

## 木橋に使用されていた木古材の補修法とその効果の検討

福岡大学大学院 学生員 ○城島 佑哉 福岡大学 正員 渡辺 浩  
福岡大学 守田 初彦 中村 拓也

### 1. まえがき

森林の木材は二酸化炭素を固定するという環境改善の機能を持っており、このような木材を有効利用すれば省資源化も可能である。そのような背景から近年、木材の有効利用の例として木橋等の外構木質構造物が注目されている。しかしながら、木材を屋外でよりよく使用していくためには、適切な診断に加えてその補修方法も重要となる。ところがこれまでに補修法とその効果に関しては個別の検討例はあるものの、総合的な検討例は少ない。そこで本研究では、実際に用いられていた木橋の部材を対象に非破壊的な診断を行い、それを補修した後に破壊試験を行って、補修による残存耐力の向上効果を検討することを目的とする。

### 2. 試験体の概要

本研究で用いた試験体は用倉大橋の部材で使用されていたスギ集成材の高欄笠木 17 本と高欄下ばり 80 本である。用倉大橋は 1993 年に竣工された。橋長 145m、幅員 5.0m の斜張橋である。写真-1 は取り換え前の高欄で 13 年間実用に供されていた。

### 3. 試験体補修方法

まず、超音波伝播速度測定と穿孔抵抗値測定により劣化度の診断を行った。表-1 は試験体の概要と本数を示している。補修方法は、コストが安く施工も容易な木材補修、コストは高いが最も耐力向上効果が期待できる鋼材補修、断面積を現状のままにすることができる樹脂充填補修のいずれかで補修を行った。

木材および鋼材補修では、補修板と母材の表面を整え、粘性の高いウレタン系接着剤（サンスター・ペンギンセメント 930）を塗布して接着の上およそ 30cm ピッチでコーチボルトにより圧縮した。木補修板には L70（スギ）と L125（ベイマツ）の 2 種類を使用した。厚さは 30mm であるが、圧縮試験では耐力の影響を考慮して強度が大きいベイマツの厚さは 15mm とした。なお、これらは集成材ラミナでありフィンガージョイントが約 1m ごとにあることから破壊挙動に多少の影響が現れると考えられる。一方樹脂充填補修では割れや開口部をシールしてから、一面に 2mm の鋸目を入れ、流動性の高いエポキシ樹脂接着剤（オーシカ・オーシカダイナ TE-134）を流し込んだ。なお充填作業には時間がかかり木材・鋼材補修に比べると作業効率は悪かった。

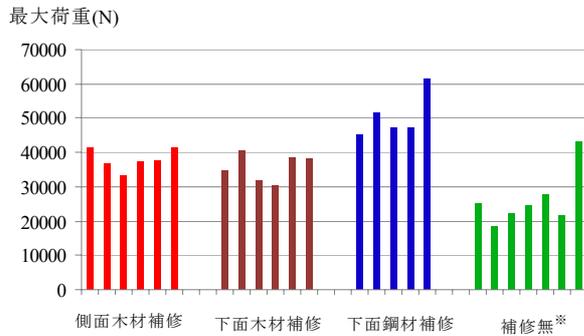


写真-1 用倉大橋の部材

表-1 試験体の概要と本数

破壊試験	長さ(mm)	断面(mm)	補修方法	木材補修(本)		鋼材補修(本)	樹脂充填補修(本)		
				L70	L125				
曲げ試験	3000	150×170	側面木材補修	3	3	—	—		
	4000		下面木材補修	3	3				
	3400		下面鋼材補修※1	—				5	
縦圧縮試験	850	130×130	木材補修※2	10	10	—	20		
			樹脂充填補修	—					
めり込み試験			木材補修※2	10	10			—	—
			樹脂充填補修	—					

※1 鋼材は幅 65mm、厚さ 7mm、全長 2700mm ※2 厚さは 15mm



※他と支間点が異なるため最大荷重を調整した。

図-1 曲げ試験における最大荷重

#### 4. 破壊試験の結果と考察

##### 4.1 曲げ試験

曲げ試験ははり高さの18倍を支間とする3等分点2点载荷とした。図-1は各試験体の最大荷重を表している。この図より、今回行った3通りの補修方法では過去に実施した補修無の試験体よりいずれも最大荷重が大きくなっており、補修効果があったことがわかる。その中でも鋼材補修は、側面木材補修や下面木材補修と比較して最も効果が大きかった。図-2は、曲げ試験における超音波伝播速度と曲げ強さの関係を示したものである。一番効果が見られたものは鋼材補修であり、ほとんど効果が見られなかったものは下面木材補修であった。

##### 4.2 縦圧縮試験

図-3は縦圧縮試験における超音波伝播速度と縦圧縮強さの関係を示したものである。この図から、木材を貼り付けた補修により強度が大きく改善することがわかる。なお強度が小さいスギによる補修が強度の大きいベイマツによる補修よりもより改善されるのはスギの方が厚さ30mmと厚いためである。また、樹脂充填補修は補修効果があまりなくばらつきも大きかった。

##### 4.3 めり込み試験

図-4は、めり込み試験における超音波伝播速度とめり込み強さの関係を示したものである。この図から、いずれの方法によっても耐力が大きく改善することがわかる。

##### 4.4 補修により期待できる強度

図-2、図-3、図-4の直線は超音波伝播速度と各強さの回帰直線も示している。図より相関係数 $r$ は0.5~0.9とばらつきが見られるもののいずれも相関が見られる。よって、非破壊試験の結果で補修後の強さを推定できることがわかる。例えば、図-3より超音波伝播速度が2000m/s程度の時、補修無の場合は約25kN/mm<sup>2</sup>であるが、木材補修によると約30kN/mm<sup>2</sup>、鋼材補修によると約39kN/mm<sup>2</sup>に改善することができる。

#### 5. まとめ

本研究では劣化した部材に適切な補修を行ったところ、いずれの場合も強度が改善するなどの効果が見られた。このうち、曲げ試験では下面に鋼材を貼り付けた場合、縦圧縮試験では木材を貼り付けた場合、めり込み試験では樹脂充填補修した場合が最も効果が大きいことがわかった。また、比較的容易に調査でき、木材を傷つけない非破壊試験の結果から、補修後の強度を推定することが可能であることもわかった。この結果より、補修設計において適切な補修法とその効果を評価することができるため、補修業務の質的向上をはかることができる。

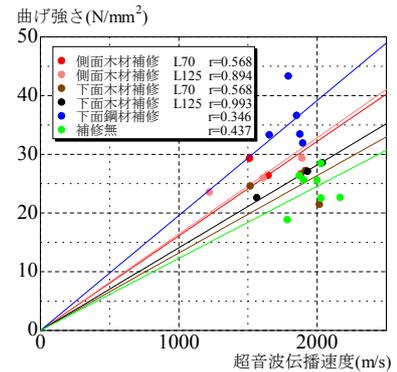


図-2 超音波伝播速度と曲げ強さ

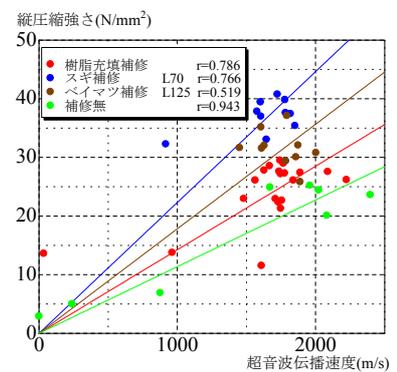


図-3 超音波伝播速度と縦圧縮強さ

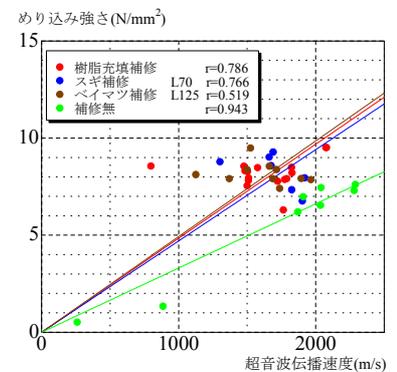


図-4 超音波伝播速度とめり込み強さ