

수지매트를 이용한 바닥타일 건식공법 시스템에 관한 연구

The Study on the Dry Floor Tile Unit System used Resin Mat

김 성 식*	임 남 기**	정 병 훈***	정 재 영****	정 상 진*****
Kim, Sung-Sik	Lee, Nam-Ki	Jung, Byung-hun	Chung, J.Young	Jung, Sang-Jin

Abstract

The purpose of this study is the development of practical Dry floor tile unit method that settle the defect of a wet method and designed for resin mat. With use of PE resin which is confirmed the basic property, it is developed that resin mat, joint-sealing compound with fixed form and remain space management to Dry floor tile unit method.

The result of this study is below.

- 1) To acquire above the 4kgf/cm² - construction specification criterion, the bonding space that between resin mat and tile has to occupy the 50% of resin mat module space(10,000cm²).
- 2) Criteria of bonding part plane is below.
simplicity of metal form, productivity, uniform quality after injection molding cooling, easy cutting for remain space management, adhesive property, construction ability, transformation of a severed piece under pressure and so on.
- 3) To get the shape that could protect the interfacial breakdown, it is designed that resin mat and tile are unified after the bond input.
- 4) Adapted joint-sealing compound is the material of urethane kinds with wedge form.
Resin mat has the water passageway that could drain the water.
- 5) To manage the severed piece of tile, the resin mat is likely to divide the half and the quarter and the plastic drainage is developed in the severed piece.

1. 서 론

1.1 연구배경 및 목적

최근의 건설환경은 건축물이 대형화, 고층화, 거대화, 다양화, 복잡화되고 있으며, 이들 건축물에 사용되는 각종 재료 및 공법 또한 건설환경의 변화에 의해 건식화 및 조립화의 추세가 증가되고 있다. 또한, 최근 건설업계의 당면과제는 크게 3가지로, 첫째는 각종 자원인 4M(Man, Material, Money, Machine)의 투입을 최소화시켜 원가절감을 시키는 것이고, 둘째는 품질을 확보하는 것이며, 셋째는 부족한 숙련공 수를 극복하고자 마숙련공에 의해서도 소량의 품질을 만족하는 건축물의 시공이 가능한 공법을 개선 및 개발하는 것이다.

본 연구는 습식공법의 문제점이 개선된 건식 바닥타일공법의 유니트 구성에 필요한 수지매트 설계를 통하여 실용화가 가능한 건식 바닥타일공법의 개발을 그 목적으로 한다.

건식 바닥 타일공법이란 기존의 붙임 재료인 모르타 등의 습식 접착제를 사용하지 않고 별도의 유니트화

된 조립식 건식자재를 사용하는 공법이다.

본 공법의 기본 유니트 구성에서 표면마무리는 내구성, 미관성, 보수성 및 내마모성에 뛰어난 타일을 사용하고, 하자·보수 시 쉽게 타일 유니트를 뗄 수 있으며 또 하자보수 후 동일 타일 유니트를 재 이용할 수 있도록 특별히 디자인된 수지매트를 사용하여 수지매트와 타일을 유기질 접착제로 일체화시켜 하나의 유니트로 구성하여 현장에서 간단히 조립할 수 있게 하였다.

1.2 연구내용 및 범위

기 발표된¹⁾ 건식 바닥타일공법의 기본 유니트에 대한 접착강도, 내수성, 내약품성, 내충격성, 동결융해 실험에서 기본적인 성능이 확인된 PE수지를 이용하여 본 공법에 적용 가능한 수지 매트와 정형줄눈재, 자투리 처리 방법을 개발하고자 하였다.

2. 수지매트 설계

기존의 습식공법을 지양하고, 공장 대량생산 및 규격화로 품질향상, 공기단축, 시공의 편리성을 기대할 수 있는 건식 바닥타일공법 개발을 위해 본 공법의 주재료로 사용될 수지매트를 실물 제작하였으며, 이에 앞서

1) 김성식의 2인, 건식 바닥타일공법 개발에 관한 기초적 연구, 대한건축학회 논문집, 2001년 2월호

* 정회원, 대흥 ENG 건축사사무소, 공학박사
 ** 정회원, 동명정보대학교 건축공학과 교수, 공학박사
 *** 정회원, 부천대 건축과 교수
 **** 정회원, 한남대학교 건축·토목환경공학부 교수
 ***** 정회원, 단국대 건축공학부 교수, 공학박사

수지 매트와 접착제 투입부의 형태 및 하부의 받침 형태에 대해 여러 가지모양의 수지매트를 설계하였다.

수지매트는 타일과 접착제로 일체화되어 하나의 유니트로 구성되고 각각의 유니트를 연결하면서 습식공법의 고름 모르터와 같은 바탕재 역할을 한다. 따라서, 수지 매트는 기본적으로 유니트의 조립, 연결이 간편하여 기능공이 아니라도 시공이 가능하여야 하고, 상부의 하중을 하부의 구체 바닥에 고르고 정확히 전달해 주는 역할을 해야한다.

또한, 수지매트의 기본 치수는 건축물의 설계시 규격의 표준으로 적용되는 MC(Modular Coordination)의 기본 치수인 100mm를 기준으로 하면서, 현재 시중에서 판매되고 있는 100mm×100mm, 200mm×200mm, 300mm×300mm 등 여러 크기의 타일이 모두 사용 가능하도록 기본 모듈을 100mm×100mm각으로 결정하였고, 두께는 8mm로 충격흡수와 보행감을 높이기 위해 2중 바닥방식으로 채택하였으며, 줄눈 사이로 침투된 표면수가 타일 마감면의 하부로 흘러서 배수구로 모일 수 있도록 고안하였다.

2.1 접착부의 설정과정

건식 바닥타일에 사용될 수지매트의 접착강도를 확보하기 위한 평면상의 접착부 형태는 여러 가지 형태를 이룰 수 있을 것으로 예상되어 상세 설계에 앞서 100mm×100mm각의 평면상에서 이룰 수 있는 형태를 그림 2.1과 같이 13가지로 고안하여 이들 형태에 대해 접착면적을 계산하였다. 또한, 금형의 제작, 자투리 처리를 위해 절단하여 사용하는 것이 가능하고, 제품의 생산 시 효과가 가장 높을 최적의 형태를 선정하기 위하여 금형 설계자와 협의한 후 최적 안을 선정하여 상세 설계를 하였다.

2.1.1 접착부의 평면형태 (안)

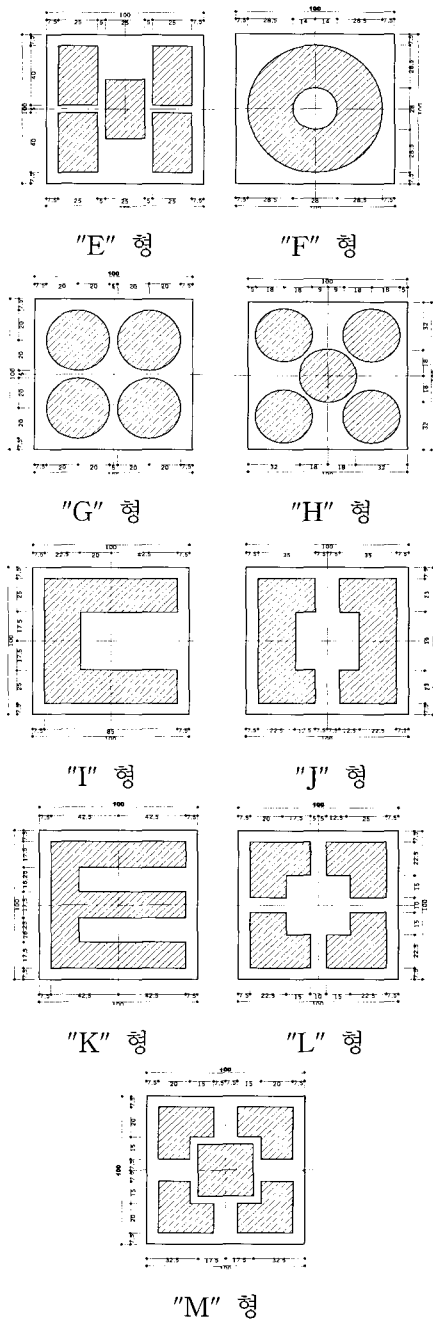
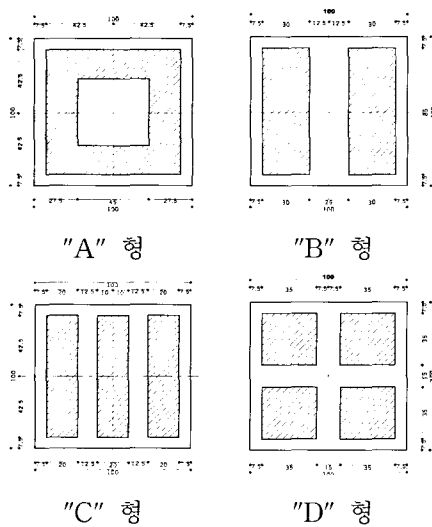


그림 2.1 수지매트의 접착부 형태

그림 2.1은 고안된 13가지의 수지매트 접착부 평면 형태를 도면화 한 것이고 각 평면의 외곽치수는 100mm×100mm각이며, 빗금이 칠해진 부분이 접착부이다. 기본적으로 13가지 수지매트의 접착부 형태를 검토한 결과 수지매트와 타일과의 접착강도를 확보하기 위한 접착부의 치수는 그림 2.1의 도면과 같고, 접착부의 면적 및 예상접착강도는 표 2.1과 같다.

2.1.2 접착부 형태 결정과정

위의 13가지 형태를 평가하기 위하여 금형 설계 전문가의 조언과 시공성을 고려하여 금형 제작의 용이성,

표 2.1 접착부 형태별 접착면적 및 예상 접착강도

도형 종류	접착면적 산출	접착면적 (cm ²)	PE 수지기준 접착강도 (kgf/cm ²)	수지매트 제작시 예상 접착강도 (kgf)
A	85×85 - 45×45	52.00	8.2	426.4
B	85×3×2	51.00	8.2	418.2
C	85×2×3	51.00	8.2	418.2
D	3.5×3.5×4	49.00	8.2	401.8
E	2.5×4×5	50.00	8.2	410.0
F	4.252×π - 1.42×π	50.56	8.2	414.6
G	22×π×4	50.17	8.2	411.4
H	1.752×π×5	50.87	8.2	417.1
I	8.52 - 3.5×6.2	50.55	8.2	414.5
J	85×2.3×2 + 1.25×2.3×4	50.60	8.2	414.9
K	1.75×8.5×4 - 1.752×3	50.31	8.2	412.5
L	3.752×4 - 1.222×4	50.29	8.2	414.4
M	3.52×5 - 1.52×4	52.25	8.2	428.5

* 예상 접착강도는 2000년 1월호 대한건축학회 논문집에 발표된 논문의 실험 결과에 의한 폴리에틸렌(PE)수지의 예상 접착강도 값임

* 접착면적은 소수 3째 자리에서 반올림한 값이고, 예상접착강도의 수치는 소수 2째 자리에서 반올림한 값임.

제품 생산성, 생산 후 냉각과정 시 품질변화, 자투리 타일의 시공이 가능한 절단에 의한 시공성 등을 평가하기 위하여 가중치평가법을 사용하였고 평가기준을 표 2.2와 같이 설정하여 평가한 결과는 표 2.3 같으며, 최종적으로 결정된 평면형태는 "D"형의 평면 형태로서

이를 기본형태로 하여 상세 설계를 하였다. 기본형태로 결정된 "D"형의 분석결과를 각 항목별로 보면 6가지 평가 항목의 17점 배점에서 제품의 생산성 부분만 중간결과를 도출하여 16점을 얻으므로 매우 우수하였다.

표 2.2 접착부 평면 형태별 평가기준

구분	평가내용	평가기준	점수
금형 제작의 용이성	A 금형의 모체를 가공시 1번의 가공 길이는? (길이가 길면 금형 제작시 별도의 공정이 필요함)	5cm미만	2
		5cm이상	1
	B 금형의 모체를 1차 절단후 별도의 마무리가 필요한가?	필요	1
		불필요	2
제품의 생산성	제품의 생산시 조각수가 몇 개로 나뉘는가? (제품의 조각수가 많을수록 조립시간에 영향)	6개	1
		4~5개	2
		2~3개	3
생산 후 제품의 품질변화	생산 후 냉각 과정시 변형 정도는? (제품의 작은 조각이 많을수록 변화가 적으므로 조각수로 결정)	1~2개	1
		3~4개	2
		5~6개	3
절단에 의한 시공성 및 접착성	자투리 처리를 위한 수지매트의 절단시 접착제 주입부 내에 있는 접착제가 흘러나가는 타일과 접착부의 접착이 안되어 접착력의 저하를 가져옴. (수지매트를 4조각으로 절단시 접착부 단면 절단 개수로 평가)	4개소	1
		3개소	2
		2개소	3
		1개소	4
		0개소	5
절단 조각에 외력 작용시 변형성	자투리 처리를 위해 절단하여 설치한 유닛의 상부에서 하중 작용하면 편심이 발생되는지의 여부로 평가	발생	1
		미발생	2

표 2.3 접착부 평면 형태별 분석

점수 / 평가기준

항 목		접착부 TYPE												
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
금형 제작 용이성	A (cm)	1 8.5	1 8.5	1 8.5	2 3.5	2 40	1 8.5	2 40	2 2.95	1 8.5	1 8.5	1 8.5	2 3.35	2 3.5
	B	1 Y	1 Y	1 Y	2 N	2 N	1 Y	2 N	2 N	1 Y	1 Y	1 Y	2 N	2 N
제품의 생산성		3 2	3 3	2 4	2 5	1 6	3 2	2 5	1 6	3 3	3 3	3 2	2 5	1 6
생산 후 품질 변화		1 2	2 3	2 4	3 5	3 6	1 2	3 5	3 6	1 2	2 3	1 2	3 5	3 6
절단에 의한 시공성 및 접착성		1 4	3 2	1 4	5 0	4 1	1 4	5 0	3 2	2 3	3 2	1 4	5 0	3 2
절단조각에 외력 작용시 변형성		1 Y	1 Y	1 Y	2 N	1 Y	1 Y	1 Y	1 Y	1 Y	1 Y	1 Y	1 Y	1 Y
계		8	11	8	16	13	8	15	12	9	11	8	15	12

* 금형 제작의 용이성의 B항목 : 필요 - Y, 불필요 - N
 절단조각에 외력 작용시 변형성 항목 : 변형 발생 - Y, 변형 미발생 - N

3. 수지매트SYSTEM의 구성

3.1 수지매트의 설계

건식 바닥타일에 사용될 수지매트는 2.1에서의 모듈 크기와 접착부 평면 형태의 결정에 따라 금형 설계자 및 금형 제작자와 협의하여 설계 상세도와 수지매트 기본모듈을 완성하였으며, 그 상세는 그림 3.1, 그림 3.2와 같다.

그림3.2와 같이 기본 모듈의 크기는 가로 세로 각각 100mm로 하고, 두께는 8mm로 하였다. 또한 각각의 유니트를 연결할 수 있도록 2면에는 언더컷(Under Cut)을 만들고 다른 2면에는 보스(Boss)를 만들어 보스를 언더컷으로 밀어 넣는 훅(Hook)구조의 연결 결합부를 설계하였다.²⁾

이 평면형태의 접착제 주입부는 35mm×35mm×4개소로 49cm²이고, 깊이는 금형 제작 및 접착제 투입의 적정성 및 금형에 의한 생산성을 고려하여 3mm로 하였다.

또한, 대한건축학회 논문집 2001년 2월호에 발표한 건식공법 접착강도 실험에서 타일, 접착제, 수지의 접착상태에서 파괴된 상태를 보면 모든 시험체가 접착제와 수지의 계면에서 파괴가 나타났기 때문에 이점을

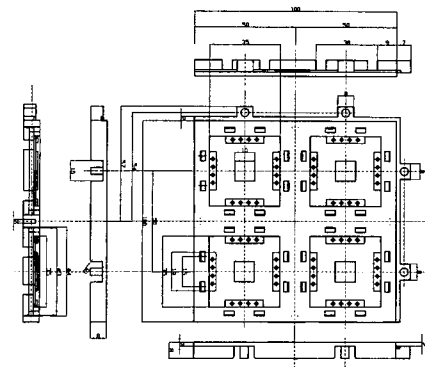


그림 3.1 수지매트 상세도

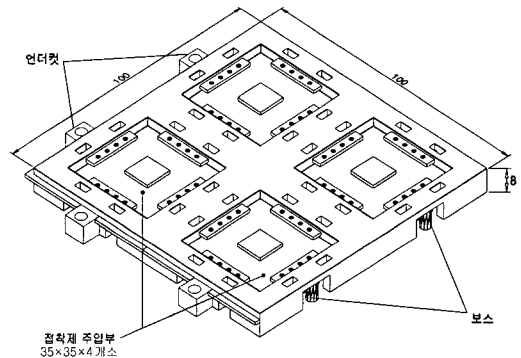


그림 3.2 수지매트 기본모듈 (단위:mm)

2) 유병렬, 알기 쉬운 플라스틱 금형, 성안당, 1998

고려하여 각각의 접착제 주입부에는 접착력 증진을 위해, 접착제 주입부 4변과 중앙에 그림 3.3와 같은 돌출된 설계 요소를 두어 접착제를 주입후 경화하면 투입된 접착제가 돌출부에 물려서 최대한의 저항성을 가지면서 빠져 나오지 못하도록 설계하였고, 수지의 투묘 효과(投錨效果)를 증대시키기 위해 바닥면에 ㅁㅁ 처리를 하여 기 완료된 실험결과를 최대한 반영하였다.

따라서, 본 설계에 의해 폴리에틸렌(PE)수지로 제작할 경우 수지 매트와 타일과의 예상 접착강도는 아래와 같은 계산에 의해 구할 수 있다.

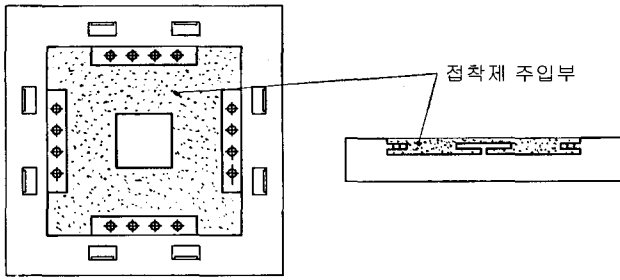


그림 3.3 접착부 상세

수지매트 접착부 면적×폴리에틸렌(PE)수지의 평균 접착강도 = 수지 매트와 타일과의 예상 접착강도 $49\text{cm}^2 \times 8.2\text{kgf/cm}^2 = 401.8\text{kgf}$ 가 계산된다. 그러므로 수지 매트와 타일과의 예상 접착강도를 수지매트 면적으로 나누면, $401.8\text{kgf} \div 100\text{cm}^2$ (수지매트 유닛 면적) = 4.018kgf/cm^2 로 계산되므로, 건축공사표준시방서에서 제시하는 바닥타일 접착강도 기준인 4kgf/cm^2 이상을 만족할 것으로 예상된다.

그림 3.4는 수지매트의 뒷면의 모습으로 빗금 친 부분은 수지와 바닥의 바탕면이 닿는 부분을 표시한 것이다. 그림 3.4와 같이 수지매트는 외곽의 폭 3mm 살과 중앙부의 2mm살 그리고 접착제 주입부 하부에 전체적인 보강을 위해 설치된 거셋(Gusset)으로 지지되어지는 2중 바닥구조로 하였고, 외곽의 살과 중앙부의 살에는 100mm길이에 4개 통로를 두었는데, 이는 완공 후 사용 중에 줄눈 사이로 물이 들어갔을 때 바닥의 경사를 따라 배수가 될 수 있게 처리한 것이다.

그림 3.5은 수지매트 4장을 연결한 것으로 각각의 수지매트 사이의 줄눈은 2mm가 형성되도록 설계하였고 줄눈의 처리를 위한 재료로는 부정형 줄눈재 및 정형 줄눈재 어느 것으로도 시공이 가능하도록 설계하였다.

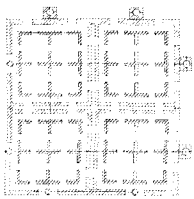


그림 3.4 수지매트 뒷면

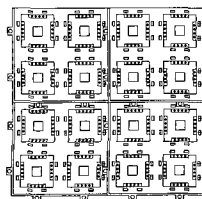


그림 3.5 연결된 수지매트

3.2 줄눈의 처리

바닥타일공사에서 타일의 붙임 후에 시공되는 줄눈은 바닥타일의 성능에 큰 영향을 미치는 마무리 요소이다. 타일 줄눈의 현재까지 재질은 습식공법에서 거의 대부분 사용하는 백색포틀랜드 시멘트와 혼화제를 혼합하여 제조한 시멘트계열의 부정형 재료 시공하는 것이 일반적이고, 건식공법의 일종인 선 부착공법 중 줄눈 먼저 설치 공법에서는 정형 줄눈인 탄성 줄눈재³⁾를 사용하는 방법이 개발되어 사용되고 있다.

표 3.1 우레탄 수지의 특성 및 물성

우레탄 수지의 특성	우레탄 수지의 물성	
① 내마모성이 뛰어나다.	비중	1.22
② 인장, 인열 등의 기계적 강도가 우수하다.	경도A	95
	경도D	46
③ 내유성이 뛰어나다.	인장응력(kgf/cm ²)	120
	인장강도(kgf/cm ²)	160
④ 탄성이 우수하다.	반발탄성(%)	38
	연화점(°C)	122
⑤ 저온성과 내후성이 우수하다.	마모감량(mg/1000cycle)	50

* K사 실험결과표

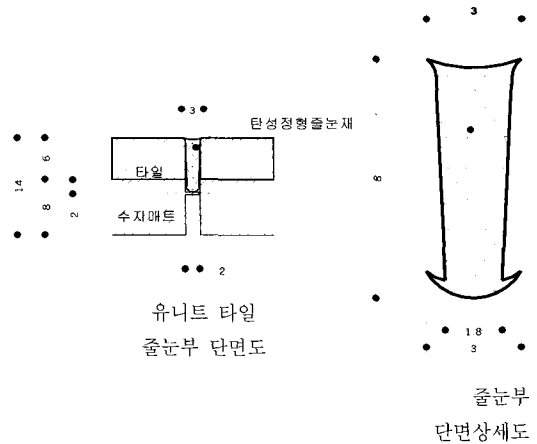


그림 3.6 탄성 정형 줄눈재 상세

본 공법에서의 줄눈재는 부정형 줄눈재인 시멘트계, 실리콘계와 정형 줄눈재 모두를 사용할 수 있다. 정형 줄눈재는 수지 매트와 마찬가지로 공장에서 금형에 의해 압출 방법으로 대량생산하여 사용할 수 있다.

다만, 현장 적용시에는 줄눈의 빠짐, 탈락 문제가 주요 하자가 되므로, 탄성 정형 줄눈재가 수지 매트 사이에 끼워져서 빠지지 않게 기계적인 장치인 췌기 모양 날개를 끼움 부분 양측에 위치하도록 개발하였으며, 그 형상은 그림 3.6과 같다

탄성 정형 줄눈재의 재료로는 우레탄계의 수지를 선

3) 김영수, 대한전문건설협회 미장방수공사업 협의회, 1996.2,p138

정하였으며, 그 물성과 특성은 표 3.1과 같다.

3.3 자투리 처리

타일은 낱장의 재료로서 평면적으로 조합하면서 시공되는 자재이므로 실내·외의 어느 곳이나 현장치수가 타일규격의 배수로 되어있지 않으면 자투리는 항상 남게되어, 타일을 절단하거나 특수주문타일로 시공하고 있다. 따라서, 자투리의 처리에 대해 두 가지로 방법을 고안하였다.

첫째는, 개발되는 수지매트를 1/2 또는 1/4로 절단하여 50mm×50mm, 50mm×100mm 규격의 유니트를 생산하여 사용하는 것이다.

둘째는, 자투리 부분을 그림 3.7처럼 표면수 처리를 위한 배수로로 이용하는 것이다.

배수로로 이용할 경우는 그림 3.7의 배수로 제품을 플라스틱으로 압출 생산하여 사용해야 한다.

또한, 플라스틱 배수로는 필히 바닥 드레인(Drain)에 연결되어 표면수가 용이하게 배수될 수 있게 되어야 하고, 배수로의 설치 위치는 평면적으로 시야에서 가려지는 부분인 세면대 하부와 욕조하부 등에 위치하여야 의장상의 효과를 거둘 수 있다.

배수로의 플라스틱 재료로는 수지매트생산에 사용되는 동일 제품을 사용하고 필요시에는 스텐레스 스틸 등 타재질로 제작된 유공 뚜껑을 설치하는 것이 원가 및 의장상 효과가 좋을 것이라 판단된다.

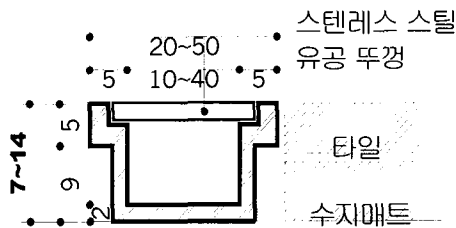


그림 3.7 플라스틱 배수로의 상세 및 적용방법

4. 결 론

기존의 습식 바닥타일 공법에 대체 가능한 건식공법 개발을 위한 수지매트 설계 줄눈 처리, 자투리 처리법의

개발에 대한 연구결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있다.

1) 수지매트에 타일을 접착한 유니트의 접착강도를 건축공사표준시방서의 기준 접착 강도인 4kgf/cm²이상 확보하기 위해서는 수지매트와 타일의 접착면적을 수지매트 기본모듈 면적인 10,000mm²의 50%정도를 확보하여야 한다.

2) 수지매트의 접착부 형태는 금형 제작의 용이성, 제품의 생산성, 사출 생산 후 제품의 냉각 과정에서의 품질변화 여부, 자투리 면적의 시공이 가능한 수지매트의 절단가능성과 접착성, 시공성, 자투리 타일 부분이 절단된 유니트에 외력 작용 시 변형 여부 등을 고려한 평면 형태가 요구되어 결정하였다.

3) 타일과 수지간의 접착부 계면 파괴 현상을 방지할 수 있는 형태를 갖도록 접착부 4주변과 중앙에 접착제를 투입 후 경화과정에서 수지매트와 타일이 일체화가 되도록 개발하였다.

4) 줄눈재는 부정형과 정형 줄눈재 모두가 적용 가능할 것으로 판단되었으며, 본 공법에 적합한 정형 줄눈재는 우레탄계 재질로 선정하여 쉼기 구조로 개발하였고, 시공 후 표면수가 유니트 하부로 스며 들 경우에는 하부 구조로 물이 흐를 수 있는 통로를 수지매트에 설치하였다.

5) 낱장의 재료인 타일의 사용 시 발생하는 자투리 처리를 위하여 수지매트와 타일을 1/2과 1/4로 절단하여 사용할 수도 있고, 자투리 부분의 배수처리를 위해 플라스틱 배수로를 개발하였다.

수지매트의 대량생산을 위해서는 생산성이 우선되어야 하나 본 개발(안)을 가지고는 1회에 분리 생산된 제품을 조립하는 과정을 거쳐야 하므로 향후에 이에 대해 지속적인 연구 개발이 이루어져야 할 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

1. 鄭尙鎭 外 6人, 建築施工學, 기문당, 1999, p45
2. 김영수, 타일공사 핸드북, 대한전문건설협회 미장방수공사협회, 1996, p134
3. 김영수, 타일붙임 시공의 품질향상 방안, 미방회보, 통권27호, 1998, p18
4. 日本接着協會, 接着劑 핸드북, 世和, 1991, pp. 616-617
5. 김영수, 外裝타일의 接着強度에 影響을 미치는 Mortar의 性質에 關한 研究, 대한건축학회 학술발표논문집, 제6권 2호, 1986, pp. 475-478
6. 日本接着協會, 接着劑 핸드북, 世和, 1991, p14
7. 유병렬, 알기쉬운 플라스틱 금형, 성안당, 1998
8. 압출성형 연구회, 알기쉬운 사출·압축·압출성형, 기진연구소, 1991
9. 신남호, 플라스틱 금형의 기본과설계, 산업정보센터, 1997
10. 小池迪夫, 彈性接着劑によるタイル仕上工法の地下ムーブメントによるタイルの破損防地效果, 日本建築學會大會學術講演梗概集, 1998.9, pp. 15-16