

2010년 터널 실무자료집

순번	문서번호	날짜	제목	비고
1	설계처 - 683	2010. 02	거푸집(유로폼) 설계기준 검토	✓
2	설계처 - 905	2010. 02	터널개착부 방수공법 검토	✓
3	설계처 - 1011	2010. 03	천공장비(점보드릴) 전기공급 기준 개선검토	✓
4	설계처 - 1578	2010. 04	터널 내부 미관 및 시선유도 향상방안 검토	✓
5	설계처 - 1731	2010. 04	신기술 신공법 등 특정공법 설계적용 관련 설계도서 작성 및 적용절차 검토	✓
6	연구개발실-2294	2010. 07	시멘트 콘크리트 설계기준 배합비 개정(안)	✓
7	설계처 - 2108	2010. 04	장대터널 공동구 벽체 개선방안 송부	✓
8	시설처 - 1743	2010. 06	한국산업규격 개정에 따른 터널조명 적용방안 통보	✓

" 빠른길 편한길 안전한길 "

감 사
이창승

팀 장	처 장	본부장
김민환	이원호	조기영

등록번호	설계처- 683
보존기간	년
결재일자	2010. 2. 8
공개구분	공 개

협 조 : 도 로 처 장

건설관리처장

건설계획처장

거푸집(유로폼) 설계기준 검토

2010. 2

도로설계팀장	이원호
구조설계팀장	조기영

hi-pass

한국도로공사

설계처 설계기준팀

I 검토 목적

- 구조물 설계시 적용되는 합판거푸집의 시공실태 조사결과 합판 거푸집과 유로폼이 혼용되어 사용되는 실정
- 거푸집(유로폼) 기준 정립을 통한 효율적인 설계 도모

【감사원 이첩민원사항 조치요구(감사실-2203, 2009.10.30)】

배수구조물 시공시에 사용하는 거푸집의 실제 시공은 유로폼을 사용하고 있음에도 설계시에는 가격이 비싼 합판거푸집을 적용하고 있음

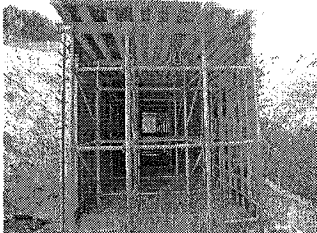
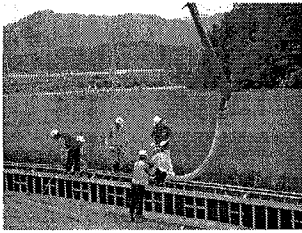
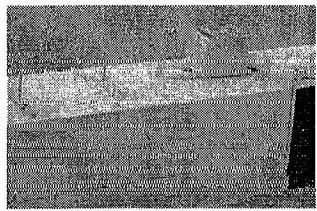
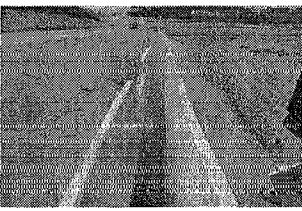
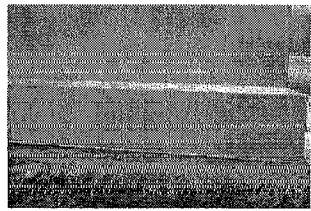
II 현실태 분석

□ 현장조사 결과

- 대 상 : 수도권외 6개 사업단
- 조사내용 : 유로폼 적용 실태 및 확대에 대한 의견

【주요의견】

- 노출면 미관이 합판거푸집에 비해 좋지 않음
- 측구, 방음벽, 수로암거 등 소구조물 적용이 바람직함
- 무늬거푸집이 사용되는 교대부에 적용 가능
- 시공성, 경제적 측면에서 합판거푸집 보다 유리

		
수로암거 시공전경	V형측구 시공전경	교대기초 시공전경
		
시공 노출면	시공 노출면	시공 노출면

III 검토 내용

합판거푸집과 유로폼에 대하여 시공성, 경제성과 품질,미관 등을 종합적으로 고려하여 설계 적용에 대한 적정성 검토

구 분	합판거푸집	유로폼
시공성	○ 합판거푸집 별도 제작 ○ 설치·해체시 거푸집 훼손 ○ 거푸집 설치·해체 복잡 ○ 콘크리트 노출면 관리 용이 ○ 곡선부, 연결부 시공 유리	○ 규격별 기성제품 구입 ○ 거푸집 손상 없음 ○ 설치·해체 용이 ○ 콘크리트 노출면 관리 불리 ○ 곡선부, 연결부 시공 불리
경제성	○ 실적공사비 - 매끈한마감(3회) : 19,709원/m² - 보통마감(4회) : 16,985원/m² - 거친마감(6회) : 13,981원/m²	○ 실적공사비 : 13,428원/m² - 매끈한마감(3회) : △6,281원/m² - 보통마감(4회) : △3,557원/m² - 거친마감(6회) : △553원/m²
적용성	○ 거푸집 2~6회 모두 적용	○ 거푸집 2~6회 선별 적용 - 측구, 개거, 수로암거 등 - 무늬거푸집 적용구간

□ 검토결론

- 시공성과 경제성을 고려하여 유로폼 적용이 타당하나
 - 합판거푸집에 비해 콘크리트 노출면 관리, 곡선부나 연결부 시공성 등이 불리하므로
- 미관, 시공성 등을 고려하여 선별 적용하는 것이 바람직함

IV 개선 방안

□ 설계 기준 개선

- 보통마감(거푸집 4회), 거친마감(거푸집 6회) : 유로폼 설계적용
- 매끈한 마감(거푸집 2~3회)
: 미관을 고려하지 않아도 되는 구간은 유로폼 설계적용

구 분		합판거푸집	유로폼
매끈한 마감	2~3회	T형보, 난간, 교각, 교대, 슬래브, 옹벽, 날개벽 등 복잡하고 미려한 시공을 요하는 구조	○ 합판거푸집 적용대상 중 - 하부도로나 주변 시설물이 없어 미관을 고려하지 않아도 되는 구간
보통 마감	4회	-	측구, 수로, 확대기초, 방음벽 기초 등 비교적 간단한 구조
거친 마감	6회	-	관기초, 보호공 등 외관과 관계 없는 구조

※ 거푸집 설계 적용 기준 : 별첨 참조

□ 기준 적용

- 설계완료 미발주 및 설계 중인 노선 : 개선된 설계기준 적용
- 공사 중인 노선 : 공사주관(시행)부서 판단하여 적용

【별 첨】

거푸집 설계 적용 기준

구 분	합판거푸집	유로폼
매끈한 마감 (2~3회)	교대벽체, 통로암거 벽체 등 미관고려 구간	○ 하부도로나 통과 시설물이 없어 미관이 중요하지 않는 교대벽체 ○ 가BOX 벽체
보통마감 (4회)	-	U형개거 벽체, 폐수처리시설, 콘 크리트 옹벽, 수로암거 벽체, 도 수로, 방음벽 벽체, 무늬거푸집 적용구간(교대벽체), 차도부 포 장, 집수정, 집수거, 기타 거푸 집 4회 적용 구간 등
거친마감 (6회)	-	U형 개거기초, 옹벽 기초, 방음벽 기초, 표지판 기초 등 매설되는 기초부, 임시시설물로 철거되는 부위, 기타 거푸집 6회 적용구간 등

※ 곡선부, 연결부 등 유로폼 사용이 곤란한 구간은 합판거푸집 적용

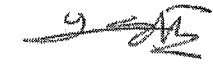


빠른길 · 편한길 · 안전한길

감 사
이창성

부 장	처 장	본부장
정국영	이원호	조기현

등록번호	설계처 - 905
등록일자	2010. 2. 23
결재일자	2010. 2. 23
공개구분	공개

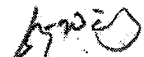
협 조 : 건설관리처장 
구조물처장 

터널 개착부 방수공법 검토

2010. 2.

목 차

- I. 검토목적
- II. 관련기준
- III. 현황 및 문제점
- IV. 개선방안
- V. 검토결론

설계기준팀장 : 
도로설계팀장 : 

hi-pass

한국도로공사
설계처 구조설계부 

I

검토목적

터널 개착부 NATM 연결부, 되메우기 및 노출 구간에 대한 방수공법 적용기준을 검토하여 설계 일관성, 시공성, 경제성 등을 확보하고자 함

II

관련기준

□ 터널설계기준 (2007, 건설교통부)

- 터널과 개착부 등의 접합부에 대한 접합 및 방수 상세를 제시하여야 함

□ 현행 개착부 방수 기준 (설계일 13201-1154, 1999.12.30)

- 개착부 터널 외부 방수재(방수막) 보호를 위하여 종래의 벽돌쌓기 및 모르타르 바르기에서 폴리에틸렌 발포단열재로 변경

당 초	변 경
상단 : 방수막+모르타르 측벽 : 방수막+모르타르+벽돌쌓기	방수막 + 폴리에틸렌 발포단열재 (상단, 측벽 구분 없음)

현황 및 문제점

□ 방수공법 설계적용 현황

o NATM과 개착 연결부

사례 1	사례 2	사례 3
방수시트 분층재 (T=30mm) 방수시트 (T=3mm) 타일구조물 방수막 방수시트 (T=3mm)	외 방수막 방수시트 분층재 (T=50mm) 방수시트	방수시트 분층재 (T=30mm) 방수시트
강상1터널 등	마성터널 등	양지터널 등

☞ 최근 설계노선은 대부분 '사례 1'의 경우 적용

0 되메움부 및 노출부

노 선	되메움부	노출부
여주~양평 등	방수막+폴리에틸렌발포단열재	좌 동
충주~제천 등	〃	도막방수
상주~영덕 등	〃	미 적 용

☞ 노출부 방수 기준이 노선별 상이함

□ 문제점

개차터널부(NATM 연결부, 되메움부, 노출부)의 방수공법에 대한 기준이 불명확하여 사업노선별 상이하게 설계반영

- 방수에 취약한 개착부 NATM 연결부에 대한 처리방안 정립 필요
(접이음 길이, 두께, 재질 등)
- 되메움부에 대한 지하수 등을 감안한 적정 방수공법 검토 필요
- 노출부의 외기 환경영향 및 유지관리 등을 감안한 공법 검토 필요

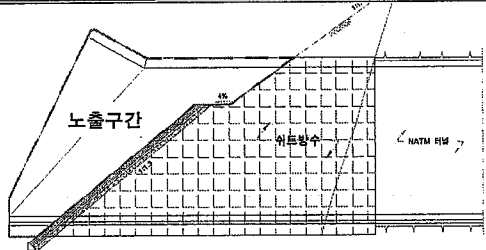
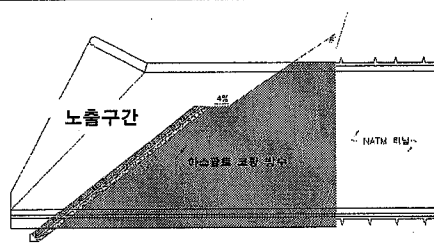
IV

개선방안

1 NATM 연결부 방수 검토

구분	검토 1안	검토 2안	검토 3안
개요도			
시공방법	- 개착터널 및 라이닝 접속부 · 외측면 <u>지수판 적용</u> · 내측면 P.V.C반달관 및 실런트 · 중앙부 수평창 지수재 및 조인트 필러 - 개착터널부 · 방수시트+방수막+방수시트 · 폴리에틸렌 발포단열재	- 개착터널 및 라이닝 접속부 · 외측면 <u>지수판 미적용</u> · 내측면 P.V.C반달관, 실런트 · 중앙부 수평창 지수재 및 조인트 필러 - 개착터널부 · 방수시트+방수막+방수시트 · 폴리에틸렌 발포단열재	- 개착터널 및 라이닝 접속부 · 외측면 <u>지수판 미적용</u> · 내측면 P.V.C반달관 및 실런트 · 중앙부 수평창 지수재 및 조인트 필러 - 개착터널부 · 방수시트+방수막+방수시트 · <u>보호 모르타르</u>
비용	3,831,110원/개소 (△ 2,478,628)	3,177,823원/개소 (△ 3,131,915)	6,309,738원/개소 (기 준)
특징	- 개착터널과 라이닝 콘크리트 외측 접속부에 지수판 적용으로 연결부 방수 능력 가장 우수 - 방수막 보호재로 폴리에틸렌 발포단열재 적용으로 작업성 양호	- 개착터널과 라이닝 콘크리트 외측 접속부에 지수판 미적용으로 연결부 방수문제 우려 - 방수막 보호재로 폴리에틸렌 발포단열재 적용으로 작업성 양호	- 개착터널과 라이닝 콘크리트 외측 접속부에 지수판 미적용으로 연결부 방수문제 우려 - 방수막 보호재로 보호몰탈 적용으로 작업성 불리
검토의견	개착부와 NATM 연결부는 방수에 취약한 구간이므로 개착터널과 라이닝 콘크리트 외측 접속부에 지수판 적용하고, 개착터널부(2m)에 방수시트(방수막) 및 폴리에틸렌발포단열재 적용(방수시트를 아스팔트코팅부와 0.5m 겹쳐 밀설시공)		
검토안	◎		

② 되메움부 방수 검토

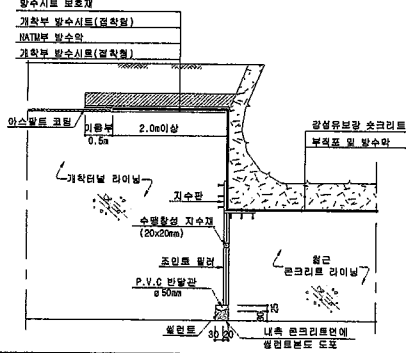
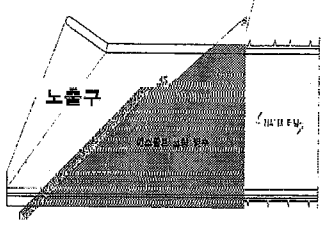
구 분	시트방수	아스팔트 코팅 방수
개요도		
형 상	방수시트+폴리에틸렌발포단열재	브라운아스팔트 도포
시 공 방 법	- 플라스틱이나 합성고무의 얇은 시트를 접착 설치 후 폴리에틸렌 발포단열재 (보호재) 부착	- 브라운 아스팔트를 170~ 130℃ 가열 용융시켜 콘크리트 표면에 2회 도포 (1회당 2kg/m ²)하여 방수층 형성
작업성	- 인두지짐에 의한 이음부 처리 - 콘크리트 표면 요철처리 필요	- 시공이 간편, 작업성 양호(인력도포) - 기온 저하시 아스팔트가 굳어져 시공곤란
비 용	17,671 원/m ² (100%)	6,159 원/m ² (35%)
특 징	- 내약품성, 내후성, 수밀성 - 공사비 다소 고가 - 지하수의 영향이 큰 지하개착 구조물 및 취락구간(시공 이음부) 등에 주로 적용	- 가장 일반화 되어있는 방수공법 - 공사비 저렴하고 시공성이 좋음 - 지하수의 영향이 적은 구조물에 적용 (암거, 지중라멘, 교대 등)
검 토 의 건	■ 개착구간의 경우 대부분 지하수위가 구조물 하단에 위치하고, 표면 녹화 및 식재로 인해 표면수의 침투 영향도 적으며, ■ 양질의 토사성토 및 하단면 유공관 매설을 통해 비교적 배수가 원활하게 이루어질 수 있는 조건임 ■ 따라서, 상기의 여건 및 경제성(시트방수 대비 35%)을 고려하여 현재 통로암거나 지중라멘교의 방수 공법으로 적용되고 있는 아스팔트방수 공법으로 변경 적용함이 타당함 ※ 단, 갱구부 구간 지하수위가 높거나, 지하수 용출구간 등 현장여건상 배수조건이 불리한 구간은 기존 방수공법(시트방수) 적용 ■ 누수에 취약한 NATM-개착터널 접속부(2.0m 구간)는 기존의 시트방수를 적용하여 누수에 의한 구조물의 열화를 방지	
적 용	◎ (접속부 2m구간)	◎ (접속부 2m를 제외한 되메움구간)

3] 노출부 방수 검토

- 개착터널 외부 노출부의 경우 Arch 형상으로 상부에 물이 고이지 않는 양호한 조건으로 누수로 인한 사용성 저하 우려가 적으며,
 - 기존에 적용되어온 도막방수는 자외선 및 대기 노출로 인한 열화(갈라짐) 등으로 방수재 손상이 발생하여 미관 및 유지관리 측면에서 불리함
 - 도막방수 미적용에 따른 사업비 절감 효과
 - 벨마우스변형 약 5.4백만원/개소, 버드빅형 약 7.4백만원/개소 절감
- ☞ 개착터널 노출부는 미관 및 유지관리의 효율성, 경제성을 고려하여 방수공법을 적용하지 않음이 타당할 것으로 판단됨

V 검토결론

□ 개착부 방수공법 개선방안

구 분	개 선
NATM 연결부 	지수판 + 방수시트(방수막) + 폴리에틸렌발포단열재 - NATM 연결부 방수 취약하므로 지수판 적용, 개착부 방수시트(방수막) · 보호재 설치(2m구간 적용) * 방수시트를 아스팔트코팅부와 0.5m 겹쳐 밀설시공
되메움부 	아스팔트코팅(2회) - 대부분 지하수위가 구조물 하단위치 녹화 등으로 표면수 침투 영향 적음 유공관 매설로 배수조건 양호 * 지하수 등 배수조건 불리구간 기존공법 적용 방수공법 미적용 - Arch 형상으로 누수 우려 적음 도막방수 대기노출 등으로 열화(갈라짐) 미관 및 유지관리 불리

□ 개선안 경제성

○ 터널 개소당 약 43백만원 절감

구 분	절감금액		비 고
	개착부 개소당	터널 개소당	
터널 개착부	10.8백만원	43.2백만원	벨 마우스 변형+버드빅형 평균적용

- 시공(미발주포함) 16개노선 242개 터널 설계변경시(50%가정) : 약 52억 절감
- 부산외곽(실시설계 중) 12개 터널 적용시 : 약 5억 절감
- 함양~울산 등 향후 계획 12개 노선(타당~실시설계) 적용시 : 약 47억 절감

□ 적용방안

- 설계중인 노선/설계완료 후 공사 미발주 노선은 본 방침 적용
- 시공중인 노선 은 공사시행부서에서 검토 후 조치

- 붙 임 : 1. 노선별 방수공법 적용현황
2. 방수공법별 경제성 분석 결과
3. 개착부 방수 상세도 (개탁터널-NATM 연결부, 갯문방수)