

I-40

静的破壊試験による木材および集成材の材料強度評価

岩手大学工学部 正 員 ○戸出 秀明 岩崎 正二

日本大学工学部 正 員 五郎丸 英博

岩手大学工学部 学生員 山本 亮 佐藤 和也 山崎 光

1. まえがき

近年、地域特性を生かした木材を用いることができ、環境および景観へ十分配慮できる集成材橋の建設が増えつつある。しかし、集成材の材料特性については、未だ明らかにされていない点が多い。著者等は、先の報告¹⁾において集成材の静的破壊試験（圧縮・引張・曲げ・せん断）を実施した。その目的は、静的破壊試験より集成材の材料特性、集成材の積層接着効果、集成材と集成材ラミナの関係等を明らかにすることであった。しかし、それらの研究では、引張破壊試験やせん断破壊試験で試験体形状等に問題があり、その目的を十分に達成することができなかった。従って、本研究では、上記の目的を達成するためにいくつかの改善を加えた集成材および集成材ラミナの静的破壊試験を行い、得られた結果を考察した。

2. 集成材の静的破壊試験

2.1 圧縮破壊試験

圧縮破壊試験に使用した試験体は、等級分けされた樹齢 30~40 年の福島産唐松材のラミナを接着積層してあり、図-1 に示すように、外層に 2 等級、中層に 3 等級をそれぞれ 2 層使用し、内層に 4 等級を 4 層使用した 8 層構成とした。また、それぞれの層厚率は、内層、中層が 1 に対し、外層を 0.75 とし、載荷方向と積層方向の違いから縦方向と横方向の 2 種類の試験体をそれぞれ 5 体作製した。試験方法についても図-1 に示すように、試験体の各層に 2 軸ひずみゲージを表裏に貼り付けるとともに、図に示す位置に変位計を裏表に取り付けて、より精度の高い全面圧縮破壊試験を行った。

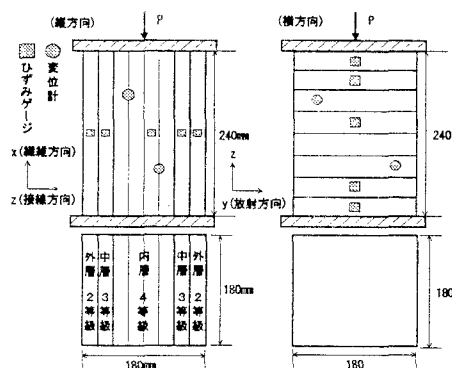


図-1 圧縮破壊試験

2.2 引張破壊試験

引張破壊試験に使用した試験体は、樹種、層構成、層厚率が圧縮破壊試験体と同様で、縦・横方向の 2 種類の試験体をそれぞれ 5 体作製した。また、試験体形状においては図-2 に示すように、試験体に曲率をつけて断面を減少させている。これは、一定断面とした前回の試験で、載荷の早い段階でチャック部分が破壊してしまい、そのために強度が小さめに算出されてしまった経緯があり、このようなことが起こらないように上述の改善を加えた。試験方法については、圧縮破壊試験同様、2 軸ひずみゲージおよび変位計を表裏に取り付け、より精度の高い全面引張破壊試験を行った。

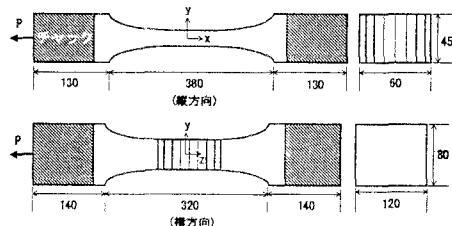


図-2 引張破壊試験

2.3 曲げ破壊試験

曲げ破壊試験に使用した試験体は、図-3 に示すように梁せいスパン比を 18 とし、断面形状および断面構成は圧縮破壊試験と同様で、縦・横方向の 2 種類の試験体をそれぞれ 5 体作製した。変位計測に際しては、図に示すようにスパン中央だけではなく、支点および載荷点の裏表に変位計を取り付けたが、これは、載荷によって沈下が発生していないか確かめるためのものである。また、スパン中央における応力分布を調べるために、各層にそれぞれ 1 軸ひずみゲージを表裏に貼り付け、両端単純支持の 2 点載荷曲げ破壊試験を行った。

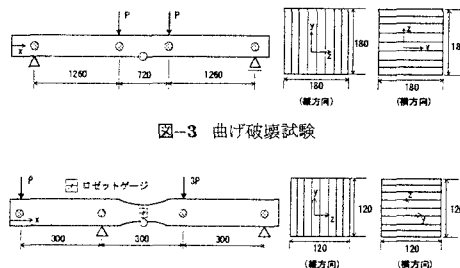


図-3 曲げ破壊試験

2.4 せん断破壊試験

せん断破壊試験においても、各試験と同様の樹種、層構成、層厚率である試験体を作製した。しかし、図-4 に示すように、試験体形状については引張破壊試験同様、曲率を付けて断面を減少させている。このように改善した理由は、前回の試験で

図-4 せん断破壊試験

は一定断面の試験体を用いたため、せん断破壊が生じず載荷点および支点の沈下による局部破壊を起こしたためである。試験方法については、試験器の都合上、図に示すような独自の試験方法を採用した。計測に際しては、図に示すように、載荷点および支点の沈下の有無を確認するために変位計を裏表に取り付け、スパン中央にも試験精度の確認のために変位計を取り付けた。また、せん断ひずみを測定するため、ロゼットゲージを図に示すような純せん断の生ずる位置の表裏に取り付けた。

3. 集成材ラミナの静的破壊試験

集成材ラミナの静的破壊試験は、昨年の報告²⁾において圧縮および曲げ破壊試験について述べた。本研究では、昨年の試験に引き続き、引張およびせん断破壊試験を行った。引張・せん断破壊試験に使用した樹種は集成材の静的破壊試験と同様で、試験方法は、引張破壊試験は JIS 規格に準拠し、せん断破壊試験は、集成材の試験同様、図-4 に示した独自の試験方法で行った。また、今回の引張・せん断破壊試験においても昨年の圧縮・曲げ破壊試験と同様に、方向性（繊維・放射・接線方向）と等級（1～4 等級）を考慮して行い、試験体数は各試験において 10 体作製した。

4. 試験結果と考察

集成材および集成材ラミナの試験方法と試験体数をまとめると表-1 になる。表-2 には、集成材破壊試験と、集成材に使用されている集成材ラミナの試験結果を示した。表-2 より、昨年の報告²⁾と同様に、集成材ラミナの試験結果は、繊維方向の等級が 2～4 等級となるにつれて材料特性値が下がるという傾向が見られた。一方、接線方向にはこの傾向は見られなかった。これより、集成材ラミナの等級は接線方向には当てはまらないようである。次に、集成材破壊試験の縦・横方向の材料特性を比べると、圧縮・引張試験では、縦・横方向で違いが顕著に現れ、曲げ・せん断試験では値に差がなかった。この理由としては、集成材を構成するラミナ試験体の材料方向（繊維・接線方向）の影響によるものと考えられる。すなわち、集成材の曲げ・せん断試験体では、構成する集成材ラミナに繊維方向のものを使用しており、接着積層効果のため、積層方向の違いにより強度や弾性係数が変わらないという結果が得られた。最後に、集成材と集成材ラミナの関係について考察すると、集成材の縦方向の各弾性係数は集成材ラミナにおける 3 等級の弾性係数以上になり、強度においては、逆に 3 等級以下となる傾向が見られた。このような傾向が見られる原因としては、試験体形状や寸法効果等様々な要因が考えられる。

表-1 試験方法一覧と試験体数

静的破壊試験名	集成材破壊試験		集成材ラミナ破壊試験											
			1等級			2等級			3等級			4等級		
	縦方向	横方向	繊維方向	放射方向	接線方向	繊維方向	放射方向	接線方向	繊維方向	放射方向	接線方向	繊維方向	放射方向	接線方向
圧縮破壊試験	5	5	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
引張破壊試験	5	5	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
曲げ破壊試験	5	5	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
せん断破壊試験	5	5	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10

表-2 集成材破壊試験結果および集成材ラミナ試験結果

静的破壊試験名	材料特性項目	集成材試験		ラミナ試験(2等級)		ラミナ試験(3等級)		ラミナ試験(4等級)	
		縦方向	横方向	繊維方向	接線方向	繊維方向	接線方向	繊維方向	接線方向
圧縮破壊試験	圧縮弾性係数 ($\times 10^2$ N/mm ²)	122.3	10.5	123.5	1.4	106.9	3.9	77.4	4.5
	圧縮強度 (N/mm ²)	45.5	3.4	50.3	2.6	47.0	3.7	37.2	4.3
	圧縮比例限度強度 (N/mm ²)	32.6	2.5	33.1	1.6	31.2	2.0	24.7	1.9
引張破壊試験	引張弾性係数 ($\times 10^2$ N/mm ²)	134.5	4.2	117.3	8.9	102.6	7.6	74.6	4.9
	引張強度 (N/mm ²)	45.6	1.5	61.2	2.3	45.3	2.6	52.5	2.3
曲げ破壊試験	曲げ弾性係数 ($\times 10^2$ N/mm ²)	113.3	114.8	106.3	1.7	90.7	2.8	89.8	2.8
	曲げ強度 (N/mm ²)	47.2	46.8	89.9	4.4	80.9	5.2	74.6	4.5
	曲げ比例限度強度 (N/mm ²)	29.0	29.6	55.7	3.6	45.0	4.4	41.9	3.9
	せん断弾性係数 ($\times 10^2$ N/mm ²)	8.7	9.6	10.6	5.7	11.6	1.4	11.5	5.2
せん断破壊試験	せん断強度 (N/mm ²)	9.1	9.8	9.4	0.5	8.5	0.7	7.6	0.4

5. あとがき

本研究では、集成材ラミナの材料強度特性を明らかにすることができた。しかし、集成材の積層接着効果や集成材と集成材ラミナの関係等を解明するためには、これらのデータだけではまだ不十分のようである。これらについては、現在検討中であるので、追って報告したい。

参考文献

- 1) 山本亮, 宮本裕, 岩崎正二, 出戸秀明, 五郎丸英博: 構造用集成材の材料特性について, 土木学会東北支部技術研究発表会講演概要, I-31, pp.60-61, 1997.
- 2) 山本亮, 佐藤和也, 宮本裕, 岩崎正二, 出戸秀明, 五郎丸英博: 静的破壊試験による集成材ラミナの材料強度特性について, 土木学会東北支部技術研究発表会講演概要, I-18, pp.36-37, 2000.