

# 고분말도 시멘트와 고로슬래그 미분말을 사용한 콘크리트의 강도발현 성상

## Properties of Strength Development of Concrete Using High Fineness Cement and Blast Furnace Slag

김 한 식\*                      하 정 수\*\*                      이 영 도\*\*\*  
Kim, Han-Sic                      Ha, Jung-Soo                      Lee, Young-Do

### Abstract

As part of the effort to shorten the construction period, this study examined the strength expression characteristics at the early age of concrete using high fineness cement and blast furnace slag, accordingly to provide a basic data or how to solve the problem that the initial strength is lowered.

키 워 드 : 고분말도 시멘트, 고로슬래그 미분말, 초기강도  
keywords : high fineness cement, blast furnace slag , early age strength

## 1. 서 론

### 1.1 연구의 목적

도심지 공사가 증가하고 있는 시점에서 공기단축은 필수불가결한 요소이다. 구조체 공사에서 콘크리트의 강도발현 시점은 공사기간에 영향을 미치는 중요한 요인으로 자리잡고 있다. 공기단축이 프로젝트의 성패를 좌우하는 핵심 요인으로 작용함에 따라 공사기간을 단축하기 위한 기술개발이 사회적으로 요구되고 있는 실정이다. 콘크리트에 사용되는 순환자원의 대표적인 혼화재료는 고로슬래그 미분말과 플라이애시가 있으나, 시멘트의 사용량이 감소함에 따라 응결시간 지연, 초기강도 저하 등의 문제점이 있는 실정이다<sup>1)</sup>. 따라서 이 연구에서는 비표면적이 크기 때문에 초기 수화반응 속도를 상승시킬 수 있는 고분말도 시멘트를 사용하여 초기강도가 저하되는 문제점을 해결하기 위한 기초적 자료를 제시하는데 목적을 두었다.

## 2. 실험개요

### 2.1 사용재료 및 배합

이 연구의 배합설계에서 목표강도는 21, 24 MPa로 설정하였고, 시멘트는 1종 보통 포틀랜드 시멘트 (N ; Normal portland cement)와 1종 보통 포틀랜드 시멘트보다 분말도가 높은 고분말도 시멘트 (HF ; High Fineness cement)를 사용하였다. 또한 고분말도 시멘트를 사용한 배합에는 추가적으로 고로슬래그 미분말 (BFS ; Blast Furnace Slag)을 10, 20% 치환하여 사용하였다. 사용한 1종 보통 포틀랜드 시멘트의 분말도는 3,000  $\text{cm}^2/\text{g}$ 이며, 고분말도 시멘트의 분말도는 4,200  $\text{cm}^2/\text{g}$ 이다.

### 2.2 실험 방법

콘크리트는 직경 100 mm 높이 200 mm의 원주형 형틀을 사용하여 제작하고 20°C 표준수중양생을 실시하였으며, 콘크리트의 압축강도는 KS F 2405에 의거하여 타설 후 15, 18시간, 1, 2, 3 및 7일에 측정하였다.

## 3. 실험결과

그림 1, 2에 목표강도 및 사용재료에 의한 압축강도 시험결과를 나타내었다. 그래프 범례의 한 예로 HF256-BFS64는 고분말도 시멘트의

\* 삼성물산(주) 건설부문 ENG센터 책임, 공학박사  
\*\* 경동대학교 산학협력단 박사후연구원, 공학박사  
\*\*\* 경동대학교 건축공학과 교수, 교신저자(lyd@kduniv.ac.kr)

단위 중량 256 kg/m<sup>3</sup>와 고로슬래그 미분말의 단위 중량 64 kg/m<sup>3</sup> (결합재의 20% 치환)을 사용한 배합의 압축강도 시험결과이다.

목표강도에 관계없이 고분말도 시멘트만 사용한 콘크리트가 보통 포틀랜드 시멘트만 사용한 콘크리트에 비해 압축강도가 상승하는 결과를 나타내었다. 이러한 결과는 동일한 단위 시멘트량에서 고분말도 시멘트가 보통 포틀랜드 시멘트에 비해 물과 접촉하는 면적이 증가함에 따라 수화반응 속도의 상승과 더불어 상대적으로 미수화 시멘트 양이 감소함에 의한 것으로 판단된다. 시멘트의 강도는 시멘트겔 간의 결합으로 발현된다. 시멘트는 경화가 진행되면서 C-S-H(II)와 같은 섬유상 수화물이 Si-O-Si의 강한 결합으로 전환되어 강도가 증진된다. 따라서 시멘트의 분말도가 크면 단기간에 많은 양이 수화되므로 초기재령 강도가 증가하는 것으로 알려져 있다<sup>2)</sup>.

고분말도 시멘트에 고로슬래그 미분말을 치환한 배합의 경우도 목표강도에 관계없이 모든 배합에서 보통 포틀랜드 시멘트만 사용한 배합에 비해 압축강도가 상승하는 결과를 나타내었다. 이러한 결과도 수화반응 속도의 상승과 연관성이 있다고 생각되며, 초기에 수산화칼슘의 생성량이 증가되어 잠재 수경성을 가지는 고로슬래그 미분말 입자의 피막을 파괴하는 자극작용이 촉진되었을 것이다. 따라서 슬래그 표면으로부터의 용해반응이 발생하고 이후 용액으로부터 불용성 물질이 생성되어 석출하고 경화되는 과정이 활발하여 강도가 높게 발현된 것으로 판단된다<sup>2)</sup>.

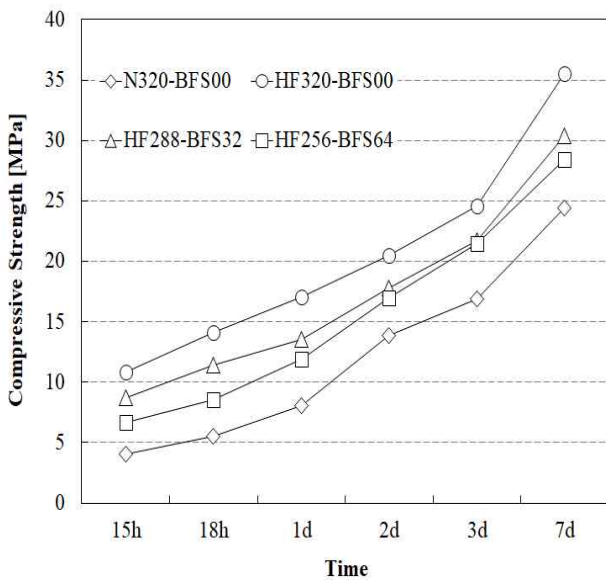


그림 1. 목표강도 21 MPa의 압축강도

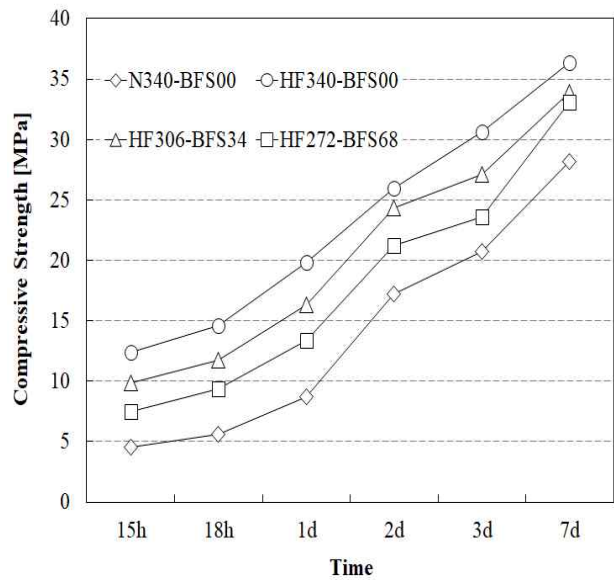


그림 2. 목표강도 24 MPa의 압축강도

#### 4. 결 론

이 연구에서는 1종 보통 포틀랜드 시멘트만 사용한 경우와 고분말도 시멘트 및 고로슬래그 미분말을 사용한 경우의 압축강도 특성을 확인하였으며, 그 결과는 다음과 같다. 고분말도 시멘트를 사용한 콘크리트의 압축강도 시험결과, 보통 포틀랜드 시멘트를 사용한 경우보다 우수한 초기강도 발현 특성을 나타내어 공기단축이 가능할 것으로 판단된다.

#### Acknowledgement

이 논문은 2017년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임 (No. NRF-2017R1 D1A3B03029426)

#### 참 고 문 헌

1. 한천규, 박선규. 친환경 레디믹스트 콘크리트, 콘크리트학회지, 제28권 제4호, pp.20~25, 2006.7
2. 한국콘크리트학회, 최신콘크리트공학, pp.40~43 pp.138~143, 2011