

# 초고층 빌딩용 상층부 콘크리트의 조기강도 확보를 위한 최적배합 도출에 관한 연구 (Part II - 80MPa를 중심으로)

## A Study on the Optimum Mix Proportion for Early Strength of Concrete in the Upper Layers of High Rise Building (Part II - 80MPa)

전 인 기\*      박 용 규\*\*      이 주 헌\*\*      최 명 화\*\*\*      윤 기 원\*\*\*\*  
Jeon, In Ki      Park, Yong Kyu      Lee, Joo Hun      Choi, Myung Hwa      Yoon, Gi Won

### ABSTRACT

Recently increasing interest in high-rise building around the world for more than 100 floor, the trend is the increasing use of high-strength and high-flowable concrete so as of productivity improvements and cost savings to improve the performance of the early strength development. This study is to reach the optimal combination by reviewing the performance of high-rise building which is required.

The results, lower the ratio of W/B was an increase in compressive strength and early strength in the use of admixture decreased in the combination of higher replacement ratio of admixture.

### 요 약

현재 전 세계적으로 100층 이상의 초고층 구조물에 대한 관심의 증대로 인한 고강도, 고유동콘크리트의 사용이 증가하고 있는 추세이며 공사기간의 단축을 통한 생산성의 향상과 비용의 절감을 위해 콘크리트의 조기강도 발현성능을 향상시키고자 많은 노력을 기울이고 있다. 따라서, 본 연구에서는 초고층 빌딩 상부콘크리트에 요구되는 조기강도발현 성능 및 기초적 물성을 검토하여 이에 적합한 최적화된 배합을 도출하고자 한다.

실험 결과 W/B가 낮을수록 압축강도가 증가하는 것으로 나타났고, 혼화재의 사용에 따른 콘크리트의 조기강도 발현 특성은 치환율이 높은 배합에서 조기강도 발현율이 낮은 결과를 나타내었다.

\* 정희원, 아주산업(주) 기술연구소 연구원  
\*\* 정희원, 아주산업(주) 기술연구소 주임연구원  
\*\*\* 정희원, 아주산업(주) 기술연구소 선임연구원  
\*\*\*\* 정희원, 아주산업(주) 기술연구소 연구소장

## 1. 서론

현재 건설산업은 전 세계적으로 초고층 구조물의 시공이 증가하고 있으며, 국내에서도 50-70층 규모의 초고층 건축물의 건설이 활발하게 진행되고 있다. 최근에는 서울 IBC센터나 부산 롯데월드2 등의 100층 이상의 초고층 구조물이 건설 예정이며, 향후 5년 이내에 100층 이상의 초고층 구조물이 다수 건설될 것으로 예상된다.

이러한 초고층 건축물은 공사기간의 단축을 통한 생산성의 향상과 비용의 절감 등이 매우 중요한 사항으로 대두되고 있으며, 현재 공사기간을 단축하기 위한 방법으로 시스템 거푸집 활용, 조립철근의 배근 등이 강구되고 있지만, 콘크리트 자체의 초기강도 발현성능을 향상시켜 거푸집 탈형 시기를 단축하는 방법이 중요시되고 있다.

따라서 본 연구는 실제 초고층 구조물 건설현장에서 주로 사용되는 실리카폼 및 고로슬래그 미분말을 시멘트량에 대해 일부 치환한 콘크리트의 배합을 바탕으로 W/B, 단위수량 변화 및 혼화제 치환율에 따른 초기강도 발현성능 및 기초적 물성을 검토하여 초고층 빌딩용 상층부 콘크리트의 최적화된 배합을 도출하고자 한다.

## 2. 실험계획 및 방법

### 2.1. 실험계획

본 연구의 실험계획은 표 1과 같다. 실험은 크게 배합변수별 I, II, III 시리즈로 구분하여 실시하였고, 압축강도를 확인하기 위하여 물-결합재비 20.0 21.5 23.0(%)의 3수준, 작업성을 확인하기 위하여 단위수량 140, 150, 160(kg/m<sup>3</sup>)의 3수준, 초기강도를 확인하기 위하여 SP15+SF5, SP23+SF7, SP25+SF5, SP33+SF7, SP35+SF5(%)의 5수준으로 선정하였고 현장의 시공성을 감안한 슬럼프 플로우 700±100mm를 확보하는 범위에서 예비실험을 통해 PC혼화제의 사용량 비율을 결정하여 기본배합을 설정하였다.

실험사항은 기본성능으로 굳지 않은 상태의 슬럼프 플로우를 검토하고 경화 콘크리트에서는 계획된 재령에 따른 압축강도를 측정하는 것으로 하였다.

표 1 실험계획

구분	배합사항				실험사항
	W/B (%)	단위수량 (kg/m <sup>3</sup> )	혼화제 치환율 (%)	슬럼프 플로우 (mm)	
시리즈 I	20.0 21.5 23.0	150	SP 23 + SF 7 <sup>1)</sup>	700±100	· 슬럼프 플로우(mm)  · 압축강도(MPa) -18시간, 1, 3, 7, 14, 28일
시리즈 II	21.5	140 150 160	SP 23 + SF 7	700±100	
시리즈 III	21.5	150	SP 15 + SF 5 SP 23 + SF 7 SP 25 + SF 5 SP 33 + SF 7 SP 35 + SF 5	700±100	

1) SP : 고로슬래그 미분말, SF : 실리카폼

### 2.2 사용재료

본 연구의 사용재료로 시멘트는 국내산 L사의 보통 포틀랜드 시멘트(밀도 3.15 g/cm<sup>3</sup>, 분말도 3,480 g/cm<sup>3</sup>), 실리카폼은 미국산 N사의 undensified 실리카폼(밀도 2.2 g/cm<sup>3</sup>, 분말도 200,000), 고로슬래그는 국내산 V사의 슬래그 미분말(밀도 2.9 g/cm<sup>3</sup>, 분말도 4,500)를 사용하였다. 잔골재는 북산 해주의 세척사(밀도 2.59 g/cm<sup>3</sup>, 조립율 2.9), 굵은 골재는 W사의 양주 삼표 석산 부순 굵은 골재(밀도 2.62 g/cm<sup>3</sup>, 조립율 7.2)를 사용하였으며, 혼화제는 L사의 AE제와 폴리카본산계 고성능 감수제를 사용하였다.

### 2.3 실험방법

본 연구의 실험방법으로 콘크리트의 혼합은 강제식 펜타입 믹서를 사용하여 혼합하였고, 굳지않은 콘크리트의 실험으로 슬럼프 플로우는 KS F 2594 규정에 의거하여 실시하였고, 슬럼프 플로우 경시 변화로써 콘크리트의 혼합·배출 후에 60분 경과시 동일한 방법으로 측정하였다.

경화 콘크리트의 실험으로 압축강도는 Ø100×200mm공시체를 제작하여, 계획된 재령에서 KS F 2405규정에 의거 실시하였다.

## 3. 실험결과 및 분석

### 3.1 굳지않은 콘크리트의 특성

그림 1은 W/B, 단위수량 및 혼화제 치환율의 변화에 따른 슬럼프 플로어를 나타낸 것이다.

먼저, 시리즈 I의 경우 W/B 21.5%와 23.0%에서 목표 플로우 700mm를 만족하였고, 1시간 경시변화 후 W/B 23.0%의 배합에서 플로우가 약간 감소하였으나, 전반적으로 플로우 유지성능이 높은 결과를 나타내었다. W/B 20.0%의 경우는 고정된 단위수량에 대한 결합재량 증가로 인해 유동성이 저하된 것으로 판단된다.

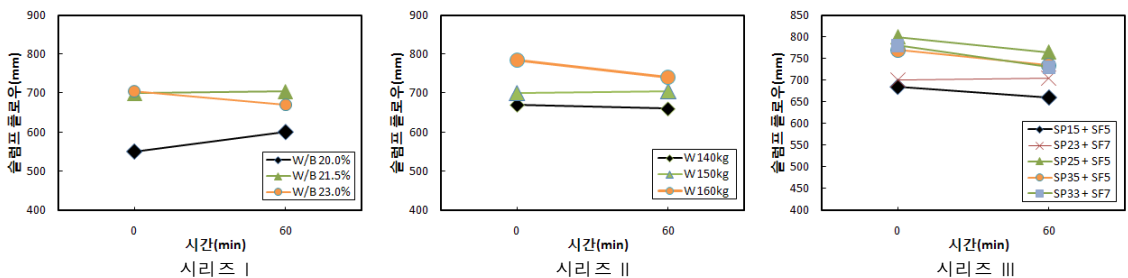


그림 1. W/B, 단위수량 및 혼화제 치환율 변화에 따른 슬럼프 플로우

시리즈 II의 경우는 단위수량이 높아질수록 슬럼프 플로어가 증가하는 경향을 나타냈으며, 시리즈 III의 경우에는 대체적으로 혼화제의 치환율이 높은 배합에서 보다 높은 슬럼프 플로우를 보였다.

### 3.2 경화 콘크리트의 특성

그림 2와 3은 W/B, 단위수량 및 혼화제 치환율의 변화에 따른 압축강도와 강도발현율을 나타낸 그래프이다. 압축강도의 경우 전반적으로 97~104MPa을 나타내며 목표강도를 넘어서는 결과를 기록하였고, 시리즈I의 경우 W/B가 낮을수록 압축강도가 증가하는 추세를 보이며 목표강도 80MPa에 대한 재령 28일 강도를 기준으로 W/B 20.0%에서 18시간만에 21.7%의 강도발현율을 나타내었다. 시리즈 II의 단위수량 자체 변화에 대해서는 기준배합인 단위수량 150kg/m<sup>3</sup>에서 근소하게 높은 조기강도

증진을 나타냈으나 비교적 비슷한 결과 값을 보였고, 시리즈 III의 경우의 혼화재 치환량에 따른 압축 강도 변화는 치환량이 적은 SP 15+SF 5의 배합에서 초기에 22.7%의 높은 강도발현율을 나타냈는데, 이는 장기강도에 영향을 미치는 혼화재의 양이 적어 상대적으로 단위시멘트량이 높기 때문인 것으로 분석되었다.

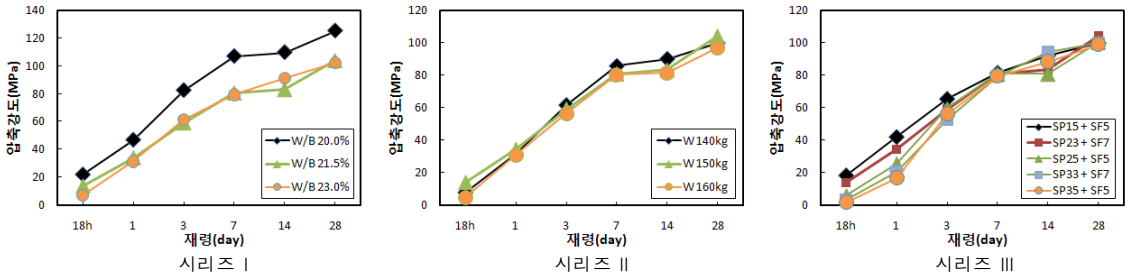


그림 2. W/B, 단위수량 및 혼화재 치환율 변화에 따른 압축강도

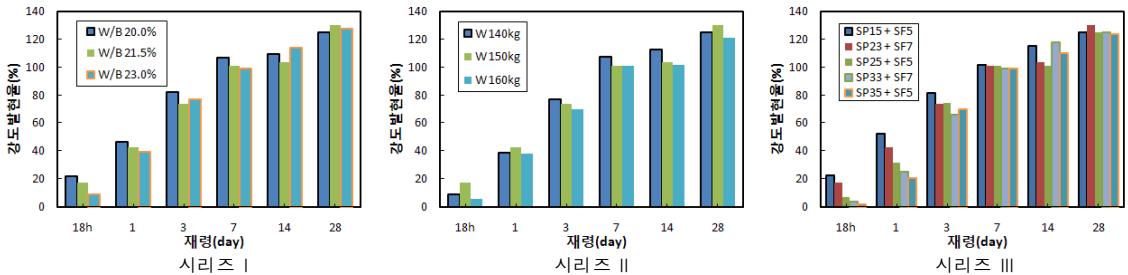


그림 3. W/B, 단위수량 및 혼화재 치환율 변화에 따른 강도발현율

이상의 실험결과를 바탕으로 본 연구는 시공성을 고려한 80MPa 콘크리트의 조기강도를 위한 결합재 최적배합은 W/B 21.5%~23.0%, 단위수량 150kg/m<sup>3</sup>, SP15+SF5인 것으로 분석되었다.

#### 4. 결론

초고층 빌딩용 상층부 콘크리트의 최적배합 도출을 위해 W/B, 단위수량 및 혼화재 치환율에 대해 시험한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

- (1) 콘크리트의 슬럼프 플로우는 단위수량이 높고, 혼화재의 치환율이 상대적으로 높을수록 증가하는 결과를 나타내었고, 플로우에 대한 W/B는 21.5~23.0%일 때가 적절한 수준인 것으로 분석되었다.
- (2) 혼화재의 사용에 따른 콘크리트의 조기강도 발현 특성은 혼화재 치환율이 높은 배합에서 강도발현율이 낮았으며, 전체 치환율이 동일한 경우 실리카폼의 사용량이 높은 배합에서 조기강도가 보다 증가하는 것으로 나타났다.

#### 참고문헌

1. 공민호 외 1명, 초고강도 콘크리트의 강도발현에 관한 기초적 연구, 대한건축학회논문집 구조계 v.22, n.6, 2006
2. 염준환 외 5명, 초고강도 콘크리트의 물리적 성상에 관한 연구, 대한건축학회 학술발표대회 논문집 v.26, n.1, 2006