

3D プリントを用いて木材の異方性を模擬した材料の試作

| | | |
|---------|------|-------|
| 秋田大学 | 学生会員 | 柴田 桜花 |
| 秋田大学大学院 | 正会員 | 後藤文彦 |
| 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 | 石黒駿 |

1. はじめに

近年、安価な 3D プリントが普及している一方で、オープンソースの 3DCAE ツールも利用できるようになってきたことにより、3DCAE ツールでモデル化したモデルを、そのまま 3D プリントにより造形して、3DCAE の有限要素法の精度検証をするために、造形した実物モデルに対して実験を行うことも可能となってきた。しかし、こうした造形モデルはあくまで等方性材料であるため、木質部材の 3D モデルを検証するための実物モデルにはなりえない。そこで本研究では、ミルフィーユ状にスリットを設けた木材模擬材料を造形し、実物モデルの実験と 3D モデルの数値解析とを比較することにより、任意のせん断剛性を有する木材模擬材料を制御できるかどうか検討する。

2. ミルフィーユモデルの曲げ試験

異方性を再現するため、横軸と縦軸で特性が変わるように 1mm ごとにスリットの入った、長さ 240mm、幅 b:11mm、高さ h:11mm のミルフィーユ状の試験体図-1 を作成する。この試験体について曲げ試験を行い、曲げヤング率 E と軸方向ヤング率 E' およびせん断弾性係数 G を求める。曲げ試験は図-2 のような単純支持 3 点曲げで行い、線载荷となるよう試験体中心の穴にぶら下げた紐付き容器に、おもりを 30 秒ごとに载荷していき、スパン中央のたわみ v を測定する。

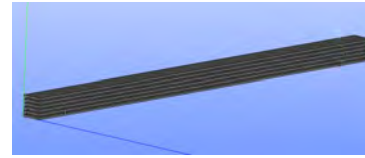


図-1 試験体

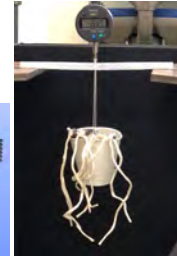


図-2 曲げ試験

ここで、単純梁の中央のたわみ v は $v = \frac{P\ell^3}{48EI}$ で表される。この式を変形して $\frac{P\ell^3}{48I} = Ev$ とし、曲げ試験から得られる値を代入することで傾きとなる曲げヤング率 E を求める。この実験をスパン ℓ を変えて行うことで、軸方向ヤング率 E' とせん断弾性係数が求まる。

3. 曲げ試験結果

(1) スリットの少ないミルフィーユモデル

ミルフィーユ状のモデルに対して曲げ試験をした結果より得られたグラフを以下に示す。

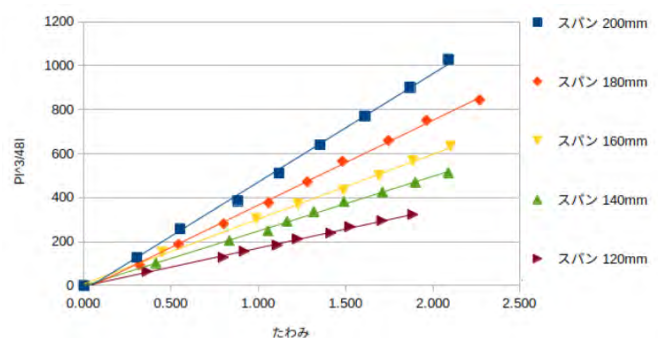


図-3 曲げ試験結果

図-3 のグラフより、各スパンの結果における近似直線の傾きから求めた曲げヤング率 E を表-1 に示す。

表-1 曲げヤング率

| スパン l [mm] | 曲げヤング率 E [GPa] |
|--------------|------------------|
| 200 | 0.492 |
| 180 | 0.385 |
| 160 | 0.295 |
| 140 | 0.249 |
| 120 | 0.173 |

求めた曲げヤング率とスパン長さの関係から、切片より軸方向ヤング率 E' は 24.047[GPa], 傾きよりせん断弾性係数 G は 0.00178[GPa] と求まった。

(2) スリットの多いミルフィーユモデル

スリット数を増やしたものを作成した。曲げ試験の結果を以下に示す。

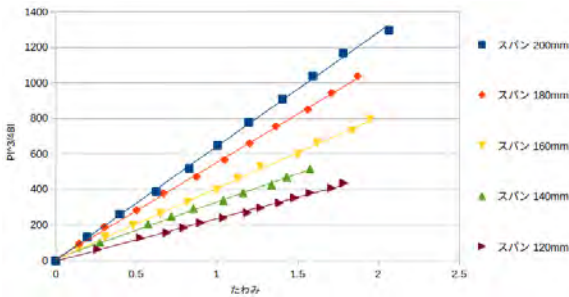


図-4 曲げ試験結果

スリットを増やすことでヤング率が大きくなることが確認できた。図-4 のグラフより、各スパンの結果における近似直線の傾きから求めた曲げヤング率 E を表-2 に示す。

表-2 曲げヤング率

| スパン l [mm] | 曲げヤング率 E [GPa] |
|--------------|------------------|
| 200 | 0.641 |
| 180 | 0.544 |
| 160 | 0.401 |
| 140 | 0.318 |
| 120 | 0.240 |

求めた曲げヤング率とスパン長さの関係から、軸方向ヤング率 E' は 11.652[GPa], せん断弾性係数 G は 0.00245[GPa] と求まった。

4. Salome 解析

(1) スリットの少ないミルフィーユモデル

上記の曲げ試験について Salome で解析を行う。

表-3 曲げヤング率

| スパン l [mm] | 曲げヤング率 E [GPa] |
|--------------|------------------|
| 200 | 0.483 |
| 180 | 0.382 |
| 160 | 0.332 |
| 140 | 0.320 |
| 120 | 0.231 |

求めた曲げヤング率とスパン長さの関係から、軸方向ヤング率 E' は 0.943[GPa], せん断弾性係数 G は 0.00318[GPa] と求まった。

(2) スリットの多いミルフィーユモデル

表-4 曲げヤング率

| スパン l [mm] | 曲げヤング率 E [GPa] |
|--------------|------------------|
| 200 | 0.664 |
| 180 | 0.548 |
| 160 | 0.451 |
| 140 | 0.412 |
| 120 | 0.312 |

求めた曲げヤング率とスパン長さの関係から、切片より軸方向ヤング率 E' は 1.494[GPa], せん断弾性係数 G は 0.00399[GPa] と求まった。

5. まとめ

木材を模したミルフィーユ状の梁の実物モデルと解析モデルを作成し、せん断弾性係数を算定する実験および数値シミュレーションを行った。数値シミュレーションにより算定したせん断弾性係数は一定の精度にあると考えられるが、実験は精度が低いため、実験により算定したせん断弾性係数は数値シミュレーションによる算定値からは大きくずれている。実験精度の向上は今後の課題であるが、数値シミュレーションにより材料定数を調整した異方性材料を 3D プリンタにより造形する可能性を示すことができた。

参考文献

1) 後藤文彦・麓貴行・薄木征三・佐々木貴信：曲げ試験による木材梁のせん断弾性係数推定の精度，土木学会,2003.