

(論 文)

難燃化処理木材の開発 (第3報)

谷内 博規・穴沢 靖*

The Development of Fire-Retardant-Treated Wood (3)
Hironori TANIUCHI and Yasushi ANAZAWA

要 旨

前報²⁾では難燃化木材の実用化のため、サワグルミを用い温冷浴法による薬剤固定量の制御を行い、薬剤を含浸した単板を積層して難燃材を試作し、その燃焼性能について評価を行った。

今回は供試材としてアカマツ辺材を用い難燃材の塗装による燃焼性能の影響について評価を行った。難燃処理は前報に準拠し温冷浴法を用い、表面にニトロセルロースラッカー塗装、ウレタン樹脂塗装、発泡型の防火塗装を行い、性能評価は前報に準拠してJIS A-1321の難燃3級に基づく表面燃焼試験を行った。

実験により次の知見が得られた。

- (1) 無処理の木材に対して、可燃性の塗装を行っても、燃焼性能に与える影響は小さかった。
- (2) 無処理の木材に対して、防火塗装を行うと、塗布量100 g/m²あれば、残炎時間以外の性能は難燃材料の基準を満たした。
- (3) 難燃処理した試料に塗装を行った場合、150kg/m³以上の薬剤固定量を確保できれば塗装の種類、塗布量によらず難燃材料の基準を満たした。

The former report²⁾ showed the performance of fire retardant wood, by the hot-and-cold bath process, sawagurumi (*Pterocarya rhoifolia* s. et z.) added the fire retardant chemical were based on phosphate containing aqueous solutions.

This time, the wood sample of Akamatsu (*Pinus densiflora* s. et z.) were used 220mm×110mm and 15 mm.

The fire retardant chemical were based on phosphate containing aqueous solutions in concentrations of 11.0 to 55.0%.

The wood samples were dipped in hot-and-cold bath process.

The samples were coated with inflammable paint (nitrocellulose lacque, urethane resin coating, polybutadiene resin coating) and fire retardant coating (foaming type).

The samples were tested in accordance with "Grade 3 Incombustibility" of the flammability test prescribed in JIS A-1321-1975, the following conclusions are drawn:

- (1) On condition of untreated wood, inflammable paint samples were smaller in the influence of flammability than uncoating wood samples.
- (2) On condition of untreated wood, the samples that were painting with 100 g/m² of the fire retardant coating passed smoke generation coefficient, exhaust temperature-rise and heat generation except After flame time.
- (3) To no effect kinds of paint, quantity for application, the treated samples that were impregnated with 150kg/m³ of the chemicals passed Grade 3 Incombustibility of the flammability test.

キーワード：難燃化木材，アカマツ材，表面燃焼性試験，塗装，共同研究

目 次

緒 言	10	2. 1. 4 塗布量と温度時間面積	11
1 実 験	10	2. 2 薬剤固定量と燃焼性能	12
1. 1 供試材	10	2. 2. 1 薬剤固定量と残炎時間	12
1. 2 供試薬剤	10	2. 2. 2 薬剤固定量と発煙係数	12
1. 3 温冷浴法による薬剤含浸	10	2. 2. 3 薬剤固定量と着火時間	13
1. 4 塗 装	10	2. 2. 4 薬剤固定量と温度時間面積	13
1. 5 燃焼試験	10	2. 3 塗料別の薬剤処理濃度と塗布量と燃焼性能	14
2 結果と考察	11	2. 3. 1 ニトロセルロースラッカー	14
2. 1 塗布量と燃焼性能	11	2. 3. 2 発泡型防火塗料	14
2. 1. 1 塗布量と残炎時間	11	3 結 論	14
2. 1. 2 塗布量と発煙係数	11	引用文献	14
2. 1. 3 塗布量と着火時間	11		

*：岩手県工業技術センター化学部主任専門研究員

緒 言

県の木であるアカマツ材の高付加価値化による用途開拓の一方策として、建築基準法および同施行令により、防火上の理由から内装の材料が制限される建築物（高層建築物や床面積の大きい特殊建築物など）へのアカマツ内装材の利用を目的とし、さらにアカマツ材が持つ本来の色彩、木目、質感等を損なわない、難燃材料の開発を最終目的とする。

第1報²⁾、第2報³⁾では薬剤の含浸方法、含浸量および難燃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JIS A-1321の難燃3級の性能を満たす条件についての指針を得た。

最終的に難燃化木材を内装材料として施工する場合、耐候性、化粧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、塗装にはウレタン、ラッカー、防火塗料など様々な種類があり、塗料ごとに燃焼性能が異なることが予想される。

今回は、塗装が難燃化木材の防火性能に与える影響について検討を行った。

1 実 験

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、オーブンで乾燥(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℃, 3 hrs)し、難燃薬液(濃度11.0~55.0%)に浸漬(18±3℃, 24hrs)し、室温で風乾(18±3℃, 24hrs)した後、オーブンで乾燥(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

供試材料を2枚を幅はぎし、寸法L×R×T=220×15×220mmとして塗装、燃焼試験用の試料とした。

塗装は可燃性の塗料としてポリウレタン樹脂塗料(2種)、ニトロセルロースラッカーを用い、防火塗料として発泡型、反応型を用いて、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 燃 焼 試 験

建築材料燃焼性試験装置(株式会社東洋精機製作所製)を用いて、建設省告示第1231号およびJIS A-1321の難燃3級に準拠して行った。なお、表面試験における燃焼性の評価は表1の基準により行った。

表-1 難燃材料の評価基準

Table 1 The standard of flame-retardant material (JIS A-1321)

評価項目 Standard species	判定基準 The judgment of the results
残炎時間 (AF) After flame time	自己消炎性の指標で基準は30秒以下 No flame remaining for 30 seconds or longer after the end of heating shall be observed.
発煙係数 (CA) Smoke generation coefficient	発煙性の指標で基準は120以下 CA to be obtained by the following formula shall not exceed 120.
着火時間 (TC) Exhaust temperature-rise	着火性の指標で基準は3分以上 The exhaust temperature curve of the test results shall not exceed a standard temperature curve within 3 minutes from the start of the test.
温度時間面積 (Tdθ) Heart generation	発熱量の指標で基準は350以下 The area contained between the exhaust temperature curve and the standard temperature curve in the section where the former exceeds the latter shall not exceed 350.

2 結果と考察

2.1 塗布量と燃焼性能

可燃系、防火系の塗装を行った場合の防火上の影響を検討するために、無処理木材への塗装を行い、その塗布量と燃焼性能の比較を行った。

2.1.1 塗布量と残炎時間

図1に塗布量と残炎時間 (AF) の関係を示す。

可燃性塗料において、その塗布量とAFには関係が見られなかった。しかし、防火塗料においては、その塗布量が0, 68, 110 g/m²と増加するにつれて、AFが459, 249, 159秒と減少傾向を示した。

2.1.2 塗布量と発煙係数

図2に塗布量と発煙係数 (CA) の関係を示す。

可燃系の塗料において、その塗布量が増加するとCAは増加し、塗布量149 g/m²ではCAは最大で158を示した。防火塗装では塗布量が0, 68, 110 g/m²と増加するにつれて、CAは120, 112, 93と緩やかな減少傾向を示した。

2.1.3 塗布量と着火時間

図3に塗布量と着火時間 (TC) の関係を示す。

可燃系の塗料において、その塗布量が0, 37, 99, 149 g/m²と増加するとTCは58, 58, 40, 47秒となり、ほぼ変化は見られないが若干の減少傾向を示した。防火塗

装では塗布量が0, 68, 110 g/m²と増加するにつれて、TCは58, 125, 200秒と増加する傾向を示した。

2.1.4 塗布量と温度時間面積

図4に塗布量と温度時間面積 (Tdθ) の関係を示す。可燃系の塗料において、その塗布量が0, 37, 99, 151 g/m²と増加するとTdθは691.2, 626.5, 703.1, 722.7°C・minとなり、塗布量とTdθの間に関係は見られなかった。

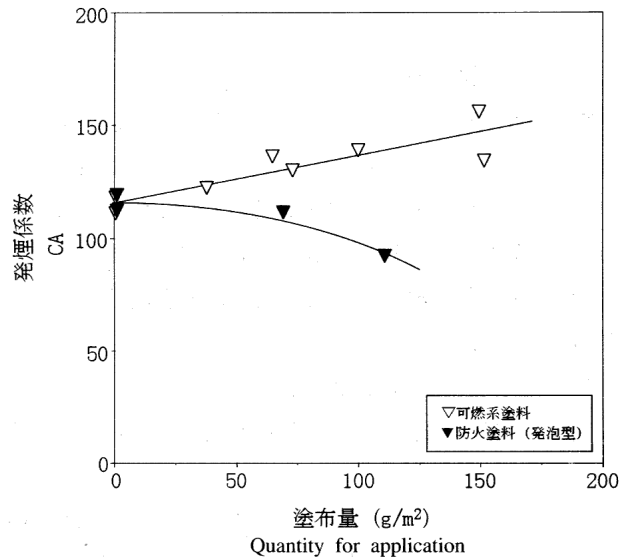


図2 塗料別の塗布量と発煙係数の関係
Fig.2 Relationship between quantity for application and CA.

(注) 説明, 凡例は図1に同じ
Notes, Legend. The same as in Fig.1

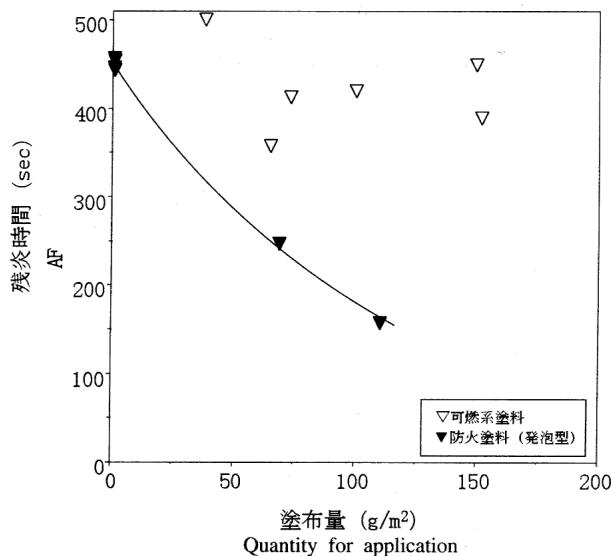


図1 塗料別の塗布量と残炎時間の関係

Fig.1 Relationship between quantity for application and AF.

Notes: Sample; Untreated Akamatsu softwood, Kinds of paints; Inflammable paint and Fire retardant coating of foaming type, Quantity for application, 0~150 g/m²

Legend: ▽; Inflammable paint (Nitrocellulose lacquer, Urethane resin coating, Polybutadiene resin coating)

▼; Fire retardant coating of foaming type

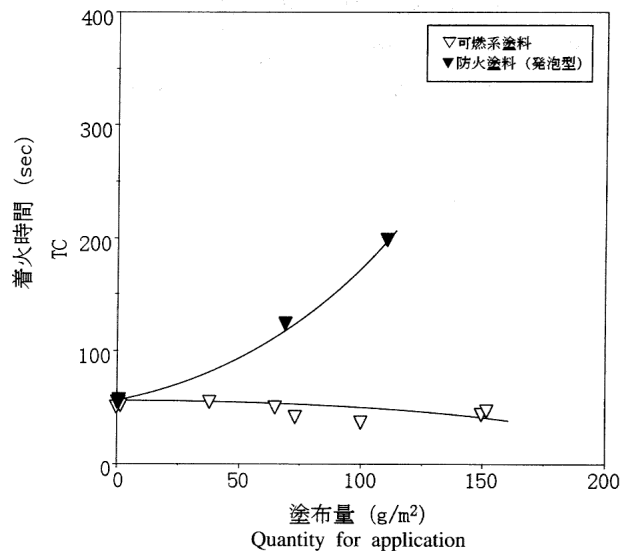


図3 塗料別の塗布量と着火時間の関係

Fig.3 Relationship between quantity for application and TC.

(注) 説明, 凡例は図1に同じ
Notes, Legend. The same as in Fig.1

防火塗装では塗布量が0, 68, 110 g/m²と増加するにつれて、Tdθは691.2, 320.7, 239.2℃・minと減少する傾向を示した。

これらのことから、無処理アカマツ材への防火塗装はある程度の防火性能を付与するが、建築基準法に示す難燃材料の基準は満たすことができないと考える。また、可燃系の塗料は発煙係数が若干増加するが、無塗装試料と比べて、あまり燃焼性能に影響を与えないことが推測される。

2. 2 薬剤固定量と燃焼性能

難燃化木材を製造し、塗装を施すことを想定した場合、塗装の種類によっては難燃材料としての防火性能を発現させるのに必要な薬剤固定量が異なることが考えられる。そこで、難燃処理を行った試料にそれぞれ可燃系、防火系の塗装を施した場合の、薬剤固定量と燃焼性能について検討を行った。

2. 2. 1 薬剤固定量と残炎時間

図5に塗料別の薬剤固定量と残炎時間（AF）の関係を示す。

薬剤固定量が低いとき（0～100kg/m³）は、防火塗装を行った試料のAFは若干低いが、全体的に見ると、塗装の有無、種類によらず薬剤固定量の増加とともに残炎時間は減少傾向を示した。薬剤固定量150kg/m³以上の試料のAFはほとんど0となり、AFが30秒以下という難燃材料の基準を満たした。

2. 2. 2 薬剤固定量と発煙係数

図6に塗料別の薬剤固定量と発煙係数（CA）の関係を示す。可燃系の塗装を行った試料は薬剤固定量0～

150kg/m³間で、CAは若干高い値を示したが、薬剤固定量が200kg/m³以上になると、CAは25～70の間に分布した。CAは120以下であり、薬剤固定量が30kg/m³以上で塗装の有無、種類によらず難燃材料の基準を満たした。

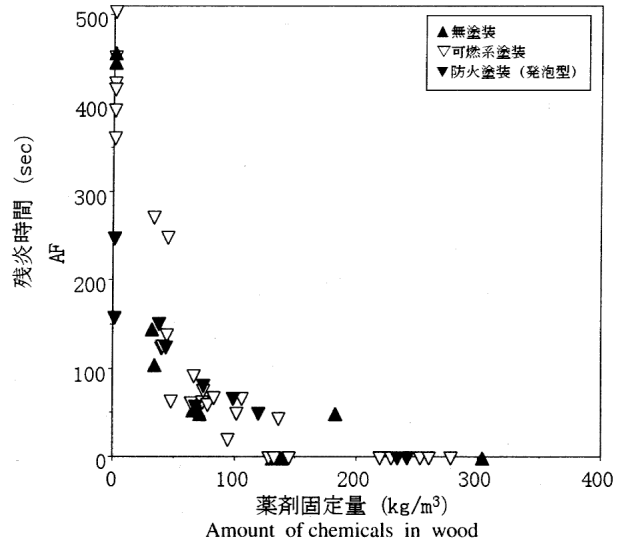


図5 塗料別の薬剤固定量と残炎時間の関係

Fig.5 Relationship between amount of chemicals in wood and AF.

Notes: Sample; Akamatsu softwood, conc.; 11~55.0%, boiling time; 3hrs, retention time in chemicals; 24hrs, Kinds of paints; Inflammable paint and Fire retardant coating of foaming type, Quantity for application; 0~150 g/m²

Legend: ▲; Uncoating
 ▼; Inflammable paint (Nitrocellulose lacquer, Urethane resin coating, Polybutadiene resin coating)
 ▲; Fire retardant coating of foaming type

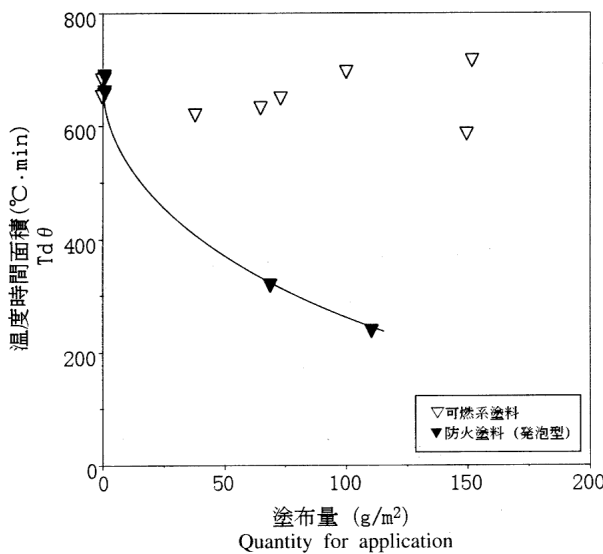


図4 塗料別の塗布量と温度時間面積の関係

Fig.4 Relationship between quantity for application and Tdθ.

(注) 説明, 凡例は図1に同じ

Notes, Legend. The same as in Fig.1

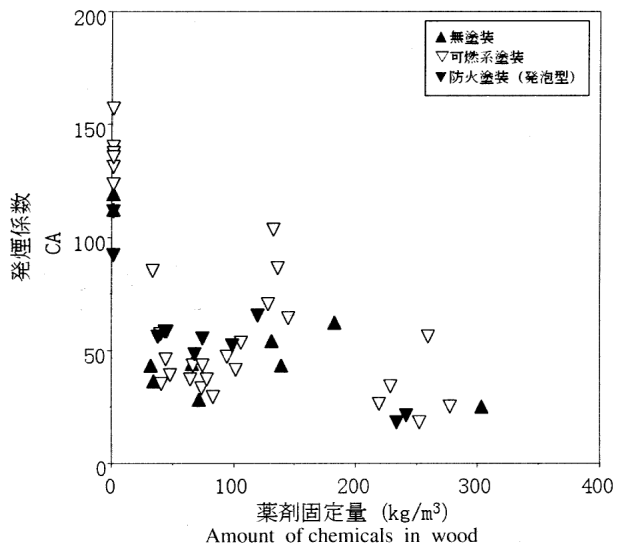


図6 塗料別の薬剤固定量と発煙係数の関係

Fig.6 Relationship between amount of chemicals in wood and CA.

(注) 説明, 凡例は図5に同じ

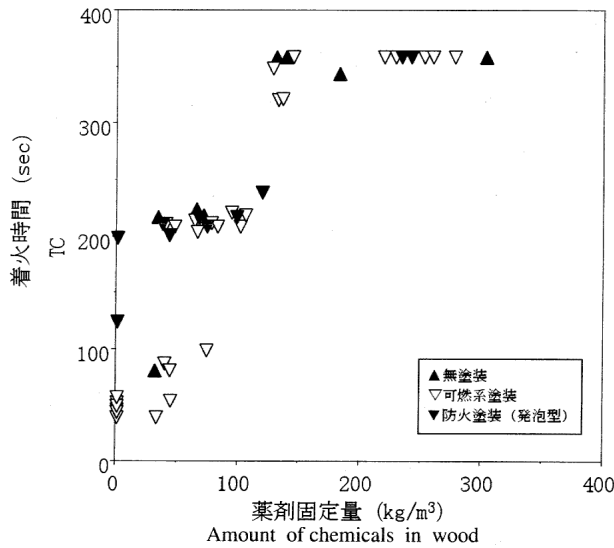


図7 塗料別の薬剤固定量と着火時間の関係

Fig.7 Relationship between amount of chemicals in wood and TC.

(注) 説明, 凡例は図5に同じ

Notes, Legend. The same as in Fig.5

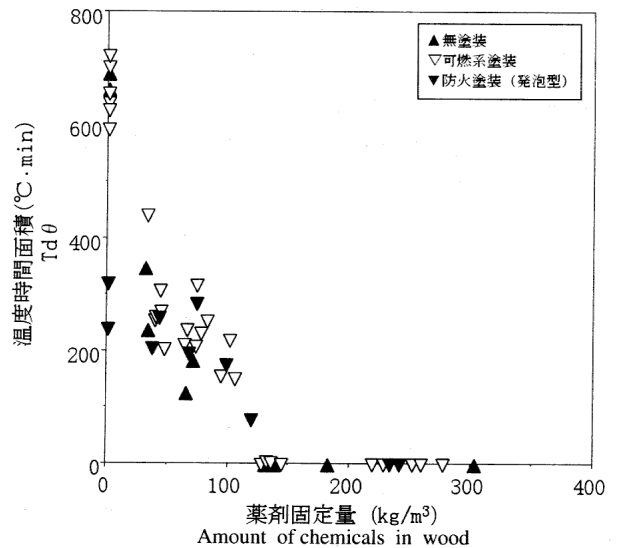


図8 塗料別の薬剤固定量と温度時間面積の関係

Fig.8 Relationship between amount of chemicals in wood and Tdθ.

(注) 説明, 凡例は図5に同じ

Notes, Legend. The same as in Fig.5

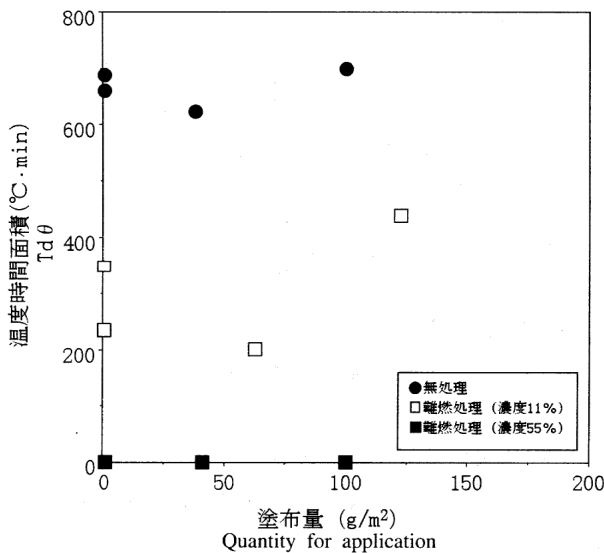


図9 可燃性塗料の塗布量と温度時間面積の関係

Fig.9 Relationship between quantity for application of inflammable paint and Tdθ.

Notes: Sample; Akamatu softwood, conc.; 11, 55%, boiling time; 3hrs, retention time in chemicals; 24hrs, Kinds of paints; Nitrocellulose lacquer.

Legend: ●; Untreated wood
□; Treated wood (conc. 11%)
■; Treated wood (conc. 55%)

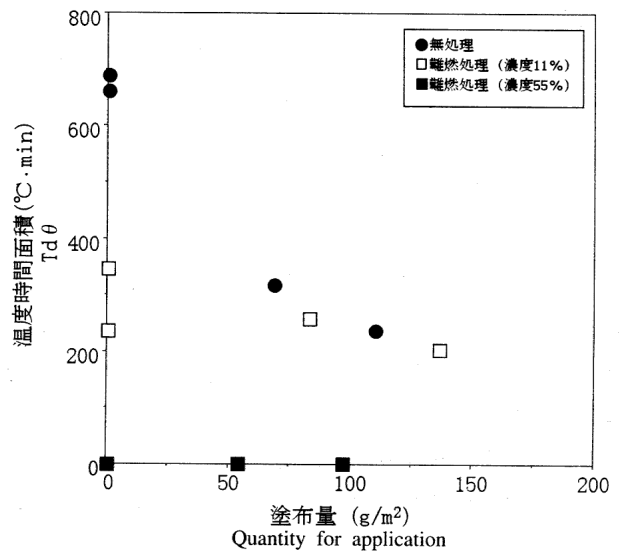


図10 防火塗料の塗布量と温度時間面積の関係

Fig.10 Relationship between quantity for application of fire retardant coating and Tdθ.

(注) 説明, 凡例は図9に同じ

Notes, Legend. The same as in Fig.9

2. 2. 3 薬剤固定量と着火時間

図7に塗料別の薬剤固定量と着火時間 (TC) の関係を示す。

薬剤固定量 0~100kg/m³の区間では無塗装, 防火塗装試料に比べ, 可燃系塗装はTCが短かった。しかし, 薬剤固定量が100kg/m³以上になると塗装の有無, 種類によらずTCは180秒以上を示し, 難燃材料の基準を満たした。

2. 2. 4 薬剤固定量と温度時間面積

図8に塗料別の薬剤固定量と温度時間面積 (Tdθ) の関係を示す。

防火塗装を行った試料は低い薬剤固定量 (0~40kg/m³) のとき, Tdθは無塗装, 可燃系塗装の試料に比べ低い値を示すが, 薬剤固定量の増加とともに, 塗装の有無, 種類によらずTdθは減少し薬剤固定量150kg/m³以上ではTdθは0となった。薬剤固定量80kg/m³以上で,

Td θ は350以下となり難燃材料の基準を満たした。

これらのことから、アカマツ材の辺材は温冷浴法で難燃処理を行い、薬剤固定量が150kg/m³以上確保できれば、塗装の有無、種類によらず難燃材料の基準を満たすことが可能であると考ええる。

2. 3 塗料別の薬剤処理濃度と塗布量と燃焼性能

図5～8において、薬剤固定量が低い試料の燃焼性能には幅があり、塗料の種類、塗布量の影響が考えられる。そこで塗料種類別の薬剤処理濃度、塗布量、温度時間面積の関係について検討を行った。

2. 3. 1 ニトロセルロースラッカー

図9に難燃処理濃度別のニトロセルロースラッカーの塗布量と温度時間面積(Td θ)の関係を示す。無処理材の場合、塗布量が0, 37, 99 g/m²と増加すると、Td θ は691.2, 626.5, 703.1℃・minとなり、ほとんど変化はないが、塗布量が多くなるとTd θ は若干増加する傾向を示した。

難燃処理濃度11%の試料は塗布量が0, 62, 122 g/m²と増加すると、Td θ は347.4, 204.5, 440.3℃・minとなり、無処理の試料と同様の傾向を示した。難燃処理濃度55%の試料は塗布量が0, 41, 99 g/m²と増加しても、Td θ は0℃・min示し、塗装の影響が見られない。

これらのことから、難燃処理が十分にされていない部位に、ラッカーなどの可燃性の塗装が行われた場合、防火性能が低下する恐れがあると推測される。しかし図8, 9から、ある程度の薬剤固定量が確保できれば防火性能に影響がないと考える。

2. 3. 2 発泡型防火塗料

図10に難燃処理濃度別の防火塗装(発泡型)の塗布量と温度時間面積(Td θ)の関係を示す。

無処理の場合、塗布量が0, 68, 110 g/m²と増加すると、Td θ は691.2, 320.7, 239.2℃・minとなり減少傾向を示した。

難燃処理濃度11%の試料は塗布量が0, 83, 136 g/m²と増加すると、Td θ は347.4, 259.9, 206.3℃・minとなり、無処理の試料より減少の割合は小さくなった。

難燃処理濃度55%の試料は塗布量が0, 54, 97 g/m²と増加しても、Td θ は0℃・minを示し、塗装による影響は見られなかった。

これらことから、発泡型の防火塗装は塗布量の増加にともない、Td θ は減少するが、処理濃度が高くなるとTd θ に対する塗布量の影響は小さくなると考える。

3 結 論

今回の実験により、次のような知見が得られた。

- (1) 無処理の木材に対して、可燃性の塗装を行っても、燃焼性能に与える影響は小さかった。
- (2) 無処理の木材に対して、防火塗装を行うと、塗布量100 g/m²あれば、残炎時間以外の性能は難燃材料の基準を満たした。
- (3) 難燃処理した試料に塗装を行った場合、150kg/m³以上の薬剤固定量を確保できれば塗装の種類、塗布量によらず難燃材料の基準を満たした。

引用文献

- 1) 多田野修, 谷内博規(1997)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 No.7: 61-66.
- 2) 谷内博規, 穴沢 靖(1998)難燃材の塗装と防火性能について. 日本木材学会大会研究発表要旨集: p649.
- 3) 谷内博規, 多田野修(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 No.8: 1-7.