

第 I 部門

GFRP 板で補強したスギ集成材梁の曲げ性能に関する実験的研究

京都大学大学院工学研究科 学生員 ○則武 佑理
 京都大学大学院工学研究科 正会員 佐藤 顕彦
 京都大学大学院工学研究科 正会員 杉浦 邦征
 京都大学大学院工学研究科 正会員 安 琳
 京都大学大学院工学研究科 正会員 北根 安雄

1. 研究背景および目的

構造材料としての集成材は、近代木橋の主部材にも適用されつつある。しかし集成材は鋼材やコンクリートに比べて曲げ性能が低く、活荷重の大きな道路橋への適用例は限られている。既往の研究では、鋼板を集成材に挿入することで、木材の景観性を担保しつつ曲げ・せん断性能の向上が試みられている¹⁾。一方で、補強材料として軽量かつ高強度・高耐久な GFRP (Glass Fiber Reinforced Plastics) を用いた場合は木材の軽量性を損なわない補強が期待される。

そこで本研究では、GFRP 板で補強した集成材梁を 2 種類設計し、無補強の集成材梁と合わせて 3 つの梁の曲げ試験を行い、曲げ剛性や曲げ強度について調べることによって補強の効果を確認することを目的とした。

2. 供試体の概要

本研究で使用する供試体の寸法は曲げ試験の JAS 規格²⁾に準拠し、長方形断面の断面幅 75mm、断面高 120mm、部材長 2500mm、支間長 2160mm として荷重を行った。本研究では 3 種類の供試体 (梁 A, B, C) を用意した。梁 A は無補強の集成材梁であり、梁 B, C は別々の方法で補強した集成材梁である。集成材梁の補強方法として、①タイプ I: 集成材梁にスリットを入れ GFRP 板をそこに埋め込み接着する方法 (梁 B: 図-1(a))、②タイプ II: 2 つに分割した集成材梁で GFRP 板を挟み接着する方法 (梁 C: 図-1(b)) とした。

材料について、集成材梁には JAS 規格品であるスギ集成材 5 層同一等級構成集成材 E65-F255 を使用した。GFRP 板にはロービングクロス GFRP 積層板 ([0/90]₁₀) を使用した。接着剤には二液混合型エポキシ樹脂系 WB グラウトを使用した。

3. 曲げ試験方法

曲げ試験は図-2 に示すように、荷重載荷点間距離 500mm の 4 点曲げ試験とし、中央に変位計を設置した。

ひずみゲージ貼付位置を図-3 に示す。ひずみゲージは梁の上下および側面に貼り付けた。供試体は 5 層からなるスギ集成材であるため、側面のひずみゲージは各層に 1 枚ずつ配置した。

荷重方法については、まず 0.57mm/min で 1kN まで荷重し、曲げ剛性を計測した。その後、一旦除荷したのち、10mm/min で破壊まで再荷重し曲げ強度を得た。

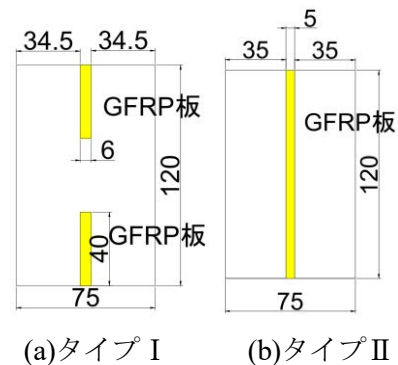


図-1 補強した梁の断面 (寸法単位:mm)

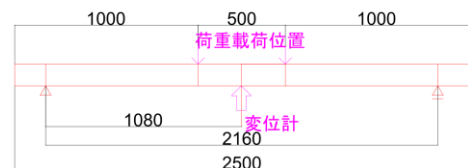


図-2 曲げ試験の荷重載荷位置および変位計設置位置 (寸法単位:mm)

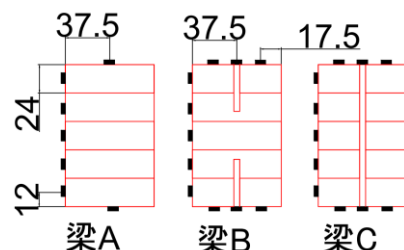


図-3 ひずみゲージ貼付位置 (寸法単位:mm)

4. 曲げ試験の結果

Yuri NORITAKE, Akihiko SATO, Kunitomo SUGIURA, Lin AN, Yasuo KITANE
 noritake.yuri.44w@st.kyoto-u.ac.jp

10mm/min で破壊まで載荷した際のスパン中央における荷重—変位関係を図-4 に示す。またここから得られる最大荷重および最大荷重から求められる曲げ強度を表-1 に示す。これより、曲げ強度が梁 A に対して梁 B は 27.6%、梁 C は 12.6%増加したことがわかった。梁 C は梁 B より補強断面積は大きい一方接着面積も大きいため B の方が曲げ強度が大きくなったと考える。

次に 0.57mm/min で 1kN まで載荷した際のスパン中央における荷重—変位関係から求められる梁の曲げヤング率および断面二次モーメント、曲げ剛性を表-2 に示す。これより、曲げ剛性が梁 A に対して梁 B は 5.57%、梁 C は 15.9%増加したことがわかった。

次に荷重が 10kN のときのひずみ分布を図-5 に示す。梁 B に関しては荷重載荷時に少し梁直交方向に変形してしまったことでひずみが想定よりも負になったが、ほぼ直線状に並んでおり平面保持の仮定が成り立っているといえる。

梁 A の破壊性状を図-6 に示す。どの梁においても、破壊時に図のように節を起点にした亀裂が発生していたことが確認された。また、梁 A では図 4 からわかるように数回荷重が低下しており、その度に局所的な破壊が生じたが、梁 B と梁 C では局所的な破壊は起こらず、最大荷重において脆性的に破壊した。

5. 結論

本研究では、GFRP 板で補強した 2 種類の集成材梁と無補強の集成材梁について 4 点曲げ試験を行った。その結果、補強した梁では無補強の梁に比べて曲げ強度および曲げ剛性が増加した。このことから、補強した GFRP 板が曲げに対して抵抗し、補強の効果が現れたと考えられる。また破壊性状から、節の存在が破壊に対して何らかの影響を与えていると考えられる。この節の影響について明らかにすることが今後の課題である。

謝辞

本研究の遂行にあたり使用した GFRP は(株)ヒビに、接着剤は(株)ショーボンド建設に提供していただきました。ここに記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 薄木征三, 千田知弘, 佐々木貴信, 後藤文彦: 集成材—複数挿入鋼板型ハイブリット梁の曲げ弾塑性挙動に関する実験と解析, 構造工学論文集 Vol.53A, p.871-879, 2007.
- 2) 農林水産省: 集成材の日本農林規格, 令和元年 6 月

27 日農林水産省告示第 475 号, 2019.

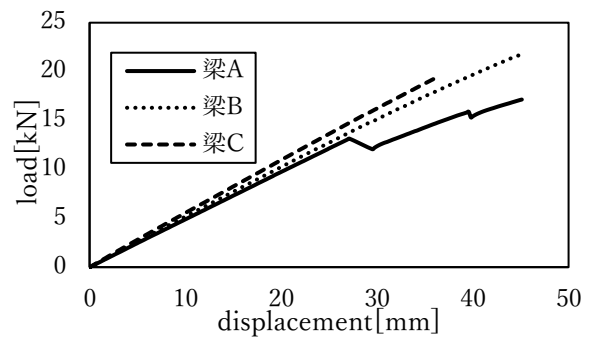


図-4 各梁の荷重—変位関係

表-1 各梁の最大荷重および曲げ強度

	最大荷重[kN]	曲げ強度[MPa]
梁 A	17.08	38.82
梁 B	21.72	49.55
梁 C	19.54	43.72

表-2 各梁の曲げ剛性

	曲げヤング率 E [GPa]	断面二次モーメント I [mm ⁴]	曲げ剛性 EI [kN·mm ²]
梁 A	8.519	1.103×10^7	9.398×10^7
梁 B	9.044	1.097×10^7	9.921×10^7
梁 C	9.717	1.121×10^7	1.089×10^8

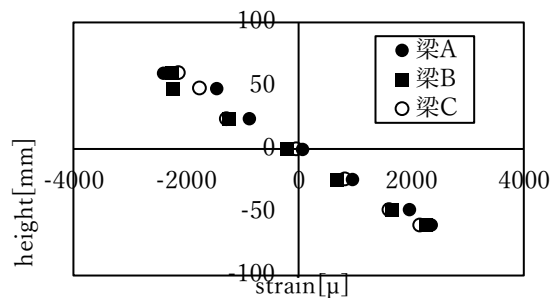


図-5 各梁のひずみ分布

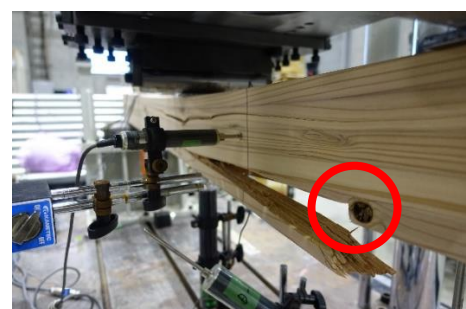


図-6 梁 A の破壊性状 (赤丸が節位置)