

건식벽체에서 접착제 종류에 따른 타일부착 안전성 평가에 관한 연구

A Study of the appraisal for adhesive stability classified by tile bond agent on the dry wall surface

엄 찬 용*
Um, Chan-Young

선 윤 숙**
Sun, Yoon-Suk

권 시 원***
Kwon, Shi-Won

오 상 근****
Oh, Sang-Keun

Abstract

The tile construction methods for existing have been used materials within limit which adhesion by wet method in masonry wall and concrete structure. These existing adhesive tech can caused many problems in construction of large and reform tile, after that it can be happened loose scale, peel off, falling off tile by heat and vibration or impact.

In according to, this study is to test tile for bond stability, adhesive property by impact, vibration. low property by heat and then, we have the results as below;

(1) The tile adhesive stability can be effected as adhesive area between bond agent and tile, adhesive area can more wide and press enough to ensure property.

(2) Existing adhesive strength and standard relative tile construction is limited to adjust performance tile on the concrete and masonry wall. In summary, It is necessary to establish standard of performance and test method to ensure tile adhesive satability in dry wall.

키 워 드 : 건식벽체, 타일부착강도, 접착제, 탈락상태, 진동, 열응력

Keywords : dry wall, tile adhesive strength, bond agent, falling off, vibration, heat stress

1. 서 론

토지이용 효율을 증대하기 위하여 도심지에 있어서 구조물이 고층화됨에 따라 구조물의 자중을 감소시키기 위한 방안으로 경량패널을 사용한 간막이벽 시공과 공기단축 및 시공성 향상을 위한 건식벽체 시공이 증가되고 있다. 주상복합 구조물은 실별, 부위별 용도에 따라 방수층 시공이 요구되며, 미관 및 사용성에 따라 건식벽체의 표면에 내장 마감용 타일이 시공되고 있다. 또한, 내구성 및 미관이 우수한 폴리싱 타일이 개발, 수입되고 있으며, 내·외장 마감재료로서 사용이 증가되고 있는 추세이다. 특히, 백화점을 비롯한 상가건물, 주상복합 구조물, 오피스 등 다양한 고층 구조물에서는 기존의 타일에 비해 고품질인 폴리싱 타일이 많이 사용되고 있으나, 그 크기가 기존의 타일에 비해 크기 때문에 타일의 부착성능 및 장기 부착안정성 등에 대한 검토가 요구되고 있다.

그러나, 타일의 크기나 종류가 한정적으로 사용되어온 기존의 타일 시공공법은 조적조 벽체 및 콘크리트 구체에 습식공법에 의한 부착방법이 주로 사용되어 왔다. 이러한 기존의

타일부착 기술로는 대형화되고 개량된 타일의 시공에 많은 문제점을 야기시킬 수 있으며, 시공 후 타일의 박락, 들뜸이 발생하고, 열, 진동·충격 등에 의해 타일이 탈락되는 문제가 발생될 수 있다. 이와 같이 건식벽체(석고보드 등)에 시공된 에폭시계 타일접착제는 타일의 손상 등에 의한 보수, 교체가 필요할 경우 바탕체(보드) 자체의 파손이 발생될 우려가 있다는 문제점이 제기되고 있다.

따라서, 본 연구에서는 건식벽체에 있어서 타일 시공시 에폭시계 타일접착제 이외의 유기·무기 혼합소재 접착제를 사용할 때 바탕과 타일접착제와의 부착안정성, 충격·진동에 따른 접착성능, 화기 사용부위에서의 열에 의한 성능저하의 유무 등을 평가하여 현장 시공의 실무자료로 활용하고자 시험·평가를 수행하였다.

2. 타일의 부착안정성 시험·평가 계획

2.1 실험계획

본 연구의 실험계획은 다음 표 1과 같다.

* 서울산업대학교 산업대학원, 석사과정

** 서울산업대학교 주택대학원, 석사과정

*** BK방수기술연구소, 과장

**** 서울산업대학교 건설대학, 교수

표 1. 실험계획 (I, II시리즈)

시리즈	바탕조건		타일 접착제	평가 대상	평가 항목
	시공바탕	방수층			
I	석고보드 빌라보드	· 타르우레탄 · 타르우레탄+규사뿌림 · 타르우레탄+보강재 · 무기질탄성도막	· 액상형 (3개사) · 분말형 (1개사)	타일	· 부착강도 · 탈락 상태
		석고보드 빌라보드			

2.2 연구에 사용한 바탕체, 타일 및 접착제

1) 바탕체

본 연구에서 검토한 바탕체는 석고보드와 빌라보드를 사용한 건식벽체를 대상으로 하였으며, 물리적 성질은 표 2와 같다.

표 2. 석고보드 및 빌라보드의 물리적 성질

종류	열전도율	흡수율	두께
석고보드	0.14kcal/mh°C	0.7%	12.5mm
빌라보드	0.40kcal/mh°C	4.0%	6mm

2) 타일

본 연구에서 사용되는 표 3의 폴리싱 타일은 다음 표 4의 물리적 성질을 갖는다.

표 3. 타일의 종류 구분

구분	소지 성질	흡수율 (%)	적용부위
도기질	비용화성(非溶化性)	10 이상	내장타일
석기질	대부분 용화성	1~3	내장, 외장, 바닥, 클링커타일
	반용화성	3~10	
자기질	불침투성	0	내장, 외장, 바닥, 모자이크타일
	용화성	1.0미만	

표 4. 폴리싱 타일의 물리적 성질

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

표 5. 타일 접착제의 재료 특성

종류	재료 특성	
S사	액상형	주성분 : 특수 아크릴에멀전 + 무기필러 가사시간 : 20분
	분말형	주성분 : 시멘트+무기필러+분말접착제+특수첨가제 가사시간 : 20분
W사	액상형	주성분 : 아크릴고분자+탄산칼슘 필러 가사시간 : 40분이상
	분말형	주성분 : 아크릴고분자+무기 시멘트 가사시간 : 40분이상
J사	액상형	주성분 : 아크릴 수지 에멀전 + 탄산칼슘 필러 가사시간 : 20분
	분말형	주성분 : 시멘트 + 규사 + 재유화형 분말수지 가사시간 : 25분

3) 접착제

본 연구에서 사용되는 접착제는 표 5와 같이 I 시리즈에서는 액상형으로 3개사 접착제와 1개사의 분말형 접착제를 사용하였으며, II시리즈에서는 3개사의 액상형, 분말형 접착제를 대상으로 하였다.

3. 측정 항목 및 평가 결과

3.1 부착강도 평가

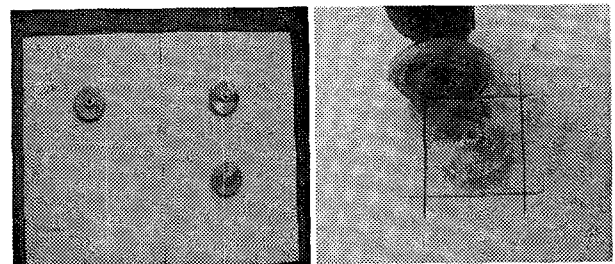
1) I 시리즈

타일의 최대 부착하중 평가는 사진1과 같이 $\phi 80 \times 10\text{mm}$ 의 원형 어테치먼트를 사용하여 타일 부착면적 100cm^2 에 대하여 평가하였다. 재령 4주 경과한 타일에 대하여 어테치먼트 부착면의 이물질 제거 후 2액형 에폭시 본드를 사용하여 어테치먼트를 부착하였으며, 2시간 경과 후 에폭시 본드의 경화를 확인한 후 그라인더를 사용해 타일의 부착 면적을 $100 \times 100\text{mm}$ 의 각형으로 커팅하였다.

커팅시 그라인딩은 타일 및 타일접착제까지 커팅하도록 하였으며, 최대하중 30KN의 부착강도 측정기(日本丸菱科學機械製作所 MKS 접착박리시험기 BA-800D)를 사용하여 어테치먼트 인발시 최대하중을 측정하여 식 3.1과 같이 부착강도를 구한다.

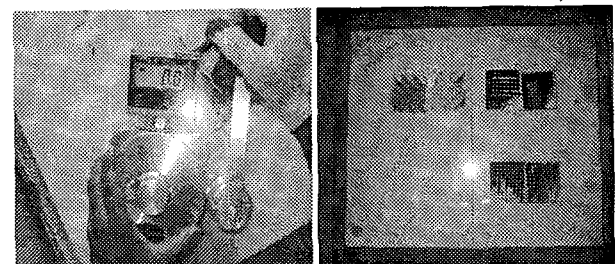
$$\sigma = \frac{P}{A} \dots\dots\dots \text{식 3.1}$$

여기서 σ : 부착강도 (kgf/cm^2)
 P : 최대하중 (kgf)
 A : 단면적 (cm^2)



(a) 어테치먼트 부착

(b) 그라인딩



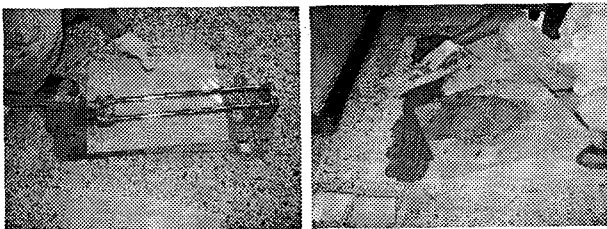
(c) 최대 부착하중 측정

(d) 탈락상태 평가

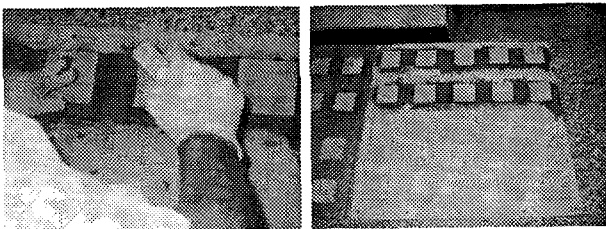
사진 1. 최대 부착하중 평가

2) II시리즈

II시리즈의 부착강도 평가는 600×400mm의 대형 폴리싱 타일을 100×100mm의 각형으로 사전에 절단하여 3개사 액상형, 분말형 타일접착제 6종류를 사용해 석고보드 및 빌라보드에 시공한 시험체에 대하여 재령 3주에 실시하였다. 사진 2는 타일 시공상황을 나타낸 것이다.



(a) 타일 절단 (b) 타일접착제 도포



(c) 타일 부착 (d) 타일시공 완료
사진 2. 타일시공상황 (II시리즈)

부착강도 및 탈락상태 평가는 사진 2의 (c) 최대 부착하중 측정 및 (d) 탈락상태 평가와 동일한 순서로 진행하였으며, 그라인딩 작업을 하지 않고 타일 부착 전면에 대하여 부착강도를 평가하였다.

3.2 탈락상태

타일의 부착강도를 측정한 후, 탈락성상이 모체(석고보드, 빌라보드) 동반탈락, 모체-타일접착제 계면탈락, 타일-타일접착제 계면탈락 등의 평가를 육안관찰에 의해 실시하였다.

3.3 측정결과

1) 방수층이 시공된 바탕면에서의 타일 부착강도평가 (I시리즈)

(1) 실험실 평가

표 6. 바탕조건에 따른 타일부착강도

접착제종류		바탕조건		부착강도 (kgf/cm ²)
형태	제조사	건식벽체	방수층	
액상형	S사	석고보드	타르우레탄	측정불가
			타르우레탄+규사뿌림	측정불가 (홀러내림)
	W사	빌라보드	타르우레탄+보강재	측정불가
분말형	S사	석고보드	타르우레탄(Type7)	0.83
			타르우레탄+규사뿌림(Type1)	0.87
			타르우레탄+보강재(Type2)	0.47
		빌라보드	무기질탄성도막(Type3)	0.90
			타르우레탄+규사뿌림(Type4)	1.60
			타르우레탄+보강재(Type5)	1.83
			무기질탄성도막(Type6)	1.03

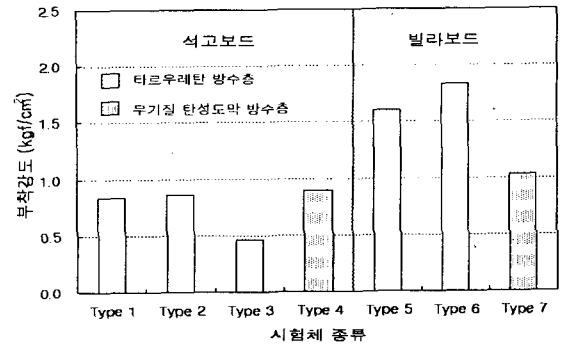


그림 1. 실험실 평가 결과 (S사 분말형 접착제)

(2) 현장 Mock-up Test 결과

표 7. 현장 Mock-up 시험결과

타일접착제 종류	바탕조건		부착강도 (kgf/cm ²)	
	형태	제조사		
액상형	S사	석고보드	타르우레탄	측정불가
			타르우레탄+규사뿌림	홀러내림
			무기질바탕	측정불가
분말형	S사	석고보드	타르우레탄	1.00
			타르우레탄+규사뿌림	1.30
			무기질탄성도막	0.75

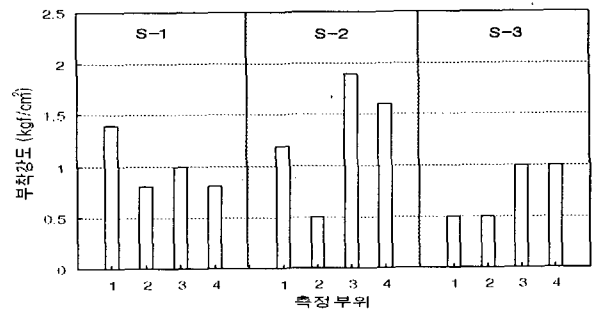


그림 2. 현장 Mock-up test 결과 (S사 분말형 타일접착제)

2) 방수층이 없는 건식벽체에서의 타일부착강도 평가 (II시리즈)

(1) 타일의 부착강도 측정결과

표 8. 건식벽체에서의 타일부착강도

바탕조건	타일접착제 종류		부착강도 (kgf/cm ²)
	형태	제조사	
석고보드	액상형	S사	1.50
		W사	1.46
		J사	1.60
	분말형	S사	1.30
		W사	0.82
		J사	1.22
빌라보드	액상형	S사	1.98
		W사	2.08
		J사	2.16
	분말형	S사	2.26
		W사	2.76
		J사	2.40

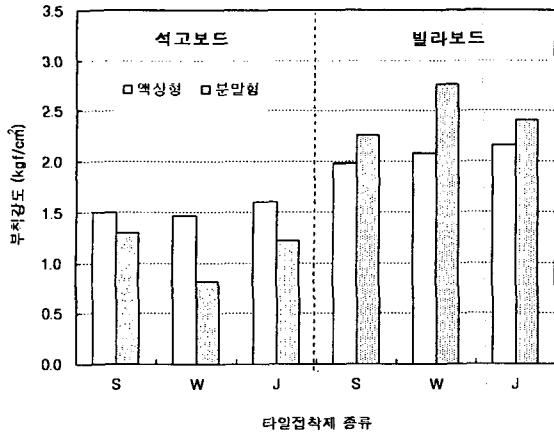


그림 3. 타일의 부착강도 측정결과

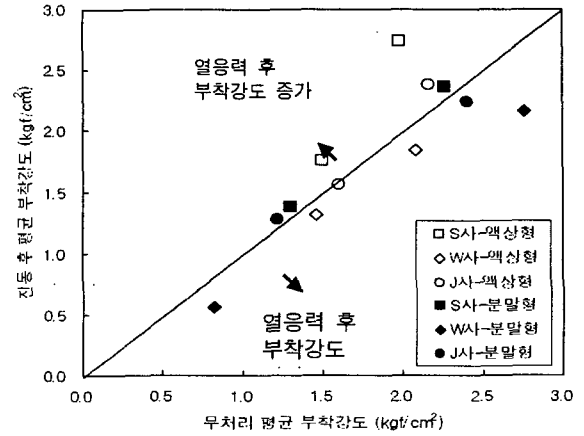


그림 5. 진동 및 무처리 시험체의 상관도

(2) 진동 후 타일의 부착강도 평가결과

표 9. 진동후 타일부착강도

바탕조건	타일접착제 종류		부착강도 (kgf/cm²)	
	형태	제조사	무처리	진동 후
석고보드	액상형	S사	1.50	1.76
		W사	1.46	1.32
		J사	1.60	1.56
	분말형	S사	1.30	1.38
		W사	0.82	0.56
		J사	1.22	1.28
빌라보드	액상형	S사	1.98	2.74
		W사	2.08	1.84
		J사	2.16	2.38
	분말형	S사	2.26	2.36
		W사	2.76	2.16
		J사	2.40	2.24

(3) 열응력 후 타일의 부착강도 평가결과

표 10. 열응력 후 타일부착강도

바탕조건	타일접착제 종류		부착강도(kgf/cm²)	
	형태	제조사	무처리	열응력 후
석고보드	액상형	S사	1.50	1.33
		W사	1.46	1.43
		J사	1.60	1.43
	분말형	S사	1.30	0.97
		W사	0.82	0.60
		J사	1.22	1.10
빌라보드	액상형	S사	1.98	2.57
		W사	2.08	2.13
		J사	2.16	3.03
	분말형	S사	2.26	2.30
		W사	2.76	2.10
		J사	2.40	2.60

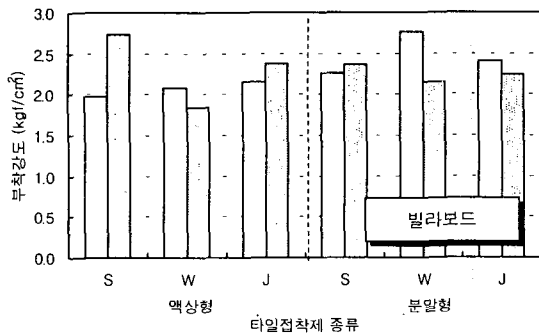
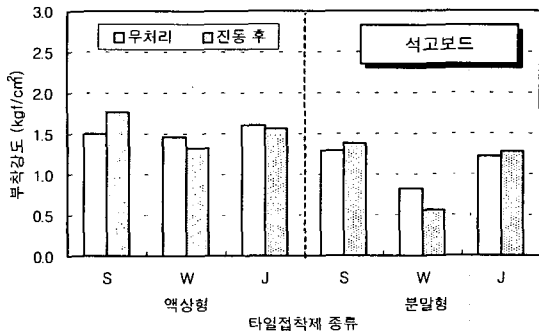


그림 4. 진동 전후의 부착강도 측정결과

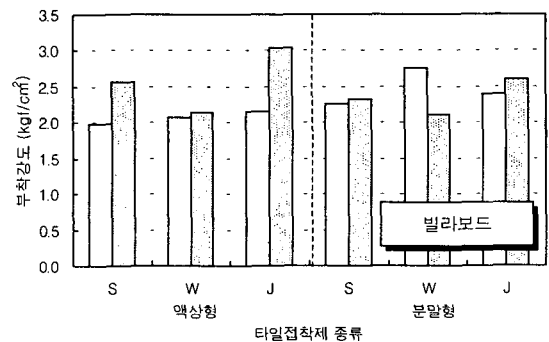
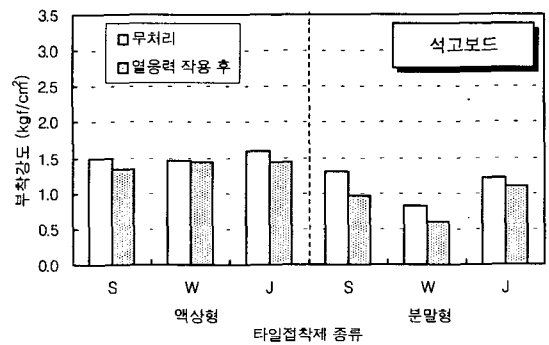


그림 6. 열응력 전후의 부착강도 측정결과

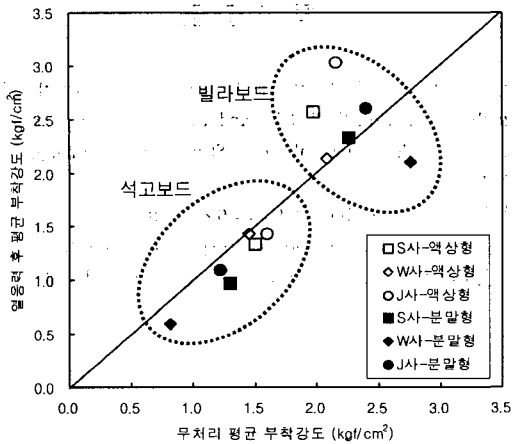


그림 7. 열처리 및 무처리 시험체의 상관도

4. 부착강도 평가결과에 따른 안정성검토

4.1 방수층이 시공된 바탕면에서의 타일 부착강도 평가 (I 시리즈)

- 방수층이 시공된 건식벽체에 대형 폴리싱타일을 액상형 및 분말형 타일접착제를 사용하여 압착시공한 후 타일의 부착력을 평가한 결과, 타일의 탈락부위가 타일-타일접착제 계면탈락으로 나타나고 있어 방수층 조건(무기질탄성도막 및 타르우레탄 방수층, 타르우레탄+규사뿌림, 타르우레탄+보강재)이 부착강도에 미치는 영향은 없는 것으로 판단된다.
- 타르우레탄 및 무기질탄성도막 방수층 위에 폴리싱 타일을 압착 시공함에 있어서 W사의 액상형 접착제는 경화속도가 느려서 타일의 자중에 의해 흘러내림 현상이 발생되었으며, S사 및 J사의 액상형 접착제는 4주 재령 이후에도 경화가 이루어지지 않아서 현장 적용이 어려울 것으로 판단된다. 반면, S사의 분말형 접착제는 타일의 자중을 유지하며, 부착강도가 발현되고 있어 적용 가능하다.

4.2 방수층을 시공하지 않은 건식벽체에서의 타일 부착강도 평가 (II 시리즈)

1) 타일접착제

현장에서 액상형의 접착제를 사용할 경우에는 바름두께가 증가할수록 체적수축이 증가하고 경화불량이 발생되기 때문에 적정 바름두께를 반드시 유지해야 한다.

2) 타일의 부착강도

건식벽체로 사용한(방수층 없음) 석고보드 및 빌라보드를 바탕체로 하고 상기 2가지 형태의 접착제(총 6개 종류)를 사용하여 타일의 부착성능을 평가한 결과 석고보드에 비해 빌라보드의 부착강도가 높게 나타났다. 이 때의 부착강도는 대부분 모체(석고보드, 빌라보드)탈락이 발생되고 있어 접착제

성능에 있어서 정량적인 비교평가에는 한계가 있으나, 대부분의 2가지 형태 접착제의 부착강도는 건식벽체 바탕의 자체 강도를 상회하므로, 모두 현장에 적용하여도 무방하며, 바탕종류 및 타일접착제 종류에 따른 부착강도 평가결과는 다음 표 11과 같이 나열된다.

표 11. 바탕종류 및 타일접착제에 따른 부착강도

바탕종류	타일접착제 형태	부착강도 발현성상				
		J사	>	S사	>	W사
석고보드	액상형	J사	>	S사	>	W사
	분말형	S사	>	J사	>	W사
빌라보드	액상형	J사	>	W사	>	S사
	분말형	W사	>	J사	>	S사

4.3 에폭시 본드를 사용한 타일의 부착특성

석고보드에 대형 폴리싱타일(600×400mm)을 부분 부착 방식으로 시공한 시험체의 부착강도는 0.8~1.0kgf/cm²로 나타났으며, 에폭시 본드가 부착된 모체가 함께 탈락되었다. 특히, 에폭시 본드가 도포되지 않은 부위에서는 타일과 바닥판 사이에 공간이 있어 커팅시 진동에 의해 타일의 파손이 발생할 수 있다. 따라서, 현장에서 수전등을 설치하기 위해 드릴링을 할 경우 이에 대한 고려가 필요하다.

4.4 진동이 타일의 부착강도에 미치는 영향

사용상 발생하는 진동이 타일의 부착강도에 미치는 영향을 평가한 결과 모든 시험체에서 부착강도의 현저한 저하는 나타나지 않았으며, 사용환경 이상의 촉진 진동조건임으로 고려할 때 실 구조물에 있어서 진동에 따른 타일의 부착강도 저하는 없을 것으로 판단된다.

4.5 열응력이 타일의 부착강도에 미치는 영향

화기 사용부위에서 열이 타일의 부착강도에 미치는 영향을 평가한 결과 액상형 타일접착제는 경화촉진에 의해 부착강도가 다소 증가하는 경향을 보였으며, 전체적으로 부착안정성에 영향을 미치는 현저한 부착강도저하는 나타나지 않았다.

4.6 드릴링에 따른 영향

드릴링에 따른 타일의 부착안정성을 현장실태 조사를 바탕으로 평가한 결과 타일접착제 종류에 따른 드릴링 파손 정도는 큰 차이가 나타나지 않았으며, 타일의 붙임 방식에 따라 영향을 받는 것으로 나타났다. 대형 폴리싱타일을 액상형, 분말형 및 에폭시 본드를 사용하여 압착공법으로 시공한 경우 타일의 파손은 발생되었으나, 타일의 파손정도가 에폭시 본드를 떠붙임한 경우에 비하여 현저히 적었다.

한편, 에폭시 본드를 떠붙임한 시험체의 경우 에폭시본드에 의해 고정된 부위는 압착시공한 타일과 유사한 성상을 보이는 반면, 에폭시본드가 도포되지 않고 타일과 바탕체가 떠있는 부위는 드릴링 진동에 의해 대부분의 타일에서 파손이 발생되었다.

따라서, 현장에서 설비수전 및 화장실 악세사리 설치시 드릴링에 따른 타일의 손상을 저하시키기 위해서는 떠붙임 시공을 지양하고 압착붙임 공법을 사용하여야 하며, 폴리싱 타

일의 특성을 감안하여 숙련된 시공자에 의해 정밀하게 시공
되어야 한다.

5. 결 론

- 1) 타일의 부착안정성은 접착제와 타일의 부착면적에 의해 영
향을 받기 때문에, 부착안정성을 확보하기 위해서는 시공시
충분히 압착을 하여 부착면적을 넓게 확보해야 한다.
- 2) 기존의 타일접착력 및 타일공사와 관계된 규격은 콘크리트
및 조적벽체에 시공한 타일의 성능규격 및 평가방법으로의
적용은 가능하나 건식벽체에 적용에는 한계가 있다. 따라
서, 건식벽체에서의 타일부착 안정성을 확보하기 위한 성능
규격 및 평가방법 정립 마련이 필요하다.

참 고 문 헌

1. Shinji YASU. etc, Study of the Relationship between the Adhesive
Strength of Exterior Wall Tiles and the Stability of Polymer Films
Used as Sealer, Journal of Struct. Constr.Engng., NO477,
p107,Nov.1995
2. 한국산업규격 KS L 1001-'03 : 도자기 타일
3. 한국산업규격 KS L 1592-90 : 도자기질 타일 시멘트
4. 한국산업규격 KS L 1593-98 : 도자기질 타일용 접착제