

경부고속철도 광명역사의 구조설계와 시공

Structural Design and Construction of Kwangmyeang High Speed Rail Station



전 봉 수 우리회 전회장
전우구조 기술사사무소 대표



이 인 영 홍보편집위원장
전우엔지니어링 대표

1. 일반사항

1.1 개요

- 1) 공 사 명 : 경부고속철도 광명역사 신축공사
- 2) 소 재 지 : 경기도 광명시 일직동 일대
- 3) 주요용도 : 운수시설(고속철도역사)
- 4) 발 주 처 : 한국고속철도건설공단
- 5) 현상설계 : 무영건축 + AREP(프랑스 국영철도회사의 건축설계회사)

+ RFR(프랑스, 구조사무소)

실시설계 : 무영건축(건축설계 및 감리) + (주)전우구조(구조설계)

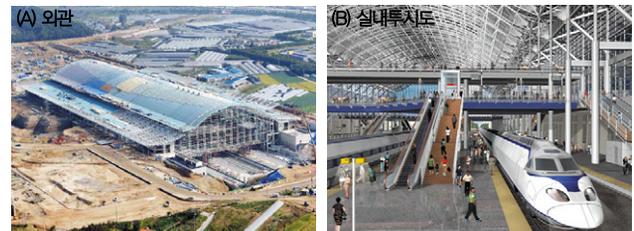
계)

- 6) 설계기간 : 1995. 12. - 1999. 06.
- 7) 시 공 자 : 동부건설(주)
- 8) 공사기간 : 1999. 12. - 2003. 07.

1.2 건물개요

- 1) 대지면적 : 264,100 m²
- 2) 연 면 적 : 78,500 m²
- 3) 층수 : 지하 2층, 지상 2층
- 4) 높이 : 지상 최고 30.4 m

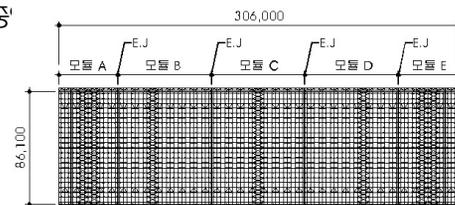
구분	구조형식	구조형식	구조재
지붕구조	중앙지붕	비렌딜트러스 3хин지 아치구조	각형 및 원형강판
지지구조	측면지붕	비렌딜트러스구조	
하부구조		모멘트골조	각형 및 원형강판
기초구조		철근콘크리트 라멘	철근콘크리트
		파일기초	φ500 고강도 콘크리트 파일



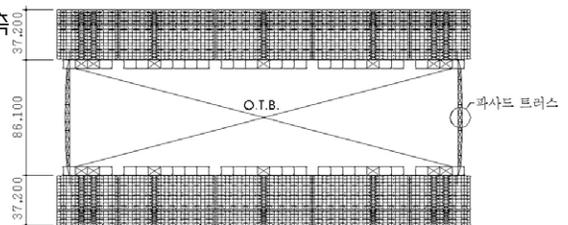
〈그림 1〉 광명역사

2. 구조약도

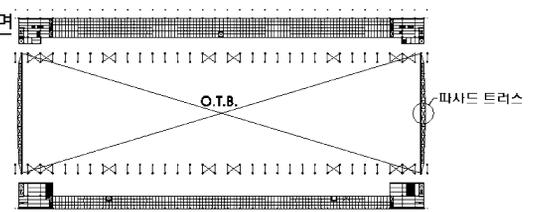
3.1층

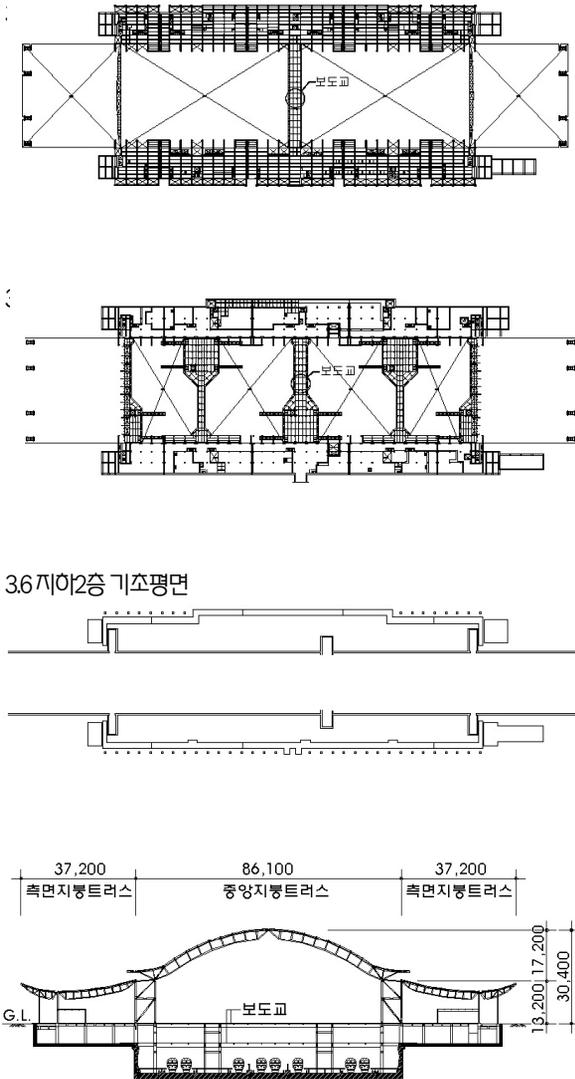


3.2층



3.3층 평면





3. 구조계획

3.1 지붕구조

3.1.1 3점 아치의 비렌딜 트러스 지붕

한국의 전통적인 한옥처마와 비선곡선을 건축물로 형상화한 각관 철골조 지붕은 포물선형의 중앙 지붕구조와 동서간 양측에서 포물선이 흐르다 솟는 듯한 양측 지붕구조로 구성된다(2.7절 참조).

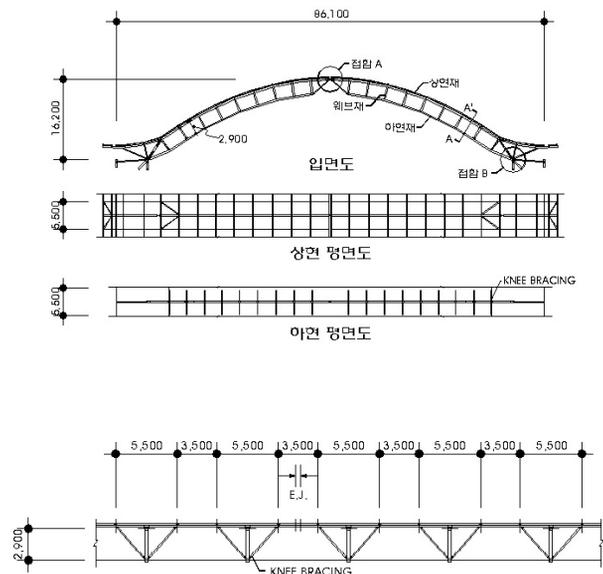
중앙 지붕구조는 경간 86.1m, 높이 2.9m의 대공간구조로 2중 포물선형 3점힌지 아치형의 각형강관 비렌딜트러스와 이를 연결하는 중도리 및 타이트러스로 되어 있다.

지붕의 남북간 길이는 306m로 5개의 모듈 단위를 신축이음접 내진이격으로 분리하였다. 분리방식은 양측 타이트러스를 캔틸레버 형식으로 모듈간 상호 근접하였다.

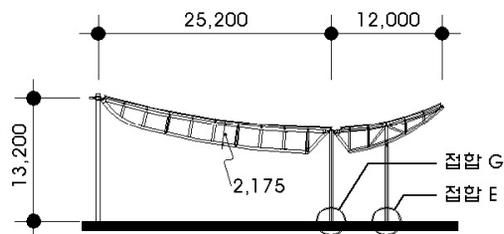
동서간 양측의 지붕은 건축적인 곡선에 맞추고 중앙지붕과 유사한 비렌딜 트러스로 하였다. 이러한 구조형식은 래티스기둥 상부에 접합되며, 캔틸레버지붕을 지지하는 외측기둥과는 강접합된다. 황하 중 작용시 트러스 상현재는 지붕면에 위치하는 가새군으로 지지되며, 하현재는 남/북방향으로 횡방향 버팀대를 설치하여 저항하도록 하였

〈그림 2〉 중앙, 양측면지붕의 부재일람표

구분	상, 하현재	수직재
부재	□ -300×300×14	□ -300×300×12



(a) 중앙지붕



(b) 측면지붕

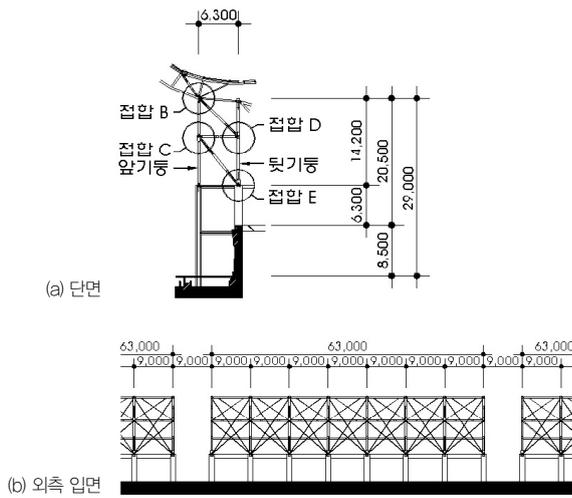
〈그림 2〉 비렌딜트러스 지붕

3.1.2 래티스 기둥

지붕구조를 지지하고 있는 래티스 기둥은 수직부재와 대각가새부재로 구성되어 중앙 아치트러스의 지지단 및 측면지붕의 수직하중을 전달한다(그림 3).

〈표 2〉 래티스기둥의 부재일람표

구분	앞기둥	뒷기둥	대각부재
부재	∅-355.6×9	∅-457.2×12	□-300×300×12



〈그림 3〉 래티스 기둥

3.1.3 로드바의 수직 브레이싱

래티스 기둥의 측면에 형성하고 있는 로드바의 수직 브레이싱은 신축이음으로 분리된 모듈에 하나의 다이어그램을 형성시켜 거동하게끔 하고 있다. 로드바는 인장강도 610Mpa, 항복강도 460Mpa 등의 재료성질을 지니고 있다.

3.2 남/북 파사드 트러스

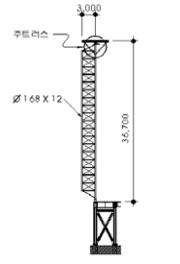
고속전철의 진출입구가 되는 남북 양단에 위치한 폭 86.1m, 높이 36.7m의 커튼월은 후면의 원형관관의 파사드 트러스구조로 지지되어 있다(그림 4, 5). 응력의 균등한 분배를 위해 수평 X-브레이스를 3열 배치하였다. 연직하중은 트러스 상/하현재를 통하여 지하1층에 위치한 Type-C 보도교 상단에 지지되며, 수평하중은 지붕구조 및 Type-C 보도교에 분할하여 지지하도록 한다.

〈표 3〉 남/북 파사드 트러스의 부재일람표

구분	내, 외측 기둥	수평재	수평X-가새
부재	∅-168×12	H-194×150×6×9	∅22 로드바



〈그림 4〉 정면투시도
(남북외벽의 파사드트러스)



〈그림 5〉 파사드트러스
외벽단면도

3.3 지하1층 바닥, 보도교 및 기초

3.3.1 지하1층 바닥

바닥면적 22,600m²의 지하 1층 바닥은 철근콘크리트조로 슬래브는 사용하중, 진동 및 소음 등에 적절하도록 두께 200mm로 하였으며, 보의 층은 건축계획상 900mm로 제한되어있어 하중 및 응력조건에 따라 보의 폭을 300~600mm로 하였다.

297.0m × 142.5m의 초대형 구조물로 온도 및 건조수축으로 인한 콘크리트 균열과 지진하중 등에 건물의 변형을 방지하고, 구조물의 안전성을 확보하기 위하여 신축 및 이음줄눈을 설치하였다. 남/북방향으로 지하2층에 신축이음을 설치하여 본 건물과 선로부분을 분리함으로써 열차통과로 인하여 본 건물에 전해지는 진동을 최소화하도록 하였다.

3.3.2 보도교

역사내 혼잡을 덜고 여객의 신속한 이동이 가능하도록 지하2층 바닥의 플랫폼을 가로질러 지하1층 동·서측에 위치한 콘코스를 서로 연결하는 5개의 보도교는 중간 기둥에 의해 지지되고 있다.

주구조형식은 층 1.5m의 용접구조용 H형 강재를 동/서방향의 토목옹벽에 접합하고, 그 사이에 작은 보를 전단접합하였다. H형강 상부에는 전단연결재와 두께 15cm의 철근 콘크리트 슬래브를 타설한 합성바닥판 구조형식을 형성하여, 수평하중에 대한 다이어그램 작용을 하도록 하였다. 이러한 H형강을 사용한 보도교 구조는 토목옹벽 및 중간기둥들에 의하여 지지되며, 최대 기둥간 거리는 31.5m이다.

건축계획상 역사내부에 설치되는 보도교는 모두 5개로 형상 및 폭에 따라 3종류로 구분하였으며, Type-A, B 보도교는 여객통로로 사용되고, Type-C 보도교는 여객통로 및 남/북측에 위치한 파사드 트러스를 지지한다.

3.3.3 기초

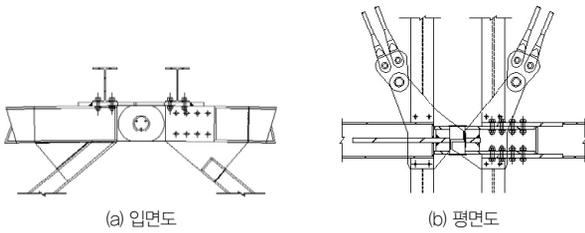
역사의 기초하부(EL+116.61m)는 대부분 퇴적토층과 풍화질류

토층에 놓이게되어 지지층으로 부적절하여 말뚝기초형식을 택하였다. 역사의 중요성과 전동차 운행에 따른 지반진동의 영향을 고려하여 두께 3m의 매트기초 형식을 택하였다.

3.4 접합부

3.4.1 각관의 이음

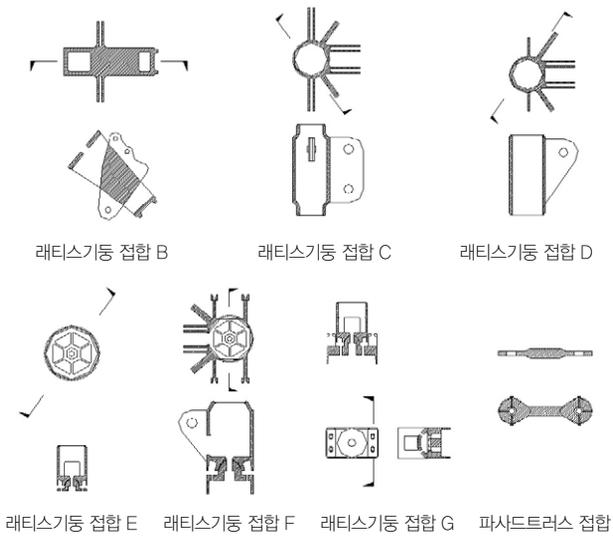
각관의 이음은 공장용접에 의하였고, 중앙 크라운은 덧철판, 고력볼트 및 로드판에 의한 현장접합으로 시공의 편의와 충분한 응력을 발휘할 수 있도록 하였다(그림 6).



〈그림 6〉 중앙지붕 트러스 크라운의 접합부 (접합 A)

3.4.2 주강제 접합부

래티스 기둥의 수직부재와 대각가새부재를 비롯한 파사드 트러스의 접합부에서는 여러 부재들이 한 곳에 집중되어 접합 상세의 미적 형상을 살리고자 주강제 접합으로 설계하였으며 주강접합은 모두 22종에 이르고 그 중 대표적인 7개의 접합을 그림 7에 도시하였다. 한 계인장강도 470Mpa, 신장률 30% 등의 성능을 갖는 주강제작하도록 하였다.



〈그림 7〉 주강제작 접합부

4. 설계하중 및 실험

4.1 설계하중

1) 활하중 (단위 : kgf/m²)

지붕	여객시설		
	출입홀 / 대합실	여객통로	콘코스
100	600	600	600

2) 적설하중

적설 50cm 기준 $S = P \cdot Z_s \cdot C_s$

3) 풍하중

$$P = C \cdot q \cdot A$$

설계기본풍속 35m/sec, 노풍도 B

4) 지진하중

$$V = \frac{A \cdot I \cdot C \cdot S}{R} \cdot W$$

A = 0.12 (지진구역2), I = 1.5, S = 1.5

R = 지붕 및 지지구조(6.0), 보도교(2.0), 하부구조(4.5)

5) 온도하중

	지붕	파사드	보도교	래티스기둥
동절기 최저온도	-15℃	-15℃	-15℃	-15℃
하절기 최고온도	+30℃	+30℃	+15℃	+15℃

4.2 풍동실험

광명역사건물의 1/400 축소모형에 대한 최근 50년간의 기상자료를 바탕으로 최고, 평균, 최빈풍속을 기준으로 풍동실험을 통하여 풍압을 측정하여 수치해석 결과를 비교함.

· 역사내 터널이 받는 풍하중 : $P = \frac{1}{2} \rho V^2 C_p$

	350 km/h	275 km/h	240 km/h
0.25	145.1 kgf/m ²	89.6 kgf/m ²	68.2 kgf/m ²

4.3 진동평가

고속열차의 통과시 진동 등은 별도의 학술연구조사결과에 의하면 건물의 진동은 다음과 같이 요약할 수 있다.

1) 지붕트러스의 동적 특성

지붕트러스는 수치해석결과 1차 고유진동수가 수평방향은 1.33Hz, 수직방향은 2.16Hz로 낮은 대역의 진동수 특성을 갖는 것으로 나타났다. 고속철도의 주행속도가 클수록 높은 진동수의 가진

력 특성이 존재할 것이므로 공진범위는 크지 않을 것으로 판단하였다.

2) 보도교의 동적 특성

보도교의 수평방향 1차 고유진동수는 단변방향(Z방향)의 횡진동모드로서 0.48Hz로 나타났으며, 수직방향에 대한 1차 고유진동수는 3.42Hz로 나타났다. 수직방향에서 참여계수의 합이 10차 고유진동수까지 74.63%를 차지함으로써 저차진동수 성분의 기여도가 크다는 것을 알 수 있다. 따라서 보도교의 동적 특성은 열차가진력과의 공진측면에서 바람직한 것으로 판단되었다. 또한 수직방향의 1차 고유진동수가 3.42Hz로 나타났기 때문에 1차 가진동수인 2Hz 인 보행하중과의 공진측면에서도 바람직한 것으로 나타났다.

3) 역사구조의 승강장에서 고속철도 주행열차의 통과로 발생하는 진동량은 ISO 국제허용진동기준을 초과하지 않는 것으로 나타났다.

4) 고속열차의 주행속도가 250km/h 이상시 열차 1대의 통과로 발생하는 진동은 순간적으로 감쇠가 이루어지므로 충격진동으로 볼 수 있으나, 일일 통과열차가 200대 이상인 점을 고려할 때 주행열차로 인한 진동은 열차운행시간 동안 상시진동으로 고려하는 것이 적절하다. 열차주행으로 예상되는 진동이 매트기초에서 지반으로 전달되므로 진동을 저감시키기 위해서는 매트기초의 두께와 신축이동줄눈의 적절한 배치로 제진하는 것이 적절한 방법이라고 판단하였다.

5. 시공전경



(a) 2000년 6월



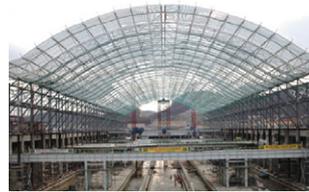
(b) 2001년 1월



(c) 2001년 7월



(d) 2001년 9월



(e) 2002년 2월



(f) 2002년 6월



(g) 2002년 7월



(h) 2003년 3월

(그림 8) 시공전경

6. 맺음말

경부고속철도 광명역사는 1997년의 IMF 경제위기시 설계의 일시적 중단, 규모조정 등의 곡절이 있었음에도 국제 현상설계에 의해 선정된 당초의 계획대로 설계를 할 수 있었다.

이 고속철도 역사의 큰 규모, 광활한 내부공간, 각종동선의 유연한 순환 및 구조물의 신선함은 2004년 4월 경부고속철도의 개통시 중추역으로서 그 위용을 자랑할 수 있을 것으로 기대한다.



본회에서는 국내에 건립되는 좋은 구조물들에 대한 기록을 남기기 위해 본 란을 신설하였습니다.

회원 여러분들께서 설계에 참여하신 좋은 Project에 대한 자료를 모집하오니 많은 협조 부탁드립니다.