

## 격막이 설치된 각형 CFT 기둥의 장기거동에 관한 연구

권승희<sup>1)</sup>·김태환<sup>2)</sup>·김윤용<sup>1)</sup>·김진근<sup>1)\*</sup>

<sup>1)</sup> 한국과학기술원 건설및환경공학과 <sup>2)</sup> 동부건설(주)

(2005년 7월 18일 원고접수, 2005년 9월 20일 심사완료)

### Long-Term Behavior of Square CFT Columns with Diaphragm

Seung-Hee Kwon<sup>1)</sup>, Tae-Hwan Kim<sup>2)</sup>, Yun-Yong Kim<sup>1)</sup>, and Jin-Keun Kim<sup>1)\*</sup>

<sup>1)</sup> Dept. of Civil and Environmental Engineering, Korea Advanced Institute of Science and Technology, Daejeon, 305-338 Korea

<sup>2)</sup> Dongbu Corporation, Seoul, 136-840 Korea

(Received July 18, 2005, Accepted September 20, 2005)

#### ABSTRACT

This paper presents experimental and analytical studies on long-term behavior of square CFT columns with diaphragm. In order to investigate the effect of the diaphragm on the long-term behavior, experiments for six specimens with two diaphragms and three different column length, and three-dimensional finite element analysis for each specimen have been performed. The finite element models considering the interface behavior between the steel tube and the inner concrete were verified from comparison of the test results with the analysis results. From the test and the analysis results, the following conclusions were obtained. The confinement effect created by the diaphragm does not depend on column length and influences only a part of the whole column that is from the end to the depth which is the same to the width of the column. The shortening of the column with diaphragm which covers more than a half of the cross sectional area of the inner concrete is the same as that of the column under a load applied on the steel tube and the entire section of the inner concrete.

**Keywords :** CFT column, diaphragm, long-term behavior

#### 1. 서 론

원형 또는 각형의 강관에 콘크리트를 채운 구조로 이루어진 CFT(Concrete Filled steel Tube)는 강도와 연성, 에너지 흡수능력 등에 있어 탁월한 성능을 발휘한다. CFT는 일반적으로 고층건물의 기둥 부재로 사용되어 왔으며, 최근에는 역학적 성능의 우수성이 널리 알려지면서 저층건물의 기둥뿐만 아니라 교량의 수평부재로 적용되는 사례가 증가하고 있다. 그러나 CFT의 내부 콘크리트가 갖는 수축 및 크리프 특성은 사용상태에서 시간에 따른 변형의 증가를 유발하며, 이로 인해 구조물 내에서 응력의 재분배 및 응력 집중 현상이 발생하게 된다. 이러한 시간의존적 변형은 구조물의 사용성과 내구성에 심각한 문제를 일으킬 수 있으며, 설계 및 시공 전에 검토되어야 할 사항이다<sup>1)</sup>.

CFT 기둥의 경우 강관과 콘크리트 사이의 일체거동을 확보하기 위해 전단연결재(shear connector) 또는 격막

(diaphragm)을 설치하는 것이 일반적이다. Fig. 1(a)에서와 같이 강관의 내부에 스테드 형식으로 전단연결재를 설치하는 경우, 시공이 용이하지 않으며 콘크리트와의 상호작용에 대한 면밀한 검토가 필요하다. 반면 기둥-보 접합부에서 강관의 내측 또는 관통형식으로 격막(Fig. 1(b))을 설치하는 경우는 추가적인 전단연결장치 없이 일체거동을 확보할 수 있다<sup>2)</sup>. CFT 기둥의 장기거동에 관한 기존의 연구들은 대부분 실험으로부터 정성적인 거동특성을 파악하고자 하였다<sup>3-6)</sup>. 최근 원형과 각형 CFT 기둥에 관한 실험 및 해석 연구를 통해 정량적으로 거동을 예측할 수 있는 방안이 모색되었으나<sup>1,7)</sup>, 전단연결재 또는 격막이 설치되지 않은 경우로 국한되어 있어 연구 결과를 실제의 CFT 기둥에 활용하는데 제한이 있었다.

이 연구의 목적은 각형 CFT 기둥에 격막이 설치된 경우에 대한 실험과 수치해석을 통해 장기거동에 미치는 격막의 영향을 구명하는 것이다. 기존에 이루어진 각형 CFT 기둥에 관한 연구와 연계하여<sup>1)</sup>, 격막의 크기와 기둥의 길이를 달리한 6개 변수에 대한 실험과 유한요소해석이 수행되었고, 이로부터 시간에 따른 거동 특성과 격막의 영향 등이 분석되었다.

\* Corresponding author

E-mail : kimjinkeun@kaist.ac.kr

©2005 by Korea Concrete Institute

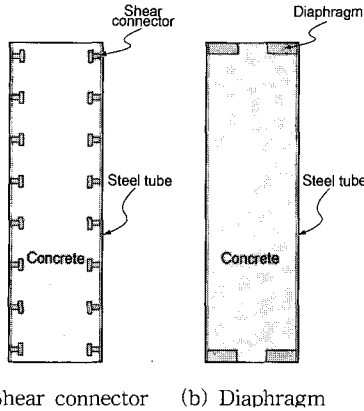


Fig. 1 Shear connector and diaphragm

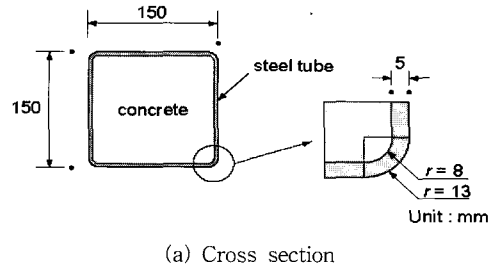
## 2. 장기거동 실험

### 2.1 실험 계획

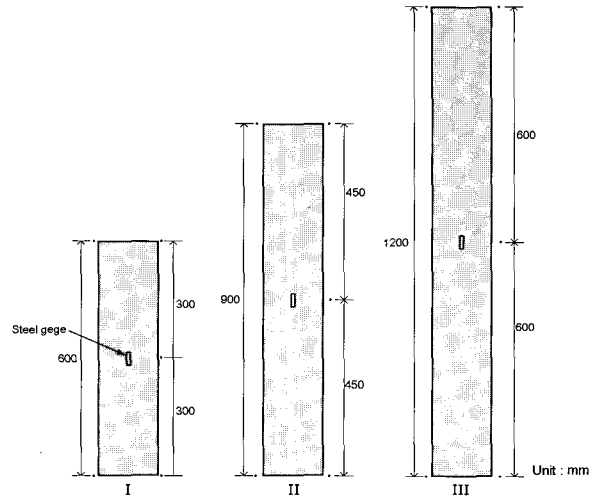
실험에 사용된 각형 CFT 기둥 실험체의 형상은 Fig. 2 과 같다. 단면은 Fig. 2(a)에서 보듯이 150×150 mm의 정사각 형태로 모든 실험체에서 동일하며, 길이는 세 가지 종류로 600, 900, 1200 mm 이다.

Fig. 3은 하중을 가하는 방법에 대해 나타낸 것으로 강관과 콘크리트 면적의 3/4에 하중이 가해지는 경우(SCQ)와 강관과 콘크리트 면적의 1/2에 가해지는 경우(SCH)가 있다. Fig. 3에서와 같이 구멍이 뚫린 가압판을 사용하여 격막의 효과를 모사하고자 하였으며, 격막의 크기에 따른 영향을 파악하기 위해 SCQ와 SCH 두 가지 채하 방법으로 실험을 수행하였다. 실험 변수는 실험체의 길이와 가압 방법에 따라 6가지가 있으며, 각 실험체는 '가압방법(SCQ 또는 SCH)-실험체 길이(I, II 또는 III)'로 명명하기로 한다. 각 실험 변수마다 동일한 2개의 실험체를 제작하였으며, 2개의 실험체에서 측정된 변형률을 평균하여 결과 분석에 사용하였다.

Fig. 4는 실험에 사용된 가압장치를 나타낸 것이다. 길이가 600 mm인 실험체는 콘크리트의 크리프 실험에 일반적으로 많이 사용되는 spring-loaded frame을 사용하였고, 900 mm와 1200 mm 길이의 실험체는 자체 제작한 가압장치를 사용하였다. spring-loaded frame의 경우 스프링에 의해 유압실린더 내의 유압이 시간에 따라 변화하여도 가해진 하중을 일정하게 유지할 수 있으며, 자체 제작한 가압 장치의 경우는 유압을 시간에 따라 일정하게 유지하기 위해 유압펌프와 유압계이지, 전기회로로 구성된 자동 제어장치를 구성하여 실험하였다. 모든 실험체의 중심부에서 콘크리트와 강재의 변형률을 측정하기 위해 강제계이지와 100 mm 길이의 매립계이지를 설치하였다. 강제계이지의 경우 편심의 영향을 배제하기 위해 180°를 이루는 양쪽 면에 부착하여 측정된 값을 평균하였으며, 매립계이지는



(a) Cross section



(b) Vertical section

Fig. 2 Dimensions of CFT column specimens

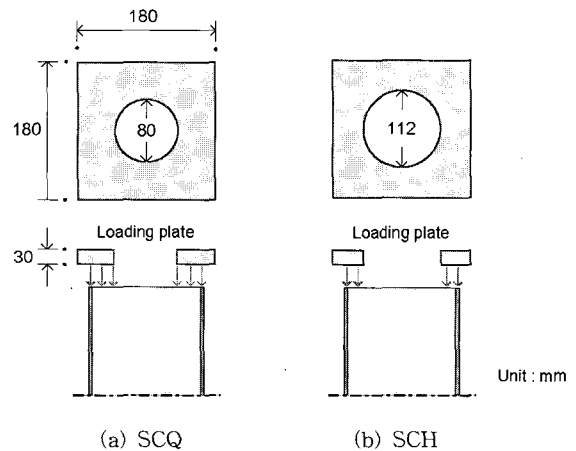


Fig. 3 Load applications

단면의 중앙에 설치하였다. SCQ와 SCH 실험체에 가해진 하중의 크기는 각각 200 kN과 190 kN 이었으며, 온도에 의한 변형발생을 억제하기 위해 20 °C의 기온을 일정하게 유지하는 항온실에서 실험이 수행되었다.

### 2.2 재료

이 연구의 실험은 기존의 연구<sup>1)</sup>에서 이루어진 실험과 동시에 수행되었으며, 강관과 콘크리트 재료 또한 기 수행된 실험과 동일하다. Table 1은 실험체 제작에 사용된 콘

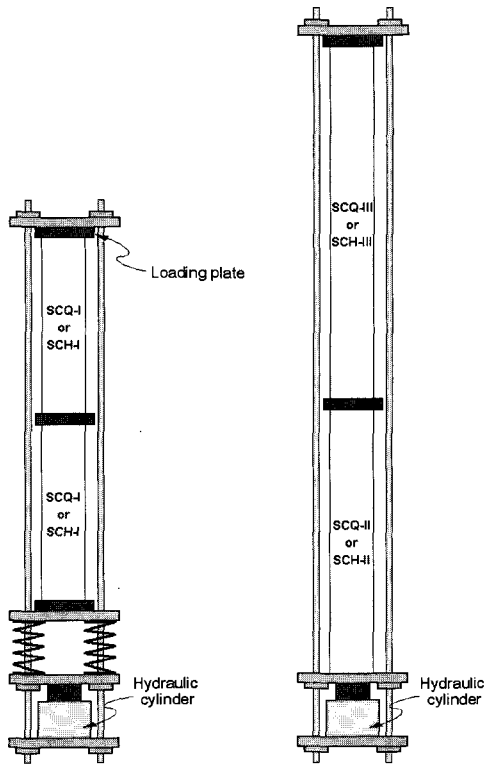


Fig. 4 Experimental apparatus

크리트의 배합이며, 강재와 콘크리트의 역학적 특성은 Table 2에 나타내었다. 실험체의 제작에 사용된 콘크리트 재료의 크리프 특성을 파악하기 위해  $\phi 150 \times 300$  mm를 추가적으로 제작하여 CFT 기둥의 실험과 동일한 조건에서 기본 크리프 실험을 수행하였으며, 측정된 크리프계수와 이에 대한 회귀분석 결과는 기존의 연구<sup>1)</sup>에서 소개되었다. 콘크리트의 크리프 발현을 정확히 예측하는 것은 어려운 일이며, 불확실성이 매우 높다. 정밀한 해석을 수행하기 위해 각 실험체에 대한 유한요소 모델링 과정에서 내부 콘크리트의 크리프 특성으로 회귀분석 결과를 사용하였다.

### 3. 유한요소해석

#### 3.1 개요

이 연구에서 수행한 유한요소 해석의 목적은 격막이 설

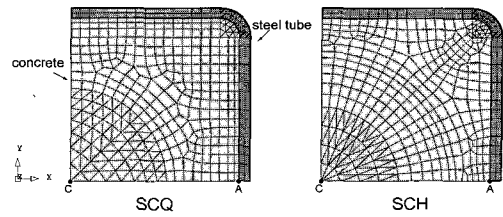
Table 1 Mix proportion

W/B (%)	Unit weight(kgf/m <sup>3</sup> )					
	Water	Binder		Fine aggregate	Coarse aggregate	Super-plasticizer
		Cement	Fly ash			
32	172	480	60	780	1000	7.2

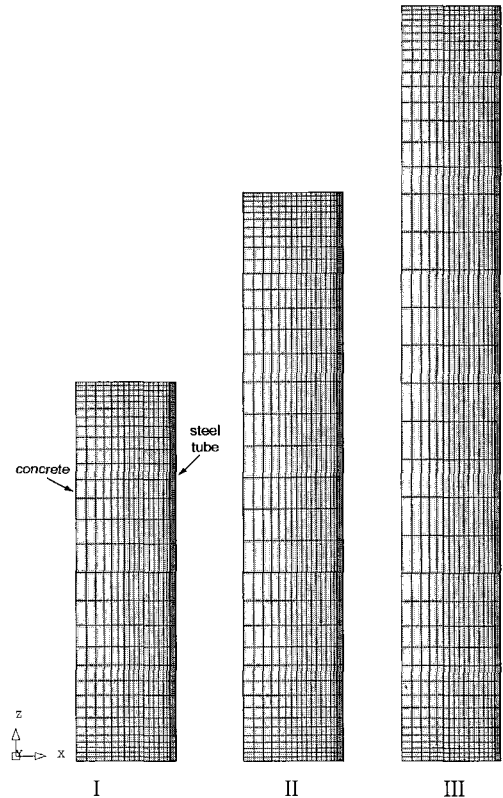
Table 2 Mechanical properties

Material	Elastic modulus(GPa)	Strength (MPa)	Poisson's ratio
Concrete	27.1	47.7(at 28days)	0.18
Steel	196	284(at yielding)	0.30

격막이 설치된 각형 CFT 기둥의 장기거동에 관한 연구



(a) Mesh refinement of cross section



(b) Mesh refinement of vertical section(SCQ)

Fig. 5 Mesh refinement

치된 각형 CFT 기둥의 장기거동을 예측할 수 있는 방안을 모색하고, 실험결과를 보완하여 장기거동 특성을 보다 명확히 분석하는 것이다. 각 실험체에 대한 유한요소 모델링 과정은 기 수행된 각형 CFT 기둥에 대한 해석<sup>1)</sup>과 동일하며, 모델링에 관한 자세한 설명은 기존의 연구<sup>1)</sup>를 참조하고 이 연구의 모델링 과정은 간략히 정리한다.

유한요소해석은 상용 해석프로그램인 DIANA Ver. 8.1을 사용하였으며, 내부 콘크리트의 크리프와 강관과 콘크리트 사이의 계면거동에 대한 비선형 해석을 위해 Newton-Raphson 방법을 사용하였다.

#### 3.2 내부콘크리트와 강관의 모델링

각형 CFT 기둥의 경우 대칭성을 고려하여 단면의 1/4과 길이방향으로 1/2을 모델링 하였다. Fig. 5는 해석에 사용된 각형 CFT 기둥의 유한요소 메시를 나타낸 것이다. Fig. 5(a)에서 모서리부분의 콘크리트와 강관 그리고

격막 구멍 부분의 콘크리트는 1×2의 가우스 적분점을 갖는 6절점 연속체(solid)요소를, 나머지 부분은 2×2×2 가우스 적분점을 갖는 8절점 연속체요소를 사용하였다. Fig. 5(b)는 SCQ 실험체에 대한 수직방향 메시를 나타낸 것이며, SCH 실험체의 수직방향 메시 분할은 SCQ의 경우와 같다. 해석에 사용된 내부콘크리트와 강관의 탄성계수와 푸아송비는 Table 2와 같다.

### 3.3 강재와 콘크리트의 계면거동 모델링

내부콘크리트와 강관 그리고 가압판과 CFT 기둥 실험체사이의 계면거동은 Coulomb friction 모델을 사용하여 모델링 하였으며, 다음과 같은 식으로 표현된다.

$$\tau_{crit} = a + \mu p \quad (1)$$

여기서,  $\tau_{crit}$ 은 부착강도를 의미하며, 계면에서 전단응력이 부착강도에 도달하면 미끄럼(slip)이 발생하게 된다.  $a$ 는 콘크리트와 강관사이의 점착력을 의미하며,  $\mu$ 와  $p$ 는 각각 마찰계수와 계면에 수직으로 작용하는 수직응력 즉 구속압을 의미한다.

부착강도는 구속압이 증가할수록 증가하게 되며, 인장응력이 작용할 경우에는 계면이 분리되도록 모델링 하였다. 즉 내부 콘크리트가 강관에 의해 구속되는 경우 마찰계수의 크기에 따라 강관과 콘크리트는 어느 정도의 일체거동을 보이게 된다. 기존의 연구에 따르면 강관과 콘크리트

사이의 마찰계수는 표면의 매끄러운 정도에 따라 크게 영향을 받으며, 0.2~0.6사이의 범위를 갖는 것으로 보고되었다<sup>8-10)</sup>. 각형 CFT 기둥 실험체에 대한 해석에서 마찰계수  $\mu$ 는 0.2를 사용하였으며, 점착력은 고려하지 않았다<sup>11)</sup>.

## 4. 결과 및 분석

### 4.1 유한요소 모델의 검증

각 실험체에 대해 3차원 유한요소 해석을 수행하였고, 유한요소 모델의 정확성을 검증해 보기 위해 실험으로부터 측정된 변형률과 측정 위치의 해석 결과를 서로 비교해 보았다. Fig. 6은 측정값과 해석 결과의 비교를 나타낸 것이다. Table 3은 Fig. 6의 실험 측정값을 나타낸 것이다. 전기저항게이지에서 피할 수 없는 진압 및 전류의 변동에 따른 영향을 피하기 위해 각 측정 시점에서 변형률을 10회 측정하였고 이 값을 평균하여 사용하였다. 내부콘크리트의 크리프로 인하여 각 실험체의 변형은 시간에 따라 증가하였다. SCQ와 SCH의 경우 모두 실험체의 중심부에서 콘크리트와 강관의 변형률은 같은 값으로 나타났으며, 실험체 길이에 따른 차이는 나타나지 않았다.

모든 실험체에 대한 유한요소 해석 결과는 실제의 거동을 정확히 모사하고 있었으며, 이로부터 유한요소 모델의 정확성이 검증되었다. 측정된 변형률과 그 위치에서의 해석 결과만으로 각 실험체 내의 변형률과 응력의 분포 및

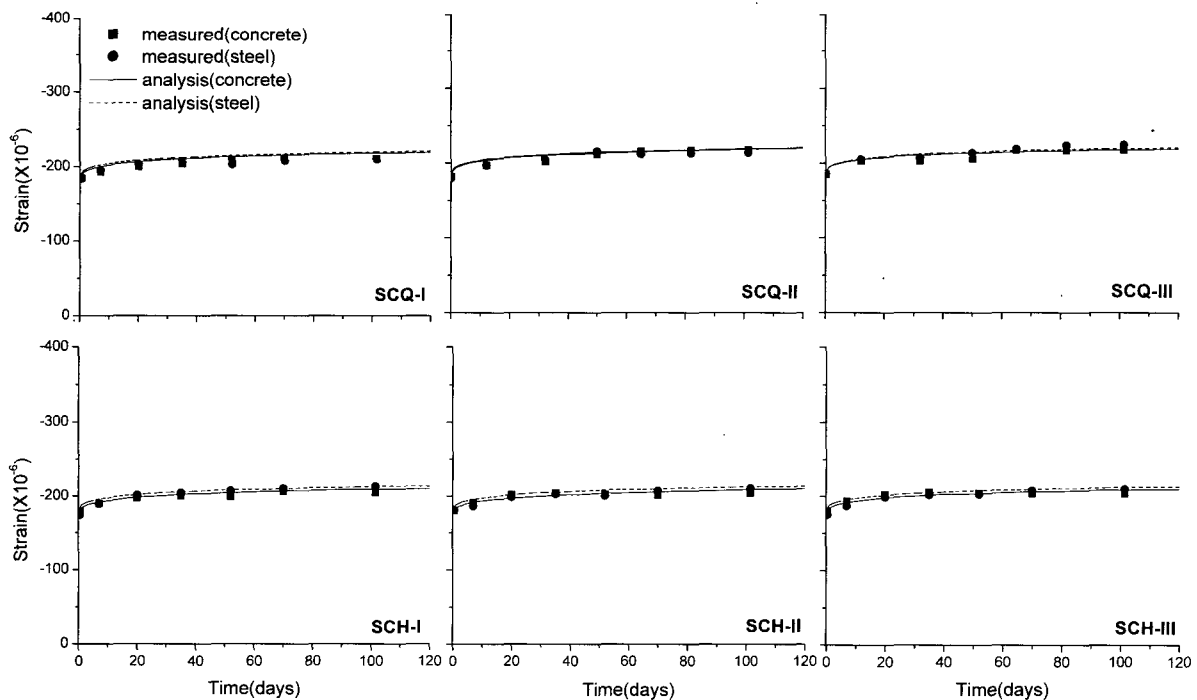


Fig. 6 Comparison of test results with F.E. analysis results for SCQ and SCH specimens

**Table 3** Test data of Fig. 6

SCQ-I			SCQ-II			SCQ-III		
Time (days)	Strain( $10^{-6}$ )		Time (days)	Strain( $10^{-6}$ )		Time (days)	Strain( $10^{-6}$ )	
	Concrete	Steel tube		Concrete	Steel tube		Concrete	Steel tube
0.6	-185	-184	0.1	-182	-180	0.1	-185	-186
7	-193	-195	12	-197	-197	12	-203	-205
20	-200	-203	32	-202	-202	32	-203	-207
35	-204	-206	50	-212	-212	50	-206	-214
52	-208	-203	65	-216	-216	65	-218	-219
70	-210	-208	82	-218	-218	82	-217	-224
102	-211	-210	102	-218	-218	102	-218	-225

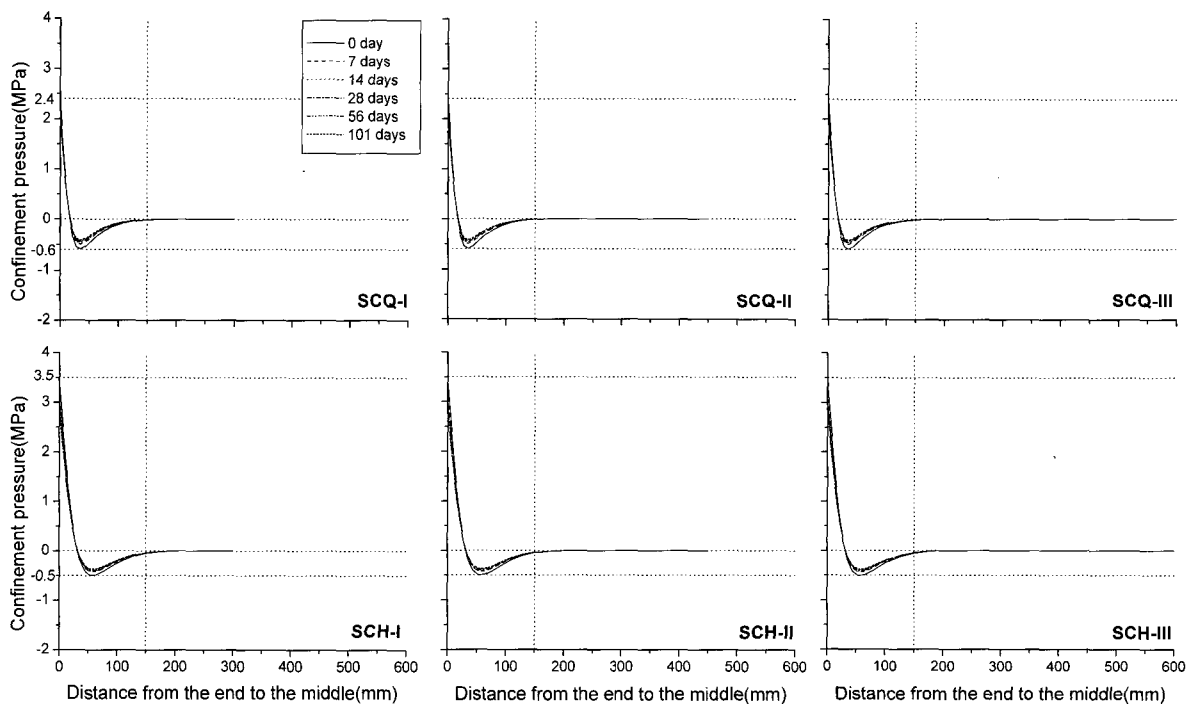
SCH-I			SCH-II			SCH-III		
Time (days)	Strain( $10^{-6}$ )		Time (days)	Strain( $10^{-6}$ )		Time (days)	Strain( $10^{-6}$ )	
	Concrete	Steel tube		Concrete	Steel tube		Concrete	Steel tube
0.5	-178	-174	0.5	-180	-181	0.5	-180	-175
7	-190	-189	7	-191	-186	7	-194	-187
20	-197	-201	20	-202	-198	20	-203	-199
35	-200	-204	35	-204	-202	35	-206	-202
52	-199	-207	52	-202	-200	52	-205	-203
70	-206	-210	70	-201	-207	70	-204	-208
102	-205	-213	102	-204	-210	102	-204	-210

격막의 영향을 파악하기는 어려우며, 해석 결과를 바탕으로 이를 분석해 보고자 한다.

#### 4.2 구속 효과

Fig. 7은 기둥의 단부에서 중심까지 분포하는 단면 중심의(Fig. 5(a)의 C 위치) 횡방향 응력( $\sigma_{xx}$ )을 시간에 따라 나타낸 것이다. 모든 실험체의 단부에서 급격한 응력

변화가 발생하고 단부에서 기둥의 폭(150mm) 만큼 내려간 깊이에서부터 중심까지는 횡방향 응력이 발생하지 않는 것으로 나타났다. 기존의 연구 결과<sup>1)</sup>에 따르면, 단부에서 격막에 의한 구속과 강관에 의해 내부의 콘크리트가 구속되는 효과가 나타날 수 있다. 단부에서의 급격한 응력변화는 격막에 의한 구속 효과로 판단되며, 기존 연구<sup>1)</sup>에서 콘크리트에만 하중이 가해진 경우에 나타났던 강관에 의한 구속 효과는 격막이 설치된 CFT 기둥의 경우 나



**Fig. 7** Confinement pressure at the center of the specimens

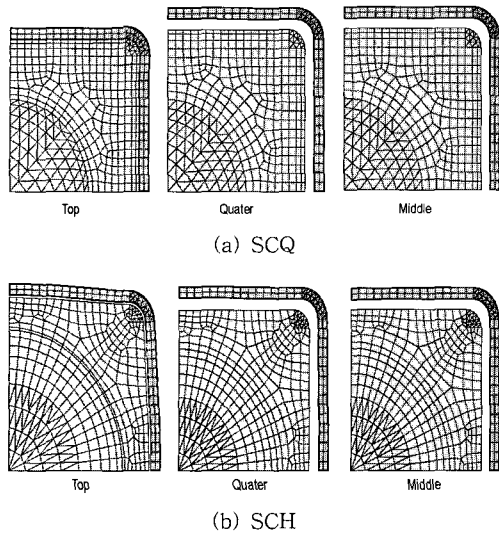


Fig. 8 Deformed shapes

타나지 않는 것으로 보인다.

기둥 단부에서 발생하는 인장응력은 격막의 구속에 의해 격막 중심부의 구멍 쪽으로 내부의 콘크리트가 밀려 나오면 발생하는 것으로 판단되며, 격막의 크기가 작을수록 즉 격막 중심부 구멍의 크기가 클수록 단부에서 발생하는 인장응력의 크기가 증가하는 것으로 나타났다. 격막에 의해 발생된 구속압은 시간에 따라 다소의 변화는 있으나 거의 일정한 크기를 유지하였고, 기둥의 길이에 따른 영향은 없는 것으로 나타났다.

Fig. 8은 SCQ와 SCH 실험체의 단부, 길이 방향으로 1/4위치 그리고 중심에서 단면의 변형의 크기를 3,000 배 확대하여 실제보다 과장되게 나타낸 것이다. 실험체의 길이에 따라 변형 형상에 차이가 없기 때문에 SCQ-I과 SCH-I을 기준으로 나타내었다. 격막에 의한 구속 효과로 인해 단부에서 변형의 크기가 가장 작았고, 격막의 크기에 따라 단부의 변형 형상도 다르게 나타났다. 그러나 1/4 지점과 중심부에서 SCQ와 SCH 실험체 모두 강관과 내부 콘크리트 사이에 틈이 발생하였고, 따라서 강관에 의한 구속 효과는 없는 것으로 판단된다. 강재의 푸아송비가 0.28~0.30으로 콘크리트 푸아송비(0.18~0.20)보다 크고 단부에서 격막에 의해 콘크리트와 강관의 수직방향 변형의 차이, 즉 콘크리트와 강관 사이의 미끄럼이 발생하지 않기 때문에 강관에 의한 구속 효과는 발생하지 않는다.

### 4.3 강관과 콘크리트의 시간에 따른 응력 변화

Fig. 9는 길이방향으로 단부에서 중심까지 단면의 중심 (Fig. 5(a)에서 C의 위치)에서 콘크리트의 수직응력 분포를 나타낸 것이고, Fig. 10은 Fig. 5(a)의 A위치에서 강관의 수직응력의 분포이다. 모든 실험체에서 격막의 구속 효과로 인해 단부에서 기둥의 폭(150mm)만큼 내려간 위치까지 응력은 급격히 변화하며, 이 위치에서 중심까지 거의 일정한 응력 분포를 나타낸다. 또한 내부 콘크리트의 크리프로 인해 콘크리트의 응력은 시간에 따라 감소하는

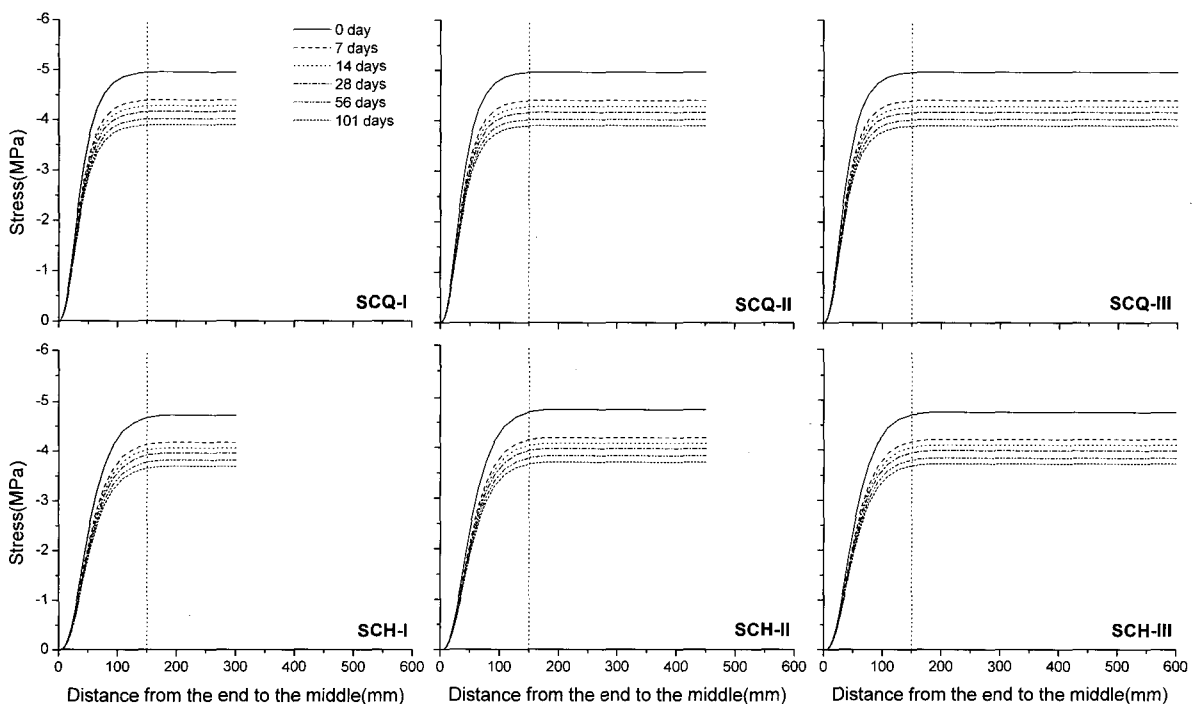


Fig. 9 Vertical stress at the center of the inner concrete

반면, 강관의 응력은 증가하였다. SCQ와 SCH 실험체의 단부에서 콘크리트의 수직응력이 0으로 나타나는 것은 수직응력을 나타내는 위치가 단면의 중심으로 격막의 구멍에 의해 직접적으로 하중이 전달되지 않기 때문이다.

Figs. 6과 7 그리고 8의 결과를 종합해 볼 때 강관과 콘크리트 사이의 부착 또는 강관에 의한 구속 효과는 나타나지 않으며, 격막의 구속에 의해 단부에서 발생하는 급격한 응력 변화를 제외하고는 SCQ와 SCH 실험체 모두 기존 연구<sup>1)</sup>의 강관과 콘크리트 전체면적을 가압한 경우와 유사한 거동을 보이고 있다.

#### 4.4 하중 재하 방법에 따른 CFT 기둥의 축소(shortening)량 비교

기존의 연구<sup>1)</sup>에서 각형 CFT 기둥의 콘크리트에만 하중이 가해진 경우(S-CFT-C), 강관과 콘크리트의 전체 면적에 하중이 가해진 경우(S-CFT-E) 그리고 콘크리트 재료에 대한 기본 크리프 실험(S-PC)이 수행되었다. 이 연구에서 SCQ와 SCH의 하중조건에서 수행한 실험까지 포함하여 총 5가지 하중상태에 대한 연구가 수행되었으며, 각 하중상태에 따라 기둥의 축소량 차이를 파악해 보고자 한다.

Fig. 11은 5가지 하중 상태에서 측정된 변형률로부터 계산된 시간에 따른 비 크리프(specific creep)이다. 비 크리프는 단위응력 당 발생하는 크리프 변형을 의미하며, 실험체 중심에서 측정한 콘크리트 변형률을 가해진 응력으로

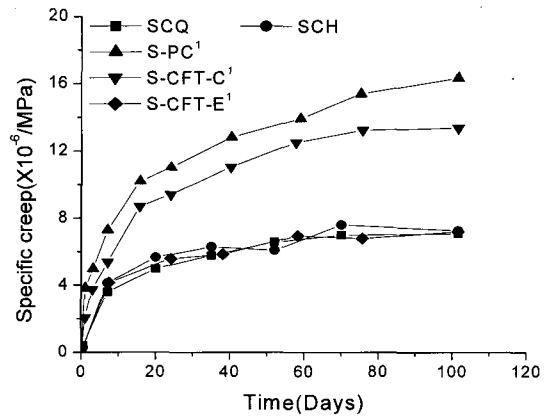


Fig. 11 Specific creep calculated based on the experimental results

나누어 계산하였다. S-CFT-E와 SCQ, SCH의 경우 강관의 면적은 같은 탄성계수를 갖는 콘크리트 면적으로 환산하여 고려하였다. SCQ와 SCH의 경우 실험체 길이에 따라 변형률의 차이가 나타나지 않아 SCQ-I, SCH-I에서 측정된 변형률을 사용하여 계산하였다.

강관의 구속 및 강관과 콘크리트 사이의 마찰력으로 인해 콘크리트에만 하중이 가해진 경우(S-CFT-C)가 콘크리트 재료에 하중이 가해진 경우(S-PC) 보다 작은 수축량을 나타냈다. 강관과 콘크리트의 전단면에 하중이 가해진 경우(S-CFT-E)와 SCQ, SCH 사이의 수축량 차이는

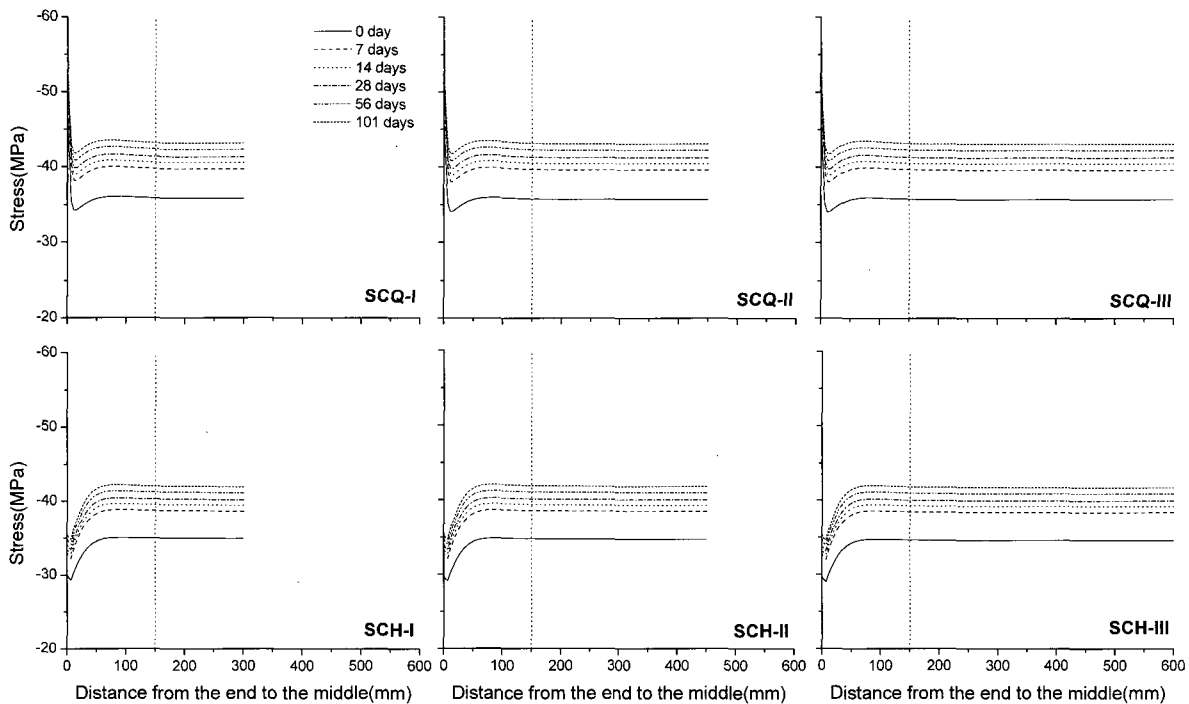


Fig. 10 Vertical stress of steel tube

매우 미미하여 실험오차를 고려한다면 무시할 수 있을 정도이다. 따라서 기둥 축소량의 측면에서 내부 콘크리트 면적의 1/2 이상을 가압할 수 있는 격막을 설치할 경우 강관과 콘크리트의 전단면을 가압하는 경우와 같은 효과를 나타낼 것으로 보이며, 강관과 콘크리트의 일체거동 또한 확보할 수 있을 것으로 판단된다. 그러나 이런 경우 격막의 구멍을 통해 콘크리트를 타설 할 때 어려움이 있을 수 있다. 실제 CFT 기둥의 경우 내부 콘크리트에 대해 직접 다짐을 하지 않고 유동성이 높은 배합으로 펌핑을 통해 타설하는 공법이 많이 사용되고 있으며, 격막으로 인해 시공에 어려움이 있을 때 이러한 공법이 사용될 수 있을 것으로 사료된다.

## 5. 결 론

이 연구에서 수행한 실험과 유한요소 해석으로부터 얻은 결론은 다음과 같다.

- 1) 내부 콘크리트 면적의 1/2 이상을 가압할 수 있는 격막이 설치된 각형 CFT 기둥의 장기변형에 의한 축소량은 강관과 콘크리트의 전체 면적을 동시에 가압한 경우의 축소량과 동일하다.
- 2) 격막에 의한 기둥 단부의 구속 효과는 기둥의 길이에 상관없이 CFT 기둥의 단부에서 기둥의 폭만큼 내려간 위치까지이며, 이외의 부분에서 격막 또는 강관에 의한 구속 효과는 나타나지 않는다.
- 3) 강관과 콘크리트 사이의 계면거동을 고려한 3차원 유한요소 해석은 실제의 거동을 정확히 모사하고 있으며, 이러한 유한요소 모델링으로부터 격막이 설치된 CFT 기둥의 장기거동을 정확히 예측할 수 있는 것으로 나타났다.

## 감사의 글

본 연구는 대한건축학회의 연구비 지원에 의해 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

## 참고문헌

1. 권승희, 김태환, 이태규, 김윤용 “중심축 하중을 받는 각형 CFT 기둥의 장기거동에 관한 연구”, 콘크리트학회논문집, 17권 2호, 2005, pp.281~290.
2. 한국강구조학회, “특집기사-CFT 과거·현재·미래”, 강구조학회지, 14권 2호, 2002, pp.10~56.
3. Terry, P. J., Bradford, M. A., and Gilbert R. I., “Creep and Shrinkage in Concrete-Filled Tubes”, *Tubular Structures VI. Proc. 6th Int. Symp. On Tubular Structures*, Balkema, Rotterdam, 1994, pp.293~298.
4. Morino, S. Kswaguchi, J., and Cao. Z.S., “Creep Behaviour of Concrete-Filled Steel Tubular Members”, *Composite Construction in Steel and Concrete III, Proc. Engineering Foundation Conf.*, Irsee, Germany, 1996, pp.514~525.
5. Nakai, H., “An Experimental Study on Creep of Concrete-Filled Steel Tubes”, *Proc. 3rd Int. Conf. on Steel-Concrete Composite Structures*, 1991, pp.55~60.
6. Bradford, M., “Service-load deformations of concrete-filled RHS columns”, *Eighth Int. Symposium on Tubular Structures*, Balkema, Singapore, 1998, pp.425~423.
7. 권승희, 김진근, “중심축 하중을 받는 CFT 기둥의 장기거동에 관한 연구”, 콘크리트학회 논문집, 13권 1호, 2001, pp.77~85.
8. Baltay, P. and Gjelsvik, A., “Coefficient of friction for steel on concrete at high normal stress”, *Journal of Materials in Civil Eng.*, Vol.2, No.2, 1990, pp.46~49.
9. Boverket, *Boverket's Hand Book for Concrete Structures*, BBK 94, Vol.1, 1994(in Swedish).
10. 권승희, 김진근, “CFT 기둥의 부착응력에 관한 연구”, 콘크리트학회 논문집, 13권 2호, 2001, pp.93~98.
11. Johansson, M and Gulltoff, K, “Structural Behavior of Slender Circular Steel-Concrete Composite Columns under Various Means of Load Application”, *Steel and Composite Structures*, Vol.1, No.4, 2001, pp.393~410.

## 요 약

이 연구에서 격막이 설치된 각형 CFT 기둥의 장기거동에 관한 실험과 해석을 수행하였으며, 이를 통해 각형 CFT 기둥의 장기거동에 미치는 격막의 영향을 파악해 보고자 하였다. 격막의 크기에 따라 두 가지, 기둥 길이에 따라 세 가지 변수를 두어 총 6가지의 변수에 대한 실험과 각 실험체에 대한 3차원 유한요소 해석을 수행하였다. 강관과 콘크리트의 계면 거동을 고려한 유한요소 해석은 격막이 설치된 CFT 기둥의 실제 거동을 정확히 모사하였으며, 이를 통해 유한요소 모델링의 정확성이 검증되었다. 실험과 해석 결과로부터 다음과 같은 결론을 얻었다. 격막에 의한 기둥 단부의 구속 효과는 기둥의 길이에 상관없이 CFT 기둥의 단부에서 기둥의 폭만큼 내려간 위치까지이며, 이외의 부분에서 격막 또는 강관에 의한 구속 효과는 나타나지 않았다. 또한 내부 콘크리트 면적의 1/2 이상을 가압할 수 있는 격막이 설치된 각형 CFT 기둥의 장기변형에 의한 축소량은 강관과 콘크리트의 전체 면적을 동시에 가압한 경우의 축소량과 동일하다.

**핵심용어** : CFT 기둥, 격막, 장기거동