

표준화재 재하조건 이방향 중공슬래브의 화재거동에 관한 실험적 연구

김형준* · 여인환* · 김홍열* · 조경숙* · 김정현*
한국건설기술연구원*

An Experimental Study on the Fire Behavior of Two-way Void Slab under Standard Fire with Loading condition

Kim, Hyung Jun* · Yeo, In Hwan · Kim, Heung Youl* · Cho, Kyung
Suk* · Kim, Jeong Hyun**
Korea Institute of Construction Technology*

요 약

기존의 무량판 구조와 동일한 이방향 슬래브구조인 TVS(two-way void slab)공법은 구조적 하중지지 성능이 불필요한 슬래브 단면상의 중앙부 콘크리트를 제거하여 슬래브의 자중을 줄이고 무량판 구조의 단점을 보완하여 장점을 극대화시킨 구조형식이다. 그러나 이러한 장점을 보유한 공법을 현장적용하기 위해서는 내화성능평가를 통해 화재안전성을 확보하여야 하므로, 이에 대한 화재 실증실험을 수행하여 현장적용을 위한 최소 요구내화 시간에 따른 내화성능 확보방안의 도출이 제시되어야 한다. 이에 본 연구에서는 TVS공법의 실제 스펠길어로 슬래브 피복두께에 따른 화재거동 영향성 분석을 위하여 화재실험을 수행하였다. 하중조건은 고정하중과 적재하중을 고려하여 실험체에 등분포 조건으로 사전재하하였으며, 표준화재조건으로 재하가열 실험을 수행하였다. 슬래브의 화재가열 노출면으로부터의 깊이별 온도변화와 처짐변형 특성을 측정하였으며, KS F 2257-1 평가기준에 의거하여 슬래브의 내화성능을 평가하였다. 실험결과 피복두께 50 mm를 확보할 경우, EPS중공체로 제작한 실험체의 경우 약 2시간정도의 내화성능을 확보할 수 있는 것으로 나타났다.

1. 서 론

이방향 중공슬래브(TVS) 시스템은 휨 응력이 가장 집중되는 슬래브의 상·하단부에 단면적을 집중시켜 역학적으로 휨에 대해 가장 유리하며 효율적인 H-Beam 단면을 형성한다. 이로써 콘크리트의 물량절감과 CO₂ 배출량 감소 등 기존의 바닥슬래브 공법에 비해 여러 가지 장점을 기대할 수 있는 슬래브 구조공법이다. 구조적 형태측면에서는 기존의

무량관 구조와 동일한 이방향 슬래브구조이며, 특히 구조특성상 효과가 거의 없는 슬래브 단면상의 중앙부 콘크리트를 제거하여 슬래브의 자중을 줄임으로써, 무량관 구조의 단점을 보완하고 장점을 극대화시킨 구조형식이다. 마치 철골구조에서 각봉대신 H형강을 사용하는 개념과 동일하다.

그러나 이러한 장점을 보유한 공법을 현장적용하기 위해서는 내화성능평가를 통해 화재안전성을 확보하여야 하므로 이에 대한 화재 실증실험이 필요하고, 이를 통해 현장적용을 위한 최소 요구내화시간(1~2시간)에 따른 내화성능 확보방안의 도출이 제시되어야 한다. 대상공법은 크게 RC와 SC구조공법으로 그림 1과 같이 적용되며, 이에 따라 RC공법과 SC공법 모두 구조 슬래브로서 KS F 2257-1,5에 의거하여 내화성능을 평가할 수 있다.

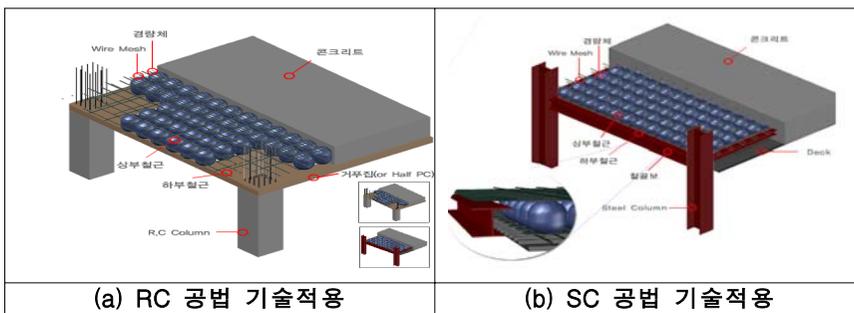


그림 1. 이방향 중공슬래브의 구조형식별 구성

2. 실험 계획

기존의 바닥 슬래브 내화실험의 경우 내화성능 평가 장비의 한계로 인해 스펠길이 4.5 m 이내에 한정된 가열실험이 진행되었다. 그러나 실제 스펠길이가 7 m 이상 되어야 경제성이 확보되는 장스팬 구조 대상공법인 이방향 중공슬래브의 경우, 이러한 제약조건으로 인해 실무적용에 애로가 있었다.

이에 본 연구에서는 장스팬 구조의 내화성능 평가가 가능한 실험장비인 한국건설기술 연구원의 중·장지간 수평가열로를 활용하여 등분포 하중조건에서의 이방향 중공슬래브의 내화성능을 평가하는 실험을 수행하였다. 하중조건은 슬래브 두께에 따라서 부재가 부담할 수 있는 고정하중과 적재하중을 표 1과 같이 계산하여 그림 2와 같이 재하하여 실험을 수행하였다. 실험체 지지조건은 단순지지로 하였다.

표 1. 설계하중 산정

구분	슬래브두께 (mm)	경간 (m)	폭 (m)	중공률 (%)	모멘트 (kN)	ω (kN/m ²)	D.L. (kN/m ²)	L.L. (kN/m ²)
TVS250	250	7.8	1	26	64.94	7.26	5.33	1.21
TVS300	300	7.8	1	32	80.82	9.03	5.88	1.97

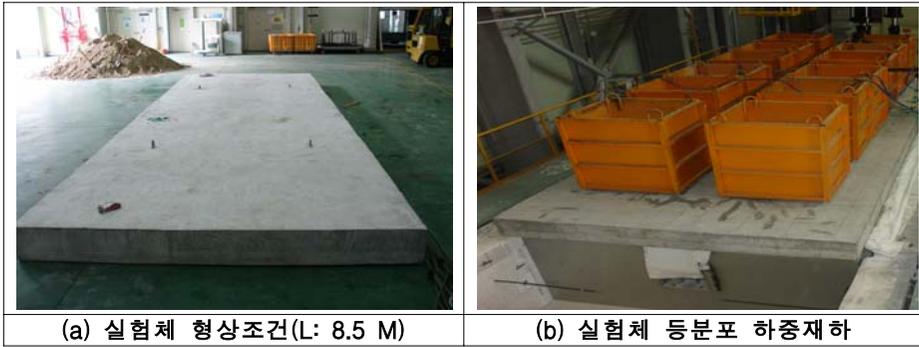
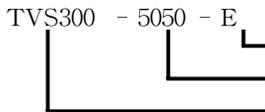


그림 2. 이방향 중공슬래브의 고온하중재하 내화시험(중·장시간 가열로)

실험체 형상조건과 실험변수는 콘크리트 피복두께, 경량체 재질을 변화시켜 표 2와 같이 계획하였으며, 슬래브의 구성재료별, 가열깊이별 온도변화를 관찰하였다. 슬래브 중앙부의 처짐은 LVDT를 통해 측정하였으며, 슬래브의 구조적 내화성능을 KS F 2257-1에 의거하여 평가하였다.

표 2. 실험체 형상조건

구 분	길이 (mm)	폭 (mm)	슬래브 두께(mm)	피복(mm)		경량체 재질	주근		상하 배력근
				상부	하부		상부	하부	
TVS300-5050-E	8500	3000	300	50	50	EPS	HD10@250	HD16@250	HD10@250
TVS300-3030-E			300	30	30	EPS			
TVS300-5050-P			300	50	50	Plastic			



경량체 재질(E : EPS, P : Plastic)
 상하피복두께(3030 : 상부30mm 하부30mm)
 슬래브두께(TVS300 : 300mm)

3. 실험 결과

콘크리트피복두께와 경량체 재질을 변화시켜 실제 현장에 적용될 수 있는 7.8 m의 스펀 길이로 이방향 중공슬래브 실험체를 제작하여 등분포 재하 상태에서 내화성능실험을 수행하였다. 실험은 3개의 실험체를 대상으로 진행하였으며, 슬래브 구조의 내화성능은 KS F 2257-1에 의거하여 표 3과 같이 평가하였다.

표 3. 실험변수에 따른 화재실험결과

실험체명	허용변형(mm)	한계변형률 (mm/min.)	L/30 (mm)	시간 (분)	변형 (mm)	변형률 (mm/min.)
TVS300-5050-E	608.4	27.04	260	120	565.2	71.8
TVS300-3030-E	563.3	25.04		97	409.3	434.3
TVS300-5050-P	608.4	27.04		83	439.6	55.9

슬래브의 화재거동을 평가한 결과, 피복두께를 50 mm를 확보하고, EPS 중공체를 적용한 실험체의 경우 120분의 내화성능을 확보하였으나, 중공체를 플라스틱으로 한 경우에는 고온에서의 중공체의 녹는 시간이 보다 빠르게 진행되어 취약한 화재거동을 나타내는 것으로 나타났다. 피복두께를 30 mm로 할 경우에는, 50 mm에 비해 약 23분정도의 내화성능이 저하되는 것으로 나타났다.

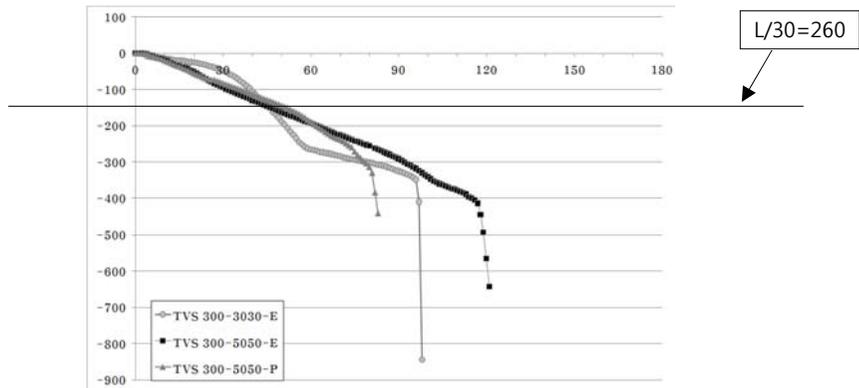


그림 3. 실험변수 별 슬래브 처짐거동 평가

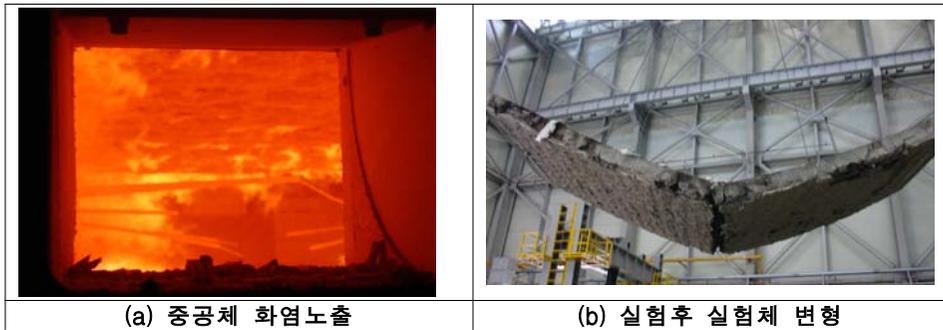


그림 4. 이방향 중공슬래브 고온재하 장시간 내화실험

감사의 글

본 연구는 한국건설기술연구원에서 국가 R&D로 수행한 “이방향 중공슬래브의 내화성능 평가” 과제와 관련하여 한국건설교통기술평가원의 연구비 지원에 의해 수행되었으며 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. 한국기술표준원(2005), “건축부재의 내화시험방법-일반요구사항”, KS F 2257-1, 한국표준협회.
2. 한국건설기술연구원(2009), “구조물 성능기반 화재안전해석 및 설계기술개발 - 3차년도 보고서, 한국건설기술연구원.