

철근 정착 및 이음길이에 관하여

Q 김상태

철근의 정착에 관해 두가지 의문사항이 있습니다.

1. KBC 2005 기준 0508.2.2.1에 의하면 정착길이  $l_d$ 는 항상 300mm 이상이어야 한다. 라고 명시되어 있습니다. 또한 0508.6.2.1에 B급 이음길이는  $1.3 \times l_d$ 이며, 300mm 이상이어야 한다는 기준이 있는데 만약 B급 철근 이음길이 계산시  $1.3l_b$ 는 300mm 이상이나 그때 산정한  $l_b$ 값이 300mm 미만인 경우에 B급 인장이음은 유효하지 않게 되는지 궁금합니다.
2. 정착길이 보정계수 중 철근배근 위치계수( $\alpha$ )에서 상부철근의 개념이 벽체 수평철근에도 적용이 되어야 하는지 궁금합니다.

A 정광량 부회장

1. 인장철근의 이음에 있어서 A급이음은  $1.0l_d$ , B급이음은  $1.3l_d$ 로 규정되어 있습니다. 여기에서 만약  $l_d$ 가 20cm이면 A급 이음  $l=1.0 \times 20$  혹은 30cm 중 큰값, B급 이음  $l=1.3 \times 20$  혹은 30cm 중 큰값으로 산정된다고 0508.6.2.1에서 규정하고 있습니다. 만일  $l_d$ 가 27cm이면 A급 이음  $l=1.0 \times 27=27cm$  혹은 30cm 중 큰값, B급 이음  $l=1.3 \times 27=35.1cm$  혹은 30cm 중 큰값으로 산정되었습니다.
2.  $\alpha$  = 철근배근 위치계수 상부철근은 1.3으로 KBC 2005 기준 0508.2.2의 보정계수부분에 규정되어 있습니다.  $l_{db}$  산정에서  $l_{db}=20cm$ 가 나온 경우  $l=1.3 \times 20=26cm$  혹은 30cm 중 큰값으로 산정되므로 30cm로 계산됩니다.  
벽체 수평철근도 철근하부로 30cm 이상 콘크리트 타설되는 경우가 대부분이므로 top bar effect를 고려한 이음 및 정착이 되어야 합니다.

지붕층 offset으로 트랜스퍼되는 경우 특별지진하중 적용부재는..

Q 마영민

안녕하세요.

특별지진하중 적용부재에 대한 의문사항입니다.

1. 10층 건물에서 지붕의 1~2개층이 offset되어 트랜스퍼보가 생성될 경우, 지지하는 기둥의 특별지진하중 적용범위는 어디까지 해야 할까요. 트랜스퍼보를 직접 지지하는 기둥에서 기초에 이르는 기둥 모두를 적용해야 할까요.  
2006년 3월 쯤에 비슷한 질문이 올라왔었는데 그 때의 답변내용은 다음과 같습니다.  
[특별하중조합은 하나의 격리된 개별 취성부재의 파괴가 전체 횡력저항시스템의 손실로 이어지거나 불안정성과 붕괴를 초래하는 상황을 방지하기 위한 것입니다. 따라서 필로티 기둥의 아래층 기둥도 취성부재로 간주되면 시스템초과강도계수가 곱해진 특별지진하중조합으로 검토하여야 합니다.]
2. '취성부재'로 간주해야 할지는 어떻게 판단할 수 있을까요?

A 강창선 위원장

구조시스템의 강성이나 강도의 분포가 수평적, 수직적으로 큰 변화가 있는 경우에는 지진발생시 취약한 구조부재에 비탄성변형이 집중적으로 일어날 수 있습니다. 이로 인해 취성파괴가 일어날 수 있으며, 기준에서 요구하는 비탄성 변형능력을 발휘할 수 없습니다.  
이러한 취성 파괴를 방지하기 위해서는 강도나 강성이 급격히 변경되는 부분에 위치한 부재를 다른 부재보다 상대적으로 큰 지진하중에 대하여 설계하여 해당 부재에 비탄성 변형 능력이 요구되지 않고 탄성상태에서 지진하중을 전달하도록 합니다. 이를 특별 지진하중이라고 하고, 이를 적용하는 부재를 통상 트랜스퍼 부재라 합니다.

일반적으로 피로티층에서 불연속 부재를 지지하거나 힘을 전달하는 부재는 특별지진하중적용(비탄성 설계)하고, 나머지 부재는 설계지진하중을 적용(탄성설계)합니다.

취성부재로 간주함이란, 그 개별 부재가 취성파괴를 일으킬 경우 전체적으로 횡력저항시스템의 손실 및 불안정 붕괴로 이어지는 부재를 지칭하는 것으로 이런 부재로 간주되는 경우에는 특별지진하중을 적용하여 설계하여야 합니다.

참고로 불연속 요소를 지지하는 시스템은 "구조기술자를 위한 건축물 내진설계(한국건축기술사회)"를 참고 하시기 바랍니다.

## 내진설계시 건물간의거리 등

### 김재훈

수고맙습니다.

몇가지 질의사항이 있어 글을 올립니다.

#### 1. 내진설계시 건물간의 거리

KBC2005 내용 중

0306.8.6 건물간의 거리 - 내진설계범주 'D' 로 분류된 구조물은 이웃한 구조물과 일정한 거리를 유지하여야 한다. 동일한 부지에서 인접한 두 건물은 최소한 다음의 이상 격리시켜야 한다.(식 0306.8.1) 의 사항이 있습니다.

특별히 'D' 대해서로 규정한 이유가 있는 것이지요.(IBC도 동일) 또한, 내진설계범주 'D' 이외의 경우는 최소이격거리에 대한 별도의 기준값이 있는지요.

#### 2. '지반의 분류 기준면' 및 '밀면전단력 기준면' 관계 지반의 분류를 위한 기준면을

1) 기초레벨 기준으로 하위30m를 측정할 경우

2) G.L 기준으로 하위30m측정한 경우

위 사항과 상관없이 지진하중밀면전단력 기준면은 실무적으로 G.L로 보면 되는 것이지요.

#### 3. 슬래브 인장철근 최소철근량

0506.3.2.4 두께가 균일한 구조용 슬래브와 기초판에 대하여 경간 방향으로 보강되는 인장철근의 최소 단면적은 0505.7에 규정한 값과 같아야 한다.

- 위 내용을 적용하는 경우 '인장철근' 의 최소철근비가 0.2% 이상이어야 하는 것으로 판단됩니다.

- 이 경우, Span이 짧은 슬래브는 너무 과다배근이 되는것 같습니다.

'인장철근량' 을 '필요철근량보다 1/3배이상 추가배근' 하는 경우 인장철근의 최소철근비를 0.2% 이하가 되도록 배근하여도 가능한 것이지요.(물론 압축철근을 포함한 전체철근비는 0.2% 이상 임)

### A 박정민 위원장

#### 1.의 답변

- 기준상에 내진설계범주 D에 해당하는 경우에는 ~ 이라고 했으므로 기준으로만 보면 내진설계범주 A, B, C 에 해당하는 경우에는 (0306.8.1)의 식에 의해 산정된 이격거리를 두지 않아도 되나 실무상으로 제 의견으로는 A, B, C 에 해당하는 경우에도 이격거리를 두어야 할 것으로 생각합니다.

#### 2.의 답변(출처:건축구조설계기준 및 해설)

- 지반분류를 정하는 기준면은 일반적으로 지표면을 기준으로 한다. 다만, 지하층을 갖는 건축물의 경우, 1)기초가 경암,보통암 또는 연암에 직접 견고히 정착되어 있고, 2)지진으로 인하여 발생하는 기초 상부 횡토압에 대하여 지하층구조가 과도한 손상없이 탄성상태로 저항할 수 있으며, 3)지하층 구조의 강성이 커서 기초면의 상부에 위치한 지반의 운동이 지상구조시스템에 큰 영향을 미치지 않는다는 사실을 구조해석 또는 실험으로 입증할 수 있는 경우에는 기초면을 지반분류의 기준면으로 할 수 있다 또한 파일기초를 사용하는 경우에는 지표면을 기준으로 한다.

#### 3.의 답변

- 기준을 자세히 살펴볼때 인장철근의 최소단면적이 온도철근비를 따라야 하므로 압축철근을 합하여 0.2%가 넘더라도 인장측에만 0.2% 이상을 배근하는 것이 합당할 것으로 생각됩니다.

## 아파트의 벽체와 같은 전단내력벽의 최소수평철근비

### 문상필

KBC2008

0507.10 벽체에 대한 전단설계

0507.10.3 최소철근량 및 배치

(1) 계수전단력  $V_u$ 가  $\phi V_c/2$  보다 작은 경우에 (2)에서 (5)까지 또는 0511에 따라 철근을 배근하여야 한다. -이하생략-

(2) 콘크리트의 전체 연직단면적에 대한 수평전단철근단면적비  $\rho_h$ 는 0.0025 이상으로 하여야 한다.

0511 벽체

0511.3 최소철근비

0511.3.1 최소철근비

벽체의 수직 및 수평최소철근비는 0511.3.2 또는 0511.3.3의 규정을 따라야 한다. 다만, 0507.10.2(5) 및 0507.10.3의 규정에 의해 요구되는 전단보강철근의 소요량이 더 큰 경우에는 그 소요량을 적용한다.

0511.3.3 최소수평철근비

- (1) 설계기준항복강도 400MPa 이상으로서 D16 이하의 이형철근 ..... 0.0020
  - (2) 기타 이형철근 ..... 0.0025
  - (3) 지름 16mm 이하의 용접철망 ..... 0.0020
- 아파트의 계수전단력  $V_u$ 가  $\phi V_c/2$  보다 작은 고층부의 벽체(설계기준항복강도 400MPa 사용)를 설계할 때 상기 두 규정을 적용함에 있어 최소수평철근비가 0.0020 인지 0.0025 인지 답변 부탁 드립니다.

아파트의 내력벽과 같이 압축력과 지진 및 풍하중에 의한 수평하중을 동시에 저항하는 벽체를 설계함에 있어 0507.10.3의 규정에 의거하여 0511.3.1(1)항을 적용하면 최소철근비는 설계기준항복강도 400MPa 이상으로서 D16 이하의 이형철근일 경우에는 0.0020입니다. 그러나, “다만, 0507.10.2(5) 및 0507.10.3의 규정에 의해 요구되는 전단보강철근의 소요량이 더 큰 경우에는 그 소요량을 적용한다.”의 규정에 의하면 0507.10.3(2)의 최소수평철근비는 0.0025입니다.

**A** 서형석 위원장

0507.10.3 최소철근량 및 배치

- (1) 계수전단력  $V_u$ 가  $\phi V_c/2$  보다 작은 경우에 (2)에서 (5)까지 또는 0511에 따라 철근을 배근하여야 한다.  
위 규정은 계수전단력  $V_u$ 가  $\phi V_c/2$  보다 작은 경우 2가지(0507과 0511)의 규정중 어느 것을 사용하여도 좋도록 완화되어 있으며, 그 완화 내용은 첫째, 철근의 강도가 크고 철근 직경이 작은 경우 둘째, 직경이 작은 용접철망의 경우로서

0511규정을 적용하는 경우

설계기준항복강도 400MPa 이상으로서 D16 이하의 이형철근일 경

우의 최소 수평철근비는 0.0020를 적용하면 됩니다.

그러나, 최소철근량 이외에 전단력에 의하여 필요한 전단보강 철근의 소요량이 0511 규정에서 정한 수직 및 수평 최소철근비를 초과하는 경우에만 그 소요량을 적용하는 것이 타당합니다.

차량하중 작용시 설계하중 산정방법

**Q** 이태석

차량하중 작용시 설계하중을 산정할때 바퀴의 차륜하중을 구하여 충격계수를 곱한후, 바퀴의 점유면적인 1.8m x 1.8m로 나누어 설계하중을 구하는것을 압니다(건축물 하중기준 및 해설, 2000, 대한건축학회 129page). 그런데 이때, 점유면적이 1.8m x 1.8m의 근거가 무엇인지 궁금합니다.

상기 책에서는 18tf, 24tf 차량의 하중시 바퀴의 점유면적을 동일하게 적용했습니다.

바퀴의 점유면적이란 것이 차량마다 다르게 적용되는것이 맞는지 차량하중일때 적용되는 일반적인 값인지 궁금합니다.

만약 다르게 적용된다면, 그 값은 어떻게 산정해야 하는것인지 궁금합니다. 또한, 일반적인 값이라면 그 근거가 어디에서 나왔는지 궁금합니다.

답변부탁드립니다.

**A** 서규석 위원장

건축물에 적용할 차량하중을 정산해보려면 애매한 부분이 많습니다.

일반적인 등분포하중은 건축구조설계기준(KBC 2005)기분등분포 하중을 적용 할 수 있지만, 특수한 하중을 갖는 차량은 산정하기 어렵습니다.

먼저 토목에서 사용하는 DB하중은 1962년 강 도로교설계표준 시방서에서 처음 사용하였고, 도로의 D와 반트럭(Semitrailer)의 B에서 유래하였습니다.

미국에서는 AASHTO에서 뒷바퀴가 2개(총 6개)인 Semitrailer를 기준으로 산정합니다.

KBC의 하중기준에서도 도로교시방서의 DB하중을 참조하여 등분포 하중을 산정하였습니다. 일반트럭 바퀴의 윤간거리는 약 1.8m입니다. 현대자동차 2.4톤(마이티 냉동탑차)의 경우 윤간거리가 1.68m입니다.

그래서 기준에서는 적차시 최대바퀴하중을 DB하중의 0.4W로 보고  
윤간거리 1.8m×1.8로 나눈 것입니다.

자동차회사 등에서 적차시 최대바퀴하중을 구할 수 있다면,  
적차시 최대바퀴하중을 윤간거리 면적으로 나누고 충격계수 1.3을 곱  
하여 등분포하중을 산정할 수 있을 것입니다.

또한 적차시 최대바퀴하중을 2점 집중하중으로 작용시켜 최대모멘트  
를 산정하고 같은 크기의 등분포하중으로 환산하면 등분포하중을 산정  
할 수 있습니다.

참고로, 토목에서는 DB하중과 토포 별로 등분포하중을 정하여 사용하  
고 있으며, 차선하중(DL하중)도 고려하고 있습니다.

참고가 되었으면 좋겠습니다.

## 강성적용에 관하여

### 한영근

수고하십니다.

지진하중작용시 변형적합성 검토시에는 kbc2005 . 0506 5.2.1(2)  
항의 Ig값을 사용하는데 왜 0503.4.4.1항의 Ig값을 사용하지 않습니  
까?

0506 5.2.1(2)항의 Ig값은 모멘트확대계수를 결정할때만 사용하는  
것이 아닌지요 답변부탁드립니다.

### 김창호 위원장

구조해석시 강성설정 (KBC2005, "0503.4.4" "0510.3.2.3")

0503.4.4.1 사용하중에서는 콘크리트구조체에 균열이 심하게 발생하지  
않으므로 전단면을 유효한 단면으로 사용하여 해석해도 무방하다.

극한하중 하에서는 기둥과 벽 등의 압축력을 받는 수직재는 0.9Ig를 보  
등의 힘재는 0.5Ig를 사용하면 무방하다. 다만, 슬래브가 있는 일반적  
인 보는 T형보의 효과에 의해 2배가량 강성이 증가하므로 이를 고려하  
여야 한다.

2차효과를 고려한 기둥의 확대모멘트를 계산하기위한 강성은  
0506.5.2.1(2)을 따른다.

위에 설명한 바와 같이 각 하중의 크기에 따라서 사용해야 하는 강성의  
값이 다를 수 있다. 그러나 부재의 요구강도를 계산하는 경우에는 각 부  
재의 절대적인 강성이 아닌 부재들간의 상대적인 강성비가 중요하다.

따라서 구조해석시에는 사용하중,극한하중 등 하중크기에 관계없이, 압  
축력을 받는 기둥 등의 수직재는 Ig를, 보에 대해서는 0.5Ig를 사용하  
면 무방하다, 건축물에서는 일반적으로 T형보가 사용되므로 이 경우에  
는 보에 대해서도 Ig를 사용할 수 있다.

0506.5.2.1 계수축하중 Pu, 기둥 양단의 계수휨모멘트 M1과 M2,  
위의 방법 대신에 구조물 부재에 대한 단면 특성으로 다음 값을 사용할  
수 있다.

(2) 단면 2차 모멘트

- ① 보 .....0.35Ig
- ② 기둥 .....0.70Ig
- ③ 비균열 벽체 .....0.70Ig
- ④ 균열 벽체 ..... 0.35Ig
- ⑤ 플랫 플레이트 및 플랫 슬래브 .....0.25Ig

0506.5.2.1(R) 이조항은 확대휨모멘트 산정을 위한 강성이며, 사용하  
중과 극한하중 해석에 대한 강성은 해설 0503.4.4.1을 참고한다.

0503.4.4.1 해설에서와 같이 2차효과(P-Δ 효과)를 고려하지 않는 경  
우는 극한하중 및 사용하중시에 수직부재는 1.0Ig를 적용하게 된다.

$$\text{안정계수}(\theta) = (P_x \cdot \Delta) / (V_x \cdot h_x \cdot Cd) < 0.1$$

..... P-Δ 효과를 고려하지 않음

## 안정계수나 안정성지수 계산시

### 유용주

지진하중의 안정계수는  $\theta = (P_x \cdot \Delta) / (V_x \cdot h_x \cdot Cd)$ 로 합니다.

여기서 Px와 Vx는 둘 다 사용하중에서의 수직하중과 총전단력이고,  
Δ는 층간변위로서 탄성해석에 의한 변위 δ에 Cd/Ie가 곱해진 값입  
니다.

반면, 콘크리트기준에서 안정성지수는  $Q = (\sum Pu \cdot \Delta 0) / (Vu \cdot lc)$   
로 합니다. 여기서 ∑Pu와 Vu는 둘 다 계수수직하중과 계수총전단  
력이고,

Δ0는 Vu에 의한 층간변위이니 하중계수가 곱해진 값이라 볼 수 있  
습니다.

1. 지진하중 안정계수 θ의 수식에서 보면 분모에 Cd가 있습니다.보  
통 지진하중에 의한 층간변위 산정시 비탄성변형능력을 고려하여  
저감된 지진하중에 의한 변위가 과도하지 않도록 하기 위하여 탄

성해석에 의한 변위에 Cd/Ie를 곱하는 것으로 압니다. 그러나 이렇게 되면 위의 수식에선 Cd 만큼 증가시키지 않게 되는 상황이 되는데 무슨 이유가 있나요?

아래의 콘크리트설계나 강구조설계시 안정성지수와 거의 같은 개념인데 분모의 Cd 유무가 지진하중에 의한 안정성 검토시와 부재설계시의 안정성 검토시와 달라서... 물론 상황에 맞게 쓰기만 하면 되지만 어떤 의미가 내재된 것은 아닌가 궁금합니다.

2. 콘크리트기준에서 안정성지수 Q의 층간변위  $\Delta_0$ 는 하중계수가 곱해진 값이라 볼 수 있나요? 또한 지진하중의 층간변위처럼 Cd/Ie 만큼 증가된 값을 적용해야 하나요?  
 마찬가지로 한계상태설계법에서 휨과 압축을 받는 부재의 확대휨 모멘트계산시 확대휨모멘트계수  $B_2$ 를 계산할때 콘크리트기준의 안정성지수 Q처럼  $(\sum Pu \cdot \Delta_{oh}) / (\sum H \cdot l_c)$ 으로 계산하는데, 여기서  $\sum Pu$ 는 소요 축하중, H는  $\Delta_{oh}$ 를 유발하는 총수평력의 합이고,  $\Delta_{oh}$ 는 층간 변위입니다.
3. 콘크리트기준의 안정성지수와 마찬가지로,  $\sum Pu$ 는 계수축하중으로 생각되나, H는 계수하중인지 사용하중인지 언급이 없습니다. 물론 계수하중이겠지요? 또한, 여기서의  $\Delta_{oh}$ 도 하중계수가 곱해진 값으로 봐야 하나요? 또한 지진하중의 층간변위처럼 Cd/Ie 만큼 증가된 값을 적용해야 하나요?

## A 강석규 위원장

1. 내진설계에서 사용성 검토를 위한 횡변위 제어는 두가지 목적이 있습니다.

첫 번째는 부재의 비선형 거동에 대한 제어이고, 두 번째는 비구조 요소에 대한 손상 제어입니다. 횡변위 또는 층간변위는 비선형 거동을 고려한 변위를 이용하여 검토해야 하고 이것이 인명안전이라고 하는 손상제어 목표를 만족시켜야 합니다. 층간변위 1.5% 기준은 손상제어에서 인명안전 수준을 의미합니다.

현행 KBC 2005에서는 횡변위 계산시 비선형변위를 고려하기 위하여 변위증폭계수 Cd를 곱하고 중요도계수 I를 나누어 적용합니다. 변위증폭계수는 비선형변위를 적용하기 위한 계수이고 중요도계수는 탄성하중을 만들 때 증폭을 시켰기 때문에 원래 수준의 하중으로 되돌리기 위하여 다시 나누어 주는 것입니다.

2. 콘크리트기준에서 안정성지수 Q의 층간변위  $\Delta_0$ 는 하중계수가 적용된 값이며 지진하중의 층간변위처럼 Cd/Ie 만큼 증가된 값을 적용해야 합니다.

3. 답변 2)와 동일하며 H는 계수가 적용된 하중입니다.

※ 이상의 Q&A는 저희 홈페이지([www.ksea.or.kr](http://www.ksea.or.kr)) <온라인 상담>으로 질의응답한 내용입니다. 질의사항이 있으시면 저희 홈페이지<온라인상담>을 이용하시기 바랍니다.