

고로슬래그 미분말 사용 무 시멘트 콘크리트의 품질에 미치는 순환골재 치환율의 영향

Effect of Recycled Aggregate Substitution to Zero-cement Concrete which uses Blast Furnace Slag Power

馮海東* 조만기* 손호정** 한민철*** 양성환**** 한천구*****
Feng, Hai-Dong Cho, Man-Gi Son, Ho-Jung Han, Min-Cheol Yang, Seong-Hwan Han, Cheon-Goo

Abstract

In this study, Analyzed the effect of the change in RFA and RCA substitution rate on the concrete containing BS bonding materials but no cement. The findings are as follows, First, the fresh concrete has less slump value and air contents as more RFA and RCA is used. In case of hardened concrete, as more RFA and RCA are used, the higher the compressive strength of concrete becomes. Especially, the compressive strength of concrete which used recycled aggregates only is found to be 2.2 times as high as that of concrete using natural fine and coarse aggregates only. But if the concrete is to be used as the structural concrete having the compressive strength of 13.8 MPa, the alkaline materials and some cement are required to be added.

키 워드 : 고로슬래그 미분말, 순환 잔골재, 순환 굵은골재
Key words : blast furnace slag power, recycled fine aggregate, recycled coarse aggregate

1. 서론

최근 국내에서는 저탄소녹색성장의 국가기조에 발맞춰 환경부
하저감 및 자원재활용에 관한 기술개발이 활발히 진행되고 있다.

그런데, 철강제조과정에서 부산물로 발생하는 고로슬래그 미분
말(이하 BS)은 시멘트와 유사한 성분을 대부분 함유하고 있지만
잠재수경성물질로서 콘크리트에 활용 시에는 자체수경성이 거의
없음으로 강한 알칼리나 황산염의 자극으로 수화반응이 이루어진
다. 이에 선진연구자들은 NaOH, KOH 등 강한 알칼리나 CaSO₄
등 황산염으로 고로슬래그 미분말의 수화반응을 촉진시켜 무 시
멘트 상태에서 강도발현을 유도하고 있다.

그러나, 자극제로 사용되는 강한 알칼리 및 황산염은 취급이
위험하거나 고가인 관계로 실무에 쉽게 활용하기에는 곤란한 실
정이다. 따라서 본 연구의 선행연구에서는 건설물 해체과정에서
발생하는 폐콘크리트를 골재화한 순환잔골재(이하 RFA)의 강한
알칼리(Ca(OH)₂) 성분으로 BS의 잠재수경성반응이 발휘됨을 모르
타르상태에서 확인한 바 있다.

그러므로, 본 연구에서는 BS와 천연 암석성분의 잔·굵은 골
재를 사용하는 무 시멘트 콘크리트 상태에서 천연암석성분의
잔·굵은 골재에 대한 RFA 및 순환 굵은골재(이하 RCA)의 치환
율 변수로 실험하여 BS 기반 무 시멘트 콘크리트 상태에서 순환
골재의 효율성에 대하여 입증하고자 한다.

2. 실험계획 및 방법

본 연구의 실험계획은 표 1과 같다, 즉 W/B 50 % 1 수준에
대하여 BS만을 결합재로 사용하는 무 시멘트 콘크리트에서 천연
암석성분의 잔·굵은골재에 대하여 RFA 및 RCA의 치환율 0,
50, 100 %로 각각 3수준을 치환하는 것으로 하였다. 사용재료는
국내산을 사용하였고, 실험방법은 모두 KS 표준의 표준적인 방법
으로 실시하였다.

표 1. 실험 계획

실험요인		실험수준
기본 배합	W/B(%)	· 50
	결합재(%)	· BS1) : 100
	목표 슬럼프(mm)	· 180 ± 25
	목표 공기량(%)	· 4.5 ± 1.5
실험 변수	순환골재 치환율(%)	· RFA2) : 0, 50, 100 · RCA3) : 0, 50, 100
	실험 사항	굳지 않은 콘크리트
경화 콘크리트		· 압축강도

1) BS : 고로슬래그 미분말 2) RFA : 순환잔골재 3) RCA : 순환 굵은골재

* 청주대학교 건축공학과 석사과정, 교신저자
(fenghaidong12@nate.com)
** 청주대학교 건축공학과 박사과정
*** 청주대학교 건축공학과, 조교수
**** 인천대학교 도시건축학부, 교수
***** 청주대학교 건축공학과 교수, 공학박사

3. 실험결과 및 분석

3.1 굳지 않은 콘크리트의 특성

그림 1은 RFA 및 RCA치환율 변화에 따른 슬럼프를 나타낸 것이다. 전반적으로 기존의 연구와 유사한 결과로 RFA 및 RCA 치환율 증가에 따라 슬럼프는 약간 감소하는 경향을 보였는데, 이는 순환골재의 높은 흡수율 및 각진 입형에 의하여 유동성이 저하 되는 것으로 분석된다.

그림 2는 RFA 및 RCA치환율 변화에 따른 공기량을 나타낸 것이다. 전반적으로 RFA 및 RCA 치환율이 증가할수록 공기량은 다소 감소하는 경향을 나타내었다. 이는 순환골재의 양호한 입도 분포 및 골재 입자 표면에 부착된 다량의 미립자 함유에 의하여 양호한 골재 공극 충전 효과로 사료된다.

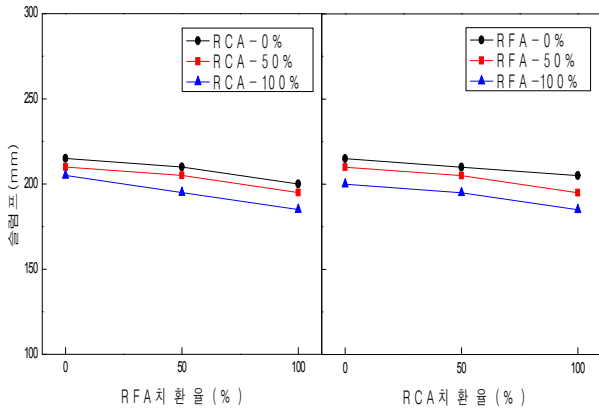


그림 1. RFA 및 RCA 치환율 변화에 따른 슬럼프

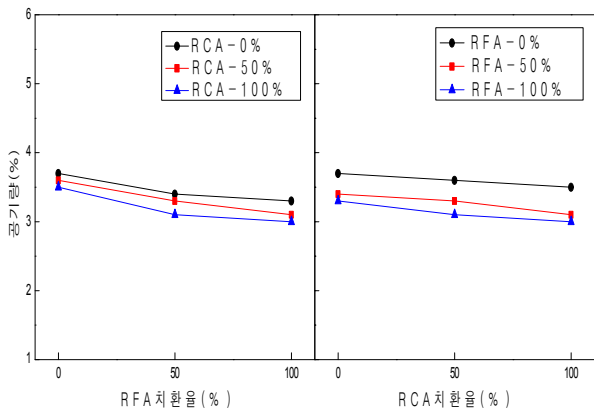


그림 2. RFA 및 RCA 치환율 변화에 따른 공기량

3.2 경화 콘크리트의 특성

그림 3은 RFA 및 RCA치환율 변화에 따른 압축강도를 나타낸 것이다. 먼저, 재령 증가에 따라서 압축강도가 증가하는 것으로 나타났으며, 또한 RFA 및 RCA 치환율 증가에 따라서 압축강도가 전반적으로 크게 증가하는 경향을 나타내었다. 특히 재령 28 일에서 순환 잔 · 굵은 골재를 100 % 사용하는 경우는 압축강도가 13.8 MPa로 천연골재 100 %를 사용하는 경우 6.2 MPa 보다

약 2.2배 정도로 크게 나타났다. 이는 RFA 및 RCA의 치환율이 증가할수록 알칼리성분의 양이 증가하므로 BS의 잠재수경성을 촉진함에 따라 압축강도가 크게 발휘되는 것으로 분석되었다. 이때 강도 증진율은 굵은 골재를 RCA로 치환하는 경우보다 잔골재를 RFA로 치환할 때 증가율이 더 큼을 알 수 있었는데, 이는 RCA보다 RFA에 미수화 시멘트를 포함하는 모르타 성분 많이 부착되어 알칼리가 높기 때문인 것으로 분석된다.

단, 본 실험의 경우 28일 압축강도는 시멘트만을 이용하는 경우의 1/3정도 수준으로 추가 알칼리 공급 및 약간의 시멘트 치환 등 보완책이 필요한 것으로 분석되었다.

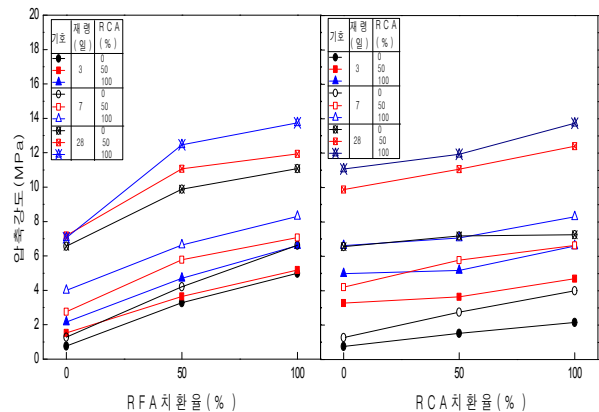


그림 3. RFA 및 RCA 치환율 변화에 따른 압축강도

4. 결론

- 1) RFA 및 RCA의 치환율 증가에 따라서 슬럼프 및 공기량은 감소하는 것으로 나타났다.
- 2) 압축강도의 경우는 RFA 및 RCA의 치환율 증가에 따라 순환골재가 BS의 잠재수경성 반응 촉진작용에 기인하여 압축강도가 점차 증가하였는데, 특히 순환 잔 · 굵은골재 100 %를 사용한 경우는 천연암석성분의 잔 · 굵은골재 100 %를 사용한 경우보다 2.2배정도 크게 나타났다.

이상의 결과를 종합하여 볼 때 BS 사용 무 시멘트 콘크리트의 경우 순환골재로 치환함에 따라 강도증진이 촉진됨을 알 수 있었지만, 13.8 MPa 전후로서 구조체용 콘크리트로 활용하기 위해서는 추가 알칼리 공급 및 약간의 시멘트 치환 등 보완책이 필요함을 알 수 있었다.

참 고 문 헌

1. 국토해양부, 순환골재 품질기준, 2009.5
2. 동양시멘트(주), 고로시멘트의 특성과 응용, 1995.6