춘천 스포츠 센터 구조설계

Structural Design of Chuncheon Sports Center

김 종 수*
Kim, Jong Soo

신 창 훈**
Shin, Chang Hoon

이 희 수***
Lee, Hee Su

1. 서 론

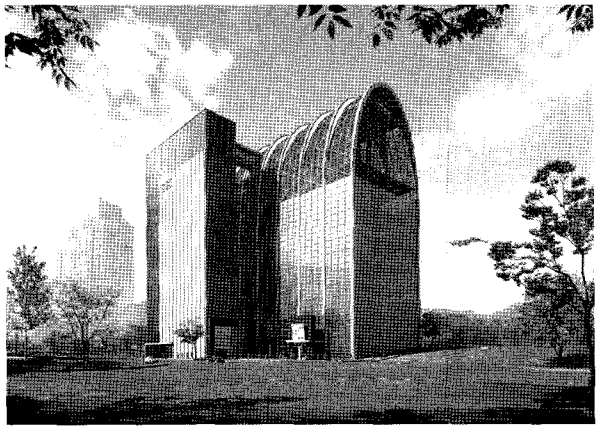
본 건물은 강원도 춘천시 퇴계동 1029 번지에 설립중인 건물로 2005년 4월에 기본설계를 시작하여 9월에 최종 실시설계를 완료한 건물이다. 본건물의 명칭은 "춘천 스포츠센타(CAPELLA)"로 주동과 별동의 두개의 동으로 구성되어 있고 두 동을 연결하는 연결통로(Bridge)가 형성되어 있다. 이 연결 통로는 건물사이의 이동을 고려하여 지상 11층까지 연결되어 있다.

1.1 건물 개요

건축면적 2,047m2(620평), 연면적 33,903m^2(4,871평)으로 지하주차장 5개층(약270대), 지하2층~지상8층 근린생활시설(판매시설, 스포츠시설), 지상9~지상11층 골프연습장, 지상12층 스카이 라운지로 구성되어 있다.

건축설계는 (주)테제건축사사무소에서 총괄하였으며, 구조설계는 (주)CS구조엔지니어링, 시공은 상미종합건설에서 수행하고있다. 현재 본 건물은 지상 1층 시공중 이고, 전체 조감도는 <그림 1>과 같다.

지하수위는 G.L-1.8m로 지질조사근거를 바탕으로 기초 및 토질 기술자와 협의하였다. 기초저면은 풍화암에서 위치하고, 설계 지내력은 80 tonf/m^{2}로 산정되었다.



〈그림 1〉 전체 조감도

2. 구조설계 개념

2.1 구조 개요

본 건물은 지상층 철골조, 지하층 철근콘크리트

* 회장, (주)CS구조엔지니어링, 대표이사
** 정회원, (주)CS구조엔지니어링, 실장
*** (주)CS구조엔지니어링, 대리

〈표 1〉 구조개요

	주 동	별 동
기초 시스템	지내력 기초 (mat. thk 1,400 mm) 허용지내력 : 80 tonf/m^2	
지하수위	G.L -1.8 m	
지하층 중력시스템	One Way Wide Beam System	
지상층 중력시스템	철골 모멘트 골조	
횡력저항 시스템	보통모멘트골조방식 (R=3.0)	가새골조 (R=3.5)
최상층 높이	67 m	56 m
고유주기	1차 : 3.8 sec(Rot-Z) 2차 : 2.1 sec(X-Tran.) 3차 : 1.2 sec(Y-Tran.)	1차 : 1.1 sec(Y-Tran.) 2차 : 0.6 sec(X-Tran.) 3차 : 0.2 sec(Rot-Z)
풍하중 최상층 변위	X-방향 : 9 cm(1/710 H) Y-방향 : 14.2 cm(1/470 H)	X-방향 : 10 cm(1/560 H) Y-방향 : 5 cm(1/1120 H)
최대 층간 변위비	X-방향 : 0.0053(0.015h) Y-방향 : 0.009 (0.015h)	X-방향 : 0.005 (0.015h) Y-방향 : 0.0035(0.015h)

〈표 2〉 재료 강도

콘크리트	fck = 24 N/mm^2 fck = 27 N/mm^2
철근	fy = 400 N/mm^2 HD로 표시
강재	SS400 (Fy =240 N/mm^2) SM490 (Fy =330 N/mm^2)

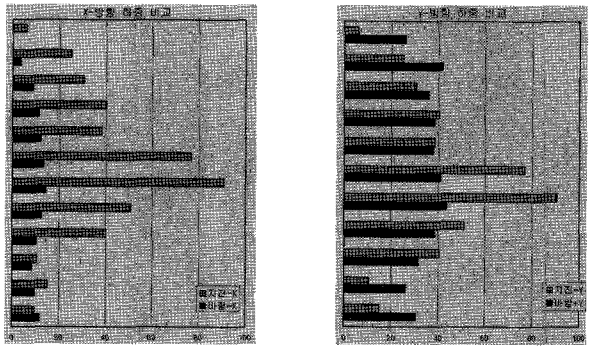
조로 계획되었다. 기초는 지내력이 80tonf/m^{2}으로 풍화암에 위치하여 지내력기초로 설계되었으며, 터파기가 완료된 후에 지내력시험을 실시하여 검증하였다. 상세한 구조적인 내용은 <표 1>과 같다.

2.2 횡하중

본 건물의 풍하중 및 지진하중계수는 <표 3>과 같다. 풍하중과 지진하중을 비교한 그래프는 <그림 2>와 같으며, 지진하중이 풍하풍보다 X방향 400%, Y방향 109% 더 큰 것으로 계산되었다.

〈표 3〉 풍하중 및 지진하중계수

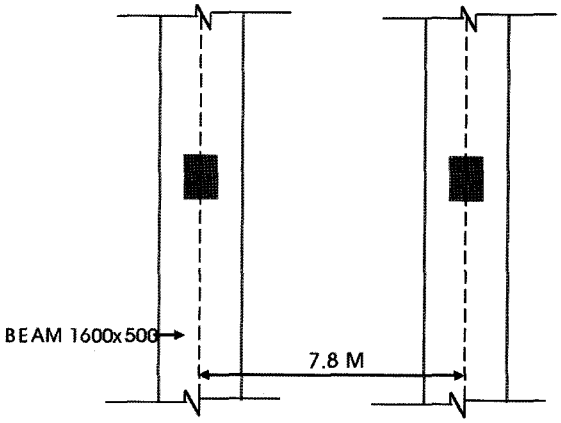
풍 하 중	지 진 하 중
기본풍속 : 25 m/sec 노풍도 : B 중요도계수 : 1.0 (근린생활시설)	지역계수 : 0.07(강원도춘천) 지반계수 : 1.2(지반2) 반응수정계수 주동 : 4.5(보통모멘트골조) 별동 : 3.5(가새골조)



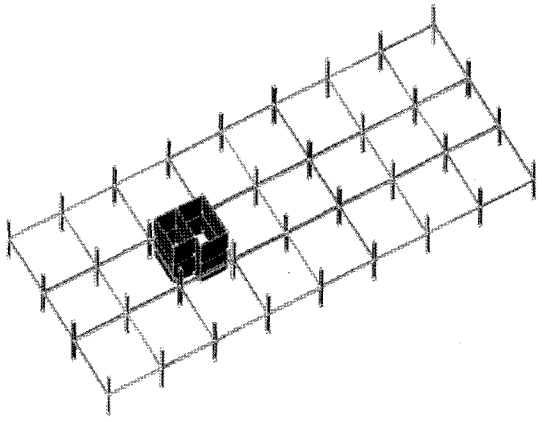
〈그림 2〉 풍하중 & 지진하중 비교

2.3 중력저항시스템

본 건물의 중력저항시스템은 지하층은 <그림 3>와 같이 시공성 및 경제성을 고려하여 One-Way Wide Beam System으로 계획하였으며, 지상층은 <그림 4>와 같이 장스팬 및 층고를 고려하여 철골조로 계획하였다.



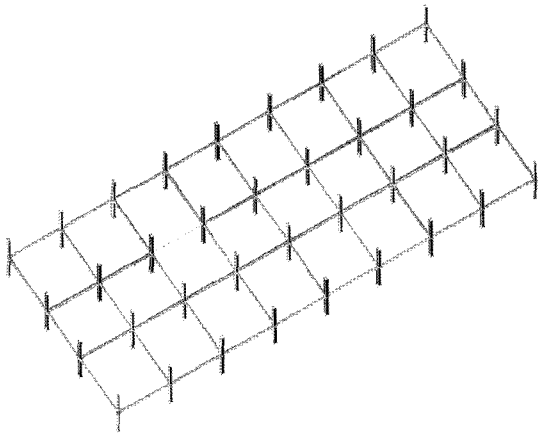
〈그림 3〉 지하층 중력 저항시스템
(One Way Wide Beam System)



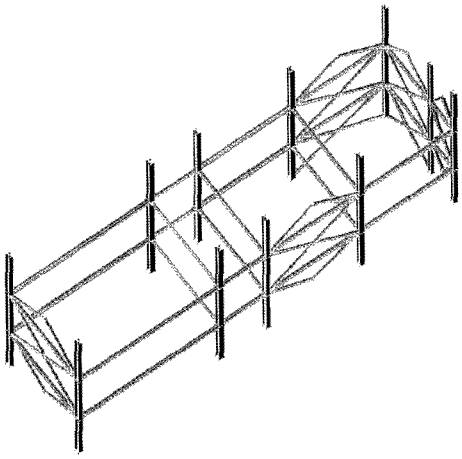
〈그림 4〉 지상층 중력 저항시스템

2.4 횡력저항시스템

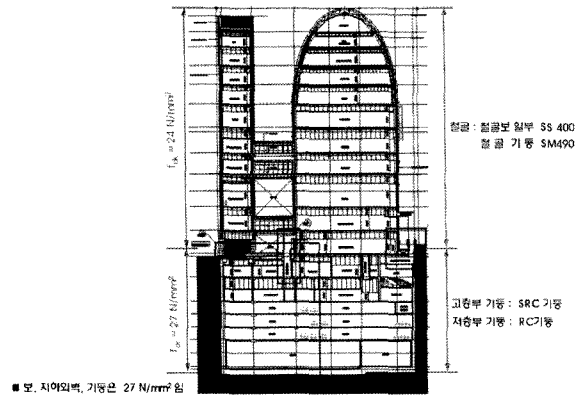
<그림 5>와 같이 횡력저항 시스템은 주동은 보통모멘트골조방식이며, 별동은 가새골조로 계획하였다. 설계에 적용한 콘크리트, 철근과 강재의 강도는 <표 2>에 나타나 있다.



〈주동〉



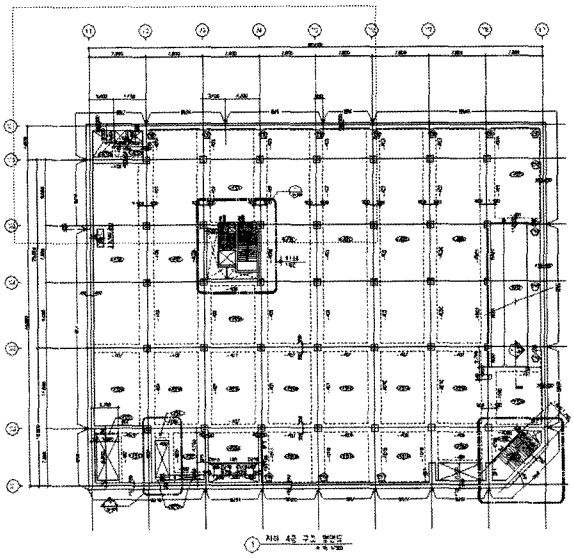
〈그림 5〉 지상층 횡력저항시스템(별동)



〈그림 6〉 주동 재료강도

2.5 구조평면 및 단면계획

본 건물은 <그림 7>과 같이 전체적으로 7.8(9.0)m× 7.8 m 모듈을 갖고 있으며 2개의 코어와 주차로가 내려갈 수 있는 1개의 램프를 가지고 있다.



〈그림 7〉 지하층 구조평면도

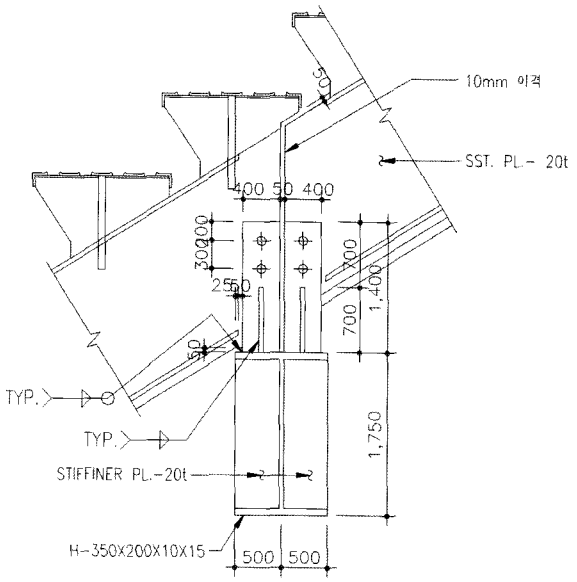
2.6 기초시스템

본 건물은 지하7층 건물로 지하수위 G.L-1.8를 기준으로 수압이 28tonf/m^2이 작용한다. 이는 건물의 자중보다 더 큰 하중이며 이를 해결하기 위해 부력 Anchor System과 Dewatering System을 시행사에 제안하였으며, 경제성 등의 비교검토를 수행하여 Dewatering System으로 최종 제안 및 설계되었다.

3. SPECIAL TOPIC

3.1 외부계단

본 건물은 지상1층에서 지상8층까지 올라 갈수 있는 외부계단이 계획되었다. 외부계단은 외부에 노출되어 있어야 한다. 온도에 의한 변형영향 가능성이 있다. 이러한 온도의 영향을 고려하여 설계하여야 하며, 우리나라처럼 사계절이 뚜렷한 경우 외부에 노출된 철골계단이 팽창과 수축이 동시에 일어나게 된다. 온도에 의해 계산된 팽창길이는 30mm이며, 이에 대



〈그림 8〉 외부계단 Expanion.Joint 상세

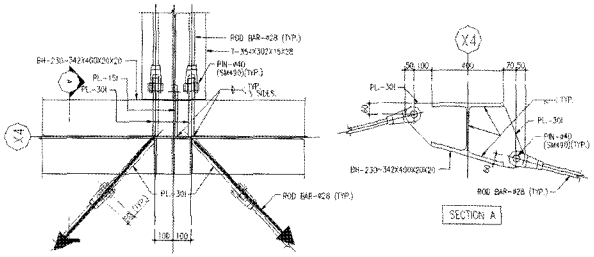
한 영향을 감소하기 위해 외부계단을 3개소로 나누어 신축이음(E.J: Expansion Joint)를 설치하여 해소하였고, <그림 8>과 같이 SLOT HOLE을 두어 압축과 팽창에 모두 변형을 허용, 흡수할 수 있도록 계획하였다.

3.2 연결통로 (Bridge)

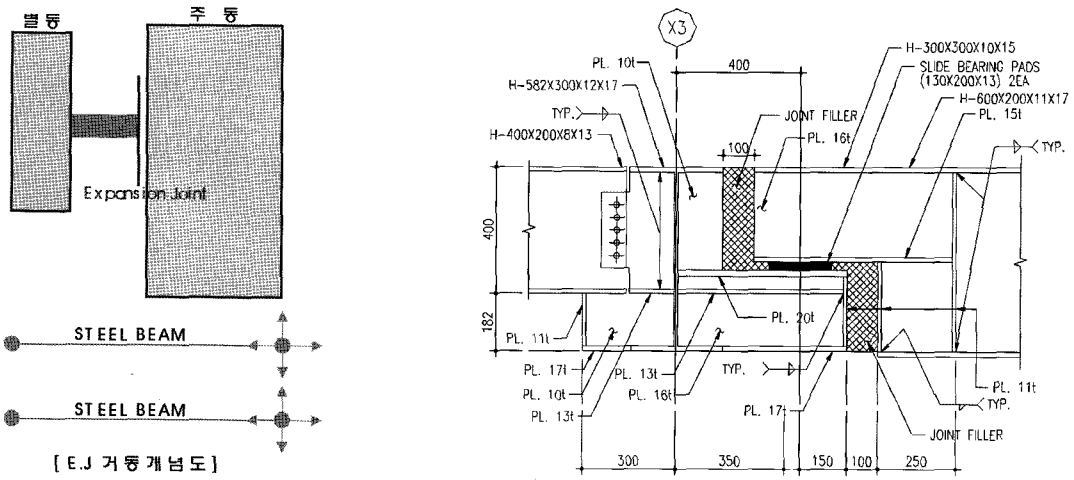
본 건물은 주동과 별동이 연결통로로 연결되어 있으며 연결통로는 두 건물의 횡하중 등에 의한 거동이 상함으로 발생할 수 있는 변형으로 인해 이를 강접합으로 연결할 경우 연결통로에서 응력 집중형상이 일어 날수 있는 가능성이 있다. 이를 해결하기 위해서는 응력을 만족할 수 있는 거대한 철골부재가 필요하다. 본 건물에서는 이런 거동이 상이한 경우에서 발생할 수 있는 문제를 해결하기 위해 두 건물의 거동을 자유롭게 할 수 있는 상세로 신축이음(E.J: Expansion Joint)을 설치하여 주동과 별동이 각각 거동 성능을 가질 수 있도록 계획하였다<그림 9>.

3.3 스카이 라운지

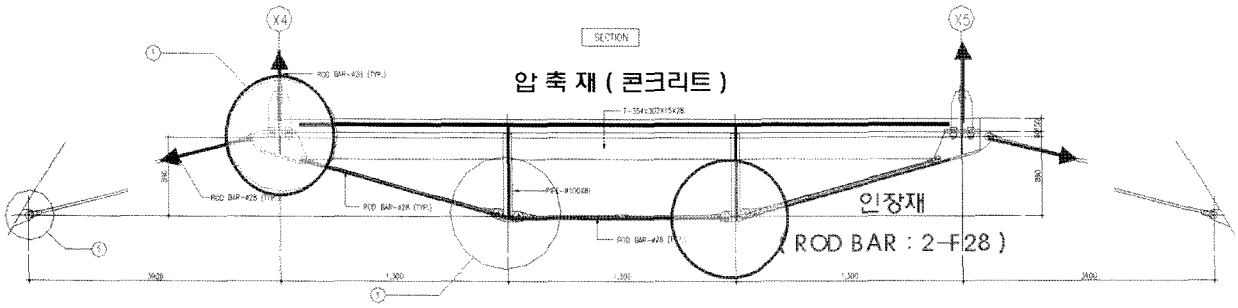
본 건물 주동의 상부는 아치 형상으로 형성된 지붕이 있고 이 지붕에 스카이 라운지가 매달려 있다. 건축적 요구에 의해 스카이 라운지의 기둥을 하부로 내릴 수가 없었기 때문에 바닥판의 형성을 위해 아치 형상의 주부재에 Steel Rod(고강도 강봉)를 설치하여 스카이 라운지 바닥판을 매다는 상세를 적용하여 해결하였다. 스카이 라운지 바닥의 수평변형을 제어하기 위해 강봉을 대각 방향으로 지지



〈그림 10〉 접합상세

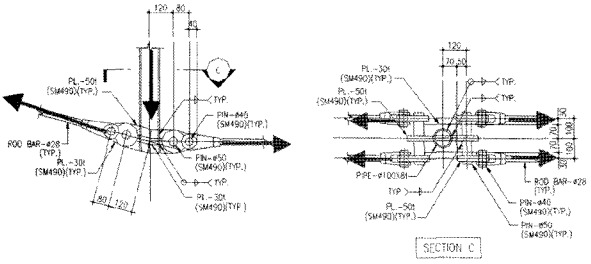


〈그림 9〉 Expansion Joint 상세



〈그림 11〉 SKY LOUNGE 하부 바닥판 TRUSS

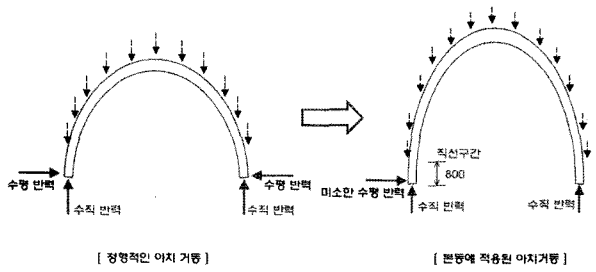
할 수 있게 계획하였고 추후 강봉의 파단 등이나 혹은 보수를 위한 유지 관리를 위해 2개의 강봉을 한 Line에 설치하는 상세를 적용하였다<그림10~12>.



〈그림 12〉 접합상세

3.4 지붕

지붕은 커다란 아치로 형성되어 있으며, 지붕은 SKY LOUNGE의 바닥판을 형성하는 강봉에 매달려 있다. 지붕은 아치거동을 하며 아치거동은 그림 13과 같이 수평 반력과 수직반력이 형성된다. 아치의 높이비를 키워서 이 수평반력을 최소화하고 수직으로 힘이 흐르도록 계획 및 설계하였다<그림 13>.



〈그림 13〉 변형된 아치거동

4. 결 론

본 프로젝트를 수행하면서 주변의 많은 제약사항들을 극복하기 위한 시스템과 공법을 제안하였으며, 건축설계, 시공사와 많은 협의를 통해서 최종안을 결정하였다. 앞으로 이런 상황이 더욱 빈번이 발생할 것이라 생각된다. 건물 복잡성으로 인하여 어느 특정한 분야의 노력만으로 문제를 극복하기에는 한계가 있다. 건축계획, 건축구조, 시공이 협력해야만 좀 더 경제적이고 시공성이 우수한 안이 나올 수 있다고 생각한다.

다양해지는 요구를 수용하면서 구조적, 안전성, 경제성을 도모할 수 있는 엔지니어링 기술력을 향상시킬 수 있도록 정보의 축적, 공유 등에 대한 노력의 필요성이 점점 중요해지고 있는 시점이다.

참고문헌

1. 김규석 저, 철골구조학, 1999.
2. 한국강구조학회, 허용응력설계법에 의한 강구조 설계기준, 2003.
3. 이리형 외, 철근콘크리트구조, 2001
4. 한국강구조학회, 강구조의 설계, 2000
5. 대학건축학회, 콘크리트 구조설계기준 건축구조물 설계예제집, 2004
6. 대한건축학회, 건축물 하중기준 및 해설, 2000