

지하1층 지하2층 일괄 시공한 역타 공법의 시공 예

Top-Down Construction Example(CWS) - All at once excavation and beam installation of B1 & B2 underground for Top-Down Construction



박순전
롯데건설
기술연구원 상무



석원균
롯데건설
기술연구원 부장



이정배
(주) CWS 엔지니어링
대표이사



곽민경
(주) CWS 엔지니어링
대리

1. CWS 공법

1.1 역타공법의 배경

건물의 초고층 및 대형화로 짧은 공사 기간동안 깊은 지하구조물과 높은 지상 구조물들이 시공되고 있다. 깊은 지하구조물 시공을 위해 땅을 깊게 굴착 하면 인접 대지의 부동침하를 일으킬 수 있어 안정적인 흠막이 공법이 요구되고 있다. 또한, 건물의 위치가 도심지라면 공사부지 이외에는 토지를 적극적으로 활용할 수 없는 어려움, 소음 및 분진과 같은 건설공해를 최소화하는 데 있어 중요한 공법 중의 하나는 Top-Down(역타) 공법이다.

Top-Down 공법은 이밖에도 공사 대지가 넓어 가설 버팀보 설치가 불가능할 때, 지질이 좋지 않아 어스앵커 시공이 불가능할 때, 또는 공사 기간 부족 등의 문제점을 효과적으로 대처 및 해결할 수 있는 공법이다. Top-Down 공법에서는 일반적으로 지하층을 철골보와 데크 슬래브를 사용한다. 철골보는 철근콘크리트 구조보다 시공이 빠른 장점도 있지만, 구조부재에 콘크리트 타설 시 거푸집을 받쳐주는 동바리 설치가 불필요하므로 지하를 굴토하는데 있어서 토공 공사와의 간섭을 최소화할 수 있기 때문이다.

Top-Down 공법은 지하층, 지상층 골조공사와 굴토 공사를 동시에 수행함으로써 굴토공사를 완료하고 골조공사를 수행하는 재래식 공법 대비 공기 단축이 가능한 공법이다. 그러나 지하층 골조공사와 굴토공사를 동시에 수행함에 따라 공정 간의 간섭이 발생하고 상부층을 선시공 됨에 따라 토사 반출 시 바스켓을 사용해야 하는 등 비효율적인 측면 또한 없지 않다.

따라서 두 공정 간의 간섭을 최소화하고 효율성을 극대화하는 것이 타당한 공사의 성패를 좌우한다고 할 수 있다.

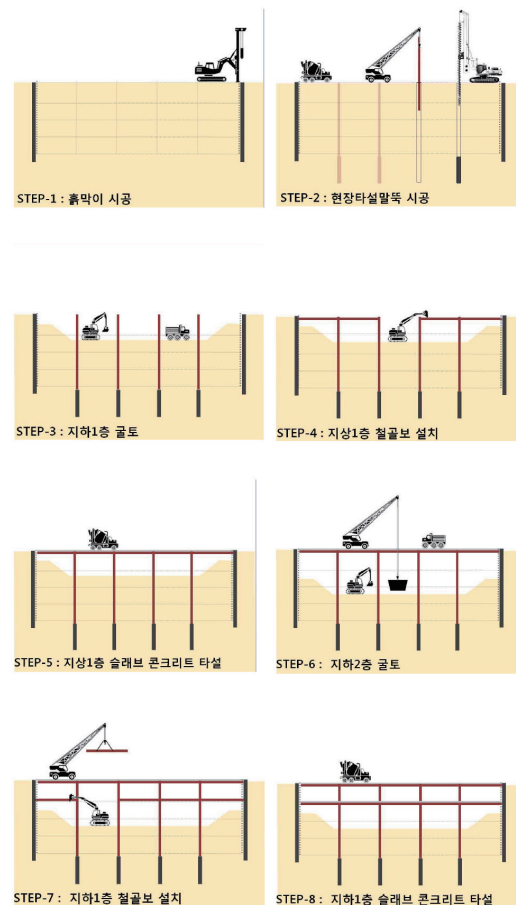


그림 1. Top-Down(역타) 시공 공정

2. 지하 1층, 지하 2층 동시 시공방법

2.1 Top-Down(역타) 시공 공정

일반적인 역타공법의 시공순서는 흙막이 벽체 시공, 현장타설 말뚝기초 시공, 지상 1층 수평부재를 설치하기 위한 굴토(지하 1층), 지상 1층 철골보 설치, 지상 1층 슬래브 콘크리트 타설, 지하 1층 수평부재 설치를 위한 굴토(지하 2층), 지하 1층 철골보 설치, 지하 2층 슬래브 콘크리트 타설 등의 순서로 반복 진행하게 된다(그림 1). 이 과정에서 지상 1층 철골보는 일반적으로 하이드

로 크레인을 활용하고, 지하층 철골보는 굴토 작업용 백호(Back hoe ; 굴삭기)를 사용하여 설치한다.

2.2 지하 1층, 지하 2층 동시 시공 공정

지하 1층, 지하 2층 동시 시공 방법의 순서는 흙막이 벽체 시공, 현장타설 말뚝기초 시공, 수평부재를 설치하기 위한 2개 층(지하 1층, 지하 2층)의 깊이 연속 굴토, 지하 1층 및 지상 1층 철골 보 동시 설치, 지상 1층 슬래브 콘크리트 타설, 지하 1층 콘크리트 타설의 순서로 이루어지게 된다(그림 2).

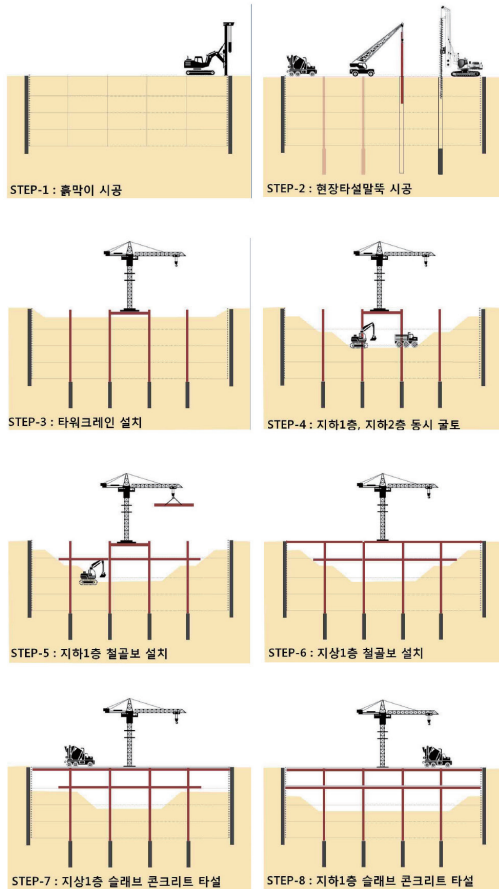


그림 2. 지하 1층, 지하 2층 동시 시공 공정

슬래브 콘크리트 타설을 지상 1층부터 진행하는 이유는 시공 중장비 차량 등의 작업공간 확보와 지상굴조 공사를 수행하기 위해서이다.

이와 같이 지하 2개 층을 동시에 굴토함으로써 슬래브가 시공되지 않은 상태로 상부가 개방된 상태에서 최대한 굴토작업을 수행할 수 있으며, 이 단계에서는 직상차로 등을 활용해서 토공 효율성을 약 1.5배 정도 높일 수 있다.

또한 지하 1층, 지하 2층 구간의 굴토가 완료되고 상부가 개방된 상태에서 지하 1층, 지하 2층 철골보와 데크 슬라브를 동시에 설치함에 따라 철골보 설치 공정 또한 효율성을 높일 수 있다.

2.3 타워크레인 선설치

지하 1층, 지하 2층 구간의 굴토가 완료된 상태 즉, 약 10.0m 이상의 깊이로 굴착된 상태에서 철골설치 작업의 효율성을 극대화하기 위해 타워크레인을 제자리 콘크리트 말뚝 형태로 선시공된 철골기둥 부재에 선설치 한다.

선설치된 타워크레인을 사용하여 개방된 상태에서 지하 1층, 지하 2층 구간의 철골보 및 데크를 설치함으로써 역타공사에서 발생하는 철골보 설치 공사에서의 비효율성 문제를 최소화할 수 있다.

2.4 지하 1층, 지하 2층 동시 시공 방법 특징

앞에 서술한 바처럼 일반적인 역타 시공방법은 지하 1층 굴토가 진행되고 지상 1층 철골보 설치 및 슬래브 콘크리트 타설, 지하 2층 굴토 후 지하 1층 철골보 설치 및 슬래브 콘크리트 타설 순서로 진행된다. 이때, 지하층 철골보를 설치하기 위해 미리 계획해둔 시공용 개구부로 철골보를 옮겨 지하층으로 이동시킨 다음 백호로 철골부재를 들어 설치하게 되는데 이러한 방법은 부재 이동 동선이 길어질 뿐 아니라, 지하로 옮겨진 철골보가 바닥에 놓여 있어야 하므로 다른 기계장비와의 간섭이 생기는 단점이 있다(그림 3). 이러한 작업을 최대한 줄이고자 2개 층을 동시에 굴착하여 지하 1층부터 철골보 설치 작업을 하게 되면 상부 부분이 모두 개방된 상태이므로 선



(a)백호를 이용하여 철골보를 설치하는 사진

(b)타워크레인을 이용한 철골보 설치 사진

그림 3. 철골보 설치 사진

설치된 타워크레인으로 부재를 좀 더 효율적으로 설치할 수 있으며, 지하의 다른 공정과의 간섭도 발생하지 않아 공사의 효율성 또한 증대시킬 수 있는 방법이다.

이러한 지하 1층, 지하 2층 동시 시공방법을 적용할 경우, 굴토 및 철골 공사 두 공정 모두 약 1.5 배 정도의 공사 효율성을 높이는 효과를 확인할 수 있었으며, 공기 측면에서는 약 20일~30일 정도의 공기 단축 효과가 있었다.

3. 현장 적용

지하 1층, 지하 2층 동시 시공방법을 적용한 현장은

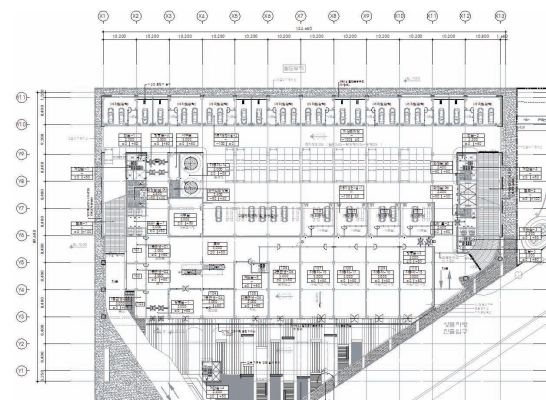
경기도 안산시 단원구에 위치한 00건물이다(그림 4). 규모는 지하 4층, 지상 8층 구조물이며, 연면적은 103,174.83㎡(지상 64,698.53㎡, 지하 38,476.30㎡)이다.

그림 5(a), (b)는 선설치된 타워크레인 and B1, B2층이 동시에 굴토된 현장 전경이다.

그림 6은 지하 1층, 지하 2층 동시 굴토시 굴토 효율성을 위해 토사 직상차로를 설치한 사진이다. 또한, 그림 7은 선설치된 타워크레인을 사용하여 철골보를 설치하는 사진이다. 상부가 개방된 상태에서 타워크레인 by 철골 보와 데크플레이트를 설치함에 따라 철골보 설치 효율성을 높일 수 있었다.



(a) 조감도



(b) 건축평면도

그림 4. 안산시 00현장 조감도 및 건축평면도



(a) 타워크레인 및 굴토 전경



(b) 토공작업 사진

그림 5. 지하 1층, 지하 2층 동시 시공 공정을 적용한 현장사진



(a) 토사 직상차로 진입부 사진



(b) 토사 직상차로 내부 사진

그림 6. 토사 직상차로 설치 사진



(a) 철골보 설치 사진



(b) 타워크레인을 이용한 철골보 설치 사진

그림 7. 철골보 설치 사진

4. 결론

건물의 초고층 및 대형화로 인접 건물에 대한 영향을 줄이기 위해 안정적인 흠막이 시공 및 건설공해를 최소화함에 있어 Top-Down(역타) 공법은 중요한 공법 중 하나이다. 역타 공법에서는 일반적으로 굴토작업을 효율적으로 하기 위해 지하층 골조를 동바리가 필요 없는 철골보 및 데크슬래브를 사용한다. 이때

굴토작업 및 각층 수평부재 시공을 효율적으로 하기 위해 지하 1층, 지하 2층 동시 시공방법을 수행한 결론은 다음과 같다.

- 1) 종래의 시공방법은 지하층 철골보 설치 시 백호를 이용해 시공하는데 상부 슬래브가 오픈되어 있지 않아 시공용 개구부만으로 자재를 반입해야 한다. 따라서 부재 이동 동선이 길고 토공 공사와의 간섭으로 시공이 비효율적이다.
- 2) 2개 층 동시 시공 공법은 타워크레인 선 설치 후 지하 1층, 지하 2층 2개 층 깊이를 굴토하여 철골보 설치시 기존 역타시공 방식보다 약 1.5 배 시공성 향상 효과가 예상된다.
- 3) 선 설치된 타워크레인을 이용한 부재 인양 및 설치

로 토공 공사와의 간섭이 최소화할 수 있고, 직상차로 등을 활용하여 토사반출을 할 수 있어 토공 효율성 증대 또한 기대할 수 있다.

- 4) 지하 1층, 지하 2층 동시 시공방법을 적용할 경우 하루 설치되는 철골보는 약 40piece/day 으로 기존 방식으로 시공시 25piece/day보다 약 1.6 배의 철골보를 설치할 수 있었다. 굴토량 또한 1,400m³/day로 기존 방식으로 크람셀 2대를 활용한 굴토량 1,000m³/day 대비 약 1.4배의 굴토량 증가 효과가 있었다.
- 5) 면적이 상대적으로 큰 대지의 Top-Down(역타) 공법에서 지하 1층, 지하 2층 동시 시공방법을 적용하면, 토공 및 철골 공사의 간섭을 최소화하고, 공사 효율성을 증대시켜 약 1.0~1.5 개월의 공기 단축을 기대할 수 있다.

박순전 상무는 1990년 고려대학교에서 건축공학과에서 석사 학위를 받고 롯데건설에 입사 후 현재 롯데건설 기술연구원 원장으로 재직 중이다.

e-mail : soonjeonpark@lotte.net

석원균 부장은 1997년 부산대학교에서 건축구조공학 전공으로 석사학위를 받고 97년 입사하여 롯데 건설 기술연구원에서 수석연구원으로 재직 중이다.

e-mail : wonkyun.seok@lotte.net

이정배 대표는 고려대학교 건축공학과에서 학·석사 학위를 취득하였고 현재 ㈜CWS엔지니어링 대표이사로 재직 중이다.

e-mail : lee@cwseng.co.kr

곽민경 대리는 경기대학교 건축공학과에서 석사학위를 취득하였고, 2016년 cws 엔지니어링에 입사하여, 건축구조 설계 및 역타 공법 설계 업무를 담당하고 있다.

e-mail : mink215@cwseng.co.kr

안 내

회원사 및 회원께서는 학회지 수령 주소에 변동사항이 있을 시 학회로 연락주시기 바랍니다.

문 의

E-mail : kic5547@hanmail.net

TEL : 02-745-5547~8

