

문 · 고 · 답 · 하 · 기

기초판에서의 철근의 최대 허용간격은?

Q 지난번 질의응답(아래)에 대한 추가 질의입니다.[질의]기초판에서의 철근 최대간격에 관한 질문입니다.

기준 10.2.3 슬래브 철근간격을 인용하면 다음과 같습니다.

「슬래브의 정철근 및 부철근의 중심 간격은 최대 휨모멘트가 일어나는 단면에서는 슬래브 두께의 2배 이하이어야 하고, 또한 30cm 이하로 하여야 한다. 기타의 단면에서는 슬래브 두께의 3배 이하이어야 하고, 또한 40cm이하로 하여야 한다.」

기초판에서의 최대 철근간격은 어떻게 결정해야 하는지 궁금합니다.

슬래브의 최대 철근간격 규정에 따라야 하는지? 아니면 휨철근의 분배 -기준 12.3.1-에 따라야 하는지?

만약 기준 12.3.1에 따르면 Mat기초에서는 장,단변을 어떻게 정해야 되는지?

그리고 기초판의 인장축과 압축축 압축을 받는 곳에서의 최대 철근간격은 얼마인지?

만약 제 개인적인 생각으로는 슬래브 규정에 따르면 보통 40cm이하가 될 거라고 생각하며, 일반적인 휨계의 설계개념으로 보면, 콘크리트 압축 영역이므로 콘크리트가 압괴하지 않는다면, 이론상 철근이 불필요하다고 생각됩니다.

제가 궁금해하는 사항에 대해 제가 참고해야할 다른 세부규정이 있거나, 좋은 답변주시면 고맙겠습니다.

A 슬래브에서는 주철근 간격을 너무 크게 하면 철근과 콘크리트가 일체로 작용하는 강성있는 슬래브가 될 수 없기 때문이며, 슬래브의 작은 면적에 집중하중이 작용할 때 응력을 분포시키고 균열을 제어하기 위하여 최대간격 제한을 둔 것입니다.

그러나 기초판에서는 그럴 필요가 없으며, 압축축에는 콘크리트만으로도 압축내력이 충분하다면 철근이 필요치 않습니다. 물론 슬래브처럼 얇다거나, 수축/온도철근을 인장축외에 압축축에도 넣을 경우엔 슬래브의 배근규정을 준용할 수 있겠습니다.

위의 답변글은 마치 어느 구간에 대해서는 온도(균열)근이 필요없는 것처럼 보입니다.

위[답변]은 기초판에 대한 것입니다.

기초판에서의 최대 철근간격은 어떻게 결정해야 하는지? 슬래브의 규준에 따라가야 하는지? 기초판의 인장축과 압축축 압축을 받는 곳에서의 최대 철근간격은 얼마인지? 기초판에서 콘크리트 압축 영역에서는 콘크리트가 압괴하지 않는다면 압축철근이 불필요한건 아닌지? 에 대한 답변입니다.

승마장 마방의 적재하중은?

Q 승마장 마방의 경우 적재하중은 얼마를 적용해야 하는지요?

A 승마장 마방의 적재하중은 500 kg/m^2 를 적용하면 됩니다.

크레인 차륜하중속에 크레인 자중값이 포함된 것인지?

Q 「건축물 하중기준 및 해설」을 보면 천정크레인의 정격하중과 스팬에 따른 최대차륜하중과 크레인자중에 대한 제한이 나와 있습니다만, 이때 최대차륜하중속에는 크레인 자중에 대한 값이 포함되어 있는지요? 아니면 각각의 값을 더해야 하는지?

그리고 크레인보를 콘크리트로 하고 극한강도설계로 크레인보를 해석할 경우 최대차륜하중값에도 하중계수를 적용해야 하는지 알려주시기 바랍니다.

A 최대차륜하중속에는 크레인자중값이 포함되어 있습니다. 크레인 자중 값은 최대차륜하중이 발생할때 반대편 차륜의 최소차륜하중을 산출할 때 입력자료로서 필요합니다.

극한강도설계법으로 설계할 경우 차륜하중+충격력에 하중계수를 곱해서 적용해야 합니다.

벽체 수평근의 정착 및 이음길이는 기타철근으로 계산하는지?

Q 아파트 벽체 수평근에 대한 인장철근이음길이를 철근 직경별로 산정하던 중에 '상부철근'을 적용할 것인지에 대한 고민을 한 적이 있었는데 상부철근에 대한 개념적인 이해(콘크리트 층이 깊을 경우 콘크리트 타설 및 진동중에 상부철근의 하부에는 공기나 물이 존재하려고 하는 경향때문에 부착강도가 떨어짐)로는 상부철근을 적용하는 것이 맞을 것 같은데 기준에 그러한 예를 본적이 없어 그냥 기타철근으로 적용하여 항상 째째했는데 사무국의 답변에 의하면 기타철근으로 적용하는 것으로 되어 있는데 그에 따른 이유를 좀더 구체적으로 설명해 주었으면 합니다.

A 콘크리트의 시공연도를 좋게하기 위하여 사용된 과다한 물과 비빔 및 부어넣기 작업동안에 혼입된 공기는 콘크리트의 응결이 끝나기 전에 콘크리트의 윗면쪽으로 상승하다가 상부철근 아래에 갇혀 그대로 굳어지며, 이런 경우 철근과 하부 콘크리트의 부착저항은 감소되므로 철근배치 위치계수(알파)로 고려합니다.

깊은 보에서 상부철근의 위치계수는 1.3을 적용합니다.

이러한 위치계수는 Jeanty, P.R 와 Mitchell, D: Mirza, M.S 의 「Investigation of Top Bar Effects in Beam」등의 연구논문에서 제시된 값입니다. 즉 상부근 아래 30cm 이상의 콘크리트 깊이와 상부근 위에 일정높이의 피복을 한 보 부재에 대한 실험결과에 근거하고 있습니다.

그러나 벽체 수평철근의 경우는 수평철근 위/아래에 타설되는 콘크리트 깊이가 가변적이고 하부근/상부근으로 구분할 수 없겠지요. 따라서 상부철근이 아닌 기타철근으로 구분함이 타당할 것으로 사료됩니다.

벽체 수평근의 정착 및 이음길이는 상부철근으로 계산해야 ?

Q 위 사무국 답변에 대한 이견입니다.

A 좋은 의견입니다. 우리의 콘크리트설계기준제정시 ACI Code를 참조하였고 또한 ACI Code는 콘크리트 관련 가장최근의 검증된 실험 및 논문을 참조하여 개정/보완되어 오고 있으며, 수평철근의 이음에 관해서는 앞서 답변드린 연구보고서 「Investigation of Top Bar Effects in Beam」와 「Influence of Casting Position and Shear on

Development and Splice Length」을 반영하여 기존 계수 1.40이던 것을 1989년부터 계수를 1.3으로 하향 조정하였다고 합니다.

이러한 과정을 거쳐 제정/개정된 ACI기준을 우리 아파트 벽체의 수평철근의 이음/정착에 준용함에 있어서는 우리나라 건설현장에서의 벽체 콘크리트 설계/공사실정에 맞는 조건에서 실험하여 보완해야 할 필요성이 있겠지요.

따라서 귀하의 의견처럼 안전측으로 모든 벽체의 모든 수평철근 이음/정착에 철근배치위치계수로 1.3을 적용할 수도 있겠지요.

그러나 위 ACI Code 의 근거가 되는 실험조건과 우리나라 아파트벽체의 조건이 다를 것이기 때문에, 우리 실정에 맞는 실험결과가 없는 현실을 감안하고 우리나라 벽체수평철근의 응력특성을 고려하여 우리 기준에서는 보,슬래브 등등(단부에서는 상부철근에서 최대응력이 발생하고 상부철근위에 타설되는 콘크리트 깊이(피복두께)가 제한적임을 염두에 둔 '상부철근(정착길이 또는 이음부 아래 300mm를 초과되게 굳지 않은 콘크리트를 친 수평철근)'으로 한정하고 나머지는 기타철근으로 구분하고 있는 것으로 사료됩니다.

구조계산서와 구조도면이 상이할 경우 공사는 어느 것으로 해야 하는지 ?

Q 도면검토를 한 결과 일부 부재 즉 기둥의 설계변경이 다음과 같이 되었음이 확인되어 상기의 제목으로 질의 하는 바입니다.

< 다음 >

-- · 최초납품시: 주근:12-HD25(2001.11)

-- · 1차변경시: 주근:12-HD32(2002.06)

-- · 2차변경시: 주근:20-HD25(2003.09)

부재변경에 의한 구조안전성 검토의 대상이 되는지 및 구조계산서와 구조도면이 상이할 경우의 시공상 어느것을 기준으로 할수 있는지에 대한 귀회의 자문을 부탁드립니다. 바입니다.

A 공사는 당연히 공사용 구조도면에 따라 시공해야겠지요. 공사용 구조도면은 구조설계의 종합적인 결과물이기 때문입니다. 구조설계는 구조전문가에 의한 구조계산서 작성, 구조도면 작성, 골조공사 시방서 작성 등의 업무까지를 포함합니다만, 공사는 이러한 여러 성과물중 구조전문가의 구조설계 취지에 맞도록 작성된 공사용 구조도면에 따라 시공하면 됩니다.

즉, 구조계산서는 구조설계과정의 성과물이며, 이러한 중간 성과물을 적절히 평가하고 조절하여 구조도면이 작성되므로 최종 구조도면에 따라 시공하시면 됩니다. 다만, 구조도면이 구조설계취지에 맞도록 작성되

있는지를 구조기술사가 검토(서명날인)했는지를 확인하시기 바랍니다. 구조기술사가 구조계산서에 날인했다면 구조계산서상 표현된 부분은 구조안전을 확인한 것으로 보아도 됩니다. 구조도면에 구조기술사가 서명날인했다면 구조도면도 구조안전이 확인된 것으로 보아도 됩니다. 그러나 구조계산서에 날인되었다고 해서 구조도면까지 구조안전이 확인되었다고 볼 수는 없습니다.

왜냐하면 구조안전을 확인하는 방법은 구조계산 이외에 구조실험이나 재하시험 등이 있으며, 그 중에서 구조계산이 구조안전을 확인하는 가장 저렴하고 편리한 방법이지만 구조계산서에 표현할 수 없는 많은 상세가 구조도면에는 포함되어야 하며, 이러한 구조상세는 구조계산이 아닌 실험과 경험으로 결정되어온 것도 많으므로 이러한 모든 것들이 종합적으로 고려되어 구조설계 취지에 맞도록 작성된 구조도면만이 구조적으로 적합하다고 할 수 있습니다.

합성기둥의 최소 강재 단면적을 규정한 이유는?

Q 합성기둥의 단면에서의 강재 단면적은 기둥 총 단면적의 3% 이상으로 한다. ' 라는 규정이 있는데, 이유를 알고 싶습니다. 축력이 크지않고 단면적이 정해진거라면 3%미만으로 해도 괜찮을 듯 한데요. '3%미만인 경우 철근콘크리트 계산규준에 의거하여 설계할 수 있다' 는 문구가 있기는 하지만... 부탁드립니다.

A 우리기준의 합성기둥 단면형상에 있어서 최소 강재비 3%는 미국AISC LRFD기준 4%와 유럽기준 Eurocode 4 의 대략 2%(강재 압축내력이 전체단면 압축내력의 20%이상→실용적인 재료의 강도와 기둥단면에 적용시 대략 2%의 강재비)의 평균치를 적용했다고 합니다.

강재비가 3% 미만이면 매립된 강재를 철근으로 간주하여 철근콘크리트 단면으로 설계됩니다. 그 이유를 기준에서는 명확히 밝히고 있지 않으나 엔지니어적 판단에 따르면 강재비가 3% 이하이면 강재가 부담하는 압축내력이 30% 이하가 되어 여타 강구조설계기준(철근콘크리트는 강재보다 재료/시공의 신뢰성이 떨어지므로 강도저감계수, 하중계수, 안전율 등등이 서로 다름을 적용할 수 없기 때문일 것으로 사료됩니다.

기초판 아래 잡석지정이 꼭 필요한지?

Q 소매점(마트) 건물로 200평 정도를 철골판넬조로 건축을 하고 있습니다. 현재 기초판 콘크리트 포설까지 되어 있는데 도면에는 잡석다짐 15cm, 그위에 버림콘크리트, 그 위에 철근콘크리트로 되어 있는 바, 잡석다짐 부분이 문제입니다. 기초판은 29개이며, 시방서에는 최대크기 40mm이내의 대,소의 잡석을 활용하여 다지라고 되어 있습니다. 그런데 시공은 혼합석(자갈+석분)으로 되어 있습니다. 이때 구조안전상에 어떠한 문제점이 있는지요? 평판재하시험상의 지내력과 얼마만큼 관련이 있는지요? 또한 잡석지정과 버림콘크리트 타설은 왜하는지요?(기능 또는 역할 등)

A 잡석지정은 기초판 아래 하부지반을 견고하게 하기위한 공법입니다. 기초판 아래의 지반상태가 불량할 경우엔 다짐후 기초판 공사를 하거나 불량한 흙을 굴착하여 버리고 다짐이 용이한 잡석(또는 자갈,모래,또는 버림콘크리트)으로 교체하기 위한 치환공법입니다. 따라서 지정깊이는 단단한 지반 깊이까지 하고 지정재료는 다짐이 용이하고 다진후 지내력이 소요지내력이상 확보될 수 있는 재료가어야 합니다. 버림콘크리트는 잡석지정면을 고르게 하고 기초판을 타설하기 위함입니다. 지내력기초의 하부지반이 연약하여 잡석지정 등 치환공법을 적용할 경우엔 평판재하시험의 위치는 치환이 없는 원지반에서 시행함이 원칙입니다.

전이층 슬래브에 최소전단철근은?

Q 콘크리트구조설계기준을 보면 '계수전단력 V_u 가 콘크리트 허용전단력의 1/2을 초과하면 최소전단철근 $A_v=3.5b_w/sf_y$ 를 배근토록 되어있는데 슬래브와 기초판은 제외된다' 라는 규정이 있습니다. 그런데 주상복합 구조물에서 전이층을 거더 형태가 아닌 슬래브 형태로 설계했을때 이 전이층 슬래브를 위에서 언급한 일반 슬래브로 보아서 최소전단철근을 배근하지 않아도 되는게 맞는지 알려주십시오.

참고로 해당 건물은 42층 높이에 상부는 벽식, 하부는 라멘구조이며 전이층 슬래브 두께는 1,800~2,400 기둥간격은 6mx6m입니다. 감사합니다.

A 슬래브와 기초판, 바닥판 장선, 폭이 넓고 깊이가 얇은 보는 최소전단철근 규정에서 제외됩니다

말뚝기초의 허용 기울기는?

Q 파일기초가 경사지반의 사면붕괴로 인해 기울어질 경우 허용 기울기를 얼마로 봐야하는지 답변 부탁드립니다.

A 일반적으로 설계위치에서 벗어난 거리가 150mm를 초과한 경우에는 구조검토를 하여 추가하중 및 기초보강 여부를 결정합니다. 수직으로 시공되지 않은 경우에는 각도기 등으로 계속하여 수직에 대한 기울기가 말뚝길이의 1/50 이상일 경우엔 구조검토후 보강여부를 결정합니다. 위의 1/50 은 현장시공 수직도 관리를 위하여 정한 임의기준이며, 말뚝이 기울어져 시공되었어도 구조검토하여 지지력에 문제가 없으면 무방할 수 있으나, 흰 말뚝은 구조적 문제를 야기할 수 있으므로 보강을 해야 합니다

기둥 보조(?)띠철근의 간격은?

Q 당사의 현장 감리중에 기둥 띠철근 배근에 대한 문제가 발생하여 문의를 드립니다. 다름이 아니라 기존의 기둥 배근에서는 띠철근과 보조띠철근으로 구분하여 띠철근은 구조계산에 의해 제시된 간격에 의해 배근을 하며, 보조띠철근은 3단 마다 배근하는 것으로 알고 있습니다.

그러나, 극한강도설계법에서는 보조띠철근의 개념이 없어진 것으로 알고 있으며, 배근은 띠철근의 배근간격에 따라 배근해야 하는 것으로 알고 있습니다. 구조기술자들은 대부분 그 사실을 알고 있으나, 구조기술자를 제외한 건축관련 종사들(시공자, 감리자등)은 그 사실을 잘 몰라서 문제가 발생하고 있습니다.

보조띠철근에 배근 간격에 대한 질의를 보내니 답변을 부탁드립니다.

A 압축부재에 사용되는 띠철근의 규정은 '콘크리트구조설계기준 제 5장 5.5.2(3)에 기술되어 있습니다.

압축부재의 모든 축방향 철근은 횡방향 띠철근으로 둘러싸여져야 합니다. 또한 띠철근 모서리에 의해 지지된 축방향 철근으로부터 인접 축방향 철근의 순간격이 15cm 이상인 경우에는 추가 띠철근을 배근해서 축방향 철근을 구속해야 합니다.

이러한 추가 띠철근(허용응력설계법에서는 보조띠철근 또는 부띠근이라고 칭함)은 외곽 띠철근의 간격과 같아야 합니다.

허용응력설계법에서는 보조띠철근 또는 부띠근의 주 목적이 축방향 철근의 위치를 고정하는 것이었으나 극한강도설계법에서는 극한하중시 축방향 철근의 좌굴을 방지하는 것이 주 목적이므로 외곽 띠철근과 같

은 간격으로 배근해야 합니다.

지하외벽의 전단보강철근의 간격은?

Q 지하외벽 경우의 두께 제한으로 부득이하게 전단보강을 해야 될 경우 전단 보강 철근의 경우 수직전단철근의 간격에 관해 궁금한 사항이 있어서 연락드립니다.

콘크리트 구조설계 기준 및 해설의 경우 p195 7.9.3.(5)에서는 $S_v \leq L_w/3$ 이하, $3h$ 이하, 또는 40cm 이하로 하여야 한다고 되어 있습니다. 하지만, 콘크리트 구조설계 기준 건축구조물 예제집의 경우 p587에서는 전단보강철근중 수직 전단철근간격은 스테럽으로 취급하여 $0.5d$ 이하로 하여 설계가 됨을 알 수 있습니다.

실제로 두가지 경우는 배근상에 큰 차이를 보입니다.

개인적인 생각은 기준은 단지 규준이고 건축구조물예제집의 경우 스테럽으로 취급하여 $0.5d$ 이하로 하여 설계함은 일리가 있으나, 수직간격이 너무 촘촘하지 않나하는 생각이 듭니다. 어느것을 적용해야 할지 궁금합니다. 답변 부탁드립니다.

A 콘크리트구조설계기준 7.9.3(5)에서 $S_v \leq L_w/3$ 이하, $3h$ 이하, 또는 40cm 이하로 하여야 한다는 규정은 벽체면과 나란한 수평 전단력에 대한 설계규정입니다.

벽체면에 수직인 전단력에 대한 설계는 7.10의 규정에 따라야 합니다. 따라서 지하외벽 처럼 벽체면에 직각으로 작용하는 전단력은 귀하의 생각대로 스테럽으로 취급하여 $0.5d$ 이하로 하여 설계하여야 합니다.

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

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