

[ 제89회 기술사 · 시행일 : 2009년 8월 16일 ]

## 1교시

※ 다음 문제 중 10문제를 선택하여 설명하시오.(각 10점)

1. 토질의 액상화(Liquifaction) 현상을 설명하시오.
2. 구조해석결과 횡력에 의한 양력(Uplift Force)이 자중에 의한 저항력보다 클 경우, 양력에 저항하는 구조시스템을 3개 이상 도시하고 설명하시오.
3. 매트릭스구조해석에서 응력법(Flexibility Method)의 풀이과정을 설명하시오.
4. 비부착형태(Unbonded Type)의 Post Tension 공법을 초고층 복합건물 바닥구조설계에 적용할 경우, 구조적 관점과 유지관리 관점에서 유의사항을 기술하시오.
5. 강구조물 “사용성한계상태”기준의 근간으로서 사용성 검토가 요구되는 일반적 구조거동 3가지를 요약하여 설명하시오.
6. 순수 휨이나 순수 축하중이 작용하는 철근콘크리트 부재설계 시 압축지배단면과 인장지배단면에 대한 개념을 최외단 인장철근의 순수인장변형률( $\epsilon_t$ )을 이용하여 설명하시오.
7. 최근의 국제건축 설계경향은 동대문디자인파크, 북경 CCTV 신사옥, 북경 올림픽의 메인스타디움 및 수영장과 같이 기술적 한계로 여겨졌던 Free Form 건축 또는 비정형건축이 많아지고 있는 추세이다. 구조설계 관점에서 비정형 건축물의 특성을 기술하시오.
8. 물류센터 바닥슬래브(SOG)를 강섬유보강콘크리트(SFRC)로 시공할 경우, 선반(Rack) 지지점 집중하중에 대한 강섬유 바닥슬래브의 극한 내력이 강섬유로 인하여 증가하는 역학적 메커니즘을 구체적으로 설명하시오.
9. 두 경간 이상의 보를 연속보 형태로 설계할 경우와 각 경간을 단순보로 설계할 경우를 비교하여 연속보 형태가 갖는 장점 5가지를 기술하시오.
10. 고온에 노출된 보통콘크리트의 노출 온도 크기에 따른 응력-변형도(stress-strain) 곡선의 변화 특성을 화재(Fire

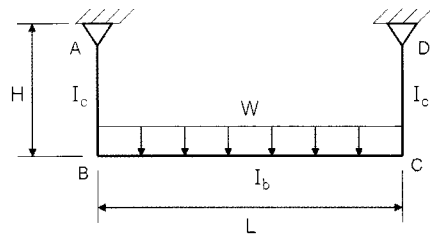
Damage)에 노출되지 않은 상온의 콘크리트 응력-변형도 곡선과 비교하여 도시하고 설명하시오.

11. 이중기초 형식의 조합내용 3가지를 기술하고 각각의 사례를 2개 이상 도시하여 설명하시오.
12. “엔지니어링사업대가의 기준”에서 공사비요율에 의한 방식에 적용하는 기본설계, 실시설계 및 공사감리의 업무범위에 대하여 설명하시오.
13. 구조도면작성에 사용하는 아래의 약어에 대하여 원어와 함께 간단한 예를 들어 설명하시오.  
 1) OPNG    2) LP, HP    3) SYM  
 4) STIR    5) UNO 또는 UON

## 2교시

※ 다음 문제 중 4문제를 선택하여 설명하시오.(각 25점)

1. 아래와 같은 달대 구조(Suspended Structure)의 전산해석결과를 검증하고자 한다. 이를 위해 수평반력과 모멘트를 산정하는 공식을 최소일의 방법으로 유도하고, 유도된 식에 근거하여 부재력을 검토하시오. (단, 절점 B, C는 강접합임)



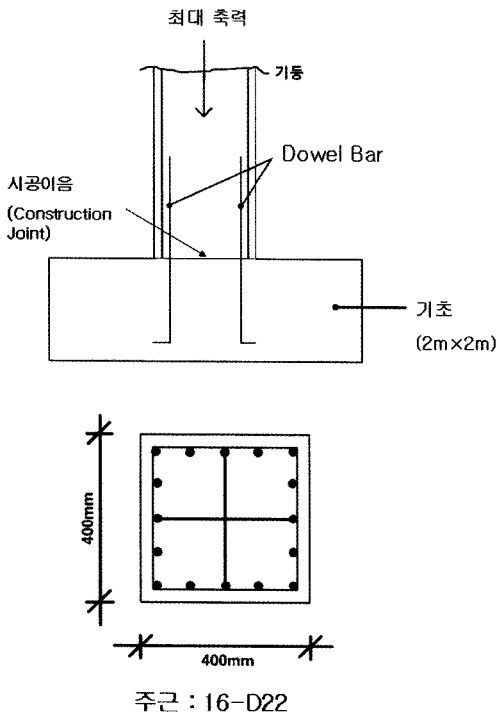
- 검토조건 1)  $L=10,000$  mm,  $H=4,000$  mm,  $W=10$  kN/m  
 2) Column :  $\phi 216.3 \times 6$ ,  $A=3,900$  mm<sup>2</sup>,  $r=74$  mm  
 3) Girder : H-600×200×11×17,  
 $A=13,400$  mm<sup>2</sup>,  $r=240$  mm

2. 최근 건축설계에 3차원 BIM 기반 정보환경기술이 현업에 활용되기 시작하고 있다. 이와 관련하여 아래 질문에 답하시오.  
 1) BIM 기술을 정의하시오.

- 2) BIM 기반 구조설계 기술을 기존 3차원 CAD 기술 및 3차원 구조해석 모델링과 비교하여 설명하시오.
- 3) BIM 기반 골조모델에서 사용되는 Analytical Model과 Physical Model을 구분하여 설명하시오.
- 4) 파라메트릭 설계(Parametric Design)에 대하여 설명하시오.

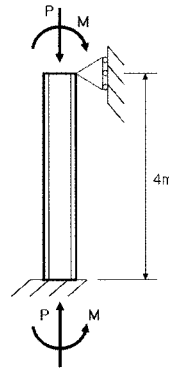
3. 그림과 같은 철근콘크리트 기둥단면이 최대 축력을 받을 경우 기초와 시공이음을 통해 연결되는 Dowel Bar를 경제적으로 설계하시오.

(단, 기초자체의 부재설계는 안전하게 설계되었고, 기둥에는 모멘트 및 인장력이 작용하고 있지 않다고 가정하고  $f_y=400\text{ MPa}$ , 기둥  $f_{ck}=40\text{ MPa}$ , 기초  $f_{ck}=24\text{ MPa}$ )



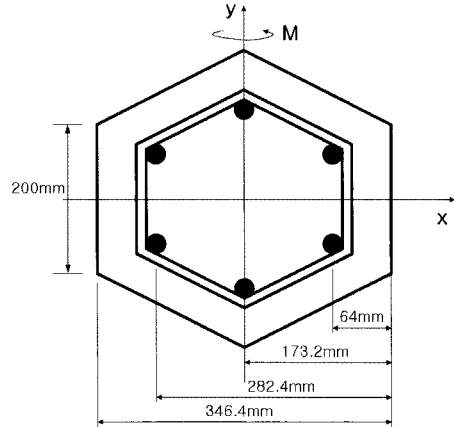
재료강도 : 철근  $f_y = 400\text{ MPa}$   
 콘크리트 : 기둥  $f_{ck}=40\text{ MPa}$ , 기초  $f_{ck}=24\text{ MPa}$

4. 그림과 같이 H-400×400×13×21(SM 490) 단면의 기둥이 하단 고정, 상단 이동단으로 지지되어 있다. ( $E=205,000\text{ MPa}$ ,  $F_y=325\text{ MPa}$ ) 이 기둥에  $P_{DL}=700\text{ kN}$  및  $P_{LL}=1,700\text{ kN}$ 의 압축력이 작용하고 강축방향의 재단 모멘트가 양쪽단부에  $M_{DL}=50\text{ kN} \cdot \text{m}$  및  $M_{LL}=150\text{ kN} \cdot \text{m}$  만큼 작용할 경우, 이 기둥의 적합성 여부를 한계상태설계법을 이용하여 검토하시오. (단, 휨모멘트는 단곡률을 유발하고 강축, 약축의 k값은 동일하게 적용)

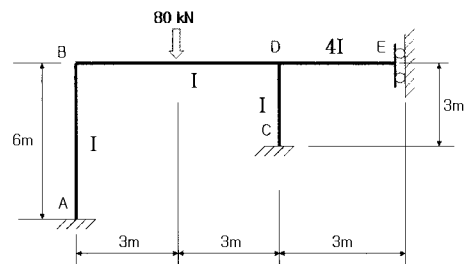


$A=21,870\text{ mm}^2$   
 $Z_x=3.67 \times 10^6\text{ mm}^3$   
 $\gamma(\text{필릿 반경})=22\text{ mm}$   
 $I_x=6.66 \times 10^8\text{ mm}^4$   
 $I_y=2.24 \times 10^8\text{ mm}^4$   
 $r_x=175\text{ mm}$   
 $r_y=101\text{ mm}$   
 $S_x=3.33 \times 10^6\text{ mm}^3$

5. 다음과 같은 정육각형 단면 형상의 파철근 기둥에 대하여 P-M 상관 관계를 검토하고자 한다. 모멘트는 y축을 중심으로 회전하는 일축 모멘트만을 고려한다. 강도감소계수( $\phi$ )가 0.85보다 작은 값에서 0.85에 도달한 경우, 이 기둥이 받을 수 있는 축력의 크기( $\phi P_n$ ) 및 이때의 모멘트 크기( $\phi M_n$ )를 구하시오. 단,  $f_{ck}=30\text{ MPa}$ 이고 종방향 철근(D22) 및 비철근(D13)의 항복강도는  $f_y=400\text{ MPa}$ 이다.



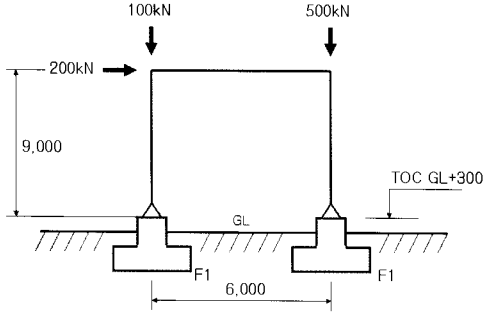
6. 다음과 같이 "A" 및 "C" 지점이 고정된 구조물이 있다. 지점 "E"는 횡방향에 대하여 지지되어 있고 수직방향에 대하여 이동이 가능하며 평면 내 회전에 대하여 구속되어 있다. 이 구조물의 B-D 경간 중간에 집중하중 80 kN이 작용할 때 모멘트 분배법에 근거하여 모멘트도를 작성하시오. (단, 탄성계수 E는 일정)



## 3교시

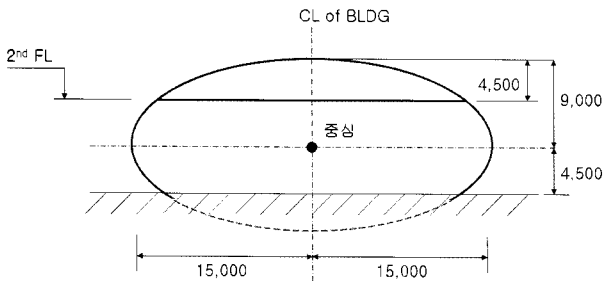
※ 다음 문제 중 4문제를 선택하여 설명하시오.(각 25점)

1. 아래의 Pipe Rack 기초를 설계하기 위한 상부구조체의 지점반력을 검토하고 기초의 크기와 두께를 설계하시오.



검토조건

- 1) 페데스탈 단면 :  $600 \times 600$ ,  
기초바닥레벨 :  $GL - 2,000$
  - 2) 모든 하중은 장기하중이고 허용지내력  $200 \text{ kN/m}^2$
  - 3) 기초별 접지압을 도시하되 설계여유는 20% 이하임
2. 무주공간으로 디자인한 원형평면을 갖는 축대칭 타원형 돔에 대한 2층 평면도를 작성하고, 건물의 중심을 지나는 최대스팬의 보(트러스)에 대하여 입면계획하시오.



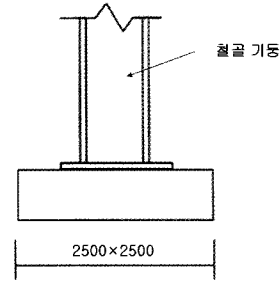
• 평면작성조건

- 1) 기둥은 임의배치하고 1방향슬래브의 중심거리는 3m로 할 것
- 2) 2층 평면도에는 치수를 기입하여 기본계획도의 틀을 갖출 것

• 구조검토조건

- 1) 고정하중과 활하중의 합은  $10 \text{ kN/m}^2$  이며 트러스 자중은 무시함
- 2) 등분포하중으로 산정하고 기둥 중심간 거리를 적용함
- 3) 트러스축은 처짐제한치(50mm)에 근사하도록 계획하고 상하현재는  $H-300 \times 300 \times 10 \times 15$ ,  $A=12,000 \text{ mm}^2$ 로 검토할 것
- 4) 기둥에 모멘트가 전달되지 않는 접합으로 할 것

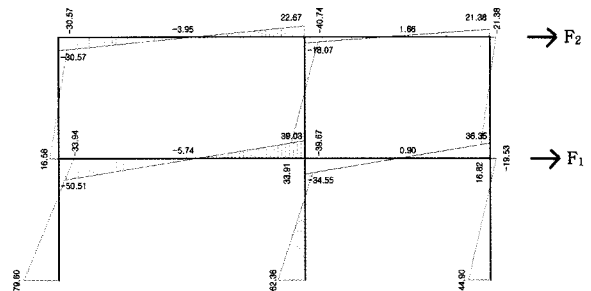
3. 그림과 같이 중심축하중  $P_u=7000 \text{ kN}$ 을 받는 철골기둥  $H-428 \times 407 \times 20 \times 35$ (SM490)에 베이스플레이트를 설치하여 기초로 하중을 전달하려고 한다. 이때 베이스플레이트(SM490)를 한계상태설계법으로 설계하시오.  
(단, 베이스플레이트는 정방형으로 가정, 기초크기는  $2500 \text{ mm} \times 2500 \text{ mm}$ , 콘크리트 강도  $f_{ck}=21 \text{ MPa}$ , 콘크리트 지압에 대한 강도저감계수는 0.65를 적용할 것)



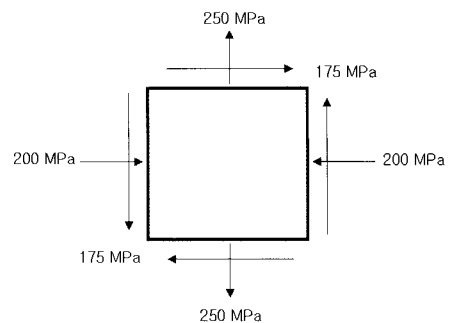
4. 다음 모멘트도는 등가정적해석법에 따라 밑면 전단력과 층별 지진하중을 구하여 해석한 결과이다. 해석 결과를 토대로 다음의 질문에 답하시오.

(단, 단위는 kN, m이며 각 층의 높이는 모두 4 m이다.)

- 1) 층별 지진하중( $F_1, F_2$ )을 구하시오.
- 2) 지진응답계수  $C_s$ 가 0.2, 건물무기에 따른 분포계수  $k=1$ 일 때, 각 층의 중량( $W_1, W_2$ )을 구하시오.

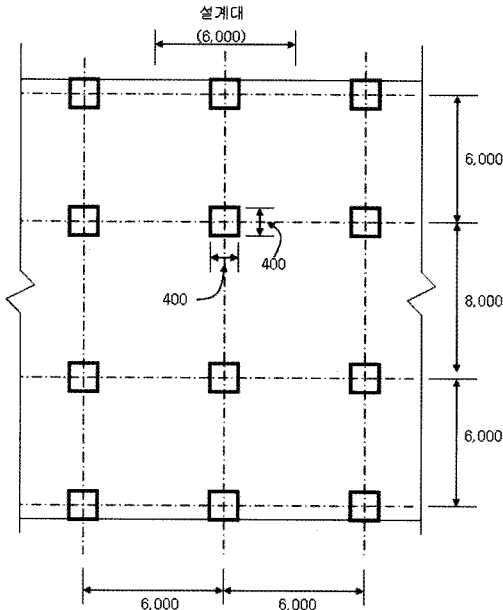


5. 구조물의 임의의 한 점에서 응력상태(state of stress)가 그림과 같다. 그 점에서 주응력(principal stress)과 최대면내전단응력(maximum in-plane shear stress)을 계산하시오. 아울러 각각의 경우에 대한 응력방향각(orientation)도 계산하시오.

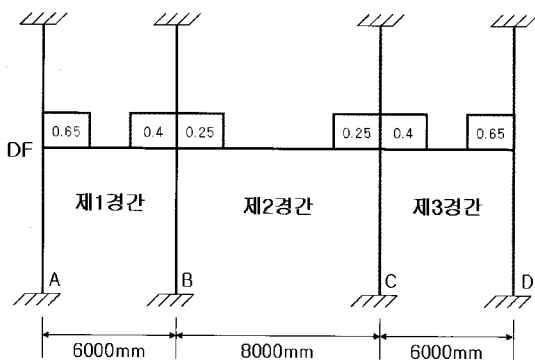


6. 아래 그림은 프리스트레스트 플랫플레이트 슬래브의 평면(일부), 슬래브 설계대 내 포물선형 긴장재 배치형상, 단위폭 슬래브 간의 모멘트 분배계수를 나타낸다. 사용하중(Service Load)은 등분포로 작용하며 이들 사용하중의 총합은  $7.2 \text{ kN/m}^2$ 이다. 슬래브의 콘크리트 강도는  $f_{ck}=35 \text{ MPa}$ 이다. 장단기 손실 후 긴장재에 작용하는 유효긴장력은 설계대 단위 폭에 대하여  $P_e=220 \text{ kN/m}$ 이다.

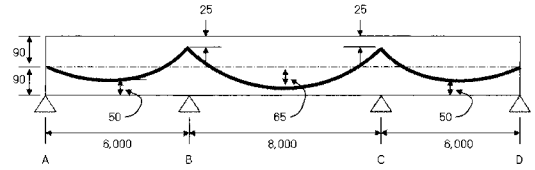
- 1) 유효긴장력과 사용하중이 동시에 작용할 때 단위 폭 슬래브에 발생하는 모멘트 도를 설계대 길이방향(경간 A-B-C-D)에 대하여 그리시오.
- 2) 이 건물이 비균열등급으로 설계되었을 경우, 제 2경간(경간 B-C) 최대 부모멘트 및 제 2경간의 경간 중앙에서 발생하는 콘크리트 인장응력의 크기가 각각 허용값 내에 드는지를 검토하시오.



〈그림 1〉 프리스트레스트 플랫 플레이트 슬래브 평면 (일부)



〈그림 2〉 단위폭 슬래브에 대한 모멘트 분배계수



〈그림 3〉 슬래브 설계대 방향으로의 포물선형 긴장재 배치형상

## 4교시

※ 다음 문제 중 4문제를 선택하여 설명하시오.(각 25점)

1. 다음과 같이 양단이 회전단인 트러스가 있다. 모든 부재는 핀으로 연결되어 있고 각 부재의 단면적은  $A=6,000 \text{ mm}^2$ , 탄성계수는  $200,000 \text{ N/mm}^2$ 이다. 이 트러스 절점 1에 수직하중  $P=500 \text{ kN}$ 이 작용할 때 외기 온도변화가  $\delta T=-20^\circ \text{ C}$  발생하였다.

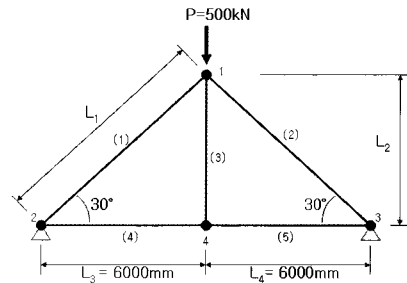
1) 트러스 부재 재료의 온도에 대한 선팽창계수가

$\alpha=1.2 \times 10^{-5} / ^\circ \text{ C}$ 일 때, 이 트러스에 대한  $[K]_{8 \times 8} \cdot \{U\}_{8 \times 1} = \{F\}_{8 \times 1}$  매트릭스 식을 유도하시오(〈그림 1〉 및 〈그림 2〉 참조). 여기서  $[K]_{8 \times 8}$ 는 지점경계 조건을 적용하기 전의 강성행렬이고  $\{U\}_{8 \times 1}$ 는 각 절점의 전체자유도에 대한 변위벡터이며,  $\{F\}_{8 \times 1}$ 는 외력 및 온도하중을 포함하는 벡터이다.

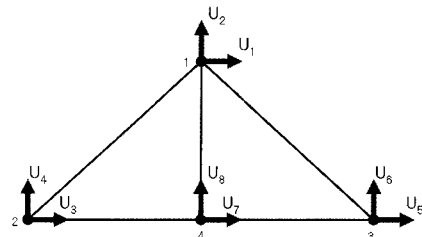
2) 상기 매트릭스 식을 경계조건 및 대칭성을 이용하여  $[K]_{2 \times 2} \cdot \{U\}_{2 \times 1} = \{F\}_{2 \times 1}$  형태로 간략화 하시오.

3) 상기 2)에서 유도한 매트릭스 식을 이용하여 변위  $\{U\}_{2 \times 1}$ 를 산정하시오.

4) 상기 3)의 변위를 이용하여 각 부재의 내력을 산정하고 부재력의 압축 혹은 인장을 명시하시오.

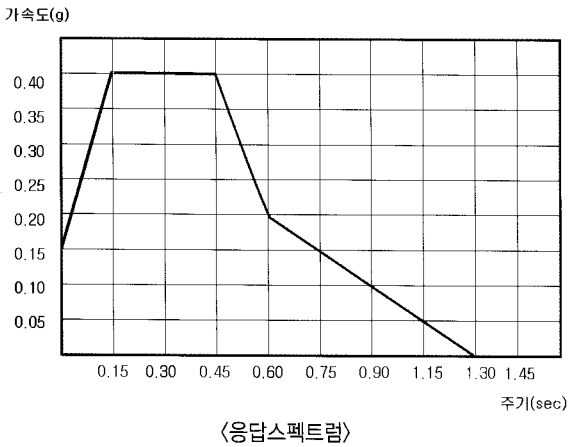
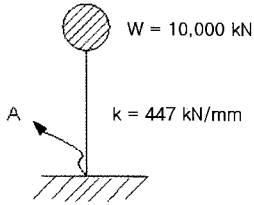


〈그림 1〉 트러스



〈그림 2〉 부재번호, 절점번호 및 자유도

2. 아래와 같이 20층 RC조 사무소 건물을 중량  $W=10,000$  kN, 건물강성  $k=447$  kN/mm의 1자유도계로 모델링하였다. 건물로 유입되는 가속도의 값을 원시스템의 25% 이하로 줄이기 위해 좌측그림처럼 상부구조와 기초사이의 A점에 면진층을 갖는 면진구조시스템을 도입하기로 하였다. 원 시스템의 고유주기( $T_0$ )와 도입된 면진층의 요구되는 수평강성을 구하시오.

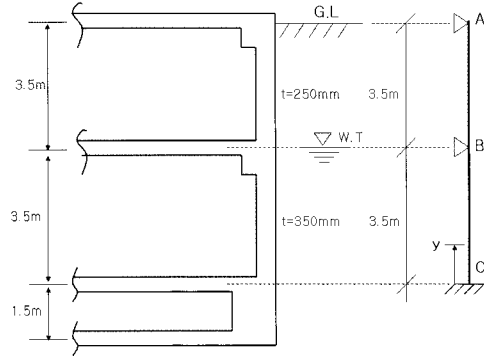


3. 다음과 같은 철근콘크리트 지하벽체를 설계하고자 한다. 흙의 내부마찰각은  $\phi=30^\circ$  이고 지하수위 상부 흙의 단위체적중량은  $\gamma=18$  kN/m<sup>3</sup>, 지하수위 하부 흙의 경우  $\gamma_{sat}=19$  kN/m<sup>3</sup>, 물의 단위체적중량은  $\gamma_w=9.8$  kN/m<sup>3</sup>이고  $\gamma'=9.2$  kN/m<sup>3</sup>이다. 토압에 대한 하중계수는 1.6으로 한다.  $f_{ck}=27$  MPa,  $f_y=400$  MPa이고 계산상 편의를 위하여 콘크리트의 탄성계수는  $E_c=2 \times 10^4$  MPa로 하며 상재하중은 작용하지 않는 것으로 한다.

- 1) 벽체에 토압을 산정하고 그 분포도를 그리시오. 지하수위는 G.L-3.5m에 위치하고 있다.
- 2) 처짐각법을 이용하여 벽체의 단위폭에 작용하는 토압에 의한

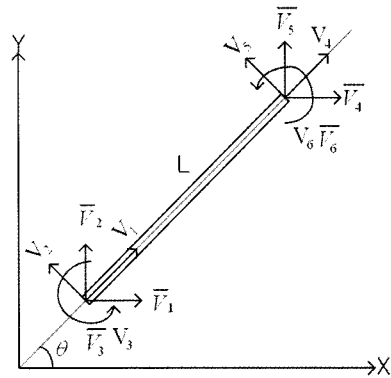
모멘트도를 작성하시오. 단, 해석의 편의를 위하여 지점 A와 B는 회전단으로 지지되어 있고 지점 C는 고정단으로 지지되어 있다고 가정한다.

- 3) 벽체의 수직철근으로 D16을 사용할 경우, 지점 C의 수직철근량을 결정하시오.
- 4) 지점 C에서 상부  $y=300$  mm되는 곳에서 전단철근이 필요한지 검토하시오.

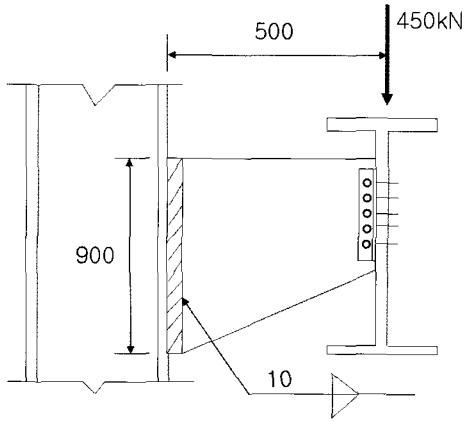


4. 다음의 골조구조요소(Frame Element)의 요소강성행렬(Local Stiffness matrix) 및 변환행렬(Transformation Matrix)을 이용하여 구조계강성행렬(Global Stiffness Matrix)을 구하시오.

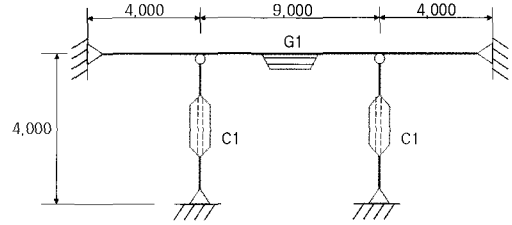
(단, L, A, I, T는 일정(Constant), 요소계자유도:  $V_1, V_2, V_3, V_4, V_5, V_6$ , 구조계자유도:  $\bar{V}_1, \bar{V}_2, \bar{V}_3, \bar{V}_4, \bar{V}_5, \bar{V}_6$ 임)



5. 다음과 같이 수직력  $P_U = 450 \text{ kN}$ 이 작용하는 크레인 보에서, 크레인 보를 지지하는 플레이트 브라켓의 접합면을 양면 모살용접할 경우에 대한 안전성을 한계상태법으로 검토하시오. 부재의 재질은 모두 SM490이고, 모살용접사이즈는 10 mm이며 브라켓 플레이트 및 기둥은 안전한 것으로 가정한다.  
(단,  $F_y = 325 \text{ N/mm}^2$ ,  $F_u = 490 \text{ N/mm}^2$ )



6. 아래의 연결통로구조체에서 기둥과 보의 접합부와 G1의 이음부(Splice)에 대한 시공상세도(평면과 단면 각 1개 이상)를 작성하고 선정배경을 서술하시오. (단, G1 이음부에 대하여 경제성을 고려하여 이음위치를 표시할 것)



C1 : H-300×300×10×15

G1 : H-600×200×11×17

작성조건

- 1) 모든 접합은 볼트접합이며 이음 위치를 지정할 것
- 2) 기둥과 보의 부재중심선은 일치함
- 3) 볼트직경 및 플레이트 두께 등을 경험치로 기입할 것
- 4) 상세도에 대한 근거를 경험적으로 서술할 것