00001	41.44	0.000155	5.7
10.충주	8,000	1	0.00001	38.92	0.000156	4.4
	9,000	1	0.00001	38.92	0.000155	4.9
	10,000	1	0.00001	38.92	0.000155	5.4
11.인천	8,000	1	0.00001	38.64	0.000156	4.3
	9,000	1	0.00001	38.64	0.000155	4.9
	10,000	1	0.00001	38.64	0.000155	5.4
12. 부여	8,000	1	0.00001	38.22	0.000156	4.3
	9,000	1	0.00001	38.22	0.000155	4.8
	10,000	1	0.00001	38.22	0.000155	5.4

[참고] 지역별 30년간 최고 최저 온도 및 평균 상대습도

권 역	지역	최고 온도	최저 온도	온도 차	평균 상대 습도
강원 동해안	강 릉	36.6	-15.6	**52.2**	59.4
	속 초	37.1	-15.6	**52.7**	64.0
강원북부	인 제	36.5	-24.6	**61.1**	66.9
	철 원	34.6	-29.2	**63.8**	69.6
강원남부	원 주	36.4	-21.2	**57.6**	54.5
강원중부	춘 천	36.2	-24.5	**60.7**	70.4
	홍 천	36.2	-26.7	**62.9**	64.5
강원산간	대관령	32.3	-25.6	**57.9**	73.7
	태 백	35.0	-20.2	**55.2**	64.2
경기남부	이 천	35.9	-23.2	**59.1**	66.3
	수 원	35.9	-18.3	**54.2**	65.7
경기중부	서 울	36.2	-18.6	**54.8**	63.3
경기서부	인 천	37.0	-18.2	**55.2**	67.8
	강 화	35.7	-22.1	**57.8**	67.3
경기동부	양 평	37.1	-21.8	**58.9**	69.5
충남남부	금 산	35.5	-19.7	**55.2**	67.4
	부 여	37.0	-17.6	**54.6**	70.5
충남중부	대 전	35.6	-17.4	**53.0**	67.3
	천 안	36.7	-23.9	**60.6**	68.2
충북북부	제 천	35.5	-26.0	**61.5**	66.3
	충 주	36.3	-19.3	**55.6**	67.0
	보 은	35.5	-18.7	**54.2**	63.2
충북서해안	보 령	34.9	-14.8	**49.7**	70.7
충북중부	청 주	36.2	-18.1	**54.3**	65.1
	추풍령	36.1	-17.5	**53.6**	66.2
충남서해안	서 산	37.1	-18.7	**55.8**	72.0
전남중부	광 주	35.8	-12.5	**48.3**	67.5
	순 천	37.4	-16.0	**53.4**	68.0
전남서부 남해안	목 포	36.1	-10.2	**46.3**	71.8
	완 도	36.3	-9.1	**45.4**	71.0
	해 남	35.5	-14.1	**49.6**	70.0

권 역	지역	최고 온도	최저 온도	온도 차	평균상 대습도
전남동부 남해안	고 흥	35.7	-12.3	**48.0**	65.1
	여 수	35.4	-10.0	**45.4**	65.1
전북중부	임 실	35.7	-21.8	**57.5**	72.4
	전 주	36.5	-15.1	**51.6**	68.7
	정 읍	36.7	-15.1	**51.8**	69.7
	장 수	34.0	-23.2	**57.2**	72.8
전북남부	남 원	37.0	-19.7	**56.7**	70.1
전북서부	부 안	35.7	-19.2	**54.9**	73.6
	군 산	35.7	-14.7	**50.4**	72.5
경북북부	대 구	38.3	-11.8	**50.1**	59.2
	안 동	36.7	-17.8	**54.5**	65.5
	영 덕	36.9	-14.2	**51.1**	64.3
	울 진	36.3	-13.3	**49.6**	66.3
	의 성	37.3	-19.1	**56.4**	65.2
	문 경	35.2	-17.4	**52.6**	67.8
경남남부	거 제	35.2	-10.1	**45.3**	63.4
	남 해	37.2	-11.6	**48.8**	63.2
	마 산	37.0	-10.5	**47.5**	62.0
	부 산	34.9	-10.6	**45.5**	63.6
	산 청	37.2	-13.3	**50.5**	62.7
	진 주	37.5	-15.7	**53.2**	67.6
	통 영	36.3	-10.7	**47.0**	65.5
경남서부	거 창	37.0	-15.8	**52.8**	68.1
	합 천	38.4	-14.8	**53.2**	64.8
경남중부	밀 양	38.5	-14.8	**53.3**	65.6
경남동부	울 산	37.4	-10.8	**48.2**	60.9
경북서부	구 미	37.0	-13.7	**50.7**	62.3
	영 주	37.2	-18.5	**55.7**	63.7
	영 천	37.9	-14.8	**52.7**	64.5
경북동해안	포 항	37.7	-11.7	**49.4**	61.8
제주	제 주	37.4	-3.2	**40.6**	68.4
	서귀포	35.6	-3.3	**38.9**	67.6

6-3 휴게소 광장부 포장 설계기준 개선

기술심사처-2693
(2013. 11. 15)

Ⅰ 추진배경

휴게소 포장두께 결정방식에 대한 설계 적용기준 개선을 통하여 설계내실화 및 포장의 공용성 증진으로 고객 만족도 제고

Ⅱ 추진경위

□ 2003년 이전 : ILP(Interlocking Block Pavement) 위주 포장적용

구 분	계	I.L.P	Ascon	Con'c	I.L.P+Con'c
포장현황 (개소/비율)	119개소 /100%	82개소 /68.9%	22개소 /18.5%	14개소 /11.7%	1개소 /0.9%

o I.L.P포장의 공용성 불량, 동절기 제설 염화물에 의한 포장 파손

o 중차량에 대한 적응성 불량, 잦은 유지보수 필요

□ 2003년 10월 : 휴게소 포장공법 검토(설계도10201-441)

소형차구간 : 칼라아스팔트포장 (T_A설계법)

대형차구간 : 무근콘크리트포장 (AASHTO설계법)

o 소형차구간은 휴게소 경관 및 쾌적성 개선 목적

o 대형차구간은 중차량에 대한 적응성이 우수한 강성포장 적용(최소 두께 25cm)

□ 2011년 4월 : 휴게소 소형차구역 포장공법 개선 검토(설계처-763)

소형차구간 : 일반 아스팔트포장 적용

포장두께 결정 : AASHTO설계법 적용 (소형차 및 대형차 동일)

o 칼라아스팔트의 재료구득 곤란 및 일반아스팔트 대비 약 3배의 고가

o 탈색 및 표면오염 등 미관불량 및 균열, 들뜸 등 공용성 저하

o TA 설계법은 실질적 교통량 반영 미흡(대형차교통량 이용)

Ⅲ 포장설계 현실태 및 문제점

□ 휴게소 이용교통량을 10년 목표교통량으로 적용

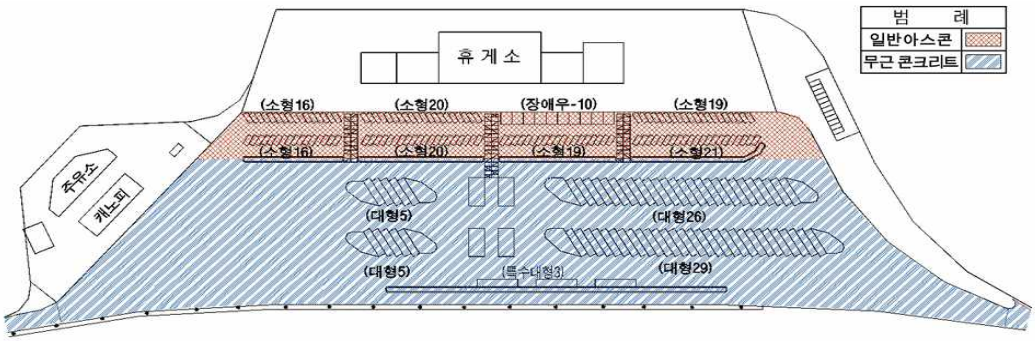
o 휴게소 규모(주차대수 등) 산정을 위한 교통량 산정시 적용하는 10년 목표교통량을 포장두께 결정시 적용

☞ 본선포장 및 진출입 연결로 적용 목표연도(일반적으로 20년)와 다르며 시멘트 콘크리트 포장의 공용년수에 미달

□ 주차구역에 관계없이 휴게소 이용 전체교통량 적용

o 휴게소 주차구역은 소형 및 대형주차장으로 구분하였으나, 포장두께 결정 교통량은 휴게소 이용 전체교통량을 일괄 적용 설계

[휴게소 주차구역 구분]



☞ 소형차주차구간 포장 설계시 전체교통량 적용은 불합리

□ 대형차주차구간의 슬래브 최소두께 기준

o 일본 도로설계요령 규정에 의거 콘크리트 슬래브 최소두께를 25cm로 적용 (설계도10201-441, 2003.10)

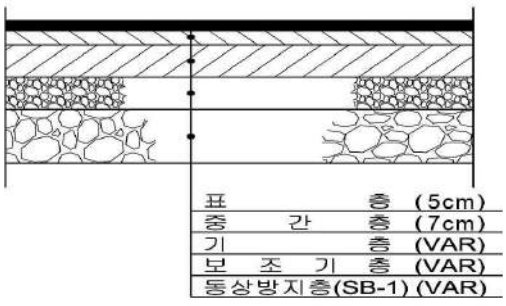
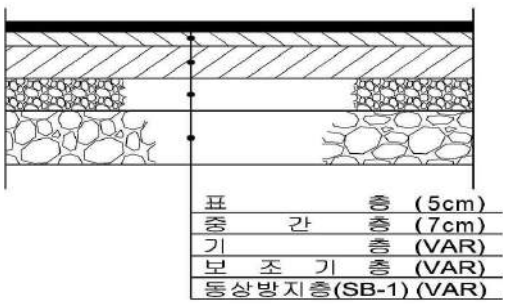
o 도로설계요령에서 제시한 주차장 최소두께 20cm와 상이(2009)

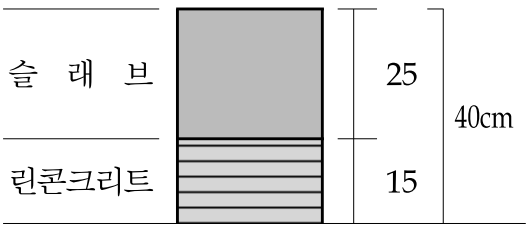
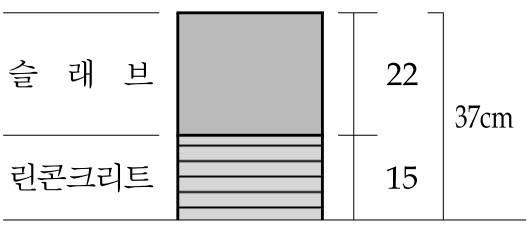
☞ 시멘트 콘크리트포장 슬래브 최소두께 기준 재정립 필요

휴게소 포장의 합리적 두께결정을 위한

휴게소 포장 설계기준 개선

Ⅳ 휴게소 포장설계 기준개선

<table>
<tr><th colspan="2">구 분</th><th>현 재</th><th>개 선</th></tr>
<tr><td colspan="2">설 계
교통량</td><td>o 공용개시 10년후 계획교통량</td><td>o 공용개시 20년후 계획교통량
※붙임#1 : 계획목표연도 조정 세부검토</td></tr>
<tr><td colspan="2">적용구간
교통량</td><td>o 주차구간별(소형차, 대형차)
이용 교통량 일괄 적용
<table><tr><th>구 분</th><th>적용 교통량</th></tr><tr><td>소형차
주차구간</td><td rowspan="2">휴게소 이용
전체 교통량</td></tr><tr><td>대형차
주차구간</td></tr></table></td><td>o 주차구간별(소형차, 대형차)
이용 교통량 분리 적용
<table><tr><th>구 분</th><th>적용 교통량</th></tr><tr><td>소형차
주차구간</td><td>휴게소 이용
소형차 교통량</td></tr><tr><td>대형차
주차구간</td><td>휴게소 이용
전체 교통량</td></tr></table>※소형차 : 승용차, 소형버스, 소형트럭</td></tr>
<tr><td colspan="2">시멘트
콘크리트
슬래브
최소두께
(Con'c)</td><td>o 최소두께 25cm 적용
※일본 도로설계요령 인용
:최소 25cm(터널, 요금소 등)로 규정
(설계도10201-441, 2003.10)</td><td>o 최소두께 22cm 적용
(린포장 시공 허용오차 15mm 고려)
※도로설계요령 제10편 포장(p192)
(표 6.1)주차장 포장구조 산정 적용기준
<table><tr><th>구 분</th><th>무근 줄눈 콘크리트
포장(슬래브 두께)</th></tr><tr><td>중차량 이용
주차장</td><td>20cm</td></tr></table></td></tr>
<tr><td rowspan="2">최소
포장
단면</td><td>소
형
차
구
간</td><td> 
</td><td> 

※공용성을 감안하여 중간층을 설계에 반영</td></tr>
<tr><td>대
형
차
구
간</td><td> 
</td><td> 
</td></tr>
</table>

□ 적용시 유의사항

o 휴게소 이용률 : 신설 휴게소 인접 공용노선의 휴게소 이용률 및 노선특성 고려 적용(휴게시설 이용실태분석 연구결과에 따름)

o 휴게소 입지조건 등에 따라 차량 동선계획상 소형차주차구간에 규격 초과 차량의 이용여부를 검토하여 포장두께 결정

o 콘크리트 슬래브 두께에 따른 줄눈간격은 “붙임 #3”참고하여 적용

Ⅴ 적용방안

□ 자체 및 수탁 설계VE 검토노선 : 본 방침 적용

□ 설계중 또는 설계완료후 미발주노선 : 본 방침 적용

□ 공사중인 노선 : 공사주관부서에서 제반여건을 고려하여 적용여부 판단

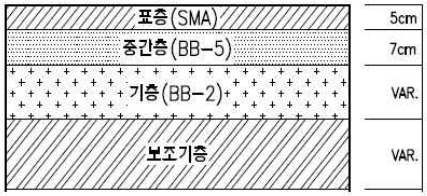
Ⅵ 기대효과

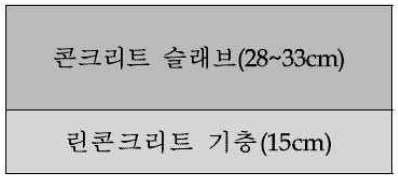
□ 명확한 설계기준 제시를 통한 설계 내실화

□ 휴게소포장의 공용성 증진으로 고객만족도 향상 기여

붙 임 : 1. 휴게소 포장 계획목표연도 조정 검토
2. 포장두께 비교 검토(○○휴게소)
3. 휴게소 포장두께 산출(예)
4. 고속도로의 콘크리트 포장두께에 따른 줄눈간격 검토
5. 설계자문 조치내용

휴게소 포장 계획목표연도 조정 검토

<table>
<tr><td rowspan="4">설계기준</td><td>구분</td><td colspan="2">본선포장</td><td rowspan="2">휴게소 포장</td></tr>
<tr><td></td><td>아스팔트 포장</td><td>시멘트 콘크리트 포장</td></tr>
<tr><td>개요</td><td>해석기간 20년 적용
(절삭덧씌우기 2회/20년)</td><td>해석기간 20년 적용</td><td>o 휴게소 포장에 대한 계획 목표연도는 제시되어 있지 않아 휴게시설 규모 산정 기준과 동일한 10년 해석기간 적용
※도로설계요령 부대시설 2. 휴게시설 편
o 휴게시설의 규모는 공용기간을 10년으로 하여 결정되고, 각 구성요소는 단계건설을 고려하여 계획
☞ 주차장 면수의 결정기준에 대해서만 기술
계획 교통량 → 이용률 → 이용차량 대수 → 혼잡률 → 혼잡시 이용차량 대수 → 회전율 → 주차 면수</td></tr>
<tr><td>단면</td><td> 

※아스팔트포장 최소두께 : 37cm</td><td> 
</td></tr>
<tr><td>근거</td><td>[설계도10201-372('04.12.3)]
o 아스팔트 포장 해석기간 확대(10년→20년)
☞ 공용기간 만료시 포장의 단면력 부족에 따른 조기파손 발생 방지</td><td>[설계처-3638('09.7.10)]
o 콘크리트 포장 최소두께 변경(30cm→28cm)
☞ 하중전단계수 변화에 따른 최소기준 변경</td></tr>
<tr><td colspan="2">검토 의견</td><td colspan="3">o 공용기간이 만료된(10년) 포장의 단면력 부족시 단면보강 등 추가 비용이 발생하고 그에 따른 휴게소 이용고객 불편초래
o 휴게소 포장의 해석기간을 확대하여도 아스팔트 포장은 다소 증가하나 포장 전체공사비에서 차지하는 비율은 낮음
(주차구역별 이용교통량을 세분화하면 전체공사비는 감소)
o 휴게소 포장의 해석기간은 본선을 포함한 일반구간 포장설계와 같은 기간을 설정하여 포장 설계의 일관성 유지
☞ 본선 해석기간(20년)과 동일한 목표연도로 휴게소 포장 조정·적용</td></tr>
</table>

포장두께 비교 검토(○○휴게소)

구 분		현설계법	비교안	개선안(최종안)
적용교통량		공용개시 10년후	공용개시 20년후	공용개시 20년후
적용 교통량	소형차	휴게소 이용 전체교통량	휴게소 이용 전체교통량	소형차 교통량
	대형차			전체 교통량
소형차 구간	포장단면 [A=11,454㎡, (양방향)]	표층 5 중간층 7 기층 10 보조기층 30 52cm	표층 5 중간층 7 기층 12 보조기층 31 55cm (증3cm)	표층 5 중간층 7 기층 10 보조기층 15 37cm (감15cm) ※공용성을 감안하여 중간층을 설계에 반영
	공사비	630백만원 55,015원/㎡	672백만원 (증 42백만원) 58,690원/㎡ (증 3,675원/㎡)	591백만원 (감 39백만원) 51,611원/㎡ (감 3,404원/㎡)
대형차 구간	포장단면 [A=21,778㎡, (양방향)]	슬래브 25 린콘크리트 15 동상방지층 10 50cm ※ 슬래브 두께 계산값은 20cm이나 최소두께 기준에 의해 25cm 적용	슬래브 25 린콘크리트 15 동상방지층 10 50cm ※ 슬래브 두께 계산값은 23cm이나 최소두께 기준에 의해 25cm 적용	슬래브 23 린콘크리트 15 동상방지층 10 48cm (감2cm)
	공사비	1,349백만원 61,933원/㎡	1,349백만원 61,933원/㎡	1,290백만원 (감 59백만원) 59,216원/㎡ (감 2,717원/㎡)

붙임 #2

붙 임 #3

소형차구역 포장두께 산출(예)

[소형차구역, AASHTO설계법]

설계CBR = 9.0, 동결심도 = 25.3cm, 계획목표년도=2037년(공용개시후 20년)

1. 개 요

▣ 8.2ton 단축하중 환산계수

구 분	승용차	버 스		트 럭				비 고
		소 형	보 통	소 형	보 통	대 형	특 수	
가요성	0.0001	0.0005	1.031	0.013	0.752	1.434	1.957	
강 성	0.0001	0.0004	1.043	0.015	0.795	2.516	2.482	

주)「도로 포장설계지침서 작성 및 자동차 축하중 조사연구 최종보고서」1988, 건설부 참조

▣ 설계차로 교통하중 산정

· 설계차로 교통하중

$W'_{8.2} = W_{8.2} \times DD$

여기서 W8.2 : 양방향 누가 8.2ton 등가단축하중 교통량

DD : 방향별 분배계수(0.56)

▣ 휴게소 이용률

· 신설 휴게소 인접 공용노선의 휴게소 이용률 고려하여 적용

(이용실태분석을 통한 효율적인 휴게시설 설치모델 연구, 2010)

시설의 종류	차종	이용률(%)	비 고
휴게소	소형차	19.4	
	버스	14.4	
	화물차	16.4	

2. 장래교통량 추정

▣ 장래 예상교통량

교통량 : AADT (대/일/양방향)

년 도	승용차	소형 버스	대형 버스	소형 트럭	보통 트럭	대형 트럭	특수차	합 계
2018	23,508	3,021	1,357	6,523	3,721	4,027	1,620	43,777
2019	23,622	3,035	1,364	6,555	3,739	4,047	1,628	43,988
2020	23,736	3,050	1,370	6,586	3,757	4,066	1,635	44,201
2021	23,851	3,064	1,377	6,618	3,775	4,086	1,643	44,414
2022	23,966	3,079	1,383	6,650	3,793	4,106	1,651	44,628
2023	24,105	3,097	1,391	6,689	3,815	4,130	1,661	44,888
2024	24,245	3,115	1,399	6,727	3,837	4,154	1,670	45,149
2025	24,386	3,133	1,408	6,766	3,860	4,178	1,680	45,411
2026	24,528	3,152	1,416	6,806	3,882	4,203	1,690	45,675
2027	24,670	3,170	1,424	6,845	3,905	4,227	1,700	45,941
2028	24,736	3,178	1,428	6,863	3,915	4,238	1,704	46,063
2029	24,801	3,187	1,432	6,881	3,926	4,249	1,709	46,185
2030	24,867	3,195	1,435	6,900	3,936	4,261	1,713	46,307
2031	24,933	3,204	1,439	6,918	3,947	4,272	1,718	46,429
2032	24,999	3,212	1,443	6,936	3,957	4,283	1,722	46,552
2033	25,053	3,219	1,446	6,951	3,966	4,292	1,726	46,653
2034	25,107	3,226	1,449	6,966	3,974	4,301	1,730	46,754
2035	25,161	3,233	1,453	6,982	3,983	4,311	1,733	46,855
2036	25,215	3,240	1,456	6,997	3,991	4,320	1,737	46,956
2037	25,269	3,247	1,459	7,012	4,000	4,329	1,741	47,057

▣ 휴게소 이용 장래 예상교통량

교통량 : AADT (대/일/양방향)

년 도	승용차	소형 버스	대형 버스	소형 트럭	보통 트럭	대형 트럭	특수차	합 계
이용률	0.194	0.194	0.144	0.194	0.164	0.164	0.164	
2018	4,561	586	195	1,265	610	660	266	8,144
2019	4,583	589	196	1,272	613	664	267	8,183
2020	4,605	592	197	1,278	616	667	268	8,223
2021	4,627	594	198	1,284	619	670	269	8,262
2022	4,649	597	199	1,290	622	673	271	8,302
2023	4,676	601	200	1,298	626	677	272	8,350
2024	4,704	604	201	1,305	629	681	274	8,399
2025	4,731	608	203	1,313	633	685	276	8,448
2026	4,758	611	204	1,320	637	689	277	8,497
2027	4,786	615	205	1,328	640	693	279	8,546
2028	4,799	617	206	1,331	642	695	280	8,569
2029	4,811	618	206	1,335	644	697	280	8,592
2030	4,824	620	207	1,339	646	699	281	8,614
2031	4,837	621	207	1,342	647	701	282	8,637
2032	4,850	623	208	1,346	649	702	282	8,660
2033	4,860	624	208	1,349	650	704	283	8,679
2034	4,871	626	209	1,351	652	705	284	8,698
2035	4,881	627	209	1,354	653	707	284	8,716
2036	4,892	629	210	1,357	655	708	285	8,735
2037	4,902	630	210	1,360	656	710	286	8,754

▣ 단축환산 교통량(소형차)

년 도	승용차	소형 버스	소형 트럭	합계	연간교통량×10^6	누계교통량×10^6	비고
2018	0.5	0.3	16.5	17.3	0.006	0.006	
2019	0.5	0.3	16.5	17.3	0.006	0.013	
2020	0.5	0.3	16.6	17.4	0.006	0.019	
2021	0.5	0.3	16.7	17.5	0.006	0.025	
2022	0.5	0.3	16.8	17.6	0.006	0.032	
2023	0.5	0.3	16.9	17.7	0.006	0.038	
2024	0.5	0.3	17.0	17.8	0.006	0.045	
2025	0.5	0.3	17.1	17.9	0.007	0.051	
2026	0.5	0.3	17.2	18.0	0.007	0.058	
2027	0.5	0.3	17.3	18.1	0.007	0.064	개통10년
2028	0.5	0.3	17.3	18.1	0.007	0.071	
2029	0.5	0.3	17.4	18.2	0.007	0.078	
2030	0.5	0.3	17.4	18.2	0.007	0.084	
2031	0.5	0.3	17.4	18.2	0.007	0.091	
2032	0.5	0.3	17.5	18.3	0.007	0.098	
2033	0.5	0.3	17.5	18.3	0.007	0.104	
2034	0.5	0.3	17.6	18.4	0.007	0.111	
2035	0.5	0.3	17.6	18.4	0.007	0.118	
2036	0.5	0.3	17.6	18.4	0.007	0.125	
2037	0.5	0.3	17.7	18.5	0.007	0.131	개통20년

▣ 설계차로 교통하중

년 도	일교통량 (대/일)	환산누가년교통량 ($\times 10^6$)	환산누가교통량 ($\times 10^6$)	비 고
2022	**8,302**	**0.032**	**0.018**	
2027	**8,546**	**0.064**	**0.036**	개통10년
2032	**8,660**	**0.098**	**0.055**	
2037	**8,754**	**0.131**	**0.074**	개통20년

※중방향 비율 : 0.56, 차로분배율 1.00

3. 아스팔트 콘크리트 포장설계

▣ SN관계식

$SN = a_1D_1 + a_2D_2 + a_3D_3$

(a_1, a_2, a_3 : 포장각층의 상대강도계수, D_1, D_2, D_3 : 포장각층의 두께)

▣ CBR 및 노상지지력

설계 CBR		흙의 지지력치(SSV)		서비스 지 수 (Pt)	지역계수 (R.F)
노 상	보조기층	노 상	보조기층		
9.00	50.00	4.90	7.80	2.5	1.5

▣ 소요 SN 산정결과

년 도	$LOG_{10}(W_{8.2})$	보조기층 상면(표층+기층)			노상면(포장전체)			비 고
		SSV	방정식계산	소요SN	SSV	방정식계산	소요SN	
2022	4.250	7.800	4.250	1.015	4.900	4.250	1.640	
2027	4.557		4.557	1.174		4.557	1.856	
2032	4.738		4.739	1.275		4.738	1.993	
2037	4.866		4.865	1.348		4.866	2.095	

▣ 아스팔트 콘크리트포장 단면결정

구분	상대강도 계수	적용두께 (cm)	공용20년		비고
			소요SN	설계SN	
덧씌우기	0.157	0.0		0.000	
표 층	0.157	5.0		0.785	
중간층	0.145	7.0		1.015	
기 층	0.110	10.0		1.100	
소 계		22.0	1.348	2.900	
보조기층	0.048	15.0		0.720	
소 계		37.0	2.095	3.620	
총 계		37.0			

※ 소형변형 등 공용성 감안하여 중간층을 설계에 적용

▣ 단면구성(공용20년)

◦표 층(아스팔트 콘크리트) : 5cm
◦중 간 층 : 7cm
◦기 층 : 10cm
◦보 조 기 층 : 15cm

계 : 37cm

대형차구역 포장두께 산출(예)

[대형차구역, AASHTO설계법]

설계(합성)CBR = 9.85, 동결심도 = 25.3cm, 계획목표년도=2037년(공용개시후 20년)

1. 개 요

▣ 8.2ton 단축하중 환산계수

구 분	승용차	버 스		트 럭				비 고
		소 형	보 통	소 형	보 통	대 형	특 수	
가요성	0.0001	0.0005	1.031	0.013	0.752	1.434	1.957	
강 성	0.0001	0.0004	1.043	0.015	0.795	2.516	2.482	

주)「도로 포장설계지침서 작성 및 자동차 축하중 조사연구 최종보고서」1988, 건설부 참조

▣ 설계차로 교통하중 산정

· 설계차로 교통하중

$W'_{8.2} = W_{8.2} \times DD$

여기서 W8.2 : 양방향 누가 8.2ton 등가단축하중 교통량

DD : 방향별 분배계수(0.56)

▣ 휴게소 이용률

· 신설 휴게소 인접 공용노선의 휴게소 이용률 고려하여 적용

(이용실태분석을 통한 효율적인 휴게시설 설치모델 연구, 2010)

시설의 종류	차종	이용률(%)	비 고
휴게소	소형차	19.4	
	버스	14.4	
	화물차	16.4	

2. 장래교통량 추정

▣ 장래 예상교통량

교통량 : AADT (대/일/양방향)

년 도	승용차	소형 버스	대형 버스	소형 트럭	보통 트럭	대형 트럭	특수차	합 계
2018	23,508	3,021	1,357	6,523	3,721	4,027	1,620	43,777
2019	23,622	3,035	1,364	6,555	3,739	4,047	1,628	43,988
2020	23,736	3,050	1,370	6,586	3,757	4,066	1,635	44,201
2021	23,851	3,064	1,377	6,618	3,775	4,086	1,643	44,414
2022	23,966	3,079	1,383	6,650	3,793	4,106	1,651	44,628
2023	24,105	3,097	1,391	6,689	3,815	4,130	1,661	44,888
2024	24,245	3,115	1,399	6,727	3,837	4,154	1,670	45,149
2025	24,386	3,133	1,408	6,766	3,860	4,178	1,680	45,411
2026	24,528	3,152	1,416	6,806	3,882	4,203	1,690	45,675
2027	24,670	3,170	1,424	6,845	3,905	4,227	1,700	45,941
2028	24,736	3,178	1,428	6,863	3,915	4,238	1,704	46,063
2029	24,801	3,187	1,432	6,881	3,926	4,249	1,709	46,185
2030	24,867	3,195	1,435	6,900	3,936	4,261	1,713	46,307
2031	24,933	3,204	1,439	6,918	3,947	4,272	1,718	46,429
2032	24,999	3,212	1,443	6,936	3,957	4,283	1,722	46,552
2033	25,053	3,219	1,446	6,951	3,966	4,292	1,726	46,653
2034	25,107	3,226	1,449	6,966	3,974	4,301	1,730	46,754
2035	25,161	3,233	1,453	6,982	3,983	4,311	1,733	46,855
2036	25,215	3,240	1,456	6,997	3,991	4,320	1,737	46,956
2037	25,269	3,247	1,459	7,012	4,000	4,329	1,741	47,057

▣ 휴게소 이용 장래 예상교통량

교통량 : AADT (대/일/양방향)

년 도	승용차	소형 버스	대형 버스	소형 트럭	보통 트럭	대형 트럭	특수차	합 계
이용률	0.194	0.194	0.144	0.194	0.164	0.164	0.164	
2018	4,561	586	195	1,265	610	660	266	8,144
2019	4,583	589	196	1,272	613	664	267	8,183
2020	4,605	592	197	1,278	616	667	268	8,223
2021	4,627	594	198	1,284	619	670	269	8,262
2022	4,649	597	199	1,290	622	673	271	8,302
2023	4,676	601	200	1,298	626	677	272	8,350
2024	4,704	604	201	1,305	629	681	274	8,399
2025	4,731	608	203	1,313	633	685	276	8,448
2026	4,758	611	204	1,320	637	689	277	8,497
2027	4,786	615	205	1,328	640	693	279	8,546
2028	4,799	617	206	1,331	642	695	280	8,569
2029	4,811	618	206	1,335	644	697	280	8,592
2030	4,824	620	207	1,339	646	699	281	8,614
2031	4,837	621	207	1,342	647	701	282	8,637
2032	4,850	623	208	1,346	649	702	282	8,660
2033	4,860	624	208	1,349	650	704	283	8,679
2034	4,871	626	209	1,351	652	705	284	8,698
2035	4,881	627	209	1,354	653	707	284	8,716
2036	4,892	629	210	1,357	655	708	285	8,735
2037	4,902	630	210	1,360	656	710	286	8,754

▣ 단축환산 교통량

년도	승용차	소형 버스	대형 버스	소형 트럭	중형 트럭	대형 트럭	특수 트럭	합계	연간교통량 $\times 10^6$	누계교통량 $\times 10^6$	비고
2018	0.5	0.2	203.8	19.0	485.1	1,661.6	659.4	3,029.60	1.106	1.106	
2019	0.5	0.2	204.8	19.1	487.5	1,669.7	662.6	3,044.40	1.111	2.217	
2020	0.5	0.2	205.8	19.2	489.8	1,677.9	665.7	3,059.10	1.117	3.334	
2021	0.5	0.2	206.7	19.3	492.2	1,686.0	668.9	3,073.80	1.122	4.456	
2022	0.5	0.2	207.7	19.4	494.5	1,694.2	672.0	3,088.50	1.127	5.583	
2023	0.5	0.2	208.9	19.5	497.4	1,704.1	676.0	3,106.60	1.134	6.717	
2024	0.5	0.2	210.2	19.6	500.3	1,714.0	679.9	3,124.70	1.141	7.858	
2025	0.5	0.2	211.4	19.7	503.2	1,724.0	683.9	3,142.90	1.147	9.005	
2026	0.5	0.2	212.6	19.8	506.2	1,734.1	688.0	3,161.40	1.154	10.159	
2027	0.5	0.2	213.9	19.9	509.1	1,744.2	692.0	3,179.80	1.161	11.320	개통10년
2028	0.5	0.2	214.4	20.0	510.5	1,748.7	693.8	3,188.10	1.164	12.484	
2029	0.5	0.2	215.0	20.0	511.8	1,753.4	695.6	3,196.50	1.167	13.651	
2030	0.5	0.2	215.6	20.1	513.2	1,758.0	697.4	3,205.00	1.170	14.821	
2031	0.5	0.2	216.2	20.1	514.5	1,762.6	699.1	3,213.20	1.173	15.994	
2032	0.5	0.2	216.7	20.2	515.9	1,767.3	700.9	3,221.70	1.176	17.170	
2033	0.5	0.2	217.2	20.2	517.0	1,771.1	702.5	3,228.70	1.178	18.348	
2034	0.5	0.3	217.7	20.3	518.2	1,774.9	704.0	3,235.90	1.181	19.529	
2035	0.5	0.3	218.2	20.3	519.3	1,778.7	705.6	3,242.90	1.184	20.713	
2036	0.5	0.3	218.6	20.4	520.4	1,782.5	707.1	3,249.80	1.186	21.899	
2037	0.5	0.3	219.1	20.4	521.5	1,786.2	708.7	3,256.70	1.189	23.088	개통20년

3. 설계입력 변수

▣ 설계차로 교통하중

년 도	일교통량 (대/일)	환산누가년교통량 ($\times 10^6$)	환산누가교통량 ($\times 10^6$)	비 고
2022	**8,302**	**5.583**	**3.126**	
2027	**8,546**	**11.320**	**6.339**	개통10년
2032	**8,660**	**17.170**	**9.615**	
2037	**8,754**	**23.088**	**12.929**	개통20년

※중방향 비율 : 0.56, 차로분배율 1.00

▣ 합성반력계수(K) : 756

o 동상방지층(SB-1)상단 반력계수(k)

CBR과 K값 상관도표		시방규정값(K)	적용 (K)
CBR	노상반력계수(K)		
9.85	201PCI	K75 = 246PCI	246PCI

노상회복탄성계수	동방층두께	동방층탄성계수 (PSI)	log K	K
M_R = 5,904 PSI	3.937inch(10cm)	15,000	5.6498	284.23

o 린콘크리트상단 반력계수(k)

동방층반력 계수(k) PCI	동방층의 회복탄성계수	린콘크리트 두께	린콘크리트 탄성계수(PSI)	log K	K
284.23	M_R = 6,816 PSI	5.906inch (15cm)	2,000,000	6.6276	755.65

▣ 서비스지수(PSI) : 4.5(초기서비스지수, Po), 2.5(최종서비스지수, Pt)

▣ 하중전달계수(J) : 2.9

▣ 콘크리트 슬래브 탄성계수(Ec) : 4,000,000 PSI

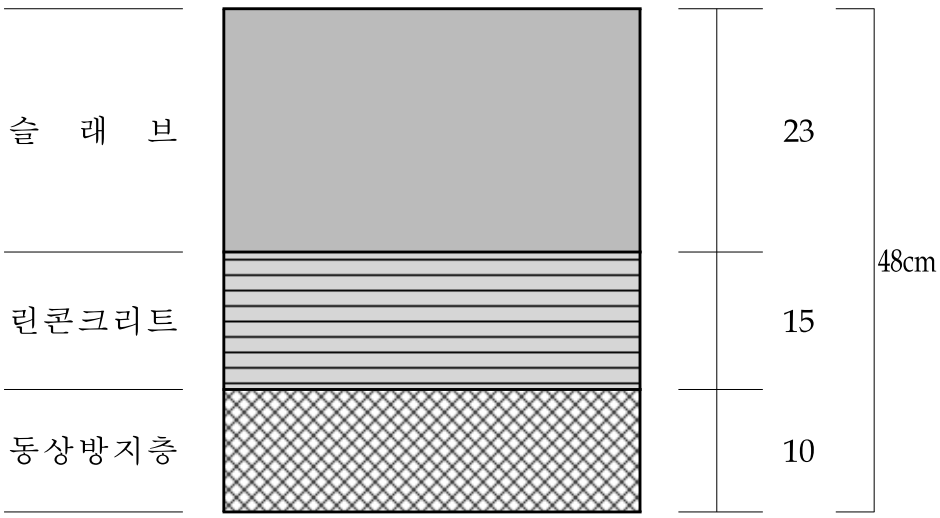
▣ 콘크리트 슬래브 설계휨강도(Sc) : 480 PSI

4. 콘크리트 슬래브 두께 산정

▣ 설계방정식에 의한 슬래브두께 계산

년도	$LOG_{10}(W_{8.2})$	콘크리트 슬래브 두께				비고	공용개시년도
		합성지지력(K)	방정식계산	D(inch)	D(cm)		
2022	6.495	756	6.495	6.437	16.35	Pt=2.5 Gt=-0.1761	공용5년
2027	6.802		6.801	7.623	19.36		공용10년
2032	6.983		6.983	8.309	21.11		공용15년
2037	7.112		7.112	8.801	22.36		공용20년

▣ 단면구성(공용20년)



붙 임 #4

고속도로의 콘크리트 포장두께에 따른 줄눈간격검토

□ 개 요

o 콘크리트 포장 최소두께 재산정에 따른 줄눈간격 검토

o 콘크리트 포장의 최대줄눈간격은 슬래브 두께, 골재종류, 시멘트량, 기층/보조기층 종류, 기후조건에 따라 결정

□ 국외사례

o 국내 포장조건과 유사한 미국지역의 최소두께 및 줄눈간격 기준

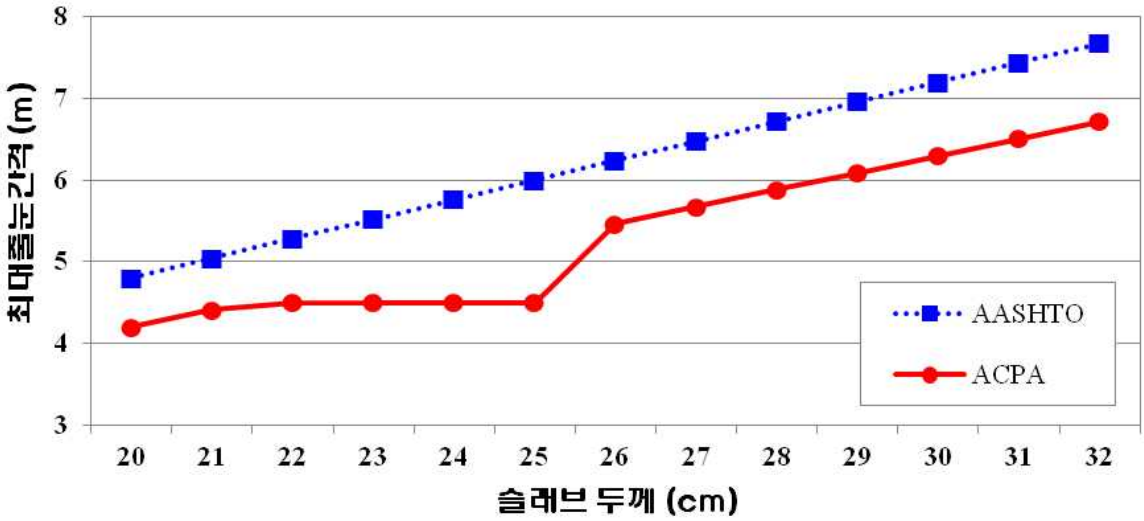
- 린 또는 강성기층과 AP길어깨를 사용하는 주

※ 국내 포장조건과 유사한 지역의 최소두께 및 줄눈간격 기준

구분	미국의 주	슬래브 최소 두께		줄눈간격	
		in	cm	ft	m
1	California	8	20.3	12-15	3.7-4.6
2	Florida	6	15.2	15	4.6
3	Kansas	8	20.3	15	4.6
4	Minnesota	7	17.8	13-17	4.0-5.2
5	Missouri	8	20.3	15	4.6
6	Pennsylvania	8	20.3	20	6.1
7	Texas	8	20.3	-	-
8	Wisconsin	6	15.2	18	5.5
9	West Virginia	8	20.3	-	-

o 최대줄눈간격 산정방법

- 93'AASHTO 설계법에 제시된 경험적인 최대줄눈간격 산정 방법은 슬래브 두께의 24배
- 미국콘크리트포장협회에서는 기층종류와 포장두께를 고려해 최대줄눈간격을 제시



□ 최소 두께에 따른 줄눈간격 검토

o 미국 사례에서 최소 두께 20cm를 적용하는 경우 줄눈간격은 3.7~4.6m로 나타나며, 펜실베니아주에서는 국내 포장의 줄눈간격과 동일한 6.1m를 적용함

o 포장의 컬링응력, 하부층과의 마찰 등을 고려할 때 포장 두께가 얇을 경우 줄눈간격을 적게 조정할 필요가 있음

o 줄눈간격 기준

- 슬래브 두께 25cm 이하 : 5m
- 슬래브 두께 25cm 초과 : 6m

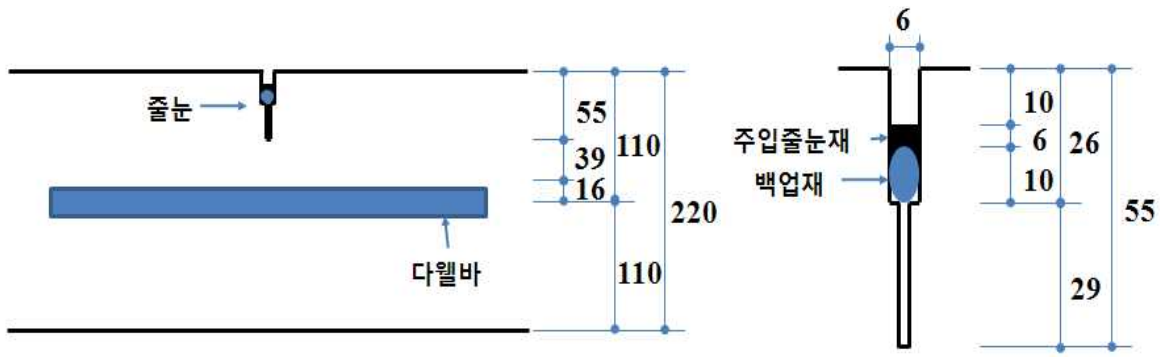
□ 최소 두께 설계시 고려사항

o 미연방도로청 기준(FHWA, 2007)에서 포장두께가 18cm 이상인 경우에는 다웰바의 직경을 최소 32mm이상으로 권고하며, 다웰바 제원은 기존과 동일하게 유지

o 안정적인 매설깊이를 유지하기 위해서 DBI(다웰바 자동삽입기) 시공을 권장하며 페이버 바이브레이터 깊이를 5cm이하로 조정하는 것이 바람직 함

o 1차 줄눈절삭 깊이는 조정 (55mm)하고, 2차 줄눈절삭 깊이는 기존과 동일하게 유지

※ 최소 포장두께 줄눈 표준도(단위 : mm)



붙 임 #5

휴게소 광장부 포장 설계기준 개선
설 계 자 문 조 치 내 용

□ 설계자문 개요

○ **자문방법** : 서면자문

○ **자문위원** : 경기대 김낙석 교수 등 5명

□ 자문 주요내용

자문 위원	주요 자문 의견	조 치 내 용	비고
김낙석	◦소형차 이용구간의 명확한 분리가 가능한지 검토 필요 (대형차 진입시 포장파손 우려)	◦휴게소 이용차량은 소형차 및 대형차 주차구역에 따라 분리 운영하고 있음 ◦포장설계시 휴게소 입지조건 등에 따라 소형차구간의 규격 초과 차량 이용 여부를 검토하여 포장두께 결정할 수 있도록 하였음	**반영**
이태옥	◦한국형 포장설계법과 AASHTO 설계법을 같이 검토하여 최적 설계법으로 적용	◦한국형 포장 설계법 검증 결과에 따라 적용여부 판단 필요	**원안 적용**
	◦휴게소 이용 교통량 20년 적용, 최소 두께 22cm 적용 및 줄눈간격 적용은 모두 바람직함	-	**-**
문형철	◦휴게소 이용 교통량 20년 적용, 최소 두께 22cm 적용 및 줄눈간격 적용은 모두 바람직함	-	-
한승환	◦소형차 주차장의 교통량 산정에 소형차 교통량 적용은 타당함	-	-
김형배	◦콘크리트 포장도 산출예 제시가 필요함	◦AASHTO 설계법을 적용한 콘크리트 포장두께 산출예 제시	**반영**
	◦낮춰진 콘크리트 포장 최소두께 적용에 따른 시공 세부사항(줄눈절단 깊이, 다웰바 위치 등)을 보강하는 것이 필요함	◦콘크리트 포장 최소두께 적용에 따른 시공 세부사항 첨부	**반영**

7-1 터널 콘크리트 라이닝 최적화 방안 검토

설 계 저-128
(2013. 1. 15)

Ⅰ 검토목적

터널 라이닝의 주재료인 콘크리트 및 철근의 **고강도 재료 적용**을 통해 철근량 및 라이닝 두께 축소로 설계 최적화

Ⅱ 설계기준 및 개념

【 설계기준 】

□ **터널설계기준** (국토해양부, 2007)

구 분	내 용
라이닝 두께	- 단면크기·형상, 지반조건, 작용하중 등을 고려 결정 - **소단면 기준 300mm를 표준(현장여건 감안 증감 가능)**
콘크리트강도	- 표준강도 : 24Mpa (필요시 고강도 사용 가능)

* 철근 강도에 대한 기준은 별도 언급 없음

□ **기타 기준** [라이닝 콘크리트강도 설계기준]

구 분	배수형 터널	**비배수형 터널**
도로설계요령(2009)	21~24 MPa	**27 MPa**
도로설계편람(2011)	24 MPa	**27 MPa**
철도설계기준(2011)	21~24 MPa	**27 MPa**
철도설계편람(2011)	21~24 MPa	**27 MPa**

o 라이닝 고강도재료(콘크리트 27MPa, 철근 400MPa) 적용 사례

- 서울지하철 3호선 및 9호선 정거장 2-arch터널(비배수형터널)
- 원주~강릉간 복선전철(배수형터널)
- 수도권 수서~평택간 고속철도(비배수형터널)

【 설계개념 】

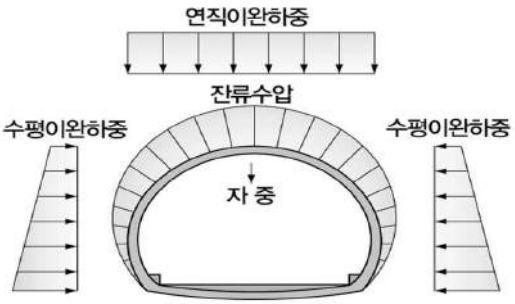
□ 라이닝의 설계개념

o 배수형 NATM 터널에서는 숏크리트와 록볼트 등의 **1차 지보재가 시공단계에서 지반변위를 완전히 수렴**시킨 후 라이닝을 시공

o 지반조건 열악 등 장기적으로 **이완하중, 잔류수압 등의 추가응력 발생을** 대비하여 **라이닝**(2차 지보재)**이 부담**하는 것으로 설계

□ 설계하중

① **이완하중**
② **잔류수압**
③ 라이닝 자중
④ 온도하중 및 건조수축 하중 등



* **이완하중**과 **잔류수압**은 라이닝 해석의 주요 인자임

□ 설계방법

구 분	무근 콘크리트라이닝	철근 콘크리트라이닝
설 계 법	**허용응력설계법** (발생응력 < 허용응력)	**강도설계법** (극한강도 < 설계강도)
적용패턴	P-1 ~ P-4	P-5, P-6(갱구부) 등

* 무근콘크리트 라이닝으로 허용응력 초과시 강도설계법 적용

Ⅲ 라이닝 최적화 방안 검토

【 검토방향 】

o 라이닝 재료 강도 상향

- **콘크리트** : 24Mpa → **27Mpa**, **철근** : 300Mpa → **400Mpa**

o 라이닝 두께 축소

- **두께** : 표준 30cm → **25cm**

【 검토내용 】

□ 검토조건

o 안정성 확보를 위해 가장 불리한 조건 적용

o 하중 및 지반정수는 부산외곽순환고속도로 등 13개 노선 31개 공구 사례 분석결과 적용

o 해석은 범용적인 모델링 및 프로그램 적용

구 분	적용조건(값)	비 고
지반조건	• 지반정수 : 설계 적용사례 중 **최소값**	
하중조건	• 고정하중 : 무근(철근)콘크리트 단위중량 • 잔류수압 및 이완하중 : 설계 적용사례 중 **최대값** - 재하방식 및 하중조합 : 원형재하방식 • 온도하중 및 건조수축하중 : 갱구부(P-6)에만 적용	
해 석	• 해석모델 : 지중골조모델 • 경계조건 : 힌지조건 • 지반반력계수 : AFTES 제안식 • 프로그램 : MIDAS - CIVIL	

o 재료강도 및 두께변화에 따른 CASE별 구조검토 시행

① 무근콘크리트 구간

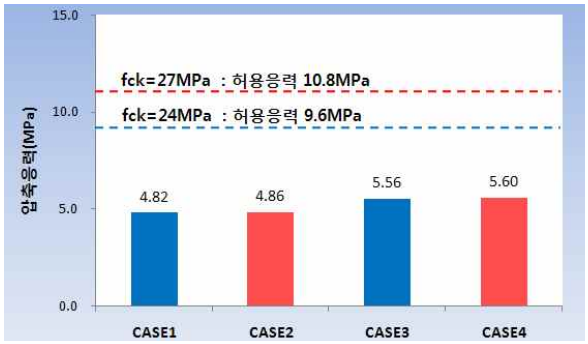
o 해석 CASE 선정 (Type-4 기준)

구 분	CASE-1	CASE-2	CASE-3	**CASE-4**
개 요	현설계기준	재료강도상향	두께축소	**두께축소 및 재료강도상향**
라이닝 두께	30cm	30cm	25cm	**25cm**
콘크리트강도	24Mpa	27Mpa	24Mpa	**27Mpa**

- 축소두께는 소화전 블록아웃(깊이 25cm) 및 지반의 불균일성 등을 감안하여 **25cm만 검토**

o 해석 결과(허용응력설계법)

천단부 발생압축응력



안전율(허용/발생응력) 비교

강도 / 두께	24Mpa	27Mpa
30cm	**1.99** (CASE-1)	2.22 (CASE-2)
25cm	1.72 (CASE-3)	**1.93** (CASE-4)

- CASE-4 적용시 현 설계기준(CASE-1) 보다는 안전율이 낮아지나 (1.99→1.93) 차이가 미미하며 안정성은 확보됨

* 현 설계기준(콘크리트강도 24Mpa)도 라이닝 두께는 15cm까지 축소 가능

o 경제성 검토 - "붙임#4" 참조

- CASE-4 적용시 : 터널공사비의 약 2.1억원/km 절감

* 콘크리트 재료 변경으로 터널공사비 약 0.3억원/km 증액 포함

② 철근콘크리트 구간

o 해석 CASE 선정 (Type-5, 6 기준)

구 분	CASE-1	CASE-2	**CASE-3**	비 고
개요	현설계기준	재료강도상향	**두께축소 및 재료강도 상향**	
라이닝 두께	30cm	30cm	**25cm**	
콘크리트강도	24Mpa	27Mpa	**27Mpa**	
철근 강도	300Mpa	400Mpa	**400Mpa**	

o 해석 결과(강도설계법)에 따른 철근량 검토

CASE		CASE-1	CASE-2	**CASE-3**	비 고
P-5	주철근	D22@125	H19@125	H22@125	
	단위철근량	1.361 ton (100%)	1.065 ton (78.3%)	**1.361** ton (100%)	
P-6	주철근	D32@125	H25@125	H29@125	
	단위철근량	2.603 ton (100%)	1.695 ton (65.1%)	**2.160** ton (83.0%)	

- CASE-2의 경우 **철근량 최대 35% 감소**(P-6 기준)
- CASE-3는 CASE-2에 비해 철근량 다소 증가**(최대 17% 감소)**

o 경제성 검토

- CASE-3 적용시 : 터널공사비의 **약 4.5억원/km 절감**
  * 철근량 축소 : 2.4억원/km, 두께 축소 : 2.1억원/km
- CASE-2 적용시 : 터널공사비의 약 7.5억원/km 절감
  * CASE-2는 무근콘크리트 구간의 공사비 증액으로 경제성 확보 곤란

【 검토결과 】

□ **라이닝은 콘크리트 및 철근의 강도를 상향하여 설계적용**

o **콘크리트** : 24Mpa → **27Mpa**, **철근** : 300Mpa → **400Mpa**

□ **라이닝 두께**는 지반여건 등을 고려한 구조검토 결과에 따라 **설계자가 판단**

Ⅳ 적용방안 및 기대효과

【 적용방안 】

□ **현재 설계중인 노선부터 설계 적용**

(함양~울산, 당진~천안 등 4개노선 터널 61개소/79.6km)

□ 터널별 라이닝 관련 검토내용 : **설계보고서 수록 의무화**

【 기대효과 】

□ **공사비 절감액 : 약 200 억원**

o 라이닝 두께 축소 : 약 166억원

o 재료강도 상향(철근량 축소) : 약 38억원

□ **CO_2 저감량 : 약 6만 톤**

o 철근량 축소 : 5,611 톤

o 콘크리트량 축소 : 53,384 톤

o 굴착량 축소 : 1,231 톤

7-2 터널 옥외공동구 표준도 작성

설 계 처-638
(2013. 3. 11)

Ⅰ 추진목적

장대터널 옥외 공동구 기준 개선에 따라, 현장에서 쉽게 활용할 수 있도록 표준화하여 설계기간 단축 및 최적화 도모

Ⅱ 관련기준

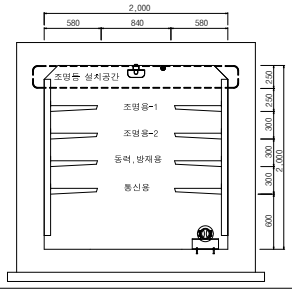
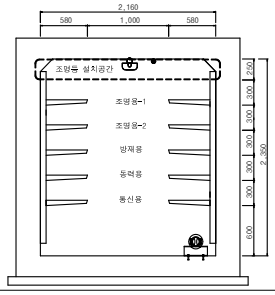
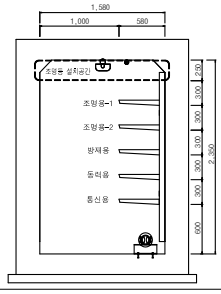
□ **장대터널 공동구 설치기준 개선**(시설처-3385호, 2012.11.16)

o "**공동구 설계기준**(국토해양부, 2010.2)"에 따른 내부규격 조정

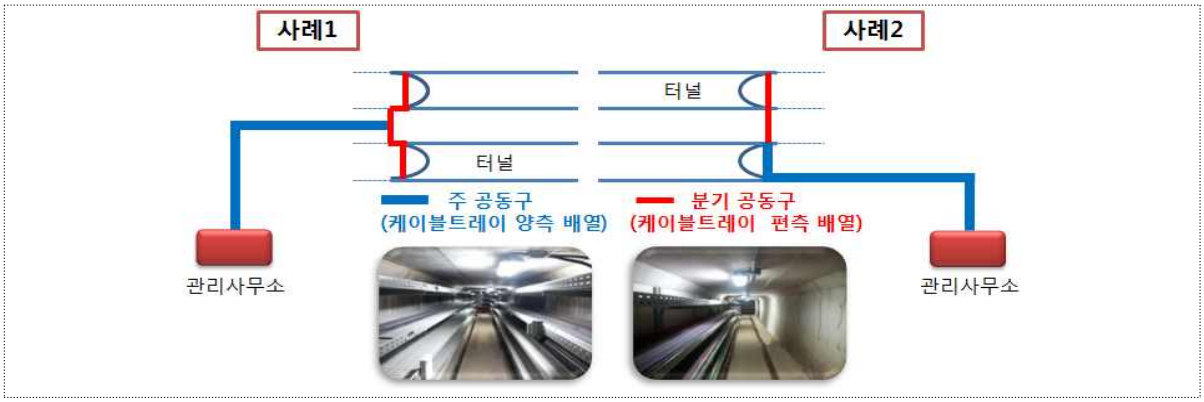
- 공동구내 시설물 유지관리를 위한 최소 공간 확보

[보행통로 : 1.0m(폭)×2.1m(높이), 조명등 : 0.25m(높이)]

o 개선내용(내부규격 : 높이 × 폭)

당 초	변 경	
	주 공동구	분기 공동구
		
2.00m×2.00m	2.16m×2.35m	1.58m×2.35m

o 위치별 공동구 설치(안)



Ⅲ 설계 기준 검토

□ 검토방향

o "도로암거표준도"를 기준으로 터널 및 공동구의 특성 반영

□ 검토결과

구분	도로암거표준도 (국토해양부, 2008)	공동구 설계기준 (국토해양부, 2010)	터널 옥외공동구 설계적용기준	비고
설계법	- 강도설계법	- 강도설계법	- 강도설계법	공통
재료 강도	- fck= 24 MPa - fy= 400 MPa	- 구조물별 기준상이 - 철근 기준 없음	- fck= 24 MPa - fy= 400 MPa	암거표준도 적용
재료 중량	- 철근콘트리트 =24.5 kN/m^3 - 포장=23.0 kN/m^3 - 토사=19.0 kN/m^3	- 철근콘트리트 =25.0 kN/m^3 - 포장=23.0 kN/m^3 - 토사=19.0 kN/m^3	- 철근콘트리트 =24.5 kN/m^3 - 포장=23.0 kN/m^3 - 토사=19.0 kN/m^3	암거표준도 적용
내진 설계	- 내진등급 : 2등급 - 지진구역 : 1구역 - 지반종류 : Sd	- 내진등급 : 1등급 - 지진구역 : 1구역 - 지반종류 : Sd	- 내진등급 : 1등급 - 지진구역 : 1구역 - 지반종류 : Sd	공동구 설계기준 적용
수압	- 미고려	- 고려(GL-1)	- 고려(GL-1)	"
피복 두께	- 노출면(내측) : 50mm - 지중면(외측) : 70mm	- 노출면(내측) : 70mm - 지중면(외측) : 90mm	- 노출면(내측) : 50mm - 지중면(외측) : 70mm	암거표준도 적용
추가 하중	- 온도하중 및 건조수축 미고려 - 활하중: 별도식(DB-24)	- 온도하중 및 건조수축 고려 - 활하중: 공동구(DB-24)	- 온도하중 및 건조수축 고려 - 활하중: 공동구(DB-24)	공동구 설계기준 적용

- 포장 : "도로암거표준도" 상 무근콘크리트 중량 적용
- 내진설계 : 터널 및 공동구 설계기준과 동일한 설계기준 적용
- 수압 : 터널 라이닝에 잔류수압 적용 고려 공동구 설계기준 적용

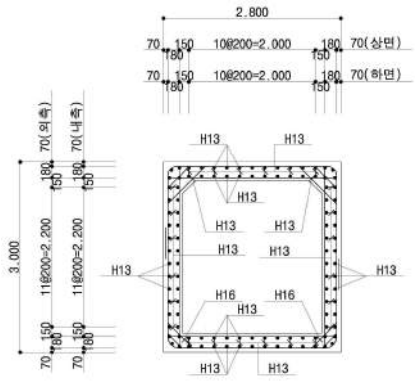
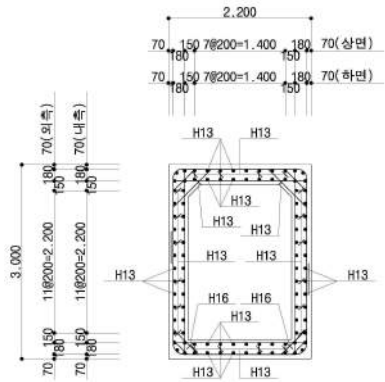
Ⅳ 표준도 작성

□ 작성기준

o 표준토피고 : 3.0m 적용

* 부산외곽고속도로 금정터널 옥외공동구 평균 토피고 : 약 2.8m

o 공동구 규격 확대 : 시공오차 감안 10cm 단위로 절상

구 분	주 공동구	분기 공동구	비고
내측규격	2.2m × 2.4m	1.6m × 2.4m	
표준 단면도			별첨#1 참조
주철근	H13 ~ H22	H13 ~ H19	

□ 단위 수량 및 공사비 비교 : 『별첨#2』 참조

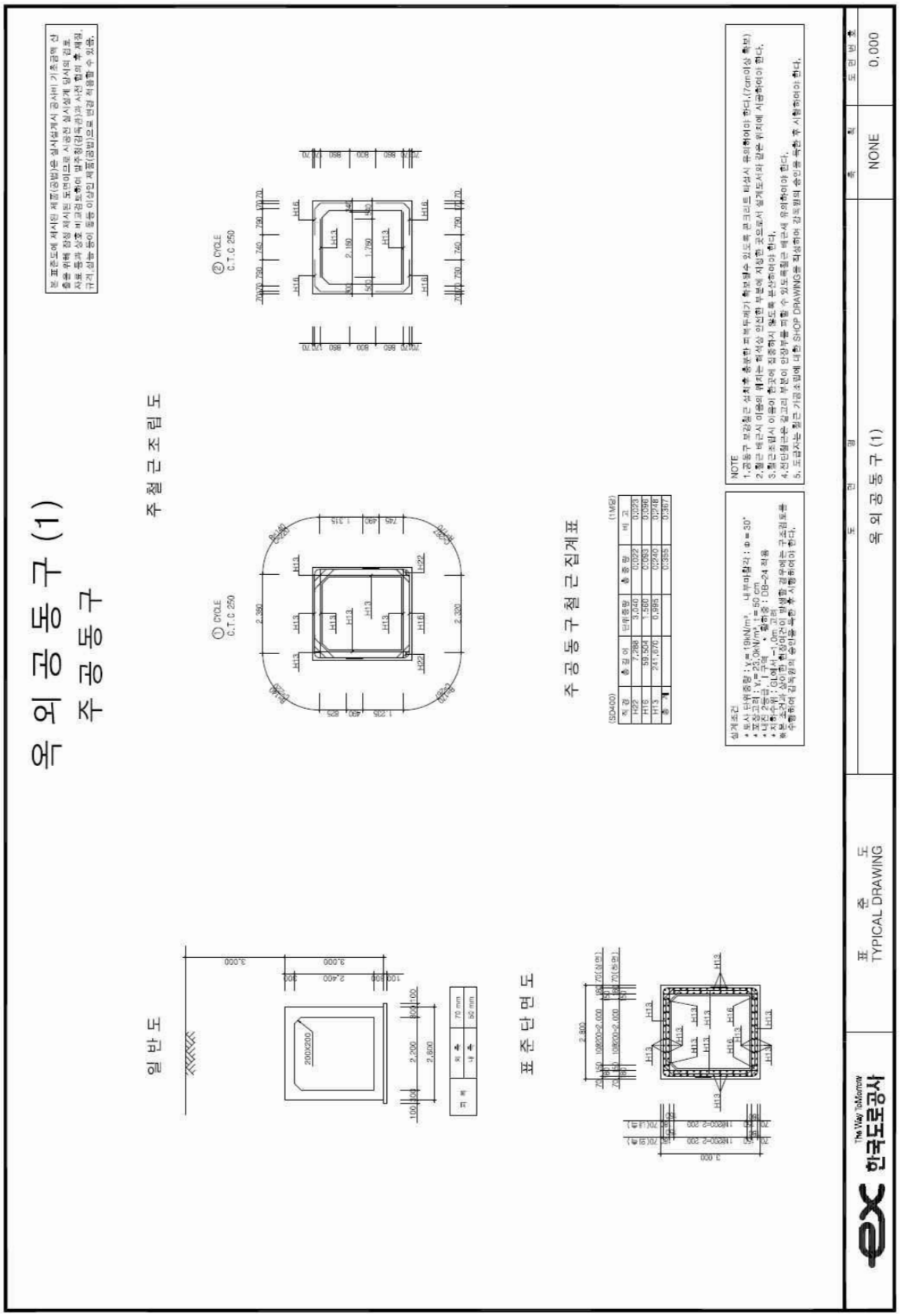
구분(m당)	당 초	변 경		비 고
	2.0m×2.0m	2.2m×2.4m	1.6m×2.4m	
콘크리트량	3.052m^3	3.160m^3	2.800m^3	
철근량	0.477ton (SD300)	0.367ton (SD400)	0.333ton (SD400)	
개략공사비	2.37 백만원	2.43 백만원	2.18 백만원	제잡비 40% 적용기준
증(△)감	-	0.06 백만원	△0.19 백만원	

□ 기타사항

o 현장여건(토피고) 등이 상이한 경우에는 본 설계기준 및 표준도를 참고로 반드시 별도 검토 후 적용하여야 함

붙 임 #1

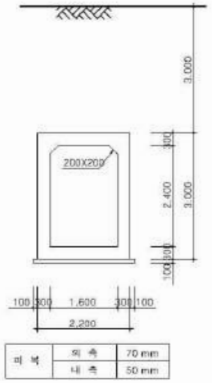
표준도


옥 외 공 동 구 (1)
주 공 동 구
주 철 근 조 립 도
① CYCLE
② CYCLE
주 공 동 구 철 근 집 계 표
NOTE
일 반 도
표 준 단 면 도
표 준 도
TYPICAL DRAWING
한국도로공사
The Way To Morrow
옥 외 공 동 구 (1)
NONE
0.000

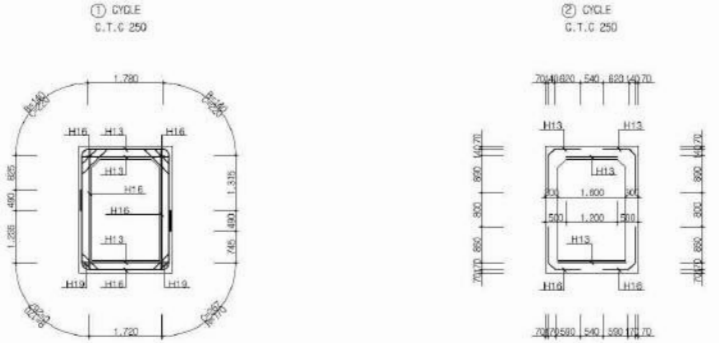
옥외공동구(2)
분기공동구

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

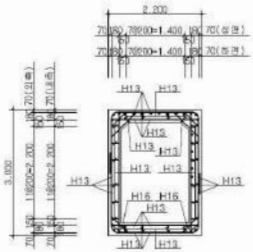
일반도



주철근조립도



표준단면도



분기공동구철근집계표

(SD400) (1M당)

직경	총길이	단위중량	총중량	비고
H19	7.288	2.250	0.016	0.017
H16	71.913	1.560	0.112	0.116
H13	194.664	0.995	0.194	0.200
총 계			0.322	0.333

설계조건
- 토사 단위중량 : γ = 19kN/m³, 내부마찰각 : Φ = 30°
- 포장고려 : γ = 23.0kN/m², t = 50 cm
- 내진 고려 : I 구역 * 활하중 : DB-24 적용
- 지하수위 : GL에서 -1.0m 고려
※본 조건과 상이한 현장이건이 발생할 경우에는 구조검토를 수행하여 감독원의 승인을 득한 후 시행하여야 한다.

NOTE
1.공동구 보강철근 설치후 충분한 피복두께가 확보될수 있도록 콘크리트 타설시 유의하여야 한다.(7cm이상 확보)
2.철근 배근시 이음의 위치는 해석상 안전한 부분에 지정한 곳으로서 설계도서와 같은 위치에 시공하여야 한다.
3.철근조립시 이음이 한곳에 집중하지 않도록 분산하여야 한다.
4.전단철근은 갈고리 부분이 안정부를 피할 수 있도록철근 배근시 유의하여야 한다.
5. 도급자는 철근 가공조립에 대한 SHOP DRAWING을 작성하여 감독원의 승인을 득한 후 시행하여야 한다.

The Way To Morrow 한국도로공사	표준도 TYPICAL DRAWING	도면명	축척	도면번호
		옥외공동구(2)	NONE	0.000

7-3 고속도로 터널 환기시설 설계 및 제연용 제트팬 산정기준 개정

시 설 처-844
(2013. 3. 21)

Ⅰ 목 적

□ 터널 출구 전방 합분류부에 따른 환기 및 제연시설 설계기준 개선

□ 터널 공사비 및 유지관리비 절감 도모

Ⅱ 추진경과

□ 고속도로 터널 환기시설 설계기준

o 2012. 2월 :「**고속도로 터널 환기시설 설계기준 보완**」

- 저속시(10 ~ 30km/h 이하) 환기용량 감소 방안
- 터널 위험도지수 산정방법 개선안

□ 도로터널 제연용 제트팬 산정기준

o 2012. 10월 :「**도로터널 제연용 제트팬 산정기준 개선**」

- 화재시 정체대수 등을 고려한 산출기준

Ⅲ 주요 개정사항

□ 고속도로 터널 환기시설 설계기준

구 분	개정사항	사 유
환기검토 제외속도	- "환기검토 제외속도 적용" 예외조항 완화 · 합분류부 위치 : 2→1Km · 합분류부 있을시 : 미적용 → 검토 후 적용	- 터널 출부 전방의 합분류부 위치에 따른 "환기검토 제외속도 적용" 예외조항 완화로 **환기시설 용량 축소**

□ 도로터널 제연용 제트팬 산정기준

구 분	개정사항	사 유
화재직전의 차량 주행속도	- "환기검토 제외속도 적용" 예외조항 완화 · 합분류부 위치 : 2→1Km · 합분류부 있을시 : 미적용 → 검토 후 적용	- 터널 출부 전방의 합분류부 위치에 따른 "환기검토 제외속도 적용" 예외조항 완화로 **제연시설 용량 축소**

Ⅳ 적용방안

□ 신 설 터 널 : 설계시 적용

□ 공사중 터널 : 변경설계시 적용

Ⅴ 기대효과

□ 설계기준 개선을 통한 공사비 및 유지관리비 절감

o 터널 출구 전방 합분류부(진출입로, 톨게이트, 휴게소 등)에 따른 환기검토 제외속도의 탄력적 적용

붙임 : 1. 터널 환기시설 설계기준 및 제연용 제트팬 산정기준 신구대조표 1부
2. 터널 환기시설 설계기준 개정 전문 1부
3. 도로터널 제연용 제트팬 산정기준 개정 전문 1부. 끝.

고속도로 터널 환기시설 설계기준 신구대조표

현 행	개 정(안)	개 정 사 유
2.3 설계에 사용하는 교통량 2.3.4 교통특성에 따른 환기검토 제외속도 (2) 적용조건 윗 식(5-2)은 고속도로(지방부) 교통량에 대한 환기검토 제외속도식으로 원칙적으로 왕복 4차로(편도 2차로) 환산교통량이 39,000대/일 (및 45,000pcu/일) 이하일 경우에 적용한다. 다만, 터널출구 전방 2km 이내에 합분류부(진출입로, 톨게이트, 휴게소 등)가 있을 경우에는 적용하지 아니한다.	(2) 적용조건 윗 식(5-2)은 고속도로(지방부) 교통량에 대한 환기검토 제외속도식으로 원칙적으로 왕복 4차로(편도 2차로) 연평균일교통량(AADT)이 39,000대/일 이하 및 승용차환산대수 45,000대/일 이하일 경우에 적용한다. 다만, 터널출구부 전방 1km 이내에 합분류부(진출입로, 톨게이트, 휴게소 등)가 있어 지정체 발생이 예상되는 경우에는 환기검토 제외속도식 적용여부를 검토할 수 있다.	ㅇ 용어정의 및 문구해석 명확화 - 연평균일교통량(AADT) - 승용차환산대수(PCU) ㅇ 터널출구 전방 합분류부 거리 기준은 터널 위험도지수 산정기준에서 제시한 1Km 이내로 적용하여 일관성 확보 ㅇ 터널출구 전방에 합분류부가 있어 지정체가 발생하는 경우는 주로 도심권 주변에서 발생 ㅇ 향후 건설되는 터널은 주로 도심권외의 산악지대에 건설될 것으로 예상 ㅇ 지정체가 예상되는 경우에는 검토 후 적용여부 결정

도로터널 제연용 제트팬 산정기준 신구대조표

현 행	개 정(안)	개 정 사 유
5. 화재시 터널내 정체차량수 (2) 화재 직전의 차량 주행속도 2) 적용조건 윗 식(5-2)은 고속도로(지방부) 교통량에 대한 환기검토 제외속도식으로 원칙적으로 왕복 4차로(편도 2차로) 환산교통량이 39,000대/일 (및 45,000pcu/일) 이하일 경우에 적용한다. 다만, 터널출구 전방 2km 이내에 합분류부(진출입로, 톨게이트, 휴게소 등)가 있을 경우에는 적용하지 아니한다.	2) 적용조건 윗 식(5-2)은 고속도로(지방부) 교통량에 대한 환기검토 제외속도식으로 원칙적으로 왕복 4차로(편도 2차로) 연평균일교통량(AADT)이 39,000대/일 이하 및 승용차환산대수 45,000대/일 이하일 경우에 적용한다. 다만, 터널출구부 전방 1km 이내에 합분류부(진출입로, 톨게이트, 휴게소 등)가 있어 지정체 발생이 예상되는 경우에는 환기검토 제외속도식 적용여부를 검토할 수 있다.	ㅇ 용어정의 및 문구해석 명확화 - 연평균일교통량(AADT) - 승용차환산대수(PCU) ㅇ 터널출구 전방 합분류부 거리 기준은 터널 위험도지수 산정기준에서 제시한 1Km 이내로 적용하여 일관성 확보 ㅇ 터널출구 전방에 합분류부가 있어 지정체가 발생하는 경우는 주로 도심권 주변에서 발생 ㅇ 향후 건설되는 터널은 주로 도심권외의 산악지대에 건설될 것으로 예상 ㅇ 지정체가 예상되는 경우에는 검토 후 적용여부 결정

7-4 2-Arch 터널의 결빙 방지 대책 검토

건 설 저-1165
(2013. 3. 21)

Ⅰ 검토목적

□ 고속도로 선형, 지형, 지장물 등의 여건으로 인해 **일반적인 터널의 적용이 불가한** 경우 **2-Arch 터널을 적용**하고 있으나,

□ 최근 기상이변으로 일부 공용중인 터널에서 **결빙이 발생하여** 교통안전에 영향을 주는 등 문제점이 있어 건설단계에 있는 **2-Arch 터널의 결빙방지 방안을 마련**하고자 함

Ⅱ 추진경위

□ 1999.12. : **2-Arch 터널 최초 적용 및 시공 완료** (소래터널)

□ 2003. 5.30 : 2-Arch 터널 개선방안 검토【설계처】

☞ 중앙벽체부 누수방지를 위해 **일체화된 라이닝 및 방수막 설치**
용수구간에 대해서는 드레인보드 설치

□ 2006.12.14 : **터널내 배수시설 결빙방지대책 검토**

☞ 수정동결지수 700℃·일 이상, 터널방향 N50°E ~ N45°W인 터널은 입구로부터 200m구간에 **단열재 삽입 및 부착**

□ 2012. 6. 5 : 대단면 터널 설계적용 방안【설계처】

☞ 암질이 양호하고 500m 미만의 터널로 병렬터널 적용시 선형제약, 지장물 저촉, 민원발생이 우려되는 경우 대단면 적용

□ 2013. ~ : **2arch 터널 대체 설계 ; 대단면, 근접병렬터널**

☞ 대단면 터널이 불가능한 경우 근접 병렬터널로 설계

*근접 병렬터널 : 최대 2m까지 근접 시공하는 일반 NATM터널 형태

Ⅲ 건설단계인 2-Arch 터널 현황

노 선	터널명	시공 공법		시공현황
		실시설계	현장 시공	
담양~성산	유정터널	개선1타입	대단면터널 검토중	미착수
울산~포항	안동터널	개선2타입	좌 동	'13.4착수
상주~영덕	낙동터널	개선2타입	좌 동	'13.3굴착 완료
동홍천~양양	군업2터널	개선1타입	개선2타입	'13.3착수
	영덕1터널	개선1타입	개선2타입	'13.2착수

☞ 현재 실시설계에는 2Arch 터널을 반영하지 않고 있음

Ⅳ 2-Arch 터널 결빙 원인

□ 터널 결빙에 영향을 미치는 요소

라이닝두께	방수막두께	**외기온도**	**지속시간**	지중온도	지하수

* 터널 온도계측을 통한 라이닝 단열설계에 관한 연구 (김대영, 2011)

☞ **영향 요소 : 외기온도 및 저온(0도이하) 지속시간**

□ 2-Arch 터널 결빙

- 2-Arch 터널은 **중앙벽체 폭이 800 ~ 1,400mm**로 동절기 차가운 외기에 **직접 영향을 받는 구조체**로
- 이상 한파로 **저온 현상이 장기간 지속될 경우 결빙현상 발생**

Ⅴ 개선 방안

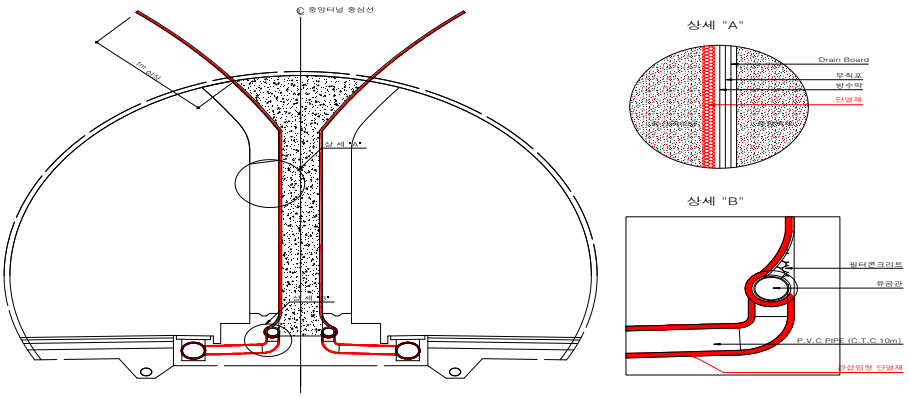
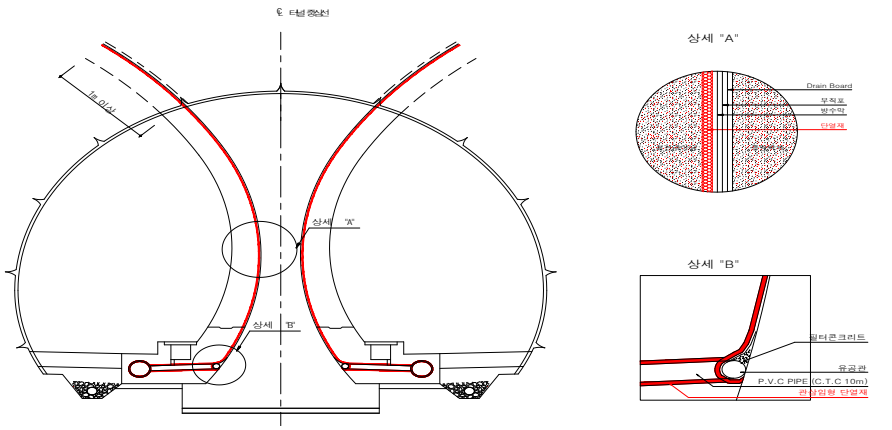
□ 건설단계에 있는 **2-Arch 터널은 외기온도에 따른 단열재 두께 산정 후 적용**

- **결빙방지를 위한 단열재 두께**

터널내 온도 (최저기온)	단열재두께(PU)
-10℃이상	20mm
-10℃이하	30mm

* PU : 발포 폴리우레탄, 열전도율이 0.02인 고성능단열재
* 온도측정 : 터널입구 30m 지점

- **단열재 설치구간** (세부상세도 :별첨)

개선2타입	
개선3타입	

* 단열재 재질 : 발포 폴리우레탄

- **단열재 설치 방법**

  단열재 두께만큼 터널 내측으로 라이닝을 내어 시공 (건축한계 만족)

  * 단 내공단면 축소에 따른 구조적 문제는 반드시 **시공 전 사전 검토 및 확인**

  * 단열재 중앙벽체 방향 설치는 중앙벽체 안전율 저하로 불가

Ⅵ 향후 추진계획

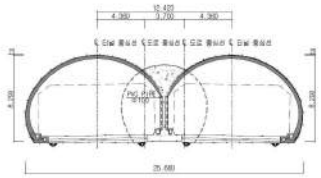
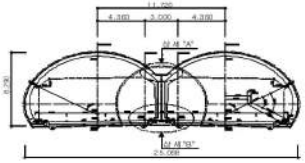
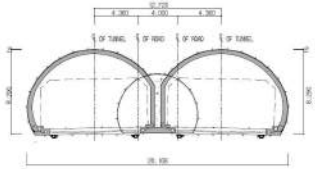
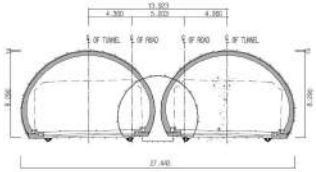
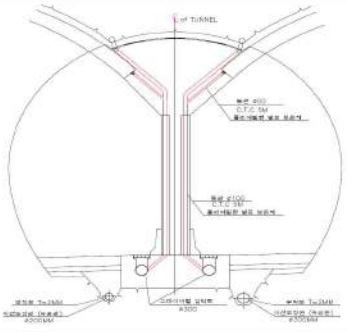
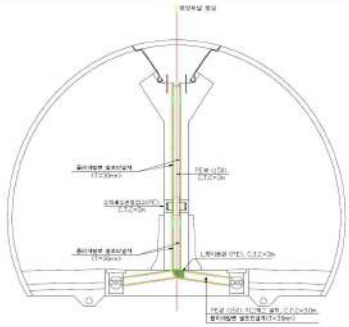
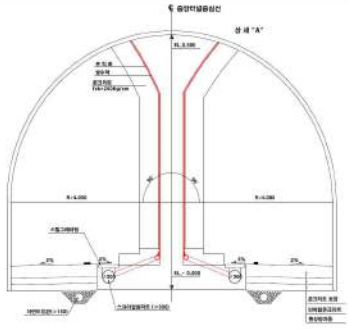
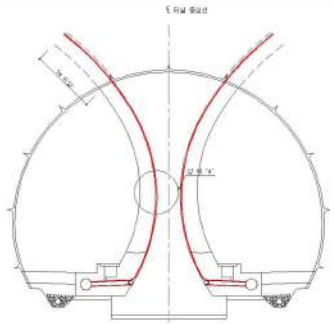
□ 본 방침은 **현재 건설단계에 있는 터널에 우선 임시 적용**

□ 세부적인 터널 동결방지 방안은 도로교통연구원에 실용화 연구과제 (NATM 터널)로 의뢰하여 그 결과에 따라 조치

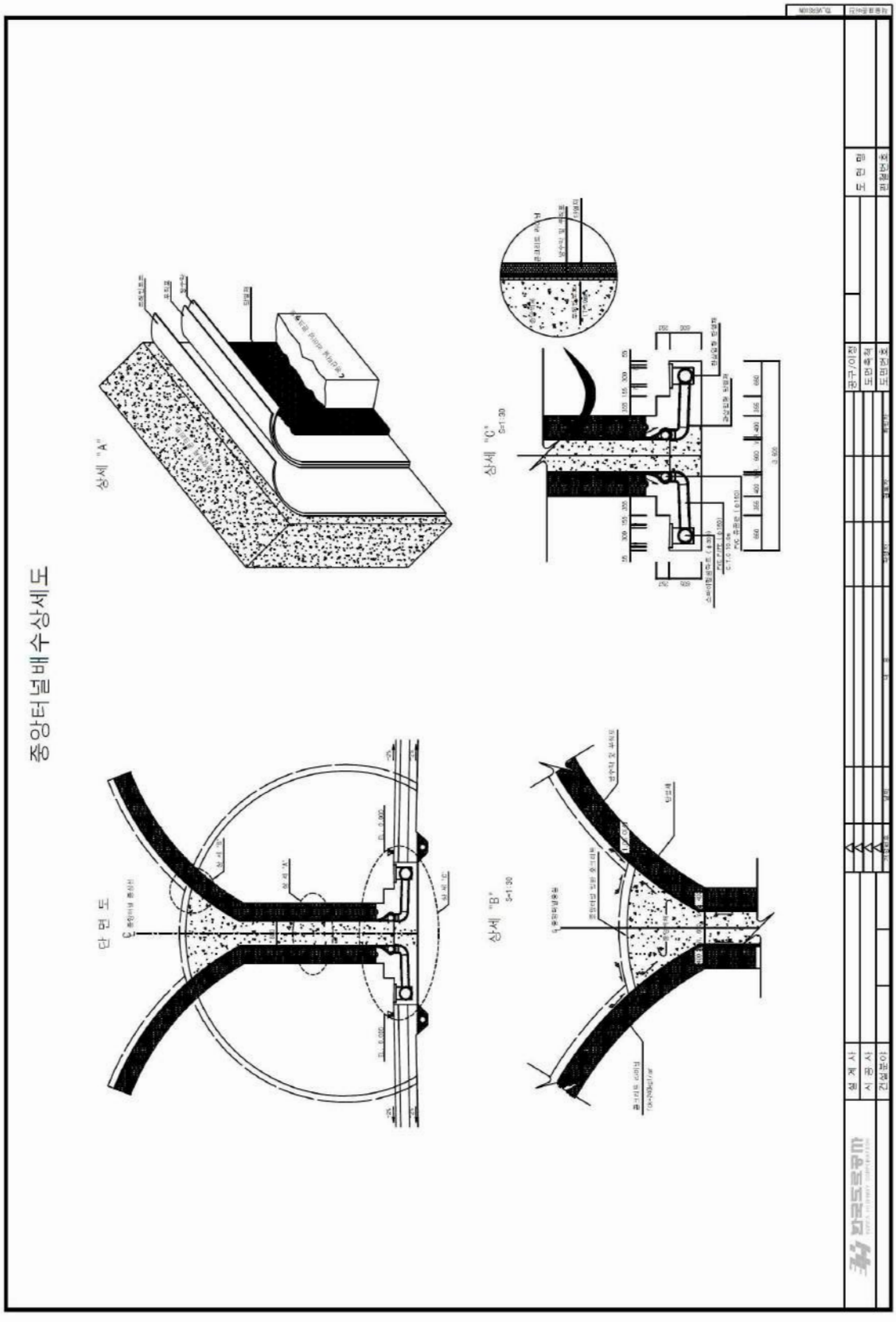
별첨 : 1. 2-Arch 터널 타입별 비교

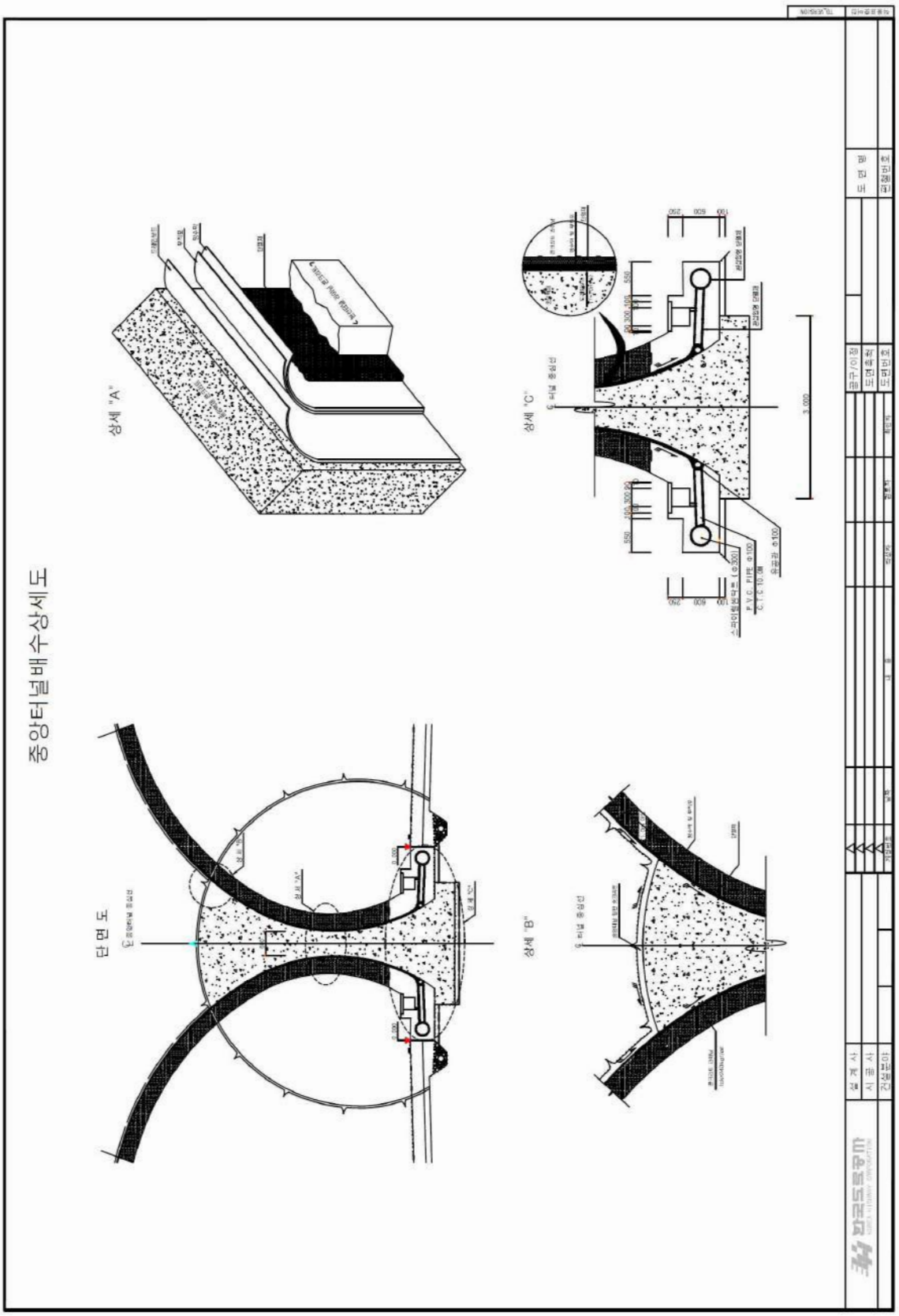
2. 단열재 설치 상세도면

2-Arch 터널 타입별 비교

구 분	기 존 타입	개 선 1 타입	개 선 2 타입	개 선 3 타입
표준단면				
배수형식 (중앙부)				
특 징	· 초기 2Arch 터널 형태 · 중앙벽체 양쪽에 (Φ50mm)PE관 매입하여 배수하는 형태 · 상부 방수막과 밀실하게 시공이 어려워 누수 심함	· 기존 2Arch 공법의 중앙벽체 상단 헌치부의 시공하자 개선 · 벽체중앙에 PE(Φ150mm)관 설치 · 중앙벽체 일부 누수 및 결빙	· 일체화된 방수막 및 라이닝 시공으로 누수방지 · 용수구간은 드레인보드 설치 · 중앙벽체 일부 누수 및 결빙	· 병렬터널과 같은 개념 (2Arch 터널과 시공절차 동일) · 방수막을 하부 공동구까지 내려 누수에 유리한 형식 · 중앙벽체 일부 누수 및 결빙
적용터널 (공용중)	소래터널 등 6	서천터널 등 8	수한터널 등 2	영암3터널

별 첨 #2




중앙터널배수상세도
단 면 도
상세 "A"
상세 "B"
상세 "C"
3,000
설 계 사
시 공 사
감 설 본 단
도 면 명
도면번호
검토의견
클구이정
도면축척
도면번호

7-5 터널 임시환기시설 설계기준 수립

설 계 처-1173
(2013. 4. 19)

Ⅰ 검토목적

터널 임시환기시설의 소요 환기량 산정결과와 설계 적용 용량, 현장 운영설비가 상이하게 운영되고 있어, 현장조사결과를 반영한 합리적인 설계기준을 수립하고자 함

※ **감사지적내용** (2011.07, 상주안동건설사업단 종합감사)
- 터널 공사중 임시환기시설에 대한 전반적인 설계기준 수립 필요

Ⅱ 추진경위

□ 2002.03.08 **노동부 안전점검(충주지방노동사무소→충청지역본부)**
- 별도계상 비용을 포함하여 안전관리비 재산정토록 시정명령(동이~청성 2공구)

□ 2002.05.09 **질의 회신(노동부→도공)**
- 별도계상 비용이 안전관리비에 해당할 경우 안전관리비 대상액에서 공제함이 타당

□ 2002.07.05 **산업안전보건관리비 적용기준 검토(설계설10201-327)**
- 안전관리비 산정시 별도계상 항목 삭제
(**임시환기시설비용 안전관리비에서 전용**)

□ 2006.04.07 **질의 회신 (노동부→범양건영)**
- 임시환기시설비용이 안전관리비를 초과하고 현장안전 관리활동에 최소한의 비용이 필요하므로, 계약자간의 협의로 설계내역에 포함이 바람직

□ 2006.05.03 **질의 회신 (노동부→도공)**
- 공사용 환기시설로 보아 설계에 반영하는 것이 타당

□ 2006.12.15 **터널 임시 환기 시설비 적용방안 검토(설계처-3301)**
- 터널 임시 환기시설비용 **별도계상 반영**
- **연장 500m 미만** 터널 **안전관리비 사용**

Ⅲ 관련기준 및 문제점

□ 기관별 설계기준

구 분		내 용
한국도로공사		· 구체적인 설계 기준 없음
국 토 교통부	터널설계기준 (2007)	· 환기설비 계획 시 기본 기준 제시(구체적 계산식 미제시) · 소요 환기량 개념 제시(임시환기시설 설계시 기준값) ☞ 병행 작업 되는 개별 환기량의 합 중 최대값
	도로설계편람 (2011, 터널)	· 개별 환기량 계산식 제시(소요환기량 개념 미언급) · 축류팬 및 풍관 산정식 제시 · 환기방식의 개요 및 장단점 제시
	국도건설공사 설계실무요령 (2008)	· 임시환기설비 제원 제시(동일 규격 일괄 적용) · 작업일수 제시(굴착일과 동일)
한국 철도 시설 공단	철도설계기준 (2011)	· 환기설비 계획 시 기본 기준 제시(구체적 계산식 미제시) · 소요 환기량 개념 제시(환기 설계시 기준값) ☞ 병행 작업 되는 개별 환기량의 합 중 최대값
	철도설계편람 (2004, 토목편)	· 개별 환기량 산정식 및 소요 환기량 조합식 제시 · 축류팬 및 풍관 산정식 제시(도로설계편람과 일부 상이) · 환기방식의 개요 및 장단점 제시

□ 문제점

o **터널 임시환기시설**에 대한 **설계기준 불명확**

- 현재 터널 연장별 개략 검토사례에 따라 설계 적용중임 [붙임#1]
- **타 기관**의 경우 설계 기준을 제시하고 있으나, 산정식 등 **세부 기준상이**

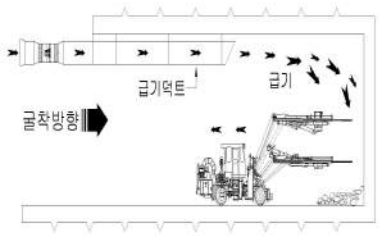
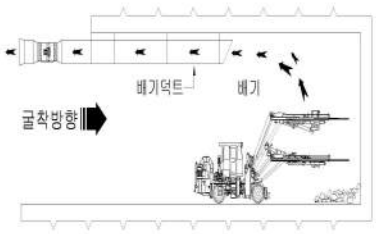
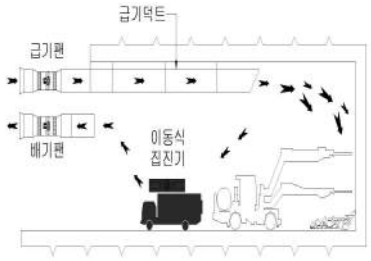
o 산정식을 통한 **임시설비 용량**과 **단가 및 현장 적용설비 상이**

- 검토, 설계, 현장에 적용하는 축류팬 용량이 서로 상이함
- 단가에 손료 적용시 구입단가 초과 등 부적정 사례 발생
- 단터널(500m 미만)에서 환기시설을 실제 설치하나, 설계 미반영

Ⅳ 시공사례 조사 및 분석

□ 임시환기시설 주요 인자

o 환기방식 (터널연장 200m 미만은 자연환기 방식 적용)

송기식	배기식	송·배기식
		

- 현장 전경

송기식	송·배기식	이동식집진기

o 축류팬 및 덕트(풍관)

- 현장 전경

축류팬(가대 포함)	축류팬(가대 미포함)	환기덕트(풍관)

□ 현장 조사 결과

o 현장 설문 및 분석

- 대 상 : 현재 시공중인 117개 터널(9개 사업단)
- 기 간 : 2013. 2.21 ~ 3.12

※ 현장방문조사 : 상주~안동 등 3개 건설사업단(2013.4.10~4.12)

o 분석 결과 [붙임#2]

구 분	내 용
환기 방식	· 터널연장과 관계없이 **대부분의 현장에서 송기식** 적용 ☞ 사갱 구간에서만 송·배기식 적용, 일부 현장 분진저감장치 적용 · **자연환기식**(200m미만 터널)으로 임시환기설비가 미반영되었어도 많은 현장에서 **임시환기시설 적용**(설문결과 59%) * 500m미만 단터널 **안전관리비 집행(설계미반영)**으로 현장 **민원발생** · **분진저감시설**은 굴착 연장보다는 **현장여건**에 따라 적용하고 있음 (500~2,000m 사이에 집중)
축류팬	· 현장에 설치되는 **축류팬 용량**은 **굴착 연장**과 **특별한 연관이 없음** ☞ 협력사 보유 축류팬 우선 사용 등의 사유로 판단됨 · 임시환기설비는 대부분 굴착연장 **100m 이내**에서 **설치**됨 (설문결과 95%) · 축류팬 가동시간은 **20시간 이상이 대부분**임(설문결과 57%)
덕트 등	· 풍관 연장은 터널 연장보다 **짧은 경우**가 많음(설문결과 52%) · 축류팬과 풍관을 연결하는 **스파이럴덕트**는 대부분 미설치 (설문결과 83%)

Ⅴ 설계 기준 수립

1. 터널 임시환기설비 용량 산정기준 수립

2. 현장 실태를 반영한 세부 설계기준 수립

1 터널 임시환기설비 용량 산정기준 수립

□ 소요 환기량 산정 [붙임#3]

o 산정기준 명확화 (환기설비 용량 산정시 가장 중요한 인자)

- 터널설계기준의 소요 환기량 개념 수식화 및 세부 산정식 제시

$$Q_{req} = Max(Q_2,\ Q_1+Q_3,\ Q_1+Q_4)$$

여기서, Q_{req} : 소요환기량(㎥/min)

Q_1 : 작업원이 필요로 하는 환기량(㎥/min) Q_2 : 발파가스에 대한 환기량(㎥/min)

Q_3 : 내연기관에 대한 환기량(㎥/min) Q_4 : 분진에 대한 환기량(㎥/min)

※ 암반 및 지반 자체의 유독가스 발생이 예상되는 경우 추가 검토 필요

※ 유해가스 규제 농도 등 관련 기준 변경시 변경기준 적용

□ 환기설비 용량 산정 [붙임#4]

o 세부 산정식 제시를 통해 터널별 적정 환기설비 반영 유도

- 축류팬 풍량(Q_f)
- 환기덕트(풍관)의 직경(D)
- 축류팬 풍압(h_f)
- 축류팬 동력(N'_f)

※ 도로설계편람 터널편(2011, 국토부)의 세부 산정식 준용

2 현장 실태를 반영한 세부 설계기준 수립

□ 환기방식

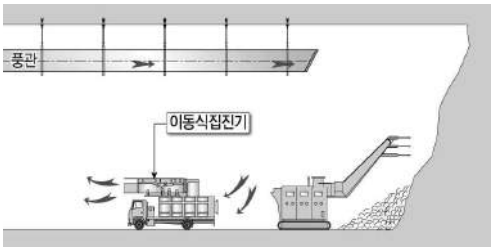
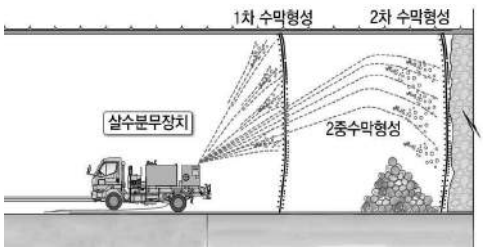
o **송기식 적용** : 굴착연장 100m 이상

- 사갱을 제외한 일반터널에 **배기식, 송·배기식 적용사례 없음**
- **사갱** 등 **특수여건**은 송·배기식 등 환기방식 별도 검토 필요
- 굴착연장 **100m 이상** 임시환기시설비용 **별도 계상**

구분	당 초	개 선
환기방식	· 200m 이하 자연환기 · 연장에 따라 송기식+집진기, 송·배기식+집진기 적용 · 단터널(500m 미만) 및 편측 굴착 200m 이하 안전관리비 적용	· 100m 미만 자연환기 · 송기식 우선 적용 (사갱 등 특수여건 별도 검토) · 굴착연장 100m 이상 임시환기 시설 비용 별도 계상

o **분진저감시설** : 현장여건에 따라 설계자 판단

- 민원, 토사성분 과다지반, 작은 곡선반경 등 필요시 반영검토

구분	이동식 집진기	이동식 살수분무시스템
개요도		
공법개요	·발파후 발생된 분진을 흡입하여 여과기를 통해 분진을 제거하고 깨끗한 공기를 배출하는 방식	·발파와 동시에 살수분무에 의한 수막형성으로 비산먼지 확산을 방지하고 분진을 저감하는 방식
장단점	·적용사례 다수 ·단면과 분진 발생량 등에 따라 용량 변경 필요	·단일 사양으로 모든 단면적용 가능 ·적용 사례 적음

□ 축류팬

o 용량 및 가동시간

- 산정결과에 따른 **적정용량** 및 실 가동시간 **20시간/일** 적용

구분	당 초	개 선
용량 및 가동시간	· 연장에 따라 동일 규격으로 적용대수 증가 · 가동시간 24시간/일 반영	· 산정결과에 따른 적정용량 반영 · 가동시간 20시간/일 반영

o 단가 개선

- **손료** 적용, 구입단가 초과할 경우 **구입단가 적용**

구분	당 초	개 선
손료 (가대포함)	· 시간당 $1{,}343\times10^{-7}$ · 공기가 길어질 경우, 구입단가 초과 (13개월 이상)	· 건설공사 표준품셈<모터> 적용 시간당(10^{-7}) 상각비 | 정비비 | 관리비 | 계 744 | 207 | 537 | **1,488** ※ 관리비는 일 최대 8시간으로 계산 · 구입단가 초과시 구입단가 적용

□ 풍관 등 기타

o 환기덕트 수량

- 풍관 연장 : 굴착연장 - 30m(막장 이격거리)
- 풍관 부속자재(Steel wire 등) : 5m 간격 설치
- 대부분 미설치된 스파이럴덕트 제외(사갱 등 특수여건 별도 검토)

o 단가 개선

- 소모성인 재료 특성에 따라 **재료비**로 반영(당초 손료)
- 현 단가에 누락된 **해체비**(설치비의 40%) **추가** 반영

구분	당 초	개 선
풍 관	· 축류팬과 동일한 손료 적용	· 파손을 감안하여 재료비 100% 및 잡재료 2% 반영
덕트공	· 설치비만 반영	· 설치비+해체비(설치비 40%) 반영 * 건설공사 표준품셈 (배관류)

Ⅵ 기대효과 및 적용방안

□ 기대 효과

o 실제 현장여건을 반영한 합리적인 터널 임시환기시설 설계기준 수립으로 설계적용 및 현장관리 명확화

o 합리적인 단가 적용을 통해 단터널 현장 상생 도모 및 초장대 터널 공사비 절감 가능

o 설계중인 노선 적용시 공사비 약 15억원 절감 예상

* 적용대상 : 3개 노선, 61개 터널, 약 81km

※ 경제성 분석

- 굴착연장별 검토사례[붙임#1, #5] 비교

(단위:백만원)

연 장	100m	500m	1,000m	1,500m	2,000m	2,500m	3,000m
당 초	-	17	53	152	234	330	881
개 선	-	26	58	94	136	172	224
증 감	-	9	5	△58	△98	△158	△657

□ 적용 방안

o 현재 설계 중인 노선부터 적용

붙 임 #1

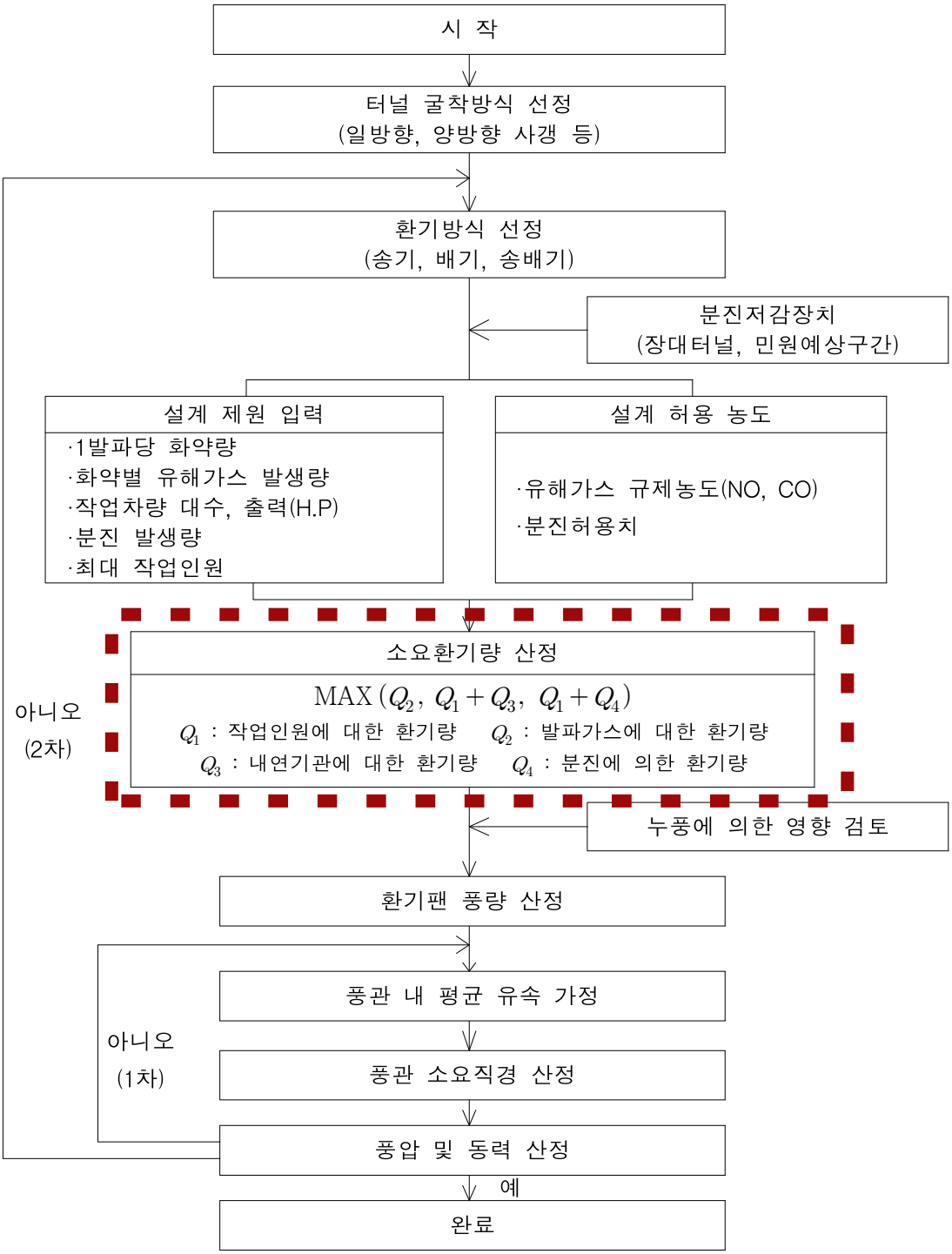
현재 적용중인 설계 기준 사례

구 분		터 널 연 장(굴착기준)								
		200m	500m	1,000m	1,500m	2,000m	2,500m	3,000m	3,500m	4,000m
굴착기간		3개월	5개월	9개월	13개월	17개월	23개월	30개월	38개월	50개월
환기방식		자연환기	송기식	송기식	송기식	송기식+집진기	송기식+집진기	송배기+집진기	송배기+집진기	송배기+집진기
축류팬	수량(개)	-	1	1	2	2	2	4 (송기3, 배기1)	6 (송기4, 배기2)	8 (송기5, 배기3)
	금액	o 산출식(손율적용) : 축류팬 단가(24백만원)×1343×10^(-7)×팬대수 - 팬대수가 2대 이상일 경우 굴착기간 평균대수 적용								
비닐풍관	규격(mm)	-	1,000	1,200	1,300	1,400	1,500	1,500	1,500	1,500
	수량(m)	-	470	970	1,440	1,940	2,440	5,880	6,820	7,760
	금액	o 산출식(손율적용) : 풍관 단가 × 1,343 × 10^(-7) × 풍관길이								
집진기	수량	-	-	-	-	1	1	1	1	1
	금액	o 구입단가 적용 : 120백만원								
전력비	금액	o 전력비용 : 축류팬(기본요금+사용요금)+집진기(기본요금) -기본요금 : 소요동력×축류팬수×단위기본요금×사용기간(월) -사용요금 : 소요동력×축류팬수×사용요금×24시간/일×25일/월×사용기간(월) * 사용기간 적용 : (기본요금) 굴착기간-굴착공제기간(3개월), (사용요금) 축류팬 수량×0.5(개월)								
검토조건		- 작업시간 : 24시간/일, 작업일수 : 25일/월 - 풍관 : 스파이럴덕트(팬설치 개소당 30m), 비닐풍관(그 외 구간 전체)								

붙 임 #3

소요환기량 산정기준

□ 공사 중 환기설비 설계 흐름도



□ 소요 환기량 산정

o 관련 기준

- 터널설계기준(2007, 국토부)

14.5 공사 중 설비

14.5.1 공사 중 환기설비 계획 시에는 다음 기준을 따라야 한다.

(1)공사 중의 환기량 산정은 터널의 연장을 고려하여 산정하여야 하며, 다음 사항을 고려하여야 한다.

① 터널 내 작업원이 필요로 하는 환기량
② 발파 후 가스에 대한 필요 환기량
③ 내연기관을 사용하는 경우의 환기량
④ 분진에 대한 환기량

(2)총 **소요환기량**은 **병행작업이 예상되는 동종의 환기량 합량에 대하여 가장 큰 환기량**을 적용하여야 한다.

o 소요 환기량 수식화

- 병행 작업을 감안하여 최대 환기량 산출
  - · 발파 작업(발파가스)
  - · 버력 처리(작업원 + 내연기관)
  - · 숏크리트 타설(작업원 + 분진)

$$Q_{req} = Max(Q_2,\ Q_1+Q_3,\ Q_1+Q_4)$$

여기서, Q_{req} : 소요환기량(m^3/min)

Q_1 : 작업원이 필요로 하는 환기량(m^3/min) Q_2 : 발파가스에 대한 환기량(m^3/min)

Q_3 : 내연기관에 대한 환기량(m^3/min) Q_4 : 분진에 대한 환기량(m^3/min)

※ 암반 및 지반 자체의 유독가스 발생이 예상되는 경우 추가 검토 필요

□ 세부 산정식 [도로설계편람-터널편(2011, 국토부) 준용]

o 작업원이 필요로 하는 환기량(Q_1 ,㎥/min)

$$Q_1 = q \times N$$

여기서, q : 작업원 1인당 필요로 하는 환기량 (3.0 m^3/min/인)
N : 터널내 최대 작업원수(인)

o 발파가스에 대한 환기량(Q_2 ,㎥/min)

$$Q_2 = 0.368 \times \frac{W \cdot \epsilon}{R \cdot \alpha \cdot t}$$

여기서, W : 1발파에 사용하는 화약량 (kg)
ε : 화약 1kg 당 유해가스 발생량 (m3/kg)
R : 팬(fan)의 용량(풍관의 설치위치 등에 따르는 계수)
α : 유해가스 규제 목표농도
t : 유해가스 농도를 허용농도 이하로 환기시키는데 필요시간(분)

- 화약 1kg 당 유해가스 발생량(ε)

화약종류	유해가스	발생량[m^3/kg]	비 고
일반 다이나마이트	일산화탄소(CO)	8×10^{-3}	
기타 다이나마이트	일산화탄소(CO)	11×10^{-3}	
슬러리(Slurry)	일산화탄소(CO)	2.5×10^{-3}	
ANFO	산화질소(NO_2)	17×10^{-3}	

주) 폭약 1kg 당 환기유해가스 발생량은 일반적으로 상기표 값을 적용할 수 있으나, 해당 터널에서 사용되는 폭약에 대하여 폭약 제조업체가 제시한 표준 발생량을 적용하는 것이 원칙임

- 팬의 용량(R)
  - 국소 환기용 팬 병용시 : 0.6
  - 병용하지 않는 경우 : 0.4

- 유해가스 규제 목표농도(α)[최근 법규 적용 가능]

구분 / 종류	예상하는 중독장해	밀도 (공기=1)	폭발범위 (vol %)	ACGIH의 규제목표치	일본법령상 규제치	고속도로공사 전문시방서
일산화탄소 (CO)	중독	0.95	12.5~74.0	50ppm	100ppm	100ppm
이산화탄소 (CO_2)	산소결핍증	1.52	-	500ppm	1.5%	1.5%
이산화질소 (NO_2)	중독	1.59	-	5ppm	-	
황화수소 (H_2S)	중독	1.19	4.3 ~ 45	10ppm	15mg/㎥	10ppm
아황산가스 (SO_2)	중독	2.27	-	5ppm	-	
메탄가스 (CH_4)	폭발	0.6	5.3 ~ 14	10,000ppm	1.5%	1.5%
산소 (O_2)	산소결핍증	1.1	-	-	18%	

주) ACGIH : American Conference of Governmental Industrial Hygienists – 미국산업위생전문가회의

- 유해가스 농도를 허용농도 이하로 환기시키는데 필요시간(t) : **30분**

* 터널공사표준안전작업지침(노동부 고시 2009-44호) 및 품셈 참조

o 디젤 기관을 사용하는 경우의 환기량(Q_3 ,㎥/min)

$$Q_3 = \text{내연기관 마력(HP)} \times \text{종별 가스발생량}(m^3/min/HP)$$

- 내연기관 종별 가스발생량

구 분	배기가스 처리장치 무 (㎥/min/HP)	배기가스 처리장치 유 (㎥/min/HP)	가동율	비 고
셔블계	2.16	1.08	0.2~0.3	
덤프계	0.84	0.67	0.4~0.5	
기관차계열	0.82	0.65	0.15~0.2	

주) 1. 내연기관의 유해가스 발생량은 위 표를 기준으로 적용할 수 있으나, 해당 터널에서 사용되는 장비에 대하여 장비제조업체가 제시한 표준배출량을 적용하는 것을 원칙으로 함

2. **철도설계편람에서 적용중인 가동율 개념 적용**

o 분진에 대한 환기량(Q_4 ,㎥/min)

$$Q_4 = W \times D / \alpha$$

여기서, W : 분진발생량 (25mg/㎥)

D : 기계의 배기가스량 (㎥/min)

α : 허용치 (mg/㎥)

- 광물성 분진의 규제 농도(대부분 제2종 적용)

구 분	분 진	일본에서의 규제농도(mg/㎥) (일본산업위생학회)
제1종	날아 다니는 규산 30%이상의 광물성 분진, 골석, 납석, 알루미나, 알루미늄, 유화광(석선은 제외)	2
제2종	날아 다니는 규산 30% 미만의 광물성 분진, 산화철 흑연, 카본 block 활성탄 석탄	5
제3종	기타의 분진	10

붙 임 #4

환기설비 용량 산정기준

□ 축류팬 풍량

$$Q_f = \frac{Q_{req}}{1-m} = \frac{Q_{req}}{1-(\beta \times L \times 1/100)}$$

여기서, Q_f : 환기팬 풍량 (㎥/min)

Q_{req} : 소요환기량 (㎥/min)

m : 터널전장의 누풍률 ($= \beta \times \frac{L}{100}$)

β : 100m당 누풍율

- 경관(스파이럴 덕트 등) : 0.015
- 연관(비닐 덕트 등) : 0.015 (시공양호)
- 연관(비닐 덕트 등) : 0.04 (시공불량)

L : 풍관의 길이(m)

- 굴착길이 - 막장에서 풍관까지의 거리(30m)로 산정

□ 환기덕트(풍관)의 직경

$$D = \sqrt{\frac{Q_{req}}{15\pi V}}$$

여기서, D : 풍관의 직경(m)

Q_{req} : 소요환기량 (㎥/min)

V : 풍관내 평균유속(m/sec)

- 통상 : 10 ~ 12 m/sec
- 전단면 굴착시 여유가 있는 경우 : 5 ~ 7 m/sec

□ 축류팬 풍압(풍관의 압력손실)

$$h_f = \frac{(h_1 + h_2)}{1 - m}$$

$$h_1(\text{직관}) = \lambda \times \frac{L}{D} \times \frac{v^2}{2g} \times r$$

$$h_2(\text{곡관 등}) = \Sigma\, \varsigma \times \gamma \times \frac{v^2}{2g}$$

여기서, h_f : 환기팬 풍압[풍관의 압력손실 (mmAq)]

λ : 마찰손실계수

- 경관 : 0.02(신품), 0.03(중고품)
- 연관 : 0.03 ~ 0.05

ς : 곡관 등에서의 압력손실계수

m : 터널전연장의 누풍률

L : 풍관의 길이(m)

γ : 공기밀도(1.2kg/㎥)

g : 중력가속도 (9.8 m/sec^2)

□ 축류팬 동력

$$N'_f = \frac{Q_f \times h_f}{6{,}120} \times \frac{1}{n_1} \times \frac{1}{n_2}$$

여기서, Q_f : 환기팬 풍량 (㎥/min)

h_f : 환기팬 풍압 (mmAq)

n1 : 팬 효율 (보통 80% 적용)

n2 : 전동기 효율 (보통 80% 적용)

붙 임 #5

굴착연장별 임시환기시설 산정(예)

구 분		굴 착 연 장 (m)						
		100	500	1,000	1,500	2,000	2,500	3,000
굴착기간[주1]		1개월	5개월	10개월	15개월	20개월	25개월	30개월
환기방식[주2]		자연환기	송기식	송기식	송기식	송기식	송기식	송기식
축류팬[주3]	풍량(m^3/분)	-	554	603	661	731	818	929
	풍압(mmAq)	-	74	118	146	167	190	221
	동력(kW)	-	11	18	25	31	40	52
	수량(개)	-	1	1	1	1	1	1
비닐풍관[주4]	규격(mm)	-	1,.100	1,200	1,300	1,400	1,500	1,600
	수량(m)	-	470	970	1,470	1,970	2,470	2,970
전력비	금액	- 사용요금 = 소요동력 x 사용요금 x 20시간/일 x 사용기간(개월) ☞ 사용기간 = 굴착기간 - 1개월(100m 굴착후부터 축류팬 설치)						
비 고		- 비닐풍관길이 = 굴착연장 - 30m(막장 이격거리) - 분진저감장치 : 민원, 원활한 분진 처리 여부 등 설계자 판단하에 적용(이동식 집진기, 이동식 살수분무장치 등)						

주1) 굴착기간은 전구간 Type-3(굴진장2m), 2발파/일 로 가정하여 개략 산정

주2) 굴착연장 3km 초과 구간은 현장 여건에 부합하는 환기방식 및 축류팬, 풍관 규격 등을 별도로 산정하여야 함

주3), 주4) 단순 참고자료로, 현장 적용시에는 실제 계산값을 사용해야 함

7-6 터널조명 제어시스템 개선(안)

시 설 처-1746
(2013. 6. 5)

Ⅰ 추진배경

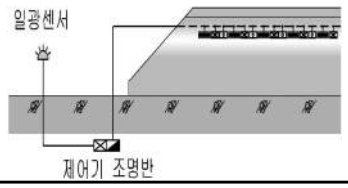
□ 터널조명 제어 오차 최소화를 통한 유지관리 효율성 확보

□ 터널 외부 환경에 대한 빅데이터 수집 방안 마련

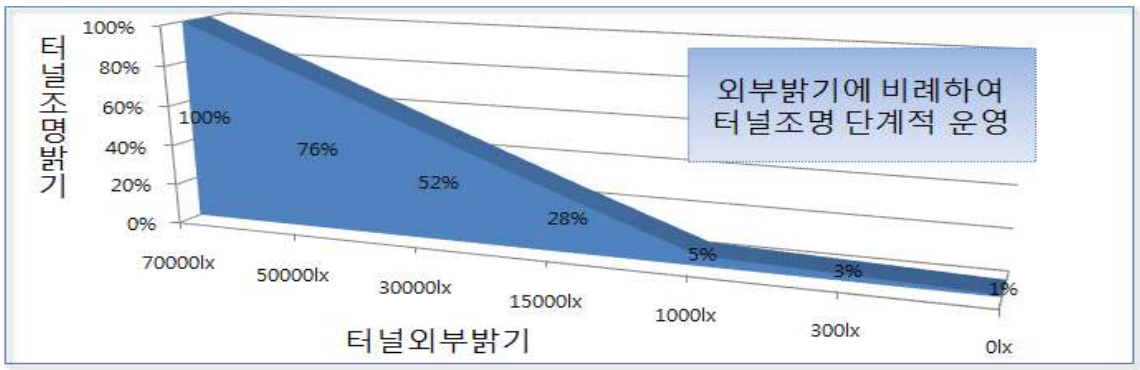
Ⅱ 현황 및 문제점

1 현 황

o 제어시스템 구성

구 성 도	조명제어기	수광부 센서
		

o 터널 조명 운영



o 터널제어기 설치 현황

구 분	계	장터널	단터널	150m미만
터널 수량	362	78	276	8
제어기 수량	373	97	276	-

※ 1.6km이상 터널 : 2개소 설치(주,부변전실)

2 현 실 태

o 야외밝기 측광센서의 정밀도 미흡

- 일반 일광 센서 사용으로 오차범위가 큼
- 출력값에 대한 제조사의 임의 보정으로 신뢰성 저하
- 조도센서의 검·교정 불가

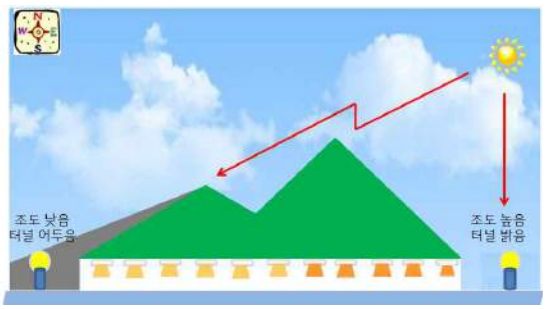
※ 일광센서의 작동원리

강한 빛이 작용하면 전기저항이 줄고 빛이 약해지면 전기저항이 느는데 이 성질을 이용하여 빛의 강약에 따라 그 정도를 계측

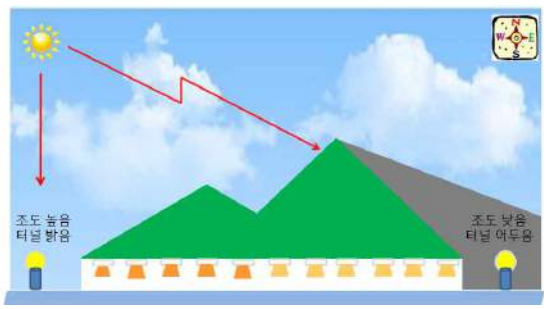
o 제어기 설치 위치에 따른 제어 오차 발생

- 수배전반 위치에 따라 제어기 설치 위치 결정됨
- 제어기 측광센서 위치에 따라 야외 밝기 값의 편차가 큼
  · 수광부 근처 수목 및 산의 그늘에 의한 영향
  · 동서방향 터널의 제어기 설치위치(시점/종점)에 의한 영향

⇒ 인접 터널간 터널등 점등상태 상이



오 전



오 후

o 외부 조도 데이터 수집 불가

- 데이터의 신뢰성 저하 및 저장 시스템 부재로 인한 데이터 미확보

Ⅲ 개선방안

□ 조도계 센서를 활용한 외부 측광장치 개선

o 야외 밝기에 따른 정밀한 계측 및 제어 가능

- 표출단위 축소를 통한 정확한 데이터 확보

당 초	개 선
- 제조사 임의 계측값 설정	- 조도계 프로그램 사용
- 표출단위 : 1,000~10,000lx	- 표출단위 : 10lx

o 조도센서 공인기관 검·교정으로 제어기의 신뢰성 향상

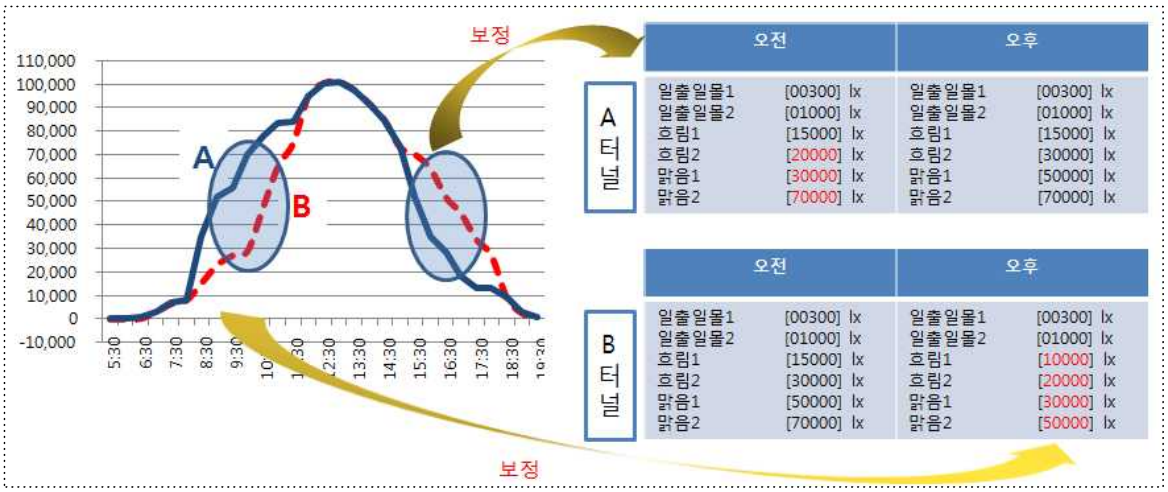
- 조도계와 동일하게 조도센서 검정 : 1회/년

□ 제어셋팅값 입력화면 분할을 통한 보정기능 추가

o 오전 / 오후로 구분하여 동작값 입력

o 수광부 위치에 따른 차이값 보정

※셋팅값 보정 (예시)



□ 빅데이터를 활용한 인프라 체계 구축

o 외부 조도 데이터 저장을 위한 제어기 운영 프로그램 개선

- 저장위치 : 장터널(전력제어용 서버), 단터널(원격 또는 자체 CPU)
- 저장 간격 : 5분단위 데이터 저장

o 국내 최초 지역별/계절별 일사량 변화 데이터 축적

o 데이터 활용 및 분석을 통한 터널조명 운영기준 개선 가능

- 시간대별, 위치별 조도 측정 및 분석

o 인근 터널간 조도값 보정

Ⅳ 향후 추진계획

□ 신설 터널은 설계시 반영

□ 공용중인 터널은 노후도를 감안하여 조도센서 및 부품교체

o 중기투자 계획

구 분	계	2014년	2015년	2016년	2017년 이후
대 상	366개소	'00년 이전 설치 터널 (61개소)	'01~'04년 설치 터널 (80개소)	'05~'08년 설치 터널 (78개소)	'09년 이후 설치 터널 (147개소)
예 산 (백만원)	1,098	183	240	234	441

□ 교통량을 감안한 터널조명제어시스템 연구 별도 추진(2014년)

※ 도로조명 선진화 종합 개선 과제(#24)와 연계

Ⅴ 기대효과

□ 터널조명 제어기의 신뢰성 확보

□ 인접터널간 터널조명 운영의 최적화 기반 마련

□ 터널 외부 환경에 대한 빅데이터 확보

7-7 터널구간 교통안전성 향상방안

설 계 처-1807
(2013. 6. 17)

Ⅰ 검토목적

터널 구간의 교통사고 원인분석을 통해 사고발생이 최소화될 수 있도록 설계단계부터 교통 안전성을 향상하고, 시공성 및 경제성을 확보할 수 있도록 설계기준을 개선하고자 함

Ⅱ 터널구간 사고 현황

□ 고속도로 교통사고 발생현황(2010년~2012년)

o 고속도로 사고 중 터널구간의 사고발생율은 3.5%, 사망률은 3.7%임

구 분	2010년		2011년		2012년		소 계	
	사고(건)	사망(명)	사고(건)	사망(명)	사고(건)	사망(명)	사고(건)	사망(명)
소 계	2,368	353	2,640	265	2,600	343	7,608	961
터널구간	61	9	91	8	112	19	264	36
일반구간	2,307	344	2,549	257	2,488	324	7,344	925

o 터널외구간 대비 터널구간의 km당 사고발생율은 27%, 사망자율은 35%임

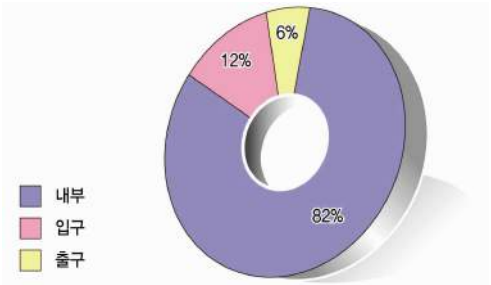
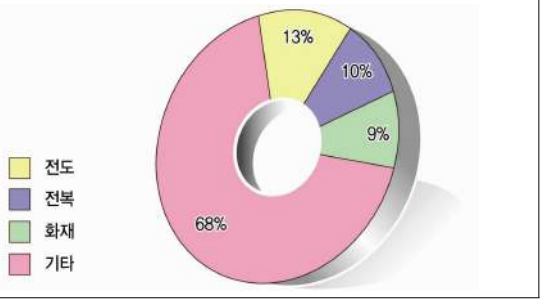
구 분		2010년	2011년	2012년	비고
터널 연장(km)		414	443	536	
터널 구간	사고건수	61	91	112	
	건수/km	0.147	0.205	0.209	
	사망자수	9	8	19	
	사망자/km	0.022	0.018	0.035	
터널 외 연장(km)		3,165	3,189	3,226	
일반 구간	사고건수	2,307	2,549	2,488	
	건수/km	0.729	0.799	0.771	
	사망자수	344	257	324	
	사망자/km	0.109	0.081	0.100	

☞ **터널구간의 사고건당 사망률이 30% 높음**(터널구간 17%, 일반구간 13%)

□ 터널구간 교통사고 분석(2006년~2012년)

o 터널구간 사고 위치는 **터널 내부**가 대부분을 차지(82%)

o 터널내부 사고 중 **전도·전복사고**가 약 23% 발생되어 **사고처리 지연 및 2차 사고의 원인이** 됨

터널 위치별 사고현황	터널내 사고후 상태현황
	

☞ **터널내부는 폐쇄된 공간으로 사고시 조기대응 곤란으로 대형사고 우려**

□ 터널 입·출구부 사고 현황

o 터널 폭원축소 및 큰 조도차로 운전자 주의부족 등에 따른 사고발생

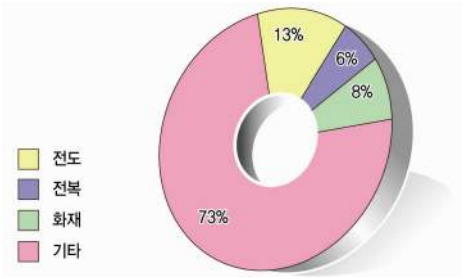
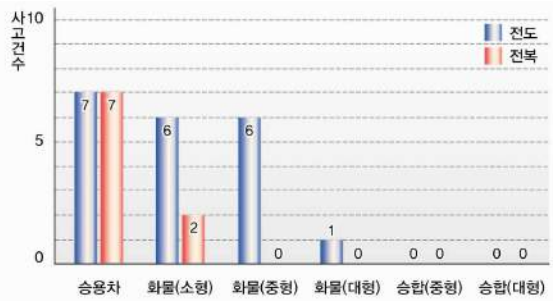
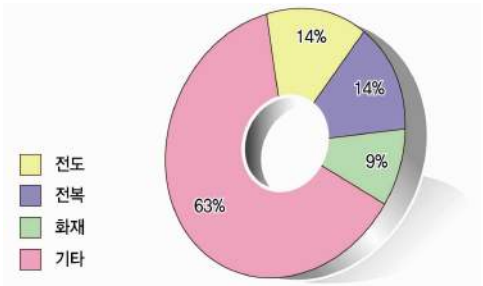
o 출구부 인접 급경사 등 도로여건 불리구간 결빙으로 사고 발생

구분	일 자	위 치	내 용	사고 사진	
입구	'12.08.02	당진상주 고속도로 문의2터널	1차로 가드레일 및 방호벽 충돌 후 터널내 2차로 정차 (사망1,중상1)		
	'11.04.03	남해고속도로 법안1터널	1차로 가드레일 및 PC방호벽 충돌 후 2차로 정차(사망2)		
출구	'13.01.22	56번지방도 미시령터널	빙판길에 미끄러지며 가드레일 충돌 후 추락 (사망1,중경상6)		
	'12.02.19	49번지방도 구천동터널	급커브 내리막길에서 미끄러지며 가드레일 충돌 후 추락 (사망5,중경상5)		

□ 터널연장에 따른 사고 분석

o **장대터널**의 전도·전복사고 비율은 **18.7%**임 (**29건**/155건)

o **단 터널**의 전도·전복사고 비율은 **27.2%**임 (**62건**/228건)

구분	터널내 사고상태 현황	차량별 전도 및 전복 현황
장대터널 (1km 이상)		
단터널 (1km 미만)		

☞ **단터널**이 장대터널에 비해 전도·전복사고의 발생건수 및 비율이 **높게** 나타나며, **승용차 및 소형 화물차가 대부분**임(82.4%)

※ 전도· 전복사고의 정의

구분	전도사고	전복사고
정의	도로에 차체 측면이 접하도록 넘어진 사고	도로에 차체가 뒤집혀 엎어진 사고
발생 사진		

※ 2차 사고란?

o 교통사고 및 고장 발생시 운전자의 안전조치 미흡, **사고차량 처리 지연** 등으로 인해 후속으로 일어나며 대형사고로 연결됨

☞ 고속도로 2차 사고의 사망자수는 전체 사고에 비해 약 5배 이상임

Ⅲ 원인별 기준 개선 검토

터널 입·출구부

□ 주요원인 분석

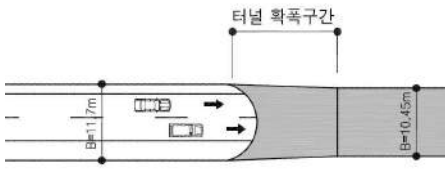
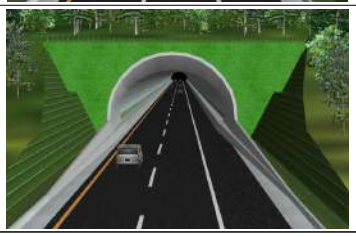
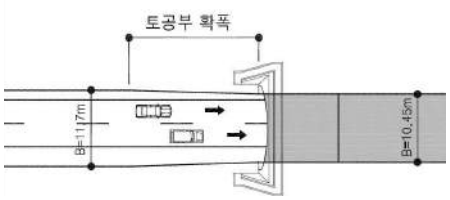
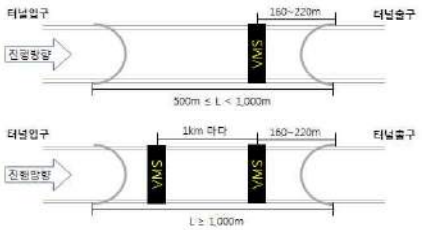
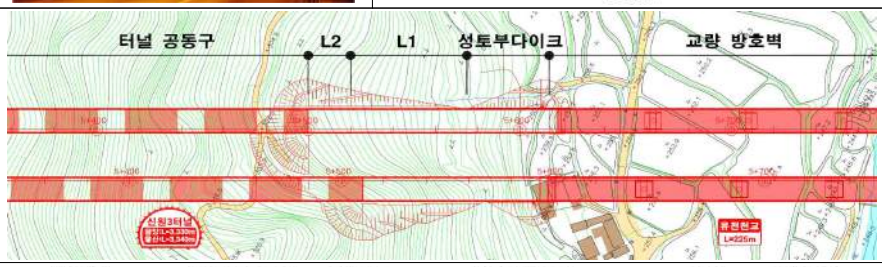
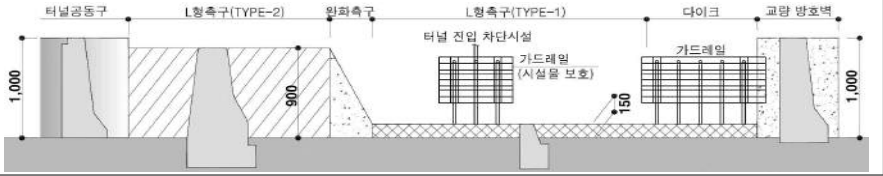
① 터널 입구부에서 도로 양측폭원(갓길) 축소로 교통사고 위험 증가

② 터널과 교량사이의 방호시설(공동구,측구,교량난간) 형상 불일치로 인한 단차발생 및 가드레일 별도 설치로 시공성 및 교통 안전성 불리

③ 터널 입·출구부 구간 선형불량 및 결빙 발생에 따른 교통사고 발생

④ 터널 출구부 직광영향(시야방해)에 따른 교통사고 발생

※ 관련 설계기준

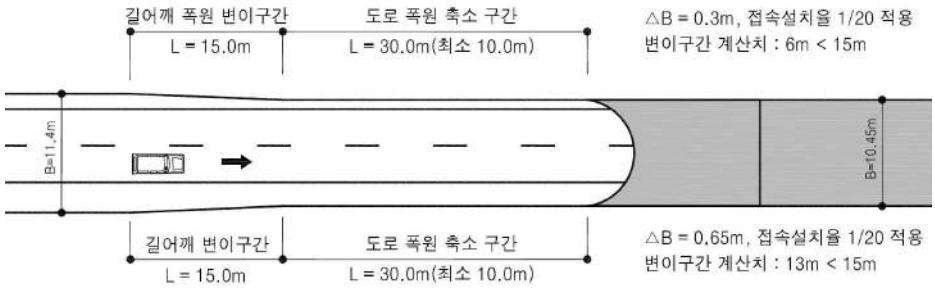
구 분		내 용		비 고
입구부	갱문 확폭			벨마우스, 버드빅형
	토공부 확폭			면벽형
출구부	직광 저감			VMS 설치
접속부	방호 시설	 	터널 ~ 교량 구간

□ 개선내용

① 터널 입구부 접속방안 개선 (토공부에서 폭원 축소 후 터널 접속)

- **길어깨 폭원 변이구간 15m**(접속설치율 1/20) **적용** 및 **안전도색** 시행
- 갱문전 **도로 폭원 축소구간 30m**(약 1초간 주행거리) **적용**

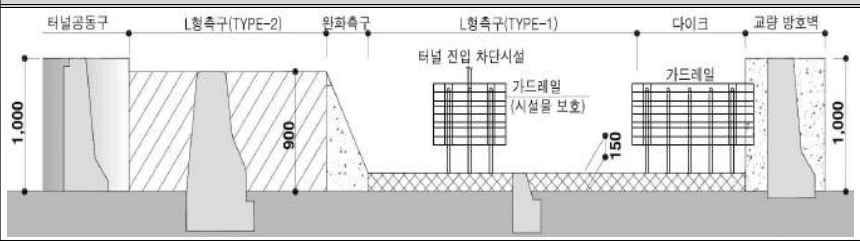
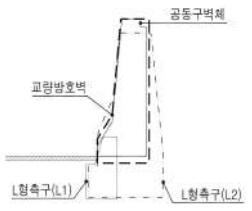
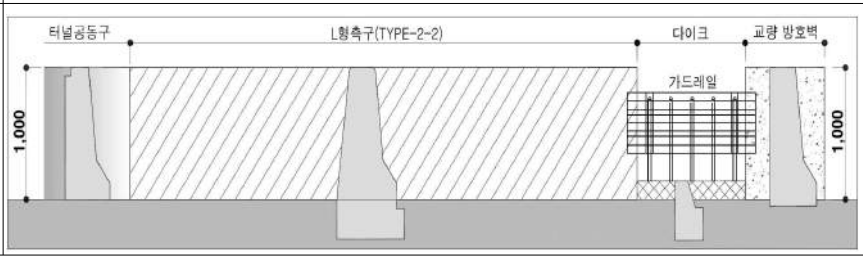
* 지형여건 감안하여 조정 가능하나, 최소 10m(길어깨 편경사 변화구간) 이상 확보

구 분	당 초	개 선
개념도		
접속부 연장	20m	45m (최소 25m)
개선안 평면도		

② 터널 접속부 콘크리트 방호시설 형상 통일

- **L형측구 형식 추가**(Type 2-2) **등** 방호시설 상단부 **높이 및 전면부 형상 통일**
- 가로등 등 부대시설을 감안하여 **터널 입·출구부에서 최소 200m 적용**

* 방호시설 전개도 (※ 짧은 성토구간은 L2-2측구 설치 가능)

구분	개 념 도	형상도
당초		
개선		

③ 터널 구간 선형 불리구간 설계 지양 및 안전대책 강구

- 선형결정시 터널 구간은 사고발생 최소화를 위해 **최적선형 적용**

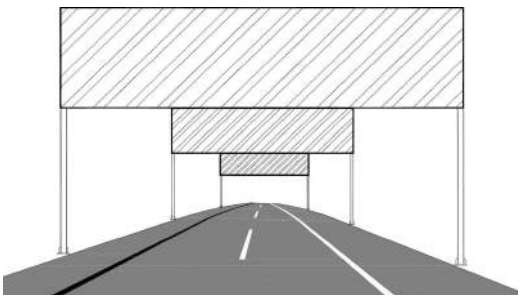
※『터널구간 교통용량 확보방안 검토(설계처-3990, 2009.7.29)』
- 평면선형 R=1,800m 이상, 종단선형 S=±3% 이하 적용 중

- 적설구간, 선형 불리구간 등은 지형여건에 맞춰 **터널 입·출구부에 자동융설시스템 적용**

④ 터널 출구부 직광영향 최소화를 위한 선형설계 및 직광 차단시설 설치 가이드라인 제시 (별도 검토 예정)

- 운전자를 중심으로 태양직광에 의한 시야방해 영향범위 산정
- 출구부의 직광영향이 최소화 되도록 **선형설계 가이드라인 제시**
- 불가피하게 직광영향이 예상될 경우 **직광차단시설 설치기준 정립**

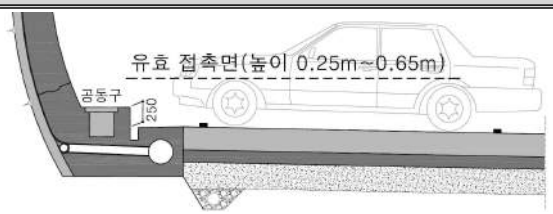
※ 양지터널(강릉방향) 직광영향 분석사례 및 차단시설 검토(예)

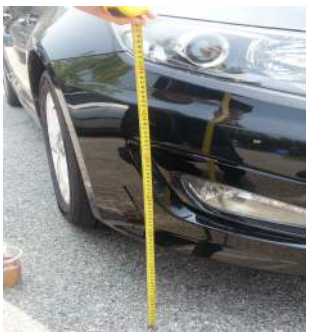
<table>
<tr><th>구 분</th><th colspan="2">관련사진 및 내용</th></tr>
<tr><td>양지터널
직광분석</td><td>
[출구부 직광영향 발생]</td><td>
[시간별 직광영향 분석]</td></tr>
<tr><td>직광차단
시설검토</td><td>
[도로측면 높은 수목식재]</td><td> 
[문형식 직광차단시설]</td></tr>
</table>

터널 내부

□ 주요원인 분석

o **단터널 내 공동구 벽체의 높이가 낮아** 소형차의 전도·전복 사고 발생 비율이 **약 86%**로 매우 높음

<table>
<tr><th>구 분</th><th>내 용</th></tr>
<tr><td>개념도
및
사고사진</td><td> 

</td></tr>
<tr><td>차량
범퍼
기준</td><td>[KS R 4709]
<table>
<tr><th rowspan="2">기호</th><th rowspan="2">구 분</th><th colspan="2">앞범퍼 높이</th></tr>
<tr><th>위 끝자리 높이(h1)</th><th>아래 끝자리 높이(h2)</th></tr>
<tr><td>A</td><td>일반형 승용 자동차</td><td rowspan="3">480(mm) 이상</td><td rowspan="3">470(mm) 이하</td></tr>
<tr><td>B</td><td>승용 겸 화물형, 승용 자동차</td></tr>
<tr><td>C</td><td>소형 화물 자동차</td></tr>
<tr><td>H</td><td>경승용 자동차</td><td>430(mm) 이상</td><td>-</td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>범퍼
높이
실측
결과</td><td> 
승용차 25~60cm

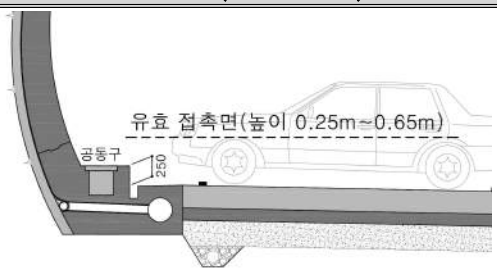
SUV 40~70cm

소형화물차 35~70cm</td></tr>
</table>

□ 개선내용

o **단터널 내 공동구 벽체 높이 상향 (H= 0.25m → 0.66m)**

- **차량 유효접촉면**을 감안하여 **장대터널 추월차로 규격으로 상향**
- **갓길폭원 15cm 이상 확폭** 효과(굴착량은 증가되지 않음)

<table>
<tr><th>구 분</th><th>당 초(H=0.25m)</th><th>변 경(H=0.66m)</th></tr>
<tr><td>개요도</td><td> 
</td><td>
</td></tr>
</table>

Ⅳ 적용방안

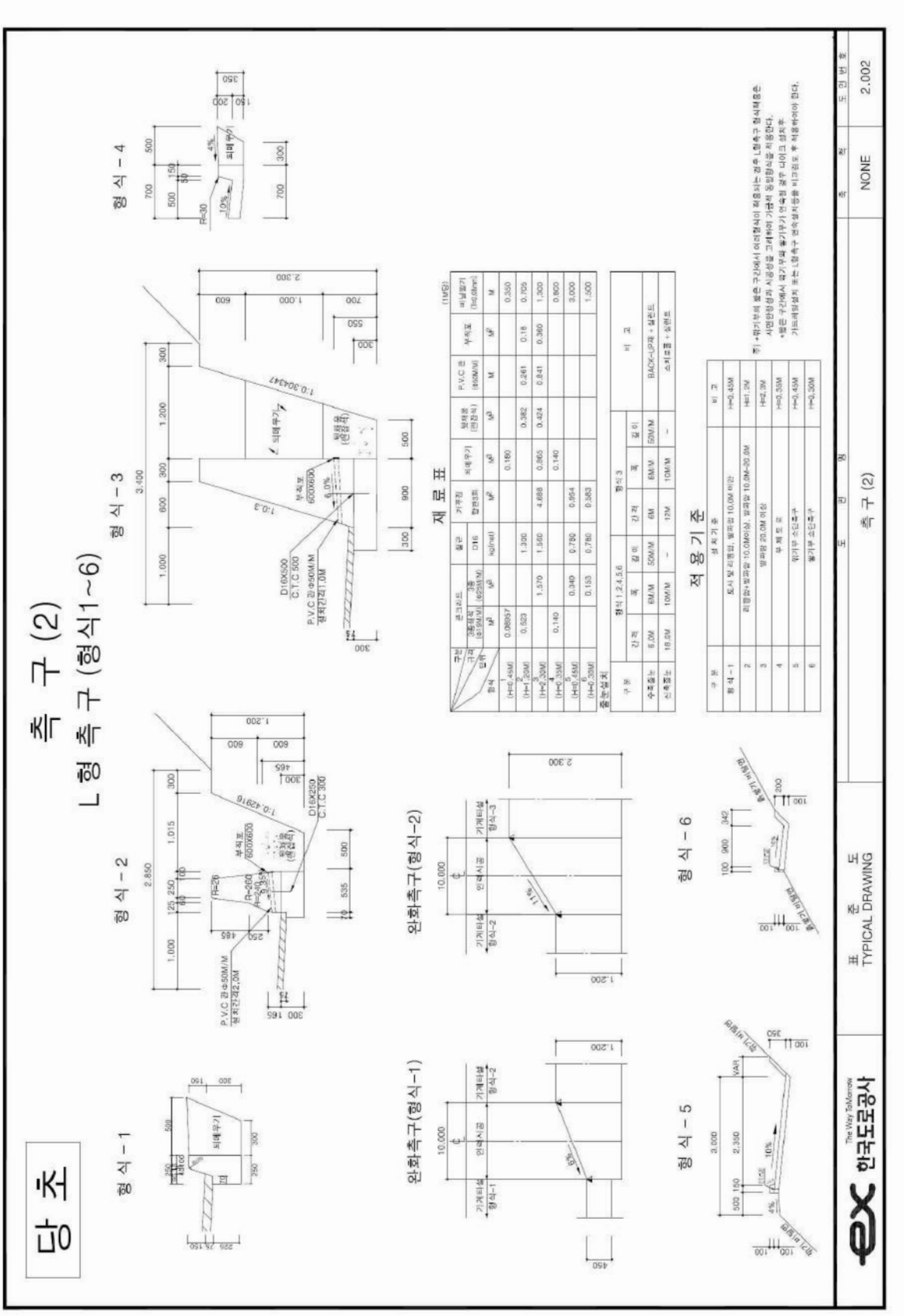
o “터널 입구부 접속방안 개선”은 충주~제천간 고속도로 건설공사에 시험시공을 하여 기존 접속방안과 비교 분석결과에 따라 확대 적용여부 판단(2015년 이후)

o "터널 출구부 직광영향 최소화 방안“은 가이드라인 수립(2013년 3/4분기 예정)결과에 따라 적용

o 그 외 사항은 현재 설계중인 노선부터 지형여건을 고려하여 적용

붙 임 : # 1. L형측구 형식별 도면(당초 및 변경)
2. 단터널 공동구 상세도(당초 및 변경)
3. 장대터널 공동구 상세도(당초 및 변경)
4. 형식별 단가산출서

붙 임 #1


당 초
측 구 (2)
L형 측구 (형식1~6)
형 식 - 1
형 식 - 2
형 식 - 3
형 식 - 4
형 식 - 5
형 식 - 6
완화측구(형식-1)
완화측구(형식-2)
재 료 표
적 용 기 준
한국도로공사
The Way To Tomorrow
표 준 도
TYPICAL DRAWING
도 면 명
측 구 (2)
NONE
2.002

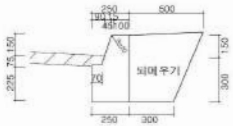
변 경

측 구 (2)

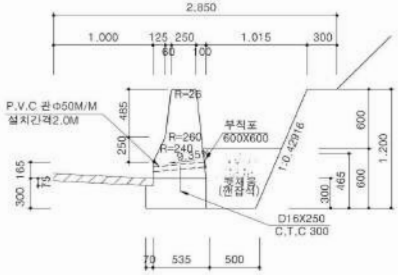
L 형 측 구 (형식1~6)

주) ·하기부의 뚫은 구간에서 여러형식이 적용되는 경우 L형측구 형식적용은 시면안정성과 시공성을 고려하여 가급적 동일형식을 적용한다.
·뚫은 구간에서 하기부와 일기부가 연속될 경우 다이크 설치후 가드레일설치 또는 L형측구 연속설치등을 비교검토 후 적용하여야 한다.

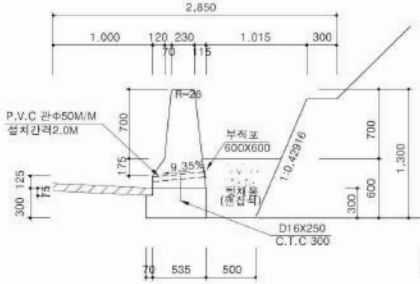
형 식 - 1



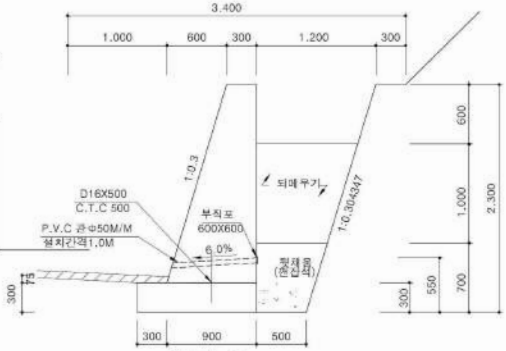
형 식 - 2-1



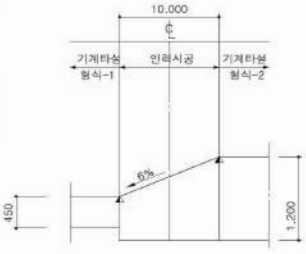
형 식 - 2 - 2



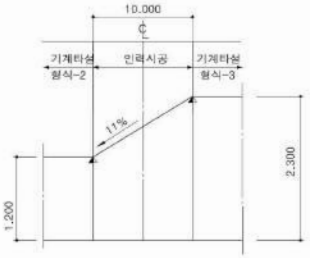
형 식 - 3



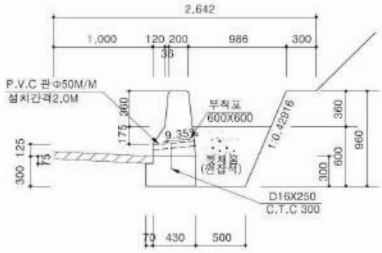
완화측구(형식-1)



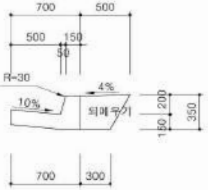
완화측구(형식-2)



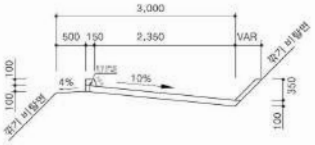
형 식 - 2 - 3



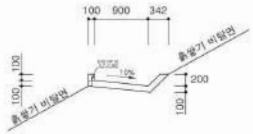
형 식 - 4



형 식 - 5



형 식 - 6



재 료 표

(1M당)

구분 / 규격 / 단위 / 형식	콘크리트 3종철석 (Φ19M/M) M³	콘크리트 3종 (Φ25M/M) M³	철근 D16 kg(net)	거푸집 합판3회 M²	되메우기 M³	뒷채움 (콘잡식) M³	P.V.C 관 (Φ60M/M) M	부직포 M²	비닐왕기 (T=0.08mm) M
1 (H=0.45MI)	0.08957				0.180				0.350
2-1 (H=1.20MI)	0.523		1.300			0.382	0.261	0.18	0.705
2-2 (H=1.30MI)	0.535		1.300			0.382	0.520	0.18	0.705
2-3 (H=0.96MI)	0.344		1.300			0.382	0.417	0.18	0.600
3 (H=2.30MI)		1.570	1.560	4.988	0.865	0.424	0.841	0.360	1.300
4 (H=0.35MI)	0.140				0.140				0.800
5 (H=0.45MI)		0.340	0.780	0.954					3.000
6 (H=0.30MI)		0.153	0.780	0.383					1.500

줄눈설치

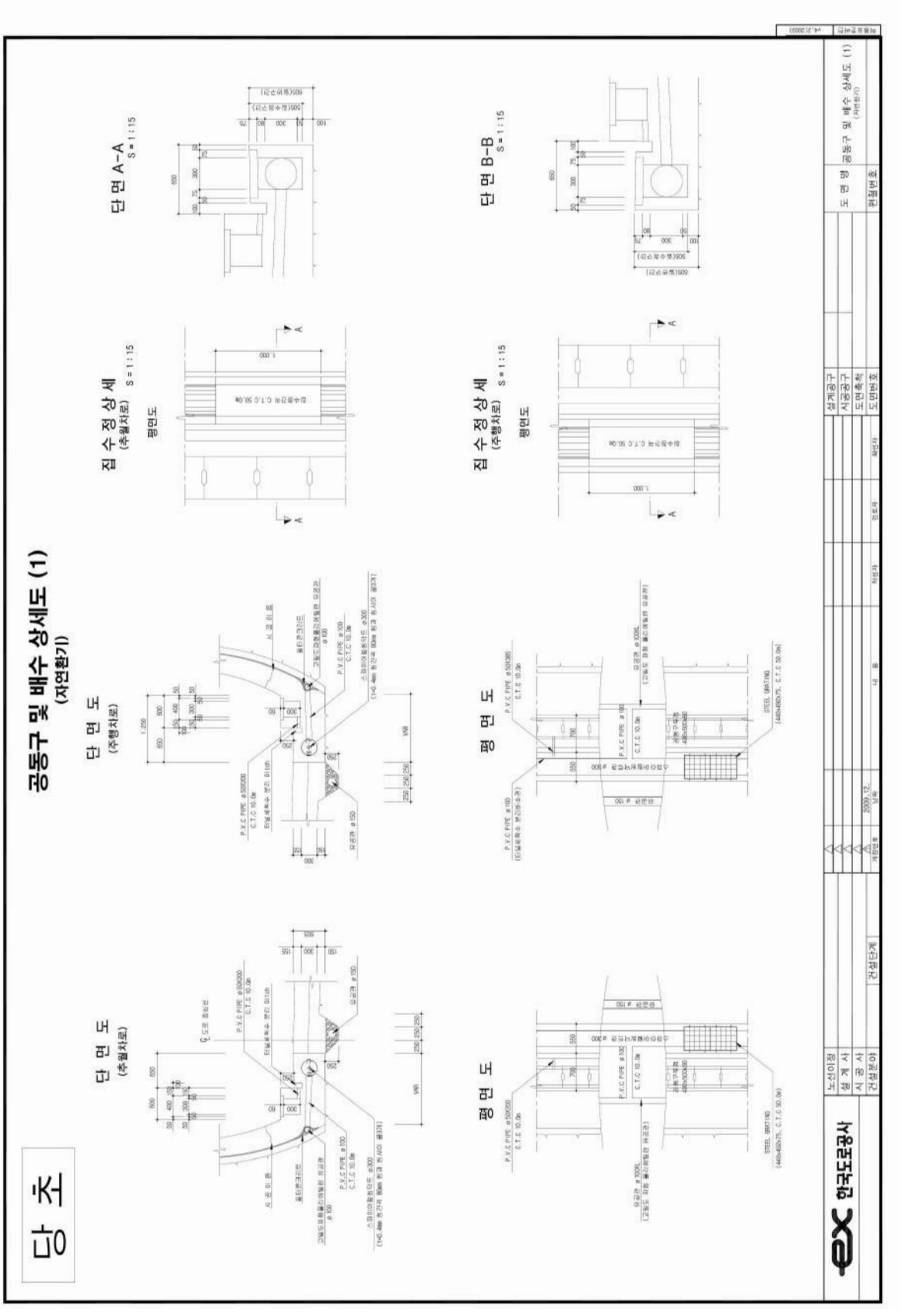
구분	형식 1,2-1,2-2,2-3,4,5,6 간격	폭	깊이	형식 3 간격	폭	깊이	비 고
수축줄눈	6.0M	6M/M	50M/M	6M	6M/M	50M/M	BACK-UP재 + 실런트
신축줄눈	18.0M	10M/M	–	12M	10M/M	–	쇼치오폼 + 실런트

적 용 기 준

구 분	설 치 기 준	비 고
형 식 - 1	토사 및 리핑암, 발파암 10.0M 미만	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 미만 구간중 터널 입출구부 구간	H=1.3M
2-3	터널 입출구부 추림자로 구간	H=0.96M
3	발파암 20.0M 이상	H=2.3M
4	무 제 도 로	H=0.35M
5	하기부 소단측구	H=0.45M
6	일기부 소단측구	H=0.30M

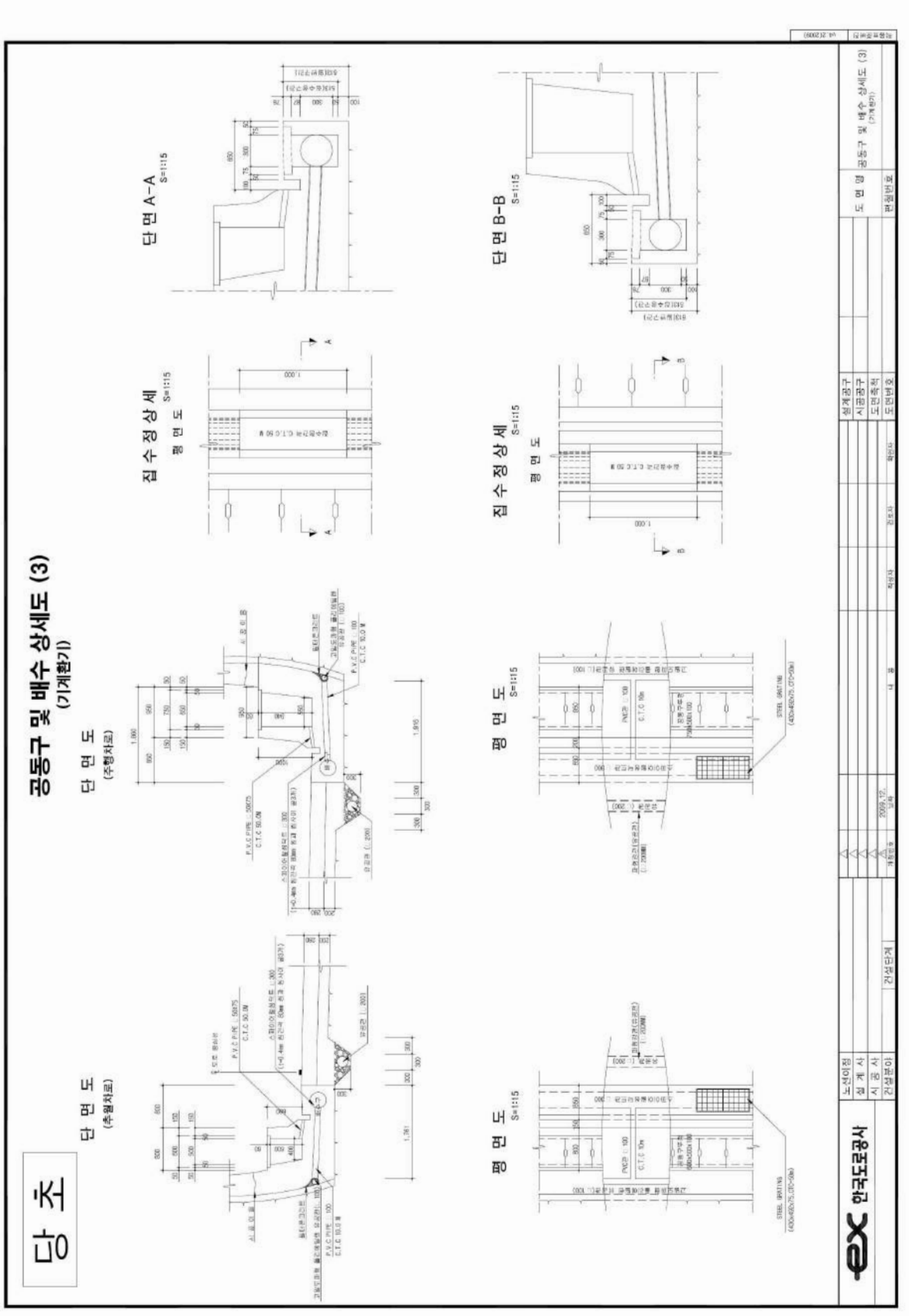
The Way ToMorrow 한국도로공사	표 준 도 TYPICAL DRAWING	도 면 명	축 척	도 면 번 호
		측 구 (2)	NONE	2.002

붙 임 #2


당 초
공동구 및 배수 상세도 (1)
(자연환기)
단 면 도
(주행차로)
단 면 도
(추월차로)
집 수 정 상 세
(주행차로)
S = 1 : 15
평 면 도
단 면 A-A
S = 1 : 15
단 면 B-B
S = 1 : 15
집 수 정 상 세
(추월차로)
S = 1 : 15
평 면 도
한국도로공사
도 면 명 공동구 및 배수 상세도 (1)
(자연환기)

공동구 및 배수 상세도 (1)
(자연환기)
단 면 도
(주행차로)
집 수 정 상 세
(주행차로)
평면도
단면 A-A
S = 1 : 15
단면 B-B
S = 1 : 15
평 면 도
변 경
한국도로공사
노선이정
설 계 사
시 공 사
건설분야
건설단계
설계공구
시공공구
도면축척
도면번호
도 면 명
공동구 및 배수 상세도 (1)
(자연환기)
편철번호

붙 임 #3


당 초
공동구 및 배수 상세도 (3)
(기계환기)
단 면 도
(추월차로)
단 면 도
(추월차로)
단 면 A-A
S=1:15
단 면 B-B
S=1:15
집 수 정 상 세
S=1:15
평 면 도
집 수 정 상 세
S=1:15
평 면 도
S=1:15
평 면 도
S=1:15
한국도로공사
노석이집
설 계 사
시 공 사
건설분야
건설단계
설계공구
시공공구
도면목적
도면번호
도 면 명
공동구 및 배수 상세도 (3)
(기계환기)
편철번호

변 경
공동구 및 배수 상세도 (3)
(기계환기)
단 면 도
(추월차로)
단 면 도
(추월차로)
단면 A-A
S=1:15
단면 B-B
S=1:15
집수정상세
S=1:15
평 면 도
집수정상세
S=1:15
평 면 도
평 면 도
S=1:15
평 면 도
S=1:15
한국도로공사
노선이정
설 계 사
시 공 사
건설단계
2009. 12.
설계금구
시공금구
도면축척
도면번호
도 면 명
공동구 및 배수 상세도 (3)
(기계환기)
파일번호

7-8 터널 임시전기시설 설계기준 개선

설 계 처-1906
(2013. 6. 25)

Ⅰ 검토목적

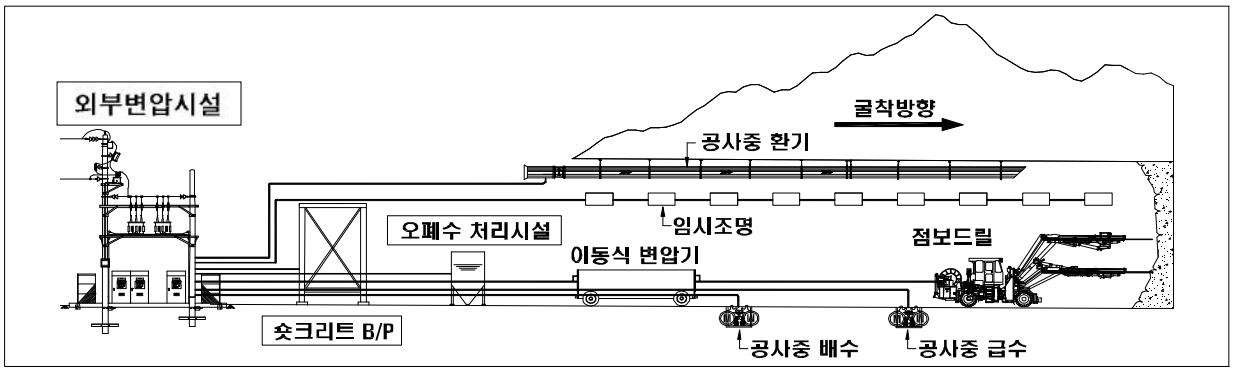
공사중인 터널의 안정성 및 시공성 확보를 위해 현장 조사결과를 반영하여 합리적으로 임시전기시설(조명, 전기인입시설 등) 설계기준을 개선하고자 함

※ **감사지적내용** (2012, 홍천양양건설사업단 종합감사)
- 터널 공사중 임시조명의 조도기준이 상급기관과 상이하며, 저효율 등인 백열등이 반영되어 있어 개선 필요

Ⅱ 임시전기시설 개요

□ 개요도 및 주요사항

o 개 요 도



o 주요사항

구 분	설치목적 및 구성시설	
임시 조명 시설	· 막장 및 통로의 안전한 작업환경 조성 - 조명등, 전선케이블	 <통로부 임시조명>
전기 인입 시설	· 공사중 소요전기 공급 - 전기인입시설[1] (기본시설, 거리시설) - 수배전반 (외부변압시설, 이동식변압기) - 전선케이블 (급·배수, 점보드릴 등)	 <외부변압시설>

Ⅲ 현 설계 및 문제점

□ 설계현황 (부산외곽고속도로 기준)

구 분		설 계 현 황	비 고
임시 조명 시설	조도	· 막장 : 70 lux 이상 · 통로 : 최소 10 lux 이상	전문시방서
	전등	· 막장 : 백열등 300W 4개 · 통로 : 백열등 100W 양측 5m 간격	단가산출서
전기 인입 시설	기본 시설	· 인입전기의 소요전력(kW) 산정 대상 : 점보드릴, 임시조명 용량	단가산출서
	거리 시설	· 200m 초과 거리분에 한하여 공사비 반영 (인입거리 200m이내 한전 직접시행)	천공장비(전보드릴) 전기공급 기준개선 검토 [설계처-1101, 2010.3.2]
	부속 시설	· 임시조명용 케이블 반영	단가산출서
기 타		· 숏크리트 B/P, 임시환기시설, 급배수시설, 폐수처리시설 등	별도 내역

※ 임시전기시설에 대한 설계현황이 각 노선별로 상이함

□ 문 제 점

o 현장에 적용되는 임시조명 **조도기준이 각각 상이**함

관련기준 / 위 치	도 공 전문시방서	국토부 터널표준시방서	노동부 터널공사표준안전작업지침
막장 및 작업구간	70 lux	70 lux	60 lux
통로 구간	최소 10 lux	50 lux	50 lux
입·출구부	-	30 lux	30 lux

o 공공기관 에너지이용합리화 추진지침에 따라 2009년부터 저효율등인 **백열등 사용 금지**

o 현장 실 운영과 설계반영 상이 [설계처-부산외곽사업단 맞춤형 토론회(2013.04.19)]

- 일부 전기시설 설계 미반영에 따른 공사비 과소로 현장운영 애로

※ 부산외곽사업단 : 터널별 평균 80백만원 이상 증액 예상

1) 인근 전주에서 터널 외부변압시설까지 전력을 연결하는 비용이며 한국전력 수탁공사로 시행됨

Ⅳ 조사결과 및 개선방향

□ 현장 조사

o 대 상 : 현재 시공 중인 117개 터널(9개 건설사업단)

o 기 간 : 2013. 2.21 ~ 3.12

※ 현장방문조사 : 상주~안동 등 3개 건설사업단(2013.4.10 ~ 4.12)

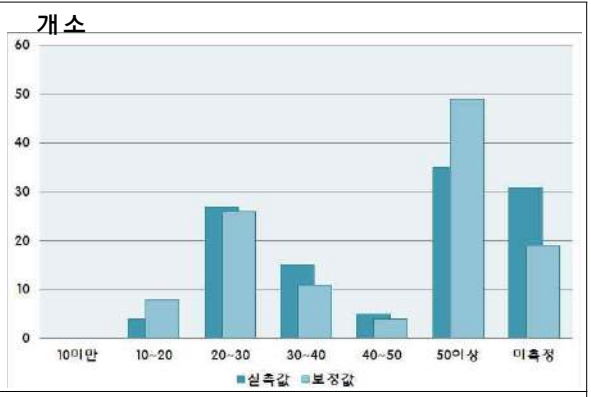
□ 조사 결과

o 터널 임시조명시설

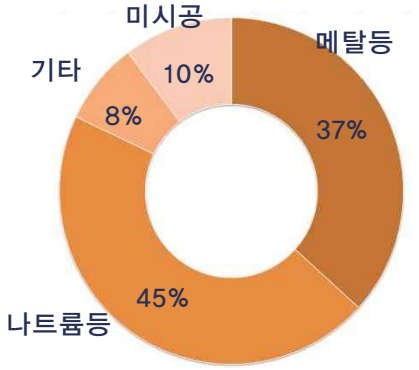
- **조도기준** : 막장부에서는 전 현장에서 조도기준(70lux)을 만족함
  통로부에서는 상위기준인 50lux가 가장 많음
  ※ 설문조사: 29.9%, 보정결과(계산값): 50.0%

- **조명등** : 통로부 조명등의 사용실태 및 선호도는 나트륨등이 가장 높음(45%)

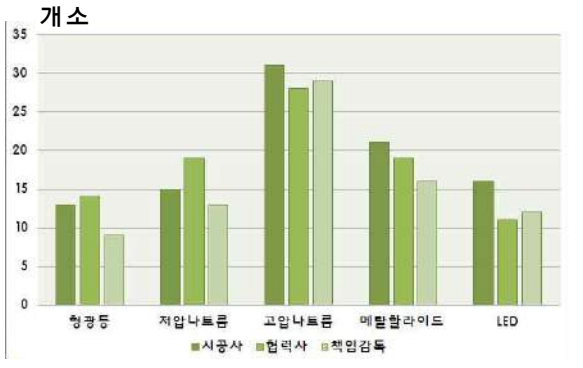
임시조명 설치사진



실측 및 보정 조도



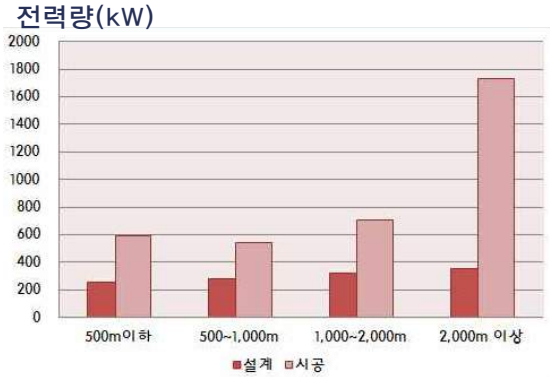
통로부 조명등 설치 현황



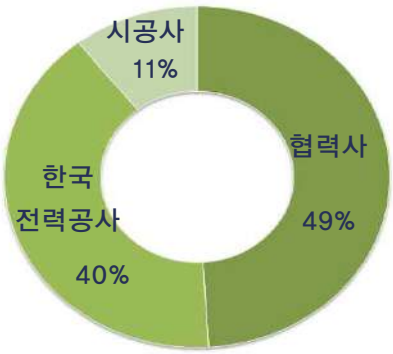
통로부 조명등 선호도

o 공사중 전기인입시설

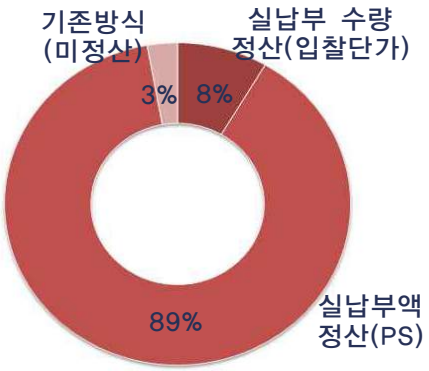
- 연장별 소요전력량은 설계에 비해 3~5배 높게 나타남
- 미반영중인 200m이내 거리 전기공사비는 시공사(협력사)의 부담비율이 높음(60%)
- 전력비(전기요금)의 경우 실납부액 정산(PS단가)를 가장 선호함(89%)
- 수배전반 및 점보드릴용 케이블은 전현장에 설치되어 있음



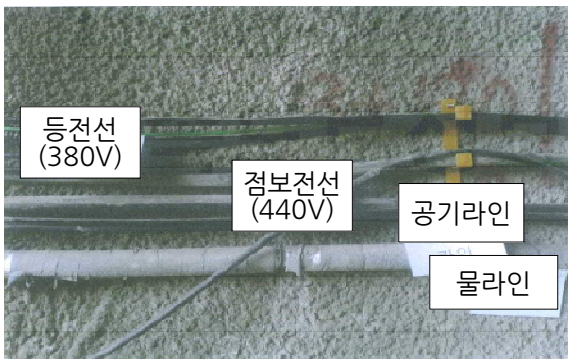
연장별 소요 전력량



200m이내 인입거리 비용 납부주체



전력비(전기요금) 선호도



전선케이블 설치 사진

□ 개선 방향

o 터널 임시조명시설

- 통로부 조도는 현장 안정성 확보를 위해 상위기준에 맞춰 상향
- 조명등은 현장조사결과 및 경제성을 고려 효율이 높은 조명등 적용

o 공사중 전기인입시설

- 전기인입시설은 현장 적용실태에 맞춰 현실화하여 설계 개선

  ☞ 수배전반 및 점보드릴용 전선케이블 설계 반영

- 전력비(전기요금)는 실 사용량을 감안하여 설계반영토록 개선

Ⅴ 설계 기준 개선

1 터널 임시조명시설

□ 조도기준 상향

o 국토부 기준에 준하여 조도기준 상향

구 분	당 초	변 경
막장 및 작업장	70 lux	70 lux
통로 구간	최소 10 lux	50 lux
입·출구부	-	30 lux

□ 적용기준 개선

o (조명등) 현장 조사 결과 및 경제성을 감안한 광원 선정

구 분		당 초	변 경
광 원	통 로	백열등 100W (5m 양측)	고압나트륨등 400W (15m 편측)
	막 장	백열등 300W (4개)	할로겐램프 1000W (8개)

o (설치기간) 실제 사용기간인 터널공사 전 기간(굴착~포장) 적용

o (위치 및 간격) 계산식 및 시뮬레이션을 통한 조명 설계

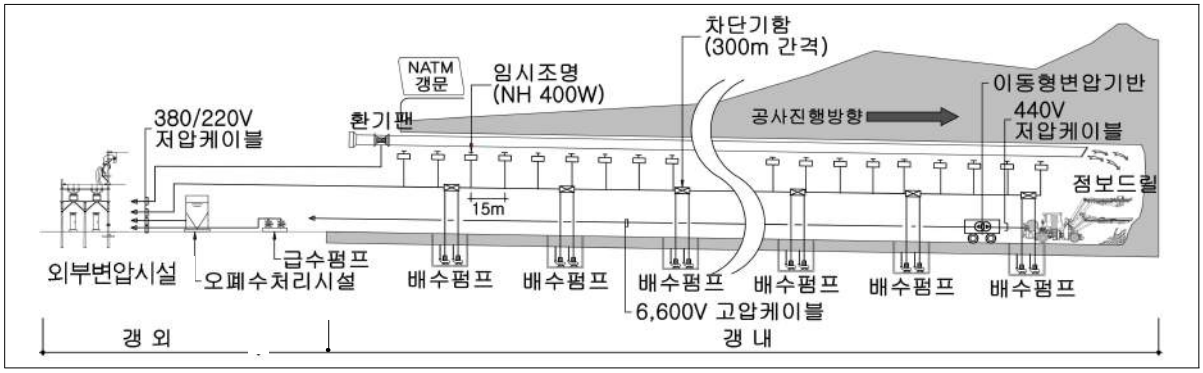
구 분	통로 구간	막장 및 작업장
설치위치		
광원(조명)	나트륨등 NH 400W	Halogen 1000W
간격(개수)	15m 1개	막장당 8개
배치방식	벽면 한쪽 1열	이동식 (소형)
설치높이	노면위 4m 이상	
계산조도	50 lux 이상	70 lux 이상

※ 적정 광원 선정 및 설계사례 [붙임#1] 참조

2 공사중 전기인입시설

□ 전기인입시설 현실화

o 개 요 도



o **전기인입시설** (인근전주~터널입구, 한전불입금, **PS단가**)

- 기본시설 : 터널공사 사용예상 소요전력(kW) × 공급금액
- 거리시설 : 인근전주에서 터널입구까지의 거리 × 공급금액

※ 임시시설은 실비용 전체납부에 따라 개략 산정 후 정산[붙임#2] 참조

o **전선 등 부속시설 설계 현실화** (**내역단가**)

- 점보드릴용 전선케이블 및 수배전반(외부변압시설, 이동식변압기) 설계반영
- 공사용 급·배수용 펌프를 전력사용으로 개선(당초 발전기)

o **전력비** : 각 항목별 소요 예상량을 산정하여 설계반영(**내역단가**)

구 분		당 초	변 경	비고
전기인입시설	기본	· 대상 : 점보드릴, 임시전구 · 기본전력 공급용량(229kW) 공제	· 대상 : 점보드릴, 임시전구, 급·배수시설, 숏크리트B/P, 임시환기시설, 폐수처리시설 · 사용예상 전체 kW 반영	PS단가 (한전 불입금)
	거리	· 인입거리 중 200m 공제	· 인입거리 전구간 반영	
부속시설		· 조명등 및 전선케이블 · 급·배수 펌프(발전기) * 일부항목 내역 및 전력비 미반영	· 조명등 및 전선케이블(차단기함[2]) 포함) · 급·배수 펌프(전력사용) · 수배전반 · 점보드릴용 전선케이블 · 항목별 전력비 산정 반영	내역단가

※ 전력비용 분석 및 산정[붙임#3], 항목별 세부산출내용[붙임#4] 단가설명서 개정(안)[붙임#5] 참조

2) 일부 케이블 파손시, 전체 조명등의 미작동 방지를 위하여 300m 간격(배수펌프)으로 차단기함 설치

□ 굴착 연장별 임시전기 공사비 검토

o 연장별(양방향) 개략공사비 검토 [붙임#6]

(단위: 백만원)

구 분		100m	500m	1,000m	1,500m	2,000m	2,500m	3,000m
전기인입 시설(PS)	당초	44.8	45.9	47.4	48.5	49.8	51.3	52.6
	변경	58.5	59.6	61.1	62.3	63.6	65.1	66.4
부속시설 (전선 등)	당초	8.7	76.5	202.6	387.0	640.0	937.9	1290.8
	변경	43.2	129.1	275.3	432.9	661.2	852.6	1,048.6
전력비 (전기요금)	당초	20.2	115.9	281.1	477.2	715.3	993.0	1,321.8
	변경	22.3	132.1	297.7	498.4	743.7	1,023.6	1,352.0
합 계	당초	73.7	238.3	531.1	912.7	1,405.1	1,982.2	2,665.2
	변경	**124.0**	**320.8**	**634.1**	**993.6**	**1,468.5**	**1,941.3**	**2,467.0**
증 감		**50.3**	**82.5**	**103**	**80.9**	**63.4**	**-40.9**	**-198.2**

※ 전기인입시설(PS단가, 부가세 적용) 외 항목 제잡비 40% 포함

□ "고속도로공사 전문시방서" 개정 [* 국토부 터널표준시방서 준용]

o 터널편 7-11 시공 중 부대시설 中 3.2 시공중 조명

당 초	변 경
3.2.1 막장이나 직접 작업을 행하는 장소의 조명은 70lux 이상이어야 하며, 조명기구는 명암의 대비가 뚜렷하지 않아야 한다.	3.2.1 막장 또는 직접 작업을 행하는 장소는 70 lux 이상의 조도를 확보해야 하며, 명암의 차이가 심하지 않고 눈부심이 생기지 않아야 한다.
3.2.2 통로구간의 조명도 통행의 안전확보와 차량의 안전운행을 위해 최소한 10lux 이상을 유지하여야 한다.	3.2.2 통로구간은 통행의 안전확보와 상시점검 등을 위해 50 lux 이상의 조도를 확보해야 하며, 입·출구부 및 연직갱구간은 30 lux 이상의 조도를 확보해야 한다.

Ⅵ 적용 방안

□ 현재 설계중인 노선부터 본 방침 적용

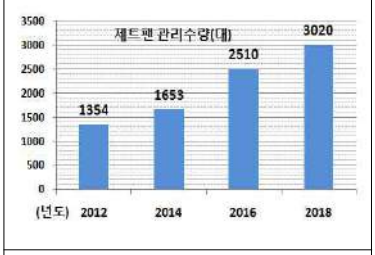
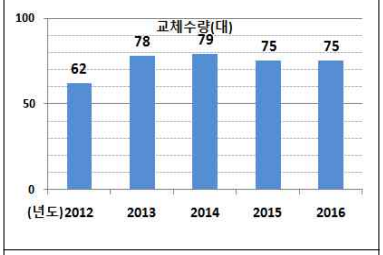
7-9

고속도로 터널 환기 및 방재용 슬림형 제트팬 적용계획 수립

시 설 저-2301
(2013. 7. 19)

Ⅰ 추진배경

□ 신설노선 증가 및 교체대수 급증으로 공사비 및 전력료 절감 필요

관리대수 증가	연도별 교체계획	전력료
		
- 2018년까지 18개노선 85개 장대터널 신설	- 사용수명 : 12년 - 2016년까지 369대 교체	- 기본요금 : 정격용량의 30% - 2016년 요금 약20억

□ 「슬림형 제트팬」 개발 완료에 따른 적용방안 검토 필요

o 현행 표준도면(국내 제트팬 도입 초창기 작성) 개선

o 제트팬 제작기술 향상과 터널 설계기법 개선경향 반영

o 제트팬 운영결과 소음 및 운전관련 요구수준 축소

Ⅱ 추진경과

o 2012. 3월 : 「슬림형 제트팬 개발」 방침 수립

o 2012. 5월 : 개발 및 시험제작 착수

o 2012. 11월 : 제트팬 시범설치 및 노후제트팬 교체 터널 적용
- 삼마치 터널 등 4개소 42대

o 2013. 2월 : 설치 및 운영결과 조사
- 중량 및 크기 축소로 시공성 향상

o 2013. 3월 : 내·외부 전문가 포럼 실시
- 학계·발주처·산업계 전문가 합동 회의
- 세부 시험 및 성능기준 반영

o 2013. 6월 : 제작도면 및 시방서 표준화

Ⅲ 제작기준

□ 규격 및 성능 개선

o 형상 및 부품개선을 통하여 **동일 성능대비 전력비용 절감**

Ø1250형	기존형	슬림형	비고
전 력	37kw	30kw	19% 감소
풍 속	30m/s	30m/s	동일
풍 량	36.8㎥/s	36.8㎥/s	동일
소 음	90dB이하	95dB이하	5dB 완화
효 율	78%이상	FEG63	국제규격

※ Ø1400형, Ø1530형 제원은 붙임1 참조

o **길이 및 중량 감소**로 시공성 및 경제성 향상

- 길이 30% 축소 및 중량 40% 감소 (Ø1250기준)

구 분	기존형	슬림형
외 관		
길 이	5,200mm	3,600mm
중 량	2,380kg	1,420kg

o **기존 규격 삭제 및 신규 규격 신설**

- 기존 Ø1030형은 Ø1250형으로 대체되어 규격 삭제
- 제트팬 이격거리 기준개선(0.5D→0.3D)으로 Ø1400형 신규 개발

□ 품질 및 내구성 향상

o **주요자재 STS적용**으로 내구성 향상

- 케이싱, 아이볼트, 인렛콘, 안전판, 브라켓 등 STS 적용
- 임펠러 사용재질 기준 강화 (AC4C-T6급)

구 분	기존형	슬림형
케이싱 아이볼트 인렛콘,브라켓	o STS o 등가의 표면처리 재질 o 아연도금 강판	o STS만 적용
임펠러	o 알루미늄 합금주물 (AC4C) 전체	o 알루미늄 합금주물 (AC4C) T6급 이상

o **시험 및 검사방법의 국제규격화**

- 제트팬 성능시험 국제규격(AMCA205) 도입
- 브라켓, 앙카볼트 등 등 주요부품 공인기관시험

구 분	기존형	슬림형
임펠러	o 전량 비파괴검사 (PT 및 RT)	o 전량 비파괴검사 (PT 및 RT 시험기준 및 합격 기준 제시)
성능시험	o KS B 6311 시험방법 o 국가공인인증기관 성적서만 인정	o KS B ISO 13550 시험방법 o 국가공인인증기관 또는 단체표준 인정
턴버클 앙카볼트	o 자체검사	o 국가공인인증기관 시험

□ 도로 터널 적용 방안

o 슬림형 제트팬은 성능특성상 **고속도로 일방향교통 터널만 적용**

- 임펠러 등 부품개선으로 정방향 성능은 향상
- 역방향성능은 정방향 성능의 60%로 역방향사용 미고려

o **일방향 교통터널이 아닌 경우 별도의 검토후 적용 필요**

Ⅳ 기대효과

□ 제트팬 동력 및 중량감소에 따른 공사비용 절감 (△165억)

1대당 절감비	1대당 단가	전기공사비
△ 9.9백만원/대	기존 : 34백만원 슬림 : 30백만원 ---------- △4백만원	기존 : 82.6백만원 슬림 : 76.7백만원 ---------- △5.9백만원

o 공사중 및 설계중 터널 1,666대 적용시 165억 절감

□ 내구성 개선 및 동력감소에 따른 유지관리비 절감 (△19억/년)

1대당 절감비	내구성 개선 절감	전력비용 절감
△ 1.14백만원/대	기존 : 2.9백만원/년 슬림 : 1.9백만원/년 ---------- △ 1백만원/년	기존 : 0.77백만원/년 슬림 : 0.63백만원/년 ---------- △ 0.14백만원/년

o 공사중 및 설계중 터널 1,666대 적용시 19억/년 절감

Ⅴ 적용방안

□ 신규설계 노선 : 반영 (함양-울산, 대구순환선 등)

□ 공사중인 노선 : 설계변경 시행

□ 자체 개량사업 : 신규 제트팬 구매 반영

붙임 1. 슬림형 제트팬 제원 1부

2. 슬림형 제트팬 제작 적용기준 1부

3. 공사중 및 설계중인 터널 제트팬 현황 1부

4. 슬림형 제트팬 표준시방서 1부

5. 슬림형 제트팬 표준설계도면 1부

붙 임 #1

슬림형 제트팬 제원

구분			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
	FEG(송풍기효율등급)		63 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		

붙 임 #2

슬림형 제트팬 제작기준

1. 규격 및 외관

□ 적용내용

o **현행 1030형 삭제, 1400형 신규 개발**

- 슬림형제트팬은 Ø1250형, Ø1400형, Ø1530형 3종 개발(붙임1참조)
- 신규터널은 Ø1250형 최소 규격으로 Ø1030형 불필요
- 기존터널의 Ø1030형은 Ø1250형으로 대체하여 대수 축소
- 공사중 터널은 제트팬 이격거리 기준개선(0.5D→0.3D)으로 Ø1400형의 적용이 가능하여 개발

o 임펠러 형상개선으로 **동일성능대비 전력비용 절감**

o 동일 규격대비 **길이 및 중량이 감소로 시공성 및 경제성 향상**

Ø1250형	기존형	슬림형	비고
길 이	5,200mm	3,600mm	30% 감소
중 량	2,380kg	1,420kg	40% 감소
전 력	37kw	30kw	19% 감소

□ 비 교 표

기존형	슬림형
o 원통형이며, 좌우대칭 o 소음기부분이 길고, 전부분 흡음재 처리	o 원통형이나, 중앙부 흡음재 삭제 o 팬효율 상승을 위한 입구부 인렛콘 설치

2. 제트팬 성능

□ 적용내용

o 동일 규격대비 제트팬 풍속 및 풍량 성능 동일

Ø1250형	기존형	슬림형	비고
전 력	37kw	30kw	19% 감소
풍 속	30m/s	30m/s	동일
풍 량	36.8㎥/s	36.8㎥/s	동일
소 음	90dB이하	95dB이하	5dB 완화
효 율	78%이상	FEG63	국제규격

o 국제규격(AMCA 205) FEG[3] 도입 적용

o **고속도로 일방향 교통 최적화로** 역방향 풍속 및 풍량은 감소

□ 비 교 표

기존형	슬림형
기존 블레이드	블레이드형상 개선
제트팬 모터(37kw)	제트팬 모터(30kw)

3) FEG (Fan Efficiency Grade) : 팬 효율 등급

3. 재질

□ 적용내용

o **케이싱, 아이볼트, 인렛콘, 안전판, 브라켓 등의 모든 부품 STS로 적용하여 부식방지 및 내구성 향상**

- 유지관리 경험에 따라 내구성이 입증된 STS 적용

o **임펠러 재질 알루미늄 합금주물 (AC4C-T6) 적용**

- 알루미늄 합금주물의 열처리방법 등급(AC4C)는 F,T5,T6,T61 등 4종으로 구분되며, 기계적 성질이 우수한 T6,T61급을 사용

o **케이싱내경과 임펠러외경 간극 구체적인 기준제시**

- 내경 사이즈별로 최소 이격기준 제시

o 모터 내열성향상을 위하여 내열 구리스, 내열 리드선 적용

□ 비 교 표

구 분	기존형	슬림형
케이싱, 아이볼트 인렛콘, 브라켓	o STS 또는 등가의 표면처리 재질 또는 아연도금 강판	o STS
임펠러	o 알루미늄 합금주물 (AC4C) 전체	o 알루미늄 합금주물 (AC4C) T6급 이상
케이싱과 임펠러 간극	o 기준 없음	o 3.5mm이상
모터 내열성	o 일반 구리스, 리드선	o 내열 구리스, 리드선

4. 시험 및 검사방법

□ 적용내용

o **임펠러 및 브라켓 검사 시험방법과 측정기준 표준화**

- 비파괴검사 종류 및 범위, 합격기준 제시로 품질기준 향상

o **제트팬 정회전 및 역회전 성능시험 KSB ISO 13350규격 도입**

- 국제규격(AMCA205) 성능시험기준 도입

o **한국설비기술협회(KARSE) 단체 표준 인증 인정**

- 산업표준화법 제27조에 따른 단체표준인증 적용

o **진동측정 시험기준은 AMCA기준 적용**

o **턴버클, 앙카볼트의 공인기관시험성적서**

□ 비 교 표

구 분	기존형	슬림형
임펠러	o 전량 비파괴검사 (PT 및 RT)	o 전량 비파괴검사 (PT 및 RT) - PT 및 RT 시험기준 및 합격 기준 제시
성능시험	o KS B 6311 시험방법 o 국가공인인증기관 성적서만 인정	o KS B ISO 13550 시험방법 (세부시험방법 별첨) o 국가공인인증기관 또는 단체표준 인정
진동측정	o 기준없음	o 2.5mm/s이하
턴버클 앙카볼트	o 자체검사	o 국가공인인증기관 시험

7-10 터널 대인용 피난연결통로
회전형 차단문 적용방안 수립

시 설 저-2535
(2013. 8. 8)

Ⅰ 추진목적

□ 회전형 피난연결통로 차단문 개발완료에 따른 표준화

□ 공사 및 설계중 터널에 반영하여 피난성능 개선 및 공사비 절감

Ⅱ 추진경과

□ 설치현황

o 설치근거 : 도로터널 방재시설 설치 및 관리지침(국토교통부)

o 설치대수 : 114개 터널 대인용 204개소, 차량용 166개소

□ 차단문 형식 변천

동력형 셔터 방식 (~2001년)	무동력 셔터 방식 (2002년~2003년)	인력개폐 슬라이딩 타입 (2004년~**현재까지**)
- 풍압으로 셔터 파손 - 구동모터 고장 빈번	- 개폐속도 지연 - 자동닫힘 기능 없음	- 신속한 개폐 - 피난이후 자동닫힘

□ 회전형 차단문 개발 경위

o 2011. 10 : 회전형 차단문 개발 설계, 시제품 제작 및 공장시험

o 2012. 1 : 터널 피난연결통로 차단문 개선 방침 수립

- 목포-광양간 조성2터널 시범 설치(2EA)

o 2013. 2 : 내외부 전문가 포럼 실시

- 세부 제작기준 및 시험기준 반영

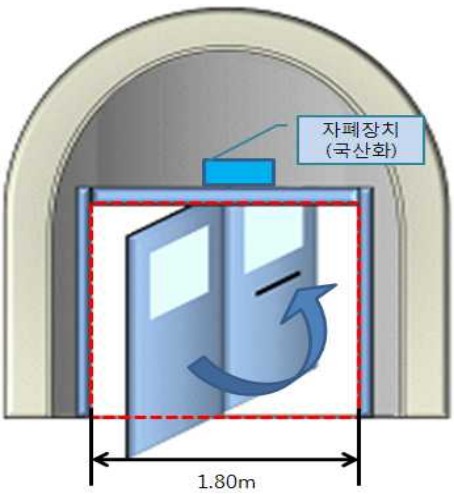
o 2013. 5 : 공용중 터널 내풍압시험 및 개폐성능 테스트 검증 완료

Ⅲ 설치기준

□ 적용대상 : 도로터널 대인용 피난연결통로

구 분	공용중	공사중	설계중
터 널	114개소	99개소	51개소
차단문	204개소	447개소	179개소

□ 설치기준

<설치규격>	<차단문 성능>
o 대 상 : 피난연결통로(대인) o 개구부 : 1.85m o 높 이 : 2.00m o 재 질 : STS304	o 개 방 력 : 6.5kgf (63.7N) o 허용풍압 : 80kgf/㎡ (784.5Pa) o 폐쇄속도 : 3~7초 이내 o 정지시간 : 1분 내외 o 내 구 성 : 개폐 10,000회 이상
<작동개요>	**<설치사진>**
	

특 징	
	o 피난 진행방향으로 개방 (90°회전) o 문짝수량 감소(2매→1대)로 하중변형 등 하자요인 감소 o 작동구조 단순화로 사용편리, 유지관리 용이 o 개구부 확대로 피난여건 개선 (1.35m→1.8m)

Ⅳ 적용방안

□ 신규설계 노선 : 반영 (함양-울산, 대구순환선 등)

□ 공사중인 노선 : 공사비 및 설치여건 등 검토하여 반영

□ 자체 개량사업 : 신규 차단문 구매 반영

Ⅴ 기대효과

□ 차단문 구조 단순화로 공사비 절감

o 공사중 및 설계중 터널 626개소 적용시 △ 125억 절감(2017년까지)

1개소당 절감비	기존(슬라이딩)	개선(회전형)
△ 20백만원/개소	75백만원/개소	55백만원/개소

□ 내구 수명 연장으로 유지보수비 절감

o 취약구조부(롤러,레일)를 회전형으로 개선하여 하중부담 경감

o 구조 단순화로 유지보수시간 축소 및 고장수리기간 단축

□ 피난성능 향상

o 피난 진행방향과 동일한 방향으로 개방되어 피난용이

o 개구부 확대로 피난여건 개선 (1.35m→1.8m)

붙임 1. 회전형 차단문 제원

2. 공사 및 설계중 대인용 피난연결통로 현황

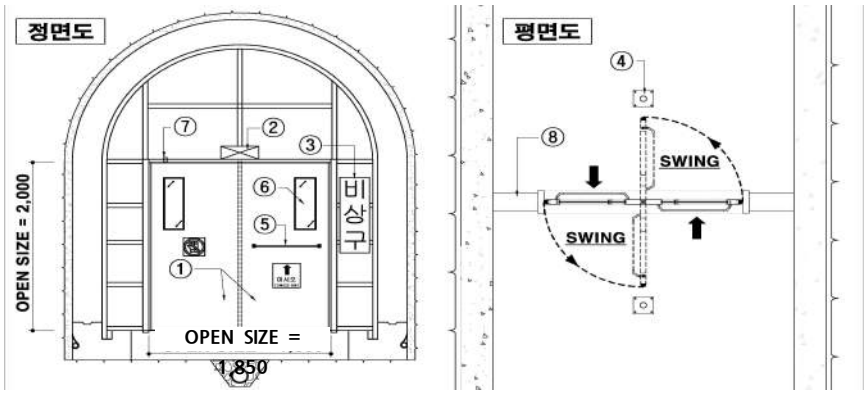
3. 대인용 피난연결통로 차단문 표준시방서 1부

4. 대인용 피난연결통로 차단문 표준설계도면 1부

붙 임 #1

대인용 피난연결통로 회전형 차단문 제원

□ 설계도 및 주요자재 명칭



구분	명칭
①	도어
②	자동폐쇄장치
③	표지판
④	포스트
⑤	개방핸들
⑥	유리창
⑦	개폐감시
⑧	외벽마감

□ 설치 및 운영 사진

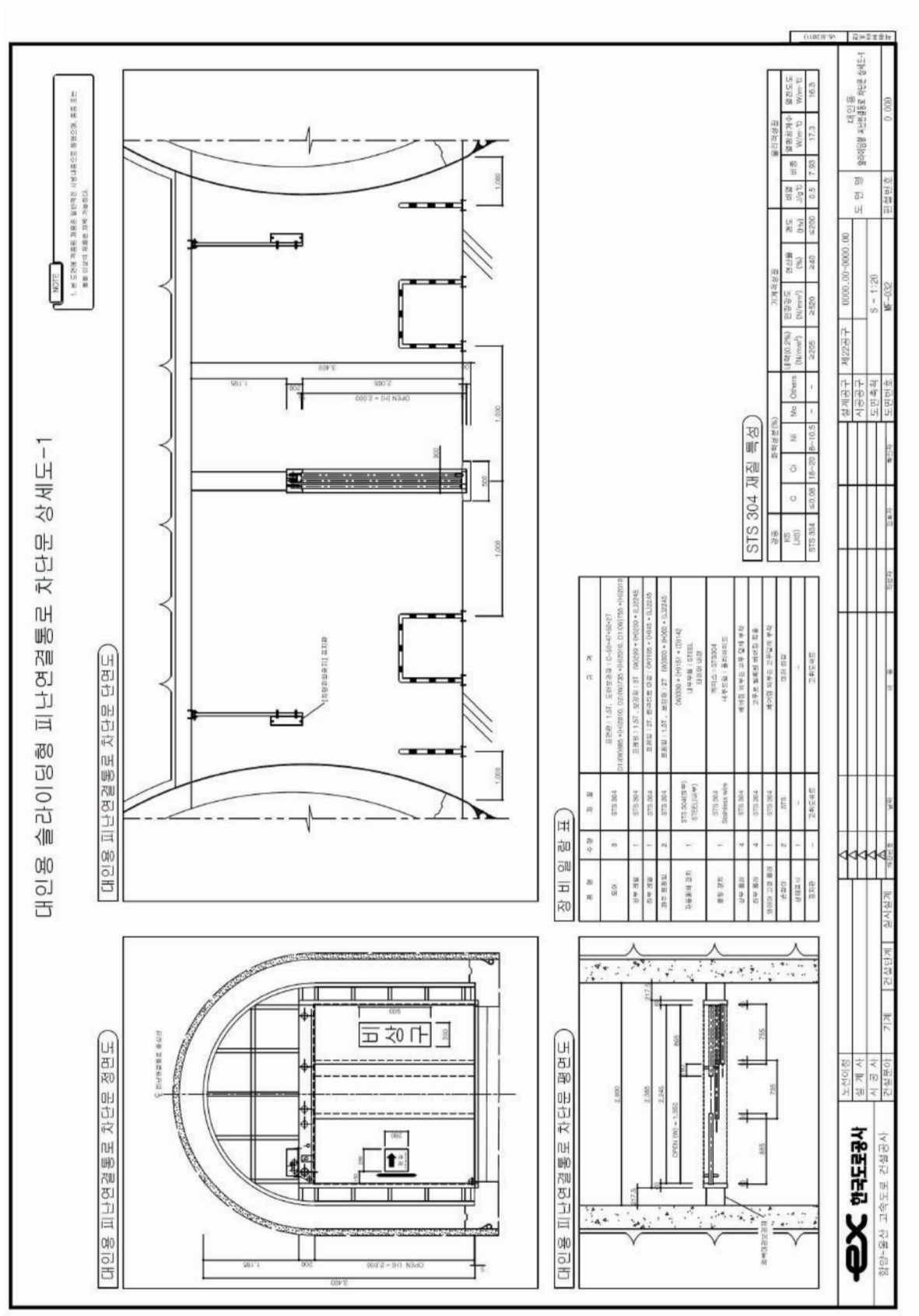
완전 개방시	완전폐쇄시

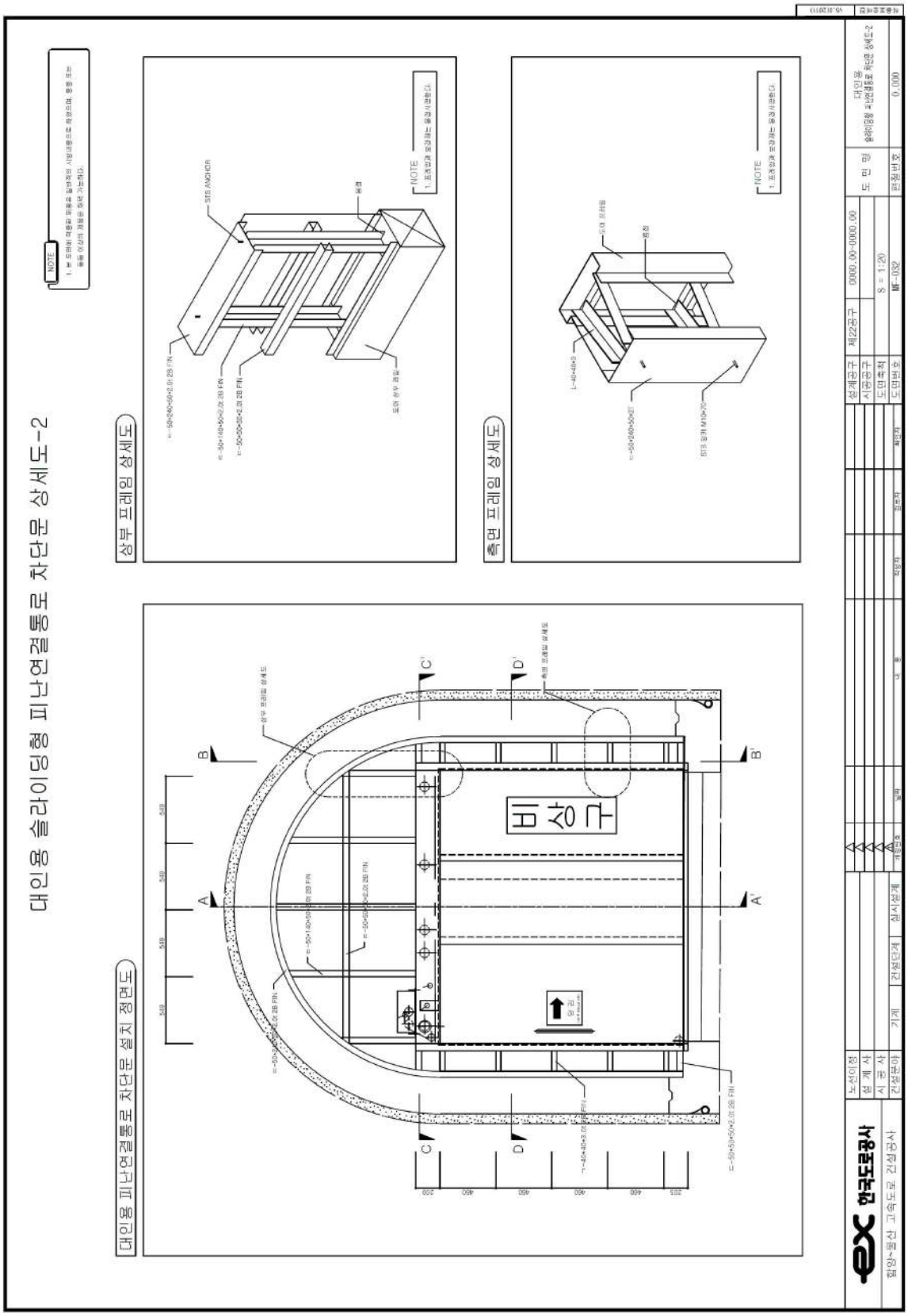
□ 주요 제원 및 성능

구 분	성능제원	비 고
개구부 규격	1,850mm(폭) ×2,000mm(높이)	대피폭 확대
재 질	STS304이상	기존재질 적용
개폐력	6.5kgf이하	일본제작기준적용
자동폐쇄기능	1분이내 자동폐쇄	설정 가능
내풍압성	80kgf/㎡ (최대변위량 1/360이내)	일본제작기준적용
개폐성능시험	개폐시험 10,000회	신규(내구성test)
개방방향	진행방향	피난 본능 반영
기타시설	도어홀더	차단문 고정
	과속방지장치	고객안전시설

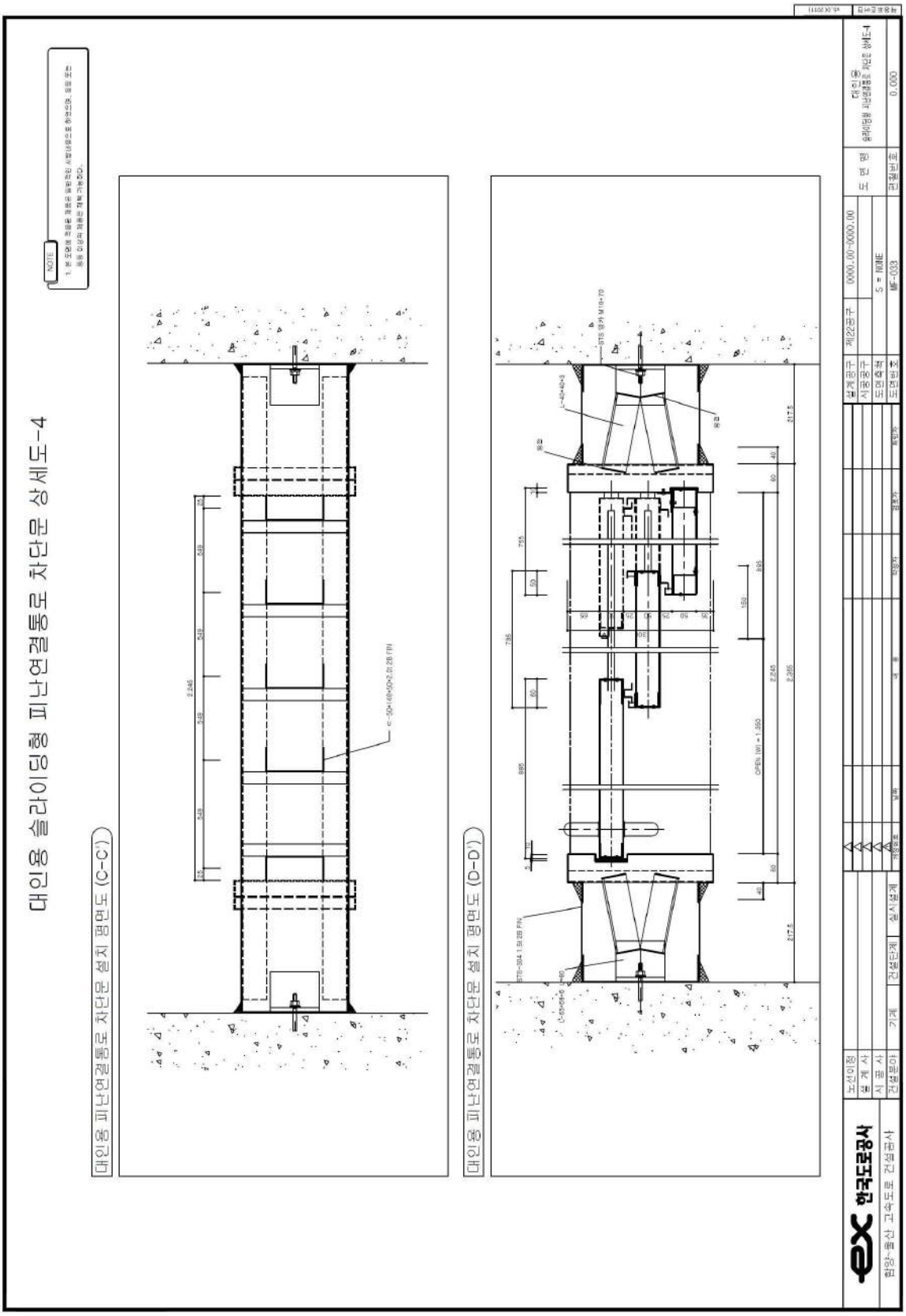
붙 임 #4

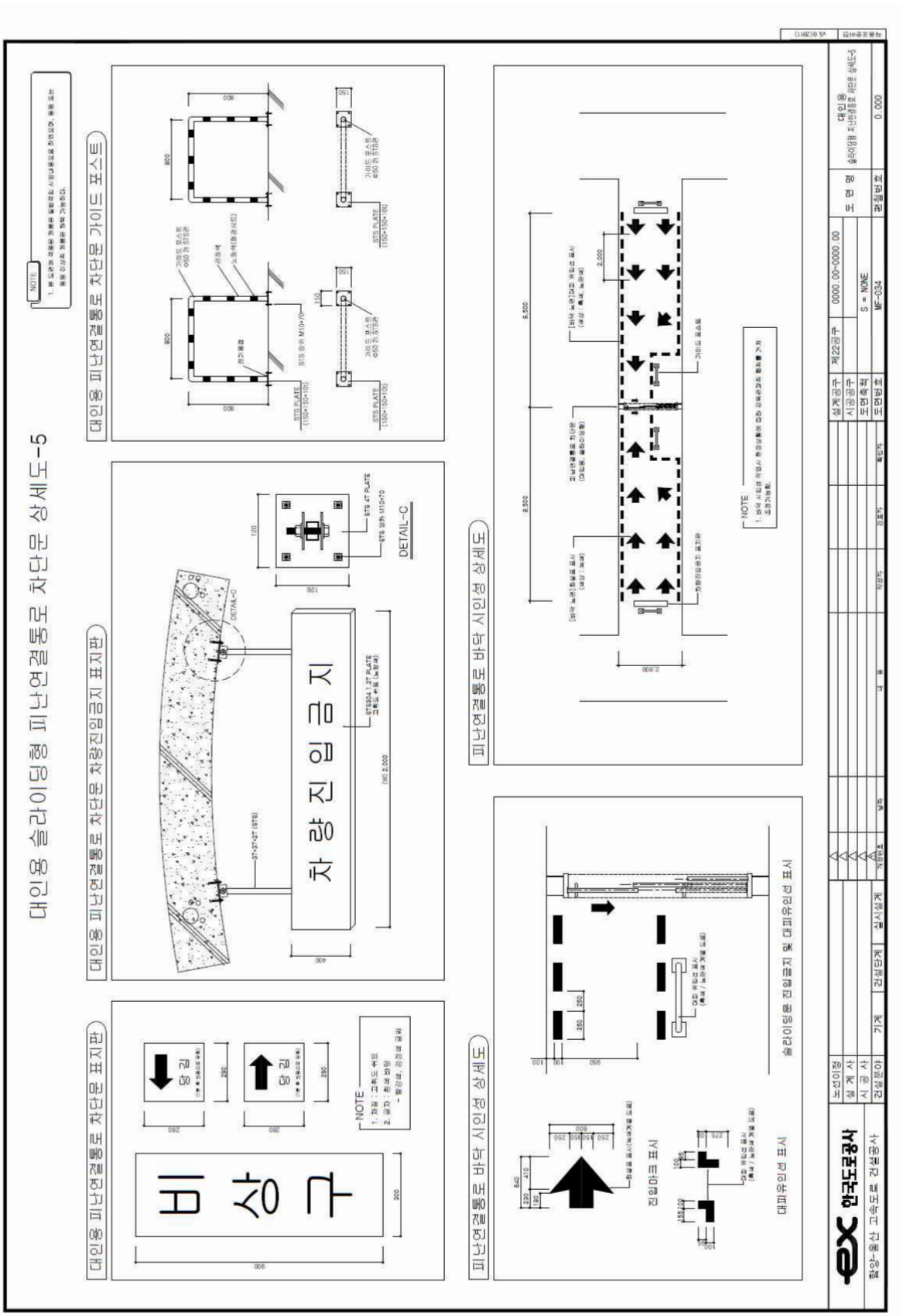
대인용 피난연결통로 차단문 표준설계도면




대인용 슬라이딩형 피난연결통로 차단문 상세도-2
대인용 피난연결통로 차단문 설치 정면도
상부 프레임 상세도
측면 프레임 상세도
비상구
NOTE
한국도로공사
한국도로공사

대인용 슬라이딩형 피난연결통로 차단문 상세도-3
대인용 피난연결통로 차단문 단면도 (A-A')
대인용 피난연결통로 차단문 단면도 (B-B')
NOTE
한국도로공사
협약-출산 구속도로 건설공사
대인용 슬라이딩형 피난연결통로 차단문 상세도
0.000
0000.00~0000.00
S = NONE
MF-033
제2공구
설계감독
시공감독
도면확정
노선이정
설계사
시공사
기계
건축단계
전기단계
검사단계


대인용 슬라이딩형 피난연결통로 차단문 상세도-4
대인용 피난연결통로 차단문 설치 평면도 (C-C')
대인용 피난연결통로 차단문 설치 평면도 (D-D')
한국도로공사
대인용 슬라이딩형 피난연결통로 차단문 상세도-4
0.000


대인용 슬라이딩형 피난연결통로 차단문 상세도-5
대인용 피난연결통로 차단문 가이드 포스트
대인용 피난연결통로 차단문 차량진입금지 표지판
차 량 진 입 금 지
DETAIL-C
대인용 피난연결통로 차단문 표지판
비 상 구
피난연결통로 바닥 시인성 상세도
슬라이딩형 진입금지 및 대피유인선 표시
진입마크 표시
대피유인선 표시
피난연결통로 바닥 시인성 상세도
한국도로공사

대인용 회전형 피난연결통로 차단문 상세도-1
NOTE
피난연결통로 차단문 시인성 상세도
대인용 피난연결통로 차단문 설치 단면도
대인용 피난연결통로 차단문 설치 정면도
대인용 피난연결통로 차단문 설치 평면도
장비 일람표
한국도로공사
함양~울산 고속도로 건설공사
노선이정
설계사
시 흥 사
기계
건설단계
실시설계
설계도구
시공업무
도면투적
S = NONE
MF-035
0000 00-0000 00
대인용
피난연결통로 차단문 상세도-1
0 000

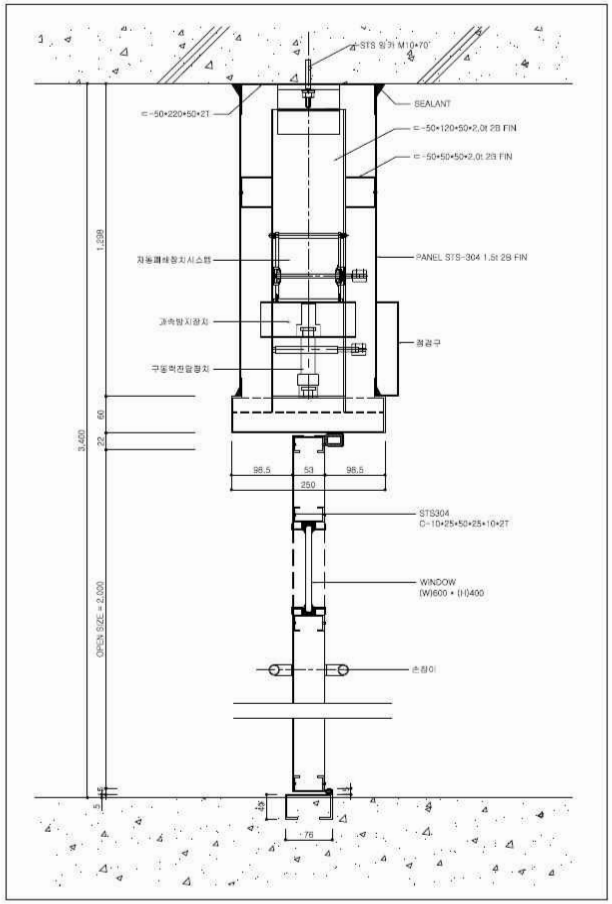
대인용 회전형 피난연결통로 차단문 상세도-2
대인용 피난연결통로 차단문 설치 정면도
상부 프레임 상세도
측면 프레임 상세도
NOTE
한국도로공사
함양-울산 고속도로 건설공사
0000.00-0000.00
S = NONE
M-05
0.000

대인용 회전형 피난연결통로 차단문 상세도-3

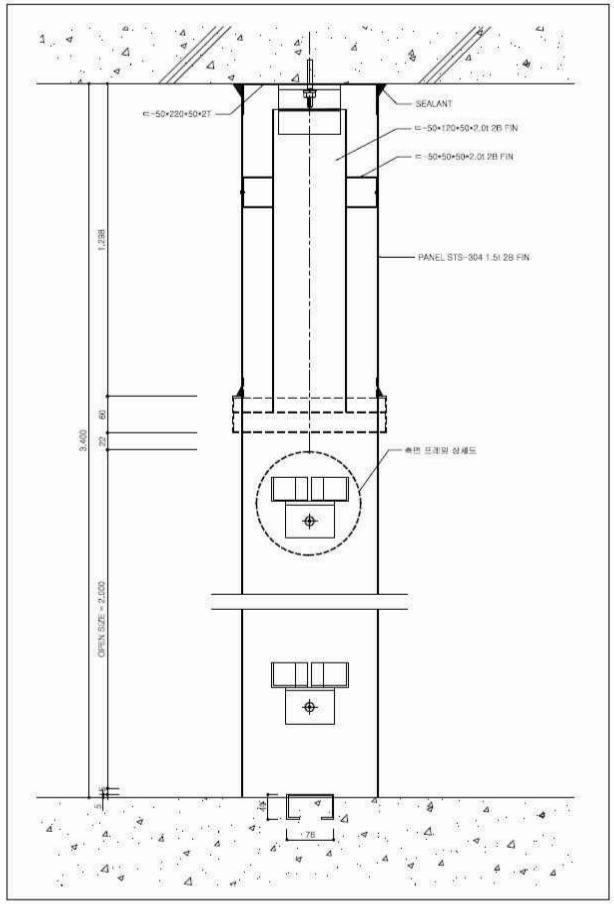
NOTE

1. 본 도면에 적용된 제품은 일반적인 시방내용으로 하였으며, 용품 또는 용품 이상의 제품은 적용 가능하다.

대인용 피난연결통로 차단문 설치 단면도 (A-A')

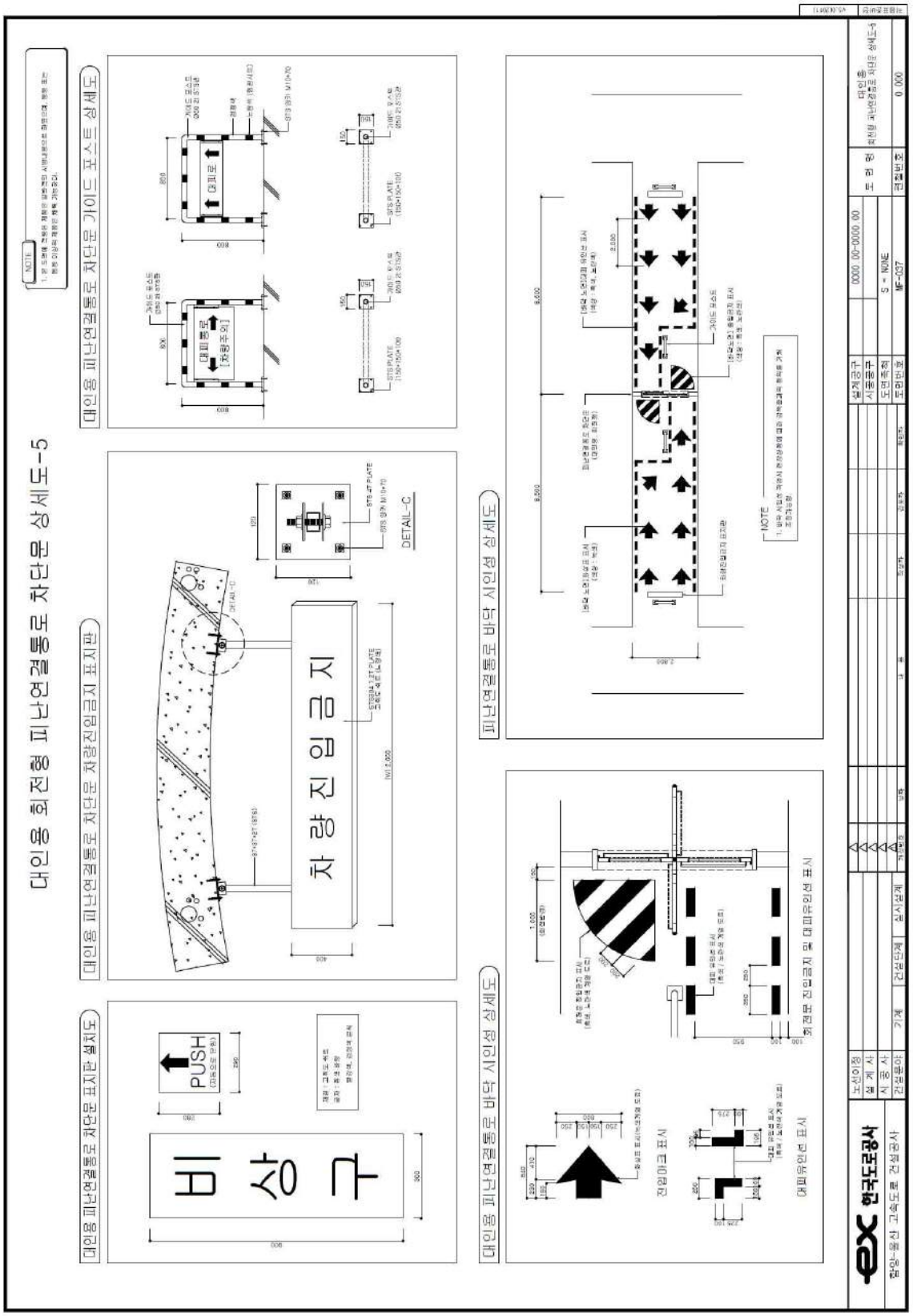


대인용 피난연결통로 차단문 설치 단면도 (B-B')



한국도로공사	노선이정									설계공구		0000.00~0000.00	도 면 명	대인용 회전형 피난연결통로 차단문 상세도-3	
함양-울산 고속도로 건설공사	설 계 사									시공공구					
	시 공 사									도면축척		S = NONE			
	건설분야	기계	건설단계	실시설계	개정번호	날짜	내 용	작성자	검토자	확인자	도면번호		MF-036	편철번호	0.000

대인용 회전형 피난연결통로문 차단문 상세도-4
NOTE
DETAIL - A
DETAIL - B
대인용 피난연결통로 차단문 설치 평면도 (C-C')
대인용 피난연결통로 차단문 설치 평면도 (D-D')
HARDLOC
STS RIVET
한국도로공사
노선이정
설 계 사
시 공 사
감 리 사
건설분야
기계
건설디젤
실시설계
설계검구
시공검구
도면보정
도면반송
S = NONE
MF-036
0.000
대인용 피난연결통로 차단문 상세도-4


대인용 회전형 피난연결통로 차단문 상세도-5
대인용 피난연결통로 차단문 표지판 설치도
대인용 피난연결통로 차단문 차량진입금지 표지판
대인용 피난연결통로 차단문 가이드 포스트 상세도
피난연결통로 바닥 시인성 상세도
대인용 피난연결통로 바닥 시인성 상세도
비 상 구
PUSH
차 량 진 입 금 지
대피통로
[차량주차]
DETAIL-C
NOTE
한국도로공사
건설단계
실시설계
설계공구
시종류유
도면축척
S = NONE
도면번호
ME-027
결재보존
0.000

7-11

배수방식 변경(점배수→면배수)을 통한 『터널세척수 처리시설』 최적화 방안

녹색환경처-3823
(2013. 9. 25)

I 배 경

o 현 세척수 처리시설은 규모가 커서 설치부지 확보가 어렵고, 그 규모에 비해 처리효율이 낮으며,

o 규모 및 배수체계 등 설계·시공과정이 복잡

♣ 터널내 벽면 세척수 처리시설 설치배경

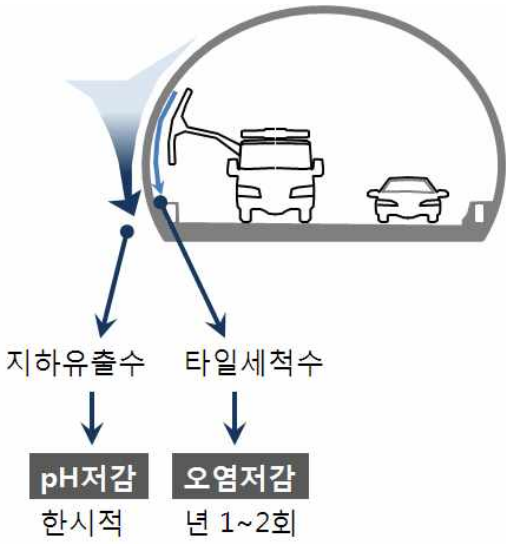
법적 의무는 없으나, 오염도가 높아 2008부터 자발적으로 설치(운영노선은 2011완료)

* 벽면 세척수 오염도 비교

구 분	벽면 세척수 (2007.11, 둔내터널)	노면 유출수 (2004~2008, 도교원)	비 고 (산업폐수배출기준)
COD(mg/L)	457	27	40/70/90 (청정/가/나)
BOD(mg/L)	300	18	30/60/80 (청정/가/나)
SS (mg/L)	1,118	80	30/60/80 (청정/가/나)

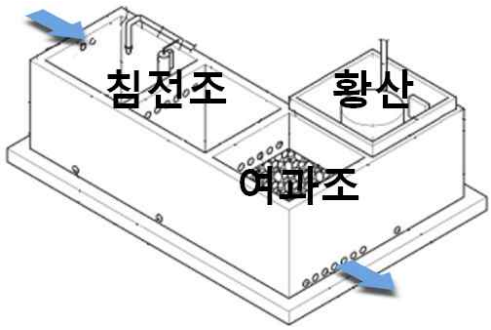
♣ 공용중 터널의 유출수

* 터널 유출수 = 지하 유출수 + 벽면 세척수



♣ 현 저감시설

* 『세척수처리시설 + pH저감시설』 통합설치

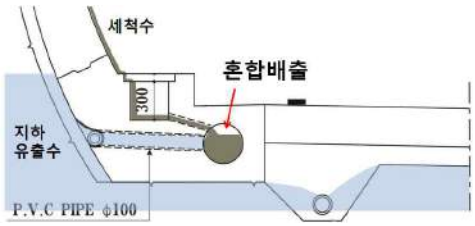
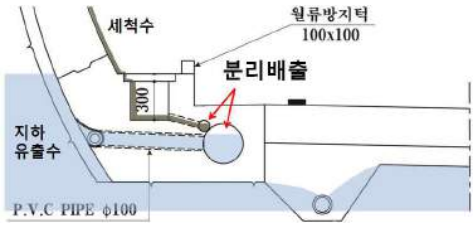
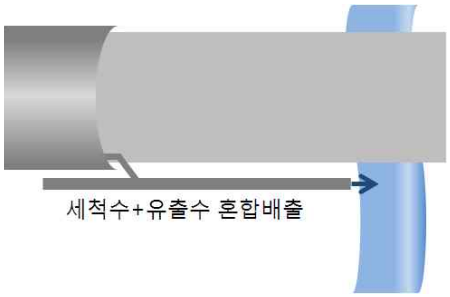
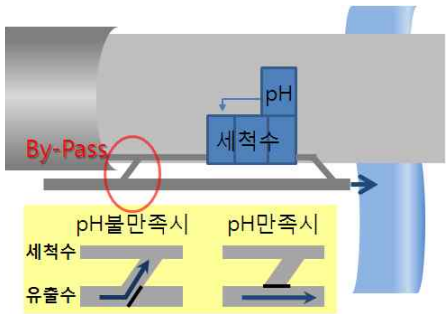


①운영노선(설치완료)
- 세척수 440개소
- pH저감 21개소

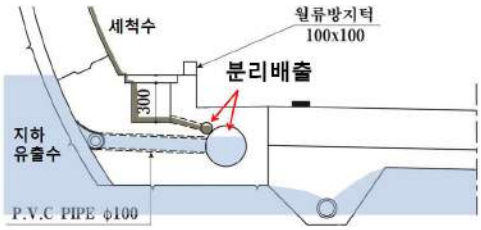
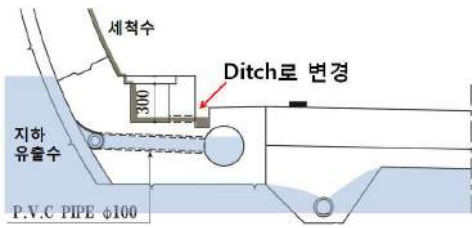
②건설중 노선
- 166개소

Ⅱ 추진경위

1 [2007.11] 세척수 및 pH시설 설치("터널유출수 종합관리대책 수립", 건설환경실)

(당 초) 세척수 하천 방류	(변 경) 처리시설 설치
	
	

2 [2009.07] 세척수 배수방법 개선("타일세척수 배수체계 개선", 설계처)

(당 초) 배수관 활용	(변 경) 측구 활용
	

3 [2013.03] 최적화 시설 시험시공(녹색환경처)

※ 시험시공 결과 요약 [세부내용 붙임#3 참조]

① 모래두께 축소에 따른 정화효과 ☞ 미미하게 감소하나 **매우 양호**	② 배수방식 변경에 따른 통수능 확인 ☞ 세척수 유량 **처리가능**
(당초) H=60cm ➡ SS저감 99.5% (변경) H=30cm ➡ SS저감 99.1% 	(당초) 점배수 (변경) 면배수 발생: 8.9m^3/hr 실측: 10.9m^3/hr

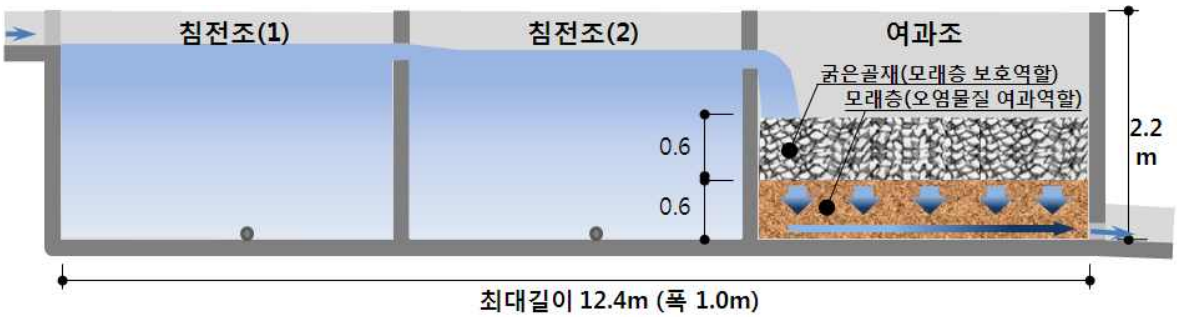
Ⅲ 현실태 및 문제점

1 시설규모에 비해 처리량이 과소

♧ 세척수처리시설 규모 산정방법

시설규모(V) = 세척수 발생량(Vin) - 여과 배출량(Vout)

* 세척수 발생량(Vin) = 세척수 분사유량(9.8m^3/hr)×유출계수(0.9)×청소시간(1.84hr)
* 여과 배출량(Vout) = 여과유량(=여과속도×배수면적)×청소시간(1.84hr)



o 시설규모는 최대 23㎥으로 상당히 큰 반면,

♣ 원 인

○ 시설규모는 시설의 여과능력에 좌우되나,

○ 여과속도와 면적이 작아, 여과능력이 낮은편
[배수단면적(∅200관×6개) : 0.19m^2]

(최종 배수구)

o 그 중 57%인 15㎥은 침전조에 체류

♣ 문제점

○ 체류수는 **여과되지 않고 방류**되며, 시설 측면으로 강제배수

○ 체류수를 장기간 방치시에는 **수질변화(녹조발생)**

○ 강제배수(인력 개폐)로 인해 **유지관리 불리**(작업자 이동 및 대기)

(측면 강제배수구 및 배출수)

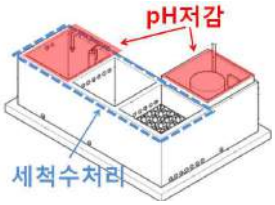
(녹조 발생)

2 By-Pass 운영의 불합리

♧ 『By-Pass』 역할

○ 세척수처리시설과 pH시설을 **통합설치**함으로써,

○ 공간활용도를 높이기 위함



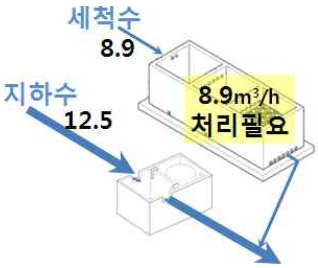
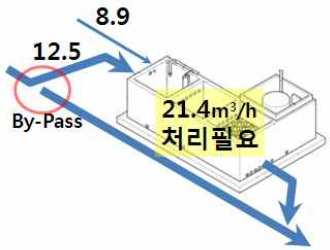
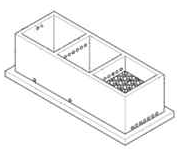
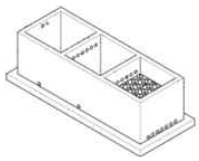
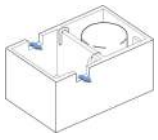
(통합설치 및 공간활용)

(By-Pass)

① 통합설치시 전체 시설규모는 오히려 증가

o 유입유량의 크기에 민감한 세척수처리시설로 지하유출수가 유입되어 전체규모는 커지게 됨

※ 『2km 터널, 지하유출수 300m³/일』인 경우, 전체규모는 1.9배 증가

구 분		분리설치시	통합설치시	비 고
세척수시설에서 처리해야할 유량 (m³/h)				세척수유량 : 8.9m³/h 지하수유량 : 12.5m³/h
전체 시설 규모	계	25.2m³	49.0m³	증24m³
	세척수 처리시설	18.4m³ 	45.6m³ 	증27m³
	pH저감 시설	6.8m³ =3.4×2 	3.4m³	감 3m³

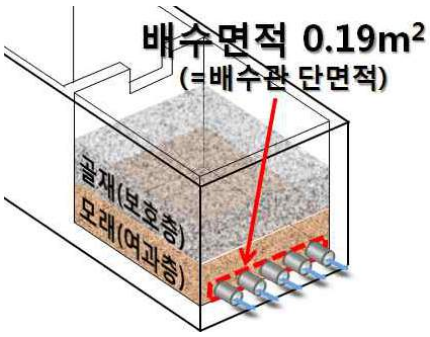
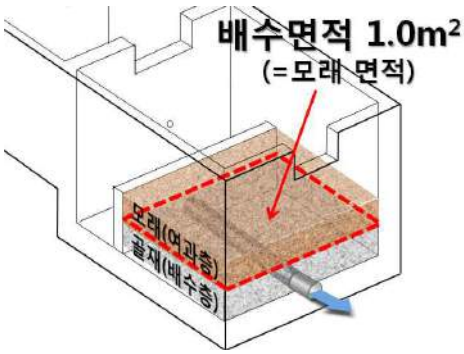
② pH가 안정화된 경우, By-Pass 불필요

③ 배수체계가 복잡하여 시공 및 유지관리 불리

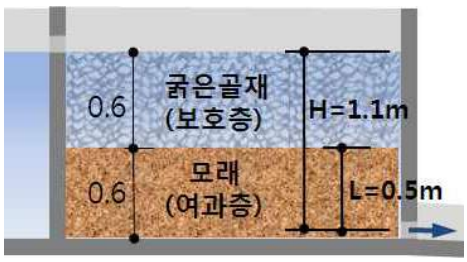
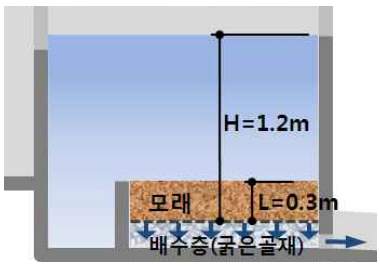
Ⅳ 최적화 검토내용

1 처리능력 증대를 통한 시설규모 축소

1 (배수면적 증가) 여과조 배수방식 변경

(현행) 점배수(측면배수관 배수)	(변경) 면배수(하부배수층 설치)
	

2 (배수속도 증가) 여과재(모래) 두께 축소

(현행) 60cm	(변경) 30cm
	

- 배수속도(V=k×i) : 7.9m/hr
  * k(투수계수)=3.6m/hr, i(동수경사, H/L)=2.2
- 배수속도(V=k×i) : 14.4m/hr
  * k(투수계수)=3.6m/hr, i(동수경사, H/L)=4.0

※ 모래두께 축소에 의한 오염저감효율 변화는 미미 [붙임#3 참조]

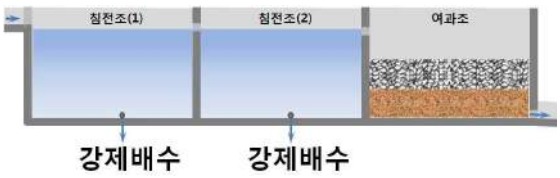
3 (검토결과) 처리능력 및 시설규모 변화[붙임#1, #2 참조]

구 분	현 행	변 경	비 고
여과능력	Q=A×V=0.19×7.9= 1.5m³/hr	Q=A×V=1.0×14.4= 14.4m³/hr	증9.6배
시설규모	V = 23m³	V = 2.5m³	1/10수준

2 계단구조 적용으로 체류수 100% 처리

(현행) 강제배수

- 측면하단에 밸브 설치



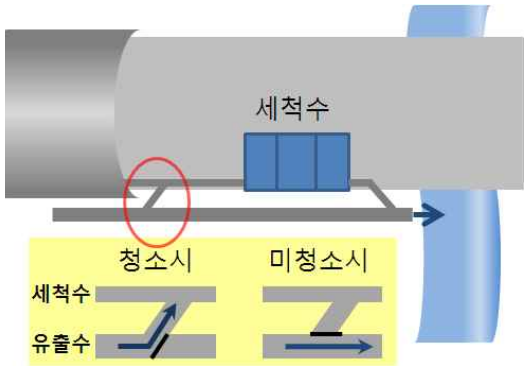
(변경) 자연배수

- 여과조 단차설치

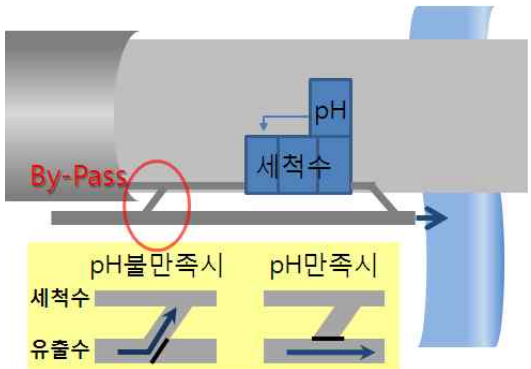
3 pH저감시설 분리설치로 By-Pass 삭제

(현행) 통합설치

1 pH 저감시설 미설치시

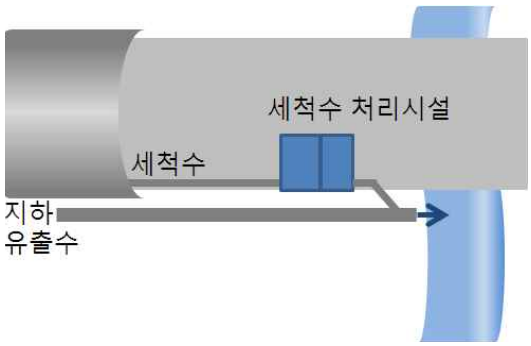


2 pH 저감시설 설치시

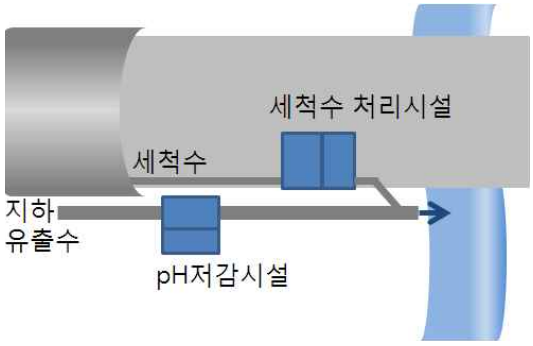


(변경) 분리설치

1 pH 저감시설 미설치시



2 pH 저감시설 설치시

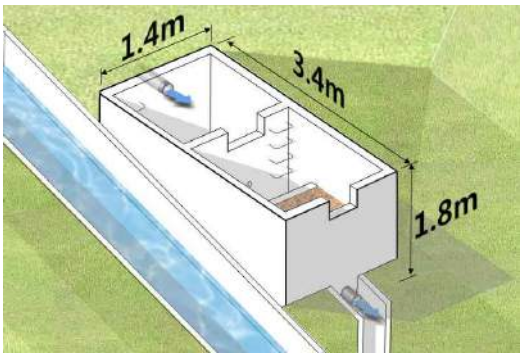
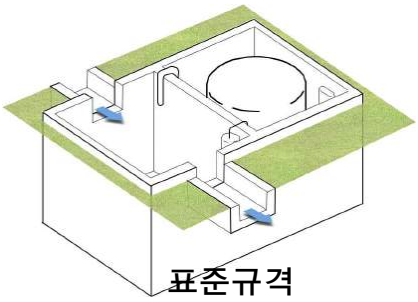


V 『세척수처리시설』 변경기준

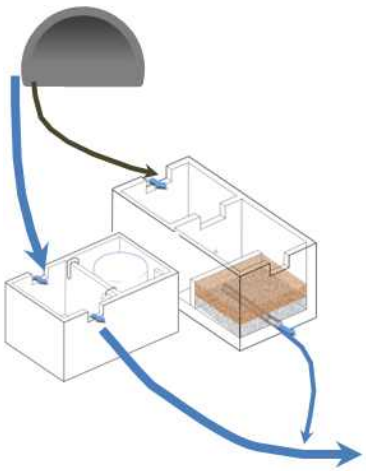
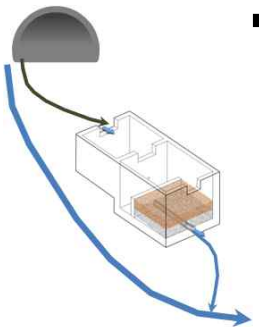
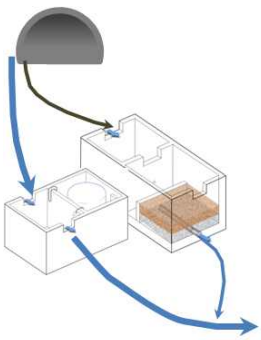
※ 타일 외 도장공법 도입으로 명칭 변경 (당초 : 타일세척수 처리시설)

1 시설규모 및 배수체계

① 시설 규모

세척수처리시설	pH저감시설
o 표준규격 설계 및 시공  	o 표준규격 설계 및 시공  표준규격 2@1.5×1.5×1.5

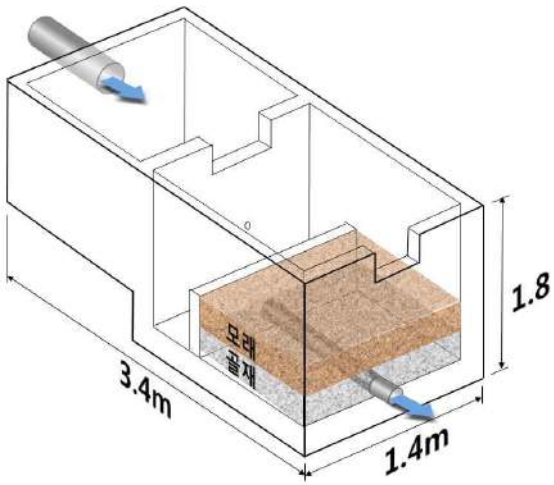
② 배수 체계

실시설계 단계	시공 단계
o 세척수처리시설과 pH저감 시설을 분리(By-Pass삭제)하여 반영 * pH저감시설 삭제가 용이토록 내역구성 	① pH가 안정화된 경우 ➡ pH저감시설 삭제  ② pH가 불안정한 경우 ➡ pH저감시설 설치 

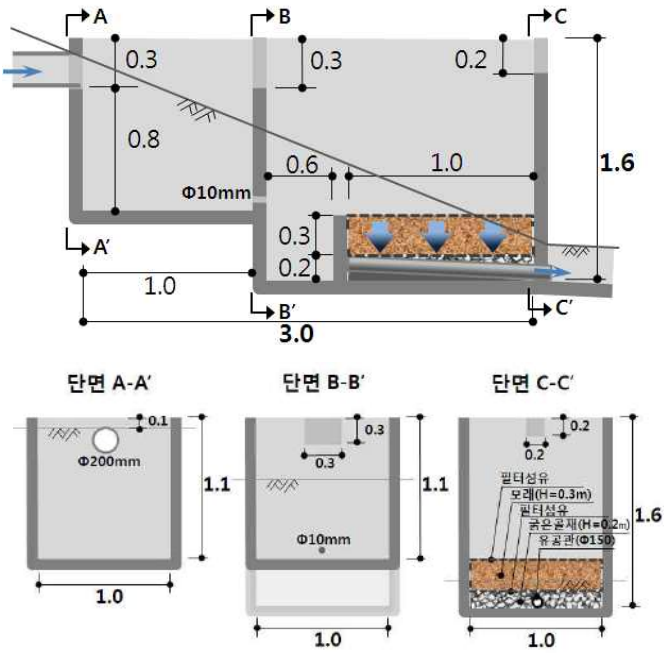
2 세척수처리시설 설치기준

① 시설 개요도 [세부내용 : 붙임#4 참조]

투시도



측면 및 단면도



② 설계 및 시공 유의사항

o 침전조 : 격벽 배출구(∅10㎜)는 침전조 바닥에서 5cm상부에 설치

o 여과조

- (경사조절 콘크리트 타설) 여과조 바닥에는 배수촉진을 위해 5%경사를 갖도록 조절콘크리트를 추가 타설
- (유공관) 골재층 내에는 부직포를 감싼 ∅150㎜ 유공관(고속도로공사 전문시방서의 지하배수용 유공관) 설치
- (굵은골재) 하단 골재층의 골재는 40㎜(또는 25㎜)의 알골재 사용
- (여과재) 여과재는 1.2㎜체를 통과하여 0.6㎜체에 남는 모래를 사용하되 깨끗한 물로 씻어서 사용
- (필터섬유) 고속도로 전문시방서의 배수용 토목섬유 기준에 적합한 부직포 설치

o 토사 등 이물질의 시설유입을 방지하기 위해, 유입부는 가급적 측구가 아닌 배수관으로 설치하고, 되메우기는 벽체상단 10cm이하로 시행

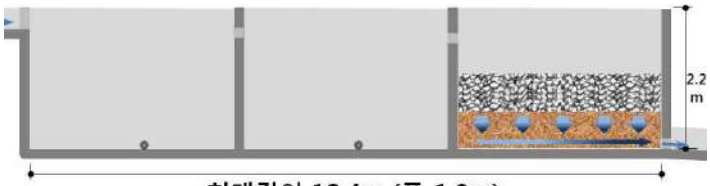
※ pH저감시설 설치기준 : 기존과 동일방식 적용 [붙임#5 참조]

Ⅵ 기대효과 및 적용방안

□ 기대효과

o 규모 축소로 설치부지 확보 용이(평균규모 71% 감)

[현 행] 4.7~22.8m^3 (평균 13.8)



⇨

[변 경] 4.0m^3

o 체류수 자연배수를 통한 유지관리 및 처리효율 향상(43% ⇨ 100%)

o 규모 및 배수체계 단순화로 설계·시공 용이

[현 행]		[변 경]
1. 실시설계 단계 예측유량으로 규모 산정 **2. 시공 단계** 실측유량 및 pH안정여부에 따라 규모·배수체계 재설계	⇨	**1. 실시설계 단계** 규모산정없이 표준규격 반영 **2. 시공 단계** 필요시 pH저감시설만 삭제 (유량실측 및 재설계 등 불필요)

□ 적용방안

o 설계중 노선 : 본 방침 적용

o 건설중 노선 : 적용여건을 고려하여 공사시행부서에서 판단

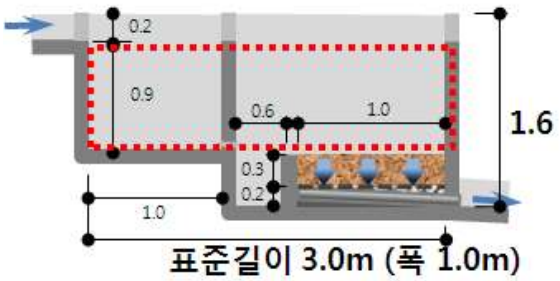
※ 붙 임

1. 세척수 처리시설 최소규모 검토
2. 세척수 처리능력 비교(기존 및 변경)
3. 시험시공 및 모니터링 결과
4. 세척수 처리시설 (변경)도면
5. pH저감시설 설치기준

붙 임 #1

세척수 처리시설 최소규모 검토

□ 저감효율 및 시공성을 고려한 최소규모



o 적정 최소규모

= (1.0+1.8)가로×(0.9)세로×(1.0)폭 = 2.52m^3

- 침전물 제거 등 최소공간 : 1m(가로,세로)
- 혼탁방지를 위한 침전조 최소깊이 : 0.9m(美EPA)
- 저감효율을 고려한 적정 모래높이 : 0.3m(붙임#2)
- 침전조 낙수로 인한 여유공간 : 0.6m(美EPA)

□ 최소규모에 대한 통수능력 검토

1 Q_{in}(세척수 발생유량) : 8.9m^3/hr(=9.84×0.9)

* 청소장비 세척수 분사유량 : 0.164m^3/min(장비평균값 0.0784~0.25) = 9.84m^3/hr
* 유출계수 : 0.9

2 Q_{out}(여과조 통과유량) : 14.4m^3/hr

① 모래여과 유량 : A×k×i = 1.0×3.6×4.0 = **14.4m^3/hr .... 임계유량**

A(모래면적) = 1.0m^2

k (모래투수계수) = 0.35÷안전율3 = 0.1cm/sec = 3.6m/hr

* 여과시설의 적정 모래입경 기준 : 0.5~1.0㎜(美EPA)
* 모래(0.5~1.0㎜) 투수계수 : 0.35cm/sec(소방방재청 2008 참조)

i (동수경사) = H/L = (0.9+0.3)/0.3 = 4.0

② 필터섬유 투수계수 : 0.1~0.9cm/sec **(≧ 모래투수계수)**

* 배수용 필터섬유 투수계수 : 0.1~0.9cm/sec(고속도로공사 전문시방서)

③ 유공관 용량(∅150) : $Q = A/n \times R^{2/3} \times I^{1/2}$ =0.014/0.015×0.045$^{2/3}$×0.05$^{1/2}$= **96.9m^3/hr**

∴ Q_{out}(=14.4m^3/hr) > Q_{in}(=8.9m^3/hr) .... O.K!!

□ 장대터널의 분할세척을 고려한 침전조 오리피스 규격산정

o 1회 최대 청소연장 : 1.36km (청소차 탱크용량 18Ton)

o 침전조 잔류수 배수 목표시간 : 2시간(=청소차 탱크의 再충전 소요시간)

$Vp/T = C \cdot A(2g \cdot hp/2)^{0.5}$

여기서, Vp(침전조용량)=0.9m^3, T(목표배수시간)=2hr

C(손실계수)=0.6, A(오리피스면적)=$\pi d^2/4=0.785398d^2$

g(중력가속도)=9.8m/s^2, hp(침전조 수심)=0.9m

$\therefore\ d = 0.011539 \cdot Vp^{1/2}(hp/2)^{-1/4}T^{-1/2} = 0.95cm \fallingdotseq$ **1.0cm**

□ 시설 전·후 배수시설 적정규격 검토

최대 발생유량 : $Qmax = 0.25m^3/min = 0.0042m^3/s$

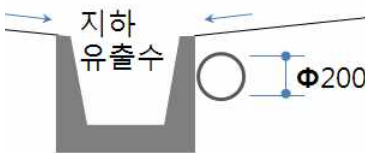
배수시설 용량 : $Q = A \cdot V = A \cdot \frac{1}{n} \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot I^{\frac{1}{2}}$

① 관수로

관경 ∅200㎜(설계처-3868, 2009.7.21), 수로경사 0.5% 일 때,

A=0.63185D^2=0.0253m^2, n=0.015

R=0.30169D=0.0603m, I=0.005



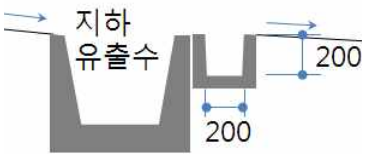
$$Q = 0.0253 \cdot \frac{1}{0.015} \cdot 0.0603^{\frac{2}{3}} \cdot 0.005^{\frac{1}{2}} = 0.018m^3/s > 0.0042m^3/s$$

② 개수로(배수관 설치가 곤란한 경우)

폭 B=0.2m, 높이 H=0.2m, 수로경사 0.5% 일 때,

A=0.2×0.2×80%=0.032m^2, n=0.015,

P=2×0.8×0.2+0.2=0.064m, R=A/P=0.5m, I=0.005

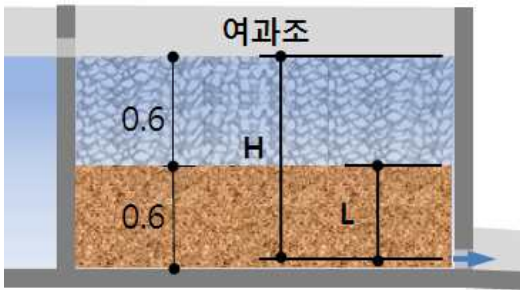
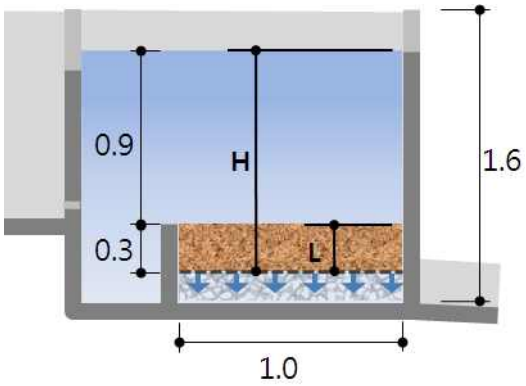


$$Q = 0.032 \cdot \frac{1}{0.015} \cdot 0.5^{\frac{2}{3}} \cdot 0.005^{\frac{1}{2}} = 0.095m^3/s > 0.0042m^3/s$$

☞ 터널에서 배출되는 세척수 배수관과 동일한 규격(∅200㎜) 적용

붙 임 #2

세척수 처리능력 비교

구 분	기존방식(점배수)	개선방식(면배수)
도 면		
수 리 조 건	H(최대 수두)=0.6+0.6-0.1= 1.1m L(모래속 이동거리)= 0.5m	H(최대 수두)=0.9+0.3= 1.2m L(모래속 이동거리)= 0.3m
여 과 유 량	시간당 여과량 Q=AV=A·k·i A : 배출면적(=0.19m^2) [⇒ ∅200@6EA] k : 모래투수계수(=3.6m/hr) i : 동수경사(=H/L=2.2) Q=0.19×3.6×2.2= **1.5m^3/hr**	시간당 여과량 Q=AV=A·k·i A : 배출면적(=1.0m^2) [⇒ 가로1m×세로1m] k : 모래투수계수(=3.6m/hr) i : 동수경사(=H/L=4.0) Q=1.0×3.6×4.0= **14.4m^3/hr** **(기존의 9.6배)**

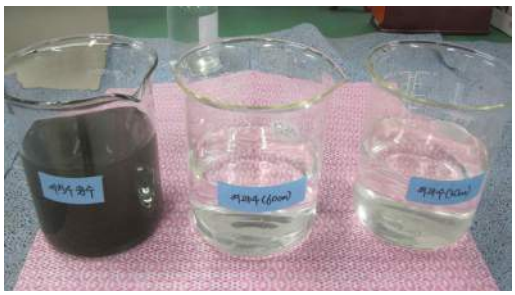
붙 임 #3

시험시공 및 모니터링 결과

□ 여재(모래)두께 축소에 따른 오염저감 효율

o 모니터링 내용

- 모형 제작 : 2기 (모래두께 60cm, 모래두께 30cm)
- 세척수 채수 : 중부내륙선 중원터널 (채수일 2013. 5. 7)
- 여과시험 및 성분분석 : 도로교통연구원 (2013. 5. 29 ~ 5. 30)

모형 제작	오염수 여과	여과수 채수
		

o 저감효율 분석결과

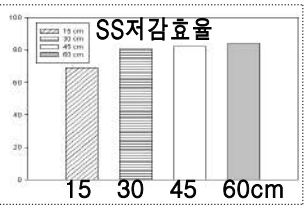
모래두께 30cm의 저감효율이 낮긴 하나 둘다 99%이상으로, 청정지역 산업폐수 방류기준(SS 30mg/L)을 훨씬 밑도는 수준으로 **매우 양호**

※ 도로연구실-695(2013.05.30)

구 분	세척수 원수	여과수	
		모래 60cm	모래 30cm
SS농도(mg/L)	437	2.25 (99.5%저감)	4.0 (99.1%저감)

※ 모래두께 관련 연구결과(도로교통연구원, 2010)

・30~60cm 두께에서는 SS제거효율에 큰 차이가 없어, 경제성 등을 고려하여 최소 30cm를 최적두께로 제시



□ 배수방식 변경 및 규모축소에 따른 통수능

o 시험방법

- 실물 설치(음성-제천 건설구간)후 혼탁수 통수시험 실시
- 살수차를 활용하여 처리시설 최대 처리유량(overflow직전 유량) 확인

・총 급수량 : 10㎥
・총 급수시간 : 0.917hr (=55min)
・평균 급수유량 : 10.9㎥/hr (=10/0.917)

실물 시험시공	급수차를 이용한 통수시험

o 통수능 시험결과

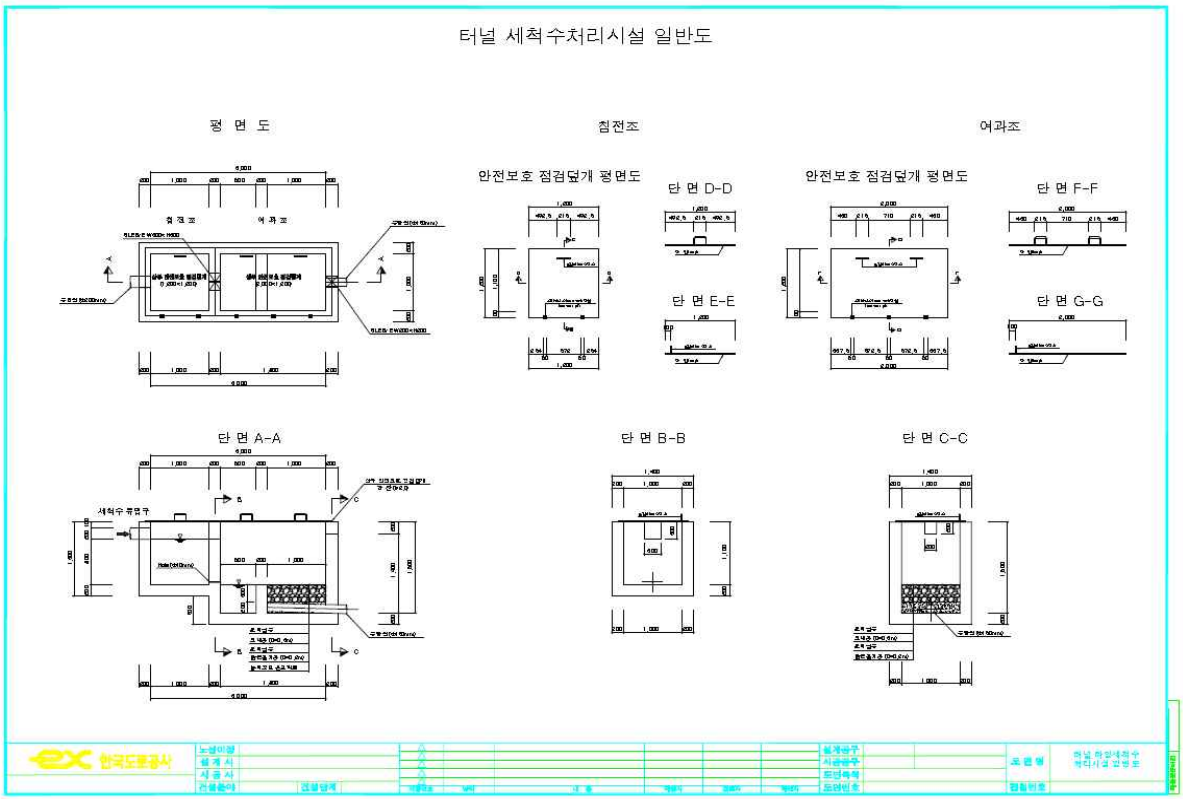
실측 처리유량(10.9㎥/hr)이 세척수 발생유량(8.9㎥/hr)을 초과하고 있어 **터널 세척수 처리에는 충분**함.

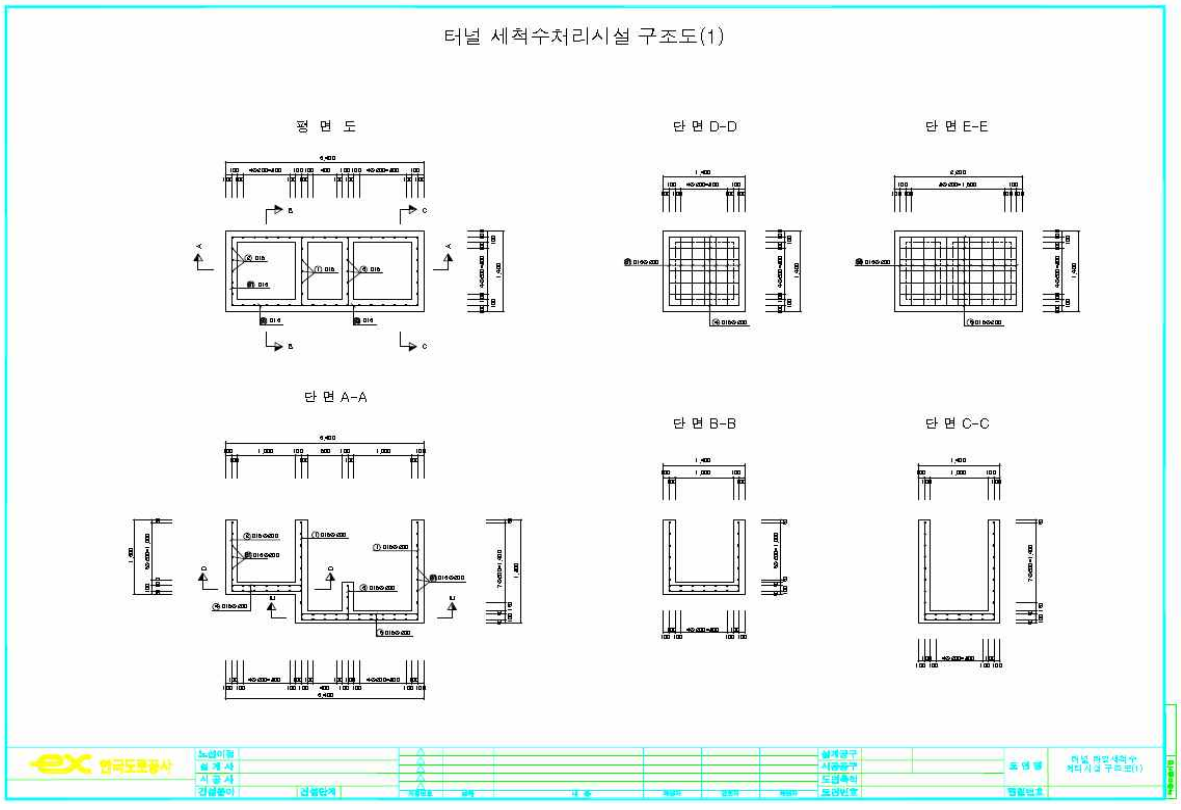
다만, 실측 유량이 이론적 유량(14.4㎥/hr)에 미치지 못하는 것은 여재내 미립분 혼입(모래세척 미실시)과 혼탁수 급수에 기인한 것으로 보임.

구 분	세척수 발생유량	처리시설 처리(통과)유량	
		이론적 처리유량	실측 처리유량
유량(㎥/hr)	8.9	14.4	10.9

붙 임 #4

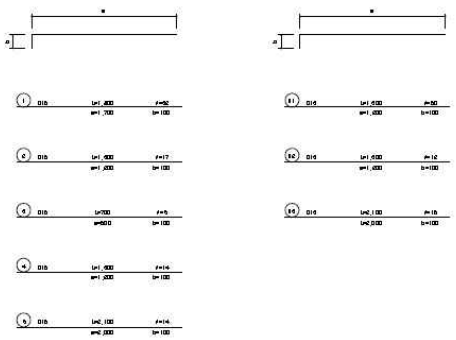
터널 세척수 처리시설 (변경)도면





터널 세척수처리시설 구조도(2)

철근상세도



철근집계표

(1개소당)

번호	규격	길이 (m)	수량	총길이 (m)	단위중량 (kg/m)	총중량 (ton)	비고
1	D16	1.800	32	57.600			ADD5%
2	"	1.300	17	22.100			
3	"	700	5	3.500			
5	"	1.300	14	18.200			
4	"	2.100	14	29.400			
소 계				130.800	1.560	0.204	0.210
51	D13	1.300	60	78.000			ADD5%
52	"	1.300	12	15.600			
53	"	2.100	10	33.000			
소 계				127.200	0.995	0.127	0.131
총 계						0.331	0.341

기타재료집계표

구 분	규 격	단 위	수 량	비 고
자 갈	25~40mm의 깨끗한 것	m³	0.20	
모 래		m³	0.30	
거푸집	유도홈	m²	30.44	
폴리에스테르		m²	5.20	
콘크리트	무근 및 철근콘크리트	m³	3.94	
콘크리트	버림콘크리트	m³	1.00	
유공관	Φ150, L=1,300mm	EA	1	
PVC 관	Φ10, L=200mm	EA	1	
PVC 관	Φ200, L=200mm	EA	1	

안전보호 점검덮개 재료표

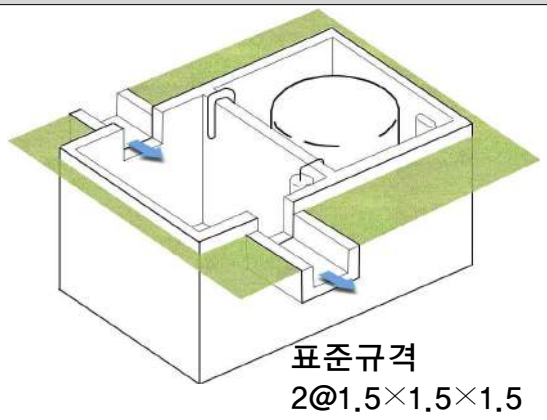
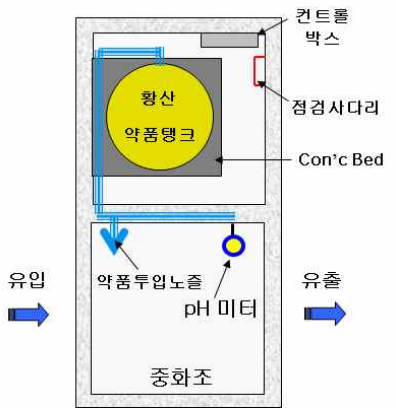
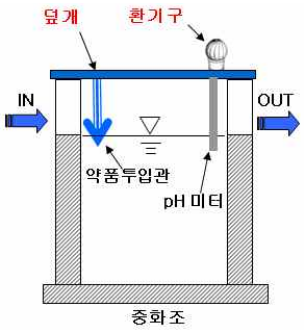
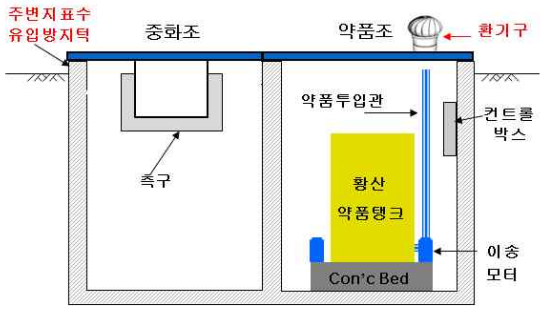
구 분	규 격	단 위	수 량	비 고
강 판	2,000×1,200×2.0mm	EA	1	2.40m²
	1,200×1,200×2.0mm	EA	1	1.44m²
스테인레스경첩	SUS 304, 60×45×1.2t	EA	5	
나사못	4mm×16mm	EA	45	
핸 들	Φ16, L=300mm	EA	3	

붙 임 #5

pH저감시설 설치기준

【터널유출수 처리시설 설치기준 개선(설계처-5551, 2009.11.06)】

□ 시설 개념도

<table>
<tr><th>입 체 도</th><th>평 면 도</th></tr>
<tr><td> 
</td><td> 
</td></tr>
<tr><th>측 면 도</th><th>정 면 도</th></tr>
<tr><td> 
</td><td> 
</td></tr>
</table>

* 상기도면은 당초 설치기준에서 세척수처리시설만 삭제하여 재구성하였으며, 구조도 등은 당해 방침 참조

□ 설치 유의사항

○ 되메우기는 벽체보다 **10㎝ 이상 낮게 시공**하여 지표수 유입방지

○ 약품조 상단에 **환기구**(무동력 벤츄레이터) 설치

○ 황산이 직접 접촉되는 중화조는 내부 부식방지를 위해 **"내산성" 에폭시 코팅** 실시

○ 동계기간 pH 미터 및 약품투입노즐이 동파되지 않도록 보온조치 실시

□ 황산 사용에 따른 안전사고 예방대책

○ 사용 황산의 농도 변경 : 당초 98% ⇒ 변경 30~35%

○ 황산 취급시 다음 유의사항 준수

1. 안전표지판 부착, MSDS* 현장게시 또는 비치

   * MSDS (Material Safety Data Sheet, 물질안전보건자료)
   - 화학물질의 이름, 물리화학적성질, 유해위험성, 폭발/화재시 방재요령, 환경에 미치는 영향 등을 기록한 서류
   - 근로자의 생명 및 건강 보호/ 산업재해 및 직업병 예방의 근원적 효과적인 예방방법으로 입증됨

2. 황산탱크 설치 완료 후 저감시설 가동 전, 충수테스트를 실시하여 탱크의 부품 및 배관연결부에서 액의 누출이 없는지 확인한다.
3. 약품 취급시 관계작업자 전원에게 미리 유해성을 주지시킨다.
4. 약품 취급 장소에서 절대로 음식물을 섭취하지 않는다.
5. 의복, 손, 발, 얼굴 등에 약품이 닿지 않도록 고무장갑, 앞치마 등 보호장구를 필요에 따라 착용한다.
6. 피부 등에 묻었을 때 용제로 세척하고, 비눗물 또는 수돗물로 세정한다.
7. 눈에 들어갔을 때에는 곧 흐르는 물로 15분간 충분히 세척하고 가능한 빨리 의사의 처치를 받는다.
   ※ 절대로 눈을 비비는 일은 하지 않는다.
8. 작업 중에 이상한 냄새, 어지러움, 두통 등의 이상을 느꼈을 때는 일단 밖으로 나와 작업을 중지한다.

7-12 터널 출구부 교통안전성 확보를 위한
직광영향 최소화 설계방안 검토

설 계 처-3354
(2013. 11. 11)

Ⅰ 검토목적

고속도로 터널 출구부의 태양 직광영향에 의한 교통사고 위험을 최소화하기 위한 설계절차 및 차단시설 설치기준을 수립코자 함

※ 터널 출구부 교통사고 중 직광발생 터널에서 70% 발생 (교통처-1674, 2012.4.17)

[양지터널 출구부 직광영향 발생사례]

Ⅱ 추진경위 및 문제점

□ 추진경위

o 2010.11.22 : 터널 시공 및 유지관리실태 감사(감사실-2026)
- 터널 출구부 직광영향을 분석하여 표지판 등 정보제공 시설 설치방안 강구

o 2012. 4.17 : 태양 직광에 의한 교통사고 예방대책(교통처-1674)
- 도로전광표지(VMS) 이용하여 직광 안내정보 제공

o 2012. 7.30 : 터널 출구부 직광저감시설 설치방안 검토(건설처-3109)
- 공사중인 노선의 직광저감시설용 캐노피 삭제 및 VMS 설치

□ 문 제 점

o 태양 직광영향에 대한 설계절차와 적용기준이 없음
- 태양 직광영향 검토를 동서방향 터널 중 일부만 시행
- 선형, 지장물 및 도로 여건(절토고 높이, 수목, 방음벽 등) 등을 종합하여 검토 필요

o 설계사별 직광인지각도(시야범위) 및 위험등급 상이 [붙임#1 참조]

- 직광인지각도 적용 범위 : 설계사별 각각 상이(대부분 30° 이내)

구 분	평 면	수 직
A사	수평좌우 30°이하	상향 30°이하
B사	수평좌우 30°이하	상향 30°이하
C사	수평좌우 30°이하	불쾌감발생 범위 : 상향 30°이하 장애발생 범위 : 상향 10°이하
D사	1급(위험) : 수평좌우 17°이하 2급(경고) : 수평좌우 30°이하	1급(위험) : 상향 7°이하 2급(경고) : 상향 30°이하

· 설계사별 위험등급 적용 상이 : 3~5개 등급 구분

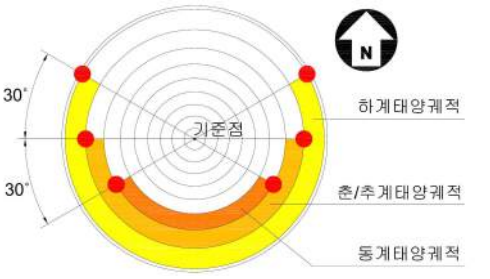
o 태양 직광 위험 최소화를 위한 적극적인 차단시설 설치 필요

- 현재는 터널내 안내시설(VMS) 설치 위주 설계적용

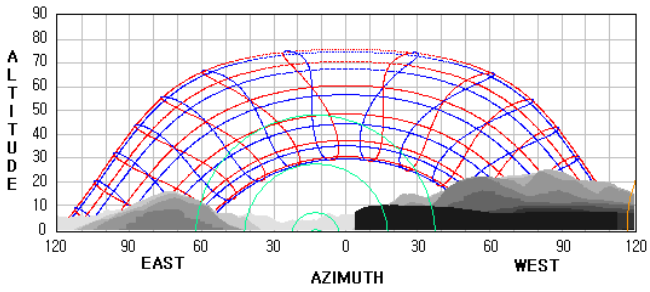
Ⅲ 설계 기준 검토

□ 태양 직광의 영향범위 검토

o 출구부가 동·서측 각 60° 구간에 해당하는 터널은 일출 또는 일몰시 직광영향으로 인한 사고 위험 소지가 있음

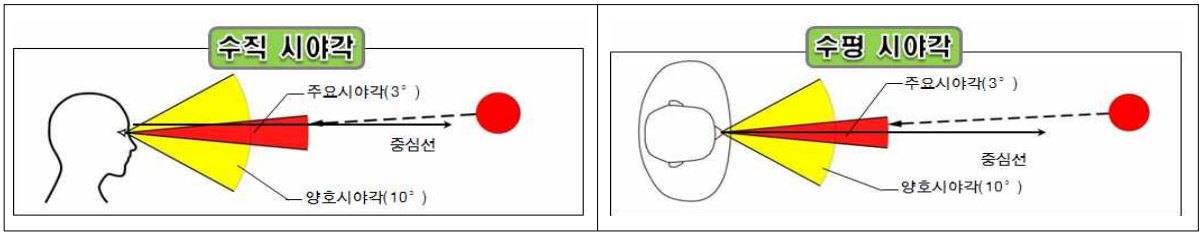


< 태양 궤적 분포도 >



< 출구부 태양궤적 영향 예 >

o 운전자의 직광 인지각도는 주요시야각 3°, 양호시야각 10° 임 (교통처-1674, 2012.4.17)



주) 출저 : 인적요인이 도로설계에 미치는 영향, 이수범 저(2001)

o 검토결과

- 직광영향 검토 대상

  · 터널 출구부의 방향이 동·서측 각 60° 범위인 터널

- 직광 인지각도 설정 : 3개 상태로 구분 설계

구분	직광 위험범위	직광 영향범위	그 외 범위
수직	상향 3° 이내	상향 3° ~ 10°	상향 10° 초과
수평	양측 3° 이내	양측 3° ~ 10°	양측 10° 초과

□ 직광 차단시설 검토

o 터널 직광차단 필요연장 산정

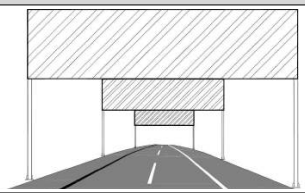
- 태양 직광의 터널내부까지 영향 고려(3° 기준)

- 터널 외부는 조도순응시간(3초) 운행거리의 50% 이상 차단

설계속도(km/hr)	120	**100**	80	60
조도순응거리	100m	**83m**	67m	50m
직광차단거리 (터널 외부)	50m	**42m**	34m	25m

* 조도순응시간(3초) : 도로의 구조·시설에 관한 규칙 제7장 입체교차 (터널과 이격거리)

o 종류 및 설치 기준

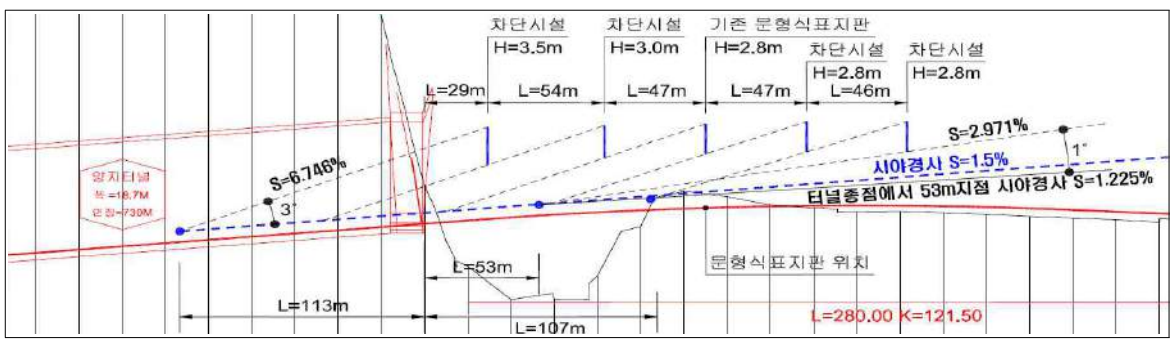
문형식 차단시설	수목 식재	방음벽 등
		

- 직광위험(주요시야각 3° 이내) 발생 터널에 대해서만 설치 검토

- 현장 여건을 감안하여 경제적인 차단시설을 선택 적용

- 직광차단 효과 향상을 위해 차단시설 혼합 적용 가능

※ 문형식 차단시설 설치검토(예시)



□ 직광영향 검토 절차

o 노선 선형 계획단계에서 직광영향 검토 및 선형조정 방법으로 직광위험 최소화 설계 우선 시행

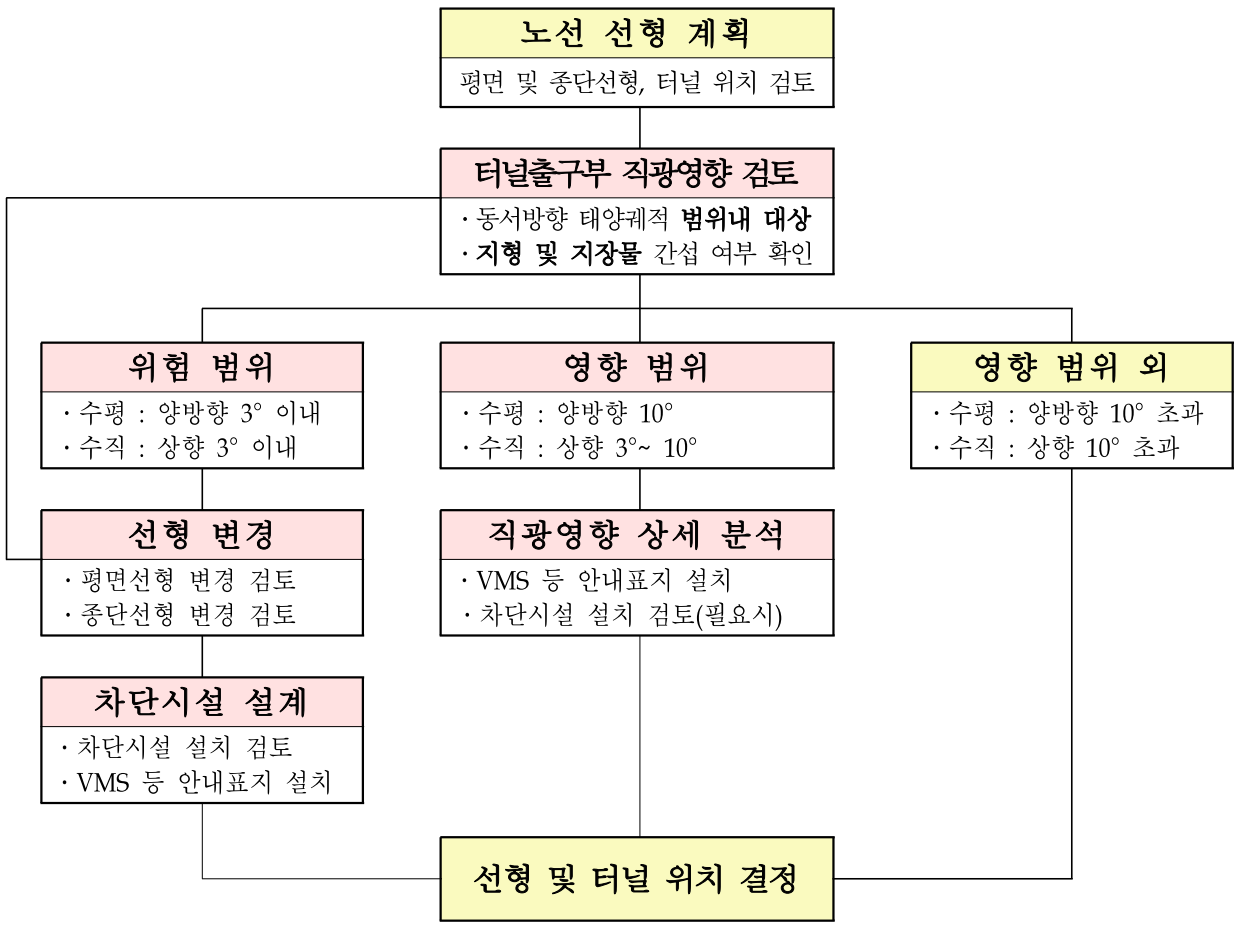
- 터널 출구부 직광영향 검토에 대해 설계 체크리스트 반영

→ 직광영향 검토 결과 보고서 작성

o 직광 영향범위는 3°이내, 10°이내 등 3단계로 구분하여 검토

o VMS 등 직광안내 표지는 시야각도 10° 이내 모든 터널에 설치

※ 직광영향 검토 설계흐름도



Ⅳ 적용방안

o 신규발주 노선부터 적용하며, 설계중인 노선은 직광영향 및 차단시설 설치 검토 시행 (보고서에 검토 내용 수록)

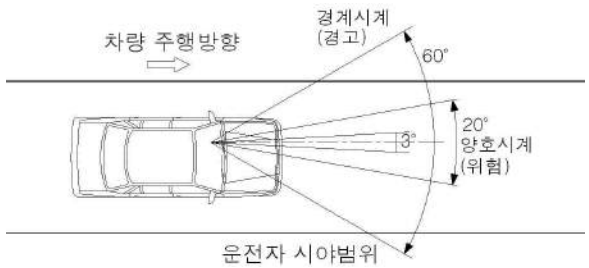
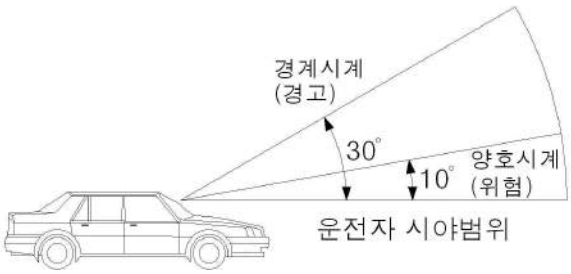
※ 문형식 직광차단시설은 시험시공 후 상세설계기준 별도 수립

붙 임 #1

설계시 직광영향 검토 현황

□ 설계과업별(업체별) 직광영향 검토 내용

○ 직광인지 조건

직광 평면 좌우발생 범위	직광 수직발생 범위
	

구 분	평 면	수 직
A사	수평좌우 30°이하	상향 30°이하
B사	수평좌우 30°이하	상향 30°이하
C사	수평좌우 30°이하	불쾌감발생 범위 : 상향 30°이하 장애발생 범위 : 상향 10°이하
D사	1급(위험) : 수평좌우 17°이하 2급(경고) : 수평좌우 30°이하	1급(위험) : 상향 7°이하 2급(경고) : 상향 30°이하

※ 업체별 직광인지 범위 : 운전자 시야각 좌우 30°, 수직 30° 범위

○ 직광위험등급

구분	입사각	등급	발생상황	영향시간	검토대책
A사	30°이상	안 전	직광없음(안전)	-	-
	10°~ 30°	직광장애	백색화가능, 시계확인 장애	4~5시간	경고표지, 직광저감시설
	10°미만	직광위험	불능현휘, 시계확인 불가	-	

구분	등급	위험도	구분기준	검토대책
B사	위험	가장높음 ↑ ↓ 가장낮음	시야각 6°이내 직광사입	직광위험 표지판설치 및 VMS에 의한 직광위험 경고
	경계		시야각 20°이내 직광사입	
	주의		시야각 60°이내 직광사입	발생구간의 연장에 따라 직광위험 표지판 설치
	잠재		시야각 100°이내 직광사입	

구분	등급	발 생 조 건	검토대책
C사	A	• 직광이 발생하지 않는 구간	-
	B	• 직광발생 시간 1시간 이내, 태양고도 사이의 각도가 3~30°인 구간	-
	C	• 직광발생 시간 1~2.5시간, 태양고도 사이의 각도가 3~30°인 구간, • 태양고도 사이의 각도가 5°이내, 20분간 지속되는 구간	직광위험 표지판
	D	• 직광발생 시간 2~5시간, 태양고도 사이의 각도가 3~30°인 구간, • 태양고도 사이의 각도가 3°이내, 40분간 지속되는 구간	직광위험 표지판 직광인지시설
	E	• 직광발생 시간 5시간 이상, 태양고도 사이의 각도가 3~30°인 구간, • 태양고도 사이의 각도가 3°이내, 1시간이상 지속되는 구간	직광인지시설 직광저감시설

구분	등급	위험구분	직광위험율 기준	영향시간	검토대책
D사	A	직광 위험구간	위험율 80%이상	5.2	직광저감시설
	B	직광 경고구간	위험율 60~80%	4.0	직광저감 또는 인지시설
	C	직광 잠복1구간	위험율 40~60%	2.0	직광위험 표지판
	D	직광 잠복2구간	위험율 20~40%	-	-
	E	직광 안전구간	위험율 0~20%	-	-

※ 위험등급 : 직광 입사각 및 직광 지속시간을 고려하여 적용

□ 기존 고속도로 직광인지 조건 및 위험등급 설계적용 사례

○ 직광인지 조건

구 분	노선 진행방향	평 면	수 직
울산~포항 고속도로 건설공사	남서에서 북동방향	수평좌우 30°이하	상향 30°이하
충주~제천 고속도로 건설공사	동쪽에서 서쪽방향	수평좌우 30°이하	상향 30°이하
목포~광양 고속도로 건설공사(9공구)	남서에서 북동방향	수평좌우 30°이하	상향 30°이하
상주~영덕 고속도로 건설공사	남서에서 북동방향	수평좌우 30°이하	상향 30°이하
부산외곽 고속도로건설공사	남서에서 북동방향	수평좌우 30°이하	상향 30°이하

○ 직광위험등급

<table>
<tr><th>구 분</th><th>직광위험등급</th></tr>
<tr><td>울산~포항 고속도로 건설공사
충주~제천 고속도로 건설공사</td><td>
<table>
<tr><th>등급</th><th>위험구분</th><th>직광위험율 기준</th><th>직광영향시간</th></tr>
<tr><td>A</td><td>직광 위험구간</td><td>위험율 80% 이상</td><td>5.2</td></tr>
<tr><td>B</td><td>직광 경고구간</td><td>위험율 60~80%</td><td>4.0</td></tr>
<tr><td>C</td><td>직광 잠복1구간</td><td>위험율 40~60%</td><td>2.0</td></tr>
<tr><td>D</td><td>직광 잠복2구간</td><td>위험율 20~40%</td><td>-</td></tr>
<tr><td>E</td><td>직광 안전구간</td><td>위험율 0~20%</td><td>-</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>목포~광양 고속도로 (9공구)</td><td>
<table>
<tr><th>입사각</th><th>등급</th><th>발생상황</th><th>직광영향시간</th></tr>
<tr><td>30° 이상</td><td>안 전</td><td>직광없음(안전)</td><td rowspan="3">겨울기준 3.0시간</td></tr>
<tr><td>10° ~ 30°</td><td>직광장애</td><td>백색화가능, 시계확인 장애</td></tr>
<tr><td>10° 미만</td><td>직광위험</td><td>불능현휘, 시계확인 불가</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>상주~영덕 고속도로 건설공사
부산외곽 고속도로 건설공사</td><td>
<table>
<tr><th>등급</th><th>태양 입사각</th><th>직광지속시간</th><th>대처방안</th></tr>
<tr><td>A</td><td>3° 이내</td><td>1시간 이상</td><td rowspan="2">직광저감시설</td></tr>
<tr><td>B</td><td>30° 이내</td><td>3시간 이상</td></tr>
<tr><td>C</td><td>30° 이내</td><td>2~3시간 미만</td><td>직광인지시설(VMS)</td></tr>
<tr><td>D</td><td>30° 이내</td><td>1~2시간 미만</td><td>직광위험 표지판</td></tr>
</table>
</td></tr>
</table>

※ 직광위험등급은 계절에 따른 태양 입사각과 직광 지속시간을 고려하여 적용

붙 임 #2

관련 용어 정의

o **직광저감시설** : 운전석 정면에서 태양광 투사로 발생하는 글레어 현상을 저감하기 위한 시설

o **조도순응시설** : 터널내부와 외부의 급격한 명암변화에 의한 시각장애를 완화하기 위한 시설

o **조도순응시간** : 조도변화에 순응(명순응, 암순응)하는데 필요한 시간
'도로의 구조·시설 기준에 관란 규칙' 해설편에 따라 3초 적용

o **암순응** : 조명이 밝은 조건에서 어두운 조건으로 변할 때, 사람의 눈이 적응하는 것으로 명순응의 반대 경우

o **명순응** : 조명이 어두운 조건에서 밝은 조건으로 변할 때, 사람의 눈이 그 상황에 적응하여 시력이 회복되는 상태

o **블랙홀 현상** : 터널 입구로 들어갈 때 밝은 곳에서 갑자기 어두운 곳으로 들어가면서 동공이 열리며 앞이 검게 안보이는 현상

o **화이트홀 현상** : 터널 출구로 나갈 때 어두운 곳에서 갑자기 밝은 곳으로 나가면서 동공이 작아지며 앞이 하얗게 안보이는 현상

o **글레어 현상** : 시야 내에 강한 광원이 눈에 들어와서 일시적으로 시각장애가 발생하는 현상

7-13 운전자 시(視) 환경을 고려한
터널조명 밝기 환산계수 기준 개선

시 설 저-3978
(2013. 12. 17)

Ⅰ 추진배경

□ 국내 고속도로에 적합한 터널조명 밝기 환산계수 수립으로 최적의 터널조명환경 구현

□ 공용년수 및 교통량에 따라 차등화된 터널조명 운영기준 수립으로 공사비 및 유지관리비 절감

Ⅱ 현실태 및 문제점

□ 현 실 태

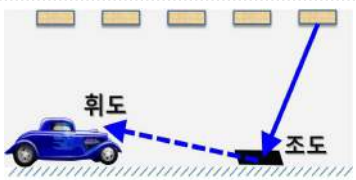
o KS 터널조명 밝기기준은 휘도값으로 규정하지만, 설계 및 운영은 조도값으로 환산 적용

o 터널조명 밝기기준 [한국산업규격(KS), 도로안전시설 지침(국토부)]

구 분	구간별 밝기 (교통량 보통 기준)			비 고
	입구부	기 본 부	출 구 부	
휘 도 [cd/m^2]	200~11	9	18~45	밝기 기준값
조 도 [lx]	2,600~150	120	240~600	설계 및 운영값

o 밝기 환산계수 : 휘도 1 [cd/m^2] = 조도 13 [lx]

▪ 조 도 : 단위면적에 비춰지는 빛의 양 [lx]
▪ 휘 도 : 물체의 빛나는 정도, 물체로부터 반사된 빛이 눈에 들어오는 양 [cd/m^2]



□ 문 제 점

o 국내 고속도로 터널환경을 고려한 밝기 환산계수 기준이 없어, 현재 일본 연구사례 준용

- 일본 도로에 관한 연구결과(1984년)를 국내 도로에 적용

o 국내 밝기 환산계수 연구 사례는 전무

Ⅲ 조명환경 실태조사

□ 측정방법

o 측정대상 : 영동선 마성터널 등 38개소

* 형광등·고압등 터널중 준공 연도별 2~4개소 선정 (# 세부터널 : 붙임참조)

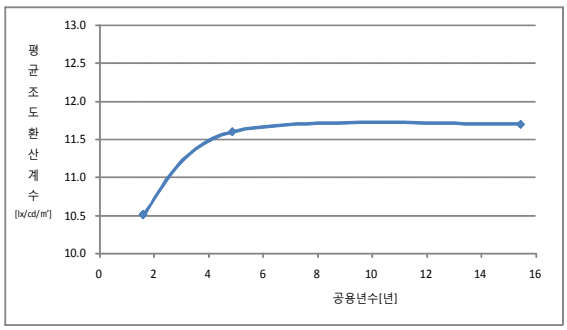
o 측정일자 : 2012. 7. ~ 2013. 5.

o 측정방법

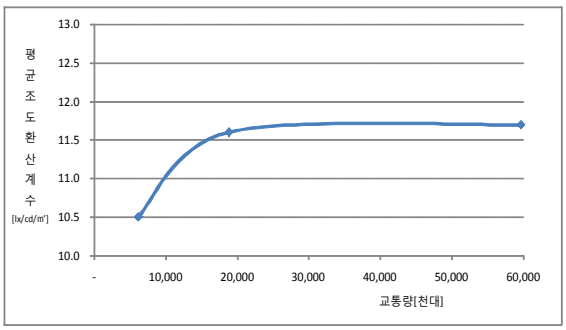
- 기본부 조도 휘도를 KSA 3701, 3703에 의거 시행
- 현장 여건 및 신뢰성 확보를 위해 보수 전·후 2회 측정

□ 측정결과 분석

o 교통량 및 공용년수에 따른 밝기 환산계수 변화



[평균조도환산계수/교통량]



[평균조도환산계수/공용년수]

▪ **터널별 측정결과 분석을 통한 밝기 환산계수 도출**

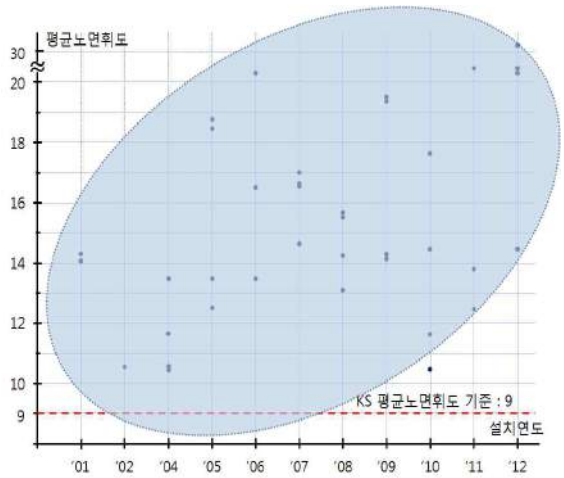
구 분	평균노면휘도 [cd/m^2]	평균노면조도 [lx]	밝기 환산계수 [lx/cd/m^2]
측정값	15.9	185.0	11.6

* 터널별 세부 평균값 : 붙임참조

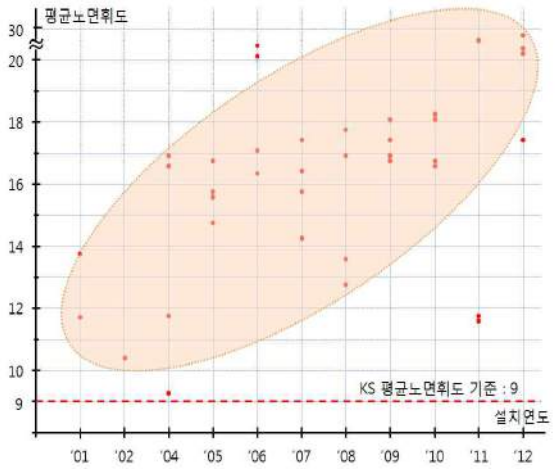
▪ **교통량, 공용년수에 따라 밝기 환산계수 차등 적용 필요**

- 교통량 및 공용년수 증가시 노면 밝기 환산계수는 상승 (노면 반사율 및 휘도 저하)
- 누적 통행 교통량 20,000[천대], 공용년수 4[년] 미만에서 환산계수 값은 10~11.6으로 급격히 변화하고 그 이상에서 안정화

o 조명기구 보수 전후에 따른 밝기 변화



[보수▪세척 전]



[보수▪세척 후]

▪ **기본부 밝기 기준값 9 [cd/m^2] 이상 만족 (보수율 감안)**

▪ **휘도개선을 위해서는 조명기구 세척과 노면 세척 병행 필요**

- 조명기구 세척 전·후 조도 증가율(14.3%)에 비해 휘도 증가율(3.2%)은 낮음

구 분	보수전	보수후	증감율(%)
평균노면휘도 [cd/m^2]	15.4	15.9	3.2% ↑
평균노면조도 [lx]	161.8	185.0	14.3% ↑
밝기환산계수 [lx/cd/m^2]	10.5	11.6	10.5% ↑

※ 기 타

o 측정분석 결과는 "한국조명전기설비학회", 2013 추계학술대회, 우수논문상 수상

* 제 목 : 『국내 고속도로 터널조명 환경분석에 의한 평균조도환산계수 재정립』

Ⅳ 결 론

□ (설계) 터널조명 밝기 환산계수 개선 적용

구 분	현 행	개 선	비 고
환산계수 [lx/cd/m^2]	13	12	△ 7%

o 신규 설계시 반영하고, 현 시공중인 터널은 현장 여건을 반영하여 설계 변경

□ (운영) 교통량 및 공용년수를 감안 밝기 환산계수 추가 차등 운영

구 분	교통량	공용년수(년)			
		1년	2년	3년	4년
밝기 환산계수 [lx/cd/m^2]	많음	10	12	12	12
	보통	10	11	12	12
	적음	10	10	11	12

※ KS 교통량 기준(편도) 적용[단위 : 차량대수/시간/차로]
- 많음(1,000 이상), 보통(1,000 미만~300 초과), 적음(300 이하)

※ 터널상황이 곡선부, 종단구배, 기타 위험이 예상되는 경우 제외

Ⅴ 기대효과

□ 터널조명등 감소로 초기공사비 절감

o 2016년까지 건설되는 신규터널 168개소 적용시 : 224억원 절감

□ 운영조도 축소에 따라 전력료 절감

o 공용중인 터널 364개소 적용시 : 연간 16억원 절감

□ 운전자의 시(視)환경 개선으로 주행 안전성 확보

붙 임 : 1. 터널 조명환경 측정 대상터널
2. 터널조명 밝기 측정자료 및 분석
3. 절감액 산출 근거
4. 터널조명 적용 기준조도

붙 임 #4

터널조명 적용 기준조도

□ 현 행

[설계속도 100km/h기준]

교통량	구분	포장	경계부(161m)				이행부(170,204,254m)							기본부	출구부(161m)			
			1	2	3	4	1	2	3	4	5	6	7		1	2	3	4
많음	거리[m]		80	27	27	27	34	34	34	34	34	-	-		47	47	47	20
	조도[룩스]	콘크리트	2,600	2,600	2,090	1,580	1,060	530	340	240	180	-	-	145	300	440	590	730
보통	거리[m]		80	27	27	27	34	34	34	34	34	34	-		47	47	47	20
	조도[룩스]	콘크리트	2,600	2,600	2,090	1,580	1,060	530	340	240	180	150	-	120	240	360	480	600
적음	거리[m]		80	27	27	27	34	34	34	34	34	34	50		47	47	47	20
	조도[룩스]	콘크리트	2,600	2,600	2,090	1,580	1,060	530	340	240	180	150	120	95	200	290	390	480

□ 개 선(환산계수 : 12)

[설계속도 100km/h기준]

교통량	구분	포장	경계부(161m)				이행부(170,204,254m)							기본부	출구부(161m)			
			1	2	3	4	1	2	3	4	5	6	7		1	2	3	4
많음	거리[m]		80	27	27	27	34	34	34	34	34	-	-		47	47	47	20
	조도[룩스]	콘크리트	2,400	2,400	1,930	1,460	980	490	320	220	170	-	-	135	280	410	550	680
보통	거리[m]		80	27	27	27	34	34	34	34	34	34	-		47	47	47	20
	조도[룩스]	콘크리트	2,400	2,400	1,930	1,460	980	490	320	220	170	140	-	110	220	335	445	560
적음	거리[m]		80	27	27	27	34	34	34	34	34	34	50		47	47	47	20
	조도[룩스]	콘크리트	2,400	2,400	1,930	1,460	980	490	320	220	170	140	110	90	185	270	360	450

※ 설계속도 및 교통량에 따라 조명구간별 기준 조도 및 거리 가변

※ 공용중인 터널은 교통량 및 공용년수를 고려하여 환산계수 적용

8-1 부대공(방음벽 등)
기초 연결재 품질기준 개선(안)

녹색환경처-346
(2013. 1. 22)

I 목 적

□ 최근 태풍 대형화등 기상이변에 따른 부대공(방음벽 등) 기초 연결재(기초볼트 및 너트) 품질기준 개선

【추진경위】

o 2012. 8 : 태풍 볼라벤에 의한 방음벽 전도

구 분	호남선 176k(광주방향)	무안-광주선 14k(광주방향)
피해전경		

o 2012. 11 : 방음시설 파손 현장조사 (감사실)

※ 방음벽 앵커볼트 및 너트 품질관리 강화에 관한 사항

- 앵커볼트 및 너트의 품질관리에 필요한 세부 품질기준이 『고속도로 공사용 건설재료 품질 및 시험기준』에 포함되어 있지 않고, 『고속도로공사 전문시방서』에도 "KS규정에 적합한 자재를 사용한다" 라는 포괄적인 기준만 제시되어 있어 공사시행부서에서 품질관리에 어려움이 있는 실정
- 공사중인 건설노선의 경우 공급원 승인 시 시험항목, 현장 관리 시험 실시여부 및 시험항목 등이 상이하게 시행되고 있는 실정

※ 감사실-2376호 (2012.11.19) 처분결과 참고

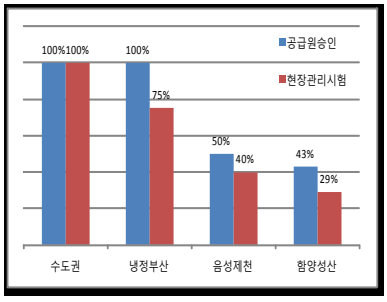
Ⅱ 현실태 및 문제점

□ 방음벽 전도현장 시공실태

구 분	조 사 내 용	
위 치	호남선 176k (광주방향)	무안-광주선 14k (광주방향)
방음판재질	경량콘크리트	아연도강판(칼라)
방음벽높이	7~11m	5m
현장실태		
	볼트 매입깊이부족 및 볼트형식 부적정	볼트 · 너트 풀림 (너트 안지름 과다)
문 제 점	**설계와 상이한 시공**	**부적합 자재사용**
	설 계 / 시 공	KS기준 / 시험결과
	J형 600mm / 일자형 100mm	20.8~21.4mm / 22.1mm

□ 방음벽 공사현장 품질관리 실태

o 조사대상 : 방음벽 기초볼트 및 앵커 (2012년 9월~12월)

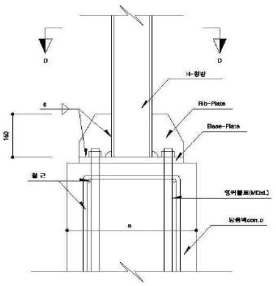
구 분	자재품질확인	품질관리현황	비 고
조사결과	- 자재품질기준 임의적용 : 원자재(강재) KS적용 - 기초볼트 및 너트 임의 체결사용 : 헐거움 발생 - 기초볼트 형식 : 일체형 또는 L형 임의사용	 (4개 사업단)	
문 제 점	**기초 연결자재 품질기준 현장별 임의적용**	**공급원승인 및 관리시험 현장별 상이**	

Ⅲ 검토내용

□ 설계와 상이한 시공원인 검토

o 기초 연결재에 대한 현행 설계 및 시방기준

⇒ 시공 중 자재규격 및 형식에 대한 혼동요인 존재

구 분	검 토 내 용	비 고
표 준 도	- 풍하중에 따른 볼트 매입길이 명시 (M20×800~M36×1000) ⇒ **단면변화치수표와 볼트규격표 상이** - 기초 연결재 상세도 부재 ⇒ **볼트·너트 체결 상세도 필요** (볼트형식포함)	【5.061 방음벽】 
시 방 서	- 시공규정 : 시공 시 주의사항 명시 - 재료규정 : **기초 연결재 세부기준 없음**	【12-2-1 방음벽】

o 기초 연결재 현장 검측실태 검토

⇒ 현장 관리자(감독원, 감리원)의 자재 중요성 인식 부족

구 분	검 토 내 용	비 고
검측실태	- 검 측 자 : 감독원 또는 감리원 - 검측방법 : 방음벽 체크리스트 활용 ⇒ **기초 연결재 확인항목 없음**	

□ 부적합 자재 사용원인 검토

o 기초 연결재에 대한 현행 자재품질기준

⇒ 시공 중 기초 연결재 품질확인 곤란

구 분	전문시방서	건설재료품질기준	현장품질시험기준
규격기준	포괄적기준 (KS규격에 따른다)	없음	없음

o 현장 기초 연결재 품질확인실태 검토

⇒ 시공 중 반입된 기초 연결재에 대한 품질확인 누락

구 분	검 토 내 용	비 고
품질확인 실 태	- 확 인 자 : 감독원 또는 감리원 - 빈도 및 방법 : 현장 반입시 수량확인 ⇒ **기초 연결재 품질확인 누락**	

□ 기초 연결재 적용 시설물 검토

o 방음벽, 표지판, 가로등用 기초 연결재에 동일한 품질기준 적용가능

구 분		기초볼트규격	비 고
방음벽		M20, M24, M30, M36	표준도 기 준
표지판	내민식	M24, M30	
	문형식	M36	
	복합식	M30, M36	
가로등		M24	

Ⅳ 기초 연결재 품질기준 개선(안)

□ 품질측면 개선(안)

1. 기초 연결재 품질기준 정립

⇒ 자재 품질기준 : 한국산업표준(KS) 규격 준수

o 공통기준 【KS D 3503, 8308】

◈ **원자재**

· 적용규격 : KS D 3503 일반 구조용 압연 강재

· 재료기준 : SS400 준용 (별도규정이 있는 경우 해당규정 적용)

◈ **방식(防蝕)기준**

· 적용규격 : KS D 8308 용융아연도금

· 재료기준

구 분	종 류	기 호	부착량(g/㎡)
볼트/너트	2종	HDZ 61	610 이상
와 셔	2종	HDZ 55	550 이상

o 개별기준 【KS B 0233, 0234, 1012, 1016, 1326】

◈ **기초(앵커)볼트**

구 분	재료기준		적용규격
볼트형식	J형 (표준갈고리 길이적용)		KS B 1016 (기초볼트)
강도등급	4.6		
기계성질	보증하중응력	225N/㎟ 이상	KS B 0233 (강제볼트기계성질)
	브리넬경도	114~238HB	
	로크웰경도	67~99.5HRB	
	인장강도	400N/㎟이상	
	항 복 점	240N/㎟이상	
	연 신 율	22% 이상	

◈ 너 트

구 분	재료기준		적용규격
너트형식	6각		KS B 1012 (6각너트)
부품등급	C (치수 : 붙임#1 참조)		
강도등급	4		
기계성질	보증하중응력	510N/㎟ 이상	KS B 0234 (강제너트기계성질)
	비커스경도	117~302HV	
화학성분	C	0.50% 이하	
	P	0.06% 이하	
	S	0.15% 이하	

◈ 와 셔

구 분	재료기준		적용규격
와셔형식	보통원형		KS B 1326 (평와셔)
경도구분	14H (치수 : 붙임#1 참조)		
기계성질	로크웰경도	75~95HRB	
	비커스경도	117~302HV	

o 조합기준【KS B 0211】

◈ 볼트 및 너트 조합

· 적용규격 : KS B 0211 미터보통나사 치수 및 공차

· 재료기준

끼워맞춤 구분	나사구분	조합등급
거친급 【적용보기 : 건설공사 등 더러움이나 흠이 생기기 쉬운 환경에서 사용되는 나사】	볼트(수나사)	8g
	너트(암나사)	7H

※ 허용한계치수표 : 붙임#1 참조

2. 기초 연결재 관리기준 정립

o 공급원승인 시행

◈ 공급원승인 대상자재 포함

· 자 재 명 : 부대공용 기초볼트 및 너트(와셔포함)
· 자재분류 : A군(자재 특성상 품질변동 요인이 적은 자재)
· 관리사항 : 총 18개 항목

구 분	계	공통 기준	조합 기준	개별기준		
				볼트	너트	와셔
항목수(개)	18	2	2	6	5	3

※ 세부항목 붙임#2 참조

o 현장 관리시험 강화

◈ 관리시험빈도

구분	확인시기	대상항목	확인방법
1차	공급원승인시	18개 항목(전체)	공인시험결과
2차	자재현장반입시	18개 항목(전체)	현장 샘플링 후 공인시험의뢰
3차	기초Con'c타설전	5개 항목(특별)	현장육안조사

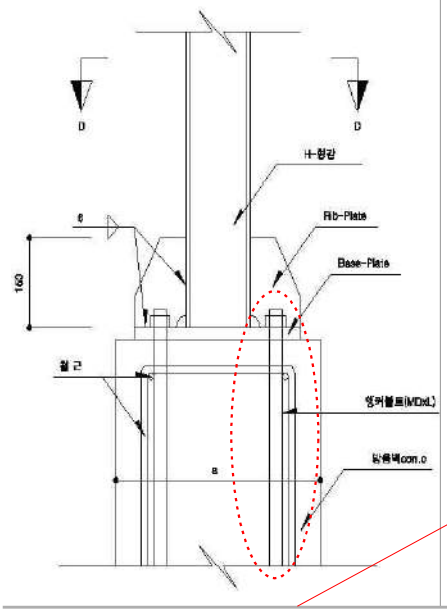
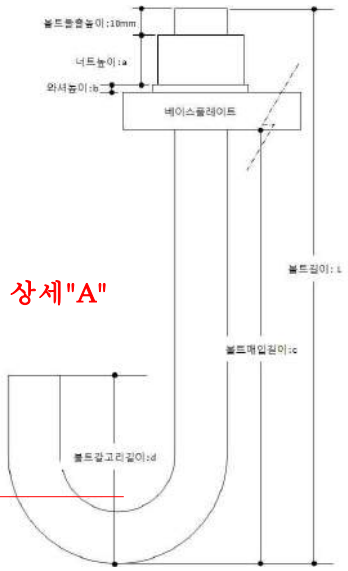
◈ 현장 특별관리항목 선정

구 분	계	조합기준	개별기준		
			볼트	너트	와셔
항목수(개)	5	2	1	1	1

※ 세부항목 붙임#2 참조

□ 설계측면 개선(안) : 표준도에 상세도 추가

◈ 기초 연결재 상세도

당 초	개선(상세도)
	

※ 치수기준(a, b, c, d) : 볼트규격별 KS 기준적용

□ 시공측면 개선(안) : 현장 검측관리 강화

o 방음벽 기초 연결재(볼트, 너트) 관리기준 현장교육

- 사업단 및 본부 방음벽 공사 시 감독원 교육

o 방음벽 검측 체크리스트 보완

- 기초 연결재 품질기준 확인 항목 추가

Ⅴ 향후 추진계획

□ 적용계획

o 적용시기 : 2013년 1월 이후 방음벽 공사

o 적용대상 : 방음벽, 표지판, 가로등 기초 연결재(볼트,너트,와셔)

□ 테마점검 시 현장 이행여부 확인

□ 세부품질기준은 향후 관련규정 개정시 반영

o 고속도로 건설공사 현장 품질시험기준

o 공급원 승인 실무 매뉴얼

o 고속도로 전문시방서 및 건설재료 품질기준 : 도교원

o 고속도로 건설공사 표준도 : 설계처

□ 현장 품질시험비 정산 및 설계변경

o『고속도로 건설공사 품질기준 개선』방침 준용

【녹색환경처-4341호(2012.11.8)】

붙 임 1. 자재별 세부품질기준

2. 품질관리 세부항목기준

3. 방음벽 검측 체크리스트

붙 임 #1

부대공 기초볼트 및 너트
자재별 세부품질기준

▣ 공통기준

o 원자재 : SS400 준용【KS D 3503 일반 구조용 압연 강재】

- 단, 재료별 별도 규정이 있는 경우 해당 규정에 따른다.

o 방식(防蝕)기준【KS D 8308 용융아연도금】

- 아연도금 종류별 적용기준

구 분	종류	기 호	부착량 (g/㎡)	적용기준
와 셔	2종	HDZ 55	550 이상	과혹한 부식 환경하에서 사용되는 강재·강제품 및 단조품류
볼 트 너 트	2종	HDZ 61	610 이상	과혹한 부식 환경하에서 사용되는 두께 5mm 이상의 강재·강제품 및 단조품류

▣ 개별기준

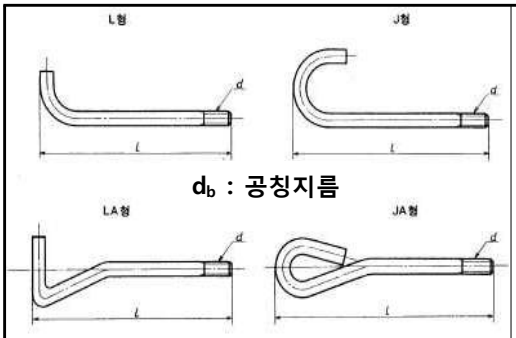
o 기초(앵커)볼트【KS B 1016 기초볼트】

- 볼트 호칭별 길이 : 표준도상 앵커볼트 규격별 (단위:mm)

구 분	M20	M24	M30	M36	비고
길 이	250~1000	315~1250	400~1600	400~1600	

※ 표준도 외 볼트규격 : KS 규격기준 준용

- 볼트형식 : 4종 (L, J, LA, JA형) 중 **J형**



- L 및 LA형 : 갈고리 연장부족
  → 90°표준갈고리 : $12d_b$ 이상
- JA형 : 철근결속 시공성 불리
- **J형 : 갈고리길이 만족**
  → 180°표준갈고리 : $4d_b$ 이상 (mm)

M20	M24	M30	M36
90 〉 80	112 〉 96	140 〉 120	160 〉 144

※ 콘크리트구조기준 표준갈고리 규정 적용 : (국토해양부, 2012)

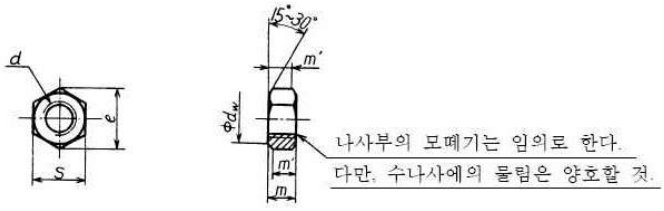
- **강도등급 : 4.6**

- 볼트 기계적 성질【KS B 0233 강제볼트의 기계적성질】

구 분		단 위	강도등급 4.6	비 고
인장강도		N/㎟	400 이상	
경도	브리넬	HB	114~238	
	로크웰	HRB	67~99.5	
항 복 점		N/㎟	240 이상	
보증하중응력			225 이상	
파단 후 연신율		%	22 이상	

o 너트【KS B 1012 6각 너트】

- 너트형식 : 6각 너트
- **부품등급 C** 모양·치수 : 표준도상 앵커볼트 규격별 (단위:mm)

구 분	M20	M24	M30	M36	비 고
피 치 P	2.5	3	3.5	4	
안지름 d	27.7	33.2	42.7	51.1	
세로폭 e	32.95	39.55	50.85	60.70	
가로폭 s	29.16~30	35~36	45~46	53.8~55	
두 께 m	16.9~19	20.2~22.3	24.3~26.4	29.4~31.5	
					

- **강도등급 : 4**
- 너트 기계적 성질【KS B 0234 강제너트의 기계적성질】

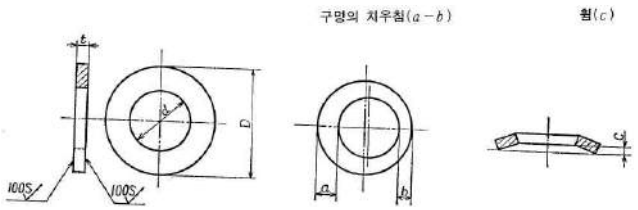
구 분	단 위	강도등급 4	비 고
보증하중응력	N/㎟	510 이상	
비커스경도	HV	117~302	

o 와셔【KS B 1326 평와셔】

- 볼트강도에 따른 경도구분 : **14H 보통원형 와셔**

구 분	단 위	경도 14H	비 고
로크웰경도	HRB	75～95	
비커스경도	HV	140～220	

- 모양 및 치수 : 표준도상 앵커볼트 규격별 (단위:mm)

구 분	M20	M24	M30	M36	비 고
안지름 d	22	26	33	39	
외지름 D	37	44	56	66	
치우침 a-b	1.24	1.24	1.48	1.48	
두 께 t	3.2	4.5	4.5	6	
휨 c	0.6	0.8	0.8	0.8	
					

▣ 조합기준

o 볼트 및 너트 조합【KS B 0211 미터보통나사 치수 및 공차】

- 조합등급

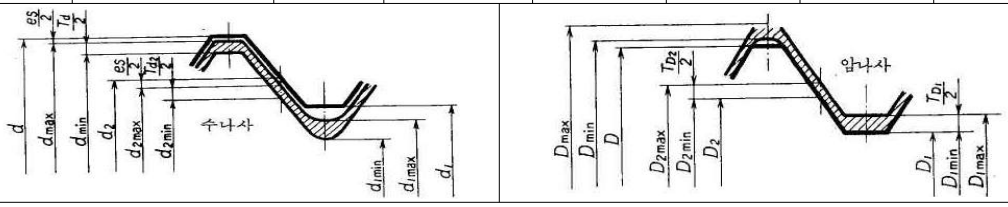
끼워맞춤 구분	나사구분	**조합등급**	비 고
거친급 【적용보기 : 건설공사 등 더러움이나 흠이 생기기 쉬운 환경에서 사용되는 나사】	볼트(수나사)	**8g**	
	너트(암나사)	**7H**	

※ 등급기호 : 공차 정밀도와 공차 위치와의 조합

ex) 7H (7 : 공차위치 표시 문자, H : 공차정밀도 표시 숫자)

- 허용한계치수 및 공차 : 표준도상 앵커볼트 규격별 (단위:mm)

구 분			M20	M24	M30	M36	비 고
공통	피치 P		2.5	3	3.5	4	
	끼워맞춤길이	초과	10	12	15	18	
		미만	30	36	45	53	
볼트 (8g)	유효지름(d_2)	최소	18.069	21.688	27.339	32.987	
		최대	18.334	22.003	27.674	33.342	
	바깥지름(d)	최소	19.428	23.352	29.277	35.190	
		최대	19.958	23.952	29.947	35.940	
너트 (7H)	유효지름(D_2)	최소	18.376	22.051	27.727	33.402	
		최대	18.656	22.386	28.082	33.777	
	안 지 름(D_1)	최소	17.294	20.752	26.211	31.670	
		최대	17.854	21.382	26.921	32.420	



나사별 치수 허용차 관계도

붙 임 #2

부대공 기초볼트 및 너트
품질관리 세부항목

구 분			확인사항	참조기준	비 고
공통기준 (2)		원 자 재	인장강도, 연신율, 항복점, 화학성분	D 3503	규격규정
		아연도금	부착량, 밀착성(육안검사)	D 0201	시험규정
조합기준 (2)		조합등급	끼워맞춤 구분	B 0211	규격규정
		모양·치수	허용한계 치수·공차		
개별기준 (14)	볼트 (6)	형 식	J형(규격별 갈고리길이)	B 1016	통합규정
		기계성질	인장강도, 연신율, 항복점	B 0802	시험규정
			브리넬경도	B 0805	
			로크웰경도	B 0806	
			보증하중응력	B 0233	통합규정
		표면결함	소재의 줄흠 및 겹침	B 0547	규격규정
	너트 (5)	원 자 재	화학성분	B 0234	통합규정
		부품등급	C등급 모양·치수	B 1012	규격규정
		기계성질	비커스경도	B 0811	시험규정
			보증하중응력	B 0234	통합규정
		표면결함	단조균열, 전단터짐등	B 0548	규격규정
	와셔 (3)	모양·치수	기준치수	B 1326	통합규정
		기계성질	비커스경도	B 0811	시험규정
			로크웰경도	B 0806	

※ 음영항목 : 현장 특별관리항목(5개)

붙 임 #3

방음벽(방음판) 체크리스트

□ 설치위치 및 연장 : STA. ~ (L= m)

□ 방음벽 하도급업체명 :

검 토 내 용	시공사점검	감독원 확인	
		일자	내용
1. 방음판의 재질 및 구조가 시방기준에 적합한가?			
2-1. 기초 연결재(볼트너트와셔)는 품질기준에 적합한가?			
2. 베이스 플레이트, 앵커, 너트, 와셔는 적정한 위치에 풀림이 없도록 시공되었는가?			
3. 방음판에 내장된 흡음재의 열화 및 처짐 방지용 보호피막이 도포되었는가?			
4. 방음판과 구체사이 누음차단제가 적정하게 시공 되었는가?			
5. 방음판 연결와이어는 시공되었는가?			
6. 방음판 후면 고정장치는 적정하게 시공 되었는가?			
7. 방음판 상단부의 캡플레이트는 적정하게 시공 되었는가?			
종합의견			

8-2 고통안전성 확보를 위한
중앙분리대 방음벽 기초 형상 개선

설 계 처-541
(2013. 2. 26)

Ⅰ 검토목적

□ 차량충돌시 안전성에 취약한 직립형 중앙분리대 방음벽의 기초형상 개선 필요

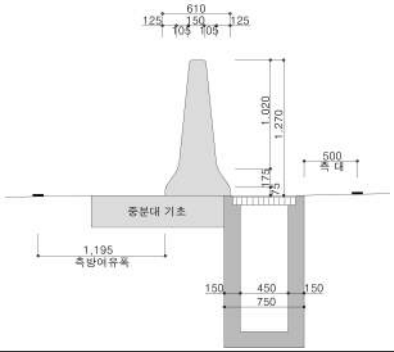
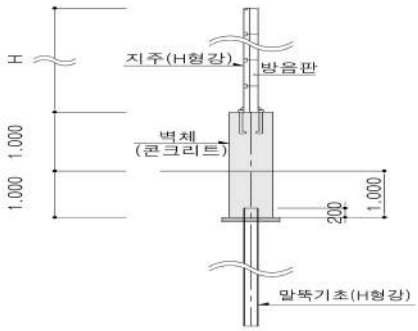
□ 방향별 단차구간에 설치하는 중앙분리대 형상변경 필요

☞ 차량방호시설 성능기준에 부합되는 형상으로 설치하여 차량충돌시 탑승자 보호 및 2차사고 예방 필요

※ 감사지적사항 (2011.05.12)
- 중앙분리대측에 설치하는 방음벽 기초 및 방향별 단차가 발생하는 구간에 설치하는 중분대의 형상변경을 통해 .... 충격이 저감될 수 있도록 개선방안 강구

Ⅱ 적용현황

□ 기본형태

중앙분리대	직벽형 방음벽
	

□ 중분대 방음벽 설치현황

노 선	개 소	연 장(m)	높 이(m)	비 고
계	14	13,520	3.0 ~ 9.5	
서울외곽선	4	5,190	3.0 ~ 6.0	
영동선	5	5,202	7.0 ~ 8.5	
경부선	1	460	4.5	
중부내륙선	3	2,564	6.0 ~ 9.5	
울산선	1	104	5.0	

□ 중분대 방음벽 기초형상 분석

o 직벽형 : 10,660m (78.8%), 방향별 다른 단면 : 2,860m (21.2%)

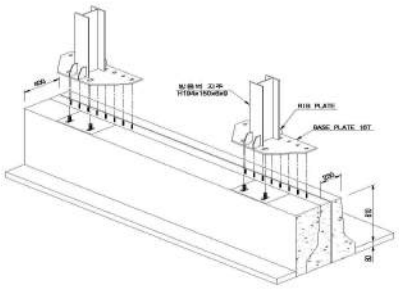
o 노선별 현황

노 선	위 치	높이(m)	연장(m)	기초형상
서울외곽선	거여고가교 구간	3.0	30	방향별 다른 단면
	29k	6.0	610	직벽형
	부천고가교 구간	5.0	2,830	방향별 다른 단면
	평촌교가교 구간	3.5~5.0	1,720	직벽형
영동선	70.0k, 78.2k, 78.5k	7.0	752	직벽형
	42.4k	8.5	2,060	직벽형
	45.4k	5.5~8.5	2,390	직벽형
경부선	172.2k	4.5	460	직벽형
중부내륙지선	18.4k	7.0	540	직벽형
	19.8k	9.5	560	직벽형
	23.8k	6.0~7.2	1,464	직벽형
울산선	13.6k	5.0	104	직벽형

□ 설치형태

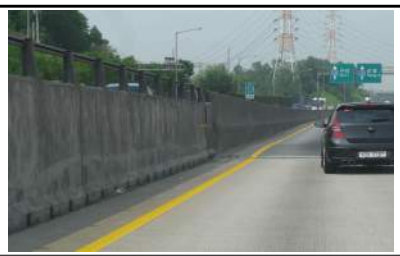
o 중분대 방음벽

직벽형 기초 적용(영동선 등)



방향별 다른 단면 적용(서울외곽)

o 방향별 단차부



옹벽 하단부 직벽형 적용(서울외곽선 및 영동선)

Ⅲ 현 실태 및 문제점

□ 현 실태

o 중분대 방음벽 및 방향별 단차구간 **기초형상 설치기준 부재**

- 중분대 폭원(3.0m)을 유지하기 위한 **직벽형 기초형상 적용**
- 방호벽 상단 폭원 확보를 위한 **방향별 다른 단면 적용**
- 방향별 단차구간 하부 **중분대 형상 미적용**

⇨ 단차 하단부 직벽형 옹벽 설치

□ 문제점

o 실물충돌시험 결과 **안전성이 확보되지 않은 직립형상의 기초 적용**으로 차량 충돌시 **탑승자 보호성능 기준 미달**

※ 직립형 차량 방호울타리는 실물충돌시험시 불합격 (도로교통연구원, 2001)

※ 차량 방호울타리*의 기능보장을 위한 **성능확인은 최종적으로 실물충돌 시험을 통해 확인하는 것을 원칙**으로 함 (도로안전시설 설치 및 관리지침, 2008)

* 차량 방호울타리 : 중분대, 교량난간, 가드레일 등

o 차량 충돌시 돌출된 Base Plate에 의한 이탈각도* 및 이탈속도** 변화로 탑승자 안전도 저하 및 2차 사고 우려

* 차량 충돌 후의 속도로 충돌속도의 60% 이상

** 차량 충돌 후의 각도로 충돌각도의 60% 이하

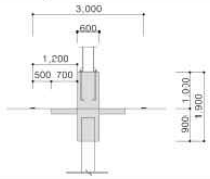
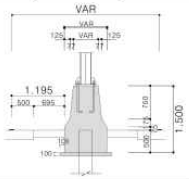
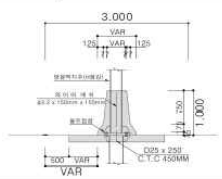
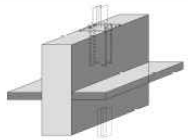
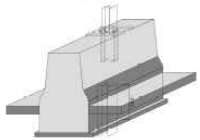
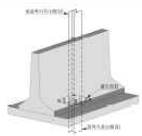
차량충돌시 탑승자 안전성 향상 및 2차사고 예방을 위한

중앙분리대 방음벽 기초형상 개선 필요

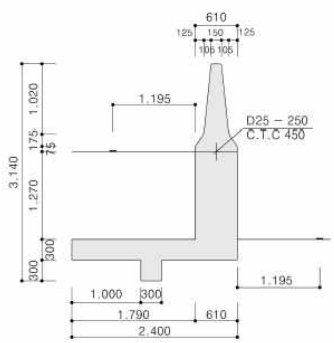
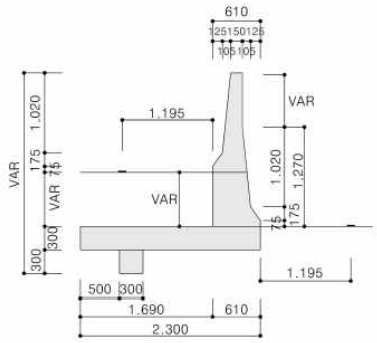
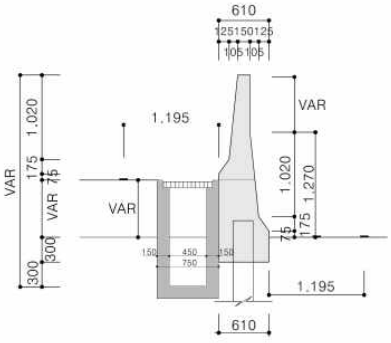
Ⅳ 개선방안 검토

□ 형식별 검토(안) 비교

o 중앙분리대 방음벽

구 분		직벽형 방음벽(현행)		비 교 1 안		비 교 2 안	
개 요		- 직벽형 적용 - 중앙분리대 폭원 동일 (B=3.000m) · 분리대 상단 확대 (B=0.206m → 0.60m) · 측방여유폭 동일 (B=1.195m ≒ 1.200m)		- 현 중앙분리대 형상유지 - 중앙분리대 폭원 확대 (B=3.200m~3.400m) · 분리대 상단 확대 (B=0.206m → 0.43m~0.56m) · 측방여유폭 확보 (B=1.195m)		- 현 중앙분리대 형상유지 - 중앙분리대 폭원 유지 (B=3.000m) · 분리대 상단 확대 (B=0.206m → 0.29m~0.39m) · 측방여유폭 축소 (B=1.195m → 1.100m)	
개요도	단면도						
	완성도						
장단점		- 기존 측방여유폭(1.2m) 유지 - 기존도로 확장 시 중분대 배수시설 영향 없음 - 직벽형 중분대 적용으로 차량 충돌 시 탑승자 안전성 저하 - 공사비 보통		- 일반구간과 중분대 측방여유폭 동일적용 - 배수용량 및 교통용량 변화없음 - 기초 폭원 확보를 위한 본선폭원 증가 - 공사비 보통		- 일반구간과 측방여유폭 상이(축소) · 정지시거(155m→153m) 감소 · 기존 중분대 배수시설 설치 어려움 - H형강 설치부 최소 피복두께 및 진동에 의한 균열 안전성 검증 곤란 - 지주 훼손시 유지관리 어려움 - 공사비 저렴	
공사비 (H=8.0m, 단위2m당)		- 콘크리트 : 41만원 - H형강+앵커+철근 : 77만 · 49+17.6+10.5=77	118만원	- 콘크리트 : 47만원 - H형강+앵커+철근 : 72만 · 49+17.6+5.3=72	119만원 (증 1만원)	- 콘크리트 : 30만원 - H형강 : 56만원	86만원 (감 32만원)
검토의견		· 비교 2안은 중분대 구체 최적화로 공사비가 저렴하고 중분대 및 본선 횡단폭원 변화는 없으나 측방여유폭 축소에 따른 정지시거 및 배수능력 감소, H형강 설치부 최소피복 두께에 대한 안전성 검증이 곤란함. 따라서, 중분대 횡단폭원이 다소 증가하나 차량충돌시 운전자 안전성을 확보할 수 있는 비교 1안이 가장 적합할 것으로 판단됨					
적 용				◎			

o 방향별 단차구간

구 분	기존 중분대		개 선(안)			
			직선부		곡선부	
단면도						
공사비 (m당)	콘크리트	기 계 : 3.4만원 인 력 : 20.3만원	콘크리트	기 계 : 2.4만원 인 력 : 19.7만원(27.4만원)	콘크리트	기 계 : 2.4만원 인 력 : 13.5만원(27.4만원)
	철 근	14.0만원	철 근	19.8만원	철근+H형강	9.4+22.3=31.7만원
	계	37.7만원	계	41.9만원(47.2만원)	계	47.6만원(59.1만원)
검 토 의 견	※ ( )는 모두 인력타설시 - 당초 중분대 폭원과 동일 - 차량충돌시 탑승자 안전도 확보 가능 - 방향별 단차가 일정한 구간은 기계시공 가능 (변화구간은 인력포설) - 하단 중분대 경사구간(H=1.27m) 이후 상단부 직벽형태 적용 - 분리대 상단부 철근배근					

o 교량용 중분대 방음벽

- **(신설공사)** 중분대 방음벽 폭원 증가에 따른 교량폭원 확보
- **(확장공사)** 기존교량에 대한 안전성 검토
  · 차량 충돌하중 및 방음벽 높이에 따른 풍하중 등을 고려하여 기존 교량의 보강(슬래브, 교량받침 등) 가능여부 검토 후 적정 설치방안 마련

※ 곡선구간의 경우 방음벽 기초 폭원 증가에 따른 교면배수 처리방안 검토

V 검토결론

□ 중분대 방음벽 시공에 따른 확폭량 반영

o 중분대 폭원증가에 따른 본선 확폭방안 (붙임#1)

- 시공성 등을 고려하여 본선 폭원 증가량 단순화
- 횡단측량 오차 허용범위를 고려하여 증가량 산정

중분대 폭원 증가량(m)		본선 폭원 증가량(㎝)
계산값	적용값	
3.220~3.240	3.200	20
3.300	3.300	30
3.350	3.400	40

☞ 방음벽 높이 변화구간의 경우 기초선형 등을 고려하여 최대폭원 적용 검토

※ 횡단측량 오차 허용범위 (고속도로공사 전문시방서, 2012)
- 평지 : L/500, 산지 : L/300 (L은 중심말뚝과 말단 시준말뚝간의 측정거리)
  예) 평지 : 11.7m/500=0.0234m (2.34㎝)
  산지 : 11.7m/300=0.039m (3.9㎝)

□ 중분대 확폭에 따른 접속부 변이구간 적용 (붙임#4)

□ 방향별 단차구간

o 옹벽 하단부(H=1.27m)는 중분대 형상 적용 (상단부는 직벽형태)

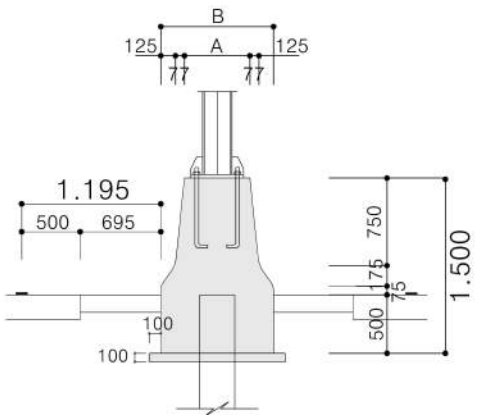
Ⅵ 적용방안

□ 설계중인 노선부터 본 방침 적용

붙 임 #1. 중앙분리대 방음벽 표준제원
#2. 높이별/풍하중별 공사비 비교
#3. 방음벽 지주제원
#4. 중앙분리대 접속처리 방안
#5. 공사비 산출근거 및 도면

붙 임 #1

□ 중앙분리대 방음벽 표준제원

상 세 도	

방음벽 높이	풍하중 (kN/㎡)	상단폭A(mm)		하단폭B(mm)		본선편측 확폭량 (mm)
		계산값	적용값	계산값	적용값	
5.0m	0.7	427	430	831	830	100
	0.9	455	450	859	850	100
	1.2	455	450	859	850	100
	1.5	455	450	859	850	100
6.0m	0.7	455	450	859	850	100
	0.9	509	510	913	910	150
	1.2	509	510	913	910	150
	1.5	509	510	913	910	150
7.0m	0.7	509	510	913	910	150
	0.9	509	510	913	910	150
	1.2	512	510	916	910	150
	1.5	562	560	966	960	200
8.0m	0.7	509	510	913	910	150
	0.9	562	560	966	960	200
	1.2	562	560	966	960	200
	1.5	562	560	966	960	200

붙 임 #2

□ 높이별/풍하중별 공사비 비교

방음벽높이		풍하중(KN/m²)					
		0.7	0.9	1.2	1.5	2.0	2.5
5.0m	비교1안	887,427	896,437	910,668	910,668	954,252	987,252
	비교2안	715,585	722,008	722,008	722,008	740,246	740,246
6.0m	비교1안	910,668	954,252	954,252	954,252	954,252	1,150,118
	비교2안	722,859	740,247	740,247	740,247	740,247	863,568
7.0m	비교1안	1,056,312	1,056,312	1,056,312	1,139,448	1,194,188	1,194,188
	비교2안	842,307	842,307	842,307	863,568	863,568	863,568
8.0m	비교1안	1,089,312	1,183,448	1,183,448	1,194,188	1,614,338	1,734,414
	비교2안	842,307	863,569	863,569	863,569	1,283,718	1,304,130

붙 임 #3

□ 방음벽 지주제원

방음벽 높이 (m)	풍하중 (kN/m²)	파일기초		지 주 간 격	방 음 벽		지 주 간 격
		제 원	근입깊이 (m)		제 원	지주길이 (m)	
1.0	0.7	250*250*8*12	3.0	2.0m	125*125*6.5*9	2.0	4.0m
	0.9	250*250*8*12	3.0	2.0m	125*125*6.5*9	2.0	4.0m
	1.2	250*250*8*12	3.0	2.0m	125*125*6.5*9	2.0	4.0m
	1.5	250*250*8*12	3.0	2.0m	125*125*6.5*9	2.0	4.0m
2.0	0.7	250*250*8*12	4.0	2.0m	125*125*6.5*9	3.0	4.0m
	0.9	250*250*8*12	4.0	2.0m	125*125*6.5*9	3.0	4.0m
	1.2	250*250*8*12	4.0	2.0m	125*125*6.5*9	3.0	4.0m
	1.5	250*250*8*12	4.0	2.0m	125*125*6.5*9	3.0	4.0m
3.0	0.7	250*250*8*12	4.0	2.0m	125*125*6.5*9	4.0	4.0m
	0.9	250*250*8*12	4.0	2.0m	125*125*6.5*9	4.0	4.0m
	1.2	250*250*8*12	4.0	2.0m	125*125*6.5*9	4.0	4.0m
	1.5	250*250*8*12	4.0	2.0m	125*125*6.5*9	4.0	2.0m
4.0	0.7	250*250*8*12	4.0	2.0m	125*125*6.5*9	5.0	4.0m
	0.9	250*250*8*12	4.0	2.0m	125*125*6.5*9	5.0	2.0m
	1.2	250*250*8*12	4.0	2.0m	125*125*6.5*9	5.0	2.0m
	1.5	250*250*8*12	4.0	2.0m	150*150*6*9	5.0	2.0m
5.0	0.7	250*250*8*12	5.0	2.0m	125*125*6.5*9	6.0	2.0m
	0.9	250*250*8*12	5.0	2.0m	200*150*6*9	6.0	2.0m
	1.2	250*250*8*12	5.0	2.0m	200*150*6*9	6.0	2.0m
	1.5	250*250*8*12	5.0	2.0m	200*150*6*9	6.0	2.0m
6.0	0.7	250*250*8*12	5.0	2.0m	150*150*6*9	7.0	2.0m
	0.9	250*250*8*12	5.0	2.0m	200*200*8*12	7.0	2.0m
	1.2	250*250*8*12	5.0	2.0m	200*200*8*12	7.0	2.0m
	1.5	250*250*8*12	5.0	2.0m	200*200*8*12	7.0	2.0m
7.0	0.7	300*300*10*15	5.0	2.0m	200*200*8*12	8.0	2.0m
	0.9	300*300*10*15	5.0	2.0m	200*200*8*12	8.0	2.0m
	1.2	300*300*10*15	5.0	2.0m	200*200*8*12	8.0	2.0m
	1.5	300*300*10*15	5.0	2.0m	200*200*8*12	8.0	2.0m
8.0	0.7	300*300*10*15	5.0	2.0m	200*200*8*12	9.0	2.0m
	0.9	300*300*10*15	5.0	2.0m	250*250*9*14	9.0	2.0m
	1.2	300*300*10*15	5.0	2.0m	250*250*9*14	9.0	2.0m
	1.5	300*300*10*15	5.0	2.0m	250*250*9*14	9.0	2.0m

붙 임 #3

□ 중앙분리대 접속처리 방안

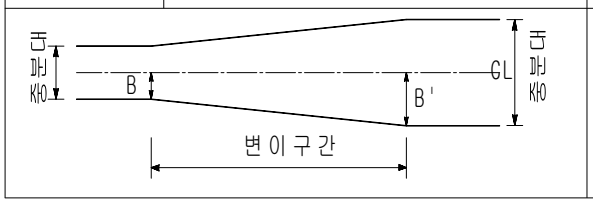
o 운전자가 전방의 도로상황을 인지하고 선형을 이동하는 인지반응 시간은 일반적으로 2.5초 정도임
[도로의 구조·시설기준에 관한 규칙 해설 및 지침]

o 인지반응시간을 감안한 주행거리(V= 100km/h 인 경우)

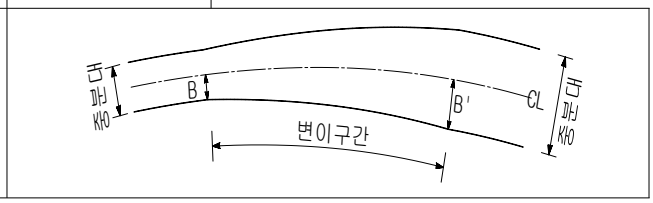
$$L=\frac{V}{3.6}\times 2.5(초)=\frac{100}{3.6}\times 2.5=69.4 \fallingdotseq 70m$$

o 인지반응시간동안 주행거리를 고려 최소 접속설치율 규정. 즉 횡방향으로 1m 이동에 필요한 최소 종방향 이동거리는 인지반응시간 동안의 주행거리로 함

직선구간



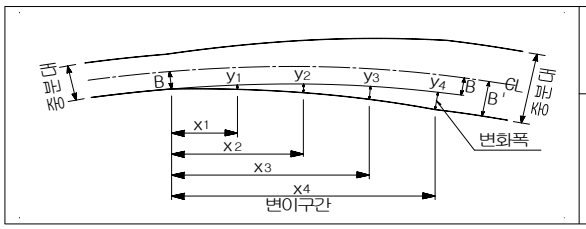
곡선구간



o 접속설치율 : 폭의 변화량이 일정하게 되는 비율

$$\text{접속설치율} = \frac{B' - B}{\text{변이구간}}$$

o 곡선구간 접속설치(직선구간도 개념 동일)



$x1 : y1 = x2 : y2 = x3 : y3 = x4 : y4$

$$\text{접속설치율}=\frac{B'-B}{\text{변이구간}}=\frac{y1}{x1}=\frac{y2}{x2}=\frac{y3}{x3}=\frac{y4}{x4}$$

o 설계속도별 최소 접속설치율

설계속도(km/h)		120	100	80	60	50
접속 설치율	계산값	1/83.3	1/69.4	1/55.6	1/41.7	1/34.7
	적용값	1/85	1/70	1/60	1/45	1/35

o 설계속도별 편측확장폭을 고려한 길이

- 3.0m → 3.2m(편측확장량 : 0.1m)

설계속도(km/h)		120	100	80	60	50
길이	계산값(m)	8.50	7.00	6.00	4.50	3.50
	적용값(m)	10.00	10.00	10.00	5.00	5.00

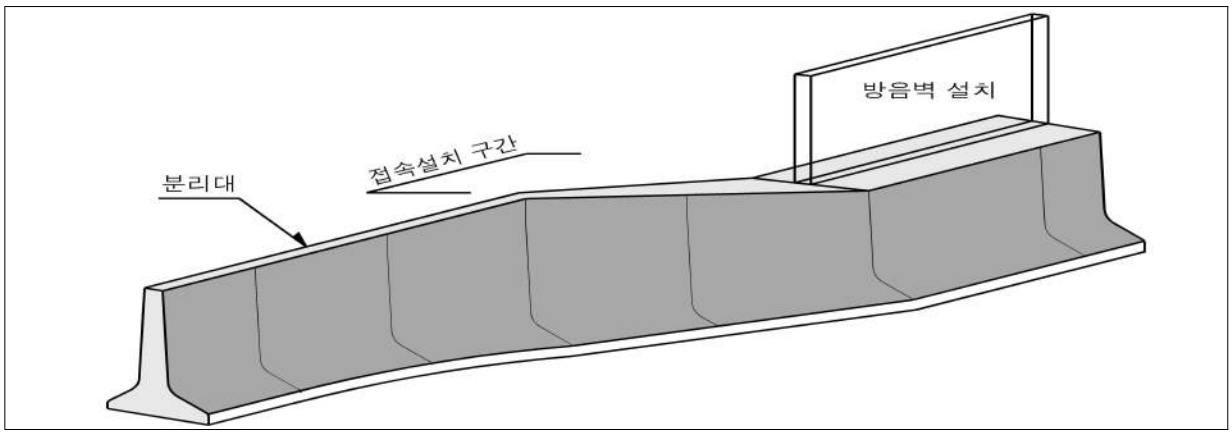
- 3.0m → 3.3m(편측확장량 : 0.15m)

설계속도(km/h)		120	100	80	60	50
길이	계산값(m)	12.75	10.50	9.00	6.75	5.25
	적용값(m)	15.00	15.00	10.00	10.00	10.00

- 3.0m → 3.4m(편측확장량 : 0.2m)

설계속도(km/h)		120	100	80	60	50
길이	계산값(m)	17.00	14.00	12.00	9.00	7.00
	적용값(m)	20.00	15.00	15.00	10.00	10.00

o 설계속도별 중앙분리대 높이를 고려한 길이



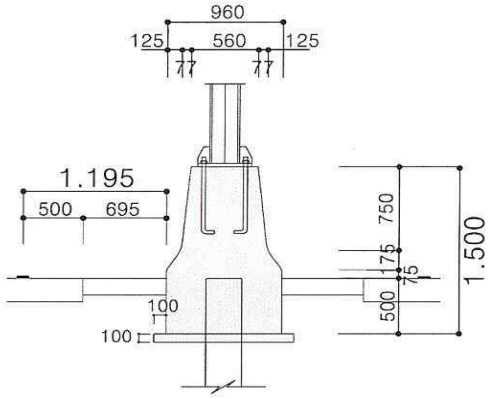
- 1.27m → 1.0m

설계속도(km/h)		120	100	80	60	50
길이	계산값(m)	22.95	18.90	16.20	12.15	9.45
	적용값(m)	10~20	10~15	10~15	5~10	5~10

- 높이에 따른 접속설치 길이는 편측확장량을 고려한 접속길이를 기준으로 설치함.

붙 임 #5

□ 공사비 산출근거 및 도면 (H=8m, 1.5kN/㎡)

공 종	산 출 근 거 (비교1안)		수 량
			
(m당)			
콘크리트(구체)	(0.560+0.714) X 1/2 X 0.75 + (0.714+0.960) X 1/2 X 0.175 + (0.96 X 0.575)	=	1.176㎥/m
양생면적(구체)	{0.075 + (√0.75² + √0.077²) + (√0.175² + √0.125²)} X 2 + 0.560	=	2.964㎡/m
	0.5 X 2	=	1.000㎡/m
	2.964+1	=	3.964㎡/m
양생면적(기초)	0.15 X 2	=	0.300㎡/m
양생면적(버림)	0.1 X 2.0	=	0.200㎡/m
구체+기초+버림	3.964 + 0.300 + 0.200	=	4.464㎡/m
콘크리트 기초	0.15 X 0.695 X 2	=	0.209㎡
버림콘크리트	1.13 X 0.1	=	0.113㎡
동상방지층재	0.15 X 1.39	=	0.209㎡
린콘크리트	0.15 X 1.39	=	0.209㎡
동상방지층	0.17 X 1.39	=	0.236㎡
노상	0.08 X 1.39	=	0.111㎡
	0.75 X 2.32	=	1.740㎡
	0.111+1.740	=	1.851㎡
노체	1.0 X 2.32	=	2.320㎡

LH611010002 중앙분리대(구체용),인력 형식-1(콘크리트포장용),자재비포함/M	114,496	102,274	21,119	237,889
원가공사비				
1.콘크리트 생산및운반				
경 비 : 13,315 * 1.272 * 1.02 = 18,239.69			18,239.69	18,239.69
노무비 : 8,348 * 1.272 * 1.02 = 11,435.59		11,435.59		11,435.59
재료비 : 33,664 * 1.272 * 1.02 = 46,114.97	46,114.97			46,114.97
2.포설				
1) 콘크리트타설				
경 비 : 0 * 1.272 = 0.0				
노무비 : 23,019 * 1.272 = 30,085.83		30,914.52		30,914.52
재료비 : 0 * 1.272 = 0.0				
2) 거푸집(합판3회)				
경 비 : 0 * 4.464 = 0.0				
노무비 : 12,057 * 4.464 = 52,447.95		54,630.27		54,630.27
재료비 : 8,038 * 4.464 = 34,965.30	36,420.18			36,420.18
소 계:	82,535.15	96,980.38	18,239.69	197,755.21
3.수축줄눈설치				
개소당 줄눈길이 D = 2.781 M/개소				
포장공BASIC : [_LE3500] 참조				
경 비 : 2.781 M/EA * 62 / 6 = 28.7			28.7	28.7
노무비 : 2.781 M/EA * 2,024 / 6 = 938.1		938.1		938.1
재료비 : 2.781 M/EA * 2,204 / 6 = 1,021.5	1,021.50			1,021.50
소 계:	1,021.50	938.1	28.7	1,988.30
4.철근				
1) 자재비:((현장도착도))				
재료비(D25MM) : 791,409 * 0.0022 * 1.03 = 1,793.3				
2) 가공조립(간단)				
경 비 : 0 * 1 TON * 0.0022 = 0.0				
노무비 : 294,575 * 1 TON * 0.0022 = 648.0				
재료비 : 6,012 * 1 TON * 0.0022 = 13.2				
소 계:				
5.와이어메쉬(D=4.0MM)				
포장공BASIC : [_LD210000000] 참조				
경 비 : 2 * 1.015 M2/M = 2.0				
노무비 : 7 * 1.015 M2/M = 7.1				
재료비 : 2,528 * 1.015 M2/M = 2,565.9				
소 계:				
6.조인트마감처리				
부대공BASIC : [W507A05A00] 참조				
경 비 : 0 * 3/741 = 0.0				
노무비 : 2,646 * 3/741 = 10.7		10.7		10.7
재료비 : 0 * 3/741 = 0.0				
소 계:		10.7		10.7
7.중분대기초콘크리트(T=0.15m)기계포설(M3/M)				
1) 중분대기초				
경 비 : 2,190 * 0.322 = 705.2			705.2	705.2
노무비 : 2,125 * 0.320 = 684.3		684.3		684.3
재료비 : 1,844.5 * 0.322 = 593.9	593.9			593.9
2) 레미콘				
경 비 : 0 * 0.322 = 0.0				
노무비 : 0 * 0.322 = 0.0				
재료비 : 27,050 * 0.322 = 8,710.1	8,710.1			8,710.1
소 계:	9,304.0	684.3	705.2	10,693.5
8.동상방지층(SB-1)포설및다짐				
1) 동상방지층포설및다짐				
경 비 : 759 * 0.209 = 158.6			158.6	
노무비 : 1,184 * 0.0.209 = 247.5		247.5		247.5
재료비 : 1,093 * 0.209 = 228.4	228.4			228.4
2) 동상방지층구입및운반				
경 비 : 0 * 0.146 = 0.0				
노무비 : 0 * 0.146 = 0.0				
재료비 : 16,500 * 0.209 = 3,448.5	3,448.5			
소 계:	3,676.9	247.5	158.6	4,083.0
9.빈배합콘크리트포설및다짐				
1) 빈배합콘크리트포설및다짐(T=15cm이하)				
경 비 : 997 * 0.209 = 208.4			208.4	208.4
노무비 : 1,586 * 0.209 = 331.5		331.5		331.5
재료비 : 1,088 * 0.209 = 227.4	227.4			227.4
2) 빈배합콘크리트포설및다짐(면고르기인력)				
경 비 : 172 * 0.209 = 35.9			35.9	35.9
노무비 : 3,451 * 0.209 = 721.3		721.3		721.3
재료비 : 2,449 * 0.209 = 511.8	511.8			511.8
3) 레미콘				
경 비 : 0 * 1 = 0.0				
노무비 : 0 * 1 = 0.0				
재료비 : 54,100 * 0.209 = 11,306.9	11,306.9			11,306.9
소 계:	12,046.1	1,052.7	244.3	13,343.2

10. 동상방지층				
1) 동상방지층포설및다짐				
경 비 : 759 * 0.236 = 179.1			179.1	179.1
노무비 : 1,184 * 0.236 = 279.4		279.4		279.4
재료비 : 1,093 * 0.236 = 257.9	257.9			257.9
2) 동상방지층구입및운반				
경 비 : 0 * 0 = 0.0				
노무비 : 0 * 0 = 0.0				
재료비 : 16,500 * 0.236 = 3,894.0	3,894.0			3,894.0
소 계:	4,151.9	279.4	179.1	4,610.5
11. 흙쌓기				
1) 노상				
경 비 : 436 * 1.851 = 807.0			807.0	807.036
노무비 : 574 * 1.851 = 1062.5		1062.5		1062.474
재료비 : 500 * 1.851 = 925.5	925.5			925.5
1) 노체				
경 비 : 326 * 2.320 = 756.3			756.3	756.32
노무비 : 439 * 2.320 = 1018.5		1018.5		1018.48
재료비 : 360 * 2.320 = 835.2	835.2			835.2
소 계:	1760.7	2080.954	1563.356	5.405
전체 합계	114.496	102.274	21.119	237.889
		2m당	237.889x2=	475.778

2012년 05월 02일 철근/H빔가격

품명	구분	단가(Kg당)	비고
국산 KS	중,소형	945/945원	400X400 이하
		(동국/현대)	제품
국산 KS	대 형	1,005/1,005원	400X400 제품
		(동국/현대)	
국산 KS	대 형	1,055/1,055원	700X300 제품, 800X300 제품
		(현대 독점)	900X300 제품
수입 KS	소 형	830원	250X250 이하
		(중국산)	제품
수입 KS	중 형	900원	250X250 이상
		(중국산)	제품

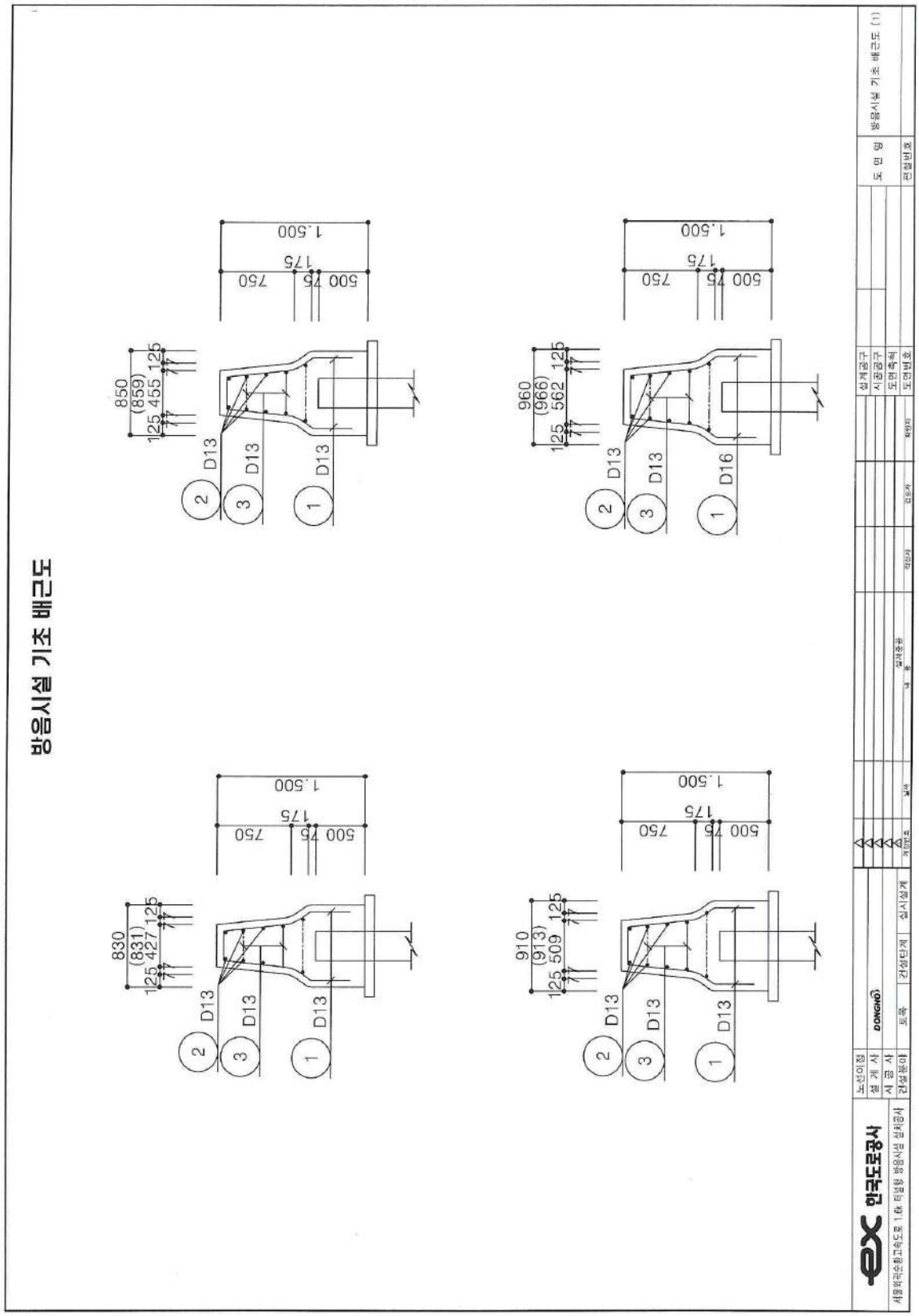
직접비

규격				단가	설치비(항타)	
H	B	t1	t2		L=3m이하	L=5m이하
400X400 이하				945	37,304	45,158
400X400 제품				1,005	37,304	45,158

H×B	t1	t2	kg/m	재료비(m당)	설치비(항타)		공사비(m)		공사비(공당)	비고
					L=3m이하	L=5m이하	L=3m이하	L=5m이하	H=1.0m	
100×100	6	8	17.2	16,254	37,304	45,158	53,558	61,412	142,682	
125×125	6.5	9	23.8	22,491	37,304	45,158	59,795	67,649	180,104	
150×75	5	7	14.0	13,230	37,304	45,158	50,534	58,388	124,538	
148×100	6	9	21.1	19,940	37,304	45,158	57,244	65,098	164,795	
150×150	7	10	31.5	29,768	37,304	45,158	67,072	74,926	223,763	
198×99	4.5	7	18.2	17,199	37,304	45,158	54,503	62,357	148,362	
200×100	5.5	8	21.3	20,129	37,304	45,158	57,433	65,287	165,929	
194×150	6	9	30.6	28,917	37,304	45,158	66,221	74,075	218,660	
200×200	8	12	49.9	47,156	37,304	45,158	84,460	92,314	328,091	
200×204	12	12	56.2	53,109	37,304	45,158	90,413	98,267	363,812	
208×202	10	16	65.7	62,087	37,304	45,158	99,391	107,245	417,677	
248×124	5	8	25.7	24,287	37,304	45,158	61,591	69,445	190,877	
250×125	6	9	29.6	27,972	37,304	45,158	65,276	73,130	212,990	
244×175	7	11	44.1	41,675	37,304	45,158	78,979	86,833	295,205	
244×252	11	11	64.4	60,858	37,304	45,158	98,162	106,016	410,306	
248×249	8	13	66.5	62,843	37,304	45,158	100,147	108,001	422,213	
250×250	9	14	72.4	68,418	37,304	45,158	105,722	113,576	113,576	
250×255	14	14	82.2	77,679	37,304	45,158	114,983	122,837	511,232	
298×149	5.5	8	32.0	30,240	37,304	45,158	67,544	75,398	226,598	
300×150	6.5	9	36.7	34,682	37,304	45,158	71,986	79,840	253,247	
294×200	8	12	56.8	53,676	37,304	45,158	90,980	98,834	367,214	
298×201	9	14	65.4	61,803	37,304	45,158	99,107	106,961	415,976	
294×302	12	12	84.5	79,853	37,304	45,158	117,157	125,011	524,273	
298×299	9	14	87.0	82,215	37,304	45,158	119,519	127,373	538,448	
300×300	10	15	94.0	88,830	37,304	45,158	126,134	133,988	133,988	기초부
300×305	15	15	106.0	100,170	37,304	45,158	137,474	145,328	646,178	
400×400	13	21	172.0	172,860	37,304	45,158	210,164	218,018	823,028	
						H형강공사비 (산출근거)		(88,830*5)+45,158 =489,308		

방음벽 기초검토

방음벽 높이(m)	풍하중 (KN/m²)	앵 커			
		규 격	수량/m	단가/ea	금액/m
1.0	0.7	M22*500L	4	7,700	30,800
	0.9	M22*500L	4	7,700	30,800
	1.2	M22*500L	4	7,700	30,800
	1.5	M22*500L	4	7,700	30,800
	2.0	M22*500L	4	7,700	30,800
	2.5	M22*500L	4	7,700	30,800
2.0	0.7	M22*500L	4	7,700	30,800
	0.9	M22*500L	4	7,700	30,800
	1.2	M22*500L	4	7,700	30,800
	1.5	M22*500L	4	7,700	30,800
	2.0	M22*500L	4	7,700	30,800
	2.5	M22*500L	4	7,700	30,800
3.0	0.7	M22*500L	4	7,700	30,800
	0.9	M22*500L	4	7,700	30,800
	1.2	M22*500L	4	7,700	30,800
	1.5	M22*500L	4	7,700	30,800
	2.0	M22*500L	4	7,700	30,800
	2.5	M22*500L	4	7,700	30,800
4.0	0.7	M22*500L	8	7,700	61,600
	0.9	M22*500L	4	7,700	30,800
	1.2	M22*500L	4	7,700	30,800
	1.5	M25*600L	4	9,900	39,600
	2.0	M25*600L	4	9,900	39,600
	2.5	M25*600L	4	9,900	39,600
5.0	0.7	M22*500L	4	7,700	30,800
	0.9	M25*600L	4	7,700	30,800
	1.2	M25*600L	4	9,900	39,600
	1.5	M25*600L	4	9,900	39,600
	2.0	M29*650L	4	16,500	66,000
	2.5	M29*650L	6	16,500	99,000
6.0	0.7	M25*650L	4	9,900	39,600
	0.9	M29*650L	4	16,500	66,000
	1.2	M29*650L	4	16,500	66,000
	1.5	M29*700L	4	16,500	66,000
	2.0	M29*700L	4	16,500	66,000
	2.5	M32*700L	6	22,000	132,000
7.0	0.7	M29*700L	4	16,500	66,000
	0.9	M29*700L	4	16,500	66,000
	1.2	M32*700L	4	16,500	66,000
	1.5	M32*700L	6	22,000	132,000
	2.0	M32*700L	8	22,000	176,000
	2.5	M32*700L	8	22,000	176,000
8.0	0.7	M29*700L	6	16,500	99,000
	0.9	M32*700L	8	22,000	176,000
	1.2	M32*700L	8	22,000	176,000
	1.5	M32*700L	8	22,000	176,000
	2.0	M32*750L	8	22,000	176,000
	2.5	M36*850L	8	35,000	280,000


방음시설 기초 배근도
850
(859)
125 455 125
D13
D13
D13
1,500
175
750
500 75
960
(966)
125 562 125
D13
D13
D16
830
(831)
125 427 125
D13
D13
D13
910
(913)
125 509 125
D13
D13
D13
한국도로공사
DONGHO
방음시설 기초 배근도 (1)

방음시설 기초 배근도 (H=1.270m이상)

중분대 일반도

S=1:50

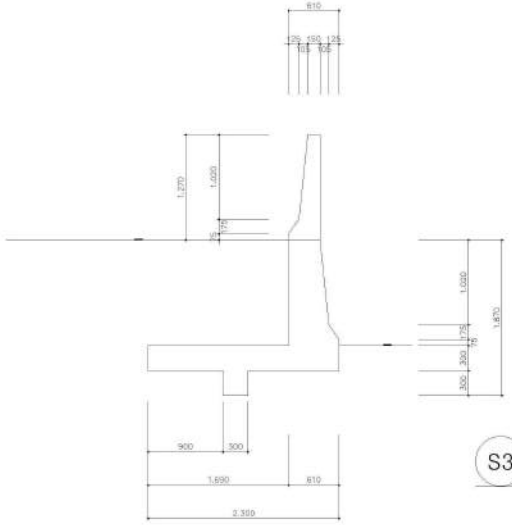
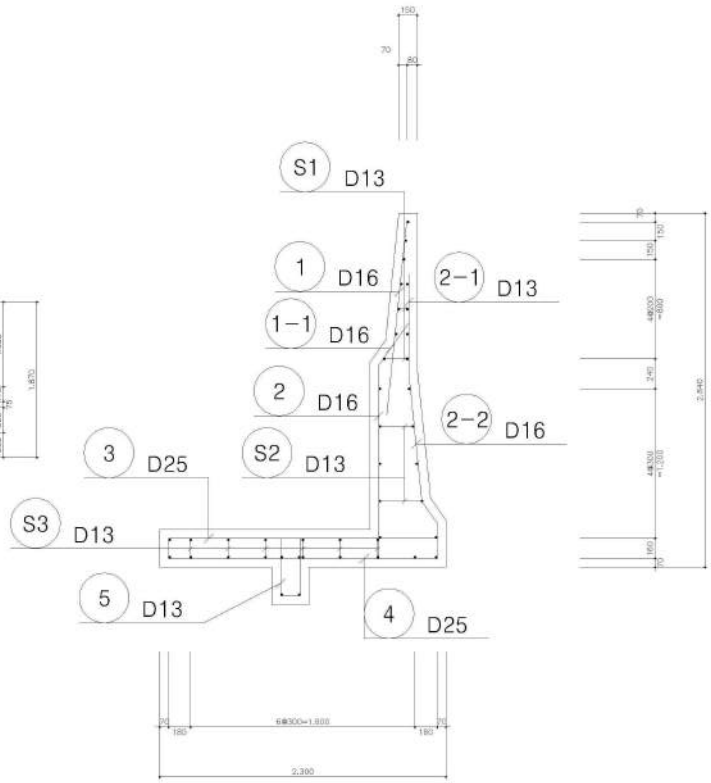


표 준 단 면 도

S=1:50

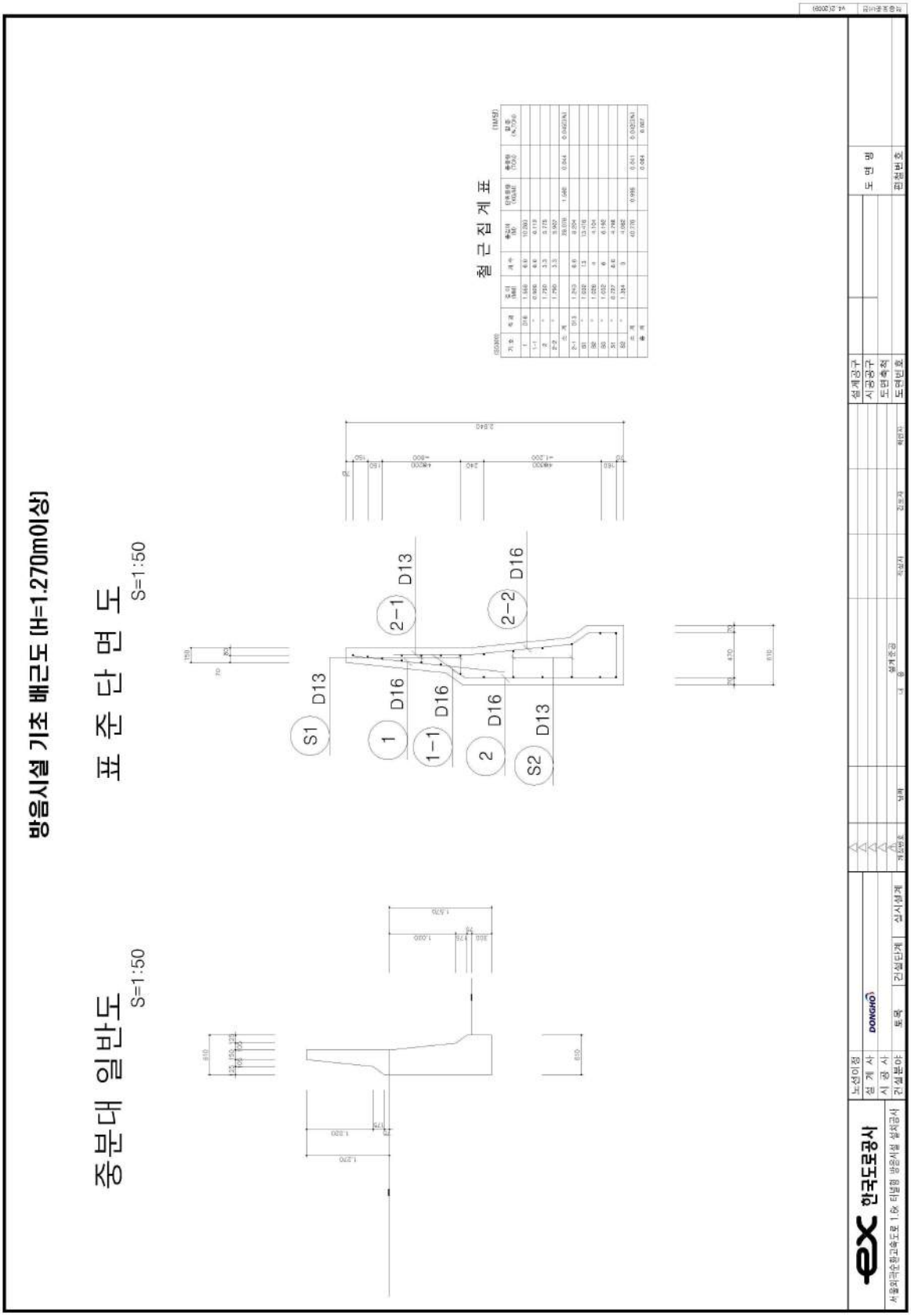


철 근 집 계 표

(SD300) (1M당)

기호	직경	길이 (MM)	개수	총길이 (M)	단위중량 (KG/M)	총중량 (TON)	할증 (%,TON)
3	D25	2.480	3.3	8.184			
4	"	2.480	3.3	8.184			
소 계				16.368	3.980	0.065	0.0072%)
1	D16	1.556	6.6	10.270			
1-1	"	0.909	6.6	6.112			
2	"	1.700	3.3	5.610			
2-2	"	1.740	3.3	5.742			
소 계				27.746	1.560	0.043	0.0403%)
2-1	D13	1.243	6.6	8.204			
5	"	1.080	3.3	3.564			
S1	"	1.032	12	12.384			
S2	"	1.026	4	4.104			
S3	"	1.032	5	5.160			
S4	"	1.060	16	16.960			
S5	"	1.026	4	4.104			
S1	"	0.727	6.6	4.798			
S2	"	1.354	3	4.062			
S3	"	1.119	9	10.071			
소 계				72.291	0.995	0.073	0.0750%)
총 계						0.181	0.107

한국도로공사	노선이정								설계공구			도면명
	설 계 사	DONGHO							시공공구			
서울외곽순환고속도로 1.6k 터널형 방음시설 설치공사	시 공 사								도면축척			
	건설분야	토목	건설단계	실시설계	개정번호	날짜	설계준공 내 용	직성자	검토자	확인자	도면번호	편철번호


방음시설 기초 배근도 (H=1.270m이상)
중분대 일반도
S=1:50
표 준 단 면 도
S=1:50
철 근 집 계 표
S1 D13
1 D16
1-1 D16
2 D16
S2 D13
2-1 D13
2-2 D16
한국도로공사
노선이정
설 계 사
시 공 사
건설분야
토목
건설단계
실시설계
서울외곽순환고속도로 1공구 터널형 방음시설 설계금사
설계공구
시공공구
도면축척
도면번호
도 면 명
관리번호

방음시설 기초 배근도 (H=1.270m이하)

중분대 일반도

S=1:50

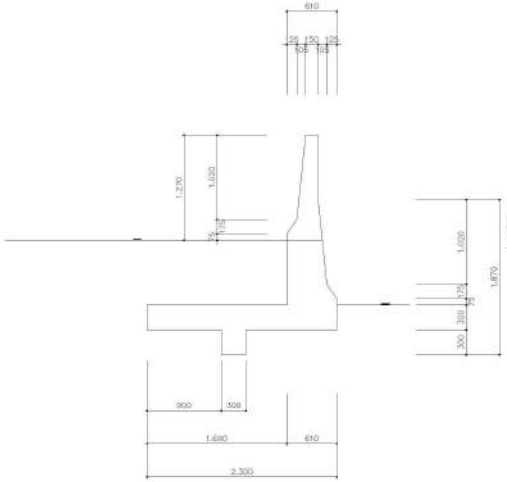
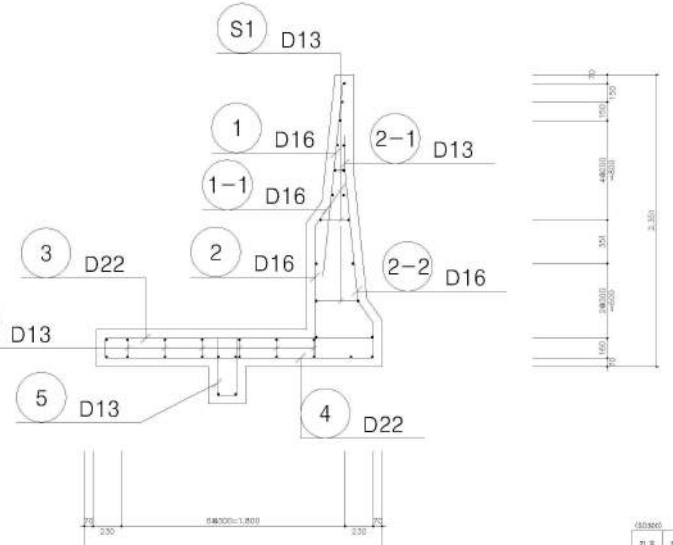


표 준 단 면 도

S=1:50



철 근 집 계 표

(SD300) (1M당)

기호	직경	길이 (MM)	개수	총길이 (M)	단위중량 (KG/M)	총중량 (TON)	할증 (%,TON)
3	D22	2.480	3.3	8.184			
4	"	2.480	3.3	8.184			
소 계				16.368	2.98	0.050	0.001(3%)
1	D16	1.538	6.6	10.151			
1-1	"	0.926	6.6	6.112			
2	"	1.211	3.3	3.996			
2-2	"	1.253	3.3	4.135			
소 계				24.826	1.560	0.039	0.001(3%)
2-1	D13	1.243	6.6	8.204			
5	"	1.080	3.3	3.564			
S1	"	1.032	12	12.384			
S2	"	1.026	4	4.104			
S3	"	1.032	5	5.160			
S4	"	1.044	16	16.704			
S5	"	1.026	4	4.104			
S1	"	0.767	6.6	5.062			
S2	"	1.456	2	2.912			
S3	"	1.113	9	10.017			
소 계				72.156	0.995	0.072	0.074(3%)
총 계						0.160	0.166

한국도로공사	노선이정									설계공구			도 면 명
	설 계 사	DONGHO								시공공구			
서울외곽순환고속도로 1.6k 터널형 방음시설 설치공사	시 공 사									도면축척			
	건설분야	토목	건설단계	실시설계	개정번호	날짜	설계운금 내 용	작성자	검토자	확인자	도면번호		원철번호

8-3 유지관리를 고려한 방음판 설치기준 검토

녹색환경저-1124
(2013. 3. 20)

I 현 황

최근 고소방음벽에 의한 응달발생, 시인성 저하에 따른 투명형 적용 요구 민원 유발, 염수재에 의한 금속방음판 부식 등 재질선정 과정상 문제점이 있어 대책을 마련하고자 함.

※내부 감사 지적 (2012. 8.2)
고소 방음벽으로 인한 응달지역 발생, 금속재질의 염화물 피해 영향 등을 고려하여 방음자재 설치 기준을 마련할 것.

□ 고속방음벽 설치시 도로 유지관리 및 운영 불리

응달지역으로 도로결빙 발생

차폐감, 운전자 위압감 등 발생

※ 시인성 저하로 투명형 교체 요구 민원 : 수원IC, 천안IC, 안산~일직 구간 등

□ 염수재로 인한 금속방음판 부식

☞ 비산염수의 방음판 유입·체류에 의한 하단부 부식이 주요 원인

*붙임1 : 방음판 녹발생 현황 조사

Ⅱ 현행기준 및 문제점

□ 재질 선정 흐름도

미관평가 대상 선정	미관평가	디자인 및 재질 결정
• 주택 밀집지역 • 높은 방음벽 구간 등	• 10인이내 경관 위원회 구성	• 재질과 디자인 결정 - 견적 처리후 최저가 적용

□ 재질 선정 기준 (고속도로 공공디자인 매뉴얼, 2011)

[고소방음벽구간 적용 기준]

① 7m 이상 : 높은 이미지를 경감을 위해 **중,상단부에 투명형** 적용
② 주거지 인접 : 개방감 확보를 위해 **상,하단부**에 투명형 적용

[도로결빙 방지]

① **교량 구간은 하단부에 투명형** 적용
② **동절기 결빙우려 구간은 하단부에 투명형** 적용

□ 문제점

o 투명형의 혼합 적용을 통해 고소방음벽 문제점에 대한 대안을 제시하고 있으나,

o 투명형 적용율에 대한 기준이 부재한 상황으로, 과다한 투명형 적용시 반사소음 피해 발생이 우려됨.

o 금속방음판의 염수피해에 대한 대책이 부재

- 알루미늄의 산화피막이 염소에 의해 용해되어 부식에 취약

※ 출처 : 알루미늄 방열기의 부식 원인 검토 (대한설비공학회)

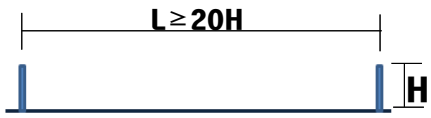
Ⅲ 개선방안

1 반사소음 대책

□ 반사소음 발생 메커니즘

양단방음벽의 다중반사	한쪽반사인 경우 반사소음 무시 가능

※ 양쪽 반사형식을 적용하더라도 반사소음을 무시할 수 있는 경우

	
정온시설이 도로보다 낮은 경우	양단 방음벽간의 이격거리가 방음벽 높이의 20배 이상인 경우

□ 양단 조합형 방음벽 적용시 반사소음 영향

구성 조건	양단 반사형 대비	비고
H=5m, 흡음 50% 반사 50%	반사소음 75% 감소	

양단 방음벽 반사형 50% 적용시 반사소음은 1.5dB 미만으로 무시 가능

※반사소음 계산이 불가한 상황으로 보완중인 KHTN에 반사소음 계산 기능 반영 추진

□ 반사소음 고려 필요시 투명형 제한 기준

o 양단방음벽 투명형 적용시 양방향 **방음판 면적의 평균 50%이내**에서 탄력적으로 적용

※신갈~호법, 안산~일직구간 적용 사례 : 20%~57%

*출처 : 양단방음벽 반사 영향 연구(도교원,2004), FHWA, 방음벽 성능평가 연구(연세대학교)

2 염수 피해 대책

□ 금속재 부식 발생 원인 추정

주행차량에 의하여 염수제 비산 → 염수제 방음판 체류 → 부식 발생

본부	부식 현황	비고
경기	1,600m/4개소	• 형식: 흡음형 • **교량 75%** (14개소)
충청	1,535m/5개소	
전남	4,34m/1개소	
강원	1,900m/11개소	

□ **방음판 형식 : 염수재의 방음판 내부 침투가 가능한 흡음형에서 발생**
□ **부식 구간 : 교량구간의 높이 3m 까지에 부식이 집중 발생**
□ **부식 형태 : 염수가 체류되는 방음판 하단측에서 부식 발생**

□ 개선 방안

① 디자인 적용

o 높이 3m까지 가급적 금속, 플라스틱 계열* 사용 지양

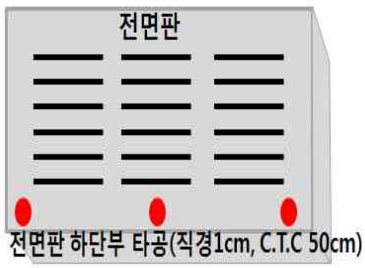
[동계결빙 예방]

[플라스틱은 비산석 등 충격에 취약]

2 흡음형 방음판 염수 배수홀 제작

금속 흡음형 방음판은 배수홀 제작을 통해 염수피해 최소화

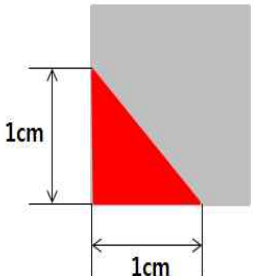
전면부	측면부
최하단 배수홀 천공	좌우 측면판 모서리부 배수홈 시공



[정면도]

[시험제작]

[시험제작]



[A'상세도]

※ 시방기준 반영

금속 흡음형 방음판은 측면판 및 전면판에 배수홀을 제작하여 염수가 체류되지 않토록 하여야 한다. (염수 침투가 없는 반사형은 제외)

※ 부식 방지 도장은 염화칼슘과 소금 혼합용액에 대한 저항성 분석 후 적용 판단

3 방음판 세척

o 금속방음판 하단 3m 구간은 매년 해빙기에 살수로 염수 세척

- 흡음재가 유리섬유인 경우 물 흡수시 형상 유지가 곤란하므로, 폴리에스테르 제품을 사용

[물청소 전경]

[외부 살수 청소]

※ 개선방안 요약

1 양단방음벽 설치시 투명형 조합
- 양쪽 평균 50%내에서 현장여건을 고려하여 탄력적으로 적용

2 염수 피해 방지
- 교량구간 : 매뉴얼에 H=3m*까지 투명형 적용 (*기초 제외)
- 토공구간 : H=3m까지 금속, 플라스틱 계열 가급적 사용 지양
금속 흡음형은 배수를 위한 전·측면부 배수 홈 시공
금속재질은 매년 해빙기 물 세척 시행

Ⅳ 기대효과

□ 적용방안

o 설계중 구간 : 본 방침 시행 이후 적용

o 공사중 구간 : 공사시행부서에서 적용여부 판단

□ 기대효과

o 방음벽 부식방지로 쾌적한 도로변 환경 조성

o 동계결빙 예방, 투명형 설치요구 민원에 합리적 대응

Ⅴ 향후계획

□ 2013. 3~12 : 염수재 유입 차단 흡음 방음판 디자인 개발

□ 2013. 3~ 9 : 부식방지 도장 적용 여부 검토

o 도장 시행 효과 및 경제성 비교 검토후 판단

- 염화칼슘과 소금의 혼합용액을 사용한 분무시험 시행

붙 임 : 1. 방음판 녹발생 현황

2. 양단방음벽 반사 영향 연구(도교원,2004)

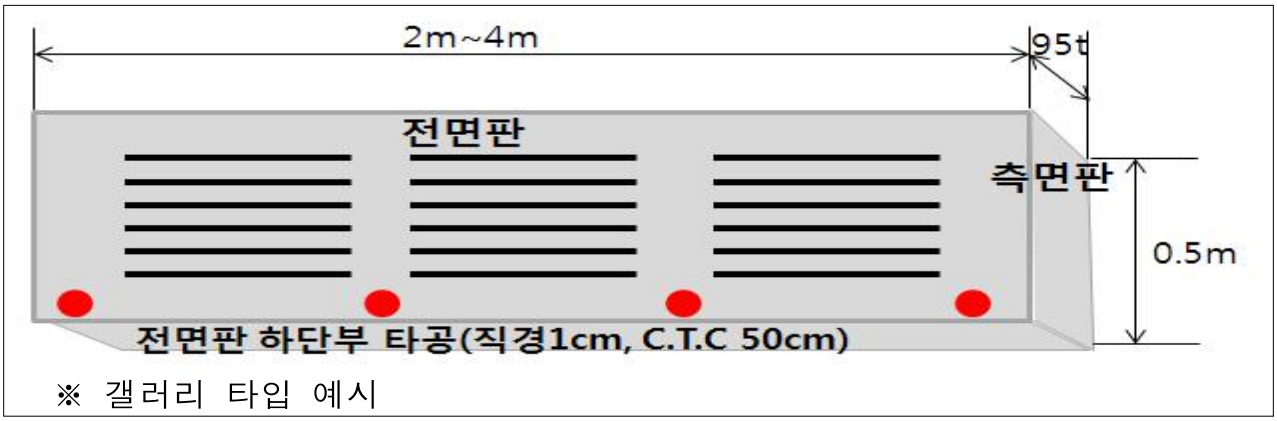
3. 방음벽 성능평가 연구(연세대학교)

4. 방음판 제작 상세도면

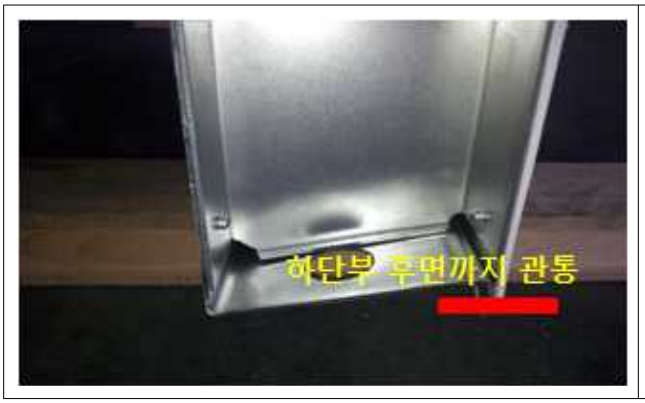
붙 임 #4

방음판 제작 상세도

□ 전면판 배수홀 천공

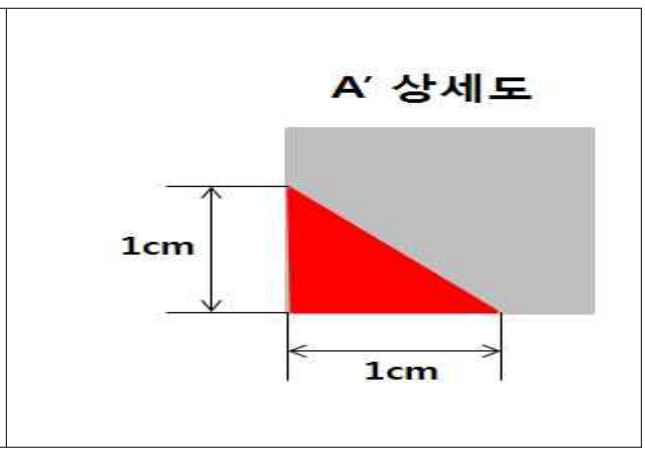


※ 갤러리 타입 예시



□ 양 측면판 모서리 절단으로 배수홈 형성

※ 방음판 좌우측 동일 적용



8-4 고속도로 가드레일 설계기준 개선

설 계 처-835
(2013. 3. 27)

Ⅰ 추진배경

□ 도로안전시설 설치 및 관리지침」에 맞는 설계기준 개선 필요

o 설계속도(110, 120km/h) 고속구간 추가

o 위험구간 변경에 따른 가드레일 등급적용 변경

□ 개방형 가드레일 설계시 객관적인 적용기준 마련 필요

※ 감사지적 (울산~포항건설사업단 종합감사, 2012. 11)
- 설계자의 자의에 의해 판단되는 개방형 가드레일 설치기준 개선

Ⅱ 관련기준

□『도로 안전시설 설치 및 관리지침』(국토부, 2008. 12)

o 방호울타리 등급 및 적용(예시)

등 급		SB1	SB2	SB3	SB4	SB5	SB6	SB7
· 저속구간 (설계속도 60km/시 미만인 집산도로, 국지도로)		◎	○					
· 일반구간 (60~80km/시인 주간선, 보조간선도로)	- 기본등급		◎	○				
	- 중앙분리대, 교량구간 및 노측위험도가 큰 구간				◎	○		
	- 도로가 타도로와 교차되는 등 특수구간 - 특수중차량 통행이 많은 구간					◎	○	
· 고속구간 (100km/시 이상인 고속도로 및 자동차전용도로)	- 기본등급			◎		○		
	- 중앙분리대, 교량구간 및 노측위험도가 큰 구간					◎	○	
	- 도로가 타도로와 교차되는 등 특수구간 - 특수중차량 통행이 많은 구간						◎	○

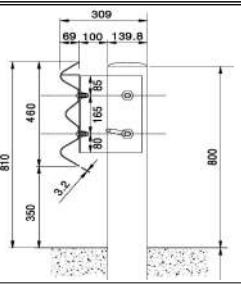
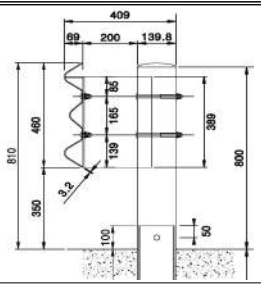
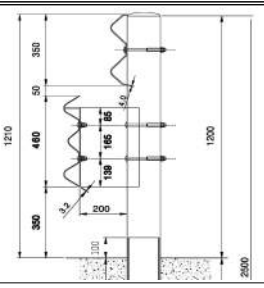
주) 1. ◎표시는 일반적으로 추천하는 등급
2. ○표시는 도로여건이나 시설물 개발 수준에 따라 사용이 권장되는 등급
3. 특수구간 : 도로가 철도 및 타 도로 등과 인접 혹은 입체교차한 경우, 차로 밖으로 벗어난 차량이 철도 또는 타 도로(도로법이 규정하는 도로)에 진입하여 2차 사고나 교통지정체를 일으킬 가능성이 큰 구간, 도로에 인접한 상수도 보호지역, 가스탱크 등 위험물 저장시설과 인접한 구간 등 사고시 큰 피해가 예상되는 구간

□ 우리공사 기준 (설계처-1796, 2008.07.07)

o 방호등급에 따른 적용기준

구 분			등 급	비 고
본선구간 (고속도로)		길어깨측	SB3	
		중앙분리대	SB5	
		노측위험도가 큰 구간	SB5	
연결로 구간		길어깨측	SB1	
영업소	본선	중앙분리대	SB5	하이패스
	IC	중앙분리대	SB1	하이패스

【등급별 단면도】

등 급	SB1	SB3	SB5
단 면 도			
적용구간	나들목 연결로	고속도로 본선	노측위험도 큰 구간

* 등급별 가드레일 제품 현황 **【별첨#1】**

o 가드레일 형태에 따른 기준

개방형 가드레일	- 성토높이가 15m 이상인 고성토 구간 - 교량과 교량이 연속되어 개방감이 필요한 구간 - 주변경관이 수려하여 조망이 필요한 구간 - 적설로 인해 제설작업이 필요한 구간 - 기타 개방형 가드레일 설치가 필요한 구간
일반형 가드레일	- 개방형 가드레일 적용 제외 구간 - 절토부가 연속되고 성토구간이 짧은 구간

Ⅲ 개정내용

□「도로 안전시설 설치 및 관리지침」(국토부, 2012. 11)

o 설계속도(고속구간 B) 추가 : SB3-B, SB5-B

o 방호울타리 등급 및 적용(예시)

설계속도	적용구간	SB1	SB2	SB3	SB3-B	SB4	SB5	SB5-B	SB6	SB7
· 저속구간 60km/시 미만	- 기본구간	◎	○							
· 일반구간 60km/시, 70km/시, 80km/시	- 기본구간		◎	○						
	- 위험구간					◎	○			
	- 특수구간(타도로와 교차 등) - 특수중차량 통행이 많은 구간						◎		○	
· 고속구간 A 90km/시 100km/시	- 기본구간			◎			○			
	- 위험구간						◎		○	
	- 특수구간(타도로와 교차 등) - 특수중차량 통행이 많은 구간								◎	○
· 고속구간 B 110km/시 120km/시	- 기본구간				◎			○		
	- 위험구간							◎	○	
	- 특수구간(타도로와 교차 등) - 특수중차량 통행이 많은 구간								◎	○

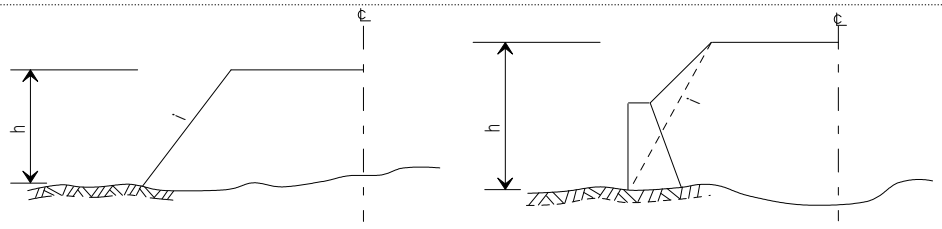
주) 1. ◎표시는 일반적으로 설치하는 등급

2. ○표시는 도로여건이나 시설물 개발 수준 등 위험도에 따라 상향적용 가능한 등급

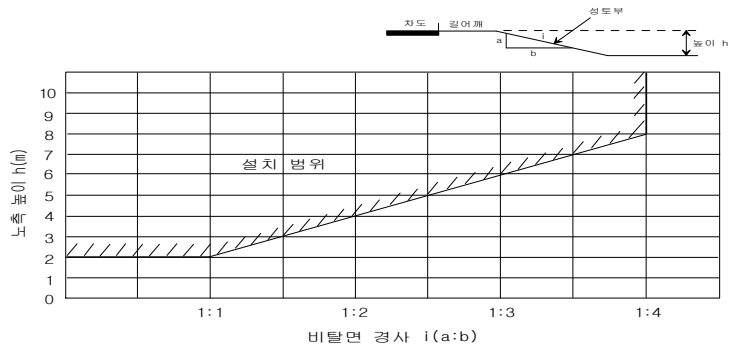
3. 신설등급(SB3-B, SB5-B)인 고속구간 B에 대하여 기술개발이 충분히 이루어 질 때 까지 고속구간 A 등급 방호울타리의 설치가 가능함

o「위험구간」정의 변경

당 초 (노측위험도가 큰 구간)	개 정 (위험구간 - 위험도가 큰 구간)
① 도로 끝이 절벽인 구간	① 중앙분리대
② 높이가 15m 이상이고 비탈면 경사가 1:2보다 급한 구간	② 교량구간
③ 도로가 수심 2m 이상의 수면에 인접되어 있어 길 밖으로 벗어난 차량이 수중으로 추락할 위험이 있는 구간	③ 도로 옆이 절벽인 구간 **(기울기가 1:1보다 급하고 높이가 4m 이상)**
	④ 도로가 수심 2m 이상 수면에 인접한 수중추락위험 구간
	⑤ 차량속도가 높아지는 내리막 긴 직선 이후 급커브 구간



[성토부 비탈면 경사와 구조물이 있는 경우 비탈면 경사]



[비탈면 경사와 노측 높이와의 관계]

Ⅳ 문제점

1. 가드레일 설치등급 기준

□ 자동차 성능향상, 교통사고 발생실태 등에 대한 미고려

o (기준완화) 위험구간에서 '높이가 15m 이상이고 비탈면 경사가 1:2보다 급한 구간' 삭제

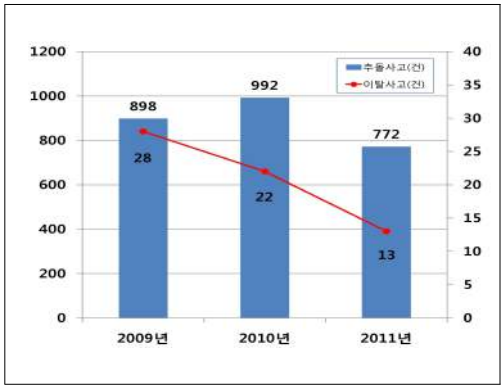
o (최고제한속도) 자동차 성능 향상 및 속도규제 완화, 실제 주행속도 등을 감안하여 최고제한속도를 상향하는 추세

- 경부고속도로(양재~천안간)의 경우 평균 주행속도는 114km/h로 제한속도 현실화
- 해외의 경우 제한속도가 설계속도와 같거나 다소 낮게 설정

o 차량의 고속화, 대형화로 교통사고 발생 시 대형사고 발생

- 고속도로 방호울타리 추돌·이탈사고 빈번 (연간 900여건)

구 분	계	2009년	2010년	2011년
추돌사고 (건)	2,662	898	992	772
이탈사고 (건)	63	28	22	13



※ 최근 3년간(2009~2011년) "Hi-유지관리 교통사고 현황" 참조

o 대형 추락사고 발생 시 사회적 이슈화

- 추락 사고시 사상자 다수 발생 및 우리공사 이미지 악화

'12. 3, 상관IC 하부 철도변으로 탱크로리 추락사고 (사망 1)

'10. 7, 인천대교 버스 추락사고 (사망 13)

※ 최근 3년간(2008~2010년) 주요 추락사고 언론보도 사례 【별첨#5】

□ 충돌시험기준의 한계성 및 인적요소에 의한 사고예방 필요

o (설계조건) 모든 충돌에 대비할 수 없으므로 경제적, 기술적으로 처리 가능한 최악의 충돌조건으로 설계

→ 대형차(버스, 트레일러), 인적요소(Error)에 의한 교통사고에 대비 부족

o 최근 국제적으로 과속주행의 경향을 반영하고 안전도를 높이는 추세

2. 개방형 가드레일 적용기준

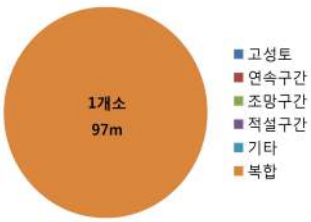
□ 설계 적용 실태

o 등급별 설치연장

구 분	등급별 설치 개소(연장)			
	계	SB-1	SB-3	SB-5
계	551개소 (91,172m)	1개소 (97m, 0.1%)	71개소 (11,155m, 12.2%)	479개소 (79,920m, 87.7%)

* 11개 건설사업단 14개 노선 현황

o 위치별 적용실태

구 분	SB1 (1개소)	SB3 (71개소)	SB5 (479개소)
적용 사례 분석			

* 개방형 가드레일 세부적용 현황 **【별첨#2】**

☞ 성토높이 15m 이상, 적설로 인한 제설작업 필요구간 등 모호한 적용 기준 및 주변 경관에 대한 고려없이 설계자의 자의적인 판단에 의한 무분별한 적용

관련지침 개정사항 반영 및 불명확한 기준 개선을 위한
고속도로 가드레일 설계기준 재정립 필요

Ⅴ 개선방안

□ 자동차 성능향상, 교통사고 발생실태 등을 감안하여 설계기준 개선

o 위험구간

적 용 구 간	설치등급	
	당초	변경
① 중앙분리대 및 교량구간	SB5	SB5
② 높이가 15m 이상이고 비탈면 경사가 1:2보다 급한 구간	SB5	SB5
③ 도로끝이 절벽인 구간 (기울기가 1:1보다 급하고 높이가 4m 이상)	SB5	SB5
④ 도로가 수심 2m 이상 수면에 인접한 수중추락위험 구간	SB5	SB5
⑤ 차량속도가 높아지는 내리막 긴 직선 이후 급커브 구간	-	SB5

※ ② 위험구간으로 존치, ③ 용어정의 명확화, ⑤ 추가 적용구간

☞ '높이가 15m 이상이고 비탈면 경사가 1:2보다 급한 구간'은 **위험구간으로 존치**하되 전·후 구간 선형연속을 고려하여 설치여부 판단

【도로안전시설 설치 및 관리지침, 2012.11】

1. 2 적용범위
각 도로기관에서는 이를 토대로 하고 도로의 기능, 도로조건, 지형 및 기술수준 등을 감안하여 현장에 맞게 설치한다

□ 개방형 가드레일 설치기준 개선

o 가드레일 형식(개방형, 일반형) 선정시 객관성 확보

- 실시설계 단계 : 평가표에 의해 대상구간 선정 후 경관위원회를 통해 확정【별첨#3】
- 건설단계 : 주변 여건변화 등을 고려한 형식변경 가능

※ 평가표 활용 및 자체심의위원회 운영【별첨#4】

o 도로가 통과하는 지역의 주변 경관과 조화되는 색상 적용

- 디자인 예시 (개방형 가드레일)

설치지역	색 상	예시도면
녹지구간	Brown 계열	
수변구간	Cool gray 계열	
역사·문화구간	Dark gray 계열	
생활구간	Warm gray 계열	

※ 차량 방호울타리 색채 규정 (도로안전시설 설치 및 관리지침, 2012.11)

방호울타리의 색채는 시선유도 효과를 감안하여 **흰색 또는 회색을 원칙**으로 하지만, **아연 도금된 그대로도 무난하다.** 특히 주변경관과의 조화가 필요하다면 **목재의 자연색, 밤색 등도 가능**하다

Ⅵ 적용방안

□ 실시설계 중인 노선 : 본 방침 적용

□ 건설중인 노선 : 사업추진 여건에 따라 공사주관(시행)부서에서 적용여부 판단

별첨 # 1. 가드레일 제품현황 비교.

2. 개방형 가드레일 세부적용 현황.

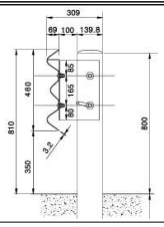
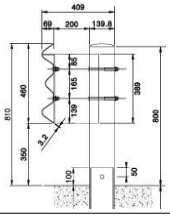
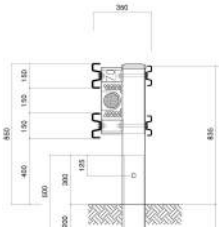
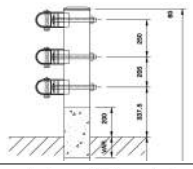
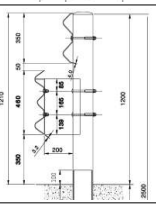
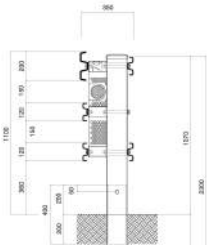
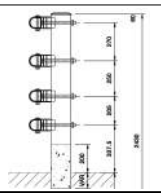
3. 가드레일 형식 선정 평가표.

4. 고속도로 경관설계 체계.

5. 최근 3년간(2008~2010년) 주요 추락사고 언론보도 사례.

붙 임 #1

등급별 가드레일 제품 현황

등급	제품 보유회사	특징	사진	도면	비고
SB1	한국도로공사 3W ₩75,693/m	- SB3와 동일 레일 - 소규모 연결대, - 원형지주(4m 간격) - 지주 보강 미적용			
SB3	한국도로공사 ₩124,546/m	- 3W 형태(WW) 레일 - △형태 블록아웃 - 원형지주(2m 간격) - 강관 지주보강			
	A사 (개방형) ₩124,243/m	- W형단면 레일 2단 - 후면 보강레일 - 레일보강판 사용 - 원형지주(4m 간격) - 콘크리트 지주보강			
	B사 (개방형) ₩152,861/m	- D형단면 레일 3단 - 원형지주(2.5m 간격) - 콘크리트 지주보강			
SB5	한국도로공사 ₩170,571/m	- SB3 제품상단에 W형 레일 추가 및 지주 상향 - 2m 지주간격			
	A사 (개방형) ₩130,256/m	- W형단면 레일 2단 - 후면 보강레일 - 레일보강판 사용 - 원형지주(3m 간격) - 강관 지주보강			
	B사 (개방형) ₩169,852/m	- D형단면 레일 4단 - 원형지주(2m 간격) - 콘크리트 지주보강			

붙 임 #3

가드레일 형식 선정 평가표

□ 항목별 평가기준

세부 평가 항목						배 점
도 로 조 건	평면곡선 4,800m 이상		평면곡선 2,000~4,800m		평면곡선 2,000m 미만	(10) (8) (6)
	종단곡선 -3% ~ +3%		종단곡선 오르막 3% 이상		종단곡선 내리막 3% 이상	(10) (8) (6)
	설치연장이 300m 이상		설치연장이 100~300m		설치연장이 100m 미만	(10) (8) (6)
경 관 조 건	- 해안, 하천, 호수 등 수변지역	- 지역을 대표하는 랜드마크가 있는 곳	- 국립공원, 문화 유적지, 관광지 등	- 생태자연도 1~2등급 - 녹지자연도 4~10등급 - 야간경관이 좋은 곳	- 평야, 구릉지, 취락지 등	(50) (45) (40) (35) (30)
조 망 조 건	노선으로부터 0.5km 이내 조망대상이 있는 곳		노선으로부터 0.5~2.0km 이내에 조망대상이 있는 곳		노선으로부터 2.0km 이상 떨어진 곳에 조망대상이 있는 곳	(20) (16) (12)
안전성	제설취약지점(응달부 등)					반드시 설치
계						

□ 평가점수에 의한 형식결정

o 80점 이상인 구간

- 개방형 가드레일 설치 권장
- 경관위원회를 통해 형식 확정

※ 제설취약지점인 경우는 점수와 관계없이 반드시 설치

붙 임 #4

고속도로 경관설계 체계

□ 실시설계 단계

o 심의위원회 운영 : 기술심사처

o 심의대상 및 시행시기

구 분	대상시설물		시행시기
	종 류	규 모	
신설·확장	도로 시설물	- 지역의 랜드마크가 되는 교량, 터널 - 고속도로 공공디자인 매뉴얼에 의한 교량·터널 디자인 평가등급 산정결과 '강조형' 디자인이 필요한 경우	실시설계의 상세설계 중
	부속 시설물	- 방음터널, 방음벽, 옹벽 등 (설계시행부서의 경관위원회 검토로 대체하되 시행부서의 요청이 있는 경우 심의시행)	
	건축물	- 사옥, 영업소, 휴게소, 톨게이트 (다만, 설계공모방식으로 결정된 경우 제외)	

□ 건설 단계

o 검토대상 : 도로경관 개선이 필요하다고 판단되는 시설물

※ 공공디자인 심의·자문대상 시설물은 제외

o 시행시기 : 대상시설물 설치 전

o 사업단 디자인 자체심의위원회 구성(5~9명으로 구성)

·내부위원 : 건설사업단 3급 이상

·외부위원(필요시) : 디자인 전문가 2명 이내(기술심사처 인력풀 활용)

o 심의절차

자체심의대상선정	⇒	디자인(안)작성	⇒	자체심의 계획수립 (위원구성, 추진일정)	⇒	디자인 자체심의	⇒	자체심의 결과통보
사업단		공 구		사업단		사업단		사업단 →공구

8-5 영업소 아일랜드 도장 설계기준 수립

시 설 저-1041
(2013. 4. 9)

Ⅰ 검토배경

□ 영업소 아일랜드에는 주행차량의 안전과 미관을 고려한 도장을 하며 기존 시설 유지관리 및 신설시 많은 예산이 소요됨

□ 그러나, 신설 및 유지관리시 적용 가능한 기준이 미 수립되어 각각 상이한 품을 적용하고 있어 현장 시공여건을 감안한 설계기준을 수립하고자 함

[감사지적사항 (감사실-78, 2013.01.10)]
아일랜드 도장공사 설계 시 각 지사별 통일된 품을 적용하여 발주할 수 있도록 도장설계기준 마련

Ⅱ 현황 및 문제점

□ 설계 반영 현황

구 분	신 설	재 도 장
아크릴페인트	붓칠 100%	붓칠 100% 또는 롤러칠 100%

□ 문 제 점

o 실제 현장에서는 시공성 및 마감성을 고려하여 롤러칠 후 붓칠로 마무리하여 효율화를 기하고 있음

o 신설시 붓칠 100% 적용에 따른 인건비 과다계상, 유지보수를 위한 재도장의 경우 시행 기관별로 상이한 품 적용.

※ 도장방법별 노무비 비교 (아크릴페인트)

(㎡당)

구 분	규 격	도장공(인)	단 가(원)	금 액(원)	비 고
붓 칠	몰탈면, 벽2회	0.055	109,720	6,035	
롤러칠	몰탈면, 벽2회	0.04	109,720	4,389	△1,646

* 2013년 노임단가 적용

Ⅲ 개선방안

□ 시공성 및 마감성 향상을 위해 **롤러칠과 붓칠 혼합** 적용

o 적용부위 : 아일랜드 벽, 전·후방헤드, 톨부스방호벽, 지하통로 출입구

o 혼 합 율 : 전반적으로 단면 형태가 단순하여 롤러시공이 가능하나 단부 정밀시공을 위하여 **롤러 80%, 붓칠 20% 적용**

□ 설계적용 품셈(신설 및 재도장)

o 바탕만들기(콘크리트·모르타르면)

(㎡당)

구 분	규 격	단 위	수 량	비 고
퍼 티	-	kg	0.05	
연 마 지	#120~180	매	0.1	
도 장 공	-	인	0.012	
공구손료	인력품의 2%	식	1	

※ 단, 재도장의 경우 바탕처리 면의 상태에 따라 추가계상 가능

o 아크릴페인트칠(2회)

(㎡당)

구 분	규 격	단 위	수 량	비 고
바탕만들기	콘크리트·모르타르면	㎡	1	
아크릴페인트	-	L	0.199	
시 너	-	L	0.008	
소모재료비	주재료비의 5%	식	1	
퍼 티	-	kg	0.06	
연 마 지	#120~180	매	0.50	
도 장 공	-	인	0.043	붓칠20%, 롤러칠80%
공구손료	인력품의 2%	식	1	

Ⅳ 기대효과

□ 유지관리부문 87,060천원/년 절감, 건설부문 공사비 12,258천원 절감

o 유지관리부문 : 서울영업소 등 308개소 2,671차로 (1회/2년 도장기준)

o 건설부문 : 동충주영업소 등 35개소 201차로 (2017년 준공노선까지)

□ 개선기준 적용시 예산절감 및 재무구조 개선에 기여

Ⅴ 적용계획

□ 설　　계 : 2013년 설계부터 적용

□ 유지관리 : 시행일 이후 발주 설계부터 적용

□ 공　　사 : 시공중인 현장은 여건을 감안하여 설계변경 적용여부 판단

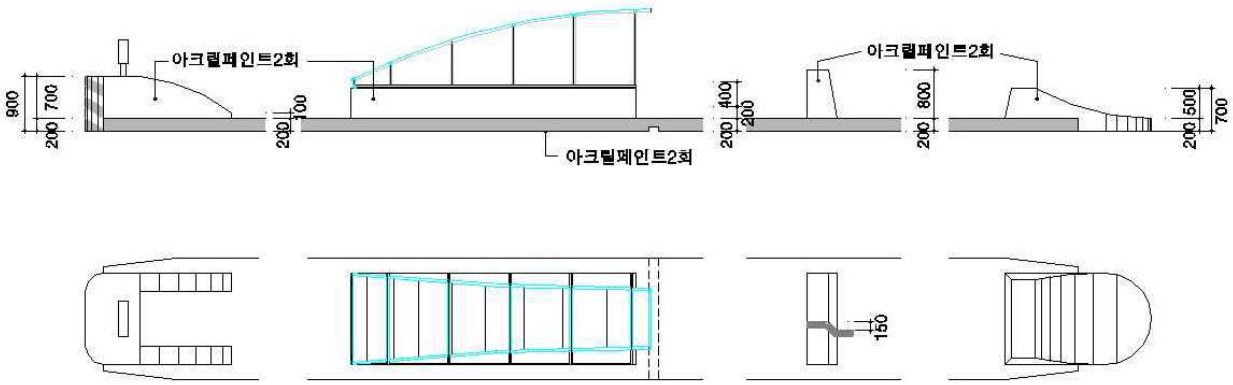
붙　　임 : 1. 개소당 절감액 산출 근거1부.

2. 절감액 산출 세부내역 1부.　끝.

붙 임 #1

개소당 절감액 산출

□ 관련도면



□ 롤러적용율 (아일랜드 40m 기준)

구 분	벽	전·후방헤드	톨부스방호벽	계단출입구	합 계
면 적(㎡)	16.8 (41.9%)	13.6 (32.6%)	3.68 (9.2%)	6.52 (16.3%)	40.06 (100%)
롤러적용율	75%	80%	90%	90%	
비 율	31%	26%	8%	15%	**80%**

□ 아일랜드 1개소당 절감액

o 절감품(인/㎡)

도장공	①붓칠 100%	롤러칠 100%	②혼합 (붓 20%, 롤러 80%)	**절감품(①-②)**
인/㎡	0.055	0.04	0.043	**0.012**

o 개소당 절감액

절감품 (인/㎡)	단가(원)	단위절감액 (원/㎡)	면 적 (㎡)	금 액	비 고
0.012	109,720	1,317	40.06	52,745	롤러80% 붓칠20%

⇒ 절감액(제잡비포함) : **73,842원/개소당**

8-6 졸음쉼터 부대시설 설치 방안

교 통 저-1722
(2013. 4. 22)

Ⅰ 목 적

o 졸음쉼터 부대시설 세부설치기준 수립 및 고객 의견을 반영한 “졸음쉼터” 추진

o 국토교통부장관 교통센터 방문시 화장실 설치 검토지시

졸음쉼터

운전자가 졸음운전을 피해 잠시 쉴 수 있도록 조성된 소규모 주차장 (7~15면)을 가진 최소한의 휴식공간

Ⅱ 추진경위 및 현황

□ 추진경위

o 2011. 6 : 고속도로 휴게시설 설치간격 조정(휴게시설처)

- 휴게시설 표준간격 조정 : 25km→15km

o 2011. 8 : 공용노선 휴식공간 설치계획 수립(교통처)

- 휴게시설 간격이 15km를 초과하는 장거리 노선 등 대상

o 2013. 3 : 국토교통부 국정과제로 선정

- 안전한 생활환경 조성을 위해 졸음쉼터 설치 추진

□ 설치현황

구 분	계	2012년 까지	2013년	2014년 이후
개 소	202	110	23	69

※ 부대시설 설치현황(2012년 까지)

구 분	파고라, 벤치	간이 화장실	운동시설	산책로
개 소	64	5	20	3

Ⅲ 고객의 의견(설문조사)

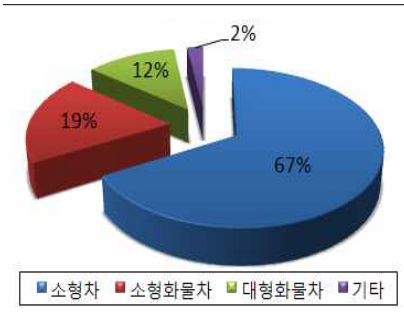
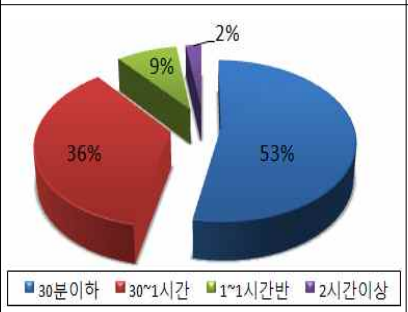
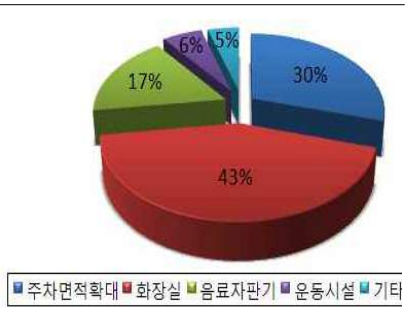
□ 설문조사 개요

o 대　　상 : 경부선 379.6K(서울) 등 77개소

o 기　　간 : 2012. 11. 5 ~ 13

o 설문인원 : 1,243 명(대면조사 1,021명, 인터넷 설문 222명)

□ 조사결과

이용차량	이용시간	개선 필요사항
		

o 졸음예방효과 우수 89%

o 이용차량의 67%가 승용차(화물차 31%)

o 1시간 이하 이용이 89%(30분 이하 53%)

o 이용자의 43% 화장실 설치 요구

- 2011년 대비 화장실 설치 요구 증가(16%)

※ 2011년 설문조사 : 화장실 설치요구(37%)

☞ 고객의 눈높이를 고려한 시설개선 필요

Ⅳ 문제점

□ 이용객 대다수가 졸음쉼터를 휴게시설의 하나로 인지함에 따라, 화장실 설치 요구 지속적으로 증가

□ 고객의 만족도 향상 및 특성화 전략으로 일부 졸음쉼터 고품격화를 추진하고 있으나 위치별 부대시설 적용 상이

졸음쉼터 상징적 의미 변화

2011년	⇒	2012년
졸음사고예방 비상주차공간		휴식공간 기능강화

▶ 현행 부대시설 설치 기준
- 파고라, 벤치, 조경, 휴지통 등 : 현장여건에 맞춰 조정 설치

Ⅴ 개선방안

1. 부대시설

□ 표준기준 수립

o 부대시설 설치 기준수립 착안사항

※ 2012년 졸음쉼터 일 평균 이용차량 : 105대
※ 2012년 고속도로 연평균일교통량 : 43,468대

- 졸음쉼터 평균 이용률에 따른 부대시설규모 산정
- 신설 시 연평균 일교통량 감안한 설계 부대시설규모 선정
- 상습 정체구간 졸음쉼터 이용 감안
- 졸음쉼터 설치규모(주차면수) 감안

o 부대시설 설치기준

설치 여건	예상 이용율	100대/일 미만	100대/일 이상	200대/일 이상
	방향별 교통량	20,000대 미만	20,000대 이상	60,000대 이상
	주차면수	7대 이하	8~15대	16대 이상
	기타			상습 정체구간
표준 부대시설		· 벤치(1EA/3대) · 수목식재	· 화장실(선택적) · 벤치(1EA/3대) · 수목식재	· 화장실 · 벤치(1EA/3대) · 수목식재

※ 수목식재 : 진출입로 유도식재, 쉼터 주차장 주변 녹음수 식재

※ 가드레일, 충격흡수시설, CCTV, 가로등은 안전시설로 분류, 현행기준 유지

※ 화장실 표준 규격 : 남녀 좌변기 1, 소변기1, 세면대(포세식)

□ 설계(변경)시 배정 사업비 전액사용을 위한 과도한 부대시설 설치 지양

o 잔여예산은 본부에서 통합하여 졸음쉼터 추가설치 검토

o 부대시설은 졸음예방을 위한 최소한의 규모로 설치

- 수목식재 및 벤치설치 : 0.5억 이내 설치

o 여건상 기준을 초과한 부대시설의 설치(설계변경 포함)가 필요한 경우에는 본사 사전심의(교통처, 시설처) 후 부대시설 설치

※ 본사 사전심의 시행방안

o 위원구성

- 위원장 : 교통처장
- 심의위원 : 교통처, 시설처(조경) 부장급 이상 4명

o 운영방안 : 지역본부 사전심의 요청 시 위원회 구성 운영

2. 현재 운영 중인 졸음쉼터 화장실 설치

▶ 국토교통부 장관 지시 사항(2013. 4. 6. 교통센터 방문 시)
▶ 졸음쉼터 이용률, 휴게소와 이격거리 감안 화장실 설치

□ 단기방안(2013년)

o 화장실 설치대상
- 졸음쉼터 이용차량 200대/일 이상
- 그 외 현장여건 상 필요구간

o 명절(설, 추석) 등 교통량 집중시기 임시화장실 배치
- 대상 : 이용률 100대/일 이상 졸음쉼터

□ 중·장기방안(2014년 이후)

o 이용차량 100대/일 이상 졸음쉼터를 대상으로 이용률 및 휴게소간 간격 등을 고려 점진적 확대적용

※ 2013년 7월 이용률 추가 조사 예정

※ 세부 설치대상 및 유지관리방안 추후 국토부 협의 후 별도 검토 시행

3. 기타

□ 안내표지 개선 (2013년 이후)

o 화장실 설치 유무에 대한 이용객 사전안내 강화

- 표지에 화장실 표기(국토부 기 협의)

화장실 미설치 졸음쉼터	화장실 설치 졸음쉼터

※ 화장실 표시 규격 : "P" 표시의 2/3 (가로×세로 600mm×600mm)

o 졸음쉼터 설치간격 감안 표지판 설치수량 조정

- 당초(4개소 설치) : 직전, 500m앞, 1km앞, 2km앞
- 변경(3개소 설치) : 직전, 500m앞, 1km앞

o 기타 : 현행기준 유지

4. 변경기준 적용대상

□ 2013년 설치예정인 신설 및 확장(시설보완) 졸음쉼터

8-7 기후변화에 대비한
고속도로 표지판 설치기준 개선 검토

설 계 처-1239
(2013. 4. 26)

Ⅰ 추진배경

□ 최근 기후변화에 따른 태풍, 강풍 등으로 인한 도로시설물 피해 증가

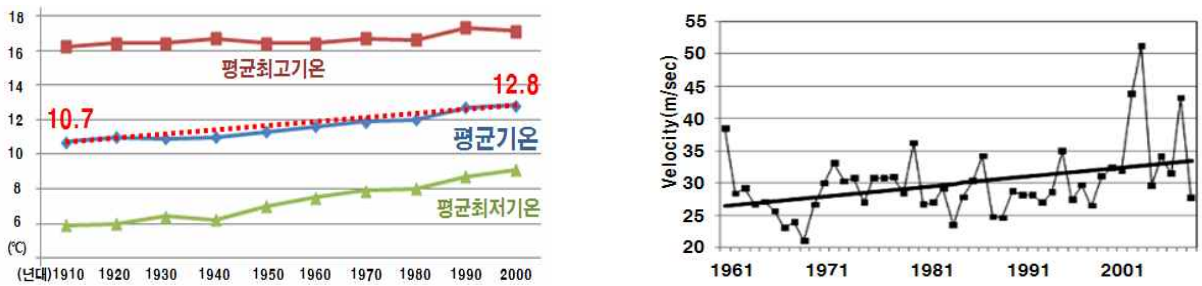
□ 도로시설물 중 피해가 집중된 표지판(단주, 복주식)에 대한 설치 기준 개선 필요

Ⅱ 기후변화 추이

□ **(기온변화)** 기온은 과거 80년 동안(1911~1990) 1.3℃상승한 반면, 최근 20년 동안(1991~2010) 0.8℃로 급증(약 2.5배), **세계기온 상승 추세보다 급함(약 2.8배)**

□ **(태풍 발생빈도)** 태풍의 발생빈도는 평균적으로 연간 25개 정도이며, 한반도에 직접 영향을 미치는 빈도는 연간 3.1개 수준으로 7월~9월에 집중

□ **(태풍 강도)** 내습한 태풍은 지구온난화 등의 원인으로 그 **강도 및 규모가 커지고 있으며** 또한, **국지적인 돌풍도 자주 발생함** (속초, 63.7m/s, 2006)



【 기온변화 추이 및 태풍 풍속 극값 변화 】

☞ **향후 기후변화에 대비한 시설물 설치기준 강화 필요**

Ⅲ 피해발생 현황 분석

□ 표지판 피해현황

o 연도별 피해현황

연 도	피해개소	복구예산 (백만원)	최대풍속 (m/s)	비 고
계	**948**	**1,340**		
2003	541	700	60	매미
2010	238	291	52.4	곤파스
2012	169	349	51.8	덴빈, 볼라벤

o 2012년도 피해 내용 분석

- 지역별 피해현황

구 분	계	경기본부	전북본부	전남본부
피해개소 (지사)	169	1 (동서울)	74 (전주, 부안)	94 (광주, 담양, 함평, 보성, 남원)

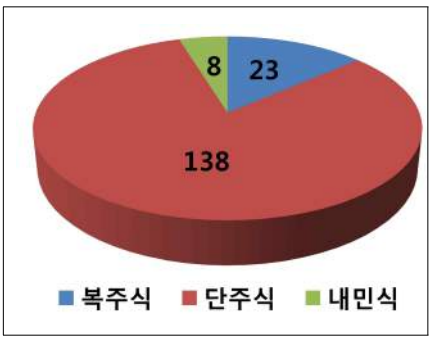
- 주요 피해내용

· 단주 및 복주식 지주의 좌굴 및 전도, 변형 집중발생

· 내민식 표지판의 경우 보조표지판 파손 등 피해 경미

- 지주 형식별 피해 현황

구 분	피해개소	비 율	비 고
계	**169**		
복주식	23	14%	
단주식	138	82%	부착식 포함
내민식	8	5%	보조표지판



o 표지판 피해사례 (사진대지)

전도 및 비틀림 (복주식-H형)

전도 (단주식-원형)

Ⅳ 설계기준

□ 설계기준 변천경위

o 문형식 표지판 지주 및 기초단면 개선 (설계처, 1998. 10)

- '도로표지관련 규정집' 하중조합 조건에 맞춰 기초 및 지주단면에 대하여 경제성 위주의 설계기준 최적화

o 표지판 설계 풍하중 검토 (설계처, 2004. 12)

- 설계풍속 및 풍하중 산출식 개선

o 표지판 세부기준 정립 및 표준도 개정 (설계처, 2005. 12)

- 설계 풍하중 검토결과 적용 및 표지판 지주 허용응력 및 할증계수 정립

□ 현 설계기준

구 분	내 용	비 고
풍하중	$P = \frac{1}{2} \times \rho \times V_d^2 \times C_d \times G \times I_w$	설계처, '04. 12
허용응력	- 원형지주(STK 400) : 140 MPa - 사각지주(SM 490) : 190 MPa	도로교 설계기준
할증계수	- 사하중 : 1.00 - 풍하중 : 1.20 - 사하중+풍하중 : 1.25	도로교 설계기준

o 표지판 설계풍하중

기본풍속 (m/s)	단주식, 복주식(kN/㎡)		편지식, 문형식(kN/㎡)		
	판	지 주	판	지 주	
		원 형		원 형	각관형
30	0.8	0.4	1.1	0.6	1.1
35	1.1	0.6	1.5	0.9	1.5
40	1.5	0.8	2.0	1.1	2.0
45	1.9	1.1	2.5	1.5	2.5

o 단주식, 복주식 표지판 현황

지주형식	표지종류	지주형태	기초형태	비고
단주식	안내표지	H형	역T형	
	비정규표지			
	교통표지	원형	사다리꼴형	
복주식	안내표지	H형	역T형	
	비정규표지			

□ 문 제 점

o **(피해발생 지속)** 지속적인 설계기준 보완에도 불구하고 **강풍에 의한 표지판 지주 피해 지속발생**

- 2012년 : 발생건수 169건, 피해액 349백만원

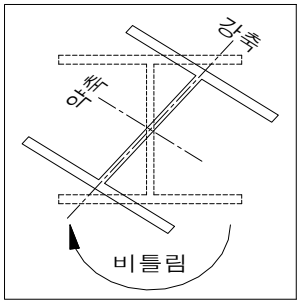
o **(기후변화 가속)** 최근 지구온난화에 따른 기후변화 가속으로 태풍의 강도 및 규모가 커지고 국지적인 돌풍 빈발

- 설계풍하중을 초과하는 태풍발생 증가

  * 2012년 태풍(볼라벤)의 경우 최대풍속 51.8m/s

o **(비틀림 검토 미흡)** 풍하중 방향에 따른 **지주의 비틀림 검토** 미흡

- 풍하중 검토시 이상적인 상태의 등분포하중으로 가정하고 있으나,
- **풍향의 불규칙성** 및 복주식 표지판의 **지주길이 상이로 변위차 발생**
- H형 지주 구조상 강축 및 약축방향의 강성차이로 **약축방향으로 하중 작용시 구조상 불리**



구 분	단주식 (H100x100x6x8)	복주식 (H200x200x8x12)
강 성	Ix=3.83E-06 (강축) Iy=1.34E-06 (약축)	Ix=4.72E-05 (강축) Iy=1.60E-05 (약축)
강성비	강축/약축 = 2.8배	강축/약축 = 3.0배

※ 풍하중 산출식

- $P = \frac{1}{2} \times \rho \times V_d^2 \times C_d \times G \times I_w$

P : 유효투영면적당 풍하중 (kgf/m^2)　　ρ : 공기밀도 (1/8 $kg \cdot sec^2 / m^4$)
V_d : 설계기준풍속(m/s)　　C_d : 항력계수
G : 거스트 영향계수 (1.9)　　I_W : 중요도 계수

☞ 내용년수를 고려한 중요도 계수(편지·문형식-0.9, 단주·복주식-0.66)를 도입하여 경제적이고 합리적인 설계를 하였으나 상대적으로 단주식, 복주식의 경우 낮은 풍하중 적용

o **(기초 토피 부족)** 공용 중 집중호우 등 여러요인에 의한 성토부 유실로 **기초상부 토피 부족현상 발생**

- 단주식(교통표지)의 경우 대부분의 피해사례가 기초전도임

☞ **기초형상 개선필요 (사다리꼴 형태→역T형)**

최근 기후변화에 대비하고 시설물 피해예방을 위해
표지판(단주 및 복주) 설계기준 개선 추진

Ⅴ 검토내용

1. 추진방향

o **(현 설계기준 준용)** 기본풍속 및 설계풍하중 산정식 등 설계기준 변경에 대한 한계

- 기본풍속은 도로교 설계기준에서 제시한 지역별 풍속 적용
- 모든 표지판을 대상으로 한 설계기준 강화시 경제적 설계문제 대두
- 해외 설계기준 대비 국내 표지판이 강화된 풍하중을 적용하고 있는 실정

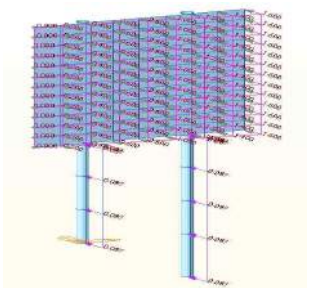
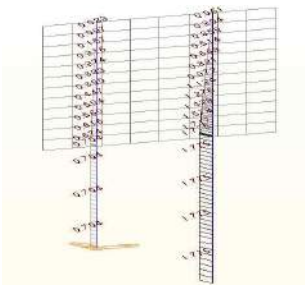
구 분	기본풍속 (m/s)	단주식, 복주식(kN/㎡)	
		판	지주(원형)
국내 설계기준	40	1.5	0.8
일본 도로공단		1.2	0.7
미국(AASHTO)		0.97	-

o **(단면개선)** 방향별 풍하중 저항에 우수한 지주단면 적용

- 방향에 관계없이 저항성이 우수한 단면으로 개선 필요 (H형→원형)

o **(추가하중 검토)** 구조계산시 비틀림 모멘트를 고려한 하중계산 적용

- 설계단면력 모델링 검토 (하중재하 형상 및 단면력도)

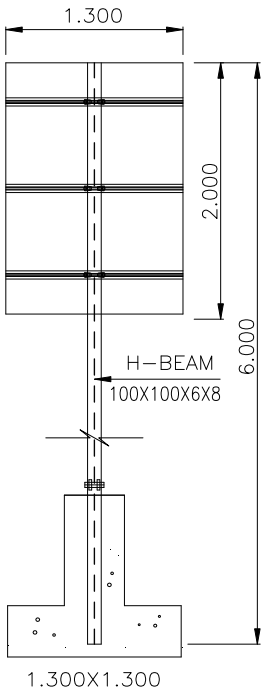
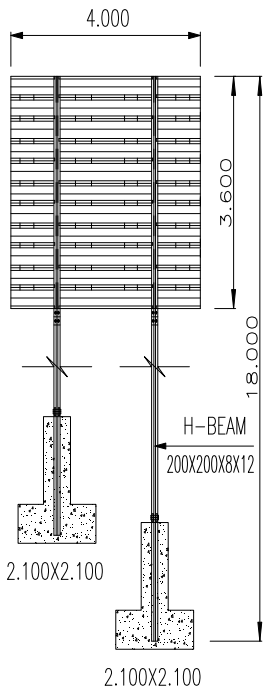
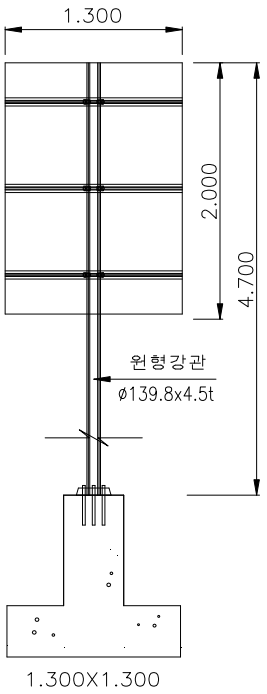
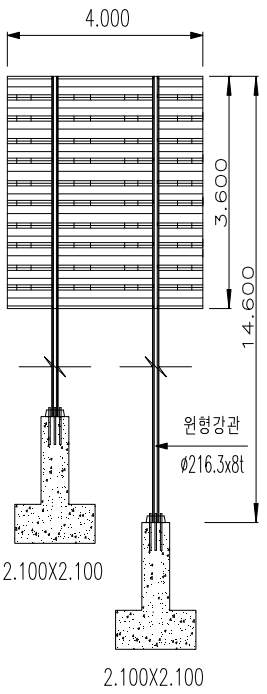
		불리한 조건으로 풍하중 재하 후 비틀림 모멘트 산정 후 적용

o **(기초형상 개선)** 기초부 전도에 유리한 단면형상으로 개선

- 기초전도 안전율(Fs) 상향 : 사다리꼴(Fs=2.1), 역T형(Fs=3.5)

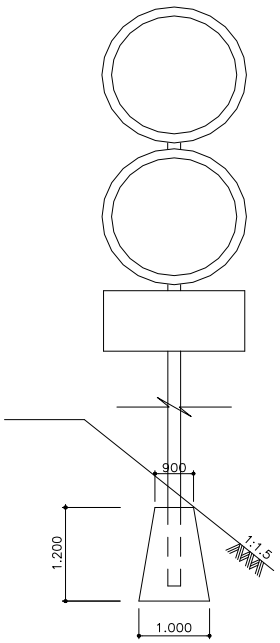
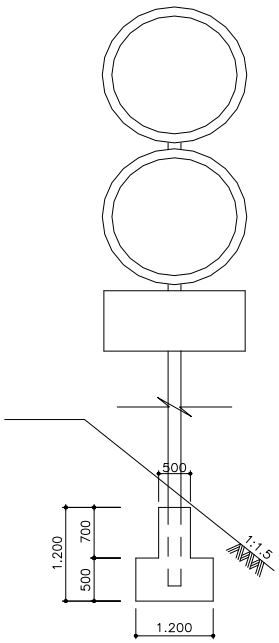
2. 지주 및 기초검토

□ 표지판 지주

구 분	현 기 준		개 선 안	
	단주식	복주식	단주식	복주식
개 요				
특 징	- 지주의 강축과 약축의 강성이 다르며, 풍하중 저항에 불리한 단면형상 - 지주를 기초에 매입		- 모든 방향에 강성이 동일하며, 풍하중 저항에 우수한 단면형상 - 앵커를 기초에 매입	
주요 자재	H100x100x6x8	H200x200x8x12	Φ139.8x4.5t 앵커볼트 Φ20x8ea	Φ216.3x8t 앵커볼트 Φ20x16ea
공사비	243,000원	1,860,000원	289,000원 (증 46,000원)	2,006,000원 (증 146,000원)

* 공사비 산정시 표지판 제외 (풍속 30m/s 적용한 경우)

□ 단주식(원형) 표지판 기초

구 분	현 기 준	검 토 안
개 요		
기초전도 검토	- 기초콘크리트 : 23.932kN - 측면토사 : 0.116kN - Fs = Mr/Mo = 2.1	- 기초콘크리트 : 20.585kN - 측면토사 : 15.827kN - Fs = Mr/Mo = 3.6
특 징	- 성토사면 유실에 의한 상재토피 부족가능 - 기초규격 : 사다리꼴, 1.0x1.0	- 성토사면의 상재토피 증가 - 기초규격 : 역T형 , 1.2x1.2
주요자재	콘크리트 : 1.086 m^3 거푸집 : 4.56 m^2	콘크리트 체적 : 0.895 m^3 거푸집 : 3.80 m^2
공사비	178,000원	148,000원 (감 30,000원)

* 기초 콘크리트 및 거푸집 공사비임 (풍속 30m/s 적용한 경우)

3. 검토결론

□ 풍하중의 방향에 따른 지주의 비틀림 영향을 고려하여 단주식 및 복주식 표지판의 지주형태(H형→원형) 변경

□ 기초 상부토피 유실 등을 고려하여 단주식 표지판의 기초형태(사다리꼴→역T형) 변경

□ 단주식 및 복주식 표지판 계산시 비틀림 모멘트 고려

□ 검토결과를 반영하여 표준도 변경

Ⅵ 적용방안

□ 실시설계 중인 노선 : 본 방침 적용

□ 건설 및 공용중인 노선은 공사 및 유지보수 여건에 따라 주관(시행)부서에서 적용여부 판단

별첨 # 1. 2012년 태풍피해 세부현황.
2. 표지판 지주 및 기초안정 검토결과
3. 공사비 산출근거.
4. 구조계산서.
5. 표준도.

별 첨 #1

2012년 태풍피해 세부 현황

본 부	지 사	개소	피 해 내 용	비 고
	합 계	169		
경 기	소 계	1		
	동서울지사	1	출구안내 보조표지판 꺽임	내민식
전 북	소 계	11		
	전주지사	1	출구안내 보조표지판 꺽임	내민식
		1	휴게소 예고표지판 전도	복주식
		2	운행제한 표지판 전도 및 지주 휨	복주식
		2	제한최고속도 표지판 전도	복주식
		5	기타 교통표지판 전도 및 파손	단주식
	소 계	63		
	부안지사	1	출구안내 보조표지판 파손	내민식
		2	주차장 안내표지 전도	복주식
		1	휴게소 안내표지 전도	복주식
		1	제한최고속도 표지판 전도	복주식
		2	연약지반구간 안내표지 전도	복주식
		56	교통표지판 등 전도 및 파손	단주식
전 남	소 계	34		
	광주지사	34	교통표지판 등 전도 및 파손	단주식
	소 계	18		
	담양지사	1	제한최고속도 표지판 전도	복주식
		2	제한최고속도 표지판 지주 휨	복주식
		15	교통표지판 등 전도 및 파손	단주식
	소 계	8		
	함평지사	1	휴게소 예고표지판 전도	복주식
		5	출구안내 보조표지판 파손	내민식
		2	교통표지판 등 전도 및 파손	단주식
	소 계	9		
	보성지사	5	휴게소 예고표지판 등 전도	복주식
		4	교통표지판 등 전도 및 파손	단주식
	소 계	25		
	남원도로관리소	3	휴게소 예고표지판 등 전도	복주식
		22	교통표지판 등 전도 및 파손	단주식

전도 및 비틀림 (복주식-H형)

전도 및 비틀림 (복주식-H형)

연결부 꺾임 (복주식-H형)

전도 (단주식-원형)

연결부 꺾임 (단주식-H형)

연결부 꺾임 (단주식-H형)

별 첨 #2

표지판 지주 및 기초 안정 검토결과

구 분			표지판 크기(BxH)	현 기 준		검 토 안		비 고
				지주 형상 규격	기초 형상 크기	지주 형상 규격	기초 형상 크기	
단주	분기점 표지	30 m/s	1.300x2.000	H형 100x100x6x8	역T형 1.3x1.3	원형 Φ139.8x6t	-	지주개선
		40 m/s	1.300x2.000	H형 150x100x6x9	역T형 1.5x1.5	원형 Φ165.2x6t	-	지주개선
복주	종합휴게소 2,3차 예고표지	30 m/s	4.000x3.600	H형 200x200x7x10	역T형 2.1x2.1	원형 Φ216.3x8t	-	지주개선
		40 m/s	4.000x3.600	H형 200x200x8x12	역T형 2.2x2.2	원형 Φ267.4x9t	-	지주개선
단주 (원형)	교통표지 (10)	30 m/s	원판 2EA + 사각판	원형 Φ114.3x3.2t	사다리꼴 1.0x1.0	-	역T형 1.2x1.2	기초개선
		40 m/s	원판 2EA + 사각판	원형 Φ114.3x5.6t	사다리꼴 1.3x1.3	-	역T형 1.5x1.5	기초개선

별 첨 #3

공사비 산출 근거

□ 단주식 지주 자재비 비교 (426-1분기점)

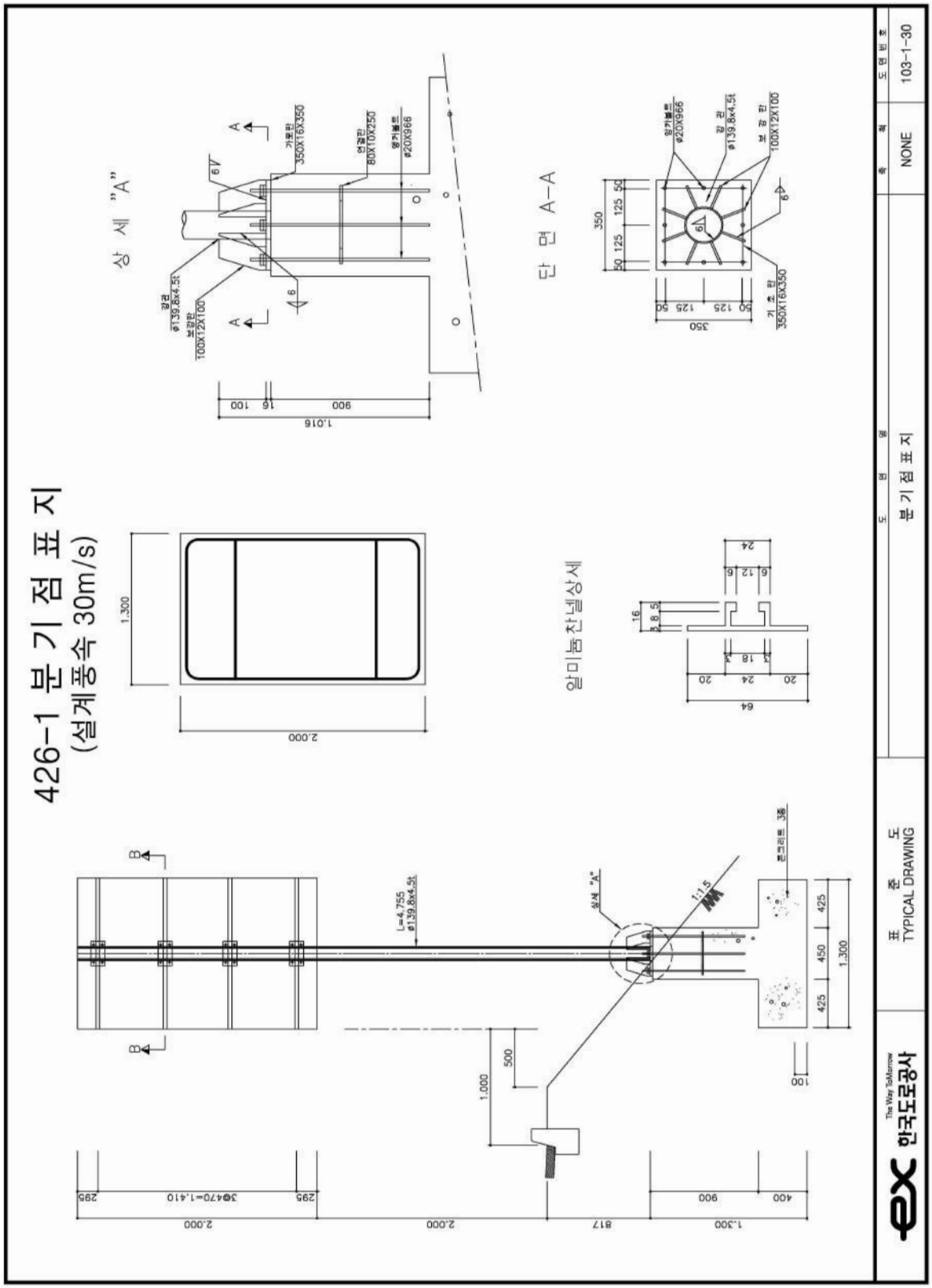
구 분	공 종	규 격	수 량	공사비
표준도 100x100x6x8	H-BEAM	100x100x6x8	6.0 M	92,880
	강판	-	7.90 kg	7,110
	볼트	Φ20 x 50 F8T	4 ea	3,200
	콘크리트 구입,타설	24MPa	0.858 ㎥	74,474
	거푸집	보통마감	3.700 ㎡	65,860
합계				243,524
원형지주 Φ139.8x4.5t	원형강관	Φ139.8 x 4.5t	4.7 M	70,500
	강판	-	22.90 kg	20,610
	앵커볼트	Φ20 x 800	8 ea	57,600
	콘크리트 구입,타설	24MPa	0.858 ㎥	74,474
	거푸집	보통마감	3.700 ㎡	65,860
합계				289,044

□ 복주식 지주 자재비 비교 (428-4,5 종합휴게소 2,3차 예고표지)

구 분	공 종	규 격	수 량	공사비
표준도 200x200x8x12	H-BEAM	200x200x8x12	18.0 M	807,931
	강판	-	69.90 kg	62,910
	볼트	Φ20 x 70 F10T	64 ea	57,600
	콘크리트 구입,타설	24MPa	7.000 ㎥	607,600
	거푸집	보통마감	18.200 ㎡	323,960
합계				1,860,001
원형지주 Φ216.3x8t	원형강관	Φ216.3 x 8t	14.6 M	875,400
	강판	-	94.20 kg	84,780
	앵커볼트	Φ20 x 800	16 ea	115,200
	콘크리트 구입,타설	24MPa	7.000 ㎥	607,600
	거푸집	보통마감	18.200 ㎡	323,960
합계				2,006,940

표 준 도

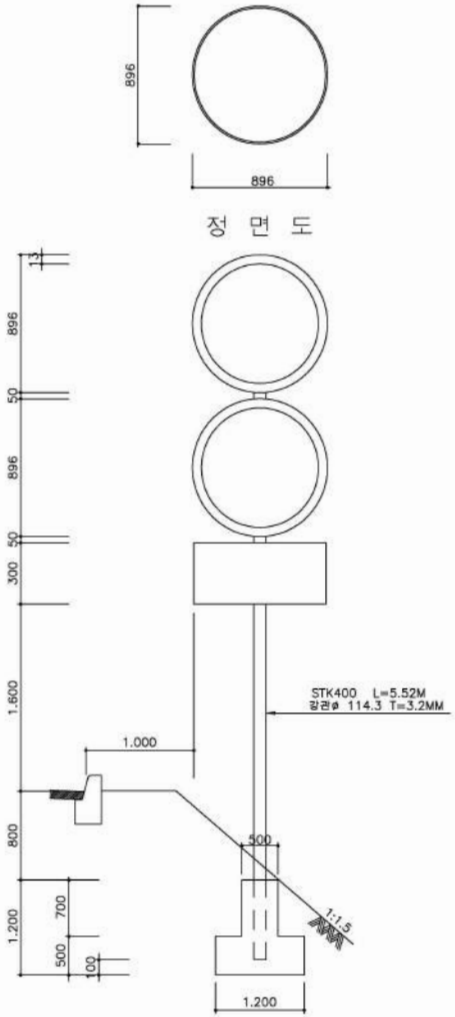
별 첨 #5


426-1 분 기 점 표 지
(설계풍속 30m/s)
분 기 점 표 지
NONE
103-1-30
표 준 도
TYPICAL DRAWING
한국도로공사
상 세 "A"
단 면 A-A
알미늄찬넬상세

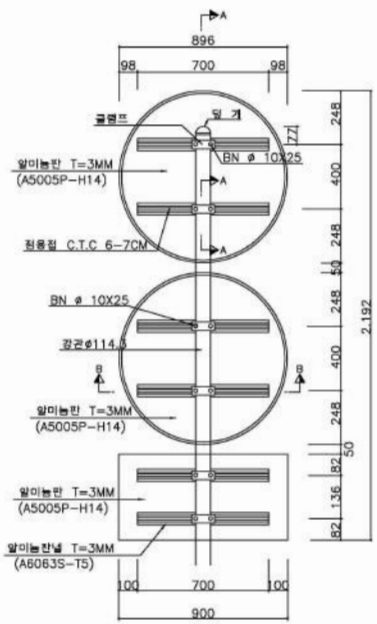
교 통 표 지 (10)

(왕복4차로, 설계풍속 30m/s)

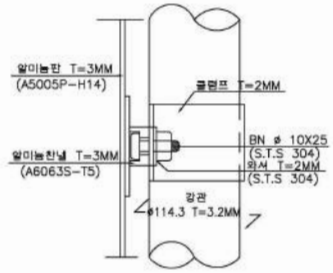
정 면 도



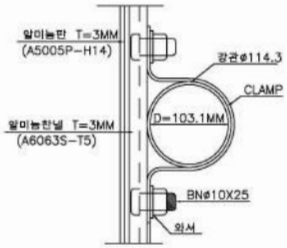
배 면 도



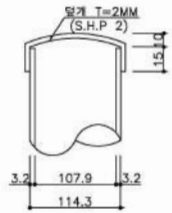
단 면 A – A



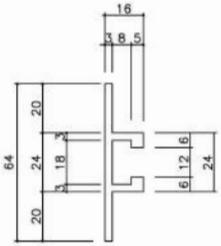
단 면 B – B



덮개상세도



알미늄찬넬상세



클램프상세도

재 료 표

(개 소 당)

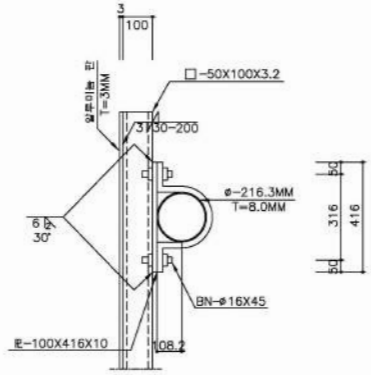
구 분		규 격	단위중량	수 량	비 고
강 관	30m/s	ø114.3 T=3.2mm	8.768kg/m	5.52m,48.399kg	STK 400
덮 개	30m/s	114.3mm용		1EA	
콘크리트	30m/s			0.895M³	3종
거 푸 집	30m/s			3.800M²	

* NOTE : 표지판 수량은 제외

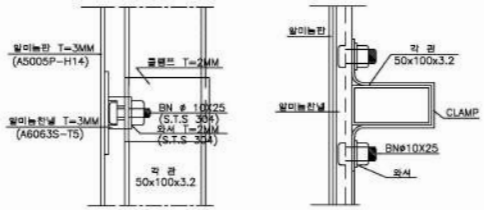
The Way ToMorrow 한국도로공사	표 준 도 TYPICAL DRAWING	도 면 명	축 척	도면번호
		교 통 표 지 (10) (왕복4차로)	NONE	51-30

428-4,5 종합휴게소 2, 3차예고표지
(설계풍속 30m/s)

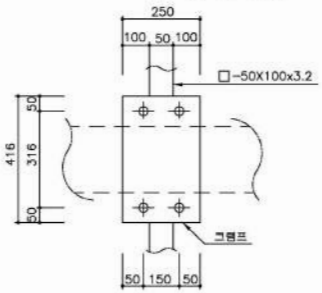
단 면 B-B



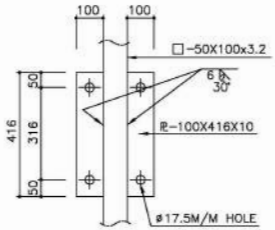
상 세 "B"



CLAMP 상세
S = 1:10



보강 R 상세
S = 1:10

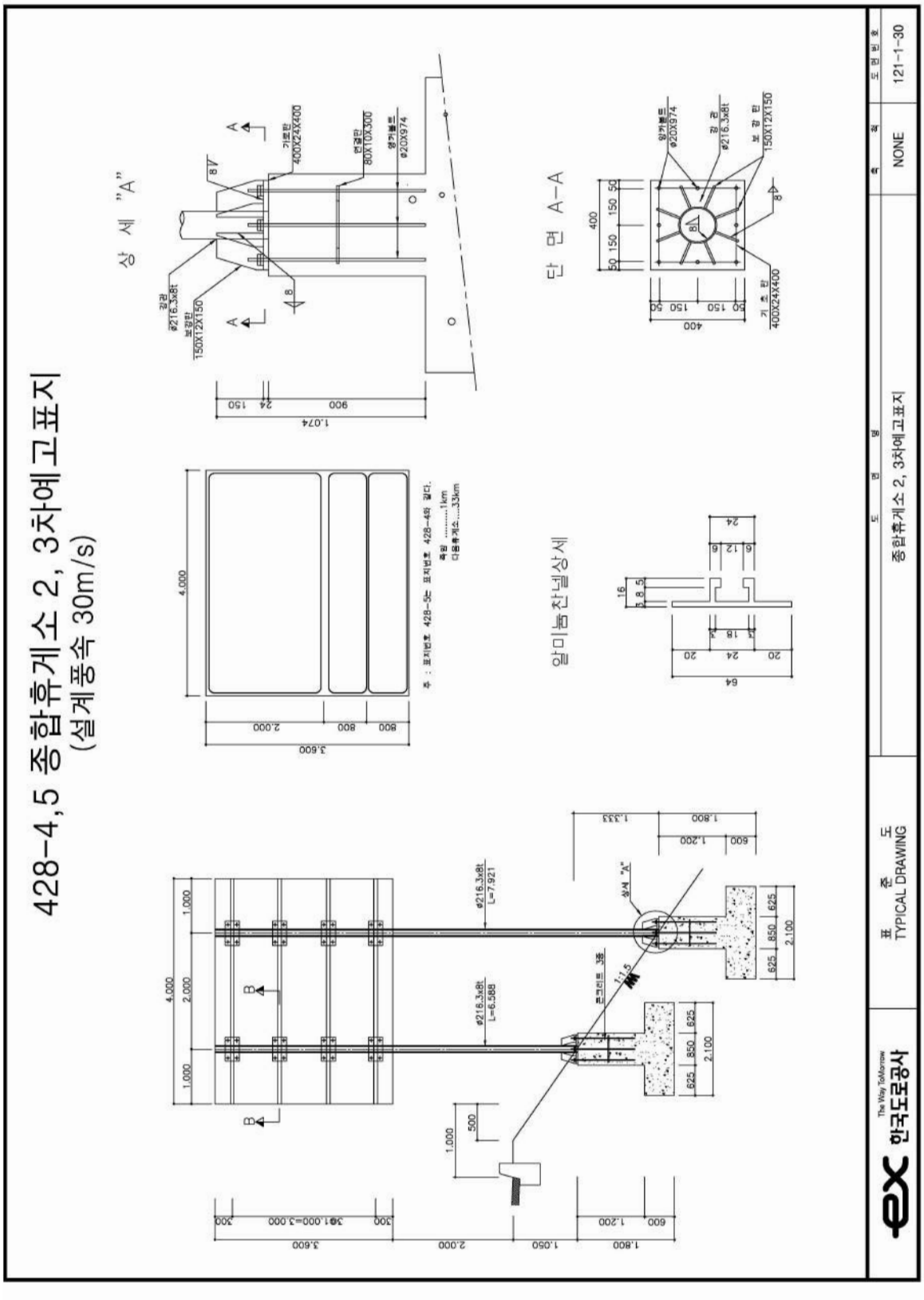


표지판 지주 및 기초수량 집계표 (계 소 당)

종	규 격	단위중량	수 량	중 량 (kg)	비 고
강 관	ø216.3x8t	41.1kg/m	7.92m	365.3	SS 400
			6.59m	358.8	"
	소 계			897.8	
강 판	400X400X24	30.14kg/ea	1ea	30.14	SS 400
	150X150X12	2.12kg/ea	8ea	16.96	"
	300X80X10	1.88kg/ea	4ea	7.52	"
계				54.62	
앵커볼트	ø 20X974		8ea		
콘크리트			7.0 M³		3종
거 푸 집			18.2 M²		

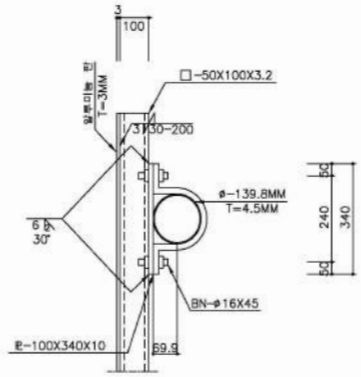
※ 표지판 수량은 제외

표준도	도면명	축척	도면번호
The Way To Morrow 한국도로공사 TYPICAL DRAWING	분기점표지	NONE	121-2-30

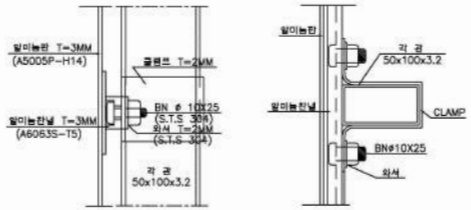

428-4,5 종합휴게소 2, 3차예고표지
(설계풍속 30m/s)
상 세 "A"
단 면 A-A
알미늄찬널상세
종합휴게소 2, 3차예고표지
표 준 도
TYPICAL DRAWING
한국도로공사
The Way To Morrow
NONE
121-1-30

426-1 분 기 점 표 지
(설계풍속 30m/s)

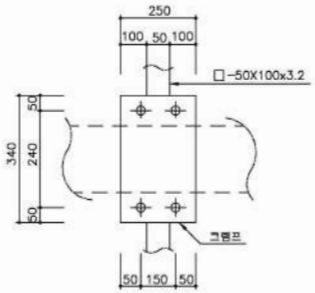
단 면 B-B



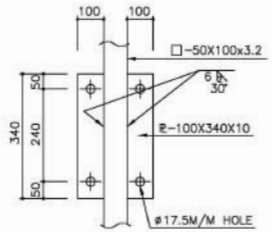
상 세 "B"



CLAMP 상세
S = 1:10



보강 R 상세
S = 1:10



표지판 지주 및 기초수량 집계표 (개 소 당)

공 종	규 격	단위중량	수 량	중 량 (kg)	비 고
강 관	ø139.8x4.5t	15.00kg/m	4.76m	71.4	SS 400
	소 계			71.4	
강 판	350X350X16	15.39 kg/ea	1ea	15.4	SS 400
	100X100X12	0.94 kg/ea	8ea	7.5	"
	250X80X10	1.57 kg/ea	4ea	6.3	"
	소 계			29.2	
앵커볼트	ø 20X966		8ea		
콘크리트			0.858m³		3 종
거 푸 집			3.700m²		

* 표지판 수량은 제외

The Way To Morrow 한국도로공사	표 준 도 TYPICAL DRAWING	도 면 명	축 척	도 면 번 호
		분기점표지	NONE	103-2-30

8-8

시인성 및 미관증진을 위한 고속도로 부대시설물 통합설치 검토

설 계 처-1669
(2013. 6. 5)

Ⅰ 추진배경

□ 국민의 의식수준 향상에 따라 도로 및 연접지역에 안전, 환경 관련 **부대시설물 설치수요 지속 증가**

□ 환경보전 관련 **터널·교량 비율, 방음시설 설치연장 증가** 등으로 **부대시설물 설치공간 협소 및 미관저하**

도로 미관, 시공성, 경제성, 이용자 편의증진를 위한
고속도로 부대시설물 통합설치 방안 강구 필요

Ⅱ 실태조사

1. 부대시설물 설치기준

구 분		설치근거	설 치 기 준
표지판	교통 표지	교통안전표지 설치·관리 매뉴얼	■ 간격 : 30~200m ■ 높이 - 단주식 : 1.0~2.1m (편도 2차로 이하) - 내민식 : 5.0m 이상 (편도 3차로 이상) ■ 측방여유 0.5m 이상 확보
	안내 표지 (내민식)	도로표지규칙 (고속국도 표지 제작·설치 지침)	■ 설치위치 (높이 : 5.0m 이상) - 3차로 이하 IC : 2km, 1km, 150m, 0m - 4차로 이상 IC : 150m, 0m - 3차로 이하 JCT : 2km, 1km, 500m, 150m - 4차로 이상 JCT : 500m, 150m
	안내 표지 (문형식)	도로표지규칙 (고속국도 표지 제작·설치 지침)	■ 설치위치 (높이 : 5.0m 이상) - 4차로 이상 IC : 2km, 1km - 3차로 이하 JCT : 0m - 4차로 이상 JCT : 2km, 1km, 0m

구 분		관련근거	설 치 기 준
안전시설	도로전광표지	도로안전시설 설치 및 관리지침	■ 설치위치 (높이 : 6.0m 이상) - 나들목·분기점 출구전방 3km (본선용) - 장대터널(1,000m 이상) 전방 500m (터널용)
	가로등		■ 설치위치 - 나들목, 분기점 : 본선(가·감속차로), 램프 - 휴게소 : 가·감속차로 (본선제외) - 터 널 : 입구부 160m, 출구부 200m ■ 높이 - 본선구간 12m, 램프구간 10m ■ 설치간격 - 콘크리프 포장 : 25m ~ 55m - 아스팔트 포장 : 20m ~ 55m

※ 안내표지(내민식, 문형식), 교통표지, 방음벽, 가로등, 도로전광표지(VMS) 설치를 개별적으로 설계 적용

2. 설치사례

□ 국 내 (미통합)

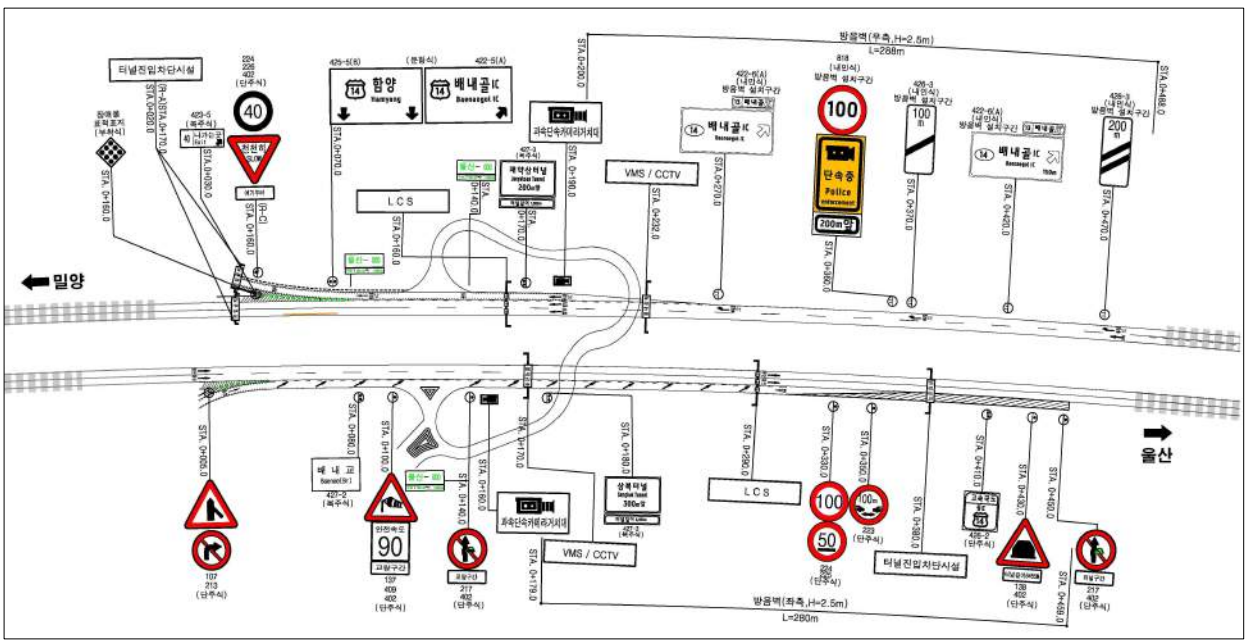
구 분		설치전경	사 례 분 석
표지판	교통표지		- 방음벽, 교통표지, 가로등 개별설치 - 표지판 설치공간 협소 - 시공성, 경제성, 미관 저하
	안내표지 (내민식)		- 방음벽, 안내표지(내민식) 개별설치 - 방음시설 단절로 누음발생 - 시공성, 경제성, 미관 저하
	안내표지 (문형식)		- 방음벽, 안내표지(문형식) 개별설치 - 시공성, 경제성, 미관 저하

□ 국 내 (통합)

구 분		설치전경	사 례 분 석
표지판	교통 표지		- 방음벽 지주에 교통표지 부착 - 통합설치로 시공성, 경제성 및 미관양호
안전시설	가로등		- 방음벽 지주에 가로등 부착 - 통합설치로 시공성, 경제성 및 미관양호
기타	교통 표지		- 가로등 지주에 교통표지 부착 - 통합설치로 시공성, 경제성 및 미관양호

※ 수도권 고속도로 시가지 구간

【 최근 설계사례 - 밀양~울산구간 (배내골나들목 진출입부) 】



- 터널사이 연장 : 500m (교량 : 262m)
- 방음벽 설치연장 : 280m
- 표지판(본선) : 총 22개소
  - 안내표지 11개소, 교통표지 7개소, 도로전광표지 등 4개소

□ 국 외 (통합)

구 분		설치전경	사례분석
표지판	교통 표지		- 방음벽 지주에 교통표지 설치 - 통합설치로 시공성, 경제성 및 미관양호
	안내 표지 (내민식)		- 방음벽 지주에 안내표지(내민식) 설치 - 통합설치로 시공성, 경제성 및 미관양호
	안내 표지 (문형식)		- 방음벽 지주에 안내표지(문형식) 설치 - 방음시설 연속설치로 방음효과 유지 - 통합설치로 시공성, 경제성 및 미관양호
안전시설	도로 전광 표지		- 방음벽 지주에 도로전광표지(VMS) 설치 - 방음시설 연속설치로 방음효과 유지 - 통합설치로 시공성, 경제성 및 미관양호
	가로등		- 방음벽 지주에 가로등 설치 - 통합설치로 시공성, 경제성 및 미관양호

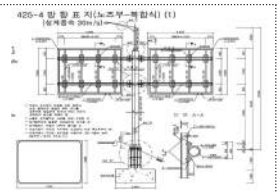
※ 일본 고메이고속도로 (2012. 4. 개통)

3. 적용실태 및 문제점

□ 적용실태

o **(설계단계)** 일부 통합설치 기준은 있으나 설계시 미적용

- 가로등이 설치된 IC 등에는 교통안전표지를 가로등 부착식으로 설치 가능
- 노즈부 방향표지의 경우는 표지판 지주 상단에 가로등을 부착하여 설치



※ 고속도로 표지판 표준도(2011)

o **(시공단계)** 시공시 현장여건에 따라 통합지주 형태로 일부 설치

- 방음벽구간 교통표지의 경우 방음벽 지주에 부착식으로 설치
- 방음벽구간 가로등의 경우 암(Arm)을 이용하여 방음벽지주에 부착식으로 설치

□ **문 제 점**

o 고속도로 시설물 **통합설치에 대한 명확한 기준 부재**

- 시공중 현장여건에 따라 기관별 판단에 의해 설치

o 표지판 지주 설치를 위한 **방음시설 단절로 누음 발생**

o 교통표지, 안내표지, 가로등, 방음시설 등 시설물 **지주 중복 설치로 시공성, 경제성, 도로 미관저하 및 유지관리 불리**

- 나들목, 분기점, 휴게소 구간 등의 경우 **다수의 시설물(지주) 설치**로 **운전자 인지능력 및 미관 저하**

구 분	한 국	미 국
표지밀도		
설치개수	평균 7.78개/km	평균 4.7개/km

Ⅲ 개선방안 검토

1. 추진방향

□ **(통합설치 가능 시설물 선정)** 각 시설물별 설치기준 및 도로 여건, 설치위치 등에 따라 통합이 가능한 시설물 선정

o 방음벽 구간, 일반 구간, 구조물 구간으로 구분

□ **(세부 설치방안 제시)** 시설물별 관련 기준 및 세부(구조)검토 등을 통한 표준안 제시

2. 통합설치 적용절차 검토

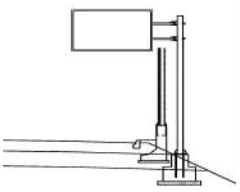
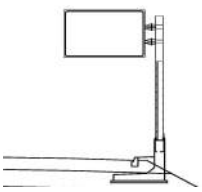
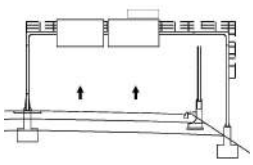
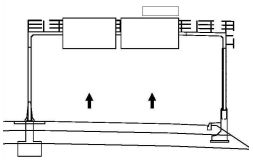
□ 통합설치 가능 시설물 선정

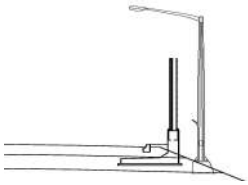
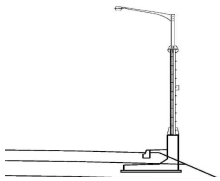
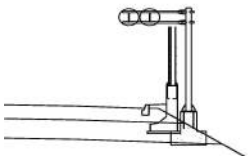
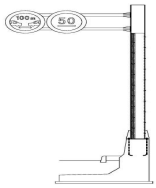
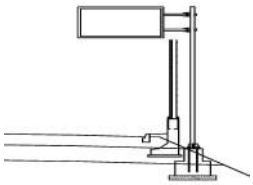
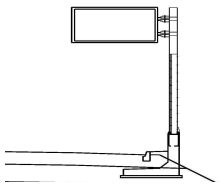
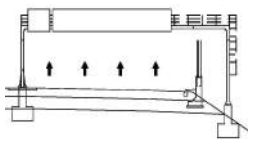
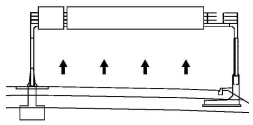
구 분	통합설치 가능 시설물 표준(안)
방음벽 구간	▪ 방음벽 + 도로표지(안내 및 교통표지) ▪ 방음벽 + 가로등 ▪ 방음벽 + 도로전광표지(VMS)
구조물 구간	▪ 방음벽 + 도로표지(안내 및 교통표지) ▪ 방음벽 + 도로전광표지(VMS) ▪ 방음벽 + 가로등
일반 구간 (구조물 구간 공통)	▪ 가로등 + 교통표지 ▪ 안내표지 + 교통표지 ▪ 도로전광표지(VMS) + 교통표지

□ 통합설치 시설물 위치결정 (우선순위)

구 분	내 용
방음벽 및 구조물 구간	▪ 안내표지 → 방음벽 → 교통표지 or 가로등 ▪ 도로전광표지(VMS) → 방음벽 → 교통표지
일반 구간	▪ 안내표지(도로전광표지) → 교통표지 ▪ 가로등 → 교통표지 ※ 안내표지(내민식) 전방 4m에 가로등 설치로 가로등과 통합설치 불가능 (가로등 설치구간에서의 도로표지 시인성 개선방안, 교통처-3344, '05.08.)

3. 시설물 통합설치 표준(안) 【붙임 #1, 2】

구 분	통합설치 시설물 개념도			
	현 행		통합설치(안)	
	개요도	설치사진	개요도	개 념 도
방음벽 (5m) + 안내표지 (내민식)				
방음벽 (5m) + 안내표지 (문형식)				

구 분	통합설치 시설물 개념도			
	현 행		통합설치(안)	
	개요도	설치사진	개요도	개 념 도
방음벽 (5m) + 가로등				
방음벽 (5m) + 교통표지				
방음벽 (5m) + VMS (내민식)				
방음벽 (5m) + VMS (문형식)				

4. 설계적용

□ 본 방침을 참고하여 **설계 및 시공시 시설물 통합 설치여부 검토**

o 현장여건에 맞는 통합 가능 시설물 선정

o 시공상세도 작성 등 세부설계(구조검토) 시행

□ 본 방침에 제시되지 않은 (안)에 대하여는 **설치기준 부합여부 및 구조검토 후 통합 여부 결정**

※ 시설물별 설계·시공주체가 상이하고 현장여건 변화에 따라 위치변동 발생 가능

☞ 설계단계에는 기본수량을 반영하고, 시공전 구조계산 및 상세설계 예시에 따라 적정위치 검토 후 설치

5. 경제성 검토 【붙임 #3】

(금액단위 : 만원)

구 분	개별설치	통합설치	증감	비고
방음벽(5m) + 안내표지(내민식)	1,040	770	△270	26% 절감
방음벽(10m) + 안내표지(내민식)	1,390	1,060	△330	24% 절감
방음벽(5m) + 안내표지(문형식)	2,400	2,010	△390	16% 절감
방음벽(5m) + 교통표지	450	310	△140	31% 절감
방음벽(10m) + 교통표지	800	640	△160	20% 절감
방음벽(5m) + 가로등	420	300	△120	29% 절감
방음벽(10m) + 가로등	770	600	△170	22% 절감
방음벽(5m) + VMS(내민식)	1,040	770	△270	26% 절감
방음벽(5m) + VMS(문형식)	2,400	2,010	△390	16% 절감
가로등 + 교통표지	470	310	△160	34% 절감

※ 각 설치비용은 제잡비 미포함 금액임

※ 표지판(전광판) 및 방음판 자재비, 전기시설 비용 제외, 문형식은 2차로 기준

Ⅳ 적용방안

□ 실시설계 중인 노선 : 본 방침 적용

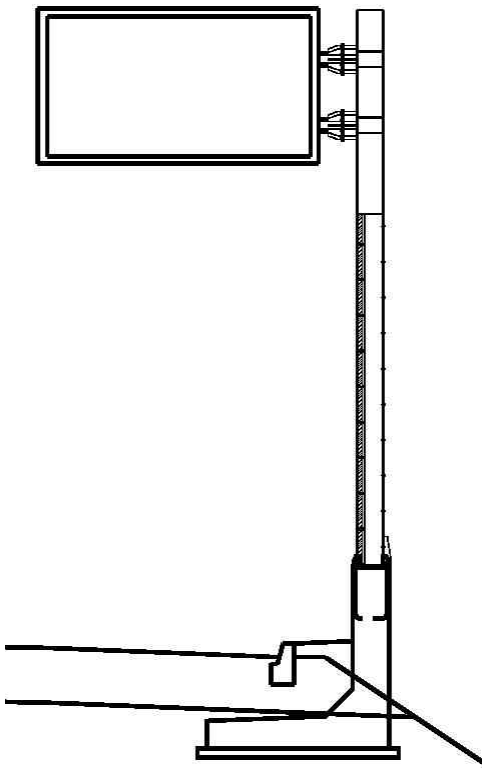
□ 건설 및 공용중인 노선은 현장 및 시설물 설치여건에 따라 주관(시행)부서에서 적용여부 판단 후 적용

별 첨 #1. 타입별 설치조감도
#2. 타입별 기초단면도
#3. 공사비 산출근거
#4. 구조계산서

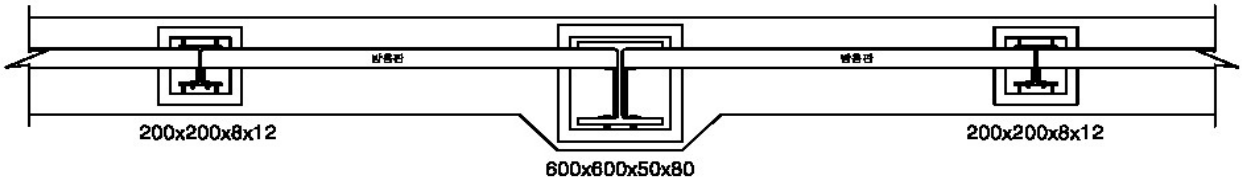
붙 임 #1

타입별 설치조감도

방음벽(5m) + 안내표지(내민식)

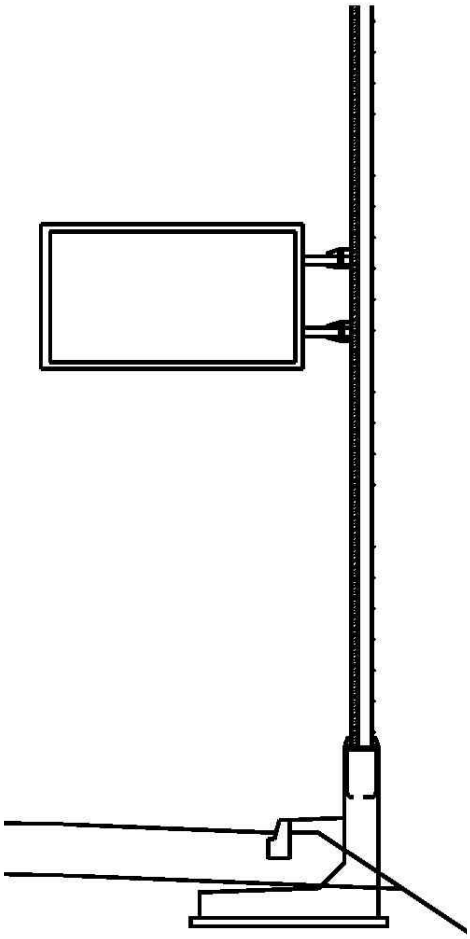
개 요 도	개 념 도
	

길 어 깨

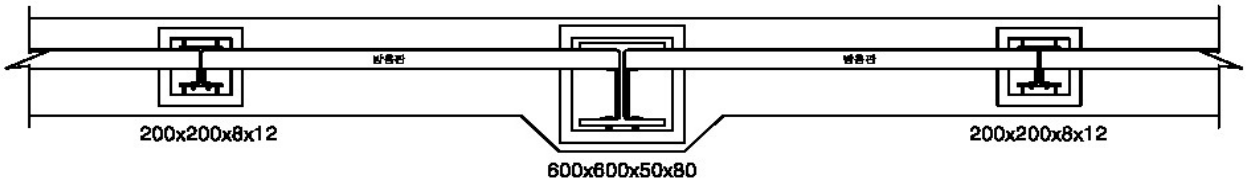


후 면 부

방음벽(10m) + 안내표지(내민식)

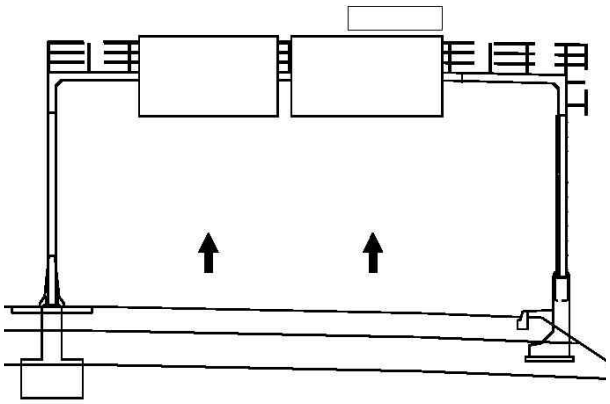
개 요 도	개 념 도
	

길 어 깨

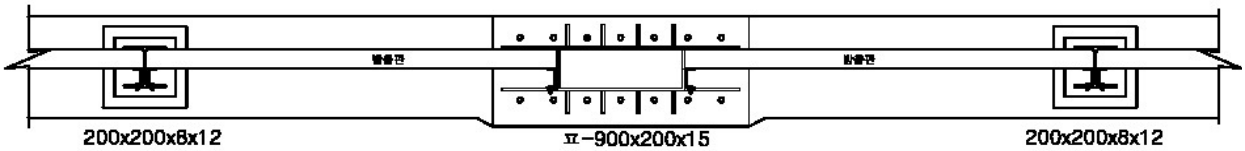


후 면 부

방음벽(5m) + 안내표지(문형식)

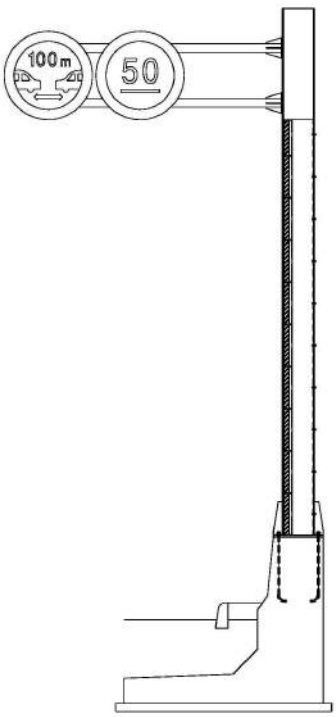
개 요 도	개 념 도
	

길 어 깨

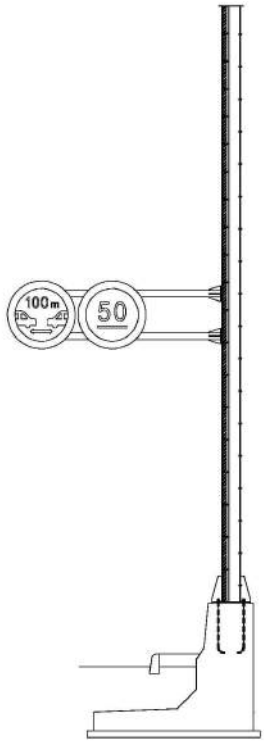


후 면 부

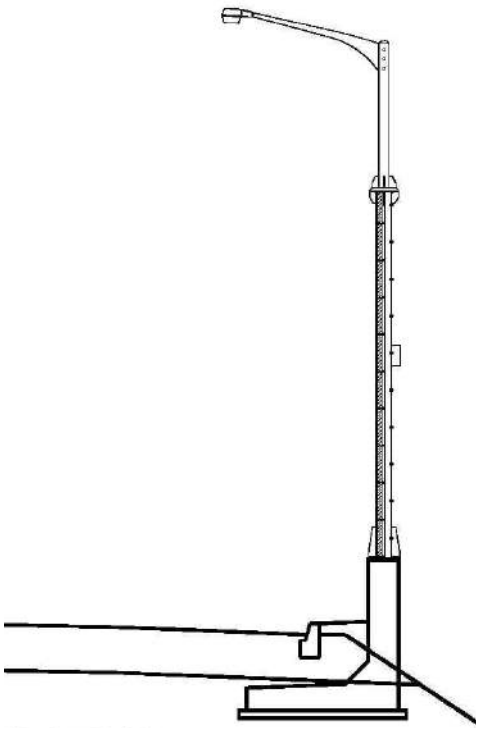
방음벽(5m) + 교통표지

개 요 도	개 념 도
	

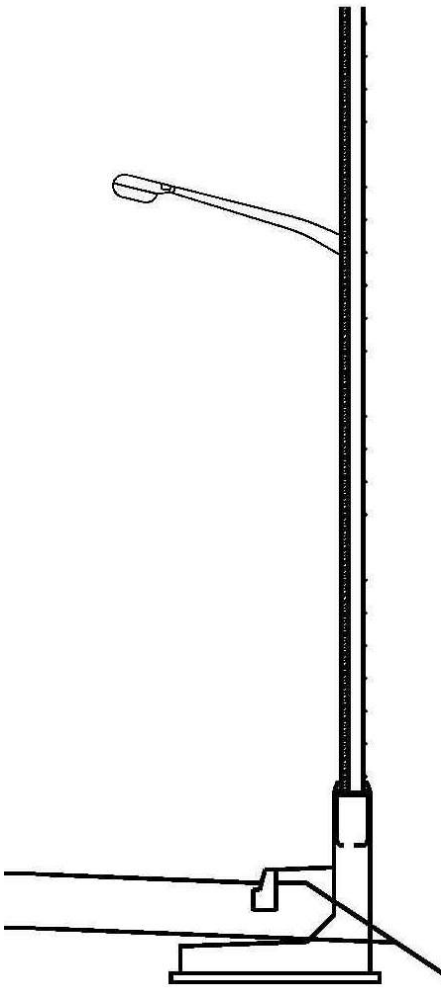
방음벽(10m) + 교통표지

개 요 도	개 념 도
	

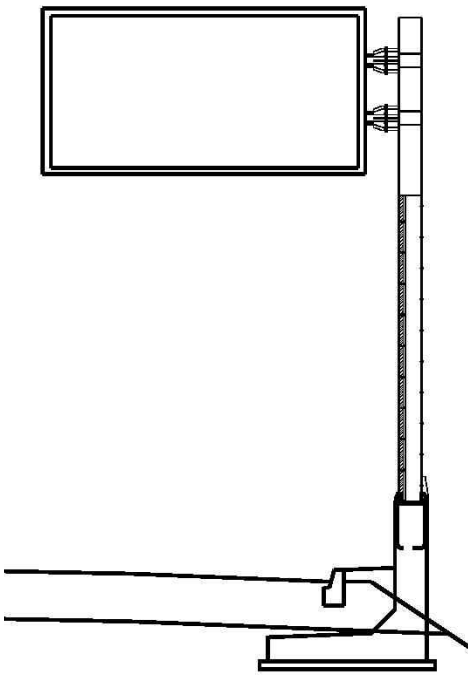
방음벽(5m) + 가로등

개 요 도	개 념 도
	

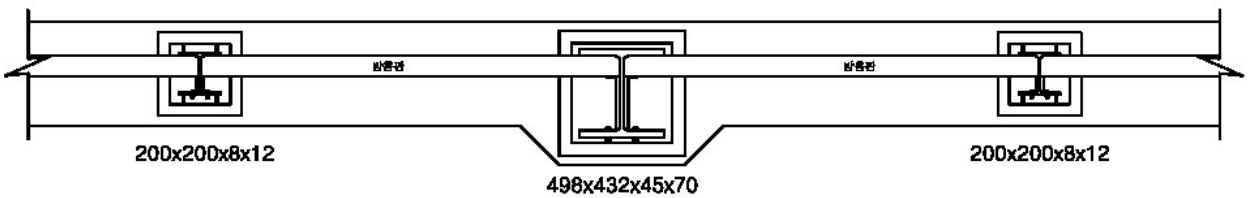
방음벽(10m) + 가로등

개 요 도	개 념 도
	

방음벽(5m) + VMS(내민식)

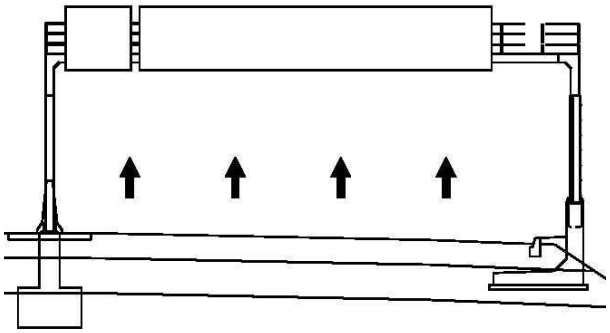
개 요 도	개 념 도
	

길 어 깨

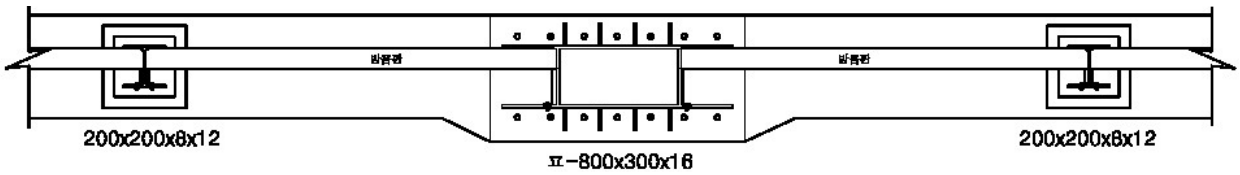


후 면 부

방음벽(5m) + VMS(문형식)

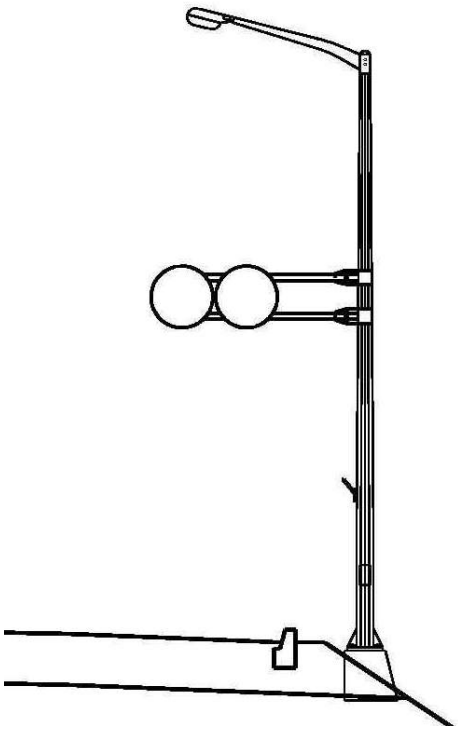
개 요 도	개 념 도
	

길 어 깨



후 면 부

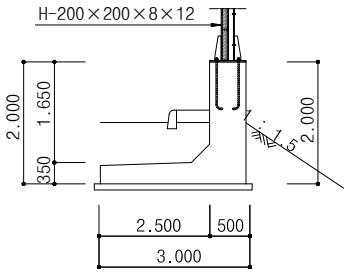
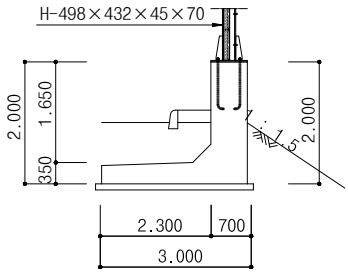
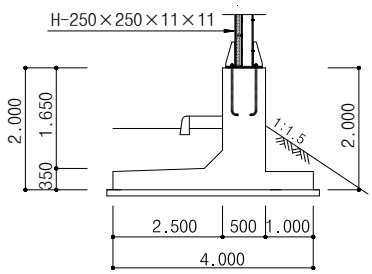
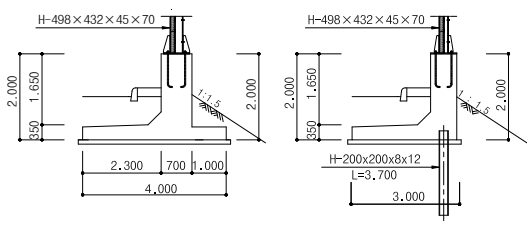
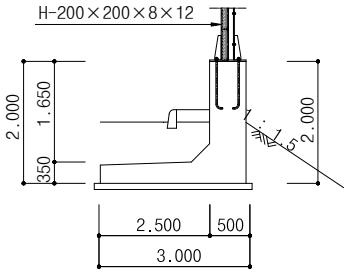
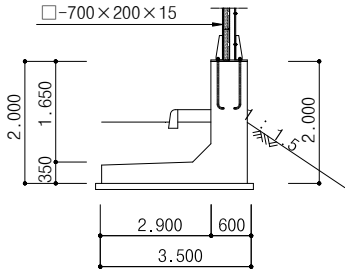
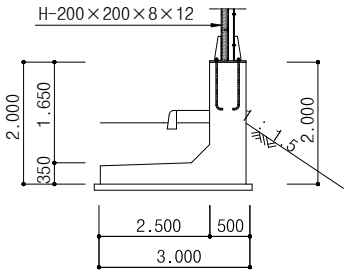
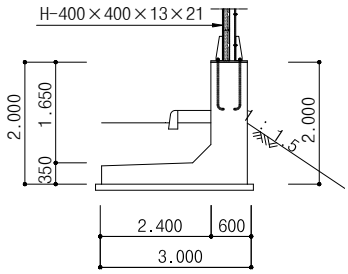
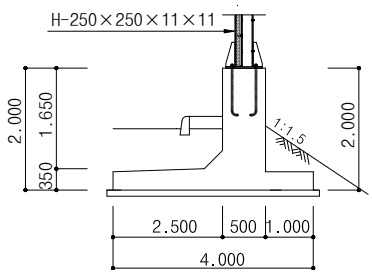
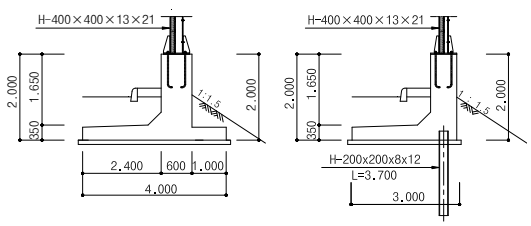
가로등 + 교통표지

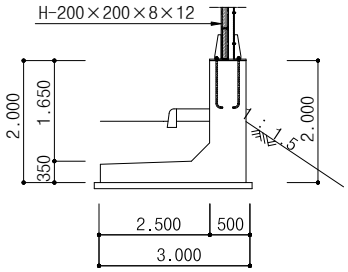
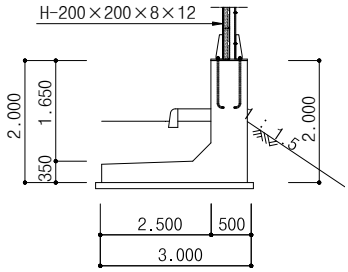
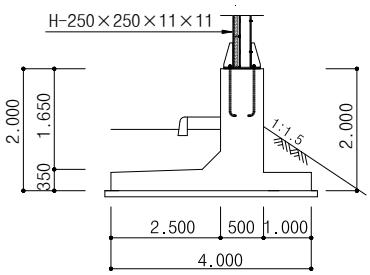
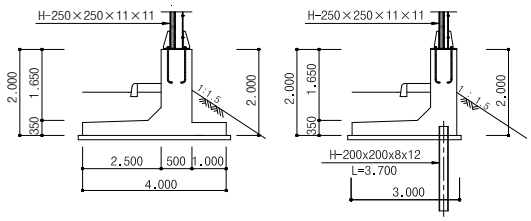
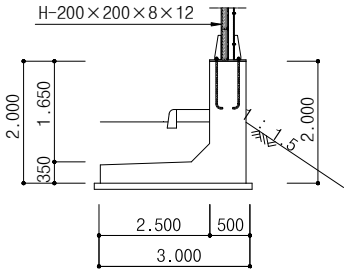
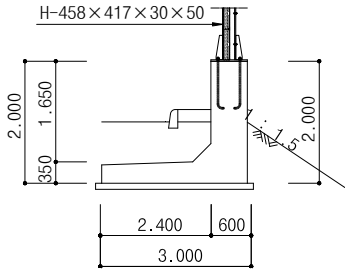
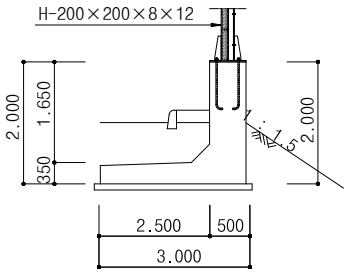
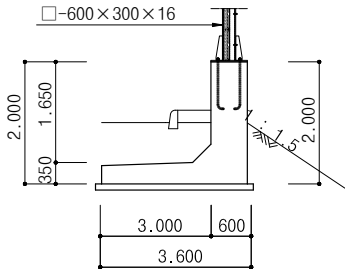
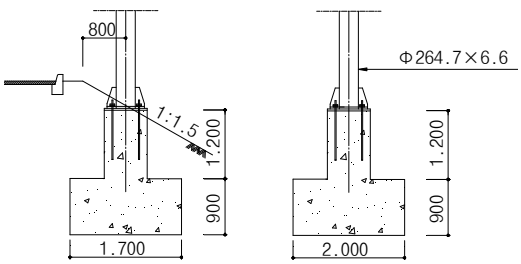
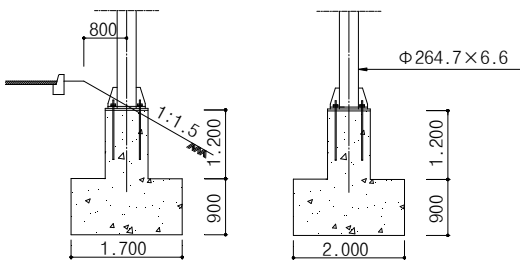
개 요 도	개 념 도
	

붙 임 #2

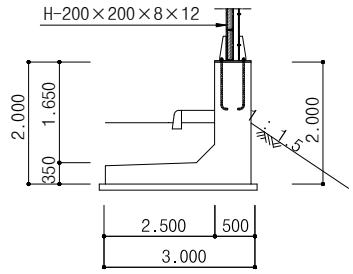
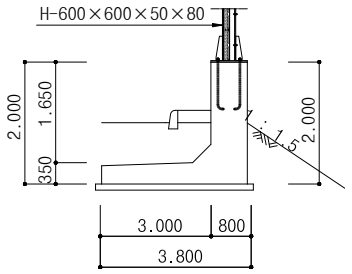
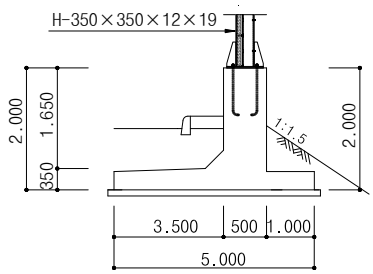
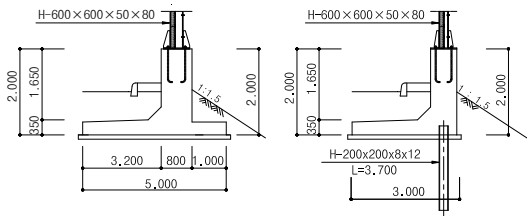
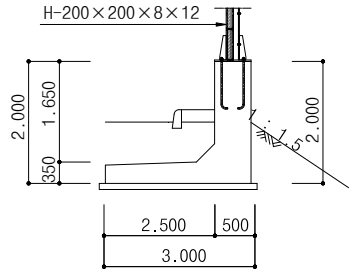
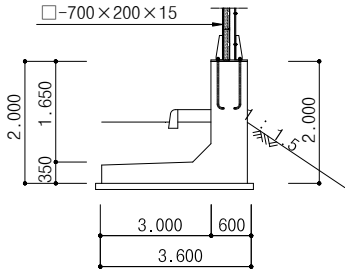
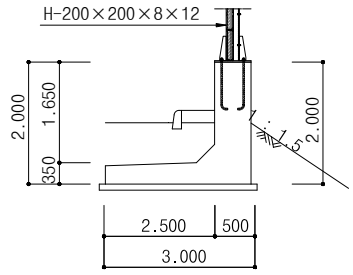
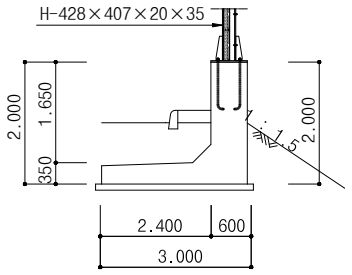
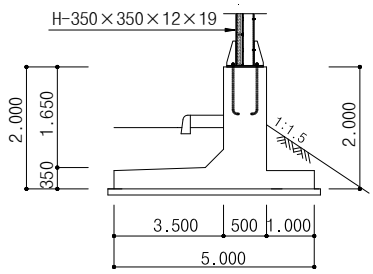
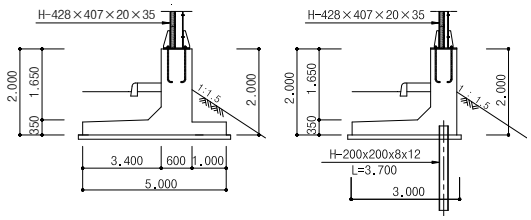
타입별 기초단면도

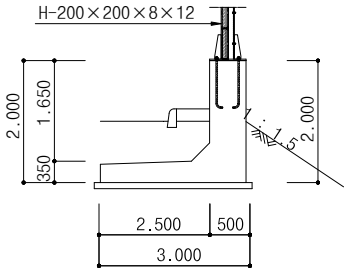
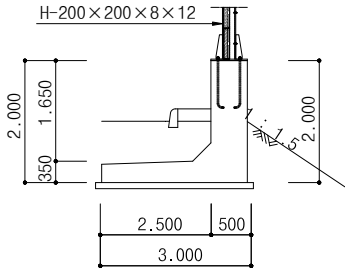
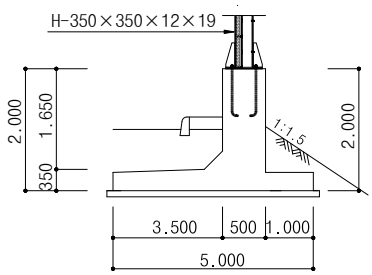
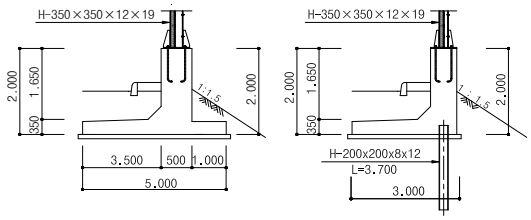
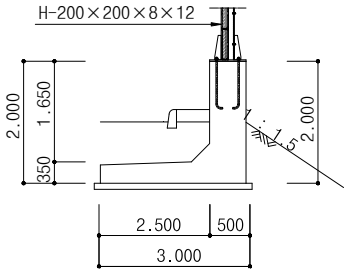
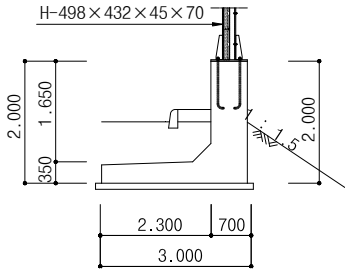
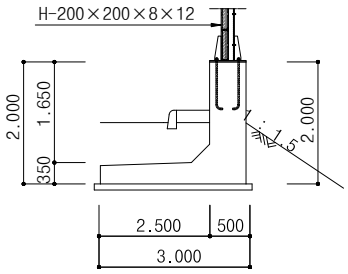
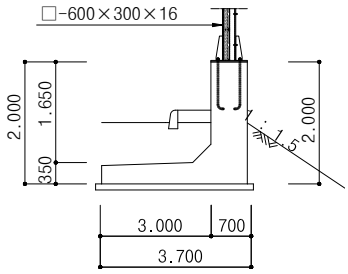
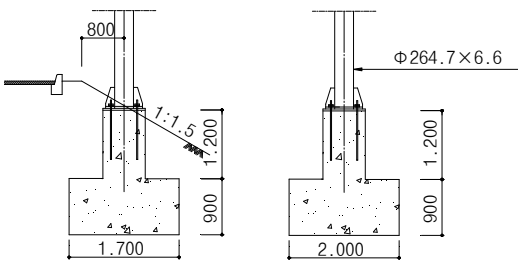
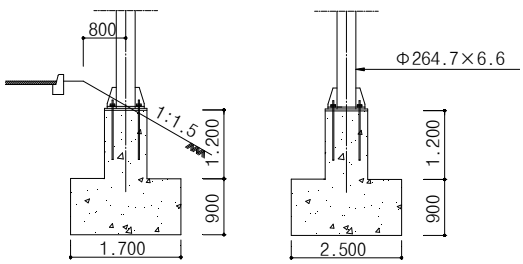
□ 설계풍속 30m/s

구 분	당 초	변 경
방음벽 (5m) + 안내표지 (내민식)		
방음벽 (10m) + 안내표지 (내민식)		
방음벽 (5m) + 안내표지 (문형식)		
방음벽 (5m) + 교통표지		
방음벽 (10m) + 교통표지		

구 분	당 초	변 경
방음벽 (5m) + 가로등		
방음벽 (10m) + 가로등		
방음벽 (5m) + VMS (내민식)		
방음벽 (5m) + VMS (문형식)		
가로등 + 교통표지		

□ 설계풍속 40m/s

구 분	당 초	변 경
방음벽 (5m) + 안내표지 (내민식)		
방음벽 (10m) + 안내표지 (내민식)		
방음벽 (5m) + 안내표지 (문형식)		
방음벽 (5m) + 교통표지		
방음벽 (10m) + 교통표지		

구 분	당 초	변 경
방음벽 (5m) + 가로등		
방음벽 (10m) + 가로등		
방음벽 (5m) + VMS (내민식)		
방음벽 (5m) + VMS (문형식)		
가로등 + 교통표지		

붙 임 #3

공사비 산출근거

(단위 : 만원)

구 분		개별설치	통합설치	증감	비 고
1	방음벽(5m)	200	770	△270	▪ 방 음 벽 : 기초(L=1m) 및 지주(h=4m) 설치비
	안내표지(내민식)	840			
2	방음벽(10m)	550	1,060	△330	▪ 방 음 벽 : 기초(L=1m) 및 지주(h=9m) 설치비
	안내표지(내민식)	840			
3	방음벽(5m)	200	2,010	△390	▪ 방 음 벽 : 기초(L=1m) 및 지주(h=4m) 설치비 ▪ 안내표지 : 2차로 기준
	안내표지(문형식)	2,200			
4	방음벽(5m)	200	310	△140	▪ 방 음 벽 : 기초(L=1m) 및 지주(h=4m) 설치비 ▪ 교통표지 : 내민식
	교통표지	250			
5	방음벽(10m)	550	640	△160	▪ 방 음 벽 : 기초(L=1m) 및 지주(h=9m) 설치비 ▪ 교통표지 : 내민식
	교통표지	250			
6	방음벽(5m)	200	300	△120	▪ 방 음 벽 : 기초(L=1m) 및 지주(h=4m) 설치비 ▪ 가 로 등 : 전기시설 제외
	가로등	220			
7	방음벽(10m)	550	600	△170	▪ 방 음 벽 : 기초(L=1m) 및 지주(h=9m) 설치비 ▪ 가 로 등 : 전기시설 제외
	가로등	220			
8	방음벽(5m)	200	770	△270	▪ 내민식 안내표지와 동일
	VMS(내민식)	840			
9	방음벽(5m)	200	2,010	△390	▪ 문형식 안내표지와 동일
	VMS(문형식)	2,200			
10	가로등	220	310	△160	▪ 가 로 등 : 전기시설 제외 ▪ 교통표지 : 내민식
	교통표지	250			

※ 각 설치비용은 제잡비 미포함 금액임

※ 지급자재(표지판, 방음판, 콘크리트 등), 전광판 제외 비용

8-9 고속도로변 소음초과 원인 분석 및 개선방안

녹색환경저-2524
(2013. 6. 20)

I 현 황

공용노선 소음피해 지역이 지속 발생되고 있어, 최근 방음벽 설치 구간중 소음초과 지역의 원인을 분석하여 문제점 및 개선방안을 도출하고자 함.

※ 국정과제 연계 : 생태휴식 공간 확대 등 행복한 생활문화공간 조성

□ 최근 5개년 공용노선 방음벽 설치 현황 (연평균 21건, 157억)

구 분	계	2008	2009	2010	2011	2012
건 수	109	21	29	14	15	30
사업비	786억	117억	208억	116억	160억	185억

※ 공용노선 소음초과 구간 : 약 10개소 발생/년

□ 최근 3년이내 개통노선중 소음 초과 현황

구 분	대상	소음초과	소음도			소음 초과 주택 형태
			예 측	실 측	증감	
계	243개소	3개소				
신갈~호법 확장	75개소	3개소 (신갈분기점)	주:59~60dB	주:69~75dB	증 10~15dB	공동주택
전주~순천 외 2개노선	168개소	-	주간 : 65dB 야간 : 55dB	기준 이내	-	

o 전주~순천 등 예측교통량을 하회하는 지역은 소음기준을 만족
o 예측교통량에 도달한 신갈~호법구간중 고층 공동주택에 소음초과 발생

Ⅱ 소음초과 원인 분석

소음초과지역 현황도

신갈~호법 42.5k~ 43.8k (공동주택 15~20F, 1,978세대, 이격거리 50~90m)

1 소음해석 방법 오류

① 다차로구간 소음해석 과정 오류

2차로에 교통량 집중 → 실 차로수(10차로)에 교통량 분산 적용

적용된 해석 오류	적정 해석 방법
교통량을 행선별로 1개차로에 집중 4,900대/hr 4,900대/hr	차로별 980대/hr 분산 적용

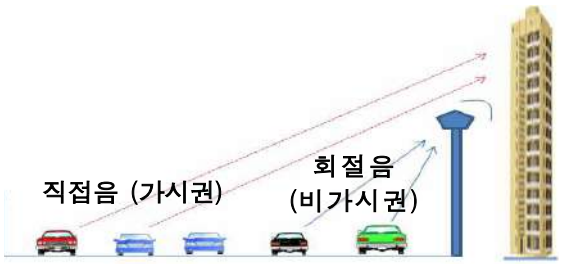
외측 차로 직접음 감소로 약 1dB 낮게 예측되는 오류 발생

② 소음감소기 효과 과다 산정

※ 소음감소기 원리

발생되는 회절음을 음파간섭 및 흡음 등을 통해 감소 (2~3dB)

※이해를 돕기 위한 도해로 특정제품을 지칭하지 않음.



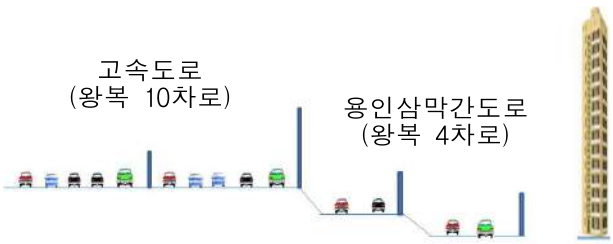
[가시권 직접음은 감소효과 기대 곤란]

o 소음감소기 효과 : 비가시권의 회절음만 감소효과를 기대할 수 있음
o 적용 오류 : 직접음에 노출되는 **고층*** 도 소음도 △1.4dB 일률 적용

※ 고층 : 방음벽에 의해 차폐가 안되고 도로 포장면이 시야에 노출되는 상층부

③ 합성소음 영향 미고려

o 고속도로 소음만으로 예측소음도 산정
- 용인~삼막간 도로 소음영향 미고려 (왕복 4차로, 이격거리 약 20m)



도로별 소음도를 기준 이하로 대책을 수립하여도 합성소음은 기준 초과

※ 합성소음=$10\log(10^{1지점소음도/10} + 10^{2지점소음도/10})$
- 국도 65dB+고속도로 65dB = 68dB

소음도가 약 1dB 낮게 예측되는 오류 발생

2 교통량 및 주행속도 증가

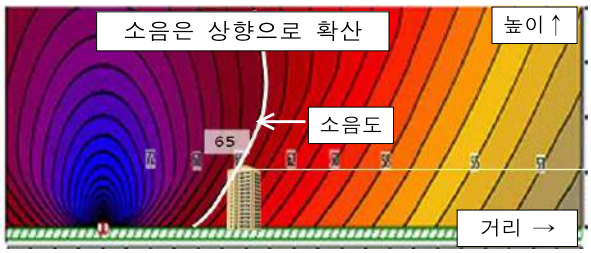
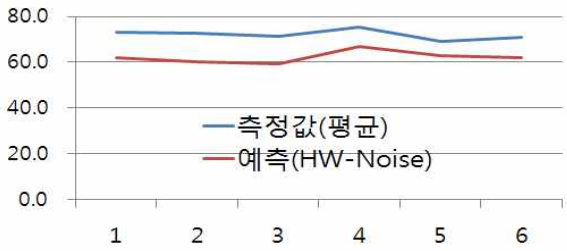
구 분		예 측 (교통량 재분석)	2013.4월 최대	증감	소음도
교통량	주간	9,601대/hr	11,696대/hr	증 21%	0.8dB증가
	야간	3,613대/hr	5,610대/hr	증 55%	1.8dB증가
차량속도		100km	야간 110~120km	증10~20%	야간소음도 0.9dB~1.8증가

최대 소음도가 주간은 0.8dB, 야간은 3.6dB 증가되는 결과 초래

3 소음 프로그램(Hw-noise) 기능 미흡

* Hw-noise(Highway Noise)
o 고속도로 전용 소음해석프로그램

o Hw-noise는 높이 30m초과에 대한 보정계수 부재로 고층부 소음 오차 크게 발생
(성토부,이격거리 50m 보정계수 예시 : 1.2~3.5m : 증 11%, 3.5~7m : 증 20%, 7~30m : 증 24%)

소음 발생 모식도	소음예측과 실측의 차이(주간, 20F)
	

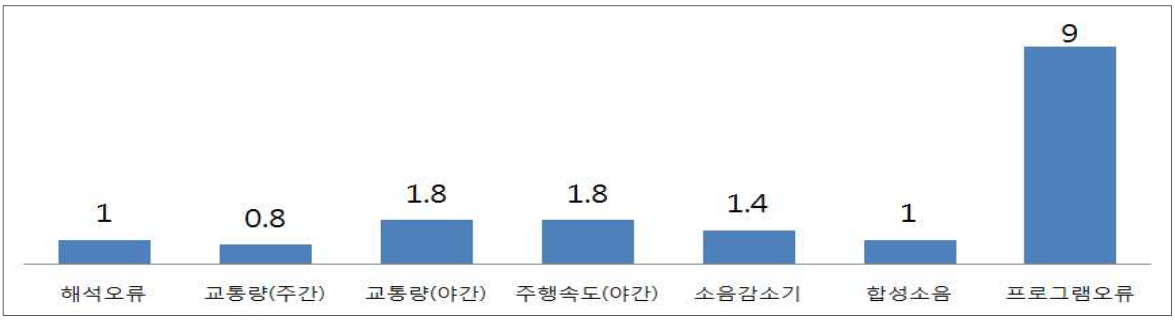
※ 도로교통연구원 소음도 실측 및 예측 시행 (도로교통연구원, 2013.4)

소음도가 약 9dB 낮게 예측되는 결과 초래

※ 소음초과 주요 원인

※ 신갈~호법 공동주택 상층부 (주간)

합 계		해석 오류	교통량		주행속도 (야간)	소음 감소기	합성 소음	프로그램 오류
실측	검토		주간	야간				
10~15dB	13.6~16.2dB	1.2dB	1dB	1.8dB	1.8dB	1.4dB	1dB	9dB



Ⅲ 문제점

문제점 1 Hw-noise 기능 부족

소음해석 현행 기준	개선방향
o 방음터널, 절곡형 : Soundplan, enpro o 그 외 : Hw-noise	o 정확도가 낮은 Hw-noise는 KHTN으로 대체 필요

※ Hw-noise : 1994년 우리공사 자체적으로 개발된 DOS 프로그램
※ KHTN : 2001년 Hw-noise를 대체하기 위해 개발된 Windows 프로그램

문제점 2 매뉴얼 부족

현 행	개선방향
o 합성소음 해석, 소음감소기 적용 다차로 소음해석 매뉴얼 부재	o 환경영향평가~공사단계까지 시스템적으로 적용가능한 매뉴얼 정립

Ⅳ 개선방안

1 소음해석 프로그램 개선 : Hw-noise(2D) → KHTN(3D)

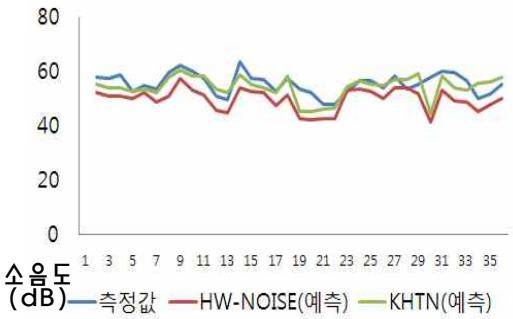
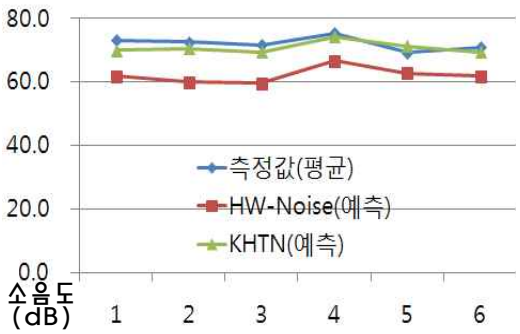
2 소음해석 기준 정립 : 합성소음 고려 대책 수립, 소음검토 적정성 확인 철저

3 시설물 적용기준 개선 : 소음감소기 고층 공동주택, 건설노선 적용 지양

4 소음초과 구간 대책 : 과속카메라, 세대별 방음시설, 저소음포장 등 추진

1 소음해석 프로그램 개선

□ 소음해석 정확도 비교 (도로교통연구원)

구 분	단독주택	고층 공동주택
측정 결과		
측정개소	30개소	6개소
예측 정확도	◦ Hw-noise : 91% (평균 △4.2dB) ◦ KHTN : 96% (평균 △0.27dB)	◦ Hw-noise : 86% (평균 △10dB) ◦ KHTN : 97% (평균 △1.3dB)

환경영향평가 단계부터 소음 해석 정확도가 우수한 KHTN으로 개선

※ KHTN 보완 진행중 : 2012.~2014. (버그수정 완료, 방음터널 해석 기능 추가 등)

2 소음해석 기준 정립

□ 합성소음 발생 구간에 대한 소음대책 검토 방법

o 【Case 1】 타 도로 발생 소음이 기준을 초과하는 경우

(고속도로 소음 대책)

- 타 도로 소음도는 기준 이내로 조치된다는 가정 아래, 합성소음을 고려한 대책 수립

(타 도로 소음대책)

- 해당 도로관리청에 소음대책 수립 필요 공문 공지

o 【Case 2】 타도로 소음이 소음기준보다 이내인 경우

- 합성소음을 고려한 소음해석 결과에 따라 고속도로 방음대책 수립

□ 소음검토 적정성 확인 철저

o 소음검토체크리스트*에 합성소음 및 다차로 소음해석 확인 절차 반영

* 소음대책검토 체크리스트 : 예방적 소음대책 기준, 녹색환경처-932(2011.3.10)

3 시설물 적용 기준 개선

□ 방음벽 설치시 도로 포장면이 시야에 노출되는 고층 공동주택일 경우에는 소음감소기 적용 지양.

□ 건설단계 소음감소기 적용 지양

o 교통량 예측의 가변성 등으로 운영단계에서 소음기준을 초과할 개연성이 있음을 고려할 때,

o 운영단계 방음벽 개량 대안으로 적용할 여지를 남겨둠이 바람직.

※ 교량의 구조한계 등 특별한 상황은 예외로 함.

4 신갈~호법 소음초과구간 대책

◦ 과속 카메라, 세대별 방음시설 등 추가 소음저감 대책 추진

※소음초과구간 방음시설 : 방음터널(약 1,000억)이 필요하나, 현상태 적용 곤란

※ 방음터널은 소요공사비 과다, 장기간 교통차단, 교통용량 저하(약 14%), 긴급 구인 곤란, 유지관리 곤란, 노후화시 대규모 개량비용 발생(설치비의 1.5배) 등의 문제점 유발

과속 단속 카메라	세대별 방음시설
야간 △2dB	약 △5dB (대전 다솔APT)
약 1억/2개소	약 4백만원/개소

※ 저소음포장 : 장기공용성 및 소음저감효과에 대한 검증 추진 예정

V 적용방안 및 기대효과

□ 적용방안

o 설계 및 공사중인 구간 : 본 방침에 따라 소음대책 재검토 수행후 적용여부는 공사주관부서에서 판단

(소음도 예측 오차가 심한 공동주택은 필수 적용)

o 본 방침 시행 이후 『예방적 소음대책 기준, 녹색환경처-932(2011.3.10)』 중 방음벽 연장 산정 기준은 폐지함.

□ 기대효과

o 개통 후 방음벽 설치 최소화로 예산절감 및 원활한 교통소통 기여

- 최근 5년간 공용노선 방음벽 설치 대상 : 396억/109건

o 정온한 주거환경 조성으로 정부정책 적극 동참

- 국정과제 : 국민의 행복한 생활문화공간 조성

Ⅵ 향후계획

□ KHTN 사용 실무자 교육 : 2013. 7

- 지역본부 및 건설사업단 직원 및 사후환경 용역 담당자

※ 붙 임 : 1. 교통량 및 주행속도 분석 자료 1부

2. 도로교통연구원 소음도 분석 자료 1부.

3. 소음대책 체크리스트 1부.

4. Hw-noise, KHTN 비교 1부.

5. 세대별 방음시설 설치 사례 및 관련 자료 1부.

6. Hw-noise 높이에 따른 보정 계수 1부.

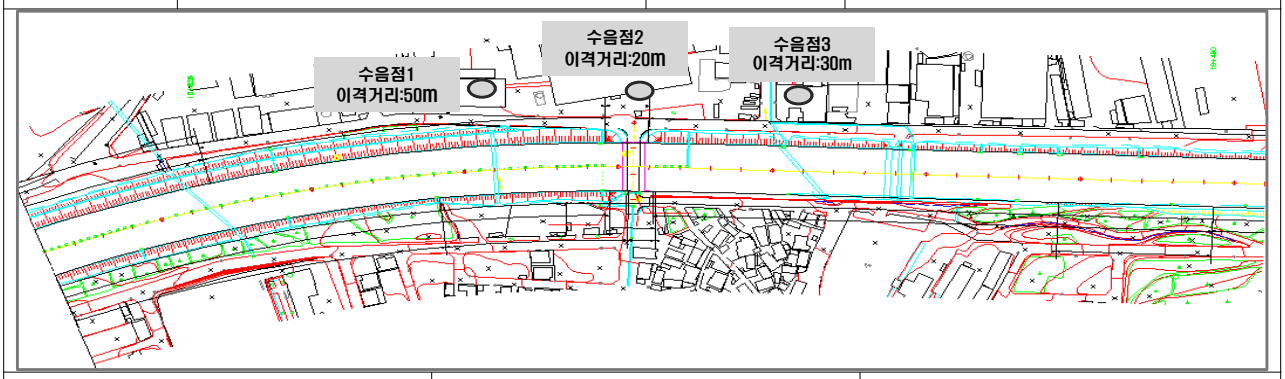
7. 예방적 소음대책 관련 공문 사본 1부.

붙 임 #3

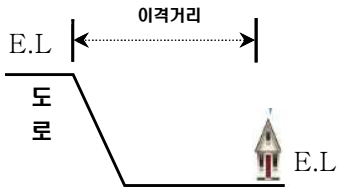
소음대책 체크리스트

□ 소음대책 규모 검토

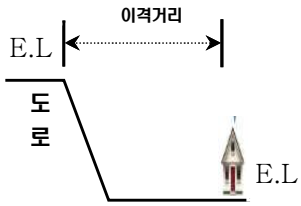
위 치	STA.0+000~0+000	마을	



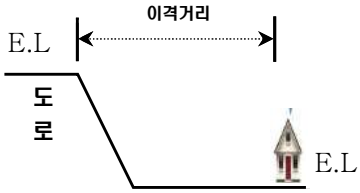
<수음점 1>



<수음점 2>



<수음점 3>



o 방음벽 높이 산정

- 수음점 1 : 2m, 수음점 2 : 5m, 수음점 3 : 4m ⇒ 5m 적용

o 방음벽 높이 및 연장 결정

- 정온시설 구간 : H=5.0m, L=200m
- 여유연장의 적용 : D1: H=2m, L=100m D2 : H=4m, L=60m
- 전체연장 : 200(5m)+ 100(2m)+ 60(4m) = 360m

o 방음벽 형식결정

- 반대편 정온시설 없음. 반사형 적용

o 예측소음도 및 방음벽 설치구간

구 분	예측소음도(dB)		방음벽 설치구간
	주간	야간	
설치전	64	57	STA.0+000~2+000
설치후	60	53	

□ 주요 검토내용

검토내용	용 역 사 검토내용	감독원 확인	
		일자	내용
1. 소음영향권 이격거리를 산정하였는가?	000m 적용		
2. 소음영향권내 정온시설이 누락되지 않토록 충분한 현장 조사를 하였는가?			
3. 절토부 후면 정온시설에 대한 소음영향 검토를 하였는가?			
4. 정온시설 조사시 하우스나 창고등은 현장방문을 통해 거주사실을 충분히 확인하였는가?	비거주 확인		
5. 수음점은 이격거리 및 도로와의 고저차 등 소음영향을 충분히 고려하여 선정하였는가?	·이격거리:oom ·고저차:om		
6. 방음벽 규모 산정시 최인접 주택외에도 고층 건물 등 높은지점의 소음영향을 고려하였는가?	oo아파트 검토		
7. 방음벽의 연장은 여유연장을 충분히 고려하여 산정하였는가?	·이격거리:oom ·적용:oom		*삭제*
8. 절성경계부 등 지형조건을 고려하여 누출소음이 발생되지 않토록 충분한 연장을 적용하였는가?	시점부 절토부 까지 연장		
9. 다차로일 경우 실차로수에 맞춰 교통량을 분산 적용하였는가?			*신설*
종합의견			

작성자 용 역 사 (인)

확인자 감 독 원 (인)

붙 임 #4

Hw-noise, KHTN 비교

구 분	Hw-noise	KHTN
차 종	2차종 구분 (소형 : 5톤 미만 트럭, 15인승 이하 승용 대형 : 5톤이상 트럭, 16인승 이상 승용)	5차종 구분 (승용: 일반, 버스: suv 및 승합차량, 소형트럭 : 2.5톤 미만, 중형트럭 : 2.5~10톤, 대형트럭 : 10톤이상)
포 장	콘크리트 포장	아스팔트, 콘크리트 2종
높이 보정	30m 이상 보정 불가	-
소음해석	단순 직립형만 가능	절곡형 등 모델링 가능
차로입력	4차로까지 입력 가능	다차로 해석 가능
기 능	연장 계산 기능 부재	높이 및 연장 자동 계산
보완이력	없음	▫2007년 : 1차 보완 ▫2012~ : 2차보완 중 (방음터널 해석 기능 도입 등)
장단점	▫입력인자가 단순하고 사용이 간단 ▫포장특징 반영 곤란 ▫다차로 입력 곤란 (4차로까지 가능) ▫연장산정 기능 부재	▫입력 및 사용이 간편 ▫포장특징 반영 가능 ▫다차로 입력 가능 ▫연장 및 높이 산정 가능

붙 임 #5

세대별 방음시설 개요

□ 세대별 방음시설이란?

◦ 도로변 방음벽 설치로 소음저감에 한계가 있는 경우 아파트 건물에 소음차단 시설을 설치하는 개념

◦ 외부 교통소음 등을 반사시켜, 소음 진행방향을 효과적으로 차단

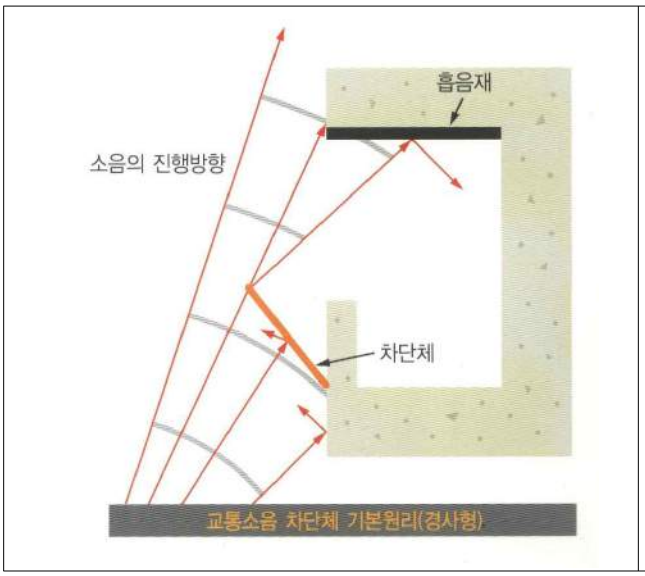
□ 재질 및 중량

◦ PC(Polycarbonate)

- 탄산염을 중합하여 만든 수지

◦ 중량 50~60kg

※ 풍속 45m/sec에 견딜 수 있는 구조임



□ 설치비용

◦ 3~4백만원(1set당, 설치비 포함)

Simulation(설치하기 전)

Simulation(설치후)

'붙임 6'

Hw noise 높이에 따른 보정계수

구조	지상에서의 높이 (m)	도로단으로부터의 거리 (m)										
		0	5	10	15	20	25	30	40	50	75	100
성토	7~30	-2.8	-2.7	-2.7	-2.7	-2.9	-3.5	-4.8	-6.2	-7.1	-8.4	-9.1
	5	-2.9	-3.0	-3.2	-3.5	-4.0	-4.6	-5.3	-6.6	-7.5	-8.9	-9.5
	3.5	-2.2	-2.4	-2.9	-3.4	-4.1	-5.0	-6.3	-7.6	-8.3	-9.5	-10.1
	0~1.2	0.7	-0.2	-1.5	-3.1	-4.7	-6.3	-7.6	-9.0	-9.3	-10.3	-11.9
절토	7~30	-0.3	-0.3	-0.3	-0.4	-0.7	-1.3	-2.0	-3.5	-5.0	-7.7	-8.8
	5	-1.0	-1.0	-1.1	-1.3	-1.7	-2.2	-2.8	-4.4	-5.9	-8.4	-9.5
	3.5	-1.3	-1.3	-1.6	-1.9	-2.3	-2.9	-3.9	-5.6	-7.3	-9.7	-10.5
	0~1.2	-1.0	-1.5	-2.4	-3.5	-4.6	-5.2	-8.6	-8.8	-9.8	-11.9	-12.2
고가	7~30	-1.1	-1.1	-1.0	-0.9	-0.9	-1.2	-1.5	-2.3	-2.9	-3.8	-4.1
	5	-2.5	-2.6	-2.6	-2.6	-2.6	-2.6	-2.7	-3.0	-3.3	-4.0	-4.4
	3.5	-3.1	-3.3	-3.6	-3.6	-3.5	-3.4	-3.3	-3.4	-3.7	-4.4	-4.8
	0~1.2	1.5	-0.1	-1.8	-2.0	-1.7	-2.0	-2.5	-3.4	-3.9	-4.9	-5.4
평탄	7~30	-1.2	-1.3	-1.5	-1.7	-2.5	-3.6	-4.9	-7.3	-9.4	-13.1	-14.6
	5	-1.9	-2.0	-2.3	-2.8	-3.7	-4.8	-6.0	-8.3	-10.6	-14.2	-15.6
	3.5	-2.4	-2.6	-3.0	-3.2	-4.4	-5.9	-7.3	-10.3	-12.7	-16.1	-17.1
	0~1.2	-1.1	-4.4	-7.9	-8.1	-8.4	-9.8	-11.1	-13.7	-16.8	-19.0	-19.0

8-10 교량점검차 효율성 향상을 위한
교량 가로등 설치위치 조정 검토

구조물처-1862
(2013. 8. 7)

Ⅰ 추진 배경

교량 점검차(굴절차)로 점검시 가로등과 간섭시에는 점검의 효율성이 저하되므로 가로등 설치 위치 조정을 검토코자 함.

Ⅱ 교량 점검차 현황

□ 점검차 개요 및 현황

구 분		BARIN ABC200	MOOG MBI 210-2/S
크기(장×폭×고)		12,100×2,500×4,000㎜	18,740×2,500×4,000㎜
총 중 량		27.68ton	39.7ton
최대점검 깊이		8.0m	11.8m
최 대 점 검 폭		20m	25.0m
난간통과높이		2.0m	5.0m
점검대	구 조	2단 신축식 트러스 구조	3단 신축식 트러스 구조
	회 전 각	180°(점검시 : 60°)	180°(점검시 : 90°)
사 진			

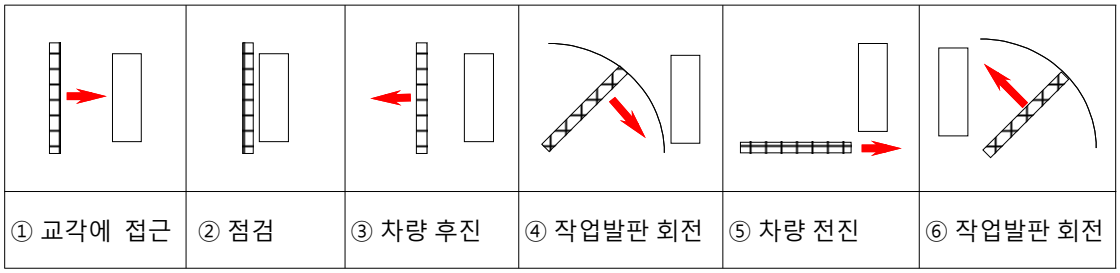
☞ 우리공사 3대보유 (BARIN 2대, MOOG 1대) - 별첨 #1

□ 점검차 장애물 통과 방법

① 점검차에서 점검발판을 내린후 90° 회전후 첫번째 교각 점검

② 교각 점검완료후 후진하여 발판을 접은후 점검차 전진

③ 다음 교각 도달시 발판을 90°로 회전후 교각 점검



Ⅲ 가로등 설치 기준

□ 시설대상

구 분	설치범위	비고
인터체인지,분기점	본선구간(가・감속차로 구간), 램프구간	별첨 #2
휴게소 진・출입로	가감속 차로구간, 본선제외	
터널 입출구부	입구부 160m, 출구부 200m	
기타	조명시설 설치구간 사이가 1,000m이하 경우 조명시설 연결 설치	

□ 설치간격

설치간격(m)		배 열	비 고
차 로	콘크리트(아스팔트)		
2차로	30(20)	지그재그	
4차로	55(45)	맞 보 기	
6차로	50(55)	맞 보 기	
8차로	40(45)	맞 보 기	

Ⅳ 문제점

□ 가로등 배치시 교량 경간 미고려 (현기준 : 55m, 4차로)

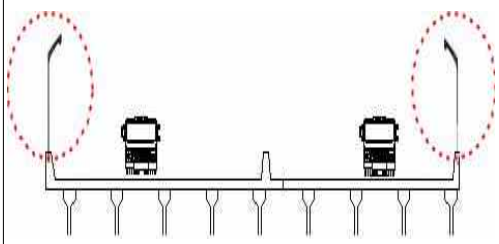
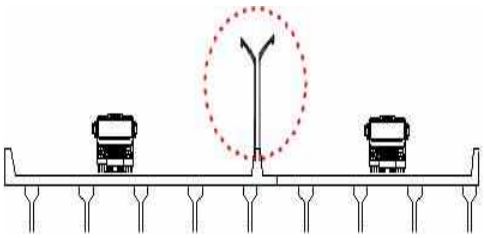
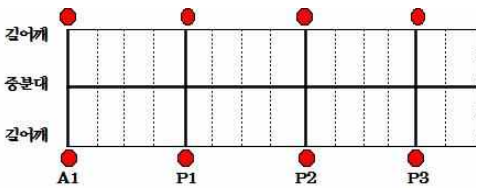
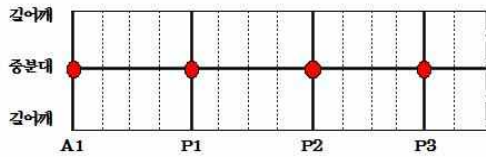
※ 금강대교(경간장 50m) 가로등 설치간격 : 40m

□ 가로등 저촉시 장비 재설치로 점검시간 과다 소요(25~30분/1회)

o 교통통제시간 장기화로 이용객 불편 가중

o 점검 효율성 저하 (장비 가동율 등)

Ⅴ 개선 방안

구분	검토 1(안)	검토 2(안)
개요	o 교각 위치의 난간 방호벽에 가로등 설치	o 교각위치에 상관없이 중분대 방호벽에 가로등 설치
개략도면		
		
장,단점	o교량점검 시간 단축 유리 o가로등 유지관리 유리 o2차사고 발생 가능성 다소 낮음	o교량점검 시간 단축 매우 유리 o가로등 유지관리 불리 o2차사고 발생 가능성 높음

Ⅵ 기대 효과

□ 점검 시간 감소로 교통차단 시간 축소

※ 금강대교(L=1,650m) 33경간중 9경간 비교시 85분 단축(30%) - 별첨 #3

□ 교통차단 시간 감소로 도로이용객 편의(안전) 도모

□ 점검장비 가동율 등 점검 효율성 증대

Ⅶ 향후 계획

□ 세부 가로등 설치방법은 시설처와 협의후 시행(8월중)

붙 임 #1

교 량 점 검 차 현 황

1. 보유현황

년 식	기 종	규 격	보유대수	보 유 처	제작사
계			3		
'95	ABC 200	20m	1	경북 기계화팀	BARIN
'97	ABC 200	20m	1	전북 기계화팀	BARIN
'02	MBI 210-2/S	25m	1	서해대교 관리소	MOOG

2. 주요용도 : 교량 상판하부, 슈, 교각 크랙 등 점검 및 경보수

3. 제 작 사 : BARIN(이탈리아), MOOG(독일)

4. 주요구조

구 분		BARIN ABC200	MOOG MBI 210-2/S
장 비 구 성		일체식	트레일러식
크 기(장×폭×고)		12,100×2,500×4,000㎜	18,740×2,500×4,000㎜
총 중 량		27.68ton	39.7ton
차량중심유지방법		트롤리식 스테빌라이저	밸런스 웨이트
최 대 점 검 깊 이		8.0m	11.8m
최 대 점 검 폭		20m	25.0m
최대난간통과높이		2.0m	5.0m
최대교각점검깊이		50m	110m
점검대	구 조	2단 신축식 트러스 구조	3단 신축식 트러스 구조
	회 전 각	180°(점검시 : 60°)	180°(점검시 : 90°)
	허 용 하 중	500㎏(등분포)/300㎏(집중)	1,000㎏(등분포)/500㎏(집중)

[BARIN ABC 200]

[MOOG MBI 210-2/S]

붙 임 #2

도로조명 설치기준

1. 시설대상

가로등이 설치되는 구조물(교량, 방음벽기초 및 방호벽 등)구간 및 도로횡단

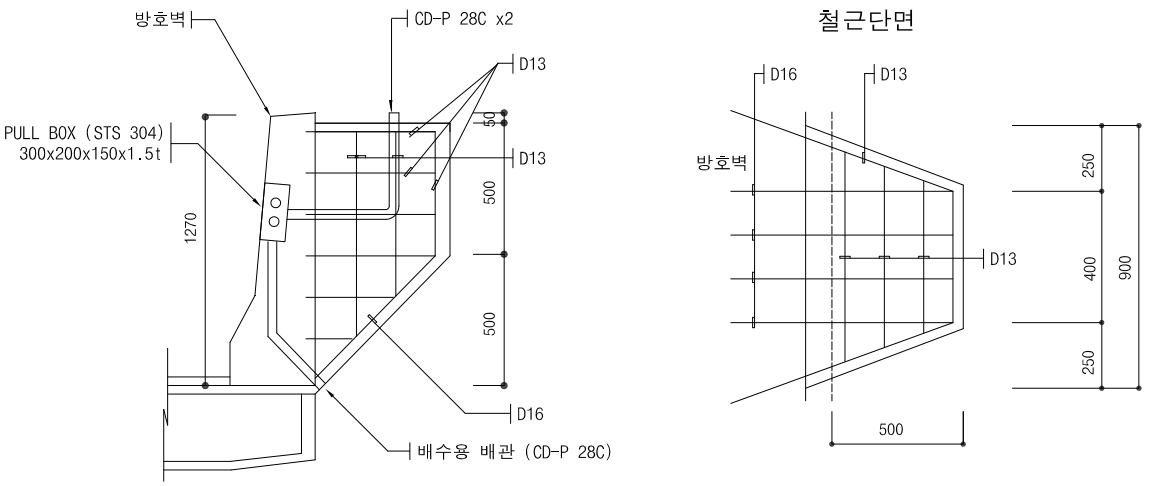
구 분	설치범위	선시공내용
인터체인지,분기점	본선구간(가·감속 차로구간), 램프구간	※ 구조물구간 ◦배관 : CD-P 70C×2, ◦가로등기초(앙카볼트포함), ◦풀박스 ※ IC 램프부 도로횡단 ◦배관 : 백관 Φ 200C×2본
휴게소 진·출입로	가감속 차로구간, 본선제외	
터널 입출구부	입구부 160m, 출구부 200m	
기타	조명시설 설치구간 사이가 1,000m이하 경우 조명시설 연결 설치	

2. 설치간격

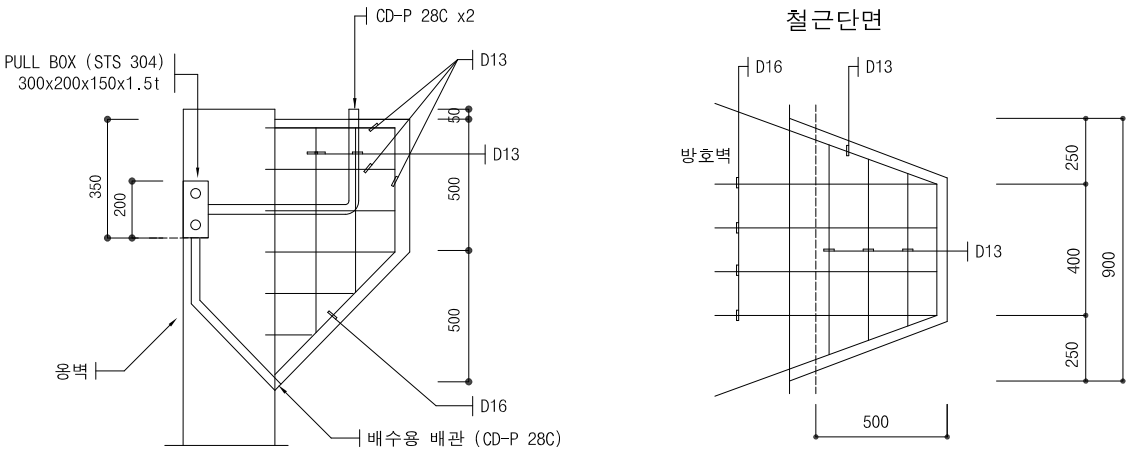
구 분	설치간격(m)		배 열	비 고
	차 로	콘크리트(아스팔트)		
일반 가로등	편도1	35(35)	편 측	
	편도2	30(25)	편 측	
	편도3	25(20)	지그재그	
	2차로	30(20)	지그재그	
	4차로	55(45)	맞 보 기	
	6차로	50(55)	맞 보 기	
	8차로	40(45)	맞 보 기	
터널 입출구부 가로등	편도2	30(20)	편 측	
	편도3	25(20)	지그재그	

※ 본선 및 램프 횡단 교량의 가로등 기초 설치 시 가로등 낙하에 따른 교량 하부 도로 이용차량의 피해를 최소화하기 위해 최대한 차로 외측에 설치

3. 설치상세도



교 량 구 간



방호벽 구간

붙 임 #3

교량구간 가로등 위치변경에 따른 효과

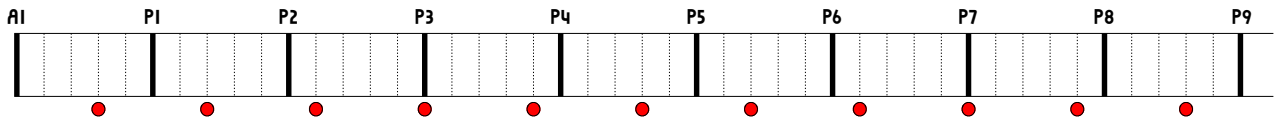
□ 일반 현황

◦ 교 량 명 : 금강대교 (서해안선)

◦ 교량연장 : L=1,650m (경간장 50m)

◦ 가로등 설치 간격 : L=40m

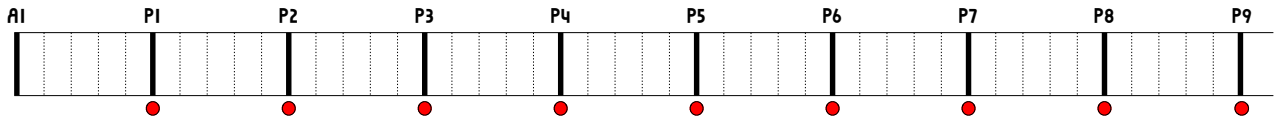
□ 현 재



※ 교각과 가로등이 불규칙하게 배치되어 점검시 교량점검차 설치해체 반복

※ 장비 조작 소요시간 : 11×25분 + 7×5분 = 310분 (33경간중 9경간 비교)
- 가로등 통과 : 25분, 교각통과 : 5분 가정

□ 개선후 (가로등 간격을 교각과 일치)



※ 장비 조작 소요시간 : 9×25분 = 225분 (△85분) (33경간중 9경간 비교)
- 기존방식 대비 약 30% 시간 단축 효과

8-11 졸음쉼터 안전시설 개선

교 통 처-5233
(2013. 11. 15)

Ⅰ 목 적

□ 졸음쉼터 이용고객의 교통 안전성 강화를 통한 고속도로 교통사고 감소

Ⅱ 현 황

□ 졸음쉼터 설치 및 운영현황

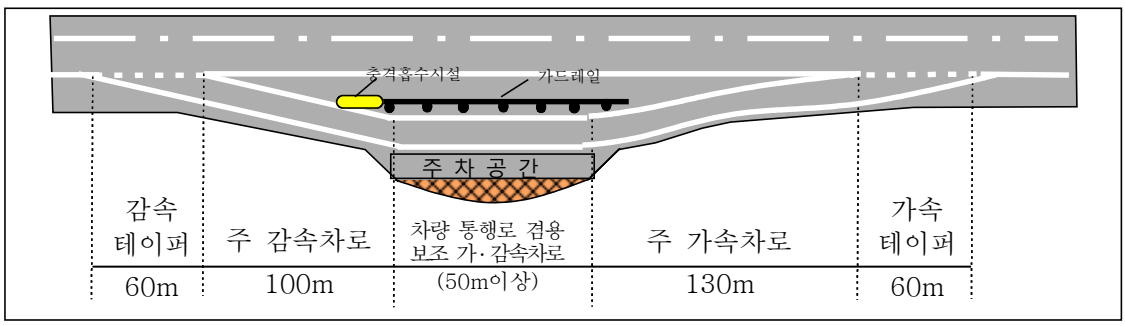
(단위 : 개소)

계	2012까지	2013년	2014년 이후
202	110	23	69

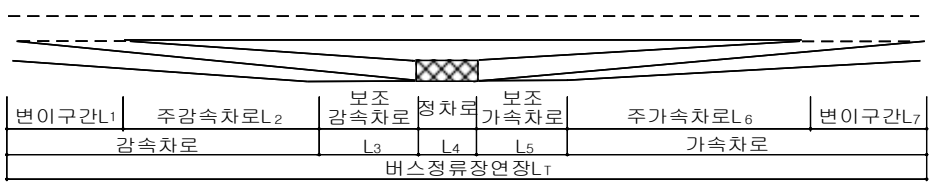
※ 화장실은 2013년 현재 17개소 설치 운영 중

□ 설치기준

o 기하구조 : 용지확보의 어려움 등으로 버스정류장 설치기준 준용



※ 버스정류장 설치기준(설계속도 100km/hr 경우)



구분	계	변이구간	주가감속차로
감속부	160m	60m	100m
가속부	190m	60m	130m

※ 보조감속차로 50(40)m, 보조가속차로 40(30)m

- 감속차로 : 직접식
- 가속차로 : 본선 교통량이 많을 경우 평행식, 본선 선형과 잘 어우러지지 않을 경우 직접식 적용

구 분	감속차로(m)		가속차로(m)		비 고
	주감속길이	테이퍼	주가속길이	테이퍼	
직 접 식	100	60	130	60	
평 행 식	-	-	190	60	

※ 현장 여건에 따라 **최소기준 이상 적용**

- 종단경사에 따른 가·감속차로 연장조정

본선 종단경사		2% 이하	2~3%	3~4%	비 고
하향경사	주감속차로	1.0	1.1	1.2	
상향경사	주가속차로	1.0	1.2	1.3	

o 부대시설 설치기준

설치 여건	예상 이용율	100대/일 미만	100대/일 이상	200대/일 이상
	방향별 교통량	20,000대 미만	20,000대 이상	60,000대 이상
	주차면	7대 이하	8~15대	16대 이상
	기타			상습 정체구간
표준 부대시설		· 벤치(1EA/3대) · 수목식재	· 화장실(선택적) · 벤치(1EA/3대) · 수목식재	· 화장실 · 벤치(1EA/3대) · 수목식재

o 기타 안전시설

- 충격흡수시설(CC3), 가드레일(SB-3, SB-5), 관리용 CCTV
- 안내표지 : 1KM, 500m, 직전
- 교통안전표지 : 우회전금지(역진입 예방), 우합류 주의, 양보

Ⅲ 문제점 및 개선대상 검토

□ 졸음쉼터 진·출입부 사고

o 진입로 급진입 및 과속으로 사고발생 우려(진입부 과속사고 1건)

o 이용고객 진입부 주차 기피(진출부 선호)

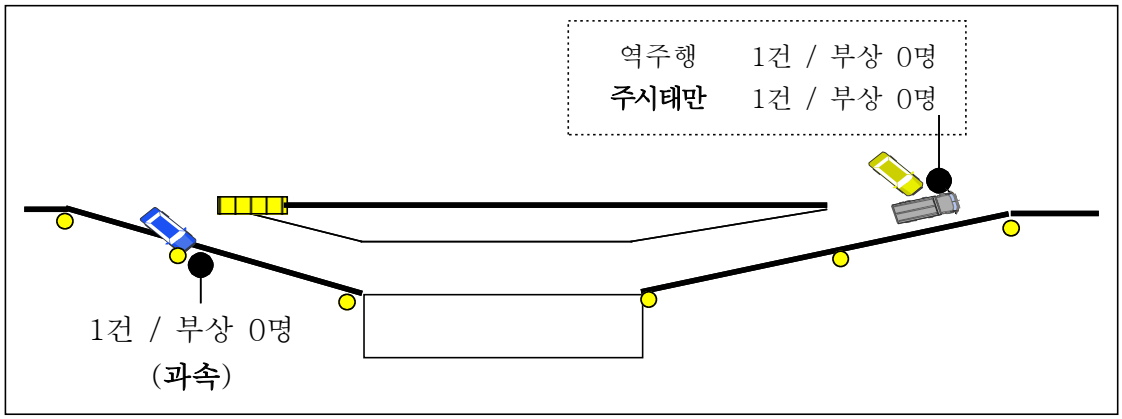
o 진출부 저속차량 본선 진입 시 본선과의 속도 편차로 접촉사고 발생 우려(진출부 주시태만 접촉사고 1건)

※ 최근 IC(JCT)연결로, 휴게소, 졸음쉼터 사고발생현황

(2012년 ~ 2013년 7월)

구 분	IC 등 연결로	휴게소 (173개소)	졸음쉼터 (110개소)
사고건수	310건	72건	3건
사망자수	17명	11명	-
부상자수	116명	42명	-

※ 졸음쉼터 사고개요도



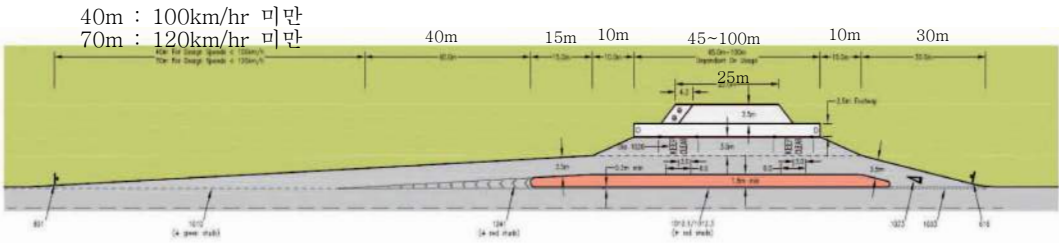
☞ 타시설(IC, 휴게소)에 비해 사고 발생건수는 적으나, 졸음쉼터의 확대설치 및 이용자 증가로 쉼터구간 **교통사고가 증가할 개연성이 많음**

□ 가·감속차로 현황 검토

※ 휴게시설의 가·감속차로 설치 기준
- **휴게시설 진출입부에 대한 설계기준은 별도로 제시하지 않고** 주행패턴이 크게 다른 **출입시설의 연결로 설계기준을 준용함**
  - 출입시설 진출입부 주행패턴 : 감속 → 등속 → 가속
  - 휴게시설 진출입부 주행패턴 : 감속 → 정지 → 가속
- 연결로의 길이는 **계산에 의한 소요길이를 기준**으로 하고, 특히 진출입 교통량으로 인한 지정체 발생 등을 감안, **주변여건, 경제성 등을 종합적으로 고려하여 충분한 길이 확보토록 함**

o 졸음쉼터의 가·감속차로 길이는 외국의 소규모 휴게시설 설치 현황과 공용노선 부지활용의 한계 등을 감안하여 국내 버스정류장의 가·감속 차로 기준을 준용 함

※ 외국의 소규모 휴게시설(자료출처 : Roadfacilitespolicy UK 2008)



- 감속차로 : 30m
- 가속차로 : 125m(접속로 15m + 주가속차로 40m + 테이퍼 70m)

o 계산에 의한 가감속 차로 길이 검토(붙임 #1 참조)

- 버스정류장 기준 준용으로 트럭의 가속 필요길이 확보필요(6m)

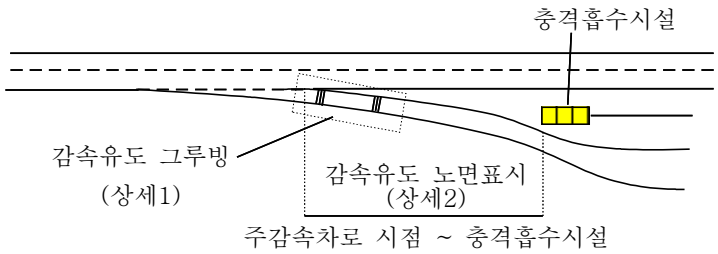
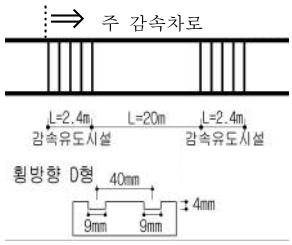
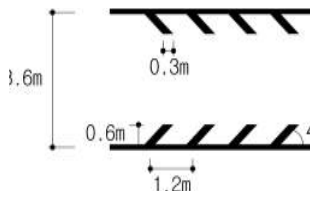
졸음쉼터	계산에 의한 가·감속차로 길이		
감속차로 : 160m 가속차로 : 190m	버스 감속 필요길이	$L_2=\frac{V_1^2-V_2^2}{2(3.6)^2\alpha}$	98m
	버스 가속 필요길이	$L_6=\frac{V_4^2-V_3^2}{2(3.6)^2\beta}$	128m
	트럭 가속 필요길이	$L=\frac{V_2^2-V_1^2}{2(3.6)^2\alpha}$	196m
	V_1 : 가속차로 시점부 초기속도 28km/hr(통행로 설계속도 30km/h) V_2 : 가속차로 종점부 도달속도 75km(본선 설계속도 100km/hr) α : 평균가속도($0.95m/s^2$)		

Ⅳ 개선방안

□ 진입로 과속 급진입 사고예방

o 감속차로 속도저감 안전시설 설치(휴게소 안전시설 설치기준 준용)

- 설치대상 : 신설 및 공용중인 졸음쉼터
- **횡방향 그루빙(Grooving) 설치**
  - · 설치위치 : 주감속차로(테이퍼 끝~25m) 2개소 설치
  - · 설치규격 : 횡방향 D형(상세도 참조)
- **속도감속 유도표시** (관련근거 : 교통처-941, 2011. 3. 8)
  - · 설치위치 : 주 감속차로 시점~충격흡수시설(노즈부)
  - · 설치규격 : 상세도 참조
- **속도제한 표지 설치**(40km/hr, 경찰청 협의)
  - · 설치위치 : 주 감속차로 시점

<table>
<tr><th>안전시설명</th><th colspan="4">개 요 도</th></tr>
<tr><td rowspan="2">횡방향
그루빙
/
속도감속
유도표시</td><td colspan="4"> 
</td></tr>
<tr><td>상
세
"1"</td><td> 
</td><td>상
세
"2"</td><td> 
</td></tr>
</table>

o 진입부 시인성 증대 방안

- **칼라레인 설치**

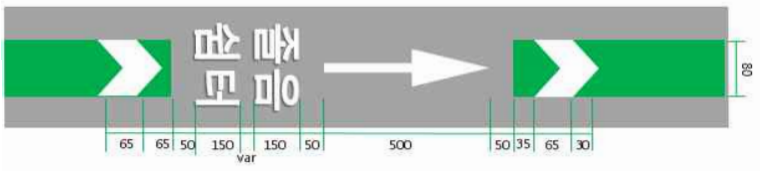
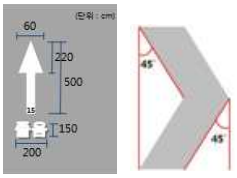
· 설치대상 : 곡선반경 1,200m 이하 구간에 신설하거나 공용중인 졸음쉼터

※ 설계속도 120km의 정지시거 고려($\frac{D^2}{8\times M}=\frac{215^2}{8\times 4.8}=1,203m$)

· 칼라레인 색상 : 녹색(색번호 34108)

※ 졸음쉼터 문안, 화살표 도안 : 백색

· 설치연장 : 졸음쉼터 전방 본선+테이퍼(250m) ~ 주 감속차로(50m)

전 개 도	도안 상세도
	

※ 세부기준 : 『방향유도 Color Lane 설치 검토(안)』 교통처-2417(2012.6.7) 참조

- **진입부 테이퍼 형상조정(차선 조정)**

· 당초 : "변화구간" ⇒ 변경 : "직선 + 변화구간"

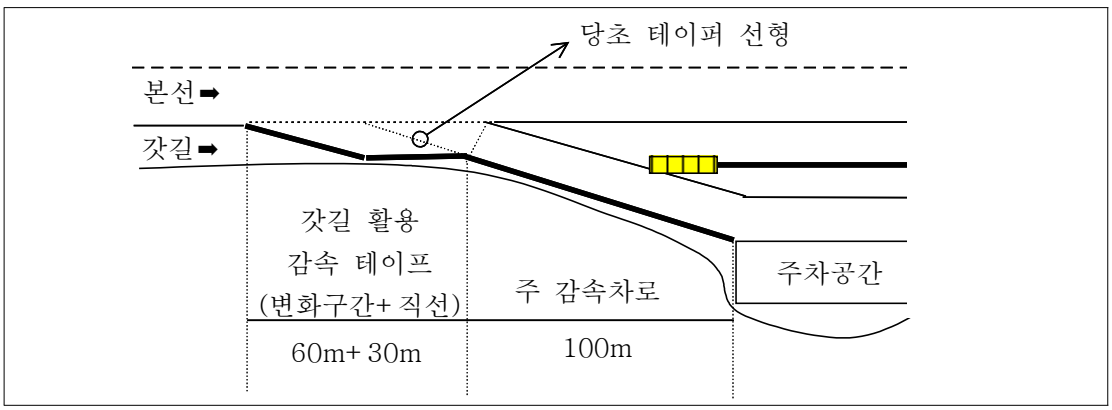
· 설치방안 : 갓길 활용, 변화구간 60m, 본선평형(직선)구간 30m 설치

※ 본선 설계속도(100km/h) 감안 약 1초간 제동장치 작동시간 직선구간 적용

· 설치대상 : 공용노선 신설 및 공용중인 졸음쉼터

※ 단, 평행식 설치구간 및 여건 상 설치 곤란 구간은 변화구간만 70m 설치

(설계속도 120km/h의 기준)



□ 진출부 속도편차에 의한 사고예방

o 가속차로 테이퍼 형상조정(차선조정)

- 당초 : "변화구간" ⇒ 변경 : "직선구간 + 변화구간"
- 설치방안 : 갓길 활용, 본선평형(직선)구간 30m, 변화구간 60m 설치

  ※ 트럭 도달속도(75km/h) 감안 위험요소 판단시간(약 1.5초) 직선구간 적용
- 설치대상 : 공용노선 신설 및 공용중인 졸음쉼터

  ※ 단, 평행식 설치구간 및 여건 상 설치 곤란 구간은 변화구간만 70m 설치

  (설계속도 120km/h의 기준)

o 진출 접속로 추가 반영(20m)

- 설치대상 : 공용노선에 신설하는 졸음쉼터
- 적용길이 : 20m

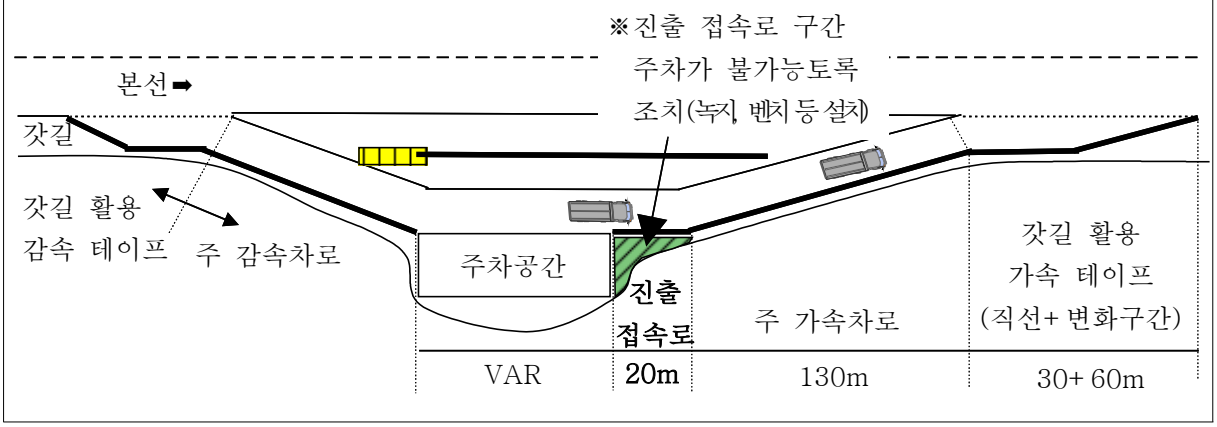
$$L = \frac{V_2^2 - V_1^2}{2 \times (3.6)^2 \times a} = \frac{28^2 - 10^2}{25.92 \times a} \fallingdotseq 20\text{m}$$

V_1 : 출발속도 10km/h

V_2 : 도달속도 28km(설계속도 30km/h)

α : 평균가속도($1.38 m/s^2$, 주행속도 10km/h 부재로 20km/h 적용)

※ 정지(출발속도 10km/h)에서 가속도 1.38m/s^2 로 30km/h 도달 까지의 거리 반영



o 본선 주행차량의 합류부(테이프) 인지 및 주의를 위해 본선 **그루빙** 및 진출 테이프 시인성 증진용 **시선유도봉 설치**

- 그루빙 설치방안

· 설치위치 : 본선(졸음쉼터 진출로와 합류되는 주행차로)
합류부 전방(합류 테이프 시점~25m 전방) 2개소 설치

· 설치규격 : 횡방향 D형(졸음쉼터 감속차로 설치 그루빙과 동일)

· 설치대상 : 신설 및 공용중인 졸음쉼터

- 시선유도봉 설치방안

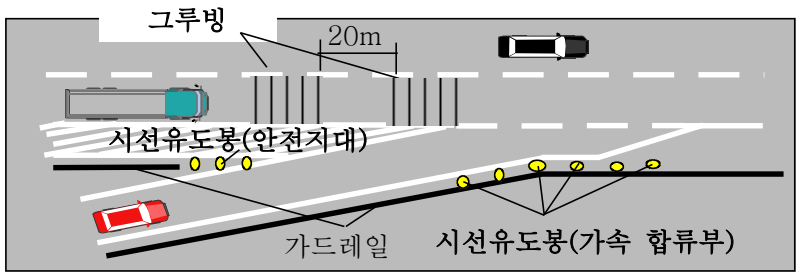
· 설치위치 : 졸음쉼터 종점 안전지대 및 가속 합류부(길어깨)

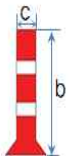
· 설치방안 :

☞ 안전지대 내 : 현장여건 감안 가드레일 선형에 맞춰 설치

☞ 가속 합류부(길어깨) : 주 가속차로 끝 또는 가드레일 선형 변화구간 전후에 현장 시인성 감안 8m 간격으로 수량조정(최소 6EA) 설치

· 설치대상 : 신설 및 공용중인 졸음쉼터





b: 750mm 이상
c: 80mm 이상

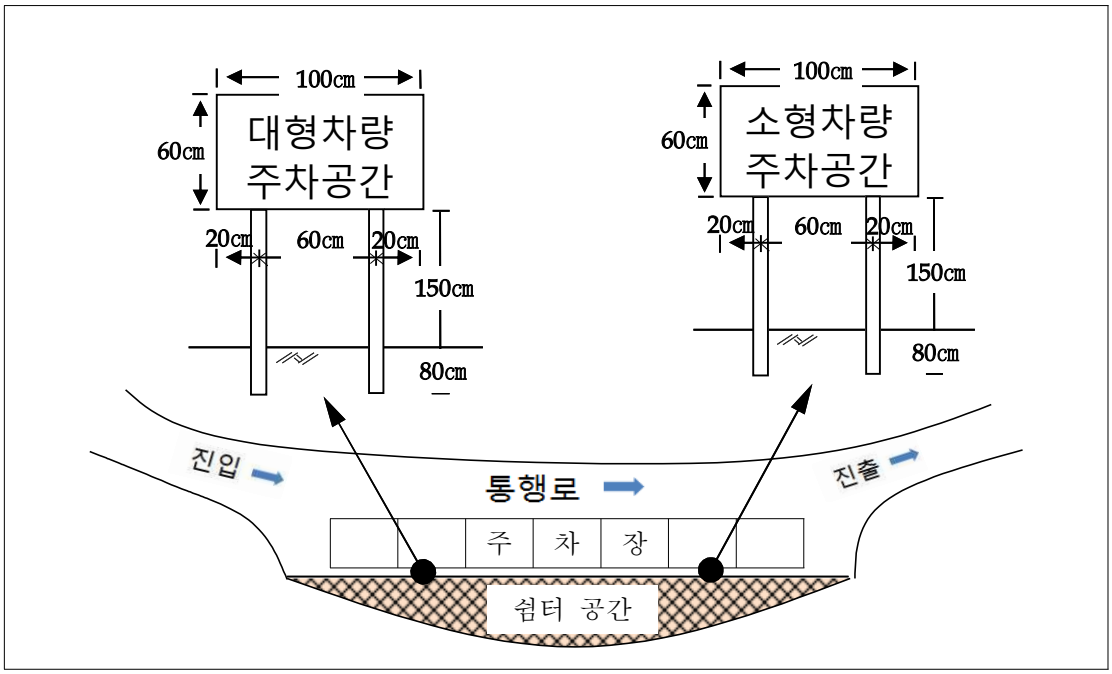
※ 외국(오스트리아)의 합류부 시인성 증진시설 설치 운영사례

비상주차대 테이프 갈매기 표지설치

휴게시설 가속차로 시선유도판 설치

o 주차구역 안내표지 설치

- 저속차량의 쉼터 내 통행로를 이용한 충분한 가속을 위해 트럭 등 대형차량을 졸음쉼터 입구부로 주차 유도



□ 개선방안 요약

개선대책	설치 시설	설치위치
진입로 과속예방	감속유도 노면표시	감속차로
	속도제한 표지 설치	
운전자 주의·인지	횡방향 그루빙설치	본선(합류부 전방)
진출입부 시인성 증대	칼라레인 설치	진입부(본선+감속차로) *곡선반경 1200M 이하 대상
	시선유도봉 설치	진출 안전지대 및 합류부
	테이퍼 현상변경 (변화구간 ⇒ 직선+변화구간)	감속차로 테이퍼
진출부 속도편차 해소		가속차로 테이퍼
	진출접속로(20m) 추가 반영	주차공간~주가속차로 *대상 : 신설 졸음쉼터
	주차구역 구분 안내표지	주차공간

Ⅴ 적용방안

□ 칼라레인 및 감속유도 노면표시, 테이퍼 형상 조정

o 공용 졸음쉼터 : 차선도색공사 시 포함시행

o 신설 졸음쉼터 : 졸음쉼터 설치 공사에 포함 시행

□ 횡방향 그루빙 설치

o 그루빙 설치 장비 운영계획에 의거 설치

※ 단, 주변 소음 민원 발생(예상)구간 제외

□ 속도제한 표지, 시선유도봉, 주차구역표지 설치

o 2013년 12월 말 까지 조치

붙 임 #1

계산에 의한 가·감속차로 길이

□ 감속차로(본선 설계속도 100km/hr 경우)

○ 승용차가 감속에 필요한 거리

계산에 의한 감속차로 소요길이	$S = \frac{V_2^2 - V_1^2}{2 \times (3.6)^2 \times \alpha} = \frac{85^2 - 28^2}{50.8} \fallingdotseq 127\mathrm{m}$
	V_1 : 유출부 평균 주행속도 35km/hr(주차장 통행로 설계속도 30km/h) V_2 : 감속차로 시점부 도달속도 85km(본선 설계속도 100km/hr) α : 감속도($1.96 m/s^2$)

본 선	설계속도	120	110	100	연결로	설계속도	50	40	30
	도달속도	98	91	85		유 출 부 평균 주행속도	42	35	28

○ 버스가 감속에 필요한 거리

설계속도	주행속도	유 출 속 도 (V_1)	정 지 속 도 (V_2)	감속도	계산값
100km/hr	80km/hr	65km/hr	20km/hr	$1.5 m/s^2$	98m

- 감속차로 산정식 : $L_2 = \frac{V_1^2 - V_2^2}{2 \times (3.6)^2 \times \alpha}$

□ 가속차로(본선 설계속도 100km/hr 경우)

○ 버스가 가속에 필요한 거리

설계속도	주행속도	유 출 속 도 (V_4)	정 지 속 도 (V_3)	가속도	계산값
100km/hr	80km/hr	65km/hr	30km/hr	$1.0 m/s^2$	128m

- 감속차로 산정식 : $L_6 = \frac{V_4^2 - V3}{2 \times (3.6)^2 \times \beta}$

○ 트럭이 가속에 필요한 거리

계산에 의한 가속차로 소요길이	$L = \frac{V_2^2 - V_1^2}{2 \times (3.6)^2 \times a} = \frac{75^2 - 28^2}{25.92 \times a} \fallingdotseq 196\mathrm{m}$
	V_1 : 가속차로 시점부 초기속도 28km/hr(주차장 통행로 설계속도 30km/h) V_2 : 가속차로 종점부 도달속도 75km(본선 설계속도 100km/hr) α : 평균가속도($0.95 m/s^2$)

본 선	설계속도	120	110	100	연결로	설계속도	50	40	30
	도달속도	88	81	75		초기속도	42	35	28

주행속도 (km/h)	35	30	28	20
평균가속도 (m/sec^2)	0.74	0.88	0.95	1.38

8-12 확장공사 종단선형개량 구간
이동식 PRECAST 방호벽 설치방안

설 계 저-3707
(2013. 12. 12)

Ⅰ 추진배경

□ 고속도로 **종단상향 확장공사시 이동식 PC 방호벽** 및 **가시설을 이용**하여 **확장 범위안에서 성토**하여 교통처리

□ PC 방호벽은 중력식 옹벽의 거동형태를 보이나, **별도의 안정성 검토 절차없이 설계 및 시공** 되고 있어 **안정성을 감안한 설계기준 마련 필요**

Ⅱ 설치기준

□ **확장공사구간 교통우회차로 길어깨 폭원 개선방안** (건설기 10105-99, '02.7.9)

o 확장공사 구간 2~3m의 낮은 성토작업시 가시설 대신 시공성과 경제성을 고려하여 PC 방호벽 사용

- 비탈면 안정해석 결과

구 분	비탈면 경사	최대 성토고(m)		비 고 (안전율)
		상 시	우기시	
1단성토시	1:1.0	8.4	8.1	F.S=1.3
	1:1.2	10.7	10.0	
	1:1.5	16.0	15.0	

※ 비탈면 안정 해석에 사용된 물성치

구 분		단위체적 중량 (t/㎥)	포화체적 중량 (t/㎥)	내부마찰각(°)	점착력(t/㎡)
기 준		1.9	2.0	25	2.0
안정해석	상 시	1.9	2.0	25	1.5
	우기시	2.0	2.1		

※ PC 방호벽의 2단 사용에 대한 별도 검토 없음

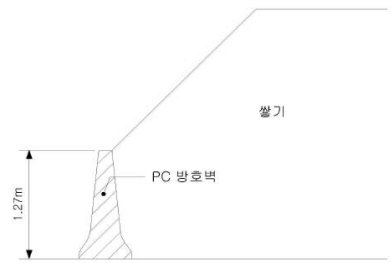
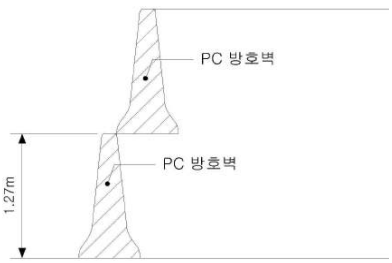
□ 건설공사 비탈면 설계기준 (국토해양부, 2011)

구 분	기준안전율	참 조
건기	FS > 1.5	· 지하수가 없는 것으로 해석하는 경우
우기시	FS > 1.3	· 일반적인 쌓기 비탈면은 별도의 지하수위 조건 없음. 한쪽쌓기, 한쪽깎기 비탈면에서는 측정한 지하수위 또는 침투해석을 통한 지하수위를 해석하여 적용 · 쌓기 표면에 강우침투가 발생하는 경우에는 강우침투를 고려한 해석실시
지진시	FS > 1.1	· 지진관성력은 파괴토체의 중심에 수평방향으로 작용시킴 · 지하수위는 실제측정 또는 침투해석을 수행한 지하수위
단기	FS > 1.0~1.1	· 1년 미만의 단기적인 비탈면의 안정성

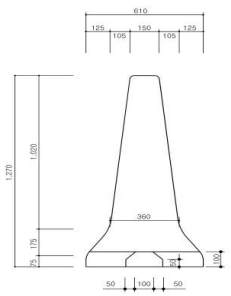
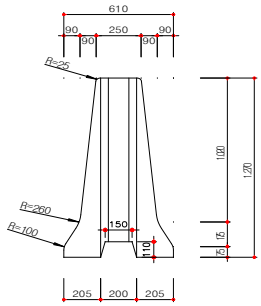
* 도로, 단지, 철도 등의 포장체가 형성되는 쌓기비탈면의 경우에는 필요시에 우기시 안전율을 검토하고 건기시의 안전율도 만족하도록 설계함.

Ⅲ 적용실태

□ 성토부 설치형태

구 분	1단 설치	2단 설치
설치 개요도		
설치 전경		

※ PC방호벽 형식

구 분	A형	B형
개요도		
규 격 (폭×높이×길이)	610(상부 150)×1,270×3,000	610(상부 250)×1,270×3,000
중 량	2.7톤	3.1톤
기 타	-	설계처-1624(2012.06.11) 개선

□ 확장공사 구간 설계 적용현황

사업단	개 소	연장(m)	형 식	최대 성토높이(m)		비탈면경사
계	253	55,112				
언양영천	91	16,121	A, B형	1단	5.5m	1:1.0
				2단	5.5m	1:1.0
담양함양	110	25,387	A형	1단	12.6m	1:1.5~1:1.8
				2단	11.54m	1:1.5~1:1.8
함양성산	37	10,444	A, B형	1단	12.0m	1:1.5
				2단	7.4m	1:1.5
냉정부산	15	3,160	A형	1단	5.0m	1:1.0~1:1.5
				2단	7.0m	1:1.0~1:1.5

※ PC방호벽 단수별 적용현황

구 분	개 소	연장(m)	형 식	성토높이(m)	성토경사
1단	111	27,089	A형 : 108개소, B형 : 3개소	최대 12.60m	1:1.0~1:1.8
2단	42	6,685	A형 : 42개소	최대 11.54m	1:1.0~1:1.8
1, 2단	9	5,217	A형 : 9개소	최대 5.38m	1:1.5

Ⅳ 문제점

□ PC 방호벽에 대한 구조적 안정성 검토 미흡

o PC 방호벽은 **배면 토압에 의한 중력식 옹벽의 거동**을 보이나, **전도 및 활동, 지지력 등 안정성 검토 미수행**

- 지반에 근입 되어 지지하는 형식이 아니라 **얹혀있는 형태**로 **성토 높이가 높거나, 뒤채움이 불량**할 경우 **방호벽 전도, 활동파괴** 발생

□ 기준안전율 변경 (쌓기비탈면 안정해석시 적용)

구 분	적 용 기 준
도로설계편람 (건설교통부, 2000)	- 노체 비탈면의 안정검토에 대한 안전율(F.S)은 1.3 이상
건설공사 비탈면 설계기준 (국토해양부, 2011)	- 건기시 1.5, 우기시 1.3, 지진시 1.1

□ 대부분 설계시 PC 방호벽에 대한 안정성 검토 미시행 (과거자료 답습)

구 분	88고속도로	호남고속도로
붕괴사진		

☞ 일부구간에서 배면 토압에 의한 **방호벽 붕괴사례 발생**

대형사고 예방을 위해 구조적으로 안정한
이동식 PC 방호벽 설치방안 개선 필요

V 검토내용

□ PC 방호벽 설치시 검토기준

o 일반적인 설계지반정수

종 류		재료상태	단위중량 (kN/m³)	내부마찰각 (°)	점착력 (kPa)	분류기호 (통일분류)
흙쌓기	자갈 및 자갈 섞인 모래	다진것	20.0	40.0	0.0	GW, GP
	모래	입도가 좋은것	20.0	35.0	0.0	SW, SP
		입도가 나쁜것	19.0	30.0	0.0	
	사질토	다진것	19.0	25.0	30.0 이하	SM, SC
	점성토	다진것	18.0	15.0	50.0 이하	ML, CL, MH, CH

< 토공재료의 개략적인 토질정수 도로설계요령(제2권 토공 및 배수) >

o PC 방호벽의 안전율 (건설공사 비탈면 설계기준, 국토해양부, 2011)

구 분	콘크리트 옹벽			
	활 동	전 도	지지력	전 체
기준안전율	1.5	2.0	3.0	건기-1.5, 우기-1.3, 지진-1.1

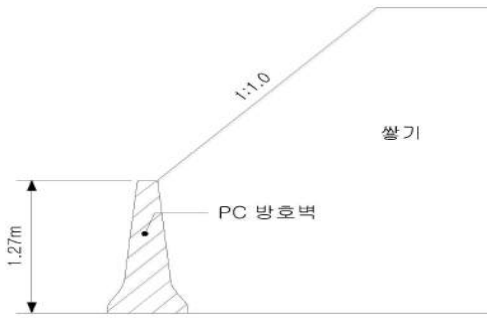
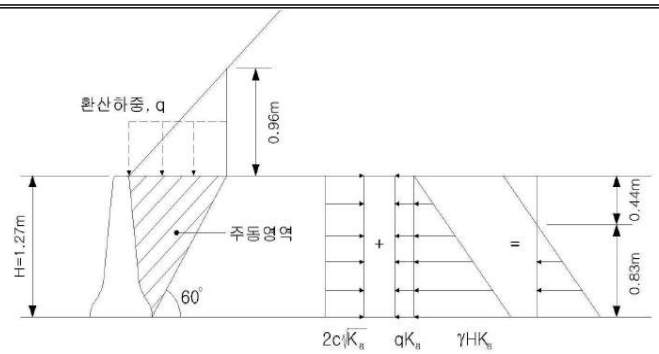
< 옹벽의 기준안전율 >

o 검토에 적용된 설계지반정수

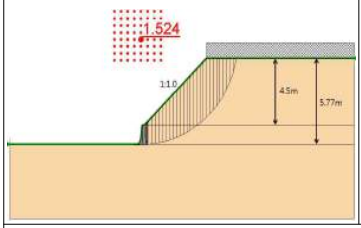
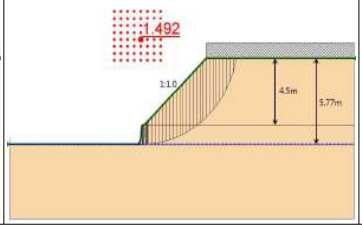
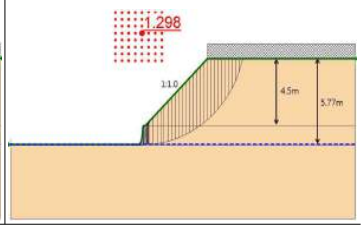
구 분	단위중량(kN/m³)		점착력 (kN/m²)	내부마찰각 (°)	비 고
	건기시	우기시			
뒤채움재	19	20	5	30	내적 안정성
쌓기재료	19	20	15	25	외적 안정성

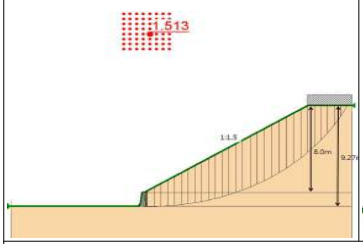
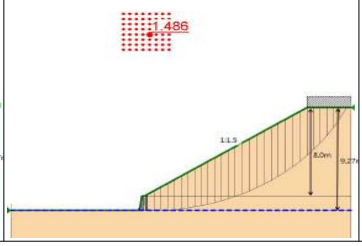
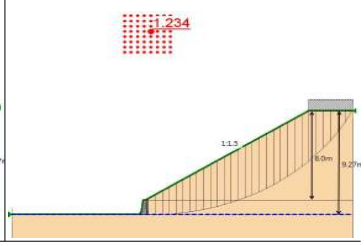
※ PC 방호벽의 내적 안정성 검토는 안전측의 검토를 위하여 내부마찰각은 사질토의 중간 값인 30°를, 점착력은 겉보기 점착력 5kN/m²를 적용

o 개 요 도

검토단면	하중작용 개요도
	

o 한계평형해석 결과

구 분	건기시	우기시	지진시
성토사면 1:1.0			
	• 한계높이 : 5.77m		

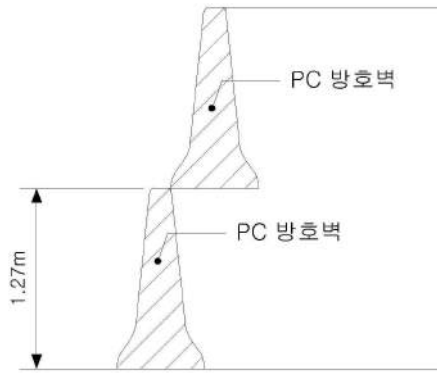
구 분	건기시	우기시	지진시
성토사면 1:1.5			
	• 한계높이 : 9.27m		

o 1단 방호벽 설치시 안정성 검토 결과

구 분	기준안전율	검토안전율	비 고
활 동	1.5	2.5	안정
전 도	2.0	4.58	안정
지지력	3.0	16.9	안정
전 체	1.5	1.524	안정

o 2단 방호벽 설치시 안정성검토 결과

검 토 단 면	안정성 검토 결과



구 분	기준 안전율	방호벽 상단까지 뒤채움시	검토결과
활 동	1.5	0.91	불안정
전 도	2.0	1.02	불안정
지지력	3.0	-	안 정
전 체	1.5	1.509	안 정

☞ 안정성 검토 결과 2단 방호벽은 설치불가

Ⅵ 검토결론

□ **PC 방호벽을 이용한 성토시 사면 전체안정성 및 PC 방호벽 안정 해석 시행**

o 설계 및 시공전 PC 방호벽 설치에 대한 내·외적 안정성 검토 시행

o 검토결과

- 1단 쌓기의 경우

구 분	당 초 (F.S = 1.3)		변 경 (F.S = 1.5)	
쌓기비탈면 경사	1:1.0	1:1.5	1:1.0	1:1.5
최대성토높이(m)	8.1	15.0	5.77	9.27

- 2단 쌓기의 경우 : **안정성 검토결과 불안정** (N.G)
- 방호벽 배면에 교통하중이 작용할 경우 교통하중은 주동영역을 고려하여 벽체로부터 1m 정도 이격

※ 시공전 현장여건에 맞는 토질정수 및 쌓기비탈면의 다른 경사 적용시 의무적으로 토질분야 책임기술자의 확인

□ 적 용 방 안

o 실시설계 중인 노선 : 본 방침 적용

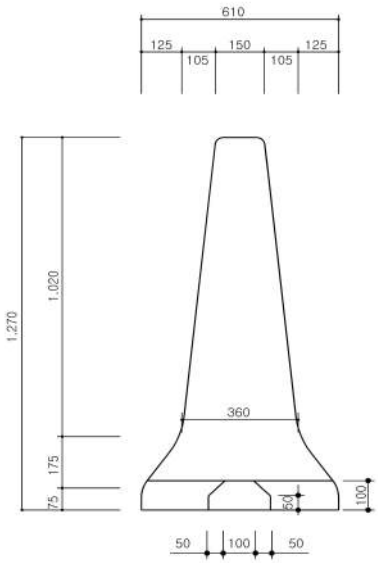
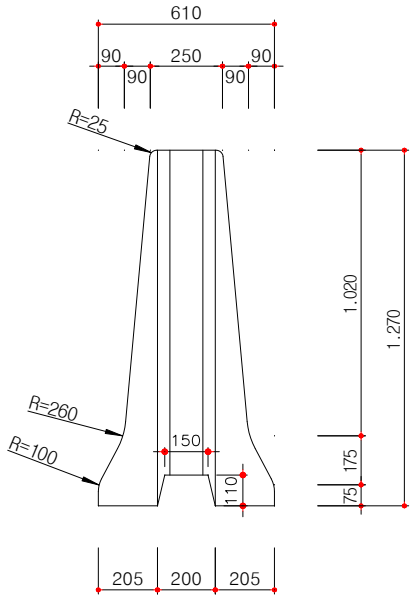
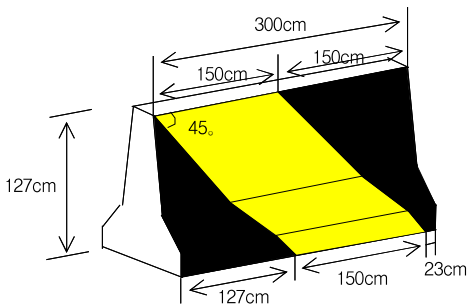
o 건설 및 공용중인 노선은 현장여건에 따라 주관(시행)부서에서 적용 여부 판단 후 적용

별 첨 #1. PC 방호벽 단면제원

#2. PC 방호벽 안정성 검토 예시

별 첨 #1

PC 방호벽 단면제원

구 분	기존 형태	개선 형태
개요도		
		
규 격 (폭x높이x길이)	610(상부 150) x 1,270 x 3,000	610(상부 250) x 1,270 x 3,000
중 량	2.7톤	3.1톤 (증 0.4톤)
결속방법	8mm와이어 2겹 결속	연결고리+강봉(ϕ50mm)

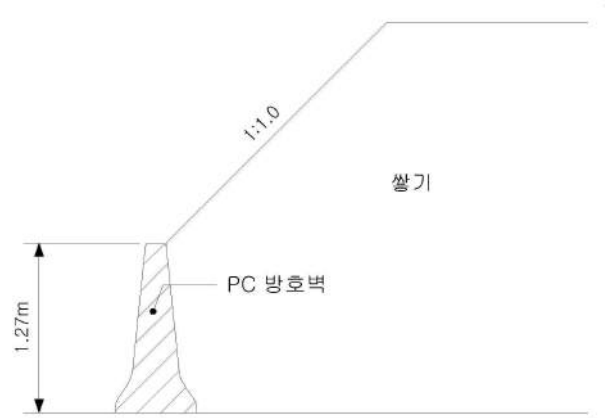
별 첨 #2

PC 방호벽 안정성 검토 (예시)

□ 1단 옹벽의 안정성 검토

1) 검토단면

○ PC 방호벽 1단을 이용한 경우이며, 뒤채움재의 경사는 1:1.0으로 가정

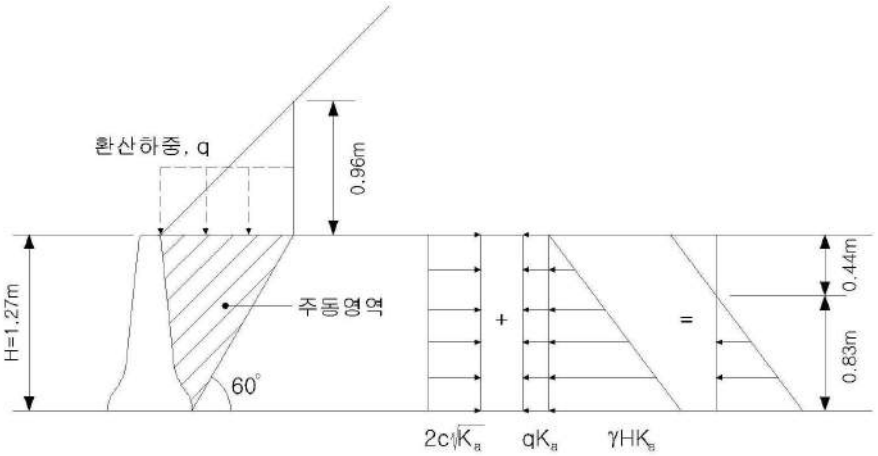


<1단 PC 방호벽의 검토단면>

2) 작용토압

○ PC 방호벽에 작용하는 토압은 다음 그림과 같으며, 토압계수는 Rankine의 제안식 이용

- $q = \frac{0.96}{2} \times 19$ = 9.12 kN/m^2
- $2c\sqrt{K_a} = 2 \times 5 \times \sqrt{0.33}$ = 5.74 kN/m^2
- $z_o = \frac{2c\sqrt{K_a} - q \cdot K_a}{\gamma \cdot K_a}$ = 0.44 m → h = H-0.44 = 0.83 m
- 토압, $R_h = \frac{1}{2}\gamma h^2 K_a$ = 2.16 kN/m



<1단 PC 방호벽 하중작용>

3) 활동에 대한 안정성

$$Fs = \frac{R_v \tan\delta}{R_h} = \frac{9 \times 0.6}{2.16} = 2.5 > \text{기준안전율 : } 1.5 \rightarrow \textbf{안 정}$$

여기서, $\tan\delta$ = 0.6 (도로교 설계기준 해설 참조)

R_v = 9 kN/m

4) 전도에 대한 안정성

$$Fs = \frac{M_r}{M_d} = \frac{2.75}{0.60} = 4.58 > \text{기준안전율 : } 2.0 \rightarrow \textbf{안 정}$$

여기서, M_r = 저항모멘트 = $9 \times \frac{0.61}{2}$ = 2.75 kN · m

M_d = 활동모멘트 = $2.16 \times \frac{0.83}{3}$ = 0.60 kN · m

5) 지지력에 대한 안정성

○ 지지력에 대한 안정성은 지반의 종류에 따른 경험치 이용

<확대기초의 지지력 경험치(U.S. Navy DM-7 참조)>

구분 (통일분류)	상대밀도	경험적 지지력 (kN/m^2)
SW, SM, SC	중간 조밀	250

○ PC 방호벽 작용하중 : 14.75 kN/m^2

$$\frac{9}{0.61} = 14.75\ kN/m^2 < 250\ kN/m^2 \rightarrow \textbf{안 정}$$

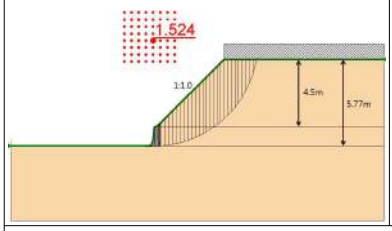
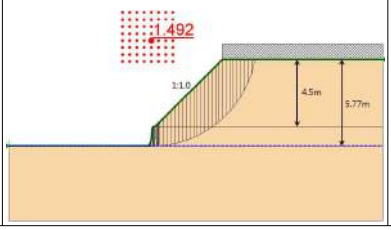
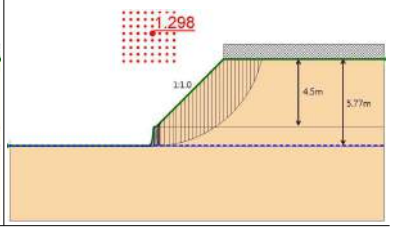
6) 전체 안정성(외적 안정성) 및 한계높이

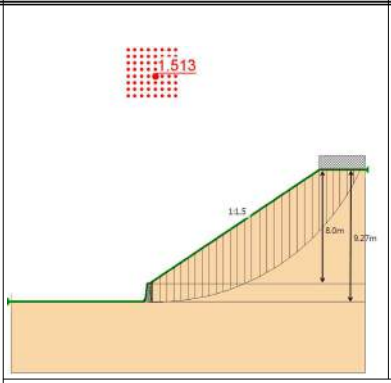
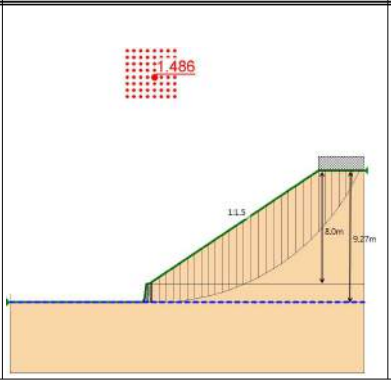
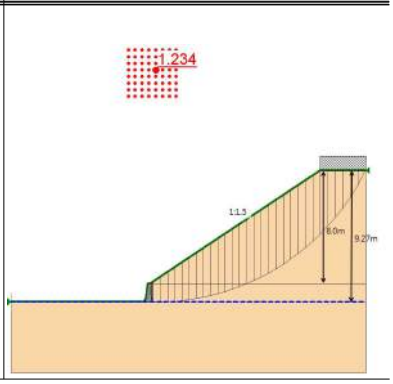
○ 전체 안정성은 SLOPE/W를 이용한 한계평형해석으로 검토하였으며, 안정성 해석에서 교통하중 13kN/m^2 고려

○ 전체 안정성 검토는 뒤채움 경사를 1:1.0과 1:1.5에 대하여 각각 수행

○ 뒤채움 경사 1:1.5인 경우는 경사가 1:1.0의 경우보다 하중이 작아지므로 옹벽의 내적 안정성 검토는 생략함

<한계평형해석결과>

구 분	건기시	우기시	지진시
뒤채움 경사 1:1.0			
• 한계 높이 : 방호벽 상단에서 높이 4.5m (전체 성토높이 5.77m)			

구 분	건기시	우기시	지진시
뒤채움 경사 1:1.5			
• 한계 높이 : 방호벽 상단에서 높이 8.0m (전체 성토높이 9.27m)			

7) 검토결과

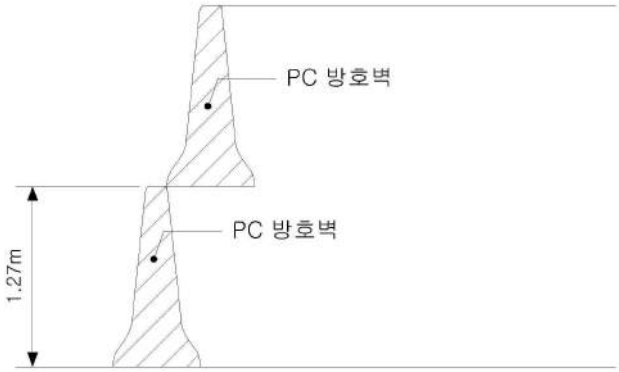
○ PC 방호벽은 쌓기재료를 이용한 뒤 채움시 옹벽의 기능을 안정하게 수행할 수 있음

○ 방호벽 배면에 교통하중이 작용할 경우 교통하중은 주동영역을 고려하여 벽체로부터 1m 정도 이격시키는 것이 적정할 것으로 판단됨

□ 2단 옹벽의 안정성 검토

1) 검토단면

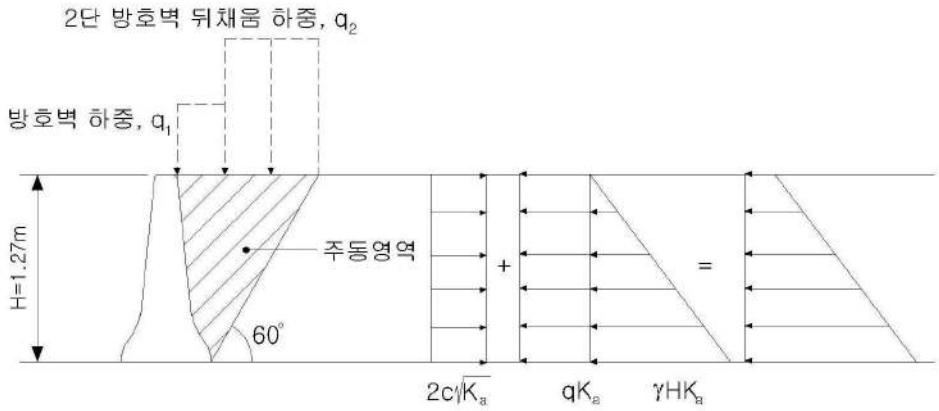
○ PC 방호벽 2단을 이용한 경우이며, 뒤채움재의 경사는 수평으로 가정



<2단 PC 방호벽의 검토단면>

2) 작용토압

○ PC 방호벽에 작용하는 토압은 아래 그림과 같으며, 토압계수는 Rankine의 제안식 이용



<2단 PC 방호벽 하중작용>

- $q_1 = \frac{9}{0.61}$ = 14.75 kN/m²
- $q_2 = \gamma \cdot H = 19 \times 1.27$ = 24.13 kN/m²
- $q_{average} = \frac{14.75 + 24.13}{2}$ = 19.44 kN/m²
- $2c\sqrt{K_a} = 2 \times 5 \times \sqrt{0.33}$ = 5.74 kN/m²

- $q_{aver}K_a - 2c\sqrt{K_a}$ = 0.68 kN/m²
- qK_aH = 0.86 kN/m
- $\frac{1}{2}\gamma H^2 K_a$ = 5.06 kN/m
- 토압, $R_h = qK_aH + \frac{1}{2}\gamma H^2 K_a$ = 5.92 kN/m

3) 활동에 대한 안정성

○ PC 방호벽 2단을 이용하는 경우 활동에 대한 안전율이 기준안전율을 만족하지 못하는 것으로 나타남

$$Fs = \frac{R_v \tan\delta}{R_h} = \frac{9 \times 0.6}{5.92} = 0.91 < \text{기준안전율 : 1.5} \rightarrow \textbf{불안정}$$

여기서, $\tan\delta$ = 0.6 (도로교 설계기준 해설 참조)

R_v = 9 kN/m

4) 전도에 대한 안정성

○ PC 방호벽 2단을 이용하는 경우 전도에 대한 안전율이 기준안전율을 만족하지 못하는 것으로 나타남

$$Fs = \frac{M_r}{M_d} = \frac{2.75}{2.69} = 1.02 > \text{기준안전율 : 2.0} \rightarrow \textbf{불안정}$$

여기서,

M_r = 저항모멘트 = $9 \times \frac{0.61}{2}$ = 2.75 kN · m

M_d = 활동모멘트 = $0.68 \times 1.27 \times \frac{1.27}{2} + \frac{1}{2} \times 19 \times 1.27^2 \times 0.33 \times \frac{1.27}{3}$ = 2.69 kN · m

5) 지지력에 대한 안정성

○ 지지력에 대한 안정성은 지반의 종류에 따른 경험치 이용

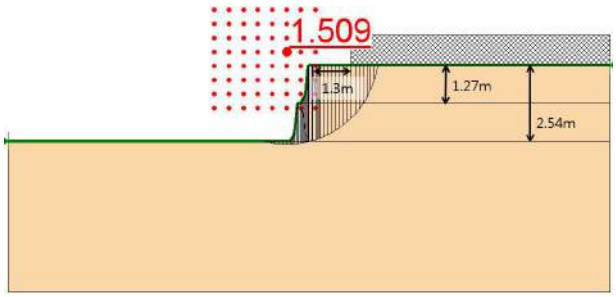
○ PC 방호벽 작용하중 : 14.75 kN/m²

$\frac{9}{0.61}$ = 14.75 kN/m² < 250 kN/m² → **안 정**

6) 전체 안정성(외적 안정성)

○ 전체 안정성은 SLOPE/W를 이용한 한계평형해석으로 검토하였으며, 안정성 해석에서 교통하중 13kN/m² 고려

한계평형해석 결과



• 검토안전율 : 1.509 > 1.5 → 안 정

7) 뒤채움 한계높이 검토

○ PC 방호벽 2단을 이용하는 경우 활동에 대한 기준안전율을 만족하는 뒤채움 한계높이를 산정함

○ 활동에 대한 안전율을 만족하는 토압, R_h :

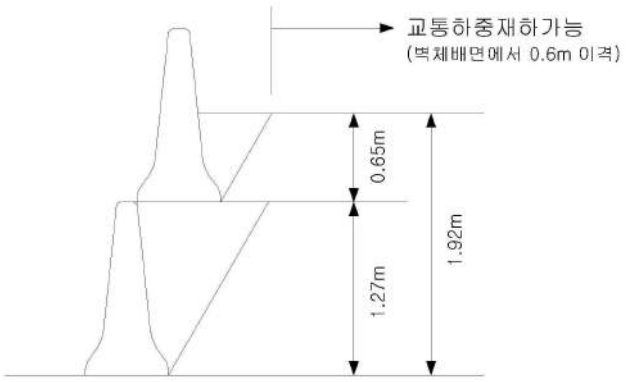
$$R_h = \frac{R_v \tan\delta}{Fs} = \frac{9 \times 0.6}{1.5} = 3.6 \text{ kN/m} \qquad R_h = \frac{1}{2}\gamma H^2 K_a = 3.6 \text{ kN/m}$$

$$H = 1.07 \text{ m} \qquad z_o = 0.2 \text{ m}$$

$$z_o = \frac{2c\sqrt{K_a} - q \cdot K_a}{\gamma \cdot K_a} = 0.2 \text{ m} \qquad q = 13.59 \text{ kN/m}^2$$

$$q_{ave} = \frac{14.75 + x}{2} = 13.59 \text{ kN/m}^2 \qquad x = 12.43 \text{ kN/m}^2$$

$$\therefore \text{ 한계높이, } h = \frac{x}{\gamma} = 0.65 \text{ m}$$



<2단 PC 방호벽 한계높이>

○ 전도에 대한 안전율

$$Fs = \frac{M_r}{M_d} = \frac{2.75}{1.28} = 2.15 > \text{기준안전율 : } 2.0 \rightarrow \textbf{안 정}$$

여기서,

M_r = 저항모멘트 = $9 \times \frac{0.61}{2}$ = 2.75 kN · m

M_d = 활동모멘트 = $\frac{1}{2} \times 19 \times 1.07^2 \times 0.33 \times \frac{1.07}{3}$ = 1.28 kN · m

- $q_1 = \frac{9}{0.61}$ = 14.75 kN/m^2
- $q_2 = \gamma \cdot H = 19 \times 0.65$ = 12.35 kN/m^2
- $q_{average} = \frac{14.75 + 12.35}{2}$ = 13.55 kN/m^2
- $z_o = \frac{2c\sqrt{K_a} - q \cdot K_a}{\gamma \cdot K_a}$ = 0.20 m → h = H-0.20 = 1.07 m

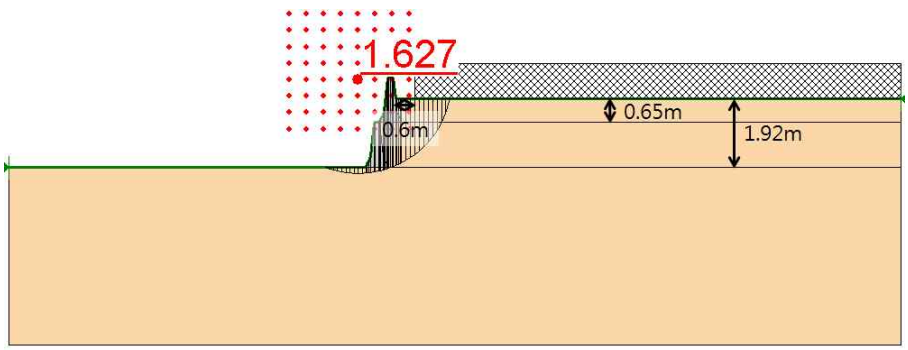
○ 지지력에 대한 안전율

- PC 방호벽 작용하중 : 14.75 kN/m^2

$\frac{9}{0.61}$ = 14.75 kN/m^2 < 250 kN/m^2 → **안 정**

○ 전체 안정성은 SLOPE/W를 이용한 한계평형해석으로 검토하였으며, 안정성 해석에서 교통하중 13kN/m^2 고려

한계평형해석 결과



• 검토안전율 : 1.627 > 1.5 → 안 정

8) 검토결과

○ 2단 PC 방호벽은 상단에 높이는 0.65m까지 뒤채움을 실시할 경우 안정

○ 방호벽 배면에 교통하중이 작용할 경우 교통하중은 방호벽의 주동영역을 고려하여 벽체로부터 0.6m 정도 이격시켜야 함

<2단 방호벽의 안정성 검토결과>

구 분	기준안전율	상단까지 뒤채움	검토결과	뒤채움 0.65m	검토결과
활 동	1.5	0.91	불 안 정	1.50	안 정
전 도	2.0	1.02	불 안 정	2.15	안 정
지지력	3.0	-	안 정	-	안 정
전 체	1.5	1.509	안 정	1.627	안 정

9-1 건설폐기물 처리관련 설계 개선방안

설 계 처-1194
(2012. 4. 27)

Ⅰ 목 적

건설폐기물 분리발주(위탁, 재활용) 시행에 따른 폐기물 처리비용 설계적용 방법 개선을 통한 공사비 현실화 도모

Ⅱ 검토배경

□ 건설폐기물[1] 처리방법에 대한 법적규제 강화

o 시공사에서 재활용시설 설치 및 재활용 방법은 위법으로 판결

※ 주택공사 유사사례 대법원 판결
- ○ 폐기물 재활용 처리를 **도급계약에 포함하여 시공사 시행**
- ○ 1심 주택공사 승소 → 항소심 패소 → **대법원 패소확정(2009. 1)**

※ 관련법령 : 건설폐기물 재활용 촉진에 관한 법률 제16조 제1항
배출자는 해당 건설공사 현장에서 발생하는 건설폐기물을 **스스로 처리**하거나 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 자에게 **위탁하여 처리**하여야 한다

※ 법률자문 결과(법무법인 선우)
건설폐기물을 **스스로 처리**하는 경우 **시·도지사의 승인**을 받은 후 배출자가 **직접 소유**하거나 **임차한** 건설폐기물 처리시설을 당해 건설현장에 설치한 후 **운영인력을 직접 고용**하여 수행하여야 함

o 건설폐기물은 **전량 분리발주 필요(위탁처리 또는 재활용)**

o 주택공사 대법원 판결이후 **타기관은 모두 위탁처리로 전환**
(지방국토청, 수자원공사, LH공사, 철도시설공단 등)

□ 공사비 현실화 관련 현장 의견수렴시 설계 개선요구(2011. 10)

o 폐기물 처리위치를 감안한 **"현장 내 운반비용" 설계반영 요구**

□ 건설폐기물(폐콘크리트, 폐아스콘) 설계현황(세부현황 : "별첨 1")

전체발생량(톤)	처리현황(톤)		비 고
	위탁처리(톤)	재활용(톤)	
3,401,364	1,196,149	2,205,215	- 사 업 단 : 12개 - 지역본부 : 4개

1) 건설폐기물 : 폐콘크리트, 폐아스콘, 혼합폐기물(철거가옥 등)로 구분

Ⅲ 추진경위

□ **2000. 11 : 건설폐기물 "재활용처리" 도급내역 반영**(폐기물관리법 개정)

o 당 초 : 재활용 목적(300mm 이하)에 부합하게 처리 - 무대유용

o 변 경 : 100mm이하로 파쇄 후 재활용 **【설계환 13304-511】**

□ **2001. 07 : 건설폐기물 "위탁처리" 분리발주 시행**(폐기물관리법 개정)

o 당 초 : **토목공사에 포함**하여 위탁처리

o 변 경 : **공사발주와 분리**하여 위탁처리 **【설계환 13304-355】**

□ **2005. 12 : 건폐법 개정**(배출자는 **"스스로 처리"** 조항 신설)

□ **2009. 01 : 시공사를 통한 재활용방법 대법원 위법판결(주택공사)**

□ **2009. 07 :「건설폐기물 현장 내 재활용 방안」수립 【설계처-4006】**

o 재활용처리 **도급내역 반영 → 분리발주 시행(처리팀 직영운영)**

- 파쇄장비 **연간임차(기간제)계약** 및 처리팀 1~2팀 운영

□ **2011. 03 :「2011년도 현장 내 재활용 방안 조정검토」【녹색환경처-898】**

o 장비임차 계약방법 변경 : 기간제 계약 → **물량제 계약**

□ **2012. 02 :「현장 내 재활용 관리방안 개선」【녹색환경처-868】**

o 장비임차 계약방법 변경 : 물량제 계약 → **물량제 or 기간제 계약 자율선택**

o 처리팀 운영제한(1~2팀) → **처리팀 탄력적 운영**

Ⅳ 설계현황 분석

□ **현 설계현황**

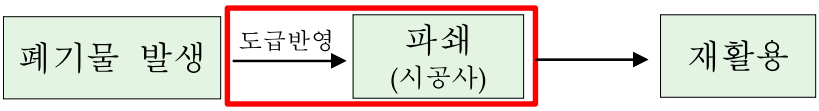
구 분	위탁처리비	재활용 처리비	상차비
처리방법	분리발주 (예산 : 기타공사비)	도급내역 반영 (예산 : 토목공사비)	도급내역 반영 (예산 : 토목공사비)
단가산출	위탁처리 단가	국토해양부 실적단가	상차(타이어 로더)에 필요한 제반 비용
수량산출	- 재활용이 불가능한 건설폐기물 · 혼합폐기물 · 준공시점에 발생하는 건설폐기물 (가설사무실, B/P등)	- 재활용이 가능한 건설폐기물(폐콘,폐아스콘) · 기존포장 깨기 · 기존구조물 깨기 등	- 폐콘크리트 전체수량 - 폐아스콘 전체수량 - 혼합폐기물 전체수량

□ 문 제 점

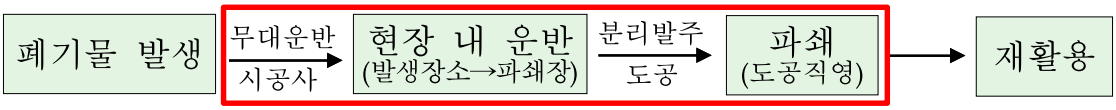
o 건설폐기물 재활용처리 분리발주시 “현장 내 운반비용” 발생

- **재활용처리[2] 절차**

  · 도급내역 반영(2009년 까지)



  · 분리발주(2010년 이후 - 주택공사 대법원 판결이후)



- 관련법에 따라 건설폐기물은 발생장소에서 처리가 곤란하고 **승인된 처리장소까지 현장 내 운반 불가피 → 현장 내 운반비용 반영필요**

> 건설폐기물 재활용 처리시설의 설치는 관할 **시·도지사 승인사항으로 비산방지시설, 바닥포장 등의 시설을 갖추어야 함**(건폐법 제27조 및 시행규칙 제21조)

o “재활용 처리방법” 변경(도급내역 반영 → 분리발주)시 처리비용 증가

- 처리비용 : **746원/톤 ~ 3,634원/톤 추가소요**
- 건설폐기물 처리단가

구 분	위탁처리 (분리발주)	재활용 처리(세부내용 : “별첨 5”)	
		도급내역 반영 [2009년 까지]	분리발주 [2010년 이후]
개 요	처리 전문업체와 계약	시공사 처리	도공 직영처리
처리단가	29,201원/톤	3,136원/톤	- 물량제 : 3,882원/톤 - 기간제 : 6,770원/톤
관련근거	한국물가협회, 물가정보	국토해양부 실적단가	2011년 평균계약단가

o 설계시 “재활용 처리비용” 도급내역 반영 불필요

2) 재활용처리 : 현장 내에서 100mm 이하로 파쇄 후 재활용

Ⅴ 개선방안

□ 총사업비[3] 산출방법 개선

구 분	당 초	변 경
토목공사비 (도급내역 반영)	재활용 처리비용, 폐기물 상차비용	폐기물 상차비용, **현장 내 운반비용**
기타공사비[4] (폐기물처리비)	위탁처리비용	위탁처리비용, **재활용 처리비용**

□ 재활용 처리시 "현장 내 운반비용" 도급내역 반영 - 단가설명서 변경(별첨 2)

o 운반비 산정 : 공구연장/4

- 산정근거 : 국도건설공사 설계실무요령(국토해양부, 2008. 9)

※ 현장 내 운반단가 : **1,934원/톤 반영**(공구연장 5㎞ 기준, 산출내역 : "별첨 4")

□ 수량 및 단가산출 방법 개선

구분	수 량 산 출		단 가 산 출	
	당 초	변 경	당 초	변 경
위탁 처리	- 혼합폐기물 - 재활용이 불가능한 건설폐기물	- 혼합폐기물 - 재활용이 불가능한 건설폐기물 - 재활용이 가능한 건설폐기물중 **재활용에 비해 경제적일 때**	한국물가협회, 물가정보 공표단가	좌 동
재활용 처리	- 재활용이 가능한 건설폐기물	- 재활용이 가능한 건설폐기물중 **위탁처리에 비해 경제적일 때**	국토해양부 실적단가	설계당시 기관별 처리단가중 최고가 단가적용 (설계가 기준)

※ 재활용 처리비용 산출은 **현장여건 변동성을 고려하여 설계당시 기관별 처리단가중 최고가 단가적용(설계가 기준)**

□ "재활용 처리비용" 도급내역 미반영 - 단가설명서 변경(별첨 2)

---

3) 총사업비 : 시설비(토목공사비, 기타공사비), 용지비, 시설부대경비(설계비, 감리비, 부대비)

4) 기타공사비 : 광통신, 건축, 설비, 전기, 조경, 문화재, 폐기물처리비 등 **토목공사와 분리하여 발주하는데 필요한 비용**

Ⅵ 결 론

□ 기대효과

o 설계단계에서 폐기물 처리비용에 대한 적정한 사업비 확보 가능

o 현실적인 폐기물 처리비용 산출을 통한 공사비 현실화 도모

□ 적용방안

o 설계중인 노선 : 본 방침 적용

o 공사중인 노선 : 공사주관부서에서 판단하여 적용

<별 첨>

1. 건설폐기물(폐콘크리트, 폐아스콘) 설계현황
2. 단가설명서(현행, 변경)
3. 관련법령(건폐법 및 동법 시행규칙)
4. 단가산출서(현장 내 운반비용)
5. 재활용 처리비용 검토자료

별 첨 #2

단가설명서(현행, 변경)

현 행	변 경	사유(근거)
DC7900 건설 폐기물 파쇄 (100mm, ㎥당) 이 단가는 재활용이 가능한 건설폐기물(콘크리트 및 아스콘)파쇄 비용으로 파쇄에 필요한 크라샤 투입 및 크라싱 비용 등이 포함된 단가(국토해양부 실적공사비 적용)이며, 크라샤를 설치하지 않는 공구는 인접 공구에 운반비용만 계상한다. 기존 구조물의 철거 비용은 DC1100 ~DC6500 공종에서 계상된다. 측 정 이 물량은 발생된 건설폐기물의 체적으로 측정한다	**삭제**	건설폐기물(콘크리트, 아스콘) 재활용을 위한 파쇄는 관련법에 의거 분리발주 시행중이므로 도급반영 불필요
-	**DC7900 건설 폐기물 현장 내 운반 (TON당)** 이 단가는 재활용이 가능한 건설폐기물(콘크리트 및 아스콘)파쇄를 위해 폐기물 발생장소에서 파쇄장소까지 현장 내 운반비용을 말하며, 상차비용은 AD15000공종에서 계상된다 측 정 이 물량은 발생된 건설폐기물의 1TON으로 측정한다	건설폐기물(콘크리트, 아스콘) 재활용을 위한 파쇄장소까지 현장 내 운반비용 도급반영

별 첨 #3

관 련 법 령

[건설폐기물 재활용 촉진에 관한법률]

제2조 (정의) 이 법에서 사용하는 용어의 뜻은 다음과 같다.

1. "건설폐기물"이란 「건설산업기본법」 제2조제4호에 해당하는 건설공사(이하 "건설공사"라 한다)로 인하여 **건설현장에서 발생하는 5톤 이상의 폐기물**(공사를 시작할 때부터 완료할 때까지 발생하는 것만 해당한다)로서 대통령령으로 정하는 것을 말한다.

제16조 (건설폐기물 처리용역의 위탁·수탁 계약 등)

① 배출자는 해당 건설공사 현장에서 발생하는 건설폐기물을 **스스로 처리하거나** 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 자에게 **위탁하여 처리**하여야 한다. 다만, 제1호·제3호 및 제4호에 해당하는 자에게 위탁하려는 경우에는 수탁자가 제13조제1항에 따른 기준에 맞게 건설폐기물을 수집·운반 및 처리할 능력이 있는지를 환경부령으로 정하는 바에 따라 확인한 후 위탁하여야 한다.

1. 건설폐기물 처리업자
2. 「폐기물관리법」 제4조 또는 제5조에 따른 폐기물처리시설을 설치·운영하는 자
3. 「폐기물관리법」 제25조제3항에 따른 폐기물처리업의 허가를 받은 자
4. 「폐기물관리법」 제46조에 따른 폐기물 재활용 신고를 한 자

제27조 (건설폐기물 처리시설의 설치승인 및 신고)

① **배출자**가 건설공사 현장에서 건설폐기물 처리시설을 **직접 설치·운영**하여 건설폐기물을 재활용하려는 경우에는 환경부령으로 정하는 바에 따라 **시·도지사의 승인**을 받아야 한다. 환경부령으로 정하는 사항을 변경하려는 경우에도 또한 같다.

② 제1항에 따라 승인을 받은 배출자는 해당 건설공사현장에 한하여 건설폐기물 처리시설을 직접 설치하여 재활용할 수 있다.

③ 건설폐기물을 재활용하기 위한 시험·연구 등의 목적으로 건설폐기물 처리시설을 설치·운영하려는 자는 환경부령으로 정하는 바에 따라 시·도지사에게 신고하여야 한다. 환경부령으로 정하는 사항을 변경하려는 경우에도 또한 같다. [전문개정 2009.6.9]

[건설폐기물 재활용 촉진에 관한법률 시행규칙]

제21조(건설폐기물 처리시설의 설치 및 관리기준)

① 법 제29조제1항에 따른 건설폐기물 처리시설의 설치기준은 다음과 같다. <개정 2007.10.25, 2010.6.9>

1. 건설폐기물이 **흩날리거나 흘러나오는 것을 방지**하는데 필요한 설비를 할 것
2. 처리시설의 **바닥은 시멘트·아스팔트 등의 재료로 포장**할 것. 다만, 토양오염의 우려가 없는 단순 파쇄·분쇄시설을 설치할 경우에는 합성수지, 합성고무 등 불투수성(부투수성) 재료로 포장할 수 있다.
3. 파쇄·분쇄시설은 투입·파쇄·이송·토출(吐出) 장치 및 분리·선별시설 등을 설치할 것
4. 파쇄·분쇄시설은 파쇄·분쇄된 골재의 크기를 조절할 수 있는 장치를 설치할 것
5. 파쇄·분쇄시설은 파쇄·분쇄에 의하여 발생되는 **분진의 흩날림을 방지**할 수 있는 설비를 갖출 것
6. 탈수·건조시설은 「폐기물관리법 시행규칙」 제35조의 규정에 적합할 것

② 법 제29조제1항에 따른 건설폐기물 처리시설 관리기준은 다음 각 호와 같다. <개정 2007.10.25, 2010.6.9>

1. 건설폐기물 처리시설의 기능이 정상적으로 유지되도록 하고, 발생되는 분진의 흩날림을 방지 할 것
2. 건설폐기물을 보관 또는 처리함에 있어서는 당해 시설의 보관 또는 처리능력을 초과하지 아니하도록 할 것
3. 파쇄·분쇄시설은 시설의 처리용량에 맞도록 공급량을 조절하여 파쇄·분쇄할 것
4. 탈수·건조시설은 「폐기물관리법 시행규칙」 제42조제1항의 규정에 적합할 것

단 가 산 출 서

산출근거	재료비	노무비	경 비	계	비고
DC7900000000 건설폐기물 현장 내 운반 / 1ton					
1. 건설폐기물 현장 내 운반					
가. 덤프트럭(15ton)					
A = 5㎞/4 = 1.25㎞					
f = 1.0/1.5 = 0.67					
E = 0.9					
Q1 = 15ton × 1.5/2.3ton/㎥ = 9.78					
N = Q1/(2.87×0.55) = 6.20					
T1 = 37.4sec × 6.20/(60×0.35) = 11.04min					
T2 = (A/15 + A/20) × 60 = 8.75min					
T3 = 0.80min, T4 = 0.42min, T5 = 0.50min					
CM = T1 + T2 + T3 + T4 + T5 = 21.51min					
Q = 60 × Q1 × f × E/CM = 16.45㎥/hr					
[단위보정]					
G = Q × 2.3ton/㎥ = 37.84ton/hr					
- 재료비 : 26,835/G×(T2/CM) = 288.48	288.48			288.48	
- 노무비 : 20,561/G = 543.37		543.37		543.37	
- 경 비 : 16,983/G = 448.81			448.81	448.81	
나. 자동덮개					
329/G = 8.69			8.69	8.69	
소 계	288.48	543.37	457.5	1289.35	

※ 현장 내 운반비 : 1,289원/톤 × 1.5 = 1,934원/톤(잡비율 50% 고려)

별첨 #4

재 활 용 처 리 비 용

구 분		도급내역 반영	분리발주(도공 직영처리)		
			기간제 계약	물량제 계약	
				기관별	공구별 또는 구간별(2~3개공구)
개 요		○ 처리방법 - 시공사(하도급사)에서 처리업체 계약 ○ 정산방법 - 처리비용 도급내역 반영 ▶ 처리량에 따라 대가지급	○ 처리방법 - 도공에서 장비임차 계약(기관별) ・파쇄장비 월당 단가계약 ○ 정산방법 - 장비임대비 ・사용기간(월)에 따라 정산 - 인건비 : 가동월수로 정산 - 장비운반・유류비 : 실적 정산 ▶ 휴일 등 쉬는 기간도 대가지급	○ 처리방법 - 도공에서 장비임차 계약(기관별) ・파쇄장비 톤당 단가계약 ○ 정산방법 - 장비임대비 ・크라샤 : 처리량(톤)으로 정산 ・굴삭기 : 가동일수로 정산 - 인건비 : 가동일수로 정산 - 장비운반・유류비 : 실적 정산 ▶ 처리량에 따라 대가지급	○ 처리방법 - 도공에서 장비임차 계약(공구별) ・파쇄장비 톤당 단가계약 ○ 정산방법 - 장비임대비 ・크라샤 : 처리량(톤)으로 정산 ・굴삭기 : 가동일수로 정산 - 인건비 : 가동일수로 정산 - 장비운반・유류비 : 실적 정산 ▶ 처리량에 따라 대가지급
비용 산출	처리비	○ 처리단가 : 3,136원/톤(잡비 포함) - 국토해양부 실적단가 적용	○ 처리단가 : 6,770원/톤(평균) (월 단위 계약단가를 톤당 단가로 환산) - 운영기간 : 1 ~ 10개월 - 운영실적 : ・함양-성산(4.5개월), 홍천-양양(3개월) ・수도권(10개월), 삼척-속초(1개월) ・담양-함양(4개월), 냉정-부산(8개월)	○ 처리단가 : 3,882원/톤(평균) - 장비임차시 톤당으로 계약 - 운영기간 : 연중(필요시 처리) - 운영실적 : 충청, 호남	○ 처리단가 : 3,000~4,000원/톤(추정) (시공사에서 장비 임차시 단가기준) - 운영실적 : 없음
	현장 내 운반비	○ 미반영	○ 1,934원/톤(공구연장 5㎞ 기준)	○ 1,934원/톤(공구연장 5㎞ 기준)	○ 1,934원/톤(공구연장 5㎞ 기준)
	계	3,136원/톤	8,704원/톤	5,816원/톤	4,934 ~ 5,934원/톤(추정)
특징	장점	○ 가장 경제적 ○ 발주처에서 관리 불필요	○ 희망업체 확보 용이 ○ 항상 현장상주로 안정적 처리가능 ○ 장기간 지속 발생되는 경우 적합	○ 경제적 ○ 단기적으로 집중 발생되는 경우 적합	o 경제적 o 필요시 적기에 작업가능
	단점	○ "건설폐기물 재활용 촉진에 관한 법률 제16조"에 의한 위법사항으로 현재는 적용 불가	○ 처리비용 다소 높음(효율저하) ○ 정확한 처리기간 예측곤란 ○ 계약기간내 작업량 미완료시 계약연장 필요(비용증가)	○ 희망업체 확보 어려움 ○ 철수 후 적기 재투입 차질우려 ○ 운영여건에 따라 넓은 야적장 필요 ○ 재활용수량 측정 불편	○ 희망업체 확보 어려움 ○ 임차계약 발주 번거로움 ○ 자격 갖춘 기간제 근로자 채용 어려움 ○ 재활용수량 측정 불편
특기사항		○ 현장 내 운반비 반영 - 재활용 처리시설의 설치는 건폐법에 의해 관할 시・도지사 승인사항으로 비산방지시설, 바닥포장 등의 시설을 갖추어야 함 - 건설폐기물은 발생장소에서 처리가 곤란하고 승인된 처리 장소까지 현장 내 운반 불가피 → 현장 내 운반비용 반영필요 ○ 파쇄장비 임차계약 추진경위 - '09. 7 : 기간제 계약, 처리팀 1~2팀 운영(설계처-4006) - '11. 3 : 물량제 계약(녹색환경처-898) - 변경사유 : 처리량에 상관없이 계약기간에 따라 대가가 지급되어 처리효율 저하 - '12. 2 : 물량제 or 기간제 계약 자율선택, 처리팀 탄력적 운영(녹색환경처-868) - 변경사유 : 현장의견 반영(2012. 1 녹색환경처 워크샵)			
설계 적용방안		○ 총사업비 산출 - 토목공사비 : 현장 내 운반비 도급내역 반영 - 공사비 현실화 관련 현장의견 반영(2011. 10) - 기타공사비 : 재활용 처리비용 산출은 설계당시 기관별 처리단가중 최고가 단가적용(설계가 기준) ・사유 : 공사시행부서에서 현장여건에 따라 탄력적 적용이 가능토록 설계시 총사업비 확보			

9-2 건설공사 환경관리비 실태분석을 통한
환경관리비 적정반영 방안 검토

녹색환경저-3565
(2012. 9. 10)

I 검토 배경

□ 2012. 7. 16. 건설기술관리법 시행규칙 제53조와 별표16 개정에 따라 환경관리비 산정기준 변경

□ 현행 환경관리비 실태조사 분석을 통하여 환경관리비용이 실질적으로 반영될 수 있도록 합리적인 개선 방안 마련

< 시행규칙 개정내용 >

□ **환경관리비 산정을 요율방식 적용** (건기법 시행규칙 별표 16)

○ 원가산출한 환경보전비가 직접공사비에 대한 비율이 법정 요율(0.9%) 미만인 경우에 부족한 일정비율만큼 추가계상을 의무화

- 국토해양부 질의회신 결과 (별첨1)

○ 환경관리비 = 환경보전비 + 기타환경보전비

구 분	기 존	개 정
환경보전비	· 원가계산방식 적용	**· 요율방식 적용하되, 원가산출한 환경보전비 포함 (직접공사비 × 요율 이상)**
기타 환경보전비	· 환경보전비의 12% 계상가능	**좌 동**

* 환경보전비 : 가설방음벽, 폐수처리시설 등 **환경오염저감시설 설치·운영비용**

* 기타 환경보전비 : 환경관리와 관련한 교육훈련비, 검사시험비, 홍보물 제작비 등

- 요율 : **도로 0.9%**, 플랜트 0.4%, 지하철 0.5%, 철도 1.5%, 댐 1.1% 등

□ **적용대상**

○ 2012. 7.18 이후 입찰공고하는 건설공사

Ⅱ 현 실태

□ 환경보전비 내역작성 기준 없음

o 1식단가와 항목별 단가가 혼재

- 최근 발주한 노선의 경우 1식단가와 항목별 단가가 혼재

⇨ 1식단가는 환경보전비 정산설계변경 곤란으로 시공사 불만 상존

- 환경오염방지시설을 추가로 설치한 경우에는 설계변경을 할 수 있도록 규정 (건기법 시행규칙 제53조 2항 및 별표 16의 3)
- 1식단가는 "설계도면 및 공사시방서가 변경되는 때" 이외에는 설계변경 곤란 (공사계약일반조건 제20조 6항)
  * 공사계약 일반조건 등에서 계약금액 조정에 관하여 별도로 정하지 않은 경우에는 공사관련 법령에 따라 조정 가능(조달청 질의회신 결과, 별첨1)

□ 기타 환경보전비 설계 미반영

o 시험검사비, 교육훈련비 등 환경관련 기타비용은 시공사에서 부담

o 기타 환경관리비는 의무계상 항목이 아님 (국도만 반영중)

구 분	국도(국토부)	**도로공사**	LH공사(단지)	수자원공사(댐)	철도시설공단
기타환경보전비	반영	미반영			

* 국도의 경우 기타 환경보전비의 10%를 계상하고 있음

⇨ 실제 소요되는 환경관리비용 미반영으로 지속적인 불만요인 작용

□ 살수차량(대기오염방지), 침사지 유지관리비용 미반영

o 환경법령에 규정된 환경오염방지설임에도 미계상

o 건설현장에서 비용 반영을 지속 요구

· 살수차량 및 침사지 유지관리비 반영(공사비현실화 현장의견 수렴, 별첨2)

⇨ 환경민원 발생시 설계미반영 사유로 시공사에서 소극적인 대처

Ⅲ 개선 내용

□ 환경관리비 산정방식 변경 (건설기술관리법 시행규칙 개정내용 반영)

o 현 행 : 환경보전비 = 원가산출한 환경오염방지시설 비용

o 개 선 : **환경보전비 = 원가산출한 비용 + 직접공사비×요율**

- 원가산출한 환경비용이 법정요율(0.9%) 이상 : 요율 = Zero (0)
- 법정요율(0.9%) 미만 : 요율 = 0.9 - 원가산출한 비용의 요율

□ 환경보전비 내역작성 기준

o 현 행 : 별도 기준 없음

o 개 선

구 분	환경 보전비	기타환경보전비
내 역	항목별, 단위수량별 내역 명기	P.S 단가(식)

□ 기타 환경보전비 반영 및 사후정산

o 현 행 : 미반영

o 개 선 : **설계시 반영**하고 공사중 **사용실적에 따라 정산**

- 환경보전비(가설방음벽, 세륜세차, 오탁방진막, 골재덮개시설 비용)의 12% 계상
- 기타 환경보전비 사용기준에 의해 사후 정산 (별첨3)

□ 환경오염방지시설 설계기준 개선

o 비산먼지 발생억제를 위한 살수차량 반영 * 세부산출기준 별첨4

- 산출 : 표준품셈 적용 (규격 : 16,000ℓ, 살수폭 : 4.0m, 살수횟수 : 2회/일)
- 운영기간 : 30개월, 수량 : 도로연장 (교량 및 터널연장은 제외)
- 단위 : km당 단가

o 침사지 유지관리비용 반영

- 산출 : 침사지 체적 × 0.2(20%매몰가정) × 노무품 0.2인 (현장유지관리공 품)
- 내역반영 : 현장유지관리공에 포함 (별첨4)

Ⅳ 적용방안

□ 설계중 및 설계완료후 미발주 노선 : 본 방침 적용

□ 공사중 노선

o 신규 환경오염방지시설(살수차량)은 공사시행부서에서 사후환경영향 조사 등 현장여건을 감안하여 총사업비 협의후 적용

o 적용대상 : 방침일 이후 시행물량

첨 부 : 1. 질의회신 내용
2. 공사비 현실화 현장 의견 내용
3. 기타 환경보전비 사용 기준
4. 비산먼지 발생억제를 위한 살수비용 산출 세부기준
5. 단가설명서 개정
6. 건설기술관리법 시행규칙 개정 전문
7. 고속도로 건설현장 환경보전비 분석 현황
8. 최근 10년간 평균 강우일수

첨 부 #3

기타 환경보전비 사용 기준

□ 적용 대상 : 기타 환경보전비가 도급내역에 반영된 건설현장

□ 정산대상 항목

적용 대상	비적용 대상
· 환경계측비용(시험.검사비) · 환경자료 및 홍보물 구입.제작비용 – 현장내 각종환경안내게시판, 환경 현수막 등 등 설치비용 · 점검등 현장 환경정리비용 · 환경교육에 관련된 비용 – 교육비, 교재제작비 등 · 환경의식을 고취하기 위한 행사비 – 환경의 날 등	· 청소도구 구입비용 – 마대, 쓰레기봉투, 진공청소기 등 · 가설사무실 청소 인건비 · 건설현장 쓰레기 등 청소비용 · 폐기물 처리비, 상차비, 처리비용 · 환경관리전담자 인건비 등 (간접노무비 대상) · 공사 도급내역서에 기반영된 경우 · 안전, 민원처리, 근로자의 보건향상 등 다른목적이 포함된 경우

□ 정산방법

○ 사전에 제출받은 환경보전비 사용계획 승인후 집행

- 집행금액에 대한 증빙서류 첨부

○ 다른 목적으로 사용하거나 사용하지 않은 기타 환경보전비는 계약금액에서 감액조정

첨 부 #4

살수차량 산출 세부기준

□ 품 적용

○ 표준품셈 2-17「비산먼지 발생억제를 위한 살수편 참조」

($100m^2$당)

구 분	규격	단위	수량
물탱크(살수차)	16,000 L	시간	0.008

- 살수폭 4.0m, 1회당 살수작업을 기준
- 살수면적(m^2) : 연장 × 살수폭 × 살수횟수 × 운영일수
- 단가(m^2) : 0.008HR × 살수면적/100 × 기계경비

□ 살수 횟수

○ 대기환경보전법 시행규칙 제58조 4항 별표14「통행차량의 운행기간 중 공사장 안의 통행도로에는 **1일 1회 이상** 살수할 것」이라고 명시

○ 국도건설공사 살수차 비용산정시 1일 2회(왕복) 적용하고 있어,

○ 살수횟수를 1일 2회로 적용

□ 운영 기간

○ 적용방안

- 운영개월 : 총공사일수(1,500일) - 평균강우일수(120일) × 5년 = 30개월
- 운영일수 : 운영개월 × 20일

＊ 국도건설공사(공사기간 5년) : 39개월 적용 (별도기준 없음)

＊ 세륜세차시설 : 48개월 적용(전체공기의 80%)

□ 내역적용 : 1km당 단가와 수량

○ 수량 : 도로연장(km) - 교량 및 터널연장(km)

＊ 내역작성 예시

공 종	규격	단 가	수 량	공사비
대기오염방지(살수)	16,000 L	원	km	

첨 부 #5

단가설명서 개정

□ 당 초

○ 현장 유지 관리공 (SUM당)

이 단가는 공사중 배수관리 시설비로 측구터파기(매몰30%가정), 횡·종배수관·수로암거(매몰20%가정) 관리비, 통로암거 청소비, 기타 현장 유지관리비용 등이 포함된다.

측 정

이 물량은 현장유지관리에 필요한 금액을 1식으로 측정한다.

□ 변 경

○ 현장 유지 관리공 (SUM당)

이 단가는 공사중 배수관리 시설비로 측구터파기(매몰30%가정), 횡·종배수관·수로암거, **침사지**(매몰20%가정) 관리비, 통로암거 청소비, 기타 현장 유지관리비용 등이 포함된다.

측 정

이 물량은 현장유지관리에 필요한 금액을 1식으로 측정한다.

○ 대기오염방지 (살수차) : km당

이 단가는 비산먼지 발생억제를 위한 살수차의 운영에 필요한 모든 제반비용이 포함된다

측 정

이 물량은 대기오염방지(살수차) 운영에 필요한 비용을 km로 측정

첨 부 #6

□ 건설기술관리법 시행규칙 제53조

제53조(환경관리비의 산출 등)

① 법 제26조의5제3항에 따른 건설공사의 환경관리에 필요한 비용(이하 "환경관리비"라 한다)은 다음 각 호의 비용을 합하여 산정한다.

1. 삭 제

2. 건설공사현장에 설치하는 환경오염 방지시설의 설치 및 운영에 필요한 비용

3. 건설공사현장에서 발생하는 폐기물 처리 및 재활용 비용

② 건설업자또는 주택건설등록업자는 제1항 제2호 및 제3호에 따른 비용의 사용계획을 발주자에게 제출하고, 발주자 또는 감리원이 확인한 비용의 사용실적에 따라 정산하여야 한다.

③ 제1항제2호 및 제3호에 따른 비용의 세부 산출기준은 별표 16과 같다.

④ 환경관리비의 운영 및 관리에 관한 세부사항은 국토해양부장관이 정하여 고시한다.(신설)

환경관리비 산출기준(제53조제3항 관련)

1. 환경보전비의 산출기준

가. 건설공사현장에 설치하는 환경오염방지시설의 설치 및 운영에 드는 비용(이하 "환경보전비"라 한다)은 직접공사비에 다음의 요율 이상을 적용하여 계상하되, 표준품셈 등 원가계산에 따라 산출한 환경보전비를 포함한다.

공사의 종류		요율
토목	도로	0.9%
	플랜트	0.4%
	지하철	0.5%
	철도	1.5%
	상하수도	0.5%
	항만 (오탁방지막 또는 준설토방지막을 설치하는 경우)	0.8% (1.8%)
	댐	1.1%
	택지개발	0.6%
	그 밖의 토목공사	0.8%
건축	주택(재개발 및 재건축)	0.7%
	주택(신축)	0.3%
	그 밖의 건축공사	0.5%

1) 환경오염방지시설의 설치 및 운영에 따른 손료(損料)는 다음의 계산식에 따라 산출하되, 산출방식을 별도로 정하고 있는 경우에는 그 방식에 따른다.

$$\frac{(\text{상각률} + \text{수리율}) \times \text{설비가격}}{\text{연간표준설비가동시간} \times \text{내용연수}} \times \text{설비가동시간}$$

※ 상각률 및 수리율은 표준품셈에 따르되, 표준품셈에 정하고 있지 않은 경우에는 발주자가 해당 시설의 특성을 고려하여 정한다.

※ 설비가격은 구입가격을 말한다.

※ 연간표준설비가동시간은 표준품셈에 따르되, 그 밖의 경우 1천시간을 표준으로 한다.

※ 내용연수는 기계류는 5년, 초자류(硝子類) 및 금속류는 3년으로 한다.

2) 재료비는 정부가 공인한 물가조사기관에서 조사·공표한 가격을 적용하고, 노무비는 「통계법」 제3조에 따라 대한건설협회 및 한국엔지니어링진흥협회가 조사·공표하는 노임단가를 적용하며, 전력·상수도 등 공공요금은 정부가 고시하는 금액을 적용한다.

나. 환경관리와 관련한 시험검사비, 교육훈련비, 점검비, 인증비 및 홍보물제작비 등 환경보전비를 항목별로 명시할 수 없는 경우에는 가목의 요율에 따라 산정한 환경보전비에서 12% 상당액을 그 밖의 환경보전비로 계상할 수 있다.

다. 건설공사현장에 설치하는 환경오염방지시설은 다음의 시설과 그 밖에 환경관련 법령에 규정된 시설을 말한다.

1) 비산먼지: 세륜시설(세륜장의 포장 및 침전물 보관시설을 포함한다), 살수시설, 살수차량, 방진덮개[도로 등의 절취, 절개 및 법면(法面) 사용분을 포함한다], 방진벽, 방진망(막), 진공청소기, 간이칸막이, 이송설비 분진억제시설, 집진시설(이동식, 분무식), 기계식 청소장비 등 「대기환경보전법」의 규정을 준수하기 위한 시설

2) 소음·진동: 방음벽(이동 및 설치 비용을 포함한다), 방음막, 소음기, 방음덮개, 방음터널, 방음림, 방음언덕, 흡음장치 및 시설, 탄성지지시설, 제진시설, 방진구시설, 방진고무, 배관진동절연장치 등 「소음·진동관리법」의 규정을 준수하기 위한 시설

3) 폐기물: 소각시설, 쓰레기슈트, 폐자재 수거박스, 폐기물 보관시설(덮개, 배수로), 건설오니 처리시설, 브레이커, 폐기물 선별기 등 「폐기물관리법」 및 「건설폐기물의 재활용촉진에 관한 법률」의 규정을 준수하기 위한 시설

4) 수질오염: 오폐수처리시설(수질 TMS 포함), 가배수로, 임시용 측구, 절성토면 비닐덮개, 침사 및 응집시설, 오탁방지막, 오일펜스, 유화제, 흡착포, 단독정화조, 이동식 간이화장실 등 「수질 및 수생태계 보전에 관한 법률」의 규정을 준수하기 위한 시설

2. 폐기물처리 및 재활용비의 산출기준

가. 건설공사현장에서 발생하는 폐기물의 처리 및 재활용에 드는 비용(이하 "폐기물 처리 및 재활용비"라 한다)은 폐기물의 예상발생량을 실측하여 산출하거나 표준품셈에 따라 산출할 수 있으며, 폐기물을 처리하는 경우에는 다음 비용 중 필요한 비용을 반영하여야 한다.

1) 수집·운반비

폐기물의 분리수거, 중간처리 또는 최종처리를 위하여 수집·운반하는 데에 드는 비용으로서 표준품셈에 따라 산출한다.

2) 중간처리비

폐기물을 재활용하기 위하여 분리·선별·파쇄·압축·중화·탈수·고형화 등의 처리를 하는 데 드는 비용으로서 원가계산 또는 표준품셈에 따라 산출한다.

3) 최종처리비

폐기물을 직접 매립지에 매립하거나 중간처리 후 잔여폐기물을 매립·소각 등 최종처리하는 데 드는 비용(운반비는 제외한다)으로서 매립의 경우에는 지역별 매립지 반입단가를 적용하여 산출한다. 이 경우 잔여폐기물 발생량은 건설공사현장의 여건과 폐기물의 성질·상태 등을 고려하여 정한다.

나. 위의 방법으로 폐기물처리 및 재활용비를 산출하는 것이 곤란한 경우에는 운반거리, 폐기물의 성질·상태, 지역여건 및 정부가 공인한 물가조사기관에서 조사·공표한 가격 등을 고려하여 발주청이 고시한 기준에 따라 그 비용을 산출한다.

다. 「건설폐기물의 재활용촉진에 관한 법률」 제15조에 따라 건설폐기물 처리용역을 분리발주하는 경우에는 그 용역에 따른 건설폐기물 처리비용을 제외한다.

3. 그 밖의 사항

건설업자 또는 주택건설등록업자는 건설공사현장의 환경보전에 필요한 환경오염 방지시설을 추가로 설치한 경우에는 감리원 또는 감독자의 확인을 받아 그 비용의 추가계상을 발주자에게 요청할 수 있다. 이 경우 발주자는 그 내용을 확인하고 설계변경 등 필요한 조치를 하여야 한다.

9-3 설계기법 축적 및 설계비 절감을 위한 고속도로「건축물 계획설계 기준」수립

시 설 처-333
(2013. 2. 1)

Ⅰ 목 적

□ 고속도로 건축물(지사, 휴게소,영 업소)의 설계목표, 기능, 시설규모, 배치·평면·단면계획(안)등 계획설계 전반에 관한 설계기법 축적 및 개발 필요

Ⅱ 계획설계 기준

□ 수립대상 : 지사·영업소, 휴게소 건축물

□ 주요내용

설계개요	• 설계목표, 기능정의, 부지면적기준, 시설배치(안) • 시설규모, 주요 공간분석, 법규검토
배치계획	• 시설규모, 주요 공간분석, 법규검토 • 유형별 배치계획(안) 및 착안사항, 옥외시설 배치
평면계획	• 조닝 및 동선계획, 실별 인접·분리등 공간분석 • 지하층, 1층, 2층 평면계획(안) 및 착안사항
단면계획	• 건물과 부지와의 단면 분석 • 단면계획(안), 층고, 천정고 분석

건물별 설계개요, 배치 · 평면 · 단면계획 등 계획설계 전반에 관한 **설계지침 작성**으로「계획설계 기준」수립

Ⅲ 설계대가

□ 관련근거 : 건축설계·공사감리 기준 개선 [시설처-1233('12.4.25)]
건축사 업무범위와 대가 기준 [국토해양부고시]

□ 설계대가 개선

구 분	설계업무 대가				비 고
	현 행		개 선		
	일괄수행	분리수행	일괄수행	분리수행	
계획설계	20%	25%	5% (영업소) 10% (지사,휴게소)	10% (영업소) 15% (지사,휴게소)	「계획설계 지침 작성」
중간설계	30%	35%	30%	35%	
실시설계	50%	60%	50%	60%	
계	**100%**	**120%**	**85% /90%**	**105% /110%**	

◦ 건축물 규모, 난이도 , 계획설계 지침 작성수준 등 고려 계획설계 대가 개선
◦ **일괄수행 기준** 신규설계 대비 **△15%**(영업소), **△10%**(지사,휴게소) **절감**

Ⅳ 기대효과

□ **설계품질 향상** 및 **설계비 절감** (156백만원/'13년 기준)

□ **설계-노하우 축적**, 변화하는 경영여건 (해외사업 등)에 **능동적 대처**

Ⅴ 추진계획

□ 2013년 신규설계(공모)시 부터 적용

□ 「고속도로 건축물 계획설계 기준」 영문번역 지침서 제작 활용

붙 임 : 1. 건축물 계획설계 지침 1부
2. 계획설계 업무대가 개선 1부
3. 설계비 절감내역 1부. 끝.

붙 임 #2

계획설계 업무대가 개선

□ 관련근거 : 건축사 업무범위 및 대가기준 (국토해양부고시)

□ 설계업무

구 분	내 용
계획설계	발주자로부터 제공된 자료와 기획업무 내용을 참작하여 건축물의 규모, 예산, 기능, 질, 미관적 측면에서 설계목표를 정하고 가능한 해법을 제시하는 단계
중간설계	계획설계 내용을 구체화하여 발전된 안을 정하고,실시설계 단계에서의 변경 가능성을 최소화하기 위해 다각적인 검토가 이루어지는 단계
실시설계	중간설계를 바탕으로 하여 입찰, 계약 및 공사에 필요한 설계도서를 작성하는 단계

□ 계획설계비 (일괄수행 기준)

구 분		내 용	현 행	개 선		비 고
				영업소	지 사 휴게소	
건 축	법규검토	제반 법규검토, 인허가 절차 파악 설계구상안	5%	-	-	
	건축계획서	설계개요 배치계획 평면계획 입면계획 단면계획	40%	-	20%	
	건축도면	배 치 도 대지 종횡단면도 각층 평면도 입면도(2면이상) 단면도(종횡단도)	40%	10%	15%	
	모 형	스케치 또는 스타디 모델	5%	5%	5%	
구 조	구조계획서	구조계획 개요	5%	5%	5%	
설 비	기계설비 계 획 서	건축주 요구사항, 설계방침 확정 기계설비 계획개요	5%	5%	5%	
계획 설계비			100% **[20%]**	25% **[5%]**	50% **[10%]**	

※ 건축물 규모, 난이도 , 계획설계지침 작성수준 등 고려 계획설계 대가 개선

9-4

알뜰주유소 도입에 따른 신설주유소 주유설비 설치기준 개선

시 설 처-391
(2013. 2. 6)

Ⅰ 추진배경

□ 알뜰주유소 도입 이후 판매량 증가(30%)로 유류탱크 용량 증대 필요

o「알뜰주유소 유류탱크 증설추진(2012.10, 휴게시설처)」에 따른 유류 적정 보유일수 변경 (7일 → 10일)

□ 셀프주유기 설치기준 수립 필요

Ⅱ 추진경과

□ 2007. 1 :「**주유소 주유설비 설치기준 개선**」(시설처-170)

- 신설 및 보완시 유류탱크 및 주유기 설치기준 개선
  - · 유류탱크 : 적정보유일수 7일, 유종별 최소용량 4만리터
  - · 주 유 기 : 최소수량 노즐 각 4개

□ 2012. 1 :「**유류가격 인하로 정부 물가정책 선도를 위한 "ex알뜰주유소" 운영 방안**」(휴게시설처-273)

- [시설처] 알뜰주유소 도입에 따른 **신설주유소 설비기준 수립 : 유류탱크 용량 증설, 셀프주유기 반영**

□ 2012.10 :「**알뜰주유소 유류탱크 증설추진**」(휴게시설처-2942)

- 신설 주유소 유류탱크 용량 : 10일 보유량

Ⅲ 요구사항

□ 알뜰주유소 도입 이후 유류탱크 적정보유일수 변경에 따른 설치기준 변경 필요(7일→10일)

□ 셀프주유기(혼합4복식) 도입에 따른 기존 설치기준 검토 필요

□「이용실태분석을 통한 효율적인 휴게시설 설치모델 연구(2010.5)」에 따른 주유소 이용율, 평균주유량 등 설계인자 변경 사항 반영 필요

Ⅳ 설치기준 개선(안)

1 산출방법

유류탱크	□ 용량(ℓ) = 일평균 판매량(ℓ/일) × 적정보유일수(일) ㅇ 신설노선 및 기존노선 주유소 신축시 : 10년후교통량(대/일) × 평균이용율(%) × 평균주유량(ℓ/대) × 적정보유일수(일) ㅇ 기존노선 주유소 개축시 : 해당 주유소 연간 일평균판매량(ℓ/일) × 적정보유일수(일)
주 유 기	□ 주유기 수량(노즐수) = {이용차량(대/일) × 혼잡율(%) ÷ 회전율(대/h)} + 1(여유율) - **혼잡율** : 최고혼잡시간대 이용대수 비율(%) - **회전율** : 노즐당 시간당 주유대수

2 설치기준 개선(안)

가. 유 류 탱 크

구 분		기 존	개 선
신설노선		ㅇ {①×②×③} × 7일	ㅇ {①×②×③} × **10일**
기존노선	신설[1]	ㅇ {①×④×⑤} × 7일	ㅇ {①×④×⑤} × **10일**
	개축[2]	ㅇ {⑥} × 7일	ㅇ {⑥} × **10일**
최소 용량		ㅇ 유종별 4만리터	"좌 동"
여유 부지		-	ㅇ 유류탱크 배치시 향후 증설을 감안하여 여유공간 확보

①	해당노선 10년 후 일방향교통량(대/일)
②	전체노선 주유소 유종별 평균이용율(%)
③	전체노선 주유소 유종별 평균주유량(ℓ/대)
④	해당노선 주유소 유종별 평균이용율(%)
⑤	해당노선 주유소 유종별 평균주유량(ℓ/대)
⑥	해당 주유소 유종별 년간 일평균판매량(ℓ/일)

※ 용어정의
신설[1] : 기존노선에 주유소가 새로이 생기는 경우
개축[2] : 기 운영중인 주유소의 유류탱크를 다시 설치하는 경우

나. 주 유 기

(1) 일반주유기 : 유종별로 각각 산출

구 분		기 존	개 선
신설노선		o {①×②×⑤÷⑥} + 노즐 각 1개	"좌 동"
기존노선	신축	o {①×③×⑤÷⑥} + 노즐 각 1개	"좌 동"
	개축	o {④×⑤÷⑥} + 노즐 각 1개	"좌 동"
최소 수량		o 유종별 노즐 각 4개	"좌 동"

①	해당노선 10년 후 일방향교통량(대/일)	④	해당 주유소 유종별 년간 일평균이용량(대/일)
②	전체노선 주유소 유종별 평균이용율(%)	⑤	혼잡율 : 최고 혼잡시간대 이용대수 비율(%)
③	해당노선 주유소 유종별 평균이용율(%)	⑥	회전율 : 시간당 처리능력(대/h)

(2) 셀프주유기 : 유종 구분없이 휘발유, 경유를 합산 산출

구 분		기 존	개 선
신설노선		-	o {①×②×⑤÷⑥} + 주유기 1대
기존노선	신축	-	o {①×③×⑤÷⑥} + 주유기 1대
	개축	-	o {④×⑤÷⑥} + 주유기 1대
최소 수량		-	o 혼합4복식 3대

①	해당노선 10년 후 일방향교통량(대/일)	④	해당 주유소 연간 일평균이용량(대/일)
②	전체노선 주유소 평균이용율(%)	⑤	혼잡율 : 최고 혼잡시간대 이용대수 비율(%)
③	해당노선 주유소 평균이용율(%)	⑥	회전율 : 시간당 처리능력(대/h)

3 각 항목별 적용수치

구 분		기 존	개 선
유류탱크	적정 보유일수	7일	10일
	평균 이용율	o 신설노선 - 휘발유 : 1.18% - 경 유 : 1.92% o 기존노선 - 해당노선 평균이용율	o 신설노선 - 휘발유 : 0.70% - 경 유 : 0.75% - 전 체 : 1.45%(휘발유+경유) o 기존노선 - 해당노선 평균이용율
	평균 주유량	o 신설 및 기존노선 - 휘발유 : 35.2ℓ - 경 유 : 51.1ℓ	o 신설노선 - 휘발유 : 29.3ℓ - 경 유 : 39.2ℓ - 전 체 : 34.4ℓ (휘발유+경유) o 기존노선 - 해당노선 평균주유량
주유기	회전율	o 단 식 : 15대/h o 복 식 : 30대/h	o 단 식 : 15대/h o 복 식 : 30대/h o 셀프주유기 : 30대/h (혼합4복식)
	혼잡율	35%	"좌 동"
	여유율	o 일반주유기 : 유종별 노즐 각 1개 추가	o 일반주유기 : "좌 동" o 셀프주유기 : 1대 추가
	최소수량	o 일반주유기 : 유종별 최소 노즐 4개 이상	o 일반주유기 : "좌 동" o 셀프주유기 : 3대(혼합4복식)

※ 해 설

유류탱크	**o 유류탱크 적정보유일수 증가 (7일 → 10일)** : 재고 관리 효율성 고려 적정보유 유량 증가 **o 평균이용율, 평균 주유량 변경** :「이용실태분석을 통한 효율적인 휴게시설 설치모델 연구(2010)」 추후 부대시설 이용 실태 조사 결과에 따라 적용수치 변경 적용
주유기	**o 혼합4복식(셀프주유기) 회전율** : 주유기 1대당 동시 주유 가능차량 2대로 복식 회전율 적용 **o 혼합4복식(셀프주유기) 최소 설치수량** : 적정 처리능력 확보를 위한 최소 3대 설치 (첨부 참조)

V 향후계획

□ 방침 이후 신설주유소 : 설계시 적용

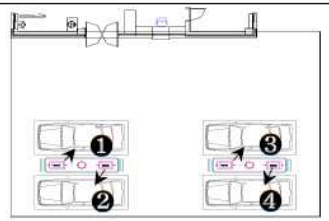
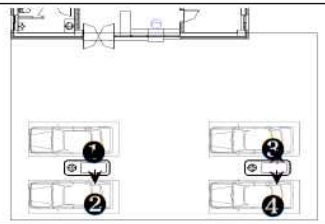
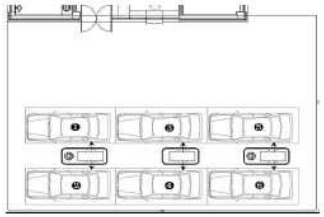
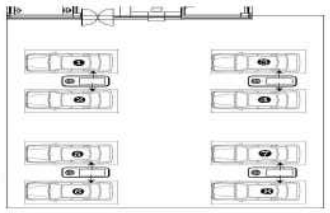
□ 공사 중 주유소 : 여건에 맞게 설계변경 시행

- 공사 중 주유소(2) : 금왕(평택), 금왕(제천)

첨 부 : 1. 셀프주유기(혼합4복식) 최소 설치수량 검토(안) 1부.
2. 평균이용율 및 평균주유량 산출 근거 1부. 끝.

셀프주유기(혼합4복식) 최소 설치수량 검토(안)

[울산-포항선 외동주유소 기준 : 2014년 개통예정]

구 분		기 존	개 선 (셀프주유기 : 혼합4복식)		
			1안	2안	3안
산출결과	유류탱크 (10일 보유량)	휘발유 14,828ℓ (4만) 경 유 39,497ℓ (4만)	휘발유 22,255ℓ (4만) 경 유 31,902ℓ (4만)		
	주유기	□ 일반주유기 휘발유 2.40건(4건) 경 유 3.58건(4건)	□ 일반주유기 휘발유 2.77건(4건) 경 유 2.90건(4건)	□ 셀프주유기 : 2.84대(3대)	
주 유 기		4대	2대	3대	4대
동시주유 가능차량		4대~8대	4대	6대	8대
주유기 배치도5)					
검토의견		-	o 1대 고장시 수량 부족	o 적정 처리능력 확보	o 주유기 과다 설치
선 정				◎	

5) 「건축 설계기준 개선 수립」 시설처-3287(2012.11. 9) 참고

평균이용율 및 평균주유량 산출근거

『이용실태분석을 통한 효율적인 휴게시설 설치모델 연구(2010.5)』 중

※ 본선 교통량 p.26

소형차	버스	화물차	계
2,492,083	171,855	716,370	3,380,308

※ 주유소 이용실태 p.187

구분	휘발유	경유				LPG			전체	
	승용차	전체	승용차	버스	화물차	전체	승용차	화물차	LPG 포함	LPG 제외
이용차량(대)	23,798	25,319	20,638	282	4,399	20,091	20,026	65	69,208	49,117
주 유 량(ℓ)	696,662	991,740	683,813	29,076	278,851	724,668	721,083	3,585	2,413,070	1,688,402

1. 평균이용율 검토

① 전체노선 주유소 평균이용율	: 1.45%	주유소이용차량(LPG제외)/본선교통량	(49,117/3,380,308)
② 휘발유 차량 주유소 평균이용율	: 0.70%	휘발유이용차량/본선교통량	(23,798/3,380,308)
③ 경유 차량 주유소 평균이용율	: 0.75%	경유이용차량/본선교통량	(25,319/3,380,308)

2. 평균주유량 검토

① 휘발유	: 29.3 ℓ	휘발유주유량/휘발유이용차량	(696,662/23,798)
② 경유	: 39.2 ℓ	경유주유량/경유이용차량	(991,740/25,319)
③ LPG	: 34.4 ℓ	(휘발유+경유 주유량)/(휘발유+경유 이용차량)	(696,662+991,740)/(23,798+25,319)

3. 휘발유, 경유 및 LPG 차량비율

휘발유	경유	LPG
34%	37%	29%

9-5 주유소 일체형 휴게소 설치방안

시 설 저-464
(2013. 2. 14)

Ⅰ 추진배경

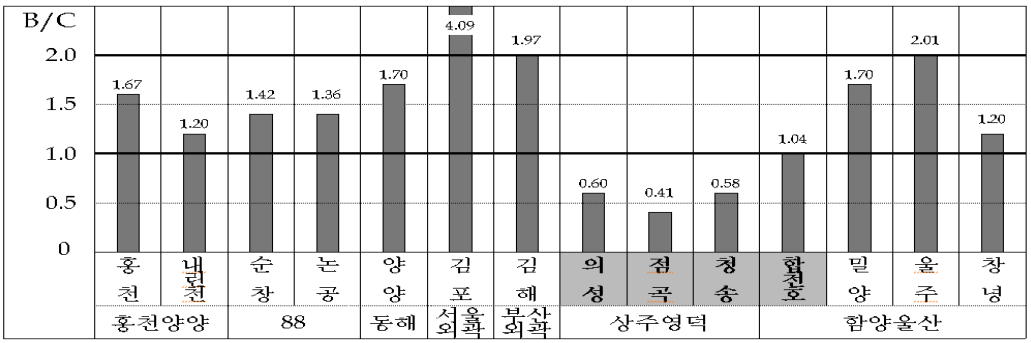
o 설치간격 등 공익성 위주의 휴게소 설치 계획으로 일부 교통량이 적은 노선의 경제성 부족 예상

o 주차규모 50대 미만의 소규모 휴게소의 주유소 분리 설치시 운영 효율 저하

Ⅱ 현실태

□ 휴게소 설치계획은 수익성 보다는 설치간격 중심

- 수익성 보다는 고속도로 이용고객의 생리현상 해소 등 편의증진을 위한 설치간격 중심의 휴게소 설치 계획
- 일부 휴게소 비용편익비(B/C) ≤1 로 경제성 부족



<신설휴게소 비용편익비(B/C) 현황>

□ 주차규모 50대 미만의 소규모 휴게시설 설치 증가

- 88선, 상주영덕선 등 향후 설치 휴게소 26개소중 10개소가 주차규모 50대 미만으로 계획

	홍천양양		88		동해	서울외곽	부산외곽	상주영덕			함양울산			
휴게소	홍천	내린천	**순창**	논공	양양	김포	김해	**의성**	**점곡**	**청송**	합천호	밀양	울주	**창녕**
주차대수	88	87	**49**	127	76	79	85	**36**	**26**	**35**	76	116	157	**32**

<신설휴게소 계획 주차대수 현황>

Ⅲ 적용방안

1 적용방향

경제성 부족 휴게소	소규모 휴게소
B/C ≤ 1 인 휴게소	주차대수 50대 미만인 휴게소

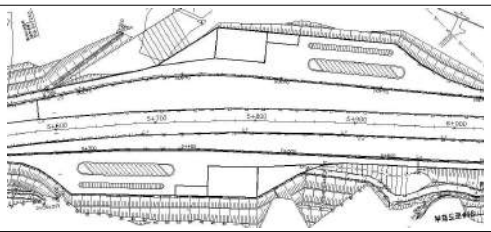
공사비 절감 및 운영효율 향상

주유소 일체형 휴게소 개발

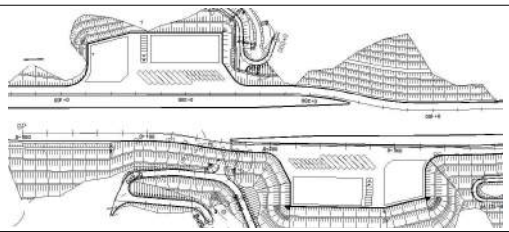
2 적용대상

□ 선정 조건

- 경제성 부족 휴게소 : B/C ≤ 1 인 휴게소
- 소규모 휴게소 : 주차대수 50대 미만 휴게소



88선 순창휴게소



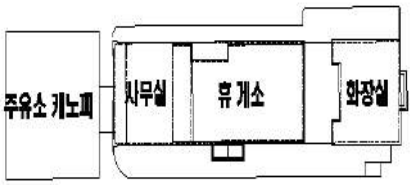
상주영덕선 청송휴게소

□ 대상 선정

준공년도	노선명	휴게소명	B/C	주차대수	선정사유	비 고
2015년	88선	순 창(양)	1.42	49	주차대수 50대미만	간 이 (700㎡)
2017년	상주영덕	의 성(양)	0.60	36	B/C ≤ 1 & 주차대수 50대미만	정규 (1,100㎡)
		점 곡(양)	0.41	26		간 이 (700㎡)
		청 송(양)	0.58	35		
2019년	함양울산	합천호(양)	1.04	76	B/C ≤ 1	정규 (1,200㎡)
		창 녕(양)	1.20	32	주차대수 50대미만	간이 (700㎡)

3 적용규모

□ 휴게소·주유소 건물 일체화로 일부 공간 공동 활용



주유소 일체형 휴게소

□ 적용규모

- 지하층, 사무실, 화장실 등은 휴게소 공간 활용
- 주유소는 상품창고, 주유원 대기실 등 최소 면적 반영
- 적용규모

(단위 : ㎡)

구 분		현 행 (주유소 분리)	일 체 형 (주유소 통합)	증,감(Δ)	비 고
전체면적		휴게소+186(80)	휴게소+33	Δ153(47)	
주유소	소 계	186 (80)	33	Δ153(47)	
	지 하 층	24 (-)	-	Δ24 (-)	휴게소 공간 활용
	사 무 실 등	89 (47)	-	Δ89 (47)	
	공용화장실	20 (-)	-	Δ20 (-)	
	창고/대기실	53 (33)	33	Δ20 (-)	

※ ( ) 간이주유소 면적이며, 주유 캐노피 면적(120~214㎡)은 주유기 산출 수량에 따라 별도 반영

Ⅳ 향후계획

□ 2013 : 88선 순창휴게소 적용

- 2013. 2 ~ 5 : 설계공모(순창휴게소)

  · 설계공모시 일체형 휴게소 기준 적용

- 2013. 6 ~ 12 : 실시설계

□ 2014 이후 : 상주영덕선 의성휴게소 등 10개소 적용

Ⅴ 기대효과

□ 공사비 절감을 통한 휴게소 경제성 향상

- 12개 휴게소 적용시 36억 절감

  (간이휴게소 : 2억×8개소, 정규휴게소 5억×4개소)

□ 휴게소·주유소 통합관리로 운영효율 향상

붙 임 : 신설노선 휴게소 현황 자료 1부. 끝

9-6 확장공사 현장 안전관리 강화방안

녹색환경처-1776
(2013. 4. 29)

Ⅰ 추진배경

□ 확장공사 현장의 애로사항 청취 및 지원방안 검토

* 확장공사(공구) 지원방안에 대한 의견 조회(녹색환경처-946, 2013.3.11)

□ 사업단별 안전부문의 설계·관리기준이 상이하고, 관할 지역본부(지사)의 관리기준 강화로 이런 실정을 설계반영

* 각 사업단별 설계시점에 따라 상이한 기준 적용

□ 선진 안전관리체계 정착위한 설계단계의 안전기준 강화

* 2013년 녹색환경처 업무계획 수립(녹색환경처-95, 2013.1.8)

Ⅱ 확장현장 애로사항 청취결과(요약)

▣금회 검토반영(2건)

▲ 안전관리자 업무범위 명확화 필요(교통안전, 건설안전)

▲ 교통안전시설물 유지관리 및 교통차단 비용 설계 반영

▣유관부서 협조(3건)

▲ 야간, 휴일 교통전환 등 부가업무 발생에 따른 지원

▲ 확장공사에 따른 민원다발로 별도인력 소요

▲ 관할 지역본부(지사)와의 유기적 협조체계 구축 필요

Ⅲ 현 실태 및 문제점

가. 확장공사 공구 현황

사업단명	수도권	담양함양	함양성산	냉정부산	언양영천
확장구간 (31개 공구)	양재-기흥 3공구 안산-일직 1공구	담양-성산 1~7공구	담양-성산 8~14공구 영동-옥천 1공구	냉정-부산 1~8공구	언양-영천 1~6공구
	2개 공구	7개 공구	8개 공구	8개 공구	6개 공구

나. 확장공사(공구) 안전관리 문제점

1 시공사 안전팀에서 교통전환(차단) 및 안전시설관리 병행

☞ 공사안전 본업무 공백 초래

o 교통차단 및 안전시설 관리 등의 업무를 시공사 공사팀에서 안전팀으로 전가하고 있는 실정

o 시공사 안전팀의 본연의 업무 차질로 공사안전 사고예방활동 취약점 노출

※ 냉정부산 1공구(2011.1~현재) : 7회/27개월 교통전환 시행

<사업단별 교통전환업무 담당부서>

사업단명	수도권	담양함양	함양성산	냉정부산	언양영천
차단협의	안전팀	안전팀	안전팀	안전팀	공사팀
사용차량	안전차량	안전차량	안전차량	안전차량	교통관리차량

<안전관리차량 교통차단 사용>

<안전관리자 교통차단 업무 수행>

2 교통안전시설물 관리차량 부재(설계 미반영)

☞ 시공사 안전팀 차량을 시설물관리에 투입

o 공용중인 고속도로에서 가시설, 암파쇄 방호공 등의 가시설물을 관리하기 위해 적재함이 있는 별도 차량이 필요하나 설계 미반영으로 안전관련 차량을 이용

o 최근 설계된 언양영천사업단은 교통차단에 필요한 싸인카와 표지판 청소비 등을 반영했으나 그 외 4개 확장건설사업단은 설계에 미반영

<교통안전시설물 관리차량 운영사례>

진주마산사업단(2009~2011)		언양영천사업단(2011~현재)	
정 면	후 면	정 면	후 면

※ 차량명칭 : 교통안전 지킴이 차량 (☞ 교통안전시설물 관리차량으로 변경필요)

3 교통안전시설물 설치·운영비 미반영

☞ 강화된 교통관리기준을 고려하여 설계반영 필요

o 관할 지역본부(지사) 및 고속도로 순찰대가 요구하는 교통안전관리 수준이 매우 강화된 반면 건설사업단의 설계반영은 다소 미흡한 실정

o 개정된 '고속도로 공사장 교통관리기준(2011)' 대로 안전시설을 설계반영함이 타당하나 언양영천외 4개 사업단은 종전기준 반영

※ 근래 설계된 언양영천사업단 수준으로 격상운영 필요(4개 사업단)

▣ 설계기준 상향조정 필요성

▲안전시설 설치개소 탄력운영 : 사후 정산이 가능하도록 설계반영

▲표지판 대형화 및 시설관리(청소, 보수) 빈도 증가

▲각종 추가시설(점멸등) 설치 및 관리비 투입 증가

4 관할 지역본부(지사)의 공사장 교통시설관리 강화

☞ 표지판 세척 등 유리관리 비용 증가 추세

o 개정된 「고속도로 공사장 교통관리기준(2011)」에 따라 교통안전관리 제반비용이 설계반영 되어야 하나, 기 착공된 확장공사 현장은 종래 기준을 적용, 비용이 미반영되어 있어 시공사의 민원이 상존하고 있음

Ⅳ 확장공사 안전관리 강화방안

가. 공사장 안전관리 설계기준 강화 적용 (설계비 현실화)

1 확장사업단별 설계반영 실태(교통전환 및 관리)

(○설계반영, ×설계미반영)

사업단명	노 선	설계 시점	교통안전관리 차량	교통관리장비 (싸인카)	교통시설물 유지관리비
			1톤 카고 표준	자주식싸인카 (2.5톤)	표지판 세척 (개수×3㎥×년)
언양영천	언양~영천	2011. 9	○ (1대×26개월)	○ (2대×6개월)	○ (5년×1회/년)
냉정부산	냉정~부산	2007. 9	×	×	×
담양함양	담양~함양	2008. 4	×	×	×
함양성산	함양~성산	2008. 4	×	×	×
	영동~옥천	2006. 10	×	×	×
수도권	안산~일직	2009. 8	×	×	×
	판교~양재	2009. 9	×	×	×

2 강화된 교통관리기준 적용

◇ **설계반영 일원화**

종전 설계기준이 반영된 4개 사업단은 언양영천사업단(2011.9 설계) 수준으로 강화하여 적용

☞ 대상공종 : 교통안전관리차량, 교통관리싸인카, 교통표지판 세척비

☞ 적용기관 : 담양함양・함양성산・냉정부산・수도권 사업단

◇ **적용 방법**

예산 및 현장여건을 감안하여 가능한한 대상공종 설계반영

☞ 운용기간 : 사업단에서 현장실정을 반영하여 적용

3 세부 운용기준 및 설계기준 보완

설계반영시 세부내역은 아래와 같으며, 해당 공종의 용어를 다음과 같이 명명(신설)하여 용어사용 혼선 방지

◇ 교통안전관리차량 운용 (명칭변경 포함)

현 재	변 경
교통안전 지킴이 차량 (언양영천사업단 운용중)	**교통안전 관리차량**

(규 격) 1ton 차량, 공구별 1대 【상세내용 붙임1 참조】

(관리자) 시공사 공사팀장

(기 간) 교통제한·전환작업 등 고려 사업단에서 판단, 적용

(업 무) 매일 1회이상 공용 고속도로 안전순찰, 교통안전시설물 상태점검 및 필요시 긴급조치, 교통차단시 지원

(비 용) 월임대료, 유류대(경유), 경광등, 싸인보드 비용 포함

◇ 교통관리용 싸인카 반영 (명칭변경 포함)

현 재	변 경
교통관리장비(싸인카) (언양영천사업단 운용중)	**교통관리용 싸인카**

(규 격) 2.5ton 자주식 싸인카, 공구별 2대

(기 간) 교통제한작업 등 실 운용기간 반영

※ 고속도로 공사장 교통관리기준(2011)에 의거 운용 중

(비 용) 일 8시간당 중기손료 적용

◇ 교통안전표지판 유지관리(세척) 비용 반영

현 재	변 경
현장유지관리비 (1식으로 반영)	①교통안전표지판 관리비 추가 (세척비)
(향후반영 추진)	②교통안전시설물 관리비 (방호벽, 데리네이타 등)

(대 상) 교통제한구간·우회구간 교통안전표지판

(빈 도) 년 1회 이상 세척

(비 용) **①금회반영 대상**

표지판 면적당 세척인부 인건비, 세척제 등 재료비 반영

②향후 반영추진

기타 교통안전시설물(PC방호벽, 데리테이타, 윙카 등)의 관리비용은 단가개발 후 반영 추진

나. 시공사 안전팀 고유업무(건설안전) 보장

□ 현 실태

o 확장공사 현장의 교통전환, 안전시설 관리업무가 안전팀에 가중되어 안전팀 고유업무 수행에 부담으로 작용

o 안전팀 운용차량(적재함이 있는 트럭) 및 인원이 교통안전에 치중하는 문제점 노출

□ 개선시행(사업단 관리방향)

o 교통안전관리용 제비용을 설계 반영함과 아울러 시공사 안전팀이 본래 역할에 충실토록 현장 지도

※ 교통전환 및 안전시설 관리용 차량, 장비 별도 운용

o 개선방안

현 행	개 선
시공사 안전관리자 업무 · 공사장 안전 및 보건 관리 · 근로자 교육 및 제반 행정 · 공사장 교통안전 병행	**일상 안전(안전팀)** · 건설안전 및 보건관리 업무 **공사장 교통안전(공사팀)** · **교통안전시설 관리 업무** · **교통차단 등(필요시 안전팀 지원)**

※ 시공사 여건에 따라 안전팀 인원보강, 자체 업무분장 명확화 등도 가능

V 적용계획

□ 공사중인 노선은 공사시행부서에서 예산 및 현장여건을 고려하여 적용여부 판단후 조치 **(건설사업단)**

- 교통안전관리차량, 교통관리용 싸인카, 교통시설물 유지관리비

□ 설계중인 노선은 설계단계부터 교통안전관리차량, 교통관리용 싸인카 및 교통시설물 유지관리비용 설계반영 **(설계처)**

□ 확장공사 현장 특성에 맞는 (교통)안전시설 설치·운용 개선사례 등 추가적인 안전부문 설계비 현실화 지속 발굴·적용 **(녹색환경처)**

붙 임 : 1. 교통안전관리차량 운용방법
2. 공사비 자료 (단가산출서)

붙 임 #1

교통안전관리차량 운용방법

□ 차량도색 및 문안부착 (언양영천사업단 운용사례)

정면 사진	측면 사진	후면 사진
- 20×20cm 글씨 규격, 중앙배열	- 15×15cm 글씨 규격, 중앙배열	- 20×20cm 글씨 규격, 중앙배열

○ 도색색상 : 적색(PANTONE 185C, 185C)으로 **전면 도색**

○ 문안부착 : **백색 초고휘도 반사지 문안 부착**(전면, 양측면, 후면)

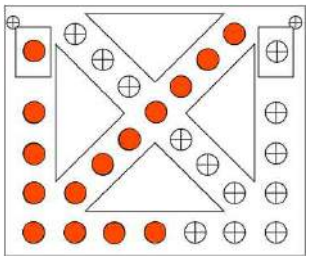
※ 글씨체 : HY헤드라인M

□ 차량 부착물

○ 황색 장방형 경광등 및 싸이렌 설치 [자동차안전기준에 관한 규칙 제58조]

- 경광등(도로관리용 : 황색) 광도 기준 적용
- 싸이렌음은 자동차의 전방 30미터의 위치에서 90db 이상 120db 이하일 것

○ 싸인보드 설치 [고속도로 공사장 교통관리기준(2011)]

	o **규격** : 1,800 × 1,540 (가로×세로) o **LED전구** : 황색 [순차적 등화 (위→아래)] o **밝기** : 주간 800cd, 야간 300cd	야간 및 흐린날 눈부심이 없도록 광도 조절

○ 필요시 통행차량의 추돌위험 대비 차량후면 트럭장착형 충돌흡수시설과 경보음 발생장치 부착·운용

□ 운행결과 기록 등

○ 일일 차량운행결과는 시공사의 현장 점검일지(순찰일지 등)에 기재, 관리

○ 도로상의 위험방지 위한 교통제한, 응급조치 등에 사용되므로 긴급자동차 지정을 받아 운용 [도로교통법 시행규칙 제3조] 긴급자동차의 지정신청]

붙 임 #2

단 가 산 출 서

산출근거	재료비	노무비	경비	합계	비고
○ 교통안전관리차량 / 1개월				481,933	
* 관련근거: 언양~영천 확장공사 설계자료 [교통안전 지킴이 차량비, 2011년] - 각 공사장에 1TON 트럭 1 대 투입, 교통안전순찰 및 시설물 관리 %% 공사연장 : 6.75KM (공구별 현장에 맞게 적용) %% 차량운행기간 : 30개월 (공구별 현장에 맞게 적용)					
1) 임대료 (세레스 1 TON 카고 표준형) 경 비 : 11,810,000 / 60(공사기간 5년 적용) = 196,833			196,833	196,833	
2) 유류대 (경유) A = 1 L / 10 KM * 6.07 KM * 5 * 2 = 6.07 L 재료비 : 6.07 L/DAY * 1,489 * 22 DAY = 198,841	198,841			198,841	
3) 도색(조합페인트 2회) 경 비: 50.0 m2 * 0 / 30개월=0 노무비: 50.0 m2 * 2,321 / 30개월=3,868 재료비: 50.0 m2 * 671 / 30개월 = 1,118	1,118	3,868		3,868 1,118	
4) 안전시설(경광등) 재료비 : 1 EA * 550,000 / 30개월=18,333	18,333			18,333	
5) 싸인보드(이동식) 1.8 * 1.54 (깃발60*150@2개 포함) 재료비 : 1,800,000 / 30개월=60,000 설치및해체(재료비의 5%) 1,800,000 * 5 / 100 / 30개월=3,000	60,000	3,000		60,000 3,000	
소 계 :	278,292	6,868	196,833	481,933	
전체 합계				481,933	

산출근거	재료비	노무비	경비	합계	비고
○교통관리용 싸인카/1일					
* 관련근거: 언양~영천 확장공사 설계자료 [교통안전시설공, 2011년]					
- 각 공사장에 2.5TON 자주식 싸인카 2대 투입, 차량 유도					
%% 싸인카 운용일수 : 공구별 현장에 맞게 산출, 적용					
T1 = 8 HR (사용시간)					
T2 = 설치1HR+철거1HR=2HR					
경 비: 10,539 * 8 * 2EA = 168,624			168,624	168,624	
노무비: 17,468 * 2 * 2EA = 69,872		69,872		69,872	
재료비: 8,604 * 8 * 2EA = 137,664	137,664			137,664	
소 계:	137,664	69,872	168,624	376,160	
전체 합계				376,160	

산출근거	재료비	노무비	경비	합계	비고
○교통안전표지판유지관리(세척)비/식					
* 관련근거: 언양~영천 확장공사 설계자료 [현장유지관리비, 2011년] 교통제한,우회구간의교통안전표지판면적산정, 년1회세척					
%% 표지판 면적 : 1,500㎡×5회= 7,500㎡ (공구별 현장에 맞게 산출)					
세척공# 인 부:0.016인*74,008*7,500=8,880,960		8,880,960		8,880,960	
재료비# 세척제:0.5 통*0.5 l/통*1,548*7,500=2,902,500	2,902,500			2,902,500	
넝 마:0.01KG*2,500*7,500=187,500	187,500			187,500	
소 계 :	3,090,000	8,880,960		11,970,960	
전체 합계				11,970,960	

9-7 고속도로 특성을 반영한
전기시설물 전기용량 산정기준 개선

시 설 처-1445
(2013. 5. 14)

Ⅰ 추진배경

□ 『고속도로 전기시설물 전기용량 산정기준 연구』 결과를 통한 전기시설물 용량 산정에 대한 적정성 검토 및 기준 개선

□ 고속도로 전기시설물 용량의 적정설계를 통한 설비의 효율적 이용으로 유지관리 예산절감 추진

Ⅱ 현기준

□ 변압기 용량 산정

> * 변압기 용량(P) = ΣP_L / η × α [kVA] 으로 산정
>
> 단, ΣP_L : 부하전력의 합(각 부하전력 × 각 부하의 수용율[5]의 합)
>
> η : 변압기 효율(95% 이상), α : 변압기 여유율(1.1)

o 건물별 수용률(%) 적용 기준

구 분	수용률(%)				
	전등	동력(일반)	동력(비상)	공조(냉난방)	UPS
본부, 지사, 영업소	70	55	70	75	60
휴게소	75	65	70	80	60

※ 터널은 터널 내 부하 100%, 터널 외 부하는 건물 수용률 적용

□ 비상발전기 용량 산정

o PG1, PG2, PG3 계산 방식에 따른 가장 큰 용량으로 산정

5) 수용률(%) : 최대사용전력과 설비용량과의 비율을 %로 표시한 값

Ⅲ 문제점

□ 고속도로 건물 전기시설물의 변압기 평균 이용률[6]이 낮음

구 분	지 사	영업소	휴게소	터 널
시설물 총용량[kVA]	558	361	584	1,146
변압기 시설용량[kVA]	429	305	422	1,350
사용전력[kW]/이용률[%]	186/43	140/46	183/44	715/53
비상발전기 시설용량[kW]	234	199	327	1,080

※ 세부현황 : 붙임1 참조

☞ 정부 에너지절약 정책에 따른 사용전력 절감(건물 평균 10%)을 고려할 때, **건물 이용률은 평균 44%(실제 54%) → 평균 64%(실제 74%) 약 20%의 이용률 개선이 필요**하나, 터널 이용률은 사용전력 절감(터널 평균 30%)을 고려할 때 53%(실제 83%)로 적정하게 산정됨

☞ 비상발전기 시설용량(비상전력)은 상용전력이 90%임을 감안할 경우 최대전력을 수용할 수 있는 용량으로 적정하게 산정됨

□ 변압기 여유 용량에 따른 한전 전력요금 부담 증가

o 한전 전력요금은 “기본요금 + 사용요금“ 으로 구성

* 기본요금은 사용요금과 달리 변압기 시설용량이 클수록 증가

□ 전기시설물 여유 용량에 따른 공사비 및 유지관리 비용 증가

6) 이용률(%) : 변압기 용량 대비 전기시설물 사용용량 비율

Ⅳ 개선방안

□ 부하 특성에 따른 부하종류 및 수용률(%) 기준 개선

o 시간, 빈도, 계절 특성에 따른 전기사용 부하 구분

o 부하의 종류(기존) * 전등, 동력, 공조, UPS 등	⇒	o 부하의 종류(개선) * 야간, 간헐, 일반 부하로 구분

o 수용률(%) 적용 기준 개선

o 수용률(기존) * 전등(70%), 일반동력(55%), 비상동력(70%), 공조(75%), UPS(60%)	⇒	o 수용률(개선) * 야간(100%), 간헐(15%), 일반(30-70%) * 건물 규모 및 차로수에 따른 가산율(10-30%) 적용

□ 야간, 간헐, 일반부하 및 수용률(%) 적용 세부현황

o 부하 종류별 수용률(%)

구 분		수용률(%)	부 하 종 류
야간부하		100	가로등, 보안등, 조명탑 등
간헐부하		15	소방펌프, 배수펌프, 기계실·급배기팬 등
일반부하	지 사	50	전등, 전열, 전산장비, 항온항습기 + 냉·난방기기 총 부하 중 최대치
	영업소	30	전등, 전열, 전산장비, 항온항습기, 툴부스 + 냉방, 난방기기 총 부하 중 최대치
	휴게소	70	전등, 전열 + 냉방, 난방기기 총 부하 중 최대치

o 건물 규모 및 차로수에 따른 가산율(%) 적용

구 분	지사(본부)		영업소
가산율(%)	- 면적 5,000[m^2] 이상 - 근무자 80인 이상 - 건물 층수 3층 이상	20%	- 5차로 이하 : - - 12차로 이하 : 10% - 13차로 이상 : 30%

※ 근거자료 : "고속도로 전기시설물 전기용량 산정기준 연구(2012.10)"

□ 비상발전기 용량은 『고속도로 전기시설물 전기용량 산정기준 연구(2012)』 결과에 따라 기존 방식(PG1, PG2, PG3) 적용

Ⅴ 기대효과

□ 전기시설물 수용률(%) 개선에 따른 변압기 평균 용량 감소

구 분	기존[kVA]	개선[kVA]	증(△)감
지 사	429	321	△ 108 (25%)
영업소	305	218	△ 87 (28%)
휴게소	422	333	△ 89 (21%)

※ 세부현황 : 붙임1 참조

□ 수용률 개선에 따른 예산 절감 : 3,640백만원/20년

구 분	합 계	공사비	전력료	대행수수료
절감액(백만원)	3,640	426	2,015	1,199

※ 2016년 신설 및 확장구간 적용

Ⅵ 향후 추진계획

□ 현재 시공 중인 현장은 현장여건을 감안하여 설계변경 시행

□ 향후 설계 시 개선된 수용률 반영

붙 임 : 1. 전기시설물 용량 현황
2. 절감액 산출근거
3. 변압기 산정 양식

붙 임 #3

변압기 산정 양식(예시)

1. 계산 조건

변압기종	MOLD TR.	변압기 효율	98.5% 적용
전압방식	3ø4W 22.9KV / 380V-220V	위 치	

2. 용량 계산

구 분	접속부하(VA)	수용율(%)	수용부하[VA]	비 고
하계부하	150,000			
동계부하	60,000			
Max(동계, 하계)	150,000	50%	75,000	동계부하와 하계부하의 큰 값
상시부하	220,000	50%	110,000	
야간부하	6,000	100%	6,000	
간헐부하	160,000	15%	24,000	
합 계	596,000		215 [kVA]	
여 유 율	1.1		236 [kVA]	
선정변압기			**250 [kVA]**	

9-8 「건축물 에너지 절약설계 통합기준」 수립

시 설 저-2097
(2013. 7. 5)

Ⅰ 검토목적

□ 에너지절약형 녹색건축물 보급·확대를 위한「녹색건축물 조성 지원법」 시행(2013.2) 및「건축물의 에너지절약설계기준」개정(2013.3) 등 에너지절약설계기준 **강화**

- 건축물 에너지절약계획서 제출 의무화 : 연면적 500㎡이상

□ 부문별(건축,설비,전기)「에너지성능지표」 **도출** 및 에너지절약설계 통합기준 **수립** 필요

- 에너지성능지표(Energy Performance Index) : 건축물의 에너지절약과 관계되는 지표를 점수화하여 건축허가 여부 결정

Ⅱ 개정법령 주요내용

□ 에너지절약계획서 제출대상 **확대**

현 행		개 정
▪ 공동주택(기숙사 제외)	아파트, 연립주택	**연면적 500㎡ 이상 건축물**
▪ 업무시설, 연구소 등	3,000㎡이상	
▪ 기숙사, 의료시설, 유스호스텔, 숙박시설 등	2,000㎡이상	
▪ 일반 목욕장, 실내 수영장 등	500㎡이상	
▪ 판매시설, 운수시설 등	3,000㎡이상	
▪ 문화및집회시설, 종교시설, 장례식장 등	10,000㎡이상	

□ 에너지성능지표 산정 용도 **통합**

o (현행) 9개 용도 : 사무, 판매, 숙박, 목욕, 관람, 병원, 학교, 주택1, 주택2

o (개정) 4개 용도 : 비주거 대형, 비주거 소형, 주택1, 주택2

□ 에너지성능지표(EPI) **강화** : 민간 65점 이상, **공공기관 74점 이상**

□ 건축물의「에너지절약설계기준」**강화**

Ⅲ 에너지절약설계 통합기준

□ 수립방향

건물별 「에너지 절약설계 통합기준」 마련

부문별(건축,설비,전기) **에너지성능지표*** EPI **도출**

[에너지성능지표 주요항목]

건축부문	설비부문	전기부문
• 부위별 열관류율 (외벽, 지붕, 최하층 바닥) • 외단열 공법 적용 • 창면적비 50% 미만 • 기밀성 창호 설치 • 외부 차양장치 등	• 고효율 냉·난방기기 설치(고효율인증제품) • 고효율 펌프 사용 • 폐열회수 환기설비 • 에너지절약 제어방식 • 신재생에너지 적용	• 실별 조명밀도 • 간선의 전압강하 • LED조명기기 전력량 비율 • 옥외등 LED 램프 적용 • 대기전력 자동차단콘센트 설치

[의무설계사항 주요항목]

건축부문	설비부문	전기부문
• 외벽 단열기준 준수 • 외벽평균 열관류율 0.6점이상 • 바닥난방 단열재 설치 • 방습층 설치, 방풍구조 • 기밀성능 창호설치(1~5등급)	• 냉난방설비 용량계산시 외기조건 설계기준 준수 • 펌프 KS인증제품 사용 • 기기배관 및 덕트는 표준시방기준 이상 단열재 사용	• 고효율 변압기 설치 • 역률개선용 콘덴서 전동기별 설치 • 고효율 조명기기 사용 • 부분조명 가능한 점멸회로 구성 • 일괄소등(층별,구역별) 스위치 설치

□ 에너지 성능지표 (EPI)

현 행	에너지성능지표 적용항목 검토	에너지성능지표 도출
• 건물별 에너지성능지표 기준 부재 • 부문별 별도설계로 통합기준 부재	• 건물별, 부문별 에너지성능지표 수준 분석	• 건물별 에너지성능지표 최소기준 도출(성능계량화) • 부문별 에너지절약설계 세부항목 기준 마련

□ 에너지 성능지표(EPI) 기준

에너지성능지표는 설계기준, 경제성, 건물특성 등을 고려 건물별 성능지표 도출

① 영업소 : 소규모 건물로 초기투자비등 고려 에너지성능지표 최소기준「74점」적용

에너지성능지표 (EPI)			
구분	적용 항목	적용기준	비 고
건축 부문	외벽의 평균 열관류율 Ue(W/㎡·K) (창 및 문을 포함)	중부 0.470~0.630 미만 남부 0.580~0.760 미만	
	지붕의 평균 열관류율 Ur (W/㎡·K) (천창 등 투명 외피부분을 제외한 부위의 평균 열관류율)	중부 0.110~0.120 미만 남부 0.140~0.160 미만	
	최하층 거실바닥의 평균 열관류율 Uf (W/㎡·K)	중부 0.120~0.160 미만 남부 0.140~0.180 미만	
	외단열 공법의 채택 (전체 외벽면적에 대한 시공 비율, 전체 외벽면적에 대한 창면적비가 50%미만일 경우에 한함)	전체 외벽면적에 대한 외단열 시공비율 70% 이상	
	기밀성 창호 및 문의 설치 (KS F2292에 의한 기밀성 등급 및 통기량(㎥/h㎡))	기밀성 1등급 (통기량 1㎥/h㎡ 미만)	
설비 부문	난방기기 효율(%) /기름보일러	기름보일러 효율 92% 이상 고효율 인증제품 사용	
	냉방기기	고효율인증제품 사용 (신재생인정제품)	
	냉온수 순환, 급수 및 급탕 펌프의 평균 효율(%)	1.16E이상	
	수용 펌프 또는 가압급수펌프 전동기에 가변속 제어 등 에너지절약적 제어방식	급수용 펌프 전체 동력의 60%이상 적용	
전기 부문	거실의 조명밀도(W/㎡)	8 미만	
	간선의 전압강하(%)	3.5미만	
	전체 조명설비 전력량에 대한 LED 조명기기 전력량 비율(%)	20% 이상 (고효율 에너지기자재인증제품 사용)	
	옥외등 고휘도방전램프(HID) 또는 LED램프 사용	LED 램프 적용	
신재생 부 문	전체 급탕부하에 대한 신·재생에너지 용량 비율	10% 이상 적용 (의무화 대상 건축물은 15% 이상)	

② 지 사 : 중규모 건물로 냉·난방비용 등 유지관리비 고려 에너지성능지표「84점」적용

에너지성능지표 (EPI)			
구분	적용 항목	적용기준	비 고
건축 부문	외벽의 평균 열관류율 Ue(W/㎡·K) (창 및 문을 포함)	중부: 0.470~0.630 미만 남부: 0.580~0.760 미만	
	지붕의 평균 열관류율 Ur (W/㎡·K) (천창 등 투명 외피부분을 제외한 부위의 평균 열관류율)	중부: 0.110 미만 남부: 0.140 미만	
	최하층 거실바닥의 평균 열관류율 Uf (W/㎡·K)	중부: 0.120~0.160 미만 남부: 0.140~0.180 미만	
	외단열 공법의 채택 (전체 외벽면적에 대한 시공 비율, 전체 외벽면적에 대한 창면적비가 50%미만일 경우에 한함)	전체 외벽면적에 대한 외단열 시공비율 70% 이상	
	기밀성 창호 및 문의 설치 (KS F2292에 의한 기밀성 등급 및 통기량(㎥/h㎡))	기밀성 1등급 (통기량 1㎥/h㎡ 미만)	
설비 부문	난방기기 효율(%)/기름보일러	기름보일러 효율 86이상~89%미만 고효율 인증제품 사용	
	냉방기기	고효율인증제품 사용 (신재생인정제품)	
	냉온수 순환, 급수 및 급탕 펌프의 평균 효율(%)	1.16E이상	
	폐열회수형 환기장치 또는 바닥열을 이용한 환기장치, 보일러 또는 공조기의 폐열회수설비	폐열회수 환기장치 적용	
	신재생에너지 이용 냉방 적용(%)	60~70% 미만	
	급수용 펌프 또는 가압급수펌프 전동기에 가변속 제어 등 에너지절약적 제어방식	급수용 펌프 전체 동력의 60%이상 적용	
전기 부문	거실의 조명밀도(W/㎡)	8 미만	
	간선의 전압강하(%)	3.5 미만	
	전체 조명설비 전력량에 대한 LED 조명기기 전력량 비율(%)	20% 이상 (고효율 에너지기자재인증제품 사용)	
	옥외등 고휘도방전램프(HID) 또는 LED램프 사용	LED 램프 적용	
신재생 부 문	전체 난방설비용량에 대한 신·재생에너지용량 비율	2% 이상 적용 (의무화 대상 건축물은 4% 이상)	
	전체 냉방설비용량에 대한 신·재생에너지용량 비율	2% 이상 적용 (의무화 대상 건축물은 4% 이상)	

③ 휴게소 : 건물 특성(임대) 및 초기투자비등 고려 에너지성능지표 최소기준「74점」적용

에너지성능지표 (EPI)			
구분	적용 항목	적용기준	비 고
건축 부문	외벽의 평균 열관류율 Ue(W/㎡·K) (창 및 문을 포함)	중부 0.630~0.790 미만 남부 0.760~0.940 미만	
	지붕의 평균 열관류율 Ur (W/㎡·K) (천창 등 투명 외피부분을 제외한 부위의 평균 열관류율)	중부 0.120~0.140 미만 남부 0.160~0.180 미만	
	최하층 거실바닥의 평균 열관류율 Uf (W/㎡·K)	중부 0.160~0.200 미만 남부 0.180~0.230미만	
	외단열 공법의 채택 (전체 외벽면적에 대한 시공 비율, 전체 외벽면적에 대한 창면적비가 50%미만일 경우에 한함)	전체 외벽면적에 대한 시공비율 70% 이상	
	기밀성 창호 및 문의 설치 (KS F2292에 의한 기밀성 등급 및 통기량(㎥/h㎡))	기밀성 2등급 (통기량 1~2㎥/h㎡ 미만)	
설비 부문	난방기기 효율(%) / 기름보일러	기름보일러 효율 86이상~89%미만 고효율 인증제품 사용	
	냉방기기	고효율인증제품 사용 (신재생인정제품)	
	냉온수 순환, 급수 및 급탕 펌프의 평균 효율(%)	1.16E이상	
	신재생에너지 이용 냉방 적용(%)	100%	
	급수용 펌프 또는 가압급수펌프 전동기에 가변속 제어 등 에너지절약적 제어방식	급수용 펌프 전체 동력의 60%이상 적용	
전기 부문	거실의 조명밀도(W/㎡)	8 미만	
	간선의 전압강하(%)	3.5 미만	
	전체 조명설비 전력량에 대한 LED 조명기기 전력량 비율(%)	20% 이상 (고효율 에너지기자재인증제품 사용)	
	옥외등 고휘도방전램프(HID) 또는 LED램프 사용	LED 램프 적용	
신재생 부 문	전체 난방설비용량에 대한 신·재생에너지용량 비율	2% 이상 적용 (의무화 대상 건축물은 4% 이상)	
	전체 냉방설비용량에 대한 신·재생에너지용량 비율	2% 이상 적용 (의무화 대상 건축물은 4% 이상)	

Ⅳ 추진계획

□ 2013년 설계 시행중인 건축물부터 적용

□ 2013. 9.1 이후 건축허가 신청시 「에너지절약 설계검토서」*붙임2 작성 첨부

Ⅴ 기대효과

□ 건축물 에너지성능(계량화) 및 에너지절약 설계 기준 확립

□ 부문별(건축,설비,전기,신재생) 에너지절약 기법축적 및 공유 확산

붙 임 : 1. 에너지성능지표 검토서 1부
2. 에너지절약 설계검토서 1부
3. 건축물의 에너지절약설계 개정기준 1부. 끝.

에너지 성능지표 (EPI) 검토

□ 영업소 : 소규모 건물로 초기투자비등 고려 에너지성능지표 최소기준「74점」적용

구 분	에너지성능지표 (EPI) 적용항목	적용기준	평점	현 수준 분석 및 검토내용
건축부문	외벽의 평균 열관류율 Ue(W/㎡·K) (창 및 문을 포함)	중부 0.470 ~ 0.630 미만 남부 0.580 ~ 0.760 미만	30.6 30.6	(중부) 외벽 평균 열관류율 : **0.487** (남부) 외벽 평균 열관류율 : **0.620**
	지붕의 평균 열관류율 Ur (W/㎡·K) (천창 등 투명 외피부분 제외)	중부 0.110 ~ 0.120 미만 남부 0.140 ~ 0.160 미만	7.2 7.2	(중부) 지붕 평균 열관류율 : **0.119** (남부) 지붕 평균 열관류율 : **0.148**
	최하층 거실바닥의 평균 열관류율 Uf (W/㎡·K)	중부 0.120 ~ 0.160 미만 남부 0.140 ~ 0.180 미만	5.4 4.8 (5.4)	(중부) 최하층 거실바닥평균 열관류율 : **0.128** (남부) 최하층 거실바닥평균 열관류율 : **0.187** → (상향) 0.180 미만
	외단열 공법의 채택 (창면적비 50%미만인 경우에 한함)	전체 외벽면적에 대한 시공비율 70% 이상	6.0	외단열공법 평균 시공비율 약 **95%** (창면적비 평균 **16%**)
	기밀성 창호 및 문의 설치 (KS F2292에 의한 기밀성 등급 및 통기량(㎥/h㎡))	기밀성 1등급 (통기량 1㎥/h㎡ 미만)	6.0	기밀성 창호 **1등급** 수준 (통기량 **0.47**㎥/h㎡)
	건축부문 소계		**55.2** **55.2**	
설비부문	난방기기 효율(%) (기름보일러, 기타 난방기기)	기기 효율 고효율인증제품 사용	5.6	기름보일러 효율 상향 88%→**92%**이상 항온항습기 고효율인증제품 사용 (보일러 35%, EHP 50%, 항온항습기 15%)
	냉방기기	고효율인증제품 사용 (신재생인정제품)	1.3	항온항습기 고효율인증제품 사용 (EHP 85%, 항온항습기 15%)
	냉온수 순환, 급수 및 급탕 펌프의 평균 효율(%)	1.16E이상	2	평균효율 1.4E 수준
	수용 펌프 또는 가압급수펌프 전동기에 가변속 제어 등 에너지절약적 제어방식	급수용 펌프 전체 동력의 60% 이상 적용	1	인버터방식으로 전체동력의 100% 수준
	설비부문 소계		**9.9**	
전기부문	거실의 조명밀도(W/㎡)	8 미만	2	조명밀도 3.45 수준
	간선의 전압강하(%)	3.5 미만	1	전압강하 1~3% 미만
	옥외등 고휘도 방전램프(HID) 또는 LED 램프사용	적용여부	1	LED 램프 사용
	전체 조명설비 전력량에 대한 LED 조명기기 전력량 비율(%)	20% 이상 (고효율에너지기자재인증제품 사용)	4	LED 조명기기 68% 수준
	전기부문 소계		**8**	
신재생부문	전체 급탕부하에 대한 신·재생에너지 용량 비율	10% 이상 적용 여부 (의무화 대상 건축물은 15% 이상)	**1**	태양열급탕시스템 10% 적용
합 계 (건축+설비+전기+신재생)			**74.1** **74.1**	

[설계개선]
- (건축) 최하층 거실바닥 평균 열관류율 상향
- (설비) 난방기기(기름보일러) 효율 92% 이상 사용, 항온항습기 고효율인증제품 사용
- (전기) 옥외등 고휘도방전램프(HID) 또는 LED램프 적용

□ 지 사 : 중규모 건물로 냉·난방등 유지관리비용 고려 에너지성능지표 「84점」 수준 적용

구 분	에너지성능지표 (EPI) 적용항목	적용기준	평점	현 수준 분석 및 검토내용
건축부문	외벽의 평균 열관류율 Ue(W/㎡·K) (창 및 문을 포함)	중부 0.470 ~ 0.630 미만 남부 0.58 미만	30.6 34.0	(중부) 외벽 평균 열관류율 : 0.492 (남부) 외벽 평균 열관류율 : 0.548
	지붕의 평균 열관류율 Ur (W/㎡·K) (천창 등 투명 외피부분 제외)	중부 0.11 미만 남부 0.14 미만	8 8	(중부) 지붕 평균 열관류율 : 0.016 (남부) 지붕 평균 열관류율 : 0.110
	최하층 거실바닥의 평균 열관류율 Uf (W/㎡·K)	중부 0.120 ~ 0.160 미만 남부 0.140 ~ 0.180 미만	5.4 5.4	(중부) 최하층 거실바닥평균 열관류율 : 0.141 (남부) 최하층 거실바닥평균 열관류율 : 0.178
	외단열 공법의 채택 (창면적비 50%미만인 경우에 한함)	전체 외벽면적에 대한 시공비율 70% 이상	6.0	외단열공법 평균 시공비율 약 88% (창면적비 평균 23%)
	기밀성 창호 및 문의 설치 (KS F2292에 의한 기밀성 등급 및 통기량(㎥/h㎡))	기밀성 1등급 (통기량 1㎥/h㎡ 미만)	6.0	기밀성 창호 1등급 수준 (통기량 0.1㎥/h㎡)
	건축부문 소계		**56.0** **59.4**	
설비부문	난방기기 (효율 %) (기름보일러, 기타 난방기기)	기기 효율 고효율인증제품 사용	6.2	기름보일러(25%) 효율 88% EHP(13%), 항온항습기(2%),지열(60%)
	냉방기기	고효율인증제품 사용 (신재생인정제품)	1.7	EHP(30%), 항온항습기(5%),지열(65%)
	냉온수 순환, 급수 및 급탕 펌프의 평균 효율(%)	1.16E이상	2	평균효율 1.4E 수준
	폐열회수형 환기장치 또는 바닥열을 이용한 환기장치, 보일러 또는 공조기의 폐열회수설비	적용 여부 (고효율에너지기자재 인증제품)	2	폐열회수 환기장치 적용
	신재생에너지 이용 냉방 적용	적용 비율	0.6	신재생에너지 냉방 65% 수준
	급수용 펌프 또는 기압급수펌프 전동기에 가변속 제어 등 에너지절약적 제어방식	급수용 펌프 전체 동력의 60% 이상 적용	1	인버터방식으로 전체동력의 100% 수준
	설비부문 소계		**13.5**	
전기부문	거실의 조명밀도(W/㎡)	8 미만	2	조명밀도 1.7 수준
	간선의 전압강하(%)	3.5 미만	1	전압강하 1~3% 미만
	옥외등 고휘도 방전램프(HID) 또는 LED 램프사용	적용여부	1	LED 램프 사용
	전체 조명설비 전력량에 대한 LED 조명기기 전력량 비율(%)	20% 이상 (고효율에너지기자재인증제품 사용)	4	LED 조명기기 45% 수준
	전기부문 소계		**8**	
신재생부문	전체 난방설비용량에 대한 신·재생에너지용량 비율	2% 이상 적용 여부 (의무화 대상 건축물은 4% 이상)	3	신재생에너지 난방 60% 수준
	전체 냉방설비용량에 대한 신·재생에너지용량 비율	2% 이상 적용 여부 (의무화 대상 건축물은 4% 이상)	4	신재생에너지 냉방 65% 수준
	신재생 소계		**7**	
합 계 (건축+설비+전기+신재생)			**84.5** 86.9	

[설계개선] • (전기) 옥외등 고휘도방전램프(HID) 또는 LED램프 적용

□ 휴게소 : 건물 특성(임대) 및 초기투자비등 고려 에너지 성능지표 최소 기준「74점」적용

구 분	에너지성능지표 (EPI)			현 수준 분석 및 검토내용
	적용항목	적용기준	평점	
건축 부문	외벽의 평균 열관류율 Ue(W/㎡·K) (창 및 문을 포함)	중부 0.63~0.79 미만 남부 0.76~0.94 미만	27.2 27.2	(중부) 외벽 평균 열관류율 : 0.717 (남부) 외벽 평균 열관류율 : 0.884
	지붕의 평균 열관류율 Ur (W/㎡·K) (천창 등 투명 외피부분 제외)	중부 0.12~0.14 미만 남부 0.16~0.18 미만	6.4 6.4	(중부) 지붕 평균 열관류율 : 0.12 (남부) 지붕 평균 열관류율 : 0.12
	최하층 거실바닥의 평균 열관류율 Uf (W/㎡·K)	중부 0.16~0.20 미만 남부 0.18~0.23 미만	4.8 3.6	(중부) 최하층 거실바닥평균 열관류율 : 0.18 (남부) 최하층 거실바닥평균 열관류율 : 0.29
	외단열 공법의 채택 (창면적비 50%미만인 경우에 한함)	전체 외벽면적에 대한 시공 비율 70% 이상	6.0	외단열공법 평균 시공비율 약 83% (창면적비 평균 25%)
	기밀성 창호 및 문의 설치 (KS F2292에 의한 기밀성 등급 및 통기량(㎥/h㎡))	기밀성 2등급 (통기량 1~2㎥/h㎡ 미만)	5.4	기밀성 창호 2등급 수준 (통기량 1.3㎥/h㎡)
	건축부문 소계		49.8 48.6	
설비 부문	난방기기 (효율 %) / 기름보일러	기기효율 92% 이상	6.1	기름보일러(60%) 평균 효율 88% 신재생에너지(지열) 40%
	냉방기기	고효율인증제품 사용 (신재생인정제품)	2	신재생에너지(지열) 100% 수준
	냉온수 순환, 급수 및 급탕 펌프의 평균 효율(%)	1.16E이상	2	평균효율 1.4E 수준
	신재생에너지 이용 냉방 적용	적용 비율	1	신재생에너지 냉방 100% 수준
	급수용 펌프 또는 가압급수펌프 전동기에 가변속 제어 등 에너지절약적 제어방식	급수용 펌프 전체 동력의 60% 이상 적용	1	인버터방식으로 전체동력의 100% 수준
	설비부문 소계		12.1	
전기 부문	거실의 조명밀도(W/㎡)	8 미만	2	조명밀도 2.83 수준
	간선의 전압강하(%)	3.5 미만	1	전압강하 1~3% 미만
	전체 조명설비 전력량에 대한 LED 조명기기 전력량 비율(%)	20% 이상 (고효율 에너지기자재인증제품 사용)	4	LED 조명기기 43% 수준
	전기부문 소계		7	
신재생 부 문	전체 난방설비용량에 대한 신·재생에너지용량 비율	2% 이상 적용 여부) (의무화 대상 건축물은 4% 이상)	3	신재생에너지(난방) 40% 수준
	전체 냉방설비용량에 대한 신·재생에너지용량 비율	2% 이상 적용 여부 (의무화 대상 건축물은 4% 이상)	4	신재생에너지(냉방) 100% 수준
	신재생 소계		7	
합 계 (건축+설비+전기+신재생)			75.9 74.7	

9-9 건물 LED조명 설계기준 수립

시 설 저-2179
(2013. 7. 10)

Ⅰ 추진배경

□ 우리공사에 적합한 건물 LED조명 설치기준을 마련하여 최적의 조명수준을 유지하고,

□ 건물 LED조명 공사비 및 유지관리비용 절감

Ⅱ 현황 및 문제점

1 현 황

□ 건물조명 설치현황

구 분	계	LED 조명	매입형 형광등	형광등 다운라이트	기타
조명(등)	111,401	44,225	46,543	7,023	13,610
비 율	100%	40%	42%	6%	12%

□ 건물 LED조명 교체사업

매입형 형광등

매입형 LED

형광등 다운라이트

LED 다운라이트

□ 건물 LED조명 교체계획

구 분	2013년	2014년	2015년
교체율[누적](%)	9 [49]	5 [54]	6 [60]
교체수[누적](등)	10,000 [54,200]	6,800 [61,000]	8,300 [69,300]
예 산[누적](억)	24 [71]	15 [86]	19 [105]

2 문 제 점

□ 건물 LED조명 설계 및 교체 시 적용되는 설계계수가 미비

o 일반 형광등기구에 적용되는 설계계수 임의적용

⇒ 건물 LED 조명등기구에 적합한 보수율과 조명률 산정 필요

【건물조명 설계법】

· 조명수량(EA) = $\dfrac{\text{실별조도(lx)} \times \text{실면적(㎡)}}{\textbf{조명률(UF)} \times \text{소요광속(lm)} \times \textbf{보수율(MF)}}$

※ 광속법(Lumen Method) 계산법

- **보수율** : 조명기구 설치 후 기준조도 유지를 위해 설계 시 반영하는 안전율로 조명 설계시 중요 인자
- **조명률** : 조명기구에서 나오는 광속 중 작업면에 들어오는 광속의 비율로 조명 설계시 중요 인자
- 실별조도 : 사무실 300lx, 주방 200lx, 화장실 100lx 등 **(붙임#1)**

o 제품 제조사별 규격 및 성능이 다양하여 소비전력 및 수량 산정 애로

※ 제조사 현황

· KS 인증업체 : 173개사 (KSC7653), 40개사 (KSC7651)

· 고효율 인증업체 : 334개사 (2,924개 제품)

· 조달 등록업체 : LED 실내조명 164개사 (2,121개 제품),
LED 다운라이트 108개사 (611개 제품)

☞ 1. 국내 최초 건물 LED조명 특성을 반영한 보수율, 조명률 정립
2. 합리적인 LED조명 설치를 통한 에너지 절감

Ⅲ 건물 LED조명 설계 가이드라인

□ LED 조명의 유지보수성을 감안한 보수율 정립

일반등기구		LED등기구
· 매입형 형광등기구 : 0.70 · 다운라이트 : 0.79	⇨	· 매입형 LED 평판조명 : 0.79 · LED 다운라이트 : 0.79

【 CIE(국제조명위원회) 보수율 산정법 적용 】 (붙임#2)

- **광속유지계수×조명수명계수×조명기구유지계수×공간표면유지계수**

  ※ 서울시 『LED 실내조명 설계가이드라인』 자료 참고

o 기존 형광등기구 대비 **등기구 수량 약 11 % 절감효과**

□ LED 조명의 배광특성을 감안한 조명률 정립

일반등기구		LED등기구
· 매입형 형광등기구 : 0.35 ~ 0.75 · 형광등 다운라이트 : 0.31 ~ 0.57	⇨	· 매입형 LED 평판조명 : 0.46 ~ 1.00 · LED 다운라이트 : 0.49 ~ 1.00

【 CEN(유럽표준화위원회) 조명률 산정법 적용 】 (붙임#3)

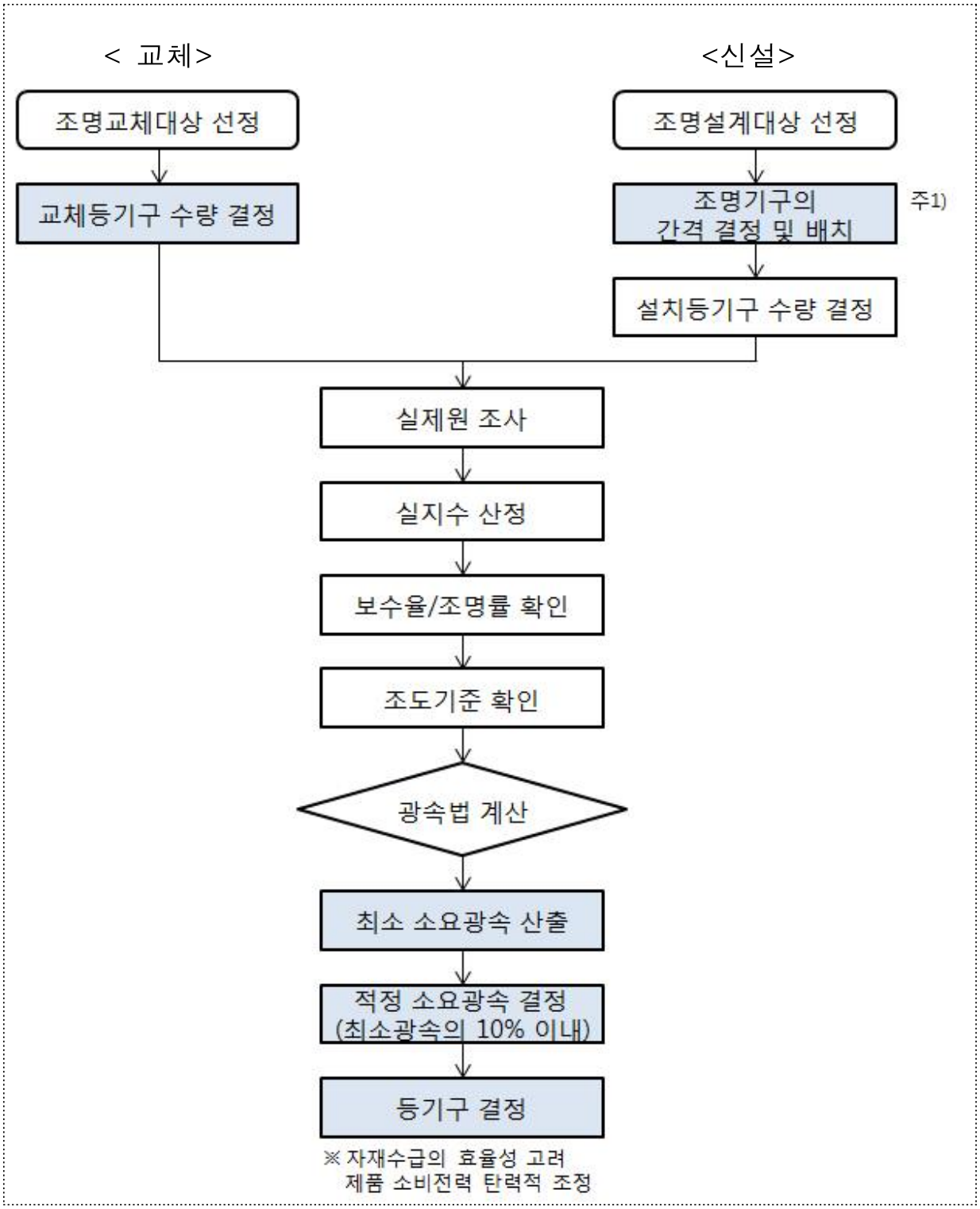
- **누적광속 산출 → 작업면에 떨어지는 직접광속 산출 → 조명기구 분포계수 산출 → 조명률 산정**

  ※ 제조업체(10개사) 표본 배광(IES)파일 근거 적용

o 방지수별 **건물 LED 조명률표** 산정(붙임#4)

o 기존 형광등 대비 **등기구 수량 약 30 ~ 70 % 절감효과**

□ 합리적인 LED조명 설계 절차



주1) 조명기구의 최대간격은 작업면으로부터 광원까지 높이의 1.5배 이하로 배치, 밝은 부분과 어두운 부분의 밝음의 비는 3:1이하

Ⅳ 추진계획

□ 신규 건물 설계시부터 반영

□ 건설중인 건물은 현장여건을 감안하여 설계변경

□ 기존건물 LED 조명 교체시 반영

Ⅴ 기대효과

□ 건물 LED조명에 대한 설계계수 정립으로 최적 조명수준 유지

□ 2020년까지 LED 교체 완료시(약 53,500등)

→ 전력료 연간 약 5.7억원, 공사비 약 35억원 절감

붙 임 #1

고속도로 건물 및 실별 조도기준

건물명	실 명	조도기준(lx)	건물명	실 명	조도기준(lx)
지사	지사기계실	150	영업소	식당	150
	CO2실	60		주방침실	60
	경유탱크실	60		주방창고	100
	물탱크실	60		화장실	100
	PIT	15		갱의실	100
	출입구/복도/계단	60		대기실	100
	상황실	300	휴게소	기계실	150
	사무실/회의실	300		경유탱크실	60
	고객지원팀장실	300		PIT	15
	갱의실	100		전기실	150
	주방/식당	200		발전기실	150
	주방숙소	60		CO2실	60
	광전송실	100		출입구/복도/계단	60
	축전지실	100		주방창고	100
	각종 창고	100		주방	200
	화장실	100		직원/일반식당	200
	지사장실	300		편의점	300
	대회의실	300		창고	100
	준비실	100		재활용분류고	150
	PAC실	60		안내	300
	탕비실	60		화장실	60
	체력단련실	150		사무실/소장실	300
	샤워실	60		세탁실	100
	탈의실	60		휴게실	100
	정비실	150		숙소	100
	공구실/공기구실	100	주유소	기계실	150
	운전원실/정비원실	100		경유탱크실	60
	폐수처리시설	60		PIT	15
	숙소/취침실/거실	100		화장실	60
	발코니	60		사무실/소장실	300
	세탁실	100		창고	100
영업소	보일러실	150		직원식당	150
	경유탱크실	60		주유 케노피	40
	PIT	15		숙직실	60
	지하통로	40		대기실	60
	출입구/복도/계단	60	터널 관리동	기계실	150
	장비실	100		공동구	40
	관리자실	300		출입구/복도/계단	60
	사무실/회의실	300		전기실	150
	민원안내실	300		발전기실	150
	고객상담실	300		경유탱크실	60
	탕비실	60		중앙제어실	300
	비품,소모품창고	100		CO2실	60
	배터리실	100		대기실	60
	통행권보관실	100		탕비실	60
	금고실	100		샤워실	60
	주방	200		화장실	60

붙 임 #2

보수율 산정방법

보수율(MF) = 램프광속 유지계수(LLMF) × 램프 수명계수(LSF) × 조명기구 유지계수(LMF) × 공간표면 유지계수(RSMF)
= 0.95 × 1.0 × 0.88 × 0.95 = **0.79**

□ 램프광속 유지계수(LLMF) : 0.95

o 수명내 특정시점의 램프 광속과 초기광속의 비

o 제조업체의 데이터를 근거로 10년의 운용기간에 대한 계수산정

□ 램프 수명계수(LSF) : 1.0

o 일정시간 경과 후까지 작동을 유지하는 램프의 잔존률

o 부분교체시 1.0 적용

□ 조명기구 유지계수(LMF) : 0.88

o 시간경과에 따른 분진으로 인한 조명기구의 상대적 출력

o 조명기구 IP등급(IP20)과 세척주기(1년) 적용

세척주기	0.5년				1년			
환 경	매우청결	청결	보통	불결	매우청결	청결	보통	불결
계 수	0.94	0.92	0.87	0.83	0.94	0.88	0.82	0.77

□ 공간표면 유지계수(RSMF) : 0.95

o 환경(매우 깨끗함, 깨끗함, 보통, 오염됨) 영향 반영

o 방 표면(천정/벽/바닥) 반사율(0.7/0.5/0.2) 및 청소주기(1년) 적용

청소주기	0.5년				1년			
환 경	매우청결	청결	보통	불결	매우청결	청결	보통	불결
계 수	0.98	0.96	0.87	0.87	0.97	0.95	0.86	0.86

붙 임 #3

조명률 산정방법

누적광속 산출 → 작업면에 떨어지는 직접광속 산출 → 조명기구 분포계수 산출 → 조명률 산정

□ 누적광속 CEN Flux Code

o 조명기구의 배광특성을 표현하며, 4개구역으로 분리 산출

o 광도테이블로부터 하향 광속비(FCL) 계산

o FCL1 : 0°~41.4°, FCL2 : 0°~60°, FCL3 : 0°~75.5°, FCL4 : 0°~90°

□ 직접광속 DFL(Downward Flux Lumen)

o 표준 방공간의 작업면 상에 떨어지는 직접 광속

o CEN Flux Code와 GML을 이용하여 산출

□ 기하학적 배수 GML(Geometric Multipliers)

o 방지수 k에 대하여 직접 광속을 산출하기 위한 기하학적 배수

□ 분포계수 DF(Distribution Factor)

o DFL과 DLOR(하향광출력비)를 이용하여 산출

□ 전달계수 TF(Transfer Factor)

o 조명기구를 대상으로 주어진 기준에 의해 만들어진 전달계수

□ UF(Utilization Factor)

o DF와 TF를 이용하여 산출

붙 임 #4

건물 LED조명 조명률표

[매입형 LED 평판조명]

천정반사율	70%		
벽반사율	70%	50%	30%
바닥반사율	20%	20%	20%
방지수			
0.6	0.59	0.46	0.38
0.8	0.68	0.56	0.48
1	0.76	0.64	0.56
1.25	0.82	0.72	0.64
1.5	0.87	0.78	0.70
2	0.94	0.86	0.80
2.5	0.98	0.91	0.85
3	1.00	0.95	0.90
4	1.00	1.00	0.95
5	1.00	1.00	0.99

[LED 다운라이트]

천정반사율	70%		
벽반사율	70%	50%	30%
바닥반사율	20%	20%	20%
방지수			
0.6	0.61	0.49	0.41
0.8	0.70	0.58	0.50
1	0.77	0.66	0.59
1.25	0.84	0.74	0.66
1.5	0.89	0.79	0.72
2	0.95	0.88	0.82
2.5	0.99	0.92	0.87
3	1.00	0.96	0.91
4	1.00	1.00	0.96
5	1.00	1.00	1.00

9-10 고속도로 건설현장
안전관리자 자격·경력기준 강화

녹색환경처-406
(2013. 10. 14)

Ⅰ 추진배경

o 잇단 건설현장 대형사고로 정부부처의 실효적 재해예방책을 산하기관에 주문하고 있는 실정

o 건설현장 안전관리의 핵심적인 역할을 수행하는 안전관리자의 선임기준을 강화하여 현장 재해예방활동 강화책 필요

o '13. 7월 **국권위 제도개선 권고사항** 선반영(→노동부, 국토부)

※ 안전관리자 선임요건 개선(**경력을 포함하여 선임**)

Ⅱ 현황분석 및 문제점

가. 그간 추진경과

□ 안전관리자 선임 및 활동평가 제도 도입 〔녹색환경처-418, 2013.1.28〕

o 신규착공 현장의 안전관리자 최초 선임시 사업단 승인

o 사업단 자체 '안전관리자의 연간활동 평가' 시행

□ 안전행정 축소로 현장 안전관리 집중여건 조성 〔녹색환경처-1034, 2013.3.14〕

o 조직업적 평가 조정(분기별 자율안전활동→연말평가로 전환)

o 근로자 교육부담 해소(외부체험교육, 교육실적평가→필수교육 이수제로 전환)

나. 현황 및 문제점

□ 안전관리자 배치기준 및 현장실정

o 안전관리자 배치기준

- 800억원 미만 1인, 매 700억원 초과시마다 1명 추가
- 상시근로자 600명 미만 1인, 매 300명 초과시마다 1명 추가

o 공사규모별 건설현장 현황

구 분	800억 미만	800~1,500억	1,500~2,200억	2,200억 이상
108개 현 장	11개 (10%)	88개 (81%)	6개 (6%)	3개 (3%)

□ 안전관리자 경력현황

o 고속도로 건설현장 안전관리자 경력

경 력	4년 미만	4~7년	7~10년	10~13년	13년이상
전체(205명)	36	35	24	25	85
고속도로	127	49	21	7	1
국도등 도로	170	20	11	3	1
기 타	92	33	31	27	22

☞ 안전관리 경력 7년 이상이 65% 수준이나, 고속도로 건설현장 경력 4년 미만이 62% 수준으로 경력 강화책 필요

□ 안전관리자 기술등급 및 분포

o 안전관리자 기술등급 분포

구 분	소 계	특 급	고 급	중 급	초 급
인원수(명)	205 (100%)	28 (14%)	54 (26%)	37 (18%)	86 (42%)

o 중급이하 복수 안전관리자 배치현장이 30%(24개) 비중

안전관리자 2명 조합	안전관리자 기술자 등급현황							
	특+고	특+중	특+초	고+고	고+중	고+초	중+초	초+초
81개 현장	4	5	14	3	2	29	15	9

※ 최근 3년간 중급이하 안전관리자 배치현장 사고사례

· (초급+초급) 3개 현장에서 사고 4건 발생 〔부상 4〕

· (중급+초급) 10개 현장에서 사고 12건 발생 〔사망 2, 부상 10〕

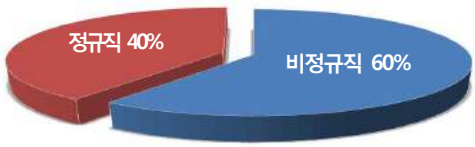
☞ 국내 토목분야 현장에서 고속도로 건설공사의 규모가 가장 큰 반면, 안전관리자 대부분이 중급기술자 이하(60%)로 구성

☞ 일부 건설현장의 경우 업무수행 경험이 취약한 구조(중급+초급, 초급+초급)로서 안전활동 강화를 위해 개선책 필요

□ 안전관리자 고용실태와 문제점

o 건설원가 절감을 위한 비정규직 고용형태가 만연

- 대형 건설사(20위권) 안전관리자의 비정규직 비율 70~80% 수준
- 고속도로 안전관리자 채용 실태

· 12개 사업단 안전관리자 조사 · **비정규직 60% 비중** (정규직 82명, 비정규직 123명)	

o 고용형태별 현황

고용형태	소 계	정규직	정규직,비정규직	비정규직
현 장 (개)	108 (100%)	24 (22%)	50 (46%)	34 (32%)

※ 최근 3년간 비정규직 현장(34개, 2명) 안전사고 사례
· 34개 현장중 15개 현장에서 사고 22건 발생 〔사망 5, 부상 22〕

☞ 일부 건설 현장에서 안전관리비 지출부담 완화를 위해 비정규직 안전관리자를 배치, 안전관리비 인상에 즈음한 정규직 배치유도 필요

☞ 신분상 한계로 현장내 대 공사팀 관계 등 적극적인 안전활동에 제약이 있는 실정으로 이를 개선할 필요성이 제기됨

□ 안전전담자의 겸직현황 조사

o 안전관리자가 타 업무를 겸직하는 사례 발생(2009년 보도자료 인용)

o 산업안전보건법 시행령 제12조에 의거 겸직 불가

☞ 안전관리자의 겸직사례에 대해 철저한 관리감독이 요구되며, 지속적인 계도 및 적발시 행정제제 필요

Ⅲ 개선방안 도출

□ 개선방향

안전관리자 역량 및 현장안전활동 강화

안전관리자 선임/구성요건 강화	안전관리자 활동 지원
□ 대형공사 안전관리자 선임 강화 (경력기준 강화 적용)	□ 안전전담 활동 관리강화 (계도 및 행정제재 병행)
□ 안전관리자 단계적 정규직 배치 (신규 건설공사 의무화)	□ 안전관리자 활동 지원 (기술/정보 제공, 교육강화)

□ 세부 추진방향

o 안전관리자 선임/구성 요건 강화

☞ 안전관리자 선임시 건설사업단에서 사전 심사 강화
(경력, 기술등급 등)

o 고속도로 건설현장 안전관리자 정규직화 유도

☞ 정부의 PQ반영 추진 등 대외여건을 고려하여 고속도로 현장에서의 선도적 역할이 필요, 정규직화 적극 유도

o 안전관리자의 현장 활동 지원

☞ On·off-Line을 통한 재해예방에 대한 정보, 안전관리 기법 등을 지원・공유해가며, 별도의 온라인 교육 신설

Ⅳ 안전관리자 선임 및 구성기준 마련

대책1 안전관리자 선임 및 구성요건 강화 기준

□ 경력 선임기준

안전관리자가 2명 선임되는 현장에서는 당해분야 기술등급 '고급기술자'이상의 안전관리자 1인 이상 배치

※ 안전관리자 3명 이상 선임시, 산안법 시행령 별표3 자격에 의함
〔세부내용 : 공사시방서 개정(안) 참조〕

□ 적용방안

(건설중인 현장) 안전관리자 추가 선임 또는 변경시 적용
※ 공사기간 3년 이상 잔존 현장, 2년 유예기간을 둠
(신규착공 현장) 현장설명서 명기 및 공사시방서 개정 적용

대책2 안전관리자 정규직 배치기준 마련

□ 정규직 배치기준

안전관리자는 가능한 정규직 배치를 원칙으로 하며, 2명 선임시 1인 , 3명 이상 선임되는 현장은 2인 이상 정규직 배치

□ 적용방안

(건설중인 현장) 안전관리자 추가 선임 또는 변경시 적용
※ 공사기간 3년 이상 잔존 현장, 2년 유예기간을 둠
(신규착공 현장) 현장설명서 명기 및 공사시방서 개정 적용
※ 안전관리자 정규직 구성 현장(안전 우수현장 선정시 가점 부여)

대책3 안전 전담활동 관리강화

□ 관리기준

> 안전관리자의 겸직업무 적발시 행정제재 조치 시행
> (관련법에 따라 고발조치)

□ 관리감독 강화

o 관련근거 : 산업안전보건법 시행령 제12조 2항

o 관련내용 : 150억 이상 토목공사, 안전관리자 직무 전담의무

o 시행방안 : 연중 불시점검을 통한 적발 및 제재 조치

※ 안전관리자 겸직시 인건비 정산 불가(질의회신 별첨)

대책4 안전관리자 활동 지원

□ 온라인(On-Line)을 통한 안전정보 및 기술등 업무 지원

o 건설안전네트워크 '고속도로 안전관리자' 소통공간 마련

※ www.ksanjeon.com/고속도로 안전네트워크/소통방

o hi-건설시스템을 통한 안전 및 교육자료 공유

※ hi-건설/안전관리/안전자료방

□ 안전관리자 역량 향상 교육강화

o 오프라인(Off-Line) 교육 시행

- 대 상 : 감독원(감리원), 안전관리자, 시공사 공사팀장
- 시행방안 : 동계 감독원 교육시 병행시행

o U-Learning 교육 의무이수 : 고속도로 신규 선임 안전관리자

※ http ://uedu.ex.co.kr/사이버/직무/건설정책/건설행정 및 안전

Ⅴ 기타 행정사항

o 본 방침사항을 신규착공 현장에 적용토록 공사시방서 및 현장설명서 개정 반영

- (설계처) 공사시방서 개정 운용
- (건설처) 현장설명서 개정 적용

붙 임 : 1. 공사시방서 개정(안) 1부
2. 현장설명서 개정(안) 1부
3. 안전관리비 사용 질의회신 내용 사본 1부. 끝

붙 임 #1

공사시방서 개정(안)

□ 안전관리자 선임 및 구성요건 (신설)

○ 제5장 안전관리/ 1.4 안전관리조직/ 1.4.3 산업안전보건법에 의한 안전관리조직/ (5)항 신설

□ 세부 개정(안)

개 정 (안)	비 고
1.4 안전관리조직 1.4.1 건설기술관리법에에 의한 안전관리조직 1.4.2 안전관리 조직의 직무 1.4.3 산업안전보건법에 의한 안전관리조직 (1) 안전보건관리책임자 (2) 안전관리자 (3) 안전보건 협의체 (4) 산업안전보건 위원회 **(5) 안전관리자 선임 및 구성요건(신설)** ① 안전관리자는 가능한 정규직 배치를 원칙으로 하며, 안전관리자 2명 선임시 1인, 3명 이상 선임되는 현장은 2인 이상 정규직을 배치하여야 한다. ② 안전관리자가 2명 선임되는 현장에서는 당해분야 기술등급 '고급기술자'이상 안전관리자를 1인 이상 배치하여야 하며, 3명 이상 선임되는 현장은 산업안전보건법 시행령 별표3의 선임방법(건설안전기술사 등 특급기술자 1인 배치)에 의한다.	

붙 임 #2

현장설명서 개정(안)

□ 공사입찰 현장설명서 개정 **(내용보완)**

○ 15. 공사추진 및 특기사항의 “아”항에 **단서조항 추가**

□ 세부 개정(안)

현 행	개 정(안)
15. 공사추진 및 특기사항 아. 도급자는 산업안전보건법 제30조에 따라 산업재해예방을 위한 산업안전보건관리비를 도급금액에 계상하여야 한다. 또한 산업안전보건법시행령 제12조에 정한 바에 따라 산업안전보건법시행령 제14조에 의한 안전관리자를 선임하고 산업안전보건법시행령 제13조의 업무를 수행하도록 하여야 하며 산업안전보건법시행규칙 제32조의3에 정한 바에 따라 노동부장관이 지정하는 건설재해예방 전문지도기관과 공사 착공 후 14일 이내에 기술지도계약을 체결하고 공사기간 동안 기술 지도를 받아야 하며 기술지도시 지적내용에 대하여는 성실히 이행하여야 한다.	15. 공사추진 및 특기사항 아. 도급자는 산업안전보건법 제30조에 따라 산업재해예방을 위한 산업안전보건관리비를 도급금액에 계상하여야 한다. 또한 산업안전보건법시행령 제12조에 정한 바에 따라 산업안전보건법시행령 제14조에 의한 안전관리자를 선임하고 산업안전보건법시행령 제13조의 업무를 수행하도록 하여야 하며 산업안전보건법시행규칙 제32조의3에 정한 바에 따라 노동부장관이 지정하는 건설재해예방 전문지도기관과 공사 착공 후 14일 이내에 기술지도계약을 체결하고 공사기간 동안 기술 지도를 받아야 하며 기술지도시 지적내용에 대하여는 성실히 이행하여야 한다. 이때 안전관리자 선임 및 구성요건은 공사시방서 규정〔1.4.3 산업안전보건법에 의한 안전관리조직 (5)항〕에 따른다.

붙 임 #3

안전관리비 사용 질의회신 사례

1. 질의 회신 사례

회신 내용 【산안(건안) 68307-10623, 2001.12.22】

○ 귀 질의와 같이 공사금액이 20억원 미만인 공사는 산업안전보건법 제13조 및 제15조의 규정에 의한 안전보건관리책임자 및 안전관리자를 의무적으로 선임해야 할 공사가 아니므로 시공관리책임자가 안전관리자 업무까지 수행하는 것은 자율적으로 판단할 사항임

○ 건설업 산업안전보건관리비 계상 및 사용기준(노동부고시 제2001-22호, '01. 2. 16) 별표 2『안전관리비의 항목별 사용내역 및 기준』의 규정에 의거 안전관리자의 인건비는 "산업안전보건법 시행령 별표 4"에서 정하는 자격을 소지한 자를 지방노동관서에 선임 신고하고 안전관리업무를 전담으로 수행할 때에 지급할 수 있으므로 귀 질의 공사의 시공관리책임자의 인건비 및 업무수당은 산업안전보건관리비로 사용할 수 없음

2. 안전관리자의 업무겸직등 위반 사례

○ 본사 소속 직원으로서 현장의 안전관리자로 선임 신고한 경우

○ 건설현장의 안전관리자로 선임된 자는 안전관리업무만을 전담 수행하여야 함에도 안전관리자가 시공업무 또는 본사의 타업무 등을 병행 수행하여 겸직한 경우

○ 겸직 안전관리업무를 수행한 경우 산업안전보건관리비를 인건비로 사용치 못함에도 목적 외로 안전관리비로 사용한 경우

9-11 건축 설계기준 개선 수립

시 설 저-3647
(2013. 11. 19)

Ⅰ 목 적

□ 실사용자 개선의견을 수렴을 통한 고기능 건축물 구현

□ 설계 표준화 및 기능에 적합한 설계 도모

Ⅱ 개선내용

□ 영업소

개선사항	당 초	변 경
영업소 포장 및 조경공간 최적화	- 광장부 ILP블럭 포장 - 건물 전면 ILP포장	- 차량공간 아스콘, 보행공간 ILP포장 - 건물 전면 조경공간 확대
방풍실 폭, 민원실 문위치 개선	- 방풍실에서 민원안내실로 방향성이 부족	- 방풍실 길이방향 폭 3m 내외 - 민원실 문 중앙부 설치
야간근무 냉,난방 조닝 개선	- 민원데스크 사무공간을 야간 냉,난방공간으로 구획 - 민원실 EHP 설치	- 민원데스크 및 사무실을 야간 냉,난방 공간으로 구획 - 민원실 EHP 삭제
폴딩도어 레일 디테일 개선	- 폴딩도어 레일 돌출	- 바닥 매립형 레일 설치
영업소 창호배치 기준수립	- 장비와 창호가 간섭발생 - 요금소 시야 확보 저하	- 창호 끝 장비배치 공간 확보 - 요금소 관리가능 창호 배치
태양열 집열판 설치공간 확보	- 건물 입면, 평면 계획시 태양열 집열판 미고려	- 건물 입면, 평면 계획시 태양열 집열판 설치 공간 확보
영업소 매립 제어기기 공간 확보	- 영업소 매립 제어기기 설치 공간 산재 - 계단실 벽부형 난간 설치	- 사무실 내 영업소 매립 제어기기 통합 설치공간 확보 - 계단실 벽부형 난간 삭제
안내데크스 표준도 개선	- 데스크 높이 650㎜ - 장애인 창구 없음 - 전동식 강화유리 설치	- 데스크 높이 720㎜ - 장애인 창구 설치 - 전동식 강화유리 하부 프레임 설치

□ 지 사

개선사항	당 초	변 경
제설창고 개폐창호 위치 조정	- 가이드 레일 하부 개폐 창호 설치	- 가이드 레일 상부 개폐창호 설치

□ 휴게소

개선사항	당 초	변 경
직원식당 활용성 확대	- 직원식당 구획 : 옹벽 or 조적벽	- 직원식당 구획 : 무빙월(폴딩도어) 적용
편의점/창고 가변적 공간 구획	- 편의점 및 창고 구획 : 옹벽 or 조적벽	- 편의점 및 창고 통합 구획 : 칸막이 삭제
재활용 쓰레기 보관장소 마련	- 재활용 쓰레기 보관장소 부족	- 재활용 쓰레기 보관장소 설치 ・규격 : 42㎡(6×7m) ・형태 : 콘크리트 패드+시선차단 휀스

□ 주유소

개선사항	당 초	변 경
사무실 외부에 화장실 설치	- 화장실 입구 고객쉼터 내부 설치	- 화장실 입구 외부 설치
주유소 캐노피 설치기준 개선	- 캐노피 돌출길이 ・기둥중심~캐노피 외곽선 : 3.5m	- 캐노피 돌출길이 ・주유기중심~캐노피 외곽선 : 3.5m

Ⅲ 개선계획

□ 설 계 : 2013년 설계부터 적용

□ 공 사 : 여건 검토후 적용여부 판단・조치

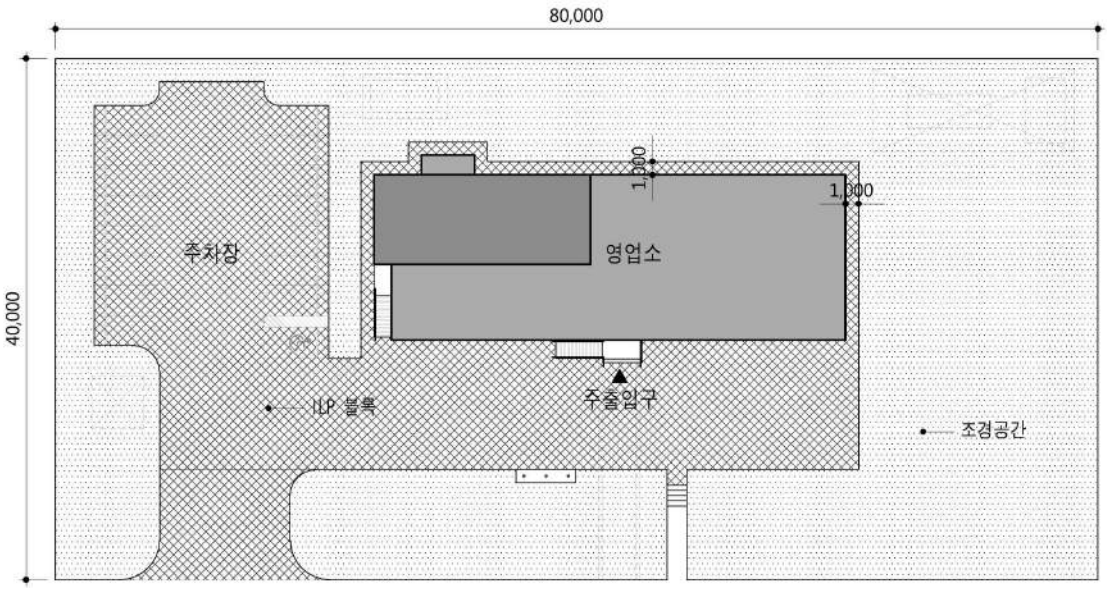
붙 임 : 관련도면 각 1부. 끝.

붙 임 #1

영업소

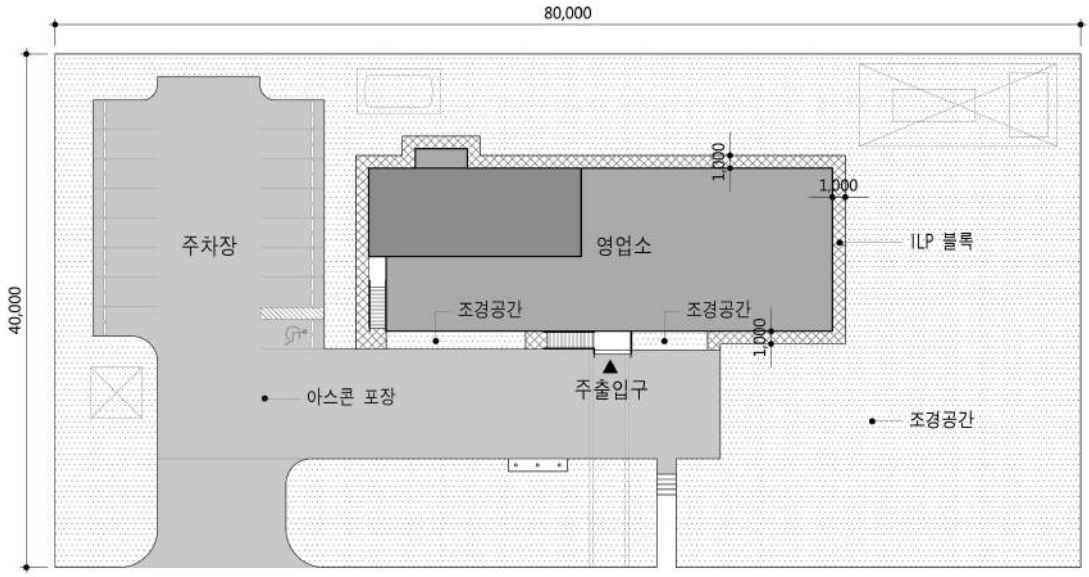
1. 영업소 포장 및 조경공간 최적화

□ 영업소 부지 점검로, 포장재 개선, 조경공간 확대



<당 초>

○ 각 영업소별 포장재질 상이(ILP, 아스콘), 전면 아스콘 노출로 삭막하고 냉,난방 불리

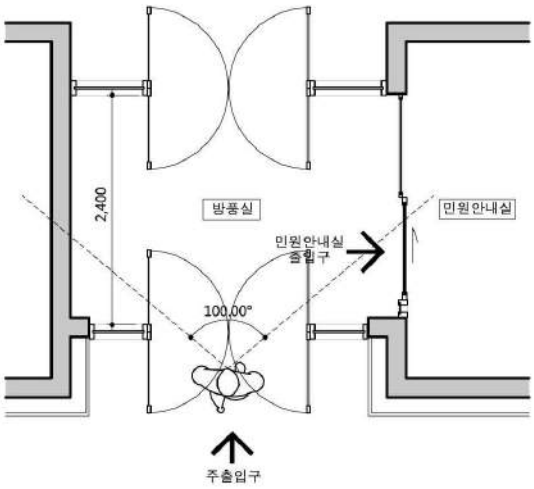


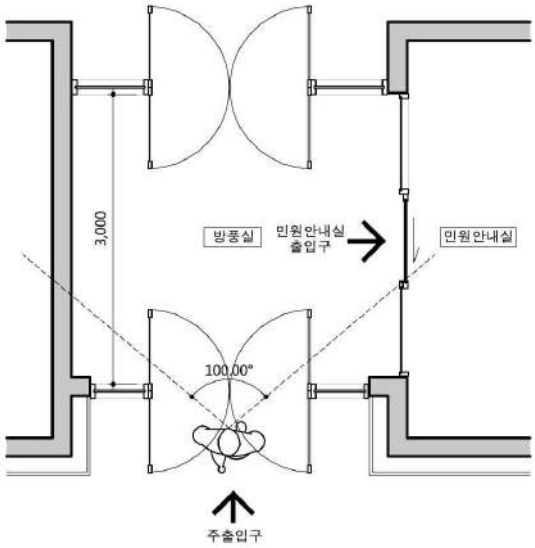
<개 선>

○ 포장 및 조경공간 개선
- 건물 둘레 1m ILP블럭 점검로 설치
- 차량 이동공간 아스콘 포장, 조경공간 확대
- 전물전면 조경공간(폭 1.4~1.6m)설치

2. 방풍실 폭 개선 및 안내실 문 위치조정

□ 민원안내실의 인지성 제고를 위해 방풍실 폭 및 안내실 문 위치 조정

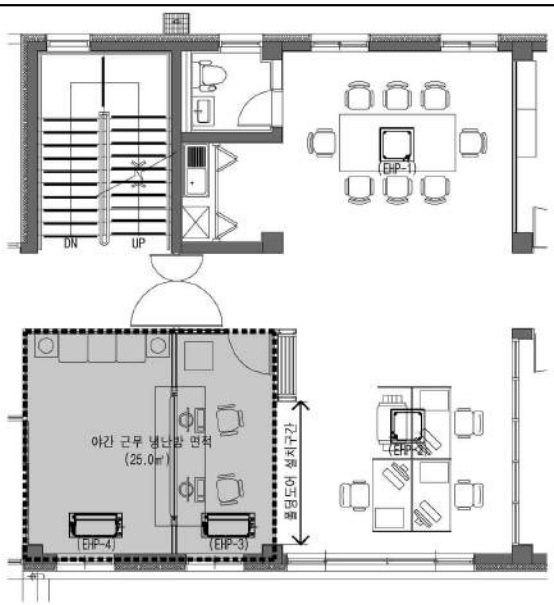


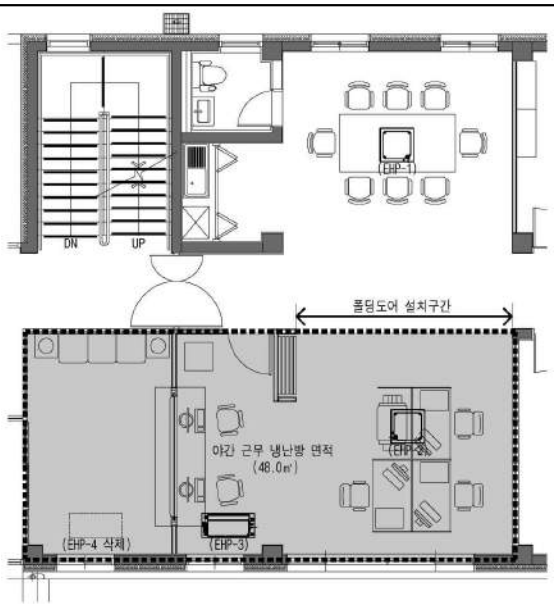


<당 초>	<개 선>
○ 방풍실 폭 2m, 민원안내실 자동문 외부 출입구 쪽 위치	○ 방풍실 폭 3m내외, 민원안내실 자동문 중앙부 위치

3. 야간근무시 냉,난방 조닝 개선

□ 실 업무공간을 고려한 공간구획, EHP위치 및 개소 조정

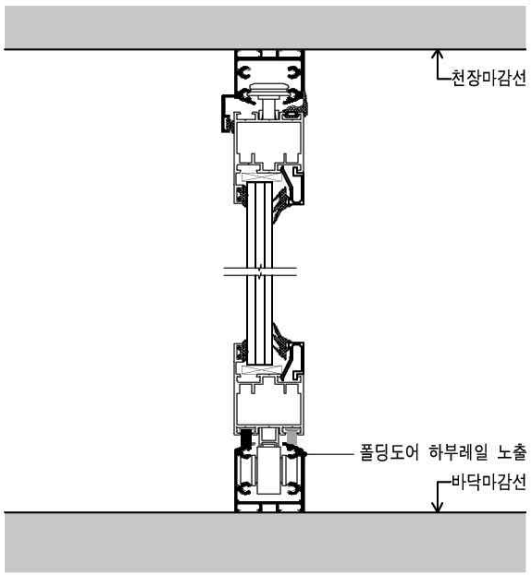
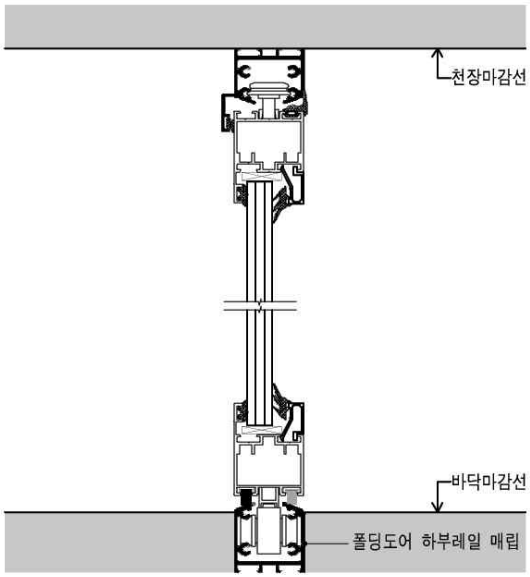




<당 초>	<개 선>
○ 야간근무시 냉,난방 구획이 협소하여 업무공간과 단절되어 불편함 초래 ○ 민원실쪽 냉,난방기 설치로 효율성 저하	○ 폴딩도어 위치를 실 업무공간을 고려하여 조정 ○ 사무공간 냉,난방기 설치로 효율성 증대

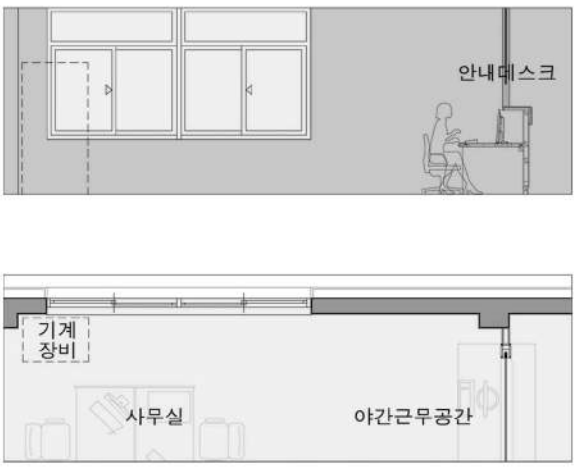
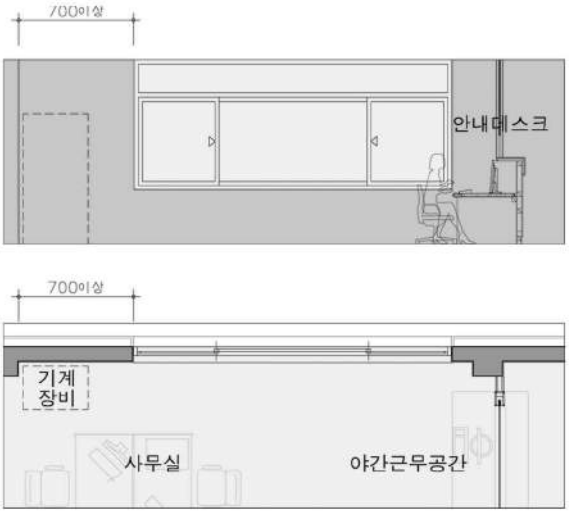
4. 폴딩도어 레일 디테일 개선

□ 폴딩도어 레일을 바닥 매입형으로 개선

<당 초>	<개 선>
	
○ 폴딩도어 하부 레일 돌출로 이동시 불편초래	○ 폴딩도어 레일은 바닥면과 동일한 높이로 마감

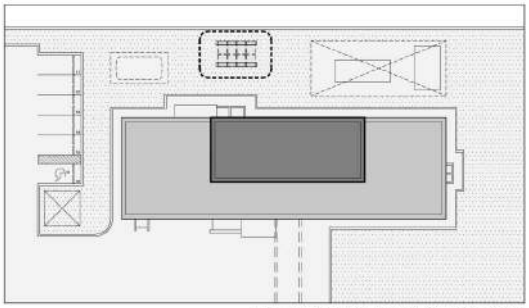
5. 영업소 창호배치 개선

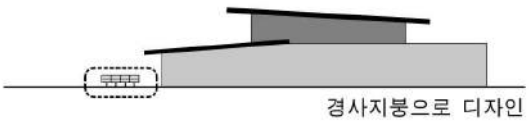
□ 창호와 장비간섭을 피하고 요금소 감시가 용이하도록 창호배치 개선

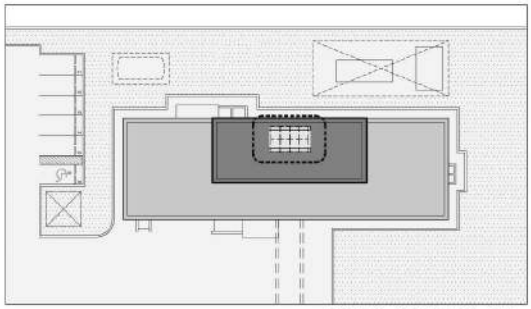
<당 초>	<개 선>
	
○ 장비와의 간섭으로 창문 개폐 불가, 근무직원 요금소 시야 차단	○ 창호 끝 장비배치공간 확보, 요금소 감시를 위한 창호 배치

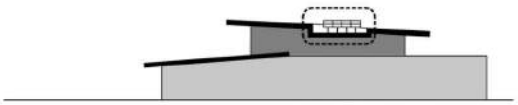
6. 태양열 집열판 설치공간 확보

□ 건물입면, 평면 디자인 계획시 태양열 집열판 설치공간 확보





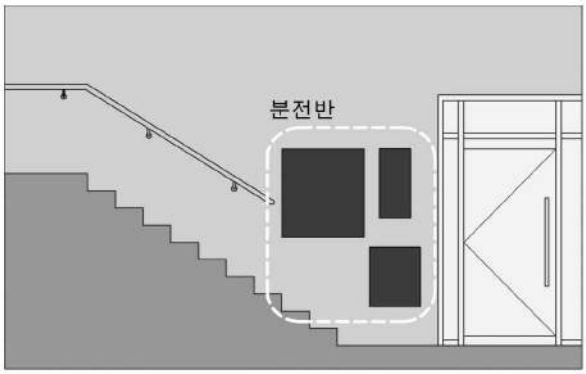


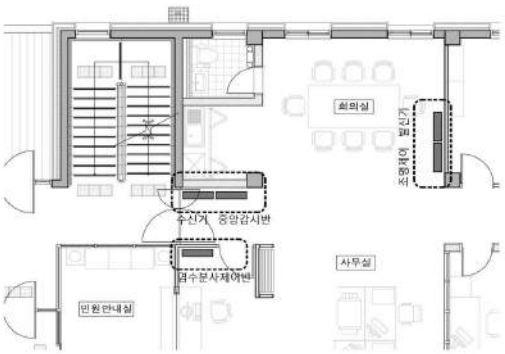


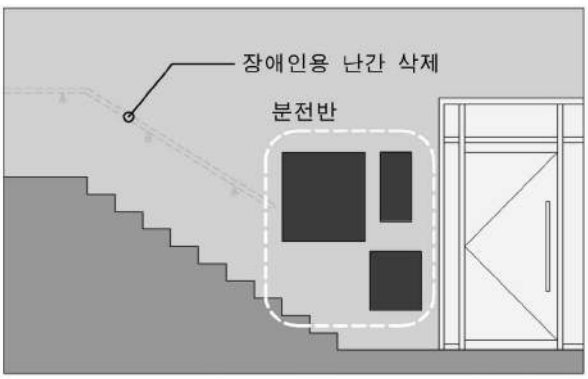
<당 초>	<개 선>
○ 태양열 집열판 설치공간 미고려로 집열판 지상 설치	○ 평,입면 계획시 태양열 집열판 설치공간 확보

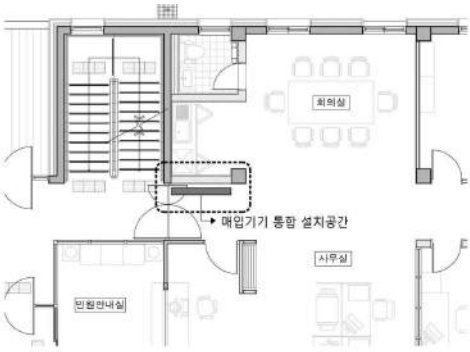
7. 각종 수신반, 제어반 배치공간 확보

□ 각종 수신반, 제어반 통합 설치공간 확보, 계단 벽부형 난간 삭제





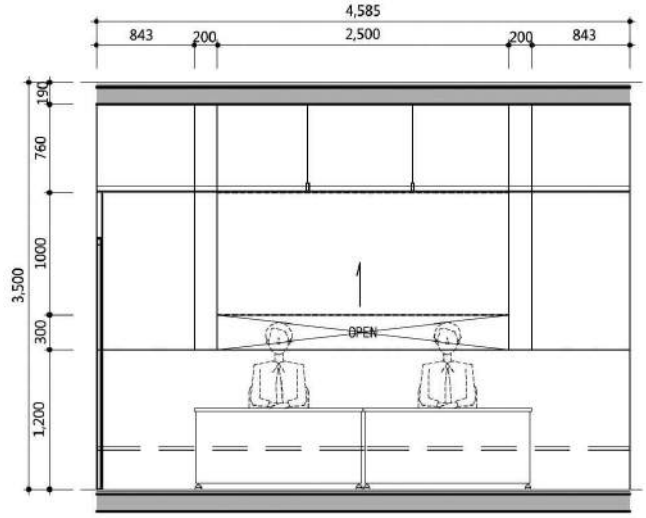




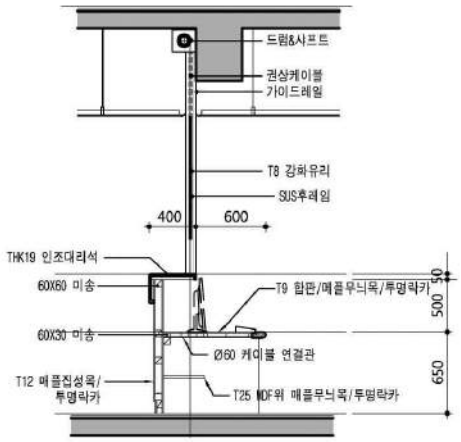
<당 초>	<개 선>
○ 각종 수신반 설치공간 사용불편, 분산배치, 계단난간과 간섭	○ 각종 설치기기 통합공간 마련, 계단 벽부형 난간 삭제

8. 안내데스크 표준도 개선

□ 장애인 창구, 전동 스크린, 사무공간 개선



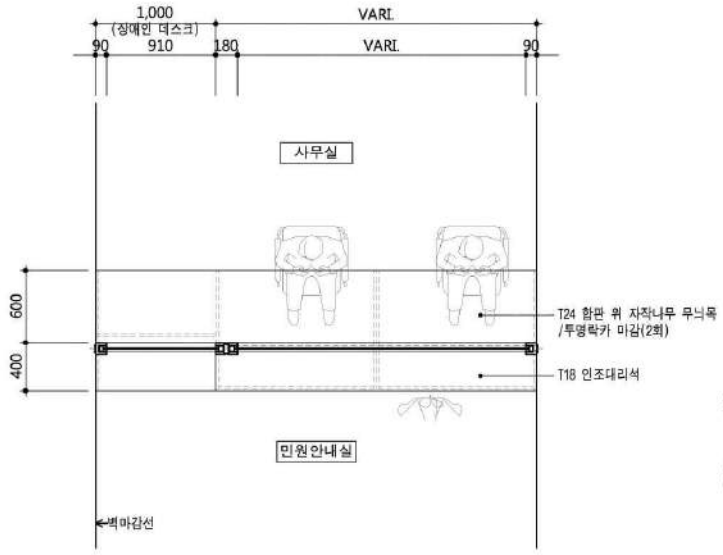
<안내데스크 평면도>



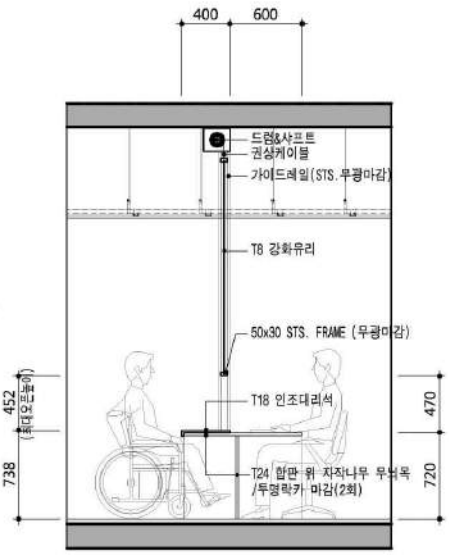
<안내데스크 단면도>

<당 초>

○ 민원안내실 내 장애인데스크 부재로 이용 불편 및 인허가에 어려움 초래
○ 업무용 책상 높이가 낮아 불편, 전동 개폐창 하부 프레임 없어 구분이 어려움



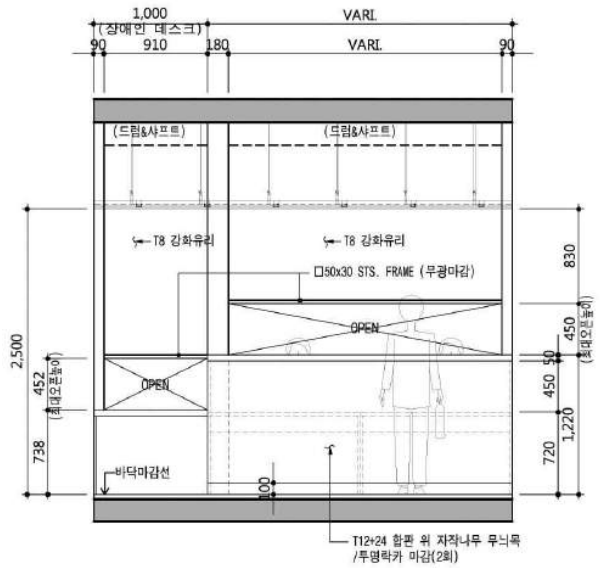
<안내데스크 평면도>



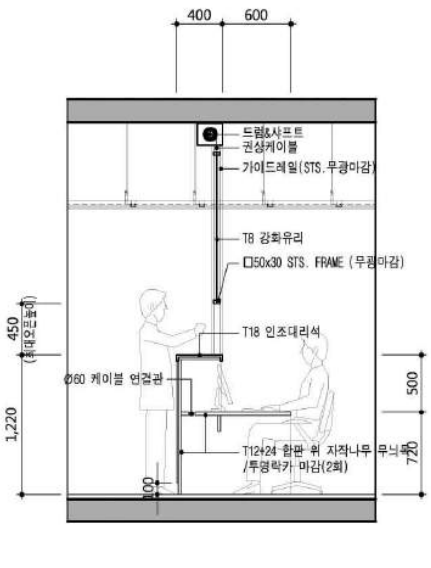
< 장애인 데스크 평면도>

<개 선>

○ 장애인용 안내데스크 설치, 업무용책상 높이 조정(720㎜), 강화유리 하부 프레임 설치로 안전사고 방지



<안내데스크 평면도>



<안내데스크 단면도>

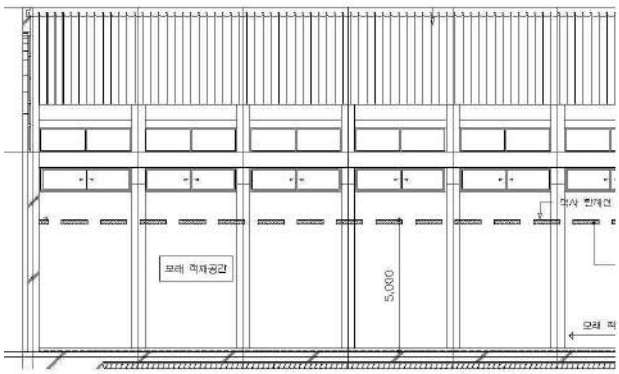
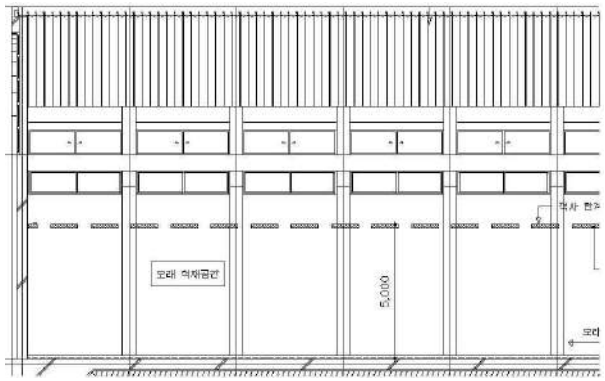
<개 선>

○ 장애인용 안내데스크 설치, 업무용책상 높이 조정(720㎜), 강화유리 하부 프레임 설치로 안전사고 방지

지 사

1. 제설창고 창호 개선

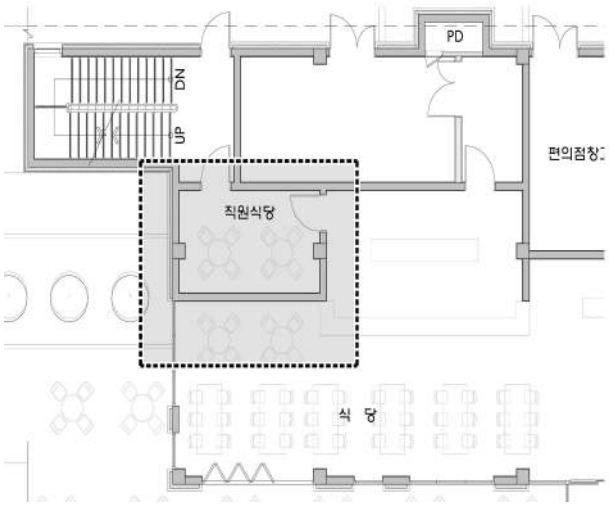
□ 개폐 가능한 창호 설치로 습기 제거

<당 초>	<개 선>
	
○ 창호 개폐불가	○ 가이드 레일 상부 개폐창호 설치로 환기성능 개선, 습기제거

휴게소

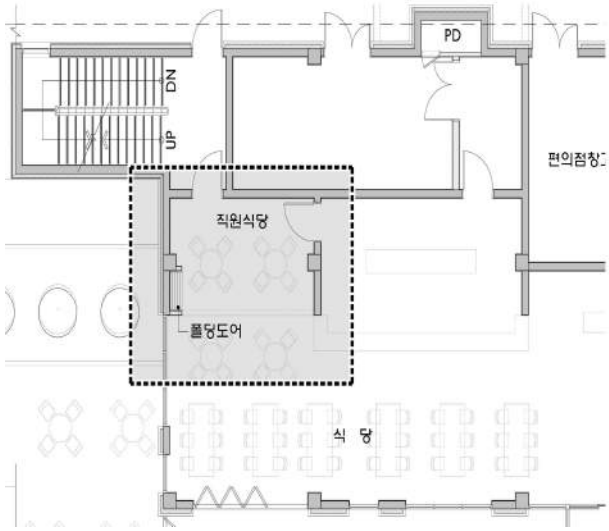
1. 식당 확장형 설계기법 적용

□ 직원식당을 일반식당으로 가변 활용 가능한 구조 적용



<당 초>

○ 옹벽 또는 조적벽으로 고정식 벽체로 구획하여 직원식당 전용으로 사용

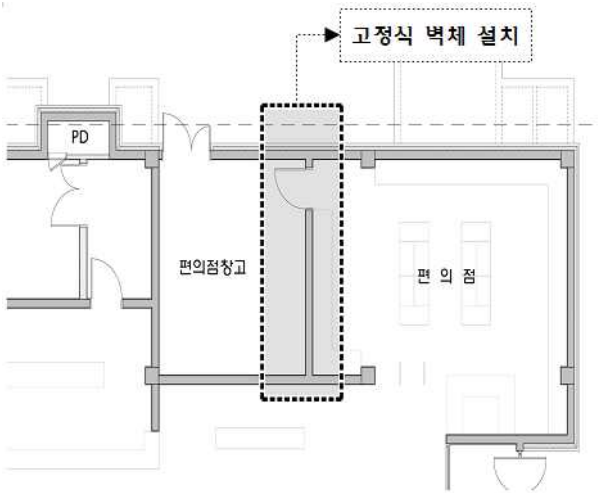


<개 선>

○ 무빙월(폴딩도어) 형태를 적용하여 직원식당, 일반식당 겸용 활용

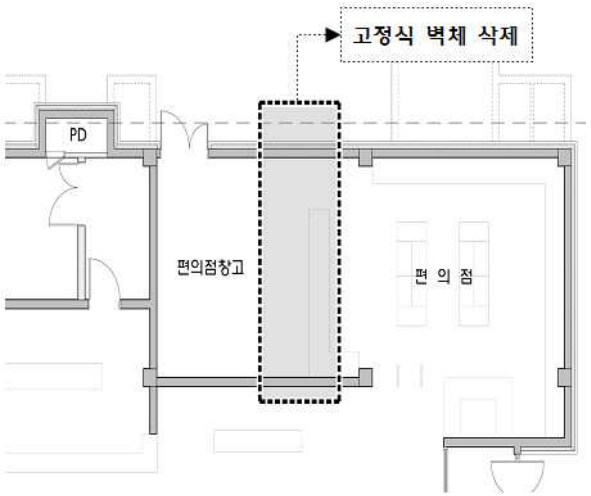
2. 편의점/창고 통합 구획

□ 편의점과 창고 사이 벽체를 삭제하여 통합



<당 초>

○ 편의점과 창고를 고정식 벽체(옹벽, 조적벽)로 구획하여 운영 여건에 따른 조정 어려움



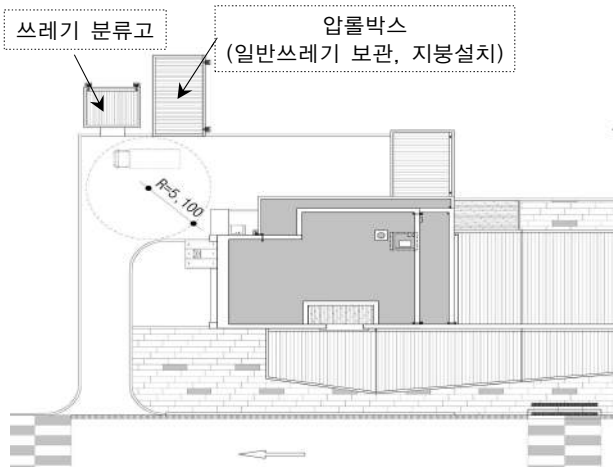
<개 선>

○ 편의점과 창고를 통합으로 구획하여 (벽체 삭제) 운영자가 편의점 진열계획에 따라 자유롭게 공간을 분할사용

※ 운영자 인테리어시 벽체 설치

3. 간이휴게소 재활용 쓰레기 보관 장소 마련

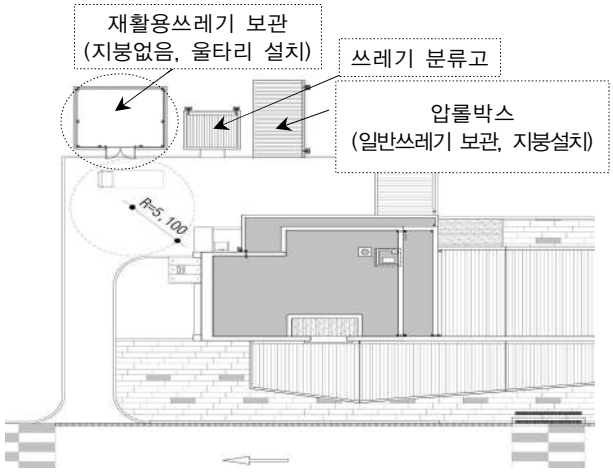
□ 재활용 쓰레기(병, 캔, 파지 등) 보관 장소 마련



<당 초>

○ 간이휴게소 재활용분류고(17㎡) 협소로 분류고내 재활용쓰레기 보관이 어려워 옥외 보관에 따른 미관 훼손

※ 정규휴게소 재활용분류고 : 78㎡ (분류고내 재활용쓰레기 보관)



<개 선>

○ 간이휴게소 재활용쓰레기 보관 장소 설치

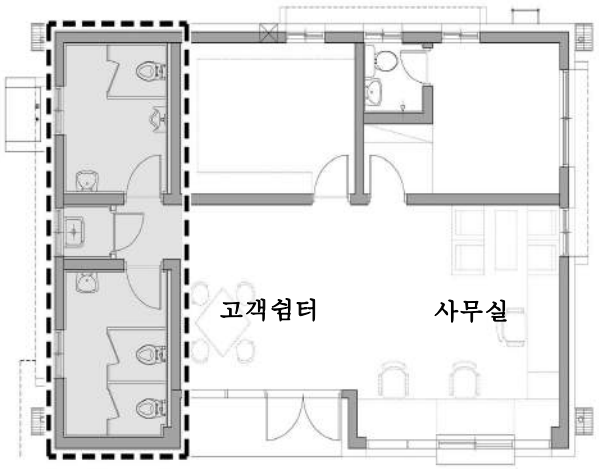
- 침출수 발생이 없는 재활용 쓰레기임을 고려 옥외 보관 장소 마련
- 규 격 : 42㎡(6×7m)
- 형 태 : 콘크리트 패드 타설 및 시선 차단용 울타리 설치

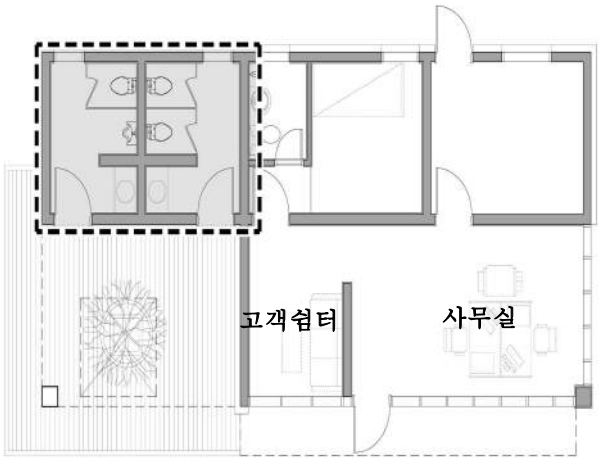
※ 정규휴게소는 현 재활용분류고 형태 유지

주유소

1. 주유소 화장실 위치 개선

□ 고객의 이용 편의성을 위해 사무실 외부에 화장실 설치

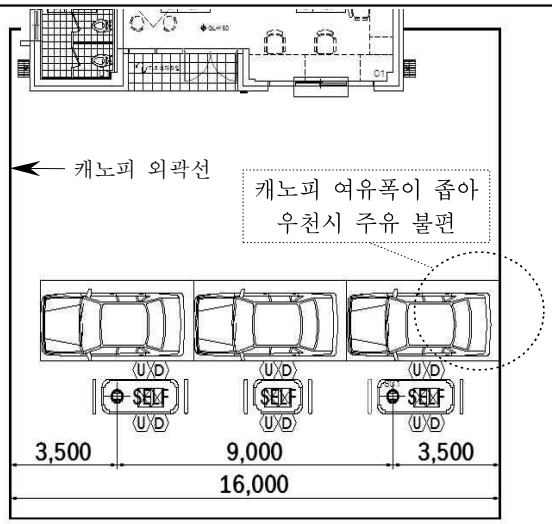


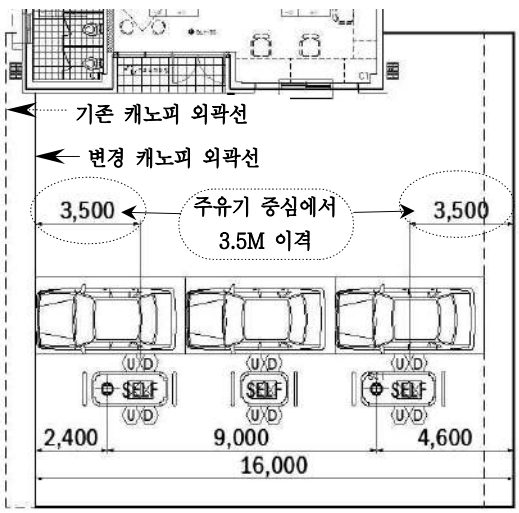


<당 초>	<개 선>
○ 화장실 관리 측면을 고려 고객쉼터를 통해 화장실 이용	○ 화장실 입구를 외부에 설치하여 고객의 화장실 이용 불편 개선

2. 주유소 캐노피 설치기준 개선

□ 우천시 주유 편의성을 고려하여 캐노피 돌출 기준 개선





<당 초>	<개 선>
○ 캐노피 돌출길이(우천시 고려) - 기둥중심~캐노피 외곽선 : 3.5m - 캐노피 여유폭이 좁아 우천시 주유 불편	○ 캐노피 돌출길이(우천시 고려) - 주유기 중심~캐노피 외곽선 : 3.5m - 주유 위치를 고려한 캐노피 설치 기준 개선으로 주유 불편 해소

9-12 고속도로 건축물 누수 최소화 방안 수립

시 설 저-3874
(2013. 12. 6)

Ⅰ 추진배경

o 건축물에서의 누수 발생은 **고객 서비스 만족도** 및 부실시공 의혹 등으로 **공사 이미지 하락**

o 건축물노후화, 품질 및 유지관리 미흡 등으로 **누수발생 건수 지속 증가**

☞ 최소 비용으로 누수발생 억제를 위한 설계·시공·유지관리 등 근본적 대책 수립 필요

Ⅱ 현황 및 문제점

□ 건축물별 누수 현황

(단위 : 건수)

구 분	영업소	톨게이트	지 사	휴게소	주유소	터널 관리시설	합 계
2011년	67	33	36	35	12	22	**205**
2012년	72	21	42	37	10	35	**217**
2013년	93	23	45	52	5	28	**246**

□ 누수유형 (2013년 조사현황)

(단위 : 건수)

방수층 파손	구조체 결함	실링재 파손	마감재 노후화	시공불량 (슬리브 등)	창틀 및 조인트	기 타	합 계
78 (31.7%)	36 (14.6%)	31 (12.6%)	21 (8.5%)	31 (12.6%)	43 (17.5%)	6 (2.4%)	246

□ 문 제 점

o 노후 건축물의 급속한 증가

o 방수공사 하자 최소화를 위한 품질·시공관리 노력 미흡

o 유지보수 실무자 유지관리 역량 부족

Ⅲ 누수 원인 분석

누수는 **건물 노후화**에 의한 방수층 파괴, **구조체에 결함, 실링재·방수재료의 열화, 개구부주변 틈새와 균열, 차양과 벽면의 접합부 마무리** 불량 등에 의하며, 설계, 시공 및 유지관리 미흡 등 복합적인 원인

□ 건축물 **노후화**

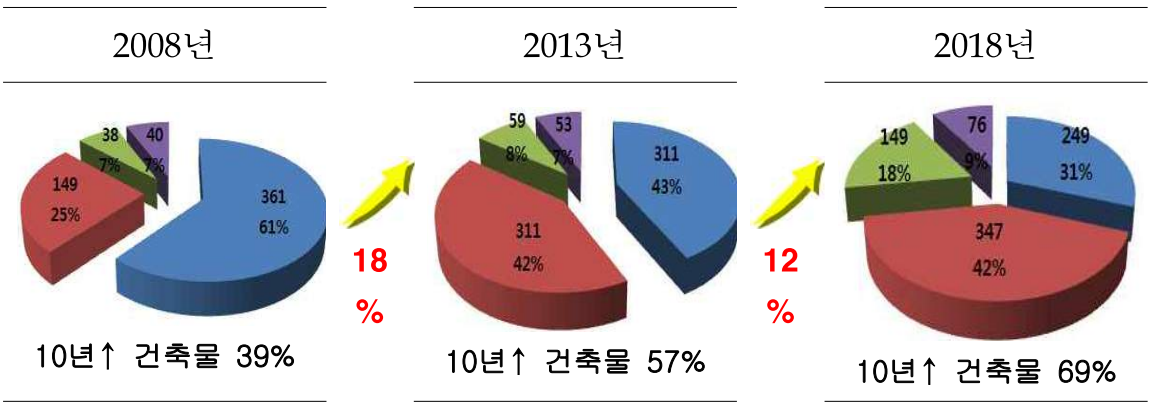
o 방수층 및 실링재 등의 내구연한(10년내외) 경과

o 콘크리트 중성화 및 균열 등에 의한 방수층 파괴

※ 고속도로 건축물 연령 (영업소·지사·휴게소·주유소)

(단위 : 개소)

구 분	10년미만	10년~20년	20년~30년	30년이상	합 계
2008년	361 (61.4%)	149 (25.3%)	38 (6.5%)	40 (6.8%)	588
2013년	311 (42.4%)	311 (42.4%)	59 (8.0%)	53 (7.2%)	734
2018년	249 (30.3%)	347 (42.3%)	149 (18.1%)	76 (9.3%)	821



☞ 방수공사 하자기간은 3년이나 10년이 경과한 건축물의 누수 현저히 증가

□ 발생위치별 누수 원인

o 위치별 누수 현황(2013년)

지 하	외 벽	옥 상	캐노피	합 계	비 고
7 (3%)	60 (24%)	146 (59%)	34 (14%)	246	

o **(옥상)** 전체 누수의 약 59%를 차지하나, 내부 마감재 및 물의 이동으로 외관상 누수 발생지점과 결함의 위치가 일치하지 않아 원인 파악 곤란.

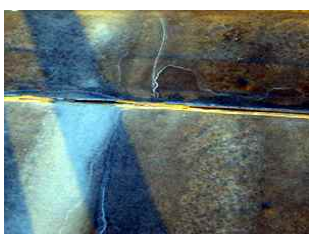
원 인	누수 현황사진	비고
방수층 · 실링재 등의 **노후화 및 열화** 콘크리트 **중성화**		
전기·통신선로 및 설비 배관 **슬리브 매입부 처리불량**		
두겁 줄눈 결함 및 파라펫 시공불량		
슬래브 균열 및 재료 분리 등 콘크리트 결함		
홈통막힘 및 슬래브 역구배에 의한 배수 불량		

o **(외벽)** 전체 누수의 약 24%로 외관상 누수지점은 벽면내부에 위치하나 옥상 파라펫, 옥상 바닥면 또는 배수홈통 주변의 결함에 기인하는 경우가 다수

원 인	누수현황사진	비고
판넬 및 석재 등 실링재 열화 또는 파단		
창호 주변 틈새 및 균열		
코핑판넬 · 두겁줄눈 결함 및 에어컨 실외기 배관 마감불량		
조적조 발수제 미시공, 외벽면 차양 등 돌출부 접합부 마무리 불량		

o **(지하층)** 지하수위 변동에 따른 수압상승으로 취약부를 통한 우수 유입, 기계실 배관 누수 및 결로 등 발생

o **(캐노피)** 캐노피의 방수층 노후화, 금속거터 용접부 및 접합부 불량 등의 원인으로 누수 발생

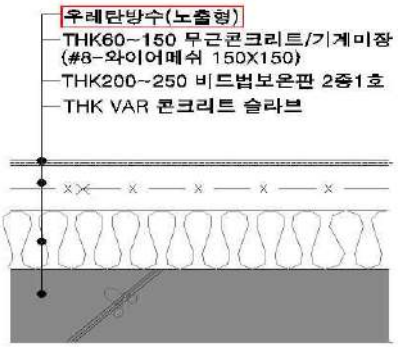
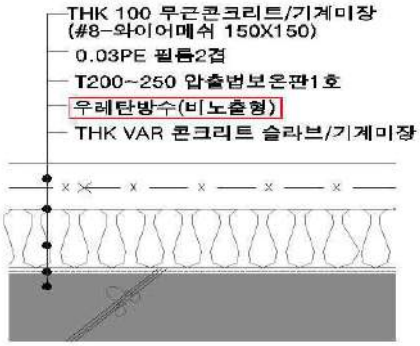
원 인		누수현황사진		비고
지하층	이어치기부 및 콜드조인트 등 콘크리트 결함			
	전기·통신배관 및 상하수배관 등 인입구 주변 불량			
	기계실 배관누수 및 결로			
캐노피	방수층 노후화			
	금속거터 용접부 및 벽체와 캐노피 접합부 불량 (휴게소 캐노피)			
	구배불량 및 이음부 찢김			

Ⅳ 누수예방 종합대책

누수 예방형 설계 및 공법

□ 지붕층 및 외벽

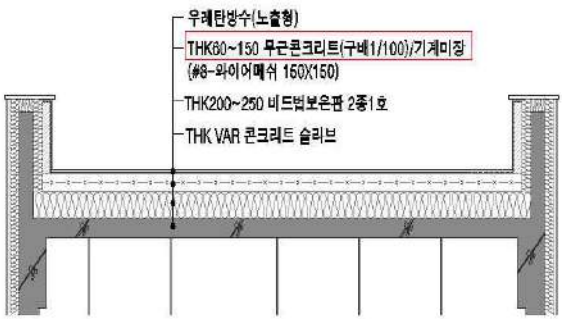
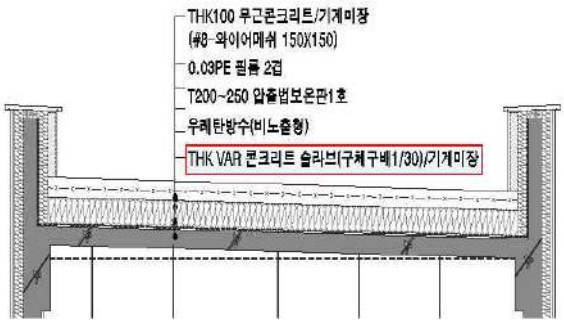
o **슬라브 방수층 시공법 개선** (내구수명 연장)

현 행 (노출우레탄방수)	개 선 (비노출우레탄방수)
	
- 방수층의 외기 영향으로 신축팽창 大 - 태양열, 동결 등 **열화·경화 취약**	- 외기 변화에 영향 小 (단열재 내측) - **열화 및 경화 저항성 양호**

※ 방수보완의 경우 누수원인, 콘크리트 상태 등에 따라 별도공법 적용 가능

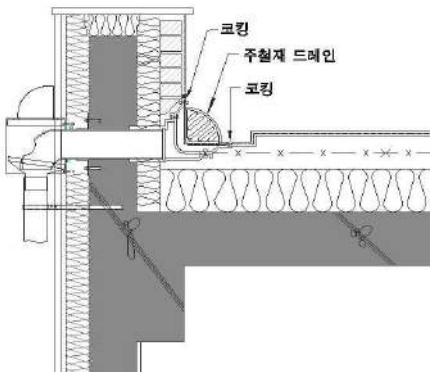
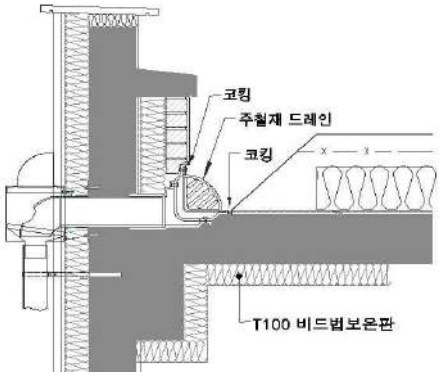
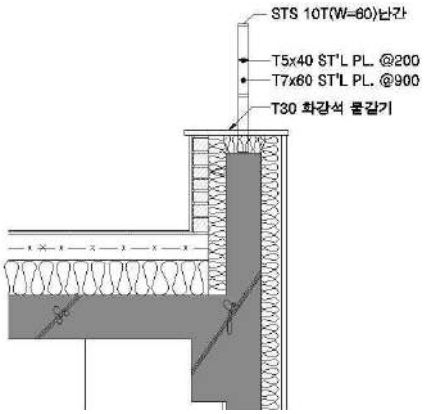
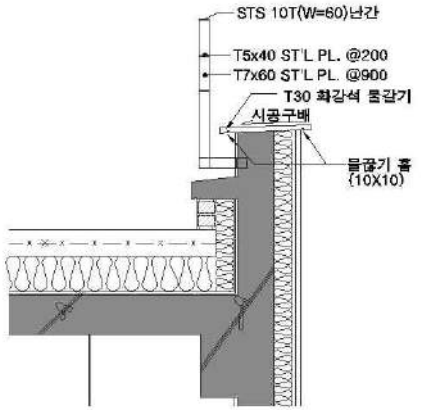
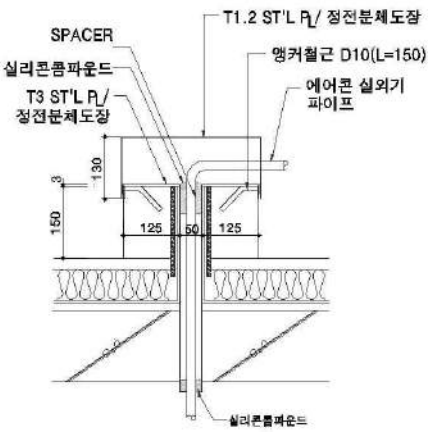
o 배수성능 향상

- **경사지붕** 도입 및 **평슬라브 구배 확대** (1/100→1/30)

현 행 (1/100 물매)	개 선 (1/30 물매)
	
- **무근 Con'c**에 구배 형성 **(1/100)** - 슬라브 면적에 따라 **무근 Con'c량 증가**	- **콘크리트 구체**에 구배 형성 **(1/30)** - 구체에 구배형성 **무근 Con'c량 감소**

o 방수 **취약부분 상세도면** 보강

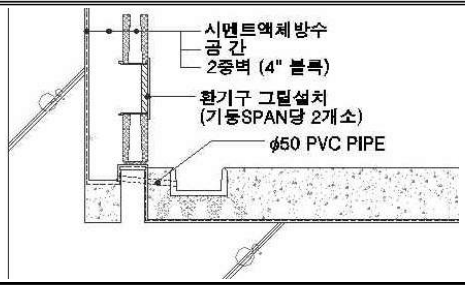
- 옥상 드레인·파라펫·설비배관 및 전기통신선로 관통부 주위

구분	현 행	개 선
옥상 드레인		
	- **단열재 상부** 드레인 설치 - 장기적으로 무근 Con'c 균열 등에 의한 **침투수 배출 곤란**	- **단열재 하부** 드레인 설치 - 무근 Con'c 균열 등으로 **방수층 상부 침투수 발생시 배출 용이**
파라펫 상세		
	- **파라펫 상부**에 난간대 등 설치 - **접합부 취약**(실링제 결함) 우수유입	- **파라펫 벽면 구체**에 난간대 등 설치 - 구체에 접합부 설치 우수유입 차단
배관 관통부	-	
	- 배관관통부 상세도 無	- 배관관통부 상세도 有 (세부치수 배관규격에 따라 조정)

□ 지하층

o 지하층 벽체 설계기준 강화

- 지하층 외벽 2중벽 설치로 결로방지

설치기준	관련도면
○ **휴게소 및 지사 본관동 외벽 내측** ※드라이에어리어 및 환풍기 설치가 용이하고 지하층 면적이 작은 영업소, 터널관리동, 정비동 제외	

□ 방수설계 적정성 확인

o 설계용역 준공전 방수설계 적정성 검토 (Check-List - - - #붙임 2)

방수공사 내구수명 향상

□ 품질관리

자재관리	시공관리
○ 건축공사 자재 품질관리 운영방안 보완 [시설처-3036호 2010.10.6.] - 실링재 공급원승인대상 자재 포함 ※방수품질에 특히 영향이 큰 옥상바닥, 파라펫, 외벽면 등 사용 대상 실링재	○ 콘크리트 품질관리 강화 - 콘크리트 취약부 관리철저 ※ 취약부: 이음타설부, 기둥·보·벽체 접합부, 파라펫 바닥판 연결부, 지수판설치부 ○ 방수공사 시방기준 준수

□ 책임시공 유도

o **시공계획서** 검토 및 확인 강화

- 시공자 : 취약부분 시공상세도 포함 작성 (전문업자 및 현장대리인 확인·서명)
- 감독원 : 검토·승인 후 적정 시공여부 확인

※ 취약부분 : 드레인, 파라펫, 전기·설비배관 관통부 주위 등

o 방수공사 품질관리 적정성 점검

구 분	본사 점검반	지역본부 점검반
점검대상	사업단, 본부 및 직할기관 시행공사	지사 시행공사
시기 및 방법	골조~방수공사 공정을 고려 협의 결정하여 1회이상	좌동
부실발견시 조치	○부실측정 및 벌점부과 (건설기술관리법 시행규칙 28조) ○시정지시 및 계약상대자 경고 등	

o 방수공사 **검측 강화**

방수공사 전	방수공사 후
- 바탕면 건조 및 표면상태 (레이턴스, 기름, 흙 등 부스러기) - 지붕 드레인, 슬래브 개구부, 슬리브 매입부, 지수판	- 방수층의 손상, 파단, 기포, 두께 - **담수테스트** 방수시공된 모든 부위의 드레인을 막고 5cm이상 물을 채우고 24시간이상 관찰하여 누수여부 확인

o **감독원 역량강화** (방수 전문가 교육)

- 건축직 직무교육에 반영, 방수공법 및 시공상 유의사항 등
- 시공실패 및 개선사항 발표 및 토의

기존 건축물 대책

□ 적정 방수보완 예산확보

o 방수보완 **중기**(2014~2016) **사업계획 수립** (# 붙임 3)

- 수립방법 : 누수 현황 및 건축물·방수층 노후도 등을 감안 수립 (# 붙임 4)
- 예산범위 : 연평균 10억원 내외

□ 본부 조직업적 평가 반영

o 평가지표 : 시설관리의 효율성 (비계량 부문)

o 평가내용 : 누수최소화를 위한 계획수립 합리성, 시설물 개선노력 및 유지관리 효율성

o 평가방법 : 본부 조직업적평가 보고서 포함작성 및 평가

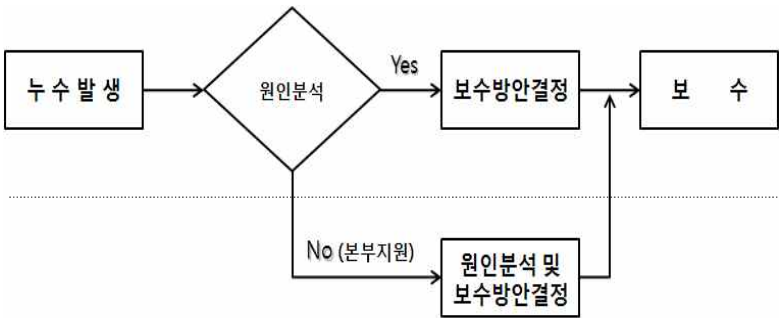
o 적용시기 : 2014년 지역본부 평가부터

□ 누수 해결 지원 시스템 구축 (본부⇒지사, 휴게시설 운영자)

o 지 원 반 : 본부 건축차장 (누수전반), 설비차장 (결로, 배관 결함) 외부전문가 1인 (방수부분 전문가 별도 위촉시)

o 지원내용 : 누수 **원인분석** 및 **보수방안** 결정

o 지원절차

대상건축물	절 차 흐 름 도	비 고
영업소 톨게이트 지사 터널관리시설 휴게시설		지사 휴게시설 운영자 누수해결 지원반

o 운영방법 : 본부별 자체계획 수립 운영

□ 유지관리 역량강화

o 유지관리 실무자 교육 (지사 설비담당)

- 교육일정 : 매년 1회 (설비직 직무교육시 교육내용 포함)
- 교육내용 : 누수발생 원인진단 및 조치 방법

붙 임 : 1. 2013년 건축물 누수현황
2. 방수설계 CHECK LIST
3. 방수보완 중기 사업계획
4. 방수보완사업 우선순위 설정기준
5. 옥상방수공법 변경 검토

붙 임 #2

방수설계 CHECK LIST

건물명 : ○○○○○○

검 사 항 목	기 준	검 사 결 과		조치사항
		설계자	감독원	
1. 부위별 방수설계 기준은 확인하였는가?				
1-1. 지붕층(옥상)	-슬라브 구체 1/30 경사 -우레탄도막방수(비노출)			
1-2. 지하층, PIT층	-지하층: 액체방수 1종(T20) 무근Con'c(T100) -PIT층: 액체방수 1종(T20)			
1-3 통로박스	-성토부: 아스팔트코팅 -절토부: 시트방수			
2. 취약부분 상세도는 작성되었는가?	-옥상 드레인·파라펫 -전기·설비배관관통부 (벽, 슬라브, 옥상) -지수판 설치부			
3. 방수가 취약한 지붕재를 사용하였는가? (복합판넬,세락믹 판넬 등 실링재 사용자재)	미사용			
4. 조적조 외부 발수제는 설계에 반영 되었는가?	반영			
5. 지하층 외벽면은 2중벽을 반영하였는가?	휴게소,지사 : 반영 기타건축물 : 미반영			

검토자 : ○○○ 설계사무소 소장 ○○○

확인자 : 시설처 건 축 팀 차장 ○○○

붙 임 #4

방 수 보 완
사업우선순위 설정기준

○ 계량표에 의거 누수 심각도 분석 후 우선순위 선정

○ 우선순위 계량표

구분	위험도 평가	발생위치	노후도평가	건축물 방수상태 등급	자문 보고서	본부순위
배점	**30**	**20**	**15**	**15**	**10**	**10**
100%	안전사고 우려 마감재 손상 등 2차피해 (50)	현관 등 고객접점 (20)	25년 이상 (15)	D등급 (15)	자문검토 (10)	1~3순위 (10)
80%	근무환경 저해 (30)	사무실 등 근무공간 (16)	20년이상 ~25년미만 (12)	C등급 (12)	자체검토 (8)	4~6순위 (8)
60%	기타 (20)	편의 및 공용공간 (12)	15년이상 ~20년미만 (9)	B등급 (9)	기타 (6)	7~10순위 (6)
40%		지하층 기계설비공간 등 (8)	10년이상 ~15년미만 (6)	A등급 (6)		10~15순위 (4)
20%		기타 (4)	10년 미만 (3)			16 이하 (2)

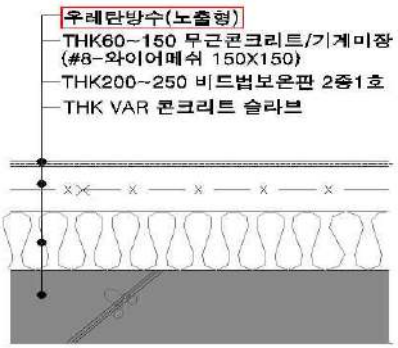
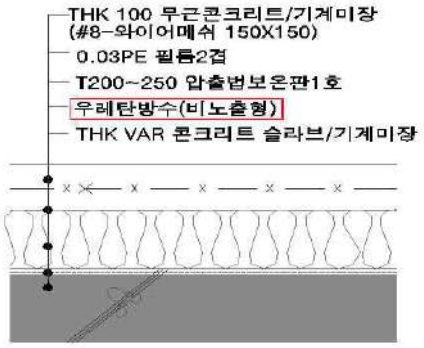
※누수로 인한 안전사고 : 수배전반 등 전기시설 부위 누수로 감전사고 및 누전에 의한 화재 등

○ 건축물 방수상태 등급 기준 (시설처-285(2012.1.30)

등 급	상 태	착안사항
A	o 문제점이 없는 최상의 상태	o 신축건물 o (보수 후) 누수 이력이 없을 때
B	o 현재 누수는 없으나 노후화로 장기적으로 방치하였을 때는 누수 우려가 있는 상태	o 방수 후 10년이상 경과 했을 때
C	o 경미한 누수가 있으나, 간단한 보수 (실리콘 보수 및 부분방수 등)로 조치 가능한 상태	o 부분적으로 보수가 가능 할 때
D	o 주기적인 누수 및 방수층 손상으로 인하여 전면적인 보수가 필요한 상태 o 경미한 누수(C급)가 있으나, 누수부위가 보수후에도 지속적으로 발생하는 상태	o 누수부위가 광범위 할 때 o 보수후 동일 부위에 지속, 반복적으로 발생할 때

붙 임 #5

옥상 방수공법 변경 검토

구 분	우레탄 **노출**공법 (당초)	우레탄 **비노출**공법 (변경)
시공 도면		
장단점 비 교	•외기변화에 따라 신축·팽창 大 •태양열, 동결 등으로 열화·경화에 취약 **•3~5년 주기 상도재 도포 필요** (영업소기준 10백만원/회) •공기단축 및 품질관리 우수 (방수층위 콘크리트공사 없음) •하자보수 책임한계 명확 •Joint 등이 없어 하자요인 감소 •하자보수 용이 **•내용연수 10년 내외 기대**	•외기변화에 영향 小 (단열재 내측) **•열화 및 경화 저항성 양호** •별도의 **보완 불필요** •공기지연 및 품질관리 필요 (콘크리트 신축줄눈 처리 등) •하자보수 진단 애로 •Joint 처리 불량시 하자요인 내재 •하자보수 상대적 곤란 **•내용연수 13년 내외 기대**
적용 방안	별도의 유지관리비용 발생이 없고 단열재 내측에 위치하여 열화 및 경화 저항성이 우수하며 내용연수도 더 길어 비노출 우레탄 공법으로 변경 적용	

※ 방수공법 내용연수 추정식 (일본건축학회 제안식에 의한 산정)

9-13 안심일터 조성을 위한
건설공사 안전시설(가설물) 설치 강화방안

녹색환경저-4850
(2013. 12. 17)

Ⅰ 검토 배경

□ 구조물 시공을 위한 강관비계·작업발판 등 가설물의 설계 미반영 사례, 설치 부적합 사례 다수 발생

- 이로 인해 안전시설 설치 비용부담 가중, 사고발생 위험 내포

※ 최근 5년간 건설현장 재해자중 26%가 가설공사 중 발생 (건설경제)

□ 공사중 비계·거푸집·동바리 등 가설물에 대한 설계변경 요청근거 마련(산업안전보건법 개정)등 가설물 안전에 대한 **사회적 관심 증가**

□ 건설현장 가설물에 대한 **설치기준 강화**로 건설현장 사고예방 및 안심 건설일터 조성

※ 가설구조물 예시

비계, 작업발판	가설계단	안전난간	방호선반,추락방지망

Ⅱ 추진 경과

가시설 사고사례 분석대응 (7월)
◦ 가설구조물 설계 및 설치기준 강화 방안 모색 (최근 법개정내용 참고)

⬇

건설사업단 의견수렴 (8월~10월)
◦ 건설현장의 안전시설 **개선의견 제출** (사업단 ⇒ 본사)

⬇

사례별 적용검토 및 기준설정 (11월)
◦ 사례별 **적용여부 및 기준 개정 검토**
- 해당사업단 안전차장 참여

⬇

안전시설 설치 강화방안 (12월)
◦ **현장 조치계획** 수립·시행
- 관련부서(설계처, 건설처) 협의

Ⅲ 검토 방향 및 의견조사 결과

□ 검토 방향

o 비계, 작업발판 수량산출 개선

- 높이 2m이상 위치에서 철근조립, 거푸집설치 등 작업시 근로자 추락사고 방지를 위해 실제 비계, 작업발판을 설치하고 있는 구간에 대해 설계반영 필요

【수량산출기준 : 높이 2m이상 작업시 강관비계 수량 산출】

☞ **비계·작업발판 설치 확대**

o 작업중 위험구간 가설계단 설계반영

- 작업자 이동과 자재 운반을 위해 가설계단이 필요한 구간에 대해 설계 반영 필요

【산업안전보건관리비 계상 및 사용기준 : 공사수행에 필요한 가설계단 설치비용 사용 불가 ➡ 공사비로 사용 】

☞ **가설계단 설치기준 마련**

o 산업안전보건관리비 사용대상 안전시설물 구분

- 추락재해 방지시설(안전난간, 추락방지망 등)은 공사비 사용 불허

☞ **추락재해방지시설은 현행대로『산업안전보건관리비』로 사용**

□ 건설사업단 의견조사 결과

o **대 상** : 12개 건설사업단, 101개 현장

o **내 용** : 비계, 작업발판 등 가설물 설계·시공 개선 필요 사례

o **현장의견 현황** (검토결과 붙임 1)

구 분	공사비 반영					
	계	비계, 작업발판	가설계단	안전난간, 안전대걸이	추락방지망	기초 콘크리트
건 수	46	16	8	15	4	3

Ⅳ 강화 방안

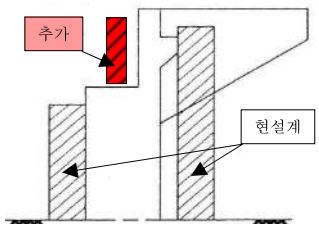
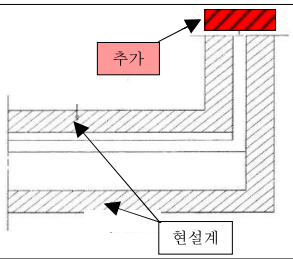
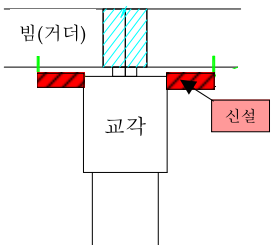
1 비계 · 작업발판 설치 확대

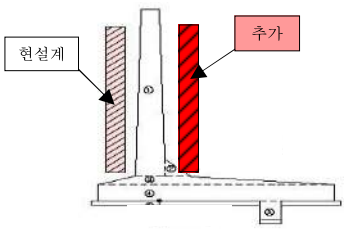
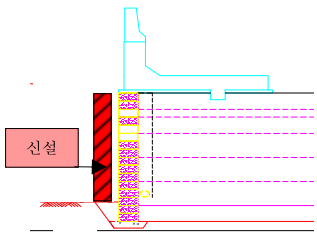
공사수행상 필요한 구간에 **비계 · 발판 설치 및 공사비 반영**

- 높이 2m이상, 작업자 추락이 우려되는 구간

☞ **(설계중 노선) 비계 · 작업발판 수량산출시 적용**

(공사중 노선) 설계변경조건에 따라 공사시행부서 조치

위치	교 량		
	교대 흉벽 전면부	교대 날개벽 단부	콘크리트 가로보 하부
사진			
개요도			

위치	콘크리트옹벽	보강토옹벽 (L형방호벽 설치부)	
	배면(뒷채움)부	교대부	토공부
사진			
개요도			

※ 비계·작업발판 수량산출 변경현황 : 붙임 2

2 가설계단 설치기준 마련

근로자의 작업·이동과 자재 운반에 필요한 가설계단(발판) 설치 설계반영

- 급경사지(비탈면), 구조물 터파기구간 및 승·하강 작업로

☞ **(설계중 노선) 가설계단 수량산출 또는 단가산출시 비용포함 하여 설계반영**

위 치	위험요인 (사고사례)	필요시설	설치 사례
급경사지 산마루측구 절토부도수로 시공구간	· 작업자 전도, 추락 · 자재 낙하 (부상 3건)	가설계단 ※경사30°이상구간 및 30°미만에서도 필요한 곳 설치	
교량빔 제작장	· 작업(관리)자 추락 (사망 1건, 부상 2건)	작업발판	
		가설계단	
교량기초 터파기부	· 터파기 비탈면 이동중 작업자 전도, 추락 (부상 1건)	가설계단	
교량기초 쉬트파일 설치부	· 작업자 추락	가설계단	

※ 가설계단 미설치로 인한 사고현황 : 붙임 3

3 추락재해 방지시설 설치비용 산업안전보건관리비로 사용

o 대상시설 : 안전난간, 안전대 걸이시설, 추락방지망 등

o 사용기준 : 건설업 산업안전보건관리비 계상 및 사용기준 (2013 고용노동부 고시, 붙임 4)

☞ **(공사중 노선) 안전난간 등 추락재해방지시설은 산업안전 보건관리비로 사용 (공사비 사용 불허)**

※ 추락재해 방지시설 예시

안전난간	안전대 걸이시설	추락방지망

V 설계변경 제도

□ 가설구조물 설계변경 요청 관련제도

o 관련법령 (붙임 5)

- 산업안전보건법 제29조의 3(설계변경의 요청) [2014.3.13 시행]
- 산업안전보건법 시행령 및 시행규칙 개정안 [2013.10.18 입법예고]

o 주요내용

- 가설구조물의 붕괴 등 재해발생 위험이 높다고 판단되는 경우 전문가의 의견을 들어 설계변경 요청·승인후 설계변경 시행

o 설계변경 절차

재해위험 발견	전문가 검토	설계변경 요청	설계변경
<시공사> 높이 31m 이상 비계 등 4개공종	<전문가> 토목구조기술사, 안전보건공단 등	<시공사> • 전문가의견 첨부 • 공사시행 40일전	<공사시행부서> • 30일내 승인통보 • 설계변경 시행

o 현장적용 : 관련법령 개정 완료후 세부 적용방안 수립 예정

Ⅵ 행정 사항

□ 건설사업단은 예산여건을 고려하여 본 방침대로 사고방지를 위한 필수 안전시설에 대해 적극 설계반영하고,

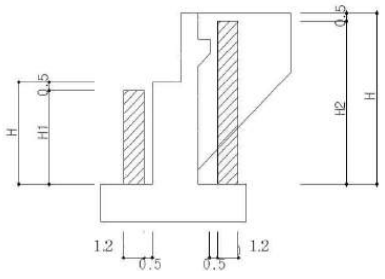
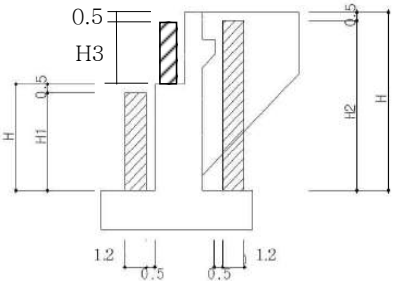
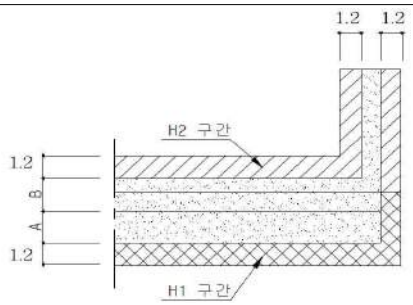
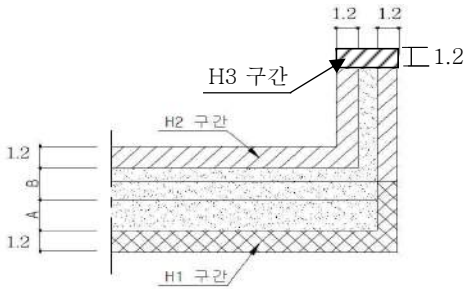
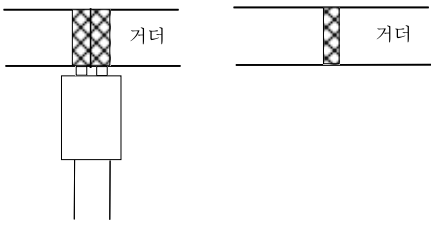
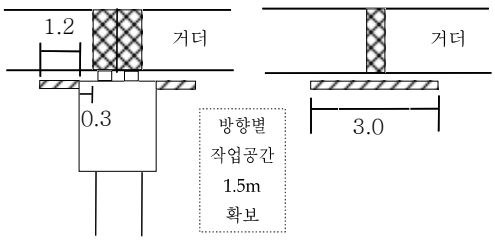
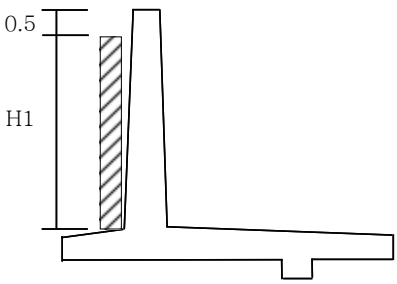
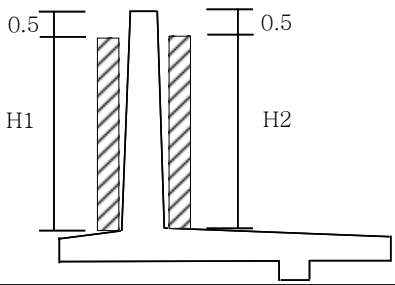
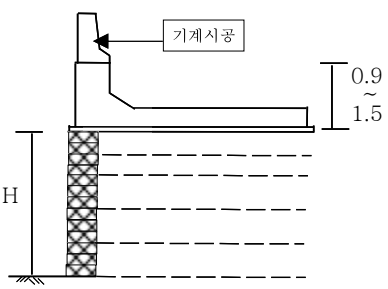
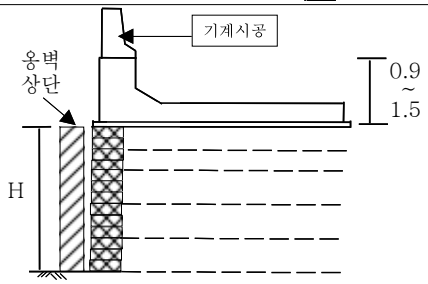
□ 우리처에서는 향후에도 안전시설 강화를 위한 현장의견 청취를 정기적으로 시행할 계획이며, 개선된 안전시설 설치기준은 설계중인 노선에 적용(설계처)토록 조치.

붙 임 : 1. 건설현장 의견 검토결과
2. 비계·작업발판 수량산출 변경현황
3. 가설계단 미설치로 인한 사고 현황
4. 산업안전보건관리비(안전시설비) 사용불가 내역
5. 산업안전보건법 개정내용(가설구조물 설계변경 요건)

붙 임 #2

비계 · 작업발판 수량산출 변경내용

- 비계: 폭원 **1.2m**
- 작업발판(비계다리): 최초 하단에서 **2.0m** 높이 설치, 추가 **1.5m**마다 설치

위 치	현 행	변 경
교대 흉벽 전면부		
교대 날개벽 단부		
콘크리트 가로보 하부 (작업발판)	 [교대·교각부] [거더 중앙부]	 [교대·교각부] [거더 중앙부]
콘크리트 옹벽 배면부		
보강토 옹벽 전면부		 ※ 발판(비계다리)은 비계 최상단부에만 설치

붙 임 #4

산업안전보건관리비 사용불가 내역

○ 건설업 산업안전보건관리비 계상 및 사용기준(2013.10) [별표2]에서 발췌

항 목	사 용 불 가 내 역
2. 안전시설비 등 (제7조제1항 제2호 관련)	원활한 공사수행을 위해 공사현장에 설치하는 시설물, 장치, 자재, 안내·주의·경고 표지 등과 공사 수행 도구·시설이 안전장치와 일체형인 경우 등에 해당하는 경우 그에 소요되는 구입·수리 및 설치·해체 비용 등 **가. 원활한 공사수행을 위한 가설시설, 장치, 도구, 자재 등** 1) 외부인 출입금지, 공사장 경계표시를 위한 가설울타리 2) **각종 비계, 작업발판, 가설계단·통로, 사다리 등** ※ 안전발판, 안전통로, 안전계단 등과 같이 명칭에 관계없이 공사 수행에 필요한 가시설들은 사용 불가 - 다만, 비계·통로·계단에 추가 설치하는 추락방지용 안전난간, 사다리 전도방지장치, 틀비계에 별도로 설치하는 안전난간·사다리, 통로의 낙하물방호선반 등은 사용 가능함 3) 절토부 및 성토부 등의 토사유실 방지를 위한 설비 4) 작업장 간 상호 연락, 작업 상황 파악 등 통신수단으로 활용되는 통신시설·설비 5) 공사 목적물의 품질 확보 또는 건설장비 자체의 운행 감시, 공사 진척상황 확인, 방법 등의 목적을 가진 CCTV 등 감시용 장비 **나. 소음·환경관련 민원예방, 교통통제 등을 위한 각종 시설물, 표지** 1) 건설현장 소음방지를 위한 방음시설, 분진망 등 먼지·분진 비산방지시설 등 2) 도로 확·포장공사, 관로공사, 도심지 공사 등에서 공사차량 외의 차량유도, 안내·주의·경고 등을 목적으로 하는 교통안전시설물 ※ 공사안내·경고 표지판, 차량유도등·점멸등, 라바콘, 현장경계휀스, PE드럼 등 **다. 기계·기구 등과 일체형 안전장치의 구입비용** ※ 기성제품에 부착된 안전장치 고장 시 수리 및 교체비용은 사용 가능. 1) 기성제품에 부착된 안전장치 ※ 톱날과 일체식으로 제작된 목재가공용 둥근톱의 톱날접촉예방장치, 플러그와 접지 시설이 일체식으로 제작된 접지형플러그 등 2) 공사수행용 시설과 일체형인 안전시설 **라. 동일 시공업체 소속의 타 현장에서 사용한 안전시설물을 전용하여 사용할 때의 자재비**(운반비는 안전관리비로 사용할 수 있다)

붙 임 #5

산업안전보건법령 개정내용(가설구조물 설계변경 요건)

<산업안전보건법 개정 (2014.3.13 시행)>

제29조의3(설계변경의 요청)

① 건설공사의 수급인(해당 공사를 최초로 도급받은 자를 말한다. 이하 이 조에서 같다)은 건설공사 중에 **가설구조물의 붕괴 등 재해발생 위험이 높다고 판단되는 경우**에는 **전문가의 의견을 들어** 건설공사를 발주한 도급인(설계를 포함하여 도급하는 경우는 제외한다. 이하 이 조에서 같다)에게 **설계변경을 요청할 수 있다.** 이 경우 재해발생 위험이 높다고 판단되는 경우 및 수급인이 의견을 들어야 하는 전문가에 관하여 구체적인 사항은 대통령령으로 정한다.

② 제48조제4항에 따라 고용노동부장관으로부터 공사중지 또는 계획변경 명령을 받은 수급인은 설계변경이 필요한 경우에 건설공사를 발주한 도급인에게 설계변경을 요청할 수 있다.

③ 제1항 및 제2항에 따라 설계변경 요청을 받은 도급인은 고용노동부령으로 정하는 **특별한 사유가 없으면 이를 반영하여 설계를 변경**하여야 한다.

④ 제1항 및 제2항에 따른 설계변경 요청 내용, 절차, 그 밖에 필요한 사항은 고용노동부령으로 정한다. 이 경우 미리 국토교통부장관과 협의하여야 한다.

<산업안전보건법 시행령 개정(안) (2013.10.18 입법예고)>

제26조의5(설계변경 요청 대상 및 전문가의 범위)

① 법 제29조의3제1항에서 "재해발생 위험이 높다고 판단되는 경우"란 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 경우를 말한다.

1. **높이 31미터 이상인 비계**로서 붕괴 등의 위험이 있다고 판단되는 경우
2. **작업발판 일체형 거푸집** 또는 **높이 6미터 이상인 거푸집 동바리**로서 붕괴 등의 위험이 있다고 판단되는 경우
3. **터널 지보공** 또는 **높이 2미터 이상인 흙막이 지보공**으로서 붕괴 등의 위험이 있다고 판단되는 경우
4. 그 밖에 **동력을 이용하여 움직일 수 있는 가설구조물**로서 붕괴·낙하 등의 위험이 있다고 판단되는 경우

② 법 제29조의3제1항에서 "수급인이 의견을 들어야 하는 전문가"란 해당 수급인에게 고용된 사람을 제외한 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 사람과 공단을 말한다.

1. 「국가기술자격법」에 따른 건축구조기술사(토목공사 및 제1항제3호를 제외한다)
2. 「국가기술자격법」에 따른 토목구조기술사(토목공사에 한정한다)
3. 「국가기술자격법」에 따른 토질 및 기초기술사(제1항제3호에 한정한다)
4. 「국가기술자격법」에 따른 건설기계기술사(제1항제4호에 한정한다)

<산업안전보건법 시행규칙 개정(안) (2013.10.18 입법예고)>

제31조의2(설계변경 제외사유)

법 제29조의3제3항에서 "고용노동부령으로 정하는 특별한 사유"란 다음 각 호의 사항을 말한다.

1. 거짓이나 부당한 방법으로 설계변경을 요청한 경우
2. 수급인이 요청한 설계변경 내용이 현재의 기술력으로 적용이 불가능한 공법인 경우

제31조의3(설계변경의 요청 등)

① 수급인이 법 제29조의3제1항에 따라 설계변경을 요청할 경우에는 별지 제9호의6서식의 건설공사 설계변경 요청서에 다음 각 호의 서류를 첨부하여 도급인에게 제출하여야 한다.

1. 설계변경 요청 대상 공사의 도면
2. 현행 설계의 문제점 및 변경이유서
3. 구조계산서를 포함한 전문가의 안전성 검토 의견서
4. 그 밖에 설계변경에 필요한 서류

② 수급인이 법 제29조의3제2항에 따라 설계변경을 요청할 경우에는 별지 제9호의6서식의 건설공사 설계변경 요청서에 다음 각 호의 서류를 첨부하여 도급인에게 제출하여야 한다.

1. 유해·위험방지계획서 심사결과 통지서
2. 제1항제1호·제2호 및 제4호의 서류

③ 제1항 및 제2항에 따라 설계변경을 요청 받은 도급인은 설계변경 요청서를 받은 날부터 30일 이내에 설계를 변경한 후 별지 제9호의7서식의 건설공사 설계변경 승인 통지서를 수급인에게 통보하여야 하고 제31조의2 각 호의 사유에 해당하는 경우에는 별지 제9호의8서식의 건설공사 설계변경 불승인 통지서를 수급인에게 통보하여야 한다.

9-14 고속도로 맞춤형 LED 도로조명 표준 제정

시 설 처-4014
(2013. 12. 19)

Ⅰ 추진배경

□ 정부 LED 보급정책 강화에 따른 **LED 조명 설치확대**

□ LED 조명등 **성능 향상** 및 호환성 확보로 **예산절감**

□ 도로조명 선도기관으로서 **LED 조명 기술력 제고**

《 LED 표준화 자문위원회 구성·운영 》

- 자문위원회 구성 및 자문위원 위촉 (‘13. 2)
  * 자문위원 : 기술표준원 등 6개 기관 전문가·교수
  * 실무위원 : 삼성전자 등 4개사 연구소, LED 협회·조합 4개단체
- 부문별 자문 및 실무회의 개최(‘13. 2 ~ 11)
  * 자문회의(3회), 실무회의(9회), LED제조자협회 의견수렴 및 서면자문

Ⅱ 현실태

□ **정부 LED 보급정책 강화**

- LED 도로조명 의무설치 규정 강화 (‘13. 7.)
  - 신설구간 : ’13년 30%, ’15년 60%, ’17년 100% 설치
  - 공용구간 : ‘20년까지 100%
- LED 투자활성화 대책 마련 (‘13. 9.)
  - 터널 등 대규모 조명시설 보유 공공기관 ‘17년까지 약 140만개 조명 교체

□ **LED 특성에 따른 설계 및 유지관리의 어려움**

- 제조사별 부품규격 상이로 호환성 부족에 따른 유지보수 애로
- 등기구별 光특성이 다양하여 설계기준 선정 애로
- 우리공사 요구성능(디밍제어 등)을 만족한 인증제품 부족

Ⅲ LED 조명등 표준(안)

1 표준화 기본방향

□ 고속도로 조명환경에 최적합

- 고속도로 조도/균제도 기준에 최적화된 光특성 반영
- 가로등, 터널등 설치환경에 최적화된 기준제시
- 에너지 효율과 유지보수를 감안한 기준제시

□ 제조사별 부품 호환 가능

- 제조사별 부품호환이 가능토록 제원/규격 단일화
- 유지보수를 고려하여 LED부품 모듈화
- 부품조립 용이성을 고려하여 케이스 규격화

□ 제조사 자체기술 적용 가능

- 우리공사 요구성능의 사전제시로 제품개발 방향 유도
- 제조사 자체 신기술 적용이 가능한 규격 제시
- 미관과 성능을 고려한 제조사별 디자인 개발 가능

2 주요 표준화 내용

□ 전원공급장치

교류를 직류로 변환하여 안정적으로 전기를 공급하고 디밍제어를 위해 출력을 조정하는 장치	

- 전기특성 : 역률 0.95이상, 효율 85%이상
- 디밍특성 : 입력신호 0~10V, 5V입력시 350mA±10%
- 구조특성 : 규격 230㎜×50㎜(100W미만), 250㎜×60㎜(100W이상),
  보호등급 IP 20

□ LED 모듈

LED소자, PCB(회로기판), 방열장치 등을
패키지화 한 제품

- 전기특성 : 전력 25W이하, 전류 700mA, 전압 27~33V
- 광학특성 : 광속 2,000lm이상, 연색성 75이상, 색온도 4,500~5,700K
- 구조특성 : 규격 150㎜×65㎜×60㎜, 보호등급 IP 66

《LED 모듈 예시 》

□ 조명등기구

LED 모듈과 전원공급장치, 전원연결장치 등
부속회로를 포함하는 완제품

구 분		터 널 등	가 로 등	비고
용 량		100, 200W	100, 150, 250W	
광 속		8,000~16,000lm	8,000~20,000lm	
보호등급		IP 66	IP 65	KS
배광	종합균제도	0.4이상	0.4이상	
	차선축균제도	0.6이상	0.5이상	
	눈부심(TI)	15%미만	10%미만	
효 율		80lm/W이상(연차별 업그레이드)		고효율

Ⅳ 기대효과

□ **부품호환 및 성능 향상으로 비용절감**

- 부품 표준화를 통한 유지관리비용 절감
  - 2016년이후 유지관리비 연간 52억원 절감
    * 터널등 51억원, 가로등 1억원
- 광학성능 향상으로 터널등 설치수량 감소
  - 2016년이후 전력료 연간 21억원 절감
    * 터널등 설치간격 조정 : 5~6m → 9~10m (1/3 감소)

□ **표준화를 통한 경제성 확보** (LCC 분석)

구 분	터 널 등		가 로 등	
	일반LED	표준LED	일반LED	표준LED
신 설	126%	100%	103%	99%

* 터널 기본조명(형광등)만 적용시 80% 수준

□ **도로조명 선도기관 위상 제고**

Ⅴ 향후 추진계획

□ LED 조명등기구 표준 공개 설명회 ('13. 12)

□ LED 조명 중장기 추진계획 수립 ('14. 3)

- 표준등기구 개발 제품 시범설치 ('14. 5~6)
  * 음성-제천 개통구간 (1개소)

붙 임 1. LED 조명등기구 표준 전문
2. 예산절감 산출근거
3. LCC 분석 결과

붙 임 #2

예산절감 산출근거

□ 유지보수비용 절감금액 : 52억/년

- 효율 향상에 따른 등기구 수량 감소
- 부품별 호환성 확보에 따른 절감

구 분	당 초 (일반 LED)	변 경 (표준 LED)	절 감
계	9,722백만원	4,478백만원	5,244백만원
터널등	9,504백만원	4,329백만원	5,175백만원
	o 수량 : 108,000EA o 단가 : 88,000원 (등기구 교체)	o 수량 : 72,150EA o 단가 : 60,000원 (부품별 교체)	o 수량 : 35,850EA (설치수량 감소) o 단가 : 28,000원 (호환성 확보)
가로등	218백만원	149백만원	69백만원
	o 88,000원 (등기구 교체)	o 68,000원 (부품별 교체)	o 단가 : 20,000원 (호환성 확보)

□ 전력료 절감금액 : 21억/년

- 효율 향상에 따른 등기구 수량 감소

구 분	당초 (일반 LED)	변경 (표준 LED)	절감금액
계	6,570백만원	4,474백만원	2,096백만원
터널등	6,314백만원	4,218백만원	2,096백만원
	o 수량 : 108,000EA	o 수량 : 72,150EA	o 수량 : 35,850EA (설치수량 감소)
가로등	225백만원	225백만원	-
	o 수량 : 3,540EA	o 수량 : 3,540EA	변동없음

붙 임 #3

LCC(경제성) 분석 결과

□ 터널등부문

(터널 1.7km 1개소 기준)

구 분		전체조명 LED 교체			기본조명(형광등) LED 교체		
		기존 등기구	일반 LED	표준 LED	기존 등기구	일반 LED	표준 LED
연 간 비 용	**금액(천원)**	**306,540**	**386,284**	**308,299**	**218,167**	**241,413**	**173,636**
	대비	**-**	**126%**	**100%**	**-**	**110%**	**80%**
초 기 설치비	금액(천원)	1,038,721	1,628,250	1,456,209	897,853	1,084,043	912,003
	대비	-	157%	140%	-	121%	102%
유 지 보수비	금액(천원)	80,337	141,523	85,372	66,786	95,643	50,006
	대비	-	176%	106%	-	143%	75%
전 기 요 금	금액(천원)	140,591	110,560	102,906	77,380	56,423	48,463
	대비	-	79%	73%	-	73%	63%

□ 가로등부문

(나들목 1개소 기준)

구 분		기존 등기구	일반 LED	표준 LED
연 간 비 용	**금액(천원)**	**38,269**	**39,365**	**37,861**
	대비	**-**	**103%**	**99%**
초 기 설치비	금액(천원)	274,243	311,124	296,774
	대비	-	113%	108%
유 지 보수비	금액(천원)	6,596	7,997	7,676
	대비	-	121%	116%
전 기 요 금	금액(천원)	9,069	5,725	5,725
	대비	-	63%	63%

o 연간비용 : 상각년수(20년) 및 이자율을 감안한 연간비용 산출

o 초기설치비 : 등기구 자재비, 노무비, 기타 공사비포함 산출

o 유지보수비 : 교체비용, 세척비용 산출

o 전기요금 : 소비전력에 따른 연간 전기요금 산출

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 설치기준(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, ‘09.11.03)

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, ‘11.05.11)

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, ‘11.06.03)

8-7. 터널 갱구상단 자연환경 복원방안 (시설처-2905, ‘11.10.25)

8-8. 터널 피난연결통로 시인성 개선 확대 시행 (시설처-3013, ‘11.11.03)

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)