

(論文)

難燃化処理木材の開発 (第4報)

谷内 博規・穴沢 靖*

The Development of Fire-Retardant-Treated Wood (4)

Hironori TANIUCHI and Yasushi ANAZAWA

要 旨

難燃化木材の開発のため塗装条件の検討を行った。供試材としてアカマツ材を用い、難燃化処理を施した後、ポリブタジエン系塗装 (木肌塗装)、ウレタン、ラッカー、防火塗装を行った。試料は光反射特性を測定後、耐光性、耐湿性試験を行い、塗装の種類による色差 (ΔE^*) を評価した。結果、変色が少なかったのはポリブタジエン系塗料であった。

As the part of development of fire-retardant wood, the coating process for chemically treated wood was studied. The Japanese red pine samples were dipped in the fire retardant chemicals by the hot-and-cold bath process. And then the materials were coated with polybutadiene resin type, polyurethane resin type, nitrocellulose lacquer and fire retardant paints. The coated samples were evaluated by characteristic of photo-reflection, light stability resistance and moisture proof. Polybutadiene resin coating was the most effective for discolor among these treatments.

キーワード：塗装, 難燃化, アカマツ, 耐候性, 化粧性

緒言.....	2	2 結果と考察	
1 実験		2.1 光反射特性.....	2
1.1 供試材.....	2	2.2 難燃化処理及び塗装による変色.....	3
1.2 供試薬剤.....	2	2.3 耐光性試験.....	4
1.3 温冷浴法による薬剤含浸乾燥方法.....	2	2.4 耐湿性試験.....	4
1.4 塗装.....	2	3 結言.....	6
1.5 光反射特性.....	2		
1.6 耐光性試験.....	2		
1.7 耐湿性試験.....	2		

* 岩手県工業技術センター化学部

緒 言

アカマツ材の高付加価値化のため、建築基準法および同施行令により防火上の理由で内装制限をうける建築物への利用を目的とした難燃化処理木材の開発を行う。

第1報¹⁾、第2報²⁾では薬剤の含浸方法、含浸量および難燃化処理木材の積層構造と防火性能の発現について検討を行ってきた。その結果、建設省告示第1231号およびJIS1321の難燃3級の性能を満たす条件についての指針を得た。第3報³⁾では難燃化木材を施工後、表面仕上げに行われる塗装が防火性能に与える影響について検討し、その結果、十分な難燃処理が施されれば、塗料の種類、塗布量によらず難燃材料相当の性能を確保できることが明らかになった。

難燃化木材を内装材料として施工する場合、化粧性、耐候性の向上などを目的に表面に塗装を行うことが想定される。しかし、塗料にはウレタン、ラッカー、防火塗料など様々な種類があり、難燃化木材への適正な塗装方法を明らかにすることが必要であると考え。

今回は、木材の質感、化粧性を損なわない難燃化木材への塗装方法の開発を目的に、難燃化処理したアカマツ材表面に塗装を施し、材料表面の化粧性として光反射特性を、耐候性として紫外線、高湿度による促進劣化試験を行い変色度合いを評価した。

1 実 験

前報³⁾での燃焼性能評価の結果から、アカマツ材が難燃材料として性能を発現するためには薬剤固定量が150 kg/m³以上必要となる。今回、難燃材料に相当する薬剤固定量を確保した試料の塗装、性能評価を行うため、前報の処理条件に準拠し薬剤濃度を38.5%として難燃化処理を行った。

1.1 供試材

供試材料として、寸法L×R×T = 220 × 15 × 110mmの岩手県産アカマツ材の辺材を調整し、オープンで乾燥(105℃・48hrs)を行った。

1.2 供試薬剤

難燃処理薬剤はポリリン酸カルバメートを主成分とする市販のリン系薬剤(株式会社丸菱油化製 OK-201)を用いた。

1.3 温冷浴法による薬剤含浸

供試材への薬液の含浸は温冷浴法を用い、アカマツ辺材を水中で煮沸(100℃, 3hrs)し、難燃薬液(濃度38.5%)に浸漬(18 ± 3℃, 24hrs)し、室温で風乾

(18 ± 3℃, 24hrs)した後、オープンで乾燥(60℃ → 80℃ → 105℃, それぞれ24hrs)を行った。

薬剤固定量は下記の式により算出した。

$$C = W_1/V_1 - W_0/V_0$$

C : 薬剤固定量 (kg/m³)

W₀ : 未処理重量 (kg)

V₀ : 未処理体積 (m³)

W₁ : 処理後重量 (kg)

V₁ : 処理後体積 (m³)

1.4 塗装

難燃処理試料2枚を幅はぎし、寸法L×R×T = 220 × 15 × 220mmとして塗装を行った。

塗装は、岩手県工業技術センターで開発したポリブタジエン系樹脂塗料(木肌塗り)、ポリウレタン樹脂塗料、ニトロセルロースラッカー、防火塗料2種類(発泡型、反応型)を用い、下塗り、サンディング、上塗り(1~2回)の手順で塗装(塗布量37~150g/m²)を行った。

1.5 光反射特性

三次元変角光度計(株式会社村上色彩製ゴニオフォトメーター)を用い、木目方向に投光し、入射角45°、および角0°で反射光分布の測定を行った。

1.6 耐光性試験

(株)スガ試験機製ロングライフウェザーメーターを用い、JIS-K-54009.8に準拠し試験を行った。試験時間25, 50, 100, 150時間ごとに試料を抜き取り、(株)東京電色製オートマチックカラーアナライザーを用いて、色差ΔE*の測定を行った。また、変色の評価は無処理材のΔE*を基準とし、難燃化処理、塗装、促進劣化試験の経時変化によるΔE*と比較した。

1.7 耐湿性試験

(株)スガ試験機製温度差劣化試験機を用い、JIS-K-54009.2に準拠し試験を行った。温湿度条件は50℃・95%RHとし、試験時間、色差測定は1.6耐光性試験と同様に行った。

2 結果と考察

2.1 光反射特性

図1に塗装別の光反射特性を示す。

無塗装の反射光分布の形状は、木目方向に投光しているにもかかわらず、受光角45°の鏡面反射はほとんどなく、受光角全域で光を散乱しており、ほぼ球状となった。ウレタン、ラッカー、防火(発泡型)など光沢のある塗膜を形成する塗料は、凹形の細胞内孔による光の散乱の影響もなくなりプラスチックや金属表面と類似した反射

光分布を示し、受光角45° 付近の鏡面反射による尖ったピークだけとなった。浸透性の防火塗料（反応型）は水性の浸透タイプの塗料であることから、難燃化処理したままの表面状態となっているために、反射光分布は受光角45° に傾いた楕円状の反射光分布を示した。ポリブタジエン系樹脂塗料（木肌塗り）はプラスチックビーズが塗料中に混入されており、塗膜表面にビーズが分散し、無塗装と類似したほぼ球状の反射光分布を示した。

このことから、ポリブタジエン系樹脂塗料（木肌塗り）は、光学的に無塗装の木材の質感を保持した塗装である

と言える。

2.2 難燃化処理及び塗装による変色

表1に難燃化処理及び塗装による ΔE^* の変化を示す。

通常、無処理木材の塗装による変色は $\Delta E^* = 1 \sim 5$ 程であるが、難燃化処理による変色は $\Delta E^* = 3 \sim 4.9$ であった。難燃化処理木材に塗装を行うと表面が濡れやすく、塗装による変色は塗料の種類によって異なり、ポリブタジエン塗料 $\Delta E^* = 4.2$, 防火塗料（反応型） $\Delta E^* = 8.8$, 防火塗料（発泡型） $\Delta E^* = 10$, ラッカー $\Delta E^* = 11.4$, ウレタン $\Delta E^* = 13.6$ となった。

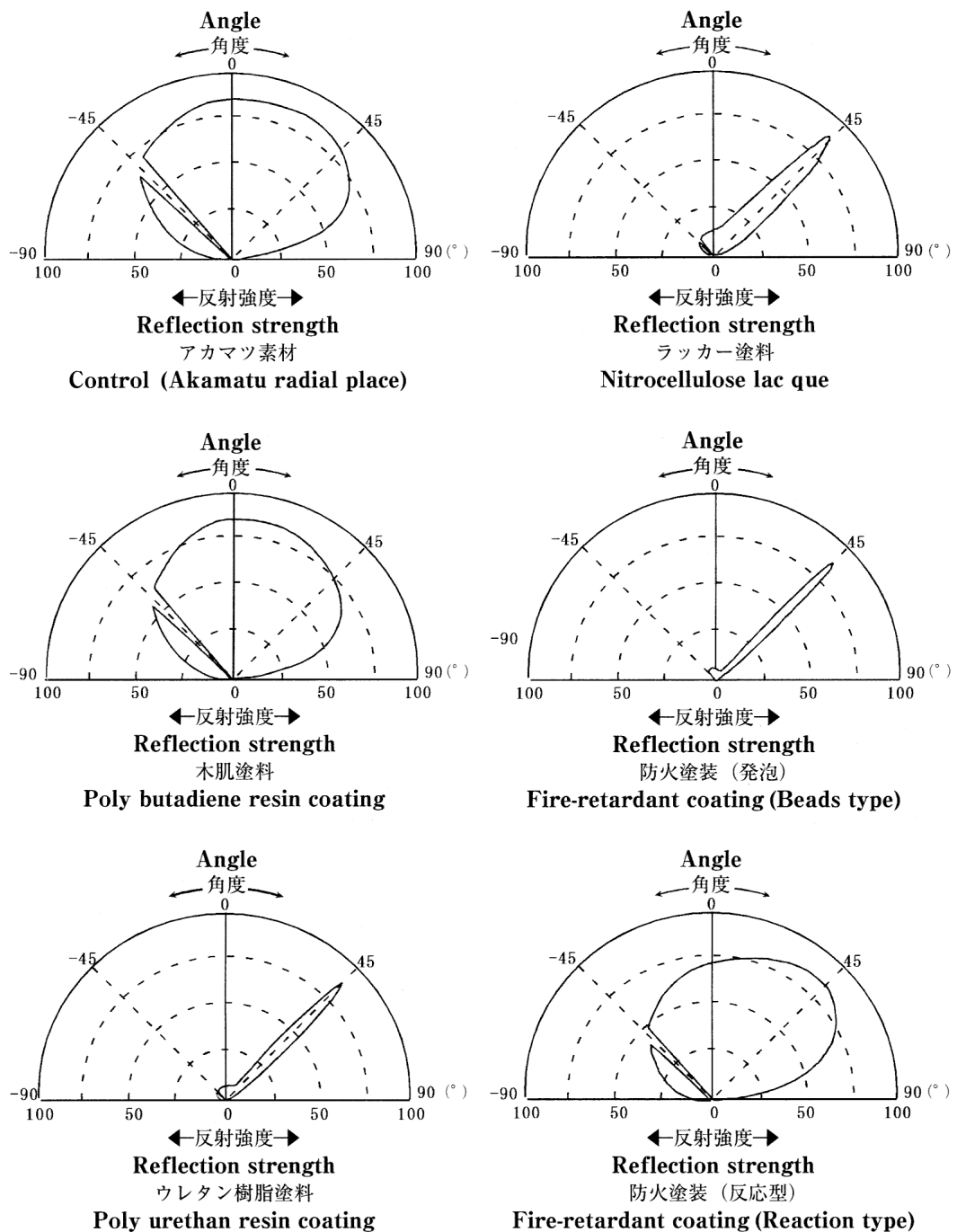


図1 塗装の種類と光反射特性の関係

Fig.1 Effect of coatings on characteristic of photo-reflection.

このことから、ポリブタジエン系樹脂塗料（木肌塗り）は、難燃化処理木材の塗料の濡れ色による変色を最小限に押さえることができると考える。

2.3 耐光性試験

図2に耐光性試験による時間と色差の関係を示す。また写真1に紫外線照射時間と試料表面の変色の様子を指示す。

ウレタン、ラッカー、防火（発泡型）、防火塗料（反応型）は紫外線照射時間の増加とともに著しく褐変し、照射時間が25, 50, 100, 150時間と増加すると、 ΔE^* は16.4~25.0, 19.6~26.7, 21.4~26.8, 21.4~28.7と増加した。一方、ポリブタジエン塗料では変色が少なく、紫外線照射150時間でも ΔE^* は15.4であった。

このことから、ポリブタジエン系樹脂塗料（木肌塗り）は、光劣化による変色を最小限に押さえることができると考える。

2.4 耐湿性試験

図3に耐湿性試験による時間と色差の関係を示す。また写真2に紫外線照射時間と試料表面の変色の様子を指示す。

紫外線照射試験に比べ耐湿性試験では試料の変色が小さかった。吸湿による ΔE^* の増加が最も大きかったのは防火塗料（発泡型）で、試験時間が25, 50, 100, 150時間と増加すると、 ΔE^* は17.5, 18.3, 22.3, 23.0と増加した。一方、ポリブタジエン塗料は耐湿性試験でも変色が少なく、紫外線照射150時間でも ΔE^* は12.5であった。

写真3, 4, 5に耐湿試験150時間後の試料表面の様子を示す。

表1 難燃化処理及び塗装による試料の変色

Table.1 Discoloration of sample on fire-retardant-treatment and coating.

	色素 (ΔE^*) Color difference
アカマツ素材 Akamatu	-
難燃化処理 Fire-retardant treated	3.0~4.9
ポリブタジエン系樹脂塗装 Poly butadiene resin coating	4.2
ウレタン樹脂塗装 Poly urethan resin coating	13.6
ラッカー塗装 Nitrocellulose lac que	11.4
防火塗装（発泡型） Fire-retardant coating (Beads type)	10.0
防火塗装（反応型） Fire-retardant coating (Reaction type)	8.8

耐湿試験150時間後の試料表面を観察すると、浸透性塗料である防火塗料（発泡型）の試料表面では、晩材部に沿って著しい薬剤の噴出が観察された（写真4）。また、造膜タイプであるラッカー、防火塗料（発泡型）の試料でもテーパー部の薬剤噴出、塗膜を破壊し薬剤の噴出が観察された（写真3, 5）。しかしポリブタジエン塗料、ウレタン塗料の試料表面には著しい薬剤の噴出が観察されなかった。

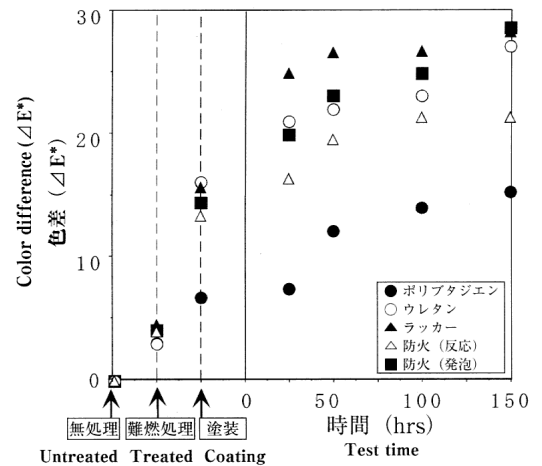


図2 耐光性試験による時間と色差の関係

Fig.2 Relationship between test time of light stability resistance and color difference.

Legend : ● : Poly butadiene resin coating
○ : Poly urethan resin coating
▲ : Nitrocellulose lac que
△ : Fire-retardant coating (Reaction type)
■ : Fire-retardant coating (Beads type)

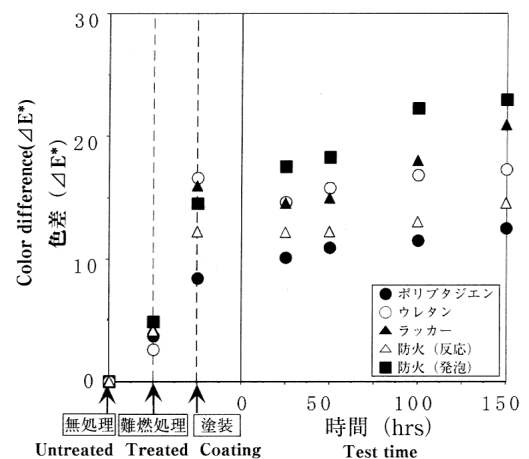


図3 耐湿性試験による時間と色差の関係

Fig.3 Relationship between test time of moisture proof and color difference.

Legend : ● : Poly butadiene resin coating
○ : Poly urethan resin coating
▲ : Nitrocellulose lac que
△ : Fire-retardant coating (Reaction type)
■ : Fire-retardant coating (Beads type)

写真1 耐光性試験による試料の変色

Photo.1 Discoloration view of samples on light stability resistance test.

照射時間 (hrs) Time	ポリブタジエン Poly butadiene resin coating	ニトロセルロースラッカー Nitrocellulose lac que	防火塗装 (発泡型) Fire-retardant coating (Beads type)	ポリウレタン塗装 Poly urethan resin coating
0				
25				
50				
75				
100				
150				

写真2 耐湿性試験による試料の変色

Photo.2 Discoloration view of samples on moisture proof test.

試験時間 (hrs) Time	ポリブタジエン Poly butadiene resin coating	ニトロセルロースラッカー Nitrocellulose lac que	防火塗装 (発泡型) Fire-retardant coating (Beads type)	ポリウレタン塗装 Poly urethan resin coating
0				
25				
50				
100				
150				

このことから、吸湿による変色を抑制する塗料は、ポリブタジエン系樹脂塗料（木肌塗り）、吸湿により薬剤の噴出を抑制するのはポリブタジエン系樹脂塗料（木肌塗り）、ウレタン塗料が有効であると考えられる。

以上の実験から、難燃化木材の変色を最小限に抑さえ、薬剤の噴出を防止するためにはポリブタジエン系樹脂塗料（木肌塗り）が効果的であると考えられる。

4 結 言

今回の実験により、次のような知見が得られた。

- (1) ポリブタジエン系塗装（木肌塗装）の光反射特性は、無塗装と類似しており、木質感が保持された。
- (2) 耐光性試験の結果、変色が少なかったのはポリブタジエン系塗料であった。これに比べウレタン、ラッカー、防火（発泡型）、防火塗料（反応型）は劣化が著しく、試料表面は赤褐色に変化した。
- (3) 耐湿性試験の結果、変色が少なかったのはポリブタジエン塗料であった。また、試験後の試料表面は薬剤の噴出が観察された。しかし、ポリブタジエン塗料、ウレタン塗料の試料表面には薬剤の噴出が観察されなかった。

引用文献

- 1) 多田野 修, 谷内博規 (1999) 難燃化処理木材の開発 (第1報). 岩手県林業技術センター研究報告第7号: 61-66.
- 2) 谷内博規, 多田野 修 (1998~1999) 難燃化処理木材の開発 (第2報). 岩手県林業技術センター研究報告第8号: 1-7.
- 3) 谷内博規, 穴沢 靖 (1998~1999) 難燃化処理木材の開発 (第3報). 岩手県林業技術センター研究報告第9号: 9-14.

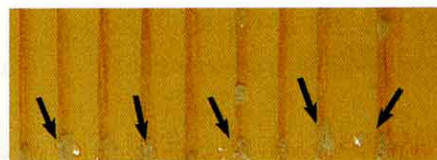


写真3 テーパー部の薬剤の噴出

Photo.3 Discharge chemicals on the corner of samples
塗料：ニトロセルロースラッカー
Coating type : Nitrocellulose lac que
耐湿性試験：150hrs
Moisture proof test time : 150hrs



写真4 晩材部に沿った薬剤の噴出

Photo.4 Discharge chemicals along latewood
塗料：防火塗装（発泡型）
Coating type : Fire-retardant coating (beads type)
耐湿性試験：150hrs
Moisture proof test time : 150hrs

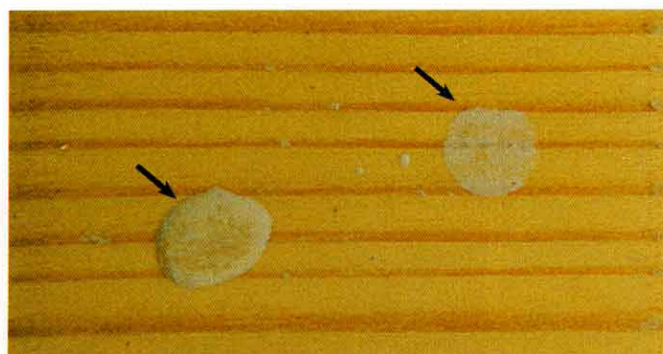


写真5 大きな薬剤の噴出

Photo.5 A heavy discharge chemicals
塗料：ニトロセルロースラッカー
Coating type : Nitrocellulose lac que
耐湿性試験：150hrs
Moisture proof test time : 150hrs