

건식벽체에 폴리싱타일을 적용하기 위한 유기·무기질 혼합계 타일접착제 종류에 따른 부착안정성 평가 연구

A Study on the Estimation of Adhesive Stability According to Organic·Inorganic Mixed Tile Bond Type for Application of Polishing Tile to Dry Wall System

유재강*
Yoo, Jae-Kang

박성규**
Park, Sung-Kyu

배기선***
Bae, Kee-Sun

오상근****
Oh, Sang-Keun

Abstract

In recently, polishing tile(porcelain homogeneous polished tile) was used in the construction field as a finishing material. But, there happened some problems such as tile exfoliation by construction condition in early ages.

Also, in the dry wall system which used to lightweight wall, for use of polishing tile on dry wall, the examination of adhesive stability of polishing tile is needed.

In this paper, adhesive strength of polishing tile was investigated by tile bond types on gypsum board and non asbestos board coated by tar-urethane and polymer modified cementitious waterproofing membrane(Series I). Then, the effect of heat stress and vibration was estimated on gypsum and non asbestos board(Series II).

1. 서론

도심지 주상복합 건물 및 백화점, 상가, 오피스 등의 건축물을 중심으로 건축 내장재로서 자기질타일 시공이 증가되고 있다. 자기질타일은 기존의 석기질, 도기질타일에 비하여 미관과 색상, 디자인이 우수하고, 다양한 질감과 색상으로 제조할 수 있어 그 수요가 증가추세에 있다.

한편, 자기질타일 중 표면을 유리처럼 매끄럽게 연마한 타일을 폴리싱타일이라고 하며, 최근 사용되고 있는 폴리싱타일은 기존의 타일에 비하여 흡수율이 낮고 타일의 크기가 크기 때문에, 기존의 타일시공 방법으로 시공할 경우 타일의 자중에 의한 흘러내림 등과 같은 문제가 발생할 수 있다.

최근 들어 도심지 고층 구조물에 있어서 구조물의 자중을 감소시키기 위하여 경량벽체가 시공되고 있으며, 비내력벽인 경량벽체로서 시공성 및 공기단축이 가능한 건식벽체가 적용되고 있어, 이와 같은 부위에 대형 폴리싱타일을 시공할 경우 타일의 부착 안정성에 관한 검토 연구가 요구되고 있다. 특히, 구조물의 실별 용도에 따라 건식벽체에 방수층의 설치가 요구되는 경우도 있으며, 이와 같은 부위에 폴리싱타일을 시공한 경우 타일의 자중을 견디지 못하고 시공후 타일이 흘러내리는 문제점이 발생되고 있다.

이러한 문제점을 방지하기 위해 에폭시계 접착제를 사용하여 건식벽체에 타일을 시공하는 경우도 있으나, 타일의 부분적인 손상이 발생되어 손상된 타일을 제거할 경우 에폭시계 접착제는 건식벽체까지 파손되는 문제가 제기되고 있다.

폴리싱타일의 부착에 사용되는 타일접착제로는 에폭시 본드를 비롯하여, 유기질 재료인 아크릴

* 서울산업대학교 건설기술연구소 연구원

** 삼성중공업(주) 건축기술팀 부장

*** B&K 방수기술연구소 소장·공박

**** 서울산업대학교 건축설계학과 교수·공박

에멀전과 무기질 재료인 시멘트, 탄산칼슘 필러 등을 조합한 다양한 형태의 액상형, 분말형 타일 접착제가 개발되어 사용되고 있다.

이에 본 연구에서는 건식벽체에 폴리싱타일을 시공함에 있어 에폭시 본드를 제외한 유기·무기 혼합형 타일접착제 종류에 따른 폴리싱타일의 부착성능을 실험실 및 현장 Mock-up 시험체에 대하여 평가하고, 사용상 작용하는 진동 및 열의 영향을 고려한 축진환경이 타일의 부착성능에 미치는 영향을 검토함으로써, 폴리싱타일의 부착안정성 확보를 위한 자료로서 제시하고자 한 것이다.

2. 실험계획 및 방법

2.1 실험계획

본 연구의 실험계획은 표 1에 나타난 바와 같다.

표 1. 실험계획

시리즈	평가장소	타일 시공바탕			환경 부하	타일 접착제	평가항목
		건식벽체	방수층	방수층 마감			
I	실험실 평가 Mock-up test	석고보드 무석면보드	타르 우레탄	무처리 보강재 규사뿌림	-	액상형 (3개사) 분말형 (1개사)	부착강도 탈락상태
			무기질 탄성도막	-			
II	실험실 평가	석고보드 무석면보드	-		무처리 열 진동	액상형 (3개사) 분말형 (3개사)	

I 시리즈는 타일시공 바탕면으로서 방수층이 있는 조건에서의 타일 부착안정성을 평가한 것으로, 방수층으로는 타르우레탄 및 무기질 탄성도막 방수층을 대상으로 하였다. 특히, 타르우레탄 방수층의 경우 타르우레탄 바탕에 타일을 시공한 경우, 타르우레탄 위에 보강직포를 시공한 경우 및 규사뿌림 마감을 행한 경우에 대하여 타일의 부착강도 및 탈락상태를 검토하였다.

또한, 현장에 Mock-up 시공한 시험체를 대상으로 실험실 평가와 비교 검토를 실시하였다.

II 시리즈의 경우 방수층이 없는 조건으로서 건식벽체(석고보드 및 무석면보드) 자체에 액상형, 분말형 타일접착제를 사용하여 타일을 시공한 후 부착강도 및 탈락상태를 평가하였으며, 사용상 작용하는 환경부하 조건으로서 열응력 및 진동이 타일의 부착성능에 미치는 영향을 검토하였다.

2.2 사용재료

(1) 바탕체

본 연구에 사용된 건식벽체용 재료는 국내 S사의 건설현장에서 건식벽체로 많이 사용되는 석고보드와 무석면보드를 대상으로 하였으며, 물리적 성질은 표 2와 같다.

표 2. 석고보드 및 무석면보드의 물리적 성질

종류	열전도율	함수율	두께
석고보드	0.14kcal/mh ^{°C}	0.7%	12.5mm
무석면보드	0.40kcal/mh ^{°C}	4.0%	7mm

무석면보드 : 포틀랜드 시멘트, 모래, 셀룰로스 섬유로 구성된 보드
무석면보드 성능은 23^{°C}, 상대습도 50%의 값임

(2) 타일

타일은 자기질 연마(폴리싱)타일을 사용하였으며, 그 물리적 성질은 표 3과 같다.

표 3. 폴리싱 타일의 물리적 성질

종류	흡수율	두께	크기
폴리싱 타일	0.03%	9.2mm	600×400mm

(3) 타일접착제

본 연구에서 사용한 타일접착제는 표 4에 나타난 바와 같이 아크릴 에멀전과 무기필러 등을 주 성분으로 한 3개사 액상형, 분말형 접착제를 대상으로 하였다.

2.3 시험체 제작

(1) I 시리즈

600×400mm의 폴리싱 타일을 타르우레탄 및 무기질 탄성도막 방수층이 시공된 건식 벽체에 3개사의 액상형 접착제와 1개사(A사)의 분말형 접착제를 각각 사용하여 현장 시공여건과 동일하게 시공하였다.

(2) II 시리즈

600×400mm의 폴리싱 타일을 100×100mm의 각형으로 절단한 후 방수층이 시공되지 않은 건식벽체 자체에 3개사의 액상형, 분말형 접착제를 각각 사용하여 시공하였다.

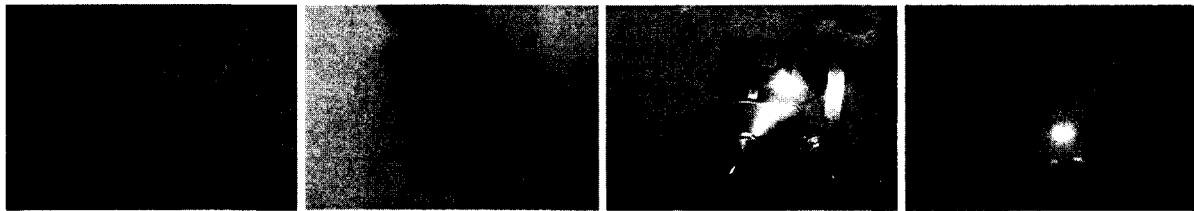
표 4. 타일접착제의 성질

종류		성질
A사	액상형	주성분 : 아크릴에멀전 + 무기필러 가사시간 : 20분
	분말형	주성분 : 시멘트+무기필러+분말접착제+특수첨가제 가사시간 : 20분
B사	액상형	주성분 : 아크릴고분자 + 탄산칼슘 필러 가사시간 : 40분이상
	분말형	주성분 : 아크릴고분자 + 무기시멘트 가사시간 : 30분이상
C사	액상형	주성분 : 아크릴 수지 에멀전 + 탄산칼슘 필러 가사시간 : 20분
	분말형	주성분 : 시멘트 + 규사 + 재유화형 분말수지 가사시간 : 25분

2.4 측정항목

(1) 부착강도 평가

타일의 부착강도 평가는 타일 시공 후 재령 4주에 실시하였다. 우선, 타일 표면의 이물질을 제거한 후 2액형 에폭시 본드를 사용해 $\phi 80 \times 10\text{mm}$ 의 원형 어테치먼트를 타일에 부착하였다. I 시리즈의 경우 에폭시 본드의 경화를 확인한 후 그라인더를 사용해 타일을 100×100mm의 각형으로 커팅하여 부착면적을 확보하였다. 커팅시 깊이는 타일, 타일접착제 및 방수층까지 커팅하도록 하였으며, 최대하중 30KN의 부착강도 측정기(MKS 접착박리시험기 BA-800D)를 사용하여 어테치먼트 인발시 최대하중을 측정하였다. 사진 1은 부착강도 측정현황을 나타낸 것이다.



(a) 어테치먼트 부착 (b) 그라인딩 (c) 최대 부착하중 측정 (d) 탈락상태 평가

사진 1. 부착강도 평가상황 (I 시리즈)

한편, II시리즈는 100×100mm의 각형 타일에 대해 I 시리즈와 동일한 방법으로 부착강도를 측정하였다. 측정된 최대하중은 다음 식 1에 준해 부착강도를 산정하였다.

$$\sigma = \frac{P}{A} \dots \dots \dots \text{식 1}$$

여기서 σ : 부착강도 (kgf/cm²)
 P : 최대 부착하중 (kgf)
 A : 단면적 (cm²)

한편, I 시리즈에서의 부착강도 평가는 3개의 시험체를 대상으로 하였으며, II시리즈에서는 5개의 시험체를 대상으로 평가하였다.

(2) 탈락상태 평가

타일의 부착강도를 측정한 후 탈락된 부위에 대한 바탕면(석고보드, 무석면보드), 방수층 계면, 타일접착제 탈락 등의 평가를 육안관찰에 의해 실시하였고, 탈락면에 대해서는 사진촬영을 실시하였다.

3. 측정결과 및 고찰

3.1 방수층이 시공된 건식벽체에서의 타일 부착성능 평가 (I 시리즈)

(1) 실험실 평가

건식벽체(석고보드, 무석면보드)에 타르우레탄 및 무기질 탄성도막 방수층을 각각 시공하고, 방수층 표면 처리조건 및 타일접착제 종류에 따른 부착강도 측정결과 건식벽체 종류 및 방수층 처리조건에 따른 영향보다는 타일접착제 종류에 따른 부착특성에 큰 차이가 있는 것으로 나타났다.

사진 2는 액상형 접착제를 사용하여 시공한 타일의 시공후 성상을 나타낸 것이다.

액상형 접착제를 사용한 타일 중 일부 시험체에서 타일의 자중을 견디지 못하고 타일이 흘러내리는 현상이 발생되었으며, 흘러내림이 발생하지 않은 타일의 경우는 액상형 접착제의 경화가 완전히 진행되지 않고 젤 상태를 유지하고 있는 것으로 나타났다.(사진 3)



(a) A사

(b) B사

(c) C사

사진 3. 액상형 접착제의 미경화 상태

사진 2. 타일의 시공후 성상 (액상형 접착제)

따라서, 이후의 부착강도 평가는 타일의 부착강도 평가가 가능한 A사의 분말형 접착제를 사용하여 시공한 시험체에 대하여 진행되었다.

그림 1은 건식벽체 종류 및 방수층 조건별 분말형 접착제를 사용하여 시공한 타일의 부착강도 측정결과를 나타낸 것이다. 건식벽체 종류에 따른 부착강도는 무석면보드의 경우가 석고보드의 경우보다 다소 높은 부착강도를 나타내고 있으며, 방수층 종류 및 방수층 마감조건에 따른 뚜렷한 경향은 나타나지 않았다.

한편, 부착강도 측정 후 탈락상태를 육안 관찰한 결과 타일의 부착강도는 타일의 시공정도에 따라 나타나는 분말형 접착제와 타일과의 부착면적에 의해 더욱 크게 좌우되는 것으로 사료되며(사진 4), 타일의 부착성능을 향상시키기 위해서는 시공단계에서의 부착면적 확보가 필요할 것으로 사료된다.

(2) Mock-up Test 결과

현장 Mock-up 시험체에 대한 부착강도 평가 결과 액상형 타일접착제를 사용한 경우는 실험실평가와 마찬가지로 일부 시험체에서 타일의 흘러내림 현상이 발생되었으며(사진 5), 흘러내림이 발생되지 않은 시험체의 경우 타일 내부의 경화가 진행되지 않아 부착강도의 측정이 불가능하였다.(사진 6)

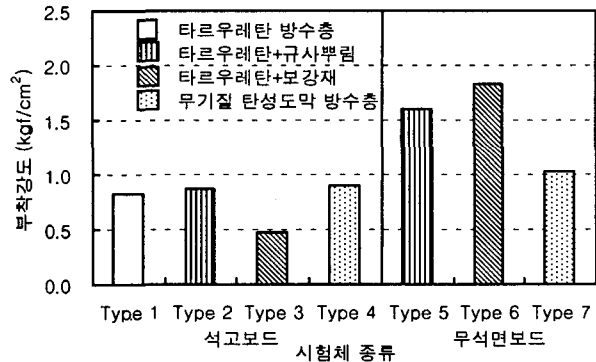


그림 1. 바탕조건 및 방수층 처리조건에 따른 타일 부착강도 (분말형 접착제)



(a) 부착강도 1.0kgf/cm² (b) 부착강도 1.5kgf/cm² (c) 부착강도 2.2kgf/cm²

사진 4. 접착제와의 부착면적과 타일 부착강도 (분말형 접착제)

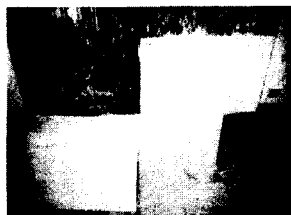


사진 5 타일의 흘러내림



사진 6 액상형 타일 접착제의 미경화 상태

한편, 분말형 접착제(A사)를 사용한 경우 그림 2에 나타난 바와 같이 시공부위에 따라 평가를 하였으며, 부착강도 측정결과를 그림 3에 나타낸다.

시공부위에 따른 부착강도는 타일과 타일접착제 간의 부착면적이 많이 확보된 ③④위치에서 부착강도가 다소 높게 나타났다. 한편, 탈락 상태는 타일접착제와 타일의 계면 탈락이 발생되고 있어, 타일 부착바탕의 조건에 따른 영향보다 부착면적에 따른 영향이 큰 것으로 사료된다.

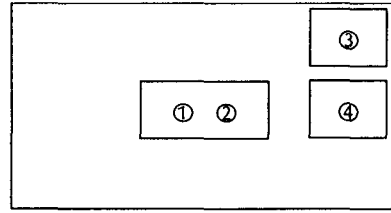


그림 2. 부착강도 측정위치 (현장Mock-up Test)

3.2 건식벽체 바탕에서의 타일 부착성 평가 (II시리즈)

상기 I시리즈 결과, 타르우레탄 방수층 상부에 액상형 접착제를 사용하여 타일을 부착할 경우 일부 시험체에서 타일 자중을 견디지 못하고 흘러내리는 현상이 나타났으며, 타일의 흘러내림이 발생되지 않은 시험체에서는 재령 4주 경과 후에도 접착제의 경화가 발생되지 않아 부착강도 측정이 불가능하였다.

이에 II시리즈에서는 방수층을 시공하지 않는 건식벽체에 대한 조건으로서, 방수층을 시공하지 않은 석고보드 및 무석면보드에 3개사의 액상형 및 분말형 접착제를 사용하여 타일을 부착하였을 때의 부착강도 평가와 사용상 작용하는 열, 진동의 영향을 검토하였다.

(1) 부착강도 평가

그림 4는 석고보드 및 무석면보드 바탕에서의 액상형, 분말형 접착제(3개사 6개 제품)를 사용한 타일의 부착강도 측정결과를 나타낸 것이다.

타일의 부착강도는 석고보드에 비하여 무석면보드에서 높게 나타났으며, 타일접착제 종류에 따라서는 석고보드인 경우 액상형이, 무석면보드인 경우에는 분말형이 다소 높게 나타나고 있다.

그러나, 일부 액상형 접착제를 제외한 대부분의 시험체에서 모체탈락(석고보드, 무석면보드 동반 탈락)이 나타나고 있어 타일접착제 자체의 정량적인 부착강도 평가에는 한계가 있으며, 대부분 건식벽체 자체 강도를 상회하는 것으로 판단된다.

한편, 사진 7에 나타난 타일의 탈락성상을 보면 액상형 및 분말형 접착제의 종류에 따라 차이를 나타내는 것을 알 수 있다.

분말형의 경우 탈락시 모체의 파단 정도의 차이가 나타나고 있으며, 액상형의 경우 탈락 부위와 접착제의 경화정도(탄성)에 차이가 있는 것을 알 수 있다.

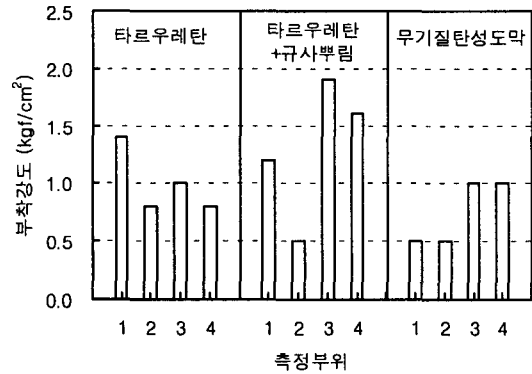


그림 3. 방수층 조건에 따른 타일 부착강도 (Mock-up Test 결과-분말형 접착제)

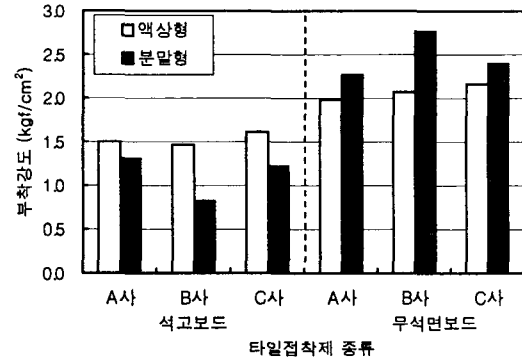


그림 4. 바탕조건 및 타일접착제 종류에 따른 타일 부착강도

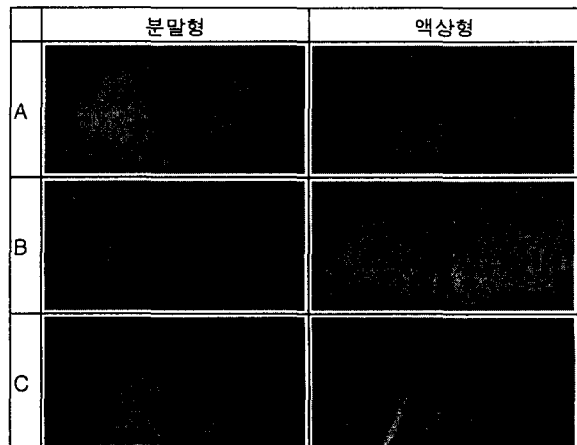


사진 7. 접착제 종류에 따른 타일의 탈락성상 (무석면보드)

(2) 진동에 따른 영향 검토

사용상 작용하는 진동이 타일의 부착성능에 미치는 영향을 검토하기 위해 일반환경보다 과도한 축진 진동하중을 부하한 후 타일의 부착강도를 평가하였다.

축진 진동하중은 타일의 중앙부에 드릴을 사용하여 5분간 회전 충격하중을 주는 것으로 하였다.

그림 5는 진동하중을 부하한 시험체의 평균 부착강도와 무처리 시험체의 평균 부착강도와의 상관도를 나타낸 것이다.

진동 부하에 따른 타일의 부착성능은 무처리와 유사한 경향을 보이고 있어 과도한 충격진동에 따른 현저한 부착성능 저하경향은 나타나지 않았다.

(3) 열응력에 따른 영향 검토

화기 사용부위에 대한 조건으로 80℃의 고온 챔버에 12시간 정치시킨 시험체와 무처리 시험체의 평균 부착강도 측정결과를 그림 6에 나타낸다.

열응력 작용에 따라 바탕조건 및 접착제 종류에 따라 부착강도에는 다소의 차이를 나타내고 있으며, 무석면보드의 액상형 접착제는 다소 부착강도가 증가하는 경향을 보이는데 이는 고분자계 타일접착제의 경화가 촉진되었기 때문으로 사료된다. 그러나, 석고보드에서는 석고보드 자체의 파단에 의해 이러한 강도 증가 경향은 나타나지 않고 있다.

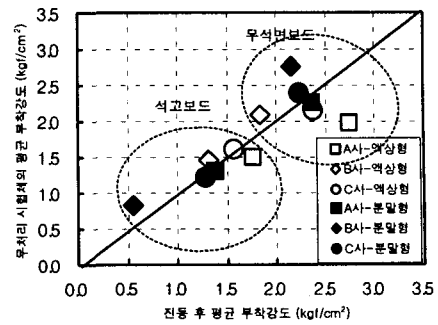


그림 5. 진동 후-무처리 시험체의 평균 부착강도

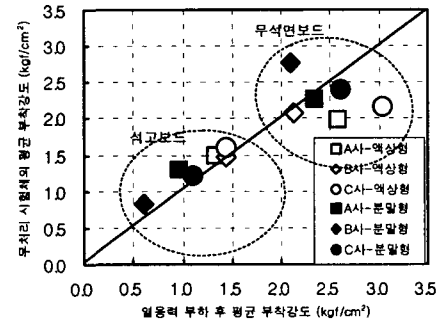


그림 6. 열응력-무처리 시험체의 평균 부착강도

4. 결론

건식벽체에 폴리싱타일을 적용하기 위한 유기·무기질 혼합계 타일접착제 종류에 따른 부착안정성 평가 연구결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 건식벽체의 타르우레탄 및 무기질 탄성도막 방수층 위에 폴리싱타일을 시공함에 있어 액상형 타일접착제를 사용할 경우 시공초기 타일 자중에 의한 홀러내림이 발생할 수 있으며, 이는 액상형 접착제의 경화속도 및 재료적 특성에 기인한 것으로 사료된다.
2. 방수층이 있는 건식벽체에 분말형 타일접착제를 사용하여 폴리싱 타일을 시공할 경우, 타일의 부착강도는 접착제-타일의 접착면적에 의해 크게 좌우되기 때문에 타일의 부착성능을 향상시키기 위해서는 시공시 압착 등과 같은 방법으로 부착면적을 넓게 확보하여야 한다.
3. 방수층이 없는 건식벽체에 액상형, 분말형 접착제를 사용하여 시공한 폴리싱타일의 부착강도는 대부분 모체탈락이 발생되어 모체강도를 상회하는 것으로 나타났다.
4. 일반환경보다 과도하게 부하한 진동의 영향 평가와 열응력에 대한 검토 결과 타일 부착력의 현저한 저하는 발생되지 않았다.

-감사의 글-

본 연구는 서울산업대학교와 삼성중공업(주)의 공동연구에 의해 수행된 연구내용 중 일부임을 밝히며, 본 연구를 위하여 협조해 주신 삼성중공업(주)의 관계자 여러분께 깊은 감사를 드립니다.

<참고문헌>

1. Shinji YASU, etc, Study of the Relationship between the Adhesive Strength of Exterior Wall Tiles and the Stability of Polymer Films Used as Sealers, Journal of Struct.Constr.Engg., No.477, p.107, Nov.1995