

스카이 브릿지의 구조 설계와 시공 계획

Structural Design and Election Engineering of Sky Bridge



김 영 식*
Kim, Young-Sik



박 노 웅**
Park, Noh-Woong



김 정 현***
Kim, Jeong-Hyun

1. 서론

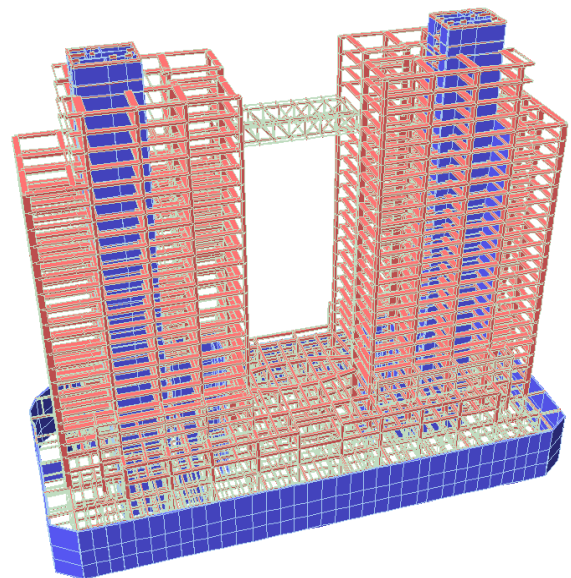
최근 신축되는 주거용 건축물은 공동주택, 오피스텔, 상가와 주민 편의시설을 갖춘 주상복합으로 계획된 건물이 증가하고 있다. 또한 2개 동으로 계획된 단지의 경우 상부층에서 스카이 브릿지를 설치하여 2동의 연계성을 확보하도록 계획하고 있다. 스카이 브릿지의 용도는 주민 편의시설을 배치하거나 연결통로의 역할을 한다.

본 기술기사에서는 최근 완공된 경기도 성남시의 주상복합 건물의 스카이 브릿지의 구조 설계 및 시공계획 사례를 자세히 소개하고자 한다.

2. 건축물 개요

본 건축물은 경기도 성남시에 위치하고 있으며, 건물 규모는 지하3층, 지상23층, 2동이다. 건물의

용도는 지하3~지하1층 주차장, 지상1,2층은 근린생활시설이며, 지상3~5층 오피스텔과 지상6층부터는 공동주택이다. 구조형식은 철근콘크리트 Beam&Girder 시스템 구조이다.

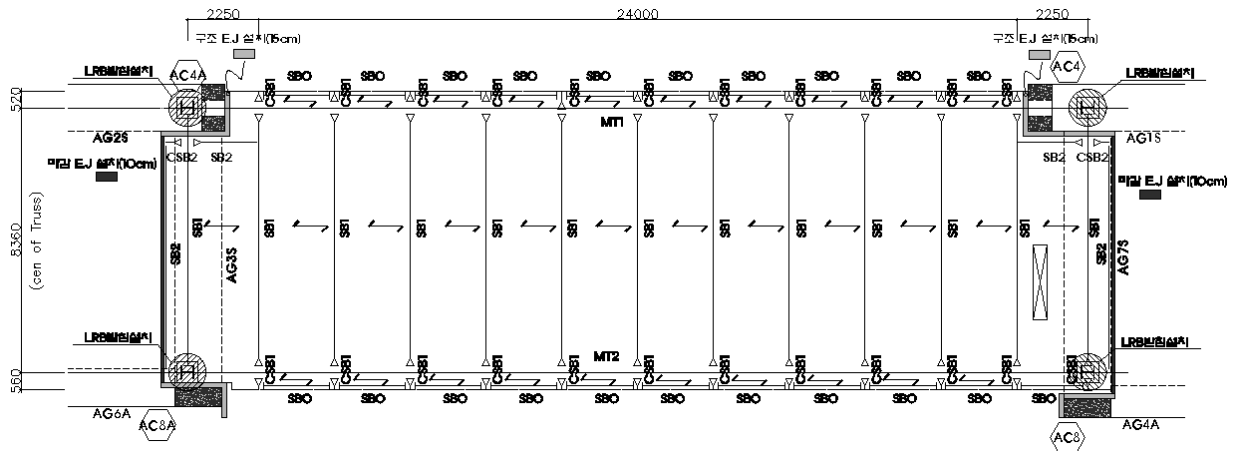


〈그림 1〉 건축물 3D 형상

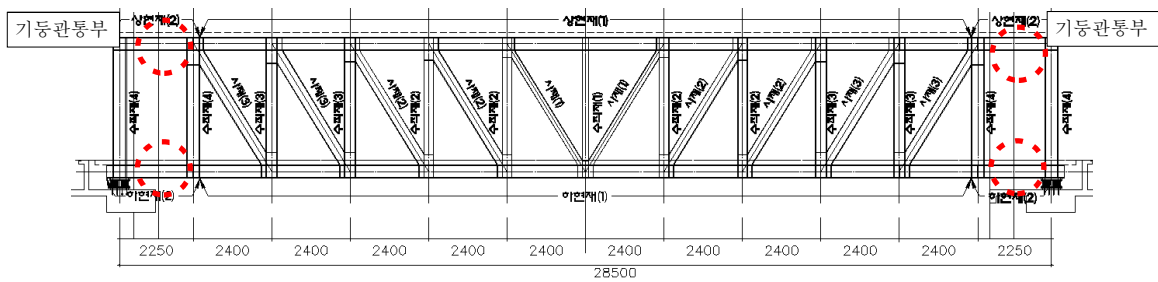
* 정희원, (주)영구조엔지니어링 대표, 구조기술사

** (주)영구조엔지니어링 이사, 공학석사

*** (주)영구조엔지니어링 실장, 공학석사



〈구조평면도〉



〈구조 입면도〉

〈부재 일람표〉

부 호	부재크기	비 고
상/하현재(1)	H-400X400X13/21	SM490
상/하현재(2)	H-414X405X18/28	SM490
수직재, 사재(1)	H-200X200X8/12	SM490
수직재, 사재(2)	H-300X300X10/15	SM490
수직재, 사재(3)	H-350X350X12/19	SM490
수직재, 사재(4)	H-414X405X18/28	SM490

〈그림 2〉 브릿지 구조 평면도와 입면도

〈그림 1〉과 같이 2개 타워동의 지상19층(지상 58m)에 설치되는 스카이 브릿지는 주민편의시설과 연결통로 역할을 한다. 스카이 브릿지 구조형식은 철골 트러스 시스템으로 계획하였다. 주요 검토 사항은 스카이 브릿지 구조물과 받침부의 구조설계와 스카이 브릿지 설치에 따른 본 건물의 영향을 검토 하였다. 또한 시공사와 시공계획에 대한 검토 및 시 공 중 발생된 변형과 접합부의 상세 검토를 수행하 였다.

3. 스카이 브릿지 구조계획

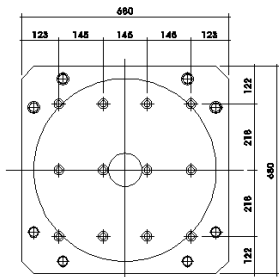
스카이 브릿지는 〈그림 2〉 구조평면도와 단면도 같이 경간은 약28m, 폭 9m, 높이 5m이며, 철골부 재를 사용하여 트러스로 계획하였다.

주요 구조설계 고려 사항은 첫째 철골트러스 프레 임과 데크 슬래브이다. 철골 재료강도는 SM490이며 데크슬래브 두께 150mm이다. 철골트러스의 경우 부재 내력과 강성(처짐)을 고려하여 사재를 배치하

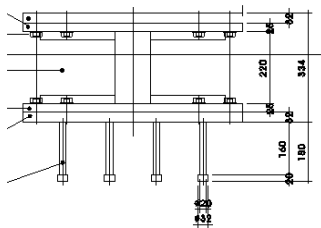
여 설계하였으며, 경제성을 고려하여 수직재와 사재의 부재 크기를 선정하였다. 또한 풍하중에 대한 Up_Lift Force에 대한 안정성을 검토하였으며, 본 구조물의 경우 받침부에 인발력이 발생하지 않는다.



〈그림 3〉 탄성받침 개념도



평면도

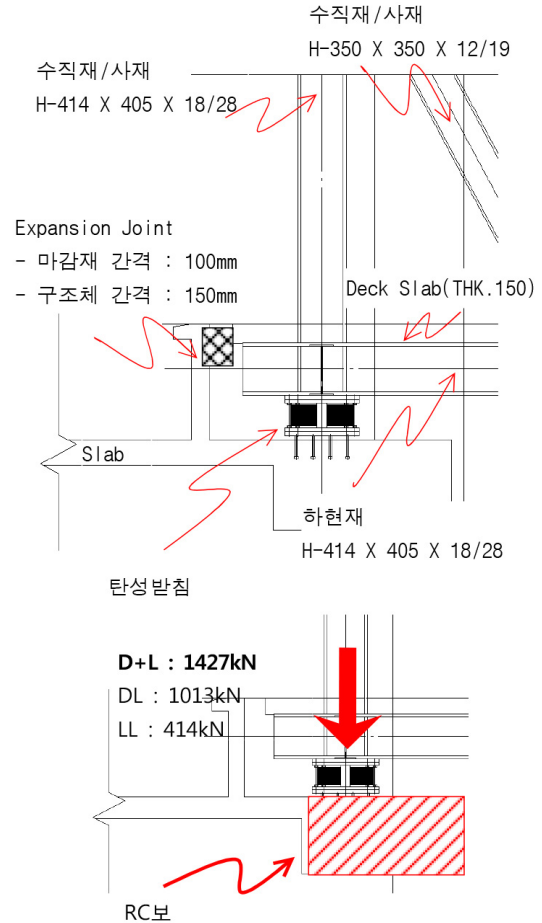


단면도

〈그림 4〉 탄성받침 상세

둘째 스카이 브릿지의 받침부는 브릿지의 수직하중과 타워동의 횡변형에 따른 수평력을 저항할 수 있는 탄성받침(LRB)을 설치하였다. 탄성받침은 〈그림 3〉, 〈그림 4〉와 같이 직경 680mm, 높이 334mm 제품을 사용하였다. 재원 특성으로는 최대 15cm 변형 흡수가 가능하도록 설계하였으며, 연직하중은 최대 2,000kN까지 지지할 수 있다. 설치 위치는 〈그림 5〉와 같이 스카이 브릿지 단부 4개소이며, 1개소에 작용하중은 총하중(D+L)은 각각 1,427kN이다.

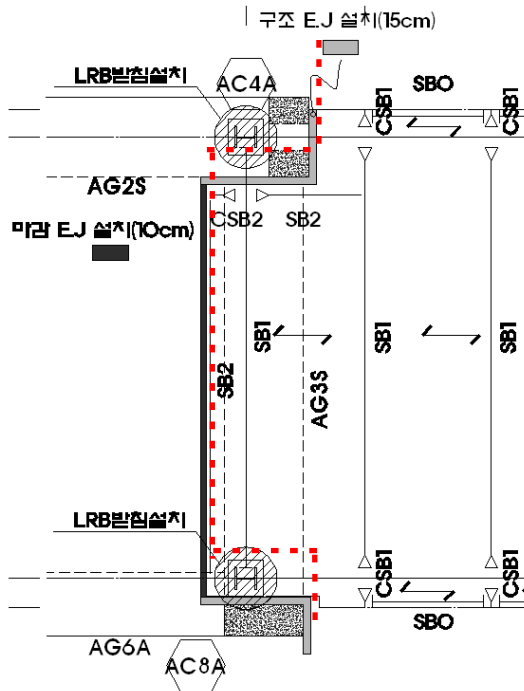
탄성받침은 스카이 브릿지와 본 건물의 RC보에 Stud Bolt로 고정하였다.



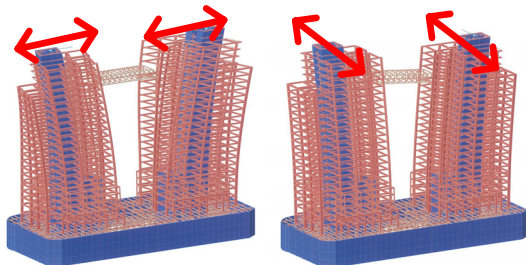
〈그림 5〉 탄성받침 설치 상세

셋째 타워동의 횡변위를 고려하여 스카이 브릿지와 본건물의 연결부에는 E.J를 적용하였다. E.J 설치 위치는 건축마감을 고려하여 〈그림 6〉과 같이 스카이 브릿지 양 단부로 선정하였다. E.J 이격거리는 〈그림 7〉과 같이 구조해석을 수행하여 X,Y 각 방향에 대해 변위를 분석하였다. 2개 타워동의 변위 해석결과는 〈표 1〉과 같으며, 풍하중에 대한 최대 변위는 Y방향 각각 7.4cm, 7.9cm이며, 지진하중에 대한 최대 비탄성변위 변위는 Y방향으로 각각 18.0cm, 18.6cm이다. 각 동의 E.J 간격은 〈표 2〉와 같이 마감재의 경우 2동 Y방향 풍하중 변위합 15.3cm의 절반인 7.65cm 발생하므로 10cm로 산정하였다. 구조체간 E.J 간격은 지진하중에 대한 비탄성 변위

합 25.9cm의 절반인 12.95cm 발생하므로 15cm로 산정하였다. 지진하중에 대한 비탄성변위 합은 기준 KBC2009 0306.8.6 건물간의 거리 규정에 따라 SRSS조합으로 산정하였다.



〈그림 6〉 E.J. 설치 평면도



X방향 변형 Y방향 변형

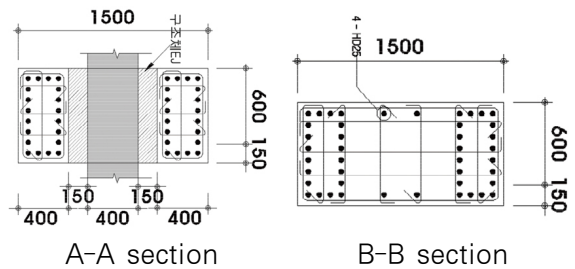
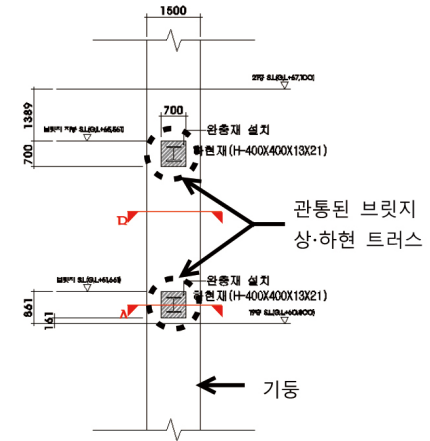
〈그림 7〉 타워동 변형 분석

〈표 1〉 타워동 변위(cm)

구 분		X-Dir	Y-Dir
풍하중 변위		A동	1.9
		B동	2.1
지진하중 변위	탄성변위 δ_{Rx}, δ_{Ry}	A동	3.7
		B동	3.2
	비탄성변위 $(\delta_{Rx}, \delta_{Ry} * Cd) / I_E$	A동	12.0
		B동	13.8

〈표 2〉 E.J 이격거리 산정

구 분	E.J 이격거리	
풍하중	Wx	1.9+2.1 = 4.0cm
	Wy	7.4+7.9 = 15.3cm
	E.J 간격	15.3cm/2= 7.65cm => 10cm 적용
지진하중 SRSS 조합 ($\sqrt{\delta_1^2 + \delta_2^2}$)	Ex	$\sqrt{12.0^2 + 13.8^2} = 18.3$ cm
	Ey	$\sqrt{18.0^2 + 18.6^2} = 25.9$ cm
	E.J 간격	25.9cm/2 = 12.95cm => 15cm 적용



〈그림 8〉 기둥 상세

넷째로 스카이 브릿지 설치에 따른 본 건물에 대한 영향을 검토하였다. 스카이 브릿지 하중은 탄성 받침을 통해 본 건물의 보, 기둥, 기초로 전달되며, 추가 하중에 대한 부재 내력을 검토하였다. 또한 스카이 브릿지가 건물 내부에 설치되고 〈그림 8〉과 같이 일부 기둥에 관통되므로 기둥배근 상세를 검토하였다. 기둥배근은 스카이 브릿지 변형을 고려하여 이격거리를 두었다.

4. 브릿지 시공 계획

스카이 브릿지는 지상 58m 높이에 설치되므로 시공사, 철골골조업체와 타워크레인의 적재중량과 현장 조건 등을 고려하여 본 현장에 적합한 시공 계획을 검토 하였다.

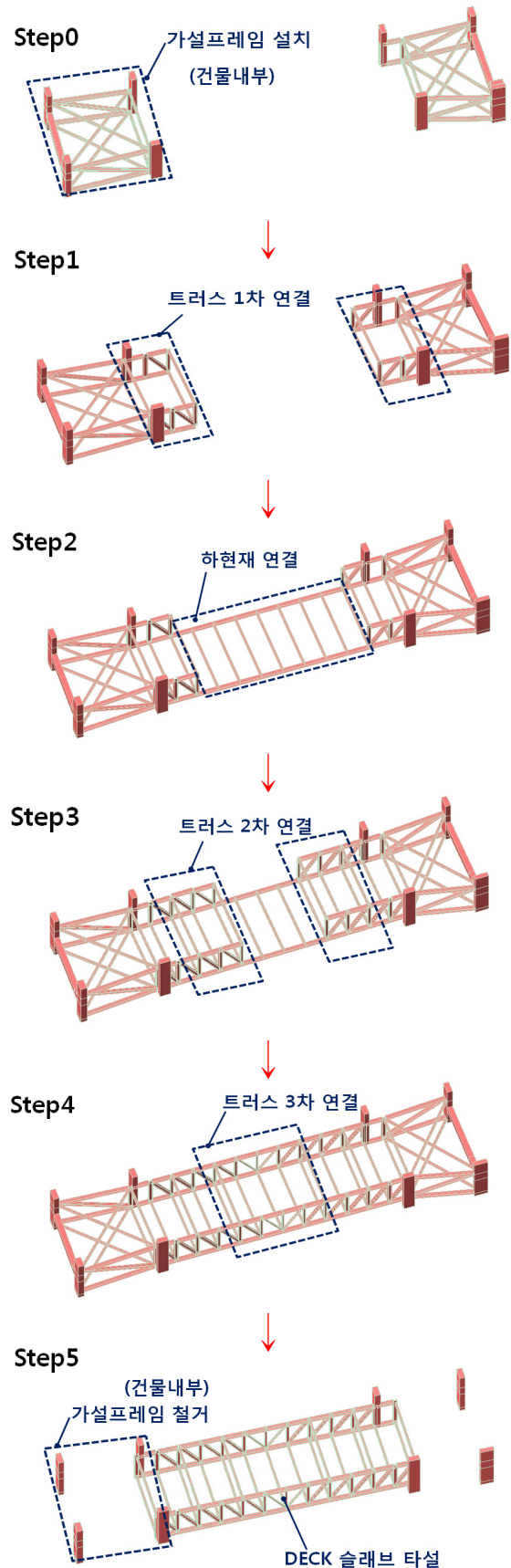
본 현장은 대지 주변이 협소하여 브릿지 설치를 위한 별도의 가설구조물 설치하는 방법은 불가능하며, 설치되어 있는 타워크레인 중량으로는 지상층에서의 조립 후 양중하는 방법도 불가능하였다. 이에 따라 타워크레인 중량을 고려하여 트러스를 분할 공장제작하고 공중에서 조립하는 방안을 채택하였다.

〈그림 9〉와 같이 Step0은 본 건물내부에 가설 철골 프레임 매립하였으며, Step1은 1차로 트러스를 설치하였다. Step2는 트러스 하현재와 Sub Beam을 설치하였으며, Sub Beam은 설치 기간 중 작업구대 역할을 한다. Step3,4는 트러스의 상현재와 사재를 분할하여 설치하였다. Step5는 브릿지 철골부재 설치가 완료된 후 데크슬래브의 콘크리트를 타설하며, 본 건물내부에 설치된 가설 철골을 철거하였다. 시공 계획 검토에서는 각 Step 조건에 대한 부재 내력과 처짐을 검토하여 캠버량을 산정하였다. 시공에는 각 Step의 처짐을 계측하였으며, 시공 오차를 보정하여 설치하였다.

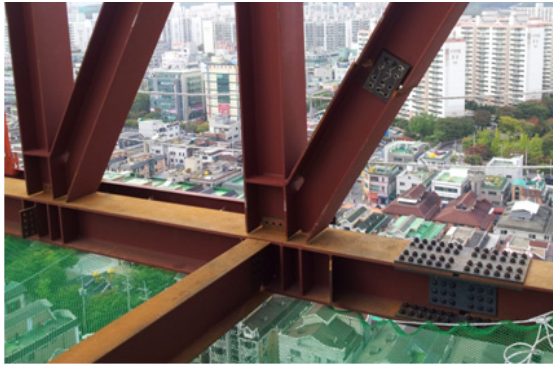
또한 시공 중 처짐에 의해 접합부 패널존의 스티프너 위치가 〈그림 10〉과 같이 10mm 내외로 편심이 발생되었다. FEM상세 해석을 수행하여 편심에 의한 접합부의 내력 영향 검토를 〈그림 11〉과 같이 수행하였다.

5. 결 언

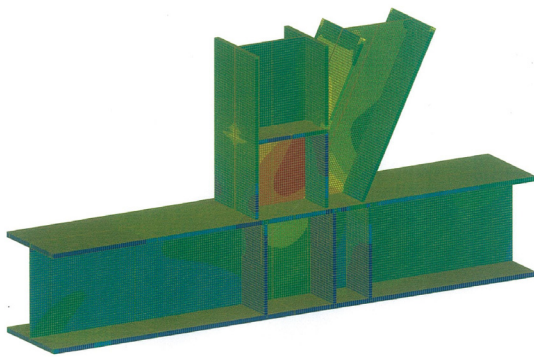
본 기사에서는 최근 주상복합 건축물에서 다양하게 설치되고 있는 스카이 브릿지 주요 구조설계 내용과 시공방안에 대해 기술하였다. 구조설계에서는 브릿지 및 받침부의 부재설계와 E.J. 및 기둥상세 등을 소개하였다. Erection Engineering에서는 시



〈그림 9〉 시공 단계 개념도



〈그림 10〉 현장 편심 시공 접합부



〈그림 11〉 접합부 편심 영향 분석

공 단계와 시공 중 주의점을 소개하였다.

스카이 브릿지는 초기 구조계획과 구조설계를 수행할 때에는 현장 여건을 고려 할 수 없는 경우가 많다. 또한 설치방법은 더욱 시공사와 긴밀한 협의가 필요하다. 본 구조물도 초기 계획된 접합부, 구조물 형상 등은 많은 변화가 있었지만 당사의 구조팀과 시공사 및 철골 제작업체와 유기적으로 협력하여 공사를 성공적으로 마칠 수 있었다.

References

1. 대한건축학회. (2009), 건축구조기준 및 해설
2. 한국강구조학회. (2011), 강구조설계기준 및 해설
3. 한국강구조학회. (2012), 강구조공사 표준시방서