

서울지하철 6호선 녹사평 정거장

글 | 정상훈 | 토목기술부 사원 || 전화 : 02-3433-7779 || E-mail : stoneear@ssyenc.com

1 서론

녹사평(綠莎坪) 정거장은 국내 최초 대단면 터널 정거장으로서, 내부가 화려하면서도 특이한 역으로 유명하다. 본 정거장은 개착식 정거장을 시공함으로써 발생 가능한 교통체증 증가, 사회 간접비용 증대 및 민원 발생 등을 비개착식 NATM 터널 정거장으로 시공함으로써 문제점을 해소하였다.

본 고에서는 녹사평 정거장의 공사개요 및 지층특성과 시공 시 적용된 굴착공법, 지보형식, 터널 구조물 시공방법 및 현재의 모습 등을 소개하고자 하며, 이러한 기술자료를 축적함으로써 향후 지속적으로 추진될 지하공간 개발에 밑거름이 되기를 바란다.

2 공사 개요

2-1. 개요

서울지하철 6호선은 은평구 역촌동에서 중랑구 신내동까지 서울의 강북지역을 동서로 관통하는 노선이다. 녹사평 정거장이 포함되어 있는 6-6공구는 총 연장이 3,786m(개착구간 861m, 터널구간 2,925m)로 마포구 공덕동과 용산구 이태원 사이 구간에 해당하며, 녹사평 정거장 이외에도 정거장 3개소(공덕, 효창공원, 삼각지)가 포함되어 있다.

녹사평 정거장은 국내 최초의 대단면 터널식 정거장으로서 폭 23.4m, 높이 16.1m, 단면적 328㎡, 총연장 167.5m의 1-Arch 터널이며, 본 구간의 시공은 국내 지하철 최초로 설계 및 시공 일괄 수행 방식인 턴키베이스로 건설되었다.

당초에는 비배수 터널로 설계되었으나 시공도중 배수 터널로 계획이 변경되었으며, 3기 지하철 11호선의 환승 및 서울시 신청사와

연결방안을 수립하여 시공되었다.



[그림 1] 녹사평 정거장 돔 구조물

<표 1> 서울 지하철 6호선 6-6공구 공사 개요

구분	주요내용
공사기간	1994년 5월 19일 ~ 1998년 12월 31일(약 4년 8개월)
공사구간	마포구 공덕동-용산구 이태원동
공사연장	3,786m(개착구간 861m, 터널구간 2,925m)
공사금액	1,865억 원
특징	<ul style="list-style-type: none"> • 정거장 4개소 포함(공덕, 효창공원, 삼각지, 녹사평) • 국내 지하철 최초 설계 및 시공 일괄 수행방식인 턴키베이스로 건설 • 녹사평 정거장 <ul style="list-style-type: none"> - 국내 최초 터널식 정거장 - 이태원 지하차도 30m 하부에 위치

2-2. 지반의 특성

대상지역은 선캠브리아기 경기변성암 복합체에 해당하는 흑운모 편마암 및 호상 흑운모 편마암이 주로 분포하고 있다.

특히 정거장 시공구간은 연암 이상의 강도 특성을 가지고 있으나 단층, 엽리, 절리 등의 다양한 불연속면이 발달하고 있다. 이 중 단층은 단층활면(Slickenside), 단층점토(Fault Clay) 등이 인지되며, 변성암화 작용에 의하여 형성된 본 편마암의 엽리(Foliation) 방향과 유사한 방향성을 보인다.

3 대단면 터널

3-1. 설계 방향

녹사평 정거장은 교통량이 많은 도로상에 개착구조물을 시공하는 방식에서 탈피하여 정거장 이용 승객의 원활한 동선을 확보하고, 개방감 및 편의성을 극대화하였다.

또한 소음 및 진동 영향을 최소화한 굴착계획으로 민원을 예방함과 동시에 연도변 건물을 보호할 수 있는 NATM 터널식 대단면 정거장으로 계획하여 미래의 11호선과의 환승 계획을 반영할 수 있도록 하였다.

또한 도시환경에 어울리는 지상돌출물 조형화 계획 및 향후 역세권개발 계획을 수용할 수 있는 출입시설, 휴게 공간 및 서비스 공간의 제공이 가능하도록 계획되었다.



[그림 2] 원형돔 및 정거장 투시도

3-2. 단면 형상

터널 단면에 대한 제반 설계기준을 만족하고 안정성 및 경제성을 확보하는 최적 단면을 선정하기 위하여 2차원 및 3차원 수치해석 결과를 비교·분석하였다.

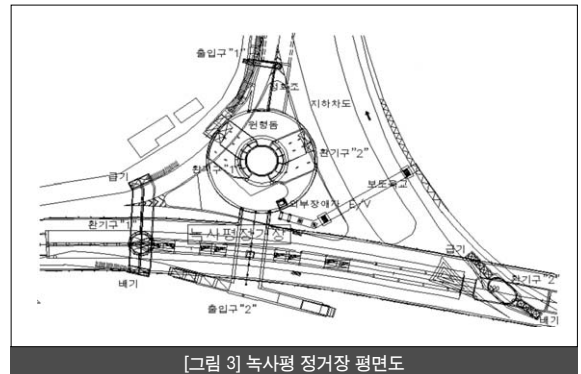
또한 터널 방수시스템을 당초 비배수 형태에서 장래 지하수의 유지 기능을 고려한 배수형 전주방수 형태로 변경하여 적용하였다.

3-3. 굴착 공법

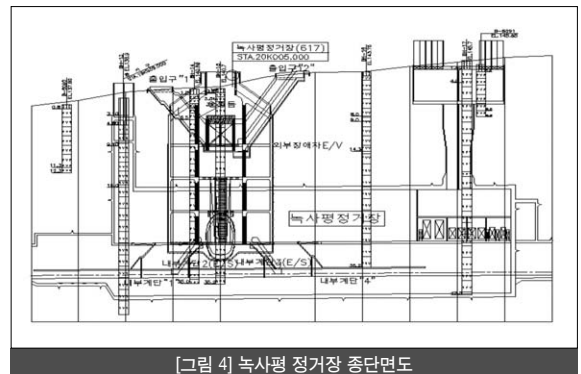
녹사평 정거장은 굴착 단면을 영역별로 구분하여 암반 자체의 지보력을 최대한 발휘하면서 효율적으로 굴착할 수 있는 방안을 수립하였다. 또한 전기적 위험을 완전 차단하고, 무한단차발파로 진동 및 소음 저감 효과가 우수한 비전기 다단발파 방식을 채택하였으며, 선대구경을 발파 자유면으로 활용(2자유면)하였다.

발파소음 감소를 위하여 완전전색이 이루어지도록 하고 기폭방법에서 정기폭보다는 역기폭을 사용하였으며, 방음벽을 터널말장부에 설치함으로써 소음을 차단하였다.

부득이하게 소할 및 짧은 천공발파를 하는 경우에는 모래주머니와 고무매트 등을 사용하여 진동 및 소음을 저감하고자 하였으며, 기계식 천공장비(점보드릴)를 사용함으로써 경제성 및 시공성을 향상시켰다.



[그림 3] 녹사평 정거장 평면도



[그림 4] 녹사평 정거장 종단면도

3-4. 지보 형식

본 정거장 시공 시 NATM 터널의 기본암질 변화에 적극적으로 대처하여 효과적으로 지보력을 발휘할 수 있는 습식 강섬유 보강 슛크리트와 락볼트를 주 지보재로 적용하였다. 특히 기존 지하철 터널에서 사용한 재래식 인력의 건식 슛크리트 타설 방식 대신에 리바운드율이 적고, 타설 후 인장강도가 뛰어난 습식 강섬유 보강 슛크리트 타설 방식을 채택하였다.

또한 지상의 슛크리트 B/P에서 지하의 타설 부위까지의 타설 장비 이동을 원형돔 수직구에 설치한 별도의 Car-Lift를 이용하여 타설 함으로써 시공성 및 경제성을 확보하였고, 이를 통한 버력의 상차 및 자재의 운반을 원활히 하였다.



[그림 5] Rock Bolt 천공작업



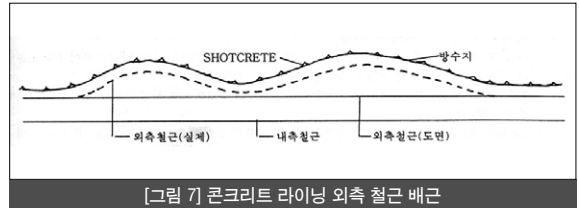
[그림 6] 라이닝 폼 설치 전경

또한 철근배치의 이동 및 재료분리가 발생하지 않도록 타설 높이를 제한하고, 시멘트 수화에 적절한 온도를 상시 유지(서중·한생양생계획 수립)하였으며, 거꾸집 조립 및 부재별 제거시기를 철저히 관리함으로써 내구성을 확보하였다.

4-2. 철근 배근 및 고정방법

철근 배근 시 터널 굴착 중에 발생하는 여굴에 따라 외측 철근을 원지반측으로 확대하여 시공하고 이로 인해 변화하는 형상에 맞도록 스테럽을 가공하였다.

철근의 하중이 0.11 tonf/m²으로, 타설 시 발생하는 추가 하중을 고려할 때 철근의 처짐이 예상되어 [그림 8]와 같은 형상의 방수 Anchor를 적용하였다.



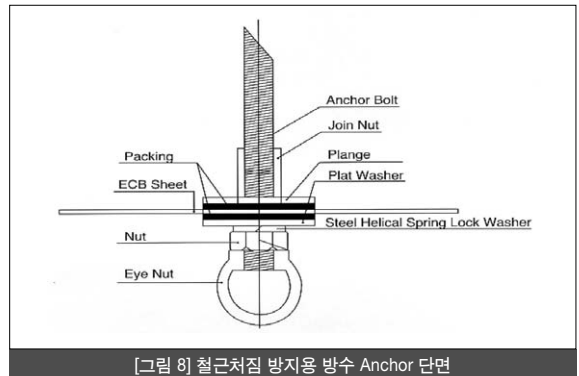
[그림 7] 콘크리트 라이닝 외측 철근 배근

4 터널 구조물 시공

지하심도에 굴착된 녹사평 정거장의 구조물 시공은 지하공간이 높고 넓으면서 크기 때문에 고소작업에 대한 철근 조립작업과 방수작업용 대차 및 콘크리트 라이닝 타설을 위한 Form 등은 각 부재별 응력검토를 수행한 후 특수제작(대차내 크레인 설치, 라이닝 폼 자동 살수장치 등)하여 현장에 적용하였다.

4-1. 콘크리트 라이닝

녹사평 정거장의 콘크리트 라이닝은 인버트부 80cm, 측벽 및 천단부 70cm로 타설하였으며, 설계강도(f_{ck}) 35MPa의 고강도 콘크리트를 적용하여 대심도 지하구조물에서 발생하는 균열의 원인을 분석하고 목표기준에 따라 집중 관리하였다.



[그림 8] 철근처짐 방지용 방수 Anchor 단면



[그림 9] 방수 Anchor 시공 전경

4-3. 라이닝 Form의 안정성 검토 및 시공 중 Steel Form의 안전성 유지

구조계산을 통해 예상 변위량을 미리 예측하였고, 시공 중 현장에서 발생한 실제 변위량을 측정하였다.

또한 시공 중 Steel Form의 변형을 방지하기 위하여 측벽부 좌·우에 50 tonf 잭 10개소, 100 tonf 잭 4개소를 설치하였다.

<표 2> 변위량 측정 결과 (단위 : mm)

구 분	계산상 예상 변위량	실제 변형량
천단침하	2,68	2,0
내공축소(1,0m)	12,80(편측)	7,4(전체)
내공축소(10,0m)	11,78(편측)	4,7(전체)

5 녹사평 정거장의 오늘

국내 최초의 대단면 터널식 정거장인 녹사평 정거장에 적용된 기술을 살펴보았는데, 녹사평역은 준공한 지 11년 이상의 시간이 흘렀음에도 불구하고 여전히 시민들의 사랑을 받고 있다.

‘빛의 향연’이라는 설계 테마에 걸맞게 계절에 따른 태양 고도의 차이에 따라 직사광선을 돔 구조물을 통해 직접 유도하여 내부에서 자연스러운 확산이 가능하게 함으로써 자연친화적 요소를 극대화하였고, 역사(驛舍)가 아름답고 독특한 구조로 되어있어 2001년 서울시 건축상을 수상하였으며, 각종 문화공간으로 유명한 역이 되었다. 또한 유명한 영화 및 드라마들의 촬영장소로 이용된 역으로 유명하며, 역사 내부에서 무료 결혼식이 이루어지는 것으로 잘 알려져 있기도 하다. 2009년 5월에는 세계 최초로 ‘지하철 발명테마역’으로 탈바꿈하여 지하 4층에 ‘발명테마관’을 설치하였다.

발명 기업을 소개하는 발명기업 전시관, 주요 발명 제품을 전시하는 발명품 전시관 등 39개의 전시관이 있으며, 녹색성장을 위한 아

이디어 전시관과 100여 명이 수강할 수 있는 세미나실 및 발명가의 의실, 국내외 발명가를 소개하는 명예의 전당 등으로 꾸며져 매우 짜임새 있는 ‘발명테마역’이 되었다.



[그림 10] 녹사평역 내부 전경



[그림 11] 발명테마관 전경

6 맺음말

본 고에서는 국내 최초 대단면 터널식 정거장인 녹사평 정거장에 대해 시공 시 적용된 기술 및 공법과 현재의 모습 등에 대해 간략하게 살펴보았다. 녹사평 정거장은 도심적 교통체증, 사회 간접비용 증대, 민원발생 등의 사회적 문제를 야기할 수 있는 개착식 정거장 시공방식을 지양하고, NATM공법을 이용한 폭 23.4m, 높이 16.1m의 비개착식 대단면 터널 정거장이며, 향후 지하철 11호선과의 환승 및 서울시 신청사 이전 건립에 대한 역세권 개발 계획을 수용할 수 있도록 시공되었다.

본 정거장 시공 시 적용된 기술 및 공법이 향후 지속적으로 추진될 대심도 지하공간 개발에 활용되기를 기대해본다. S