고로슬래그의 초기강도 저하 해결방안으로써 순환 잔골재의 알칼리 활용가치에 대한 연구

A Study on the Alkali Application of Recycled Aggregates as a Solution to Reduced Intial Intensity of Blast Furnace Slags

곽 용 진* 자 오 양* 정 상 운* 허 영 선** 한 민 철*** 한 천 구****
Kwak, Yong-Jin Zhao, Yang Jung, sang-woon Heo, Young-sun Han, Min-Cheol Han, Cheon-Goo

Abstract

Weakness of fine powder of blast furnace slags includes the decrease of initial intensity and delay of setting time. To solve this problem, there has been research on the alkali activation to induce hardening using alkaline chemical. However, the use of chemicals is dangerous and not cost effective, which can be solved by using recycled aggregates, one of construction wastes. The role of alkali activator can be substituted by alkali of non-hydrated cement included in recycled aggregates. In this study, the alkaline value of recycled aggregates will be evaluated through the comparison of molarity of sodium hydroxide (NaOH)

키 워 드 : 알칼리 자극, 수산화 나트륨, 순환 잔골재, 고로슬래그 미분말
Keywords : Alkali Activation, NaOH, Recycled fine aggregates, Blast furnace slag powder

1. 서 론

최근 CO_2 저감 및 수화열 저감의 목적으로 고로슬래그 미분말의 사용량이 증가하고 있다. 이러한 고로슬래그 미분말의 단점으로 초기강도 저하와 응결시간 지연을 꼽을수 있는데, 이에대한 해결 방법으로 화학약품의 알칼리를 이용하여 경화를 유도하는 알칼리 액티베이션에 관련된 연구가 다수의 연구자들에 의해 진행된 바 있다.

하지만 이러한 화학약품을 활용하는 방법은 위험성을 동반할 뿐만 아니라 비용적인 측면에서도 실무 적용시 어려움이 따르고 있기 때문에 이를 건설 폐기물인 순환잔골재를 활용하여 해결하고자 하며 순환잔골재에 포함된 미수화 시멘트의 알칼리로 화학 약품 즉 알칼리 자극제의 역할을 대신하여 고로슬래그 미분말의 경화를 촉진시키고자 하며 화학약품과 함께 사용시 그 양을 최소화 하고자 하는데, 본 연구에서는 수산화 나트륨 (NaOH)의 몰농도 비교를 통한 순환잔골재의 알칼리 가치를 확인해 보고자 한다.

2. 실험계획 및 방법

본 연구의 실험 방법으로는 표 1과 같으며 고로슬래그 미분말을 결합재로써 사용한 천연 잔골재와, 순환 잔골재 모르타르에 수산화나트륨 (NaOH)을 (0, 1, 3, 6, 9, 12, 15, 18 mol/L)의 수용액으로 만들어 물 대신 사용하여 배합하는 것으로 한다.

이때 보통 포틀랜트 시멘트 (OPC)와 천연 잔골재를 사용한 모르타르 배합을 추가로 비교 대상으로 하며, 측정사항으로 굳지않은 모르타르에서 응결시간을 (OPC, 0, 3, 9, 15 mol/L)에 한하여 측정하고 경화모르타르에서 압축강도를 측정하는 것으로 한다.

표 1. 실험계획

실험요인		실험수준	
기본 배합	W/B (%)	1	·50
	단위수용액량	1	·300
	배합비	1	·용적비에 맞게 고정
실험 변수	결합재	2	·OPC* ·BS
	잔골재	2	·천연잔골재 ·순환잔골재
	NaOH(mol/L)	8	·0, 1, 3, 6, 9, 12, 15, 18
실험 사항	굳지않은 모르타르	1	·응결측정 (OPC, 0, 3, 9, 15 mo/LI)
	경화 모르타르	1	·압축강도(1, 3, 7일)

* OPC 배합은 천연잔골재 만을 사용하는 것으로 한다.

* 청주대학교 건축공학과 석사과정
** 청주대학교 산업과학연구소 전임연구원
*** 청주대학교 건축공학과 부교수
**** 청주대학교 건축공학과 교수

3. 실험 결과 및 분석

그림 1은 수산화 나트륨 (NaOH)의 몰 농도 변화에 따른 응결시간을 나타낸것이다, 먼저 수산화 나트륨 (NaOH) 몰 농도 변화에 따른 응결시간은 몰 농도가 높아질수록 응결 소요시간이 짧아지는것을 확인할수 있었고 수산화 나트륨 (NaOH)을 첨가하지 않은 경우 OPC와 천연잔골재를 사용한 배합보다 응결 소요시간이 크게 지연되는것을 알수있었다. 순환잔골재 사용시 천연잔골재를 사용한것에 비해 응결시간이 단축되는것을 확인할수 있었다.

그림 2는 재령별 수산화 나트륨 (NaOH)의 몰 농도 변화에 따른 압축강도를 나타낸것이다. 전반적으로 몰 농도가 증가함에 따라 압축강도 또한 증가하였으나, 15 mol 이상에서는 압축강도가 현저하게 떨어짐을 확인할수 있었고, OPC와 천연 잔골재를 사용한 시험체와 비교하였을때 고로슬래그 모르타르에 약 2~3 mol 정도의 수산화 나트륨 (NaOH)을 사용한 것과 비슷한 결과를 나타내었으며, 순환 잔골재를 사용한 시험체가 천연 잔골재를 사용한 시험체에 비해 높은 압축 강도를 나타내어 최대 9 MPa, 평균 2.6 MPa의 강도 상승 효과를 볼수있었다.

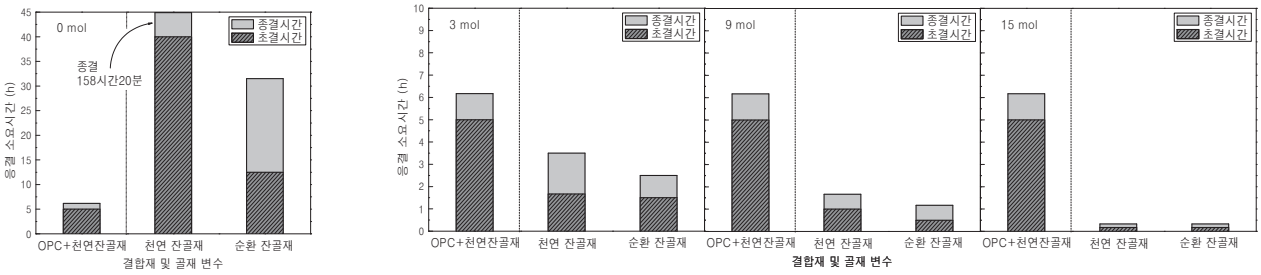

그림 1. (NaOH) 몰 농도 변화에 따른 응결시간

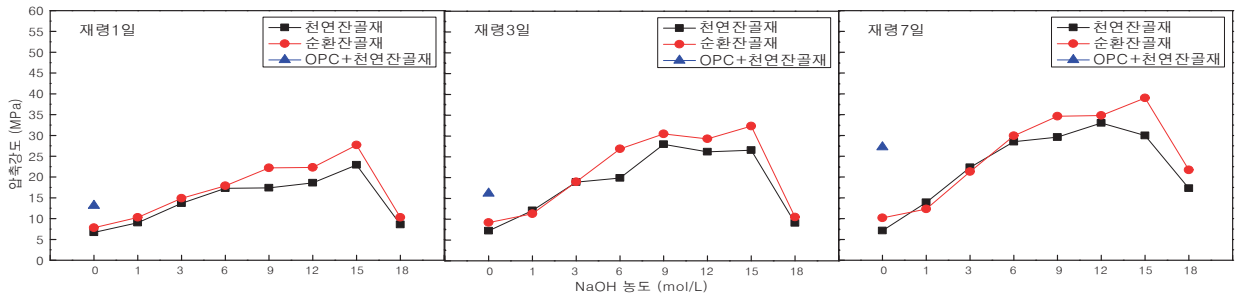

그림 2. 재령별 (NaOH) 몰 농도 변화에 따른 압축강도

4. 결 론

본 연구에서는 수산화 나트륨 (NaOH)의 몰 농도와 비교하여 순환 잔골재의 알칼리 자극제로써의 가치에 대해 연구하였는데, 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

1) 수산화 나트륨의 몰 농도가 높아질수록 응결 시간이 단축되었다.

2) 순환잔골재를 사용한 시험체가 천연잔골재를 사용한 시험체보다 빠른 응결시간을 나타내었다.

3) 고로슬래그에 2~3 mol 정도의 수산화 나트륨 (NaOH)을 사용하였을때 OPC와 비슷한 압축 강도를 나타내었다.

4) 순환 잔골재가 천연 잔골재보다 평균 2.6 MPa 정도 높은 압축강도를 나타내었다.

이를 종합적으로 분석하였을때 순환 잔골재의 알칼리 자극제로써의 가치는 수산화 나트륨 (NaOH) 평균 0.5~1몰 정도의 가치를 지니고 있는 것으로 나타났다.

감사의 글

본 논문은 중소기업청에서 지원하는 2012 년도 산학연공동기술개발사업(No. 2012-09)의 연구수행으로 인한 결과물임을 밝힙니다.