

合板のCO, CO₂発生量に及ぼす防火剤の影響

布村 昭夫 伊東 英武 葛西 章
山岸 宏一 駒沢 克己

1. はじめに

木材は加熱を受けると分解し、熱、煙、ガス等を放出する。このうち現行のJIS A 1321では、熱、煙の定量的規制はされているが、ガスについての規制はない。しかし近時のビル、デパート等の火災時の死亡例の大半は有毒ガスによるものとされ、有毒ガスについて何らかの定量的規制がなされようとしている。

さて木材から発生するガスは種々雑多であるが、主成分はCO₂、COの2成分^{1,2)}であり、COの毒性はすでに良く知られている。また、CO₂の毒性はCOに比し低いとはいえ、CO等との複合毒性作用³⁾から決して無視することはできない。しかし、合板等の建築材料が燃焼する際に生ずるCO、CO₂の発生量についての研究はほとんどなく、データ集積の必要性を痛感する。このため我々はJIS炉で合板を燃焼し、その際発生するCO、CO₂量を測定することによって、CO、CO₂の発生に及ぼす防火剤の影響、CO、CO₂発生量と発熱量、発煙量との相関を明らかにすることを主目的に実験を行った。

2. 実験

2.1 試料

実験に用いた基材はシナ・ラワン・シナ3層構成の6mm厚 類合板である。

防火剤としては燐安・硫安・臭安・塩安及びこれらの混合物を用いたが、他に6mm合板に難燃3級の性能を付与し得る尿素・燐安・燐酸・臭安の混合防火剤も用いた。

2.2 処理法

防火剤の処理法としては、22cm角に裁断した合板を防火剤の水溶液に浸し、減圧・加圧各1時間加えて注入後、80~90℃で2昼夜熱風乾燥器中に放置する

方法をとった。処理量は次式により求めた。

処理量 (%) =

$$\frac{\text{処理後絶乾重量} - \text{処理前絶乾重量}}{\text{処理前絶乾重量}} \times 100$$

2.3 燃焼試験

燃焼試験はJIS A 1321に定められる6分加熱で行った。発生するCO、CO₂は集煙箱に挿入したパイプにより1l/minの流量で堀場製作所製の赤外線ガス分析装置に導き、連続的に発生量(%濃度変化)を測定した。

なお本報告で述べるCO、CO₂の発生量とは加熱終了時までの、すなわちJIS A 1321に基づく6分加熱後までの全発生量(到達濃度%)のことである。

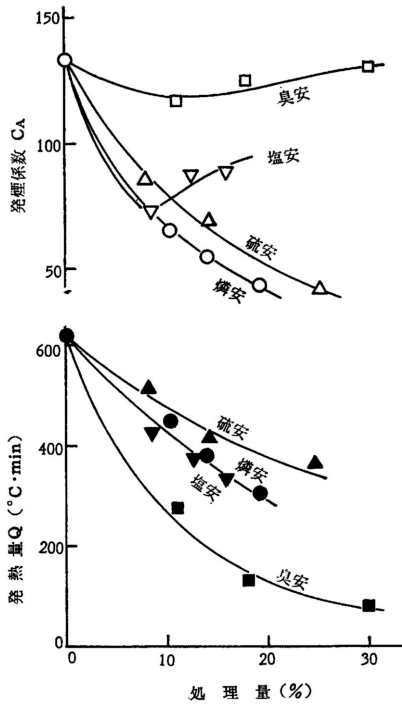
また、発熱量はJIS A 1321ではパーライト板の標準温度曲線と試料の排気温度曲線との囲む面積(Td)として定義されているが、ここでは全発熱量を示すためパーライト板の排気温度曲線と試料の排気温度曲線との囲む面積(Qと表示する)を表わすものとする。

3. 結果と考察

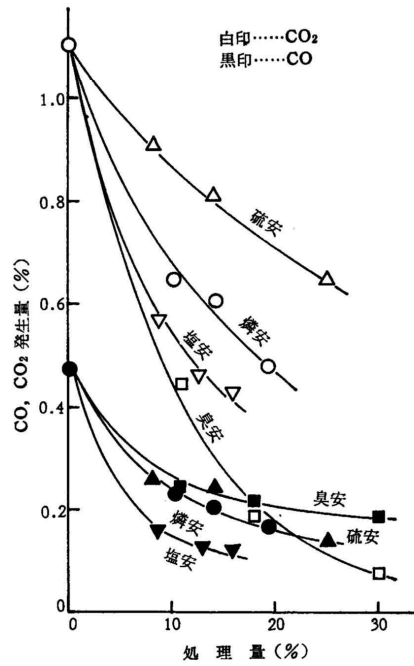
3.1 発熱量Q、発煙係数Caと防火剤処理量との関係

第1図は発熱量Q、発煙係数Caと防火剤処理量との関係を示したものである。図から明らかなように、防火剤の種類を問わず、発熱量は処理量と共に低下する。発熱を抑制する効果は燐安・硫安・塩安の間には大きな差はないが、臭安が最も大きく、約30%の処理で発熱量は無処理の620から70程度にまで減少する。

発煙量は燐安・硫安の場合は処理量と共に連続的に減少するが、塩安・臭安のハロゲン化合物は逆に増大する傾向を示す。これは木材の難燃化に寄与する機構が



第1図 発熱量Q, 発煙係数CAと防炎剤処理量との関係



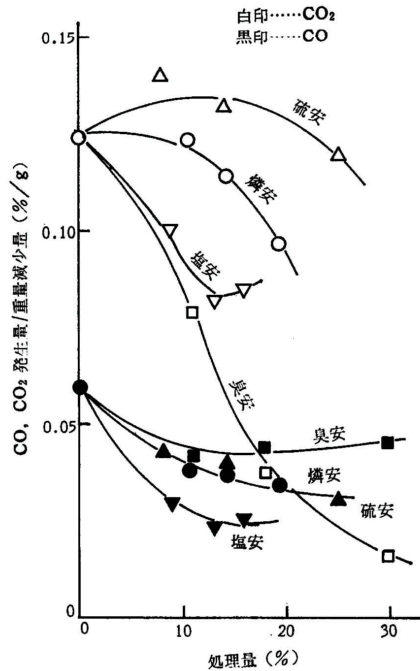
第2図 CO, CO₂発生量と防炎剤処理量との関係

燐安・硫安のような化合物と塩安・兵安のようなハロゲン化物とで異なることを暗示するものである。

3.2 CO, CO₂発生量と防炎剤処理量との関係

第2図はCO, CO₂発生量と防炎剤処理量との関係を示したものである。図から明らかなようにCO₂は処理量と共に急激に減少を続けるが、COは10%程度の処理で無処理量の半量程度まで減少し、その後は処理量が増加しても減少量はわずかである。CO₂の抑制効果は臭安が最も大きく、次いで塩安・燐安・硫安の順となる。COの抑制効果は塩安が最も大きい、燐安・硫安の差はほとんどなく、臭安の抑制効果が最も小さい。

図には示さなかったが、防炎剤のいかに問わず、処理量と共に重量減少率も低下する。従ってCO, CO₂の発生量が処理量と共に減少するのは、単に熱分解の絶対量が減少したためだけなのか、あるいは防炎剤処理によりCO, CO₂の生成を抑える熱分解機構が優勢になるためなのか判然としない。この点を明らかにするためCO, CO₂量を重量減少量で除した値を防



第3図 単位重量減少量当りのCO, CO₂発生量と防炎剤処理量との関係

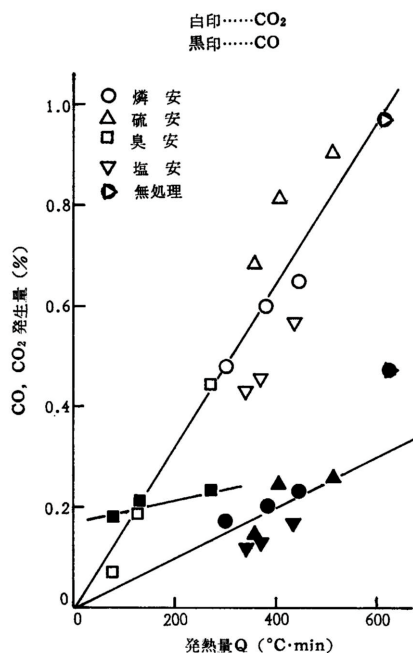
炎剤処理量に対してプロットした。それが第3図である。もしCO, CO₂の減少が熱分解量の減少のみにも

とすくなら、第3図の値は処理量によっても変わらないはずであるが、図から明らかなようにその値は変化している。従ってCO, CO₂の減少は熱分解機構そのものの変化にもとづく部分のかなり大きいことがわかる。またCO, CO₂の絶対量は異なるが、曲線の形は燐安・硫安系, 臭安・塩安系の2つに大別される。これも燐安・硫安と塩安・臭安とで難燃化機構の異なることを暗示するものと思われる。臭安・塩安の場合、COの発生量は処理量と共に逆に増大する傾向がうかがわれるが、ハロゲン化物の難燃化機構がCO発生比を増大する点にもある⁴⁾ことが推定される。

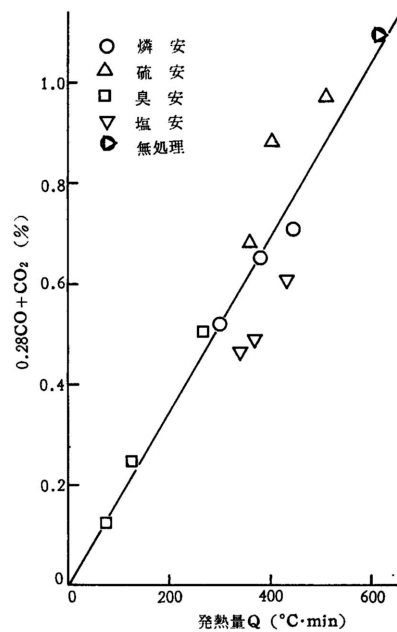
3.3 CO, CO₂の発生量と発熱量Qとの関係

第4図はCO, CO₂の発生量を発熱量Qに対してプロットした図である。図から明らかなようにCO₂の発生量は処理, 無処理を問わず, また防炎剤のいかなを問わず発熱量と共に増大し, しかも0を起点とする一本の直線でほぼ近似し得る。

COの発生量も防炎剤のいかなを問わず, 発熱量と共にほぼ直線的に増大する傾向にあるが, 臭安以外の場合は0を起点とする直線で近似し得るのに対し, 臭



第4図 CO, CO₂の発生量と発熱量Qとの関係



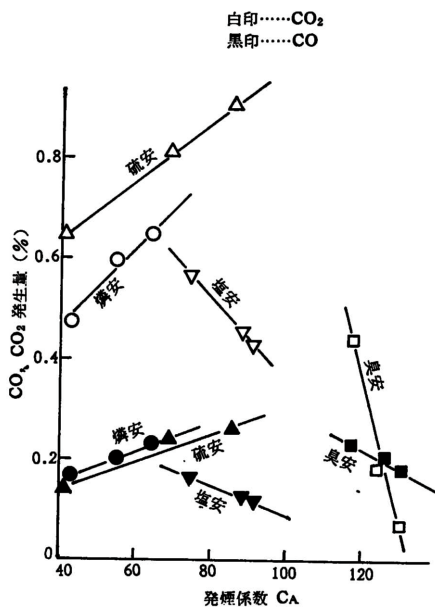
第5図 0.28CO + CO₂量と発熱量Qとの関係

安の場合は直線をQ=0に外挿した時のCOの値は0.17%となり0にはならない。これは臭安の発熱抑制の強力なことを示すものである。また無処理のCO発生量が直線から大きく偏差する結果も得られた。

さて、発熱量QはCO, CO₂の生成熱にもとづくものと考えられ、COの生成熱はCO₂のその約28%⁴⁾であることが知られている。実際にこのときの発熱量QがCO, CO₂の生成熱にもとづくならば、0.28CO + CO₂の値とQとの間には直線関係が存在するはずである。この点を確認するため、夫々の値を縦軸、横軸にとりプロットしたものが第5図である。図から明らかなように処理, 無処理を問わずまた防炎剤のいかなを問わず, 0を起点とする一本の直線関係が存在し, 発熱量はほぼCO, CO₂の生成熱にもとづくことがわかった。

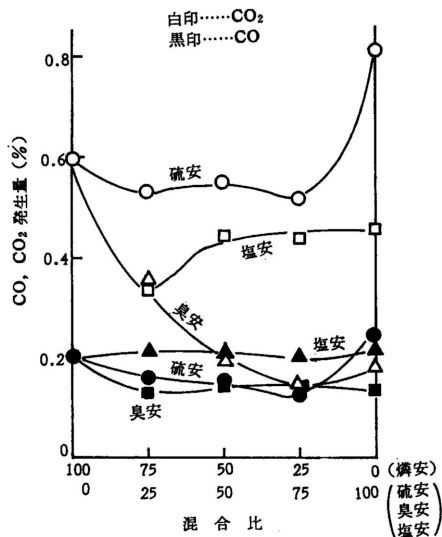
3.4 発煙量とCO, CO₂発生量との関係

第6図はCO, CO₂の発生量を発煙係数CAに対してプロットしたものである。図から明らかなように燐安・硫安の場合はCO, CO₂の発生量の増加とともに発煙量も増大するが, 塩安・臭安の場合は逆に減少する



第6図 CO, CO₂発生量と発煙係数CAとの関係

という相反する傾向が得られた。これは発煙量は燐安・硫安の場合は処理量と共に減少するのに対し、臭安・塩安の場合は逆に増大する結果が得られたことにもとづくものと考えられる。また防炎剤のいかなを問わずCO, CO₂発生量と発煙量との間に直線関係が存在することは興味深い現象である。

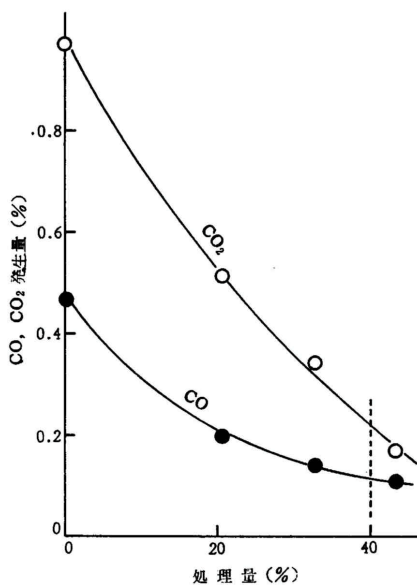


第7図 燐安と硫安, 臭安, 塩安との混合比とCO, CO₂発生量との関係

3.5 防炎剤の混合比率とCO, CO₂発生量との関係

第7図は燐安に硫安・臭安・塩安を混合した場合の混合比とCO, CO₂発生量との関係を示したものである。図から明らかなようにCO₂の発生量は防炎剤の混合比により異なり、発生量最少となる混合比が存在する。そのときのCO₂発生量は防炎剤の単独処理の場合よりも少なくなる。またCO発生量の混合比による差は小さいが、やはり発生量の最少となる混合比が存在し、CO₂の場合と同様、そのCO発生量は防炎剤の単独処理の場合よりも少ない。いずれにしても燐安と他の防炎剤を適当に組合せることによりCO, CO₂抑制の相乗効果を期待できる。しかも防炎剤の組合せのいかなを問わずCO, CO₂が最少となる混合比が一致することは、防炎剤の組合せが有毒ガスの抑制にかなり有効な手段になるとと思われる。

次に実際に難燃性能試験に合格し得る材料はどの程度のCO, CO₂を発生するかを測定した。防炎剤として尿素・燐安・燐酸・臭安の混合物を使用し処理したものであるが、CO, CO₂発生量を防炎剤の処理量に対しプロットしたのが第8図である。この混合薬剤処理によりJIS A 1321の難燃材料に合格したものの処理量は約40%であった。図から、40%に対応するCO,



第8図 燐・尿素系防炎剤の処理量とCO, CO₂発生量との関係

CO₂の発生量を求めると、それぞれ0.11、0.22%であり、共に無処理の約1/4~1/5程度の発生量であった。

4. まとめ

- 1) 防炎剤の処理量と共に発熱量と重量減少率は減少する。
- 2) 発煙量は燐安・硫安の場合は処理量と共に減少するが、臭安・塩安の場合は逆に増大する。
- 3) CO、CO₂の発生量は処理量と共に減少する。
- 4) CO₂抑制作用は臭安が最も強く、30%の処理で無処理の1.1%から0.07%まで減少する。
- 5) CO抑制作用は塩安が最も強く、15%の処理で無処理の0.47%から0.12%まで減少する。
- 6) CO、CO₂の発生量は発熱量と共に直線的に増大する。
- 7) CO、CO₂の発生量が発煙量と共に、燐安・

硫安の場合は直線的に増大し、臭安・塩安の場合は直線的に減少する。

8) CO、CO₂量とも防炎剤の混合により、単独防炎剤処理よりも減少し、しかもCO、CO₂を最少とする混合比が一致する。

9) 尿素・燐安・燐酸・臭安混合防炎剤処理により難燃材料に合格する合板のCO、CO₂発生量はそれぞれ0.11、0.22%であった。

文 献

- 1) 平松勤司, 質量分析, vol 14, No. 4, 209 (1966)
- 2) 平松勤司, 接着協会誌, vol 9, No.5, 265 (1973)
- 3) 岸谷孝一, 中村賢一, 游秀逸, 建築学会講演集, 1661 (1973)
- 4) F.L. Browne, FPL Rept. No.2136 (1958)

—林産化学部 木材保存科—

(原稿受理 49.10.26)

—研究—

土 壌 中 で の 木 材 の 腐 朽 (1)

土 居 修 一 布 村 昭 夫
今 川 一 志* 大 谷 諄*

まえがき

これまで、木材の腐朽形態あるいは推移についての研究は、担子菌によって腐朽した材を主な対象として進められてきた。しかし、近年では自然界での腐朽現象が担子菌によってのみ生ずるのではなく、各種の微生物の作用の結果であるということを考慮して、細菌不完全菌、子囊菌などを対象とした研究も進められている。

例えば、Greaves¹⁾は、長期間屋外暴露した材の変化について微細構造を中心に研究し、オウシュウアカマツで軟腐朽的な腐朽形態が認められることを報告した。また、Levy²⁾は野外で腐朽した杭を観察し、いくつもの異なった腐朽形態があることを指摘した。し

かしながら、これら自然界での腐朽材の腐朽形態を研究した例は多くない。

そこで、本報では、鈴木ら³⁾の行った実験を一つの基礎として、特に複数の菌の作用が考えられる土壌中での腐朽材の構造的、化学的变化を調査した。

なお、本報告の概要は、第24回木材学会大会で「土壌中での木材の劣化」として発表した。

1. 実験

1.1 供試土壌

用いた土壌は、当场野外杭試験地で採取した腐植土で、深さ20~30cm部分のものである。これは、pH、水分を測定後、3ℓフラスコに2.5kgづつ分取した。