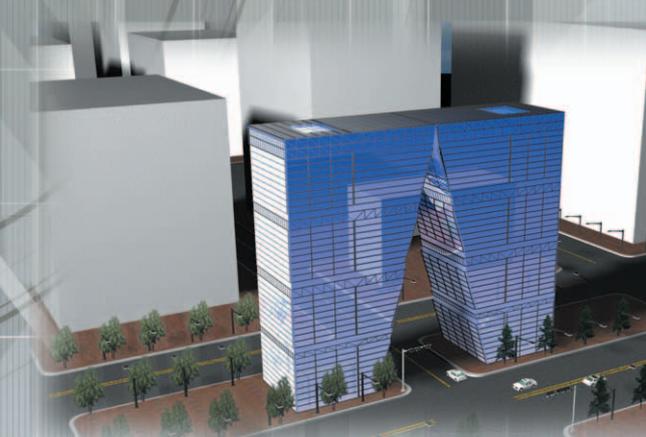


# PARADOX



### SYNOPSIS

- 위 치 : 부산광역시 해운대구
- 용 도 : 무역센터
- 층 수 : 36층(기준층 3.5m)
- 최고높이 : 150m
- 연면적 : 180,900㎡

### CONCEPT



- 역 삼각형 형태의 건물
- 좁은 대지 면적
- 넓은 연면적 확보
- 2개의 구조물이 맞대어 지지
- 1개의 역삼각형 건물은 구조적 불안정 발생가능
- 2개의 역삼각형 건물이 맞대어 지지하여 안정성 확보

**사인장 구조**

- 8개층씩 매달아 4구간으로 구성
- 매달기 위해서 코어에 트러스 센터러 설치

### LOAD

**고정하중**

- 마 감 (t = 20, 390 N/㎡)
- 슬래브 (t = 150, 3,200 N/㎡)
- 천 장 (t = 300, 290 N/㎡)

**직재하중**

- 기준층 : 2,400 N/㎡

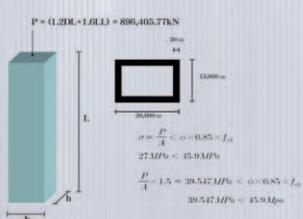
**풍하중**

- 중요도계수(I<sub>w</sub>) : 1.1
- 노풍도 : A
- 기본풍속 : V<sub>b</sub> = 35m/sec

### STRUCTURAL DESIGN CORE

**단면설계**

- 철거중 고려하여 수직역력 50%증가



$P = (1.20M + 1.6LL) = 896,405.7kN$

$\sigma = \frac{P}{A} < \sigma < 0.85 \cdot f_c$

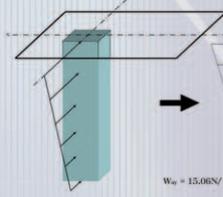
$27.3MPa < 45.91MPa$

$\frac{P}{A} \cdot 1.5 = 39.547MPa < \sigma < 0.85 \cdot f_c$

$39.547MPa < 45.91MPa$

**변 위 (X - 방향)**

- 캔틸레버로 단순화
- 탄성곡선법 이용



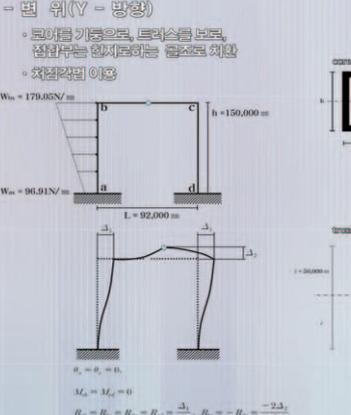
$W_w = 183.02N/m$

$W_w = 15.06N/m$

$W_w = 111.97N + W_w$

**변 위 (Y - 방향)**

- 코어틀 기둥으로, 트러스를 보로, 삼각부를 양지르하는 형태로 치환
- 처짐곡선 이용



$W_w = 170.06N/m$

$W_w = 96.91N/m$

$L = 92,000mm$

$E_1 = 3,200 \times 10^3 N/mm^2$

$I_1 = \frac{bh^3}{12} = 1,997,833,332 \times 10^3 mm^4$

$E_2 = 206,000 N/mm^2$

$I_2 = \frac{bh^3}{12} + I = 2,480,016,153 \times 10^3 mm^4$

$M_a = M_d = 0$

$R_a = R_b = R_c = R_d = \frac{\Delta_1}{h}, R_e = -R_f = -\frac{2\Delta_1}{l}$

**변 위 (Z - 방향)**

- KBC-S 2005 풍하중
- 풍하중을 등판포화풍으로 치환

$$M(x) = -(1.119.66 \cdot x - \frac{1}{2}) \cdot \frac{1}{2} x^2 - (H_{10} \cdot x) \cdot \frac{1}{2} x + H_1 x - M_1$$

$$= -\frac{1.119.66}{4} x^2 - \frac{H_{10}}{2} x^2 + H_1 x - M_1$$

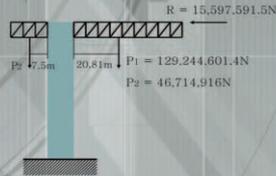
$$EIH(x) = \frac{1.119.66}{24} x^3 - \frac{H_{10}}{24} x^3 - \frac{H_1}{2} x^2 + M_1 x$$

$$EIP(x) = \frac{1.119.66}{128} x^4 - \frac{H_{10}}{24} x^4 - \frac{H_1}{6} x^3 + \frac{3M_1}{2} x^2$$

$$\Delta_1 = \mu(150) = 229.18mm < \frac{H}{500} (= 300mm) \rightarrow OK!$$

## STRUCTURE DESIGN

### TRUSS



- P1 : 바닥의 하중의 반
- P2 : 바닥의 하중의 반
- R : 바닥의 긴장력에서 발생하는 힘

#### - 트러스 현재

$$\begin{aligned}
 H_1 &= H_2, \quad M = H_1 \times L \\
 H_1 &= M_1 \div 10 = 268,928.015.4\text{N} \\
 R &= 15,597.591.45\text{N} \\
 (H_1 + R) / 16 &= 16,809.875.96\text{N} \\
 16,809.875.96 &= F_s \times A \\
 F_s &= 325\text{N/mm}^2 \\
 A &= 5.2 \times 10^4\text{mm}^2 \\
 \square &= 200 \times 200 \quad t = 30 (A = 56,400\text{mm}^2)
 \end{aligned}$$

#### - 트러스 웨브재

$$\begin{aligned}
 \Sigma F_x = 0, \quad V_1 + \frac{10}{11.22} AD = 0 \\
 AD = -9,963,277.674\text{N}
 \end{aligned}$$

#### - 수직재

$$\begin{aligned}
 \Sigma F_x = 0, \quad V_1 - CD = 0 \\
 CD = 8,077,787.588\text{N}
 \end{aligned}$$

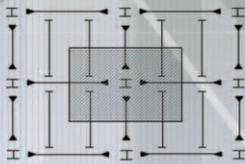
#### - 단면결정

$$\begin{aligned}
 AD > CD, \quad AD \text{ 부재 선택} \\
 AD &= F_s \times A \\
 F_s &= 325\text{N/mm}^2 \\
 A &= 2.8 \times 10^4\text{mm}^2 \\
 \square &= 300 \times 300 \quad t = 30 (A = 32,400\text{mm}^2)
 \end{aligned}$$

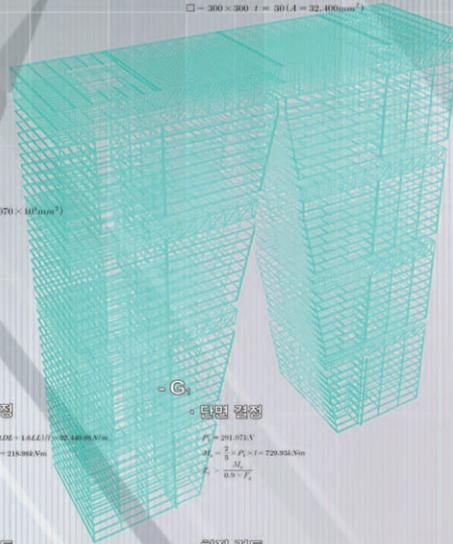
### COLUMN

-하부의 8개층을 인장력으로 지지

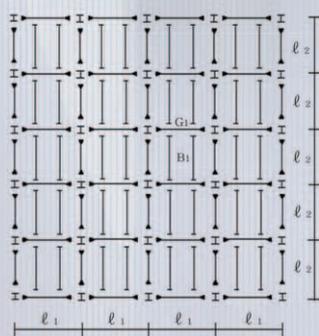
-원형과 직사각형은 무시



$$\begin{aligned}
 H_1 &= A = 7,007.229\text{N} \\
 A &= \frac{7,007.229\text{N}}{f_c} = 21,560.7\text{mm}^2 \\
 F_s &= 325\text{N/mm}^2 \\
 H &= 400 \times 408 \times 21 \times 21 \quad (A = 2,5670 \times 10^4\text{mm}^2)
 \end{aligned}$$



### GIRDER AND BEAM



#### - B1

$$\begin{aligned}
 \circ \text{ 단면 결정} \\
 H_1 &= A = (1.2 \times 10^4 \times 1.44) / (0.44 \times 98.9\text{N/m}) \\
 M_1 &= \frac{H_1 \times l^2}{12} = 218,984\text{Nm} \\
 Z_1 &= \frac{M_1}{F_s} \\
 F_s &> 0.9 \times F_c
 \end{aligned}$$

#### - 치형 검토

$$\begin{aligned}
 \frac{l}{300} &= 30\text{mm} \\
 H_1 &= 32,448.88\text{N/m} \\
 A &= \frac{54.87 \times 13,000 \times 1}{300} \\
 H &= 400 \times 200 \times 8 \times 13 \quad (Z_1 = 1.33 \times 10^6\text{mm}^3) \\
 I_1 &= 2.37 \times 10^8\text{mm}^4 \rightarrow OK
 \end{aligned}$$

#### - C1

$$\begin{aligned}
 \circ \text{ 단면 결정} \\
 P_1 &= 291.87\text{kN} \\
 M_1 &= \frac{2}{3} \times P_1 \times l = 729,936\text{Nm} \\
 Z_1 &= \frac{M_1}{F_s} \\
 F_s &> 0.9 \times F_c
 \end{aligned}$$

#### - 치형 검토

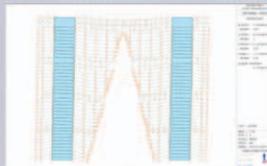
$$\begin{aligned}
 \frac{l}{300} &= 33\text{mm} \\
 P_1 &= 291.97\text{kN} \\
 I &= \frac{5 \times P_1 \times l^3}{648EI} = 22\text{mm} \times \frac{l}{300} \\
 H &= 488 \times 300 \times 11 \times 18 \quad (Z_1 = 3.23 \times 10^6\text{mm}^3) \\
 I_1 &= 7.10 \times 10^8\text{mm}^4 \rightarrow OK
 \end{aligned}$$

### STRUCTURAL ANALYSIS

#### -MIDAS/GEN

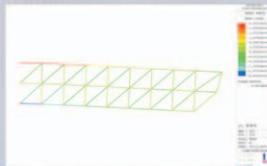
- 이론식 계산 결과와 유사

- 전체 범위



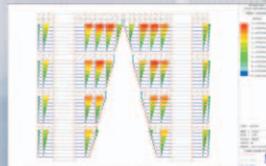
- 이론식 계산: x-방향 변위 34.6mm
- 구조해석 프로그램 결과: x-방향 변위 34.9 mm

- 트러스 부재력



- 이론식 계산: 부재력=268,000,000N
- 구조해석 프로그램 결과: 부재력=260,000,000N

- 기둥 AFD



- 보 BMD

