

# 활절점으로 연결된 철근콘크리트 슬래브의 전단내력평가

## Evaluation of Shear Strength of Reinforced Concrete Slabs Connected by Hinged Joints

김 상 식\*      최 광 호\*\*      채 희 대\*\*\*      이 정 윤\*\*\*\*  
Kim, Sang-Sik      Choi, Kwang-Ho,      Chai, Hye-Dai,      Lee, Jung-Yoon

### ABSTRACT

Lately outmoded and functionally obsolete buildings are often remodelled and restored. When existing reinforced concrete(RC) apartments are remodelled, one of main reasons of the remodelling is to expand dwelling space. The experimental or theoretical research on plane expansion of RC apartments is quite scare. In this research, 9 RC slabs connected by hinged joints were tested. The test results indicated that the shear strength of the RC test slabs having various types of dowel bars was about twice that calculated by the ACI 318-02 code.

### 1. 서론

1980년 대 이전에 건설된 철근콘크리트 공동주택은 구조적 성능저하, 설비시설의 노후화, 주거성의 악화 등에 의하여 재건축이나 리모델링에 의한 성능개선이 필요하다. 재건축에 비하여 건축물의 리모델링은 그 건물의 역사성을 보존하며 친환경적인 사업임에도 불구하고 현재 우리나라 건축물의 리모델링 건설비용은 선진 각국에 비하여 매우 저조한 실정이다. 공동주택의 리모델링은 거주성의 향상과 평면확장의 요구조건을 만족하도록 하여야 하며, 구조적으로는 평면의 변경에 따른 구조 안전성 기술과 아울러 평면확장기술이 확보되어야 한다. 작은 평형의 공동주택을 주거성과 경제성을 고려하여 리모델링하기 위해서는 기존 구조물의 시스템을 변경하거나 추가 바닥판의 증축에 의하여 평면을 확장하여야 하나 지금까지 우리나라 공동주택의 리모델링 사례가 많지 않기 때문에 리모델링 구조기술은 미흡한 실정으로 합리적인 평면확장 기술개발의 필요성이 요구된다.

### 2. 실험계획 및 결과

철근콘크리트 건물 리모델링의 평면확장 공법은 구 슬래브와 신 슬래브를 전단연결철근(dowel bar)에 의하여

- \* 정회원, 인하대학교 건축공학과 교수
- \*\* 정회원, 남서울대학교 건축공학과 부교수
- \*\*\* 정회원, 성균관대학교 건축공학과 석사과정
- \*\*\*\* 정회원, 성균관대학교 건축공학과 조교수

활절점으로 연결하는 공법이 현재 일반적으로 사용되고 있다. 활절점에 의하여 연결된 슬래브의 하중은 신설 기 등에 의하여 직접 기초에 전달되며 전단연결철근은 두 슬래브를 연결하여 전단하중만을 저항하게 된다. 이 연구에서는 9개의 철근콘크리트 슬래브를 제작하여 전단연결철근의 전단저항성능을 평가하였다.

## 2.1 실험체 계획

실험체는 Fig. 1과 같이 폭 750mm, 길이 1,100mm, 두께 120mm인 2개의 슬래브를 전단연결철근에 의하여 연결하여 제작되었다. 각 슬래브는 양 방향에 D13철근이 300mm 및 200mm 간격으로 배근되었다. D13과 D19철근이 전단연결철근으로 사용되었으며, 전단연결철근은 150mm, 300mm, 450mm 간격으로 슬래브 두께 중심에 배근되었다. 기존 슬래브에 120mm 깊이의 구멍을 뚫어 전단연결철근을 연결하였다. 실험체의 배근실험체 특성은 Table 1과 같다. H-A시리즈와 H-B시리즈에서는 전단연결철근을 각각 D13과 D19를 사용하여 150mm, 300mm, 450mm 간격으로 배근하였다. H-C시리즈에서는 세 종류의 전단키를 사용하였다. 실험체 H-C1은 폭 15mm, 길이 40mm인 전단키를 기존슬래브의 전단면에 설치하였고, H-C2는 전단키를 150mm 간격으로 설치하였다. 실험체 H-C3에서는 기존슬래브 콘크리트를 폭 30mm, 높이 90mm만큼 제거한 후에 신설 슬래브와 연결하였다. 실험체의 콘크리트압축강도 약 216MPa이며, 사용된 철근 D13과 D19의 항복강도는 약 420MPa이다.

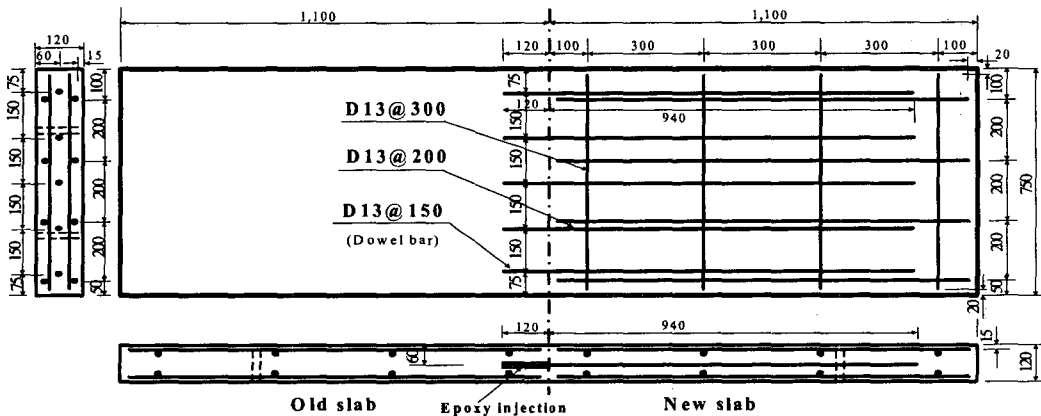


Fig. 1 Overall dimensions of slab, H-A1

Table 1 Specifications of specimens

Slab	Types of slab longitudinal bars	Dowel bar				Shear key
		Type	Spacing(mm)	Length in old slab (mm)	Develope length in new slab (mm)	
H-A1	D13	D13	150	120	630	-
H-A2	D13	D13	300	120	630	-
H-A3	D13	D13	450	120	630	-
H-B1	D13	D19	150	120	940	-
H-B2	D13	D19	300	120	940	-
H-B3	D13	D19	450	120	940	-
H-C1	D13	D13	300	120	630	Whole slab
H-C2	D13	D13	300	120	630	@150mm
H-C3	D13	D13	300	120	630	Whole slab

## 2.2 가력 및 측정 장치

가력은 Fig. 2와 같이 실험체 상부에서 3~5 kN/min.의 재하속도로 2점 가력하였다. 실험체 접합면에 휨모멘트가 발생하지 않고 전단력만이 가해질 수 있도록 가력점의 위치를 접합면에서 기존슬래브 방향으로 800mm, 신설 슬래브 방향으로 100mm 떨어진 곳에서 2점 가력하였다. 신·구 슬래브 접합면에서 실험체의 가력면 상부에 폭 40mm인 가력판과 지점판을 설치하여 지압파괴를 방지하였으며, 재하시의 편심을 최소화시켰다.

기존 슬래브와 신설 슬래브가 만나는 접합면 하부에서 각각 100mm 떨어진 곳에 각 2개의 LVDT를 설치하여 슬래브 처짐을 측정하였다. 슬래브 철근의 변형률을 측정하기 위하여 접합면 하부에서 기존 슬래브와 신설 슬래브방향으로 각 60mm 및 70mm 떨어진 곳의 전단연결철근에 변형률계이치를 부착하였다. 접합면 하부에서 기존 슬래브와 신설 슬래브방향으로 각 70mm 및 120mm 떨어진 곳의 슬래브철근에 변형률계이치를 부착하여 철근의 변형률을 측정하였다.

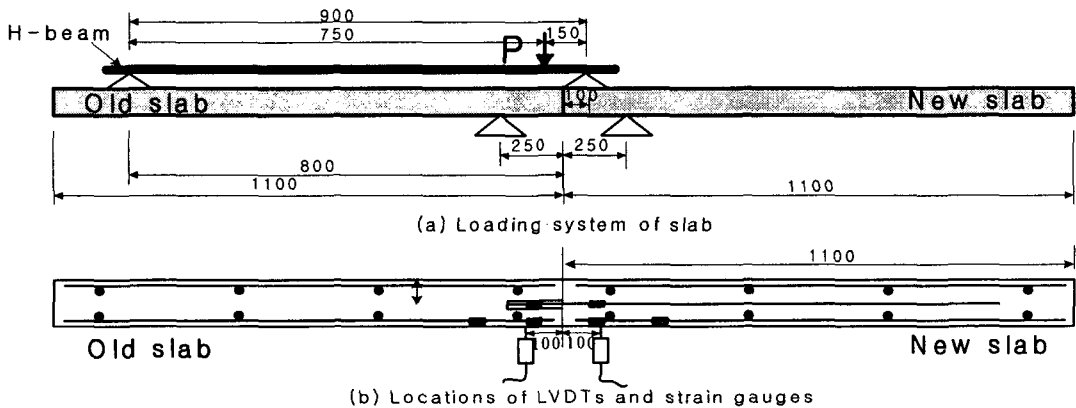


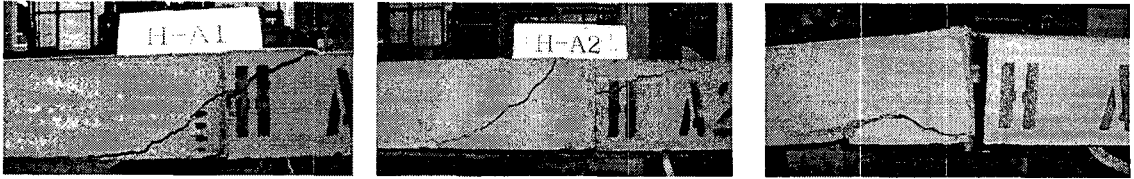
Fig. 2 Load system of slab and locations of LVDTs and strain gauges

## 2.3 실험체 파괴양상

D13전단연결철근이 150mm 간격으로 배근된 H-A1실험체는 하중이 80kN(접합면 전단력)에서 처음으로 접합면 하부에 균열이 발생하였다. 하중이 증가함에 따라서 균열은 접합면 하부에서 상부로 진전하였으며 하중이 111kN(접합면 전단력)에서 균열은 약 45도 경사로 신설슬래브로 진전하였다. 하중이 135kN(접합면 전단력)에서 접합면의 균열은 Fig. 3과 같이 약 45도 경사로 기존슬래브로 진전하였다. D13전단연결철근이 300mm 간격으로 배근된 H-A2실험체도 H-A1실험체와 유사하게 접합면 하부에서 발생한 균열이 신·구 슬래브 방향으로 진전한 후에 신설슬래브의 콘크리트가 탈락하여 파괴하였다. 한편, D13전단연결철근이 450mm 간격으로 배근된 H-A3 실험체는 접합면에 발생한 균열이 증가하다가 접합면이 분리되면서 최대 하중에 도달하였다. H-A3실험체에서는 45도 균열이 발생하지 않았고, 신·구 슬래브가 접합면을 경계로 하여 완전히 분리되었다.

D-19철근을 전단연결철근으로 사용한 H-B시리즈 실험체는 H-A시리즈 실험체와 거의 유사한 파괴양상을 나타내었다. 즉, 전단연결철근이 각각 150mm와 300mm 간격으로 배근된 H-B1과 H-B2 실험체는 접합면의 균열이 신·구 슬래브 방향으로 45도 진전한 후에 신설슬래브의 콘크리트가 탈락하면서 파괴되었다. 그러나 H-B3실험체는 H-A3실험체와 유사하게 45도 균열이 발생하지 않았고, 신·구 슬래브가 접합면을 경계로 하여 완전히 분리되었다. H-B시리즈 실험체의 최대 하중과 유사하였지만 처짐은 작았다.

전단키와 함께 D-13철근이 300mm 간격으로 배근되어 있는 H-C 시리즈의 H-C1과 H-C2실험체는 H-A1과 H-A2실험체와 유사하게 접합면의 균열이 신·구 슬래브 방향으로 45도 진전한 후에 신설슬래브의 콘크리트가 탈락하면서 파괴되었다. H-C1과 H-C2실험체에서 전단키에 의한 내력향상은 나타나지 않았다. H-C3 실험체는 기존슬래브의 피복콘크리트가 탈락하면서 신·구슬래브가 분리되었다.



(a) H-A1

(b) H-A2

(c) H-A3

Fig. 3 Crack patterns of the slabs in H-A series

### 2.3 실험결과 및 고찰

Fig. 4는 9개 슬래브의 전단력-처짐 관계를 나타낸다. 처짐은 점함면에서 신설슬래브 방향으로 100mm 떨어진 곳에서 측정된 2개의 LVDT의 평균값이다. Fig. 1에서 H-A시리즈와 H-B시리즈의 전단내력은 유사하지만, D-19를 사용한 H-B시리즈의 처짐이 D13 철근을 사용한 H-A 시리즈의 처짐보다 작았다.

실험에서 관찰된 전단내력을 ACI 318-02 전단연결철근 내력평가식<sup>1)</sup>과 비교하였다. ACI 318-02의 부록에서는 후 설치 캐미컬연결철근의 파괴모드를 연결철근의 파괴와 콘크리트 파괴로 구별하여 계산하고 있다. 연결철근이 콘크리트에 깊게 매설되거나 철근의 인장강도가 콘크리트의 강도에 비하여 상대적으로 낮은 경우에 연결철근 파단에 의한 파괴가 발생한다. 계산결과 모든 슬래브는 콘크리트 파괴에 의하여 최대내력에 도달하였다. ACI 평가식에 의한 전단내력에 비하여 슬래브의 전단 내력은 약 2배 정도 높게 측정되었다. 이는 실험체의 전단연결철근 아래쪽에 설치하는 횡방향 철근에 의하여 실험체의 전체 내력이 상승하였기 때문이다. 전단키가 있는 H-C시리즈의 전단내력도 전단키가 없는 H-A시리즈 및 H-B 시리즈 실험체의 전단내력과 유사하였다.

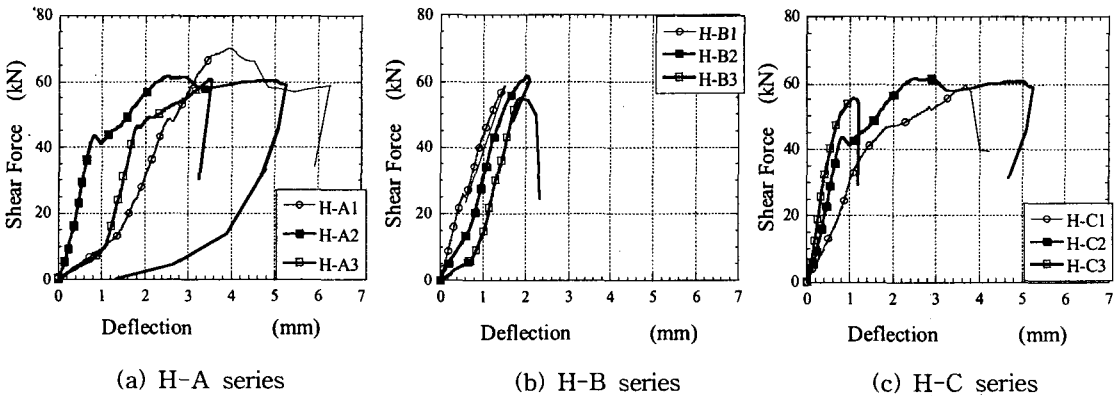


Fig. 4 Shear force-deflection curves of test slabs

### 3. 결론

이 연구에서는 전단연결철근의 종류와 간격, 전단키의 유무를 변수로 하는 9개의 철근콘크리트 슬래브 실험에 의하여 평면확장된 슬래브의 전단내력을 측정하였다. 실험체는 모두 콘크리트 파괴하였으며 측정된 전단내력은 ACI 318-02에 의한 전단내력에 비하여 약 2배 정도 높게 측정되었다.

#### 감사의 글

본 연구는 건설교통부가 출연하고 한국건설교통기술평가원에서 위탁시행 한 2003년도 건설핵심기술연구개발사업 (03산학연C103A2000012-03A0200-01220) 지원으로 수행되었으며, 이에 깊은 감사를 드립니다.

#### 참고문헌

1. ACI Committee 318, "Building Code Requirements for Reinforced Concrete and Commentary (ACI 318-02 / ACI 318R-02)," American Concrete Institute, Detroit, 2002.