

문 · 고 · 답 · 하 · 기

슬래브는 건조수축 및 크리프를 고려않는 이유?

Q 일반적으로 건축에서는 철골 라멘조 설계시 보를 합성보(즉 T형보로 설계하는 걸로 압니다)로 설계시 슬래브는 건조수축 및 크리프는 고려하지 않고 설계하는 걸로 압니다. 그 이유가 뭔지 알고 싶으며, 보통 20m 이상 되는 장스팬에서는 슬래브도 건조수축 및 크리프에 대해 고려해서 설계하는게 타당하지 않을까요?

A 건조수축과 크리프의 발생은 콘크리트의 체적의 변화에 의해 수축이 일어납니다. 즉, 기둥과 같은 압축재의 경우 이러한 수축에 의한 현상, 기동축소와 같은 현상이 사용성이나 부가적인 응력을 유발하는 등의 문제를 발생시키게 됩니다.

하지만 건축구조물에서는 슬래브 및 보와 같은 휨재의 경우 크리프와 건조수축으로 인해 수축한다고 하더라도 상하부의 체적 감소가 미소하며 상부하중에 의한 압축효과가 기둥보다 적으므로 크게 문제되지는 않습니다. 다만 체적감소로 인한 휨재의 공칭강도에 영향을 줄 수는 있겠지만 그 영향은 거의 없을 것이므로 슬래브 및 보 설계시 건조수축 및 크리프에 대한 고려는 거의 하지 않고 있습니다. 다만 외부대기에 노출되는 슬래브의 경우 콘크리트 타설후 수분의 증발에 의한 영향이 크므로 건조수축 철근을 두어 균열을 억제하도록 하고 있는 것입니다.

참고적으로 토목구조물에 대하여 말씀드리면, 도로교설계기준에서는 경간이 200m 이하인 콘크리트교의 상부구조에서 크리프 변형률과 건조수축변형률에 대한 산정식을 제시하고 있으며 건조수축과 크리프를 고려해서 설계합니다.

전단머리보강에서 2가지 전단강도제한?

Q 콘크리트구조설계기준을 보다가 한가지 궁금한게 있어 이렇게 질문을 올립니다.

기준 7.10.3의 (9)의 내용을 우선 발췌해서 올리겠습니다.

전단강도 V_n 은(8)에서 정의된 위험단면에서 $(\sqrt{f_{ck}}/3)b_0d$ 이하로 취하여야 한다. 전단머리 보강이 사용된 경우의 V_n 은 7.10.1(3)에서 정의된 위험단면에서 $0.59\sqrt{f_{ck}}b_0d$ 이하로 취하여야 한다. 이 부분에서 전단강도 V_n 은 두가지 경우에 대해 제한을 하고 있는데 이 모두가 전단머리 보강에 대해서 위험단면이 각기 다른 부분에 대한 제한을 하고 있는 것인지... 아니면 전자의 V_n 의 경우 전단보강이 사용되는 모든 항목에 대해서 즉 스테럽보강의 경우에도 제한사항으로 사용하는지... 알고 싶습니다.

제 생각에는 두가지의 제한사항이 모두 전단머리 보강에 대한 제한으로 생각되는데 어떤 것이 맞습니까?

A 인용하신 기준은 I형강 또는 C형강으로 전단머리보강한 경우에 대해서, 전단강도 V_n 은 2곳의 위험단면위치(즉, 7.10.3의 (8)에서 정의된 위험단면과 7.10.1(3)에서 정의된 위험단면)에 대해서 제한을 하고 있습니다.

기준 해당절에 제시된 설계절차는 구조용 형강으로 된 전단머리보강에 대한 실험결과에 따른 것이므로 스테럽보강의 경우에는 적용되지 않을 것으로 사료됩니다.

기초하부철근의 피복두께를 줄이려면 ?

Q 척박한 환경에서 열심히(?) 구조일을 하고있는 술꾼(@..@)구조인입니다.

보통 기초를 설계할때 기초의 하부철근 피복두께는 KBC2005 0505.4.1.2에 따라 '흙에 접하여 콘크리트를 친후 영구히 흙에 묻혀있는 콘크리트'로 보아 80mm를 적용하는 것으로 알고있습니다. 하지만, 시공시 터파기를 하고 버림콘크리트를 약10mm정도 타설후 기초철근을 배근하고 구조용 콘크리트를 타설하는게 일반적인것으로 알고있습니다. 바로 이점을 이용하여 모 기업은 기초의 피복두께를 0505.4.1.2로 보지않고 '흙에 접하거나 옥외의 공기에 직접 노출되



는 콘크리트'로 적용하는 0505.4.1.3으로 적용하여 구조설계를 하라고 합니다.

전후사정을 따져보면 틀리는 말은 아니라고 생각됩니다만, 좀더 경험이 많으신 여러분의 의견을 듣고싶어서 이렇게 글을 올립니다.

A 피복두께는 1)철근의 부식방지, 2)철근의 내화, 3)철근의 부착 등을 위하여 필요합니다.

이러한 기준에서 요구하는 콘크리트의 피복규정과 같은 효과를 발휘할 수 있다면 철근보호를 위해 다른 방법을 쓸 수 있습니다. 이러한 경우에는 현장조건과 그 방법의 타당성을 확인한 구조감리자의 승인아래 적용할 수 있을 것입니다.

'흠에 접하거나 옥외의 공기에 직접 노출되는 콘크리트'로 적용하는 0505.4.1.3은 거푸집을 대고 콘크리트를 타설한 후 되메우기에 의해 흠에 접하는 경우입니다.

기초의 하부철근의 경우 버림콘크리트 타설후 바닥이 거푸집면처럼 균일하여 소요피복두께가 균일하게 확보된다면 0505.4.1.3으로 적용할 수는 있겠지만 이러한 결정을 위해서는 책임구조기술자에 의한 시공상태 확인이 필요할 것입니다.

풍하중 사용성검토용 유효강성?

Q 풍하중에 대한 사용성 검토시 균열에 대한 유효강성으로 고려해야 하는지를 알고 싶습니다.답변 부탁드립니다.감사합니다.

A 각 하중의 크기에 따라서 사용해야 하는 강성의 값이 다를 수 있습니다.

사용하중에서는 콘크리트구조체에 균열이 심하게 발생하지 않으므로 전단면을 유효한 단면으로 사용하여 해석하여도 무방합니다.

그러나 극한하중아래에서는 유효강성을 사용합니다만 채택한 가정은 해당 해석과정동안 일관성이 있어야 합니다.

특별지진하중 단서조항?

Q 지진하중에 대하여 2가지 의문사항이 있어서 이렇게 도움을 청합니다.

1. 특별지진하중(0306.2.3)에서 다음의 문구가 이해가 되지 않습니다.

“단, ΩE 는 횡력저항시스템의 다른 부재에 의해 전달될 수 있는 부재의 최대하중을 초과할 필요는 없다.”이 말이 어떤 의미인지 알고 싶습니다.

2. 설계스펙트럼가속도에서 M이라는 보정계수를 사용하고 있는데,

a. 이 M값의 의미와

b. M과 지역계수 A에 어떤 상관관계가 있을 것 같은데요..고정단일 때 0.5L이라고 배웠는데 일반층에서 기둥의 좌굴길이는 어떻게 봐야 하는지 궁금합니다.

A 10306.2.3 '특별지진하중'은 시스템초과강도계수가 곱해진 지진하중에 고정하중에 의한 수직가속도의 영향까지 고려된 최대 지진하중효과(Maximum seismic load effect, E_m)를 사용하고 있습니다.

“단, ΩE 는 횡력저항시스템의 다른 부재에 의해 전달될 수 있는 부재의 최대하중을 초과할 필요는 없다.”는 의미는 강도나 강성이 급격히 변경되는 부분에 위치한 부재가 주변 다른 부재보다 상대적으로 큰 지진하중에 견디도록 설계하면 되기 때문입니다.

KBC2005 지진하중에서는 구조물의 비탄성변형능력과 초과강도(설계강도보다 큰 실제 보유강도)를 고려하여 구조물의 탄성거동 시 발생할 수 있는 관성력보다 작은 지진하중에 대하여 설계할 수 있도록 허용하고 있습니다. 이러한 비탄성하중을 적용하기 위해서는 구조물에 소성변형이 수평적으로 수직적으로 고르게 분포하여, 큰 비탄성 변형에서도 국부적인 취성파괴 없이 연성능력을 발휘하여야 합니다. 그러나 구조시스템의 강성이나 강도의 분포가 수평적, 수직적으로 큰 변화가 있는 경우에는 지진발생시 취약한 구조부재에 비탄성변형이 집중적으로 일어날 수 있습니다. 이로 인하여 취성파괴가 발생할 수 있으며, 기준에서 요구하는 비탄성변형능력을 수용할 수 없습니다.

이러한 취성파괴를 방지하기 위해서는 강도나 강성이 급격히 변경되는 부분에 위치한 부재를 다른 부재보다 상대적으로 큰 지진하중에 대하여 설계하여, 해당부재에 비탄성변형능력이 요구되지 않고 탄성상태(또는 심각한 손상이 없는 상태)에서 지진하중을 전달하도록 해야합니다. 이 지진하중을 특별지진하중이라고 정의하고 있습니다.

취성파괴가 우려되는 부재가 탄성상태에서 하중을 지지하기 위해서는, 해당 부재에 연결된 다른 부재 또는 연결부의 최대하중재하능력에 의하여 전달되는 하중을 지지할 수 있어야 합니다. 이때 구조시스템의 초과강도에 의하여 일반지진하중 보다 큰 하중이 구조시스템에 발생할 수 있으므로 취약부재의 특별지진하중은 일반지진하중에 초과강도계수 Ω 가 반영된 ΩE 로 정의되어야 합니다.

구조물의 초과강도를 구체적으로 고려되어야 하는 경우는 수직 비정형성을 발생시키는 불연속적인 가새골조나 전단벽 하부의 기동요소 등이 있으며, 가새골조와 전단벽의 초과강도는 이러한 기동에 취성적인 좌굴파괴를 발생시킬 수 있고, 이것은 구조물의 붕괴로 이어질 수 있습니다. KBC2005에서 특별히 지적하지는 않았지만, 연속되지 않은 횡력 저항요소의 하부 전이구조(transfer structure)의 설계, 그리고 전단벽과 가새골조 등의 어긋남으로 인한 격막내부에 발생할 수 있는 하중에 저항할 수집재(collector element)의 설계는 반드시 주변 부재의 초과강도를 고려할 수 있는 특별지진하중을 고려하여야 합니다.(KBC2005 해설참조)

2. 설계스펙트럼가속도에서 M0이라는 보정계수를 사용하고 있는데, 이 M값 1.33의 의미는 재현주기 500년의 설계지반가속도를 2400년에 대한 극한하중으로 환산하기 위한 계수입니다.

플랫플레이트구조를 라멘구조형식으로 볼 수 있나요?

Q 플랫플레이트구조를 철근콘크리트 라멘구조형식으로 볼 수 있나요?
 강릉에 위치한 지붕철골(spaceframe)을 설계계획중에 구조검토중인데 고정하중과 설하중의 조합시 다음중 어떤 조합으로 해야되는지 궁금합니다.

A 우선 용어의 정의와 구조해석방법을 살펴보고 플랫플레이트구조가 일종의 라멘구조형식으로 볼 수 있는지를 평가해 보도록 하겠습니다.

1. 용어의 정의

- 라멘(Rahmen): 독일어로 골조(骨組)를 의미하며, 기둥과 같은 수직재와 보와 같은 수평재를 격자모양으로 짜서 기둥과 보의 접합부를 강접합한 골조를 말합니다.
- 플랫플레이트(Flat Plate): 보가 충분히 넓어 보폭이 인접보까지 넓혀진 철근콘크리트 골조를 말합니다.

2. 플랫플레이트 구조의 횡력에 대한 구조해석방법에는 유한요소해석법, 등가골조법, 유효보폭법 등이 있습니다 일반적인 골조해석 방법으로 플랫플레이트를 등가의 유효보로 모델링하는 유효보폭이 사용되며

유효보를 이용하면 일반 골조구조와 동일하게 모델링됩니다. 초고층 건물에서 코어벽체와 플랫플레이트구조를 적용하여 횡력의 25%이상을 골조가 지지하는 이중골조시스템으로 횡력저항시스템을 적용할 수 있습니다.

3. 위와 같은 플랫플레이트 구조시스템은 유효보폭을 가진 골조구조로 모델링하고 이중골조시스템으로 횡력을 저항할 수 있으므로 실무적근 상 구조해석학적으로는 최신의 철근콘크리트 라멘식구조로 볼 수 있습니다.

증축 시 지진하중은?

Q 최근 설계사무소로 부터 증축시 KBC2005에 따라 재설계해야 하는지에 대해 질의를 받고 기준을 살펴본 바, 기준의 표현이 간명하지 않아 답변하기 어려웠으며 수정되어야 할 것으로 사료되어 의견을 올립니다.

본문은 아래와 같습니다.

0306.1.1 기존 건축물의 증축

기존 건축물로부터 구조적으로 독립된 증축물은 신축 구조물로 취급하여 요구되는 규정에 따라 설계 및 시공하여야 한다. 기존 구조물로부터 구조적으로 독립되어 있지 않은 증축물의 경우, 아래 사항이 만족되지 않는 한 전체 구조물은 신축구조물에 대한 지진규정을 만족하도록 설계 및 시공하여야 한다.

- (1) 증축이 신축 구조물에 대한 규정을 만족시킬 뿐만 아니라,
- (2) 증축이 기존 부재에 작용하는 지진하중을 5% 이상 증가시키지 않는다. 증가된 하중이 기존부재의 내력을 초과한 경우도 이에 포함된다.
- (3) 사용승인서를 교부받은 후 5년이 경과된 건축물의 증축(연면적의 1/10이내의 증축 또는 1개층의 증축에 한한다) 및 일부 개축의 경우

기준의 내용은,

증축시 (1),(2),(3)을 동시에 만족하면 KBC2005를 적용하지 않아도 된다는 것으로,

(3) 5년 이상된 건축물의 증축으로써,

(1) 증축 부분은 KBC2005에 따라 설계하고,

(2) 증축으로 인하여 증가되는 지진하중이 기존구조물 지진하중의 5% 미만으로, 기존부재의 내력을 초과하지 않는 경우로 이해됩니다.



그러나 기준은 지진하중을 5% 이상 증가시키지 않고, 증가된 하중이 기존부재의 내력을 초과하면 KBC2005를 적용하지 않아도 된다는 것으로 표현되어 매우 혼란스럽습니다.

그러나 상기와 같이 이해하더라도,

- (1) 증축 부분을 기존 구조물과 분리하여 KBC2005에 따라 설계할 수 있느냐는 문제와,
- (2) 지진하중의 상대비교 수치가 무엇이나 하는 것과, 기존부재의 내력을 어떤 기준으로 검토하느냐 하는데 논란이 있을수 있습니다.

의견은 다음과 같습니다.

0306.1.1 기존 건축물의 증축

기존 건축물로부터 구조적으로 독립된 증축물이거나 다음의 경우가 아닌한 신축구조물로 취급하여 본 기준에 따라 설계 및 시공하여야 한다.

- (1) 5년 이상된 건축물의 증축으로써,
- (2) 기존 건축물의 해석시 적용한 기준에 의한 밀면 전단력의 증가가 5% 미만이고,
- (3) 기존 건축물의 설계시 적용한 기준에 의해 기존부재의 내력을 초과하지 않음을 확인하는 경우(*밀면전단력이 지진하중의 상대비교 값이 될 수 있는지에 관해서는 논외로 합니다.)

A 고맙습니다. 주신 의견을 참조하여 표현을 명료하게 아래와 같이 KBC2008에서는 수정하려고 합니다.

0306.1.1 기존 건축물의 증축

기존 건축물로부터 구조적으로 독립된 증축물은 신축 구조물로 취급하여 요구되는 규정에 따라 설계 및 시공하여야 한다. 기존 구조물로부터 구조적으로 독립되어 있지 않은 증축물의 경우에는, 아래 세가지 사항 모두가 만족되지 않는 한 전체 구조물은 신축 구조물에 대한 지진하중 규정을 만족하도록 설계 및 시공하여야 한다.

- (1) 증축부분이 신축 구조물에 대한 지진하중 및 내진설계 규정을 만족한다.
- (2) 증축에 의하여 증가된 하중이 기존 부재의 내력을 5% 이상 초과하지 않는다.
- (3) 사용승인서를 교부받은 후 5년이 경과된 건축물의 증축(연면적의 1/10 이내의 증축 또는 1개 층의 증축에 한한다) 및 일부 개축의 경우에 해당한다.

콘크리트이어치기 위치로 적절한 곳은?

Q 콘크리트 타설량의 한계 등으로 끊어치기나 이어치기가 될 수 밖에 없는데요.

끊어치기나 이어치기 할 때의 위치는 구조적인 관점에서 어디가 유리한지요?

철근 배근측면에서는 휨모멘트가 적은 위치에서 하여야하고 콘크리트측면에서는 전단력이 적은 위치가 유리하구요

그렇지만 이어치기나 끊어치기는 철근의 이음과는 떼놓고 생각할 수 없는 상황이나가요? 이음길이나 정착길이를 무한정 빼 놓을 수도 없는 상황이고요 제 생각에는 철근은 이음길이나 정착길이를 반영하여 시공되기때문에 콘크리트 측면에서 전단력이 적은 위치가 구조적으로 맞을것 같고 또 추후 유지관리측면에서도 균열등의 관리가 유리할 듯 한데요.

어떻게 생각하십니까? 만약 등분포하중을 받는 보를 예로든다면 휨모멘트가 적은 1/4 지점이나? 아니면 전단력이 적은 1/2지점이나? 하는 문제입니다.

A ACI318, 6.4절의 Construction Joint 부분의 내용은 남의 생각과 거의 일치하는 것 같습니다.(이창용님)

구조적인 관점에서 이음위치는 김승현님과 이창용님의 의견이 적절합니다.

구조설계도면에 따라 작성되는 시공상세도면에는 이음위치를 포함하여 아래사항을 표현하여 담당원의 승인을 받아야 합니다.

- 1) 콘크리트 타설계획 및 구간
- 2) 끊어치기 부위의 상세단면
- 3) 지하구조의 지수판 설치 및 상세도
- 4) 조인트(Control조인트, Cold조인트, Expansion조인트, Construction조인트)

건축공사표준시방서 콘크리트공사 3.3.4타설이음에는 아래와 같이 기술하고 있습니다.

가) 타설이음부의 위치, 형상 및 처리방법은 구조내력 및 내구성을 손상하지 않는 것이어야 하고 공사시방서 또는 설계도면에 의하여 정한다. 공사시방서 또는 설계도면에 규정되어 있지 않는 경우에는 다음 나~라에 의해 필요한 사항을 정하여 담당원의 승인을 받는다.

나) 타설 이음부의 위치는 구조부재의 내력에의 영향이 가장 작은 곳에 정하도록 하며 다음을 표준으로 한다.

- ① 보, 바닥슬래브 및 지붕슬래브의 수직 타설이음부는 스패의 중앙 부근에 주근과 직각방향으로 설치한다.

② 기둥 및 벽의 수평 타설이음부는 바닥슬래브(지붕슬래브), 보의 하단에 설치하거나 바닥슬래브, 보, 기초보의 상단에 설치한다.

다) 콘크리트의 타설이음면은 레이턴스나 취약한 콘크리트 등을 제거하여 새로 타설하는 콘크리트와 일체가 되도록 처리한다.

라) 타설이음부의 콘크리트는 살수 등에 의해 습윤시킨다. 다만, 타설이음면의 물은 콘크리트 타설 전에 고압공기 등에 의해 제거한다.

마) 타설이음부의 일체성 확보 또는 수밀성 확보를 위하여 특별한 조치를 강구하는 경우에는 적절한 방법을 정하여 담당원의 승인을 받는다.

바) 콘크리트 타설 시작 후 할 수 없이 타설을 중지하는 경우의 타설이음부의 위치, 형상 및 처리 방법은 위의 가)~라)항에 준한다.

테두리보의 설계응력은?

Q 보와 벽이 만나는 곳에 보철근의 정착을 위해 벽위에 테두리보를 설치하는데 테두리보의 주근과 스테럽은 각각 어떤 힘에 의하여 설계하면 되나요?

즉, 테두리보의 거동을 알고 싶습니다.

A 테두리보는 벽체에 정착되는 보로부터 재하되는 집중하중을 벽체에 고류 분산시키고, 말씀하신 슬래브 및 보의 철근을 벽체에 직접 정착하기 어려운 때에 설치합니다. 이러한 기능을 하는 테두리보는 하중분산과 철근정착에 의한 거동과 그에 필요한 크기로 결정됩니다.

※ 이상의 Q&A는 우리회 홈페이지(www.ksea.or.kr) <온라인상담>으로 질의응답한 내용입니다. 질의사항이 있으시면 우리회 홈페이지<온라인상담>을 이용하시기 바랍니다.

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