

NEDO
産総研
産総研

○阿部 史枝
竹内 和敏
小畑 良洋

産総研
(株)コーミックス

金山 公三
穀田 博

1 緒 言

平成10年の建築基準法の改正により、建築物の防耐火性能に対する考え方は、従来の「仕様規定」から「性能規定」へと移行した。これに伴い、一定の基準を満たし、国土交通大臣の認定を受ければ、木材・木質材料を不燃材料として使用することが可能となった。しかし、これまでに不燃認定を得た木質材料はほとんどない。(株)、高品質でより安価な不燃木質材料を開発できれば、多くの木材の需要が期待できる。

本研究では、利用用途が広いと考えられる合板の難燃性向上を目的として、不燃木材の開発を行い、新たに採用された性能評価のための試験機である発熱性試験機(コーンカロリーメータ)を用いて、作成した難燃化木材の評価を行った。また、不燃機構の解明も試みた。

2 実験方法

実験材料として、スギ(*Cryptomeria japonica* D. Don)を用いた。単板は、比重0.39の京都府産スギの辺材部分をロータリーレースにより厚さ3mmに切削して作製し、含浸用単板として300(L)×150(T)×3(R)mmの大きさに切りそろえた。含浸には、ホウ酸ホウ砂系の難燃化薬剤((株)コーミックス製:商品名PHN)を用い、合板作製のための接着剤として無機系の難燃性接着剤((株)コーミックス製:商品名コーミックスボンド)を用いた。

単板への難燃化薬剤の含浸には、薬液含浸処理装置((株)日阪製作所製HTP-50/150)を用い、アスピレータによる減圧(1h)-常圧(0.5h)-8kg/cm²に加圧(0~24h)の手順で含浸を行った。減圧加圧の場合の初期薬液温度は約70℃で、処理中は加温を行わなかった。

含浸前の単板は、105℃で乾燥させた全乾状態とした。含浸後乾燥させ、2分割した150×150×3mmの単板に難燃性接着剤を塗布し、20分間冷圧-10分間熱圧(130℃)することで、5層接着して厚さ15mmの合板を作製した。作製した合板の中央から、100×100×15mmの不燃の評価試験用サンプルを切り出し、コーンカロリーメータによる発熱性評価試験を行った。

また、不燃メカニズムについて検討するために、SEMによる観察やTG/DTAの測定も行った。

3 評価方法

防火材料認定のための性能評価は、燃焼性とガス有害性の二つの試験で行われる。燃焼性試験としては、発熱性試験と不燃性試験のいずれかを選択するが、本研究では発熱性試験を行った。評価に用いた装置は、ISO5660準拠したコーンカロリーメータⅢ((株)東洋精機製作所製)である。

この評価方法は、従来のものと異なるため、装置および判定基準について概説する。発熱性試験機は、コーンヒータと呼ばれる円錐形のヒータからの一定熱量で供試材を加熱し、熱分解ガスと空気の混合により形成された可燃性混合気にスパーク着火装置で着火させる。そして、フードから吸引した燃焼排ガスの酸素濃度と流量を測定し、酸素消費法により発熱速度を算出する。以下に、発熱性試験における不燃・準不燃・難燃の判定基準を示す。

不燃

(1)加熱開始後20分間の総発熱量が、8MJ/m²以下であること。(2)加熱開始後20分間、防火上有害な裏面まで貫通する亀裂および穴がないこと。(3)加熱開始後20分間、最高発熱速度が、10秒間継続して200kW/m²を越えないこと。

準不燃

(1)加熱開始後10分間の総発熱量が、8MJ/m²以下であること。(2)加熱開始後10分間、防火上有害な裏面まで貫通する亀裂および穴がないこと。(3)加熱開始後10分間、最高発熱速度が、10秒間継続して200kW/m²を越えないこと。

難燃

(1)加熱開始後5分間の総発熱量が、8MJ/m²以下であること。(2)加熱開始後5分間、防火上有害な裏面まで貫通する亀裂および穴がないこと。(3)加熱開始後5分間、最高発熱速度が、10秒間継続して200kW/m²を越えないこと。

4 結果と考察

薬液含浸後の単板の重量増加割合は、減圧後の加圧時間を変化させてもほとんど変化しなかった。単板の比重0.39、薬液の比重1.2から細胞内腔にすべて薬液が充てんされたとして計算すると最大重量増加割合は3.3倍となるが、実際の含浸量は全乾単板の約3.58倍(平均)であった。このことから薬液は細胞内腔だけではなく細胞壁中にも侵入したと考えられる。そして、薬液含浸後、105℃で全乾にした場合の単板の重量増加割合は、約1.72倍(平均)であった。

試作した合板の、発熱性試験を行った結果を、Fig. 1に示す。試験の結果、加熱開始後20分間の総発熱量が6MJ/m²、最高発熱速度は13.7kW/m²であり、試験後の試験片には裏面まで貫通する亀裂や穴は存在しなかったため、作製した合板は不燃材料の基準を満たすことが明らかになった。

不燃のメカニズムを明らかにするため、まず、難燃化薬剤含浸後乾燥させた単板の木口面をSEMにより観察した

結果を、Fig. 2 に示す。図より、薬剤は細胞内腔に充てんされていることが確認された。しかし、多くの充てんされていない内腔も存在するので、不燃木材製品品質のばらつきを無くすため、薬剤充てんの均一化が必要であろう。

次に、室温から 600℃ までの示差熱重量同時測定 (TG/DTA) を行った。Fig.3 に、薬剤含浸していないスギ単板の温度に対する TG/DTA の変化を示す。300℃ 過ぎと 400℃ 過ぎで大きな発熱反応があり、重量も減少している。Fig.4 に、難燃化薬剤を含浸させた単板の、温度に対する TG/DTA の変化を示す。300℃ 過ぎと 600℃ 手前に発熱反応が見られる。重量減少は少なく約 50% 程度である。Fig.5 に、難燃化薬剤(粉末)のみの温度に対する TG/DTA の変化を示す。発熱反応は見られず、100℃ 付近で吸熱反応が見られ、重量減少も起きている。これは薬剤粉末が含んでいた水分が蒸発したことによると思われる。Fig.3, Fig.4 と Fig.5 を比較すると、Fig.3 と Fig.5 の現象の単純な足し合わせだけでは Fig.4 の説明はできない。この結果から、含浸された薬剤は細胞内腔だけではなく、細胞壁にも侵入し、単板の難燃化に大きな影響を及ぼしていると考えられる。詳細な不燃メカニズムの解明については、今後の検討課題である。

5 まとめ

難燃化薬剤を減圧加圧含浸させた単板から厚さ 15mm の合板 (5 ply) を試作し、コーンカロリメータによる難燃性評価試験を行った結果、不燃の基準を満足する結果を得た。ただし、不燃メカニズムについてはさらなる検討が必要である。

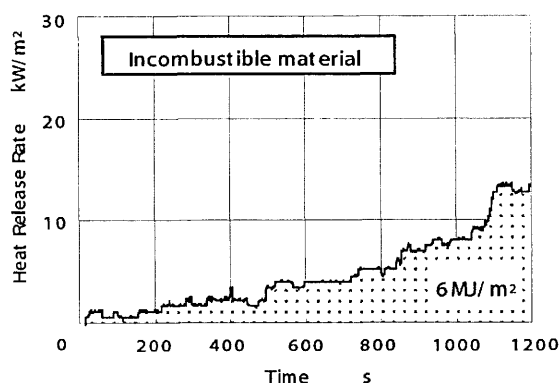


Fig.1 Result of cone calorimeter test for plywood with fire proofing treatment.

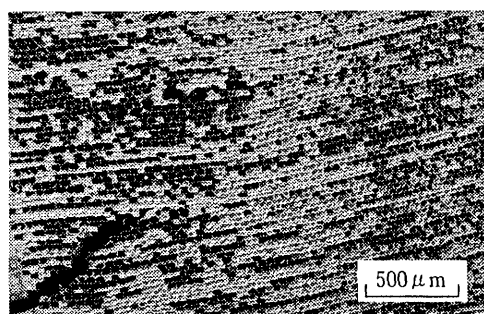


Fig.2 SEM photograph of cross section in veneer with fire proofing treatment.

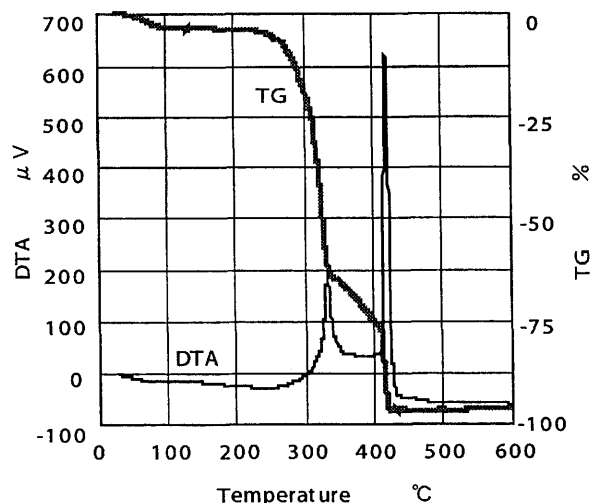


Fig.3 Result of untreated wood by TG/DTA.
(Rate of heating: 10°C/min.)

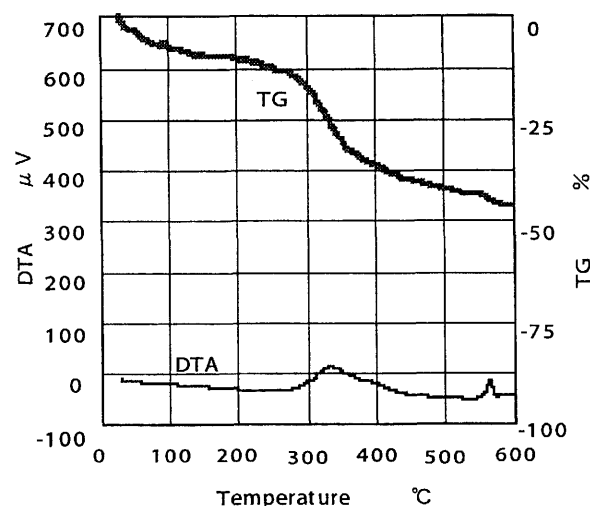


Fig.4 Result of wood with fire proofing treatment by TG/DTA
(Rate of heating: 10°C/min.)

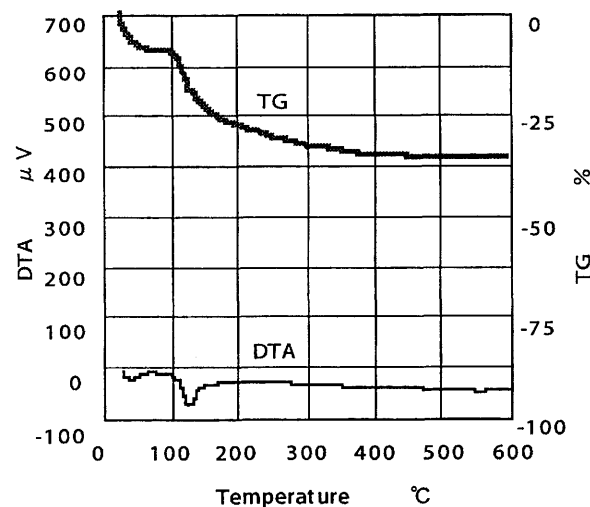


Fig.5 Result of fire retardant(PHN) by TG/DTA.
(Rate of heating: 10°C/min.)