

## CFRTP ケーブル補強した木材はりの耐荷性能に関する実験的検討

金沢大学 正会員 ○栗橋 祐介  
 小松マテーレ (株) 非会員 中山 武竣  
 小松マテーレ (株) 非会員 瀧能 功介

## 1. 目的

熱可塑性炭素繊維補強 (CFRTP) ケーブルによる木材はりの効率的な補強方法を開発することを目的として、CFRTP ケーブルと木材はりの結合方法を考案するとともに、その効果を載荷実験により検証した。本研究では、可搬性と耐荷性が要求される緊急仮設橋や、高い補強効率が求められる木造建築物の耐震補強などに CFRTP ケーブルを適用することを想定している。

## 2. 実験方法

図-1 には、試験体の概要を示している。本実験に用いた木材はりは、断面寸法 105 x 105 mm、全長 2.4 m の国産スギ角材である。試験体数は、無補強試験体が 2 体、補強試験体が 3 体である。

無補強試験体の場合には、純スパン 2.0 m とし、その中央部を載荷点としている。補強試験体の場合には、スパン中央部の下部に長さ 364 mm の鉛直部材を取り付け、CFRTP ケーブルを鉛直部材の先端部を介して両支点を結びつけるように 2 本配置している。なお、鉛直部材の先端部は、金物不要とし CFRTP ケーブル側面における応力集中を避けるため、曲面状に成形した。鉛直部材の長さは、スパン中央部における CFRTP ケーブルの折れ曲がり角度が  $140^\circ$  程度となるように設定した。

両支点部における CFRTP ケーブルと木材はりとの結合は、図-2 に示すようにケーブル貫通用丸鋼と補強用鋼板を介する方式を採用した。これは、CFRTP ケーブルと木材はりをピン結合し、かつ木材はりの破損を抑制することを目的として考案した。実験時には、CFRTP ケーブルの補強効果を確実に発揮させるため、ケーブル端部のナットの締め付けにより初期張力を与えた。ナットの締め付けは、木材はりがわずかに上反りする程度を目安に調整した。

載荷実験は、スパン中央を載荷位置とする 3 点曲げ載荷により実施した。測定項目は、載荷荷重、載荷点変位、および CFRTP ケーブルのひずみである。表-1 には、CFRTP ケーブルの仕様や材料特性の一覧を示している。

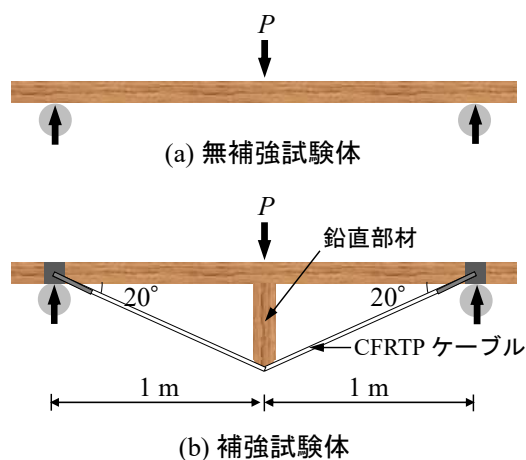


図-1 試験体の概要



図-2 支点部におけるケーブル結合部の状況

表-1 CFRTP ケーブルの仕様および材料特性の一覧

呼び径 (mm)	有効断面積 (mm <sup>2</sup> )	単位質量 (g/m)	破断耐力 (kN)	引張弾性率 (kN/mm <sup>2</sup> )
9.3	27.5	88	80 以上	160

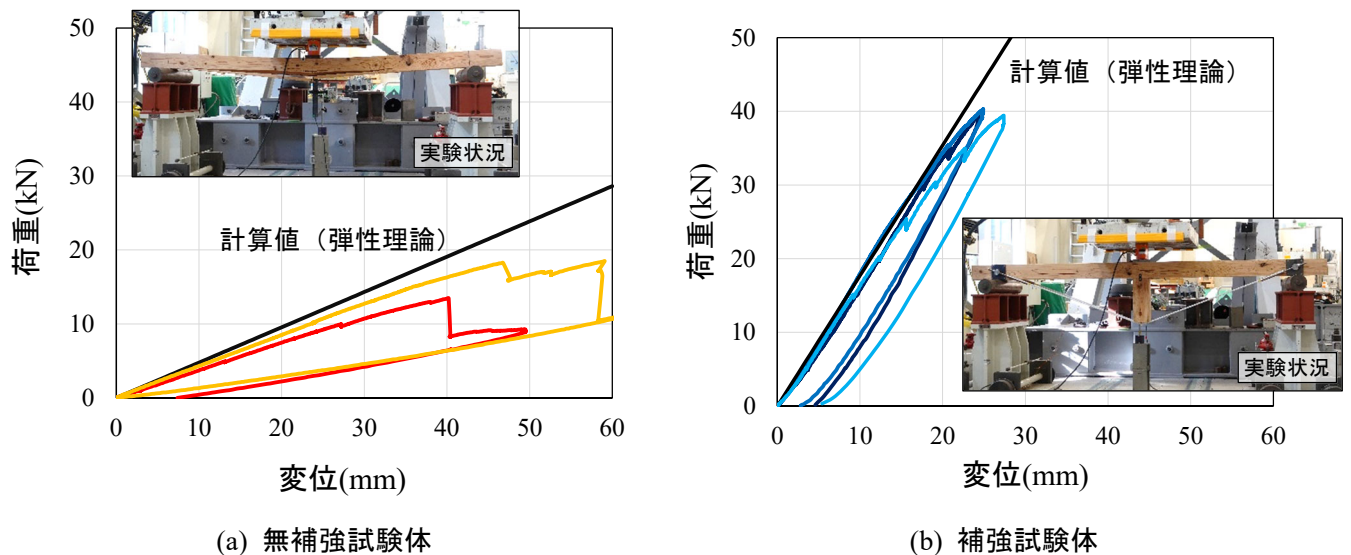


図-3 各試験体の荷重－変位関係

### 3. 実験結果

図-3には、各試験体の荷重－変位関係に関する実験結果を計算値と比較して示している。なお、計算値は、無補強の場合には曲げのみを考慮し、補強の場合にはトラスと仮定し軸力のみを考慮したひずみエネルギー法（弾性理論）により荷重と変位の関係を算出した。

図より、無補強試験体の場合には、荷重が 15 kN 程度に到達した後、急激に低下していることが分かる。実験時には、図-4に示すように下縁部が破断した後、部材軸方向に割裂したことを確認している。実験結果を計算値と比較すると、荷重初期には実験結果が計算値と対応しているものの、変位 10 mm 以降においては実験結果の荷重が計算値を下回っていることが分かる。これは、木材はりに亀裂や繊維の破断が発生していることによるものと推察される。なお、図-3より2体の無補強はりの実験結果は、変位 20 mm 以降において徐々にばらつきが大きくなる傾向にあることが分かる。これは、各木材はりの木目や枝節の位置が異なるなどの相異が、破壊性状に大きな影響を及ぼしたことによるものと考えられる。



図-4 無補強試験体の下縁部の損傷状

補強試験体の場合には無補強の場合とは異なり、荷重が 40 kN までほぼ線形に増加している。なお、今回の実験では、安全性を考慮して CFRTP ケーブルのひずみが 5,000  $\mu$  程度に達する時点までの载荷とした。図より、除荷後には変位はほぼ零まで復元していることから、補強の場合には構成部材がほとんど損傷していないものと考えられる。実験時においても、木材はりおよび CFRTP ケーブルには目立った損傷がないことを確認している。実験結果を計算値と比較すると、実験結果は最大荷重時まで計算値とほぼ対応していることが分かる。このことから、補強の場合には、部材が損傷することなく弾性理論通りに荷重に抵抗しているものと考えられる。

これらの結果より、本実験の範囲内においては、木材はりに鉛直部材を取り付け CFRTP ケーブルを引張材として配置することにより、3.5 倍以上の曲げ剛性向上効果を期待できることが明らかになった。

### 4. まとめ

- ・無補強の場合には、下縁部が破断し部材軸方向の割裂を生じて終局に至る。耐荷性能のばらつきが大きい。
- ・CFRTP ケーブル補強により、木材はりの曲げ剛性が 3.5 倍程度向上する。耐荷性能のばらつきは小さく、弾性理論に基づく計算結果と概ね対応する。