

온돌마루 수성에폭시 접착제의 개발동향

○ 김남준 | 삼창기연(주) 대표이사
nj3500@empal.com

I. 서론

1990년대 초부터 건축자재의 고급화에 따라 온돌마루가 사용되기 시작되었고, 2000년 이후 마루 바닥재 시장이 급격히 확대되면서 온돌마루접착제의 시장도 확대 되었다.

2004년 다중이용시설등의 실내공기질 관련법과 관련하여 등급화가 필요하게 되어 친환경 건축자재 인증제도(HB마크)가 시행되고 있다.

각종 마스크를 통해 VOCs 함량 문제가 보도되면서 소비자들은 온돌마루접착제에 대한 부정적 이미지를 가지기 시작하였다. 이에 따라 온돌마루 접착제 제조업체들은 친환경제품 개발에 주력, 인체 및 환경에 무해한 친환경 접착제를 개발해 친환경 접착제의 무해성을 증명하기 위한 각종 인증을 획득하는 등 소비자 인식 변화를 위해 많은 시간과 투자를 하며 노력하여 왔다.

또한 건설사에서는 21세기 건설 산업의 성패는 친환경경영 및 기술개발이 좌우한다고 해도 과언이 아닌 만큼 친환경 건설정책이 더욱 강화되고 있는 것이 최근의 현실이다. 특히 글로벌 경쟁시대에 있어 친환경 산업은 선진국으로 가는 결정적 요소임을 감안할 때 인간과 자연환경의 적절한 조화를 중시해야 하는 주거문화의 중요성을 강조하고 있다. 이에 친환경 건축자재 제조업체 들은 문제가 되고 있는 휘발성유기화합물(VOCs)과 유해 대기 오염

물질을 감축하기 위해 많은 예산과 인력을 투입하고 있으며 유해물질 방출이 거의 없는 친환경 수성 접착제 개발에 박차를 가할 것이다.

II. 본론

1. 온돌마루의 기능과 특성

온돌마루는 장판에 비해 천연 나무로 만들어져 온도, 습도조절작용, 삼림욕효과, 전기파장 억제기능, 방사능방어기능 등으로 쾌적함을 제공하여 건강측면에서 긍정적 기능을 한다. 사용적 측면에서 다른 재료에 비해 충격 및 진동을 흡수, 소음을 차단하는 기능으로 조용한 환경을 만들어준다.

보행시 Wood flooring은 탄력성 및 충격흡수 기능이 좋아서 피로감을 덜 느끼며 겨울에는 보온기능으로 따뜻함을 여름에는 천연나무의 시원함을 느낄 수 있다.

1.1 마루의 기능

- 1) 지속적인 호흡을 하여 실내 환기조절 기능
- 2) 집과 사람에게 적절한 습도 유지기능
- 3) 나무 고유의 향을 발산하여 공기정화작용
- 4) 공기 이온화 기능
- 5) 인체에 유익한 원적외선 방출기능
- 6) 방사능 방어 작용
- 7) 소리를 흡수하는 기능

1.2 마루의 종류

- 1) 합판마루: 합판위에 무늬목을 가공하여 도장 처리한 제품으로 원목 고유의 무늬와 질감을 느낄 수 있는 마루
- 2) 강화마루: 시공시 접착제를 사용하지 않고 락 시스템으로 시공하는 크릭형 마루
- 3) 원목마루: 다른 바닥재에 비해 보행 시 쿠션감과 촉감이 좋으며 표면은 사용도중 샌딩과 재도장을 할 수 있는 마루

2. 온돌마루접착제의 변천과정

2004년 5월 실내공기질 관련법에 의거 친환경 건축자재 인증제도(HB마크) 시행으로 HB마크 인증시점을 기준으로 그 이전에는 Epoxy 수지에 유기용제인(B.T.X)을 사용한 유성 Epoxy 접착제가 사용되어 왔다. 그러나 2004년 5월 HB마크 인증 받은 이후부터는 Epoxy 수지에 물과 알코올을 사용한 수용성 Epoxy 접착제로 변화되었다. 이때까지도 건설사나 소비자, 제조자 모두 수성, 유성에 대한 개념 없이 잘 사용해 왔다. 2005년 6월 후발업체들이 수성제품을 생산하여 홍보하며 수성, 유성 논란이 시작되었다.

2.1 KS규격상의 정의

아직도 논란이 되고 있는 수성, 유성에 관하여 살펴 보겠다. 우선 KS규격에 나와 있는 용어의 정의를 보면

- 1) KSM 3699 : 접착제, 접착제 용어란에는
 - 수용성 접착제 (Water borne Adhesive) : 물을 용매 또는 분산매로 한 접착제
 - 용제형 접착제 (Solvent Adhesive) : 유기용제를 용매로 한 접착제
- 2) KSF 4921 : 콘크리트용 에폭시수지계 방수 방식 도료에는 3종류로 분류하고 있다.
 - 무용제계 에폭시수지 : 수지, 안료 및 그 밖의 첨가제 성분으로 구성된 에폭시 수지에 용제류 (시너등)를 혼합하지 않고 사용한 제품
 - 수계 에폭시 수지 : 수지, 안료 및 그 밖의 첨가제 성분으로 구성된 에폭시 수지에 용매로서 이온교환수 등을 혼합하여 사용하는 제품
 - 용제계 에폭시 수지 : 수지, 안료 및 그 밖의 첨가제 성분으로 구성된 에폭시 수지에 용제류를 혼합하여 사용하는 제품

위와 같이 KS규격 두 곳에 수성에 대하여 설명하고 있으나 두 곳 모두 알콜을 사용한다는 말은 찾아볼 수가 없다.

표 1. 온돌마루의 특성

구 분	장 점	단 점
원목마루판	<ul style="list-style-type: none"> ■ 천연질감 ■ 가장 쾌적한 환경조성 ■ 보행성이 우수 ■ 표면 마모시 재도장 가능 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 가격이 고가 ■ 수축팽창이 심함 ■ 표면강도가 약하고 변퇴색이 심함 ■ 유지관리에 세심한 주의 필요
합판마루판	<ul style="list-style-type: none"> ■ 천연질감 ■ 원목마루에 비해 시공이 간편 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 표면 강도가 약함 ■ 표면 무늬단판의 두께에 따른 유지관리가 어려움 ■ 저가 제품에 하자가 많이 발생
강화마루판	<ul style="list-style-type: none"> ■ 가격이 저렴 ■ 기능성이 우수하고 디자인 다양함 ■ 차음성이 우수함 ■ 청소 및 유지관리가 수월 	<ul style="list-style-type: none"> ■ 목재질감이 원목 및 합판마루 제품에 비해 떨어짐 ■ 시공원칙을 철저히 준수해야 함 ■ 세부마감에 주의 ■ 습기에 약함 ■ 노후 시 분진 발생 우려 있음

2.2 수성접착제의 정의

수성의 정의를 확립하고자 연구원, 학계 등에 자문을 얻으려고 하였으나 어느 누구도 정확한 정의를 내리지 못했다.

아래 글은 고분자공학을 전공한 모대학 교수께서 자신의 이름을 걸고 정리한 내용이다.

「수성접착제는 물을 용매 또는 분산매로 사용하여야 한다. 이때 물을 용매로 사용하여 기체가 물에 용해되어 있거나, 될 수 있으면 수용성형 수성 접착제이고, 물을 분산매로서 기체가 물에 분산 되어있거나, 될 수 있다면 수분산형 수성 접착제가 된다.」

학계에서는 논문, 특허를 쓰기 위하여 수용성형, 수분산형으로 구분하지만 산업계에서는 수용성형, 수분산형을 모두 수성으로 표기한다.

* 수성 접착제에서 2 액형일 경우

2액형일 경우 1 성분만으로는(다시 말해서 주제 단독 또는 경화제 단독) 접착제로서 존재할 수 없다. 2성분(주제, 경화제) 을 혼합한 경우만이 접착제임으로 제조사 추천비율로 혼합한 상태를 가지고 그 성상을 이야기하여야 한다.

예를 들어 A제(주제)는 무용제 접착제이고 B제(경화제)는 수용성형 수성 접착제인 경우 두 성분을 혼합하여 전체가 수분산형 수성접착제가 될 수 있다. 이 경우 '이 접착제는 수성접착제로 분류되는 것입니다.' 라고 정의하고 있다.

2.3 현재의 유성과 수성의 차이점

현재 일부 업체에서 주장하고 있는 수성, 유성의 구분법을 보면

- ① Epoxy 수지 + 유기용제로 희석(B.T.X 계 용제) → 유성접착제
- ② Epoxy 수지 + 물,알코올 희석(유화가공) → 수성접착제 라고 분류하고 있다.

그러나 알코올은 2001년 3월 8일 발표한 환경부 VOC 제품 및 물질규제 고시에 보면 알콜류

(Methanol, IPA) 가 포함되어 있다. 또한 알코올은 유기용제에 속하므로 물, 알코올로 희석한 것이 수성 접착제라고 하는 것은 잘못된 주장이다.

그러므로 알코올을 사용한 접착제는 수성 접착제로 볼 수 없을 것이다.

2.4 포르말데히드에 관하여

언론에서 포르말데히드를 용매로 사용한다고 보도된 적이 있다. 포르말데히드의 사용용도는 방부제로서 주로 사용되고 있다.

여기서 방부제는 주로 에펠전계 수성 접착제에서 증점을 하기 위해 증점제를 사용시 증점제의 종류인 셀룰로즈계통이 썩는 것을 방지하기 위해 사용되는 경우가 있다. 그러나 순수한 에폭시만을 사용한 수성에폭시 접착제에는 포르말데히드를 전혀 사용하지 않고 있다. 초기부터 에폭시 접착제에는 포르말데히드 사용을 하지 않았다.

3. HB마크와 환경마크의 차이점

시험항목	환경마크	HB 마크(최우수)
■ TVOC 방출량	■ 0.4mg/m ³ hr 이하 (7일)	■ 0.25mg/m ³ hr 이하(3일)
■ 포르말데히드 방출량	■ 0.02mg/m ³ hr 이하(7일)	■ 0.03mg/m ³ hr 이하 (3일)
■ 5VOC (B.T.X,Ethyl benzen,Styrene)	■ 해당없음	■ TVOC 의 30% 이하일것
■ VOCs 함량 (ISO 11890-2)	■ 0.1 wt%이하 (실내용)	■ 해당없음
■ 중금속	■ Pb : 50mg/kg 이하 ■ Cd : 0.5mg/kg 이하 ■ Hg : 0.56mg/kg 이하 ■ Cr+6 : 0.5mg/kg 이하	■ 해당없음
■ 프탈레이트 계가소제	■ 사용금지	■ 해당없음

4. 수성 접착제 개발 동향

최근 온돌마루 접착제 시장은 친환경 접착제가 이슈를 떠오르며 친환경 제품인증(HB마크, 환경마크)을 획득하지 못한 제품들은 접착제 시장에서 점차 줄어들고 있다. 수성접착제는 환경적인 측면에서 성능이 우수하나 가격이 비싸고, 가사시간이 짧아 작업성이 떨어지는 결점이 있다.

또 보관 기간이 짧아 저장성이 낮고 접착력이 떨어지고 동결 안정성이 떨어지는 단점이 있으나, 최근에는 이런 단점들을 보완하여 시장에 판매하고 있다.

4.1 온돌마루 접착제의 종류

- (1) 유성 Epoxy 접착제
- (2) 수용성 Epoxy 접착제
- (3) 수성 Epoxy 접착제
- (4) 무용제형 우레탄 접착제
- (5) 무기질 세라믹 접착제
- (6) 아크릴 1액형 접착제

4.2 온돌마루 접착제의 제법과 특성

1) 유성 Epoxy 접착제

Epoxy 수지에 유기용제 (B.T.X) 를 사용하여 제조한 주체와 Polyamide 성분을 이용한 경화제로 구성되어 있으며 작업성, 접착력, 저장성 등 모든 면에서 우수한 성능을 발휘하였으나 2004년 실내공

기질관련법에 의거 친환경 건축자재 인증제도 (HB마크) 가 시행됨으로서 유기용제 사용이 규제대상이 되면서 유성 Epoxy 접착제 생산은 중단 되었다.

2) 수용성 Epoxy 접착제

Epoxy 수지에 Alcohol 류(Methanol) 을 희석제로 사용한 주체와 Polyamide에 물과 Alcohol 를 첨가하여 제조된 경화제로 구성되어 있으며 친환경 건축자재 인증제도(HB마크)가 시행된 이후부터 생산되고 있으며, HB마크(최우수등급 : 크로바 5개) 를 받은 제품이다. 초기에는 유성 접착제에 비교하여 접착력, 작업성, 저장성 등이 떨어졌으나 현재는 거의 동등한 수준까지 개선되었으며 현재 시판 사용되고 있다.

3) 수성 Epoxy 접착제

유화 Epoxy 수지에 물과 Alcohol (Methanol) 을 사용한 주체와 수용성 경화제에 물과 Alcohol 을 사용한 경화제로 구성된 제품을 수성 접착제로 판매되고 있다. 그러나 Alcohol 은 유기용제에 속하므로 Alcohol 사용시 진정한 수성 접착제로 볼 수 없다. 또 Alcohol (Methanol, IPA)은 환경부 규제대상에 고시되어 있는 독성 물질로 지정되어 있다. Ethanol 을 규제대상 물질에서 제외돼 있으나 접착제 제조 시 사용하게 되면 냄새가 심하여 작업자가 작업을 할 수 없다.

표 2. 온돌마루 접착제의 물성비교

종류		수용성 Epoxy 접착제	수성 Epoxy 접착제	무기질 세라믹 접착제	아크릴 1액형 접착제	
물성	표준	26 kg/cm ²	22 kg/cm ²	14 kg/cm ²	17 kg/cm ²	
	접착력	내수	15 kg/cm ²	14 kg/cm ²	0.5 kg/cm ²	0.8 kg/cm ²
		내열	25 kg/cm ²	23 kg/cm ²	10 kg/cm ²	9 kg/cm ²
가사시간 (hr)		2.5	3.0	1.2	-	
작업성		양호	양호	불편함	불편함 (표면건조빠름)	

※ 위 결과에서 보듯 수성Type 이 수용성 Type 에 비해 물성면에서 거의 대등하며 환경적인 측면에서 장점을 가지고 있다.

일부업체들이 100% 물만을 희석제로 사용한 제품으로 HB마크 및 환경마크 인증을 받고 생산 판매하고 있으나, 제품의 질적(작업성, 접착력, 저장성) 차이가 많으므로 사용자들이 잘 선택하여 사용해야 한다. 현재 판매 시장의 많은 양을 차지하고 있다.

4) 무용제형 우레탄 접착제

Polyol 과 Isocyanate로 구성된 무용제 우레탄 접착제로서 탄성이 있는 접착제로 차별화를 두었으나 가격이 비싸고 품질면에서 Epoxy 접착제 보다 떨어지는 단점이 있어 생산이 중단된 제품이다.

5) 무기질 세라믹 접착제

Polyvinyl Alcohol 을 주원료로 한 액상과 무기질 Powder 로 된 2 액형 접착제로 사용되고 있으나 작업성에서 액상과 Powder 를 혼합시 불편함을 느끼며 접착력 에서는 Epoxy 접착제에 비하여 떨어지며 특히 내수성 에서는 훨씬 떨어지는 단점을 갖고 있다.

6) 아크릴 1 액형 접착제

Acryl Emulsion 에 충전제, 첨가제를 첨가하여

제조된 접착제로 1 액형이므로 사용상 편리함이 있으나 현재 품질로는 Epoxy 접착제에 비교하여 내수성, 접착력이 떨어지는 단점이 있으며 특히 작업성의 문제점을 안고 있다.

4.3 온돌마루 접착제의 물성비교(표 2 참조)

4.4 수성 Epoxy 제조 공정도

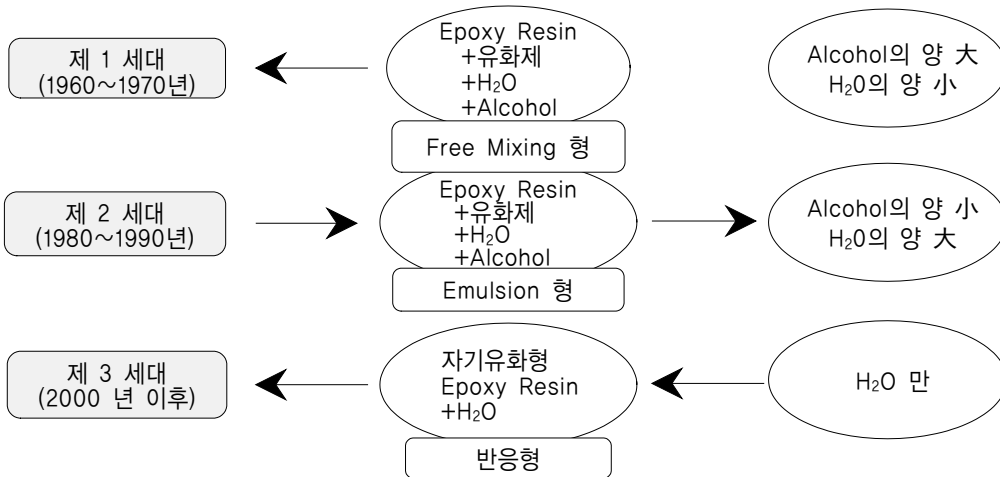
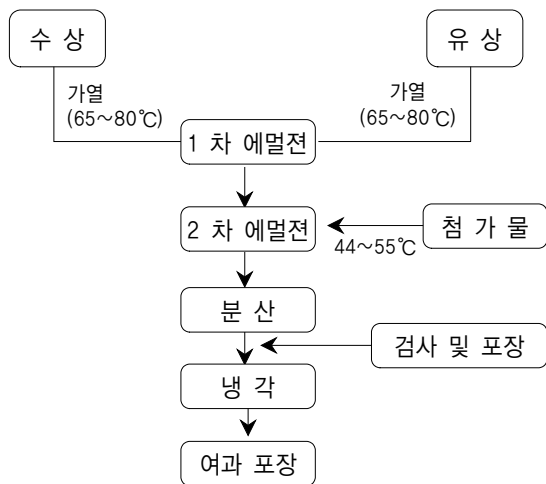


그림 2. 유화 Epoxy 수지의 제조 역사

4.5 유화 Epoxy 수지의 제조 역사

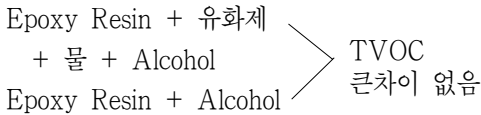
(그림 2 참조)

4.6 유화제란 ?

- 1) 서로 혼합하지 않는 두 종의 액체를 안정한 에멀전(유탕액)으로 만드는 제3의 물질을 말한다.
- 2) 유화제는 물질의 고유성상을 분해하지는 못한다. 즉 Epoxy Resin 을 유화시켰을 때 Epoxy Resin 의 성상(-C-C-)이 변하는 것이 아니다.



- 3) Epoxy Resin 을 유화시켰을 때와 그 자체의 TVOC 변화는 크게 없다.



- 4) 일부수성업체에서 유화를 시키면 TVOC 와 VOC 함량을 감소시킨다고 하고 있으나 유화제는 TVOC 나 VOC 함량을 감소시키는 기능을 갖고 있지 않다.

4.7 유화시키는 목적

유화를 시킨다는 것은 환경에 영향을 미치는 Alcohol 을 포함한 유기 용제를 사용하지 않고 물만을 사용하기 위해 유화시키는데 목적을 두어야 할 것으로 사료된다.

4.8 Alcohol 을 사용하는 이유

저장성, 작업성 및 동결 방지를 위해 사용되나 유화기술이 향상되면 저장성, 작업성은 문제가 되지 않는다. 다만 동결방지 관계로 Cost 가 약간 상승할 수 있는 요인은 있다. 이 문제를 해결하고자 개발 중에 있다.

4.9 첨가형과 반응형 계면활성제의 차이

계면 활성제를 첨가형으로 제조된 접착제는 그림 3과 같이 표층으로 이동될 수 있다.

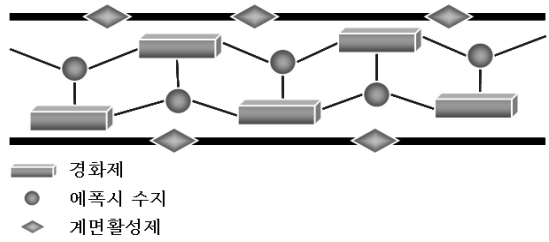


그림 3.

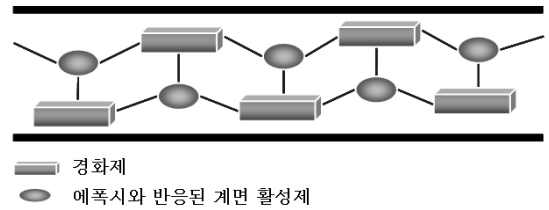


그림 4.

반응형 계면활성제를 사용하여 제조된 수성 예폭시 접착제 조성물은 경화 후 그림 4와 같이 에폭시 수지와 일체된 계면 활성제가 경화반응에 참가하기 때문에 표층으로 이동이 없다.

그림 3, 4에서 보듯이 첨가형 계면 활성제를 사용시 표층으로 계면활성제가 이동하여 접착력 및 내수성에 나쁜 영향을 줄 수 있다.

그러나 당사는 Epoxy 수지와 경화제 수지에 반응형 계면활성제를 사용하여 경화시 계면활성제가 경화에 참여하는 일체형 접착제로서 물성을 향상시켰다. 또한 유화기술의 향상으로 1시간에 유화할 수 있는 기술이 확보되어 저렴한 가격에 공급할 수 있게 되었다.

5. 친환경 접착제 개발현황

현재 시판되고 있는 온돌마루 접착제 (수용성, 수성) 에는 희석제로서 물과 알코올을 사용하고 있다. 그러나 알코올도 유기용제에 포함되며 환경부 규제 물질로 고시되어 있으므로 Alcohol 을 사용하

면 진정한 수성 접착제가 될 수 없다.

5.1 수성온돌마루 접착제의 갖추어야할 필수조건

1) 환경적 측면

TVOC 방출량, 포름알데히드 방출량 HB마크 기준	동시만족 하여야 하며
VOC 함량, 중금속, 가스제등 환경마크 기준	

2) 품질적 측면

종 류	내 용
접 착 력	▪ 8kg/cm ² 이상 (나무의파괴강도) 0000 건설사 시방기준
작 업 성	▪ 혼합 시 부드러워야 함 헤라작업성
저 장 성	▪ 2 개월 이상

- 수성 온돌마루 접착제는 이러한 조건을 갖추어야 하며 이런 조건을 만족하는 제품을 제조 판매해야 한다.

Ⅲ. 결 론

각 회사의 수성 온돌마루 접착제는 대다수의 제품이 희석제로 물과 알코올을 사용하고 있었다.

일부 알코올을 사용하고 있던 것은 기술적인 면에서 다소 어려움이 있었으나, 앞으로 개발방향은 100% 물만 사용하는 접착제를 생산하고 사용하여야만 환경오염을 줄일 수 있다고 사료되며, 모든 제조사는 친환경 제품을 제조 판매하기 위해 최선을 다하여야 하며 더 나아가 온돌마루 접착제 뿐 아니라 다른 용도의 접착제도 보다 친환경적인 접착제 개발을 위해 더욱 노력하여야 할 것입니다.