

2025년 추계학술발표대회 : 일반부문

벽돌가루의 소성온도와 혼입률에 따른 석회 모르타르의 재료특성 연구

A Study on the Material Properties of Lime Mortar with Brick Powder Based on Firing Temperature and Mixing Ratio

○이 다 희* 권 양 희**
Lee, Da-Hee Kwon, Yang-Hui

키워드 : 기경성 석회, 모르타르, 벽돌가루, 전통가마, 소성온도, 혼입율

Keywords : Air lime, Mortar, Brick powder, Traditional kiln, Firing temperature, Mixing ratio

1. 서 론

건축문화유산의 수리 및 복원에는 오랜 기간 기경성 석회 모르타르가 핵심 재료로 활용되어 왔다. 하지만 공기 중 탄산화에 의존하는 느린 경화 특성과 낮은 강도로 인해 장기적인 내구성 확보에 어려움이 있다. 이러한 한계를 극복하기 위한 대안으로 시멘트 기반 재료가 사용되기도 하지만, 기존 전통 재료와의 비호환성으로 인하여 문화유산의 비가역적 손상 위험이 지적되어 왔다.

이에 따라 전통적 정체성을 유지하면서 석회의 성능을 개선할 수 있는 대안으로 혼화재 활용이 주목받고 있다. 그 중 깨진 기와나 벽돌을 분쇄한 와설(瓦屑)은 조선시대 문헌에도 기록된 전통 재료로, 포졸란 반응을 통해 석회 모르타르의 수경성을 부여하고 물성을 개선하는 효과가 보고되었다. 지금까지의 연구는 와설의 정의와 기본적인 성능 가능성을 확인하는 데 초점을 두었다. 반면, 전통 가마의 소성 온도 편차가 재료 특성에 미치는 영향이나 실제 현장 적용을 위한 구체적 검토는 거의 이루어지지 않았다.

본 연구는 전통 가마의 온도 편차를 모사하여 제작한 저온 소성(800℃)과 고온 소성(950℃) 벽돌가루를 기경성 석회 모르타르에 혼입하고, 혼입률(25%, 50%, 75%)에 따른 물리적·화학적 특성 변화를 종합적으로 분석하였다. 이를 통해 와설의 활용 가능성을 과학적으로 검증하였다.

2. 실험 및 결과

본 연구에서는 직접 전통 가마의 소성 환경을 모사하여 벽돌을 제작한 후, 이를 분쇄하여 기경성 석회 모르타르에 혼입하였다. 벽돌가루는 800℃에서 소성된 저온 시료와

950℃에서 소성된 고온 시료로 구분하였으며, 혼입률은 결합재 대비 25%, 50%, 75%로 설정하였다. 주요 시험은 수화열 분석, 압축강도, XRD 및 TG 분석을 통해 수행하였다.

실험 결과, 800℃에서 소성된 벽돌가루는 메타카올린계 비정질 상으로 전환되어 포졸란 반응성이 크게 향상되었고, 특히 25~50% 혼입 시 대조군 대비 높은 강도 발현을 보였다. 반면, 950℃ 시료는 결정화가 진행되어 반응성이 낮았으나, 미세 충전 효과로 인해 장기 강도 개선에 기여하였다. 또한 800℃와 950℃ 시료를 혼합한 경우 초기 반응성과 장기 성능이 균형 있게 확보되었다. 이는 실제 전통 가마에서 발생하는 온도 편차를 반영한 조건이 효과적임을 확인할 수 있었다.

XRD 및 TG 분석에서도 이러한 경향이 일관되게 나타났다. 800℃ 시료는 Stratlingite, Hemicarboaluminate 등의 포졸란 반응 생성물이 뚜렷하게 검출되었고, TG에서도 수화 생성물의 탈수 신호가 확인되었다. 반면 950℃ 시료는 반응성은 낮았지만, CH 감소와 미세충전 효과를 통해 일정 수준의 성능 발현이 이루어졌다. 두 시료를 혼합한 경우에는 반응성과 충전 효과가 동시에 작용하여 가장 안정적인 물성 변화를 보였다.

3. 결 론

본 연구를 통해 벽돌가루의 소성온도와 혼입률이 기경성 석회 모르타르의 물리·화학적 특성에 중요한 영향을 미친다는 점을 확인하였다. 특히 800℃ 시료는 높은 포졸란 반응성으로 강도 발현에 유리하였으며, 950℃ 시료는 충전 효과를 통해 성능을 보완하였다. 두 조건을 혼합한 경우 균형 잡힌 성능을 확보할 수 있다. 이는 실제 전통 가마의 소성 환경을 반영한 결과라는 점에서 의의가 크다. 본 연구는 와설의 활용 가능성을 제시하며, 향후 문화유산 수리·복원 현장에서 적용 가능한 기준 마련에 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

* 한국전통문화대학교 일반대학원 전통건축학과 박사과정

** 한국전통문화대학교 전통건축학과 부교수, 공학박사

(Corresponding author : Department of Traditional Architecture,
Korea National University of Heritage, yangal126@knuh.ac.kr)