

문 · 고 · 답 · 하 · 기

SRC기둥의 철골보와 간섭되는 띠철근 배근

**Q** 기둥의 경우에 첫번째 철근이라는 용어와 함께 첫번째 철근에 관한 정의가 나와 있습니다. 이 첫번째 철근을 기준으로 하여 기둥과 보가 만나는 내부의 Hoop를 배근하지 않아도 되는 것이지요. Hoop 철근의 배근을 내진상세 혹은 모서리 기둥의 경우에는 배근을 하는 것으로 알고 있습니다. 상기의 경우가 아닌 경우에는 첫번째 철근을 상부의 경우 슬래브 상단을 기준으로 하고 하부의 경우 슬래브 하단 또는 균일한 높이의 보가 있을 경우 구속력이 있는 것으로 보고 Hoop 배근을 하지 않는 걸로 알고 있습니다. 그렇다면 철골매립형 합성기둥(SRC)일 경우에는 어떤 기준을 따라야 하는 것이지요? 한계상태 설계법에는 첫번째 철근이라는 말이 기술되어 있는데 이 첫 번째라는 단어가 궁금해서 질의합니다. 일반 사항이나 구조 관련 책을 보면 보의 웹을 관통하여 Hoop를 설치하도록 상세가 나와 있는데요. 명쾌한 답변 부탁드립니다

**A** 아시다시피 띠철근의 주된 역할은 내부콘크리트의 구속효과와 주철근의 좌굴방지에 있습니다. 그러나 기둥내부에서는 말씀하신대로 보 또는 브래킷이 기둥의 4면에 연결되어 있는 경우에 가장 낮은 보 또는 브래킷의 최하단 수평아래에서 75mm이내에서 띠철근을 끝낼 수 있습니다.(KBC 0505.5.2.3(5)참조) 철골매립형 합성기둥(SRC)일 경우에도 같은 기준이 적용됩니다. 즉, 내부기둥(기둥 4면에 보나 브래킷이 접합되는 기둥, 평면배치에서 내부에 위치하는 기둥일지라도 4면중 한면이라도 보가 없으면 외부기둥배근에 따름)은 기둥내부에서 띠철근을 생략할 수 있습니다. 기둥내부에 띠철근을 설치할 경우에는 보의 웹을 관통하여 Hoop를 설치하는 방법도 많이 쓰입니다.

수직증축사례

**Q** 수직증축사례 및 구조와 공법에 대한 자료를 얻고 싶습니다. 참고 문헌이나 실제 현상의 사례를 알 수 있는 곳이 없을까요? 답변 부탁드립니다.

**A** 수직증축의 구조공법만을 다룬 책은 찾기가 쉽지 않을 것 같습니다. 향후의 수직증축을 미리 고려하여 설계하였을 경우는 일반 구조공법을 참조하시면 되고, 수직증축이 고려되지 않았을 경우에는 증축될 상태의 구조내력검토와 구조보강설계를 하기 때문에 리모델링 및 구조안전진단관련 문헌을 참조하시면 됩니다. 수직증축사례는 가까운 구조설계사무소에 가시면 찾아 보실 수 있을 것입니다.

필로티 해석시 특별지진하중의 적용

**Q** 수고가 많습습니다. 제가 묻고 싶은점은 다름이 아니라. 예를 들어 20층규모 아파트의 기준층 벽체 길이가 "6m"라고 가정하고 이 벽체의 1층 가운데 부분에 개구부를 설치하려고 할 때 특별 지진하중이 적용되지 않는 개구부의 길이는 어떻게 결정할 수 있으며 그 근거는 어떻게 되는지 궁금합니다. 참고로 KBC2005 지진하중에 평면비정형성의 유형 4번 "면의 어긋남"과 수직비정형성의 유형에서 4번 "횡력저항수직저항요소의 비정형"의 의미를 예를 들어 좀 자세하게 설명해 놓은 책이 있으면 추천 부탁드립니다.

**A** 벽체의 가운데 부분에 개구부를 설치하려고 할 때, 특별지진하중을 적용해야 할 경우의 개구부의 길이는 그 부재(개구부가 생긴 벽체)의 파괴가 전체 횡력저항시스템의 손실로 이어지거나 불안정성과 붕괴를 초래하는 경우의 개구부 길이가 되겠지요. 좀 자세하게 설명해 놓은 책으로는 "공동주택의 내진설계"(이한선 저, 한국지진공학회, 구미서관)이 있습니다.



## 전이층 하부의 Weak story와 soft story의 의미

**Q** 하부층에 soft story층을 두면 지진력이 건물로 전달되는 경로를 차단시키는 효과가 있다고 하나 지진 발생시 상/하부의 강성차이로 응력의 집중현상으로 인한 기둥의 파괴상태가 발생 가능성이 있다고 하는데요  
전이층 하부의 Weak story와 soft story가 어느 부위를 설명하는지 모르겠습니다.

**A** 예컨대, 필로티형 공동주택의 경우 벽체로 내려오다가 기둥으로 변환될 때 벽체의 하중을 전이보가 받아 기둥으로 전달시키게 됩니다. 이때 전이보와 기둥 부분에서 약층(weak story)과 연층(soft story)이 형성될 수 있습니다. 약층(weak story)은 층고가 다른 층에 비해 크게 높다던지 필로티형 아파트처럼 전단벽이 기둥으로 전환될 때 처럼 상/하부 층강도(strength)가 갑자기 줄어드는 층을 말하며 연층(soft story)은 상/하부층 강성(stiffness)차이가 크게 줄어드는 층을 말합니다.

## 슬래브 배근 시 cut bar와 bent bar

**Q** 저의 짧은 지식으로는 슬래브 배근 시 cut bar를 사용하는 것이 바람직하다고 들었습니다. 그러나 아직 슬래브 배근 시 bent bar를 사용하는 것이 대세인 것 같습니다.

bent bar를 사용하면 철근 구부림각이나 철근위치를 정확히 맞추기가 어려울 것 같습니다. 이 경우 부재 유효층의 감소, 또는 피복두께의 감소 등이 일어날 수 있을 것 같습니다. 또한 bent bar를 사용할 경우 중앙부 상부철근이 없는 경우가 대부분이기 때문에 장기 처짐에도 불리할 것 같습니다. 물론 물량면에서는 bent bar가 유리하겠지요. 시공성, 경제성 측면에서 보다 정확한 조언을 부탁드립니다.

**A** 슬래브 배근 시 cut bar와 bent bar를 모두 사용하고 있습니다만, cut bar를 사용할 경우 정착길이를 감안하여 정/부모멘트 변곡점에서 연장시켜야 하므로 bent bar에 비하여 물량이 증가됩니다. 따라서 철근공사비단가와 철근물량으로 하도급계약되는 우리 현실에서는 가공/설치가 어렵고 다소 가공/설치품이 증가되더라도 물량을 줄이기 위하여 bent bar 시공을 선호하는 것이 우리 실정입니다. 구미에서는 cut bar 사용이 대세입니다.

## 특별지진하중조합

**Q** 안녕하세요. KBC2005 지진하중에 대해서 궁금한 점이 있어서 글을 올립니다.

1. 기준에 층간변위나 변형의 적합성 검토에서 허용응력설계의 경우에도 지진하중을 1.4로 나누지 않고 ( $1/1.4=0.714$ , 즉 허용응력시 지진하중계수 0.7을 곱하지 않고) 계산하여야 한다고 하는데 그렇다면 변위검토와 같은 사용하중조합은 구조형식에 상관없이 D+L+1.0E 나 D+1.0E로 조합하는 것인지?

2. 강구조 허용응력설계의 경우 KSSC03에서는 단기허용응력도를 1.33로 증가하던 것을 특별지진하중조합이 사용될 경우 1.7로 증가하는데, 만약 AIK89를 적용한다면 단기허용응력도를 1.5에서 1.7로 하는 것인지? 아니면 1.5 1.7/1.33으로 하는 것인지? 또 저항계수를 1.0으로 한다면 강구조 한계상태설계법의 강도저감계수를 1.0으로 하는 것인지? 콘크리트 강도설계법의 강도감소계수도 1.0으로 하는 것인가요?

3. 기초판 크기 및 파일개수 산정 시(사용하중 상태) 허용응력설계에서는 지진하중계수를 1.0과 0.7 중 어떠한 값을 사용해야 하나요?

**A** 1. 층간변위는 조합하중으로 계산하는 것이 아니고 지진하중만으로 계산합니다. 강도설계나 허용응력설계 시 모두 1.0E로 검토하는 것이 맞습니다. 층간변위검토는 부재설계가 아니므로 부재설계법에 관계없이 모두 같은 계수를 사용합니다.

2. KBC2005에서 지진하중은 극한상태의 하중이므로 극한강도설계법과 한계상태설계법 모두 하중계수는 1.0E이며 특별지진하중은 지진하중의 흐름을 급격히 변화시키는 부재를 설계할 때 사용하기 위한 것으로 지진하중에 시스템초과강도계수(숏)를 곱하여 적용하고 나머지 계수는 변함이 없습니다.

3. 지반허용지내력 및 말뚝허용지저력을 검토 할 때는 지진하중에 0.7을 곱해서 비교해야 합니다.

## 지판의 내민길이/슬래브의 개구부

**Q** 510.3.4.2 지판은 받침부 중심선에서 각 방향 받침부 중심간 경간의 1/6 이상을 각 방향으로 연장시켜야 한다.

플랫 슬래브의 지판에 대해서 위와 같은 규정이 있습니다. 그런데 그 기준점이 어디인지 모호하군요.

예를 들어 중심간 경간(span)이 6미터 인 경우 1/6 이면 1미터 입니다. 이 길이를 연장시켜야 하는데 1) 기둥 중심선에서 1 미터를 연장한다.(이렇게 되면 지판의 길이는: 2미터). 2) 기둥면에서 1 미터를 연장한다.(이렇게 되면 지판의 길이는: 2미터+기둥폭).

둘 중 어느 것입니까?

0510.7.1.2 (1) 개구부가 없을 경우의 전체 철근량을 그대로 유지한다면 양 방향의 중간대가 겹치는 부분에 어떤 크기의 개구부도 둘 수 있다.

위 내용은 1) 개구부가 없다고 가정하고 개구부 부분의 고정하중과 활하중을 포함하여 해석하고 개구부가 없는 것으로 가정하고 철근을 배근한 다음 개구부로 인해 철근이 절단되더라도 감소된 철근을 개구부 주변에 추가 배근할 필요가 없다. 2) 해석은 1)번과 같이하고 철근 배근은 개구부가 있는 경우의 슬래브에 개구부를 피하여 전체 철근을 배근한다. 그리고 개구부로 인해 가로막힌 설계대부분의 배근은 적절한 철근량을 산정하여 배근한다.

둘 중 어느 것입니까?

**A** 0510.3.4.2에 대하여; '1)기둥 중심선에서 1 미터를 연장한다.(이렇게 되면 지판의 길이는: 2 미터)'가 맞습니다.

0510.7.1.2에 대하여; '(2) 해석은 1)번과 같이하고 철근 배근은 개구부가 있는 경우의 슬래브에 개구부를 피하여 전체 철근량을 배근한다.'가 맞습니다.

## KBC2005 지반분류/지진하중/콘크리트강도

**Q** 1. 건축구조설계기준의 지반분류 중 상부 30m에 대한 평균 지반특성에서 30m 시작점이 기초하단을 말하는지? 아니면 GL(지표면)을 말하는지? 그리고 파일기초의 30m 시작점은 어디인지?

2. 신내진기준(KBC2005)의 지진하중 크기를 대변할 수 있는 적절한 기준 용어가 있는지? 예를 들어 진도, 규모 등으로 표현이 가능한지? 아니면 적절한 대표용어가 없는 것인지?

3. 아파트 콘크리트강도는 예전엔 210kg/cm<sup>2</sup>강도가 주류였는데 이제는 240kg/cm<sup>2</sup>이 기본이 되고 있습니다. 구조기술자는 정확한 이유를 모른체 240kg/cm<sup>2</sup>강도의 콘크리트를 최저강도로 적용하고 싶어 합니다. 아파트 및 부속동에서 콘크리트 최저강도를 240kg/cm<sup>2</sup>으로 적용해야할 이유가 있다면 어떤 것이 있나요?.

**A** 1. 지반분류에 대하여; 지반분류를 정하는 기준면은 일반적으로 지표면을 기준으로 합니다. 다만, 지하층을 갖는 구조물의 경우, 1)기초가 경암,보통암 또는 연암에 직접 견고히 정착되어있고, 2)지진으로 인하여 발생하는 기초상부 횡토압에 대하여 지하층구조가 과도한 손상없이 탄성상태로 저항할 수 있으며, 3)지하층구조의 강성이 커서 기초상부에 위치한 지반의 운동이 지상상부구조에 큰 영향을 미치지 않는다는 것을 구조해석이나 실험 등으로 입증할 수 있는 경우에는 기초면을 지반분류의 기준면으로 사용할 수 있습니다.

말뚝기초를 사용하는 경우에는 일반적으로 말뚝기초가 횡력에 대하여 저항하지 못하여 지하층을 암반에 견고히 정착시키지 못하므로 지표면을 기준으로 합니다.

2. 지진하중에 대하여; KBC2005는 2500년 재현주기 지진의 2/3값을 설계지진으로 채택하고 있습니다. 우리나라는 500년 재현주기 지진이 지진지역에서 0.11g 이므로 이값의 약 2배 되는 2500년 재현주기로 환산한 0.22g에 2/3를 곱하게 되어, 결국 기존 500년 재현주기 지진의 M=1.33배로 설계지진이 규정되었습니다.

3. 콘크리트강도에 대하여; 콘크리트강도가 증가되면 구조설계상 부재의 크기를 줄일 수 있으며 강도증가에 따른 부재크기감소가 강도증가에 따른 레미콘가격 증가비율보다 경제적이므로 점점 고강도 콘크리트를 사용하는 추세입니다.

김석규 / 우리회특별위원회 위원, (주)쓰리디구조 대표 skk@3ds.co.kr