

接着重ね梁の製造マニュアル



平成 19 年 3 月
高知県立森林技術センター

目 次

はじめに

1. 接着重ね梁の使用基準	1
2. 接着重ね梁の製造基準	1
2-1 製材	1
2-2 乾燥	1
2-3 接着	1
2-4 仕上げ	2
3. 接着重ね梁の品質管理	6
3-1 曲げ性能試験	7
3-2 接着性能試験	8
3-3 含水率試験	10
4. 製品性能試験結果(例1)	11
5. 製品性能試験結果(例2)	12
6. 参照規格等	13

本マニュアルは、平成7年3月高知県発行の「接着重ね梁の製造マニュアル及び施工事例」
をもとに、内容を再編集したものである。

はじめに

接着重ね梁は正角材（12cm角程度）等を積層して製造するもので、集成材（厚さ5cm以下の板を積層したもの）に比べ、原木歩留まりが高く、接着剤の使用量も抑えることが可能です。また、大断面の梁材を製造しようとする場合、無垢材では高価なものとなる場合が多いため、正角材を接着重ね梁にした方がメリットがあると考えられます。外観的にも無垢材に近い仕上がりにすることができます。現在、接着重ね梁の製造及び使用にあたっては、高知県版木造住宅工事共通仕様書の中で、「接着重ね梁の製造マニュアル及び施工事例 平成7年3月」に従うこととなっています。

これまでに、接着重ね梁の製造に関する研究は、（財）日本住宅・木材技術センターが中心となって進めており、平成5年度にはそれらの成果を「接着重ね梁の製造手引き」として取りまとめています。高知県も、（財）日本住宅・木材技術センターの手引き書に従う形で、平成6年度に接着重ね梁の製造マニュアルを作成しています。

しかし、平成6年度当時の製造マニュアルでは、使用する木材は必ずしも十分乾燥したものでなくてもよく、接着剤もウレタン系接着剤のみと定められています。近年では、含水率や強度といった木材製品の品質管理がますます求められるようになっていますが、これらに対応した製造マニュアルの改正はこれまで行われていません。

本マニュアルは、接着重ね梁を信頼性のある構造用材として活用していくために、現状の木材の乾燥技術や接着技術を生かし、接着重ね梁の製造・管理に関する技術的・試験的データを再整備したものです。

平成19年3月 高知県立森林技術センター

1. 接着重ね梁の使用基準

- ・使用する接着重ね梁は、本マニュアルの品質管理基準に適合したものとする。
- ・接着重ね梁の用途は、住宅用の床梁や胴差等の横架材を標準とする。
- ・接着重ね梁の断面性能は、同一断面の梁材と同じとして考える。
- ・接着重ね梁の接合部（仕口、継手等）の形状は、通常の梁材の形状に準ずるものとする。

2. 接着重ね梁の製造基準

仕上がり断面寸法 120×240 mm及び 120×300 mm（同一樹種・同一断面 2 材接着タイプ）について、製造工程順に各工程の基準を示す。

2-1 製材

原木

- ・スギ及びヒノキを標準とする。
- ・原木強度の安定性、製品の仕上がり外観を考慮し、2 番玉の使用を標準とする。

製材寸法

- ・断面寸法 135×135mm 及び 135×165mm（仕上がり断面+15mm）材長 4～6m を標準とする。

2-2 乾燥

乾燥方法

- ・人工乾燥を標準とし、均一に乾燥できる設備を用い、適切な乾燥スケジュールを設ける。

乾燥後寸法

- ・断面寸法約 130×130mm 及び約 130×160mm

仕上がり含水率

- ・断面全体について全乾法含水率 20%以下とする。

材選別

- ・節、割れ、曲がり等：接着や仕上がり状態に支障がない程度とする。
- ・ヤング係数を測定する場合は縦振動法を標準とし、同等のヤング係数の材同士を接着する。理論計算では、例えば重ね梁の曲げヤング係数を 7kN/mm^2 にする場合、約 1.1 倍の 8kN/mm^2 程度の動的ヤング係数の材が必要となる（図 4 参照）。

2-3 接着

接着前加工

- ・4 材面のプレーナ加工、4 隅の直角出しを行う。

接着前寸法

- ・断面寸法 125×125 mm 及び 125×155 mm（仕上がり断面+5mm）を標準とする。
- ・接着時の圧縮ずれや仕上げ加工分を考慮し、可能な限り断面を大きくする。

接着剤

- ・レゾルシノール系接着剤、水性高分子-イソシアネート系接着剤を標準とする。
- ・一液湿気硬化型ウレタン系接着剤の使用も可能とする。

塗布方法

- ・ハケ、ヘラ、ローラー等による手塗りを標準とする。片面塗布とし、接着面全面に均一に塗布する。

塗布量、堆積時間、圧縮圧力、圧縮時間、材温、養生

- ・接着剤メーカーの技術資料に従うが、これらの適正値は季節や使用材等により変動するので、製造時点における接着条件での接着性能を確認すること。
- ・塗布量は、1 接着層ごとに必要な塗布量を計算し管理する。
- ・適正な塗布量の目安として、圧縮後に接着剤が材面にはみ出ていることを確認する。

構造用集成材の適正製造基準：塗布量 200 ~ 300g/m²、圧縮圧力 5 ~ 10kgf/cm²

(株) オーシカ製レゾルシノール系接着剤・ディアノール D-300 (接着剤：春タイプ、硬化剤：標準タイプ)の標準使用方法：塗布量 250 ~ 350g/m²、堆積時間 30 分以内、材温 20 以上、圧縮圧力 10 ~ 13kgf/cm²、圧縮時間 16 時間以上

(株) オーシカ製水性高分子-イソシアネート系接着剤・ピーアイボンド TP-111 の標準使用方法：塗布量 220 ~ 300g/m²、堆積時間 10 分以内、材温 10 ~ 30、圧縮圧力 8 ~ 15kgf/cm²、圧縮時間 30 分以上

接着面

- ・木取りに片寄りがある場合は、製品強度を確保するため、辺材部の多い面を外側にして接着する(図 2、図 3 参照)。

圧縮

- ・油圧プレスの使用を標準とする。シリンダ間隔は 300mm 程度とする。
- ・手締めクランプによる圧縮の場合は、圧縮圧力の大きさや安定性を考慮し、一液湿気硬化型ウレタン系接着剤の使用が望ましい。
- ・梁幅方向の圧縮ずれを防止するための治具を使用することが望ましい。

2-4 仕上げ

4 材面のプレーナ加工を行い、仕上げ加工前にはみ出ている接着剤をヘラ等で取り除く。



図 1. 接着重ね梁の製造状況
(油圧プレスによる製造)

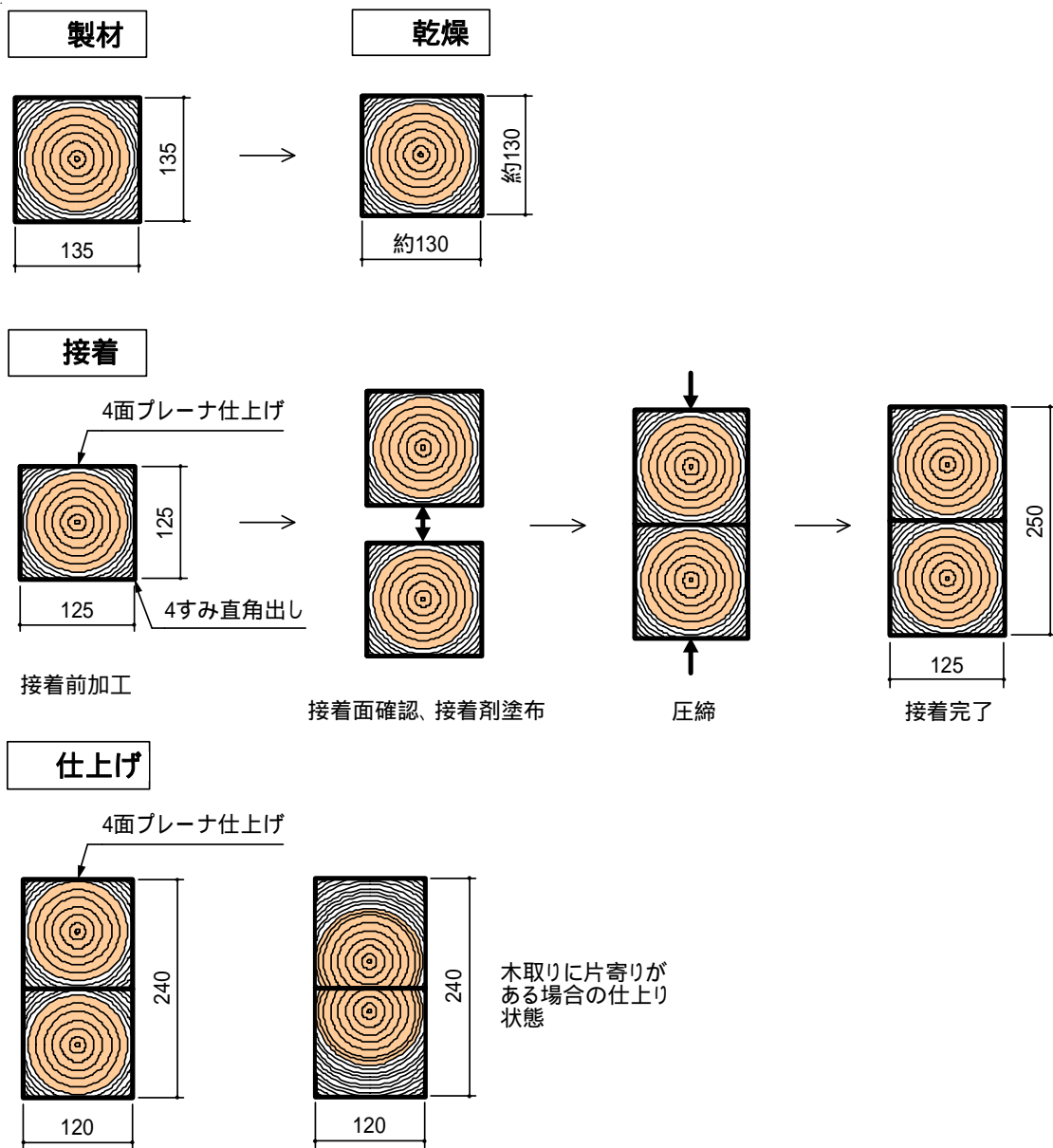


図2. 接着重ね梁の製造工程の一例
(仕上がり断面寸法 120×240mm)

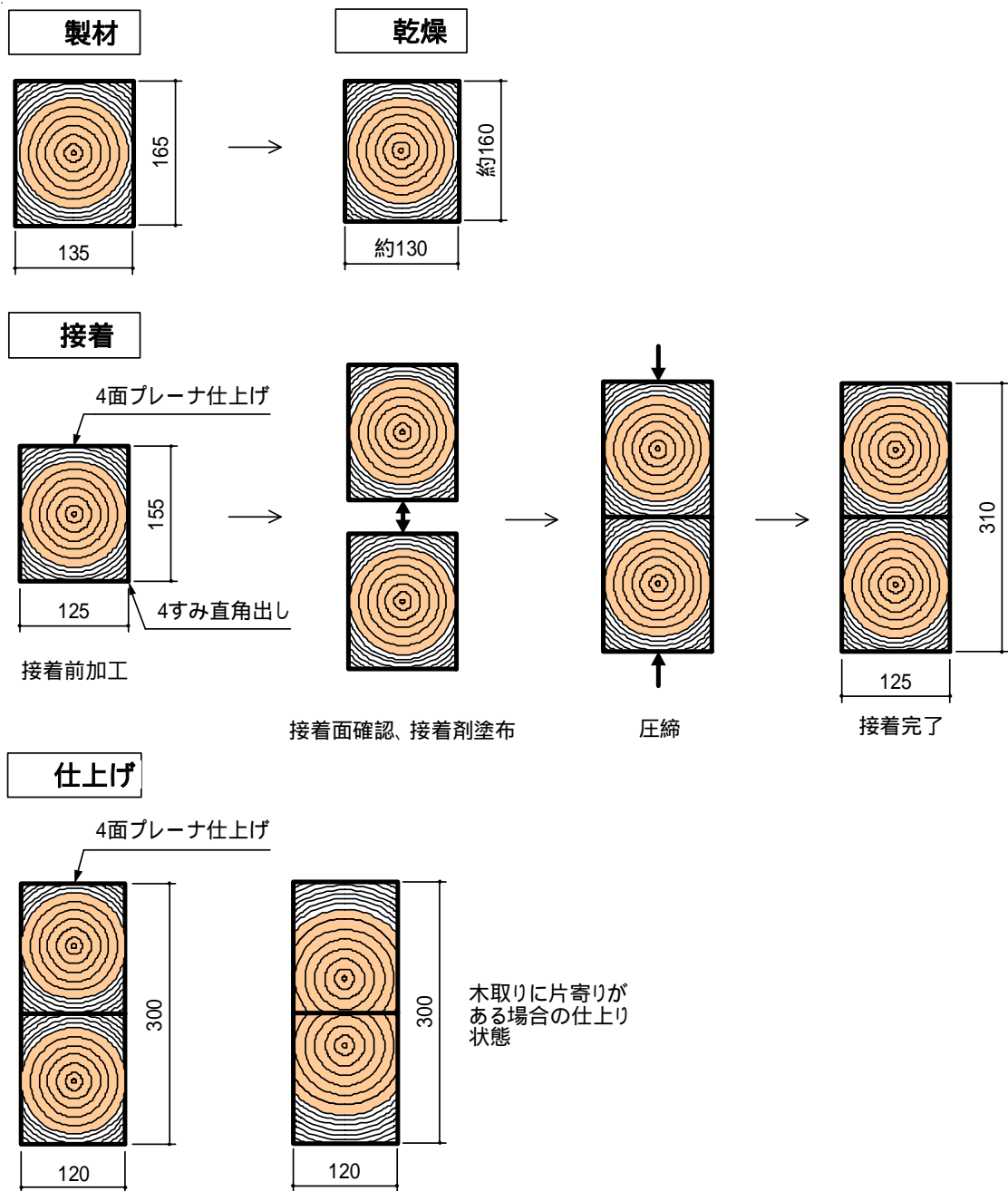


図3. 接着重ね梁の製造工程の一例
(仕上がり断面寸法 120 × 300mm)

正角材(120×120)内部のヤング係数分布

スギE70

7.5
6
4.5
6
7.5

動的E=7.16kN/mm²
 曲げE=7.16kN/mm²

スギE90

9
7.5
6
7.5
9

動的E=8.66kN/mm²
 曲げE=8.66kN/mm²

ヒノキE90

9.5
8.5
7.5
8.5
9.5

動的E=9.28kN/mm²
 曲げE=9.28kN/mm²

ヒノキE110

11
10
9
10
11

動的E=10.78kN/mm²
 曲げE=10.78kN/mm²

接着重ね梁(120×240)内部のヤング係数分布

スギE70+E70

7.5
6
4.5
6
7.5
7.5
6
4.5
6
7.5

スギE90+E90

9
7.5
6
7.5
9
9
7.5
6
7.5
9

ヒノキE90+E90

9.5
8.5
7.5
8.5
9.5
9.5
8.5
7.5
8.5
9.5

ヒノキE110+E110

11
10
9
10
11
11
10
9
10
11

接着重ね梁(120×240)のヤング係数

	スギE70+E70	スギE90+E90	ヒノキE90+E90	ヒノキE110+E110
動的E(kN/mm ²)	7.16	8.66	9.28	10.78
曲げE(kN/mm ²)	6.52	8.02	8.84	10.34
動的Eと曲げEの比	0.91	0.93	0.95	0.96

図 4. 接着重ね梁のヤング係数の推定の一例

接着重ね梁の曲げヤング係数 $E = (EI)_e / (bh^3/12)$

(EI)_e : 接着重ね梁の曲げ剛性、b : 接着重ね梁の幅、h : 接着重ね梁の梁せい

(EI)_e : 木材学会誌 Vol.43, p.936 (1997) の式を引用

材内部の各部の厚さは 24mm とした。

3. 接着重ね梁の品質管理

製品の品質を確認するため、曲げ性能試験、接着性能試験、含水率試験を実施する。なお、初期試験においては、それぞれの試験に用いる試験体は同一製品から採取することとする。

曲げ性能試験（初期試験）: 曲げヤング係数、曲げ強さの測定

接着性能試験（初期試験及び抜き取り試験）: 浸せきはく離試験、煮沸はく離試験、ブロックせん断試験の実施

含水率試験（初期試験及び抜き取り試験）: 全乾法による仕上がり断面の含水率の測定

初期試験: 新しい製造工程の始動時及び既存の工程の変更時（接着剤、機械設備の変更等）に行い、製品の曲げ性能、接着性能、含水率を確認する。

抜き取り試験: 製品の製造工程中で接着性能及び含水率の適正な管理がなされていることを確認する。

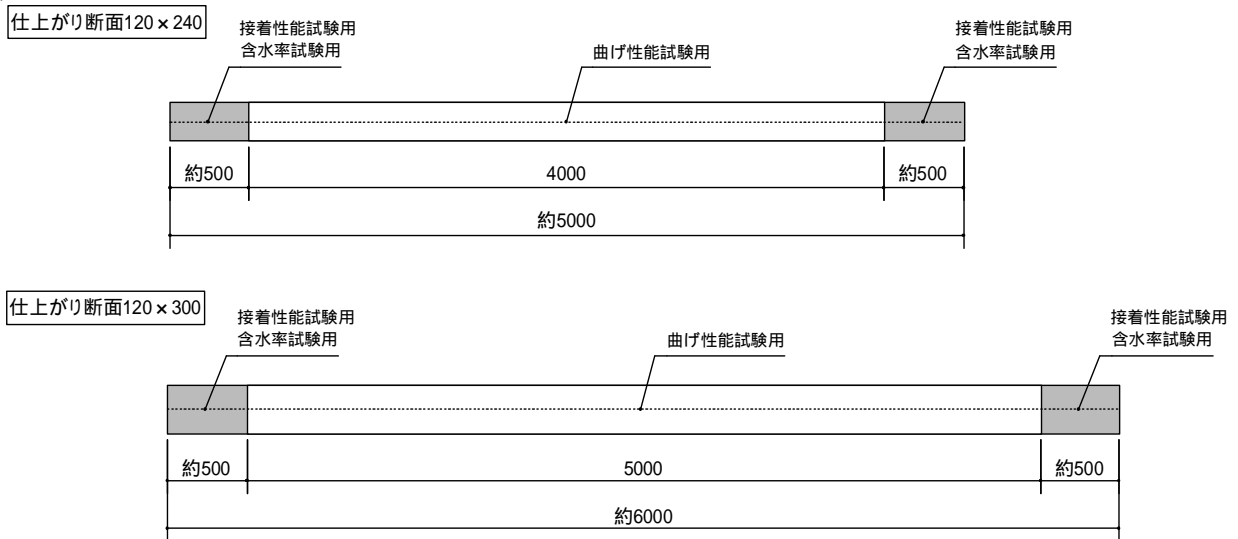


図 5. 製品性能試験用試験体（初期試験の一例）

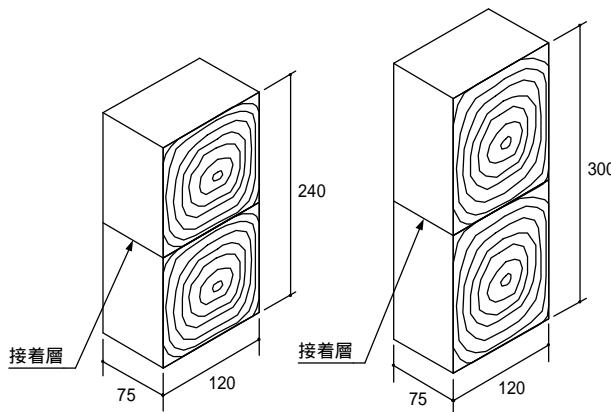


図 6. 浸せきはく離試験及び煮沸はく離試験用試験片

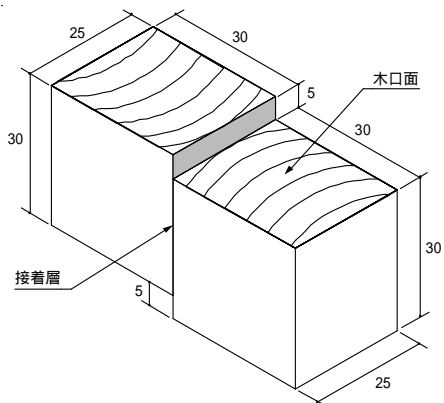


図 7. ブロックせん断試験用試験片

3-1 曲げ性能試験

試験体数：「構造用集成材の日本農林規格」に準ずる。

荷口の本数	試験体の本数
10 本以下	3 本
11 本以上 20 本以下	4 本
21 本以上 100 本以下	5 本
101 本以上 500 本以下	6 本
501 本以上	7 本

適合基準：「針葉樹の構造用製材の日本農林規格」に準ずる。

- ・曲げヤング係数：格付けしようとする等級の範囲内であること。

等級	曲げヤング係数 (kN/mm ²)
E50	3.9 以上 5.9 未満
E70	5.9 以上 7.8 未満
E90	7.8 以上 9.8 未満
E110	9.8 以上 11.8 未満
E130	11.8 以上 13.7 未満
無等級	基準なし

- ・曲げ強さ：格付けしようとする等級の数値（平成 12 年建設省告示第 1452 号）以上であること。

樹種	等級	曲げ基準強度 (N/mm ²)
スギ	E50	24.0
	E70	29.4
	E90	34.8
	E110	40.8
	E130	46.2
	無等級	22.2
ヒノキ	E50	13.8
	E70	22.2
	E90	30.6
	E110	38.4
	E130	46.8
	無等級	26.7

合格率：合格率 100%とする。

試験体寸法：120×240×4000mm 及び 120×300×5000mm を標準とする。

試験方法：「構造用木材の強度試験法」に準ずる。

荷重スパン 3600mm（断面 120 × 240mm）及び 4500mm（断面 120 × 300mm）
3等分点4点荷重法を標準とする。

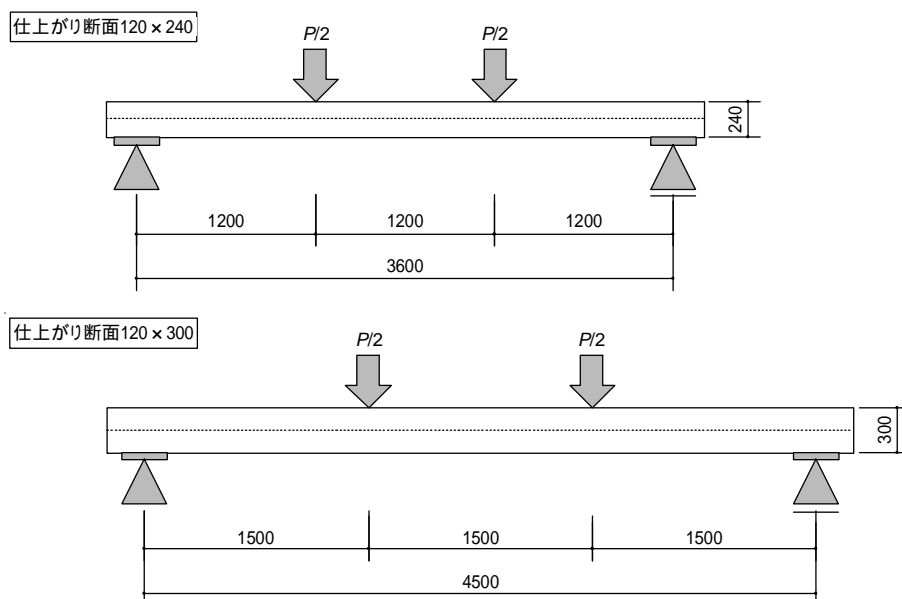


図 8. 曲げ性能試験方法

3-2 接着性能試験

試験体数：「構造用集成材の日本農林規格」に準ずる。

荷口の本数	試験体の本数
10 本以下	3 本
11 本以上 20 本以下	4 本
21 本以上 100 本以下	5 本
101 本以上 500 本以下	6 本
501 本以上	7 本

適合基準：「構造用集成材の日本農林規格」に準ずる。

・浸せきはく離、煮沸はく離試験：試験片の両木口面におけるはく離率が 5% 以下であること。

はく離：透き間が 0.05mm 未満のもの又は長さが 3mm 未満のものを除く。

干割れ等による木材の破壊は、はく離とみなさない。

はく離率 (%) = 両木口面のはく離長さの合計 / 両木口面の接着層長さの合計 × 100

・ブロックせん断試験：試験片せん断強さ及び木部破断率が次表の数値以上であること。

樹種	せん断強さ (N/mm ²)	木部破断率 (%)
スギ	5.4	70
ヒノキ	7.2	65





せん断強さ (N/mm²) = 試験片が破断した時の荷重 / 接着面積

合格率：「構造用集成材の日本農林規格」に準ずる。

試験体の本数	試験片数	適合試験片数		
		合格とする数	再試験とする数	不合格とする数
3本	6	6	5	4以下
4本	8	8	7-6	5以下
5本	10	9以上	8-7	6以下
6本	12	11以上	10-9	8以下
7本	14	13以上	12-10	9以下

再試験での試験体の本数	試験片数	適合試験片数	
		合格とする数	不合格とする数
6本	12	11以上	10以下
8本	16	15以上	14以下
10本	20	18以上	17以下
12本	24	22以上	21以下
14本	28	26以上	25以下

試験片：「構造用集成材の日本農林規格」に準ずる。

- ・浸せきはく離試験、煮沸はく離試験：試験体の両端からそれぞれ1個ずつ作製する（  参照）。接着層に節等の欠点が存在しないように試験片を作製する。
- ・ブロックせん断試験：試験体の両端からそれぞれ1個ずつ作製する（、 参照）。接着層に節等の欠点が存在しないように試験片を作製する。

試験方法：「構造用集成材の日本農林規格」に準ずる。浸せきはく離試験、煮沸はく離試験については、「構造用集成材の日本農林規格（「使用環境2」）」に準ずる。

- ・浸せきはく離試験：試験片を室温（10～25℃）の水中に24時間浸せきした後、70±3℃の恒温乾燥器に入れ、湿気がこもらないようにして24時間以上乾燥し、乾燥後の含水率（乾燥後重量）が試験前の含水率（試験前重量）以下となるようにする。
- ・煮沸はく離試験：試験片を煮沸水中に4時間浸せきし、更に室温（10～25℃）の水中に1時間浸せきした後、70±3℃の恒温乾燥器に入れ、湿気がこもらないようにして24時間以上乾燥し、乾燥後の含水率（乾燥後重量）が試験前の含水率（試験前重量）以下となるようにする。
- ・ブロックせん断試験：試験片の破壊時の荷重が試験機容量の15～85%に当たる試験機及び試験片のせん断面と荷重軸が平行となるように設計されたせん断装置を用い、荷重速度毎分約9800Nを標準として試験片を破断させる。

3-3 含水率試験

試験体数：「構造用集成材の日本農林規格」に準ずる。

荷口の本数	試験体の本数
10 本以下	3 本
11 本以上 20 本以下	4 本
21 本以上 100 本以下	5 本
101 本以上 500 本以下	6 本
501 本以上	7 本

適合基準：仕上がり断面について 20%以下であること。

合格率：「構造用集成材の日本農林規格」に準ずる。

試験体の本数	試験片数	適合試験片数		
		合格とする数	再試験とする数	不合格とする数
3 本	6	6	5	4 以下
4 本	8	8	7-6	5 以下
5 本	10	9 以上	8-7	6 以下
6 本	12	11 以上	10-9	8 以下
7 本	14	13 以上	12-10	9 以下

再試験での試験体の本数	試験片数	適合試験片数	
		合格とする数	不合格とする数
6 本	12	11 以上	10 以下
8 本	16	15 以上	14 以下
10 本	20	18 以上	17 以下
12 本	24	22 以上	21 以下
14 本	28	26 以上	25 以下

試験片：試験体の両端部からそれぞれ 1 個ずつ、仕上がり断面をそのままとした厚さ 20mm 程度の試験片を作製する（図 5 参照）。

試験方法：試験片の質量を測定し、これを乾燥器中で 100～105 で乾燥し、恒量に達したと認められるときの質量（全乾質量）を測定し、次式によって含水率を求める。

$$\text{含水率}(\%) = (W_1 - W_2) / W_2 \times 100$$

W_1 ：乾燥前の質量 (g) W_2 ：全乾質量 (g)

4. 製品性能試験結果（例1）

試験的に作製した接着重ね梁（120×240×4100mm）の接着条件と曲げ性能試験、接着性能試験の結果を示す。

なお、接着性能試験用の試験片は、曲げ試験後の試験体の両端から採取した。

接着条件

接着剤：レゾルシノール系接着剤（株）オシカ製ディアノール D-300、塗布量：300g/m²、堆積時間：10 分以内、圧縮圧力：スギ 7.9kgf/cm²、ヒノキ 10.4kgf/cm²、圧縮時間：約 6 時間、材温：30、室温：31.5、養生：室温で 20 日間

曲げ性能試験結果

荷重スパン 3900mm、荷重点間距離 1200mm、荷重支点間距離 1350mm の 4 点荷重法曲げヤング係数、曲げ強さは、いずれも各等級の基準値を上回った。

樹種	No.	曲げヤング係数 (kN/mm ²)	等級区分
スギ	1	6.20	E70
	2	6.33	E70
	3	6.19	E70
ヒノキ	1	10.06	E110
	2	11.00	E110
	3	9.60	E90

樹種	No.	曲げ強さ (N/mm ²)	曲げ基準強度 (N/mm ²)
スギ	1	32.1	29.4
	2	32.5	29.4
	3	32.4	29.4
ヒノキ	1	39.2	38.4
	2	57.5	38.4
	3	40.7	30.6

接着性能試験結果

レゾルシノール系接着剤の場合、スギ、ヒノキともに良好な接着性能を示した。浸せきはく離試験、ブロックせん断試験では合格率 100%であったが、煮沸はく離試験では一部再試験を要するものがあった。

なお、再試験では、同一試験体から試験片を再度採取して試験を実施した。

樹種	No.	浸せきはく離試験		煮沸はく離試験		ブロックせん断試験	
		試験片	試験片	試験片	試験片	試験片	試験片
スギ	1						
	2	-		-		-	
	3						
ヒノキ	1						
	2						
	3						

○：合格、○：再試験で合格、×：不合格、-：曲げ試験での破壊のため試験不可

5. 製品性能試験結果（例2）

試験的に作製した接着重ね梁（120×240×4100mm）の接着条件と曲げ性能試験、接着性能試験の結果を示す。

なお、接着性能試験用の試験片は、曲げ試験後の試験体の両端から採取した。

接着条件

接着剤：水性高分子-イソシアネート系接着剤（（株）オーシカ製ピーアイボンド TP-111）
塗布量：300g/m²、堆積時間：10分以内、圧縮圧力：スギ7.9kgf/cm²、ヒノキ10.4kgf/cm²、
圧縮時間：約6時間、材温：30℃、室温：31.5℃、養生：室温で20日間

曲げ性能試験結果

荷重スパン3900mm、荷重点間距離1200mm、荷重支点間距離1350mmの4点荷重法
曲げヤング係数、曲げ強さは、いずれも各等級の基準値を上回った。

樹種	No.	曲げヤング係数 (kN/mm ²)	等級区分
スギ	1	5.76	E50
	2	6.37	E70
	3	5.61	E50
ヒノキ	1	10.42	E110
	2	9.43	E90
	3	9.02	E90

樹種	No.	曲げ強さ (N/mm ²)	曲げ基準強度 (N/mm ²)
スギ	1	27.5	24.0
	2	36.2	29.4
	3	30.2	24.0
ヒノキ	1	59.0	38.4
	2	42.2	30.6
	3	48.3	30.6

接着性能試験結果

水性高分子-イソシアネート系接着剤の場合、スギでは概ね良好な接着性能を示した。しかし、ヒノキではブロックせん断試験で良好な結果が出たものの、浸せきはく離試験、煮沸はく離試験で不合格となるものが見られた。ヒノキを水性高分子-イソシアネート系接着剤で接着する場合には特に注意を要すると思われる。

なお、再試験では、同一試験体から試験片を再度採取して試験を実施した。

樹種	No.	浸せきはく離試験		煮沸はく離試験		ブロックせん断試験	
		試験片	試験片	試験片	試験片	試験片	試験片
スギ	1						
	2		-		-		-
	3	-	-	-	-	-	-
ヒノキ	1						
	2		×	×	×		
	3	-		-		-	

○：合格、○：再試験で合格、×：不合格、-：曲げ試験での破壊のため試験不可

6. 参照規格等

- ・「構造用集成材の適正製造基準」 (財)日本合板検査会(平成8年3月)
- ・「構造用集成材の日本農林規格」 農林水産省告示第235号(平成15年2月)
- ・「針葉樹の構造用製材の日本農林規格」 農林水産省告示第1596号(平成13年11月)
- ・「構造用木材の強度試験法」 (財)日本住宅・木材技術センター(平成11年12月)

問い合わせ先

高知県立森林技術センター

〒782-0078 高知県香美市土佐山田町大平 80

TEL: 0887-52-5105, FAX: 0887-52-4167