

# 고강도콘크리트 충전 각형강관기둥의 내력평가에 관한 연구

## A Study on the Strength Evaluation of Rectangular Steel Tubular Columns Infilled with High Strength Concrete

심 종 석<sup>1)</sup>\*      한 덕 전<sup>2)</sup>  
Shim, Jong Seok      Han, Duck Jeon

### Abstract

The CFT columns used in thin-walled steel tubes can be more economical, because it was expected the increase of strength by restriction for the local buckling of steel tubes. The purpose of this paper is to review feasibility of existing design formula and verify the applicability limit of width-to-thickness ratio for increasing the strength of rectangular CFT columns. As the main parameters of experiments, width-to-thickness ratios of steel tube, height of rectangular concrete columns, and concrete filled or not. The strength of concrete are selected to 90MPa. From the test results, the confinement effect of steel tube on the compressive strength of infilled concrete is remarkably appeared in the thin-walled rectangular steel tube columns infilled with high strength concrete. By the non-linear analysis, the axial strength from experiment result was given higher than analysis result for all CFT stub columns.

**Keywords** : High strength concrete, Strength of rectangular CFT stub columns, Thin-walled rectangular steel tube

### 1. 서론

콘크리트충전 강관구조(concrete filled tube : CFT)는 구조적으로 강관은 재하 시 단면팽창에 따른 횡압력을 받아서 2축 응력 상태로 되고, 충전콘크리트는 강관의 구속에 의해 3축 압축 상태로 되면서 강관의 국부좌굴을 기둥의 외부로만 향하도록 구속하므로 기둥의 내력을 향상시키는 효과를 얻는다. 이러한 구조적인 장점으로 인하여 국내외의 초고층건축물을 중심으로 CFT구조시스템의 사용이 증가되고 있는 추세에 있다. 일반적인 CFT구조는 보-기둥 접합부에서의 응력전달 등을 고려하여 폭-두께비 제한 이내의 강관에 콘크리트를 충전한 부재로 강관의 응력 분담비가 콘크리트보다 크게 설계되고 있다. 반면, 강관의 폭두께비가 제한값 이상으로 두께가 얇은 강관을 사용한 CFT기둥은 강관 국부좌굴에 대한 구속효과로 내력상승의 증대를 기대할 수 있어서 경제성을 확보할 수 있음에도 이에 대한 연구 및 실용화가 부족한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 폭두께비가 큰 각형강관에 고강도

콘크리트를 충전, 콘크리트의 압축파괴와 강관의 항복 및 국부좌굴이 CFT기둥의 내력 및 좌굴거동에 미치는 영향을 파악하여 폭두께비 한계를 초과하는 CFT기둥에 대한 기존 설계식의 타당성을 검토하고 사용성의 한계를 확인하고자 하였다. 실험을 통하여 고강도콘크리트 충전 각형 CFT단주의 내력과 콘크리트 각주의 압축강도를 구하여 실험내력과 합성내력을 비교분석하고 콘크리트 충전에 의한 내력상승효과를 확인한다. 또한 ANSYS 프로그램을 활용한 비선형 해석을 통하여 고강도콘크리트 충전 각형 CFT단주 및 각형강관의 축방향 내력과 변형률의 관계에 대한 실험값과 해석결과를 비교분석하여 실험결과의 신뢰성을 검토한다.

### 2. 실험 및 해석

#### 2.1 실험 계획

폭두께비가 비교적 큰 범위의 강관에 고강도 콘크리트

1) 정회원, 동서대학교 건축과 부교수, 공학박사  
2) 정회원, 서울대학교 건축과 교수, 공학박사

\* Corresponding author : jsshim@du.ac.kr 031-720-2134

• 본 논문에 대한 토의를 2011년 2월 28일까지 학회로 보내주시면 2011년 3월호에 토론결과를 게재하겠습니다.

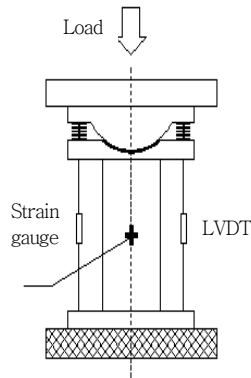
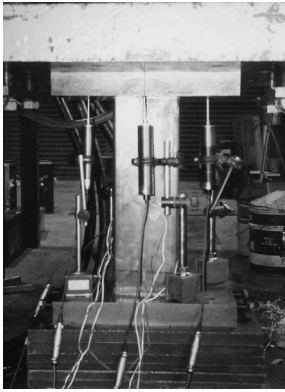


Fig. 1 Test setup for rectangular CFT columns

Table 1 Summary of Specimens

Specimens	B(mm)	H(mm)	$f_{ck}$ (MPa)	t(mm)	width-to-thickness ratio
HCSC9-25	150	450	90	6.0	25
HCSC9-33	150	450	90	4.5	33
HCSC9-47	150	450	90	3.2	47
HCSC9-65	150	450	90	2.3	65
HCSC9-94	150	450	90	1.6	94
HCSC9-125	150	450	90	1.2	125
TSC-25	150	450	-	6.0	25
TSC-33	150	450	-	4.5	33
TSC-47	150	450	-	3.2	47
TSC-65	150	450	-	2.3	65
TSC-94	150	450	-	1.6	94
TSC-125	150	450	-	1.2	125

를 충전한 CFT단주를 대상으로 강관의 구속효과에 대한 정량적인 검증을 위해 충전콘크리트와 동일한 치수의 콘크리트 각주를 제작하여 각형 CFT단주와 함께 실험을 행한다. 실험은 중심압축력을 단조가력하며, 실험의 변수는 강관의 폭두께비, 콘크리트 각주의 높이 및 콘크리트 충전의 유무이다. 각형강관은 SS 400상당의 강재를 이용하여, 폭두께비(D/t)를 25~125의 범위로 하고, 콘크리트 강도는 90 MPa로 한다. 각형강관의 공칭단면은 150×150mm, 재장은 450mm로 강관 폭의 3배이다. 각형강관 시험체는 강관을 ㄱ형으로 휨가공하여 맞댐용접으로 용접한다. 콘크리트각주와 콘크리트 실린더 시험체는 각각 3개씩 제작하여 각형 CFT단주 시험체의 충전콘크리트와 동일한 양생조건을 위해 탈형하지 않은 채 상온에서 양생한다. Fig. 1과 같이 실험체의 중앙부 4면에 2축 소성변형도 게이지를 부착하고 4방향에서 수직으로 LVDT를 설치하여 재하 시 실험체의 변형도와 축변위를 측정하였다.

Table 2 Summary of rectangular concrete columns

Specimens	B(mm)	H(mm)	$f_{ck}$ (MPa)
RCC9-30	150	300	90
RCC9-45	150	450	

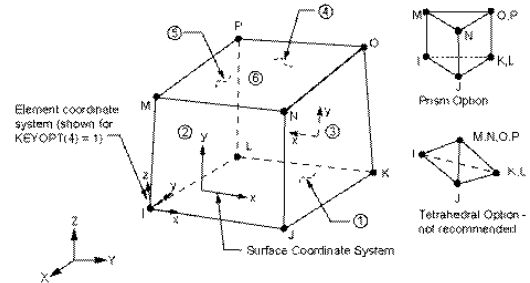


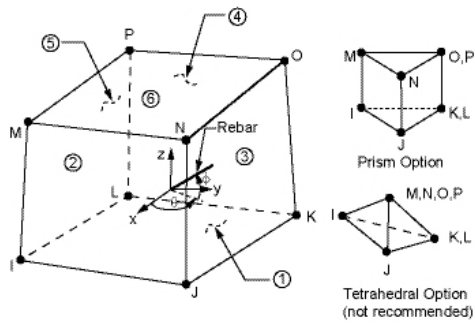
Fig. 2 Solid 45 element(using steel tube elements modeling)

재하는 시험체를 5000kN 구조물 시험기의 베드에 설치하고 상하의 가압판을 설치하여 중심압축 가력이 되도록 축력을 단조재하 한다. 재하시의 가력단의 경계조건은 상단 핀, 하단 회전 구속상태로서 실시한다.

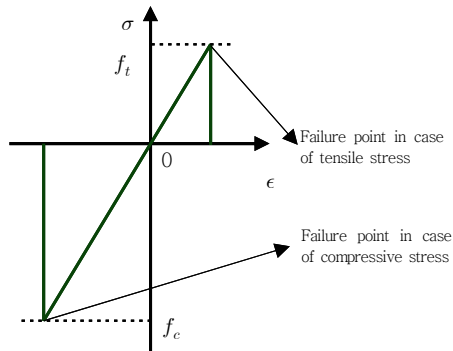
## 2.2 해석 방법

유한 요소 해석 프로그램은 ANSYS 9.0 Version을 사용하여 비선형 해석을 수행하였다. 강제 및 콘크리트에 대한 모델링은 Solid 요소를 사용하여 모델링 하였다. 먼저 강재에 대한 해석 요소로는 Fig. 2와 같이 8개의 절점을 가지며 각 절점은 3개의 자유도(X, Y, Z축에 대한 병진 변위)를 갖는 Solid 45 요소를 사용하여 모델링 하였다. 강제 응력-변형률 특성은 VonMises의 항복 기준과 Bauschinger 효과의 특성을 갖고 있는 Bi-linear Kinematic Hardening 모델을 사용하였다. 강재의 항복 후의 접선계수는 탄성계수의 1/100로 가정하였다. 콘크리트에 대한 해석요소로는 Fig. 3과 같이 8개의 절점을 가지며 각 절점은 3개의 자유도(X, Y, Z축에 대한 병진 변위)를 갖는 Solid 65 요소를 사용하여 모델링 하였다. Solid 65 요소의 concrete material model은 concrete와 rock과 같은 취성재료에 사용된다. ANSYS에서 Cracking과 crushing failure modes가 포함되어 있으며, 물성치 입력시 압축강도와 인장강도를 입력하게 된다.

강관과 콘크리트의 경계면에 대하여는 Fig. 4와 같은 3-D Target Segment인 TARGE 170 요소와 3-D 8-Node Surface-to-Surface Contact 요소인 CONTA174를 사용하여 면과 면의 접촉문제 처리하여



(a) Solid 65 element



(b) Stress-strain model of Solid 65 element

Fig. 3 Solid 65 element(using concrete elements modeling)

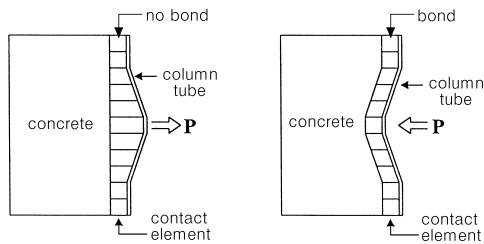


Fig. 4 Contact element

압축력에만 콘크리트가 저항하도록 하였다. 단, 본 연구에서는 콘크리트와 강재 사이의 마찰력은 무시하였다.

### 3. 실험결과 및 고찰

#### 3.1 실험 결과

실험결과, 각형 CFT단주 및 각형강관 실험체에 대한 축내력-변형률 관계를 각각 Fig. 5 and 6에 나타낸다. CFT단주 실험체에서는 폭-두께비가 작은 경우, 최대내력 이후의 내력감소율이 비교적 적었으나, 폭-두께비 제한값을 초과하는 실험체에서는 충전콘크리트의 압축파괴와 강관의 국부좌굴 진행으로 최대내력 이후 급격한 내력

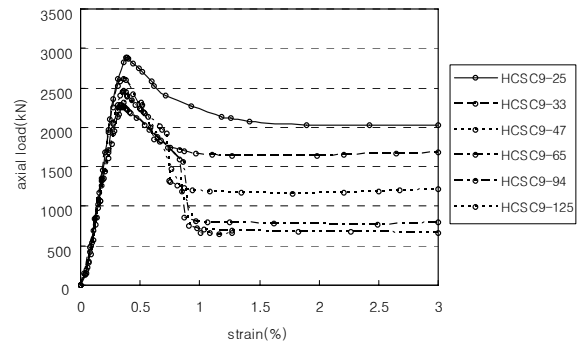


Fig. 5 Axial load-strain relationship of HCSC-series specimens

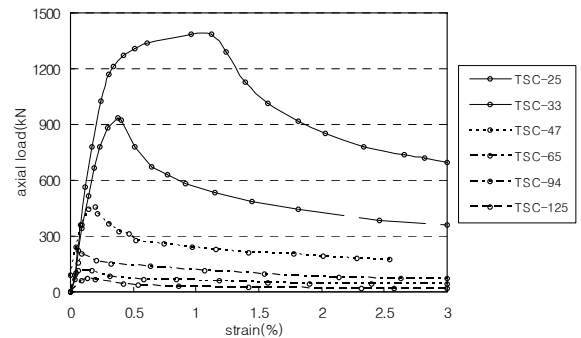


Fig. 6 Axial load-strain relationship of TSC-series specimens

의 감소를 보였다. 각형강관 실험체는 폭-두께비가 작을수록 강관부재의 항복 이후 최대내력에 도달할 때까지의 소성변형률이 크게 증가하였으나, 최대내력 이후의 내력 감소 비율은 전 실험체에서 거의 유사하게 나타나므로 연성이 우수한 각형강관 단주의 특성을 확인할 수 있다.

실험에 의한 최대내력과 합성내력의 비교를 Table 3에 나타낸다. 실험내력을 단순합성내력 및 콘크리트충전 강관구조설계시공지침, SRC규준에 규정되어 있는 합성내력과 비교하였다. CFT단주의 단순합성내력  $N_u$  및 콘크리트강도를 저감한 합성내력  $N_o$ 는 아래의 식 (1), (2)로 주어진다.

$$P_u = A_s \cdot F_y + A_c \cdot f_{ck} \quad (1)$$

$$P_o = A_s \cdot F_y + 0.85 A_c \cdot f_{ck} \quad (2)$$

여기서,  $P_u$  : CFT 단주의 단순합성내력(kN)

$P_o$  : 콘크리트강도를 저감한 합성내력(kN)

$A_s, A_c$  : 강관 및 콘크리트의 단면적

$F_y$  : 강관의 항복응력도(MPa)

$f_{ck}$  : 콘크리트의 실린더강도(MPa)

Table 3 Comparison for strengths from experiment results

Specimens	$P_{max}$ (kN)	$P_u$ (kN)	$P_o$ (kN)	$P_{max}/P_u$	$P_{max}/P_o$	$\epsilon'_u$ (%)
HCSC9-25	2912.6	3158.9	2871.4	0.92	1.01	0.39
HCSC9-33	2647.8	2900.8	2608.6	0.91	1.02	0.36
HCSC9-47	2486.0	2554.0	2252.6	0.97	1.10	0.37
HCSC9-65	2324.2	2347.7	2038.8	0.99	1.14	0.35
HCSC9-94	2294.8	2320.2	2006.4	0.99	1.14	0.35
HCSC9-125	2343.8	2330.1	2012.3	1.01	1.16	0.37
TSC-25	1394.5	1278.8	-	1.09	-	1.10
TSC-33	933.6	958.1	-	0.97	-	0.39
TSC-47	447.2	543.3	-	0.82	-	0.24
TSC-65	192.2	288.3	-	0.67	-	0.13
TSC-94	111.8	227.5	-	0.49	-	0.15
TSC-125	79.4	210.8	-	0.38	-	0.14

$P_{max}$  : Ultimate strength of CFT stub column specimens(kN)  
 $P_u$  : Pure composite strength of CFT stub column specimens or yield strength of rectangular steel tube specimens(kN)  
 $P_o$  : Composite strength of CFT stub column specimens decreased concrete stress(kN)  
 $\epsilon'_u$  : Strain in the ultimate strength(%)

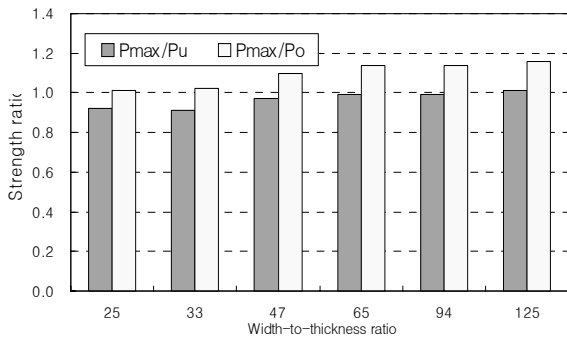


Fig. 7 Comparison of strength increasing by width-to thickness of steel tubes

### 3.2 분석 및 고찰

Fig. 7에서와 같이 CFT 단주 시험체 HCSC 시리즈의 최대내력과 단순합성내력의 비는 0.91~1.01로, HCSC9-125 시험체를 제외하고는 최대내력이 단순합성내력 보다 낮게 나타났다. 그러나 SRC규준에 의한 저감합성내력에 대한 최대내력의 비( $N_{max}/N_o$ )는 1.01~1.16으로 모든 시험체에서 최대내력이 저감합성내력보다 크게 나타났다.

각형강관기둥의 폭두께비 제한값은 현행 기준에서 식 (3)과 같이 정하고 있으나, CFT기둥에 사용되는 각형강관의 경우 완화될 수 있으며 실제로 일본 등에서는 강관 폭두께비 제한 범위의 1.5배로 일정값을 적용하고 있다.

Table 4 Experiment results of rectangular concrete columns

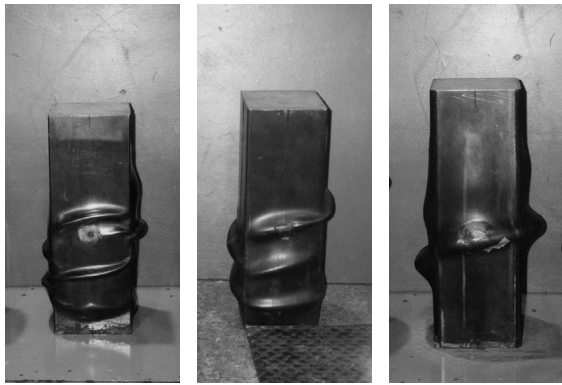
Specimens	$P_{max}$ (kN)	Section (mm <sup>2</sup> )	$f'_{ck}$ (MPa)	$f_{ck}$ (MPa)	$f'_{ck}/f_{ck}$
RCC9-30	1686.7	22,425	7521.5	9689	0.78
RCC9-45	1828.9	22,350	8183.0	9689	0.84

$P_{max}$  : Ultimate strength of rectangular concrete column specimens(kN)  
 $f'_{ck}$  : Compressive stress of rectangular concrete column specimens(MPa)  
 $f_{ck}$  : Cylinder stress of concrete(MPa)

$$b/t = 1.4 \sqrt{E/F_y} \quad (\text{KBC } 2009) \quad (3)$$

특히 각형강관의 폭두께비 제한값 부근인 HCSC9-47 시험체부터 강관의 폭-두께비가 큰 시험체에서 실험내력이 저감합성내력의 1.10~1.16배로, 크게 나타나는 것으로 확인된다. 이것은 Table 4에서와 같이 콘크리트각주의 압축강도가 실린더강도의 84%로써, 식(2)의 저감계수를 적용한 콘크리트강도값과 근사하므로 충전콘크리트의 압괴가 시작되면서 폭두께비가 큰 박육강관의 국부좌굴 이후 콘크리트 팽창에 대한 구속효과가 커지면서 최대내력이 증대되는 것으로 평가된다. 최대내력 시의 변형률 분포는 0.35%~0.39%로, 강도설계법에서 콘크리트 압축강도 시의 변형률 0.3% 및 강재의 항복강도에서의 변형률 0.35% 보다 큰 것으로 나타났다. CFT 단주에서의 합성탄성계수는 강재의 탄성계수에 강관에 대한 충전콘크리트의 면적비를 곱한 콘크리트의 탄성계수를 더한 값으로 나타내므로, 실험결과 강관과 콘크리트의 구속효과로 인하여 탄성계수가 증대되고, 최대내력 시의 변형률도 늘어나는 것을 알 수 있다. 각형강관 시험체 TSC 시리즈에서의 최대내력은 폭두께비 제한값 보다 큰 시험체에서는 압축시의 국부좌굴로 인하여 최대내력이 매우 낮게 나타났으며, TSC-125 시험체는 강관의 항복강도에 단면적을 곱하여 얻은 단순압축내력보다 38% 정도로 낮게 나타났다. 최대내력 시의 변형률은 HSC-47 시험체에서는 0.24%로 나타났다으나, 폭두께비가 큰 TSC-65, TSC-94, TSC-125 시험체에서는 국부좌굴에 의한 내력저하로 0.13~0.15%로 매우 낮게 나타났음을 알 수 있다.

Table 4에 콘크리트 각주 시험체의 실험결과 압축강도와 콘크리트 실린더의 압축강도를 비교하여 나타내었다. 콘크리트 각주 시험체의 경우, 높이가 큰 RCC9-45 시험체의 압축강도가 RCC9-30 보다 큰 것으로 나타났다. 콘크리트의 실린더강도에 대한 각주 시험체의 압축강도에 대한 비는 0.78~0.84로, 평균 19% 정도 낮게 나타났으



(a) HCSC9-125 (b) HCSC9-94 (c) HCSC9-25

Fig. 8 Failure apparatus of HCSC-series spemns

Table 5 Comparison of ultimate strengths and composite strengths

Specimens	$P_{max}$ (kN)	$P'_u$ (kN)	$P_u$ (kN)	$P_{max}/P'_u$	$P_{max}/P_u$	$P'_u/P_u$
HCSC9-25	2912.6	2860.6	3158.9	1.02	0.92	0.91
HCSC9-33	2647.8	2600.7	2900.8	1.02	0.91	0.90
HCSC9-47	2486.0	2241.8	2554.0	1.11	0.97	0.88
HCSC9-65	2324.2	2028.1	2347.7	1.15	0.99	0.86
HCSC9-94	2294.8	1984.9	2320.2	1.14	0.99	0.86
HCSC9-125	2343.8	2000.6	2330.1	1.17	1.01	0.86

$P'_u$  : Composite strength used the compressive stress of rectangular concrete column

$$(P'_u = A_s \cdot F_y + A_c \cdot f_{rc})$$

$f_{rc}$  : Compressive stress of rectangular concrete column(MPa)

$P_u$  : Pure composite strength of CFT stub column specimens(kN)

며, 이것은 원형, 각형의 단면형상 및 실험체 제작에 따른 정밀도 차이 등에 따른 강도 저하가 크게 나타나는 것으로 사료된다. 그러나 각형 CFT 단주의 실험에서는 동일한 치수와 정밀도로 제작된 콘크리트 각주의 압축강도가 실린더강도보다 CFT 실험체의 실제 충전콘크리트 강도에 더 가깝다고 볼 수 있다. 게다가 원형 실린더강도에서는 치수효과에 의해 실린더의 체적이 커지거나 직경 : 높이의 비가 1:2 보다 커지면 압축강도가 작아지므로 일정한 강도증가계수를 곱하는 것으로 규정하고 있으나, 실험결과 콘크리트 각형 단주에서는 오히려 직경 : 높이의 비가 1:3으로 큰 실험체의 압축강도가 더 큰 것으로 나타났다. 이것으로 콘크리트 공시체에서는 콘크리트의 설계강도와 단면형상, 골재의 치수 등이 치수효과에 따른 압축강도 변화에 크게 영향을 미치는 것으로 판단된다.

그러나 콘크리트 각주 실험체와 콘크리트 실린더의 압축강도 차이와는 달리 응력도-변형도 곡선에서 각각의 강성은 거의 유사한 것으로 나타났다. 실험체의 파괴형상

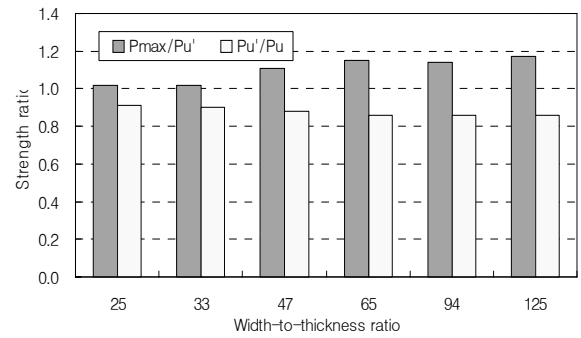


Fig. 9 Comparison for composite strengths

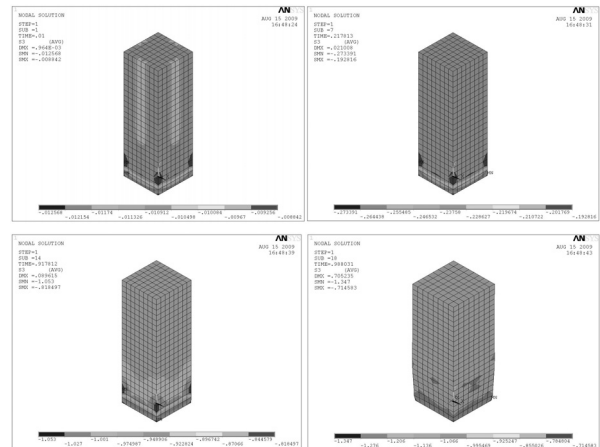


Fig. 10 Stress distribution of infilled concrete(HCSC9-33 specimen)

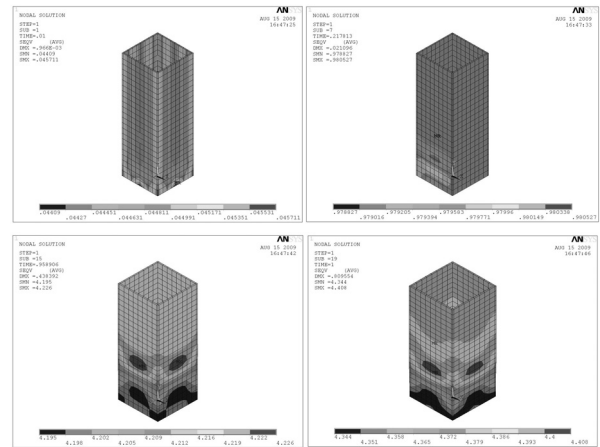


Fig. 11 Stress distribution of steel tube(HCSC9-33 specimen)

은 Fig. 8과 같이 강관 표면에 나선형의 국부좌굴이 발생하며, 강관 두께가 두꺼울수록 크게 접히는 좌굴파형을 나타내었다.

콘크리트 각주의 압축강도를 사용한 CFT 단주 실험체의 단순합성내력은 전 실험체에서 최대내력보다 크게 나타나며, HCSC9-47 실험체부터 HCSC9-125 실험체에서는 최대내력 대비 평균 14% 이상 내력이 크게 나타나

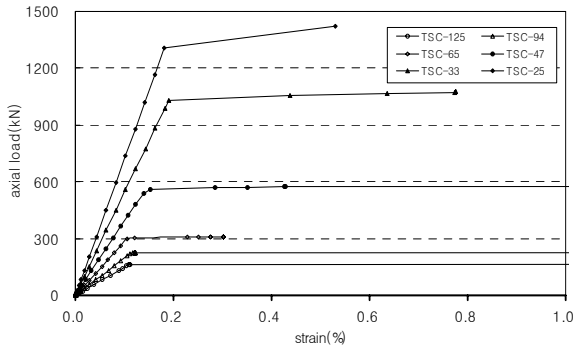


Fig. 12 Axial load-strain relationship of TSC-series specimens by analytical results

Table 6 Comparison of test results and analytical results in rectangular steel tube specimens

Specimens	$aP_y$ (kN)	$P_{max}$ (kN)	$P_y$ (kN)	$\frac{P_{max}}{aP_y}$	$\frac{P_y}{aP_y}$
TSC-25	1325.1	1394.5	1278.8	1.05	0.97
TSC-33	1030.0	933.6	958.1	0.91	0.93
TSC-47	561.8	447.2	543.3	0.80	0.97
TSC-65	304.1	192.2	288.3	0.63	0.95
TSC-94	225.2	111.8	227.5	0.50	1.01
TSC-125	163.6	79.4	210.8	0.49	1.29

$aP_y$ : Yield strength of rectangular steel tube by non-linear analysis(kN)

$P_{max}$ : Ultimate strength of rectangular steel tube(kN)

$P_y$ : Yield strength of rectangular steel tube(kN)

므로, 폭두께비가 클수록 내력상승효과가 큰 것을 알 수 있었다. Fig. 9에서와 같이 CFT 단주 실험체의 단순합성 내력에 대한 콘크리트 각주의 압축강도를 사용한 단순합성 내력의 비는 0.86~0.91로 콘크리트 각주의 강도를 적용한 합성내력이 낮게 나타났으며, 특히 HCSC9-65 실험체 이하의 폭두께비가 큰 실험체에서는 0.86배로, 합성 구조에서의 콘크리트 강도저감계수 0.85와 거의 유사한 값으로 나타남을 확인할 수 있다.

### 3.3 해석 결과 및 내력평가

ANSYS프로그램으로 해석한 각형 CFT단주(HCSC9-33 실험체)에 있어서 하중 재하 초기 및 압축과파 단계에서의 충전콘크리트의 응력 분포와 각형강관의 응력분포를 각각 Fig. 10 and 11에 나타내었다.

각형강관 실험체에 대한 비선형 해석 결과, Table 6 and Fig. 13과 같이 실험에 의한 최대내력과 해석에 의한 항복내력의 비는 0.49~1.05로 나타났으며, 폭두께비 25인 실험체를 제외하고는 전부 실험내력이 해석값보다 낮

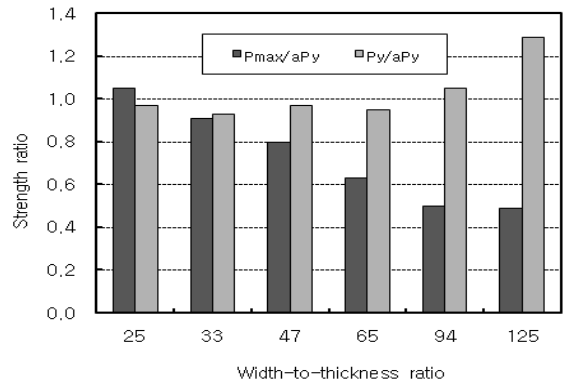
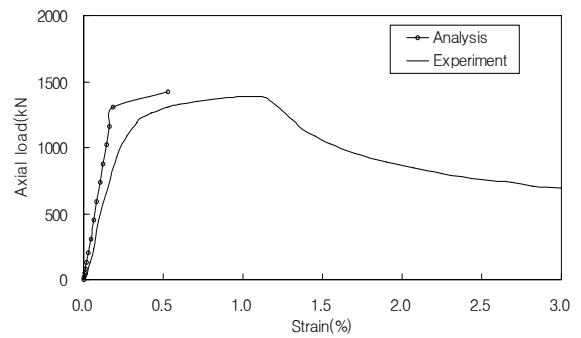
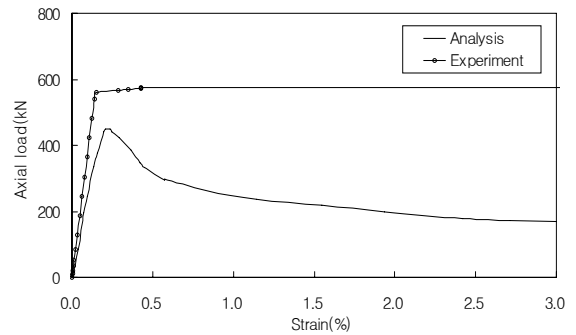


Fig. 13 Comparison for strengths of rectangular steel tube specimens by experiments and test results



(a) TSC-25

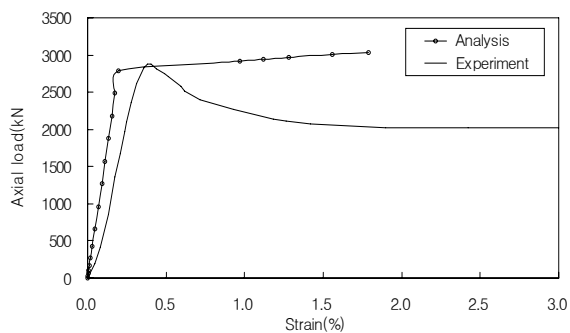


(b) TSC-47

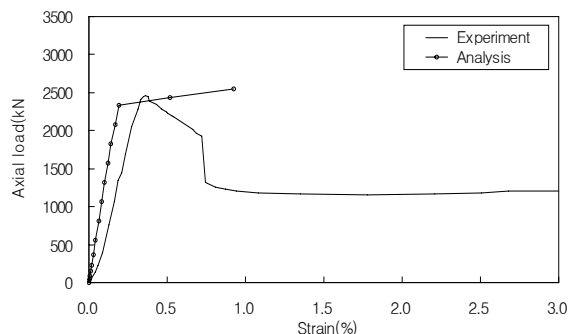
Fig. 14 Comparison of strength evaluated from experiment and analytical result in rectangular steel tubes

게 나타났다. 폭두께비 증가에 따른 강관의 축압축내력 감소로, 특히 각형강관 폭두께비 제한값을 초과하는 실험체에서는 국부좌굴에 의해 급격한 내력의 감소를 보이는 것을 알 수 있다. 반면, 각형강관 실험체의 예상항복내력에 대해 해석에 의한 항복내력비는 TSC-125 실험체를 제외하고는 0.93~1.01로 비교적 유사한 것으로 나타났다.

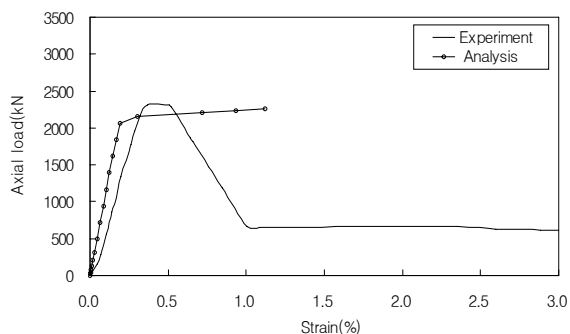
Fig. 14와 같이 실험체의 초기탄성은 실험과 해석 결과가 거의 같게 나타났으나, 항복 시의 변형률은 실험에 의한 최대내력 시의 변형률보다 전 실험체에서 작은 것으로



(a) HCSC9-25



(b) HCSC9-47



(c) HCSC9-125

Fig. 15 Comparison of strength evaluated from experiment and analytical result in CFT stub column specimens

나타났다. 이것은 하중의 증가에 따라 충전콘크리트의 압괴가 발생되어 축방향 변위가 늘어났기 때문으로 판단된다. 특히 TSC-25 실험체에서 최대내력 시의 변형률(1.124%)은 큰 소성변형능력으로 인해 해석결과 항복 시의 변형률(0.182%)보다 무려 6.2배 크게 나타났다.

콘크리트 각주 실험체의 실험내력과 해석결과를 비교 분석한 결과, 실험체의 초기강성은 제작시의 편심오차 등으로 실험값이 다소 낮게 나타났으나, 압축파괴 직전까지의 콘크리트 강성은 실험값과 해석결과가 거의 일치하는 것으로 나타났다. 높이 45cm인 RCC9-45 실험체의 경

우 최대내력의 해석값에 대한 실험값의 내력비는 0.97로, 0.90배인 RCC9-30 실험체보다 해석값과 잘 일치하는 것으로 나타났다.

#### 4. 결론

고강도 콘크리트 충전 각형 CFT단주에 대한 중심압축 실험 및 비선형 해석결과, 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) CFT단주 실험체에서는 폭두께비가 작은 경우, 최대 내력 이후의 내력감소율이 비교적 적었으나, 폭두께비 제 한값을 초과하는 실험체에서는 콘크리트의 압괴와 강관의 국부좌굴 진행으로 최대내력 이후 급격한 내력의 감소를 보였다.
- 2) 최대내력 시의 변형률 분포는 0.35%~0.39%로, 강도설계법에서 콘크리트 압축강도 시의 변형률 0.3%보다 큰 것으로 나타났으며, CFT 단주의 합성탄성계수는 실험결과 강관과 콘크리트의 구속효과로 인하여 탄성계수가 증대되고, 최대내력 시의 변형률도 늘어나는 것을 알 수 있었다.
- 3) CFT 단주 실험체의 단순합성내력에 대한 콘크리트 각주의 압축강도를 사용한 단순합성내력의 내력비는, 폭두께비가 제한값을 초과하는 큰 실험체에서는 0.86배로, 합성구조에서의 콘크리트 강도저감계수 0.85와 거의 유사한 값으로 나타남을 확인할 수 있었다. 따라서, 각형 CFT기둥의 합성내력 산정 시 콘크리트강도로는 실린더 강도보다 콘크리트각주(150×150×450)의 압축강도를 사용함이 타당한 것으로 평가된다.
- 4) 해석결과 항복내력은 전 실험체에서 실험내력보다 다소 낮게 나타났으나, 항복 시까지의 실험체의 강성은 더 큰 것으로 나타났으며, 향후 본 실험 및 해석결과를 기초로 각형CFT기둥에 대한 콘크리트강도의 변화에 따른 강관 폭두께비 제한값의 완화 범위를 정할 수 있을 것으로 판단된다.

감사의 글

본 논문은 2009년도 서일대학 학술연구비에 의해 연구되었으며, 이에 감사드립니다.

---

## 참고문헌

1. 김선희 외 2인, “폭두께비가 큰 각형CFT단주의 설계식”, 한국강구조학회논문집, 제 21권 제5호, pp.537-546, 2009.
2. 김진호, 전상우, “콘크리트 충전강관 단주의 중국내력평가에 관한 실험적 연구”, 한국강구조학회논문집, 제11권 제5호, pp.495-506, 1999.
3. 대한건축학회, 강구조 한계상태 설계기준 및 해설, 기문당, 1998.
4. 한국강구조학회, 콘크리트충전 강관구조 설계 및 시공지침, 구미서관, 2003.
5. 中原浩之, “コンクリート充填角形鋼管柱の耐力および變形性能の評價法に關する研究”, 九州大學, 1999.
6. Dalin L. and Wie, Min Gho, “Axial Load Behavior of High Strength Rectangular Concrete-Filled Steel Tubular Stub Columns”, Thin-Walled Structures, pp.1131-1142, 2005.
7. Sakino, K., Nakahara, H., Morino, S., and Nishiyama, I., “Behavior of Centrally Loaded Concrete-Filled Steel Tube Short Columns”, Journal of Structural Engineering, Vol. 130, No., pp.180-188, 2004.
8. Zhang YaoChun, Xu Chao, and Lu Xizozhe, “Hysteretic Behavior of Concrete Filled Thin-Walled Steel Tubular Columns, Steel Construction”, vol. 21, Supplement, pp.202-208, 2006.

(접수일자 : 2010년 4월 28일)

(수정일자 : 2010년 8월 23일)

(심사완료일자 : 2010년 9월 16일)

---

## 요 지

두께가 얇은 강관을 사용한 CFT기둥은 강관의 국부좌굴에 대한 구속효과로 내력상승을 기대할 수 있으므로 폭두께비가 작은 강관 CFT기둥에 비해 경제성을 확보할 수 있다. 본 논문의 목적은 각형 CFT기둥에 대한 기존 설계식의 타당성을 입증하고, 내력 증대에 따른 강관 폭두께비의 사용성 한계를 확인하고자 하였다. 실험의 주요변수로는 강관의 폭두께비, 콘크리트 각주의 높이 및 콘크리트 충전 유무로 하였다. 실험결과, 고강도 콘크리트를 충전한 박판의 각형강관기둥에서 충전콘크리트의 압축내력에 대한 강관의 구속효과가 크게 나타났으며, 비선형 해석에 따르면, 실험결과에 의한 내력은 전체 CFT단주 실험체에서 해석값보다 다소 크게 나타남을 알 수 있었다.

**핵심 용어** : 고강도 콘크리트, 각형CFT기둥의 내력, 두께가 얇은 각형강관

---