

순환골재를 사용한 고로슬래그 다량치환 저강도 무시멘트 콘크리트의 미시적 분석

Microstructure of High Volume Slag Concrete using Recycled Aggregates

곽 용 진* 박 재 용* 김 경 훈* 이 향 재** 한 민 철*** 한 천 구****
Kwak, Yong-Jin Park, Jae-Yong Kim, Kyoung-Hoon Lee, Hyang-Jae Han, Min-Cheol Han, Cheon-Goo

Abstract

In this study, characteristics of the concrete replaced in large amount with blast furnace slag is analyzed by the microscopic analyses in the process of the mock-up testing to apply to the actual practice in the area of the general strength by activating a small amount of cement(25%) replaced in large amount of finely powered blast furnace slag.

키 워 드 : 고로슬래그 미분말, 순환 골재, 에트린 가이트, 엑스선 회절분석, 주사전자 현미경
Keywords : Blast furnace slag powder, Recycled aggregates, Ettringite, X-ray Diffraction, Scanning Electron Microscope

1. 서 론

최근 CO₂ 발생량을 최소화하고자 하는 노력이 이루어짐에 따라 건설산업에 있어서도 생산과정 중 다량의 CO₂가 발생하는 시멘트의 사용량을 최소화하려는 움직임이 전세계적으로 활발하게 전개되고 있다.

이러한 시멘트의 대체 자원으로써 광물질 혼화재료를 꼽을 수 있는데, 본 연구진에서는 광물질 혼화재료의 일종인 고로슬래그 미분말(BS)을 활용하여 여기에 알칼리성 물질인 순환잔골재를 접목시켜 고로슬래그 미분말의 잠재수경성을 유도시키는 일련의 연구를 진행한 바가 있다.

이에 본 연구에서는 순환골재를 알칼리 자극제로 사용한 고로슬래그 다량 치환 콘크리트의 제반 성능평가를 위한 일련의 실험으로서 XRD 및 SEM등의 미시적 영역에서의 반응생성물을 확인하여 향후 순환골재의 알칼리 자극제로서의 활용을 위한 참고자료로 제시하고자 한다.

2. 실험계획 및 방법

본 연구의 실험 계획은 표 1과 같다. 즉, 배합사항으로 W/B 50%, 목표 슬럼프 120±25 mm, 목표 공기량 4.5±1.5 %의 조건으로 배합설계 하였다. 이때 사용하는 재료로서 일반적으로 사용하는 OPC와 천연 잔골재를 사용한 배합(이하 ONN) 1수준과 고로슬래그 미분말(이하 BS)에 OPC를 75:25의 비율로 혼합 후 천연 잔골재 및 순환 잔골재(이하 BNN, BRR)를 사용한 배합 2수준을 실험변수로 한다.

측정사항으로는 엑스선 회절분석(이하 XRD)과 주사전자 현미경 촬영(이하SEM)을 실시하는 것으로 하여 성분 분석 및 미세구조에 대한 특징을 분석 하고자 한다.

3. 실험 결과 및 분석

그림 1은 재령 7일에서의 각 배합별 XRD 측정을 통한 구성 성분을 나타낸 것이다. 전반적으로 구성 성분 중 3배합 모두에서 SiO₂의 함유량이 가장 많은 것으로 나타났고, 다음으로 에트

표 1. 실험계획

실험요인		실험수준	
기본 배합	W/B (%)	1	50
	목표 슬럼프 (mm)	1	120±25
	목표 공기량 (%)	1	4.5±1.5
실험 변수	콘크리트 구성	3	· ONN(OPC+NCA+NFA) · BNN(OPC25+BS75+NCA+NFA) · BRR(OPC25+BS75+RCA+RFA)
실험 사항	미시적 분석	2	· XRD · SEM

* 청주대학교 건축공학과 석사과정
** 청주대학교 건축공학과 박사과정
*** 청주대학교 건축공학과 부교수
**** 청주대학교 건축공학과 교수

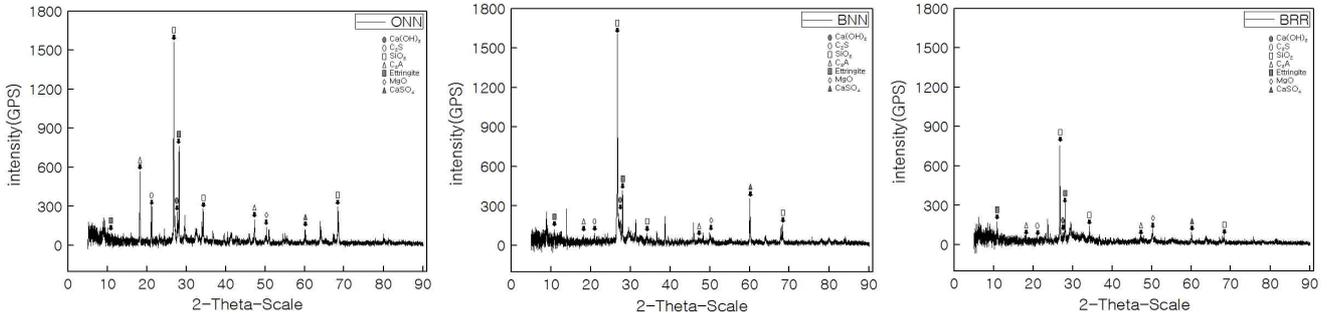
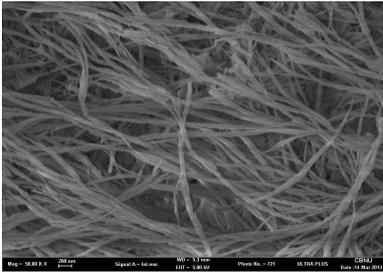
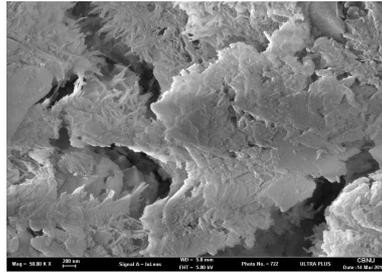


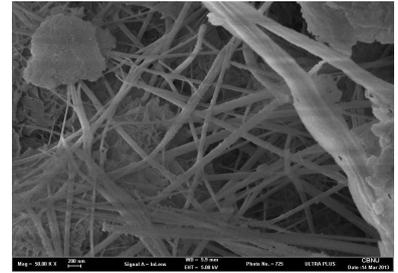
그림 1. 재령 7일 XRD 분석



a) ONN (7 day)



c) BNN (7 day)



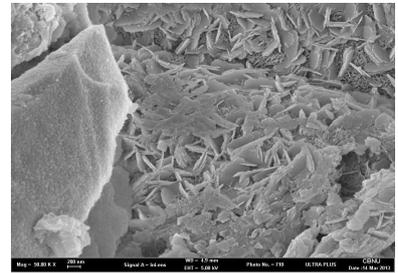
e) BRR (7 day)



b) ONN (28 day)



d) BNN (28 day)



f) BRR (28 day)

그림 2. 재령 (7, 28일)의 SEM 촬영 사진

린가이트의 함유량이 많은 것으로 나타났다. 구성 성분은 BS 다량 치환시 시멘트와 비슷한 성분을 나타내었으나 SiO_2 와 에트링가이트의 구성량이 ONN에 비해 BNN과 BRR에서 다소 적게 나타남을 알 수 있었다. 이는 고로슬래그의 다량 치환으로 인하여 상대적으로 시멘트의 양이 감소하여 나타난 결과로 사료된다. 또한, 시멘트의 반응 초기 수화생성물인 에트링가이트의 부족은 BNN과 BRR의 초기강도에 영향을 미칠 것으로 사료된다.

그림 2는 미세 구조분석을 위한 재령 7, 28일 시험체 샘플의 SEM 사진을 촬영한 것이다. 먼저 재령 7일의 경우 ONN의 경우 시멘트의 초기수화물인 침상형의 에트링가이트가 다수 존재함을 확인할 수 있었고, BRR의 경우도 ONN에 비해 치밀하지는 않지만 에트링가이트의 생성여부를 확인할 수 있었다. 반면 BNN의 경우 침상형의 구조가 거의 발견되지 않았다. 이어서 재령 28일시 ONN의 경우는 침상형 구조와 판상형 구조의 복합적인 형태로 존재함을 확인할 수 있었고, BNN과 BRR모두 C-S-H 및 모노셀 페이트(에트링가이트 전이물) 구조의 형태로 발달함을 알 수 있었다. 이로써 BS 다량치환 조건에서 잠재수경성이 발현됨을 확인할 수 있었고, BRR에 사용된 순환골재의 알칼리로 인한 초기수화물 생성에 도움을 주는 것을 확인할 수 있었다.

4. 결 론

- 1) 재령 7일에서 XRD 측정결과 BS 다량 치환시 구성 성분은 시멘트와 비슷하였으나 초기 수화에 관여하는 에트링가이트 성분이 BNN 및 BRR에서는 많이 관찰되지 않는 것으로 나타났다.
- 2) SEM 측정결과 BS 다량치환 및 순환골재 사용 조건에서도 재령 28일에서 수화생성물이 다량 발달됨을 확인할 수 있었고 특히 순환 골재를 사용한 BRR의 경우 ONN과 비슷한 초기수화물의 생성물이 존재하는것을 확인할 수 있었다.