

地域材を利用した高信頼性構造用材の開発

平成10年度～14年度（国補）

山吉 栄作・並木 勝義・秦 広志

スギは他樹種に比べてたわみ易く、平角のような断面の大きなものにあつては、材内部まで乾燥させることが難しいといった短所があり、住宅用横架材として一般に利用されることは少ない。しかし、今後スギの利用を考えていく上においては、スギのこうした短所を改善し、横架材分野への需要を伸ばしていくことが重要と思われる。よって、本研究では、スギ材と他の高強度材料を複合化させた高信頼性複合部材の開発を行う。

1. 供試材の動的ヤング係数

県中勢地域産のスギ柱適寸丸太50本（末口径16-20cm，末口平均年輪数36，材長4 m）を供試丸太とし、縦振動法により動的ヤング係数 E_{fr} を測定した。その後、丸太1本当たり断面 12.5×6 cm程度の挽き板を2枚木取りし、丸太同様 E_{fr} を測定した。挽き板は、乾球温度 80°C 一定、乾湿球最終温度差 20°C のスケジュールで人工乾燥させ、含水率を10.0-16.3%の範囲（平均11.0%）に調整した。乾燥後、挽き板を再加工し、断面 108×55 mmのラミナに仕上げ、再度 E_{fr} を測定した。その結果、挽き板（生材）とラミナ（乾燥材）の E_{fr} 間には高い相関が認められ（図-1）、乾燥することにより約1.5GPa上昇することが分かった。また、丸太とラミナの E_{fr} 間においても高い相関が認められ（図-2）、丸太の E_{fr} を測定することにより、挽き板の E_{fr} は推定可能であると言えた。

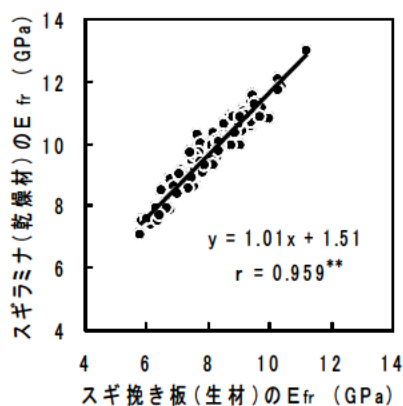


図-1 乾燥前後による E_{fr} の関係

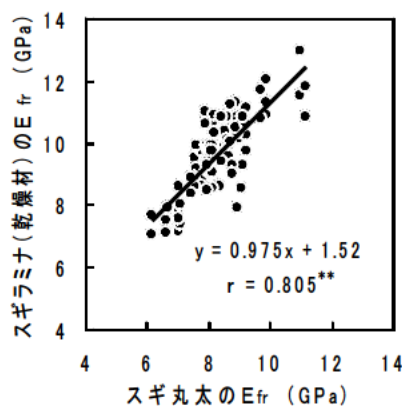


図-2 丸太とラミナの E_{fr} の関係

2. コントロール材と複合材

ラミナを、 E_{fr} の分布がほぼ等しくなるように3つに区分し、各区分に応じて3種類の部材を作製した。コントロール材は、ラミナを4枚積層接着したもの（図-3）、複合材（接着型）は、基本的にはコントロール材と同じであるが、最外層ラミナ（曲げ時下側）の接着面に加工した縦溝に、幅 $65\text{mm} \times$ 厚さ $6\text{mm} \times$ 長さ 3880mm の鋼板をはめ込む形で

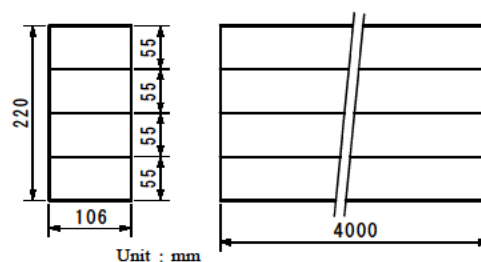


図-3 コントロール材の試験体図

積層接着したもの（図-4）、複合材（引張型）は、複合材（接着型）と同じく鋼板をはめ込むが木材と鋼板間は接着せず、材両端部から突き出ている鋼板端部に溶接されたボルト（径15mm×長さ135mm、溶接部長さ40mm）をナットで締め付けることで、最初から鋼板にテンションを加えた形のもの（図-5）である。なお、複合材（引張型）の最外層ラミナ（曲げ時下側）は、材端部のめり込み抵抗用金具を取り付ける都合上、厚さを20mmに調整し直した。接着剤は、木材同士の場合レゾルシノール樹脂、木材と鋼板の場合エポキシ樹脂を使用した。ラミナの構成方法は、各部材共通とし、 E_{fr} 値の小さい方から4枚一組として順次抜き取り、その内の上位2枚が最外層に配置されるように組み合わせた。全ての部材は接着硬化および養生後、フラットワイズ面を平滑にし、幅を106mmに仕上げた。

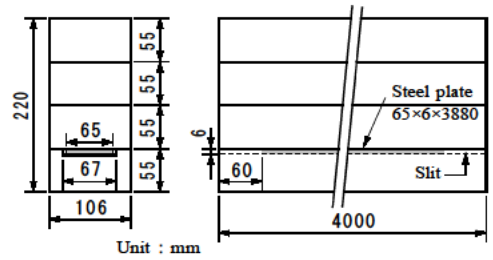


図-4 複合材(接着型)の試験体図

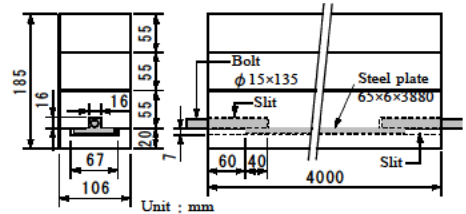


図-5 複合材(引張型)の試験体図

3. 曲げ強度性能

部材の曲げ強度試験は、スパン3600mm、ロードスパン1200mm、荷重スピード15mm/分の3等分点4点荷重方式で行った。ここで、実験より求めた見かけの曲げヤング係数を E_{test} 、構成ラミナの E_{fr} を基に計算より求めたヤング係数を E_{cal} と表すと、コントロール材における E_{test}/E_{cal} は平均で0.88という結果であった（表-1）。よって、複合材における、鋼板の存在を無視した母材のみのヤング係数 E_{cal-1} の推定においては、 E_{cal} の0.88倍で算出することとした。また、複合材（接着型）のヤング係数 E_{cal-2} の推定においては、構成ラミナの E_{fr} の0.88倍した値と鋼板のヤング係数を基に計算より求めた。複合材（接着型）の E_{test}/E_{cal-1} は1.20-1.32の値を示し（表-2）、鋼板接着により、曲げヤング係数が20-32%上昇することが認められた。一方、複合材(引張型)の E_{test}/E_{cal-1} も1.22-1.28の値を示し（表-3）、鋼板引張型においても、曲げヤング係数の上昇が認められた。また、図-6に示したように、 E_{cal-2} と E_{test} は良く一致しており、複合材（接着型）の曲げヤング係数は計算より推定できると判断された。複合材(接着型)の曲げ強度MORは、コントロール材のMORと比べた場合、平均値比較で26%高い値が得られ、鋼板による補強効果が認められた。

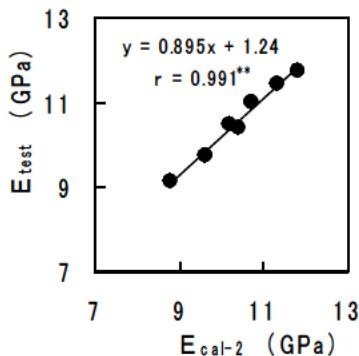


図-6 複合材(接着型)における計算値と実測値の関係

表-1 コントロール材の曲げ試験結果

コントロール材 9体	E_{test} (GPa)	E_{cal} (GPa)	E_{test}/E_{cal}	MOR (MPa)
平均値	8.81	10.0	0.88	45.3
最小値	6.96	7.91	0.86	35.4
最大値	10.9	12.3	0.90	56.3
標準偏差	1.22	1.31	0.014	6.64
変動係数%	13.8	13.1	1.6	14.7

表-2 複合材(接着型)の曲げ試験結果

複合材7体 (接着型)	E_{test} (GPa)	E_{cal-1} (GPa)	E_{test}/E_{cal-1}	MOR (MPa)
平均値	10.6	8.43	1.26	56.9
最小値	9.11	6.91	1.20	49.3
最大値	11.7	9.80	1.32	64.0
標準偏差	0.922	0.965	0.0391	5.95
変動係数%	8.7	11.4	3.1	10.5

表-3 複合材(引張型)の曲げ試験結果

複合材5体 (引張型)	E_{test} (GPa)	E_{cal-1} (GPa)	E_{test}/E_{cal-1}	MOR (MPa)
平均値	10.3	8.30	1.24	53.1
最小値	7.98	6.33	1.22	36.6
最大値	12.4	10.1	1.28	65.3
標準偏差	1.58	1.38	0.0268	11.0
変動係数%	15.3	16.6	2.2	20.7