

5. 難燃処理木材の接着性能評価と接着剤の選定

5.1 経緯・目的

難燃処理剤で処理されたラミナを使用して集成材等の部材を製造する際、難燃処理剤が接着剤に影響を及ぼすことがあるため、難燃処理剤と相性の良い接着剤を選定する必要がある。

今回、FX（リン酸アミノ樹脂系）およびNB（リン酸・ホウ酸系）の2種類の難燃処理剤で処理されたラミナ（スギ）について、レゾルシノール樹脂系接着剤4種類、ウレタン樹脂系接着剤1種類を使用して接着性能確認試験を行った。また、耐火部材を製造する際にプレス機が使用出来ずに十分な圧縮が出来ないケースも想定し、通常の集成材製造条件よりも低圧縮圧力で接着した際の接着性能についても評価を行った。

実験実施日と実験場所を下記に示す。

実施日：平成26年12月2日～平成26年12月12日

実施場所：株式会社オーシカ 中央研究所

5.2 試験方法

5.2.1 試験体の仕様

試験体は「燃え止まり型の耐火集成材の耐火性能試験」と同種のスギにFXもしくはNBを含浸させたラミナを2枚1組で接着し制作した。

接着剤はレゾシノール樹脂系接着剤（主剤と硬化剤の組み合わせで4種類）とウレタン樹脂系接着剤を使用し、2枚のラミナを1MPaまたは0.01MPaの圧力で16時間かけて圧縮した。表5.1にラミナの接着条件を示す。

表 5.1 試験体の概要

No		1	2	3	4	5
ラミナ	材種	スギ				
	難燃処理剤	FX（リン酸アミノ樹脂系）またはNB（リン酸・ホウ酸系）				
接着剤	種類	レゾシノール樹脂系※1			ウレタン樹脂系(1液)	
	主剤	TW-29		TW-28	TW-36	オーシカダイソ TU-503A
	硬化剤	DL-900 (液状硬化剤)	D用硬化剤 (粉末タイプ硬化剤)			
塗布量		300g/m ²			180g/m ²	
堆積時間		15分（閉鎖堆積）				
圧縮	圧力	1MPa または 0.01MPa				
	時間	16時間				
養生		1週間（20℃）				

※1 レゾルシノール樹脂の違いについて

レゾルシノール樹脂をさらに分類すると、TW-29とTW-36はレゾルシノール・フェノール樹脂系、TW-28はレゾルシノール樹脂系である。

表 5.2 試験体の寸法と薬剤量

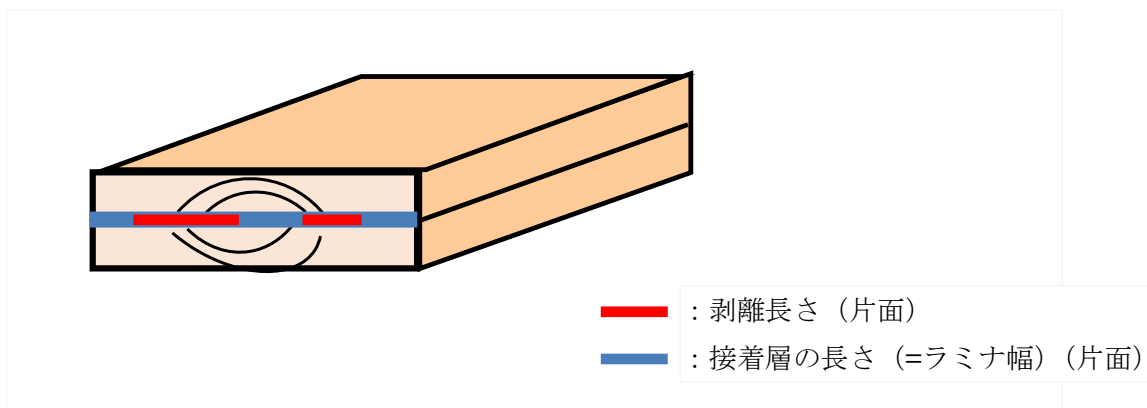
薬剤	接着剤	1.0MPa				0.01MPa			
		厚み mm	幅 mm	長さ mm	薬剤量 kg/m ³	厚み mm	幅 mm	長さ mm	薬剤量 kg/m ³
FX	TW-29/DL-900	26.1	103	170	194	24.0	103	170	196
		25.6	103	170	179	25.5	103	170	207
	TW-29/D用硬化剤	26.1	103	170	194	24.0	103	170	196
		25.6	103	170	179	25.5	103	170	207
		26.1	103	170	194	24.0	103	170	196
NB	TW-28/D用硬化剤	25.6	103	170	179	25.5	103	170	207
		26.1	103	170	194	24.0	103	170	196
	TU-503A	25.6	103	170	179	25.5	103	170	207
		26.1	103	170	194	24.0	103	170	196
		25.6	103	170	179	25.5	103	170	207
NB	TW-29/DL-900	25.7	100	165	169	26.2	100	165	167
		24.8	100	165	157	26.4	100	165	169
	TW-29/D用硬化剤	25.7	100	165	169	26.2	100	165	167
		24.8	100	165	157	26.4	100	165	169
		25.7	100	165	169	26.2	100	165	167
TW-28/D用硬化剤	24.8	100	165	157	26.4	100	165	169	
	25.7	100	165	169	26.2	100	165	167	
	24.8	100	165	157	26.4	100	165	169	
TU-503A	25.7	100	165	169	26.2	100	165	167	
	24.8	100	165	157	26.4	100	165	169	
	25.7	100	165	169	26.2	100	165	167	

5.2.2 接着性能評価の方法

各試験体の接着性能を評価するため、下記（１）～（３）の試験を実施した。

（１）減圧加圧剥離試験（集成材の JAS、使用環境 A に準ずる）

減圧・加圧処理後の試験体の両木口面における最大剥離長さ、剥離率を算出することにより、難燃処理剤と接着剤の組み合わせが接着性能に及ぼす影響を定量的に把握することを目的とする。



$$\text{はく離率} = \frac{\text{両木口面のはく離の長さの合計}}{\text{両木口面の接着層の長さの合計}} \times 100 \quad [\%]$$

図 5.1 減圧加圧剥離試験の概要

【試験方法】

試験片を室温（10℃～25℃）の水中に浸せきし、0.085MPa の減圧を 5 分間行い、更に 0.51±0.03MPa の加圧を 1 時間行う。この処理を 2 回繰り返した後、試験片を水中から取り出し、70±3℃の恒温乾燥器中に入れ、器中に湿気がこもらないようにして質量が試験前の質量の 100～110%の範囲となるように乾燥する。この処理を 2 回繰り返す。その後、試験片の両木口面における最大はく離長さ、はく離率を算出。

(2) ナイフテスト

試験体の接着層を割って材料の破断状況%を算出することで、難燃処理剤と接着剤の組み合わせが接着性能に及ぼす影響を定量的に把握することを目的とする。なお、試験体は(1)の減圧加圧剥離試験後の試験体を使用した。



図 5.2 ナイフテストの概要
(TW-29/D 用硬化剤 (圧縮圧力 0.01MPa) の試験片)

【試験方法】

減圧加圧剥離試験後、接着層を割って材料の破断状況を%で評価する。(目視により接着面積に対する破断部位の割合を10%刻みで読み取る)

③ブロックせん断試験 (集成材のJASに準ずる)

試験体のせん断強さおよび破断率を算出することで、難燃処理剤と接着剤の組み合わせが接着性能に及ぼす影響を定量的に把握することを目的とする。



図 5.3 ブロックせん断試験の概要

【試験方法】

試験片を回転モーメント等が生じないように設計されたせん断装置を用い、荷重速度毎分約 15.7MPa を標準として試験片を破断させ、せん断強さ及び材料の破断率 (= 目視により接着面積に対する破断部位の割合を 10% 刻みで読み取る) を求める。

5.3 試験結果および接着剤の選定

減圧加圧剥離試験およびナイフテストの結果を表 5.3 に、ブロックせん断試験結果を表 5.4 に示す。

表 5.3 減圧加圧剥離試験およびナイフテスト結果

試験体No		1		2		3		4		5			
薬剤	圧縮圧力	接着条件		TW-29		TW-29		TW-28		TW-36			
		試験結果		DL-900		D用硬化剤		D用硬化剤		D用硬化剤			
FX	1.0MPa	剥離長さ(mm)		51	38	0	0	0	0	0	0		
		剥離率(%)		43.2		0.0		0.0		0.0			
		ナイフテスト(%)		30		90		90		60			
	0.01MPa	剥離長さ(mm)		68	20	96	53	47	46	34	86	14	0
		剥離率(%)		42.7		72.3		45.1		58.3		6.8	
		ナイフテスト(%)		10		10		90		80		0	
NB	1.0MPa	剥離長さ(mm)		100	100	100	100	100	100	43	42	0	0
		剥離率(%)		100.0		100.0		100.0		42.5		0.0	
		ナイフテスト(%)		0		0		10		30		70	
	0.01MPa	剥離長さ(mm)		100	100	100	100	100	100	100	100	92	100
		剥離率(%)		100.0		100.0		100.0		100.0		96.0	
		ナイフテスト(%)		0		0		0		0		10	

表 5.4 ブロックせん断試験結果 (平均値 : n=6)

試験体No		1		2		3		4		5	
接着条件		TW-29		TW-29		TW-28		TW-36		TU-503A	
薬剤	圧縮圧力	DL-900		D用硬化剤		D用硬化剤		D用硬化剤			
		強度 (MPa)	材破 (%)	強度 (MPa)	材破 (%)	強度 (MPa)	材破 (%)	強度 (MPa)	材破 (%)	強度 (MPa)	材破 (%)
FX	1.0MPa	4.7	66.7	3.6	51.7	5.6	83.3	5.3	73.3	6.7	93.3
	0.01MPa	1.7	10.0	4.6	8.3	5.4	78.3	2.6	33.3	7.4	41.7
NB	1.0MPa	1.3	0.0	6.5	25.0	3.5	5.0	5.4	41.7	6.9	100.0
	0.01MPa	0.1	5.0	3.8	18.3	1.0	1.7	0.0	3.3	6.0	50.0

以上の結果をまとめる。

- ・表 5.3 および表 5.4 の No.1 および No.2 の結果より、硬化剤は液状硬化剤 DL-900 より D 用硬化剤 (粉末タイプ) のほうが良好。
- ・表 5.3 および表 5.4 の No.1~5 の結果より、主剤は TW-29 より TW-28、TW-36、TU-503A のほうが良好。
- ・表 5.3 および表 5.4 の結果より、圧縮圧力を 0.01MPa に下げると、各接着剤において接着性能が低下する傾向。

- ・表 5.3 および表 5.4 の結果より、難燃剤が NB の場合は圧縮圧力が 1.0MPa の場合に TU-503A で良好。レゾルシノール樹脂の中では TW-36 が若干良好な結果。

以上の試験結果より、総合的に接着性能がもっとも安定していたのはウレタン樹脂系接着剤の TU-503A であったが、耐火試験に耐え得るかどうか懸念されることから、耐熱性の高いレゾルシノール樹脂の中から選定することとした。

また、難燃剤として FX と NB の両方で試験を行うため、NB 処理ラミナでも減圧加圧剥離試験でやや接着性能が得られていた TW-36 を選定することになった。