

# 순수 국내재료를 사용한 초고강도 콘크리트에 관한 연구

## A Study on Ultra High Strength Concrete with the Domestic Materials

권 인 표\* 김 용 로\*\* 위 동 수\* 박 찬 훈\* 주 동 철\* 김 정 환\*\*\*  
Kwon, In Pyo Kim, Yong Ro Wee, Dong Su Park, Chan Hoon Joo, Dong Chul Kim, Jung Hwan

### ABSTRACT

The trends of research for concrete in recent days are the high performance, high flow, ultra high strength and high durability. These are being researched with a construction company and a materials company. Anyone have to use the good quality sand, gravel, high quality chemical compound and silica fume for ultra high strength concrete as yet. This paper was researched with the domestic materials, not use the high price silica fume for the development 100MPa ultra high strength concrete with laboratory tests and mock-up test.

#### 1. 서 론

최근 급속한 경제성장과 산업발전이 콘크리트 구조물에 요구되어지는 성능은 고강도화, 장기수명화가 대표적이다. 이러한 사회적인 요구성능에 맞는 콘크리트를 개발하기 위해 최근에 들어 학계 및 업계에서는 개발에 박차를 가하고 있으며, 또한 국내에서도 50MPa 정도의 고강도 콘크리트는 실제로 시공이 되고 있다.

한국 콘크리트 표준시방서에서는 설계기준강도 40MPa 이상을 고강도콘크리트로 규정하고 있으며, 미국 및 일본의 경우는 42MPa, 60~80MPa을 고강도콘크리트로 규정하고 있다. 현재 국내에서는 100MPa을 넘어 150MPa을 개발하였다는 보고도 있다. 지금까지의 이러한 초고강도 콘크리트의 개발에 있어서 Silica Fume은 반드시 사용하고 있는 재료이다. 그러나 Silica Fume은 취급이 어렵고, 가격이 비싼 수입재료로 이것을 사용하여 콘크리트를 제조하였을 경우 단가가 크게 상승한다. 이에 본 연구에서는 100MPa의 초고강도 콘크리트를 Silica Fume을 사용하지 않고, 순수 국내재료만을 사용하여 개발하고자 하였으며, 실내실험을 통하여 배합비를 결정하고, 레미콘 공장의 Batch Plant를 이용, 실생산 및 시공에 앞서 Mock-up 시험을 하여, 레미콘 생산시 점성과 유동성, 품질관리 방안을 검토하였으며, 그것을 바탕으로 실제로 100MPa 콘크리트를 생산하여 아파트 신축공사 현장에 시공하였다.

\* 정희원, 한일시멘트(주) 중앙연구소

\*\* 정희원, 대림산업 기술연구소, 공학박사

\*\*\* 정희원, 한일시멘트(주) 중앙연구소장, 공학박사

## 2. 사용재료

### 2.1 결합재

본 연구에서는 초고강도 콘크리트를 개발하기 위해 1종 보통 포틀랜드시멘트, 오메가2000, 슬래그미분말을 사용하였으며, 그 물리·화학적 성질은 표1과 같다.

표 1 결합재의 물성

구분	분말도(cm <sup>2</sup> /g)	비중	압축강도(MPa)		
			3일	7일	28일
OPC	3240	3.15			
슬래그미분말	4210	2.9	-		
오메가2000 <sup>주)</sup>	7580	2.9	-		

주)오메가2000 : 슬래그미분말과 무수석고를 주재료로 하는 고분말도 혼화재료

### 2.2 굵은골재 및 잔골재

표 2 골재 물성

구분	산지	조립율	흡수율	비중
굵은골재	충남 공주	6.82	0.78	2.67
잔골재	경북 상주	3.06	1.57	2.59

## 3. 실험결과

위와 같은 재료를 사용하여 콘크리트 배합실험을 진행하였다.

### 3.1 실내실험

#### 3.1.1 배합비

표 3 실내실험 콘크리트 배합비

구분	W/B	S/a	W	B	C	S/P	Ω2000	S	G	AD
1	23	38	150	652	359	196	98	605	1018	4.89
2	23	38	150	652	359	163	130	605	1018	4.57
3	23	38	150	652	424	130	98	607	1021	5.87
4	23	38	160	696	452	139	104	583	981	5.22
5	20	38	160	800	320	320	160	544	915	6
6	20	38	160	800	320	400	80	544	915	6
7	20	38	160	800	240	400	160	542	912	5.6

실내 콘크리트 배합실험에서는 표 3에서 보는 바와 같이 물 결합재비(W/B)를 23%와 20%로 구분하여 진행하였고, 단위수량은 150kg/m<sup>3</sup>과 160kg/m<sup>3</sup>의 두 종류로 나누어 진행하였다. 이에 따라 단위

시멘트량도 650 ~800kg/m<sup>3</sup>으로 변화를 주어 실험을 진행하였다.

작업성을 측정하기 위해 슬럼프 플로우를 측정하였고, 점성 및 유동성은 육안관찰을 하였다. 또한 공기량을 측정한 결과 전체적으로 1 ~ 2%로 일정하게 측정되었다.

### 3.1.2 실험결과

슬럼프 플로우를 측정한 결과 그림 1에서 보듯이 전체적으로는 모르타르양이 많은 5, 6, 7번에서 높게 측정되었고, 그중에서도 슬래그미분말의 양이 많은 6번에서는 80cm에 가까운 초유동성에 가까운 물성이 나타났다.

그림 2의 압축강도 측정결과에서 28일 기준으로 1 ~ 4번 배합에서는 100MPa, 5, 6, 7번 배합은 모두 100MPa을 초과하여 120MPa에 가까운 결과 값을 얻을 수 있었다.

위의 실내실험 결과 점성, 유동성, 압축강도 결과를 종합하여 레미콘 공장에서 Batch Plant 시험을 실시하였다.

## 3.2 Batch Plant 시험

### 3.2.1 배합비

표 4 B/P 시험 콘크리트 배합비

구분	W/B (%)	S/a (%)	W	Binder(%)			AD
				C	SP	Ω2000	
1	21.2	38	160	45	40	15	Bx0.7%
2	20	38	160	45	40	15	Bx0.75%

위의 표 4에서 보는바와 같이 B/P시험에서는 물-결합재 비를 21.2%와 20% 두 종류로 하여 진행하였고, 레미콘 공장 B/P에서 생산 시 점성의 과다에 의한 부하정도, 실 생산 가능성 등을

중점적으로 관찰하였고, 굳지 않은 콘크리트의 성상을 관찰하면서 슬럼프 플로우, 공기량을 측정하였고, Φ100 x 200mm 실린더 공시체를 제작하여 1일, 3일, 7일, 28일 압축강도를 측정하였다. 또한 100 x 500 x 500mm의 box를 제작하여 7일, 56일 코아 공시체의 압축강도를 측정하였다.

### 3.2.2 시험결과

굳지 않은 콘크리트의 성상은 표 5와 같고, 압축강도 특성은 그림 3에 나타내었다.

압축강도 측정값은 28일에 100MPa을 초과하였고, 그 이후로도 계속 강도가 증진하고 있으며, 7일,

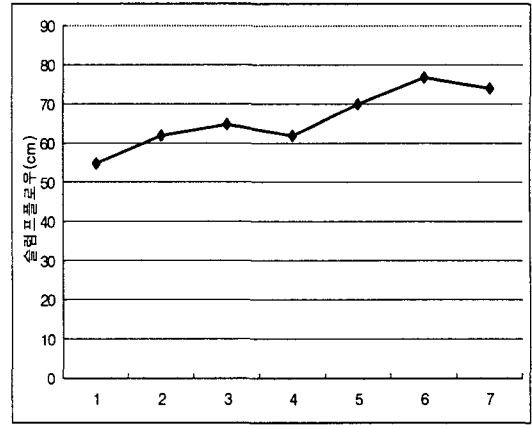


그림 1 슬럼프 플로우 실험 결과

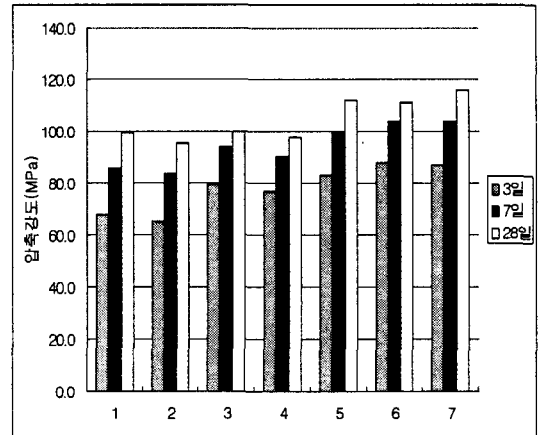


그림 2 압축강도 실험 결과

56일 코아 공시체의 압축강도 측정값은 각각 104, 117MPa로 표준공시체의 값보다 다소 높게 측정되었다.

표 5 굳지 않은 콘크리트 물성시험 결과

구분	슬럼프 플로우(cm)		공기량(%)	
	초기	경시(1H)	초기	경시(1H)
1	61x62	59x62	2.5	1.9
2	70x72	70x70	1.0	1.3

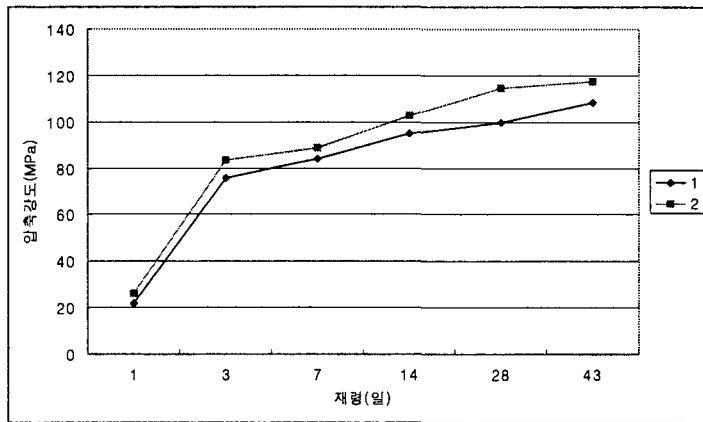


그림 3 압축강도 실험 결과(B/P 시험)

#### 4. 결론

본 연구에서는 고가의 수입재료인 실리카흄을 사용하지 않고, 순수국내재료만을 가지고, 100MPa의 초고강도 콘크리트를 개발하고자 하였으며, 결론은 다음과 같다.

- (1) 실리카흄을 사용하지 않은 초고강도 콘크리트는 점성이 증가하는 것을 해결하는 것이 가장 중요한 인자로 판단되며, 이를 위해서는 콘크리트 배합과 사용재료 특히 골재와 화학혼화제의 역할이 중요하다 할 수 있다
- (2) 실리카흄을 사용하지 않고, 초고강도 콘크리트를 개발한 결과 물-결합재비 20 ~ 21%에서 잔골재율 38%, 단위수량 160kg/m<sup>3</sup>에서 28일에 100MPa의 콘크리트를 얻을 수 있었으며, 이때 중요한 인자로 콘크리트의 점성이 증가하는 것을 막기 위해 잔골재 조립율이 3.0 이상인 것을 사용하였다.
- (3) 본 연구를 통해 개발한 100MPa의 초고강도 콘크리트는 춘천 후평동 아파트 신축공사 현장에 시험적용 하였으며, 그 결과는 측정중이다.

#### 참고문헌

1. 한국콘크리트학회, '최신콘크리트공학'2005
2. 한국콘크리트학회, 콘크리트표준시방서 해설, 2003