平成 29 年度林野庁委託事業

平成２９年度
都市の木質化等に向けた新たな製品・技術の開発・普及委託事業
木質耐火部材開発事業

難燃薬剤処理木材の品質管理基準等の検討

事業報告書

平成３０年３月

公益財団法人　日本住宅・木材技術センター

はじめに

「公共建築物等における木材利用の促進に関する法律」の施行を契機に、地材地消による地域活性化、地球温暖化防止のための森林資源の有効活用等の観点から、公共建築物をはじめとする非住宅建築物への木材利用が広がっている。規模が大きかったり、利用者が多かったりする非住宅建築物は、安全性を担保するための防火措置が住宅に比べて厳しく定められており、内装は内装制限を受けるため、木材をそのままでは使えないことが多い。そのため、難燃剤で燃焼性を抑制し、不燃材料、準不燃材料の性能を付与した木質材料－これらを、難燃処理木質材料、と総称する－の開発が活発に行われ、平成 13 年、不燃材料の性能を有する製品の国土交通大臣認定がはじめて取得された。それ以降、これまでに優に 100 件を超える難燃処理木質材料が不燃材料または準不燃材料として認定されている。これら難燃処理木質材料は、オフィス、集会施設・文教施設、交通機関のターミナル、飲食店等、多様な建築物の内装材として、そして、ときには外装材としても使用されてきている。

難燃処理木質材料は、多くの場合、木質材料の燃焼性を抑制する薬剤－難燃剤－を加圧注入処理する方法で製造されている。天然材料である木質材料には、工業製品と異なり、密度の違い、辺心材や節、板目、柾目の存在、樹種や部位による薬剤の注入性の難易、等々さまざまな不均一性が避けがたく存在している。従って、このような不均一性が防火性能に影響しないようにするための生産技術・品質管理技術がきわめて重要となる。

使用量が増加し、樹種、表面の意匠も広がる難燃処理木質材料について、その信頼性を担保することは木材の需要拡大に取り組む者の社会的責務であり、難燃処理木質材料を供給する製造者には、所定の性能が担保される厳格な品質管理が求められていることは言うまでもない。特に、平成 21 年頃より、不燃材料、準不燃材料の認定を新たに取得するに際しては厳格な試験体管理が求められるようになっている。このような試験体管理に対応するためには、製品の品質管理がなされている必要がある。

また、難燃処理木質材料はもっぱら建築物に対する内装制限への対応を目的に開発されてきたものであることから、屋外環境での使用を想定していない製品が多い。一方で、木質材料を建築物の外装に利用するニーズは根強くあるが、難燃処理木質材料の耐候性に関する知見が十分ではないとともに、経年変化による防火性能の変化も危惧されている。このため、難燃処理木質材料を屋外環境での利用を進めるためには、その耐候性等に関する知見の集積が必要である。

本事業「難燃薬剤処理木材の品質管理基準等の検討」は、難燃処理木質材料を巡る上記の課題解決に向け、実施されたものである。実施に際しては、その効果的な推進を図るために、難燃薬剤処理木材の品質管理基準等検討委員会を設置し、試験計画やデータ収集計画の検討、試験結果のとりまとめ等を行った。委員会にご協力いただき、事業を推進いただいた委員、オブザーバーの方々に厚くお礼申し上げる。

本報告書が難燃処理木質材料の品質向上に貢献するとともに、地域材の利用拡大と建築物の安全性向上に寄与することを願ってやまない。

平成 30 年 3 月

検討委員会委員長　菊地伸一

目次

第１章　事業概要 1
1.1　目的 1
1.2　実施内容 1
1.3　実施体制 1
第２章　難燃処理木質建材の品質管理 3
2.1　薬剤量管理値の求め方 3
2.2　節の影響 28
2.3　品質管理基準の例 35
2.4　ＡＱ認証制度 40
第３章　難燃処理木質建材の維持管理 43
3.1　難燃処理木質建材の使用状況調査 43
3.2　屋内環境を想定した難燃薬剤の溶脱性能確認方法 76
3.3　屋外環境を想定した難燃薬剤の溶脱性能確認方法 98
第４章　まとめと今後の課題 100
付録 102

3.1 難燃処理木質建材の使用状況調査　につきましては、
公開の許可が得られていない情報を含むため、非公開とします。

第1章 事業概要

1.1　目的

特殊建築物等の内装木質化が進むとともに木材を建築物の外装材として使用する事例が増えてきており、木材の需要拡大を図る上で防火木材に対する期待は大きい。しかしながら、平成 23 年に国土交通省が実施した不燃木材に関するサンプル調査では、大臣認定仕様に合致せず要求性能を満たさない製品が確認され、防火木材に対する信頼性が低下した。現行の大臣認定システムは申請者から提示された仕様が基準に適合していることのみを証明しており、実際に製造され流通する製品が認定を受けた仕様に合致しているかどうかは製造者の管理に委ねられている。防火木材に対する消費者の不安を払拭し信頼を回復するためには製造基準や品質管理基準の標準化および生産体制の第三者による確認が必要である。本事業では難燃薬剤で処理を施した木質建材について目標薬剤処理量の求め方、品質管理の方法、仕様環境に応じた耐候性・耐久性の確認方法等について検討を行い、製造基準案や品質管理基準案の作成を行った。

1.2　実施内容

本事業では次の項目を実施した。

(1)　目標薬剤処理量の求め方の検討

防火木材が所定の性能を得るためには、すべての材のすべての部分に大臣認定を受けた仕様どおりの量の難燃薬剤が存在していなければならない。そのためには、ばらつきを考慮した上で目標処理量を決定する必要がある。試験体の作製を通して難燃薬剤のばらつきを測定するなど目標処理量を求める方法について検討を行い、標準的な手順を示した。

(2)　節の影響の検討

目標処理量を決めるにあたり考慮すべき材の変動要因として節をとりあげ、節が防火性能に及ぼす影響を把握し、許容される節の大きさについて検討した。

(3)　品質管理基準の検討

防火木材の原材料受入れから出荷までの工程について標準的な品質管理基準の作成を行った。品質管理基準には工程ごとの管理項目および品質管理上の留意事項の一例を示した。

(4)　品質性能評価基準の検討

難燃薬剤処理木材を、第三者による木質建材の品質性能および生産・供給体制の認証制度である優良木質建材等認証制度（ＡＱ認証）の対象品目とした場合の流れと品質性能評価基準案について確認した。

(5)　使用状況の調査

難燃薬剤処理木材を屋外、半屋外および屋内で使用した物件の劣化およびメンテナンス状況の調査を行った。

(6)　使用環境に応じた耐候性・耐久性等の確認方法の検討

防火木材は使用環境により難燃薬剤の溶脱による防火性能の低下や白華など美観上のクレームが生じる可能性がある。したがって、これらを抑制する性能を確認するための検討を行った。

(7)　まとめと今後の課題

上記で得られた結果および基準案等について総括した。

1.3　実施体制

(公財)日本住宅・木材技術センター内に、学識経験者、製造者、関係機関等で構成する「難燃薬剤処理木材の品質管理基準等検討委員会」を設置し、実施内容(1)から(7)までの事項について総合的な検討を行った。

(1)　委員名簿

（順不同・敬称略）

委員長	菊地伸一	地方独立行政法人北海道立総合研究機構 森林研究本部長兼林業試験場長
委員	成瀬友宏	国立研究開発法人建築研究所 防火研究グループ 上席研究員
〃	原田寿郎	国立研究開発法人森林研究･整備機構 森林総合研究所 四国支所 支所長
〃	片岡厚	国立研究開発法人森林研究・整備機構 森林総合研究所 企画部 広報普及科長
〃	南知宏	一般財団法人建材試験センター 性能評価本部 管理課長
〃	髙山真吾	一般財団法人日本建築総合試験所 試験研究センター 環境部 耐火防火試験室
〃	福田泰孝	一般財団法人ベターリビング つくば建築試験研究センター 性能試験研究部 上席試験研究役
〃	平田耕一	一般社団法人都市防災不燃化協会 理事兼認証事業化委員会委員長
〃	林徳鴻	防災不燃木材連絡協議会
〃	遠藤敦彦	防火木材利用推進協議会 代表幹事
〃	李元羽	一般社団法人全国ＬＶＬ協会 技術部長
〃	山口秋生	日本木材防腐工業組合 技術委員長
〃	浅野天仁	不燃化技術研究組合 事務局
〃	南田英樹	一般社団法人北海道林産物検査会 検査課長
〃	祇園紘一郎	一般社団法人全国木材検査･研究協会 審査係長
〃	尾方伸次	公益財団法人日本合板検査会 専務理事
ｵﾌﾞｻﾞｰﾊﾞｰ	松田剛	経済産業省 製造産業局 生活製品課 住宅産業室 課長補佐（建材担当）
〃	山口義敬	国交省 住宅局 建築指導課 課長補佐（防火・防災担当）
〃	藤田聡	林野庁 木材産業課 木材製品技術室 課長補佐（住宅資材班）
〃	一重喬一郎	林野庁 木材産業課 木材製品技術室 住宅資材企画係長
事務局	金子弘	公益財団法人日本住宅･木材技術センター 専務理事
〃	飯島敏夫	公益財団法人日本住宅･木材技術センター 理事兼認証部長
〃	山田誠	公益財団法人日本住宅･木材技術センター 特別研究員
〃	佐野敦子	公益財団法人日本住宅･木材技術センター 認証部 技術主任
〃	木島裕行	公益財団法人日本住宅･木材技術センター 試験研究所 研究員
〃	太田原統	公益財団法人日本住宅･木材技術センター 認証部 研究員
〃	大倉靖彦	株式会社アルセッド建築研究所 代表取締役副所長
〃	山口克己	株式会社アルセッド建築研究所 統括
〃	塙加寿雄	株式会社アルセッド建築研究所 主幹

(2)　開催実績

・第 1 回

開催日時：平成 29 年 10 月 23 日(月)　15:00～17:00

開催場所：虎ノ門天徳ビル４階大会議室（東京都港区虎ノ門 1-13-5　第一天徳ビル）

・第 2 回

開催日時：平成 30 年 2 月 28 日(水)　15:00～17:30

開催場所：一般財団法人農林水産奨励会　Ｓ会議室（三会堂ビル　２階）

・試験打合せ

開催日時：平成 29 年 10 月 23 日(月)　17:00～19:00

開催場所：虎ノ門天徳ビル４階大会議室（東京都港区虎ノ門 1-13-5　第一天徳ビル）

第2章 難燃処理木質建材の品質管理

2.1　薬剤量管理値の求め方

薬剤量は難燃処理木質建材の防火性能を左右するものであり、製造工程の中で薬剤量を管理することが欠かせない。一枚の板材の薬剤量は、薬剤処理前後の重量測定と薬剤水溶液の濃度に基づき管理することができる。しかし、木質建材は部位によって薬剤水溶液の注入性に違いがあることから、一枚の板材内部の薬剤量に不均一性が生じるのは避けがたい。このため、所定の防火性能を発現させるためには、必要な薬剤量が材内のどの部位でも確保されるようにするための、製造工程における薬剤管理値を定める必要がある。

そこで、難燃処理木質建材の材料構成と製造工程における薬剤量管理値の考え方を整理した上で、製造工程における薬剤量管理値の求め方を検討する。

2.1.1　製造工程における薬剤量管理値の考え方

①難燃処理木質建材に必要な薬剤量を把握

1)国土交通大臣の個別認定を受けている防火材料を難燃処理木質建材として認定を得る場合

詳細は2.3節に記載しているとおり、国土交通大臣の個別認定を受けている防火材料では、材料構成の中で薬剤量が定められている。

例）下記のような材料構成の防火材料であれば、必要薬剤量は、130kg/m^3、となる。

材料構成	芯　材	・すぎ板 密度　300(±30) kg/m^3 ・リン酸水素二アンモニウム 固形量 130kg/m^3

2）難燃処理木質建材として新規に認定を得る場合

多くの場合、下記方法によって木質建材に必要な薬剤量を把握できる

・大きさ 99㎜×99㎜×認定を受けたい厚さ、の木質材料に異なる水準の薬剤を付加

・薬剤量と発熱量の関係（例：下表）から、必要薬剤量（130kg/m^3）を求める

（注：実際にはデータのバラツキ等を考慮して必要薬剤量が設定される）

薬剤量((kg/m^3)	発熱量(MJ/m^2)	薬剤量((kg/m^3)	発熱量(MJ/m^2)
110	10.2	125	8.1
115	9.3	130	6.8
120	8.6	135	5.9

（防火材料の基準値：発熱量 8MJ/m^2 以下）

②材内部の不均一性の把握

難燃処理木質建材は、下図に模式的に示すように、どの部分においても必要薬剤量（130kg/m^3）が付与されていなければいけない。

130　130　130　130　130　130　130　130　130　130　kg/m^3

（注：長四角は板材を示す。以下同様）

しかしながら、木質建材には部位による薬剤の注入性の不均一性が避けがたく存在している。そのため、①で定めた薬剤量 130kg/m^3 で一枚の板を管理すると、130kg/m^3 を下回る部位が生じる可能性がある。

例：薬剤量 130kg/m³ で一枚の板を管理
（材料の端部と中央付近で、薬剤量に 20kg/m³ の差があるとした場合）

140kg/m³	120kg/m³	（薬剤量不足）

そこで、薬剤量 140kg/m³ で一枚の板を管理
（材料の端部と中央付近で、薬剤量に 20kg/m³ の差があるとした場合）

150kg/m³	130kg/m³	（すべての部位で必要薬剤量が担保）

例の場合、下記のような関係となる。
認定の材料構成における薬剤量：130kg/m³
製造工程における薬剤量管理値：140kg/m³

例では、「材料の端部と中央付近で、薬剤量に 20kg/m³ の差がある」と仮定しているが、実際には、材料の種類（樹種）、厚さ、薬剤の処理方法（注入条件）、薬剤の種類（濃度、浸透性）等、さまざまな要因によって薬剤分布の状態は異なってくると考えられる。
従って、①②に示す考え方に沿って製造工程における薬剤量管理を行うためには、内部の薬剤分布の程度を把握する方法を定める必要がある。

薬剤量管理値の求め方を検証する試験は、防火材料の個別認定を得て不燃木材あるいは準不燃木材の生産を行っている A 社、B 社、C 社の協力を得て行った。それらを、管理値試験 1（A 社）、管理値試験 2（B 社）、管理値試験 3（C 社）とする。
3 試験の主な特徴、違いは下記のとおりである。

	管理値試験 1（A 社）	管理値試験 2（B 社）	管理値試験 3（C 社）
試験材	スギ辺材、厚さ 20mm	スギ辺材（一部、心材を含む）、厚さ 18mm	スギ辺心混合材。厚さ 47mm
試験片	試験材を約 100mm 間隔で切断して作成	試験材を約 100mm 間隔で切断して作成	厚さ 10mmm の切片 3 枚を 250mm 間隔で作成
試験片薬剤量の推定	全乾重量に基づく計算式（全数）	①気乾重量に基づく計算式（全数） ②全乾重量に基づく計算式（サンプリング）	気乾重量に基づく計算式（サンプリング）

試験にあたっての考え方は下記のとおりである。
・試験材は、各社の通常の薬剤処理方法を用いて作成する
・試験における各種測定は、原則として、各社が製造管理に用いている器具、方法とする

2.1.2　薬剤量管理値の求め方

製造工程における薬剤量管理値は、おおむね下記の手順で求められる。

1)材料の乾燥密度を求める。

薬剤処理前の乾燥密度：D1

2)薬剤処理し、付加された薬剤量を求める。

薬剤量：処理前後の材料の重量差×薬剤濃度

3)材料を切断し、試験片を得る。

					・・・・

4)試験片の乾燥密度を求める。

d1	d2	d3	d4	d5	・・・・

5)各試験片の薬剤量を推定する。

試験片薬剤量（の推定値）＝試験片乾燥密度（dn）―試験材乾燥密度（D1）

d1-D1	d2-D1	d3-D1	d4-D1	d5-D1	・・・・

6)試験材ごとに、試験片薬剤量の最小値を求める。

170	165	160	155	(145)	150	150	

試験片薬剤量の最小値：145(kg/m^3)（数値は仮の一例である）

7）製造工程における薬剤量管理値を、下記の考え方に基づいて求める

管理値 1

この管理値の考え方は、試験材薬剤量と試験片薬剤量最小値の差をバラツキの最大値として考え、その最大値を必要薬剤量に加え、薬剤量管理値とする。

計算式

薬剤量管理値＝（必要薬剤量＋（試験材薬剤量－試験片の薬剤量最小値））

必要薬剤量：2.1.1①

試験材薬剤量：試験片薬剤量の平均値　（2.1.2.6））

管理値 2

この管理値の考え方は、試験材端部からある位置における試験片薬剤量の最小値を求め、ついで、この最小値の試験材薬剤量に対する割合を求め、この割合の分だけで必要薬剤量を増やし、薬剤量管理値とする。

計算式

薬剤量管理値＝必要薬剤量／（試験片薬剤量最小値の試験材薬剤量に対する割合／100）

必要薬剤量：2.1.1①

割合(%)：(ある位置における試験片薬剤量の最小値)／試験材薬剤量）×100

管理値 3

この管理値の考え方は、信頼区間 95%または 99%としたときの薬剤量のバラツキの幅を求め、その値を必要薬剤量に加え、薬剤量管理値とする。

計算式

薬剤量管理値＝（必要薬剤量＋（必要薬剤量×信頼区間/100））

必要薬剤量：2.1.1①

信頼区間：95%、99%

難燃処理木質建材について、すべての部位で必要薬剤量を上回っていなければならないと定めると、薬剤量管理値は、管理値 1 もしくは管理値 2 の方法で定める必要がある。これに対し、一般的な材料管理の考え方を取り入れて薬剤量管理値を求めた場合、それがどの程度になるかを試算したのが管理値 3 の方法であり、今後、難燃処理木質建材の品質管理のあり方を議論する上でのひとつの資料となることを期待したものである。このことから、管理値 3 については、管理値試験 1（A 社試験）についてのみ、試行的に行った。

2.1.3　管理値試験１（A 社試験）

2.1.3.1　試験方法

1)材料

スギ辺材
厚さ：20mm
巾　：110mm
長さ：3100mm
枚数：20 枚
67 枚の板材から一定の密度範囲にある 47 枚について薬剤処理
47 枚の薬剤処理材から一定の薬剤量範囲にある 20 枚を試験に用いた

2)薬剤処理方法

処理前試験材の重量、寸法、含水率の測定
含水率の測定位置：端部、中央部、端部の３か所
含水率の測定装置：高周波式
薬剤処理（生産工場が通常の製品生産で行っている方法に準拠）
難燃剤：リン窒素系難燃剤
濃度　：固形分として 20%
減圧　：-0.097MPa×120 分(60 分+60 分)
常圧　：40 分
加圧　：6kgf×50～60 分
処理後試験材の重量の測定
試験材の乾燥
熱風乾燥機中で、60～80℃×7 日以上（含水率 15%以下となるまで）
処理後試験材の乾燥重量、含水率の測定
含水率の測定位置：約 10cm 毎に 30 点、平均値算出
試験材（3100mm)の薬剤量を下記①～④式により算出
内部薬剤量推定試験体の選定（①で、127～167 kg/m^3 の範囲）

①薬剤量(kg/m^3)
((W2－W1)×C)/V×1000
②補正薬剤量(kg/m^3)
((W2－W0)×C)/V×1000
③乾燥後薬剤量(kg/m^3)
(W3－W1)/V×1000
④乾燥後補正薬剤量(kg/m^3)
(W3－W0)/V×1000

W1：処理前重量(g)
W2：処理後重量(g)
W0：処理前含水率補正重量(g)
W0 = W1/(1+MC/100)
W3：処理後乾燥重量(g)
C　：薬液濃度(%)
V　：試験材の体積(cm^3)
MC：処理前試験材の含水率(%)

3)試験材内部の薬剤量推定

乾燥後の処理後試験材を、端部から約 97mm※1 間隔で切断し、試験片※2 作製（**図 2.1.3.1**）
※1：長さ 3100mm の材から、30 枚の試験片を得るため、鋸幅を考慮した切断間隔とした
※2：長さ 3100mm の試験材を切断した 97mm 材を試験片とした

試験片の乾燥（105℃、24 時間）
乾燥後の試験片の寸法と重量を測定
試験片の薬剤量を下記⑤により算出

⑤試験片薬剤量(kg/m^3)
(W4/V2－W0/V)×1000
W4：試験片乾燥重量(g)
V2：試験片乾燥体積(cm^3)

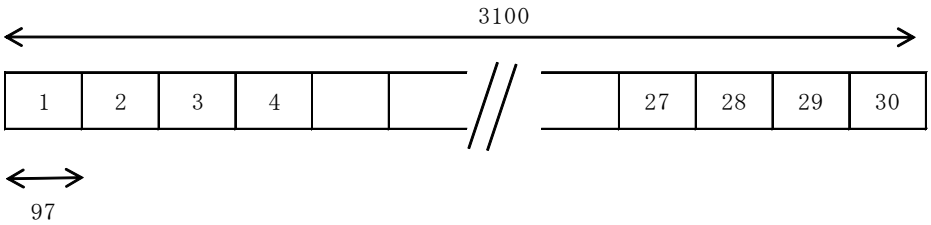

図 2.1.3.1　長さ 3100㎜ 試験材から試験片への分割

4)薬剤量管理値の計算
管理値 1
薬剤量管理値＝（必要薬剤量＋（試験材薬剤量－試験片の薬剤量最小値））
（試験材薬剤量－試験片の薬剤量最小値）には、20 枚の試験材の平均値を用いた

管理値 3
薬剤量管理値＝（必要薬剤量＋（必要薬剤量×信頼区間/100））
（必要薬剤量×信頼区間/100）には、20 枚の試験材の平均値を用いた
信頼区間は 95%、99%の 2 水準とした

2.1.3.2　試験結果

1)試験材の薬剤量

5 とおりの方法で求めた試験材の薬剤量を、**表 2.1.3.1** に示す。

乾燥後の重量および含水率から薬剤量を求める③および④の方法は、薬剤水溶液注入量と水溶液濃度から求める①および②の結果と乖離する傾向があり、特に④で顕著であった。これは、試験材の乾燥の不均一性、および薬剤処理材の含水率測定方法の正確性に課題があると推測される。

薬剤量の算出方法として①～⑤のどれが最も妥当なのかは、化学分析との一致度合いで判断する必要がある。

表 2.1.3.1　試験材の薬剤量

試験材 No.	薬剤量① kg/m^3	薬剤量② kg/m^3	薬剤量③ kg/m^3	薬剤量④ kg/m^3	薬剤量⑤ kg/m^3
1	127.1	135.7	110.7	153.9	140.9
2	129.7	135.6	127.9	157.6	141.0
3	129.7	137.0	123.6	160.3	141.2
4	131.7	136.5	140.9	165.0	141.4
5	132.3	137.8	132.3	160.0	135.9
6	132.5	138.7	116.4	147.3	132.2
7	134.3	141.4	139.4	175.3	145.6
8	138.6	150.5	127.9	187.4	165.5
9	144.9	150.9	145.2	175.0	159.3
10	145.5	154.5	139.4	184.7	168.3
11	150.1	155.6	165.3	192.8	160.8
12	150.9	159.8	143.8	188.0	168.0
13	152.7	160.5	150.9	190.3	162.4
14	155.5	162.3	161.0	194.8	171.3
15	160.1	168.5	150.9	192.6	184.7
16	161.6	170.4	153.8	198.2	177.3
17	161.9	168.4	169.6	202.4	164.6
18	163.3	169.0	173.9	202.5	172.5
19	163.3	172.6	163.9	210.5	188.0
20	167.3	173.9	171.1	204.1	183.8

2)試験片の薬剤量

試験材ごとに、試験片の薬剤量を**表 2.1.3.2** に示す。また、試験片の薬剤量分布を**図 2.1.3.2** に示す。

材内部の薬剤量は、材端部より中央部が少ないが、その減少傾向は材によって異なり、材および部位による違いが大きいことが示唆される。また、薬剤量最小値は、必ずしも試験材中央部にあるわけではないことが示唆された。

表 2.1.3.2　試験材ごとの試験片薬剤量（試験片 1～20）

試験材 No.	薬剤量① (kg/m^3)	試験片薬剤量(kg/m^3)																			
		01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	127.1	168	137	130	127	127	129	110	116	109	97	96	92	105	119	109	114	115	140	149	146
2	129.7	199	181	171	158	140	135	122	132	120	119	117	119	116	118	112	118	128	135	140	149
3	129.7	195	183	191	171	191	173	168	165	159	162	159	159	158	146	139	124	117	111	100	97
4	131.7	232	207	196	169	152	142	133	118	113	120	116	106	104	110	110	102	100	101	103	113
5	132.3	175	155	154	142	132	121	108	110	104	107	106	104	105	105	103	108	111	122	126	130
6	132.5	201	173	165	152	151	143	125	110	109	107	105	105	113	114	113	119	111	118	119	116
7	134.3	211	155	150	142	138	138	142	122	125	128	131	140	145	146	143	139	136	142	133	140
8	138.6	217	170	168	158	137	146	160	134	147	143	150	141	144	141	137	142	144	153	163	172
9	144.9	202	189	188	184	175	157	145	144	143	146	156	164	148	129	126	137	137	141	143	141
10	145.5	256	211	210	203	192	168	164	160	156	142	144	148	128	132	140	140	143	148	151	157
11	150.1	171	149	157	158	158	161	162	165	157	162	163	161	149	139	140	133	130	140	138	143
12	150.9	161	167	175	186	182	175	172	180	178	174	162	156	158	150	160	152	159	155	157	162
13	152.7	200	180	180	173	178	176	178	181	181	168	151	153	163	155	158	171	174	165	149	155
14	155.5	144	153	199	210	203	194	204	215	204	178	166	157	160	166	155	153	150	154	162	163
15	160.1	174	141	149	157	161	163	165	169	169	180	173	166	188	183	203	207	196	183	186	196
16	161.6	182	150	154	155	158	146	149	165	164	161	161	168	165	171	169	175	174	182	185	204
17	161.9	192	153	155	166	162	152	145	146	143	129	121	119	131	124	138	154	156	158	161	161
18	163.3	273	215	197	175	166	163	169	182	179	174	175	172	166	158	156	150	142	152	152	160
19	163.3	202	183	196	202	218	217	216	215	228	220	204	205	204	206	201	196	186	179	181	171
20	167.3	218	140	152	166	186	178	165	179	176	169	185	192	176	189	186	184	195	181	186	179

表 2.1.3.2　試験材ごとの試験片薬剤量（試験片 21～30）

試験材No.	薬剤量①(kg/m^3)	試験片の薬剤量(kg/m^3)										薬剤量(kg/m^3)			
		21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	平均(⑤)	最大値	最小値	標準偏差
1	127.1	153	167	164	178	186	200	210	213	179	140	140.9	213.4	92.2	33.8
2	129.7	149	137	121	118	140	159	172	183	171	153	141.0	199.1	111.8	23.5
3	129.7	95	91	88	93	96	104	124	148	173	156	141.2	195.5	88.4	34.0
4	131.7	114	124	133	141	156	176	179	177	190	202	141.4	232.4	99.8	37.4
5	132.3	135	149	150	164	176	179	172	168	171	184	135.9	184.2	103.4	27.7
6	132.5	122	123	132	139	129	135	140	144	162	170	132.2	201.4	105.1	23.6
7	134.3	139	145	148	135	143	152	178	211	148	123	145.6	211.1	121.6	20.4
8	138.6	170	164	165	174	184	186	189	199	215	202	163.9	217.5	133.7	23.1
9	144.9	144	147	149	149	163	157	176	183	191	185	157.9	202.1	125.7	20.4
10	145.5	180	177	177	173	181	189	186	174	169	150	168.3	255.8	127.7	27.4
11	150.1	144	153	160	167	183	191	197	199	198	194	160.8	199.3	130.3	19.5
12	150.9	165	167	161	158	170	170	176	185	185	183	168.0	186.1	150.1	10.6
13	152.7	157	150	142	134	142	130	144	152	166	170	162.4	200.3	130.3	16.0
14	155.5	159	164	167	167	165	170	169	162	159	167	171.3	214.7	143.8	19.4
15	160.1	206	197	212	216	207	206	207	201	192	188	184.7	216.0	141.2	19.8
16	161.6	200	205	206	198	192	193	189	188	199	207	177.3	207.2	146.2	18.8
17	161.9	162	168	162	176	186	201	227	235	227	231	164.6	235.5	118.7	31.9
18	163.3	173	168	167	162	156	162	180	176	169	186	172.5	272.9	142.1	23.5
19	163.3	175	174	169	162	165	164	159	152	145	144	188.0	227.6	144.2	23.5
20	167.3	188	191	194	191	194	198	202	210	189	172	183.8	217.8	140.3	15.4

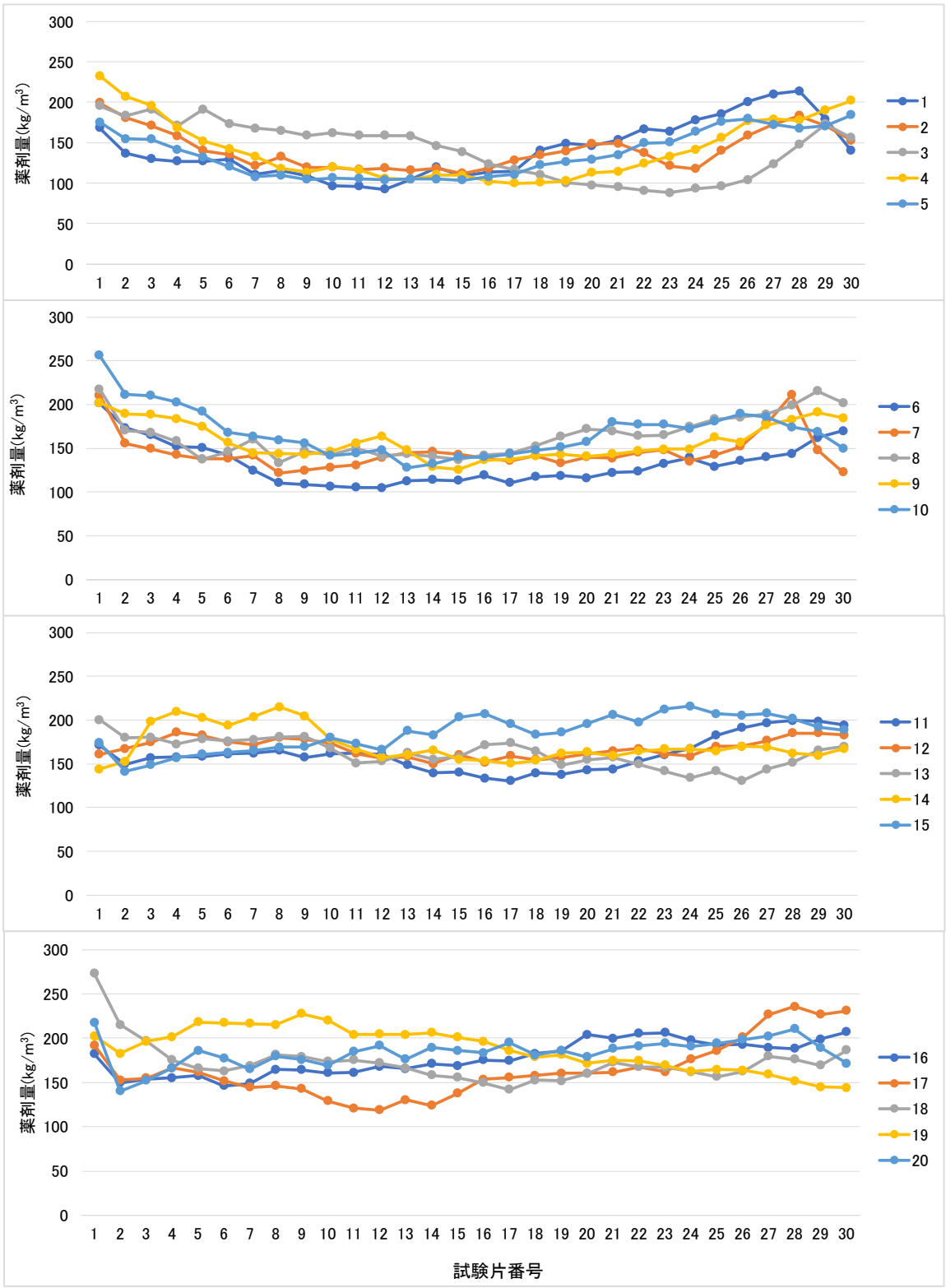

図 2.1.3.2　試験片の薬剤量分布

3)試験片の薬剤量の分布範囲

試験片の薬剤量の分布範囲および試験材の薬剤量に対する分布範囲の割合を**表 3.1.3.3** に示す。

試験片の薬剤量最小値は試験材の薬剤量より 35kg/m³ 程度、割合では試験材の薬剤量に対して22%少なかった。

また、試験片の 95%信頼区間からは、試験材内部の薬剤量は、試験材の薬剤量の±10%の範囲内におおむね収まることが示唆された。

表 2.1.3.3　試験材の薬剤量の分布範囲

試験材 No.	試験材の薬剤量 (⑤) kg/m³ A	試験片の薬剤量 最小値 kg/m³ B	A-B kg/m³	標準偏差	信頼区間 (95%) C	信頼区間 (99%) D
1	141	92	49	33.8	12.6	17.0
2	141	112	29	23.5	8.8	11.8
3	141	88	53	34.0	12.7	17.1
4	141	100	42	37.4	14.0	18.8
5	136	103	32	27.7	10.4	14.0
6	132	105	27	23.6	8.8	11.9
7	146	122	24	20.4	7.6	10.3
8	166	134	32	22.9	8.6	11.6
9	159	126	34	22.8	7.6	10.3
10	168	128	41	27.4	10.2	13.8
11	161	130	30	19.5	7.3	9.8
12	168	150	18	10.6	3.9	5.3
13	162	130	32	16.0	6.0	8.1
14	171	144	28	19.4	7.2	9.7
15	185	141	44	19.8	7.4	10.0
16	177	146	31	18.8	7.0	9.5
17	165	119	46	31.9	11.9	16.1
18	173	142	30	23.5	8.8	11.8
19	188	144	44	23.5	8.8	11.8
20	184	140	43	15.4	5.8	7.8
平均	160.2		35.4	23.6	8.8	11.8

2.1.3.3　薬剤量管理値の推定値

必要薬剤量（2.1.1①参照）が 130kg/m^3 であるとすると、製造工程における薬剤量管理値は下記のように推定される。

管理値 1

165(kg/m^3)　（≒ 130＋35.4*）

＊：表 2.1.3.3 の(A-B)の平均値

管理値 2

今回の試験では、試験片薬剤量の最小値の出現する試験材内部の位置がランダムであったことから、管理値 2 は求めなかった。

また、信頼区間という考え方を取り入れて防火材料の製造工程管理を行うとした場合の薬剤量管理値は下記のように推定される。

管理値 3

・信頼区間 95%で管理する場合

142(kg/m^3)　（≒ 130＋（130×0.088**））

・信頼区間 99%で管理する場合

146(kg/m^3)　（≒ 130＋（130×0.118**））

：表 2.1.3.3** の信頼区間 95%、信頼区間 99%の各平均値

2.1.4　管理値試験 2（B 社試験）
2.1.4.1　試験方法

1)材料
スギ辺材（一部、木裏側に心材を含む）
厚さ：18㎜
巾　：100㎜
長さ：3000㎜
枚数：20 枚

2)薬剤処理方法
処理前試験材の重量、寸法、含水率の測定
含水率の測定位置：端部、中央部、端部の３か所
含水率の測定装置：高周波式
薬剤処理（生産工場が通常の製品生産で行っている方法に準拠）
難燃剤：リン酸・ホウ酸系薬剤
濃度　：固形分として 40%
処理法：減圧－加圧－減圧
処理後試験材の重量の測定
試験材の乾燥
処理後試験材の乾燥重量、寸法、含水率の測定
含水率の測定位置：端部、中央部、端部の３か所
含水率の測定装置：高周波式
針式
試験材（3000㎜)の薬剤量を下式①、⑥*1 により算出
（*1：2.1.3 の薬剤量計算式との混同を避けるため、計算式が異なる場合は、異なる式番号とした）
⑥式で求める薬剤量は、処理後試験材の含水率が高周波と針式とで異なることから、２とおりの数値が得られる。

薬剤量①(kg/m^3)
((W2－W1)×C)/V1×1000
W1：処理前重量(g)
W2：処理後重量(g)
C　：薬液濃度(%)
V1：処理前試験材の体積(cm^3)

薬剤量⑥(kg/m^3)
(W4/V2－W0/V1) ×1000
W0：処理前含水率補正重量
W0 = W1/(1+MC1/100)
W3：処理後乾燥後重量(g)
W4：処理後乾燥後含水率補正重量(g)
W4 = W3/(1+MC2/100)
V2：処理後試験材の体積(cm^3)
MC1：処理前試験材の含水率(%)
MC2：処理後試験材の含水率(%)（高周波、針式の２とおりの数値）

3)試験材内部の薬剤量推定-1
乾燥後の処理後試験材を、端部から約 95㎜※1 間隔で切断し、試験片※2 作製（**図 2.1.4.1**）
※1：長さ 3000㎜ の材から、30 枚の試験片を得るため、鋸幅を考慮した切断間隔とした

※2：長さ 3000mm の試験材を切断した 95mm 材を試験片とした
試験片の寸法と重量を測定
試験片の薬剤量を下式⑦により算出

⑦試験片薬剤量(kg/m³)
(W6/V3－W0/V1)×1000
W5：試験片重量(g)
W6：試験片含水率補正重量(g)
W6 = W5/(1+MC3/100)
V3：試験片の体積(cm³)
MC3：試験片の含水率(%)

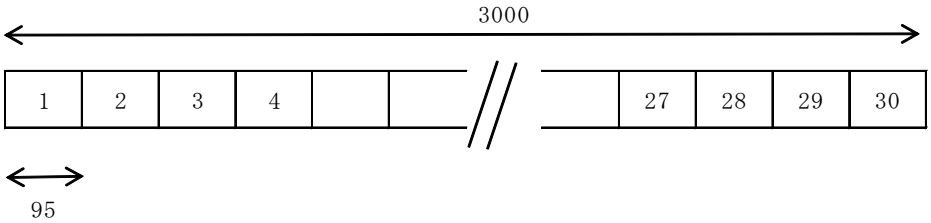

図 2.1.4.1　長さ 3000mm 試験材から試験片への分割

4)試験材内部の薬剤量推定-2
各試験材から作成した試験片の中から、**表 2.1.4.1** に示す位置の 8 片を、105℃で 11 日間乾燥した。
乾燥試験片の寸法、重量を測定
（試験片の含水率は、0%（全乾）と仮定した）
試験片の薬剤量を下式⑧により算出

⑧試験片薬剤量(kg/m³)
(W7/V4－W0/V1)×1000
W7：乾燥試験片重量(g)
V4：全乾試験片の体積(cm³)

表 2.1.4.1　105℃乾燥試験片の位置

番号	1	6	11	15	16	20	25	30
端からの位置(mm)	0	500	1,000	1,400	1,500	1,900	2,400	2,900

2.1.4.2　試験結果

1)試験材の薬剤量

3 とおりの方法で求めた試験材の薬剤量を、**表 2.1.4.2** に示す。

乾燥後の重量および含水率から薬剤固形量を求める⑥-1 および⑥-2 の方法は、薬剤水溶液注入量と水溶液濃度から求める①の結果より小さくなる傾向があり、高周波式含水率計で含水率を測定する⑥-1 で特に顕著であった。この原因は、高周波式含水率計で測定した含水率が、おそらく実際の含水率よりも高く示されるためと推測される。

表 2.1.4.2　試験材の薬剤量

試験材 No.	薬剤量①	薬剤量⑥-1		薬剤量⑥-2	
		高周波式含水率ベース	(高周波式含水率)	針式含水率ベース	(針式含水率)
	kg/m^3	kg/m^3	%	kg/m^3	%
1	337.0	259.7	27.3	346.6	10.7
2	333.7	313.4	15.5	342.8	10.7
3	325.8	302.1	13.7	329.9	9.0
4	340.3	243.7	24.5	318.8	10.3
5	351.5	314.9	11.3	349.1	5.7
6	324.3	273.3	10.8	296.0	6.7
7	349.8	286.5	13.7	324.7	7.0
8	340.9	312.9	13.7	346.0	8.0
9	359.9	282.4	18.7	335.0	9.3
10	344.8	312.8	12.3	342.7	7.3
11	338.7	234.8	25.3	330.6	8.3
12	355.1	306.0	12.0	324.6	8.7
13	337.8	279.6	11.8	295.4	9.0
14	372.6	304.5	13.0	318.6	10.3
15	349.4	283.7	13.8	314.7	8.3
16	241.8	210.4	10.0	207.2	10.7
17	338.0	282.5	10.2	296.4	7.7
18	350.0	260.2	10.7	269.2	9.0
19	324.5	249.8	11.2	273.3	7.0
20	346.4	270.0	10.7	296.1	6.0

2)試験片の薬剤量-1

試験材ごとに、試験片の薬剤量を**表 2.1.4.3** に示す。また、　試験片の薬剤量分布を**図 2.1.4.2** に示す。

材内部の薬剤量は、材端部より中央部が少ないが、その減少傾向は材によって異なり、材および部位による違いが大きいことが示唆される。ただし、1)でも示されたように、高周波式含水率計で処理材の含水率を測定して試験片の薬剤量を求めた結果は、薬剤量①に比べ、顕著に小さい傾向にあり、材内部の薬剤量分布を反映していない可能性があると考えられた。このことから、表 2.1.4.3 に基づく薬剤量管理値の推定は行わなかった。

表 2.1.4.3　試験材ごとの試験片薬剤量（試験片 1～20）

試験材 No.	薬剤量① (kg/m^3)	試験片薬剤量(kg/m^3)																			
		01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	337.0	361	227	236	261	253	245	232	230	214	201	228	237	255	260	248	219	253	252	254	248
2	333.7	334	325	322	292	304	296	279	287	283	264	268	279	279	280	292	286	288	287	306	291
3	325.8	361	329	328	332	324	311	326	303	292	272	252	250	264	249	255	246	276	283	289	269
4	340.3	355	306	293	331	343	329	331	311	288	269	274	278	286	290	285	275	262	267	261	260
5	351.5	360	333	292	283	297	298	318	317	314	311	328	318	322	325	309	315	318	306	330	330
6	324.3	265	281	273	288	261	247	260	281	278	266	279	286	289	302	311	310	329	346	349	340
7	349.8	345	277	294	270	260	256	266	263	264	275	285	303	313	309	312	308	301	301	299	276
8	340.9	372	323	337	330	322	337	338	332	346	330	322	310	295	298	271	252	269	263	270	276
9	359.9	306	241	258	264	266	280	290	300	318	302	322	320	320	325	315	298	296	290	290	301
10	344.8	331	335	303	312	297	296	294	302	286	297	268	263	270	262	244	263	268	272	272	267
11	338.7	284	285	280	277	267	270	271	295	297	305	294	289	295	298	284	268	267	277	257	285
12	355.1	414	355	347	338	311	326	319	315	294	267	286	288	296	288	282	273	293	284	277	280
13	337.8	378	294	315	332	321	315	318	309	313	306	298	280	258	259	244	256	252	259	248	234
14	372.6	359	332	326	321	316	345	336	340	322	305	303	298	293	285	270	307	328	314	298	293
15	349.4	384	319	313	309	294	285	296	281	285	271	264	265	251	254	240	243	258	261	268	280
16	241.8	301	238	223	206	210	199	198	206	196	188	207	207	211	222	209	213	216	212	225	210
17	338.0	383	267	285	309	300	290	268	234	229	218	201	188	186	194	203	216	229	231	250	255
18	350.0	319	260	263	262	258	275	258	246	252	246	247	250	248	251	244	229	219	237	259	270
19	324.5	264	235	236	233	238	214	212	224	242	247	216	236	220	213	214	212	229	230	237	240
20	346.4	264	233	244	271	299	279	274	255	243	241	240	250	236	239	246	234	235	257	282	274

表 2.1.4.3　試験材ごとの試験片薬剤量（試験片 21～30）

試験材 No.	薬剤量① (kg/m^3)	試験片の薬剤量(kg/m^3)										薬剤量(kg/m^3)			
		21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	平均(⑦)	最大値	最小値	標準偏差
1	337.0	225	230	247	265	274	295	267	251	255	338	252.0	361.1	200.5	32.3
2	333.7	307	302	317	319	307	314	308	317	316	357	300.3	357.5	264.5	20.3
3	325.8	285	295	309	316	312	319	316	319	326	366	299.1	365.7	246.4	32.2
4	340.3	257	284	296	299	295	274	288	304	273	344	293.5	355.2	256.7	26.7
5	351.5	323	318	315	320	307	307	305	316	327	388	318.3	388.4	283.1	19.2
6	324.3	311	295	291	263	247	250	222	221	191	239	279.0	348.7	191.4	36.4
7	349.8	277	291	278	294	316	299	294	288	265	283	288.8	344.7	256.2	20.0
8	340.9	256	261	259	268	284	279	327	298	309	366	303.3	372.4	251.7	34.1
9	359.9	283	285	290	284	297	288	286	287	278	344	294.0	344.3	240.5	21.4
10	344.8	284	297	302	315	328	335	343	339	338	410	299.7	410.2	244.4	34.2
11	338.7	258	256	272	283	285	270	284	269	304	368	283.2	367.6	256.4	20.4
12	355.1	295	293	300	312	320	324	316	314	304	339	308.4	414.4	267.5	29.5
13	337.8	241	241	254	249	236	239	241	269	273	278	277.0	378.0	233.6	35.6
14	372.6	291	306	296	279	277	278	283	283	259	279	304.0	359.0	258.7	24.0
15	349.4	283	290	290	308	295	300	300	290	292	375	288.1	383.6	239.6	31.6
16	241.8	200	217	221	217	201	199	209	228	235	274	216.7	301.4	188.2	22.3
17	338.0	271	286	290	301	304	316	303	269	272	333	262.6	383.3	186.3	46.7
18	350.0	247	233	236	238	250	250	239	246	224	270	250.9	319.0	218.7	18.1
19	324.5	223	205	206	205	207	213	221	224	235	260	226.3	264.4	204.7	15.4
20	346.4	278	270	269	266	266	232	241	243	240	266	255.6	299.4	232.4	17.7

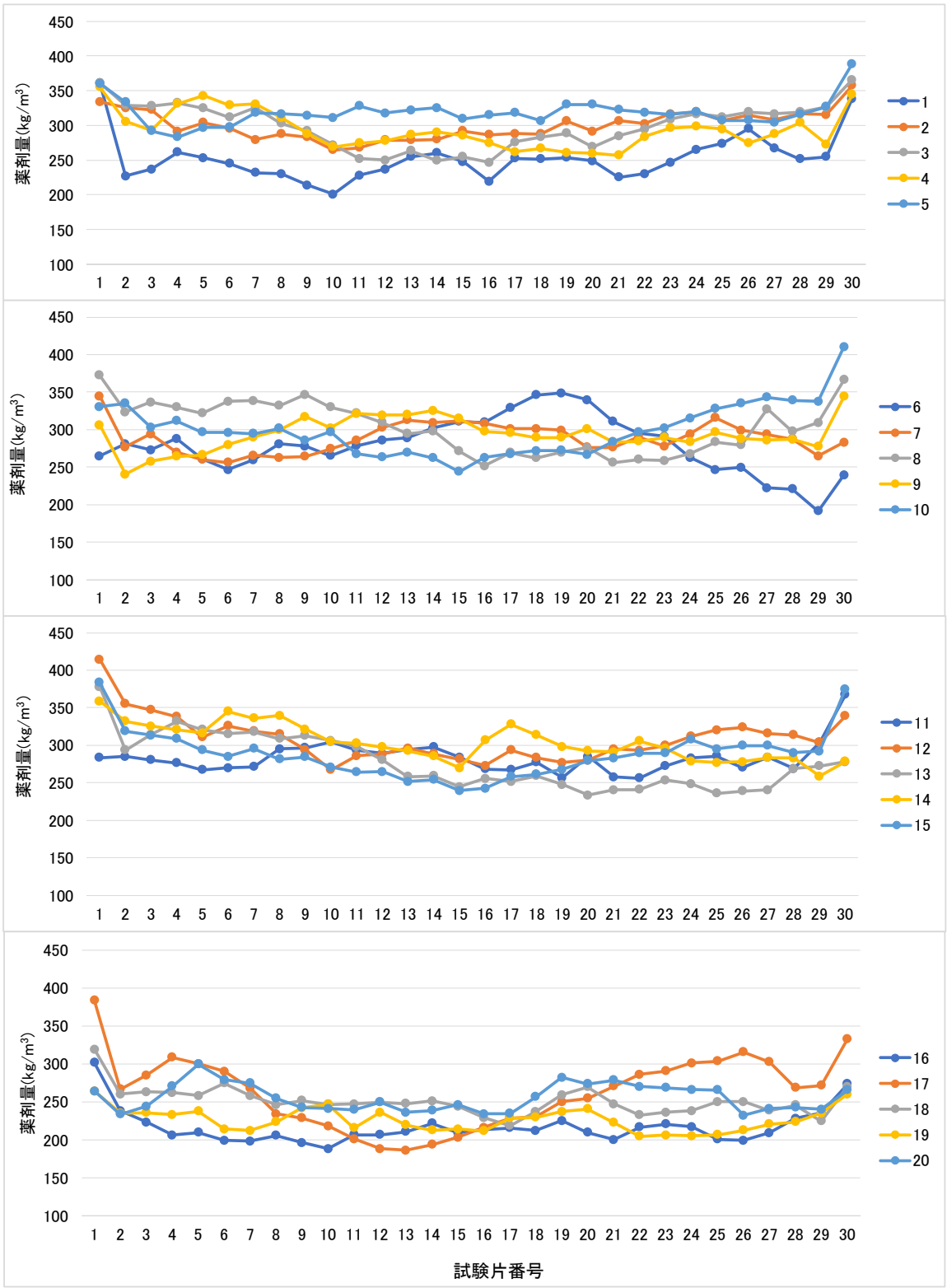

図 2.1.4.2　試験片の薬剤量分布

3)試験片の薬剤量-2

試験片の一部を全乾状態まで乾燥し、乾燥重量を元に求めた試験片の薬剤量を**表 2.1.4.4**、**図 2.1.4.3** に示す。

処理後試験材の含水率を高周波含水率計で測定して薬剤量を求めた**表 2.1.4.3** の結果に比べ、試験材薬剤量①との整合性が高くなる傾向が見られる。このことから、処理後材料の含水率は全乾法が高周波法より実際の値に近いと推測される。

表 2.1.4.4　試験材ごとの試験片薬剤量（全乾試験片）

試験材 No.	薬剤量① (kg/m^3)	試験片薬剤量(kg/m^3)							
		1	6	11	15	16	20	25	30
1	337.0	454	374	333	361	355	374	369	454
2	333.7	408	344	325	335	341	355	370	448
3	325.8	440	365	296	302	306	339	367	448
4	340.3	404	385	308	330	310	311	340	392
5	351.5	379	337	365	350	353	380	352	437
6	324.3	281	280	281	339	331	404	288	261
7	349.8	365	300	328	366	362	314	367	325
8	340.9	436	385	389	328	314	343	353	420
9	359.9	344	319	352	348	331	332	340	409
10	344.8	375	358	320	291	309	324	395	508
11	338.7	324	303	330	324	310	335	337	424
12	355.1	493	374	330	316	311	325	365	384
13	337.8	413	356	341	296	306	280	288	315
14	372.6	406	388	349	313	342	333	311	299
15	349.4	434	319	310	266	277	309	329	428
16	241.8	356	241	222	236	237	234	235	308
17	338.0	460	333	237	229	251	312	352	379
18	350.0	374	310	292	296	280	314	299	298
19	324.5	329	303	281	248	245	293	302	331
20	346.4	281	335	288	294	288	325	313	311

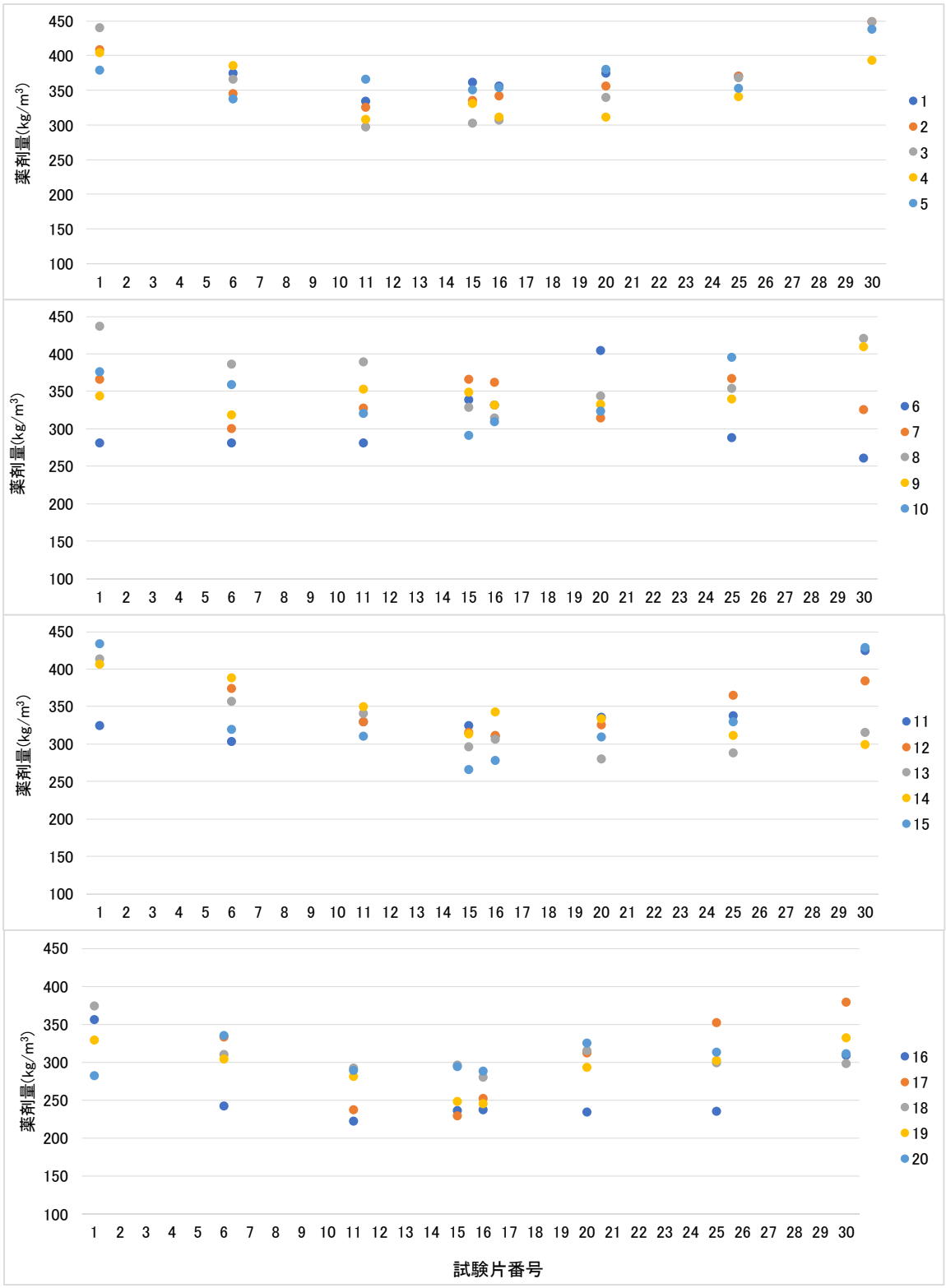

図 2.1.4.3　試験片の薬剤量分布(全乾試験片)

2.1.4.3　薬剤量管理値の推定値

2.1.4.2 の 2)に記載したとおり、管理値試験 2 については、薬剤量管理値の推定は行わなかった。

2.1.5　管理値試験 3（C 社試験）
2.1.5.1　試験方法

1)材料
スギ心辺混合の板目材
厚さ：47㎜
巾　：105㎜
長さ：3100㎜
枚数：24 枚
含水率：9～17％
密度：311～417kg/㎥

2)薬剤処理方法
処理前試験材の重量、寸法、含水率の測定
含水率の測定位置：端部、中央部、端部の３か所
含水率の測定装置：高周波式
薬剤処理（生産工場が通常の製品生産で行っている方法に準拠）
難燃剤：リン酸・ホウ酸系薬剤
濃度　：固形分として 40%
減圧　：-0.08MPa×40 分
加圧　：1.5MPa×600 分
減圧　：-0.08MPa×40 分
処理後試験材の重量の測定
試験材の乾燥
試験材（3100㎜)の薬剤量を下式①により算出

薬剤量①(kg/㎥)
((W2－W1)×C)/V1×1000
W1：処理前重量(g)
W2：処理後重量(g)
C　：薬液濃度(%)
V1：処理前試験材の体積(㎤)

3)試験材内部の薬剤量推定
薬剤処理した 24 枚の試験材から、薬剤量①が 250 kg/㎥以上※1の試験材 22 枚を試験材内部の薬剤量推定試験に用いた。
※1：仮想の必要薬剤量（2.1.1①参照）を 250kg/㎥とする
液切りした処理後試験材から、**表 2.1.5. 1** および**図 2.1.5.1** に示す位置（端部からおおむね 250㎜間隔)、で、厚さ 10㎜の試験片※2を作製
※2：厚さ 10㎜の材を試験片とした
試験片の寸法と重量を測定
試験片の薬剤量を下式⑨※3により算出
（※3：2.1.3、2.1.4 の薬剤量計算式との混同を避けるため、計算式が異なる場合は、異なる式番号とした）
隣接する 3 枚の試験片（たとえば、**表 2.1.5.1** の、端部からの距離 10㎜、20㎜、30㎜の枚）の薬剤量⑨を平均し、その位置における薬剤量とした

⑨試験片薬剤量(kg/m³)

((W9－W8)×C)/V3×1000

W9：試験片処理後重量(g)

W8：試験片処理前想定重量(g)

W8 = D×V3

D ：試験材密度

V3：試験片の体積(cm³)

C ：薬液濃度(%)

表 2.1.5.1　試験片の採取位置

位置(mm)	20			260			510		
端部からの距離(mm)	10	20	30	250	260	270	500	510	520
位置(mm)	750			1,000			1,250		
端部からの距離(mm)	740	750	760	990	1,000	1,010	1,240	1,250	1,260
位置(mm)	1,550			1,840			2,090		
端部からの距離(mm)	1,540	1,550	1,560	1,830	1,840	1,850	2,080	2,090	2,100
位置(mm)	2,340			2,590			2,840		
端部からの距離(mm)	2,330	2,340	2,350	2,580	2,590	2,600	2,830	2,840	2,850
位置(mm)	3,090								
端部からの距離(mm)	3,080	3,090	3,100						

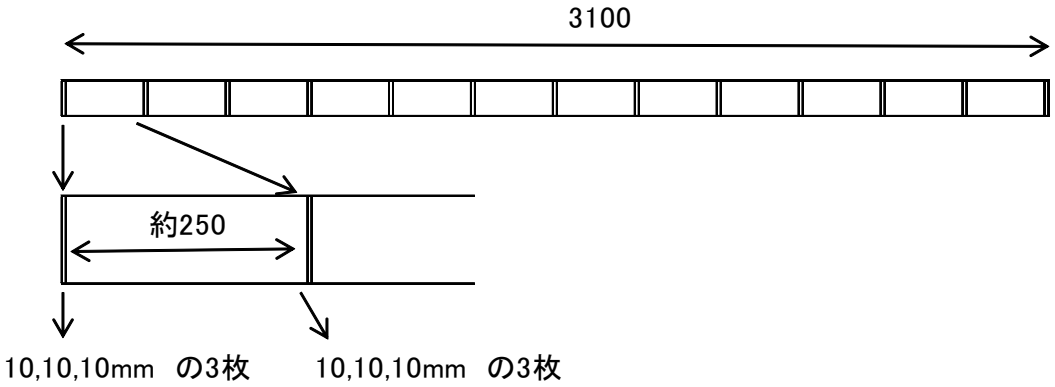

図 2.1.5.1　試験片の採取位置

2.1.5.2　試験結果

1)試験片の薬剤量

試験片の薬剤量を**表 2.1.5.2** に示す。

すべての試験片薬剤量が 250kg/m³（仮想の必要薬剤量）を上回った試験材 No.1～16 について、1 枚の試験材の薬剤量を 100 としたときの、試験片採取位置の薬剤量の割合を計算し、その結果を**図 2.1.5.1** に示す。

試験片の薬剤量は端部から中央に向かうにしたがい減少し、中央部で最小値を示した。

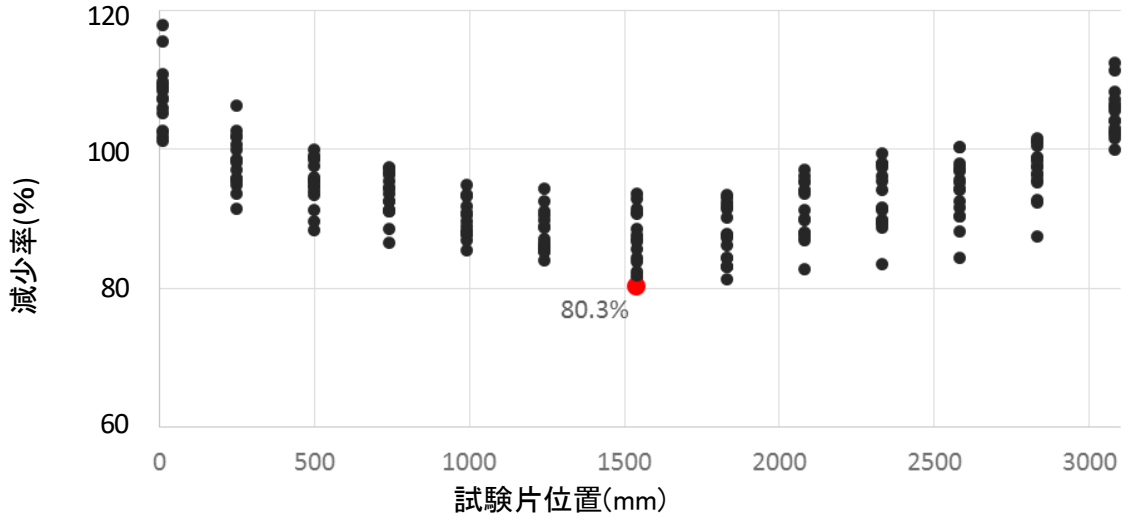

図 2.1.5.1　端部からの距離における薬剤量の増減率

※赤点の数値：薬剤量が最も少ない材料中央部の値

図 2.1.5.1 から、端部からの 500mm、1,000mm および 1,500mm の位置における、試験材薬剤量に対する各位置での薬剤量の割合を求め、これを**表 2.1.5.2** に示す。

表 2.1.5.2　試験材内部の薬剤量の割合

端部からの位置(mm)	500	1,000	1,500
試験材薬剤量に対する各位置での薬剤量の割合(%)	84.4	82.7	80.3

2.1.5.3　薬剤量管理値の推定値

表 2.1.5.2 の関係から、管理値 2 の考え方（2.1.2 7)）で薬剤量管理値を求めた。必要薬剤量を 250(kg/m³)とした場合の薬剤管理値の例を**表 2.1.5.3** に示す。

表 2.1.5.3.　材料の長さに対する薬剤量管理値

材料長さ(mm)	～1,100	～2,100	～3,100
製造工程における薬剤量管理値(kg/m³)	297	303	312

注：必要薬剤量 250(kg/m³)の場合

表 2.1.5.2　試験材ごとの試験片薬剤量

試験材 No.	薬剤量① (kg/m³)	試験片薬剤量(kg/m³)														
		20	260	510	750	1,000	1,250	1,550	1,840	2,090	2,340	2,590	2,840	3,090	最大値	最小値
1	317.7	168	137	130	127	127	129	110	116	109	97	96	92	105	395	278
2	336.7	199	181	171	158	140	135	122	132	120	119	117	119	116	386	284
3	303.9	195	183	191	171	191	173	168	165	159	162	159	159	158	346	298
4	346.8	232	207	196	169	152	142	133	118	113	120	116	106	104	401	287
5	346.3	175	155	154	142	132	121	108	110	104	107	106	104	105	431	299
6	342.6	201	173	165	152	151	143	125	110	109	107	105	105	113	441	326
7	301.8	211	155	150	142	138	138	142	122	125	128	131	140	145	380	264
8	345.7	217	170	168	158	137	146	160	134	147	143	150	141	144	416	288
9	350.0	202	189	188	184	175	157	145	144	143	146	156	164	148	428	317
10	328.3	256	211	210	203	192	168	164	160	156	142	144	148	128	403	313
11	314.0	171	149	157	158	158	161	162	165	157	162	163	161	149	450	257
12	338.9	161	167	175	186	182	175	172	180	178	174	162	156	158	433	288
13	331.4	200	180	180	173	178	176	178	181	181	168	151	153	163	376	272
14	336.7	144	153	199	210	203	194	204	215	204	178	166	157	160	398	259
15	321.4	174	141	149	157	161	163	165	169	169	180	173	166	188	374	269
16	311.3	182	150	154	155	158	146	149	165	164	161	161	168	165	451	264
17	293.3	380	324	298	282	271	265	276	250	254	257	258	274	335	380	250
18	282.2	358	328	283	270	259	258	239	197	187	176	174	211	313	358	174
19	268.4	362	290	252	243	225	212	196	201	195	200	236	279	304	362	195
20	264.7	304	242	221	208	216	181	191	193	197	207	235	260	305	305	181
21	264.7	362	316	261	253	247	231	186	198	205	254	253	259	352	362	186
22	257.3	347	273	258	238	221	205	192	186	189	200	218	254	303	347	186

2.1.6　まとめ

製造工程における薬剤量管理値の求め方を検討するため、3 とおりの試験を行った。結果および課題は下記のとおりである。

・難燃処理木質建材の製造工程における薬剤量管理値は、薬剤処理後の試験材を分割し、各分割片の重量からその位置での薬剤量を推定する方法で設定することができる。

・推定方法はいくつか考えられるが、試験材薬剤量と試験片薬剤量最小値の差をバラツキの最大値に基づく管理値 1（2.1.2 7)）が、薬剤量最小値の出現位置によらない汎用的方法と考えられる。

・難燃薬剤処理木材の含水率は、今回用いた高周波式と全乾式とで結果に違いが生じ、高周波式では実際より高めの数値となると推測される。一方、全乾式については、薬剤の種類によってアンモニアの揮散による過大な重量減少を招く可能性が考えられる。このようなことから、薬剤量管理値の設定にあたっては、用いる難燃薬剤に適した処理木材の含水率測定方法を、あらかじめ検討しておく必要がある。

2.2　節の影響

建築物の壁等に使用される「造作用製材」の材面の品質基準として、下記項目に対する許容値等が定められている（農林水産省告示第 1920 号)。

節、丸身、腐朽、虫穴および随心、割れ、曲がり、そり又はねじれ、欠け、きず、穴、入り皮およびやにつぼ、変色、あて、かびその他の欠点

このうち、節以外の、丸身～その他の欠点、については内装用途の製品の場合、これらの欠点はほぼないと考えられる。一方、節については長尺材等の場合には含まれてくることが予想される。そのため、難燃処理木質材料に許容される木材の品質を定めるためには、節が防火性能に及ぼす影響を把握し、許容される節の大きさを明らかにすることが必要と考えられる。

そこで、節の有無および大きさの防火性能に及ぼす影響を評価した。

造作用製材の材面にあらわれる節の基準

	造作用製材 製材の日本農林規格（平成 25 年 6 月 12 日農林水産省告示第 1920 号)	壁板類（参考) 針葉樹の造作用製材の日本農林規格(平成 13 年 11 月 30 日　農林省告示第 1597 号)
無節	ないこと	ないこと
上小節	長径が 10㎜（生き節以外の節にあっては、5㎜）以下であって、かつ、材長が 2m 未満のものにあっては 3 個以内、材長が 2m 以上のものにあっては 4 個（木口の長辺が 210㎜以上のものにあっては、6 個）以内であること	長径が 20㎜以下であること
小節	長径が 20㎜（生き節以外の節にあっては、10㎜）以下であって、かつ、材長が 2m 未満のものにあっては 5 個以内、材長が 2m 以上のものにあっては 6 個（木口の長辺が 210㎜以上のものにあっては、8 個）以内であること	長径が 20㎜を超え、かつ長径が木口の長辺の 70%以下であること
並	長径が木口の長辺の 70%以下であること	－

2.2.1　試験方法

2.2.1.1　試験材

試験材には、節有りのスギ板材、および対照として節無しのスギ板材を用いた。

節有り試験材は密度 0.39～0.45 g/cm^3、節無し試験材は密度 0.33～0.36 g/cm^3 の範囲とした。試験材の寸法は長さ 99㎜、幅 99㎜、厚さ 18㎜ とした。

節有り試験材は、木表、木裏に現れている節の長径を測定し、造作用製材の節の基準を参考に、木表側の節長径の長さで次のように 2 区分した。

	木表の節長径(㎜)
N	0（節無し）
Ｆ１	９～15
Ｆ２	20～25

Ｆ１：造作用製材の「小節」の範囲内の大きさ
Ｆ２：「小節」を若干上回る大きさ

試験材の節の大きさ、および形状を**図 2.2.1**、**表 2.2.1** に示した。

2.2.1.2　薬剤処理

試験材はリン酸・ホウ酸系の薬剤水溶液で加圧注入処理した。注入処理後、薬剤量を算出し、所定範囲にある試験材を選抜し、試験体とした。

薬剤量は次式によって求めた。

薬剤量(kg/m^3)＝((W2－W1)×C)/V×1000
W1：加圧注入処理前重量(g)
W2：加圧注入処理後重量(g)
C ：薬液濃度(%)
V ：試験材の体積(cm^3)

各試験体の薬剤量の範囲は次のとおりである。

試験体記号	木表の節長径(mm)	防火等級	薬剤量(kg/m^3)
ＮＱ	0（節無し）	準不燃	184～197
ＮＮ		不燃	277～291
Ｆ１Ｎ	９～15	不燃	278～291
Ｆ２Ｑ	20～25	準不燃	196～205
Ｆ２Ｎ		不燃	279～287

2.2.1.3　燃焼試験

防火性能の評価は、指定性能評価機関の「防耐火性能試験・評価業務方法書」の発熱性試験に準じて行った。

加熱時間は、準不燃のＮＱおよびＦ２Ｑは 10 分間、不燃のＮＮ、Ｆ１ＮおよびＦ２Ｎは 20 分間とした。

2.2.2　試験結果

2.2.2.1　発熱性

発熱性試験による総発熱量と最大発熱速度の結果を**表 2.2.1** に示す。また、発熱速度、総発熱量の経時変化の一例を**図 2.2.2** に示す。

ＮＱとＦ２Ｑ、ＮＮとＦ１ＮおよびＮＮとＦ２Ｎ、すなわち節の有無で、総発熱量および最大発熱速度に有意差はなかった。また、すべての試験体で着火は観察されなかった。

2.2.2.2　亀裂

燃焼試験後、裏面を観察した(**図 2.2.3～図 2.2.4**)。

準不燃材料の 10 分加熱の場合、裏面側への亀裂、損傷は観察されなかった。

不燃材料の 20 分加熱で、節を有する 10 試験体のうち 1 試験体で、節の亀裂が裏面に貫通していることが観察された(**図 2.2.4**)。

2.2.3　まとめ

造作用製材に定められる小節程度の節が材面に存在しても、今回の試験条件の範囲では、発熱性に無節との差はないと考えられる。一方、裏面が半炭化するような材料厚さの場合、長径 20mm 以上の節の部分で、節の収縮を原因とする裏面に貫通する亀裂を生じる可能性が示唆された。

F2Q3

F2Q4

F2Q5

F1N1

F1N2

F1N4

F2N2

F2N3

F2N4

NQ3

NN2

図 2.2.1　木表側（加熱面）の節の状態

表 2.2.1　試験材の節の大きさおよび発熱性試験結果

	試験体		節長径（木表）(mm)	節長径（木裏）(mm)	薬剤量 kg/m³	総発熱量 THR MJ/m²	最高発熱速度 HRR kW/m²
準不燃	節無し	NQ1			184	2.0	7.4
		NQ2			188	2.1	7.7
		NQ3			196	1.9	6.3
		NQ4			196	1.2	5.0
		NQ5			197	2.2	5.3
		平均	0	0	192	1.9	6.3
	節有り	F2Q1	22	28	196	2.2	8.5
		F2Q2	25	16	199	1.8	8.6
		F2Q3	22	10	201	2.4	7.1
		F2Q4	23	17	202	1.6	5.1
		F2Q5	21	17	205	1.6	5.8
		平均	23	18	201	1.9	7.0
不燃	節無し	NN1			277	7.1	10.6
		NN2			279	5.3	8.2
		NN3			281	4.8	7.7
		NN4			291	3.7	7.0
		平均	0	0	282	5.2	8.4
	節有り	F1N1	13	13	278	6.3	10.2
		F1N2	14	16	281	5.4	9.4
		F1N3	13	なし	288	4.9	8.2
		F1N4	15	4	289	6.0	9.4
		F1N5	9	11	291	5.9	9.3
		平均	13	11	285	5.7	9.3
		F2N1	23	21	279	8.1	15.7
		F2N2	24	13	281	5.6	9.8
		F2N3	20	15	283	6.2	9.3
		F2N4	22	10,5	284	5.9	8.0
		F2N5	23	19	287	5.1	9.3
		平均	22	17	283	6.2	10.4

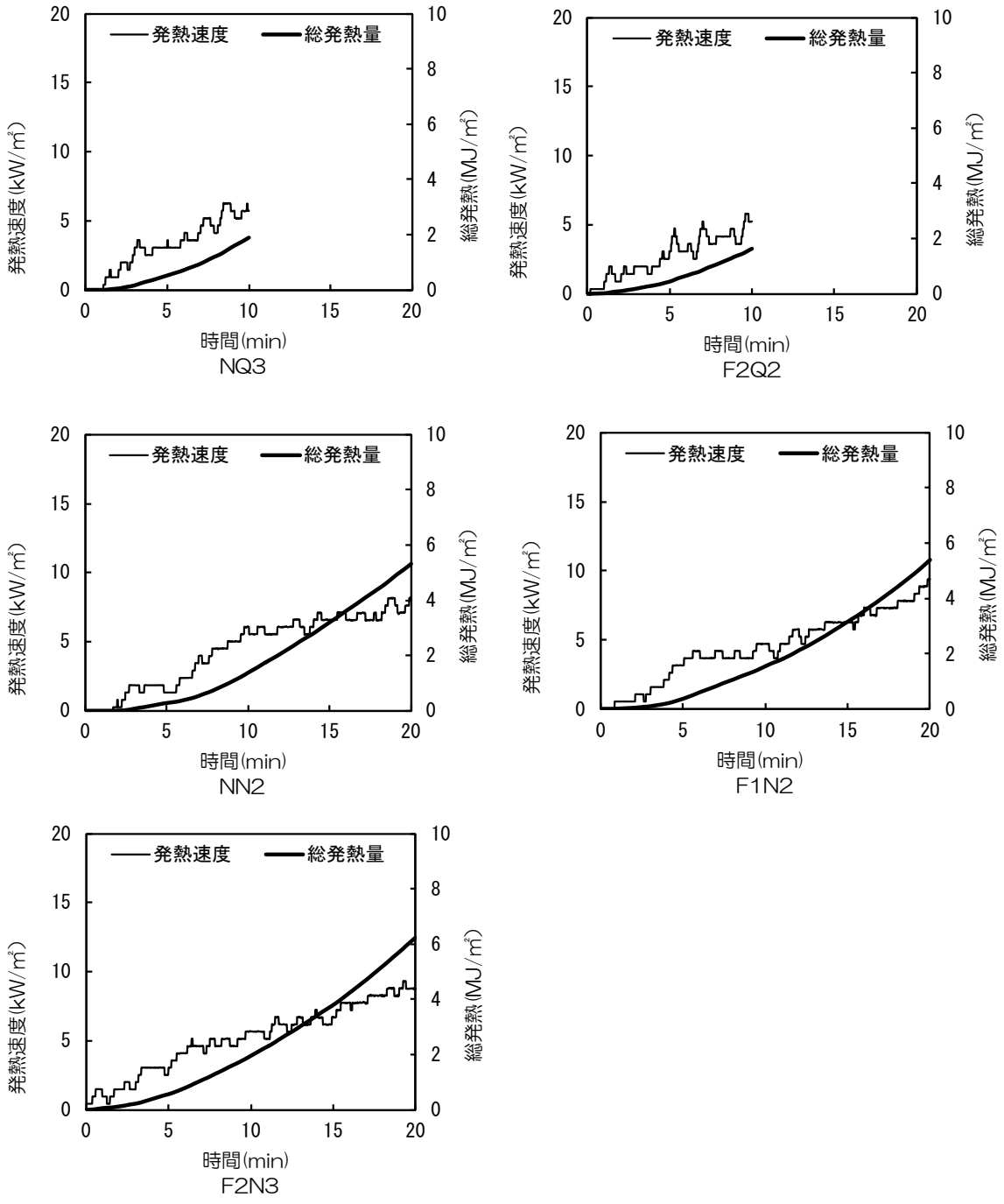

図 2.2.2　発熱速度、総発熱量の経時変化の一例

NQ4

F2Q4

F2Q4

NN2

F1N1

F1N2

F2N1

F2N2

F2N4

図 2.2.3　加熱後の非加熱面の状態-1

F2N5

図 2.2.4　加熱後の非加熱面の状態-2

2.3　品質管理基準の例

防火材料が常に所定の性能を発揮することは、当然であるとともに、安全上からもきわめて重要である。従って、防火材料の製造者は製造段階において常にその品質管理に努めなければならない。

防火材料の個別認定にあたっては、材料の種類、形状、大きさ、密度、構成、難燃剤の種類・固形量などの仕様が定められる。国土交通大臣の個別認定で定められる項目およびその仮想の一例を**表 2.3.1** に示す。

表 2.3.1　防火材料で定められる仕様（例示）

	項　　目	仕　　様
形状および寸法等	形　　状	平板
	表 面 形 状	平滑
	大きさ(mm)	厚さ　20(±0.5) 幅　　100（±5) 長さ　3,100 以下
	かさ比重（g/cm^3)	0.6(±0.05)
	質量(kg/m^2)	12.0(±1.0)
材料構成	表　面　材	なし
	芯　　材	・厚さ　20(±0.5) mm ・すぎ板 厚さ　20(±0.5) mm 質量　6.0(±1.0) kg/m^2(有機質量 6.0(±1.0) kg/m^2) 密度　300(±30) kg/m^3 ・薬剤 リン酸水素二アンモニウム 固形量 300kg/m^3
	裏　面　材	なし

注）数値、薬剤名等はすべて仮想である

また、防火材料の性能評価試験においても、試験体仕様・組成証明の確認、試験体製作への立ち会い、サンプルの保管など、性能評価試験の管理方法が定められ、厳格に運用されている。

このように、現行の防火材料認定システムでは、性能評価および認定までのルールは明示されているが、製造された製品が認定された仕様に合致しているかどうかについての評価、確認は含まれておらず、それらは製造者の自己管理に委ねられている。これは、性能評価機関による性能評価および個別認定という制度が、認定申請者が提出する「仕様」が防火材料の判定基準に適合しているかどうかを判定するものであり、個々の「製品」の適合性を判断するものではないことによる。そのため、製品の品質安定を図るために、製造者は遵守すべき事項を定めた製造基準および品質管理基準を自ら作成し、それに沿った管理を行うことが必要となる。しかしながら、防火木材の製造や品質管理に係わる一般的な基準、規格の類は現在のところ作成されていない。

そこで、難燃処理木質建材の製造工程を想定し、その製造工程での管理項目を整理した。なお、以下に示した品質管理基準は、標準的と考えられる一例を示したものである。実際の品質管理は認定の仕様が保証できることを前提として、製造者が、個々の難燃処理木質建材およびその製造工程に即して定められる必要がある。

2.3.1　製造工程

下記のような難燃処理木質建材の製造を想定した。

木質材料の種類	製材（板材）
難燃処理の方法	難燃剤水溶液の加圧注入
防火性能	国土交通大臣の個別認定品

このような難燃処理木質建材の製造は、おおむね**図 2.3.1** に示すような工程から成っている。なお、木質材料には、複数枚の板材を接着剤で積層した材料、薬剤の注入性向上のためのインサイジング処理を施した材料、耐久性向上のための熱処理を施した材料等が考えられるが、ここでは最も単純な構成の板材を想定した。

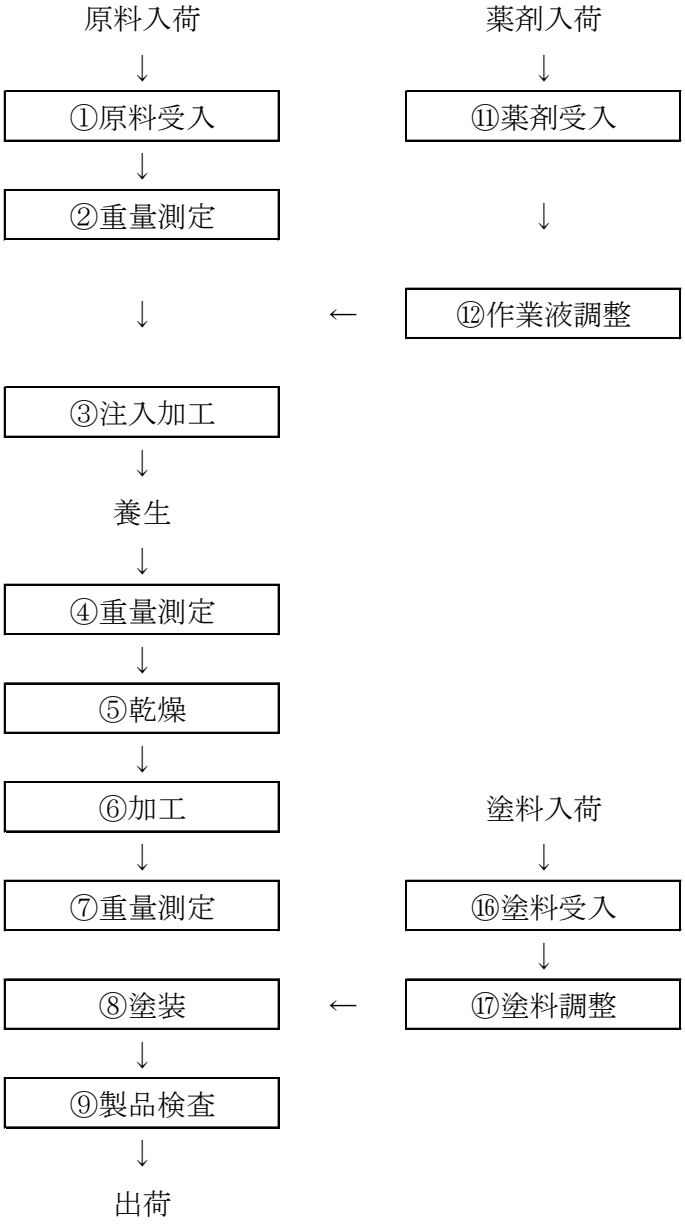

図 2.3.1　難燃処理木質建材の製造工程

2.3.2　管理項目

各工程で管理すべき項目を**表 2.3.2** に示す。

表 2.3.2　品質管理項目

No.	工程名	管理項目	規格	取り扱い方法 (単位・頻度等)	計測機器
①	原料受入	樹種		抜き取り	目視
		数量			目視
		寸法	幅・厚さ・長さ		スケール
		等級			目視
		荷姿			目視
②	重量測定	密度	kg/㎥	全数	重量計
		含水率	%		含水率計
③	注入加工	前排気時間・圧力	分・MPa	ロット	タイマー ゲージ
		加圧時間・圧力	分・MPa		
		後排気時間・圧力	分・MPa		
④	重量測定	密度	kg/㎥	全数	重量計
⑤	乾燥	含水率	%	ロット	含水率計 (もしくは) 重量計
⑥	加工	寸法	幅・厚さ・長さ	ロット	スケール
		外観表面			目視
⑦	重量測定	密度	kg/㎥	全数	重量計
⑧	塗装	塗布量	g/㎡	ロット	重量計
⑨	製品検査	品目		ロット	目視
		寸法	幅・厚さ・長さ		
		数量		全数	
		外観			
⑪	薬剤受入	種類		全数	目視
		数量			
⑫	作業液調整	薬剤量	kg	タンク	重量計
		希釈液量	kg		重量計
		希釈液温度	℃		温度計
		撹拌時間	分		タイマー
		濃度	%		比重計
⑯	塗料受入	種類		全数	目視
		数量			
⑰	塗料調整	配合比		ロット	重量計

各管理項目（**表 2.3.2**）に対応する留意事項を**表 2.3.3** に示した。なお、前述のとおり、管理項目は単純な構成の板材を想定したものであり、材料に前処理等が施される場合は、それらに対する管理項目および留意事項を付加する必要がある。

表 2.3.3　品質管理における留意事項

No.	工程名	管理項目	留意事項
①	原料受入	樹種	・個別認定を受けた樹種であること
		数量	
		寸法	
		等級	・節の大きさで原料を選別する ・加熱後に非加熱面に達する貫通亀裂が生じないよう、節の大きさの管理値を設ける（2.2 参照）
		荷姿	
②	重量測定	密度 含水率	・重量・寸法と含水率から密度を求め、個別認定の密度範囲内にある原料を選別する ・密度範囲から外れた原料は、他製品に利用する等、難燃処理木質建材には使用しない
③	注入加工	前排気時間・圧力	
		加圧時間・圧力	
		後排気時間・圧力	
	養生		・注入加工後、原料からの作業液の浸み出しが止まるまでの時間、放置する
④	重量測定	密度	・原料からの作業液の浸み出しが止まってから重量を測定する ・注入加工前後の原料重量と作業液濃度から薬剤量を計算する ・原料の長さ方向における薬剤量の不均一性、および注入加工後に料表面を加工（切削）する場合は厚さ方向の薬剤量分布も考慮した薬剤量管理基準値（2.1 参照）を設定し、管理基準値に適合する材料を選別する （・薬剤量が基準値に達しない材料は、再度、注入加工を行い、薬剤量を計算する）
⑤	乾燥	含水率	・薬剤を含む材料の含水率は、含水率計では測定できないことがあるので、その場合は、材料の一部をサンプリングし、これを乾燥させて含水率を求める等の方法をあらかじめ定める
⑥	加工	寸法 外観表面	・切削量（厚さ）は、①の原料厚さ、⑨の製品厚さ、と整合性があること ・寸法は、個別認定で規定されている値±公差(製品許容差)の範囲にあること
⑦	重量測定	密度	・密度は、個別認定で規定されている値±公差(製品許容差)の範囲にあること （・原料と製品の含水率が異なる場合、木質部の密度の整合性に特に留意すること）

⑧	塗装	塗布量	・個別認定の仕様に塗装が含まれている場合のみ、塗料の塗布が可能となる（工場、施工現場とも） ・施工現場での塗装を製品の仕様に含める場合、塗装方法の明示、塗装者への指導等の管理項目を別途定める ・複数層塗布する場合、各層の塗布量および合計塗布量とも、個別認定で既定されている値の範囲にあること ・素地調整に使用する研磨材の規格を定める ・塗装回数、乾燥時間を定める
⑨	製品検査	品目	
		寸法	
		数量	
		外観	

⑪	薬剤受入	種類	・薬剤の組成、配合を明示する
		数量	
⑫	作業液調整	薬剤量	・複数薬剤を混合する場合は、所定の配合比となるよう溶解手順を定める
		希釈液量	
		希釈液温度	
		撹拌時間	
		濃度	

⑯	塗料受入	種類	・塗料、希釈液の組成を明示する
		数量	
⑰	塗料調整	配合比	

2.4　ＡＱ認証制度

第三者による木質建材の品質性能および生産・供給体制の認証制度として公益財団法人日本住宅・木材技術センターによる優良木質建材等認証制度（ＡＱ認証）がある。難燃薬剤処理木材をＡＱ認証の対象品目とした場合の流れと品質性能評価基準案を以下に示す。

2.4.1 ＡＱ認証の流れ

(1) 事前相談

申請品目、申請製品の仕様、技術者配置、試験・検査、申請書類、スケジュール、費用等について申請者と事務局（公益財団法人日本住宅・木材技術センター）で十分に打合せを行う。

(2) 試験・検査

申請者が登録試験検査機関に依頼し、品質性能評価基準に定める試験・検査を行う。ただし、難燃薬剤処理木材の登録試験検査機関は現時点で決まっていない。

(3) 安定度調査

２週間以上あけて製造した３回製造分について申請者が品質性能評価基準に定める試験・検査を行う。申請者が自社で試験・検査を行うことができない場合は外注可。

(4) 認証申請

認証申請書に次の項目について記載した書類を添付し、事務局に提出する。

申請書添付資料	新規申請時	更新申請時
Ⅰ　申請者概要 1　社名・代表者名・所在地 2　設立年月日 3　資本金・年間売上高 4　会社機構図 5　従業員数 6　主要事業所名及び所在地 7　主要取扱品目及び年間取扱量	○	○
Ⅱ　申請製品 1　申請製品規格 2　表示の様式及び方法 3　年間予定生産量及び主な出荷先 4　製造基準 4.1　製造工程図 4.2　原材料基準 4.3　製造技術基準 4.4　製品基準	○	○
Ⅲ　製造工場 1　製造工場の概要 1.1　工場名・所在地・責任者名 1.2　JAS認定の有無 1.3　設立年月日 1.4　工場機構図 1.5　従業員数 1.6　責任者、有資格者配置状況 1.7　工場配置図、及び機械配置図 2　主要製造機械設備リスト 3　主要検査設備機器リスト 4　品質管理基準 4.1　品質管理規定 4.2　品質管理組織図 4.3　品質管理実施一覧表	○	○

4.4　検査規格 4.4.1　原材料受入検査規格 4.4.2　外注加工（処理）受入検査規格 4.4.3　工程内検査規格 4.4.4　製品検査規格 5　申請者と製造工場との関係 5.1　外注委託契約書写し		
Ⅳ　認証製品の供給体制 1　製品供給形態 2　苦情処理要領	○	○
Ⅴ　品質性能試験・検査成績書 （登録試験検査機関によるもの）	○	○
Ⅵ　品質安定度調査報告書	○	－
Ⅶ　認証製品の生産・出荷実績	－	○
Ⅷ　苦情処理実施記録	－	○
（Ⅸ　品質管理等実施状況） 1　品質管理検査記録（4.4.1～4.4.4）	－	○

(5) 工場実地調査

調査員が申請書類の記載事項について製造工場に赴いて確認する。工場実地調査は事務局が行う場合と、登録試験検査機関に委託して行う場合がある。

(6) 品質性能および生産・供給体制の審査

学識経験者等で構成される優良木質建材等認証審査委員会によって次の事項を確認する。

- 品質性能に関する試験・検査結果が判定基準を満たしているか。
- 技術基準、品質管理等からみて品質性能の確保が可能であるか。

(7) 認証

審査結果に基づき認証の可否が決定され、申請者に通知される。事務局は申請者に認証書および認証評価書を発行する。

(8) 表示

認証製品には優良木質建材等表示基準に従って認証番号、製造者名等の表示を行う。

(9) １年目サーベイランス

１年目サーベイランスは認証１年目に防腐・防蟻処理品目のみを対象として実施する。登録試験検査機関による防腐・防蟻処理試験を受け、事務局へ提出する。難燃薬剤処理木材の１年目サーベイランスをどうするかは現時点では決まっていない。

(10) ２年目サーベイランス

２年目サーベイランスは認証２年目にすべての認証製品を対象として実施する。実施内容は次のとおり。

① 生産・出荷・苦情処理実績の報告

② 品質管理検査記録の提出

申請者が事務局から指定された品質管理検査記録の写しを事務局へ提出する。

③ 試験・検査

登録試験検査機関により品質性能評価基準に定める試験・検査を実施する。

(11) ３年目サーベイランス

認証３年目は更新申請準備の時期であるため、３年目サーベイランスは更新申請準備と兼ねる。

2.4.2 ＡＱ品質性能評価基準案

Q-1　難燃処理木質建材

１．対象となる建材の範囲

難燃薬剤で処理を施した木質建材。ただし、国土交通大臣が難燃材料、準不燃材料、若しくは不燃材料として認定したもの又は定めたものに限る。

２．対象となる建材を製造するために必要な技術者

①　品質管理担当者又は格付検査担当者（１名以上）

３．試験・検査項目

試験項目	性能区分
1　発熱性試験	

検査項目	性能区分
1　寸法測定 2　材面の欠点測定	

４．試験・検査の方法及び判定基準

試験項目	発熱性試験
試料の抽出	1 荷口から 3 本(枚)の試料材を抽出する。
試験片の作製	各試料材の中央から 99㎜ 四方の試験片を切り出す。試験片厚さは製品厚さとする。
試験方法	試験片の難燃材料、準不燃材料、不燃材料の区分にしたがい、建築基準法に基づく認定に係る指定性能評価機関が定める防耐火性能試験・評価業務方法書の発熱性試験・評価方法による。
判定基準	判定基準は、建築基準法に基づく認定に係る指定性能評価機関が定める防耐火性能試験・評価業務方法書の発熱性試験・評価方法による。試験片のすべてが判定基準に適合する場合、合格したものとする。
備考	結果には発熱速度及び総発熱量の経時変化の図を添付すること。

検査項目	寸法測定
試料の抽出	1 荷口から 5 本抽出する。
検査方法	短辺、長辺及び材長を鋼製スケール又はノギスで測定する。
判定基準	表示寸法と測定した寸法との差が自社の基準に適合すること。
備考	

検査項目	材面の欠点測定
試料の抽出	製材についての検査方法（第１種検査方法）による（平成 19 年 11 月 22 日農林水産省告示第 1467 号)。
検査方法	鋼製スケール、ノギス又は目視による。
判定基準	材面の品質が自社の基準に適合すること。
備考	

第3章 難燃処理木質建材の維持管理

3.1　難燃処理木質建材の使用状況調査

3.1 難燃処理木質建材の使用状況調査　につきましては、
公開の許可が得られていない情報を含むため、非公開とします。

3.2　屋内環境を想定した難燃薬剤の溶脱性能確認方法

屋内環境を想定した耐久性試験方法を**表 3.2.1** に示す。屋内環境では水がかりになることは想定されないことから、耐久性試験方法も、高湿－乾燥の繰り返しか、高湿度暴露、のどちらかとなっている。難燃処理木質材料に対する耐候操作としては、高湿度暴露が乾湿繰り返し操作よりも厳しく（3.2、参照)、かつ試験方法として簡便であることから、高湿度暴露を用いることが考えられる。

そこで、屋内で使用されることを想定した無塗装の難燃処理木質建材を対象に、耐候操作として乾湿繰り返し操作と高湿度環境暴露を用い、それらの差を検討した。測定項目は、耐候操作中の試験体の質量増加、試験体表面の水滴・白華の発生および耐候操作後の薬剤固形分量とした。更に、一部の試験体は、耐候操作による難燃剤の溶脱が防火性能への影響を確認するため、発熱性試験を行った。

表 3.2.1　屋内環境を想定した耐久性試験方法

番号	暴露条件	評価方法	規格等	
1	屋内 1 種（一般的な室内環境） 20℃・30%RH8 時間→60℃・90%RH16 時間を 1 サイクルとする 7 サイクル 屋内 2 種（高温、高湿度な室内環境） 20℃・30%RH8 時間→80℃・90%RH16 時間を 1 サイクルとする 14 サイクル	JIS A 1321	(財)日本建築センター：ビルディングレター、pp.13-23、1997 年 6 月.	
2	40℃・90%RH24 時間→60℃送風乾燥 24 時間を 1 サイクルとする 5 サイクル	白華	N-1 (白華抑制塗装木質建材)	
3	温度 27±3℃、湿度 90±3%RH で恒量(24 時間の質量変化率が 0.2%以内) に達するまで	含水率 白華及び水滴	NT　FIRE 054	Class INT

JIS A 1321　建築物の内装材料及び工法の難燃性試験方法

N-1　白華抑制塗装木質建材（優良木質建材等の品質性能評価基準 N-1）

NT FIRE 053　Durability of Reaction to Fire-Performance Classes of Fire-Retardant Treated Wood-Based Products in Interior and Exterior End Use Applications

3.2.1　試験方法

3.2.1.1　試験材

試験材には、スギ心材を用いた。試験材は、長さ 200mm、幅 105mm、厚さは 6、12、18mm の 3 種類とした。試験材の全乾密度をサンプルの含水率から算出し、0.242～0.311g/cm^3 の範囲にあるものを用いた。

3.2.1.2　薬剤処理

薬剤には、リン酸水素二アンモニウム（米山化学工業製）と八ホウ酸ナトリウム四水和物（BORAX 社製　ティンボア）を用いた。各薬剤は、水道水で溶解させ、リン酸水素二アンモニウムは濃度 16～17%および 29%の 2 水準、八ホウ酸ナトリウム四水和物は濃度 17～18%の 1 水準の水溶液に調整した。

処理前の試験材は、強制循環式恒温乾燥器を用いて 60℃で 72 時間乾燥した後、常温のデシケータ内で冷却した。乾燥後、質量を測定した後、減圧加圧注入処理装置を用いて薬剤の注入処理を行った。なお、八ホウ酸ナトリウム四水和物の水溶液は、常温では析出が見られたため、45℃に加温して注入処理に用いた。更に、上記の処理材の他、コントロールとして水道水で同様の注入処理をした無処理材を作成した。

注入処理条件は、減圧を-0.09MPa（ゲージ圧）で 30 分、加圧を 1.17MPa（ゲージ圧）で 2 時間とした。注入処理後の試験材は、バットから出して 30 分程度立てかけた後、質量を測定した。その後、工場内で 3 日間以上風乾させた後、強制循環式恒温乾燥器を用いて 40℃で含水率が 10%前後まで乾燥させた。

各試験材は、以下の式を用いて薬剤固形分量 L を算出し、不燃材料相当として 255～268kg/m^3、準不燃材料相当として 140～163kg/m^3 の範囲を試験体に選定した。試験体は、溶脱操作 2 種類、および溶脱操作無しの 3 種類について各 3 体作成した。試験体の概要を**表 3.2.1～表 3.2.2** に示す。また、表中には、3.2.1.4 で算出した薬剤固形分量 G、溶脱操作前の養生後の質量および木口シールの質量を併記した。

$$\text{薬剤固形分量 L(kg/m}^3\text{)} = \frac{(\text{注入処理後の木材の質量(kg)} - \text{注入処理前の木材の質量(kg)}) \times \frac{\text{C(\%)}}{100}}{\text{処理前の木材の体積(m}^3\text{)}}$$

C：薬液濃度（%）

表 3.2.1　試験体の概要（耐候操作無し）

溶脱操作	試験体	薬剤	厚さ	番号	木材 全乾密度 (g/cm^3)	処理木材 全乾密度 (g/cm^3)	薬剤 固形分量L (kg/m^3)	薬剤 固形分量G (kg/m^3)	溶脱操作前 の質量 (g)	小口シール の質量 (g)
無し	無処理		6mm	1	0.244	0.245	0	1	34.8	−
				2	0.305	0.307	0	2	43.8	−
				3	0.295	0.295	0	0	41.9	−
			12mm	1	0.301	0.302	0	2	86.2	−
				2	0.290	0.291	0	1	83.1	−
				3	0.242	0.242	0	0	68.9	−
			18mm	1	0.244	0.246	0	2	103.9	−
				2	0.299	0.300	0	1	127.3	−
				3	0.306	0.309	0	3	130.8	−
	P系準不燃	リン酸水素 ニアンモニウム	6mm	1	0.255	0.391	148	136	56.6	−
				2	0.289	0.418	140	130	60.6	−
				3	0.300	0.431	150	131	62.6	−
			12mm	1	0.244	0.386	152	142	112.1	−
				2	0.292	0.423	142	131	123.4	−
				3	0.244	0.383	148	139	111.0	−
			18mm	1	0.290	0.416	142	126	180.3	−
				2	0.250	0.382	146	132	164.6	−
				3	0.290	0.420	146	130	181.8	−
	P系不燃	リン酸水素 ニアンモニウム	6mm	1	0.293	0.509	256	216	74.3	−
				2	0.297	0.523	265	226	76.3	−
				3	0.299	0.528	266	228	77.3	−
			12mm	1	0.297	0.523	264	225	153.2	−
				2	0.243	0.457	255	215	133.5	−
				3	0.287	0.514	265	227	150.4	−
			18mm	1	0.308	0.538	265	230	234.6	−
				2	0.303	0.522	255	219	227.7	−
				3	0.301	0.527	264	226	230.1	−
	B系準不燃	ハホウ酸 ナトリウム 四水和物	6mm	1	0.310	0.427	143	117	63.9	−
				2	0.291	0.427	158	136	63.8	−
				3	0.310	0.446	157	136	66.7	−
			12mm	1	0.310	0.441	152	131	130.7	−
				2	0.291	0.418	147	126	123.7	−
				3	0.300	0.433	155	133	128.6	−
			18mm	1	0.300	0.431	152	132	190.1	−
				2	0.254	0.387	155	133	171.4	−
				3	0.310	0.432	146	122	190.6	−

表 3.2.2　試験体の概要（耐候操作有り）

溶脱操作	試験体	薬剤	厚さ	番号	木材 全乾密度 (g/cm^3)	処理木材 全乾密度 (g/cm^3)	薬剤 固形分量L (kg/m^3)	薬剤 固形分量G (kg/m^3)	溶脱操作前 の質量 (g)	小口シール の質量 (g)
乾湿繰り返し	無処理		6mm	1	0.294	0.295	0	1	41.8	1.2
				2	0.305	0.306	0	1	43.4	1.1
				3	0.246	0.247	0	2	35.1	1.4
			12mm	1	0.301	0.304	0	3	86.6	2.0
				2	0.290	0.291	0	2	82.9	2.3
				3	0.242	0.243	0	1	69.1	3.0
			18mm	1	0.298	0.300	0	2	126.8	4.3
				2	0.307	0.307	0	0	129.8	4.3
				3	0.245	0.246	0	1	104.1	4.2
	P系準不燃	リン酸水素 二アンモニウム	6mm	1	0.309	0.441	145	132	63.7	0.8
				2	0.296	0.431	151	135	62.2	1.1
				3	0.292	0.422	142	131	61.0	1.1
			12mm	1	0.293	0.426	142	133	123.5	2.6
				2	0.254	0.398	153	144	115.5	2.6
				3	0.267	0.405	148	138	117.4	2.7
			18mm	1	0.304	0.441	151	137	190.7	3.8
				2	0.251	0.380	144	129	164.2	4.3
				3	0.293	0.426	148	133	184.2	3.6
	P系不燃	リン酸水素 二アンモニウム	6mm	1	0.294	0.517	261	223	75.4	0.8
				2	0.300	0.518	258	218	75.5	0.8
				3	0.285	0.515	268	231	75.1	0.8
			12mm	1	0.298	0.528	267	231	154.3	2.2
				2	0.252	0.472	260	220	137.8	2.2
				3	0.295	0.521	262	226	152.2	2.3
			18mm	1	0.301	0.528	262	227	230.2	3.4
				2	0.309	0.530	259	221	231.0	3.0
				3	0.294	0.524	267	230	228.7	3.4
	B系準不燃	ハホウ酸 ナトリウム 四水和物	6mm	1	0.303	0.419	145	116	62.4	0.8
				2	0.296	0.431	158	135	64.2	0.7
				3	0.311	0.444	156	134	66.2	0.8
			12mm	1	0.247	0.386	158	139	114.3	2.2
				2	0.292	0.424	152	132	125.6	2.4
				3	0.292	0.420	148	128	124.3	2.3
			18mm	1	0.288	0.417	147	130	184.1	4.3
				2	0.305	0.444	159	139	196.0	3.8
				3	0.288	0.416	152	128	183.4	3.7
長期高湿度 暴露	無処理		6mm	1	0.247	0.249	0	1	35.3	1.1
				2	0.294	0.297	0	3	42.1	1.2
				3	0.306	0.310	0	4	44.0	1.0
			12mm	1	0.302	0.304	0	1	86.4	2.5
				2	0.243	0.244	0	1	69.4	2.3
				3	0.289	0.292	0	3	83.1	2.5
			18mm	1	0.247	0.247	0	1	104.6	3.8
				2	0.308	0.309	0	2	130.9	3.7
				3	0.298	0.298	0	0	126.1	3.8
	P系準不燃	リン酸水素 二アンモニウム	6mm	1	0.300	0.432	144	132	62.4	1.1
				2	0.292	0.426	145	134	61.5	0.9
				3	0.288	0.426	154	138	61.5	0.9
			12mm	1	0.246	0.391	155	145	113.5	2.3
				2	0.257	0.391	144	134	113.4	2.2
				3	0.254	0.391	147	137	113.6	2.5
			18mm	1	0.304	0.436	146	132	188.4	4.6
				2	0.304	0.440	149	136	190.2	4.2
				3	0.301	0.431	144	130	186.4	3.9
	P系不燃	リン酸水素 二アンモニウム	6mm	1	0.293	0.512	261	219	74.7	0.7
				2	0.285	0.504	260	218	73.4	0.9
				3	0.299	0.527	268	227	76.8	0.9
			12mm	1	0.297	0.526	267	229	153.6	2.0
				2	0.287	0.509	261	222	148.7	2.0
				3	0.304	0.526	260	222	153.6	2.5
			18mm	1	0.304	0.535	268	232	233.6	3.0
				2	0.301	0.525	260	224	229.1	3.3
				3	0.309	0.532	259	224	232.3	3.1
	B系準不燃	ハホウ酸 ナトリウム 四水和物	6mm	1	0.289	0.422	155	133	62.9	0.8
				2	0.295	0.421	148	125	62.7	0.8
				3	0.290	0.425	159	136	63.4	0.9
			12mm	1	0.300	0.432	151	133	128.1	2.1
				2	0.300	0.430	151	131	127.4	2.4
				3	0.247	0.387	158	141	114.7	2.6
			18mm	1	0.290	0.418	151	129	184.6	3.6
				2	0.263	0.407	163	144	179.5	4.0
				3	0.310	0.432	148	122	190.7	3.8

3.2.1.3　難燃剤の溶脱操作

防火木材の難燃剤の溶脱性を評価する溶脱操作は、乾湿繰り返し操作と長期高湿度暴露操作の2種類とした。

乾湿繰り返し操作

乾湿繰り返し操作は、日本住宅・木材技術センターのＡＱ認証「N-1 白華抑制塗装木質建材」の屋内用を対象とした促進耐候操作と同じとした。耐候操作前の試験体は、23℃・50%に設定した恒温恒湿装置内で24時間の質量変化率が0.1%以下に達するまで養生した。養生後の試験体は、両木口を2液性のエポキシ樹脂（神東塗料（株）製　ネオゴーセー#6000）でシールした。シールの際には、試験体の質量を測定し、塗布前後の質量差からシールの質量を算出した（**表 3.2.2.2**）。

乾湿繰り返し操作は、温度40℃・湿度90%RHの湿潤環境下で24時間（湿潤期間）と温度60℃で24時間乾燥（乾燥期間）を1サイクルとし、それを5回繰り返した。湿潤環境は恒温恒湿装置を、乾燥環境は強制循環式恒温乾燥器を使用した。試験体は、ステンレス製のスタンドに、ほぼ垂直に立てかけて暴露雰囲気に静置した（**図 3.2.1**）。

各試験体は、溶脱操作前、湿潤期間終了時および乾燥期間終了時において、試験体表面の水滴および白華の発生を観察するとともに、質量を測定した。

長期高湿度暴露操作

暴露雰囲気は、NT-FIRE054では温度27℃・湿度90%RHであるが、既往の文献[注1)]を参考に温度30℃、湿度90%RHとした。

溶脱操作前の試験体の養生および木口シールは、前項と同様とした。長期高湿度暴露操作は、温度30℃・湿度90%RHの雰囲気下で3週間行った。高湿度雰囲気は恒温恒湿装置を用いて行い、試験体はステンレス製のスタンドにほぼ垂直に立てかけて装置内に静置した。暴露操作が終了した試験体は、強制循環式恒温乾燥器を用いて60℃で72時間乾燥させた。

暴露中の試験体は、最初の10日間はほぼ24時間間隔で、試験体の表面状態の観察および質量の測定をした。暴露10日目以降は、試験体の変化が把握できる間隔で、試験体の観察および質量測定を行った。また、72時間の乾燥を行った試験体についても、同様に表面状態の観察および質量測定を行った。

図 3.2.1　高湿度雰囲気暴露中の試験体の状態

注1）河原﨑政行、平林靖：防火木材における白華の発生要因の検討、木材保存、40（1）、17-24（2014）

3.2.1.4　薬剤固形分量 G の算出

溶脱操作無しおよび溶脱操作前後の試験体は、温度 23℃・湿度 50%RH の恒温恒湿装置内で、24 時間の質量変化率が 0.1%以下になるまで養生した。養生後の試験体は質量を測定し、溶脱操作前後の試験体については事前に測定した木口シールの質量を除き、処理木材の質量を算出した。溶脱操作無しおよび溶脱操作後の試験体は、質量を測定した後、**図 3. 2.2** に示すように含水率測定用小片と発熱性試験用小片を採取した。含水率測定用小片は、全乾法により 2 片の全乾質量を求め、乾燥前の合計質量と乾燥後の合計質量から含水率を算出した。試験体の薬剤固形分量 G は、試験体の全乾密度および試験体に用いた木材の全乾密度を用いて、以下の式により算出した。

$$\text{薬剤固形分量 G}\ (\mathrm{kg/m^3}) = (\text{試験体の全乾密度}\ (\mathrm{g/cm^3}) - \text{試験体に用いた木材の全乾密度}\ (\mathrm{g/cm^3})) \times 1000$$

$$\text{試験体の全乾密度}\ (\mathrm{g/cm^3}) = \frac{\text{養生後の試験体の全乾質量}\ (\mathrm{g})}{\text{試験体に用いた木材の体積}\ (\mathrm{cm^3})}$$

$$\text{養生後の試験体の全乾質量}\ (\mathrm{g}) = \frac{\text{養生後の試験体の質量}\ (\mathrm{g})}{\left(1+\frac{\text{養生後の試験体の含水率}\ (\%)}{100}\right)}$$

養生後の試験体の含水率：溶脱操作無しおよび溶脱操作後の試験体の含水率は、採取した小片から算出した値とする。溶脱操作前の試験体の含水率は、溶脱操作無しの同種類の試験体の値とする。

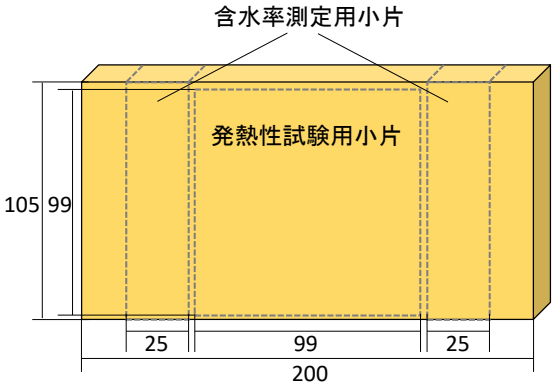

図 3.2.2　含水率測定用小片および発熱性試験用小片の採取

3.2.1.5　防火性能の評価

4. 3 で採取した発熱性試験用小片について、厚さ 18㎜ のみを発熱性試験により防火性能を評価した。防火性能の評価は、指定性能評価機関の試験方法評価業務方法書[注 1)] の発熱性試験に準じて行った。

採取した小片は、試験前に温度 23℃・湿度 50%RH の雰囲気下で、24 時間の質量変化率が 0.1%以下になるまで養生した。発熱性試験は、試験片への加熱条件を強度 50kW/m^2、加熱時間を 20 分間とし、10 分間および 20 分間の総発熱量、最高発熱速度および燃焼量を算出した。試験片数は溶脱操作を行った試験体数と同数の 3 片とした。

注 1) 例えば、“防耐火性能試験・評価業務方法書（平成 12 年 6 月 1 日制定、 平成 28 年 6 月 1 日変更)”、（一財)日本建築総合試験所: http://www.gbrc.or.jp/contents/documents/center/8A-103-01.pdf.

3.2.2　結果と考察

3.2.2.1　溶脱操作による木材の含水率変化

無処理試験体について、溶脱操作中の質量を基に算出した含水率の変化を**図 3.2.3** および**図 3.2.4** に示す。

乾湿繰り返し操作における厚さ 6㎜の試験体の含水率は、湿潤期間には 15.5～16.6%に増加し、乾燥期間には 1.6～2.2%まで減少した。それらの含水率の増減は、サイクルを経てもほぼ同様であった。一方、厚さ 12㎜および 18㎜の試験体の含水率は、1 サイクル目の湿潤期間では厚さ 6㎜とほぼ同様であったが、それ以降は厚さとともに湿潤期間の含水率が低く、乾燥期間の含水率が高くなる傾向があった。温度 40℃・湿度 90%RH の雰囲気における、木材の平衡含水率は 15～20%[注 1)] であることから、12㎜ 以上の厚さでは、湿潤期間において中心部まで吸湿されていない状態と考えられた。

長期高湿度暴露操作では、初期の含水率の増加に厚さ間の違いが見られるが、暴露 6 日目以降においては全ての厚さでほぼ同じ含水率に収束した。72 時間乾燥後の含水率は、平均値で 6㎜ が 4.5%、12㎜ が 6.0%、18㎜ が 7.4%と、厚さが厚くなるにしたがって高くなる傾向があった。この結果より、今回の長期高湿度暴露操作においては、無処理試験体では、湿潤期間に厚さ 6～18㎜ の試験体はほぼ中心部まで調湿されること、72 時間の乾燥では乾燥後の含水率に厚さの影響があることが分かった。また、乾湿繰り返し操作と比較すると、長期高湿度暴露操作は吸水量が多く、試験体の厚さの影響を受けにくいことが分かった。

注 1）改訂 3 版　木材工業ハンドブック、林業試験場監修、丸善（株）、東京、1982.

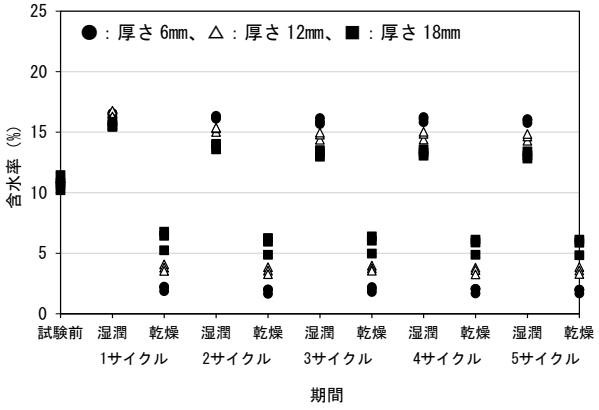

図 3.2.3　乾湿繰り返し操作による無処理試験体の含水率変化

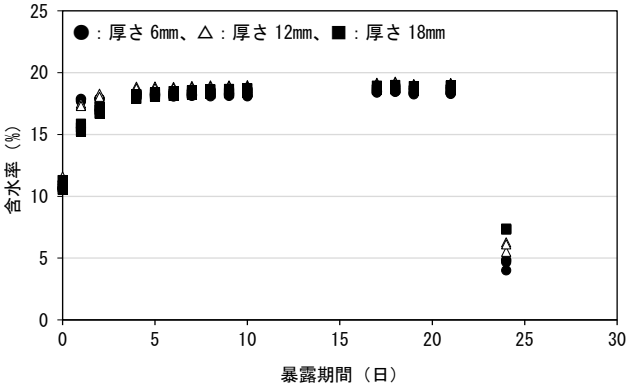

図 3.2.4　長期高湿度暴露操作による無処理試験体の含水率変化

3.2.2.2　溶脱操作による質量変化

乾湿繰り返し操作

乾湿繰り返し操作中の試験体の質量変化を**図 3.2.5～図 3.2.8** に示す。図中の値は、試験体の溶脱操作前の質量に対する溶脱操作中の質量の増減を示す。

湿潤期間における処理試験体の質量増加は、全ての種類において無処理試験体よりも大きくなった。処理試験体間では、準不燃材料において P 系薬剤が B 系薬剤よりも質量増加が大きくなった。また、P 系薬剤の処理試験体は、1 サイクル目の湿潤期間における質量増加では不燃材料と準不燃材料間に大きな差は無いが、その後のサイクルで P 系不燃の質量増加が小さくなる傾向が見られた。

湿潤期間の質量変化を厚さ間で見てみると、処理試験体および無処理試験体ともに、質量増加の差が小さく、試験体中心部まで十分に吸湿されていないことが推測された。

長期高湿度暴露操作

長期高湿度暴露操作における試験体の質量変化を**図 3.2.9～図 3.2.12** に示す。図中の値は、溶脱操作前の試験体質量に対する溶脱操作中の質量の増減を示す。

全ての試験体の質量は、暴露初期に大きく増加し、その後一定の値に収束する挙動が見られた。24 時間の質量変化が 0.5%以下になった時点を試験体の恒量とすると、恒量到達日数は、P 系不燃材料では 6mm が 9 日間、12mm と 18mm が 18 日間、P 系準不燃材料では 6 mmが 7 日間、12 mmが 18 日間、18 mmが 19 日間と厚くなるにしたがい長くなった。また、B 系準不燃材料も厚さと恒量到達日数の関係は P 系薬剤の処理試験体と同様であったが、恒量に到達する日数が P 系試験体よりも短くなった。また、恒量に達した時点の質量増加は、処理試験体は無処理試験体よりも大きく、また、処理試験体では P 系準不燃が B 系準不燃よりも大きく、薬剤の種類間に差が認められた。

2 つの溶脱操作間で比較すると、前項の無処理試験体と同様に、長期高湿度暴露操作の質量増加は、乾湿繰り返し操作における湿潤期間の質量増加よりも大きくなった。

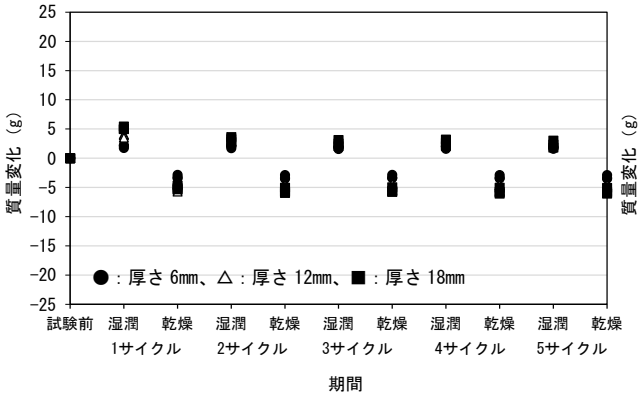

図 3.2.5　無処理試験体の乾湿繰り返し操作による質量変化

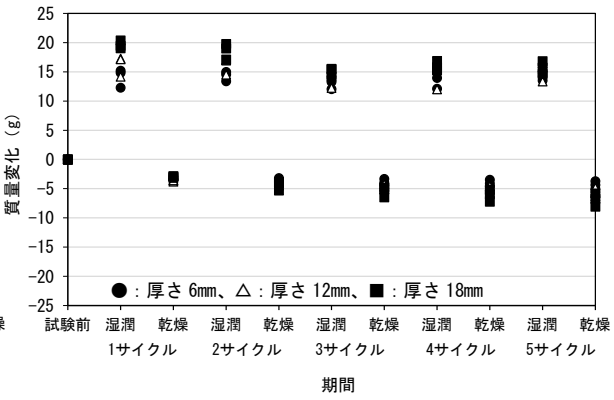

図 3.2.6　P 系準不燃の乾湿繰り返し操作による質量変化

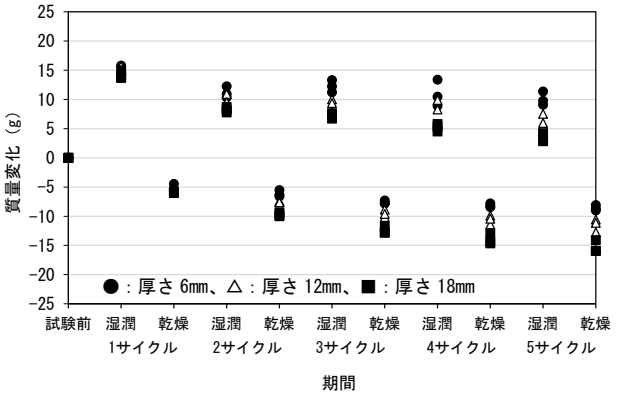

図 3.2.7　P 系不燃の乾湿繰り返し操作による質量変化

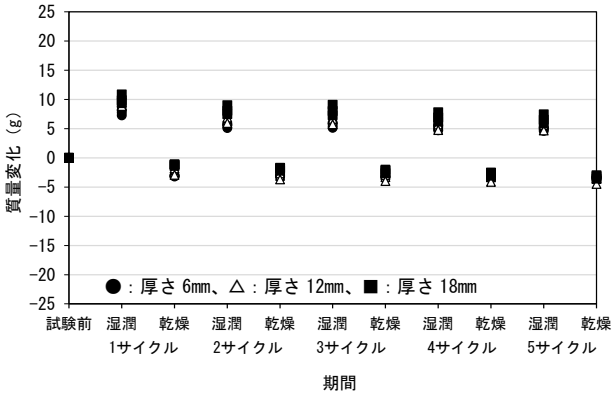

図 3.2.8　B 系準不燃の乾湿繰り返し操作による質量変化

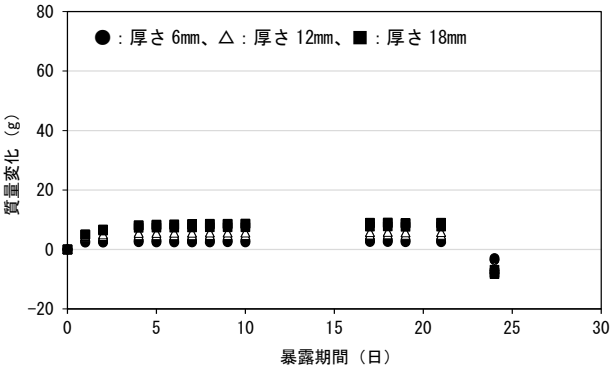

図 3.2.9　長期高湿度暴露操作による無処理試験体の質量変化

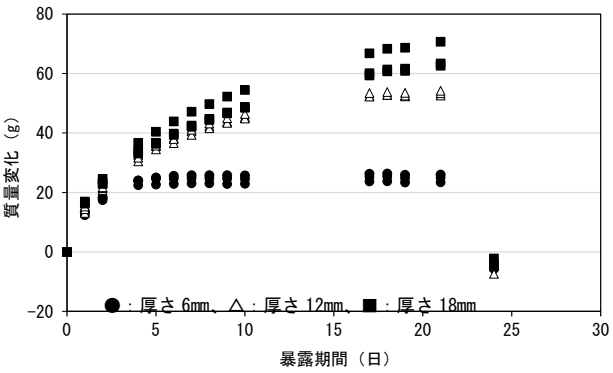

図 3.2.10　長期高湿度暴露操作による P 系準不燃の質量変化

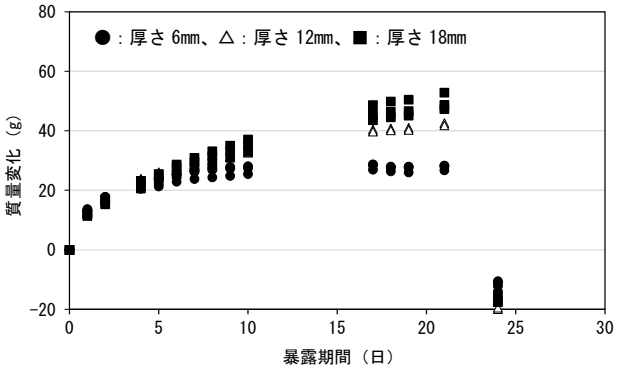

図 3.2.11　長期高湿度暴露操作による P 系不燃の質量変化

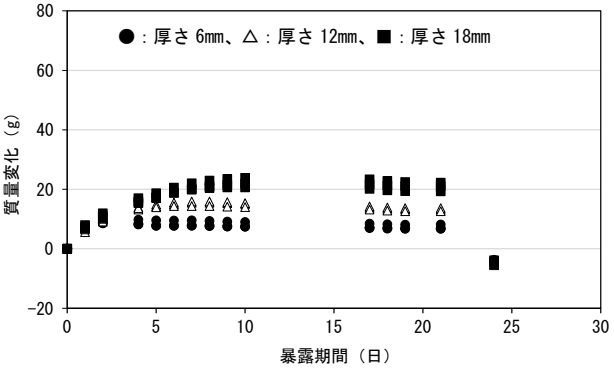

図 3.2.12　長期高湿度暴露操作による B 系準不燃の質量変化

3.2.2.3　溶脱操作中の試験体の表面状態

乾湿繰り返し操作について、操作前および 5 サイクル目の処理試験体の表面状態を、図 3.2.13～図 3.2.15 に示す。

P 系薬剤を使用した全ての試験体は、湿潤期間に水滴、乾燥期間に白華を生じた。それらの水滴および白華の発生は、1 サイクル目が最も明確に生じ（図 3.2.16）、サイクルを経ることに少なった。また、B 系準不燃については、溶脱操作前に表面に白華を生じていたが、溶脱操作後では変わらないか若干少なった。

長期高湿度暴露操作の湿潤期間終了時および 72 時間乾燥後の試験体表面状態を図 3.2.17～図 3.2.19 に示す。乾湿繰り返し操作と同様に、P 系薬剤を用いた試験体は、暴露操作中の水滴および乾燥後の白華が発生した。また、水滴の発生は、P 系準不燃では暴露後 4～5 日目、P 系不燃は暴露後 2 日～4 日目に最も多く（図 3.2.20）、その後は少なくなった。また、B 系準不燃については、暴露操作中に水滴は生じなかったが、乾燥後に全面的に白くなり、白華が発生したものと考えられた。

図 3.2.13　乾湿繰り返し操作における試験体の表面状態（P 系準不燃）

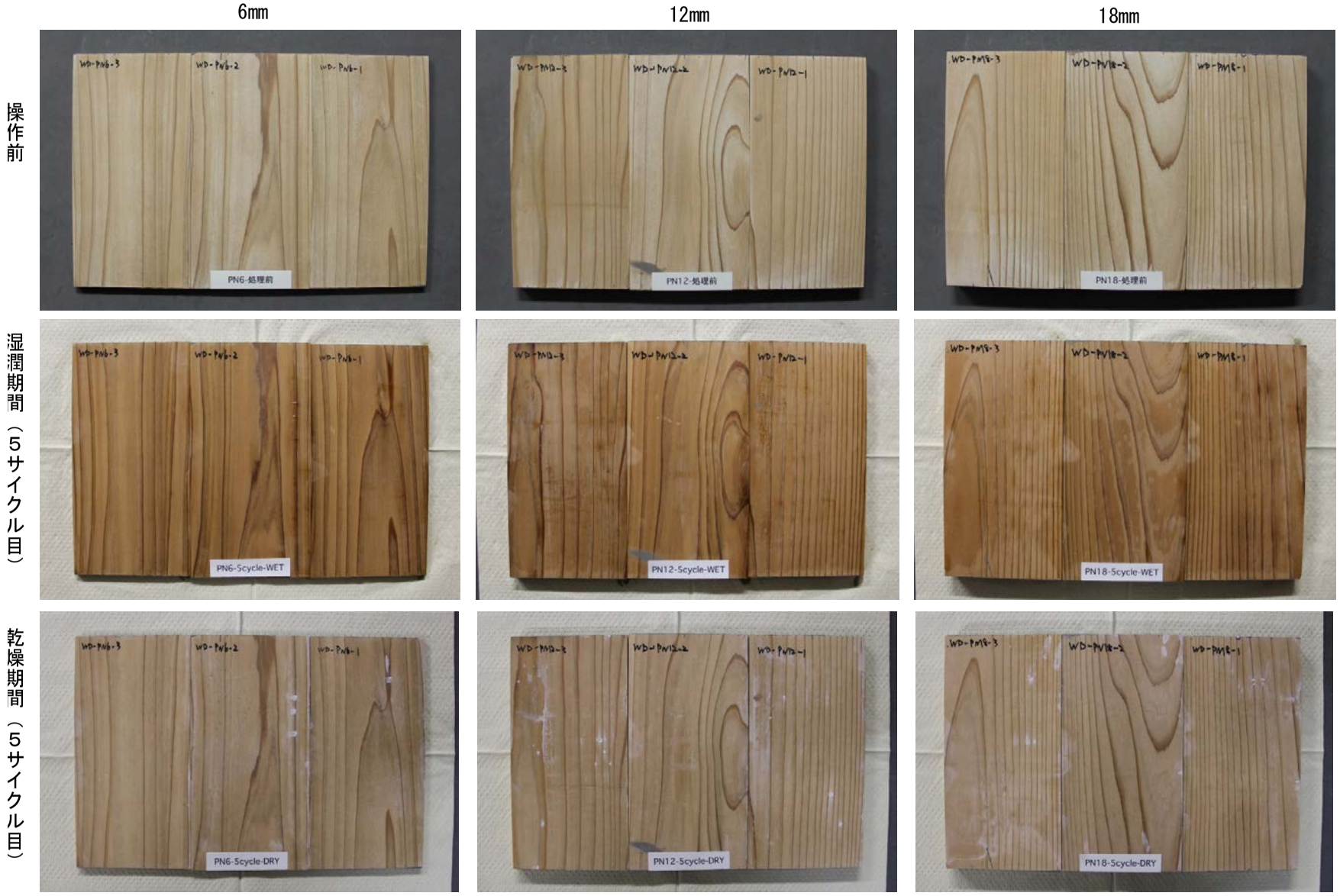

図 3.2.14　乾湿繰り返し操作における試験体の表面状態（P 系不燃）

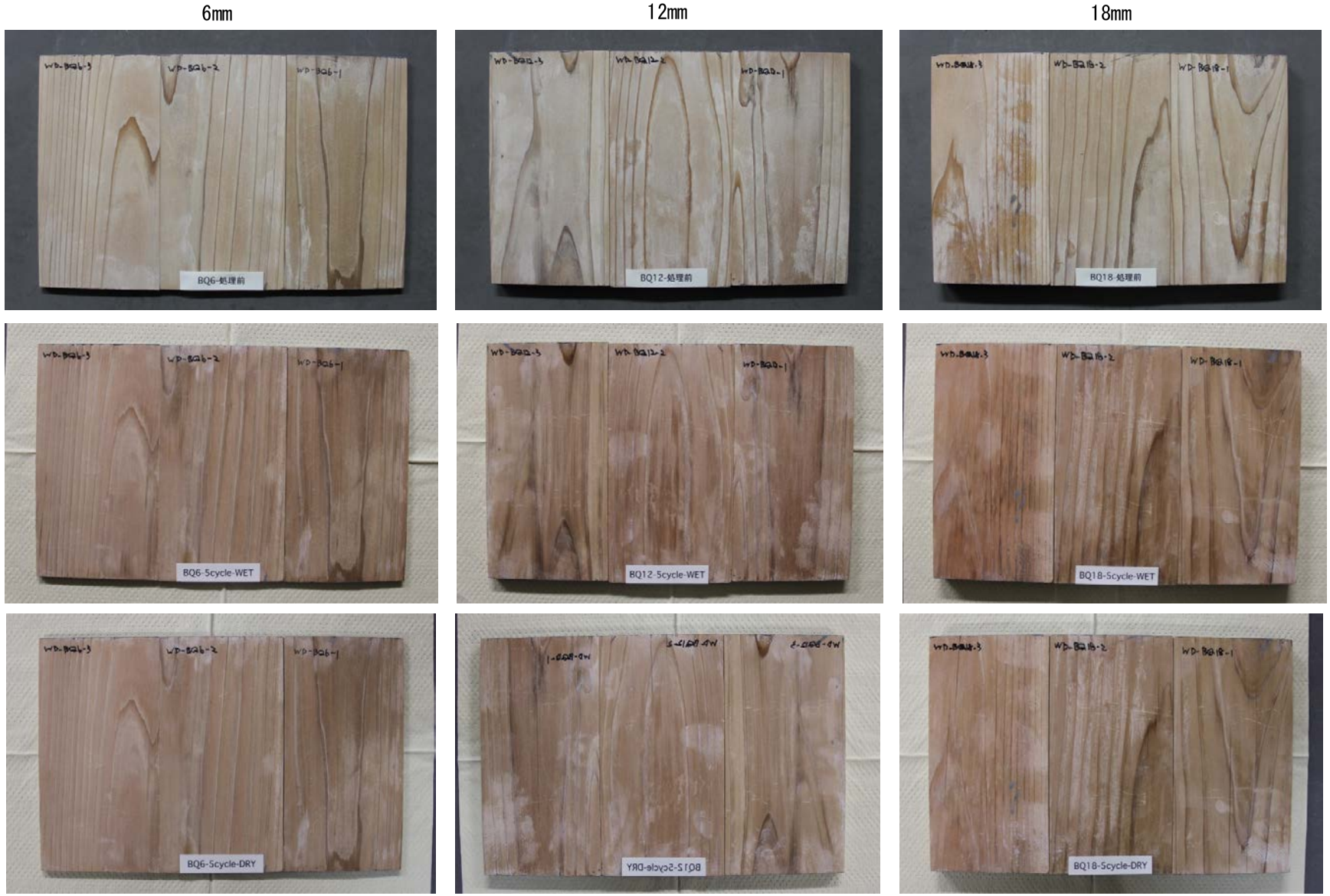

図 3.2.15　乾湿繰り返し操作における試験体の表面状態（B 系不燃）

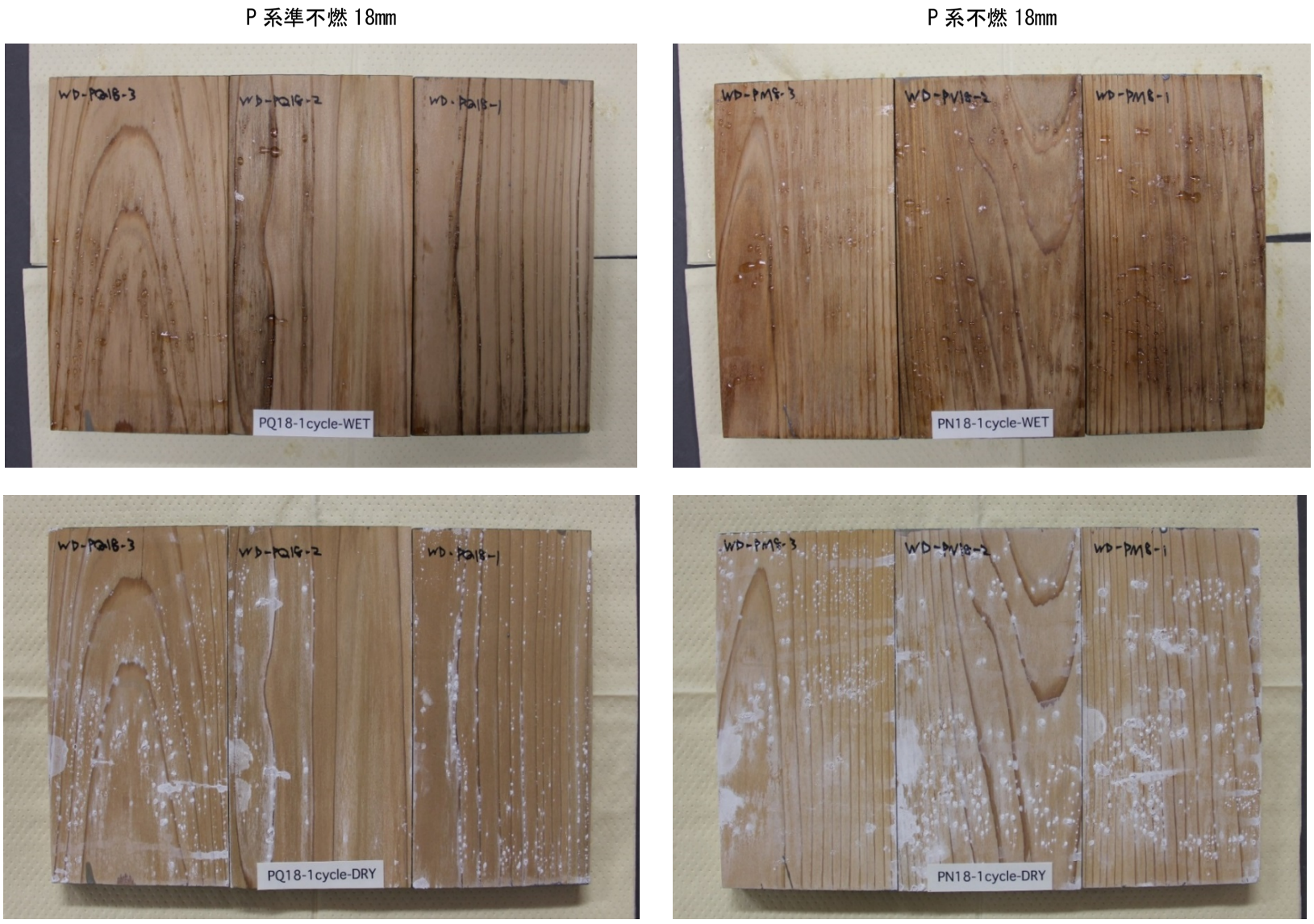

図 3.2.16　乾湿繰り返し操作における 1 サイクル目の試験体の表面状態（P 系準不燃、P 系不燃

図 3.2.17　長期高湿度暴露操作における試験体の表面状態（P 系準不燃）

図 3.2.18　長期高湿度暴露操作における試験体の表面状態（P 系不燃）

図 3.2.19　長期高湿度暴露操作における試験体の表面状態（B 系準不燃）

P 系準不燃 18mm

暴露 4 日目

P 系不燃 18mm

暴露 2 日目

暴露 5 日目

暴露 4 日目

図 3.2.20　長期高湿度暴露操作において水滴が最も生じた状態（P 系準不燃、P 系不燃）

3.2.2.4　溶脱操作後の薬剤固形分量

各試験体について、乾湿繰り返し操作前後の薬剤固形分量 G を**図 3.2.21** に示す。各試験体について溶脱操作前後の薬剤固形分量の差を求め、それらを Tukey-Kramer 法により多重比較し、無処理試験体との有意差から難燃剤の溶脱の有無を判断した（**表 3.2.3**）。その結果、難燃剤の溶脱は、P 系不燃のみに認められた。また、P 系不燃の難燃剤の平均溶脱量は、厚さ 6mm が 36kg/m^3。12mm が 24kg/m^3、18mm が 18kg/m^3 であり、6mm が最も多く、12mm と 18mm がほぼ同じであった。

長期高湿度暴露操作前後の薬剤居固形分量 G を**図 3.2.22** に示す。乾湿繰り返し操作と同様に、多重比較により難燃剤の溶脱を判断した結果、P 系不燃のみに難燃剤の溶脱が認められた（**表 3.2.4**）。P 系不燃の難燃剤の平均溶脱量は、6mm が 52kg/m^3、12mm が 50kg/m^3、18mm が 39kg/m^3 であり、6mm と 12mm がほぼ同じであり、18mm が若干少なくなる傾向であった。長期高湿度暴露操作による P 系不燃の難燃剤の溶脱量は、乾湿繰り返し操作よりも 1.4～2.2 倍大きくなり、溶脱操作としてはより厳しい条件と考えられた。

P 系不燃の難燃剤溶脱量における厚さ間の差異は、乾湿繰り返し操作では厚さ 6mm＞12mm＝18mm、長期高湿度暴露操作では 6mm＝12mm＞18mm であり、2 つの溶脱操作ともに厚さが薄いほど溶脱量が多くなる傾向が見られた。ただし、厚さ 6mm と 18mm の難燃剤溶脱量の差は、長期高湿度操作で 1.3 倍に対し、乾湿繰り返し操作は 2 倍であり、長期高湿度暴露の方が厚い試験体に対する溶脱効果が大きかった。

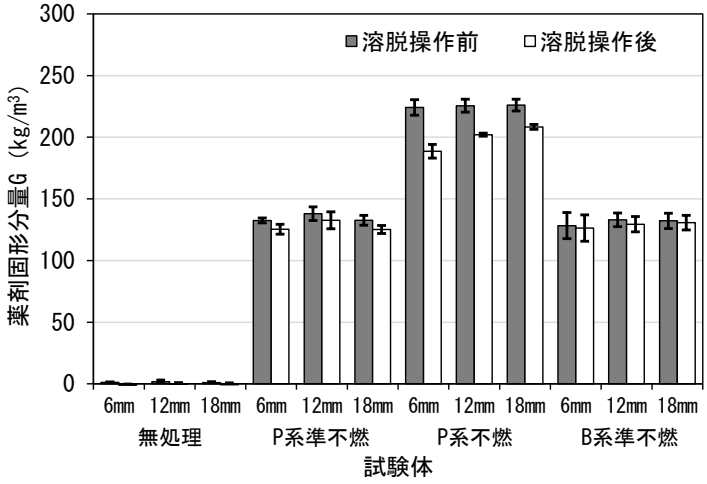

図 3.2.21　乾湿繰り返し操作前後の試験体の薬剤固形分量

値：平均値、エラーバー：標準偏差

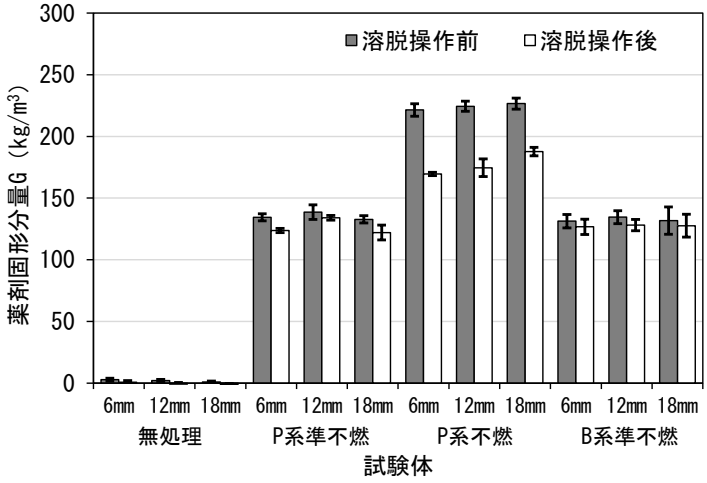

図 3.2.22　長期高湿度暴露操作前後の試験体の薬剤固形分量

値：平均値、エラーバー：標準偏差

表 3.2.3　乾湿繰り返し操作後の難燃剤溶脱の判定

		厚さ										
		6mm			12mm				18mm			
厚さ	処理条件	P系準不燃	P系不燃	B系準不燃	無処理	P系準不燃	P系不燃	B系準不燃	無処理	P系準不燃	P系不燃	B系準不燃
6mm	無処理	―	**	―	―	―	**	―	―		**	
	P系準不燃		**	―	―	―	**	―	―		**	
	P系不燃			**	**	**	**	**	**	**	**	**
	B系準不燃				―	―	**	―	―		**	
12mm	無処理					―	**	―	―		**	
	P系準不燃						**	―	―		**	
	P系不燃							**	**	**		**
	B系準不燃								―		**	
18mm	無処理										**	
	P系準不燃										**	
	P系不燃											**

Tukey-Kramer 法による多重比較結果　**：有意水準１%において有意差あり、*：有意水準 5%において有意差有り、－：有意差無し

表 3.2.4　長期高湿度暴露操作後の難燃剤溶脱の判定

		厚さ										
		6mm			12mm				18mm			
厚さ	処理条件	P系準不燃	P系不燃	B系準不燃	無処理	P系準不燃	P系不燃	B系準不燃	無処理	P系準不燃	P系不燃	B系準不燃
6mm	無処理	―	**	―	―	―	**	―	―	―	**	―
	P系準不燃		**	―	―	―	**	―	―	―	**	―
	P系不燃			**	**	**	―	**	**	**	*	**
	B系準不燃				―	―	**	―	―	―	**	―
12mm	無処理						**	―	―	―	**	―
	P系準不燃						**	―	―	―	**	―
	P系不燃							**	**	**	―	**
	B系準不燃								―	―	**	―
18mm	無処理									―	**	―
	P系準不燃										**	―
	P系不燃											**

Tukey-Kramer 法による多重比較結果　**：有意水準１%において有意差あり、*：有意水準 5%において有意差有り、－：有意差無し

3.2.2.5　溶脱操作後の防火性能

厚さ 18 ㎜の処理試験体について、試験体の概要および発熱性試験の結果を**表 3.2.5** に示す。また、防火材料の性能評価試験において評価項目とされる 20 分間および 10 分間総発熱量について、溶脱操作前後の値を**図 3.2.23** および**図 3.2.24** に示す。

20 分間および 10 分間総発熱量について、溶脱操作無し、乾湿繰り返し操作および長期高湿度暴露間の差異を、Tukey-Kramer 法による多重比較により検討した結果、全ての試験体において溶脱操作間に差異が認められなかった。前項では、P 系不燃は溶脱操作による難燃剤の溶脱が認められたが、この結果よりその溶脱量は総発熱量に影響するほどでは無いと考えられた。また、B 系準不燃の総発熱量は､溶脱操作無しおよび長期高湿度暴露操作の総発熱量の標準偏差が他よりも大きくなっているが、ともに 1 体の試験体の総発熱量が他よりも著しく小さくなったためである。B 系薬剤は溶解度が低いため、注入処理前に薬液を加温し所定の薬液濃度に調整した。このことが、木材内の薬剤分布に何かしら影響した可能性が考えられる。

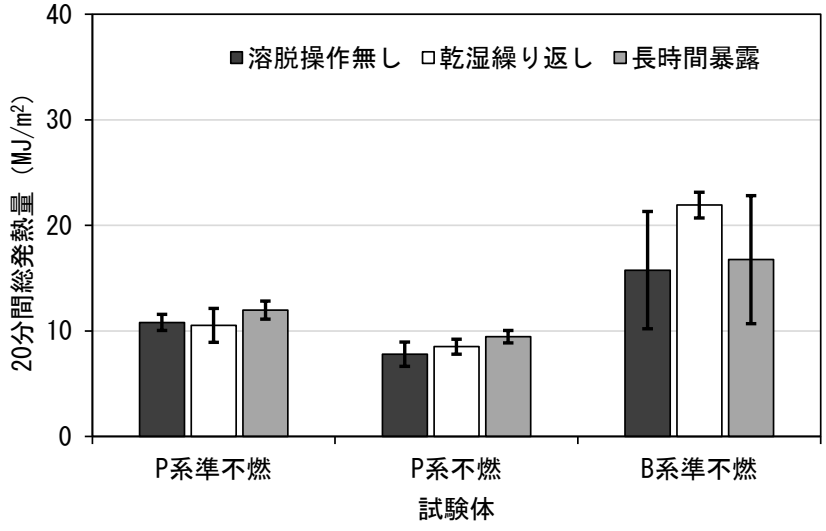

図 3.2.23　溶脱操作の 20 分間総発熱量への影響
値：平均値、エラーバー：標準偏差

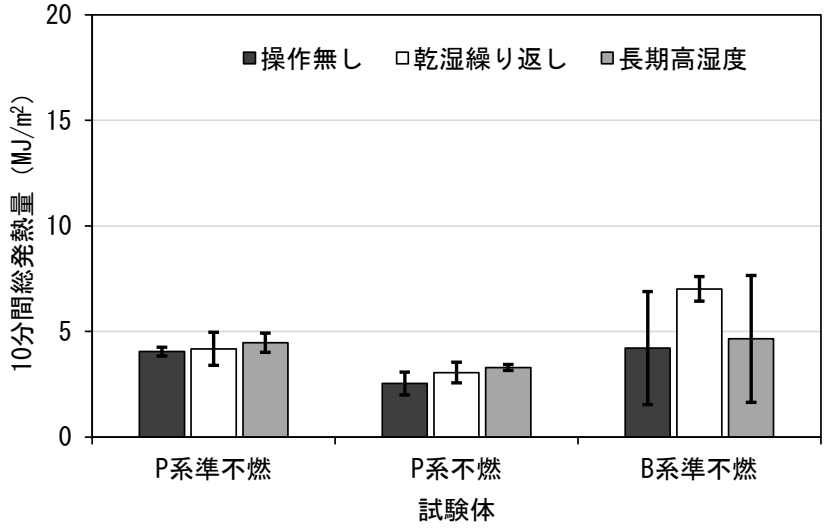

図 3.2.24　溶脱操作の 10 分間総発熱量への影響
値：平均値、エラーバー：標準偏差

表 3.2.5　発熱性試験の試験体概要と発熱性試験の結果

溶脱操作	処理条件	番号	薬剤 固形分量G (kg/m^3)	寸法 (mm) 長さ	幅	厚さ	質量 (g)	密度 (g/cm^3)	最高発熱速度 (kW/m^2)	総発熱量 (MJ/m^2) 5分間	10分間	20分間	燃焼量 (g)
無し	無処理	1	2	99.1	99.2	18.2	49.1	0.275	149	21.3	48.5	66.9	43.4
		2	1	98.9	99.0	18.1	59.7	0.337	190	25.0	58.4	82.9	52.2
		3	3	98.9	98.9	18.2	60.6	0.340	159	25.1	57.6	81.4	52.5
	P系準不燃	1	126	99.0	98.9	18.2	80.4	0.452	14	1.2	3.9	10.1	42.4
		2	132	99.1	99.0	18.2	72.5	0.407	14	1.4	4.3	10.8	39.0
		3	130	99.1	98.9	18.2	79.9	0.449	17	1.3	4.0	11.6	43.3
	P系不燃	1	230	99.0	99.0	18.3	100.6	0.560	10	0.9	2.5	6.9	37.3
		2	219	98.9	98.9	18.3	97.0	0.542	14	1.0	3.1	9.1	37.4
		3	226	98.7	98.8	18.4	98.6	0.549	13	0.5	2.0	7.5	35.2
	B系準不燃	1	132	98.8	98.9	18.3	83.0	0.464	53	2.6	5.3	15.1	42.4
		2	133	99.0	98.9	18.0	75.3	0.427	42	0.8	1.2	10.6	37.7
		3	122	98.9	98.8	18.2	84.2	0.474	46	2.5	6.2	21.6	42.7
乾湿繰り返し	無処理	1	-2	99.2	99.2	18.2	58.8	0.328	208	26.1	62.6	80.8	50.6
		2	-2	99.1	99.2	18.2	61.3	0.342	161	25.8	58.6	81.4	52.3
		3	1	99.2	99.2	18.2	48.8	0.273	155	22.6	52.4	70.3	43.4
	P系準不燃	1	129	99.2	99.2	18.4	84.77	0.468	12	1.0	3.4	9.0	44.5
		2	125	99.1	99.2	18.3	70.99	0.396	15	1.9	5.0	12.2	39.8
		3	122	99.2	99.1	18.3	79.56	0.442	14	1.3	4.2	10.4	43.1
	P系不燃	1	207	99.1	99.2	18.4	96.66	0.534	14	1.0	3.2	9.0	38.0
		2	207	99.1	99.2	18.3	97.53	0.542	12	0.9	3.5	8.8	38.0
		3	211	99.1	99.0	18.4	97.73	0.543	11	0.5	2.5	7.7	36.0
	B系準不燃	1	129	99.2	99.2	18.2	79.54	0.444	49	3.6	7.3	23.3	42.3
		2	137	99.2	99.2	18.2	85.51	0.477	44	1.6	6.3	21.2	44.0
		3	126	99.2	99.1	18.2	79.91	0.447	40	3.5	7.4	21.2	41.5
長期高湿度暴露	無処理	1	0	99.2	99.2	18.1	50.1	0.281	169	21.7	51.8	72.2	44.5
		2	-2	99.2	99.3	18.2	61.5	0.343	193	25.6	61.4	84.2	52.9
		3	-1	99.3	99.4	18.1	59.2	0.331	203	25.2	60.6	83.6	51.4
	P系準不燃	1	120	99.2	99.2	18.3	82.3	0.457	17	1.5	4.5	12.1	43.6
		2	129	99.2	99.3	18.3	83.6	0.464	16	1.6	4.9	12.8	44.2
		3	118	99.2	99.2	18.4	80.6	0.446	17	1.2	4.0	11.1	44.2
	P系不燃	1	191	99.1	99.1	18.2	94.2	0.526	12	1.0	3.2	9.1	37.4
		2	184	99.2	99.2	18.3	92.2	0.512	12	1.0	3.3	9.1	38.3
		3	188	99.2	99.3	18.3	96.0	0.532	15	1.0	3.4	10.2	40.9
	B系準不燃	1	125	99.2	99.4	18.2	81.5	0.454	67	3.6	7.5	19.7	42.3
		2	138	99.2	99.4	18.1	77.6	0.434	38	0.8	1.5	9.8	37.4
		3	120	99.0	99.2	18.1	82.8	0.466	59	3.4	5.0	20.8	43.9

3.2.3 まとめ

薬剤処理防火木材の難燃剤溶脱性について、溶脱操作および処理木材の製造条件の影響、更に難燃剤の溶脱が溶脱操作後の防火性能に与える影響を検討した。

溶脱操作は乾湿繰り返し操作と長期高湿度暴露操作の 2 種類とし、処理木材の製造条件は薬剤の種類（リン酸水素二アンモニウムと八ホウ酸ナトリウム四水和物)、薬剤固形分量（不燃材料相当、準不燃材料相当）および厚さ（6㎜、12㎜、18㎜）とした。難燃剤の溶脱性の評価は、溶脱操作中の質量増加、水滴・白華の発生、薬剤固形分量について行った。

① 溶脱操作の湿潤期間における処理木材の吸湿量（質量増加）は、薬剤間で差異があり、リン酸水素二アンモニウムが八ホウ酸ナトリウム四水和物よりも大きくなった。溶脱操作間では、長期高湿度暴露が乾湿繰り返し操作よりも処理木材の吸湿量が大きくなった。また、乾湿繰り返し操作における処理木材の吸湿量は、厚さ間の差異が大きく、木材中心部まで十分吸湿されていないことが推測された。

② 溶脱操作中の白華・水滴の発生は、P 系薬剤を用いた処理木材のみに見られた。水滴の発生は、乾湿繰り返し操作では 1 サイクル目、長期高湿度暴露操作では暴露 2～5 日目で最も多く、その後は少なくなる傾向があった。

③ 溶脱操作による難燃剤の溶脱は、薬剤の種類および薬剤固形分量の影響があり、リン酸水素二アンモニウムを用いた不燃材料相当の処理木材のみに認められた。それらの難燃剤の溶脱量は、長期高湿度暴露操作が乾湿繰り返し操作よりも多いこと、処理木材の厚さが薄くなるほど溶脱量が増える傾向があることが分かった。

④ 溶脱操作後の処理木材の防火性能について、厚さ 18㎜ において検討した結果、難燃剤の溶脱が認められた P 系不燃を含めて溶脱操作による影響は認められなかった。

3.3　屋外環境を想定した難燃薬剤の溶脱性能確認方法

難燃処理木質材料を対象とする国内外の屋外耐久性試験方法を**表 3.3.1** に示す。なお、たとえば難燃剤や難燃処理木質材料の耐久性、耐水性を向上させる試験研究の中で、異なる耐久性試験方法が用いられている例はあるが、表 3.3.1 には公的組織が定めた試験方法のみを示した。

我が国では、防耐火材料・構造の性能評価を行っている(財)日本建築センターが薬剤処理した準不燃木質材料の耐久性評価方法を定めていた [1)]。しかし、この試験方法による準不燃材料の評価実施例はない。現在は、屋外用の白華抑制塗装木質建材に対し、ウエザーメータによる促進耐候試験が定められている。

米国では、防火材料の耐久性を評価する方法として、ASTM D 2898 が定められている。これは、散水、乾燥を繰り返す方法で、難燃処理された木製屋根板（wood shingle）に対する試験結果が報告されている [2)]。

北欧（NORDTEST、北欧適合性評価機構）では、防火材料の耐久性を評価する方法として、NT FIRE 053、NT FIRE 054 が定められている。前者は散水、乾燥を繰り返す方法、後者は高湿度環境下に長時間暴露する方法である。

NT FIRE 054 を除き、ウエザーメータを含め、散水、乾燥を繰り返す方法が用いられている。ただし、散水・乾燥の時間、乾燥の温度、サイクルの期間等は、各試験方法で大きく異なっている。これは、どのような環境で、どの程度の耐久性（耐用年数）を想定するか等が異なっているためと考えられる。

このことから、屋外環境を想定した難燃処理木質材料を対象とする耐久性試験方法の作成にあたっては、下記についての検討が更に必要となるであろう。

・環境区分（難燃処理木質材料の使用を想定する建築物の部位等）
・想定する耐用年数

耐久性試験方法の作成にあたっては、木材保存剤の試験方法（JIS K 1571）の耐候操作、塗膜の長期耐久性（JIS K 5600-7）の促進耐候性等、他材料を対象とする試験方法も参考になると考えられる。

1)（財)日本建築センター評定部：防火性能評定にかかる評定基準等(案)について、ビルディングレター、pp.13-23、1997 年 6 月.
2) Sweet, M.S., LeVan, S.L., White, R.H., Tran, A.C., Groot, R.D. : Fire performance of wood treated with combined fire-retardant and preservative systems, FPL-RP-545, 1-10(1996).

表 3.3.1　屋外環境を想定した耐久性試験方法

番号	暴露条件	評価方法	規格等	
1	一般的な屋外環境 80℃8 時間→25±5℃水中 16 時間を 1 サイクルとする 14 サイクル	JIS A 1321	(財)日本建築センター：ビルディングレター(1997)	
2	JIS K500-7-7 に基づくウエザーメータによる促進耐候試験（1000 時間）	白華 発熱性試験	N-1 (白華抑制塗装木質建材)	
3	散水（2～16℃）96 時間→送風乾燥（57～60℃）72 時間を 1 サイクルとした，12 サイクル	ASTM E 84 ASTM E 286	ASTM D 2898	Method A
	散水（32℃未満）4 時間→送風乾燥（60～66℃，＋UV）4 時間）×2→8 時間養生を 1 サイクルとした 42 サイクル			Method B
	散水(2～32℃)4 時間→送風乾燥(63～68℃，＋UV）4 時間を 1 サイクルとした，252 サイクル			Method C
	散水（2～16℃）168 時間→送風乾燥（57～60℃）120 時間→養生 48 時間を 1 サイクルとした，7 サイクル			Method D
4	散水（2～16℃）96 時間→送風乾燥（57～60℃）72 時間を 1 サイクルとした，12 サイクル	重量減少率 発熱性試験	NT FIRE 053	Method A
	散水（32℃未満）4 時間→送風乾燥（60～66℃，＋UV）4 時間）×2→8 時間養生を 1 サイクルとした 42 サイクル			Method B
5	温度 27±3℃，湿度 90±3%RH で恒量（24 時間の質量変化率が 0.2%以内）に達するまで	含水率 白華及び水滴 発熱性試験	NT FIRE 054	Class EXT

JIS A 1321	建築物の内装材料及び工法の難燃性試験方法
N-1	白華抑制塗装木質建材（優良木質建材等の品質性能評価基準 N-1）
ASTN E 84	Test Method for Surface Burning Characteristics of Building Materials
ASTM E 286	Test Method for Surface Flammability of Building Materials Using as 8-ft (2.44-m) Tunnel Furnace
ASTM D 2898	Standard Test Methods for Accelerated Weathering of Fire-Retardant-Treated Wood for Fire Testing
NT FIRE 053	Accelerated Weathering of Fire-Retardant Treated Wood for Fire Testing
NT FIRE 053	Durability of Reaction to Fire-Performance Classes of Fire-Retardant Treated Wood-Based Products in Interior and Exterior End Use Applications

第4章 まとめと今後の課題

国土交通大臣の認定を受けた仕様に合致した難燃薬剤処理木材を製造するためには製造者の品質管理が重要である。しかしながら、木材には密度や含水率のばらつき、心辺材、節など均一な薬剤分布を妨げる因子が多いため、これらの特性を把握したうえで製造基準を定めなければならない。本事業では目標薬剤処理量の求め方と節が発熱性試験の結果に及ぼす影響について実験データをもとに検討するとともに、品質管理の一例を示した。

さらに製品の信頼性を高める手段として、第三者による生産・供給体制のチェックは有用である。公益財団法人日本住宅・木材技術センターが行う優良木質建材等認証（ＡＱ認証）の対象品目として難燃薬剤処理木材を加えた場合の流れと品質性能評価基準についても確認を行った。

難燃薬剤処理木材は内装制限を受ける部位だけでなく様々な環境で使用されることがある。そこで難燃薬剤処理木材を使用した物件の劣化およびメンテナンス状況の調査を行った。さらに耐溶脱性を確認するための試験方法についても検討を行った。

本事業で得られた結果をまとめると次のとおりである。

(1)　目標薬剤処理量の求め方の検討

難燃薬剤処理木材が所定の性能を得るためには、すべての材のすべての部分に大臣認定を受けた仕様どおりの量の難燃薬剤が存在していなければならない。そのためには、ばらつきを考慮した上で目標処理量を決定する必要がある。実験により難燃薬剤のばらつきを測定するなど目標処理量を求める方法について検討を行い、目標薬剤処理量の求め方の標準的な例を示した。

(2)　節の影響の検討

目標処理量を決めるにあたり考慮すべき材の変動要因として節をとりあげ、節が防火性能に及ぼす影響を把握し、許容される節の大きさについて検討した。今回行った発熱性試験では造作用製材に定められる小節程度の節が材面に存在しても、発熱性に無節との差はなかった。一方、裏面が半炭化するような材料厚さの場合、長径 20㎜ 以上の節の部分で、節の収縮を原因とする裏面に貫通する亀裂を生じる可能性が示唆された。

(3)　品質管理基準の検討

防火木材の原材料受入れから出荷までの工程について標準的な品質管理基準の一例を作成した。品質管理基準には単純な構成の板材を想定し、工程ごとに管理項目と品質管理上の留意事項を示した。材料に前処理等が施される場合は、それらに対する管理項目および留意事項を付加する必要がある。

(4) 品質性能評価基準の検討

難燃薬剤処理木材を、第三者による木質建材の品質性能および生産・供給体制の認証制度であるＡＱ認証の対象品目とした場合の認証取得手続き、認証維持手続きおよび品質性能評価基準案（対象となる建材の範囲、対象となる建材を製造するために必要な技術者、試験・検査項目、試験・検査の方法および判定基準）について確認した。

(5) 使用状況の調査

難燃薬剤処理木材を使用した物件の劣化およびメンテナンス状況の調査を行った。屋外・半屋外では、析出・白華が「全般的に認められる」ケースが最も多く、次いで「かなり目立つ」ケースとなっており、両方で約３分の２を占めた。屋内では「多少あるが目立たない」ケースが最も多く、次いで「ほとんど生じていない」ケースとなっており、その両方で８割を超えた。以上から、本調査を行った事例の範囲においては、屋外・半屋外の方が屋内よりも析出・白華が発生しやすい傾向があることが確認された。

(6)　使用環境に応じた耐候性・耐久性等の確認方法の検討

難燃薬剤処理木材の薬剤の溶脱性について、溶脱操作および処理木材の製造条件の影響、さらに薬剤の溶脱が溶脱操作後の防火性能に与える影響を検討した。溶脱性の確認方法として乾湿繰

り返しと長期高湿度暴露の 2 種類について試験を行い検討した。長期高湿度暴露が乾湿繰り返しよりも処理木材の吸湿量が大きくなり、処理木材の厚さが薄くなるほど溶脱量が増える傾向があることが分かった。溶脱操作後の処理木材の防火性能について、厚さ 18㎜ において検討した結果、溶脱操作による影響は認められなかった。

溶脱性を議論するにはまだデータが十分ではないため、今回のＡＱ品質性能評価基準には溶脱性の試験は含めないこととしたが、少なくとも美観上の問題があるため継続して検討を進めていく必要がある。

付録

第１回難燃薬剤処理木材の品質管理基準等検討委員会　議事概要

１．日時
平成２９年１０月２３日（月）１５：００～１７：００

２．会場
虎ノ門天徳ビル４階大会議室（東京都港区虎ノ門 1-13-5　第一天徳ビル）

３．出席者（順不同、敬称略、下線は欠席者）

委員長	菊地伸一	地方独立行政法人北海道立総合研究機構 森林研究本部
委員	成瀬友宏	国立研究開発法人建築研究所
委員	原田寿郎	国立研究開発法人森林研究・整備機構 森林総合研究所 四国支所
委員	片岡厚	国立研究開発法人森林研究・整備機構 森林総合研究所
委員	南知宏	一般財団法人建材試験センター
委員	高山真吾	一般財団法人日本建築総合試験所
委員	福田泰孝	一般財団法人ベターリビング
委員	平田耕一	一般社団法人都市防災不燃化協会
委員	林徳鴻	防災不燃木材連絡協議会
委員	遠藤敦彦	防火木材利用推進協議会
委員	李元羽	一般社団法人全国ＬＶＬ協会
委員	山口秋生	日本木材防腐工合組合
委員	浅野天仁	不燃化技術研究組合
委員	南田英樹	一般社団法人北海道林産物検査会
委員	祇園紘一郎	一般社団法人全国木材検査・研究協会
委員	尾方伸次	公益財団法人日本合板検査会
ｵﾌﾞｻﾞｰﾊﾞｰ	松田剛	経済産業省製造産業局生活製品課
ｵﾌﾞｻﾞｰﾊﾞｰ	山口義敬	国土交通省住宅局建築指導課
ｵﾌﾞｻﾞｰﾊﾞｰ	一重喬一郎	農林水産省林野庁木材産業課
事務局	金子弘	公益財団法人日本住宅・木材技術センター
事務局	飯島敏夫	公益財団法人日本住宅・木材技術センター
事務局	山田誠	公益財団法人日本住宅・木材技術センター
事務局	佐野敦子	公益財団法人日本住宅・木材技術センター
事務局	木島裕行	公益財団法人日本住宅・木材技術センター
事務局	太田原統	公益財団法人日本住宅・木材技術センター
事務局	大倉靖彦	株式会社アルセッド建築研究所
事務局	山口克己	株式会社アルセッド建築研究所

４．配付資料

資料１	平成 29 年度林野庁委託事業　都市の木質化等に向けた新たな製品・技術の開発・普及委託事業のうち木質耐火部材開発仕様書
資料２	委員名簿
資料３	実施計画案
参考資料１	ＡＱ認証制度の概要
参考資料２	ＡＱ品質性能評価基準 白華抑制塗装木質建材
参考資料３	難燃薬剤処理木材の製造工程図の例

５．議事
(1) 林野庁挨拶
林野庁木材産業課一重係長より挨拶があった。
(2) 事業概要の説明
事務局より本事業の目的、ＡＱ認証の概要およびＡＱ既存品目「白華抑制塗装木質建材」について説明があった。続いて、並行して進められている JIS 開発の概要について浅野委員から説明があった。主な質疑応答は次のとおり。

・ 委員より、難燃処理木材製造者や販売者は薬剤製造者の取得した大臣認定番号を使用する場合が多いという背景から、ＡＱ認証の申請者となり得る者について質問があり、事務局より

難燃処理木材の生産体制および供給体制に重点をおいて審査する旨が回答された。

・ 委員より、本事業の成果が既存のＡＱ品目である白華抑制塗装木質建材等に関連付けされるのか、新たな品目を作成することになるのか質問があり、事務局よりそれも含めて本事業で検討する旨が回答された。

(3) 実施計画案の検討

事務局による実施計画案についての説明、委員長による補足説明の後、意見交換を行った。本事業では次の事項に取り組むこととした。

① 目標薬剤処理量の求め方について検討するため、参画団体の複数の製造者で実験を実施し、標準的な目標薬剤処理量の求め方を作成する。

② 節が防火性能に及ぼす影響を確認するため、参画団体の製造者で実験を実施する。

③ 屋内環境での溶脱等を抑制する性能を確認するための試験を北海道林産試験場で実施し、標準的な確認方法を作成する。この確認方法は、将来耐溶脱性をＡＱの品質性能評価基準に入れる場合の資料とする。

④ 屋内、屋外それぞれの使用事例を調査し、白華やメンテナンスの必要性について検証する。使用事例は主に参画団体からの情報提供により候補物件を選定する。

⑤ 難燃薬剤処理木材の原材料受入から出荷までの行程について、工場が日常的に行う標準的な品質管理方法の作成を行う。

⑥ 「難燃薬剤処理木材（仮称）」のＡＱ品質性能評価基準原案の作成を行う。

(4) その他

次回の委員会は最終回とし、日時を平成 30 年 2 月 28 日 15 時からとした。

難燃薬剤処理木材の品質管理基準等検討委員会　試験打合せ　議事概要

会議名	難燃処理木材の品質管理基準準検討委員会　試験打合せ
開催日時	平成 29 年 10 月 23 日（月） 17 時 10 分～19 時 40 分
開催場所	虎ノ門天徳ビル４階大会議室（東京都港区虎ノ門 1-13-5　第一天徳ビル）
出席者（敬称略）	委員：菊地伸一、平田耕一、林徳鴻、遠藤敦彦、山口秋生、浅野天仁 事務局：飯島敏夫、佐野敦子、太田原統、大倉靖彦、山口克己

① 節が防火性能に及ぼす影響の確認実験
委員長より実験計画について説明があり、意見交換を行った。主な意見は次のとおり。
・ 複数種類の薬剤で試験を行った方がよい。
・ 薬剤注入量が多いと節の影響が出にくいと考えられるため、準不燃の基準の薬剤量を試料に注入する。
北海道立総合研究機構（以下、道総研）森林研究本部より、山口委員に試料を送付し密度測定を実施することとした。具体的な実験計画は密度測定の結果を踏まえ検討することとした。
② 薬剤管理基準の設定試験
委員長より実験計画について説明があり、意見交換を行った。主な意見は次のとおり。
・ 過度に薬剤を注入すると、木材に亀裂等の劣化が生じる場合があるため、その点に注意する必要がある。
・ 木材の密度は材内部で一定のものとして取り扱う。
・ 処理前の木材や注入条件のデータ取りを行っていれば、在庫材を試験に供してもよい。
・ 試験体の心材、辺材の偏りをできるだけ抑えるよう配慮が必要だが、心材だけあるいは辺材だけの試験体を選木するのは難しい。
今回の意見を踏まえ、参画団体に試験実施可能な会社を確認および推薦してもらうこととした。試験の詳細については、試験実施会社と委員長で検討し実施することとした。
③ 屋内環境における耐久性試験方法の検討
委員長より道総研林産試験場で実施することが説明された。
④ 屋外・屋内データの収集
事務局より調査計画について説明があり、意見交換を行った。主な意見は次のとおり。
・ 屋外、屋内共に外壁・天井（軒天）を中心に調査する。
・ 個人所有の住宅等は調査の許諾を得るのが難しいため、駅舎等の公のものの方が調査しやすい。
・ 製造者の意図に沿わない建築物もあるため、その点に注意する必要がある。
　今回の意見を踏まえ、参画団体に事例を紹介してもらうこととした。対象の情報収集を行った後に実地調査を行うこととした。

第２回難燃薬剤処理木材の品質管理基準等検討委員会　議事概要

１．日時

平成３０年２月２８日（水）１５：００～１８：１５

２．会場

一般財団法人農林水産奨励会　Ｓ会議室（三会堂ビル　２階）

３．出席者（順不同、敬称略、下線は欠席者）

委員長	菊地伸一	地方独立行政法人北海道立総合研究機構 森林研究本部
委員	成瀬友宏	国立研究開発法人建築研究所
委員	原田寿郎	国立研究開発法人森林研究・整備機構 森林総合研究所 四国支所
委員	片岡厚	国立研究開発法人森林研究・整備機構 森林総合研究所
委員	南知宏	一般財団法人建材試験センター
委員	髙山真吾	一般財団法人日本建築総合試験所
委員	福田泰孝	一般財団法人ベターリビング
委員	平田耕一	一般社団法人都市防災不燃化協会
委員	林徳鴻	防災不燃木材連絡協議会
委員	遠藤敦彦	防火木材利用推進協議会
委員	李元羽	一般社団法人全国ＬＶＬ協会
委員	山口秋生	日本木材防腐工合組合
委員	浅野天仁	不燃化技術研究組合
委員	南田英樹	一般社団法人北海道林産物検査会
委員	祇園紘一郎	一般社団法人全国木材検査・研究協会
委員	尾方伸次	公益財団法人日本合板検査会
試験説明者	河原﨑政行	地方独立行政法人北海道立総合研究機構 森林研究本部 林産試験場
試験説明者	亀岡祐史	丸菱油化工業株式会社
ｵﾌﾞｻﾞｰﾊﾞｰ	松田剛	経済産業省製造産業局生活製品課
ｵﾌﾞｻﾞｰﾊﾞｰ	山口義敬	国土交通省住宅局建築指導課
ｵﾌﾞｻﾞｰﾊﾞｰ	一重喬一郎	農林水産省林野庁木材産業課
事務局	金子弘	公益財団法人日本住宅・木材技術センター
事務局	飯島敏夫	公益財団法人日本住宅・木材技術センター
事務局	山田誠	公益財団法人日本住宅・木材技術センター
事務局	佐野敦子	公益財団法人日本住宅・木材技術センター
事務局	木島裕行	公益財団法人日本住宅・木材技術センター
事務局	太田原統	公益財団法人日本住宅・木材技術センター
事務局	大倉靖彦	株式会社アルセッド建築研究所
事務局	山口克己	株式会社アルセッド建築研究所
事務局	塙加寿雄	株式会社アルセッド建築研究所

４．配付資料

資料１	第２回難燃薬剤処理木材の品質管理基準等検討委員会 議事概要案
資料２	事業報告書案
資料３	難燃薬剤処理木材使用物件の劣化及びメンテナンス状況調査業務　報告書（案）

５．議事

(1) 前回議事の確認

事務局より前回議事概要が報告され、前回議事概要案を了承した。

(2) 試験結果および品質管理基準の検討

① 薬剤管理値の求め方

委員長および試験実施者による試験結果の説明後、意見交換を行った。主な意見はつぎのとおり。

・ 材中央部に比べ材端部の方が薬剤量が多い傾向にあるが、その傾向は材ごとに異なるため、薬剤の分布量は材中央部が最も少ないとは限らない。
・ 信頼区間という考え方は、大臣認定仕様を満足しない部分を認めることになるため、取り入れるのは難しい。
・ 大臣認定の仕様を満たしていれば、充分な性能を発揮できると考えられるため、ＡＱ認証では、

仕様を満足するための品質管理について検討するべき。

② 節の影響

委員長による試験結果の説明後、意見交換を行った。主な意見は次のとおり。

・ 準不燃の基準では、節による発熱性への影響はないと考えられる。
・ 試験体のサイズでは、節による薬剤の注入性への影響はない。

③ 品質管理基準

委員長より品質管理基準の例が説明された後、意見交換を行った。主な意見は次のとおり。

・ 現在の大臣認定では薬剤主成分が明記されているので大臣認定の個別認定で定められる項目の表にも明確にした方がよい。
・ 塗装は、工場での塗装にのみ限定する必要はない。
・ 製造工程に材料の前処理がある場合は、前処理の品質管理についても言及した方がよい。

(3) ＡＱ認証に係る検討

事務局よりＡＱ認証についての説明後、意見交換を行った。主な意見は次のとおり。

・ ２年目サーベイランスで品質性能評価基準に定める試験を行う際は大臣認定の仕様の範囲で生産量の多い規格を試験に供する。
・ 薬剤量に係る品質管理が厳密に実施されていることが証明できれば、発熱性試験をサーベイランスとして行う必要はないという考え方もある。

(4) 溶脱性能確認方法の検討

試験実施者より試験結果の説明があり、意見交換を行った。主な意見は次のとおり。

・ ＡＱにおける溶脱性能の確認は外装用難燃処理木材の性能持続性に関する促進劣化 JIS 試験方法の検討の動向をみてから検討してはどうか。
・ 使用環境による溶脱性を議論するにはデータ不足しているため、ＡＱ認証の範囲に使用環境は含めない。

(5) 使用状況調査の報告

調査実施業者より調査結果の報告がされた後、意見交換を行った。主な意見は次のとおり。

・ 溶脱に言及するのであれば、屋外と半屋外は統計上別にした方がよい。
・ 報告書の公表に際しては、物件情報の取り扱いに配慮が必要である。

(6) その他

本委員会での意見を踏まえ、委員長は報告書を修正し、委員に回覧することとした。