

金属箔による木材不燃化技術 The Technique of Incombustible Wood with Metal Foil

高橋 晃一郎 Koichiro Takahashi
小川 晴果 Haruka Ogawa
(技術本部技術ソリューション部)
我妻 信行 Nobuyuki Wagatsuma
(内外テクノス)

1. はじめに

2010年の公共建築物木材利用促進法施行以来、木材の国内需要が高まっている。建築基準法上、木材は可燃物に分類されるため内装材として使用する場合は、その不燃化は以前から大きな課題であり、様々な難燃剤を木材に注入し製品化されてきた。しかし、これらの難燃剤は水溶性であるため、多湿環境下では施工後、表面に溶出し白華が生じ意匠性を損ねたり、不燃性能の低下により当初の防火性能が担保できない場合があった。

そのため、本報では難燃剤を用いないで、アルミ製の金属箔(以下、アルミ箔)を用いた木材の新たな不燃化技術について紹介する。

2. 金属箔による不燃木材の開発

2.1 不燃化の考え方

可燃物の不燃化には、アルミ箔の輝面が有する高い反射率とガス遮蔽性能が有効であり、有機系の断熱材などにも利用された事例がある。しかし、内装材として使用する場合は、Fig.1 ならびに Photo1 に示すように表面は天然木の突き板などで化粧され、輝面が隠されてしまう。化粧材がこのような有機物の場合、それ自身が燃焼することでアルミ箔が損傷し、下地のスギに着火する可能性が高くなる。そのため、表面に突き板などで化粧を施す場合、突き板の燃焼によりアルミ箔が有する輻射熱の高反射性能とガス遮蔽性能を如何に損なわないようにすることが重要であり、アルミ箔による不燃化機能が損なわれないような最適仕様を検討した。

2.2 突き板の燃焼性比較

突き板は密度により燃焼性が異なる可能性もあるため、コーンカロリー計にて突き板単体でそれらの燃焼性を確認した。試験に供した突き板は密度の異なるタモ、ウォールナット、およびローズウッドの3種とした。突き板の厚さはいずれも標準的な 0.2mm とした。試験結果を Table1 に示す。

一般に、密度が大きく熱容量が増すと着火時間は遅くなり、燃えにくくなると考えられる。しかし、突き板のように厚さが 0.2mm 程度の薄層であれば燃焼性に顕著な差はなく、試験開始後 10 秒以内で何れの突き板も着火し、総発熱量も $2.0 \pm 0.5 \text{ MJ/m}^2$ 程度で著しい差は認められなかった。

2.3 表面不燃化仕上層の違いによる燃焼性比較

突き板をアルミ箔の表面に貼った場合、試験開始後、突き板が燃焼し、その熱でアルミ箔は熔融し、孔が空くため下地のスギに着火する可能性がある。そのため、アルミ箔を2層に貼り合わせ、2層目が熔融しても、1層目で不燃化が確保出来るかを検証した。

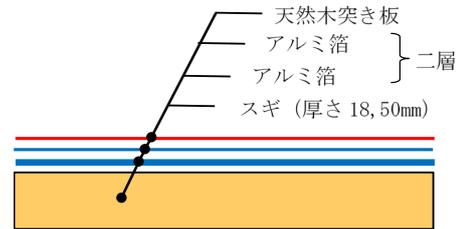


Fig.1 アルミ箔による不燃木材の断面構成
The Configuration of Incombustible Wood with Aluminum Foil

試験体の仕様とコーンカロリー計による試験結果を

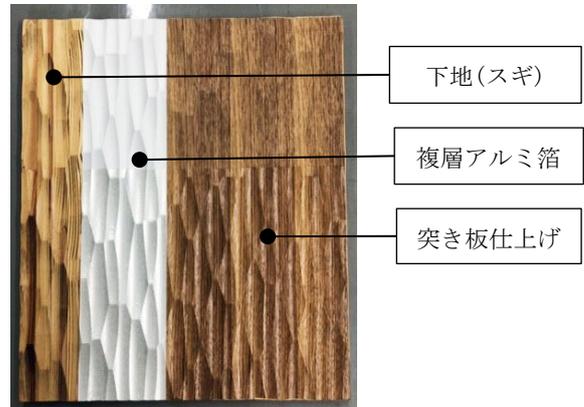


Photo 1 アルミ箔による不燃木材の外観
The Appearance of Incombustible Wood with Aluminum Foil

Table 1 突き板の燃焼性比較
The Results of Flammability of Surface Veneers

樹種	密度 (g/m ³)	厚さ (mm)	着火時間 / 消火時間 (sec)	最大発熱速度 (kW/m ²)	総発熱量 (MJ/m ²)
タモ	0.65~0.69	0.2	6/16	135	2.1
ウォールナット	0.68~0.75	0.2	8/20	102	1.6
ローズウッド	0.75~0.85	0.2	4/16	140	2.5

試験体の仕様とコーンカロリー計による試験結果を Table2 に示す。

突き板をアルミ箔の表面に貼らない場合は、僅か 7 μ m 厚さのアルミ箔でも下地のスギは試験中に着火せず不燃化することが可能であった。

しかし、20 μ m 厚さのアルミ箔の表面に突き板を貼った場合は、試験開始後直ちに突き板に着火し、アルミ箔にも穴が空き、下地のスギも燃えてしまった。一方、1 層目に 20 μ m 厚さのアルミ箔、2 層目に 7 μ m 厚さのアルミ箔を貼り、その表面に突き板を貼った場合、突き板は燃焼し、2 層目のアルミ箔も損傷したが、1 層目のアルミ箔は健全に残り、20 分の試験時間中、下地のスギも着火には至らないことが確認できた。

2.4 下地木材の違いによる燃焼性比較

金属箔で不燃化する場合、その燃焼性は下地の熱容量の影響を受ける可能性がある。そのため、厚さと樹種の異なる下地に突き板(タモ)とアルミ箔(7 μ m+20 μ m)を貼りその燃焼性を比較した。試験体の各仕様とコーンカロリー計による試験結果を Table3 に示す。密度の異なるスギ(密度 0.38g/cm³)とイペ(密度 1.20g/cm³)を比較した場合、密度が大きいイペは 9~18mm の何れの厚さの場合においても 20 分間の総発熱量は 8MJ/m² 以下であったが、スギの場合は薄くなるほど下地への着火までの時間が短くなり 20 分間の総発熱量も大きくなる傾向が見られた。また、針葉樹とラワンの合板(JAS 適合品)の場合、厚さが 9mm では約 500 秒前後で着火したが、18mm や 50mm の厚さになると接着剤(有機成分)が増えるため燃焼性は高くなることが懸念されたが、着火もなく不燃性が保たれた。これは無垢材に比べ合板のような工業化製品は変形が少なく不燃化層が剥がれにくいことなどが考えられる。

2.5 節の有無の違いによる燃焼性比較

金属箔による不燃化木材を製品化する場合、下地のスギ材には節が含まれる場合があるため、節の有無による燃焼性を比較した。出来る限り大きな節(ϕ 30mm)を含むスギ材と含まないスギ材を下地に用い、表面の不燃化層は、突き板(タモ)とアルミ箔(7 μ m+20 μ m)に統一した。Table 4 に試験体の仕様とコーンカロリー計による試験結果を示す。どちらの場合も燃焼性に大きな違いは見られなかった。難燃剤を含浸させる不燃木材はこうした節の有無による燃え抜けなどが懸念され、節の有無は燃焼性に影響を及ぼすが、金属箔による不燃化では影響が無いことが確認できた。

3. まとめ

現行の不燃木材は、多湿環境下では難燃剤が次第に染み出し、白華の発生や防火性の低下など様々な課題があった。しかし、本不燃木材は、アルミ箔を利用することでこれらの課題が改善される。また、これまでの難燃剤

を用いた不燃木材では不可能であった大型のボード材や、スギ以外の様々な樹種の突き板を利用することで施工性や意匠性の向上が期待される。

Table 2 仕上層の違いによる燃焼性比較
The Results of Flammability by Difference of Finishing Layers

仕様	着火時間 1回目/2回目 sec.	最大 発熱速度 kW/m ²	総発熱量 (10分) MJ/m ²	総発熱量 (20分) MJ/m ²
スギ [*] (18mm)	14/-	176	53.43	76.23
アルミ箔(7 μ m)+スギ [*] (18mm)	8/-	1978	4.10	4.68
突き板 + アルミ箔(20 μ m) + スギ [*] (18mm)	8/860	407	8.10	20.35
突き板 + アルミ箔(20 μ m) + アルミ箔(20 μ m) + スギ [*] (18mm)	9/-	291	4.23	4.59

Table 3 下地の違いによる燃焼性比較
The Results of Flammability by Difference of Base Woods

下地	厚さ (mm)	着火時間 1回目/ 2回目 sec.	最大 発熱速度 kW/m ²	200kW/m ² 超過時間 sec.	総発熱量 (10分) MJ/m ²	総発熱量 (20分) MJ/m ²
スギ	9	10/568	298	8.7	4.39	38.24
	15	8/702	290	8.3	4.31	7.62
	18	8/-	291	8.2	4.23	4.59
イペ	9	10/960	264	6.9	3.81	4.56
	15	12/-	272	7.1	4.50	5.42
	18	12/-	258	6.4	3.69	3.82
合板 (針葉樹)	9	10/576	311	8.7	4.11	27.74
	15	10/-	292	8.6	4.10	4.11
	50	12/-	254	7.2	4.36	5.32
合板 (ラワン)	9	10/456	294	8.4	5.05	26.68
	15	12/-	245	7.0	4.06	4.17
	50	10/-	291	8.0	4.86	5.34

Table 4 節の有無による燃焼性比較
The Results of Flammability according to the Knot of Wood

下地	厚さ (mm)	着火時間 1回目/2回目 sec.	最大 発熱速度 kW/m ²	200kW/m ² 超過時間 sec.	総発熱量 (10分) MJ/m ²	総発熱量 (20分) MJ/m ²
スギ 節なし	18	8/-	291	8.2	4.23	4.59
スギ 節あり	18	9/-	273	6.0	4.24	6.03