

슬래브-기둥 접합부에서 전단보강체에 정착성능에 따른 영향

The Effect of Anchorage of Reinforcement in Slab-Column Connection

최 현 기* 김 준 서** 이 문 성*** 최 창 식****

Choi Huyn-Ki Kim, Jun-Seo Lee, Moon-Sung Choi, Chang-Sik

ABSTRACT

Flat plate system has structural weakness such as punching shear. Punching shear resistance can be increase by using a lager column section and effective depth, higer concrete compressive strength, and more flexural reinforcement ratio. But using a shear reinforcement is most economical, enable, workable solution in flat plate. The slab with thickness smaller than 250mm can not perform effectively due to insufficient development length of shear reinforcement in the slab. In case of proposed reinforcements, since the shear reinforcements were installed between the top bar and the bottom bar, shear elements generated slip failure before they reached yield. strength. effect of anchorage strength were effective anchorage length, concrete strength, diameter of shear element and anchorage detail. considering effect of slab thickness and concrete strength, formula of K factor propose in thin flat plate slab. by considering effect of anchorage length and concrete strength, strength of shear reinforcement will be computed correctly in thin flat plate slab.

요 약

플랫 플레이트 시스템은 펀칭전단과 같은 구조적 취약점이 있다. 펀칭전단의 저항력은 기둥단면의 증가, 슬래브 유효층의 증가, 콘크리트 강도의 증가, 휨철근의 증가로 증가시킬 수 있다. 그러나 전단보강체를 설치하는 방법이 경제적, 시공적, 안정적으로 가장 좋은 방법이다. 하지만 슬래브 두께가 250mm보다 작은 슬래브에서는 전단보강체의 충분한 정착길이를 확보할수 없기 때문에 충분한 정착효과를 발휘하기 힘들다. 이전 연구에서 제안된 전단보강체의 경우 상부철근과 하부철근의 사이에 설치되었기 때문에 전단철근의 항복 강도에 도달하기 전에 미끄러짐 파괴가 발생하였다. 정착강도의 영향을 주는 요인으로는 유효정착길이, 콘크리트강도, 전단철근의 직경, 정착상세이다. 본 연구에서는 슬래브 두께와 콘크리트 강도를 고려하여 제안된 보강체의 강도산정시 K factor를 제안하였다. 정착길이와 콘크리트강도를 고려함으로써 두께가 얇은 플랫 플레이트 슬래브내에서 전단철근에 의한 전단강도를 정확히 산정할수 있을 것으로 판단된다.

* 정회원, 한양대학교, 건축환경공학과 박사과정

** 정회원, 한양대학교, 건축환경공학과 석사과정

*** 정회원, 한양대학교, BK21 연구조교수

**** 정회원, 한양대학교, 건축공학부 교수, 공학박사

1. 서 론

슬래브는 두께가 얇기 때문에 철근으로 제작된 보강체가 충분한 강도를 발휘하기 위한 충분한 정착강도를 확보하기에 다소 어려움이 있다. Dilger⁵⁾와 Regan⁶⁾은 슬래브의 전단보강이 실용적이고 효과적이기 위해서 슬래브는 적어도 일정 크기 이상의 두께를 지녀야 한다고 제시하고 있으며, Dilger은 250mm이상의 두께를 제안하고 있다. 슬래브가 충분한 두께를 갖을 경우 전단보강체의 유효정착길이 증가에 따라 충분한 정착강도를 발휘할 수 있지만, 상대적으로 얇은 슬래브의 경우 정착길이를 확보 하지 못해 보강체의 항복강도에 도달하기 전에 slip에 의한 파괴가 일어난다. 선행연구에서¹⁾ 수행된 실험결과 제안된 보강체는 정착성능을 향상시키기 위한 상세를 적용하였으나 슬래브의 두께가 얇아 보강체의 항복강도에 도달하지 못하고 파괴가 발생하였다. 이는 슬래브의 두께가 변화함에 따라 전단보강근의 유효정착길이 변화에 따른 것으로 판단된다.

본 연구에서는 전단보강체의 강도에 영향을 미치는 주요 요인중 슬래브 두께와 콘크리트 강도를 주변수로 유한요소해석을 실시하여 제안된 보강체의 효율적인 강도 추정식을 도출하고자 한다.

2. K factor

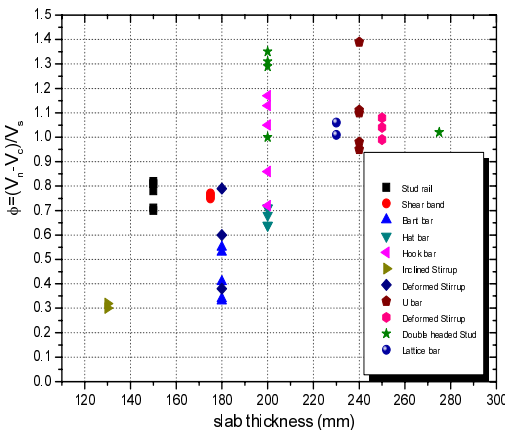


그림 1 K factor

하고자 하는 K factor로 나타내었다. 그림 1과 같이 슬래브 두께가 증가할수록 정착성능은 증가하는 것으로 나타났다.

현행 기준에(KCI 2007²⁾) 있어 전단 보강된 플랫 플레이트 슬래브의 접합부 전단 강도는 콘크리트와 전단 보강체의 강도를 합하여 결정된다. 트러스 이론에 의하면 전단보강근은 인장과 압축측에 충분히 정착되도록 요구되어지고 있으나 두께가 얇은 슬래브에서는 충분한 정착효과를 발휘할 수 없어 위험단면내에 설치된 전단보강근의 전단강도는 유효하지 않을 수 있다.

기존 문헌에 따르면 슬래브의 두께가 250mm 이하의 슬래브에서는 전단보강체가 충분한 정착길이를 확보하지 못해 보강체의 충분한 정착성능을 발휘하지 못한다고 나타냈다. 전단보강체에 관하여 연구된 데이터를 슬래브의 두께에 따라서 본 연구에서 제안

3. 유한요소해석

3.1 재료 및 부착모델

콘크리트의 압축모델을 위하여 Hognestad(1951)³⁾가 제안한 모델은 사용하였으며 다음 식 (1) 및 (2)와 같다.

$$0 < \epsilon < \epsilon'_o \quad \frac{\sigma}{\sigma_{cu}} = 2 \frac{\epsilon}{\epsilon'_o} \left(1 - \frac{\epsilon}{2\epsilon'_o}\right) \quad (1)$$

$$\epsilon'_o < \epsilon < \epsilon_{cu} \quad \frac{\sigma}{\sigma_{cu}} = 1 - 0.15 \left(\frac{\epsilon - \epsilon'_o}{\epsilon_{cu} - \epsilon'_o}\right) \quad (2)$$

여기서 σ_{cu} 는 최대 압축응력, ϵ'_o 는 최대 압축응력시 변형률, ϵ_{cu} 는 극한변형률을 나타낸다. 또한 철

근과 콘크리트의 계면의 부착-슬립 모델은 CEB-FIP³⁾ 규준에서 채택하고 있는 재료 구성 모델을 사용하였으며 식 (3)과 같다.

$$\tau = \tau_{max} \left(\frac{s}{s_1} \right)^a \quad (3)$$

3.2 해석 변수

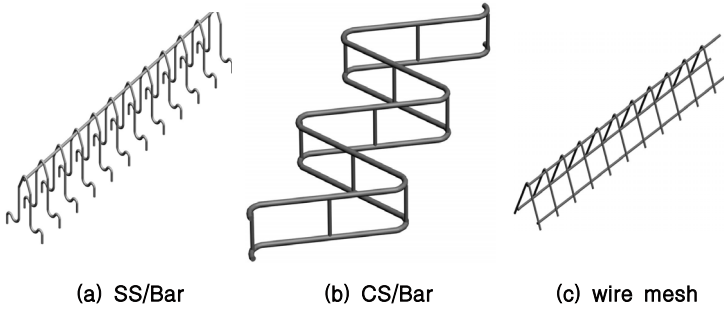


그림 2 제안된 보강체의 상세

해석 변수로는 보강체의 정착 상재, 슬래브의 두께, 콘크리트의 압축강도를 변수로 설정하였다. 슬래브의 두께는 180, 220, 250, 300mm를 선택하였고, 콘크리트 압축강도는 21.8, 24, 27MPa로 선정였다. 변수에 대한영향을 고려하여 전단보강체의 전단강도 산정시 K factor를 제안하고자 한다.

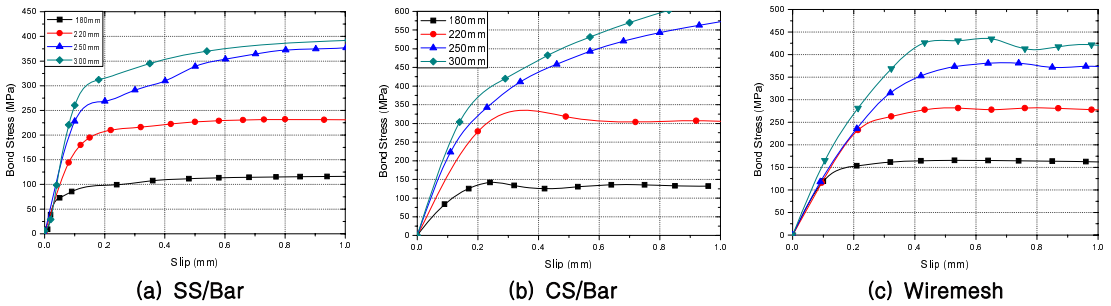


그림 3 슬래브 두께에 따른 정착강도의 영향

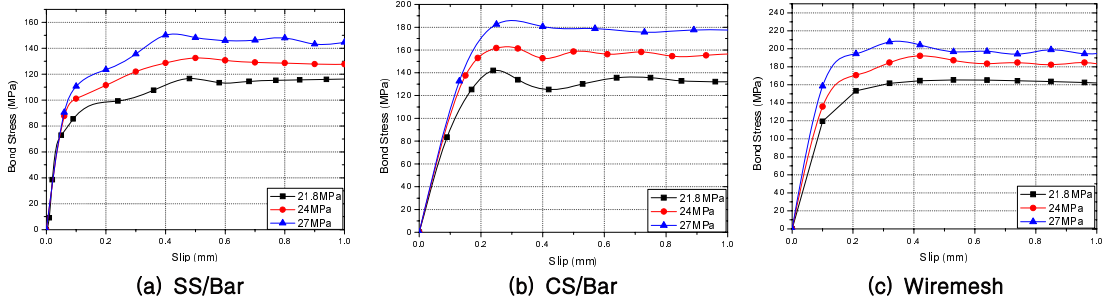


그림 4 콘크리트 강도에 따른 정착강도의 영향

위의 그래프는 슬래브의 두께가 커짐에 따라 콘크리트 강도가 커짐에 따라 정착강도의 영향을 보여준다. 모든 경우에서 전단보강체는 1.0mm에 도달하기 전 최대하중을 나타내었다. 위의 영향이 고려된 K factor를 제안하여 본 연구에서 제안된 세가지의 전단보강체의 전단강도 산정시 보다 정확한 값을 산정할 수 있을 것으로 사료된다.

4 전단보강체의 전단강도 산정

플랫 플레이트 구조에서 슬래브 기둥 접합부의 전단강도 산정시에 전단보강이 되어 있지 않은 접합부의 전단강도는 KCI-2007²⁾ 7.10.2에 따르면, (4)~(6) 식의 최소값으로 구하게 된다. 하지만 전단보강이 되어 있는 접합부는 식(7)~(8)을 이용하여 산정하게 된다. 하지만 플랫 플레이트 구조는 전단보강체가 충분한 정착강도를 발휘할 수 없는 구조이기 때문에 식 (7)에 정착강도에 영향을 주는 슬래브의 두께, 콘크리트의 압축강도, 횡방향 철근을 고려하여 플랫 플레이트 구조에서 전단보강체에 의한 전단강도식을 다음과 같이 제안하였다.

$$V_c = \frac{1}{6} \left(1 + \frac{2}{\beta_c}\right) \sqrt{f_{ck}} b_o d \quad (4)$$

$$V_c = \frac{1}{6} \left(1 + \frac{\alpha_o d}{2b_o}\right) \sqrt{f_{ck}} b_o d \quad (5)$$

$$V_c = \frac{1}{3} \sqrt{f_{ck}} b_o d \quad (6)$$

$$V_s = \frac{k \times A_s f_y d}{s} \quad (7)$$

$$k = \alpha \left[\left(1 + \frac{\sqrt{f_{ck} - 21}}{12}\right) \left(0.9 - 0.3 \frac{260 - h}{40}\right) \right] \leq 0.9 \quad (8)$$

α : 하부횡방향 철근이 없음=1
 하부횡방향 철근이 있음=1.15
 f_{ck} : 콘크리트 압축강도
 h : 슬래브 두께

5 결론

본 연구에서는 플랫 플레이트 슬래브-기둥 접합부에 전단보강체를 개발하여 슬래브 두께, 콘크리트 압축강도, 횡방향 철근등의 정착성능에 영향을 주는 요인들을 고려하여 전단보강체의 전단저항성을 명확히 규명할 수 있는 전단강도식 제안을 목표로 하였다.

1. 슬래브의 두께가 증가함에 따라 전단보강근의 정착강도는 증가하였고 전단보강근의 효과적인 능력을 발휘하기 위해서는 슬래브의 두께가 250mm이상 확보해야 하는 것으로 나타났다.
2. 수직전단근의 횡방향 철근이 추가되면 보강체의 정착강도가 증가되는 것으로 나타났으며, 횡방향 철근이 수직전단근의 정착성능을 향상 시켜주는 것으로 나타났다.
3. 슬래브의 두께, 콘크리트 강도를 고려한 강도감소계수를 제안함으로써 전단철근의 전단강도산정 시 보다 정확한 값을 예측할 수 있을 것으로 판단된다.

감사의 글

이 논문은 2008년 교육과학기술부 우수연구센터육성사업인 한양대학교 친환경건축 연구센터의 지원으로 수행되었고(R11-2005-056-03002-0), 2007년 정부(교육인적자원부)의 지원을 받아 수행된 연구이고(지방연구중심대학 육성사업/바이오하우징연구사업단), 벽산건설, 현대산업개발의 지원을 받아 수행된 연구임

참고문헌

1. 최현기, 김준서, 최윤철, 백영수, 진연식, 최창식, 무량판-기둥 접합부의 전단보강체의 보강효과 대한건축학회 제 24권 제 8호 2008.08
2. 콘크리트 구조설계기준 해설, 한국콘크리트학회, 2007
3. Hognestad E., *A Study of Combined Bending and Axial Load in Reinforced Concrete Members*, Bulletin No.399, Engineering Experimental Station University of Illinois, Urbana, Illinois, v.49, No.22. November, 1951
4. *CEB-FIP Model Code 1990*, Design Code(1993) Thomas Telford, Lausanne, Switzerland.
5. Dilger W. H., Ghali A., Proposed Revisions to: Building Code Requirements for Reinforced Concrete, Journal of American Concrete Institute Vol.86, No.5 pp.326-329, 1989
6. Regan P. E., Long A. E., Predicting the Enhanced Punching Strength of Interior Slab-Column Connections, Proc. of the Institution of Civil Eng. Vol.82, Part1, Dec, pp.1165-1186, 1987