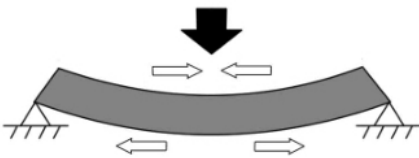


# 국어 영역

**기출 문제** 콘크리트 보강법: 철근 및 프리스트레스트 콘크리트

[10~13] 다음 글을 읽고 물음에 답하시오.

긴 다리 위에 자동차가 가득할 때, 다리는 어떻게 무게를 지탱할 수 있을까? 다리에 가로놓이는 부재인 보는 주로 콘크리트로 만드는데, 다양한 방법을 통해 콘크리트가 더 큰 하중을 버티도록 설계하여 무게를 지탱하게 할 수 있다. 하중 등의 외력이 부재에 작용할 때 그 반작용으로 부재 내부에는 저항하는 힘인 내력이 발생한다. 응력은 내력을 부재의 단면 면적으로 나눈 것으로, 단위면적당 내력의 크기이다. 응력에는 물체를 늘어나게 하는 힘인 인장력에 의해 발생하는 인장응력, 이와 반대로 물체를 압축하는 힘인 압축력에 의해 발생하는 압축응력 등이 있다. 외력이 증가하면 응력도 증가하지만, 부재가 견딜 수 있는 최대한의 응력인 강도보다 응력이 커지면 부재에 균열이 발생한다. 이후 응력이 더 증가하면 부재가 파괴되는 극한 상태에 도달한다.



큰 하중이 보에 작용하면 보가 아래로 휘어지면서 변형이 일어난다. 하중에는 부재 자체 무게 등의 고정된 값인 고정 하중과 구조물 위에서 이동하는 사람이나 자동차의 무게 등 변화하는 값인 활하중이 있으며, 이 둘을 더한 것을 사용하중이라고 한다. 하중에 의한 변형이 일어나면 보의 상단에는 압축력이 작용하여 길이가 짧아지고, 하단에는 인장력이 작용하여 길이가 길어진다. 보의 재료인 콘크리트는 압축에는 강하지만 인장에는 약한 재료로, 인장응력이 생기는 부분에 인장에 강한 철근이나 강연선 등의 강재를 배치하여 인장응력을 부담하게 하는 방법이 개발되어 왔다. 이러한 콘크리트 보강법에는 철근 콘크리트와 프리스트레스트 콘크리트가 있다.

철근 콘크리트는 콘크리트의 아래쪽에 강재인 철근을 배치한 것으로, 하중을 받으면 콘크리트는 압축력에, 철근은 인장력에 저항한다. 하중이 증가하여 인장응력이 인장강도보다 커지면 콘크리트에 회복할 수 없는 균열이 생겨 구조물의 내구성이 저하된다. 반면에 프리스트레스트 콘크리트는 하중에 의해 발생하게 될 인장응력이 정해진 한도까지 상쇄되도록 미리 압축응력을 가한 것이다. 압축력과 인장력은 작용 방향이 반대이므로 압축응력을 미리 준 만큼 하중에 의해 발생하는 인장응력은 상쇄된다. 이를 위해 인장응력이 생기는 부분에 고강도 강재를 배치하고 인장하여 그 반작용으로 콘크리트에 압축응력을 미리 가한다. 이때 가해

지는 압축응력을 인장력이라고 한다.

프리스트레스트 콘크리트는 완전 긴장 콘크리트와 부분 긴장 콘크리트로 나눌 수 있다. 완전 긴장 콘크리트는 사용하중이 작용할 때 발생하는 인장응력이 상쇄되도록 인장력을 강하게 준 것으로 부재에는 압축응력만 작용한다. 부재에 압축응력만 작용할 때 부재의 전 단면이 하중에 저항한다. 하지만 완전 긴장으로 설계된 구조물이더라도 사용하중이 계획한 무게보다 커지면 균열이 생길 수 있으며, 큰 인장력이 도입되기 때문에 고정하중만 작용할 때 중앙부에 솟음이 발생한다. 부분 긴장 콘크리트는 완전 긴장 콘크리트보다 작은 인장력을 준 것이다. 고정하중만 작용할 때 발생하는 인장응력이 상쇄되도록 인장력을 준 것으로 부재에는 압축응력만 작용한다. 이때 부재의 전 단면이 하중에 저항한다. 사용하중이 작용할 때 부재에 균열이 발생하지만, 철근 콘크리트에 비해 균열폭이 작고 활하중이 제거되면 인장력에 의해 균열이 폐합되는 회복 가능한 특성이 있어 내구성도 우수하다. 고정하중만 작용할 때 부재가 경미하게 솟거나 수평을 이루게 설계할 수 있다.

프리스트레스트 콘크리트에서 인장력을 도입하는 방식에는 ㉠프리텐션 방식과 ㉡포스트텐션 방식이 있다. 프리텐션 방식은 강재에 인장력을 가해 늘어난 상태에서 콘크리트를 타설\*하고, 콘크리트가 굳으면 강재의 인장력을 풀어 준다. 콘크리트에 부착된 강재가 수축하면서 원래의 모양으로 돌아가려는 힘이 콘크리트에 마찰력으로 전달되어 인장력을 주는 방식이다. 포스트텐션 방식은 콘크리트를 타설하고 난 후에 강재를 인장하는 방식이다. 콘크리트 내에 강재를 삽입할 관을 배치하고 콘크리트를 타설한다. 콘크리트가 굳으면 관에 강재를 삽입하고 인장한 후 양 끝을 정착장치로 고정한다. 콘크리트 양 끝의 정착장치가 서로 당기는 힘에 의해 콘크리트에 인장력이 도입된다. 이처럼 프리스트레스트 콘크리트는 콘크리트의 약점을 보완하기 위해 제작 과정에서 부재에 압축응력을 주는 방법인 것이다.

\* 타설: 건물을 지을 때 구조물의 거푸집과 같은 빈 공간에 콘크리트 따위를 부어 넣음.

10. 밑글을 통해 답을 찾을 수 없는 질문은?

- ① 강재의 인장력을 강하게 만드는 요인은 무엇인가?
- ② 부재의 아래쪽에 강재를 배치하는 이유는 무엇인가?
- ③ 압축응력으로 인장응력이 상쇄되는 이유는 무엇인가?
- ④ 부분 긴장 콘크리트의 내구성이 우수한 이유는 무엇인가?
- ⑤ 완전 긴장 콘크리트의 부재에 솟음이 발생하는 요인은 무엇인가?

전국연합학력평가  
국어 영역

기출 문제 콘크리트 보강법: 철근 및 프리스트레스트 콘크리트

11. ㉠과 ㉡의 공통점으로 가장 적절한 것은?

- ① 활하중이 작용하기 전에 부재에 긴장력을 가한다.
- ② 강재의 인장력을 풀어 부재에 긴장력을 발생시킨다.
- ③ 정착장치가 서로 당기는 힘으로 부재에 긴장력을 가한다.
- ④ 강재가 수축하면서 전달되는 마찰력으로 부재에 긴장력을 가한다.
- ⑤ 콘크리트가 굳은 후에 강재를 인장하여 부재에 긴장력을 발생시킨다.

12. 윗글을 바탕으로 <보기>를 이해한 내용으로 적절하지 않은 것은? [3점]

<보기>

교량 A에 설치된 보에 하중에 의한 균열이 심해져 기존 보를 철거하고 새로운 보를 제작하고자 한다. 설치될 보에 가해질 것으로 예상되는 하중은 고정하중 15kN, 활하중 15kN이며, 이를 바탕으로 설계된 콘크리트 보강법에 따른 균열하중\*은 다음과 같다.  
구분 ㉠철근 콘크리트 프리스트레스트 콘크리트  
㉠완전 긴장 ㉡부분 긴장  
균열하중 (kN) 25 35 30  
\* 균열하중: 콘크리트 부재에 균열이 발생하기 시작하는 하중.  
(단, 모든 상황은 극한 상태 이내의 상황이라고 가정하며 다른 요소는 고려하지 않음.)

- ① 교량 A에 설치된 보는 인장응력이 인장강도보다 커진 상황이었던것.
- ② ㉠방식으로 보를 제작했을 때 예상되는 사용하중이 작용한다면 보의 상단 길이가 짧아지겠군.
- ③ 활하중이 25kN으로 늘어난다면 ㉡방식으로 제작한 보에는 인장응력이 발생하겠군.
- ④ 활하중이 10kN으로 줄어든다면 ㉡방식으로 제작한 보의 부재의 전 단면이 하중에 저항하겠군.
- ⑤ ㉡방식으로 보를 제작했을 때 15kN의 활하중이 지속적으로 가해진다면 보에 발생한 균열은 폐합되지 않겠군.

13. ㉢와 문맥상 의미가 가장 가까운 것은?

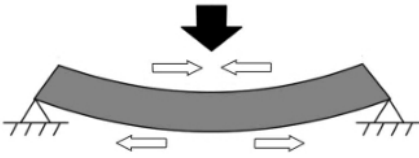
- ① 그림의 다양한 색깔이 조화를 이루었다.
- ② 성실했던 친구는 마침내 꿈을 이루었다.
- ③ 그는 마라톤 완주라는 목표를 이루었다.
- ④ 어머니는 평생 바라던 소원을 이루었다.
- ⑤ 물과 향료가 향수의 주성분을 이루었다.

1. 다리에 가로놓이는 부재인 보는 주로 콘크리트로 만든다.
2. 하중 등의 외력이 부재에 작용할 때 그 반작용으로 부재 내부에는 저항하는 힘인 내력이 발생한다.
3. 응력은 내력을 부재의 단면 면적으로 곱한 것이다.
4. 물체를 늘어나게 하는 힘인 인장력에 의해 인장응력이 발생한다.
5. 물체를 압축하는 힘인 압축력에 의해 인장응력이 발생한다.
6. 외력이 감소하면 응력은 증가한다.
7. 부재가 견딜 수 있는 최대한의 응력인 강도보다 응력이 커지면 부재에 균열이 발생한다.
8. 응력이 증가하여 부재가 파괴되는 상태를 극한 상태라고 한다.
9. 구조물 위에서 이동하는 사람이나 자동차의 무게 등 변화하는 값을 고정하중이라고 한다.
10. 고정하중과 활하중을 더한 것을 사용하중이라고 한다.
11. 하중에 의한 변형이 일어나면 보의 상단에는 인장력이 작용하여 길이가 길어진다.
12. 하중에 의한 변형이 일어나면 보의 상단에는 압축력이 작용하여 길이가 짧아진다.
13. 보의 재료인 콘크리트는 인장에는 강하지만 압축에는 약한 재료이다.
14. 철근 콘크리트는 하중을 받으면 콘크리트는 압축력에, 철근은 인장력에 저항한다.
15. 철근 콘크리트는 하중이 증가하여 인장응력이 인장강도보다 커져도 내구성이 저하되지 않는다.
16. 프리스트레스트 콘크리트는 하중에 의해 발생하게 될 인장응력이 정해진 한도까지 상쇄되도록 미리 압축응력을 가한 것이다.
17. 압축력과 인장력은 작용 방향이 같으므로 하중에 의해 발생하는 인장응력을 증가시킨다.
18. 프리스트레스트 콘크리트에서 콘크리트에 미리 가해지는 압축응력을 긴장력이라고 한다.
19. 완전 긴장 콘크리트는 사용하중이 작용할 때 발생하는 인장응력이 상쇄되도록 긴장력을 약하게 준 것이다.
20. 완전 긴장 콘크리트는 부재에 압축응력만 작용할 때 부재의 전 단면이 하중에 저항한다.
21. 완전 긴장으로 설계된 구조물은 사용하중이 계획한 무게보다 커져도 균열이 생기지 않는다.
22. 완전 긴장 콘크리트는 큰 긴장력이 도입되기 때문에 고정하중만 작용할 때 중앙부에 솟음이 발생한다.
23. 부분 긴장 콘크리트는 완전 긴장 콘크리트보다 큰 긴장력을 준 것이다.
24. 부분 긴장 콘크리트는 고정하중만 작용할 때 발생하는 압축응력이 상쇄되도록 긴장력을 준 것이다.
25. 부분 긴장 콘크리트는 사용하중이 작용할 때 부재에 균열이 발생하지 않는다.
26. 부분 긴장 콘크리트는 활하중이 제거되면 긴장력에 의해 균열이 폐합되는 회복 가능한 특성이 있다.
27. 프리텐션 방식은 콘크리트를 타설하고 난 후에 강재를 인장하는 방식이다.
28. 프리텐션 방식은 강재가 수축하면서 원래의 모양으로 돌아가려는 힘이 콘크리트에 마찰력으로 전달되어 긴장력을 준다.
29. 포스트텐션 방식은 콘크리트가 굳기 전에 관에 강재를 삽입하고 인장한다.
30. 프리스트레스트 콘크리트는 콘크리트의 약점을 보완하기 위해 제작 과정에서 부재에 압축응력을 주는 방법이다.

1. 다리에 가로놓이는 부재를 일컫는 지문 속 용어는 무엇인가?
2. 부재 내부에 발생하는 내력을 부재의 단면 면적으로 나눈 것으로, 단위면적당 내력의 크기를 의미하는 용어는 무엇인가?
3. 부재가 견딜 수 있는 최대한의 응력을 무엇이라고 하는가?
4. 부재 자체 무게 등의 고정된 값인 고정하중과 변화하는 값인 활하중을 더한 것을 무엇이라고 부르는가?
5. 인장에는 약한 콘크리트의 단점을 보완하기 위해 인장응력이 생기는 부분에 배치하는 철근이나 강연선 등을 통틀어 이르는 말은 무엇인가?
6. 프리스트레스트 콘크리트에서 하중에 의한 인장응력을 상쇄하기 위해 콘크리트에 미리 가하는 압축응력을 무엇이라고 하는가?
7. 완전 긴장 콘크리트에서 큰 긴장력이 도입되기 때문에, 고정하중만 작용할 때 중앙부에 발생하는 현상은 무엇인가?
8. 부분 긴장 콘크리트에서 활하중이 제거되었을 때 긴장력에 의해 균열이 닫히며 회복되는 현상을 지문에서 무엇이라고 표현했는가?
9. 강재에 인장력을 가해 늘어난 상태에서 콘크리트를 타설하고, 콘크리트가 굳으면 강재의 인장력을 풀어 주는 방식을 무엇이라고 하는가?
10. 콘크리트를 타설하고 굳은 후에 관에 강재를 삽입하여 인장하고 양 끝을 정착장치로 고정하는 방식을 무엇이라고 하는가?

[1~4] 다음 글을 읽고 물음에 답하십시오.

긴 다리 위에 자동차가 가득할 때, 다리는 어떻게 무게를 지탱할 수 있을까? 다리에 가로놓이는 부재인 보는 주로 콘크리트로 만드는데, 다양한 방법을 통해 콘크리트가 더 큰 하중을 버티도록 설계하여 무게를 지탱하게 할 수 있다. 하중 등의 외력이 부재에 작용할 때 그 반작용으로 부재 내부에는 저항하는 힘인 내력이 발생한다. 응력은 내력을 부재의 단면 면적으로 나눈 것으로, 단위면적당 내력의 크기이다. 응력에는 물체를 늘어나게 하는 힘인 인장력에 의해 발생하는 인장응력, 이와 반대로 물체를 압축하는 힘인 압축력에 의해 발생하는 압축응력 등이 있다. 외력이 증가하면 응력도 증가하지만, 부재가 견딜 수 있는 최대한의 응력인 강도보다 응력이 커지면 부재에 균열이 발생한다. 이후 응력이 더 증가하면 부재가 파괴되는 극한 상태에 도달한다.



큰 하중이 보에 작용하면 보가 아래로 휘어지면서 변형이 일어난다. 하중에는 부재 자체 무게 등의 고정된 값인 고정 하중과 구조물 위에서 이동하는 사람이나 자동차의 무게 등 변화하는 값인 활하중이 있으며, 이 둘을 더한 것을 사용하중이라고 한다. 하중에 의한 변형이 일어나면 보의 상단에는 압축력이 작용하여 길이가 짧아지고, 하단에는 인장력이 작용하여 길이가 길어진다. 보의 재료인 콘크리트는 압축에는 강하지만 인장에는 약한 재료로, 인장응력이 생기는 부분에 인장에 강한 철근이나 강연선 등의 강재를 배치하여 인장응력을 부담하게 하는 방법이 개발되어 왔다. 이러한 콘크리트 보강법에는 철근 콘크리트와 프리스트레스트 콘크리트가 있다.

철근 콘크리트는 콘크리트의 아래쪽에 강재인 철근을 배치한 것으로, 하중을 받으면 콘크리트는 압축력에, 철근은 인장력에 저항한다. 하중이 증가하여 인장응력이 인장강도보다 커지면 콘크리트에 회복할 수 없는 균열이 생겨 구조물의 내구성이 저하된다. 반면에 프리스트레스트 콘크리트는 하중에 의해 발생하게 될 인장응력이 정해진 한도까지 상쇄되도록 미리 압축응력을 가한 것이다. 압축력과 인장력은 작용 방향이 반대이므로 압축응력을 미리 준 만큼 하중에 의해 발생하는 인장응력은 상쇄된다. 이를 위해 인장응력이 생기는 부분에 고강도 강재를 배치하고 인장하여 그 반작용으로 콘크리트에 압축응력을 미리 가한다. 이때 가해지는 압축응력을 긴장력이라고 한다.

프리스트레스트 콘크리트는 완전 긴장 콘크리트와 부분 긴장 콘크리트로 나눌 수 있다. 완전 긴장 콘크리트는 사용하중이 작용할 때 발생하는 인장응력이 상쇄되도록 긴장력

을 강하게 준 것으로 부재에는 압축응력만 작용한다. 부재에 압축응력만 작용할 때 부재의 전 단면이 하중에 저항한다. 하지만 완전 긴장으로 설계된 구조물이더라도 사용하중이 계획한 무게보다 커지면 균열이 생길 수 있으며, 큰 긴장력이 도입되기 때문에 고정하중만 작용할 때 중앙부에 솟음이 발생한다. 부분 긴장 콘크리트는 완전 긴장 콘크리트보다 작은 긴장력을 준 것이다. 고정하중만 작용할 때 발생하는 인장응력이 상쇄되도록 긴장력을 준 것으로 부재에는 압축응력만 작용한다. 이때 부재의 전 단면이 하중에 저항한다. 사용하중이 작용할 때 부재에 균열이 발생하지만, 철근 콘크리트에 비해 균열폭이 작고 활하중이 제거되면 긴장력에 의해 균열이 폐합되는 회복 가능한 특성이 있어 내구성이 우수하다. 고정하중만 작용할 때 부재가 경미하게 솟거나 수평을 이루게 설계할 수 있다.

프리스트레스트 콘크리트에서 긴장력을 도입하는 방식에는 프리텐션 방식과 포스트텐션 방식이 있다. 프리텐션 방식은 강재에 인장력을 가해 늘어난 상태에서 콘크리트를 타설하고, 콘크리트가 굳으면 강재의 인장력을 풀어 준다. 콘크리트에 부착된 강재가 수축하면서 원래의 모양으로 돌아가려는 힘이 콘크리트에 마찰력으로 전달되어 긴장력을 주는 방식이다. 포스트텐션 방식은 콘크리트를 타설하고 난 후에 강재를 인장하는 방식이다. 콘크리트 내에 강재를 삽입할 관을 배치하고 콘크리트를 타설한다. 콘크리트가 굳으면 관에 강재를 삽입하고 인장한 후 양 끝을 정착장치로 고정한다. 콘크리트 양 끝의 정착장치가 서로 당기는 힘에 의해 콘크리트에 긴장력이 도입된다. 이처럼 프리스트레스트 콘크리트는 콘크리트의 약점을 보완하기 위해 제작 과정에서 부재에 압축응력을 주는 방법인 것이다.

\* 타설: 건물을 지을 때 구조물의 거푸집과 같은 빈 공간에 콘크리트 따위를 부어 넣음.

1. 밑글의 내용 전개 방식에 대한 설명으로 가장 적절한 것은?

- ① 콘크리트 부재에서 발생하는 문제의 원인을 시대적 흐름에 따라 분석하며 근본적인 해결책을 제시하고 있다.
- ② 콘크리트 부재의 구조적 장단점을 다양한 관점에서 평가하고, 상반된 이론을 절충하여 새로운 공법을 제안하고 있다.
- ③ 하중의 종류에 따른 부재의 변형 과정을 실험적 데이터를 바탕으로 입증하고, 보강법의 경제적 효용성을 강조하고 있다.
- ④ 특정 건축물에 적용된 기술적 한계를 구체적 사례를 통해 지적하고, 이를 극복하기 위한 여러 학자들의 주장을 대조하고 있다.
- ⑤ 특정 부재에 작용하는 힘의 원리를 설명한 후, 재료의 단점을 보완하기 위한 방식을 기준에 따라 분류하여 특징을 비교하고 있다.

2. 잇글을 이해한 내용으로 가장 적절한 것은?

- ① 보에 작용하는 자체 무게와 자동차의 무게는 모두 구조물에 고정된 값으로서 부재의 사용하중을 구성한다.
- ② 프리텐션 방식은 콘크리트에 부착된 강재가 원래 모양으로 수축하려는 힘을 이용하여 부재에 압축응력을 가한다.
- ③ 철근 콘크리트에서 외력의 증가로 인장강도가 인장응력보다 커지게 되면 부재에 회복할 수 없는 균열이 발생한다.
- ④ 부분 긴장 콘크리트는 완전 긴장 콘크리트와 달리 고정하중만 작용하는 상태에서도 부재 전체에 균열이 발생한다.
- ⑤ 포스트텐션 방식은 콘크리트가 단단하게 굳은 후 그 전에 가했던 강재의 인장력을 해제하여 콘크리트에 긴장력을 도입한다.

3. 잇글을 참고할 때, ㉔의 이유로 가장 적절한 것은?

- ① 활하중이 제거되는 순간 부재의 자체 무게인 고정하중도 함께 사라져 인장응력이 발생하지 않게 되기 때문이다.
- ② 활하중으로 인해 발생했던 보 하단의 극한 상태 변형이 강재의 인장강도를 일시적으로 높여 원래 상태로 복원하기 때문이다.
- ③ 인장응력을 유발하던 외부의 힘이 완전히 소멸하여 콘크리트 부재 내부에 어떠한 응력도 작용하지 않는 상태가 되기 때문이다.
- ④ 활하중이 제거되어 고정하중만 작용하게 되면, 미리 가해진 긴장력이 인장응력을 완전히 상쇄하여 압축응력만 작용하기 때문이다.
- ⑤ 활하중에 의해 길어졌던 콘크리트의 인장응력이 압축응력으로 변환되면서 보 내부에 배치된 강재의 단면적을 팽창시키기 때문이다.

4. 잇글을 바탕으로 <보기>를 이해한 내용으로 적절하지 않은 것은?

<보기>

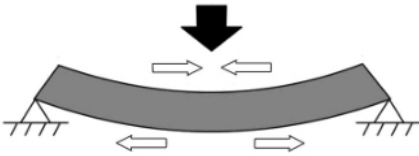
연구소에서 콘크리트 부재의 단면 면적과 파괴 임계점의 관계를 파악하기 위한 실험을 설계하였다. 재질과 길이가 완벽히 동일한 두 개의 콘크리트 부재 A와 B를 준비하였다. 동일한 재질로 만들어졌으므로 두 부재가 견딜 수 있는 최대한의 응력인 강도의 크기는 동일하다. 단, 부재 A의 단면 면적은 100 단위이고, 부재 B의 단면 면적은 200 단위로 설계되었다.

실험은 부재 A와 B에 각각 가해지는 외력을 0에서부터 서서히 증가시키며 부재 내부의 상태를 관찰하는 방식으로 진행되었다. 부재에 외력이 작용하면 부재 내부에는 외력과 동일한 크기의 내력이 발생한다고 가정한다. 연구진은 외력이 증가함에 따라 각 부재에서 발생하는 단위 면적당 내력의 크기를 측정하여 부재가 파괴되는 극한 상태에 도달하는 시점을 비교 분석하였다.

- ① 외력이 서서히 증가함에 따라 A와 B 모두 내부에서 발생하는 단위면적당 내력의 크기가 점차 커지겠군.
- ② 부재 A와 B가 완전히 파괴되기 직전의 극한 상태에서 각각 견디고 있는 최대한의 응력 크기는 서로 동일하겠군.
- ③ A에 균열이 발생하기 시작하는 시점의 외력을 B에 가한다면, B의 응력은 B의 강도에 도달하지 않은 상태이겠군.
- ④ A와 B에 동일한 크기의 외력이 작용하고 있다면, 두 부재 내부에서 발생하는 저항하는 힘인 내력의 크기는 서로 동일하겠군.
- ⑤ A와 B에 동일한 외력을 가해 내력을 증가시킨다면, 단면 면적이 더 큰 B가 A보다 응력이 더 빠르게 증가하여 먼저 파괴되는 극한 상태에 도달하겠군.

[5~8] 다음 글을 읽고 물음에 답하십시오.

긴 다리 위에 자동차가 가득할 때, 다리는 어떻게 무게를 지탱할 수 있을까? 다리에 가로놓이는 부재인 보는 주로 콘크리트로 만드는데, 다양한 방법을 통해 콘크리트가 더 큰 하중을 버티도록 설계하여 무게를 지탱하게 할 수 있다. 하중 등의 외력이 부재에 작용할 때 그 반작용으로 부재 내부에는 저항하는 힘인 내력이 발생한다. 응력은 내력을 부재의 단면 면적으로 나눈 것으로, 단위면적당 내력의 크기이다. 응력에는 물체를 늘어나게 하는 힘인 인장력에 의해 발생하는 인장응력, 이와 반대로 물체를 압축하는 힘인 압축력에 의해 발생하는 압축응력 등이 있다. 외력이 증가하면 응력도 증가하지만, 부재가 견딜 수 있는 최대한의 응력인 강도보다 응력이 커지면 부재에 균열이 발생한다. 이후 응력이 더 증가하면 부재가 파괴되는 극한 상태에 도달한다.



큰 하중이 보에 작용하면 보가 아래로 휘어지면서 변형이 일어난다. 하중에는 부재 자체 무게 등의 고정된 값인 고정 하중과 구조물 위에서 이동하는 사람이나 자동차의 무게 등 변화하는 값인 활하중이 있으며, 이 둘을 더한 것을 사용하중이라고 한다. 하중에 의한 변형이 일어나면 보의 상단에는 압축력이 작용하여 길이가 짧아지고, 하단에는 인장력이 작용하여 길이가 길어진다. 보의 재료인 콘크리트는 압축에는 강하지만 인장에는 약한 재료로, 인장응력이 생기는 부분에 인장에 강한 철근이나 강연선 등의 강재를 배치하여 인장응력을 부담하게 하는 방법이 개발되어 왔다. 이러한 콘크리트 보강법에는 철근 콘크리트와 프리스트레스트 콘크리트가 있다.

철근 콘크리트는 콘크리트의 아래쪽에 강재인 철근을 배치한 것으로, 하중을 받으면 콘크리트는 압축력에, 철근은 인장력에 저항한다. 하중이 증가하여 인장응력이 인장강도보다 커지면 콘크리트에 회복할 수 없는 균열이 생겨 구조물의 내구성이 저하된다. 반면에 프리스트레스트 콘크리트는 하중에 의해 발생하게 될 인장응력이 정해진 한도까지 상쇄되도록 미리 압축응력을 가한 것이다. 압축력과 인장력은 작용 방향이 반대이므로 압축응력을 미리 준 만큼 하중에 의해 발생하는 인장응력은 상쇄된다. 이를 위해 인장응력이 생기는 부분에 고강도 강재를 배치하고 인장하여 그 반작용으로 콘크리트에 압축응력을 미리 가한다. 이때 가해지는 압축응력을 긴장력이라고 한다.

프리스트레스트 콘크리트는 완전 긴장 콘크리트와 부분 긴장 콘크리트로 나눌 수 있다. 완전 긴장 콘크리트는 사용하중이 작용할 때 발생하는 인장응력이 상쇄되도록 긴장력

을 강하게 준 것으로 부재에는 압축응력만 작용한다. 부재에 압축응력만 작용할 때 부재의 전 단면이 하중에 저항한다. 하지만 완전 긴장으로 설계된 구조물이더라도 사용하중이 계획한 무게보다 커지면 균열이 생길 수 있으며, 큰 긴장력이 도입되기 때문에 고정하중만 작용할 때 중앙부에 솟음이 발생한다. 부분 긴장 콘크리트는 완전 긴장 콘크리트보다 작은 긴장력을 준 것이다. 고정하중만 작용할 때 발생하는 인장응력이 상쇄되도록 긴장력을 준 것으로 부재에는 압축응력만 작용한다. 이때 부재의 전 단면이 하중에 저항한다. 사용하중이 작용할 때 부재에 균열이 발생하지만, 철근 콘크리트에 비해 균열폭이 작고 활하중이 제거되면 긴장력에 의해 균열이 폐합되는 회복 가능한 특성이 있어 내구성이 우수하다. 고정하중만 작용할 때 부재가 경미하게 솟거나 수평을 이루게 설계할 수 있다.

프리스트레스트 콘크리트에서 긴장력을 도입하는 방식에는 ㉠프리텐션 방식과 ㉡포스트텐션 방식이 있다. 프리텐션 방식은 강재에 인장력을 가해 늘어난 상태에서 콘크리트를 타설\*하고, 콘크리트가 굳으면 강재의 인장력을 풀어 준다. 콘크리트에 부착된 강재가 수축하면서 원래의 모양으로 돌아가려는 힘이 콘크리트에 마찰력으로 전달되어 긴장력을 주는 방식이다. 포스트텐션 방식은 콘크리트를 타설하고 난 후에 강재를 인장하는 방식이다. 콘크리트 내에 강재를 삽입할 관을 배치하고 콘크리트를 타설한다. 콘크리트가 굳으면 관에 강재를 삽입하고 인장한 후 양 끝을 정착장치로 고정한다. 콘크리트 양 끝의 정착장치가 서로 당기는 힘에 의해 콘크리트에 긴장력이 도입된다. 이처럼 프리스트레스트 콘크리트는 콘크리트의 약점을 보완하기 위해 제작 과정에서 부재에 압축응력을 주는 방법인 것이다.

\* 타설: 건물을 지을 때 구조물의 거푸집과 같은 빈 공간에 콘크리트 따위를 부어 넣음.

5. 윗글을 읽은 학생의 반응으로 적절하지 않은 것은?

- ① 보 상단은 하중에 의해 길이가 짧아지며 물체를 압축하는 힘인 압축력이 작용하므로, 콘크리트 자체의 재료적 특성상 이 부분은 강재의 보강 없이도 저항할 수 있겠군.
- ② 콘크리트는 인장에는 약하고 압축에는 강하므로, 보가 하중에 의해 아래로 휘어질 때 길이가 늘어나는 아랫부분에 철근과 같이 인장에 강한 강재를 집중적으로 배치해야 하겠군.
- ③ 보에 작용하는 하중이 커지면 보 내부에 발생하는 응력도 커지므로, 부재의 단면 면적을 넓게 설계하면 부재에 균열이 발생하거나 극한 상태에 도달하는 시점을 늦출 수 있겠군.
- ④ 부재에 작용하는 외부의 힘이 지속적으로 증가하여 부재 하단에 발생하는 응력이 부재가 견딜 수 있는 강도를 초과하게 되면 부재가 완전히 파괴되는 극한 상태에 이를 수 있겠군.
- ⑤ 큰 하중이 작용할 때 보 하단에 발생하는 내력을 부재의 단면 면적으로 나누면, 보 하단을 압축하는 힘에 의해 발생하여 콘크리트를 파괴로 이끄는 압축응력의 크기를 알 수 있겠군.

6. 윗글을 바탕으로 추론한 내용으로 가장 적절한 것은?

- ① 보의 상단에 작용하는 압축력은 하중에 의해 길이가 짧아지는 변형을 일으키므로, 부재 하단에만 강재를 배치하는 구조로는 보 상단의 압축력을 견딜 수 없겠군.
- ② 완전 긴장 콘크리트로 설계된 구조물은 고정하중만 작용할 때 중앙부에 솟음이 발생하는 것으로 보아, 사용하중이 고정하중보다 더 적은 인장응력을 발생시키겠군.
- ③ 철근 콘크리트에서 하중이 증가하여 콘크리트에 균열이 발생하더라도 철근이 지속적으로 인장력에 저항하고 있으므로 구조물 전체의 내구성은 전혀 저하되지 않겠군.
- ④ 외력이 증가하여 응력이 부재의 강도보다 커지기 전이라도, 보 위를 지나는 자동차의 무게가 변하면 보 하단에서 발생하는 인장응력의 크기도 실시간으로 변화하겠군.
- ⑤ 부분 긴장 콘크리트에서 고정하중만 작용할 때 부재가 수평을 이루게 설계하려면, 고정하중에 의해 발생하는 인장응력보다 미리 가한 긴장력이 훨씬 작게 작용해야 하겠군.

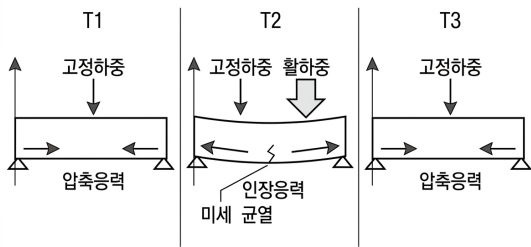
7. ㉠과 ㉡에 대한 이해로 가장 적절한 것은?

- ① 프리텐션 방식은 콘크리트가 단단하게 굳기 전에 강재의 인장력을 풀어 부재에 긴장력을 전달하겠군.
- ② 포스트텐션 방식은 강재를 강하게 인장한 상태에서 콘크리트를 타설하여 구조물에 긴장력을 도입하겠군.
- ③ 프리텐션 방식은 콘크리트에 부착된 강재가 수축하려는 힘을 통해 부재에 마찰력을 발생시켜 긴장력을 주겠군.
- ④ 포스트텐션 방식은 콘크리트에 삽입된 강재가 팽창하면서 정착장치를 밀어내는 힘으로 긴장력을 도입하겠군.
- ⑤ 프리텐션 방식과 포스트텐션 방식은 모두 콘크리트가 굳기 전에 부재에 압축응력을 가하여 내구성을 높이겠군.

8. 앞글을 바탕으로 <보기>를 이해한 내용으로 적절하지 않은 것은?

<보기>

어느 연구소에서 부분 긴장 콘크리트 공법으로 설계된 교량 A를 대상으로, 하중 변화에 따른 교량 보 하단부의 미시적 응력 변화를 관찰하는 실험을 진행하였다. 교량 A의 보 하단에는 고강도 강재가 배치되어 있으며, 제작 과정에서 정해진 크기의 긴장력이 도입되어 있다. 연구진은 무거운 화물차가 교량 A를 통과하는 상황을 다음 세 가지 시점으로 나누어 관찰하였다.



'T1 (화물차 진입 전):' 교량 A 자체의 무게에 의한 고정하중만 작용하는 상태이다. 이 시점에서는 보 하단에 작용하는 압축응력이 하중에 의한 인장응력을 완전히 덮어버리며 압축응력 우세 상태가 유지된다.

'T2 (화물차 통과 중):' 화물차가 교량 위를 이동하며 고정하중과 활하중이 더해진 사용하중이 작용하는 상태이다. 하중 증가로 인해 하단에 발생하는 인장응력이 급격히 커지며, 제작 시 도입된 압축응력의 크기를 초과하여 미세 균열이 발생한다.

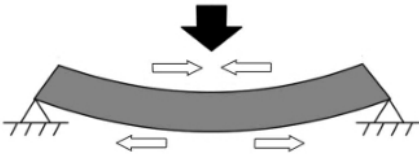
'T3 (화물차 통과 후):' 화물차가 완전히 빠져나가고 다시 고정하중만 작용하는 상태이다. 발생했던 미세 균열이 완전히 닫히는 현상이 관찰된다.

(단, 모든 상황은 부재가 파괴되는 극한 상태 이내라고 가정한다.)

- ① T2일 때, 보 하단에서 인장응력이 콘크리트가 견딜 수 있는 인장강도를 초과했기 때문에 부재에 균열이 발생했겠군.
- ② T1일 때, 부재 하단에 작용하는 압축응력이 하중에 의한 인장응력을 완전히 상쇄하여 부재의 전 단면이 하중에 저항하고 있겠군.
- ③ T3일 때, 활하중이 제거됨에 따라 보 하단에 작용하는 인장응력이 줄어들어 미리 가해둔 압축응력이 다시 우세해지면서 균열이 닫히겠군.
- ④ T2에서 보 하단에 발생한 균열이 T3에서 폐합되는 것은, 부분 긴장 콘크리트에 도입된 긴장력이 활하중에 의한 인장응력보다 우세하기 때문이겠군.
- ⑤ T1과 T3 모두 교량 A에는 고정하중만 작용하므로, 보 하단에 가해진 긴장력이 하중에 의해 발생하는 인장응력을 상쇄하여 압축응력만 작용하겠군.

[9~12] 다음 글을 읽고 물음에 답하시오.

긴 다리 위에 자동차가 가득할 때, 다리는 어떻게 무게를 지탱할 수 있을까? 다리에 가로놓이는 부재인 보는 주로 콘크리트로 만드는데, 다양한 방법을 통해 콘크리트가 더 큰 하중을 버티도록 설계하여 무게를 지탱하게 할 수 있다. 하중 등의 외력이 부재에 작용할 때 그 반작용으로 부재 내부에는 저항하는 힘인 내력이 발생한다. 응력은 내력을 부재의 단면 면적으로 나눈 것으로, 단위면적당 내력의 크기이다. 응력에는 물체를 늘어나게 하는 힘인 인장력에 의해 발생하는 인장응력, 이와 반대로 물체를 압축하는 힘인 압축력에 의해 발생하는 압축응력 등이 있다. 외력이 증가하면 응력도 증가하지만, 부재가 견딜 수 있는 최대한의 응력인 강도보다 응력이 커지면 부재에 균열이 발생한다. 이후 응력이 더 증가하면 부재가 파괴되는 극한 상태에 도달한다.



큰 하중이 보에 작용하면 보가 아래로 휘어지면서 변형이 일어난다. 하중에는 부재 자체 무게 등의 고정된 값인 고정 하중과 구조물 위에서 이동하는 사람이나 자동차의 무게 등 변화하는 값인 활하중이 있으며, 이 둘을 더한 것을 사용하중이라고 한다. 하중에 의한 변형이 일어나면 보의 상단에는 압축력이 작용하여 길이가 짧아지고, 하단에는 인장력이 작용하여 길이가 길어진다. 보의 재료인 콘크리트는 압축에는 강하지만 인장에는 약한 재료로, 인장응력이 생기는 부분에 인장에 강한 철근이나 강연선 등의 강재를 배치하여 인장응력을 부담하게 하는 방법이 개발되어 왔다. 이러한 콘크리트 보강법에는 철근 콘크리트와 프리스트레스트 콘크리트가 있다.

철근 콘크리트는 콘크리트의 아래쪽에 강재인 철근을 배치한 것으로, 하중을 받으면 콘크리트는 압축력에, 철근은 인장력에 저항한다. 하중이 증가하여 인장응력이 인장강도보다 커지면 콘크리트에 회복할 수 없는 균열이 생겨 구조물의 내구성이 저하된다. 반면에 프리스트레스트 콘크리트는 하중에 의해 발생하게 될 ①인장응력이 정해진 한도까지 상쇄되도록 미리 압축응력을 가한 것이다. 압축력과 인장력은 작용 방향이 반대이므로 압축응력을 미리 준 만큼 하중에 의해 발생하는 인장응력은 상쇄된다. 이를 위해 인장응력이 생기는 부분에 고강도 강재를 배치하고 인장하여 그 반작용으로 콘크리트에 압축응력을 미리 가한다. 이때 가해지는 압축응력을 긴장력이라고 한다.

프리스트레스트 콘크리트는 ②완전 긴장 콘크리트와 부분 긴장 콘크리트로 나눌 수 있다. 완전 긴장 콘크리트는 사용하중이 작용할 때 발생하는 인장응력이 상쇄되도록 긴장력

을 강하게 준 것으로 부재에는 압축응력만 작용한다. 부재에 압축응력만 작용할 때 부재의 전 단면이 하중에 저항한다. 하지만 완전 긴장으로 설계된 구조물이더라도 사용하중이 계획한 무게보다 커지면 균열이 생길 수 있으며, 큰 긴장력이 도입되기 때문에 고정하중만 작용할 때 중앙부에 솟음이 발생한다. 부분 긴장 콘크리트는 완전 긴장 콘크리트보다 작은 긴장력을 준 것이다. 고정하중만 작용할 때 발생하는 인장응력이 상쇄되도록 긴장력을 준 것으로 부재에는 압축응력만 작용한다. 이때 부재의 전 단면이 하중에 저항한다. 사용하중이 작용할 때 부재에 균열이 발생하지만, 철근 콘크리트에 비해 균열폭이 작고 활하중이 제거되면 긴장력에 의해 균열이 폐합되는 회복 가능한 특성이 있어 내구성이 우수하다. 고정하중만 작용할 때 부재가 경미하게 솟거나 수평을 이루게 설계할 수 있다.

프리스트레스트 콘크리트에서 긴장력을 도입하는 방식에는 프리텐션 방식과 포스트텐션 방식이 있다. 프리텐션 방식은 강재에 인장력을 가해 늘어난 상태에서 콘크리트를 타설\*하고, 콘크리트가 굳으면 강재의 인장력을 풀어 준다. 콘크리트에 부착된 강재가 수축하면서 원래의 모양으로 돌아가려는 힘이 콘크리트에 마찰력으로 전달되어 긴장력을 주는 방식이다. 포스트텐션 방식은 콘크리트를 타설하고 난 후에 강재를 인장하는 방식이다. 콘크리트 내에 강재를 삽입할 관을 배치하고 콘크리트를 타설한다. 콘크리트가 굳으면 관에 강재를 삽입하고 인장한 후 양 끝을 정착장치로 고정한다. 콘크리트 양 끝의 정착장치가 서로 당기는 힘에 의해 콘크리트에 긴장력이 도입된다. 이처럼 프리스트레스트 콘크리트는 콘크리트의 약점을 보완하기 위해 제작 과정에서 부재에 압축응력을 주는 방법인 것이다.

\* 타설: 건물을 지을 때 구조물의 거푸집과 같은 빈 공간에 콘크리트 따위를 부어 넣음.

9. 윗글을 바탕으로 추론한 내용으로 적절하지 않은 것은?

- ① 부재의 단면 면적이 일정하게 유지될 때 외력인 활하중의 크기가 증가한다면, 그에 비례하여 부재 내부에서 발생하는 응력의 크기도 증가하겠군.
- ② 큰 하중으로 인해 보가 아래로 휘어지는 변형이 일어날 때 보 상단의 콘크리트는 압축력을 받지만, 자체의 재료적 특성상 이에 강하게 저항하겠군.
- ③ 철근 콘크리트는 인장에 약한 성질을 보완하기 위해 강재를 배치하므로, 부재가 파괴되는 극한 상태 이전에는 회복할 수 없는 균열이 생기지 않겠군.
- ④ 부분 긴장 콘크리트에서 고정하중만 작용하여 전 단면이 하중에 저항하는 상태일 때는, 보의 상단과 하단 모두에 인장응력 대신 압축응력이 우세하겠군.
- ⑤ 다리 위를 통과하는 이동 수단이 전혀 없는 상황이라면, 다리의 보를 이루는 부재에는 사용하중이 아닌 고정하중만이 외력으로 작용하여 내력을 만들겠군.

10. 윗글을 바탕으로 ㉔의 효과를 높이는 방법으로 가장 적절한 것은?

- ① 부재에 작용하는 하중의 종류를 형태가 변하는 활하중으로만 구성하여 고정된 고정하중에 의한 영향을 배제한다.
- ② 큰 하중이 작용할 때 길이가 짧아지는 보의 상단에 강재를 집중적으로 배치하여 외부의 압축력을 인장력으로 바꾼다.
- ③ 콘크리트 부재의 단면 면적을 최소 크기로 줄여 외부로 분산되는 내력을 억제하고 단위면적당 발생 응력을 감소시킨다.
- ④ 하중이 작용할 때 부재 내부에 발생하는 압축응력이 무효화되도록 강재를 콘크리트에서 분리하여 마찰력을 완전히 없앤다.
- ⑤ 하중에 의해 길이가 길어져 인장응력이 생기는 부위에 고강도 강재를 배치한 후 이를 더욱 강하게 인장하여 반작용을 키운다.

11. ㉔에 대한 이해로 가장 적절한 것은?

- ① 부재 자체의 무게로 인한 고정하중만 작용할 때는 부재 내부의 인장응력이 압축응력을 초과하여 보 중앙부에 솟음 현상이 발생한다.
- ② 계획한 사용하중 이하의 외력이 작용하는 상황에서는 부재 내부에 압축응력만 작용하여 부재의 전 단면이 하중에 저항하는 상태가 된다.
- ③ 고정하중만 작용할 때 발생하는 인장응력을 정확히 상쇄할 정도의 작은 긴장력만을 부재에 부여하여 균열 발생의 가능성을 최소화한다.
- ④ 이동하는 자동차의 무게인 활하중이 제거되면 내부 긴장력에 의해 균열이 폐합되는 특성을 지녀 부분 긴장 콘크리트보다 내구성이 우수하다.
- ⑤ 하중에 의해 길이가 길어지는 인장력에 대비하여 강재를 콘크리트의 상단에 집중적으로 배치함으로써 압축응력을 강하게 견디도록 설계된다.

12. 윗글을 바탕으로 <보기>를 이해한 내용으로 적절하지 않은 것은?

<보기>

A사의 콘크리트 제조 공장에서 프리스트레스트 콘크리트 보를 제작하던 중, 기계 결함으로 인해 다음 두 가지 시공 실패 사례가 발생하였다.

사례 X: 인장력이 가해진 강재가 배치된 공간에 콘크리트를 붓고 양생하는 과정이었다. 콘크리트가 완전히 단단해지기 전에 강재를 당기고 있던 기계의 잠금이 풀려버렸다. 강재는 수축하여 원래 모양으로 돌아갔으나, 콘크리트에는 어떠한 압축응력도 전달되지 않은 채 굳어버렸다.

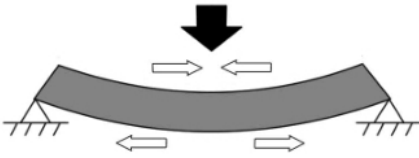
사례 Y: 콘크리트 내부에 배치된 관에 강재를 삽입한 뒤, 강재를 강하게 인장하고 양 끝을 정착장치로 고정하는 과정이었다. 작업 직후 양 끝의 정착장치 중 한쪽이 파손되어 튕겨 나갔고, 부재에 걸려있던 압축응력이 그 즉시 모두 사라져버렸다.

단, 모든 사례에서 강재 자체의 파손이나 다른 외부적 요인은 없었다고 가정한다.

- ① 사례 X에서 콘크리트에 압축응력이 전달되지 않은 이유는, 콘크리트가 완전히 굳지 않아 강재와의 표면에서 마찰력이 발생하지 못했기 때문이겠군.
- ② 사례 Y는 관 내부에 강재를 배치하고 콘크리트를 타설하여 굳힌 후에 강재를 인장하여 긴장력을 도입하는 프리텐션 방식이 적용된 현상이었겠군.
- ③ 사례 X는 콘크리트를 타설하여 완전히 굳힌 이후에 강재를 인장해야 한다는 프리텐션 방식의 필수적인 제작 원리를 지키지 않아 발생한 문제이겠군.
- ④ 사례 Y에서 압축응력이 즉시 사라진 것은, 정착장치가 파손되어 양 끝에서 서로 당기는 힘이 소멸함으로써 긴장력이 유지될 수 없었기 때문이겠군.
- ⑤ 사례 X와 Y는 모두 사용중이 작용할 때 발생하는 인장응력을 견딜 수 있도록, 제작 과정에서 콘크리트 부재에 압축응력을 주려다 실패한 사례이겠군.

[13~16] 다음 글을 읽고 물음에 답하십시오.

긴 다리 위에 자동차가 가득할 때, 다리는 어떻게 무게를 지탱할 수 있을까? 다리에 가로놓이는 부재인 보는 주로 콘크리트로 만드는데, 다양한 방법을 통해 콘크리트가 더 큰 하중을 버티도록 설계하여 무게를 지탱하게 할 수 있다. 하중 등의 외력이 부재에 작용할 때 그 반작용으로 부재 내부에는 저항하는 힘인 내력이 발생한다. 응력은 내력을 부재의 단면 면적으로 나눈 것으로, 단위면적당 내력의 크기이다. 응력에는 물체를 늘어나게 하는 힘인 인장력에 의해 발생하는 인장응력, 이와 반대로 물체를 압축하는 힘인 압축력에 의해 발생하는 압축응력 등이 있다. 외력이 증가하면 응력도 증가하지만, 부재가 견딜 수 있는 최대한의 응력인 강도보다 응력이 커지면 부재에 균열이 발생한다. 이후 응력이 더 증가하면 부재가 파괴되는 극한 상태에 도달한다.



큰 하중이 보에 작용하면 보가 아래로 휘어지면서 변형이 일어난다. 하중에는 부재 자체 무게 등의 고정된 값인 고정 하중과 구조물 위에서 이동하는 사람이나 자동차의 무게 등 변화하는 값인 활하중이 있으며, 이 둘을 더한 것을 사용하중이라고 한다. 하중에 의한 변형이 일어나면 보의 상단에는 압축력이 작용하여 길이가 짧아지고, 하단에는 인장력이 작용하여 길이가 길어진다. 보의 재료인 콘크리트는 압축에는 강하지만 인장에는 약한 재료로, 인장응력이 생기는 부분에 인장에 강한 철근이나 강연선 등의 강재를 배치하여 인장응력을 부담하게 하는 방법이 개발되어 왔다. 이러한 콘크리트 보강법에는 철근 콘크리트와 프리스트레스트 콘크리트가 있다.

철근 콘크리트는 콘크리트의 아래쪽에 강재인 철근을 배치한 것으로, 하중을 받으면 콘크리트는 압축력에, 철근은 인장력에 저항한다. 하중이 증가하여 인장응력이 인장강도보다 커지면 콘크리트에 회복할 수 없는 균열이 생겨 구조물의 내구성이 저하된다. 반면에 프리스트레스트 콘크리트는 하중에 의해 발생하게 될 인장응력이 정해진 한도까지 상쇄되도록 미리 압축응력을 가한 것이다. 압축력과 인장력은 작용 방향이 반대이므로 압축응력을 미리 준 만큼 하중에 의해 발생하는 인장응력은 상쇄된다. 이를 위해 인장응력이 생기는 부분에 고강도 강재를 배치하고 인장하여 그 반작용으로 콘크리트에 압축응력을 미리 가한다. 이때 가해지는 압축응력을 긴장력이라고 한다.

프리스트레스트 콘크리트는 완전 긴장 콘크리트와 부분 긴장 콘크리트로 나눌 수 있다. 완전 긴장 콘크리트는 사용 하중이 작용할 때 발생하는 인장응력이 상쇄되도록 긴장력

을 강하게 준 것으로 부재에는 압축응력만 작용한다. 부재에 압축응력만 작용할 때 부재의 전 단면이 하중에 저항한다. 하지만 완전 긴장으로 설계된 구조물이라도 ㉠사용하중이 계획한 무게보다 커지면 균열이 생길 수 있으며, 큰 긴장력이 도입되기 때문에 고정하중만 작용할 때 중앙부에 솟음이 발생한다. 부분 긴장 콘크리트는 완전 긴장 콘크리트보다 작은 긴장력을 준 것이다. 고정하중만 작용할 때 발생하는 인장응력이 상쇄되도록 긴장력을 준 것으로 부재에는 압축응력만 작용한다. 이때 부재의 전 단면이 하중에 저항한다. 사용하중이 작용할 때 부재에 균열이 발생하지만, 철근 콘크리트에 비해 균열폭이 작고 활하중이 제거되면 긴장력에 의해 균열이 폐합되는 회복 가능한 특성이 있어 내구성이 우수하다. 고정하중만 작용할 때 부재가 경미하게 솟거나 수평을 이루게 설계할 수 있다.

프리스트레스트 콘크리트에서 긴장력을 도입하는 방식에는 프리텐션 방식과 포스트텐션 방식이 있다. 프리텐션 방식은 강재에 인장력을 가해 늘어난 상태에서 콘크리트를 타설\*하고, 콘크리트가 굳으면 강재의 인장력을 풀어 준다. 콘크리트에 부착된 강재가 수축하면서 원래의 모양으로 돌아가려는 힘이 콘크리트에 마찰력으로 전달되어 긴장력을 주는 방식이다. 포스트텐션 방식은 콘크리트를 타설하고 난 후에 강재를 인장하는 방식이다. 콘크리트 내에 강재를 삽입할 관을 배치하고 콘크리트를 타설한다. 콘크리트가 굳으면 관에 강재를 삽입하고 인장한 후 양 끝을 정착장치로 고정한다. 콘크리트 양 끝의 정착장치가 서로 당기는 힘에 의해 콘크리트에 긴장력이 도입된다. 이처럼 프리스트레스트 콘크리트는 콘크리트의 약점을 보완하기 위해 제작 과정에서 부재에 압축응력을 주는 방법인 것이다.

\* 타설: 건물을 지을 때 구조물의 거푸집과 같은 빈 공간에 콘크리트 따위를 부어 넣음.

13. 윗글을 이해한 내용으로 가장 적절하지 않은 것은?

- ① 프리스트레스트 콘크리트는 인장에 약한 콘크리트의 성질을 보완하기 위해 내부에 배치된 고강도 강재를 압축하여 부재에 긴장력을 도입하는 공법이다.
- ② 프리스트레스트 콘크리트는 구조물에 하중이 작용할 때 발생하게 될 인장응력을 정해진 한도까지 효과적으로 상쇄시키기 위해 미리 압축응력을 가해 둔 것이다.
- ③ 철근 콘크리트 구조물은 부재에 큰 하중이 가해질 때 콘크리트 부분이 주로 압축력에 저항하고 내부에 배치된 철근이 인장력에 저항하도록 만들어진 보강법이다.
- ④ 보 상단은 하중에 의해 아래로 휘어지는 변형이 일어날 때 길이가 짧아지며 압축력이 작용하므로, 압축에 강한 콘크리트의 재료적 특성으로 충분히 견딜 수 있다.
- ⑤ 하중 등의 외력이 콘크리트 부재에 작용하여 발생하는 응력이 부재가 견딜 수 있는 최대한의 응력인 강도를 넘어서면 구조물의 내구성을 저하시키는 균열이 발생한다.

14. 윗글을 읽은 학생의 반응으로 적절하지 않은 것은?

- ① 단면 면적이 일정한 콘크리트 보에 이동하는 사람이나 자동차가 많아져 활하중이 증가하면 단위면적당 내력의 크기인 응력도 필연적으로 함께 증가하겠군.
- ② 외력이 증가하여 내력이 커지더라도 부재의 단면 면적을 그 비율 이상으로 넓게 설계한다면 응력 증가를 억제하여 극한 상태에 도달하는 것을 막을 수 있겠군.
- ③ 완전 긴장 콘크리트는 사용하중이 작용할 때 발생하는 인장응력을 완전히 상쇄할 만큼 긴장력을 강하게 주어 부재 전체 단면에 압축응력만 작용하도록 만들어졌겠군.
- ④ 부분 긴장 콘크리트 보에 부재 자체 무게인 고정하중만 작용할 때의 인장응력이 상쇄되도록 긴장력을 부여하면 부재가 경미하게 솟거나 완벽한 수평을 이룰 수 있겠군.
- ⑤ 콘크리트 부재가 견딜 수 있는 최대한의 응력인 강도는 외력에 비례하여 증가하므로, 작용하는 하중이 커질수록 균열이 발생하는 극한 상태의 기준점도 함께 높아지겠군.

15. 윗글을 참고할 때, ㉠의 이유로 가장 적절한 것은?

- ① 사용하중이 계획된 수준을 넘어서면 보 상단에 작용하던 인장력이 보의 하단으로 이동하여 콘크리트 표면에 강력한 압축응력을 새롭게 유발하기 때문이다.
- ② 큰 하중으로 인해 부재 내부에 미리 가해 두었던 긴장력이 일시에 완전히 소멸하여 콘크리트 부재 전체가 하중의 인장력만을 온전히 받게 되기 때문이다.
- ③ 초과된 하중에 의해 추가로 발생한 인장응력이 미리 상쇄되도록 설계하여 가해둔 압축응력의 한도를 넘어서 콘크리트 부재에 직접 작용하게 되기 때문이다.
- ④ 활하중이 제거된 직후 부재 중앙부에 솟음 현상이 발생하면서 부재를 늘어나게 하는 인장력이 압축응력과 완전히 동일한 방향으로 작용하게 되기 때문이다.
- ⑤ 증가한 사용하중이 부재 자체 무게인 고정하중의 물리적 크기를 감소시켜 콘크리트가 견딜 수 있는 최대한의 강도 범위를 크게 낮추는 작용을 하기 때문이다.

16. 윗글을 바탕으로 <보기>를 이해한 내용으로 적절하지 않은 것은?

<보기>

전통적인 와인 숙성용 오크통은 여러 개의 나무 널빤지를 원형으로 세운 뒤, 그 겉을 쇠파지기로 강하게 조여서 만든다. 내부에 와인이 가득 차게 되면 와인이 밖으로 팽창하려는 강한 압력이 발생하여 나무 널빤지 사이를 벌어지게 하려는 힘이 작용한다.

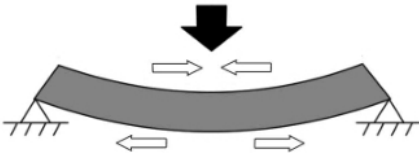
하지만 오크통은 와인을 채우기 전에 외부의 쇠파지기로 널빤지를 중심부로 강력하게 조이는 힘을 미리 가해 놓는 방식으로 제작된다. 이로 인해 내부에 와인이 가득 차더라도 널빤지 틈이 벌어지지 않고 액체가 새지 않게 된다. 이러한 원리는 특정 힘을 미리 부여하여 재료의 물리적 약점을 보완하는 공학적 구조 방식과 정확히 일치한다.

- ① 와인이 팽창하며 널빤지 사이를 벌어지게 하려는 힘은, 보에 큰 하중이 작용할 때 부재를 늘어나게 하여 균열을 유발하는 인장응력에 해당하겠군.
- ② 외부의 쇠파지기를 통해 널빤지를 강력하게 조여 두는 과정은, 프리스트레스트 콘크리트 제작 시 강재를 인장하여 부재에 압축응력을 가하는 것과 같겠군.
- ③ 와인을 채우기 전 쇠파지기로 널빤지에 미리 가해 놓은 조이는 힘은, 프리스트레스트 콘크리트 부재에 도입되어 인장응력을 상쇄하는 긴장력에 해당하겠군.
- ④ 오크통 제작에 사용된 나무 널빤지는, 큰 힘으로 압축하는 것에는 강하지만 물체를 늘어나게 하는 힘인 인장에는 약한 콘크리트와 유사한 역할을 하겠군.
- ⑤ 와인이 팽창하는 압력과 쇠파지기로 널빤지를 조이는 힘은 작용 방향이 같기 때문에, 와인이 가득 찼을 때 널빤지가 벌어지려는 힘이 완전히 상쇄되는 것이겠군.

[17~20] 다음 글을 읽고 물음에 답하시오.

긴 다리 위에 자동차가 가득할 때, 다리는 어떻게 무게를 지탱할 수 있을까? 다리에 가로놓이는 부재인 보는 주로 콘크리트로 만드는데, 다양한 방법을 통해 콘크리트가 더 큰 하중을 버티도록 설계하여 무게를 지탱하게 할 수 있다.

하중 등의 외력이 부재에 작용할 때 그 반작용으로 부재 내부에는 저항하는 힘인 내력이 발생한다. 응력은 내력을 부재의 단면 면적으로 나눈 것으로, 단위면적당 내력의 크기이다. 응력에는 물체를 늘어나게 하는 힘인 인장력에 의해 발생하는 인장응력, 이와 반대로 물체를 압축하는 힘인 압축력에 의해 발생하는 압축응력 등이 있다. 외력이 증가하면 응력도 증가하지만, 부재가 견딜 수 있는 최대한의 응력인 강도보다 응력이 커지면 부재에 균열이 발생한다. 이후 응력이 더 증가하면 부재가 파괴되는 극한 상태에 도달한다.



큰 하중이 보에 작용하면 보가 아래로 휘어지면서 변형이 일어난다. 하중에는 부재 자체 무게 등의 고정된 값인 고정 하중과 구조물 위에서 이동하는 사람이나 자동차의 무게 등 변화하는 값인 활하중이 있으며, 이 둘을 더한 것을 사용하중이라고 한다. 하중에 의한 변형이 일어나면 보의 상단에는 압축력이 작용하여 길이가 짧아지고, 하단에는 인장력이 작용하여 길이가 길어진다. 보의 재료인 콘크리트는 압축에는 강하지만 인장에는 약한 재료로, 인장응력이 생기는 부분에 인장에 강한 철근이나 강연선 등의 강재를 배치하여 인장응력을 부담하게 하는 방법이 개발되어 왔다. 이러한 콘크리트 보강법에는 ㉠철근 콘크리트와 ㉡프리스트레스트 콘크리트가 있다.

철근 콘크리트는 콘크리트의 아래쪽에 강재인 철근을 배치한 것으로, 하중을 받으면 콘크리트는 압축력에, 철근은 인장력에 저항한다. 하중이 증가하여 인장응력이 인장강도보다 커지면 콘크리트에 회복할 수 없는 균열이 생겨 구조물의 내구성이 저하된다. 반면에 프리스트레스트 콘크리트는 하중에 의해 발생하게 될 인장응력이 정해진 한도까지 상쇄되도록 미리 압축응력을 가한 것이다. 압축력과 인장력은 작용 방향이 반대이므로 압축응력을 미리 준 만큼 하중에 의해 발생하는 인장응력은 상쇄된다. 이를 위해 인장응력이 생기는 부분에 고강도 강재를 배치하고 인장하여 그 반작용으로 콘크리트에 압축응력을 미리 가한다. 이때 가해지는 압축응력을 긴장력이라고 한다.

프리스트레스트 콘크리트는 완전 긴장 콘크리트와 부분

긴장 콘크리트로 나눌 수 있다. 완전 긴장 콘크리트는 사용하중이 작용할 때 발생하는 인장응력이 상쇄되도록 긴장력을 강하게 준 것으로 부재에는 압축응력만 작용한다. 부재에 압축응력만 작용할 때 부재의 전 단면이 하중에 저항한다. 하지만 완전 긴장으로 설계된 구조물이더라도 사용하중이 계획한 무게보다 커지면 균열이 생길 수 있으며, 큰 긴장력이 도입되기 때문에 고정하중만 작용할 때 중앙부에 솟음이 발생한다. 부분 긴장 콘크리트는 완전 긴장 콘크리트보다 작은 긴장력을 준 것이다. 고정하중만 작용할 때 발생하는 인장응력이 상쇄되도록 긴장력을 준 것으로 부재에는 압축응력만 작용한다. 이때 부재의 전 단면이 하중에 저항한다. 사용하중이 작용할 때 부재에 균열이 발생하지만, 철근 콘크리트에 비해 균열폭이 작고 활하중이 제거되면 긴장력에 의해 균열이 폐합되는 회복 가능한 특성이 있어 내구성도 우수하다. 고정하중만 작용할 때 부재가 경미하게 솟거나 수평을 이루게 설계할 수 있다.

프리스트레스트 콘크리트에서 긴장력을 도입하는 방식에는 프리텐션 방식과 포스트텐션 방식이 있다. 프리텐션 방식은 강재에 인장력을 가해 늘어난 상태에서 콘크리트를 타설\*하고, 콘크리트가 굳으면 강재의 인장력을 풀어 준다. 콘크리트에 부착된 강재가 수축하면서 원래의 모양으로 돌아가려는 힘이 콘크리트에 마찰력으로 전달되어 긴장력을 주는 방식이다. 포스트텐션 방식은 콘크리트를 타설하고 난 후에 강재를 인장하는 방식이다. 콘크리트 내에 강재를 삽입할 관을 배치하고 콘크리트를 타설한다. 콘크리트가 굳으면 관에 강재를 삽입하고 인장한 후 양 끝을 정착장치로 고정한다. 콘크리트 양 끝의 정착장치가 서로 당기는 힘에 의해 콘크리트에 긴장력이 도입된다. 이처럼 프리스트레스트 콘크리트는 콘크리트의 약점을 보완하기 위해 제작 과정에서 부재에 압축응력을 주는 방법인 것이다.

\* 타설: 건물을 지을 때 구조물의 거푸집과 같은 빈 공간에 콘크리트 따위를 부어 넣음.

17. 윗글을 통해 답을 찾을 수 없는 질문은?

- ① 하중 등의 외력이 증가하여 부재 내부의 응력이 강도를 초과할 때 구조물에 새롭게 나타나는 현상은 무엇인가?
- ② 프리스트레스트 콘크리트 보에 강한 압축응력을 가하기 위해 내부 공간에 삽입하는 고강도 강재의 굽기는 얼마여야 하는가?
- ③ 보에 큰 하중이 가해져 변형이 일어날 때 보의 아랫부분에 인장력을 견딜 수 있는 강재를 필수적으로 배치하는 이유는 무엇인가?
- ④ 완전 긴장 콘크리트로 설계된 부재에 활하중 없이 고정하중만 작용할 때 보의 중앙부에서 구조적인 쏠음 현상이 발생하는 이유는 무엇인가?
- ⑤ 콘크리트를 타설하고 완전히 굳힌 이후에 관 내부의 강재를 인장하는 포스트텐션 방식에서 콘크리트 부재에 긴장력을 전달하는 매개체는 무엇인가?

18. 윗글의 [A]에 대한 이해로 가장 적절하지 않은 것은?

- ① 부재에 작용하는 외부의 힘이 증가하면 그에 대한 반작용으로 발생하는 내력도 함께 커져 부재 내부의 응력이 증가하겠군.
- ② 물체를 늘어나게 하거나 압축하는 힘 등 외력의 종류에 따라 부재의 내부에 발생하는 응력은 인장응력과 압축응력으로 구분되겠군.
- ③ 부재의 내부에서 발생하는 응력은 내력을 부재의 단면 면적으로 나눈 값이므로 단면 면적이 넓을수록 단위면적당 내력은 작아지겠군.
- ④ 응력이 부재의 강도를 초과하여 균열이 발생한 이후에도 외부의 힘이 지속적으로 가해져 응력이 더욱 커지면 극한 상태에 도달하겠군.
- ⑤ 외력이 증가하여 부재 내부의 응력이 부재가 견딜 수 있는 최대한의 응력인 강도에 도달하기 전이라도 작은 균열이 발생하기 시작하겠군.

19. ㉠과 ㉡에 대한 설명으로 가장 적절한 것은?

- ① ㉠은 ㉡과 달리 외부에서 하중이 작용하기 전에 콘크리트에 압축응력을 가하여 내구성을 높인다.
- ② ㉡은 ㉠과 달리 하중이 작용하여 보에 변형이 일어날 때 콘크리트가 압축력에 저항하도록 설계된다.
- ③ ㉠과 ㉡은 모두 하중으로 인해 길이가 길어지는 부분에 강재를 배치하여 인장응력을 부담하게 한다.
- ④ ㉠과 ㉡은 모두 구조물에 외력이 가해지기 전에 미리 콘크리트에 긴장력을 부여하여 하중에 대비한다.
- ⑤ ㉡은 ㉠과 달리 하중 증가로 인장응력이 인장강도를 초과하더라도 부재에 회복할 수 없는 균열이 발생하지 않는다.

20. 윗글을 바탕으로 추론한 내용으로 가장 적절한 것은?

- ① 프리텐션 방식에서 강재가 수축하면서 원래 모양으로 돌아가려는 물리적 힘이 강해질수록 콘크리트에 전달되는 마찰력의 크기는 반대로 작아지겠군.
- ② 프리텐션 방식은 콘크리트가 단단하게 굳기 전에 강재의 인장력을 풀어주어야만 강재가 수축하는 힘을 표면의 마찰력으로 온전히 전환할 수 있겠군.
- ③ 포스트텐션 방식에서 콘크리트 양 끝에 설치된 정착장치의 결합 상태가 느슨해진다면 부재에 도입되어 인장응력을 상쇄하던 긴장력이 크게 약해지겠군.
- ④ 포스트텐션 방식은 부재 내에 삽입된 강재 자체가 콘크리트 표면과 직접 강한 마찰을 일으키며 부재 전체에 고르게 압축응력을 발생시키도록 설계되었겠군.
- ⑤ 프리텐션 방식과 포스트텐션 방식은 모두 철근 콘크리트의 약점을 근본적으로 보완하기 위해 사용하중이 작용할 때 부재에 강한 인장응력을 주는 공법이겠군.

지문 분석

풀이

이 글은 다리의 뼈대가 되는 콘크리트 보가 어떻게 무거운 하중을 견딜 수 있는지 그 물리적 원리와 다양한 설계 방법을 설명하는 글입니다. 하중에 의해 발생하는 힘의 종류와 콘크리트의 특성을 파악하고, 이를 보완하기 위해 고안된 프리스트레스트 콘크리트의 구체적인 종류와 제작 방식에 집중하여 읽어야 합니다.

문단1 : 하중에 의한 응력의 발생과 파괴 과정

인용

긴 다리 위에 자동차가 가득할 때, 다리는 어떻게 무게를 지탱할 수 있을까?

풀이

이 문장은 일상적인 상황을 통해 글의 핵심 의문을 제시하는 역할을 합니다. 자동차가 가득한 다리가 무너지지 않고 버티는 구체적인 원리가 무엇인지 묻고 있습니다. 이를 통해 앞으로 글 전체에서 다리가 무게를 지탱하는 설계 방식에 대해 설명할 것임을 알 수 있습니다.

문맥파악

첫 문단에서는 글의 초점을 파악할 필요가 있습니다. 초점이란 이 글의 핵심 주제로, 이 글에서의 초점은 긴 다리 위에 자동차가 가득할 때 다리가 어떻게 무게를 지탱할 수 있는지에 대한 물리적 원리입니다.

인용

다리에 가로놓이는 부재인 보는 주로 콘크리트로 만드는데, 다양한 방법을 통해 콘크리트가 더 큰 하중을 버티도록 설계하여 무게를 지탱하게 할 수 있다.

풀이

이 문장은 앞선 의문에 대한 첫 번째 대답을 제시하며 구조물의 명칭을 안내합니다. 다리를 가로지르는 뼈대인 보를 주로 콘크리트로 만든다는 사실과 함께 다양한 설계 방법이 존재한다는 조건을 밝히고 있습니다. 따라서 뒤이어 콘크리트 보가 하중을 버티도록 설계하는 다양한 방법들이 구체적으로 열거될 것입니다.

인용

하중 등의 외력이 부재에 작용할 때 그 반작용으로 부재 내부에는 저항하는 힘인 내력이 발생합니다.

풀이

이 문장은 구조물에 힘이 가해질 때 내부에서 일어나는 물리적인 작용과 반작용의 원리를 정의합니다. 외부에서 누르는 힘인 하중이 작용해야만 그에 맞서 버티려는 내부의 힘인 내력이 발생한다는 인과 관계를 보여줍니다. 이는 물체가 밖에서 받는 힘 만큼 안에서 저항하려 한다는 점을 설명하기 위해 제시되었습니다.

인용

응력은 내력을 부재의 단면 면적으로 나눈 것으로, 단위면적당 내력의 크기이다.

풀이

이 문장은 이 글에서 가장 중요한 물리적 개념 중 하나인 응력의 뜻을 수식의 형태로 정의합니다. 내력을 단순히 힘의 전체 크기로 보지 않고 부재를 자른 면적인 단면 면적으로 나누어 일정한 면적당 얼마만큼의 힘이 걸리는지 계산한 것이 응력이라는 조건입니다. 내력과 단면 면적이라는 두 가지 요소가 응력을 결정한다는 점을 명확히 하고 있습니다.

주의

응력의 개념은 매우 중요합니다. 지문의 정의에 따르면 응력은 내력을 단면 면적으로 나눈 값입니다. 단순히 저항하는 전체 힘이 아니라 일정한 면적에 집중되는 힘의 크기를 의미하므로, 앞으로 응력이 커지는 상황을 주의 깊게 살펴야 합니다.

인용

응력에는 물체를 늘어나게 하는 힘인 인장력에 의해 발생하는 인장응력, 이와 반대로 물체를 압축하는 힘인 압축력에 의해 발생하는 압축응력 등이 있다.

풀이

이 문장은 힘의 방향에 따라 응력의 종류를 두 가지로 분류하여 설명합니다. 물체를 당겨서 늘어나게 하는 인장력은 인장응력을 만들고 반대로 눌러서 찌그러뜨리는 압축력은 압축응력을 만든다는 구체적인 대응 관계를 짚지어 보여줍니다. 이 두 가지 응력은 이후 콘크리트의 약점과 보강법을 이해하는 핵심 도구가 됩니다.

인용

외력이 증가하면 응력도 증가하지만, 부재가 견딜 수 있는 최대 한의 응력인 강도보다 응력이 커지면 부재에 균열이 발생한다.

**풀이**

이 문장은 구조물에 금이 가는 원인을 단계적인 인과 관계로 설명합니다. 외부의 힘이 커져 응력이 함께 커지다가 결국 부재가 버틸 수 있는 최대치인 강도를 넘어서는 순간 균열이 생긴다는 명확한 기준선을 제시합니다. 응력이 무한정 커질 수 없으며 강도라는 한계점이 존재함을 알려줍니다.

**인용**

이후 응력이 더 증가하면 부재가 파괴되는 극한 상태에 도달한다.

**풀이**

이 문장은 부재가 최종적으로 무너지는 마지막 단계를 설명하며 문단을 마무리합니다. 균열이 발생한 이후에도 응력이 계속해서 커진다는 조건이 충족되면 부재가 아예 부서져 버린다는 사실을 알려줍니다. 이를 통해 부재를 보호하려면 응력이 강도를 넘지 않게 조절해야 한다는 점을 암시합니다.

**문맥파악**

어떤 과정이 주어지면, 이를 여러 단계로 쪼개어 순차적으로 이해할 필요가 있습니다. 다음과 같이 화살표로 이어지는 여러 단계들을 떠올리면서 읽도록 합시다. 외력 증가 → 응력 증가 → 응력이 강도보다 커짐 → 균열 발생 → 응력 지속 증가 → 부재 파괴

문단2 : 하중의 종류와 보의 변형 및 콘크리트의 약점

**인용**

큰 하중이 보에 작용하면 보가 아래로 휘어지면서 변형이 일어난다.

**풀이**

이 문장은 외부의 무거운 힘이 보에 가해졌을 때 나타나는 시각적인 모양의 변화를 묘사합니다. 하중이 위에서 누르기 때문에 자연스럽게 보의 중간 부분이 아래로 오목하게 휘어진다는 구체적인 현상을 제시합니다. 이러한 변형이 곧 부재 내부에 응력을 발생시키는 직접적인 원인이 됩니다.

**인용**

하중에는 부재 자체 무게 등의 고정된 값인 고정하중과 구조물 위에서 이동하는 사람이나 자동차의 무게 등 변화하는 값인 활하중이 있으며, 이 둘을 더한 것을 사용하중이라고 한다.

**풀이**

이 문장은 보를 누르는 힘인 하중을 변동 여부에 따라 구별하여 정의합니다. 변하지 않는 자체 무게는 고정하중으로 부르고 자동차처럼 계속 바뀌는 무게는 활하중이라 부르며 이 둘을 합친 총합이 사용하중이라는 명확한 수식 관계를 설정합니다. 뒤에서 구조물에 작용하는 하중의 종류가 달라짐에 따라 보의 상태가 어떻게 변하는지 분석하기 위한 준비 단계입니다.

**인용**

하중에 의한 변형이 일어나면 보의 상단에는 압축력이 작용하여 길이가 짧아지고, 하단에는 인장력이 작용하여 길이가 길어진다.

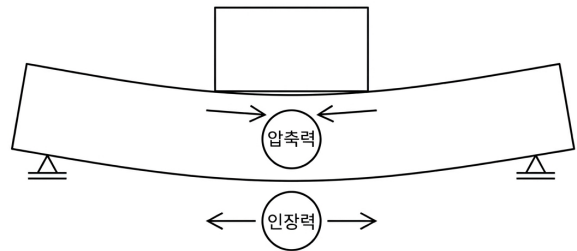
**풀이**

이 문장은 보가 아래로 휘어질 때 위쪽과 아래쪽에 서로 다른 종류의 힘이 걸린다는 사실을 대조하여 설명합니다. 휘어짐의 구조상 위쪽인 상단은 눌러서 짧아지는 압축력을 받고 아래쪽인 하단은 늘어나서 길어지는 인장력을 받는다는 물리적 현상을 구체적으로 나눕니다. 상단과 하단의 상태가 정반대라는 점이 앞으로 이어질 설계 방법의 핵심 단서가 됩니다.

**문맥파악**

구체적인 묘사나 구성이 주어질 경우 각각의 역할을 의식하면서, 그 모습이나 형상을 직접 그리거나 떠올릴 필요가 있습니다. 글 쓰면서도 그것을 전제로 설명을 이어갈 것이기 때문입니다.

**이미지**



**인용**

보의 재료인 콘크리트는 압축에는 강하지만 인장에는 약한 재료로, 인장응력이 생기는 부분에 인장에 강한 철근이나 강연선 등의 강재를 배치하여 인장응력을 부담하게 하는 방법이 개발되어 왔다.

**풀이**

이 문장은 콘크리트라는 재료가 가진 치명적인 단점과 이를 해결하기 위한 아이디어를 연결하여 설명합니다. 콘크리트는 누르는 힘에는 잘 버티지만 당기는 힘인 인장력에는 약하기 때문에 인장력이 발생하는 보의 아래쪽에 인장에 강한 철근 같은 강재를 심어야 한다는 논리적인 해결책을 제시합니다. 재료의 단점을 다른 재료로 덮어 씌우는 보강법의 원리가 드러납니다.

**인용**

이러한 콘크리트 보강법에는 철근 콘크리트와 프리스트레스트 콘크리트가 있다.

**풀이**

이 문장은 방금 설명한 보강 원리를 실제로 구현한 두 가지 구체적인 기술을 소개합니다. 첫째는 철근 콘크리트이고 둘째는 프리스트레스트 콘크리트라는 명칭을 나란히 열거하고 있습니다. 이어지는 문단에서 이 두 가지 방법이 각각 어떤 방식으로 인장력에 대항하는지 상세히 비교할 것임을 예고합니다.

문단3 : 철근 콘크리트와 프리스트레스트 콘크리트의 대조

**인용**

철근 콘크리트는 콘크리트의 아래쪽에 강재인 철근을 배치한 것으로, 하중을 받으면 콘크리트는 압축력에, 철근은 인장력에 저항한다.

**풀이**

이 문장은 첫 번째 보강법인 철근 콘크리트의 구조와 역할을 설명합니다. 인장력이 발생하는 보의 하단에 철근을 심음으로써 하중이 가해질 때 콘크리트는 원래 잘 버티는 압축력을 담당하고 철근은 약점인 인장력을 대신 견뎌준다는 역할 분담을 보여줍니다. 각 재료가 자신이 잘 견디는 힘을 나누어 맡는 방식입니다.

**인용**

하중이 증가하여 인장응력이 인장강도보다 커지면 콘크리트에 회복할 수 없는 균열이 생겨 구조물의 내구성이 저하된다.

**풀이**

이 문장은 철근 콘크리트가 가지는 치명적인 한계점을 지적합니다. 외부의 하중이 계속 커져서 발생하는 인장응력이 부재가 견딜 수 있는 인장강도를 넘어서게 되면 콘크리트 부분에 되돌릴 수 없는 금이 가버린다는 조건과 그 결과를 명시합니다. 결국 철근 콘크리트만으로는 강한 힘을 완벽히 버텨내어 내구성을 유지하기가 어렵다는 뜻입니다.

**인용**

반면에 프리스트레스트 콘크리트는 하중에 의해 발생하게 될 인장응력이 정해진 한도까지 상쇄되도록 미리 압축응력을 가한 것이다.

**풀이**

이 문장은 앞선 방식의 한계를 극복하기 위해 등장한 두 번째 보강법의 핵심 아이디어를 정의합니다. 외부 하중 때문에 생겨날 당기는 힘인 인장응력을 없애기 위해서 누르는 힘인 압축응력을 사전에 콘크리트 내부에 넣어둔다는 획기적인 발상입니다. 하중이 작용하기 전에 미리 준비를 해둔다는 점이 가장 큰 차이점입니다.

**주의**

프리스트레스트 콘크리트의 핵심 원리는 미리 압축응력을 가한다는 점입니다. 나중에 발생할 인장응력을 예측하여 반대되는 힘을 선제적으로 투입해 두는 방어 전략임을 반드시 기억해야 합니다.

**인용**

압축력과 인장력은 작용 방향이 반대이므로 압축응력을 미리 준 만큼 하중에 의해 발생하는 인장응력은 상쇄된다.

**풀이**

이 문장은 미리 가해둔 압축응력이 어떻게 인장응력을 없앨 수 있는지 그 물리적인 이유를 밝힙니다. 누르는 힘인 압축력과 당기는 힘인 인장력은 서로 향하는 방향이 정반대이기 때문에 두 힘이 만나면 서로 더하고 빠지면서 힘의 크기가 사라지는 상쇄 작용이 일어난다는 근거를 제시합니다. 철근 콘크리트가 힘을 버티기만 했다면 이 방식은 힘 자체를 지워버리는 것입니다.

**인용**

이를 위해 인장응력이 생기는 부분에 고강도 강재를 배치하고 인장하여 그 반작용으로 콘크리트에 압축응력을 미리 가한다.

**풀이**

이 문장은 압축응력을 미리 가하기 위한 실제 제작 과정을 순서대로 설명합니다. 보의 아래쪽에 단단한 강재를 넣고 이를 팽팽하게 당기면 고무줄이 줄어들 듯 다시 줄어들려는 반작용이 생기고 이 반작용이 콘크리트를 팽 누르게 되어 압축응력이 발생한다는 구체적인 원리입니다. 강재를 당기는 행위가 콘크리트를 누르는 결과로 이어진다는 점이 중요합니다.

**인용**

이때 가해지는 압축응력을 긴장력이라고 한다.

풀이

이 문장은 방금 설명한 과정표를 통해 발생한 특수한 형태의 압축응력에 새로운 이름을 붙여 정의합니다. 강재를 인장하여 그 반작용으로 콘크리트에 미리 가해진 이 압축응력을 긴장력이라고 부르기로 약속합니다. 앞으로 글에서 긴장력이라는 단어가 나오면 곧 미리 가해진 압축응력이라는 뜻으로 바꾸어 이해해야 합니다.

문단4 : 완전 긴장 콘크리트와 부분 긴장 콘크리트의 특성

인용

프리스트레스트 콘크리트는 완전 긴장 콘크리트와 부분 긴장 콘크리트로 나눌 수 있다.

풀이

이 문장은 프리스트레스트 콘크리트의 종류를 미리 가한 힘의 크기에 따라 두 가지로 세분화하여 안내합니다. 완전히 긴장된 형태와 부분적으로 긴장된 형태가 존재함을 알리며 이후 두 종류를 상세히 비교 대조할 것임을 예고합니다.

인용

완전 긴장 콘크리트는 사용하중이 작용할 때 발생하는 인장응력이 상쇄되도록 긴장력을 강하게 준 것으로 부재에는 압축응력만 작용한다.

풀이

이 문장은 완전 긴장 콘크리트가 긴장력을 주는 기준과 그 상태를 정의합니다. 변하지 않는 무게와 변하는 무게를 모두 합친 사용하중이 누를 때 생기는 큰 인장응력조차 모두 지워버릴 수 있도록 아주 강한 긴장력을 미리 주었기 때문에 보 전체에는 누르는 힘인 압축응력만 남게 된다는 조건입니다. 인장응력이 완벽히 상쇄된 상태를 의미합니다.

인용

부재에 압축응력만 작용할 때 부재의 전 단면이 하중에 저항한다.

풀이

이 문장은 보의 단면 전체가 하중에 저항하기 위해 필요한 전제 조건을 명시합니다. 인장응력 없이 오직 압축응력만이 부재 전체에 작용하고 있을 때에만 비로소 보를 자른 면인 단면 전체가 외부 무게에 맞서 버틸 수 있다는 원리입니다. 이 문장의 조건은 이 글 전체에서 가장 중요한 판단 기준이 됩니다.

주의

전 단면이 하중에 저항한다는 결과가 나타나려면 반드시 부재에 압축응력만 작용해야 한다는 조건이 성립해야 합니다. 만약 인장응력이 조금이라도 발생한다면 전 단면 저항은 불가능해집니다.

인용

하지만 완전 긴장으로 설계된 구조물이더라도 사용하중이 계획한 무게보다 커지면 균열이 생길 수 있으며, 큰 긴장력이 도입되기 때문에 고정하중만 작용할 때 중앙부에 솟음이 발생한다.

풀이

이 문장은 완전 긴장 콘크리트가 가진 두 가지 한계점을 지적합니다. 첫째는 예상보다 훨씬 큰 사용하중이 누르면 결국 인장응력이 발생해 균열이 생길 수 있다는 점이고 둘째는 사용하중 없이 자체 무게인 고정하중만 누르고 있을 때에는 미리 넣어둔 강한 긴장력이 위로 튕겨 올라가 보의 가운데가 볼록하게 솟아오른다는 단점입니다. 지나치게 강한 방어력이 오히려 부작용을 낳는 상황입니다.

인용

부분 긴장 콘크리트는 완전 긴장 콘크리트보다 작은 긴장력을 준 것이다.

풀이

이 문장은 두 번째 종류인 부분 긴장 콘크리트의 핵심 특징을 상대적으로 비교하여 정의합니다. 앞서 발생한 솟음 현상 같은 부작용을 줄이기 위해 미리 가해두는 압축응력인 긴장력의 크기를 완전 긴장 방식보다 일부러 작게 조절했다는 의미입니다. 이를 통해 하중 조건에 따라 반응이 달라질 것임을 암시합니다.

인용

고정하중만 작용할 때 발생하는 인장응력이 상쇄되도록 긴장력을 준 것으로 부재에는 압축응력만 작용한다.

풀이

이 문장은 부분 긴장 콘크리트가 긴장력을 맞추는 기준을 설명합니다. 전체 무게가 아니라 자체 무게인 고정하중만이 가해질 때 생기는 인장응력을 간신히 없앨 수 있을 정도로만 작은 긴장력을 주었다는 조건입니다. 이 조건 하에서는 인장응력이 상쇄되므로 부재에 압축응력만 남게 됩니다.

인용

이때 부재의 전 단면이 하중에 저항한다.

**풀이**

이 문장은 앞선 조건이 충족되었을 때 나타나는 결과를 확인합니다. 고정하중만 작용하여 부재에 압축응력만 남은 상태이므로 앞서 언급된 전제 조건이 만족되어 비로소 보의 단면 전체가 힘에 저항할 수 있다는 결론입니다. 조건이 달라지면 이 현상도 사라질 수 있음을 유추할 수 있습니다.

**인용**

사용하중이 작용할 때 부재에 균열이 발생하지만, 철근 콘크리트에 비해 균열폭이 작고 활하중이 제거되면 긴장력에 의해 균열이 폐합되는 회복 가능한 특성이 있어 내구성이 우수하다.

**풀이**

이 문장은 부분 긴장 콘크리트에 자동차와 같은 활하중이 추가되어 사용하중 전체가 누를 때 벌어지는 상황을 세 가지 단계로 묘사합니다. 첫째 긴장력이 작아서 인장응력을 다 막지 못해 균열이 생깁니다. 둘째 하지만 철근만 쓴 것보다는 균열의 폭이 훨씬 좁습니다. 셋째 자동차가 지나가 활하중이 사라지면 남아 있던 긴장력이 갈라진 틈을 다시 꽉 눌러 닫아버리는 뛰어난 회복 능력이 발휘됩니다. 이런 유연성 덕분에 결과적으로 구조물이 더 튼튼하게 오래간다는 것입니다.

**인용**

고정하중만 작용할 때 부재가 경미하게 솟거나 수평을 이루게 설계할 수 있다.

**풀이**

이 문장은 부분 긴장 콘크리트가 가진 또 다른 장점을 설명하며 문단을 마무리합니다. 앞서 완전 긴장 콘크리트는 강한 긴장력 때문에 위로 솟구치는 문제가 있었지만 부분 긴장 콘크리트는 긴장력이 작기 때문에 고정하중만 누르는 평상시에도 위로 아주 살짝만 솟거나 평평한 상태를 그대로 유지할 수 있다는 뜻입니다. 설계자가 형태를 통제하기 쉬워진다는 의미입니다.

**문맥파악**

여러 개념·관점이 열거되면 이들 간의 차이점에 중점을 둘 필요가 있습니다. 이를 표의 형태로 정리하면 다음과 같습니다.

**이미지**

구분	긴장력 크기	고정하중 작용 시 상태	사용하중 작용 시 상태
완전 긴장 콘크리트	강함	중양부 솟음	전 단면 저항 (단 초과시 균열)
부분 긴장 콘크리트	작음	전 단면 저항 및 수평 유지	균열 발생 후 활하중 제거시 폐합 회복

문단5 : 긴장력을 도입하는 두 가지 방식

**인용**

프리스트레스트 콘크리트에서 긴장력을 도입하는 방식에는 프리텐션 방식과 포스트텐션 방식이 있다.

**풀이**

이 문장은 긴장력을 콘크리트에 집어넣는 제작 공법을 두 가지로 나누어 소개합니다. 팽팽하게 당기는 작업을 언제 하느냐에 따라 프리텐션 방식과 포스트텐션 방식으로 구분된다는 사실을 알립니다. 이어지는 내용에서 두 방식의 순서와 원리가 각각 어떻게 다른지 비교할 것임을 명확히 보여줍니다.

**인용**

프리텐션 방식은 강재에 인장력을 가해 늘어난 상태에서 콘크리트를 타설\*하고, 콘크리트가 굳으면 강재의 인장력을 풀어 준다.

**풀이**

이 문장은 프리텐션 공법의 첫 번째 제작 순서를 시간의 흐름에 따라 묘사합니다. 먼저 철선과 같은 강재를 양쪽에서 팽팽하게 당겨 늘려놓은 상태에서 그 위에 콘크리트를 붓고 완전히 단단하게 굳을 때까지 기다린 다음 마지막에 강재를 당기고 있던 힘을 놓아버린다는 순서입니다. 굳은 뒤에 힘을 푼다는 시점이 핵심입니다.

**인용**

콘크리트에 부착된 강재가 수축하면서 원래의 모양으로 돌아가려는 힘이 콘크리트에 마찰력으로 전달되어 긴장력을 주는 방식이다.

**풀이**

이 문장은 프리텐션 방식에서 긴장력이 만들어지는 물리적인 힘의 원리를 설명합니다. 당기던 힘을 놓으면 늘어났던 강재가 고무줄처럼 다시 쪼그라들려고 하는데 이미 주변에 콘크리트가 딱딱하게 굳어 단단히 붙어있기 때문에 둘 사이의 거칠거칠한 마찰력을 통해 강재가 줄어드는 힘이 콘크리트를 짝 누르는 압축응력으로 변한다는 인과 관계입니다. 강재의 수축과 마찰력이 핵심 원리입니다.

**인용**

포스트텐션 방식은 콘크리트를 타설하고 난 후에 강재를 인장하는 방식이다.

**풀이**

이 문장은 두 번째 공법인 포스트텐션 방식의 가장 큰 특징을 앞선 방식과 대조하여 밝힙니다. 프리텐션과 정반대로 일단 콘크리트를 먼저 붓고 굳힌 다음 그 이후에 강재를 팽팽하게 당긴다는 순서의 차이를 명확히 합니다. 작업의 선후 관계가 뒤바뀌었다는 점을 기억해야 합니다.

**인용**

콘크리트 내에 강재를 삽입할 관을 배치하고 콘크리트를 타설한다.

**풀이**

이 문장은 포스트텐션의 실제 작업 첫 단계를 구체적으로 묘사합니다. 나중에 강재를 밀어 넣을 수 있도록 미리 텅 빈 파이프 같은 관을 자리에 둔 채로 그 주변에 콘크리트를 들이붓는다는 것입니다. 강재가 콘크리트에 직접 닿아 마찰을 일으키던 프리텐션과는 아예 구조가 다르다는 점을 보여줍니다.

**인용**

콘크리트가 굳으면 관에 강재를 삽입하고 인장한 후 양 끝을 정착장치로 고정한다.

**풀이**

이 문장은 포스트텐션의 두 번째 작업 단계를 이어갑니다. 붓고 나서 시간이 지나 콘크리트가 딱딱해지면 미리 묻어둔 빈 관 속으로 강재를 썩 밀어 넣은 다음 강재를 양쪽에서 강하게 당겨 늘리고 늘어난 상태 그대로 양쪽 끝을 특수한 장치로 짝 물려서 고정시킨다는 절차입니다. 당긴 힘을 풀어버리던 프리텐션과 달리 당긴 상태를 자물쇠처럼 잠가버리는 방식입니다.

**인용**

콘크리트 양 끝의 정착장치가 서로 당기는 힘에 의해 콘크리트에 긴장력이 도입된다.

**풀이**

이 문장은 포스트텐션 방식에서 긴장력이 생겨나는 물리적 원리를 설명합니다. 양쪽 끝을 고정시킨 장치들이 늘어난 강재가 줄어들지 못하게 서로를 팽팽하게 끌어당기고 이 팽팽한 당김이 양 끝의 콘크리트를 강하게 밀어붙여 결과적으로 콘크리트 내부에 짝 누르는 압축응력이 생긴다는 결론입니다. 마찰력이 아니라 양 끝에서 당기는 힘을 이용한다는 점이 돋보입니다.

**인용**

이처럼 프리스트레스트 콘크리트는 콘크리트의 약점을 보완하기 위해 제작 과정에서 부재에 압축응력을 주는 방법인 것이다.

**풀이**

이 문장은 글 전체의 핵심 개념을 요약하며 결론을 맺습니다. 결국 프리스트레스트 콘크리트라는 것은 인장력에 약하다는 콘크리트 고유의 약점을 이겨내기 위해서 다리를 만들기 전 제작 과정에서 선제적으로 부재 내부에 누르는 힘을 채워 넣는 모든 기술적 아이디어를 뜻한다는 점을 다시 한번 강조합니다. 이 기술의 존재 이유와 목적을 최종적으로 정리한 것입니다.

**문맥파악**

어떤 과정이 주어지면, 이를 여러 단계로 쪼개어 순차적으로 이해할 필요가 있습니다. 다음과 같이 화살표로 이어지는 여러 단계들을 떠올리면서 읽도록 합시다.

**이미지**

**프리텐션 방식**



**포스트텐션 방식**



1. 정답: O

지문의 1문단에서 "다리에 가로놓이는 부재인 보는 주로 콘크리트로 만드는데"라고 명시하고 있습니다.

2. 정답: O

지문의 1문단에서 외력이 부재에 작용할 때 반작용으로 내부에서 내력이 발생한다고 설명하고 있습니다.

3. 정답: X

응력은 내력을 부재의 단면 면적으로 나눈 것으로, 단위면적당 내력의 크기를 말합니다.

4. 정답: O

지문의 1문단에서 물체를 늘어나게 하는 힘인 인장력에 의해 인장응력이 발생한다고 명시되어 있습니다.

5. 정답: X

물체를 압축하는 힘인 압축력에 의해서는 압축응력이 발생합니다.

6. 정답: X

지문에서는 외력이 증가하면 응력도 증가한다고 명시하고 있습니다.

7. 정답: O

지문의 1문단에서 응력이 강도보다 커지면 부재에 균열이 발생한다고 설명합니다.

8. 정답: O

지문의 1문단에서 균열 발생 이후 응력이 더 증가하면 부재가 파괴되는 극한 상태에 도달한다고 명시되어 있습니다.

9. 정답: X

이동하는 사람이나 자동차의 무게 등 변화하는 값은 고정하중이 아니라 활하중입니다.

10. 정답: O

지문의 2문단에서 고정된 값인 고정하중과 변화하는 값인 활하중을 더한 것을 사용하중이라고 설명합니다.

11. 정답: X

하중에 의한 변형 시 보의 상단에는 압축력이 작용하여 길이가 짧아집니다.

12. 정답: O

지문의 2문단에 따르면 하중에 의한 변형 시 보의 상단에는 압축력이 작용하여 길이가 짧아집니다.

13. 정답: X

콘크리트는 압축에는 강하지만 인장에는 약한 재료입니다.

14. 정답: O

지문의 3문단에서 철근 콘크리트가 하중을 받으면 콘크리트는 압축력, 철근은 인장력에 저항한다고 설명합니다.

15. 정답: X

인장응력이 인장강도보다 커지면 콘크리트에 회복할 수 없는 균열이 생겨 구조물의 내구성이 저하됩니다.

16. 정답: O

지문의 3문단에서 프리스트레스트 콘크리트는 인장응력이 상쇄되도록 미리 압축응력을 가한 것이라고 명시하고 있습니다.

17. 정답: X

압축력과 인장력은 작용 방향이 반대이므로, 미리 준 압축응력만큼 하중에 의해 발생하는 인장응력은 상쇄됩니다.

18. 정답: O

지문의 3문단에서 고강도 강재의 반작용으로 콘크리트에 미리 가해지는 압축응력을 긴장력이라고 설명합니다.

19. 정답: X

완전 긴장 콘크리트는 발생하는 인장응력이 상쇄되도록 긴장력을 '강하게' 준 것입니다.

20. 정답: O

지문의 4문단에서 부재에 압축응력만 작용할 때 부재의 전 단면이 하중에 저항한다고 설명합니다.

21. 정답: X

완전 긴장으로 설계된 구조물이라도 사용하중이 계획한 무게보다 커지면 균열이 생길 수 있습니다.

22. 정답: O

지문의 4문단에서 완전 긴장 콘크리트는 큰 긴장력이 도입되어 고정하중만 작용할 때 중앙부에 솟음이 발생한다고 명시되어 있습니다.

23. 정답: X

부분 긴장 콘크리트는 완전 긴장 콘크리트보다 '작은' 긴장력을 준 것입니다.

24. 정답: X

부분 긴장 콘크리트는 고정하중만 작용할 때 발생하는 압축응력이 아닌 '인장응력'이 상쇄되도록 긴장력을 준 것입니다.

25. 정답: X

부분 긴장 콘크리트는 사용하중이 작용할 때 부재에 균열이 발생하지만 회복 가능한 특성을 가집니다.

26. 정답: O

지문의 4문단에서 부분 긴장 콘크리트는 활하중 제거 시 균열이 폐합되는 특성이 있어 내구성이 우수하다고 설명합니다.

27. 정답: X

프리텐션 방식은 강재에 인장력을 가해 늘어난 상태에서 콘크리트를 타설하는 방식이며, 타설 후 강재를 인장하는 것은 포스트텐션 방식입니다.

28. 정답: O

지문의 5문단에서 프리텐션 방식의 긴장력 도입 원리를 위와 같이 설명하고 있습니다.

29. 정답: X

포스트텐션 방식은 콘크리트가 굳은 후에 관에 강재를 삽입하고 인장하는 방식입니다.

30. 정답: O

지문의 마지막 문단에서 프리스트레스트 콘크리트는 제작 과정에서 부재에 압축응력을 주는 방법이라고 요약하여 명시하고 있습니다.

1. 정답: 보

지문의 1문단 첫 부분에 "다리에 가로놓이는 부재인 보"라고 명시되어 있습니다.

2. 정답: 응력

지문의 1문단에서 응력을 "내력을 부재의 단면 면적으로 나눈 것으로, 단위면적당 내력의 크기"라고 정의하고 있습니다.

3. 정답: 강도

지문의 1문단에 "부재가 견딜 수 있는 최대한의 응력인 강도"라고 설명되어 있습니다.

4. 정답: 사용하중

지문의 2문단에서 고정하중과 활하중을 더한 것을 '사용하중'이라고 한다고 명시되어 있습니다.

5. 정답: 강재

지문의 2문단에 "철근이나 강연선 등의 강재를 배치하여"라고 기술되어 있습니다.

6. 정답: 긴장력

지문의 3문단에서 반작용으로 콘크리트에 미리 가해지는 압축응력을 '긴장력'이라고 한다고 설명합니다.

7. 정답: 솟음

지문의 4문단에서 완전 긴장 콘크리트는 "고정하중만 작용할 때 중앙부에 솟음이 발생한다"고 명시되어 있습니다.

8. 정답: 폐합

지문의 4문단에서 "활하중이 제거되면 긴장력에 의해 균열이 폐합되는 회복 가능한 특성"이라고 설명합니다.

9. 정답: 프리텐션 방식

지문의 5문단에서 강재를 늘린 상태에서 콘크리트를 타설하고 굳은 후 인장력을 푸는 방식을 '프리텐션 방식'이라고 명시하고 있습니다.

10. 정답: 포스트텐션 방식

지문의 5문단에서 콘크리트를 타설하고 난 후에 강재를 인장하는 이 방식을 '포스트텐션 방식'이라고 설명합니다.

1. 정답: ⑤

- ① 이 글은 콘크리트 부재의 약점과 보완 공법을 설명하고 있으나, 그 원인이나 발전 과정을 시대적 흐름에 따라 순차적으로 분석하고 있지는 않으므로 적절하지 않다.
- ② 본문은 기존에 사용되는 콘크리트 보강법들의 원리와 특징을 객관적으로 설명하고 있을 뿐, 상반된 이론을 절충하거나 전혀 새로운 공법을 독자적으로 제안하는 내용은 포함하고 있지 않다.
- ③ 하중의 종류와 변형의 원리는 서술되어 있으나, 이를 입증하기 위한 구체적인 실험 데이터가 제시되지 않았으며, 보강법들의 경제적 효용성이나 비용 측면에 대한 언급도 존재하지 않는다.
- ④ 글의 도입부에서 다리를 예시로 들며 호기심을 유발하기는 하나, 특정 건축물의 구체적 한계 사례를 지적하거나 여러 학자들의 주장을 인용하여 대조하는 방식은 나타나지 않는다.
- ⑤ 1, 2문단에서 부재에 작용하는 하중과 응력의 원리를 설명한 후, 콘크리트의 인장에 약한 단점을 보완하기 위해 철근 및 프리스트레스트 콘크리트로 분류하고, 프리스트레스트 공법을 다시 인장력의 크기 및 도입 방식에 따라 분류하여 특징을 비교하고 있다.

2. 정답: ②

- ① 지문에 따르면 부재 자체의 무게는 고정된 값인 고정하중이지만, 이동하는 자동차의 무게는 변화하는 값인 활하중이다. 따라서 자동차 무게를 고정된 값이라고 한 것은 적절하지 않다.
- ② 5문단에서 프리텐션 방식은 강재의 인장력을 풀어 줄 때 강재가 수축하면서 원래 모양으로 돌아가려는 힘이 마찰력으로 전달되어 긴장력(압축응력)을 주는 방식이라고 명확히 서술하고 있다.
- ③ 지문에서 콘크리트에 회복할 수 없는 균열이 생기는 시점은 '인장응력이 인장강도보다 커지면'이라고 명시되어 있으므로, 인장강도가 인장응력보다 커진다는 서술은 사실과 반대된다.
- ④ 지문에 따르면 부분 긴장 콘크리트도 '고정하중만 작용할 때'는 발생하는 인장응력이 상쇄되도록 긴장력을 주어 부재에 압축응력만 작용하며 전 단면이 하중에 저항하므로 균열이 발생하지 않는다.
- ⑤ 지문에 따르면 포스트텐션 방식은 콘크리트가 굳은 후 강재를 인장하고 양 끝을 정착장치로 고정하는 방식이며, 정착장치가 서로 당기는 힘에 의해 긴장력이 도입된다. 콘크리트가 굳기 전에 가했던 인장력을 풀어 주는 것은 프리텐션 방식에 해당한다.

3. 정답: ④

- ① 지문에서 부재 자체의 무게는 고정된 값인 고정하중이므로, 이동하는 무게인 활하중이 제거된다고 해서 고정하중이 함께 사라지는 것은 아니며 이는 물리적 사실과 어긋난다.
- ② 지문에서 극한 상태란 부재가 완전히 파괴되는 상태를 의미하므로 부분 긴장 콘크리트의 미세한 균열 발생을 극한 상태라고 볼 수 없으며, 변형이 인장강도를 높인다는 논리도 지문에 제시되지 않았다.
- ③ 활하중이 제거되더라도 고정하중은 계속 작용하고 있으며, 또한 제작 과정에서 미리 가해둔 압축응력인 긴장력이 부재 내부에 여전히 작용하고 있으므로 어떠한 응력도 작용하지 않는다는 설명은 틀린 진술이다.
- ④ 지문에 따르면 부분 긴장 콘크리트는 고정하중만 작용할 때 발생하는 인장응력이 상쇄되도록 설계된다. 따라서 고정하중과 활하중이 더해진 사용하중으로 인해 균열이 생겼다가도, 활하중이 사라져 고정하중만 남게 되면 미리 도입된 긴장력이 인장응력을 덮어버리고 압축응력만 작용하게 되므로 균열이 폐합되는 것이다.
- ⑤ 압축응력은 제작 과정에서 미리 도입된 긴장력에 의한 것이며 인장응력이 압축응력으로 형태를 변환하는 것이 아니다. 또한 강재의 단면적이 팽창한다는 내용은 지문에 언급된 바 없다.

4. 정답: ⑤

- ① 지문에서 응력은 단위면적당 내력의 크기이며 외력이 증가하면 응력도 증가한다고 명시하였다. 보기의 실험에서 외력을 서서히 증가시키고 있으므로 두 부재 모두 단위면적당 내력인 응력의 크기가 점진적으로 증가하게 된다.
- ② 지문에서 강도는 부재가 견딜 수 있는 최대한의 응력이라고 정의하였다. 보기에서 A와 B는 재질이 동일하여 견딜 수 있는 최대한의 응력인 강도가 같다고 전제하였으므로, 두 부재가 파괴되기 직전에 견디는 응력의 최대 한계치는 동일하다.
- ③ 지문에서 응력은 내력을 단면 면적으로 나눈 것이라 하였으므로, 단면 면적이 2배 큰 B는 동일한 외력과 내력 조건에서 A보다 응력이 절반으로 작다. 보기에서 A와 B의 강도가 동일하다고 하였으므로, A가 강도에 도달하여 균열이 발생할 때 B의 응력은 강도의 절반 수준에 머물러 있게 된다.
- ④ 지문에서 외력이 작용할 때 그 반작용으로 내부에서 내력이 발생한다고 하였고, 보기에서 부재에 작용하는 외력과 동일한 크기의 내력이 발생한다고 가정하였다. 따라서 두 부재에 동일한 외력이 작용하면 부재의 단면 면적과 관계없이 발생하는 내력의 총 크기는 서로 동일하다.
- ⑤ 지문에 따르면 응력은 내력을 단면 면적으로 나눈 값이므로, 단면 면적이 클수록 응력의 크기는 작아진다. 보기의 상황에서 단면 면적이 더 큰 B는 A보다 응력 증가폭이 완만하므로, 외력이 증가할 때 응력이 더 빠르게 증가하여 먼저 파괴되는 것은 단면 면적이 작은 A이다.

5. 정답: ⑤

- ① 2문단에 따르면 보의 상단에는 압축력이 작용하여 길이가 짧아지는데, 콘크리트는 원래 압축에 강한 재료이므로 압축력이 작용하는 부분은 콘크리트 자체만으로도 충분히 하중에 저항할 수 있다.
- ② 2문단에 따르면 보가 아래로 휘 때 하단에는 길이가 길어지는 인장력이 작용하고, 콘크리트는 인장에 약하므로 이 부분에 인장에 강한 철근이나 강연선 등 강재를 배치하여 보 강해야 한다.
- ③ 1문단에서 응력은 내력을 단면 면적으로 나눈 값이라고 하였다. 단면 면적을 넓게 설계하면 동일한 외력(하중)이 작용할 때 발생하는 단위면적당 내력인 응력의 크기가 줄어들게 된다. 따라서 외부의 힘이 가해질 때 응력이 부재의 한계점인 강도에 도달하여 균열이 발생하거나 파괴되는 극한 상태에 이르는 시점을 늦출 수 있다는 것은 타당한 추론이다.
- ④ 1문단에서 외력이 증가하여 응력이 부재의 강도보다 커지면 균열이 발생하고, 계속해서 응력이 더 증가하면 결국 부재가 완전히 파괴되는 극한 상태에 도달한다고 명시되어 있으므로 적절한 반응이다.
- ⑤ 2문단에 따르면 큰 하중이 작용할 때 보가 아래로 휘어지면서 보 상단에는 압축력이, 하단에는 인장력이 작용한다. 1문단의 정의에 따르면 인장력에 의해 발생하는 것은 인장응력이므로, 보 하단에 발생하는 내력을 단면 면적으로 나눈 값은 압축응력이 아니라 인장응력의 크기가 된다.

6. 정답: ④

- ① 2문단에 따르면 콘크리트는 압축에는 강하지만 인장에 약한 재료이다. 따라서 보 상단에 작용하는 압축력은 콘크리트 자체가 지닌 재료적 특성만으로도 충분히 견딜 수 있으므로 견딜 수 없다는 추론은 거짓이다.
- ② 지문에 따르면 사용하중은 고정하중과 활하중을 더한 값이므로 고정하중보다 더 크며, 4문단에서 완전 긴장은 사용하중이 작용할 때의 인장응력을 상쇄하기 위해 긴장력을 강하게 준 것이라 했다. 따라서 사용하중이 더 큰 인장응력을 발생시킨다.
- ③ 3문단에서 철근 콘크리트의 인장응력이 인장강도보다 커져 콘크리트에 회복할 수 없는 균열이 생기면 구조물의 내구성이 저하된다고 명확히 서술하고 있으므로 내구성이 저하되지 않는다는 진술은 틀렸다.
- ④ 1문단과 2문단에 따르면 외력이 증가하면 응력도 비례하여 증가하며, 보 위를 이동하는 자동차의 무게인 활하중은 계속 변화하는 값이다. 강도를 초과하여 균열이 발생하기 전이라도 외력인 활하중의 크기가 변하면 그 반작용인 내력도 변하므로, 단면 면적당 내력인 인장응력의 크기 역시 변화하게 된다.
- ⑤ 4문단에서 부분 긴장 콘크리트는 고정하중만 작용할 때 발생하는 인장응력이 상쇄되도록 긴장력을 준다고 하였다. 인장응력을 완전히 상쇄하여 압축응력만 작용하게 함으로써 부재가 수평을 이루거나 솟게 되므로, 긴장력이 고정하중에 의한 인장응력보다 훨씬 작아야 한다는 추론은 논리적으로 어긋난다.

7. 정답: ③

- ① 5문단에서 프리텐션 방식은 콘크리트가 굳으면 강재의 인장력을 풀어 준다고 명시하고 있으므로, 굳기 전에 풀어 준다는 진술은 거짓이다.
- ② 5문단에서 포스트텐션 방식은 콘크리트를 타설하고 난 후에 강재를 인장하는 방식이라고 설명하고 있으므로, 인장한 상태에서 타설한다는 진술은 거짓이다.
- ③ 5문단에서 프리텐션 방식은 강재의 인장력을 풀어 줄 때 강재가 수축하면서 원래의 모양으로 돌아가려는 힘이 콘크리트에 마찰력으로 전달되는 방식이라고 설명하고 있다. 따라서 부착된 강재의 수축하려는 힘을 통해 마찰력으로 긴장력을 준다는 설명은 가장 적절하다.
- ④ 5문단에서 포스트텐션 방식은 양 끝의 정착장치가 서로 당기는 힘에 의해 콘크리트에 긴장력이 도입된다고 하였으므로, 강재가 팽창하여 밀어내는 힘이라는 진술은 사실과 다르다.
- ⑤ 5문단에서 두 방식 모두 콘크리트가 타설된 후 단단히 굳은 상태에서, 즉 프리텐션은 굳으면 인장력을 풀고 포스트텐션은 굳으면 인장하여, 부재에 긴장력을 전달하므로 굳기 전이라는 진술은 적절하지 않다.

8. 정답: ④

- ① 지문에 따르면 인장응력이 인장강도보다 커질 때 콘크리트에 균열이 발생한다. 보기의 T2에서 고정하중과 활하중이 더해진 사용하중의 작용으로 인장응력이 미리 도입된 긴장력인 압축응력을 초과하였고, 이것이 콘크리트의 인장강도 한계마저 넘어섰기 때문에 균열이 발생한 것이다.
- ② 지문에서 부분 긴장 콘크리트는 고정하중만 작용할 때 발생하는 인장응력이 상쇄되도록 긴장력을 주어 압축응력만 작용하며, 이때 부재의 전 단면이 하중에 저항한다고 설명하였다. 보기의 T1은 고정하중만 작용하는 시점이므로 전 단면이 하중에 저항하고 있다.
- ③ 지문에서 부분 긴장 콘크리트는 활하중이 제거되면 긴장력에 의해 균열이 폐합된다고 하였다. T3는 활하중이 제거된 상태이므로, 증가했던 인장응력이 감소하여 제작 시 미리 가해둔 긴장력인 압축응력이 다시 우세해져 균열이 닫힌 것이다.
- ④ 부분 긴장 콘크리트에 도입된 긴장력은 제작 과정에서 부재에 미리 가한 압축응력에 해당한다. T2에서 T3로 넘어갈 때 균열이 폐합되는 것은 긴장력이 T2에서의 활하중보다 우세하기 때문이 아니라, 활하중이 제거되면서 하중에 의한 인장응력이 줄어들어 미리 가해둔 긴장력(압축응력)이 다시 우세해졌기 때문이다. 이때의 긴장력은 활하중이 아닌 고정하중에 의한 인장응력보다 우세하다.
- ⑤ 지문에서 부분 긴장 콘크리트는 고정하중만 작용할 때 발생하는 인장응력이 상쇄되도록 긴장력을 준 것이라고 명시하였다. 보기에서 T1과 T3는 모두 활하중이 없는 고정하중 상태이므로, 긴장력에 의해 인장응력이 상쇄되고 압축응력만 작용하게 된다.

9. 정답: ③

- ① 지문에서 부재에 작용하는 외력이 증가하면 내력도 발생하며 이에 따라 응력도 증가한다고 명시하였다. 단면 면적이 변하지 않는다면 외력(활하중)의 증가에 비례하여 응력 역시 상승한다는 추론은 논리적으로 타당하다.
- ② 지문에서 변형 시 보의 상단에는 압축력이 작용한다고 하였고, 콘크리트는 압축에 강한 재료적 성질을 띠고 있다고 설명하였다. 따라서 상단의 압축력에 대해서는 강재의 보완 없이도 강하게 저항할 수 있다.
- ③ 지문에 따르면 부재가 파괴되는 극한 상태에 도달하기 전이라도, 하중 증가로 인해 응력이 인장강도보다 커지게 되면 먼저 콘크리트에 회복할 수 없는 균열이 발생하게 된다. 따라서 극한 상태 이전에 균열이 생기지 않는다는 진술은 거짓이다.
- ④ 지문에서 부분 긴장 콘크리트가 고정하중만 작용하는 상태일 때는 인장응력이 상쇄되어 부재 전체에 '압축응력만 작용한다'고 서술되어 있으므로, 상단과 하단을 불문하고 모두 압축응력이 지배적인 상태임을 추론할 수 있다.
- ⑤ 이동하는 수단(활하중)이 없다면 부재에는 자체 무게인 고정하중만 남게 된다. 이 고정하중 역시 부재에 작용하는 외력이므로, 그 반작용을 통해 부재 내부에 내력을 발생시키는 것은 지문의 원리에 완벽히 부합한다.

10. 정답: ⑤

- ① 부재 자체의 무게인 고정하중은 물리적으로 배제할 수 없는 값이며, 하중의 종류를 제한하는 것은 이미 가해진 압축응력을 통한 상쇄 효과를 직접적으로 증대시키는 원리와 무관하다.
- ② 지문에 따르면 강재는 압축력이 작용하는 상단이 아니라 인장응력이 발생하는 하단에 배치되어야 하며, 단순히 강재의 위치를 바꾼다고 하여 압축력이 인장력으로 변환되는 것은 아니다.
- ③ 지문의 정의에 따르면 단면 면적과 응력은 반비례 관계에 있다. 따라서 부재의 단면 면적을 줄이면 응력의 크기가 오히려 증가하게 되므로 상쇄 효과를 높이는 긍정적인 방법이 될 수 없다.
- ④ 프리스트레스트 콘크리트의 상쇄 효과는 부재에 부여된 긴장력에 의존한다. 따라서 마찰력을 없애어 압축응력을 무효화하면 인장응력을 전혀 상쇄할 수 없게 된다.
- ⑤ 지문에서 인장응력의 상쇄는 강재를 인장한 후 발생하는 반작용을 통해 콘크리트에 가해진 압축응력으로 인해 이루어진다고 설명하였다. 따라서 강재를 더욱 강하게 인장하여 반작용의 크기를 극대화하면, 부재에 가해지는 압축응력이 커져 인장응력을 상쇄하는 효과도 높아지게 된다.

11. 정답: ②

- ① 지문에 따르면 솟음이 발생하는 이유는 인장응력이 압축응력을 초과해서가 아니라, 고정하중만 작용하는 상황에서 미리 도입된 큰 압축응력인 긴장력이 강하게 남아 있기 때문이다.
- ② 지문에서 완전 긴장 콘크리트는 사용하중이 작용할 때 인장응력이 상쇄되어 압축응력만 작용하며 전 단면이 저항한다고 명시했다. 사용하중이 계획된 무게를 초과할 경우에만 균열이 생길 수 있으므로, 계획된 사용하중 이하에서는 전 단면이 하중에 저항한다.
- ③ 고정하중만 작용할 때 발생하는 인장응력이 상쇄될 정도로만 긴장력을 주는 것은 완전 긴장 콘크리트가 아니라 부분 긴장 콘크리트에 대한 설명이다.
- ④ 활하중 제거 시 균열이 폐합되는 특성으로 인해 우수한 내구성을 확보하는 것은 부분 긴장 콘크리트의 고유한 특징이므로 사실과 어긋난다.
- ⑤ 지문에 따르면 인장력이 작용하여 길이가 길어지는 부분은 보의 하단이므로 강재는 하단에 배치되어야 하며, 콘크리트는 본래 압축력에 강한 재료이므로 압축력을 견디기 위해 상단에 강재를 집중시킨다는 진술은 틀렸다.

12. 정답: ③

- ① 지문에서 프리텐션 방식은 콘크리트가 굳은 후에 강재의 인장력을 풀어 줄 때 수축하는 힘이 마찰력으로 전달되어 긴장력을 준다고 하였다. 사례 X는 콘크리트가 굳기 전에 인장력이 풀렸기 때문에 마찰력이 발생하지 않아 부재에 압축응력이 전달되지 못한 것이다.
- ② 사례 Y는 관 내부에 강재를 삽입하고 인장한 뒤 양 끝을 정착장치로 고정하는 공정을 설명하고 있으며, 이는 지문에서 언급된 포스트텐션 방식의 제작 과정과 정확히 일치한다.
- ③ 지문에서 프리텐션 방식은 강재에 인장력을 먼저 가해 늘어난 상태에서 콘크리트를 타설하는 공법이다. 콘크리트를 타설하여 굳힌 후에 강재를 인장하는 것은 포스트텐션 방식의 원리이므로, 사례 X가 이를 지키지 않아 발생한 문제라는 진술은 서로 다른 공법의 원리를 혼동한 거짓이다.
- ④ 지문에 따르면 포스트텐션 방식에서는 양 끝의 정착장치가 서로 당기는 힘에 의해 콘크리트에 긴장력이 도입된다. 사례 Y에서 한쪽 정착장치가 파손되어 서로 당기는 힘이 소멸했기 때문에 콘크리트에 가해지던 압축응력이 즉시 사라진 것이다.
- ⑤ 지문에서 프리스트레스트 콘크리트는 하중에 의해 발생할 인장응력을 상쇄하기 위해 제작 과정에서 미리 부재에 압축응력을 주는 방법이라고 하였다. 보기의 두 사례 모두 이 목적을 위해 압축응력을 가하려는 과정에서 기계적 결함으로 인해 실패한 상황이다.

13. 정답: ①

- ① 3문단에 따르면 프리스트레스트 콘크리트에서 긴장력인 압축응력을 도입하기 위해서는 고강도 강재를 압축하는 것이 아니라 인장하여 늘어나게 한 뒤 그에 따른 반작용을 활용하는 것이므로 압축력을 가한다는 진술은 틀렸다.
- ② 3문단에서 프리스트레스트 콘크리트 공법은 부재에 작용할 하중으로 인해 유발될 인장응력을 미리 상쇄할 목적으로 제작 과정에서 압축응력을 부여한 것이라고 정확하게 서술하고 있다.
- ③ 3문단에서 철근 콘크리트는 하중을 받을 때 콘크리트가 압축력을 전담하고 하단에 배치된 강재인 철근이 인장력을 부담하여 하중에 저항하는 방식으로 설명되었으므로 적절하다.
- ④ 2문단에 따르면 보의 상단에는 길이가 짧아지는 압축력이 작용하는데, 콘크리트는 원래 압축력에는 강한 특성을 지닌 재료이므로 부재 상단은 강제 없이도 하중에 저항할 수 있다.
- ⑤ 1문단에서 부재 내부의 응력이 견딜 수 있는 최대한의 기준치인 강도보다 커질 경우 균열이 먼저 발생한다고 하였고, 3문단에서 이러한 균열이 생기면 구조물의 내구성이 저하된다고 명시하였으므로 적절한 진술이다.

14. 정답: ⑤

- ① 지문에서 자동차의 무게 등은 활하중이라는 외력으로 작용한다고 하였다. 부재의 단면 면적이 고정된 상태에서 활하중이라는 외력이 커지면 그 반작용인 내력이 커지므로, 내력을 단면 면적으로 나눈 값인 응력 역시 비례하여 증가하게 된다.
- ② 지문의 정의에 따르면 응력은 내력을 부재의 단면 면적으로 나눈 값이다. 따라서 하중 증가로 내력이 커지더라도 분모인 단면 면적을 훨씬 더 넓게 만들면, 응력의 크기가 줄어들어 부재가 극한 상태로 파괴되는 것을 예방할 수 있다.
- ③ 4문단에서 완전 긴장 콘크리트는 사용하중으로 인해 유발되는 인장응력이 모두 상쇄되도록 강한 긴장력을 준 것이라고 서술하였으며, 이로 인해 부재 전체에 압축응력만 작용하여 전 단면이 하중에 저항한다고 설명하였으므로 타당하다.
- ④ 4문단에서 부분 긴장 콘크리트는 고정하중만 작용할 때의 인장응력을 상쇄할 만큼의 긴장력만을 부여한 방식이라고 하였고, 이러한 설계 조건 하에서 고정하중만 작용할 경우 부재가 수평을 이루거나 경미하게 솟는다고 서술하고 있다.
- ⑤ 지문에서 강도는 부재가 견딜 수 있는 최대한의 응력으로 정의되는 고유한 한계 기준점이다. 작용하는 하중이 커진다고 해서 부재 자체가 견딜 수 있는 강도 기준점이 덩달아 높아지는 것은 아니며, 오히려 응력이 강도를 초과하게 되어 균열이 빠르게 발생하게 된다.

15. 정답: ③

- ① 지문에 따르면 보의 변형 시 상단에는 압축력이, 하단에는 인장력이 작용하며, 균열은 압축응력이 아니라 인장응력 때문에 발생한다. 따라서 인장력이 이동하여 강력한 압축응력을 유발한다는 설명은 힘의 종류와 작용 위치를 잘못 파악한 진술이다.
- ② 지문에서 긴장력은 제작 과정에서 구조물 내부에 미리 물리적으로 도입된 압축응력이다. 외부의 하중이 커진다고 해서 강재에 의해 이미 가해져 있던 물리적인 긴장력 자체가 갑자기 일시에 소멸하는 것은 아니므로 논리적 근거가 될 수 없다.
- ③ 완전 긴장 콘크리트는 원래 계획된 수준의 사용하중에서 유발되는 인장응력만큼만 미리 압축응력인 긴장력을 부여해 상쇄하도록 설계되었다. 따라서 사용하중이 계획된 무게를 넘어서면 긴장력으로 감당할 수 없는 초과분의 인장응력이 구조물에 실질적으로 작용하게 되어 결국 균열이 생기는 것이다.
- ④ 지문에서 압축력과 인장력은 작용 방향이 항상 반대라고 명확히 서술하였다. 솟음 현상은 완전 긴장 콘크리트에 큰 긴장력이 남아 있어서 고정하중만 작용할 때 발생하는 별개의 현상일 뿐, 두 응력이 동일한 방향으로 작용하여 균열을 일으키는 원인은 아니다.
- ⑤ 지문에 따르면 부재 자체의 무게인 고정하중은 변화하지 않는 고정된 값이며, 부재의 강도 역시 재료가 버티는 최대 한의 응력으로서 하중에 의해 변하는 값이 아니다. 증가한 사용하중이 고정하중이나 강도를 감소시킨다는 것은 지문 원리에 정면으로 위배된다.

16. 정답: ⑤

- ① 지문에서 물체를 늘어나게 하는 힘에 의해 인장응력이 발생한다고 하였다. 보기에서 와인이 팽창하며 널빤지 사이를 벌어지게 하려는 힘은 하중에 의해 부재가 길어지며 발생하는 인장응력과 완벽히 대응되는 개념이다.
- ② 지문에 따르면 프리스트레스트 콘크리트는 인장응력을 상쇄하기 위해 강재를 인장하여 콘크리트에 압축응력을 미리 가하는 방식으로 제작된다. 이는 외부에서 쇠장식으로 널빤지를 강력하게 묶어 조이는 힘을 미리 부여하는 것과 동일한 원리이다.
- ③ 지문에서 콘크리트에 미리 가해진 압축응력을 긴장력이라고 부르며 이는 발생하는 인장응력을 상쇄한다고 설명하였다. 보기에서 와인의 팽창 압력에 대비해 널빤지에 미리 가해둔 조이는 힘 역시 구조물을 유지시키는 긴장력과 동일한 개념이다.
- ④ 지문에서 콘크리트는 압축에는 강하지만 팽창하며 늘어나는 힘인 인장에는 약하다고 하였다. 보기의 나무 널빤지 역시 와인의 팽창 압력에 의해 쉽게 틈이 벌어지려는 약점을 지니고 있으므로 콘크리트와 유사한 역할을 한다.
- ⑤ 지문에서 물체를 압축하는 힘과 팽창시켜 늘어나게 하는 힘인 인장력은 작용 방향이 정반대이기 때문에 서로 상쇄된다고 설명하였다. 밖으로 팽창하려는 와인의 압력과 중심부로 조이려는 쇠장식의 힘은 서로 반대 방향으로 작용하므로 방향이 같다는 진술은 명백히 거짓이다.

17. 정답: ②

- ① 1문단에서 응력이 강도를 초과하면 부재에 균열이 발생한다고 명시되어 있으므로 이 질문의 답은 균열 발생임을 알 수 있다.
- ② 지문에서 프리스트레스트 콘크리트에 고강도 강재를 사용한다는 사실은 언급되어 있으나, 그 강재의 물리적인 굽기 수치에 대해서는 설명하고 있지 않으므로 답을 찾을 수 없다.
- ③ 2문단에 따르면 보 하단은 인장력이 작용하는데 콘크리트 자체가 인장에 약한 재료이기 때문에 이를 보완하고자 강재를 배치한다는 내용으로 답을 찾을 수 있다.
- ④ 4문단에서 완전 긴장 콘크리트는 미리 큰 긴장력이 강하게 도입되기 때문에 고정하중만 작용하는 상황에서 중앙부에 솟음이 발생한다고 설명하여 원인을 밝히고 있다.
- ⑤ 5문단에서 포스트텐션 방식은 콘크리트 양 끝에 설치된 정착장치가 서로 당기는 힘에 의해 긴장력을 도입한다고 하였으므로 그 매개체가 정착장치임을 확인할 수 있다.

18. 정답: ⑤

- ① 지문에 따르면 외력이 작용할 때 반작용으로 내력이 발생하며, 외력이 증가하면 응력 역시 비례하여 증가하므로 올바른 이해이다.
- ② 지문은 응력의 종류를 인장력에 의한 인장응력과 압축력에 의한 압축응력 등으로 설명하고 있으므로, 외력의 작용 방식에 따라 응력이 구분된다는 진술은 적절하다.
- ③ 지문에서 응력은 내력을 단면 면적으로 나눈 값으로 정의된다. 따라서 내력이 일정할 때 단면 면적이 넓어지면 분모가 커지므로 단위면적당 내력인 응력은 작아지는 것이 타당하다.
- ④ 지문에 따르면 응력이 강도를 초과하여 균열이 발생한다. 응력이 더 증가하면 구조물이 파괴되는 극한 상태에 도달한다고 명시되어 있으므로 올바른 진술이다.
- ⑤ 지문에서 부재에 균열이 발생하는 시점은 응력이 부재가 견딜 수 있는 최대한의 응력인 강도보다 커질 때라고 명확히 규정하였다. 따라서 강도에 도달하기 전에 균열이 발생하기 시작한다는 이해는 사실과 어긋난다.

19. 정답: ③

- ① 지문에 따르면 하중이 작용하기 전에 콘크리트에 미리 압축응력을 가하는 것은 프리스트레스트 콘크리트의 특징이므로 철근 콘크리트에 대한 설명으로 적절하지 않다.
- ② 지문에서 철근 콘크리트 역시 하중을 받을 때 콘크리트가 압축력에 저항하고 철근이 인장력에 저항한다고 명시하였으므로, 두 보강법 모두 콘크리트가 압축력에 저항하는 특성을 지닌다.
- ③ 2문단에 따르면 콘크리트가 인장에 약한 성질을 보완하기 위해 길이가 길어져 인장응력이 생기는 부분에 강재를 배치하는 보강법이 개발되었으며, 이 보강법에 철근 콘크리트와 프리스트레스트 콘크리트가 모두 포함되므로 올바른 진술이다.
- ④ 지문에서 긴장력을 부여하기 위해 미리 압축응력을 가하는 것은 프리스트레스트 콘크리트 공법에 국한된 설명이다. 철근 콘크리트는 하중을 받을 때 철근이 인장력에 저항하는 방식이므로 적절하지 않다.
- ⑤ 1문단과 4문단에 따르면 프리스트레스트 콘크리트 역시 사용하중이 계획보다 커져 응력이 강도를 초과하게 되면 균열이 생길 수 있으므로 균열이 발생하지 않는다는 진술은 틀렸다.

20. 정답: ③

- ① 지문에서 프리텐션 방식은 강재가 원래 모양으로 돌아가려는 힘이 마찰력으로 전달되어 긴장력을 준다고 하였다. 복원하려는 힘이 마찰력으로 변환되므로 돌아가려는 힘이 강해지면 전달되는 마찰력 역시 커질 것임을 추론할 수 있다.
- ② 지문에 명시된 프리텐션 방식의 공정 순서는 콘크리트가 굳은 후에 강재의 인장력을 풀어주는 것이다. 굳기 전에 인장력을 푸는 진술은 사실관계와 정면으로 상충된다.
- ③ 5문단에서 포스트텐션 방식은 정착장치가 서로 당기는 힘에 의해 긴장력인 압축응력이 도입된다고 설명하였다. 정착장치가 느슨해지면 서로 당기는 힘이 줄어들어 구조물 내부의 긴장력 또한 약해질 것이 논리적으로 자명하다.
- ④ 포스트텐션 방식은 강재를 얇은 관 내부에 삽입하여 인장하고 양 끝을 정착장치로 당기는 힘을 이용하는 방식이므로, 강재 자체가 콘크리트 표면과 직접 마찰을 일으켜 응력을 주는 것은 아니다. 마찰력을 활용하는 것은 프리텐션 방식이다.
- ⑤ 프리텐션과 포스트텐션 방식은 프리스트레스트 콘크리트의 공법으로서 인장에 약한 콘크리트의 성질을 보완하기 위해 인장응력이 아니라 미리 압축응력을 부여하는 방식이다.