스터드 커넥터로 연결된 H형강보의 인장하중 전달성능

Tensile Load Transmission Capacity of H-shaped Beam by Stud Connectors

이 명 재[1] · 최 완 철[2] · 김 원 기[3] · 김 재 희[4] · 이 상 호[5]
Lee, Myung Jae Choi, Wan Chol Kim, Won Ki Kim, Jae Hee Lee, Sang Ho

요 약 : 본 실험의 목적은 H형강보에 작용하는 매달림 하중 중 연직하중인 인장하중을 그 대상으로 구조설계시 적용되는 설계하중에 대하여 인장하중이 스터드 커넥터를 통하여 슬래브에 전달되는 하중전달 경로와 그 성능을 파악하는데 있다. 이를 위하여 스터드 커넥터의 기초실험을 실시하고 2개의 실대형 시험체를 제작하여 인장하중에 대한 전달성능을 파악하였다. 실험의 변수로는 H형강보의 크기가 적용되었다. 인장하중 가력실험결과 현행 강구조계산기준을 따라 설계하면 스터드 커넥터에 의한 H형강보의 인장하중의 전달성능은 설계하중을 만족하고 있음을 확인하였다.

ABSTRACT : The objective of this study is to evaluate tensile load transmission capacity of H-shaped beam about design load by stud connector. The basic test of stud connecter was conducted and two specimens of full-scale size were tested under monotonic tensile loading condition. The parameter of tests is the size of the H-shaped beams. The results show that tensile load transmission capacity of H-shape beam about design load by stud connectors is excellent observing to the design code of steel structures of Architectural Institute of Korea.

핵 심 용 어 : 스터드 커넥터, H형강보, 설계하중, 인장하중, 실험
KEYWORDS : Stud connector, H-shaped beam, Design load, Tensile load, Experimental study

1. 서 론

스터드 커넥터는 콘크리트 슬래브와 H형강보가 일체적으로 거동하기 위해 필요한 전단연결재로서 합성보에 사용되는 것이 일반적이다. 그런데 매우 두꺼운 두께의 콘크리트 슬래브를 가진 구조물이 상당히 큰 인장하중을 부담할 때 H형강보와 스터드 커넥터를 사용하여 콘크리트 슬래브에 고정시키고 H형강보가 간접적으로 인장하중을 부담하는 방법을 생각할 수 있다. 이와 같이 연직하중을 매달기 위하여 H형강보가 보조적 수단(sub-beam)으로 사용될 수 있다. 이러한 경우 H형강보는 구조체의 주요 구조재가 아니라 기계, 기기 등을 주요구조체에 매달기 위한 2차 구조부재이다. 이경우에도 H형강보의 안전성은 확보되어야 하는데 여기서 안전성이란 종국한계상태라기 보다는 사용한계상태의 안전성이라고 볼 수 있다. 사용한계상태라면 처짐, 진동, 변위 등에 관한 한계 등을 말하는 것이 일반적이다. 그런데 이 경우 사용성한계상태의 건축물의 강구조설계기준이 정량적으로 명시되어 있지 않은 실정이다.

본 연구의 목적은 이러한 경우 H형강보에 작용하는 매달림 하중 중 연직하중을 그 대상으로 면내 및 면외모멘트가 스터드 커넥터를 통하여 슬래브에 전달되는 하중전달 경로와 그 성능을 파악하여 사용한계상태 설계시 하중전달성능의 적절함을 확인하는 것이다.

본 연구의 대상이 되는 대형 구조물은 이미 실시 설계가 완료된 상태로서 안전성을 확인, 검증하는 것으로 이 점이 또한 일반적인 실험연구와 다르다고 볼 수 있다.

1) 정회원, 중앙대학교 건축공학과 교수, 공학박사
(Tel. 031-670-3345, Fax. 031-675-1776, E-mail : mjlee@cau.ac.kr)
2) 정회원, 숭실대학교 건축공학과 교수, 공학박사(cochoi@saint.ssu.ac.kr)
3) 정회원, 호서대학교 건축공학과 교수, 공학박사(wonkikim@dogsuri.hoseo.ac.kr)
4) 정회원, KOPEC 토목기술처, 구조기술사(lionkim@kopec.co.kr)
5) 정회원, 숭실대학교 건축공학과 대학원 전대학원생, 단구조연구소

본 논문에 대한 토의를 2004년 10월 31일까지 학회로 보내주시면 토의 회답을 게재하겠습니다.

2. 스터드 커넥터의 인장하중 전달성능

2.1 시험체

스터드 커넥터의 인장내력에 대한 기초자료를 얻어내어 기존의 설계식과 비교한다. 실제 설계상태를 재현하기 위하여 스터드 커넥터는 T형 강재보에 용접된 상태로 하였고, 배근 및 슬래브의 두께는 실제 치수를 적용하였다. 스터드 커넥터의 인장성능을 실험하는 시험체의 종류는 표 1과 같이 3가지로서, 스터드커넥터의 개수와 철근의 배근 여부가 주요 변수이다. 시험체 SCT-1N은 한 개의 스터드를 중앙에 용접한 T형 보와 철근 배근이 없는 무근 콘크리트 슬래브로 구성된다. 시험체 SCT-2N은 두 개의 스터드를 보의 진행방향과 직각으로 용접한 T형 보와 철근 배근이 없는 무근 콘크리트 슬래브로 구성되며, 시험체 SCT-2D는 실제 설계된 구조물의 배근과 동일하게 보의 진행방향과 직각방향에 대해 22.8cm 간격으로 D19 철근을 상하부에 배근하였다.

표 1. 스터드 커넥터 시험체의 종류

시험체명	스터드 개수	철근 배근	시험체수
SCT-1N	1	무근	3
SCT-2N	2	무근	3
SCT-2D	2	D19@230	3

그림 1과 같이 T형 보의 플랜지에 ϕ 13×200mm 스터드 커넥터를 용접하고, 콘크리트를 타설하여 시험체를 제작하였다.

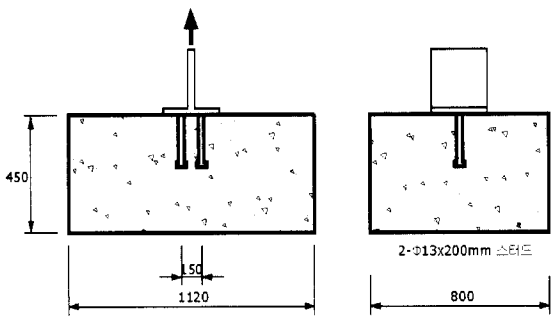


그림 1. 시험체 SCT의 형태

시험체 SCT-2N 및 2D는 2개 열의 스터드 커넥터를 강재보에 15cm 간격으로 용접하였다.

콘크리트 슬래브 길이는 스터드 커넥터가 인발되면서 콘크리트가 원추형으로 파괴될 것에 대비하여 양쪽으로 최대 1 : 2 파괴각을 가정하여 스터드 커넥터 길이의 두 배인 40cm를 확보하여 80cm가 되도록 했으며, 폭은 양쪽 지지점의 폭 30cm를 더하여 110cm가 되도록 하였다. 두께는 실제 슬래브의 두께와 동일하게 45cm로 제작하였다.

표 2는 시험체의 재질을 실험값과 함께 나타내고 있다. 스터드 커넥터는 공칭재료강도와 인장강도는 각각 3.5tf/cm^2 과 4.5tf/cm^{2}인 것을 사용하였으며 T형보는 SS400강재를 사용하였다. 실험값은 시험체 3개씩의 평균값을 나타내고 있다.

표 2. 시험체의 재질

소재	규격	강도의 종류	공칭재료강도 (tf/㎠)	실험값 (tf/㎠)
T-294×150×16×25	SS400	F_y	2.4	2.8
		F_u	4.1	4.3
스터드커넥터	ϕ 13×200	F_y	3.5	3.97
		F_u	4.5	5.2
콘크리트	4주 강도	f_c'	0.3	0.3
철근	D19	F_y	4.2	5.0
		F_u	-	7.0

F_y : 항복강도 , F_u : 인장강도

2.2 실험 방법

본 실험에서 스터드 커넥터의 콘크리트에 대한 상대 변형값을 측정하기 위하여 변위계를 사용하였다. 변위계는 강재보 플랜지 및 웨브 부분에 네 개를 설치하여 편심에 의한 변형값의 오차를 보정하였다. 각 스터드 커넥터의 변형도를 측정하기 위하여 스트레인 게이지는 각 스터드 커넥터의 중앙에 부착하였다. 반력프레임 상에서 50톤 용량의 유압잭을 사용하여 단조하중을 가하였다. 유압잭과 강재보 사이에 로드셀(load cell)을 설치하여 하중값을 측정하였다. 시험체 관측과 실험안전을 위해 1.5tf/min의 속도로 가력하였다.

2.3 시험체의 예상 인장강도

시험체의 예상파괴 형태는 두 가지 형태인데, 첫 번째는 스터드 커넥터의 인장파괴로 이 때의 인장강도는 스터드 커넥터의 인장강도와 같다. 두번째는 삽입물의 인발로 인해 콘크리트의 표면의 원추형으로 파괴로서 이 때의 인장강도는 다음식(CCD Method)과 같다.

$$N_n = \frac{A_N}{A_{No}} \Psi_2 40\sqrt{f_c'}\, h_{ef}^{1.5} \qquad (1)$$

여기서 A_N : 앵커에 의한 실제 콘크리트파괴투영면적

A_{No} : 단독앵커의 콘크리트파괴 최대투영면적

Ψ_2 : 모서리까지의 거리가 $1.5h_{ef}$ 이하일 때의 보정계수

f_c' : 콘크리트 압축강도

h_{ef} : 스터드 매입길이

따라서 시험체의 인장내력은 두가지 파괴형태 중 낮은 인장강도에 의해 결정된다고 예측된다.

2.4 실험 결과 분석

2.4.1 파괴형태

실험결과 콘크리트 슬래브의 원추형 파괴는 일어나지 않았으며, 모든 시험체가 스터드 커넥터의 인장파괴로 내력이 결정되었다. 스터드 커넥터는 한 개를 제외하고 8개 시험체 모두 강재보측의 단부에서 파단되었다. SCT-2N 시험체 3개중 1개는 두 개의 스터드 커넥터 중에서 한 개가 스터드 머리 부분에서 파단되었다.

2.4.2 하중-변위곡선

그림 2에 SCT-2N 시험체의 하중-변위 관계를 나타낸다. 스터드 커넥터의 하중-변위 곡선에서와 같이 스터드는 충분한 연성을 갖는 파괴형태를 나타내고 있다. 초기 선형이후 완만한 비선형 곡선 형태로 기존 연구결과와 유사하다(문헌 4). 이러한 비선형 특성은 스터드와 콘크리트슬래브의 부착으로 인한 하중 전달 특성으로서 부분적인 국부부착파괴에 연유된 것으로 추정된다. SCT-1N은 초기접선강성 또한 기존연구와 비슷한 80tf/cm에 근접하고 있다.

SCT-2N 및 2D는 이에 비하여 강성이 크며, 약 125tf/cm로 두 종류의 시험체의 강성이 비슷하게 나타나고 있다. 최대변위는 약 0.50cm로 나타났다.

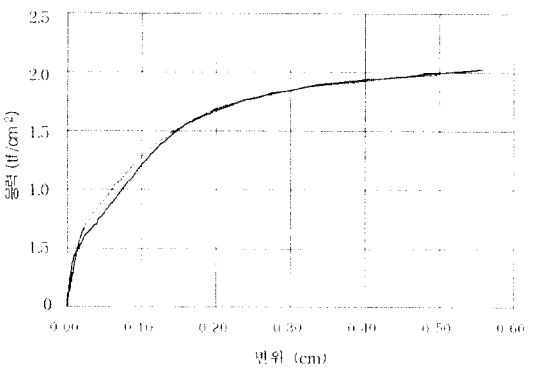


그림 2. SCT-2N 시험체의 하중-변위곡선

2.4.3 시험체의 인장강도

시험체 인장강도의 실험결과를 시험체의 예상인장강도와 함께 표 3에 나타낸다.

여기서, 예상인장강도는 앞에서 언급한 두가지 파괴형태 중 낮은 인장강도값으로, 공칭재료강도와 재질의 시험결과(실험값)를 사용한 것이다. 실험결과 시험체의 인장강도는 스터드 소재의 실험값과 근접하게 나타났는데, SCT-1N의 경우는 재질의 실험값과 일치하고 있으며, SCT-2N 및 SCT-2D는 재질의 실험값과 약간 낮은 값을 나타내고 있다.

또한 실험결과는 공칭재료강도를 이용한 예상강도보다는 높은 값을 나타내고 있음을 표 3으로부터 알 수 있다.

표 3. SCT 시험체의 인장강도

시험체명	실험결과 평균(tf)	예상인장강도(tf)		실험결과	실험결과
		공칭재료강도	소재의 실험값	공칭재료강도	소재의 실험값
SCT-1N	6.66	5.75	6.66	1.16	1.00
SCT-2N	13.0	11.5	13.3	1.14	0.98
SCT-2D	13.0	11.5	13.3	1.13	0.98

2.4.4 요약

1) 스터드커넥터의 시험체는 9개 시험체 모두 스터드의 인장파괴로서 인장내력이 결정되었다.
2) 스터드커넥터의 인장강도는 세 종류 시험체 모두 공칭재료강도를 상회하는 것으로 나타나 안전한 것으로 판단되었다.
3) 수직방향 강성은 대체로 기존의 타연구 결과와 유사한 것으로 나타났으며, 1개의 스터드 시험체에 비해 2개 스터드의 시험체 강성이 큰 것으로 나타났다.

3. H형강보의 인장하중 전달성능

3.1 실험체

3.1.1 실험체의 종류

실험체는 콘크리트 슬래브에 연결된 보조 보(sub beam)인 H형강 보의 크기에 따라서 SB-12T(H-294×302×12×12), SB16T(H-386×299×9×14)의 2개이다.

실험체 SB-12T는 강재보 H-294×302×12×12와 폭 965mm, 두께 457mm의 콘크리트 슬래브를 스터드 커넥터를 이용하여 합성한 보로서, 철근은 양방향 복배근이며, 횡방향과 종방향의 배근 모두 D19@230로 배근하였다.

실험체 SB-16T는 SB-12T와 다르게 강재보 H-386×299

×9×14을 사용하였으며 SB-12T와 동일한 콘크리트 슬래브에 동일한 스터드 커넥터를 이용하여 제작하였다. 철근의 배근도 SB-12T와 동일하게 배근하였다.

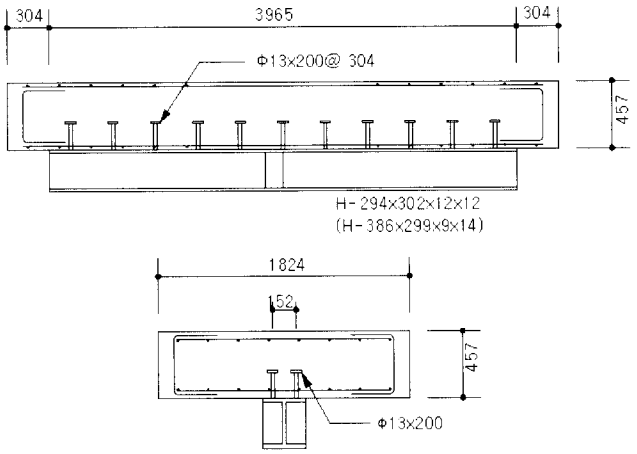


그림 3. 실험체의 형상 및 치수

3.1.2 실험체의 형태

SB-12T, SB-16T 실험체는 콘크리트 슬래브에 보조 보(sub beam)가 연결된 합성보 형태의 실험체로서 구체적인 형상은 그림 3과 같다. 또한 중앙부의 하중작용점에 ㄱ 형강으로 스티프너를 제작하여 보강하였다.

표 4. SB-12T, SB16T 실험체 재료의 재질

재료	종류	설계기준강도 (tf/cm^2)	실험강도 (tf/cm^2)
강재	H-294×302×12×12 H-386×299×9×14	F_y = 3.3	F_y = 3.4
콘크리트	4주강도	f_c' = 0.3	f_c' = 0.3
스터드 커넥터	Φ13×200	F_y = 3.5	F_y = 3.97

3.1.3 실험체의 재질

실험체 제작에 사용된 재료들의 재원 및 설치 간격들은 표 4와 같다. 콘크리트의 강도는 28일 강도를 기준으로 하였다.

3.2 실험방법

3.2.1 가력방법

SB-12T, SB-16T는 H형강보에 중력방향의 인장력이 작용할 경우에 스터드 커넥터에 의한 하중전달 성능을 고찰하기 위한 실험체로서 그림 4와 같이 합성보를 뒤집어 상부에서 보조보(sub beam)에 연결된 가력보조장치를 통하여 50tf 성능의 오일 잭 2대를 연결하여 인장력을 작용시켰다. 가력시 2대의 오일 잭에 작용하는 하중이 동일하도록 하중 가력 단계마다 하중을 확인하여 오차의 범위가 ±0.1tf 이하가 될 수 있도록 하였다.

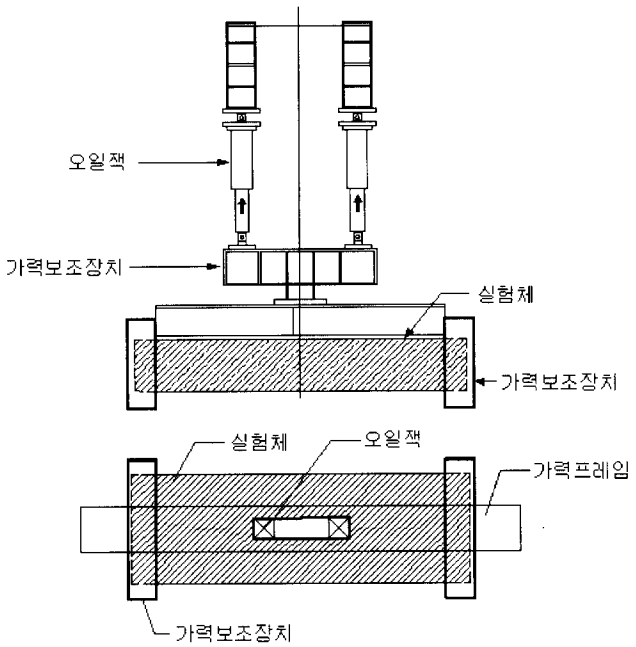


그림 4. 실험체의 가력방법

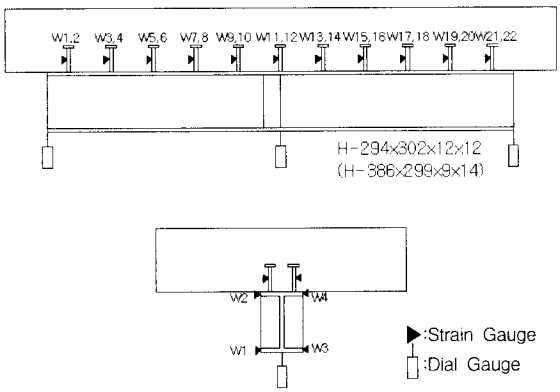


그림 5. 실험체의 계측 상황

실험체의 지지는 실험체 양 단부에 가력보조장치를 이용하여 가력프레임과 연결하였으며 실험체 단부 200mm 이상이 가력보조장치에 장착될 수 있도록 설치하여 하중이 충분히 지점으로 전달될 수 있도록 하였다.

3.2.2 계측방법

본 실험에서는 가력시 H형강보 실험체의 인발 또는 처짐을 측정하기 위해서 100mm의 변위계를 실험체의 중앙과 단부에 각각 설치하였으며 내부에 매립된 스터드 커넥터에 전달되는 하중 및 그에 따른 변형량을 측정하기 위해 모든 스터드 커넥

터(총 22개)에 소성 와이어 스트레인 게이지를 부착하였다(그림 5 참조). 그리고 H형강보의 응력상태를 파악하기 위하여 중앙부의 상, 하 플랜지에 소성 와이어 스트레인 게이지를 부착하였다.

3.3 실험결과

3.3.1 수치해석

1) 예상강도

실험체의 연직하중은 H형강보에 전단력으로 작용하게 되므로 각각 적용된 보조 보(sub beam)의 전단내력을 예상강도로 산정하였다. 그리고 예상강도는 사용된 강재의 설계기준강도(Fy)를 적용한 공칭전단강도와 소재실험결과 나타난 항복강도(σ_y)를 적용한 실제 전단강도로 각각 구분하여 산정하였다.

① 공칭전단강도

SB-12T : $V_y = A_w \cdot F_y / \sqrt{3} = 67$ tf

SB-16T : $V_y = A_w \cdot F_y / \sqrt{3} = 66.1$ tf

② 실제 전단강도

SB-12T : $V_y = A_w \cdot \sigma_y / \sqrt{3} = 69.3$ tf

SB-16T : $V_y = A_w \cdot \sigma_y / \sqrt{3} = 68.2$ tf

2) 수치해석결과

가력하기 전에 개략적인 시험체의 거동을 예상하기 위하여 단순화시킨 모델로 비탄성 유한요소해석을 하였다.

SB-12T, SB-16T 실험체의 비탄성 유한요소해석결과를 그림 6에 나타내었고, 해석시 가력 전의 형태와 가력 후의 형태를 그림 7에 나타내었다. 그림 6에 나타낸 해석결과는 비탄성 해석이 가능한 유한요소해석 프로그램인 ANSYS 5.3을 사용하였으며, 해석시 형강의 응력-변형도 곡선으로 선행된 소재 실험결과를 이용한 bi-linear model을 사용하였으며, 콘크리트 슬래브는 모델링하지 않고 스터드 커넥터만 탄소성 스프링으로 모델링하여 해석하였다. 스터드 커넥터의 강성으로서는 3.5 tf/cm^{2}를 사용하였다. 이하 수치해석에서는 동일한 값을 사용하였다.

3) H형강보의 설계강도

실제 구조물 설계시 인장하중에 대한 H형강보의 설계강도는 SB-12T, SB-16T 모두 6개의 스터드에 인장력이 저항한다고 가정하고 ACI 349-01 CCD방법에 따라 산정되었다. CCD방법에 따르면 설계강도는 스터드에 의해 결정되어지며, 35tf으로 계산되었다.

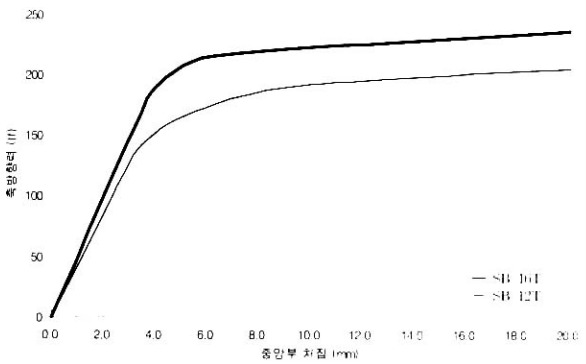
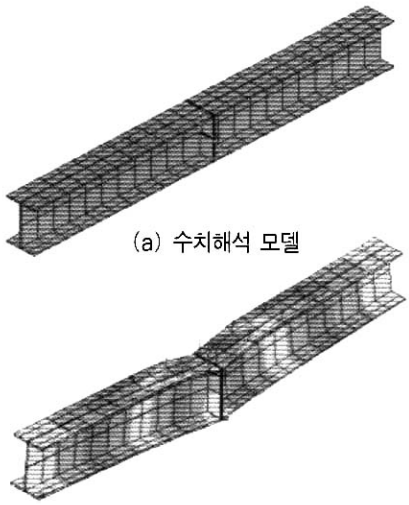


그림 6. 유한요소해석결과



(a) 수치해석 모델

(b) 수치해석 결과

그림 7. SB-16T 실험체의 변형 성상

3.3.2 실험결과

SB-12T, SB-16T 실험체의 인장하중(P)과 중앙부 처짐(Δ)과의 관계 및 비탄성 유한요소해석결과를 그림 8, 그림 9에 나타내었다. 그리고 그림에서 수치해석결과로서 강성이 매우 높게 나타나고 있는데 이점은 수치해석에서 슬래브와의 지지에서 실제와는 달리 슬래브 콘크리트의 변형을 고려하지 않아서 상대적으로 강성이 크게 나타나고 있다. 인장하중과 보단부의 처짐관계를 그림 10, 그림 11에 나타내었으며, H형강보의 플랜지 변형도를 그림 12, 그림 13에 나타내었으며, 각 하중 단계별 스터드 커넥터의 변형도를 그림 14, 그림 15에 나타내었다. 그림 14와 그림 15에 나타낸 항복변형도(ε_y)는 스터드 커넥터의 공칭재료강도(3.5 tf/cm2)시의 변형도를 나타내며, 비례한계변형도(ε_e)는 탄성비례한계시의 변형도(항복변형도×0.6)를 나타낸다. 그리고 SB-12T, SB-46T 실험체의 setting 상황과 가력종료상황을 각각 사진 1,

2, 3에 나타낸다.

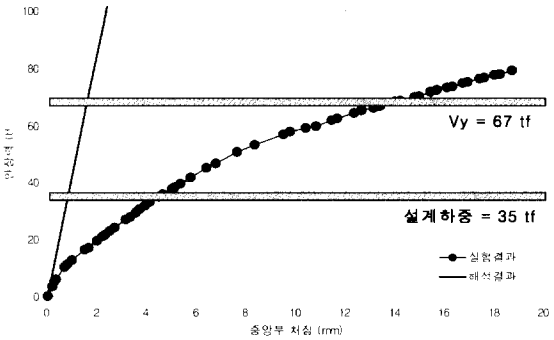


그림 8. SB-12T 실험체의 하중-중앙부 처짐 관계

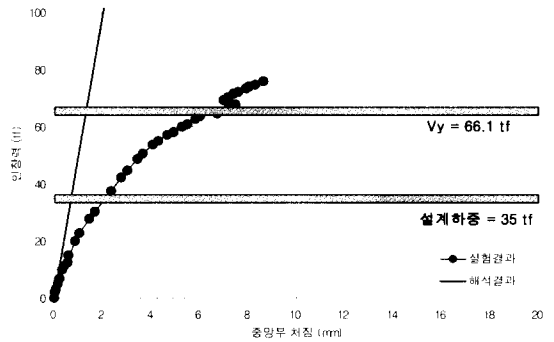


그림 9. SB-16T 실험체의 하중-중앙부 처짐 관계

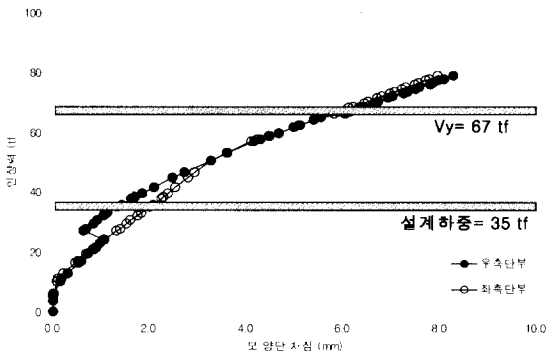


그림 10. SB-12T 실험체의 하중-보 단부의 처짐 관계

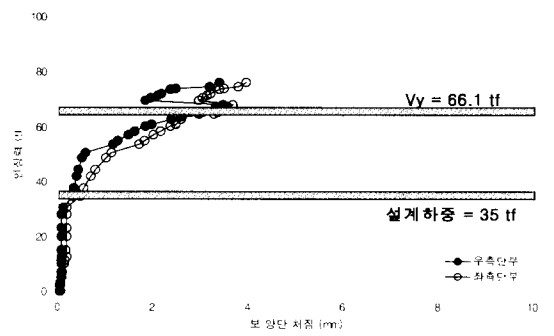


그림 11. SB-16T 실험체의 하중-보 단부의 처짐 관계

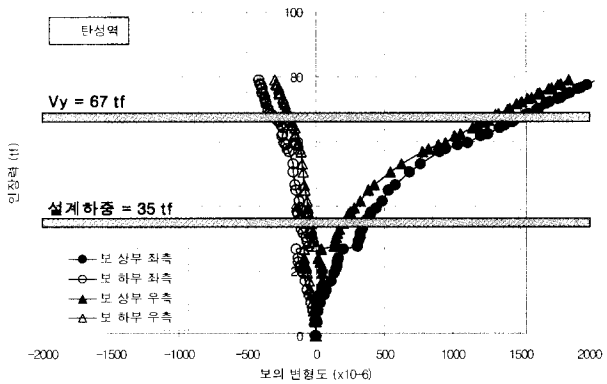


그림 12. SB-12T 보조 보 상하 플랜지의 하중-변형도 관계

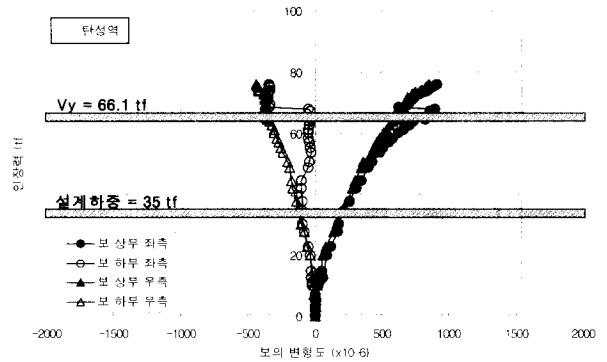


그림 13. SB-16T 보조 보 상하 플랜지의 하중-변형도 관계

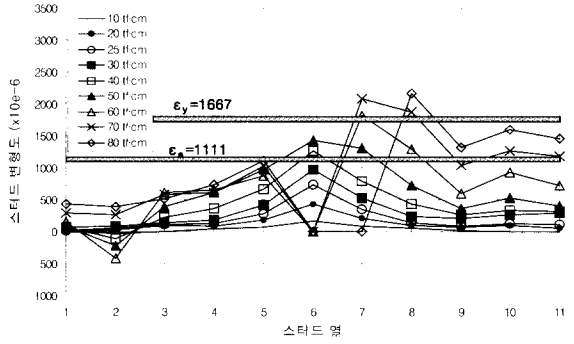


그림 14. SB-12T 스터드 커넥터의 하중-변형도 관계

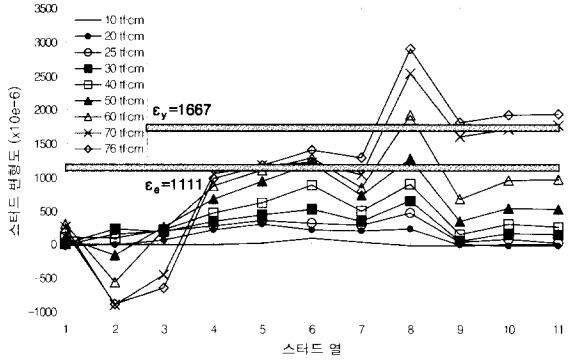


그림 15. SB-16T 스터드 커넥터의 하중-변형도 관계

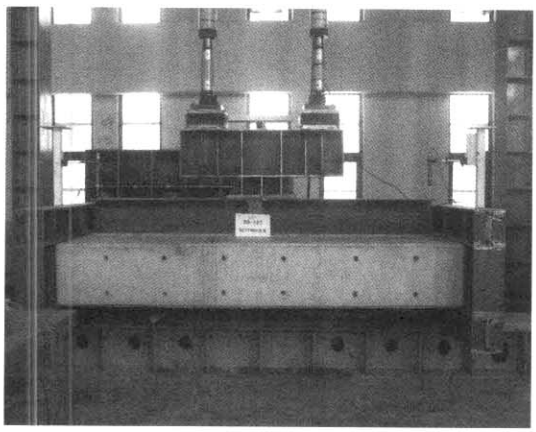


사진 1. SB-12T 실험체의 setting 상황

사진 2. SB-12T 실험체의 가력종료 상황

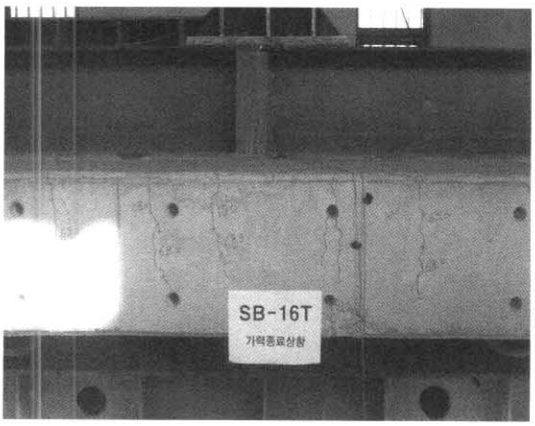


사진 3. SB-16T 실험체의 가력종료 상황

3.4 실험결과 고찰

3.4.1 SB-12T 실험체

SB-12T 실험체의 최종내력은 78.9tf으로서 보조 보(sub beam) (H-294×302×12×12)의 공칭전단강도(67tf)를 초과하고 있는 것을 볼 수 있다(그림 8 참조). 그리고 최대내력시까지 스터드 커넥터의 파단 등으로 인한 급격한 내력저하 현상은 나타나지 않았다. 그러나 하중이 증가되면서 보조 보(sub beam) 중앙 상부 플랜지 가력지점의 스터드 커넥터(6번 스터드 열)에서 항복변형도를 초과한 것으로 보이나 실험결과에서는 와이어 스트레인 게이지가 끊어진 것이 확인되었다(그림 14 참조). 특히 하중이 50tf를 넘어서면서 비례한계 변형도를 초과하고 있으며 60tf을 넘어서게 되면 가력지점에 위치한 스터드 커넥터의 경우 항복변형도(ε_y) 값에 거의 근접한 결과를 나타내고 있음을 볼 수 있다. 그리고 H형강보의 공칭전단강도(67tf)를 초과하면서 H형강보 중앙 상플랜지에서 항복이 발생함을 볼 수 있다(그림 14 참조). 따라서 본 실험체의 경우 최대내력의 결정 및 강성과 내력저하 현상의 원인은 하중가력지점의 스터드 커넥터 및 H형강보 플랜지의 항복현상으로 인한 결과라 사료된다.

그리고 SB-12T 실험체의 경우에는 하중 작용점에서 멀어질수록 스터드 커넥터에 미치는 하중의 영향은 감소하고 있는 것으로 나타났다(그림 14 참조). 특히 가력지점의 스터드(6번열)가 항복하기 이전인 50tf 미만의 하중에서는 가력점을 중심으로 근접한 스터드(5, 6, 7번열)만이 하중의 영향을 받고 있는 것으로 나타났다. 이후 가력지점의 스터드가 항복한 이후에는 점차적으로 영향을 받는 스터드 커넥터가 증가하고 있는 것을 볼 수 있다.

따라서 SB-12T 실험체의 경우에는 가력지점에 위치한 스터드 커넥터의 거동이 H형강보의 거동에 영향을 크게 미치고 있다는 것을 알 수 있으며, 하중의 분포도 역시 가력지점의 스터드 커넥터의 항복 여부에 따라서 크게 영향을 받고 있는 것으로 사료된다. 이러한 영향은 SB-16T의 결과와 비교해 볼 때 상대적으로 H형강보의 강성이 작은 경우에 더 크게 나타나는 것으로 사료된다.

3.4.2 SB-16T 실험체

SB-16T 실험체의 최종내력은 76tf으로서 H형강보(H-386×299×9×14)의 공칭전단강도(66.1tf)를 초과하고 있는 것을 볼 수 있다(그림 9 참조). 그리고 SB-12T의 경우와 마찬가지로 최대내력시까지 스터드 커넥터의 파단 등으로 인한 급격한 내력저하 현상은 나타나지 않았다.

SB-16T 실험체의 경우 SB-12T와 비교하여 하중영향을 받는 스터드의 분포가 하중 작용점에 국한되어 있는 것이 아니라 가력초기부터 비교적 넓게 위치하고 있음을 알 수 있으며 가력된 하중량에 비해 스터드 커넥터에 발생하는 변형도가 비교적 낮게 나타남을 알 수 있다(그림 15 참조). 또한 SB-12T의 경우와 비교하여 강성도 비교적 높게 나타나고 있음을 그림 8과 그림 9에서 알 수 있다. 이러한 현상은 H형강보의 휨강성 차이에서 나타나는 현상이라 사료된다. 즉, 공칭

전단강도의 경우 SB-12T 및 SB-16T 모두 거의 동일한 수준을 나타내고 있다. 하지만 H형강보의 휨강성은 SB-16T의 경우가 SB-12T에 비해 거의 2배가 된다. 따라서 SB-16T의 경우 하중점에 국부적으로 가력되더라도 이러한 하중의 영향이 H형강보에 의하여 비교적 넓게 전달되며 따라서 각 스터드 커넥터의 변형도도 비교적 고르게 분포하게 되는 것으로 판단된다(그림 15 참조).

따라서 동일한 집중하중을 받는 경우 H형강보의 강성이 높은 경우가 강성이 낮은 경우에 비하여 스터드 커넥터에 비교적 균등하게 하중이 분포되고 따라서 변형도도 낮게 나타나는 것으로 사료되며 중앙부의 처짐 역시 낮게 나타남을 알 수 있다. 그리고 하중점의 스터드 커넥터가 항복하게 되면 하중의 분포범위가 넓어지게 된다.

4. 결 론

스터드 커넥터의 인장하중 전달성능을 조사하기 위하여 1개군의 스터드 커넥터에 대한 실험을 실시하고 스터드 커넥터가 연속 배열되어 H형강보에 인장하중이 작용하는 경우에 대해서 실험으로 사용한계상태의 허용하중을 조사하였다. 그 결과 다음과 같이 요약될 수 있다.

(1) SB-12T 실험체의 공칭전단강도는 67tf이고, 설계강도는 35tf로 설정되어 있다. 실제 가력실험은 78.9 tf까지 진행하였다. 이것은 공칭전단강도의 18%, 설계강도의 126%를 상회하는 결과로서 만족스러운 결과를 보여주고 있음이 확인되었다. 또한 설계하중 35 tf에 상응하는 스터드 커넥터의 최대변형도는 1105× 10-6으로서 아직 비례한계영역에 머물고 있음이 확인되었다.

(2) SB-16T 실험체의 공칭전단강도는 66.1tf이고, 설계강도는 35tf로 설정되어있다. 실제 가력실험은 76tf까지 진행하였다. 이것은 공칭전단강도의 15%, 설계강도의 118%를 상회하는 결과로서 만족스러운 결과를 보여주고 있음이 확인되었다. 또한 설계하중 35tf에 상응하는 스터드 커넥터의 최대변형도는 1001× 10-6으로서 아직 비례한계영역에 머물고 있음이 확인되었다.

(3) 이상의 결과로부터 인장하중에 대한 설계강도는 SB-12T, SB-16T 실험체 모두 설계하중으로 설정된 35tf에서 하중전달거동에 이상이 없음이 확인되었다.

참 고 문 헌

이명재 외 4인(2003.12), 스터드 커넥터로 연결된 H형강보의 모멘트 하중의 전달성능, **한국강구조학회논문집**, 제15권 제6호(통권 67호)

한국강구조학회, 한국수력원자력(주), 한국전력기술(주)(2002.4), 신고리 1, 2호기 합성구조 적용을 위한 실험적 연구보고서

Fuchs, Werner, et. al.(1995), Concrete Capacity Design Approach for Fastening to Concrete, ACI Structural Journal, Nov.-Dec., pp.787-802.

Standard Test Methods for Strength of Anchors in Concrete and Masonry Elements(1996), ASTM E488-96

Primavera, Eric J., et. al.(1997), Tensile Behavior of Cast -in-Place and Undercut Anchors in High- Strength Concrete, ACI Structural Journal, Sep.-Oct., pp.583-594.

Test Report No. 1960-16 of Nelson Division of TKW INC.

(접수일자 : 2004. 1. 15 / 심사일 2004. 1. 28 / 심사완료일 2004. 3. 26)