

# CFT구조 적용을 위한 고강도 콘크리트(80MPa이상)의 기초물성 연구

## An Experimental Study on the Characteristics of High Strength Concrete(over the 80MPa) for adapt to CFT

이 장 환\* 강 용 학\* 공 민 호\*\* 정 근 호\*\*\* 김 진 호\*\*\*\* 정 상 진\*\*\*\*

Lee, Jang-Hwan Kang, Yong-hak Gong, Min-Ho Jung, Keun-Ho Kim, Jin-Ho Jung, Sang-Jin

### ABSTRACT

One of the most important reasons that CFT is used in many conditions is by using that we can achieve the effect, which reduce the section of the member.

This research purpose to find the most ideal composition, which is achieved by the investigation in the concrete's property of matter like ability of Slump, Slump Flow, Air content, Bleeding, and Settlement when the high strength of concrete which is over 80MPa is used in the CFT column.

### 1. 서론

#### 1.1 연구배경 및 목적

건물의 대형화에 따른 구조문제에 있어서 CFT구조는 장스팬을 가능하게 하고 기둥 부재의 단면 축소를 가능하게 하며 거푸집의 설치가 불필요해 공기를 대폭 단축할 수 있다. CFT 타설에 필요한 콘크리트는 장스팬이나 기둥부재의 단면 축소를 위해 고강도콘크리트를 사용해야 하며, 다이아프램이 설치된 강관에 다짐 없이 밀실하게 채워지기 위해서는 고유동콘크리트를 사용하여야 한다. 따라서 본 연구에서는 CFT의 특성을 극대화하기 위하여 80MPa 이상의 고강도 콘크리트의 적정 배합을 도출하고, 이를 이용한 CFT구조의 적용을 위해 슬럼프, 슬럼프 플로우, 공기량의 경시변화와 블리딩, 침하량, 응결경화 실험 등을 통하여 기준에 적합한 배합을 찾는 데 목적이 있다.

### 2. 실험

#### 2.1 사용재료

시멘트는 S사의 보통 포틀랜드 시멘트를 사용하였으며, 잔골재는 인천산 세척사로 최대치수를 5mm

\* 정회원, 단국대학교 대학원 석사과정

\*\* 정회원, 단국대학교 대학원 박사과정

\*\*\* 정회원, 단국대학교 대학원 박사수료

\*\*\*\* 정회원, 포항산업과학연구원, 책임연구원

\*\*\*\*\* 정회원, 단국대학교 건축대학 건축공학과 교수

로 입도조정하였고, 굵은 골재는 경기도 광주석산쇄석으로 최대치수를 20mm로 입도조정하여 사용하였다. 또한 유동성 확보를 위해 J사의 폴리카본산계열의 고성능 AE감수제를 사용하였다.

## 2.2 배합

본 실험에서는 설계 기준 강도 80MPa이상의 고강도 콘크리트의 CFT적용을 위해, 배합강도를 설정하고 한국 강구조 학회 및 일본 신도시하우징협회에서 제시한 CFT 배합 목표(표 1)를 참고로 하였다.

표 1 배합목표값

구분	슬럼프 (단위 : cm)	슬럼프플로우 (단위 : cm)	블리딩량 (cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup> )	침하량 (mm)	공기량 (%)
목표값	21±3	55±5	0.2 이하	2이하	2.5±1

표 2 실험 배합표

배합	단위용적중량(kg/m <sup>3</sup> )							
	W/B	W	C	S	G	FA	SF	SP제 첨가율(%)
S/a41	24%	168	503	756	1101	108	85.1	0, 1.5, 2, 2.5
S/a39			503	718.9	1139	108	85.1	0, 1.5, 2, 2.5
S/a37			503	681.8	1177	108	85.1	0, 1.5, 2, 2.5
S/a35			503	644.7	1215	108	85.1	0, 1.5, 2, 2.5

※ W/B:물결합재비 S/a:잔골재율 W:단위수량 C:단위시멘트량 F:플라이애쉬  
SF:실리카흙 S:잔골재 G:굵은골재 SP:고성능 감수제

## 2.3 실험방법

표 3 실험 항목 및 관련 규정

시험항목	관련규정	시험항목	관련규정
슬럼프시험	KS F 2402	블리딩시험	KS F 2414
슬럼프플로우시험	슬럼프 실험 시 측정	침하량시험	φ200×h600(mm)
공기량시험	KS F 2421	응결경화시험	KS F 2436
압축강도시험	KS F 2405		

## 3. 실험결과 및 고찰

### 3.1 슬럼프, 슬럼프플로우, 공기량 실험

슬럼프와 슬럼프플로우, 공기량 시험의 결과 공기량은 거의 만족하는 것으로 나타났고, S/a35-SP2.0과 S/a37-SP2.0이 배합 목표치를 만족하였으나, S/a41과 S/a39의 배합에서는 여섯 배합 모두 재료분리의 성향이 나타났다. S/a37과 S/a35에서는 SP제 첨가율 2.0%일때만 약간의 재료분리 성향을 나타내었고, 나머지 배합에서는 재료분리는 일어나지 않았다. 단 SP제 1.5% 첨가시에는 슬럼프와 슬럼프플로우 모두 목표 기준을 만족하지 못하였다.

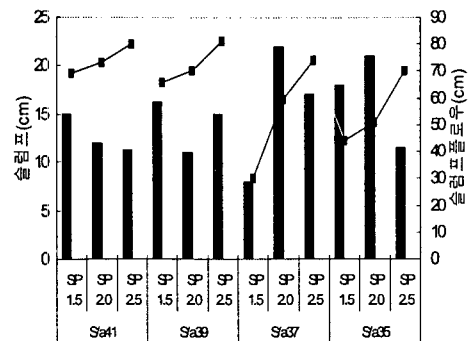


그림 1 슬럼프 슬럼프 플로우 실험

### 3.2 슬럼프, 슬럼프플로우, 공기량 경시변화 실험

초기 목표값을 만족한 배합(S/a35, S/a37-SP2.0)을 대상으로 현장 적용성을 고려, 레미콘 공장에서 현장까지의 운반시간을 1시간정도 예상하고, 슬럼프와 슬럼프플로우, 공기량의 경시 변화를 10분 간격으로 90분간 측정하였다. S/a35-SP2의 경우 초기 슬럼프플로우값이 다소 작게 나왔으나 SP제의 첨가로 경시 변화 성향이 점점 증가하다가 감소하는 형상을 나타내어 현장 도착 예상시간인 60분경에는 67cm로 양호하게 나타났다. 경시변화에서 슬럼프와 슬럼프 플로우가 점차 높아졌다 감소하는 것은 혼화제의 성능에 의한 것이라 판단되며, 혼화제에 관한 연구도 필요하다고 사료된다. 공기량의 경우는 거의 변화가 없이  $2.5 \pm 1$ 의 목표 기준값을 만족하였다.

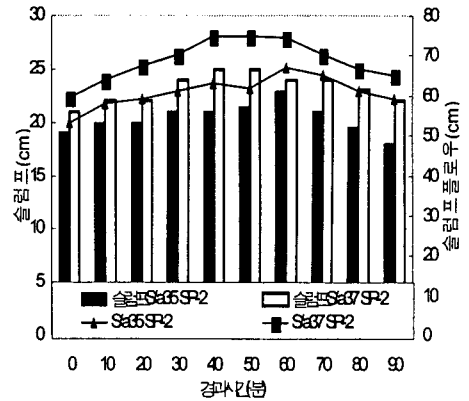


그림 2 슬럼프, 슬럼프플로우 경시변화

### 3.3 블리딩 및 침하량 실험

블리딩량 측정결과에서는 S/a37는  $0.03 \text{ cm}^3/\text{cm}^3$ , S/a35가  $0.04 \text{ cm}^3/\text{cm}^3$ 로 나타났고, 침하량 측정결과에서는 약 1.8mm의 침하가 나타났다. 이는 기존에 연구했던 40MPa의 결과치와 유사한 값이고, 블리딩의 경우 기존의 값보다 낮은 수치를 보였는데 이는 콘크리트의 고강도화에 따라 단위 시멘트량이 많아짐에 따른 결과로 사료된다.

따라서 차후 진행될 고강도 콘크리트의 CFT 모의 실험에서 본 배합을 적용할 경우 충전성이나 시공성에 문제가 없을 것으로 판단된다.

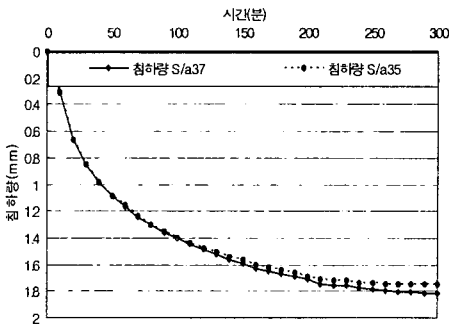


그림 3 시간에 따른 콘크리트 상단의 침하량

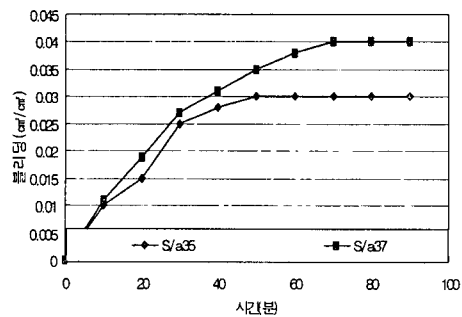


그림 4 경과시간에 따른 블리딩량

### 3.4 콘크리트 응결 실험

콘크리트의 응결성상을 확인하기 위하여 응결시험을 행한 결과(그림 5) 초결은 5시간이 지나서 시작되었고 종결은 7시간이 지난 후에 이루어져 기존의 40MPa의 경우보다 2시간 이상의 빠른 응결이 나타났다. 이는 고강도 콘크리트로 되면서 기존보다 빠른 경화가 이루어진 것으로 사료된다. 기존의 연구 고찰 결과 수화열 측정 실험에서 수화반응이 촉진되어질 것으로 예상되며, 시공시 응결이 빨라짐에 따른 검토가 필요할 것으로 여겨진다.

### 3.5 압축강도실험

압축강도 실험에서는 재령 3일 강도값이 재령 28일 강도에 비해 S/a35는 73%, S/a37은 68%로 고강도화에 따른 초기 강도 발현이 높은 것을 확인할 수 있었다. 재령 3일 강도값에서는 S/a35가 S/a37보다 약 9%정도 높은 강도를 나타냈으나 이후 비슷한 강도 발현 선상을 보였으며 재령 28일 강도는 두 배합 모두 90MPa 이상의 강도 값을 나타내어 설계 기준 강도인 80MPa를 만족하였다.

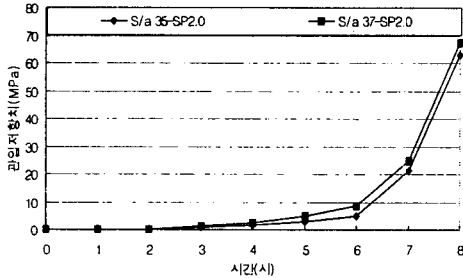


그림 5 콘크리트 응결시험

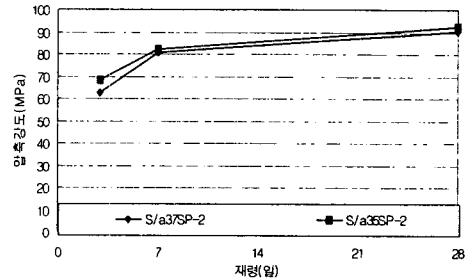


그림 6 압축강도실험

## 4. 결론

본 연구는 고강도 콘크리트(80MPa이상)를 사용한 CFT기둥 적용에 관한 기초적 연구로서 강관에 충전할 콘크리트의 물성이 배합목표치를 충족하는지를 확인한 실험으로 아래와 같은 결론을 얻을 수 있었다.

(1) 슬럼프, 슬럼프플로우, 공기량의 경시변화와 침하량, 블리딩, 응결경화시험에서 S/a35%와 S/a37%에 고성능AE 감수제 2%를 첨가한 배합이 우수한 결과를 나타내었다.

(2) 콘크리트 응결실험을 실시한 결과 초결이 5시간, 종결이 7시간으로 나타나 기존의 40MPa에서 보다 2시간 이상 빠른 응결을 보였다. 이는 고강도화에 따른 시멘트의 응결이 빠르게 이루어진 것으로 판단되며, 응결 시간의 단축이 실물대 실험에 미칠 영향에 대한 고려가 필요할 것으로 사료된다. 압축강도 실험에서는 두 배합 모두 재령28일에서 90MPa 이상의 높은 강도를 나타냈다.

(3) 기초 실험에 대한 실험결과를 바탕으로 충전성과 시공성에 대한 검토와 Mock-up test등의 실험이 계속 진행 된다면 실용화에 진전이 있을 것으로 기대된다.

향후 실험은 고강도 콘크리트를 충전하는데 있어 중요한 충전성 및 시공성에 대한 실험과 실물크기의 시험체를 제작하여 높이별 압축강도와 수화온도이력조사 및 다이어그램 하부의 공극상태, 타설 방법 등에 대해 연구할 계획이다.

### 참고문헌

1. 콘크리트 충전강관구조 설계 및 시공지침, 한국강구조학회, 2000.1
2. 日本建築學會, 콘크리트 충전鋼管構造設計施工指針, 1997
3. 新都市ハウジング協會, CFT構造技術指針・同解説, 1996
4. 정상진 외, 콘크리트 충전鋼管構造(CFT)適用을 위한 一般強度콘크리트 물성에 관한 실험적 연구. 한국 콘크리트 학회 가을학술발표회논문집 제 13권 2호 2001, pp.1071~1076