

단순지지 병목형 TSC 합성보의 휨 성능에 관한 실험적 연구

Experimental Study on the Flexural Performance of Bottle Neck TSC Beam

김 성 배* 이 창 남** 김 상 섭***
Kim, Sung-Bae Lee, Chang-Nam Kim, Sang-Seup

Abstract

In order to use in the middle or small size buildings, the Bottle Neck TSC beam is developed and it is to reduce the thickness of plate and the depth of beam. Test parameters are pitch of shear connector, arrangement of deformed bars in the slab, plate thickness of Bottle Neck TSC beam and quantity of tensile deformed bar.

The purpose of this study is to evaluate flexural behaviour and ductility of Bottle Neck TSC beam(TSC III). All specimen's load-displacement curves are stable and composite actions of slabs and steel beam estimate bond strength of bolts, deformed bars and steel beam in slab. Deformability of Bottle Neck TSC beams are showed compare with an increase plate thickness and depth of beam.

키워드 : 병목형 TSC 보, 휨 성능 평가, 연성, 시어코넥터

Keywords : Bottle Neck TSC Beam(TSC III), Flexural Performance Evaluation, Deformability, Shear Connector

1. 서 론

현재 국내에서 건설되는 주거용 건축물의 골조형식은 최대 연면적 확보와 층고 절감을 통한 층 수 확보 등으로 내력벽 구조 시스템을 사용해 왔다. 그러나 내력벽 구조 시스템은 입주 후 용도 변경 또는 리모델링 시 구조 변경이 어렵다. 최근 이러한 문제점을 극복하기 위해 공간의 자유도를 높이도록 제안된 골조 전단벽식 구조 시스템과 다양한 층고 절감형 합성보가 연구 개발 되고 있다^{(1)~(3)}.

현재 개발 되어 적용중인 TSC(The Sen steel Concrete beam) 합성보는 하부와 양측 면을 강판으로 용접 또는 성형 제작하여 거푸집 기능과 구조재 역할을 겸하고, 휨 강성을 증가시킨 복합 구조이다^{(4)~(6)}. 그러나 기존의 TSC 보는 시어코넥터의 용접 등을 위해 6mm 이상의 판 두께를 적용하고 있으며, 주로 고하중용 건축물에 사용 예가 많다. 연구 중인 병목형 TSC 보는 판 두께 6mm 이하에 대한 적용성을 검토 중이므로 바닥 슬래브와 철골보의 합성작용은 스티드 등의 시어코넥터 이용은 어렵다. 반면 병목형 TSC 보는 보 상단이 슬래브에 삽입되어 콘크리트와 철관의 부착과 데크 플레이트 설치에 따른 하부 배력근 등이 합성작용을 할 것으로 예측된다.

본 연구에서는 이러한 합성작용 등에 대해 상부 볼트와 슬래브의 배근 간격, 하부 인장부의 철근 보강효과, 보 춤의 영향 등을 변수로 9개의 실험체를 제작하여 병목형 TSC 보의 휨 특성에 대한 기초 자료를 제시하고자 한다.

2. 실험계획 및 방법

2.1 실험 계획

그림 1은 실험체의 단면형상이고, 그림 2는 TSC 보 형상에 대한 상세이다. 병목형 TSC보의 실험체 형상은 3-HD16과 HD10 200mm 간격으로 슬래브 배근을 하였고, 상부에 설치한 볼트는 D12를 적용하였다. 실험체는 한 장의 철판으로 성형하고자 하였으나 제작상의 문제로 두개로 나누어 절곡 후 하부를 모살용접 하였고, 판 두께는 3.0, 4.4(mm)이다. 또한 기존 TSC 보 실험결과 하부에 쉬어키가 필요한 것으로 확인되어 본 실험에서는 쉬어 키를 대체할 수 있도록 하부에 역삼각형 형상의 돌기를 설치하여 쉬어 키로 적용이 가능한지 검토하였다. 시어코넥터 설치를 위한 홈은 콘크리트 슬래브 충전 부분에 D15 100mm 간격으로 배치하였다.

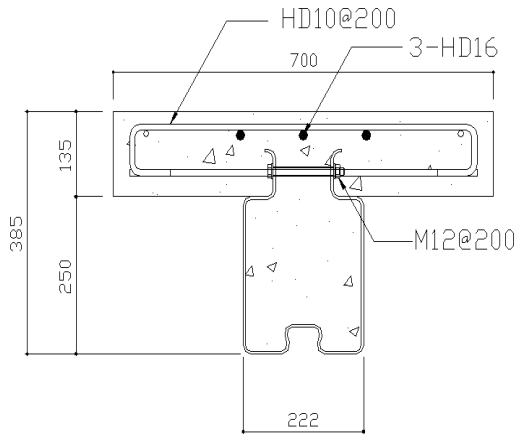
각 실험체의 계획 및 변수는 표 1과 같다. 실험 변수는 상부 시어코넥터의 간격과 슬래브 배근, 실험체 형상, 하부 인장부 철근 배근, 콘크리트의 충전성 여부 등에 대해 검토하였다. 상부 시어코넥터는 D12mm의 볼트를 이용하여 배치하였고, 배치간격은 200mm를 기준으로 400, 600(mm) 없

* 정회원, (주)센구조연구소, 연구개발팀장, 공학박사

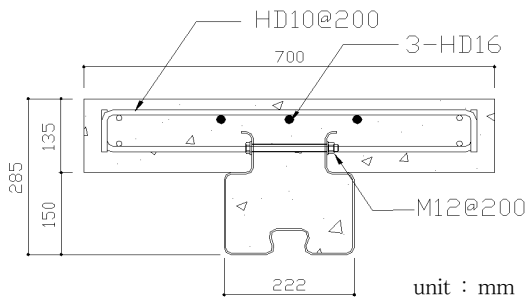
** 정회원, (주)센구조연구소, 대표이사, 구조기술사

*** 정회원, 한국기술교육대학교, 교수, 공학박사

는 경우 등으로 구분하였다. 이 때 사용된 볼트는 일반볼트이다. 상부 슬래브 배근 간격은 200mm를 기준으로 400mm도 검토하였다. 또한 실험체 형상의 영향은 판 두께 4.4mm 250mm 출을 기준으로 3.0mm, 150mm로 하였고, 하부 인장부에 2-HD22 철근으로 보강한 실험체도 제작하여 보강 효과를 평가하였다. 보의 형상은 그림 2와 같이 50mm의 턱 하부는 콘크리트의 수축 경화 현상으로 일부 콘크리트가 미충진 될 우려가 있으므로 슬래브 하부와 접하는 상부 플레이트에 콘크리트 충전용 구멍을 D15 200mm간격으로 제작하여 콘크리트의 충전에 대한 영향을 비교하였다.



(a) 보 출 250mm 실험체



(b) 보 출 150mm 실험체

그림 1. 실험체 단면 형상

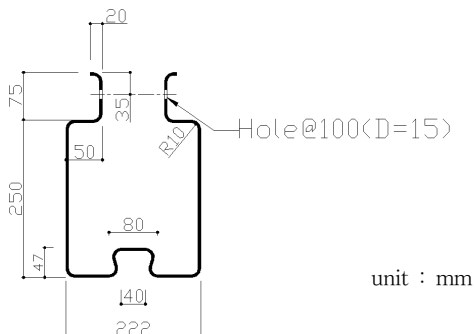


그림 2. 보 형상 상세

실험체에 사용된 철판은 SS400이고, 철근은 SD40, 콘크리트의 압축강도는 270kgf/cm²이다. 콘크리트 배합비 및 압축강도 시험결과는 표 2와 같고, 강재의 인장강도 시험결과는 표 3과 같다.

2.2 가력 및 측정방법

실험은 용량이 200tf인 만능재료 시험기(이하 U.T.M)를 이용하여 그림 3과 같이 단순 가력하였고, 가력속도는 분당 3mm의 속도로 변위제어 하였다. 변위 측정은 중앙부와 가력점 하부, 가력점과 지점부 중앙에 변위계를 각각 설치하였고, 스트레인게이지의 부착위치는 그림 4와 같다. 가력은 보 중앙에서 좌우로 600mm 떨어진 1/3 위치에서 2점 가력하였고, 가력 상황은 사진 1과 같다

표 1. 실험체 계획 및 변수

No.	실험체명	판두께 (mm)	쉬어 코넥터	상부 슬래브
1	T3R-H(15)-B20-S20	3.0	M12@200	HD10@200
2	T4.4-H(15)-B20-S20	4.4	M12@200	HD10@200
3	T4.4-H(25)-B20-S20	4.4	M12@200	HD10@200
4	T4.4R-H(25)-B20-S20	4.4	M12@200	HD10@200
5	T4.4-H(25)-B40-S20	4.4	M12@400	HD10@200
6	T4.4-H(25)-B60-S20	4.4	M12@600	HD10@200
7	T4.4-H(25)-B20-S40	4.4	M12@200	HD10@400
8	T4.4-H(25)-N-S20	4.4	None	HD10@200
9	T(H)4.4-H(25)-B20-S20	4.4	M12@200	HD10@200

T(H)4.4-H(15)-B20-S20

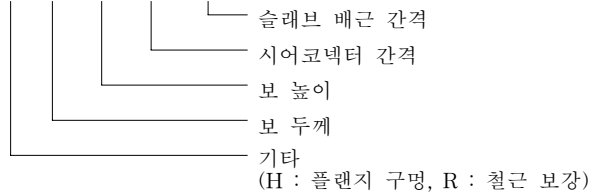


표 2. 콘크리트 배합비 및 압축강도(28일) 시험결과

설계강도 (kgf/cm ²)	압축강도 (kgf/cm ²)	물시멘트비	S/A	단위 골재량 (kg/m ³)			
				W	C	S	G
270.0	314.6	44.8	48.1	124	373	895	917

S : 잔골재량 G : 굵은 골재(최대치수 25mm)

표 3. 소재 인장강도 시험결과

구분	항복강도 (tf/cm ²)	인장강도 (tf/cm ²)	탄성계수 (10 ³ tf/cm ²)	연신율 (%)
HD10	4.96	6.02	2.16	20.30
HD16	4.23	6.26	2.23	23.28
PL-3.0mm	3.84	4.27	2.08	34.09
PL-4.4mm	3.11	3.67	2.06	37.94

3. 실험 결과

3.1 하중 변위관계

표 4는 실험결과이다. 표에는 계산 항복하중과 균열 발생 하중, 최대하중, 최대하중 시 변위와 내력비 등을 나타내었다. 계산 시 항복하중의 산정은 한계상태 설계법에 의한 노출형 합성보의 설계휨강도로 하였고, 휨강도 산정은 소성응력분포로 가정하여 정모멘트 구간에 대해 산정하였다⁽⁵⁾⁽⁷⁾.

균열발생 하중은 육안으로 관측한 초기 균열이 발생한 하중을 체크한 것이다. 초기 균열 발생 하중은 최대 하중의 약 40~50% 범위에서 발생하였으나 초기 균열이 최대하중이나 최대하중 시 변위 등에 미치는 영향은 없는 것으로 나타났다. 최대하중에 대한 계산 하중의 비로 평가한 내력비는 약 1.2~1.4배이고, 하부에 철근으로 보강한 경우 내력비가 다소 낮게 나타났다.

각 실험체의 하중 변위 관계는 고찰 및 분석의 그림 5~8에 정리하였고, 모든 실험체는 실험 변수와 관계없이 안정적인 하중 변형관계를 보이고 있어 하부에 역삼각형 형상으로 제작한 돌기가 쉬어키 역할을 하는 것으로 판단된다.

3.2 파괴 양상

가력은 모두 실험실 여건상 최대 150mm 정도에서 가력을 종료하였다. 각 실험체의 균열 발생 양상은 가력 지점 하부 슬래브에서 초기 균열이 발생하여 슬래브 두께 방향과 슬래브 상부로 진전하였다. 그 후 상부 슬래브에 발생한 균열은 슬래브 방향으로 균열이 진전 되었고 슬래브가 일부 파괴되면서 하중 저하 현상이 나타났다. 사진 2는 T4.4-H25-N-S20 실험체의 가력 종료 후 파괴양상이다.

최대하중 시 마구리 밀림에 의한 실험체의 분리 현상의 측정결과는 표 7에 정리하였다. 마구리 밀림에 대한 확인은 실험 진행 중 하중 단계별로 버니어캘리퍼스를 이용하여 보 양쪽 측면을 측정하여 합한 값이다. 마구리 밀림의 측정 위치는 슬래브 하부와 보가 만나는 부분을 측정하였고, 이 부분이 마구리 밀림의 최대치가 되는 부분이다.

일반적으로 보는 기둥에 구속되나 본 실험의 경우 보 끝단부가 구속 되지 않은 조건으로 실험체를 제작하였다. 그러므로 보 플레이트와 콘크리트가 분리되어 마구리가 밀리는 현상은 실 구조체의 경우 발생하지 않을 것으로 판단되며, 이로 인한 연성의 영향은 4장에서 분석하였다.

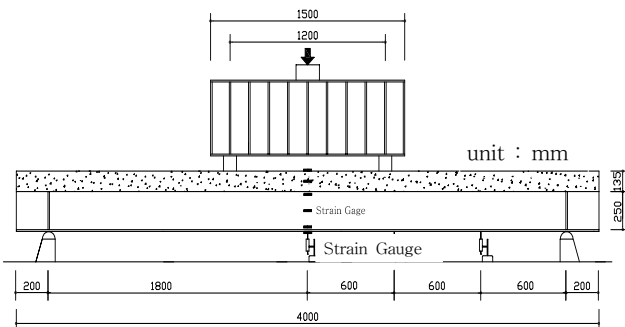


그림 3. 실험체 설치도

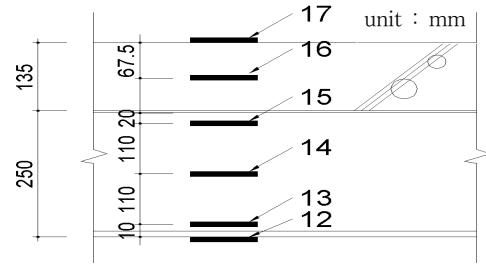


그림 4. 스트레인 게이지 번호와 부착위치



사진 1. 실험체 셋팅 상황



사진 2. T4.4-H25-N-S20 실험체의 가력 종료 후 파괴양상

표 4. 실험 결과

실험체명	cP_y	eP_{cr}	eP_u	$e\delta_u$	eP_u / cP_y
T3R-H15-B20-S20	31.90	16.84	37.36	117.81	1.17
T4.4-H15-B20-S20	26.95	15.80	35.10	67.57	1.30
T4.4-H25-B20-S20	42.50	27.80	59.60	98.83	1.40
T4.4R-H25-B20-S20	59.85	27.40	71.02	98.87	1.19
T4.4-H25-B40-S20	42.50	24.35	57.18	95.79	1.35
T4.4-H25-B60-S20	42.50	33.10	60.32	133.21	1.42
T4.4-H25-B20-S40	42.50	50.20	56.04	81.40	1.32
T4.4-H25-N-S20	42.50	25.35	54.64	119.04	1.28
TH4.4-H25-B20-S20	42.50	30.75	61.36	111.73	1.44

여기서 cP_y : 계산 항복하중(tf) eP_{cr} : 균열 발생하중(tf)

eP_u : 실험 최대하중(tf) $e\delta_u$: 최대하중시 변위(mm)

3.3 각 변수별 실험 결과

3.3.1 시어코넥터의 설치 간격

그림 5는 시어코넥터 설치 간격을 변수로 한 실험체의 하중 변위 곡선이다. 범례에 표시된 실험체 명의 순서는 최대하중 순이다.

4개의 실험체 모두 설계내력에 대해 약 1.3~1.4의 내력비를 확보 하였으며, 실험 종료 까지 안정적인 연성을 확보 하였다. 또한 D12 200mm 간격으로 설치한 실험체(T4.4-H25-B20-S20)를 기준으로 비교하면, 내력 및 연성 등은 큰 차이가 없으나, 시어코넥터가 없는 경우 내력이 기준 실험체에 비해 약 10% 정도 저감하였다. 그러므로 슬래브 중앙에 볼트를 이용한 시어코넥터는 콘크리트 슬래브와 보 상호간에 작용하는 수평전단력에 일부 저항하나 그 영향은 적은 것으로 판단된다.

3.3.2 슬래브 배근 간격

그림 6은 슬래브 배근 간격을 변수로 한 실험체의 하중 변위 곡선이다.

슬래브 배근 간격이 커질수록 기준 실험체에 비교하여 내력은 약 5% 정도 저감하였으며, 최대 내력 시 변형량은 다소 감소하는 경향을 보이고 있다. 그러므로 슬래브의 배근 간격이 내력 및 연성에 미치는 영향은 크지 않은 것으로 나타났다.

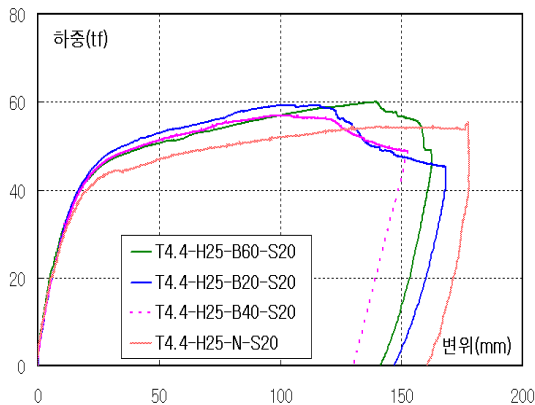


그림 5. 시어코넥터 설치 간격의 영향

3.3.3 철근 보강 및 형상

그림 7은 철근보강 효과와 보 사이즈 변화에 의한 영향을 검토한 하중 변위 곡선이다. 범례에 표시된 실험체 명은 하중 변위곡선의 각 그래프 순서와 동일하다.

실험 결과 내력비는 보 치수가 작은 경우 다소 저하되었으나, 연성은 유사한 거동을 보인다. 그러므로 보 치수가 150, 250mm의 경우 보 치수 변화에 의한 내력의 차이는 확인 되었으나 연성은 큰 차이가 없다.

철근에 의한 보강 효과를 검토하기 위해 철근 보강에 의한 영향을 비교하였다. 실험 결과 충분한 내력 보강 효과가 확인되었으나, 철근으로 보강하지 않은 실험체는 내력비가 1.3~1.4의 범위이나 철근을 보강하는 경우 내력비가 1.2 이하로 나타나 내력비가 다소 저하 되는 경향이 확인되었다. 이러한 저하 원인은 보강 철근량이 전단면의 강재비에 영향을 미치는 것으로 판단되나 이를 평가하기 위해서는 이 부분에 대한 추가 검토가 필요한 것으로 판단된다.

3.3.4 콘크리트 충전의 영향

그림 8은 기준 실험체(T4.4-H25-B20-S20)와 상부에 구멍을 뚫은 실험체(TH4.4-H25-B20-S20)를 비교한 하중 변위곡선이다. 상부 플랜지에 구멍을 뚫어 완전히 일체화시키는 경우 내력이 다소 높게 나타났으나 큰 차이가 없으며, 연성도 거의 동일한 양상을 보인다.

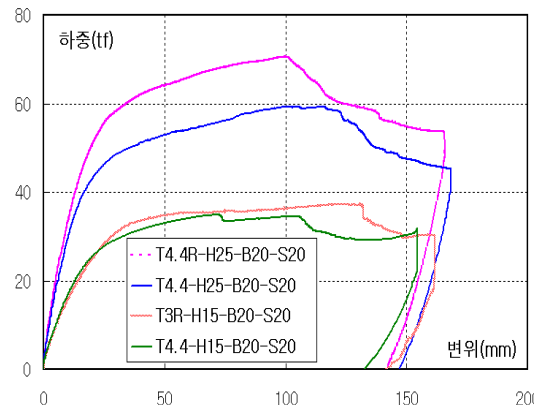


그림 7. 철근 보강 및 형상의 영향

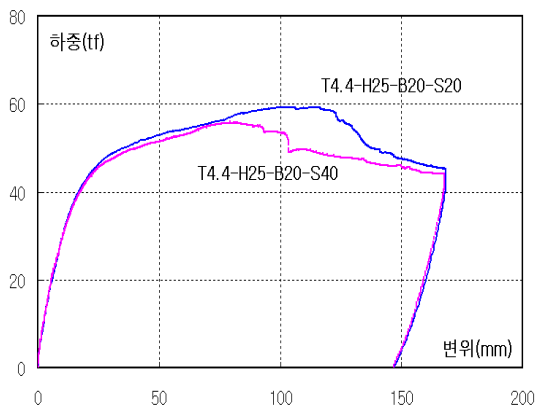


그림 6. 슬래브 배근 간격의 영향

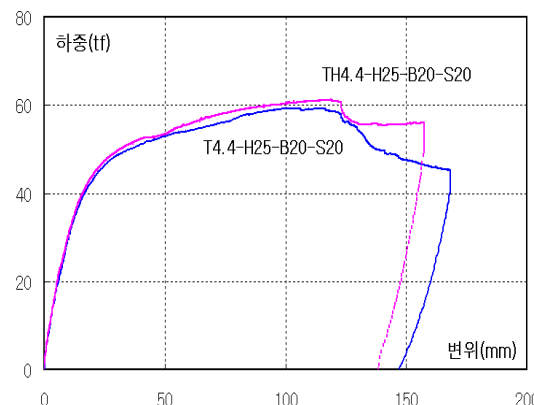


그림 8. 콘크리트 충전의 영향

그러므로 상부 플랜지와 콘크리트가 완전히 밀착 되지 않고 다소 분리가 나타날 수는 있으나 이러한 문제는 내력과 연성에 큰 영향을 미치지 않는 것으로 판단된다.

3.4 변형률 분포

그림 9는 기준 실험체(T4.4-H25-B20-S20)의 하부 플랜지 중앙에서부터 상부 슬래브 중앙에 부착한 스트레인 게이지의 변형률 분포이다. 게이지 번호는 그림 4와 같다.

하부 플랜지(No.11)에서 슬래브 상부(No.17)로 갈수록 인장에서 압축으로 변형이 변화하며 변형율이 순차적으로 증가하고 있다. 또한 보 하부 플랜지에 부착한 게이지의 경우 최대 하중 시 인장 변형율은 약 1%에 달하며, 슬래브 상부의 경우 최대 압축 변형은 약 0.4%이다.

그림 10은 기준 실험체의 하중 변화에 따른 중립축 위치 변화를 나타낸 변형률 분포이고, 중축에 나타낸 위치는 스트레인 게이지 번호이며 게이지 번호는 그림 4와 같다. 실험 결과 하중이 증가할수록 변형율도 비례적으로 증가하며, 보 하부 플랜지 부분의 변형량이 가장 크다. 또한 중립축 위치는 15번과 16번의 스트레인 게이지 사이에 있는 것으로 나타났다.

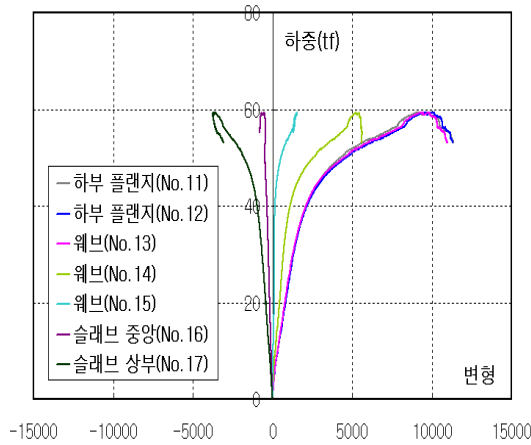


그림 9. T4.4-H25-B20-S20 실험체의 변형률 분포

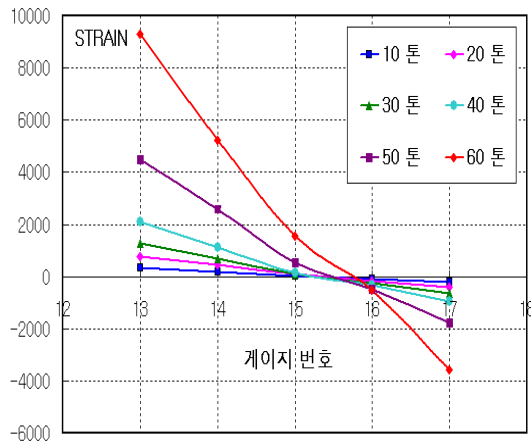


그림 10. T4.4-H25-B20-S20 실험체의 하중별 변형률 분포

중립축은 하중이 증가하여 종국 상태에 도달하게 되면 상부 슬래브 콘크리트의 파괴로 압축영역이 감소하여 중립축이 상부 슬래브로 올라가는 현상을 보인다. 그러나 최대 하중 이전까지는 중립축의 위치는 슬래브 하부에 있는 것으로 확인되었다.

4. 고찰 및 분석

4.1 시어코넥터 평가

바닥 슬래브와 철골보의 합성작용으로 발생하는 수평전단력은 최대 정모멘트 점과 영(0) 모멘트 점 사이에 대해서(1), (2)의 강재와 콘크리트 전단력 중 작은 값으로 한다.

$$V_s = F_y A_s \dots\dots\dots (1)$$

$$V_s = 0.85 f_{ck} A_c \dots\dots\dots (2)$$

여기서, F_y : 강재 항복강도(tf/cm²)

A_s : 강재의 단면적(cm²)

f_{ck} : 콘크리트 설계기준강도(tf/cm²)

A_c : 유효 폭 내 콘크리트 슬래브의 단면적(cm²)

병목형 TSC 보의 수평전단내력에 대한 저항 요소는 슬래브 내부에 75mm 묻혀 있는 플레이트와 콘크리트, 기준 실험체의 경우 200mm 간격으로 설치된 철근과 볼트 등으로 구분된다. 플레이트는 콘크리트와 부착으로 수평전단력에 저항할 것으로 예측되며, 철근과 볼트는 부착과 전단강도가 기여할 것으로 판단된다. 그러나 철근과 볼트는 크랙 또는 전단균열과 동일 방향으로 배근되어 있고, 가력도 실험체 전 길이의 1/3인 중앙부는 전단이 발생하지 않도록 고려하였으므로 전단강도 보다는 부착으로 평가하는 것이 적절한 것으로 판단된다.

전단내력은 철근과 볼트, 강판에 대해 각각의 부착력으로 단순화하여 식(3)으로 수평전단력과 비교 평가하였고, 부착강도는 표 5를 적용하였다⁽⁸⁾. 이 때 콘크리트에 의한 전단내력은 고려하지 않았다.

$$V_s \leq \tau (\tau = \tau_s + \tau_r + \tau_b) \dots\dots\dots (3)$$

여기서, τ_s : 강판의 부착강도(tf)

τ_s : 철근의 부착강도(tf)

τ_b : 볼트의 부착강도(tf)

표 6은 기준 실험체에 대해 식(3)으로 평가한 결과이다. 철근과 볼트, 강판에 의한 부착강도가 수평전단력 보다 큰 것으로 나타났다. 이 때 철근의 부착면적은 길이에 따라 비례적으로 증가한다. 본 실험체의 경우 슬래브 폭이 700mm로 한정 되어 슬래브 폭에 피복 두께를 뺀 값으로 하였다. 그러므로 표 6의 부착강도에 의한 전단내력은 보수적으로 평가된 것으로 판단할 수 있다.

4.2 연성에 미치는 영향

표 7은 실험결과 분석이고, 최대하중과 항복하중은 실험에 의한 결과치이다. 실험에 의한 항복하중 산정은 최대하중과 최대내력의 60%인 강성을 연결하여 만나는 점으로 하였다⁽⁹⁾. 마구리 밀림이 연성에 미치는 영향을 검토하기 위해 전체 변위에서 마구리 밀림으로 발생 되는 변위를 빼서 검토하였다. 이 때 값을 연성 2로 하였고, 연성 1은 최대하중 시 변위에 대한 항복하중 시 변위 비이다. 연성 1의 경우 분포는 2.6~6.2 정도로 편차가 다소 크고, 마구리 밀림에 의한 영향을 고려하면 연성 2는 연성 1에 비해 다소 저하하는 것으로 나타났다.

표 5. 부착강도와 압축강도의 비 (τ_u/f_{ck})

강재가 연직의 경우		강재가 수평의 경우	
철근	철골	철근	철골
0.22	0.09~0.11	0.09	0.04

표 6. 수평전단력과 부착강도

수평전단력 (tf)	부착강도(tf)			
	철골	철근	볼트	계
94.3	77.8	48.8	11.2	137.8

표 7. 실험결과 분석

실험체명	항복		최대		마구리 밀림 (mm)	최대하중/항복하중	연성*	
	하중 (tf)	변위 (mm)	하중 (tf)	변위 (mm)			연성 1	연성 2
T3R-H15-B20-S20	31.19	31.20	37.36	117.81	11.96	1.20	3.78	3.39
T4.4-H15-B20-S20	28.01	25.60	35.10	67.57	13.75	1.25	2.64	2.10
T4.4-H25-B20-S20	44.20	21.60	59.60	98.83	11.51	1.35	4.58	4.04
T4.4R-H25-B20-S20	56.12	25.80	71.02	98.87	12.20	1.27	3.83	3.36
T4.4-H25-B40-S20	42.98	21.40	57.18	95.79	13.62	1.33	4.48	3.84
T4.4-H25-B60-S20	43.00	21.60	60.32	133.21	20.16	1.40	6.17	5.23
T4.4-H25-B20-S40	45.09	24.40	56.04	81.40	6.72	1.24	3.34	3.06
T4.4-H25-N-S20	41.13	23.00	54.64	119.04	24.08	1.33	5.18	4.13
TH4.4-H25-B20-S20	46.61	24.00	61.36	111.73	11.64	1.32	4.66	4.17

* 연성1 = 최대하중시 변위/항복하중시 변위
연성 2 = (최대하중시 변위-마구리 밀림)/항복하중시 변위

표 8. 연성 2와 마구리밀림의 회귀분석 결과

	제곱합	제곱평균	F 비	유의확률	상관계수
회귀	53.70	53.70	2.38	0.17	0.50
잔차	158.22	22.60	-	-	-
계	211.91	-	-	-	-

그림 11은 각 실험체의 내력비와 연성의 관계이다. 내력비는 표 7의 실험에 의한 최대하중과 항복하중의 비이다. 연성과 내력비에 관한 상관관계는 연성 1의 경우 0.84, 연성 2의 경우 0.80으로 내력비가 높을수록 연성이 비례적으로 증가하며 높은 상관관계를 보이고 있다.

그림 12는 상부 시어코넥터로 설치한 볼트 간격과 연성의 관계이다. 볼트를 200, 400, 600(mm)과 없는 실험체에 대한 연성과의 관계이다. 볼트를 600(mm)간격으로 설치한 경우를 제외하고는 거의 유사한 값을 보이고 있어 두 인자간의 관계는 적은 것으로 확인되었다. 또한 표 8은 연성 2에 있어서 마구리 밀림과의 관계를 5% 유의확률로 회귀분석한 결과이다.

마구리 밀림과 연성 2는 상관관계가 0.50으로 낮으며, 유의확률도 0.17로 두 인자간의 유의한 관계는 없는 것으로 판단된다. 그러므로 실험결과 중 연성에 영향을 미치는 주요 인자는 마구리 밀림 보다 내력 증가에 의한 것으로 평가할 수 있다.

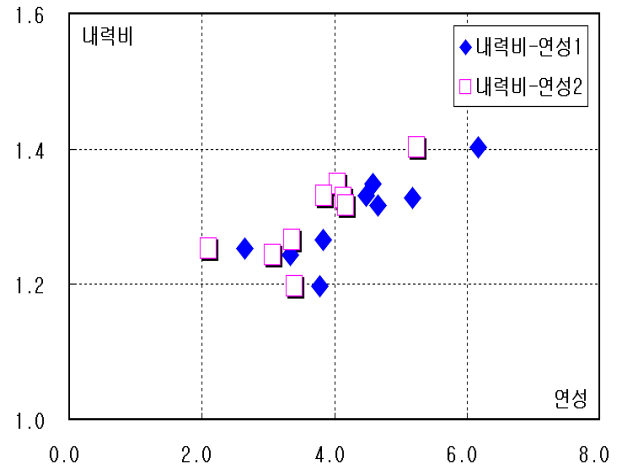


그림 11. 각 실험체의 내력비와 연성

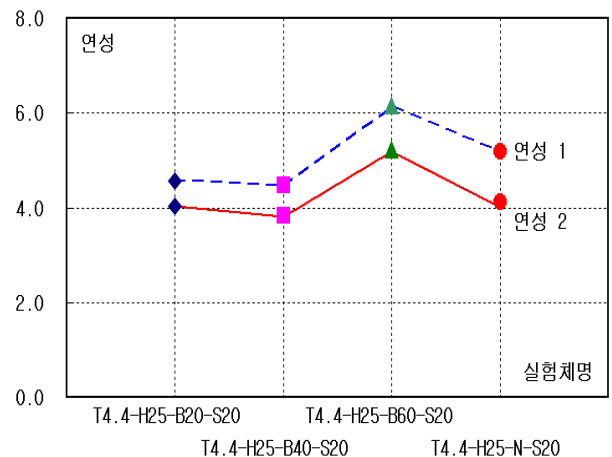


그림 12. 시어코넥터 설치 간격과 연성

5. 결론

기존의 TSC 보 보다 판 두께와 층이 낮은 병목형 보 실험을 통해 얻은 결론은 다음과 같다.

1. 시어코넥터로 설치한 볼트와 슬래브 배근이 내력 및 연성 등에 큰 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. 이것은 슬래브와 철골 보의 합성작용이 슬래브 내부의 철관과 철근, 볼트 등의 부착력으로 수평 전단력에 저항하기 때문으로 판단할 수 있다.
2. 연성은 내력 증가에 따라 비례적으로 증가하며 높은 상관관계를 보이고 있고, 마구리 밀림에 의한 영향은 적은 것으로 확인되었다. 그러므로 실구조물에서 단부가 구속되는 경우 마구리 밀림은 큰 문제가 되지 않는다.
3. 병목형 TSC 보의 경우 상부 플랜지와 콘크리트가 완전히 밀착 되지 않고 콘크리트와 플레이트가 다소 분리 될 수 있으나 이러한 문제는 내력과 연성에 큰 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다.
4. 하부 인장내력을 받는 부분에 철근으로 내력 보강을 하는 경우 충분한 보강 효과가 있으나, 보강하지 않은 실험체에 비해 내력비가 다소 저하 되는 경향이 있다.
5. 모든 실험체는 실험 변수와 관계없이 안정적인 하중 변형관계를 보이고 있어, 하부에 역삼각형 형상으로 제작한 돌기가 쉬어키 역할을 하는 것으로 판단된다.

이상으로 판 두께 3.0·4.4mm, 보 층 150·250mm로 제작하여 실시한 실험결과 안정적인 내력과 연성을 확보하는 것으로 나타났다. 그러나 이러한 실험결과는 전체적인 거동을 중심으로 확인된 것으로 부재의 크기, 슬래브 판통 철근의 영향과 시어코넥터로 사용된 볼트의 지압강도에 대한 평가 등은 계속적인 검토가 필요하다.

참고문헌

1. 천성철, 주영규, 정광량, 김상대, “비대칭 유공 합성보 iTech beam의 휨성능평가”, 대한건축학회 논문집, 18권 4호 pp.67~74, 2002. 4.
2. 허병욱, 배규웅, 문태섭, “매입형(슬립플로어) 합성보의 휨성능평가-층이 깊은 데크플레이트와 비대칭 H형강 철골보”, 한국강구조학회논문집, 16권 2호 pp.235~245, 2004. 4.
3. 최윤철, 임재형, 권기혁, 문정호, 이리형, 김대중, “PC U형 단면을 사용한 포스트텐션된 넓은 보-기둥 외부접합부의 비탄성 거동”, 대한건축학회 논문집, 20권 12호 pp.27~36, 2004. 12.
4. 김도훈, 서동기, 김성배, 김상모, 이창남, “TSC 합성구조 바닥판의 진동에 대한 사용성 평가”, 대한건축학회 추계학술발표 논문집, pp. 7~10, 2003. 10.
5. Suk-Han Yoon, Sung-Bae Kim, Sang-Mo Kim, Chang-Nam Lee, Sang-Seup Kim, Kyu-Suk, Kim : An Experimental Study on the Bending Behaviour of the SEN Composite Beam, Seventh Pacific Structural Steel Conference, March 2004

6. 김상섭, 김상모, 김성배, 서동기, 김규석 : 단순지지 T형 합성보의 휨거동에 관한 실험적 연구, 한국강구조학회논문집, 16권 2호 pp.225~233, 2004. 4.
7. 한국강구조학회, 전면개정 강구조의 설계, 2004. 3.
8. 日本建築學會, 鐵骨鐵筋コンクリート構造計算規準・同解説, 1987.
9. 建設省建築研究所, (社)鋼材俱樂部, “鋼構造物の耐震保有性能評價のための標準試験方法と評價基準の提案”, 1996. 12.
(接受:2005. 2. 24)