

개수터널 설계사례

이 두 화 ((주)삼보기술단, 대표이사), 한 명 식 ((주)삼보기술단, 이사), 이 성 기 ((주)삼보기술단, 이사)

1. 개요

최근에 우리나라에서도 노후된 터널이 증가함에 따라 노후된 터널의 보수·보강에 대한 필요성이 점차 증가하고 있으며 실제로 보수·보강공사가 증가하고 있는 실정이다.

다음은 도심지내에 위치하는 노후화된 터널의 개수를 위한 설계 사례로서, 일반적으로 기존 구조물에 대한 보수·보강에 의한 개수가 아니라 기존 터널내 콘크리트 라이닝 철거 후 신설하는 개수공사를 위한

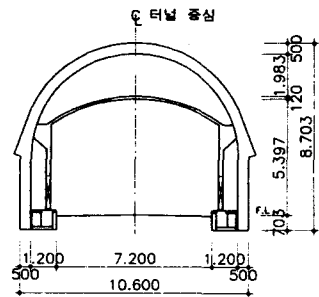
설계 사례를 각종 조사, 구조물 철거공법, 터널보강설계에 관한 내용을 중심으로 소개하고자 한다.

당초 설계범위에는 터널 콘크리트 라이닝, 갱문 및 옹벽, 관리사무소, 환기시설 등 모든 구조물에 대한 철거후 신설 및 보수·보강이 포함되나, 여기서는 터널과 관련된 사항만을 다루었다.

2. 기존 터널 현황

본 터널은 왕복 2차선 대면교통 보조간선 도로로서 재래식공법

(ASSM)으로 건설되어 28년 동안 운행되어 왔으며 본선터널, 공사용 사갱, 관리사무소, 갱문 및 옹벽으로 구성되어 있으며 그 현황은 다음과 같다.



〈기존 단면 현황〉

구분	현황
터널	·연장 : 1,621.2m(갱문제외) - 재래식 터널: 1,584.3m - 개착터널 : 36.9m ·차도폭원: 6.5m(3.25@2) - 왕복 2차선(대면교통) ·환기방식: 급기 반회류식 ·포장형식: 콘크리트 포장(아스콘 표층)
사갱	·시공 당시 공사용으로 사용 ·2개소(시점측, 종점측) ·연장 - 시점측: 140.3m - 종점측 : 164.5m
관리사무소	·2개소(시·종점 각 1개소) ·규모 - 시점측: 25.8×16.1m(지상 3층) - 종점측: 26.0×16.3m(지상 3층)
갱문	·2개소(시·종점 각 1개소) ·갱문형식: 면벽형 - 시점측: 폭=20.1m - 종점측: 폭=20.1m
옹벽	·2개소 ·구조형식: 중력식 - 시점측: 시점방향: L=65.50m, 종점방향: L=65.50m - 종점측: 시점방향: L=130.25m, 종점방향: L=111.00m

3. 조사 및 분석

조사는 공사의 목적 및 기능에 부합되는 합리적인 설계에 필요한 기초자료를 제공하기 위해 크게 사전조사, 지반조사, 구조물조사, 환경현황조사 등을 실시하였다.

3.1 사전조사

개수공사는 기 시공된 성과를 토대로 발주자가 요구하는 시설물의 기능, 품질 및 내구성 등의 시설수준을 충족시키기 위해 행해지는 공사이기 때문에 사전조사를 통해 현 상황을 파악하고 구체적인 시공계획을 세우는 일은 상당히 중요하다. 따라서 다음과 같은 사전조사를 실시하였다.

조사 항목	조사 내용
기존 관련자료 조사	기본설계도 및 정밀안전진단 등의 기존자료를 조사하여 터널 시설물, 보수·보강 이력, 문제점 등을 파악
관계 기관 및 지역 민원 조사	관계기관 및 주민 요구사항에 관한 조사를 실시하여 방음벽 설치등 요구사항을 설계에 반영
수리·수문 조사	기존 배수시설물에 대한 현장조사를 실시하였으며, 배수관, 산마루 측구 등의 위치 선정 및 규격을 결정
부대 시설 조사	기존도로에 설치된 표지판 등의 부대시설을 조사하여 노후시설물은 교체토록 계획
유적 화재 조사	공사지역에 대해 조사를 시행하여 본 과업으로 인한 영향을 분석하고 설계에 반영
재료원 조사	현장 여건등을 감안하여 조사를 실시하고 골재시험 등을 실시

3.2 지반조사 및 분석

가. 조사항목

지반상태를 파악하고 개수터널 설계를 위한 기초자료를 얻기위해 다음과 같은 각종 현장조사와 실내시험 등을 실시하였다.

조사 항목	조사내용 및 설계 적용사항
자료 조사 및 현장 조사	· 기존 지반조사 자료를 파악하여 터널 및 사면 설계시 활용 · 기존 절취면 현황, 지형 및 지질 분석, 골재원 현황 파악
지표지질조사	· 단층, 절리, 층리 등 지질구조 특성을 파악하여 사면 구배 결정 · 절리면 마찰각을 측정하여 해석 자료로 활용 · Face Mapping을 통해 불연속면 상태를 파악하고 지보패턴 선정에 활용
현장 조사 및 시험	· 지층상태 및 심도를 파악 · RQD, TCR을 평가하여 암반분류 (RMR, Q, SMR)시 활용 · 시료를 채취하여 실내시험을 실시
	· 불연속면의 분포상태, 암반강도 등을 파악하여 지보패턴 및 해석시에 활용 · 단층대나 연약대의 분포여부 확인
	· 지층상태를 파악 · 단층대나 연약대의 분포여부 확인
	· 터널 입출구부의 지장물 위치파악
	· 터널측벽에 작용하는 응력을 측정하여 역해석을 통해 하중분담율을 결정
	· 절리면 마찰각 측정 (지표지질조사시 실행)
	· 토층을 분류하고 물성치를 추정하는데 이용
· 암반의 투수성 파악	

조사 항목		조사 내용 및 설계 적용 사항
현장 조사 및 시험	수압파쇄시험	· 최대, 최소 수평 주응력 측정에 의한 축압계수를 측정하여 터널해석시 입력자료로 이용
	공내재하시험	· 지반의 변형계수를 측정하여 터널해석시 입력자료로 이용
실내시험	토질시험	· 흙의 물리, 역학적 특성을 조사하여 각종 해석자료로 이용
	암석시험	· 암석의 물리, 역학적 특성을 조사하여 각종 해석자료로 활용
	절리면전단시험	· 절리면의 강도정수를 측정하여 터널 및 사면안정 해석자료로 활용
	C.B.R 시험	· 터널 포장체의 보조기층 재료의 적정성 파악
	본선압유용시험	· 비중, 흡수율, 안정성, 마모율 시험으로 콘크리트용 골재 및 아스팔트 기층의 사용 가능성 판단

구분 \ 특성치	토사	풍화암	연암	보통암	경암
탄성계수 (10 ³ t/m ²)	2	40	100	500	1,000
포아송비	0.3	0.27	0.25	0.25	0.2
마찰각 (°)	30	33	35	40	45
점착력 (t/m ²)	1.5	5	30	50	100
축압계수	0.5	0.5	2.3	2.3	2.3
단위중량 (t/m ³)	1.9	2.2	2.5	2.6	2.65

3.3 구조물 조사 및 분석

구조물 현황을 파악하기 위해 기존자료(설계도면, 보수·보강이력, 안전진단)를 참고로 하였으며, 미비한 점은 추가조사를 실시하여 보완하였다. 이러한 조사자료를 바탕으로 터널 구조물 철거 및 재시공의 근거자료를 마련하고 합리적인 철거공법 선정, 보수·보강대책 및 유지관리 방안을 수립하였다.

나. 조사결과

1) 지형 및 지질

노년기의 특징적 지형으로 잔구형태의 완만한 구릉성 산지이며 기반암은 터널시점층이 흑운모 화강암이고 터널 종점층은 호상 흑운모 편마암으로 중간부분에서 거의 수직으로 암경계를 이루며 만나고 있다.

지표에서 관찰된 주요 지질구조로는 N5~15W/88NE의 단층이 매우 뚜렷하며, N21E/67NW의 추정파쇄대와 N2E/88SE의 단층대도 비교적 우세하게 발견되었다.

2) 지반 특성치

각종 실험결과를 근거로 산출해낸 지반특성치는 다음과 같으며 각종 해석자료로 활용하였다.

가. 조사항목

기존조사는 외관조사, 비파괴시험조사, 기타조사로 구분하여 실시하였으며, 미진한 부분은 추가조사를 실시하였다.

구분	조사내용
외관조사	부식, 균열, 파손, 누수, 라이닝 천공 Hole, 배수로, 손상
기존비파괴시험조사	내공변위측정, 변형률측정, 진동측정, 반발경도측정, 초음파속도측정, 철근배근 탐사, 철근 부식도 측정, 중성화 시험
기타조사	수질, 유해가스, 부대시설, 콘크리트 라이닝 품질시험
추가조사	GPR 탐사, 내시경탐사, 비파괴압축강도

나. 조사결과

조사결과 시공불량으로 굴착면 및 라이닝 두께 변화가 심하여 공동깊이가 2~113cm 되는 곳이 있는 반면 라이닝두께가 3~162cm 밖에 안되는 곳이 있었다. 내부구조물은 부분적으로 모르타르로 보수한 구간과 철근이 노출된 곳이 발견되었다. 또한 전구간에 걸쳐 중·평균열이 발달하였으며 대부분 누수흔적이 있었고 낙반가능성이 있어 변형 및 붕괴가 일어날 수 있으므로 전반적인 보수·보강 대책이 필요하였다.

3.4 환경현황 조사 및 분석

환경현황은 대기오염, 수질오염, 소음·진동 항목에 대하여 조사를 실시하였으며, 현재의 환경현황조사를 근거로 오염확산 시뮬레이션을 통해 공사중 혹은 공사 후에 발생될 오염을 예측하여 환경기준치와 비교하고 종합적으로 분석하여 대책을 마련하였으며, 설계시 참고로 하였다.

항 목	조 사 내 용	조 사 결 과
대 기 질	6개지점의 대기환경조사(TSP, SO ₂ , NO ₂ , CO, O ₃ , Pb, PM-10)	터널내 오염도가 외부에 비하여 상당히 높으므로 특히 먼지의 경우는 상당히 심각한 수준이므로 개수공사시 환기시설에 대한 검토가 필요함
수 질	2개소의 지하수질 (pH, DO, SS 등 34개 항목)	외부로부터 우수유입 가능성이 있으므로 개수공사시에 대한 검토가 필요
소음·진동	기존터널 입·출구 부 4개소의 소음도 및 진동도 측정	대부분의 구간에서 진동 및 소음기준보다 낮게 나타났으나 일부구간에서 소음저감 대책이 필요

4. 구조물 철거계획

장기적인 터널의 안정성을 검토하기 위한 정밀 안전진단결과 콘크리트 라이닝 등 기존 구조물 철

거 후 원지반 보강 및 콘크리트 라이닝을 신설해야 하는 것으로 나타났다. 본 터널은 양호한 연암 내지 경암층에 위치하나 재래식공법(ASSM)에 의해 건설되어 라이닝 배면에 불규칙하게 공동이 형성되어 있는 상태로 28년이 경과되어 암반이 다소 이완되어 있을 것으로 판단되므로 터널 구조물 철거시 주변 지반에 가능한 한 손상을 끼치지 않는 철거공법을 수립하고자 하였다.

4.1 콘크리트 라이닝 철거공법 검토

본 터널 철거공사시 원지반의 손상을 방지하고 콘크리트 라이닝을 철거할 수 있는 각종 공법을 비교 검토하여 최적의 공법을 선정하고자 하였으며, 철거공법 선정시 다음과 같은 사항을 고려하였다.

- 원지반에 대한 충격 최소화
- 신속한 후속작업의 용이성
- 시공의 용이성 및 경제성
- 환경피해의 최소화
- 작업의 안전성
- 공기

■ 콘크리트 라이닝 철거공법 분류

철거방식에 의한 분류	철거장비에 의한 분류
콘크리트 활렬에 의한 방법	· H.R.B 공법 (Hydraulic Rock Cracking Bigger) · H.R.S 공법 (Hydraulic Rock Splitters)
구조물 충격에 의한 방법	· 압쇄기(Crusher)장비 이용법 · 브레카(Breaker)장비 이용법 · 대형로드헤더 공법 · Water-Jet 공법
기계식 절단에 의한 방법	· Wall Saw 공법 · Wire Saw 공법 · Flat Saw 공법
발 파 에 의 한 방법	· 일반발파 공법 · 제어발파(Smooth Blasting) 공법

4.2 콘크리트 라이닝 철거공법 적용

터널 구간의 암반상태와 기존 콘크리트 라이닝 배면 공동 유무 등을 조사한 후 안전성, 시공성, 경제성을 종합적으로 고려하여 다음과 같이 철거공법을 계획하였다.

■ 콘크리트 라이닝 철거공법 검토

구분	H.R.B 공법	H.R.S 공법	브레카 + 압쇄기 이용법
개요도			
공법개요	<ul style="list-style-type: none"> · 크롤러드릴 이용 L=3.0m 천공 · Bigger 장비 이용 L=1.0m 확공 (1차 파쇄) · 모암과 콘크리트면 미탈락부분 브레카 파쇄 	<ul style="list-style-type: none"> · 크롤러드릴 이용 L=0.5m 천공 · H.R.S 장비이용 L=0.5m 확공 (1차 파쇄) · 모암과 콘크리트면 미탈락부분 브레카 파쇄 	<ul style="list-style-type: none"> · 좌·우측부벽 브레카 파쇄 (L=6.0m/1일) · 압쇄기 이용 라이닝 철거 · 모암과 콘크리트면 미탈락부분 브레카 파쇄
특징	장점	단점	장점
	단점	장점	단점
	<ul style="list-style-type: none"> · 무소음·무진동 공법 · 철거작업시 기계화 연속작업으로 라이닝 콘크리트 낙반에 의한 안전사고 예방 · 다소 경제적 · 연속작업으로 공기단축 	<ul style="list-style-type: none"> · 무소음·무진동 공법 · 다소 경제적 · 협소한 작업공간에 유리 	<ul style="list-style-type: none"> · 천정부에 공동이 균일할 때 유리 (탈락위치가 동일시 유리) · 다소 경제적
	<ul style="list-style-type: none"> · 장비가 고가이므로 부분구간 적용시 다소 불리 	<ul style="list-style-type: none"> · 철거작업시 라이닝 아치부 파쇄시 낙반에 의한 안전사고 우려 · 기계화 작업이 아니므로 공기 연장 	<ul style="list-style-type: none"> · 철거 작업시 라이닝 아치부 파쇄시 낙반에 의한 안전사고 우려 · 이론적인 방법과 실제상황의 차이로 인한 대형사고 우려

5. 터널설계

설계의 기본방향은 개수효과 증대방안, Risk 완화 대책, 기회손실비용 최소화, 도심환경 보존을 고려한 공법 선정에 역점을 두었다.

먼저 교차부의 건축한계를 확보토록 하였으며 개수효과 증대를 위해 비상주차대 4개소를 설치하였고 터널의 폭원은 기존 라이닝 해체후 이용가능한 폭원을 최대한 확보할 수 있도록 계획함으로써 대면교통

의 안전성 증대를 위해 중앙 분리대를 설치하고 공동 구, 검사원 통로 등의 유지관리 시설을 계획하였다.

표준단면을 계획함에 있어서는 검토된 폭원 구성요소를 확보하며, 공학적으로 뒷받침되면서 경제성 있는 단면계획을 함으로써 터널 환기성능을 제고할 수 있고 유지관리가 용이하며 안전한 도로터널 기능을 부여하도록 하였다.

구 분	본 설계 적용계획
H.R.B공법(1)	<ul style="list-style-type: none"> 정밀안전진단 결과를 반영하여 라이닝 천정부 공동발생 구간을 제외한 구간중 라이닝 배면의 암반상태가 다소 불량한 구간 설정 이 구간에 무소음·무진동 공법인 Bigger공법을 이용 1차 파쇄(천공 및 확공간격 C.T.C 1.0m)를 실시하여 철거(단, 콘크리트와 모암사이가 밀착되어 파쇄되지 않는 부분은 브레카 장비 부분적으로 사용) 암반상태가 다소 불량하여 Bigger 장비에 의한 파쇄를 실시하므로 기존 모암에 손상 우려 없음
H.R.B공법(2)	<ul style="list-style-type: none"> 정밀안전진단 결과를 반영하여 라이닝 천정부 공동발생 구간을 제외한 구간중 라이닝 배면의 암반상태가 매우 양호한 구간 설정 이 구간에 무소음·무진동 공법인 Bigger공법을 이용 1차 파쇄(천공 및 확공간격 C.T.C 2.0m)를 실시 균열면을 따라 브레카를 이용 2차 파쇄를 실시 1차 파쇄(Bigger)후 2차 파쇄(Breaker)를 실시하므로 기존 모암에 손상 우려 적음
압쇄기 + 브레카공법	<ul style="list-style-type: none"> 정밀안전진단 결과 라이닝 천정부 공동발생 구간 설정 라이닝 천정부(공동발생부)는 작업성이 좋고 미진동·미소음 공법인 압쇄기공법 적용 라이닝 측벽부는 공동 미발생부로 압쇄기공법이 매우 어려우므로 시공성, 경제성을 고려 브레카 장비에 의한 공법 수립
H.R.S 공법	<ul style="list-style-type: none"> 터널 교차부 측벽 콘크리트 라이닝 철거 및 재시공시 교차 터널의 안정성 확보를 위하여 가시설 설치 이로 인해, 작업공간이 협소하므로 인력에 의한 철거공법 필요 또한, 교차터널의 안정성 확보에 주안점 작업공간협소, 교차터널의 안정성 확보 차원에서 인력에 의한 무소음·무진동 공법인 H.R.S공법(천공 및 확공간격 C.T.C 1.0m) 적용

5.1 터널환기계획

터널환기 방식은 굴착단면, 환기효율, 제반여건 등을 고려하여 여러방식을 검토한 결과 급기반형류식으로 계획하였다. 환기덕트 슬래브는 PC 패널에 의한 조립시공으로 공기단축 및 경제성 측면에서 유리하도록 하였다. 환기방식은 일본 수도 고속도로 공단 방식을 사용하였으며 시·중점측 공히 축류 Fan 2대씩 계획하였고 NETVEN Program을 이용하여 환기설계를 검증하였다. 그 밖에 방재설비를 비롯하여 각종 계측기기를 설치하였고 계측 및 예측제어를

자동으로 할 수 있도록 계획하였다.

5.2 터널 단면 계획

터널단면은 기존터널 굴착단면(ASSM)을 이용하여 여굴을 반영한 최적단면으로 계획하였으며, 내부설비의 최적공간을 확보하고 수압, 이완하중 등에 대응하는 적절하고 경제적인 단면으로 결정하였다. 터널의 폭원은 차량운행의 안정성 증대를 위해 중앙분리대 30cm를 확보하였다.

구분	기존단면	기본설계	실시설계
개요도			

5.3 터널 지보패턴 설계

지반조사로부터 획득된 정보를 분석한 결과 원지반 지립상태를 확인하였으며, 지반조사의 한계성, 낙반사고 등을 감안한 최적의 지보패턴 설계를 위해 암질별로 패턴을 세분화하고 수치해석을 통하여 지보패턴의 적정성을 검토하였다. 암반분류는 시추조사, 지표지질조사, 터널내 노출암반조사, BIPS탐사, 전기 비저항탐사, Televiewer 탐사 등의 조사결과를 바탕으로 RMR 방법을 기본으로하여 암반의 등급을 평가하였으나, 시공후 28년이 경과되어 배면공동 및 단층대내 지하수 유출구간은 풍화 및 이완가능성이 있기 때문에 시공시 노출암반조사 후 그 적정성을 확인하도록 하였다.

주 지보재로는 강섬유보강 슛크리트, 격자지보, 주입

재 흘러내림 방지용캡을 이용한 록볼트를 사용하였으며, 전구간 철근 콘크리트 라이닝을 적용하였다. 보조공법은 기존 라이닝 해체시 이완된 지반이 붕괴될 우려가 있거나 과다 용출수 구간은 해체전에 Forepoling, Pipe-Roof, Pre-Grouting 등을 계획하였다.

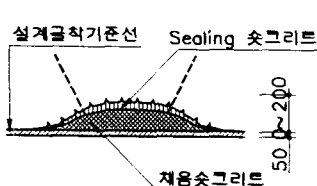
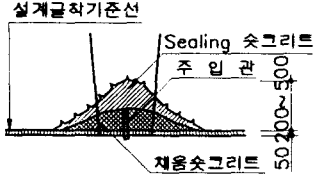
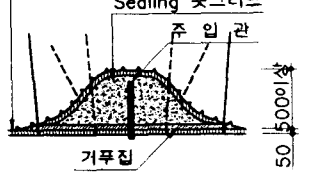
5.4 굴착 및 채움공법

굴착 및 공동채움 방법을 계획하기 위하여 조사에서 수집된 자료를 분석하여 기존 굴착선을 확인하였으며, 계획된 터널 단면을 기준으로 굴착 및 채움구간을 선정하여 돌출부분은 굴착공법을, 공동부분은 채움공법을 각각 적용하였다.

가. 돌출부 굴착공법

구분	CASE I	CASE II	CASE III
굴착깊이	0~30cm	30cm 이상	30cm 이상
굴착연장	연장에 관계없음	10m 미만	10m 이상
굴착면상			
적용굴착방법	Breaker	Breaker	미진동 발파 + Breaker
비고	구조물 조사에 의한 콘크리트 라이닝 두께를 참조하여 추정된 굴착 깊이는 최대 50cm정도이며, 전 구간의 평균 깊이는 약 7cm임		

나. 천단부 공동채움방법

구 분	CASE I	CASE II	CASE III
공동깊이	· 5~20cm	· 20~50cm (종방향 공동경사가 급한 경우)	· 20~50cm (종방향 공동경사가 완만한 경우) · 50cm 이상
시개범도			
시공순서	· Sealing S/C(T=5cm) · 채움S/C(T=0~15cm)	· Sealing S/C(T=5~30cm) · 다발로된 Wire Mesh 거치 및 채움S/C (T=0~20cm) 설치 · 시멘트 모르타르 주입	· Sealing S/C(T=5cm) · 거푸집 및 주입관 설치 · 거푸집은 R/B로 암반에 지지 · 경량 기포 콘크리트 주입
비 고	· 공동은 천단부에 위치 · 구조물 조사 현황에서 파악한 굴착면이 요구되는 단면 치수보다 초과하는 부분		

5.5 부대시설 설계

폐쇄된 공간인 터널내에서 화재나 추돌 등의 사고발생시 원활한 교통흐름 확보와 사고차 등에 대한 안전대책, 안전보호 시설 및 장기적인 유지관리를 위해 비상주차대나 검사원 통로, 공동구 등의 시설물이 필요하다. 따라서, 다음과 같은 시설물을 계획하였다.

구 분	설치목적
비상주차대	터널내에서 사고차량이 다른 차량의 주행을 방해하지 않도록 일시 주차시키기 위해 750m 간격으로 총 4개소 설치
검사원통로	터널내 환기 등의 설비 보수점검 작업을 위한 유지관리 요원의 안전성 확보 및 비상시 인도로 활용
공동구	방재시설의 배선, 배관을 공동 수용할수 있는 공간 확보
방재설비	소화, 경보, 피난, 기타 설비

5.6 터널 안정해석

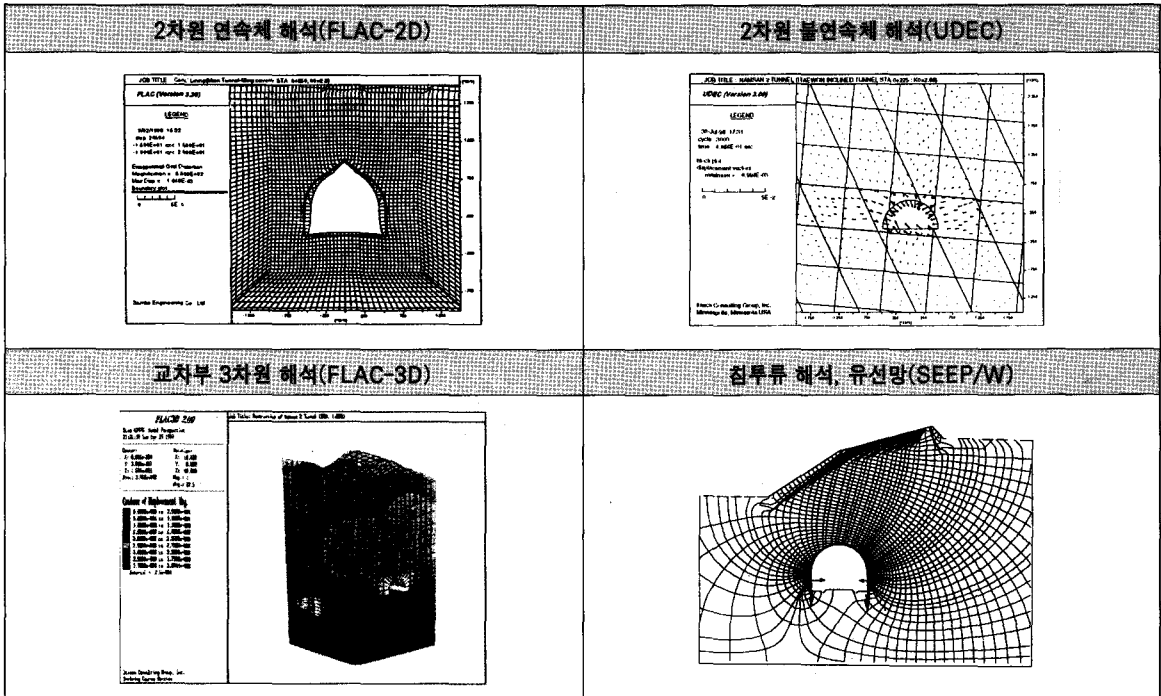
터널안정해석은 조사결과를 근거로 얻어진 특성치를 바탕으로 지반조건을 단순화하여 현 터널의 안정성 및 선정된 개수단면의 지보패턴에 대한 적정성과 굴착에 의한 주변 구조물의 영향을 분석하는데 그 목적이 있다.

기존 콘크리트 라이닝 해체시 안정성 검토를 위해 기존 라이닝의 응력 측정자료를 이용한 역해석을 실시하여 하중분담율을 결정하였고 28년 전 굴착된 터널지반의 거동과 편마암의 특성을 고려하여 시간 의존적인 Creep해석과 이방성 해석을 실시하여 안정성을 검토하였다. 또한 1호 터널 교차부의 안정성 검토를 위하여 3차원 해석을 실시하였으며 이외에 불연속체 해석, Key Block 검토 등을 실시하였다. 또한 콘크리트 라이닝은 구조해석을 수행하여 소요 철근량을 보강토록 하였다.

가. 해석항목

해석항목	해석프로그램	선정사유 및 검토사항
역해석에 의한 하중분담율 결정	FLAC-2D	· 기존 라이닝 응력측정 결과를 근거로 역해석 실시 · 콘크리트 라이닝 설치 단계의 하중 분담율 결정
2차원 연속체 해석	FLAC-2D	· 라이닝 해체 및 비상주차대 확폭 굴착시 안정성 검토 · 대심도구간, 지형이나 지질이 취약한 구간
2차원 불연속체 해석	UDEC	· 단층대 및 절리군을 고려한 터널해석
3차원 교차부 해석	FLAC-3D	· 2차원 해석이 불가능한 교차부 응력집중 검토
CREEP 해석	FLAC-2D	· 터널 준공후 28년 경과에 따른 거동해석
편마암의 이방성 해석	FLAC-2D	· 편마암 구간에 대해 이방성 해석 수행
Key Block의 안정성 검토	UNWEDGE	· 불연속면에 의한 암괴의 낙반가능성 검토 및 보강 계획 수립
침투류 해석	SEEP/W	· 콘크리트 라이닝 작용수압 및 터널내 유출수량 산정
2차원 라이닝 구조해석	SAP90	· 작용하중을 조합하여 구조물의 단면력 및 소요철근량 산정
3차원 라이닝 구조해석	GT-STRUDL	· 교차부 라이닝의 단면력 및 소요철근량 산정

나. 해석결과



6. 결론

지금까지, 도심지내 노후화된 터널의 개수공사를 위한 설계사례를 소개하였다. 개수터널 설계를 수행하면서 자료수집, 조사, 각종 공법선정 단계에서 느낀 다음과 같은 문제점 및 개선방향을 언급하고자 한다.

- 1) 노후화된 터널의 보수·보강 설계를 위해서는 당초의 지질도(Geological Mapping)가 필요하였으나 보관되어 있지 않았다. 따라서, 신설터널 시공시 작성된 막장관찰에 의한 지질도를 영구 보관하여 추후 유지관리 단계에서 보수·보강을 위한 자료로 활용할 수 있도록 해야 할 것이다.
- 2) 터널은 운영중 보수·보강을 위해서는 차량통행 제한으로 인한 교통혼잡 및 사회, 경제적인 기회손실비용의 발생으로 인하여 막대한 손실을 유발하므로 설계 및 시공단계에서 정밀한 시공이 될 수 있도록 노력해야 할 것이다.

참고문헌

1. OO터널 정밀안전진단 보고서, 시설안전기술공단(1996)
2. OO터널 GPR탐사 보고서, 서울특별시(1996)
3. 터널 보수·보강기술 편람, 시설안전기술공단(1996)
4. OO터널 개수공사 기본설계 보고서, 서울특별시(1998)
5. OO터널 개수공사 실시설계 보고서, 서울특별시(1998)
6. OO터널 지반조사 보고서, 서울특별시(1998)

회비납부 및 신상변동 신고 안내

● 회원 여러분께서 납부하시는 회비는 협회운영의 소중한 재원으로 활용되고 있습니다. 회원제위계서는 체납된 회비를 납부하시어 원활한 협회운영에 협조하여 주시기 바랍니다.

● 회비납부는 입회안내를 참고하시고, 또한 신상에 변동이 있는 회원께서는 협회 사무국(전화: 598-3138, 팩스: 598-3139)으로 연락하여 주시기 바랍니다.