

타일 떠붙임 시멘트 모르타르의 배합비 변화에 따른 품질 특성 및 시공성에 대한 관능 평가

Sensory Evaluation of Quality and Constructability of Cement Mortar for Tile Direct Setting Method Depending on Mix Proportions

황인성¹

기태경²

한동엽³

노상균^{4*}

Hwang, Yin-Seong¹

Ki, Tae-Kyoung

Han, Dong-Yeop³

Noh, Sang-Kyun^{4*}

Senior Researcher, R&D Center, Asiacement, Cheoin-gu, Yongin-si, 17118, Korea ¹

Senior Researcher, Institute of Technology, Asiacement, 14 Songhaksan-ro, Songhak-myeon Jecheon-si Chungbuk 27125, Korea ²

Associate Professor, Department of Architectural Engineering, Gyeongsang National University, Jinju, 52828, Korea ³

Senior Research Engineer, Construction Materials Center, Korea Conformity Laboratories, Cheongwon-go, Cheongju-si, 28115, Korea ⁴

Abstract

The aim of the research is providing a fundamental data on quality and constructability of direct tile setting method depending on various cement to sand ratio for tiling dry cement mortar. A large number of tile setting failures reported is related with the cement mortar and its construction for tiling. Because of different materials of tiles, the properties of tiling dry cement mortar, an adhesive for tiling, can influence on quality and constructability of tiling differently. Practically, the easiest way of controlling the properties of the tiling dry cement mortar is to control the proportion of cement and sand. Hence, in this research, sand to cement ratio (S/C) was controlled. Since there is no standardized method on evaluating performance of dry cement mortar for tiling, a several sensory evaluation methods were suggested and executed. According to the experiments conducted in this research, the adhesive performance of cement mortar for tiles can be different depending on the sides such as tile and substrate. Additionally, depending on S/C, finishability, initial adhesive performance, and tile shifting resistance can be changed for ceramic tile. Therefore, under the conditions of this research, about 5 of S/C can be recommended for appropriate performance of tiling dry cement mortar.

Keywords : tiling dry cement mortar for direct setting, adhered mortar weight, tile adhesive weight, constructivity, sensory evaluation, adhesive strength

1. 서론

우리나라 공동주택 주거공간의 현관, 욕실 및 베란다 등

은 주로 타일 마감으로 시공이 이루어지고 있다. 이와 같은 타일 시공은 거주자 삶의 질이 향상됨에 따라 미적 기능이 강화되어 다양한 형태의 타일이 시공되고, 크기도 점차 대형화되는 추세이다.

타일 떠붙임 시공법으로는 압착, 개량 압착 및 떠붙임 공법 등 다양한 형태가 있는데, 그 중 욕실의 경우 대부분 도기질 타일을 사용한 떠붙임 공법이 주를 이루고 있다[1,2]. 이러한 떠붙임 공법에 사용되는 접착재료는 시멘트와 건조

Received : July 29, 2020

Revision received : November 13, 2020

Accepted : January 5, 2021

* Corresponding author : Noh, Sang-Kyun

[Tel: 82-43-210-8955, E-mail: nosk0046@kcl.re.kr]

©2021 The Korea Institute of Building Construction, All rights reserved.

모래를 미리 배합한 타일 떠붙임용 건조 시멘트 모르타르로 주로 공장에서 제조 출하하여 물만 부어 사용하는 기성 제품을 사용한다. 그러나 KS L 5220(건조 시멘트 모르타르)에는 제품의 종류로 뽀칠 미장용, 일반 미장용, 조적용 및 바닥용 만이 규정되어 있으며, 타일 떠붙임용 모르타르는 규정되어 있지 않은 상황이다[3].

타일 떠붙임 공법의 사용 빈도는 정확한 통계자료가 없어 알 수 없으나, 국내 아파트의 욕실 벽면의 경우 90% 이상이 떠붙임 공법으로 시공되는 것으로 추정된다. 국내 90개 공동주택 단지의 욕실에서 발생한 타일 하자 발생 건수에 따르면 균열 153건, 파손 1,275건, 들뜸 719건 및 탈락 412건으로 조사되었다. 이 중 들뜸 및 탈락은 떠붙임 모르타르의 결함 원인으로 판단되며, 욕실에서 발생한 타일 하자의 약 44%에 해당된다. 이는 떠붙임 모르타르의 접착력 저하, 접착 면적 부족 및 떠붙임 모르타르의 건조수축 등을 원인으로 예상할 수 있다[4-9].

타일 떠붙임 모르타르는 배합비에 따라 접착력 및 강도에 영향을 받으며, 특히 배합비에 따른 작업성의 차이가 접착 면적에 영향을 미칠 것으로 예상된다. 따라서 본 연구에서는 타일 하자를 떠붙임 모르타르의 재료적 측면으로 제한하여 검토하였다. 이를 위해 동일한 시공조건에서 떠붙임 모르타르 배합비(시멘트 : 잔골재 질량 비율)에 따른 모르타르의 품질 특성과 부착성능, 시공자의 관능 평가에 의한 작업성능을 검토하여 타일 하자에 대한 기초적인 자료를 제시하고자 한다.

2. 실험계획 및 방법

2.1 실험계획

기성제품의 경우 시멘트 : 잔골재의 질량 비율은 제조사마다 차이가 있으며, 잔골재의 종류, 입도 및 수급상태에 따라라도 차이가 발생한다. 건조 시멘트 모르타르의 구성 재료 중 시멘트+잔골재는 90% 이상으로 가장 큰 부분을 차지하며, 시멘트 : 잔골재의 혼합비율은 건조 시멘트 모르타르 품질의 가장 큰 영향 요인으로 판단된다. 따라서 본 논문에서는 주재료인 시멘트 : 잔골재의 최적 혼합비율의 도출을 목적으로 실험계획하였다.

타일 떠붙임 건조 시멘트 모르타르(dry cement mortar, DM)의 배합비인 시멘트 : 잔골재(본 논문에서는 잔골재비 S/C로 표현)의 질량 비율에 따른 품질 특성 및

시공성 관능 평가를 위한 실험계획은 Table 1과 같다. 즉, 실험요인으로 시멘트와 건조 모래를 질량 비율에 따라 혼합하는 것으로 시멘트 질량 대비 모래의 비율 (S/C)을 3, 4, 5, 6 및 7의 5수준으로 실험 계획하였다. 배합사항으로 목표 플로는 타일 떠붙임 시공 작업자의 의견을 반영하여 타일 떠붙임 시공에 적합한 200mm로 하고, 이를 만족시키는 W/DM으로 배합을 실시하였다.

실험사항으로 굳지 않은 모르타르에서는 플로우 모르타르 부착량 및 타일 부착하중을 측정하고, 경화 모르타르에서는 압축 및 부착강도를 측정하였다. 또한, 타일 떠붙임 모르타르의 S/C에 따른 타일 떠붙임 시공을 실시하여 시공성에 대한 관능 평가를 계획하였다.

2.2 사용재료

본 연구에서 시멘트에 대한 잔골재의 질량 비율(S/C)에 따른 모르타르 제조를 위해 사용한 시멘트 및 건조 모래는 국내 A사의 보통 포틀랜드 시멘트와 건조 모래를 사용하였으며, 혼합수는 일반 상수도를 사용하였다.

Table 1. Experimental plan

W/DM [*] (%)	Target flow (mm)	S/C (by mass)	Unit mass (kg/ton)		Tests
			Cement (C)	Sand (S)	
Depending on the target flow	200	3	250	750	· Flow
		4	200	800	· Adhered mortar weight
		5	167	833	· Tile adhesive weight
		6	143	857	· Compressive strength (1, 3, 7, 28 days)
		7	125	875	· Adhesive strength (3, 7, 28 days)
					· Sensory evaluation of constructivity

* W/DM is similar with water-to-cement ratio but using dry cement mortar instead of cement powder.

** W/DM was vary for satisfying the target flow (200mm).

Table 2. Physical properties of tile

Tests	Type of tile	Size (mm)	Thickness (mm)	Absorption rate (%)	
Quality	Adhered mortar weight	Ceramic Porcelain	150×150 100×100	7.5 8.0	13.3 3.02
	Adhesive strength	Porcelain	47×47	6.0	0.51
Sensual evaluation of constructivity	Ceramic	600×300	9.0	13.5	
		400×200	8.7	15.7	

Table 3. Mix design of substrate concrete

W/B (%)	W (kg/m ³)	S/a (%)	unit weight (kg/m ³)				
			C	W	S	G	AD
50	169	48.9	338	169	877	924	2.4

또한, 타일 떠붙임 모르타르의 품질시험 및 시공성 관능 평가에 사용한 타일은 국내산 제품을 사용하였고, 그 물리 성능은 Table 2와 같다. 이때, 타일의 품질시험 및 관능 평가에 사용한 바탕 콘크리트는 A사의 25-24-150 규격으로 그 배합사항은 Table 3과 같고, Figure 1과 같이 바탕 콘크리트를 제작하였다.

바탕 콘크리트는 공동주택에 주로 사용하는 레미콘 배합을 표준으로 하였으며, 타설 후 흡손으로 일정하게 마감하고, 28일간 양생하여 실제 강도, 마감 및 건조 상태를 동일한 조건으로 상정하였다.



(a) preparing substrate concrete (b) setting substrate concrete

Figure 1. Preparing and setting of substrate concrete

2.3 실험방법

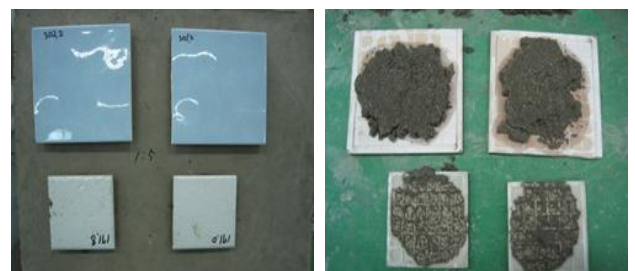
본 연구의 실험방법으로 모르타르의 혼합은 KS L 5220에 의거하여 실시하였고, 굳지 않은 모르타르의 시험으로 플로는 KS L 5111[10]에서 규정하고 있는 모르타르 플로 콘을 사용하였다. 목표 플로를 만족하도록 타일 떠붙임 모르타르에 혼입하는 혼합수량(W/DM)을 조정하여 실시하였다.

모르타르 부착량 시험은 타일 떠붙임 시공 후 모르타르의 부착성능에 대한 간이평가 방법이다. 타일 떠붙임 모르타르를 적정 시공 반죽으로 혼합한 후 실제 시공과 동일한 조건으로 타일에 일정량의 모르타르를 떠올려 바탕 콘크리트에 붙인 후 10분이 경과한 시점에서 타일을 떼어내어 타일 배면에 붙어있는 모르타르의 질량을 측정하였다(Figure 2 참조).

타일 부착하중 시험은 타일 떠붙임 후 타일의 바탕면 고정성능에 대한 간이평가 방법이다. 타일 떠붙임 모르타르

를 적정 시공 반죽으로 혼합한 후 실제 시공과 동일한 조건으로 타일에 일정량의 모르타르를 떠올려 바탕 콘크리트에 붙인 후 Figure 3과 같이 하나의 시편 무게가 200g인 추로 하중을 가하였다. 이때 콘크리트 바탕면에서 타일이 탈락하는 시점의 하중을 측정하였다.

경화 모르타르의 압축강도는 KS L ISO 679[11]에 의거하여 측정하였고, 부착강도는 KS F 4937[12]에 의거하여 바탕 콘크리트에 타일 떠붙임 모르타르를 올린 후 47mm×47mm의 자기질 타일을 붙인 후 타일 부착시험기로 떼어내어 측정하였다(Figure 4 참조).



(a) direct setting of tile (b) removed tile

Figure 2. Schematic process of adhered mortar weight test



(a) loading after tile direct setting (b) tile removing

Figure 3. Schematic process of tile adhesive weight test



Figure 4. Adhesive strength test



Figure 5. Sensual evaluation of tile direct setting constructivity

타일 떠붙임 모르타르의 시공성에 대한 관능 평가는 타일 시공 작업자들이 요구하는 성능인 「초기 부착성」, 「처짐 저항성」, 「마감 조정성」을 지표로 작업자의 의견을 반영한 것이다. 관능 평가자는 건축 시공 기능장인 타일 떠붙임 시공 숙련자이며, S/C 질량 비율로 프리믹스한 타일 떠붙임 모르타르를 적당한 반죽질기로 혼합한 후 타일 배면에 떠올린 다음 바탕 콘크리트에 수직으로 눌러 붙이는 방식으로 실제 시공과 동일한 조건으로 실시하였다(Figure 5 참조).

이때, 관능 평가지표로 설정된 항목으로 초기 부착성은 시공 직후 떠붙임 모르타르가 바탕 콘크리트 및 타일에서 쉽게 탈락하지 않고, 양호하게 부착되어 있는지 평가한 것이다. 처짐 저항성은 타일의 자중에 의한 처짐 발생 여부를 평가한 것이고, 마감 조정성은 타일 부착 후 위치 조정에 대한 작업성을 평가한 것이다. 이러한 관능 평가에 대한 부정적인 의견은 작업자가 타일을 오래 붙들고 있어야 하는 문제로 시공성이 저하된다고 볼 수 있다. 또한, 시공성에 대한 관능 평가 후 1시간이 경과한 다음 타일을 부착면과 수직방향으로 균등한 힘으로 떼어낸 후 타일 배면에 부착된 모르타르 질량(모르타르 부착량)을 측정하여 타일 탈락 성상을 관찰하고, 타일 시공의 양부와 함께 타일의 모르타르 계면 탈락 또는 바탕면 계면 탈락 등에 대해 평가하였다.

3. 실험결과 및 분석

3.1 굳지 않은 모르타르의 특성

Figure 6은 타일 떠붙임 모르타르의 시멘트에 대한 잔골재의 질량 비율인 S/C에 따른 플로 및 목표 플로를 만족하는 혼합수량(W/DM)을 나타낸 것이다. 먼저, 타일떠붙임 모르타르의 S/C에 따른 플로는 W/DM 조정을 통해 모두

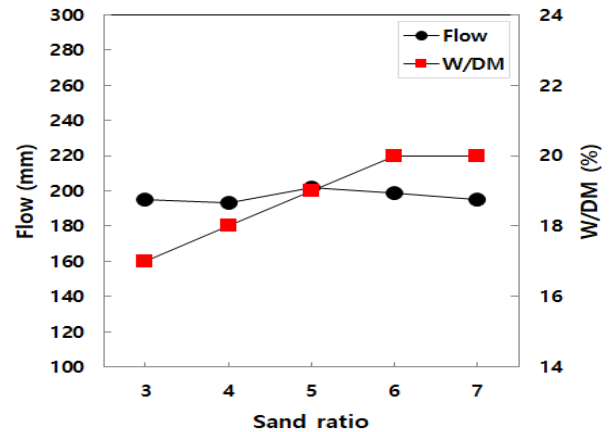


Figure 6. Influence of S/C (sand ratio) on flow and W/DM

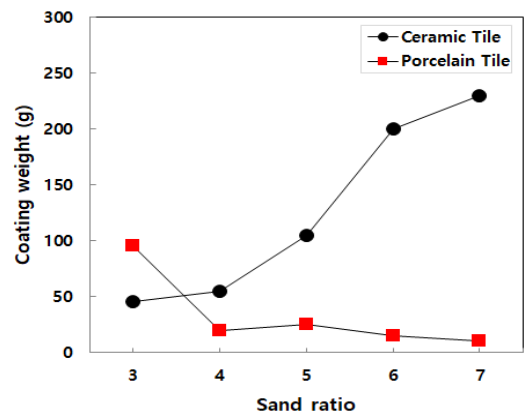


Figure 7. Influence of S/C (sand ratio) on adhered mortar weight depending on tile type

타일 떠붙임 시공에 적합한 목표 플로를 만족하였다. 이때, S/C에 따른 목표 플로를 만족하는 W/DM은 S/C가 작을수록, 즉 시멘트량이 많을수록 점성에 의해 작업성이 증가하여 W/DM이 작은 것을 알 수 있고, S/C 5 이상에서는 잔골재의 질량 비율에 따른 유동성(작업성)의 큰 차이 없이 W/DM 20% 범위에서 목표 플로 200mm를 만족하는 것으로 나타났다.

Figure 7은 타일 떠붙임 모르타르의 타일 종류별 S/C에 따른 모르타르 부착량을 나타낸 것이다. 모르타르 부착량은 타일 떠붙임 시공 시 작업자들이 느끼는 초기 부착성과 경화 후 타일-모르타르 계면 탈락과 관련한 간이평가 방법을 제안한 것으로 모르타르 부착량이 많으면 타일과의 초기 부착성이 양호하고, 타일-모르타르 계면 탈락 가능성이 작은 것을 의미하며, 모르타르 부착량이 적으면 타일과의 초기 부착성이 저하하여 타일-모르타르 계면 탈락 가능성

이 높은 것으로 평가하였다.

모르타르 부착량 시험결과 도기질 타일의 경우는 S/C 비율이 클수록 타일 배면에 부착되는 모르타르 부착량이 증가하였고, 특히 S/C가 5 이상에서 크게 증가하는 것으로 나타났다. 이는 도기질 타일의 흡수율이 크기 때문에 S/C가 클수록 타일 떠붙임 모르타르의 페이스트 수분이 도기질 타일로 흡착되어 타일과의 초기 부착량이 크게 나타난 것으로 사료된다. 반면, S/C가 작은 경우는 시멘트량이 상대적으로 많아 점성 증가에 의해 타일 떠붙임 모르타르의 보수성이 높아져 도기질 타일 쪽으로 수분 전달이 원활히 전달되지 않아 부착량이 작게 나타난 것으로 사료된다. 따라서 본 연구에서 타일 떠붙임 모르타르의 초기 부착성을 확보하기 위해서는 S/C 5 이상으로 하는 것이 바람직한 것으로 사료된다.

반면, 자기질 타일은 도기질 타일과 모르타르 부착량이 반대 경향을 보이고 있다. 이는 자기질 타일의 경우 도기질 타일보다 흡수율이 상대적으로 작기 때문에 타일과의 부착력을 증진시키기 위해서는 시멘트량 증가에 의한 점성 증가가 필요하고, 이를 위해서는 빈배합으로 보수성이 작은 타일 떠붙임 공법보다 타일 본드 등 유기질 접착제를 사용한 접착 또는 밀착공법과 같은 압착공법이 바람직한 시공 방법으로 사료된다.

Figure 8은 타일 떠붙임 모르타르의 S/C에 따른 타일 부착하중 시험결과를 나타낸 것이다. 타일 부착하중은 타일 떠붙임 시공 시 작업자들이 느끼는 처짐 저항성과 경화 후 타일이 콘크리트 바탕에서의 탈락과 관련한 간이평가 방법을 제안한 것이다. 즉, 타일 부착하중이 크면 처짐 저항성이 우수하고, 타일 떠붙임 모르타르가 콘크리트 바탕면과의 부착성이 좋아 경화 후 타일의 바탕면 탈락 가능성이 작은 것이고, 반대로 타일 부착 하중이 작으면 처짐 저항성이 좋지 않으면서 경화 후 타일이 바탕면에서의 탈락 가능성이 높은 것으로 평가하였다.

시험결과 타일 떠붙임 모르타르의 S/C에 따른 타일 부착하중은 S/C가 클수록 저하하는 경향으로 나타났다.

이는 Figure 7의 모르타르 부착량과 반대 경향으로 타일 떠붙임 모르타르의 시공은 콘크리트 바탕과 타일의 부착 성상이 서로 다른 것을 알 수 있다. 따라서 타일과 모르타르 계면 및 모르타르와 바탕 콘크리트의 계면 부착 특성을 이해하고, 적절한 타일 떠붙임 모르타르의 시공방법을 모색하는 것이 중요하다고 사료된다.

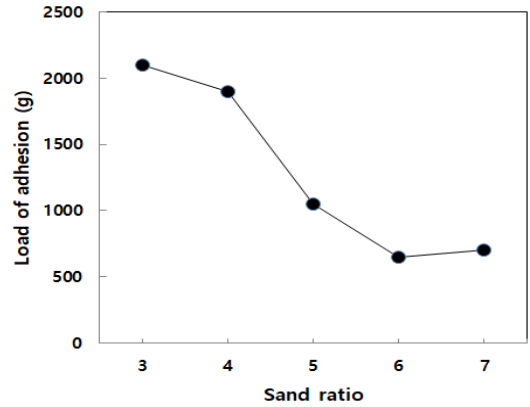


Figure 8. Influence of S/C (sand ratio) on adhered mortar weight

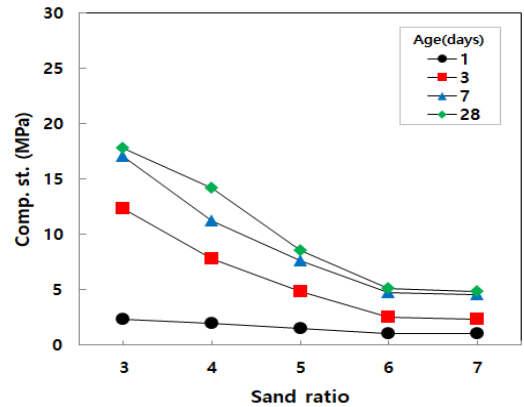


Figure 9. Influence of S/C (sand ratio) on compressive strength depending on age

즉, 타일 떠붙임 모르타르를 사용하여 시공하는 타일은 주로 도기질 타일로 흡수율이 크기 때문에 시공 후 타일이 타일 떠붙임 모르타르 계면에서의 탈락을 방지하기 위해서는 S/C가 5 이상인 배합으로 수분 이동이 자유로운 보수성이 작은 배합이 효과적이다. 반면, 경화 후 콘크리트 바탕에서의 타일 탈락을 방지하기 위해서는 S/C가 5 이하로 시멘트량이 많은 부배합으로 점성이 크고, 보수성이 큰 배합으로 하는 것이 바람직한 것으로 사료된다.

타일 떠붙임 시공은 바탕면에 따라 서로 다른 부착 특성을 가지고 있기 때문에 타일 탈락의 하자를 방지하기 위해서는 이러한 특성을 이해하고, 적절히 시공할 수 있는 시공의 경험과 숙련이 무엇보다 중요하다고 사료된다.

3.2 경화 모르타르의 특성

Figure 9는 타일 떠붙임 모르타르의 S/C에 따른 재령별

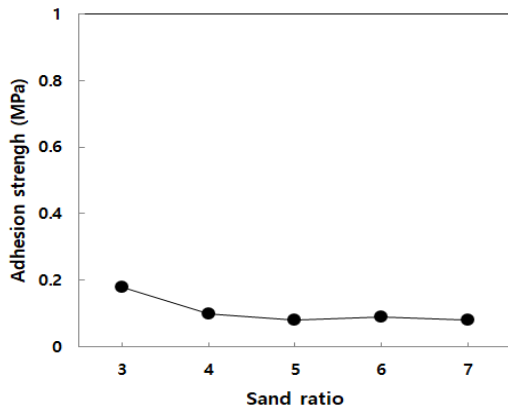


Figure 10. Influence of S/C (sand ratio) on adhesive strength at 7 day

압축강도를 나타낸 것이다. 타일 떠붙임 모르타르의 S/C에 따른 압축강도는 S/C가 클수록 시멘트량의 감소로 저하하고 재령이 증가할수록 증가하는 일반적인 경향을 확인할 수 있다.

Figure 10은 타일 떠붙임 모르타르의 S/C에 따른 재령 7일의 부착강도를 나타낸 것이다. 타일 떠붙임 모르타르의 S/C에 따른 부착강도는 S/C가 클수록 저하하는 경향이거나, 전체적으로 재령 7일에서는 0.2 MPa 이하로 낮은 부착강도를 나타내고 있다.

이는 KS의 부착강도 시험 방법의 경우 Figure 4와 같이 S/C에 따라 반죽한 모르타르를 바탕 콘크리트에 떨어린 후 자기질(47mm×47mm) 타일을 붙이고, 부착강도 시험기로 타일을 떼어내어 부착강도를 구하는 방식으로 실무 타일 떠붙임과 달리 바탕면에 먼저 모르타르를 올리고 타일을 붙인 점과 실무 타일 떠붙임 시공은 일반적으로 도기질 타일을 사용하나, KS의 시험방법에서는 흡수율이 작은 자기질 타일을 사용한 부분 등 시험에 오류가 발생하여 부착강도가 작게 나타났다. 또한, 재령 7일 이후는 타일이 탈락하는 등의 문제로 부착강도를 측정할 수 없었다. 향후 타일 떠붙임 모르타르의 부착강도는 이러한 점 등을 고려하여 실무 타일 떠붙임 공법에 적합한 부착강도 측정 방법의 표준화가 필요한 것으로 사료된다.

Figure 11은 타일 떠붙임 모르타르의 S/C에 따른 시공성에 관한 관능 평가 후 재령별 부착강도를 측정하는 것이다. 타일 떠붙임 모르타르의 S/C에 따른 관능 평가 후 부착강도는 재령이 증가할수록 증가하고, S/C 5까지는 압축강도와 같은 증가 경향을 보였으나, S/C 5를 기준으로 그 이하

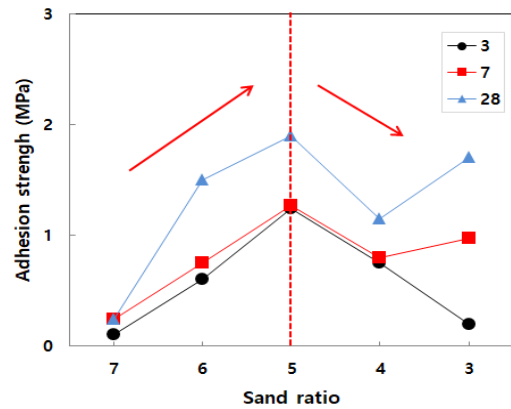


Figure 11. Influence of S/C (sand ratio) on adhesive strength after the sensual evaluation

에서는 시멘트량이 상대적으로 많아지는 배합으로 부착강도가 압축강도와 달리 저하하는 경향을 보이고 있다.

이는 타일의 모르타르 부착량과 관련하여 타일의 모르타르 부착량이 상대적으로 적어지는 구간으로, S/C가 작은 경우는 시멘트량 증가에 의한 점성 증가로 타일 떠붙임 모르타르의 보수성이 커서 도기질 타일 쪽으로 수분이 원활히 전달되지 않아 타일의 모르타르 부착량이 적게 되고, 부착강도가 저하한 것으로 사료된다.

최근 타일 공사는 타일 종류의 다양화와 함께 타일이 대형화 및 중량화됨에 따라 바탕면과의 처짐 저항성과 관련하여 부착하중이 중요해지고 있다. 이를 위해 부착력 증진을 위한 배합으로 타일 떠붙임 모르타르의 배합을 조정할 경우는 타일 부착량의 저하 및 부착강도의 저하 인한 타일-모르타르 계면의 탈락 우려가 예상되기 때문에 바탕면과의 부착하중 및 타일과의 부착량에 대한 상반된 특성을 이해하여 적절한 배합은 시공하는 것이 중요하다고 사료된다.

3.3 시공성 관능 평가

타일 떠붙임 모르타르의 S/C에 따른 관능 평가 결과 S/C 6 이상은 시멘트보다 잔골재의 비율이 상대적으로 많은 빈배합으로 혼합 시 잔골재가 많아 사각사각한 느낌이 들고, 마감 조정성이 불량하며, 처짐이 발생하여 시공의 어려움을 느끼는 것으로 관능 평가하였다. 또한, 떠붙임 시공 시 점성 저하로 인해 모르타르가 탈락하는 현상이 발생하였다. 떠붙임 시공에 대한 관능 평가 후 일정 시간이 경과하여 타일을 떼어내어 관찰한 타일 탈락 성상에서는 타일 배면에 모르타르가 대부분 부착되어 있고, 타일 탈락 성상

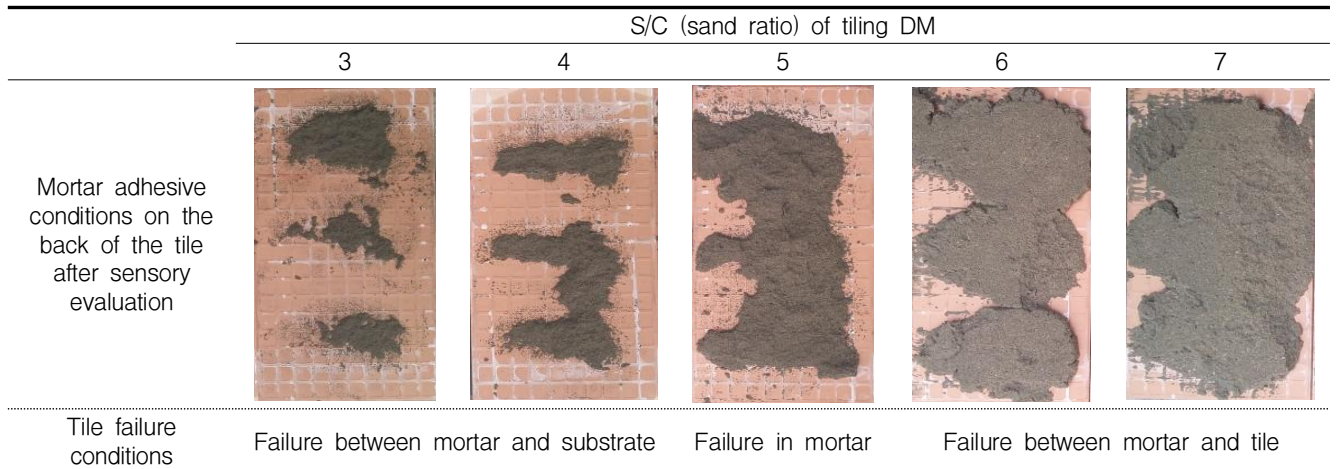


Figure 12. Influence of C:S ratio on tile failure conditions

은 바탕면-모르타르 계면 탈락 형태를 보이는 것으로 나타났다(Figure 12 참조).

타일 떠붙임 모르타르의 S/C 6 이상은 관능 평가 결과 타일 시공 시 타일과의 초기 부착성은 좋으나, 마감 조정성이 불량하고, 바탕면에서의 처짐이 발생하였다. 이는 바탕면-모르타르 계면 탈락 우려가 있으므로 이에 대한 주의가 필요한 것으로 사료된다. 타일 떠붙임 모르타르의 S/C 5 전후에서는 초기 부착성 및 마감 조정성이 우수한 것으로 평가하였고, 타일 탈락 성상도 타일 배면에 적당량의 모르타르가 부착되어 떠붙임 모르타르를 물고 떨어지는(모르타르 층 탈락) 양호한 시공성으로 평가되었다.

본 연구에서는 타일 떠붙임 모르타르의 S/C 5 전후로 관리하여 시공하는 것이 초기 부착성 및 마감 조정성이 우수하고, 시공 후 타일의 계면 탈락 우려가 없는 양호한 시공성을 확보할 수 있는 것으로 관능 평가되었다. 한편, 타일 떠붙임 모르타르의 S/C 4 이하로 시멘트 비율이 큰 부배합에서는 초기 부착성이 저하하고, 마감 조정성은 양호하나 바탕면과의 처짐이 발생하여 타일을 오래 붙들고 있어야 하는 문제로 시공성이 저하한다고 평가하였다. 타일 탈락 성상은 타일 배면의 부착량이 현저하게 적고, 타일 탈락 성상도 타일-모르타르 계면 탈락 형태로 나타나, 시공 후 타일의 부착강도 저하와 함께 모르타르 계면에서 탈락할 우려가 큰 것으로 사료된다.

이상의 시공성에 대한 관능 평가를 종합하면 타일 떠붙임 모르타르의 S/C 6 이상은 도기질 타일과의 초기 부착성은 우수하나, 마감 조정성이 불량하고, 바탕면에서의 처짐 발생과 함께 바탕면-모르타르 계면 탈락 우려가 있다.

또한, S/C 4 이하는 마감 조정성은 좋으나, 초기 부착성이 저하하고, 바탕면에서 점성에 의한 처짐 등으로 시공성이 저하하며, 부착강도가 저하하여 타일과 모르타르의 계면 탈락 우려가 있는 것으로 관능 평가되었다. 결과적으로 본 연구 범위에서 타일 떠붙임 모르타르는 S/C 5 전후일 때 시공성에 대한 관능 평가 결과 가장 적절한 비율로 평가되었다.

4. 결 론

타일 하지는 균열, 파손, 들뜸 및 탈락 등 다양한 사례가 발생하고 있음에도 그 원인을 시공 재료적 결함으로 구분하는 것에 어려움이 따른다. 본 연구에서는 기초적 단계로 타일 하지를 재료적 측면으로 제한하여 검토하였다. 이를 위해 떠붙임 모르타르의 시멘트 : 잔골재의 질량 비율에 따른 품질 특성 및 시공성에 대한 평가를 실시하였으며, 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

- 1) 타일 떠붙임 모르타르의 시멘트 대비 잔골재의 질량 비율인 S/C에 따른 플로는 혼합수량(W/DM) 조정을 통해 모두 목표 플로를 만족하였다. 이때, S/C가 작은 부배합일수록 목표 플로 만족을 위한 W/DM은 작게 나타났고, S/C 5 이상에서는 S/C에 따른 유동성에 큰 차이 없이 혼합수량(W/DM) 20%에서 모두 목표 플로 200mm를 만족하였다.
- 2) S/C에 따른 도기질 타일에 대한 모르타르 부착량은 S/C가 클수록 증가하였고, S/C가 작은 부배합에서는 시멘트량 증가에 의한 점성 증가로 보수성이 높아져

도기질 타일쪽으로 수분 전달이 원활히 전달되지 않아 부착량이 작게 나타났다. 자기질 타일의 경우 이와 반대의 경향을 나타내었는데, 이는 흡수율이 적은 자기질 타일의 특성에 기인한 것으로 판단된다.

- 3) S/C에 따른 바탕 콘크리트와의 부착하중은 모르타르 부착량 결과와 반대로 나타나 타일 떠붙임 시공 시 콘크리트 바탕면과 타일면의 부착 성상이 서로 다른 것을 알 수 있었다. 따라서 타일과 모르타르 계면 및 모르타르와 바탕 콘크리트의 계면 부착 특성을 이해하고, 적절한 시공 방법으로 타일을 시공하는 것이 중요한 것으로 사료된다.
- 4) 압축강도는 S/C가 작을수록 저하하고, 재령이 증가할수록 증가하는 일반적인 경향으로 나타났다.
- 5) S/C에 따른 관능 평가 후 부착강도는 S/C 5까지는 압축강도와 같이 증가하는 경향이었으나, S/C 5를 기준으로 그 이하에서는 시멘트량 증가에 의한 점성 증가로 보수성이 커서 타일 부착량의 저하와 함께 부착강도가 저하하는 경향을 보였다.
- 6) S/C에 따른 관능 평가 결과 S/C 6 이상은 혼합 시 잔골재가 많아 혼합 및 시공 시 사각사각하는 느낌이 들고, 마감 조정성이 불량하며, 처짐이 발생하여 시공의 어려움을 느끼는 것으로 평가되었다. 반면, S/C 4 이하로 시멘트 비율이 큰 배합에서는 초기 부착성이 저하하고, 마감성은 양호하나 바탕면과의 처짐이 발생하여 타일을 오래 붙들고 있어야 하는 문제로 시공성이 저하하는 것으로 평가하였다.
- 7) S/C 5 전후에서는 초기 부착성 및 마감 조정성이 우수한 것으로 평가하였고, 타일 탈락 성상도 타일 배면에 적당량의 모르타르가 부착되어 떠붙임 모르타르를 물고 떨어지는(모르타르 층 탈락) 양호한 시공성으로 평가되었다.

이상을 종합하면 타일 떠붙임 모르타르의 품질시험 및 시공성에 대한 관능 평가 결과 타일 떠붙임 모르타르의 시멘트 : 잔골재의 혼합 비율은 5 전후가 가장 적절한 혼합 비율로 평가되었다. 그러나 본 논문에서 제시하는 시멘트 : 잔골재의 혼합 비율이 모든 조건에서 최적의 비율은 아니며, 타일 종류, 잔골재 상태, 바탕 콘크리트 및 시공환경 등에 따라 최적 배합비는 변경될 수 있다. 타일 하지는 복합적인 원인으로 발생하는 것으로 추가적인 연구를 통해 배합비를 포함한 다양한 요인에 따른 종합적인 분석이 필요하다.

요 약

본 연구는 타일 떠붙임 시멘트 모르타르의 시멘트 : 잔골재의 혼합 비율인 모르타르 배합비에 따른 품질 특성 및 시공성에 대한 관능 평가를 실시한 것이다. 즉, 타일 시공 후 타일 탈락 하자과 관련한 타일 부착량 및 바탕 부착 하중 시험을 통해 타일 떠붙임 시공 시 콘크리트 바탕면과 타일면의 부착 성상이 서로 다른 것을 알 수 있었다. 또한, 시공성에 관한 관능 평가 결과 타일 떠붙임 모르타르의 시멘트에 대한 잔골재의 질량 비율인 S/C 6 이상은 도기질 타일과의 초기 부착성은 우수하나, 마감 조정성이 불량하고, 바탕면에서 처짐 발생 우려가 있다. 반면, S/C 4 이하는 마감 조정성은 좋으나, 초기 부착성이 저하하고, 바탕면에서 점성에 의한 처짐 등으로 시공성이 저하하며, 부착강도가 저하하여 타일과 모르타르의 계면 탈락 우려가 있는 것으로 평가되었다. 따라서 도기질 타일용 타일 떠붙임 모르타르의 우수한 품질 및 시공성을 확보하기 위해서는 S/C 5 전후가 가장 적절한 혼합 비율로 평가되었다.

키워드 : 타일 시공, 타일 떠붙임 모르타르, 모르타르 부착량, 타일 부착 하중, 시공성 관능 평가, 부착강도

Funding

Not applicable

ORCID

In-Seung Hwang, <http://orcid/0000-0003-4777-4970>

Tae-Kyoung Ki, <http://orcid/0000-0002-1850-1001>

Dong-Yeop Han, <http://orcid/0000-0003-0918-0530>

Sang-Kyun Noh, <http://orcid/0000-0003-1608-6518>

References

1. Jung SG, Kang BH, Kang SJ, Ko SS, Kwak KS, Kong MH, Kim SJ, Kim YG, Kim WJ, Kim YS, Kim CS, So SY, Park BK, An JC, Song H, Oh SG, Jang GH, Lee YD, Jeon CY, Lim NG, Jung GS, Jung JY, Jung YS, Choi SG, Jung EG, Han DH, Jung TH. Construction construction finishing part. Seoul: Kimoondang; 2008. p. 9-36.
2. Kim YS, Park MS, Beak GS, Choi SY. Experimental study on countermeasures against tile side damage. Busan (Korea):

-
- Busan National University; 2008 May. p. 13-20.
3. KS L 5220. Dry ready mixed cement mortar. Korea Agency for Technology and Standards. 2018. 12 p.
 4. Sin SJ, Lee HJ, Kim MS, Kim GH, Han MC, Han CG. Investigation on the causes of floor tile rise in winter - Focused on the case of Mr. H's house. Proceeding of Korea Concrete Institute; 2019 May 8-10; Jeju, Korea. Seoul (Korea): Korea Concrete Institute; 2019. p. 477-8.
 5. Choi NH, Kim SH, Kim UJ. Effects of substrate type on adhesion strength of cementitious tile adhesive. Proceeding of Korea Concrete Institute; 2010 May 6-7; Daejeon, Korea. Seoul (Korea): Korea Concrete Institute; 2010. p. 325-6.
 6. Pyeon SJ, Kim JH, Lee SK, Hwang EC, Kim GY, Nam JS. Reviewing the improvement through the case study of the built-in tiles. Proceeding of Korea Institute of Building Construction; 2019 May 15-17; Yeosu, Korea. Seoul (Korea); Korea Institute of Building Construction; 2019. p. 145-6.
 7. Jung GT, Kim BS, Lee JH, Song JY, Oh SK. A study on the non-destructive investigation method of tile defect in the bathroom. Proceeding of Korea Institute of Building Construction; 2017 Nov 9-10; Busan, Korea. Seoul (Korea); Korea Institute of Building Construction; 2017. p. 209-10.
 8. Kim BS, Seo HJ, Choi EG, Lee JH, Song JY, Oh SG. Bond strength test according to height of foot of tile. Proceeding of Korea Institute of Building Construction; 2018 May 16-18; Jeju, Korea. Seoul (Korea); Korea Institute of Building Construction; 2018. p. 283-4.
 9. Ju JE, Kwon BJ, Jeong HJ, Choi NW. A study on the physical properties of tile cement mortar containing calcium nitrate. Proceeding of Korea Concrete Institute; 2018 May 2-4; Changwon, Korea. Seoul (Korea): Korea Concrete Institute; 2018. p. 381-2.
 10. KSL 5111. Flow table for use in tests of hydraulic cement. Korea Agency for Technology and Standards. 2017. 12 p.
 11. KS L ISO 679. Methods of testing cements - Determination of strength. Korea Agency for Technology and Standards. 2006. 19 p.
 12. KS F 4937. Surface finishing material for parking slab. Korea Agency for Technology and Standards. 2019. 21 p.