

古紙リサイクルボードの不燃化技術 Fireproofing Technic of Recycled Paper Board

高橋 晃一郎 Koichiro Takahashi
堀 長生 Nagao hori

1. はじめに

近年環境への意識の高まりから多くのリサイクル建材が開発されてきている。通常、リサイクル製品は環境には優しいが製造コストがかかることや、諸性能が低下することなどが指摘されている。そこで、このようなデメリットを補うためにも、付加価値を与え特徴のある材料とすることは大変重要である。

古紙リサイクルボードは、環境に優しく加工性も良いため石膏ボードなどの代替品として期待されるが、防火性能を有しないため用途に制約があり、不燃化は重要な課題であった。

本稿では、アルミニウムはくによる古紙リサイクルボードの不燃化技術について紹介する。

2. 古紙リサイクルボード

古紙リサイクルボードはFig. 1 に示すように雑誌などに使用された低級古紙を破砕機と解裁機で解繊し、綿状になった古紙繊維にMDI系接着剤(非ホルマリンタイプ)をバインダーとして噴霧し、さらに耐水性を付与するためのフェノール樹脂含漬シートとともにローラにて加熱成型し製造される。

製造された古紙リサイクルボードの密度は0.80~0.90 g/cm³、曲げ強さ20.0N/mm²以上、膨潤時の曲げ強さ13.0N/mm²以上であり、これらの値はJIS A 5905 「繊維板」に示される木質系ボードのMDF(中密度ファイバーボード)とほぼ同等である。

3. 建築材料の防火性能評価

建築材料の防火性能評価にはISO5660-1に沿った発熱性試験装置(以下、コーンカロリー計)が使用される。コーンカロリー計は火災時に建築材料が受ける輻射熱(50kW/m²)をコーン形ヒーターにより100mm角の試験体表面に与え、スパーク式着火装置により着火の有無を確認する。

不燃材料としての性能評価は20分間で総発熱量が8MJ/m²越えないことと、最大発熱速度が200kW/m²を越えないことが条件とされ、実際にはこの他にガス有害性試験も義務づけられている。

4. 古紙リサイクルボードの不燃化技術

有機系材料の防火性能を向上させるには一般的に難燃剤を基材に混ぜ入れ燃焼性を低減させる方法がある。

しかし、この手法は防火性能を高めるために混入する難燃剤の量を増やすことで素材自体の物性に影響をおよぼし、製造コストを高騰させ、防火性能も不燃材料レベル

にまで向上させることは困難である。

また、難燃剤はりん系、ハロゲン系などが使用されるが環境に対しても優しい材料とは言えないためエコ材料である古紙リサイクルボードには適していない。そのため、難燃剤を使用する方法以外の不燃化の手法としてアルミニウムはくを検討した。

Fig. 2 はアルミニウムはくを貼り付けた試験体の概略図である。また、Fig. 3 は材料が燃焼に至るまでの過程を示したものである。火災の際、建築材料は炎の輻射熱により加熱され、固体から液体へと変わり液体から気体へと変わる。この変化の進行スピードや発生する可燃性ガスの燃えやすさは物質により異なる。

また、可燃性ガスが燃えるためには適量の空気と混合されなければならない、更にそこには着火源が必要となりこの3つの条件が重なってはじめて燃焼に至る。

アルミニウムはくはこの燃焼過程のうち、Fig. 4 に示すように表面から入射する輻射熱を輝面にて反射して基材への熱の進入を抑制し、熱分解速度を低減する。また、熱分解にて発生した可燃性ガスを遮蔽しスパーク式着火装置による火花が直接触れて燃焼に至らないようにすることが可能であると考えた。

また、アルミニウムはくは材料の表面に張るだけであるため、素材自体の物性に影響を与えることも少ない。

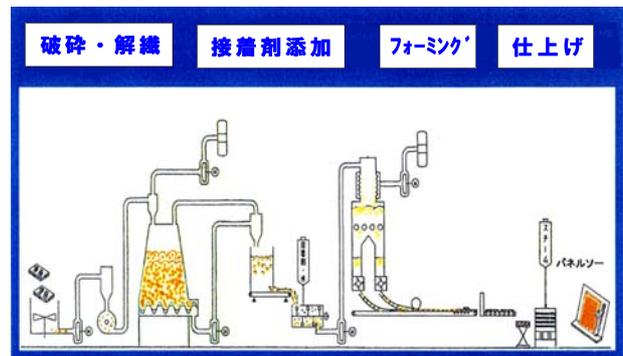


Fig. 1 古紙リサイクルボードの製造ライン概略図
Manufacturing Process of Recycled Paper Board

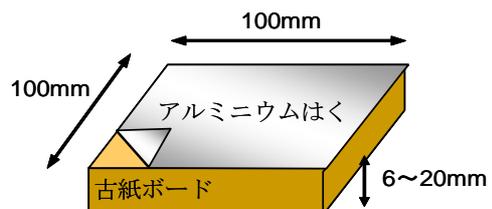


Fig. 2 アルミニウムはくを貼った古紙ボード試験体
Specimen of Recycled Paper Board
Laminated with Aluminum Foil

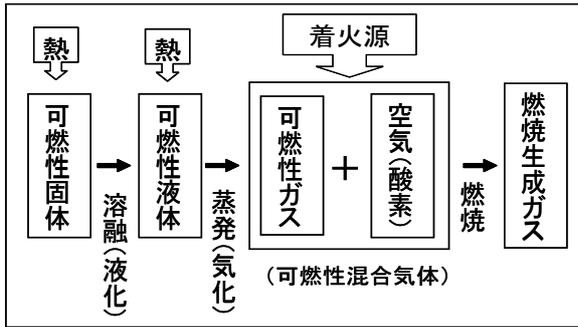


Fig. 3 材料の燃焼過程
Combustion Process of Materials

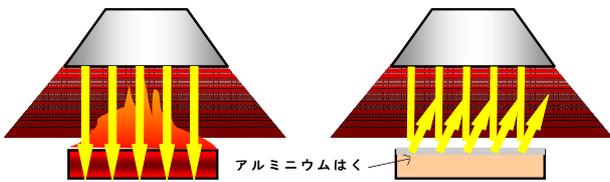


Fig. 4 アルミニウムはくによる不燃化のイメージ
Image of Fireproofing by Aluminum Foil



Photo 1 古紙リサイクルボード(左)と
アルミニウムはく貼り不燃ボード(右)

Recycled Paper Board(L) and Fireproofed
Recycled Paper Board by Aluminum Foil(R)

5. 防火材料性能試験

アルミニウムはくによる不燃化技術の有効性を確認するために、防火材料の大臣認定に運用されているコーンカロリー計試験にて性能試験を実施した。

5.1 試験体

試験体はFig. 2に示すように100×100×6, 12mmに裁断した古紙リサイクルボードの表面にアルミニウムはくを貼り試験に供した。Photo 1 は実際古紙リサイクルボード(基材)とアルミニウムはくを貼り付け不燃化を図ったボードの外観である。

構成材料は実際の製品化を考慮してアルミニウムはくの厚さやそれを貼り合わせる接着剤の種類と量、基材の厚さなどを変えて組み合わせた。

- 1) アルミニウムはく 厚さ：6.5, 12, 50 μm
- 2) 接着剤
液状：酢酸ビニル系, エポキシ系, PVA系, MDI系
シート状：EVA系, PE系, PVA系
バインダー兼用：MDI系
- 3) 基 材 古紙リサイクルボード 厚さ：6, 12mm

5.2 試験条件と判定基準

試験方法と不燃性能の判定基準は公的試験機関が定める「防耐火性能試験・評価業務方法書」に準じた。

- 1) 試験装置：コーンカロリー計試験装置
- 2) 外部加熱強度：50kW/m²
- 3) 試験時間：20分(不燃材料)
- 4) 評価基準：最大発熱速度 200kW/m²以下
総発熱量 8MJ/m²以下

5.3 結果

アルミニウムはくは表面に汚れや傷がなく、綺麗な輝面が得られれば6.5 μm の非常に薄いものでも輻射熱の入射を低減し、基材の熱分解を抑制できるため20分の試験時間の中で着火には至らず不燃化に有効であることがわかった。

接着剤に関して、液状接着剤はエポキシ系を除き、全てアルミニウムはくを確実に貼り付けることが可能であり、コーンカロリー計試験中も熱で剥離することがなく良好な結果が得られた。一方、シート状の接着剤は製造時の塗布量管理などが容易なことなどから検討したが、熱により次第に再軟化するためアルミニウムはくが剥がれてしまった。またバインダーとして使用されているMDI系接着剤の接着性を利用し仕上げ過程でアルミニウムはくを一体成形出来ないか検討したが、接着力が不十分で剥がれが生じることがわかった。

基材の厚さに関してはアルミニウムはくが基材表面から剥がれなければ不燃化に差異を生じさせないことがわかった。

6. まとめ

コーンカロリー計による性能試験結果を踏まえ、不燃材料として国土交通大臣の認定を取得するため(財)建材試験センターにてコーンカロリー計試験ならびにガス有害性試験を実施した。その結果、防火性能評価委員会の認定において不燃材料として性能が認められ、国土交通大臣の不燃材料認定を取得した。(認定番号：NM-1455, NM-1456) これにより当初の目的であった古紙リサイクルボードの不燃化は達成され、製品の付加価値を上げると共に内装材料としての使用範囲を大きく広げることが可能となった。

参考文献

- 1) 高橋晃一郎, 他：アルミ箔が可燃性建築材料の燃焼性に与える効果, 日本建築学会大会梗概集, pp. 299~300 (2003. 9)