

木質セメントボードの製造に関する研究(4)

- 二、三の要因と難燃性の関係 -

高橋利男 穴沢 忠
波岡保夫

1. まえがき

建築基準法の大巾改正(昭和45年1月1日施行)に伴い、「内装制限」の適用を受ける特殊建築物の範囲が拡大され、さらには二階以上の一般住宅においても、最上階以外の階にある調理室、浴室等の火気使用室はこの制限を受けることになった。一方、住宅部材を供給する林産業界にとっては、この制限にみあう難燃材料または準不燃材料を開発することが望まれている。しかし木質物を難燃化することはともかく、準不

燃化することは非常に難しい。

われわれは不燃材料であるセメントと可燃材料である木質物の混合による製品化を試み、この系が難燃性能に関して、木質だけのものよりもはるかに優位であろうという経験的期待に基き、主として機械的特性および吸水性能について検討してきた^{(1),(2),(3)}。

本報においては、上記の期待に関する実験的確認と、さらには JISA 1321 (1970) (以下「JIS」と略記する) に規定される難燃2級 (以下「準不燃」と略記

する)に合格する材料を得るための指針をみいだすことを目的とした。まず、前報³⁾で用いた試料によって難燃性能に対するボード比重、配合比(セメント/木質乾物重量比)の影響を調べ、つぎに特定の比重、配合比の板を試料として基材含水率の影響を調べた。さらに機械的特性を向上させる目的でいくつかの無機塩類(セメントの凝結を促進する機能をもつもの、以下「凝結促進剤」と略記する)を添加して製造した試料を用い、これら凝結促進剤の難燃性能におよぼす影響を観察した。

2. 実験

2.1 試料

本実験においては実験は三つの部分にわかれており各々の実験に用いた試料はつぎのとおりである。なお試料個数は(1),(3)が同一条件2コ,(2)については総計16コである。また(2),(3)の基材含水率の測定は、試料から巾11.5mmの試片を採取して、105°C前後で24時間乾燥して求めた。なお全ての板について、その両面をC種超硬刃付プレーナーで各々1mm程度研削した。

(1) 比重、配合比の影響を調べる実験

前報³⁾で用いた供試板と同じものであり、熱伝導率を測定したのち室温に数日放置したものを22cm×22cmに木取りして供試した。従って基材含水率はJISに規定された乾燥方法によるものと比べ、かなり低いものと思われる。

(2) 基材含水率の影響を調べる実験

前報³⁾の方法で仕上り予定比重1.0、配合比2.0に樹定した板を製造し、同一条件2枚づつ8種の方法で調湿し、含水率の変化を得て供試した。

(3) 凝結促進剤の添加の影響を調べる実験

セメントの凝結促進ないしは木質の鉱物化⁴⁾に効果のあると思われる無機塩類五種、塩化カルシウム、塩化マグネシウム、塩化カリウム、水ガラス(固形分51.8%)、けい酸ナトリウム粉末をとりあげた。カバとマツ(エゾマツ、トドマツ混合)のパールマン木片を用い、仕上り予定比重1.0、配合比1.5、仕上り含水

率10%とした。凝結促進剤をそれぞれ固形分対セメント比1,3,5%となるように秤量し、それぞれ所定の水(最大抱水量²⁾)に溶かしておき木片に添加した。そのあとでセメントを添加攪拌した。同一条件2枚づつとし製板方法および試料調製の細部については前報³⁾と同様である。なおクランプ期間は1日とし、20°C、65% R.H. 放置期間はほぼ6~7週間であった。試料は40°C±2°Cで24時間乾燥したのちポリエチレンの袋に保存して供試した。

2.2 難燃性試験方法

JISA 1321(1970)に規定された表面試験10分加熱(難燃2級一準不燃材料一判定用)によった。試験方法の細部については省略する。尚準不燃に合格するための条件は次のとおりであり、試料のすべてが同時にこれに適合する必要がある。

- (1) 試料の裏面に対する亀裂が厚さの1/10以下であり、その他防火上著しく有害な変形のないこと
- (2) 残炎.....30秒以下
- (3) Tc(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) Td(試料の排気温度曲線と標準温度曲線との囲む面積).....100以下
- (5) CA(発煙係数).....60以下

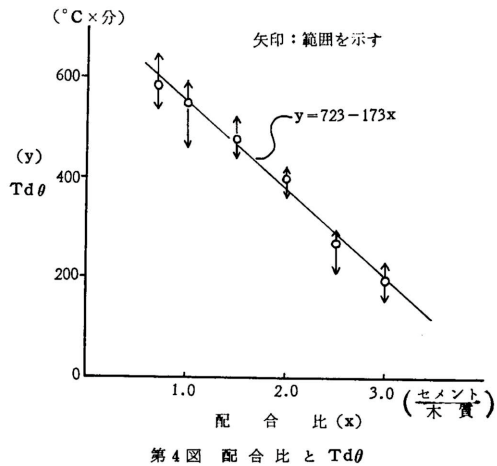
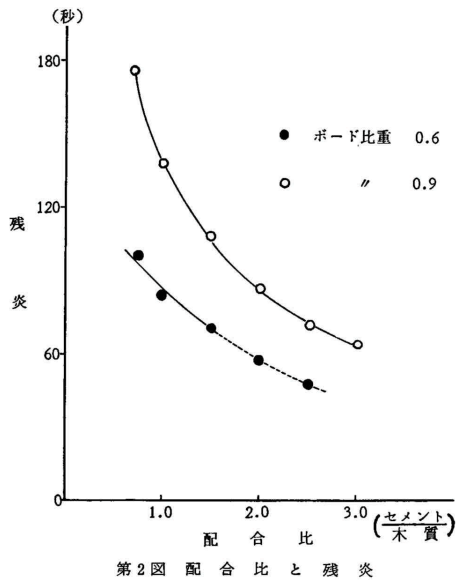
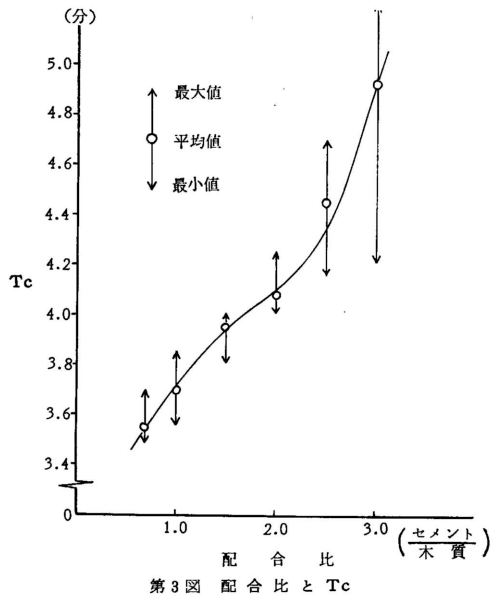
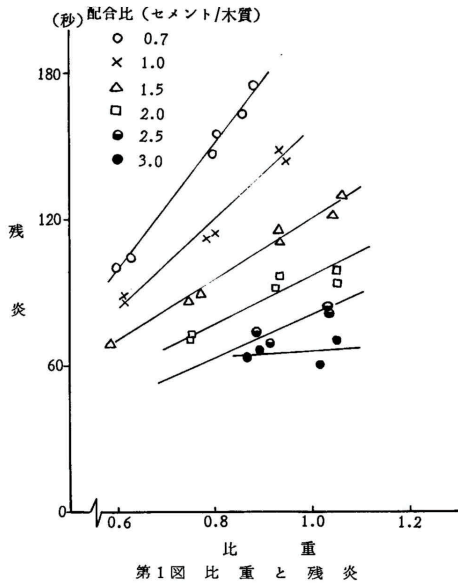
3. 実験結果と考察

3.5. ボード比重、配合比が難燃性能に及ぼす影響

第1~第5図に難燃性試験結果を示す。残炎を除くはボード比重依存性が明瞭には観測されなかったのて図の掲載を省略する。第3~第5図は配合比ごとにすべての測定値をプールしその平均値と範囲で表示した。

試料は13mm厚前後であったが、加熱試験終了後貫通亀裂また有害な変形はすべての試料において全く観察されなかった。

第1図に配合比をパラメーターとし比重と残炎の関係を示した。これによれば木質量の多いものが残炎時間の長くなる傾向を示している。第2図は第1図において比重0.6と0.9に内挿あるいは外挿した残炎時間を



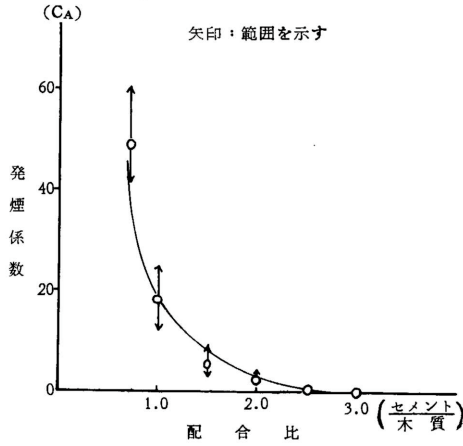
配合比に対してプロットしたものである。破線部は外挿値である。これらから、残炎は比重に対して直線、配合比に対して双曲線の関係をもつことが認められる。

第3図は配合比に対してTcの測定値をプロットしたものである。図中の矢印を範囲で表示したのは、JIS規格が2.2で記したように、すべての試料におい

て合格しなければならないと規定していることによる(第4、第5図についても同様の意図である)。配合比2.0前後に変曲点らしきものが認められ、配合比の増加とともにTcは急激に増大している。木質が減少することによって加熱初期における発熱がおくれることを示している。

第4図によれば、Tdθは配合比に対してほぼ直線的に低下している。ちなみに相関係数は-0.96と計算され、図中の式は最小自乗法によって求めたものである。測定値に対して100前後のバラツキを考慮すれば

この関係は実用的な意味をもつものと思われる。ともあれ木質に対するセメントの被覆量が多くなると加熱中期以後の発熱量が少くなるといえる。



第5図 配合比と発煙係数 (CA)

第5図は配合比と発煙係数の関係を示す。配合比1.0をこえるあたりからCAは急激に減少し、2.5でほぼ0となる。

市販パーティクルボードの難燃性試験結果の1例を第1表にあげる。パーティクルボードの測定結果と配合比0.7のそれとを比較してもわかるようにTdを除き、セメント・木質混合系が難燃性能に対してはるかに優位であることが認められる。パーティクルボードのTdが配合比0.7のものより小さくあらわれているのは基材含水率が高かったことによるものと思われる。

以上のことから難燃性能に関して、セメント木質混合系は木質だけのものよりも優位であり、性能を向上させるためには配合比を高める必要がある。また、準不燃材料の基準からみれば、当該材料は残炎

第1表 市販パーティクルボードの難燃性試験結果

試料	比重	加熱方法	亀裂	残炎	T _c (分)	T _{dθ}	CA
パーティクルボード*	0.63	10分加熱	なし	14'24"	1.9	478	160

*20°C, 65% R.H. に放置したものをそのまま供試した。

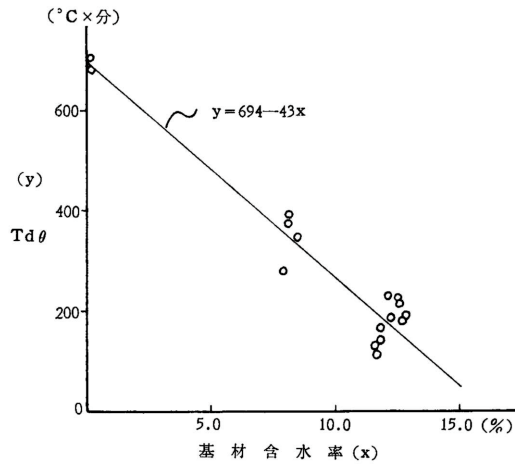
とTd に関して不合格である。ただしTd については、配合比を3.5以上に設定すれば100以下となり合格するが、残炎について合格値を得ることはあまり期待できない。

3.2 基材含水率が難燃性能におよぼす影響

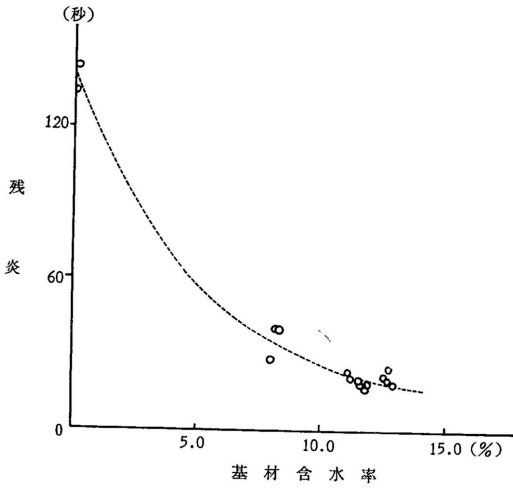
われわれは実験の過程において、基材に含まれる水分が気化する際、周囲の熱エネルギーを吸収し系全体の発熱を抑制するという効果について無視しえないだろうということに気がついた。そこで105°C絶乾状態のものをも含めて8種の調湿方法により含水率の異なる基材を得難燃性試験を試みた。

第6図と第7図にTd と残炎に関する基材含水率の影響を示した。これによれば両者ともに基材含水率依存性が高い。ちなみにTd と基材含水率の相関係数は-0.96と計算された。図中の式は最小自乗法によって求めた。第4図と第6図を比較すると発熱量を抑制す

る効果からみて、配合比の変動よりも水分のわずかな変動の寄与がはるかに大きいといえる。第7図の残炎について基材含水率0~8%の範囲の実測値が欠落し



第6図 基材含水率と Tdθ



第7図 基材含水率と残炎

ているので推定の域をでないが、図中点線であらわした挙動が予測される。いずれにせよ残炎についても水分の影響の大きいことが認められる。

またTcとCAについて図示しなかったが前者の基材含水率依存性は明確に認められ、含水率の増加は高いTcを与えた。CAについては供試した試験体の配合比が2.0と比較的高かったため、第5図でも示されるようにその絶対値が少く、基材含水率の変化に対して明瞭な影響は認めえなかった。

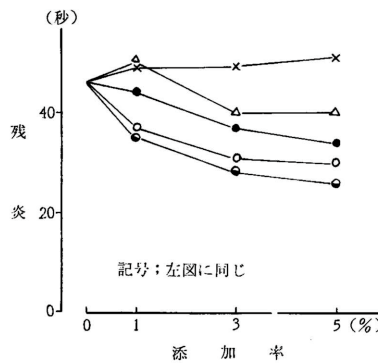
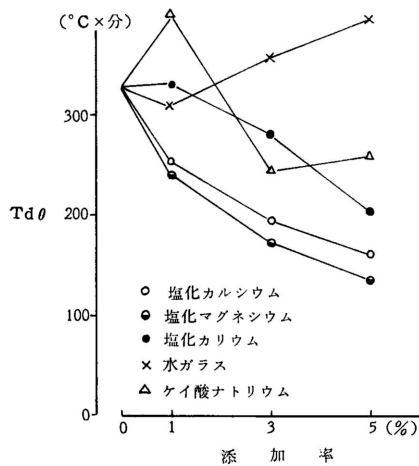
3.3 凝結促進剤の添加が難燃性におよぼす影響

第8図にカバ木片セメント板における凝結促進剤の

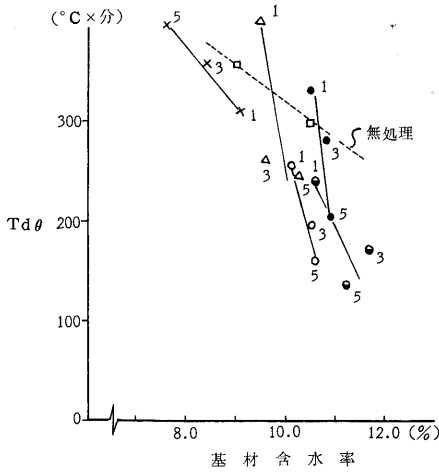
添加率がTd および残炎におよぼす影響について、個々の条件2コの平均値で図示した。マツ木片セメント板の試験結果についてはカバのそれと比べ傾向的な大差が認められなかったため図の掲載を省略する。

塩の種類でみると難燃性の附与に対しては酸塩では効果が認められないかあっても僅かである。塩化物では塩化カリウムの低添加率の事例を除き、マグネシウム塩>カルシウム塩>カリウム塩の順で難燃性附与の効果が認められ、添加率の増加に伴いその効果も大きくなっている。これらの無機塩は40°C程度の乾燥を経てなお一定の水化物として存在する。従って木質・セメント混合系に対する無機塩の添加は一方で基材含水率を高める効果をもつといえる。塩化物で認められた難燃性附与の効果が、前節で明らかにされた基材含水率を高めた効果としてのみあらわれたものか、塩そのものが何らかの作用をしたものか、両者がからみあってあらわれたものか分離して考える必要がある。第9図に凝結促進剤の種類をパラメーターにとり基材含水率とTd および残炎の関係について示した。それぞれの塩の添加率については数字であらわした。ここではカバ木片セメント板についてとりあげ、マツ木片セメント板についてはカバの場合と傾向的な大差は認められなかったため図示を省略する。

第9図によれば水ガラスを除き、塩の添加量の増加は基材含水率を高める傾向にあるが、その範囲は小さ

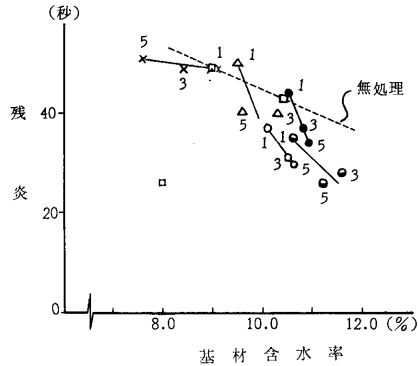


第8図 カバ木片セメント板における凝結促進剤の添加率がTdθおよび残炎に及ぼす影響



第9図 凝結促進剤で処理したカバ木片セメント板の基材含水率とTdθおよび残炎の関係

記号：第8図に同じ
数字：添加率（%）



(2) 配合比は、残炎とCAに関しては双曲線に近い関係を示し、Tcに対しては単調増加の関係を、Tdθに対しては負の直線関係を与えており配合比の増加とともに難燃性

く1%程度である。水ガラスの場合はこれと逆の傾向を示しており、機械的性質についてもマイナス効果としてあらわれていることから、セメント硬化の水和過程を阻害したものと思われる。凝結促進剤を添加しない（無処理）場合の難燃性に関する基材含水率依存性を破線で示した。塩化カリウムとけい酸ナトリウムを1%添加した場合、この破線をこえて大きい値を示し、燃焼の促進効果をあらわしているが、その原因はさだかでない。無機塩を添加した場合の基材含水率に対する勾配は、無処理のそれに比べてはるかに大きい。この勾配の差が難燃性付与に関する無機塩そのものの効果ではないかと思われる。

難燃性付与の効果からみて本実験でとりあげた無機塩のなかでは塩化マグネシウムが最もすぐれているが、準不燃の規準からみるとTdθで不合格であり、残炎で合格している。

4. まとめ

木質、セメント混合系の難燃性能を調べる目的でボード比重、配合比、基材含水率、凝結促進剤の添加を要因としてとりあげ、それぞれの要因がJISA 1321 (1970)に定める難燃性能—残炎、Tc、Tdθ、CA—に及ぼす影響を観察した。結果の要約は次のとおりである。

(1) ボード比重は残炎を除き他の難燃性能に対して明確な挙動を与えない。残炎に対しては直線関係を与え高比重では長時間の残炎となる。

能も向上する。

(3) 基材含水率の影響は大きく含水率の増加に対して、Tdθでは負の相関が認められ、残炎では双曲線に近い減少傾向が予測される。

(4) 凝結促進剤の添加による影響は塩化物で顕著であり特に塩化マグネシウムの効果が大きい。けい酸塩では難燃性能を高める上で効果がないかあっても僅かである。

(5) 木質・セメント混合系はTc、CAについて木質だけの材料よりもはるかに優位である。

(6) JISに定められた準不燃の規格からみると本実験の範囲では全て不合格であった。しかし問題はTdθと残炎をどうやって低めるかということに帰着することが明らかとなった。Tdθについては配合比を高めることで可能性があるが、残炎についてはあまり期待できない。凝結促進剤のいくつかは難燃性付与の効果が認められ、準不燃の規格に近い値が得られた。

難燃性試験の実施、データのとりまとめについては当時木材保存科葛西章主任のご協力を得た。

文献

- 1) 波岡保夫ら：木質セメントボード製造に関する研究(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：同上(2), 同上 3月号 (1972)
- 3) 高橋利男ら：同上(3), 同上 6月号 (1972)
- 4) KOSSATZ G: Die Wirkung von Holzinhaltstoffen und Abbindeerglern bei der Herstellung zementgebundener Holzwoleleichtbauplatten, Baustoffindustrie 7 (8) 250-252 (1964)

—木材部 改良木材科—
(原稿受理 47.7.5)