

알칼리 자극제 대체재로써 레드머드를 사용한 알칼리 활성화 무기결합재의 특성

Properties of Alkali Activated Inorganic Binder using Replacement Materials Alkali Activator with Red Mud

박 선 규
 목원대학교 공과대학 건축학부

Park Sun-Gyu
 Mokwon University

요약

최근 건설산업에서 문제점으로 지적되고 있는 것은 제조과정 중 이산화탄소를 다량 방생시키는 시멘트의 사용이다. 이는 알칼리 활성화 무기결합재로 대체함으로써 시멘트보다 이산화탄소 배출량을 저감할 수 있지만 고가의 알칼리 자극제를 다량 사용하기 때문에 경제적 측면 및 사용성을 고려하지 않으면 사용할 수 없기 때문에 이에 대한 대체재에 관한 연구가 필요한 실정이다. 이에 본 연구에서는 고로슬래그를 기반으로 하는 알칼리 활성화 무기결합재에 알칼리 자극제의 사용량을 저감하기 위해 레드머드를 사용하고, 레드머드에 적합한 알칼리 자극제의 종류와 사용방법에 대하여 연구하고자 하였다.

I. 서론

최근 건설산업에서 문제점으로 지적되고 있는 것은 제조과정 중 이산화탄소를 다량 방생시키는 시멘트의 사용이다. 이는 알칼리 활성화 무기결합재의 사용으로 시멘트보다 이산화탄소 배출량을 저감할 수 있다. 하지만 고가의 알칼리 자극제를 다량 사용하기 때문에 경제적 측면 및 사용성을 고려하지 않으면 사용할 수 없기 때문에 이를 대체하기 위한 연구가 절실한 실정이다. 이러한 문제점은 높은 pH를 갖는 알칼리성 무기질 재료로 해결할 수 있는데, 보크사이트로부터 수산화알루미늄/알루미나 (Al(OH)₃/Al₂O₃)를 제조하는 과정에서 부산물로 발생하는 레드머드는 알칼리 성분인 Na₂O를 10 ~ 15 % 함유

하고 있어 자체적으로 11이상의 높은 pH를 갖고 있어 알칼리 자극제의 사용량을 줄이는데 기여할 수 있을 것으로 판단되고 있다¹⁾. 또한, 레드머드는 국내에서만 연간 20만 톤 정도 발생하는 산업부산물이기 때문에 이에 대한 처리에 어려움을 겪고 있는 실정이어서 재활용 방안으로써 시멘트 및 무기결합재의 사용재료로 사용하게 될 경우 사용처가 생기는 것이기 때문에 레드머드의 재활용에 대한 연구가 필요한 실정이다. 이에 본 연구에서는 고로슬래그를 기반으로 하는 알칼리 활성화 무기결합재에 알칼리 자극제의 사용량을 저감하기 위해 레드머드를 사용하고, 레드머드에 적합한 알칼리 자극제의 종류와 사용방법에 대하여 연구하고자 하였다.



▶▶ 그림 1. 시멘트 제조에 따른 CO₂ 발생

II. 실험계획 및 방법

1. 실험계획

본 실험의 수준 및 요인은 표 1에 나타내었다. 알칼리 활성 무기결합재의 결합재는 잠재수경성을 갖는 고로슬래그 미분말이며, 이를 활성화하기 위한 알칼리 자극제는 NaOH, 레드머드, Na_2SO_4 로 설정하였다. 알칼리 자극제의 첨가율은 6 M이며, 사용비율은 NaOH를 100% 사용한 것을 'Plain'으로 설정하였으며, NaOH와 레드머드를 사용한 'RM'은 NaOH:RM이 80:20, 'RM:SO₄'는 NaOH:RM:Na₂SO₄를 60:20:20으로 설정하였다. 양생은 상대습도 80±5%, 온도 20±2°C의 조건으로 실시하였다.

표 1. 본 실험수준 및 요인

실험요인	실험수준
결합재	▪ BFS ^{a)}
알칼리 자극제의 종류	▪ NaOH, RM ^{b)} , Na ₂ SO ₄
알칼리 자극제의 첨가율	▪ 6 M (8.4 %)
배합수	▪ W+NaOH : Plain, RM ▪ W+NaOH+Na ₂ SO ₄ : RM:SO ₄ ▪ W+NaOH+RM : ext-RM ▪ W+NaOH+RM+Na ₂ SO ₄ : ext-RM : SO ₄
W/B	▪ 35 %
양생조건	▪ 습도 80±5%, 온도 20±2°C
시험항목	▪ 배합수의 pH, 압축 및 휨강도, 경화체의 pH 농도

주 a) BFS : 고로슬래그(Blast Furnace Slag)
b) RM : 레드머드(Red Mud)

2. 사용재료

본 실험에서 사용된 고로슬래그와 레드머드의 화학적 성질은 표 2에 나타내었으며, 고로슬래그는 밀도 2.91g/cm³, 분말도 4,464cm³/g인 것을 사용하였다. 레드머드는 밀도는 3.37 g/cm³, 분말도는 3,483cm³/g인 것을 사용하였다.

표 2. 사용재료의 화학적 성질

성분	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	Na ₂ O
BFS	34.39	14.47	0.63	41.67	6.49	-	-
RM	14.20	29.12	25.12	13.99	0.40	0.43	9.60

3. 시험방법

알칼리 활성 무기결합재에 사용된 배합수의 pH는 조

건에 맞추어 혼합한 배합수를 혼합 즉시 pH를 측정하고 레드머드를 혼합한 후에 한번 더 측정을 한 뒤, 마지막으로 하루 안정시킨 뒤에 pH Meter로 측정하였다. 재령별 압축 및 휨강도는 시멘트의 강도 시험 방법(KS L ISO 679)에 의거하여 40×40×160mm 몰드에 성형하여 측정하였다. 또한, 경화체의 pH를 측정하기 위한 방법으로는 흙의 pH 값 측정 방법(KS F 2103)에 의거 하여 재령일에 맞추어 공시체를 분쇄한 뒤 pH를 측정하였다.

III. 실험결과 및 결론

알칼리 자극제 대체재로써 레드머드를 사용한 알칼리 활성 무기결합재의 특성에 관한 연구결과 본 연구의 범위 내에서는 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 배합수의 pH를 측정한 결과, 물과 알칼리 자극제를 혼합한 배합수는 Na₂SO₄와 레드머드를 함께 혼합한 배합수의 pH 농도가 가장 높은 것으로 나타났으며, 레드머드를 투입한 후 하루 동안 안정시킨 뒤 측정할 경우 보다 높은 pH 농도를 나타내었다.
- 2) 경화체의 pH를 측정한 결과, 재령일에 따라 pH가 저하되는 경향을 나타내었으며, Plain, RM, RM: SO₄의 순으로 Plain의 pH가 가장 높은 것으로 나타났다. 또한, 레드머드와 혼합하여 안정시킨 경화체가 다소 높은 pH를 나타내었다.

■ 감사의 글 ■

이 논문은 2012년 국토교통부 건설교통기술촉진연구사업(과제번호 : 12 첨단도시 D01)의 연구비 지원에 의해 수행되었습니다. 이에 감사드립니다.

■ 참고 문헌 ■

- [1] 강석표, "알칼리활성화 무시멘트 결합재의 촉진제로서 레드머드 활용에 관한 연구", 대한건축학회논문집 구조계, v.28 n.11, 2012년 11월