

# 愛知所における木材を利用した治山構造物について

愛知森林管理事務所 治山主幹 ○萩原<sup>はぎわら</sup> 伸也<sup>のぶや</sup>  
治山主幹 光坂<sup>こうさか</sup> 紀治<sup>きはる</sup>

## 要 旨

当所では平成10年度より間伐材の促進と間伐材の有効利用を図り、木材の特性を活かした自然に優しい工法として、木製の溪間工を施工してきました。まもなく施工後10年となることから、既設の木製溪間工の木材の腐朽等の状況の調査を行いました。その結果、木材の腐朽等による劣化も少なく、構造物として機能が保たれていることが確認できました。

## はじめに

近年、地球温暖化がさげられるなか、木材の利用は二酸化炭素の吸収・固定による地球温暖化防止につながり、また間伐材を利用することは、森林の適切な整備にもつながります。

治山工事において木材は、自然環境に調和した資材として利用されてきましたが、主に山腹工での利用がほとんどでした。その中で、当所では平成10年度より旧名古屋管内では初めて木製の溪間工を施工してきました。木材は有機物であるという性質上、腐朽や蟻害等により劣化することは避け難い材料です。この木材の劣化が、強度低下を引き起こし構造物の耐久性を左右するため、木材構造物施工後には、必要に応じて点検を行い適切に対処していかなければなりません。

今回木製溪間工の施工箇所において、木材の腐朽等による劣化の状況の調査を定量的調査と定性的調査の2通りで行いました。

## 1 調査地概要及び調査対象

調査箇所は、段戸国有林（年平均気温11.3℃、年間降水量1,978mm、標高約930m）、八曾国有林（年平均気温14.7℃、年間降水量1,619mm、標高約200m）及び大ヶ蔵連国有林（年平均気温14.6℃、年間降水量1,675mm、標高約470m）に施工されている谷止工3基、流路工5箇所について調査を行いました。使用材は全箇所ヒノキを使用しており、大ヶ蔵連の流路工は皮付き丸太が使用されています。それ以外の箇所については、太鼓挽き材が使用されています。防腐処理については全調査箇所とも行われていません。

表-1 調査対象一覧

施工年度	箇所名	工種	樹種	加工方法	材径（厚さ）
H10	段戸（裏谷）	谷止工	ヒノキ	太鼓挽き	10cm
		流路工	ヒノキ	太鼓挽き	10cm
H10	段戸（栃洞）	流路工	ヒノキ	太鼓挽き	10cm
H11	段戸（弁天沢）	谷止工	ヒノキ	太鼓挽き	10cm
		流路工	ヒノキ	太鼓挽き	10cm
H12	八曾（巖頭洞）	谷止工	ヒノキ	太鼓挽き	10cm
		流路工	ヒノキ	太鼓挽き	10cm
H14	大ヶ蔵連（アンコ沢）	流路工	ヒノキ	皮付き丸太	10cm

## 2 調査方法

### (1) 定性的調査方法

定性的調査は、目視・触診・打診による調査であり、部材の変色・変状・損傷、菌類の子実体の発生状況、蟻道などの形跡、指で触れての感触、ハンマーで叩いて反響音や反発について調査しました。

木材の腐朽による劣化の度合いを、6段階の被害度評価で行いました。これでは、全面的に軽度の腐朽等に加え部分的に激しい腐朽等のあるものを被害度3としています。そのことから飯島氏は、激しい被害がある被害度3以上を腐朽材としています。このため今回の調査では、被害度が0から2であれば構造物として問題ないと評価することとしました。

### (2) 定量的調査方法

定量的調査は打込抵抗法という方法で行い、測定にはピロディンを用いました。ピロディンは、所定の直径の鋼製ピンを一定のエネルギーで木材表面に打ち込み、その打込深さを測定します。打込深さは木材の曲げ強度と負の相関関係があり、劣化が進むと打込深さが大きくなります。測定範囲は0～40mmです。



写真-1 ピロディン

## 3 調査結果および考察

### (1) 定性的調査結果

裏谷（9年経過）、弁天沢（8年経過）については、流路工の側壁部にこげが多く発生していましたが、部材は全体的に硬く、ハンマーによる反響音、反発ともに問題なくしっかりしていました。

枋洞（9年経過）の流路工の側壁部については、横丸太の上段部の腐朽が中段部、下段部に比べ進んでいました。表面も部分的に軟らかく反響音も少し鈍く、反発も少し小さい状況でした。敷木部については良好でした。

八曾（7年経過）の谷止工については、表面を触ると軟らかい部分とまったく腐朽しておらず硬い部分があり、部材により腐朽の度合いに大きな違いが見られました。

大ヶ蔵連（5年経過）については、皮付き丸太を使用し、丸太の間に植生土のうを施工したことから、草木本類が繁茂していました。木材の状況はこげの量も多く、触った感触も柔らかく調査した箇所が一番腐朽が進んでいました。

全調査箇所とも施工地は草木本類が繁茂しており復旧が図られ、また周囲の景観とも調和していました。定性的調査結果を工種ごとにまとめたものが表-2です。被害度は0から2となり激しい腐朽のある箇所がなかったことから、構造物として問題ないと判断しました。大ヶ蔵連の流路工については施工年度が新しいにもかかわらず腐朽が他の箇所より進み、被害度が2の全面的に軽度の腐朽等となったのは、皮付き丸太であったこと、また植生土のうが施工されていたことによる影響であると考えられます。流路工の敷木部については、被害度が0の健全となったのは流水の影響であると考えら

れます。



写真-2 段戸（弁天沢）施工直後（左上）と現在の状況（8年経過）



写真-3 八曾（巖頭洞）施工直後（左上）と現在の状況（7年経過）



写真-4 大ヶ蔵連（アンコ沢）施工直後（左上）と現在の状況（5年経過）

表-3 定性的調査結果一覧

谷止工

施工年度	箇所名	損傷	菌類	触診	反響音	反発	被害度
H10	段戸（裏谷）	無	無	良好	良好	良好	0
H11	段戸（弁天沢）	無	こけ	良好	良好	良好	0
H12	八曾（巖頭洞）	無	無	一部軟	一部やや鈍い音	一部やや弱い	1

流路工（側壁部）

施工年度	箇所名	損傷	菌類	触診	反響音	反発	被害度
H10	段戸（裏谷）	無	こけ	良好	良好	良好	0
H10	段戸（栃洞）	無	こけ	一部軟	良好	良好	1
H11	段戸（弁天沢）	無	こけ	良好	良好	良好	0
H12	八曾（巖頭洞）	無	こけ	一部軟	一部やや鈍い音	一部やや弱い	1
H14	大ヶ蔵連（アンコ沢）	無	こけ	軟	やや鈍い音	やや弱い	2

流路工（敷木部）

施工年度	箇所名	損傷	菌類	触診	反響音	反発	被害度
H10	段戸（裏谷）	無	無	良好	良好	良好	0
H10	段戸（栃洞）	無	無	良好	良好	良好	0
H11	段戸（弁天沢）	無	無	良好	良好	良好	0
H12	八曾（巖頭洞）	無	無	良好	良好	良好	0

(2) 定量的調査結果

飯島氏（1999）は、スギ材におけるピロディンによる打込深さの測定値  $Pe$  値と曲げ強度の関係から、 $Pe = 35$  のときの曲げ強度の下限値を推定し、その値がスギ製材の材料強度を下回ることから、 $Pe \geq 35$  mm を使用不能材と定義し、治山木杭の耐用年数の目安であるとしています。さらに  $Pe < 35$  mm の材の残存耐力を 90% と仮定した場合、使用不能材の出現率が 60% のとき、材に設計値レベルの荷重が加われば 5% は破壊するとしています。今回の調査はヒノキを対象としていますが、 $Pe \geq 35$  mm を使用不能材と定義し、その出現率が 60% となっているかどうかで、耐用年数に達しているかの判断基準としました。今回の調査にあたり年数を経過していない未使用丸太の  $Pe$  値を測定したところ 15.7 mm となりました。

谷止工については（図-1）、水表、水裏、放水路部及び天端について無作為に構造物全体を測定しました。八管については、 $Pe$  値にばらつきが見られたことから、部材により腐朽の度合いに差があることが判断できます。また 35 mm 以上の割合が 15.4% と高くなったことから、段戸の裏谷及び弁天沢より腐朽が進んでいることが判断できます。

流路工については、側壁部の横丸太の上段部、中段部、下段部と立丸太及び敷木部を測定しました。側壁部については（図-2）、皮付き丸太を使用している大ヶ蔵連が 35 mm 以上の割合が最も高く、さらにピロディンの測定範囲である 40 mm を超え測定不能となった頻度が最も高くなりました。桁洞はばらつきが他の箇所 비해大きく、部材により腐朽に差があることが判断できます。谷止工と比較すると、あまり大きな差が無いこともわかりました。敷木部については（図-3）、谷止工や側壁部に比べばらつきも小さく、 $Pe$  値が 20 mm 前後となり、腐朽が進んでいないことがわかります。これは流水の影響で腐朽が進まなかったということが、数値的にも表れたものと判断できます。

谷止工と流路工ともに、35 mm 以上の割合が 60% 以上の箇所が無かったことから、現時点では、耐用年数はむかえておらず、構造物として問題ないと判断しました。

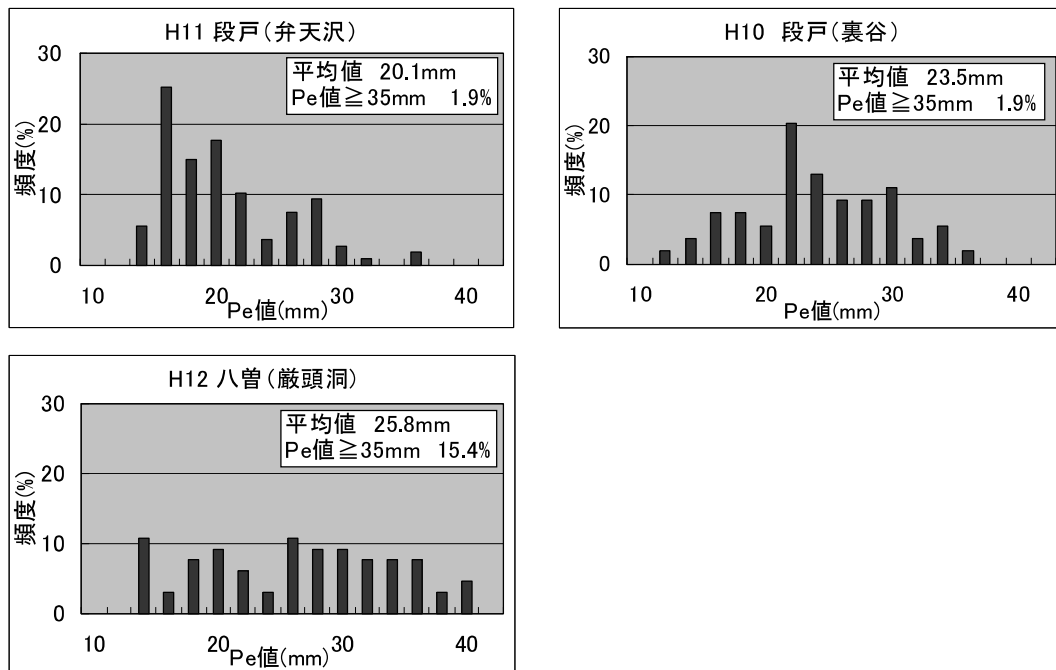


図-1 ピロディンによる測定結果（谷止工）

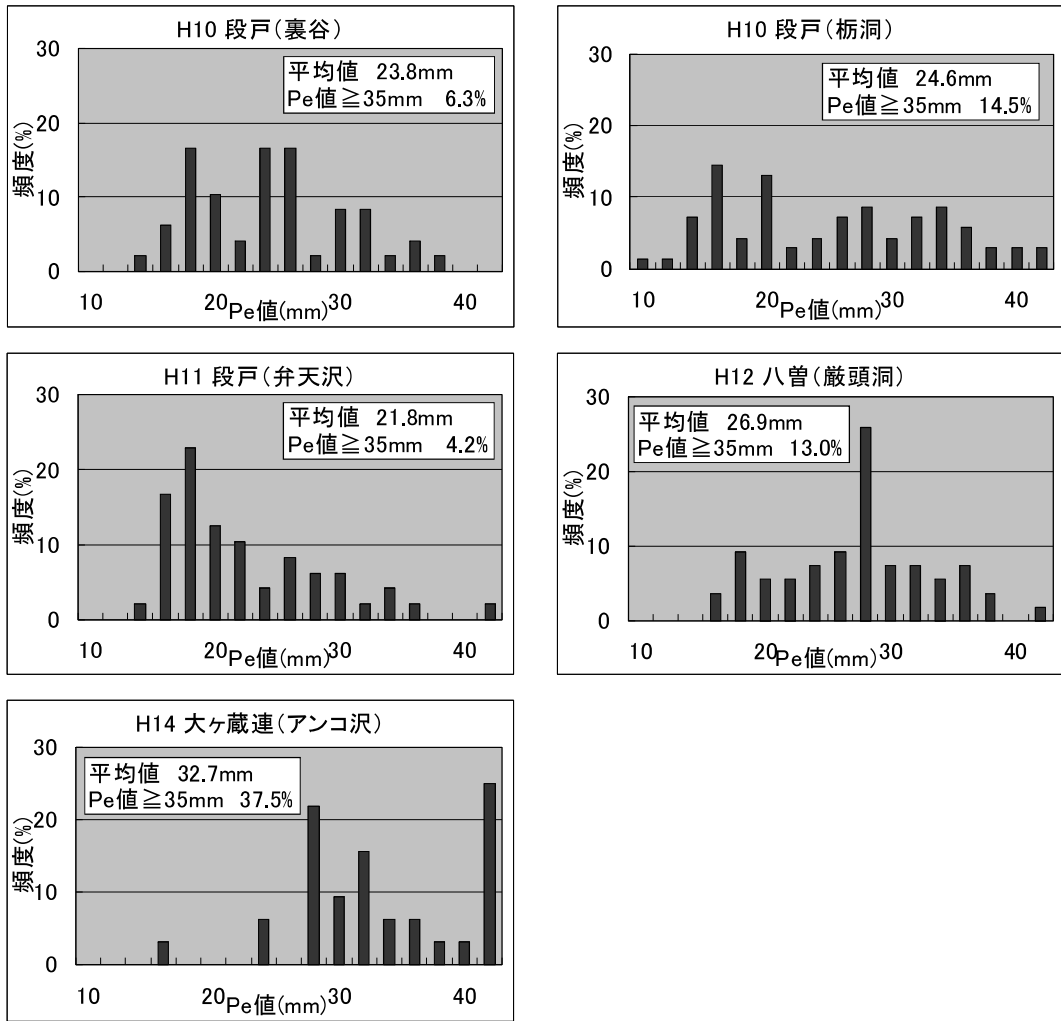


図-2 ピロディンによる測定結果 (流路工側壁部)

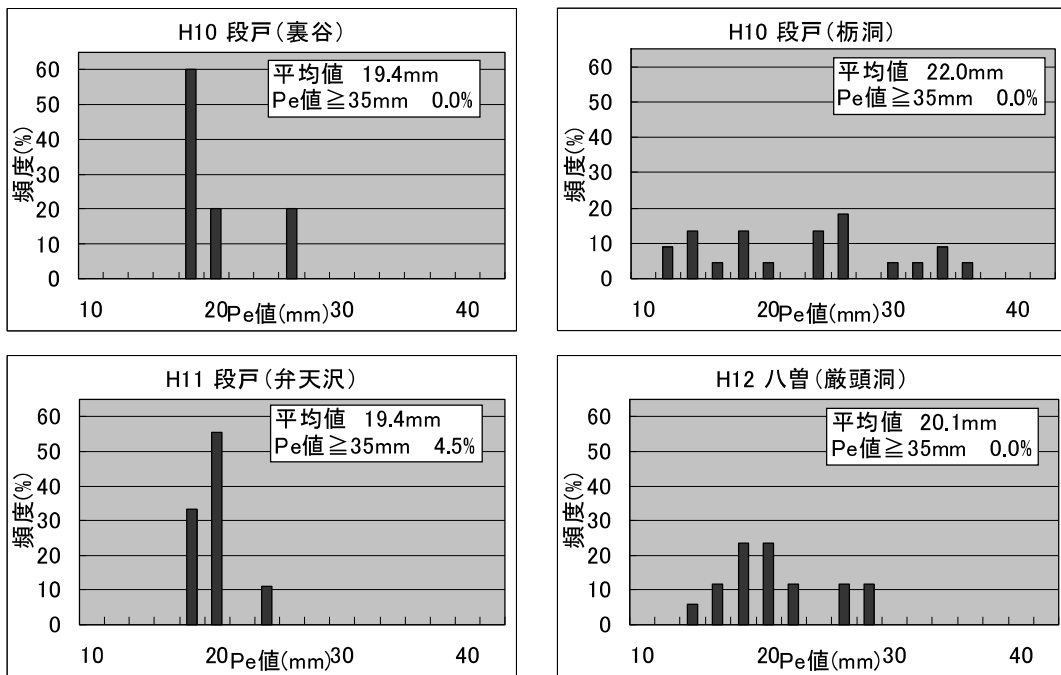


図-3 ピロディンによる測定結果 (流路工敷木部)

#### 4 まとめ

今回の定性的調査と定量的調査のから得られた結果は以下の通りです。

(1) 構造物としての機能が保たれている。

施工から9年経過するような構造物でも、木材の腐朽による劣化もそれほど見られず、機能が保たれていました。

(2) 水に浸されている部分については、腐朽の度合いが小さい。

流路工の敷木工の結果からも流水に浸されて空気が遮断されるような部分は、腐朽がしにくいということが実証されました。

(3) 皮付き丸太の方が皮剥丸太に比べ腐朽しやすい。

今回の調査ではサンプル数が少なかったものの、一般的にいわれている皮付き丸太は木材腐朽菌が侵入しやすく、腐朽しやすいということが実証されました。

(4) 定性的調査の結果と定量的調査の結果には相関関係が見られた。

定性的調査の被害度で0と判定した箇所は定量的調査の  $Pe$  値が小さくなりました。また被害度を2と判定した箇所は  $Pe$  値が大きくなったことからこのようなことが判断できます。

おわりに

今回初めてこのような調査を行い、木材構造物の現状を確認することができました。木材構造物が草木本類が繁茂した施工地で自然と調和していて、木材は景観的にも優れた資材であると感じました。また木材は二酸化炭素の固定など環境負荷が小さい資材でもあることから、引き続き治山事業への積極的な間伐材の利用に取り組んでいきたいと思えます。今後も定期的に点検をし追跡調査等を行って、木材腐朽の過程を把握していく必要があると感じました。

#### 参考文献

大橋一雄・多田野修（2005）ピロティンおよび目視被害度を用いたカラマツ杭材の耐用年数評価

飯島泰男（1999）土木用木質構造物の耐用年数評価について．木材保存25－5

埼玉県秩父農林振興センター林業部治山担当 治山木製構造物の腐朽について（治山2006年11月号）

平成19年度版森林土木木製構造物施工マニュアル