

## テーパ材の M.O.E 推定方法に関する研究

日大生産工 〇鎌田 貴久 小松 博  
上総匠の会 大坪 格 駒 優一

### 1 緒言

通常木材は、丸太から断面が正方形または長方形にまっすぐに製材がされる。一方で立木の状態においては、根付近では太く、先端では細くなっている。つまり、木材は根元が太く、先が細い円錐形状であることが葉や枝の荷重や風などの外力に耐える仕組みとなる。

今回我々は、木の形を生かした“木形製材”<sup>きなり</sup>について、ヤング率 (以下M.O.E) の推定方法の検討検証を行った。

建築物に使用する木材は、M.O.Eを事前に計測し、使用することが望ましい。製材のJAS (日本農林規格) 機械等級区分では、M.O.Eを計測し、6段階の強度分類される。材の強さの指標となるM.O.Eを使用前に計することは、効率的な木材の利用には不可欠である。実務において、実際に曲げたり、打音や振動を計測し、推定する手法が用いられている。

一方、これらの手法はEIが長さ方向に一定である正角、長方形断面材に使用されることを前提としており、テーパ材についての検証は乏しい。

そこで、本研究においては、立木、テーパ材としての一次製材、二次製材とステップを踏みながら木材の非破壊検査を実施し、そのM.O.E推定に関して検討を行った。本報告においては、主に一次製材のヤング率推定の結果と一部二次製材の推定状況について報告を行うこととした。

### 2 試験方法について

試験は、供試体を両端自由の1次元弾性体の振動を行うものと仮定し、縦振動、曲げ振動の2つの手法を用い推定を行った。試験体の重量は、丸太時は、5kN用ロードセルを用いて計測し、製材時は電子計量器 (100kg、2kg毎) を用いて計測を行った。長さ、幅は定規またはメジャーにて計測を行った。製材時の含水率は、電気抵抗式含水率系を用い計測を行った。

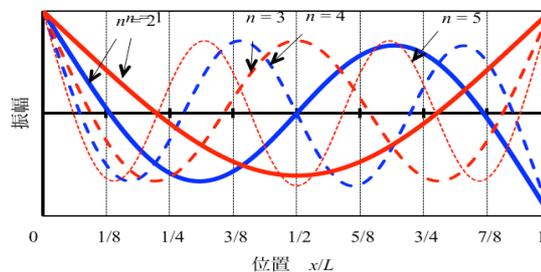


図 1 TGH 法波形想定図

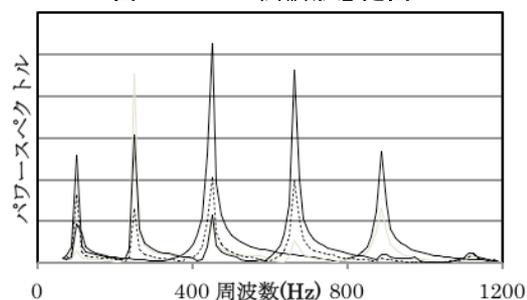


図 2 TGH 計測結果例

#### 2-1 縦振動法

縦振動法は、木材木口面を木槌にて打撃することにより衝撃力を加え材料の縦振動を促す。その際に発生した波形 (音) を計測し、高速フーリエ変換 (FFT) により固有周期を求める。そして、求めた1次固有周期を元に、M.O.Eを推定する方法である。

#### 2-2 曲げ振動法

一方、曲げ振動法では、チモシェンコの梁理論の応用であるTGH法を用いた。TGH法では、ヤング率 (E) とせん断弾性係数(G)を推定が可能となる。図1に剛性 (EI) 一定と仮定し、両端自由とした際の波形図を示す。TGH法では、1次波形だけでなく、5次程度の間での波形計測が必要となる。波形の計測には、加速度ピックアップを振幅の腹が想定される位置に設置し、さらに腹の位置を打撃することで強制振動を与え、1体あたり4箇所程度波形を計測した。また、支点も節の位置を計算し、紙菅を用いて試験体を支えた。

Nondestructive methods to estimate of M.O.E with wooden tapered Beams  
Takahisa KAMADA, Hiroshi KOMATSU, Itaru OOTSUBO and Yuiti KOMA

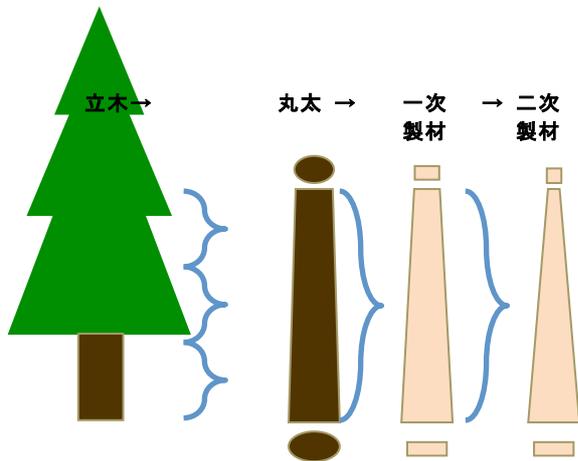


図 3 製材フロー図

### 3 試験体について

試験体は、千葉県木更津市内の山林より切り出し、最終的には二次製材のテーパ材に加工した。加工の概要図を図 2 に示す。

まず、18本立木を切り倒し、立木1本から最大丸太3本を切り出し、合計36本の丸太を切り出した。さらに一次製材とし、丸太の木口直径計測結果より約6cmを1辺とする木口が長方形断面、かつ、正面が台形形状となる木形製材を実施した。

次に一部の材料を用いて、木の形ではなく、さらに細い部分高さを6cmに統一し、元口側を元の直径程度とする二次製材を実施した。

### 4 結果と考察

まず丸太のテーパ率について計測結果を示す。全丸太36本の元口平均寸法 28.0cm (偏差 5.9cm、最大 42cm、最小 20.5cm) に対し、末口平均 25.2cm (偏差 5.2cm、最大 38.5cm、最小 18cm) となった。長さは約 3m となっているため、その変化率は 1/100 つまり約 1% となった。また、その平均密度は 602kg/m<sup>3</sup> と基準値 (気乾) 380 kg/m<sup>3</sup> 程度と比較し、非常に大きな値となったが、これは、含水率の影響が大きいと考えられる。

#### 4-1 一次製材の歩留まりに関して

25本の一次製材の歩留まりについて検討を行った。製材幅を120mmと規定し、試験体高さを変化させて、その切削長さを計測したところ、丸太次の直径に対し、平均で44.0mmの切削によって製材が可能であることが確認された。以上の結果、試験体高さは、元口末口で 206-177=30mm であり、元の丸太時と同様に製材されたことが確認された。

#### 4-2 MOE 計測結果

図 4 の 1 から 5 にヤング率推定結果に於ける曲げ試験と縦振動法 (丸太)、縦振動 (一次製

材)、たわみ振動 (一次製材) の関係を示し、さらに、一次製材時の縦振動たわみ振動の関係、縦振動計測に関して、丸太と一次製材の関係について示した。

図 4-1 から 3 に示した曲げ試験と動的試験の結果において曲げ試験の結果の方が動的計測と比べて低い値を示したもののその傾きは縦振動方では、丸太、一次製材ともに約 0.8、たわみ振動では、約 1 と高い相関を示した。ただし、いずれの非破壊試験においても、約 2.8GPa 非破壊試験値が高い値を示した。

次に一次製材のたわみ振動と一次製材の縦振動から求められるヤング率の関係を示した。傾きがほぼ 1 となっておりかつ決定係数も 0.7 と比較的高い相関、同調性を示した。これは、丸太の縦振動法と一次製材の縦振動の結果でも同様のことが言える。

### 結論

以上の結果、テーパ率 1% 程度の製材では、既存の方法が十分に活用できることが示された。現在、二次製材としさらにテーパを大きくした試験体について検証を行っている。

#### 「参考文献」

- 1) 園田里見: TGH法の測定支援のための 固有振動数の予測. 第64回日本木材学会大会要旨集, 松山, 2014, D14-07-915.
  - 2) 千葉正克他: 構造振動学共立出版 2016. 9 月
- 謝辞: 本研究は、「ちば農商工連携事業支援基金助成事業」の一環として、「伝統建築上総匠の会株式会社」との共同研究の一環として実施したものである。本研究に協力くださいました足海涼太、藤永浩太さんをはじめとする鎌田研究室 4 年生にここに感謝申し上げます。

