

論文の内容の要旨

生物材料科学専攻

平成 28 年度博士課程入学

氏名 村井まどか

指導教員名 信田聡

論文題目 塗装による熱処理木材の耐候性向上

(Improvement of the weatherability of heat-treated wood by coating)

【第 1 章 序論】

熱処理木材は耐朽性や寸法安定性があり、薬品類を用いず熱処理のみで製造することから、環境に配慮した材料として需要が伸びており、特に屋外での利用が拡大している。しかし、屋外で使用した場合、変色や表面割れなどの問題が発生することが分かっている。木材を気象劣化から守る比較的安価な方法として塗装があり、熱処理木材についても美観を維持したまま長く使用するためには、塗装による保護が有効であると考えられる。本研究では、熱処理木材に適した塗料および塗装仕様の開発に寄与する知見を得ることを目的とした。

【第 2 章 促進耐候性試験における熱処理木材の表面割れの形態的解析】

暴露により発生した木材の表面割れを形態的に解析することは、塗料の主成分である樹脂の柔軟性や強度などの機械的性質を設計する上で重要となる。ここでは、スギ (*Cryptomeria japonica*) の板目の熱処理木材（常圧、窒素雰囲気下、処理温度 220℃、処理時間 6 時間）の促進耐候性試験を行い、発生した表面割れを画像処理による形態的な解析を試みた。熱処理木材では表面全体に長さが短い小さな割れが発生する傾向があり、一方、無処理木材では熱処理木材に比べ局部的に長さのある大きな割れが発生する傾向があることが分かった（表 1）。

Table1 Results of surface checks analysis after Xenon-Arc accelerated weathering test 500hrs

	Length(mm)			Width(mm)			Area(mm ²)			Ratios of Area(%) ^{a)}	
	Average	Max	SD ^{b)}	Average	Max	SD	Average	Max	SD	Average	SD
Untreated wood	2.2	98.7	5.7	0.2	1.0	0.1	0.3	19.3	1.1	0.5	0.1
Heat-treated wood	1.7	20.0	1.8	0.2	1.0	0.1	0.2	4.0	0.3	7.2	3.3

a) Ratios of area was calculated with irradiated portion of specimen (7167mm²) as unit area. b) Standard deviation

【第 3 章 熱処理木材の光変色における波長依存性】

塗料中の紫外線吸収剤や顔料の配合を設計する上では、紫外線から可視光までの木材の光劣化における波長依存性を把握することが重要となる。ここでは、波長照射分光器を用

いて、310 nm の紫外線から 490 nm の可視光をバンド幅約 20 nm、波長間隔約 25~30 nm の条件で分光・照射し、熱処理木材（辺材）の光変色と波長依存性の関係を検討した。310 nm~341 nm の短波長の紫外域では無処理木材の方が熱処理木材に比べ分光照射による色差が大きく、一方、372 nm~458 nm の長波長の紫外域～青の可視光では、反対に熱処理木材の方が無処理木材に比べ色差が大きく、熱処理木材と無処理木材では光変色が生じる波長の傾向が異なることが分かった（図 1）

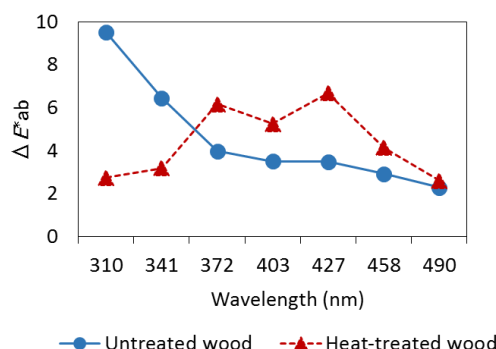


Fig.1 Change in color parameter after 1MJ/m² irradiation at different wavelength

【第4章 木材保護塗料を用いて塗装した熱処理木材の耐候性能】

国内で一般的に使用されている市販の木材保護塗料で塗装した熱処理木材の屋外暴露試験を24カ月間行い、無処理木材との耐候性能の違いを検討した。木材保護塗料は、油性塗料（アルキド樹脂系）と水性塗料（アクリル樹脂系）の2種類、塗膜の形成タイプは含浸形と半造膜形の2種類とした。塗装により油性塗料、水性塗料のいずれも熱処理木材の変色の抑制は認められた。しかし、熱処理木材は無処理木材に比べて撥水度の維持期間が短く（図2）、また、塗膜のはがれが多く発生し、表面粗さが増加した。今回検討した木材保護塗料では、熱処理木材に対して十分な耐候性能が得られないことが明らかとなった。屋

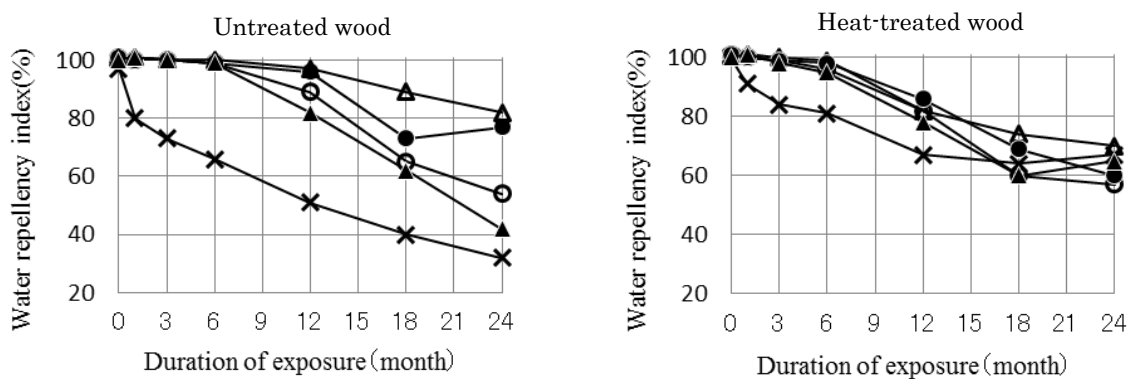


Fig. 2 Changes in water repellency index during outdoor exposure
 ×Non-coating ○Oil borne, Penetrating ●Oil borne, Semi-film forming
 ΔWater borne, Penetrating ▲Water borne, Semi-film forming

外暴露試験前の木材表面を赤外分光分析したところ、油性塗料、水性塗料のいずれも木材表面に塗膜成分が少ない傾向があることが分かり、このことが熱処理木材の耐候性能に影響したと推測された。油性塗料では塗布量が多い傾向であるにもかかわらず、木材表面の塗膜成分は少ない傾向であったため、今後は、木材中への浸透する成分と木材表面に塗膜を形成する成分のバランス考慮した熱処理木材用の塗料の開発が重要となると考えられる。

【第5章 熱処理木材の塗装における塗膜の機械的性質と表面割れの関係】

機械的性質の異なるウレタン樹脂系塗料を試作し、塗装した熱処理木材の促進耐候性試験を行い、熱処理木材に発生する表面割れの抑制効果と塗膜の機械的性質との関係を検討した。市販のポリオール4種類（表2）と市販のイソシアネート1種類（NCO5.9-6.9%）の組み合わせで、NCO/OH当量比=1となるよう配合し、計4種類のウレタン樹脂系塗料を試作した。試作した塗料のフィルムの引張試験を行った結果を図3に示す。No.4で塗装した試験体は、促進耐候性試験500時間後に表面割れの発生が認められず、熱処理木材には引張ヤング率、降伏応力、破壊ひずみの大きい、硬く靱性のある塗膜が表面割れの抑制効果が大きいことが示唆された。

Table 2 Hydroxyl value and glass transition temperature of polyols

Code	Hydroxyl value (mgKOH/g)	Glass transition temperature (°C)
A	24.0-30.0	45
B	47.0-53.0	50
C	29.5-35.5	20
D	23.0-29.0	95

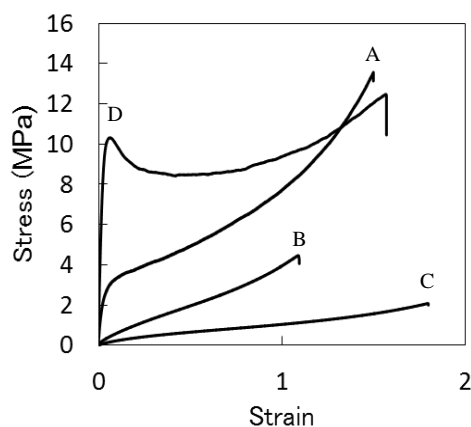


Fig. 3 Stress-Strain curve of coating films

【第6章 結論】

熱処理木材の耐候性を向上させるには、硬く靱性のある塗膜が適しており、また、長波長側の紫外域~青の可視光をカットする紫外線吸収剤・顔料の配合が重要となると示唆された。さらに、熱処理木材表面の塗膜成分を増加させるために、木材表面に留まり塗膜を形成する成分と木材中に浸透する成分のバランスを考慮する必要があると考えられる。