

## アラミドシート厚が梁剛性に与える影響に関する 数値解析的研究

秋田大学 学生会員 畠山 由佳梨  
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

### 1. はじめに

カーボンニュートラルの考えにおいて、木材を土木構造物の部材として有効利用するために、世界中で色々な部材が開発されている<sup>1)2)</sup>。本研究では、しなやかで強い特性を持つアラミドシートと木材の融合は重要な部材になると考え、アラミドシートの配置や厚さを変えたハイブリッドモデルを作成し、曲げ剛性に対してアラミドシート厚が影響を及ぼすか確認する。

### 2. ハイブリッド梁詳細

本研究で作成したハイブリッド梁の詳細をここに示す。

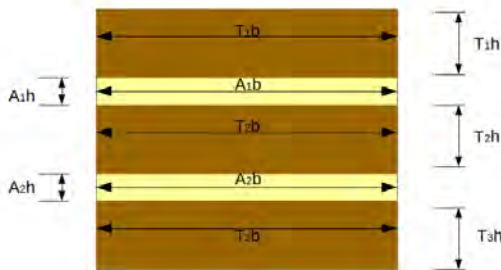


図-1 モデル

また表 1 に各木部材のヤング率を示す。今回ハイブリッド梁で使用した木材はホワイトウッドで高さ 38mm、幅 140mm、長さ 910mm を用いた。木材は材料によってヤング率に差が出るため、ハイブリッド梁作成前に縦振動法を用いて各部材のヤング率を検証したものである。接着部分はアラミドシートのヤング率 (110GPa) を採用した。本研究では、3 枚

の木部材をアラミドシートの枚数を変えてポリウレタンを用いて接着した。図 1 にモデルの断面積を示す。本研究では、各ハイブリッド梁を A から F の順に名付ける。ハイブリッド梁 A と B はそれぞれ、木部材 1,2,3 と 10,11,12 を図 1 に示す  $A_1b, A_2b$  の両方にアラミドシートを入れて作成した。ハイブリッド梁 C と D はそれぞれ、木部材 4,5,6 と 13,14,15 を図 1 に示す  $A_2b$  側 (引張側) のみにアラミドシートを入れて作成した。ハイブリッド梁 E と F はそれぞれ、木部材 7,8,9 と 16,17,18 をアラミドシートを入れず、作成した。

表-1 各木部材のヤング率

部材名	ヤング率	部材名	ヤング率
1	13.99	10	10.98
2	13.88	11	9.71
3	13.73	12	9.66
4	13.48	13	7.27
5	13.09	14	7.21
6	12.74	15	6.94
7	12.50	16	11.70
8	12.02	17	8.16
9	11.82	18	7.18

### 3. 曲げ破壊実験

ここでは、それぞれのハイブリッド梁に対して 3 点曲げ試験を行った。図-2 に実験結果を示す。縦軸が載荷荷重、横軸が変位を示す。ハイブリッド梁 A と B (アラミドシート 2 枚入り) を比較すると、最大荷重、最大たわみ共に大きく違うことが分かる。

同様に、その他の梁（アラミドシート1枚入りの部材CとD，アラミドなしのEとF）を比較しても、大きな差が見られた。

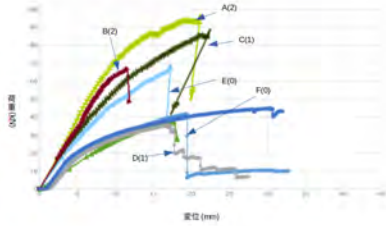


図-2 実験結果

#### 4. 理論値

ここで、実験結果から最大荷重、最大たわみ、また挙動の違いが見られた理由を検討する。表1に示すように、今回用いた木材は各部材ごとにヤング率がかかなり異なり、ばらつきがある。そこで、このヤング率の差から中立軸を式(1)より修正し、6本それぞれの中立軸と中立軸に基づいた曲げ剛性、たわみの理論値を求め実験値を比較する。このとき、アラミド繊維シートを挟んでいない接着部分は木材とみなし、ヤング率を両サイドを挟む木材の平均とする。中立軸、中立軸に基づいた曲げ剛性、たわみの理論値を求める際の式を以下に示す。

$$y_G = \frac{\sum E_i A_i y_{1i}}{\sum E_i A_i} \quad (1)$$

$$EI_G = \sum E_i (I_i + y_{2i}^2 A_i) \quad (2)$$

$$= \frac{Pl^3}{48EI_G} \quad (3)$$

ここで  $y_G$  は中立軸、 $E$  はヤング率、 $A$  は断面積、 $y_{1i}$  は上面からの距離、 $EI_G$  は中立軸に基づいた曲げ剛性、 $y_{2i}$  は中立軸からの各部材の重心への距離、 $I_G$  は断面二次モーメント、 $P$  は荷重、 $l$  はスパン長をそれぞれ示す。

#### 5. 結果

結果は以下のとおりである。表2より、理論値と実験値には差が大きく出ていることが分かる。理論値を比較すると、アラミドシートの影響は少なく、木材のばらつきが結果に大きく影響していることが分かる。この結果から、アラミド繊維シート2枚を木

材3枚で挟んだモデルに関しては、圧縮側のアラミド繊維シートにアラミドとしての力が作用していないのではないかという仮説の元、圧縮側にアラミドとしてのヤング率が作用していない場合を考える。このとき、圧縮側のアラミドシートは木材とみなし、ヤング率を両サイドを挟む木材の平均とする。A,Bにおける圧縮側にアラミドとしてのヤング率が作用していない場合のたわみの理論値 $\tilde{y}_i$ を算出した結果、モデルAでは理論値が7.34mmから7.37mm、モデルBにおいてもその差は0.1mm以下で微小な変化しか得られなかった。

表-2 実験値と理論値におけるたわみ

	実験値 (mm)	理論値 (mm)
A(2)	19	7.34
B(2)	12	7.06
C(1)	21	7.29
D(1)	17.5	5.44
E(0)	17	6.93
F(0)	19	5.21

#### 6. まとめ

本研究では、アラミドシートの配置や厚さを変えたハイブリッドモデルを作成し、曲げ剛性に対してアラミドシート厚が影響を及ぼすか確認した。

これより理論値と実験値における最大たわみの値には差が大きく出たことが分かった。また、圧縮側にアラミドとしてのヤング率が作用している場合とそうでない場合とで理論値がほとんど変わらないことが分かり、アラミドシートの影響は少なく、木材のばらつきのほうがたわみへの影響が大きいことが分かった。今後は、アラミドシートがもたらす影響やヤング率の妥当性を数値解析により明らかにしていく予定だ。

#### 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) L.Kia, H.R.Valipour: Composite timber-steelencased columns subjected to concentric load-ing, Engineering Structures, Volume 232, Article111825, pp1-22, 2021