

알칼리활성화 슬래그-레드머드 시멘트 모르타르의 흡수계수가 백화발생에 미치는 영향

Effects of Moisture Absorption Coefficient of Alkali-Activated Slag-Red Mud Cement on Efflorescence

강 혜 주*
Kang, Hye Ju

김 병 기**
Kim, Byeong gi

김 재 환**
Kim, Jae Hwan

강 석 표***
Kang, Suk Pyo

Abstract

In this study, moisture absorption coefficient and efflorescence properties of Ordinary Portland cement and alkali-activated slag cement mortar were assessed according to their red mud substitution ratio. Tests were conducted to determine the cause of efflorescence, which is a significant obstacle to the recycling of red mud as a sodium activator in alkali-activated slag cement, and to find a method to control efflorescence.

키 워 드 : 백화현상, 흡수계수, 알칼리활성화, 레드머드

Keywords : efflorescence, moisture absorption coefficient, alkali-activated, red-mud

1. 서 론

다공질의 친수성을 갖고 있는 건축 재료가 물과 접촉하면 모세관 현상을 통해 기공의 내부로 물이 흡수 된다. 물론 표면 장력의 대소에 따라 흡수되는 물의 양이 달라지지만 일반적으로 초기에는 많은 양의 물이 흡수되고 시간의 흐름에 따라 점차 감소하는 경향을 나타낸다. 물 흡수계수가 큰 재료일수록 같은 시간에 많은 양의 물을 흡수함을 의미하며 하며, 무기질 건설재료의 수밀성을 평가하는 지표로 사용되고 있다.

본 논문에서는 알칼리활성화 슬래그 시멘트에 나트륨계 자극제로서 레드머드를 재활용하는데 큰 장애요인이 되고 있는 백화발생의 원인을 규명하고 제어할 수 있는 방법을 찾고자 레드머드 대체율에 따른 보통 포틀랜드 시멘트 및 알칼리활성화 슬래그 시멘트 모르타르의 흡수계수 및 백화 특성을 검토하였다.

2. 실험계획

2.1 사용재료

이 연구의 사용재료는 국내 K사의 건조 레드머드와 결합재 중 포틀랜드 시멘트는 국내 S사의 보통 포틀랜드 시멘트를 사용하였으며 알칼리활성화 슬래그 시멘트는 국내 C사에서 시제품으로 제조되어진 고로슬래그미분말을 기반으로 하는 알칼리활성화 슬래그시멘트를 사용하였다.

2.2 실험 방법

모르타르 배합은 보통 포틀랜드 시멘트 및 알칼리활성화 슬래그시멘트를 결합재로 하여 W/B 75%, B:S 1:3으로 모르타르를 제작하였다. 또한 레드머드는 보통 포틀랜드 시멘트 및 알칼리활성화 슬래그시멘트에 대하여 중량비로 0, 5, 10, 20, 30% 대체하였다.

백화 시험체는 5×5×5cm 시험체를 제작하여 온도 20℃, 상대습도 60%에서 28일 양생 후 시험편의 측면을 파라핀으로 실링처리하고 온도 7℃, 상대습도 50% 조건의 항온항습기에서 14일 동안 시험체 하부 2~10mm를 증류수에 침지하여 백화발생을 살펴보았다. 백화발생 면적을 사진 촬영하고 '페인트넷' 프로그램으로 백화발생 면적을 산출하여 정량화하였다.

물흡수계수를 산출하기 위한 흡수시험은 5×5×5cm 시험체를 온도 20±2℃, 상대 습도 65±5%의 표준 상태에서 항량이 될 때까지 건조한 후 시험체의 측면을 에폭시로 실링 처리하고, 약 20℃의 물에 2~10mm 정도의 깊이로 담가 10분, 30분, 1시간, 6시간, 24시간에 시험체의 물흡수량을 측정하였다. 물흡수량을 흡수면의 단위면적당 물흡수량(kg/cm²)으로 환산하여 시간 t_{1/2}에 따라 표시하고 4개 이상의 측정값이 일직선상에 위치하면 흡수시험을 종료하였다.

* 우석대학교 건설공학과 석사과정

** AMS엔지니어링

*** 우석대학교 건축학과 교수, 교신전자(ksp0404@empal.com)

3. 실험결과 및 분석

콘크리트 백화는 경화체가 외부로부터 유입, 침투되는 수분에 의하여 모세관공극이 표면까지 채워진 경우 수분에 용해된 알칼리 성분이 표면까지 이동하여 석출 또는 대기중의 CO₂ 가스와 반응하여 발생된다. 따라서 수밀성을 평가하는 지표인 물 흡수계수가 클수록 콘크리트의 백화 발생 가능성은 높아지게 된다. 결합재 종류별 물흡수계수는 NC 시험체의 경우 0.22~0.46로서 C 시험체의 0.03~0.17과 비교하여 상대적으로 높게 나타나고 있다. 또한 레드머드 대체율에 따른 물흡수계수는 결합재 종류에 관계없이 C 및 NC 시험체 동일하게 레드머드 대체율이 증가할수록 물흡수계수가 증가하는 것을 알 수 있다. 이러한 결과는 레드머드를 첨가하게 되면 수분이 모세관 현상을 통해 내부로 흡수될 수 있는 기공직경 10~1000nm의 모세관 공극이 증가하였기 때문인 것으로 사료된다.

표 1. 백화발생 특성

| 결합재 | 레드머드 대체율 | 0 | 5 | 10 | 20 | 30 |
|-----|----------|-----|-----|------|------|------|
| C | 면적(%) | 0.3 | 8.2 | 19.4 | 37.7 | 40.6 |
| | 등급 | II | II | III | IV | IV |
| NC | 면적(%) | 0.1 | 9.1 | 24.8 | 35.5 | 38.1 |
| | 등급 | I | II | III | IV | IV |

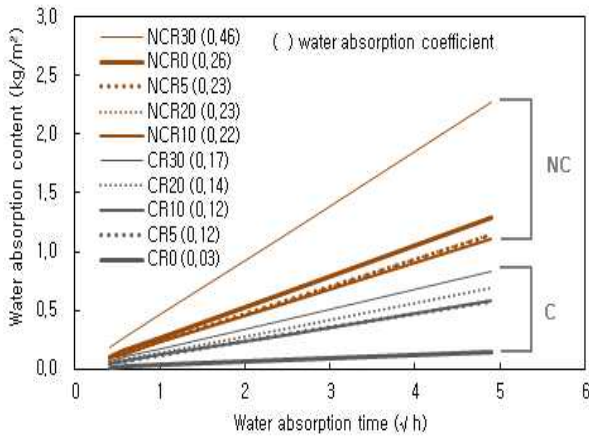


그림 1. 결합재별 흡수계수

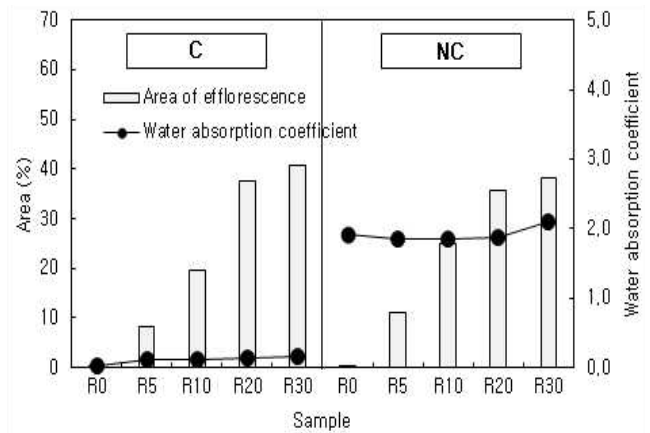


그림 2. 백화발생 면적과 흡수계수와의 관계

4. 결 론

알칼리활성화 슬래그 시멘트 모르타르의 물흡수계수는 시멘트 모르타르와 비교하여 상대적으로 높은 값을 나타내고 있지만 백화발생면적은 시멘트 모르타르와 유사하게 레드머드 대체율이 높아질수록 증가하는 경향을 보이고 있어 백화발생은 물흡수계수 보다는 레드머드 대체율이 중요한 요인인 것으로 판단된다.

감사의 글

이 논문은 2014년 정부(환경부)의 재원으로 한국환경산업기술원의 지원을 받아 수행된 연구임을 밝히며 이에 감사를 드립니다.

참 고 문 헌

1. 문규돈, 최영준, 건축재료의 백화 시험방법에 관한 비교 연구, 대한건축학회 춘계학술발표대회 논문집, 제32권 제1호, 2012, pp.217~218. 학회 논문집, 제21권 제4호, pp.473~480, 2009