

"빠르고 쾌적하고 안전한 교통서비스"

한 국 도 로 공 사

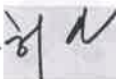
수신자 : 수신자 참조
(경유)

참 조 :

제 목 : 터널 갱구 입출구부 50m 구간 포장단면 설계 최적화 방안 통보

1. 기술심사처-1491호(2011.7.8)의 관련입니다.
2. 터널 갱구 입출구부 50m 구간의 포장단면설계 개선방안을 붙임과 같이 통보하오니 업무에 참고하시기 바랍니다.

붙 임 : 관련공문 사본 1부. 끝.

기술심사처장 

수신자 갑12,갑13,갑28,갑34,갑35,갑37

설계VE팀 백종익

설계VE팀 정병천

팀(부)장 김석출

처장 전결 허인

시행 기술심사처-1504 (2011.07.11.)

접수

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

전화 031-779-5497 전송 02-2230-4199 / gogonbc@ex.co.kr / 공개



바른길 편한길 안전한길

상임감사위원

부 장	처 장	본 부 장
김석훈		

등록번호	기술심사처-1491
등록일자	2011. 7. 8.
결재일자	2011. 7. 8.
공개구분	공 개

협 조

건설처장 : 녹색환경처장 :

설계처장 :

터널 갱구 입·출구부 50m 구간 포장단면 설계 최적화 방안

2011. 7.

기술심의팀장	
설계VE팀장	

hi-pass

한국도로공사
기술심사처 VE사업부

I 검토 배경

- 터널 내부구간 및 일반 암반구간(땅깎기부)은 포장설계 시 노상의 지 지력이 증대되는 특성을 고려하여 일반 토공부의 포장설계와 달리 동상방지층을 생략하고 있으나,
- 터널 갱구 입·출구부 50m구간은 노상의 지반조건에 관계없이 동상방지 층을 설치하고 있어 일관성이 결여되므로 포장설계지침 및 제 기준 검토를 통해 합리적인 적용방안을 마련하고자 함

※ 포장설계지침 구분

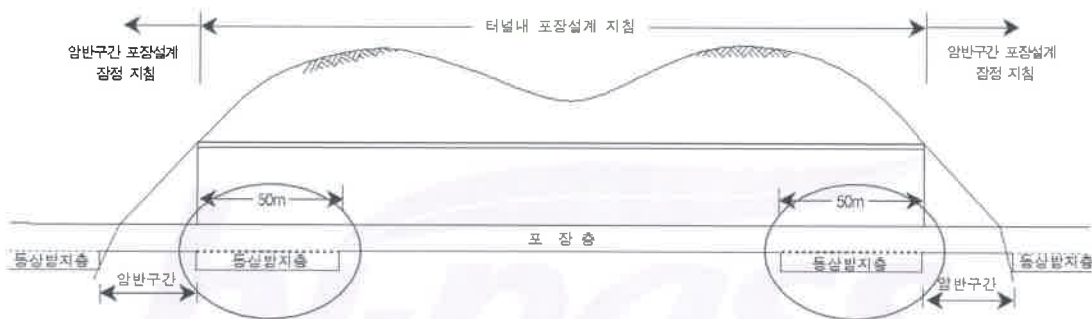
구 분		적용 지침
토공부	노상이 토사인 경우	AASHTO 설계법
	풍화암 제외한 암반 노상인 경우	암반구간 포장설계 잠정지침
터 널		터널내 포장설계 지침

II 터널 및 암반구간 포장설계 지침

구 분	터널내 포장설계 지침 【건설교통부 2005. 9】	암반구간 포장설계 잠정지침 【건설교통부 2007. 10】
주요내용	포장단면 설계시 보조기층 및 동상방지층을 생략하고, 그 대신 침투수의 배수를 위한 필터층 또는 시멘트안정 처리필터층 설치	
개요도	콘크리트 슬래브 시멘트안정처리필터층(필터층) ※ 시멘트안정처리필터층: 용수가 많은 구간 적용	아스팔트 표층 중 간 층 아스팔트 기층 필터층
하부층 두께	· 용수량에 따라 두께 차등 적용(15~25cm)	· 포화상태에서 50% 배수 소요 시간을 2시간 이내로 설계
시멘트안정처리 필터층 품질기준	일축압축강도 30kg/cm ²	일축압축강도 50kg/cm ²
적용구간	터널구간 (터널 입·출구부 50m구간 제외)	땅깎기부(발파암)

III 문제점

- 터널, 토공구간에 따라 포장설계 적용지침 상이로 터널구간과 전·후 접속 토공부의 경계부(터널 입·출구부 50m)에서 포장단면의 일관성 결여
 - 터널내부는 보온효과 등으로 지반조건과 무관하게 동상방지층 설치 생략
단, 터널 입·출구부 50m구간은 제외
 - 토공부는 노상이 암반인 경우 지지력 증대를 고려 동상방지층 설치 생략



- 터널 입·출구부 50m구간은 일반 암반구간과 비교 시 기후환경, 지반 조건이 유사하나 동상방지층을 설치

터널내부 및 일반 암반구간	터널 입·출구부 50m구간
콘크리트 슬래브 시멘트안정처리필터층 (필터층) 노상(암반)	콘크리트 슬래브 린콘크리트(15cm) 동상방지층(VAR) 노상(암반)
※ 동상방지층 생략	

● 터널 갱구부 환경조건

- 지반조건 : 상주-영덕, 울산-포항 터널 57개소 분석시 전체연장의 83%가 양호한 암반으로 구성
- 기후조건 : 동절기 평균기온은 입구부 0~-0.5℃, 출구부 2.8~3.0℃
(출처 : 터널내 포장설계 지침)

- ☞ 『터널내 포장설계 지침(2005. 9)』에 의거 터널 갱구 입·출구부 50m 구간은 동상방지층을 설치하고 있으나, 『암반구간 포장설계 잠정 지침(2007. 10)』에 따라 지지력이 양호한 경우에는 일반 땅깍기부에도 동상방지층 설치를 생략하고 있으므로 외기온도 뿐만 아니라 지반조건을 고려한 터널 포장단면 적용이 필요함

IV 개 선 방 안

□ 개요

터널 갱구 입·출구부 50m구간의 노상이 암반인 경우 『암반구간 포장설계 잠정지침』을 준용하고, 비 암반인 경우에는 현행 지침을 적용

□ 포장단면 개선(안)

구 분	현 행		개 선	
주요사항	동상방지층(보조기층) 설치		동상방지층(보조기층) 생략	
단면도	콘크리트 슬래브 린 콘크리트(15cm) 동상방지층(VAR) 콘크리트포장	아스팔트 표층 중 간 층 아스팔트 기층 보조기층 아스팔트포장	콘크리트 슬래브 시멘트안정처리필터층 요철층 콘크리트포장	아스팔트 표층 중 간 층 아스팔트 기층 필터층 요철층 아스팔트포장
	장,단점		장,단점	
· 포장단면 불연속으로 시공성 불리 · 암반구간 포장설계지침과 대치		· 터널 전후구간의 시공성 유리 · 굴착량 감소로 경제성 확보 · CO2 저감으로 환경측면 유리		

□ 세부 적용사항

- 시멘트안정처리필터층 및 필터층 재료의 품질기준(입도, 일축압축강도 등)
 - 『암반구간 포장설계 잠정지침』상의 기준을 적용
- 시멘트안정처리필터층 및 필터층의 두께
 - 『터널 내 포장설계 지침』의 용수량에 따라 산정한 필터층 두께와 『암반구간 포장설계 잠정지침』의해 산정한 필터층 두께를 비교 검토 후 큰 값을 적용(필터층 두께 25cm이내) 【붙임 적용에 참조】
 - 필터층 두께가 25cm를 초과시 터널 굴착면의 횡단경사를 양측 설치하여 25cm 이하가 되도록 재검토(3차로 이상 또는 용수가 많이 발생하는 터널 등)
 - 요철층 : 터널 내 일반구간과 동일한 시멘트안정처리필터층(두께 10cm)적용

□ 기 타 : 갱구 입·출구부 50m 구간 내에서 지반상태가 변화할 경우에는 경제성, 시공성을 고려하여 적용 여부 검토 후 추진

VI 기 대 효 과

- ☐ 동상방지층 설치 생략 및 굴착량 감소에 따른 예산 절감
- ☐ 터널 입·출구 경계부의 합리적인 포장설계로 시공성 향상
- ☐ CO₂ 발생량 저감으로 환경비용 절감 및 친환경 도로건설에 기여

☞ 기본설계 완료노선(함양-울산, 당진-천안) 55개 터널 적용시

- 공사비 절감 : 10억원
- CO₂ 발생량 저감 : 140ton (환경비용 절감 : 21,000천원)

VII 적용 방안

- ☐ 자체 및 수탁사업 설계VE 검토 노선 : 본 방침 적용
- ☐ 설계 중 또는 설계완료 후 미발주 노선 : 본 방침 적용
- ☐ 공사 중인 노선 : 공사주관(시행)부서에서 판단하여 적용

시멘트안정처리필터층의 두께산정 예시

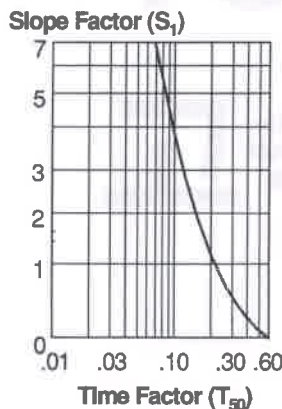
① 암반구간 포장설계 잠정지침에 의한 두께 산정

【검토 조건】

- 노면의 횡단경사 S_x : 2% · 노면의 종단경사 S : 0.3%
- 필터층의 D_{30} : 3.5mm · 도로 횡단폭 W : 9.1m (편도2차로 터널)
- 유효공극율 N_e : 0.25 · 필터층의 두께 H : 15cm (설계 가정)

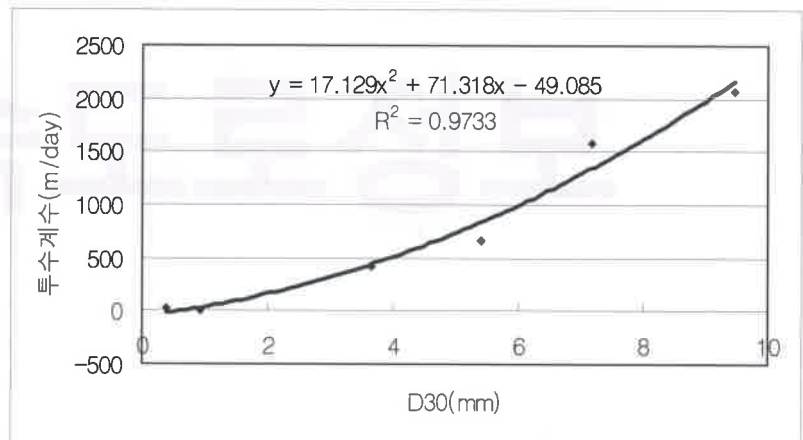
【풀 이】

- 필터층의 합성경사 $S_R = (S^2 + S_x^2)^{0.5} = (0.003^2 + 0.02^2)^{0.5} = 0.020$
- 필터층의 합성 배수길이 $L_R = W[1 + (\frac{S}{S_x})^2]^{0.5} = 9.1[1 + (\frac{0.003}{0.02})^2]^{0.5} = 9.20$
- 경사계수 $S_1 = \frac{L_R \times S_R}{H} = \frac{9.20 \times 0.020}{0.15} = 1.23$
- S_1 이 1.23일 때 <그림 1>에서 $T_{50}=0.18$
- D_{30} 은 3.5mm이므로 <그림 2>에서 투수계수 $k=410\text{m/day}$



<그림 1>

시간계수(50%배수)



<그림 2> D_{30} 과 투수계수의 관계

$$\cdot \text{배수계수 } m = \frac{N_e \times L_R^2}{k \times H} = \frac{0.25 \times 9.20^2}{410 \times 0.15} = 0.344$$

$$\therefore 50\% \text{ 배수에 소요되는 시간 } t = T \times m \times 24 = 0.18 \times 0.344 \times 24 = 1.49\text{hrs} \leq 2.00, \text{ O.K}$$

② 터널내 포장설계 지침에 의한 두께 산정

용수량($\text{m}^3/\text{분}/\text{km}$)	필터층 두께
0.5미만	15
0.5~1.5	20
1.5초과	25

∴ ①방법과 ②방법으로 구한 값 중 큰 값을 시멘트안정처리 필터층 두께로 결정

hi-pass
1588-2504
고속도로정보

터널 갱구 입·출구부 50m구간 포장단면 설계 최적화 방안

2011. 7. 8(금)

VE사업부장 김석출(☎4691)

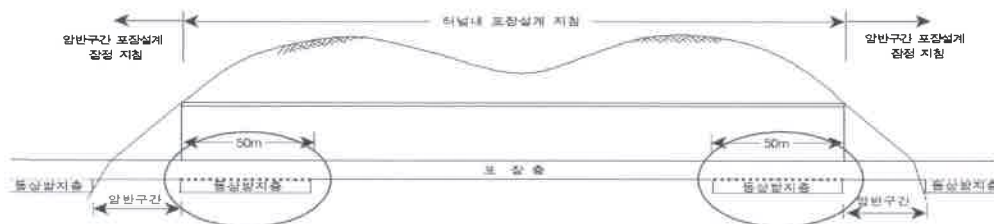
□ 검토 목적

- 『터널내 포장설계 지침(건교부 2005. 9)』이 제정된 이후 터널내 포장층 단면설계가 변경됨(단, 터널 갱구 입·출구부 50m구간은 제외)
 - 콘크리트포장(동상방지층 생략) : 콘크리트 슬래브+시멘트안정처리필터층
 - 아스팔트포장(보조기층 생략) : 아스팔트혼합물층+필터층
- 현행 터널 갱구 입·출구부 50m구간의 포장설계의 문제점 검토 및 동 구간의 합리적인 포장단면 적용방안을 마련

구 분	터널 일반구간		터널 갱구 입·출구부 50m 구간
	2005. 9 이전	2005. 9 이후	
콘크리트 포장	콘크리트 슬래브 린 콘크리트(15cm) 동상방지층(15cm) 요철면고르기(5cm) 터널 굴착바닥면	콘크리트 슬래브 시멘트안정처리필터층(15~25cm) 요철면고르기(10cm)	콘크리트 슬래브 린 콘크리트(15cm) 동상방지층(Var)
			※ 토공부 포장단면과 동일 적용

□ 현행 문제점

- 『암반구간 포장설계 잠정지침(건교부 2007. 10)』 제정으로 토공부 암반구간도 터널내 포장과 동일하게 포장층 설계
- 터널 전·후 접속 토공부가 암반인 경우, 터널 갱구부 입·출구 50m구간에서 포장단면의 일관성 결여



※ 터널 갱구부 지반조건 : 상주-영덕, 울산-포항 터널 57개소 분석시 전체연장의 83%가 양호한 암반으로 구성

□ 개선방안

- 터널 갱구 입·출구부 50m구간의 노상이 암반인 경우 『암반구간 포장설계 잠정지침』을 준용하고, 비암반인 경우에는 현행 지침 적용

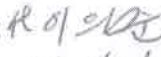
“빠르고 쾌적하고 안전한 교통서비스”

상임감사위원



팀 장	소 장	본부장
		김재흥

등록번호	구조물관리팀- 000
보존기간	
결재일자	2011. 7. 29.
공개구분	공 개

건설처장: 
 설계처장: 
 녹색환경처장: 이 상 준

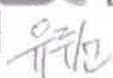
터널 입·출구부 공동구 및 라이닝 콘크리트 열화방지 방안

2011. 7

목 차

- I. 추진배경
- II. 관련기준
- III. 열화발생조사결과
- IV. 개선방안
- V. 검토결과

ex 한국도로공사

구조물센터 구조물관리팀 

I

추진배경

터널 입·출구부 공동구 및 라이닝 콘크리트에 발생한 열화에 대하여 안전성 및 내구성 확보를 위한 보수·보강방안과 제설재 등에 의한 열화발생 방지대책을 수립하고자 함

※ 감사 지적사항 [감사실-2026, 2010. 11. 22]

○ 개착터널 공동구 및 라이닝콘크리트 열화방지 대책수립

- 개착터널은 터널 입·출구를 구성하는 구조물로서 터널내측 일반부와 달리 겨울철 제설제등의 영향으로 공동구 및 라이닝의 열화 발생 가능성이 높아 이에 대한 보수·보강방안 및 열화방지 대책방안 필요

II

관련기준

□ 시멘트 콘크리트 설계기준강도 적용방안 [설계처-1662, 2008.6.23]

○ 배수 소구조물 설계기준강도 차등 적용

- 특수지역 : 30MPa이상, 일반지역 : 24MPa이상

□ 노출환경 등급지침 적용(안) [도교연 연구개발실-2293, 2010.7.8]

○ 일반환경과 특수환경(다설한랭) 노출지역 구분

- 특수환경 노출지역

· 대상 지사 : 46개 지사중 10개 지사

(원주,대관령,홍천,제천,충주,무주,당진,보은,남원,진안)

· 기타 주요지역 : 인제, 태백, 영월

- 일반환경 노출지역 : 특수환경 노출지역이외 지역

○ 시멘트 콘크리트 설계기준 배합비 개정 【붙임#1】

- 공기량 상향(4~6%→5~7%), 기계타설 소구조물 배합일원화(다이크, 중분대 등) 및 플라이애쉬 배합추가, 골재치수 변경(19mm→25mm) 등

※ 플라이애쉬배합은 동결융해저항성 및 내구성, 재료수급 적정여부, 경제성 등을 고려하여 적용

□ 기계타설 소구조물 콘크리트 배합변경 [설계처-3516, 2010.7.27]

○ 동결융해 및 제설제 염해를 받는 기계타설 소구조물의 조기손상 방지를 위해 개정된 시멘트콘크리트 설계기준 배합 적용

Ⅲ 열화발생 조사 결과

□ 열화발생 현황

○ 노출환경에 따른 분류

[단위 : 터널수(개소)]

구 분	관리터널	열화발생 터널							비고 (열화비율)
		계	경 기	강 원	충 청	호 남	경 북	경 남	
계	607	61	15	16	16	14	-	-	10.0%
일반지역	451	40	15	3	9	13	-	-	8.9%
특수지역	156	21	-	13	7	1	-	-	13.5%

- 동결융해 횡수, 강설량, 제설제 사용량이 상대적으로 많은 경기, 강원, 충청, 호남지역에 위치한 터널에서 주로 열화발생
- 특수환경(다설한랭) 노출 지역의 터널이 일반환경 노출 지역의 터널보다 4.6%정도 열화발생 비율이 높음

< 손상유형 >



[공동구 덮개 및 라이닝 열화]



[공동구 벽체 열화]



[길어깨 열화]

< 특수환경 노출 지역 >

- 아래 ①~④항목 중 3개항목 이상 해당될 경우(단, ①항목은 반드시 해당)
- ⑤항목에 해당될 경우

① 연간 동결융해일수

- 일평균 기온 0℃ 이하가 45일 이상 및 일평균 최저온도 -2℃ 이하가 90일 이상

② 연간 제설제 사용량 : 13톤/2차선 · km 이상

③ 연간 누적 적설량 : 60cm 이상

④ 연간 강설일 수 : 14일 이상

⑤ 노선의 해발 평균 : 450m 이상

※ 고속도로 관리노선 및 지역별 노출환경 【붙임 #2】

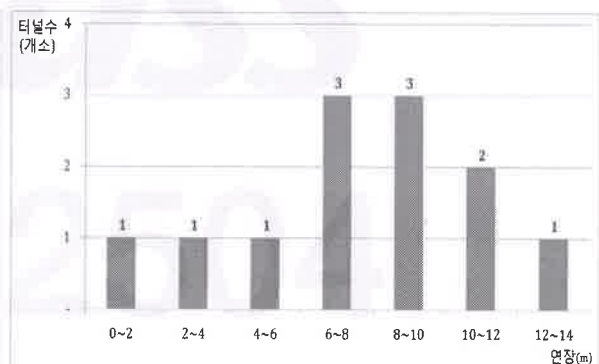
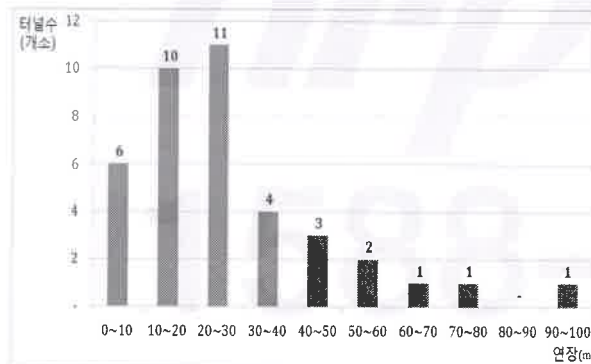
열화발생 터널 위치도 【붙임 #3】

o 열화발생 연장에 따른 분류

[단위 : 터널수(개소)]

구 분		입 · 출구부 기준 손상부 최대 이격거리(m)														
		계	0 ~ 10	10 ~ 20	20 ~ 30	30 ~ 40	40 ~ 50	50 ~ 60	60 ~ 70	70 ~ 80	80 ~ 90	90 ~ 100	100 ~ 110	110 ~ 120	120 ~ 160	160 ~ 170
총 계		74	17	17	15	11	5	3	2	1	-	1	-	1	-	1
일반 지역	소 계	51	15	13	11	4	3	2	1	1	-	1	-	-	-	-
	입구부	39	6	10	11	4	3	2	1	1	-	1	-	-	-	-
	출구부	12	9	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
특수 지역	소 계	23	2	4	4	7	2	1	1	-	-	-	-	1	-	1
	입구부	21	1	3	4	7	2	1	1	-	-	-	-	1	-	1
	출구부	2	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

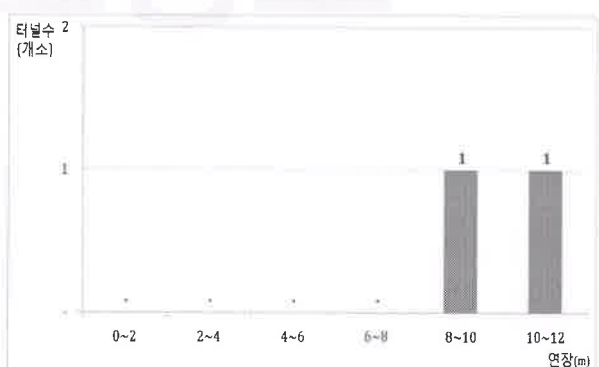
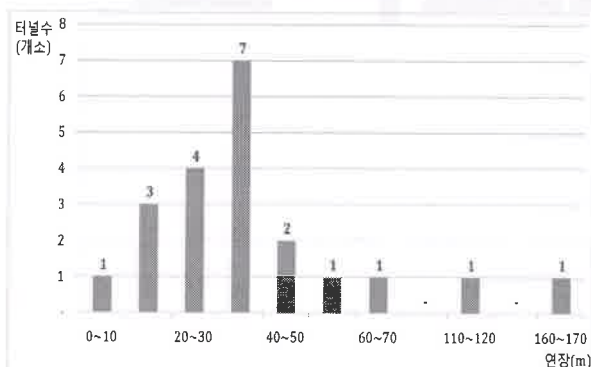
※ 입·출구부 동시 열화 발생 : 일반지역 11개소, 특수지역 2개소



(a) 입구부

(b) 출구부

[일반환경 노출지역 열화현황]



(a) 입구부

(b) 출구부

[특수환경 노출지역 열화현황]

- 출구부 보다는 입구부, 일반환경 노출지역 보다는 특수환경 노출지역의 손상연장이 김(단, 출구부의 경우 노출환경별 손상연장이 유사함)

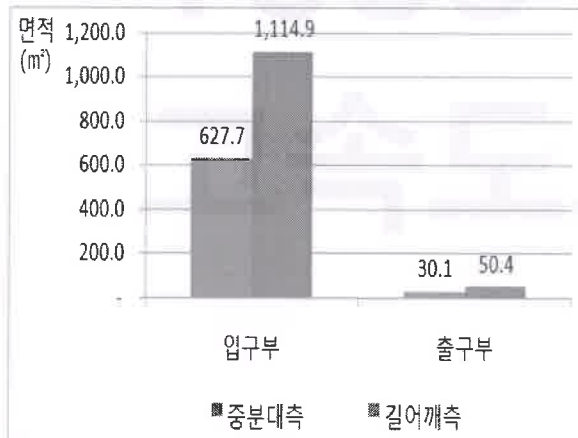
※ 열화발생 연장 : 정규분포곡선(입구부), 손상연장 최대값(출구부) 이용 산출
[단 위 : m]

구 분		최대값 (X_{max})	평 균 (M)	표준편차 (σ)	신뢰도 분석			산출 연장
					85% ($M+1.44\sigma$)	90% ($M+1.645\sigma$)	95% ($M+1.96\sigma$)	
일반 지역	입구부	90.0	26.5	20.3	55.7	59.8	66.2	59.8
	출구부	13.8	-	-	-	-	-	13.8
특수 지역	입구부	160.0	35.7	26.1	73.3	78.7	86.9	78.7
	출구부	10.0	-	-	-	-	-	10.0

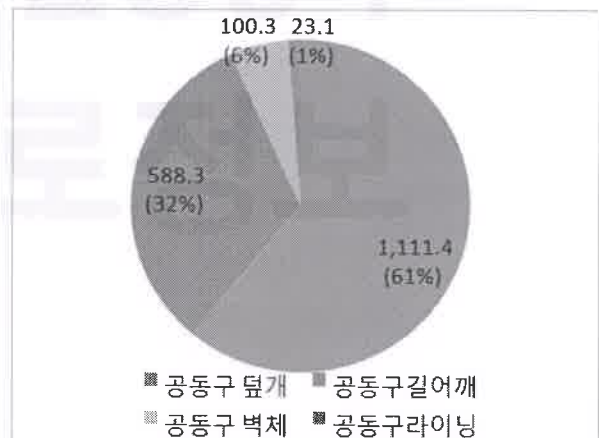
o 열화발생 부재에 따른 분류

[단위 : 면적(m²)]

구분	총계	중분대측					길어깨측				
		소계	공동구 일체			공동구 덮개	소계	공동구 일체			공동구 덮개
			라이닝	벽체	길어깨			라이닝	벽체	길어깨	
총계	1,823.1 (100%)	657.8 (36.1%)	9.9 (0.6%)	50.2 (2.8%)	172.9 (9.5%)	424.8 (23.3%)	1,165.3 (63.9%)	13.2 (0.7%)	50.1 (2.8%)	415.4 (22.8%)	686.6 (37.7%)
입구부	1,742.6 (100%)	627.7 (36.0%)	7.5 (0.4%)	48.2 (2.8%)	167.4 (9.6%)	404.6 (23.2%)	1,114.9 (64.0%)	10.8 (0.6%)	44.6 (2.6%)	408.4 (23.4%)	651.1 (37.4%)
출구부	80.5 (100%)	30.1 (37.4%)	2.4 (3.0%)	2.0 (2.5%)	5.5 (6.8%)	20.2 (25.1%)	50.4 (62.6%)	2.4 (3.0%)	5.5 (6.8%)	7.0 (8.7%)	35.5 (44.1%)



[위치별 열화발생 현황]



[부재별 열화발생 현황]

- 출구부 보다는 입구부, 중분대측 보다는 길어깨측의 손상이 많음
- 부재별로는 공동구 덮개 → 공동구 길어깨 → 공동구 벽체 → 라이닝 하단순으로 손상이 많으며, 라이닝 하단의 경우 1%로 손상발생 미미
- ☞ 라이닝의 경우 타일 또는 도장 하단부에서 발생

※ 터널 입출구부 열화발생 세부현황 【붙임 #4】

IV 개선방안

□ 공용중인 터널(열화발생 61개 터널)

1) 공동구 일체(벽체, 길어깨, 라이닝 하단) 보수·보강

o 보수대상 : 상태등급 c~e급

※ 상태평가 기준 【붙임 #5】

o 보수방법 : 콘크리트 단면보수(강도상향)

- 노출환경 등급에 관계없이 적용강도 상향

(일반지역, 특수지역) 24MPa(당초) → 30MPa(변경)

※ 일반지역 강도가 24MPa임에도 열화가 발생한 점을 고려

2) 공동구 덮개 교체

o 대 상 : 육안상 열화가 상당히 진행되어 전면교체가 필요한 덮개

o 적용강도 : 강도 차이에 따른 공사비 증가가 미미하므로 노출환경 등급에 관계없이 강도상향 적용

(일반지역, 특수지역) 21MPa(당초) → 30MPa(변경)

구 분	21MPa	30MPa	비 고
공사비(원/개)	14,649	14,943	증) 294

※ 참고사항

- 설계강도 30MPa 배합은 【붙임 #1】 배합표 참조
- 유지관리 조기개통을 위한 별도의 단면보수재료(초속경, 에폭시 등) 사용시에도 강도 30MPa이상의 재료 사용

※ 열화발생 터널(61개소) 보수·보강 비용

구 분	계	단면보수	전면교체
대 상	-	공동구 일체 (벽체,길어깨,라이닝하단)	공동구 덮개
수량(m ²)	-	712	1,111
비용(천원)	148,890	104,437	44,453

□ 설계 및 공사중인 터널

o 예방적 유지관리를 위해 노출환경에 관계없이 콘크리트 강도 상향

o 현장적용(안)

- 적용지역 : 전 지역(경북 및 경남지역을 제외)

※ 공용중인 터널 현장조사결과 경북·경남지역은 열화 미발생

- 적용연장 : 공용중 터널의 현장조사결과 적용(신뢰도 90%적용)

구 분	일반지역		특수지역	
	입구부	출구부	입구부	출구부
조사결과(m) ^{주1)}	59.8	13.8	78.7	10.0
적용연장(m) ^{주2)}	60.0	20.0	80.0	20.0

주1) 터널 입·출구부 시점부터 손상부까지의 거리(열화발생 연장)

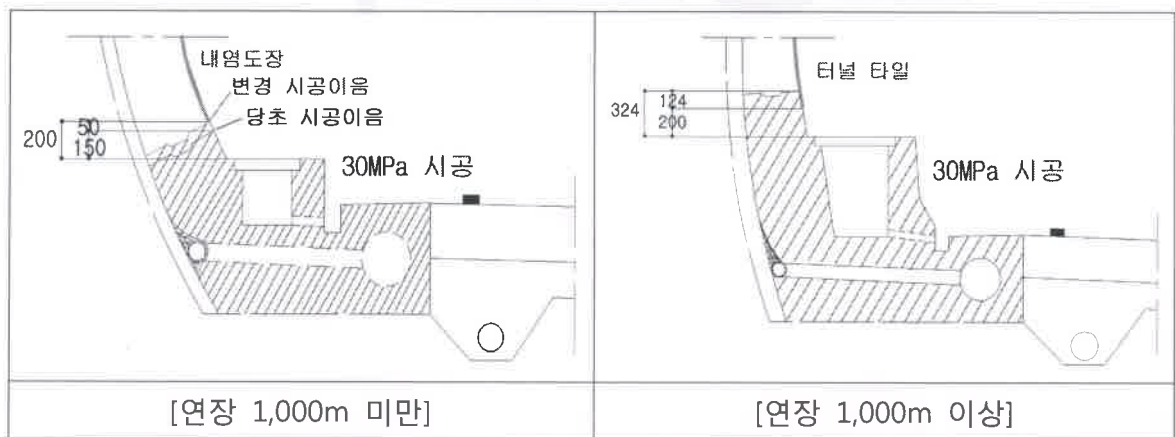
주2) 예방적 유지관리를 고려하여 노출환경별 열화가 발생한 연장 이상으로 적용

- 적용강도 : 노출환경에 관계없이 콘크리트 강도 상향

(공용중 터널의 일반지역 열화발생 조사결과 반영)

구 분	지역구분	당 초	변 경	비 고
공동구 일체 (벽체, 길어깨, 라이닝하단)	일반지역	24MPa	30MPa	
	특수지역			
공동구 덮개	일반지역	21MPa	30MPa	
	특수지역			

< 적용 예시도 >



※ 1,000m미만 터널의 경우 공동구 타설시 시공이음부가 내오염도장보다 낮게 시공되므로 타일(또는 도장) 내부에 시공이음부가 생기도록 당초 보다 5cm이상 높게 시공

- 유의사항

- 현장 적용시 인접한 공동구 및 라이닝 신축이음부에서 끊어서 시공
예) 특수지역 입구부 80m 적용시 터널 신축이음부 위치가 90m에 위치할 경우 90m까지 30MPa로 시공하고 다음 부위부터는 24MPa로 시공

- 공사비 비교

[단위 : 원/m]

구 분	당 초		변 경	비 고
	21MPa	24MPa	30MPa	
공동구 일체 (벽체, 길어깨, 라이닝하단)	-	302,216	309,833	증) 7,617
공동구 덮개	28,788	-	28,940	증) 152

※ 강도상향에 대한 공사비 증가는 미미

V 검토결과

□ 터널 입·출구부 공동구 및 라이닝 콘크리트 열화방지 방안

구 분		공동구 일체 (벽체, 길어깨부, 라이닝하단)	공동구 덮개
공용중인 터널	대 상	o 열화발생 61개 터널 (상태등급 c~e급)	o 열화가 상당히 진행되어 전면교체가 필요한 덮개
	보 수 방 법	o 단면보수 (콘크리트 강도 상향)	o 콘크리트 덮개 전면교체 (콘크리트 강도상향)
	적 용 강 도	o 노출환경 등급에 관계없이 강도 상향 - 공동구 일체 : 24MPa→ 30MPa - 공동구 덮개 : 21MPa→ 30MPa	
설계 및 공사중인 터널	시 공 방 법	o 콘크리트 강도상향	
	적 용 지 역	o 전 지역(경북 및 경남지역 제외)	
	적 용 연 장	일반지역	
		입구부	출구부
		60	20
	적 용 강 도	특수지역	
		입구부	출구부
		80	20
	적 용 강 도	o 노출환경 등급에 관계없이 강도 상향 - 공동구 일체 : 24MPa→ 30MPa - 공동구 덮개 : 21MPa→ 30MPa	

□ 적용방안

- 공용중인 터널 : 본 방침 적용
- 설계중인 터널 : 본 방침 적용
- 공사중인 터널 : 본 방침을 준하여 공사시행부서에서 판단하여 적용

- ※ 불 임 : 1. 시멘트 콘크리트 설계기준 배합표
2. 고속도로 관리노선 및 지역별 노출환경
 3. 터널 열화발생 위치도
 4. 터널 입출구부 열화발생 세부현황
 5. 상태평가 기준

hi-pass
1588-2504
고속도로정보

"빠른길, 편한길, 안전한길"
한 국 도 로 공 사

수신자 : 수신자 참조
(경유)

참 조 :

제 목 : 터널용 숏크리트 강섬유 투입 설계기준 개선방안 통보

1. 기술심사처-1129(2011.06.02)의 관련입니다.

2. 터널용 강섬유 보강 숏크리트의 강섬유 혼입량 시방기준 변경에 따른 『강섬유 투입 설계기준 개선방안』을 붙임과 같이 통보하오니 합리적인 터널 현장관리가 될 수 있도록 업무에 적극 반영하여 주시기 바랍니다.

붙 임 : 관련공문 사본 1부. 끝.

기술심사처장 

수신자 갑13,갑34,갑35,갑12,갑28,갑37,갑38

설계VE팀 이길재

설계VE팀 양재경

팀장 이용구

처장 전결 허인

시행 기술심사처-1136 (2011.06.03.)

접수 건설처-2472/ (2011.06.03.)

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

전화 031-779-5499 전송 033-670-9208 / onlyfive@ex.co.kr / 공개

공람 건설지원팀 윤완석

건설지원팀

팀장

세상에 녹색을 더 하다

상임감사위원

[Signature]

팀 장	처 장	본 부 장
<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>

등록번호	기술심사처-1129
보존기간	10년
결재일자	2011. 6. 2 .
공개구분	공 개

건설처장 : *[Signature]* 설계처장 : *[Signature]*
 녹색환경처장 : *[Signature]* 도로교통연구원장 : *[Signature]*

터널용 강섬유 보강 슛크리트 강섬유 투입 설계기준 개선방안

2011. 5.

기술심의팀장	<i>[Signature]</i>
VE사업부장	<i>[Signature]</i>

목 차

- I. 추 진 배 경
- II. 관련규정 개정현황
- III. 현황 및 문제점
- IV. 현장시험시공결과
- V. 개 선 방 안
- VI. 기 대 효 과
- VII. 적 용 방 안

녹색 더 하기 *hi-pass*

기술심사처
설계VE팀 양재경

I 추진배경

- 터널용 강섬유 보강 슛크리트의 강섬유 혼입량 관리방법 및
시방기준 변경 (배합시 투입량 관리 → 타설벽체 혼입량 관리)

※ 터널설계기준(건교부, 2007), 터널표준시방서(국토부, 2009)

실제 벽면에 타설된 강섬유 혼입량은 30kg/m³ 이상이 되어야 함.

- 고속도로 전문시방서(2009) 강섬유 혼입량 관리기준 변경에 따른
배합시 강섬유 투입량 최적화 검토 필요

구 분		전문시방서(2004년)	전문시방서(2009년)
강섬유	배합시 투입량	40kg/m ³ 이상	40kg/m ³ 이상
	타설벽면 혼입량	투입기준량 90%이상 (= 36kg/m ³)	30kg/m ³ 이상

II 관련규정 개정현황

구 분	주 요 내 용
강섬유 보강 슛크리트 적용기준 (설이16210-144, 1995.6.19)	○ 강섬유 투입량 40kg/m ³ 이상 기준 수립 - 와이어매쉬와 동일한 에너지 흡수력 확보
특수공종 시공 및 품질 관리 지침서 (1997.9)	○ 강섬유 혼입을 시험기준 수립 - 설계기준량 대비 95% 이상 (셋기시험)
터널 슛크리트 품질기준 개선 (도교시15404-18, 2003.11.25)	○ 강섬유 혼입을 시험방법 및 기준 변경 - 투입량 대비 90% 이상 (코아채취)
강섬유 할증율 적용방안 검토 (설계도 10301-323, 2004.09.30)	○ 리바운드량이 상대적으로 큰 강섬유의 손실량 감안하여 재료할증 2% 반영
강섬유 할증율 적용방안 개선 (설계처-4273, 2009.08.17)	○ 강섬유 혼입량은 타설벽체 30kg/m ³ 이상 적용에 따른 강섬유 할증율(2%) 미반영

III 현황 및 문제점

□ 숏크리트 배합시 강섬유 투입량 과다

- 고속도로 전문시방서 강섬유 혼입량 기준($30\text{kg}/\text{m}^3$) 개정에 따른 강섬유 투입량 최적화 필요 ($3\sim 5\text{kg}/\text{m}^3$ 감소)

※ 2010년 강섬유 혼입을 시험현황 (현 시공중 13개 노선)

공 구 수	시험횟수	평균 투입량	평균 혼입량
59개	4,072회	$41.3\text{kg}/\text{m}^3$	$37.2\text{kg}/\text{m}^3$ (투입량 대비 89.6%)

- 강섬유 혼입률 시험은 터널벽체에 타설된 숏크리트의 유일한 현장시험으로 숏크리트 품질관리에 매우 중요한 지표임.

- 강섬유 투입량 과다시 품질시험 불합격 확률이 극히 적어 시험 및 시공관리 소홀로 숏크리트 휨강도, 휨인성 등에 악영향 우려

- 터널의 취약부위(천단부) 숏크리트 리바운드율(천단부13%), 강섬유 탈락률 등을 고려하여 적정 강섬유투입량 설정 필요

※ 용어정의

- 강섬유 투입량 : 숏크리트 배합시 투입되는 강섬유량 (kg/m^3)
- 강섬유 혼입량 : 타설된 숏크리트 내에 혼입된 강섬유량 (kg/m^3)

□ 강섬유 혼입량 기준 상이

- 노선별 상이한 현장기준 적용으로 품질관리시 혼선을 초래하고 일부 현장 숏크리트 시공시 강섬유 추가 투입 ($2\sim 12.5\%$)

※ 강섬유 혼입량 기준 적용현황 (공사시방서 또는 일반보고서)

구 분	벽체 혼입량 $40\text{kg}/\text{m}^3$ 이상	설계기준량대비 $90\%(36\text{kg}/\text{m}^3)$ 이상	벽체 혼입량 $30\text{kg}/\text{m}^3$ 이상
노선 수(현장)	4개 노선 (19)	9개 노선 (54)	2개 노선 (9)

IV 현장시험 시공결과

□ 시험개요

- 시험목적 : 강섬유 투입량 변화(33, 35, 37kg/m³)에 의한 강섬유 혼입량, 등가휨강도 기준 만족여부 확인
- 시험기간
 - 1차 : 2011. 3. 21 ~ 3. 25, 설계량(35, 37, 40kg/m³) 조정시험
 - 2차 : 2011. 5. 23 ~ 5. 26, 설계량(37kg/m³)에 대한 혼입률 시험
- 대상현장 : 홍천-양양 6, 8, 10, 14, 15공구
- 시행방법 : 도로교통연구원 합동 시험시공 시행

□ 시험결과

- 슛크리트 리바운드율 평균 9%, 강섬유 탈락률은 200%
 - * 강섬유탈락률 : 리바운드된 슛크리트내 강섬유량(kg/m³)/강섬유투입량(kg/m³)의 비율
- 등가휨강도는 투입량 35kg/m³ 이상시 기준(3.0MPa) 만족하나 강섬유 혼입량은 투입량 37kg/m³ 이상시 터널천단부 기준(30kg/m³) 만족

강섬유 투입량 (kg/m ³)	스�크리트 리바운드율 (%)	강섬유 탈락률 (%)	강섬유 혼입량 (kg/m ³)	강섬유 혼입률 (%)	등가 휨강도 (MPa)	비 고
35	9.1	202	28.8	82.3	3.67	1차
37	-	-	31.4	84.9	-	1차
			32.1	86.8	-	2차
40	7.6	208	34.6	86.5	-	1차

* 세부내용 [붙임3, 4] 도로교통연구원 검토결과 참조

□ 시험 분석의견

- 슛크리트 타설 노즐맨의 숙련도에 많이 좌우되나 현장시험결과 평균 슛크리트 리바운드율 9%, 강섬유 탈락률 200%로 나타남.
- 강섬유 탈락률은 아치부에서 크고 강섬유 혼입량이 작게(2~4%) 나타나므로 안전을 고려 강섬유 투입량은 37kg/m³가 적정

V 개선방안

① 이론적 추정치와 현장시험 결과 비교

- 등가휨강도는 강섬유투입량 35kg/m^3 이상시 만족
- 터널벽체 강섬유 혼입량 비교
 - 이론적 조건 : 리바운드율 (천단부13%,측벽부10%) 강섬유 탈락률(200%)

강섬유 투입량 (kg/m³)	터널측벽부				터널천단부				비 고 (기준)
	이론적 추정		현장시험결과		이론적 추정		현장시험결과		
	혼입량 (kg/m³)	혼입률 (%)	혼입량 (kg/m³)	혼입률 (%)	혼입량 (kg/m³)	혼입률 (%)	혼입량 (kg/m³)	혼입률 (%)	
35	31.1	88.9	29.2	83.5	29.8	85.1	28.4	81.2	강섬유 혼입량 30kg/m³ 이상
36	32.0	88.9	-	-	30.6	85.0	-	-	
37	32.9	88.9	32.3	87.3	31.5	85.1	31.0	83.8	
40	35.6	89.0	35.2	88.0	34.2	85.1	33.6	84.1	

※ 이론적 추정 계산사례

- 강섬유 35kg/m^3 투입시, 리바운드율 13%, 강섬유 탈락률 200%

$$\therefore \text{강섬유 혼입량} : \frac{35 - (35 \times 0.13 \times 2)}{0.87} = 29.8 \text{ kg/m}^3$$

② 강섬유 투입량 최적화

- 취약부위인 터널천단부 강섬유 혼입량을 확보하고 계량오차, 시공 중 손실률 등을 고려하여 강섬유 투입량 37kg/m^3 설정
- 적용방안

구 분		전문시방서(2004년)	전문시방서(2009년)	최적화방안
강섬유	배합시 투입량	40kg/m^3 이상	40kg/m^3 이상	37kg/m^3 이상
	타설벽면 혼입량	투입량 대비 90% 이상 (36kg/m^3 이상)	30kg/m^3 이상	30kg/m^3 이상

③ 강섬유 투입 설계기준 개선

- 강섬유 혼입량 관리기준 변경(배합시 투입량 → 터널벽체 혼입량)에 따라 강섬유 투입량은 설계기준으로 운영하고 고속도로 전문시방서에는 강섬유 혼입량 기준만 명시
 - 강섬유 투입량은 현장특성(시공조건, 장비, 노즐맨 등)에 따라 변화
 - 터널표준시방서(2009), 터널설계기준(2007) : 강섬유혼입량 기준만 명시
- 강섬유 투입량 설계 기준 : 본 방침 적용
- 고속도로 전문시방서 개선(안)

당 초	개 선 (안)
3.2.5 품질관리	3.2.5 품질관리
(1) 강섬유	(1) 강섬유
④ 강섬유의 혼입량은 슛크리트 배합시 1m'당 40kg 이상으로 하며, 설계휨강도 및 휨인성을 만족하여야 한다.	④ 강섬유의 투입량은 슛크리트 배합시 설계휨강도 및 휨인성을 만족하여야 한다.
(2) 슛크리트	(2) 슛크리트
③ 강섬유 혼입량 관리 실제 벽면에 타설된 강섬유 혼입량은 1m'당 30kg 이상 되어야 하며.....	③ 강섬유 혼입량 관리 실제 벽면에 타설된 강섬유 혼입량은 1m'당 30kg 이상 되어야 하며.....

④ 강섬유 혼입량 현장기준 통일

- 노선별 상이한 공사시방서의 강섬유 혼입량 기준을 고속도로 전문시방서(2009) 기준에 의거 통일 적용
 - 기존 기준(혼입율 90%) 만족을 위한 강섬유 할증 및 추가 투입 방지

※ 고속도로 전문시방서(P7-25) “강섬유 혼입량 관리”
실제 벽면에 타설된 강섬유 혼입량은 30kg/m' 이상.

VI 기대효과

☐ 숏크리트 강섬유 투입량 최적화에 의한 예산절감

- 공사 중 및 설계 중 노선 적용시 : 공사비 92억 절감
- $1,710,000\text{m}^3 \times 0.8(1\text{type 제외}) \times 3\text{kg}/\text{m}^3 \times 1,500\text{원}/\text{kg} \times 1.5(\text{제잡비}) \approx 92\text{억원}$

☐ 강섬유 혼입량 현장관리기준 통일 적용

- 시공사 자체 강섬유 추가 투입 방지에 의한 원가절감

☐ 합리적 강섬유 투입량 설정에 의한 터널 시공관리 강화

- 현장시험 중 가장 중요한 지표인 강섬유 혼입량 관리 강화에 따른 전체 터널의 내구성 증진 효과

VII 적용방안

☐ 자체 및 수탁사업 설계VE 검토 노선 : 본 방침 적용

☐ 설계 중 또는 설계완료 후 미발주 노선 : 본 방침 적용

☐ 공사 중인 노선 : 공사주관(시행)부서 적용방안 마련 시행

붙임 : 1. 터널용 숏크리트 현황 1부.

2. 2010년 현장 강섬유 혼입량 시험결과 1부.

3. 도로교통연구원 강섬유 설계량 검토결과 1부.

4. 도로교통연구원 강섬유투입량 추가시험결과 1부.

[붙임 1]

터널용 슛크리트 현황

□ 시공 중

(2011. 2월말 기준)

사업단	공 구	터 널	스�크리트 수량(m³)			비고
			설 계	시 공	잔 량	
총12개	총80개	총165개	1,524,231	687,799	836,432	
함양성산	7개	14개	104,336	69,220	35,116	
담양함양	5개	14개	54,352	23,284	31,068	
목포광양	11개	33개	235,639	233,477	2,162	
홍천양양	10개	17개	262,510	114,324	148,186	
진주마산	4개	3개	24,539	24,539	-	시공완료
수도권	2개	7개	58,517	52,027	6,490	
삼척속초	5개	8개	65,905	22,935	42,970	
음성제천	7개	10개	126,329	44,343	81,986	
냉정부산	4개	2개	22,816	5,735	17,081	
울산포항	10개	22개	280,559	97,915	182,644	
상주안동	8개	16개	118,120	-	118,120	미시공
안동영덕	7개	19개	170,609	-	170,609	미시공

□ 설계 중

(2011. 2 기준)

노선명	공구명	터널수	연 장	스�크리트량(m³)	비 고
총 계	26 개	53 개	81,810m	692,325m³	
함양울산	24 개	49 개	79,852m	673,858m³	
당진천안	2 개	4 개	1,958m	18,467m³	

□ 설계완료 후 미발주 노선

(2011. 2 기준)

노선명	공구명	터널명	연 장	스�크리트량(m³)	비고
부산외곽선	9개소	12개소	41,724m	190,204m³	

2010년 현장 강섬유 혼입량 시험결과

사업단	노선	공구	터널명	강섬유 설계량 (kg)	할증량 (kg)	강섬유 투입량 (kg)	평 균 혼입량(kg)	강섬유 혼입량 시험결과			
								현장시행		사업단시행	
								횃 수	혼입량(kg)	횃 수	혼입량(kg)
총 계(평균)		59개	107개	40.0	1.3	41.3	37.1	3,912	37.2	160	35.5
함양 - 성산	소 계(평균)			40.0	0.6	40.6	34.0	459	34.1	14	33.7
	지리산 - 성산	8공구	수동	40.0	0.8	40.8	33.9	19	34.0	3	33.4
		11공구	가조	40.0	0.0	40.0	32.7	198	32.7	3	32.4
		12공구	가야2	40.0	1.2	41.2	33.5	21	33.5	2	33.5
			가야3	40.0	1.2	41.2	33.9	20	33.8	0	0.0
			야로1	40.0	1.2	41.2	34.3	19	34.2	0	0.0
			야로2	40.0	1.2	41.2	33.4	29	33.4	0	0.0
		13공구	고령1	40.0	0.0	40.0	33.2	35	33.1	2	34
			야로3	40.0	0.0	40.0	33.6	31	33.7	2	31.9
		14공구	고령3	40.0	1.0	41.0	38.5	57	38.5	0	0.0
			고령2	40.0	1.0	41.0	37.6	11	37.7	1	36.4
	영동 - 옥천	1공구	영동2	40.0	0.0	40.0	37.0	15	36.9	1	38.5
			영동3	40.0	0.0	40.0	37.1	4	37.1	0	0.0
	담양 - 함양	소 계(평균)			40.0	0.6	40.6	35.6	102	35.6	102
담양		2공구	주생	40.0	0.0	40.0	36.9	51	36.9	51	36.9
		5공구	번암1	40.0	3	43.0	37.6	15	37.6	15	37.6
함양		6공구	백전1	40.0	0.0	40.0	32.2	7	32.2	7	32.2
			백전2	40.0	0.0	40.0	33.2	24	33.2	24	33.2
		7공구	병곡1	40.0	0.0	40.0	33.0	5	33.0	5	33.0
목포 - 광양	소 계(평균)			40.0	2.9	42.9	39.4	1,297	39.4	0	0.0
	목포 - 장흥	1공구	영암1	40.0	4.0	44.0	39.0	27	39.0	0	0.0
			영암2	40.0	4.0	44.0	40.0	21	40.0	0	0.0
			영암3	40.0	4.0	44.0	40.0	11	40.0	0	0.0
		2공구	밤재	40.0	0.8	40.8	37.0	31	37.0	0	0.0
			오산	40.0	0.8	40.8	37.0	53	37.0	0	0.0
		4공구	강진1	40.0	0.8	40.8	37.7	57	37.7	0	0.0
			강진2	40.0	0.8	40.8	38.5	55	38.5	0	0.0
			강진3	40.0	0.8	40.8	38.3	75	38.3	0	0.0
			장흥1	40.0	0.8	40.8	36.7	16	36.7	0	0.0
			장흥2	40.0	0.8	40.8	36.8	32	36.8	0	0.0
			장흥3	40.0	0.8	40.8	36.7	26	36.7	0	0.0
	장흥 - 광양	5공구	월만1	40.0	4.0	44.0	39.2	19	39.2	0	0.0
			월만2	40.0	4.0	44.0	38.0	23	38.0	0	0.0
			정암	40.0	4.0	44.0	39.0	78	39.0	0	0.0
		6공구	배산	40.0	5.0	45.0	42.3	29	42.3	0	0.0
			조양	40.0	5.0	45.0	43.2	7	43.2	0	0.0
			대야	40.0	5.0	45.0	43.4	45	43.4	0	0.0
노동1			40.0	5.0	45.0	42.7	26	42.7	0	0.0	
노동2			40.0	5.0	45.0	42.9	16	42.9	0	0.0	

사업단	노선	공구	터널명	강섬유 설계량 (kg)	합중량 (kg)	강섬유 투입량 (kg)	강섬유 혼입량 시험결과				
							평 균 혼입량(kg)	현장시행		사업단시행	
								횃 수	혼입량(kg)	횃 수	혼입량(kg)
목포 - 광양	장흥 - 광양	7공구	도개1	40.0	3.0	43.0	41.7	38	41.7	0	0.0
			도개2	40.0	3.0	43.0	40.1	5	40.1	0	0.0
		8공구	검백	40.0	2.0	42.0	38.2	147	38.2	0	0.0
			조성1	40.0	2.0	42.0	39.7	10	39.7	0	0.0
			조성2	40.0	2.0	42.0	38.0	53	38.0	0	0.0
			별교1	40.0	2.0	42.0	39.4	20	39.4	0	0.0
			별교2	40.0	2.0	42.0	39.1	46	39.1	0	0.0
		9공구	별교3	40.0	3.0	43.0	40.2	37	40.2	0	0.0
			별교4	40.0	3.0	43.0	40.1	24	40.1	0	0.0
		10공구	별교5	40.0	3.0	43.0	42.0	68	42.0	0	0.0
			별량1	40.0	3.0	43.0	42.0	30	42.0	0	0.0
			별량2	40.0	3.0	43.0	42.0	39	42.0	0	0.0
		11공구	별량3	40.0	5.0	45.0	42.3	65	42.3	0	0.0
		12공구	해룡	40.0	5.0	45.0	37.8	68	37.8	0	0.0
홍천 - 양양	동홍천 - 양양	소 계(평균)		40.0	0.8	40.8	36.8	671	36.8	24	36.8
		5공구	화촌	40.0	0.8	40.8	37.9	19	37.9	1	37.8
			장평1	40.0	0.5	40.5	37.2	62	37.2	2	36.8
		6공구	장평2	40.0	0.5	40.5	36.9	19	36.9	1	36.7
			행치1	40.0	0.8	40.8	36.1	50	36.1	2	36.2
		8공구	내촌5	40.0	0.8	40.8	36.1	8	36.0	1	36.8
			행치2	40.0	0.8	40.8	37.2	9	37.2	1	36.9
		9공구	상남1	40.0	0.8	40.8	36.9	53	36.9	1	36.1
			하남	40.0	0.8	40.8	37.2	59	37.2	2	37.0
		10공구	상남3	40.0	0.8	40.8	36.4	9	36.4	1	36.8
			현리3	40.0	1.2	41.2	37.3	4	37.4	2	37.2
		12공구	현리4	40.0	1.2	41.2	37.5	14	37.5	2	37.2
			방동2	40.0	1.2	41.2	36.1	51	36.1	2	36.2
		13공구	인제	40.0	0.8	40.8	36.4	108	36.4	1	36.0
			서립2	40.0	0.8	40.8	36.8	14	36.8	1	36.4
		14공구	영덕3	40.0	0.8	40.8	37.3	26	37.3	1	36.2
진주 - 마산	진주 - 마산	소 계(평균)		40.0	2.2	42.2	39.7	367	39.7	2	42.0
		2공구	진주1	40.0	5	45.0	42	43	42.0	2	42.0
			진주2	40.0	0.8	40.8	36.8	61	36.8	0	0.0
			산인	40.0	0.8	40.8	40	263	40.0	0	0.0
		7공구	금사1	40.0	0.8	40.8	37.6	21	37.6	0	0.0
수도권	여주 - 양평	2공구	금사2	40.0	0.8	40.8	37.6	9	37.5	0	0.0
			금사3	40.0	0.8	40.8	37.3	26	37.3	0	0.0

사업단	노선	공구	터널명	강섬유 설계량 (kg)	현증량 (kg)	강섬유 투입량 (kg)	강섬유 혼입량 시험결과				
							평 균 혼입량(kg)	현장시행		사업단시행	
								횃 수	혼입량(kg)	횃 수	혼입량(kg)
수도권	여주양평	2공구	금사5	40.0	0.8	40.8	37.6	96	37.6	0	0.0
		3공구	강상1	40.0	2.0	42.0	37.6	61	37.6	0	0.0
			강상2	40.0	2.0	42.0	37.9	88	37.9	0	0.0
	신갈호법	1공구	마성	40.0	1.0	41.0	40.7	202	40.7	0	0.0
		2공구	양지	40.0	3.9	43.9	41.0	33	41.0	0	0.0
삼척 - 속초	소 계(평균)			40.0	0.1	40.1	37.2	107	37.2	2	37.2
	삼척동해	1공구	맹방	40.0	0.8	40.8	37.0	22	37.0	0	0.0
		2공구	적노1	40.0	0.0	40.0	36.4	8	36.4	0	0.0
			적노2	40.0	0.0	40.0	36.5	10	36.5	0	0.0
		3공구	북평1	40.0	0.0	40.0	38.6	18	38.6	0	0.0
	주문진속초	5공구	양양2	40.0	0.0	40.0	37.1	47	37.1	2	37.2
		6공구	주봉	40.0	0.0	40.0	36.8	2	36.8	0	0.0
음성 - 제천	소 계(평균)			40.0	0.6	40.6	34.5	171	34.7	16	33.1
	음성충주	3공구	신생	40.0	0.8	40.8	36.3	18	36.3	0	0.0
		4공구	신니	40.0	0.0	40	37.2	16	37.1	1	38.0
		6공구	동막	40.0	0.0	40	36.4	59	36.3	4	36.7
	충주제천	2공구	삼탄1	40.0	1.0	41	31.4	22	31.5	6	30.8
		3공구	삼탄3	40.0	1.0	41	32.6	30	32.6	2	32.0
		4공구	금성	40.0	1.0	41	33.0	26	33.1	3	31.8
냉정 - 부산	소 계(평균)			40.0	0.0	40.0	31.6	31	31.6	0	0.0
	냉정부산	6공구	대동2	40.0	0.0	40.0	31.6	31	31.6	0	0.0
울산포항	소 계(평균)			40.0	0.0	40.0	33.3	406	33.3	0	0.0
	울산포항	1공구	다운1	40.0	0.0	40.0	32	28	32.0	0	0.0
		2공구	입화1	40.0	0.0	40.0	32.2	25	32.2	0	0.0
		3공구	관문1	40.0	0.0	40.0	32.2	12	32.2	0	0.0
			관문2	40.0	0.0	40.0	31.8	20	31.8	0	0.0
		4공구	외동	40.0	0.0	40.0	34.4	70	34.4	0	0.0
		6공구	양남	40.0	0.0	40.0	31.1	18	31.1	0	0.0
		7공구	양남본선	40.0	0.0	40.0	31.3	8	31.3	0	0.0
			양남사개	40.0	0.0	40.0	31.6	18	31.6	0	0.0
		9공구	용동1	40.0	0.0	40.0	37.2	30	37.2	0	0.0
			용동2	40.0	0.0	40.0	37	32	37.0	0	0.0
		10공구	양북	40.0	0.0	40.0	31.3	48	31.3	0	0.0
			진전1	40.0	0.0	40.0	31.3	9	31.3	0	0.0
			진전2	40.0	0.0	40.0	31.5	26	31.5	0	0.0
		11공구	진전3	40.0	0.0	40.0	34.4	19	34.4	0	0.0
			오천	40.0	0.0	40.0	33.3	23	33.3	0	0.0
			갈평2	40.0	0.0	40.0	33.5	20	33.5	0	0.0

세상에 **녹색**을 더 하다

실 장	원 장
이영진	박두선

등록번호	연구개발실 7225
등록일자	2011. 5. 3.
결재일자	2011. 5. 3.
공개구분	공 개

강섬유 보강 스틱리트의

강섬유 설계량 조정에 대한 검토결과

2011. 5.

녹색 더 하기 **hi-pass**

도로교통연구원

도로연구실 재료팀 감진현

I 검토목적

- ☐ 기술심사처-472(2011.03.09)로 요청된 터널용 강섬유 보강 슛크리트의 강섬유 혼입량 조정 시험시공
- ☐ 터널용 강섬유 보강 슛크리트의 강섬유 혼입량 관리방법 및 시방기준(터널표준시방서, 고속도로 공사 전문시방서) 변경에 따른 설계 강섬유 혼입량 조정 검토

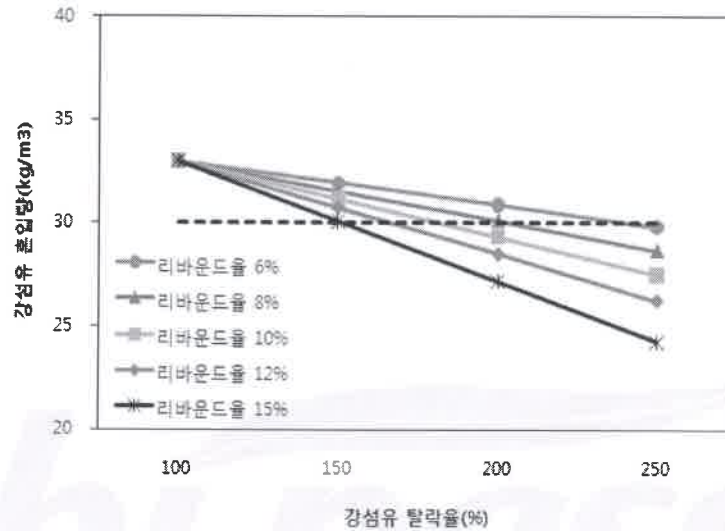
구 분		개정 전(2004년)	개정 후(2009년)	추진방안
강섬유 혼입량	배합시 투입량	40kg/m ³ 이상	40kg/m ³ 이상	적정 설계량
	타설벽면 혼입량	투입량 90%이상	30kg/m ³ 이상	30kg/m ³ 이상

II 리바운드를 고려한 강섬유 혼입량 추정

- ☐ 슛크리트 시공현장의 리바운드율 및 강섬유 탈락율은 노즐맨의 숙련도, 급결제 종류 등에 따라 다름
- ☐ 추정을 위한 기본가정
 - 리바운드량, 탈락 강섬유량 가정
 - 탈락 슛크리트량 = 설계 단위용적질량 - 리바운드량
 - 탈락 강섬유량 = (설계강섬유량 × 리바운드율) × 강섬유 탈락율 / 100
 - 벽면 잔존 슛크리트량 = 설계 단위용적질량 - 탈락 슛크리트량
 - 벽면 잔존 강섬유량 = 설계 강섬유량 - 탈락강섬유량
- ☐ 검토변수
 - 리바운드율 : 6, 8, 10, 12, 15%
 - 강섬유 탈락율 : 100, 150, 200, 250%
 - 강섬유 설계량 : 33, 35, 37, 40kg/m³
 - 강섬유 보강 슛크리트 단위질량 : 2,355kg/m³

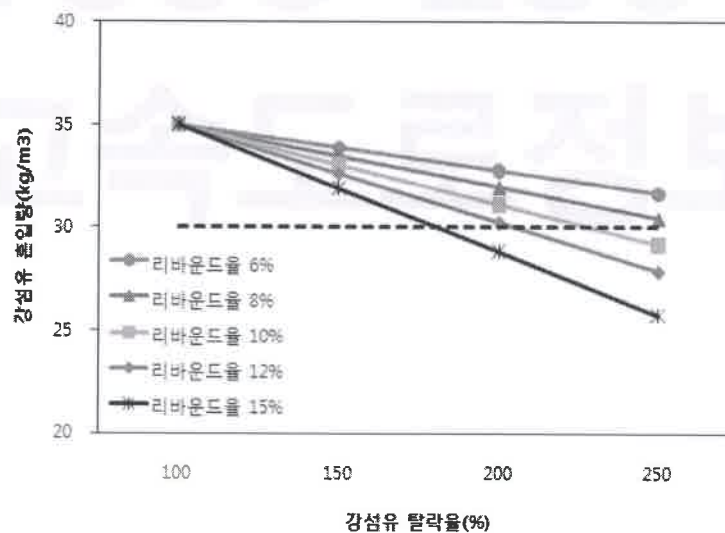
□ 강섬유 혼입량 추정결과

○ 강섬유 설계량 33kg/m³



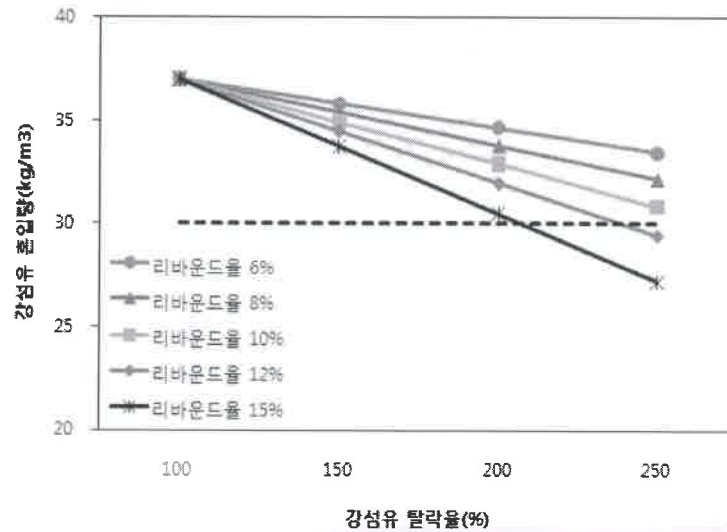
- 리바운드율 6 및 8%, 강섬유 탈락율 200% 이하까지 30kg/m³ 확보
- 리바운드율 8, 10 및 15%, 강섬유 탈락율 150% 이하에서 30kg/m³ 확보

○ 강섬유 설계량 35kg/m³



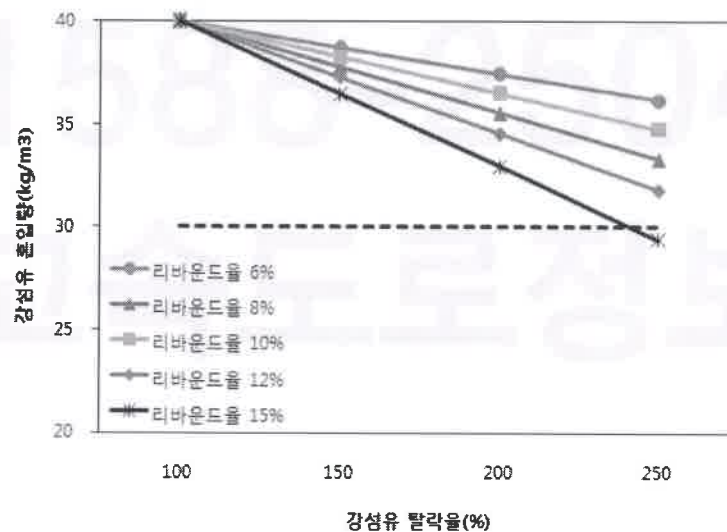
- 리바운드율 6 및 8%, 강섬유 탈락율 250% 이하까지 30kg/m³ 확보
- 리바운드율 10 및 12%, 강섬유 혼입율 200% 이하까지 30kg/m³ 확보
- 리바운드율 15%, 강섬유 혼입율 150% 이하까지 30kg/m³ 확보

○ 강섬유 설계량 37kg/m³



- 리바운드율 6, 8, 10%는 전 구간에서 30kg/m³ 확보
- 리바운드율 12, 15%, 강섬유 혼입율 200% 이하에서 30kg/m³ 확보

○ 강섬유 설계량 40kg/m³



- 리바운드율 15%, 강섬유 탈락율 250% 제외하고 30kg/m³ 확보
- 강섬유 설계량 증가에 따라 강섬유 혼입율 증가
- 통상 시공조건 (리바운드율 15%, 강섬유 탈락율 170%)을 고려할 때 설계 강섬유량은 35kg/m³가 적절한 것으로 판단됨
- 통상시공의 판단근거 : 2003년 자체 감사 처분장

III 현장시험결과

□ 현장시험개요

- 강섬유 설계량 변화에 따른 강섬유 혼입율, 휨인성 시험 실시
- 인제-양양 14공구 인제터널 3구간 숏크리트 시공현장

□ 검토사항

- 강섬유 보강 숏크리트 리바운드율
- 급결제 종류에 따른 리바운드율
- 탈락 숏크리트중 강섬유 혼입율
- 벽면 부착된 숏크리트중 강섬유 혼입율
- 숏팅된 시험체의 등가휨강도

□ 시험결과

- 설계량에 따른 숏크리트 리바운드율 및 강섬유 탈락율
- 10공구 시험결과는 1차 실링 숏크리트로 실험한 결과임
- 급결제 종류에 따른 리바운드율 차이는 거의 없음
- 2003년 감사처분 시험결과 보다 강섬유 탈락율이 증가한 것은 노즐맨의 숙련도와 관계가 깊은 것으로 판단됨

설계량(kg/m ³)	리바운드율(%)	강섬유 탈락율(%)	비고
35	9.1	202.5	시멘트 광물계 (인제-양양 14공구)
40	7.2	250.8	알루미늄계 (인제-양양 10공구)
40	8.0	208.0	알루미늄계 (인제-양양 15공구)

○ 벽면에 타설된 슛크리트 코어의 강섬유 혼입율

설계량(kg/m³)	강섬유 혼입율(%)	강섬유 혼입량(kg/m³)	비고
35	81.2	28.4	아치부
	83.5	29.2	측벽부
37	82.8	30.6	아치부
	86.7	32.1	측벽부
40	84.1	33.6	아치부
	88.1	35.2	측벽(우)
	87.9	35.2	측벽(좌)
	85.5	34.2	측벽 (인제-양양 10공구)

○ 강섬유 보강 슛크리트의 휨인성 시험결과

설계량(kg/m³)	등가휨강도(MPa)	강섬유 혼입량(kg/m³)	비고
35	2.65	31.1	
	3.03	31.2	
	3.85	31.8	
	3.83	33.8	
	3.87	30.9	
	3.78	32.4	

- ☐ 노즐맨의 숙련도에 따라 달라지나 슛크리트 리바운드율 9%, 강섬유 탈락율 200% 정도로 나타남
- ☐ 급결제 종류(시멘트 광물계, 알루미늄계)에 따른 슛크리트 리바운드율, 강섬유 탈락율 차이 거의 없음
- ☐ 아치부에서 강섬유 탈락이 더 많이 발생되었음(2~4%)
- ☐ 휨강도는 슛크리트 배합(물-결합재비)의 적정성, 휨인성(등가휨강도)은 강섬유 혼입율, 분포 등에 따라 변화됨
- ☐ 아치부의 강섬유 탈락율이 큰 점, 설계량 35kg/m^3 일 때 아치부 강섬유 혼입량이 30kg/m^3 미만인 점을 고려할 때 안전율을 고려한 강섬유 설계량은 37kg/m^3 가 적정한 것으로 판단됨

[붙임 4]

"빠른길, 편한길, 안전한길"

한국도로공사 도로교통연구원

수신자 : 사 장

(경유)

참 조 : 기술심사처

제 목 : 강섬유 보강 슛크리트의 강섬유 설계량 추가시험결과 송부

1. 연구개발실-1243(2011.05.04) 관련입니다.

2. 위 호에 의거 강섬유 보강 슛크리트의 설계 강섬유량 조정을 위한 현장 추가시험결과서를 첨부와 같이 송부하오니 업무 참고바랍니다.

첨부 : 강섬유 설계량 조정에 대한 추가시험결과서 1부, 끝.

도로교통연구원장

연구개발실 김진철

수석연구원 정해문

연구위원 이광호

원장 팽우선

시행 연구개발실-1557 (2011.05.31.)

접수

우 445-812 경기도 화성시 동탄면 산적리 50-5 / <http://www.ex.co.kr/>

전화 031-371-3351 전송 031-371-3359 / jckim@ex.co.kr / 공개

강섬유 설계량 조정에 대한 추가 시험결과

□ 검토목적

- 강섬유 설계량(37kg/m^3)에 대하여 타설된 슛크리트 중에 잔존하는 강섬유량의 변동성 추가시험 검토

□ 시험결과

- 시험일정
 - 1차시험 : 2011. 03. 21 ~ 03.25, 설계량($35, 37, 40\text{kg/m}^3$) 조정 시험
 - 2차시험 : 2011. 05. 23 ~ 05.26, 설계량 37kg/m^3 에 대한 혼입을 시험
- 강섬유 혼입량 통계량(상세내용 첨부 참조)

구분	6공구	8공구	14공구	평균 (kg/m^3)	표준편차 (kg/m^3)
아치	31.3	30.9	30.6	31.0	0.32
측벽	32.9	31.7	32.1	32.3	0.84

□ 통계 검토결과

- 강섬유 혼입량은 정규분포를 따르는 것으로 가정
- 총시료수(18개)가 적으므로 계산된 표준편차에 1.15 할증
- 코어시편의 강섬유 혼입량이 30kg/m^3 미만일 확률을 계산

구분	평균 (kg/m^3)	표준편차 (kg/m^3)	표준편차 할증 (kg/m^3)	30kg/m^3 미만 확률 (%)
아치	31.0	0.32	0.37	0.24
측벽	32.3	0.84	0.96	0.93

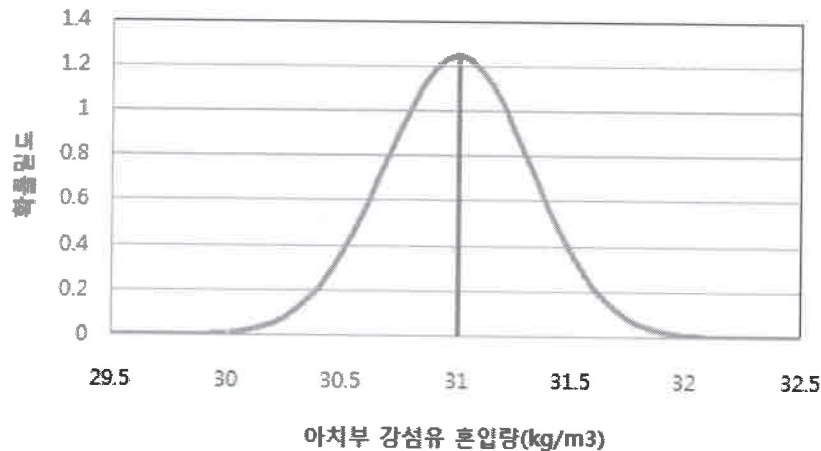


그림 1. 아치부 강섬유 혼입량 시험결과 통계분석

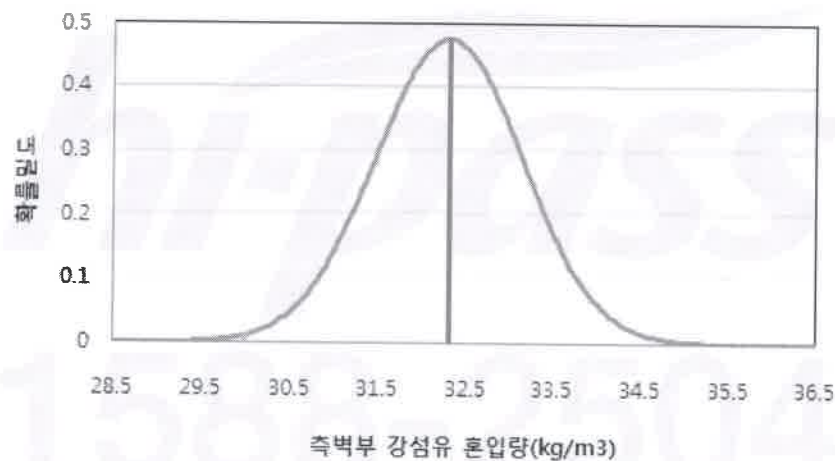


그림 2. 측벽부 강섬유 혼입량 시험결과 통계분석

□ 결론 및 향후 계획

- 측벽에서 표준편차가 증가하나 이는 33, 34kg/m³ 등 혼입량이 높은 결과가 포함되어 나타난 것임 (8공구 결과 참조)
- 아치에서 표준편차가 적은 것은 콘크리트 배합, 쇼팅장비, 노즐맨의 숙련도에 영향을 적게 받는 것을 알 수 있음
- 강섬유 혼입량에 대한 시방기준 변경에 대한 설계량 조정 37kg/m³은 적정한 것으로 판단됨
- 타설된 강섬유 보강 숏크리트의 강섬유 혼입률 시험결과를 계속적으로 추적조사 실시예정

강섬유 혼입량 시험결과

공구명	아치부(kg/ m³)			측벽부(kg/ m³)		
	시편 1	시편 2	평균	시편 1	시편 2	평균
6공구	30.6	30.9	30.7	31.7	32.0	31.8
	31	31.2	31.1	32.3	31.7	32.0
	30.9	30.6	30.8	31.2	31.4	31.3
	31.2	31	31.1	31.5	31.7	31.6
8공구	31.4	30.9	31.2	32.6	31.2	31.9
	32.3	30.5	31.4	32.0	34.3	33.2
	31.8	31.3	31.6	35.0	32.9	34.0
	31.2	30.7	31.0	32.0	33.3	32.7
14공구	30.5	30.6	30.6	31.9	32.3	32.1
평균(kg/ m³)	-	-	31.0	-	-	32.3
표준편차(kg/ m³)	-	-	0.32	-	-	0.84

"빠른길, 편한길, 안전한길"

한 국 도 로 공 사

수신자 : 수신자 참조
(경유)

참 조 :

제 목 : 터널내 편경사 변화구간 배수 검토방안 송부

1. 설계처-897호(2011.04.20)의 관련입니다.

2. 터널구간의 도로선형 조건에 따른 터널 내부 지하수 배수여건을 검토하여 원활한 배수를 유도하고자 불임과 같이 '터널내 편경사 변화구간 배수 검토방안'을 송부하오니 관련 업무에 참고하시기 바랍니다.

불 임 : 터널내 편경사 변화구간 배수 검토 1부. 끝.

설계처장 ^代 정국영

수신자 갑34,갑39

도로설계팀 김지훈

도로설계팀 김지엽

팀(부)장 전결 정국영

시행 설계처-912 (2011.04.21.)

접수 건설처-1781/ (2011.04.21.)

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 성상훈

팀장 남효열

세상에 **녹색**을 더 하다

부 장	처 장
정국영	박상익

등록번호	설계처 - 897
등록일자	2011. 4. 20
결재일자	2011. 4. 20
공개구분	공개

설계기준팀장 : 박영호

도로설계팀장 : 김민준

터널내 편경사 변화구간 배수 검토

2011. 4

목 차

- I. 검토목적
- II. 관련기준
- III. 터널내 배수기능
저하조건 검토
- IV. 개선방안 검토
- V. 검토결론

녹색 더 하기 **hi-pass**

한국도로공사
설계처 구조설계부 **홍지영**

I 검토목적

터널구간의 종단경사·편경사 변경 등 도로선형 조건에 따른 터널내부 지하수 배수여건을 검토하여 원활한 배수 유도

* 종단경사가 완만한 구간의 편경사 변화구간에서 배수관 물고임 발생

II 관련기준

□ 터널내 선형계획(도로설계요령, 2009)

○ (평면선형) 곡선계획시 큰 반지름의 곡선으로 계획(정지시거 고려)

○ (종단선형) 시공 중 배수를 고려하여 최소 종단경사 0.3~0.5%

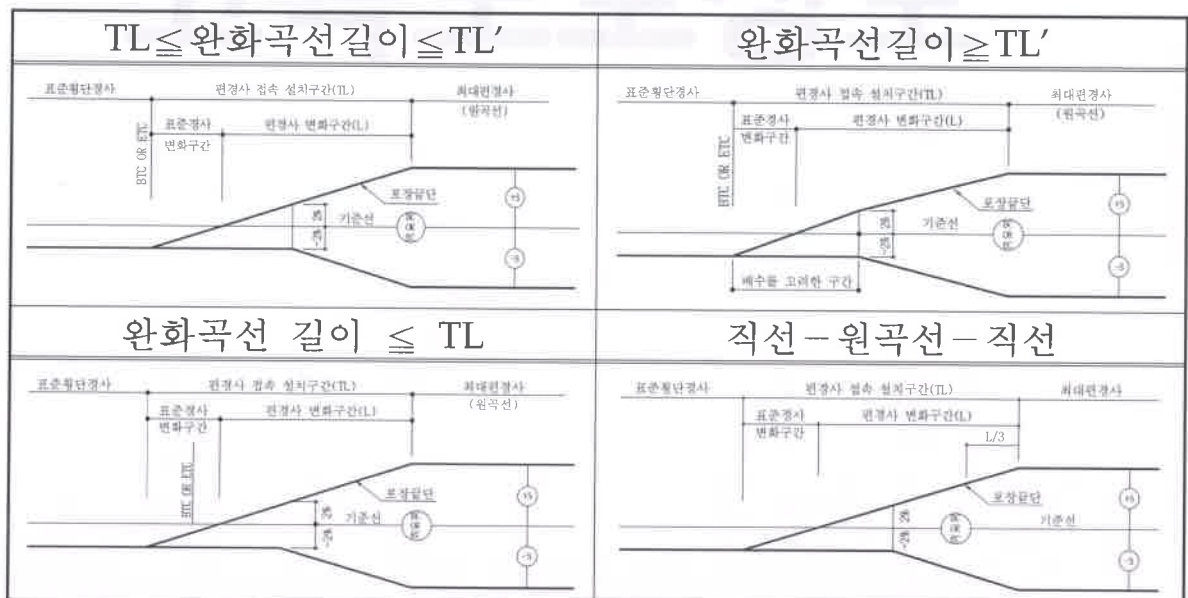
* 기계환기 터널 : 특수한 경우를 제외하고 일반적으로 종단경사 0.3~2.0% 적용

□ 평면곡선부 편경사 설치(도로의 구조·시설 기준에 관한 규칙, 2009)

○ 편경사 최대 접속설치율 (q)

설계속도(km/hr)	편경사 최대 접속설치율
120	1 / 200
100	1 / 175
80	1 / 150

○ 편경사 설치도

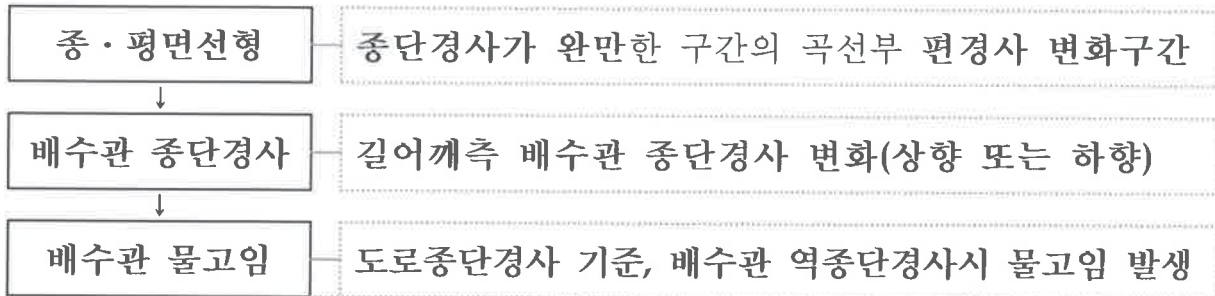


III

터널내 배수기능 저하 조건 검토

□ 터널내 물고임 발생 개념

o 물고임 발생 흐름



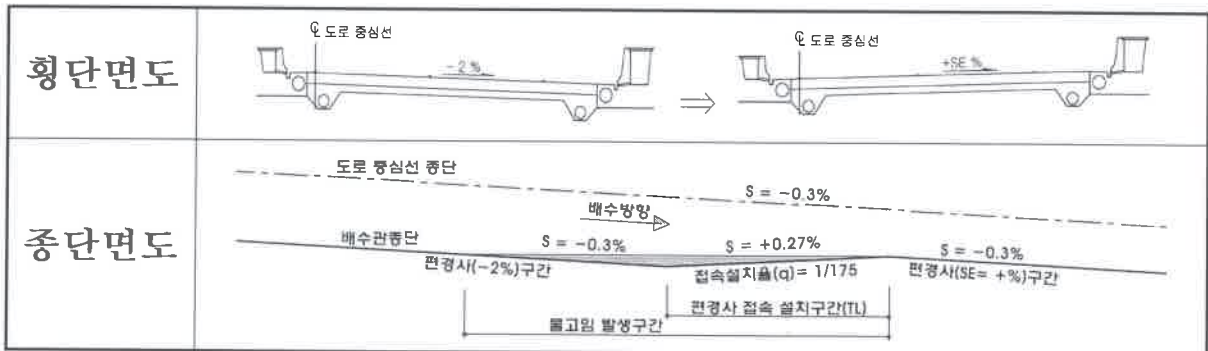
o 물고임 발생구간 예시

조 건 (예 시)	- o 선 형 : 좌향곡선 시점부, 종단경사 : -0.3% (최소종단) - o 편경사 : -2%→+2%(△4%), 접속설치율 : 1/175 (≒0.57%)
단 면	
종 단 면 도	
검 토 내 용	- o 물고임 깊이(d) : 배수관 종단경사×편경사 접속설치길이(Ls) - $d = 0.27\% \times 64.4\text{m} = \underline{17.5\text{cm}}$ ($0.27\% = 0.57\% - 0.3\%$) - o 물고임 발생구간(Lw) : 편경사변화구간+(d/0.3%) - $Lw = 64.4\text{m} + (0.175\text{m}/0.3\%) = \underline{122.6\text{m}}$

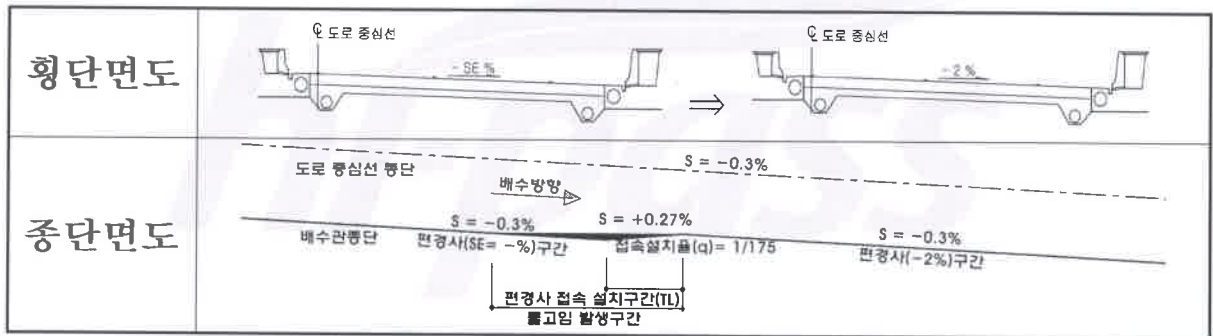
☞ 배수관내 물고임으로 인해 포장하부 지반 등에 악영향을 줄 수 있음

□ 선형조건별 물고임 발생구간 검토

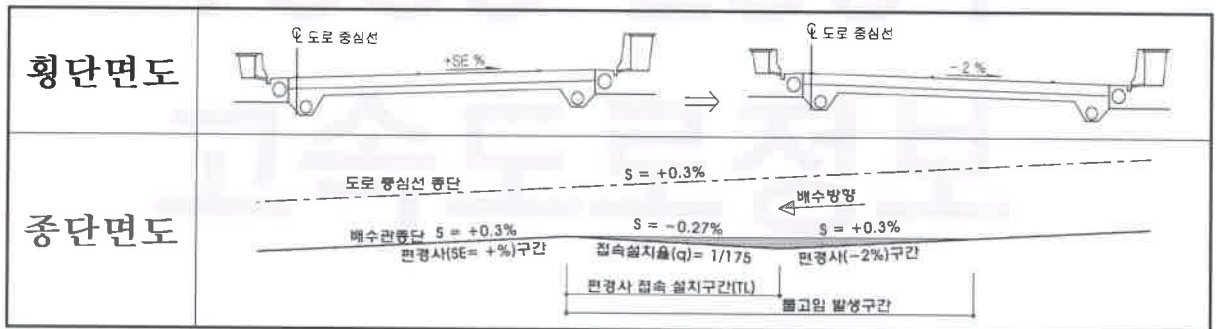
o CASE 1 : 하향 종단경사 + 좌향 곡선 시점 (편경사 변화 $-2\% \rightarrow +S\%$)



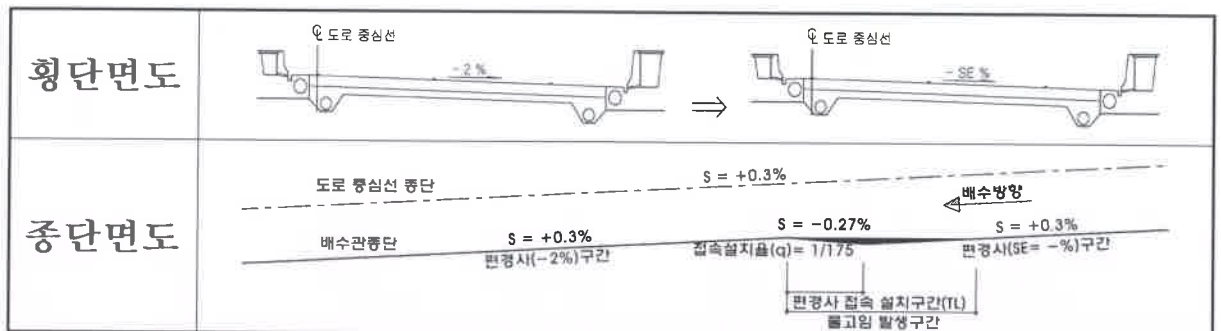
o CASE 2 : 하향 종단경사 + 우향 곡선 종점 (편경사 변화 $-S\% \rightarrow -2\%$)



o CASE 3 : 상향 종단경사 + 좌향 곡선 종점 (편경사 변화 $+S\% \rightarrow -2\%$)



o CASE 4 : 상향 종단경사 + 우향 곡선 시점 (편경사 변화 $-2\% \rightarrow -S\%$)



IV

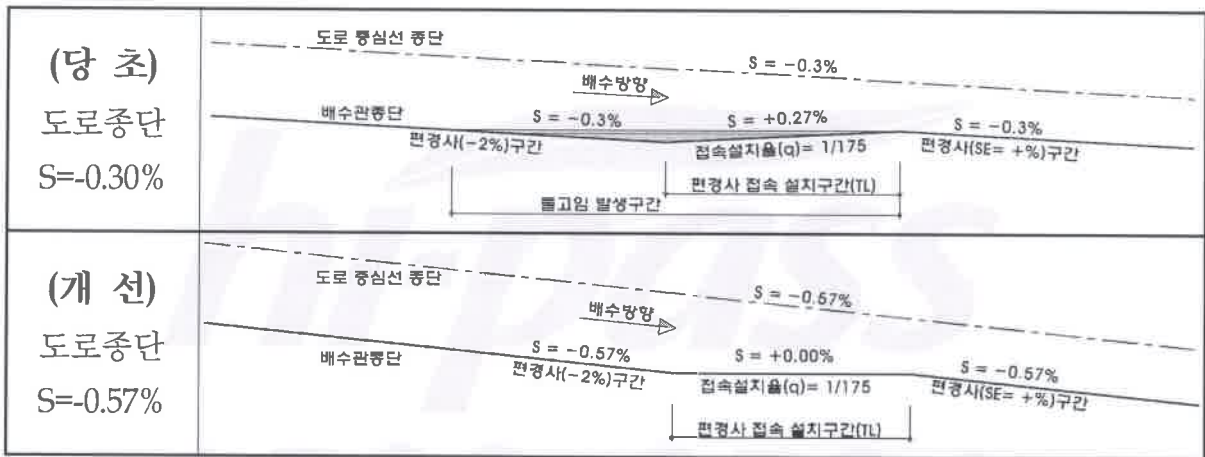
개선방안 검토

① 터널내 종단경사를 편경사 접속설치율 이상으로 계획

o 도로종단경사가 편경사변화에 따른 배수관 종단경사 변화 상쇄

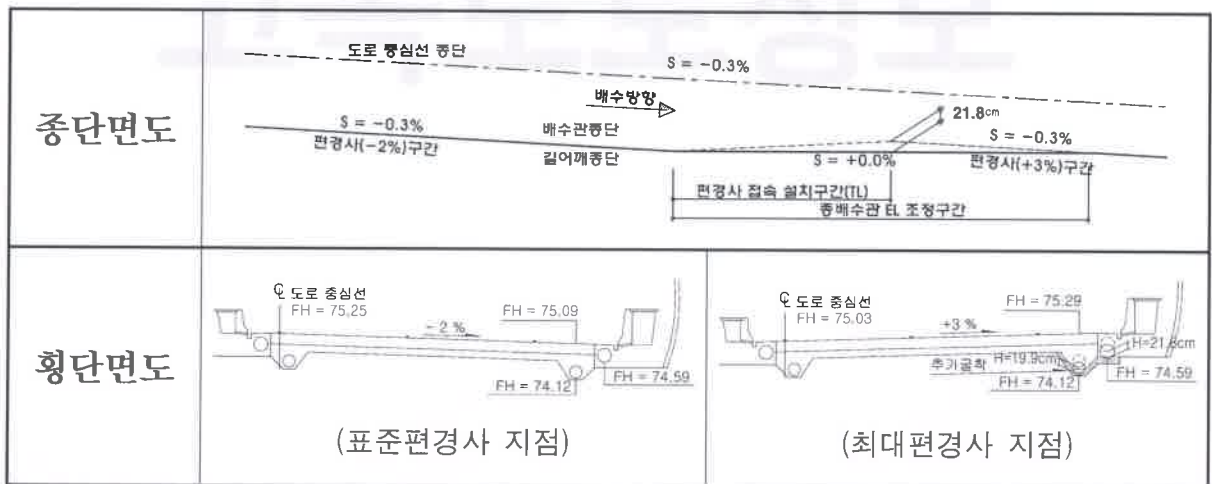
* 예시) 설계속도(100km/hr)에 따른 편경사 접속설치율 : 1/175 ($\div 0.57\%$)

도로종단(-0.57%)→편경사 변화에 따른 종단경사(+0.57%)→배수관 종단(0.0%)



② 터널 배수관 종단경사 조정

o 물고임 발생부 추가굴착을 통한 배수관 종단경사 조정



- 단, 타일세척수 등의 처리를 위한 디치(Ditch) 물고임부에 대하여는 배수관 매입 등의 방안 별도 검토 필요

③ 기타 병행검토

o 터널내 평면곡선 반지름(R) 확대

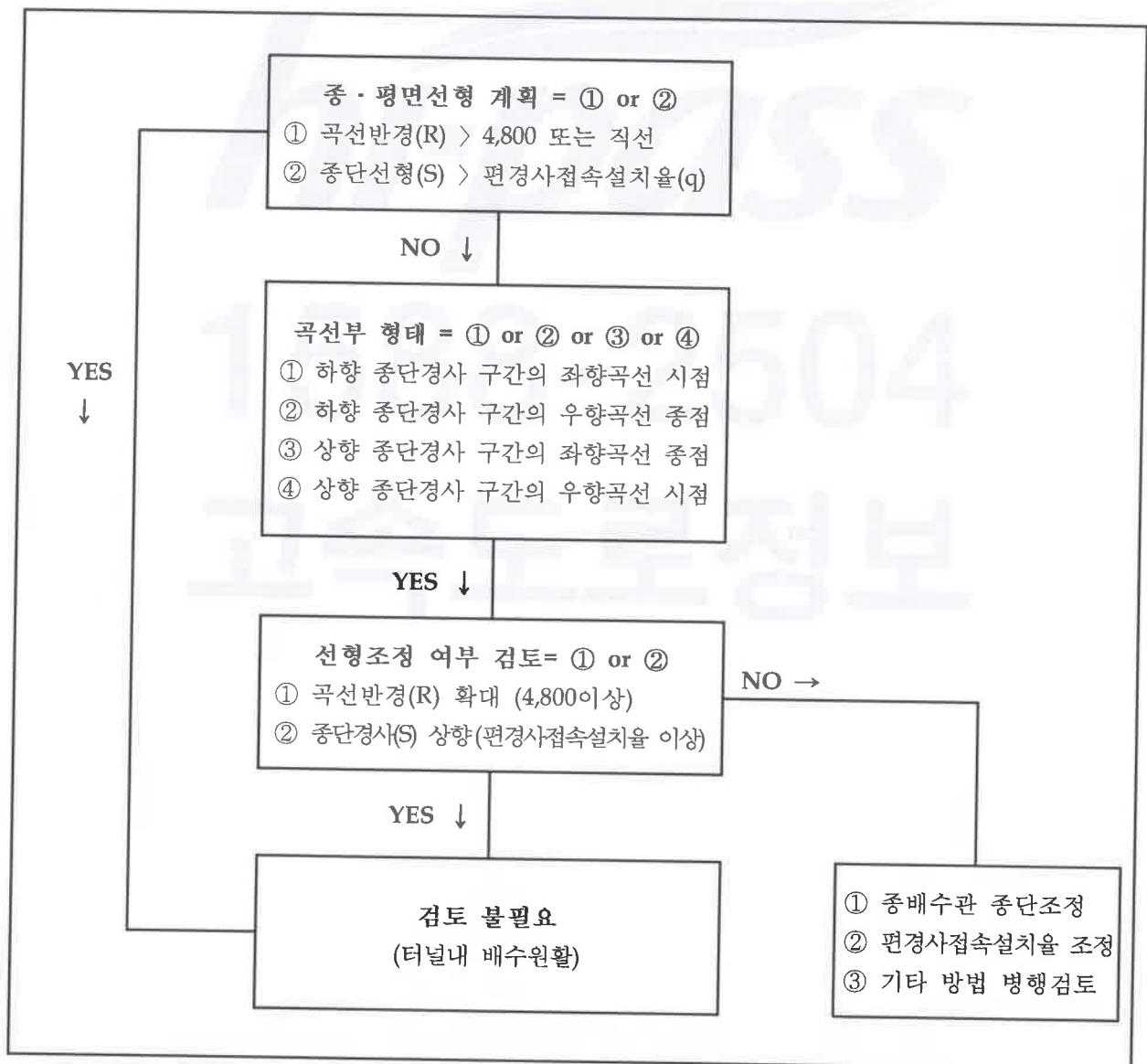
- 편경사 변화량 축소 → 편경사 접속설치구간(TL) 축소

$$* TL(\text{편경사 접속 설치구간}) = (B \times \Delta i) / q$$

o 편경사 접속 설치율 조정을 통한 물고임 깊이 축소

- 가능한 배수 고려한 편경사 접속설치율(1/250) 이상

④ 터널내 배수조건 검토 흐름도



□ 터널내 종단경사가 완만한 구간* 중 편경사 변화구간**에서
터널내 물고임 발생

* : 편경사 접속설치율($1/175 \div 0.57\%$)이하의 종단경사 계획구간

** : 하향종단의 좌향곡선 시점 또는 우향곡선 종점, 상향종단의 좌향곡선 종점 또는 우향곡선 시점

□ 터널내 편경사 변화구간 배수처리 방안은 '터널내 배수조건
검토 흐름도'에 따라 검토

- 우선적으로 노선선형 결정시 터널내 배수조건을 고려한 종·평면선형 계획
- 지형적 여건 등으로 인해 선형조건을 만족시킬 수 없을 경우 터널 배수관 종단경사 조정
- 기타 물고임 길이 및 깊이 축소 방안 등 병행검토

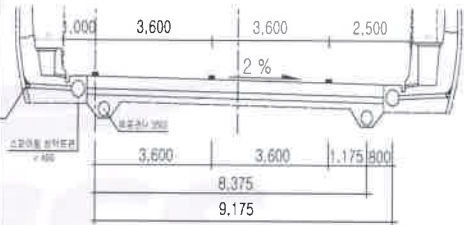
□ 적용방안

- 현재 실시설계 중인 노선부터 검토 반영
- 공사중 터널 : 터널별 배수관 물고임 발생여부 검토 후 조치

붙임 : 터널내 선형조건별 물고임 발생 현황

터널내 선형조건별 물고임 발생 현황

□ 접속설치율에 따른 편경사 변화구간 연장

편경사변화량 (Δi)	폭원(m) (도로중심~배수관)	편경사 접속설치 길이(m)		비 고
		q = 1/175	q = 1/250	
1%	9.175	16.1	22.9	
2%		32.2	45.9	
3%		48.3	68.8	
4%		64.4	91.8	
5%		80.5	114.7	
6%		96.6	137.6	
7%		112.7	160.6	
8%		128.8	183.5	

□ 선형조건별 물고임 발생 현황

종단경사(0.3%)								비 고 (편경사 변화)
편경사 접속설치율 (1/175÷0.57%)				편경사 접속설치율 (1/250÷0.4%)				
△i	TL(m)	d(cm)	Lw(m)	△i	TL(m)	d(cm)	Lw(m)	
1%	16.1	4.4	30.7	1%	22.9	2.3	30.6	-3%→-2% -2%→-3%
2%	32.2	8.7	61.3	2%	45.9	4.6	61.2	-4%→-2% -2%→-4%
3%	48.3	13.1	92.0	3%	68.8	6.9	91.8	-5%→-2% -2%→-5%
4%	64.4	17.5	122.6	4%	91.8	9.2	122.3	-6%→-2% -2%→+2%
5%	80.5	21.8	153.3	5%	114.7	11.5	152.9	-2%→+3% +3%→-2%
6%	96.6	26.2	184.0	6%	137.6	13.8	183.5	-2%→+4% +4%→-2%
7%	112.7	30.6	214.6	7%	160.6	16.1	214.1	-2%→+5% +5%→-2%
8%	128.8	35.0	245.3	8%	183.5	18.4	244.7	-2%→+6% +6%→-2%

* Δi : 편경사 변화량, TL(m) : 편경사 접속설치구간, d(cm) : 물고임 깊이, Lw(m) : 물고임 구간

중단경사(0.35%)								비 고 (편경사 변화)
편경사 접속설치율 (1/175÷0.57%)				편경사 접속설치율 (1/250÷0.4%)				
△i	TL(m)	d(cm)	Lw(m)	△i	TL(m)	d(cm)	Lw(m)	
1%	16.1	3.6	26.3	1%	22.9	1.1	26.2	-3%→-2% -2%→-3%
2%	32.2	7.1	52.6	2%	45.9	2.3	52.4	-4%→-2% -2%→-4%
3%	48.3	10.7	78.8	3%	68.8	3.4	78.6	-5%→-2% -2%→-5%
4%	64.4	14.3	105.1	4%	91.8	4.6	104.9	-6%→-2% -2%→+2%
5%	80.5	17.8	131.4	5%	114.7	5.7	131.1	-2%→+3% +3%→-2%
6%	96.6	21.4	157.7	6%	137.6	6.9	157.3	-2%→+4% +4%→-2%
7%	112.7	24.9	184.0	7%	160.6	8.0	183.5	-2%→+5% +5%→-2%
8%	128.8	28.5	210.2	8%	183.5	9.2	209.7	-2%→+6% +6%→-2%

* △i : 편경사 변화량, TL(m) : 편경사 접속설치구간, d(cm) : 물고임 깊이, Lw(m) : 물고임 구간

중단경사(0.37%)								비 고 (편경사 변화)
편경사 접속설치율 (1/175÷0.57%)				편경사 접속설치율 (1/250÷0.4%)				
△i	TL(m)	d(cm)	Lw(m)	△i	TL(m)	d(cm)	Lw(m)	
1%	16.1	3.2	24.9	1%	22.9	0.7	24.8	-3%→-2% -2%→-3%
2%	32.2	6.5	49.7	2%	45.9	1.4	49.6	-4%→-2% -2%→-4%
3%	48.3	9.7	75.6	3%	68.8	2.1	74.4	-5%→-2% -2%→-5%
4%	64.4	13.0	99.4	4%	91.8	2.8	99.2	-6%→-2% -2%→+2%
5%	80.5	16.2	124.3	5%	114.7	3.4	124.0	-2%→+3% +3%→-2%
6%	96.6	19.5	149.2	6%	137.6	4.1	148.8	-2%→+4% +4%→-2%
7%	112.7	22.7	174.0	7%	160.6	4.8	173.6	-2%→+5% +5%→-2%
8%	128.8	25.9	198.9	8%	183.5	5.5	198.4	-2%→+6% +6%→-2%

* △i : 편경사 변화량, TL(m) : 편경사 접속설치구간, d(cm) : 물고임 깊이, Lw(m) : 물고임 구간

"빠른길, 편한길, 안전한길"
한 국 도 로 공 사

수신자 : 수신자 참조
(경유)

참 조 :

제 목 : 고속도로 공공디자인 매뉴얼(교량, 터널편) 배포

1. 기술심사처-148(2011. 1. 24) 및 기술심사처-286(2011. 2. 14)의
관련입니다.

2. 고속도로 공공디자인의 질적 수준 향상 및 실무자의 디자인 감각
제고를 위하여 다양한 디자인 방향과 사례중심으로 구성된 공공디자인 매뉴얼
(교량, 터널편)을 붙임과 같이 배포하오니 관련업무에 적극 활용하여 주시기
바랍니다.[다운로드 : 지식나들목-지식마켓-직무-건설관리-설계관리-기술심의]

붙 임 : 1. 관련공문 사본 1부(배포계획포함).

2. 공공디자인 매뉴얼(교량, 터널편) 1부(별도송부). 끝.

한 국 도 로 공 사



수신자 직10-직60,직80-직170,직190-직220,본10-본60,지101-지607

설계VE팀 권의성

설계VE팀 구영호

팀장 전결 이용구

시행 기술심사처-294 (2011.02.14.)

접수 품질기술팀-93/272 (2011.02.14.)

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

전화 031-779-5498 전송 02-2230-4199 / eskwoun@ex.co.kr / 공개

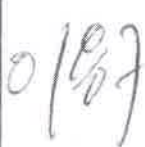
공람 품질기술팀 유웅선

품질기술팀 황인진

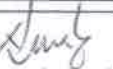
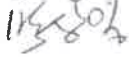
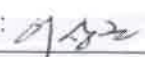
팀장 이청

세상에 **녹색**을 더 하다

상임감사위원


팀 장	처 장	본부장
		

등록번호	기술심사처- 148
보존기간	10년
결재일자	2011. 1. 24
공개구분	공 개

협조	도로처장:  시설처장:  건설처장:  설계처장:  녹색환경처장: 
----	--

기술심의팀장: 조주기 VE사업부장: 김성준

디자인 통합 및 수준향상을 위한

공공디자인 심의·자문 운영 방안

2011. 1

목 차

- | | | | |
|--------|---|---|---|
| I. 추 | 진 | 배 | 경 |
| II. 추 | 진 | 경 | 위 |
| III. 운 | 영 | 방 | 안 |
| IV. 시 | 행 | 방 | 법 |

녹색 더 하기 **hi-pass**

한국도로공사
기술심사처



I 추진배경

- 『고속도로 공공디자인 중장기 추진계획』 (사장방침, 기술심사처-438, 2010.3)에 의거 공공디자인 심의가 의무화됨에 따라, 이에 대한 세부적인 운영방안 수립 필요
- 공공디자인 심의·자문에 대한 효율적인 운영으로 주변 환경과 조화되고 통합된 고속도로 이미지 구현 및 체계적인 관리 목적

II 추진경위

- 2008. 2 Design for EX-Way 추진방안 수립
- 2008. 6 고속도로 디자인분야 설계자문위원 신규 위촉
- 2개 분야(도로경관,공공디자인) 22인
- 2008. 10 고속도로 디자인가이드라인 수립
- 2009. 1 디자인분야 자체 설계심의, 자문, VE 시행
- 2010. 1 고속도로 디자인분야 설계자문위원 재 위촉
- 22인 → 2개 분야(도로경관,공공디자인) 17인
- 2010. 3 고속도로 공공디자인 중장기 추진계획 수립
- 3대전략, 6대 중점과제, 15대 실천과제
- 공공디자인 심의 의무화(자체설계, 타기관 점용 등)
- 2010. 10 고속도로 디자인분야 설계자문위원 추가 위촉
- 17인 → 4개 분야(도로,산업,공간,조명) 40인

III 운영 방안

□ 위원구성

- 공사관리규정 제8조(설계자문위원회 구성)에 따라 사안별로 해당 전문가 위촉

※ 설계자문위원회 위원 현황(총 25개분야 584명)

구 분	계	학계	업계	연구기관	도로공사	기타
인원(명)	584	172	297	24	40	51

※ 디자인분야 설계자문위원(4개분야 40명)

분 야	세부전공	인원(명)
도로디자인	도로설계, 환경, 건축, 조경	16
산업디자인	제품, 색채, 시각	11
공간디자인	공간, 조형, 역사문화	9
조명디자인	경관조명, 전기	4

- 회의방법은 공사관리규정 제9조(설계자문위원회 회의), 제10조(소위원회)에서 정한 방법으로 시행

□ 위원역할

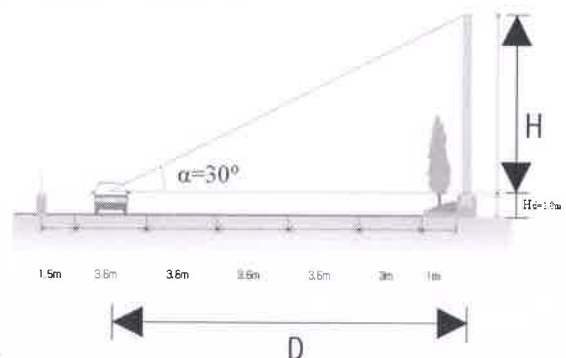
- 본 방침에서 정한 대상시설물에 대한 디자인분야 심의
- 기본설계 단계에서 노선 선정시 디자인 전문가가 참여하여 도로경관과 관련한 자문
- 디자인관련 매뉴얼 및 관련 규정 제·개정 등의 자문
- 우수디자인 인증 및 디자인 경진대회(공모전) 등의 심사
- 그 밖에 공공디자인과 관련하여 시행부서의 장이 요청한 사항에 대한 심의, 자문

□ 심의대상 및 시행시기

구분	대상 시설물		시행시기
	종 류	규 모	
신설 · 확장	도로 시설물	-지역의 랜드마크가 되는 교량, 터널 -고속도로 공공디자인 매뉴얼에 의한 교량·터널 디자인평가등급 산정결과 “강조형”디자인이 필요한 경우(붙임#1)	실시설계의 상세설계 중
	도로부속 시설물	-방음터널, 방음벽, 옹벽 등 (설계시행부서의 경관위원회 검토로 대체하되, 시행부서의 요청이 있는 경우 심의 시행)	
	건축물	-사옥, 영업소, 휴게소, 톨게이트 (다만 설계공모방식으로 결정된 경우 제외)	
유지관리 · 개선사업	도로 시설물	-고속도로 공공디자인 매뉴얼에 의한 교량·터널 디자인평가등급 산정결과 “강조형”디자인이 필요한 경우(붙임#1)	사업계획 반영 후 설계완료 전
	도로부속 시설물	-방음터널 -방음벽 높이가 양각* 30°(D/H=2) 이상에 해당되거나, 연장이 550m 이상인 경우 -노면으로부터 노출된 높이가 5m이상인 부분의 합이 100m 이상인 옹벽 (시설물의 안전관리에 관한 특별법상 2종시설물)	
	폐도부지	-폐도부지를 공원화, 휴게공간 등으로 복원하는 경우	
타기관	도로점용 및 횡단시설물	-고속도로를 근접·횡단하는 교량, 방음터널 -방음벽 높이가 양각* 30°(D/H=2) 이상에 해당되거나, 연장이 550m 이상인 경우 -교량하부에 사무실, 창고, 체육시설 등 -기타 협의부서장이 필요하다고 판단된 사항	도로점용허가 및 횡단협의시

※ 양각(仰角) : (D/H)

높은데 있는 목표물을 관측할 때,
관측자의 시선과 수평선이 이루는 각
(D = 추월차로 중심에서 방음벽까지 거리,
H = 운전자의 시각 가능 높이)



IV 시 행 방 법

□ 본 방침수립 후 즉시 시행

□ 후속조치 : 도로 및 공사관리규정 개정 (2011. 하반기)

□ 기타사항

- 타 기관의 도로점용 · 횡단시설물은 심의내용이 반영된 최종
성과품을 확인후 도로점용 · 횡단 허가
- 고속도로 공공디자인 매뉴얼(교량 · 터널편) 배부 (2011. 2)

- ※ 붙 임 : 1. 교량 · 터널 디자인 평가지표
2. 공공디자인 심의(자문) 요청자료(양식)
 3. 공공디자인 심의 절차

교량·터널 디자인 평가지표

(고속도로 공공디자인 매뉴얼(교량·터널편))

교량

- 평가항목

평가항목		평 가 내 용	평가점수	
기본	생태성	인접한 자연 및 생태환경의 존재를 통한 보전성	10 8 6	
	상징성	지역적 특수성에 따른 상징성	15 13 10	
	유지관리성	접근성, 기후, 환경특성에 따른 유지관리의 용이성	10 8 6	
원경	입지성	도시폭	도시경계로부터 거리에 따른 도시경관과의 연계성	10 8 6
		산지 및 평야폭	주변 산지 및 평지경관에 의한 자연경관 우세정도	10 8 6
		수변폭	바다 또는 하천 등 수변 폭의 정도	10 8 6
	조망성	교량이 보이는 조망점 수량에 의한 중요도	15 13 10	
중경	연장성	교량연장이 강조하기 타당한 길이인가에 대한 여부	10 8 6	
	개방성	교량 높이에 의한 하부경관 연출의 중요도	10 8 6	
근경	이용성	교량 폭원에 의한 교통량 및 이용정도	10 8 6	
	안정성	교량의 종단경사에 의한 교량의 상부연출 여부	10 8 6	

- 평가등급

평가점수	85점 이상	84~81점	80점 이하
교량평가	강조형	조화형	순응형

터널

- 평가항목

평가항목		평가내용	평가점수
기본	지역성	지역적 특수성을 고려하여 지역 정체성 및 상징성	15 13 10
	유지관리성	접근성, 기후, 환경특성에 따른 유지관리의 용이성	15 13 10
원경	조망성	터널의 배경요소에 따른 갱구부 조망에 대한 중요도	10 8 6
중경	지형성	시·종점부의 일치 또는 불일치에 따른 갱구부의 인지 여부	10 8 6
	연속성	터널간의 거리에 따른 조망의 중첩 여부	10 8 6
	환경성	절취사면의 규모에 따른 사면처리의 중요도	15 13 10
근경	연장성	터널연장에 따른 디자인 연출의 중요도	15 13 10
	이용성	터널내 차로수에 의한 이용정도	10 8 6

- 평가등급

평가점수	79점 이상	78~72점	71점 이하
터널평가	강조형	조화형	순응형

공공디자인 심의(자문) 요청자료(양식)

제 안 명

20○○. ○

※ Power Point 형식
규격은 A4 또는 B4 사용
요청자료 CD 2장 제출

제안기관명

목 차

1. 사업계획
2. 디자인 계획
3. 디자인 시안
4. 기타 필요한 자료

1. 사업계획

- ☐ 사업개요
- ☐ 사업목적 및 기대효과
- ☐ 추진경위
- ☐ 일정계획 등

2. 디자인 계획

- ☐ 디자인 기본방향
- ☐ 사업대상지 주변현황 분석
- ☐ 유사사례 디자인 분석
- ☐ 디자인 Concept
- ☐ 디자인 선정 비교검토(안)

※ 대안별 장단점 분석 포함

3. 디자인 시안

☐ 배치도, 평면계획, 입면 · 단면계획 등

※ 재질, 마감재, 색채등을 명확히 표기하고 특이사항 등은
도면에 구체적으로 표시

※ 필요시 주행 시뮬레이션 제출

☐ 디자인(안) 시뮬레이션

※ 실제 현황과 비교할 수 있도록 현황사진과 아울러 현황
사진에 디자인 시안이 오버랩(Overlap)된 결과물 제출

4. 기타 필요한 자료 (필요시)

☐ 현장 테스트 결과

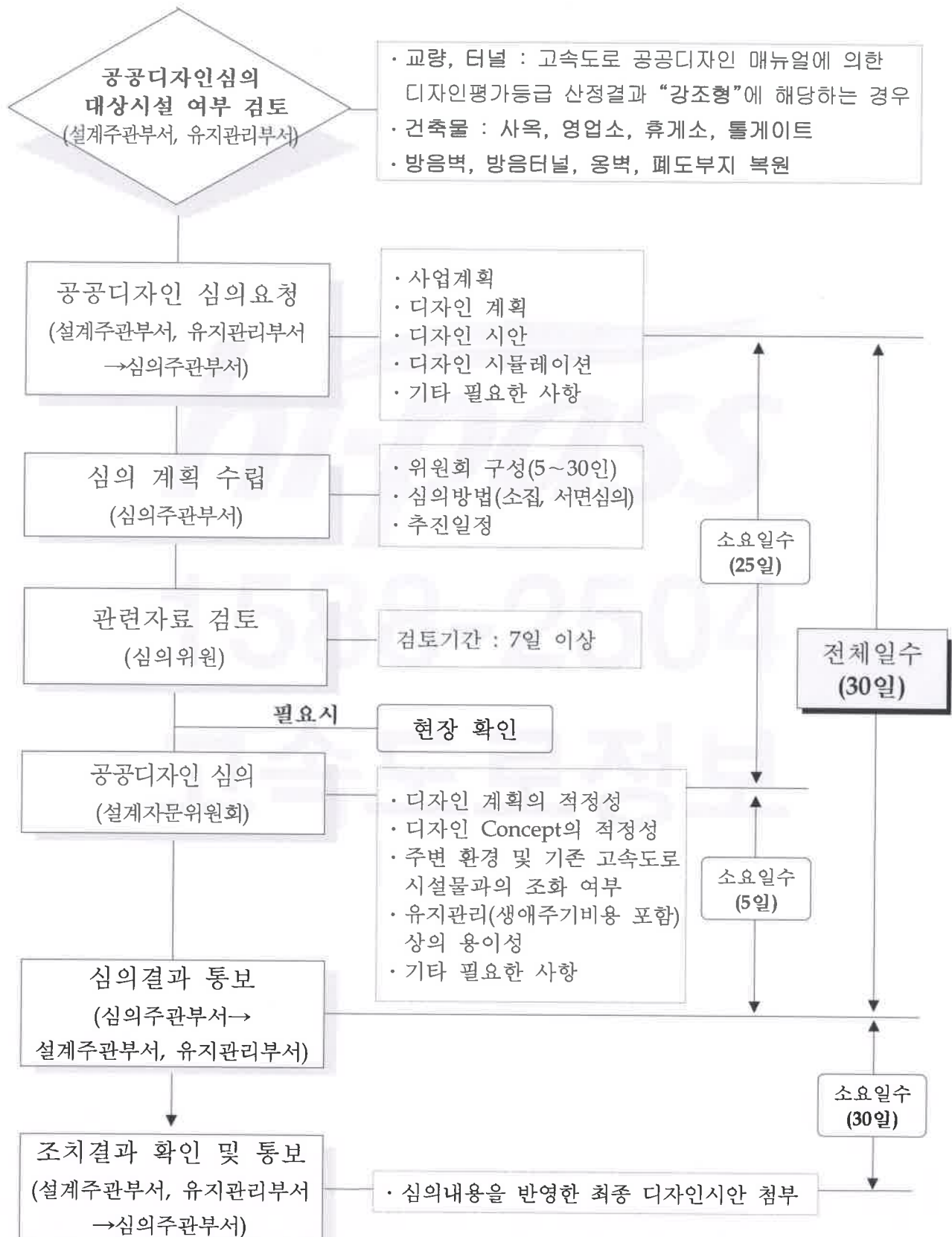
☐ 만족도 조사 결과 등

※ 신기술·신공법 또는
특허·실용신안 여부등
사업수행에 필요한 자료
포함

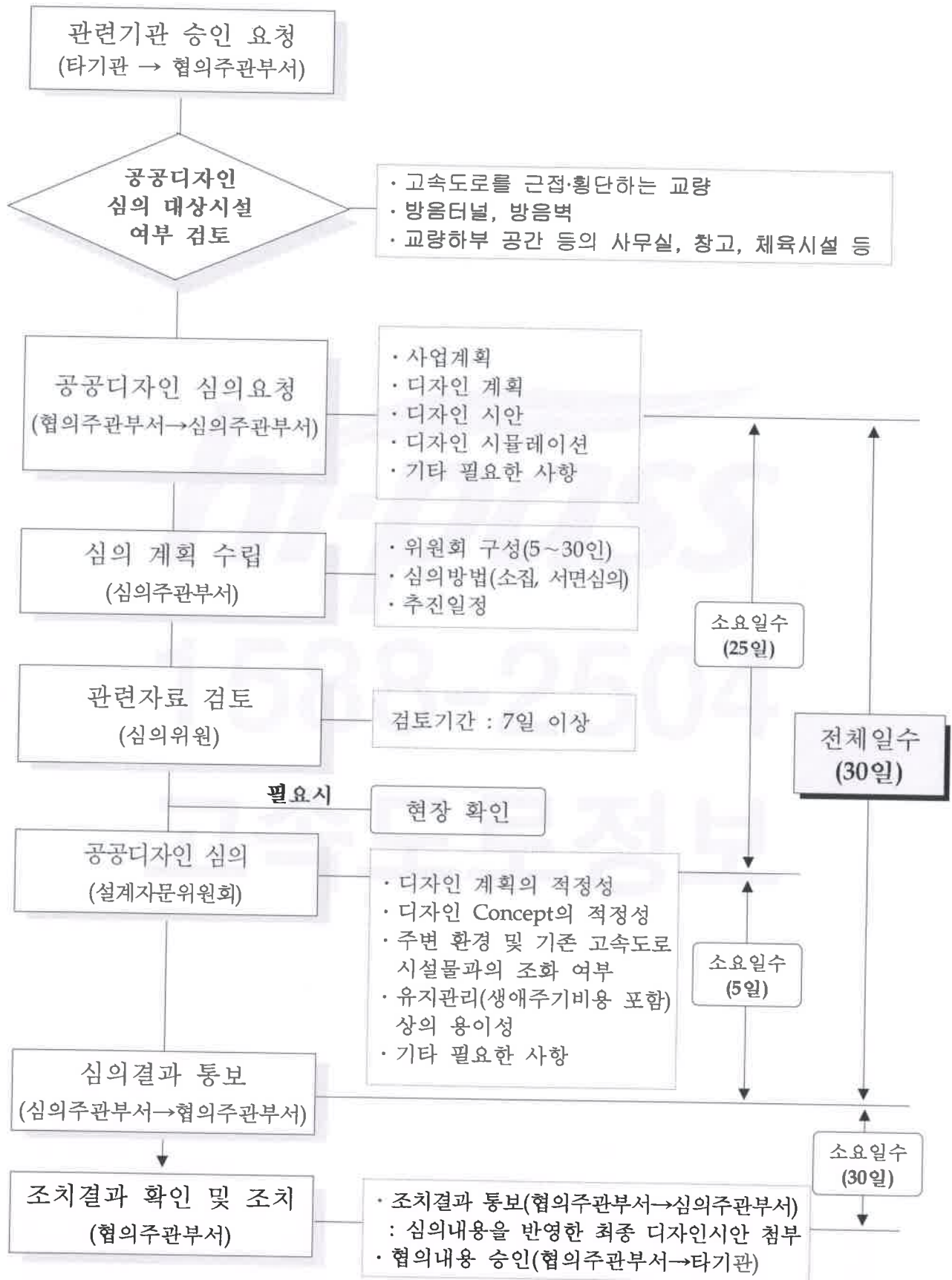
※ 자료 내용의 크기, 색채, 디자인 등은 위의 내용을 포함하여 작성하는
것을 원칙으로 하고, 심의(자문) 성격에 맞게 작성 가능

공공디자인 심의 절차

□ 신설 · 확장, 유지관리 · 개선사업 설계시

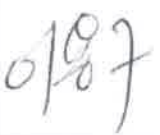


□ 타기관의 도로점용허가 및 횡단 협의시



세상에 **녹색**을 더 하다

상임감사위원


팀 장	처 장	본부장
		

등록번호	기술심사처- 286
보존기간	10년
결재일자	2011. 2. 14
공개구분	공 개

기술심의팀장: 조주희 VE사업부장: 김석훈

디자인 통합 및 수준향상을 위한 고속도로 공공디자인 매뉴얼(교량터널편) 발간

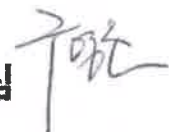
2011. 2

목 차

- I. 추 진 배 경
- II. 추 진 경 위
- III. 디 자 인 Concept
- IV. 주 요 내 용
- V. 활 용 계 획
- VI. 향 후 추 진 계 획

녹색 더 하기 **hi-pass**

한국도로공사
기술심사처 설계VE팀



I 추진배경

- 『2008년 고속도로 디자인 가이드라인』 수립 이후 통합된 도로 디자인 실행을 위하여 시설물별 매뉴얼 개발 필요
- 고속도로 시설물 디자인에 관한 지식 제공과 디자인의 질적 수준향상에 기여

II 추진경위

- 2008. 2 Design for EX-Way 추진방안 수립
- 2008. 10 고속도로 디자인가이드라인 수립
- 2009. 1 디자인분야 자체 설계심의, 자문, VE 시행
- 2009. 2 녹색성장사업 종합계획 수립(전략처)
 - 고속도로 공공디자인 표준모델 개발(11억원/3개년)
- 2009. 7 고속도로 공공디자인 매뉴얼(교량,터널) 개발 착수
 - 용역업체 : (주)브이아이랜드(대표이사:김경인)
 - 용역기간 : 1차 - 2009.7.24~12.20(150일간, 용역비:64,597,830원)
2차 - 2010.4.16~11.16(215일간, 용역비:83,172,170원)
- 2010. 3 고속도로 공공디자인 중장기 추진계획 수립
 - 3대 전략, 6대 중점과제, 15대 실천과제
- 2010. 4 고속도로 공공디자인 매뉴얼(방음벽,휴게소) 개발 착수
 - 용역업체 : (주)도시미래종합기술공사(대표이사:이강제)
 - 용역기간 : 1차 - 2010.4.20~11.15(210일간, 용역비:67,416,760원)
2차 - 2011.6. 착수예정(155일간, 용역비:35,000,000원)

III

디자인 Concept

□ 기본방향

Near Nature Highway

자연속의 고속도로

" 자연 을 담는 , 문화 를 전하는 , 지역 을 알리는 고속도로 "

□ 디자인 전략

● e-Bridge

eco

자연에 순응하는
디자인



emotion

감성을 담은
디자인



enjoy

볼거리가 있는
디자인



● c-Tunnel

consider

자연과 하나되는
디자인



comfort

편안함을 주는
디자인



culture

지역문화를 담은
디자인



IV 주 요 내 용

□ 매뉴얼 수록내용

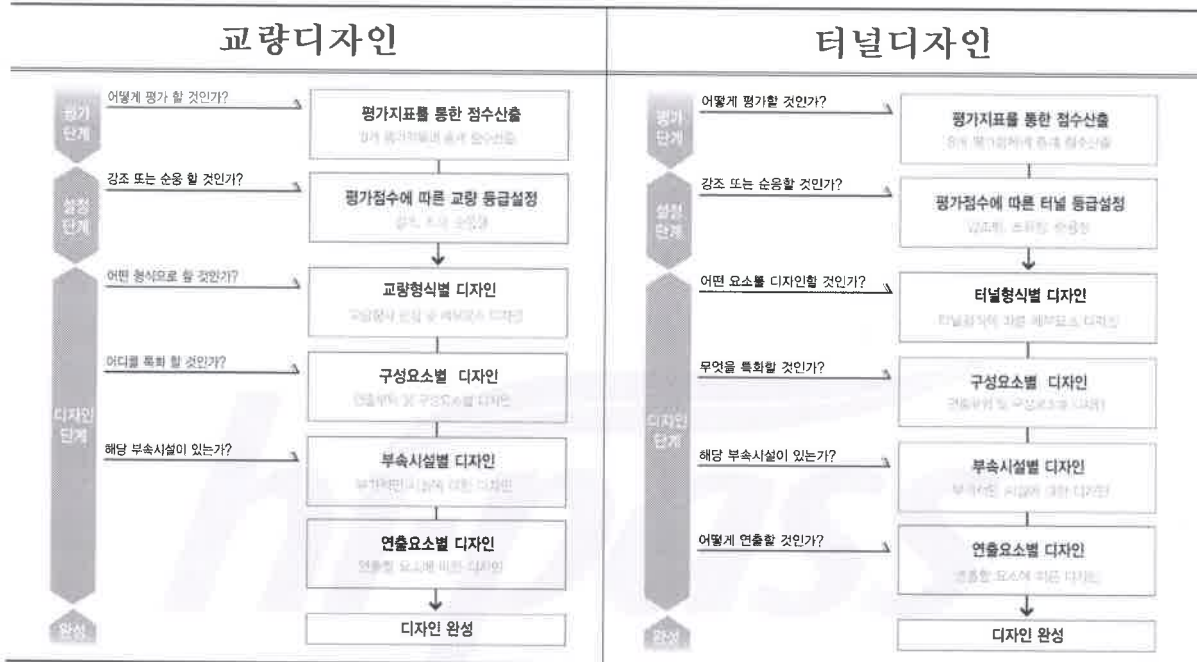
교 량	터 널
- 교량디자인 범위, 기본방향, 평가지표	- 터널디자인 범위, 기본방향, 평가지표
- 교량 형식별 · 특성별 · 구성요소별 · 부속 시설물별 디자인	- 터널 형식별 · 구성요소별 · 부속 시설물별 디자인
- 교량 형식별 · 구성요소별 · 부속 시설물별 색채디자인	- 터널 구성요소별 · 부속시설물별 색채디자인
- 입지특성별 · 교량형식별 야간경관 디자인	- 터널 길이에 따른 내부연출
	- 터널 내 · 외부 야간경관 디자인

□ 디자인 평가내용

교 량 (9개항목)		구 분	터 널 (8개항목)
생태성		기 본	지역성
상징성			유지관리성
유지관리성			
입지성	도시폭	원 경	
	산지 및 평야폭		
	수변폭		
조망성		중 경	지형성
연장성			연속성
개방성			환경성
이용성		근 경	연장성
안정성			이용성

☞ 【붙임1】 교량·터널 항목별 평가기준 및 점수설정

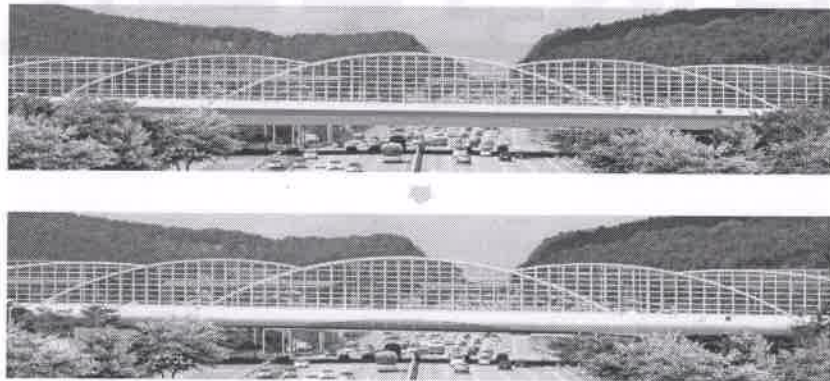
□ 교량 및 터널의 평가·설정·디자인 단계에서 활용



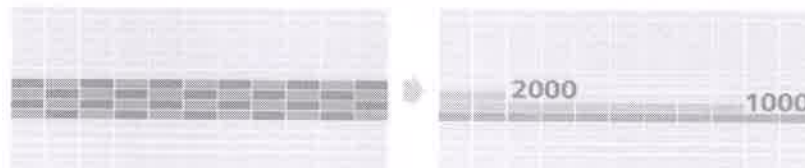
□ 설계심의·자문·VE 단계에서 활용

□ 기본 및 실시설계, 공사, 유지관리시 참고자료(사례 위주의 예시)로 활용

예시1) 외장재 부착을 통한 돌출부의 복잡한 하부경관 완화



예시2) 잔여거리 표시로 주행자에게 인지성을 높여주는 연출



V

향후추진계획

□ 고속도로 공공디자인 매뉴얼 제작 및 배부

제작년도	2010	2011	2012	2013
시 설 물	교량, 터널	방음벽, 휴게소	야간경관	친수공간
배부(예정)일	2011.2월	2011.11월	2013.2월	2014.2월

☞ 【붙임2】 고속도로 공공디자인 매뉴얼(교량·터널편) 배부계획

□ 고속도로 우수디자인 인증제 도입 : 2011. 8월

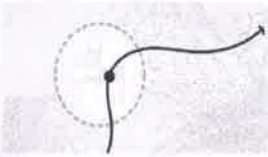
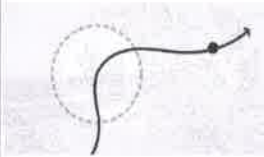
□ 제3회 공공디자인 경진대회 개최 : 2011. 9월

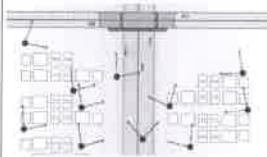
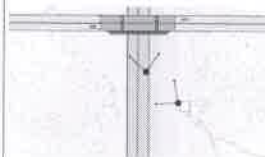
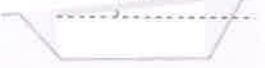
※ 불 임 : 1. 교량·터널 항목별 평가기준 및 점수설정

2. 고속도로 공공디자인 매뉴얼(교량·터널편) 배부계획

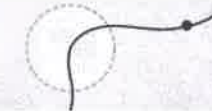
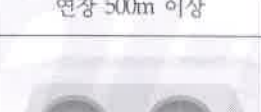
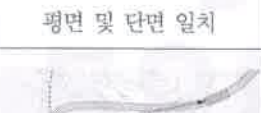
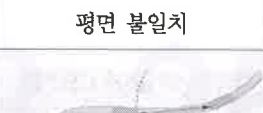
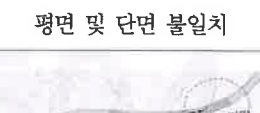
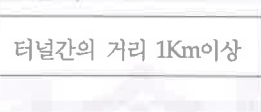
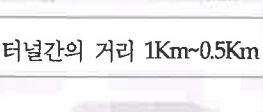
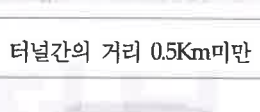
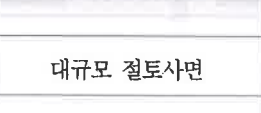
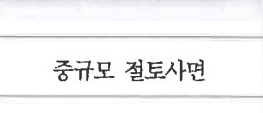
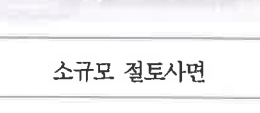
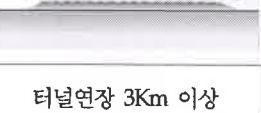
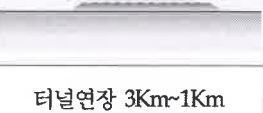
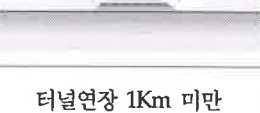
교량·터널 항목별 평가기준 및 점수설정

교량

평가항목		평가기준			점수
기본	생태성				⑩ ⑧ ⑥
		생태자연도 3등급이하 통과	생태자연도 2등급 통과	생태자연도 1등급 통과	
	상징성				⑮ ⑬ ⑩
		상징성 필요	상징성 보통	상징성 불필요	
	유지관리성				⑩ ⑧ ⑥
		유지관리성 양호	유지관리성 보통	유지관리성 불리	
원경	도시폭				⑩ ⑧ ⑥
		도시지역내 통과	도시지역 연접부 0.5m~2km미만	도시지역 외 2km~5km	
	산지 및 평야폭				⑩ ⑧ ⑥
		평야	구릉지	산지	
	수변폭				⑩ ⑧ ⑥
		수변폭 200m 이상	수변폭 50m~200m 미만	수변폭 50m 미만	

평가항목		평가기준			점수
원 경	조망성				⑮ ⑬ ⑩
		조망점 10개 이상	조망점 2~10개 미만	조망점 2개 미만	
중 경	연장성				⑩ ⑧ ⑥
		연장 500m 이상	연장 100m~500m 미만	연장 100m 미만	
	개방성				⑩ ⑧ ⑥
		교각높이 30m 이상	교각높이 10m~30m 미만	교각높이 10m 미만	
근 경	이용성				⑩ ⑧ ⑥
		차로수 6차로 이상	차로수 3차로~6차로 미만	차로수 3차로 미만	
	안정성				⑩ ⑧ ⑥
		종단경사 2° 미만	종단경사 2~4° 미만	종단경사 4° 이상	
총 계					○○점

● 터널

평가항목		평가기준			점수
기	지역성				15 13 10
		지역상징 필요	지역상징 보통	지역상징 불필요	
본	유지관리성				15 13 10
		유지관리성 양호	유지관리성 보통	유지관리성 불리	
원	조망성				10 8 6
		연장 500m 이상	연장 100m~500m 미만	연장 100m 미만	
중	지형성				10 8 6
		평면 및 단면 일치	평면 불일치	평면 및 단면 불일치	
경	연속성				10 8 6
		터널간의 거리 1Km이상	터널간의 거리 1Km~0.5Km	터널간의 거리 0.5Km미만	
	환경성				15 13 10
		대규모 절토사면	중규모 절토사면	소규모 절토사면	
근	연장성				15 13 10
		터널연장 3Km 이상	터널연장 3Km~1Km	터널연장 1Km 미만	
경	이용성				10 8 6
		편도 4차로 이상	편도 3차로	편도 2차로 이하	
총 계					〇〇점

고속도로 공공디자인 매뉴얼(교량·터널편) 배부계획

구 분			구 분		
계			129		
본 사 · 직 할	감사실	1	지역본부 (관할지사)	경기지역본부	3(8)
	홍보실	1		강원지역본부	3(7)
	기획처	1		충청지역본부	3(12)
	정보처	1		호남지역본부	3(9)
	영업처	1		경남지역본부	3(8)
	교통처	2		경북지역본부	3(7)
	도로처	2	건 설 사업단	울산~포항	2
	시설처	2		함양~성산	2
	건설처	2		목포~광양	2
	녹색환경처	2		홍천~양양	2
	도로사업처	2		진주~마산	2
	해외사업처	1		수도권	2
	휴게시설처	1		삼척~속초	2
	ITS처	1		음성~제천	2
	기능형구조물 진단팀(T/F)	1		평택~시흥	1
	도로교통연구원	2		안동~영덕	2
	교통센터	1		담양~함양	2
	초장대교량 사업단(T/F)	1		상주~안동	2
	스마트하이웨이 사업단(T/F)	1		인천~김포	1
	구조물센터	2		냉정~부산	2
	자료실	4			