

# CAM 공법 소개

글 | 김우상 | 지하철 913공구 차장 | 전화 02-3482-0913 E-mail : wskim@ssyenc.com

CAM공법은 토피가 작은 토사층에서 대단면 터널 구조물을 축조할 때 적용하는 공법으로, 지중에서 다량의 대구경 강관을 유압 Jack으로 압입 및 내부 굴착하여 Arch 형태로 배열하여 설치한 후, Roof를 형성하는 강관을 지지하는 횡방향 거더를 설치하여 Arch형 횡방향 콘크리트 Beam을 형성한다.

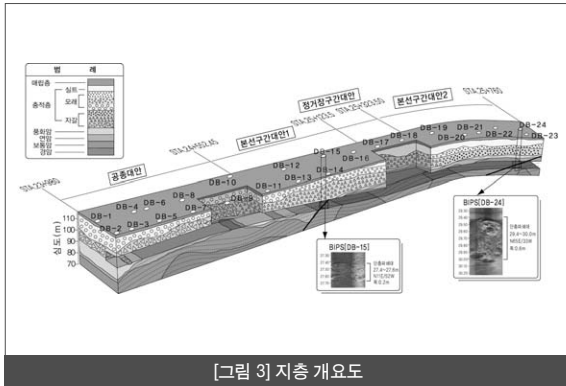
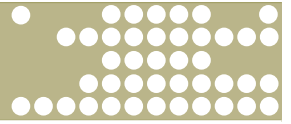
Arch형 Beam은 강관 추진시 병행 시공한 Pilot 터널의 내부 벽체와 일체화시킴으로써 목적하는 대단면 터널의 내부 단면을 굴착하기 전에 터널 구조물을 축조하고 내부 굴착을 시행하므로 지반 변위를 최소화하고 안정적인 대단면 지하 구조물을 축조하는 터널공법이다. 상부주요 구조물의 안정성을 확보하면서 민원을 최소화하기 위해 당 현장(지하철 913공구)에 적용된 CAM(Cellular Arch Method)을 다음과 같이 소개하고자 한다.

## 1 개요

### 1-1. 공사 개요

- 발주처 : 조달청    ● 시공자 : 쌍용건설(주)
- 수요기관 : 서울특별시 지하철건설본부
- 공사기간 : 2002년 11월 1일~2008년 3월 29일
- 위 치 : 반포동 세화여중고 앞~반포동 서울고속버스터미널(입)출구 앞
- 연 장 : STA. 23km980~25km760,00(L = 1,780m)
- 공사금액 : 총 2,010억원(대안 : 총 1,869억원)
- 건축공사 : 정거장 2개소(922정거장, 923정거장)





[그림 3] 지층 개요도



[그림 4] 정거장 입체도

## 2 CAM 정거장 터널

### 2-1. 지반 특성

대상 지역은 [그림 3]에 나타나 있듯이 한강의 흐름이 북동에서 북서로 바뀌는 부근의 비교적 평탄한 퇴적지형으로서 기반암은 경기 편마암으로 복잡한 절리 특성을 갖고 있고, 편마암 내에 발달하는 편마구조는 남동 방향의 경사가 지배적이다.

특히, 기반암 상부에 분포하는 총적층은 크게 모래층과 자갈층으로 구분되며, 시점에서 중점부로 갈수록 입자가 세립화되고, 점토의 함유량이 많아지는 경향을 보이며, 지표 하부에서 상부로 갈수록 입자가 세립화되어 있다.

### 2-2. 설계 개요

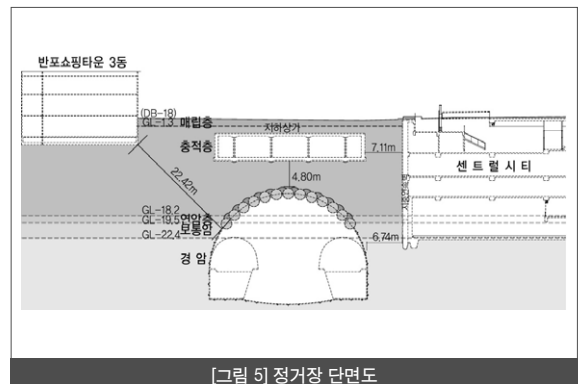
서울의 도시교통 혼잡 해소를 위하여 건설되는 지하철 9호선 923 정거장은 강남고속버스터미널과 주거 밀집지역에 위치하여 지상 교통량이 많은 지역으로 신반포대로 하부에 폭 28m의 지하상가가 위치하여 건설공사 중 지상공간의 활용이 불가능한 지역이다. 따라서 지상의 교통소통에 지장이 없고, 지하상가 시설물의 안정성을 확보할 수 있는 CAM(Cellular Arch Method)공법을 적용하였다. 정거장 터널 단면은 [그림 4]와 같이 폭 29.6m, 높이 20.85m로서 지하 1층 Free-zone을 통해 지하상가와 연계할 수 있고, 노선별(3, 7호선) 복층형 환승통로를 통해 원활한 동선을 확보하고 중간 기둥을 배제함으로써 개방감과 기하학적인 미를 연출할 수 있도록 계획하였다.

### 2-3. 공법 개요

CAM공법은 토피가 작은 토사층에서 대단면 터널 구조물을 축조할 때 적용하는 공법으로 [그림 5]와 같이 지중에서 다량의 대구경 강관을 유압 Jack으로 압입 및 내부 굴착하여 Arch 형태로 배열하여 설치한 후, Roof를 형성하는 강관을 지지하는 횡방향 거더를 설치하여 Arch형 횡방향 콘크리트 Beam을 형성한다.

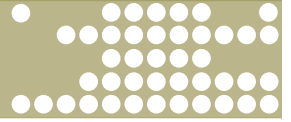
Arch형 Beam은 강관 추진시 병행 시공한 Pilot 터널의 내부 벽체와 일체화시킴으로써 목적하는 대단면 터널의 내부 단면을 굴착하기 전에 터널 구조물을 축조하고 내부 굴착을 시행하므로 지반 변위를 최소화하고 안정한 대단면 지하 구조물을 축조하는 터널 공법이다.

CAM 강관 추진시 굴착은 이수식 막장폐합형 Semi Shield와 막장 개방형 인력굴착공법 등이 있다. 본 현장의 지층 조건에서 이수식 막장폐합형 Semi Shield로 굴착할 경우 배니관의 막힘 현상과 이수막 형성의 어려움 등의 문제점이 예상되어 지하수위 저하 후 막장개방형 인력굴착 공법으로 굴착하였다.



[그림 5] 정거장 단면도





[그림 11] 측벽부 철근 조립



[그림 12] 시공완료 후 전경(베네치아)

### 3 CAM 터널 시공순서

#### 3-1. 강관 추진

강관 추진을 위한 작업대를 설치한 후 유압 잭과 중간 밀대를 설치하여 강관을 압입한 후 강관 내 지층을 굴착하여 버력처리하고, 다음 강관 추진을 위한 확인 측량을 하고 선형을 조정하는 순서로 시공한다.

#### 3-2. 거더 설치 및 관내 콘크리트 타설

거더 위치를 측량하여 강관을 절단하고 이 부분 지반을 굴착하여 거푸집 및 철근을 조립 한 후 초유동 콘크리트를 이용하여 거더 및 강관 내 콘크리트를 타설한다.

#### 3-3. 하부측벽 도갱 굴착

막장 관찰 및 지반분석을 통해 굴착할 지반의 조건을 확인한 후 굴착한 후 지반조건에 맞는 지보재(숏크리트, 록볼트, 강지보 및 휘폴링)를 설치한 후 다음 막장을 굴진한다.

#### 3-4. 하부측벽 콘크리트 타설

Pilot 터널을 굴착한 후 측벽부 콘크리트를 선 타설하여 터널내부 추가 굴착 전에 안정성을 확보한다.

#### 3-5. 터널내부 단계별 굴착

측벽부 콘크리트 타설 후 터널내부를 상부에서 하부로 단계별 굴착하여 대단면 터널을 완성한다.

#### 3-6. 하부 인버트 설치 및 방수

굴착된 터널 내 하부 인버트를 설치하고, 방수 철판 및 그라우팅, 녹막이 및 에폭시 작업을 통해 방수공을 적용한 후 CAM 시공을 완료한다.

### 4 결론

국내 최초로 적용되는 CAM 공법을 이용한 대단면 터널식 정거장(923정거장)은 시공시 지상의 원활한 교통흐름과 강남지하상가, 지하철 3호선 등의 지중 구조물의 안정성을 확보할 수 있도록 계획되었다.

터널식 정거장의 천단부는 총적층으로 구성되어 있으며, 터널굴착으로 지하구조물의 영향을 최소화 하기 위해 CAM을 적용 하였으며, 대구경 강관을 추진하기 위해 TRM을 적용하였다.

현재 923정거장은 대구경 강관 추진 및 향후 내부 굴착을 완료하였으며, 총적층으로 구성된 지반조건에서 지중구조물의 직하부를 통과하는 터널설계 및 시공시 기초 자료로 활용되길 기대한다. S