

낙엽송 마루판재의 표면강화 처리기술 개발(II)^{*1}

박 상 범^{*2}

Development of Surface Improvement Technique of Japanese Larch Flooring Board(II)^{*1}

Sang-Bum Park^{*2}

ABSTRACT

This paper deals with a coating technique for hardening surface layer of softwood(*Larix leptolepis*) flooring board to improve its surface properties such as hardness and abrasion resistance. Two coating methods were applied for surface hardening of the wood in this study. First, several functional monomers were added in UV-curing epoxy acrylate varnish. Secondly, unsaturated polyester varnish was used as under coat and acryl varnish including anti-abrasive agent was used as top coat. The hardness of the treated wood was similar to that of high density hardwood such as keruing by the first coating method. The abrasion resistance of the coated wood was greatly improved by the second method. Adhesion properties and impact resistance of the coated wood surface were also good. It was suggested that the well-coated softwood could be used as interior flooring board for heavy walking as substitute for hardwood.

Keywords : surface improvement, *Larix leptolepis*, UV-curing epoxy acrylate, unsaturated polyester varnish, anti-abrasive agent

- 요약 -

본 연구는 재면이 약한 낙엽송재의 재질개량의 일환으로 경도와 내마모성 등 표면성능의 개선을 도모하기 위한 표면 강화처리기술을 개발하기 위하여 수행되었다. 본 연구에서는 2가지의 도장법을 적용하였다. 첫째, UV경화형 에폭시아크릴레이트수지도료에 관능성 모노머와 내마모제를 첨가하였으며, 둘째, 불포화폴리에스테르수지도료를 밑칠용으로 그리고 내마모제가 첨가된 아크릴수지도료를 마감칠로 사용하였다.

제 1도장법에 의해 표면경도가 2H에서 3H로 개선되었으며, 제 2도장법에 의해 4H로 크게 개선되었으며 내마모성도 향상되었다. 이들 처리에 의해 충격에 의한 도막의 갈라짐은 거의 발생하지 않았다. 제 2도장법에 의한 표면강화처리 마루판은 케루잉재의 대체재로서 중보행용의 실내 마루판으로 이용 가능한 것으로 시사된다.

*1 접수 2000년 1월 27일 Received on Jan. 27, 2000.

*2 林業研究院 南部林業試驗場, Nambu Forest Experimental Station, Chinju 660-300, Korea.

1. 서 론

현재 우리 나라의 원목 사정을 살펴보면 지구환경 보호에 따른 자원보호주의와 2차 가공제품의 수출에 주력하는 동남아제국으로부터의 우량 활엽수재의 수입은 매년 감소되는 반면, 이를 대체하기 위하여 미국, 캐나다, 러시아, 뉴질랜드를 비롯한 구미제국으로부터의 침엽수재의 수입은 증가되고 있다. 또한, 국내적으로는 장래 잣나무, 낙엽송 등 국산 조림 침엽수재의 광범위한 벌채 시기가 도래할 것이 예상되므로 금후 목재 수급에 있어서 활엽수재가 부족하거나 침엽수재가 과잉되는 현상이 예측된다. 이런 추세에 따라 기존의 활엽수재가 이용되어 왔던 부분에 활엽수재를 대신하여 침엽수재를 이용한 목제품들이 속속 개발되고 있다(임업연구원, 1994).

그러나, 일반적으로 침엽수재는 활엽수재에 비하여 재질이 약하고 춘재와 추재간의 물리적 성질에 큰 차이를 보이고 있다. 따라서 가구나 마루판재로 이들 침엽수재를 이용코자 할 경우, 내마모성, 경도 등과 같은 성능의 개선이 요구되고 있다. 한편, 그간 각급 학교 교실용 마루판으로 사용되어 왔던 남양재인 케루잉재도 그 수입이 점차 감소됨에 따라 현재 침엽수재인 낙엽송으로 점차 대체되어 가고 있다.

그러나, 비중이 0.85로서 매우 단단한 케루잉재와는 달리 낙엽송재는 비중 0.53 정도로 목재가 연약하여 외부의 작은 충격에도 쉽게 움푹 패는 등 교실용 마루판으로서의 사용시 여러 가지 문제점을 제기하고 있다. 이의 개선을 위해 일반적으로 소재에 대한 도장을 실시하고 있는데 그 목적은 첫째, 도장함으로써 내마모성, 내구성, 내약품성을 향상시키고, 둘째, 도막에 의해 수분의 침입을 방지하고 오염물이 부착하더라도 떨어지기 쉽도록 하며, 셋째, 재면의 거스름(가시)이 일어나 이용자에게 손상을 입히는 것을 막거나 피부감촉을 좋게 하며, 넷째, 선호하는 색채를 소재에 쉽게 부여할 수 있으며, 다섯째, 특수도료를 사용하면 방부, 방충효과를 부여할 수 있다는 점을 들 수 있다(경도화학, 1985).

이러한 도장특성을 살려 연질 침엽수 제품의 표면에 자외선(UV) 경화형 도료를 사용하여 표면강화처리를 실시하고 있으나 현행 도장공법으로는 도막의 강도, 마모성, 부착성 등을 소비자의 요구에 부응하기 어렵다. 이들 침엽수 제품의 표면강화를 위한 새로운 도장공법의 개발이 절실히 요구되고 있다. 특히 기존 UV계 도장공법으로 낙엽송 마루판을 제조할 경우

시공 후 바닥청소를 목적으로 책걸상을 끌면 도막이 쉽게 벗겨져 그로 인하여 나무가시들이 발바닥에 박혀 상처를 입히거나 움푹 패인 자국에 이물질이 끼어 불결한 위생 환경을 제공하기 쉬웠다.

박 등(1999)은 전보에서 폴리우레탄수지도료와 UV 경화형 수지도료의 조합에 의해 낙엽송 마루판재의 표면을 강화하여 학교 교실용 마루판재로서 수입 활엽수재인 케루잉재의 국산 낙엽송재로의 대체 가능성을 시사하였다. 그러나, 구두나 하이힐을 신고 왕래하는 백화점 로비 등과 같은 중보행용 공공장소에서의 사용에는 다소 부적합한 것으로 판단되어 표면성능의 개선이 더욱 요구되고 있다. 그러나 이를 개선하기 위해 도막을 두껍게 올리게 되면 자외선의 투과가 곤란하여 도막의 건조가 불량하고 도장면에 균열이 생기는 등 UV 경화형 도료만으로는 표면을 강화함에 있어 한계에 이르게 되었다.

본 연구는 낙엽송 마루판재의 UV 도장공법에서 나타날 수 있는 다소 미흡한 표면성능을 개선하기 위해 UV 도장공법에 관능성 모노머(Functional monomer)와 내마모제의 첨가에 의한 표면성능향상을 도모하는 한편, 중보행용 낙엽송 마루판의 도장공법을 개발하기 위해 일반도료와 내마모제의 조합에 의한 방법을 시도하였다.

2. 재료 및 방법

2.1 공시 마루판의 제조

박피, 제재, 건조, 마루판 몰딩, 응이보수, 표면연마 공정을 거쳐 공시마루판(길이 3.6m, 폭 7.5cm, 두께 1.5cm)을 준비하였다. 공시재로 사용된 낙엽송재의 기본적인 성상 및 물리적 성질은 전보에서와 같다(박, 1999).

2.2 공시도료의 제조

UV경화형 에폭시아크릴레이트수지도료는 전보의 방법(박, 1999)으로 제조하였으며, 불포화폴리에스테르수지도료와 아크릴수지도료는 아래에 기술한 제조법에 따라 합성하여 공시도료로 사용하였다.

2.2.1 불포화폴리에스테르수지의 제조

1L의 4구멍플라스크에 교반기, 수분회수용 콘덴서, 질소가스 도입관, 온도계(~360℃)를 부착시킨 에스테르화 장치(韓國高分子學會編, 1993)를 이용하였다. 프

박 상 법

로필렌글리콜 58부, 무수프탈산 35부, 무수말레인산 35부를 가하고 질소가스를 천천히 주입하면서 승온한다. 가열맨틀을 사용하여 반응물의 온도를 80~90℃로 올리면, 이 온도단계에서 혼합물은 용해하므로 교반을 시작한다. 1~1.5시간에 걸쳐 온도를 150~160℃로 올리고, 다시 3~4시간에 걸쳐 190℃로 한다. 180~190℃에서 물이 유출하므로 에스테르화가 시작되었음을 알 수 있다. 이때 결합수의 분리를 용이하게 하기 위해 크실렌을 소량 첨가한다. 200~210℃ 유지 반응하면서 시간마다 점도와 산값을 검사한다(한국공업규격, 1990). 폴리에스테르의 산값이 50 이하로 저하할 때까지 이 온도를 유지한다(약 5~6시간).

$$\text{산값} = \frac{A \times F \times N \times 56.11}{S}$$

- A : 적정에 소요된 0.1N-KOH 표준용액량(ml)
 F : 0.1N-KOH 표준용액의 농도계수
 N : 사용한 표준용액의 노르말농도
 S : 시료의 무게(g)

산값이란 시료 1g에 함유된 유리 지방산을 중화하는데 필요한 KOH의 mg수를 말한다. 예상 산가에 따른 시료를 0.1mg까지 칭량하여 100ml의 삼각플라스크에 넣고 중성용제(톨루엔:메탄올=7:3, w/w)를 넣은 후 시료를 완전히 녹인다(필요하면 가열하여 녹이고 냉각한다). 1% 페놀프탈레인용액을 3~5방울을 넣고 0.1N-KOH로 적정하여 지시약의 분홍색이 30초 동안 지속될 때를 종말점으로 한다.

산값이 41~45, 점도가 가드너기포점도계로 Q~R(70%/스틸렌 모노머) 규격이 되면 냉각하고, 180℃에서 반응안정제 하이드로퀴논은 0.01부를 가하고 잘 교반하여 용해시킨다. 최종적으로 110℃ 이하에서 스틸렌 모노머(25℃) 55부를 주입하고 희석한 다음 40℃ 이하에서 여과하고 일정 용기에 보관한다. 얻어진 불포화폴리에스테르수지는 미황색, 저점도로 고경질 타입이다(三原, 1971. 垣内, 1972. 北岡, 1974. 許永壽, 1976)

2.2.2 아크릴수지의 제조

비커에 톨루엔 20부, 메틸메타아크릴레이트(MMA) 30부, 부틸아크릴레이트모노머(BAM) 20부, 2-하이드록시프로필아크릴레이트(HPA) 30부, 과산화벤조일(BPO) 5부, 크실렌 40부를 준비한다(A용액). 주 반

응기에 미리 준비한 A 용액 1/5를 가하고 교반하면서 서서히 온도를 올린다. 온도가 80~90℃가 되면 발열반응이 있으므로 온도 조절에 유의한다. 이 온도에서 1시간 유지 반응한 다음, 준비된 A의 용액 나머지를 3시간 동안 적하한다. 이때 발열반응이 있으므로 주의하고, 또한 반응 중 100℃ 이상 넘지 않도록 온도 조절에도 주의한다.

적하가 끝난 다음 80~90℃에서 2시간 유지 반응한 다음 중간 검사를 하고 수지의 점도가 X-Z(가드너기포 점도법에 의함)의 규격이 되면 냉각하고 50℃ 이하가 되면 여과하여 일정한 용기에 포장한다.

도장 직전에 라디칼중합촉매(과산화메틸에틸케톤 0.3~3.0%, MEKPO)를 첨가하면 열에너지에 의해 분해하여 2중 결합부(말레인산 단위)에서 활성 라디칼이 발생하며 라디칼 중합반응에 의해 반응성 모노머와 가교 결합하여 불용불융의 도막을 형성한다. 통상, 상온 혹은 50℃ 이하에서의 중합촉매의 분해를 촉진시킬 목적으로 중합촉진제(나프텐산코발트)가 함께 사용된다(北岡, 1974).

2.2.3 우레탄 경화제의 제조

폴리올의 경화제로서 디이소시아네이트를 디올이나 트리올과 반응시켜 고분자화한 다관능성 프리폴리머가 주로 이용된다. 이들 고분자화에 의한 다관능화는 독성의 저하와 도막 형성능의 향상에 기여한다. 본 연구에서는 폴리에스테르계 폴리올의 경화제로서 일반적으로 이용되고 있는 TDI계 폴리이소시아네이트를 제조하였다.

트리메틸프로판(TMP) 22.8g를 깨끗한 비커에 준비하고 에틸아세테이트(Et-Ac) 18.3g를 가해 승온하여 잘 녹인 다음 보관한다(TMP액의 조제). 이어 2,4-toluene diisocyanate(TDI) 80%와 2,6-TDI 20%로 구성된 TDI-80 87g, 75% Et-Ac 18.3g를 4구 플라스크에 가하고 질소가스를 천천히 주입하면서 40℃까지 승온한다. 40℃로 보온하면서 준비한 TMP액을 약 2시간에 걸쳐 적하한다. 이때 발열이 있으므로 주의 깊게 관찰한다(70℃ 이상 엄금). TMP액의 적하 완료후 60~65℃로 보온하며 우레탄반응을 개시한다. 60~65℃로 2~3시간 반응시킨 후, 매시간 이소시아네이트기량(NCO%)을 검사하면서 NCO%가 9.5~10.5 규격에 들면 냉각하고 40℃이하에서 여과하여 일정한 용기에 포장한다(垣内, 1972). NCO의 측정은 다음의 방법에 의한다. 시료 약 1g를 정확히 칭량하여 250ml의 뚜껑 달린 삼각플라스크에 넣고

낙엽송 마루판재의 표면강화 처리기술 개발(II)

D-di-chlorobenzene 10ml를 가하고 1N-dibuthylamine용액 10ml를 정확히 가한다. 삼각플라스크에 역류냉각기를 부착하여 150±5℃에서 20분간 가열(역류) 후 메탄올 100ml로 역류냉각기를 세척하고 강하게 흔들어 준다. 이어 Bromo phenol blue 지시약을 5방울 넣고 1N-HCl로 적정한다(공시험).

$$\text{NCO \%} = \frac{(\text{공시험} - \text{실시험}) \times 42 \times F}{S \times 1,000} \times 100$$

F : 1N-HCl 표준용액의 농도계수

S : 시료의 무게(g)

2.3 내마모성 개량제

내마모성 향상을 위해 산화알루미늄계 내마모성 향상제 WA-400분말(300mesh)을 구입하여 사용하였다.

2.4 마루판 도장 및 건조

2.4.1 UV경화형 도료의 도장 및 건조

전보에서와 동일한 방법으로 밀칠용으로는 폴리우레탄우드실러, 증칠용으로는 폴리우레탄 샌딩실러, 마감칠용으로는 UV 경화형 에폭시아크릴레이트수지도료를 사용하였다. 관능성 모노머와 내마모제는 마감칠에만 적용하였다. 밀칠, 증칠용 도료의 경우에는 상온 하에서 건조하였으며, UV 경화형 도료의 경우, 80W/cm의 고압수은 램프가 설치된 자외선 경화장치를 사용하여 분당 4m의 속도로 건조하였다(박, 1999). 각 도료의 1회 도장 두께는 30~40µm 정도이다.

2.4.2 불포화폴리에스테르수지도료의 도장 및 건조

마루판용 낙엽송 소지의 이물질을 제거하여 소지를 조정하고, 불포화폴리에스테르수지에 파라핀왁스 130°F 1% 톨루엔용액 500PPM을 첨가하고 촉진제(나프텐산코발트 5% 톨루엔용액)를 1% 첨가한 도료를 준비한다(A액). 이어 불포화폴리에스테르수지에 전술한 톨루엔용액 500PPM을 첨가하고 경화제(메틸에틸케톤퍼옥사이드 1%)를 첨가한 도료를 준비한다(B액). 피도물의 도장은 위에 준비한 도료 A, B를 커튼 코터 도장방식에 의해 주제와 경화제의 혼합물 B의 커튼을 통과 후 주제와 촉진제의 혼합물 A의 커튼을

통과시켜 1회 도장한다. 상온에서 30~60분 정도 숙성시키면서 지축건조를 확인한 후 다시 상기의 도료를 같은 방식으로 1회 더 도장하고 상온에서 완전히 건조시킨 다음 연마지(#320)로써 표면의 왁스 층을 깨끗이 연마하여 없애준다. 도료의 1회 도장 두께는 200~300µm 정도이다.

이어 OH%가 1~2%인 순수한 아크릴수지도료에 산화알루미늄계의 내마모성 개량제를 약 10% 정도 첨가한 것을 주제로 하고, 우레탄이 주성분으로된 경화제를 주제에 대하여 4:1의 배합비로 혼합한 다음, 일정량의 우레탄용 희석제를 첨가한 후 구경이 0.2mm 인 스프레이건을 이용하여 스프레이 도장한다. 상온에서 10분 건조시키고, 이어 건조속도를 빠르게 하기 위하여 60℃에서 1시간 정도 건조시켜 마루판 제품을 완성한다. 도료의 1회 도장 두께는 30~40µm 정도이다.

2.5 표면성능시험

표면성능시험은 전보에서와 같은 방법으로 실시하였다(박, 1999). 경도시험은 45° 표면경기시험에 의한 연필표면경도를 측정하였으며, 내마모성 시험은 TABER형 마모기에 의하여 100회전당 마모율로부터 구하였다. 부착력 시험은 Cross cut 시험기에 의하여 부착성을 조사하였으며 내충격성은 Du pont식 충격 시험기를 사용하여 충격으로 변형된 도막의 균열, 박리 등을 조사하여 내충격성을 조사하였다(職業訓練研究センター編, 1984).

3. 결과 및 고찰

3.1 공시도료의 특성조사

본 시험의 공시도료로 사용된 에폭시아크릴레이트수지, 불포화폴리에스테르수지, 아크릴수지, 우레탄 경화제의 외관, 비중, 점도, 불휘발분, 산가, 수산기가, 이소시아네이트함량, 분자량 등 기본적인 물리 화학적 특성은 Table 1과 같다.

3.2 관능성모노머 첨가에 의한 UV 경화형 도료의 표면성능향상시험

전보에서 폴리우레탄도료와 UV 경화형 도료의 조합에 의한 낙엽송 마루판의 표면강화처리에 의해 경도 및 내마모성이 향상된 제품을 얻을 수 있었다. 그

Table 1. Physical and chemical properties of several resins used in this study.

Division	Epoxy acrylate	Unsaturated polyester	Acryl	Urethane hardner
Appearance	Light yellow transparent	Light yellow, transparent	Clear, Transparent	Light yellow, transparent
Sp.Gr.(25/25 °C)	1.03 ± 0.005	1.00 ± 0.005	0.93 ± 0.005	0.95 ± 0.005
Viscosity(cps/25 °C)	12,000 ± 3000	12,000 ± 3000	8,000 ± 2,500	8,000 ± 2,500
Non-volatile(%)	99 ± 1	97 ± 1	60 ± 1	75 ± 1
Acid value(KOHmg/g)	-	25 ± 5	-	-
Hydroxyl value(-OH)	-	186	-	-
Isocyanate (%)	-	-	-	10 ± 1
M.W	629	348	359	656

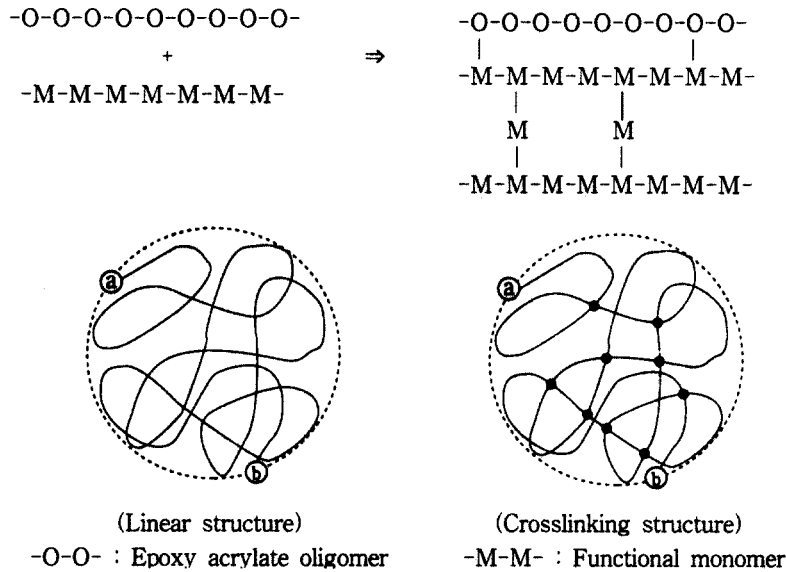


Fig. 1. Model structure of crosslinking reaction between epoxy acrylate oligomer and functional monomer.

러나 UV 경화형 도료만으로는 표면경도를 2H 이상 높이기 곤란하여 추가적으로 다음과 같은 실험을 실시하였다.

전보에 사용하였던 UV 경화형 도료인 에폭시아크릴레이트수지 도료에 2-hydroxypropyl acrylate, 1,6-hexanediol diacrylate, trimethylolpropane triacrylate, dipentaerythritol hexaacrylate 등 4종의 관능성 모노머를 첨가하여 낙엽송재의 표면성능 개선효과를 조사하였다. 이것은 직선상의 에폭시아크릴레이

트수지도료에 반응성이 뛰어난 관능기를 가진 모노머를 도입함으로써 Fig. 1과 같은 가교상 고분자가 생성되어 도막이 더욱 강화될 것을 기대한 것이다.

본 시험에 사용된 관능성 모노머의 종류, 구조 및 관능기수를 Table 2에 나타내었다(라도텍 연구회編, 1989).

에폭시아크릴레이트수지도료에 대한 관능성 모노머의 혼합 및 내마모제의 첨가 비율은 Table 3과 같으며 수지에 대하여 각각 10부씩 첨가하였다.

Table 2. Kinds and physical properties of functional monomers used in this study.

Kinds of monomer	Abbreviation	Chemical formular	M.W.	Functionality	Sp.Gr. (25°C)	Viscosity (cps, 25°C)	Pencil hardness test
2-hydroxypropyl acrylate	HPA	A-O-CH ₂ CH ₂ CH ₂ OH	130	1	1.054	8	0.5
1,6-hexanediol diacrylate	HDDA	A-O-(CH ₂) ₆ -O-A	226	2	1.015	4-6	0.6
Trimethylolpropane triacrylate	TMPTA	$\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{-O-A} \\ \\ \text{H}_3\text{C}_2\text{-C-CH}_2\text{-O-A} \\ \\ \text{CH}_2\text{-O-A} \end{array}$	296	3	1.110	50-150	0.6
Dipentaerythritol hexaacrylate	DPHA	$\begin{array}{c} \text{CH}_2\text{-O-A} \quad \text{CH}_2\text{-O-A} \\ \quad \quad \\ \text{A-OCH}_2\text{C-CH}_2\text{-O-CH}_2\text{-C-CH}_2\text{-O-A} \\ \quad \quad \\ \text{CH}_2\text{-O-A} \quad \text{CH}_2\text{-O-A} \end{array}$	578	6	1.175	3000-6000	0.3

*A : CH₂=CHCO-(Acryloyl-)

Table 3. Combination ratio of several monomers and anti-abrasive agent on the epoxy acrylate.

Chemicals	Treatment									
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	
Epoxy acrylate	90	80	70	60	90	80	70	60	100	
HPA	10	10	10	10	10	10	10	10	-	
HDDA	-	10	10	10	-	10	10	10	-	
TMPTA	-	-	10	10	-	-	10	10	-	
DPHA	-	-	-	10	-	-	-	10	-	
Anti-abrasive agent	-	-	-	-	10	10	10	10	-	

Table 4에 관능성 모노머의 혼합 및 내마모제의 첨가 비율에 따른 점도, 광택도, 연필경도, 충격에 따른 할렐수 및 마모율을 나타내었다. 에폭시아크릴레이트수지도료 단독으로 도장한 경우(I시료) 연필경도 2H, 충격에 의한 할렐 0~1개, 마모율 0.19%의 표면 성능을 나타내었다.

에폭시아크릴레이트수지도료에 4종의 아크릴계 관능성 모노머를 혼합(A~D시료)하여 마루판의 강화처리를 실시한 결과, 연필경도 2H, 할렐 0~1개로 별다른 변화가 관찰되지 않았으나 마모율은 관능기가 3~6개 붙은 다관능성 모노머의 첨가한 시료에 있어서 0.17%로 다소 개선되었다. 이러한 결과는 다관능성 모노머의 첨가에 의해 도료간의 3차원 망상구조가 형성되었기 때문인 것으로 판단된다.

Table 4에서 에폭시아크릴레이트수지도료 단독 도장한 시편의 마모율이 0.19%이고 관능성 모노머의 혼합에 의해 마모율이 0.17%로 처리에 따른 실제 마모율의 개선효과가 극히 미미하다고 판단할 수 있으나, 이는 마모율 측정시 도장된 시험편에서 도막이 차지하는 중량이 극히 작기 때문에 이러한 결과가 얻어진다.

한편, 에폭시아크릴레이트수지도료와 관능성 모노머의 혼합도료에 내마모제를 10% 혼합하여 도장 처리한 경우(E~H시료), 연필경도가 2H+, 할렐 0~1개, 마모율 0.16%로 내마모제의 소량 첨가에 의해 표면 성능이 향상되었다. 특히 에폭시아크릴레이트수지도료 60부, 2-hydroxypropyl acrylate 10부, 1,6-hexanediol diacrylate 10부, trimethylolpropane

Table 4. Surface improvement effect of functional monomers and anti-abrasive agent on the flooring board.

Kinds of test	Treatment								
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
Viscosity(cps, 25 °C)	900	700	700	600	900	1,000	1,000	1,500	800
Glossy(65°)	85 ↑	85 ↑	85 ↑	85 ↑	80 ↑	80 ↑	80 ↑	80 ↑	85 ↑
Pencil hardness	2H	2H	2H	2H	2H+	2H+	2H+	3H	2H
No. of cracks	0~1	0~1	0~1	0~1	0~1	0~1	0~1	0~1	0~1
Abrasion ratio	0.19	0.19	0.18	0.17	0.17	0.16	0.16	0.15	0.19

Table 5. Surface improvement effect of unsaturated polyester+acryl varnishes+anti-abrasive resistant(UPS+AV+AA) treatment on the flooring board.

Items of test	Treatment			
	Control	UV coated	UV+AA coated	UPS+AV+AA coated
Pencil hardness	-	2H	2H+	4H
Abrasion ratio	0.30	0.19	0.15	0.12
Adhesion property	-	95% ↑	95% ↑	95% ↑
No. of cracks	-	0~1	0~1	0~1

- : Not determined

triacrylate 10부, dipentaerythritol hexaacrylate 10부로 조합된 H 시험편에서 연필경도가 3H로 기존의 2H에 비해 한 단계 향상되었으며 또한 마모율이 0.15%로 줄어들었다. 반면, 내마모제의 첨가에 의해 도료와 관능성 모노머의 처리시 보다 점도가 다소 높아졌으며 광택도가 80으로 약간 줄어들었다.

결론적으로 관능성 모노머의 첨가에 따른 마루판의 표면개선효과는 당초 기대되었던 만큼 개선되지 못하였다. 이는 본 연구에서 선택한 관능성 모노머의 경화물 자체의 연필경도가 매우 낮은데 기인한 것으로 생각되며(Table 2), 표면개선을 위해서는 연필경도가 높은 Tripropyleneglycol diacrylate(3H), Hydroxylpivalic acid neopentylglycol diacrylate(4H) 등 glycol 성분이 함유된 다른 관능성 모노머의 선택이 필요한 것으로 생각된다.

3.3 불포화폴리에스테르수지도료와 내마모제의 조합에 의한 표면성능향상시험

상기의 UV경화형 도료, 관능성 모노머, 내마모제의 혼합 도장처리에 의하여 낙엽송재의 표면경도가 실내 마루판의 수준으로까지 향상되었으나 중보행용

으로서 기대할 정도의 수준에 도달하지 못하였으며, 또한 관능성 모노머의 사용에 따른 가격 인상이 실공정에서의 사용에 부담 요인으로 작용하였다. 그리하여 비교적 가격이 저렴하고 표면성능이 우수한 것으로 알려진 불포화폴리에스테르수지도료에 고경질의 아크릴수지도료를 첨가하여 표면경도를 올리는 한편 내마모제의 첨가에 의해 마모율을 낮추도록 의도하였다.

도장된 목질마루판의 연필경도치를 측정하여 마루판의 표면경도를 나타내는 기준은 설정되어 있지 않으나 일반 도료업계에서는 실내 바닥재용으로는 연필경도 2H, 중보행용으로는 4H 정도의 연필경도를 지니면 충분한 것으로 판단하고 있다(景都化學, 1985).

위의 표면경도향상공정에 의해 제조된 낙엽송 마루판의 표면성능을 조사한 바, Table 5에 나타난 바와 같이 본 제품은 연필경도 H~2H 정도인 UV 경화형 도료를 이용한 기존 제품에 비하여 경도가 4H로 2단계 정도 향상되었으며, 마모율이 0.12%로 감소되어 내마모성은 기존 UV 제품에 비해 3배 정도 향상되었다. 목재와 도막간의 부착성도 95% 이상으로 매우 양호하였으며, 또한 내충격성도 기존 UV 경화제품에 비

해 훨씬 향상되었다.

본 도장기술은 학교교실용 마루판의 제조에 적용할 수 있을 뿐 아니라 사람의 왕래가 매우 빈번한 백화점 로비, 실내체육관 등의 증보행용 마루판으로 이용할 수 있어 낙엽송 마루판의 용도확대 및 고부가가치화에 크게 기여할 것으로 기대된다. 또한 연질 목재로 제조된 각종 목제품의 표면강화처리기술로서도 매우 유망하다.

4. 결 론

활엽수재의 대체재로서 침엽수재의 이용을 확대하기 위해서는 침엽수재의 일반적인 결점으로 인식되고 있는 재면의 연약함과 춘·추재간의 비중 차에 의한 마모차 등과 같은 결점으로 인해 경도, 내마모성 등 침엽수재의 표면성능을 개선하는 것이 절실히 요망되고 있다.

본 연구는 연질 낙엽송재로 제조된 후로링보드에 각종 수지도료에 의한 도장처리를 실시하여 학교 교실용 마루판으로 이용되고 있는 열대재인 케루잉 후로링보드를 대체코자 실시되었다. 얻어진 결과를 요약하면 다음과 같다.

UV경화형 에폭시아크릴레이트수지도료에 관능성 모노머와 내마모제를 혼합하여 낙엽송 후로링보드의 표면강화처리를 실시한 결과, 경도 및 내마모성이 보강되어 케루잉재에 버금가는 제품의 생산이 가능하여 장차 현행 학교 교실용 후로링보드로 사용되는 케루잉 마루판 823,305m²(148억원/년)의 낙엽송재로의 대체가 기대된다. 또한 불포화폴리에스테르수지와 아크릴수지 및 내마모제의 조합에 의한 표면강화기술은 학교교실용 마루판의 제조에 적용할 수 있을 뿐 아니

라 사람의 왕래가 매우 빈번한 백화점 로비, 실내체육관 등의 증보행용 마루판으로 이용할 수 있어 낙엽송 마루판의 용도확대 및 고부가가치화에 크게 기여할 것으로 기대되는 동시에 연질 목재로 제조된 각종 목제품의 표면강화처리기술로서도 매우 유망시 된다.

참 고 문 헌

1. 景都化學. 1985. 塗料資料集 - 塗料와 塗裝研究 -. 443pp.
2. 라ドテック研究會編. 1989. UV·EV硬化技術の應用と市場. (株)シ-エムシ-. 東京 : 7~41, 213.
3. 朴相範. 1999. 낙엽송 마루판재의 표면강화처리기술개발(I). 목재공학 27(3): 31~38.
4. 北岡 協三. 1974. 塗料用合成樹脂入門. 高分子刊行會 : 92~131, 166~192, 154~164.
5. 三原 一幸編. 1971. 解説塗料學. 理工出版社 : 28~33, 68~70.
6. 垣内 弘. 1972. 塗料樹脂の化學. 昭光堂 : 153~162, 166~170.
7. 林業研究院. 1994. 韓國의 木材産業과 需給 및 林産業 展望. 林業研究院 研究資料 第92號 : 1~36.
8. 職業訓練研究センター編. 1984. 塗料試驗法 : 72, 79, 88, 95~96.
9. 韓國高分子學會編. 1993. 高分子實驗. 自由아카데미社: 3~8.
10. 韓國工業規格. 1990. 도료용 수지의 산값 시험 방법(KS M 5000).
11. 許永壽 譯. 1976. 플라스틱材料講座[10]- 폴리에스테르樹脂. 大光書林 : 15~118.