

도심지 지하철 터널 서울 지하철 3호선 연장 302 현장



김영근
삼성물산(주)
토목엔지니어링 부장



김응태
삼성물산(주)
국내토목엔지니어링 부장



이채영
삼성물산(주)
서울지하철 302공구 소장

1. 개요

최근 설계되는 지하철은 시민 이용편의를 위하여 구조물의 깊이를 낮춤으로써 층적층이나 풍화암 등과 같이 지반조건이 불리한 심도에 계획되는 경우가 많다. 그러나 개착공법 적용으로 인한 교통장애 문제, 굴착에 따른 인접건물 부등침하 영향 및 도심지 주거밀집 지역통과 등의 이유로 개착구간은 시민 주이용 시설인 정거장부에 국한되어 적용하고 있으며 본선구간의 경우에는 점차적으로 터널의 적용연장이 증가되고 있는 추세이다.

그러나 현재 수행되고 있는 지하철 터널설계에 있어서 굴착방법, 지보패턴 설계 등이 주로 기존사례 등의 경험적인 요소들을 이용하여 설계가 이루어지고 있으며 도심지라는 특수한 조건을 고려할 때 기존의 경험적인 방법 외에 위험요인에 대한 공학적 평가를 통하여 위험요소를 극복할 수 있는 방법의 필요성이 요구되고 있다. 이에 터

널시공에 영향을 줄 수 있는 다양한 위험요인들에 대한 위험도 분석기법을 적용한 도심지 지하철 터널의 설계 및 시공사례를 소개하고자 한다.

2. 현장 개요

본 현장은 서울지하철 3호선 연장사업중 송파구 가락동~송파구 오금동을 연결하는 구간으로 총연장 1,579.3m로 정거장 2개소, 환기구 6개소가 계획되었다. 정거장은 302정거장과 303정거장, 본선구간은 개착, 터널, 환기구 등으로 구성되어 있으며 주요 통과구간으로는 기존 5호선 오금역이 있다. 지난 2003년 공사를 시작하여 현재 2009년 준공을 목표로 시공중에 있다. 현장개요는 다음과 같으며, 그림 1은 본 현장의 위치도이다.

○ 공사구간 : 송파구 가락본동 경찰병원 사거리앞 ~ 오금동(백토공원)



그림 1. 서울 지하철 302 현장 위치도

- 연 장 : 총연장 L = 1,577m
 - 정거장(2개소) : L = 410m (개착 : 289m, 터널 : 121m) - 302,303정거장
 - 본 선 : L = 1,167m (개착 : 126m, 터널 : 1,041m, 환기구 : 6개소)
 - 주요통과구간 : 기존 5호선 오금역
- 공 사 비 : 1,477억원
- 공사기간 : 2003.12.31 ~ 2009.12.30 (72개월)

본 현장에서의 터널 현황은 표 1에서 보는 바와 같으며, A, C 구간은 각각 정거장 구간으로 2Arch 단면, B와 D는 본선구간과 유치선 구간으로 복선단면과 대단면(3선)으로 구성되어 있다. 그림 2에는 본 현장의 노선과 터널현황이 나타나 있다.

본 구간내 지반조건은 그림 3에서 보는 바와 같이 붕괴토 및 편마암의 풍화토에서 경암에 이르는 복합지층을 형성하고 있으며 횡단편차(동저서고)가 심한 상태이다. 터널통과 구간인 A와 D구간은 풍화암~연암의 암반층을 형성하고 있으며 B와 C구간은 연암이상의 암반층을 형성하고 있다. 특히 중점부 부근에 단층과쇄대가 분포하는 것

3. 터널 특성

표 1. 서울 지하철 302공구 터널 현황

구 분	㉠ 301 정거장 터널	㉡ 본선터널	㉢ 302 정거장 터널	㉣ 유치선 터널
터널Type	2 Arch 터널	복선터널	2 Arch 터널	3선터널
연 장(m)	56.4	593.8	65.0	448.2
단면적(m ²)	176.1	85.5	169.9	131.5
비고				

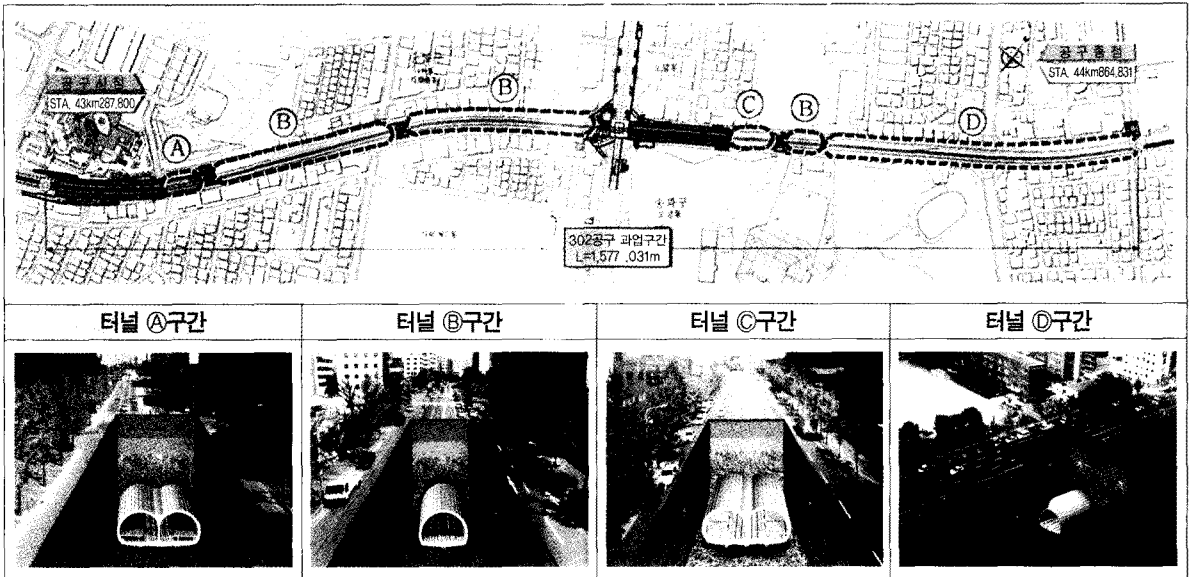


그림 2. 서울 지하철 302현장 노선 및 터널현황

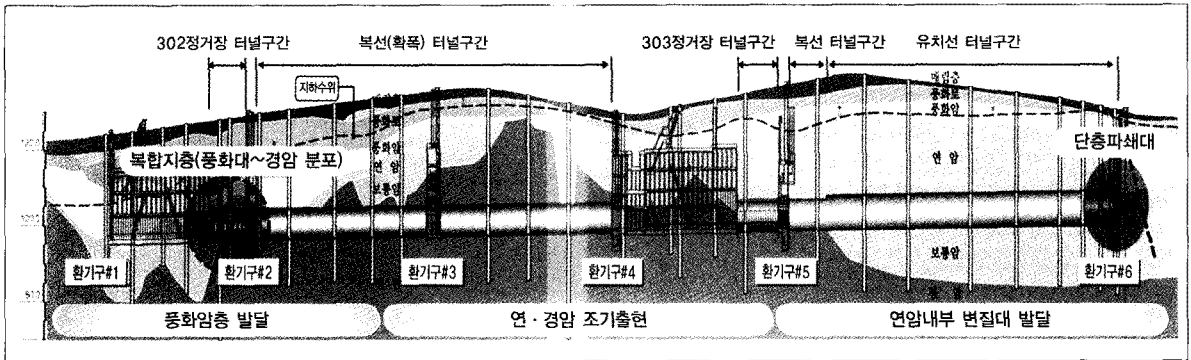


그림 3. 터널 지층개요도

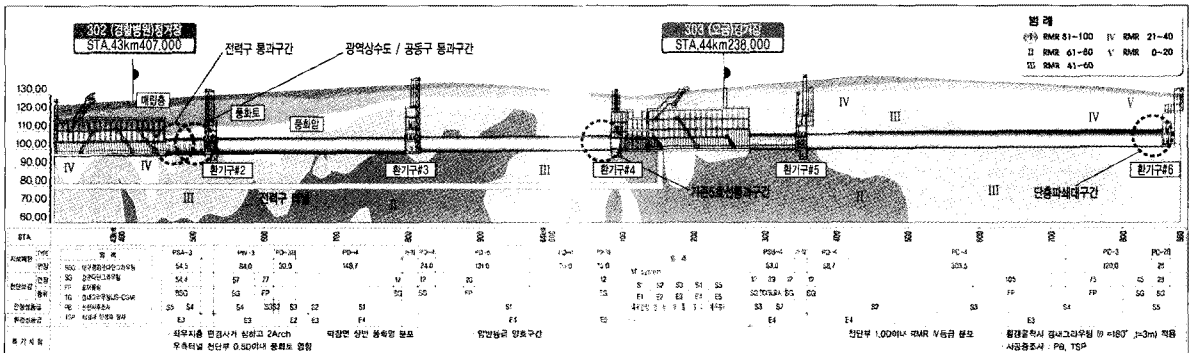


그림 4. 터널구간 암반등급 및 위험등급을 고려한 지보패턴설계

으로 조사되었다.

주요 지장물로는 광역상수도(Ø2,400×2) 및 공동구(최소 5.5m×2.3m)가 터널상부 16~24m 이격되어 노선 전체를 따라 위치하고 있으며 노선하부로는 전력구 터널이 세미실드 공법으로 설계되어 건설 예정되어 있다.

그림 4에는 터널구간에서의 지보패턴설계를 보여주고 있다. 본 구간에서는 기존의 암반등급을 고려한 방법을 개선하여, 터널구간에서의 안정성 및 환경성에 대한 위험요인에 대한 위험도 분석결과를 고려하여 굴착공법 및 지보패턴설계에 반영하였다.

4. 터널 시공

본 현장에서는 터널특성에 대한 관리주안점을 수립하여 시공계획을 수립하였다. 그림 5는 복선터널에 대한 주요 관리계획을 나타낸 것이다. 관리주안점은 상하반 분할 굴착, 국부적인 파쇄대를 고려한 보강 및 계층계획 등이다. 그림 6은 복선터널에서의 굴착과정을 보여주고 있다.

그림 7은 유치선터널에 대한 주요 관리계획을 나타낸 것이다. 관리주안점은 유치선 터널 대단면 굴착중 상반굴착, 매막장 관리 및 계층계획 등이다. 그림 8은 유치선 터

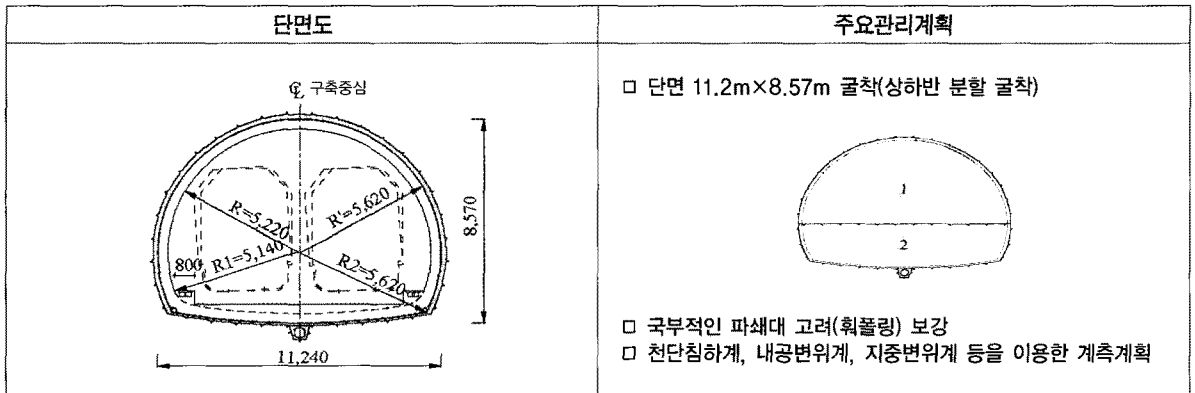


그림 5. 복선터널에 대한 주요 관리계획

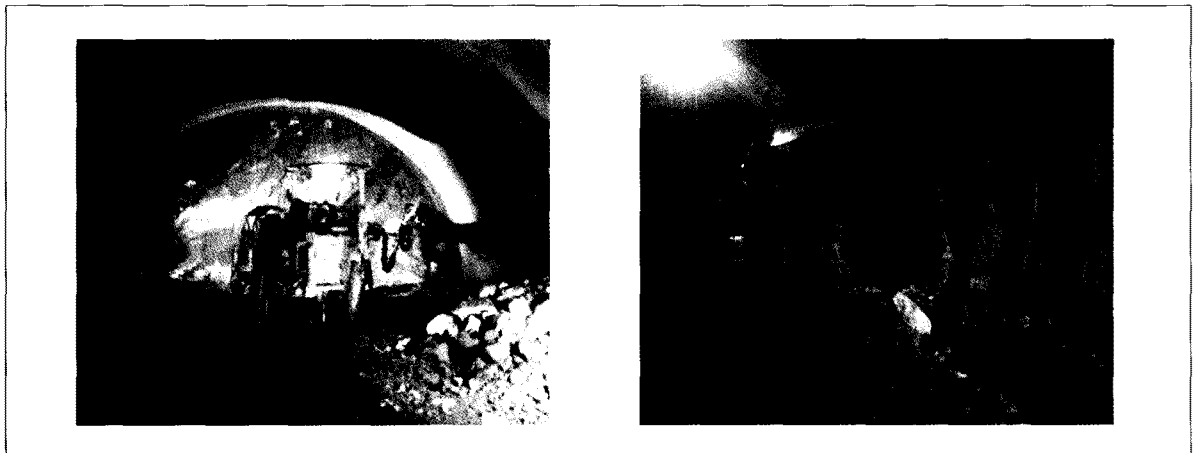


그림 6. 복선터널에서의 굴착 및 시공

널 단면변화부에 대한 시공방안을 보여주고 있으며, 그림 9는 유치선터널에서의 굴착과정이다.

그림 11은 2아치터널에 대한 주요 관리계획을 나타낸 것이다. 관리주안점은 대단면 굴착에 대한 굴착방법 개

선, 지질조건을 고려한 선후행 굴착, 아치부 강관다단그라우팅 보강 및 상부 지표침하 집중관리 등이다. 그림 12는 2아치 터널에 대한 굴착시공순서를 표시한 것이고, 그림 13은 2아치터널의 시공과정을 보여주고 있다.

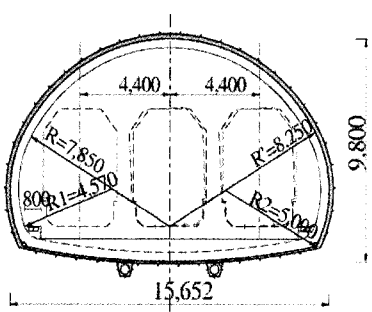
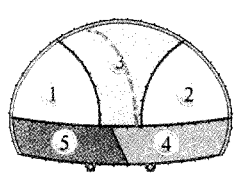
단면도	주요관리계획
	<p>□ 단면 15.6m×9.8m 대단면 굴착 (상반 암질상태에 따른 굴착방법 개선, 상반 2~3분할 굴착)</p>  <p>□ 매 막장 mapping 관리 □ 천단침하계, 내공변위계, 지중변위계 등을 이용한 계속계획</p>

그림 7. 유치선터널에 대한 주요 관리계획




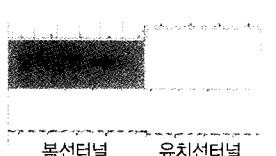

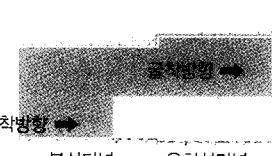
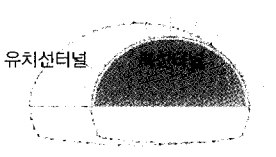

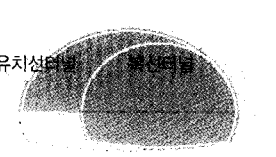
구분	1단계 : 복선터널 상반굴착	2단계 : 유치선터널 상반측벽굴착	3단계 : 유치선터널 상반 및 복선터널 하반굴착
평면도			
증단도			
정면도			

그림 8. 유치선터널 단면변화부 시공방안

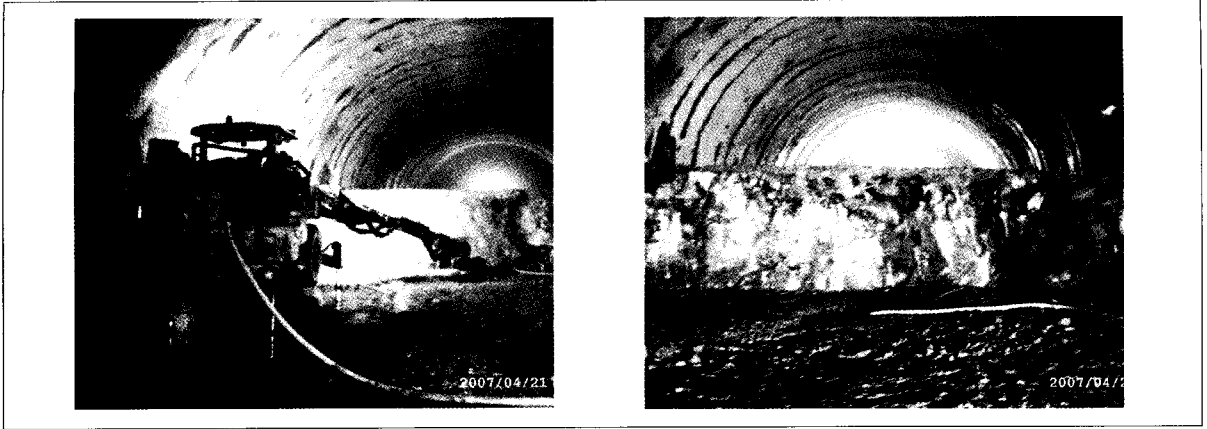


그림 9. 유치선터널의 굴착 및 시공

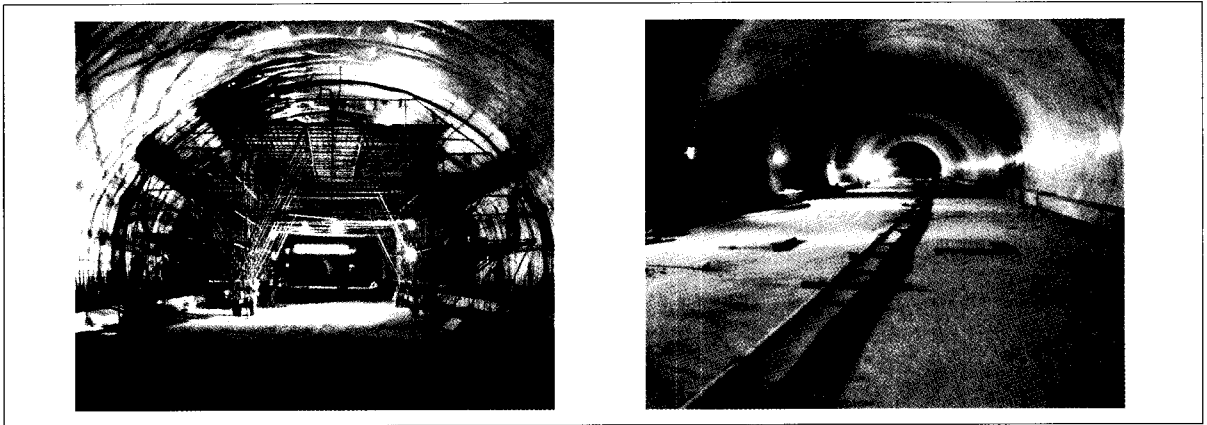


그림 10. 방배수 및 라이닝 시공

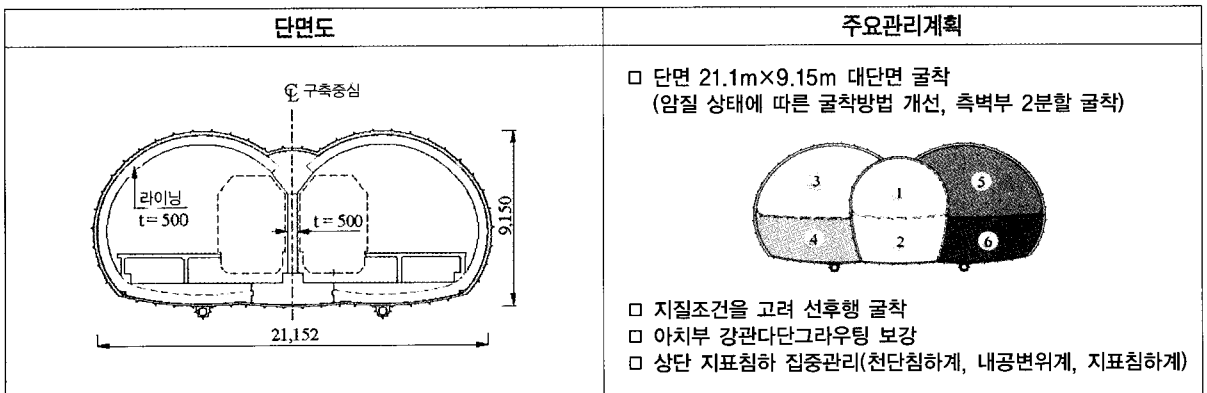


그림 11. 2아치터널에 대한 주요 관리계획

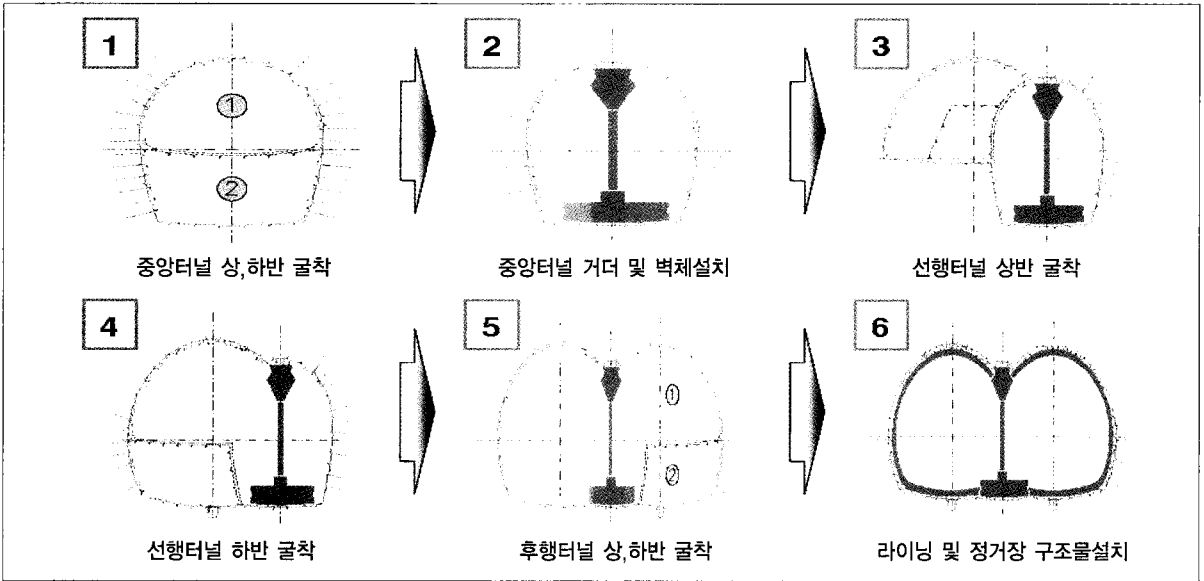


그림 12. 2아치터널 굴착시공순서

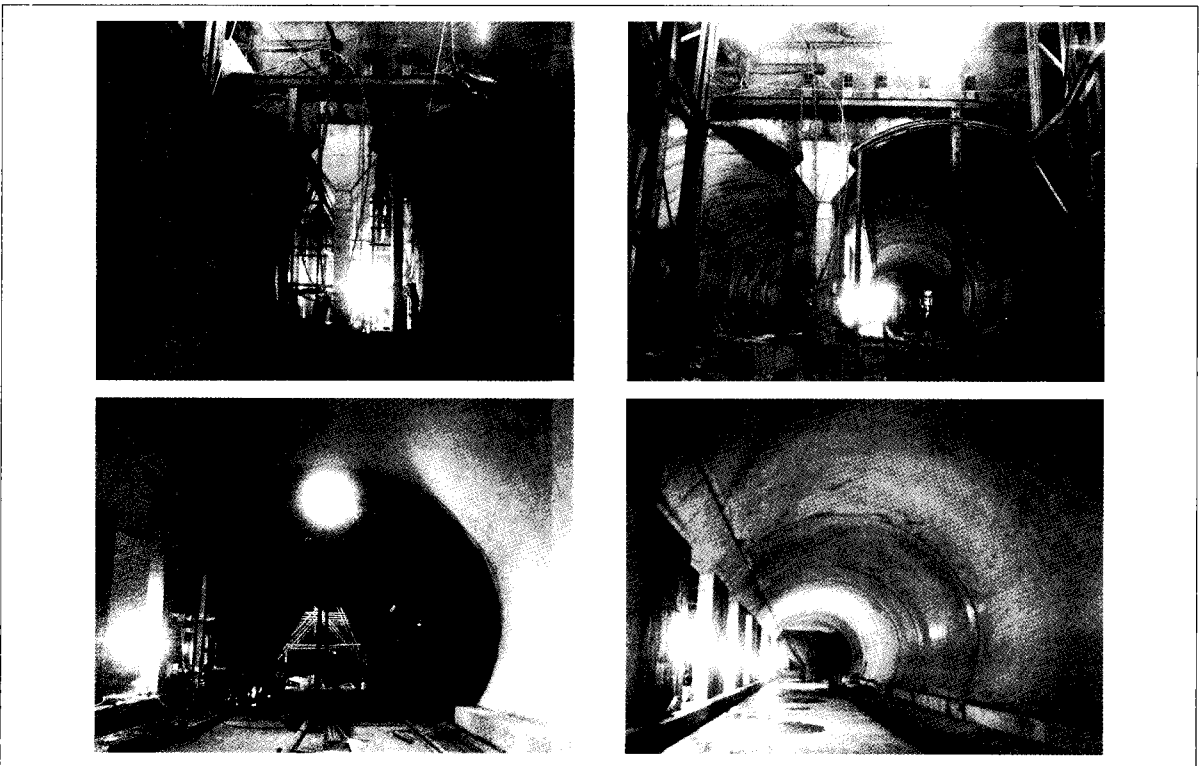


그림 13. 2아치터널의 굴착 및 시공

5. 시공 개선 사례

본 현장에서의 시공개선사례를 소개하면 다음과 같다. 먼저 2Arch 정거장 터널 거더부 및 확폭터널 접합부 유도배수공에 대한 것이다.

○ 개선전

- 2아치터널과 같은 정거장터널 시공시 선진터널과

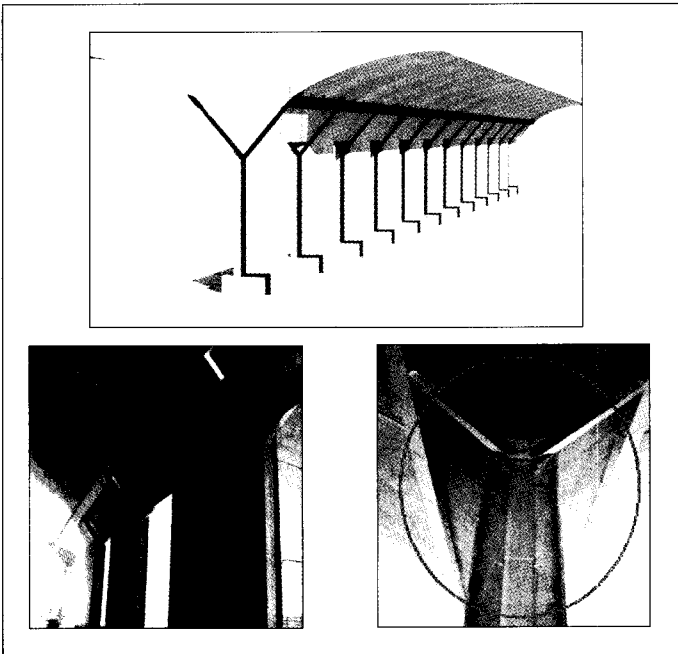


그림 14. 2Arch 터널 거더부 및 확폭터널 접합부 개선

후속 확폭터널과의 구조물 시공시 접합부에 대한 누수하자의 지속적인발생

- 거더벽체를 타고 흐르는 누수의 개선이 미흡하고 향후 구조물 인계시 유지보수에 관련된 문제점이 발생함.

○ 개선후(그림 14)

- 유도배수관의 기둥 외부 노출시공 : 유도 배수관을 구조물 외부로 노출 시공하고 벽체 고정이 용이토록 배수관의 형태를 사각형으로 변경하여 시공
- 유도배수관의재질변경 : 유도 배수관의 외부노출 시공에 따라 반영구적인 방청재질의 자재의 사용이 필수적이고 미관이 우수한 스테인레스 각관 사용
- 물 끊기 홈 설치 및 철물설치 : 구조물 벽면을 타고 흐르는 누수의 예방으로 일정 위치에서 물의 흐름을 끊어주는 장치설치
- 유도 배수관의 설치개소 추가 : 유도 배수의 효과를 최대화 하기위한 배수용 파이프를 당초 설계 1개소가 아닌 중앙 기둥 전체(11개소)에 설치하여 상부에서의 누수를 즉시 유도 할 수 있는 시스템 확립

다음은 횡갱-유치선 접속부 시공에 대한 것이다. 본 현장에서 횡갱의 위치는 그림 15에서

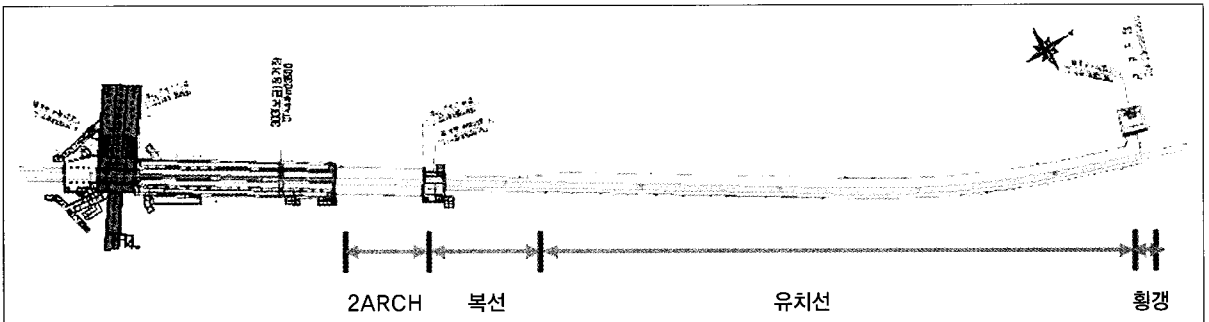


그림 15. 횡갱 위치도

보는 바와 같다. 먼저 사전 검토사항으로 타현장 시공사례를 검토하여 본 현장에 적합한 굴착방법을 도출하였다. 이

를 통하여 확폭부 도면을 작성하고 변경지보를 제작하였다(그림 16). 그림 17은 접속부 시공순서를 보여주고 있다.

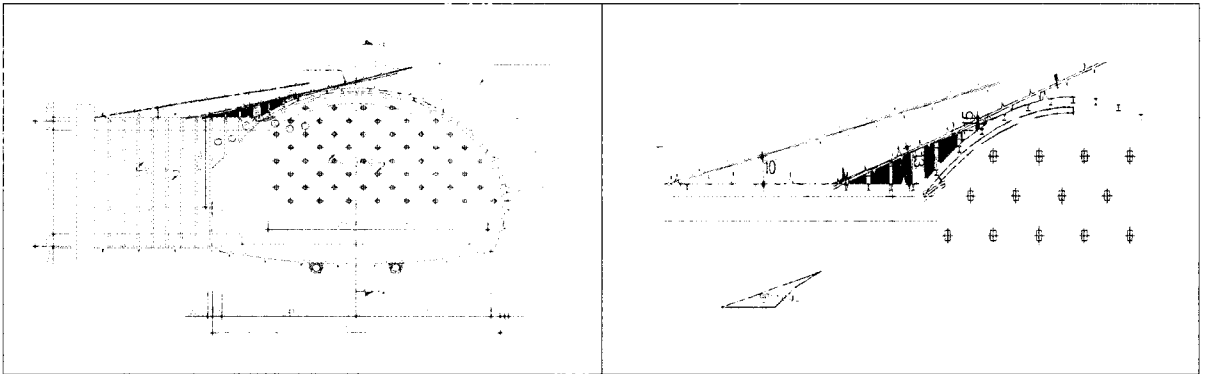


그림 16. 접속부 변경

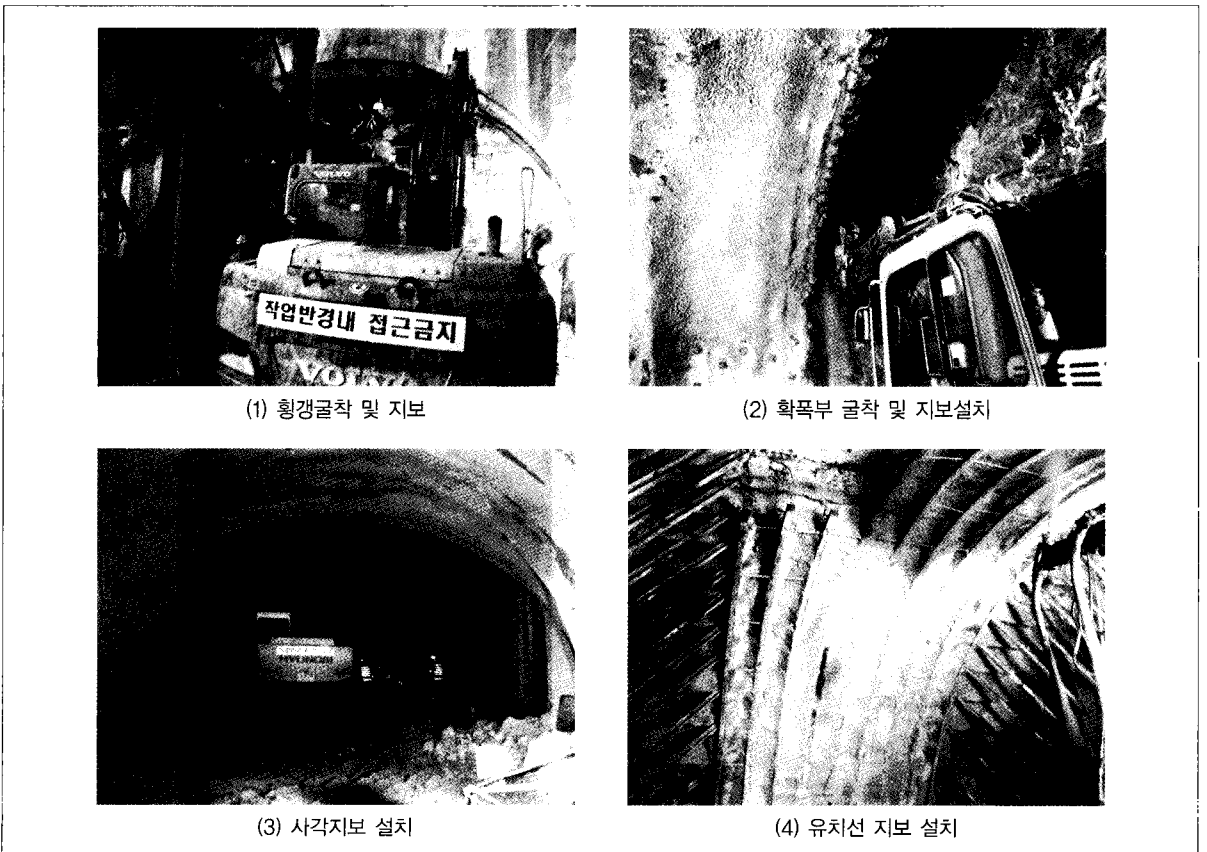


그림 17. 횡갱-유치선 접속부 시공