

[제104회 기술사 시험 · 시행일 : 2014년 8월 3일]

1 교시

※ 다음 문제 중 10문제를 선택하여 설명하시오. (각10점)

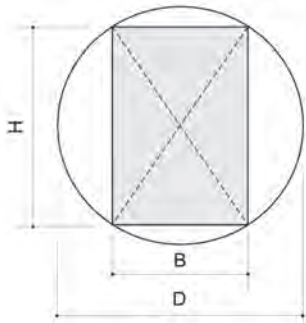
1. 최근 발생하였던 PEB구조 건축물 붕괴사고와 관련하여 구조설계 시 고려해야 할 사항에 대하여 설명하시오.
2. 건축물 내진설계 시 고려하는 고유주기의 개념, 1질점계의 고유주기식, 건축구조기준(KBC 2009)에서 정하는 근사고유주기에 대하여 설명하시오.
3. 필로티가 있는 벽식구조 공동주택에서 내진구조계획 시 고려해야 할 사항에 대하여 설명하시오.
4. 최근 국토교통부에서 입법 예고한 건축법시행령 제2조(정의)에서 특수구조건축물의 범위와 건축법시행령 제32조(구조안전의 확인)과 동법 시행령 제91조의 3(관계 전문기술자와의 협력)에서 주요 변경사항을 설명하시오.
5. 다음은 구조 설계법에 대한 약어(略語)들인데 영어 원문과 적절한 우리말 용어를 쓰시오.
 1) ASD 2) LSD 3) LRFD
 4) USD 5) PBD
6. KBC 2009에 규정한 플랫슬라브(flat slab)에서 지판(drop panel)의 크기(폭, 두께)에 관해서 기술하고, 알기 쉽게 그림을 그려서 나타내시오.
7. 맥스웰의 정리(Maxwell's theorem of reciprocal displacements)를 알기 쉽게 설명하고, 간단한 구조물을 그려서 나타내시오.(단, 정리를 증명할 필요는 없음)

8. 구조공학에서 취급하는 물리량(物理量) 중에서 스칼라(scalar), 벡터(vector), 텐서(tensor)에 해당되는 대표적인 예를 들고 설명하시오.
9. 단면의 도심(centroid)과 전단 중심(shear center)의 정의를 설명하시오.
10. 철근콘크리트 보의 전단강도 산정에 이용되는 변각 트러스 모델에 대해 설명하시오.
11. 정수압응력상태(hydrostatic stress state)에서 전단응력의 값의 존재여부를 모아 응력원(Mohr's circle of stresses)을 이용하여 설명하시오.
12. 건축구조기준(KBC 2009)에 따르면 강재의 압축강도는 3가지의 좌굴한계상태를 고려하여 산정한다. 이 3가지 좌굴한계상태를 간단히 설명하고, 각 한계상태별로 발생하기 쉬운 단면을 예시하시오.
13. 건축구조기준(KBC 2009)에서 규정하는 강재의 휨 강도를 산정하기 위한 한계상태를 모두 열거 하시오.

2 교시

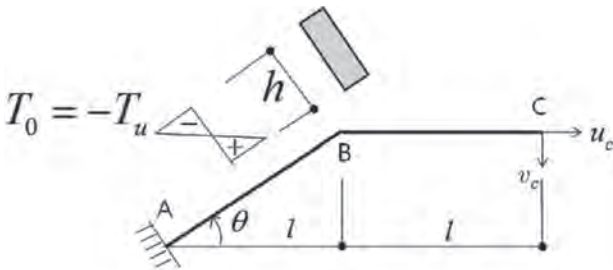
※ 다음 문제 중 4문제를 선택하여 설명하시오. (각25점)

1. 그림과 같은 직경 D인 원형단면에서 직사각형 단면(B × H)을 추출하여 휨재로 사용하려고 한다. 다음 물음에 답하시오.

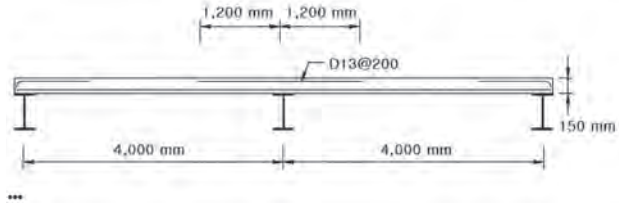


- 1) 전단응력도(shear stress)가 최소가 되는 조건을 밝히고, 폭(B)와 춤(H)을 구하시오.
- 2) 종곡강도가 최대가 되는 조건을 밝히고, 폭(B)와 춤(H)을 구하시오.
- 3) 처짐(deflection)이 최소가 되는 조건을 밝히고, 폭(B)와 춤(H)을 구하시오.

2. 캔틸레버 보 AB 구간에 보 단면 h에 따라 보 상단과 하단의 크기가 같은 선형온도 분포가 그림과 같이 주어졌을 때 점 C의 수직과 수평변위를 각각 산정하시오.
(단, 보 재료의 선행장 계수는 α 이며 AB와 BC 부재의 휨 강성은 각각 EI_1 , EI_2 이다.)



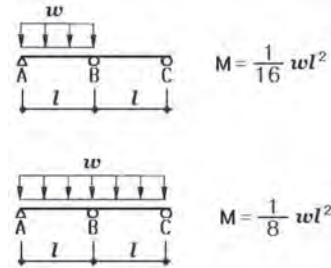
3. 강재 보로 지지된 1방향슬래브에서 내부 받침부 상부의 부모멘트 철근이 그림과 같이 배근되어 있다. 이 슬래브를 해석하여 내부 받침부 상부의 휨모멘트강도와 건축구조기준에 따른 '부모멘트철근의 정착'을 검토하시오.
(단, KBC 2009기준, 구조해석은 그림의 '내부 받침부의 부모멘트'를 이용한다.)
- 콘크리트 : $f_{ck} = 21 \text{ MPa}$
 - 철근 : $f_y = 400 \text{ MPa}$
 - D13 철근의 단면적 : 127 mm^2
 - 피복두께 : 20 mm
 - 고정하중 : 5.0 kN/m^2 (슬래브 자중 포함)
 - 활하중 : 3.0 kN/m^2



건축구조기준에 따른 '부모멘트철근의 정착'

받침부에서 부모멘트에 대해 배치된 전체 인장철근량의 1/3 이상은 반곡점을 지나 부재의 유효깊이 d , $12d_b$, 또는 순경간의 1/16 중 제일 큰 값 이상의 묻힘길이를 확보하여야 한다.

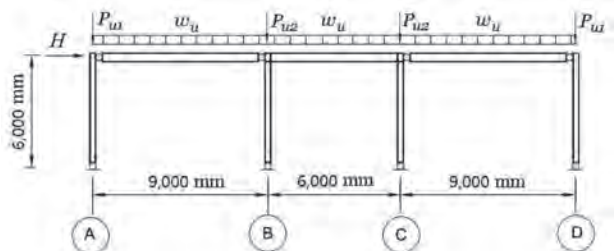
내부 받침부의 부모멘트



4. 그림과 같은 강구조 골조에 계수연직하중 w_u , P_{u1} , P_{u2} 와 계수횡하중 H 가 작용하고 있다. 모든 기둥의 주각은 헌지이며, ㉠열과 ㉡열 사이의 보는 강접으로 나머지 보는 핀으로 접합되어 있다. 이 골조의 ㉡열 기둥의 소요휨강도 M_r 과 소요압축강도 P_r 를 2차해석으로 구하시오. 1차해석은 다음의 해석 결과를 사용하고, 2차해석은 건축구조 기준에 따라 '중폭1차탄성해석에 의한 2차해석' 방법을 사용한다.

(단, KBC2009기준, 보와 기둥의 자중은 계수연직하중에 포함된 것으로 한다.)

- 계수연직하중 : $w_u = 40 \text{ kN/m}$
 $P_{u1} = 460 \text{ kN}$
 $P_{u2} = 780 \text{ kN}$
- 계수횡하중 : $H = 30 \text{ kN}$
- 기둥 및 보 : $I = 387 \times 10^6 \text{ mm}^4$, $E = 205,000 \text{ MPa}$



1차해석 결과 (©열 기둥)

- 계수연직하중 : 휨모멘트, $M_{V,T} = -72 \text{ kN} \cdot \text{m}$ (상단)
 $M_{V,B} = 0 \text{ kN} \cdot \text{m}$ (하단)
 횡변위, $\Delta_H = 0 \text{ mm}$
- 계수횡하중 : 휨모멘트, $M_{H,T} = -90 \text{ kN} \cdot \text{m}$ (상단)
 $M_{H,B} = 0 \text{ kN} \cdot \text{m}$ (하단)
 횡변위, $\Delta_H = 20 \text{ mm}$

건축구조기준(KBC 2009)에 따른 증폭1차탄성해석에 의한 2차해석 :

$$M_r = B_1 M_{nt} + B_2 M_{lt} \quad P_r = P_{nt} + B_2 P_{lt}$$

$$B_1 = \frac{C_m}{1 - \frac{P_r}{P_{e1}}} \geq 1.0 \quad C_m = 0.6 - 0.4(M_1/M_2)$$

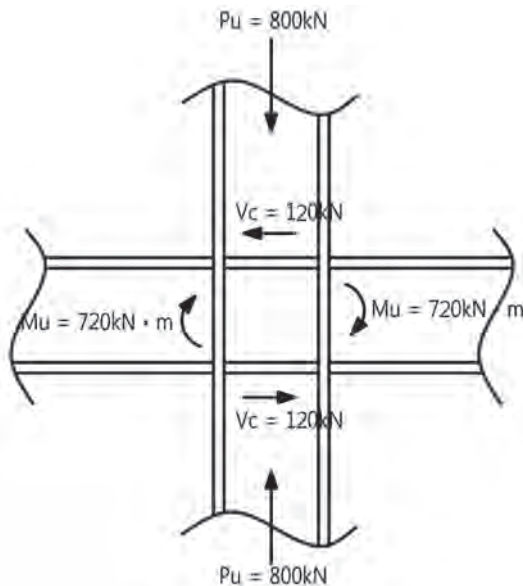
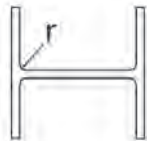
$$P_{e1} = \frac{\pi^2 EI}{(K_1 L)^2} \quad B_2 = \frac{1}{1 - \frac{\sum P_{nt}}{\sum P_{e2}}} \geq 1.0$$

$$\sum P_{e2} = 0.85 \frac{\sum HL}{\Delta_H} \text{ (모멘트골조)}$$

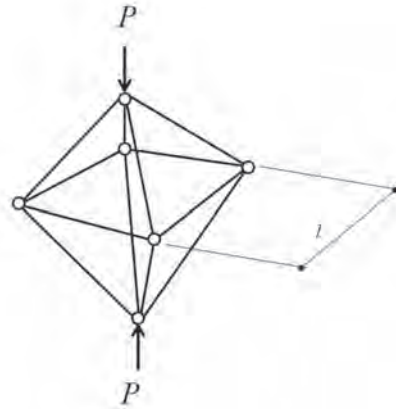
5. 그림과 같이 계수하중에 의한 부재력을 받는 패널존의 전단강도를 검토하고, 보강 필요시 보강부위를 설계하시오. (단, KBC 2009기준)

가정조건 :

- 기둥부재 : H-406×403×16×24
 (r=22, SHN490)
 $A_s = 25.49 \times 103 \text{ mm}^2$
- 보 부재 : H-594×302×14×23
 (r=28, SHN490)



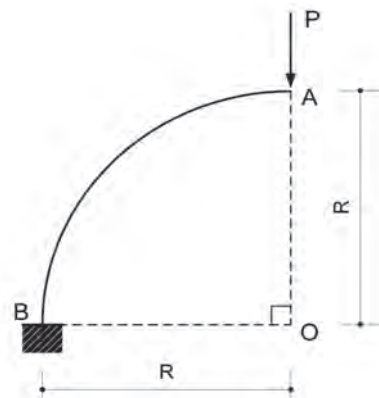
6. 정팔면체 공간강재트러스의 압축하중이 작용하는 경우 좌굴하중 및 하중방향의 변위를 산정하시오. (단, 모든 12개의 트러스 부재의 각각의 길이는 l , 단면적 A , 탄성 계수는 E 이며, 단면 2차모멘트는 I 이다.)



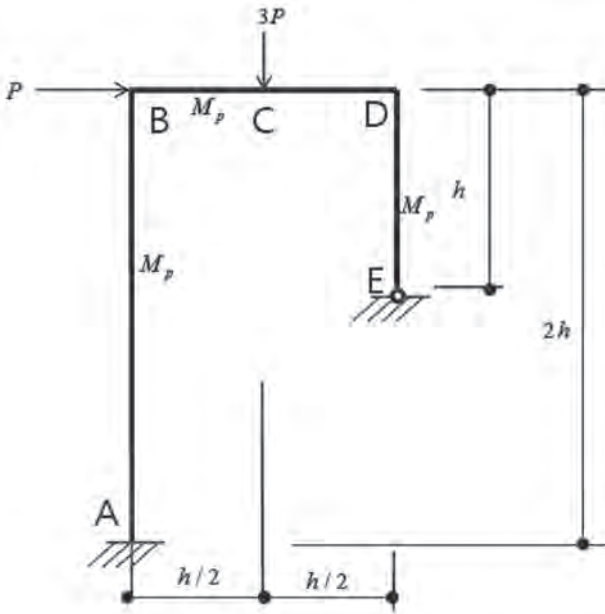
3교시

※ 다음 문제 중 4문제를 선택하여 설명하시오. (각25점)

1. 그림과 같은 1/4원으로 된 구조물에서 연직하중 P 에 의한 점 A의 수직변위(δ_V), 수평변위(δ_H) 및 δ_V/δ_H 를 구하시오. (단, EI 는 일정하며, 휨변형만 고려한다.)



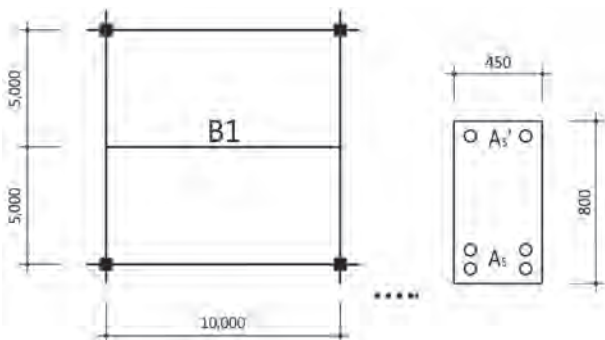
2. 다음 프레임의 붕괴기구(failure mechanism)를 이용하여 극한하중을 산정하시오. 모든 부재는 강성 EI 와 소성모멘트 M_p 가 일정하다. 극한하중도달 시 B점에서 휨모멘트 크기 및 전체 프레임의 휨모멘트 분포를 그려 항복조건여부를 확인하시오.



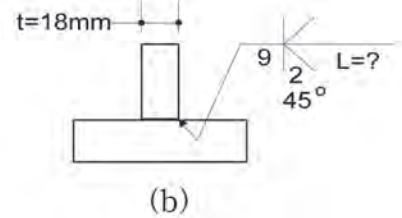
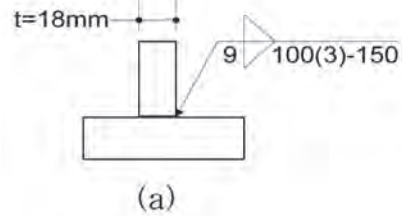
3. 그림과 같은 구조평면도에 창고형매장의 등분포활하중 (KBC 2009)과 고정하중 8 kN/m^2 이 작용할 때 주어진 단면으로 작은보(B1)를 설계하시오. (단, KCI 2012기준)

가정 조건

- $f_{ck} = 21 \text{ MPa}$, $f_y = 400 \text{ MPa}$
- 주근 HD25(단면적 507 mm^2), 스티럽 HD13(단면적 127 mm^2), 피복두께 40 mm
- 보단면 $B \times D = 450 \text{ mm} \times 800 \text{ mm}$
- 작은보 양단부는 핀으로 단순보로 가정하고, 데크플레이트 슬래브로 하중은 1방향으로 작용한다.



4. 그림과 같은 용접부에서 용접기호를 보고 물음에 답하시오. (단, PL재질 $F_y = 235 \text{ MPa}$)

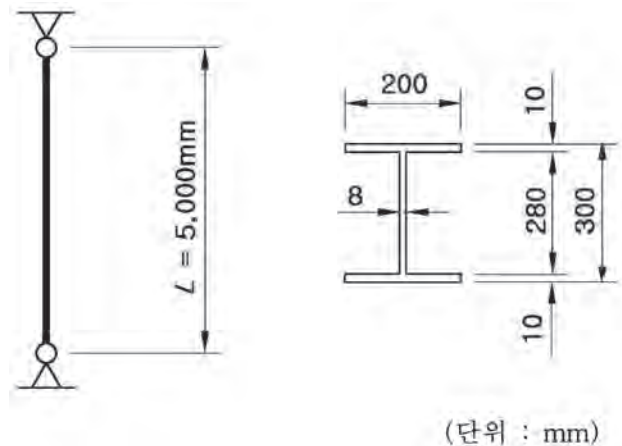


- 용접부가 전단을 받고 있을 때 두 용접부의 설계강도가 같게 되도록 L을 구하시오.
- 용접부의 실제 용접형상을 개략적으로 스케치하고 주요치수를 기입해 넣으시오.

5. 그림과 같은 용접 H형강 압축재의 설계압축강도를 건축구조기준에 따라 산정하시오.

(단, 부재의 양단은 양방향으로 핀접합 되어 있으며 다음과 같은 강재를 사용하며, 국부좌굴에 대한 검토는 생략하고 계산 값의 유효숫자는 3자리로 한다.)

- 재료강도 : $F_y = 325 \text{ MPa}$
- 탄성계수 : $E = 205,000 \text{ MPa}$
- 전단탄성계수 : $G = 79,000 \text{ MPa}$



설계압축강도 $\phi_c P_n$ 의 산정은 건축구조기준의 다음 식들

을 사용한다.

$$P_n = F_c A_g \quad \phi_c = 0.90$$

$$F_c = \frac{\pi^2 E}{\left(\frac{KL}{r}\right)^2}$$

$$F_c = \left[\frac{\pi^2 E C_w}{(K_x L)^2} + GJ \right] \frac{1}{I_x + I_y}$$

$$C_w = \frac{I_y h_o^2}{4} \quad J = \sum \frac{bt^3}{3}$$

6. 아래 조건의 1방향 철근콘크리트 기초와 2방향 철근콘크리트 기초에 대하여 주근 및 수축·온도철근을 고려하여 기초를 설계하시오. (단, KCI 2012기준)

가정 조건

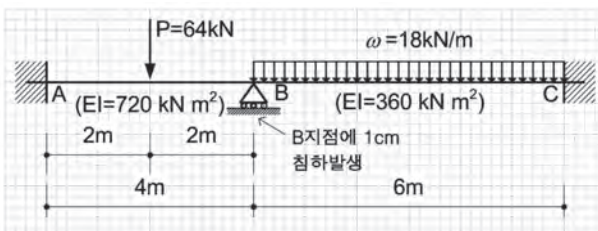
- 1) 기초두께 600 mm, 유효두께 520 mm
- 2) 1방향 기초에서 소요강도 $MU = 200 \text{ kN} \cdot \text{m}$ 이고, 2방향 기초는 최소철근을 배근한다.
- 3) $f_{ck} = 21 \text{ MPa}$, $f_y = 400 \text{ MPa}$, HD19(단면적 287 mm^2) 사용

4 교시

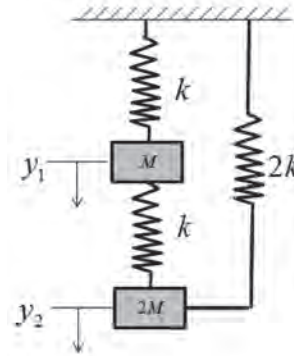
※ 다음 문제 중 4문제를 선택하여 설명하시오. (각25점)

1. 그림과 같은 부정정보에서

- 1) B지점의 처짐각 및 모든 지점반력을 강성매트릭스법으로 구하고,
 - 2) BMD를 그리시오.
- (단, AB구간의 $EI=720 \text{ kN m}^2$, BC구간의 $EI=360 \text{ kN m}^2$ 으로 하고, B지점에 1 cm의 침하가 발생하였다고 한다.)

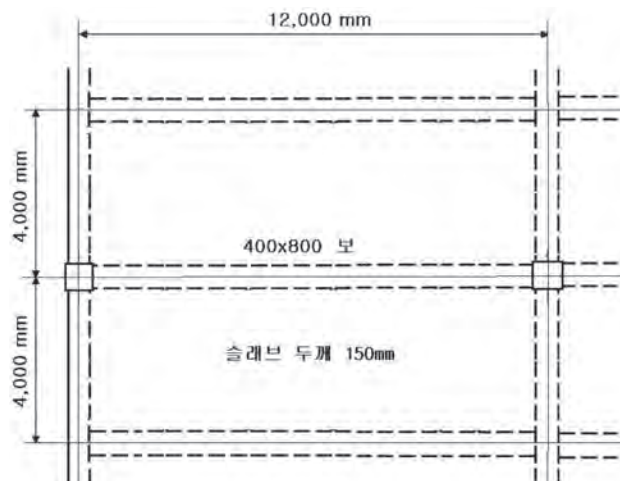


2. 다음 질량과 강성이 연결된 시스템의 1차와 2차고유진동수를 산정하시오.



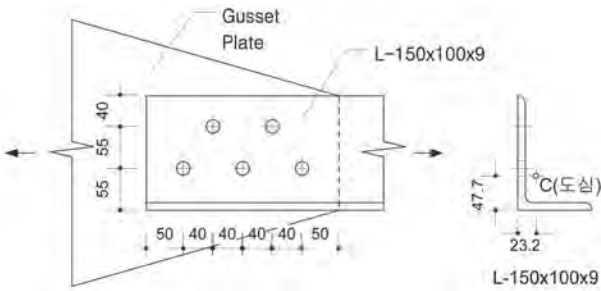
3. 그림과 같은 철근콘크리트 바닥구조에서 $400 \times 800 \text{ mm}$ 보가 150 mm 바닥 슬래브와 일체로 타설되어 T형보로 거동한다. 이 보의 내부 받침부 면의 부모멘트 $M_u = -750 \text{ kN m}$ 에 대하여 9-D22 철근을 배치하려고 한다. 이 철근이 적합한지를 검토하고 건축구조기준에 따라 배치하여 배근 단면도를 작성하시오.

- 콘크리트 : $f_{ck} = 24 \text{ MPa}$
- 철근 : $f_y = 400 \text{ MPa}$
- 스티럽 : D10
- 종방향철근 : D22 (단면적 387 mm^2)
- 피복두께 : 40 mm



4. 다음 그림과 같은 L형강 L-150×100×9 인장재의 고력 볼트 접합부에서 전단지연계수 U를 산정하고, 유효순단면적(A_e)을 구하시오.

(단, 사용고력볼트는 M20(F10T), L형강의 단면적은 $A_g=2,184 \text{ mm}^2$, 도심 위치는 (23.2 mm, 47.7 mm)라고 한다.)

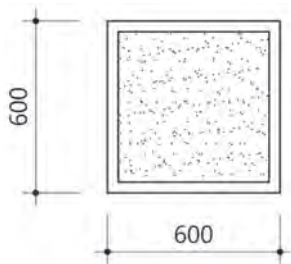


5. 그림과 같은 충전형 각형강관 합성기둥의 설계압축강도를 산정하시오.

(단, KBC 2009기준)

가정 조건

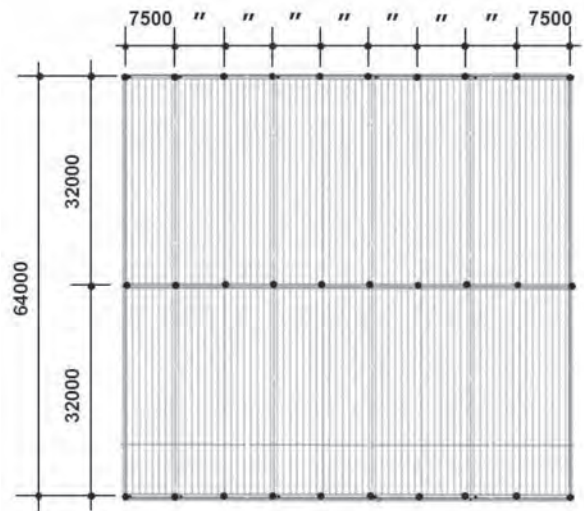
- 1) □-600×600×12 (SM490, $F_y = 325 \text{ MPa}$)
- 2) 콘크리트 설계기준강도 $f_{ck} = 27 \text{ MPa}$
- 3) 부재의 길이 6 m, 양단 핀지지



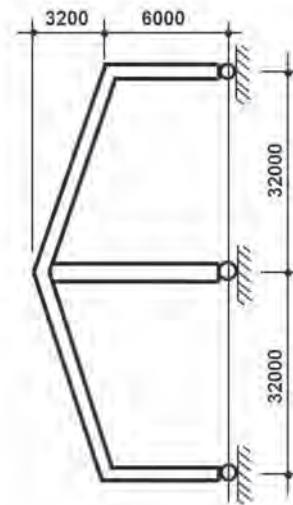
6. 그림과 같은 공장건물의 지붕을 구조계획하여, 지붕 골조 평면도(roof framing plan), 설계하중 및 개략 가정단면을 제시하시오. (단, KBC 2009기준)

가정 조건

- 1) 서울지역으로 경량 샌드위치패널지붕이다.
- 2) 지붕보 및 기둥은 H형강으로 계획한다.
- 3) 하부기둥의 지지조건은 힌지로 한다.



공장건물 지붕 평면도



단면도