

# 진동밀로 개질한 고로 슬래그 시멘트를 적용한 고강도 콘크리트 파일의 특성고찰

## Characteristics Of High Strength Concrete File with the High Powder Slag Cement using Vibration Mill

유창달\* 류득현\*\* 김도균\*\*\* 유동우\*\*\*\* 민경산\*\*\*\*\* 김상윤\*\*\*\*\*

You, Chang Dal Ryu, Deug Hyun Kim, Do Kyun Yoo, Dong Woo Min, Kyung San Kim, Sang Yun

### ABSTRACT

By applying the vibrating mill modified slag cement on the concrete pile, the higher compressive strength was measured in spite of its smaller powder volume as comparing its compressive strength with existing products' one. As the result of SEM image observation, it was found that the strength was improved by the decreased size and abundance of pore along with increased cement hydrate in the dense structure.

### 요약

콘크리트 파일에 진동밀로 개질한 슬래그 시멘트를 적용하여 기존의 제품과 압축 강도 비교시 분체량이 적음에도 불구하고 더 높은 압축 강도가 측정되었다. 이는 SEM 이미지 관찰시 기공의 크기 및 개체수 감소와 시멘트 수화물이 치밀한 구조로 성장하여 강도가 증진되었다고 판단된다.

### 1. 서론

현재 구조물의 고층화, 대형화, 연약지반에서의 건설과 해안공사가 활발해짐으로써 구조물의 안정성에 대한 인식이 중요시 되고 있으며, 이에 따라 기초구조 보강을 위해 사용되는 파일의 고강도화가 요구되고 있다. 따라서 본 연구에서는 진동밀로 개질한 고로 슬래그 시멘트를 적용하여 콘크리트 파일의 품질향상 및 자원 재활용을 함을 목적으로 실험하였다.

### 2. 사용원료 및 실험방법

본 연구에 사용된 시멘트는 국내A사의 분말도가 3500cm<sup>2</sup>/g인 보통 포틀랜드 시멘트(이하 OPC)를 사용하였고 고미분말 슬래그시멘트(이하 HSC)는 분말도가 5300cm<sup>2</sup>/g로 당사에서 생산하여 사용하였다. 실험방법으로 콘크리트 파일의 배합설계는 KSF 4306에 따라 설계기준강도 78.5MPa를 목표로 배합하고 실공정에서와 같은 원심성형과 상압고온 양생을 거쳐 파일을 제조하여 각 배합별 콘크리트 압축강도를 측정하였다. 또한, 각 배합별 페이스트 시료를 콘크리트와 같은 조건으로 성형 및 양생한 후, FE-SEM 이미지 비교 분석을 통하여 강도 증가의 원인 고찰 및 평가하였다.

\* 정회원, 유진기업 기술연구소 연구원

\*\* 정회원, 유진기업 기술연구소 소장

\*\*\* 정회원, 유진기업 광양공장 품질관리팀장

\*\*\*\* 정회원, 군산대학교 재료공학과 박사과정

\*\*\*\*\* 정회원, 군산대학교 재료공학과 석사

\*\*\*\*\* 정회원, (주)원플로 대표이사

### 3. 결과 및 고찰

#### 3.1 압축 강도

각 배합별 고강도 콘크리트의 압축강도 측정결과는 그림 1 과 같이 동일 분체량(575kg)의 경우 OPC에 비해 HSC 배합시편이 높게 측정되었고 분체량을 20Kg(555kg) 감소하였음에도 높은 값을 나타내었다. HSC 배합 시편이 높게 관찰된 이유는 수화상의 변화(Size), 미세구조의 치밀화 및 기공의 크기와 분포에 의한 것으로 사료된다.

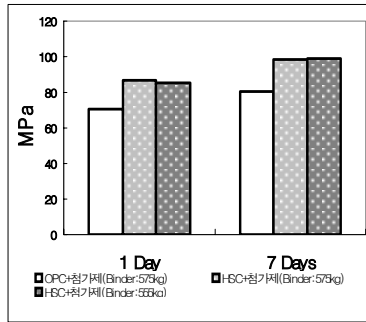
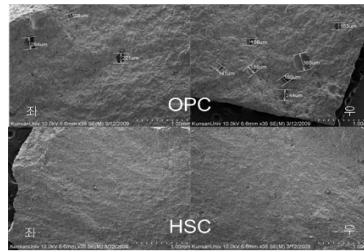


그림 1 각 배합별 압축 강도



	기공 개수	평균 크기(μm)	시편 면적(mm <sup>2</sup> )
OPC	10	201	7.0
HSC	0	-	13.6

그림 2 배합별 기공 관찰 (저배율)

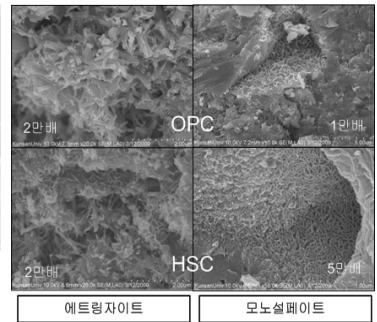


그림 3 배합별 수화상 관찰 (고배율)

#### 3.2 SEM 이미지 분석

시편 파단면을 저배율로 관찰한 결과를 그림 2 에 나타내었다. OPC 경우 141~385μm의 기공이 관찰되었고, HSC에서는 관찰되지 않았다. 각 배합별 재령 1일 페이스트 시편을 FE-SEM을 이용하여 수화물 관찰시 그림 3 과 같이 에트링자이트 결정을 관찰 할 수 있었으며 이는 팽창성 및 수축보상 효과가 있고 시멘트의 강도에 영향을 미치는 시멘트 수화물로 알려져 있다. OPC 시편의 경우 에트링자이트 수화상이 부분적으로 관찰되며 큰 침상결정으로 존재하지만, HSC 시편의 경우에는 관찰빈도가 높고 작은 침상결정으로 치밀하게 발달하였음을 알 수 있다. 에트링자이트와 마찬가지로 클링커 구성물과 석고의 반응 수화물인 모노설페이트도 OPC 시편에 비해 HSC 시편에서 굉장히 작고 치밀한 수화상으로 발달되어서 기공 감소에 의한 강도 증진이 나타난 것으로 보여진다.

### 4. 결론

- ① 콘크리트 파일의 압축 강도 결과에서는 OPC를 이용한 배합보다 HSC를 사용한 배합 시편의 압축 강도가 더 높게 측정되었다.
- ② 각 배합 시편별 기공 관찰시 HSC 시편에서는 100μm 이상의 기공을 관찰 할 수 없었다.
- ③ 수화상 관찰시 시멘트 수화물인 에트링자이트와 모노설페이트가 HSC 시편에서 더 작고 치밀한 상으로 발달 된 것을 관찰하였다.

#### 참고문헌

1. 이성로, 강성구, 유성원, "PHC 파일의 압축강도와 재료분리층에 대한 실험연구," Korea Concrete Institute Vol.13 No.1 pp.16-22, 2001.
2. 김진만, 정은혜, 박선규, "수열합성경화체의 1차 양생조건에 따른 수화특성," Korea Concrete Institute Vol.20 No.5 pp.543\_548, 2008.