

환경조건에 따른 에폭시로 접착된 석재의 부착성능평가

Evaluation of Adhesion Performance of Stones Bonded with Epoxy according to Environmental Conditions

김영민¹ · 임건우² · 임창민² · 이건철^{3*} · 오상근⁴

Kim, Young-Min¹ · Im, Geon-Woo² · Lim, Chang-Min² · Lee, Gun-Cheol^{3*} · Oh, sang-Keun⁴

Abstract : Recently, due to the advancement of buildings, finishing methods using stone are increasing. However, finishing methods are not standardized and rely on workers' arbitrary methods. In stone finishing, many building defects occur due to adhesion performance, so the adhesion performance of stones attached with epoxy is important. Therefore, in this study, the adhesion performance of stones attached with epoxy was evaluated by exposing them to various environments. As a result of the experiment, the test specimens exposed to thermal shock showed only 20% of the standard test specimens' adhesion performance, and the test specimens cured at high and low temperatures showed the standard test specimens. It was expressed in 65-80% of the test specimens. Therefore, the adhesion performance of stone using epoxy was found to be vulnerable to repeated harsh environments.

키워드 : 석재, 부착성능, 에폭시 본드, 환경조건

Keywords : stone, adhesion performance, epoxy, environmental conditions

1. 서론

최근 고급건축물의 증가로 인하여 마감재로서 석재의 사용이 증가하고 있다. 마감재로서 사용되는 석재는 천연석재의 수급 곤란으로 인하여 대체석재가 개발되고 사용량도 증가하고 있는 추세이다. 석재의 붙임 공법은 연결철물을 이용한 건식공법과 에폭시를 이용한 습식공법이 있지만, 강한 부착성능과 내구성을 위하여 연결철물을 이용한 건식공법이 주로 채택되어 시공되고 있다. 하지만 붙임공법은 작업자의 임의성에 의하여 붙임공법이 표준화 되지 못하고 있다. 철물을 이용한 일반적인 건식공법은 석재 수직간 끼움축(Pin)과 간격조절용 철물을 이용해 구조체에 연결을 해야하지만 시공의 편리성으로 인해 끼움축을 사용하지 않고 에폭시를 석재와 간격조절용 철물로 부착시키는 방법으로 시공하고 있어 장기적으로 하자가 발생할 우려가 있다. Choi(2022)의 연구에 따르면 석공사 하자 중 ‘파손, 탈락, 균열’이 전체의 59% 정도를 차지하고 있으며, ‘이음부 불량, 들뜸’이 11%를 차지하고 있어 부착성능과 관련된 하자는 전체의 70%에 육박하고 있다고 보고되고 있다. 이에 따라 석재를 이용한 마감공사에서 석재의 부착성능은 매우 중요하다. 따라서 본 연구에서는 에폭시로 접착된 석재를 다양한 환경에 노출시켜 그 부착성능을 평가하고자 한다.

2. 실험계획

본 연구는 다양한 환경조건에서 에폭시로 부착된 석재의 접착강도를 평가하기 위한 것으로 실험계획은 표 1과 같고, 시험사항별 에폭시 부착후 석재의 양생조건은 표 2와 같다. 먼저 석재는 (40(W)×50(L)×30(H)) mm의 규격으로 절단한 후 10mm를 엇갈려 에폭시를 이용하여 부착하였다. 실험항목으로는 표준양생한 시험체와 고온과 수중에 4회 반복 침지한 열충격조건, 에폭시 부착후 고온조건에 노출한 열노화, 저온조건에서 양생한 저온경화, 수산화칼슘 포화용액(pH 13.25)에 침지한 후 전단부착강도를 측정하였다. 또한 각 환경조건에 따른 양생방법은 KS L 1593(도자기질 타일용 접착제)에 의거하여 표 2와 같이 실시 하였으며, 전단부착강도는 그림 1과 같이 1면 전단강도로 측정하였다.

1) 한국교통대학교, 건축공학과, 박사수료
2) 한국교통대학교, 건축공학과, 석사과정
3) 한국교통대학교, 건축공학전공, 교수, 교신저자(gclee@ut.ac.kr)
4) 서울과학기술대학교, 건축학부, 명예교수, 공학박사

표 1. 실험계획

실험항목		실험수준	
실험 요인	접착방식	1	- 전단부착
	양생방법	1	- 접착 후 7일 표준양생
	석재규격	1	- 40(W)×50(L)×30(H)
실험사항		5	- 표준양생 후 전단접착강도 - 열충격 후 전단접착강도 - 열노화 후 전단접착강도 - 저온경화 후 전단접착강도 - 수산화칼슘 포화용액 침전 후 전단접착강도

표 2. 실험항목별 양생방법

실험종류	양생방법
표준양생	에폭시 접착 후 온도 (23±3) °C, 습도(50±10) °C, 168시간
열충격	표준양생 168시간 후 기건고온 온도 (60±2) °C, 20시간 수중저온 (23±2) °C, 4시간 총 4회 반복
열노화	에폭시 접착 후 기건저온 (5±2) °C, 168시간 후 기건고온 (60±2) °C, 672 시간
저온경화	에폭시 접착 후 기건저온 (5±2) °C, 840시간
수산화칼슘 용액침전	표준양생 168시간 후 수산화칼슘포화용액 48시간 침지

3. 결론

환경조건에 따른 전단부착강도의 결과는 그림 2와 표 3과 같다. 먼저 표준양생 후의 전단부착강도는 4.96MPa로 측정되었고 기건고온과 수중에 침지한 열충격 시험체는 1.03MPa로 측정되어 약 20% 정도만 발휘되었으며 수산화칼슘 포화용액에 침지된 시험체는 1.38MPa, 열노화 시험체는 3.92MPa, 저온경화 시험체는 3.23MPa로 측정되었다. 이 실험결과로 에폭시로 접착된 석재의 부착강도는 열악한 환경이 지속적으로 유지되는 열노화와 저온경화 조건에서는 표준양생 시험체의 65~80% 정도로 발휘되었지만, 열악한 환경이 반복되는 조건에서는 20% 정도만 발휘되어 상대적으로 취약한 것으로 나타났다. 또한 고온조건보다는 저온조건(5°C)에서 에폭시의 주재와 경화제가 반응열의 지연 또는 중단으로 전단부착강도가 낮은 것으로 판단된다.



그림 1. 전단부착강도 측정

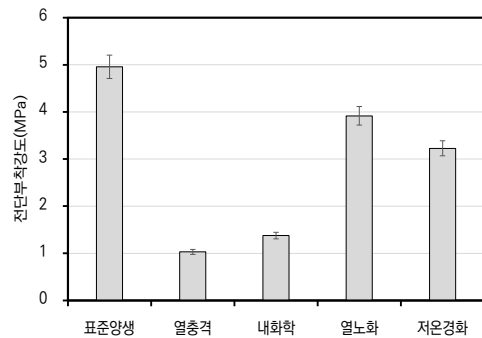


그림 2. 환경조건에 따른 전단부착강도 결과

표 3. 환경조건에 따른 전단부착강도 결과

항목	표준양생	열충격	내화학	열노화	저온경화
전단부착강도 (MPa)	4.96	1.03	1.38	3.92	3.23

참고문헌

1. 최준오. 석공사 에폭시 사용에 관한 연구. 대한건축학회 학술발표대회 논문집. 2009. p. 487-490.
2. 최준오. 외벽 석재 시공시 유의점에 대한 연구. 대한건축학회 추계학술발표대회 논문집. 2022. p. 627-628.