

하이브리드 보의 휨성능에 관한 실험적 연구

An Experimental Study on the Flexural Strength of Hybrid Beam

홍성걸*

양동현**

임병호***

류재천****

Hong, Sung-Gul Yang, Dong-Hyun Lim, Byung-Ho Ryu, Jae-Chun

ABSTRACT

This study investigates the behaviour of Hybrid Beam with reinforced concrete encased steel center and reinforced concrete end. Two types of encased steel shape and two sections are examined in this study. Test results showed that H-Hybrid beam is stronger than Honey-comb Hybrid beam, and the behaviour of composite beam embedded steel at the elastic state is same as that of simple beam.

1. 서론

공기 단축과 층고 절감에 대한 요구는 전 세계적으로 증가하고 있다. 그에 따른 연구도 활발하며 기술적으로도 다양한 방법으로 개발이 되어 있다. 기술적인 발전은 보와 슬래브를 이용한 것이 많다. 해외의 경우 영국의 Slimfloor, 핀란드의 Delta-Beam이 대표적인 경우며 국내의 경우 I-tech Beam, 층고절감형 철골보 공법 등 다양한 형태로 개발되어 쓰여 지고 있다. 본 연구에서는 공기 단축과 층고 절감의 한 방법으로 아파트의 지하주차장에 적용할 수 있는 형태의 보 System을 개발하였다. 아파트 지하주차장의 경우 각종 설비 배관의 수용처의 역할을 하고 있으며 일정 높이의 층고를 배관을 위해 할애하고 있다. 보의 중앙부의 춤을 줄여 설비 배관의 공간을 확보하여 전체적인 층고를 절감하며 춤이 줄어든 가운데 부분에 철골을 매입하여 구조적으로 보완한 보가 Hybrid Beam이다.

2. 연구의 내용과 범위

2.1 Hybrid Beam의 구성

Hybrid Beam은 전체적인 R.C구조에 춤을 줄인 가운데 부분의 층고절감의 효과를 극대화하기 위하여 철골을 매입하여 보강하였다. 그래서 철골이 매입된 합성보 형식의 중앙부와 R.C로 된 단부와 그 둘을 연결시켜 주는 접합부로 구성되어 있다.

* 정회원, 서울대학교 건축학과 부교수

** 정회원, 서울대학교 건축학과 석사과정

*** 정회원, GS건설 선임연구원, 공학박사

**** 정회원, E&D Mall 대표이사

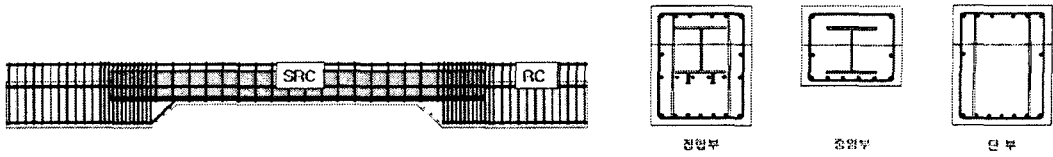


그림 1 . Hybrid Beam의 구성

2.2 연구의 내용

본 연구에서는 휨성능 향상을 위한 매입되는 철골의 형태를 제안하여 실제 하중하에서의 휨성능의 검토를 실험을 통해서 알아보았다.

3. 실험

3.1 실험체 계획과 구성

실험체는 실제적인 거동을 알아보기 위해 Full-Scale을 기준으로 만들었다. 실험체는 매입되는 철골의 종류에 따라 H형강이 매입된 실험체(이하 H-Hybrid Beam)과 Honey-comb 형태의 가공된 철골을 매입한 실험체(이하 Honey-comb Hybrid Beam)로 구성되며 장방형과 T형의 단면을 고려하여 4개의 실험체를 구성하였다. 실험체의 제작은 두가지로 제안된 철골 형식을 기준으로 하여 철골이 노출된 형식의 Precast Hybrid Beam(이하 Precast Beam)을 1차적으로 만들고 2차적으로 Precast Beam에 콘크리트를 타설하여 만든다. 장방형 형태의 단면을 기준실험체로 하며 T형 형태의 단면을 가진 실험체는 시공조건을 고려하여 Precast Beam에 half-slab를 얹고 현장타설(in-situ Concrete)을 하여 만들었다.

표 1 . 실험체 일람

실험체	매입 철골	단면형상	중앙부보단면(mm)	단부보단면(mm)	실험지간(mm)
S1	Honey-comb	장방형	700×600	700×900	6500
S2	Honey-comb	T형	700×600	700×900	6500
S3	H형강	장방형	700×600	700×900	6500
S4	H형강	T형	700×600	700×900	6500

3.2 실험체 세팅

등분포 상태에서의 모멘트 분포를 고려하여 가력철물을 이용하여 4point Load 방식의 하중재하 실험을 실시하였다.

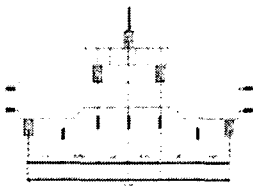


그림 2. 실험체 세팅도

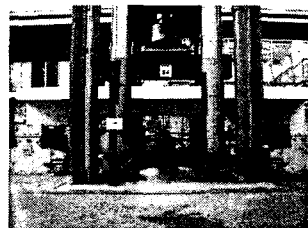


그림 3. 실험체 세팅 사진

4. 실험 결과

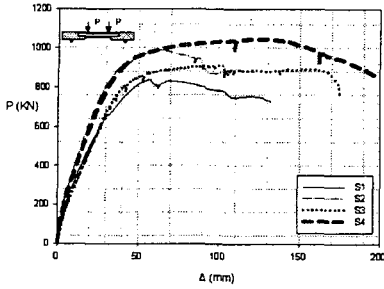


그림 4. 하중-변위 그래프

H-Hybrid Beam의 거동은 전체적으로 휨균열 양상으로 진행되었다. 장방형 단면을 가진 S3실험체는 5.1의 연성도를 가지며 그리고 시공효과를 고려한 T형 단면을 가진 S4실험체는 5의 연성도를 보였다. 그와 달리 Honey-comb Hybrid Beam의 경우 하부철근이 항복하기 전에 상부콘크리트에서의 압괴로 인한 부분적인 취성적 거동 양상으로 진행되었다.

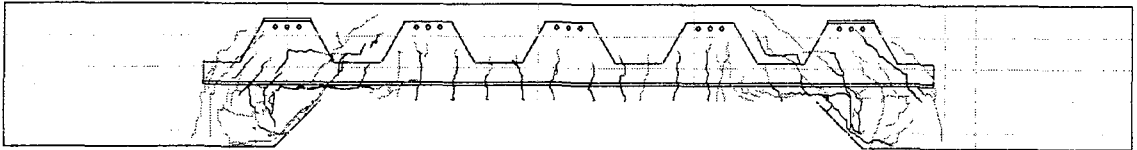


그림 5. S1(Honey-Comb Hybrid Beam)의 균열도

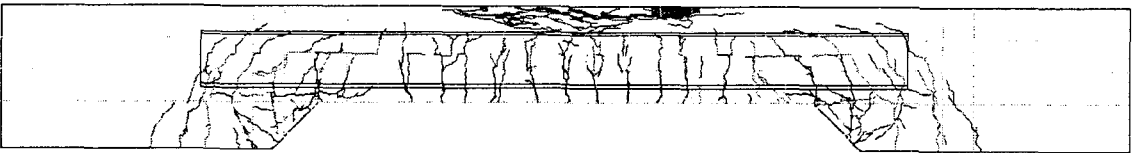


그림 6. S3(H-Hybrid Beam)의 균열도

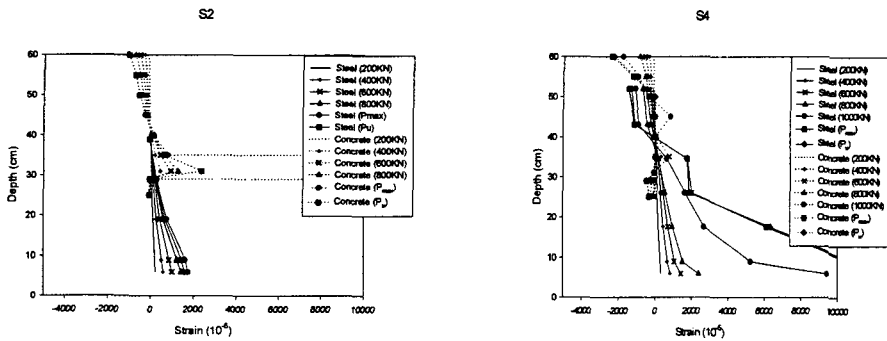


그림 7. 깊이에 따른 변형 분포

표 2. 실험결과

실험체	매입 철골	단면형상	P_u (KN)	P_{max} (KN)	Δ_y (mm)	Δ_u (mm)	최종파괴
S1	Honey-comb	장방형	710	835	-	132	매입구간 전단파괴
S2	Honey-comb	T형	840	989	-	113.8	매입구간 전단파괴
S3	H형강	장방형	774	911	34	174.9	휨파괴
S4	H형강	T형	888	1044	39.6	199.1	휨파괴

5. 실험 결과 분석

5.1 합성보의 휨거동

매입형 합성보는 노출형 합성보와 비교할 때 합성의 정도가 크다. 매입형 합성보의 경우 일반적인 단순보의 가정이 그대로 적용된다. 탄성 범위에서는 평면 유지 법칙이 그대로 적용된다고 가정하여 항복 강도를 산정하고 있다. 실험에서의 결과를 보면 두가지 Type의 Hybrid Beam의 경우 모두에서 탄성 범위에서는 평면 유지 법칙이 성립됨을 알 수 있다.

5.2 Hybrid Beam의 변위산정

탄성의 범위 내에서 평면 유지 법칙이 성립함으로 Hybrid Beam의 항복 변위 산정은 단순보의 변위 산정에 적용하는 가정을 그대로 적용한다. 단부, 접합부, 중앙부의 철근과 철골을 콘크리트로 치환한 후 변환 단면을 이용하여 강성을 산정한 후 항복 강도 상태를 가정하고 곡률을 이용하여 구한다. 단, 극한 변위 산정은 중앙부의 콘크리트 압축변형율이 0.003에 도달할 때를 기준으로 한 소성상태의 곡률을 이용하여 구한다.

6. 결론

두 가지 형태로 제안된 매입되는 철골의 경우 H형강을 이용한 Beam이 구조적으로 안정하다. H-Hybrid Beam은 전체적으로 Ductile한 거동을 보였으나 Honey-comb Hybrid Beam의 경우 하부의 철근과 철골이 항복 상태에 도달하지 못하고 철골 상부에서의 압축응력을 콘크리트가 견디지 못하여 콘 압괴가 일어났다. 또한 Honey-Comb Hybrid Beam의 경우 상대적으로 부재 단면상에서 철골의 깊이가 적은 부분에서 휨성능의 저하가 일어날 가능성이 큰 것으로 나타났다. 제안된 매입 철골의 형태 중 H형강을 이용한 Beam이 더 타당하며 Honey-Comb Hybrid Beam의 경우 접합부의 전단에 대한 보강과 흠이 줄어드는 부분의 전단보강이 필요한 것으로 나타났다.

감사의 글

이번 연구는 G. S 건설의 연구비 지원을 받아 수행되었으며 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. Adebar, P. and van Leeuwen, J. (1998), "Flexural behavior of concrete-steel hybrid bridge girders," Can. J. Civ. Eng25, pp104-112
2. Weng, C.C., Yen, S.I. and Jiang, M. H., (2002), "Experimental study on Shear Splitting Failure of Composite Concrete Encased Steel Beams," Journal of Structural Engineering, 128 (9), pp1186-1194
3. Maeda, Yukio, (1981), "Applications of Steel-concrete composite constructions, IABSE proceedings, pp40-81