

수원민자역사



이창남
(주)센구조연구소 대표

1. 건물 개요

수원은 고려 충선왕 2년(1310) 수원부가 설치되면서부터 사용된 명칭으로, 2002년에 이미 인구 백만 명을 넘는 거대 도시로 성장하였다. 현재 9개 대학과 46개 교육기관, 대기업 등과 경기도청, 각종 행정기관이 밀집되어 있는 교육 및 산업도시이다.

수원역은 1905년 1월 1일 보통 역으로 시작하여 1975년 12월 31일 전철 역사로 발전하였다. 지금은 하루 250회의 열차가 통행하는 등의 유동인구 증가에 따른 이용객 편의와 역세권 개발을 위해 민자역사가 2003년 9월 준공되었다.

본 고에서는 수원 민자역사의 구조특성과 시스템 등을 개략 설명하고자 한다. 건축 개요는 <표 1>과 같고, <사진 1>은 수원민자역사 전경이다.

<표1> 구조 개요

위 치	수원시 권선구 매산로 1가 18
용 도	운수·판매 및 관람집회시설
규 모	B3~6F(최고높이 : 39.5m)
대지면적	71,574㎡(21,651평)
건축면적	34,780㎡(10,521평)
연면적	126,730㎡(38,335평)
건폐율	48.59%
용적율	108.69%
구조시스템	S조/RC조/SRC조
건축설계	(주)서한종합건축사사무소
구조설계	(주)센구조연구소
시공사	(주)한진중공업



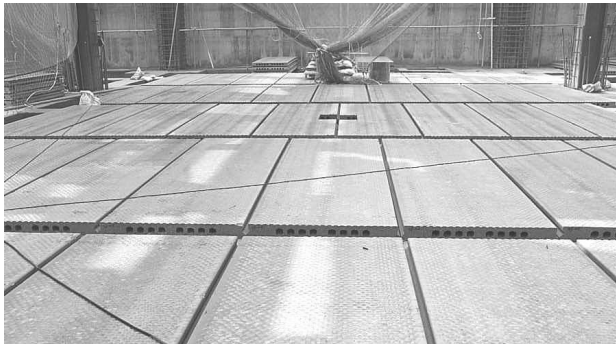
<사진1> 수원민자역사 전경

2. 구조 개요

기초는 지반조사 결과에 따라 지하 3층은 지내력 100tf/㎡의 독립 기초로 설계하였고, 지하 최하층 바닥 이중슬래브의 사이 공간은 지하저수조로 사용하였다. 지내력이 부족한 부분은 RCD 기초로 하였고 일부 RCD 기초와의 정착 등을 고려하여 매트 기초로 설계하였다.

기둥의 초기 계획은 Box Column이었으나, Mega Truss와의 접합 관계를 고려하여 '교' 형으로 변경하였고, Mega Truss 블록의 이동 통로가 되는 Skid Way를 지지하는 부분의 본기둥은 Travelling 시에 보강을 최소화하기 위해 단면크기를 변경하였다.

지하 3층과 지하 1층의 이중슬래브 중 상부슬래브에 폭 1,200(mm)의 스파크리트 합성슬래브를 거치한 후 Topping concrete 120mm를 타설하여 슬래브를 일체화하는 스파크리트 합성슬래브 공법(Spancrete Hollow Core System)을 채택하여 공기단축과 경비절감, 안전관리 등의 적용효과를 얻었다. <사진 2>는 스파크리트 설치 상황이다.



〈사진2〉 스파크리트 설치

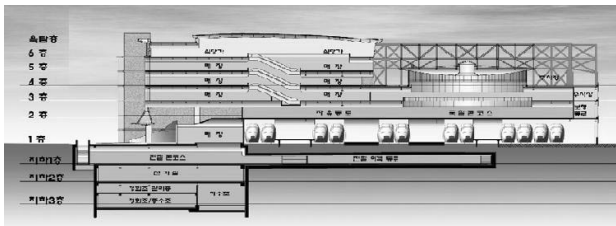
그 외 철골 기둥 보 접합부는 현장용접형식으로 하였고, Mega Truss 간의 접합은 핀접합으로 설계하였다.〈표 2〉는 구조재료의 성질이고, 〈표 3〉은 주요 설계하중이다. 본 구조물에 사용된 강재량은 약 28,000톤이다. 〈그림 1〉은 건물의 주단면도 이다.

〈표2〉 구조재료의 성질

철근	- SD40 (Fy=4,000kgf/cm ²) - HD25 이상 기계이음, 가스압접
콘크리트	- fek = 240kgf/cm ² (광장구간) - fck = 350kgf/cm ² (선상구간)
철골	- 40mm 이하 : SS400, SM490A - 40mm 초과 : SM490TMC - 2층 바닥 전철상부(백화점 부분) 내화강 적용

〈표3〉 주요설계하중

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



〈그림1〉 건물개요-단면도

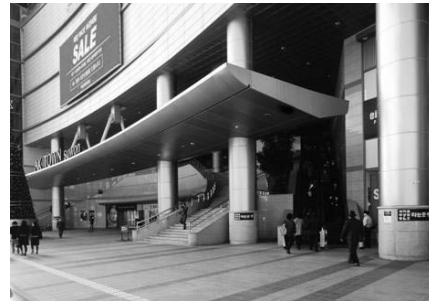
3. 구조 특성

3.1 주출입구캐노피

수원민자역사는 백화점과 극장, 매장역사가 혼합된 복합건물이

며, 건물의 장변 방향은 길이가 250(m)를 넘는 대형 건축물이다. 본 건물의 주출입구는 26.1(m)의 넓은 경간 상부에 캐노피를 설치하여 2층 대합실로 연결하며, 상부에 X브레이싱으로 보강하여 캐노피를 매다는 형식을 적용하였다.

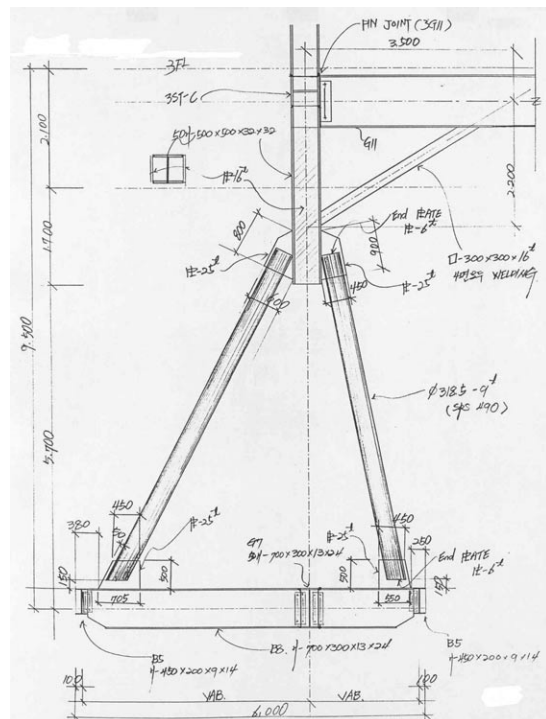
〈사진 3〉은 주출입구 캐노피 상부이고, 〈사진 4〉는 캐노피 전경이다. 또한 〈그림 2〉는 주출입구 상세도이다.



〈사진3〉 주출입구 캐노피 상부



〈사진4〉 주출입구 캐노피 전경



〈그림2〉 주출입구 상세

3.2 Mega Truss

Mega Truss는 52.2×53.1(m)의 만남의 광장 부분을 인장기둥으로 달아매는 형식으로 구성되어 있으며 지상 2~4층에 해당된다.

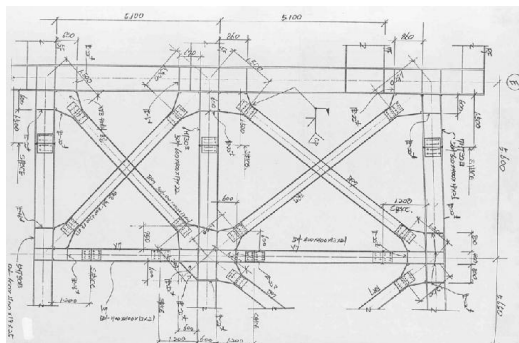
초기에는 춤 1,200mm의 플레이트 거더로 계획하였으나 일부 구간에 설비 덕트 설치 등으로 인한 웹 개구부가 필요하여 단면 형상을 '도' 형태의 600×650으로 변경하였다. 또한 일부 구간은 사람과 차량 통행을 위해 부분적으로 제거하였다. <사진 5, 6>은 각각 층간 메가 트러스의 골조와 메가 트러스를 적용한 대공간 대합실의 전경이다. 또한 <그림 3>은 일부 메가 트러스 부분의 상세도이다.



<사진5> 층간 메가 트리스



<사진6> 대공간 대합실 전경



<그림3> 메가 트리스 상세

3.3 Mega Truss의 Travelling

본 역사는 하루 250회의 열차운행이라는 특수한 조건 때문에 철골 조립 설치에 상당한 어려움이 있다. 따라서 별도 장소에서 선 제작

후 운반하는 Travelling을 적용하였다.

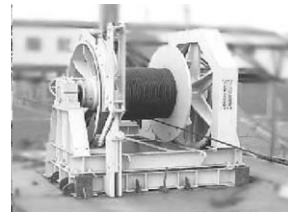
Travelling 공법은 다른 장소에서 구조물의 일부 또는 전부를 조립 후 제 위치로 이동시켜 구조물을 완성시키는 방법이다.

주요 시스템은 Mega Truss를 운반할 유압잭이 부착된 Bogie, Bogie의 이동통로가 되는 Skid Way, Mega Truss 블록을 견인하는 Winch로 구성되고 각 구성은 <사진 7>과 같다. 조립구대 위에서 Mega Truss를 계획된 순서에 의해 Block별로 순차적으로 조립하고, 이러한 작업 반복으로 약 900~1,700톤의 총 5개 블록을 조립한다. <표 4>는 각 Mega Truss 블록의 구분이다.



(a) Bogie

(b) Skid way



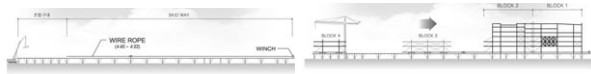
(c) Winch

<사진7> Travelling의 구성요소

<표4> Mega Tyuss 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	-

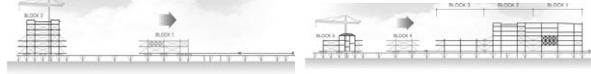
Travelling의 장점은 별도의 조립구대를 활용하여 주간에 조립작업이 가능하므로 공기단축과, 2~4개 층의 조립을 완료 후 운반하여 열차와 근로자의 안전성 확보가 가능하다. 또한 별도의 조립구대에서 반복 작업을 하므로 작업자의 숙련도와 품질이 향상되고, 가설장비와 인건비 절감 등에 의한 공사비가 절감된다. <그림 4>는 Travelling의 순서도이다.



제1단계 : 조립구대 및 Skid Way 설치 제5단계 : Block 1 · Block 2 접합, Block 3 이동, Block 4 조립



제2단계 : Block 1 조립 제6단계 : Block 2 · Block 3 접합, Block 4 이동, Block 5 조립



제3단계 : Block 1 이동 및 Block 2 조립 제7단계 : Block 3 · Block 4 접합 및 Block 5 이동

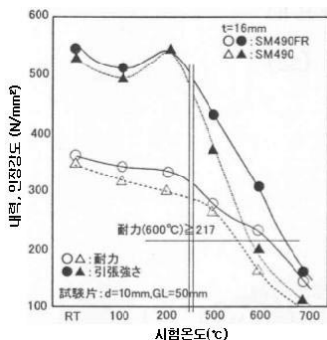


제4단계 : Block 1 상부조립, Block 2 이동 및 Block 3 조립 제8단계 : Block 4 · Block 5 접합 및 조립구대 해체

〈그림4〉 Travelling 순서도

3.4 내화강 적용

내화강은 FR 강이라고 불리는 강재로, 일반강의 경우 350℃로 가열 되면 항복내력이 상온 규격치의 2/3 정도로 저하되지만 내화강은 600℃에서도 2/3이상의 항복내력이 확보되어 고온특성이 우수하다. 고온 특성은 Cr(크롬), Mo(몰리브덴), Nb(니오븀), V(바나듐) 등의 합금원소가 첨가되어 고온내력을 향상시키는 것으로 합금원소 첨가로 인한 용접성의 저하는 C(탄소)함유량을 저감하여 용접성을 확보한 것이 특징이다. 〈표 5〉는 내화강의 화학성분 예이고, 〈그림 5〉는 내화강과 일반강의 온도에 따른 내력의 변화이다.



〈사진3〉 메가트러스 상세

〈표5〉 기계적 성질의 예 (단위:N/mm², %, J)

종류	YP	TS	EI	YR	√E ₀
SM400-FR	281	468	33	60	294
SM490-FR	404	536	25	75	255
SM400	268	424	31	63	95
SM490	367	528	28	70	135

YP : 항복내력 TS : 인장강도 EI : 연신율 YR : 항복비 √E₀ : 0℃충격흡수에너지

일본의 경우 일부 주차장 등에 적용된 예는 있으나 국내에서 건축 구조물의 적용은 당해 건물이 최초이다. 전철 상부 2층 바닥의 백화점 하부에 적용되었고, 물량은 약 310톤이다.

3.5 진동저감

본 건축물은 열차에 의한 진동이 상시 발생하는 곳으로 진동 대책방안이 초기부터 검토되었다. 진동 예측 결과 일부 구간에서 진동규제치의 3배를 초과하였으나, 진동으로 인한 초기 콘크리트의 양생 등은 문제가 없는 것으로 파악되었다.

진동 대책방안은 크게 강성을 증가시키는 방법과 진동저감용 매트 사용 하는 방법을 적용하였다.

실제 강성 증가는 지상 1층의 철골 조를 철골 철근콘크리트 조로 하였고, 바닥 슬래브도 200mm 로 증가하였으며, 철도와 인접한 외벽의 벽체 두께 등을 증가 시켰다. 또한 RCD 기초 CAP과 1층 열차 운행 구간의 접합 벽체에 100mm의 채움재를 사용하여 진동 저감을 설계에 적용하였다.

4. 맺음말

역사는 기존의 건축구조물과는 다른 특성을 갖는다. 공사 중에도 역사 사용을 계속 하여야 하고, 열차운행 등으로 인해 작업조건이 제한되므로 안전관리 등에 취약하다. 또한 역사는 유동인구가 많은 복합 구조물로 계획되고, 수직적인 개념 보다 수평적인 평면 유형에 맞는 구조계획과 설계가 필요하다.

2003년 9월 준공된 수원민자역사는 1995년 3월 사업주관자가 선정된 후 약 9년여 진행된 대규모 프로젝트이다. 또한 당사도 Travelling System 등이 적용된 설계 감리에 참여하여 성공적인 결과를 얻었으며, 이로 인해 강구조학회상을 수상한 것을 고맙게 생각한다.