

間伐材柵工の耐久性 (Ⅲ)

木口面の劣化被害率と目視観察による被害度の評価、気乾密度、ピロディン打ち込み深さ、縦圧縮強度との関係

島田 忠雄
Tadao SHIMADA

Durability of wood fences in forest road made of thinning log (Ⅲ)
-The relationships between damage rate of cross section and visual grading,
basic density, depth of pilodyn test, compressive strength-

要旨：島田忠雄：間伐材柵工の耐久性 (Ⅲ) 木口面の劣化被害率と目視観察による被害度の評価、気乾密度、ピロディン打ち込み深さ、縦圧縮強度との関係 兵庫森林技研報49号：8～12、2001 広域基幹林道「澁川・氷の山」の柵工から採取した長さ約30cmのスギ、ヒノキの間伐材を用いて、画像解析による木口面の劣化被害率と目視観察等による方法など幾つかの診断法との関係を検討した。画像解析による木口面の劣化被害率と各種診断法の相関の高さは、スギ材では目視観察等による被害度の評価>縦圧縮強度>気乾密度>ピロディン打ち込み深さ>縦圧縮ヤング係数の順で、一方、ヒノキ材では目視観察等による被害度の評価>縦圧縮ヤング係数>縦圧縮強度>ピロディン打ち込み深さ>気乾密度>の順であり、木口面の劣化被害率と目視観察等による被害度の評価及び強度測定値とは高い相関関係があることがわかった。目視観察等による6段階評価で被害度3を使用限界と考えた場合、被害度3に相当する他の診断法の値はピロディン打ち込み深さではスギ材、ヒノキ材とも25mm、圧縮強度はスギ材で100kgf/cm²、ヒノキ材で240kgf/cm²、気乾密度ではスギ材で0.37 g/cm³、ヒノキ材で0.42 g/cm³に相当すると考えられる。

I はじめに

木材が屋外に暴露されると、腐朽や虫害などによる劣化が始まり、変色、重量の減少と密度の低下、組織の崩壊が起り、強度の低下が進むが、その進行速度を予測することは容易なことではない。また、被害は必ずしも木材表面から進行するとは限らず、むしろ木材の内部で生じることが多く、その発見を困難なものにしている。しかし、木材の耐久性の信頼性を高めるためにも、あるいは維持管理の上からも、腐朽や虫害などによる劣化の診断は重要である。

柵工に使われた実大スギ材(長さ70～190cm)の診断の場合、画像解析により求めた木口面の劣化被害率と各種診断法との相関の高さは、目視観察等(打音・目視併用)による被害度の評価>ピロディン試験機による打ち込み深さ>密度>縦振動法による動的ヤング係数の順であった(1)。しかし、部材が長すぎたため、部材の位置によって被害度が大きく異なった。また強度の低下は縦振動法ではよくわからないなどの欠点があった。

そこで、今回は長さ約30cmのスギ、ヒノキの間伐材を用いて、画像解析による木口面の劣化被害率と目視観察等による被害度の評価、気乾密度、ピロディン試験機による

打ち込み深さ、木材の圧縮強度との関係を調べ、各種診断法の有用性を検討した。

II 試料と試験方法

1. 供試材

平成11年7月に、広域基幹林道「澁川・氷ノ山線」の4箇所の施工現場から採取した柵工の横木を自然乾燥し、長さ30cmに切断した被害程度の異なるスギ材26本、ヒノキ材30本(そのうち対照材として野外暴露していない丸棒加工材それぞれ6本づつ)を供試材とした。供試材は末口径10～12cmの丸太あるいは2面を製材したタイコ挽き丸太をクレオソート浸漬処理されたもので、その断面積はスギ材で78.5～126.7cm²、ヒノキ材で78.5～132.1cm²で、全乾法による含水率は16～20%の範囲であった。

2. 木口面の劣化被害率の測定

供試材の丸太の両端の木口面における腐朽やシロアリなどの劣化被害を目視により判定し、またその面積を高速汎用画像解析装置(株式会社ピアス製)により測定し、木口面積に対する被害面積の比率(平均値)を画像解析による劣化被害率(以下「木口面の被害率」という)とした。な

表-1 目視観察等による評価基準 (2)

被害度	内 容
0	肉眼でも腐朽(虫害)がなく、打撃音も高い
1	木口面など部分的な軽度の被害、打撃音も鈍い
2	全面的に軽度の被害、打撃音も鈍い
3	全面的に軽度の被害の上に部分的に激しい被害、打撃音も鈍い
4	全面的に激しい被害、打撃音も鈍い
5	形が崩れるほどの被害

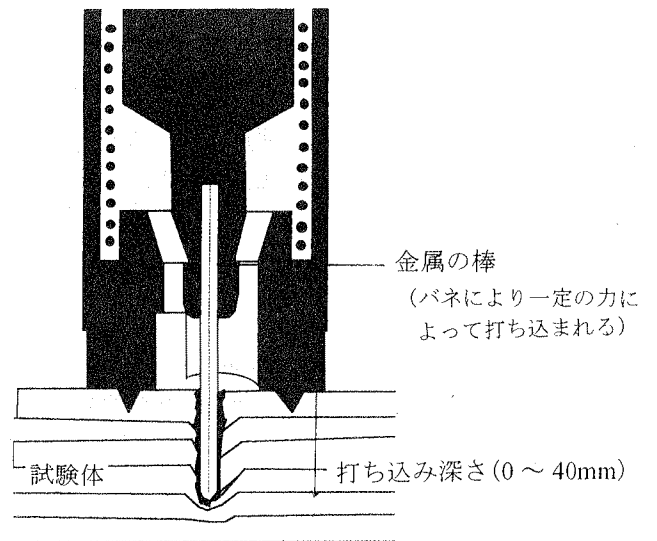


図-1 ピロディン試験機

お、被害により木材組織が崩壊し、木口が欠落している場合には、欠落部分を補うように、修正して木口の面積を算出した。

3. 目視観察等による被害度の評価

各種診断法の中で、施工現場で最も一般的な診断法である目視観察等による評価については目視による観察とハンマー打撃音を調べ、森林総合研究所の評価法(2)に準じた6段階の評価基準(表-1)により行った。なお、評価に

迷う場合には、厳しい評価、すなわち高い被害度とした。

4. ピロディン試験機による打ち込み深さの測定

スイスのProcep社のピロディン試験機(直径2.5mmの金属棒を一定の反発力を持つバネの力によって木材に打ち込み、侵入した金属棒の深さを表す)により、丸太中央部の4箇所(4箇所)の打ち込み深さをmm単位で測定し平均値(以下「ピロディン打ち込み深さ」という)を求めた(図-1)。

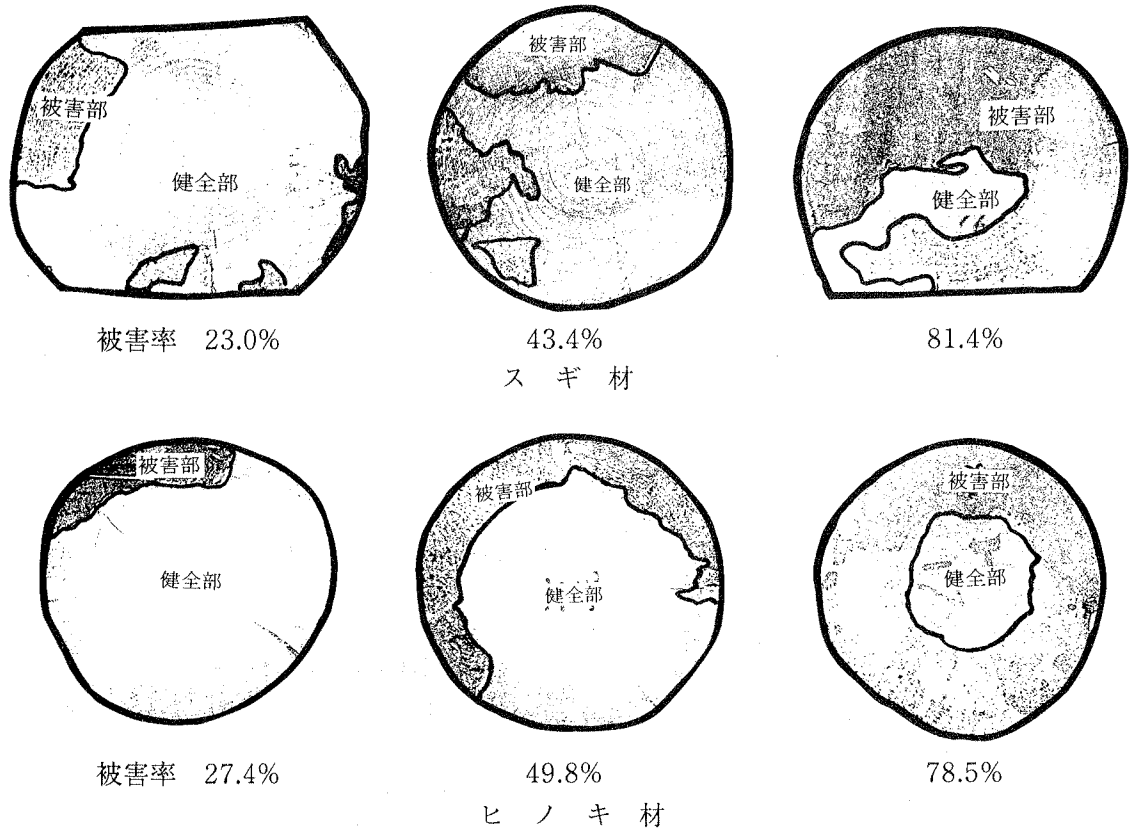


図-2 画像解析を行った木口面の一例

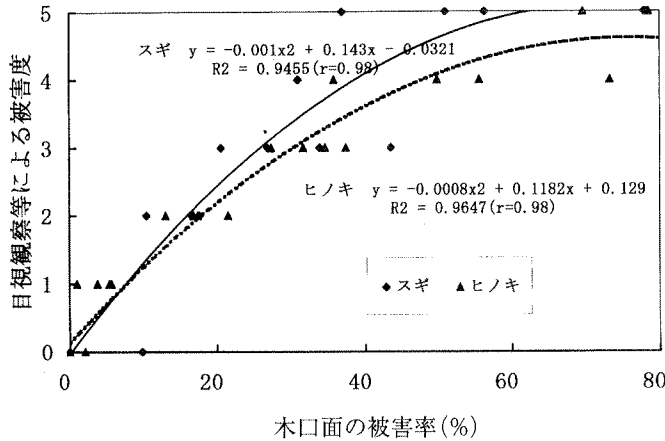


図-3 木口面の被害率と目視観察等による被害度との関係

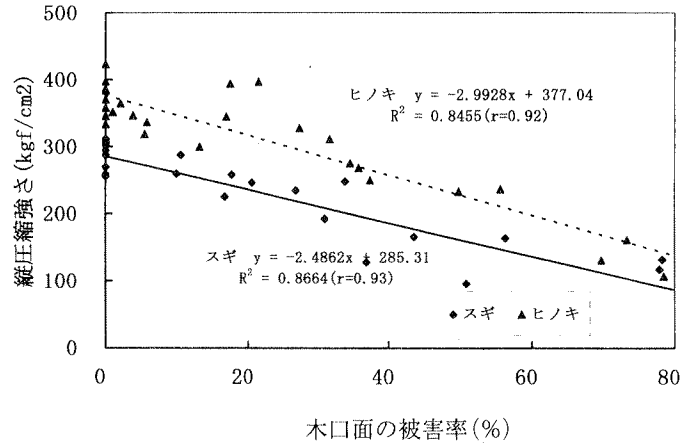


図-5 木口面の被害率と縦圧縮強さとの関係

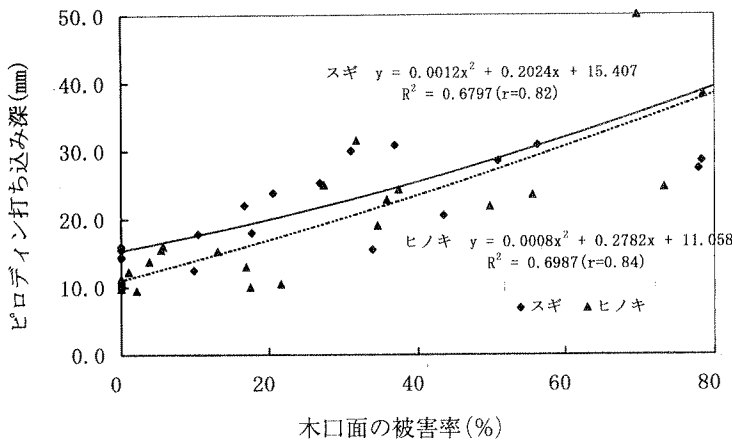


図-4 木口面の被害率とピロディン打ち込み深さとの関係

画像解析による木口面の被害率と目視観察等による被害度の評価、ピロディン打ち込み深さ、木材の圧縮強度などの関係は図-3、4、5に示すとおりである。

目視観察等による被害度の評価は、スギ材の木口面の被害率40%で既に被害度5に達しているものがあるのに対し、ヒノキ材の木口面の被害率80%でも被害度は4であった。被害度4以上では信頼性にやや問題があるものの、全体としての木口面の被害率との相関はスギ材、ヒノキ材とも $R^2 = 0.95$ ($r = 0.98$) とかなり信頼性は高い。

ピロディン打ち込み深さの値は、木口面の被害率が高くなるとともに増加し、木口面の被害率が同じ場合、スギ材の方がヒノキ材に比べ大きい値になる傾向があった。供試材の含水率が16~20%と実大スギ材における診断結果(1) (平均含水率87%) に比べてかなり低いいため、値も小さい。ま

5. 圧縮強度の測定

(株)東京衡機製造所製の1,000KN木材実大試験機により長さ約30cmの供試木の繊維方向に平行な荷重をかける縦圧縮試験を行って、縦圧縮強さと縦圧縮ヤング係数を算出した。

6. 気乾密度の測定

各供試木の両木口面の面積を画像解析装置で求めるとともに、重量を測定し、気乾密度を算出した。

III 結果および考察

1. 木口面の被害率と目視観察等による被害度の評価、気乾密度、ピロディン打ち込み深さ、木材の圧縮強度との関係

画像解析装置により求めた供試材の木口面の一例は図-2に示すとおりである。

表-2 木口面の被害率と目視観察等による評価、ピロディン打ち込み深さ、縦圧縮強さ、縦圧縮ヤング係数、密度との相関

	30cmの供試木		実大材 スギ
	スギ	ヒノキ	
木口面の被害率	r=1.00	r=1.00	r=1.00
目視観察等による評価	0.94	0.95	0.92
ピロディン打ち込み深さ	0.82	0.83	0.83
縦圧縮強さ	0.93	0.85	-
縦圧縮ヤング係数	0.57	0.92	-
気乾密度	0.84	0.77	0.72
縦振動法による縦圧縮ヤング係数	-	-	0.66

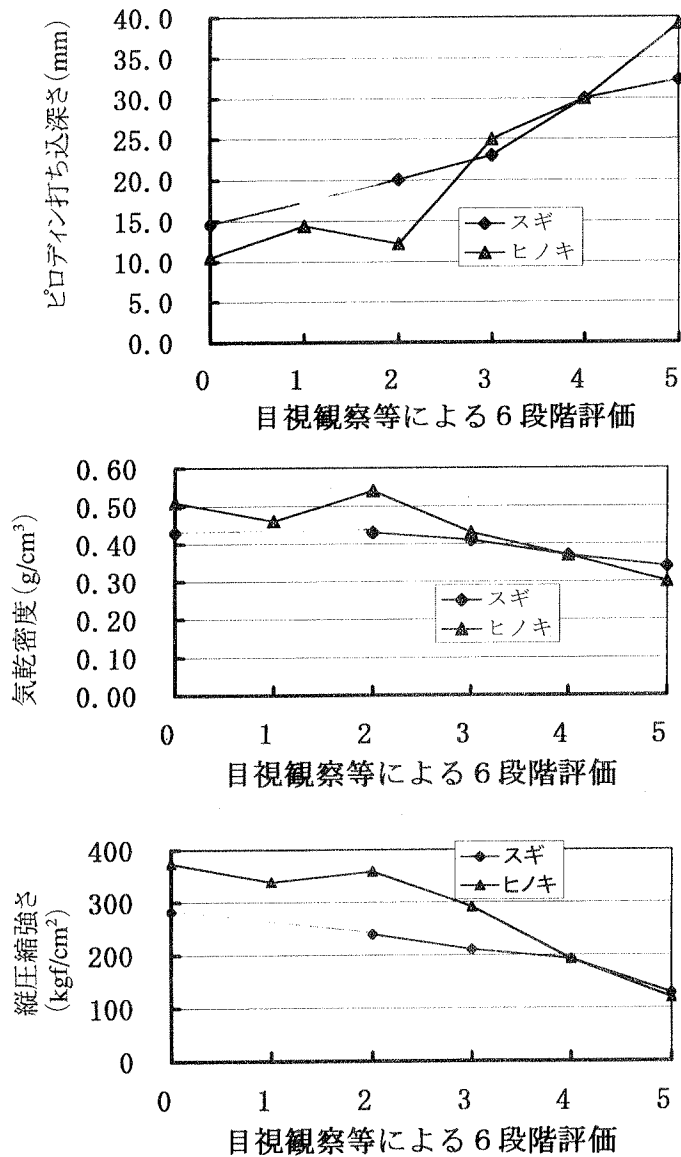


図-6 目視観察等による被害度とピロディン打ち込み深さ、圧縮強さ、気乾密度との関係

た、木口面の被害率との相関はスギ材、ヒノキ材ともに $R^2=0.70$ ($r=0.83$) 前後であった。

圧縮強さの値も、木口面の被害率が高くなるとも低下し、木口面の被害率が同じ場合、ヒノキ材の方がスギ材に比べ高い。

木口面の被害率0%の圧縮強さの値はスギ材で $300\text{kgf}/\text{cm}^2$ 弱、ヒノキ材で $400\text{kgf}/\text{cm}^2$ 弱であったのに対し、被害率80%ではスギ材で $100\text{kgf}/\text{cm}^2$ 弱、ヒノキ材で $150\text{kgf}/\text{cm}^2$ 程度まで低下していた。また木口面の被害率との相関はスギ材、ヒノキ材ともに $R^2=0.85$ ($r=0.92$) 前後であった。

次に、各種診断法の有用性を比較するため、木口面の被害率と目視観察等による被害度、ピロディン打ち込み深さ、

表-3 目視観察等による各評価段階におけるピロディン打ち込み深さ、圧縮強度、気乾密度の変化

樹種	目視観察等による被害度	ピロディン打ち込み深さ	圧縮強度	気乾密度
スギ	0	100	100	100
	1	-	-	-
	2	137	85	100
	3	158	74	95
	4	205	68	86
	5	221	45	79
ヒノキ	0	100	100	100
	1	137	90	90
	2	116	96	106
	3	238	78	84
	4	285	51	73
	5	373	32	59

縦圧縮強さ、縦圧縮ヤング係数、気乾密度との相関をそれぞれ単回帰で求めた結果は表-2に示すとおりである。

木口面の被害率との相関の高さはスギ材では目視観察等による被害度の評価>縦圧縮強さ>気乾密度>ピロディン打ち込み深さ>縦圧縮ヤング係数の順で、ヒノキ材では目視観察等による被害度の評価>縦圧縮ヤング係数>縦圧縮強さ>ピロディン打ち込み深さ>気乾密度>の順であった。また、スギ材の縦圧縮ヤング係数との相関 ($r=0.57$) が低い以外、木口面の被害率、目視観察等による被害度の評価、気乾密度、ピロディン打ち込み深さ、縦圧縮強さなどの相関は $r=0.77\sim 0.95$ の範囲で、実大スギ材における診断(1)に比較して、相関は高いと言える。

2. 目視観察等による被害度と他の診断法との関係

木口面の被害率との相関が高く、実用的な診断法である目視観察等による被害度を基準に、ピロディン打ち込み深さ、圧縮強度、気乾密度など他の診断法との関係について調べ、その結果を図-6に示した。

スギ材の目視観察等による被害度1の試験体が欠除していたが、スギ材、ヒノキ材とも目視観察による被害度が大きくなるにつれて、ピロディン打ち込み深さの値は増加し、気乾密度、圧縮強度の値は低下する傾向があった。しかし、縦圧縮ヤング係数はヒノキ材では目視観察による被害度が大きくなるにつれて低下傾向がはっきりしていたが、スギ材は明確でなかった。

表-4 目視観察等による被害度3に
相当する他の診断法の値

診断法	スギ	ヒノキ
画像解析による被害率	26%	30%
ピロディン打ち込み深さ	25mm	25mm
圧縮強さ	100kgf/cm ²	240kgf/cm ²
圧縮ヤング係数	25tf/cm ²	43tf/cm ²
気乾密度	0.37g/cm ³	0.42g/cm ³

目視観察等による被害度0に対応する他の診断法の測定値を100とした場合の各被害度におけるピロディン打ち込み深さ、圧縮強度、気乾密度の比率は表-3に示すとおりである。目視観察等による被害度5では、被害度0に比べ縦圧縮強さはスギ材で45%、ヒノキ材で32%まで低下し、気乾密度もスギ材で79%、ヒノキ材で59%まで低下していた。逆にピロディン打ち込み深さはスギ材で211%、ヒノキ材で373%まで増加していた。

目視観察等による被害度3を使用限界(1)(2)と考えた場合、被害度3に相当する他の診断法の値は表-4に示すとおりである。ピロディン打ち込み深さではスギ材、ヒノキ材とも25mm、圧縮強さはスギ材で100kgf/cm²、ヒノキ材で240kgf/cm²、気乾密度ではスギ材で0.37g/cm³、ヒノキ材で0.42g/cm³に相当すると考えられるが、供試材の含水率が実大スギ材における診断結果(1)にくらべ低いため、ピロディン打ち込み深さや気乾密度は小さく、逆に強度は大きくなる傾向があった。

IV 摘 要

柵工に用いられた長さ約30cmのスギ、ヒノキの間伐材を用いて、画像解析による木口面の劣化被害率と目視観察による被害度の評価、気乾密度、ピロディン打ち込み深さ、木材の圧縮強度との関係を調べ、各種診断法の有用性を検討した。得られた結果は次のとおりである。

(1) 供試木の含水率が実大スギ材における診断にくらべ低いため、ピロディン打ち込み深さの値は小さく、逆に強度は大きくなる傾向があった。

(2) 木口面の被害率と各種診断法の相関の高さは、スギ材では目視観察等による被害度の評価>縦圧縮強さ>気乾密度>ピロディン打ち込み深さ>縦圧縮ヤング係数の順であった。一方、ヒノキ材では目視観察等による被害度の評価>縦圧縮ヤング係数>縦圧縮強さ>ピロディン打ち込み深さ>気乾密度の順であった。

(3) 目視観察等による被害度3を使用限界と考えた場合、被害度3に相当する他の診断法の値はピロディン打ち込み深さではスギ材、ヒノキ材とも25mm、圧縮強さはスギ材で100kgf/cm²、ヒノキ材で240kgf/cm²、気乾密度ではスギ材で0.37g/cm³、ヒノキ材で0.42g/cm³に相当すると考えられる。

V 引用文献

- (1) 島田忠雄 (2000) 第50回日本木材学会大会研究発表要旨集、p696.
- (2) 松岡昭四郎、雨宮昭二、庄司要作、井上衛、安部寛、内藤三夫 (1970) 林試研報、232、109-135.