

《資 料》

耐火性を持つ接着材を用いた火災に強い

木質内装住宅用部材の開発

大河原 睦*

Development of building materials of wood

with fire-resistant adhesive

Mutsumi OKAWARA

木材の利用を促進するため、建築のあらゆる分野で木材を使う必要があるが、木材を使用する場所などによって使用に制限がある。そこで、燃えにくい無機系の接着剤を使用して耐火性能の高い住宅部材の開発を行った。

材料および方法

1 無機接着剤を用いた住宅部材の開発

(1) 幅はぎ板の試作

スギ・ヒノキ材(25×35×2,000mm)の長辺面に無機系の接着剤(TR1976 BOND, トリオセラミックス社製, 以下接着剤)を塗装用ローラーで概ね1.0m²あたり200g塗布し、横方向に17本ならべ圧縮圧2.5kg/cm²で2.0時間圧縮した。圧縮終了後、1週間程度養生を行った後、表面をかんな盤で処理し、幅約425mm×厚さ30mm×長さ2,000mmの幅はぎ板を試作した。

(2) 積層材の試作

スギ板材をかんな盤で削り縦350mm×横120mm、厚さ3および5mmの薄板に仕上げた。薄板の表面に接着剤を塗装用ローラーで概ね1.0m²あたり200g塗布し、繊維方向を平行にして3および5枚積層し、圧縮圧8.0kg/cm²で2.0時間圧縮した。圧縮終了後1週間程度養生し、表面をかんな盤で厚さ10mmおよ

び14mmに仕上げた。

かんな盤で仕上げた後、一部の試験体の最外層の一面に塗布用ローラーで概ね1.0m²あたり200gの接着剤を塗布した。

2 無機接着剤を用いた住宅部材の性能把握

(1) 浸せきはく離試験

試作した幅はぎ板を短辺方向に75mm幅に切断した試験体(スギ3本, ヒノキ3本)を25℃に温度を調整した室内で水中に24時間浸せきした。浸せき終了後に恒温乾燥機内に入れ、40±3℃で18時間乾燥させ試験体の両木口面のはく離の状態を観察した。

(2) 減圧加圧はく離試験

短辺方向に75mm幅に切断した試験体(スギ3本, ヒノキ3本)を室温の水中に浸せきし、0.085MPaの減圧5分間と0.50MPaの加圧1時間を2回繰り返した後に、70℃の恒温乾燥機で試験体の重さが試験前の100~110%の範囲となるように乾燥させ、試験体の両木口面のはく離の状態を観察した。

(3) 促進耐光性試験

かんな屑と接着剤を用いて試作した木質ボードを、ウェザーメーター(スガ試験機製, X75SC)を用いて次の条件で暴露した。暴露時間100時間ごとに試験体の重量測定と目視による形状の観察を行った。

- a 照射照度（波長 300～400nm） 60W/m²
- b ブラックパネル温度 63±3℃
- c 相対湿度 50±5%
- d 試験体面への水噴霧サイクル
48 分照射後，12 分照射および水噴霧
- e 暴露時間 500 時間
- f 照射方法 連続照射

(4) 燃焼性能試験

発熱性試験装置（コーンカロリメーター）による燃焼性能試験を行った。コーンカロリメーターは、円錐型の電熱ヒーターで試験体を加熱，燃焼させ，発熱量，重量などの経時変化を測定する試験装置で，防火材料の認定を得るための発熱量測定などに使用される。発熱性試験に供した試験体は，積層接着した試験体から 10×10cm に切り出し，加熱する面に接着剤を塗布用ローラーで概ね 1.0m² あたり 200g 塗布した。

表面を接着剤で塗布処理した試験体をコーンカロリメーターに水平に設置して輻射熱量 50kW/m² で 10 分間加熱し，同時に表面に試験体が着火するまで連続的に電気スパークを発生させた。

なお，燃焼性能試験は，独立行政法人森林総合研究所で実施した。

結 果

1 無機接着剤を用いた住宅部材の開発

幅はぎ板は，スギ・ヒノキとも接着部分に褐色の汚染が認められたが，表面をかんな盤で処理したところ，表面からはわずかに汚染が確認できる程度であった。

接着剤塗布の作業性は，一般的に使用されている酢酸ビニル接着剤と比較し塗りむらが発生しやすかった。接着剤の粘度が高いことが原因と考えられる。

スギ積層板も接着部分に褐色の汚染が認められたが，接着部分が見られるのは短辺方向ため目立ち

にくい。

2 無機接着剤を用いた住宅部材の性能把握

(1) 浸せきはく離試験

浸せき終了後，スギが 3 本で 3，8，9 の計 20 箇所，ヒノキが同じく 3 本で 3，6，8 の計 17 箇所のはく離が認められた。そのうちスギの 6 箇所，ヒノキの 11 箇所で完全に分離していた。さらに恒温乾燥機内に入れ試験体を乾燥させたところ乾燥中にスギ・ヒノキ試験体のすべての接着部分がはく離し完全に分離した。

(2) 減圧加圧はく離試験

1 回目の加圧減圧処理が終了した時点で接着部分がはく離している試験体が認められた。2 回目の処理終了後の時点で 1 試験体あたり 16 箇所ある接着部分のうちスギが 5，7，6 の計 18 箇所，ヒノキが 9，8，10 の計 27 箇所ではく離し完全に分離していた。

減圧加圧処理後に完全に分離している箇所が合計で 45 箇所あったことから，恒温乾燥機での乾燥および乾燥後のはく離状況の確認は実施しなかった。

(3) 促進耐光性試験

暴露した 500 時間の積算照度は，表 1 とおりである。積算照度の計測値は，予定値と概ね同じ値であった。試験体の重量は，試験開始後 100 時間で当初の 1.1～1.5 倍となった。その後も増加し 500 時間で，当初重量の 1.4～1.6 倍となった（表 2）。

試験体の形状は，時間の経過とともにすべて端面に膨張に伴う割れが発生した。端面の膨張は，下側が大きかったため，300 時間経過後試験体を上下逆にしたところ当初の上側も当初の下側と同様に膨張した。

暴露面は接着剤の成分が失われ木片が露出し，はがれ落ちた木片が試験槽内に認められた。暴露面も触れると木片がはがれ落ちる状態であった。暴露終了後，試験体を風乾させたところ，どの試験体も当初重量の 0.8 倍程度だった。

表 1 積算照射照度

単位：MJ/m²

暴露時間 (h)	0	100	200	300	400	500	
積算照射照度	計測値	0	21.67	(未計測)	64.80	86.39	107.99
	予定値	0	21.60	43.20	64.80	86.40	108.00

表2 重量の変化

単位：g

暴露時間 (h)	0	100	200	300	400	500	風乾後	
試験体	1	1,093.47	1,238.39	1,343.68	1,447.68	1,449.11	1,489.09	903.20
	2	1,118.12	1,443.32	1,664.67	1,775.20	1,750.78	1,753.63	903.05
	3	1,134.14	1,355.26	1,543.17	1,633.99	1,611.07	1,629.15	874.10
	4	1,103.16	1,639.23	1,785.91	1,836.43	1,805.50	1,802.78	883.09

※重量は、試験体ホルダを含む

(4) 燃焼性能試験

試験体に加熱を始めると表面に塗布した接着剤が発泡膨張して膨らんだ状態となった(図1)。加熱後5分間を過ぎまでは、膨らんだ状態が継続し5分を過ぎると膨張した表面がひび割れ下の木材がスパークによって発火燃焼した。それに伴い合計発熱量が急激に増加し10分経過前に発熱量が8MJ/m²に達した(図2)。積層部分(図2の矢印部分)で発熱速度の低下が認められたが発熱の抑止効果はわずかだった。



図1 試験終了後の試験体

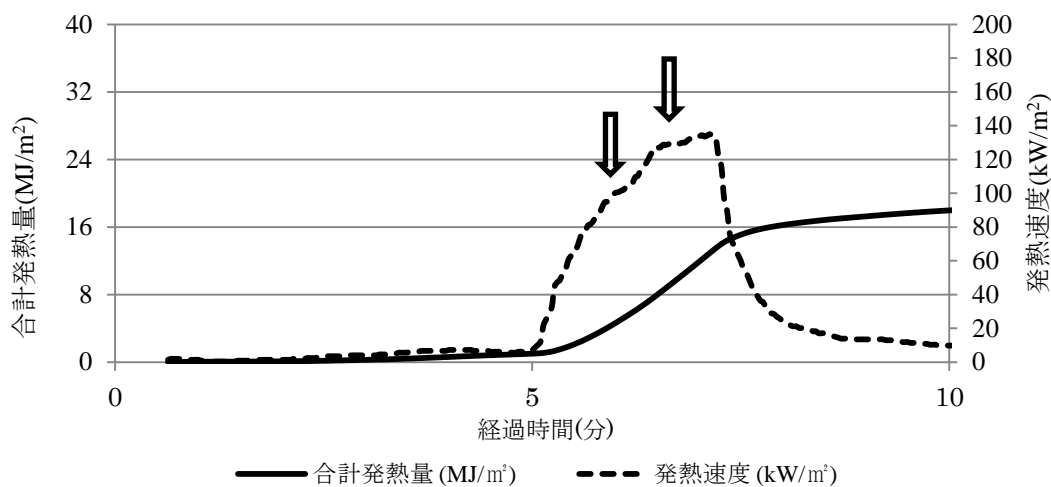


図2 燃焼試験(表面接着剤塗布)

考 察

集成材の日本農林規格(2012)によれば、集成材の接着の程度は、造作用集成材が浸せきはく離試験の結果で両木口面におけるはく離率が10%以下。構造用集成材では、浸せきはく離試験および煮沸はく離試験の結果または、減圧加圧はく離試験の結果はく離率が5%以下と定められている。今回実施した試験では、浸せきはく離試験、減圧加圧はく離試験のいずれの試験でも接着部分が完全にはがれ試験体が

分離してしまったのがみられた。

促進耐光性試験の結果では、暴露面からはがれ落ちた木片が試験槽内に認められ、暴露面も触れると木片がはがれ落ちる状態であったことなどから、使用した接着剤は耐水性がきわめて低いことが推定される。このため、常に水分の当たる場所や水気の多い場所での使用には細心の注意が必要である。

防火材料には、不燃材料、準不燃材料、難燃材料の3種類がある。

これらは、性能的要求を満たす時間で区分される

大河原：耐火性を持つ接着材を用いた木質内装住宅用部材の開発

(表3)．合計発熱量が $8\text{MJ}/\text{m}^2$ ，発熱速度 $200\text{kw}/\text{m}^2$ 未満，貫通するき裂・穴がない状態が，不燃材料であれば 20 分，準不燃材料は 10 分，難燃材料は 5 分以上なければならない。

表3 防火材料の評価基準

種類	加熱時間	性能的要求
不燃材料	20 分	総発熱量 $8\text{MJ}/\text{m}^2$ 以下
準不燃材料	10 分	発熱速度 $200\text{kw}/\text{m}^2$ 未満
難燃材料	5 分	貫通するき裂・穴がない

注) 加熱時間は，コーンカロリメーターを用いて輻射熱量 $50\text{kW}/\text{m}^2$ で加熱する時間

今回実施したコーンカロリメーターによる発熱性試験の結果から，接着剤の防火性能は表面に塗布することで 5 分程度までは発揮されたが，その後は表面の塗布した接着剤の下にある木質部分の燃焼によって発熱量が増加した．積層接着部分の発熱の抑止効果についても認められたが，表層に塗布した場合と比べるとわずかしかなかった。

接着剤による防火性能は表層に塗布したときに最も発揮されるが，その効果は 5 分程度が限度である．また，接着層での接着剤の防火性能は限定的である．このため，接着剤のみで準不燃材料以上の性能を満足させることは困難であると考えられる．準不燃以上の性能を持たすためには，木材に難燃薬剤などによる処理を行う必要がある。

