

水溶性 아크릴 樹脂의 紫外線 吸收劑와 HALS 添加가
일본잎갈나무의 變色에 미치는 影響*¹

강경택² · 이필우²

Effects of UV Absorber and HALS(Hindered Amine Light Stabilizer) Addition in Water-soluble Acrylic Resin on Discoloration of *Larix leptolepis* (S. et Z.) Gordon¹

Kyoung-Taek Kang² · Phil-Woo Lee²

ABSTRACT

UV transmission spectra of water-soluble acrylic resin films containing hydroxybenzophenolic, hydroxyphenylbenzotriazolic UV absorber and HALS(hindered amine light stabilizer) were investigated by exposure time(before exposure, weathered for 160 and 320hours) in QUV Weather-Ometer. Also the YID(yellowness index difference), LID(lightness index difference) and CD(color difference) of dried water-soluble acrylic resin films and the coated woods of *Larix leptolepis* were analyzed by addition level of UV absorber(0, 1, 2 and 3%) and HALS(0, 0.5, 1 and 1.5%) and by exposure time in QUV Weather-Ometer.

They showed no significant effects on UV transmission spectra of dried water-soluble acrylic resin films in the range of 300 to 400nm irrespective of exposure time. However, UV transmission decreased as increase of exposure time.

UV transmission spectra were lower in dried water-soluble acrylic resin films containing hydroxybenzophenolic UV absorber and HALS than in these containing hydroxyphenylbenzotriazolic UV absorber and HALS in the range of 350 to 400nm.

The least YID, LID and CD in the coated woods of *Larix leptolepis* appeared at the addition level of 3%, based on non-volatile content, in hydroxybenzophenolic and hydroxyphenylbenzotriazolic UV absorber, and of 1.5% in HALS to water-soluble acrylic resin.

Keywords : UV transmission spectra, water-soluble acrylic resin, yellow index difference, lightness index difference, color difference, *Larix leptolepis*, UV absorber, HALS(hindered amine light stabilizer), QUV Weather-Ometer

*¹ 접수 1996년 9월 20일 Received September 20, 1996

*² 서울대학교 농업생명과학대학 College of Agriculture & Life Science, Seoul National University, Suwon 441-744, Korea

1. 서론

木材塗裝의 목적은 크게 나누어 木材表面의 보호와 미관적 가치의 提高를 들 수 있다. 이와 같은 목적은 素材, 合板, MDF(medium density fiberboard), particleboard 등 사용할 재료의 종류와 그 용도(內裝用과 外裝用)에 따라 塗料의 종류와 물성이 달라져야 한다.

塗膜에 발생하는 缺陷에는 여러가지가 있으나 특히 외부 환경에 塗膜이 暴露되었을 때 가장 심한 劣化를 받게 된다. 이와 같은 缺陷은 태양광선 중 높은 에너지를 지니고 있는 紫外線, 수분, 공기 등과의 복잡한 상호작용에 의해 발생한다(Laughnan, 1959). 塗裝된 목재 표면에 紫外線이 조사되었을 때 塗膜 構成分子 중 發色團(chromophore)이 紫外線의 고에너지를 흡수함으로써 塗膜에 酸化, 分解 등의 화학적 변화가 일어나 塗膜이 老化될 뿐만 아니라 목재의 주성분인 셀룰로오스와 헤미셀룰로오스가 酸化되고 리그닌과 기타 抽出物이 溶脫되어 목재와 塗膜간의 附着力이 저하된다(Hon, 1983·1984). 또한 多空質體로서 親水性인 목재 자체의 수분 변화에 기인한 收縮, 膨潤에 의해서도 塗膜의 耐久性이 감소되어 缺陷이 발생한다.

현재 外裝用 목재에 사용되고 있는 acrylic latex 塗料은 아크릴 短量體와 顔料의 함유로 인해 耐候性이 우수한 것으로 알려져 있으나 油和劑를 함유함으로써 塗料의 물성이 다른 水系塗料에 비해 떨어진다. 또한 油和劑로 인한 오염문제를 발생시키며 不透明성이기 때문에 목재의 재질감을 살릴 수 없다는 단점이 있다. 따라서 水系塗料 중 환경문제를 야기시키지 않으며 작업성이 우수한 水溶性形의 塗料에 紫外線 吸收劑와 HALS(hindered amine light stabilizer)를 첨가하여 塗膜과 목재의 光劣化를 방지함으로써 有色에 버금가는 耐候性을 얻음과 동시에 목재 본래의 자연미를 살릴 수 있는 透明 또는 半透明 塗料을 개발하는 연구가 필요하다.

더불어 미국 등에서는 木造住宅의 活化로 인해 木造住宅의 外壁과 비늘판에 塗裝하는 外裝用 塗料에 대해 屋外 暴露試驗과 促進 耐候性試驗을 통한 연구(Anderson, 1963; Feist & Mraz, 1980; Feist, 1988; Horn *et al.*, 1992)가 여러 측면에서 진행되고 있다. 기후조건과 지리적 조건이 현저히 다른 외국의 자료를 국내에 단순히 적용하기에는 문제점이 있으므로 국산 수종, 국내 환경, 국산 塗料에 관한 風化(weathering) 기작을 규명하기 위한 연구를 수행하는 것이 필요하다.

본 연구는 국내 山林資源의 活用도를 증진한다는 뜻에서 일본잎갈나무(*Larix leptolepis* (S. et Z.) Gordon)에 紫外線 吸收劑와 HALS가 첨가된 水溶性 아크릴 樹脂를 사용했을 경우 外裝用 목재나 가구 등의 용도에 적용 가능한지를 알아보기 위해 投光度 試驗과 促進 耐候性試驗을 통한 黃變度差, 明度指數差, 色差를 측정하여 風化에 따른 光劣化 현상에 관하여 조사하고 그 기초 자료를 제공하고자 하는 것이 본 실험의 목적이다.

2. 재료 및 방법

2.1 공시재료

2.1.1 도료

본 연구에서 사용한 塗料은 국내 모 기업에서 분양받은 不揮發分 37%의 水溶性 아크릴 樹脂를 사용하였다. 또한 대조군으로 사용한 撥水劑는 국내 모 기업에서 분양받은 실리콘계 撥水劑를 사용하였다.

2.1.2. 공시판재

본 연구에서 사용한 판재는 전라북도 무주군 안성면 죽현리에서 벌채한 직경 17.2 ± 3.4 cm의 일본잎갈나무(*Larix leptolepis* (S. et Z.) Gordon) 間伐材를 公試 樹種으로 사용하였으며 促進 耐候性 試驗器의 규격에 맞게 15cm(縮方向) × 7.5cm(放射方向) × 1cm(接線方向)의 크기로 제재하여 天然乾燥시킨 후 온도 $20 \pm 3^\circ\text{C}$, 상대습도 $65 \pm 1\%$ 인 恒溫恒濕室에서 한 달간 조습처리하였다.

2.1.3 자외선 흡수제와 HALS

水溶性 아크릴 樹脂에 紫外線 吸收劑와 HALS를 첨가하여 그 첨가량과 暴露時間(160, 320시간)에 따른 塗料과 일본잎갈나무의 耐候性을 試驗하기 위해 모 社로부터 분양받은 hydroxybenzophenone계 紫外線 吸收劑인 2,2'-Dihydroxy-4-methoxybenzophenone(Cyasorb UV 24)과 모 社로부터 분양받은 HALS로 Bis(1,2,2,6,6-penta-methyl-4-piperidyl) sebacate (Tinuvin 292)를 동시에 사용하였으며 hydroxyphenylbenzotriazole계 紫外線 吸收劑인 Methyl-3-[3-(2H-benzotriazole-2-yl)-5-tert. butyl-4-hydroxyphenyl-propionate (Tinuvin 1130)와 HALS(Tinuvin 292)를 동시에 사용하였다. 이들 紫外線 吸收劑와 HALS의 添加水準은 Table 1에 나타내었다.

Table 1. Formulations of water-soluble acrylic resin according to addition level of UV absorber and HALS.

Formulation	Addition level of UV absorber and HALS(%) ^{*1}		Formulation	Addition level of UV absorber and HALS(%)	
	BP ^{*2} + HALS ^{*4}			BT ^{*3} + HALS	
1	0	0			
2	1	0.5	5	1	0.5
3	2	1	6	2	1
4	3	1.5	7	3	1.5

*1 Based on non-volatile content, *2 Hydroxybenzophenone, *3 Hydroxyphenylbenzotriazole.

*4 Hindered amine light stabilizer.

2.2 실험방법

2.2.1 도장방법

紫外線 吸收劑와 HALS가 첨가된 水溶性 아크릴 樹脂를 도포기를 사용하여 유리판과 목재에 도포하였다. 먼저 #100과 #320의 鑢磨紙로 素地를 조정한 후 添加水準에 따른 水溶性 아크릴 樹脂를 濕潤塗膜 두께 180 μ m로 3회 塗布하여 1~2시간 건조시킨 후 온도 20 \pm 3 $^{\circ}$ C, 상대습도 65 \pm 1%의 恒溫恒濕室에서 3일간 완전 硬化시켰으며 자세한 塗裝工程은 Table 2에 나타내었다.

2.2.2 촉진 내후성

ASTM G53에 의거하여 모 社의 QUV Weather-Ometer를 사용하였다. 이때 UV lamp는 고에너지 구간으로 280~315nm의 紫外線 照射영역을 지니는 UV B lamp를 사용하였으며, 수용성 아크릴 수지가 도장된 유리판과 목재시편을 8hrs UV/50 $^{\circ}$ C, 4hrs Condensation/40 $^{\circ}$ C의 가혹한 열화조건에서 160시간, 320시간 暴露시켰다.

2.2.3 휘발분 및 불휘발분 함량

KS M 5000의 시험방법 2113(도료의 휘발분 및 불휘

발분 함량)에 의거하여 휘발분 및 불휘발분을 계산하였다.

$$V = \frac{(A - B) \times 100}{C} (\%) \quad N(\%) = 100 - V$$

V : 휘발분(%), A : 접시와 시료의 무게(g).

B : 가열 후 접시와 시료의 무게(g).

C : 시료 채취량(g), N : 불휘발분(%)

2.2.4 투광도

紫外線 吸收劑와 HALS가 첨가된 水溶性 아크릴 樹脂 塗膜의 紫外線 흡수상태를 조사하기 위해 15cm \times 7.5cm \times 0.3cm의 유리판 위에 濕潤(乾燥)塗膜 두께 180(65) μ m로 도포하여 제조한 필름을 UV/visible spectrophotometer를 사용하여 300~400nm의 近紫外線 영역에서 暴露時間과 紫外線 吸收劑와 HALS의 添加水準에 따른 投光度를 조사하였으며, 이때 spectrophotometer의 background는 蒸溜水를 사용하였다.

2.2.5 황변도차

黃變度(N)는 KSA 0061(XYZ색 표시계 및 X₁₀Y₁₀Z₁₀

Table 2. Finishing process of water-soluble acrylic resin containing UV absorber and HALS on wood of *Larix leptolepis*.

Process	Treated method	Wet film thickness	Viscosity (CPs)
Sanding	Sandpaper #100		
Sanding	Sandpaper #320		
Undercoat	Applicator coating (1 time)	180 μ m	620
Sanding	Sandpaper #320		
Intermediate coat	Applicator coating (1 time)	180 μ m	620
Sanding	Sandpaper #320		
Top coat	Applicator coating (1 time)	180 μ m	620

색 표시계에 따른 색의 표시방법)에 의한 3자극치로부터 다음 식에 따라 계산하였다.

$$N = \frac{(1.250X - 1.038Z)}{Y}$$

이때 黃變度差(yellowness index difference: ΔN)는 紫外線 吸收劑와 HALS가 첨가된 水溶性 아크릴 樹脂를 일본잎갈나무 판재에 塗布하여 完全 硬化시킨 후 紫外線에 暴露시키기 전과 160시간, 320시간 暴露 후의 黃變도 차이를 나타낸다. 이때 3자극치는 KS M 5000 시험방법 3022에 따라 표준광원 C를 사용하였으며 표준 관측자는 10° 시야에 의한 모社の Spectrogard II color system으로 측정하였다.

2.2.6 명도지수차와 색차

KS A 0061에 따라 측정된 2.2.5의 3자극치를 KS M 5000 시험방법 3031에 의거하여 다음 식에 따라 暴露 전과 160시간, 320시간 暴露 후의 明度指數(L)를 구하고, 明度指數差(lightness index difference: ΔL)를 계산하였다.

$$L = 10\sqrt{Y}$$

(L : 명도 지수, Y : 시감확산 반사율)

또한 2.2.5에서 측정된 3자극치를 KS A 0063에 기술된 Hunter의 색차식에 대입하여 a와 b를 계산하며, 이를 이용하여 色差(color difference: ΔE)를 계산하였다.

$$a = 17.5(1.02X - Y)/\sqrt{Y}$$

$$b = 7.0(Y - 0.84Z)\sqrt{Y}$$

$$\Delta E = ((\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2)^{1/2}$$

($\Delta L = L_t - L_i$, $\Delta a = a_t - a_i$, $\Delta b = b_t - b_i$)

3. 결과 및 고찰

3.1 투광도

紫外線 吸收劑와 HALS의 첨가량과 暴露時間(0, 160, 320시간)에 따른 水溶性 아크릴 樹脂 塗膜의 紫外線 흡수상태를 Fig. 1~3에 圖示하였다.

Fig. 1에서 볼 수 있는 것과 같이 폭로시간에 관계없이 紫外線 吸收劑와 HALS가 첨가되지 않은 대조구와 첨가된 것 사이에는 아주 명확한 投光度의 차이를 보여 紫外線 吸收劑와 HALS의 효과가 확실히 나타났다. 350~400nm의 紫外線 범위에서는 첨가량에 관계없이

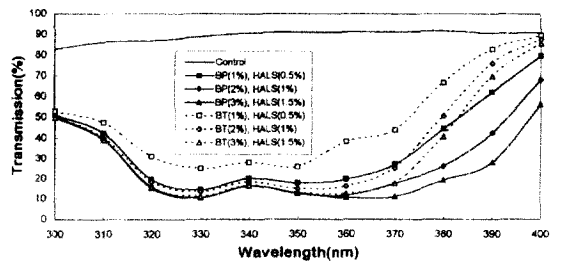


Fig. 1. UV transmission spectra of dried water-soluble acrylic resin films(wet film thickness : $180\mu\text{m}$) containing UV absorber and HALS, before exposure, cell thickness : 1cm, BP : hydroxybenzophenone, BT : hydroxyphenylbenzotriazole.

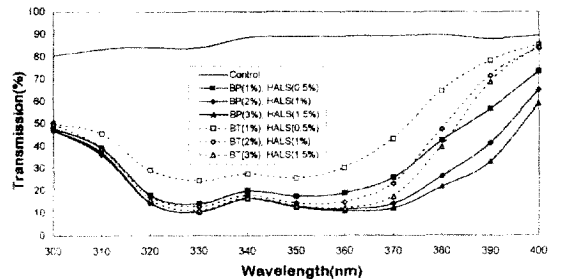


Fig. 2. UV transmission spectra of dried water-soluble acrylic resin films(wet film thickness : $180\mu\text{m}$) containing UV absorber and HALS, weathered for 160 hrs in QUV Weather-Ometer, cell thickness : 1cm, BP : hydroxybenzophenone, BT : hydroxyphenylbenzotriazole.

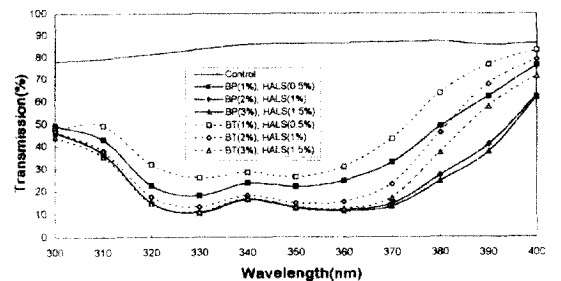


Fig. 3. UV transmission spectra of dried water-soluble acrylic resin films(wet film thickness : $180\mu\text{m}$) containing UV absorber and HALS, weathered for 320hrs in QUV Weather-Ometer, cell thickness : 1cm, BP : hydroxybenzophenone, BT : hydroxyphenylbenzotriazole.

hydroxybenzophenone계 紫外線 吸收劑가 hydroxyphenylbenzotriazole계 紫外線 吸收劑에 비하여 자외선 흡수효과가 우수하였다. 또한 紫外線 吸收劑와 HALS의 添加水準에 따른 投光度의 차이 역시 나타났다.

Fig. 2는 紫外線 吸收劑와 HALS가 첨가된 水溶性 아크릴 樹脂 塗膜을 QUV Weather-Ometer에 160시간 暴露시킨 후 塗膜의 投光度를 나타내고 있는데 이는 전체적으로 Fig. 1의 결과와 같은 경향으로 紫外線 吸收劑와 HALS의 添加水準에 따른 투광도의 차이가 확실히 나타났으며 hydroxybenzophenone계 紫外線 吸收劑와 HALS가 첨가된 水溶性 아크릴 樹脂 塗膜의 投光度가 hydroxyphenylbenzotriazole계 紫外線 吸收劑와 HALS가 첨가된 塗膜보다 더 낮게 나타났다.

Fig. 3은 紫外線 吸收劑와 HALS가 첨가된 水溶性 아크릴 樹脂 塗膜을 QUV Weather-Ometer에 320시간 暴露시킨 후 塗膜의 投光度를 나타내고 있는데 이는 Fig. 1과 2의 결과와 같은 경향을 나타내고 있으며 QUV Weather-Ometer에 160시간, 320시간 暴露 후에도 水溶性 아크릴 樹脂 塗膜에 첨가된 紫外線 吸收劑와 HALS는 UV B lamp에서 照射되는 紫外線을 흡수하기 때문에 그 자체는 酸化 分解되지 않는다는 것을 암시하고 있다. 한편 暴露時間이 증가함에 따라 投光度가 약간씩 감소하는 것은 無色 透明인 水溶性 아크릴 樹脂 塗膜이 紫外線 조사와 水分凝縮의 주기를 거치면서 약간의 透明성을 잃어버렸기 때문이라고 생각되며 暴露時間이 증가함에 따라 投光度에 있어 현저한 감소가 없는 것은

高分子 變色の 주 원인으로 알려져 있는 發色團(chromophore), 즉 芳香族, 카보닐기, 카복실기 등이 폴리우레탄과는 달리 水溶性 아크릴 樹脂에는 포함되어 있지 않기 때문이라 생각된다.

이러한 결과는 폴리우레탄 마니쉬에 紫外線 吸收劑와 HALS를 첨가하여 塗膜 두께에 따른 投光度의 차이를 조사하여 hydroxybenzophenone계 紫外線 吸收劑의 適正 添加水準은 不揮發分 기준으로 2~3% 사이이며 hydroxyphenylbenzotriazole계 紫外線 吸收劑의 適正 添加水準은 3% 이상이라고 보고한 李와 姜(1995)의 결과와 유사하였으며, 목재용 透明塗料에 紫外線 吸收劑와 HALS를 첨가한다면 外裝用 有色塗料의 外觀적 성질과 分光 測光學的 성질에 버금가는 도막물질을 얻을 수 있으리라 기대된다.

3.2 황변도차

紫外線 吸收劑와 HALS의 첨가수준과 폭로시간에 따른 水溶性 아크릴 樹脂 塗膜 및 일본잎갈나무의 黃變度差를 계산하기 위한 3각치(XYZ)를 Table 3 및 4에 나타내었으며, 그 黃變度差를 Fig. 4 및 5에 圖示하였다.

塗膜의 黃變度差는 Fig. 4에 나타난 것과 같이 紫外線 吸收劑의 종류, 紫外線 吸收劑와 HALS의 添加水準 및 紫外線의 暴露時間에 따라 명확한 경향을 나타내지는 않았으나, 그 黃變度差의 값을 KS M 5310의 促進 耐候性 기준 중 1급 기준인 黃變度差 0.1 이하와 비교해보면 그 차가 상당히 낮은 수준으로 통계적으로 유의성이

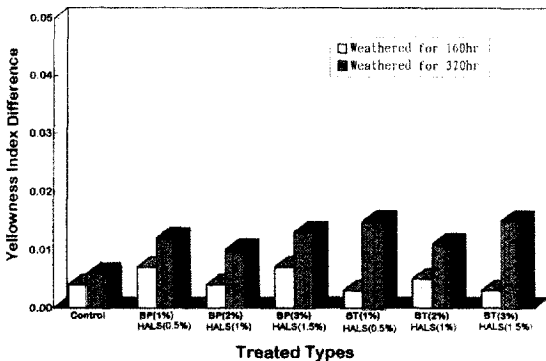


Fig. 4. Yellowness index difference of dried water-soluble acrylic resin films(wet film thickness : 180 μ m) containing UV absorber and HALS on glass, weathered for 160 and 320hrs in QUV Weather-Ometer. BP : hydroxybenzophenone, BT : hydroxyphenylbenzotriazole.

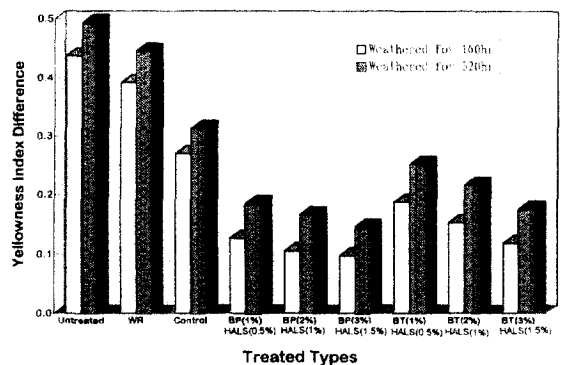


Fig. 5. Yellowness index difference of dried water-soluble acrylic resin films(wet film thickness : 180 μ m) containing UV absorber and HALS on wood for *Larix leptolepis*, weathered for 160 and 320hrs in QUV Weather-Ometer. BP : hydroxybenzophenone, BT : hydroxyphenylbenzotriazole, WR : Water-repellent.

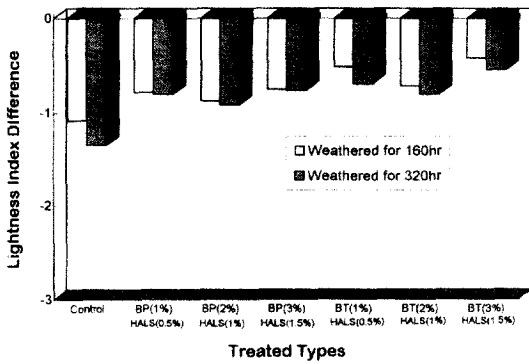


Fig. 6. Lightness index difference of dried water-soluble acrylic resin films(wet film thickness : 180 μ m) containing UV absorber and HALS on glass, weathered for 160 and 320hrs in QUV Weather-Ometer. BP : hydroxybenzophenone, BT : hydroxyphenylbenzotriazole.

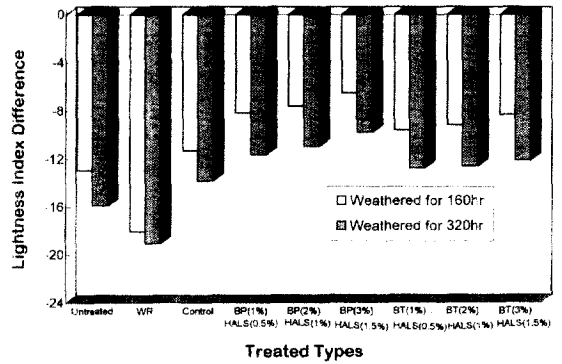


Fig. 7. Lightness index difference of dried water-soluble acrylic resin films(wet film thickness : 180 μ m) containing UV absorber and HALS on wood for *Larix leptolepis*, weathered for 160 and 320hrs in QUV Weather-Ometer. BP : hydroxybenzophenone, BT : hydroxyphenylbenzotriazole, WR : Water-repellent.

없었다.

또한 Fig. 5는 수溶性 아크릴 樹脂가 塗裝된 일본잎 갈나무의 黃變度差를 나타낸 것으로 도막의 黃變도와 現격히 다른 경향을 나타내고 있다. 대조구인 未塗裝 목재와 撥水劑를 塗布한 일본잎갈나무의 黃變度差는 暴露 時間에 따라 0.4~0.5 수준으로 아주 높게 나타났는데 비해 紫外線 吸收劑와 HALS가 첨가된 수溶性 아크릴 樹脂를 塗布한 일본잎갈나무의 黃變度差는 그 添加水準에 따른 차이가 명확히 나타났다. 또한 대조구로 사용한 撥水劑 처리의 경우 무처리와 비교했을 때 거의 차이가 없는 것은 外裝用 合板에 撥水劑를 처리하여 屋外에 暴露 할 때 合板의 割裂 감소에 영향을 미치지 못하며 塗膜 성능을 향상시키지 못한다는 Dealing과 Smith(1983)의 결과와 일치하였으며, 이는 3.1의 투광도 결과 및 李와 姜(1995)의 결과와 같은 경향으로 hydroxybenzophenone계 紫外線 吸收劑와 HALS가 첨가된 수溶性 아크릴 樹脂를 塗布한 일본잎갈나무가 hydroxyphenylbenzotriazole계 紫外線 吸收劑와 HALS를 첨가한 것 보다 대체로 동일한 添加水準 하에서 낮은 黃變度差를 나타내었다.

그리고 각 紫外線 吸收劑와 HALS의 添加水準별로는 hydroxybenzophenone계 紫外線 吸收劑가 2~3% 첨가된 것이 黃變度差 약 0.1 정도로 KS M 5310의 促進 耐候性 기준 중 1급 기준인 黃變度差 0.1 이하와 透明과 有色的 차이를 비교해 본다면 어느 정도 유사한 결과로 보이며 hydroxyphenylbenzotriazole계 紫外

線 吸收劑는 3% 이상 첨가된 것이 KS 규격의 기준과 유사할 것이라고 여겨진다.

따라서 현재 목재에 사용되고 있는 內裝用 透明 塗料에 紫外線 吸收劑와 HALS를 적량 첨가한다면 有色 合成樹脂 塗料과 유사한 성능을 지니기 때문에 透明 塗料을 外裝용으로 사용할 수 있을 것이라 생각된다.

3.3 명도지수차 및 색차

紫外線 吸收劑와 HALS의 添加水準과 폭로시간에 따른 수溶性 아크릴 樹脂 塗膜 및 일본잎갈나무의 明度指數差와 色差를 Fig. 6~9에 圖示하였다.

Fig. 6은 紫外線 吸收劑와 HALS가 첨가된 수溶性 아크릴 樹脂 塗膜의 明度指數差를 나타내고 있으며, Fig. 7은 紫外線 吸收劑와 HALS가 첨가된 수溶性 아크릴 樹脂를 일본잎갈나무에 塗布하였을 때의 明度指數差를 나타내고 있다. Fig. 6에서 보는 것과 같이 도막의 明度指數差는 전체적으로 紫外線 吸收劑의 종류와 添加水準, 그리고 폭로시간의 차이에 따른 뚜렷한 경향은 나타내지 않았다. 그러나 Fig. 7에 나타난 明度指數差와 비교해 볼때 현격한 차이를 나타내고 있다. 이는 紫外線 吸收劑와 HALS가 첨가된 수溶性 아크릴 樹脂가 黃變度의 경우와는 달리 목재의 明度變化에 큰 영향을 미치지 못한다는 것을 나타낸다. 그러나 Fig. 7에 나타난 것과 같이 대조구의 결과와 紫外線 吸收劑와 HALS를 첨가한 것의 결과를 비교해 볼 때, 어느 정도의 영향은 미치지

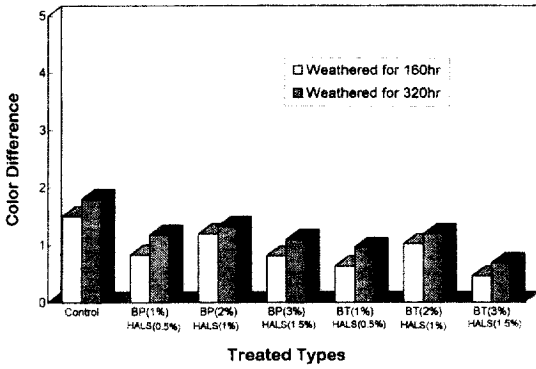


Fig. 8. Color difference of dried water-soluble acrylic resin films(wet film thickness : 180 μ m) containing UV absorber and HALS on glass, weathered for 160 and 320hrs in QUV Weather-Ometer. BP : hydroxybenzophenone, BT : hydroxy-phenylbenzotriazole.

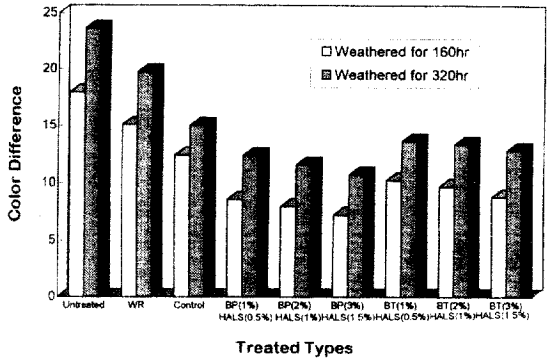


Fig. 9. Color difference of dried water-soluble acrylic resin films(wet film thickness : 180 μ m) containing UV absorber and HALS on wood for *Larix leptolepis*, weathered for 160 and 320hrs in QUV Weather-Ometer. BP : hydroxybenzophenone, BT : hydroxyphenylbenzotriazole. WR : Water-repellent.

으로 보여지며 hydroxybenzophenone계 紫外線 吸收劑의 添加水準에 따른 明度指數差의 변화는 확실히 添加水準이 증가함에 따라 明度指數差가 감소하였으나 hydroxyphenylbenzotriazole계 紫外線 吸收劑에 있어서는 添加水準에 따른 明度指數差의 변화가 나타나지 않았으며 통계적으로도 유의성이 나타나지 않았다. 또한 暴露時間에 따른 明度指數差는 모든 添加水準에 있어서 暴露時間이 증가함에 따라 증가하는 경향을 나타내었다.

紫外線 吸收劑와 HALS가 첨가된 폴리우레탄 바니쉬의 變色에 대해 보고한 李와 姜(1995)의 결과와 Fig. 7을 비교해 보면 紫外線 吸收劑와 HALS는 水溶性 아크릴 樹脂보다 폴리우레탄 바니쉬의 明度 變化에 더 큰 영향을 미치는 것으로 보여지며 芳香族 成分을 포함한 폴리우레탄 塗料가 목재의 明度 저하를 촉진시킨다고 보고한 Dombay(1973)의 결과와 비교해 본다면 紫外線 吸收劑와 HALS가 목재의 明度 變化에 뚜렷한 영향을 미친다는 것을 알 수 있었다.

Fig. 8은 紫外線 吸收劑와 HALS가 첨가된 水溶性 아크릴 樹脂 塗膜의 色差를 나타내고 있으며, Fig. 9는 紫外線 吸收劑와 HALS가 첨가된 水溶性 아크릴 樹脂를 일본잎갈나무에 塗布하였을 때의 色差를 나타내고 있다.

Fig. 8에서 볼 수 있듯이 紫外線 吸收劑와 HALS가 첨가된 水溶性 아크릴 樹脂 塗膜의 色差는 전체적으로 Fig. 4 및 6의 명도지수차와 마찬가지로 뚜렷한 경향을 나타내지는 않았지만 紫外線 吸收劑와 HALS의 添加水準에 따른 色差는 상당히 미미한 수준으로 대조구와 통

계적으로 유의성이 없었다. 그러나 Fig. 9에서와 같이 色差는 Fig. 8의 도막의 경우와는 달리 紫外線 吸收劑와 HALS의 添加水準과 暴露時間에 따라 뚜렷한 차이가 나타났으며 대조구인 무처리, 撥水劑 처리와 紫外線 吸收劑와 HALS를 첨가한 것과는 현격한 차이가 발생하였다. 이러한 결과들은 屋外에 목재를 暴露時 紫外線에 의해 목재 표면이 노란색, 갈색, 회색의 순으로 변하게 되며 暴露時間이 증가함에 따라 色差가 증가한다는 Hon(1983)의 결과와 일치하였고 紫外線 吸收劑와 HALS의 영향으로 인해 色差의 증가가 급격히 감소된다는 것을 알 수 있었다.

또한 紫外線 吸收劑의 添加水準에 있어서 3% 첨가할 경우 hydroxybenzophenone계와 hydroxyphenylbenzotriazole계 紫外線 吸收劑가 가장 작은 色差를 나타내었으며 전체적으로 hydroxyphenylbenzotriazole계 보다는 hydroxybenzophenone계 紫外線 吸收劑가 첨가된 것이 작은 色差를 나타내었다. 이와 같이 波長의 강도가 강한 UV B lamp에 紫外線 吸收劑를 3% 첨가한 것을 320시간 暴露시켰을 때의 色差가 약 9~12 정도라는 것은 yellow poplar, white oak, red oak, sweetgum 등의 闊葉樹를 屋外에 150일 동안 暴露했을 때 色差가 약 15~30, 고압수은램프에 600시간 暴露했을 때의 色差가 약 10~20 정도라고 보고한 Hon과 Feist(1986)의 결과와 비교해 본다면 紫外線 吸收劑와 HALS가 가혹한 促進 耐候조건에서도 暴露時間의 증가에 따른 色差의 증가를 현격히 감소시킨다는 것을 알 수

있었다.

그러나 이러한 결과들이 고에너지의 紫外線 범위를 가지는 UV Blamp에 의해 나타난 결과라는 것을 고려해 본다면 실제 屋外 暴露時는 이 보다 더 좋은 결과가 나오리라 예상되어지며 紫外線 吸收劑와 HALS가 첨가된 水溶性 아크릴 樹脂 塗膜이 고에너지의 紫外線을 흡수, 차단하여 자유 라디칼의 발생을 저지함으로써 목재의 變色을 억제시킨다는 것을 확실히 알 수 있었다.

4. 결 론

紫外線 吸收劑와 HALS의 첨가량을 달리하여 제조한 水溶性 아크릴 樹脂를 유리판에 도포하여 QUV Weather-Ometer에의 暴露時間에 따른 塗膜의 投光度와 黃變度差, 明度指數差, 色差를 측정하고 일본잎갈나무 素地에 塗裝하여 暴露時間에 따른 黃變度差, 明度指數差, 色差를 측정하여 얻은 결론은 다음과 같다.

1. 紫外線 吸收劑와 HALS가 첨가된 水溶性 아크릴 樹脂 塗膜을 QUV Weather-Ometer에 폭로시키기 전, 160시간 그리고 320시간 暴露시킨 후 측정된 300~400nm의 近紫外線 영역에 있어서의 投光度は 暴露時間이 증가함에 따라 감소하는 경향을 나타냈으나 그 영향은 미미하였다.
2. hydroxybenzophenone계 紫外線 吸收劑가 첨가된 水溶性 아크릴樹脂 塗膜이 hydroxyphenylbenzotriazole계 紫外線 吸收劑가 첨가된 塗膜보다 350~400nm의 영역에 있어서 전체적으로 낮은 投光도를 나타냈으며 hydroxybenzophenone계와 hydroxyphenylbenzotriazole계 紫外線 吸收劑 모두 不揮發分 기준으로 3% 첨가시 投光도가 가장 낮게 나타났다.
3. 紫外線 吸收劑와 HALS가 첨가된 水溶性 아크릴 樹脂 塗膜만의 黃變度差, 明度指數差, 色差는 紫外線 吸收劑와 HALS의 添加水準과 QUV Weather-Ometer에의 暴露時間에 따라 뚜렷한 경향을 나타내지 않았으며 그 차는 아주 미미하였다.
4. 紫外線 吸收劑와 HALS가 첨가된 水溶性 아크릴樹脂를 일본잎갈나무에 塗裝하여 QUV Weather-Ometer에 暴露시킨 후 측정된 黃變度差, 明度指數差, 色差는 不揮發分 기준으로 3% 첨가시 가장 낮게 나타났으며 hydroxybenzophenone계 紫外線 吸收劑를 1~2% 첨가한 것과 hydroxyphenylbenzotriazole계 紫外線 吸收劑를 2~3% 첨가한 것 사이에는 통계적으로 유의성이 없었다.

참 고 문 헌

1. Anderson, L. O. 1963. Water repellents improve performance of drop siding. USDA Forest Serv. Res. Pap. FPL 4 : 1~16
2. Anderson, E. L., Z. Pawlak, N. L. Owen and W. C. Feist. 1991. Infrared studies of wood weathering. Part I : Softwoods. *App. Spectroscopy* 45(4) : 641~647
3. Arnold, M., J. Sell, and W. C. Feist. 1991. Wood weathering in fluorescent ultraviolet and xenon arc chambers. *Forest Prod. J.* 41(2) : 40~44
4. ASTM G53. 1992. Operating light- and water-exposure apparatus (fluorescent UV-condensation type) for exposure of non-metallic materials
5. Dealing T. B. and G. A. Smith. 1983. The surface finishing of exterior plywood. *J. Oil Col. Chem. Assoc.* 4 : 105~111
6. Dombay, S. 1973. The influence of finish on colour changes in wood. *J. Oil Col. Chem. Assoc.* 56 : 77~82
7. Feist, W. C. and E. A. Mraz. 1980. Durability of exterior natural wood. Finishes in the pacific northwest. USDA Forest Serv. Res. Pap. FPL-366 : 1~8
8. Feist, W. C. 1988. Weathering performance of finished southern pine plywood siding. *Forest Prod. J.* 38(3) : 22~28
9. Hon, D. N.-S. 1983. Weathering reactions and protection of wood surfaces. *J. Appl. Poly. Sci., Appl. Poly. Symp.* 37 : 845~864
10. Hon, D.N.-S. and S. T. Chang. 1984. Surface degradation of wood by ultraviolet light. *J. Poly. Sci., Polymer Chem. Ed.* 22 : 2227~2241
11. Hon, D.N.-S. and W. C. Feist. 1986. Weathering characteristics of hardwood surfaces. *Wood Sci. & Tech.* 20 : 169~183
12. Horn, B. A., J. Qiu, N. L. Owen and W. C. Feist. 1992. FT-IR studies of weathering effects in western red cedar and southern

- pine. Chemical Modification of Lignocellulose. *F.R.I. Bull.* 176 : 67~76
13. Kronberger, K., D. A. Hammerton, K. A. Wood and M. St deman. 1991. Exterior durability of polyester/hydroxyalkyl amide powder coatings: accelerated weathering studies. *J. Oil Col. Chem. Assoc.* 11 : 405~410
 14. Laughnan, D. F. 1959. Effect of wood on durability of inishes. *Forest Prod. J.* 8(1) : 19~21
 15. Ligner, G. and E. Hess. 1993. Interactions of radical scavengers (HALS) with automotive clear coats. *J. Oil Col. Chem. Assoc.* 6 : 233~237
 16. Miniutti, V.P. 1967. Microscopic observation of ultraviolet irradiated and weathered softwood surface and clear coatings. USDA Forest Serv. Res. Pap. FPL 74 : 1~31
 17. KS A 0061. 1983. XYZ색 표시계 및 $X_{10}Y_{10}Z_{10}$ 색 표시계에 따른 색의 표시방법. 한국공업규격. 공업진흥청. 서울
 18. KS A 0063. 1981. 색차표시 방법. 한국공업규격. 공업진흥청. 서울
 19. KS M 5000. 1985. 도료 및 관련 원료의 시험방법. 한국공업규격. 공업진흥청. 서울
 20. KS M 5310. 1986. 합성수지에밀전페인트(외부용). 한국공업규격. 공업진흥청. 서울
 21. 김현중 · 이필우. 1989. 상수리나무와 자작나무 소재에 대한 Nitrocellulose Clear Lacquer 도막의 할렬에 관한 연구. *목재공학* 17(1) : 55~68
 22. 박종희 · 양재진. 1985. 적외선에 의한 도막의 변색 및 노화에 관한 고찰. 단국대학교 화학공학과 석사 학위논문 : 1~35
 23. 산림청. 1994. 임업통계연보.
 24. 이필우 · 강경택. 1995. 자외선 흡수제와 HALS가 첨가된 외장용 폴리우레탄 바니쉬의 분광 측광학적 특성. *한국가구학회지* 6(1) : 21~30
 25. 이필우 · 김현중. 1989. 니트로셀룰로소락카, 아미노알키드, 폴리에테르 및 폴리우레탄도료의 도막 성능에 관한 고찰. *목재공학* 17(1) : 12~21
 26. 이필우 · 윤영기. 1994. 산화방지제가 첨가된 백색 폴리우레탄 도막의 색차. *목재공학* 22(3) : 45~50
 27. 오순문 · 심재진. 1995. 광안정제, 고분자 과학과 기술 6(2) : 108~117