

문 · 고 · 답 · 하 · 기

콘크리트강도와 철근규격에 대하여

Q 저는 구조설계를 이제 막 직업으로 삼은 구조인입니다. 구조설계를 하다보니 궁금한게 있는데 누구에게서도 확실한 대답을 들을 수 없어 질문을 올립니다.
제목에도 써놓았지만 RC로 구조설계를 하는 경우 콘크리트 강도와 철근직경을 어떠한 기준을 가지고 선정해야 하는지 궁금합니다. 구조설계에 대한 많은 경험을 가진 분들의 생각을 알고 싶습니다.

A 콘크리트 강도와 철근직경은 쉽게 구할 수 있는 것으로 우선 선정합니다. 대량생산되는 재료가 쉽게 구입할 수 있겠지요. 물가자료나 물가정보 등에서 주로 생산되는 콘크리트의 강도와 철근의 강도, 직경 등을 확인할 수 있습니다. 강도대비 가격을 따져보면 경제적인 재료선택을 하실 수 있습니다. 일반적으로는 상용화된 재료중에서 강도가 높은 것을 선택하여 설계하는 것이 경제적인 경우가 많습니다. 왜냐하면 강도가 높으면 소유 물량이 적어지고 운반비/타설비 거푸집 면적 등이 모두 줄어들기 때문입니다. 철근직경의 선택은 부재크기와 상관관계가 있지요. 부재두께가 얇으면 작은 직경의 철근을 사용하고 부재두께/크기가 크면 굵은 직경의 철근을 사용하지만 콘크리트 타설 등 시공성과 균열 등 사용성도 고려해야 하므로 건축공사표준시방서와 구조설계기준 등을 참조하여 선정합니다. 이제 막 시작하는 구조기술자라면 주변 가까이 계신 선배들의 조언을 받으시기 바랍니다.

SD50 사용시 주의사항에 대하여

Q 철근은 일반적으로 SD40을 많이 쓰는 것으로 알고 있습니다. 만일 SD50을 쓴다면 어떠한 사항을 주의해야 하는지 알려주시면 많은 도움이 되겠습니다.

A 철근의 종류는 2001년 11월 13일 개정된 KS D 3504 "콘크리트용 봉강"(Steel bars for concrete reinforcement)에 따라 다음과 같이 분류됩니다.

종류 및 기호

종 류	기 호	용 도
원형봉강	SR240	일반용
	SR300	
이형봉강	SD300	일반용
	SD350	
	SD400	
	SD500	
	SD400W	용접용
SD500W		

일반용봉강에 대해서는 탄소당량(Ceq)에 제한을 두지 않았고, 용접용 이형봉강(W가 붙은 것)의 경우 탄소당량(Ceq)을 0.50이하로 규정하고 있습니다. 기호의 뒤쪽 숫자는 항복점 또는 0.2% 항복강도를 나타냅니다. 즉, SD500의 경우, 항복강도가 500N/mm² 이상되어야 한다는 의미입니다.

한편, 철근의 종류를 구분하기 위한 단면 색표시는 다음과 같습니다.

종류의 기호	양단면 색깔
SR240	청색
SR300	녹색
SD300	녹색
SD350	적색
SD400	황색
SD500	흑색
SD400W	백색
SD500W	분홍색

현행 '콘크리트구조설계기준' 이 철근의 항복강도 $f_y = 5,500 \text{ kg/cm}^2$ 까지 적용할 수 있으므로 설계기준에 따라 적합하게 사용하시면 됩니다. SD400 사용에 익숙하시다면, SD500 사용에는 아래사항을 추가하여 고려하시면 됩니다.

- 1) 기둥의 나선철근은 설계기준항복강도 f_y 를 4,000kg/cm² 이하로 하여야 한다
- 2) 전단철근의 설계기준항복강도 f_y 는 4,000kg/cm² 이하로 하여야 한다(단, 이형용접철망은 f_y 를 5,500kg/cm² 이하로 하여야 한다.
- 3) 비틀림 철근, 전단마찰 철근의 설계기준항복강도 f_y 는 4,000kg/cm² 이하로 하여야 한다
- 4) 철근의 정착/이음길이는 철근의 설계기준항복강도 f_y 5,000kg/cm² 이 발휘되도록 (보장)하여야 한다.

철근의 정착/이음길이에서 인장이음의 경우는 $5,000/4,000 = 1.25$ 이므로 정착/이음길어도 25%정도 늘어나는 것으로 생각하면 됩니다 만, 압축이음의 경우 이음 길이에 대한 주의가 필요합니다.

압축철근의 이음길이는 SD400 → SD500으로 바뀔 때 이음길이 식이 바뀌기 때문에 이음길이는 보통 42%가 늘어납니다.

$$f_y : 4000 \text{ 이하 압축이음길이} = 0.0072fydb$$

$$f_y : 4000 \text{ 초과 압축이음길이} = (0.013fy-24)db$$

정착/이음길이가 늘어나기 때문에, SD400대신 SD500을 적용할 경우, 물량감소 효과는 강도 차이인 20%보다는 작습니다. 연구에 따르면 물량 감소효과는 보의 경우 13-18%, 기초의 경우 11-17% 정도라고 합니다.

풍력계수 Cf 에 관하여

Q 보일러나 기기를 지지하는 철골조(발전소의 보일러 지지철골이나 정유공장의 기기지지철골)에 있어 풍력계수 Cf값 적용에 대하여 문의드리고자 합니다. 기기는 건축물 하중기준에 의하여 풍하중을 산정하는데 별 어려움이 없으나 기기를 지지하는 철골의 경우 다음과 같은 의문점이 있어 문의드립니다.

- 다 음 -

- 1) 정확히 철골조의 단면적을 산정하기는 불가능한 하지만 단면적을 산정했을 경우, (Column, Beam, Bracing 등) 철골조에 대한 풍력계수값은 어떤 기준에 따라 적용을 하여야 하는지요? (래티스 구조물의 풍력계수값에 따라 구조물의 총실율을 구해서 Cf값을 적용해야 하는지, 트러스 타워의 풍력계수에 의해 적용을 해야 하는지 또는 다른 기준을 적용해야 하는지 잘 모르겠습니다)
- 2) 철골조와 기기가 근접(바람이 불어오는 직각방향)한 경우 각각의 풍하중을 합산하여야 하는지요? 이 경우 Wind Shield 효과를 고려하여 감쇄하는 법은 없는지요? 또는 철골조에 대한 풍하중은 무시할 수 있는지 알고 싶습니다. 이는 Engineer의 판단에 의해 산출할수 있는지요?
- 3) 보통 철골프레임 구조로써 바람이 불어오는 방향에 대해 열지어 있는 경우 앞쪽 프레임만 풍하중을 산출하여 적용하면 되는지요? 위사항에 대해 답변을 부탁드립니다, 설명이 잘 되어있는 관련

서적이나 자료가 있을 경우 알려주시면 정말 감사하겠습니다.

A 1) 질의하시는 구조물들의 형상을 보지못해 명확한 답변은 드릴 수 없으나, 비슷한 구조물들을 많이 설계해본 경험에 의하면, 풍하중은 래티스 구조물로 접근하든, 트러스타워로 접근하든, 부재단면의 크기와 형상에 따라, 그 구조물의 총실율과 그 형상에 맞는 풍력계수값을 적용을 하면 거의 같은 값으로 산정됩니다. 즉 기준에서 제시하는 래티스 구조물의 풍력계수값에 따라 구조물의 총실율을 구해서 풍력계수 Cf값을 산정하거나, 트러스 타워의 총실율에 따라 풍력계수 Cf값을 산정하거나, 정밀한 총실율과 형상이 고려된다면 거의 같은 결과를 얻게 됩니다.

2) 철골조와 기기가 근접한 경우, Wind Shield 효과를 고려하여 감쇄하기도 합니다. 그 감쇄율은 실험치를 이용하기도하고 Engineer의 기술적 판단에 의하기도 합니다. 그러나 바람방향이 변할 때도 고려해야 하고, 인접구조물의 존치기간이 다를 수도 있으므로 감쇄시키지 않을 수도 있습니다.

3) 철골프레임구조로써 바람이 불어오는 방향에 대해 열지어 있는 경우 앞쪽 프레임만 풍하중을 산출하여 적용하지는 않습니다. 위에서 처럼 바람방향의 변동성과 바람막이 효과에 대한 적절한 평가의 어려움 때문입니다.

좀더 자세한 설명이 필요하다면 '풍하중 해설 및 설계(대한건축학회 2001.6)를 참조하시기 바랍니다.

밴트배근과 절단배근에 대하여

Q 보(Girder)의 철근배근 방법에는 주근을 절단하지 않고 반곡점을 중심으로 밴트하여 배근하는 일식배근과 절단하는 미식배근이 있다고 들었습니다.

일식배근과 미식배근의 장단점은 무엇인지요?

용어자체도 적합한 것인지요?

상세한 답변 부탁드립니다.

A 밴트배근은 밴트위치에서 정착/이음길이가 절약되기 때문에 철근량을 줄일 수 있다는 장점이 있습니다. 그러나 가공설치 인건비는 증가되겠지요.

반면에 절단배근은 철근가공 인건비는 줄어드는 대신 철근자재비는 증가됩니다.

(철근자재비에 비하여 (철근가공)인건비가 저렴한 때/장소에선 밴트

배근이 선호되고, 재료비에 비하여 인건비가 비싼 때/장소에선 절단 배근이 선호됩니다.

일식배근/미식배근이란 용어는 적절치 않은것 같습니다.

벽체 마구리철근에 대하여

Q 아파트 벽체에서 외부쪽 마구리면에 띠철근인 U-Bar와 보조띠철근인 C-Bar가 들어가는데 보조띠철근인 C-Bar의 역할이 무엇인지 궁금합니다. 이제 건축을 막 시작하는 사람이라서 터무니 없는 질문을 드립니다. 성심성의껏 답변해 주셨으면 고맙겠습니다.

A 아파트 벽체에서 마구리면의 띠철근은 기둥에서 처럼 수직철근의 좌굴을 방지하기 위한 것입니다. 그러나 수직철근은 그 철근량이 벽체 단면적의 0.01배 이하 이거나 또는 수직철근이 압축철근으로 요구된 것이 아닐 때에는 횡방향 띠철근으로 감싸지 않을 수 있습니다.

지하층 외벽의 주근에 대하여

Q 지하층 외벽의 철근배근을 서로 다른 규격으로 복배근을 할 경우 주근의 배치를 어느 쪽으로 보아야 하는지요? 즉 토압 및 수압을 받은 외부쪽의 배근을 주근으로 보아야 하는지와 옹벽의 경우에는 어떠한지요?

A 일반적으로 소요철근 배근량이 많은 쪽의 철근이 주철근이지요. 상/하층 바닥슬래브에서 지지되는 지하층 외벽의 경우 지지부(위 아래 바닥슬래브 위치)에서 부모멘트가 발생하여 토압/수압 축이 인장축이므로 실외(바깥쪽)이 주철근이 되고 중앙부에서는 정모멘트가 되어 토압/수압 반대축이 인장이 되므로 실내축이 주철근이 됩니다.

외벽체가 4번 지지일 경우에는 일반적으로는 스패인 짧은 쪽으로 응력배분이 많이 걸리므로 짧은(수평 또는 수직)방향 철근이 주배근입니다.

옹벽의 경우에는 캔틸레버 거동으로 전 구간에 걸쳐 토압/수압축이 주철근이 됩니다.

Mat 기초의 최소철근에 대하여

Q 요즘 Mat기초로 설계를 많이 하시는데 계산상 최소철근으로 배근을 하고자 할때 : (조건) 2방향 기초이고 기초깊이: D=600, fy=4,000kgf/cm2, 최소철근: 0.2%(규준상)

Ast= 0.002x100x60=12cm2 (D19사용)

Case1 : S1=100/(12/2.87)=23.92---(D19@200)

Case2 : S2=200/(12/2.87)=47.83---(D19@400)

위에서 인장철근량 및 수축, 온도철근량 적용이 아리송해서 Case1, Case2의 타당성 여부에 대해서 말씀해 주시면 감사하겠습니다.

A 두께가 균일한 기초판일 경우에는 경간방향으로 보강되는 인장철근의 최소단면적은 기준 5.7(수축/온도철근)의 규정을 적용하므로 Case1 로 적용하면 됩니다.

구조도면과 전기도면에 대하여

Q 구조도기둥과 건축도(전기도)기둥의 차이가 있습니다. 구조도가 100mm 정도 더 깊습니다. 제 생각에는 같아야 된다고 생각되는데요. 왜냐하면 전등박스를 슬래브에 박을 때 전기도면상에서 기둥을 기준으로 박습니다. 그리고 박을 때는 구조도상의 기둥을 기준으로 박습니다. 그러면 실제박스는 100mm정도 차이가 난다는 이야기인데 답변 부탁드립니다.

A 기둥크기는 건축도면/구조도면이 맞을 것입니다. 일반적으로 전기설계는 건축/구조도면을 트레이싱한 후 그 위에 전기관련 사항을 표현하므로 전기도면상의 기둥크기는 참고로 나타낸 것 뿐이고 전기관련 사항만 정확하게 표현하니까요. 그러나 건축도면/구조도면에 오류가 있을 수 있으니까 건축/구조 설계자의 확인을 받는 것이 좋을 듯 합니다.

슬래브의 수축/온도철근에 대하여

Q 실무를 진행하다 궁금한 것이 있어 질문드립니다. 주차장 슬래브 같은 경우 두께 200이고 상부근도 연결해서 배근하고 있습니다. 건축계획상 거의 1방향 슬래브가 되어서 단면은 응력상

으로 배근하고 장변은 기준에 의해서 온도및 건조수축에 의해서 배근하고 최대 배근간격이 5t이하 이거나 40cm 이하로 되어 있습니다. 그런데 장변도 벤트철근으로 했을 때 예를 들어 HD10@500, HD10@500, HD10@500, HD10@300, HD10@300 이렇게 배근 했을 때 중앙부 하부는 간격이 250이 되지만 중앙부 상부는 간격이 500이 되어 배력근 최대 배근간격 40cm 이하를 만족하지 못하게 되는데 중앙부 상부근의 간격도 40cm 이하로 배근을 해주어야 하는게 맞는 겁니까? 아니면 중앙부 하부근이 만족을 하니까 상부근은 괜찮은 겁니까?

A 장변의 중앙부 하부가 @250 이면 중앙부 상부는 @500 이어도 무방합니다.

상하부 철근의 온도철근에 대하여

Q 질문에 대한 답변 감사드립니다. 덧붙여 한가지 더 질문드리면 슬래브 중앙부에서 응력상의 필요한 철근은 하부근인데

이때 최소철근 0.2% 를 적용할 때 상부근까지 포함시켜서 고려해도 되는 것인지 궁금합니다.

A 슬래브에서 1방향으로만 배근되는 경우 이 휨철근에 직각방향으로 수축/온도철근을 배근하여야 하며, 설계기준강도 4,000 kg/cm² 이하인 이형철근을 사용한 슬래브의 최소 수축/온도철근비 0.002는 콘크리트 전체 단면적에 대한 비율이며 상하부 철근의 합으로 이 비율을 만족하면 됩니다.

이상의 [Q][A]는 저희 홈페이지 <http://www.ksea.or.kr> <온라인상담>으로 질의응답한 내용입니다. 질의사항 있으시면 우리 회 홈페이지(온라인상담)를 이용하시기 바랍니다.

김석구 기술중재위원장 / 쓰리디구조 소장 skk@3dgujo.co.kr 

생활의 지혜

