

액상 및 중화 레드머드를 첨가한 시멘트 페이스트의 수화특성

Hydration Characteristics of Cement Paste Added Liquid and Neutralized Red Mud

강혜주*
Kang, Hye Ju

강석표**
Kang, Suk Pyo

Abstract

Red mud is a highly alkaline waste by-product of the aluminum industry. Although recycling of red mud is being actively researched, a feasible technological solution has not been found yet. In this study, we propose that neutralization of red mud alkalinity could assist in its use as a construction material. Neutralized red mud (pH 6-8) was prepared by adding sulfuric acid to liquefied red mud (pH 10-12). After adding liquid and neutralized red mud to the cement paste, the heat of hydration was measured. As a result of the experiment, the calorific value of the cement paste with liquid red mud was lowered and delayed compared to the cement paste with neutralized red mud.

키워드 : 레드머드, 액상레드머드, 중화레드머드, 시멘트 페이스트, 수화열, 압축강도
Keywords : redmud, liquefied red mud, neutralization red mud, cement paste, hydration heat, compressive strength

1. 서론

알루미늄 산업의 성장과 공장 수의 증가에 따라 레드머드는 전 세계적으로 매년 6억 6천만톤이 발생하는 것으로 추정되고 있다. 현재까지 레드머드 처리 및 재활용을 위하여 엄청난 노력이 있었지만 경제적이고 보편적인 기술은 아직 개발되지 않았다. 우리나라의 경우 레드머드는 연간 28만톤이 발생되고 있으며, 재활용율은 10% 미만이다. 레드머드는 '폐기물관리법 시행규칙(별표4의3, 보크사이트 잔재물)'에 의해 일반폐기물로 지정되어 있으며 건설분야에서는 안료, 도료, 착색제의 용도뿐만 아니라 시멘트, 콘크리트 및 레미콘, 요업제품 등에 재활용 가능한 것으로 규정되어 있다. 현재 레드머드의 재활용은 대부분 착색제의 용도로서 적용되고 있으며, 발생당시 함수율 약 30~50wt%을 10%미만으로 건조분쇄하여 제조되고 있다. 기존 연구에서는 레드머드의 건조 분쇄공정은 많은 에너지를 필요로 하기 때문에 레드머드를 건조분쇄하지 않고 물에 분산한 액상 레드머드로 재활용하는 연구를 수행하였다. 그러나 시멘트 콘크리트에 액상 레드머드를 첨가할 경우 콘크리트의 강도가 저하되는 것으로 나타났다. 따라서 본 연구에서는 액상 레드머드를 사용한 콘크리트의 강도저하를 개선하고자 높은 pH를 낮추기 위하여 액상 레드머드를 중화하였다. pH 10~12인 액상레드머드와 pH 6~7인 중화레드머드를 시멘트 페이스트에 첨가하여 수화특성을 검토하였다.

2. 실험계획 및 방법

2.1 실험 계획

액상 레드머드를 혼입한 시멘트 페이스트 제조를 위하여 먼저 시멘트에 액상 레드머드 및 중화 레드머드를 시멘트 중량에 대해 10, 20% 외할 첨가하고 물시멘트비를 30%로 설정하였다.

2.2 사용 재료

레드머드는 액상 레드머드(RM)와 황산 중화 레드머드(S) 두 종류를 사용하였다. 중화 레드머드는 액상 레드머드를 황산으로 중화하여 pH를 7~8로 제조한 레드머드이다. 시멘트는 국내 S사의 보통 포틀랜드 시멘트를 사용하였다.

2.3 실험 방법

액상 레드머드 및 중화 레드머드를 첨가한 시멘트 페이스트의 수화열은 시멘트에 물을 혼합한 직후부터 72시간까지 측정하였다.

* 우석대학교 건설공학과 박사과정, 교신저자(leekang02@nate.com)

** 우석대학교 건축학과 교수

3. 실험결과 및 분석

일반적으로 시멘트 페이스트의 수화열은 2개의 피크로 나타난다. 일반적으로 시멘트 페이스트의 first peak는 에트링가이트(Aft)의 형성과 관련된 peak이다. Second peak는 C_3S 및 C_2S 의 수화 및 C-S-H 및 포틀랜드아이트 형성과 관련된다. 그림 1에 수화열 측정결과 first peak를 나타내었다. 액상 및 중화 레드머드를 첨가한 페이스트의 first peak는 각각 약 0.15시간, 0.1시간으로 나타났다. First peak는 액상 레드머드를 첨가한 시멘트 페이스트보다 중화 레드머드를 첨가한 시멘트 페이스트가 지연되는 것으로 나타났다. 액상 레드머드를 중화함으로써 에트링가이트의 형성과 관련된 수화속도를 개선할 수 있는 것으로 판단된다. 그림 2에 수화열 측정결과 second peak를 나타내었다. 액상 레드머드를 첨가한 페이스트의 second peak는 RM10 및 RM20이 각각 약 24시간, 54시간으로 나타났다. 중화 레드머드를 첨가한 페이스트의 second peak는 첨가량에 관계없이 약 15시간에 나타났다. 중화 레드머드를 시멘트 페이스트에 첨가할 경우 C_3S 및 C_2S 의 수화 및 C-S-H 및 포틀랜드아이트 형성이 중화하지 않은 경우보다 촉진될 것으로 판단된다.

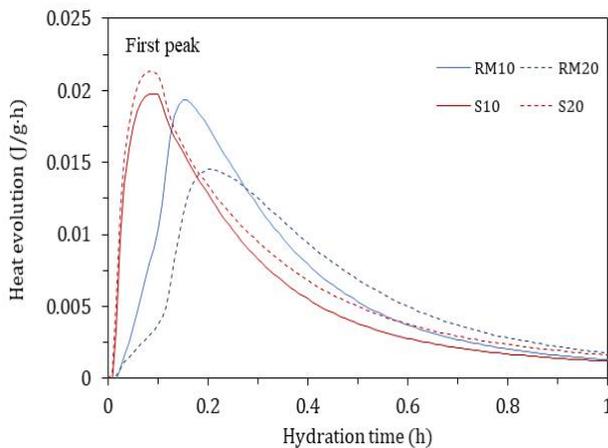


그림 1. First peak

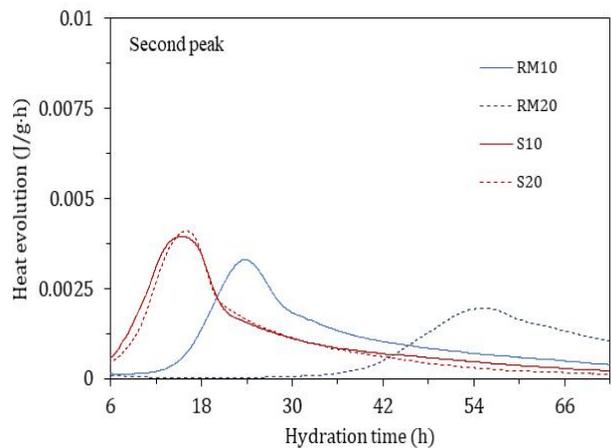


그림 2. Second peak

4. 결론

액상 레드머드를 황산으로 중화하여 제조된 레드머드를 사용하여 시멘트 페이스트에 첨가한 결과 액상 레드머드를 황산으로 중화함으로써 에트링가이트의 형성과 관련된 수화속도를 개선할 수 있는 것으로 판단된다. 액상레드머드를 중화할 경우 C_3S 및 C_2S 의 수화 및 C-S-H 및 포틀랜드아이트 형성이 촉진될 것으로 판단된다.

Acknowledgement

본 연구는 2020년도 정부(미래창조과학부)의 재원으로 한국연구재단의 지원(No. 2020R1F1A1076014)에 의해 수행되었습니다.

참고 문헌

1. Choe, G., Kang, S., & Kang, H., Mechanical Properties of Concrete Containing Liquefied Red Mud Subjected to Uniaxial Compression Loads. *Materials*, Vol.13, No.4, pp.854, 2020
2. Kim, H. Y., Urea additives for reduction of hydration heat in cement composites. *Construction and Building Materials*, 156, pp.790~798, 2017