

# 황산 및 질산 중화 처리 액상레드머드 첨가 시멘트 페이스트의 물리·화학적 특성

## Physical and Chemical Properties of Red Mud-Added Cement Paste Treated with Sulfuric Acid and Nitric Acid

김상진<sup>1</sup> · 홍석우<sup>1</sup> · 박규은<sup>1</sup> · 강석표<sup>2\*</sup>

Kim, Sang-Jin<sup>1</sup> · Hong, Seok Woo<sup>1</sup> · Park, Kyu Eun<sup>1</sup> · Kang, Suk-Pyo<sup>2\*</sup>

**Abstract** : In this study, red mud with low recyclability was manufactured as liquid red mud, neutralized with sulfuric acid and nitric acid, and then added to cement paste to conduct research on physical and chemical properties. As a result, liquid red mud-added cement paste neutralized with sulfuric acid and nitric acid showed higher compressive strength after one day than cement paste with plain and non-neutralized liquid red mud. This indicates that nitric acid and sulfuric acid neutralization can increase initial strength.

**키워드** : 레드머드, 액상레드머드, 중화레드머드, 시멘트 페이스트, XRD, 압축강도

**Keywords** : redmud, liquefied red mud, neutralization red mud, cement paste, x-ray diffraction, compressive strength

### 1. 서론

환경 보호 문제가 세계적으로 주목받고 있는 가운데, 많은 연구자들은 친환경적인 재료 개발을 목표로 하고 있다. 건축 분야에서는 시멘트의 대체재 연구도 활발하게 이루어지고 있으며, 이는 시멘트 제조 및 사용 과정에서 발생할 수 있는 CO<sub>2</sub> 배출과 같은 환경 문제에 대한 대처 방안으로서 연구가 이루어지고 있다. 레드머드는 산업 폐기물의 재활용을 위한 재료로서 활용되고 있으며, 시멘트 대체재로서도 주목받고 있다. 그러나, 레드머드는 내화성이 낮아 제한적인 용도에 사용되고 있으며, 재활용성이 저조하다. 이에 따라, 레드머드를 재활용하여 액상레드머드로 만드는 연구가 진행되고 있으며, 이를 시멘트 대체재로 사용할 수 있는 가능성이 제시되고 있다. 그러나, 액상레드머드를 시멘트 대체재로 사용할 때 시멘트 페이스트의 압축강도가 저하되는 것으로 나타났다. 이러한 문제점을 하기 위해, 액상레드머드를 중화하여 첨가하는 방법이 제안되었다. 액상레드머드를 중화함으로써 액상레드머드첨가 시멘트 페이스트의 압축강도를 개선할 수 있으며, 이는 시멘트 대체재로서의 활용 가능성을 높일 수 있는 중요한 요소 중 하나로 나타났다. 따라서, 본 연구에서는 재활용성이 저조한 레드머드를 액상레드머드로 제조하여 황산과 질산으로 중화한 후, 시멘트 페이스트에 첨가하여 물리적 및 화학적 특성에 대한 연구를 진행하였으며, 이를 통해, 액상레드머드 대체 시멘트 페이스트의 압축강도 개선 후 레드머드 재활용 활용 가능성을 검토하였다.

### 2. 실험계획 및 방법

#### 2.1 실험계획

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 액상레드머드(S), 질산 중화 액상레드머드(N) 세 종류를 사용하였다. 중화 레드머드는 액상 레드머드를 황산 및 질산으로 중화하여 pH를 7~8로 제조한 액상레드머드이다. 시멘트는 국내 S사의 보통 포틀랜드 시멘트를 사용하였다.

1) 우석대학교 건설공학과, 석사과정

2) 우석대학교 건축학과, 교수, 교신저자(ksp0404@woosuk.ac.kr)

### 2.3 실험 방법

질산 및 황산 중화 레드머드를 첨가한 시멘트 페이스트의 압축강도는 KS L ISO 679 시멘트의 강도 시험 방법에 준하여 측정하였으며, 12시간, 1일, 3일, 7일의 재령별로 샘플을 수집하여 X-Ray Diffraction 분석을 하였다.

## 3. 결론

질산 및 황산 중화 액상레드머드를 첨가한 시멘트 페이스트의 압축강도를 그림 1에 나타내었다. 1일 압축강도 측정결과 Plain의 경우 32.8MPa, 액상 20의 경우 0.6MPa, 황산20의 경우 36.2MPa, 질산20의 경우 52.9MPa를 나타내었다. 액상 레드머드를 첨가한 경우 강도발현을 거의 하지 못하였으며, 질산 및 황산 중화 레드머드를 첨가할 경우 Plain보다 높은 강도를 나타내었다. 28일 압축강도 측정결과 Plain의 경우 61.0MPa, 액상20의 경우 34.1MPa, 황산20의 경우 53.2MPa, 질산20의 경우 52.9MPa를 나타내었으며, 액상 레드머드를 첨가한 경우 Plain에 대해 56%, 황산 중화 레드머드를 첨가한 경우 88%, 질산 중화 레드머드를 첨가한 경우 87%의 강도발현을 하는 것으로 나타났다.

질산 및 황산 중화 액상레드머드를 첨가한 시멘트 페이스트의 xrd 분석결과를 그림 2에 나타내었다. 초기재령에서의 수화특성을 검토하기 위하여 본 연구에서는 포틀랜드이트의 생성을 중심으로 분석하였다. 주요 수화생성물인 portlandite는  $2\theta=18.1^\circ$   $34.1^\circ$ 에서 Plain의 경우 3일 재령부터 나타나고 있으며, 황산 및 질산의 경우 재령 1일부터 나타나고 있다. xrd결과에서 확인할수 있듯이 28일 수화 강도를 발현하는 Calcite ( $\text{CaCO}_3$ ), Portlandite ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ), Calcium Silicate Hydrate (C-S-H)가 모두 나타나고 있다.

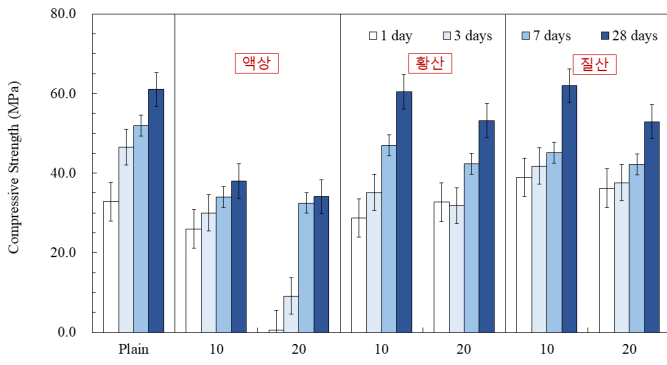


그림 1. 압축강도

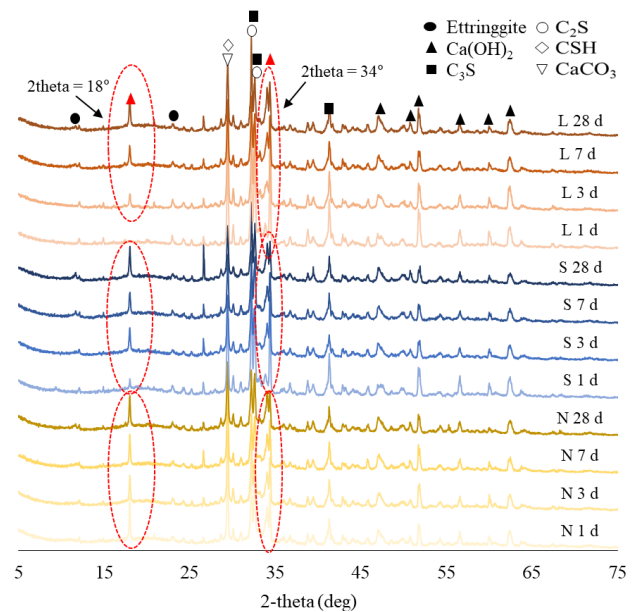


그림 2. XRD

## 감사의 글

본 논문은 2022년 중소기업기술정보진흥원 중소벤처기업부의 구제조건부신제품개발사업(과제번호: S3303468)의 일환으로 수행된 연구임을 밝히며 이에 감사를 드립니다.

## 참고문헌

1. Choe G, Kang S, Kang H, Mechanical Properties of Concrete Containing Liquefied Red Mud Subjected to Uniaxial Compression Loads. Materials. 2020. Vol.13 Vo.4. p. 854.
2. Kim HY. Urea additives for reduction of hydration heat in cement composites. Construction and Building Materials. 2017. Vol.156. pp. 790-798.