

木質セメントボードの製造に関する研究 (9)

- オーバーレイ木質セメント板の難燃性 -

高橋利男 穴沢 忠

1. はじめに

木質セメント板はその結合剤の特性から考えて難燃材料として評価されるのが当然である。我々はこれまで木片セメント板の難燃性について検討し¹⁾、JIS A 1321に定められた難燃2級の基準値に含まれる製造条件の一部を見い出した²⁾。該材料を内装用基材として考えるならば、居住適性の面から何らかの表面材料でオーバーレイすることが求められる。この場合建築基準法上の内装制限に見合って使用するとすれば基材自体の準不燃化だけでは不十分である。

本実験においてはオーバーレイ木質セメント板の準不燃化を図るための基礎的データを得ることを目的として、基材、表面材料、オーバーレイ製品の燃焼試験を試み、それらの難燃性について検討した。

なお本報告は第24回日本木材学会において発表した。

2. 実験方法

2.1 木質セメント板の製造

基材における小片形状の影響を観察するため、パールマン木片、ファイバー、のこ屑(いずれも当场製材試験工場より得たマツ廃材)、パルプ沈澱池滓(山陽国策パルプK.K.旭川工場提供)を取り上げた。小片化条件は既報³⁾のとおりである。普通ポルトランドセメント、塩化カルシウム(無水の試薬1級)を用い、セメント/木質比 2.0、水/セメント比 0.7、塩化カルシウム添加率対木質比6%、予定比重1.0の板を製造した。オーバーレイ製品の難燃性を観察するため、パールマン木片を用い、セメント/木質比 2.0、2.5、3.0、水/セメント比 0.65、塩化カルシウム添加率セメント/木質比 2.0、2.5、3.0に対応して対木質比 6.0、3.0、0%、予定比重1.0の板を製造した。

養生条件は両者とも20℃、85%R.H.で24時間圧縮し、その後20℃、65%R.H.にほぼ2ヵ月放置した。製造方法の細部については既報⁴⁾のとおりである。

2.2 オーバーレイ条件

木片セメント板とパーライト板(6.5mm厚、アサノスレート製)にセン単板(0.32、0.50、0.72、0.88mm厚)、カバつき板(0.22mm厚)、塩ビシート(0.1mm厚、可塑剤量10HPR、三宝樹脂工業製)、ダポナイト含浸パターン紙(AI-LS₂₀、住友ベークライトKK製)を積層した。単板、つき板については、ユーロイド521#樹脂液:小麦粉:塩化アンモン=100:30:4配合のものを15g/(30cm)²塗布し100℃、5kg/cm²で5分間熱圧した。塩ビシートの場合、台板に前処理としてアースポンドP-20(中央理化学工業KK製)を5g/(30cm)²塗布し常温に15分間放置、風乾したのち、アースポンドBAM-1(同上製)を12g/(30cm)²塗布し、常温、0.6kg/cm²、16時間圧縮した。ダポナイト含浸パターン紙については140℃、10kg/cm²、10分の熱圧縮である。

また塗装の影響を把えるため、セン単板を積層したものにN2210ニトロセルロースクリアラッカーを10g/(30cm)²度塗りした供試板も用意した。

2.3 難燃性試験方法と難燃性の指標

JIS A 1321(1970)に規定された表面試験10分加熱(難燃2級-準不燃材料-判定用)によった。なお赤外線分析計(堀場製作所製LIA-2A型)を加熱炉の集煙箱に接続しCO、CO₂濃度を測定した。JISによれば難燃性の指標として亀裂、残炎、Tc、Td、発煙係数C_sの5つが挙げられており、難燃2級適合基準としては10分加熱でそれぞれ板厚の1/10以下、30秒以下、3分以後、100以下、60以下と定めら

れている。本実験ではこれらの指標に加えて発熱量（パーライト板の加熱排気温度曲線と試料の加熱排気温度曲線の囲む面積 × 分）も測定した。

3. 実験結果と考察

第1表に小片形状をかえた木質セメント板台板の難燃性を示す。ここに挙げたものはすべてセメント/木質比が2.0のものばかりで、それぞれ3コの試験体で

第1表 小片形状の異なる木質セメント板の難燃性

小片形状の種類	Td ₀ (°C×分)	発熱量 (°C×分)	残炎 (秒)	Tc (分・秒)	CO ₂ 発生量 (%)	CO発生量 (%)
パールマン木片	78~100	303~343	27~29	6'30"~6'39"	0.55~0.62	0.05~0.07
ファイバー	80~118	353~373	24~27	5'48"~6'25"	0.66~0.74	0.06~0.07
のこ屑	95~118	320~400	27~28	6'10"~6'36"	0.62~0.68	0.06~0.07
パルプ沈澱池滓	120~148	368~398	15~20	5'30"~5'57"	0.73~0.75	0.06~0.06
*ファイバー・のこ屑	90~110	288~355	24~26	6'06"~6'39"	0.70~0.71	0.07~0.07
*パルプ沈澱・のこ屑	85~105	330~365	20~21	5'33"~6'06"	0.67~0.71	0.06~0.07

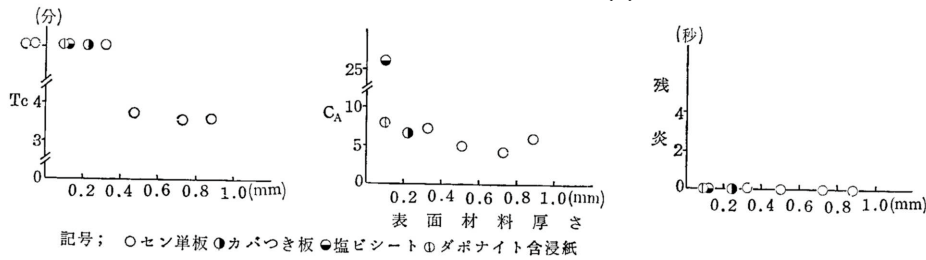
*小片形状の異なるもの二者をそれぞれ重量比で1:1混合した

得られた結果を範囲で示している。試料の裏面に対する亀裂はすべての試験体について全く認められなかった。またC_Aも0~2.0で微々たるものであった。小片形状のちがいは、台板ボード内であってはとりもなおさず可燃物である木質の表面積のちがいとして現れ、定性的には表面積の多いもの、すなわちここでは細いものの燃焼速度が大きく、従って発熱量、Td₀とも大きく現れると予想される。第1表によれば、かならずしもこの予想を裏付けてはいないと思われる。パルプ沈澱池滓のものがTd₀、発熱量とも若干高い値を示しているが、のこ屑と混合したものではそうっていない。従ってパルプ沈澱池滓のものが特に悪いと結論するのは尚早である。既報^{1),2)}で述べたように難燃性には台板含水率の影響が敏感に現れやすい。この実験結果においてもこの影響は系統的に観察されている。よってこの実験の範囲では、小片形状の種類によってかわっている数値はパラツキと考えてよいように思われる。実験結果が小片形状間に差をみせていないのは、試験方法とその評価法の特長からくるものであろう。ところでJISの難燃2級基準でみるとTd₀で基準値を上回るものが多く、その他の指標ではすべての試験体が基準値の範囲に含まれている。セメント/木質比2.0、塩化カルシウム添加率木質比6%という製造条件によれば難燃2級基準に適合する製品を得ると報告した²⁾がまだ甘いようである。それはこの適合条

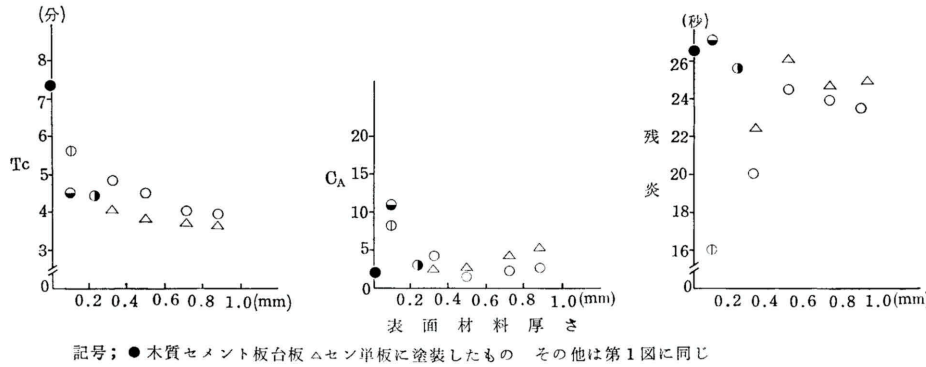
件として基材含水率の寄与がかなり大きく、試験前の試験体前処理過程における養生、乾燥工程に変動が生じやすいためである。従って品質管理上の安全性を考えるならばセメント/木質比、塩化カルシウム添加率をもっと高める配慮が必要になるものと思われる。

以下、表面材料それ自体と、木質セメント板にオーバーレイしたものの難燃性を対比しながら考察をすすめる。木質セメント板台板はセメント/木質比2.0, 2.5, 3.0の3種類を用意し、これらすべてに同一条件でオーバーレイして供試したが、その実験結果をみると、個々の難燃性指標に対し絶対値のちがいはあるが、総体的な挙動は似通っているのでここではセメント/木質比2.5のものにオーバーレイした事例についてのみ図示することとした。試験体個数はすべて2コであり、その平均値で示した。

第1図に表面材料の難燃性としてTc, C_A, 残炎を表面材料の厚さに対してプロットしたものを示した。また第2図にはこれに対比してオーバーレイしたものの難燃性を示している。表面材料の難燃性とは、熱的に中性といわれるパーライト板に該材料をオーバーレイした試験体で得られた結果を意味しており、そのオーバーレイ条件は木質セメント板に対するそれと全く同じである。従って表面材料自体の難燃性はいわば間接的な方法による評価とも言えるがJISに基づく評価法という点では十分意味があると考えている。オーバー



第1図 表面材料の難燃性(1)



第2図 オーバーレイ木質セメントボードの難燃性(1)

レイ製品の難燃性の評価にあたって基準となるパーライト板の熱特性については、表面材料をオーバーレイしたパーライト板のそれを用いたことを断わっておく。なお表面材料自体の難燃性をみる実験の中には塗装の効果把えるための試験体を用意しなかった。

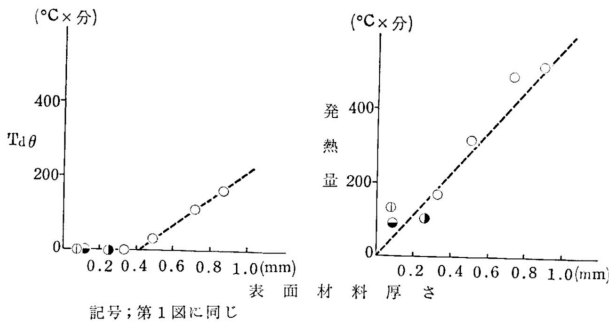
Tcについて、第1図でと表したものは10分加熱の範囲で、試料の排気温度曲線が標準温度曲線を上回ることのなかった事例である。表面材料厚さ0.4mmの附近に不連続点があるようにみうけられるのは、これが何らかの物理的意味を持つということではなく、その評価に際して標準温度曲線という人為的な尺度を置いた結果に他ならない。第2図でこのような不連続点がみられないことでも明らかである。可燃物の量が多い(表面材料の厚さが厚くなる)程Tcが短時間側にずれるであろうことは定性的に考えられるが、顕著でないまでもこの傾向は認められる。第2図での表面材料厚さに対する漸減傾向、塗装したものがわずかではあるが短時間側にあることはこれを裏付けているものと思われる。難燃2級基準でみるとTcではすべてが適合している。

発煙係数 C_A について、塩ビシート、ダボナイト含

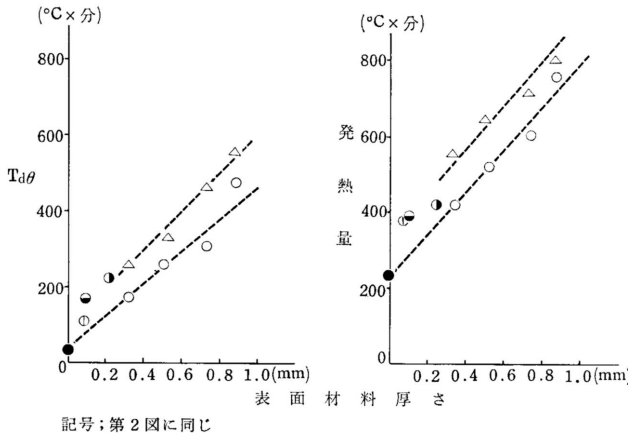
浸紙がやや高い値を示しているが、木質系の表面材料では厚さに対して特に顕著な傾向をみせてはいない。木質セメント板台板自体が煙を発生するので、オーバーレイ製品は表面材料自体よりも高い C_A をもつと予想されたが実験結果はこれを裏付けていない。煙濃度が低い領域では、期待しうる効果も測定値のバラツキの中に含まれてしまうものと考えられる。この実験例で CAI はすべて難燃2級基準に適合している。

残炎について、第1図で0と表したものは10分加熱の範囲で表面材料が燃えつきため残炎時間が記録されなかった事例である。加熱時間がもっと短かければ記録されたはずである。オーバーレイしたもので残炎時間が、木質セメント板台板のそれよりも相対的に短かくなっているが、これが表面材料をオーバーレイした効果を反映するものかどうか、本実験の範囲で判断はできない。台板自体のバラツキや測定の精度とも関連するものと思われる。難燃2級基準でみると残炎はすべてが適合している。

第3図に表面材料のTdと発熱量について、表面材料厚さに対してプロットしたものを示した。またこれに対比してオーバーレイしたもののそれを第4図に示



第3図 表面材料の難燃性(2)



第4図 オーバーレイ木質セメント板の難燃性(2)

している。表面材料の T_d が0.4mm厚強のところまで0と表されているのは、 T_c のところでものべたように、標準温度曲線という人為的な尺度を置いて評価したからに他ならない。すなわち試料の加熱排気温度曲線が標準温度曲線を下回る場合、どの位置にあるとも T_d は0と評価されるためである。第4図でこの部分がみられないのは木質セメント板自体が一定の T_d をもち、表面材料をオーバーレイした効果がすべてこれに上のせされるためである。表面材料の厚さの効果は、セン単板、塗装したもののグループについて図示した直線で示される。すなわち表面材料厚さの増加は可燃物量の増加と対応するわけであるが、これが T_d に対して比例的に寄与していることである。しかし例えばセン単板塗装なし0.5mm厚の例についてみると台板も、表面材料も単独では各々50以下の T_d を示しているにもかかわらずオーバーレイ製品では250と

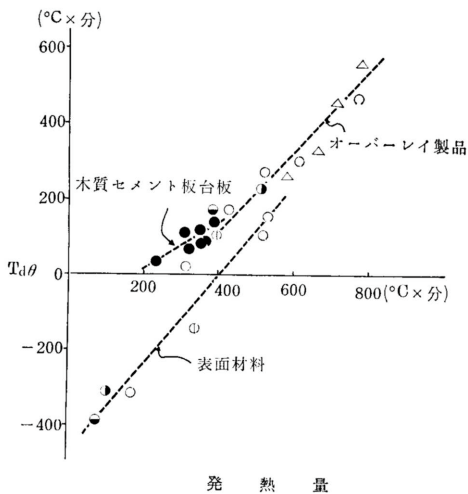
いう値を示している。このことは、難燃性指標としての T_d が、このような場合の量的関係を把握する指標として適当でないことを示している。

発熱量は T_d のこの限界を克服する。第3図、第4図がこれを裏付けている。ここで図示した破線の傾きは等しく描いている。この破線のもつ意味は台板と表面材料の発熱量を各々単独に求めておけば、これらを組合せたオーバーレイ製品の発熱量が両者の和として推定できるということである。この破線はあえて意識的に引いたものであるが、この破線の回りに散布する実測値の傾向からみて、これが決して無理な引き方ではないと判断される。塗装したものについて、この破線に平行な破線で示したが、これもこの考えと矛盾しない。すなわち塗膜それ自体の発熱量が算術的に加算されるということである。この考え方は試験体が燃焼過程において表面から順に燃えていき、各層への着火に時間的ずれが生ずることを考慮すれば、相当粗い仮定であるといわなければならない。しかし本実験に

よればこの粗さを許容する結果となっている。このことは、台板への着火が遅れるとしても局部的には極めて早い時期に表面材料が燃焼して台板への着火を容易にし、加熱面全面については残炎の項でも述べたように、表面材料がかなり早い時期に燃えつきるため、表面材料の厚さがこの程度では測定値がバラツキの範囲に含まれてしまうことを意味しているように思われる。いずれにしてもオーバーレイ(複合化)したものの難燃性を推定する手段としては有効である。

ここで発熱量と T_d の関係を把握する必要がある。第1表にあげた台板各々の平均値、第3、4図に示したものの発熱量と T_d の関係をプロットしたものが第5図である。ここで T_d に負の概念をもち込んだのは第3図で0としか評価されなかったものの量的関係を把握するためである。すなわち試料の加熱排気温度曲線が標準温度曲線を下回る場合、これを負の T_d と名

付けこの両曲線の囲む面積を測定したものである。この定義によれば $T_d = 0$ は試料の排気温度曲線が標準温度曲線に一致した場合をいう。これによれば木質セメント板台板、表面材料、オーバーレイ製品それぞれに固有の直線をもつ挙動として観察される。これは排気温度曲線のパターンが異なっていることと相応している。本来排気温度曲線のパターンは燃焼過程における材料の特性と考えられるが、表面材料、オーバーレイ製品とでこのよ

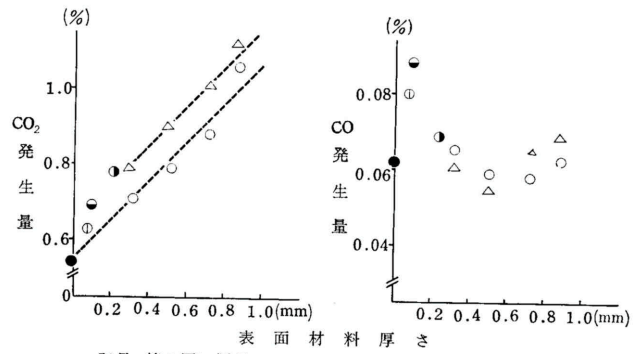


記号; 第 1, 2 図に同じ

第5図 発熱量と T_d の関係

うな直線関係が得られるのは、表面材料の種類による特性がそれ程顕著には現れないことを示している。直線の傾きをみると表面材料とオーバーレイ製品とで似通っているが、これは先に述べた発熱量の加成性と対応しているものと思われる。

第6図にオーバーレイ製品の CO_2 , CO 発生量を示す。実験の下手際で表面材料自体のそれらは求められていない。 CO_2 発生量について、可燃物の量に対する相関が明瞭である。表面材料のデータがないので確言できないが、オーバーレイ製品にみられるこの直線性から判断して、発熱量のところでも述べた可燃物量の加成性が成り立つように見受けられる。 CO については可燃物の量に対する相関は明瞭でない。測定器の



記号; 第 2 図に同じ

第6図 オーバーレイ木質セメント板の CO_2 , CO 発生量

精度とも関連しているので、このデータから傾向を論ずることは避けておきたい。

試料の裏面に対する亀裂はオーバーレイ製品のすべてにおいて認められなかった。

4. おわりに

難燃2級基準に適合するオーバーレイ木質セメント板を得るといふ観点でこれまでの実験結果をまとめると次のようになる。

- 1) 台板木質セメント板の小片形状のちがいにによる難燃性の差は認めがたい。むしろ難燃性指標、特に T_d 、残炎に対するパラツキを少なくするような製造条件を見出す必要がある。
- 2) この実験範囲で選択した表面材料を考えた場合、難燃性指標の亀裂、 T_c 、残炎、発煙係数 C_A についてはあまり問題にしないでよい。
- 3) 表面材料の発熱量は例え薄いものであっても台板に比べ相当大きく、これが T_d を大巾に引き上げる原因になっている。従って表面材料の発熱量を如何に低下させるかが問題で、難燃薬剤による処理は有効であろうと考えられる。

文献

- 1) 高橋利男ら: 本誌, p.6~11 (1972.8)
- 2) 同上: 同上, p.12~17 (1973.3)
- 3) 同上; 同上, p.10~14 (1974.12)
- 4) 同上; 同上, p.8~12 (1972.6)