

온돌난방 바닥에 적용하기 위한 유기·무기질 혼합계 타일접착제 종류에 따른 부착 안정성 평가연구

A Study on the Estimation of Adhesive Stability of Organic-Inorganic Mixed Tile Bond to Ondol-Heating Floor System

○ 정 양 희	정 은 혜	서 신 석
Jung, Yang-Hee	Jung, Eun-Hye	Seo, Sin-Seok
정 재 수	김 옥 중	이 도 범
Jeong, Jae-Soo	Kim, Ook-Jong	Lee, Do-Bum

Abstract

This paper is to present the performance data for pressure setting method using some tile bonds for application on the Ondol-Heating floor system. For this purpose, powder and liquid tile bonds(Organic · Inorganic mixed tile bonds) were compared with the conventional tile cement for pressure setting method in the sight of the adhesive stability of porcelain tile. It tested for tiles after 14, 28days under standard condition and severe conditions. The severe conditions were water immersion and heat ageing(70°C). Another experimental factors concerned tile bond properties such as mixing ratio(in case of using liquid admixture), open time, which are supposed to affect the tensile strength of tile, were studied and discussed through the experiments.

키 워 드 : 온돌난방 바닥, 유기·무기질 혼합계 타일접착제, 접착강도, 가사시간
Keywords : Ondol-Heating Floor System, Organic-Inorganic Tile Bond, Adhesive Strength, Open Time

1. 서 론

최근 주상복합 건축물의 내부 마감재로서 미관과 색상, 디자인이 우수하고 다양한 질감으로 제조된 자기질 타일의 사용이 증가하고 있는 추세이다. 이러한 자기질 타일은 화장실 벽체 및 바닥 뿐만 아니라 거실 및 복도의 아트월에도 사용되고 있으며 나아가 온돌난방이 되는 바닥에도 적용되고 있는 추세이다. 이러한 마감재의 변화 추세는 일반 공동주택에도 급속히 영향을 미치고 있는 실정이다.

한편 자기질 타일 중 표면을 연마하여 매끄럽게 가공한 폴리싱 타일이나 석재의 느낌이 들도록 만들어진 타일의 경우 기존 타일에 비해 흡수율이 1% 이하로 매우 낮아 일반 붙임 모르타르로는 기계적 부착력을 확보할 수 없어 들뜸 및 박리 등의 하자가 빈번하게 발생하고 있는 실정이다. 더욱이 온돌난방 바닥에 타일을 시공할 경우 온수열에 따른 바탕면

의 신축 팽창이 일반 바닥보다 더 크기 때문에 타일과 바탕면의 부착성능이 양호하지 못할 경우에는 들뜸 및 박리 등의 하자가 더 심각하게 발생할 수 있어 일반적으로 사용되는 압착용 시멘트보다 부착성능이 더 양호한 타일 접착제 제품개발에 대한 필요성이 증대하고 있는 실정이다.

최근 이와 같이 온돌난방 바닥용으로 사용할 수 있는 타일 접착제로 유기질 재료인 EVA(Ethylene Vinyl Acetate) 수지 및 아크릴 에멀전 등과 무기질 재료인 시멘트, 탄산칼슘 필러 등을 조합하여 다양한 형태의 액상형 또는 분말형의 제품이 개발되고 있다. 따라서 본 연구에서는 현재 개발·판매되고 있는 타일 접착제를 기존 압착시멘트와 그 부착성능을 비교 검토하여 온돌난방 바닥용으로 적합한 제품을 선정하여 현장시공 품질관리를 위한 기초 자료로 활용하고자 한다.

2. 실험계획 및 방법

2.1 실험계획

본 연구에의 실험요인 및 항목은 표1과 같다.

* 대립산업(주) 기술연구소 건축연구지원팀 주임연구원
 ** 한일시멘트 테크니컬센터 연구원
 *** 한일시멘트 테크니컬센터 주임연구원
 **** 대립산업(주) 건축사업본부 차장
 ***** 대립산업(주) 기술연구소 건축연구지원팀 차장
 ***** 대립산업(주) 기술연구소 건축연구지원팀 팀장

표 1. 실험요인 및 항목

실험요인		수준 및 항목	
시험체 종류	타일종류	300×600, 자기질 타일 1종	
	시험체크기	200×300mm, 40×40mm	
	붙임공법	압착공법	
	타일접착제	1. A사 일반압착시멘트(N/A) 2. A사 고성능 바닥용접착제(H/A) 3. B사 고성능 바닥용접착제(H/B) 4. C사 고성능 바닥용접착제(H/C) 5. A사 일반압착시멘트+B사 액상첨가제 (N/A + Ad/B) 6. B사 일반압착시멘트+B사 액상첨가제 (N/B + Ad/B)	
	가사시간 (open time)	0분, 10분	
	액상첨가제 혼합비율	액상첨가제(B사) 20%, 50%, 100%	
실험 내용	표준조건 KS L 1592	양생온도 23℃ RH 50%	재령 14, 28일 항온항습
	가혹조건 EN 1348	7일 : 23℃, RH50% 21일 : 침수	항온항습 + 침수
		14일 : 23℃, RH50% 14일 : 70℃ 건조	항온항습 + 고온건조
		1일 : 23℃, RH50%	

본 연구에서는 공동주택 신축현장에서 최근 온돌난방 바닥에 마루판 마감재 대신 적용하고 있는 자기질 타일에 대하여 일반적인 바닥 붙임공법인 압착공법을 기준으로 일반 압착시멘트 및 난방바닥용으로 출시된 고성능 바닥접착제 등의 부착성능을 비교하였다.

또한 사용상 작용하는 환경부하 조건이 장기 부착강도에 미치는 영향을 검토하기 위해 고온 건조 및 침수 등의 가혹 조건을 두어 그 부착성능을 검토하였다.

2.2 사용재료

타일은 현재 공동주택 현장에서 사용되고 있는 바닥용 자기질 타일(300×600mm)을 시험체 크기에 맞추어 분할하여 사용하였다.

타일접착제로는 바닥 붙임용으로 가장 일반적으로 사용되고 있는 압착시멘트와 각 제조사별로 개발 및 판매되고 있는 온돌난방 바닥용 고성능 타일접착제 및 일반압착시멘트에 혼합하여 사용할 수 있는 액상첨가제를 사용하였다.

2.3 시험체 제작

타일 시공 바탕으로 콘크리트 블록을 사용하였고 타일 접착제를 달리하여 타일을 부착하였으며, 1회 접착강도 시험에 대해 3개의 시험체를 그림1과 같이 제작하였다. 타일 300×600mm를 3등분 하여 시험체 제작을 하였으며, 시험체 커팅 시 발생할 수 있는 진동 등의 영향을 배제하기 위해

40×40mm로 분할한 타일을 사용하여 시험체를 별도 제작한 후 접착강도 시험을 수행하였다.

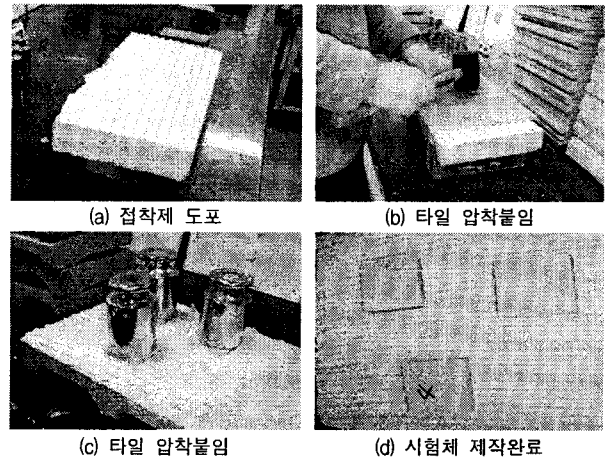


그림 1. 시험체 제작

40×40mm 시험체에 대해서는 가사시간에 따른 부착성능 저하를 확인하기 위해 바탕면에 접착제 도포 후 10분이 경과한 후 타일을 부착하여 접착강도를 측정하였다. 또한 압착시멘트에 액상첨가제를 혼합하여 사용하는 경우 혼합비율에 따른 부착성능을 확인하기 위하여 액상첨가제를 각각 20, 50, 100% 혼합하여 시험체를 제작하였다.

2.4 실험방법

타일의 접착강도 평가는 온도 23℃, 상대습도 50%의 항온항습에서 양생한 표준조건에 대해서는 타일 시공 후 재령 14, 28일에 실시하였으며, EN 1348에 제시된 가혹 조건별로 침수 및 고온건조 시험 완료 후 접착강도를 측정하였다.

가혹조건에 따른 시험방법으로는 먼저 7일 동안 표준조건에 따라 양생한 시험체를 21일동안 20℃의 물에 정치시킨 후 접착강도 시험을 실시하였으며, 이는 지속적으로 수분이 공급되는 환경에서의 접착강도 변화를 검토하기 위한 것이다. 또한 고온의 사용 환경에 대한 조건으로 14일간 표준조건으로 양생한 시험체를 70℃ 고온 챔버에 14일간 정치시킨 후 다시 1일 동안 표준조건으로 안정화시켜 접착강도를 실시하였다.

200×300mm 시험체의 중앙에 그라인더를 사용하여 40×40mm 각형으로 커팅하여 어테치먼트 부착면을 확보하였으며, 커팅 깊이는 타일, 타일접착제 및 바탕면까지 커팅되도록 하였다. 최대하중 30KN의 접착강도 측정기를 사용하여 어테치먼트 인발시 최대하중을 측정하였으며, 각 조건별로 1회당 3개의 시험체를 측정하여 평균값을 취하였다.

2.5 시험결과 평가기준

국내 타일의 접착강도 평가기준은 사용 환경, 부착위치 및

시공재료 등과 상관없이 0.4N/mm²(4kgf/cm²)로 동일하다. 이는 온돌난방 바닥 등과 같이 사용 환경 조건에 따라 더 높은 접착 강도를 요하는 부위에 대해서는 다소 낮은 관리기준이며, 동일한 바닥에 시공되는 합판마루판의 접착강도 관리기준인 0.8N/mm²(대한주택공사 품질관리기준)과 비교해도 다소 낮음을 확인할 수 있다.

따라서 본 연구에서는 유럽규격인 EN 12004-1348의 일반 관리기준인 0.5N/mm²와 강화된 관리기준인 1.0N/mm²에 의거하여 부착성능 평가기준을 1.0N/mm²로 선정하였다.

3. 실험결과 및 고찰

3.1 양생방법별 접착강도 시험결과

그림 2는 양생방법에 따른 200×300mm 크기의 시험체 종류별 접착강도 시험결과를 나타낸 것이다. 일반압착시멘트를 사용하여 제작한 시험체의 경우 표준조건에서 양생한 경우 재령 14, 28일에서 강화된 부착강도 품질관리 기준인 1.0N/mm²을 확보하지 못하였으며, 가혹조건인 경우에도 모두 기준값 이하의 접착강도를 나타내었다.

그 외 고성능 바닥용 접착제를 사용한 경우에는 모두 기준값 이상의 부착성능을 보였으나 침수 조건에서 양생시킨 시험체의 경우 H/C를 제외하고 어테치먼트 부착을 위해 40×40mm 크기로 커팅하는 순간 박리가 발생하여 접착강도를 측정할 수 없었다. 따라서 고성능 바닥용 접착제를 사용할 경우 지속적인 수분이 공급되는 환경에서는 적절한 접착강도를 획득할 수 없을 것으로 판단된다.

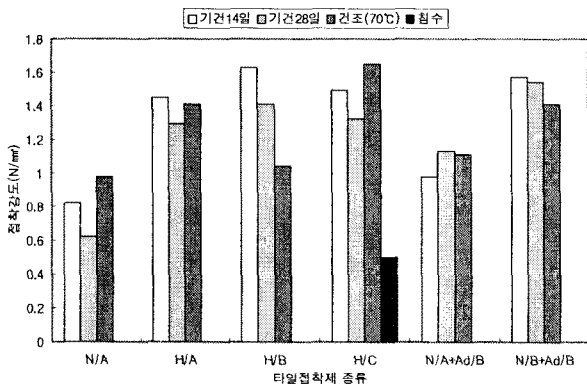


그림 2. 양생조건별 접착강도 시험결과(200×300)

그 외에 고온의 건조 조건에 대해서는 유사한 부착성능을 보이거나 오히려 증대할 것을 확인할 수 있었으며, 이는 접착제의 유기 성분의 조기 건조에 따른 부착성능 향상에 기인한 것으로 사료된다.

또한 액상첨가제를 혼입하여 부착성능을 향상시킨 시험체에 대해서는 동일한 제조사 제품을 사용했을 경우가 타사의 제품과 혼용하였을 경우보다 부착성능이 더 우수함을 확인할 수 있었다.

압착공법으로 시공할 경우 커팅 등의 진동에 따른 부착력 저하 등이 시험결과에 다소 영향을 미칠 수 있으므로 40×40mm의 크기로 시험체를 별도 제작하여 추가 시험을 실시한 결과는 그림 3과 같다.

시험결과 타일 접착제별 부착성능은 앞의 시험결과와 유사한 경향을 보였으며 접착강도 값이 다소 향상된 것은 타일 커팅으로 인한 진동 등의 기타 외력이 발생하지 않았기 때문인 것으로 판단된다. 침수 시험결과 역시 고온 건조의 조건보다 더 낮은 접착강도를 보였으며 이는 수분이 접착제의 유기 성분의 경화 반응을 지연시키기 때문인 것으로 판단된다.

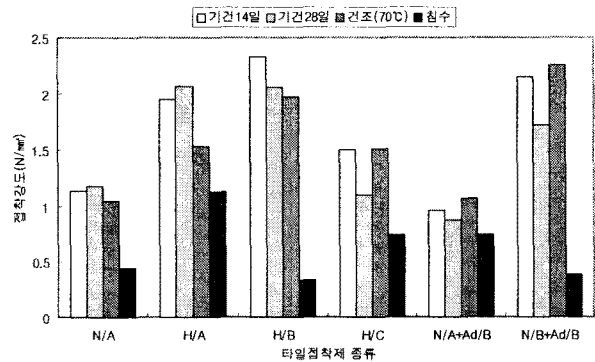


그림 3. 양생조건별 부착강도 시험결과(40×40)

압착시멘트의 경우 40×40mm로 제작한 시험체는 평가기준인 1.0N/mm²을 상회하였으나 200×300mm으로 제작한 시험체의 경우 그 이하의 접착강도 값을 나타내었다. 이는 시험체 커팅으로 인한 진동 등이 접착제의 부착성능에 영향을 미쳤을 것으로 판단되며, 사람의 이동이 잦아 지속적인 진동과 충격이 발생할 수 있는 바닥부위에 시공한다는 점을 고려할 때 압착시멘트를 사용하는 것은 다른 타일접착제에 비해 부착 안정성이 다소 떨어질 것으로 판단된다.

3.2 가사시간에 따른 접착강도 시험결과

타일 접착제의 경우 가사시간 즉 open time이 20~30분 이내로 제한되어 있으며, 특히 온돌난방 바닥용으로 개발된 당 제품들의 경우 유기계 성분의 증대로 인해 가사시간이 더 감소할 것으로 판단되어 접착제 도포 후 10분 후 타일일 붙인 경우의 부착성능을 검토해 보았으며, 그 결과는 그림4와 같다.

(N/A+Ad/B)시험체를 제외하고 나머지 타일 접착제의 경우 모두 가사시간 10분후에는 부착성능 저하가 발생하였으며 특히 (N/A+Ad/B)와 비교해 볼 때 (N/B+Ad/B) 시험체의 경

우 초기 접착강도는 2배 이상 높았으나 가사시간 10분 후 접착강도 저하는 오히려 더 심하게 발생함을 확인할 수 있었다. 따라서 액상 첨가제를 동일 제조사의 압착시멘트에 혼입할 경우 부착성능은 향상되나 작업성은 타사 제품과 혼입한 경우보다 감소하는 특징을 보였다.

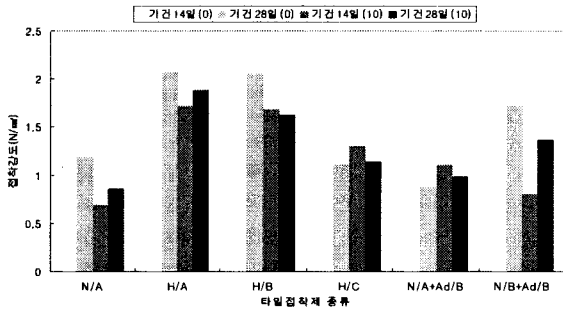


그림 4. open time에 따른 접착강도 시험결과

3.3 액상첨가제 혼입량에 따른 접착강도 시험결과

그림 5는 액상첨가제(Ad/B)를 타사 제품과 혼용했을 경우 그리고 혼입량을 임의로 기존의 100% 대비 50%, 20%로 감소시켰을 경우의 부착성능 변화를 검토한 결과이다.

먼저 앞서서도 확인한 결과와 같이 B사 제품인 액상첨가제를 A사 압착시멘트에 혼입한 경우에는 동일 제조사와 혼입한 경우보다 접착강도가 40% 감소하였으며, 액상첨가제의 혼입량을 각각 50%, 20%로 감소시킨 경우에도 부착성능 저하가 발생함을 확인할 수 있었다.

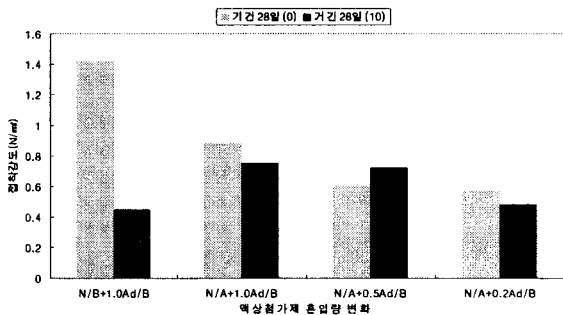


그림 5. 액상첨가제(Ad/B) 혼입량에 따른 접착강도

따라서 액상첨가제를 혼입하는 방식을 채택할 경우에는 압착시멘트를 동일 제조사로 한정하여 사용하여야 하며 혼입량을 반드시 준수해야 그 부착성능을 보장할 수 있을 것으로 판단된다. 그러나 액상첨가제를 혼입한 제품의 경우 부착성능은 매우 탁월하나 앞의 시험 결과에서 가사시간에 따른 접착강도 저하가 다른 고성능 타일 접착제 제품에 비해 매우 크므로 가사시간에 대한 별도의 기준을 수립하여 시공품질 관리기준에 적용할 필요가 있을 것으로 판단된다.

4. 결 론

공동주택 및 주상복합 건축물의 온돌난방 바닥에 적용하기 위한 여러 종류의 타일 접착제의 부착안정성을 평가한 결과 본 연구의 범위 내에서 다음과 결론을 얻을 수 있었다.

- 1) 온돌난방 바닥에 자기질 타일을 시공할 경우 기존의 접착강도 품질관리 기준인 0.4N/mm²(4kgf/cm²)는 다소 낮으므로 유럽규격인 EN 12004의 일반 관리기준인 0.5N/mm²와 강화된 관리기준인 1.0N/mm²에 의거하여 본 연구내용에서는 평가기준을 1.0N/mm²로 선정하였다.
- 2) 일반 압착용 시멘트의 경우 40×40mm 시험체는 1.0N/mm² 이상의 접착강도를 보였으나 200×300mm 시험체는 그 이하의 부착성능을 보여 사람의 이동이 빈번하여 지속적인 진동과 충격이 발생할 수 있는 바닥 부위에 시공하는 경우에는 타일 접착제로서 부적합할 것으로 판단된다.
- 3) 고성능 타일 접착제의 경우 침수 시험 결과를 제외하고 모두 1.0N/mm² 이상의 부착성능을 확보였으며, 타일 부착면에 지속적으로 수분이 전달될 경우 접착제의 경화에 부정적 영향을 미칠 것으로 판단된다.
- 4) 가사시간 10분 경과 후 타일을 부착하였을 경우에는 대부분 접착강도가 저하되었으며, 특히 액상첨가제를 혼입한 타일 접착제의 부착성능 저하가 가장 큼을 확인할 수 있었다.
- 5) 일반 압착시멘트에 액상첨가제를 혼입한 경우에는 동일 제조사의 제품을 사용하는 것이 부착성능 발현에 더 유리하였으며, 혼입량을 50, 20%로 감소시킨 경우 접착강도 저하가 발생하였으므로 반드시 적정 혼입량을 지킬 필요가 있을 것으로 판단된다.

이상의 본 연구 결과는 주상복합건축물 또는 공동주택에서 온돌난방 바닥에 자기질 타일을 시공할 경우 안정적인 부착성능을 확보할 수 있는 타일 접착제 선정을 위한 기초자료로서 활용될 수 있을 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

1. 유재강 외, 폴리싱 타일의 건식벽체 적용을 위한 유기-무기질 혼합계 타일접착제의 부착안정성 평가 연구, 대한건축학회 학술발표대회, 제21권 2호, 2001.10, pp.467~470
2. BS EN 12004-1348 : 2007, Adhesives for tiles-Determination of tensile adhesion strength for cementitious adhesives