

# 100MPa급 이상 초고강도 콘크리트 특성에 관한 연구

- 물리적·역학적 특성을 중심으로 -

## A Study on the Properties of Above 100MPa Ultra High-Strength-Concrete

- Focused on Physical·Mechanical Properties -

박희곤\* 이진우\*\* 김우재\*\*\* 배연기\*\*\*\* 이한승\*\*\*\*\* 이재삼\*\*\*\*\*  
Park, Hee Gon Lee, Jin Woo Kim, Woo Jae Bae, Yeoun Ki Lee, Han Seung Lee, Jae Sam

---

### ABSTRACT

As high rise buildings with 100 or more stories are being constructed, it is inevitable to use high performance materials including high performance concrete. What is most important in high performance concrete is extremely high strength in order to reduce the section of members in high rise buildings. During the last several years, there have been active researches on Ultra high strength concrete. While these researches have been mostly focused on strength development, however, other accompanying physical properties have not been studied sufficiently.

Thus, the present study purposed to obtain and analyze data on the physical mechanical properties of Ultra high strength concrete through experiments and to use the results as basic information on required performance of concrete used in high rise buildings.

### 요 약

100층 이상의 초고층 건축물이 현실로 다가오면서 이에 수반되는 것이 구조체에 사용되는 재료의 고성능화이며, 콘크리트 재료 또한 고성능 콘크리트의 사용이 불가피하게 되었다. 이러한 고성능 콘크리트에서 가장 중요한 것은 초고층 건축물에서 부재 단면 축소를 위해서 매우 높은 강도를 수반되어야 한다. 따라서 최근 몇 년 사이 초고강도 콘크리트의 연구가 활발하게 이루어지고 있다. 하지만 이러한 초고강도 콘크리트에 대한 연구가 강도 발현에만 주안점을 두고 있어 이에 대하여 수반되는 기타 물리적·역학적 특성에 대한 자료가 매우 미미한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 초고강도 콘크리트의 물리적·역학적 특성에 대하여 실험을 통한 데이터를 확보하고 분석하여 초고층 건축물에 사용함에 있어 요구되는 성능을 파악하는데 기초적인 자료로 사용하고자 하는데 그 목적이 있다.

---

\* 정회원, (주)렉스콘 연구개발팀 선임연구원, 공학박사

\*\* 정회원, (주)렉스콘 연구개발팀 전임연구원

\*\*\* 정회원, 포스코 건설 기술연구소 과장, 공학박사

\*\*\*\* 정회원, (주)렉스콘 연구개발팀 과장

\*\*\*\*\* 정회원, 한양대학교 건축공학과 교수, 공학박사

\*\*\*\*\* 정회원, (주)렉스콘 연구개발팀 팀장

## 1. 서 론

2000년대에 들어서면서 고층아파트가 등장하기 시작하였으며, 서울 강남을 중심으로 초고층 주상복합 건물이 축조되기 시작하였다. 이러한 초고층 주상복합 건물의 등장으로 인하여 도시 집중화 및 인구 과밀화 현상이 도심으로 집중되는 문제점으로 인하여 최근 초고층 주상복합 건물은 바닷가 주변으로 분산되어 인천과 부산을 중심으로 집중적으로 등장하기 시작했다.

주상복합 건물은 기존의 60층 규모에서 80층, 이후 100층 이상 되는 초고층 건축물이 등장하게 된다.

100층 이상의 초고층 건축물이 현실로 다가오면서 이에 수반되는 것이 구조체에 사용되는 재료의 고성능화이며, 콘크리트 재료 또한 고성능 콘크리트의 사용이 불가피하게 되었다. 이러한 고성능 콘크리트에서 가장 중요한 것은 초고층 건축물에서 부재 단면 축소를 위해서 매우 높은 강도를 수반되어야 한다. 따라서 최근 몇 년 사이 초고강도 콘크리트의 연구가 활발하게 이루어지고 있다. 하지만 이러한 초고강도 콘크리트에 대한 연구가 강도 발현에만 주안점을 두고 있어 이에 대하여 수반되는 기타 물리적·역학적 특성에 대한 자료가 매우 미미한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 초고강도 콘크리트의 물리적·역학적 특성에 대하여 실험을 통한 데이터를 확보하고 분석하여 초고층 건축물에 사용함에 있어 요구되는 성능을 파악하는데 기초적인 자료로 사용하고자 하는데 그 목적이 있다.

## 2. 실험계획

본 실험에서는 초고강도 콘크리트 100, 120, 150MPa 대한 굳지않은 콘크리트 물성과 압축강도 및 응력변형을 통한 역학적 특성에 대하여 시험을 실시하였다.

### 2.1 사용재료

본 연구에 사용된 시멘트는 4성분계로 혼합하여 국내 H사에서 제조되어진 분말도 약 7,000cm<sup>3</sup>/g의 Premixed Cement를 사용하였다. 또한 혼화제는 국내B사의 폴리카르본산계 고성능 AE감수제를 사용하였으며, 골재는 잔골재 5mm이하, 굵은골재 13mm이하를 사용하였다. 사용골재의 물리적 성질은 표 1에 제시하였다.

표 1. 잔골재와 굵은 골재의 물리적 성질

항목	생산지	최대치수 (mm)	표건밀도 (g/cm <sup>3</sup> )	흡수율 (%)	단위용적질량 (kg/m <sup>3</sup> )	실적율 (%)	조립율 (%)
잔골재	인천산세척사	5.0	2.59	0.98	1,590	61.2	2.87
굵은골재	경북군위	13.0	2.68	0.19	1,570	58.55	5.84

### 2.2 실험 방법

시료 제작은 강제식 2축 믹서(Twin Shaft Mixer)를 사용하였다. 굳지않은 콘크리트 실험으로 공기량, 슬럼프 플로, O-Lot와 경화 콘크리트 실험으로는 압축강도, 탄성계수 및 포아송비 시험을 실시하였다. 압축강도 실험시 Strain Gage를 종·횡 방향으로 부착하여 응력변형을 검토하였다. 압축강도 재령은 3, 7, 14, 28, 56일에 측정하였으며, 응력변형은 7일 28일에 측정하였다. 실험 방법 및 규격을 표 2에 나타내었다.

표 2. 실험방법 및 규격

실험방법	규격	비고
공기량 및 슬럼프 플로	KS F 2421, KS F 2594	-
O-Lot	일본건축학회	고유동 콘크리트의 컨시스턴시의 평가시험방법(안)
압축강도	KS F 2405	재령 3, 7, 14, 28, 56일
정탄성 계수 및 포아송비	KS F 2438	Strain Gage사용

2.3 배합

본 실험에 사용한 배합은 목표강도 100, 120, 150MPa이며, W/B는 13~22%, W(단위수량) 150~165kg/m<sup>3</sup>, 결합재량은 750~1,154kg/m<sup>3</sup>로써 3가지 목표강도에 준하여 배합을 설정하였다. 배합 범위 및 수준은 표 3에 나타내었다.

표 3. 배합 범위 및 수준

항목	배합 범위	수준	기타
물결합재비(W/B)	13~22%	* 배합 : 3개 * 재령 : 3,7,14,28,56일	* 목표강도 100, 120, 150MPa
단위수량(W)	150~165kg/m <sup>3</sup>		
단위결합재량(B)	750~1,154kg/m <sup>3</sup>		

3. 실험결과 및 고찰

3.1 물리적 성질

굳지않은 콘크리트 실험은 공기량, 슬럼프 플로를 측정하였으며, 유동성 평가를 위하여 O-Lot유하시간과 슬럼프 플로 500mm도달시간을 check하여 그 성능을 검토하였다.

공기량 실험결과 0.2~1.2%로 나타났으며, 슬럼프 플로는 650~770mm에서 측정되었다. 하지만 150MPa(이하 150으로 칭함)에서는 100, 120MPa(이하 100, 120으로 칭함)에 비하여 슬럼프 플로가 약 15%낮게 나타나고 있다. 이는 100, 120에 비하여 결합재량이 약 20%높고, 낮은 단위수량으로 인하여 점성이 증대되었기 때문으로 판단된다. 이에 대한 시험결과를 그림 1에 나타내었다.

500mm도달시간과 슬럼프 플로와의 상관관계를 그림 2에 나타내었으며, 그래프에서 나타난 것과 같이 슬럼프 플로가 감소할수록 500mm도달시간이 길어지는 반비례 관계임을 알 수 있었다.

또한 O-Lot 실험결과 120이 유하시간이 짧았으며, 100, 150 순으로 나타났다. 일반적으로 강도가 증가할수록 유하시간이 늦어지는 경향이 나타나지만 본 실험에서는 100, 120이 반대의 경향이 발생하였다. 이는 혼합시간차이에 의한 혼화제 분산력으로 인한 것으로 사료된다. 하지만 모든 배합에서 슬럼프 플로 500mm도달시간과 O-Lot유하시간과 유

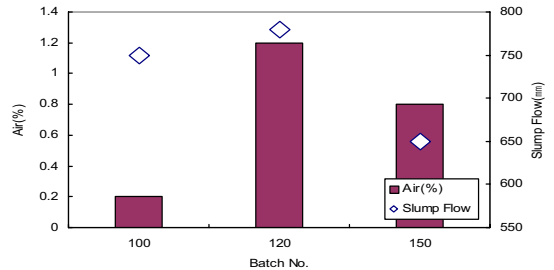


그림 1. 공기량 및 슬럼프 플로 실험결과

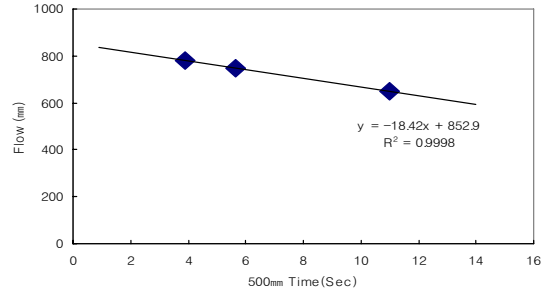


그림 2. 플로 및 500mm도달시간 상관관계

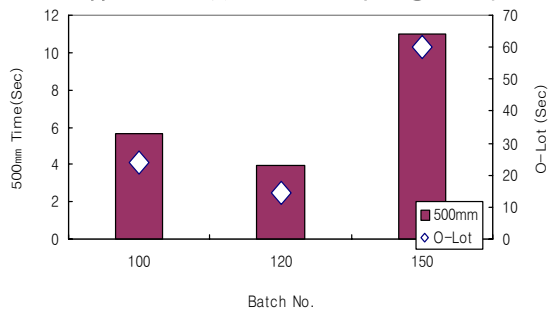


그림 3. 플로 및 500mm도달시간 상관관계

사한 경향을 보이고 있어, 문제는 없을 것으로 판단된다. 오히려 현장 적용시 생산 시간에 영향을 미치지 않는다면 혼합시간을 길게 하는 것도 바람직 할 것으로 사료된다.

### 3.2 역학적 특성

압축강도 시험결과 그림 4에 나타낸바와 같이 재령 56일에 목표강도를 모두 만족하고 있었으며, 100의 경우 120과 거의 차이가 없는 것으로 나타났다. 이는 유사한 단위량에 결합재량의 차이를 두었던 배합에서 다소 문제가 있는 것으로 판단되며, 강도 영역에서는 결합재량 보다는 단위수량의 영향이 더욱 큰 것으로 사료된다.

역학적 특성 실험결과를 그림 5에 압축강도와 정탄성계수와의 관계와 그림 6에는 포아송비와의 관계를 나타내었다.

압축강도가 증가함에 따라 정탄성계수는 증가하는 경향을 보이고 있었으며, 이에 대한 상관식은

$y = 2.9241\ln(x) - 10.609$ 으로 나타났으며 이에 대한 상관성은 약 86%로 다소 높게 나타났다.

포아송비는 0.3~0.45에서 나타내고 있다. 하지만 일반적으로 60MPa를 초과하고 있는 고강도 콘크리트는 약 0.2정도임을 감안하였을 때 다소 높은 결과를 보이고 있다. 이는 본 실험에 사용된 골재의 영향으로 판단된다.

## 4. 결론

이상의 결과를 종합해 보면 다음과 같다.

1) 물리적 성질에 있어서 강도가 높아짐에 따라 결합재량이 증가로 인한 점성이 증가 되고 이로 인해 유동성 또한 저하 하는 것으로 나타났다. 초고강도 콘크리트의 현장 적용을 위해서는 적절한 결합재량을 조절하고 이에 따른 점성을 저하 시켜야만 현장에서 적용이 가능할 것으로 판단된다.

2) 역학적 특성에 있어서 압축강도는 재령 56일에 목표강도를 만족하고 있었으며, 탄성계수는 강도 증가에 따라 탄성계수가 높게 나타나는 것으로 나타났다. 또한 포아송비에 있어서는 기존 고강도 콘크리트 영역에서 보다는 높게 나타나고 있어, 현장에서 적용하기 위해서는 이러한 역학적인 특성에 있어서도 세심한 주의가 요구된다.

### 참고문헌

1. 高強度コンクリート施工指針(案)・同解説, 日本建築學會, 2005
2. 최신콘크리트공학, 한국콘크리트학회, 2001
3. 高流動コンクリートの材料・調合・製造・施工指針(案)・同解説, 日本建築学会, 1997

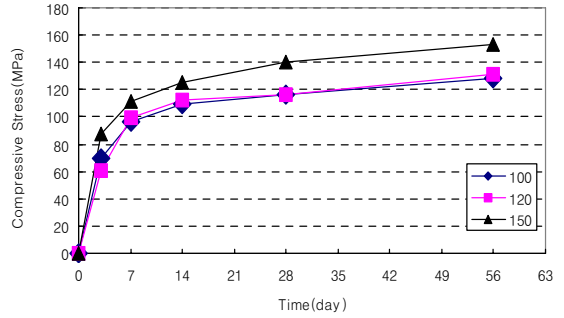


그림 4. 압축강도 실험결과

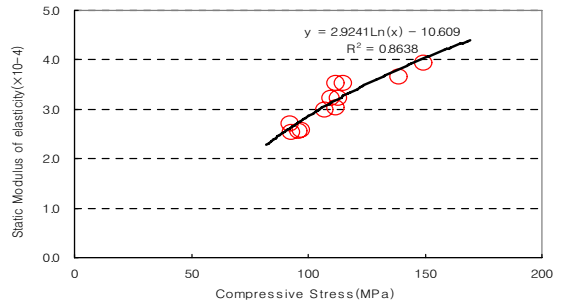


그림 5. 압축강도와 정탄성계수와의 관계

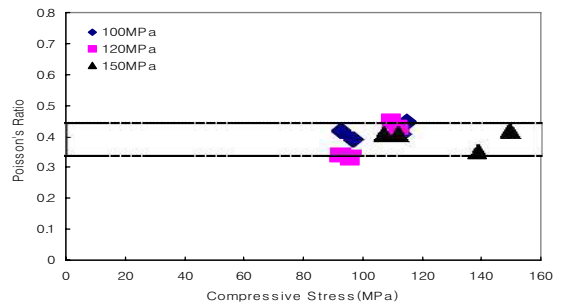


그림 6. 압축강도와 포아송비와의 관계