

# 既存土木用木製構造物の耐用限界評価技術の開発

## －木製防護柵ビームの耐用限界評価－

金田利之

### 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。

そこで本研究では、既存の土木用木製構造物である木製防護柵を対象に構成部材である木製ビームの耐用限界を現場で簡単に客観的に評価することを目的として、劣化状態を評価するための各種非破壊試験と強度との関係を検討した。

### 2. 調査方法

#### 1) 調査対象

岡山県真庭市仲間地内の森林基幹道「作西線」の起点付近に平成16年に設置された木製防護柵の構成部材である木製ビームを調査対象とした。調査した木製防護柵は、コンクリート製支柱に木製ビーム（φ180mm、長さ1990mm）を上下2段取り付ける構造となっており、支柱とビームはナットで固定されている。木製ビームは、樹種がスギの丸棒加工材で、背割りが施されている。さらに野外での耐久性が必要とされるため、銅系の防腐薬剤が注入されている。



写真1 調査した木製防護柵

## 2) 調査数

木製ビームの調査数は、20体とした。

## 3) 調査方法

調査は、非破壊試験と破壊試験を行った。

### a. 非破壊試験

#### ①劣化度評価

木製ビームの劣化度の判定は目視及び触診によって行い、第1表に示す独立行政法人森林総合研究所が行う基準に従い0～5の6段階で評価した。

第1表 劣化度判定基準

被害度	観 察 状 態
0	健全
1	部分的に軽度の虫害、または腐朽
2	全面的に軽度の虫害、または腐朽
3	2の状態の上に部分的に激しい虫害、または腐朽
4	全面的に激しい虫害、または腐朽
5	虫害または腐朽により形が崩れる

#### ②動的ヤング係数

木製ビームの縦振動及びたわみ振動により測定した固有振動数と木製ビームの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  $m_1=4.730$ ）

#### ③ピン打ち込み深さ

木製ビームの中央部3カ所について、ピロディンを用いてピン打ち込み深さを測定した。



写真2 たわみ振動による固有振動数の測定



写真3 ピロディンによる測定状況

#### ④含水率

木製ビームの中央部の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

木製ビーム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1800mmの中央集中荷重方式とし、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4 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。

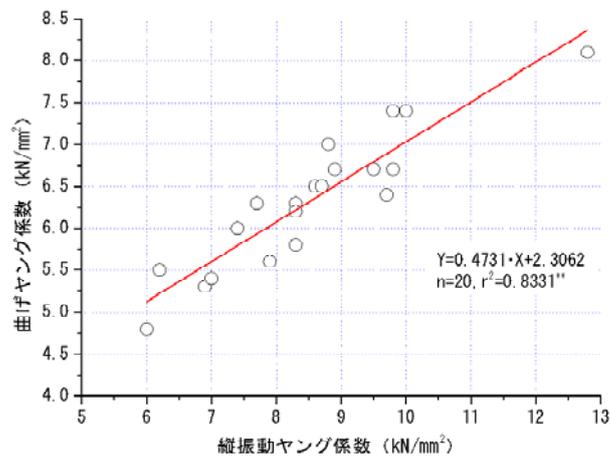
### 3. 結果

#### 1) 劣化度評価

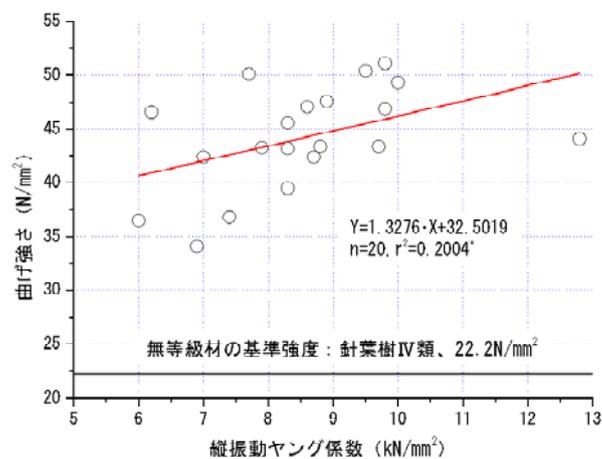
調査した木製防護柵ビームは、表面に干割れは観察されたが、腐朽や虫害は認められず、劣化度はすべて0であった。

#### 2) 縦振動ヤング係数と強度との関係

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



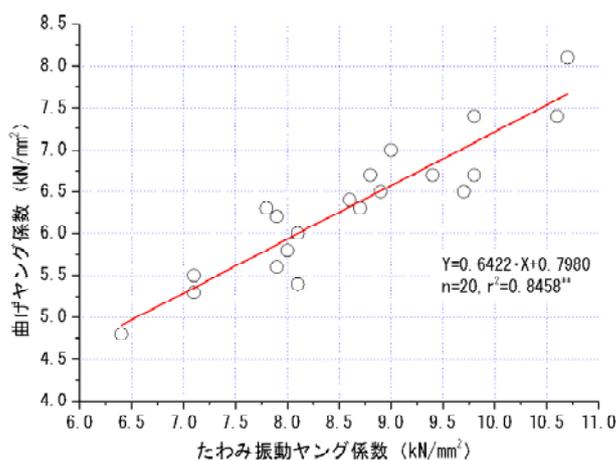
第2図 縦振動ヤング係数と曲げ強さの関係

縦振動ヤング係数と曲げヤング係数の間には、危険率1%で正の相関関係が認められた。さらに、縦振動ヤング係数と曲げ強さの間には、危険率5%で正の相関関係が認められた。縦振動ヤング係数は強度との間に高い相関関係が認められたことから、強度を推定するための有効な指標になると考えられる。

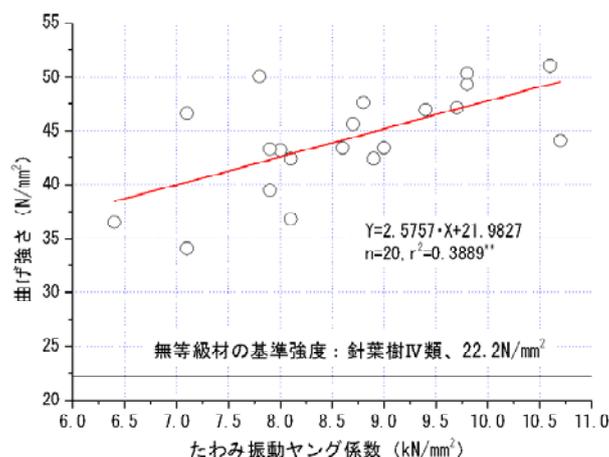
なお、今回調査した木製防護柵ビームの曲げ強さは、すべて無等級材の基準強度（針葉樹IV類、 $22.2\text{N/mm}^2$ ）を上回っていた。

### 3) たわみ振動ヤング係数と強度との関係

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

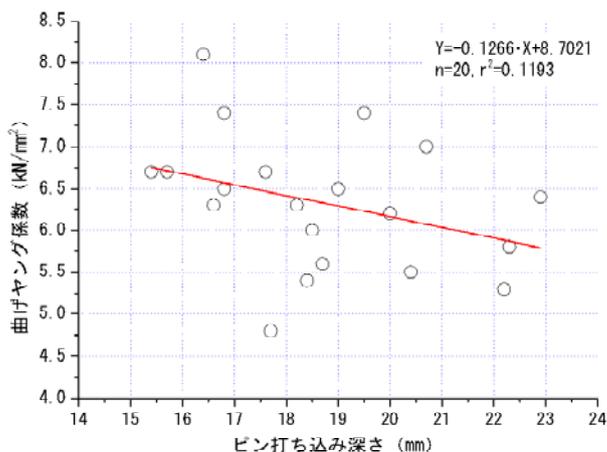


第4図 たわみ振動ヤング係数と曲げ強さの関係

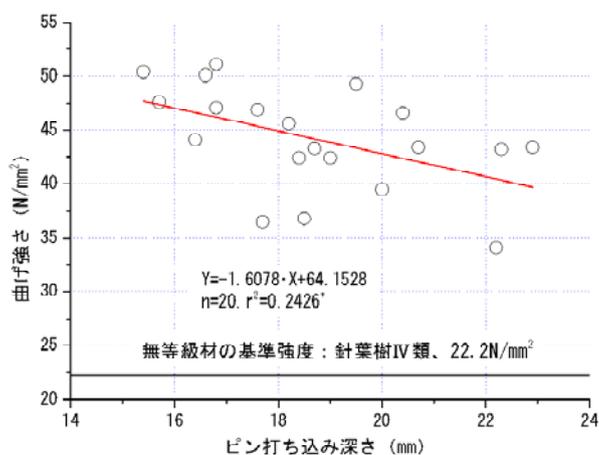
たわみ振動ヤング係数と曲げヤング係数及び曲げ強さの間には、危険率1%で正の相関関係が認められた。たわみ振動ヤング係数は強度との間に高い相関関係が認められたことから、強度を推定するための有効な指標になると考えられる。

#### 4) ピロディンによるピン打ち込み深さと強度との関係

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。



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

ピン打ち込み深さと曲げヤング係数の間には負の傾向が見られるが、高い相関関係ではなかった。しかし、ピン打ち込み深さと曲げ強さの間には、危険率5%で負の相関関係が認められた。ピロデ

インによるピン打ち込み深さは、曲げヤング係数の推定には有効な指標とはならないが、曲げ強さの推定には有効な指標になると考えられる。

以上の結果より、劣化を生じていない木製ビームの各種非破壊試験結果は、強度と高い相関関係を示していた。劣化を生じた木製ビーム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方法であると考えられる。