

Liquid overlay를 이용한 강화마루의 내마모도 향상¹

김수민^{† 2} · 이정훈² · 윤동원³

Improvement of wear resistance of laminate flooring by liquid overlay decorative laminate system¹

Sumin Kim^{† 2} · Jeong-Hun Lee² · Dong-Won Yoon³

ABSTRACT

High wear resistances are obtained with an additional coating of the surface of the decor film in the same operation of impregnating with low viscosity melamine resin by liquid overlay system. The cellulosic fibers have a good adhesion to the corundum particles and keep them sufficiently homogeneous in the blend with the resin. The amount of these fibers is nearly as big as it is in a common overlay in relation to the resin. Therefore these fibers keep the resin inside during the press process and consequently over the surface of the decor print of the film. That means that the corundum particles are equally dissipated throughout the entire layer over the decor. The change of the color of the print is nearly not visible as the particles are almost equally dissipated. Looking to the flooring purposes of liquid overlay one can see that by the less exposure of the corundum particles on the very surface, there is no longer an abrasive surface but a feeling like a normal melamine surface.

Keywords: Laminate flooring, Liquid overlay, High wear resistant surface.

1. 논문접수: 2009. 10. 25.; 심사: 2009. 11. 30.; 게재확정: 2010. 03. 15. 이 논문은 2009년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단-신기술융합형 성장동력사업의 지원을 받아 수행된 연구임 (No. 2009-0081944).

2. 송실대학교 건축학부, School of Architecture, Soongsil University, Seoul 156-743, Korea.

3. 경원대학교 건축설비공학과, Department of Building Equipment and System Engineering, Kyungwon University, Seongnam 467-701, Korea.

† 교신저자(Corresponding author): Sumin Kim (E-mail: skim@ssu.ac.kr).

1. 서론

목질마루바닥재 시장은 생활수준 향상과 친환경적 소재에 대한 인식 변화로 꾸준히 성장해 고급 주택을 중심으로 시공이 이뤄지던 목질마루 바닥재가 최근에는 신축 공동주택에는 대부분 시공되고 있는 실정이다. 이런 문화를 주도한 것은 가격적인 면이나 실용적인 면에서 우위를 점유하고 있는 강화마루라 할 수 있다. 이후, 외국에서는 보다 시공이 용이한 클릭형 강화마루가 개발되어 생산되었지만, 우리나라에서는 클릭형태의 특허문제와 생산기술 미비 및 국내 온돌마루 문화에서의 결합력 문제, 시공바닥의 평활도 문제로 인해 적용되어 오지 않다가 2003~2004 년경 부터 국내에서도 클릭형 강화마루를 도입하기 시작하였다 (Kille 1998; 정 등 2000; 박 등 2009).

이와 같은 목질마루 바닥재의 수요 증가는 천연소재로서 우수한 특성을 지닌 목재에 대한 소비자의 선호도를 보여주고 있지만, 동시에 목질마루 바닥재의 신뢰성을 향상시키기 위해서는 품질개선 및 결함발생의 억제, 내구성 및 기능성 향상 등의 기술개발이 필요한 실정임을 의미하기도 한다. 특히, 수분이나 열에 대한 안정성과 표면의 내마모성 및 경도 등의 표면성능 확보가 목질마루 바닥재에서 해결해야 할 시급한 과제 중 하나이다 (김 등 2002). 기존의 연구에서는 박 등(2000)은 수지를 이용한 표면강화처리에 의한 낙엽송 마루의 경도, 내마모성, 내충격성을 향상시킬 수 있다고 보고하고 있다. 이에 본 연구에서는 강화마루의 표면 내마모도를 높이기 위하여 기존의 Al_2O_3 가 포함된 수지 함침 오버레이지를 사용하지 않는 Liquid overlay를 적용하여 표면 내마모도의 조절을 통한 고내마모 강화마루 표면의 구현 가능성을 고찰하였다.

2. 본론

2-1 강화마루의 표면 내마모도

강화마루의 급속한 성장은 표면의 내마모성 증가에 대한 필요성을 동반하였다 (Khurana and Mehta 1997; Johansson 1998). 일반 멜라민 표면은 Taber test로 250 회전을 나타내는데 강화마루로 사용되는 표면은 Table 1에 나타낸 것과 같이 900~6,500 사이이다. 이런 수준을 얻기 위해서는 보통 Corundum particles(Al_2O_3)로 강화된 오버레이를 사용한다. 그러나 불균일한 corundum particles의 분포와 입자와 수지 사이의 불충분한 wetting으로 육안적인 투명성을 감소 시켜 왔다. 특히 어두운 색의 목재 무늬가 유럽과 북미에서 점점 유행하게 됨에 따라 투명성이 중요하게 되었다. Al_2O_3 가 멜라민 수지로 적절하게 wetting이 되지 않게 되면 Al_2O_3 와 수지 사이에 공극이 발생하게 되고, 이러한 문제는 투명도의 문제로 나타나게 된다 (Marshall and Parent 1998).

Table 1. Classification of wear resistance of laminate floorings (EN 13329)

Wear Class	AC1	AC2	AC3	AC4	AC5
Taber IP Value	<900	>1,800	>2,500	>4,000	>6,500
Flooring Application	Domestic low	Domestic normal	Domestic high, Commercial low	Commercial normal	Commercial high

오버레이지는 corundum particles를 표면지의 한쪽 면에 적용하는 공정이다. 고 내마모도의 강화마루 표면을 유지하기 위해서는 corundum particles이 도포된 표면이 열압기 상판에 면하도록 배치되어야 한다. 하지만, 이럴 경우 corundum particles에 의해서 열압기 상판 표면을 상하게 할 가능성이 있다. 특히, corundum particles이 수지에 골고루 분산되지 못할 경우엔 더욱 큰 문제를 야기할 수 있다. Corundum particles의 급속한 침전을 방지하기 위하여 여러 가지 수지의 formulations이 제안 되었다. Figure 1에 나타낸 것과 같이, cellulose 와 polymeric additives 또는 xanthan gum이 particles를 부유 시키는 방법으로 사용 되었다. 이 시스템의 단점은 점도를 증가 시켜서 일반적인 함침기로는 실행하기 어렵다는 것이다. 또한, 이를 위해서는 특수한 믹싱 장치가 필요하다. 다른 방법으로는 가장 간단한 방법으로 Figure 2에 나타낸 것과 같이 mineral particles를 함침지에 뿌리는 방법도 알려지고 있다. 그러나 이는 낮은 내마모성 마루나 countertops 등 다른 용도에 적용 되고 있다. 이러한 단점을 보완하는 방법으로 liquid overlay에서는 corundum particles의 carrier는 저점도 멜라민 수지로 corundum particles 침전이 이루어 지지 못하도록 충분한 부유 상태를 만들어 준다 (Patt and Reinhard 1997; Ridnell 1997).

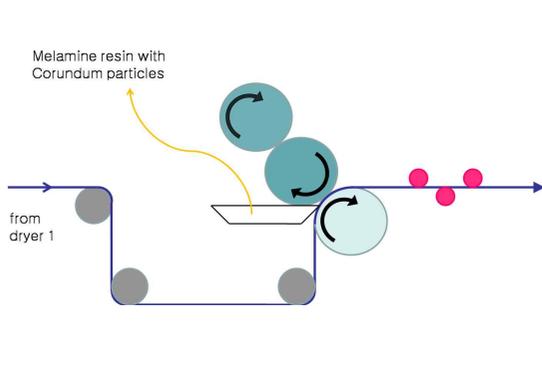


Fig. 1. Equipment for coating of melamine resin with Al_2O_3 on paper surface.

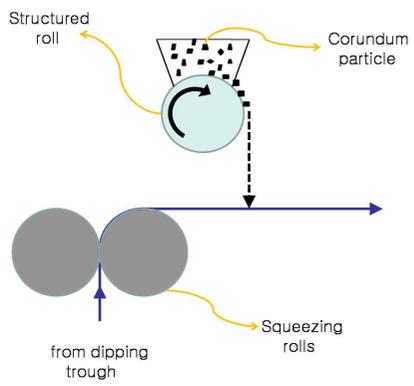


Fig. 2. Spraying equipment using scattering MC.

2-2 Liquid overlay resin

간단한 공정과 비용 절감 그리고 투명도를 높이기 위하여 오버레이지 생산 공정에서 corundum particles를 수지에 직접 적용하기 위한 시도를 하고 있는데, 이러한 기술을 Liquid overlay 라 한다. 현재 이러한 제품은 전체 강화마루용 표면지 생산의 약 5 % (ca. 7Mio m²)를 차지하고 있다. Liquid overlay에 적용하게 위하여 저점도의 멜라민 수지가 corundum particles의 carrier로써 사용되었다. 저점도 멜라민 수지는 점도가 약 100~150 mPa, 고형분은 58~60 %, 보존성은 2주 이상이 가능하였다. 일반적인 함침 수지에 비하여 저점도 멜라민 수지는 corundum particles의 침전을 한 시간 이상 지연 시켜 준다. Resin/corundum slurry의 믹싱을 위한 특수한 혼합 장치가 필요 없고 수지는 함침용 일반 멜라민 수지의 특성을 모두 가지고 있어서, 별도의 변형 없이 함침 전 공정에 걸쳐서 사용이 가능하다. Liquid overlay 생산은 다음 3가지의 단계로 하여 이루어진다. ① Paper core impregnation, ② Coating with a resin/corundum slurry, ③ The application of a protective MF surface layer (Graudenz and Titho 1996).

물론 resin/corundum slurry를 wet-in-wet 공정으로 코팅해도 좋은 결과를 얻을 수 있지만, 중간에 IR 건조 단계가 있는 것이 가장 좋은 결과를 얻을 수 있다. 일반이나 liquid overlay resin으로 standard core impregnation 후에 IR을 이용하여 15~20 %로 건조 시킨다. 중간 건조 과정의 생략으로 IP가 1,000 회전 감소한다. 반면에 투명도는 감소되지 않고 유지된다. 간단한 cooling stretch를 거쳐서 resin/orundum slurry는 적당한 적용 유니트를 통해 적용 되고, 2개의 metering rolls를 통과한다. 다른 주요 관점은 종이 위에 줄 발생이 없는 균일한 파티클의 분포이다. 예를 들어 이것은 2개의 회전 바를 이용하여 이룰 수 있다. 프레스 플레이트의 과도한 마모를 방지하기 위하여 추가로 멜라민을 코팅한다. 이는 일반 오버레이 (< 28 gsm)나 라인상에서 gravure roll이나 reverse coater를 이용하여 코팅으로 해결한다. 이러한 liquid overlay의 함침 모식도를 Figure 3에 나타내었다 (Stolpe and Johansson 1996).

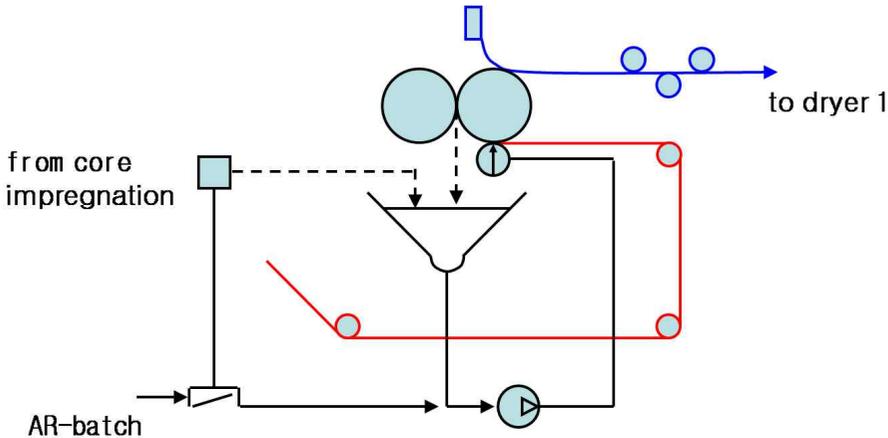


Fig. 3. Scheme of liquid overlay impregnation using low viscosity melamine resin.

본 저점도 멜라민 수지 시스템은 취급이 용이하고 장점이 많이 있다. 추가적인 첨가제 없이 수지의 함침이나 corundum particles 적용이 가능하다. Wetting 이나 spreading agents가 불필요하다. 단지 특수 경화제를 사용하여 투명도를 확보할 수 있게 하여야 한다. Corundum coating formulation의 반응성을 표준 보다 약간 낮게 하였다. 이 특수한 liquid overlay 용 수지의 주요 장점은 corundum particles 침전을 최대한 억제한다는 것이다. Slurry의 준비는 매우 쉬운데, 간단한 propeller mixer로 가능하다 (Stephen 1996).

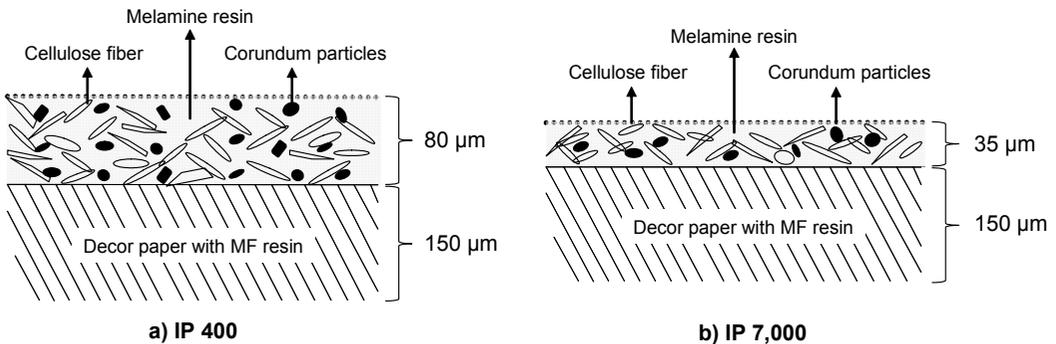


Fig. 4. Schemes of liquid overlay surface after hot-press.

Liquid overlay 의 장점은 먼저 corundum particles이 저점도 멜라민 수지 내에서 균질한 분산을 가지고 있어서 셀룰로오스 파이버와 결합력이 향상 된다는 것이다. 이러한 셀룰로오스 파이버의 양은 수지 내 충분히 존재하기 때문에 열압과정 중에도 Figure 4와 같이, 수지 내 존재하게 된다. 만약 셀룰로오스 파이버가 수지 내 존재하지 않게 된다면, 저점도 멜라민 수지는 오버레이 아래의 모양지(deco paper)로 침투하게 되어 열압 후 강화마루 표면에 잔존하는 수지의 양이 적어 표면 물성에 단점으로 작용될 수 있다(Graudenz and Titho 1996).

2-3 내마모도와 투명도 평가

Corundum particles의 형태, 규격, 분포가 내마모성과 투명성을 결정한다. 강화마루용 표면지 용도로는 20~40 μm의 크기가 최적인 것으로 증명 되었다. Corundum load와 wear resistance 간에는 확실한 상관관계가 있는 것으로 밝혀졌는데 그 한계는 50 gsm이다. 그러나 하나의 중요한 관점은 corundum particle과 수지 사이의 wetting 특성이다. 우수한 파티클의 wetting anchoring을 통하여 마모 특성과 투명도가 결정된다. Wetting은 formulation에 첨가되는 coupling agents로 개선시킬 수 있다. 그리고 마모성을 현저히 향상 시킨 pre-treated types이 있다. Wetting에 따른 내마모도(Table 2)와 투명도(Table 3)를 평가하였다. 샘플은 liquid overlay와 49 gms, 38 gms의 오버레이 표면지를 측정하였으며 샘플 수는 4개씩 측정하였다. 내마모도는 EU 규정에 의해 측정하였으며, 개정 전과 개정 후의 측정방법을 이용하였다. 투명도 및 Porosity TEST는 LPM을 hardboard에 열압한 후 측정하였다.

Table 2. Wear resistance of laminate flooring by liquid overlay (IP value)

Overlay system	Replacement	Early wear	Final wear	Wear resistance
Liquid overlay	after 500 IP	3,000 IP	6,800 IP	4,900 IP
	after 200 IP	1,600 IP	3,000 IP	2,300 IP
OV5 (49 gms)	after 500 IP	6,500 IP	9,000 IP	7,750 IP
	after 200 IP	2,800 IP	4,200 IP	3,500 IP
OV3 (38 gms)	after 500 IP	4,000 IP	5,500 IP	4,750 IP
	after 200 IP	2,000 IP	2,700 IP	2,350 IP

Table 3. Liquid overlay 적용 강화마루의 투명도 및 Porosity

Overlay system	Transparency	Porosity
Liquid overlay	Good	Good
OV5(49 gms)	Good	Good
OV3(38 gms)	Good	Good

상기 실험을 통하여 corundum particles의 적용에 Liquid overlay 이용 시 내마모도 및 투명성 등의 특성에는 문제가 없는 것을 확인할 수 있었다.

3. 결론

강화마루가 목질마루바닥재로써 목재로 제조되었지만, 아이러니하게도 강화마루의 표면에 나타나는 목재 무늬는 모양지에 의해 나타나는 것으로 실제 목재 무늬는 아니다. 이러한 무늬를 표현하기 위해서 HDF(High density fiberboard)의 표면에 적용되는 모양지와 오버레이지는 LPM(Low pressure melamine)으로 제조되는 것이 일반적인데, 표면강도의 향상을 위해서 저점도의 멜라민 수지를 이용한 Liquid overlay가 제안되었고, Liquid overlay로 제조된 강화마루의 내마모도는 향상 되었다. Liquid overlay 시스템의 경제성만 확보가 된다면, 고내마모 강화마루 생산을 위해서 본 시스템의 적용 가능성은 높다고 판단된다.

4. 참고문헌

- 김종인, 박종영, 이병후, 김현중. 2002. 온돌용 목질마루판의 표면물성. 한국가구학회지 13(1): 27-37.
- 박상범. 2000. 낙엽송 마루판재의 표면강화처리기술 개발(Ⅱ). 목재공학 28(1): 28-35.
- 박윤, 서정기, 김수민. 2009. Click Profile형태, 결합강도와 국제특허를 중심으로 분석한 클릭형 강화마루의 특성. 한국가구학회지 20(2): 122-135
- 정연집, 엄영근, 윤형운. 2000. 마루바닥재. 한국목재신문사.
- Graudenz, E., Titho. G. 1996. Liquid Overlay-High Wear Resistant Surfaces, 1996 Plastic Laminates Symposium Proceedings, TAPPI. pp. 245-246.
- Johansson, H. 1998. Laminate Flooring Today and in the Future, 1998 Plastic Laminates Symposium Proceedings, TAPPI. pp. 299-302.
- Khurana, S.S., Mehta. M. 1997. Wear Resistant Overlay for Flooring - Market & Technology, 1997 Asian International Laminates Symposium Proceedings, TAPPI. pp. 47-58.
- Kille, R.A. 1998. European Producers of Laminate Flooring, the Association of European Producers of Laminate Flooring with the assistance of the IFR Institute of Flooring and Interior Decoration.
- Marshall, P., Parent, B. 1998. What ia a Laminate? How Decorative Foils, Low Pressure Laminates and High Pressure Laminates are Produced, 1998 Plastic Laminates Symposium Proceedings, TAPPI. pp. 1-26.
- Patt, R., Reinhard, A. 1997. Basic Processes of Laminate Construction, 1997 Asian International Laminates Symposium Proceedings, TAPPI. pp. 1-6.
- Ridnell, J. 1997. Low Pressure Melamine Impregnated Papers - Function of Additives, 1997 Asian International Laminates Symposium Proceedings, TAPPI. pp. 99-102.
- Stephen, D. R. 1996. Production of Laminate Flooring, 1996 Plastic Laminates Symposium Proceedings, TAPPI. pp. 233-238.
- Stolpe, L., Johansson, H. 1996. Development of Separation Release Paper for HP Laminate Production with Modern Environment-Friendly Products, 1996 Plastic Laminates Symposium Proceedings, TAPPI. pp. 141-144.