

고성능 콘크리트를 충전한 각형강관 기둥의 구조적 거동 특성에 관한 연구

- 재하조건별 거동특성 -

A study on the Properties for Structural Behavior of
High-Performance Concrete Filled Square Steel Tube Columns
- The Behavior Properties by Loading Conditions -

박 정 민¹⁾ · 이 승 조²⁾ · 김 화 중³⁾
Park, Jung Min Lee, Sung Jo Kim, Wha Jung

요 약 : 콘크리트 충전 강관 기둥은 동일 단면의 비충전 강관 기둥에 비해 압축 내력이 우수하며 충전 콘크리트에 의한 강성의 향상, 국부좌굴 보강 효과에 의한 인성의 향상 등과 같은 구조적으로 우수한 점이 많다. 그러나, 강관과 충전 콘크리트의 상호작용 효과, 응력 분담율, 콘크리트의 파괴 양상 등에 대해서는 불분명한 점들이 많다.

본 연구는 일련의 실험을 통하여 고강도 콘크리트 충전 강관 기둥에 대해 재하 조건에 따른 구조적인 거동 특성에 대해 고찰하였다. 특히, 본 연구에서는 재하조건에 따른 강관과 콘크리트의 응력 분담율, 충전 콘크리트의 파괴 양상등에 대해 조사 하였다.

ABSTRACT : The concrete filled steel tubular column have to superior in compressive load carrying capacity, compared with same section typed hollow steel tube column, and have many excellent structural properties, such as stiffness improvement by filled concrete, improvement of ductility by reinforced effect of local buckling, and the like.

However, it has not clear the effect of interaction between steel tube and filled concrete, stress portion ratio and fracture mechanism of concrete.

This study investigated to structural properties for high strength concrete filled steel tube column by loading conditions through a series of experiments.

1) 정회원, 경북전문대 건축학과 전임강사, 공학박사
2) 정회원, 경북대 건축공학과 박사과정
3) 정회원, 경북대 건축공학과 부교수, 공학박사

본 논문에 대한 토의를 1998년 12월 30일까지 학회로 보내주시면 토의 회답을 게재하겠습니다.

Especially, this study investigated the properties of structural behaviors for concrete filled steel tube column stress ratio by loading conditions and failure mechanism of filled concrete.

핵심용어 : 콘크리트 충전강관 기둥, 응력분담율, 재하조건, 파괴양상,

KEYWORDS : Concrete filled steel tube column, Stress ratio, Loading conditions, Failure mechanism

1. 서론

최근 급속한 경제발전과 산업화가 고도로 진전됨에 따라 건축물은 고층화, 심층화, 다기능화, 다양화의 추세로 향하고 있으며, 이로 인해 고기능, 고강도의 재료 개발과 함께 새로운 구조 형식의 개발에 많은 관심이 모아지고 있으며 연구가 지속적으로 행해지고 있다.

이와 같은 현실에서 각광을 받고 있는 것이 콘크리트를 충전한 강관 부재를 이용한 혼합구조의 형태이다. 지금까지 콘크리트 충전강관 기둥의 최대내력 및 변형능력을 조사하는 연구가 진행되어 충전된 콘크리트의 구속효과에 의한 강관의 폭두께비의 제한 완화와 기둥축력을 고려한 변형능력 추정식이 많이 보고되었으나, 일반 기준으로 확립된 것은 아니다.

또한 강관내에 채워진 내부 콘크리트의 내력특성 및 파괴 양상에 대한 특성은 명확하게 보고되고 있지 못한 상태이며, 많은 연구들이 행해지고 있지만 미흡한 면이 있다.

이와 같은 관점에서 본 연구는 기존의 연구 성과(5),(6)들을 바탕으로 압축강도 600kg/cm²의 고강도 콘크리트를 충전한 강관기둥에 대해 강관의 폭두께비와 편심비를 1차적인 변수로서 충전강관 기둥의 재하 조건에 따른 내력 및 변형 특성, 파괴 매카니즘을 고찰하여 고강도, 고성능 콘크리트의 재료 개발과 함께 고강도 콘크리트 충전강관 부재를 고층 구조물에 있어서의 기둥 부재로서의 활용성을 위한 기초적인 자료로 활용하는데 그 의의가 있다.

2. 실험 개요 및 계획

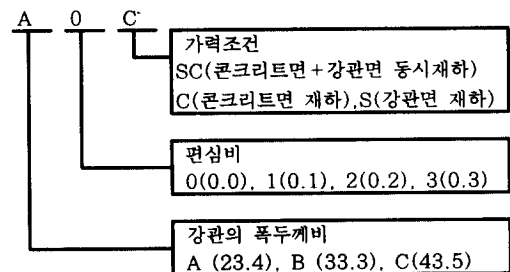
2.1 시험체 계획

본 연구에서 계획한 시험체는 압축강도 600 kg/cm²의 고강도 콘크리트를 충전한 강관기둥으로 강관의 폭두께비(B/t=23.4, 33.3, 43.5) 3 종류, 편심비(e=0.0, 0.1, 0.2, 0.3) 4종류, 재하조건(콘크리트+강관면 동시재하, 강관면 재하, 콘크리트면 재하) 3종류로 하여 총 36개의 시험체를 제작하였다. 시험체의 일람을 표 1에 나타내며, 실험 Set Up을 그림 1에 나타내었다.

표 1. 시험체 일람

단면크기			콘크리트 압축강도 (kg/cm ²)	편심비 (e)	재하조건	시험체 길이
B (mm)	t (mm)	B/t				
75	3.2	23.4	600	0.0, 0.1 0.2, 0.3	S+C면 재하 C면 재하 S면 재하	H/B= 4
100	3.2	33.3				
100	2.3	43.5				

▶ 시험체 명



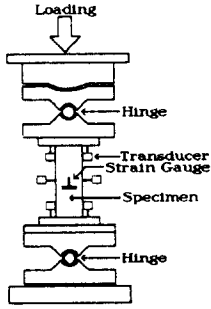


그림 1. 실험 Set Up

2.2 가력방법

콘크리트 충전강관 기둥 시험체에 대한 가력 방법은 그림 2에 나타내었다.

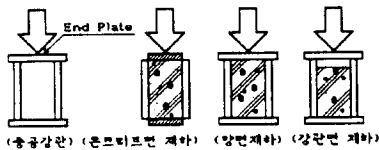


그림 2. 가력 방법

3. 소재의 재료적 성질에 관한 실험

3.1 강재의 Stub Column Test

콘크리트 충전강관 기둥 시험체에 사용된 각종 강관에 대해 Stub Column Test를 행하였으며, 실험 결과를 표 2에 나타낸다.

표 2. Stub Column Test 결과

Size(mm)		σ_y (t/cm ²)	σ_{max} (t/cm ²)	σ_y/σ_{max}
D	t			
75	3.2	3.54	3.81	1.08
100	3.2	3.53	3.75	1.06
100	2.3	3.51	3.19	0.91

3.2 콘크리트의 압축강도 시험

콘크리트 충전 강관 기둥에 사용된 콘크리트의 압축강도를 구하기 위해 KS F 2404의 규정에 따라 10 ϕ ×20h(cm)의 공시체에 대해 압축강도 실험을 행하였다. 콘크리트의 배합표와 실험결과를 표 3에 나타내었다.

표 3. 콘크리트의 배합비 및 실험결과

설계강도 (kg/cm ²)	MG (mm)	SP (cm)	단위중량 (kg/m ³)					ST (kg/cm ²)	MS (%)	
			C	Ag	S	G	W			A
600	13	13	480	53	744	93	160	8.0	554	0.31

MG : 굵은골재 최대치수 SP : 슬럼프 C : 시멘트
Ag : 혼화재 S : 모래 G : 자갈 W : 물 A : 혼화제
ST : 압축강도 MS : 최대내력시 변형률

4. 실험 및 실험결과

본 연구는 고강도 콘크리트를 충전한 강관기둥의 재하조건에 따른 내력특성 및 파괴 매카니즘을 고찰하기 위한 것으로서 각 시험체에 대한 실험결과를 표 4에 나타내었고, 하중-축변위 관계를 그림 3에 나타내었다. 또한 각각의 시험체의 파괴 양상을 사진 1에, 시험체 내부 콘크리트의 파괴 양상을 그림 4에 나타내었다.

5. 실험결과의 분석 및 고찰

5.1 하중-축변위관계

그림 3은 재하조건별에 따른 최대하중 축변위 관계 곡선을 나타낸 것이다.

하중의 증가에 따른 하중 변위 관계 양상을 살펴 보면, 먼저 콘크리트면과 강관면 동시재하의 시험체는 편심율이 적을수록 초기 탄성구배가 높게 나타났다. 최대내력 이후의 거동 양상은 강관의 폭두께비와 편심율이 적을수록 내력저하가 완만하게 일어났으며, 최대내력 이후의 2차적인 응력 상승 구배도 완만하게 상승하여 안정한 거동

양상을 나타내었다.

콘크리트면 재하의 시험체는 초기 탄성구배는 강관의 폭두께비가 클수록 편심율이 적을수록 높게 나타났으며 최대내력 이후의 거동 양상은 A 시리즈 시험체는 콘크리트의 파괴와 함께 내력이 완만하게 저하하다가 강관이 축력을 분담함으로써 2, 3차적인 용력 상승을 보여 주었으나, B, C 시리즈 시험체는 최대내력 도달이전에 강관이 압괴됨으로써 콘크리트만이 내력을 분담하여 대체적으로 2차적인 용력 상승은 나타나지 않았다. 한편, 강관면 재하의 경우 초기 탄성 구배는 편심율이 적을수록 다소 높게 나타나지만 강관만이 축력을 분담함으로써 거의 일정하게 나타나지만 단부에서의 강관의 압괴와 함께 내력이 저하되면서 강관면과 콘크리트면이 동시에 축력을 분담하는 시점에서 가파른 용력 상승 구배를 보여 주었는데 이러한 2차적인 용력 상승 구배는 강관의 폭두께비가

클수록 높게 나타났으며 최대내력 이후의 내력저하 구배도 강관의 폭두께비가 클수록 급격하게 저하되는 양상을 보였다.

5.2 파괴양상

5.2.1 시험체 파괴양상

(1) 콘크리트면+ 강관면 동시재하의 경우

먼저 A 시리즈 시험체의 파괴 양상을 살펴보면, 편심율이 적은 시험체의 경우 상하 단부에서 내부 콘크리트의 팽창으로 인해 강관의 좌우 대칭적으로 부풀어 오르며 콘크리트의 종방향으로의 단면 수축에 의한 압괴가 발생하여 종국적으로 시험체가 파괴되는 양상을 보였으며, 편심율이 커질수록 파괴 양상은 유사하나 콘크리트의 횡방향으로의 체적팽창 부위가 시험체 중앙부로 약간씩 이동하는 경향을 보이며 강관의 부풀어지는 양상도

표 4. 실험 결과

Size		α	e	Pmax(ton)			Pmax/Pc			Pmax/Ph			Pmax/Pc+Psy		
B	t			S+C	C	S	S+C	C	S	S+C	C	S	S+C	C	S
75	3.2	0.994	0.0	75.12	71.71	62.85	2.88	2.75	2.41	2.30	2.20	1.92	1.30	1.24	1.09
			0.1	72.87	69.03	61.45	2.80	2.65	2.36	2.28	2.16	1.92	1.26	1.20	1.07
			0.2	70.97	67.69	60.64	2.72	2.60	2.33	2.25	2.15	1.92	1.23	1.17	1.05
			0.3	69.92	65.19	60.29	2.68	2.50	2.31	2.27	2.08	1.92	1.21	1.13	1.05
100	3.2	1.302	0.0	104.36	99.49	95.95	2.15	2.05	1.98	2.27	2.16	2.08	1.14	1.09	1.05
			0.1	101.96	96.70	93.42	2.10	1.99	1.93	2.27	2.15	2.08	1.12	1.06	1.02
			0.2	99.784	93.76	91.84	2.06	1.93	1.89	2.26	2.13	2.08	1.09	1.03	1.01
			0.3	98.250	90.30	90.88	2.02	1.86	1.87	2.26	2.08	2.09	1.08	0.99	1.00
100	2.3	1.842	0.0	87.18	83.49	81.10	1.73	1.66	1.61	3.24	3.10	3.01	1.07	1.03	1.00
			0.1	85.21	81.96	79.38	1.69	1.63	1.57	3.18	3.06	2.97	1.05	1.01	0.97
			0.2	83.16	80.18	77.30	1.65	1.59	1.53	3.17	3.06	2.95	1.02	0.98	0.95
			0.3	81.97	78.96	73.33	1.63	1.57	1.45	3.15	3.04	2.82	1.01	0.97	0.90

α : 무차원 폭두께비 e : 편심비 P_{max} : 최대내력 P_c : 콘크리트 강도 P_h : 비충진강관 내력

P_c+P_{sv} : 단순누가강도 S+C : 콘크리트+강관면 동시재하 C : 콘크리트면 재하 S : 강관면 재하

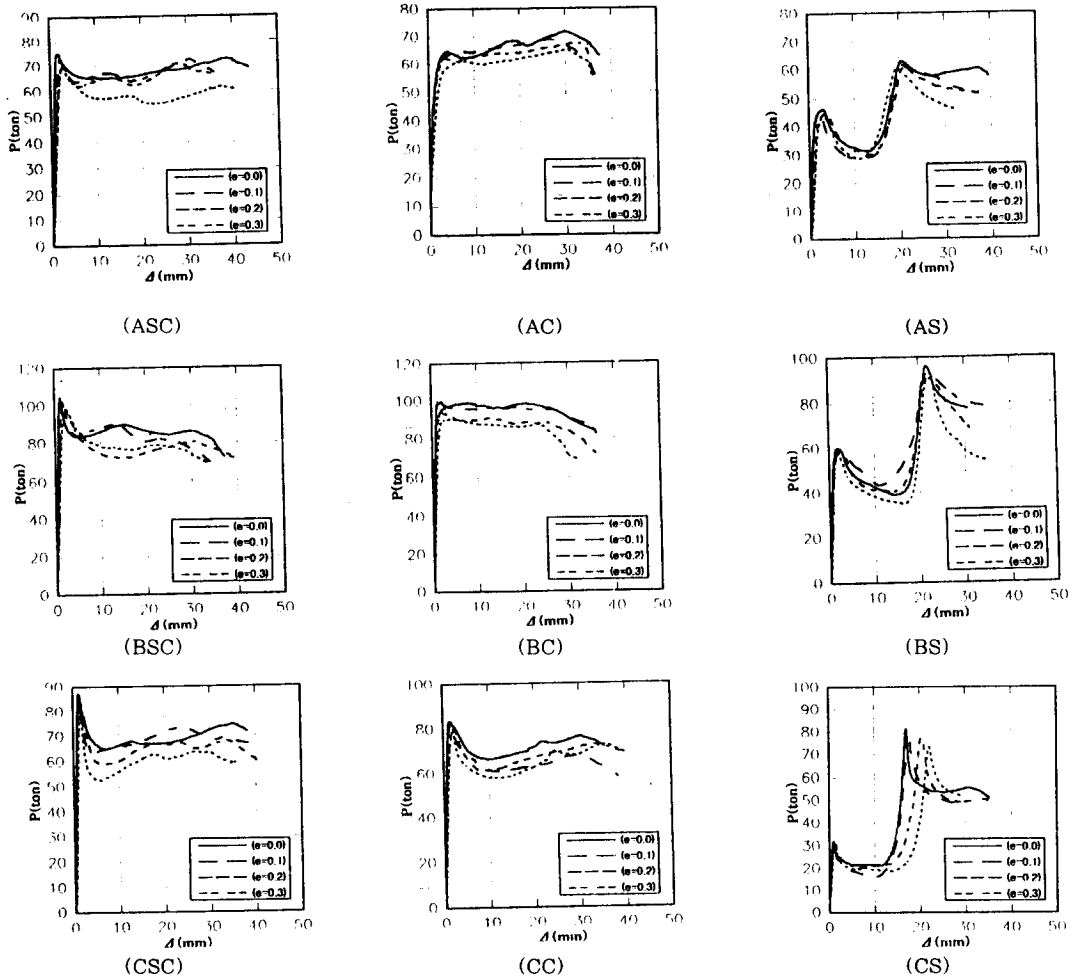


그림 3. 하중-축변위 관계

사방향으로의 좌우 비대칭적인 파괴 양상을 나타내었다.

B 시리즈 시험체의 경우 편심율에 관계 없이 초기파괴 위치 및 양상은 대체적으로 시험체 단부에서 대칭적으로 발생했으며, 편심율이 많아질수록 중앙부로 강관의 팽창 부위가 확산되지만 전체적인 양상은 대체적으로 대칭적인 파괴양상을 나타내었다. C 시리즈 시험체도 파괴 양상은 B 시리즈 시험체와 거의 유사한 파괴양상을 나타냈으나, 콘크리트의 횡 팽창에 의해 강관벽이 찢어짐

으로써 내부 콘크리트가 완전히 파괴되어 강관의 팽창양상이 약간의 비대칭적인 파괴양상을 나타내었다.

(2) 콘크리트면 재하의 경우

A 시리즈 시험체는 모든 시험체가 시험체 양단부에서 강관 판벽이 부풀어 오르면서 8자형의 파괴 양상을 나타냈으며, B 시리즈 시험체의 경우 시험체 단부에서 내부 콘크리트의 팽창에 의해 약간의 비대칭적인 강관의 압괴에 의한 파괴 양상을 나타냈다. 한편, C 시리즈 시험체의 경우 강관벽

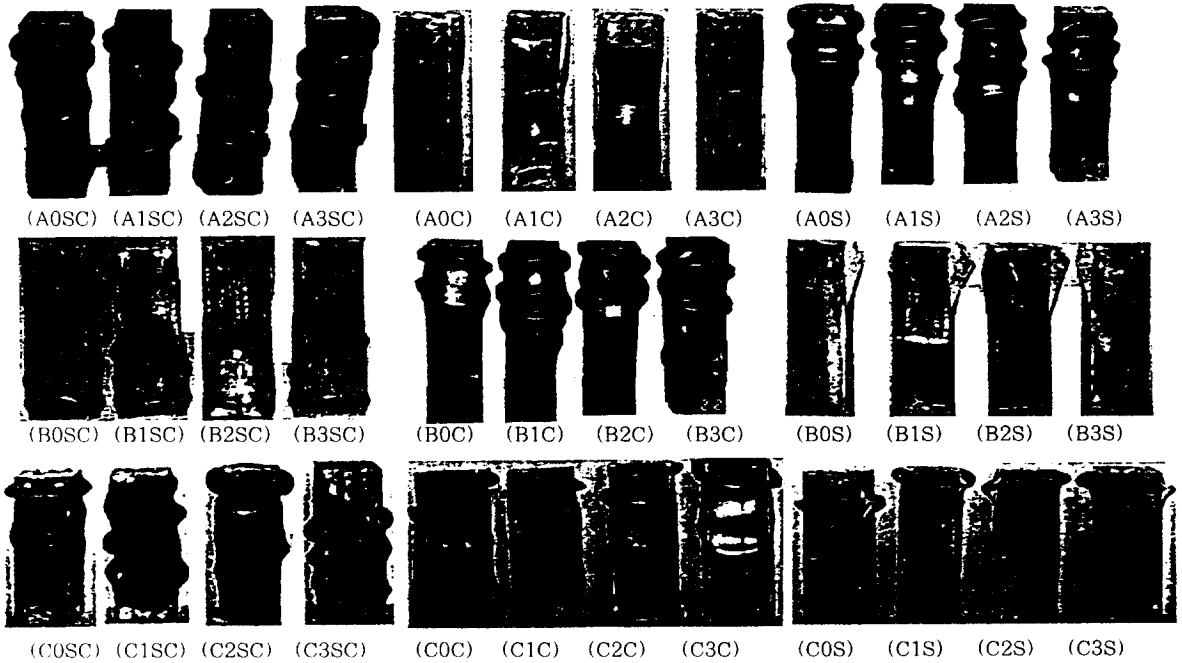


사진 1. 시험체 파괴양상

이 부풀어오르며 찢어짐으로써 내부 콘크리트가 강관으로부터 박리되어 완전 파괴되는 양상을 보였으며, 이러한 Bursting 발생 위치가 모두 시험체 단부쪽에서 발생하였다.

(3) 강관면 재하의 경우

A 시리즈 시험체는 대체적으로 하중 초기에는 상단부 강관의 국부좌굴에 의해 강관만이 파괴되며 이 후 최대내력 시점까지 콘크리트가 내력을 분담하면서 강관의 팽창부위가 중앙부 쪽으로 이동하는 양상을 나타냈으며, B 시리즈의 경우 A 시리즈와 파괴 양상은 유사하나 비대칭적인 파괴 양상을 나타내었다.

C 시리즈의 경우도 시험체 단부에서 강관의 국부적인 압괴가 발생하여 하중의 증가에 따라 압괴지점에서 강관이 찢어지면서 내부 콘크리트가 완전파괴 되어 내력이 저하하는 양상을 나타냈다.

5.2.2 내부 콘크리트의 파괴양상

(1) 콘크리트+강관면 재하의 경우

먼저 A 시리즈 시험체의 내부 콘크리트의 파괴 양상을 살펴보면, 편심율이 적은 A0SC, A1SC 시험체의 경우 전반적인 균열 양상은 콘크리트의 체적 팽창에 의해 강관이 부풀어 오르며 동공을 형성하여 내부 콘크리트는 완전 파괴 되었으나, 편심율이 큰 A2SC, A3SC 시험체는 시험체 단부에서 비교적 큰 수평 균열이 발생하였으며, 전반적으로 부분적인 미세균열만 발생했으며 콘크리트의 박리에 의한 내부 동공이 형성된 부위는 거의 없는 것으로 나타났다.

B 시리즈 시험체는 대체적으로 강관이 부풀어 올라 동공이 형성된 지점에서 콘크리트가 완전 파괴 되었으며, 이 부위를 중심으로 편심율이 적은 시험체는 시험체 중앙부로 미세 균열이 산재되어 발생 하였으며 편심율이 큰 시험체는 단부에서 중앙부 쪽으로 사방향의 비교적 큰 균열이 발생 하

였다.

C 시리즈 시험체는 내부 콘크리트의 균열 양상은 거의 B 시리즈 시험체와 유사한 양상을 나타내었다.

(2) 콘크리트면 재하의 경우

A 시리즈 시험체는 대체적으로 8자형으로 강관이 부풀어 오른 부위에서 동공을 형성하여 내부 콘크리트가 완전 파괴되어 부분적으로 박리된 부분이 관측되며 시험체 중앙부에서 비교적 큰 사균열이 발생하였다. B 시리즈 시험체의 경우 편심율에 관계 없이 모든 시험체가 강관 외측으로 부풀어 오른 부위에서 미세한 균열이 망상으로 얽혀 발생하였으며 중앙부에는 비교적 콘크리트의 상태가 양호 하였다.

한편 C 시리즈 시험체는 시험체 상단부의 강관이 찢어진 부위의 콘크리트는 완전 파괴되어 박리된 부분이 상당히 많이 발견되며 시험체 중앙부를 기점으로 하단부로 내려오면서 미세한 균열들이 많이 형성 되었다.

(3) 강관면 재하의 경우

A 시리즈 시험체는 대체적으로 강관이 압괴된 부위를 중심으로 동공을 형성한 지점의 콘크리트는 완전파괴 되었으며, 시험체 전반적으로 미세 균열이 분포되어 있으며 편심율이 비교적 큰 시험체의 경우 중앙부에 비교적 큰 사균열과 부분적으로 콘크리트가 박리된 부분이 혼재되어 있었으며, B 시리즈의 시험체는 대체적으로 시험체 전체에 걸쳐서 미세 균열이 상당히 많이 발생했으며 비교적 내부 콘크리트의 상태는 양호한 편이었으며 편심율이 적은 시험체는 중앙부에 약간의 사균열이 혼재되어 발생한 상태였다. C 시리즈 시험체의 경우 콘크리트의 균열 양상은 콘크리트면 재하의 경우와 마찬가지로 시험체 상단부의 강관이 찢어진 부위의 콘크리트는 완전 파괴되어 박리된 부분이 상당히 많이 발견되며 시험체 중앙부를 기준으로 하단부로 비교적 큰 사방향의 균열이 발생한 상태였다.

5.3 내력 특성에 관한 고찰

(1) 비충전 강관 및 콘크리트 실린더 내력에 대한 충전 강관의 내력 상승율

그림 4와 그림 5는 콘크리트 충전 강관 기둥에 대한 비충전 강관 기둥과 콘크리트 실린더 강도에 대한 내력비를 나타낸 것이다.

먼저 비충전 강관에 대한 충전 강관 기둥의 내력 상승율은 재하조건에 관계 없이 1.9~3.2배 정도의 내력 상승율을 보였으며, 이러한 내력 상승율은 강관에 대한 콘크리트의 면적이 상대적으로 증가할수록 높게 나타났으며, 강관면과 콘크리트면 재하와 같이 부분적인 재하에 비해 강관면과 콘크리트면이 동시에 재하될 경우 내력 상승율이 높게 나타났다.

한편, 콘크리트 실린더 내력에 대한 충전 강관 기둥의 내력 상승율은³⁾ 1.5~2.8배 정도로써 강관의 폭두께비와 편심율이 적을수록 다소 높게 나타났으며, 재하 조건에 따른 내력 상승율도 강관면과 콘크리트면이 동시에 재하될 경우 부분재하보다 상대적으로 다소 높게 나타났다.

(2) 단순누가 강도에 대한 내력 상승율

그림 6은 콘크리트 충전강관 기둥에 대한 실험 내력에 대한 단순누가 내력으로 평가한 경우의 내력비를 나타낸 것이다.

강관면과 콘크리트면 동시 재하의 경우 그 내력비는 1 이상의 값을 나타냄으로써 안전측의 값을 주고 있지만 강관면, 콘크리트면의 부분재하의 경우 강관의 폭두께비와 편심율이 적은 경우에는 1 이상의 값으로서 안전측의 값을 주지만 강관의 폭두께비와 편심율이 커질수록 1 이하의 값으로써 단순누가내력으로 평가할 경우 위험측의 값을 주고 있으므로 적절한 평가식이 제시되어야 할 것으로 사료된다.

5.4 콘크리트와 강관의 응력 분담율

(1) 콘크리트면 재하의 경우

표 5는 콘크리트면 재하의 경우 콘크리트와 강관의 응력분담율을 나타낸 것이다.

A 시리즈 시험체의 경우 콘크리트가 압괴되어 파괴된 후에도 콘크리트의 횡팽창에 의한 강관의 국부좌굴이 발생하지 않으며 콘크리트의 수축에 의해 강관의 면외로의 국부좌굴이 발생하면서 동시에 내력이 저하된다.

따라서 콘크리트 수축 시점에서 강관의 응력분담효과를 기대할 수 있으며 콘크리트가 파괴된 후에도 강관이 응력을 분담하여 횡방향으로 구속된 콘크리트 내력에서 10% 정도의 응력 상승효과를 가져 왔으며, B 시리즈 시험체의 경우 콘크리트의 체적 팽창과 동시에 콘크리트가 파괴되므로써 최대내력이 결정 되었으며, 강관의 국부좌굴이 발생함으로써 상대적으로 강관의 응력 분담율이 저하되며 최대내력의 95% 정도의 응력상승 효과를 보여주었다.

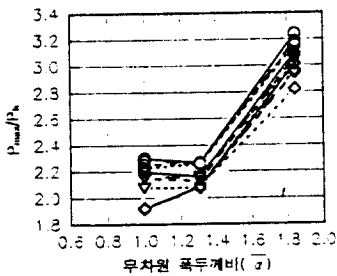
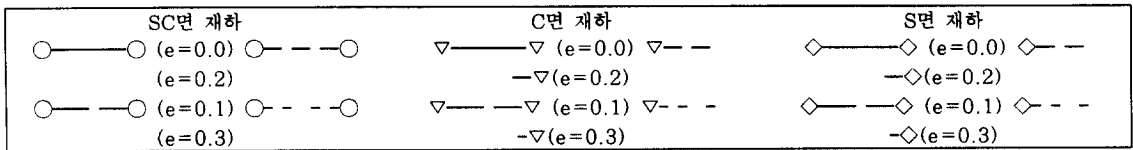


그림 4. 비충전강관/충전강관 내력비

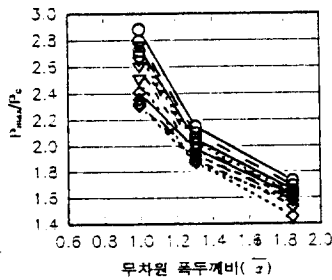


그림 5. 충전강관/콘크리트 내력비

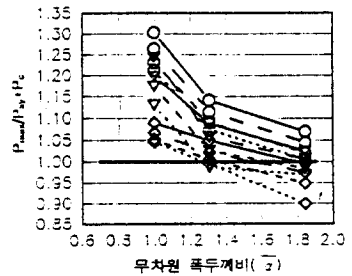


그림 6. 실험내력/누기강도 내력비

표 5. 강관과 콘크리트의 응력분담율(콘크리트면 재하)

시험체명	Pmax	Ps	Pc	Pc/Pcp
A0C	71.711	6.827	64.884	2.489
A1C	69.032	4.877	64.155	2.461
A2C	67.688	5.453	62.235	2.387
A3C	65.192	4.020	61.172	2.346
B0C	99.490	-	99.490	2.050
B1C	96.698	-	96.698	1.992
B2C	93.762	-	93.762	1.932
B3C	90.295	-	90.295	1.860
C0C	83.486	-	83.486	1.656
C1C	81.955	-	81.955	1.625
C2C	80.179	-	80.179	1.590
C3C	78.959	-	78.959	1.566

표 6. 강관과 콘크리트의 응력분담율(강관면 재하)

시험체명	Pmax	Ps	Pc	Ps/Ph
A0S	62.848	46.360	16.488	1.419
A1S	61.450	45.486	15.964	1.426
A2S	60.640	44.978	15.662	1.426
A3S	60.286	44.889	15.397	1.429
B0S	95.950	60.109	35.841	1.305
B1S	93.419	58.967	34.452	1.311
B2S	91.841	58.105	33.736	1.318
B3S	90.882	57.537	33.345	1.322
C0S	81.096	31.886	49.210	1.185
C1S	79.096	31.858	47.238	1.190
C2S	77.296	31.376	45.920	1.197
C3S	73.328	31.287	42.041	1.204

여기서 : Pmax : 충전강관 기둥 최대내력 Ps : 충전강관 기둥의 강관분담내력 Pc : 충전강관기둥의 콘크리트 분담내력 Pcp : 콘크리트실린더 강도 Ph : 비충전강관 기둥내력

한편, C 시리즈의 경우 콘크리트의 팽창으로 인해 최대내력 도달 이전에 강관의 Bursting 현상으로 콘크리트만이 내력을 분담하여 강관의 축력분담 효과는 거의 기대하기 힘든 것으로 사료된다.

(2) 강관면 재하의 경우

표 6은 강관면 재하의 경우 콘크리트와 강관의 응력 분담율을 나타낸 것이다.

강관면 재하의 경우 A 시리즈 시험체는 대체적으로 강관과 콘크리트의 내력분담율은 75 : 25% 정도의 비율로써 내부 콘크리트는 면내 방향으로의 강관의 국부좌굴만 방지할 뿐 내력 분담효과는 다소 떨어지는 것으로 사료되며 내부 콘크리트에 의한 국부적인 좌굴 방지로 인해 충전강관 기둥시험체는 비충전 강관에 비해 약 40% 정도의 내력 상승효과를 기대할 수 있다.

B 시리즈 시험체는 대체적으로 강관과 콘크리트의 내력분담율은 각각 65 : 35% 정도의 비율로써 A 시리즈에 비해 콘크리트의 축력분담율이 약간 상승하는 것으로 나타났으며 비충전 강관에 대한 충전강관의 내력 상승율은 약 30% 정도 상승하는 것으로 나타났다.

C 시리즈 시험체는 대체적으로 강관과 콘크리트의 내력분담율은 40 : 60% 정도의 비율로써 A, B 시리즈 시험체에 비해 콘크리트의 축력분담율이 약간 상승하는 것으로 나타났으며, 비충전 강관에 대한 충전 강관의 내력 상승율은 20% 정도로 나타났다.

5.5 최대 내력 예측식의 제안

현재까지 콘크리트 충전강관 기둥에 대한 내력의 평가는 일반적으로 단순누가내력으로 평가하면 안전측의 값을 줄 수 있다고 보고되고 있으나 본 연구에서도 알 수 있는 바와 같이 충전 콘크리트의 강도가 고강도 콘크리트이거나 장주의 경우 위험측의 값을 줄 수 있으며, 또한 재하조건에 따라 강관과 콘크리트의 충분한 합성효과를 기대할 수

없을 때에는 무리가 있는 것으로 사료된다.

따라서 본 연구에서는 재하조건에 따라 강관의 폭두께비와 편심율을 변수로써 아래의 내력 산정식을 제시한다.

$$\bar{\sigma} = 0.5246 \bar{\alpha} - 0.5333e + 1.8108 (R^2 = 0.959)$$

(콘크리트+ 강관면 재하의 경우)

$$\bar{\sigma} = 0.5490 \bar{\alpha} - 0.6233e + 1.6683 (R^2 = 0.939)$$

(콘크리트면 재하의 경우)

$$\bar{\sigma} = 0.6579 \bar{\alpha} - 0.4930e + 1.3719 (R^2 = 0.983)$$

(강관면 재하의 경우)

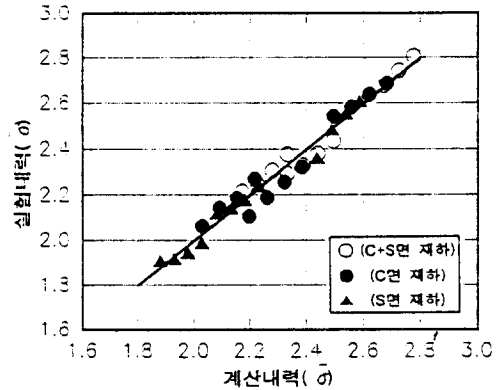


그림 7. 실험내력/계산내력비

6. 결 론

본 연구는 압축강도 600kg/cm²의 고강도 콘크리트를 충전한 강관기둥 부재에 대해 재하조건별에 따른 충전 강관기둥의 거동 특성과 내부 콘크리트의 거동 성상 및 내력에 대해 검토한 것으로서, 그 결론을 요약하면 다음과 같다.

(1) 비충전 강관에 대한 충전 강관의 최대내력 상승율은 강관면만 재하하여 콘크리트는 강관의 면내좌굴만 방지하는 역할을 할 경우 비충전 강관에 비해 1.2~1.4배 정도의 상승 효과를 가져오

나, 강관이 압괴된 이후에도 콘크리트가 어느 정도의 축력을 분담함으로써 재하 조건에 관계 없이 1.9~3.1배 정도의 상승율을 나타내었다.

(2) 콘크리트 실린더 강도에 대한 충전 강관의 최대내력 상승율은 콘크리트를 단순구속하여 콘크리트면만 재하하여 평가할 경우 1.6~2.5배 정도의 상승 효과를 가져오나, 콘크리트가 파괴된 이후에도 강관이 어느 정도의 축력을 분담함으로써 재하 조건에 관계 없이 1.5~2.9배 정도의 상승율을 나타내었다.

(3) 콘크리트 충전강관 기둥시험체의 파괴 양상은 대체적으로 콘크리트의 체적 팽창과 함께 강관 판벽이 횡방향으로 부풀어 오르면서 강관의 국부적인 압괴에 의해 최대내력에 도달했으며 편심율과 강관의 폭두께비가 커질수록 비대칭적인 파괴 양상을 나타내었다.

(4) 내부 콘크리트의 파괴양상은 대체적으로 시험체 단부의 강관이 부풀어 오른 지점에서는 콘크리트가 강관벽으로부터 박리되어 완전 파괴되었으며, 시험체 중앙부 부위에서 미세균열 및 사균열이 망상으로 혼재되어 발생하였다.

(5) 재하조건별에 따른 콘크리트 충전강관 기둥의 최대내력 평가식을 제시하였다.

이상의 결과를 종합적으로 고찰해 볼 때 콘크리트 충전강관 기둥의 내력 상승 및 강관과 콘크리트의 상호작용에 의한 합성효과를 가장 효율적으로 발휘시키기 위해서는 강관내에 채워지는 콘크리트의 강도나 단면적을 높이는 것보다 강관의 폭두께비를 일정수준 이하로 유지시키는 것이 가장 바람직할 것으로 사료된다.

감사의 말

이 논문은 1997년도 한국학술진흥재단의 공모과제 연구비에 의하여 연구되었음

참 고 문 헌

- (1) 김 동규 외 2인 : 콘크리트 충전 강관 기둥의 내력 및 변형능력에 관한 연구, 한국강구조학회 논문집, 제 9권 제 1호, 1997.3, pp 121-128
- (2) 김 규석 외 1인 : 콘크리트 충전원형강관 단주의 내력에 관한 연구, 대한건축학회 논문집, 제 13권 제 10호, 1997.10, pp 337-344
- (3) 문 태섭 외 5인 : 편심축압축력을 받는 콘크리트 충전 각형강관 기둥의 거동에 관한 실험적 연구, 대한건축학회 논문집, 제 12권 제 2호, 1996.2, pp 165-173
- (4) 박 정민 외 1인 : 원형강관으로 구속된 콘크리트의 역학적 거동 특성에 관한 연구, 한국콘크리트학회 논문집, 제 7권 제 3호, 1995.6, pp 199-210
- (5) 박 정민 외 3인 : 콘크리트 충전각형강관 단주의 구조적 거동에 관한 연구, 대한건축학회 논문집, 제 13권 제 6호, 1997.6, pp 243-253
- (6) 박 정민 : 콘크리트 충전강관 부재를 이용한 복합구조 개발에 관한 연구, 경북대학교 박사학위논문, 1995.12
- (7) 鈴木敏郎 外 2人: 純壓縮をけるコンクリート充填角形鋼管短柱の座屈および座屈後學動, 日本建築學會論文集, 1996.8, 第 486號, pp 143-151
- (8) 小原 紀行 外 1人: 中心壓縮におけるコンクリート充填角形鋼管柱の拘束效果, 콘크리트工學年次報告集, Vol 18, No 2, 1996, pp 839-844
- (9) 崎野健治 外 1人: 콘크리트 충전円形鋼管短柱의 軸壓縮學動と拘束效果, 콘크리트工學年次報告集, Vol 19, No 2, 1997, pp 1431-1436
- (10) 鈴木敏郎 外 5人: 콘크리트 충전角形鋼管柱의 彈塑性性狀について, 日本建築學會論文集, 1984.11, 第 345號, pp 70~78
- (11) 日本建築學會: 鋼構造物の座屈に関する諸問題, 1992.3
- (12) 松村弘道: 콘크리트 충전鋼管의 壓縮強度と附着性能, 日本建築學會大會學術講演梗概集, 1990.10 pp 1059~1060

(접수일자 : 1998. 5. 18)