



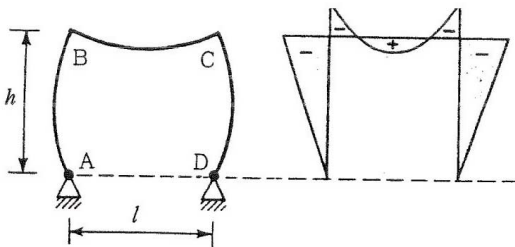
문 · 고 · 답 · 하 · 기

주각부 타입

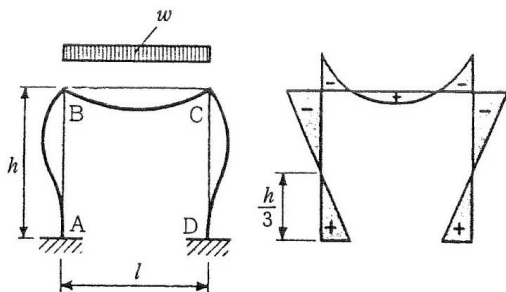
Q 주각부의 베이스플레이트 내에서 앵커볼트가 기둥 H형강의 외부에 설치되는 것과 내부에 설치되는 것의 차이는 무엇인지 답변 부탁드립니다.

A 대체적으로 주각부 앵커볼트의 배치는 모멘트에 대한 저항능력을 기준으로 구분하시면 됩니다.

주각부를 핀(힌지)로 가정하여 구조해석을 수행하였다면 모멘트는 발생하지 않고 축하중과 전단력만이 작용되는 것으로 산정되므로 앵커볼트는 형강의 내부(웹)에 위치시켜도 무방하지만, 주각부를 고정으로 가정하고 구조해석을 하면 모멘트가 발생하므로 앵커볼트를 형강의 플랜지 외부에 배치하여 모멘트에 저항할 수 있도록 해야 합니다.



(a) 힌지형식



(a) 고정형식

주각부 지지방식에 따른 응력 및 변형분포

데크슬래브의 내화규준

Q U-Deck 75×200×65×58×t를 거푸집용으로 상부 슬래브 두께를 75mm로 설계하였는데, 감리에서 내화두께 t=100mm로 재설계를 요구합니다.

구조 규준상에는 Deck 상부슬래브를 50mm 이상으로 규정하고 있으며 구조사무소에서는 일반적으로 상부슬래브를 75mm 정도로 설계하는 것으로 압니다.

A 데크플레이트는 구조기능상 거푸집용 데크플레이트와 구조용 데크플레이트로 구분되는데, 거푸집용 데크플레이트는 데크플레이트가 시공시 단순 거푸집 용도로만 설계 및 제작된 데크플레이트를 말합니다. 거푸집용으로 사용되는 일반 데크플레이트는 콘크리트 구조설계 기준이나 KBC2005에서 명기된 1방향 슬래브의 최소 두께인 100mm(전체 두께)를 따르되, 참고로 구조용 합성슬래브 두께 및 배근 관련 규정은 철골·철근콘크리트 구조계산 규준 5.3.5(대한건축학회, 2000.4)에 의하면 다음과 같습니다.

(1) 슬래브 두께 및 배근

1) 합성슬래브의 전체 두께(h)는 80mm 이상으로 하며, 데크 상부 슬래브 두께(리브 위의 콘크리트 두께, hc)는 40mm 이상으로 하여야 한다.

2) 슬래브가 보와 합성작용을 하거나 격막작용을 할 경우 전체 및 데크 상부 슬래브 두께는 각각 90mm, 50mm 이상으로 하여야 한다.

「 5.3.5 구조세칙 」

베트남 하중 및 설계기준

Q 베트남 호치민시의 풍하중 및 지진에 대하여 알려주세요. 그리고 설계기준 역시 부탁드립니다.

A 베트남의 호치민은 태풍의 발원지보다 아래에 위치하고 있어서 풍하중은 우리나라의 기본 풍속 35(b)정도이며, 지진은 고려하지 않아도 됩니다. 사용코드는 베트남 자체 기준도 있는데 그 기준

안에는 외국 기준을 인정하고 있는 실정이므로 BS코드를 쓰셔도 됩니다. 사용되는 단위계는 kg, m 단위를 사용하며, 국가코드로 Building Code of Vietnam이 있습니다. 주로 사용하는 프로그램은 Sap2000입니다. 심의를 받는데 우리나라와 다른 점은 심의위원도 구조계산서를 별도로 작성하여 보고한다는 점입니다.

동절기 콘크리트 품질관리

Q 동절기 콘크리트 품질관리 문의사항입니다. 당 현장은 설계 강도 24MPa 콘크리트를 12월 29일 타설한 후 3일 간은 10℃ 정도의 온도를 유지하고 3일 이후부터는 별도의 가열은 하지 않고 외기온도 상태 (최저온도 -7℃ 최고온도 +2℃)를 그대로 유지한 후 일주일 후 슈미트해머로 강도시험을 한 결과 약 12MPa 강도를 확인하였습니다. 보통 콘크리트의 7일 강도는 28일 강도의 2/3수준인 걸로 알고 있습니다. 이런 경우

(1) 7일 콘크리트의 강도가 28일 콘크리트의 강도 1/2 밖에 나오지 않은 원인은 무엇인지 알고 싶습니다. (참고로 수중양생 공시체의 7일 강도는 설계강도의 2/3정도가 나왔습니다.

(2) 현재 상태로라면 28일 강도도 설계강도 미만으로 나올 것 같은데 이럴 경우 설계강도를 확보하려면 어떤 조치를 해야 하는지요

A 1. 슈미트해머 강도 시험 관련
슈미터 해머 강도 시험 결과만으로는 강도 판단이 정확하지 않습니다. 테스트 위치에서 코어 채취를 하여 파괴강도와 슈미터 해머 반발경도값과의 상관식을 찾아야 합니다. 건물의 특성식(배합조건, 양생 조건에 따른)을 찾은 후, 파괴강도를 구할 수 없는 부위에 슈미터 해머를 사용하여, 반발경도를 구하고, 그 반발경도는 건물 특성식에 넣어서 강도를 추정해야 올바른 방법입니다. 일단은, 약 12MPa의 강도는 참고로 개략의 변화상태를 추정하는 정도로만 보아야 합니다.

2. 7일 콘크리트의 강도가 28일 콘크리트의 강도 1/2 밖에 나오지 않은 원인
수중양생은 표준양생으로 양생에 필요한 좋은 조건이 다 갖추어져 있으므로 당연히 강도가 잘 나올 것입니다.

7일 콘크리트 강도가 1/2 밖에 안되는 것은 초기 보양 후 외기온도 상태(-7~2℃)에 그냥 내버려 두었기 때문에 외기 온도를 누적하여 등가재령으로 환산해 보면 7일이 아니라, 초기 보양을 했으니 그것까지 포함하면 등가재령은 대략 2일 정도 되어 보입니다. 3일 간 10℃ 이므로 이것은 등가재령 1.5일에 해당되고, 이후 외기온도가 열악하게 낮았으므로 강도발현이 거의 진전이 안되었을 것입니다. 누적시켜도 등가재

령이 2일 정도 되어 보입니다.

3. 설계강도를 확보하기 위한 조치

동절기 콘크리트(한중콘크리트)는 초기 보양이 절대적으로 중요합니다. 초기에(콘크리트 강도가 5MPa 전) 콘크리트가 열게 되면, 물이 팽창하는 힘을 콘크리트가 견딜 수 없어 미세 균열들이 발생하게 되고, 이것은 품질저하 뿐 아니라, 강도 저하의 원인이 됩니다. 동해를 입게 되면 강도발현 종료 후에도 최초 설계강도의 75% 이상의 강도를 내기 힘듭니다. 그래서 초기에 열지 않게 하는 것이 절대적으로 중요합니다. 그러면, 초기에 열지만 않았다면~ 문제가 없습니다. 콘크리트에 열량이 가해지면, 물이 있을 경우 수화반응은 다시 재개됩니다. 결국은 수화반응이 끝나면 강도가 발현됩니다. 콘크리트 표준시방서에는 90일 이내에 설계강도가 나와야 한다고 규정되어 있지만, 그 이후에도 결국에는 강도 증진이 이루어집니다. 하지만 초기 동해를 입으면 결코 시간이 지나더라도 결코 설계강도가 발현될 수 없습니다. 이 때는 폴리머 함침을 통해 표면 강화를 시켜야 하고, 최종강도를 코어 시험을 통해 확인 후, 해당 건물의 용도로 사용할 수 있는지 부재 별 내력검토를 하여야 하고, 필요시 용도변경, 보강 등이 이루어져야 합니다.

일본의 북해도에서도, 28일에 설계강도가 안 나왔다고 감리가 문제를 제기했으나, 현장소장은 끝까지 양생을 관리하고 지켜본 결과 1년 뒤 설계강도 이상이 나왔다고 하는 기사를 인터넷에서 본 적이 있습니다.

그리고, 초기 동해만 입지 않았다면, 계속해서 수분을 공급하는 것이 중요합니다. 표면에 수분이 증발해 버린다면, 온도 뿐만 아니라 수분이 있어야 수화반응이 일어날 수가 있기 때문에, 물을 뿌려주어야 합니다. (열게 되더라도 관계없습니다. 다시 녹으면 수화반응이 진행되기 때문입니다)

90일이 아니라 28일 후 설계강도가 꼭 나와야 한다면, 급열을 해야 합니다. 그리고 물을 뿌려야 합니다. 보온 천막을 두르고 물을 주기적으로 뿌려주고 조개탄을 열심히 지퍼서 온도관리를 해 나가야 합니다.

온도관리 자료가 있으면, 등가재령을 추정할 수 있고, 이것은 거의 코어 시험 강도와 동일합니다. 시방서에 적산온도 관련식도 있으나, 그것은 잘 맞지가 않습니다.

초기 동해를 입지 않아야 하는 것은 아주 중요한 일입니다.

초기 동해만 입지 않았다면 1.급열과 2.수분공급과 3.시간이 해결해 줍니다. 이것은 콘크리트 재료관련 문제로 더 깊은 정보는 재료 전문가를 찾으셔야 합니다.

힘(Force)와 응력(Stress)

Q 저는 건축구조를 전공하고자 하는 학생입니다. 그런데 제가 배움이 짧아서인지 아직도 힘(Force)와 응력(Stress)의 차이에 대하여 잘 모르겠습니다. 그래도 책을 찾아보면 정의 같은 것은 알겠는데 정확히는 잘 모르겠습니다. 전문가적인 답변을 부탁드립니다.

A 구조물에 외력이 작용하면 구조물은 변형과 단면 내에 내응력이 생깁니다.

아래와 같은 단계로 간략하게 표현할 수가 있습니다.

외력 → 외응력 → 내응력(간단히 응력이라고 함)

외력 : 말 그대로 외부에서 가해지는 힘

외응력 : 외력에 의해 생기며 직접적으로 구조물의 각 부분에 작용하는 힘.

(축력, 곡모멘트, 전단력, 척력 등)

내응력 : 외응력에 의해 단면 내에 유발되는 힘.

쉽게 예를 들어 설명드리면 리멘조에 외력(수직하중, 수평하중)이 작용하면 기둥부재는 외응력(축력, 모멘트, 전단력 등)이 발생하게 되며, 기둥의 각 부위에서 외응력에 의해 단면 내에 응력(Stress)이 생성되는 것입니다. 기둥의 한 부위에서 외력에 의해 압축력(외응력) 900kN이 발생하면 기둥부재의 단면적이 900cm² (30cm X 30cm)인 경우 $900 \times 1000 / 9000 = 1\text{kN/cm}^2$ 라는 축응력 (Axial Stress)이 생기는 셈이지요.

따라서 개인적인 소견으로는 외력을 힘(force), 부재에 발생하는 힘을 응력(Stress)로 구분하면 어떻게 생각해 봅니다.

풍동실험에 관하여

Q 건축물 하중기준의 풍하중에 있어서 구조골조용 가스트영향계수에 대하여 좋은 의견을 듣고자 합니다.

- 1) 일반적인 주거용 초고층 건축물에 있어서 강체구조물의 가스트 영향계수가 유연구조물의 가스트영향계수보다 항상 크다고 볼 수 있는 것인지요?
- 2) 굴뚝, Stack 이와 유사한 구조물의 경우 높이/폭의 값이 20이상으로 세장한데, 이 경우에도 풍동실험 등 기타의 정밀해석을 하지 않고 강체구조물로 보아 가스트 영향계수를 적용하여도 안전한 것인지요?
- 3) 굴뚝, Stack 이와 유사한 구조물의 경우 바람의 동적영향을 무시

한 상기의 가스트영향계수를 적용한 근사식에 의한 값과 풍동실험에 의한 값의 차가 커서 꼭 풍동실험을 수행하여야 하는 건지요?

- 4) 상기 내용 이외에 풍하중 적용에 있어 주의하여야 할 것은 무엇인지요? 좋은 의견 부탁드립니다.

A 강체구조물과 달리 유연구조물은 높이에 따라 가스트계수를 산정해야 합니다. 유연구조물은 공진현상 때문에 더 큰 진동이 발생할 수 있으므로 이에 대하여 고려해야 합니다. 따라서 강체구조물이 유연구조물보다 항상 가스트계수가 크다고 할 수는 없습니다.

콘크리트 양생 중 진동의 영향

Q 대지면적 : 10,083평 / 대지남북길이 약 140m, 동서길이 약 230m의 지하 2층, 지상 20층 아파트 공사장에서 현재 진행되는 상황은,

- 101동 기초바닥다짐, 콘크리트 + 철근조립작업 중
- 앞에 보이는 106동 기초바닥다짐, 콘크리트 바닥타설 중
- 여타의 동 또한 기초바닥 다짐, 콘크리트 타설 및 철근작업 중인데,
- 아직 터파기(암반 깨는 작업, 브레카 작업) 공사 진행 중인데, 지하2층 주차장 및 아파트 기초콘크리트는 양생 중에 있습니다.

제가 잘 이해되지 않는 부분은 콘크리트 양생 중(철근조립작업 마친 가지)에 바닥의 진동이 지속되면(현재도 소음으로 인한 민원이 계속 중임) 콘크리트가 양생되면서 크랙(갈라짐 현상)이 발생되지 않는지? 기초바닥 다짐 등의 다짐력이 분산되지 않을까? 등 하자로 발생할 소지가 있을까 궁금합니다. 정확한 판단은 어렵겠지요. 답을 부탁드립니다.

A 초기에 작은 진동 등은 오히려, 양생에 도움이 되기도 합니다.

1. 진동은 양생 중인 콘크리트의 강도에 영향을 미칠 수 있을 것으로 판단되는데, 콘크리트 표준시방서 및 도로표준시방서에는 '콘크리트는 양생시간 중에 예상되는 진동, 충격, 하중 등의 유해한 작용으로부터 보호되어야 한다'고 되어 있으나 그 제한치는 명시되어 있지 않습니다.
2. 어떤 논문을 보면 초기 양생 중에 발생한 진동은 콘크리트 강도를 증가시킨다고 되어 있고, 실험결론으로 0.25kine(cm/sec)에서는 강도감소가 거의 없고, 0.5kine에서는 타설 후 3시간 동안 진동을 가해도 압축, 쪼갬인장, 부착강도 모두가 기준 시험체 보다 오히려 증가했다고 합니다.
3. 또 어떤 보고서에서는 진동속도가 0.25cm/sec의 경우는 압축강도, 부착강도를 증가시켰고, 응결에는 별다른 영향이 없었다고 함

니다. 0.5cm/sec 이상의 경우에는 압축강도, 부착강도가 다소 감소되었다고 하며, 결론으로 콘크리트 양생 초기에 0.25cm/sec ~ 0.5cm/sec 사이에 진동속도는 콘크리트 속성에 나쁜 영향을 미쳤다고 합니다. 그래서 재령 12시간 내에는 진동 규정치를 0.3cm/sec 정도로 하라고 합니다.

<관련된 각 기준>입니다. 참고하시기 바랍니다. 현장의 진동을 측정해 보고 그 결과를 아래의 기준으로 판단해 보시기 바랍니다.

1. 미국 토목학회의 양생 중인 콘크리트에 대한 재령별 진동허용기준
 0~12시간 : 0.254 /sec
 12~24시간 : 1.27 /sec
 24시간~5일 : 1.27~5.08 /sec
 5일 이후 : 5.08 /sec

2. VIBRATECH(독일)에서 제안한 진동허용기준
 12시간 : 0.254 /sec
 24시간 : 1.27 /sec
 48시간 : 2.54 /sec
 7일 : 6.35 /sec
 14일 : 10.2 /sec
 28일 : 12.7 /sec

3. 미 교통국 진동허용 기준
 0~4시간 : 5.08 /sec
 4~24시간 : 0.63 /sec
 ~3일 : 2.54 /sec
 ~7일 : 5.08 /sec
 ~10일 : 12.7 /sec
 10일 이후 : 25.4 /sec

4. Hulshizer에 의해 제안된 진동허용기준
 0~3시간 : 10.16 /sec
 3~11시간 : 3.81 /sec
 11시간~24시간 : 5.08 /sec
 24시간~48시간 : 10.16 /sec
 48시간 이후 : 17.78 /sec

Tubed Section의 평형철근비

Q Tubed Section(속이 빈 사각형 단면)인 보(Beam)의 평형철근비를 구하는 이론에 대한 자료를 알고 계신 분은 연락을 주

시면 감사하겠습니다

A 어차피 인장 측 콘크리트의 인장응력은 무시합니다. 그러나 압축 측 콘크리트와 인장 압축 철근만 놓고 보면 T형보와 같습니다. T형보에 대해서는 책에 자세히 있으니 찾아보시기 바랍니다.

특별지진하중 적용 대상 부재

Q 필로티 등과 같이 전체 구조물의 불안정성이나 붕괴를 일으키거나 지진하중의 흐름을 급격히 변화시키는 주요 부재의 설계 시에 지진하중을 포함한 지진하중조합에 지진하중 대신 특별지진하중을 사용한다고 알고 있습니다. 주상복합아파트 설계시 전이층의 보, 기둥에 적용하면 되는데, 전이층 이하의 Corew Wall에도 특별지진하중을 적용해서 Corew Wall을 설계해야 되는지 알고 싶습니다.

A 지진하중의 흐름을 급격히 변화시키는 주요 부재가 해당되므로 Transfer Girder, Transfer Plate, 필로티 기둥이 해당됩니다. 범위 적용에 논란이 있을 수 있으나, 그 판단은 책임구조기술사가 판단하면 됩니다.

지진하중 작용시 최대 전단력 산정

Q KBC2005(RC 03)규준 0521.3.1.3에 보면 설계전단강도를 (가)와 (나)로 구분해 놓고 있는데, 제 생각으론 두 값 중 큰 값을 즉, max(가, 나)를 말하고 있는 것 같습니다.

하지만 Midas 690 - Concrete Design Code - Apply special Provisions for Seismic Design에 보면 Method에 Min(v_{e1} , v_{e2})로 되어 있습니다. 물론 도움말설명에도 RC-03코드로 할 경우 둘 중 작은 값을 쓴다고 되어 있습니다. 과연 어떤 것이 맞나요? 선배님들의 조언들 듣고 싶습니다.

A 0521.3.1.3은 횡력에 의해 보 단부가 소성화되더라도 바닥시스의 탭의 급작스런 붕괴를 방지하고자 하는 취지이므로 (가) 또는 (나)의 취사 선택으로 알고 있습니다. 횡강성이 크고 상대적으로 중력하중 부담이 작은 경간의 보는 당연히 (가)에 의해 산정된 전단력이 작습니다.

김석규 부회장 / 쓰리디구조 소장 skk@3ds.co.kr