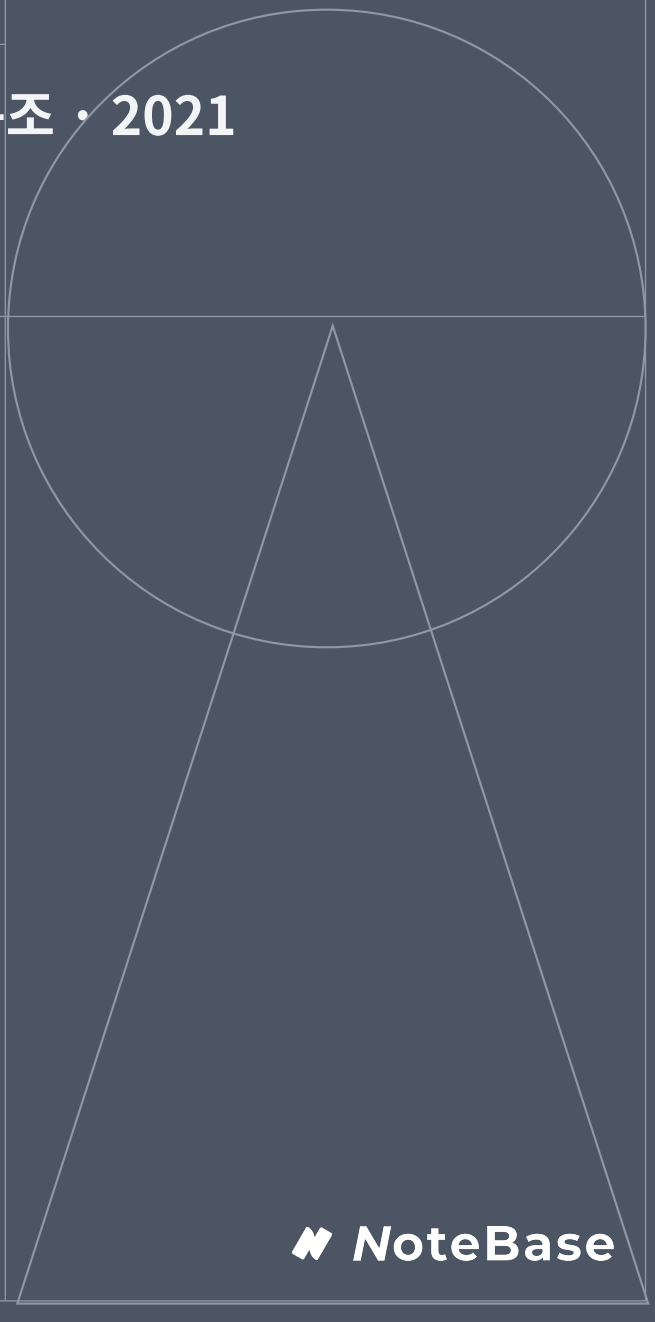
기출OX 해설집

공무원/국가직/9급 · 건축구조 · 2021



NoteBase

기출OX 해설집

공무원/국가직/9급 · 건축구조 · 2021

공무원/국가직/9급 · 건축구조 · 2021

문 1. 건축구조기준에서 설계하중에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 집중활하중에서 작용점은 각 구조부재에 가장 큰 하중효과를 일으키는 위치에 작용하도록 하여야 한다.

② 고정하중은 건축구조물 자체의 무게와 구조물의 생애주기 중 지속적으로 작용하는 수평하중을 말한다.

③ 풍하중은 각각의 설계풍압에 유효수압면적을 곱하여 산정한다.

④ 지진하중은 지진에 의한 지반운동으로 구조물에 작용하는 하중을 말한다.

정답 2번

간단한 해설

②의 '수평하중'은 **연직하중**으로 고쳐야 한다. 고정하중은 구조체 자체와 고정된 마감재·설비 등의 무게로 인해 구조물의 존치기간 동안 지속적으로 작용하는 하중이다.

선지별 해설

① O: 집중활하중은 각 구조부재에 **가장 큰 하중효과를 일으키는 위치**에 작용시킨다. 같은 크기의 하중도 놓이는 위치에 따라 부재의 휨모멘트나 전단력 등이 달라지므로, 검토하는 부재에 가장 불리한 작용점을 택한다.

② X: 고정하중은 구조체와 이에 부착된 비내력 부분 및 각종 설비 등의 중량으로 구조물의 존치기간 동안 지속적으로 작용하는 **연직하중**이다. 예를 들어 보·기둥·슬래브의 자중과 고정된 마감재의 무게가 이에 해당한다. 무게는 중력 방향으로 작용하므로 선지의 '수평하중'을 '연직하중'으로 고쳐야 한다.

③ O: 풍하중은 **설계풍압 × 유효수압면적**으로 산정한다. 설계풍압은 단위면적에 작용하는 바람의 힘이고, 유효수압면적은 해당 풍하중을 산정할 때 적용하는 면적이다. 따라서 압력에 면적을 곱하면 그 면적에 작용하는 힘을 구할 수 있다.

④ O: 지진하중은 **지진에 의한 지반운동**으로 구조물에 작용하는 하중이다. 지반이 움직이면 구조물의 기초도 함께 움직이지만, 구조물의 질량은 관성 때문에 기존 운동 상태를 유지하려 한다. 이로 인해 구조물에 관성력이 발생하므로 이를 고려하여 설계한다.

NoteBase

문 2. 강구조 용접접합부에서 용접 후 검사 시에 발생될 수 있는 결함의 유형으로 옳지 않은 것은?

① 비드

② 블로 홀

③ 언더컷

④ 오버랩

정답 1번

간단한 해설

비드는 용접금속이 굳어 형성된 **용접 자국 자체**를 가리킨다. 비드에 결함이 생길 수는 있지만, '비드'라는 명칭 자체가 결함의 유형을 뜻하지는 않는다.

개념 구분

비드: 용접 진행에 따라 용접금속이 굳어 이어진 부분이다. **용접으로 형성된 부분의 명칭**이며, 그 자체를 결함으로 분류하지 않는다. 비드의 형상이 불량하거나 내부에 기공이 있는 경우에는 그 불량 상태가 검사 대상이 된다.

블로 홀: 용접금속이 굳는 동안 가스가 빠져나가지 못하고 갇혀 생긴 **기공**이다. 용접금속 안에 빈 공간이 남는 결함이다.

언더컷: 용접부 가장자리의 모재가 녹은 뒤 용접금속으로 충분히 채워지지 않아 **홈으로 남은** 결함이다.

오버랩: 용접금속이 모재와 **융합되지 않은 채 표면 위로 겹쳐진** 결함이다. 언더컷이 가장자리가 파인 상태라면, 오버랩은 용접금속이 가장자리를 넘어 덮였으나 제대로 접합되지 않은 상태이다.

NoteBase

문 3. 철근콘크리트 기둥의 축방향 주철근이 겹침이음되어 있지 않을 경우, 주철근의 최대 철근비는?

① 1%

② 4%

③ 6%

④ 8%

정답 4번

간단한 해설

축방향 주철근이 **겹침이음되어 있지 않은 경우**에는 기둥 전체 단면적에 대한 주철근 단면적의 비를 **최대 8%**까지 허용한다.

공통 해설

기둥의 축방향 주철근비는 기둥 전체 단면적에 대한 축방향 주철근 단면적의 비이다. 전체 단면적을 A_g, 축방향 주철근 단면적의 합을 A_{st}라 하면 철근비는 $\rho_g = \frac{A_{st}}{A_g}$이다. 철근비 8%는 주철근 단면적의 합이 기둥 전체 단면적의 0.08배라는 뜻이다.

KDS 14 20 20의 4.3.2(1)은 비합성 압축부재의 축방향 주철근 단면적을 전체 단면적의 0.01배 이상, 0.08배 이하로 제한한다. 따라서 문제처럼 **겹침이음이 없는 기둥의 최대 주철근비는 8%**이다. 1%는 최소 철근비이며, 겹침이음이 있는 경우에는 최대 철근비를 4%로 제한하므로 이음 유무를 구별해야 한다.

NoteBase

문 4. 보통중량콘크리트를 사용하고 설계기준항복강도가 400 MPa인 철근을 사용할 경우, 처짐을 계산하지 않아도 되는 1방향슬래브(슬래브 길이 l)의 최소두께를 지지조건에 따라 나타낸 것으로 옳지 않은 것은? (단, 해당부재는 큰 처짐에 의해 손상되기 쉬운 칸막이벽이나 기타 구조물을 지지 또는 부착하지 않은 부재이다)

① 단순 지지: l/18

② 1단 연속: l/24

③ 양단 연속: l/28

④ 캔틸레버: l/10

정답 1번

간단한 해설

단순 지지 1방향슬래브의 **처짐 계산을 생략하기 위한 최소두께**는 $\frac{l}{20}$이다. $\frac{l}{18}$은 이보다 두껍지만, 기준에서 정한 최소값을 나타낸 것은 아니다.

선지별 해설

문제의 보통중량콘크리트와 설계기준항복강도 400 MPa 철근은 최소두께 기준을 보정 없이 적용하는 조건이다. 또한 큰 처짐에 의해 손상되기 쉬운 칸막이벽이나 기타 구조물을 지지하거나 부착하지 않는 부재이므로, 지지조건별 최소두께를 적용하여 처짐 계산을 생략할 수 있다. 여기서 l은 슬래브의 경간 길이이다.

① X: 단순 지지 슬래브는 양 끝에서 지지되지만 단부의 회전이 구속되지 않는 경우이다. 이때 기준상 최소두께는 $\frac{l}{20}$이다. 선지의 $\frac{l}{18}$은 기준보다 두껍지만, **기준상 최소두께를 나타낸 값은 아니다**. 따라서 분모 18을 20으로 고쳐야 한다.

② O: 1단 연속은 **한쪽 단부가 인접 경간과 연속**되는 경우이며, 최소두께는 $\frac{l}{24}$이다. 연속 단부에서는 회전이 억제되어 단순 지지보다 처짐이 줄어들므로, 더 작은 두께를 허용한다.

③ O: 양단 연속은 양쪽 단부가 모두 인접 경간과 연속되는 경우이며, 최소두께는 $\frac{l}{28}$이다. **양쪽 단부에서 연속 효과**가 나타나므로, 1단 연속보다 처짐 억제에 유리하여 허용되는 최소두께가 더 작다.

④ O: 캔틸레버는 **한쪽 끝이 고정되고 다른 끝은 자유**인 구조이며, 최소두께는 $\frac{l}{10}$이다. 자유단 쪽의 변형을 억제하기 어려워, 같은 경간 길이의 다른 지지조건보다 더 큰 두께를 요구한다.

NoteBase

문 5. 우리나라 건축물 내진설계기준의 일반사항에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 내진성능수준 - 설계지진에 대해 시설물에 요구되는 성능수준. 기능수행수준, 즉시복구수준, 장기복구/인명보호수준과 붕괴방지수준으로 구분

② 변위의존형 감쇠장치 - 하중응답이 주로 장치 양 단부 사이의 상대속도에 의해 결정되는 감쇠장치로서, 추가로 상대변위의 함수에 종속될 수도 있음

③ 성능기반 내진설계 - 엄격한 규정 및 절차에 따라 설계하는 사양기반설계에서 벗어나서 목표로 하는 내진성능수준을 달성할 수 있는 다양한 설계기법의 적용을 허용하는 설계

④ 응답스펙트럼 - 지반운동에 대한 단자유도 시스템의 최대응답을 고유주기 또는 고유진동수의 함수로 표현한 스펙트럼

정답 2번

간단한 해설

②는 **속도의존형 감쇠장치**의 설명이다. 변위의존형 감쇠장치는 양 단부가 서로 얼마나 이동했는지를 나타내는 **상대변위**가 하중응답을 주로 결정하며, 기본적으로 상대속도와 진동수에는 독립적이다.

선지별 해설

① O: 내진성능수준은 설계지진을 받을 때 시설물에 요구하는 기능 유지·복구 및 안전의 정도이다. **기능수행수준, 즉시복구수준, 장기복구/인명보호수준, 붕괴방지수준**으로 구분한다. 시설물의 중요도를 나누는 내진등급과 달리, 지진 후 어느 정도의 성능을 확보해야 하는지를 나타낸다.

② X: 양 단부 사이의 상대속도가 하중응답을 주로 결정하고 상대변위도 추가로 영향을 줄 수 있다는 것은 **속도의존형 감쇠장치**의 설명이다. 변위의존형 감쇠장치는 양 단부의 **상대변위가 하중응답을 주로 결정**하며, 기본적으로 상대속도와 진동수에는 독립적이다. 즉, 변위는 두 끝이 서로 얼마나 이동했는지, 속도는 그 상대적인 이동이 얼마나 빠른지를 뜻하므로 두 장치를 구분해야 한다.

③ O: 성능기반 내진설계는 정해진 사양과 절차를 따르는 데만 설계방법을 한정하지 않고, **목표 내진성능을 달성하는 다양한 설계방법**을 허용한다. 다만 방법을 자유롭게 선택한다는 뜻이지 요구 성능을 낮춘다는 뜻은 아니며, 해석이나 실험 등으로 그 성능을 확보함을 입증해야 한다.

④ O: 단자유도 시스템은 하나의 독립적인 변위로 운동을 나타낼 수 있는 구조모델이다. 응답스펙트럼은 주어진 지반운동에 대하여 이 모델의 **고유주기 또는 고유진동수별 최대응답**을 나타낸다. 따라서 시간에 따른 응답 전체를 그리는 것이 아니라, 각 모델에서 발생한 최대응답을 모아 주기나 진동수에 따라 비교하는 것이다.

NoteBase

문 6. 철근콘크리트 기초판 설계에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 조적조 벽체를 지지하는 기초판의 최대 계수휨모멘트를 계산할 때 위험단면은 벽체 중심과 단부 사이의 1/4 지점으로 한다.

② 휨모멘트에 대한 설계 시 1방향 기초판 또는 2방향 정사각형 기초판에서 철근은 기초판 전체 폭에 걸쳐 균등하게 배치하여야 한다.

③ 말뚝기초의 기초판 설계에서 말뚝의 반력은 각 말뚝의 중심에 집중된다고 가정하여 휨모멘트와 전단력을 계산할 수 있다.

④ 기초판 윗면부터 하부철근까지 깊이는 직접기초의 경우는 150 mm 이상, 말뚝기초의 경우는 300 mm 이상으로 하여야 한다.

정답 1번

간단한 해설

조적조 벽체를 지지하는 기초판의 휨모멘트 위험단면은 **벽체 중심과 단부 사이의 중간, 즉 1/2 지점**이다. 벽체 두께 전체를 기준으로 하면 중심에서 1/4 두께만큼 떨어진 위치이므로, 거리의 기준을 구별해야 한다.

선지별 해설

① X: 최대 계수휨모멘트를 구하는 위험단면은 **벽체 중심과 단부 사이의 1/2 지점**이다. 선지의 '1/4 지점'을 '1/2 지점'으로 고친다. 여기서 단부는 벽체 두께 방향의 외면을 뜻한다. 중심에서 외면까지 거리는 벽체 두께의 절반이고, 그 구간의 중간이 위험단면이므로 중심에서 벽체 두께의 1/4만큼 떨어진 곳이다.

② O: 1방향 기초판과 2방향 정사각형 기초판의 휨철근은 **기초판 전체 폭에 걸쳐 균등하게** 배치한다. 필요한 철근량을 폭의 일부에만 집중시키는 것이 아니라 전체 폭에 나누어 배근한다. 2방향 정사각형 기초판에서는 두 방향의 철근에 각각 이 원칙을 적용한다.

③ O: 말뚝기초의 기초판을 해석할 때는 각 말뚝이 기초판에 전달하는 반력을 **해당 말뚝 중심에 작용하는 집중력**으로 가정할 수 있다. 이 가정에 따라 검토 단면 한쪽에 작용하는 말뚝반력과 그 작용 위치를 이용하여 전단력과 휨모멘트를 계산한다.

④ O: 기초판 윗면에서 하부철근까지의 깊이는 직접기초에서 **150 mm 이상**, 말뚝기초에서 **300 mm 이상**이어야 한다. 이는 기초판 밑면에서 철근까지의 피복두께가 아니라, 윗면에서 하부철근까지 확보할 최소 깊이이다. 실제 설계에서는 이 최소값과 함께 휨·전단 등에 필요한 깊이도 만족시켜야 한다.

NoteBase

문 7. 조적식구조의 재료 및 강도설계법에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 시멘트성분을 지닌 재료 또는 첨가제들은 에폭시수지와 그 부가물이나 페놀, 석면섬유 또는 내화점토를 포함할 수 없다.

② 모멘트저항벽체골조의 설계전단강도는 공칭강도에 강도감소계수 0.8을 곱하여 산정한다.

③ 그라우트의 압축강도는 조적개체 강도의 1.3배 이상으로 한다.

④ 보강근의 최소 휨직경은 직경 10 mm에서 25 mm까지는 보강근의 8배이고, 직경 29 mm부터 35 mm까지는 6배로 한다.

정답 4번

간단한 해설

④는 직경별 최소 휨직경의 배수를 서로 바꾸었다. 보강근 직경이 10~25 mm이면 **보강근 직경의 6배**, 29~35 mm이면 **8배**로 한다.

선지별 해설

① O: 건축구조기준 0602.3.2(3)은 시멘트성분을 지닌 재료나 첨가제에 에폭시수지와 그 부가물, 페놀, 석면섬유 또는 내화점토를 **포함하지 못하도록** 규정한다. 모르타르·그라우트에 첨가제를 사용하더라도 이 재료 제한을 지켜야 한다.

② O: 강도설계법의 설계강도는 공칭강도에 강도감소계수를 곱한 값이다. 건축구조기준 0605.1.3.4(2)에서 모멘트저항벽체골조의 **전단에 대한 강도감소계수는 0.8**이므로, 설계전단강도는 공칭전단강도의 80%로 산정한다.

③ O: 건축구조기준 0602.3.4(1)은 그라우트의 압축강도를 **조적개체 강도의 1.3배 이상**으로 규정한다. 여기서 비교 기준은 벽돌이나 블록 같은 개별 조적개체의 강도이다. 그라우트 강도를 조적개체 강도와 같게 확보하는 것만으로는 이 조건을 충족하지 못한다.

④ X: 건축구조기준 0605.2.2.6에 따른 최소 휨직경은 보강근 직경이 **10~25 mm이면 그 직경의 6배, 29~35 mm이면 8배**이다. 직경이 큰 구간에 더 큰 배수를 적용한다. 선지는 두 구간의 배수인 6배와 8배를 서로 뒤바꾸어 제시했다.

NoteBase

문 8. 프리스트레스트 콘크리트 부재의 설계에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 프리스트레스트 콘크리트 휨부재는 미리 압축을 가한 인장구역에서 계수하중에 의한 인장연단응력의 크기에 따라 비균열등급, 부분균열등급, 완전균열등급으로 구분된다.

② 프리스트레스를 도입할 때의 응력계산 시 균열단면에서 콘크리트는 인장력에 저항할 수 없는 것으로 가정한다.

③ 비균열등급과 부분균열등급 휨부재의 사용하중에 의한 응력은 비균열단면을 사용하여 계산한다.

④ 완전균열단면 휨부재의 사용하중에 의한 응력은 균열환산단면을 사용하여 계산한다.

정답 1번

간단한 해설

비균열·부분균열·완전균열등급은 미리 압축을 가한 인장구역의 **사용하중에 의한 인장연단응력**으로 구분한다. ①의 '계수하중'은 '사용하중'으로 고쳐야 한다.

선지별 해설

① X: KDS 14 20 60의 4.1.2(3)은 미리 압축을 가한 인장구역에서 **사용하중에 의한 인장연단응력**의 크기로 비균열등급, 부분균열등급, 완전균열등급을 구분한다. 이는 사용 중의 균열 거동을 구분하는 기준이다. 하중계수를 곱한 계수하중을 기준으로 등급을 나눈다는 부분이 잘못되었다.

② O: KDS 14 20 60의 4.1.2(2)에 따라 프리스트레스 도입 시의 응력은 선형탄성이론으로 계산하며, **균열단면의 콘크리트는 인장력을 부담하지 않는 것**으로 가정한다. 균열이 생긴 인장측 콘크리트의 저항을 단면의 인장저항에 포함하지 않는다는 뜻이며, 모든 단면에서 콘크리트의 인장저항을 무조건 무시한다는 뜻은 아니다.

③ O: KDS 14 20 60의 4.1.2(4)은 비균열등급과 부분균열등급 휨부재의 사용하중에 의한 응력을 **비균열단면**으로 계산하도록 정한다. 이 응력계산에서는 인장측 콘크리트를 제외하지 않고 단면 특성을 구한다. 부분균열등급이라는 명칭만으로 균열단면을 적용해서는 안 된다.

④ O: KDS 14 20 60의 4.1.2(4)에 따라 완전균열단면 휨부재의 사용하중에 의한 응력은 **균열환산단면**으로 계산한다. 인장측 콘크리트의 저항을 제외하고, 강재는 콘크리트와의 탄성계수 비에 따라 등가의 콘크리트 단면적으로 환산하여 단면 특성을 구한다. 이렇게 균열 후 콘크리트와 강재의 응력 부담을 반영한다.

NoteBase

문 9. 과도한 처짐에 의해 손상되기 쉬운 비구조요소를 지지 또는 부착하지 않은 1방향 바닥구조의 최대 허용처짐 조건으로 옳은 것은?

① 활하중에 의한 순간처짐이 부재길이의 1/180 이하

② 활하중에 의한 순간처짐이 부재길이의 1/360 이하

③ 전체 처짐 중에서 비구조 요소가 부착된 후에 발생하는 처짐 부분이 부재길이의 1/480 이하

④ 전체 처짐 중에서 비구조 요소가 부착된 후에 발생하는 처짐 부분이 부재길이의 1/240 이하

정답 2번

간단한 해설

손상되기 쉬운 비구조요소를 지지·부착하지 않은 바닥구조는 **활하중에 의한 순간처짐**을 부재길이의 **1/360 이하**로 제한한다. 비구조요소 부착 후의 처짐을 제한하는 조건과 구별해야 한다.

핵심 풀이

문제의 조건은 '손상되기 쉬운 비구조요소를 지지 또는 부착하지 않은 1방향 바닥구조'이다. 이 경우 검토하는 처짐은 활하중이 작용할 때 즉시 생기는 순간처짐이며, 그 한계는 **부재길이의 1/360**이다. 따라서 활하중에 의한 순간처짐을 부재길이의 1/360 이하로 제한하는 조건이 적용된다.

부재길이의 1/180은 같은 비구조요소 조건에서 **평지붕구조**에 적용하는 활하중 순간처짐 한계이다. 문제는 바닥구조이므로 이 값을 적용하지 않는다.

부재길이의 1/480과 1/240은 비구조요소를 지지 또는 부착한 지붕·바닥구조에서 **비구조요소 부착 후에 발생하는 처짐**을 제한하는 값이다. 이때 검토하는 처짐은 모든 지속하중에 의한 장기처짐과 추가적인 활하중에 의한 순간처짐의 합이다. 손상되기 쉬운 비구조요소를 지지·부착하면 1/480, 손상될 우려가 없는 비구조요소를 지지·부착하면 1/240을 적용하므로, 문제의 조건과는 다르다.

NoteBase

문 10. 비구조요소의 내진설계에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 파라펫, 건물외부의 치장 벽돌 및 외부치장마감석재는 내진 설계가 수행되어야 한다.

② 비구조요소의 내진설계는 구조체의 내진설계와 분리하여 수행할 수 없다.

③ 건축비구조요소는 캔틸레버 형식의 구조요소에서 발생하는 지점회전에 의한 수직방향 변위를 고려하여 설계되어야 한다.

④ 설계하중에 의한 비구조요소의 횡방향 혹은 면외방향의 휨이나 변형이 비구조요소의 변형한계를 초과하지 않아야 한다.

정답 2번

간단한 해설

비구조요소는 **공인된 설계기준에 따라 내진설계를 수행하고 내진설계책임구조기술자가 승인하면** 구조체의 내진설계와 분리하여 설계할 수 있다. 따라서 '분리하여 수행할 수 없다'는 설명은 잘못이다.

선지별 해설

① O: KDS 41 17 00의 18.1.1(1)은 **파라펫, 건물 외부의 치장 벽돌 및 외부치장마감석재**를 내진설계 대상으로 명시한다. 이러한 요소는 지진 때 전도되거나 떨어지면 인명피해를 일으킬 수 있으므로, 구조체의 하중을 지지하는 부재가 아니라는 이유로 내진설계를 생략할 수 없다.

② X: KDS 41 17 00의 18.1.3.3(1)에 따르면, 개별 비구조요소의 **공인된 설계기준에 따라 내진설계를 수행하고 내진설계책임구조기술자가 승인하는 경우**에는 구조체의 내진설계와 분리하여 수행할 수 있다. 이때 설계계산서 또는 시험성적서를 근거로 시공상세도를 작성하고, 그 상세도도 내진설계책임구조기술자의 검토와 승인을 받아야 한다. 선지의 '분리하여 수행할 수 없다'는 이 조건 아래에서 '분리하여 수행할 수 있다'로 고쳐야 한다.

③ O: KDS 41 17 00의 18.3.2(2)는 건축비구조요소를 설계할 때 캔틸레버 형식의 구조요소에서 발생하는 **지점회전에 의한 수직방향 변위**를 고려하도록 한다. 캔틸레버를 지지하는 지점이 회전하면 돌출된 부분에도 위아래 움직임이 생길 수 있으므로, 여기에 부착된 비구조요소는 수평방향의 움직임뿐 아니라 이러한 수직방향 변위도 고려하여 설계해야 한다.

④ O: KDS 41 17 00의 18.3.2(3)에 따라 설계하중으로 발생하는 횡방향 또는 면외방향의 휨이나 변형은 **해당 비구조요소의 변형한계 이내**여야 한다. 면외방향은 벽이나 패널의 면에 수직인 방향이다. 하중을 견디는 강도만 확보하는 데 그치지 않고, 휨이나 변형이 해당 요소가 허용할 수 있는 범위를 넘는지도 확인해야 한다.

NoteBase

문 11. 목구조에 사용되는 구조용 합판의 품질기준으로 옳지 않은 것은?

① 접착성으로 내수 인장 전단 접착력이 0.7 MPa 이상인 것

② 함수율이 13% 이하인 것

③ 못접합부의 최대 전단내력의 40%에 해당하는 값이 700 N 이상인 것

④ 못접합부의 최대 못뽑기 강도가 60 N 이상인 것

정답 4번

간단한 해설

못접합부의 최대 못뽑기 강도는 **90 N 이상**이어야 한다. ④의 '60 N 이상'은 요구되는 최소 강도를 낮추어 제시한 것이다.

선지별 해설

① O: 구조용 합판의 내수 인장 전단 접착력은 **0.7 MPa 이상**이어야 한다. 이는 수분의 영향을 받은 뒤에도 단판 사이의 접착층이 전단력에 견디는 성능을 확보하기 위한 기준이다.

② O: 구조용 합판의 함수율은 **13% 이하**이어야 한다. 함수율은 목재에 포함된 수분의 정도를 나타내며, 지나친 수분은 건조 과정에서 수축과 변형을 일으킬 수 있으므로 상한을 둔다.

③ O: 못접합부의 전단내력 기준은 **최대 전단내력의 40%에 해당하는 값이 700 N 이상**인 것이다. 최대 전단내력 자체가 700 N 이상이면 된다는 뜻이 아니다. 전단내력은 접합된 부재가 서로 미끄러지려는 힘에 저항하는 능력이다.

④ X: 못접합부의 최대 못뽑기 강도는 **90 N 이상**이어야 하므로 '60 N 이상'을 '90 N 이상'으로 고쳐야 한다. 못뽑기 강도는 못이 박힌 방향을 따라 뽑히려는 힘에 저항하는 능력으로, 부재가 서로 미끄러지는 것에 대한 전단내력과 구별된다.

NoteBase

문 12. 용접H형강(H－500×200×10×16) 보 웨브의 판폭두께비는?

① 42.0

② 46.8

③ 54.8

④ 56.0

정답 2번

간단한 해설

용접H형강 웨브의 판폭은 **두 플랜지 안쪽 면 사이의 순높이**이다. 전체 높이에서 위아래 플랜지 두께를 뺀 468 mm를 웨브 두께 10 mm로 나누면 판폭두께비는 46.8이다.

계산 과정

치수 해석: H－500×200×10×16은 전체 높이 $H = 500\text{mm}$, 플랜지 폭 $B = 200\text{mm}$, 웨브 두께 $t_w = 10\text{mm}$, 플랜지 두께 $t_f = 16\text{mm}$를 뜻한다. 구하려는 값은 웨브의 판폭을 웨브 두께로 나눈 비이다.

웨브의 판폭: 용접H형강에서는 **위아래 플랜지 사이의 순높이**를 웨브의 판폭으로 사용한다. 따라서 전체 높이에서 플랜지 두께를 두 번 빼면 $h = H - 2t_f$이며, $500 - 2 \times 16 = 468$ mm이다. 플랜지 폭 200 mm는 웨브의 판폭에 해당하지 않는다.

판폭두께비 계산: $\frac{h}{t_w} = \frac{468}{10} = 46.8$이다. 분자와 분모가 모두 mm이므로 단위가 소거되어 판폭두께비에는 단위가 없다.

계산된 판폭두께비 46.8은 ②의 값과 일치한다.

NoteBase

문 13. 말뚝재료의 허용응력에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 기성콘크리트말뚝의 허용압축응력은 콘크리트설계기준강도의 최대 1/4까지를 말뚝재료의 허용압축응력으로 한다.

② 기성콘크리트말뚝에 사용하는 콘크리트의 설계기준강도는 30 MPa 이상으로 하고, 허용지지력은 말뚝의 최소단면에 대하여 구하는 것으로 한다.

③ 현장타설콘크리트말뚝의 최대 허용압축하중은 각 구성요소의 재료에 해당하는 허용압축응력을 각 구성요소의 유효단면적에 곱한 각 요소의 허용압축하중을 합한 값으로 한다.

④ 강재말뚝의 허용압축력은 일반의 경우 부식부분을 제외한 단면에 대해 재료의 항복응력과 국부좌굴응력을 고려하여 결정한다.

정답 2번

간단한 해설

②의 '30 MPa 이상'은 **35 MPa 이상**으로 고쳐야 한다. 허용지지력을 말뚝의 최소단면에 대하여 구한다는 부분은 옳다.

선지별 해설

① O: 기성콘크리트말뚝의 허용압축응력은 콘크리트 설계기준강도의 **최대 1/4**로 한다. 이는 콘크리트가 파괴될 때의 강도를 그대로 허용하는 것이 아니라, 그보다 낮은 응력 범위에서 하중을 지지하도록 정한 것이다. 이 비율은 장기 허용압축응력에 해당한다.

② X: 기성콘크리트말뚝에 사용하는 콘크리트의 설계기준강도는 **35 MPa 이상**이어야 하므로 '30 MPa 이상'이 잘못되었다. 허용지지력을 말뚝의 최소단면에 대하여 구한다는 설명은 옳다. 같은 압축하중을 받아도 단면적이 작은 부분에서 압축응력이 더 커지므로, 최소단면을 기준으로 재료가 견딜 수 있는 하중을 산정한다.

③ O: 현장타설콘크리트말뚝은 콘크리트와 보강재 등 각 구성요소가 압축하중을 함께 부담한다. 따라서 각 재료의 **허용압축응력에 해당 유효단면적을 곱한 하중**을 구한 뒤 이를 합하여 최대 허용압축하중을 산정한다. 재료마다 허용압축응력이 다르므로 각 요소의 부담능력을 따로 계산하여 합한다.

④ O: 강재말뚝은 부식으로 잃게 되는 부분을 하중을 지지하는 단면에 포함하지 않고, **부식부분을 제외한 유효단면**을 기준으로 한다. 또한 재료가 항복하는 경우뿐 아니라 단면의 일부 판요소가 국부적으로 좌굴하는 경우도 검토하여 허용압축력을 결정한다.

NoteBase

문 14. 강구조 내화설계에 대한 용어의 설명으로 옳지 않은 것은?

① 내화강 - 크롬, 몰리브덴 등의 원소를 첨가한 것으로서 600°C의 고온에서도 항복점이 상온의 2/3 이상 성능이 유지되는 강재

② 설계화재 - 건축물에 실제로 발생하는 내화설계의 대상이 되는 화재의 크기

③ 구조적합시간 - 합리적이고 공학적인 해석방법에 의하여 화재발생으로부터 건축물의 주요 구조부가 단속 및 연속적인 붕괴에 도달하는 시간

④ 사양적 내화설계 - 건축물에 실제로 발생되는 화재를 대상으로 합리적이고 공학적인 해석방법을 사용하여 화재크기, 부재의 온도상승, 고온환경에서 부재의 내력 및 변형 등을 예측하여 건축물의 내화성능을 평가하는 내화설계방법

정답 4번

간단한 해설

④의 설명은 **성능적 내화설계**에 해당한다. 실제 화재에 따른 부재의 온도·내력·변형을 해석하는 방식이며, 사양적 내화설계는 **법규에 규정되거나 내화성능이 인정된 구조를 적용**하는 방식이다.

선지별 해설

① O: 내화강은 크롬, 몰리브덴 등을 첨가하여 고온에서의 강도 저하를 줄인 강재이다. **600°C에서도 상온 항복강도의 2/3 이상을 유지**하는 성능을 갖는다. 여기서 유지하는 것은 강재의 온도가 아니라 하중에 저항하는 강도이다.

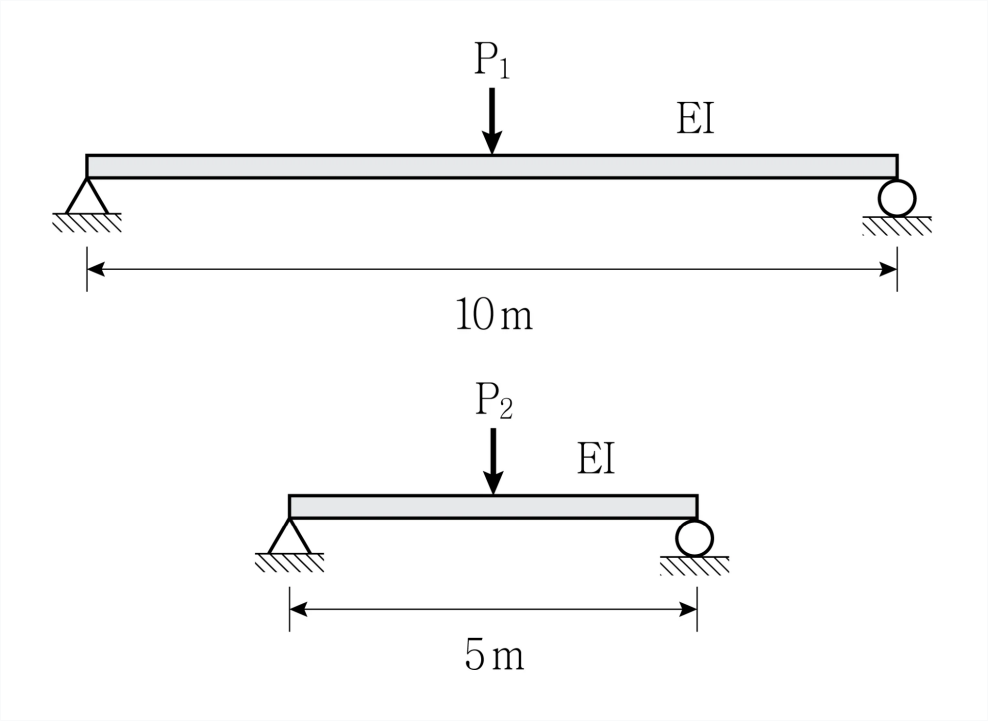
② O: 설계화재는 해당 건축물의 내화설계에서 대상으로 삼는 **화재의 크기**이다. 건축물의 가연물량, 환기면적, 구획재료의 열적 특성 등을 고려하여 설정하며, 부재의 온도와 구조적 거동을 예측하는 입력 조건이 된다.

③ O: 구조적합시간은 공학적 해석으로 평가한, **화재 발생부터 주요 구조부가 단속 및 연속적인 붕괴에 도달하기까지의 시간**이다. 화재로 온도가 상승하면서 부재의 내력이 감소하여 작용하중을 더 이상 지지하지 못하는 상태에 이르는 시간을 평가한다. 화재 자체가 지속되는 시간과는 구별된다.

④ X: 실제 발생할 화재를 대상으로 화재크기, 부재의 온도상승, 고온에서의 내력과 변형을 공학적으로 예측하여 내화성능을 평가하는 것은 **성능적 내화설계**이다. 따라서 선지의 '사양적 내화설계'를 '성능적 내화설계'로 고쳐야 한다. 사양적 내화설계는 법규가 정한 내화구조나 품질시험 등으로 내화성능을 인정받은 구조를 적용하여 요구 내화성능을 확보하는 방식이다.

NoteBase

문 15. 그림과 같은 두 단순지지보에서 중앙부 처짐량이 동일할 때, P_2/P_1의 값은? (단, 보의 자중은 무시하고, 재질과 단면의 성질은 동일하며, 하중 P_1과 P_2는 보의 중앙에 작용한다)



① 2

② 4

③ 6

④ 8

정답 4번

간단한 해설

중앙 집중하중을 받는 단순지지보의 처짐량은 휨강성이 같을 때 **하중과 경간의 세제곱에 비례**한다. 경간이 10 m에서 5 m로 줄어도 같은 처짐을 만들려면 하중은 8배가 되어야 하므로, $P_2/P_1 = 8$이다.

NoteBase

계산 과정

그림에서 첫 번째 보의 경간은 $L_1 = 10\text{m}$, 두 번째 보의 경간은 $L_2 = 5\text{m}$이다. 두 보의 재질과 단면 성질이 같으므로 탄성계수 E와 단면2차모멘트 I가 같고, 그 곱인 **휨강성 EI도 같다**. 자중은 무시하므로 각 보의 중앙 집중하중에 의한 처짐만 비교한다.

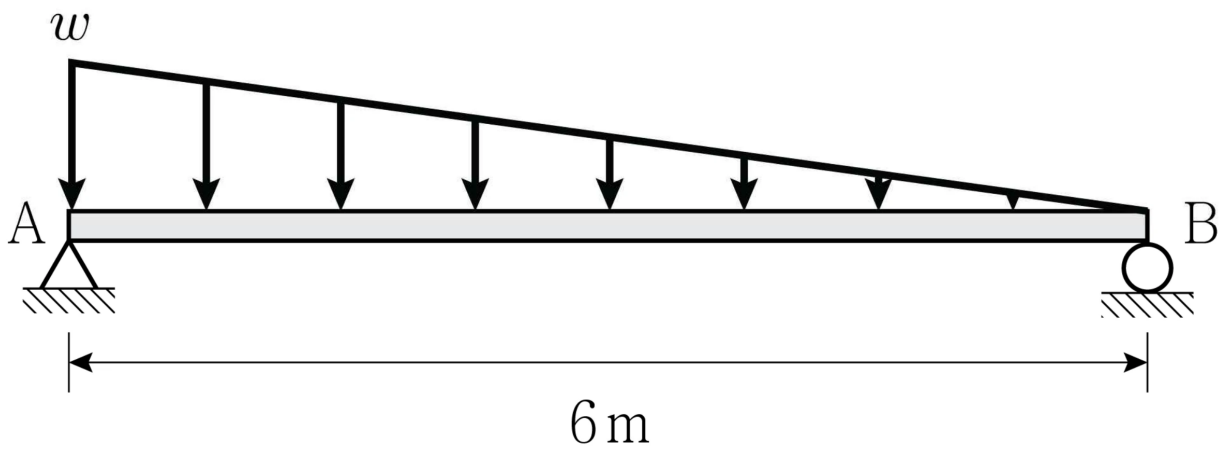
중앙에 집중하중 P를 받는 단순지지보의 중앙 처짐량은 $\delta = \frac{PL^3}{48EI}$이다. 여기서 L은 지점 사이의 경간이고, δ는 중앙에서 발생하는 처짐의 크기이다. 두 보 모두 지지 조건과 하중 위치가 같으므로 이 공식을 각각 적용한다.

중앙 처짐량이 같다는 조건을 적용하면 $\frac{P_1 L_1^3}{48EI} = \frac{P_2 L_2^3}{48EI}$이다. 공통인 분모를 소거하면 $P_1 L_1^3 = P_2 L_2^3$이 된다. 즉, **경간이 짧아진 만큼 하중이 커져야** 동일한 처짐이 생긴다.

하중비를 구하면 $\frac{P_2}{P_1} = \left(\frac{L_1}{L_2}\right)^3$이고, 길이를 같은 단위로 대입하면 $\frac{P_2}{P_1} = \left(\frac{10}{5}\right)^3 = 8$이다. 따라서 두 번째 하중은 첫 번째 하중의 8배이며, 이 값은 ④의 8에 해당한다. 같은 종류의 하중끼리의 비이므로 단위는 없다.

NoteBase

문 16. 그림과 같이 단순지지보에 삼각형 분포하중이 작용 시, 지점 A로부터 최대 휨모멘트가 발생하는 점과의 거리는? (단, 보의 자중은 무시한다)



① $2\sqrt{3}$ m

② $3\sqrt{2}$ m

③ $6-2\sqrt{3}$ m

④ $6-3\sqrt{2}$ m

정답 3번

간단한 해설

휨모멘트는 **전단력이 0이 되는 위치**에서 최대가 된다. 이 위치에서 B까지의 삼각형 하중 합력이 B의 반력과 같아야 하므로, A로부터의 거리는 $(6-2\sqrt{3})$ m이다.

NoteBase

계산 과정

1. 하중과 거리의 설정: 보의 길이를 L = 6 m, A에서의 최대 분포하중 강도를 w라 한다. 하중은 A의 w에서 B의 0까지 직선적으로 감소한다. 최대 휨모멘트 위치에서 A까지의 거리를 x, B까지의 거리를 y라 두면 $x + y = L$ 이다. 보의 자중은 무시하므로 그림의 분포하중만 고려한다.

2. 지점 반력: 분포하중의 합력 W는 하중도 삼각형의 넓이이므로 $W = \frac{wL}{2}$이다. 합력은 삼각형의 도심, 즉 **하중이 큰 A에서 L/3인 위치**에 작용한다. B의 상향 반력을 R_B라 하면 A에 대한 모멘트 평형에서 $R_B L = W\frac{L}{3}$이므로 $R_B = \frac{W}{3} = \frac{wL}{6}$이다.

3. 최대 휨모멘트 조건: 휨모멘트 M과 전단력 V는 $\frac{dM}{dx} = V$의 관계가 있다. 이 보에서는 하향 분포하중 때문에 전단력이 A 부근의 양수에서 B 부근의 음수로 감소하므로, **전단력이 0인 단면**에서 휨모멘트가 최대가 된다. 그 단면의 오른쪽 부분을 보면, 전단력이 0이려면 B의 상향 반력과 오른쪽 구간의 하향 분포하중 합력이 같아야 한다.

4. B까지의 거리 계산: B에서 y만큼 떨어진 단면의 하중 강도는 삼각형의 닮음에 따라 $\frac{wy}{L}$이다. 단면에서 B까지의 하중도 역시 삼각형이므로 그 합력은 $\frac{1}{2} \cdot y \cdot \frac{wy}{L} = \frac{wy^2}{2L}$이다. 이를 B의 반력과 같게 놓으면 $\frac{wy^2}{2L} = \frac{wL}{6}$이고, 정리하면 $y^2 = \frac{L^2}{3}$이다. y는 양의 거리이므로 $y = \frac{L}{\sqrt{3}} = 2\sqrt{3}\,\text{m}$이다. 하중 강도 w는 양변에서 소거되므로 그 수치는 필요하지 않다.

5. A로부터의 거리: 구한 y는 **B로부터의 거리**이므로 전체 길이에서 빼야 한다. $x = L - y = (6 - 2\sqrt{3})\,\text{m}$이며, 이는 ③의 값과 일치한다.

NoteBase

문 17. 강구조 모멘트골조의 내진설계기준에 대한 설명으로 옳은 것은?

① 특수모멘트골조의 접합부는 최소 0.03 rad의 층간변위각을 발휘할 수 있어야 한다.

② 특수모멘트골조의 경우, 기둥외주면에서 접합부의 계측휨강도는 0.04 rad의 층간변위에서 적어도 보 공칭소성모멘트의 70% 이상을 유지해야 한다.

③ 중간모멘트골조의 접합부는 최소 0.02 rad의 층간변위각을 발휘할 수 있어야 한다.

④ 보통모멘트골조의 반응수정계수는 3이다.

정답 3번

간단한 해설

중간모멘트골조의 보-기둥 접합부는 지진 시 제한된 비탄성변형을 수용하도록 **최소 0.02 rad의 층간변위각**을 발휘할 수 있어야 한다. 특수모멘트골조에는 이보다 큰 0.04 rad의 변형능력이 요구된다.

선지별 해설

① X: KDS 14 31 60의 4.3.1.1에 따라 특수모멘트골조의 보-기둥 접합부는 **최소 0.04 rad의 층간변위각**을 발휘할 수 있어야 한다. 특수모멘트골조는 지진 시 상당한 비탄성변형을 수용하는 골조이므로, 선지의 0.03 rad를 0.04 rad로 고쳐야 한다.

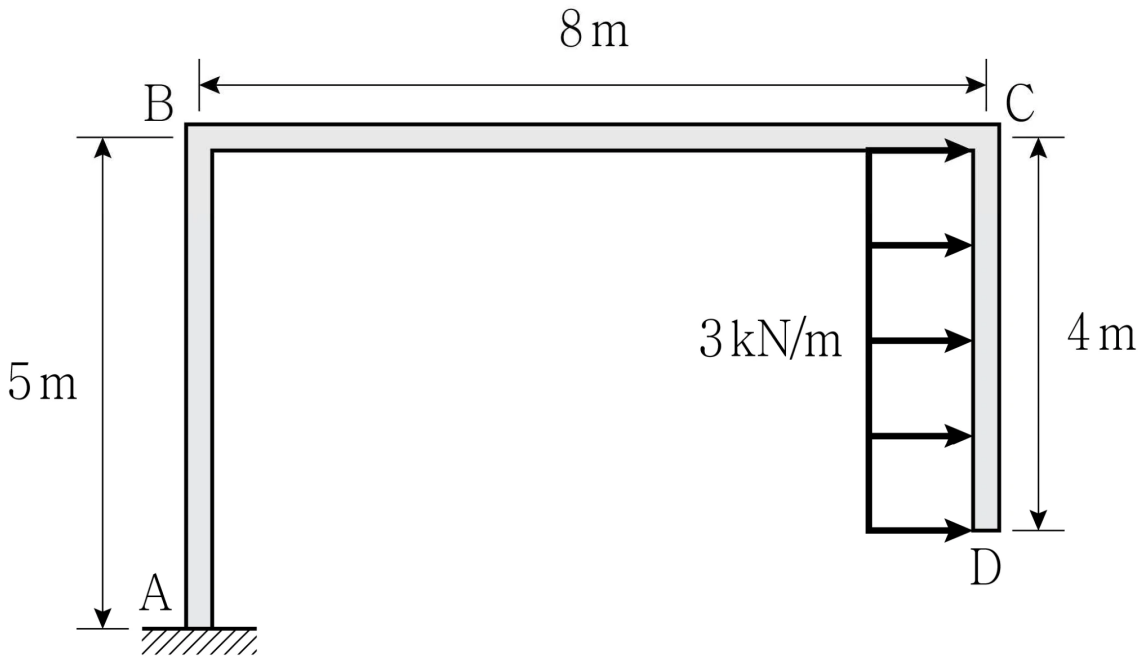
② X: KDS 14 31 60의 4.3.1.1에 따라 기둥외주면에서 결정되는 접합부의 계측휨강도는 0.04 rad의 층간변위각에서 **보 공칭소성모멘트의 80% 이상**을 유지해야 한다. 큰 변형을 견디는 능력뿐 아니라 그 변형에 도달했을 때의 강도 유지도 요구하므로, 70% 이상으로는 기준을 충족하지 못한다.

③ O: KDS 14 31 60의 4.4.1.1은 중간모멘트골조의 보-기둥 접합부에 **최소 0.02 rad의 층간변위각**을 요구한다. 층간변위각은 층간 수평상대변위를 층높이로 나눈 값에 해당하며, 이 조건은 지진 시 접합부가 수용해야 하는 변형능력을 나타낸다. 중간모멘트골조는 특수모멘트골조보다 제한된 크기의 비탄성변형을 수용하는 시스템이다.

④ X: KDS 41 17 00의 표 6.2-1에서 모멘트저항골조 시스템에 속하는 철골 보통모멘트골조의 **반응수정계수는 3.5**이다. 이 시스템의 시스템초과강도계수와 변위증폭계수는 각각 3이지만, 이를 반응수정계수와 혼동해서는 안 된다.

NoteBase

문 18. 그림과 같은 캔틸레버형 구조물의 부재 AB에서 지점 A로부터 휨모멘트가 0이 되는 점과의 거리는? (단, 부재의 자중은 무시한다)



① 1 m

② 2 m

③ 3 m

④ 5 m

정답 3번

간단한 해설

등분포하중의 합력은 CD의 중앙에 작용하므로, 그 작용선은 A보다 3 m 높다. 부재 AB의 단면이 **합력의 작용선과 같은 높이**에 있으면 모멘트팔이 0이 되어 휨모멘트도 0이 된다.

NoteBase

계산 과정

하중의 합력: 부재의 자중을 무시하므로 CD에 작용하는 오른쪽 방향의 등분포하중만 고려한다. 하중강도는 3 kN/m, 재하 길이는 4 m이므로 합력 P는 3 × 4 = 12 kN이다. **등분포하중의 합력은 재하 구간의 중앙**에 작용하므로, 작용선은 C에서 아래로 2 m 떨어진 수평선이다.

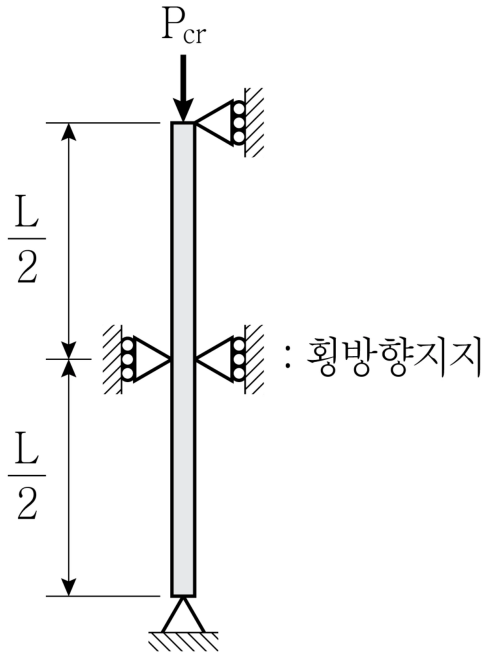
합력의 작용 높이: AB의 높이가 5 m이므로 A를 기준으로 한 합력의 높이 h는 $h = \left(5 - \frac{4}{2}\right)\text{m} = 3\text{m}$이다. 수평력의 모멘트팔은 단면과 작용선 사이의 **수직거리**이므로, 수평 부재 BC의 길이 8 m는 이 모멘트팔에 포함되지 않는다.

휨모멘트가 0인 조건: A에서 위로 거리 x인 AB의 단면을 자르고, B·C·D가 포함된 부분의 모멘트 평형을 생각한다. 절단면에 작용하는 반시계방향 휨모멘트를 양으로 잡으면 $M = P(h - x)$이다. 여기서 h − x는 합력 작용선과 절단면 사이의 부호를 포함한 수직거리이다. P가 0이 아니므로 $M = 0$이 되려면 $h - x = 0$, 즉 $x = h$여야 한다.

따라서 휨모멘트가 0인 점은 A에서 위로 3 m 떨어진 위치이며, ③의 3 m에 해당한다.

NoteBase

문 19. 그림과 같은 길이가 L인 압축재가 부재의 중앙에서 횡방향지지되어 있을 경우, 이 부재의 면내방향 탄성좌굴하중(P_{cr})은? (단, 부재의 자중은 무시하고, 면외방향좌굴은 발생하지 않는다고 가정하며, 부재단면의 휨강성은 EI이다)



① $\frac{\pi^2 EI}{L^2}$
② $2\frac{\pi^2 EI}{L^2}$
③ $4\frac{\pi^2 EI}{L^2}$
④ $8\frac{\pi^2 EI}{L^2}$

정답 3번

간단한 해설

중앙의 **횡방향지지로 유효좌굴길이가 절반**인 $L/2$가 된다. 오일러 좌굴하중은 유효좌굴길이의 제곱에 반비례하므로, 중앙지지가 없는 경우의 4배인 $4\frac{\pi^2 EI}{L^2}$이다.

NoteBase

계산 과정

지지조건과 유효좌굴길이: 그림의 상단 롤러와 하단 힌지는 면내 횡변위를 막고 회전은 허용한다. 중앙의 횡방향지지도 **횡변위를 막지만 회전을 고정하지는 않는다**. 따라서 가장 낮은 면내 좌굴형은 중앙을 절점으로 하여 위아래에 반파가 하나씩 생기는 형태이며, 유효좌굴길이는 $L_e = L/2$이다. 여기서 유효좌굴길이는 같은 좌굴하중을 갖는 양단 힌지 부재의 길이를 뜻한다.

적용 공식: 탄성 범위에서 휨강성 EI가 일정한 압축재의 오일러 좌굴하중은 $P_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{L_e^2}$이다. E는 탄성계수, I는 면내 휨에 대한 단면2차모멘트이다. 중앙지지로 휘어질 수 있는 길이가 짧아지므로 좌굴하중이 커진다. 문제에서 면외좌굴은 제외했으므로 면내 유효좌굴길이를 이 식에 적용한다.

대입과 결과: $L_e = L/2$를 대입하면 $P_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{(L/2)^2} = 4\frac{\pi^2 EI}{L^2}$이다. 유효좌굴길이가 절반이 되면 분모가 1/4이 되어 하중은 4배가 된다. 자중을 무시하므로 위아래 구간에는 **동일한 축력**이 작용하며, 두 구간의 좌굴하중을 더하지 않는다. 계산된 하중은 ③의 $4\frac{\pi^2 EI}{L^2}$와 일치한다.

NoteBase

문 20. 콘크리트 구조의 설계원칙과 기준에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

① 용접 이형철망을 제외한 전단철근의 설계기준항복강도는 500 MPa을 초과할 수 없다.

② 철근콘크리트 부재축에 직각으로 배치된 전단철근의 간격은 600 mm를 초과할 수 없다.

③ 콘크리트 구조물의 탄산화 내구성 평가에서 탄산화에 대한 허용 성능저하 한도는 탄산화 침투깊이가 철근의 깊이까지 도달한 상태를 탄산화에 대한 허용 성능저하 한계상태로 정한다.

④ 크리프 계산에 사용되는 콘크리트의 초기접선탄성계수는 할선탄성계수의 0.9배로 한다.

정답 1, 4번

간단한 해설

전단철근의 500 MPa 제한에는 용접 이형철망뿐 아니라 **벽체 전단철근도 예외**이며, 이 경우 600 MPa까지 허용된다. 크리프 계산에 사용하는 초기접선탄성계수는 할선탄성계수의 0.9배가 아니라 **1.18배**이다.

선지별 해설

① X: KDS 14 20 22:2021의 4.3.1(3)은 전단철근의 설계기준항복강도를 원칙적으로 500 MPa 이하로 제한하되, **벽체의 전단철근 또는 용접 이형철망**은 600 MPa 이하로 허용한다. 따라서 용접 이형철망만 제외하고 나머지 전단철근을 모두 500 MPa 이하로 제한한 표현은 벽체 전단철근의 예외를 누락하였다.

② O: KDS 14 20 22:2021의 4.3.2(1)에 따라 부재축에 직각으로 배치한 철근콘크리트 부재의 전단철근 간격은 **유효깊이의 절반 이하이면서 600 mm 이하**이어야 한다. 유효깊이는 압축연단에서 종방향 인장철근 중심까지의 거리이다. 따라서 600 mm를 초과할 수 없다는 설명은 맞지만, 실제 배근에서는 유효깊이에 따른 제한도 함께 만족해야 한다.

③ O: KDS 14 20 40:2016 부록 3.3.1(2)은 탄산화 침투깊이가 **철근 깊이에 도달한 상태**를 허용 성능저하 한계상태로 정한다. 탄산화는 이산화탄소의 작용으로 콘크리트의 알칼리성이 낮아지는 현상이며, 철근 위치까지 진행하면 철근을 부식으로부터 보호하는 성능이 저하될 수 있다. 따라서 철근이 이미 심하게 부식되거나 구조물이 파괴된 상태를 한계로 삼는다는 뜻은 아니다.

④ X: 초기접선탄성계수는 응력·변형률 곡선의 원점에서 접선의 기울기이고, 할선탄성계수는 원점과 곡선 위 기준점을 잇는 직선의 기울기이다. KDS 14 20 10:2016의 식 (4.3-4)에 따른 크리프 계산용 관계는 $E_{ci} = 1.18E_c$이다. 여기서 E_{ci}는 초기접선탄성계수, E_c는 할선탄성계수이다. 초기접선탄성계수는 할선탄성계수보다 **약 18% 크므로**, 0.9배로 낮추어 적용한다는 설명은 잘못이다.

NoteBase