

상수리나무와 자작나무 素材에 대한 Nitrocellulose Clear Lacquer 塗膜의 割裂에 關한 研究*¹

金顯中*², 李弼宇*²

Studies on the Cracking of Nitrocellulose Clear Lacquer Coated Films on Solid Woods of *Quercus acutissima* and *Betula platyphylla* var. *japonica* *¹

Hyun Joong Kim*² · Phil Woo Lee*²

SUMMARY

This experiment was carried out to investigate the crack of coated Nitrocellulose Lacquer on flat and edge-grained boards of *Quercus acutissima*, ring-porous wood, and *Betula platyphylla* var. *japonica*, diffuse-porous wood, by variations of moisture contents at 7, 13 and 21%. Cold check system was used as an accelerating method for crack development, in which one cycle of the system consisted of 10 replications of each unit cycle, 60°C for 4hr followed by -20°C for 4hr.

The analysis of Nitrocellulose Lacquer characteristics was made by means of water permeation measurement, F.T.-I.R. spectroscopy, N.M.R. spectroscopy, gel permeation chromatography, gas chromatography, and D.S.C.

The results obtained were as follows:

1. The number of cracks increased with the increasing moisture content of board.
2. The crack of coated film on flat-grained board was fewer in number than on edge-grained board.
3. The crack occurred in *Quercus acutissima* was more numerous on edge-grained board but less frequent on flat-grained board compared with that in *Betula platyphylla* var. *japonica*, respectively.
4. The cold crack vertically developed to the grain both in *Quercus acutissima* and *Betula platyphylla* var. *japonica*.
5. Water permeability in intermediate coated film was lower than in under and top coated film, but the difference was not confirmed between under and top coated film.

*1. 接受 1989年 1月23日, Received January 23, 1989

*2. 서울대학교 農科大學 College of Agriculture, Seoul National University, Suwon 440-744, Korea.

1. 緒 言

塗裝의 目的은 일반적으로 保護와 美觀의 付與에 있다. 木材塗裝의 경우는 環境이 外部에 暴露되는 장소에서는 必要에 따라 防水, 防虫, 防竊, 耐變退色 등 特殊한 성능이 요구된다.

이와같은 性能을 갖는 塗裝效果를 장기간에 걸쳐 유지하기란 쉬운 일이 아니며 결국 塗膜狀態가 低下하고 劣化가 발생한다. 이러한 現狀으로는 塗膜의 表面에 작은 割裂이 進行되면서 附着不良을 일으켜 剝離가 발생한다.

塗膜의 欠陷중에서도 商品價値를 현저하게 低下시키는 것이 塗膜割裂이다. 특히 木材塗裝의 경우 초기에 發生하는 일이 많고 塗裝製品의 耐久성을 向上시키기 위해서는 塗膜割裂을 防止하는 일이 대단히 중요하다. 塗膜割裂은 塗膜의 特性, 塗膜과 素材의 界面現狀, 塗膜形成時의 各因子, 素材의 表面狀態 등이 複雜하게 作用하여 발생하므로 그 究明이 쉽지 않다. 木材의 경우에는 素材의 影響이 크다. 이것은 素材가 多孔質인 것과 不均質材로써 親水性이기 때문에, 溫度, 濕도에 對한 膨潤과 收縮으로 인한 變形이 발생한다. 또한 塗膜의 透濕과 透水性에 기초를 둔 素材와 塗膜간의 膨潤과 收縮率의 差異에 따른 內部應力의 發生 등은 耐久성에 큰 影響을 미치게 된다.

따라서 本 研究에서는 N.C. Lacquer 塗料의 分析과 아울러 木材의 特性인 多孔성을 中心으로 한 散孔材와 環孔材의 徑目 및 板目板을 素材로 하고 含水率과의 關係를 기초로 하여 Nitrocellulose Clear Lacquer 塗料를 使用하였으며 變形시킨 cold-check 方式으로 塗膜割裂을 강제적으로 誘發시키고 그 割裂性能을 조사, 分析하고자 수행하였다.

2. 研究史

木材塗裝에 관한 연구는 근년에 들어 商品의 가치와 함께 많은 연구가 수행되어 왔다.

Laughnan(1959)¹⁾는 塗裝된 木材를 폭로시

키면 木材에 物理的 및 化學的 變化가 일어나 物理的變化로서 반복된 不均一한 收縮, 膨潤이 일어나며 春材보다 秋材에서 더 많이 收縮-膨潤이 일어나서 塗膜의 耐久性을 劣化시킨다고 하였으며 木材의 表面層에 대한 물, 공기, 태양광선의 作用에 의한 化學的變化가 일어난다고 보고하였다.

Minutti(1963, 1967)²⁾³⁾은 塗料의 性能에 影響을 미치는 요소로 細胞構造, 密度, 秋材幅, 木理, 抽出物, 含水率, 용이 등으로 열거하여 고찰하였으며 透明塗裝된 塗膜과 未塗裝을 자외선조사, 옥외폭로시켜서 이들 塗膜의 表面狀態를 형광현미경으로 관찰한 바 있다.

竹下 등(1965)⁴⁾는 폭로시킨 乾性油 塗膜의 變化를 赤外線吸收 spectrum으로 研究한 바 있다.

中戶 등(1966)⁵⁾은 木材用 塗料皮膜의 4種에 대해서 水分의 性質과 力學的性質에 대한 研究를 行하였다.

Schneider(1967)⁶⁾은 color fluorescence micrograph를 利用하여 塗料가 Vessel과 cell wall 속으로 침투하는 것을 관찰한 바 있다.

U.S.D.A(1970, 1972a, b)⁷⁾⁸⁾⁹⁾에서는 ammonium chromate, ammonium, copperchromate, ammonium copper-chrome-arsenate, cupriethylene diamine의 무기화합물을 木材表面에 前處理함으로써 耐候성을 개선시켰으며 계속된 연구에서 柃木板이 板木板보다 割裂이 적으며 低, 中密度의 木材가 高密度의 木材보다 割裂이 적다고 보고한 바 있으며 塗裝하기 전에 water-repellant preservative 용액을 적용시킴으로써 耐候性 개선시킨 바 있다.

Gans(1972)¹⁰⁾는 blister를 유발시키기 위해 塗裝된 板材에 수증기압을 이용하는 새로운 시험 방법을 개발연구하였다.

Black(1974)¹¹⁾는 外裝用 塗膜의 Blistering, Cracking, Peeling 현상을 木材의 水分과 관련하여 原因규명 및 방지에 대하여 보고하였다.

Whiteley(1975)¹³⁾은 木材의 primer로써 납(lead)의 含量은 耐蝕性 시험에 의한 割裂과 양의 相關關係를 보여주었다.

Feist(1975, 1977a, b, 1983, 1987)^{14, 15, 16, 17)}은 Western red cedar, redwood와 같은 樹種에서 自然的으로 發生하는 水溶性 抽出物에 의한 變色방지에 대한 연구를 하였다. 外裝用 木材의 경우 分체가 되는 것은 水分, 자외선, 미생물(균사)로 열거하고 이를 防止하기 위해서 silicone-modified alkyd류와 Vinyl fluoride 계통의 合成樹脂로 개선시킬 수 있다고 보고하였으며 木材의 比重에 따른 收縮, 膨潤 때문에 塗裝된 塗膜에 커다란 應力이 發生하며 春材와 秋材의 폭에 따라서도 影響이 미친다고 연구하였다. Yellow-poplar 단판을 stains(Semitransparent finishes), paints(Opaque finishes)으로 塗裝한 후 옥외폭로한 결과 stain을 塗裝한 쪽이 paint보다 우수하다고 보고하였으며 water repellent 또는 chromium oxide 수용액 등으로 前處理한 것은 보다 우수하다고 보고하였다.

川村(1978, 1981, 1985)^{18, 19, 20)}은 外裝用 合板의 耐久性을 向上시키는 目的으로 物理性이 다른 4種의 塗料를 단판구성 裏割裂率이 다른 10種類의 合板에 塗裝하고 6년간 屋外폭로한 결과를 비교 검토한 바 있으며 계속된 연구에서 환경수재에 發生하는 塗膜割裂의 原因을 도막과 靑斑, 목재팽윤율, 도관 등에 주목해서 연구하였다.

Sparkes(1970)²¹⁾은 塗裝된 birch plywood와 blockboard에 대한 割裂을 여러가지 요인에 의해서 고찰하였다.

松浦(1979)²²⁾은 건조에 의한 塗膜의 割裂기작을 조사하기 위하여 모델試片에 대해서 割裂理論式을 만들어 實測値와 비교하였으며 含水率 변화폭에 대해 指數關係로 割裂이 촉진됨을 고찰하였다.

西條(1979, 1982, 1984)^{23, 24, 25)}는 塗膜의 割裂은 樹種에 따라 다르며 導管이 큰 素材에 割裂

發生이 많음을 고찰하였으며 木製家具用 塗料 3種에 대해서 粘彈性의 溫度存在性을 연구하였으며 化粧合板에 대한 塗膜割裂을 연구하였다.

小野(1981)²⁶⁾은 methoxymethyl化度, 分子量 分布에 따른 methyl化 melamin 樹脂를 架橋劑로써 Aminoalkyd 樹脂 塗膜의 動的粘彈性을 檢討한 바 있다.

Floyd(1983)²⁷⁾은 外裝用 木材를 latex paint에 적용할 때 割裂의 거동을 예측하기 위한 실험적 방법을 통하여 연구하였다.

Miller(1983)²⁸⁾은 屋外暴露한 塗膜의 特性과 natural finishes와 opaque finishes의 性能에 대하여 연구하였다.

Sell(1986)²⁹⁾은 光化學的 현상을 포함하는 장기간의 과정에서 發生한다고 고찰하였다.

Bendel(1986)³⁰⁾은 Weather-Ometer(MOM)에 의한 촉진시험과 옥외폭로시킨 alkyd도막의 表面을 走査電子顯微鏡으로 비교 관찰하였으며 赤外線吸收 spectroscopy에 의하여 촉진시험후의 hydroxyl과 carbonyl group 형성을 조사하였다.

Carl(1987)³¹⁾은 water repellent, chromium trioxide 용액, organochrome 착화합물, ammoniacal zinc salt 등으로 전처리한 aspen wafer board에 서로 다른 4種類의 塗裝을 하여 약 5년간 옥외폭로한 후 塗膜의 狀態를 관찰하였다.

이와같이 지금까지의 연구는 주로 촉진내후성에 의한 옥외용 도막을 주제로 연구해 왔다. 따라서 本 研究는 cold-check를 이용하여 割裂을 發生케 하여 原因 규명을 하고자 수행하였다.

3. 材料 및 方法

3.1. 實驗

3.1.1. 供試樹種

供試樹種은 서울大學校 農科大學 附屬 中部 演習林에서 경사 30°의 產地에서 植生된 26年生 상수리나무와 輸入材인 소련產 자작나무를

rotome으로 20 μ m 두께의 橫斷面切片을 採取한 후 safranine液으로 염색하고 ethanol과 xylene에서 단계별로 완전히 脫水한 후 Canada balsam으로 封入하여 永久표본을 만들고 optical bench comparator로 放射直徑을 測定하였다. 아울러 寫眞撮影은 Olympus Model K 顯微鏡과 여기에 Canon AE-1 Camera를 Canon Photomicro Unit F로 연결한 것을 利用하였다.

Fig. 2는 상수리나무와 자작나무의 環孔材 및 散孔材를 나타내 주는 사진이다.

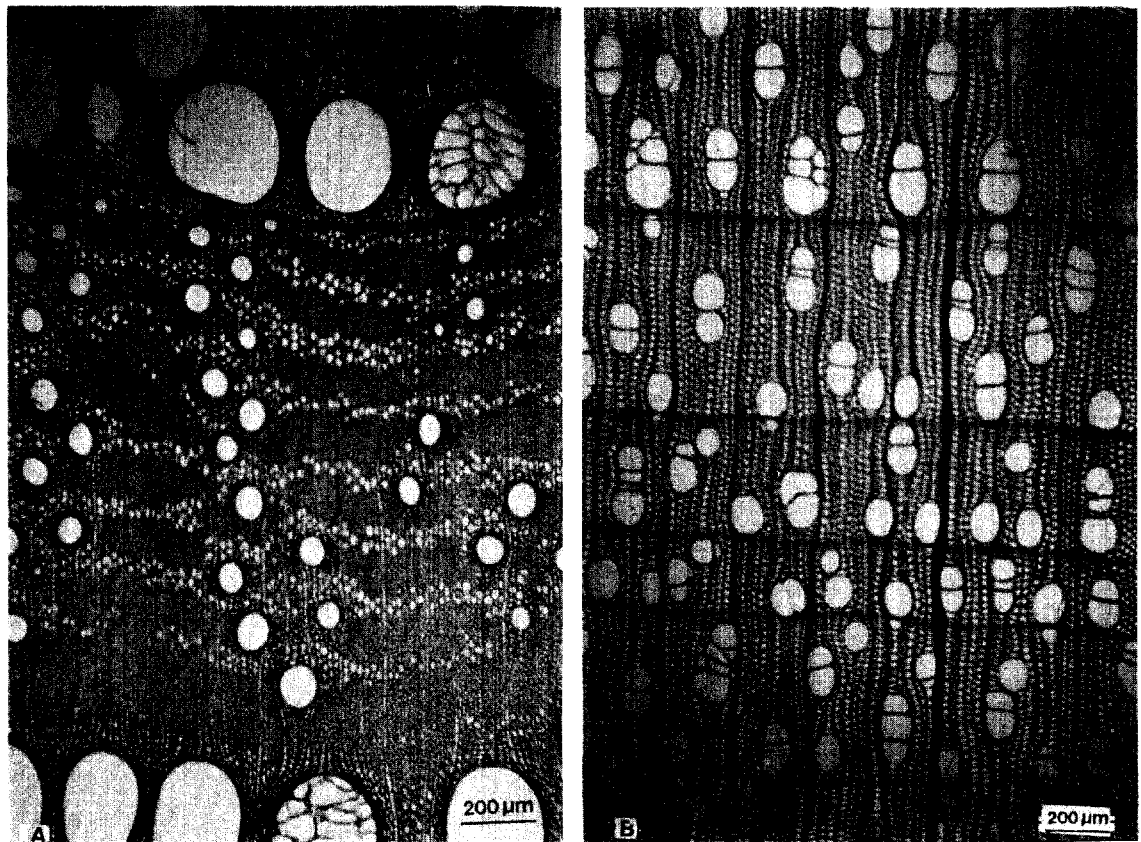


Fig. 2. Cross sections of *Quercus acutissima* showing ring porousness(A) and *Betula platyphylla* var. *japonica* showing diffuse porousness(B).

3.2.2. 試驗條件 및 塗膜割裂 判定法

塗膜割裂을 보기 위해 促進試驗의 一種인 cold-check 方式을 採用하였으며 cold-check의 條件을 Table 3에 나타내었다.

塗膜割裂의 判定法은 130×130(mm) board의

Table 3. The condition of cold-check test

Accerlating	# of cycle	# of boards
at 60°C(80-85% RH) for 4 hr at -20°C(70-75% RH) for 4 hr → 10 replication→ 1 cycle	8	6

試片上에 10×10(mm)의 눈금을 100개 만들어 透明板에 겹쳐서 割裂이 발생한 눈금의 수를 세어서 割裂數로 하였으며 board의 양끝 15mm씩 간격을 띄워서 만들었으며 判定용 透明板은 Fig

3과 같다.

3.2.3. 走査電子顯微鏡 撮影

木材와 塗膜간의 斷面과 塗膜表面의 割裂을 보기위하여 日本 HITACHI社의 S-450 走査電子顯微鏡으로 15KV의 加速電壓에서 觀察하고 撮影하였다.

Table 1. Characteristics of sample tree

Species	<i>Quercus acutissima</i>	<i>Betula platyphylla</i> var. <i>japonica</i>
Age	26 years	68 years
Number	1	1
D.B.H.	23 cm	29 cm
Height	26 m	
Specific* gravity	0.71	0.56

* Based on green volume

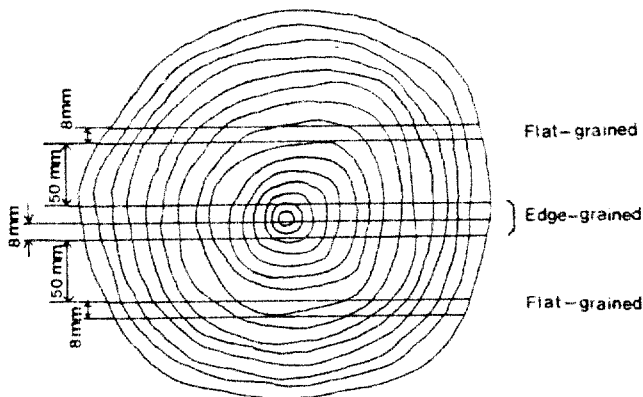


Fig. 1. The sample board of edge- and flat-grained.

구입하였으며 供試樹種은 Table. 1과 같다.

3. 1. 2. 供試木의 鋸斷

상수리나무, 자작나무 供히 楨目板, 板目板을 Fig. 1.과 같이 채취하여 거단하였다.

Table 2. Finishing process of test board

Process	Treatment Method	Drying Time(min.)	Solid Content(%)	Consistency* (Sec.)
Sanding	sand paper #180			
Under coats	spray coating (6 times)	20	38	18
Sanding	sand paper #240			
Intermediate coats	spray coating (2 times)	20	39	18
Sanding	sand paper #240 — #320			
Top coats	spray coating (2 times)	20	32	16

* measured at 25°C with Ford Cup #4.

3. 1. 3. 供試木의 크기

상수리나무(楨目 및 板目板)와 자작나무(楨目 및 板目板) 供히 130×130×8(mm)로 거단하였다.

3. 1. 4. 供試木의 含水率

試片을 恒溫恒濕器의 60°C에서 低, 中, 高의 平衡含水率 (E.M.C. 7%, 13%, 21%)로 각각 조습처리하였다.

3. 1. 3. 供試塗料 및 塗裝工程

供試塗料로써는 Nitrocellulose Clear Lacquer를 使用하였으며 塗裝工程은 Table 2에 나타내었다.

塗裝을 한 후 다시 恒溫恒濕器에서 각각 조습 처리하였다. 이어서 측면과 뒷면에는 各 含水率을 保持하기 위하여 oil paint로 완전히 封入하였으며, 塗膜에는 割裂을 촉진하기 위한 方法으로써 press drill로 지름 10mm, 길이 3mm 되게 구멍을 4개 뚫었으며 즉시 oil paint로 封入하였으며 상온에서 2주후에 本 실험에 임하였다.

3. 2. 實驗方法

3. 2. 1. 導管의 直徑測定

正常的인 試片에서 1cm정도 크기의 木片을 採取하고 軟化하여 물, ethanol, glycerine, 등량액에 2주간 保存하였다.

光學顯微鏡 觀察을 하기 위하여 sliding mic-

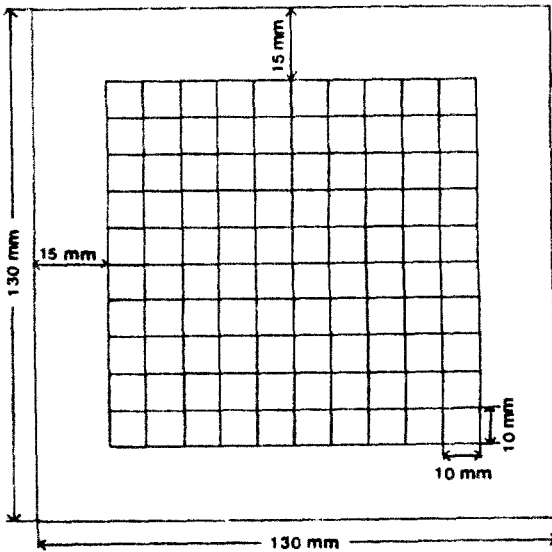


Fig. 3. Transparency board for crack number measurement.

3.2.4. 塗膜의 透水性 測定

塗裝된 木材에서 물이 透過하는 것을 조사하기 위하여 Fig. 4와 같은 장치를 利用하여 D의 실리콘링 사이에 두께 30 μm의 塗膜을 고정시키고 용기내에 물을 채운 후 溫度 40°C, 相對濕度 40% 恒溫恒濕器에서 24시간마다 무게 變化를 測定하여 減少된 무게로부터 透過量을 구하였다.

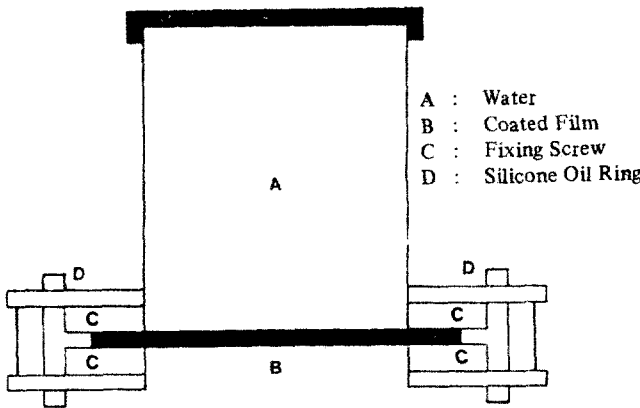


Fig. 4. Apparatus for water permeability measurement.

3.2.5. 塗料의 成分分析 및 溶劑分析

3.2.5.1. Fourier Transform Infrared Spectroscopy

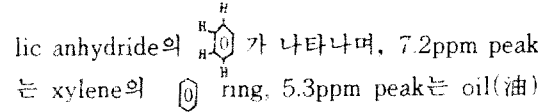
塗料의 成分을 檢討하기 위하여 F.T.-I.R. spectroscopy를 測定하였으며 測定器는 미국 Digilab社 F.T.-I.R. FTS 15-80 모델을 使用하였으며 下塗, 中塗, 上塗의 peak를 각각 조사하였다.

下塗, 中塗, 上塗 共히 1658.8cm⁻¹, 1280cm⁻¹, 841.0cm⁻¹에서 Nitrocellulose의 전형적인 NO₂ peak와 alkyd 樹脂의 peak인 1728.2cm⁻¹의 C=O stretching이 있다.

3.2.5.2. ¹H-Nuclear Magnetic Resonance Spectroscopy.

Nitrocellulose Clear Lacquer塗料의 alkyd 樹脂 成分을 分析하기 위하여 독일 Bruker社의 WP 100SY model을 使用하였다.

下塗, 中塗의 peak에서 7.6ppm peak는 phthalic anhydride의



의 二重結合, 4.2ppm peak는 glycerine의 CH₂, 1.2ppmpeak는 oil(油)의 -(CH₂)-, 0.9ppm peak는 oil(油)의 CH₃가 나타났다.

上塗의 peak에서는 7.6ppm peak에서 phthalic anhydride, 5.3ppm peak에서 oil fatty acid, 4.3 ppm peak에서 pentaerythriol이 나타났다.

3.2.5.3. Gel Permeation Chromatography.

塗料의 分子量 및 多分散性을 조사하기 위하여 미국 Waters社의 150C 모델을 使用하였다.

塗料를 T.H.F.(Tetrahydrofuran)에 용해하고 column은 micro-styragel, flow rate는 1ml/min., injection volumn은 60 μl, detector는 R.I.(Refractive Index) 方式으로 하였으며 press는 27 bar로 해서 分析하였으며 下塗, 中塗, 上塗의 分子量 및 多分散性을 Table 4에 나타내었다.

3.2.5.4. Gas Chromatography.

溶劑의 分析을 위해서 미국 Varian社의 GC-

Table 4. Molecular weight, dispersivity of Nitrocellulose Clear Lacquer.

	Under coat	Inter-mediate coat	Top coat
Weight average	34,270	23,844	22,134
Number average	1,198	1,289	1,496
Dispersivity	28.613	18.503	14.919

3700을 利用하였으며 column은 5% OV-1, packing material을 充填시켰다. Detector는 F.I.D.(Flame ionization detector)를 利用하였으며 injection port와 detector의 溫度는 230℃로 하였다. 또한, carrier gas는 Helium, 試料量은 2 μl, flow rate는 30ml/min.로 하였으며 Fig. 5에 나타내었다.

Nitrocellulose Clear Lacquer에 使用된 溶劑 分析은 다음과 같다.

Toluene이 69.8%, MEK(Methylethyl Ketone) 12.0%, Butyl cellosolve(2-Hydroxybutyl ether) 7.65%, Acetone 6.19%, MIBK(Methylisobutylketone) 5.25%이었다.

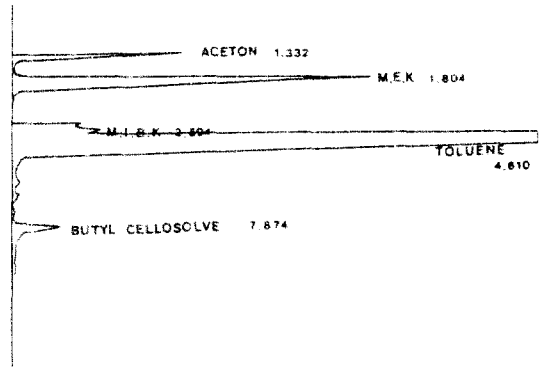
3.2.5.5. 熱分析

3.2.5.5.1. Thermogravimetry Analysis(T.G.A.)

高分子를 포함한 有機物質에 대한 溫度變化에 따른 무게變化를 測定하여 試料의 熱變化狀態로 熱安定性 및 性質의 構成比를 알 수 있는 分析으로써 使用되는 T.G.A.로 下塗, 中塗, 上塗의 塗膜에 대한 3次過程까지를 Fig. 6에 나타내었다.

初期溫度(Ti)와 最終溫度(Tf) 및 中間溫度를 Table 5에 나타내었다.

3.2.5.5.2. Differential Scanning Calorimetry(D.S.C.)



No.	NAME	RT	AORH	MK	CONC.
1	ACETONE	1.332	695274	M	6.1915
2	M.E.K.	1.804	1881047	M	12.0110
3	M.I.B.K.	3.594	9930683	M	5.2461
4	TOLUENE	4.610	19298172	M	68.9047
5	BUTYL CELLOSOLVE	7.874	1088466	M	7.6464
6	TOTAL		23893643		100,000

Fig. 5. Gas chromatography of Nitrocellulose Clear Lacquer Thinner.

Table 5. Temperature variation of T.G.A. in Nitrocellulose Clear Lacquer

	Initial temp.	Med. temp.	Final temp.	Loss weight(%)
Top coat	210	220	240	99
	305	410	485	
	550	600	665	
Inter-mediate coat	195	210	225	88.5
	295	365	440	
	475	515	565	
Under coat	180	200	220	99.5
	260	385	485	
	515	570	640	

乾燥한 塗膜의 性質을 논할 때 glass 전이온도 (Tg)는 物質의 物理的, 機械的 性質을 규정하는 特性溫度이다. 低溫에서의 物質을 구성하고 있는 분자는 운동할 수 없는 상태이지만 溫度가

상승함에 따라 分子사슬의 운동이 가능하게 되고 어느 溫度이상이 되면 활발한 分子사슬의 회전, 진동이 일어나는 溫度가 Tg이다. 이러한 Tg는 硬度, 가소성 등의 機械的 성질, 또는 透水性 등은 Tg를 경계로 해서 크게 변화한다. 따라서 Tg를 알기 위해서 Differential Scanning Calorimetry(D.S.C.)를 使用하였다.

測定器는 미국 Dupon社의 D.S.C.-1090 모델을 利用하였다. 試料는 film狀의 것을 잘게 잘라서 中塗塗膜 15mg을 취하여 昇溫速度 10°C/min로써 N₂下에서 -40°C부터 180°C까지 測定하였다.

中塗塗膜의 D.S.C.는 47.9°C에서 吸熱反應이 시작하여 64.3°C에서 發熱이 시작됨을 알 수 있으며 이들 각각의 base line의 중간점으로부터 glass 온도인 55.3°C임을 알 수 있다. 또한 두번째 peak는 녹는점(Melting point) 溫度이며 119.7°C임을 알 수 있다.

4. 結果 및 考察

4.1. 導管의 直徑

導管直徑의 測定結果는 Table 6과 같다.

상수리나무는 環孔材로써 Table 4에 의하면 春材관공의 지름에서 最小 200 μm, 最大 400 μm으로 平均直徑은 301 μm이었으며 秋材관공의 지름에서 最小 40 μm, 最大 180 μm으로 平均直徑은 80.6 μm이었다.

Fig. 7은 走査電子顯微鏡 사진으로써 상수리

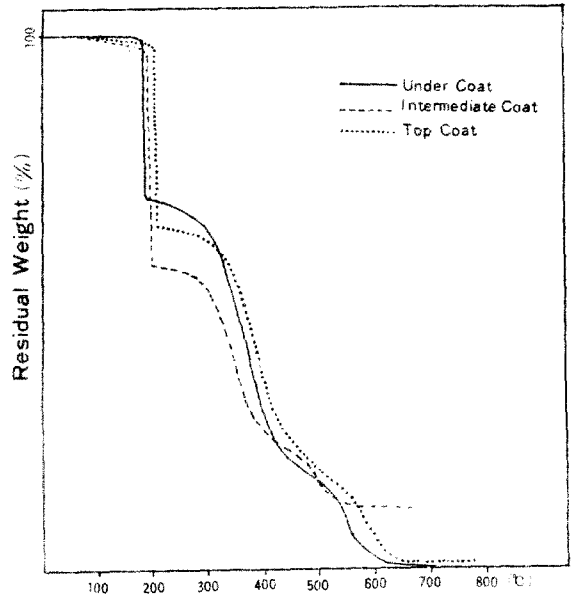


Fig. 6. Thermalgravimetry of Nitrocellulose Clear Lacquer coated films.

나무, 자작나무의 木材와 塗膜의 斷面을 보여주고 있으며 塗膜割裂은 塗膜內部까지 갈라져 있음을 보여주고 있다. A는 방사단면의 木材와 도막을 나타낸 것이며 B.C.는 접선단면의 木材와 도막을 나타내 주고 있으며 D는 도막의 표면에 나타난 割裂이다.

4.2. 木材塗膜割裂과 柁目 및 板目板, 含水率의 關係

Table 7은 含水率에 따른 상수리나무, 자작나무 많은 塗膜割裂이 發生하였으나 4 cycle 以後에는 다소 증가율이 감소하였다. 含水率 21%에서의 柁目 및 板目板은 4 cycle 以前에는 含水率 21%의 柁目 및 板目板 보다도 塗膜割裂이 적었

Table 6. Radial diameter of solitary pore and individual pore consisting of pore multiple

Species	Species	Diameter of vessel (μm)		
		Min.	Max.	Ave.
<i>Quercus</i>	earlywood	200	400	301
<i>acutissima</i>	latewood	40	180	80.6
	<i>Betula platyphylla</i> var. <i>japonica</i>	20	160	76

으나 4 cycle 以後에는 증가하였다.

Fig. 10은 含水率 7%에서 상수리나무와 자작나무의 楨目 및 板目板을 비교한 것이다. 塗膜부의 楨目 및 板目板을 cold check test한 cycle 별 割裂數의 平均값을 나타낸 것이다.

Fig. 8은 상수리나무의 含水率에 따른 楨目 및 板目板과의 關係를 나타낸 그림으로 板目板의 塗膜割裂은 板目板의 塗膜割裂보다 적게 發

生하였다. 含水率별로 보면 7%에서 楨目, 板目板 모두 적게 發生하였으며, 含水率이 증가함에 따라 塗膜割裂도 증가함을 알 수 있었다.

Fig. 9는 자작나무의 含水率에 따른 楨目 및 板目板과의 關係를 나타낸 그림으로 含水率 7%의 板目板이 가장 적은 塗膜割裂을 볼 수 있다. 含水率 21%의 板目板은 初期에는 적은 塗膜割裂이 發生했으나 4 cycle 以後에는 크게 發生하

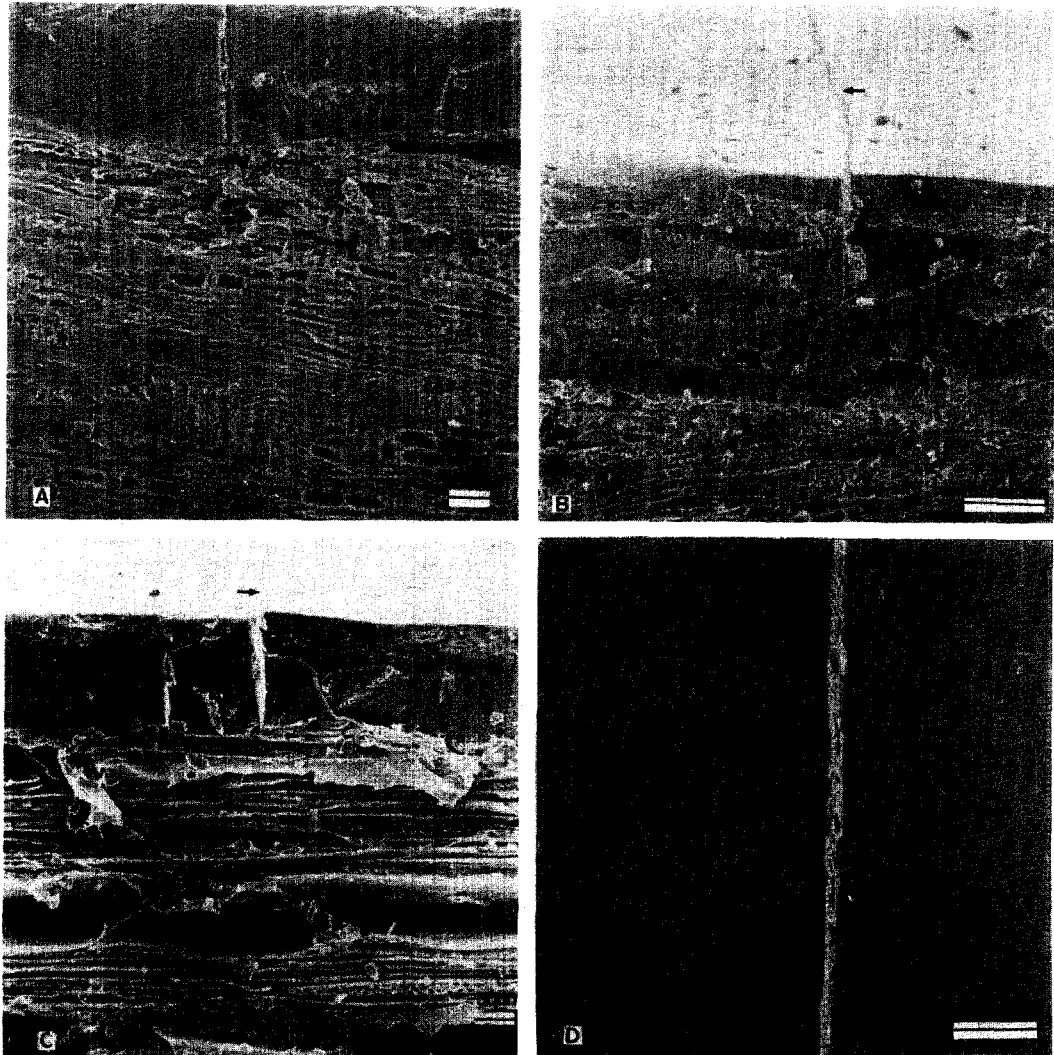


Fig. 7. Scanning electron micrographs showing cracks () in coated film on boards of *Quercus acutissima* (A, B) and *Betula platyphylla* var. *japonica* (C, D).

A: Radial Surfaces B,C: Tangential Surfaces D: Transverse Surface

Table 7. Mean values for number of cracks by moisture content in edge-and flat-grained board

Species	Type of board	M.C.	Cycle							
			1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Quercus acutissima</i>	Edge-grained	7%	18.1	77.2	144.3	216.7	249.8	282.2	332.0	376.0
		13%	40.4	118.5	220.8	287.6	324.9	350.9	387.0	417.6
		21%	57.0	134.0	191.9	236.9	276.3	318.9	387.3	428.3
	Flat-grained	7%	7.9	26.2	66.6	95.2	111.0	153.4	183.2	228.8
		13%	9.4	30.5	64.9	101.0	134.9	169.9	213.6	246.1
		21%	9.8	35.4	71.6	142.6	190.1	231.1	312.2	365.7
<i>Betula platyphylla</i> var. <i>japonica</i>	Edge-grained	7%	16.0	45.7	88.4	150.6	174.6	204.6	254.8	287.5
		13%	40.3	94.0	150.9	187.3	217.7	234.6	261.1	303.3
		21%	24.8	48.2	95.8	181.4	232.7	275.1	335.6	409.0
	Flat-grained	7%	14.6	27.0	45.3	65.2	82.3	103.4	145.0	186.7
		13%	38.6	83.0	145.9	191.2	222.9	238.6	267.9	296.4
		21%	14.7	40.3	85.9	134.5	188.1	241.3	320.0	356.9

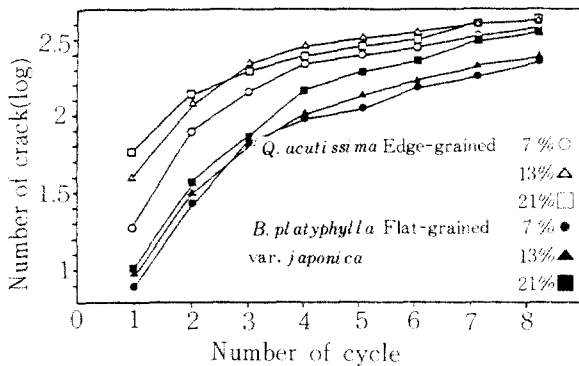


Fig. 8. The number of cracks in edge and flat-grained boards of *Quercus acutissima* according to moisture content variation.

였다. 含水率 13%에서는 初期에 21%때보다도 割裂의 發生이 가장 큰 것은 상수리 나무의 柾目板이었으며 가장 적은 것은 자작나무의 板目板임을 알 수 있었으며 자작나무에 있어서도 柾目板의 塗膜割裂이 柾目板의 것보다 컸음을 알 수 있었다.

Fig. 11과 Fig. 12는 含水率 13%, 21%에서 상수리나무와 자작나무의 柾目 및 板目板을 비교한 것이다. 塗膜割裂의 양상은 거의 비슷하나 자작나무의 板目板이 다소 割裂이 증가된 것이

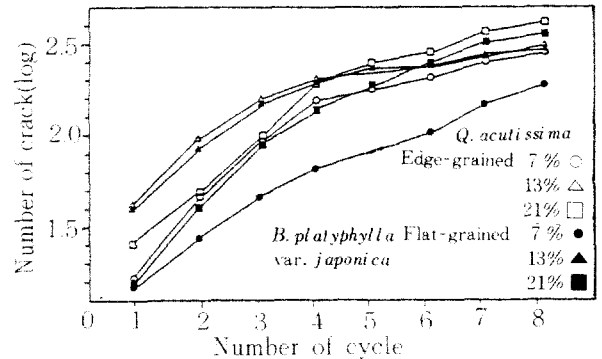


Fig. 9. The number of cracks in edge-and flat-grained boards of *Betula platyphylla* var. *japonica* according to moisture content variation.

다르다.

Fig. 10, 11, 12와 같이 柾目板이 板目板보다 塗膜割裂이 더 큰 要因은 試驗片 製成시 心材를 포함한 柾目板이기 때문에 板目板보다 비중이 더 크며, 收縮率이 더 적기 때문에 熱膨脹이 큰 塗膜과의 差異에 基因한 것으로 생각한다.

以上과 같은 상수리나무와 자작나무 素材의 塗膜割裂方向은 Fig. 13과 같이 纖維垂直方向이었으며 冷却時에 發生하였다. 이러한 纖維垂直

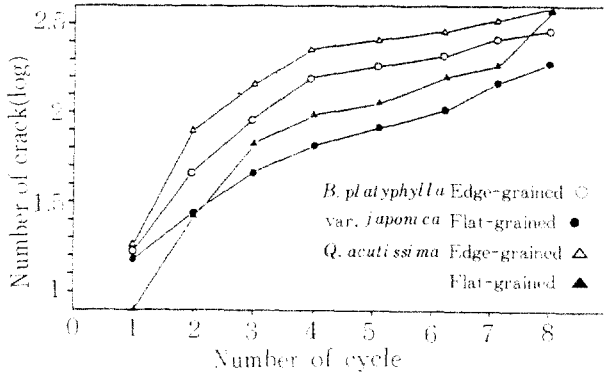


Fig. 10. The number of cracks in *Quercus acutissima* vs. *Betula platyphylla* var. *japonica* at 7% M.C.

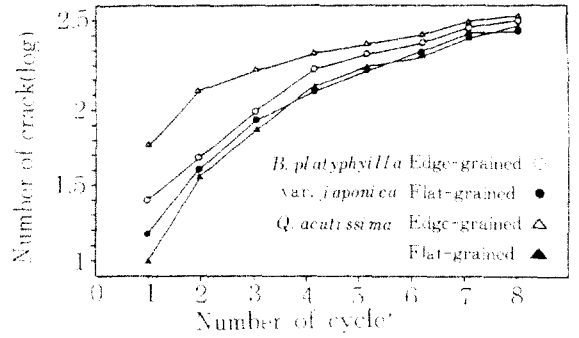


Fig. 12. The number of cracks in *Quercus acutissima* vs. *Betula platyphylla* var. *japonica* at 21% M.C.

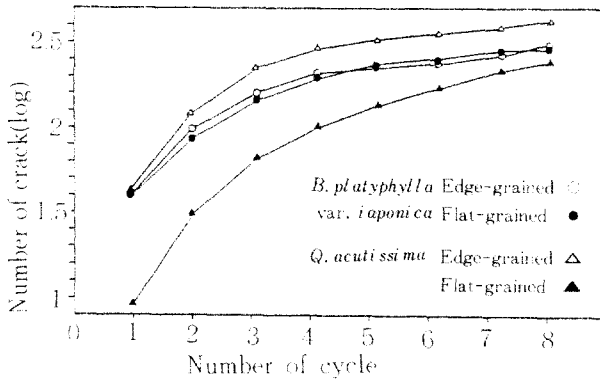


Fig. 11. The number of cracks in *Quercus acutissima* vs. *Betula platyphylla* var. *japonica* at 13% M.C.

方向의 塗膜割裂은 松浦(1979)의 論文에서 언급한 결과와 일치하였다.

이러한 纖維垂直方向의 原因으로는 塗膜의 熱膨脹係數가 木材纖維方向의 熱膨脹보다 큰 것에 基因한 것이라고 생각한다.

黃(1984)의 論文에서 Brown은 比重이 거의 같은 樹種에서는 大徑의 導管을 갖는 素材는 小徑의 것보다 導膜割裂이 많이 발생한다고 인용하였다. 상수리나무와 자작나무의 生材比重은 각각 0.71, 0.56이었으며, 比重에 의한 影響因子는 고려하지 않았다.

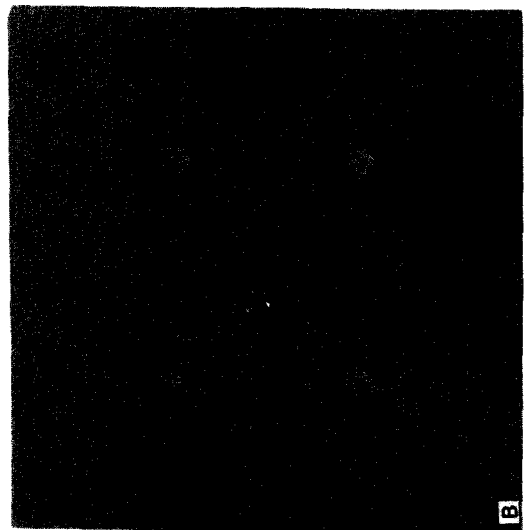


Fig. 13. Macroscopic cracks of coated film occurred in right angle to the grain in *Quercus acutissima* (A) and *Betula platyphylla* var. *japonica* (B).

비교적 導管이 크며 環孔材인 상수리나무와 導管이 작은 散孔材인 자작나무에서 柾目板과 비교하여 보면 자작나무의 것이 導膜割裂은 적게 관찰되었으며 板目板에서는 반대의 양상을 보여주었다.

4.3. 木材塗膜의 割裂과 塗膜透水率과의 關係

木材塗裝에서는 溫度, 濕度에 의한 塗膜과 木材와의 膨潤, 收縮에 기인하는 塗膜內部 비틀림이 塗膜割裂에 커다란 要因이 된다. 따라서 塗膜耐久性은 塗膜強度와 吸濕性이 커다란 要因이 된다. 이것은 塗裝된 木材에서도 水分이 塗膜을 透過하는 것을 의미하고 塗膜의 透濕性이 重要하다고 생각한다.

Table 8은 下塗, 中塗, 上塗의 塗膜에 대한 물 透過量이며 Fig. 14은 Table 8을 기초로 하여 그림으로 나타낸 것이다.

中塗塗裝의 透過量이 가장 적었고 上塗와 下塗는 거의 비슷하게 透過됨을 알 수 있었다. 또한 시간이 지남에 따라 비례적으로 증가함을 알 수 있었다.

5. 結 論

상수리나무와 자작나무의 柾目 및 板目板, 含水率에 따른 Nitrocellulose Clear Lacquer 塗膜의 割裂에 대한 結論을 지으면 다음과 같다.

1. 板材의 含水率이 증가함에 따라 塗膜割裂의 數도 증가하였다.
2. 板目板의 割裂의 數는 柾目板의 것보다 적게 發生하였다.
3. 상수리나무 자작나무의 柾目 및 板目板에서 가장 많은 塗膜의 割裂이 發生한 것은 상수리나무의 柾目板이었으며, 가장 적게 塗膜割裂이 發生한 것은 상수리나무의 板

Table 8. Water permeability of Nitrocellulose Clear Lacquer coated films

Type of coating	unit: g/m ² /day						
	1	2	3	4	5	6	7
Under coated film	50.6	157.0	274.3	347.3	422.4	490.3	600.8
Intermediate coated film	53.9	134.3	235.7	294.7	368.8	434.9	531.9
Top coated film	79.1	198.2	264.0	349.0	414.9	515.1	581.2

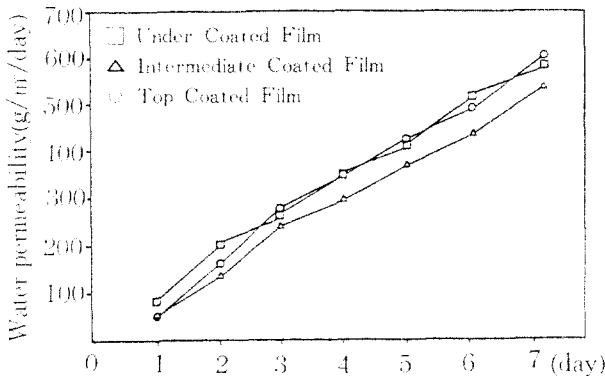


Fig. 14. Water permeability of Nitrocellulose Clear Lacquer coated films.

目板이었다.

4. 板材의 塗膜割裂方向은 纖維垂直方向이었으며 冷却時에 發生하였다.
5. 中塗 塗膜의 透水性은 下塗, 上塗의 塗膜보다 낮았으며 下塗, 上塗, 塗膜의 透水性은 서로간에 비슷하였다.

參 考 文 獻

1. Bendel, E. 1986. Accelerated aging and outdoor exposure of alkyd paints. Kungel

- Tekniska Hogskolan, S. p 1-113.
- Black, J.M. and E.A. Mraz. 1974. Inorganic surface treatment for weather-resistant natural finishes. Forest Service Research Paper FPL-232: 1-40.
 - Carll, C.G. and W.C. Feist. 1987. Weathering and decay of finished aspen waferboard. Forest Products Journal 37 (4): 27-30.
 - Feist, W.C. and E.A. Mraz. 1975. Wood finishing: weathering of wood. Forest Service Research Note FPL-0135: 1-3.
 - Feist, W.C. 1977. Finishing wood for exterior application paints, stains, and pretreatment. Wood Technology: chemical aspects. ch. 9: 294-300.
 - _____, 1977. Wood surface treatments to prevent extractive staining of paints. Forest Products Journal 27 (5): 50-54.
 - _____, and Oviatt. 1983. Wood siding-installing, finishing, maintaining. U.S.D.A. Forest Service Home and Garden Bulletin 203: 1-23.
 - _____, 1987. Weathering performance of finished yellow-poplar siding. Forest Products Journal 37 (3): 15-30.
 - Floyd, F.L. 1983. Predictive model for cracking of latex paints applied to exterior wood surfaces. Journal of Coating Technology 55(696): 73-80.
 - Gans, D.M. 1972. Accelerated tests for blistering tendency of house paints. Journal of Paint Technology 44(573): 71-74.
 - Laughnan, D.F. 1959. Effect of wood on durability of finishes. Forest Products Journal (1): 19-21.
 - Lee, P.W. and Y.G. Eom. 1988. Anatomical comparison between compression wood and opposite wood in a branch of Korean pine (*Pinus koraiensis*). IAWA Bull. n.s., 9(3): 257-284.
 - Miller, E.R. 1983. Prediction of performance of exterior wood coatings. Journal of the Oil & Colour Chemist's Association 66(10): 308-316.
 - Miniutti, V.P. 1963. Properties of softwood that affect the performance of exterior paints. Official Digest 35(460): 451-471.
 - _____. 1967. Microscopic observation of ultraviolet irradiated and weathered softwood surface and clear coatings. Forest Service Research paper FPL 74: 1-31.
 - Schneider, M.H. and W.A. Cote. 1967. Studies of wood and coating interaction using fluorescence microscopy and pyrolysis gas-liquid chromatography. Journal of Paint Technology 39(511): 465-471.
 - Sell, J. and W.C. Feist. 1986. U.S. and European finishes for weather exposed wood-comparison. Forest Products Journal 36(5): 37-41.
 - Sparkes, A.J. 1979. The cracking of finishes on birch plywood materials. Journal of the Oil & Colour Chemist's Association 62(2): 55-58.
 - U.S.D.A. F.P.L. 1970. Wood finishing: blistering, peeling, and cracking of house paints from moisture. Forest Service Research Note FPL-0125: 1-7.
 - _____. 1972. Wood finishing: discoloration of house paints by water-soluble extractives. Forest Service Research Note FPL-0123.
 - _____. 1972. Wood finishing: discoloration of house paints by water-soluble extractives. Forest Service Research Note FPL-0132.
 - Whiteley, P. and G.W. Rothwall. 1975. The performance of low lead content wood primers. Journal of the Oil & Colour chemist' Association 58:90-100.
 - 竹下壽雄, 宮内徳之, 今井玲子. 1965. 乾性油塗膜の暴露による赤外線スペクトル變化. 色材協會誌 39(4): 189-196.
 - 中戸莞二, 青山龍之助, 鈴木正治. 1966. 木材用塗膜皮膜の吸濕性と弾性について.

- 木材學會誌 12(2) : 85-90.
25. 川村二郎, 1978. 塗裝木材の塗膜割裂について(Ⅱ)ー屋外ばくろによる 台板上の塗膜耐久性. 林業試験場 研究報告 299 : 1-22.
 26. 松浦 力, 早般義雄. 1979. 木製家具塗膜のワレメカニズム 乾濕繰返レ 試験のワレ保進效早. 塗裝工學 14(6) : 219-225.
 27. 西條博之. 1979. 木質系複合材料の表面處理 技術に 關する 研究ー化粧合版における 塗膜割裂に ついて. 神奈縣家具指導センター研究報告 No. 7 : 53-59.
 28. 川村二郎. 1981. 木材塗裝における 塗膜割裂に 關する 研究(Ⅲ)ー闊葉樹に 早期に發生する 塗膜割裂れの 破壊伸びによる 検討. 木材學會誌. 27(5) : 403-408.
 29. 小野擴邦, 富田文一郎, 水町 浩. 1981. アミノアルキド系 塗料に 關する 研究(第3報)ー塗膜の 粘弾特性におよぼす メチル化メラミン 樹脂の 影響. 木材學會誌 27(7) : 579-584.
 30. 西條博之. 1982. 木製品表面 塗膜の 品質向上と 高級化技術の 確立に關する 研究. 神奈縣家具指導センター研究報告 No. 11 : 1-12.
 31. _____ 1984. 木製品表面 塗膜の 品質向上と 高級化技術の 確立に 關する 研究. 神奈縣家具指導センター研究報告 No. 13 : 17-21.
 32. 川村二郎. 1985. 木材塗裝における 塗膜割裂に 關する 研究(Ⅳ)ー木材の 膨潤性質による塗膜割れの 検討. 木材學會誌. 37(4) : 306-311.
 33. 黃增. 1984. 능수머들材의 塗裝性能에 關한 研究ー木工用 透明락카ー. 목재공학 12(5) : 17-23.