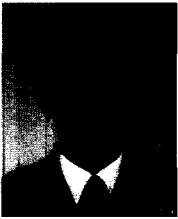


수원민자역사 신축공사



이 석 휘
(주)한진중공업
상무



최 명 석
(주)한진중공업
현장소장

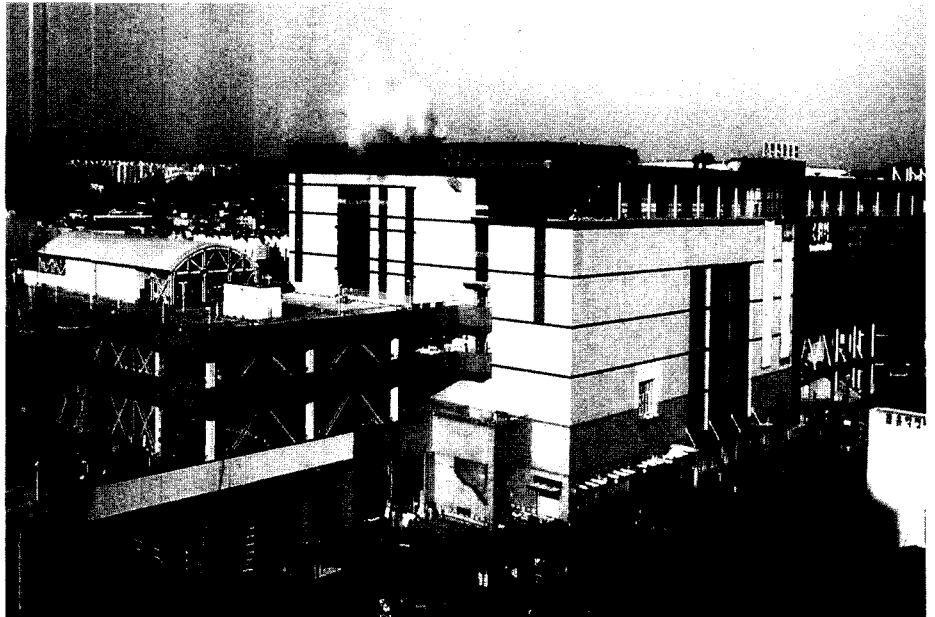


그림 1. 수원민자역사 전경

1. 머리말

수원역의 역세권 내에는 경기도청을 비롯한 각종 행정기관이 밀집되어 있고, 9개의 대학 및 46개의 국공·사립교육기관과 대기업체 공장 등이 있어 역사의 기능이 이미 포화상태를 넘어서고 있다. 이러한 유동인구의 증가에 대응하고 역사 이용고객의 편의를 고려하여 1975년 12월 전철역사를 준공하여 사용한 오래된 기존 역사를 신축하고, 수원역 주변을 개발하고자 하는 의도에서 민자역을 건설하게 되었다. 즉, 현재 및 향후의 교통여건을 고려하고 영화관, 백화점이 있는 문화쇼핑 공간을 함께 계획하게 되었다.

또한, 하루 250여회의 열차가 통행하는 철도역사공사라는 성격상 불특정 다수 철도이용객의 안전과 원활한 유동성 확보, 철도선의 근접 또는 상부 공간에서의 공사시 안전확보, 영업을 고려한 최대한의 공기단축이라는 제약조건을 해결하고자 지하연결통로의 Front Jacking 공법, Mega Truss Block의 Travelling 공법 등 여러 신공법을 적용하여 공사를 수행하였다.

2. 공사개요

2.1 일반사항

공사명	수원민자역사 신축공사
발주처	수원역사(주)
위치	경기도 수원시 권선구 매산로1가 18번지
공사기간	1999. 8. 1 ~ 2003. 9. 1 (50개월)
층별용도	6층 : 식당가, 영화관, 사무실 3 ~ 5층 : 백화점, 주차장 1 ~ 2층 : 역사, 매장 지하 1~3층 : 식품매장, 부속시설

2.2 공사개요

수원역사, 전철역, 백화점과 영화관이 있는 복합건물로 지하 3층, 지상 6층 규모로 2003년 2월 14일 애경

백화점이 오픈하였다. 현재는 파출소, 부속건물을 완료하고, 기존 수원역 앞 지하상가와 연결공사를 진행중에 있다.

용도	운수시설, 판매시설, 관람집회시설
규모	지하 3층, 지상 6층 (최고높이 : 39.5m)
대지면적	71,574m ² (21,651평)
건축면적	34,780m ² (10,521평)
연면적	126,730m ² (38,335평)
건폐율	48.59%
용적율	108.69%
구조	철골/철근콘크리트/철골철근콘크리트
주요마감	문경석, 포천석 + AL Sheet Panel

3. 구조계획

3.1 구조개요

3.2 구조계획

1) 기초계획

- (1) 기초는 지반조사 결과에 따라 지내력 100tf/m²로 하여 독립기초로 설계하였다.
- (2) 기초슬래브는 이중슬래브로 계획하고, 이중슬래브 내부는 지하저수조로 사용한다.
- (3) 부력방지 대책으로는 강제배수공법을 적용하였다.

2) 기둥

- (1) 기둥의 초기 계획안은 Box Column이었으나, Mega Truss와의 접합관계 등을 고려하여 “표”형으로 변경하였다.
- (2) Mega Truss 블록의 이동통로가 되는 Skid Way를 지지하는 부분의 본기둥은 Travelling시에 보강을 최소화하기 위해 단면크기를 변경하였다.

3) 슬래브

- (1) 지하 3층과 지하 1층의 이중슬래브 중 상부슬래브는 스판크리트 합성슬래브 공법(Spancrete Hollow Core System)을 채택 적용하였다.
- (2) 지하 2층 이상의 슬래브는 슈퍼테크를 적용하였다.

표 1. 구조재료의 성질

철근	- SD40 (Fy=4,000kgf/cm ²) 단, Dowel Bar는 Fy=3,000kgf/cm ² - HD25 이상은 이음시 기계이음 또는 가스압접
콘크리트	- fck = 240kgf/cm ² (재령 28일 기준, G, H, J, K열의 기둥 제외) - fck = 350kgf/cm ² (재령 28일 기준, G, H, J, K열의 기둥)
철골	- SS400, SM490A (Thk 40mm 이하) - SM490TMC (Thk 40mm 초과) 단, 2층 바닥 전철상부(백화점 부분)의 경우는 FR강 사용 - 볼트 : F10T(ft=3.1tf/cm ² , fs=1.53.1tf/cm ² , Torque shear control bolt)

표 2. 주요 설계하중

적재하중	- 백화점 : 500kgf/cm ² - 지상층 주차장 : 750kgf/cm ² (일부 대형차량 주차장 : 1,200kgf/cm ²)
풍하중	- 설계기본풍속 : 30m/sec - 노풍도 : B - 중요도 계수 : 1.0
지진하중	- 지역계수 : 0.12 (지진구역 2) - 지반계수 : 1.0 (지반 1) - 반응수정계수 : Rx = 4.5 (보통 모멘트 연성골조) Ry = 4.5 (철골가새골조와 연성모멘트골조) - 중요도 계수 : 1.2 (중요도 2)

4. 주요 적용공법

4.1 Front Jacking 공법

1) 개요

도로, 철도, 하천의 지하에 지하통로, 지하철, 수로, 공동구 등의 지하구조물을 구축할 경우 상부의 시설물에 지장없이 지하구조물을 구축하는 공법으로 강관추진기를 사용하여 강관을 구조물 상부 및 측벽에 설치하여 상부 활하중 및 고정하중을 받을 수 있게 한 후 구조물을 축조하고, 구조물 내부에서 굴착하며 Jacking 하여 추진하는 공법이다.

2) 특징

- (1) 본 공사에서는 철로와 수직으로 지하에 설치되는 약 61m의 연결통로 공사 중 45m를 Front Jacking 공법으로 시공하였으며, 나머지 약 16m 구간은 Pipe roof 공법으로 시공하였다.
- (2) Front Jacking 공법을 적용한 구간의 합체 한 개의 크기는 14.05×5.3×11.3m(폭×높이×길이)로 총 4개를 발진기지에서 제작하여 도달기지의 반력대를 이용하여 연속적으로 견인하는 편측분할 견인방법을 사용하였다.
- (3) Front Jacking이 완료된 후 나머지 16m 구간은 23.25m 폭으로 Pipe roof(φ800)를 형성하고, 기 설치된 합체 내부에서 굴착하여 콘크리트를 타설하는 Pipe roof 공법을 적용하였다.

3) 주요 시공순서

- (1) Pipe roof 설치위치까지 굴착하고, 합체를 제작할 발진기지를 만든다.
- (2) 합체 가이드용 도갱을 설치하고, 수평가이드 빔으로 합체제작용 발진대를 설치한다.
- (3) 합체 견인시 굴착작업 공간이 되는 선단슈를 제작하고, 반대편 도달기지에 반력대를 설치한다.
- (4) 발진대 위에서 합체를 제작하고, 케이블을 통과시키기 위한 쉬스관을 설치한다.
- (5) 선형합체와 후속합체를 연결시키는 접속강(Skirt)을 설치하고, 케이블 연결, 유압잭의 설치 등 1번 합체의 견인준비를 한다.
- (6) 1번 합체를 견인하면서 합체 내부에서는 상단으로부터 하부로 굴착작업을 하고, 2번 합체를 제작한다.
- (7) 1번 합체의 견인완료 후 같은 방법으로 4번 합체까지 제작·견인한다.

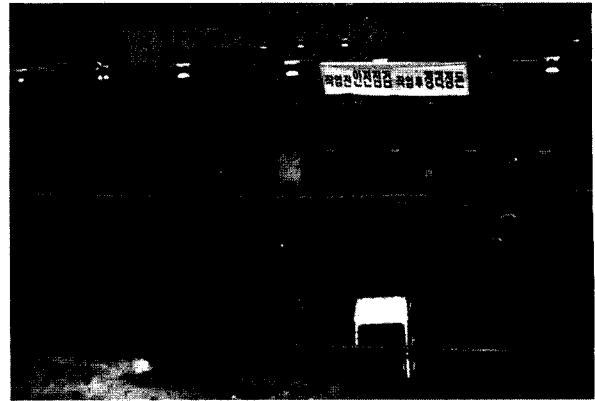


그림 2. 강관추진완료



그림 3. 도갱굴착

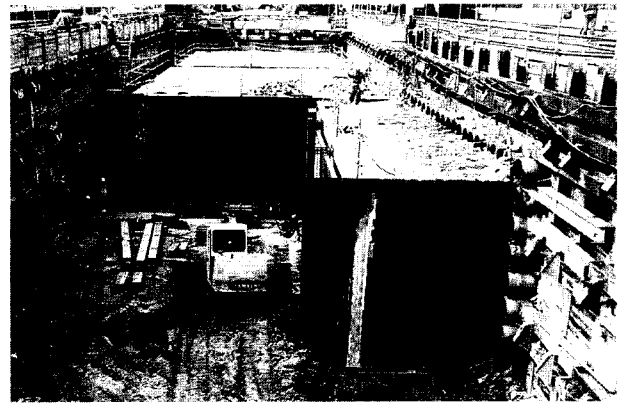


그림 4. 합체견인 및 다음합체 제작



그림 5. 선단슈 부분에서 굴착작업



그림 6. 지하연결통로 전경

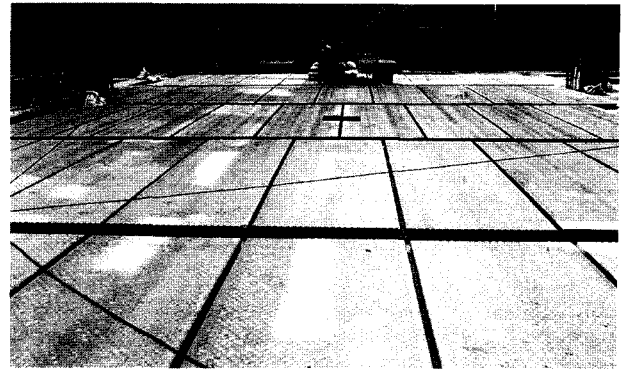


그림 7. 스파크리트 설치

4) 적용효과

- (1) 열차운행에 지장없이 작업이 가능하였다.
- (2) 합체는 프리캐스트 콘크리트로서 현장타설 콘크리트에 비해 품질관리가 용이하였다.
- (3) 개착식 공법에 비해 절취토량이 감소되었다.
- (4) 열차서행기간이 단축되고, 매립에 의한 지반 하트러짐이 없으므로 공사완공 후 보수비가 저렴하여 공기단축 및 경비절감에 효과적이었다.



그림 8. 스파크리트 위 철근 배근

4.2 스파크리트 합성슬래브 공법

(Spacrete Hollow Core System)

1) 개요

스파크리트 합성슬래브는 슬래브 표면에 원형 또는 사각형 Cotter로 수평전단키를 설치하여 현장타설콘크리트가 타설되면 일체가 되어 합성단면으로 설계되는 합성형 PC Hollow Core 슬래브이다.

2) 시공 및 적용효과

- (1) 지하층 이중슬래브 중 상부슬래브에 폭 1,200의 스파크리트 합성슬래브를 거치한 후 Topping concrete 120mm를 타설하여 슬래브를 일체화하였다.
- (2) 현장타설부위에 상부 인장철근을 배근하여 일체화된 합성슬래브로 5~6m 정도의 스패를 시공하였다.
- (3) 이중슬래브의 콘크리트 현장타설의 경우 양생 후 거푸집, 동바리 등의 해체, 반출을 위해서는 슬래브에 개구부를 두어야 하며, 이로인한 개구부의 처리와 작업의 어려움이 있었다. 이를 해결하기 위하여 스파크리트 합성슬래브 공법을 적용함으로써 공기단축, 경비절감, 안전 및 품질관리가 용이한 등의 적용효과를 나타내었다.



그림 9. Topping Concrete 타설

4.3 Mega Truss Travelling 공법

1) 개요

Travelling 공법이란, 여러 제약조건 등에 의해 제위치에서 시공하지 않고, 다른 장소에서 구조물의 일부 또는 전부를 조립하여 특수장비를 이용하여 제위치로 이동시켜 구조물을 완성시키는 공법이다. 특히, 수원민자역사 현장에 적용된 Travelling 공법은 장스팬의 구조물을 구축하는데 있어서 철로 등에 지장을 주지 않기 위하여 2층 바닥높이에 조립구대를 설치하여 구조체를 블록별로 조립하여 소정의 위치까지 Winch 등을 이용하여 수평 이동시켜 구조물을 완성하는 공법으로 기존

역사를 계속 사용하면서 작업을 진행할 수 있어 공기 단축 및 품질확보, 안전성 확보, 시공성 향상에 유리한 공법이다.

2) Travelling 시스템

Travelling을 위한 주요 시스템은 Mega Truss를 운반할 유압잭이 부착된 Bogie, Bogie의 이동통로가 되는 Skid Way, Mega Truss 블록을 견인하는 Winch로 구성된다.

(1) Bogie

Bogie는 이동시 마찰을 최소화할 수 있는 Steel Wheel(마찰계수 : 0.01)로 상부에 250톤 용량의 유압잭 2개를 부착하였다. 유압잭은 조립완료된 트러스 블록의 Lifting과 소정의 위치에서의 Lowering 작업을 수행하며, Bogie의 개수는 한쪽 Skid Way에 최대 8개, 총 16개를 사용하였다.

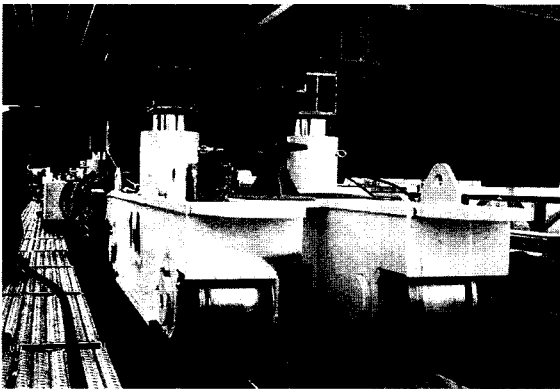


그림 10. Bogie

(2) Skid Way

Bogie가 이동할 Skid Way는 본기둥 위에 설치하고, 이동시의 하중 및 추력 등을 고려하여 본기둥을 보강하였으며 수평방향으로 브레이스를 설치하여 횡방향 하중에 대해 저항하도록 하였다. 이렇게 본기둥을 이용함으로써 별도의 가설기둥을 설치하지 않아도 되므로 가설자재의 절약 등의 성과도 얻을 수 있었다. 설계시 하중조건은 본구조물의 각 단계별 하중 및 변형 조건을 이용하였으며 수직하중은 충격을 고려하여 자중의 30%, 수평하중은 진행방향으로 자중의 15%, 진행 직각방향으로 자중의 10%를 각각 할증하여 설계하였다.



그림 11. Skid Way

3) 본 구조물 조립

조립구대 위에서 본 구조물(Mega Truss)을 계획된 순서에 의해 Block별로 순차적으로 조립하였다.

Travelling시 Block의 안정성 확보를 위하여 2층 기둥 상부와 2층 거더 단부에 가설경사기둥을 설치하여 본 구조물의 하중이 이 가설기둥을 통하여 Bogie로 전달되도록 하였다. 이러한 작업의 반복으로 900~1,700톤의 총 5개 블록을 조립하였다.

표 3. Mega Truss Block 구분

구분	규격(m)	중량 (ton)	부재수 (PCS)	견인길이 (m)
조립구대	51.8×53.1×6.45	2,000	1,213	
Block 1	52.2×53.1×12.4	1,506	868	234.7
Block 2	52.2×53.1×30.0	1,706	864	182.5
Block 3	52.2×53.1×12.4	1,369	786	130.3
Block 4	52.2×53.1×12.4	1,502	829	78.1
Block 5	42.5×53.1×12.4	890	520	25.5
계		8,973	5,080	

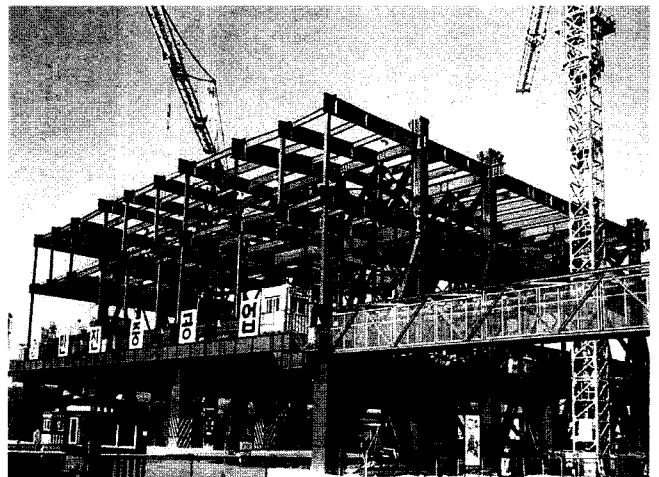


그림 12. 조립구대에서 Mega Truss 조립

4) Mega Truss의 Travelling

(1) Initial Travelling

2001년 11월 9일 Travelling시의 안정성을 확인하기 위한 Initial Travelling을 열차의 통행이 없는 심야에 실시하였다. 총 이동거리 약 20m, 본구조물 이동속도 20~60cm/min로 하였으며, 약 10m 이동 후 전체적인 상태를 점검하였다. 그 결과 본구조물의 대변형, Skid Way 이탈여부를 확인하였고, Bogie, 유압잭의 작동 및 Winch, 유압펌프 등 소요장비의 이상은 발견되지 않았다.

(2) 본 Travelling

2001년 11월 10일 외부인사를 초청한 “Mega Truss Travelling 시연회”를 겸한 Block 1의 본 Travelling을 실시하였다. 총 이동거리 약 235m, 본 구조물 이동속도는 Initial Travelling시 안정성의 확인으로 60~120 cm/min로 하였다. 이동중에 양쪽 보기의 편차가 기준치 50mm 이내인지를 확인하면서 Winch를 제어하여 실시하였다. 미리 설치하여둔 1층 기둥위치에 최대한 근접한 약 30mm 위치에 본 구조물을 내려놓고, 소형 유압잭을 이용 미세조정하여 정위치로 이동, 연결 용접작업을 하였다. 이때에 Bogie는 다시 조립구대로 이동함으로써 Block 1의 Travelling을 완료하였다. 이러한 Travelling의 반복으로 2002년 4월 19일에 블록 5까지 이동완료 하였다.



그림 14. Block 2 집합 및 Block 3 조립

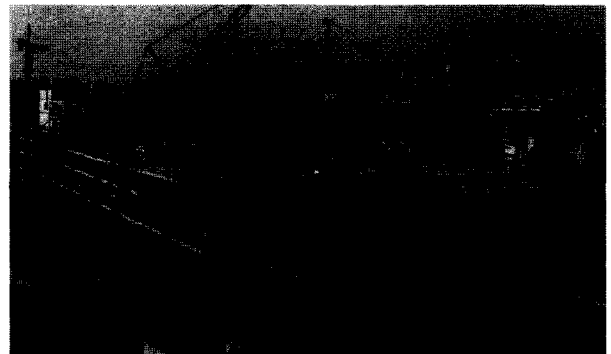


그림 15. 조립완료후 진입로 연결



(1) Block 1의 본 Travelling 전



(2) Block 1의 본 Travelling 후

그림 13. Block 1의 본 Travelling 전·후

5) 적용효과

(1) 공기단축

개개의 부재를 조립하는 일반조립공법의 경우는 열차 운행에 지장을 주지 않기 위하여 대부분의 작업이 야간에 이루어져야 하지만 조립구대를 활용한 Travelling 공법의 적용으로 조립작업이 주간에 가능함으로써 작업시간의 연장으로 공기단축을 이룰 수 있었다. 수원민자역사현장의 경우 약 8,300톤의 철골부재 조립을 두 공법으로 비교하였을 때 약 7개월 정도의 공기단축이 가능한 것으로 나타났다.

(2) 안전성 확보

조립구대에서의 작업과 2~4개층의 조립을 완료한 후 2층 바닥의 데크 시공까지 한 후 Travelling을 수행하여 이동식 크레인 사용이 최소화되므로 선로 간섭을 배제할 수 있어 열차의 안전운행 확보와 근로자의 안전성 확보가 가능하였다.

(3) 품질향상

일정위치인 조립구대에서 반복적인 철골조립작업으로 인한 작업자의 숙련도 향상으로 품질향상이 가능하였으며, 또한 검사업무도 수월하게 할 수 있었다.

(4) 공사비 절감

일반조립공법에 비해 조립·설치시의 가설장비, 인건비의 절감이 가능하였으며, 공기단축에 의해 간접비 등의 절감 효과도 가능하다.

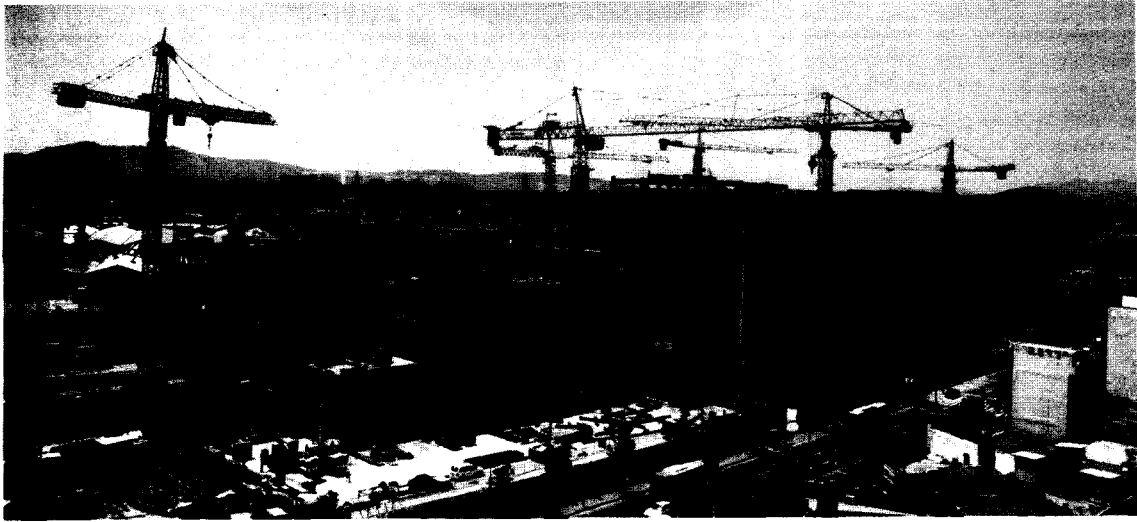


그림 16. Travelling 완료 후 마감작업 진행

5. 맺음말

수원민자역사는 철도역사, 전철역 및 백화점, 영화관이 있는 복합건물로서 수원지역의 새로운 이정표가 될 건물이다. 공사를 수행함에 있어 기존 수원역의 운영에 지장을 주지 않고, 열차 이용승객의 안전을 확보하여야 하는 등 많은 어려운 여건속에서도 직원들의 열정적인 노력과 제약조건을 극복하기 위한 여러 신기술·신공법의 적용으로 성공리에 공사를 마무리 할 수 있었다.

특히, 대형 중량 철골구조물을 보기라는 이동장비를 이용하여 조립·설치하는 Mega Truss Travelling 공법은 기존의 지상에서 수행하던 방법을 개선하여 선로 상부에서 분기둥을 이용하여 이동시킴으로써 공기단축은 물론 공사비 절감도 가능하였으며, 국내 건축기술 발전에도 기여하였다고 생각한다.

마지막으로 본 공사를 성공적으로 이끈 임직원은 물론 발주처, 설계, 감리자 및 관련 협력업체 모든분들에게 감사의 말씀을 전합니다.