

## 방음재를 삽입한 합성슬래브의 수평전단성능에 관한 실험적 연구

이선근<sup>1\*</sup>, 이치형<sup>2</sup>, 윤성기<sup>3</sup>

# An Experimental Study on Longitudinal Shear Capacity of Composite Slab Embedded with Silence Insulator

Seon-Keun Lee<sup>1\*</sup>, Chy-Hyoung Lee<sup>2</sup>, Sung-Kee Yoon<sup>3</sup>

**Abstract:** This paper provides the results for experimental study on longitudinal shear performance for new-concept composite slabs embedded with silence insulator. Longitudinal shear capacity tests are used to predict characteristics of composite action between the concrete block, silence insulator and deckplate. A total set of 7 Push-Down specimens are tested to clarify the composite action between the concrete block, silence insulator and deckplate. Parameters in this study are the width of T-type bar, the depth of reinforced bar and the thickness of silence insulator. The results from experimental study on longitudinal shear capacity for new-concept composite slabs applied T-type bar, Reinforced bar and Silence insulator are summarized as follows. In test result, the Longitudinal Shear Capacity of the new concept specimen is 2 times excellent than basic specimen with safety. It is expected that applying the proposed composite slab detail at the actual site will provide a significant safety factor in structural aspect of the existing composite slab, and greatly contribute to the improvement capacities of resisting vibration and sound.

**Keywords:** new-concept composite slab, silence insulator, t-type bar, longitudinal shear capacity.

## 1. 서론

최근 초고층 건축물의 구조시스템은 합성구조나 강구조를 구조시스템으로 채택하고 있으며, 이에 따라 건물의 바닥판 구조시스템 또한 시공이 간편한 데크플레이트(deckplate)를 사용하는 것이 보편적인 추세이다. 특히, 철근콘크리트구조 건축물에서도 지하주차장 및 대형마트 등 상업용 건축물의 바닥판 구조시스템에서는 이미 데크플레이트 합성슬래브를 사용하고 있고 주거용 건축물의 바닥판 구조시스템에서도 데크플레이트를 사용한 합성슬래브가 적용되고 있다.

데크플레이트 합성슬래브가 주거용 건축물에 적용되기 위해서는 구조부재의 경량화뿐만 아니라 내화 및 차음 등의 사용성도 고려되어야 한다. 현재 국내기준은 층간소음에 대한 기준으로 150mm ~ 210mm이상의 콘크리트 두께

를 요구하고 있으며(국토교통부, 2015), 이러한 요구는 콘크리트 물량 증가에 따른 건축물의 자중 증가를 수반하여 오히려 건축물의 경량화 추세에 역행하고 있는 실정이다. 따라서 소음기준에 대한 방음성능을 만족하면서 구조물의 경량화를 실현하기 위한 새로운 데크플레이트 합성슬래브 구조에 대한 연구의 필요성이 절실하지만 실질적으로 이에 대한 연구와 개발은 부족한 실정이다.

본 연구에서는 현재 현장에서 적용되고 있는 역리브형 데크플레이트 합성슬래브에 방음요소로서 밀도, 압축강도 및 휨강도에서 우수한 성능을 가진 경질우레탄 폼을 방음재로 치환하여 합성슬래브의 콘크리트와 데크플레이트 하부플랜지 경계면에 사이에 삽입함으로써 방음 효과를 향상시킬 수 있다면 콘크리트 두께를 기준보다 감소시킬 수 있고 이로 인해 합성슬래브의 경량화는 성취될 수 있을 것이다. 이때 방음재의 삽입으로 인해 데크플레이트와 콘크리트 경계면의 전단부착저항성이 상실될 수 있는 문제를 야기할 수 있다. 이에 대한 대안으로 T-형 바를 전단키로 적용한 새로운 개념의 합성슬래브를 제안하고자 한다. 새로운 개념의 합성슬래브에 대한 개념도는 Fig. 1에 나타내었다. 제안한 합성슬래브의 축소모형실험을 수행, 전단

<sup>1</sup>정회원, 부산대학교, 건축공학과 박사과정, 교신저자

<sup>2</sup>정회원, 부산대학교, 생산기술연구소, 공학박사

<sup>3</sup>정회원, 부산대학교, 건축공학과 정교수, 공학박사

\*Corresponding author:

Steel Structure Lab (SSL), Pusan National University, Pusan, 46241, Korea)

•본 논문에 대한 토의를 2018년 10월 1일까지 학회로 보내주시면 2018년 11월호에 토론결과를 게재하겠습니다.

내력 및 파괴양상 등을 고찰하여 수평전단성능을 평가하고 새로운 개념 합성슬래브의 현장적용 가능성에 대해 검증하고자 한다.

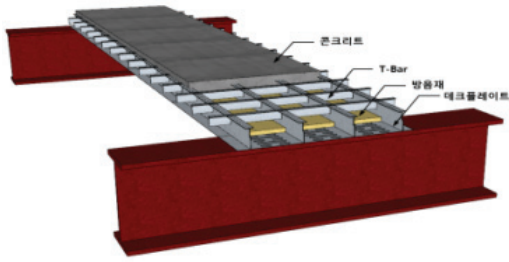


Fig. 1 New-concept composite slab

## 2. 합성슬래브

### 2.1 합성슬래브의 거동

합성슬래브는 냉간 성형 강판인 데크플레이트와 콘크리트의 합성작용에 의해 구조적으로 일체화되어 거동하도록 설계된 슬래브이다. 데크플레이트와 콘크리트는 완전히 일체화되어 거동을 하며 경화된 후 데크플레이트가 인장력, 콘크리트가 압축력을 부담한다고 가정하여 그 구조적 거동을 해석한다. 이 때, 합성슬래브의 최대응력은 수평전단 강도에 의해 결정되고, 이는 콘크리트와 데크플레이트의 부착강도에 의존적이며 합성슬래브는 이 부착강도 상실의 정도에 따라 파괴형태가 결정된다. 기존의 연구에서 제시된 데크플레이트와 콘크리트 합성슬래브의 파괴양상은 휨, 수직전단 및 수평전단의 3가지 파괴양상으로 나타난다.

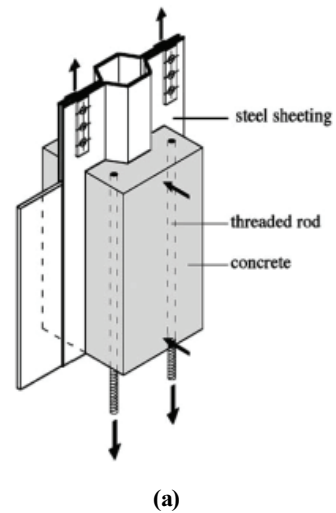
수평전단파괴는 Daniels가 Fig. 2 (a)와 같이 나사 강봉을 콘크리트 블록에 매입한 합성슬래브를 양면으로 결합하여 데크플레이트와 나사 강봉을 인장하는 방법으로 수행한 Pull-Out실험에 의하면 Fig. 2 (b)의 전단응력-슬립 관계에서와 같이 합성슬래브의 파괴양상은 초기슬립 발생 후 데크플레이트와 콘크리트의 화학적 부착력 상실로 내력이 감소하였다가 엠보스먼트 등의 기하학적 형상에 의한 기계적 저항력에 의해 하중이 재 증가하여 최대하중에 도달한 후, 최종파괴에 이르는 연성파괴의 형상을 나타내는 것이 일반적이다(Daniels et al, 1993).

### 2.2 수평전단성능 평가방법

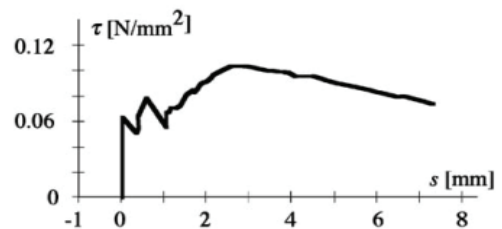
데크플레이트는 제조회사에 따라 다양한 형태로 생산되

며 각 제조사별로 제품의 규격, 하중 및 스패길이 등 사용조건이 상이하다. 그러므로 전단응력에 대한 보편적인 규준식을 제안하는 것은 불가능하고 제품별로 각각의 실험을 통한 전단성능 평가만이 가능하다. 따라서 제조사가 제시하는 매뉴얼을 참고하여 하중과 스패에 따른 데크플레이트를 선택하기 때문에 합성슬래브의 설계는 따로 수행하지 않는 것이 보편적이다. 그러나 합성슬래브는 전단 또는 휨에 의해 최대응력에 도달하여 파괴가 일어날 가능성이 있기 때문에 전단파괴와 휨 파괴의 두 가지 한계상태에 대해 검토할 필요가 있다.

휨모멘트에 의한 수평전단성능을 평가하기 위한 실험적 방법으로는 실제 크기의 휨 실험과 축소모형을 이용한 실험 두 가지가 있다. 실제 크기의 휨 실험방법으로는 미국의 ASCE(Poter et al, 1976) 유럽의 Eurocode 4에서 제시하는 실험에 의한 m-k 방법과 부분접합방법(partial connection method)이 사용된다. 그리고 축소모형 수평전단 실험으로 콘크리트 블록을 수평으로 Push-Out하거나, 데크플레이트를 수직으로 Pull-Out하여 수평전단성능을 평가하는 방법이 있다.



(a)



(b)

Fig. 2 Daniels pull-out test: specimen (a), and typical shear stress vs. slip result (b).

전단내력은 합성슬래브의 데크플레이트와 콘크리트블록이 접하는 부착면적을 대상으로 Eq. (1)과 같이 산정하여 수평전단성능을 평가하였다(Huh, 1997).

$$\tau_{\max} = \frac{P_{\max}}{2b_s l_s} \quad (1)$$

여기서,  $b_s l_s$ 는 데크플레이트와 콘크리트 부착면적( $\text{mm}^2$ )이다.

### 3. 수평전단성능 평가실험

#### 3.1 실험개요

본 연구의 주 목적인 구조부재의 경량화를 고려하여 이미 개발되어 현장에서 사용되고 있는 제품으로 제작된 기본실험체의 수평전단성능을 평가한다. 또한, 엠보스먼트(embossment)의 기능 상실에 대응하는 전단키로서 T-형 바와 전단보강 철근에 대한 효과를 파악하기 위하여 실험을 통해 고찰한다. 추가적으로 보강요소 중 T-형 바가 전단보강 철근 보다 경량인 점과 시공의 용이성 및 경제적 효율성을 감안하여 소음방지 요소를 삽입하고 T-형 바로 보강한 실험체의 수평전단성능 파악에 주안점을 두고 실험을 실시한다.

#### 3.2 실험체 계획

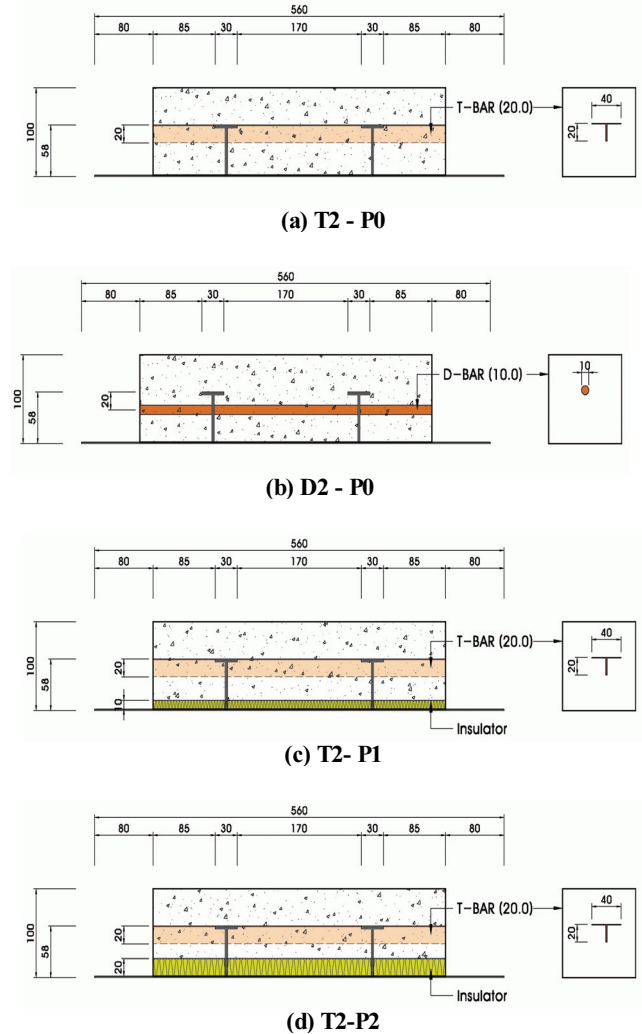
수평전단성능 실험을 수행하기 위한 실험모델의 재료로

**Table. 1** Specimen schedules

Name	Variable	T-Bar [mm]	D-Bar [mm]	Insulator thickness [mm]
T0 - P0	Basic.	O	O	O
T2 - P0	T -Bar	20	O	O
T3 - P0	Width.	30	O	O
D2 -P0	D - Bar	O	20	O
D3 - P0	Depth.	O	30	O
T2 - P1	Insulator	20	O	10
T2 - P2	Thickness.	20	O	20

\* T2 - P2 : T-Bar 20mm, Insulator 20mm Specimen

데크플레이트는 현재 국내 Y사에서 생산되고 있는 합성구조용 역리브형 데크플레이트 P제품을 기본적인 합성바닥판으로 선정한다. 건축물의 경량화와 차음성능의 개선을 고려하여 데크플레이트와 콘크리트 접촉 면 사이에 국내 Y사에서 생산되고 있는 단열재(경질우레탄 폼)를 방음재로 치환하여 콘크리트 바닥과 데크플레이트 사이에 삽입한다. 방음재의 삽입으로 인한 데크플레이트 하부 면에 프레스 가공된 엠보스먼트의 기계적 전단부착 저항성능의 상실에 대한 보강으로 T-형 바와 전단보강 철근을 데크플레이트 상부플랜지에 웨브와 가로방향으로 설치한다. 이렇게 구성된 새로운 개념 합성슬래브 단면의 상세로 실험체를 제작하여 실험을 수행한다. 본 연구의 실험에서는 직접 가력에 의한 수평전단성능에 대한 고찰만을 연구범위로 하였는바, 데크플레이트의 두께는 1.0 mm, 콘크리트의 두께는 100 mm로 통일한다. 각 실험체 일람표는 Table. 1과 같으며, T-형 바의 설치 깊이, 전단보강 철근(HD10)의 정



**Fig. 3** Specimen Details ( unit : mm )

착위치, 방음재 두께 등을 변수로 하여 ①기본 실험체, ② T-형 바의 (상부 플랜지 면으로부터)설치 깊이 20 mm와 30 mm, ③전단보강 철근 (상부 플랜지 면으로부터)설치 깊이 20 mm와 30 mm 에 정착한 실험체를 제작하여 실험하며 주요 실험체의 형상과 치수는 Figs. 3과 같다.

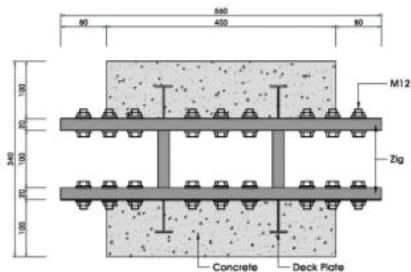
### 3.3 가력 및 측정방법

본 실험은 Push-Down 실험을 위한 지그를 별도 제작하여 Fig. 4 (a)와 같이 실험체를 지그의 양면에 대칭으로 결합하고 만능시험기(UTM)를 사용하여 가력속도 1 mm/sec의 변위제어로 가력한다. 실험체의 단면형상과 가력상황은 Fig. 4 (a), (b)와 같으며 전단슬립으로 인한 변위를 측정하기 위하여 200 mm의 변위까지 측정할 수 있는 총 3개의 선형 변형측정기(LVDT)를 Photo. 1 과 같이 지그의 양측면과 UTM 가력 판에 각각 설치하고, 콘크리트의 거동을 파악하기 위하여 실험체 콘크리트 표면의 중앙부와 데크 플레이트 웨브 면에 스트레인게이지를 각각 2개를 설치한다. 또한 T-형 바의 변위를 파악하기 위해 스트레인게이지를 실험체 내부 T-형바와 데크플레이트 웨브의 접촉면에 설치한다.

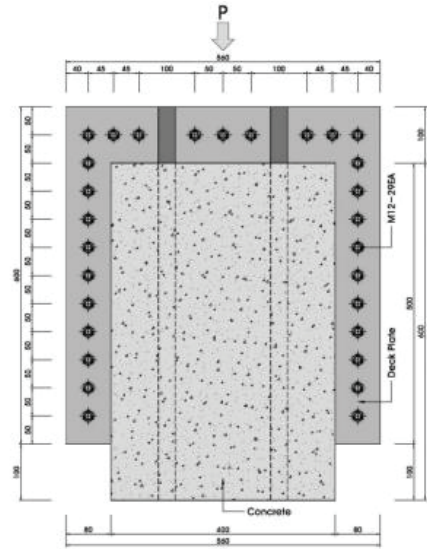
## 4. 실험결과 및 분석

### 4.1 재료시험결과

실험체 제작에 사용된 데크플레이트 강재 및 콘크리트의 물리적 성능에 대한 시험결과는 Table. 2와 같다. 본 연구에서 사용한 콘크리트의 설계기준강도는 24 MPa이며, 시험에 의한 공시체의 평균 압축강도 값은 24.23 MPa, 탄성계수는 24,518 MPa로 나타났다.



(a) section



(b) elevation

Fig. 4 Section of specimen (a), and elevation of specimen (b)



Photo. 1 Test set up

단열재는 Y사의 P 경질우레탄 폼으로 물리적 성질은 한국건설자재 시험연구원의 시험성적서에 의하면 겉보기 밀도 37 kg/m<sup>3</sup>, 압축강도 1.2 kN/mm<sup>2</sup>, 휨강도 2.3 kN/mm<sup>2</sup>, 열전도율 0.020 W/m·k, 흡수량 g/100 cm<sup>3</sup>, 연소시간 62 sec, 연소길이 47 mm의 물성치를 가지는 것으로 나타났다.



**Table. 2** Material properties of Steel deckplate and Concrete

Material	$E_s$ [MPa]	$F_y$ [MPa]	$f_{ck}$ [MPa]	$F_y$ [MPa]	Elongation [%]
Steel-Deck	219,700	255	-	432	25.4
CON'C	24,518	-	24.23	-	-

## 4.2 실험결과

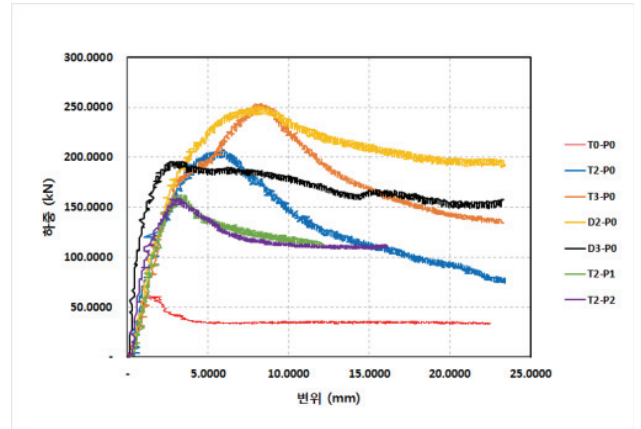
합성슬래브의 수평전단저항성능 평가를 위한 Push-Out 실험으로부터 얻은 각 실험체의 실험결과를 **Table. 3**과 같으며, 하중-변위 관계 곡선 결과는 **Fig. 5**에 나타냈다. 전단응력은 전단스팬을 따라 균등하게 분포한다고 가정하여 **Eq. (1)**과 같이 수직압축력(N)을 데크플레이트와 콘크리트의 부착면적( $\text{mm}^2$ )으로 나누어 계산하였다. **Table. 3**에서  $A_s$ 는 전단부착면적,  $P_{max}$ 는 최대하중,  $\tau_{max}$ 는 최대전단응력,  $K_s$ 는 초기강성(초기변위 1mm의 기울기),  $\delta_{max}$ 는 최대하중시의 변위를 나타낸다. 합성슬래브의 초기강성 ( $K_s$ ) 값은 **Fig. 5**의 하중-변위 관계에서 원점과 변위 1mm에 대응하는 하중 점을 연결한 선분의 기울기로 정의하였다.

### 4.2.1 전단응력-슬립 관계

기존 연구에 의한 **Fig. 2**의 일반적인 전단응력-슬립 관계를 살펴볼 때, 기존 연구는 합성슬래브의 전단응력-슬립 관계에서 초기슬립 발생 시 데크플레이트와 콘크리트의 화학적 부착력이 상실되어 내력이 잠시 감소하였다가 기계적 부착력의 저항으로 하중이 다시 증가하여 최대내력에 도달한 후, 최종파괴에 이르는 파괴형상으로 나타났다.

**Table. 3** Test results

Specimen	$A_s$ [ $\text{mm}^2$ ]	$P_{max}$ [kN]	$\tau_{max}$ [N/ $\text{mm}^2$ ]	$\delta_{max}$ [mm]	$K_s$ [N/mm]
T0-P0	376,000	64.67	0.172	1.230	54.96
T2-P0	438,400	207.41	0.473	5.860	65.13
T3-P0	468,400	253.39	0.541	7.910	65.40
D2-P0	400,000	251.00	0.628	8.060	57.77
D3-P0	400,000	195.91	0.490	3.220	144.15
T2-P1	414,400	162.38	0.392	3.370	60.50
T2-P2	390,400	152.80	0.391	3.227	95.63



**Fig. 5** Load vs Displacement relationship of test result

그러나 본 연구의 실험을 통해 얻어진 **Fig. 5**의 합성슬래브의 하중-변위 관계는 화학적 부착력과 마찰력의 상실에도 불구하고 내력의 감소 없이 거의 탄성적으로 최대내력에 도달한 후, 완만한 내력의 감소와 함께 변위가 증가하여 최종파괴에 이르는 결과를 보여주고 있다. 이는 전단기로 실험체에 적용한 T-형 바와 전단보강 철근의 영향에 의해 슬립 없이 힘이 전달되는 것으로 판단된다.

### 4.2.2 파괴양상

합성슬래브의 실험결과는 **Fig. 5**에서 알 수 있듯이 모든 실험체가 가력초기에는 탄성변형만 지속하다 최대하중에 이르러 화학적 부착력과 마찰력의 상실에 의한 초기슬립 이후, 내력의 감소 없이 최대내력에 도달하여 수평전단파괴의 특징인 콘크리트의 사인장 균열과 데크플레이트의 국부좌굴이 발생하면서 완만한 내력의 저하와 함께 슬립량이 크게 증가하면서 파괴되는 형상으로 나타났다. 모든 실험체가 연성파괴 전형적인의 양상과 유사한 모습을 보여주고 있고 파괴형상은 **Photo. 2**에 나타내었다.

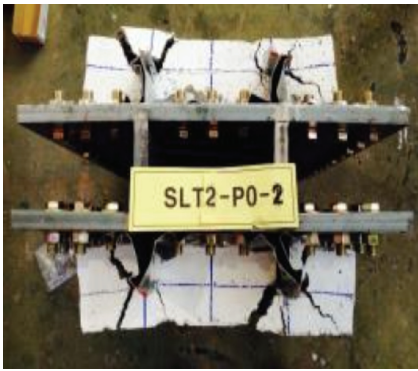
## 4.3 실험결과분석

### 4.3.1 전단응력

T형 전단기 없는 기본 실험체 T0-P0와 T형 전단기 있는 특히, T3-P0를 비교하면 최대하중이 253.39 kN일 때 최대내력 0.541 MPa로 실험체 중 전단내력이 우수한 것으로 나타나는데, 이는 부착면적이 25%증가할 때 최대하중은 3.92배, 전단내력은 3.15배 증가한 것으로 실제 시공 시에



(a)



(b)

Photo. 2 Shape of failure

매우 높은 수평전단강도로 인한 안전성의 확보가 보장됨을 알 수 있다.

특히, T3-P0와 전단보강철근 정착깊이가 20mm인 D2-P0는 Fig. 5과 Table. 3에서 보는 바와 같이 최대전단내력이 실험체 T0-P0 대비 각각 3.65배와 2.88배로 우수하게 나타났으며, 그리고 T형 전단키 20mm인 T2-P0 실험체와 T3-P0 실험체를 비교할 때 T3-P0 실험체의 최대하중이 T2-P0 실험체보다 20 % 정도 더 크게 나타났는데, 이는 T형 전단키의 부착면적이 1% 증가할 때 최대하중은 약 10.7 % 증가하는 것으로 T형 전단키의 부착면적이 수평전단 저항성능에 큰 영향을 미치는 것을 알 수 있다. 전단보강철근 정착깊이 20mm인 D2-P0 실험체와 전단보강철근 정착깊이 30mm인 D3-P0 실험체를 비교할 때 전단보강철근의 정착위치에 따라 최대내력이 85 %의 차이가 있는데 이는 전단보강 철근 정착위치에 따른 응력중심간 거리 차이의 영향으로 판단된다.

### 4.3.2 초기강성

초기강성은 Table. 3에서 보는 바와 같이 T-형 바와 전단보강 철근을 전단키로 적용한 실험체 모두 기본실험체에 비하여 1.05~2.62배 우수한 것으로 나타났다. 본 연구의 주요 목적인 건축물의 자중경감 개선 실험체인 T-형바와 방음재를 같이 적용한 T2-P1과 T2-P2를 고려하여 실험체 T2-P0와 비교할 때 초기강성은 T2-P2가 47% 정도 우수한 것으로 나타났는데 이는 방음재의 삽입으로 인한 구조적 수평전단성능에 대한 영향은 거의 없는 것으로 판단되며, 데크플레이트 형상 표면가공에 비해 T-형 바의 수평전단저항성능이 더 우수한 것을 입증한다고 할 수 있다.

### 4.3.3 수평전단성능 평가

본 연구에서는 실험체의 최대전단응력을 작용하는 최대하중과 합성슬래브의 데크플레이트와 콘크리트 블록의 부착면적의 비로 Eq. (1)과 같이 산정하여 평가하였다. 또한 본 연구에 적용한 실험체의 단면 형상인 콘크리트 블록(폭: 400 mm × 두께: 100mm)과 데크플레이트(펼친 폭: 752 mm×두께: 1mm)로 구성된 합성슬래브 축소모형을 이용하였다. 그런데 실제 슬래브의 임의의 점에 1 kN·m 크기의 양의 휨 모멘트가 작용하고 있다고 가정하면 환산단면법을 사용하여 데크플레이트에 작용하는 최대인장력을 산정할 수 있다 (Lee, 2013). 환산단면법에 의해 구해진 최대인장력( $T_{d,max}$ )에 저항하기 위한 데크플레이트와 콘크리트 블록의 필요부착면적( $AA_r$ )을 구하면, 데크플레이트의 펼친 폭은 같으므로 각 실험체별 데크플레이트의 필요부착길이( $AL_r$ )의 상이 정도에 따라 수평전단성능(LSC)을 평가할 수 있다고 할 수 있다.

예를 들어, 전단응력( $\tau_{max}$ )은 인장력( $T_{d,max}$ )을 필요부착면적( $AA_r$ )으로 나눈 값일 때, 필요부착면적은 전단응력을 인장력을 나눈 값이 되므로 T0-P0 실험체의 경우 필요부착면적은 792,200mm<sup>2</sup>이 되고, 면적은 폭 곱하기 길이이므로 필요부착면적을 실험체의 펼친 폭 752mm로 나누면 필요부착길이는 1053.5mm가 된다. 또한 동일한 방법으로 T2-P1의 필요부착길이를 구하면 416.5mm가 된다. 앞에서 구한 T0-P0 실험체와 T0-P1 실험체의 필요부착길이를 대비하면 T2-P1의 필요부착길이가 T0-P0 실험체보다 적으므로 T2-P1 실험체의 수평전단성능이 T0-P0보다 2.53배 우수하다고 평가할 수 있으며 그 결과를 Table. 4에 나타내었다.

**Table 4** Longitudinal Shear Capacity

Specimen	$T_{d,max}$ [kN]	$\tau_{max}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	$AA_r$ [mm <sup>2</sup> ]	$AL_r$ [mm]	$LSC$
T0-P0		0.17	792,200	1053.5	1.00
T2-P0		0.55	244,900	325.6	3.24
T3-P0		0.67	201,000	267.3	3.94
D2-P0	134.7	0.67	201,000	267.3	3.94
D3-P0		0.52	264,100	351.2	3.00
T2-P1		0.43	313,200	416.5	2.53
T2-P2		0.42	320,600	426.4	2.47

**Table. 4** 에서  $T_{d,max}$  는 데크플레이트에 작용하는 인장력을,  $AA_r$  은 최대인장력에 저항하기 위한 필요면적을,  $AL_r$  은 최대인장력에 저항하기 위한 필요부착길이를,  $LSC$  는 각 실험체별 필요부착길이를 T0-P0의 필요부착길이를 기준으로 수평전단성능을 의미한다.

## 5. 결론

본 연구는 합성바닥판의 경량화와 차음성능 제고를 위해 방음재를 삽입할 경우 데크플레이트 하부면 엠보스먼트의 수평전단저항성능 상실에 대해 T-형 바를 전단키로 치환한 새로운 개념의 합성슬래브 모델을 제안하고, 이에 대한 수평전단저항성능을 실험적으로 평가하여 현장 적용 가능성을 검증하고자 하였으며, 실험결과를 통하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

(1) 파괴양상은 T-형바의 크기와 방음재의 유무에 관계없이 모든 실험체가 전형적인 연성파괴의 양상을 보이고 있다. 이는 T-형바와 방음재가 파괴모드 변형의 유발요소가 아님을 보여주고 있다.

(2) 전단응력은 T-형바가 없는 시험체에 비해 T-형바로 보강된 시험체가 2.75~3.15배 정도 우수한 것으로 나타났고 특히, 방음재를 삽입한 시험체의 전단응력도 두께 10mm 방음재와 두께 20mm 방음재를 삽입한 시험체가 T-형바가 없고 엠보스먼트만 있는 시험체보다 각각 2.28배 우수한 것으로 나타났는데 이는 방음재의 삽입으로 인한 엠보스먼트의 수평전단저항성능 상실의 영향을 T-형바가 충분히 보강해 주는 것을 보여준다.

(3) 초기강성은 T-형 바로 전단 보강된 시험체가 전단키 T-형 바를 설치하지 않은 시험체보다 18~19% 정도 강한 것으로 나타났으며, 두께 10mm와 20mm 방음재를 삽입한 시험체에서도 각각 10%와 74% 우수한 것으로 나타났다. 여기서 두께 20mm를 삽입한 시험체가 74% 정도로 아주 우수한 성능을 보이는 것은 시험체 상부에 있어 응력 중심간 거리의 영향으로 판단된다.

(4) 본 연구에서는 수평전단성능을 데크플레이트의 최대인장력에 저항하기 위한 데크플레이트의 필요부착길이를 평가하였는데, 이러한 평가결과에서도 모든 실험체가 방음재를 삽입하지도 T-형바로 보강하지도 않은 시험체보다 수평전단성능에서 2.47~3.94배정도 우수한 것으로 평가되었다.

이를 종합해 볼 때, 전단키로서 T-형 바와 전단보강철근을 적용한 실험체 모두 최대전단응력과 수평전단성능에서 우수했으며, 이는 본 연구의 목적인 건축물의 경량화를 감안 전단키로서 T-형 바의 적용이 더 실용적이고 효과적인 것으로 판단되고 T형 전단키와 방음재를 같이 적용한 실험체의 전단응력 역시 전단키로 보강하지 않은 시험체와 비교 시 전단내력, 초기강성 등에서 2배 정도 우수함을 알 수 있다. 이는 T-형 바와 방음재를 동시에 현장 적용하여 제안한 합성슬래브 상세로 시공하여도 안전에는 문제가 없을 것으로 보이며, 사용성면에서도 삽입된 방음재의 영향으로 인해 내진동성능, 방차음성능 등의 개선효과도 기대된다.

## 감사의 글

이 논문은 부산대학교 기본연구지원사업(2년)에 의하여 연구되었습니다.

## References

1. 국토해양부 고시 제 2015 - 319호, 소음방지를 위한 층간 바닥충격음 차단 기준, 국토해양부, 2015.
2. 합성데크 바닥구조 설계기준(안) 및 해설, 대한건축학회, 1998.
3. Eurocode 4 (2004), Design of Composite Steel and Concrete Structure Part 1-1- General Rules and Rules for Buildings, CEN.
4. ACI 318-95(1995), Building Code Requirements for Reinforced Concrete, American Concrete Institute, Farmington hills, Mich.
5. ANSI/ASCE 3-91(1992), Standard for the Structural Design of Composite Slabs, American Society of Civil Engineers, New York.
6. ANSI/ASCE 9-91(1992), Standard Practice for Construction and

Inspection of Composite Slabs, American Society of Civil Engineers, New York.

7. Daniels, B.J. and Crisinel, M. (1993), Composite Slab Behaviour and Strength Analysis, Part I ; Calculation Procedure, *Journal of Structural Division Proceedings of the ASCE*, vol.119, No.ST1.
8. Poter, M . L., et al, (1976), Shear-bond analysis of steel deck reinforced slabs, *Journal of the structural Division Proceedings of*
11. Daniels, B. J. (1988). Shear Bond Pull-Out Tests for Cold Formed Steel Composite Slabs. ICOM 194, Ecole Polytechnique Federale de Lausanne.
12. Lee jeungyoon, (2013), Reinforced Concrete structure, 2nd ed, Korea : Donghwa Publishing.

*the ASCE*, vol102, No ST12.

9. Huh choong, (1997), A Study on the Structural Behaviour and Strength of the Composite Slabs with the Metal Deckplate, thesis presented to Han yang University, seoul.
10. Johnson RP.(2004), Composite structures of steel and concrete. 3rd ed. Oxford, UK: Blackwell Scientific Publishing.

Received : 05/16/2018

Revised : 06/22/2018

Accepted : 08/20/2018

---

**요 지** : 본 연구는 방음재를 삽입한 새로운 개념의 합성슬래브 시스템을 제안하고, T-형 바의 폭, 전단보강 철근의 설치 등을 실험의 주요변수로 한 총 7개의 실험체를 제작 Push-Down 실험방법으로 수행한 수평전단성능에 대한 실험 결과를 제공하고 있다. 실험결과 T-형 바를 전단키로 적용하고 방음재를 삽입한 실험체가 기본실험체에 비해 수평전단성능에서 2배 이상 우수한 것으로 나타났다. 이는 제안한 합성슬래브상세를 실제 현장 적용하여도 기존의 합성슬래브 보다 구조적 측면에서 상당한 안전율을 확보할 것으로 생각되며, 내진동 및 방차음의 개선에도 크게 기여할 것으로 판단된다.

**핵심용어** : 신개념 합성슬래브, 방음재, T-형 바, 수평전단성능.

---