철근콘크리트 무량판 슬래브의 수직걸림형 전단보강재에 관한 실험적 연구

An Experimental Study of Vertically Suspended Shear Reinforcement for Reinforced Concrete Flat Plate slab

우 종 열* 홍 성 욱** 도 선 붕*** 김 상 원****
Woo, Jong-Yeol Hong, Seong-Wook Doh, Sun-Boong Kim, Sang-Won

Abstract

This study is concerned with the VSTUD shear reinforcement that it can be installed easily in filed as product at the factory and seismic performance can be achieved. The method of study is as follows. first, we researched constructability and economy of existing method. Secondly, we made specimen and were examined structural performance tests in order to verify the performance of the shear reinforcement. As a result, developed SL shear reinforcement increased in shear strength and stiffness of reinforcement, structural safety is judged to be increased.

키워드 : SL 전단보강재, 무량판 슬래브, 전단보강 시험체, 스터럽, 전단연결재
Keywords : VSTUD(Shear Ladder) shear reinforcement, flat plate slab, specimen, stirrup, studrail

1. 서 론

1.1 연구의 목적

무량판 슬래브의 전단보강재로 사용하기 위하여 개발한 수직걸림형 전단보강재의 전단성능을 비교 검토하기 위하여 무보강 시험체, 스트럽 전단보강 시험체, 스터드레일 전단보강 시험체, 그리고 당사에서 개발한 수직걸림형 전단보강 시험체를 각각 1개씩 제작하고 파괴를 통한 성능실험을 수행한 후 그 내력특성을 분석하는데 연구의 목적이 있다.

1.2 연구의 필요성

기존 철근콘크리트 무량판 슬래브의 대부분 전단보강재는 철근과 철근 사이에 설치하게 되므로 철근공사와의 공정상 간섭이 일어나는 등 설치작업이 어려운 단점이 있었다. 따라서 지금까지의 시공보다 공사과정을 단순화하고 공기단축, 공사비 감소효과를 가져 올 수 있는 새로운 개념의 전단보강재 개발이 절실히 필요한 실정이다.

2. 실 험

* (주)힐엔지니어링 대표이사, 공학박사(hat21@chol.com)
** (주)상지엔지니어링건축사사무소 이사, 공학박사
*** (주)토문엔지니어링건축사사무소 이사, 공학박사
**** (주)상지엔지니어링건축사사무소 대리, 공학석사

2.1 실험개요

전단보강근을 사용하지 않은 무보강 시험체를 기본 시험체(NSR)로 하고, 개발된 쉬어래더 전단보강재(VSTUD), 재래식 스터럽 전단보강재(STIR) 및 스터드레일 전단보강재(STRL)를 사용하여 총 4개의 시험체를 제작하였다. 전단보강재의 뚫림에 의한 전단성능을 실험하기 위해 무량판 슬래브 형태와 동일하게 이방향 슬래브로 제작하였으며, 시험체 중앙기둥상부에 가력하여 파괴하는 실험을 통하여 전단보강재의 성능을 비교, 검토하고자 한다.

표 1. 시험체 일람표

실험체명	비고
NSR (무보강)	슬래브 상, 하부근 : 22-HD16 기둥주근 : 4-HD22, 띠근 : 7-HD10 늑근을 제외한 모든 철근 : $f_y = 400MPa$ 시험체 크기 : 2200 × 2200 × 200 mm (콘크리트의 설계 강도 : $f_{ck} = 24MPa$)
STIR	스터럽 : 6-D10(@80), $f_y = 300MPa$
STRL (스터드레일)	SHEAR STUD : 5-Φ10(@100), $f_y = 345MPa$
VSTUD (수직걸림형)	수직걸림형 전단보강근: 6-T3(@80) $f_y = 235MPa$

2.2 시험체 제작

시험 일람표에 준하여 제작한 가 시험체의 배근상태를 나타내면 그림과 같다.

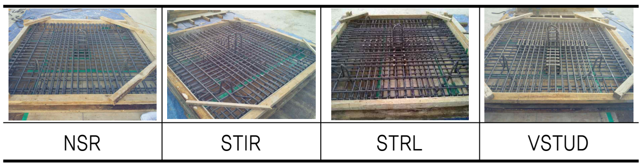

그림 1. 가 시험체의 배근상태

2.3 실험 방법

1000 kN 용량의 엑츄에이터를 사용하여 기둥상부에 단조 점증가력하여 실험을 진행하였으며 시험체의 하부 지지단과 시험체 설치상태 및 가력 상황은 그림과 같다.

그림 2. 시험체 현황

3. 실험결과

3.1 균열 분포 및 파괴 형태

초기 균열 발생 상태는 기둥 모서리로부터 대각선 방향으로 초기 균열이 발생하였다. 최종 파괴형태를 살펴보면 무보강의 경우 기둥면에서 약 d 정도 떨어진 위치에서 뚫림 전단파괴형태가 발생되어 그 범위가 확장되지 않고 그대로 균열이 커지면서 최종 파괴로 이어졌다.

그림 3. 균열형태

그러나 전단 보강 시험체의 경우는 초기 균열이후 기둥면으로부터 약 d/2 정도 떨어진 위치부터 전단 보강한 3d 구간까지 균열이 분포되어 나가면서 최종 파괴는 전단보강 끝부분에서 균열이 확장되면서 콘크리트가 전단 파괴하는 것으로 나타났다.

3.2 실험결과

무보강 시험체와 전단보강한 시험체를 비교해 보면, 최대하중까지의 하중–변위곡선의 기울기는 크게 차이가 없는 것으로 나타나고 있다. 그러나 전단보강한 시험체가 전단보강 종류에 따라 다소 차이는 있으나 전체적으로 최대하중의 크기가 무보강 시험체보다 크게 나타나고 있다. 그리고 최대하중 이후의 하중–변위에 대한 거동은 많은 차이를 보이고 있는데, 무보강 시험체의 경우 하중이 급격히 떨어하는 것으로 나타나지만 전단보강 시험체의 경우 하중의 차이는 있지만 전체적으로 하중이 다소 급하게 떨어지는 구간과 서서히 떨어지는 구간으로 나누어지면서 최종 파괴에 이르는 것으로 나타났다.(그림4. 참조)

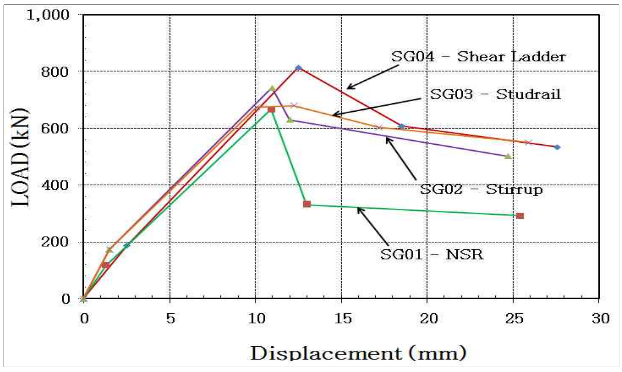

그림 4. 하중-변위곡선

4. 결 론

본 실험에서 무량판 슬래브의 전단보강재로 사용하기 위하여 개발한 쉬어라더 전단보강재의 전단성능을 비교 검토하기 위하여 무보강 시험체, 스트럽 전단보강 시험체, 스터드레일 전단보강 시험체, 그리고 본 연구에서 개발한 쉬어라더 전단보강 시험체를 각각 1개씩 제작하고 파괴를 통한 성능실험을 수행하였으며 도출된 결과를 요약하면 다음과 같다.

시험체별 최대하중은 무보강 시험체가 666kN 으로 나타났고, STIR, STRL, VSTUD, 실험체의 경우 743kN, 680kN, 814kN으로 나타났으며 쉬어라더 전단보강시험체가 가장 크게 나타났다. 또한, 무보강에 대한 실험최대하중과 전단보강시험체의 최대실험하중에 대한 비율도 쉬어라더 전단보강시험체가 1.22, 스트럽 전단보강 시험체가 1.11, 그리고 스터드 레일 전단보강 시험체가 1.02로 나타났으며 쉬어라더 전단보강시험체가 무보강 시험체에 비하여 최대하중증가비율이 가장 높게 나타났다. 따라서 개발한 쉬어라더 전단보강재의 전단보강성능이 스터럽 및 스터드레일과 동등 이상의 전단내력을 보유하고 있는 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

1. 김재봉, 무량판 전단보강재의 정착부 파괴메커니즘에 따른 뚫림전단강도에 관한 연구, 부산대학교 박사학위논문, 2010
2. 김준희, 불균형모멘트와 펀칭전단의 상호작용을 고려한 무량판 접합부의 성능평가, 전남대학교 박사학위 논문, 2008
3. 송호범, CFT 기둥과 무량판 슬래브 접합부의 횡저항 성능, 전남대학교 대학원 박사학위 논문, 2010
4. 오상원, 횡하중을 받는 CFT기둥–RC 무량판 접합부의 내진성능에 관한 해석적 고찰, 전남대학교 석사학위논문, 2009