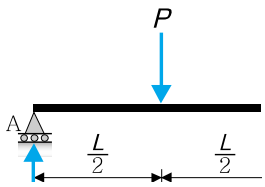
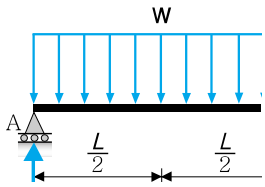
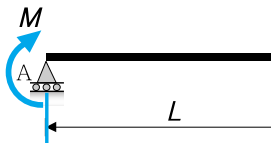
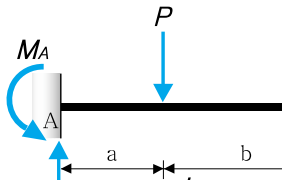
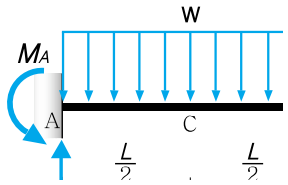
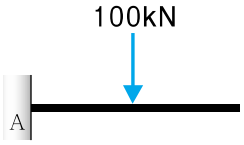
23 간단한 부정정구조 지점반력 공식

하중 조건	V_A	M_B
	$+\frac{5P}{16}(\uparrow)$	$+\frac{3PL}{16}(\curvearrowright)$
	$+\frac{3wL}{8}(\uparrow)$	$+\frac{wL^2}{8}(\curvearrowright)$
	$-\frac{3M}{2L}(\downarrow)$	$+\frac{M}{2}(\curvearrowright)$
	$+\frac{P}{2}(\uparrow)$	$M_A=-\frac{P\cdot a\cdot b^2}{L^2}(\curvearrowleft)$ $M_B=+\frac{P\cdot a^2\cdot b}{L^2}(\curvearrowright)$
	$+\frac{wL}{2}(\uparrow)$	$+\frac{wL^2}{12}(\curvearrowright)$

예 제 1

그림과 같은 보의 B점의 휨모멘트 값은?

① 24 kN · m　② 96 kN · m
③ 144 kN · m　④ 248 kN · m



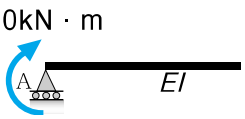
해설 $M_{B,Right}=-\left[+\frac{P\cdot a^2\cdot b}{L^2}\right]=-\left[\frac{(100)(4^2)(6)}{(10)^2}\right]=-96\text{kN}\cdot\text{m}\ (\curvearrowleft)$

답 ②

예 제 2

그림과 같은 양단 고정보에서 B단의 반력은?

① $M_B=200\text{kN}\cdot\text{m},\ V_B=100\text{kN}$
② $M_B=200\text{kN}\cdot\text{m},\ V_B=50\text{kN}$
③ $M_B=100\text{kN}\cdot\text{m},\ V_B=100\text{kN}$
④ $M_B=100\text{kN}\cdot\text{m},\ V_B=50\text{kN}$

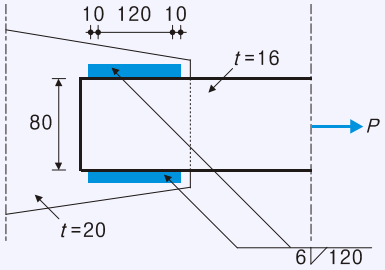


해설 (1) $M_B=+\frac{M}{2}=+\frac{(200)}{2}=+100\text{kN}\cdot\text{m}\ (\curvearrowright)$

(2) $V_B=+\frac{3M}{2L}=+\frac{3(200)}{2(3)}=+100\text{kN}(\uparrow)$

답 ③

43 그림과 같은 필릿용접 이음부의 설계강도를 구하고, 고정하중 $P_D = 40\text{kN}$, 활하중 $P_L = 30\text{kN}$이 작용하는 경우에 이음부의 안전성을 옳게 검토한 것은? (단, 강재는 SM490, $F_y = 315\text{MPa}$, $\phi = 0.9$)



① 설계강도: 154.3kN, 검토결과: 안전
② 설계강도: 79.6kN, 검토결과: 안전
③ 설계강도: 154.3kN, 검토결과: 불안전
④ 설계강도: 79.6kN, 검토결과: 불안전

해설 필릿용접 접합부 설계

(1) 필릿용접 이음부의 설계강도: $\phi P_w = \phi F_w \cdot A_w$

① $F_w = 0.6F_y = 0.6(315) = 189\text{N/mm}^2$

② $a = 0.7S = 0.7(6) = 4.2\text{mm}$

③ $L_e = (L - 2S) \times 2\text{면} = [(120) - 2(6)] \times 2 = 216\text{mm}$

④ $A_w = a \cdot L_e = (4.2)(216) = 907.2\text{mm}^2$

⑤ $\phi P_w = \phi F_w \cdot A_w$

$= (0.9)(189)(907.2) = 154.315\text{N} = 154.315\text{kN}$

(2) 필릿용접 이음부의 안전성 검토

① $P_u = 1.2P_D + 1.6P_L = 1.2(40) + 1.6(30) = 96\text{kN}$

$\geq 1.4P_D = 1.4(40) = 56\text{kN}$

② $P_u = 96\text{kN} < 154.315\text{kN}$ 이므로 안전함

44 연약지반에서 부등침하를 방지하는 대책으로 옳지 않은 것은?

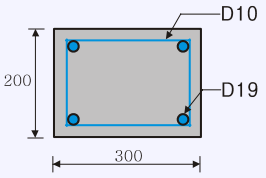
① 건물을 경량화 한다.
② 지하실을 강성체로 설치한다.
③ 줄기초와 마찰말뚝 기초를 병용한다.
④ 건물의 구조강성을 높인다.

해설

③ 줄기초와 마찰말뚝 기초를 병용하게 되면 부등침하의 원인이 된다.

45 그림과 같은 장방형 기둥에서 사용되는 띠철근의 최소 간격은? (단, 주철근=D19, 띠철근은 D10)

① 150mm
② 200mm
③ 300mm
④ 400mm



해설 띠철근의 최대간격: ㉮,㉯,㉰ 중 최소값

㉮ 주철근 직경의 16배: 19×16mm = 304mm

㉯ 띠철근 직경의 48배: 10×48mm = 480mm

㉰ 기둥의 최소폭: 200mm

46 경간 4m인 1방향 슬래브에서 양단 연속일 경우 처짐을 계산하지 않는 슬래브의 최소두께는?

① 112mm ② 125mm
③ 143mm ④ 156mm

해설 처짐을 고려하지 않은 1방향슬래브의 최소두께($h_{\min}$)

부 재	최소두께 ($h_{\min}$)			
	단순지지	1단연속	양단연속	캔틸레버
1방향 슬래브	$\frac{l}{20}$	$\frac{l}{24}$	$\frac{l}{28}$	$\frac{l}{10}$

$\therefore\ h_{\min} = \frac{l}{28} = \frac{(4{,}000)}{28} = 142.857\text{mm} \geq 100\text{mm}$

47 압축을 받는 이형철근의 기본정착길이(l_{db})가 420mm로 계산되었다. 해석결과 요구되는 철근량보다 20%를 초과하여 배치한 경우 압축을 받는 이형철근의 정착길이(l_d)를 구하면?

① 320mm ② 350mm
③ 420mm ④ 504mm

해설 압축이형철근 정착길이 산정

(1) $l_d = l_{db} \times$ 보정계수 $\geq$ 200mm

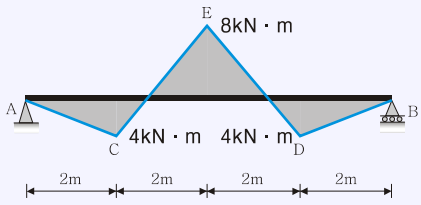
(2) 보정계수:

실제철근량이 소요철근량 보다 많을 때… $\frac{(\text{소요철근량})}{(\text{실제철근량})}$

(3) $l_d = (420)\left(\frac{100}{120}\right) = 350\text{mm} \geq 200\text{mm}$

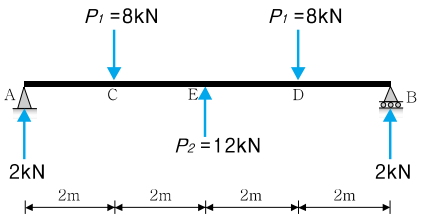
해답 43. ① 44. ③ 45. ② 46. ③ 47. ②

55 다음 그림은 각 구간에서 직선적으로 변화하는 단순보의 휨모멘트이다. C점과 D점에 동일한 힘 P_1이 작용하고 보의 중앙점 E에 P_2가 작용할 때 P_1과 P_2의 절대값은?



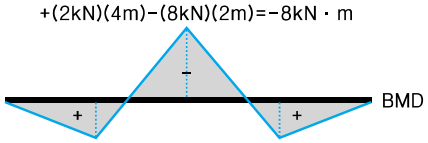
① $P_1 = 4\text{kN}$, $P_2 = 6\text{kN}$ ② $P_1 = 4\text{kN}$, $P_2 = 8\text{kN}$
③ $P_1 = 8\text{kN}$, $P_2 = 10\text{kN}$ ④ $P_1 = 8\text{kN}$, $P_2 = 12\text{kN}$

해설 하중과 지점반력



휨모멘트도

+(2kN)(4m)−(8kN)(2m)=−8kN · m



+(2kN)(2m)=+4kN · m

56 우리나라에서 지역계수 S를 결정하는 지진위험도 기준은?

① 100년 재현주기 지진 ② 500년 재현주기 지진
③ 1000년 재현주기 지진 ④ 2400년 재현주기 지진

해설 지진지역 구분 및 지역계수(S)

S는 재현주기 2400년의 지진위험도로 정의된 최대예상지진(MCE, Maximum Considered Earthquake)의 유효지반가속도

지진 구역	행정구역		지역 구역 계수
I	시	서울, 인천, 대전, 부산, 대구, 울산, 광주, 세종	$0.22g$
	도	경기, 충북, 충남, 경북, 경남, 전북, 전남, 강원 남부*	
II	도	강원 북부**, 제주	$0.14g$

* 강원 남부: 영월, 정선, 삼척, 강릉, 동해, 원주, 태백
** 강원 북부: 홍천, 철원, 화천, 횡성, 평창, 양구, 인제, 고성, 양양, 춘천, 속초

57 철근콘크리트 단근보에서 균형철근비를 계산한 결과 $\rho_s = 0.039$이었다. 최대철근비는? (단, $E = 200{,}000\text{MPa}$, $f_y = 400\text{MPa}$, $f_{ck} = 24\text{MPa}$)

① 0.01863 ② 0.02256
③ 0.02607 ④ 0.02785

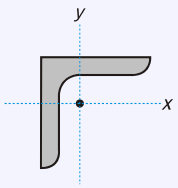
해설 최대철근비 계산

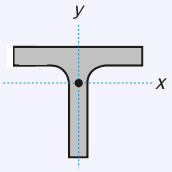
(1) 기준 표를 이용

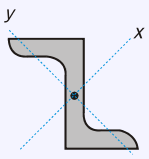
f_y	휨부재 허용값	
	최소 허용변형률(ϵ_t)	해당 철근비($\rho_{\max}$)
300MPa	0.004	$0.643\rho_b$
350MPa	0.004	$0.679\rho_b$
400MPa	0.004	$0.714\rho_b$
500MPa	$0.005(2\epsilon_y)$	$0.688\rho_b$

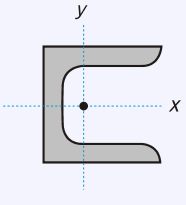
(2) $\rho_{\max} = 0.714\rho_b = 0.714(0.039) = 0.02785$

58 그림과 같은 단면의 주축(主軸)으로 옳지 않은 것은?

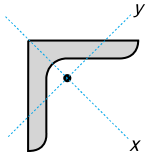
①


②


③


④


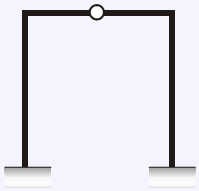
해설 L형강 단면의 주축(主軸, Principal Axis)



해답 55. ④ 56. ④ 57. ④ 58. ①

49 그림과 같은 구조물의 부정정 차수는?

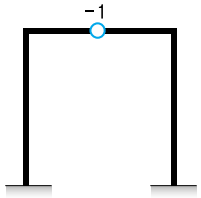
① 1차 부정정
② 2차 부정정
③ 3차 부정정
④ 4차 부정정



해설

(1) $N_e = r - 3 = (3+3) - 3 = 3$

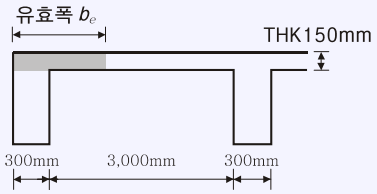
(2) $N_i = (-1) \times 1\text{개} = -1$



(3) $N = N_e + N_i = (3) + (-1) = 2\text{차}$

50 반T형보의 유효폭으로 옳은 것은? (단, 보 경간은 6m)

① 800mm
② 1,200mm
③ 1,800mm
④ 2,300mm

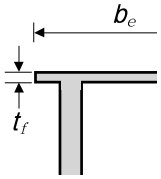


해설 반T형보: 플랜지의 유효폭(b_e, effective breadth): (1), (2), (3) 중 최소값

(1) $6t_f + b_w$
$= 6(150) + 300 = 1{,}200\text{mm}$

(2) $\left(\text{인접 보와의 내측거리의 } \frac{1}{2}\right) + b_w$
$= (3{,}000) \times \frac{1}{2} + (300) = 1{,}800\text{mm}$

(3) $\left(\text{보 경간}(span)\text{의 } \frac{1}{12}\right) + b_w$
$= (6{,}000) \times \frac{1}{12} + (300) = 800\text{mm}$



51 직사각형 단면의 탄성단면계수에 대한 소성단면계수의 비(比)는?

① 0.67
② 1.20
③ 1.50
④ 3.00

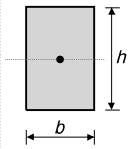
해설

(1) 탄성단면계수(Elastic Section Modulus, Z):

$$Z = \frac{I}{y} = \frac{\left(\frac{bh^3}{12}\right)}{\left(\frac{h}{2}\right)} = \frac{bh^2}{6}$$

(2) 소성단면계수(Plastic Section Modulus, Z_P):
단면의 도심을 지나는 전단면적을 2등분하는 축에 대한 단면계수

$$Z_P = A_c \cdot y_c + A_t \cdot y_t = \left(\frac{bh}{2}\right)\left(\frac{h}{4}\right) \times 2 = \frac{bh^2}{4}$$



(3) 형상계수(Shape Factor, f):
소성모멘트($M_P = F_y \cdot Z_P$)와 항복모멘트($M_y = F_y \cdot Z$)의 비

$$f = \frac{F_y \cdot Z_P}{F_y \cdot Z} = \frac{\text{소성단면계수 } Z_P}{\text{탄성단면계수 } Z} = \frac{\frac{bh^2}{4}}{\frac{bh^2}{6}} = 1.5$$

52 다음에서 설명하는 용어는?

> 포화사질토가 비배수상태에서 급속한 재하를 받게 되면 과잉간극수압의 발생과 동시에 유효응력이 감소하며, 이로 인해 전단저항이 크게 감소하는 현상

① 히빙
② 액상화
③ 보일링
④ 파이핑

해설 액상화 현상(Liquefaction)

사질지반에서 순간충격, 지진, 진동 등에 의해 간극수압의 상승으로 유효응력이 감소되어 전단저항을 상실하고 지반이 액체와 같이 되는 현상으로, 액상화가 발생된 사질지반은 건물의 부상(浮上) 및 부등침하가 발생된다.

해답 49. ② 50. ① 51. ③ 52. ②