

(論 文)

新建築基準法に対応した防火処理木材の開発 (第1報) — 樹種、含水率が薬剤含有量、防火性能へ及ぼす影響 —

谷内 博規

The development of fire retardant wood corresponding to the revised Building Standard Law(1)
— Effects of species, moisture content before treatment on amount of chemical in wood and fire performance —

Hironori TANIUCHI

要 旨

新建築基準法に対応した防火処理木材の開発のため、リン酸系薬剤を用い防火処理された県産針葉樹材について、樹種の差異、含水率の違いが薬剤含浸性、防火性へ及ぼす影響を評価した。結果を以下に示す。1) 真空加圧含浸装置を用いた処理では、木材の処理前含水率が高いほど薬剤含有量は少なかった。2) 難燃材料相当の防火性能を得るためには、スギでは100kg/m³、アカマツでは120kg/m³以上の薬剤含有量が必要である。3) 準不燃材料相当の防火性能を得るためには、スギでは140kg/m³、アカマツでは150kg/m³以上の薬剤含有量が必要である。

For development of the fire retardant wood corresponding to the revised Building Standard Law, three kinds of softwood were treated with the phosphoric acid based medicine, and the effects of species and moisture content before treatment on impregnated amount of chemicals and fire performance were evaluated. Results are described as follows. 1) In the process using vacuum pressurization impregnated equipment, the higher the moisture content before treatment, the lesser the impregnated amount of chemicals in wood. 2) In order to develop fire retardant wood, sugi (*Cryptomeria Japonica* D. Don) required 100 kg/m³ or more of impregnated chemicals, whereas akamatsu (*Pinus densiflora* SIEBOLD et ZUCCARINI) needed 120 kg/m³ or more. 3) In order to obtain quasi-noncombustible fire performance, sugi and akamatsu required 140 kg/m³ and 150 kg/m³ of medicine respectively.

キーワード：アカマツ、難燃、準不燃、リン酸、コーンカロリメーター

目 次

緒 言	2	2 結 果	2
1 実 験	2	2. 1 注入前の木材含有率が薬剤含有量に 与える影響	2
1. 1 供試材	2	2. 2 薬剤含有量と防火性能の関係	3
1. 2 供試薬剤	2	2. 3 薬剤処理前の木材含有率が 薬剤含有量と防火性能に及ぼす影響	4
1. 3 減圧加圧注入	2	結 論	4
1. 4 性能試験	2	参考文献	4

緒 言

建築基準法の改正により、防火性能の評価手法が見直され、従来の表面試験による残炎、発煙係数、着火時間、温度時間面積などの基準を満たす方法から、新たにコーンカロリメーターを用い総発熱量を算出し、一定時間のそれが基準値を下回るかを判別する方法となった。このことにより、防火性能に求められる性能には材料の燃焼発熱性がより重視されることとなった。

評価方法の見直しにより、材料に求められる性能が変化することになるが、製造側では性能、コスト的に適正な製造条件の確立が遅れているのが現状である。

本研究では、新たな評価方法に対応した防火性能をもつ材料について、製造に必要な技術、条件の確立を目的とする。

今回、リン酸系薬剤を用い防火処理された県産針葉樹材について、樹種の差異、含水率の違いが薬剤含有量、防火性能へ及ぼす影響を評価した。

1 実 験

1.1 供試材

供試材料として、岩手県産スギ心材、アカマツ辺材、カラマツ心材の生材を樹種ごとに80体、寸法L×R×T=100×15×100mmに調製し、長尺材での処理を考慮して、木口をシリコンでシールした。その後、試料を水中に1週間浸漬し、順次10体ずつ取り出し風乾(20℃、1~7日間)をすることにより含水率調整(15~155%)を行い、注入試験に供した。また10体はオープンで乾燥(105℃、48時間)した。

1.2 供試薬剤

防火処理薬剤はリン酸水素二アンモニウム(NH₄H₂PO₄)を用い、濃度20%水溶液に調整し実験に供した。

1.3 減圧加圧注入

供試材への薬液の注入処理は、真空・加圧注入装置(株式会社ヤスジマ製SBK-500AB型)を用いて、減圧加圧注入処理(50torr, 60min後8 kg/cm², 60min)を行った。処理後、試料は室温で風乾(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。

薬剤含有量は下記の式により算出した。

$$AC = (W_1 - W_0) \times C / (100 \times V_1)$$

AC: 薬剤含有量 (kg/m³)

W₀: 処理前の試料重量 (kg)

W₁: 処理直後の試料重量 (kg)

C: 薬剤の濃度 (20%)

V₁: 処理後乾燥した試料の体積 (m³)

また、試料の含水率は以下の式により算出した。

$$U = (W_0 - [W_2 - \{(W_1 - W_0) \times C\}]) / [W_2 - \{(W_1 - W_0) \times C\}] \times 100$$

U: 含水率 (%)

W₂: 処理後の全乾試料重量 (kg)

1.4 性能試験

性能試験については、建材試験センター(国土交通省の認可を受け防火材料の性能評価を実施している機関)が採用している発熱性試験・評価方法に準拠し、ATLAS社製のcone 2a型コーンカロリメーターを用いて、輻射強度50kW/m²、加熱時間10分間の燃焼試験を行い、試験開始後5分間及び10分間の総発熱量で材料の性能を評価した。

2 結 果

2.1 注入前の木材含水率が薬剤含有量に与える影響

図1にスギ心材、アカマツ辺材、カラマツ心材の処理前含水率が薬剤含有量に与える影響を示す。

スギ心材について、含水率が40%以上では薬剤含有量は10~80kg/m³となり、含水率と薬剤含有量には相関が見られず、含水率40%以下では含水率の低下と共に薬剤

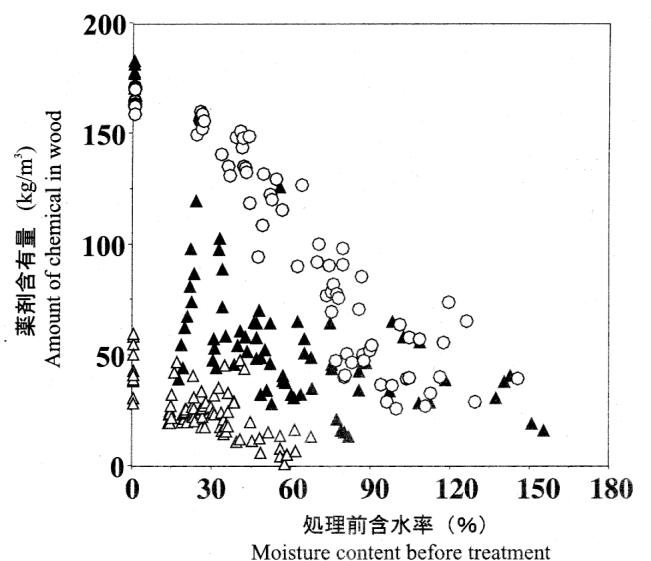


図1 処理前含水率と薬剤含有量の関係
fig.1 Relationships between moisture content before treated and amount of chemicals of sugi, akamatsu and karamatsu.

Legend
▲: スギ心材 Sugi hart wood
○: アカマツ辺材 Akamatsu sap wood
△: カラマツ心材 Karamatsu hart wood

含有量は増加する傾向を示すが、バラツキは非常に大きかった。含水率0%のとき薬剤含有量は最大となり160~180kg/m³を示した。

アカマツ辺材について、含水率が100%以上では薬剤含有量との相関は見られず薬剤含有量は40~80kg/m³となった。含水率が100%以下では含水率がおよそ100、80、40、25、0%と低下するとともに、薬剤含有量は30~75、40~100、100~150、150~160、160~170kg/m³と増加し、含水率の低下とともに薬剤含有量のバラツキも低下した。

カラマツ心材は、含水率がおよそ60、40、15、0%と低下するとともに、薬剤含有量は8~14、13~45、24~48、30~60kg/m³と増加するが、スギ心材、アカマツ辺材と比べ、非常に薬剤含有量が少なかった。

以上の結果から、スギ心材、アカマツ辺材について真空加圧含浸装置を用いた薬剤注入処理を行う際、高含水率時の処理では、薬剤含有量も少なく、バラツキも大きいため、処理前に乾燥を行い、含水率を30%以下するのが望ましいと考える。また、カラマツ心材は薬剤難注入材のため多くの薬剤含有量を得られず、防火性能の付与は困難であると考えられる。

2. 2 薬剤含有量と防火性能の関係

図2にスギ心材、アカマツ辺材、カラマツ心材の薬剤含有量と総発熱量の関係を示す。

スギ心材について、薬剤含有量が0、44、82、121、166、184kg/m³と増加すると5分間の総発熱量は31.5、14.3、8.7、2.7、1.9、1.6MJ/m²、10分間の総発熱量は62.3、33.3、22.5、9.8、5.5、4.6MJ/m²と減少した。難燃材料の加熱時間は5分間、準不燃材料の加熱時間は10分間であり、総発熱量の基準は8MJ/m²以下であるた

め、必要な薬剤含有量は図2から難燃材料で約100kg/m³以上、準不燃材料で約140kg/m³となった。

アカマツ辺材について、薬剤含有量が0、30、101、136、158、172kg/m³と増加すると5分間の総発熱量は37.5、21.3、10.7、4.7、2.3、1.5MJ/m²、10分間の総発熱量は85.5、44.1、24.6、12.1、6.8、4.0MJ/m²と減少した。スギ心材と同様に図2から、難燃材料では約120kg/m³以上、準不燃材料では約150kg/m³の薬剤含有量が必要となった。原田らはアカマツ材について、ポリリン酸カルバメートを用いた防火処理を行っているが、材をあらかじめ

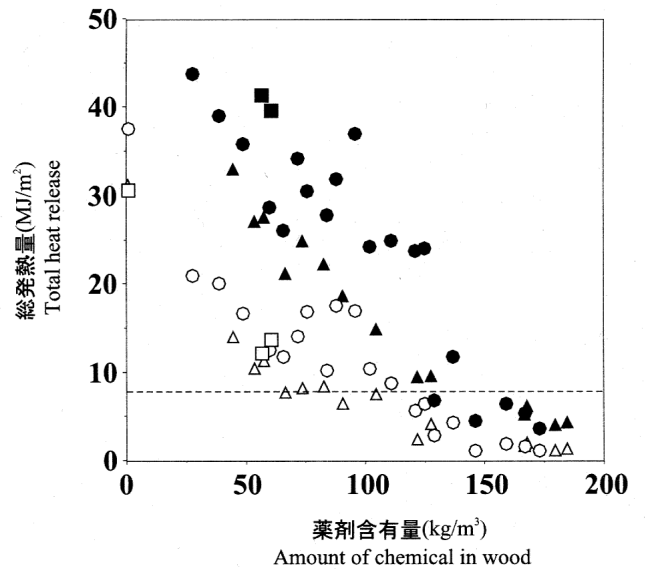


図2 薬剤含有量と総発熱量の関係
fig.2 Relationships between Amount of chemicals of Sugi, Akamatsu, karamatsu and total heat release.

Legend
△: スギ心材, 加熱時間5分間 Sugi hart wood, heat time at 5min.
▲: スギ心材, 加熱時間10分間 Sugi hart wood, heat time at 10min.
○: アカマツ辺材, 加熱時間5分間 Akamatsu sap wood, heat time at 5min.
●: アカマツ辺材, 加熱時間10分間 Akamatsu sap wood, heat time at 10min.
□: カラマツ心材, 加熱時間5分間 Karamatsu hart wood, heat time at 5min.
■: カラマツ心材, 加熱時間10分間 Karamatsu hart wood, heat time at 10min.

表1 処理前含水率が薬剤含有量と防火性能(総発熱量)に与える影響

Table 1. Effects of moisture content before treated on amount of chemica in wood and total heat release.

樹種 Species	処理前木材含水率 (%) Moisture content before treatment	薬剤含有量(kg/m ³) Amount of chemical in wood			10分間加熱の総発熱量(MJ/m ²) Total heat release at 10min		
		平均 AV.	標準偏差 SD.	(n)	平均 AV.	標準偏差 SD.	(n)
スギ心材 Sugi hart wood	0	173.4	7.1	(10)	5.3	1.0	(4)
	1~30	73.8	24.8	(10)	16.1	—	(2)
	30~70	56.3	20.9	(38)	19.7	6.5	(6)
	70~100	37.8	17.9	(12)	30.6	—	(2)
	100以上	36.4	13.9	(20)	—	—	(0)
アカマツ辺材 Akamatsu sap wood	0	166.4	4.1	(10)	4.9	—	(2)
	1~30	157.3	3.0	(10)	6.8	—	(1)
	30~70	128.5	18.3	(22)	19.3	11.7	(7)
	70~100	63.4	22.5	(25)	34.2	6.6	(7)
	100以上	49.0	15.2	(13)	28.7	2.2	(3)

め乾燥し、処理を行った場合、性能発現に必要な薬剤含有量を、難燃材料で85kg/m³、準不燃材料で120kg/m³と報告している。今回の実験はリン酸水素二アンモニウムを用いており、同じリン系の薬剤を使用しているにもかかわらず、性能発現に必要な薬剤含有量が多くなっていた。このことについては、薬剤の影響、処理前の木材含水率が薬剤含浸性に与える影響が考えられる。

カラマツ心材について、今回の実験での最大薬剤含有量は60kg/m³で、5、10分間の総発熱量は14.0、40.0MJ/m²で、難燃、準不燃材料のどちらの基準も満たすことは出来なかった。

2. 3 薬剤処理前の木材含水率が薬剤含有量と防火性能に及ぼす影響

スギ心材、アカマツ辺材について、表1に処理前含水率域ごとの薬剤含有量と防火性能を示す。

スギ心材の薬剤含浸性は、2. 1で論じたとおり、含水率が低下すると薬剤含浸性が向上するが、標準偏差を見ると含水率が100以上、70~100、30~70、1~30%と低下するに伴い、標準偏差は13.9、17.9、20.9、24.8と増加し、全乾試料の標準偏差は7.1と激減した。10分間の総発熱量との関係を見ると、総発熱量は薬剤含有量に大きく支配される傾向を示し、処理前含水率0%のサンプルのみが基準値8MJ/m²以下を満たした。

アカマツ辺材の薬剤含浸性は、スギと同様に、含水率が低下すると薬剤含浸性が向上するが、標準偏差はスギと若干異なり、含水率が100以上、70~100、30~70、1~30、0%と低下すると、標準偏差は15.2、22.5、18.3、3.0、4.1となり、含水率30~100%域で薬剤含有量が大きく分散した。このことはアカマツ材の乾燥過程で、材内の自由水の分布がばらつくためであると考えられる。10分間の総発熱量との関係を見ると、総発熱量は薬剤含有量に大きく支配される傾向を示し、処理前含水率30%以下のサンプルで基準値8MJ/m²以下を満たした。

結 論

以上のことから、処理前含水率が薬剤の含浸性に及ぼす影響は樹種によって異なり、スギ心材は処理前含水率が低いほど薬剤含有量は高く、防火性能も向上するが、処理前含水率を繊維飽和点付近まで減少させても、薬剤含有量、防火性能がばらつくおそれがあるため、処理前含水率は出来る限り低くするべきである。また、アカマツ辺材は処理前含水率30~100%域で薬剤含有量が低く、且つ分散が大きいいため安定的な防火性能が得られないの

で、処理前含水率は繊維飽和点以下まで乾燥した後、薬剤処理を行う方が安定した高い防火性能が得られる。

難燃材料相当の防火性能を得るためには、スギでは100kg/m³、アカマツでは120kg/m³以上の薬剤含有量が必要である。また、準不燃材料相当の防火性能を得るためには、スギでは140kg/m³、アカマツでは150kg/m³以上の薬剤含有量が必要である。

参考文献

- 1) 原田寿郎、谷内博規 (2001) リン酸系薬剤処理アカマツの防火性能評価. 第51回日本木材学会大会発表要旨集: p421
- 2) 原田寿郎、谷内博規 (2002) リン酸系薬剤処理アカマツの防火性能評価 (2). 第52回日本木材学会大会発表要旨集: p632