

철골역타(CWS)공법을 이용한 지하구조 : 마포1-45지구 오피스빌딩

(Design and Construction of Basement Structure Using CWS Method : Mapo 1-45 Office Building)

김 기 수 (Kim Kee Soo),	(주)대우건설 건축사업본부 부장 / 현장소장
송 교 필 (Song Gyo Pil),	(주)대우건설 건축사업본부 차장
임 인 식 (Lim In Sik),	(주)한빛구조엔지니어링 대표이사
이 정 배 (Lee, Jeong Bae),	(주)한빛구조엔지니어링 소장
김 재 동 (Kim Jae Dong),	(주)한빛구조엔지니어링 기술본부 팀장, z1@hbs.se.co.kr

1. 서 론

서울시 마포구 도시환경정비사업지구에 건설되는 본 건물은 지하 7층, 지상 23층 규모로 대지 주변과 현장의 환경 및 지반특성을 고려하여 지하층에 하향시공법을 적용하였다. 또한 지하층 역타시공의 난이도 및 기간, 비용을 절감하기 위해 철골역타(CWS)공법을 적용함으로써 구조적 효율성을 개선할 수 있도록 하였다.

7개 층에 이르는 지하구조는 설계조건에 따라 분리된 공정의 1, 2차 구간으로 나뉘어 공사가 가능하도록 계획하였다.

2. 설계개요

2.1 건물개요

- 사업명 : 마포 1-45지구 도시환경정비사업
- 위치 : 서울시 마포구 공덕동 437-30번지
- 규모 : 지하7층, 지상23층
- 구조형식 : 지상층 RC조, 지하층 SRC조
- 최고높이 : 108.85m
- 연면적 : 39,933.84m²



그림 1. 조감도

2.2 설계현황 및 조건

본 건물이 위치하는 대지는 길이 60.3m로 지하철 5호선 공덕역 및 경의선 환승센터 현장에 근접해 있어서 설계시 지반의 안전성 확보는 물론, 도심지 인접공사 중 작업공간의 확보, 공사에 따른 소음과 진동대책 등이 요구되었다. 또한 경의선 환승센터의 시공상황 및 지하철 공사구간과 의무 이격거리에 따

라 당 현장의 공정 수정이 불가피하여 지하층을 1, 2차 시공 구간으로 분리하는 공정계획이 수립되었다.



그림 2. 착공전 현장 전경

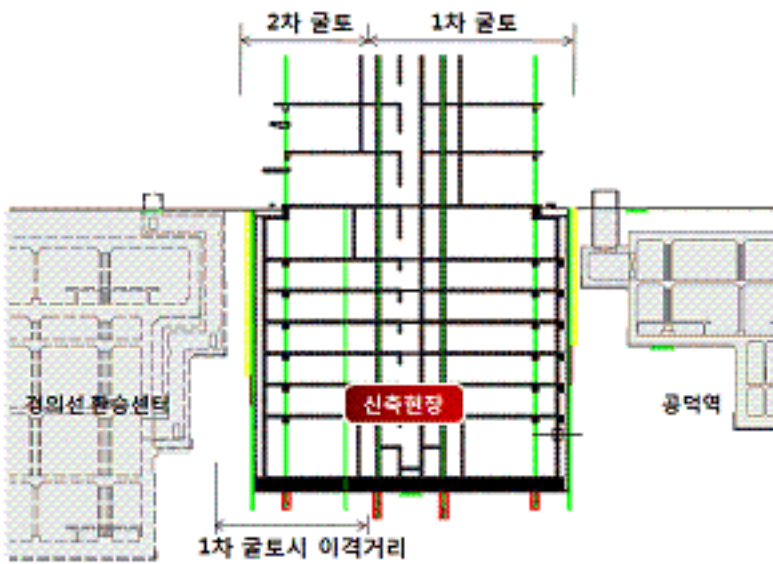


그림 3. 지하층 단면도

이러한 구조안전성 및 주변의 환경과 현장의 작업여건을 고려하여 지하층의 역타공법을 결정하고, 특히 공정간 간섭의 최소화 등 시공성과 안전성 및 경제성을 고려하여 철골역타(CWS)공법을 적용하게 되었다.

3. 역타계획

3.1 시공구간계획

설계조건에 따라 1, 2차 시공구간으로 구획하고, 1차 구간의 공정이 지하2층 이상 진행된 이후 2차 구간을 시공하였다. 1차 및 2차 흙막이를 시공한 후 공사 진행에 따라 1차 흙막이는 제거하고, 시공구간 연결부의 철골보는 미리 고력볼트 접합을 하여 해체 및 연결이 용이하도록 계획하였다.

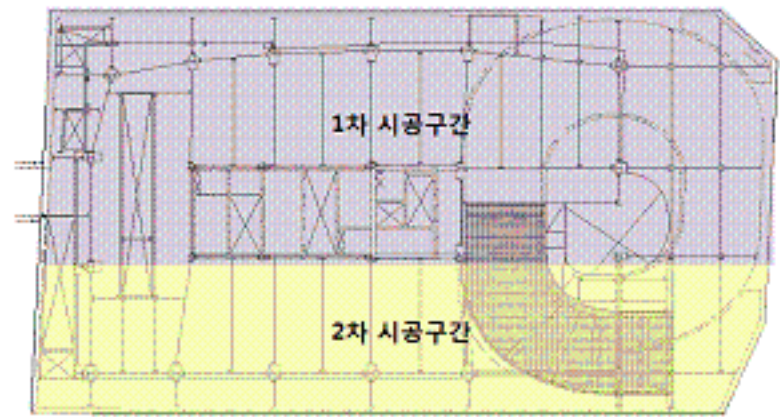


그림 4. 시공구간계획

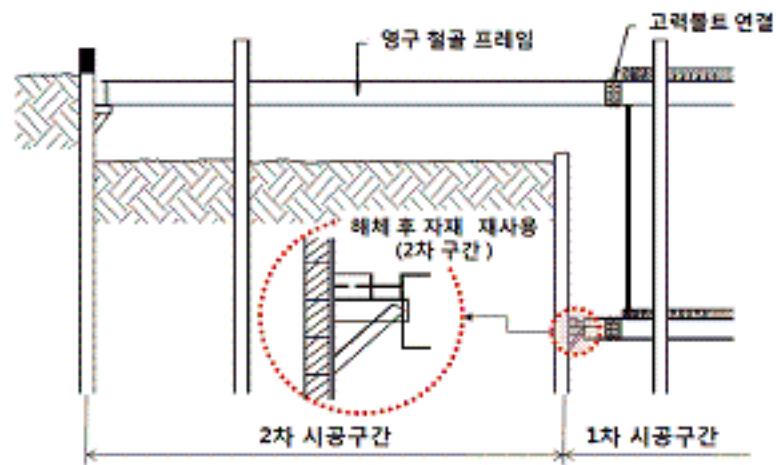


그림 5. 시공구간 경계부 계획

3.2 편토압 지지계획

구간별 분할시공 공정차에 따라 1차 시공구간에서 발생하는 편토압에 대처하기 위해서 ① 구조물의 대각반력 이용 ② 기둥간 수직 브레이스를 계획하였다.

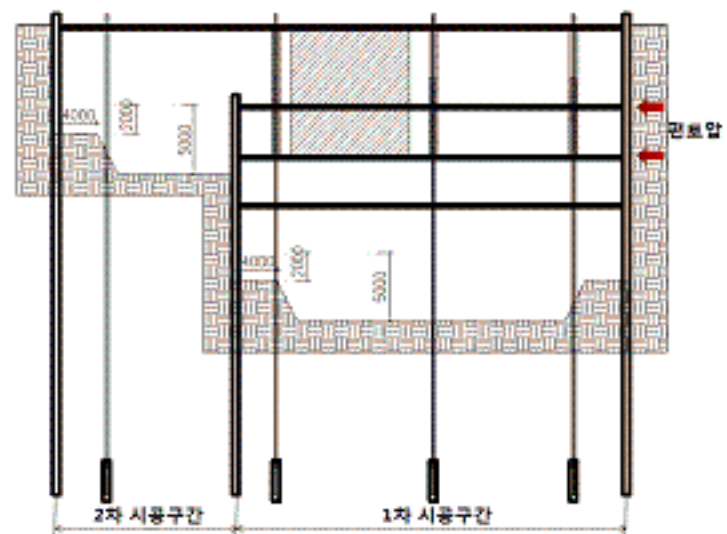
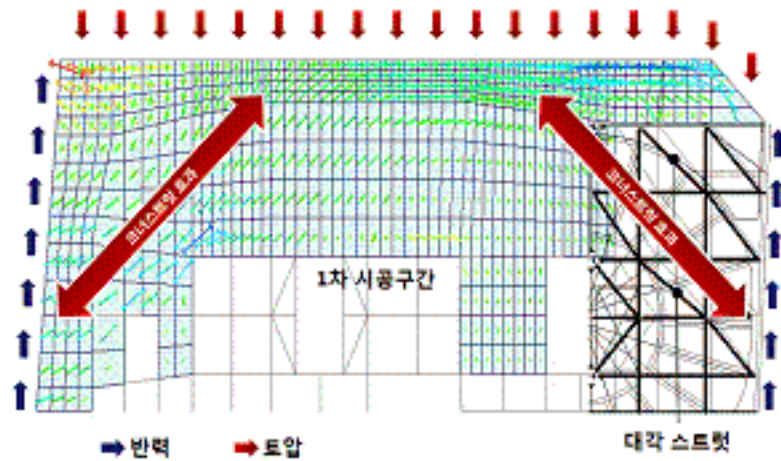
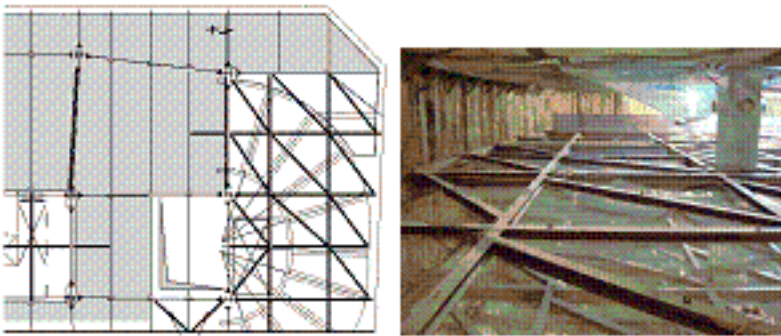


그림 6. 2차 구간 후속 공정시 편토압

해석결과 대각 스트럿 보강을 통한 코너스트럿 효과는 슬래브 압축존를 형성하여 편토압에 대한 1차적인 안정성을 확보하는 것으로 확인되었다.



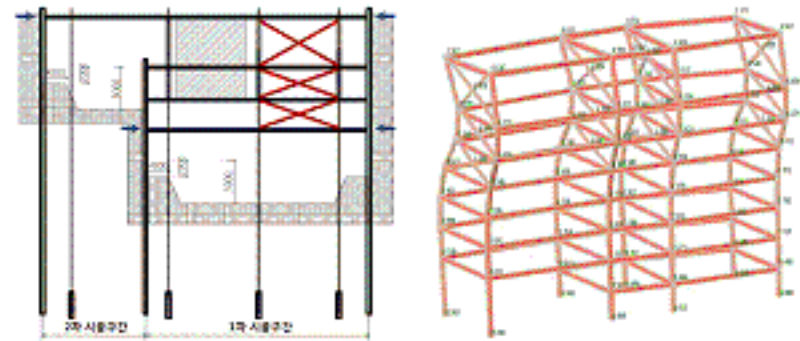
(a) 코너스트럿 효과



(b) 스트럿 설치 위치

(c) 현장 설치 현황

그림 7. 편토압 대처방안 : 대각반력 이용



(a) 수직 브레이스 설치 위치

(b) 트러스 거동

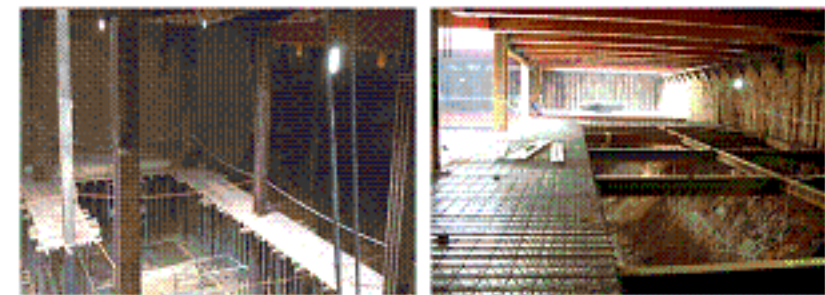


(c) 현장 설치 현황

그림 8. 편토압 대처방안 : 수직 브레이스

코너스트럿 효과와 더불어 추가적인 안전을 확보를 위해 편토압이 작용하는 구간의 지하층에 계획한 수직 브레이스는 공정에 따라 형성된 층을 지점으로 그림 B에 보이는 것과 같은 트러스 거동을 한다.

바닥판의 코너스트럿 효과와 수직 브레이스의 트러스 거동은 각각 독립적으로 편토압에 대응하여 안전성을 확보할 수 있도록 계획됨으로서 인접 공사에 따른 위험요인을 최소화하였다.



(b) RC vs. 철골 보·거더 시공시 상황

구조 프레임	물량 산출 조건
	<p>RC 보</p> <p>H형강 ALT-1</p> <p>H형강 + T형강 ALT-2</p> <p>H형강 + 철근보강 ALT-3</p>

● RC조(1.4D + 1.7L) VS. 철골조(1.0D + 1.0L)				
구분	종목	량	단가	총액
RC 조	콘크리트	4,200 m³	284,814원	1,198,218원
	철근	1,081,344kg (1,081,344kg)	1,138,114원 (1,138,114원)	1,231,505원 (1,231,505원)
	거푸집	38,800 m²	151,600원	5,891,680원
	인공, 물관리	38,800 m²	113,515원	4,404,370원
	인건비	62.4 m³	93,600원	5,891,680원
철골조 ALT 조	철골강재	1,525,884kg	1,907,325원	2,909,025원
	내화물재	22,500 m²	225,000원	5,034,025원
	내화물재	32,050 m²	320,500원	5,354,525원
철골조 ALT 조	철골강재	1,402,124kg	1,777,650원	2,489,774원
	내화물재	32,050 m²	320,500원	2,810,274원
	내화물재	32,050 m²	320,500원	3,130,774원
철골조 ALT 조	철골강재	1,208,114kg	1,511,814원	2,120,928원
	내화물재	103,714kg	181,878원	2,302,806원
	내화물재	23,740 m²	237,400원	2,540,206원

● RC조(1.2D + 1.6L) VS. 철골조(1.2D + 1.6L)				
구분	종목	량	단가	총액
RC 조	콘크리트	4,200 m³	284,814원	1,198,218원
	철근	1,081,344kg (1,081,344kg)	1,138,114원 (1,138,114원)	1,231,505원 (1,231,505원)
	거푸집	38,800 m²	151,600원	5,891,680원
	인공, 물관리	38,800 m²	113,515원	4,404,370원
	인건비	62.4 m³	93,600원	5,891,680원
철골조 ALT 조	철골강재	1,442,874kg	1,803,586원	2,606,462원
	내화물재	30,610 m²	306,100원	2,912,562원
	내화물재	31,400 m²	314,000원	3,226,562원
철골조 ALT 조	철골강재	1,305,544kg	1,736,925원	2,252,869원
	내화물재	31,400 m²	314,000원	2,566,869원
	내화물재	31,400 m²	314,000원	2,880,869원
철골조 ALT 조	철골강재	1,168,154kg	1,461,436원	1,980,592원
	내화물재	58,164kg	57,377원	2,037,969원
	내화물재	23,240 m²	232,400원	2,270,369원

[주] 1. 물량보 공사비에서 단가 및 배안의 공사비는 공역에서 제외
2. RCM 물량의 (L)는 Fy=500MPa의 경우

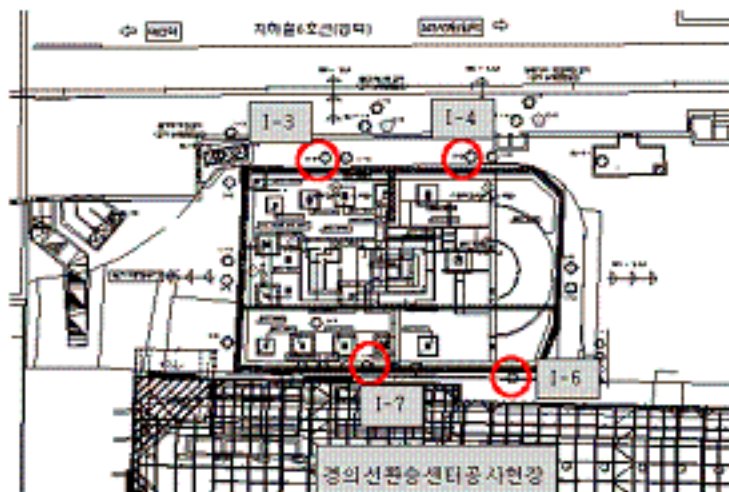
[주] 1. 물량보 공사비에서 단가 및 배안의 공사비는 공역에서 제외
2. RCM 물량의 (L)는 Fy=500MPa의 경우

(b) RC vs. 철골 보·거더 물량 및 공사비

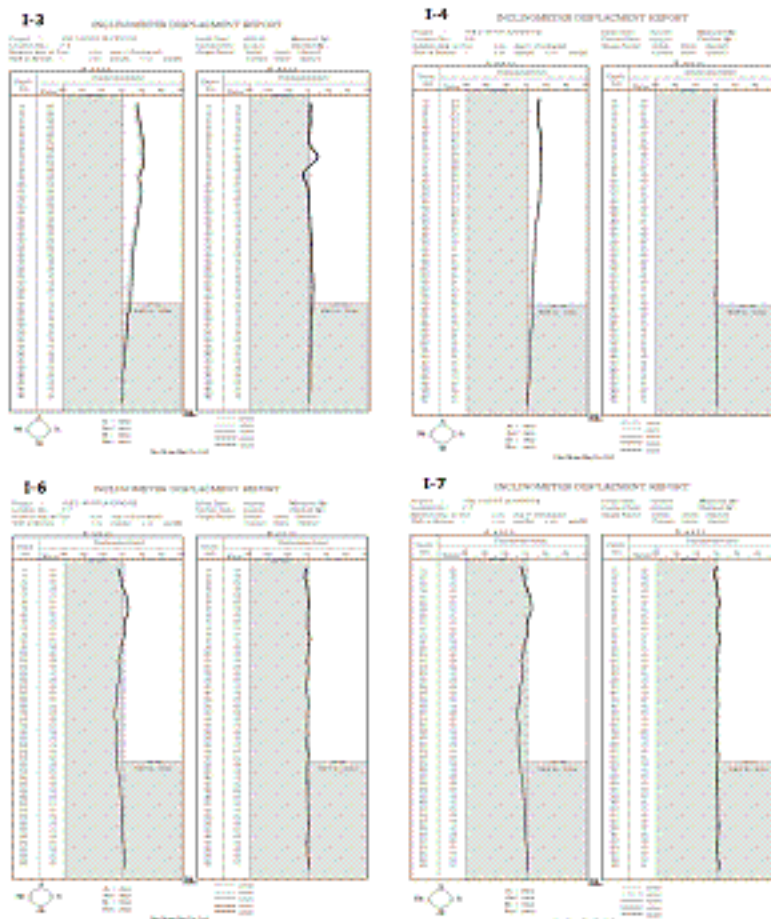
그림 9. 바닥구조시스템 비교

33 바닥구조시스템

당 현장에서는 지하층 역타시공시 동바리 및 거푸집 공사, 양생 등으로 공기가 지연되거나 굴토 공정과 간섭되는 RC 보·거더시스템보다 공사효율성이 높고 장스팬에 유리한 철골 보·거더+데크슬래브 시스템으로 바닥판을 구성하였다. 그림 9는 8.1m×8.1m 기본모듈(주차장)의 경우를 참고로 비교한 경제성 측면의 검토 결과이다.



(a) 지중경사계 설치 위치



(b) 누적 계측결과

그림 10. 경사계측 및 모니터링

34 현장계측 및 모니터링

2010년 1월 현재 1, 2차 구간은 계합 시공중으로 편토압

요인은 제거된 상태이며, 현장 경사계측을 통해 누적변위는 1/500 이하로 안전관리를 시행하고 있다.

4. CWS 공사계획

4.1 CSW공법 개요

당 현장에서는 공기와 분할된 시공구간의 품질확보 등을 고려하여 철골역타(CWS)공법을 적용하였다. CWS공법은 흙막이를 지지하는 철골 좌대 및 띠장을 설치하고 보를 접합한 후, 바닥판의 콘크리트를 지하외벽 내측선까지 타설함으로써 지하외벽을 순타시공하여 일체화하는 과정으로 이루어진다.



(a) 좌대 및 띠장 설치

(b) 내부 철골보 접합



(c) 데크슬래브 시공

(d) 지하외벽 순타 시공

그림 11. CWS공법 적용 개요

4.2 시공구간별 공정계획

1, 2차 시공구간의 공정계획은 지하구조물이 효율적으로 토압을 지지하면서 공기를 최소화할 수 있도록 하였으며, 전구간 및 연결구간 공정계획은 그림 12와 같다.

5. 결 론

본 건물은 인근 경의선 환승센터 현장과 공정 간섭으로 인해 지하층 시공구간을 1, 2차로 구분하여 진행해야 하는 불리한 상황에도 불구하고 합리적인 역타계획을 수립하여 현장의 안전 및 시공품질을 향상하고 공기를 최소화할 수 있었다.

또한 철골역타(CWS)공법을 적용함으로써 기존 RC역타공법의 단점인 굴토와 골조공정 간의 혼선, 공기증가 요인 등을

최소화하고 철골구조의 효율적 설계가 가능하였다.
현재 본 건물은 시공 중이며, 앞으로 설계 및 시공되는 철골

역타공법의 참고자료가 되기를 바라며 짧은 기술소개를 마무리하고자 한다.▲



그림 12 철골역타 공정계획