

다이아프램이 없는 콘크리트 충전 원형강관 기둥-H형강 보 접합부의 구조적 거동에 관한 실험적 연구

Experimental Study on the Structural Behavior of Concrete-Filled Circular Tubular Column to H-Beam connections without Diaphragm

강 현 식¹⁾ · 문 태 섭²⁾
Kang, Hyun Sik · Moon, Tae Sup

ABSTRACT : This paper is concerned with an experimental study on structural behavior of Concrete-Filled Circular Tubular(CFCT) column to H-beam connections. The important parameters are the number of inner reinforced rib and the width of H-beam flange(100, 150, 200mm) with variable column thickness(5.8mm, 9.2mm, 12.5mm) around the joint between CFCT and H-beam. Test results are summarized for the displacement, strength, initial stiffness, failure mode and energy absorption capacity of each specimen. The purpose of this paper is to investigate the initial stiffness and the strength of connections to evaluate the structural behavior of the CFCT column to H-beam connections. From the discussion about the test results, the basic data for non diaphragm connection design would be suggested.

KEYWORDS : Non-diaphragm connection, initial stiffness, energy absorpoin capacity

1. 연구 배경

현대건축이 초고층화, 대형화, 장스팬화 됨에 따라 이에 맞는 구조시스템의 개발에 관심이 집중되고 있다. 현재까지 사용되고 있는 주된 철골구조

는 기둥과 보를 모두 H형강으로 사용하였으나, H형강은 기둥부재로써 강축과 약축의 구분과 접합시 방향성 그리고 자체의 강성부족으로 최근에는 강관과 콘크리트를 합성한 합성강관과 H형강 보를 사용하는 구조시스템의 연구개발이 외국에서

1) 한양대학교 건축공학과 박사과정
2) 한양대학교 건축공학과 교수, 포항제철(주) 석좌교수

본 연구는 삼성건설(주) 기술연구소와 삼성중공업(주) 기술연구소의 연구비 지원과 초대형 구조시스템연구센터의 협조를 받아 수행된 연구임.

는 활발히 진행되고 있다.⁽¹⁴⁾ 다이아프램 보강형식의 접합 방식은 보침이 서로 다른 H형강이 접합될 때 접합방법이 복잡해 지고 플랜지 두께와 링스티프너의 두께가 다를 경우에도 어려움이 있다. 따라서 본 연구에서는 충전형 원형강관에 H형강을 사용한 십자형 접합부모델실험을 통해 각 부재 및 구조 시스템의 역학적 거동을 규명하고 원형강관 접합부의 보강법을 연구하여 다이아프램이 없는 콘크리트 충전강관 기둥-H형강보 접합부의 개발을 위한 기초자료를 제시하고자 한다.

2. 실험

2.1 재료 시험

콘크리트는 $500\text{kg}/\text{cm}^2$ 으로 계획하였고, 실험에 사용한 콘크리트의 압축강도 시험은 KS F 2405와 KS F 2423 규준에 의하여 공시체를 제작한 후 7일, 28일, 당일에 실시하여, 각각 3개의 공시체로 부터 구한 값을 평균으로 구한 결과 압축강도 $505\text{kg}/\text{cm}^2$ 이 나왔으며 이를 표 2.1에 표시하였다. 강재의 기계적 성질을 파악하기 위해 KS B 0801, KS B 0802 규준에 따라 강관 및 리브

표 2.1 콘크리트 압축시험결과

F_c (kg/cm^2)	ϵ_c (%)	E_c (t/cm^2)	Slump (cm)
505	0.2	337	15

표 2.2 강재인장시험결과

시험체 명	∂_y (t/cm^2)	∂_u (t/cm^2)	e_y (10^6)	∂_y/∂_u (%)	E (t/cm^2)	Elo. (%)	
기둥 ($\phi 267.4$)	C-5	3.42	3.90	2370	88	1443	31
	C-9	3.54	4.25	2210	83	1602	32
	C-12	3.62	4.16	2020	87	1792	31
H형강 보	BW-10	3.47	4.94	2910	70	1192	28
	BF-15	2.94	4.50	2540	65	1157	37
리브 & 스티 프너	R-5	3.43	4.81	2030	71	1690	35
	R-9 (S-9)	2.56	4.50	1470	57	1741	30
	R-12 (S-12)	3.39	4.77	1740	71	1948	34
	S-15	2.96	4.76	1850	62	1600	28

C : Column, BW : Beam Web, BF : Beam Flange,

R : Rib, S : Stiffener

와 스티프너 그리고 H형강의 플랜지와 웨브에서 각각 3개씩의 인장 시험편을 절취하여 100ton급 만능시험기에서 소재의 인장강도 시험을 실시하였고 시험 결과는 표 2.2에 나타내었다.

2.2 접합부 실험

(1) 시험체 계획

십자형 접합부 시험체는 그림 2.1과 같이 고층 구조물에 수평하중이 작용할 경우 건물 저층부 기둥-보 접합부분의 내력 및 변형능력을 평가하기 위하여 계획하였다. 시험체에서 기둥은 지름 267.4mm의 냉간성형원형강관(SPS400)을 사용하였고 강관의 두께는 5.8, 9.2, 12.5mm 3종류이며 강관의 접합부 보강길이는 보침의 2배인 600mm이다. 보는 H-300×150×10×15 를 기본으로 플랜지 폭을 100, 150, 200mm로 변화를 주어 제작하였다. 내부에 충전된 콘크리트의 설계강도는 $500\text{kg}/\text{cm}^2$ 으로 계획하여 강관과 콘크리트 각각의 내력분담비를 37%와 63%가 되게 하였다. 실험의 주요 변수로는 강관의 지름-두께비($D/t_c=46, 29, 22$)와 강관의 지름-보 플랜지 폭비($B_f/D=0.37, 0.56, 75$), 그리고 강관 내부의 보강 리브의 개수(0, 1, 2)등 표 2.3에 나타난 바와 같이 총 16개의 시험체를 제작하였다.

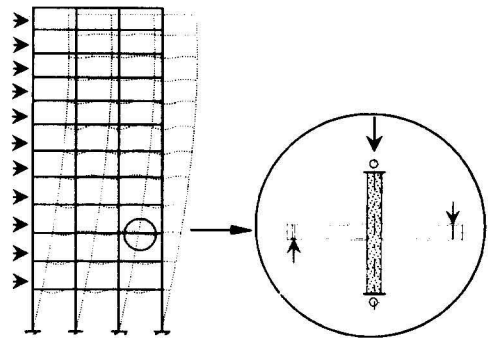


그림 2.1 접합부시험체 모델 개념도

(2) 가력 및 측정 방법

그림 2.2와 그림 2.3은 시험체 개형 및 가력프레

표 2.3 시험체 일람

번호	시험체명	기둥	D/tc	Br/D	축력 (ton)
1	CN5-A	Φ267.4×5.8	46	0.37	0.2N _g
2	CO5-A	Φ267.4×5.8	46	0.37	0.2N _g
3	CT5-A	Φ267.4×5.8	46	0.37	0.2N _g
4	CN9-A	Φ267.4×9.2	29	0.37	0.2N _g
5	CO9-A	Φ267.4×9.2	29	0.37	0.2N _g
6	CT9-A	Φ267.4×9.2	29	0.37	0.2N _g
7	CT9-B	Φ267.4×9.2	29	0.56	0.2N _g
8	CN9-C	Φ267.4×9.2	29	0.75	0.2N _g
9	CO9-C	Φ267.4×9.2	29	0.75	0.2N _g
10	CT9-C	Φ267.4×9.2	29	0.75	0.2N _g
11	CN12-B	Φ267.4×12.5	21	0.56	0.2N _g
12	CO12-B	Φ267.4×12.5	21	0.56	0.2N _g
13	CT12-B	Φ267.4×12.5	21	0.56	0.2N _g
14	CN12-C	Φ267.4×12.5	21	0.75	0.2N _g
15	CO12-C	Φ267.4×12.5	21	0.75	0.2N _g
16	CT12-C	Φ267.4×12.5	21	0.75	0.2N _g

C N 5 - A 보플랜지폭
 (A : 100mm, B : 150mm, C : 200mm)
 강관두께
 (5 : 5.8mm, 9 : 9.2mm, 12 : 12.5mm)
 보강 리브 수
 (N : None, O : One, T : Two)

D : 강관지름(mm) tc : 기둥두께(mm)
 Br : 보플랜지폭(mm) N_g = A_s · σ_y + A_c · F_c

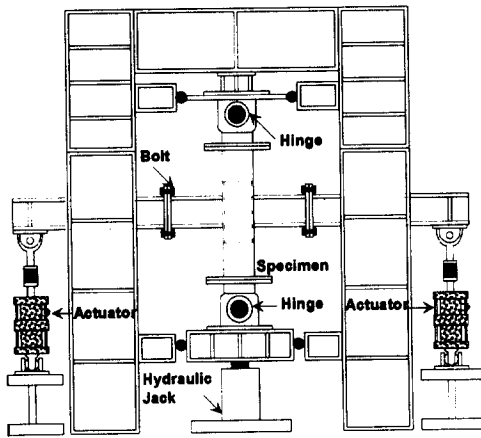


그림 2.2 시험체 Setting 상황

임에 십자형 시험체를 설치한 상황이다. 기둥의 상·하단에 힌지구좌를 설치하여 시험체의 구속

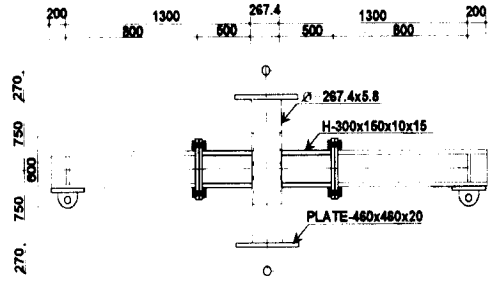


그림 2.3 시험체 개형

조건을 편 지지로 하였고 강관의 상·하단에 30mm 엔드플레이트로 부착하여 시험체와 연결하였다. 강관의 중앙 보강된 두께증폭부분에 H형강을 용접하여 부착하였다. 기둥하단에서 300ton 용량의 오일잭(Oil Jack)으로 기둥 단면내력(N_g)의 20%에 해당하는 축력을 실험 시작에서 종료시 까지 일정하게 가하였고, H형강보 양단에 50ton 용량의 Actuator를 설치하여 역대칭 반복가력하였으며, 연결된 가력지점의 H형강은 스티프너를 사용하여 보강하였다. 시험체 주요부위의 수평변위

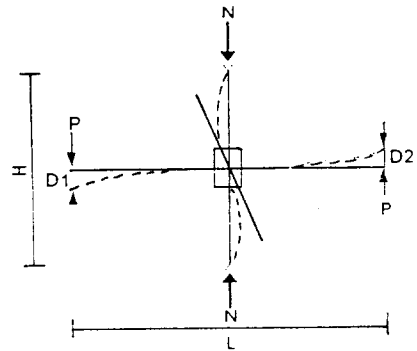
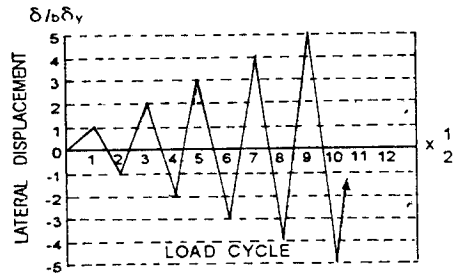


그림 2.4 Loading Program

및 수직변위를 측정하기 위한 변위계(LVDT)와, 변형도를 측정하기 위한 스트레인 게이지(W. S. G)를 부착 하였다.

반복가력시 하중제어 변수로는 보 양단부의 탄성항복변위를 기준으로 변위가 $\pm\delta_y, \pm 2\delta_y, \pm 3\delta_y, \pm 4\delta_y, \pm 5\delta_y, \dots$ 이 되도록 반복 가력한다. 그림 2.4에 하중 제어 계획과 시험체의 가력 상황을 표시 하였다.

(3) 십자형접합부 실험결과

각 시험체의 하중-변위 관계를 정리하기 위해 초기강성 구배를 갖는 직선과 초기강성 구배의 1/3인 직선을 평행이동 시켜 두직선의 교점을 항복내력 P_y 로 정하고 이때의 처짐을 항복변위 δ_y 로

한다. 그림 2.5에 항복하중과 항복변위 및 에너지 흡수능력의 개념을 표시하였다. 표 2.4는 각 시험체의 항복하중(P_y), 항복변위(δ_y) 및 최대하중(P_{max}), 최대하중시 변위(δ_{max}), 파괴형상, 초기강(K_i), 에너지 흡수능력을 나타낸 실험결과이며, 그

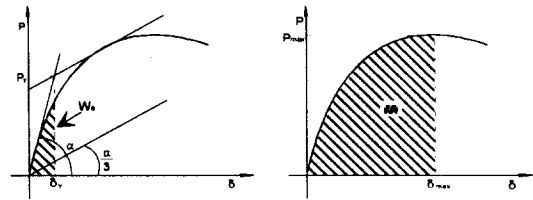


그림 2.5 항복하중 및 에너지 흡수능력의 정의

표 2.4 실험결과

번호	시험체명	P_y (ton)	δ_y (cm)	P_{max} (ton)	δ_{max} (cm)	F.M	K_i	W_e (ton · mm)	W (ton · mm)	H
1	CN5-A	6.8	1.14	9.19	27.01	CLT	5.96	48.768	158.670	2.254
2	CO5-A	7.7	1.12	11.34	47.27	CLT	6.88	71.251	399.162	4.602
3	CT5-A	9.5	1.36	12.02	34.00	CLT	6.99	70.223	310.637	3.424
4	⊙CN5-B	7.8	1.02	11.51	38.12	CT	7.65	68.607	313.128	3.564
5	⊙CO5-B	8.9	0.94	12.97	37.75	CT	9.47	70.675	360.106	4.095
6	CN9-A	10.6	1.50	14.39	45.53	CLT	7.07	97.720	455.894	3.665
7	CO9-A	12.4	1.68	16.90	54.88	CLT	7.38	123.916	682.579	4.508
8	CT9-A	12.7	1.69	16.28	46.40	CLT	7.51	111.108	530.271	3.773
9	⊙CN9-B	13.4	1.45	18.53	48.15	CT	9.24	133.743	623.294	3.660
10	⊙CO9-B	15.5	1.61	20.89	57.32	CT	9.63	163.665	873.959	4.340
11	CT9-B	14.5	1.80	18.33	47.00	CLT	8.03	123.026	602.966	3.901
12	CN9-C	15.6	1.70	20.04	50.78	CLT	9.18	138.164	735.467	4.323
13	CO9-C	15.7	1.61	20.87	59.78	CB	9.75	150.874	937.561	5.214
14	CT9-C	16.6	1.61	21.61	58.55	CB	10.31	152.852	961.912	5.293
15	CN12-B	15.2	1.77	20.33	67.02	CB	8.59	157.633	851.908	4.404
16	CO12-B	16.2	1.84	20.77	64.46	CB	8.80	150.564	847.165	4.627
17	CT12-B	15.7	1.65	20.62	64.94	CB	9.52	148.947	845.305	4.675
18	CN12-C	17.4	1.76	22.35	59.25	CB+CT	9.89	162.470	990.199	5.095
19	CO12-C	17.6	1.46	23.91	59.68	CB+CT	12.05	173.515	1075.347	5.197
20	CT12-C	17.6	1.54	23.47	59.06	CB+CT	11.43	176.257	1026.667	4.825
21	⊙CN15-B	16.1	1.66	22.24	68.69	CB	9.70	184.442	1146.958	5.219
22	⊙CO15-B	17.4	1.58	22.51	65.75	CB	11.01	158.754	1155.247	6.277

δ_y : 항복변위, P_y : 항복하중, δ_{max} : 최대변위, P_{max} : 최대하중, F.M : 파괴형상, ⊙ : 1차실험 데이터
 K_i : 초기강성, W_e : 탄성부분의 에너지 흡수량, W : 최대하중시의 에너지 흡수량 $H = (W - W_e) / W_e$
 F.M : Failure Mode
 CLT : Column Local Tearing CLB : Column Local Buckling
 CB : Column Buckling CT : Column Tearing

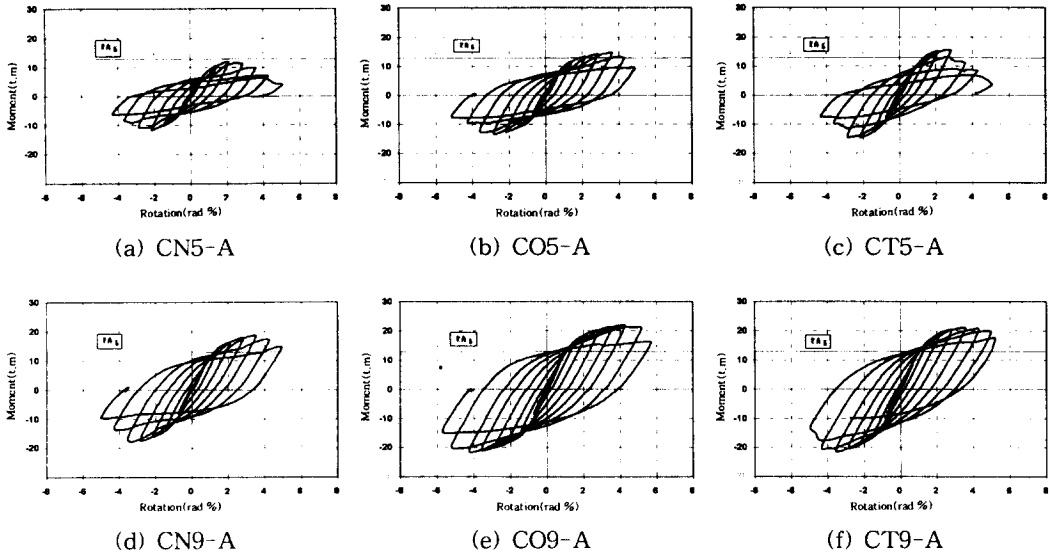


그림 2.6 모멘트-회전각 곡선(Moment-Rotation)

림 2.6에 플랜지 폭 100mm, 강관두께 5.8, 9.2mm의 모멘트-회전각 곡선을 나타 내었다.

3. 실험결과 비교분석

3.1 종리브 보강효과

(1) 초기강성 및 내력

그림 3.1은 반복실험에 의한 하중-변위 곡선을 단조화한 그래프이며, 표 3.1~표 3.3에 플랜지 Type별로 초기강성과 항복하중, 최대하중을 비교하여 나타내었다. 강관의 지름-두께비와 보의 플랜지 폭을 일정하게 한후 보강 리브의 영향만을 고려하였다. 리브가 없는 단순 두께중복형을 기준으로 한 개의 리브와 두 개의 리브형 시험체를 비교하였을 때 리브 1개의 경우 초기강성은 1.02~1.24배, 항복하중은 1.01~1.17배, 최대하중은 1.02~1.23배로 나타났으며, 2개의 리브형 시험체의 초기강성은 0.87~1.17배, 항복하중은 1.01~1.40배, 최대하중은 0.99~1.31배로 나타났다. 전반적으로 강관의 지름-두께비가 크고 플랜지 폭이 작을수록

리브의 보강효과가 크게 나타났으며, 강관의 지름-두께비가 작아지고 플랜지 폭이 커질수록 리브의 보강효과가 나타나지 않고 있다. 이는 강관이 두꺼워지고 플랜지 폭이 넓어져 강관과의 접촉면적이 넓어질수록 힘의 분산효과가 커진 것으로 보인다. 또한 리브 1개의 시험체와 2개의 시험체를 비교하였을 때 강성과 내력이 거의 차이가 나지 않거나 리브 1개의 시험체가 항복하중이나 최대하중에서 더 우수하게 나타나고 있는데 이는 리브 2개의 시험체의 보강 리브와 H형강과의 접촉부분에 과도한 응력집중이 발생한 것으로 생각된다.

표 3.1 플랜지 Type A의 종리브 보강효과

	Ki	Py	Pmax
CO5-A	1.15	1.13	1.23
CN5-A			
CT5-A	1.17	1.40	1.31
CN5-A			
CO9-A	1.04	1.17	1.17
CN9-A			
CT9-A	1.06	1.20	1.13
CN9-A			

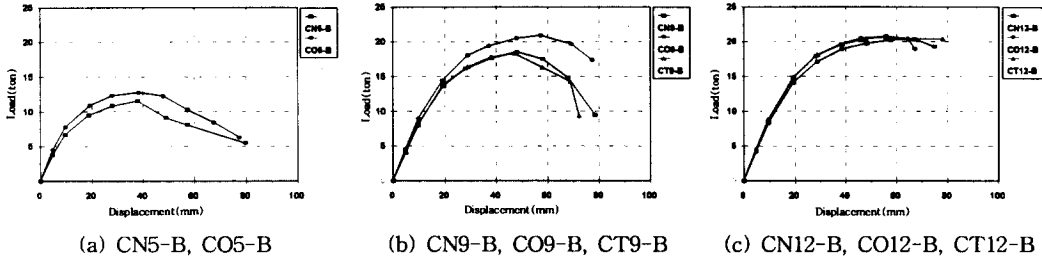


그림 3.1 하중-변위 곡선(Load-Displacement)

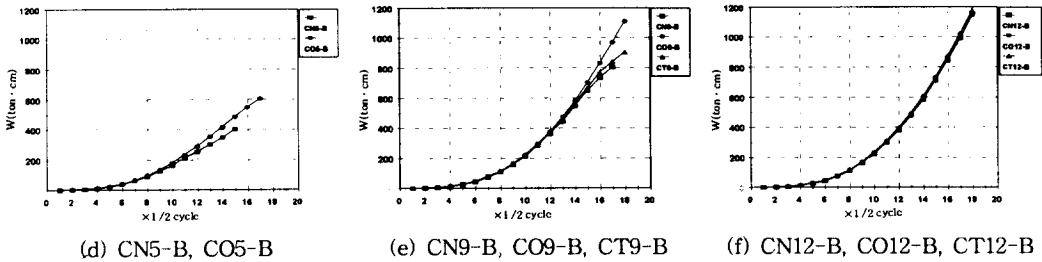


그림 3.2 누적 에너지 흡수능력(Energy Absorption Capacity)

표 3.2 플랜지 Type B의 종리브 보강효과

	K_i	P_y	P_{max}
CO5-B	1.24	1.14	1.13
CN5-B			
CO9-B	1.04	1.16	1.13
CN9-B			
CT9-B	0.87	1.08	0.99
CN9-B			
CO12-B	1.02	1.07	1.02
CN12-B			
CT12-B	1.11	1.03	1.01
CN12-B			

표 3.3 플랜지 Type C의 종리브 보강효과

	K_i	P_y	P_{max}
CO9-C	1.06	1.01	1.04
CN9-C			
CT9-C	1.12	1.06	1.08
CN9-C			
CO12-C	1.22	1.01	1.07
CN12-C			
CT12-C	1.16	1.01	1.05
CN12-C			

(2) 에너지 흡수능력

합성강관 기둥·보 접합부의 에너지 흡수능력의 특성은 부재가 경험하는 변위 이력에 의해 좌우된다. 가해진 하중이 모두 변형에너지로 작용한다고 가정하여 전 시험체의 에너지 흡수능력을 각 사이클마다의 하중의 최대점과 이때의 변위를 측정하여 이 하중-변위 곡선에 둘러 싸인 면적(W)으로 전체 에너지 흡수능력을 평가하였고, 단조가력 시험체 및 반복가력 시험체를 단조화하여 각 시험체의 최대하중시의 에너지 흡수능력(W)을 탄성부분의 에너지 흡수능력(W_e)으로 나누었다. 그림 3.2는 사이클별 누적 에너지 흡수량을 나타낸 것이다. 강관의 지름-두께비가 작아질수록 누적에너지 흡수능력은 더 크게 나타났고, 지름-두께비가 작은 시험체보다 큰 시험체에서 리브의 보강 효과가 더 뚜렷하게 나타나고 있다. 리브보강 효과는 1개의 리브형과 2개의 리브형을 비교하였을 때 1개의 리브형은 보강하지 않은 단순두께중

복형 시험체에 비해 1.02~2.04배, 2개의 리브형은 0.95~1.52배로 나타나 전반적으로 리브보강형은 0.95~1.52배로 나타나 전반적으로 리브보강형인 높게 나타났고, 2개의 리브보강형보다 1개의 리브 보강형의 에너지 흡수능력이 더 우수하게 나타났다. 지름-두께비가 작아질수록 리브 보강효과는 크게 나타나고 있다.

3.2 플랜지 폭의 영향

(1) 초기강성 및 내력

그림 3.3에 하중-변위 곡선을 단조화하여 나타 내었으며, 표 3.4~표 3.6에 동일 지름-두께비별로 초기강성과 항복하중, 최대하중을 비교하여 나타

표 3.4 플랜지폭의 변화효과 ($D/t_c=46$)

	K_i	P_y	P_{max}
CN5-B	1.28	1.15	1.25
CN5-A			
CO5-B	1.38	1.16	1.14
CO5-A			

표 3.5 플랜지폭의 변화효과 ($D/t_c=21$)

	K_i	P_y	P_{max}
CN9-B	1.31	1.26	1.29
CN9-A			
CN9-C	1.30	1.47	1.39
CN9-A			
CO9-B	1.30	1.25	1.24
CO9-A			
CO9-C	1.32	1.27	1.23
CO9-A			
CT9-B	1.07	1.14	1.13
CT9-A			
CT9-C	1.37	1.31	1.33
CT9-A			

표 3.6 플랜지폭의 변화효과 ($D/t_c=18$)

	K_i	P_y	P_{max}
CN12-C	1.15	1.14	1.10
CN12-B			
CO12-C	1.37	1.07	1.15
CO12-B			
CT12-C	1.20	1.12	1.14
CT12-B			

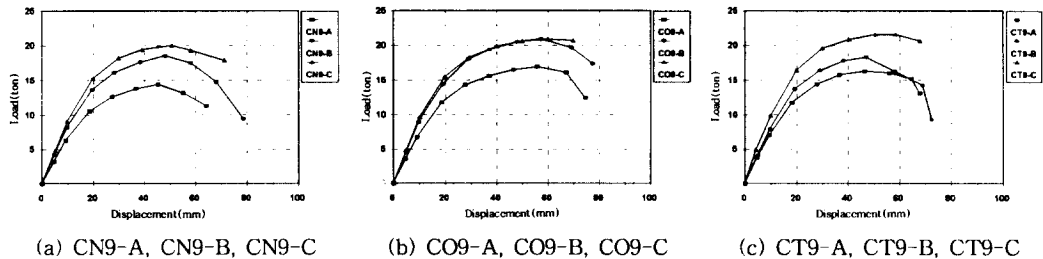


그림 3.3 하중-변위 곡선(Load-Displacement)

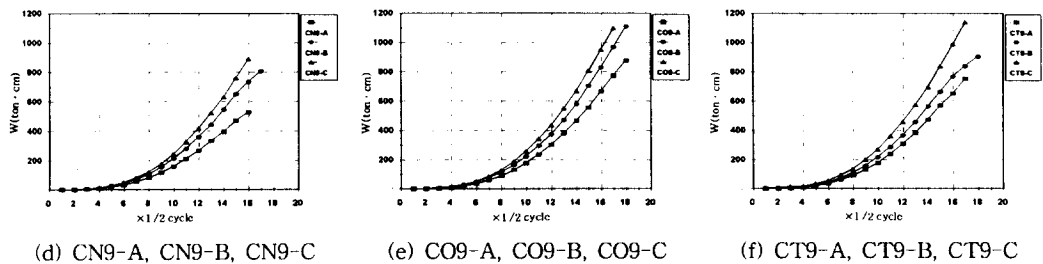


그림 3.4 누적 에너지 흡수능력(Energy Absorption Capacity)

내었다. 강관의 지름-두께비와 보강 리브의 수를 일정하게 한후 플랜지 폭의 영향만을 고려하였다. 플랜지 폭 100mm(A Type)를 기준으로 150mm(B type)와 200mm(C Type)의 시험체를 비교하였을 때 B Type의 초기강성은 1.07~1.38배, 항복하중은 1.14~1.26배, 최대하중은 1.13~1.29배로 나타났으며, C Type 시험체의 초기강성은 1.30~1.37배, 항복하중은 1.27~1.47배, 최대하중은 1.23~1.39배로 나타났다. 플랜지 폭의 길이가 증가할수록 초기강성, 항복하중, 최대하중이 모두 증가하였다.

(2) 에너지 흡수능력

A Type 시험체를 기준으로 무차원화한 에너지 흡수능력을 비교하였을 때 B Type 시험체의 무차원화한 에너지 흡수능력은 0.89~1.58배, C Type 시험체의 무차원화한 에너지 흡수능력은 1.16~1.40배로 전체적으로 A Type에 비해 우수하게 나타났다. 그림 3.4에 누적 에너지 흡수량을 나타내었다. 플랜지 폭이 넓어지는 B Type이나, C Type 시험체가 반복가력 회수가 증가할수록 누적되는 에너지량이 점점 더 증가하고 있으며, 동일 조건으로 보았을 때 전반적으로 리브 1개형 시험체의 에너지 누적량이 더 크게 나타나고 있다.

3.3 지름-두께비의 효과

(1) 초기강성 및 내력

그림 3.5는 반복실험에 의한 하중-변위 곡선을 단조화하여 나타내었으며, 표 3.7~표 3.9에 동일한 플랜지 폭을 갖는 시험체별로 초기강성과 항복하중, 최대하중을 비교하여 나타내었다. H형강의 플랜지 폭과 보강 리브의 수를 일정하게 한후 강관의 지름-두께비(D/t_c)를 변화 시켜 그 영향을 고려하였다. 가장 큰 지름-두께비인 강관 두께 5.8mm($D/t_c=46$)를 기준으로 다른 지름-두께비의 시험체와 비교하였을 때 $D/t_c=29$ 시험체는 초기강성은 1.02~2.1배, 항복하중은 1.34~1.74배, 최대하중은 1.35~1.61배로 나타났으며, $D/t_c=22$ 시험체는 초기강성 0.93~1.12배, 항복하중은 1.82~

1.95배, 최대하중은 1.60~1.77배이며, $D/t_c=18$ 인 시험체는 초기강성 1.16~1.28배, 항복하중 1.96~2.06배, 최대하중 1.74~1.93배로 지름-두께비가 작아질수록 초기강성, 항복하중, 최대하중은 현저히 커짐을 알 수 있다.

(2) 에너지 흡수능력

무차원화한 에너지 흡수능력을 $D/t_c=46$ 을 기준으로 다른 지름-두께비의 시험체를 비교하였을 때 $D/t_c=29$ 시험체는 0.98~1.62배, $D/t_c=21$ 시

표 3.7 지름-두께비의 변화효과 (A Type)

	K_i	P_y	P_{max}
CN9-A	1.19	1.56	1.57
CN5-A			
CO9-A	1.07	1.61	1.49
CO5-A			
CT9-A	1.07	1.34	1.35
CT5-A			

표 3.8 지름-두께비의 변화효과 (B Type)

	K_i	P_y	P_{max}
CN9-B	1.21	1.72	1.61
CN5-B			
CN12-B	1.12	1.95	1.77
CN5-B			
CN15-B	1.28	2.06	1.93
CN5-B			
CO9-B	1.02	1.74	1.61
CO5-B			
CO12-B	0.93	1.82	1.74
CO5-B			
CT12-B	1.16	1.96	1.74
CO5-B			
CT12-B	1.19	1.08	1.12
CT9-B			

표 3.9 지름-두께비의 변화효과 (C Type)

	K_i	P_y	P_{max}
CN12-C	1.08	1.16	1.16
CN9-C			
CO12-C	1.24	1.12	1.15
CO9-C			
CT12-C	1.11	1.06	1.09
CT9-C			

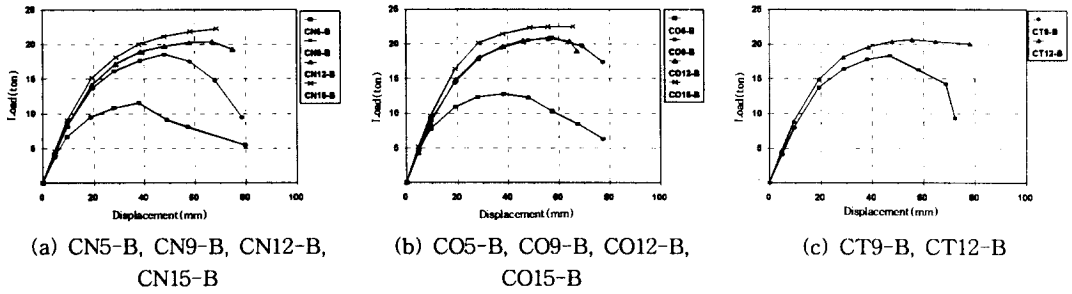


그림 3.5 하중-변위 곡선(Load-Displacement)

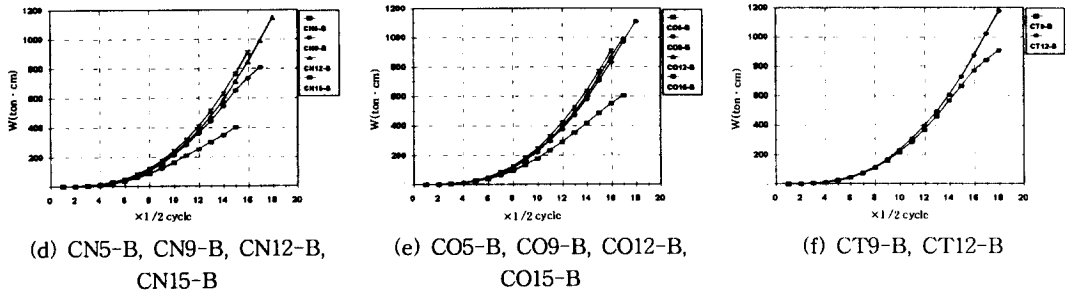


그림 3.6 누적 에너지 흡수능력(Energy Absorption Capacity)

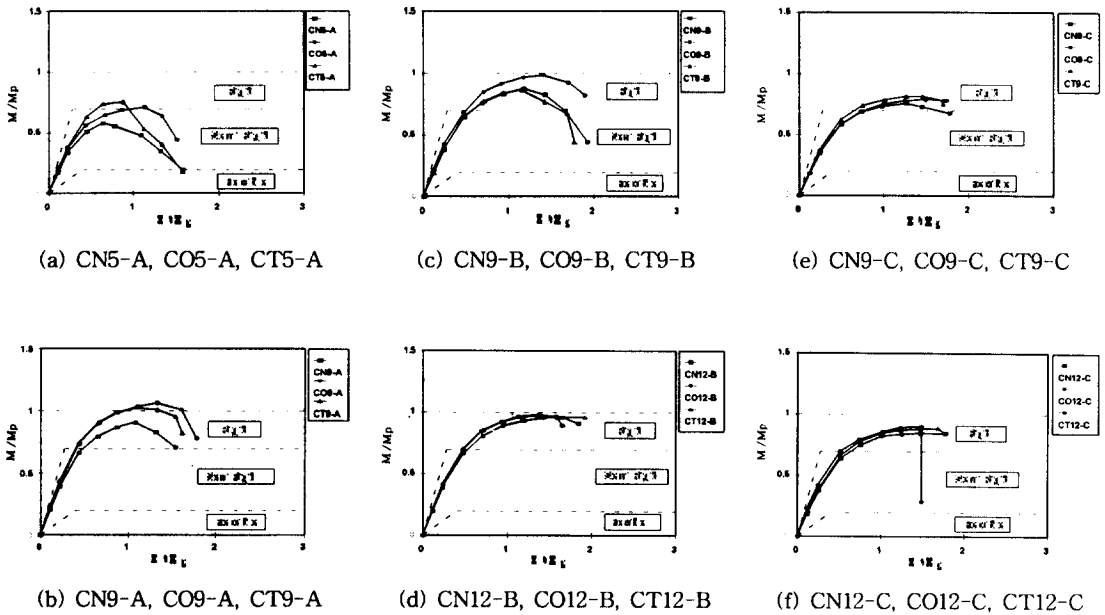


그림 3.7 무차원화된 모멘트-보변형각 곡선

험체는 1.13~1.24배, $D/t_c=18$ 인 시험체는 1.46~1.53배로 지름-두께비가 작아질수록 모두 크게 나타났다. 그림 3.6는 각 지름-두께비별 누적에너지 흡수능력을 나타낸 곡선이다. 지름-두께비가 작아질수록 누적에너지 흡수량도 커짐을 알 수 있다.

3.4 접합부의 분류

실험 결과를 Bjorhovde⁵⁾의 접합부 분류방법에 의해 분류하였다. Bjorhovde는 보와 접합부의 강성을 고려하여 접합부를 강접합(Rigid), 반강접합(Semirigid), 편접합(Flexible)의 세 영역으로 분류하였다. 그림 3.7에 나타낸 바와 같이 플랜지 Type A에서 $D/t_c=46$ 시험체의 초기강성과 최대하중은 반강접합영역에 들어 있고, $D/t_c=29$ 시험체의 초기강성은 반강접합영역에 최대하중은 강접합영역을 상회하였고, 플랜지 Type B에서 $D/t_c=29$ 시험체의 초기강성은 반강접합영역에 들어 있고 최대하중은 강접합영역이며, $D/t_c=21$ 시험체의 초기강성은 반강접합영역에 최대하중은 강접합영역이며, 플랜지 Type C에서 $D/t_c=29$ 시험체의 초기강성은 반강접합영역에 들어 있고 최대하중은 강접합영역이며, $D/t_c=21$ 시험체의 초기강성 과 최대하중은 강접합영역에 속하였다.

4. 결론

이상과 같은 실험에 의해 다음 결론을 얻었다.

- 1) 종리브의 보강효과는 초기강성 및 내력면에서 상승효과가 있었지만 보강갯수에 의한 영향은 크게 나타나지 않았다.
- 2) 보 플랜지 폭이 증가할수록 초기강성, 내력, 에너지 흡수능력이 우수하게 나타났다.
- 3) 강관의 지름-두께비가 작은 시험체가 강성 및 내력면에서 우수하게 나타났다.
- 4) 본 연구수행 결과 초기강성은 모두 반강접의 범위에 있었으며, 내력은 $D/t_c=46$ 인 시험체를 제외하고 모두 강접(Rigid)의 영역에 포함된다.

참 고 문 헌

- [1] 성낙봉, 신경재, 오영석, 이명재, 문태섭, 1994. 4. 30 “각형 강관 접합부의 보 형상에 따른 강성 및 내력”, 대한건축학회학술발표논문집.
- [2] 日本建築學會, 鋼構造塑性設計指針, 1980
- [3] 日本建築學會, 鋼構造接合部の力學特性に關する 研究の現況, 1993. 10
- [4] AISC, 1991. 12 “Connections in Steel Structures II”
- [5] Bjorhovde, 1990 “Classification System for Beam-To-Column Connections”, Journal of Structural Engineering, Vol. 116, No. 11, Nov. ASCE, pp 3059~3076