

木・アラミドハイブリッド梁曲げ載荷試験時における梁挙動についての数値解析的検討

秋田大学大学院 学生会員 田村 陸
 秋田大学大学院 正会員 青木 由香利
 秋田大学大学院 正会員 後藤 文彦

1. はじめに

近年の温暖化対策はカーボンニュートラルの考えのもと木材の利用促進がなされている。土木分野においても対策へ強い尽力が求められているので、土木構造物へ木材の幅広い利用ができないか考える。

これまで、土木構造物に木材を使用する際に懸念される木材の剛性の低さを補完するような材と木材を合わせるハイブリッド梁開発の研究が世界で行われている。^{1) 2)} 本研究では開発された木・アラミド梁を実際に作成し載荷試験を行い、得られた結果の妥当性や梁が破壊するまでのプロセスを検証するために数値解析も行った。

2. 曲げ載荷試験

木・鋼ハイブリッド梁の課題¹⁾から、コンクリート等の補強にも使用されているアラミド繊維に注目して木・アラミドハイブリッド梁のモデルを作成し、解析と載荷試験より梁の特性評価を行っていく。

試験体に使用した木材は 2x6 材と呼ばれるもので断面 38mmx140mm、長さ 910mm が 1 本の寸法で、樹種はホワイトウッドである。また、使用したアラミド繊維はフィブラシート AK-40 で幅 100mm のものである。試験体は木板 3 枚を重ね、木板と木板の間にアラミドシートを挟みウレタン樹脂で接着するといった方法で作成する。挟むアラミドシートの枚数を 0 枚、1 枚、2 枚として 3 パターンの試験体を作成した。またそれぞれの木材の剛性を測定し平均的に近い木材同士で梁を作成した。

本研究ではスパン長 800mm として 3 点曲げで破

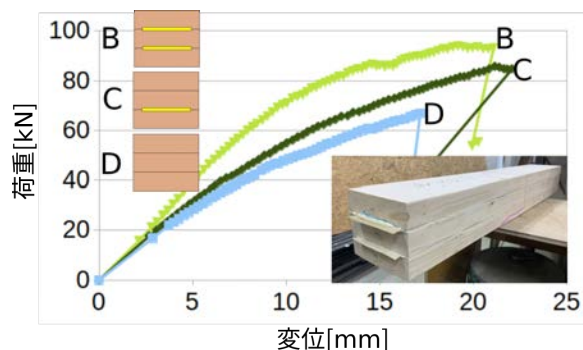


図-1 載荷試験結果

壊するまで載荷試験を行った。図-1 は載荷試験を行い得られた荷重と変位の値をプロットしたものである。図-1 の結果より、アラミドシートが梁剛性や強度に影響を与えている可能性が確認できた。今回は得られたグラフの妥当性やアラミドシートの梁に与える効果などを確かめるために数値解析を行った。

3. 数値解析

有限要素法 CAE シミュレーションソフト Salome-meca2019 上でハイブリッド梁の解析モデルを作成し解析を行った。

(1) 解析手法

本解析では、まず表-1 に示す測定された木材のヤング率をそれぞれ解析モデルに代入して解析を行った。実験結果や木材の特性からせん断変形の影響が大きいと考えられたため、異方性を考慮した解析も行った。解析においては、図-2 に示すように梁を構成する 3 枚の木板を 3 層に分けて、支配的な応力をもとに降伏応力を設定し中心の木材には直交異方性を設定した。本来であれば全ての木材に降伏応力と異方性を与えるべきだが今回は簡易的にこのように設定した。

キーワード ハイブリッド梁, アラミドシート, 2x 材, 異方性

連絡先 〒010-8052 秋田県秋田市手形学園町 1-1 秋田大学理工学部土木環境工学コース

試験体	アラミド枚数	木材ヤング率[GPa]
B	2	圧縮側 13.7
		中心 13.8
		引張側 14.0
C	1	圧縮側 13.5
		中心 13.1
		引張側 12.7
D	0	圧縮側 12.0
		中心 12.5
		引張側 11.8

表-1 梁を構成する木板の測定したヤング率

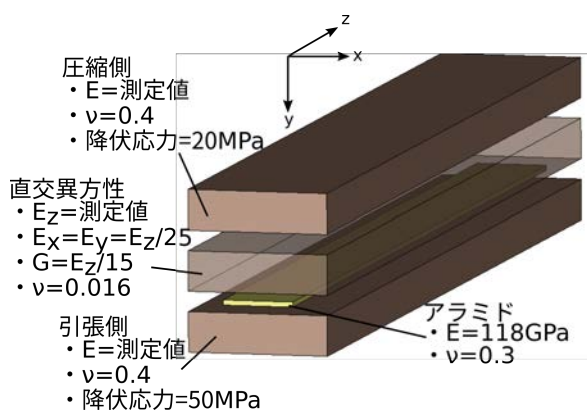


図-2 異方性を考慮した解析モデル

(2) 解析結果

試験結果との比較対象として梁 B(アラミド 2 枚), 梁 C(アラミド 1 枚), 梁 D(木のみ) のグラフと一緒に解析結果を示す。図-3 に異方性を考慮していない解析結果を、図-4 に異方性を考慮した解析結果を示す。図-3 と図-4 を比べると、異方性を考慮した方が試験結果に寄り添うような挙動が確認できる。一方で、どちらのグラフにおいても設定した木材のヤング率は試験時に測定した値を設定しているのにもかかわらず、グラフの立ち上がりが解析結果の方が高いこと、即ち、解析結果の剛性が高く出ること確認した。また、木材にホワイトウッドのヤング率 9GPa を設定し、同様に試験結果と比較したところ、その場合も解析結果のグラフの方が傾きが大きく、剛性が高いという結果であった。これらのことから、木板を重ねて接着して梁にする際に何かしらの剛性を低くする要因があるのではないかと考えられる。

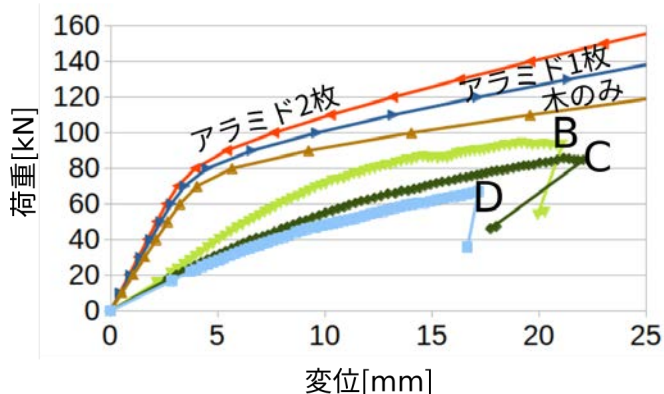


図-3 解析結果と試験結果の比較（異方性無し）

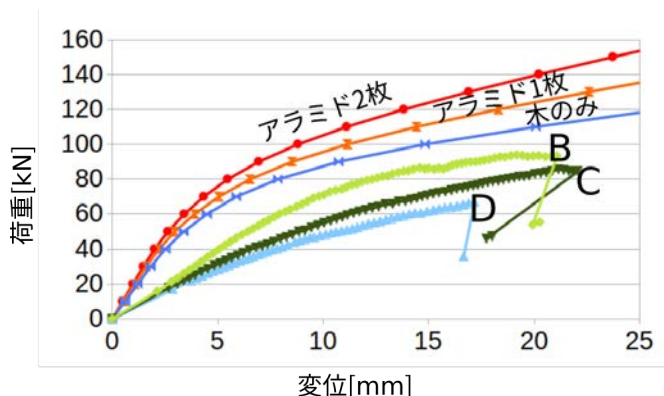


図-4 解析結果と試験結果の比較（異方性有り）

4. まとめと今後の課題

本研究では木・アラミドハイブリッド梁を作成し、載荷試験を行った後、解析をし評価を行った。試験では、得られたデータや破壊後の試験体の状況からアラミドシートが曲げ剛性や強度に一定の効果を与えることが分かった。一方で、解析結果と比較すると梁作成時に剛性を低くする要因がある可能性が示唆された。今後の課題としては、剛性を低くする要因として接着部分に焦点を絞って、接着部を詳細にモデル化するなどして解析を行い、試験結果と比較して剛性低下の要因を追求していく。

参考文献

- 1) 田村 陸, 青木 由香利, 君島 真美, 後藤 文彦, 及川 大輔: ツーバイ材を用いた木・鋼ハイブリッド梁の数値解析的基礎研究, 木材工学研究発表会講演概要集 21, pp.22-26, 2022
- 2) L.Kia, H.R.Valipour: Composite timber-steel encased columns subjected to concentric loading, Engineering Structures, Volume 232, Article 111825, pp1-22, 2021.