

木質セメントボードの製造に関する研究(3)

—広い範囲にわたる比重, 配合比の影響—

高橋利男 穴沢忠
波岡保夫

1. まえがき

建築材料を評価する場合, 機械的諸特性は勿論のこと, 寸法特性, 熱的, 音響学的特性をもあわせて総合的に判断する必要がある。木質セメント板の製造設計に際しても, 仕上り製品の諸特性をどこに求めるかということも考慮せざるを得ない。そしてこれら諸特性が, 仕上り製品のみかけ比重に大きく左右されるであろうことは経験的に周知である。また, セメントのように, 合成樹脂接着剤と比べて接着性能が大巾におちる結合剤を用いる場合には, これを補うために配合比(セメント/木質乾物重量比)を高める必要がある。しかしこのことはセメントが木質に比べ高比重であるところから, 仕上り製品の密実性に大きく影響することが容易に推察でき, 製品の材質特性に対し配合比とみかけ比重とがそれぞれ独立した因子であるとみなすわけにはゆかない。

第1報¹⁾においてはマツ鋸屑について配合比0.5~4の範囲で, 比重0.7~1.3の範囲で, また第2報²⁾においてはカバのパールマン木片について比重を固定し0.8~1.6という狭い範囲の配合比をとりあげ, これらの因子が機械的諸特性と寸法特性の一つである吸水性に及ぼす影響について視察した。

本試験においてはカバパールマン木片を用い, 配合比0.4~3.0, 仕上り予定比重0.6~1.2という広い範囲で製造し, 成型可能性, 機械的諸特性, 吸水性, 熱伝導率, 難燃性能を観察し, 製造設計に際しての目安を得ることを目的とした。本報においてはとりあえず熱伝導率に関する試験結果まで報告する。

2. 実験

2.1 供試原料

パールマン木片と日本セメントKK製普通ポルトランドセメントを用いた。パールマン木片はカバ廃単板をあらかじめシリンダーチップパーで繊維長25mmに粗砕し, これをPZ 6型パールマンチップパー(ナイフ; 20枚, ナイフリング回転数; 900 r.p.m., インペラー回転数; 1720 r.p.m., ナイフ刃出; 0.5mm)に乾物で約200kg/hrの速度で供給してえられたものである。その後, これをロータリーキルンで含水率約20%程度までに乾燥して供試した。セメントは20メッシュ(0.840mm)の篩を通して使用した。

2.2 製板方法

配合比0.4~3.0, 仕上り予定比重(気乾)0.6~1.2の組合わせ各々について32cm×34cm×1.5cmの板を得るに要する木片, セメントを1枚分ずつ秤量し品川式25AM-Qr型万能攪拌機(容量25l, 能力400W)で混練した。木片, セメントの秤量の試算にあたっては, 3.1で述べる方法に拠った。また, 混練に際しての加水量は配合比, 比重の組合わせ各々について, 木片の初期含水量をも含め, セメント, 木質混合系の所要加圧下における最大抱水量を予備試験で確かめておき秤量添加した。なお, セメントの硬化促進剤は添加しなかった。その後32cm×34cmの枠内に手でフォーミングし, 枠をとりのぞいたのち15mm厚木製ディスタンスバーを長手方向に置き, 同一配合比, 比重のものを4枚1組にして圧縮クランプした。この際27mm厚ラワン合板の表面に塩化ビニールのシートを置きあて板とした。クランプしたものは20, 85% R.H.に保持し, 5日目に脱型, 更に3日間養生した。その後20, 65% R.H.に5週間放置した。

2.3 材質試験方法

2.3.1 試験片の調製

全ての板について、その両面をG種超硬刃付プレーナーで各々1mm程度研削した。配合比、比重を組合わせた同一条件4枚のうち2枚を機械的諸特性及び吸水性の試験に用いた。まず5cm×28cmの試片10ヶを得、曲げ試験に供試したのち、その破断片からランダムに5cm×5cmのはくり試片12ヶと吸水試験用試片10ヶを採取した。また1.25cm×12cmの衝撃試験用試片12ヶを得た。

更に残り2枚を28cm×28cmに木取りして熱伝導率の測定に供試し、そのあと22cm×22cmに木取りして難燃性試験に供試した。

2.3.2 試験方法

機械的的特性については曲げ試験、はく離試験、衝撃試験を試みた。曲げ試験については島津オートグラフS-500型試験機を用い、スパン24cm、荷重速度10mm/minで行ない曲げ強さと曲げヤング係数を求めた。

はく離試験についてはDIN 68761、1961に準じ試片の両面に鉄製のアタッチメントを接着し、500kgオルゼン型試験機を用い厚さ方向に荷重速度10mm/minの垂直引張荷重を加えてはく離強さを求めた。衝撃試験については上島製作所製シャルピー型衝撃試験機(能力30kg・cm)によりスパン8cmで吸収エネルギーを測定し、これを試片の断面積で除して衝撃曲げ吸収エネルギーを求めた。

また、吸水性については試片を20℃恒温槽に24時間浸漬し、その後40℃、つづいて105℃循環式乾燥器中で各々24時間乾燥した。これより吸水率と吸水厚さ膨脹率を求めた。

熱伝導率については宮部式熱伝導率測定器を用い、JISA 1412(1968)平板比較法により求めた。

3. 試験結果と考察

3.1 木片セメント板の製板可能性について

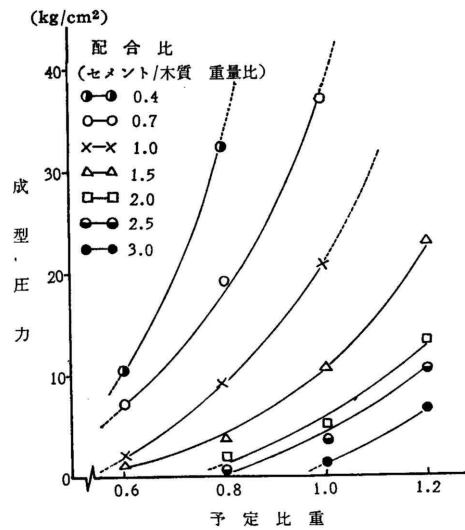
第1図に配合比をパラメーターにとり、仕上りの予定比重と成型圧力に関する実験値を示した。予定比重

の試算にあたっては次式に拠った。

$$d = \{W\omega + (1 + \alpha)P W\omega\} (1 + \beta/100) / V$$

d; 仕上り予定比重, W ω ; 木質乾物重量,
P; 配合比(セメント/木質乾物重量比),
 α ; セメント硬化後の結合水の対セメント比,
 β ; 仕上りボード含水率(%),
V; 仕上りボード体積

本試験においては $\alpha = 0.35$, $\beta = 10$ と仮定して試算した。実験結果によれば、20℃, 65% R.H.における5週間程度の放置では含水率が12~20%の範囲でばらついており、しかも低配合比、高比重のものの含水率が高くあらわる傾向をみせている。別の試験によれば配合比1.5比重1.0の場合、20℃, 65% R.H.における含水率が12週間放置して15%程度になることが認められた。従って成型圧力について、厳密には配合比、比重の各々に関する平衡含水率を実験的に求めてあてる必要がある。についてはコンクリートの場合、105℃で恒量になるまで乾燥した際には0.2程度といわれている³⁾。木質・セメント混合系においてもこれが成立するかどうかは実験的に確認する必要がある。



第1図 予定比重と成型圧力の関係

第1図はカバパールマン木片で得られた結果であり樹種(素材比重)、木片形状によってそれぞれ固有の成形圧力を示すものと考えられ、一つの参考値にす

ぎない。しかしプレス能力との対比で製板可能性に関する成型圧力上の限界を推定することは可能である。

第1表 カバ木片セメント板の製板可能性

		配合比(セメント/木質乾物重量比)						
		0.4	0.7	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0
予定比重	0.6	××			×	×	×××	×××
	0.8	××					×	×
	1.0	△						×
	1.2	△	△	△				

××× フォーミング厚さが予定板厚に達しなかつたもの
 ×× クランプ脱型の際に破壊したものの
 × プレナー研削の際に破壊したものの
 △ 成型圧力が高いため製板しなかつたもの

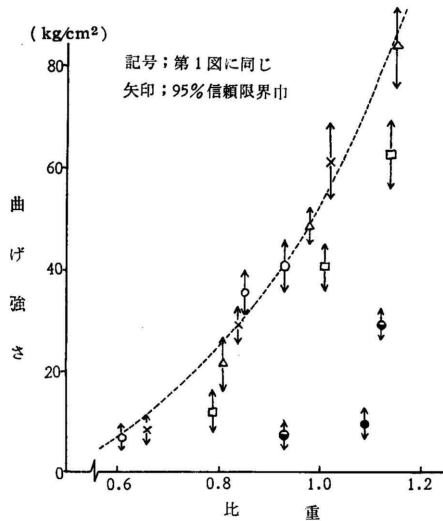
第1表は本試験において製板した範囲を示す。印は成型圧力が40kg/cm²を越える領域である。高配合、低比重(×××印)のところでは成板不可能なものが出ているのは、上記計算式において木質、セメントそれぞれに固有の比重を考慮していないためである。また×、××印によって製板可能であっても、該製品が材料としての意味をもたない領域が経験的に示されている。

3.2 比重および配合比と機械的特性および吸水性の関係

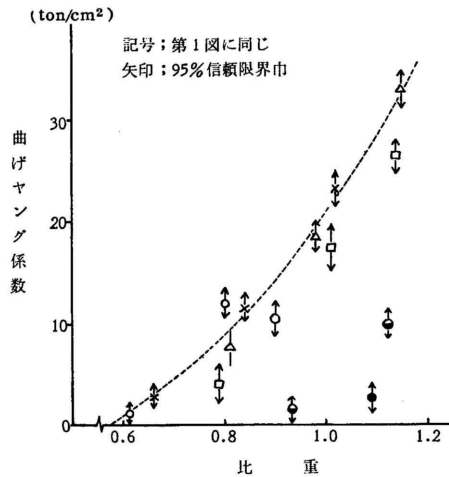
第2図~第7図に配合比をパラメーターとし比重に対応する機械的諸特性および吸水性の試験結果を示す。図中矢印で示した信頼限界巾については、比重、配合比の組合わせ各々で10コまたは12コの測定値に基づき独立に算出した。比重については予定比重に拘わりなく気乾(含水率は前節でのべたとおり個々バラバラである)の仕上り比重に基づいて図示した。

第2図、第3図でみると配合比ごとに独立した傾きと切片をもつ直線群がえられることも予想される。しかし同一配合比で3点の測定値しかえていないこと、また配合比1.5以下における測定値の信頼限界巾を考慮すると、配合比1.5以下のところでは破線で図示したように高次の曲線相関をもつと判断するのが实际的であろうと思われる。配合比2.0以上のところでは個々の配合比に独立の相関を示している。

静的曲げの性質に関しては、比重の増加につれて高い材質を示し、配合比に対しては1.5の前後に材質的な臨界点があつて配合比が1.5を越えて大きくなると



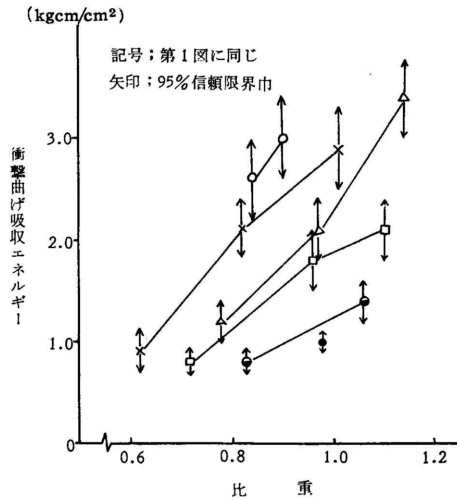
第2図 比重と曲げ強さ



第3図 比重と曲げヤング係数

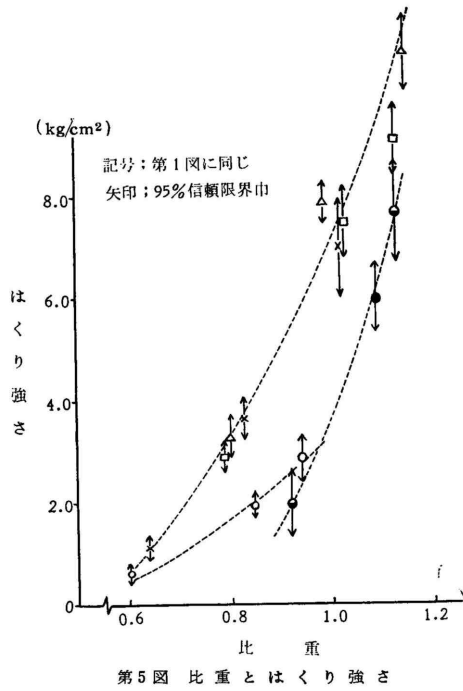
密実性減少のマイナス効果で材質は急激に低下する。配合比1.5前後に材質的な臨界点があるという判断は前報²⁾で得られた結果と比較しても妥当であると思われる。

衝撃曲げの性質について第4図でみると、配合比について、静的曲げでみられたような材質的な臨界点は観察されない。配合比が低くなるにつれエネルギーの吸収が大きくなる挙動を示しており、密実性の増加と、セメントの脆さを木質が補強する効果とがからみあつてあらわれた結果であると思われる。比重との関係では配合比ごとに独立した正の相関を示している。



第4図 比重と衝撃曲げ吸収エネルギー

はくり強さについて第5図では、比重に関して配合比ごとに別々の直線群をもつとみれるが、配合比0.7

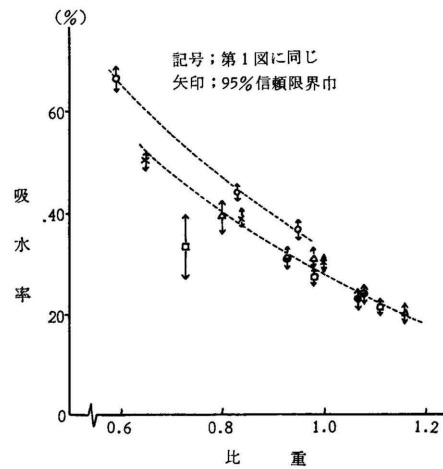


第5図 比重とはくり強さ

1.0~2.0, 2.5~3.0の三つの領域でそれぞれ独立した挙動を示している。セメントの接着効果は木質を被覆するセメントの量と接着面積に支配されてあらわれると思われる。配合比0.7ではセメントの被覆量が少い

ため接着面積が小さく、配合比2.5以上ではセメントの被覆量は十分であっても成型圧力が低い場合粒子間の空隙が大きくなり接着面積が小さくならざるを得ない。配合比1.0~2.0の範囲においてはセメントの被覆量と粒子間隙とが補償しあい、同一比重に対してほぼ同じ接着面積となっていると推察される。マツの鋸屑を原料とする場合、はくり強さは配合比に依存しないという結果がえられている¹⁾。マツの素材比重がカバに比べてかなり低い場合粒子間隙が相対的に小さくなり、配合比の広い範囲(1.0~4.0)にわたって、接着面積に関するセメントの被覆量と粒子間隙の補償が成り立っているものと思われる。

吸水率と比重の関係について第6図によれば、配合比2.0, 比重0.73の実測値を除くと、配合比0.7と1.0



第6図 比重と吸水率

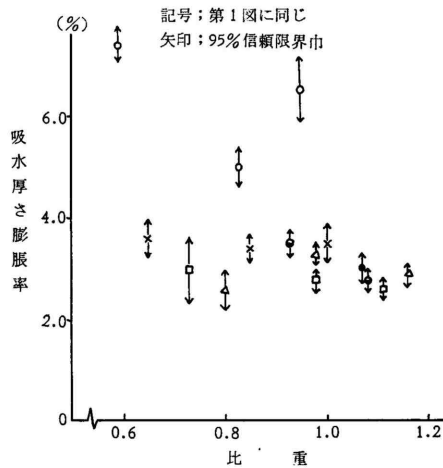


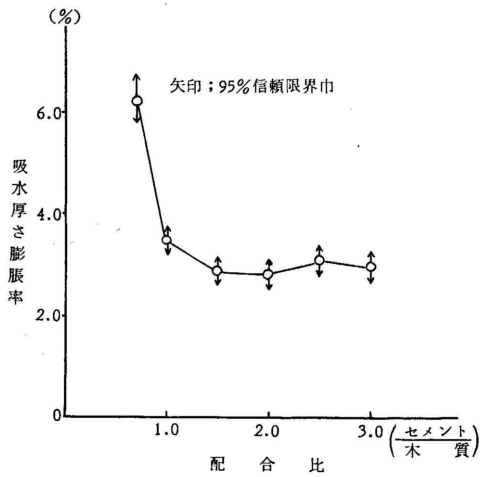
表7図 比重と吸水厚さ膨脹率

以上のものがそれぞれ独立した挙動を示し、比重の増加と共に吸水率は減少する。マツ鋸屑を原料とした場合、比重に対して双曲線の関係になっていると報告した¹⁾が本試験の結果はこの関係をそれほど明瞭に示してはいない。

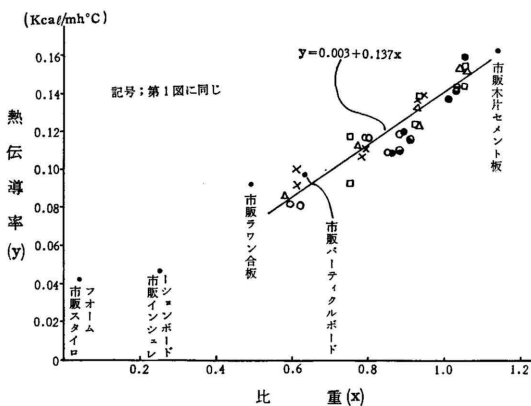
吸水厚さ膨脹率と比重との相関について第7図で判断する限り明確な傾向を示していない。粗いやり方であるが各配合比ごとに得られた測定値をプールして平均値を求めた結果を第8図に示す。配合比1.5以下で急上昇を示し、1.5を越えると横ばいとなっている。

3.3 比重および配合比と熱伝導率の関係

第9図に供試板ごとの比重と熱伝導率の関係をプロットした。参考値としての市販の諸材料について測定した値も併せてのせた。これによれば比重と熱伝導率の相関は高い。相関係数が0.94と計算され、これは危険率1%で有意である。図中の直線は市販の材料を除



第8図 配合比と吸水厚さ膨脹率



第9図 比重と熱伝導率

き最小自乗法によって求めたものである。また配合比と熱伝導率の関係については明確な傾向を示していない。

4. まとめ

木質セメントボードの製造設計を行なう際の指針を得る目的で、カバパールマン木片を用い、配合比(セメント/木質乾物重量比)0.4~3.0, 仕上り予定比重(気乾)0.6~1.2という広い範囲で製板し、成型の可能性、ボードの機械的特性、吸水性、熱伝導率の測定を試みた。結果の概要はつぎのとおりである。

- (1) 成型圧力は比重に対し曲線的に上昇し、配合比が低い程高次となる。従ってプレス能力との対比から配合比の低限界と予定比重の高限界が設定される。
- (2) カバ木片・セメント混合系が平面材料として意味をもつ配合比の低限界は0.7である。また、比重の低限界は配合比の増加と共に高く、なり、例えば配合比0.7~1.0では0.6であり、配合比2.5では1.0である
- (3) 静的曲げの性質について、配合比0.7~1.5の範囲でほぼ同じ挙動を示し、比重の増加とともに曲線的に増加している。また配合比1.5~2.0の附近に材質上の臨界点があると判断され配合比がこれをこえて大きくなると材質は大きく低下する。衝撃曲げ吸収エネルギーは低配合比、高比重のものほど大きい。
- (4) はくり強さについて、配合比0.7, 1.0~2.0, 2.5~3.0の三つの領域でそれぞれ独立した挙動を示し、配合比1.0~2.0のところでも最大のはくり強さを与える。
- (5) 吸水率は配合比1.0~3.0の範囲で、配合比にかわりなく一致し、比重の増加とともに減少する。配合比0.7ではその絶対値が大きく比重に対しては前者と同じ挙動を示す。
- (6) 熱伝導率について、配合比のちがいにに対しては明確な傾向が認められず、板のみかけ比重と共に直線的に増加する。

文献

- 1) 波岡 保夫ら; 木質セメントボードの製造に関する研究(1), 北林産試月報または木材の研究と普及4月号(1971)
- 2) 波岡 保夫ら; 木質セメントボードの製造に関する研究(2)の, 北林産試月報または木材の研究と普及3月号(1972)
- 3) 建築技術, No. 43, P-45 (1954.12)

一木材部 改良木材科 -

(原稿受理 47.3.30)