

녹차잎분말을 사용한 마루판의 특성¹

강석구², 이화형^{1,2}

Characteristics of Fancy Veneer Plywood Floor using Green Tea Leaves Powder¹

Seog Goo Kang², Hwa Hyoung Lee^{1,2}

ABSTRACT

This research was carried out to examine the properties of fancy cherry veneer overlaid on the PF resin bonded Meranti plywood floor, which 2.5% green tea leaf powder was applied in the UV varnishes and the adhesives for scavenging the volatile organic compounds. The results were as follows:

1. The various properties of the treated samples, such as density, moisture content, thickness swelling, bending strength(MOR), adhesion shear strength, surface abrasion, curling, cyclic delamination test with boiling water, boiling property, cold-resistance and heat resistance, acid resistance and alkali resistance, and anti-contamination property showed no significant difference between the properties of the control samples. 2.5% green tea leaf powder treated floor gave a little better results than the control for surface scratch test.

2. In case of QUV and weathering test, no difference between the treated sample and control was found.

3. The floor was discolored by adding 10% green tea leaf powder to UV coating, and the floor was also discolored to light green during by the soaking test. The color of floor was not changed up to 5% addition level.

Keywords: Green tea leaves powder, Properties of floor, Surface abrasion test. Cyclic delamination test, Surface scratch test, QUV and weathering test.

1. 논문접수: 2010. 01. 07.; 심사: 2010. 01. 30.; 게재확정: 2010. 07. 14.

2. 충남대학교 임산공학과, Department of Forest Products, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea.

†교신저자(Corresponding author): Hwa Hyoung Lee (E-mail: hhlee@cnu.ac.kr).

1. 서론

물과 먹거리와 공기는 인간의 생명활동에 없어서는 안 될 중요 요소이다. 이 중에서 공기는 단 5분만 공급되지 않아도 생명활동은 정지된다. 세계보건기구(WHO, 2002)는 해마다 240만명이 공기오염으로 죽어가며 이 중에서 150만명은 실내공기오염으로 죽는다고 보고하였다. 이러한 통계는 하루 24시간 중 80% 이상을 실내에서 생활하고 있는 현대인에게 건물 외부의 공기질도 중요하지만 실내공기 오염의 영향을 더 많이 받고 있다는 것을 나타낸다. 더군다나 최근의 연구 결과에 의하면 일부 항목의 경우 실내가 실외보다 오염이 훨씬 더 심각한 것으로 나타났다. 실내공기 오염 원인은 크게 두 가지로 나눌 수 있다. 하나는 건물 주변의 대기오염에 의한 영향으로 외부오염공기가 건물기초나 벽면틈새를 통하여 실내로 유입되거나 환기를 통하여 유입되는 방법이다. 또 하나는 실내에서 발생하는 오염물질로서 건축자재나 가구 및 생활용품에서 발생하는 휘발성 유기화합물(volatile organic compounds: VOCs)과 포름알데히드(formaldehyde: HCHO) 등 실내에서 발생한 대기오염원들이 실내에 축적되는 경우와 담배연기에 의한 오염, 실내의 활동에 의해 발생하는 분진과 연소기구나 조리기구, 난방장치 등에서 발생하는 연소가스나 수증기 등의 인간활동에 의하여 오염되는 경우로 볼 수 있다. 특히 휘발성 유기화합물과 포름알데히드는 실내 공기질환경에서 유해한 물질로 각 나라에서 사용량을 규제하고 있으며 우리나라에서도 2004년 5월 30일부터 「다중이용시설 등의 실내공기질관리법」을 개정하여 시행되고 있다. 2012년부터 사전인증제 도입에 의한 포름알데히드 방출기준을 초과하는 목질판상제품의 생산, 수입, 유통, 사용을 전면 금지시키기 위한 법률개정안(「다중이용시설 등의 실내공기질관리법」 제13조, 제14조)을 2009년 5월에 입법예고를 하여, 공기오염물질을 다량방출하는 건축자재의 실내사용을 제한하고 있다. 휘발성 유기화합물은 증기압이 높아 대기 중으로 쉽게 증발되고, 물질에 따라 인체에 발암성을 보이고 있으며, 건축자재에서 발생한 포름알데히드는 건축자재의 수명, 실내온도 및 습도 그리고 환기율에 따라 그 방출량이 영향을 받는데, 일반적으로 4.4년 정도 배출하는 것으로 알려져 있다(이, 2006). 이러한 포름알데히드는 암을 유발하는 발암성(비암)물질로서 알려져 있고 흡입에 의한 독성이 가장 강하다. 단기간 노출 시 눈, 코, 목 등에 자극 증세를 보이고 장시간 노출 시 구토, 설사, 기침, 어지러움, 정서적 불안감, 기억력 상실, 정신집중 곤란 등을 야기한다.

지금까지 녹차잎을 사용하여 실내오염물질을 제거하는 연구를 들어보면 Takagaki(2000)등은 30% 카테킨 함유한 녹차잎 추출액으로 포름알데히드를 제거할 수 있다는 보고를 하였고 그 원인이 카테킨으로 보고 포름알데히드와의 반응 미커니즘을 보고하였다. Kang 과 Lee(2008)는 녹차잎분말을 사용하여 총휘발성 유기화합물(TVOC)과 포름알데히드 방산제거효과가 매우 우수하다고 보고하였으며 주 내용은 북미산 벚나무단판(cherry veneer)을 대판에 오버레이할 때 사용하는 접착제와 표면의 도료에 각각 2.5% 씩 녹차잎 분말을 첨가하면 첨가하지 않은 마루판 컨트롤에 비하여 총휘발성 유기화합물(TVOC)과 포름알데히드 방산제거효과가 매우 뛰어나 최우수등급보다 우수한 결과를 나타냈다고 보고하였다. 또한 낙엽송재의 마루바닥재의 표면물성을 개선하기 위하여 박(2000)은 불포화폴리에스터 수지도료 및 UV경화형 에폭시아크릴레이트 수지도료를 이용하여 좋은 결과를 얻었다고 발표하였고, 김등(2002)은 국내유통 온돌용목질마루판의 표면 물

성을 연구하여 발표하였으나 친환경성질과의 관련 연구는 없었다.

따라서 본 연구는 이와 같은 Kang 및 Lee(2008)의 친환경적 결과가 과연 기존의 제조라인 상에서 작업성과 외관의 색상의 차이 없이 그대로 적용할 수 있는지 또한 마루판의 각종 성질에 어떤 영향을 미치는가를 구체적으로 특성을 구명하기 위하여 실시하였다.

2. 재료 및 방법

2-1 공시재료

2-1-1 녹차잎분말

국내 유명 B회사가 7월에 생산한 녹차(*Camellia sinensis*) 잎을 100메쉬 이하로 갈아 사용하였다. 탈취기능에 중요한 폴리페놀 함량은 $9.84 \pm 0.01\%$ 였으며 조단백질은 $17.23 \pm 1.34\%$ 였다.

2-1-2 합판 및 단판

현재 국내 L회사에서 마루판 대판으로 사용하는 인도네시아산 페놀수지로 접착한 메란티(meranti) 5매 합판으로 두께 7.0 mm를 사용하였다. 단판은 미국산 활엽수로 두께 0.5mm의 미국 벚나무(cherry: *Prunus serotina*, 비중 0.53)를 치장단판으로 사용하였다.

2-1-3 접착제

대판에 치장단판을 접착하는 접착제는 현재 L사에서 사용하는 에틸렌초산비닐수지(ethylene vinyl acetate emulsion: EVA: 고형분 52%, pH 5~6)와 멜라민수지(melamine formaldehyde resin: MF, 고형분 55%, pH 8~9)를 8:2로 혼합하여 사용하였다.

2-1-4 도료

UV도장공정은 소지조정과정 (2 head sander를 이용한 sanding, #180, #240)을 거친 후, 하도, 중도, 상도 도장공정을 거쳤다. UV코팅도료로서 1회의 하도와 2회의 상도라인공정을 거치는데 무용제 타입 우레탄 아크릴레이트계 UV도료를 사용하였고, 중도라인공정은 4회공정으로서 무용제 타입 에폭시 아크릴레이트계 UV도료를 적용하여 도장하였다. 녹차잎 분말 투입은 하도 공정에서 처리하였다.

2-2 마루판제조 공정

경기도 평택에 있는 K회사의 라인에 직접 적용하여 접착제혼합탱크에 녹차잎 분말을 접착제량의 2.5%를 첨가한 후 두께 7mm의 5 Ply 페놀합판을 대판에 자동도포하고 0.5mm 두께의 벚나무 단판을 오버레이하여 열압 공정을 거쳤다.

이때 열압공정은 접착제의 도포량을 120g/m^2 으로 하여 프레스 시간은 40초, 단위압력 10kgf/cm^2 , 온도 120°C 의 조건에서 실시하였다.

제조된 치장마루판은 소지조정과정 (2 head sander를 이용한 sanding, #180, #240)을 거친

후, 1회의 하도공정과 4회의 중도 및 2회의 상도도장 공정을 거친다.

이때, 무용제 하도 UV 도료 (urethane acrylate ; 고형분 100%)에 녹차잎 분말을 전건중량기준으로 2.5%와 5%첨가하여 도장한 후 일반 마루제조공정과 동일하게 중도 4회, 상도 2회 도장을 실시하였다.

2-3 마루판 성질

2-3-1

마루판의 밀도, 함수율, 휨강도, 표면마모시험, 표면오염도, 변색도, 치수안정성, 내수표면박리 시험(4시간 boiling 후 20시간 건조 후 표면 박리율 측정) 등을 한국산업규격 KSF 3101(2006), KS F 3111(2008) 및 KS F 3126(2008)의 시험방법에 따라 측정하였다. 컬링성은 현재 목질마루 바닥재 공장에서 사용하는 시험방법 및 품질 규격을 참조하여 두가지 방법으로 시행하였으며 25℃의 물에서 24시간 침지처리하는 방법과 80℃에서 24시간 가온처리 시험하는 방법으로 처리 후 폭과 길이방향의 컬링을 수평면에 대한 컬링깊이(mm)로 측정하였다. 내변퇴색성 측정을 위한 QUV노출테스트는 자외선 단독 72시간 노출 방법과, 강우조건을 부가한 72시간 Weathering Test 방법 (108분 자외선 노출 + 18분 강우조건을 한 사이클로 정하여 36회 반복 실시)을 사용하였다.

측정설비는 Atlas Electronic Device Co.의 Weather-O-Meter(Xenon Weather-O-meter, ATLAS Ci 5000)를 사용하였으며, 색채 변화는 육안 비교 하였다.

2-3-2 TVOC 및 포름알데히드 측정

TVOC 측정을 위하여 '환경부 공정시험법(2004. 4.)'에 의하여 20L소형챔버법을 사용하여 측정하였으며 포름알데히드 측정은 데시케이터법과 20L소형챔버법을 아울러 사용하였다.

3. 결과 및 고찰

3-1 치장단판오버레이 합판마루판의 물리기계적 성질

Table 1에서 보는 바와 같이 KS F 3111 천연무늬목 치장마루판의 품질기준에 따라 물리적 성질로서 밀도는 처리구와 대조구의 차이가 없었으며 함수율도 13%이하로 모두 합격하였고 양자의 차이는 없었으며 흡수두께팽윤율도 6%이하로 Table 1과 같이 처리구와 대조구 사의의 차이는 없었다. 치장단판오버레이 합판마루판의 기계적 성질로서 내수박리강도(IB), 휨강도, 접착전 단강도도 녹차처리구와 무처리구와의 사이에 차이가 없이 나타났다. 따라서 치장단판오버레이 합판마루판의 물리기계적 성질은 녹차잎분말을 2.5%를 첨가하여도 무처리와 차이가 없는 것으로 볼 때 휘발성 유해물질 억제용 녹차잎 분말혼입이 합판의 접착성능저하에 영향하지 않음을 알 수 있었다.

Table 1. Physical- and mechanical- properties between the control and the treated floor

Properties	Control floor Mean±SD	GT powder treated floor Mean±SD	T-test	standard
Density(g/cm ³)	0.62 ± 0.03	0.64 ± 0.09	-0.691 ^{NS}	
MC(%)	8.03 ± 1.04	8.07 ± 0.10	-0.083 ^{NS}	below 13%
Thickness swelling(%)	5.96 ± 0.27	5.89 ± 0.84	0.127 ^{NS}	below 6%
IB(boil test)(N/mm ²)	2.82 ± 0.90	2.88± 0.19	-0.120 ^{NS}	
Bending strength(N/mm ²)	51.33 ±0.83	53.98 ± 10.00	-0.524 ^{NS}	over 40N/mm ²
Adhesion shear strength(boil test) (N/mm ²)	1.93 ± 0.70	1.96 ± 0.45	-0.48 ^{NS}	over 0.7N/mm ²
Adhesion shear strength(boil test) ⊥ (N/mm ²)	3.39 ± 0.68	3.19 ± 0.83	0.966 ^{NS}	over 0.7N/mm ²

3-2 접착내구성, 습열성 및 내수변색

내수침지박리시험 4반복 실험에서 대조구와 2.5%첨가 마루판 양쪽 모두 박리길이 0 mm로서 합격되었으며 끓는 물에 대한 습열성으로 표면에 갈라짐, 부풀음, 벗겨짐 및 현저한 광택의 변화가 없이 나타나 처리구와 대조구 사이에 차이는 없었다. 내수변색시험 결과 control 제품 대비 2.5%, 5% 처리구는 동일하며 10% 처리는 옅은 녹색으로 변화였다

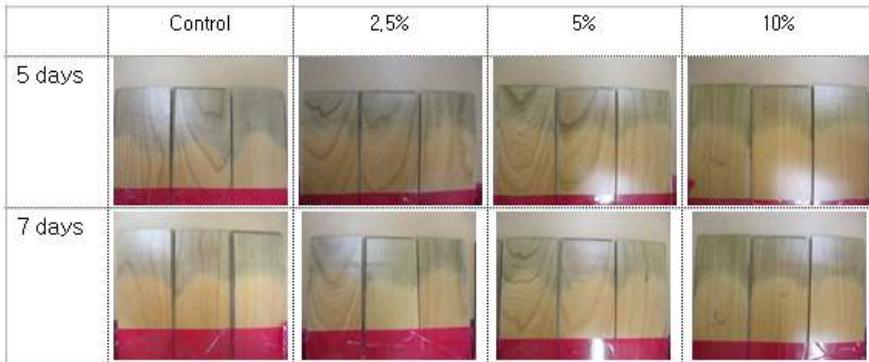


Fig. 1. discoloration test by immersion.

3-3 내한성 및 내열성

대조구와 처리구에서 모두 표면에 갈라짐, 부풀음, 벗겨짐 및 현저한 광택의 변화가 없이 차

이화형 등 - 녹차잎분말을 사용한 마루판의 특성

이가 없었다.

3-4 내오염성

대조구와 처리구에서 Table 2처럼 모두 표면에 색이 남아 있지 않아 양호하며 차이가 없었다.

Table 2. Contamination-resisting qualities between the control and the treated floor

Addition of GTL powder(%)	0 (control)	2.5	5	10
Ball point pen	excellent	excellent	excellent	excellent
Shoe polish(black)	excellent	excellent	excellent	excellent
Magic ink	excellent	excellent	excellent	excellent

3-5 내산 및 내알카리시험

대조구와 처리구에서 모두 표면에 갈라짐, 부풀음, 벗겨짐 및 현저한 광택의 변화가 없어 품질기준에 모두 합격하였으며 차이가 없었다.

3-6 내마모성

KS F 3126의 내마모성시험에 따르면 흔들용은 회전수가 1,000회전에서 마모 중점이 나타나지 않도록 되어 있는데 처리구와 대조구 모두 마모중점이 나타나지 않았다. 초기 500회전의 마모량 시험에서 Table 3에서 보는바와 같이 마모량은 2.5%의 녹차잎분말처리구가 대조구보다 약간 높았으나 5% 처리구는 대조구와 같은 마모량 수치가 나왔으므로 차이가 없다고 보아도 좋을 것으로 생각된다.

Table 3 Abrasion-resisting qualities between the control and the treated floor

Addition of GTL powder(%)	0 (control)	2.5	5	10
Abrasion of 500 rotations(g)	0.63	0.71	0.63	0.67

3-7 내변퇴색성(QUV 및 Weathering Test)

내변퇴색성으로 UV축진테스트(QUV) 및 Weathering Test를 한 결과 Fig 2와 같이 대조구와 처리구가 같은 결과를 나타냈다.

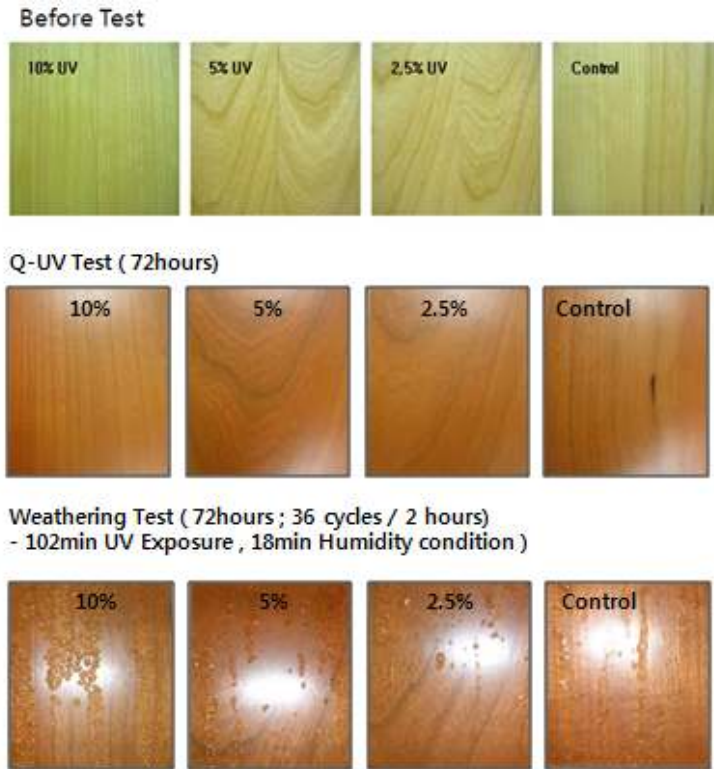


Fig. 2. Q-UV and Weathering test.

3-8 컬링시험

대조구와 처리구의 컬링성의 결과는 Table 4에서 보는바와 같이 25℃의 물에서 24시간 침지 처리 시험과 80℃에서 24시간 가온처리 후의 컬링깊이 측정 결과 폭방향은 모두 0를 나타내어 컬링이 없었고 길이방향으로는 모두 15mm이하로서 기준에 모두 합격하였으며 처리구와 대조구의 차이는 없었다.

Table 4. Curling depth of the lengthwise floor board

Unit: mm

Treatment	Heat test (80℃, 24hr)				Soaking test (25℃, 24hr)			
	Mean	SD	t	SP	Mean	SD	t	SP
Control	11.67	2.91	-0.762 ^{N.S}	.525	1.17	1.69	-0.164 ^{N.S}	.885
2.5%	12.50	0.50			1.50	2.93		

3-9 표면 내스크래치 시험

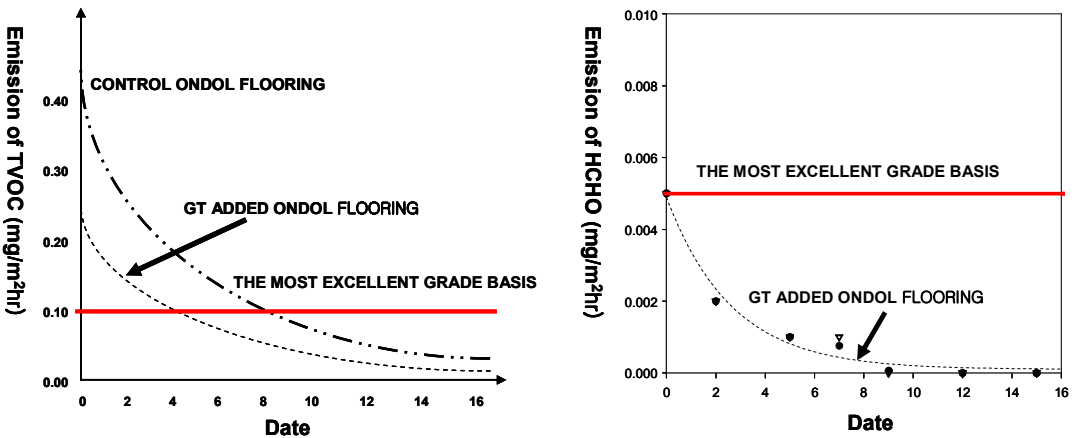
표면 내스크래치 시험결과 Table 5처럼 처리구가 대조구보다 조금 더 강하게 나타났다.

Table 5. Surface scratch properties between the control and the treated floor

Addition of GTL powder(%)	0 (control)	2.5	5	10
Ssurface scratch test(N)	2.5	3	3	3.5

3-10 TVOC 및 포름알데히드의 소형챔버시험(결과)

본 논문의 참고 사항으로 20L 소형챔버법(환경부 공정시험법 2004.4)에 의한 녹차잎분말 2.5%를 접착제와 도료에 각각 첨가한 온돌용 마루판의 총휘발성V유기화합물(TVOC)과 포름알데히드의 결과는 Fig. 3(강,이 2008)과 같이 TVOC 그래프는 좌측그 래프에서 7일째에 0.1 mg/m²hr이하로 최우수등급을 나타내고 포름알데히드의 결과는 7일째에 0.001 mg/m²hr를 나타내 역시 최우수등급을 나타내며 대조구와 차이가 나타남을 보여주고 있다.



- ❖TVOC : On the 7th days small chamber test indicated excellent emission speed results, 0.089mg/m²hr which is the most excellent grade.
- ❖HCHO :On the 7th days small chamber test indicated excellent emission speed results, 0.001mg/m²hr which is the most excellent grade.

Fig. 3. Total volatile organic compounds and formaldehyde results of green tea leaves powder added Ondol flooring by Small Chamber Test.

4. 결 론

따라서 본 연구는 대판인 합판에 치장용 천연단판을 접착하고 도장하여 온돌마루판을 제조할 때 접착제와 도료에 녹차잎분말을 각각 2.5% 첨가시켜 마루판으로부터 총휘발성유기화합물과 유리포름알데히드 방산을 감소시켜 최우수등급의 마루판으로 제조할 때 기존의 라인상에서 작업성 및 마루판의 각종 성질에 어떤 영향을 미치는가를 구명하였으며 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 처리된 마루판의 밀도와 함수율, 두께팽윤율, 박리강도, 휨강도, 전단접착력, 마모도, 컬링성, 내수침지박리시험, 습열성, 내한성 및 내열성시험, 내산 및 내알카리시험, 내오염성시험은 모두 양호하며 대조구와 차이가 없었다. 표면내스크래치시험에서는 2.5% 녹차잎 처리가 대조구보다 약간 더 우수하였다.

2. QUV 및 Weather-O-Meter Test 결과 대조구와 동일한 결과를 보였다.

3. 내수변색테스트 결과 UV도료에 녹차잎분말 5% 첨가까지 대조구와 동일하였으며 10% 첨가는 옅은 녹색으로 변화하였다. 마찬가지로 상태표면 색깔도 표면UV도장시 녹차잎분말 5% 첨가까지는 판별이 어려웠으나 10% 이상 사용할 때에는 옅은 녹색으로 변화하였다.

5. 참고문헌

- 김종인, 박종영, 이병후, 김현중. 2002. 온돌용 목질마루판의 표면물성. 한국가구학회지 13(1):27-32.
- 박상범. 2000. 낙엽송 마루판재의 표면강화처리기술개발(II). 목재공학 28(1):28-35.
- Kang, Seog Goo and Hwa Hyung Lee, 2008. Scavenging Effect of Injurious VOC from Flooring using Green Tea Leaves Powder. Mokchae Konhak 36(6):49-58.
- Lee, H.H, S.S Jang, S.J Lee. 2006. Eco Wood Environmental Science, NURI Ecocity, Kwan seong Pub., pp 358.
- FAO. 2002. Estimated deaths & DALYs attributable to selected environmental risk factors, Department of Public Health & Environment.
- Takagaki A., K. Fukai, F. Nanjo, Y. Hara, M. Watanabe, and S. Sakuragawa. 2000. Application of green tea catechins as a formaldehyde scavenger. Mokuzai Gakkaishi 46(3):231-237.
- Takagaki A, K. Fukai, F. Nanjo, and Y. Hara. 2000. Reactivity of green tea catechins with formaldehyde. J. Wood Sci. 46(4): 334-338(notes).