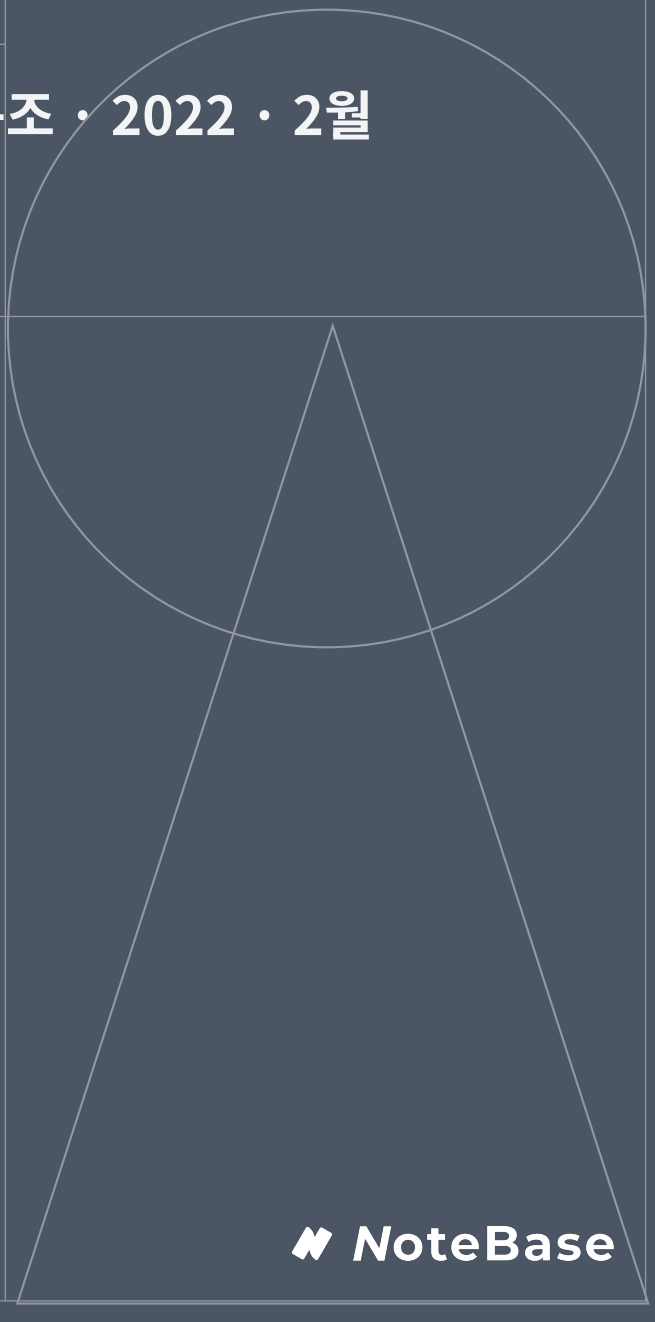
기출OX 해설집

공무원/서울시/9급 · 건축구조 · 2022 · 2월



NoteBase

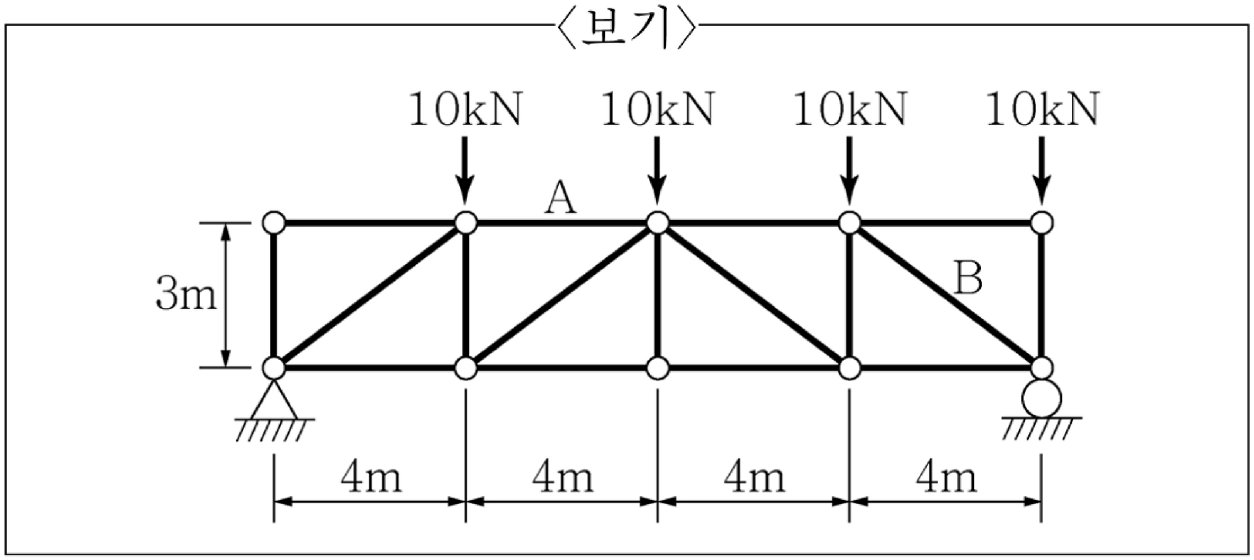
기출OX 해설집

공무원/서울시/9급 · 건축구조 · 2022 · 2월

공무원/서울시/9급 · 건축구조 · 2022 · 2월

문 1. <보기>와 같이 트러스의 네 절점에 하중이 작용할 때, A부재와 B부재에 발생하는 부재력의 종류를 옳게 짝지은 것은? (단, 자중의 효과는 무시한다.)

<보기>



① A: 압축력 B: 압축력

② A: 압축력 B: 인장력

③ A: 인장력 B: 압축력

④ A: 인장력 B: 인장력

정답 1번

간단한 해설

A에는 20 kN, B에는 25 kN의 **압축력**이 작용한다. 부재력을 인장으로 가정하여 평형식을 세우면 두 값이 모두 음수로 나오므로, 실제 힘은 가정과 반대 방향이다.

NoteBase

계산 과정

자중을 무시하고 그림의 네 하중만 고려한다. 트러스의 부재력은 부재 축 방향으로 작용하며, 인장력은 절점을 당기고 압축력은 절점을 민다. 부재력을 **인장일 때 양(+)**으로 정하면, 계산값이 음수일 때 압축력이다.

1. 지점반력: 왼쪽과 오른쪽의 상향 반력을 각각 R_L, R_R라 한다. 전체 경간은 16 m이고, 네 10 kN 하중의 위치는 왼쪽 지점에서 각각 4 m, 8 m, 12 m, 16 m이다. 왼쪽 지점에 대한 모멘트 평형은 $16R_R = 10(4 + 8 + 12 + 16)$이므로 오른쪽 반력은 25 kN이다. 전체 하중은 40 kN이므로 왼쪽 반력은 $R_L = 40 - 25 = 15\text{kN}$이다. 수평 외력이 없으므로 수평 반력은 0이다.

2. A부재: A와 그 아래 패널의 대각재·하현재를 함께 절단하고 왼쪽 부분을 분리한다. 왼쪽에서 4 m 떨어진 하부 절점을 모멘트 중심으로 잡으면, **절단된 대각재와 하현재의 작용선이 이 점을 지나** 두 부재력의 모멘트가 사라진다. 이 점 바로 위의 10 kN 하중도 모멘트가 0이다. A의 인장력을 N_A라 하면 왼쪽 부분의 절단면에서 오른쪽으로 작용한다. 반시계방향을 양(+)으로 한 모멘트 평형은 $-15 \cdot 4 - 3N_A = 0$이다. 따라서 $N_A = -20\text{kN}$이며, A는 20 kN의 압축력을 받는다.

3. 오른쪽 끝 수직재: 오른쪽 맨 위 절점에는 아래로 10 kN의 하중이 작용한다. 이 절점의 수평 부재는 수직력을 전달하지 못하므로, 끝 수직재가 절점을 위로 10 kN 밀어야 한다. 따라서 이 수직재는 압축재이고, 반대쪽인 오른쪽 맨 아래 절점에는 아래로 10 kN을 가한다.

4. B부재: B의 수평 길이는 4 m, 높이는 3 m이므로 부재 길이는 $\sqrt{4^2 + 3^2} = 5\text{m}$이다. 따라서 B부재력의 수직성분은 축력의 $\frac{3}{5}$이다. 오른쪽 맨 아래 절점에서 B의 인장력 N_B는 왼쪽 위로 작용한다고 가정한다. 상향 반력 25 kN과 끝 수직재가 가하는 하향력 10 kN을 반영하면, 수직력 평형은 $25 - 10 + \frac{3}{5}N_B = 0$이다. 따라서 $N_B = -25\text{kN}$이며, B는 25 kN의 압축력을 받는다.

A와 B가 모두 압축력을 받으므로, 'A: 압축력, B: 압축력'으로 짝지은 ①과 일치한다.

NoteBase

문 2. 철근콘크리트 부재의 전단설계에서 계수전단력이 콘크리트에 의한 설계전단강도의 1/2을 초과하는 휨부재에는 최소 전단철근을 배치해야 한다. <보기>에서 이 규정의 예외인 경우로 옳은 것만을 모두 고른 것은?

<보기>
ㄱ. 교대 벽체 및 날개벽
ㄴ. 슬래브와 기초판
ㄷ. 옹벽의 벽체
ㄹ. 암거

① ㄱ, ㄴ
② ㄷ, ㄹ
③ ㄱ, ㄴ, ㄷ
④ ㄱ, ㄴ, ㄷ, ㄹ

정답 4번

ㄱ

교대 벽체 및 날개벽은 **휨이 주거동인 판부재**로서 최소 전단철근 배치 규정의 예외에 해당한다.

콘크리트구조 전단 및 비틀림 설계기준(KDS 14 20 22:2022) 4.3.3(1)④
4. 설계

4.3 전단철근에 의한 전단강도

4.3.3 최소 전단철근

(1)계수전단력 V_u가 콘크리트에 의한 설계전단강도 ϕV_c의 $\frac{1}{2}$을 초과하는 모든 철근콘크리트 및 프리스트레스트콘크리트 휨부재에는 다음의 경우를 제외하고 최소 전단철근을 배치하여야 한다.

④ 교대 벽체 및 날개벽, 옹벽의 벽체, 암거 등과 같이 휨이 주거동인 판부재

NoteBase

ㄴ

슬래브와 기초판은 계수전단력이 콘크리트에 의한 설계전단강도의 절반을 초과할 때 적용하는 최소 전단철근 배치 규정의 예외에 해당한다.

콘크리트구조 전단 및 비틀림 설계기준(KDS 14 20 22:2022) 4.3.3(1)①
4. 설계

4.3 전단철근에 의한 전단강도

4.3.3 최소 전단철근

(1)계수전단력 V_u가 콘크리트에 의한 설계전단강도 ϕV_c의 $\frac{1}{2}$을 초과하는 모든 철근콘크리트 및 프리스트레스트콘크리트 휨부재에는 다음의 경우를 제외하고 최소 전단철근을 배치하여야 한다.

① 슬래브와 기초판

ㄷ

옹벽의 벽체는 **휨이 주거동인 판부재**로서 최소 전단철근 배치 규정의 예외에 해당한다.

콘크리트구조 전단 및 비틀림 설계기준(KDS 14 20 22:2022) 4.3.3(1)④
4. 설계

4.3 전단철근에 의한 전단강도

4.3.3 최소 전단철근

(1)계수전단력 V_u가 콘크리트에 의한 설계전단강도 ϕV_c의 $\frac{1}{2}$을 초과하는 모든 철근콘크리트 및 프리스트레스트콘크리트 휨부재에는 다음의 경우를 제외하고 최소 전단철근을 배치하여야 한다.

④ 교대 벽체 및 날개벽, 옹벽의 벽체, 암거 등과 같이 휨이 주거동인 판부재

NoteBase

ㄹ

암거는 **휨이 주거동인 판부재에 해당하는 경우** 최소 전단철근 배치 규정의 예외에 포함된다.

콘크리트구조 전단 및 비틀림 설계기준(KDS 14 20 22:2022) 4.3.3(1)④
4. 설계

4.3 전단철근에 의한 전단강도

4.3.3 최소 전단철근

(1)계수전단력 V_u가 콘크리트에 의한 설계전단강도 ϕV_c의 $\frac{1}{2}$을 초과하는 모든 철근콘크리트 및 프리스트레스트콘크리트 휨부재에는 다음의 경우를 제외하고 최소 전단철근을 배치하여야 한다.

④ 교대 벽체 및 날개벽, 옹벽의 벽체, 암거 등과 같이 휨이 주거동인 판부재

NoteBase

문 3. 상부 콘크리트 내력벽구조와 하부 필로티 기둥으로 구성된 3층 이상의 수직비정형 골조의 내진설계에 있어 가장 옳지 않은 것은?

① 하부에 필로티 기둥, 상부구조에 내력벽구조가 사용되는 경우, 필로티 기둥과 내력벽이 연결되는 층바닥에서는 필로티 기둥과 내력벽을 연결하는 전이슬래브 또는 전이보를 설치하여야 한다.

② 필로티 기둥의 횡보강근에는 90도 갈고리정착을 사용하는 내진상세를 사용하여야 한다.

③ 필로티 기둥에서는 전 길이에 걸쳐서 후프와 크로스타이로 구성되는 횡보강근의 수직 간격이 단면최소폭의 1/4 이하여야 한다.

④ 지진하중계산 시에 반응수정계수 등의 지진력저항시스템의 내진설계계수는 내력벽구조에 해당하는 값을 사용한다.

정답 2번

①

상부 내력벽과 하부 필로티 기둥이 연결되는 층바닥에는 **전이슬래브 또는 전이보를 설치**하여 상부의 하중을 하부 기둥으로 전달해야 한다.

건축구조기준 중 건축물 내진설계기준(KDS 41 17 00:2022) 9.8.4(1), (3)
9. 콘크리트구조의 고려사항

9.8 기타요구사항

9.8.4 필로티 기둥에 대한 고려사항

(1) 상부 콘크리트 내력벽구조와 하부 필로티 기둥으로 구성된 3층 이상의 수직비정형 골조의 경우 이 조항을 준수해야 한다.

(3) 하부에 필로티기둥, 상부구조에 내력벽구조가 사용되는 경우, 필로티기둥과 내력벽이 연결되는 층바닥에서는 필로티기둥과 내력벽을 연결하는 전이슬래브 또는 전이보를 설치하여야 한다.

NoteBase

②

필로티 기둥 횡보강근의 기본 내진상세는 **135도 갈고리정착**이다. 크로스타이는 한쪽을 135도, 다른 쪽을 90도로 정착할 수 있으나, 이때 각 정착을 수직으로 교차 배치해야 한다.

건축구조기준 중 건축물 내진설계기준(KDS 41 17 00:2022) 9.8.4(1), (6)
9. 콘크리트구조의 고려사항

9.8 기타요구사항

9.8.4 필로티 기둥에 대한 고려사항

(1) 상부 콘크리트 내력벽구조와 하부 필로티 기둥으로 구성된 3층 이상의 수직비정형 골조의 경우 이 조항을 준수해야 한다.

(6) 필로티 기둥에서는 전 길이에 걸쳐서 후프와 크로스타이로 구성되는 횡보강근의 수직 간격은 단면최소폭의 1/4 이하아어야 한다. 단 150mm 보다 작을 필요는 없다. 횡보강근에는 135도 갈고리정착을 사용하는 내진상세를 사용하여야 한다.

건축구조기준 중 건축물 내진설계기준(KDS 41 17 00:2022) 9.8.4(1), (7)
9. 콘크리트구조의 고려사항

9.8 기타요구사항

9.8.4 필로티 기둥에 대한 고려사항

(1) 상부 콘크리트 내력벽구조와 하부 필로티 기둥으로 구성된 3층 이상의 수직비정형 골조의 경우 이 조항을 준수해야 한다.

(7) 횡보강근으로 외부후프철근과 더불어 각 방향 최소 1개 이상의 단면내부 크로스타이를 설치하여야 한다. 크로스타이의 정착을 위하여 한쪽은 135도 갈고리정착을, 그리고 다른 쪽은 90도 갈고리 정착을 사용할 수 있으며, 이때 각 정착을 수직적으로 교차로 배치하여야 한다.

NoteBase

③

필로티 기둥은 **전 길이에 걸쳐 횡보강근의 수직 간격을 단면최소폭의 1/4 이하**로 하는 것이 기본 기준이다. 다만 **150mm보다 작게 할 필요는 없다**는 단서가 있다.

건축구조기준 중 건축물 내진설계기준(KDS 41 17 00:2022) 9.8.4(1), (6)
9. 콘크리트구조의 고려사항

9.8 기타요구사항

9.8.4 필로티 기둥에 대한 고려사항

(1) 상부 콘크리트 내력벽구조와 하부 필로티 기둥으로 구성된 3층 이상의 수직비정형 골조의 경우 이 조항을 준수해야 한다.

(6) 필로티 기둥에서는 전 길이에 걸쳐서 후프와 크로스타이로 구성되는 횡보강근의 수직 간격은 단면최소폭의 1/4 이하아어야 한다. 단 150mm 보다 작을 필요는 없다. 횡보강근에는 135도 갈고리정착을 사용하는 내진상세를 사용하여야 한다.

④

이 수직비정형 골조의 지진하중을 계산할 때 반응수정계수 등은 **내력벽구조에 해당하는 내진설계계수**를 사용한다.

건축구조기준 중 건축물 내진설계기준(KDS 41 17 00:2022) 9.8.4(1), (4)
9. 콘크리트구조의 고려사항

9.8 기타요구사항

9.8.4 필로티 기둥에 대한 고려사항

(1) 상부 콘크리트 내력벽구조와 하부 필로티 기둥으로 구성된 3층 이상의 수직비정형 골조의 경우 이 조항을 준수해야 한다.

(4) 지진하중계산 시에 반응수정계수 등의 지진력저항시스템의 내진설계계수는 내력벽구조에 해당하는 값을 사용한다.

NoteBase

문 4. 조적식 구조의 경험적 설계법에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 조적벽이 횡력에 저항하는 경우에는 전체높이가 13m, 처마높이가 9m 이하이어야 경험적 설계법을 적용할 수 있다.
② 2층 이상의 건물에서 조적내력벽의 공칭두께는 200mm 이상이어야 한다.
③ 파라펫 벽의 두께는 200mm 이상이어야 하고, 하부 벽체보다 얇아야 한다.
④ 현장타설 콘크리트 바닥판의 경우, 조적전단벽간 최대간격은 전단벽길이의 5배를 초과할 수 없다.

정답 3번

①
조적벽이 횡력에 저항하는 경우 경험적 설계법을 적용하려면 **전체높이 13m 이하, 처마높이 9m 이하**의 조건을 모두 충족해야 한다.

건축구조기준 중 조적식구조 경험적 설계법(KDS 41 60 40:2022) 4.2(1)
4. 설계

4.2 벽체의 높이

(1) 조적벽이 횡력에 저항하는 경우에는 전체높이가 13 m, 처마높이가 9 m 이하이어야 이 기준의 경험적 설계법을 적용할 수 있다.

②
경험적 설계법에서 **2층 이상 건물의 조적내력벽 공칭두께는 200mm 이상**이어야 한다.

건축구조기준 중 조적식구조 경험적 설계법(KDS 41 60 40:2022) 4.6.1(1)
4. 설계

4.6 최소두께

4.6.1 일반사항

(1) 2층 이상의 건물에서 조적내력벽의 공칭두께는 200 mm 이상이어야 한다. 층고가 2,700 mm를 넘지 않는 1층 건물의 속찬조적벽의 공칭두께는 150 mm 이상이어야 하며, 이때 높이 1,800 mm 이하의 박공지붕을 추가로 사용될 수 있다.

NoteBase

③

파라펫벽의 두께는 **200mm 이상이면서 하부 벽체보다 얇지 않아야 한다**. 선지의 '하부 벽체보다 얇아야 한다'는 부분이 반대이다.

건축구조기준 중 조적식구조 경험적 설계법(KDS 41 60 40:2022) 4.6.4(1)
4. 설계

4.6 최소두께

4.6.4 파라펫

(1) 파라펫벽의 두께는 200 mm 이상이어야 하며, 높이는 두께의 3배를 넘을 수 없다. 파라펫벽은 하부 벽체보다 얇지 않아야 한다.

④

현장타설 콘크리트 바닥판에서는 **전단벽 간 최대간격을 전단벽 길이의 5배 이하**로 제한한다.

건축구조기준 중 조적식구조 경험적 설계법(KDS 41 60 40:2022) 표 4.3-2
4. 설계

4.3 횡안정

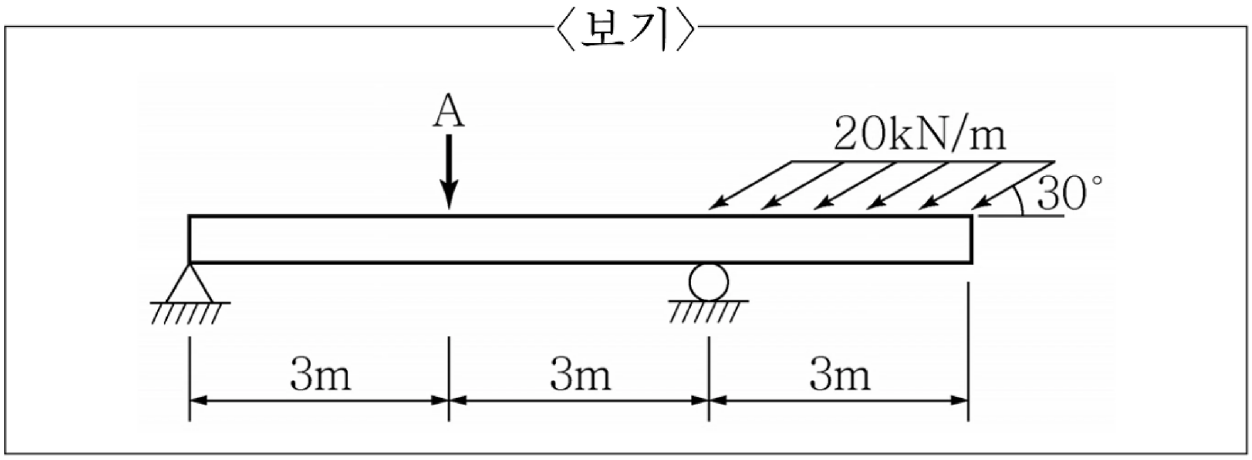
(1) 조적벽이 구조물의 횡안정성 확보를 위해 사용될 때는 전단벽들이 횡력과 평행한 방향으로 배치되어야 한다. 조적전단벽의 공칭두께는 최소 200 mm 이상이어야 한다. 횡안정성을 위해 전단벽이 요구되는 각 방향에 대하여 해당 방향으로 배치된 전단벽길이의 합계가 건물의 장변길이의 최소 50% 이상 이어야 하며 층수에 따라 표 4.3-1의 벽량을 확보 하여야 한다. 이 때 개구부는 전단벽의 길이합계산정에서 제외한다. 전단벽간의 최대간격은 표 4.3-2에 제시된 비율을 초과할 수 없다.

https://d2u7om5rih5x7z.cloudfront.net/ox-images/drive-repair/1vuByBJlRvjRTK1l9iyH3vXvsz0qAUgwx.webp

NoteBase

문 5. <보기>와 같은 내민보에 경사의 등분포하중이 작용할 때, A지점의 전단력[kN]과 휨모멘트[kN·m]의 크기(절댓값)는? (단, 자중의 효과는 무시한다.)

<보기>



① 전단력: 7.5, 휨모멘트: 22.5

② 전단력: 7.5, 휨모멘트: 45

③ 전단력: $\frac{15\sqrt{3}}{2}$, 휨모멘트: $\frac{45\sqrt{3}}{2}$

④ 전단력: $\frac{15\sqrt{3}}{2}$, 휨모멘트: $45\sqrt{3}$

정답 1번

간단한 해설

경사하중의 **수직 성분**만 전단력과 휨모멘트에 기여한다. 내민 부분의 수직하중 합력은 30 kN이고, 이로 인한 왼쪽 지점의 하향 반력이 7.5 kN이므로 A단면의 전단력 크기는 7.5 kN, 휨모멘트 크기는 22.5 kN·m이다.

NoteBase

계산 과정

하중의 분해: 자중은 무시하며, 그림의 등분포하중은 오른쪽 지점부터 자유단까지 3 m 구간에 작용한다. 하중 방향이 수평선과 30°를 이루므로 수직방향 하중강도는 $w_V = 20\sin 30^\circ = 10\text{kN/m}$이다. 수평 성분은 축방향 힘을 만들며, 이 보의 전단력과 휨모멘트는 **수직 성분으로 계산**한다.

등분포하중의 합력: 수직하중 합력은 $10 \times 3 = 30$ kN으로 아래쪽을 향한다. 등분포하중의 합력은 **재하구간의 중앙**에 작용하므로, 작용점은 오른쪽 지점에서 오른쪽으로 1.5 m, 왼쪽 지점에서 7.5 m 떨어져 있다.

지점 반력: 왼쪽과 오른쪽 지점의 수직 반력을 각각 R_L, R_R라 하고 위쪽을 양으로 둔다. 두 지점 간 거리는 6 m이므로 왼쪽 지점에 대한 모멘트 평형에서 $6R_R - 30 \cdot 7.5 = 0$이다. 따라서 $R_R = \frac{30 \cdot 7.5}{6} = 37.5\text{kN}$이다. 수직력 평형에 의해 $R_L = 30 - 37.5 = -7.5\text{kN}$이므로, 왼쪽 반력은 **아래쪽으로 7.5 kN** 작용한다.

A단면의 전단력: A는 왼쪽 지점에서 3 m 떨어져 있으며, 왼쪽 지점과 A 사이에는 수직하중이 없다. A에서 절단한 왼쪽 부분의 수직력 평형을 적용하면 단면 전단력의 크기는 왼쪽 수직 반력의 크기와 같으므로 7.5 kN이다.

A단면의 휨모멘트: A에서 절단한 왼쪽 부분에 대해 모멘트 평형을 적용한다. 왼쪽 반력의 A에 대한 모멘트팔은 3 m이므로 휨모멘트의 크기는 $7.5 \times 3 = 22.5$ kN·m이다.

따라서 A단면의 전단력과 휨모멘트의 절댓값은 각각 7.5 kN, 22.5 kN·m이며, ①의 값과 일치한다.

NoteBase

문 6. 철골구조에서 고장력볼트에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 고장력볼트의 구멍중심간의 거리는 공칭직경의 2.5배 이상으로 한다.

② 고장력볼트의 구멍중심에서 볼트머리 또는 너트가 접하는 재의 연단까지의 최대거리는 판두께의 12배 이하 또한 150mm 이하로 한다.

③ 설계볼트장력은 볼트의 인장강도에 볼트의 유효단면적을 곱한 값이다.

④ 볼트의 유효단면적은 공칭단면적의 0.75배이다.

정답 3번

①

고장력볼트 구멍 중심간 거리는 **공칭직경의 2.5배가 최소거리, 3배가 표준거리**이다. 3배는 표준값이므로 최소거리 요건을 2.5배 이상으로 정한 것과 구별한다.

강구조 연결 설계기준 (하중저항계수설계법)(KDS 14 31 25:2024) 4.1.1.10(4)
4. 설계

4.1 공통사항

4.1.1 일반규정

4.1.1.10 이음부 설계세칙

(4) 고장력볼트의 구멍중심간의 거리는 공칭직경의 2.5배를 최소거리로 하고 3배를 표준거리로 한다.

NoteBase

②

구멍 중심에서 볼트머리 또는 너트가 접하는 부재의 연단까지의 거리는 **판두께의 12배 이하이면서 150 mm 이하**이어야 한다. 두 상한 중 작은 값을 넘을 수 없다.

강구조 연결 설계기준 (하중저항계수설계법)(KDS 14 31 25:2024) 4.1.1.10(6)
4. 설계

4.1 공통사항

4.1.1 일반규정

4.1.1.10 이음부 설계세칙

(6) 고장력볼트의 구멍중심에서 볼트머리 또는 너트가 접하는 부재의 연단까지의 최대거리는 판 두께의 12배 이하 또한 150 mm이하로 한다.

③

설계볼트장력은 **볼트 인장강도의 0.7배에 유효단면적을 곱한 값**이다. 선지는 인장강도에 적용하는 계수 0.7을 누락하였다.

강구조 연결 설계기준 (하중저항계수설계법)(KDS 14 31 25:2024) 4.1.3.6 표 4.1-10 주 2)
주 2) 설계볼트장력은 볼트의 인장강도의 0.7배에 볼트의 유효단면적을 곱한 값

볼트의 유효단면적은 공칭단면적의 0.75배

④

고장력볼트의 설계볼트장력 산정에 사용하는 유효단면적은 **공칭단면적의 0.75배**로 한다.

강구조 연결 설계기준 (하중저항계수설계법)(KDS 14 31 25:2024) 4.1.3.6 표 4.1-10 주 2)
주 2) 설계볼트장력은 볼트의 인장강도의 0.7배에 볼트의 유효단면적을 곱한 값

볼트의 유효단면적은 공칭단면적의 0.75배

NoteBase

문 8. 「건축구조기준」상 설계하중에서 규정된 등분포활하중에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 진동, 충격 등이 있어 기본등분포활하중의 용도별 최솟값을 적용하기 적합하지 않은 경우의 활하중은 구조물의 실제상황에 따라 활하중의 크기를 증가하여 산정한다.

② 문서보관실 용도 사무실에서 가동성 경량칸막이벽이 설치될 가능성이 있는 경우에 칸막이벽 하중을 기본등분포활하중에 추가하지 않을 수 있다.

③ 발코니의 기본등분포활하중의 최솟값은 출입 바닥 활하중의 1.5배이며, 최대 5.0 kN/m^2이다.

④ 병원 건물에서 수술실의 기본등분포활하중의 최솟값은 1층 복도의 기본등분포활하중의 최솟값보다 크다.

정답 4번

①

진동·충격으로 용도별 최솟값을 적용하기에 적합하지 않으면 **구조물의 실제 상황에 따라 활하중을 증가**하여 산정한다.

건축구조기준 중 건축물 설계하중(KDS 41 12 00:2022) 3.2.2(1)
3. 활하중

3.2 등분포활하중

3.2.2 진동, 충격에 의한 증가

(1) 진동, 충격 등이 있어 표 3.2-1을 적용하기에 적합하지 않은 경우의 활하중은 구조물의 실제 상황에 따라 활하중의 크기를 증가하여 산정한다.

NoteBase

②

문서보관실의 기본등분포활하중은 5.0 kN/m^2이다. **기본활하중이 4 kN/m^2 이상이면 가동성 경량칸막이벽 하중을 추가하지 않을 수 있다.**

건축구조기준 중 건축물 설계하중(KDS 41 12 00:2022) 표 3.2-1 사무실 중 문서보관실
3. 활하중

3.2 등분포활하중

3.2.1 기본등분포활하중

(1) 건축구조물에 적용하는 기본등분포활하중의 용도별 최소값은 표 3.2-1과 같다.

https://d2u7om5rih5x7z.cloudfront.net/ox-images/drive-repair/1Y8Iy0LFXg2VGXsqUx8ZxkgELknjJl3vf.webp

건축구조기준 중 건축물 설계하중(KDS 41 12 00:2022) 3.2.3(1)
3. 활하중

3.2 등분포활하중

3.2.3 칸막이벽 하중

(1) 사무실 또는 유사한 용도의 건물에서 가동성 경량칸막이벽이 설치될 가능성이 있는 경우에는 칸막이벽 하중으로 최소한 1kN/m^2를 기본등분포활하중에 추가하여야 한다. 다만, 기본활하중 값이 4kN/m^2 이상인 경우에는 이를 제외할 수 있다.

NoteBase

③

발코니의 기본등분포활하중 최솟값은 **출입 바닥 활하중의 1.5배로 하되, 5.0 kN/m^2를 상한**으로 한다.

건축구조기준 중 건축물 설계하중(KDS 41 12 00:2022) 표 3.2-1 발코니
3. 활하중

3.2 등분포활하중

3.2.1 기본등분포활하중

(1) 건축구조물에 적용하는 기본등분포활하중의 용도별 최소값은 표 3.2-1과 같다.

https://d2u7om5rih5x7z.cloudfront.net/ox-images/drive-repair/1WT8zAZamd2QRNaSdZfXk7Y4OxM3meBF5.webp

④

기본등분포활하중의 최솟값은 **수술실이 3.0 kN/m^2, 1층 복도가 5.0 kN/m^2**로, 수술실이 더 작다.

건축구조기준 중 건축물 설계하중(KDS 41 12 00:2022) 표 3.2-1 병원 및 로비·복도
3. 활하중

3.2 등분포활하중

3.2.1 기본등분포활하중

(1) 건축구조물에 적용하는 기본등분포활하중의 용도별 최소값은 표 3.2-1과 같다.

https://d2u7om5rih5x7z.cloudfront.net/ox-images/drive-repair/1i1Z5z2yCy15BnxKkVB0jEZgf193OyMXS.webp

NoteBase

문 9. 철근콘크리트구조 중 횡구속 골조의 압축부재에서 장주 효과를 무시할 수 있는 세장비의 최댓값으로 가장 옳은 것은? (단, 휨모멘트에 의하여 압축부재는 단일 곡률로 변형하며, 단부계수휨모멘트는 각각 200kN·m, 300kN·m 이다.)

① 16

② 22

③ 26

④ 42

정답 3번

공통 해설

횡구속 골조에서 장주효과를 무시할 수 있는 세장비의 한계는 $34 - 12(M_1/M_2)$이며, 40을 초과할 수 없다. **단일 곡률에서는 작은 단부모멘트를 큰 단부모멘트로 나눈 비를 양(+)으로 적용**한다. 따라서 세장비의 최댓값은 $34 - 12 \times (200/300) = 26$이다.

콘크리트구조 휨 및 압축 설계기준(KDS 14 20 20) 4.4.1(1)②
4. 설계

4.4 압축부재의 장주설계

4.4.1 압축부재의 장주효과

(1) 다음의 조건을 만족하는 경우에는 압축부재의 장주효과를 무시할 수 있다.

② 횡구속 골조의 압축부재의 경우,

$\frac{kl_u}{r} \le 34 - 12\left(\frac{M_1}{M_2}\right)$ (4.4-2)

여기서, $\frac{M_1}{M_2}$의 값은 기둥이 단일 곡률일 때 양(+)으로 이중 곡률일 때 음(−)으로 취하며, $\left[34 - 12\left(\frac{M_1}{M_2}\right)\right]$는 40을 초과할 수 없다.

NoteBase

문 10. 2축 대칭인 용접 H형강 H-800×600×20×24의 플랜지 및 웨브에 대한 판폭두께비는?

① 플랜지 판폭두께비: 11.5, 웨브 판폭두께비: 37.6

② 플랜지 판폭두께비: 11.5, 웨브 판폭두께비: 38.6

③ 플랜지 판폭두께비: 12.5, 웨브 판폭두께비: 37.6

④ 플랜지 판폭두께비: 12.5, 웨브 판폭두께비: 38.6

정답 3번

간단한 해설

플랜지의 판폭은 **전체 폭의 절반**, 용접 H형강 웨브의 판폭은 **두 플랜지 사이의 순높이**이다. 각각 해당 판의 두께로 나누면 플랜지 판폭두께비는 12.5, 웨브 판폭두께비는 37.6이다.

계산 과정

H-800×600×20×24는 전체 높이 800 mm, 플랜지 전체 폭 600 mm, 웨브 두께 20 mm, 플랜지 두께 24 mm를 뜻한다. 판폭두께비는 각 판요소의 판폭을 그 판의 두께로 나눈 값이며, 같은 길이 단위끼리 나누므로 단위가 없다.

플랜지: H형강 플랜지의 판폭은 **전체 폭의 절반**으로 잡는다. 판폭은 $b = \frac{600}{2} = 300\text{mm}$이므로, 플랜지 판폭두께비는 $\frac{b}{t_f} = \frac{300}{24} = 12.5$이다.

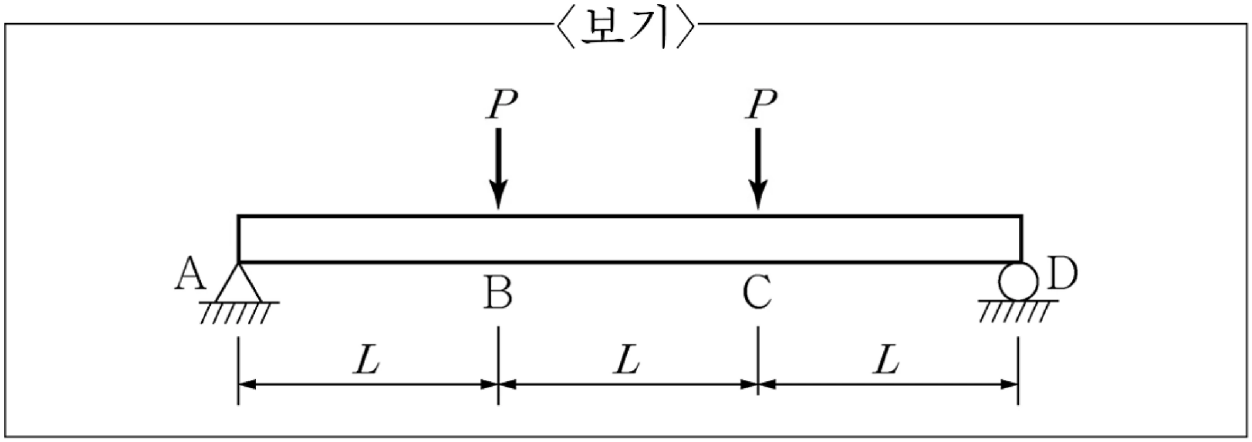
웨브: 용접 H형강에서는 **두 플랜지 안쪽 면 사이의 순높이**를 판폭으로 잡는다. 전체 높이에서 위아래 플랜지 두께를 빼면 웨브 순높이는 $800 - 2 \times 24 = 752$ mm이다. 따라서 웨브 판폭두께비는 $\frac{h}{t_w} = \frac{752}{20} = 37.6$이다.

플랜지 12.5, 웨브 37.6의 조합은 ③과 일치한다.

NoteBase

문 11. <보기>와 같은 단순보에서 C－D 구간의 전단력의 크기(절댓값)는? (단, P는 집중하중이며, 자중의 효과는 무시한다.)

<보기>



① 0

② P

③ $2P$

④ $2.5P$

정답 2번

간단한 해설

두 집중하중이 보의 중앙에 대해 대칭이므로 양쪽 지점반력은 각각 P이다. C－D 구간에서는 두 하중을 모두 지난 뒤이므로 전단력은 $P - P - P = -P$이며, **전단력의 크기는 P**이다.

NoteBase

계산 과정

조건 확인: A와 D는 지점이고, B와 C에 아래 방향의 집중하중 P가 각각 작용한다. A－B, B－C, C－D의 길이는 모두 L이므로 전체 지간은 3L이다. 자중을 무시하므로 그림의 두 집중하중만 고려한다.

지점반력 계산: A와 D의 위쪽 반력을 각각 R_A, R_D라 한다. A점에 대한 **모멘트 평형**을 적용하면 $R_D \cdot 3L = P \cdot L + P \cdot 2L$이다. 따라서 $R_D = \frac{3PL}{3L} = P$이고, 수직력 평형에서 $R_A = 2P - R_D = P$이다. 즉, 총하중 2P를 두 지점이 각각 P씩 지지한다.

C－D 구간의 전단력: 이 구간 안에서 보를 잘라 왼쪽 부분을 보면, 위쪽 지점반력 P와 아래쪽 집중하중 두 개가 작용한다. 위쪽 외력을 양(+)으로 하여 왼쪽 외력의 대수합을 구하면 $V = R_A - P - P = -P$이다. **C와 D 사이에는 추가 하중이 없으므로** 이 구간의 전단력은 일정하다.

문제에서 요구하는 값은 부호를 제외한 크기이므로 $|V| = P$이다. 이는 ②의 P와 일치하며, 단위는 집중하중 P에 사용한 힘의 단위와 같다.

NoteBase

문 12. 건축물의 지진력저항시스템에 대한 설명으로 가장 옳은 것은?

① 내력벽시스템 중에서 무보강 조적 전단벽 시스템의 반응수정계수는 “5”이다.

② 내진설계범주가 D에 속하고 높이가 80m인 건축물을 내력벽시스템으로 설계하고자 할 때, 철근콘크리트 특수전단벽시스템으로 내진설계해야 한다.

③ 내력벽시스템에 속하는 철근콘크리트 보통전단벽시스템은 건물골조시스템에 속하는 철근콘크리트 보통전단벽시스템보다 반응수정계수가 크다.

④ 역추형시스템에 속하지 않으면서 철근콘크리트구조기준의 일반규정만을 만족하는 철근콘크리트구조시스템의 반응수정계수는 “5”이다.

정답 2번

①

내력벽시스템 중 무보강 조적 전단벽의 **반응수정계수는 1.5**이다. 5는 철근콘크리트 특수전단벽의 값이다.

건축구조기준 중 건축물 내진설계기준(KDS 41 17 00:2022) 표 6.2-1 1－d
6. 지진력저항시스템

6.2 지진력저항시스템의 정의

https://d2u7om5rih5x7z.cloudfront.net/ox-images/drive-repair/1NdZrj55ghtpVmhGA9ofwXumf5U9FmkmU.webp

②

내진설계범주 D에서 내력벽시스템 중 **철근콘크리트 보통전단벽의 높이 제한은 60m**이며, 나머지 시스템도 사용이 금지되거나 높이가 20m로 제한된다. 높이 80m에는 기준표상 **높이 제한이 없는 철근콘크리트 특수전단벽**을 적용한다.

건축구조기준 중 건축물 내진설계기준(KDS 41 17 00:2022) 표 6.2-1 1. 내력벽시스템
6. 지진력저항시스템

6.2 지진력저항시스템의 정의

https://d2u7om5rih5x7z.cloudfront.net/ox-images/drive-repair/1bVRRpIO5TpT22rZGKrt3s_AiuK3gNbDo.webp

NoteBase

③

철근콘크리트 보통전단벽의 반응수정계수는 **내력벽시스템에서 4, 건물골조시스템에서 5**이다. 선지와 달리 내력벽시스템의 값이 더 작다.

건축구조기준 중 건축물 내진설계기준(KDS 41 17 00:2022) 표 6.2-1 1－b
6. 지진력저항시스템

6.2 지진력저항시스템의 정의

https://d2u7om5rih5x7z.cloudfront.net/ox-images/drive-repair/1Fr9wZxXhZFFGldEMbq0yWGMq9BvjdJ-B.webp

건축구조기준 중 건축물 내진설계기준(KDS 41 17 00:2022) 표 6.2-1 2－o
6. 지진력저항시스템

6.2 지진력저항시스템의 정의

https://d2u7om5rih5x7z.cloudfront.net/ox-images/drive-repair/1v_7w6teH7p1Fn0ubwCyZNu7SqpWXf4aj.webp

④

역추형시스템에 속하지 않으면서 철근콘크리트구조기준의 일반규정만을 만족하는 철근콘크리트구조시스템의 **반응수정계수는 3**이다.

건축구조기준 중 건축물 내진설계기준(KDS 41 17 00:2022) 표 6.2-1 9.
6. 지진력저항시스템

6.2 지진력저항시스템의 정의

https://d2u7om5rih5x7z.cloudfront.net/ox-images/drive-repair/1F4ZqUEEJnMFxd94UpjEr6piO3PWBWgsZ.webp

NoteBase

문 13. 철근콘크리트구조의 압축부재 설계에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 비합성 압축부재의 축방향 주철근 단면적은 전체 단면적 (A_g)의 0.01배 이상, 0.08배 이하로 하여야 한다. 축방향 주철근이 겹침이음되는 경우의 철근비는 0.04를 초과하지 않도록 하여야 한다.

② 하중에 의해 요구되는 단면보다 큰 단면으로 설계된 압축부재의 경우, 감소된 유효단면적을 사용하여 최소 철근량과 설계강도를 결정할 수 있다. 이때 감소된 유효단면적은 전체 단면적의 1/2 이상이어야 한다.

③ 콘크리트 벽체나 교각구조와 일체로 시공되는 나선철근 또는 띠철근 압축부재 유효단면 한계는 나선철근이나 띠철근 외측에서 40mm보다 크지 않게 취하여야 한다.

④ 두 축방향의 횡하중, 인접 경간의 하중 불균형 등으로 인하여 압축부재에 2축 휨모멘트가 작용되는 경우에는 2축의 휨모멘트 중 큰 값을 받는 압축부재로 설계하여야 한다.

정답 4번

①

비합성 압축부재의 축방향 주철근 단면적은 **전체 단면적의 1% 이상 8% 이하**로 한다. 축방향 주철근을 **겹침이음하는 경우 철근비는 4% 이하**로 제한한다.

콘크리트구조 휨 및 압축 설계기준(KDS 14 20 20:2022) 4.3.2(1)
4. 설계

4.3 압축부재 설계의 제한 사항

4.3.2 압축부재의 철근량 제한

(1)비합성 압축부재의 축방향 주철근 단면적은 전체 단면적 A_g의 0.01배 이상, 0.08배 이하로 하여야 한다. 축방향 주철근이 겹침이음되는 경우의 철근비는 0.04를 초과하지 않도록 하여야 한다.

NoteBase

②

하중에 필요한 단면보다 크게 설계한 압축부재는 감소된 유효단면적으로 최소 철근량과 설계강도를 결정할 수 있다. 다만 **감소된 유효단면적은 전체 단면적의 1/2 이상**이어야 한다.

콘크리트구조 휨 및 압축 설계기준(KDS 14 20 20:2022) 4.3.1(4)
4. 설계

4.3 압축부재 설계의 제한 사항

4.3.1 압축부재의 설계단면치수

(4)하중에 의해 요구되는 단면보다 큰 단면으로 설계된 압축부재의 경우 감소된 유효단면적을 사용하여 최소 철근량과 설계강도를 결정할 수 있다. 이때 감소된 유효단면적은 전체 단면적의 1/2 이상이어야 한다.

③

벽체나 교각구조와 일체로 시공하는 압축부재의 유효단면 경계는 **나선철근 또는 띠철근 외측에서 40mm 이내**로 정한다. 이는 압축부재의 유효단면에 포함할 콘크리트의 범위를 제한하는 규정이다.

콘크리트구조 휨 및 압축 설계기준(KDS 14 20 20:2022) 4.3.1(2)
4. 설계

4.3 압축부재 설계의 제한 사항

4.3.1 압축부재의 설계단면치수

(2)콘크리트 벽체나 교각구조와 일체로 시공되는 나선철근 또는 띠철근 압축부재 유효단면 한계는 나선철근이나 띠철근 외측에서 40mm보다 크지 않게 취하여야 한다.

NoteBase

④

두 축에 휨모멘트가 작용하면 **양축의 휨을 함께 고려하는 2축 휨 압축부재로 설계**해야 한다. 큰 휨모멘트 하나만 고려하면 다른 축의 휨 영향을 누락한다.

콘크리트구조 휨 및 압축 설계기준(KDS 14 20 20:2022) 4.5(1)
4. 설계

4.5 2축 휨을 받는 압축부재

(1)두 축방향의 횡하중, 인접 경간의 하중 불균형 등으로 인하여 압축부재에 2축 휨모멘트가 작용되는 경우에는 2축 휨을 받는 압축부재로 설계하여야 한다.

NoteBase

문 14. 옹벽이나 건축물 지하외벽 등에 작용하는 수평토압에는 정지토압, 수동토압, 주동토압이 있다. 이때 정지토압, 수동토압, 주동토압 크기의 일반적인 대소관계로 가장 옳은 것은?

① 주동토압 < 정지토압 < 수동토압

② 정지토압=수동토압=주동토압

③ 수동토압 < 정지토압 < 주동토압

④ 정지토압 < 수동토압 < 주동토압

정답 1번

간단한 해설

벽체가 **흙에서 멀어지면** 수평 구속이 풀려 토압이 감소하고, **흙 쪽으로 이동하면** 흙을 압축하여 토압이 증가한다.

올바른 순서

주동토압 → 정지토압 → 수동토압

주동토압: 같은 지반 조건과 깊이에서 벽체가 흙에서 멀어지는 방향으로 움직이면 흙이 수평으로 팽창하면서 토압이 감소한다. 충분한 변위로 흙의 전단저항이 발휘되는 한계상태에 이르면 **최소 수평토압**인 주동토압이 된다.

정지토압: 벽체의 수평 이동이 억제되어 흙의 **수평변형이 없는 상태**에서 작용하는 토압이다. 주동상태처럼 수평 구속이 풀리지 않고 수동상태처럼 벽체가 흙을 추가로 압축하지도 않으므로, 일반적으로 주동토압보다 크고 수동토압보다 작다.

수동토압: 벽체가 흙 쪽으로 이동하면 흙이 수평으로 압축되면서 벽체에 대한 저항이 커진다. 충분한 변위로 흙의 전단저항이 발휘되는 한계상태에 이르면 **최대 수평토압**인 수동토압이 된다.

NoteBase

문 15. 철근콘크리트구조의 설계에 대한 설명으로 가장 옳은 것은?

① 공칭강도에서 최외단 인장철근의 순인장변형률이 압축지배변형률 한계 이하인 단면을 인장지배단면이라고 한다.

② 콘크리트 압축연단부터 모든 인장철근군의 최외곽 표면까지의 거리를 유효깊이라고 한다.

③ 2방향 슬래브에서 기둥과 기둥을 잇는 슬래브의 중심선에서 양측으로 각각 슬래브 경간의 0.25배만큼의 폭을 갖는 설계대를 중간대라고 한다.

④ 축방향 철근과 횡방향 철근으로 보강된 벽이나 격막의 가장자리 부분을 경계부재라고 한다.

정답 4번

간단한 해설

벽이나 격막의 **가장자리를 축방향·횡방향 철근으로 보강한 부분**이 경계부재이다. 위치와 보강 방식이 함께 정의의 기준이 된다.

선지별 해설

① X: 제시된 것은 **압축지배단면**의 정의이다. 공칭강도에 도달했을 때 최외단 인장철근의 순인장변형률이 압축지배변형률 한계 이하이면 압축지배단면으로 분류한다. 인장지배단면은 이 순인장변형률이 인장지배변형률 한계 이상인 경우이다.

② X: 유효깊이는 압축을 받는 콘크리트의 맨 끝에서 **전체 인장철근군의 도심**까지 측정한다. 철근군의 최외곽 표면까지 재는 거리가 아니다. 인장철근이 여러 층에 배치되어 있어도 전체 철근 단면적의 중심을 기준으로 한다.

③ X: 기둥들을 연결하는 중심선을 따라 설정하는 설계대는 **주열대(기둥대)**이다. 주열대는 중심선 양쪽으로 각각 두 직교 방향 경간 중 짧은 경간의 0.25배만큼 설정한다. 중간대는 서로 이웃한 두 주열대 사이에 구획되는 설계대이다.

④ O: 경계부재는 벽 또는 격막의 **가장자리에 축방향·횡방향 철근을 배치하여 보강한 부분**이다. 벽이나 격막 전체를 뜻하는 것이 아니라 가장자리의 보강 구역을 가리킨다.

NoteBase

문 16. 건축물 내진설계 방법 중에서 성능기반설계에 대한 설명으로 가장 옳지 않은 것은?

① 성능기반설계법은 비선형해석법을 사용하여 구조물의 초과강도와 비탄성변형능력을 보다 정밀하게 구조모델링에 고려한다.

② 최대고려지진에서의 붕괴방지를 위한 층간변위는 내진2등급을 기준으로 3%를 초과할 수 없으며, 다른 내진등급에 대해서는 중요도계수로 나눈 값을 적용한다.

③ 성능기반설계 시, 구조체의 설계에 사용되는 밑면전단력의 크기는 등가정적해석법에 의한 밑면전단력의 70% 이상이어야 한다.

④ 내진특등급으로 분류되는 건축물은 최대고려지진에 대하여 “인명보호”의 성능수준을 달성해야 한다.

정답 3번

①

성능기반설계법은 **비선형해석으로 구조물의 초과강도와 비탄성변형능력을 정밀하게 반영**하여 주어진 목표성능수준을 달성하도록 설계하는 기법이다.

건축구조기준 중 건축물 내진설계기준(KDS 41 17 00:2022) 15.1(1)
15. 성능기반설계

15.1 적용범위

(1) 성능기반설계법은 비선형해석법을 사용하여 구조물의 초과강도와 비탄성변형능력을 보다 정밀하게 구조모델링에 고려하여 구조물이 주어진 목표성능수준을 정확하게 달성하도록 설계하는 기법으로, 표 6.2-1에 규정된 시스템 계수를 적용하기 어려운 구조물과, 다양한 성능수준을 만족하고자 하는 구조물의 내진설계에 적용할 수 있다. 면진 및 감쇠장치를 사용하는 경우에는 16장과 17장을 따른다. 다만, 면진 및 감쇠장치를 사용하는 경우에도 15.7의 요구사항은 준수하여야 한다.

NoteBase

②

최대고려지진의 붕괴방지 검토에서 허용층간변위비는 **내진2등급이면 3% 이하**이며, 다른 내진등급에는 **3%를 해당 중요도계수로 나눈 한도**를 적용한다.

건축구조기준 중 건축물 내진설계기준(KDS 41 17 00:2022) 15.4(3)
15. 성능기반설계

15.4 구조물과 부재의 허용변위

(3) 최대고려지진에서의 붕괴방지를 위한 층간변위는 내진2등급을 기준으로 3%를 초과할 수 없다. 다른 내진등급에 대해서는 중요도계수로 나눈 값을 적용한다.

③

성능기반설계에서 구조체 설계에 사용하는 밑면전단력은 **등가정적해석법에 의한 밑면전단력의 75% 이상**이어야 한다. 선지의 70%는 최소강도 기준에 미달한다.

건축구조기준 중 건축물 내진설계기준(KDS 41 17 00:2022) 15.6(1)
15. 성능기반설계

15.6 최소강도규정

(1) 구조체의 설계에 사용되는 밑면전단력의 크기는 등가정적해석법에 의한 밑면전단력의 75% 이상이어야 한다.

NoteBase

④

최대고려지진은 재현주기 2,400년의 지진이며, 이에 대한 **내진특등급 건축물의 최소성능목표는 인명보호**이다.

건축구조기준 중 건축물 내진설계기준(KDS 41 17 00:2022) 표 15.3-1
15. 성능기반설계

15.3 성능목표 및 설계지진력의 정의

15.3.1 성능목표

(1) 건축물 및 건물외구조물을 성능기반설계법으로 설계하고자 할 때 표 15.3-1에 제시된 최소성능목표 중 2가지 이상을 만족해야 한다. 표 15.3-1의 성능수준은 전체 건축물의 성능수준으로 이를 만족하기 위해서는 표 2.4-1에 제시된 구조물과 비구조요소에 해당하는 성능수준을 모두 만족하여야 한다.

https://d2u7om5rih5x7z.cloudfront.net/ox-images/drive-repair/1W1SI7Nk8WEaJnVilQ6yKG-HZs9lgBgIL.webp

건축구조기준 중 건축물 내진설계기준(KDS 41 17 00:2022) 15.3.2(1)
15. 성능기반설계

15.3 성능목표 및 설계지진력의 정의

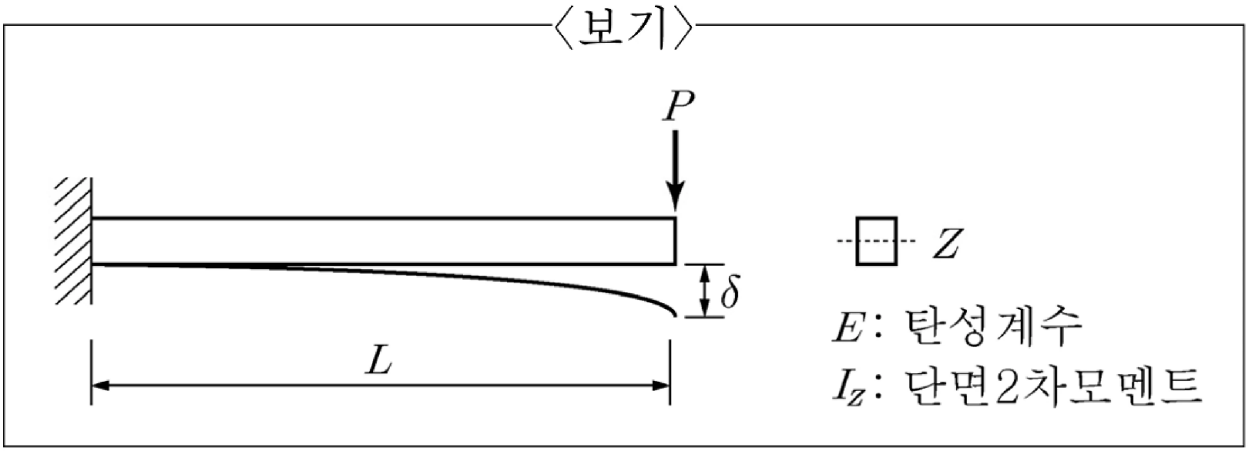
15.3.2 재현주기별 설계지진의 정의

(1) 표 15.3-1에서 2400년 재현주기지진은 최대고려지진, 1000년 재현주기지진은 2.3의 기본설계지진으로 정의한다. 또한, 1400년 재현주기지진은 기본설계지진의 1.2배에 해당하는 지진을 의미한다. 50년과 100년 재현주기지진은 기본설계지진에 각각 0.30과 0.43을 곱하여 구한다.

NoteBase

문 17. <보기>에 나타난 캔틸레버보의 자유단에서 처짐(δ)이 가장 큰 경우는? (단, P는 자유단에서의 집중하중[kN], L은 보의 길이[m], E는 탄성계수[N/mm^2], I_Z는 단면2차모멘트[mm^4]를 나타낸다.)

<보기>



① P: 1, L: 4, E: 2×10^5, I_Z: 4×10^5

② P: 2, L: 3, E: 2×10^5, I_Z: 3×10^5

③ P: 3, L: 2, E: 2×10^5, I_Z: 2×10^5

④ P: 4, L: 1, E: 2×10^5, I_Z: 1×10^5

정답 2번

간단한 해설

자유단 처짐은 **길이의 세제곱에 비례**하므로 하중만 비교해서는 안 된다. 탄성계수가 같은 조건에서 $\frac{PL^3}{I_Z}$를 비교하면 ②의 값이 가장 크다.

NoteBase

선지별 해설

그림은 한쪽 끝이 고정되고 반대쪽 자유단에 집중하중 P가 작용하는 캔틸레버보이다. 탄성 범위에서 휨강성이 일정한 보의 자유단 처짐 크기는 $\delta = \frac{PL^3}{3EI_Z}$이다. 즉, 처짐은 P와 길이의 세제곱에 비례하고 **휨강성** EI_Z에 반비례한다.

모든 선지의 E가 같으므로 $\frac{PL^3}{I_Z}$를 비교한다. 각 선지의 단면2차모멘트를 $I_Z = c \cdot 10^5$ mm^4로 쓰면 c는 차례로 4, 3, 2, 1이다. P와 L은 각각 kN과 m 단위로 제시된 수치를 사용한다. 단위환산계수와 분모의 공통인자는 모두 같으므로, 비교값 $\frac{PL^3}{c}$의 크기 순서가 실제 처짐의 크기 순서와 같다.

①: $\frac{1 \cdot 4^3}{4} = 16$이다. 길이가 가장 길지만, 단면2차모멘트도 가장 커 처짐이 ②보다 작다.

②: $\frac{2 \cdot 3^3}{3} = 18$이다. 하중과 길이의 세제곱을 곱한 값을 단면2차모멘트의 계수로 나눈 비교값이 네 경우 중 가장 크다.

③: $\frac{3 \cdot 2^3}{2} = 12$이다. ②보다 하중이 크고 단면2차모멘트가 작지만, **길이가 줄어드는 효과**가 세제곱으로 반영되어 처짐은 더 작다.

④: $\frac{4 \cdot 1^3}{1} = 4$이다. 하중이 가장 크고 단면2차모멘트가 가장 작아도 길이가 가장 짧아 비교값은 가장 작다.

비교값은 $18 > 16 > 12 > 4$이므로, 처짐은 $\delta_2 > \delta_1 > \delta_3 > \delta_4$ 순이다. 따라서 자유단 처짐이 가장 큰 경우는 ②이다.

NoteBase

문 18. 연속합성보에서 부모멘트구간의 슬래브 내에 있는 길이 방향철근이 강재보와 합성으로 작용하는 경우, 부모멘트가 최대가 되는 위치와 모멘트가 0이 되는 위치 사이의 총수평전단력을 결정할 때 고려해야 하는 한계상태로 옳은 것만을 <보기>에서 모두 고른 것은?

<보기>
ㄱ. 콘크리트 압괴
ㄴ. 슬래브철근의 항복
ㄷ. 강재단면의 인장항복
ㄹ. 전단연결재의 강도

① ㄱ, ㄷ
② ㄴ, ㄹ
③ ㄷ, ㄹ
④ ㄱ, ㄷ, ㄹ

정답 2번

간단한 해설

부모멘트구간에서는 슬래브가 인장측이므로 콘크리트의 인장저항을 무시하고 길이 방향철근이 인장력을 부담한다. 총수평전단력은 **슬래브철근의 인장항복강도**와 **전단연결재 강도의 합** 중 작은 값으로 결정한다.

NoteBase

보기별 해설

ㄱ. X: 부모멘트구간에서는 슬래브가 인장측에 있어 균열이 발생하므로 콘크리트의 인장저항을 무시한다. 따라서 콘크리트 압괴는 이 구간의 총수평전단력을 결정하는 한계상태가 아니다. 콘크리트 압괴는 슬래브가 **압축측인 정모멘트구간**에서 고려한다.

ㄴ. O: 부모멘트구간의 슬래브 인장력은 강재보와 합성으로 작용하는 **길이 방향철근**이 부담한다. 철근이 항복하면 부담할 수 있는 인장력이 제한되므로 슬래브철근의 인장항복을 고려한다. 이때 철근의 항복강도에 슬래브 유효폭 내에서 충분히 정착된 길이 방향철근의 단면적을 곱하여 인장항복강도를 구한다.

ㄷ. X: 강재단면의 인장항복은 **정모멘트구간의 총수평전단력**을 결정할 때 고려하는 한계상태이다. 이 문제의 부모멘트구간에서는 슬래브 쪽 인장력을 전달하는 것이므로 강재단면의 인장항복 대신 슬래브 길이 방향철근의 인장항복을 고려한다.

ㄹ. O: 전단연결재는 슬래브와 강재보 사이의 상대적인 미끄러짐을 억제하고 수평전단력을 전달한다. 철근의 인장항복강도가 충분하더라도 연결재가 전달할 수 있는 힘을 넘을 수 없으므로, **부모멘트 최대 위치와 모멘트가 0인 위치 사이**에 설치된 전단연결재의 전단강도 합을 고려한다.

총수평전단력은 슬래브철근의 인장항복강도와 해당 구간 전단연결재의 전단강도 합 중 작은 값으로 결정한다. 따라서 고려하는 한계상태는 ㄴ, ㄹ이며 ②의 조합과 일치한다.

NoteBase

문 19. 단면 1,000mm^{2}를 갖는 길이 8m인 강봉에 100kN의 인장력이 작용할 경우, 인장응력[MPa]과 늘어난 길이[mm]는? (단, 강봉의 탄성계수는 200,000MPa이다.)

① 인장응력: 50, 늘어난 길이: 4

② 인장응력: 50, 늘어난 길이: 8

③ 인장응력: 100, 늘어난 길이: 4

④ 인장응력: 100, 늘어난 길이: 8

정답 3번

간단한 해설

인장력을 단면적으로 나누면 **인장응력은 100 MPa**이다. 탄성 범위에서 응력을 탄성계수로 나눈 변형률에 원래 길이를 곱하면 **늘어난 길이는 4 mm**가 된다.

계산 과정

조건과 단위: 인장력 P = 100 kN = 100,000 N, 단면적 A = 1,000 mm^2, 원래 길이 L = 8 m = 8,000 mm이다. 탄성계수 E = 200,000 MPa이며, **1 MPa = 1 N/mm^2**이므로 힘은 N, 길이는 mm로 통일하여 계산한다.

인장응력: 축방향 인장력을 단면적으로 나눈 값이 인장응력이다. 따라서 $\sigma = \frac{P}{A}$에 주어진 값을 대입하면 $\sigma = \frac{100{,}000}{1{,}000} = 100$ MPa이다.

변형률: 선형 탄성 범위에서는 훅의 법칙 $\sigma = E\varepsilon$이 성립한다. 따라서 $\varepsilon = \frac{\sigma}{E} = \frac{100}{200{,}000} = 0.0005$이다. 변형률은 **원래 길이에 대한 늘어난 길이의 비**이므로 단위가 없다.

늘어난 길이: 변형률의 정의 $\varepsilon = \frac{\Delta L}{L}$에서 $\Delta L = \varepsilon L$이다. 따라서 0.0005 × 8,000 = 4 mm만큼 늘어난다.
인장응력 100 MPa와 늘어난 길이 4 mm의 조합은 ③에 해당한다.

NoteBase

문 20. 강구조 압축재에서 유효좌굴길이계수(K)의 설계값이 가장 큰 단부조건은?

① 회전고정 및 이동고정 — 회전자유 및 이동자유

② 회전자유 및 이동고정 — 회전고정 및 이동자유

③ 회전고정 및 이동고정 — 회전고정 및 이동자유

④ 회전고정 및 이동고정 — 회전고정 및 이동고정

정답 1번

간단한 해설

한쪽 끝은 회전과 이동이 모두 고정되고 다른 끝은 모두 자유인 **고정–자유 조건**의 설계값은 K = 2.1로 가장 크다. 이 조건과 ②의 조건은 이론값이 모두 2.0이지만, 문제에서 묻는 **설계값**은 서로 다르다.

선지별 해설

유효좌굴길이는 실제 부재 길이 L에 단부의 구속 효과를 나타내는 계수 K를 곱한 값으로, $L_e = KL$이다. 여기서 이동은 좌굴이 발생하는 방향의 횡이동을 뜻한다. 이 문항에서는 이상적인 단부조건의 이론값이 아니라, 해당 조건에 대한 설계용 권장값을 비교한다.

① 회전고정·이동고정 – 회전자유·이동자유: 한쪽 끝을 고정하고 다른 끝은 회전과 횡이동을 모두 허용한 외팔기둥 조건이다. 자유단에서 변형을 구속하지 않으므로 유효좌굴길이가 길어진다. 이론값은 K = 2.0이고 **설계값은 K = 2.1**이다.

② 회전자유·이동고정 – 회전고정·이동자유: 한쪽 끝은 횡이동을 막되 회전을 허용하고, 다른 끝은 회전을 막되 횡이동을 허용한다. 양 끝에서 서로 다른 변형을 구속하는 조건으로, 이론값과 설계값은 모두 K = 2.0이다. ①과 **이론값은 같지만 설계값은 작다**.

③ 회전고정·이동고정 – 회전고정·이동자유: 양 끝의 회전은 막지만 한쪽 끝의 횡이동을 허용한다. ①의 자유단과 달리 **이동을 허용하는 끝에서도 회전을 구속**하므로 유효좌굴길이가 짧아진다. 이론값은 K = 1.0이고 설계값은 K = 1.2이다.

④ 회전고정·이동고정 – 회전고정·이동고정: 양 끝에서 **회전과 횡이동을 모두 구속**한다. 네 조건 중 단부의 구속이 가장 커 유효좌굴길이가 가장 짧다. 이론값은 K = 0.5이고 설계값은 K = 0.65이다.

설계값은 ① 2.1 > ② 2.0 > ③ 1.2 > ④ 0.65 순이므로, 가장 큰 단부조건은 ①의 고정–자유 조건이다.

NoteBase