

新建材の発煙性に関する研究

加 藤 勝 文*
 川 茂 隆*
 伊 藤 有*

1. は し が き

現在建築物の規模はますます大きく、高層化し、のみならず地下も延びているが、これらの建築物の内装材として各種合成高分子材料、特にプラスチック材料あるいはその化粧合板が多く使用されるようになってきた。しかしこれらが燃焼に際して発生する煙とガスの問題について、最近その恐ろしさが認識されてきてはいるが、煙の量、あるいはガスの種類とその量など、定性、定量的にはまだあまり究明されていない。

火災による煙やガスの発生に際して、問題になるのは燃焼条件、すなわち加熱温度と燃焼室の換気状態および材料の化学組成で、その各々の組合せにより煙およびガスの発生状況は変化してくる。又これが煙に対する研究を難かしくしている原因でもある。

当研究室でもこの問題について研究を開始するため、燃焼試験装置を作成し、プラスチック化粧合板を試験体として、発煙量あるいは発生ガスについて測定したので、まだ実験途上ではあるが結果を報告する。

2. 試験供試材料

試験に使用した材料は、プラスチック化粧合板（プリント合板）といわれる、木質合板の上にプラスチック板を接着したもので、建築内装材として市販されているものの中から任意に抽出した。又プラスチック化粧合板との比較のため、一般の木質合板あるいは杉板についても測定した。使用した材料はつぎのとおりである。

第1表 試験供試体一覧

試験体名	厚み(mm)	密度(g/cm ²)
塩ビA	2.9	0.168
塩ビB	2.7	0.152
ポリエステルA	3.2	0.187

* 第二研究室

ポリエステルB	2.8	0.178
アルミアルキッドA	2.6	0.176
アルミアルキッドB	2.9	0.158
メラミン	3.0	0.181
ジアリルフタレート	2.5	0.161
クロス張合板	3.7	0.201
メラミン・フェノール積層板	0.2	0.220
ハードボード	3.9	0.369
普通合板(ラワン)	2.7	0.165
防災合板	2.7	0.138
杉板	3.3	0.096

3. 試験方法

(1) 加熱

試験体の加熱、および発生した煙あるいはガスの捕集とその分析には、第1図の燃焼試験装置を使用した。

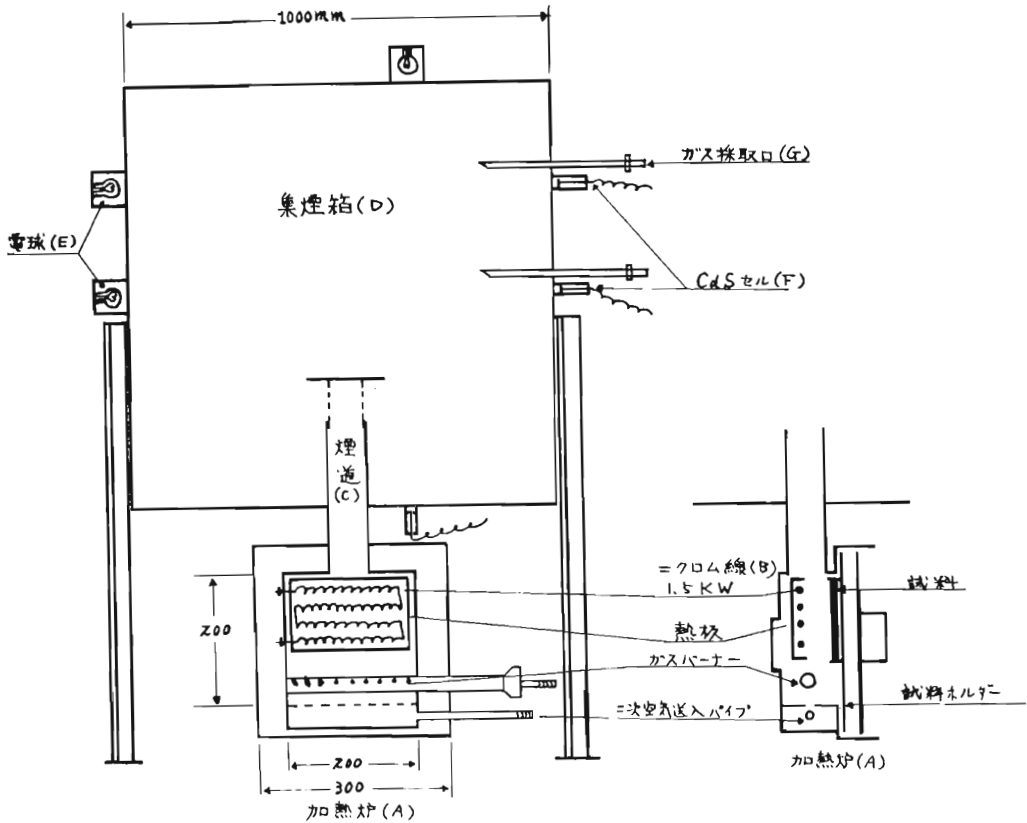
試験体を15cm×15cmに裁断し、加熱炉の試料ホルダー(A)にセットする。加熱は1.5KWの電気ヒーター(B)の電圧をスライダックで調整し、所定の加熱温度に保持しておく。燃焼に必要な空気は一定量をコンプレッサーから燃焼室内に送入する。発生した煙およびガスは、燃焼室から煙道(C)を通して上部の1m³の集煙箱(D)で捕集する。

(2) 煙濃度の測定

煙濃度の測定方法として、光学的方法、あるいは粒子数法、重量法、濾紙法などいくつかの方法があり、各々長短があるが、今回は光学的方法の一法として、最近一般的に使用されているCdS法で測定した。

このCdS法は、可視距離を直接測定する方法で、一定光源間の距離の受光量の減衰を測定して計算式から煙濃度を求める方法である。この原理はCdSセル

第1図 試験装置



の抵抗が受光量に応じて変化するのを利用し、その変化を電圧計で読みとる。このように単位長さ当りの透過光量の低下を示す減光係数 (C_s) で煙の濃度を現わしている。

すなわち次式で表わされる。

$$C_s = \frac{1}{L} \log \frac{I_0}{I}$$

C_s : 単位長さ当りの減光係数

L : 光源と受光部間の距離 (m)

I_0 : 煙のないときの光の強さ

I : 煙のあるときの光の強さ

測定は第1図の1 m³の集煙箱 (D)に捕集した煙を、光源に60W白熱電球 (E)、受光部にCdSセル (F) を使用し、 $L = 1$ mで煙の増量曲線を求めた。

(3) CO、CO₂濃度測定

燃焼生成物で煙と同様問題にされるのはガスであり、人体に対して非常に有害かつ危険でもある。プラスチック新材も有機物の燃焼であるから、基本的にはCO、CO₂の発生が考えられ、そのほかに材料独自の特殊な生成ガスの危険性がプラスされるわけであるから、今回はその基本となるCO、CO₂濃度につ

いて測定した。

測定は集煙箱に捕集したガスをガス採取口 (G) から吸引し、COは赤外線CO分析器で連続分析し、CO₂は吸収式CO₂分析器で一定時間ごとの濃度を測定した。

4. 試験結果

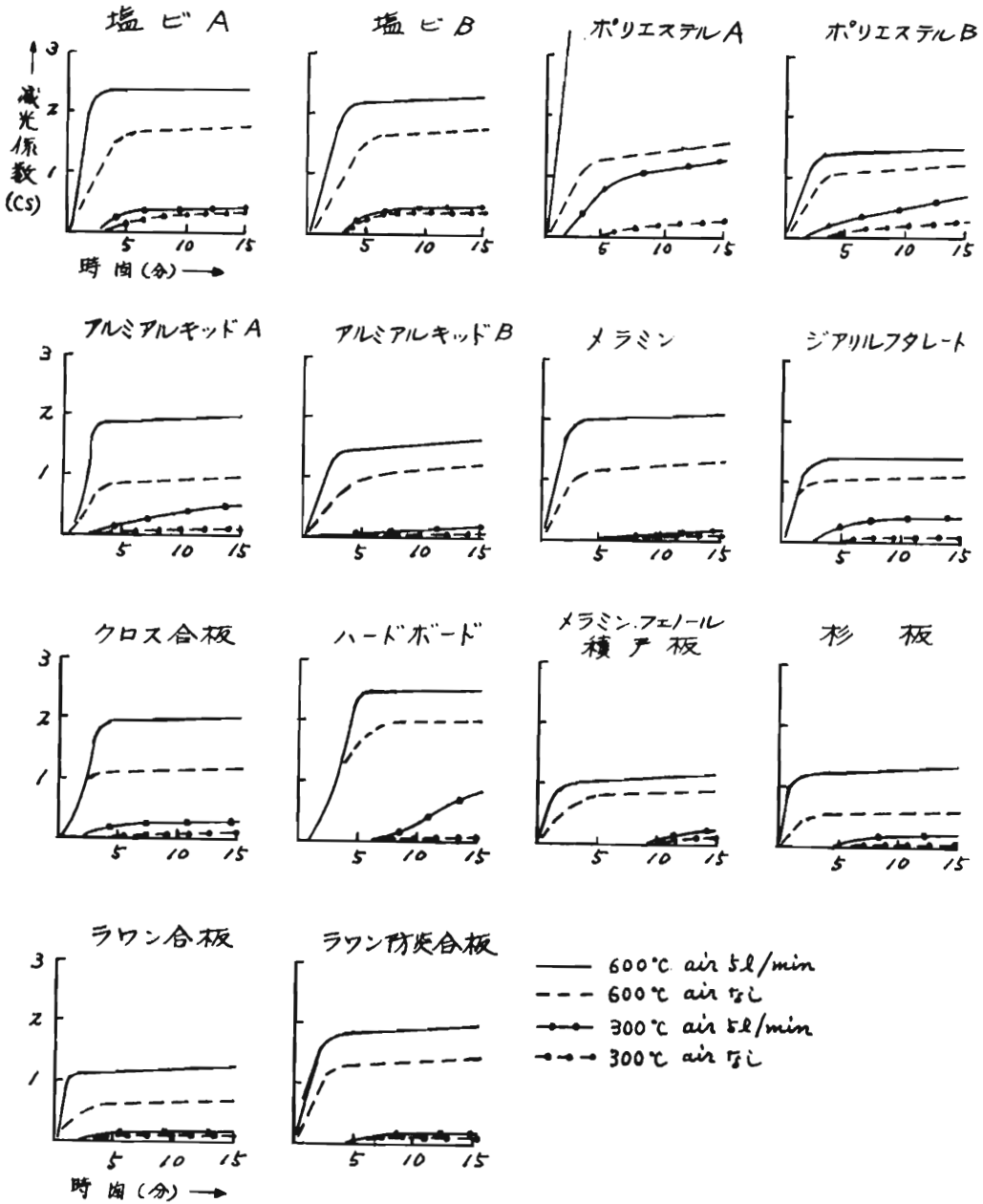
(1) 各種新材の発煙性

煙には比較的低温領域において水あるいはガスの凝縮した白煙と呼ばれるものと、500°C以上の高温領域における遊離炭素としての黒煙がある。遊離炭素その他の危険性を考えて、我々が問題にするのはこの黒煙である。しかしこの煙も、材料差あるいは同一材料でも加熱温度と供給空気量など、その燃焼条件によりかなりの差を生ずるはずである。

そこでまず第一段階として、各種新材について加熱温度と供給空気量をかえて試験し、発煙量とCO、CO₂濃度を求めた。加熱温度は300°C及び600°Cの一定温度とし、各々について空気の供給を停止した場合と、5 l/min供給する状態でおこなった。

第2図は各材料の加熱温度と供給空気量別の発煙量

第2図 煙濃度 (300, 600°C加熱)



を示したものである。

加熱温度 300°C では、試験材料の発火温度から判断しても急激な発煙は考えられず、発煙開始時間も化粧合板の2分30秒～3分、普通合板、杉板などの4～5分とに分けられ、airの影響もほとんどみられない。又熱硬化性樹脂であるフェノール・メラミン積層板は、発煙開始までに7分を要した。

ところが加熱温度 600°C では、ほとんどの試験体が20秒程度の短時間で急激な発煙を開始し、火災時にお

ける発煙速度の大きさを物語っている。又発煙性と供給空気の間接をみると、空気を供給した場合は、停止した場合と発煙開始時間は同じでも、それ以後の発煙速度、量共に大きく測定される。特に発煙量の大きい塩化ビニル化粧板、ハードボードなどは、 $C_s = 2/m^3$ 以上の値を示した。

人間の避難しうる煙濃度は $C_s 0.1$ 程度といわれているが、 $C_s 2/m^3$ の煙は $20m^3$ の室内に拡散させて $C_s 0.1$ となるのであるから、試験に使用した $15cm \times 15cm$ の新

建材が燃焼しただけで、 20m^3 の室内が避難限界の煙濃度になってしまうことになる。

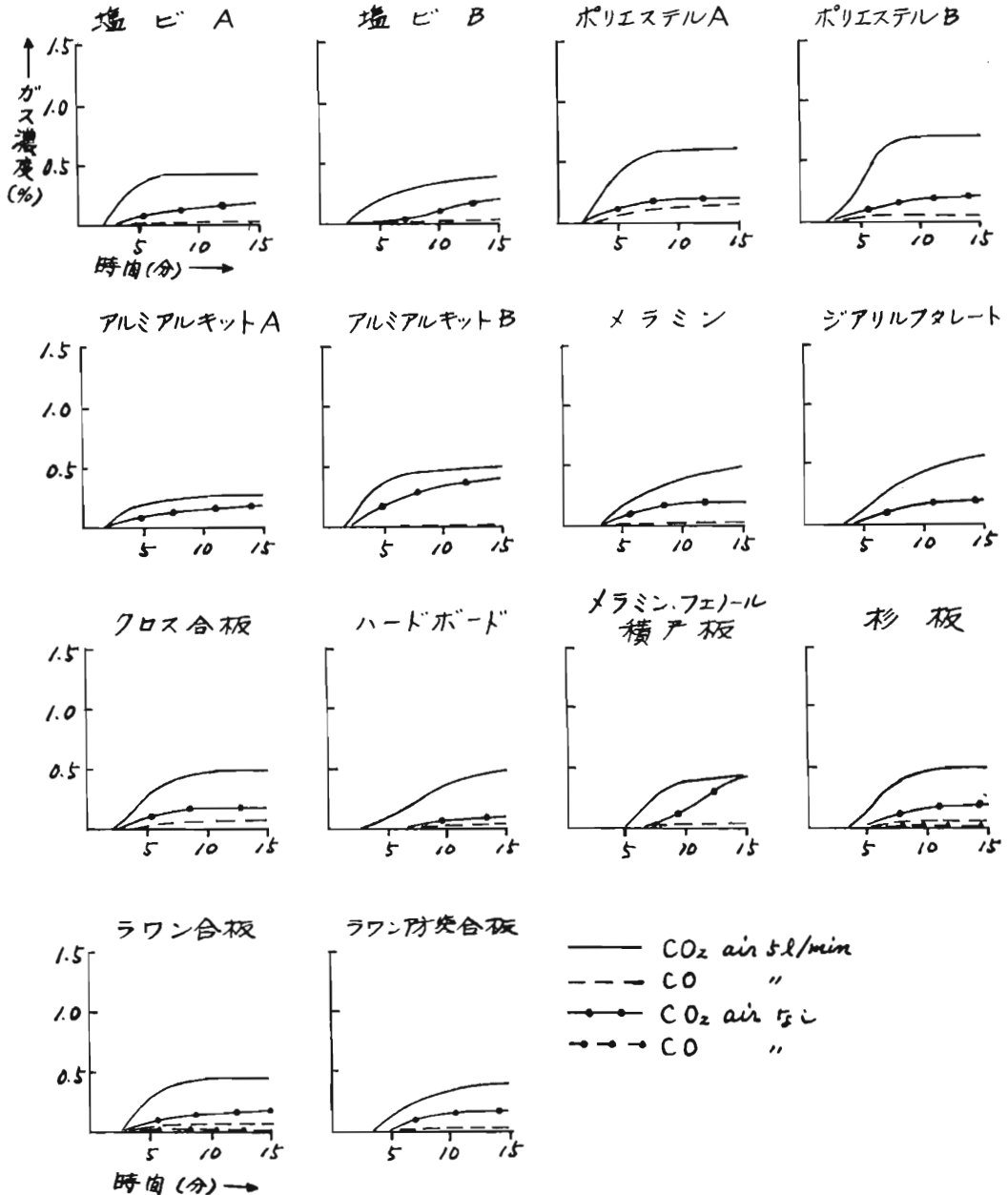
(2) 各種新建材のガスの発生

新建材などが燃焼した場合、これは有機物の燃焼であるから、生成ガスとしては CO 、 CO_2 の発生、 O_2 濃度の低下、あるいは材質特有の分解ガスの発生などが考えられる。したがって、有機物が燃焼すれば発生ガスはすべて有害であるといえる。問題はその量と発生速度ということになる。しかしガスの発生も又煙の

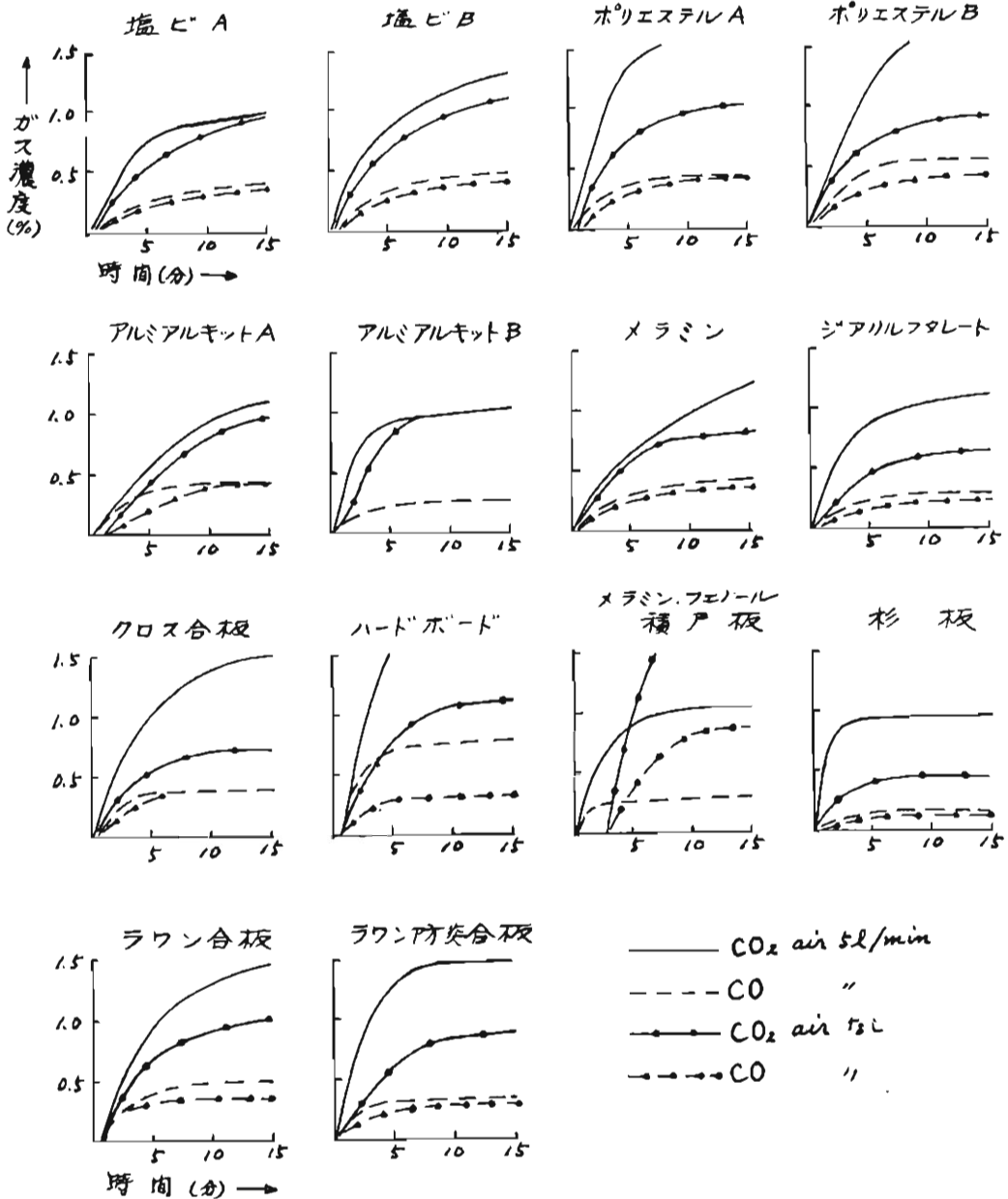
発生同様燃焼条件で異なってくるはずである。

測定結果は第3図に示したとおりで、加熱温度 300°C では、 CO 濃度は一部の試験体から 0.01% 程度検出されるだけで、空気の供給状態にはあまり関係ない。一方 CO_2 は空気を供給した加熱では 0.5% 程度検出されたが、空気を停止すると、 $0.2\sim 0.4\%$ と少なかった。これらガスあるいは煙の発生状況からみて、 300°C 程度の加熱では充分な燃焼に至らないものと思われる。

第3図 ガス濃度 (300°C 加熱)



第4図 ガス濃度 (600°C加熱)



600°Cの加熱では、第4図にみられるように発生ガス濃度もCO、CO₂共に高くなり、供給空気と発生ガス濃度の関係も、空気を供給した場合のガス濃度が相対的に高く測定され、さらに加熱開始後のガス発生速度が早くなっている。

なを特殊な現象として、熱硬化性樹脂であるフェノール、メラミン積層板は、発煙量は比較的少ないが、発生するCO、CO₂の量は、空気の供給がない場合は供給した場合の2倍程度多く測定された。

(3) 普通合板と化粧合板の発煙性

前項で各種合板の相対的な発煙量の比較をおこなったので、ここでは内装材料として広く使用され、しかも煙の多い新建材と目されている塩化ビニル張化粧合板と、木質の普通合板(ラワン材)の発煙性、および発生ガスについて試験した。

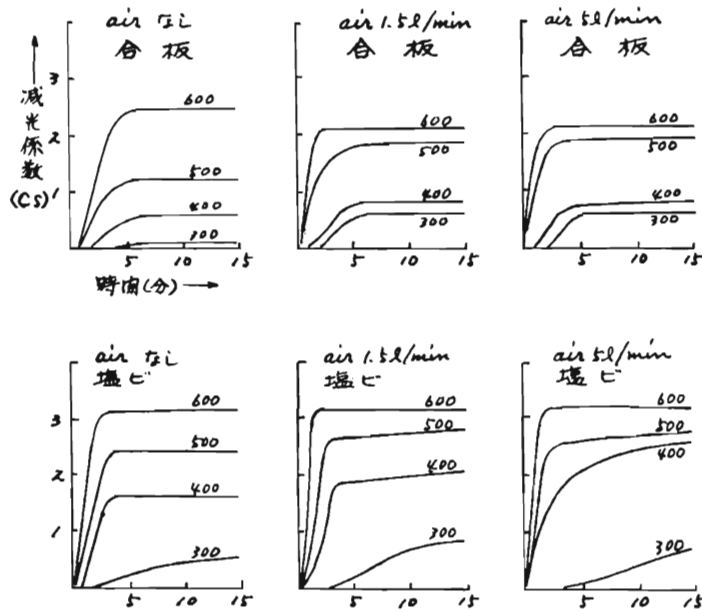
加熱条件は300、400、500、600°Cと低温から段階的に加熱し、燃焼用空気は、停止した場合、および1.5 l、5.0 l/minの供給でおこなった。

各々の測定結果は第5図に示すが、この図からわかるように塩化ビニル化粧板の発煙性は、300°Cでは普通合板と比較してあまり多くないが、400°Cから発煙速度が急激に早くなり、さらに400°C、500°C、600°Cと普通合板より多量の煙を発生している。これがプラスチック建材の火災時における煙が多いと言われるゆえんであろう。

測定結果から目につくことは、空気の供給を停止して加熱すると、普通合板、塩化ビニル化粧板共にその発煙量は加熱温度に比例して段階的に多くなってお

り、発煙性に温度の占めるウェイトが非常に大きいといえる。しかし空気を供給しながら加熱すると、煙の発生状態に温度と共に酸素の影響が現われてくる。すなわち、普通合板の場合、300、400°Cの低温部と500、600°Cの高温部とに発煙傾向が2分されており、空気を供給すると500°C以上からほぼ完全に燃焼が始まるように思われる。同様な傾向は塩化ビニル化粧板の場合もいえるが、この場合は、普通合板より低く400°C以上から本格的燃焼が始まるようである。

第5図 煙濃度



(4) 普通合板と化粧板のガス発生

ガス濃度の測定結果を第6図に示すが、普通合板のCO、CO₂発生状況は、空気を供給した場合のガス濃度曲線が300、400°Cと500、600°Cの2つのグループに分けられ、煙の発生と似た傾向を示している。

一方塩化ビニル化粧板ではその傾向が薄れて、ガスの発生はCO、CO₂とも加熱温度の上昇にともなって段階的に多くなる傾向にある。又相対的なガスの発生量は普通合板と比較して大差ない。なを300°CではCOガスの発生量は10⁻²以下のオーダーで比較的少なかった。

5. あとがき

新建材の発煙量と発生ガスについて、いままでの実験結果から得られたことを述べてきたが、未だ実験例も少なく生のデータであるため十分な考察を下し得なかったが、建材の種類、燃焼条件、あるいは建材の熱分解機構など、さらに研究を積重ねることによって発煙傾向は解明されると思われる。又新建材の種類も多種にわたるので、今後さらに深く掘下げて煙対策の資料としたい。

第6図 ガス濃度

