

木質石こうボードの製造試験(2)

- 吸水性, 難燃性に対する石こう/木質比及びボード比重の影響 -

高橋利男 北沢政幸
波岡保夫

1. まえがき

前報¹²⁾では木毛板用として石こうの硬化時間を木毛セメント板の工程に合わせて調整したものをバインダーとし, ポルトランドセメントにとっては硬化不良樹種であるカラマツ小片を原料とした場合, 機械的性質がどの程度のものになるかを検討した。その結果ポルトランドセメントをバインダーとした製品に比べてそれほど遜色のないものが得られることが明らかとなった。

本報では同様の観点で吸水性と難燃性について検討する。

なお, 本報告におけるデータの一部は第27回日本木材学会大会において発表した⁸⁾。

2. 試験方法

2.1 供試原料及び製板方法

供試原料については前報と全く同様である。吸水試験に供したものは前報で製板したものの一部である。難燃性試験のうち表面試験に供したものについては第1表, また穿孔試験に供したものは第2表の組合せでそれぞれ製板した。ここで水/石こう比については, 前報第3図でボードの設計予定比重と曲げ強さに関する最適水/石こう比の関係のカーブから読み取って設

定した。これらについては同一条件2枚とし, 1枚ずつ圧縮クランプした。製板方法の詳細, 養生方法については前報と全く同様である。

2.2 吸水及び難燃性試験方法

2.2.1 吸水性試験方法

前報¹²⁾で曲げ試験に供した破断片より破壊部を含まない部分から5cm×5cmの吸水試験片5コを採取した。これを25℃に設定した恒温水槽に24時間浸漬し浸漬前の重量, 厚さに対する増加割合, すなわち吸水率及び吸水厚さ膨脹率を求めた。

2.2.2 難燃性試験方法

難燃性試験については準不燃材料への適合条件を見出すことを前提とし, JIS A1321 - 1975 (建築物の内装材料及び工法の難燃性試験方法) による難燃2級及び難燃2級Aクラス判定用の表面試験及び付加試験に従った。さらにこの試験で試料の排気温度曲線が標準温度曲線を越えない条件のものについては, この規格で難燃1級クラス判定用の基材試験を行った。

なお, 建設省告示第1231号(昭51.8.25)により, 本年4月1日以降, 準不燃材料については表面試験, 穿孔試験(従来の付加試験)に加えてガス有害性試験に適合するよう制限されることになった。

2.2.2.1 表面試験

第1図右側上に示した寸法に木取ったものを40±2℃で48時間乾燥したのちデシケーター中で冷却した。これを第2図に示した加熱炉に装填し10分間加熱した。なお, 難燃2級クラスに適合する条件は次のとおりであり, 試料の全てが同時にこれに適合する必要がある。

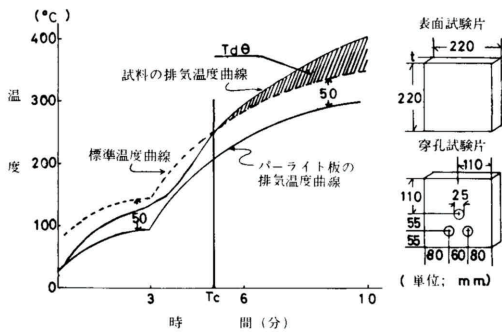
(1) 試験体の全厚にわたる溶融, 試験体の裏面に対する

第1表 難燃性試験(裏面試験)体の製造水準

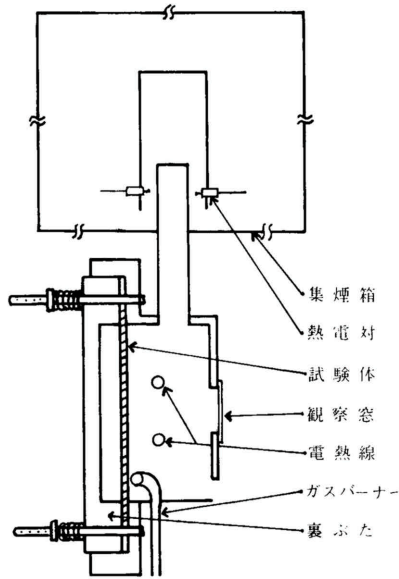
石こう/木質比	1.0		2.0		3.0		4.0		5.0						
設計予定比重	0.60	0.75	0.90	0.70	0.85	1.00	0.80	0.95	1.10	0.90	1.05	1.20	1.00	1.15	1.30
水/石こう比	0.90	0.77	0.63	0.81	0.68	0.53	0.72	0.58	0.45	0.63	0.49	0.35	0.53	0.40	0.27

第2表 難燃性試験(穿孔試験)体の製造水準

石こう/木質比	2.0		3.0		4.0	
設計予定比重	0.70	1.00	0.80	1.10	0.90	1.20
水/石こう比	0.81	0.53	0.72	0.45	0.63	0.35



第1図 加熱温度曲線ならびに試験片



第2図 加熱炉

亀裂(裏面における亀裂の幅が全厚の1/10以上であるものに限る), その他防火上著しく有害な変形などのないこと

- (2) 残炎(加熱終了後試験体より生ずる炎が見えなくなるまでの時間)……………30秒以下
- (3) T_c (試料の排気温度曲線が標準温度曲線を越える時間)……………3分以後
- (4) T_d (試料の排気温度曲線と標準温度曲線との囲む面積)……………100 ×分以下
- (5) C_A (発煙係数)……………60以下

ここで T_c , T_d の意味は第1図左側で明らかである。この図でパーライト板の排気温度曲線は図示され

た値の20 以内の誤差で再現性を保つよう規定されている。

2.2.2.2 付加試験(穿孔試験)

第1図右側下に示した寸法に木取り, 穴を開けたものを表面試験と同様の条件で前処理(乾燥, 冷却)した。この試験体の裏面に同じ大きさのパーライト標準板を密着させ, 第2図の加熱炉に装着し10分間加熱した。なお, 難燃2級Aクラスに適合する条件は下記のとおりであり, 試料の全てが同時に適合せねばならない。

- (1) 残炎……………90秒以下
- (2) T_d ……………150 ×分以下
- (3) C_A ……………60以下

ここで指標の意味は前項表面試験のものと同じである。

2.2.2.3 基材試験

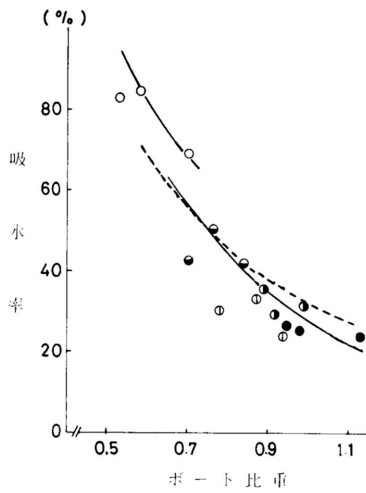
石こう/木質比が4.0と5.0のものについて, 表面試験用試験体を木取った残片の厚さを研削調整し5枚重ねあわせて40mm×40mm×50mmの試験体を製作した。これを 40 ± 2 で6日間乾燥したのちデシケーター中で冷却した。上述の規格に定められた加熱炉の炉内温度が 750 ± 10 になるよう調整したのち試験体を挿入し加熱した。

3. 試験結果と考察

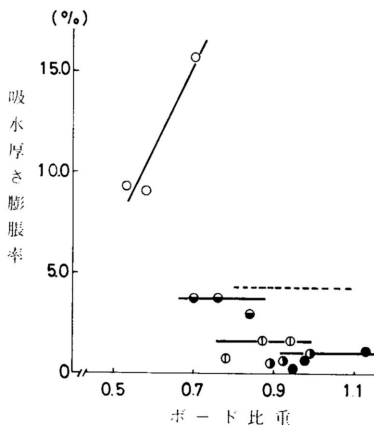
3.1 吸水性試験

前報で示した曲げ強さに関する最適水/石こう比の水準で得られる試験体から調製したものの試験結果を示す。石こう/木質比をパラメーターとし, ボード比重に対してプロットした。それぞれプロットされた点は全て試験体5コの平均値である。

吸水率について示したのが第3図である。石こう/木質比1.0のものとそれ以上のものとは別の曲線であらわしうようである。石こう/木質比1.0~3.0の低比重のところでは曲線からのはずれが大きいのは, 試験体がポーラスであるために保水能力がみかけ上減ってあらわれたものと考えられる。図中の点線はエゾマツ・トドマツ混合のパールマン木片を原料とした木質



第3図 吸水率に対するボード比重
石こう/木質比の影響
石こう/木質比: ○1.0 ●2.0 ●3.0 ●4.0 ●5.0
点線は木質セメント板
(セメント/木質比; 1.5, 2.0, 2.5)⁹⁾



第4図 吸水厚さ膨脹率に対するボード比重
石こう/木質比の影響
記号; 第3図参照
点線は木質セメント板 (セメント/木質比; 2.0)⁹⁾

セメント板のデータである⁹⁾が、これと比べてあまり変わらないとみることができる。

ボード比重に対する吸水厚さ膨脹率の関係をあらわしたものが第4図である。石こう/木質比の大きいほど厚さ膨脹率が小さくなること、また石こう/木質比が1.0のものを除いてボード比重の効果が明瞭でないことはポルトランドセメントをバインダーとする場合⁹⁾と同様である。セメント/木質比2.0のデータ⁹⁾と

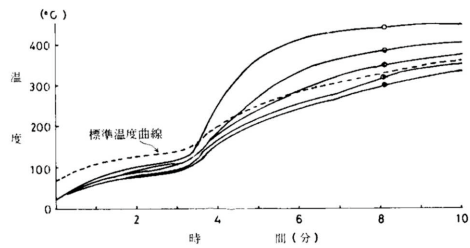
比較してあまり差はなく、石こうを用いたことによるマイナスの効果は認められない。一般に石こうは耐火性の低い素材として評価されているが、本試験の範囲ではかならずしもそうではない。従ってもっとシビアな条件での試験、評価方法の検討が必要かと思われる。

3.2 難燃性試験 (表面試験)

第1表で石こう/木質比ごと3水準設定した設計予定比重のうちそれぞれ中間に設定して得られる試験体の排気温度曲線を第5図に示す。石こう/木質比が増加するにつれ温度曲線は下側に移行し、4.0を越えると標準温度曲線を下廻るようになる。排気温度曲線が標準温度曲線の下側にあれば、表面試験での難燃1級(不燃)クラスへの適合条件を満たすことになる。

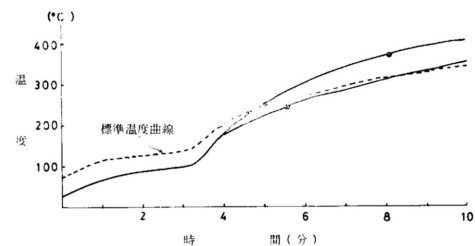
第6図はエゾマツ・トドマツ混合のパールマン木片を原料とする、ボード比重が0.9~1.0の木質セメント板のデータ¹³⁾である。同じ無機質/木質比に比べるとポルトランドセメントの方がやや低めのようなのであるが、大きな違いはない。温度曲線のパターンも類似している。

2.2.2.1で示した難燃性指標の各々について、石こ



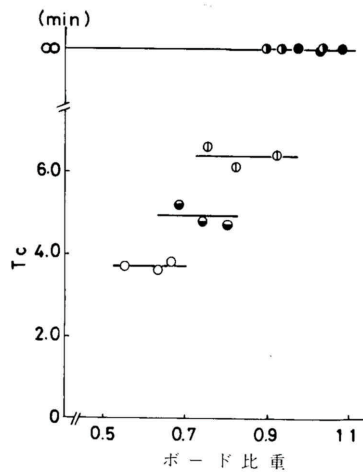
第5図 木質石こう板の排気温度曲線

石こう/木質比: ○1.0, ●2.0, □3.0, ◇4.0, ●5.0

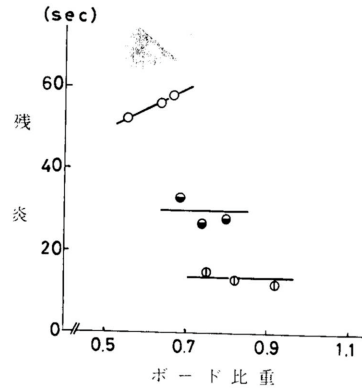


第6図 木質セメント板の排気温度曲線¹³⁾

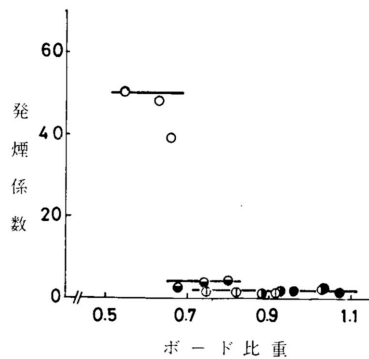
セメント/木質比: ●2.0, □3.0



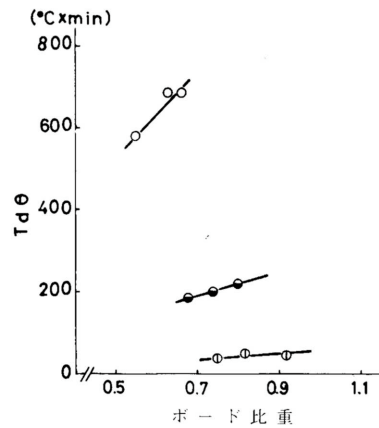
第7図 ボード比重と T_c の関係
記号; 第5図参照



第10図 ボード比重と残炭の関係
記号; 第5図参照



第8図 ボード比重と発煙係数の関係
記号; 第5図参照



第9図 ボード比重と T_{d0} の関係
記号; 第5図参照

う/木質比をパラメーターとしボード比重に対してプロットした。第7図~第10図がそれである。ここに示された値は同一条件2コの試験体の平均値である。なお、加熱中の試験体の溶融、加熱後の試験体の裏面に対する亀裂は全ての試験体について認められなかった。

第7図は T_c の関係である。縦軸の位置にプロットされた点は第5図で排気温度曲線が標準温度曲線を上廻らないものを示す。石こう/木質比の増加とともに T_c も増加するが、ボード比重への依存性は明瞭でない。本試験範囲で T_c については全て3分以上であり、規格の難燃2級基準に適合している。

第8図は発煙係数の関係である。石こう/木質比が1.0から2.0にかかわるところで急激に低下しており、ボード比重への依存性は明瞭でない。本試験の範囲で発煙係数は全て60以下の領域にあり、規格の難燃2級基準に適合している。他の有機質材料に比べて発煙係数の極めて小さいことは特徴的である。 T_c 、発煙係数にみられるこれらの挙動はポルトランドセメントをバインダーとした場合¹⁴⁾と類似している。

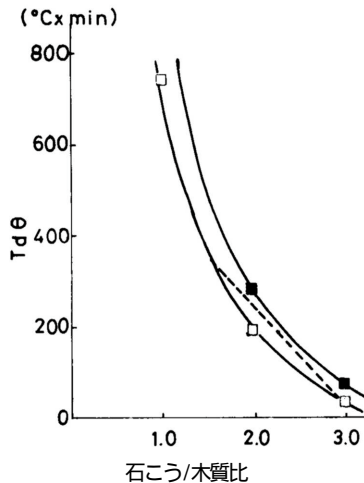
第9図は T_{d0} の関係である。この図で石こう/木質比4.0以上のものがプロットされていないのは第5図で明らかなように排気温度曲線が標準温度曲線を上廻らないためである。ここでは石こう/木質比への依存性と共にボード比重への依存性も認められる。この傾向は葛西らのパルプ滓・パーライト板に石こうを混合

した例¹⁵⁾とも一致する。難燃2級クラスは T_d が100(×分)以下でなければならず、本試験の範囲では石こう/木質比が3.0以上で適合ということになる。

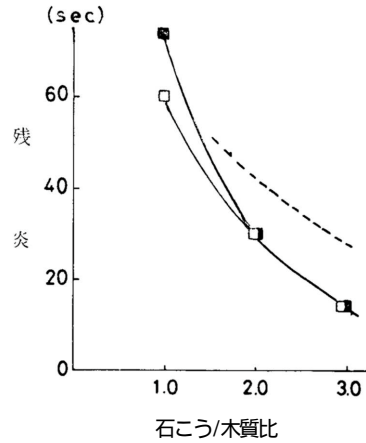
第10図がボード比重と残炎の関係である。石こう/木質比1.0の場合比重依存性が認められるが、それ以上では明瞭でない。4.0, 5.0のものについては残炎の痕跡は認められなかったため図示していない。難燃2級基準では残炎が30秒以下と定められているので石こう/木質比が2.0で丁度境界にあり、3.0以上で適合ということになる。

以上のことから木質石こう板を難燃2級に適合させるためには T_d と残炎の制限条項が問題になることが分かる。そしてボード比重よりも石こう/木質比の効果の方が大きく関与することも明らかとなった。そこでこの両指標を石こう/木質比に対してプロットし直したものが第11図、第12図である。

第11図は第9図でボード比重0.7及び1.0の水準に内挿又は外挿して読み取った値を示したものである。図中の点線はセメント/木質比が1.5~3.0の範囲で得られた木質セメント板のデータ¹⁴⁾である。石こう/木質比に対して T_d は曲線的に低下することが分かる。この図から T_d 100(×分)以下の条件は比重によって異なるが、石こう/木質比を3.0よりもわずかに低



第11図 石こう/木質比と T_d の関係
ボード比重; 0.7, 1.0
点線は木質セメント板(ボード比重; 1.0)¹⁴⁾



第12図 石こう/木質比と残炎の関係
記号, 点線; 第11図参照

め側に設定してもよいことになる。またセメントに比べて大きな違いはないが、ボード比重1.0で比較するとセメントの方がやや有利である。

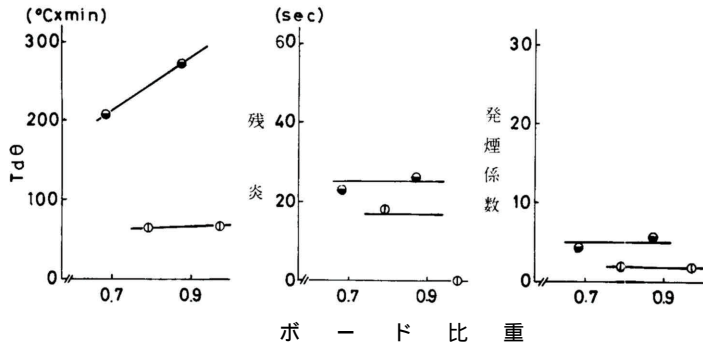
第12図は残炎について第10図から同様に読み取ったものである。石こう/木質比に対して曲線的に低下することが分かる。この図から残炎30秒以下の条件として石こう/木質比を2.0よりもわずかに高め側に設定してよいことになる。セメントバインダーのものに比べてかなり有利であるといえる。

これらのことから表面試験での難燃2級クラスへの適合条件としてはボード比重を極端に大きくしない限り、石こう/木質比を3.0かそれよりもやや低め側に設定すればよいことになる。

3.3 難燃性試験(付加試験 - 穿孔試験)

第13図に付加試験結果を示す。プロットされた値は同一条件2コの平均値である。石こう/木質比4.0のものについては T_d に関して排気温度曲線が標準温度曲線の下側にある、残炎に関して痕跡が認められない、発煙係数に関して殆んど0に近いという理由で図示していない。前節の表面試験結果と比較して T_d ではやや高め側に現れているものの、残炎、発煙係数ともに殆んど変わらないか、寧ろ低めに現れているものもある。

そもそもこの試験は層構成した材料のコア部分の難燃性能をチェックするために導入されたものである



第13図 穿孔試験によるT_d, 残炭及び発煙係数
記号: 第5図参照

が、本試験における試験体のように厚さ方向に単一な組成の材料の場合殆んど問題にする必要がないように思われる。2.2.2.2に示した難燃2級Aクラスへの適合条件としては、石こう/木質比を3.0またはそれよりもやや低め側に設定すればよいことが分かる。

以上3.2, 3.3の試験結果により難燃2級クラス(準不燃材料)への適合条件はボード比重を極端に高めない限り石こう/木質比を3.0付近に設定すればよいことが分かった。なお、この条件で建設省告示第1231号に基づくガス有害性試験に適合するかどうかチェックする必要があり、今後の課題としたい。

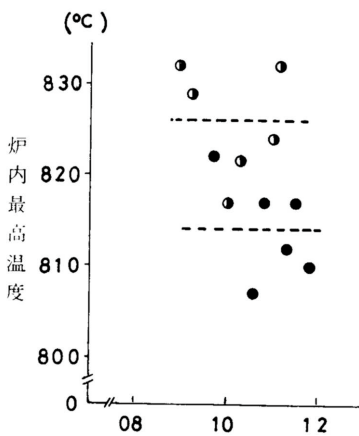
3.4 難燃性試験(基材試験)

規格で難燃1級クラス(不燃材料)への適合条件と

して表面試験では、試料の排気温度曲線が標準温度曲線を上廻らないこと、発煙係数が30以下であることとなっている。従って本試験の範囲で石こう/木質比が4.0, 5.0の場合これを満たしている。これらについては更に基材試験によるチェックが必要となる。

750 ± 10 に制御された加熱炉に試験体を挿入し、炉内温度が最高に達した時の値を、試験体個々のみかけ比重に対してプロットしたものが第14図である。これによれば比重依存性は明瞭でない。比重が大きくなれば試験体に含まれる可燃物量は増加するが、同時に結晶水をもった石こうの量も増加する。この両者の効果が相殺し合う作用として働くため比重依存性があらわれにくいものと考えられる。

石こう/木質比別にプールして平均値を求めたものが図中の点線である。ほぼ10の差が認められる。規格に適合するためには810以下でなければならない。一部適合するものがあるものの試験体の精度を考えれば不十分であり、石こう/木質比を更に高いところに設定する必要がある。



第14図 基材試験結果
記号: 第5図参照
点線は石こう/木質比別の平均値を示す

4. まとめ

カラマツの間伐小径木からえたパールマン小片を型羊水石こうで固めたボードの吸水性と難燃性について、石こう/木質比、ボード比重を因子として検討した。難燃性試験についてはJIS A1321(1975)の規定に従った。結果の要約は次のとおりである。

(1) 吸水性に関して、石こう/木質比が2.0以上の場合吸水率はボード比重のみに依存し、比重の増加とともに曲線的に低下する。吸水厚さ膨脹率は石こう/木質比のみに依存し、この比が大きいくほど膨脹率は小さい。これらの挙動はポルトランドセメントをバインダーとした場合のそれに類似する。

(2) 規格に定められた表面試験の難燃性指標に関し

て、ボード比重依存性が明瞭なのはTdθのみであり、比重の増加とともにTdθも増加する。石こう/木質比に対してはTe、発煙係数、Tdθ、残炎の各指標が依存し、この比が大きいくほど難燃性は向上する。難燃性の各指標に関してセメントバインダーのものとその挙動は類似しており、石こうを用いたことによるマイナスの効果は特に認められない。

(3) 難燃2級(準不燃材料)基準でみると、難燃性指標のうち問題となるのはTdθと残炎のみであり、石こう/木質比を3.0付近に設定すれば適合する。この条件では試験体に穴を開けて実施する付加試験(穿孔試験)によっても難燃2級基準に適合する。ただし建設省告示1231号に規定されたガス有害性試験に適合する必要がある。

(4) 表面試験で難燃1級(不燃材料)基準に適合する石こう/木質比4.0と5.0のものについて基材試験を行ったところ適合しないことが見出された。難燃1級に適合させるためには石こう/木質比を更に高いところに設定する必要がある。

なお難燃性試験については当场林産化学部木材保存科 葛西 章氏の協力を得た。記して謝意を表する。

文 献

- 1) F. Kollmann; Technologie des Holzes und der Holzwerkstoffe, 2, Aufl, Bd. 2, 468, Springer Verlag, Berlin (1955)

- 2) JIS A 6901 セッコウボード
- 3) 村止, 山中; 第23回日本木材学会大会要旨, 131 (1973)
- 4) 村山, 山中; 第24回日本木材学会大会要旨, 171, 172 (1974)
- 5) 岸, 清水, 伊藤, 香川, 木村; 昭和49年度技術開発研究費補助事業成果普及講習会用テキスト (昭和51年3月, 三重県工業技術センター)
- 6) 重倉, 高橋; 日本建築学会大会学術講演梗概集 (関東) 227 (昭和50年10月)
- 7) 重倉, 高橋; 日本建築学会大会学術講演梗概集 (東海) 355 (昭和51年10月)
- 8) 高橋, 北沢, 波岡; 第27回日本木材学会大会要旨, 199 (1977)
- 9) 波岡, 高橋, 穴沢, 北沢; 北林産試研報, No.65, 88~96 (1976, 6)
- 10) 高橋, 穴沢, 波岡; 本誌, 8月号, 14 (1973)
- 11) 村上恵一監修, 新しい資源・セッコウとその利用 (ソフトサイエンス社) p.423
- 12) 高橋, 北沢, 波岡; 本誌, 10月号, 11 (1977)
- 13) 高橋, 穴沢; 未発表資料
- 14) 波岡, 高橋, 穴沢, 北沢; 北林産試研報, No.65, 125~135 (1976, 6)
- 15) 葛西, 布村; 第27回日本木材学会大会要旨, 200 (1977)

—木材部 改良木材料—
(原稿受理 昭52.10.15)