

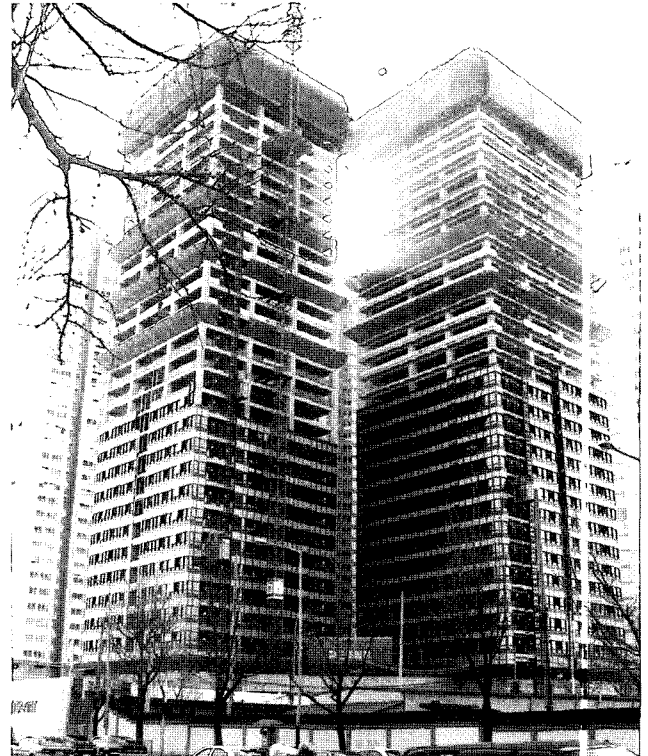
대우 월드마크 용산 신축공사



이 응 수
(주)대우건설
건축사업본부장



정 성 철
(주)대우건설
현장소장



1. 공사개요

대우월드마크용산 신축공사 현장은 서울 용산구 한강로 1가 30-3번지 일대에 위치하는 공동주택 및 오피스텔 358세대 2개동으로서 인근에 전쟁기념관과 최근에 개관한 중앙박물관이 있다. 최근 용산일대에 고급주상복합 건물의 계획과 시공이 진행 중인 가운데 최적의 공사 관리를 위해 최신공법을 적용한 대표적인 현장이다.

공사명	대우 월드마크용산 신축공사	
공사기간	2004.12.2 ~ 2007.12.31	
공사규모	대지면적	10,133㎡(3,065평)
	건축면적	2,061㎡(623평)
	연면적	75,702㎡(22,900평)
	층수	지하6층, 지상37층(2개동)
흙막이	Slurry Wall + SPS	
구조형식	지하 SRC + 지상 RC 라멘조	
외장재료	AL. Curtain Wall + 복층유리	
발주처	(주)프리즘지앤시	
설계자	(주)종합건축사사무소 건원	
감리자	(주)종합건축사사무소 라인건축	

2. 현장조직

	현장소장	
품질팀	상무 정성철	안전팀
차장 문성호		대리 이승재
대리 서남영		사원 임성빈
	건축	관리
과장 권승범	전기/설비	차장 박성현
대리 권순록	부장 이병헌	
	차장 김덕수	

당 현장은 소장인 정성철 상무를 중심으로 각 공정의 철저한 사전계획을 통해 공중 간 관리포인트를 최소화시키고 공사관리의 비효율적인 요소를 제거함으로써 매출액대비 최소한의 정예인원만을 구성하여 공사를 수행하여 생산성을 극대화시키고 있다.

3. 주요 진행 일정

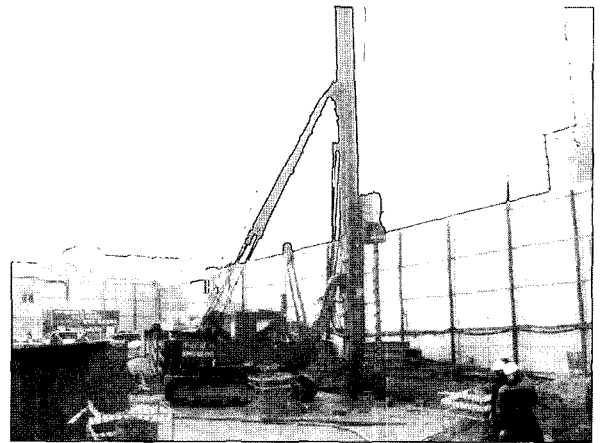
구분	일정																	
	2004	2005										2006						
	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5
외부 Curtain Wall																		
지상골조공사 (1-37층)																		
슬러리월(265M)																		
PRD(55공)																		
지하골조공사 (토공포함)																		
MAT기초																		

4. 토공사 및 S.P.S

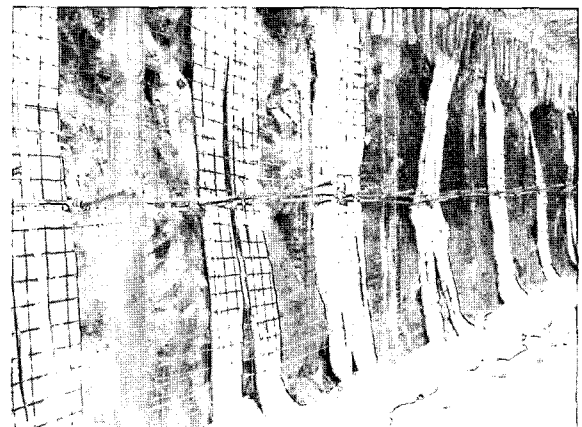
(Strut As Permanent System) 공법

4.1 흙막이공사

당 현장의 흙막이공사로는 지하연속벽을 적용하였다. 지하연속벽 공사는 소음 및 진동이 적고, 벽체의 강성이 높아 인접지반의 변형 발생이 적어 도심지공사에 적합한 공법이다. 총 연장 길이 256m, 평균심도 23.2m, 54개의 Panel로 연속벽 면적 6,089㎡로 설계되었다. 공사 착수 전 추가 지질조사 과정에서 GL-18M부터 경암부가 발견되어 GL-17.6부터 부분 언더피닝 공법으로 설계변경하여 시공하였다.



언더피닝 구간은 벽체용 드레인매트를 설치하여 지하 외벽의 유출수를 Mat Slab의 드레인매트로 유도, 흙막이에 작용하는 수압을 최소화하고 Rock Bolt + Shotcrete (100T)로 흙막이를 시공하였다. 동 구간의 지하외벽으로는 철근콘크리트조의 두께 500~700mm의 Counter Wall을 쉬스타설법[Pipe Sleeve(D150@1500)]으로 후시공 하였다.



4.2 언더피닝(Underpinning) 공법

언더피닝공법은 지하연속벽의 하단부가 굴착이 어려운 경암반의 경우 흙막이벽이 소요심도까지 시공되지 못하기 때문에 벽체부분을 보강처리하면서 내려가는 공법이다. 공법의 적용을 위하여 지하연속벽 판넬에 D400 Casing을 선 매입하고 지하연속벽 시공 완료 후 하부의 경암부를 천공하여 Soldier Pile을 시공하였다.

4.3 SPS(STRUT AS PERMANENT SYSTEM)공법

지하연속벽을 지지하는 지보공으로는 SPS공법을 적용하였다. SPS공법은 지하 본구조물용 철골기둥과 보를 선시공하여 굴토공사 단계에서는 Strut로 사용하고, 공사완료 후 이를 본 구조물로 사용하는 공법으로 Semi Top-Down 공법의 적용이 가능하여 골조공기를 단축할 수 있는 최적의 공법으로 판단되었다. SPS 공법의 적용을 위한 현장타설콘크리트 말뚝으로는 D800의 PRD를 시공하였다.

4.3.1 PRD(PERCUSSION ROTARY DRILL)



당 현장의 PRD는 전체 55공으로 평균심도 GL-21.8M이며, 1본당 설계하중은 저층부 500TON, 고층부 750~1000TON이다. 지질조사결과 GL-8M까지는 풍화토 구간으로 공벽붕괴 방지를 위해 Casing을 시공, 전용 인발기를 사용하여 철골 근입후 변위 발생을 최소화 하였다. 현장타설말뚝의 Con'c강도는 35MPa이다.

4.3.2 Shoring Column

당초 설계된 PRD 축하중은 최대 1,000TON으로 지상 6개층의 연직하중을 받을 수 있게 설계되어 있었으나, 지하 수직부재 완성 이전에 지상골조의 추가진행이 필요한 상황이었으므로 코아부에 Shoring Column을 추가로 후시공하여 지상 6개층의 하중을 분담시켜 지하 수직부재의 완성시 지상 12개층의 골조공사가 수행될 수 있도록 변경하였다.

4.3.3 SPS UP-UP 진행 과정

SPS UP-UP 시공과정은 크게 3단계로 나누어 이루어졌으며, 각 단계별 특징 및 시공순서는 다음과 같다.

STEP-1	지 하	1F SLAB ~ MAT 타설전
	지 상	2~4F SLAB 및 3개층 수직부 타설

[B1F 수직부 선타설]

- ▶ Core : SL+2400
- Col : SL+1000
- ▶ 선시공으로 공기단축 및 지상층 하중 전달

STEP-2	지 하	Mat 타설 ~ B6/B5F 수직부 타설
	지 상	5~7F Slab 및 3개층 수직부 타설

Shoring Column (H-458*417*30*50)을 후시공하여 추가하중(4~7F)을 Mat에 전달

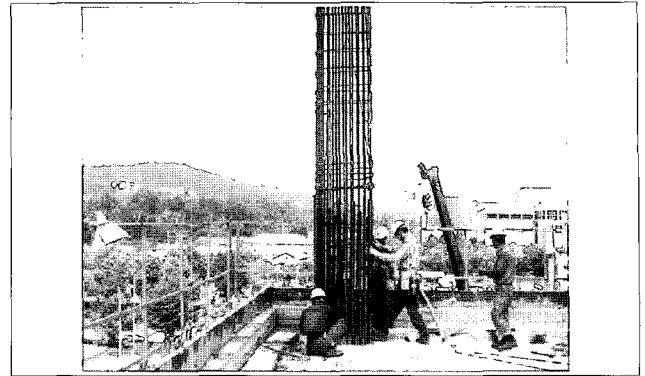
STEP-3	지 하	B4~B1F 수직부 타설
	지 상	8~13F Slab 및 6개층 수직부 타설

B1F 잔여수직재는 역타 타설로 시공

▶ 당 현장 적용 역타시공 순서

4.4 MAT기초의 MASS CON'C 타설

당 현장의 고층부의 기초형식은 APT동은 2.3M, 오피스텔동 1.8M의 온통기초로 설계되었다. 설계강도 35MPa의 Mass Con'c는 (주)대우건설 기술연구원에서 플라이애쉬 치환율 5%의 저발열콘크리트를 배합설계하였다. 시공측면에서의 Mass Con'c 대처방안으로는 단일기초의 연속타설을 위하여 타설 시간을 조정하였으며 타설 중 및 완료 후 구조물 내부의 수화열을 체크하기 위하여 온도측정기를 설치하여 실시간으로 Data를 확인하였다. 타설 후에는 소성수축균열과 건조수축균열을 방지하기 위하여 P.E필름+양생포로 단열양생을 타설 후 6일간 실시하였다.



5. 골조 4Day Cycle

5.1 골조공사 사용재료의 설계기준강도

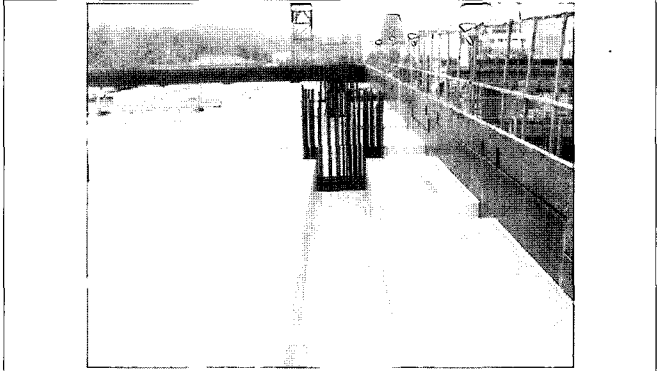
사용재료	대상 구분		설계기준강도(MPa)
콘크리트	수직부재 (기둥, 벽체)	31~최상층	fck = 24
		21~30F	fck = 27
		13~20F	fck = 35
		B6~12F	fck = 50
	수평부재 (보, 슬래브)	13~최상층	fck = 30
		2~12F	fck = 36
	B6~1F	fck = 24	
	기 초	Mass Con'c	fck = 35
철 근	지하 SRC기둥 등		fy = 400
	22mm이상 지상층 주철근		fy = 500

5.2 4DAY CYCLE SCHEDULE

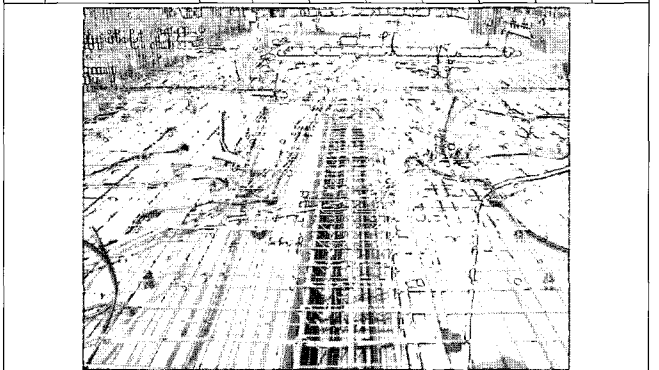
골조 4일공정의 원활한 수행을 위하여 샘플시공을 통해 각 공종별 적정 인원과 시간을 파악하여 선후 Activity간 Loose Time을 최소화한 4일 단위공정을 수립하고 안전/품질/공정의 단계별 관리하에 공사를 수행하였다.

공 종	1 일 차			
	오 전		오 후	
외 주 부	철 근	기둥설치		
	기둥형틀	탈형/인양	조립	
	보/슬라브형틀		탈형/인양	보 조립
	외부 ACS	ACS 인양		
	기계/전기	슬리브/소화전/배관		
코 어	철 근	옹벽 배근		
	옹벽형틀	탈형/인양	조립	
	내부ACS	ACS 인양	CPB 인양	

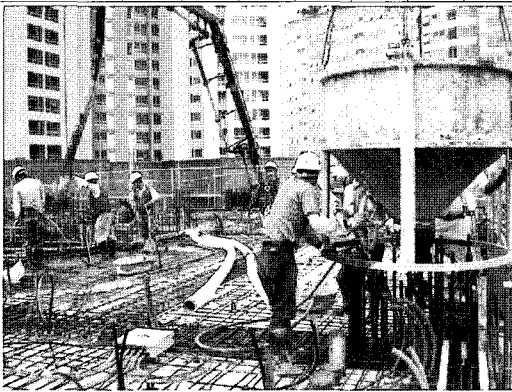
공 종	2 일 차			
	오 전		오 후	
외 주 부	철 근			보배근
	기둥형틀			
	보/슬라브형틀	보/슬라브 조립		
	외부 ACS			슬리브
코 어	철 근			
	옹벽형틀			
	내부ACS		계단설치	



공 종	3 일 차			
	오 전		오 후	
외 주 부	철 근	보/슬라브 배근		
	기둥형틀			
	보/슬라브형틀			발코니턱
	외부 ACS			
	기계/전기			배선/배관
코 어	철 근			수평배근
	옹벽형틀			
	내부ACS			



공 종	4 일 차	
	오 전	오 후
외 주 부	철 근	기둥철근 선조립
	기 둥	Con'c타설
	보/슬라브	Con'c타설
	외부 ACS	
코 어	기계/전기	
	철 근	
	응 벽	Con'c타설
	내부ACS	



6.1.4 거푸집 탈형시기

보와 슬라브의 AL.Form을 조기해체하기 위해 기준층 30MPa의 수평재 콘크리트를 타설 22시간 후 소요강도가 확보되도록 조강배합을 사용하였고, 매층마다 타설 후 현장조건의 공시체로 강도 확인 하였다. 또한 일평균 기온이 15℃이하로 떨어지는 10월말부터 보온/가열양생을 실시하여 타설 22시간 후 해체 가능한 강도를 확보하였다.

	기준(건축공사표준시방서)	현장적용
수직재	5MPa 이상	타설 20시간 후 (5MPa 이상)
수평재	1. 설계기준강도 2/3이상 단, 14Mpa 이상 2. 조기 해체할 경우는 적절 한 계산에 따라 부재의 소요강도를 구하고, 실제 압축강도가 이를 상회하 는지 확인. 단 12MPa 이상	타설 22시간 후 (12Mpa 이상)

6. 주요 적용공법

6.1 거푸집 시스템

6.1.1 외부

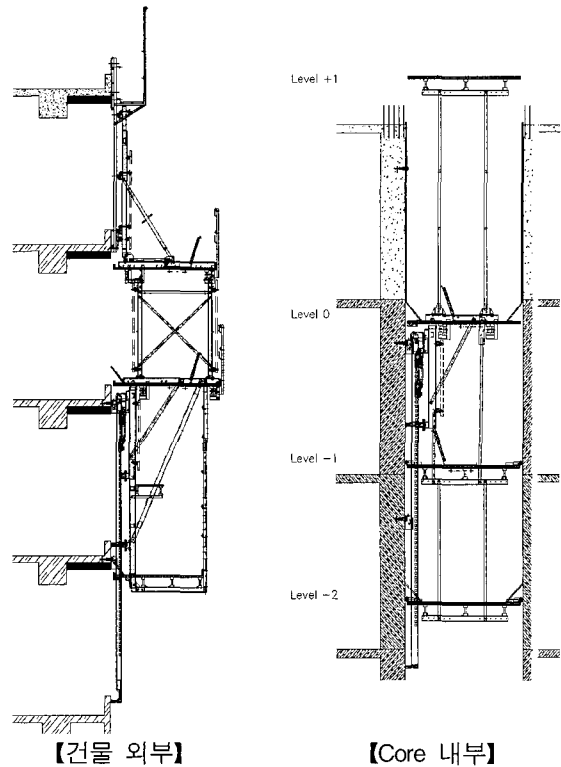
- : ACS + Gang Form,
- 아파트동 : Doka SKE50 45set,
- ※ Anchor 위치 Wide beam(500X300) 보강
- 오피스텔동 : Doka SKE50 40set
- n층 타설시 n-2층 Anchor 지지
- Anchor 지지층 Con'c강도 최소15MPa 이상

6.1.2 Core 내부

- : ACS + AL. Form
- n층 타설시 n-1층 Anchor지지

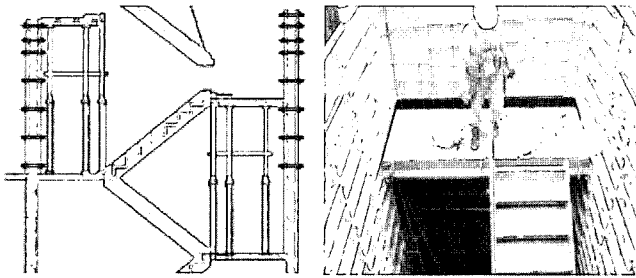
6.1.3 ACS 인양 Sequence

- ① 콘크리트 타설 후 갱폼 이격
- ② Suspension Shoe 설치
- ③ Climbing Profile 상승
- ④ Suspension Shoe 해체
- ⑤ Platform 상승
- ⑥ Level 확인 후 갱폼 고정



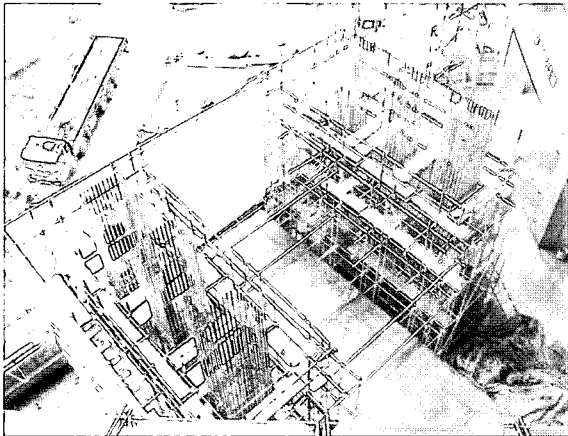
6.2 철골계단(Ferro Stair)

계단참 거푸집에 앵커를 시공하여 가설계단을 설치하고 콘크리트를 타설한 후 공장생산 된 철골계단을 이동/고정하는 공법으로 계단실 벽체거푸집 조립이 간편하여 최근 고층건물에서 많이 적용하고 있다.



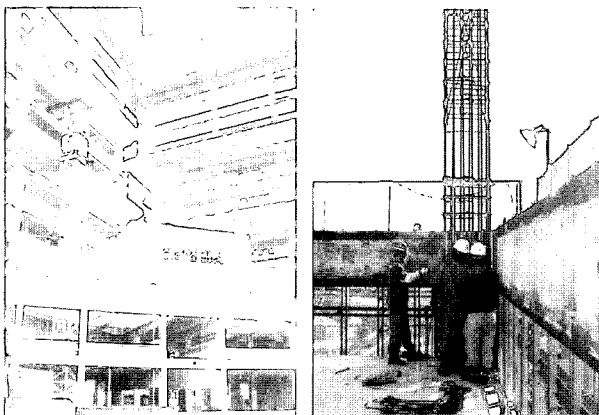
6.3 기둥철근 2개층 선조립

4일공정의 수행을 위해 신속한 기둥철근의 배근이 필요하였고, SHD32mm철근의 이음길이에 의한 철근 Loss를 줄이기 위해 기둥철근 2개층 선조립을 검토하였다. 그리고 공장 선조립한 철근은 운반에 어려움이 있는 관계로 현장내 3F Deck부위에 기둥철근 선조립장을 설치하여 운영하였다.



[철근선조립장 전경]

본격적인 4일공정이 시작되기 전에 철근의 조립방법과 이음공법의 전반적인 검토와 샘플시공을 통해 기둥철근 2개층 선조립을 수직선조립과 결합이음으로 결정하였고 인양을 위한 철근결속 및 보강 디테일을 확정하였다.



6.4 콘크리트 타설장비

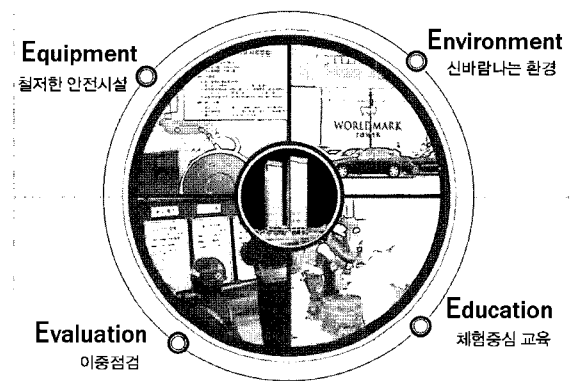
구분	고압펌프/배관	CPB	호퍼
규격	DNCP-90H	WJ-CPB 20M	1.2m ³
타설속도	최대 61m ³ /Hr		6m ³ /Hr
Opening	설비 Shaft 이용	740*740 (E/V Hall)	타설속도 낮은 50MPa 콘크리트 타설시 적용

콘크리트 타설 장비는 CPB를 적용하였고, 점성으로 인해 압송속도가 낮아지는 저층부의 수직재의 경우 호퍼를 병행하여 타설함으로써 수평재의 타설을 앞당겨 양생 시간을 확보하였다.

또한 고압배관을 위한 Opening은 별도로 마련하지 않고 기존 설비 Shaft를 이용하여 설치하였다.

7. 무재해안전시스템

‘무재해 안전시스템 정착으로 최우수현장 실현’이라는 안전관리 목표아래 4E System(시설,환경,교육,점검)을 실천하고 있다. 또한 토공/지하골조, 지상골조, 커튼월/마감 단계별 안전계획을 체계적으로 수립하고, 가설 사무실내 소방시설 구비, 커튼월 작업시 하중실험을 통해 생명선과 터버클을 적정제품으로 교체하는 등 실질적인 안전관리를 실천하고 있다.



8. 맺음말

인접부지에 시공 중인 주상복합현장의 완공 및 입주 시점이 당 현장의 골조공사 중에 예정되어 입주 전에 골조공사 완료를 위한 초고속공기를 실현 중에 있다. 결과적으로 충분한 계획 후에 시행한 지하 SPS(Up-Up) 공법

및 지상골조 4Day-cycle의 성공으로 2004년 12월 착공 후, 2006년 2월 15일 현재 지상 36층을 진행하고 있다.

이 외에도 소음 및 분진 방지를 통한 최상의 작업환경 마련, 현장조직의 정예화로 회사내 최고의 생산성 달성을 목표로 정해 현장초기부터 설계자 및 관련 기술팀과 충분한 협의를 진행하였다.

토목 및 골조공기 단축에 따른 여유 공기는 후속 마감 공사의 정밀시공과 세대내 실내공기질 개선을 위해 활용하여 입주민에게는 최상의 품질을 제공함과 동시에 시공사 자체적으로는 4개월 공기단축의 성과를 이루어 주상복합현장의 새로운 기준을 제시하는 현장이 되고자 한다.