도장처리에 의한 무늬단판 오버레이 MDF의 표면물성[*1]

김종인[*2†] · 박종영[*2] · 도금현[*2] · 정두진[*2] · 박상범[*2]

Surface Properties of Fancy Veneer Overlaid Medium Density Fiberboard by Coating[*1]

Jong-In Kim[*2] · Jong-Young Park[*2] · Geum-Hyun Doh[*2] · Doo-Jin Joung[*2] · Sang-Bum Park[*2]

ABSTRACT

The influences of coating on oak veneer overlaid Medium Density Fiberboard (MDF) were evaluated. The hardness of 9㎜-MDF by hardness test were increased about 28% with coating on MDF and the more increased hardness of 31% with oak veneer overlaid MDF. The hardness of veneer overlaid MDF increased with increment of the veneer thickness and that of overlaid MDF showed the higher hardness compared to non-overlaid MDF.

The optimum moisture content in terms of the hardness of panels MDF was in the range of 7% to 10% and the hardness was decreased with increasing of the moisture content.

Any cracks were not overlaid coated on the MDF but the cracks were observed on the overlaid MDF after Soak under Vacuum Dry 10-cycle. The thicker veneer-overlaid MDF showed more cracks.

Key words: coating, Medium Density Fiberboard(MDF), hardness test, oak veneer, overlaid MDF, Soak under Vacuum Dry 10-cycle

*1. 논문접수 : 2006. 12. 23.

*2. 국립산림과학원 Korea Forest Research Institute, Seoul, 130-712, Korea
† 주저자: [Corresponding author: Jong-In Kim (E-mail: jikim99@foa.go.kr)] Division Quality Control and Standardization Team, Korea Forest Research Institute, Seoul, 130-712, Korea.

1. 서 론

최근 가구의 표면재료로서 PVC의 사용이 급격히 줄어들고 있다. 목질재료의 사용량 증가와 더불어 섬유판류의 사용량 증가는 다른 어떤 건축 재료보다도 두각을 나타나고 있다. Fiberboard (섬유판), Particleboard(파티클보드), 합판(Plywood) 등의 목질판상의 재료를 가구재, 내장재 등으로 사용하기위하여는 표면에 무늬목이나 종이 등을 접착하여 도장처리를 함으로써 마무리를 한다. 목재나 목질판상재료에 도장처리 가공은 먼저, 소재의 표면에 천연무늬단판 등 화장단판의 재료를 접착하며, 그 접착단판의 표면에 도장처리를 하거나 한편으로는 적은 경우이겠지만 가공소재의 표면에 도장처리를 하는 경우가 있다. 첫 번째의 경우는, 주로 무색으로 투명한 도료를 사용하여 천연목재가 갖는 무늬결의 아름다움을 충분히 살려서 도장처리를 하게 되며, 두번째의 경우는 테고필름, 주방가구 도장, 방염도장 및 하이그로시도장과 같은 표면처리 후 표면 질감의 감상이 요구되지 않는 유색도장을 주로하고 있다. 이와 같은 목질보드의 도장가공에서는 도료의 혼화성, 도막의 할렬 및 변퇴색, 도장재의 휨이나 뒤틀림에 의한 변형 등 다양한 문제가 발생되고 있다.

섬유판류의 2차가공은 여타 목재 및 기타 목질재료와 마찬가지로 소재의 함수조건, 접착제의 접착과 압력시간, 대판 및 단판의 두께, 단판의 종류, 그밖에 도장가공 조건 등에 따라서 제품의 품질이 현저히 달라질 수 있다.

함수조건에 의해 Fiberboard의 가공에 미치는 영향에 관한 연구보고는 박 등(2003)이 흡습처리가 표면도장 MDF의 굽음변형에 미치는 영향 연구에서 overlay fiberboard의 도장처리에 의한 굽음변형이 달라지며, 도장조건에 따라서도 많은 제품의 변형과 결함 발생을 가져온다고 하였다. Williams, R. S.(1993)는 섬유판류의 도막에 미치는 치수변형에 관한 연구에서 도막이 수분으로부터의 보호하는 문제를 다룬바 있으며, Saito, F. 등(1982)은 단판과 멜라민수지 화장단판을 접착하여 박리저항과 치수 팽창 등을 연구한 바 있다.

목질보드류의 경도에 관한 연구는 도장처리에 의한 연질 침엽수 판재의 표면강화 연구에서 박과 김(1994)은 몇가지 도료로 도장처리한 잣나무판재에 대하여 연필경도와 강구압입에 의한 내부경도를 측정하였는데 잣나무재의 브리넬경도는 2.38(kg/㎟)이었으며, Urethane계 도료를 도장한 경우, 잣나무소재에 비해 경도는 다소 향상된 결과를 보였으나 매우 낮은 값을 나타냈다고 하였다. 또한 Unsaturate Polyester resin, Epoxy resin 및 Polyurethane resin 등의 도료로 마감도장한 경우, 온돌마루판용 플라스틱복합재(WPC)의 경도와 맞먹는다고 하였다.

川村(1982)은 목재도장에 있어서 도막의 할렬은 도막과 소지 양쪽에서 발생하고 특히, 도막의 형성시에 발생하는 응력과 수분의 변화에 의한 도막과 소지의 팽윤·수축율의 차에 기인한다고 하였다. 今村(1977)은 도장목재에서의 도막의 내부응력 연구에서 경화응력과 도막의 조건 및 경화응력과 소재의 표면구조, 흡습상태에서 내부응력의 소멸기간 등에 관하여 보고하였다. 노(1994)는 목공용도료의 경화과정에서 발생하는 경화응력과 필름의 물성을 비교하였고, 국산수종의 도막성능을 고찰한바 있다. 최근, 김 등(2002)은 저온 환경에서 목질마루판류의 도막성능 평가로서 합판마루판의 경우는 할렬이 다소 발생하였으나 원목마루판의 경우는 도막할렬 발생이 낮았고, 부풀음과 벗겨짐 및 현저한 광택저하가 발생하지 않았다고 하였다.

본 연구에서는 MDF 두께 3, 6, 9㎜를 중심으로 소재의 표면에 직접 도장 또는 단판을 오버

레이 접착 가공한 다음, 그 표면에 도장처리를 실시하여, 소재의 종류, 두께, 밀도, 함수율과 도장 공정에 따른 도막물성 및 내구성에 대하여 검토코자 하였다.

2. 재료 및 방법

2-1 공시재료

2-1-1 공시소재

본 연구에서 사용한 공시소재는 국내에서 가구재나 내장재로서 많이 쓰이고 있는 MDF(Medium density fiberboard)을 대판으로 사용 하였다. MDF의 두께는 3㎜, 6㎜, 9㎜의 3종이며, 무늬목으로는 두께 0.3㎜, 0.5㎜의 Oak 단판을 사용하였다.

2-1-2 공시도료 및 접착제

공시도료로 하도도료는 현재 국내에서 시판되고 있는 A사의 Unsaturated polyester와 Epoxy acrylate를 40 : 60으로 혼합제조한 1액형의 UV도료를 사용하였으며, 상도도료는 C社의 Polyester polyol · Alkyd poly resin 과 Poly isocyanate를 3 : 1로 혼합제조한 Urethane도료를 사용하였다. 본 시험용 하도도료의 고형분은 78%, 상도도료의 경우 주제는 65%, 경화제는 44%였으며 하도 및 상도 각각의 점도는 105KU, 80±5KU로 조사되었다.

접착제는 B社에서 제조한 제품을 분양받은 요소수지, 초산비닐수지를 사용하였으며, 수지 고형분은 요소수지의 경우 47.6%, 초산비닐수지는 34.5%였다.

2-2 시험방법

2-2-1 함수율 조정

MDF은 소재의 특성상 함수조건에 따라서 제품 품질과 도장의 효과가 달라지므로 이러한 특성을 검토하기 위해 두께 9㎜의 MDF에 대하여 기건함수율(7%)에서 10%, 13%, 16%, 19%로 함수율을 조정하였다.

2-2-2 무늬단판의 접착

MDF를 대판으로 하여 두께 0.3, 0.5㎜의 참나무 단판을 접착하였다. 접착제는 B회사에서 분양받은 요소수지, 초산비닐수지, 증량제(소맥분)를 60 : 30 : 10의 비율로 혼합 하여 사용하였다.

2-2-3 도장처리

MDF에 참나무 단판을 접착한 다음 소지조정(180#~320# 연마) → IR 건조(열풍건조, 80~90℃) → 하도도장(UV coating : Unsaturate polyester 40% + Epoxy acrylate 60%, 320# 연마) × 2회처리 → UV경화 → 상도도장(Polyester polyol 70% + Alkyd polyol resin 30%, Spray coating) → 상온건조의 공정으로 도장하였다.

2-2-4 도막경도 시험

본 시험은 KS F 2212 목재의 경도시험방법에 따랐으며, 시험편의 크기를 40㎜×40㎜로 제조하여 시험표면에 지름 10㎜의 강구를 사용하였다. 평균압입속도는 0.5㎜/분 속도로 압입하였고, 20회 반복 조사하였다.

2-2-5 도막할렬

100(W)㎜×100(H)㎜의 시험편에 도장처리한 후, 완전히 건조한 후 항온항습실에서 평형상태까지 조습을 실시한 다음, 진공침수·건조(600㎜Hg/3분 침수·60℃, 24시간 건조 = 1사이클)를 10반복 처리한 후, 확대경(×10)으로 도막할렬의 갯수를 조사하였다.

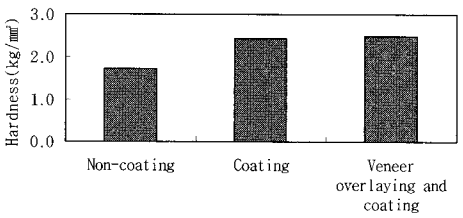
3. 결과 및 고찰

3-1 MDF의 단판가공 및 도막의 경도

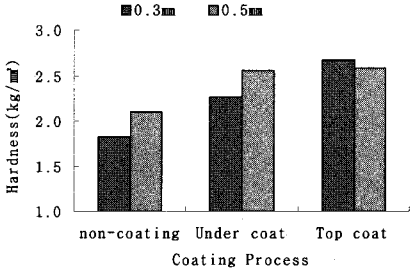
MDF(3㎜)에 대하여 컨트롤(미도장)과 도장처리재 그리고 MDF에 무늬단판을 오버레이 접착한 후 그 표면에 도장처리 한 종류로 구분하여, 도막의 경도(kg/㎟)를 측정한 결과는 <Fig. 1>과 같다. 미도장(MDF 1.73 kg/㎟)에 비하여 도장처리재의 경도는 28% 증가(2.43 kg/㎟), 단판을 접착한 도장처리재는 31% 증가(2.49 kg/㎟)되어, 도장처리 및 단판의 overlay·도장처리 한 도막경도가 향상되었다.

3-2 단판두께와 도장공정에 따른 도막경도

9㎜의 MDF에 두께 0.3㎜와 0.5㎜ 2종의 단판을 오버레이 가공 및 도장처리 하여 도막의 경도를 조사하였다. <Fig. 2>에서 보는 바와 같이 단판 두께 0.3㎜의 경우, 미도장(non-coat, control) 1.83 < 하도(under coat)처리 2.27 < 상도(top coat)처리 2.67로 나타났으며, 단판 두께 0.5㎜의 경우, 미도장 2.10 < 하도처리 2.56 < 상도처리 2.58로 나타났다. 미도장과 하도의 경우에는 0.5㎜의 두꺼운 단판을 overlay하는 것이 도막의 경도가 높게 나타났고, 상도에서는 비슷하거나 다소 낮은 도막경도를 보였다.



<Fig. 1> Hardness comparison of MDF by coating process. * Thickness of MDF : 3㎜

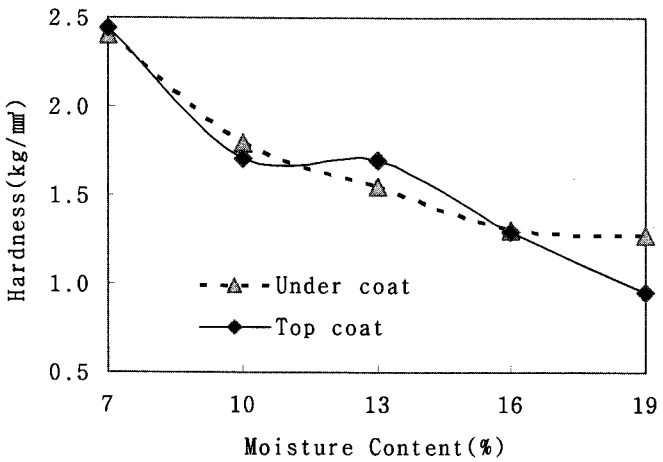


<Fig. 2> Hardness comparison of MDF by the overlaid veneer thickness and coating process.

3-3 MDF의 함수율 조건과 도막의 경도

두께 9㎜ MDF에 대하여 도장처리 전에 함수율 조건을 달리하여 도장처리 후, 도막경도의 변화를 검토하였다. <Fig. 3>과 같이 소지의 함수율이 7%일 때 도막의 경도(kg/㎟)는 하도 2.40, 상도 2.44로 처리재 중 가장 높았으며, 소지의 함수율이 19%까지 증가한 경우 도막의 경도는 하도 1.27, 상도 0.95로서 처리재중 가장 낮았다.

따라서, 도막경도는 7~10%이하 일때 상대적으로 높은 경도를 나타냈으며, 함수율이 증가함에 따라 경도의 경향은 7% > 10% > 13% >16% > 19% 순으로 나타나 함수율이 높아질수록 도막의 경도가 낮아지는 반비례 관계를 나타냈다. 아울러, 하도와 상도의 공정간의 비교로서 함수율에 따른 도막경도의 변화는 큰 차이가 없었다.



<Fig. 3> Relationship between moisture content and hardness of MDF.

3-4 단판 overlay접착 MDF의 도막할렬

3-4-1 소재 및 소지의 두께와 도막할렬

두께 3㎜와 6㎜의 MDF에 대하여 진공침수-건조의 10사이클 처리 후 도막할렬을 측정한 결과, 소지에 직접 도장처리한 경우에는 할렬이 발생되지 않았으나 단판 overlay접착 처리재의 경우에는 할렬이 발생하였다(Table 1). MDF의 두께에 따른 도막의 할렬은 현저한 차이를 보이지 않았으나, 접착가공 단판 두께 간의 조사에서는 0.3㎜의 단판이 0.5㎜ 단판보다 도막의 할렬발생이 적게 나타났다. 즉 두꺼운 단판에서 할렬의 발생이 높았다. 이와 같은 결과는 도장처리로서 도막형성에 의한 단판의 할렬 저감 능력은 박판이 할렬을 제어할 수 있는 능력이 클 것으로 사료 되었다.

<Table 1> Cracks of film by thickness of MDF and fancy veneer overlaid MDF

Thickness of MDF(㎜)	Number of film crack		
	Non overlaying and coating	Veneer overlaying and coating	
		0.3㎜	0.5㎜
3	None	4.5	6.0
6	None	0.2	13.7

* Soak under Vacuum Dry test : 10-cycle

<Table 2> Cracks of film by thickness of fancy veneer and coating process

Coating process	Non-overlaying and coating	Veneer overlaying*1) and coating	
		0.3㎜	0.5㎜
Under coat	None	1.3	1.0
Top coat	None	0.7	None

*1) Thickness of MDF : 9㎜

* Soak under Vacuum Dry test : 10-cycle

3-4-2 단판오버레이MDF의공정별도막할렬

두께 0.3㎜, 0.5㎜의 단판을 접착한 MDF(두께 9㎜)에 대하여 진공침수·건조 10반복 처리 후 도막의 할렬을 측정하였다. MDF의 도장 공정별 도막할렬은 Table 2와 같다. 하도처리의 경우, 단판 0.3㎜, 0.5㎜에서 도막할렬수는 각각 1.3 및 1.0으로, 상도처리 후에는 0.7 및 미발생 으로 조사되어 상도처리 후 할렬의 발생이 적었다. 아울러, 소재 MDF에 직접 도장처리한 경우에는 하도처리 및 상도처리 양쪽 모두에서 도막의 할렬이 발생되지 않았다.

4. 결 론

MDF에 참나무 단판을 overlay접착하여 도장처리한 가공재의 도막성능을 구명한 결과는 다음과 같다.

1. MDF에 단판을 overlay접착, 도장 가공하여 도막경도 변화를 조사한 결과, 미도장에 비해 단순도장처리는 28%, 무늬단판을overlay접착한 도장처리재는 31%의 경도 향상을 가져왔다.
2. MDF에 두께 0.3㎜ 및 0.5㎜의 단판을 overlay접착 및 도장하여 도막의 경도를 조사한 결과, 미도장과 하도의 경우는 두꺼운 단판의 경도가 높게 나타났고, 상도는 비슷한 수준이었다.
3. MDF에 함수율을 달리하여 도장처리한 후의 도막경도는 소지의 함수율이 높아질수록 도막의 경도는 저하되었다.
4. 무늬단판 overlay접착 MDF에 대한 도장처리재의 진공침수·건조 10반복 처리 후 도막할렬은 소지에 직접 도장처리한 경우에는 할렬이 발생되지 않았고, 무늬단판 overlay접착재는 도막할렬이 적었다.

5. 참고문헌

김종인, 박종영, 이병후, 김현중. 2002. 온돌용 목질마루판의 표면물성. 한국가구학회지 13(1) : 27-37.

노정관. 1994. 목재용 도료의 경화응력과 도막성능. 林研研報 49 : 162-168.

박상범, 김현기. 1994. 도장처리에 의한 연질 침엽수 판재의 표면강화. 林研研報 49 : 194-200.

박종영, 김종인, 박상범. 2003. 흡습처리가 표면도장 MDF의 굽음변형에 미치는 영향. 산림과학논문집 66 : 112-117

川村二郎. 1982. 木材塗膜における塗膜割れ. 色材協會誌 55(7) : 488-498

今村浩人. 1977. 塗裝木材における塗膜の內部應力. 林試年報 296 : 157-191.

Saito, F. and K. Suzuki. 1982. Properties of overlaid particleboards Ⅱ-Dimensional stability and particle-bond durability of composites with oriented particleboards. Mokuzai Gakkaishi 29(3) : 234-239.

Williams, R.S. 1999. Wood handbook-Effect of Finish on Liquid Water and Water Vapor Absorption. Forest Prod. Soc. Chap-15.

논문 제출 안내

한국가구학회지 (vol.18/no.2)의 논문을 영문 규정 및 요령에 의거하여
2007년 3월 30일(금)까지 기일 엄수하여 제출 바랍니다.

한국가구학회 편집위원장