

국내 최장 도로터널 산외~상북간 제3공구 : 능동터널



이승도
삼성건설 토목엔팀
과장



김영근
삼성건설 토목엔팀
부장



김응태
삼성건설 국내토목영업팀
부장

1. 개요

능동터널은 국도 24호선인 밀양~울산간을 확장하는 도로공사 구간 중 연장이 4.58km이고 폭원 20m인 4차선 병렬터널이다(그림 1). 기존의 국도는 가지산을 통과하는 산악지 2차선도로 선형이 불량하고 종단구배가 급하여 사고위험과 이동성이 불량하였다. 2007년 말 준공 예정인 능동터널 건설로 물류비용을 절감하고 이동성을 향상시켜 장래 교통수요의 효율적인 대처가 기대된다.

능동터널의 구배는 환기와 배수를 고려하여 0.92%로 계획하였고 곡선은 R=1800m의 선형으로 계획하였으며, 비상시를 대비한 방재설비인 비상주차대와 차량 피난연락갱과 대인 피난연락갱이 약 700m 간격으로 배치하여 사람이 가장 빨리 대피할 수 있는 이동거리는 약 160~180m 정도이다. 또한 218m의 수직갱으로 연결되는 환기구에는 해발 500m 지점에 설치하여 천연기념물 제 224호인 얼음골의 자연 환경을 최대한 보존하려 하였다. 능동터널의 전반적인 현장현황은 표 1과 같다.

2. 본선터널

능동터널은 굴착은 NATM 공법을 적용하여 록볼트, 슛크리트, 강지보를 효과적으로 배치함으로써 암반자체의 지지력을 효과적으로 이용하였다. 특히 시멘트 광물계 분말형 급결재를 사용한 습식 슛크리트를 사용하여 용수부위에 효과적인 슛크리트 타설과 함께 장기강도의 손실이 최소화할 수 있었다. 시멘트 광물계 슛크리트는 리바운드량이 작고 장기강도를 높이며 환경오염 및 유해성이 적은 분말을 사용함으로써 콘크리트의 슬럼프

표 1. 산외~상북간 제3공구(능동터널) 국도확장공사 현장현황

공사개요	총 연장	8,663m
	능동터널	산외방향 4,534m 상북방향 4,580m
	교량	555m(6개소)
공사비	264,160백만원	
공사기간	2000. 6. 19 ~ 2007. 12. 31	
시공사	삼성물산 건설부문(주)	

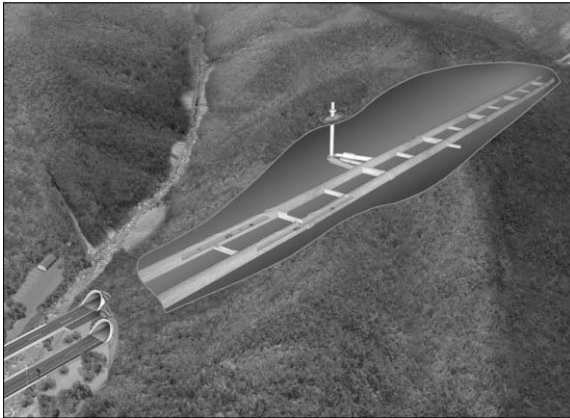


그림 1. 능동터널 조감도

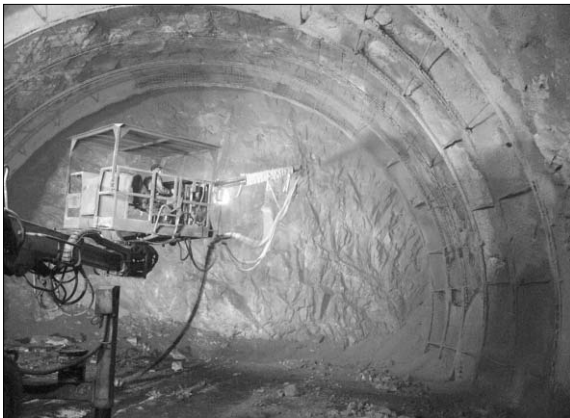


그림 2. 시멘트 광물계 분말형 급결재를 사용한 슛크리트 타설

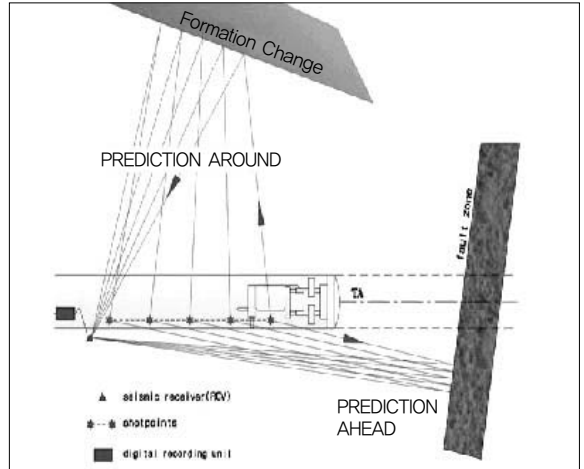


그림 3. 터널전방물리탐사(TSP) 기술

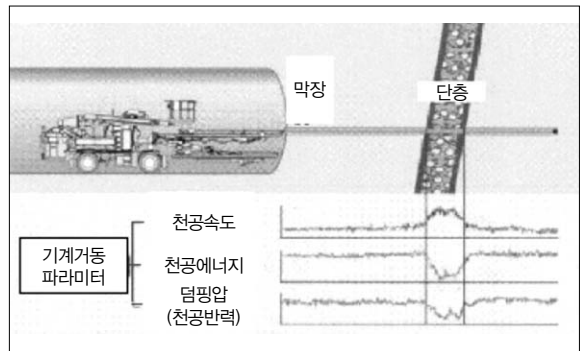


그림 4. 직접천공(DRISS) 시스템

변화가 적어 품질관리가 용이하였다(그림 2).

당 현장은 모량단층대 통과구간으로써 설계시 판단된 연약구간 굴착 전 200m 전방에 물리탐사 시험인 TSP 시험(그림 3)을 시행하고 막장관찰(Face Mapping)결과와 종합하여 연약부분 예상 시 30m 전방에서 직접천공 시험을 하는 DRISS 시험(그림 4)을 시행하였다. 또한 대단면 터널의 일점 일방향 탐사 시 터널축에 수평 또는 경사의 절리면이 존재할 경우에 연약대를 확인할 수 없는 단점을 개선하였다(그림 5). 2007년 말 준공 예정인 능동터널의 시공현황은 그림 6과 같다.

일정 일방향 탐사의 문제점	연계 시스템 및 보조 수단	3차원적 정밀 탐사
<p>[수직절리 : 탐사 용이]</p> <p>[수평, 경사 절리 : 탐사 불가]</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) 사전 지질조사 자료 분석 (시추조사, 물리탐사 등) 2) 막장관찰/계측 DATA 3) TSP 탐사(200~300m) <p>○ 진방 연약대 징후 발견 : 천공탐사 방법, 횡수 변경</p>	<p>[방사형 탐사]</p> <p>[막장별 탐사위치 변경]</p>

그림 5. 막장 천공탐사 개선



그림 6. 능동터널(궤구 및 갱문)



그림 7. 능동터널(터널 내부)

3. 수직갱

터널 내 차량통행에 의한 분진, 매연 등의 오염된 공기가 장대터널 내부에서 대류되어 정체되는 현상을 수직갱을 통해 배출함과 동시에 터널외부의 신선한 공기를 기계적으로 공급하여 터널 내 쾌적한 환경조건을 유지할 수 있다.

수직갱 시공을 위한 공사용 도로의 개설이 곤란하여 24호 국도에서 약 600m 길이의 삭도(Cableway)를 설치하여 자재 및 인력을 운반하였다(그림 8). 수직갱의 높이는 218m로써 그림 9의 시공순서에 따라 2005년 2월부터 약 19개월에 걸쳐 시공되었다. 수직갱의 굴착은 Raise Climber를 이용하여 직경 3m의 Pilot 갱을 굴착한 후 확대굴착(D=7m)을 실시하였으며 버력은 터널 내



그림 8. 수직갱 시공을 위한 삭도 (Cableway)

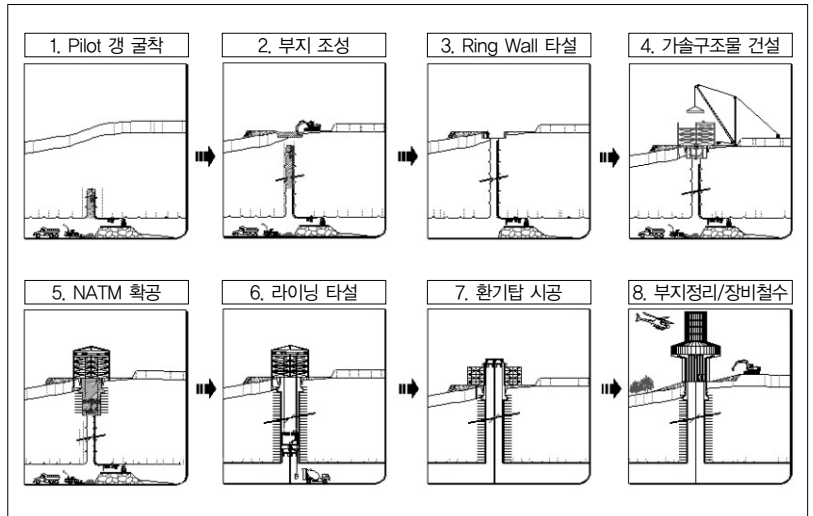


그림 9. 수직갱 시공순서

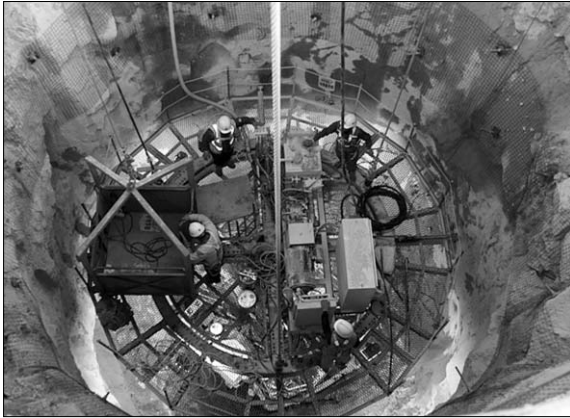


그림 10. 수직갱 굴착용 작업대

부로 투하하여 본선을 통해 외부로 반출하였다. 확대굴착은 유압드릴이 장착된 작업대에서 실시되었으며 확대굴착 후 록볼트와 슛크리트로 보강하였다(그림 10). 수직갱의 굴착이 완료된 후 Slip-up Form을 이용하여 콘크리트 라이닝을 타설하였고 마지막으로 환기탑이 설치되었다(그림 11).



그림 11. 환기탑 전경

4. 맺음말 - 최장대 터널시공을 위하여

삼성건설은 현재 국내 최장대 도로터널인 능동터널에서의 시공경험과 기술적 노하우를 바탕으로 국내 터널 기술을 선도하기 위하여 끊임없이 노력하고 있으며, 장대 도로터널에서의 단층대 보강기술, 슛크리트 신기술, 전방지질평가 기술, 수직구 및 환기구 시공기술 등에 대한 앞선 시공기술력을 바탕으로 향후 초장대 도로터널의 지속적인 건설을 위해 최선을 다할 것이다.