

丸太積層桁の終局曲げ試験

熊本大学 正員 渡辺 浩 京都大学 小松幸平
京 都 府 高奥信也 京 都 府 塚脇 健

1 はじめに

近年多く見られるようになった木橋の多くには構造用大断面集成材が使用され、主に丸太や製材を利用して旧来の木橋に対して耐荷性能や耐久性のアップが図られている。ここで集成材とは丸太を一旦挽き板に加工し、欠点を取り除いた上で接着積層した木質材料のことで、強度特性にも優れる上ばらつきも少なく、また小径の原木から大断面部材を得ることもできるという利点を有する。しかし集成材の製造にはある程度の規模の工場を必要とするためその数は限られており、地域の資源を地域で活かす、いわゆる地産地消の観点からは難しい現実がある。

京都府では森林資源の有効利用を森林内で実現するためスギ材による木製治山ダムが開発され、これまでに24基が供用されている¹⁾。そしてさらなる用途拡大のため、スギ材の林道橋への活用が検討されている。ここで検討されているのは前述のように集成材を用いた大規模なものではなく、一般の林道で汎用性の高い、沢を渡る数mの長さの桁橋であり、地元で得られる丸太を最小限の加工により利用しようというものである。

ところで、本技術の実用性・汎用性を重視するならば、使用される丸太の径はその地域で通常伐出される30～40cm程度に抑える必要があるが、現行の示方書²⁾によるとこれでは桁高が不足する。そこで、丸太を縦方向に積層一体化した丸太積層桁の利用が考案・検討されている。しかし積層桁に対する設計法は建築学会木質構造設計基準³⁾において製材を利用した場合について簡単に紹介されているのみであり、集成材が多く利用されるようになった現在では積層桁そのものの使用例がほとんどないのが現状である。そこで丸太を積層した桁材の性能を確認し、問題点等について検討するため、実大の丸太積層桁の終局載荷試験を実施した。

2 載荷試験とその結果

供試体は積層桁、比較のための単一材桁がそれぞれ4体である。図-1は積層桁の供試体と載荷試験の概要図である。供試体は実構造を考慮して全長を6m、支間を5mとし、間隔1mとなる2点を載荷した。断面はいずれも丸太材を桁高26cmとなるようにタイコ落としし、積層桁では上部材と下部材の樹心線を合わせるように、また末口（樹の上側）と元口（同下側）が逆となるように重ね、接着剤と1m間隔の6本のボルトまたは鋼棒により一体化した。丸太は長さ方向に径が変化し、断面も円形ではないため、曲げ挙動に最も影響が大きいと考えられる中央部の断面より断面諸量を求めた。

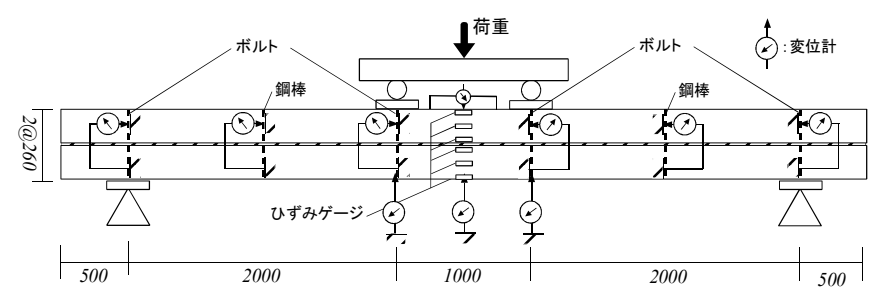


図-1 積層桁の供試体と試験の概要

表-1 終局荷重とたわみの設計値との比較

	設 計*		実 験							
	設計荷重 (kN)	設計荷重時たわみ (mm)	接着破壊時荷重 (kN)		接着破壊時たわみ (mm)		終局時荷重 (kN)		終局時ひずみ (mm)	
			比		比		比		比	
単一材桁1	29.0	17.5	—		—		142	4.91	170.4	9.75
単一材桁2	25.3	19.6	—		—		126	4.99	188.2	9.60
単一材桁3	25.1	24.8	—		—		91	3.62	136.9	5.51
単一材桁4	24.2	23.6	—		—		118	4.86	257.2	10.91
積層桁1	106.3	9.3	139	1.31	15.4	1.66	306	2.88	146.8	15.81
積層桁2	104.5	10.0	180	1.73	20.4	2.03	274	2.62	149.8	14.92
積層桁3	102.1	9.5	195	1.91	24.2	2.56	225	2.21	98.2	10.39
積層桁4	96.4	9.2	158	1.64	19.3	2.10	239	2.48	115.1	12.50

キーワード 木橋 丸太 載荷試験 積層桁

連絡先 〒860-8555 熊本市黒髪 2-39-1 熊本大学工学部環境システム工学科

図-2 は荷重と中央のたわみとの関係を、また表-1 はそれらの数値をまとめたものである。ただし図-2 では丸太の断面が若干異なるため設計荷重・たわみにより無次元化されている。単一材桁では線形、非線形挙動ともに安定しており、引張縁の破断により終局に至った。初期剛性は理論値とほぼ同じであり、最大荷重は設計荷重の3～5 倍程度と大きく、またねばり強い挙動を示した。

一方積層桁では、1 回あるいは2 回の接着面が破断したと考えられる破裂音とともに荷重が低下し、比較的安定した非線形挙動の後、下部材の引張縁の破断、上部材の引張縁の破断を生じて終局に至った。写真-2 はその様子の一例である。実験における初期剛性はいずれも計算値と比較して20%ほど小さく、設計では積層によるロスなどを考慮した何らかの低減係数が必要であることが示唆されている。また、接着破壊後の曲線を除荷側に延長するとほぼ原点を通り、その傾きが重ね桁と仮定したものよりわずかに大きいことから、接着破断を生じた後は鋼棒によりせん断補強された重ね桁として挙動していると考えられることができる。

図-3(a)は上下部材間の相対変位の測定結果を示している。これを図-3(b)の荷重－変位関係と対比してみると、片側ずつ接着破壊が生じている様子がよくわかる。図-4 はひずみゲージにより測定した断面内のひずみ分布である。当初は上下部材が一直線のひずみ分布を示しており、それらが一体挙動していること、接着破壊後はそれぞれの部材内に曲げひずみ分布が見られることから、相互が独立した重ね桁の挙動に近くなっていることがわかる。

接着破壊時荷重は設計値の1.6 倍、部材破断時荷重は2.5 倍と十分な耐荷性能を有し、破断時たわみは設計値の13.4 倍と非常にねばり強い構造であることもわかる。これは素材の特性に加えて鋼棒等が曲がりながら木材に食い込むことによって発揮されるものであると考えられる。

3 まとめ

以上のように、提案するような丸太積層桁が橋梁の主桁として十分に利用可能な性能を有していることが示された。

参考文献

- 1) 石川芳治：森が育て、森が育む木製ダム、土木学会誌 Vol.56, No.3, 2001.
- 2) 道路橋示方書・同解説、日本道路協会、2002.
- 3) 木質構造設計基準・同解説、日本建築学会、2002.



写真-1 供試体と実験の様子

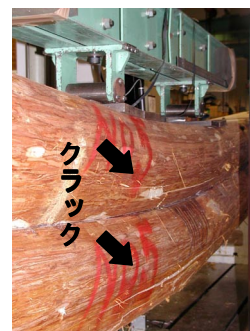
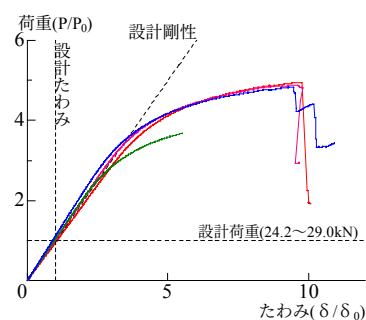
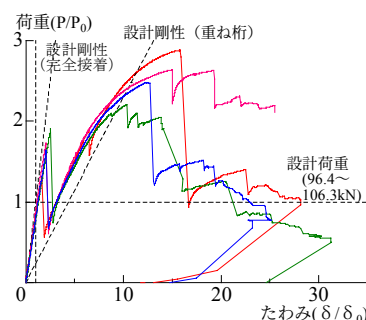


写真-2 積層桁の終局状態の例

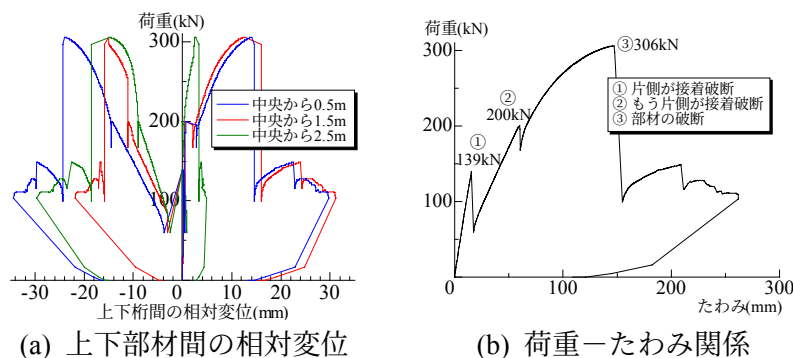


(a) 単一材桁



(b) 積層桁

図-2 荷重とたわみとの関係



(a) 上下部材間の相対変位

(b) 荷重－たわみ関係

図-3 上下部材間の相対変位と荷重との関係の例

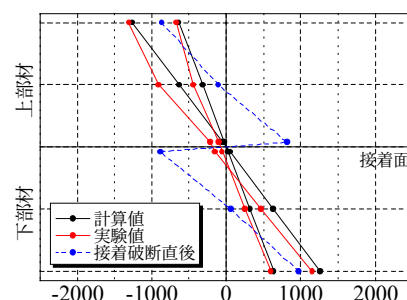


図-4 断面内のひずみ分布の例