

既存土木用木製構造物の耐用限界評価技術の開発  
－健全な円柱加工材の各種非破壊試験と強度との関係 I－

金田利之  
(林政課) 小川 裕

1. はじめに

循環資源である木材利用の推進は林務行政推進の大きな柱であり、特に公共土木事業等への木材利用促進は重要である。しかし、木材の屋外での耐久性能に関するデータが少ないことや耐用年数が施工地の土壌条件や気候条件によって異なるため、維持管理のための基準を設定しにくいことが、この分野における木材利用上の問題点となっていた。そのため、施工地の土壌条件や気候条件に左右されずに木製構造物の維持管理のための部材の耐用限界を現場で簡単に客観的に評価できる技術開発が必要である。

そこで本研究は、劣化状態を評価するための各種非破壊試験が耐用限界を評価する上で有効な手法であるかを検討するために、既存の土木用木製構造物の構成部材として使用される健全な円柱加工材について、各種非破壊試験と曲げ強度試験を実施した。

2. 材料及び方法

1) 供試材

供試材は、岡山県産ヒノキ材を使用した。試験には、直径12cm、長さ300cmに加工した円柱加工材を100本供試した。

2) 試験方法

試験は、非破壊試験と破壊試験を行った。

a. 非破壊試験

①動的ヤング係数

円柱加工材の縦振動及びたわみ振動により測定した固有振動数と、円柱加工材の寸法及び密度から次式により縦振動ヤング係数とたわみ振動ヤング係数を算出した。

$$\text{縦振動ヤング係数} = (2L \times f)^2 \times \rho$$

ここで、L：材長

f：固有振動数

$\rho$ ：密度

$$\text{たわみ振動ヤング係数} = \frac{(2\pi)^2 \times L^4 \times f^2 \times \rho}{i^2 \times m^4}$$

ここで、 $\pi$  : 円周率

L : 材長

f : 固有振動数

$i^2$  :  $I/A$       I : 断面2次モーメント、A : 断面積

m : 定数 (両端自由もしくは両端固定の場合  $m_1=4.730$ )

### ②ピン打ち込み深さ

円柱加工材の中央部3カ所について、ピロディン (PROCEQ社製) を用いてピン打ち込み深さを測定した。

### ③シュミット・ロックハンマー反発度

円柱加工材の中央部3カ所について、シュミット・ロックハンマー (PROCEQ社製) を用いて反発度を測定した。



写真1 ピロディン



写真2 シュミット・ロックハンマー

### ④含水率

円柱加工材の中央部の3カ所について、高周波式木材水分計 (型式 DELTA-55、エーデス機械産業製) による含水率測定を行った。

## b. 破壊試験

### ①静的曲げ試験

円柱加工材の非破壊試験終了後、静的曲げ試験を行った。静的曲げ試験は、スパン2700mmの3等分4点荷重方式とし、スパン中央部のたわみとそれに対応する荷重より曲げヤング係数を最大荷重より曲げ強さを求めた。



写真3 静的曲げ試験の状況

## ②含水率

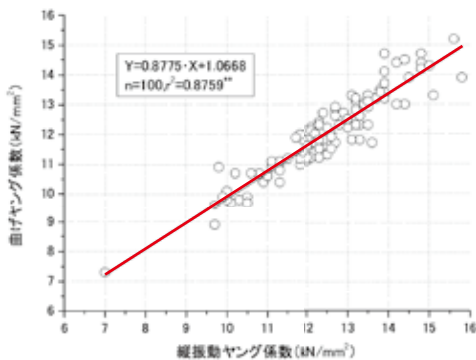
静的曲げ試験終了後、破壊部位近傍より厚さ約5cmの円盤を採取し、全乾法により含水率を測定した。

なお、結果に示したデータは、全乾法による含水率をもとに、含水率15%時に調整した値を使用した。

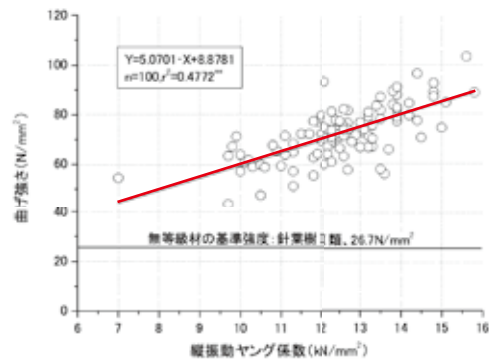
## 3. 結果

### 1) 縦振動ヤング係数と曲げ強度との関係

縦振動ヤング係数と曲げヤング係数との関係を第1図に、縦振動ヤング係数と曲げ強さとの関係を第2図に示す。



第1図 縦振動ヤング係数と曲げヤング係数の関係



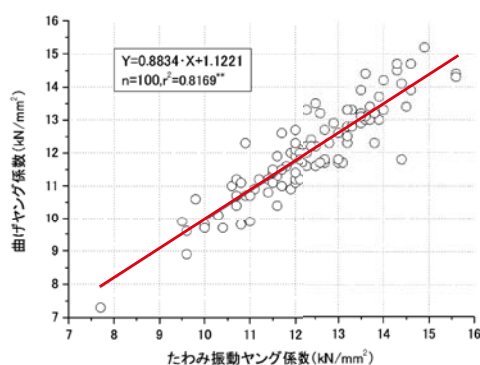
第2図 縦振動ヤング係数と曲げ強さの関係

縦振動ヤング係数と曲げヤング係数の間には、危険率1%で非常に強い正の相関が認められた。さらに縦振動ヤング係数と曲げ強さの間にも、危険率1%でやや強い正の相関が認められた。縦振動ヤング係数は、曲げ強度との間に高い相関関係が認められたことから、曲げ強度を推定するための有効な指標になると考えられる。

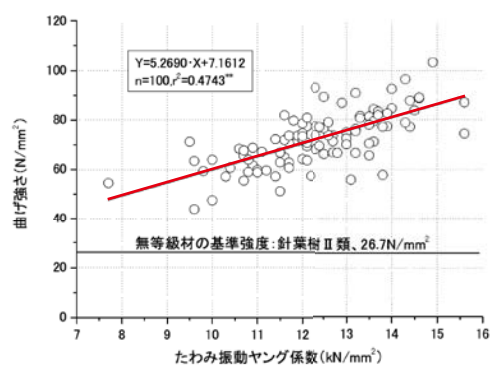
なお、今回調査したヒノキ円柱加工材の曲げ強さは、すべて無等級材の基準強度（針葉樹Ⅳ類、 $26.7\text{N/mm}^2$ ）を上回っていた。

## 2) たわみ振動ヤング係数と曲げ強度との関係

たわみ振動ヤング係数と曲げヤング係数の関係を第3図に、たわみ振動ヤング係数と曲げ強さの関係を第4図に示す。



第3図 たわみ振動ヤング係数と曲げヤング係数の関係



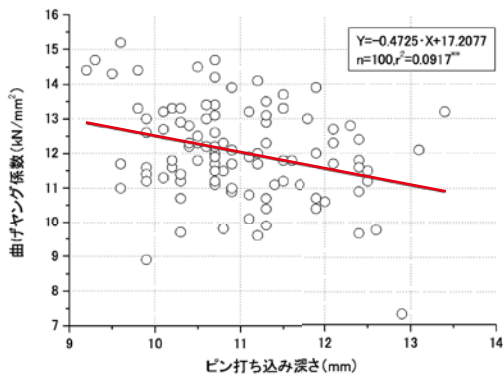
第4図 たわみ振動ヤング係数と曲げ強さの関係

たわみ振動ヤング係数と曲げヤング係数の間には、危険率1%で非常に強い正の相関が認められた。さらに、たわみ振動ヤング係数と曲げ強さの間には、危険率1%でやや強い正の相関が認められた。たわみ振動ヤング係数は縦振動ヤング係数と同様に、曲げ強度との間に高い相関関係が認められたことから、曲げ強度を推定するための有効な指標になると考えられる。

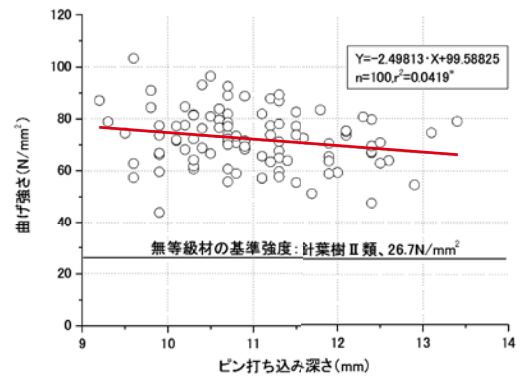
## 3) ピロディンによるピン打ち込み深さと曲げ強度との関係

ピロディンによるピン打ち込み深さと曲げヤング係数及び曲げ強さの関係を第5図及び第6図に示す。

ピン打ち込み深さと曲げヤング係数及び曲げ強さの間には、非常に弱い負の相関が認められた。ピロディンによるピン打ち込み深さは、精度は高くないが曲げ強度との間に相関関係が認められており、曲げ強度をある程度推定できる可能性があると考えられる。



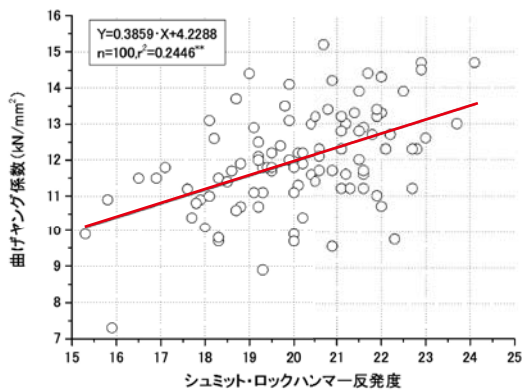
第5図 ピン打ち込み深さと曲げヤング係数の関係



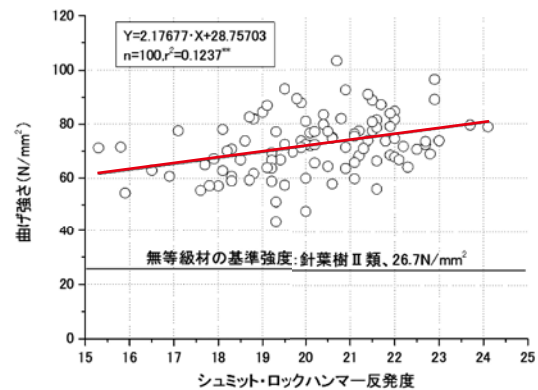
第6図 ピン打ち込み深さと曲げ強さの関係

4) シュミット・ロックハンマー反発度と曲げ強度との関係

シュミット・ロックハンマー反発度と曲げヤング係数及び曲げ強さの関係を第7図及び第8図に示す。



第7図 シュミット・ロックハンマー反発度と曲げヤング係数の関係



第8図 シュミット・ロックハンマー反発度と曲げ強さの関係

シュミット・ロックハンマー反発度と曲げヤング係数及び曲げ強さの間には危険率1%で非常に弱い正の相関が認められた。シュミット・ロックハンマー反発度はピロディンによるピン打ち込み深さと同様に、精度は高くないが曲げ強度をある程度推定できる可能性があると考えられる。

以上の結果より、健全なヒノキ円柱加工材の各種非破壊試験結果は、曲げ強度との間に相関関係を示していた。劣化を生じたヒノキ円柱加工材のデータがないため一概にはいえないが、これらの非破壊試験は部材の耐用限界を現場で簡単に客観的に評価するための有効な手法になりうると考えられる。