



서울월드컵경기장 구조설계

Structural Design of the Seoul World Cup Stadium



글 / 李文坤
 (Lee, Moon Gon)
 건축구조기술사,
 경기도 지방건설기술 심의위원회 위원,
 (주)정일구조기술사사무소 대표이사.
 E-mail: jyoungil@unitel.co.kr

The Seoul World-Cup Stadium is a representative stadium of Korea that 2002 Korea-Japan World-Cup will be held in. It is designed for structural safety, economical efficiency during the construction, easy maintenance, and the utilization after the festival. Also, it is considered that this stadium has sufficient safety against the earthquake, wind, and snow through 3-dimensional dynamic analysis. In addition, We hope that 2002 Korea-Japan World-Cup gets great success.

1.1 건물개요

- 대지 위치 서울특별시 마포구 상암지구(성산1동 515번지) 일원
- 층 수 지하1층, 지상6층
- 구 조 스탠드 - 프리스트레스트 콘크리트(P.S.C)구조
- 지붕 - 철팔트러스 + TENSILE 구조

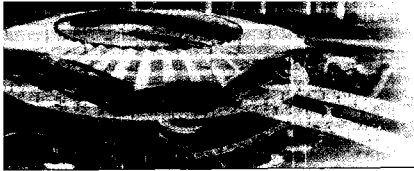
- 수평내력 $F_p = 4.50 \text{ tf/EA}$
 (P.H.C $\phi 400$)

2. 구조해석

- ▶ 지붕 구조 - 지붕막구조 테프론유리섬유 (PTFE)막 사용
- ▶ 관람석구조 - P.S.C 구조($f'_c = 350 \text{ kgf/cm}^2$)
- ▶ 슬래브구조 - DECK 구조
- ▶ 골조 구조 - 지상부 : 철팔구조, 철팔철팔콘크리트구조
 지하부 : 철근콘크리트구조
- ▶ 기초구조 - PHC 말뚝지정 위 독립기초
 - 수직내력 $F_p = 85.0 \text{ tf/EA}$
 (P.H.C $\phi 400$)

3. 구조해석 방법

- 수평력 저항 : THK = 800mm의 콘크리트 전단벽 16개소 설치
- 풍동실험/설동실험하중 및 AEROELASTIC MODEL WIND TUNNEL 실험
 - 정압 및 부압에 대해서 구조해석시 적용
 - 집중 설하중에 대해서 구조해석시 적용
- 기둥은 철팔·철근콘크리트조로하여 내구성 확보
- 동적해석은 입체 모델링하여 100차 모드까지 해석
- 장스팬(18.3m, 20m 이상)은 고유치 해석을 통한 구조안전성 검토(진동검토)
- 철근콘크리트구조의 배근은 내진상세규정에 따름
- 지진하중 작용시 층간변위량을 층고의 0.015 배로 제한함.



기획특집 - 서울월드컵경기장

4. 사용재료 규격 및 기준량

- 콘크리트 : $f'c = 270 \text{ kgf/cm}^2$
- 철근 : D10, D13 : SD30 ($f_y = 3000 \text{ kgf/cm}^2$)
HD16 이상 : SD40 ($f_y = 4000 \text{ kgf/cm}^2$)
- 철골 : SS400 : $F_y = 2400 \text{ kgf/cm}^2$ ($t \leq 40\text{mm}$) : 큰보, 작은보
SM490A : $F_y = 3300 \text{ kgf/cm}^2$ ($t \leq 40\text{mm}$) : 기둥
SM490A : $F_y = 3000 \text{ kgf/cm}^2$ (B.H STEEL) : $t > 40\text{mm}$
- 파일내력 : 수직내력 $F_p = 85.0 \text{ tf/EA}$

(P.H.C Ø 400)

: 수평내력 $F_p = 4.50 \text{ tf/EA}$

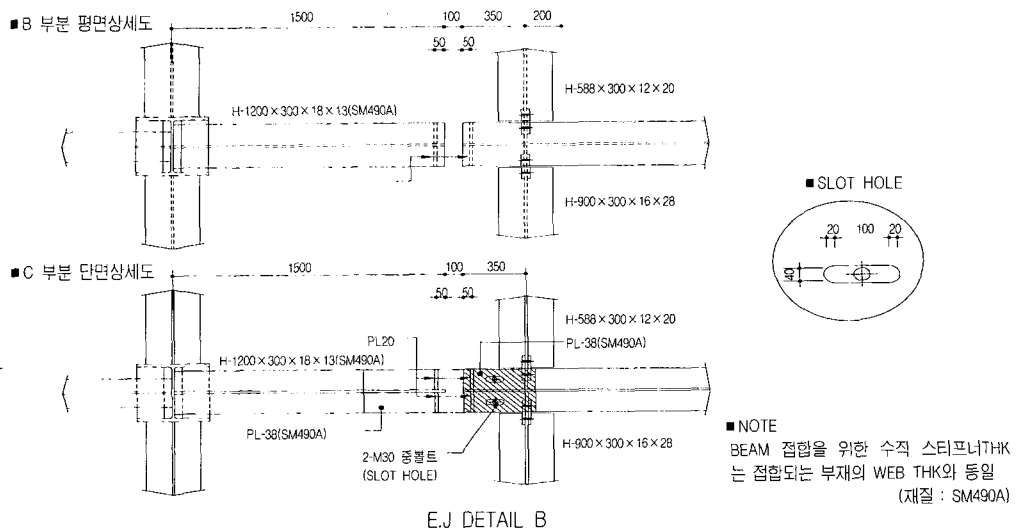
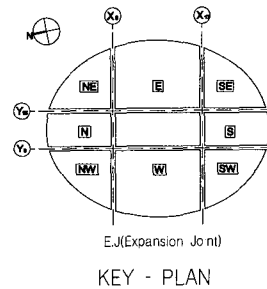
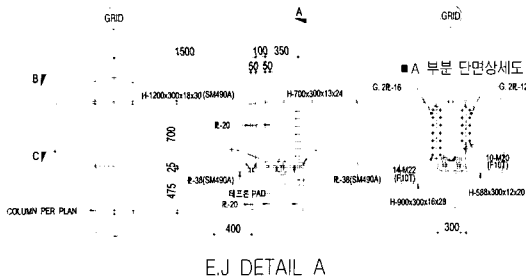
(P.H.C Ø 400)

5. 내진 EXPANSION JOINT 계획

- 기본모듈은 $9.3 \times 11.2\text{m}$ 로 구성됨
- KEY PLAN과 같이 8개소의 이음개소 설치
- 신축이음은 브래킷 형태로 횡력은 Sliding Pad를 사용
- 이음부위 이격거리는 3D 전체모델링의 동적 해석의 절점 변위결과 이용

변위산정식 : $\Delta_{MT} = \sqrt{MT_1^2 + MT_2^2}$

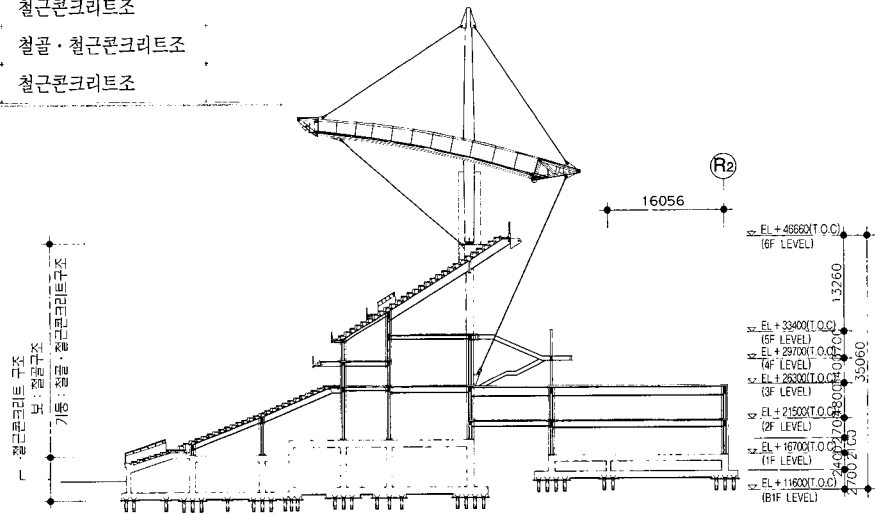
$R = 6.0$





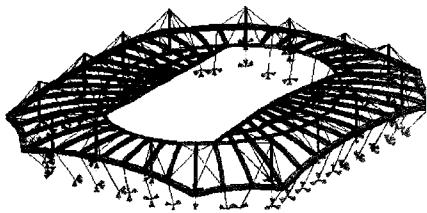
6. 골조 구조계획

위 치	구 조 형 식	비 고
지 붕	케이블 골조막구조	
상부구조 보	철골구조	
기 둥	철골·철근콘크리트조	
큰 보 / 작은보	철근콘크리트조	
하부구조 기둥	철골·철근콘크리트조	
벽체 및 기초	철근콘크리트조	

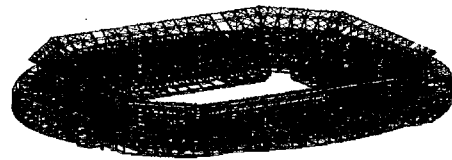


7. 내진설계 및 동적해석 방법

7.1 정적해석

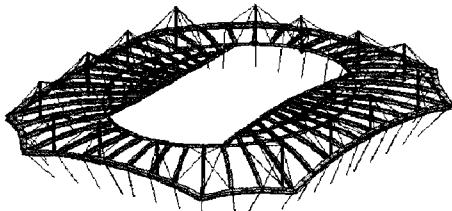


1단계 : LOAD CASE별 반력값 산정

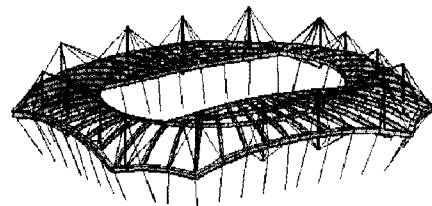


2단계 : 반력값을 케이블에 적용시켜 정적해석

7.2 동적해석



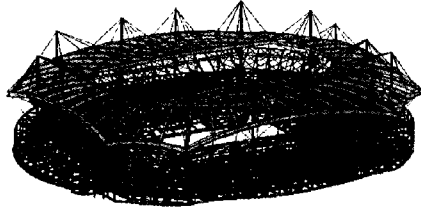
1단계 : 물성치 분석



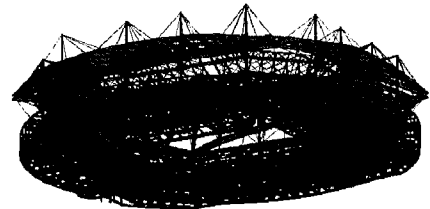
2단계 : 지붕구조 동적해석



기획특집 - 서울월드컵경기장

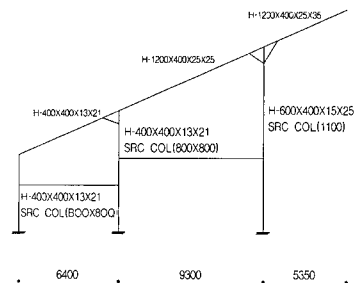
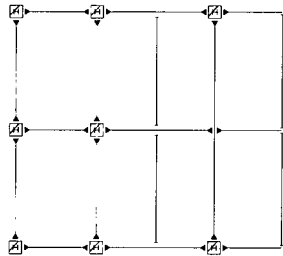


3단계 : 지붕구조 반력을 전체 모델링에 적용함



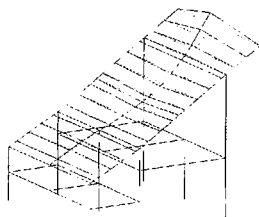
4단계 : 구조해석 및 해석결과 검증

7.3 STAND 가구 골조의 진동해석 모델링



모델링 방법

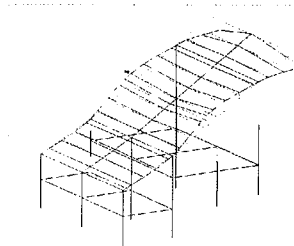
1. 9.3m의 두 스패(스팬길이 18.3m)과 하부골조를 포함하여 전체의 27-지로 진동검토함.
2. 부여되는 질량은 45cm당 80kgf/1인에 대한 하중으로 산정함. (178kgf/m)
3. 각 스탠드에 올라가는 계단하중도 고려함
4. 연속되는 보의 강성은 1/2로 고려함.
5. 1,2,3,4차에 대한 진동수를 구하여 공진여부를 검토함.
6. HUNCH부는 구조해석시 고려하지 않음



Project 2002 SEUL WORLD CUP MAIN STADIUM
 TITLE VIBRATION ANALYSIS SPAN-MODEL IN3 (DS-BLOCK)
 USER

MOSES / GEN-GPS
 POST-PROCESSOR
 MUCG SNAPE
 FREQUENCY
 (RAD / SEC)
 28.5687
 FREQUENCY
 (CYCLE / SEC)
 4.43720
 PERIOD
 (SEC)
 223851
 MUDESDATE #1
 FILE SS-WIN
 UNIT M/TON
 DATE 08-29-95
 VIEW DIRECTION
 X 183 Y 832 Z -259

1차 모드 (frequency = 4.67Hz)

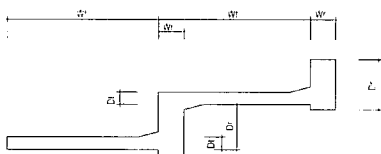


Project 2002 SEUL WORLD CUP MAIN STADIUM
 TITLE VIBRATION ANALYSIS SPAN-MODEL IN3 (DS-BLOCK)
 USER

MOSES / GEN-GPS
 POST-PROCESSOR
 MUCG SNAPE
 FREQUENCY
 (RAD / SEC)
 40.1713
 FREQUENCY
 (CYCLE / SEC)
 0.00047
 PERIOD
 (SEC)
 15641
 MUDESDATE #2
 FILE SS-WIN
 UNIT M/TON
 DATE 08-29-95
 VIEW DIRECTION
 X 183 Y 832 Z -259

2차 모드 (frequency = 6.29Hz)

7.4 P.S.C STAND의 진동해석



P.S.C $f'c = 350 \text{ kgf/cm}^2$ (28일 설계강도 기준)

고정하중 = 자중 + 마감하중 (100 kgf/cm^2)

적재하중 = 400 kgf/cm^2 (일반설계사)

150 kgf/cm^2 (진동검토시)

(원고 접수일 2001. 9. 14)