

ピロディン打込深さに与える要因の検討

越智俊之

The Effect of Factors on the Pilodyn Driving Depth

Toshiyuki OCHI

要 旨

土木公園用資材として木材の利用が推進されているが、用途によっては定期的な点検・修理が必要なものもある。木材の腐朽や劣化状況を把握する方法として、ピロディンによる測定がある。しかし、ピロディン打込深さと木材の物理的要因の関係について検討した事例は少ない。そこで、スギ材を供試材としてピロディン打込深さに影響のある要因について検討した。その結果、ピロディン打込深さは、試験体の含水率と全乾密度の影響が大きく、この2つの要因を説明変数とする重回帰式が求められた。そして、含水率の増加に伴って、ピロディン打込深さは直線的に増加する傾向が示唆された。現場に施工された木製構造物の部材の含水率を50～100%程度と仮定した場合、スギ健全木のピロディン打込深さは20～24mmになると推定した。

I はじめに

近年、木柵工や木製構造物等の土木公園用資材として木材の利用が推進されている。そのような利用においては、耐久性や安全性が求められるものもあり、定期的な点検・修理を必要な場合もある。木材の腐朽や劣化状況を把握する方法として、打込抵抗法や応力波伝播速度等による方法が検討されている。そのなかで、打込抵抗法の試験器であるピロディン (Pilodyn) は、機器の運搬や測定方法が簡易であるため、現場での測定に適した試験器であると考えられる (図1)。

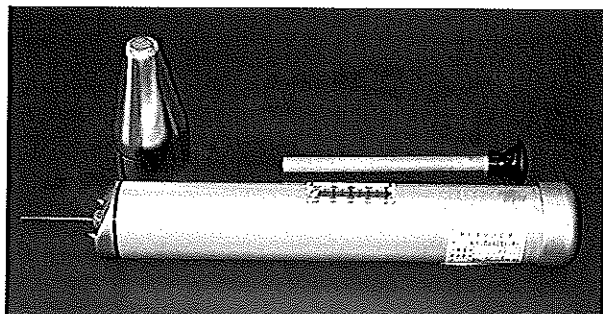


図1 ピロディン

ピロディンの打込深さと含水率等の木材の物理的性質との関係を調べた研究事例は少ない¹⁻³⁾。現場でピロディンによる測定を行う前に、健全な木材を用いてそれら物理的性質とピロディン打込深さの関係を把握する必要がある。そこで、ピロディン打込深さに影響を与えると思われる要因のうち、含水率・密度・年輪幅について検討した。

なお、本報の一部は、日本木材学会中国・四国支部第16回研究発表会 (徳島, 2004年) において発表した。

II 試験方法

1) 供試材

試験体は、剥皮したスギ小径丸太31本 (末口径9～17cm, 長さ120cm, 25年生) から厚さ約10cmの試験体を238個採取した。採取した試験体は、飽水处理、天然乾燥または人工乾燥を行い、含水率を調整した。含水率 (MC) はピロディンによる測定終了後に全乾法により求めた。密度は、試験体採取時に密度試験片をあわせて

採取し、丸太の試験体採取時の密度 (Dlog) と全乾密度 (D0) を求めた。年輪幅は、試験体ごとに年輪幅 (AR) を計測した。また、ピン長が40mmであるため、試験体の剥皮した表面から深さ40mmまでの年輪幅を計測した (AR40)。

2) 測定および解析方法

測定には、PROCEQ社製Pilodyn 6J (打込ピン直径2.5mm, ピン長40mm) を使用した。1試験体につき半径方向4方向からピンを打込み、4方向の打込深さの平均値をその試験体のピロディン打込深さ (Py) とした (図2)。

ピロディン打込深さを目的変数、各種要因を説明変数としてステップワイズ重回帰分析を行い、ピロディン打込深さとの関係について検討した。

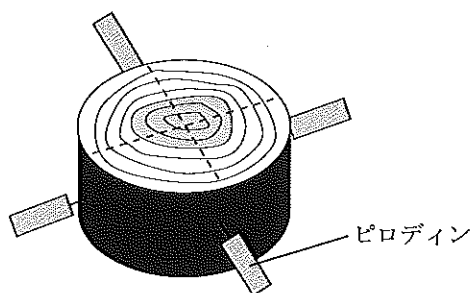


図2 Pyの測定位置

III 結果と考察

Pyの最大値は32.3mmであり、打込深さの最大値40mmを計測した試験体はなかった (表1)。含水率は、人工乾

燥や天然乾燥、飽水処理による含水率調整によって6.5~200.5%となり、変動係数も他の要因に比べて大きくなった。

表2に各測定値間の相関行列を示す。Pyはいずれの要因とも有意な関係が認められた。特にMCと正の相関、D0と負の相関が比較的強いことが明らかとなった。DlogはD0に比べて相関関係が低かった。また、ARとAR40はPyとの有意な関係が認められたものの相関係数は低く、年輪幅の間隔はピロディン打込深さに与える影響が小さいといえる。

重回帰分析を行った結果、説明変数にMCおよびD0を説明変数とするステップワイズ重回帰式が導かれた (表3)。この回帰式の調整済みR²は0.643 (P<0.001) であり、この式を使用することで健全なスギ材のPyをある程度推定できると考えられる。飯島¹⁾は、ピロディン打込深さには試験時含水率と含水率30%時の密度の影響が大きいと報告しており、本結果はこれと同様の傾向を示していた。

全乾密度の変動係数は12.9% (平均値0.35g/cm³) とバラツキが認められたが、そのバラツキは含水率の変動係数 (75.5%) に比べて小さい。そこで、含水率の変化にともなうピロディン打込深さの変化について検討した (図3)。その結果、対数回帰および直線回帰の決定係数から判断すると、ピロディン打込深さは、含水率の増加に伴って、ある程度の含水率で頭打ちとなる対数的な増加ではなく、直線的に増加する傾向が示唆された (直線回帰；

表1 測定結果

	Py	MC	Dlog	D0	AR	AR40
平均値	20.6	52.7	0.57	0.35	3.5	3.0
最大値	32.3	200.5	0.85	0.44	5.7	5.7
最小値	10.3	6.5	0.42	0.27	2.7	2.2
標準偏差	4.1	39.8	0.10	0.05	0.5	0.5
変動係数 (%)	20.0	75.5	17.9	12.9	14.7	18.4

表2 Pyと各要因間の相関行列

	MC	Dlog	D0	AR	AR40
Py	0.653 ***	-0.223 ***	-0.537 ***	0.192 ***	0.173 **
MC		0.019	-0.111 *	0.007	0.000
Dlog			0.291 ***	-0.015	0.064
D0				-0.310 ***	-0.361 ***
AR					0.836 ***

※*: P<0.05, **: P<0.01, ***: P<0.001

表3 重回帰分析の結果

回帰式	$P_y=0.062(MC)-42.755(D0)+32.242$
R ²	0.646
調整済みR ²	0.643
推定値標準誤差	2.454
F値	214.075
P値	P<0.001

※MC：含水率，D0：全乾密度

$y=0.0674x+17.005$, $R^2=0.4269$, 対数回帰; $y=3.225\log(x)+8.7284$, $R^2=0.3972$)。津島ら³⁾は、含水率50%以上ではピロディン打込深さがほぼ一定となると報告している。本結果では含水率が50%以上であってもピロディン打込深さが増加する傾向が認められた。

現場に施工された木製構造物の部材の含水率を50~100%、全乾密度を高橋ら⁴⁾から 0.35g/cm^3 と仮定した場合、表3または図3の式を使用して部材のピロディン打込深さを求めると、約20~24mmとなった(表4)。この値は、木製構造物に使用されたスギ健全木のピロディン打込深さといえることができる。津島ら³⁾では、健全なスギ小径丸太のピロディン打込深さは18mmと報告してい

るが、本試験結果ではそれよりもピロディン打込深さが大きくなった。

木製構造物の施工現場には、様々な使用環境があり、施工場所ごとに方位や日照が異なり、部材によって含水率が異なる。また、ピロディン打込深さは含水率の影響を受けることが明らかとなった。そこで、現場での測定にあたっては、ピロディンによる測定にあわせて含水率計で部材の含水率を計測する必要があると思われる。

引用文献

- 1) 飯島泰男：土木用木質構造物の耐用年数評価について，木材保存25，209-218（1999）。
- 2) 津島俊治：ピロディン打込深さに影響を与える諸要因，九州森林研究55，192-195（2002）。
- 3) 津島俊治，河津渉，城井秀幸，豆田俊治，三ヶ田雅敏，長谷部孝行：土木木製構造物の耐久性に関する研究，大分県林試研報15，1-65（2003）。
- 4) 高橋徹，中山義雄編：木材科学講座3 物理，海青社，1995，p.29。

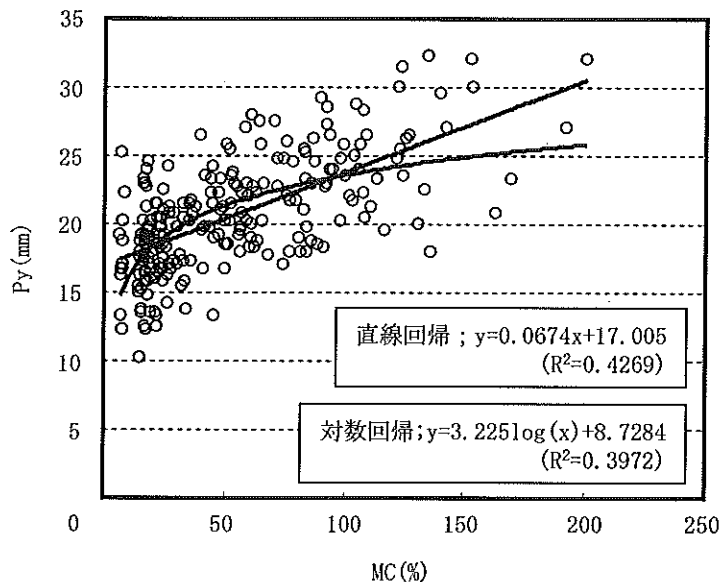


図3 PyとMCの関係

表4 ピロディン打込深さの推定値

数式	ピロディン打込深さ(mm)	
	含水率50%	含水率100%
表3 $0.062(MC)-42.755(D0)+32.242$	20.4	23.5
図3 $0.0674(MC)+17.005$	20.4	23.7

※MC：含水率，D0：試験体の全乾密度
※D0は 0.35g/cm^3 と仮定

The Effect of Factors on the Pilodyn Driving Depth

Toshiyuki OCHI

ABSTRACT

There is the one for which a regular check and the repair are necessary the case wood is used for a wood civil-engineering structures. The measurement by Pilodyn is a method of research the deterioration of wood. However, the case that examines the relation between the Pilodyn driving depth and the wood quality is few. Then, it examined it by using the *Cryptomeria japonica*. As a result, it is clarified the Pilodyn driving depth is greatly related the moisture contents and no moisture density of the examination body. And, the result of multiple regression models adopted these factors. Moreover, there is a correlation between the Pilodyn driving depth and moisture contents. The Pilodyn driving depth by on *Cryptomeria japonica* small logs is estimated about 20-24mm in case of the moisture contents son wood civil-engineering structures is from 50% to 100%.