

질산으로 중화시킨 액상레드머드 첨가 슬래그시멘트 모르타르의 특성

Properties of Slag Cement Mortar with Liquid Red Mud Neutralized with Nitric Acid

김상진¹ · 강석표^{2*}

Kim, Sang-Jin¹ · Kang, Suk-Pyo^{2*}

Abstract : In this paper, the characteristics of slag cement mortar added with neutralized liquid red mud with nitric acid to reduce pH by neutralizing liquid red mud with nitric acid were reviewed to improve strength degradation of cement concrete added with liquid red mud. As a result, the compressive strength of cement mortar added with liquid red mud was higher than that of Plain on 1 and 3 days, and the strength of red mud neutralized with nitric acid was lower than that of cement mortar added with liquid red mud on 7 days, but the strength was recovered on 28th. It was found that the addition of red mud has the effect of improving the strength in the early age.

키워드 : 슬래그 시멘트, 레드머드, 액상레드머드, 시멘트 모르타르, 압축강도

Keywords : slag cement, red mud, liquid red mud, cement mortar, compressive strength

1. 서론

레드머드는 알루미늄 생산시 베이어공정을 통해 발생하는 폐기물이다. 이러한 레드머드의 조성물은 산화철, 산화티탄, 산화 규소 및 불용 알루미늄으로 구성되어 있으며 부산물 특유의 붉은 색을 띠고 있다. 알루미늄 산업의 급속한 발전으로 인하여 레드머드 발생량은 전 세계적으로 연간 1억 2천만톤씩 증가함에 따라 효과적인 저장 및 처리 솔루션 개발이 요구되고 있다. 해외의 경우 대부분 매립 후 복토하는 방식으로 재활용을 채택하고 있지만 저장, 복구 및 모니터링 비용이 상승하고 매립 할 수 있는 육지 공간이 부족하며 토양, 물, 대기오염으로 이어질 수 있어 산업계의 큰 문제가 되고 있다[1]. 현재 우리나라의 레드머드 재활용은 건설분야에서 안료, 도료, 착색제 뿐만 아니라 시멘트, 콘크리트 등으로 사용되고 있다. 하지만 이런 재활용되는 레드머드는 건조분쇄공정을 거쳐 건조된 분말 형태로 사용되고 있어 경제성이 낮아 재활용율은 발생량의 10% 미만으로 매우 낮은 실정이다. 이러한 문제점을 해결하기 위하여 본 연구의 선행연구에서는 기존 슬러지 상태의 레드머드를 혼합 후 액상화 하여 시멘트 콘크리트에 적용하는 방법을 연구하였다[2]. 그 결과 레드머드의 강알칼리성으로 인하여 압축강도가 저하되는 것으로 확인되었다. 따라서 본 논문에서는 액상화 레드머드를 첨가한 시멘트 콘크리트의 강도저하를 개선하기 위하여 질산으로 액상화 레드머드를 중화하여 pH를 감소시킨 질산중화 액상레드머드 첨가한 슬래그 시멘트 모르타르의 특성을 검토하였다.

2. 실험계획 및 방법

2.1 실험계획

Plain 제조를 위한 실험배합은 물시멘트비를 50% 하였고, 시멘트 잔골재 비율은 1:3으로 하였다. 액상 레드머드(LRM), 질산 중화 액상 레드머드(LRM+N)를 첨가한 시멘트 모르타르의 배합의 액상 레드머드는 시멘트 중량에 대하여 5% 10%로 첨가하였으며 액상화 레드머드의 함수율을 고려하여 배합별로 수량을 제외하고 W/C비를 계산하여 배합하였다.

2.2 사용재료 및 시험방법

시멘트는 C사의 슬래그 시멘트를 사용하였다. 잔골재는 KS L ISO 679에 규정하고 있는 표준사를 사용했으며, 중화 액상 레드머드는 pH11~12인 액상레드머드를 질산으로 중화하여 pH7~8되도록 제조하여 사용했다. 질산으로 중화한 액상 레드머드를 첨가한 시멘트 모르타르의 압축강도는 1일, 3일, 7일, 28일의 재령별로 샘플을 수집하여, KS L ISO 679 시멘트의 강도 시험방법에 준하여 측정하였다.

1) 우석대학교 건설공학과 석사과정

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

3. 실험 결과

압축강도 측정 결과 Plain의 1일 압축강도는 16.3MPa, LRM20의 경우 19.9MPa, LRM+N20의 경우 15.6MPa 나타내었으며, 3일 압축강도 측정결과 Plain의 경우 20.2MPa, LRM20의 경우 25.8MPa, LRM+N20의 경우 22.0MPa를 나타내었다. 1일, 3일의 액상레드머드 첨가 시멘트 모르타르의 경우 Plain과 비교하여 압축강도가 높게 나타났다. 이는 액상 레드머드를 시멘트 모르타르에 첨가하면 초기재령의 강도가 높아지는 것으로 나타난다. 7일 압축강도 측정결과 Plain의 경우 33.2MPa, LRM20의 경우 32.6MPa, LRM+N20의 경우 30.2MPa를 나타내었으며, 28일 압축강도 측정결과 Plain의 경우 50.4MPa, LRM20의 경우 37.3MPa, LRM+N20의 경우 43.6MPa를 나타내었다. 7일, 28일의 액상레드머드 첨가 시멘트 모르타의 경우 Plain과 비교하여 압축강도가 낮아지는 경향을 나타내었으며 질산으로 중화한 액상레드머드의 경우 중화하지 않은 액상레드머드의 7일까지의 압축강도는 낮게 나타났지만 28일 압축강도의 경우 강도가 회복되는 경향으로 나타났다. 중화 하지 않은 액상 레드머드를 첨가한 경우 Plain 대비 74%, 황산 중화 레드머드를 첨가한 경우 86%의 강도발현을 하는 것으로 나타났다(그림 1~2).

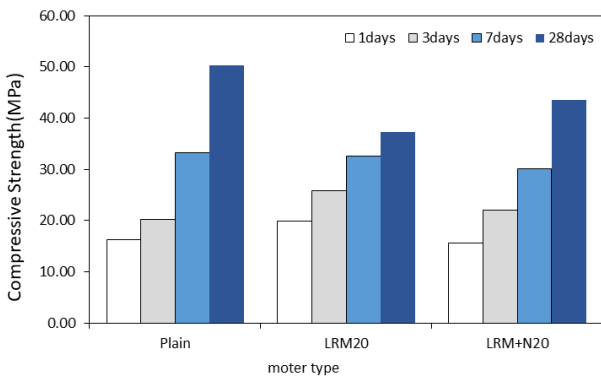


그림 1. compressive strength of the slag cement mortar

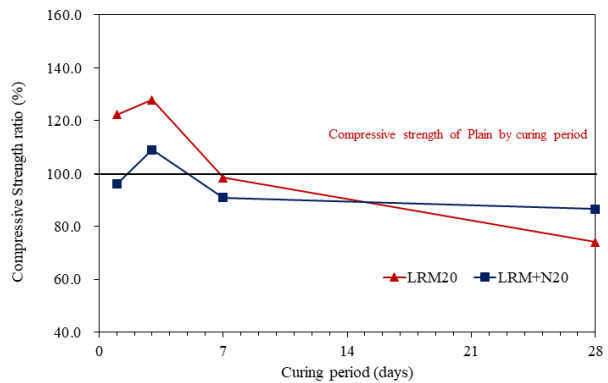


그림 2. compressive strength ratio of the slag cement mortar

4. 결론

액상 레드머드를 첨가한 시멘트 모르타르 초기재령의 1, 3일 압축강도는 Plain과 비교하여 높게 나타나고 있고 질산으로 중화한 레드머드는 중화전 액상레드머드를 첨가한 시멘트 모르타르보다 7일 까지의 강도는 낮게 나타났지만 28일의 경우 강도를 회복하여 Plain 대비 86%의 강도 발현하는 것으로 나타났다. 이는 레드머드를 첨가하면 초기재령에서 강도개선 효과가 있는 것으로 나타났다.

감사의 글

본 논문은 2021년 국토교통부 국토교통과학기술진흥원의 국토교통기술사업화지원사업(과제번호: 22TBIP-C160747-02)의 일환으로 수행된 연구를 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. 13(4) 854 p.
2. Kang S, Kang H, Lee B. Hydration Properties of Cement with Liquefied Red Mud Neutralized by Nitric Acid. *Materials*. 2021. 14(10). 2641 p.