

アラミド・木ハイブリッド梁の実験的研究

秋田大学	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
秋田大学大学院	正会員	石黒 駿

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。¹⁾

これまでに、世界中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木材を用いたハイブリッド梁開発の研究が行われている。^{2) 3)}

ここでは、既往研究である木-鋼ハイブリッド部材についての研究において今後の課題となった梁の重さと作りやすさに焦点を絞り²⁾、木-アラミド部材について研究を行った。

2. 先行研究

著者らは本研究の前に先行研究として木-鋼ハイブリッド梁の数値解析を行った。梁は木材に鋼棒を挟んで接着したとしてモデルを作成した。鋼材の本数や直径を変えながら3点曲げの線形解析、弾塑性解析を行い剛性や強度の評価を行った結果鋼材の本数が多く直径が大きいほど剛性が高くなることが分かった。また、弾塑性解析の結果より、鋼材直径が大きいほどより降伏荷重が高くなり強度も高くなることが分かった。

以上の結果より鋼材の有無で梁の剛性や強度を高める効果は期待できると思われるが、より鋼材の効果高めようとするとならば梁全体の重量が大きくなる事や、梁作成時に木材に鋼材が入るくぼみを掘らないといけなく手間がかかるなどの課題が挙がった。

3. 木-アラミドハイブリッド梁

木-鋼ハイブリッド梁の課題から、コンクリートの補強などにも使用されているアラミド繊維に着目して木-アラミドハイブリッド梁のモデルを作成し、解析と載荷試験を行って評価を行っていく。今回は曲げ載荷試験の結果を示す。

(1) 試験体

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。それを36本用意し、1本ずつ縦振動法とたわみ振動法でヤング率の推定を行った後、表-1のように推定ヤング率が高い順に3本ずつまとめ12組作成し、そのうち8本を今回の実験に用いた。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。木材長より10cmほど長く切った後にウレタン樹脂を染み込ませ乾燥させた。樹脂を先に染み込ませた理由として繊維素材であるアラミドシートがよれたりして効果が発揮されないことを防ぐために硬化させた。

試験体の作り方は図-1に示すように木板3枚を重ね、木板と木板の間に樹脂を染み込ませ乾燥させたアラミドシートを挟みウレタン樹脂で接着するという方法で作成する。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。

表-1 試験体組み合わせ

試験体	アラミド枚数	木材ヤング率[GPa]	ヤング率平均	試験体	アラミド枚数	木材ヤング率[GPa]	ヤング率平均
B	2	14.0	13.9	G	1	9.4	9.2
		13.9				9.4	
		13.7				8.7	
C	1	13.5	13.1	J	2	7.4	7.3
		13.1				7.4	
		12.7				7.3	
D	0	12.5	12.1	K	1	7.3	7.1
		12.0				7.2	
		11.8				6.9	
F	2	11.0	10.1	L	0	11.7	9.0
		9.7				8.2	
		9.7				7.2	

キーワード ハイブリッド梁, アラミドシート, 2x材, 破壊挙動

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

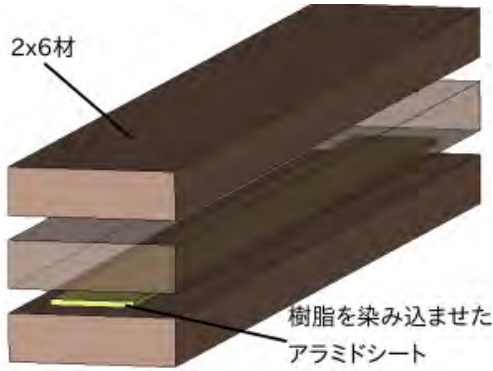


図-1 ホーアラミドハイブリッド梁

(2) 曲げ载荷試験

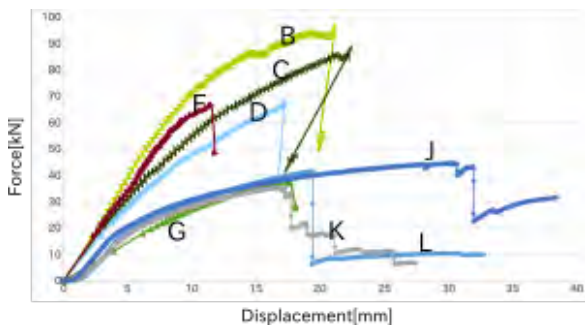


図-2 载荷試験結果

本研究ではスパン長 800mm として 3 点曲げで破壊するまで载荷試験を行った。図-2 は载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が、载荷後に载荷部分と支点部分にめり込みが確認できたため、変位の値はめり込みを考慮して補正してある。図-2 の結果より梁によって破壊するのにかかる荷重に違いがあることが見て取れる。この破壊荷重の差の要因としては梁に使用した木板のヤング率の違いが大きいと考えられるが、ヤング率のグレードが同じくらいのアラミドシート 2 枚入り、1 枚入り、木のみを比較するとアラミドシート入りの方が破壊荷重が大きくなるような結果が得られた。例えば同じグレードの梁 B、梁 C、梁 D の破壊荷重を比べるとアラミド 2 枚入りの梁 B が 92kN、アラミド 1 枚入りの梁 C が 84kN、木のみ梁 D が 66kN のようにアラミドの有無で差が出た。次に図-3 にアラミドシート 2 枚入りの梁 B と木のみ梁 D の破壊形状を示す。これらを見ると、梁

D は曲げ破壊時にみられるクラックの入り方なのに対して梁 B ではそのようなクラックがみられなかった。また、アラミドシートが入ってる梁の方には破壊後除荷した際にほぼ初期状態まで戻るような挙動も確認できた。これらのことからアラミドシートを挟むことで梁破壊時の壊れ方や梁の靱性に影響があることが分かった。

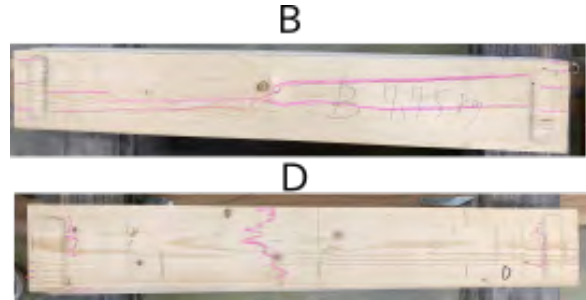


図-3 破壊後のクラック

4. まとめと今後の課題

今回アラミド・木ハイブリッド梁を作成し载荷試験を行った。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、破壊後のクラックの入り方や除荷後のたわみの戻り量などに差異が確認できアラミドによる靱性の強化が期待できる。今後の課題としては、解析を行って実験の結果がどのようなメカニズムで起こったのか解明していくことと、それに必要なアラミドや樹脂の正確な材料定数の測定などが挙げられる。また、アラミドの解析データが出てきたら鋼材との梁重量や剛性、強度などの比較とアラミドシートの効果的な活用法探ることを行って行きたい。

参考文献

- 1) 軽部 正彦:木橋を架ける時代から架け続ける時代へ、木質構造研究会, Journal of Timber Engineering, No.42, pp.12-17, 2000
- 2) 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の基礎研究, 木材工学研究発表会講演概要集 21, pp.22-26, 2022
- 3) L.Kia , H.R.Valipour : Composite timber-steel encased columns subjected to concentric loading , Engineering Structures ,Volume 232,Article 111825, pp1-22, 2021.