

800MPa 고강도 강재 및 100MPa 초고강도 콘크리트를 활용한 CFT 합성 구조 시스템 개발을 위한 현장 성능평가에 관한 연구

Research on the Mock-up for CFT Using 100MPa High Strength Concrete and 800MPa High Strength Steel

김 우 재* 이 영 도** 박 희 곤*** 이 재 삼**** 정 상 진*****
 Kim, Woo-Jae Lee, Youg-Do Park, Hee-Gon Lee, Jae-Sam Jung, Sang-Jin

Abstract

This study was a comparison result between the laboratory and mock up test to apply the ultra high strength concrete to CFT(Concrete Filled Tube) structure. The investigated result of tendency and quality similarity of each specimen, was set up a management range according to checking the validity and suitability analysis. Also, It will be utilized to data as construction guidelines of CFT.

키 워 드 : CFT 기둥, 초고강도 콘크리트
 Keywords : CFT Column ,High Strength Concrete

1. 서 론

본 연구는 800MPa 고강도 강재와 100MPa 초고강도 콘크리트를 합성한 CFT 구조의 현장 실용화를 위해 현장 타설 콘크리트의 펌프 압송 성능을 확보 하며, 타설 후에는 침하량이 적은 콘크리트 재료를 개발함과 동시에 각 강도 수준, 배합비에 따른 콘크리트의 충전능력 평가를 하여 CFT 합성구조용 고성능 콘크리트의 개발을 목적으로 한다. 또한, 개발된 CFT 합성구조용 콘크리트를 실험대 실험을 통해 콘크리트 타설 후 콘크리트 품질 성능을 평가함으로써 초고강도 콘크리트 활용한 CFT 구조 시스템의 현장 실용화를 위한 기초 연구로 활용 하고자 한다.

2. 시험 계획 및 방법

2.1 실내 시험

본 연구에서는 목표 강도 100 MPa 급 초고강도 콘크리트를 이용하여 슬럼프 플로 및 공기량과 같은 굳지 않은 콘크리트 실험을 실시하였다. 또한 각각의 콘크리트의 충전성을 확인하기 위해 충전감지 센서를 모의부재의 부착하여(그림 1) 데이터로거를 이용하여 전압 값을 측정했으며 L-flow, U-box 시험, O-lot 시험을 실시하였다.

표 1. 충전 센서의 부착 및 설치

구분	시험항목	비고
굳지 않은 콘크리트	슬럼프 플로	(700 ± 100) mm
	공기량	(3.5 ± 1.0) %
	충전성	L-Flow 시험-유근
		U-Box 시험
O-Lot 시험		
		충전감지 센서 사용
경화콘크리트	압축강도	3, 7, 28, 56일
	길이변화	(100 × 100 × 400)mm
	간이단열	(250 × 250 × 250)mm



그림 1. 충전 센서의 부착 및 설치

2.2 현장 적용성 평가

현장적용성 평가를 위해 1000*1000*2000*13mm CFT 구조체를 제작하여 현장 적용성 평가를 실시 하였다. 실험시험에 사용한 콘크리트 제조는 Batch Plant(이하 B/P)를 사용하여 제조하여, 시험체에 타설하였다. 성능평가 항목은 충전성, 수화열, 실부재 콘크리트 강도평가 등을 실시하였다.

* 포스코건설 R&D CENTER 기술연구소 차장
 ** 경동대학교 건축공학과 교수
 *** 렉스콘 기술연구소 선임연구원
 **** 렉스콘 기술연구소 소장
 ***** 단국대학교 건축공학과 교수



그림 2. 실물 크기 CFT 시험체

2.3 사용재료

본 연구에 사용된 시멘트는 1국내 H사에서 제조되어진 분말도 약 7 000 cm²/g의 프리믹스 시멘트로써 압축강도는 재령 28일에 60 MPa 이상 되는 것으로 프리믹스 시멘트를 사용하였다. 본 연구에 사용된 잔골재는 인천산 세척사이다. 굵은 골재는 13 mm를 사용하였다. 각 골재의 물리적 성질은 표 3와 같다.

표 2. 프리믹스 시멘트의 물리적 성질

비 중	분말도 (cm ² /g)	응결(분)		압축강도(MPa)		
		초결	종결	3일	7일	28일
2.90	6 480	130	200	38.8	50.4	62.4

표 3. 골재의 물리적 성질

종 류	최대 크기 (mm)	표건 밀도 (g/cm ³)	흡수율 (%)	단위 용적 질량 (kg/m ³)	실적율 (%)	조립율 (%)
잔골재	5.0	2.59	0.98	1 590	61.2	2.87
굵은골재	13.0	2.68	0.19	1 570	58.5	5.84

표 4. CFT 함성구조용 콘크리트 배합표

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

3. 시험결과 및 분석

3.1 실내실험 결과

굳지 않은 콘크리트 실험 결과 슬럼프 플로는 목표 했던 (700 ± 100) mm 범위를 모두 만족하는 것으로 나타났고, 공기량도 (3.5 ± 1.5) % 범위에 충족 했다. L-flow (to 300 mm) 도달 시간 측정 결과 3초 이하, O-lot 유하 시간은 20초 이내로 측정되었다.

표 5. 굳지 않은 콘크리트 시험결과

설계기 준강도	슬럼프 플로 (mm)	공기량 (%)	U-Box (mm)	L-Flow (to 300 mm)(s)	O-Lot
100 MPa	730	3.3	3	3.0	20

경화 후 콘크리트에 대해서 3, 7, 28, 56일 재령에 따른 압축 강도 시험을 실시하였다. 3 일 강도 60MPa, 7일강도 92MPa, 28 일 강도 118MPa로 조사 되어 압축강도 시험 결과 재령 28일에 목표 강도를 상회 하는 것으로 나타났다.

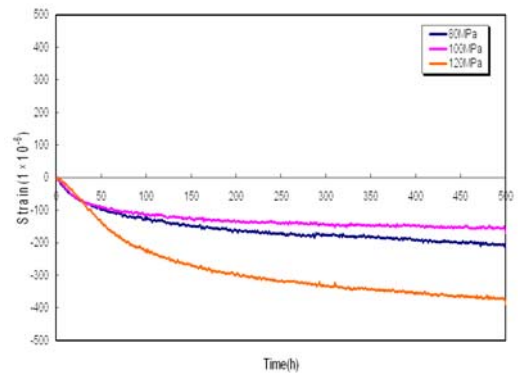


그림 3. 건조수축 시험결과

건조수축 및 간이 단열 온도 상승시험 측정결과를 그림 3.4에 나타내었다. 또한 콘크리트 충전센서를 활용한 CFT 구조체의 충전성을 평가 한 결과 0.6 ~0.8 V 의 전압을 형성 하는 것으로 조사되었다.

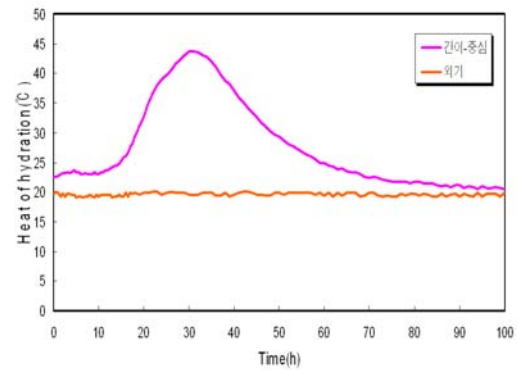


그림 4. 간이 단열상승 시험결과

3.2 현장 적용성 평가

초고강도 콘크리트를 B/P 생산을 하여 성능평가 한 결과 슬럼프 플로는 730mm, 공기량은 1.8%로 조사되었으며, U-Box 충전성은 0mm, O-lot 유하시험은 15.5 초, L-Flow 는 3초로 조사 되었다. 충전센서를 측정 한 결과 실무재 CFT 타설 직후의 충전감지 센서를 통한 전압 값을 측정 한 결과 100 MPa 에서는 1.06 V 로 측정되었다.

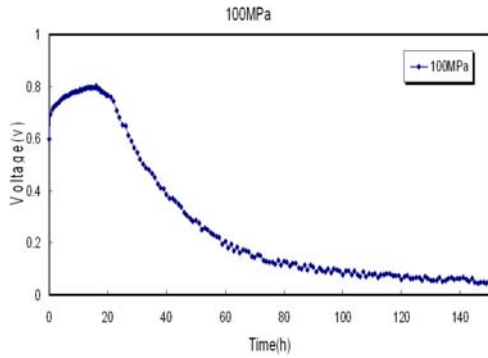


그림 5. 콘크리트 충전 센서 시험 결과

그림 6에서는 나타나는 것과 같이 콘크리트 타설 직후부터 일정 시간까지는 전압 값이 증가하는 것으로 나타나지만 약 10시간이 경과한 시간 이후에는 전압 값이 감소하여 20시간 이후에는 전압 값이 0이 되었다. 이와 같은 현상은 콘크리트가 경화하면서 수분의 증발로 인하여 센서가 더 이상 전압을 측정 하지 못한 결과로 사료된다.

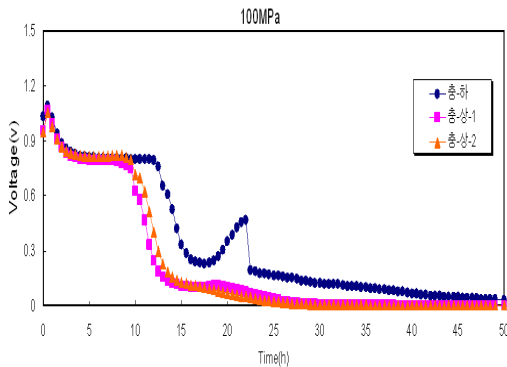


그림 6. 100MPa 콘크리트 충전 센서 시험 결과

실부재 CFT 구조체에서 콘크리트 타설 이후 약 22시간이 경과한 시점에서 수화열은 약 75 °C를 기록 하였다. 중심부와 외부의 온도차이가 20도,로 형성되는 것으로 조사되었다.

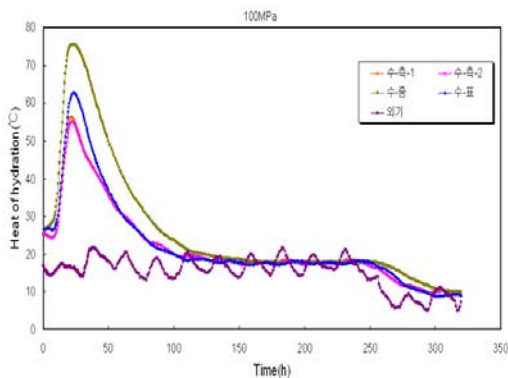


그림 7. 100 MPa 수화열 측정결과

그림 8은 실부재 CFT 구조체 내부에 설치한 콘크리트 응력을 측정 한 결과이다. 초기에 우려한 수화열 및 건조수축에 의한 콘크리트와 CFT 강관과의 박리 현상은 없을 것으로 조사되었으며, 내부 및 외부의 콘크리트 응력 측정 결과는 그림 8과 같이 조사 되었다.

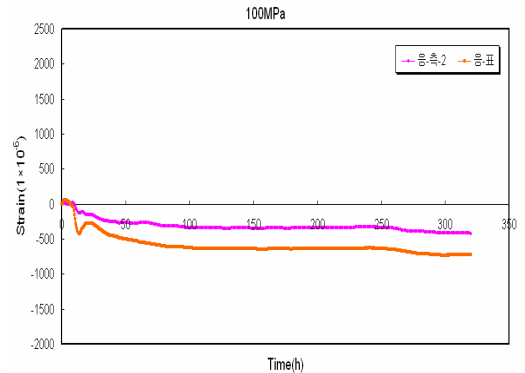


그림 8. 기동부재 응력 계측 결과

4. 결 론

100MPa 초고강도 콘크리트를 활용한 CFT 구조 시스템을 현장 적용 하시 위해 실내 시험 및 실물시험을 실시한 결과 다음과 같은 결론을 도출하였다.

- 1) 본연구에서 도출한 100 MPa 콘크리트는 강도 및 현장 시공에서 우수 한 것으로 조사되었다.
- 2) 충전센서를 활용한 CFT 하부 다이어 프레임의 충전성 평가 방법으로 활용이 가능 할 것으로 판단된다.
- 3) 초고강도 콘크리트 현장타설시 외부 강재에 의한 열전달이 기존 거푸짐에 비해 크므로 현장 품질관리에 주의가 필요할 것으로 판단된다.

향후 100MPa 급 초고강도 콘크리트를 활용한 CFT 합성구조 시스템을 현장에 적용하기 위한 압송법 및 현장 모니터링을 실시 하여 강합성 구조의 현장 실용화에 더욱 한 연구를 진행 할 예정이다.

감사의 글

이 논문은 국토해양부 첨단도시개발사업의 연구비지원(과제번호 # '06 건설핵심 B03)에 의해 수행되었습니다.

참 고 문 헌

1. 정상진, 고강도 고유동 콘크리트를 이용한 콘크리트충전강관(CFT)구조의 충전성에 관한 공법 연구, 한국건축시공학회 논문집 제2권 제1호, 통권 제3호, 2002,2