



고강도 CFT용 콘크리트의 현장적용성 평가 및 장기거동 예측

박제영¹⁾ · 정경수^{1)*} · 김우재²⁾ · 이종인²⁾ · 김용민²⁾

¹⁾포스코 철강솔루션센터 연구원 ²⁾포스코건설 R&D센터

A Evaluation on the Field Application of High Strength Concrete for CFT Column

Je Young Park,¹⁾ Kyung Soo Chung,^{2)*} Woo Jae Kim,³⁾ Jong In Lee,⁴⁾ and Yong Min Kim⁵⁾

¹⁾Steel Solution Center, POSCO, Incheon, 406-840, Korea

²⁾R&D Center, POSCO E&C, Incheon, 406-840, Korea

ABSTRACT CFT (Concrete-Filled Tube) is a type of steel column comprised of steel tube and concrete. Steel tube holds concrete and the concrete inside tube takes charge of compressive load. This study presents structural performance of the CFT column which has 73~100 MPa high strength concrete inside. Fluidity, mechanical compression, pump pressure test in flexible pipe were conducted for understanding properties of the high strength concrete. Material properties were achieved by various experimental tests, such as slump, slump flow, air content, U-box, O-Lot, L-flow. In addition, mock-up tests were conducted to monitor concrete filling, hydration heat, compressive strength. From construction sites in Sang-am dong and University of Seo-kang, long-term behaviors could be effectively predicted in terms of ACI 209 material model considering elastic deformation, shrinkage and creep.

Keywords : Concrete Filled steel Tube (CFT), high strength concrete, long-term behavior prediction

1. 서 론

콘크리트충전강관(이하, CFT (concrete filled steel tube)) 구조는 원형 및 각형 강관내부에 콘크리트를 충전한 구조형식으로, 강관과 콘크리트의 재료적 장점을 극대화시켜 종래의 철골조, 철근콘크리트조 및 철골철근콘크리트조에 비하여 내진/내화성능, 시공성 및 경제성이 뛰어난 효과가 있다.

건축물의 고층화 및 장경간화로 CFT구조도 재료의 개발로 인한 고강도화가 진행중이다. 따라서 초고강도 콘크리트에 대해 CFT시공기술이 필수적이며, 이를 확립하기 위해서는 콘크리트의 시공성능과 충전성의 확보 및 CFT기둥의 장기거동 예측 및 검증이 중요과제가 된다.

국내외 기존 연구를 보면, 일반강도 CFT용 및 고강도 강도 CFT용 콘크리트 연구에 관하여는 국부적으로 연구가 진행되어 왔다. 강용학¹⁾은 CFT 현장적용에 있어서 주로 수화열 측면에 초점을 맞추어져 있었으며, 정근호²⁾는 CFT 고강도 콘크리트의 적용에 있어서 콘크리트의 성능

평가에 대한 실험 데이터 및 최적배합에 대한 기초적 자료를 제시하였다. Matsumoto et al.³⁾는 150 MPa 콘크리트가 적용된 CFT의 구조적 성능 및 현장적용성을 평가하였다. Naguib와 Mirmiran⁴⁾는 CFT기둥의 기둥축소량 예측알고리즘을 개발하였으며, CFT기둥에서 콘크리트 크리프계수에 대해서 ACI설계기준과 비교평가하였다.

한편, 국내 CFT용 100 MPa 고강도 콘크리트의 현장적용을 위한 자기충전성, 강도발현, 수화열 및 침하량 등에 대한 실험 및 계측관련 연구는 아직도 미미한 수준이다.

본 연구에서는 CFT용 100 MPa급 콘크리트의 배합설계, 실물실험을 통한 현장적용성 평가, 즉, 현장적용시 콘크리트 시공 모니터링으로 콘크리트의 품질관리 및 CFT기둥의 장기거동의 계측 및 예측에 대해서 검토하였다.

2. CFT용 100 MPa 콘크리트 물성평가

2.1 사용재료

본 실험에 사용된 시멘트는 국내 H사의 분말도 약 7000 cm²/g, 재령 28일 압축강도 60 MPa이상의 프리믹스드 시멘트를 사용하였다. 사용된 잔골재는 인천산 세척사이며, 굵은 골재는 최대치수 13 mm이하로 입도조정하여 사용하였다. 사

*Corresponding author E-mail : chungks@posco.com

Received April 18, 2014, Revised May 9, 2014,

Accepted July 1, 2014

©2014 by Korea Concrete Institute

Table 1 Material Properties of Premixed Cement

Specific Gravity	Fineness (cm ² /g)	Solidification (Min)		Compressive Strength (MPa)	
		Beginning	Last	3 Days	28 Days
2.90	7000	130	200	38.8	62.4

Table 2 Material Properties of Aggregates

Types	Maximum Size (mm)	Density in Saturated Surface-Dry Condition (g/cm ³)	Absorptance (%)	Bulk Density (kg/m ³)	FM (%)
Fine Aggregate	5.0	2.59	0.98	1590	2.87
Coarse Aggregate	13.0	2.68	0.19	1570	5.84

Table 3 Concrete Mixture Proportions

Specifications	Binder (kg/m ³)	W/B (%)	S/a (%)	Superplasticizer (%)
13-100-700	926	17.8	40.8	2.00

Table 4 Evaluation Lists

Types	Test Lists	Details
Fresh Concrete	Slump flow	700 ± 100mm
	Air Content	3.5 ± 1.5%
	Concrete Filling Test	L-flow Test (10s within)
		U-box Test (10mm within)
O-Lot Test (50s within)		
	Use Filling Sensor	
Hardened Concrete	Compressive Strength	3, 7, 28, 56 Days
	Filling Measurement	Install Filling Sensor
	Hydration Measurement	Install Temperature Sensor

용된 시멘트와 골재의 물리적 성질을 Table 1과 Table 2에 각각 나타내었으며, 콘크리트 배합은 Table 3에 표기하였다.

2.2 시험방법

실내시험평가 항목 및 요구성능으로 Table 4에서 보는 바와 같이 설계기준강도 100 MPa 고강도 콘크리트를 사용하여 슬럼프 플로우, 공기량 및 콘크리트의 충전성을 확인하기 위한 L-flow시험, U-box시험, O-Lot시험을 실시하였다.¹¹⁾

CFT기동에 대한 콘크리트의 현장적용성 평가를 위해 Fig.

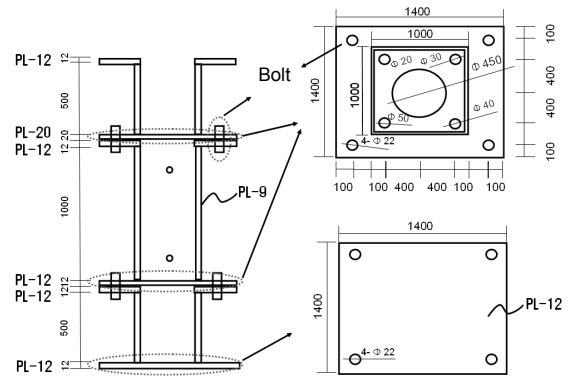


Fig. 1 Geometric Information of the test Specimen

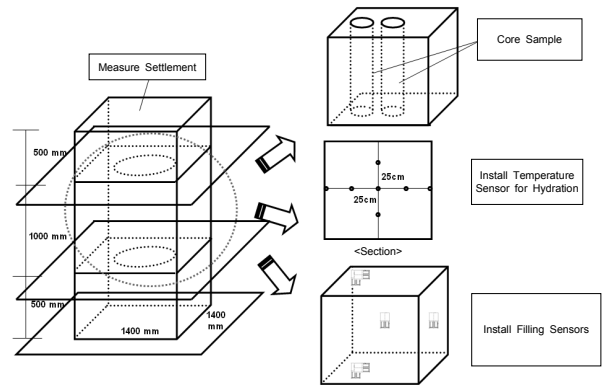


Fig. 2 Measurement Process and Sensor Positions

1에서 보는 바와 같이 1000 x 1000 x 2000 mm 박스형 단면 치수와 강관내부 다이어프램 형상을 갖는 메가CFT 실험체를 제작하였다. 실물시험에 사용한 콘크리트는 Batch Plant (이하 B/P)에서 배합하여, 레미콘차 운반 및 호퍼를 이용하여 상부타설하였다.

현장적용 성능평가 항목으로 콘크리트의 충전성, 수화열, 콘크리트 압축강도발현, 침하량 등으로 하였다. 강관내부 콘크리트 충전성을 확인하기 위해 설치한 다이어프램은 두께 13 mm강판으로 실험체 중앙에서 1 m 간격으로 설치하였다. 다이어프램 개구부 중앙에는 직경 450 mm인 원형 개구부가 위치하고 모서리에는 20~50 mm 홀을 4개 두었다. Fig. 2에서 보는 바와 같이 전압값을 측정하는 충전감지 센서를 6곳(중앙, 내측 다이어프램 상하부, 측면)에 부착하였다. 수화열 측정을 위해서 온도센서를 강관내부 중앙부와 측면부, 상단부에 설치하여 3차원적 계측을 행하였다. 콘크리트 압축강도 발현은 28일 경과시점에 코어채취하여 압축강도시험을 하였다.

2.3 시험결과

굳지 않은 콘크리트 시험결과, Table 5에 나타난 바와 같이 슬럼프 플로우는 목표했던(700±100) mm 범위를 모두 만족하는 것으로 나타났고, 공기량도 3.5±1.5% 범위를 충족하였다. L-flow (to 300 mm)도달시간 측정결과 2.97

초, O-Lot 통과시간은 15.53초로 콘크리트 유동성 성능기준에 만족하였다. 28일 경과후 콘크리트에 대해서 압축강도 시험결과 118 MPa로 나타나 재령 28일 설계기준강도(100 MPa)를 상회하였다.

CFT타설 직후의 충전감지 센서의 전압 값을 측정한 결과, 1.06 V로 측정되었다. 이는 100 MPa 콘크리트에 대한 사전 전압 실험값인 0.9~1.0 V이상의 값을 보여 콘크리트가 다이아프램 밀면에 충전되었음을 알 수 있다(Fig. 3 참조). 또한, 콘크리트 타설 직후부터 알칼리 반응에 따라 전압 값이 증가하다가, 약 10시간이 경과한 시간 이후에는 콘크리트내 알칼리 이온이 감소하여 200시간 이후에는 전압 값이 0이 되었다.

콘크리트 타설 이후 약 22시간 경과한 시점에서 수화열에 의해 중앙부 최고온도는 약 75°C로 나타났으며, 중심부와 외부의 최고온도차가 21°C로 나타났다(Fig. 4 참조). 매스콘크리트 온도제어기준에 만족하였으나, 온도균열지수가 1.0~1.2로 나타나 한겨울 제작시 보온 양생이

필요할 것으로 사료된다.

수축량을 측정한 결과로써 콘크리트 타설후 400시간시점에 120 μm로 나타났다. 강관 탈형 후, 초기에 우려한 수화열 및 건조수축에 의한 콘크리트와 강관과의 균열 및 박리현상은 없었다.

3. 하부압입 콘크리트의 현장적용성 평가

3.1 개요

지하 2층, 지상 9층 서강대 인공광합성 연구센터에 16개 CFT기둥에 100 MPa 콘크리트 150 m³를 현장적용하였다. CFT기둥으로써 각형강관의 단면치수는 400 x 400 x 25 mm이며, 기둥길이는 약 47 m이다. 강관내 콘크리트 타설방법으로는 1, 2절은 버킷을 이용한 상부타설공법을 3, 4절은 펌프압송을 이용한 하부압입공법을 각각 적용하였다. 본 연구에서는 하부압입공법에 대한 콘크리트의 현장적용성 평가에 대해서 기술하고자 한다. 최고 압입높이가 25 m이며, 기둥-보접합은 외다이아프램형식이나 용접박스강관의 용접변형을 잡아주기 위한 직경 350 mm 원형홀을 가진 내다이아프램이 1.5 m 마다 설치하였다.

3.2 콘크리트 성능평가

100 MPa 콘크리트 배합은 사전 실내시험을 바탕으로 현장상황을 고려하여 Table 6과 같이 도출하였다.

슬럼프 플로우, 공기량 등 기본 콘크리트의 굳지 않은 성질을 레미콘 생산 시점과 현장도착시점에 각각 실시하였다. 또한 CFT 강관내의 충전성 및 시공성을 확인하기

Table 5 Test Results of Fresh Concrete

Slump flow (mm)	Air Content (%)	U-Box (mm)	L-flow (to 300mm) (s)	O-Lot (s)
730	3.2	0	2.97	15.53

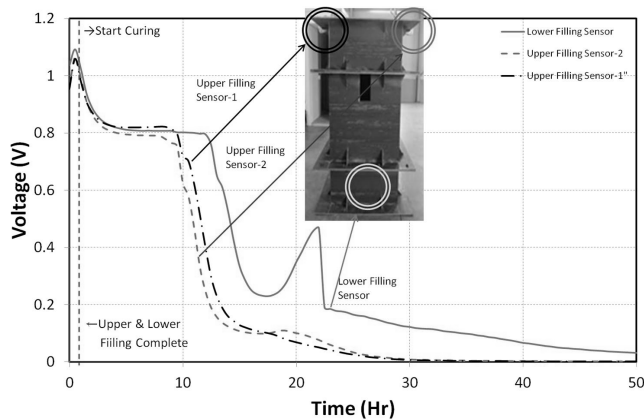


Fig. 3 Voltage Variation Time-histories

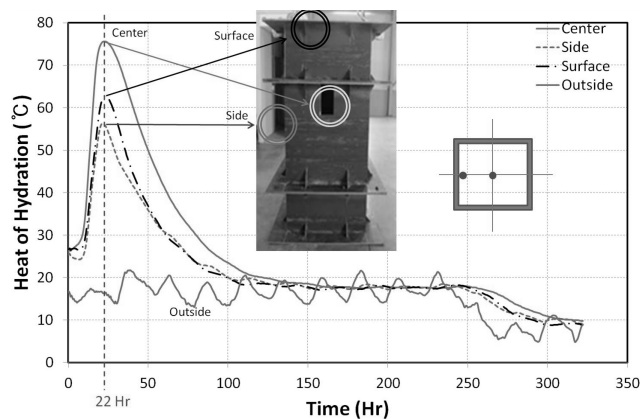


Fig. 4 In/Out Side Temperature Distribution after Pouring Concrete

Table 6 Mixture Properties of Field Concrete

Test	W/B (%)	S/a (%)	Unit Weight (kg/m ³)			
			W	B	S	G
20-100-700	17.8	38.0	158	903	515	547

Table 7 Material Properties of Fresh Concrete

Test Lists	Laboratory Test		B.P test	
	Instant	After 60 Minutes	Instant	After 90 Minutes
Slump flow (mm)	730x740	770x760	680x690	735x720
Air content (%)	2.5	2.1	2.9	2.5
U-box (mm)	5	10	0	5
O-Lot (s)	32	43	29	41
L-flow (s / 30 cm)	4.0	5.3	3.8	5.2

위하여 U-Box시험, L-Flow시험, O-Lot시험을 생산직후와 현장 도착시점에 나눠 실시하여 그 성능을 비교하였다.

유동성 시험결과 및 재령별 압축강도는 Table 4에 표기한 요구성능을 대체로 만족하였다(Table 7, 8 참조).

3.3 펌프압송성 평가

100 MPa 콘크리트의 경우 콘크리트의 점성이 일반 콘크리트에 비해 매우 높기 때문에 압력이 낮은 펌프장비의 경우 압력이 부족해 타설이 불가능한 경우가 발생할 우려가 있다. 이에 150 bar까지 압력이 가능한 고압몰리를 이용하여 타설을 실시하였다. 또한, CFT기둥의 하부압입구까지 최대 약 44 m 수평으로 바닥 압송관을 설치하였다. Fig. 5에서 보는 바와 같이 하부압입 시공 프로세스를 나타내고 있다.¹⁰⁾

압송부와 토출부에 압력센서를 매설하여 100 MPa 콘크리트의 관내 압력손실을 계측하여 콘크리트의 펌프압송성을 측정하였다. 파이프 배관 내 압송부와 토출부의 배관내 압력의 측정결과는 Fig. 6과 같다. 압송부와 토출부의 관내압력은 각각 0.5~1.5 MPa로 나타났으며 최대 약 60%의 관내 압력손실이 발생하는 것으로 나타났다.

Table 8 Compressive Strength by Age (MPa)

Curing Time	Laboratory Test	On-site Test
3 Days	76	69
7 Days	106	98
28 Days	115	104



Fig. 5 Pressing Construction Processes

또한, 압입 후 CFT기둥 강관내 콘크리트를 채취하여 굳지 않는 콘크리트 시험을 한 결과를 Table 9에 나타내었다. Table 7과 비교한 결과, 슬럼프 플로우에 약간 감소하였고 L-Flow시험값도 증가하여 유동성이 약간 저하되었다.

4. CFT기둥의 장기거동 계측

4.1 계측방법

센서양측에 고정지그가 있어 CFT기둥 내부에 콘크리트가 타설된 후 양생이 완료되었을 때, 콘크리트와 일체가 되어 콘크리트의 변형률을 내부 현의 진동수 변화로 측정하는 진동현식(모델 VE-4200) 센서를 이용하였다. Fig.

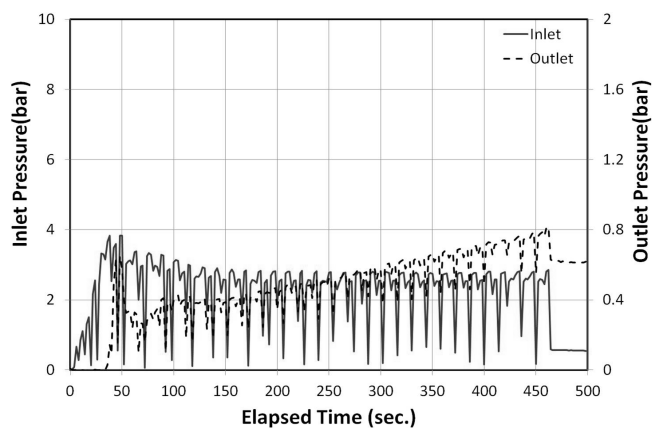


Fig. 6 Pipe Pressure Time-History

Table 9 Concrete Test Results

Slump flow (mm)	Air content (%)	U-box (mm)	O-Lot (s)	L-flow (s/30cm)
710x715	5.0	0	21.4	8.7

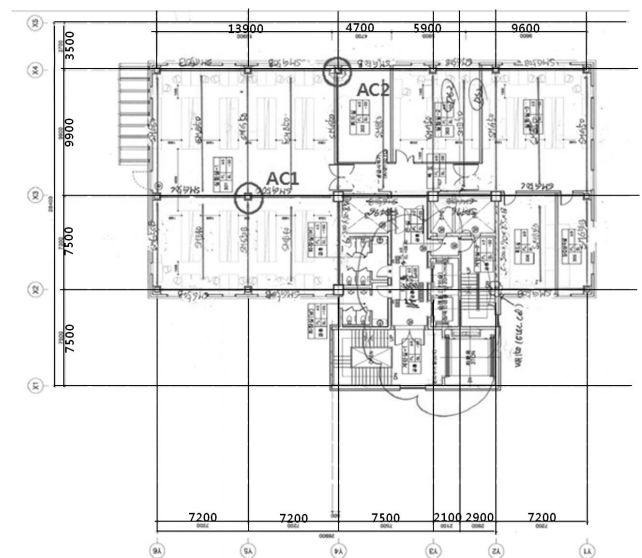


Fig. 7 Measurement Locations in the Sogang University Site

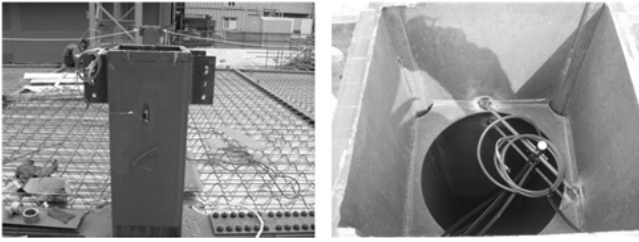


Fig. 8 Sensor Positions

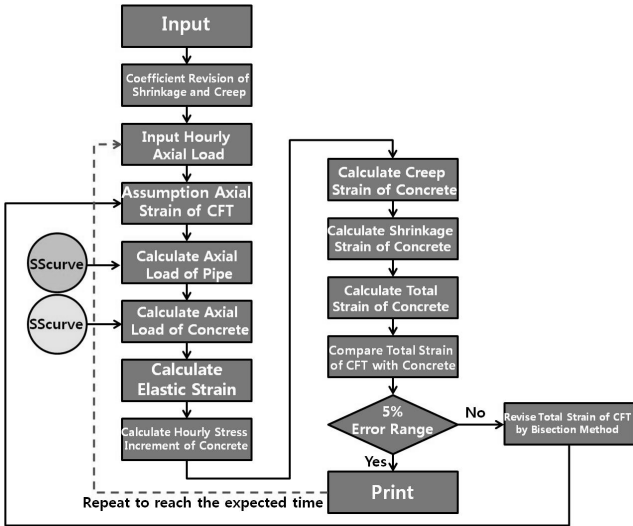


Fig. 9 Prediction Processes

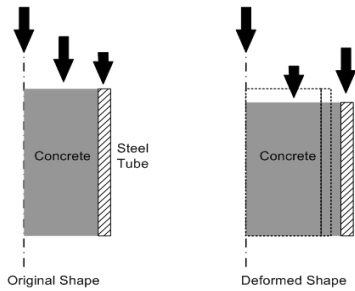


Fig. 10 Load Transfer Mechanism of CFT

7에서 보는 바와 같이 중앙부와 측면부 기둥 2개소에 센서를 설치/계측하였다.

또한, 센서를 하부압입 타설이 시작되는 지상3층에 설치하였으며, CFT기둥 강관내부에 설치되는 진동현식 센서는 강관내부 콘크리트 1개소와 강관 2개소로 총 3개소에 센서를 설치하였다(Fig. 8 참조).

4.2 CFT 장기거동 예측

CFT기둥에 장기 축력이 작용하였을 경우, 장기거동을 예측프로세스는 Fig. 9에서 보는 바와 같이 가정하였다. CFT기둥에서 콘크리트의 크리프 및 건조수축 변형을 고려하여 Fig. 10에서 보는 바와 같이 강관과 콘크리트간의 변형률은 같다는 조건과 일정하중에 대한 힘의 평형조건을 이용하여 장기거동을 예측한다.

CFT기둥에 축력 P 가 작용할 경우, 임의 시간 t 에서 강관과 콘크리트간의 하중은 다음식과 같이 나누어진다.

$$P = P_c(t) + P_s(t) \quad (1)$$

P : CFT기둥의 축력

P_c : 콘크리트 부담하중

P_s : 강관부담하중

변형률 적합조건에 의하여 강관과 콘크리트의 변형률은 다음과 같다.

$$\epsilon_d(t) = \epsilon_s(t) \quad (2)$$

ϵ_d : 콘크리트의 변형률

ϵ_s : 강관의 변형률

강관의 변형률은 다음과 같다.

$$\epsilon_s(t) = \frac{\sigma_{so}(t)}{E_s} \quad (3)$$

σ_{so} : 강관 부담응력

E_s : 강관 탄성계수

한편, CFT기둥에서 콘크리트의 전체변형률은 압축력을 받는 콘크리트의 탄성변형, ACI 209에서 제시한 콘크리트 타설후 양생하는 동안에 발생하는 건조수축과 하중과 시간에 의존하는 크리프변형의 합으로 산정한다.

$$\epsilon_d(t) = \epsilon_{cl}(t, \tau) + \epsilon_{cr}(t, \tau) + \epsilon_{sh}(t) \quad (4)$$

ϵ_d : 콘크리트 전체 변형률

ϵ_{cl} : 콘크리트 탄성변형률

ϵ_{cr} : 콘크리트 크리프 변형률

ϵ_{sh} : 콘크리트 건조수축 변형률

t : 시간

τ : 응력

건조수축 변형률 예측으로 ACI 209에서 제시한 건조수축 모델 적용하였으며, 최종적인 건조수축 변형률(ϵ_{sh}^*)은 실험결과를 바탕으로 한다.

$$\epsilon_{sh}(t) = \frac{t \times \epsilon_{sh}^*}{35 + t} \quad (5)$$

크리프 변형률 예측으로 ACI 209에서 제시한 크리프 모델을 적용하였으며, 크리프 계수(ϕ^*)는 실험결과를 바탕으로 한다.

$$\phi(t, \tau) = \frac{(t - \tau)^{0.6} \phi^*}{10 + (t - \tau)^{0.6}} \quad (6)$$

응력과 탄성계수를 이용하여 도출한 콘크리트의 총 변형률은 아래식과 같다.

$$\epsilon_{\alpha}(t) = \frac{\sigma_{\omega}}{E_{\alpha}(t)} + \frac{\Delta\sigma_{\omega}(t)}{E_{\alpha}(t, \tau)} + \epsilon_{sh}(t) \quad (7)$$

- σ_{ω} : 콘크리트 부담응력
- $\Delta\sigma_{\omega}$: 콘크리트 부담응력 변화량
- E_{α} : 콘크리트 탄성계수
- $\overline{E_{\alpha}}$: 콘크리트 유효탄성계수

콘크리트의 시간에 따른 유효 탄성계수는 다음과 같다.

$$\overline{E_{\alpha}}(t, \tau) = \frac{E_{\alpha}(\tau)}{1 + 0.9\phi(t, \tau)} \quad (8)$$

- σ_{so} : 강관 부담응력
- E_{sc} : 강관 탄성계수

4.3 100 MPa 콘크리트 건조수축 및 크리프계수

고강도 콘크리트의 장기거동을 파악하기 위하여 ϕ -150 x 300 원통형 공시체로 ASTM C512/C512M-10에 따른 시험을 행하였다. 온도와 습도는 $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$ 와 $50 \pm 4\%$ 로 관리하였다. 축력은 366 kN ($0.2f_{ck}$)로 타설후 28일 시점에 가하였다. 콘크리트 28일 압축강도(f_{ck})는 104 MPa이다.

측정된 건조수축과 크리프 변형률은 Fig. 11과 Fig. 12에 나타내었다. 건조수축과 크리프 변형률은 111일까지 점차적으로 증가하는 경향을 보였다. Fig. 11과 12에서 굵은 점선과 dot선은 Hue et al⁵⁾가 보완한 ACI 209R 모델⁶⁾과 CEB-FIP 모델⁷⁾ 통한 예측곡선을 나타내고 있다.

111일 재령시 건조수축변형률은 평균 $\epsilon_{sh} = 156 \mu\text{m}$, 크리프변형은 평균 $\epsilon_{cr} = 278 \mu\text{m}$ (크리프계수는 약 $\phi_{cr} = 0.56$)로 나타났다. 한편, 크리프 계수는 식(9)로 산정한다.

$$\phi_{cr} = \frac{\epsilon_{cr}}{\epsilon_e} = \frac{\epsilon_{cr} \times E_c(t_0)}{\sigma_c(t_0)} \quad (9)$$

- ϵ_{cr} : 콘크리트 크리프변형률
- ϵ_e : 콘크리트 탄성변형률
- E_c : 콘크리트 시간별 탄성계수
- σ_c : 콘크리트 응력

이를 ACI 209R과 보완식을 이용하여 공시체 실험결과에 직접 보정한 결과, 고강도 콘크리트의 장기크리프계수 값은 $\phi^* = 1.28$ 과 $\epsilon_{sh}^* = 455 \mu\text{m}$ 로 평가되었으며, 이는 ACI 209R에서 권고하는 값($\phi^* = 2.35$, $\epsilon_{sh}^* = 780 \mu\text{m}$)보다 작게 나왔다.

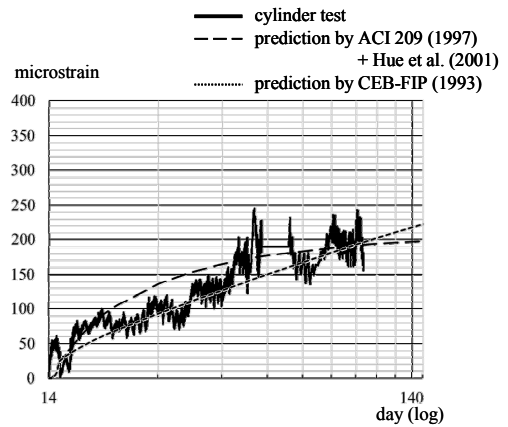


Fig. 11 Shrinkage Strain under Non-Loading

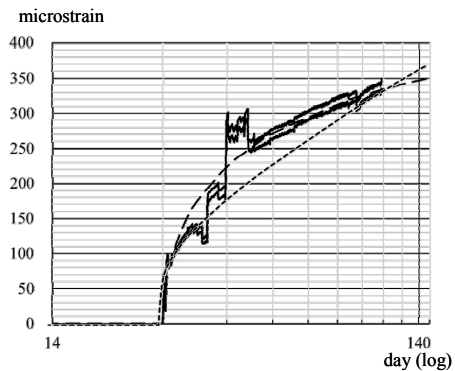


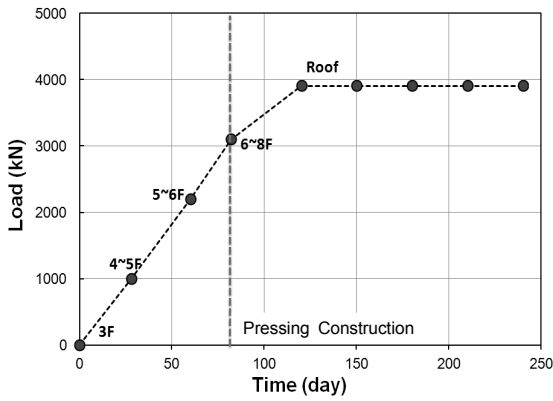
Fig. 12 Shrinkage and Creep Strain under Loading

4.4 현장계측결과 및 예측

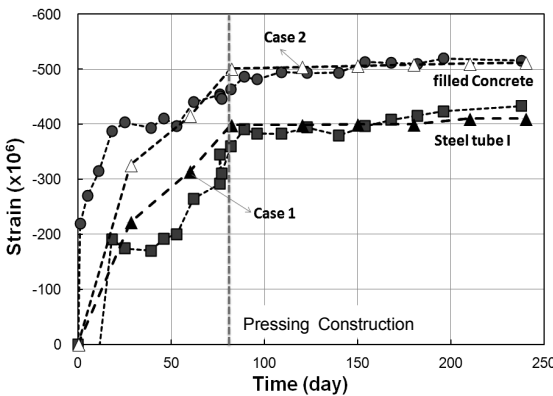
계측대상 건축물의 시공상황을 고려하여 2012년 3월28일 설치하여 2012년 11월22일까지의 하중 및 CFT기둥에서 강관과 콘크리트 계측결과와 경시변화를 Fig. 13에 나타내었다. 콘크리트 변형률 센서가 놓인 위치까지 콘크리트 타설을 함에 따라 상부 콘크리트의 건조수축으로 콘크리트의 변형률이 증가하다가 강도발현에 따라 증가 정도는 작았다. 강관 변형률에 대해서는 상부층 지지하중 증가에 따라서 강관의 변형률이 증가하였다. 8층까지 강관 설치 후, 2012년 6월13일 콘크리트 하부압입에 따른 콘크리트 및 강관의 변형률 증가는 미비하였다.

한편, CFT기둥의 장기거동을 Table 10에서 나타난 건조수축 및 크리프계수를 이용하여 4.2절에 기술한 방법으로 산정한 계산값은 계측결과와 유사한 경향을 보이고 있음을 알 수 있다. 여기서, Case 1은 CFT기둥의 중앙부에 콘크리트는 강관의 영향으로 콘크리트의 건조수축이 작은 경우에 대해서 가정하였다. Case 2는 CFT기둥의 상단부에 콘크리트는 대기노출조건으로 공시체 실험조건과 유사하기에 공시체 장기하중 실험결과를 바탕으로 콘크리트 특성을 가정하였다.

Case 2에 가정한 콘크리트 특성을 입력하여 예측한 값은 계측한 값보다 안전측으로 나타남을 알 수 있다. 한



(a) Load Variations by Construction Period



(b) Axial Strain Variations by Construction Period

Fig. 13 Long-term Behavior Prediction and Measurement of CFT Column

Table 10 Shrinkage Strain and Creep Coefficients

	CASE 1	CASE 2
Creep Coefficient	1.25	1.28
Shrinkage Strain	100	455

편, Case 1의 경우는 콘크리트의 장기변형률을 과소평가함을 알 수 있다. 한편 CFT기둥의 축변형으로 강관보다는 콘크리트에서 25% 정도 크게 나옴을 알 수 있다.

5. 결 론

본 연구는 고강도 CFT기둥용 100 MPa급 콘크리트의 물리적 특성과 현장적용성 평가를 진행하였으며, 고강도 CFT기둥의 장기거동을 평가하였다.

- 1) CFT용 100 MPa콘크리트에 대한 굳지 않는 콘크리트의 현장적용성 평가를 한 결과, 요구성능을 만족하였으며, 콘크리트 압입 타설 후 강관내 콘크리트는 약간 유동성이 떨어지는 경향을 보였다. 한편, 콘크리트의 28일 압축강도에 대해서는 설계강도 100 MPa를 초과하였다.
- 2) 서강대 인공광합성센터 현장을 대상으로 CFT기둥의 장기거동을 예측한 결과, ACI 재료모델을 바탕

으로 예측한 경향과 유사하게 나왔다. 또한, ACI에서 제시한 크리프계수의 50~60%정도 낮은 1.25~1.28값으로 예측 가능함을 알 수 있었다.

감사의 글

본 연구는 국토해양부가 주관하고 한국건설교통기술평가원이 시행하는 2011년도 첨단도시개발사업(초고층빌딩 시공기술 연구단, 09 첨단도시 A01)에 의해 수행되었습니다.

References

1. Yong-Hak, K., Keun-Ho, J., Jin-Ho, K., Sang-Jin, J. and Moon-Sik, C., "An Experimental Study on High Flow and High Strength Concrete for Concrete Filled Steel Tube", *Journal of the Architectural Institute of Korea*. Structure and Construction, Vol. 19, No. 6, pp. 125-132, 2003.
2. Keun-Ho, J., Nam-Ki, L. and Young-Doe, L., "A Study on High Strength Concrete of Concrete Filled Steel Tube Column", *Journal of the Korea Institute of Building Construction*, Vol. 4, No. 1, pp. 127-132, 2004.
3. Matsumoto, S., Goto, K., Kuroiwa, S. and Takese, Y., "Structural Design and Construction of a High-rise Building Using Concrete Filled Tubular Column with F_c 150N/mm² High-Strength Concrete and 780N/mm² Class High-Strength Steel", *Journal of the Japan Concrete Institute*, Vol. 50, No. 12, pp. 1102-1108, 2012.
4. Naguib, W. and Mirmiran, A., "Creep Modeling for Concrete-Filled Steel Tubes", *Journal of Constructional Steel Research*, 59, 2003, pp. 1327-1344.
5. Huo, X.S., Al-Omasishi, N., and Tadros, M.K., "Creep, Shrinkage, and Modulus of Elasticity of High-Performance Concrete", *ACI materials Journal*, Vol. 98, 2001, pp. 440-449.
6. American concrete institute (ACI), Prediction of creep, shrinkage, and temperature effects in concrete structures (ACI 209R-92), ACI Committee 209, Farmington Hills, Mich., 1997.
7. CEB-FIP, CEB-FIP model code 1990, design code, Thomas Telford Services Ltd., London, 1993.
8. Chang-Soo, K., "Eccentric Axial Load Capacity and Behavior of Composite Columns Using 800MPa Steel and 100MPa Concrete", Published Doctoral Dissertation, Seoul National University.
9. Kyung-Soo, C., Young-Jae, L. and Jong-Moon, C., "Measurement Result on the Creep Behavior of Concrete-Filled Steel Tube Columns in Top-Down Construction Method", *Journal of the Architectural Institute of Korea*. Structure and Construction, Vol. 32, No. 2, pp. 483-484, 2012.

10. Seok-Beom, H., Joe-Hyung, Y. and Woo-Jae, K., "Field Application and Evaluation of CFT Using 100MPa Concrete", *Journal of the Korea Concrete Institute*, Vol. 24, No. 2, pp. 757-758, 2012.

11. Woo-Jae, K., Seok-Beom, H., Hee-Gon, P., Jae-Sam, L., II, S. and Sang-Jin, K., "Research on the Mock-Up for CFT Using High Strength Concrete", *Journal of the Korea Concrete Institute*, Vol. 23, No. 1, pp. 507-508, 2011.

요 약 콘크리트 충전강관(CFT)은 강관의 내부에 콘크리트로 채워진 기둥이다. CFT는 강재와 콘크리트로 구성되며, 강재는 콘크리트를 내부에서 구속시켰고, 내부 콘크리트는 기둥의 압축하중을 감당한다. 본 실험에서 73~100MPa급 고강도 콘크리트에 관해 유동성실험, 압축강도실험, 압송압력실험을 실시하였으며, CFT용 고강도 콘크리트의 물리적 성질을 알아보기 위해 슬럼프, 슬럼프 플로우, 공기량, U-box시험, O-Lot시험, L-flow시험이 진행되었다. 이러한 연구의 결과를 바탕으로 Mock-up테스트에서 콘크리트 충전성 시험, 수화열 측정 시험, 응력계측 시험을 수행하였다. 현장적용은 상압동 및 서강대 현장의 두 곳에 각각 □-566x566x10, □-400x400x25의 대상기둥을 선정하여 현장계측을 진행하였다. CFT기둥의 장기거동 예측에 관하여 설계하중에 대해 콘크리트의 탄성변형과 건조수축, 크리프 수축을 고려한 ACI 209 재료모델을 사용한 결과는 계측결과와 거의 일치하였다.

핵심용어 : 콘크리트 충전강관(CFT), 고강도 콘크리트, 장기거동