

"빠른길, 편한길, 안전한길"

한 국 도 로 공 사

수신자 : 수신자 참조

(경유)

참 조 :

제 목 : 터널 피난연결통로 시인성 개선 확대 시행 통보

1. 시설처-3551(2010.11.15)의 관련입니다.

2. 화재 등 터널내 재난 발생시 고객 대피 및 구난환경 개선 등을 위한 터널 피난연결통로 시인성 개선 확대 시행 방안을 붙임과 같이 통보하니 시행에 만전을 기하시기 바랍니다.

붙 임 : 1. 관련공문 사본 1부.

2. 설계도서 1식(별도송부). 끝.

한 국 도 로 공 사 사 장



수신자 본10-본60,직30,직40,직50,직60,직80,직90,직100,직120,직130,직150,직190,직220

설비팀 조종욱

설비팀 김남구

팀장 전결 윤철욱

시행 시설처-3568 (2010.11.22.)

접수 공사관리팀-2105/2654 (2010.11.22.)

우 461-703 경기도 성남시 수정구 대왕판교로 430(금토동 293-1) / <http://www.ex.co.kr/>

전화 02-2230-4526 전송 02-2230-4304 / joejo@ex.co.kr / 공개

공람 공사관리팀 이지용

공사관리팀 정훈신

팀장 권인식

빠른 길 선한 길 안전한 길

감 사
김재일

팀 장	처 장	본 부 장
김재일	김재일	김재일

등록번호	시설처
등록일자	2010. 11. .
결재일자	2010. 11. .
공개구분	공개

터널 피난연결통로

시인성 개선 확대 시행

2010. 11

전기팀장 : 김재일

hi-pass

한국도로공사

시설처 설비팀 김재일

문서출력 : 시설처 설비팀 / 조영국 / 2010-11-02 13:55:46

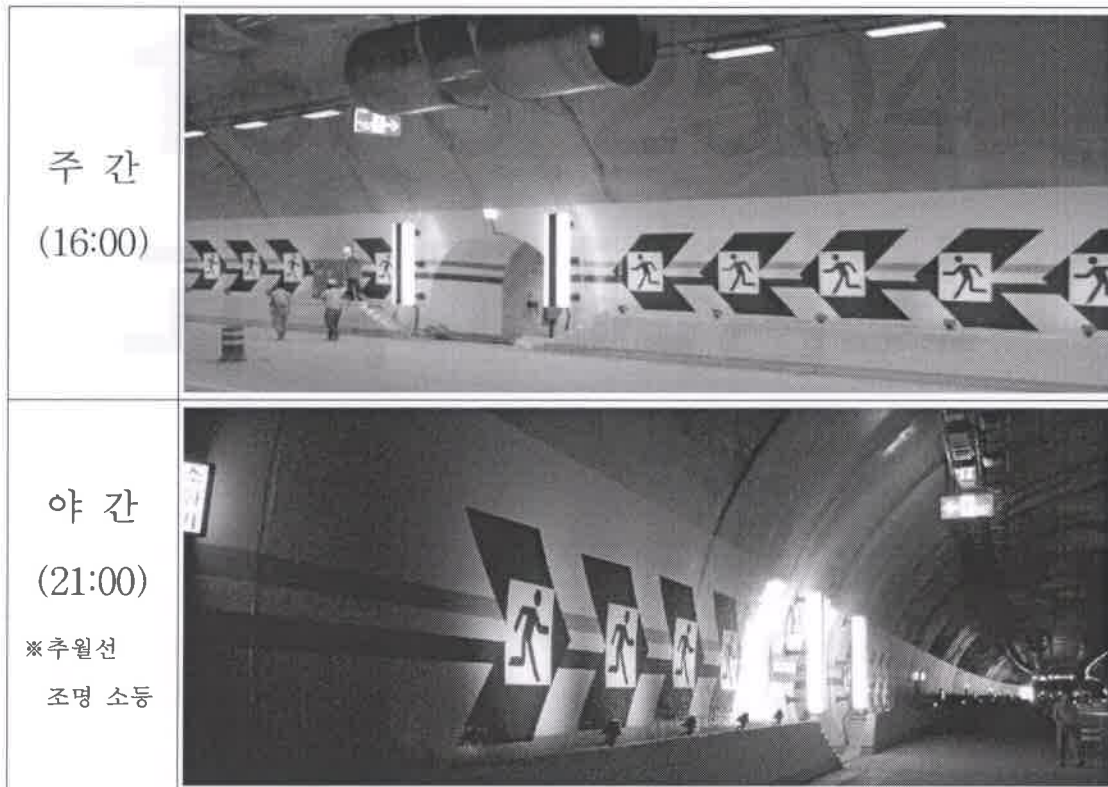
I 목 적

- 터널 피난연결통로 접근을 위한 시인성 및 인식성 개선
- 화재 등 재난발생시 이용고객이 안전한 곳으로 신속 대피 유도
- 시범설치 효과 분석 및 개선사항 반영을 통한 확대 적용

II 추진경위

- 피난연결통로 시인성 개선[시설처-1329(2010.4.23)] 방침 수립
- 진주-마산 진주1터널 시범 설치 시행 : 2010. 5 ~ 2010. 9
 - 현장 조사 시행 및 일부 시설 보완 지시 : 2010. 7. 28

※ 설치전경



- 피난연결통로 시인성 개선효과 의견 조회 시행 : 2010. 10
 - 진주마산건설사업단, 경남지역본부(시설팀)

III 개선사항

1. 현장조사 시설 보완

○ 벽면 화살표(갈매기 표지)

- 크기 조정 : 당초 2m×2m → 변경 2.5m×2.5m
- 간격 조정 : 당초 1m → 변경 3m
- 유도봉과 인접 화살표 이격 조정 : 당초 1m → 3m

○ 유도봉(기둥) 비상구

- 기둥 2개소에 [비상구 EXIT]로 중복 → 각 기둥에 [비 상 구], [E X I T]로 변경
- 글자색 진하게, 글자 크기 확대(20~30%)
- 픽토그램(사람 달러가는 문양) 방향 통일 : 피난경 쪽을 향하게
- 유도봉 LED 길이 : 1.2m×2개 → 2.4m×1개로 변경 (음영부분 방지)

2. 의견조치 결과 반영 설계 보완

○ 시범설치 결과 시인성 및 인식성 우수한 것으로 평가

○ 의견조치 결과 및 조치사항

구분	평가		주요내용	조치사항	비고
	사업단	본부			
시인성	上	上	· 유도봉 및 LED 설치로 시인성 좋음	-	
인식성	上	中	· 픽토그램으로 피난로로서 인식성 좋음 · 벽면 화살표 수량 부족	반영 (10개→12개)	
디자인	中	上	· 소화전함 부분 벽면 화살표 설치 불가	4차로 이상 터널에만 해당	
유 지 보수성	-	中	· 유도봉내 매연 및 이물질 투입 우려 · 전원인입선의 노출 최소화	덮개 기반영 배관매립(신설)	
시공성	上	-	· 유도봉 1차 전원 설계반영(전기)	반영	

IV 추진 계획

○ 공용중 터널

- 위험도 지수가 높고 피난연결통로간 거리가 먼 터널(750m 간격)부터 시행
- 사업계획 반영 지역본부 시행

시행 년도	본부	지사	노 선	터 널	연 장	방재등급 (지수)	피난연결통로 (간격)	소요예산 (백만원)
계				12개소			33개소	1,320
2011	강원	충주	중부내륙	장 연	3,055m	1등급 (25.5)	4(610m)	160
	경북	상주	중부내륙	문경새재	2,645m	2등급 (26.5)	3(700m)	120
	경북	영주	중 앙	죽 령	4,600m	1등급 (25.5)	6(650m)	240
2012	경북	상주	중부내륙	상 주	1,612m	2등급 (25)	2(550m)	80
	경기	시흥	서울외곽	수리/수암	1,865m 1,254m	2등급(25) 2등급(22)	2(650m) 1(640m)	120
	경남	창원	남 해	창 원1	2,566m	2등급 (24.5)	3(650m)	120
2013	강원	대관령	영 동	둔 내	3,300m	2등급 (23)	5(550m)	200
	경북	상주	중부내륙	문 경2	1,205m	2등급 (22.5)	1(603m)	40
	경북	영천	익산포항	와 촌	2,992m	2등급 (22)	3(700m)	120
	경남	창녕	중부내륙 지선	달 성1	1,387m	2등급 (22)	2(460m)	80
	강원	충주	중부내륙	연 풍	1,240m	2등급 (21.5)	1(620m)	40

○ 설계중, 공사중(설계완료 후 미발주 포함) 터널

- ‘터널 내부 미관 및 시선유도 향상방안 검토[설계처-1578(2010.4.1)]’
방침과 연계하여 설계처 협의 후 별도 시행

※ 2010년 준공사업단(남원전주,광양남원)은 예산 및 공정 등을
감안하여 자체 판단 시행

"빠른길, 편한길, 안전한길"
한 국 도 로 공 사

수신자 : 건설처장

(경유)

참 조 :

제 목 : 터널내 탄성파반사법 탐사(TSP) 적용방안 송부

1. 설계처-5150호(2010.11.15)의 관련입니다.

2. 터널 막장전방 암질 예측을 위해 시행중인 탄성파반사법 탐사(TSP)의 기술발전을 고려한 탐사방법과 세부 설계 적용방안을 붙임과 같이 송부하오니 관련 업무에 참고하시기 바랍니다.

붙 임 : 터널내 탄성파반사법 탐사(TSP) 적용방안 검토 1부. 끝.

설계처장 ^代 정국영

도로설계팀 김지훈

도로설계팀 김지엽

팀(부)장 전결 정국영

시행 설계처-5120 (2010.11.16.)

접수 건설처-4255/ (2010.11.16.)

우 461-703 경기도 성남시 수정구 대왕판교로 430(금토동 293-1) / <http://www.ex.co.kr/>

전화 02-2230-4787 전송 02-2230-4509 / kjh1675@ex.co.kr / 공개

공람 건설지원팀 윤완석

건설지원팀

팀장

터널내 탄성파반사법 탐사(TSP) 적용방안 검토

설계처 구조설계부 김지엽차장 (☎4782)

터널 막장전방 암질 예측을 위해 시행중인 탄성파반사법 탐사(TSP)의 기술발전을 고려한 탐사방법과 세부 설계 적용방안을 검토함

□ (관련기준) 터널 막장 전방 암질 예측방안 검토(설계처, 2003.11)

- 실시설계시 물리탐사 결과 연약대 위치별 TSP 각 1회 반영
- 공사시 범위과다, 암질 연약화 등 전방 암질 예측 필요시 TSP 시행
- 발파를 이용한 다점충진방식·다점수진방식 시방서 명기

□ 현 실태(문제점)

- 기존 탐사방법 이외, 발파가 필요 없는 타격식 방식 일부 현장 적용
- 연약대·파쇄대 불명확 구간 중·형방향 중복 설계반영 사례 발생
 - ▣ 현 기준상 발파이용 탐사범위만 명시 다양한 탐사방법 현장적용 예외
 - ▣ 탐사위치·범위 등 세부기준 불명확 노선·공구별 설계내용 상이

□ TSP 적용방안

- 기술발전 고려 탐사방법(비발파, 2D, 3D 등) 다양화 ⇒ 시방서 보완
 - 새로운 탐사방법은 적용사례 등을 면밀히 검토하여 적용여부 결정
 - 설계도서 특정방법 명기 배제, 전적 후 최저 단가 적용
- 실시설계시 암반등급 IV이하의 연약대 구간에만 TSP 적용
- 종방향 400m 이내 및 형방향 TSP 중복 배제

□ 기타(현장관리)

- 암반특성·막장변위 계측결과, 전방 암질 예측 필요시 TSP 시행
- 막장별 지질 기록부 작성 및 적정 발파패턴 결정 철저



빠른길 · 편한길 · 안전한길

상임감사위원
이창수

부 장	처 장
김 3 미	김 3 미

등록번호	실제처 - 3105
결재일자	2010. 11. 15
등록일자	2010. 11. 15
공개구분	공 개

협조 건설관리처장 김 3 미

터널내 탄성파반사법 탐사(TSP) 적용방안 검토

2010. 11.

설계기준팀장 : 박 3 미
도로설계팀장 : 김 3 미

목 차

- I. 검토목적
- II. 관련기준
- III. 현 실태 및 문제점
- IV. TSP 적용방안
- V. 검토결론

hi-pass

한국도로공사

설 계 처 구조설계부 김지영

I

검토목적

터널 막장전방 암질 예측을 위해 시행중인 탄성파반사법 탐사(TSP¹⁾)의 기술발전을 고려한 탐사방법과 세부 설계 적용방안을 검토함

II

관련기준

□ 터널 막장 전방 암질 예측방안 검토(설계처, 2003.11)

- 실시설계시 물리탐사 결과 연약대가 발견된 경우 연약대 위치별 TSP 각 1회 반영
- 공사시 계측결과 변위가 과대하거나 막장의 암질이 갑자기 연약화하여 전방의 암질을 예측할 필요가 있는 경우 TSP 시행
- TSP 공사시방서
 - 조사위치 : 예상 약대층 약 100~200m 이전 탐사
 - 탐사방법 : 발파를 이용한 다점송신방식, 다점수신방식 명기

III

현 실태 및 문제점

□ 현 실태

- 기존 탐사방법 이외, 발파가 필요 없는 해머타격식 방식 일부 현장 적용(동홍천-양양 10공구, 담양-성산 13공구, 충주-제천 2·3공구)
- 연약지반·파쇄대 존재가 불명확한 일부구간(암반 I~Ⅲ등급) TSP 반영
- 탐사예측 범위 중복(중·횡방향) 설계반영 사례 발생

1) TSP(Tunnel Seismic Profiling)

터널 내부에서 탄성파를 발생시켜 약 100~200m 막장 전방의 불연속면에서 반사된 신호를 분석하여 불연속면의 위치와 암질을 간접적으로 파악하는 탐사방법

□ 문제점

- 현재의 기준(공사시방서)상 발파를 이용한 탐사방법만 명시, 기술발전을 고려한 다양한 탐사방법 현장적용 애로
- 탐사위치·범위 등 세부기준 불명확, 노선·공구별 설계내용 상이
 - ☞ 터널내 탄성파반사법 탐사(TSP) 기준보완 조치(감사실-1362, 2010.7)

IV TSP 적용방안

□ 기술발전을 고려한 탐사방법 다양화

- 다양한 탐사방법(비발파, 2D, 3D 등) 적용 가능토록 시방서 보완
 - 현장 적용 탐사방법 조사하여 공사시방서 추가
 - 새로운 탐사방법은 현장에서 적용사례 등을 면밀히 검토하여 적용여부 결정토록 명기
- ☞ 탐사결과의 신뢰성 향상 및 탐사기술 발전 유도

□ TSP 설계적용 구간·범위 구체화

- TSP 적용구간 명확화
 - 실시설계시 암반등급 IV이하의 연약대 구간에만 적용
- TSP 중복구간 배제
 - 기술발전²⁾을 감안하여 종방향 400m 이내 중복 배제
 - 행선별 동일지점 횡방향 중복 배제
- ☞ 설계 일관성 확보 및 과다 설계 방지

²⁾ 최근 현장 적용된 비발파 전방타격 다점송수신방법의 경우 종방향으로 약 400m까지 예측 가능

□ TSP 적용기준

- 지속적 기술발전을 감안한 다양한 탐사방법 검토 적용
- TSP 적용 암반(IV등급 이하) 규정, 종·횡방향 중복 배제
 - 변위과다, 연약지반 등 현장여건상 불가피시 중복 시행 가능
- 설계도서 특정방법 표기 배제, 일반화된 “탄성파반사법 탐사(TSP)” 표기
 - 탐사방법별 전적처리 후 최저단가 적용

□ 현장관리

- 암반특성·막장변위 계측결과, 전방 암질 예측 필요시 TSP 시행하며, 암종 또는 절리면 상태 확인이 필요한 경우 선진수평보링 추가 시행
 - TSP 예측결과와 실제 굴착결과 간의 비교·분석, 신뢰성 검증
- 터널 막장별 지질 기록부 작성 및 적정 발파패턴 결정 철저
 - 지반을 전공한자 또는 동등 이상의 자격이나 경험을 구비한 자가 막장관찰 시행

□ 적용방안

- 설계중 노선 : 본 방침 적용
- 공사중(미발주 포함) 노선 : 공사주관(시행)부서 적용여부 판단

※ 붙임 : 터널내 탄성파반사법 탐사 공사시방서(보완)

터널내 탄성파반사법 탐사(TSP) 공사시방서(보완)

터널내 탄성파 반사법 탐사

(1) 조사목적

- ① 단층파쇄대, 탄질층 등과 같이 암질이 급격히 불량한 지층 존재 여부를 파악한다.
- ② 설계단계에서 추정되거나 공사시 예측되는 약대층을 터널 갱내에서의 위치, 규모, 터널축과의 교차각도 등의 특성을 파악한다.

(2) 조사위치

터널안에서 예상 약대층의 약 0 ~ 400m 이전에서 탐사한다.

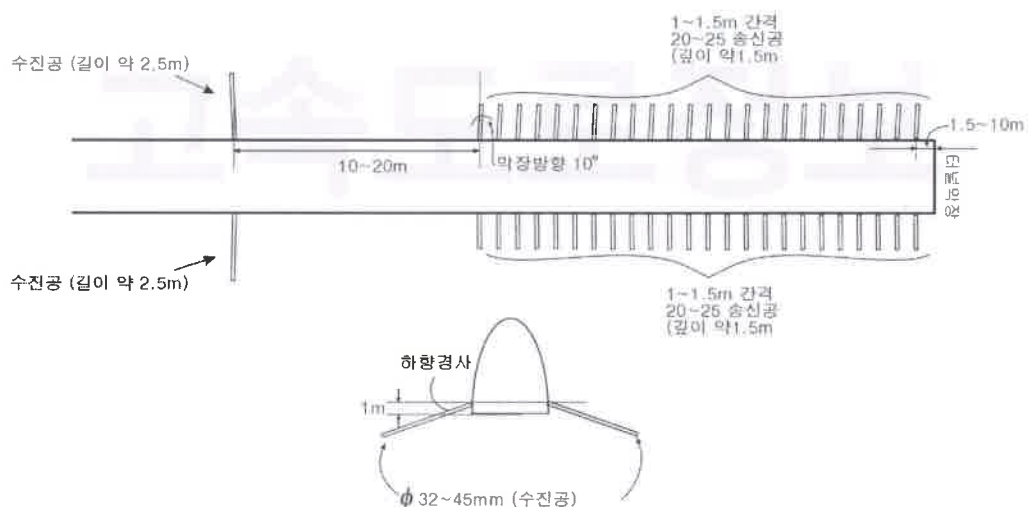
(다점송신·다점수신방식 : 약 100~200m, 비발파 전방타격 다점송수신방식 : 0~400m)

(3) 탐사방법

막장전방을 예측하기 위한 터널내 탄성파반사법탐사는 다음과 같은 방식이 있으며, 터널굴착 상황 지질여건 등을 감안하여 적절한 탐사방법을 선택하도록 한다.

1) 다점송신방식(2개 이상 수신점 x 24개 이상 송신점 방식)

터널 1개벽면에 24개 이상의 송신공(발파공)을 천공하고 탄성파를 발생시키며 양 벽면에 각 1개 이상의 수신부에서 반사신호를 측정한다.

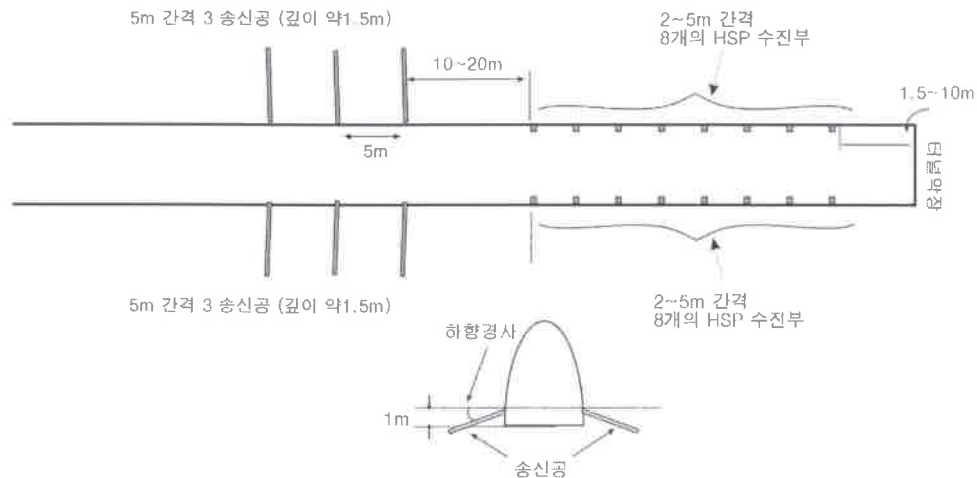


【다점송신방식 탄성파 반사법 개념도】

2) 다점수신방식(8개 이상 수신점 x 6개 이상 송신점 방식)

터널 양벽면에 3개 이상, 도합 6개 이상의 송신공(발파공)을 천공하고 탄성파를 발생시키며, 터널 1개 벽면에 8개 이상의 수신부에서 반사신호를 측정하여 해석한다. 이 방법은

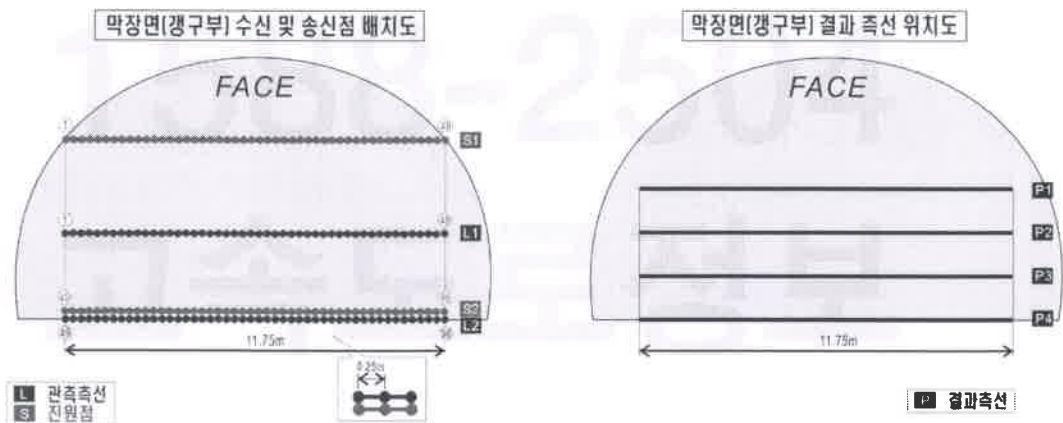
총 6회 정도의 발파가 필요하다.



【다점수신방식 탄성과 반사법 개념도】

3) 비발파 전방타격 다점송수신방식(96개 이상 수신점 × 96개 이상 송신점 방식)

터널 막장면 및 갱구부 전면에 최대한의 조밀간격으로 96개 이상의 수신기를 배치한 다음, 수신기 개수만큼 막장전면에 충격식 진원을 발생시킨 뒤, 터널 전방에서 되돌아오는 반사신호를 각 수신기에서 동시에 취득, 해석하는 방법이다. 특히 진원발생시 한 지점에서의 타격은 양질의 신호대 잡음비 기록이 취득될 수 있도록 충분한 수직중합을 실시하도록 하여야 한다.



【비발파 전방타격 다점송수신방식 탄성과 반사법 개념도】

(4) 측정 및 해석장비

- 1) 기록계 : 탐사기록계는 충분한 dynamic range를 보이는 탄성파기록계(seismograph)를 이용하여 하여야 한다. 자료 취득간격은 약 0.1msec 이내인 장비를 사용하여 광대역의 신호를 취득할 수 있어야 한다.
- 2) 수신기 : 반사신호를 취득하는 수신기는 지오폰 혹은 가속도계를 사용하도록 한다. 암반 내에서는 비교적 고주파의 반사신호가 형성되므로 센서의 주파수 특성은 최저 주파수가 100Hz 이하에서 최대 주파수가 1000Hz 이상까지 고른 반응을 나타내어야 한다.

- 3) 송신원 : 송신에 사용되는 화약은 일반화약을 사용할 수 있으며 장약량은 공당 터널의 암질에 따라 20~100 g을 사용한다. 발파기도 일반 발파기를 사용할 수 있다. 발파 너관은 반드시 고품질의 무지연(0 ms) 전기너관 방식을 사용하여 송신원 발생과 수신 기록사이에 지연(delay)이 없도록 하며, 비발파 방식의 경우 터널 막장면의 풍화정도를 고려하여 고주파성분을 발생시킬 수 있는 타격기(source)를 사용하도록 한다.
- 4) 수신케이싱 : 다점송신방식에서 삽입식 수신기를 사용하는 경우 보호 케이싱의 내경은 삽입되는 센서 외경과 0.2mm 이하의 차이를 나타내어 양호한 접합상태를 유지할 수 있어야 하며, 전방 타격식 비발파 탐사방식의 경우 수신케이싱은 필요치 않는다.
- 5) 수신부 접합제 : 삽입식 수신케이싱과 수신공 사이는 rock-bolt 고정시 사용되는 재질로 접합시키며, 벽체 부착식 센서를 사용할 경우 부착면은 볼트와 여타 급결재를 이용하여 접합상태가 양호하게 유지시켜야 한다. 전방 타격식 비발파 탐사방식의 경우 수신케이싱 고정용 앵커 및 찰흙 등으로 접합상태가 양호하도록 유지시켜야 한다.
- 6) 자료해석소프트웨어는 다음의 기능을 포함하고 있어야 한다.
 - 자료 제시 : 측정된 자료를 그래픽으로 나타낼 수 있는 기능
 - 자료편집, 대역 필터링, 이득회수, 속도분석, f-k filtering 등
 - 파쇄대, 불연속면 등 취약대의 위치 및 상태 관련 정보제공 기능

(5) 탐사결과 활용

지질도, 막장관찰기록, 갱내 지질전개도 등 기존 지질자료와 종합 분석하여 적절한 굴착 및 지보계획 수립시 참고한다.

(6) 기타

- 1) 현재까지 탐사기는 발생된 탄성파를 2차원 또는 3차원의 탄성과 수신기를 이용하여 전방을 연약대를 파악하는 2차원 또는 3차원 탐사기의 2종류가 있으며, 3차원 탐사기는 2차원 탐사기에 비하여 보다 많은 정보를 제공한다.
- 2) 상기의 탐사방법 이외에 기술발전을 고려한 다양한 탐사방법(상기방법의 변경 포함)을 적용할 수 있으며, 이의 적용시 적용사례 등을 면밀히 검토하여 적용여부를 결정하여야 한다.

"빠른길, 편한길, 안전한길"

한 국 도 로 공 사

수신자 : 수신자 참조
(경유)

참 조 :

제 목 : 터널 원격통합관리 통신규약 개정 통보

1. 시설처-1297(2010.4.21) 및 정보처-3310(2010.10.20)의 관련입니다.
2. 터널 원격통합관리 통신규약이 불임과 같이 개정되었기에 통보하오니 터널 원격통합관리시설 구축에 만전을 기하시기 바랍니다.

붙 임 : 1. 통신지침 개정 요약 1부
2. 터널 원격통합관리 통신규약 Ver 2.0. 끝.

한 국 도 로 공 사 사 장



수신자 본20,본30,본50,직30,직40,직50,직60,직80,직90,직100,직120,직130,직150,직190,직220

설비팀 조종욱

설비팀 김남구

팀장 전결 윤철욱

시행 시설처-3401 (2010.11.11.)

접수 공사관리팀-2060/2597 (2010.11.15.)

우 461-703 경기도 성남시 수정구 대왕판교로 430(금토동 293-1) / <http://www.ex.co.kr/>

전화 02-2230-4526 전송 02-2230-4304 / joejo@ex.co.kr / 공개

공람 공사관리팀 이지용

공사관리팀 정훈신

팀장 권인식

터널 통합원격관리 정보체계 통신지침 개정 요약

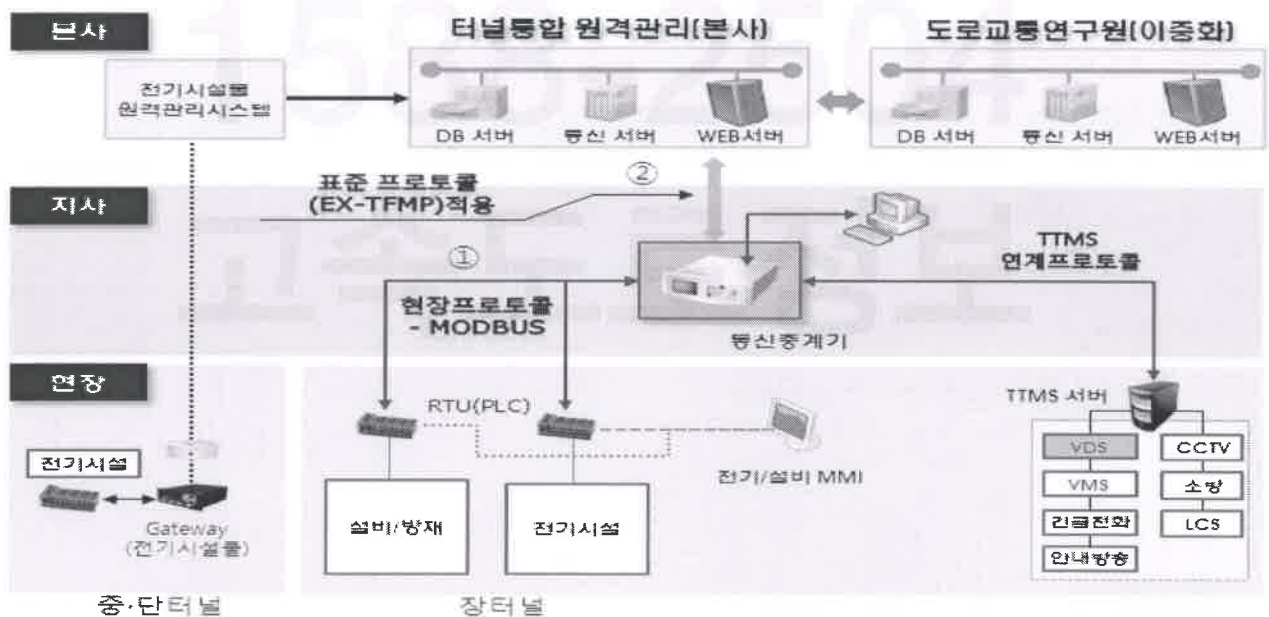
□ 목 적

터널내 환기·방재·전기설비 등의 가동상태를 감시하고 제어하기 위한 터널과 통신서버간 통신구성과 통신방식 등을 국제표준에 따라 정의함

□ 추진개요

- 2009. 8 ~ 12 : 터널 통합원격관리 통신체계 개발
- 2010. 2 : 터널 통합원격관리 통신규약 제정(v1.0)
- 2010. 6 ~ 12 : 터널 통합원격관리 정보체계 개발
- 2010. 10 : 터널 통합원격관리 통신규약 개정(v2.0)

□ 시스템 구성



순위	구 분	통신방식	주기	비 고
①	PLC ↔ 통신중계기 (터널) (지사)	이더넷(IEEE 802.3)	100m/s	- MODBUS
②	통신중계기 ↔ 통신서버 (지사) (본사)	이더넷(IEEE 802.3)	30분 상태변화시	- 표 현 : ASN.1 - 암호화 : SEED

□ 개정사항

- 설비수량 추가(42종 → 63종)에 따른 설비별 감시, 제어, 설정 포인트 정의
- 송수신 자료 표준화(설비별 최대 개수 조정) : 국내 최장 터널(인제터널) 기준
- 대상설비

구 분	기존	변경	설비명	비고
계	42	63		
환기설비	3	3	제트팬, 축류팬, 집진기	
계측설비	3	5	가시거리, 일산화탄소, 풍향풍속계, 백엽상, 유독가스감지기, 양압감지기	
방재설비	7	7	진입차단막, 비상경보발신기, 자동화재탐지기, 피난연락통로 차단문, 소화기 등	
전기설비	11	15	부하개폐기, 차단기, 자동절체개폐기, 누전경보기, 정류기, 배선용차단기, 발전기, 변압기, UPS, 조명제어기, 가로등 제어기, 릴레이, 접지에러, ATD, Fault Interrupt	
환경설비	2	2	히팅케이블, 온도계	
기계설비	7	20	심정펌프, 배수펌프, 소화펌프, 급배기팬, 생활용수 저장조, 소화용수 저장조, 배수(유류)탱크, 부스터펌프, 지열순환펌프, 히트펌프, 축열펌프, 방열펌프, 버퍼탱크, 급탕탱크, 배수조, 일반수급수펌프, 항온항습기, 댐퍼, 배관용압력감지기, 버터플라이밸브	
교통설비	3	4	VDS, LCS, 비상전화, AVC	
현장제어설비	5	5	환기, 계측기, 화재, 프로그램, 외부장치 운영이상	운영 포인트
터널운영상태	1	2	유고발생, PLC운영이상	

□ 적용계획

- 2010. 11월 : 통신규약 배포(시설처)
- 적용대상 및 적용일 : 시설처 공문 통보 이후 신규·기존 터널
- 신규설비 경보 및 장애등급 정의 : 2010. 11월중
- ※ 기존 운영중인 연풍터널 : 신규 통신규약에 의거 변경

"빠른길, 편한길, 안전한길"
한 국 도 로 공 사

수신자 : 수신자 참조

(경유)

참 조 :

제 목 : 건설현장 터널폐수처리시설 최종방류수 수질관리방안 통보

터널건설현장에서 운영되는 폐수처리시설에 대한 수질관리기준의 일관성을 도모하고, 터널폐수처리시설 최종방류수 수질의 적정 관리를 통해 현장주변의 수생태계 환경성을 확보하기 위한 「건설현장 터널폐수처리시설 최종방류수 수질관리방안」을 붙임과 같이 통보하오니 이행에 철저를 기하시기 바랍니다.

- 붙 임 : 1. 건설현장 터널폐수처리시설 최종방류수 수질관리방안 요약 1부.
2. 건설현장 터널폐수처리시설 최종방류수 수질관리방안 1부. 끝.

한 국 도 로 공 사



수신자 직30-직100,직120-직150,직190,직220,본10-본60

녹색환경팀 **안재형**

녹색환경팀 **이재복**

팀(부)장 전결 **강문식**

시행 설계처-4097 (2010.09.07.)

접수 공사관리팀-1409/1971 (2010.09.07.)

우 461-703 경기도 성남시 수정구 대왕판교로 430(금토동 293-1) / <http://www.ex.co.kr/>

전화 031-779-5563 전송 02-2230-4907 / ginger@ex.co.kr / 공개

공람 공사관리팀 **백종철**

공사관리팀 **박철배**

팀장 **권인식**

단장 **권오철**

최종방류수 수질관리방안

2010. 9. 6(월)

녹색환경팀 이재복(☎4663)

□ 목 적

- 터널건설현장 폐수처리시설 수질관리기준의 일관성 도모
- 터널폐수처리시설 최종방류수 수질의 적정 관리를 통한 현장 주변 수생태계 환경성 확보

□ 수질오염물질 등급분류 및 수질검사 기준

○ I 등급 관리기준

구 분	pH		SS
수질검사주기	1회/일	1회/월	1회/월
수질검사방법	현장 측정	전문기관 수질검사 의뢰	

○ II 등급 관리기준

구 분	BOD	COD	T-N	T-P	n-H(광유류)
수질검사주기	분기 1회				
수질검사방법	전문기관 수질검사 의뢰				

○ III 등급 관리기준

구 분	중금속류 등 22개 항목
수질검사주기	터널굴착 공정률 초기(5%이내) 1회, 중기(50%) 1회
수질검사방법	전문기관 수질검사 의뢰

※ 수질검사비용 : 설계노선 신규반영 및 공사노선은 설계변경 적용
(터널길이 1,500m 및 30개월 운영시설의 경우, 약340만원 소요)

□ 관리실태점검

- 본사점검 : 「건설현장 환경관리 지도점검」 시 시행
⇒ 관리대장 기록상태 및 최종방류수 수질검사(I, II등급 7개 항목)
- 건설사업단(지역본부) 점검 : 자체계획 수립·시행

I. 목 적

- 터널건설현장 폐수처리시설 수질관리기준의 일관성 도모
- 터널폐수처리시설 최종방류수 수질의 적정 관리를 통한 현장 주변 수생태계 환경성 확보

II. 현 황

- 전체건설현장 설치·운영 중인 터널폐수처리시설 : 291개소
- 수질검사를 실시하는 오염물질 관리항목
 - pH 등 7개 항목(이하 「7개 항목」)

- pH : 수소이온농도 (pondus Hydrogenii)
- BOD : 생물학적산소요구량 (Biochemical Oxygen Demand)
- COD : 화학적산소요구량 (Chemical Oxygen Demand)
- SS : 불용성 부유물질 (Suspended Solid)
- T-N : 총 질 소 (Total Nitrogen)
- T-P : 총 인 (Total Phosphorus)
- n-H : 팜 유 류 (normal-Hexane extract)

2010. 9

건설현장 터널폐수처리시설 최종 방류수 수질 관리 방안

배관설계 · 편입설 · 안전환경

부 장	팀 장	처 장	본부장
강운식	김기영	김기영	정경선

건설관리처장: 김기영

등록번호	설계지 - 4688
등록일자	2010. 9. 6
발주일자	2010. 9. 6
공제구분	공 제

hi-pass | 한국도로공사
설계처 녹색환경팀이전부

Ⅲ. 문 제 점

- 총 114개의 터널폐수처리시설에 대한 조사결과, 최종방류수의 수질 검사항목·주기·방법이 현장별로 상이하여 수질관리 일관성 결여

□ 수질오염물질 검사항목 상이

- pH, SS : 대부분 현장에서 주요 검사항목으로 선정
- 기타항목 : 현장별로 검사항목 선정 상이
※ 수질오염물질 검사항목·주기·방법 조사현황 : [붙임 #1]

□ 항목별 검사주기 상이

- pH : 일일검사 실시
- 기타항목 : 월·분기·반기검사 실시(현장별 혼재 적용)

□ 항목별 검사방법 상이

- pH : 현장측정 실시(의뢰시험 미실시)
- 기타항목 : 의뢰시험 실시

□ 수질관련 법령에 의한 수질관리항목 검사 미실시

- 총 32개 항목에 대한 수질관리 요구됨
※ 「수질 및 수생태계 보전에 관한 법률(이하, 「수질법」)」에 의한 수질관리항목 : [붙임 #2]

- 최종방류수 내 폐놀 등 중금속의 함유여부 확인 불가
※ 총 32개 항목 중 「7개 항목」에 대해서만 검사 실시 중

Ⅳ.

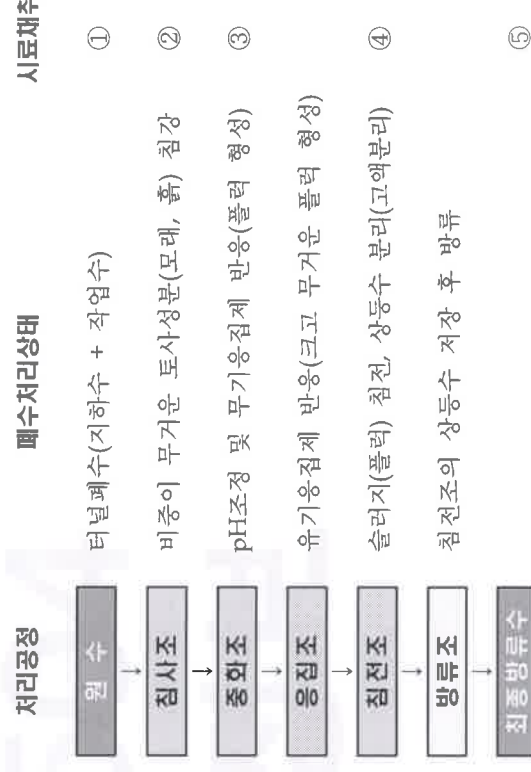
터널폐수 수질특성 분석

- 실제 운영중인 터널폐수처리시설 시료채취 및 수질검사 실시
- 폐수처리 단계별 수질검사 결과에 따른 적정관리항목 선정 검토

□ 대상터널 : 수도권지역 2개 터널 선정

노 선 명	터 널 명	터널연장(m)	시료채취시기
여주 - 양평	금사5터널	1,698(양평)	공정율 91%
신갈 - 호법	마성터널	1,555(강릉)	공정율 89%

□ 터널폐수처리시설 처리공정 및 시료채취 위치



※ 터널폐수 처리공정 단계별 시료채취(5개 공정단계)

□ 수질검사항목

- 공인시험기관에 성분분석 의뢰시험 실시
 - ※ 의뢰기관 : 강원도보건환경연구원
- 수질검사항목 분석항목 : 「수질법」에 의한 29개 항목
 - ※ 전체 32개 항목 중 온도 등 분석 불필요 3개 항목 제외

□ 수질검사항목 분석결과

- pH, SS 항목
 - ①~④단계(원수 및 중간처리수) : 환경기준 초과
 - ⑤단계(최종방류수) : 환경기준 만족
 - ※ pH, SS 수질검사항목 분석결과 : [붙임 #3]
 - ⇒ 지속관리 요구정도가 높은 항목으로 판단
- BOD, COD, T-N, T-P 항목(유기물질 및 영양염류)
 - ①~⑤단계(원수~최종방류수) : 전과정 환경기준 만족
 - ※ BOD, COD, T-N, T-P 수질검사항목 분석결과 : [붙임 #4]
 - ⇒ 지속관리 요구정도가 중간인 항목으로 판단
- 기타 23개 항목(폐놀 등 중금속류)
 - ①~⑤단계(원수~최종방류수) : 전과정 환경기준 만족
 - 전(全)단계 불검출 또는 미량검출(환경기준의 10%내외)
 - ※ 중금속 등 기타항목 수질검사항목 분석결과 : [붙임 #5]
 - ⇒ 지속관리 요구정도가 상대적으로 낮은 항목으로 판단

V. 관리 방안

□ 수질오염물질 등급 설정

- 「수질검사항목 분석결과」와 「수질법」을 고려하여 등급 분류
- 3개 등급 / 29개 항목

구분	I 등급		II 등급				III 등급
	pH	SS	BOD	COD	T-N	T-P	n-H (광유류)
수질오염물질 종류							중금속류 등 22개 항목
터널공사 중 발생 가능한 오염물질	○	○				○	
수질검사항목 분석결과 관리필요항목	○	○					
수질 TMS 추정요구항목		○	○	○	○	○	
수질관련 법령에 의한 항목	○	○	○	○	○	○	○

- I 등급 : 터널현장에서 발생량이 가장 많은 주요 항목
- II 등급 : 발생량은 작지만, 수질 TMS 등 관리대상 항목
 - ※ 수질 TMS : 배출량 200톤/일 이상 시설의 자동측정 장치
(환경부 주요관리항목, 「수질법」)
- III 등급 : 발생량이 극히 미량이지만, 「수질법」 관리대상 항목
 - ※ 수질오염물질 관리등급 별 오염물질항목 : [붙임 #6]

□ 등급별 최종방류수 수질검사 관리기준

○ I 등급 관리기준

구	분	pH		SS
수질검사주기	1회/일	1회/월	1회/월	1회/월
수질검사방법	현장 측정	전문기관 수질검사 의뢰		

○ II 등급 관리기준

구	분	BOD	COD	T-N	T-P	n-H(광유류)
수질검사주기	분기 1회					
수질검사방법	전문기관 수질검사 의뢰					

○ III 등급 관리기준

구	분	중금속류 등 22개 항목
수질검사주기	터널굴착 공정률 초기(5%이내) 1회, 중기(50%) 1회	
수질검사방법	전문기관 수질검사 의뢰	

※ 초기 수질검사결과 기준치 초과 시, 당해 항목 관리등급 II등급 전환

□ 수질검사결과 조치

○ 최종방류수 수질검사 시행결과를 관리대장에 기록·보존

※ 터널폐수처리시설 최종방류수 수질검사 관리대장 : [붙임 #7]

○ 수질검사 결과 환경기준 초과항목에 대한 현장별 대책강구

VI. 관리실태점검

□ 본사점검

- 점검시기 : 「건설현장 환경관리 지도점검」 시 시행
- 점검내용
 - 「터널폐수처리시설 최종방류수 수질검사 관리대장」 보존·기록상태 및 환경기준 초과항목에 대한 조치내용
 - 건설사업단 자체 점검계획 수립 및 이행상태 확인
 - 터널폐수처리시설 최종방류수 수질검사

검 사 항 목	검 사 방 법
I 등급 및 II등급 5개 항목 (pH, SS, BOD, COD, T-N, T-P, n-H(광유류))	• 시료채취 및 현장봉인(점검자) • 공인시험기관 수질분석 의뢰 (사후환경영향조사)

※ 검사 대상터널은 지도점검 시 임의선정

□ 건설현장 자체점검

- 건설사업단(지역본부)별 점검시기·내용에 대한 자체계획 수립·시행

VII. 적 용 방 안

- 본 방침 시행일 이후부터 적용
- 설계(중) 및 공사 중인 노선의 수질검사비용 반영
 - 본 방침에 따라 설계반영 및 설계변경 적용

※ 붙임

1. 수질오염물질 검사항목 · 주기 · 방법 조사현황
2. 「수질 및 수생태계 보전에 관한 법률」에 의한 수질관리항목 · 기준
3. pH, SS 수질검사 분석결과
4. BOD, COD, T-N, T-P 수질검사 분석결과
5. 중금속 등 기타항목 수질검사 분석결과
6. 수질오염물질 관리등급 별 오염물질항목
7. 터널폐수처리시설 최종방류수 수질검사 관리대장

수질오염물질 검사항목 · 주기 · 방법 조사현황

1. 조사대상

11개 건설사업단 114개 터널폐수처리시설

2. 건설현장별 검사항목

항목	pH	BOD	COD	SS	T-N	T-P	n-H (광유류)
개소	108	45	91	110	9	9	49
비율(%)	94.7	39.5	79.8	96.5	7.9	7.9	43.0

3. 항목별 검사주기

구 분	pH	BOD	COD	SS	T-N	T-P	n-H (광유류)
계	108	45	91	110	9	9	49
일	108	-	-	-	-	-	-
월	-	38	49	33	2	2	21
분기	-	7	25	56	4	4	15
반기	-	-	17	21	3	3	13

4. 항목별 검사방법

구 분	pH	BOD	COD	SS	T-N	T-P	n-H (광유류)
계	108	45	91	110	9	9	49
현장측정	108	-	-	-	-	-	-
의뢰시험	-	45	91	110	9	9	49

「수질 및 수생태계 보전에 관한 법률」에 의한
수 질 관 리 항 목 · 기 준

구 분	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	SS (mg/L)	pH	n-H(mg/L)		페놀 (mg/L)	시아 (mg/L)
					(광유류)	(동식물성)		
청정지역	40	50	40	5.8~8.6	1이하	5이하	1이하	0.2이하
가지역	80	90	80	"	5이하	30이하	3이하	1이하
나지역	120	130	120	"	"	"	"	"
특례지역	30	40	30	"	"	"	5이하	"
구 분	크롬 (mg/L)	철 (mg/L)	아연 (mg/L)	구리 (mg/L)	카드뮴 (mg/L)	수은 (mg/L)	유기인 (mg/L)	비소 (mg/L)
청정지역	0.5이하	2이하	1이하	1이하	0.02이하	0.001이하	0.2이하	0.05이하
가지역	2이하	10이하	5이하	3이하	0.1이하	0.005이하	1이하	0.25이하
나지역	"	"	"	"	"	"	"	"
특례지역	"	"	"	"	"	"	"	"
구 분	납 (mg/L)	6가크롬 (mg/L)	망간 (mg/L)	불소 (mg/L)	PCB (mg/L)	총대장균군 (mL)	색도 (도)	온도 (℃)
청정지역	0.1이하	0.1이하	2이하	3이하	불검출	100이하	200이하	40이하
가지역	0.5이하	0.5이하	10이하	15이하	0.003이하	3,000이하	300이하	"
나지역	"	"	"	"	"	"	400이하	"
특례지역	"	"	"	"	"	"	"	"
구 분	총질소 (mg/L)	총인 (mg/L)	TCE (mg/L)	PCE (mg/L)	음이온계 면활성제 (mg/L)	벤젠 (mg/L)	디클로로 메탄 (mg/L)	생태독성 (TU)
청정지역	30이하	4이하	0.06이하	0.02이하	3이하	0.01이하	0.02이하	1이하
가지역	60이하	8이하	0.3이하	0.1이하	5이하	0.1이하	0.2이하	2이하
나지역	"	"	"	"	"	"	"	"
특례지역	"	"	"	"	"	"	"	"

※ 수질 및 수생태계 보전에 관한 법률 시행규칙 제34조 관련 [별표 13]

※ 지역구분 : 「배출허용기준(폐수) 적용을 위한 지역지정 규정」 (환경부고시 제2007-107호)

pH, SS 수질검사 분석결과

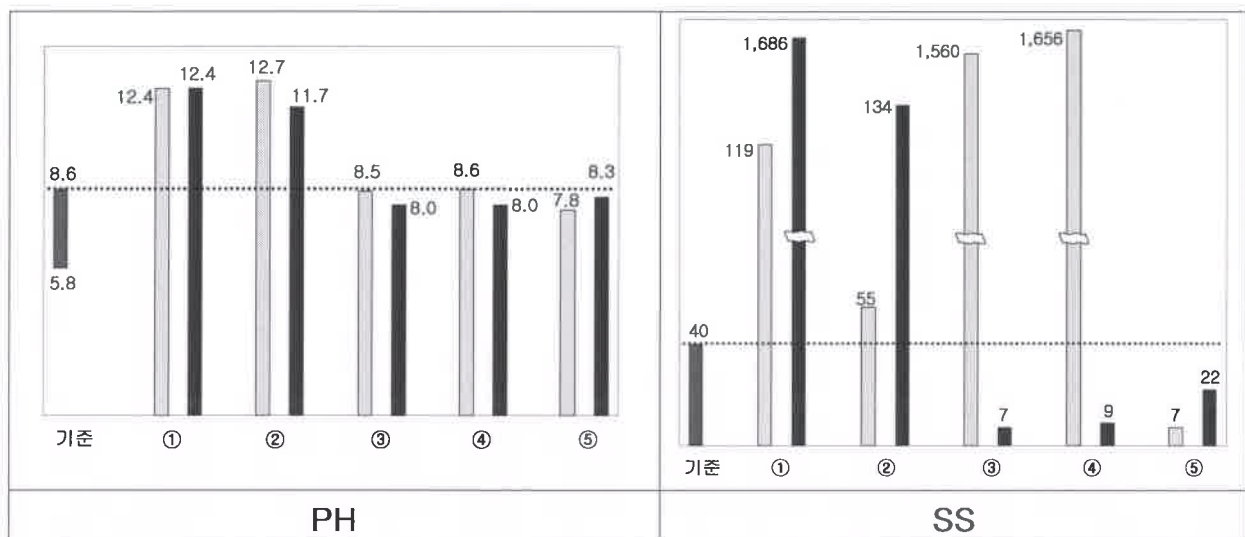
1. 마성터널

항목	배출허용기준 ("가"지역)	원수 (①단계)	침사 (②단계)	중화 (③단계)	응집+침전 (④단계)	최종방류수 (⑤단계)
pH	5.8~8.6	12.4	12.7	8.5	8.6	7.8
	배출허용기준 대비	144%	148%	기준이내	기준이내	기준이내
SS (mg/L)	80이하	119.2	54.8	1560.0	1656.0	7.0
	배출허용기준 대비	149%	69%	1950%	2070%	9%

2. 금사5터널

항목	배출허용기준 ("청정"지역)	원수 (①단계)	침사 (②단계)	중화 (③단계)	응집+침전 (④단계)	최종방류수 (⑤단계)
pH	5.8~8.6	12.4	11.7	8.0	8.0	8.3
	배출허용기준 대비	144%	136%	기준이내	기준이내	기준이내
SS (mg/L)	40이하	1686.0	133.6	7.0	9.0	22.0
	배출허용기준 대비	4215%	334%	18%	23%	55%

3. 수질오염물질 분포도



BOD, COD, T-N, T-P 수질검사 분석결과

1. 마성터널

항목	배출허용기준 ("가"지역)	원수 (① 단계)	침사 (② 단계)	중화 (③ 단계)	응집+침전 (④ 단계)	최종방류수 (⑤ 단계)
BOD (mg/L)	80	6.8	13.5	21.0	22.5	13.3
	배출허용기준 대비	8.5%	16.9%	26.3%	28.1%	16.7%
COD (mg/L)	90	8.2	18.5	34.3	33.4	18.3
	배출허용기준 대비	9.1%	20.6%	38.1%	37.1%	20.3%
T-N (mg/L)	60	4.707	7.715	9.080	9.460	3.160
	배출허용기준 대비	7.8%	12.9%	15.1%	15.8%	5.3%
T-P (mg/L)	8	0.088	0.035	0.769	0.493	0.009
	배출허용기준 대비	1.1%	0.4%	9.6%	6.2%	0.1%

2. 금사5터널

항목	배출허용기준 ("가"지역)	원수 (① 단계)	침사 (② 단계)	중화 (③ 단계)	응집+침전 (④ 단계)	최종방류수 (⑤ 단계)
BOD (mg/L)	40	7.3	1.9	3.0	2.9	2.3
	배출허용기준 대비	18.3%	4.8%	7.5%	7.3%	5.8%
COD (mg/L)	50	21.9	5.3	5.0	6.5	6.7
	배출허용기준 대비	43.8%	10.6%	10.0%	13.0%	13.4%
T-N (mg/L)	30	28.197	9.383	9.955	10.030	10.645
	배출허용기준 대비	94.0%	31.3%	33.2%	33.4%	35.5%
T-P (mg/L)	4	0.979	0.078	0.015	0.009	0.017
	배출허용기준 대비	24.5%	2.0%	0.4%	0.2%	0.4%

중금속 등 기타항목 수질검사 분석결과

1. 마성터널

항목	배출허용기준 ("가"지역)	원수 (① 단계)	침사 (② 단계)	중화 (③ 단계)	응집+침전 (④ 단계)	최종방류수 (⑤ 단계)
페놀(mg/L)	3	불검출	0.026	0.010	불검출	불검출
	배출허용기준대비	0%	0.9%	0.3%	0%	0%
시안(mg/L)	1	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
	배출허용기준대비	0%	0%	0%	0%	0%
크롬(mg/L)	2	0.13	0.16	0.34	0.15	0.19
	배출허용기준대비	6.5%	8.0%	17.0%	7.5%	9.5%
철(mg/L)	10	0.13	불검출	0.06	불검출	0.66
	배출허용기준대비	1.3%	0%	0.6%	0%	6.6%
아연(mg/L)	5	0.095	0.012	0.787	0.518	0.022
	배출허용기준대비	1.9%	0.2%	15.7%	10.4%	0.4%
구리(mg/L)	3	불검출	불검출	0.094	0.069	0.019
	배출허용기준대비	0%	0%	3.1%	2.3%	0.6%
카드뮴(mg/L)	0.1	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
	배출허용기준대비	0%	0%	0%	0%	0%
수은(mg/L)	0.005	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
	배출허용기준대비	0%	0%	0%	0%	0%
유기인(mg/L)	1	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
	배출허용기준대비	0%	0%	0%	0%	0%
비소(mg/L)	0.25	불검출	불검출	0.026	0.010	불검출
	배출허용기준대비	0%	0%	10.4%	4%	0%
납(mg/L)	0.5	불검출	불검출	0.06	불검출	불검출
	배출허용기준대비	0%	0%	12.0%	0%	0%

항목	배출허용기준 ("가"지역)	원수 (① 단계)	침사 (② 단계)	중화 (③ 단계)	응집+침전 (④ 단계)	최종방류수 (⑤ 단계)
6가크롬(mg/L)	0.5	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
	배출허용기준대비	0%	0%	0%	0%	0%
망간(mg/L)	10	불검출	불검출	불검출	불검출	0.010
	배출허용기준대비	0%	0%	0%	0%	0.1%
불소(mg/L)	15	0.35	0.45	불검출	0.23	불검출
	배출허용기준대비	2.3%	3%	0%	1.53%	0%
대장균수(mL)	3,000	30이하	30이하	30이하	30이하	30이하
	배출허용기준대비	기준이내	기준이내	기준이내	기준이내	기준이내
트리클로로에틸렌(mg/L)	0.3	0.088	불검출	불검출	불검출	불검출
	배출허용기준대비	29.3%	0%	0%	0%	0%
테트라클로로에틸렌(mg/L)	0.1	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
	배출허용기준대비	0%	0%	0%	0%	0%
색도(도)	300	4	13	8	14	5
	배출허용기준대비	1.3%	4.3%	2.7%	4.7%	1.7%
디클로로메탄(mg/L)	0.2	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
	배출허용기준대비	0%	0%	0%	0%	0%
벤젠(mg/L)	0.1	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
	배출허용기준대비	0%	0%	0%	0%	0%
음이온계면활성제(mg/L)	5	0.07	0.12	0.10	0.09	0.10
	배출허용기준대비	1.4%	2.4%	2%	1.8%	2.0%
n-H(광유류)(mg/L)	5	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
	배출허용기준대비	0%	0%	0%	0%	0%
n-H(동식물성)(mg/L)	30	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
	배출허용기준대비	0%	0%	0%	0%	0%

2. 금사5터널

항목	배출허용기준 ("청정"지역)	원수 (① 단계)	침사 (② 단계)	중화 (③ 단계)	응집+침전 (④ 단계)	최종방류수 (⑤ 단계)
페놀(mg/L)	1	0.015	불검출	불검출	불검출	불검출
	배출허용기준대비	1.5%	0%	0%	0%	0%
시아(mg/L)	0.2	0.03	0.02	불검출	불검출	0.01
	배출허용기준대비	15.0%	10%	0%	0%	5.0%
크롬(mg/L)	0.5	0.13	0.06	0.06	0.06	0.03
	배출허용기준대비	26.0%	12.0%	12.0%	12.0%	6.0%
철(mg/L)	2	0.18	0.45	0.03	불검출	0.03
	배출허용기준대비	0.9%	22.0%	1.5%	0%	6.0%
아연(mg/L)	1	0.164	0.011	0.001	0.014	0.004
	배출허용기준대비	16.4%	11.0%	0.1%	1.4%	0.4%
구리(mg/L)	1	0.044	불검출	0.029	불검출	불검출
	배출허용기준대비	4.4%	0%	2.9%	0%	0%
카드뮴(mg/L)	0.02	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
	배출허용기준대비	0%	0%	0%	0%	0%
수은(mg/L)	0.001	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
	배출허용기준대비	0%	0%	0%	0%	0%
유기인(mg/L)	0.2	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
	배출허용기준대비	0%	0%	0%	0%	0%
비소(mg/L)	0.05	0.016	0.011	불검출	0.010	불검출
	배출허용기준대비	32.0%	22.0%	0%	20.0%	0%
납(mg/L)	0.1	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
	배출허용기준대비	0%	0%	0%	0%	0%

항목	배출허용기준 ("가"지역)	원수 (① 단계)	침사 (② 단계)	중화 (③ 단계)	응집+침전 (④ 단계)	최종방류수 (⑤ 단계)
6가크롬(mg/L)	0.1	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
	배출허용기준대비	0%	0%	0%	0%	0%
망간(mg/L)	2	불검출	불검출	불검출	0.023	0.018
	배출허용기준대비	0%	0%	0%	1.2%	0.9%
불소(mg/L)	3	0.41	0.44	0.19	0.24	0.25
	배출허용기준대비	13.7%	14.7%	6.3%	8%	8.3%
대장균수(mL)	100	30이하	30이하	30이하	30이하	30이하
	배출허용기준대비	기준이내	기준이내	기준이내	기준이내	기준이내
트리클로로에틸렌(mg/L)	0.06	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
	배출허용기준대비	0%	0%	0%	0%	0%
테트라클로로에틸렌(mg/L)	0.02	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
	배출허용기준대비	0%	0%	0%	0%	0%
색도(도)	200	11	5	3	4	4
	배출허용기준대비	5.5%	2.5%	1.5%	2.0%	2.0%
디클로로메탄(mg/L)	0.02	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
	배출허용기준대비	0%	0%	0%	0%	0%
벤젠(mg/L)	0.01	0.001	불검출	불검출	불검출	불검출
	배출허용기준대비	10.0%	0%	0%	0%	0%
음이온계면활성제(mg/L)	3	0.11	0.07	0.07	0.07	0.07
	배출허용기준대비	3.7%	2.3%	2.3%	2.3%	2.3%
n-H(광유류)(mg/L)	1	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
	배출허용기준대비	0%	0%	0%	0%	0%
n-H(동식물성)(mg/L)	5	불검출	불검출	불검출	불검출	불검출
	배출허용기준대비	0%	0%	0%	0%	0%

수질오염물질 관리등급 별 오염물질 항목

관리등급	오염물질 항목
Ⅰ 등급	2개 항목
	pH, SS
Ⅱ 등급	5개 항목
	BOD, COD, T-N, T-P, n-H(광유류)
Ⅲ 등급	22개 항목
	페놀류, 시안, 크롬, 용해성철, 아연, 구리, 카드뮴, 수은, 유기인, 비소, 납, 6가크롬, 용해성망간, 불소, PCB, 총대장균군, 트리클로로에틸렌, 테트라클로로에틸렌, 음이온계면활성제, 벤젠, 디클로로메탄, PCB, n-H(동식물성) (2011년 1. 1부터 5개항목 추가) 셀레늄, 사염화탄소, 1,1-디클로로에틸렌, 1,2-디클로로에탄, 클로로폼
관리제외	3개 항목
	온도, 색도, 생태독성

[붙임 #7]

〇〇터널(△△방향)

터널폐수처리시설 최종방류수 수질검사 관리대장

기 관 명	0000건설사업단	노선명	00선	터널위치	STA. 00+000
터널연장	000m	시설 용량 (m ³ /일)	〇〇〇	운영기간	~

채수일자	I 등급		II 등급				
	pH	SS	BOD	COD	T-N	T-P	n-H (광유류)
2010. 9. ○							
2010. 10. ○							
2010. 11. ○							
2010. 12. ○							
2011. 1. ○							
2011. 2. ○							
2011. 3. ○							
2011. 4. ○							
2011. 5. ○							
2011. 6. ○							
2011. 7. ○							
2011. 8. ○							
2011. 9. ○							
2011. 10. ○							
2011. 11. ○							
2011. 12. ○							

구분	항목	수질검사 결과		비 고
		20◇○.□.◎ (굴착초기)	20◇○.□.◎ (공정율 50%)	
Ⅲ등급	폐놀			
	시안			
	크롬			
	아연			
	철			
	구리			
	카드뮴			
	수은			
	유기인			
	비소			
	납			
	6가크롬			
	망간			
	불소			
	벤젠			
	PCB			
	총대장균군			
	트리카로로에틸렌			
	테트라크로로에틸렌			
	디클로로메탄			
	음이온계면활성제			
	n-H(동식물성)			

"빠른길, 편한길, 안전한길"
한 국 도 로 공 사

수신자 : 수신자 참조
(경유)

참 조 :

제 목 : 한국산업표준 개정에 따른 우리공사 터널조명 적용방안 통보

1. 시설처-1741(2010.05.31)호의 관련입니다.

2. 한국산업표준(KSA3703) 개정에 따른 우리공사 터널조명 적용방안을 붙임과 같이 통보하오니 시행에 만전을 기하여 주시기 바랍니다.

붙 임 : 한국산업표준 개정에 따른 우리공사 터널조명 적용방안 1부. 끝.

한 국 도 로 공 사



수신자 직30-직160,직190,직220,본10-본60,지101-지607

전기팀 최현범

전기팀 고영일

팀장 전결 신상록

시행 시설처-1743 (2010.06.01.)

접수 공사관리팀-793/1288 (2010.06.01.)

우 461-703 경기도 성남시 수정구 대왕판교로 430(금토동 293-1) / <http://www.ex.co.kr/>

전화 -- 전송 031-779-4537 / sofe@ex.co.kr / 공개

공람 공사관리팀 윤태식

공사관리팀 정훈신

팀장 권인식



빠른길 · 편한길 · 안전한길

상임감사위원

이창성

처 장

본부장

장준기

김재홍

등록번호	시설처 - 1741
등록일자	2010. 5. 31.
결재일자	2010. 5. 31.
공개구분	공개

한국산업표준 개정에 따른

우리공사 터널조명 적용방안

목 차

2010. 5

- I. 추진배경
- II. 현행
- III. 주요 개정내용
- IV. 적용방안
- V. 추진계획

hi-pass

한국도로공사

시설처 전기팀 *신상우*

한국산업표준 개정에 따른 우리공사 터널조명 적용방안

I 추진배경

터널의 주야간 운전자에게 안전하고 쾌적한 운전환경을 확보하기 위하여 설치하는 터널조명의 한국산업표준(KSA 3703)이 개정됨에 따라 우리공사 적용방안을 수립하여 시행코자 함

II 현 행

□ 구간별 터널 기준거리 및 조도

[설계속도 100km/h 기준]

구 분		기 준 조 도 (룩스)				
		경 계 부	이 행 부	완 화 부	기 본 부	출 구 부
거 리 (m)		60	120	200	-	70
포장	콘크리트	1,820	1,690~1,020	790~170	120	400
	아스팔트	2,520	2,340~1,420	1,100~240	170	560

- 입구부(경계·이행·완화부) 조명 : 주간에 터널 입구부근에서의 시각적 문제를 해결함을 목적으로 기본 조명에 부가하여 설치하는 조명
- 기본부 조명 : 주야간에 터널 내에서의 운전자의 시각 인지성을 확보하기 위하여 전체길이에 걸쳐서 거의 균일한 휘도를 확보하는 조명
- 출구부 조명 : 주간에 터널 출구를 통해 보이는 야외의 높은 휘도의 눈부심에 의하여 일어나는 시각적 문제를 해결하기 위하여 필요에 따라 기본조명에 부가하여 설치하는 조명

□ 터널 야간조명

[단위 : 룩스]

구 분	야 간	심 야	비 고
기 준 조 도	30	15	시간별 이원화

□ 터널 입·출구부 접속부 조명기준 : 20룩스

1. 교통량에 따라 조명구간별 기준 조도 및 거리 가변

□ 조도 가변구간 : 이행부, 기본부, 출구부 조명

□ 거리 가변구간 : 이행부 조명

※ 교통량 : 교통량이 최대인 시점에서 각 차로의 시간당
통행차량 대수 [단위 : 차량대수/시간/차로]

- 일방통행 : 많음 (1,000이상), 보통(1,000 ~ 300), 적음(300이하)
- 양방통행 : 많음 (300이상), 보통(300 ~ 100), 적음(100이하)

2. 구간별 기준조도 변경 (100km/h, 콘트리트포장) [단위 : 룩스]

조명구간	당 초	개 정	증 감	비 고
경 계 부	1,820	2,600	780	
기 본 부	120	95 ~ 145	감25 ~ 25	
출 구 부	400	480 ~ 730	80 ~ 330	

- 경계부 : 20° 원추형 시야내 하늘의 비율에 따른 평균노면휘도 [증43%]
- 기본부 : 교통량에 따른 평균노면휘도 [감20% ~ 증20%]
- 출구부 : 기본부 휘도의 5배 [증20% ~ 증83%]

3. 구간별 기준거리 변경 (100km/h, 콘트리트포장) [단위 : m]

조명구간	당 초	개 정	증 감	비 고
경 계 부	60	160	100	
이행·완화부	320	170 ~ 254	감150 ~ 감66	
출 구 부	70	160	90	

- 경계부 : 설계속도에 따른 정지거리 [증167%]
- 이행·완화부 : 교통량에 따라 가변 [감46% ~ 감20%]
- 출구부 : 설계속도에 따른 정지거리 [증128%]

4. 야간 및 입·출구 접속부 조명기준 변경

IV

적용방안

1. 터널내 조명구간별 기준 조도 및 거리 변경

■ 현 행

[설계속도 100km/h기준]

구분	포장	경계부	이 행 부 (120m)				완 화 부 (200m)					기본부	출구부
			1	2	3	4	1	2	3	4	5		
거리 [m]		60	30	30	30	30	40	40	40	40	40		70
조도 [룩스]	콘크리트	1,820	1,690	1,460	1,250	1,020	790	550	360	230	170	120	400
	아스팔트	2,520	2,340	2,030	1,730	1,420	1,100	770	500	320	240	170	560

□ 변 경

[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
		아스팔트	3,600	3,600	2,890	2,180	1,470	740	460	330	250	-	-	200	400	600	800	1,000
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
		아스팔트	3,600	3,600	2,890	2,180	1,470	740	460	330	250	200	-	165	340	500	670	830
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
		아스팔트	3,600	3,600	2,890	2,180	1,470	740	460	330	250	200	160	130	260	390	520	650

※ 설계속도 및 교통량에 따라 조명구간별 기준 조도 및 거리 가변

☞ 적 용 기 준

■ 경계부 조명

○ 평균노면휘도

설계속도	60km/h	80km/h	100km/h
평균노면휘도	75cd/m ²	150cd/m ²	200cd/m ²

- 고속도로 터널의 대부분은 산악지역을 관통함으로 평균노면휘도는 20°원추형 시야내의 하늘의 비율이 “5%~0%” 적용, 단 특별한 경우는 하늘의 비율에 맞추어 평균노면휘도 산출 적용
- 터널 입구 주변의 반사에 따른 밝기상황은 “보통” 적용
- 방위에 따른 평균노면휘도는 변화는 미적용 (하늘비율 10%이하)

○ 구간거리

설계속도	60km/h	80km/h	100km/h
정지거리	60m	100m	160m

- 경계부 거리는 설계속도에 따른 정지거리 적용
- 경계부 거리의 처음 50%는 설계속도에 따른 평균노면휘도이며 이후 구간은 경계부 평균노면휘도의 40%까지 계단식으로 단계하강
- 계단식 단계하강시 곡선그래프상 휘도값은 최상위값 적용

■ 이행부 조명

○ 평균노면휘도

- 조명수준 곡선그래프[붙임참조]의 의해 계단식으로 단계하강
- 계단식 단계하강시 곡선그래프상 휘도값은 최상위값 적용
- $L_{tr}(\text{이행부 휘도값}) = L_{th} (1.9 + t)^{-1.4}$
(L_{th} : 경계부휘도, t : 이행부 운행시간[초])

○ 구간거리는 설계속도 및 교통량에 따라 가변

■ 기본부 조명

○ 설계속도(정지거리) 및 교통량에 따른 평균노면휘도 적용

설 계 속 도 (정지거리)	교통량에 따른 평균노면휘도 [cd/m ²] (조도 [룩스])		
	적 음	보 통	많 음
160m (100km/h)	7 (95)	9 (120)	11 (145)
100m (80km/h)	5 (65)	6.5 (85)	8 (105)
60m (60km/h)	3 (40)	4.5 (60)	6 (80)

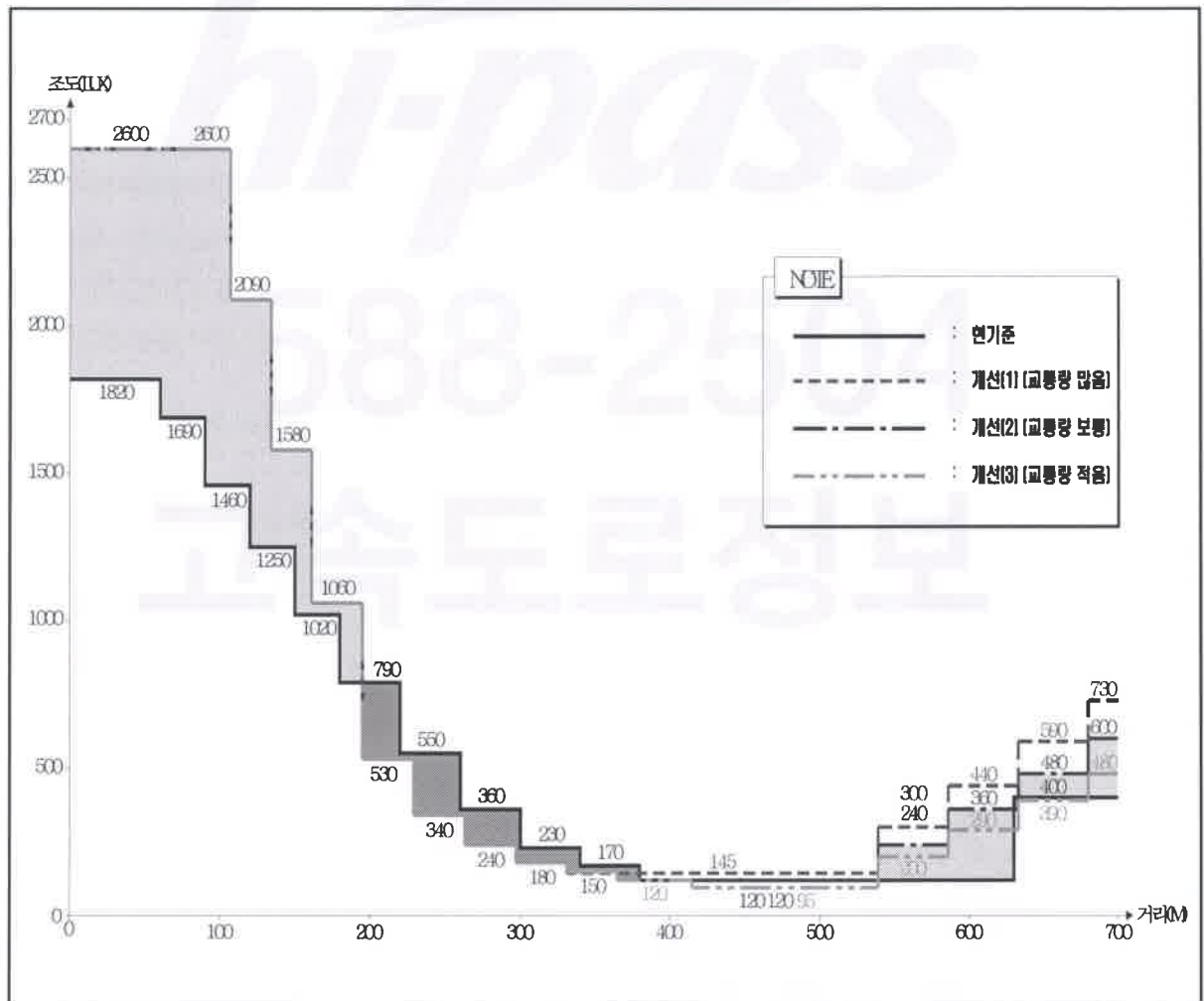
■ 출구부 조명

○ 평균노면휘도

- 출구 20m는 기본부 휘도의 5배이며 이전단계는 단계 상승
- 터널 연장이 짧아 기본부가 없는 등의 각 구간별 거리가 확보되지 않는 경우에는 출구부 조명구간이 확보될 수 있도록 해당 터널의 연장에 맞추어 이행부의 거리를 조정하여 적용 [붙임참고]

○ 구간거리는 설계속도에 따른 정지거리 적용

※ 터널 조명기준 신규대비표



[설계속도100km/h, 콘크리트 포장기준]

2. 야간조명에 대한 기준 변경

[단위 : 룩스]

구 분	현 행	변 경	비 고
야 간	30	15	콘크리트 기준
심 야	15		

☞ 적용기준

- 이원화된 야간조명 기준을 일원화
- 변경 터널 조명회로 현황 [붙임참조]

현 행	변 경	비 고
막 음 회로	막 음 회로	NH 400, 250, 100W
흐 림 회로	흐 림 회로	NH 400, 250, 100W
일·출몰회로	일·출몰회로	FL 32W × 2, 3
야 간 회로		
심 야 회로	야간회로(비상회로포함)	FL 32W × 1

3. 무정전전원설비에 의한 비상조명 10룩스 이상 설치

☞ 적용기준

- 대상터널 : 연장 200m이상 터널
- 변경된 야간회로의 1/2(주행선 야간회로)를 비상조명회로로 사용
- 야간비상회로는 무정전전원공급, 공동구 배선 및 내화전선 사용
[관련문서 : 시설처 - 2610(2009. 7. 13) 참조]
- 형광등 (32W/3) 사용에 따른 야간 및 야간(비상)회로 운영조도

교 통 량	운영조도[룩스]			비 고
	일·출몰 [100% 점등]	야 간 [1/6 점등]	야간 (비상) [1/12 점등]	
많 음	145	24	12	콘크리트, 100km/h
보 통	120	20	10	
적 음	95	16	16	

- 교통량이 적음에 해당하는 터널은 주행선측 야간등만 비상회로 적용시
기준 조도미달(8룩스)로 주·추월선 야간등 모두 비상회로 적용

4. 터널 입·출구부 접속부 조명기준 변경

구 분	현 행		변 경		비 고
	입구부	출구부	입구부	출구부	
거리 [m]	180	180	160	200	콘크리트, 100km/h
조도 [룩스]	20	20	10	10	

☞ 적용기준

- 기준조도는 도로조명기준(KSA3701) 적용
- 구간거리
 - 입구부는 정지거리를 적용
 - 출구부는 정지거리의 2배 이상으로 하되, 200m이상은 필요 없음

V

추진계획

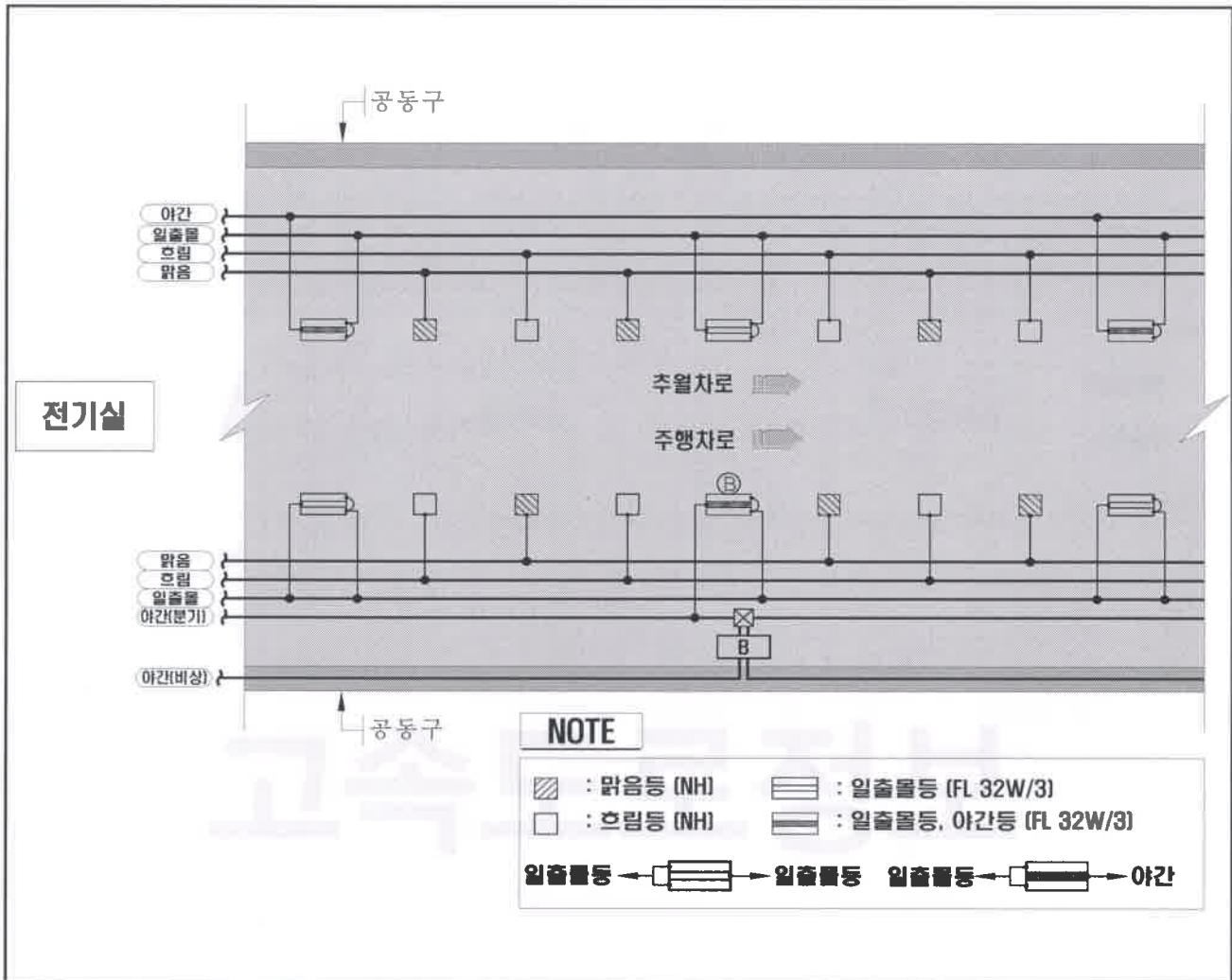
- ☐ 공용중인 터널은 조명시설 전면 개량시 시행
 - 터널 야간 및 입·출구부 접속부 조명기준 변경은 즉시 시행
- ☐ 현 시공중인 터널은 현장여건을 감안하여 설계변경
- ☐ 향후 설계시 반영

붙임

1. 변경 터널조명 회로도(예시) 1부.
2. 200m미만 터널조명 기준 1부.
3. 각 구간별 조명수준 곡선 그래프 1부.
4. 설계속도 80km/h 구간별 터널조명 기준 1부.
5. 기본부 없는 터널조명 기준 1부.
6. 교통량에 따른 터널 조명기준 신규대비표 1부.

변경 터널조명 회로도(예시)

[경계부 단계]



- ☞ 형광등의 비상бат데리는 변경된 주행선측 야간(비상)등의 1/2 설치
(형광등의 설치 기본간격 4m시 → 형광등의 비상бат데리 설치간격은 16m)

200m미만 터널조명 기준

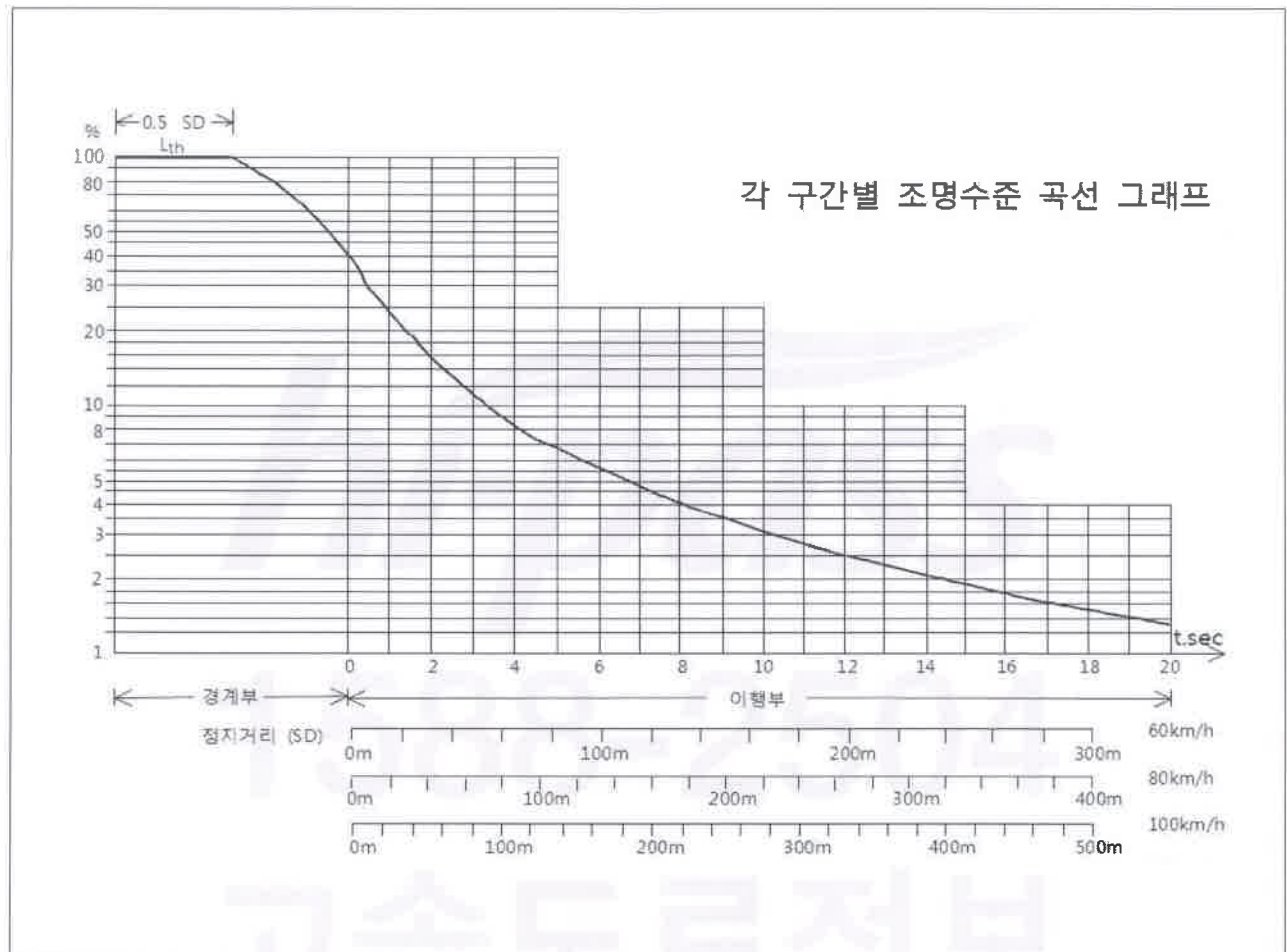
□ 경계부 조도에 대한 조절계수

터널길이	교통량 ⁽¹⁾	출구부 보임 (기준점으로부터)				출구부 안보임 (기준점으로부터)			
		주광입사				주광 입사			
		좋은		나쁨		좋은		나쁨	
		벽면반사율				벽면 반사율			
		30%초과	30%이하	30%초과	30%이하	30%초과	30%이하	30%초과	30%이하
50m미만	전부	0% (주간 경계부 조명 필요 없음)				0% (주간 경계부 조명 필요 없음)			
50 이상 ~100m미만	적음	0%	0%	0%	0%	0%	50%	50%	50%
	보통	25%	25%	25%	25%	25%	50%	50%	50%
	많음	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%
100m 이상 ~200m 미만	적음	50%	50%	50%	50%	50%	100%	100%	100%
	보통	75%	75%	75%	75%	75%	100%	100%	100%
	많음	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
200m이상	전부	100%				100%			
주) (1) 교통량 : 단위 [차량대수/시간/차로] ① 일방통행 : 많음(1,000 이상), 보통(1,000 미만~300 초과), 적음(300 이하) ② 양방통행 : 많음(300 이상), 보통(300 미만~100 초과), 적음(100 이하)									

□ 적용비율 기준 조도 (100km/h 기준)

노면	적용비율	주간				
		경계부				이행부
		1 (80m)	2 (27m)	3 (27m)	4 (27m)	1 (39m)
콘크리트	0%	95,120,145	95,120,145	95,120,145	95,120,145	95,120,145
	25%	650	650	522	395	265
	50%	1,300	1,300	1,045	790	530
	75%	1,950	1,950	1,567	1,185	795
아스팔트	0%	130,165,200	130,165,200	130,165,200	130,165,200	130,165,200
	25%	900	900	722	545	367
	50%	1,800	1,800	1,445	1,090	735
	75%	2,700	2,700	2,167	1,635	1,102

각 구간별 조명수준 곡선그래프



#붙임 4

설계속도 80km/h 구간별 터널조명 기준

교통량	구분	포장	경계부(100m)			이행부(140, 170, 215m)						기본부	출구부(100m)		
			1	2	3	1	2	3	4	5	6		1	2	3
많음	거리[m]		50	25	25	35	35	35	35	-	-		40	40	20
	조도 [룩스]	코리클	1,950	1,950	1,380	800	350	210	140	-	-	105	250	390	530
		아팔트	2,700	2,700	1,900	1,100	480	280	200	-	-	145	340	540	730
보통	거리[m]		50	25	25	35	35	35	35	30	-		40	40	20
	조도 [룩스]	코리클	1,950	1,950	1,380	800	350	210	140	110	-	85	200	320	430
		아팔트	2,700	2,700	1,900	1,100	480	280	200	150	-	120	280	440	600
적음	거리[m]		50	25	25	35	35	35	35	30	45		40	40	20
	조도 [룩스]	코리클	1,950	1,950	1,380	800	350	210	140	110	90	65	160	250	330
		아팔트	2,700	2,700	1,900	1,100	480	280	200	150	120	90	210	330	450

기본부 없는 터널조명 기준

[설계속도 : 100km/h, 포장 : 콘크리트, 교통량 : 보통]

□ 터널 연장 : 200 ~ 300m

구분	계	경계1	경계2	경계3	경계4	이행1	이행2	출구2	출구3	출구4
거리 [m]	200	80	27	27	27	34	-	-	-	5
	300	80	27	27	27	34	34 ^③	4 ^①	47 ^②	20 ^④
조도 [룩스]		2,600	2,600	2,090	1,580	1,060	530	360	480	600

- ☞ 터널연장에 맞추어 ① ⇒ ② ⇒ ③ ⇒ ④ 순서(낮은 조도값)로 거리를 차감함
- ☞ 교통량이 “많음”과 “적음”에 해당되는 터널도 “보통”의 방식대로
교통량에 따른 구간별 조도에서 낮은 조도구간부터 거리를 차감함

□ 터널 연장 : 300 ~ 400m

구분	계	경계1	경계2	경계3	경계4	이행1	이행2	이행3	출구1	출구2	출구3	출구4
거리 [m]	300	80	27	27	27	34	34	-	-	4	47	20
	400	80	27	27	27	34	34	34 ^②	23 ^①	47 ^③	47	20
조도 [룩스]		2,600	2,600	2,090	1,580	1,060	530	340	240	360	480	600

□ 터널 연장 : 400 ~ 500m

구분	계	경계1	경계2	경계3	경계4	이행1	이행2	이행3	이행4	이행5	이행6	출구1	출구2	출구3	출구4
거리 [m]	400	80	27	27	27	34	34	34	-	-	-	23	47	47	20
	500	80	27	27	27	34	34	34	34 ^③	34 ^②	8 ^①	47 ^④	47	47	20
조도 [룩스]		2,600	2,600	2,090	1,580	1,060	530	340	240	180	150	240	360	480	600

□ 터널 연장 : 500 ~ 526m

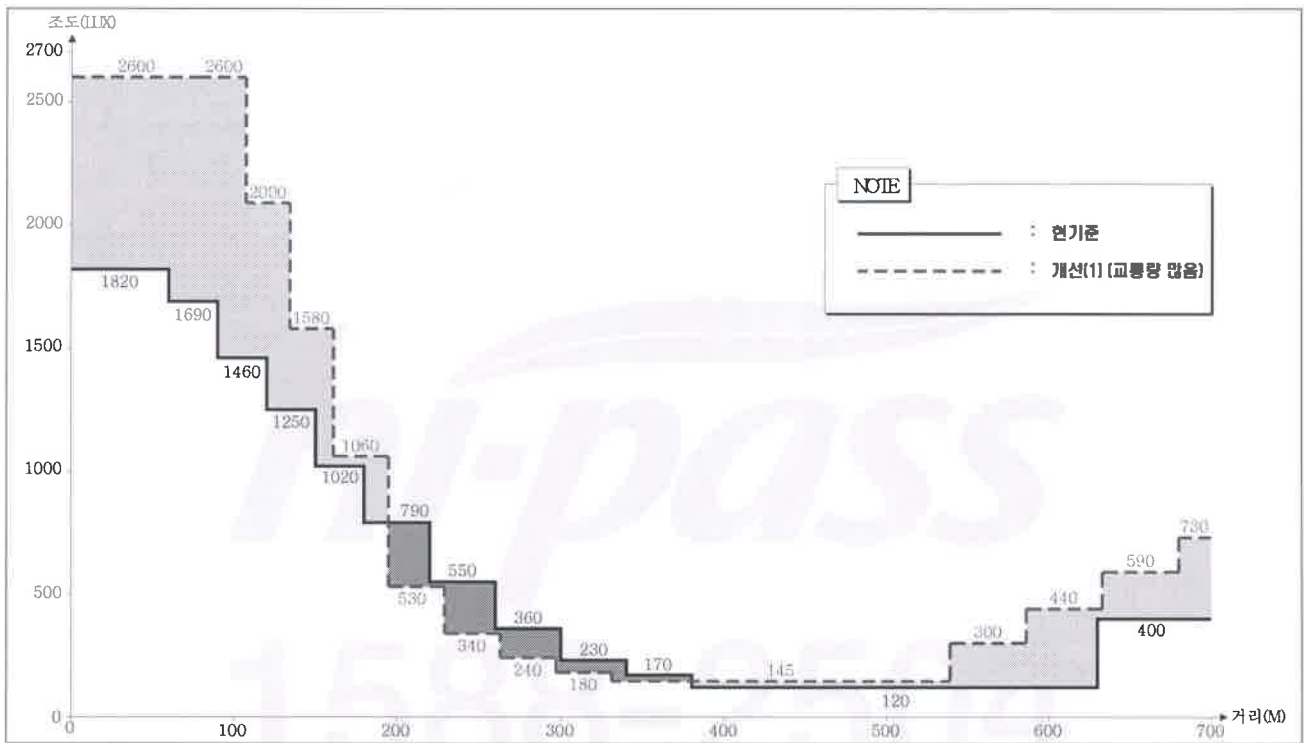
구분	계	경계1	경계2	경계3	경계4	이행1	이행2	이행3	이행4	이행5	이행6	출구1	출구2	출구3	출구4
거리 [m]	500	80	27	27	27	34	34	34	34	34	8	47	47	47	20
	526	80	27	27	27	34	34	34	34	34	34 ^①	47	47	47	20
조도 [룩스]		2,600	2,600	2,090	1,580	1,060	530	340	240	180	150	240	360	480	600

#붙임 6

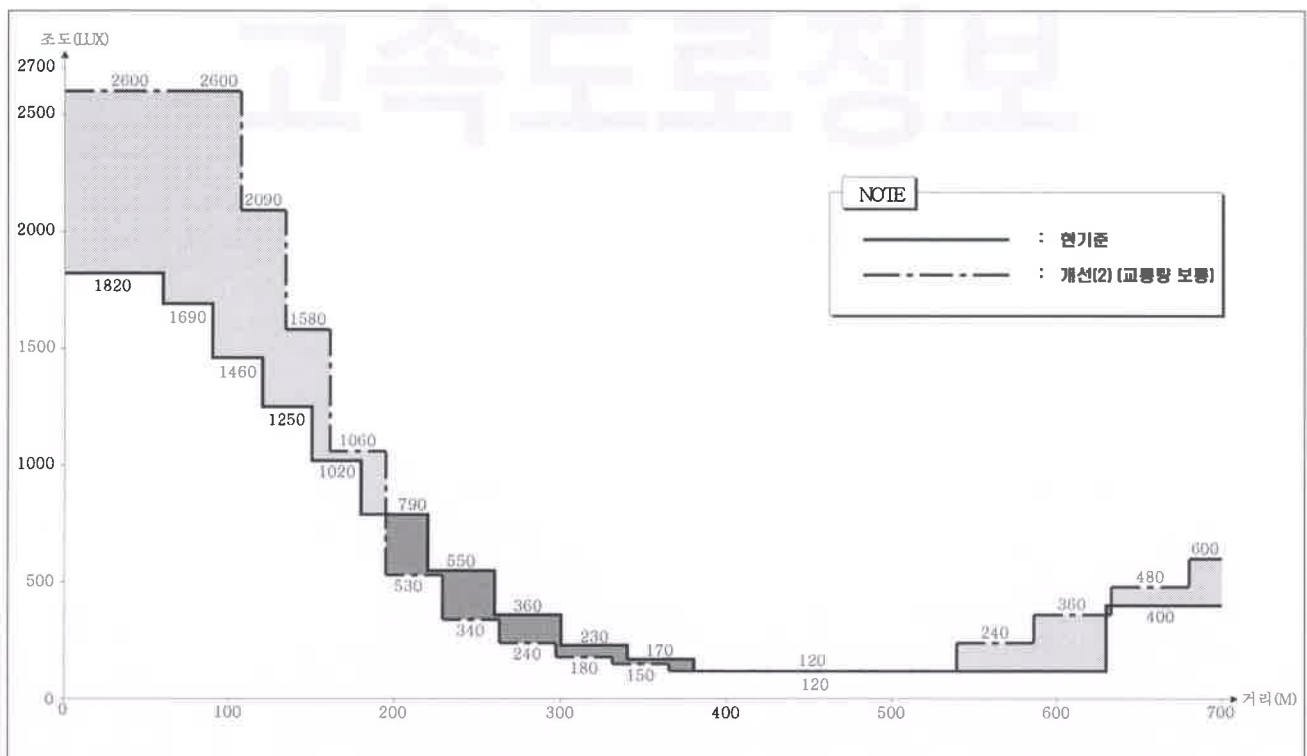
교통량에 따른 터널 조명기준 신규대비표

[설계속도100km/h, 콘크리트 포장기준]

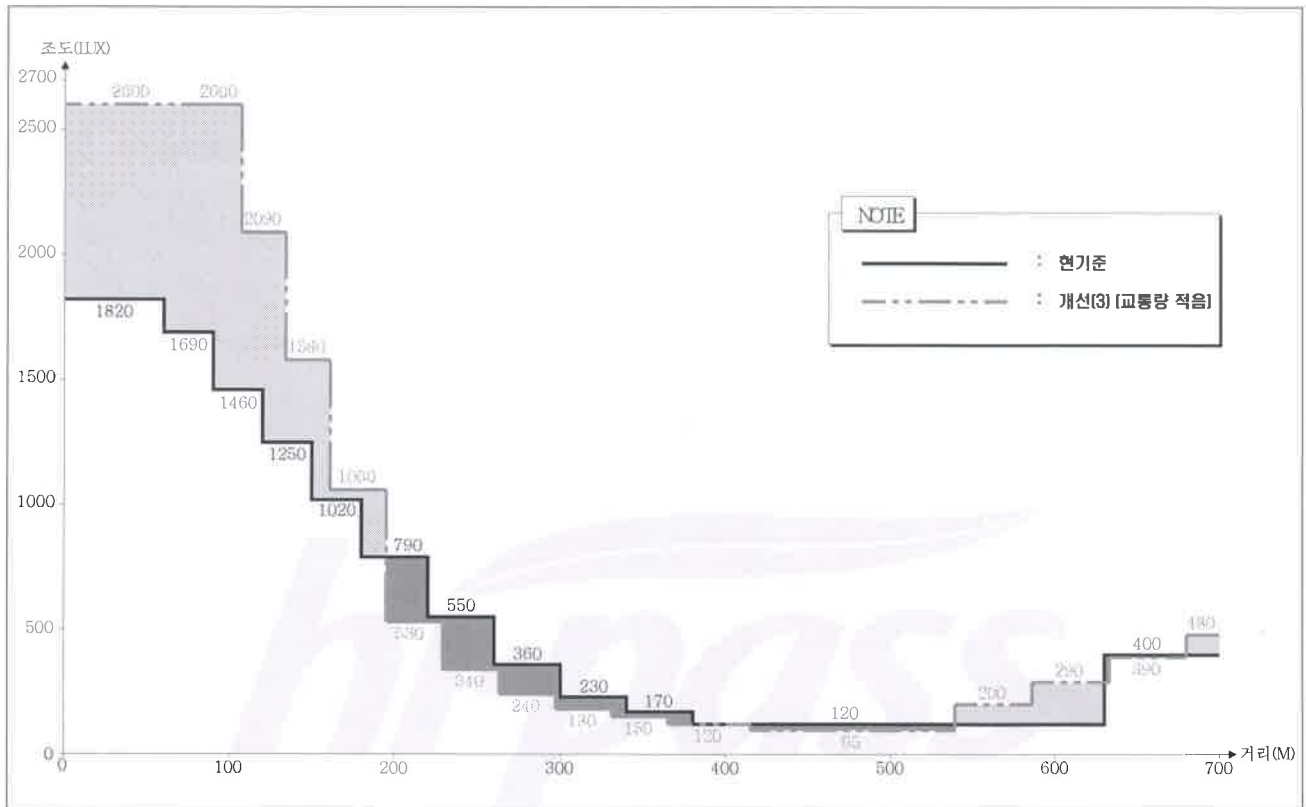
□ 교통량 : 많 음



□ 교통량 : 보 통



□ 교통량 : 적 음



1588-2504
고속도로정보

설계속도 100km/h

경계부 휘도	200	설계속도	100
--------	-----	------	-----

터널 구간별 조도 기준 산출

□ 경계부 조도

구간	거리	휘도	조도		조도값 보정		휘도감소 /거리	조도 감소비
			콘트리트	아스팔트	콘트리트	아스팔트		
1	80	200.0	2600.0	3600.0	2600.0	3600.0		
2	27	200.0	2600.0	3600.0	2600.0	3600.0	-18.89	510.0
3	27	160.5	2086.2	2888.6	2090.0	2890.0	-18.89	510.0
4	27	121.0	1572.4	2177.1	1580.0	2180.0	-19.26	520.0
완화부1		81.4	1058.6	1465.7	1060.0	1470.0		
계	161	39.5						

□ 기본부 조도

교통량	휘도	조도		조도값 보정	
		콘트리트	아스팔트	콘트리트	아스팔트
많음	11.0	143.0	198.0	145.0	200.0
보통	9.0	117.0	162.0	120.0	165.0
적음	7.0	91.0	126.0	95.0	130.0

□ 이행부 조도

- 기초 자료

교통량	기초자료 산출							
	경계부휘도	기본부휘도	소요시간	구간시간	주행거리	구간거리	구간거리보정	거리합계
많음	200	11	6.0	1.208	167.7	33.5	34.0	170.0
보통	200	9	7.3	1.223	201.7	34.0	34.0	204.0
적음	200	7	9.1	1.802	251.8	50.0	50.0	254.0

소요시간 산출식
$X+1.9 = (\text{경계부휘도} / \text{기본부휘도})^{(5/7)}$

X : 소요시간

- 세부 기준 산출

교통량	구 간	실 계산 값					구간거리 보정 값					조도값			
		시간		주행거리		회도	주행거리		누계시간	회도	구간별 조도		조도값 보정		
		구간시간	누계시간	구간거리	누계거리		구간거리	누계거리			콘크리트	아스팔트	콘크리트	아스팔트	
많음	이행부1	1.208	1.208	33.547	33.547	81.4	34.000	34.000	1.2240	81.4	1,058.6	1,465.7	1060.0	1470.0	
	이행부2	1.208	2.415	33.547	67.095	40.9	34.000	68.000	2.4480	40.6	527.7	730.6	530.0	740.0	
	이행부3	1.208	3.623	33.547	100.642	25.8	34.000	102.000	3.6720	25.6	332.2	459.9	340.0	460.0	
	이행부4	1.208	4.831	33.547	134.190	18.3	34.000	136.000	4.8960	18.1	234.7	325.0	240.0	330.0	
	이행부5	1.208	6.039	33.547	167.737	13.9	34.000	170.000	6.1200	13.7	177.8	246.1	180.0	250.0	
보통	이행부6	1.223	7.262	33.985	201.723	11.0	34.000	204.000	7.3440	10.8	141.0	195.2	150.0	200.0	
적음	이행부7	1.802	9.064	50.043	251.765	9.0	50.000	254.000	9.1440	8.9	115.5	160.0	120.0	160.0	

□ 출구부 조도

교통량	기본부				출구부			
	회도	조도		회도	조도		조도값 보정	
		콘트리트	아스팔트		콘트리트	아스팔트	콘트리트	아스팔트
많음	11.0	143.0	198.0	55.0	725.0	1000.0	730.0	1000.0
보통	9.0	117.0	162.0	45.0	600.0	825.0	600.0	830.0
적음	7.0	91.0	126.0	35.0	475.0	650.0	480.0	650.0

구분	구간거리	교통량 많음				교통량 보통				교통량 적음			
		조도		조도값 보정		조도		조도값 보정		조도		조도값 보정	
		콘트리트	아스팔트	콘트리트	아스팔트	콘트리트	아스팔트	콘트리트	아스팔트	콘트리트	아스팔트	콘트리트	아스팔트
1	47	291.3	400.0	300.0	400.0	240.0	331.3	240.0	340.0	191.3	260.0	200.0	260.0
2	47	437.5	600.0	440.0	600.0	360.0	497.5	360.0	500.0	287.5	390.0	290.0	390.0
3	47	583.8	800.0	590.0	800.0	480.0	663.8	480.0	670.0	383.8	520.0	390.0	520.0
4	20	730.0	1000.0	730.0	1000.0	600.0	830.0	600.0	830.0	480.0	650.0	480.0	650.0
	161	146.25	200			120	166.25			96.25	130		

구간별 조도기준

교통량	구분	포장	경계부							이행부							기원부	출구부			
			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	콘크리트	2,600	2,600	2,090	1,580	1,060	530	340	240	180				145	300	440	590	730	
	[룩스]	아스팔트	3,600	3,600	2,890	2,180	1,470	740	460	330	250				200	400	600	800	1,000		
	거리[m]		80	27	27	27	34	34	34	34	34	34				47	47	47	20		
조도		콘크리트	2,600	2,600	2,090	1,580	1,060	530	340	240	180	150	120	240	360	480	600				
	[룩스]	아스팔트	3,600	3,600	2,890	2,180	1,470	740	460	330	250	200	165	340	500	670	830				
적음	거리[m]		80	27	27	27	34	34	34	34	34	34	50		47	47	47	20			
		조도	콘크리트	2,600	2,600	2,090	1,580	1,060	530	340	240	180	150	120	95	200	290	390	480		
	[룩스]	아스팔트	3,600	3,600	2,890	2,180	1,470	740	460	330	250	200	160	130	260	390	520	650			

200m 미만 터널 기준조도

노면		적용비율	주간					이행부
			경계부					
		1(80m)	2(27m)	3(27m)	4(27m)	5(39m)		
콘크리트	0%							
	25%	650	650	522	395	265		
	50%	1,300	1,300	1,045	790	530		
	75%	1,950	1,950	1,567	1,185	795		
아스팔트	0%							
	25%	900	900	722	545	367		
	50%	1,800	1,800	1,445	1,090	735		
	75%	2,700	2,700	2,167	1,635	1,102		

설계속도 80km/h

경계부 휘도	150	설계속도	80
--------	-----	------	----

터널 구간별 속도 기준 산출

□ 경계부 속도

구간	거리	휘도	속도		속도값 보정		휘도감소 /거리	속도 감소비
			콘트리트	아스팔트	콘트리트	아스팔트		
1	50	150.0	1950.0	2700.0	1950.0	2700.0		
2	25	150.0	1950.0	2700.0	1950.0	2700.0	-22.80	570.0
3	25	105.5	1372.0	1899.6	1380.0	1900.0	-23.20	580.0
완화부1		61.1	793.9	1099.3	800.0	1100.0		
계	100	44.5						

□ 기본부 속도

교통량	휘도	속도		속도값 보정	
		콘트리트	아스팔트	콘트리트	아스팔트
많음	8.0	104.0	144.0	105.0	145.0
보통	6.5	84.5	117.0	85.0	120.0
적음	5.0	65.0	90.0	65.0	90.0

□ 이행부 속도

- 기초 자료

교통량	기본자료 산출						
	경계부 휘도	기본부 휘도	소요시간	구간시간	주행거리	구간거리	구간거리보정
많음	150	8.0	6.2	1.554	138.1	34.5	35.0
보통	150	6.5	7.5	1.297	166.9	28.8	30.0
적음	150	5.0	9.5	1.940	210.1	43.1	45.0

소요시간 산출식
$X+1.9 = (\text{경계부 휘도} / \text{기본부 휘도})^{(5/7)}$

X : 소요시간

- 세부 기준 산출

교통량	구 간	실 계산 값					구간거리 보정 값				조도값			
		시간		주행거리		회도	주행거리		회도	구간별 조도		조도값 보정		
		구간시간	누계시간	구간거리	누계거리		구간거리	누계거리		콘크리트	아스팔트	콘크리트	아스팔트	
많음	이행부1	1.554	1.554	34.528	34.528	61.1	35.000	35.000	1.5750	61.1	793.9	1,099.3	800.0	1100.0
	이행부2	1.554	3.107	34.528	69.055	26.5	35.000	70.000	3.1500	26.2	341.0	472.1	350.0	480.0
	이행부3	1.554	4.661	34.528	103.583	15.7	35.000	105.000	4.7250	15.5	202.0	279.7	210.0	280.0
	이행부4	1.554	6.215	34.528	138.110	10.8	35.000	140.000	6.3000	10.6	138.2	191.3	140.0	200.0
보통	이행부5	1.297	7.512	28.831	166.941	8.0	30.000	170.000	7.6500	7.9	102.5	141.9	110.0	150.0
적음	이행부6	1.940	9.452	43.111	210.053	6.5	45.000	215.000	9.6750	6.4	82.8	114.6	90.0	120.0

□ 출구부 조도

교통량	회도	기본부				출구부				
		조도		조도값 보정		회도	조도		조도값 보정	
		콘트리트	아스팔트	콘트리트	아스팔트		콘트리트	아스팔트	콘트리트	아스팔트
많음	8	104.0	144.0	105.0	145.0	40.0	525.0	725.0	530.0	730.0
보통	6.5	84.5	117.0	85.0	120.0	32.5	425.0	600.0	430.0	600.0
적음	5	65.0	90.0	65.0	90.0	25.0	325.0	450.0	330.0	450.0

구분	구간거리	교통량 많음				교통량 보통				교통량 적음			
		조도		조도값 보정		조도		조도값 보정		조도		조도값 보정	
		콘트리트	아스팔트	콘트리트	아스팔트	콘트리트	아스팔트	콘트리트	아스팔트	콘트리트	아스팔트	콘트리트	아스팔트
1	40	246.7	340.0	250.0	340.0	200.0	280.0	200.0	280.0	153.3	210.0	160.0	210.0
2	40	388.3	535.0	390.0	540.0	315.0	440.0	320.0	440.0	241.7	330.0	250.0	330.0
3	20	530.0	730.0	530.0	730.0	430.0	600.0	430.0	600.0	330.0	450.0	330.0	450.0
	100	141.67	195.00			115.00	160.00			88.33	120.00		

구간별 조도기준

교통량	구분	포장	경계부						이행부						기본부	출구부		
			1	2	3	1	2	3	4	5	6	1	2	3				
많음	거리[m]		50	25	25	35	35	35	35				40	40	20			
	조도	콘크리트	1,950	1,950	1,380	800	350	210	140				105	250	390			
	[복스]	아스팔트	2,700	2,700	1,900	1,100	480	280	200			145	340	540	730			
보통	거리[m]		50	25	25	35	35	35	35	30			40	40	20			
	조도	콘크리트	1,950	1,950	1,380	800	350	210	140	110			85	200	320			
	[복스]	아스팔트	2,700	2,700	1,900	1,100	480	280	200	150		120	280	440	600			
적음	거리[m]		50	25	25	35	35	35	35	30	45		40	40	20			
	조도	콘크리트	1,950	1,950	1,380	800	350	210	140	110	90	65	160	250	330			
	[복스]	아스팔트	2,700	2,700	1,900	1,100	480	280	200	150	120	90	210	330	450			

1588-2504
고속도로정보