

철도기관공동사옥 신축공사

- 두산건설(주) -



황인진
건축사업본부장



정동원
현장소장

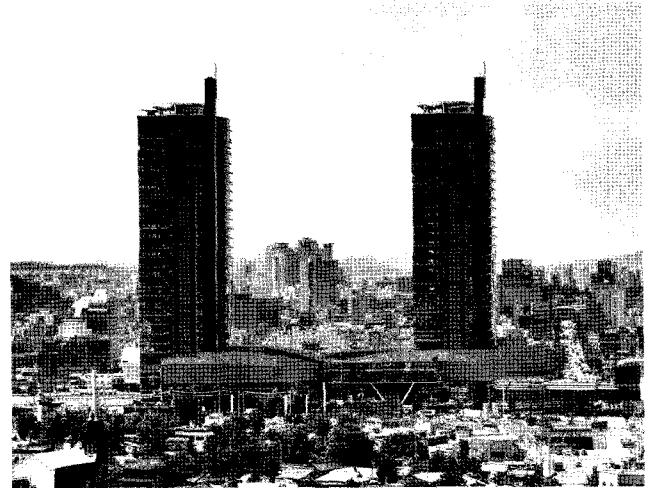


그림 1. 철도기관공동사옥 전경

1. 공사개요

철도기관공동사옥 신축공사는 철도공사 신사옥 신축 방침에 따라 설계경기 심사에 당선된 희림, 근정종합건축사 사무소의 설계안을 바탕으로 2006년12월 착공되어 2009년 8월에 준공된 한국철도공사, 한국철도시설공단의 사옥 신축공사이다.

표 1. 공사개요

공사명	철도기관 공동사옥 신축공사
대지위치	대전광역시 동구 소재동 291-16외 20필지
대지면적	23,508.19 m ² (7,111.23평)
건축면적	9,108.63 m ² (2,755.36평)
연면적	111,365.97 m ² (33,688.21평)
용도	업무시설, 근린생활시설/운동시설, 교육연구 및 복지시설(아동관련시설)
구조	철근콘크리트조, 철골철근콘크리트조
규모	지하4층, 지상28층
외장재료	칼라로이복층유리, 화강석, 알루미늄판넬
주차대수	총 916대 (옥외:100대 / 옥내:816대)
공사기간	2006.12 ~ 2009.9
발주처	한국철도공사 / 한국철도시설공단
설계자	(주)희림종합건축사사무소 (주)중합건축사사무소근정

2. 토공사

흙막이 공법은 현장여건에 따라 단지 북측은 동서 관통 지하도와 대전도시철도 1호선이 근접(약4~7m)되어 인접시설 보호를 위해 지하연속벽과 버팀보 공법이 적용되었으며, 기타구간은 고속철도 2단계 사업부지와 주택가가 인접하여 CIP벽체에 이스앙카 지보공법으로 설계되었으나, 고속철도 2단계 공사의 착공시기가 연기됨에 따라, 공사비 절감을 위해 흙막이벽체를 SCW공법으로 설계변경하여 시공하였다.

표 2. 흙막이공사 개요

구분	공법	추진내용	비고
지하연속벽	S.C.W	W=800mm, H=21.35M, L=119.2M(26Span) 중점관리사항 : 가이드월 트렌드 굴착시 여굴 확인 안정액 배합비 확인으로 공백 붓고 예방, 철근망 조립시 CIP으로 2중 고정 및 피복유지 콘크리트 역타시 트래미콘 권리로 재료분리 예방 수량 : 6,382m ³ (H=11~17M, L=444M)	굴착장비: SC Outer
		품질관리사항 : 벽체강성용 H-PILE 연결용량 MT검사와 근입장은 연암상단에 장착 확인	현장장비: 3축 오거
흙막이공사	H-PILE+토류판	위치 : 굴착심도 5~8M구간인 선풍구간과 중수중/정화조 구간 및 SCW 벽체 하단 풍화암 구간 적용	
	STRUT	위치 : 지하연속벽구간과 굴착코너부에 변형보강용 적용 개축기 설치로 변형이나 파괴를 조기 예측 가능함.	
EARTH ANCHOR	LW, GROUT	위치 : 연속벽 구간외 전구간 시공(제거시/1,520공)	
		벽체 변위와 지반침하를 최소화	
버팀보수공사	드래인매트 영구배수시스템	위치 : 지하연속벽과 SCW 벽체 접합구간 보강을 위해 소공 천공후 시멘트 밀크 주입	
		변경사유 : 버팀굴착지반고가 각각 다른구간에서 부분시공가능, 트랜치 굴착 생략으로 기초지반 이완예방과 공기 및 예산 절감	

1) 지하연속벽(Slurry Wall) 공사

단지 북측에 적용된 지하연속벽은 특수장비(BC-30)로 Trench를 굴착하여 철근망 근입 후 고강도 콘크리트를 타설하는 공법으로 공사비는 고가이나 벽체강성이 우수하고 완전 차수가 되므로 건물벽체로 사용하며 대심도 굴착에 유리한 공법으로 인접 주요시설 보호를 위해서 선정하였다.

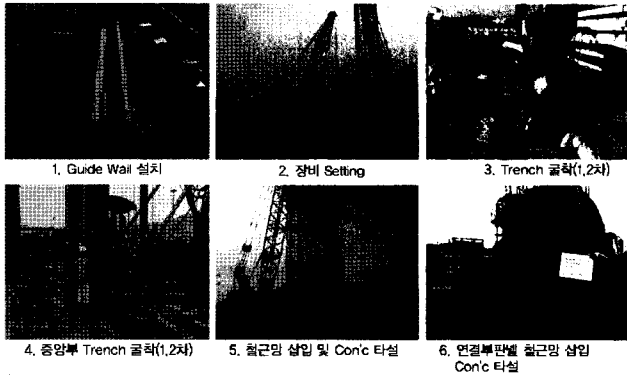


그림 2. 지하연속벽 공사

2)지보공법 : Strut + Earth Anchor

흙막이 벽체의 지보공법으로는 Strut 가시설과 제거식 Earth Anchor를 적용하였다. Strut 가시설은 Post Pile (H= 300×200×9×14)과 버팀보 5단으로 구성되었으며, Earth Anchor는 사후 인접부지와의 관계를 위해 제거식으로 적용하여 시공하였다.

표 3. 적용범위

Strut 적용
· 지하 시설물이 인접된 구간인 지하연속벽 구간
· 한국철도공사 동의 Ramp(Round제외) 구간
· S.C.W의 터파기 코너부위
Earth Anchor 적용
· 철도시설부지 및 주택가 도로 인접부지 C.I.P 및 S.C.W 구간

제거식 Earth Anchor는 썬큰 및 정화조구간은 굴착심도가 얕아 1.8m간격, 1~2단으로 하고, 부지 동, 서, 남측은 1.6m간격, 5~6단으로 설계되어 총 1,500공을 설치하였으며, 썬큰과 연결되는 정화조 가시설 벽체 5~6단은 PC강선 6가닥으로 보강하여 36공을 시공하고, 기타구간은 PC강선 4가닥으로 설치 및 해체하였다.

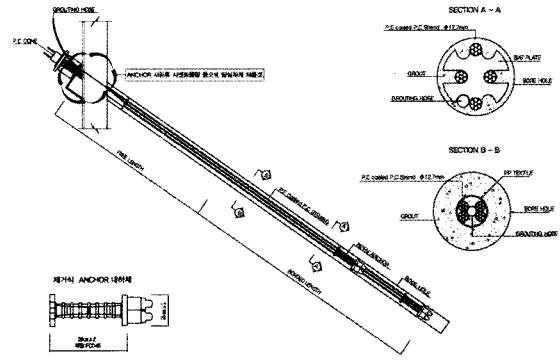


그림 3. 제거식 ANCHOR 상세도

3) SCW공사

단지 서측의 고속철도 2단계 공사의 착공시기가 2006년 3월에서 2008년 3월 이후로 연기됨에 따라 경제성을 고려한 CIP 대체공법으로 SCW 공법이 선정되었다.

삼축 Auger로 천공하고 선단에 Cement Milk와 Bentnite의 혼합액을 토출시킨 후 굴착토사와 혼합시켜서 Element벽을 겹치게 함으로써 일체적인 벽을 형성하고, H-Pile을 근입시켜 강성을 확대시킴으로서 흙막이벽체로 활용하였으며, 당 현장은 일반적으로 많이 사용하는 삼축 Soil Cement공법을 적용하였다.



그림 4. SCW + Earth Anchor 전경

4) H-Pile + 토류판 및 LW 차수공사

① H-Pile + 토류판 공사

Auger 천공(D=400) 후 H-Pile (300× 200×9×14)을 삽입하고 목재 토류판을 설치하여 토류벽을 형성하는 공법으로 굴착심도가 깊지 않은 썬큰구간(H= 5~8M)과 중수조/정화조구간 및 SCW벽체 하단 암반지반 2~3M까지 H-Pile을 근입하여 보일링 및 히빙현상을 예방하였다.

② STRUT(버팀보)공법

지하연속벽 구간과 터파기 코너 부분은 동서관통도로 및 도시철도 건설 예정구간으로서 벽체 변형 및 파괴우려가 예상됨에 따라 적용되었으며, 특히 코레일 Ramp(Round 제외) 부분은 Post Pile (300×200×9×14) 70공 및 STRUT 5단을 설치하였다.

③ L,W차수공사

지하연속벽과 SCW 벽체의 접속구간 보강을 위해 소공 그라우팅 공법으로 소구경 오거 천공후 시멘트밀크를 주입하여 차수효과를 높였다. 비교적 시공이 간단하고 경제적 효과 있다. 또한 H-Pile+토류관 구간의 차수는 유입수가 경미하여 L,W차수내역은 설계변경시 삭제하였다.

④ 토공사

터파기전 지층구조는 실트 점토성분이 심한 매립층과 점토, 모재, 자갈이 고루 분포된 퇴적층과 풍화토 및 풍화암층으로 조사되었으며, 터파기 굴착심도는 GL-16M~24M이며 굴토량 20만³m 중 198,000³m는 외부 반출하였다.

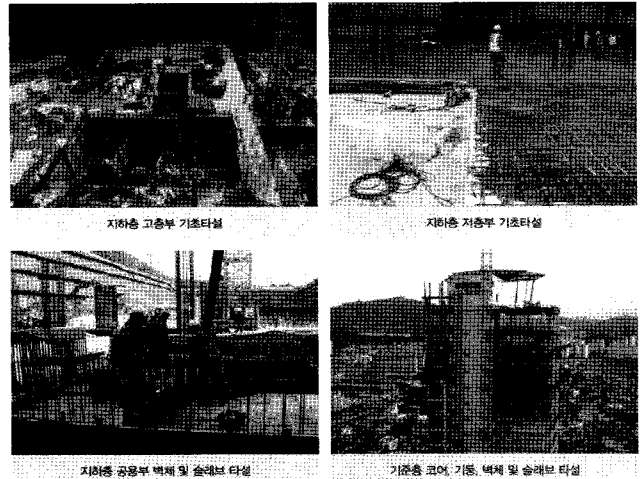


그림5. 구간별 시공현황

1) 합벽구간 불분리성 콘크리트를 적용한 개선사례

지하층 합벽 부위의 일부 구간(C구간 : SCW 및 H-Pile+토류관 적용부위)은 가설 흙막이 벽면에서 지하수가 유입되므로 문제점을 검토 후 대책을 마련함으로써 콘크리트의 품질관리에 만전을 기하였다.

① 수중 불분리성 콘크리트 배합

고점성의 혼화제를 콘크리트에 넣어 강한 점성을 부여함으로써 수중에서 시멘트 손실 및 재료분리가 적은 콘크리트를 배합하였다.

(수중불분리 혼화제 ROADCON-AWA사용)

② 가설 흙막이 벽면에 비닐필름 설치 후 콘크리트타설

지하수 토출입력 상승으로 인한 콘크리트 패임 현상의 우려는 C구간 선 타설 옹벽의 사례로 보아 당 현장의 지하수 누수 압력이 콘크리트의 패임현상이 발생할 정도(콘크리트 단위중량 2,300kg/m³)의 압력이 없는 건수로 판단되나,

타설 하고자 하는 구간은 높이3.6M 길이 약 87.8M로써 분산토출하던 지하수가 풍화암선을 따라 어느 한 곳에 집중하여 옹벽 배면 콘크리트에 패임 혹은 그 집중도에 따라 풀림 현상도 발생 할 수 있으므로, 콘크리트와 지하수가 접하는 면을 비닐필름으로 보양하여 굳지 않는 콘크리트의 표면의 찌김현상과 패임현상의 우려를 근본적으로 제거할 수 있는 방안으로 판단하였다.

③ 콘크리트 배합조정

수중 불분리성 배합설계를 한 콘크리트를 사용하더라도 부분적으로 시멘트가 분리할 우려가 있으므로 시멘트량을 증가시키며, 이에 따른 Slump치를 조정하였다.

3. 철근콘크리트 공사

철근콘크리트공사는 선형 공사인 굴토 및 흙막이 공사가 완료하는 시점에서 지하 PIT층을 시작으로 착수하였다.

철근 7,476 Ton, 콘크리트 71,380m³의 주요 자재가 투입된 철근콘크리트공사를 진행함에 있어서 구역별 시공구역을 책임 분담하여 효율적이고 생산적인 현장관리로 성공적인 프로젝트 구현하였다.

표4. 층별/부위별 콘크리트 강도 (MPa)

구분	지하	지하	기준층	옥탑
슬래브, 보	27	24	24	24
기둥,벽체,코아	30	30	27	24

2007년 6월부터 정화조하부 버림콘크리트를 시점으로 기초저면의 토지상태가 저지대 따른 진흙과 점토 성분으로 유수가 실새없이 나오고 비라도 오면 온 기초저면이 물에 잠기는 상태가 반복되는 상황에서도 배수펌프를 가동하는 등 어려운 여건에서 작업을 진행하였다.

2) 코어선행공사

고층건축공사에서 고강도 부분인 Core를 벽식구조로 선행하고, 저강도 부분인 기타부분을 라멘구조로 후시공하여, 벽식구조와 라멘구조의 변위량 차이에 의한 건축물의 안전을 도모하였다.

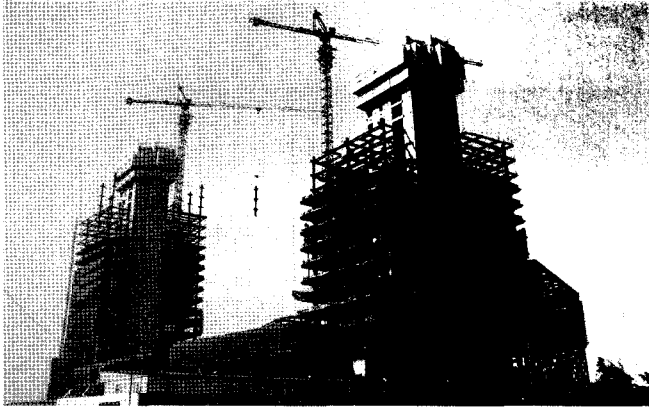


그림6. 코어선행 시공현황

3) A.C.S (Auto Climbing System) + R.C.S (Rail Climbing System)

당 현장에서는 ACS Form과 RCS Form을 적용하여 공기 단축을 시도하였다.

표5. Gang Form과의 장단점 비교

구분	ACS (Auto Climbing System)	RCS (Rail Climbing System)
장점	<ul style="list-style-type: none"> Gang Form System에 비해 Scaffolding 작업이 간편하며, 직 · 가격이 저렴한 입성터 우수함 Wind Load ~ 20m/sec에 설계되어 있으므로 연면적 고층 작업시 바람의 영향을 최소화할 수 있어 공기단축과 계층별 안전관리가 가능함 Climbing 작업이 발생할 수 있는 낙하 및 안전사고 등을 예방할 수 있음 (낙하방지장치가 있음) Form인접시 Gang Form보다 시간이 절약됨 	<ul style="list-style-type: none"> 발판 (1내외)의 인양시 중량이 400kg까지 되어야 하기에 Crane 인양시간이 많이 소요되어 사용효율성이 떨어짐 Form 분할이 도리어 힘 가격이 Gang Form에 비해 고가임
단점	<ul style="list-style-type: none"> 발판 (1내외)의 인양시 중량이 400kg까지 되어야 하기에 Crane 인양시간이 길다. 바람의 영향을 많이 받으며, 고공으로 올라갈수록 그 정도는 심함 - 예측 관리하기 어려움 Form 간당 및 조립, 해체시 안전사고 위험성이 아주 높음 30층이상 고공작업시에는 적용치 않은 System임 	<ul style="list-style-type: none"> 바람의 영향을 많이 받으며, 고공으로 올라갈수록 그 정도는 심함 - 예측 관리하기 어려움 Form 간당 및 조립, 해체시 안전사고 위험성이 아주 높음 30층이상 고공작업시에는 적용치 않은 System임

R.C.S 특징은 다음과 같다.

- 펌프와 클라이밍 디바이스를 수작업 이동
- 다양한 타설고에 적용 가능한 시스템
- 다양한 파사드에 설치 적합한 분리형 슈 적용
- 2층부터 발판 설치 가능
- CPP/CGS로 사용 가능

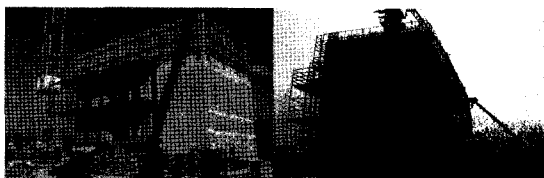


그림7. R.C.S 시공현황

4) 철근 선조립 공법

시공 Sequence

- ① 철근 시공 상세도 작성 (전기통신, 설비, 철골 Embedded plate 등)
- ② 수직 벽체 철근의 선조립
- ③ 선조립 철근 야적
- ④ 타워크레인을 이용한 현장 설치(양중제원, 물량, 횡수 검토)
- ⑤ 설치 완료 : 설치를 완료한 뒤에는 부분적으로 버팀대를 둔다.
- ⑥ 선조립 철근 사이의 벽철근, 보강철근 현장 배근

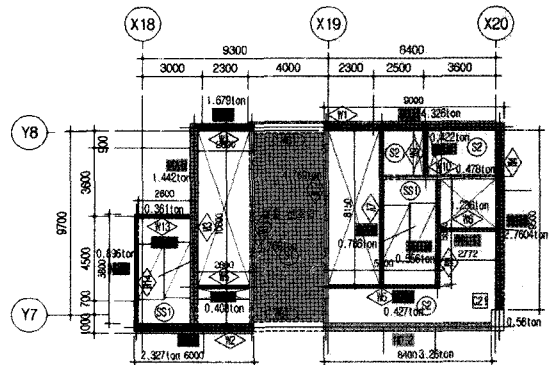


그림8. 철근선조립 구간분할도

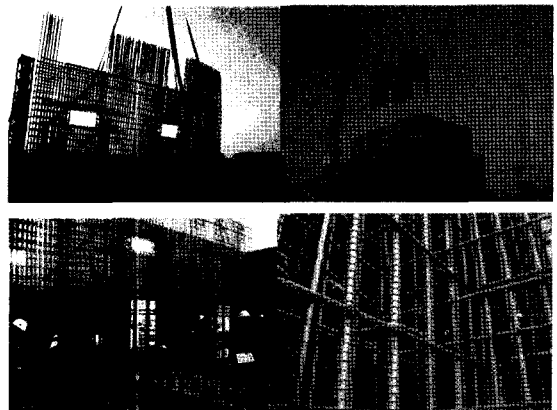


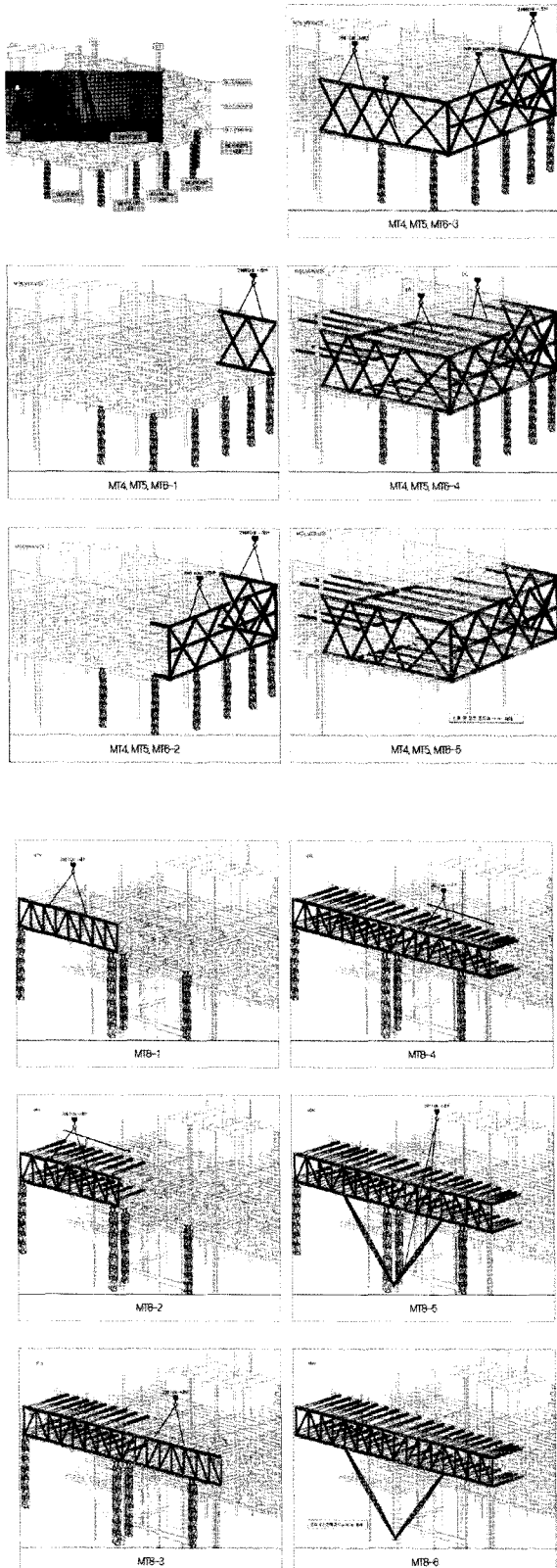
그림9. 철근망 인양 및 결속

4. 철골공사

철도사옥 지상구조물의 고층부는 RH, BH 등의 철골구조물로 구성되어 있으며 기둥과 기둥의 주요연결 부위는 지하층 RC보와 긴결되어 있고, 저층부인 Podium 부위는 RH, BH 및 Pipe Truss 철골구조물로 구성되어 있다.

- 철골물량 : 8,232 ton
- 철골재질 : SM490A(TMCP), SM400, SS400, SPS400, SPS490
- 철골도장 : KS M 6030 1종 1류

1) Lattice Truss 설치 Truss별 설치순서



2) 데크플레이트 공사

당현장에서는 데크플레이트와 철근이 일체화되어 있는 철근복합 데크플레이트를 사용하였다.

철근복합 데크플레이트는 고강도 이형철선을 아연도 강판 위에 전기저항 용접하여 일체화한 데크플레이트로서 시공 시 하중지지 및 시공 후 구조체 역할을 한다.

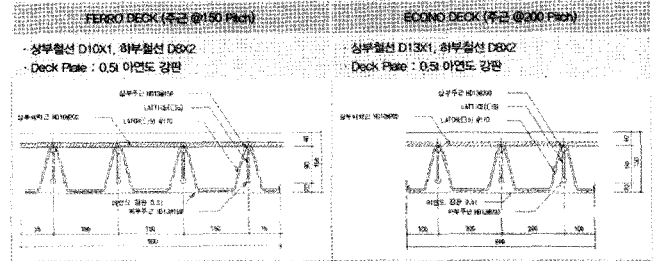


그림10. 현장 사용 자재

5. 외벽 커튼월공사

고층부는 Unit System을 저층부는 Stick System을 채택하였고 알미늄 도장방식은 불소수지 Coating이며, 커튼월의 Joint처리는 Glazing Part는 Open Joint System, Panel Cladding Part에는 Closed Joint System을 각각 적용하였다. Glazing System은 대부분 구간을 4-Side Structural Glazing(S,S,G) System, 일부구간에 2-Side Structural Glazing System을 적용하였다.

기본적으로 Vision구간에 로이 복층유리(양면 반강화)와 Spandrel구간에 6mm Clear유리(반강화)를 적용하였고, 일부 장식 개념으로 24mm Frost 복층유리와 전면 Lobby 구간에는 P,G,S를 적용하였다.

■ Unit C/Wall (Tower부 : Unit C/Wall, 옥탑 및 Podium : Stick C/Wall)

적용 시스템	특징
① 3중의 Cassel 사용	외기 및 우수의 내부 침투 방지
② 4면 Type Gasket 적용	1차 침입 시 외부에서 재건할 수 있도록 조치
③ 외장부 배수type 적용(내부 Gutter 이용)	Podium, 옥탑, Unit C/Wall과 같음
④ 단열 Bar 적용	Polyamide 및 Ac-Zinc(Polyurethane) 재료를 이용한 단열 System을 적용하여 결로방지
⑤ 색 Low-E 유리 적용	절로 방지 및 냉·난방 부하를 감소

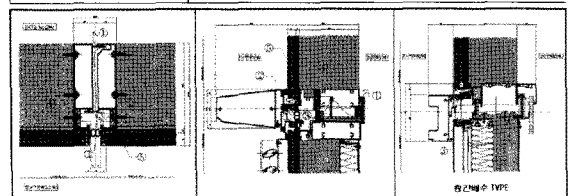


그림11. Unit C/Wall

특히, 유리면적의 대부분을 차지하고 있는 Vision 구간에 설계단계에서부터 일반 복층유리보다 열관류율이 좋은 로이 복층유리를 적용해 커튼월의 취약점이라 할 수 있는 단열 성능을 보완함으로써 유리로부터 전달되는 태양열 전도를 최소화하고 건물완공 후 발생하는 냉, 난방관리 비용을 줄여 경제적인 측면까지 고려하였다.

6. 석공사

석공사는 국내외의 석산에서 채취한 원석을 설계조건에 맞게 석재가공 공장에서 여러 가지 형태로 가공하여 현장반입 후 각종 부자재 및 긴결철물을 이용하여 본 건물골조 또는 각종 구조물에 취부하는 공정으로서 석재를 부착하는 방식에 따라 건식공법 및 이를 혼용한 반습식공법 등으로 구분되는데 철도기관 공동사옥 현장에서는 외부 벽체는 건식(Open Joint System), 내부 벽체는 반건식, 바닥마감은 습식공법을 채택하였다.

1) 주요 관리 사항

① Open Joint 시스템에 의한 Fastener 연결부위 석재면 가공

Open Joint를 통하여 Fastener가 보이는 것을 방지하기 위해 Fastener 취부 석재 안쪽면을 Fastener 두께만큼 면따기하여 정교하게 가공하였다.

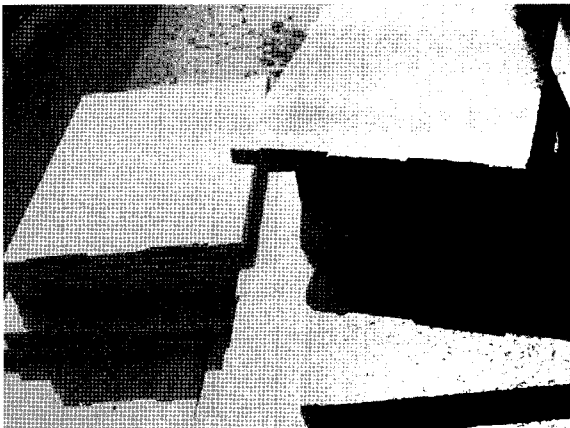


그림12. Fastener 연결부위 석재면 가공

7. 조경공사

1) 인공 식재지반 조성 사례

인공구조물 상부에 수목생육이 적합하도록 전용 토양개량재(파라그린 GN300~ GN700)와 일반양토를 혼합하여 식재기반층을 조성함으로써 식물 생육에 적합한 최적의 토양 물리성을 유지시켜주고, 재료의 경량화로 건물의 하중경감과 식재가 가능하도록 하는 지반조성 공법이다.

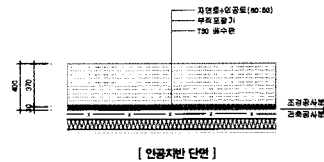


그림13. 인공지반조성

① 퍼라이트

퍼라이트는 화성암 중 천연 진주암을 분쇄한 뒤 소성(1,300℃) 팽창(7~20배) 시켜 제조한 것으로, 원석은 규산(SiO₂)질을 70% 이상 함유하고, 무독, 무취하며 pH7.0 내외의 무기질이다.

② 무기질 토양개량제 (파라그린)

통기성 향상, 보수력 증대, 배수성 향상, 토양 고결화 방지, 토양의 경량화, 산성토양개량 효과가 있으며, 무기질 토양개량제는 KS F 3701에 적합한 경량골재 퍼라이트에 식물 생육에 필요한 양분이 함유된 제품으로 흙 및 유기 불순물을 포함하지 않고, 부피비 2.5% 이상의 수분을 함유하고 있다.

표 6. 파라그린 (GN300)의 물성

성질	종류					일반 규격
	GN300	GN500	GN600	GN700	GN750	
적용	식양토개량용	양토개량용	시양토개량용	시토개량용	시토개량용	
	1×10~30이상	1×10~30이상	1×10~30이상	1×10~30이상	1×10~40이상	
투수계수	35이상	35이상	45이상	55이상	85이상	KSF 2322
	91~100	95~100	0	100	100	
유효수분(용량)	20~30	55~65	100~08	95~100	100~85	토양물리 분석법(농진청)
	4~14	18~28	62~72	72~82	86~95	
입도 분포(통과율%)	0~10	6~16	29~39	26~36	97~77	KSF 2302
	0~7	2~12	15~25	8~16	52~62	

2) 점적관수 시공사례

인공지반 및 급수가 불가능한 구간에 자동관수(지중점적) 시설을 설치하므로 조경수목의 생육 향상과 관수량 절약, 관수노력을 절감하여 건물 운영비를 줄일 수 있는 시설이다.

관수시설의 구성은 다음과 같다.

- ① 급수인입부 : 2.5 ~ 3.0kg/cm²
- ② 아쿠아프로밸브 : ϕ 25
- ③ 유니테크라인 : 16mm(30cm간격)
- ④ 주관(PE PIPE) : ϕ 25
- ⑤ 라인플러싱밸브, 배콤브레이크밸브 : ϕ 16
- ⑥ 퇴수밸브
- ⑦ 체크 + 여과기 + 퇴수
- ⑧ 밸브박스
- ⑨ 압력조절기

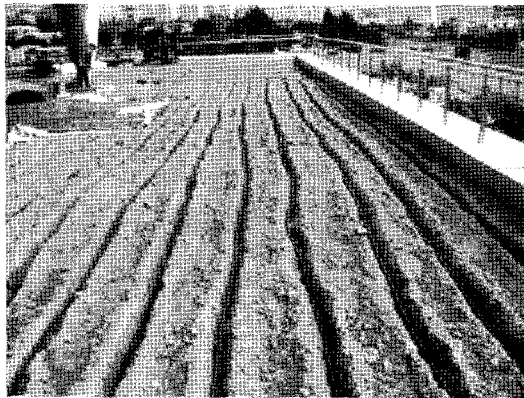
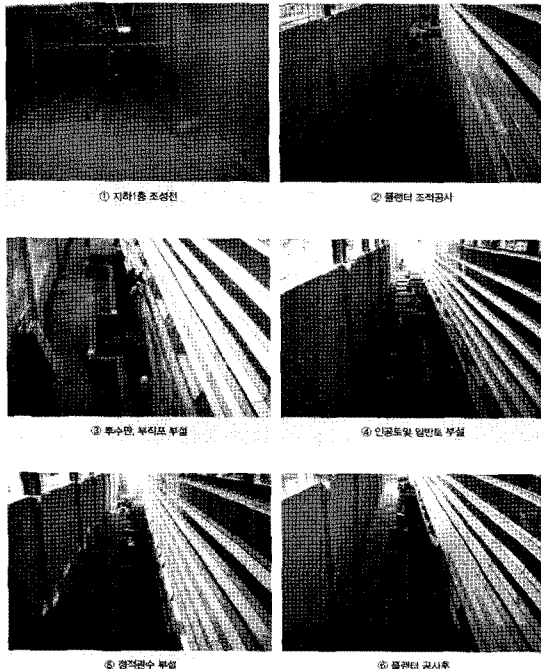


그림14. 2층 녹지대 점적관수 부설



① 지하1층 조성전

② 불린터 조정공사

③ 후수관, 부리프 부설

④ 인공토 및 일반토 부설

⑤ 점적관수 부설

⑥ 불린터 공사후

그림15. 시공사진

8. 맺음말

철도기관공동사옥 신축공사는 이외에도 K2M을 이용한 생물학적 처리 및 침지막 여과방식(S.M.F)을 이용한 중수처리설비, 수축열 시스템, 지열 시스템, 90,4KW급의 태양광 발전 등이 적용된 공사로 기계설비, 소화설비, 전기설비, 통신설비 등의 분야에서 첨단기술이 적용된 공사이다. 이를 수행하기 위하여 두산건설은 착공에서 준공시점까지 철저한 품질관리와 최상의 시공을 위해 최선의 노력을 하였으며, 철도기관공동사옥은 대전지역의 랜드마크적인 건축물로서 자리매김할 것으로 기대한다.



그림16. 철도기관공동사옥 전경