

세미 오픈컷 역타공법의 현장적용에 관한 연구

Study on the Application of Semi-open cut Top-Down Construction for Framework

소 광 호*
Sho, Kwang-Ho

요 약

지하공사는 상부층의 구조물과 연계된 시공순서에 따라 Bottom-Up공법, Up-Up공법 그리고 Top-Down 공법으로 대별할 수 있다. 탑다운 공법을 사용하면 건물의 본구조를 흠막이 지보공으로 이용하면서 상층에서 하층으로 굴착과 구체구축을 반복하여 시공함으로써 인접구조물이나 주변 지반의 변위를 극소화시킬 수 있다. 이는 토류벽의 안정성이 높으며, 각층의 바닥슬래브를 작업공간으로 사용하여 도심지 공사에서 작업장 확보가 용이하다. 그러나 굴도작업이 슬래브 하부에서 진행되므로 작업 능률 및 작업환경이 저하되고, 어스앵커 공법보다 경제성이 없다는 이유로 다소 회피하는 경우가 종종 있다. 따라서 본 논문에서는 터파기 공사는 세미오픈컷 공법을 적용하고 흠막이 공법에는 지하연속벽(슬러리월)을 그리고 지보공으로는 C.W.S공법을 적용한 역타공법으로 대상현장을 중심으로 기존 역타공법과 경제성, 공사기간 및 작업성 등을 분석 제시하였다. 토사운반 및 철골설치공사 작업의 용이성과 PRD 공사의 정밀도 향상 등의 품질관리가 우수하며, 공기단축이 가능하였다.

Abstract

Construction methods for underground structure are classified as bottom-up, up-up, and top-down methods depending on the procedure of construction related to a superstructure. In top-down construction method, building's main structure is built from the ground level downwards by sequentially alternating ground excavation and structure construction. In the mean time, the main structure is also used as supporting structure for earth-retaining wall, which results in the increased stability of the earth-retaining wall due to the minimized deformation in adjacent structures and surrounding grounds. In addition, the method makes it easy to secure a field for construction work in the downtown area by using each floor slabs as working spaces. However top-down construction method is often avoided since an excavation under the slab has low efficiency and difficult environment for work, and high cost compared with earth anchor method. This paper proposes a combined construction method where semi-open cut is selected as excavation work, slurry wall as earth-retaining wall and CWS as top-down construction method. In the case study targeted for an actual construction project, the proposed method is compared with existing top-down construction method in terms of economic feasibility, construction period and work efficiency. The proposed construction method results in increased work efficiency in the transportation of earth and sand, and steel frame erection, better quality management in PRD construction, and reduced construction period.

키워드 : 역타공법, 아일랜드 오픈컷, 세미탑다운역타공법, 흠막이 지지공법,

Keywords : Top-Down Method, Island open cut, Semi-Opencut top down, Retaining wall method

1. 서 론

1.1 연구의 목적

최근 급속한 경제성장에 따라 도심지내 건축되는 건축구조물은 초고층화, 대형화 되고 있다. 이러한

건축물들의 효율적인 시공을 위한 중요한 요구조건 중 하나가 대형 지하공간을 활용할 수 있도록 하는 체계적인 설계와 함께 이를 반영할 수 있는 효율적인 시공방법이라 할 수 있는데, 특히 도심지에 건설 중인 대형 건축공사의 경우 토공사 및 지하공사가 전체공사기간을 좌우하는 주요공종으로서 공사비와 공정에 미치는 영향이 매우 크기 때문에 철저한 시공계획과 관리가 필요하다 할 수 있다.

* (주)대우건설 건축사업본부 현장소장, 공학박사
Tel: 02-413-4061 Fax:02-413-4064
E-mail : ar3311@hotmail.com

즉, 지하층 공사는 상부층의 구조물과 연계된 시공순서에 따라 Bottom-Up공법, Up-Up공법¹⁾ 그리고 Top-Down 공법 등으로 대별할 수 있는데, 이중 Top-Down공법(Downward method, 역타공법)의 경우는 오픈 컷(Open cut)공법으로 시공하기 어려운 대심도, 대단면 구조물에 그리고, 인접대지 및 작업면적이 협소한 경우 등 도심지 공사에서 발생할 수 있는 제반 문제점들을 효율적으로 해결할 수 있다는 특징에 기인하여 크게 활용되고 있다.

그러나 이러한 탑다운 공법은 한정적인 자재 투입구와 협소한 토사 반출구, 그리고 연속벽과 보드파일을 시공해야 되기 때문에 공사비가 증가하게 되는 등의 문제점도 있어, 다수의 건설현장에서 공법채택에 많은 어려움이 있는 실정이다.

따라서 본 연구에서는 기존 역타공법의 문제점으로 제시되고 있는 작업의 효율성과 경제성을 개선할 목적으로 소단을 이용한 Semi-open cut 공법을 제안하고, 이를 실제 현장에 적용함으로써 예상되는 공기단축 및 경제적 효과에 대하여 분석하였다.

1.2 선행연구 고찰

기존 탑다운 공법에 관한 연구내용을 보면, 사례기반 추론을 이용한 흠막이 공법 선정에 관한 연구, 신경망과 사례기반추론을 이용한 흠막이 공법선정에 관한 연구, 리스크분석을 통한 지하구조체 공법 선정에 관한 연구 등을 들 수 있다. 이러한 연구는 탑다운 (Top-down)공법 선정 프로세스 개발 또는 Up-down 방식에 관한 연구가 대부분이며, 세미 오픈 컷 역타공법에 대한 연구는 미비한 실정이다. 단지 “중국 Top-Down 공법의 특징과 시공사례분석” (방광수외 3인)에서 아일랜드 오픈 컷 역타공법을 소개한 바 있다. 국내에서는 일부 구간에 도입하여 적용한 사례는 있으나 탑 다운과 복합하여 적용한 연구는 보고되지 않은 것으로 조사되었다.

2. 아일랜드 오픈 컷 역타공법의 특징²⁾

역타공법은 지반의 조건, 주변환경, 건물특성에

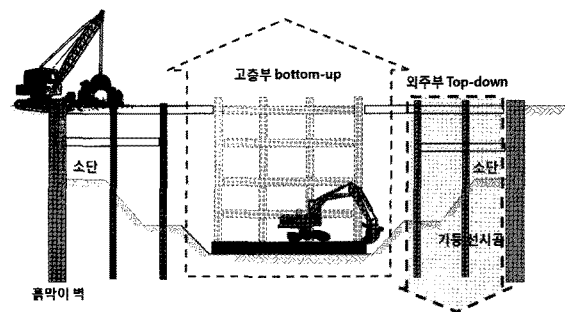
따라 경제성, 시공의 용이성, 공기 등을 고려하여 여러 가지 기법이 적용되지만, 지하층이 넓으면 주동부를 선시공함으로써 공기를 단축시킬 수 있는 오픈 컷 역타공법을 선호하며 그 종류는 다음과 같다.

2.1 아일랜드 오픈 컷 역타공법

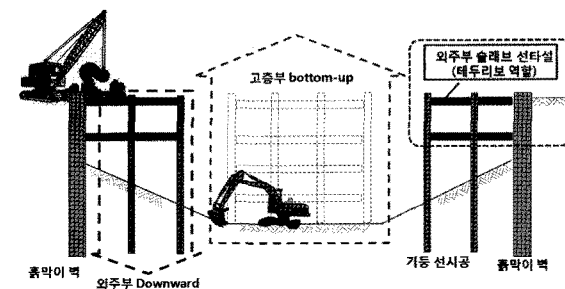
지하 흠막이벽을 시공한 후에 <그림 1>과 같이 흠막이 버팀대를 설치하지 않고, 흠 소단(soil beam)을 이용하여 중앙의 주동부를 먼저 굴착한 다음 중앙의 고층부는 기초로부터 상부로 시공(bottom-up)하고, 외주부는 역타공법으로 시공하는 방법이다. 즉, 흠파기 공사가 매우 효율적일 뿐만 아니라, 고층부 공사를 신속히 진행 할 수 있다는 것이 큰 장점이다.

2.2 테두리 바닥구조 아일랜드 역타공법

<그림 2>에서 보여주는 바와 같이 외주부의 선타설 슬래브가 구조적으로 안전성을 유지할 수 있도록 지하외벽 주변의 바닥슬래브를 먼저 구성하여 지하 흠막이 벽의 띠장(wall) 역할을 할 수 있도록 설계된 공법이다.



<그림1> 아일랜드 오픈 컷 역타공법

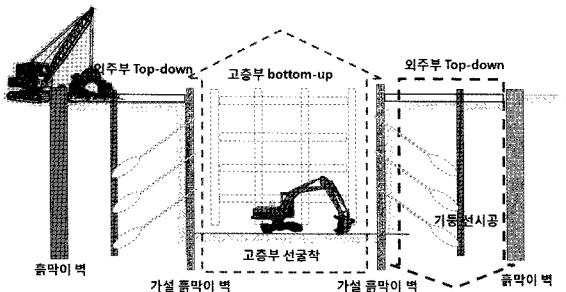


<그림2> 테두리 바닥구조 아일랜드 역타공법

이 공법의 시공순서는 테두리 바닥구조를 역타로 시공하면서 단계별로 각층의 지반을 굴착하며 공사를 진행하는 방법으로 중앙부는 순타공법으로 시공하고 외주부는 역타공법으로 시공하는 공법이다. 지하층이 매우 넓은 경우 전체구간의 역타 공사방법에 비해 선기초 기둥 설치 개소를 감소시킬 수 있어 공사비를 절감할 수 있다.

2.3 코어 선시공 주변 역타 아일랜드 공법

코어기초를 온통기초로 설계한 경우 코어부를 선기초기둥에 의해 선굴착한 후 기초부터 상부로 시공하고 주변의 지하층 바닥구조는 1층부터 하부로 진행되는 역타공법을 적용한다.(〈그림 3〉 참조) 이 공법은 고층부를 선시공할 수 있어 공사기간을 단축할 수 있다는 것이 장점이다.



〈그림3〉 코어 선시공 주변 역타공법

3. 연구결과 및 분석

본 연구에서는 터파기 공사 수행시 소단을 이용하여 슬러리월을 지지하고 중앙부를 파내려가는 세미 오픈 컷 역타공법의 경제성과 작업의 효율성을 분석하기 위하여 지하층 구조는 SRC, 외벽은 슬러리월 구조로 설계되어 있는 현장에 적용하였다.

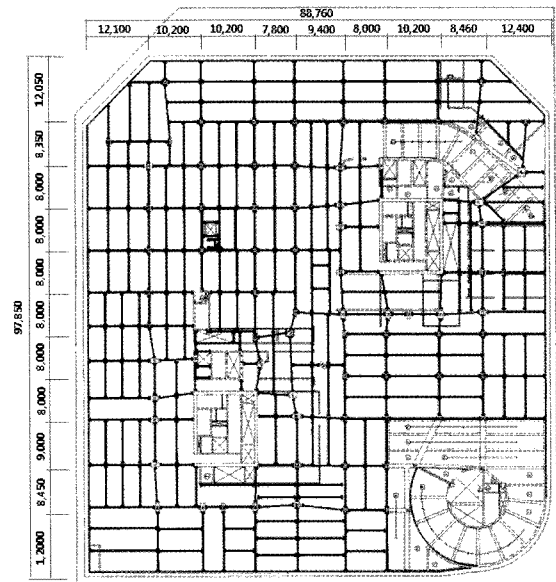
3.1 현장개요

적용현장은 서울시 송파구에 위치한 ○○신축공사현장으로 지하 4층, 지상 39층 규모의 SRC + RC로 계획되었다. 건물의 구성은 기계실과 전기실(지

하4층), 주차장(지하2층~3층), 상가(지하1층~지상 3층), 오피스텔(4층~8층) 그리고 아파트(9층~39층)로 구성되어 있으며, 현장개요는 〈표 1〉과 같다. 〈그림 4〉는 지하1층 구조평면도를 나타낸 것이다.

〈표 1〉 공사개요

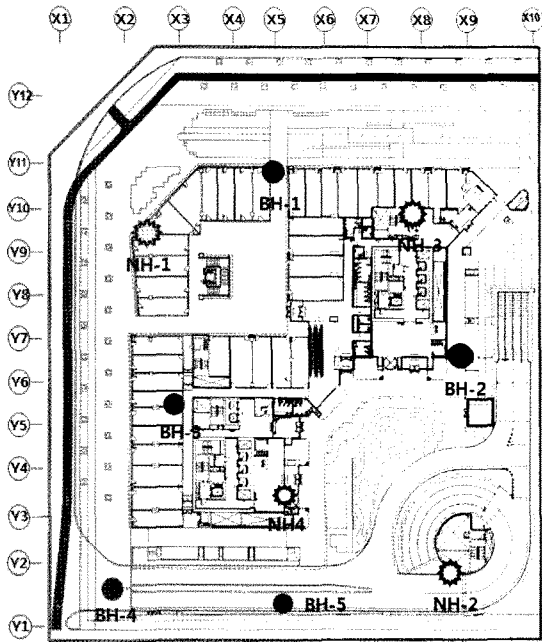
항 목	내 용	
공사명	○○주상복합 신축공사	
공사비	1,385 억원	
공사기간	2010년 4월 ~ 2013년 6월	
공사규모	대지면적	9,950㎡
	건축면적	3,777㎡
	연 면 적	89,000㎡
	층 수	지하 4층, 지상39층, 2개동
구조형식	지하 SRC / 지상 RC	



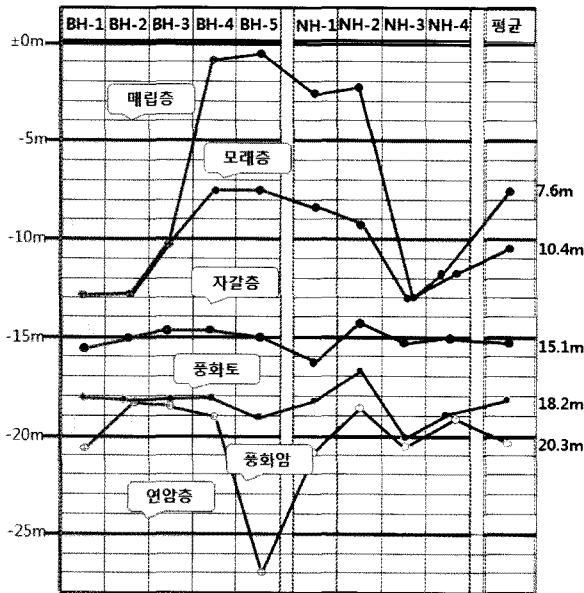
〈그림 4〉 지하1층 구조평면도

3.2 지질조사

지반내의 토층의 단면상태와 포함된 제물질의 상태, 지하수위 등의 입체적 파악을 위하여 보링테스트를 실시하였다. 〈그림 5〉의 a)는 보링테스트의 시추위치도를, b)는 위치별 시추결과(주상도)를 나타낸 것이다.



a) 시추위치도



b) 주상도
<그림 5> 지질조사

3.3 흙막이벽 (슬러리월)의 안전성 검토결과

아일랜드 오픈컷 역타공법을 사례현장에 적용하기 위하여 흙막이벽의 안전성 검토 및 변위에 대해 검토를 수행하였으며, 해석프로그램은 Midas Geo X를 사용하였다. 해석방법은 FEM(Finite Elements Method)법을 적용하였는데, 여기서, FEM 해석법은 소단의 높이가 폭에 비해 상대적으로 깊은 경우(본

해석모델의 경우 소단 높이는 약 11.0m임) 즉, 소단부의 고정도가 상대적으로 크지 않은 경우, 소단부와 흙막이벽의 거동을 보다 효율적으로 표현 가능한 해석법이라 할 수 있다. 해석 조건은 <표 2>와 같으며, 토질조건은 <표 3>, 그리고 해석모델은 <그림 6>과 같다.

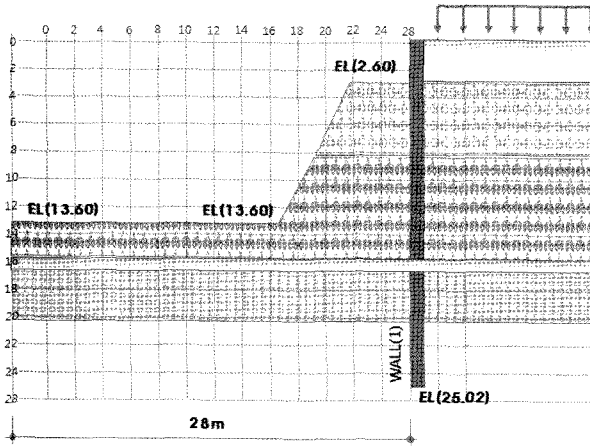
슬러리월 변위 및 부재내력 검토 결과 <표 4>에서 나타난 바와 같이 최대변위 8.35mm, 최대모멘트 96.0 tonf·m/m 그리고 최대전단력 17.7 tonf/m 으로 해석 값이 허용값 이하로 계산되어 안전한 것으로 검토되었다. 최대 전단력 및 최대 모멘트 발생 위치는 각각 G.L-6.5m, 10.5m이며, <그림7>은 상기 모델에 대한 FEM 해석 결과를 그래프로 나타낸 것이다. 슬러리월의 거동 및 FEM해석 값과의 일치 여부를 확인하기 위해 슬러리월 최상단부의 변위를 측정하였으며, 측정결과, 최대 4.1mm 로서 해석치의 약 49% 정도인 것으로 확인되었다.

<표 2> 해석조건

항 목	내 용	
슬러리월	- Thk=800mm (Fck=27Mpa, Fy=300~500Mpa)	
굴토깊이	- 단부 EL-4.0 (배면토사 1.4m, 슬러리월 자립고 2.6m) - 중앙부 EL -13.6m	
소 단	소 단 폭	4.0m
	소단경사각	약 40°
	소단높이	9.6m
과재하중	2.0 tonf/m ² (배면우측)	

<표 3> 토질조건

구 분	상단 깊이 (m)	하단 깊이 (m)	단위 중량 (t/m ³)	내부 마찰각 (°)	점착력 (t/m ²)	적용 N치
매립토	0.0	-2.8	1.70	24.0	0.0	8
사질토	-2.8	-8.2	1.80	26.0	0.0	6
자갈층	-8.2	-16.3	1.90	33.0	0.0	40
풍화토	-16.3	-17.2	2.00	35.0	1.0	45
풍화암	-17.2	-21.0	2.10	35.0	3.0	50
연 암	-21.0	-28.0	2.30	40.0	10.0	60
경 암	-28.0	-40.0	2.50	45.0	20.0	70

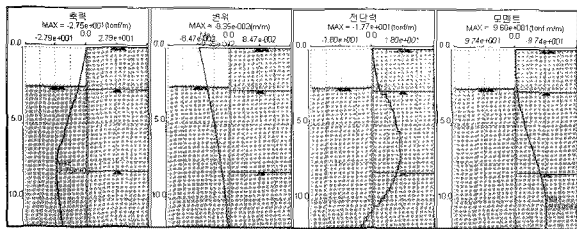


〈그림 6〉 FEM 해석 모델

〈표 4〉 슬러리월 변위 및 부재내력 검토 결과

구분	해석값	허용값/공칭강도	판정
최대변위	8.35mm(4.00mm)*	8.67mm(H/300)	O.K.
최대모멘트	96.0 tonf·m/m	$\varnothing Mn = 109.01 \text{ tonf·m/m}$	O.K.
최대전단력	17.7 tonf/m	$\varnothing Vn = 73.28 \text{ tonf/m}$	O.K.

* 현장 측정 최대 변위 값.



〈그림 7〉 FEM 해석 결과

3.4 세미 오픈 컷 역타공법의 적용

소단을 이용하여 흙막이벽을 지지하는 본 공법을 현장에 적용하기 위하여 다음과 같이 다섯 단계로 분리하여 현장에 적용하였으며 그 내용은 다음과 같다.

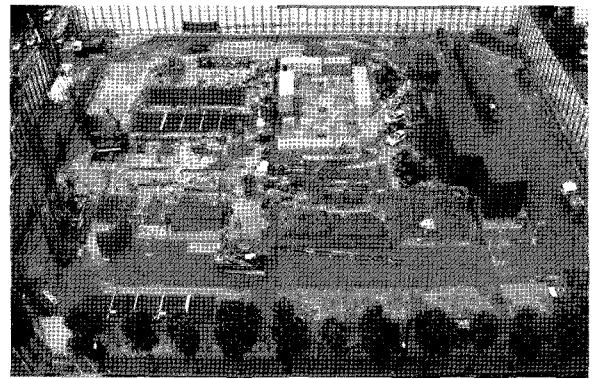
3.4.1 슬러리월 공사

사례적용현장은 주변아파트가 밀집되어 있는 도심지에 위치하고 있으며, 지질조사에서 나타난 바와 같이 사질지반이 지하 약15m까지 위치하고 있어 흙막이 공법으로 슬러리월 공법을 적용하였다. 슬러리월 굴착

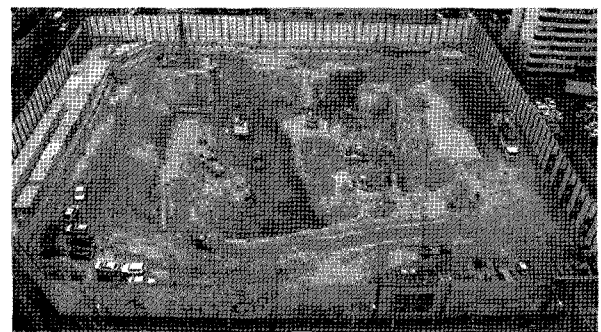
을 위한 장비(BC-30) 이동통로(폭10m, THK=250mm)를 콘크리트로 포장함으로써 장비의 전도에 대한 안전성을 구축하였다. 〈그림 8〉은 슬러리월 공사의 진행을 보여주고 있다.

3.4.2 터파기 및 토사반출

기존 탐다운 공사는 흙막이벽 공사 이후 PRD (Percussion Rotary Drilling) 공사가 선행되어야 하는데 제안공법(세미오픈컷 탐다운 공법)을 효과적으로 적용하기 위해서 각 기둥의 위치, 흙막이 벽의 토압의 구조적 안전성을 유지하기 위한 소단의 크기, 최적의 기둥 이음 위치 그리고 PRD 장비의 효율적인 운용 레벨 등을 고려한 최적의 터파기 수량은 약 59,000m³로 산출되었다. 따라서 사례현장의 전체 터파기 수량 약155,000m³중 1차 터파기 수량 약 59,000m³을 반출하고 PRD 공사를 수행하였다. 〈그림 9〉는 토사반출을 위하여 현장내 가설도로를 내어 덤프 이동통로를 확보한 모습을 보여주고 있다.

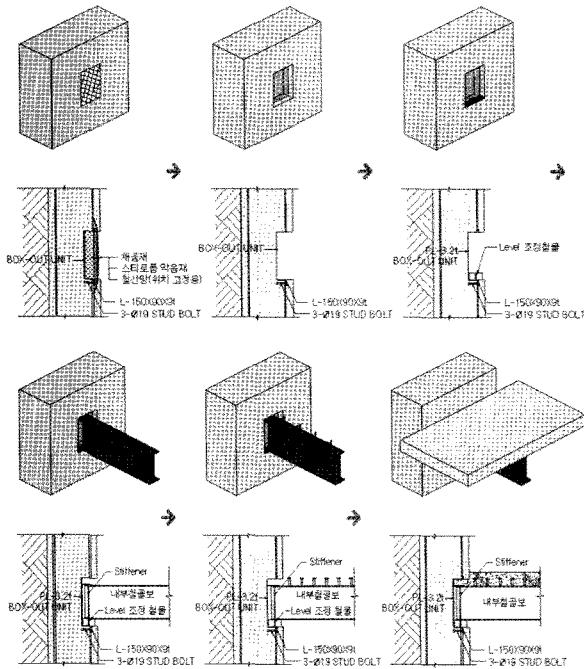


〈그림 8〉 슬러리월 공사

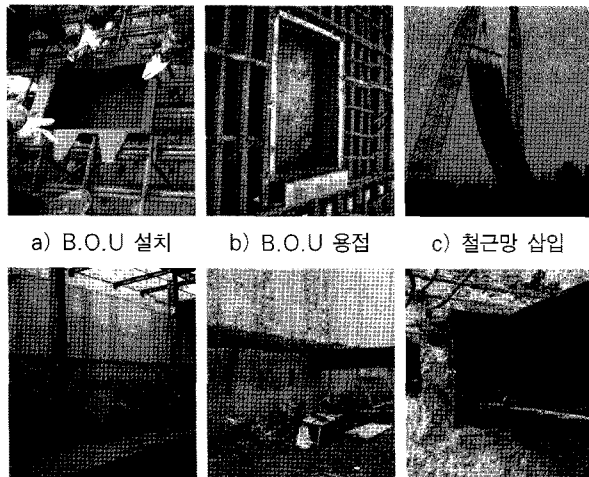


〈그림 9〉 터파기 공사

B.O.U(Box-Out Unit) 방식은 역타 공법에서 빈번히 발생하는 슬러리월과 선시공 H형강 기둥(PRD 시공)의 시공오차에 기인한 철골 거더 부재의 길이 보정 문제를 해결할 수 있었으며, 철골보 설치공정의 시공성 및 공기 측면에서 그 우수성을 확인하였다. 다음은 CWS공법의 B.O.U(Box-Out Unit)에 대한 개념도를 <그림 13>에 나타내었고, <그림 14>는 시공사진이다.



<그림13> B.O.U 개념도



d) 슬러리월 면정리 e) 철골보 조립 f) B.O.U 철골보거치

<그림 14> CWS 시공

3.5 소요공기분석

기존 탑다운 공법과 제안공법의 소요공사기간을 분석하기 위하여 대상 현장의 토공사 및 구조체 수량은 동일하다고 가정하고 토공사 및 구조체 공사의 공정표를 작성하여 다음과 같이 제시하였다. <그림 15>는 세미 오픈 컷 공정표를 <그림 16>은 기존 탑다운 공법의 공정표를 보여주고 있다. 공정표 작성 방법은 Ms-Project 공정관리 프로그램을 이용하여 작성하였으며 공사 착수일은 당해년도 1월 1일을 기준으로 했다. 공사기간 산출에 있어서 제안공법은 실제 소요된 공사기간을 분석하여 적용하였으며, 기존 탑다운 공법의 소요공사기간은 타 현장의 유사공종의 평균소요일과 제안공법의 소요시간을 분석하여 적용하였다. 공정표 작성기준은 국경일과 명절 그리고 일요일은 휴일로 지정하여 작업일수에 포함하지 않았다. 또한 자연적인 영향을 고려하지 않았다. <그림 14>와 <그림 15>를 요약하여 <표 7>에 제시하였다.

<표 7> 공종별 소요일수 분석

Top-Down(기존 탑다운공법)		Top-Down(세미오픈컷 역타)	
공 종	소요 일수	공 종	소요 일수
A-슬러리월 공사	101	P-슬러리월 공사	101
B-PRD공사	79	Q-PRD공사	53
C-철골설치공사	182	R-철골설치공사	160
D-Deck Plate공사	169	W-Deck Plate공사	160
E-구조체공사/Con'c타설	234	X-구조체공사/Con'c타설	204
F-터파기공사	264	Y-터파기공사	241

3.5.1 슬러리월 공사

공사일보를 검토하여 작업일수를 분석한 결과, 선행 판넬은 1일에 1개의 작업을 완료할 수 있었으며, 후행 판넬은 1일에 1개~2개 작업을 수행할 수 있었다. 현장에 슬러리월 장비반입과 플랜트시설의 조립 및 배관에 10일, 공사완료 후 해체작업에 7일 정도 소요되는 것으로 조사되어 실제 공사기간은 휴일을 포함하여 약 84일이 소요되는 것으로 조사되었다.

3.5.2 PRD 작업 소요공기

사례현장의 PRD공사 소요기간을 산출하기 위하여 구조도면을 분석한 결과 지하층 수직기둥 수량은 총112개소(1층~기초 저면까지 1개소로 산출)이며, 전체 굴착 길이는 약 1,767m로 기둥 1개소 평균 굴착 길이는 15.8m로 계산되었다. 공사일보를 분석한 결과 PRD 공사 수행을 위한 실제작업일수는 53일(휴일포함)로 조사되었으며, 실제 작업일(장비조립: 2일, 장비해체: 2일, 아웃케이싱 설치: 2일, 일요일: 8일 등은 제외)은 39일이었다. 또한 순수 굴착시간은 약 231시간(굴착속도는 4.53m/hr)으로 조사되어 순수굴착을 위한 장비가동률은 약 60% 정도로 분석되었다. 따라서 1일 평균 굴착속도는 약 2.9개로 조사되어 토질의 특성상(표 3참조) 유사 현장보다 굴착속도가 다소 빠른 것으로 조사되었다.

사례현장과 유사한 방법으로 기존 탐다운 공법으로 굴착(기둥:112개소, 굴착 길이:2,818m, 평균 굴착 길이: 25.2m)한다고 가정하여 공사소요일수를 산출한다면 약 63일이 소요되는 것으로 계산되었다.

따라서 세미 오픈 컷 역타공법이 기존 탐다운 공법에 비해 약 24일의 공기단축이 가능(지하 2층 레벨에서 PRD공사를 적용한 경우)하다고 판단되며, 일요일을 포함한다면 약 1개월의 공사기간이 단축될 것으로 판단된다.

제안 공법이 기존 탐다운 공법보다 약 1개월 이상의 공기단축이 가능한 것은 PRD 작업에 있어서 개소당 철골기둥의 길이가 23.7m에서 평균14.4m로 굴착 길이의 감소(표6 참조)와 장주(長柱)굴착보다 단주(短柱) 굴착작업이 용이한 것으로 조사되었으며, 특히 단주 굴착이 장주 굴착보다 수직도 관리가 용이하기 때문에 작업효율이 높아진 것으로 조사되었다.

3.5.3 철골공사 소요공기

철골공사 소요 공기를 산출하기 위하여 지하층 철골 부재의 수량을 조사하여 표 5에 제시하였다. 전체 부재 수량은 2,242개이며, 중량은 약 2,510톤으

로 조사되었다.

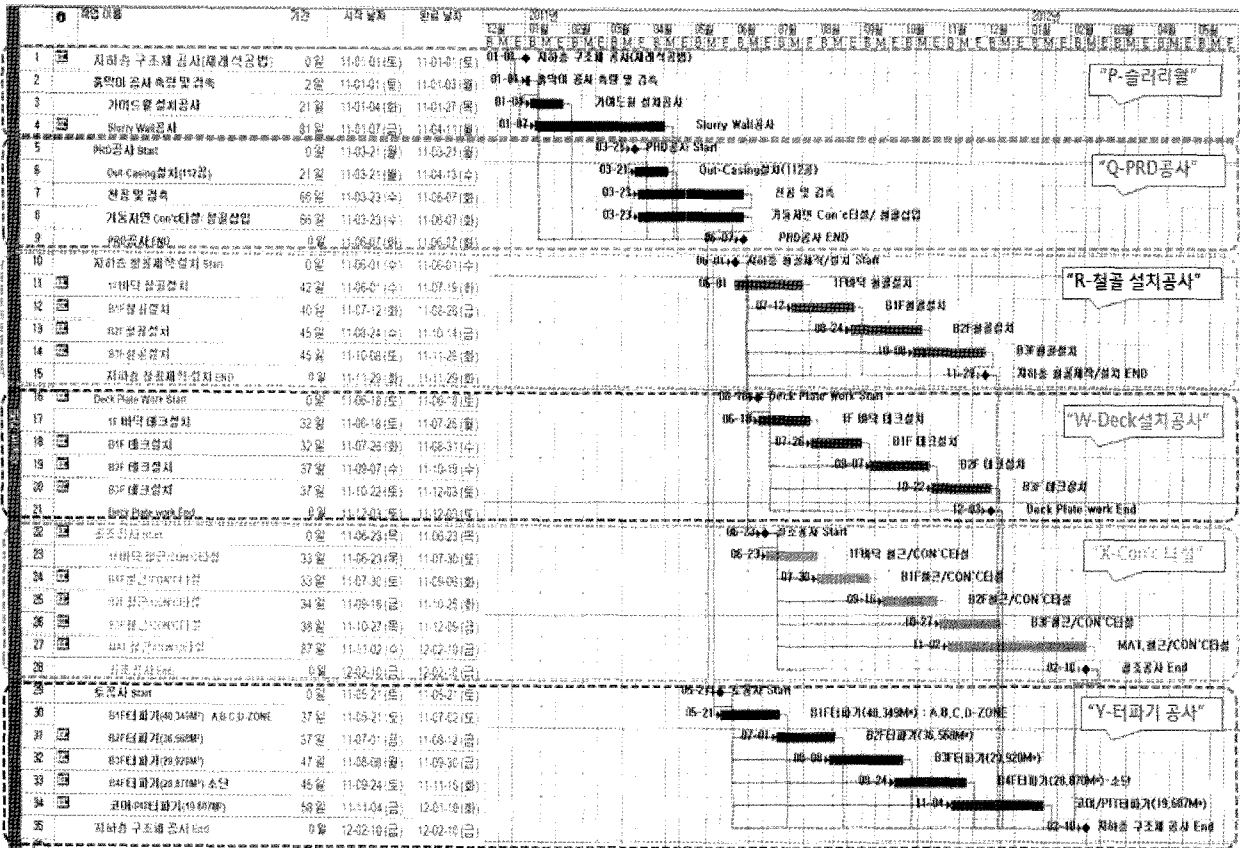
제안공법의 적용대상 위치(지상1층~지하1층)의 부재수는 1,216개로서 기존 탐다운 공법에 비해 약 54%이며, 중량은 약1,886톤으로 전체 중량의 약 75%까지 되는 것으로 조사되었다.

제시된 공정표에서 철골 설치를 위한 소요일수는 기존 탐다운 공법은 182일, 제안공법은 160일로 산출되었으나 지하층에서의 철골 설치공사는 토공사와 병행하여 작업을 수행하기 때문에 철골공사의 명확한 공기 산출은 쉽지 않다. 그러나 <그림 15>에서 제안공법의 토공사는 슬러리월 공사완료 이전에 작업을 착수하여 현장내 토사를 반출(59,000m³)하고 지하 1층과 지상층의 철골을 동시에 지상에서 유사한 조건으로 철골설치작업이 수행되기 때문에 지하층에서 백호를 이용하여 철골을 설치하는 기존 탐다운 공법과 비교할 경우 제안 공법이 작업능률이 매우 좋은 것으로 조사되었다.

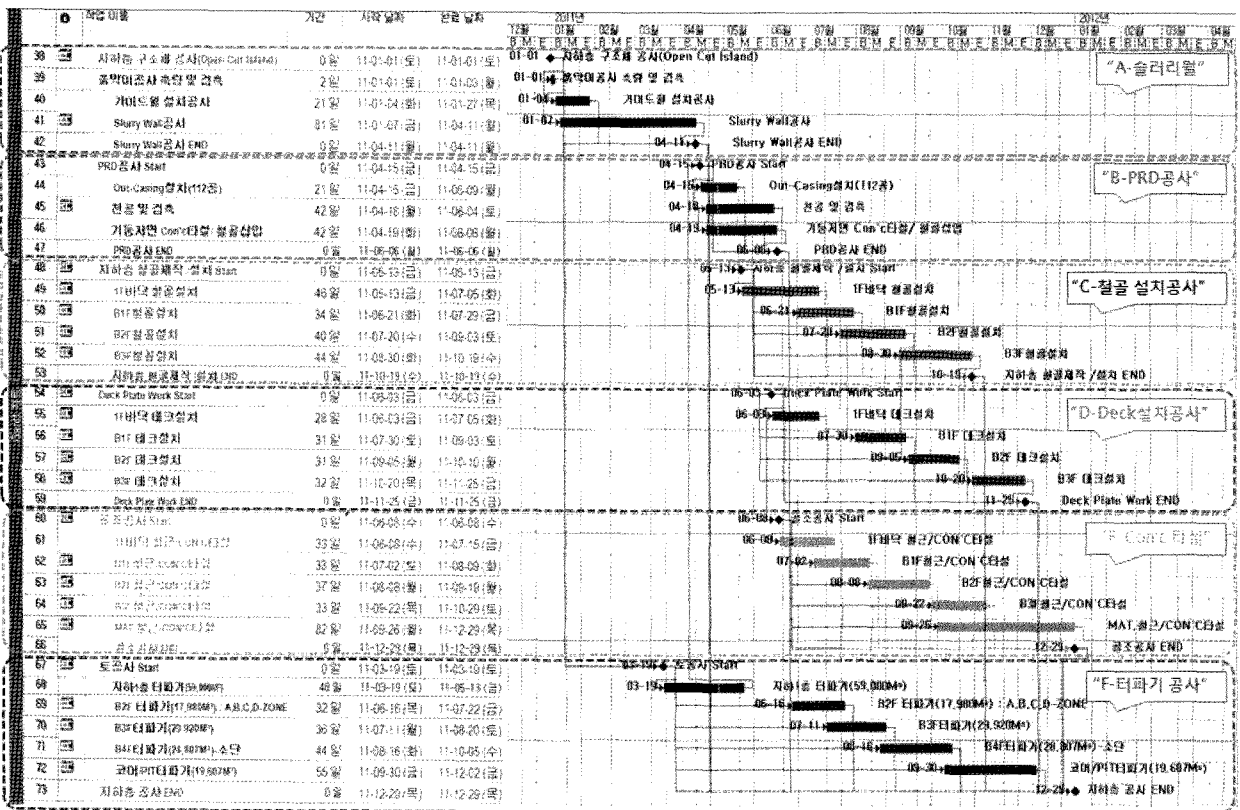
사례현장의 철골 부재를 설치한 작업일보 일정분석에서 A-Zone의 철골설치 직접 소요기간이 약 18일(철골설치 6일, 변형 바로잡기 4일, 용접 및 고력볼트조임 8일 소요)이 소요되었으며, 제안공법의 경우 1.5개월에 전체 철골공사의 90%가 완료(지하층 외주부 철골설치는 상부층 콘크리트 타설 및 소단부 토사 제거와 병행하여 설치)된 것을 고려해 볼 때 제안공법이 기존 탐다운 공법보다 공사기간을 현격하게 단축시킬 수 있다고 조사되었다.

공사기간의 단축은 기존 탐다운 공법에서는 지상층 철골 설치 후, 지하층 철골설치작업은 지하1층 굴토작업과 공사를 병행하여야 하나, 제안 공법은 지상1층과 지하1층의 두 개 층의 철골 부재를 지상에서 동시에 설치할 수 있어 공기단축이 가능하였다.

특히 기존 탐다운 공법의 경우 지하층에서 철골부재를 설치하는 방법은 굴삭기를 이용하여 거더와 빔의 설치작업을 수행해야 한다. 이러한 방법은 지하공간의 특성상 협소한 공간에서 작업을 수행하기 때문에 작업효율이 현격하게 감소한다.



<그림 15> 기존 탑다운공법 공정표



<그림 16> Semi-open cut Island 역타 공법 공정표

3.6 경제성 분석

세미 오픈 컷 역타공법의 소요공사기간을 분석하기 위하여 대상 현장의 토공사 및 구조체 물량은 동일하다고 가정하고 토공사 및 구조체 공사의 수량을 작성하여 <표8>에 나타내었다.

<표 8> 공법별 작업량

구분		기존 탑다운공법	제안 공법
PRD공사		2,818 m	1,767 m
터파기	직상차	120,000 m³	120,000 m³
	크람셀	35,000 m³	35,000 m³
	소계	155,000 m³	155,000 m³
철골공사	크레인설치	1,578 ton	1,886 ton
	굴삭기설치	931 ton	624 ton
	소계	2,510 ton	2,510 ton

세미 오픈 컷 역타공법이 기존 탑다운 공법에 비해 PRD 천공 길이가 약 47%정도 감소되어, 직접공사비 기준으로 약 3.2억 (천공 : 300,000원/m 기준)이 절감되는 것으로 분석되었다.

터파기 및 토사반출의 경제성 분석에 있어, 제안공법은 슬러리월 공사 완료이후, 1차 터파기량 약 59,000m³(전체 터파기 및 토사반출의 약 38%)를 개방된 공간에서 직접 반출할 수 있기 때문에 일 평균 약 1,200m³를 반출할 수 있는 반면, 지하의 협소한 공간에서 토사를 반출해야 하는 기존 탑다운 공법의 경우는 최대 1,000m³정도의 반출량으로 한정되기 때문에 기존 탑다운 공법 대비 본 연구에서 제안한 공법이 매우 효율적이라는 것을 알 수 있었다.

4. 결론

본 연구에서 제안한 세미 오픈 컷 역타공법의 경제성 및 공기단축효과, 그리고 작업의 효율성 등을 정리하면 다음과 같다.

(1) PRD 시공 레벨을 낮추기 위하여 슬러리월 공사 이후 흙막이 벽의 지지를 소단을 이용하여 약 59,000m³의 1차 터파기 및 토사반출을 수행한 결과, 기존 탑다운 공법에 비해 작업의 효율이 매우 우수한 것으로 분석되었다.

(2) 세미 오픈 컷 역타공법을 적용하고, PRD 공정을 지하 2층 레벨에서 수행한 결과, 기존 탑다운 공법에 비해 굴착 깊이가 경감되고, 수직도 관리가 용이하며, 단주에 따른 철골설치 작업의 용이성 및 효율성 등이 증대하는 것으로 분석되었다.

(3) 세미 오픈 컷 역타공법은 우선적으로 지하 2층 까지 터파기를 실시한 후, 지하 2층 레벨에서부터 수행되기 때문에 지상층과 지하 1층의 철골작업을 동시에 수행할 수 있어 공사기간이 크게 단축되는 특징이 있다.

(4) 본 연구에서 제안한 세미 오픈 컷 공법을 보다 효과적으로 활용하기 위해서는 설계단계에서부터 공사현장의 규모, 구조적 특성, 지층의 상태 그리고 Site의 환경 등 면밀한 검토가 필요할 것으로 판단되는데, 특히 외주부 거더 및 빔의 길이, 지하수위의 적정성, 가동의 크기 및 위치 등에 대한 면밀한 검토가 필요할 것으로 판단된다.

- 참고문헌 -

1. 소광호 외 1인, “병행순타공법의 현장적용에 관한 연구” 대한건축학회논문집 구조계, 제25권 제9호, 2009, pp.191~1984
2. 방광수 외3명 “중국 Top-Down 공법의 특징과 시공사례분석” 한국건축사공학회 학술기술논문발표대회 논문집, 제9권 1호, 통권 제6호, 2009, pp.41~42.
3. 박상현 외 4인, “지하공사 사례를 기반으로 한 터파기 공법 선정프로세스”, 한국콘크리트학회 봄 학술 발표회 논문집, 제16권 1호, 2004, pp.352~355
4. 이동희, 탑다운 공법시공, 기문당, pp.18, 2005
5. 김재엽, 강경인. 신경망을 이용한 흙막이 굴착공법 선정 모델에 관한 연구, 대한건축학회논문집, 제14권 12호, 1998.12, pp.137~144
6. 임인식 외 4 CWS(Continuous Wall system) II공법의 특성 및 적용성”, 한국건축사공학회 학술.기술논문발표회 논문집 : v.8 n.2(통권 제15호)(2008-11)

(접수일자 : 2011년 4월 29일)

(심사 완료일자 : 2011년 5월 26일)

(게재 확정일자 : 2011년 5월 27일)