

ピロディンによる測定値と木材含水率の関係についての一斉試験

国立研究開発法人 港湾空港技術研究所 正会員○山田昌郎
高知大学 正会員 原 忠
兼松日産農林株式会社 正会員 水谷羊介
兼松日産農林株式会社 正会員 三村佳織
飛島建設株式会社 正会員 沼田淳紀
地方独立行政法人 北海道立総合研究機構 森林研究本部 林産試験場 非会員 森 満範
福井工業高等専門学校 正会員 吉田雅徳
佐賀大学 正会員 末次大輔

1. はじめに

(公社)土木学会木材工学委員会「地中使用木材の長期耐久性の事例研究小委員会(委員長:原 忠 高知大学教授)」では、実構造物基礎等への木材使用事例の収集と並行して、地中から掘り出された木杭等の健全性を簡易に評価するための手引き案の作成に取り組んでいる。健全性評価方法としては目視による段階的な判定、ピロディン試験、圧縮強度試験等を想定している。

この中でピロディン試験は、一定のエネルギーによる鋼製のピンの打込み深さ(貫入量)を測定するもので、現地で比較的容易に実施でき、供用中の木製部材の評価に多く用いられている。地下水位以下から掘り出された木杭の健全性をピロディン試験で評価するためには、高い含水率が試験結果に及ぼす影響が問題となるが、この点に関して既往研究^{1~6)}での見解は分かれている。また、含水率の影響の樹種による相違や、測定者による試験結果のばらつきについても情報が不足している。

そこで本研究では、含水率とピロディン試験結果の関係について、スギなどの3樹種の試験体を用いた7機関の一斉試験により検討した。

2. 実験方法

表-1に示す4種類の母材から、厚さ約5cmの輪切り試験体を切り出し、表-2に示す個数の試験体を各機関に配布した。各機関では1回目の測定(質量測定とピロディン試験)を行った後、試験体を水中に

表-2 試験実施機関ごとの試験体数

試験実施機関		福島県産スギ	宮崎県産スギ	北海道産トドマツ	北海道産カラマツ
1	北海道立林産試験場	1	1	1	0
2	福井工業高等専門学校	1	1	0	1
3	港湾空港技術研究所	1	1	1	0
4	高知大学	2	2	2	0
5	飛島建設	1	1	0	1
6	兼松日産農林	2	2	0	2
7	佐賀県林業試験場	1	1	1	0

浸漬し、浸漬開始後1日、3日、7日、14日を目処に試験体を水中から取り出して同様の測定をした後、浸漬を継続した。28日浸漬を目処に測定した後は試験体を気中に置いて自然乾燥させ、乾燥過程においても4回以上測定を行った。

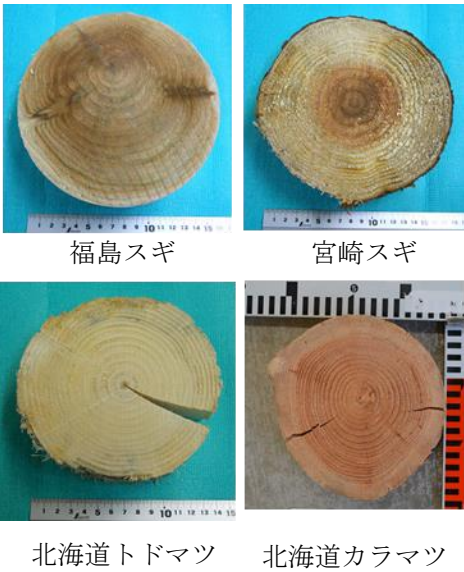


写真-1 試験体木口面

使用したピロディン試験器のピンの直径は2.5mmで、打込みエネルギーは6Jである。輪切り試験体の周面から芯に向かう方向にピンを打込んだ。各測定回のピロディン試験結果は、周面上の4点での打込み深さを平均して求めた。

最終回の測定後、105℃に設定した恒温乾燥器で試験体を乾燥させ、6時間の質量変化が0.5%以下に収まれば全乾とみなした。この全乾質量を基準として各測定回の含水率(乾量基準含水率)を求めた。

表-1 試験体の寸法(平均値)

母材	直径(mm)	心材直径(mm)	平均年輪幅(mm)	輪切り厚さ(mm)	密度*(g/cm ³)
福島県産スギ(円柱加工材)	149	137	5.6	52	0.334
宮崎県産スギ(皮付き丸太)	157	75	5.0	48	0.341
北海道産トドマツ(剥皮丸太)	130	93	4.0	51	0.349
北海道産カラマツ(剥皮丸太)	137	109	2.4	51	0.635

(*含水率15%に換算した密度)

キーワード ピロディン, 木材, 含水率, 木杭, 健全性評価, 一斉試験

連絡先 〒239-0826 神奈川県横須賀市長瀬3-1-1 港湾空港技術研究所 yamada-m89wm@pari.go.jp

3. 結果および考察

全データの散布図は図-1 のようになり、繊維飽和点 (約 30%) を超える高い含水率の領域においても含水率とピロディン打込み深さに相関が認められた。繊維飽和点を超える含水率は一般的には木材の強度的な性質に影響を与えないとされているにもかかわらず、ピロディン打込み深さへの影響が見られた原因として、含水率の増加によるピンと木材の摩擦の減少が考えられる。

(村瀬⁷⁾は鋼面と木材面の摩擦について、5m/sec を超える高すべり速度の領域では、多量の自由水の存在による潤滑作用によって摩擦係数が極めて小さな値となることを示している。)

飯島³⁾に倣って、ピロディン打込み深さ Pe (mm) を目的変数、含水率 30% 時の密度 $R30$ (g/cm^3) と試験時含水率 MC (%) を説明変数として重回帰式を求めると、

$$Pe = 30.1 - 26.1(R30) + 0.071(MC)$$

となった。

母材別の散布図を図-2 に、回帰直線の傾きとその標準誤差を表-3 に

表-3 回帰直線の傾きと標準誤差

母材	回帰直線の傾き (mm/%)	標準誤差 (mm/%)
福島スギ	0.065	0.006
宮崎スギ	0.058	0.006
北海道トドマツ	0.103	0.007
北海道カラマツ	0.062	0.012

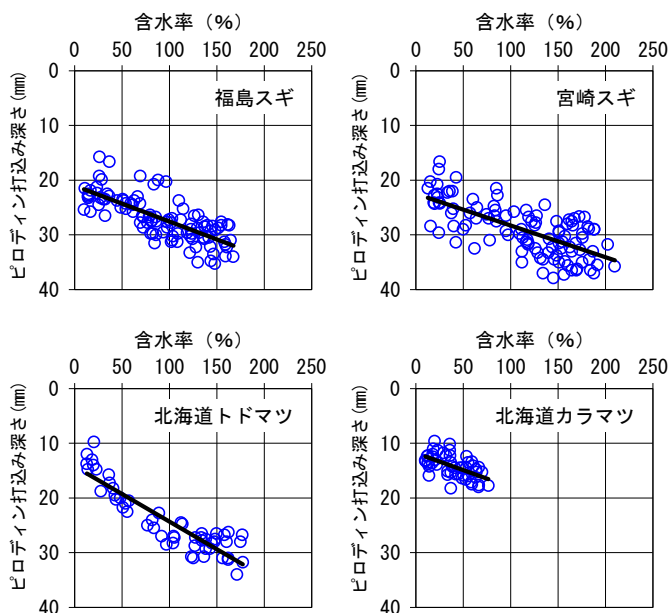


図-2 母材別の散布図

示す。トドマツの回帰直線の傾きが有意に大きかった。回帰直線の傾きへの樹種の影響については、今回の試験のみで結論を導くのは難しく、今後さらに検討が必要である。

7 機関で試験を行った福島スギと宮崎スギについて、機関別の回帰直線を図-3 に示す。機関による回帰直線の傾きの違いの統計的有意性を F 比 (分散比) により検定した結果、有意な差はなかった。そこで、回帰直線の傾きは 7 機関で共通とし、切片の違いを求めることにより、機関による違いを評価した。その結果、機関によるばらつきの標準偏差は、福島スギで 2.4mm、宮崎スギで 2.8mm であった。

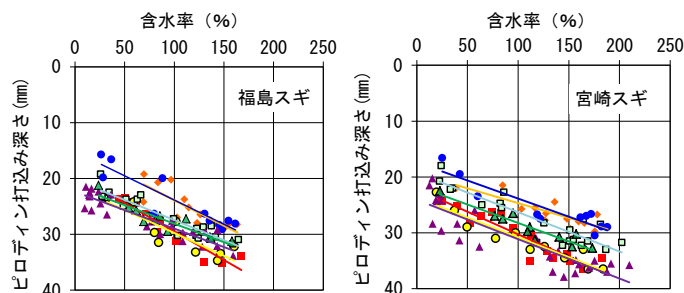


図-3 機関別の回帰直線

4. 結論

本研究では、スギなど 3 樹種の試験体を用いて、含水率とピロディン打込み深さの関係を、7 機関の一斉試験により検討した。その結果、繊維飽和点 (約 30%) を超える高い含水率の領域においても、ピロディン打込み深さへの含水率の影響が認められた。このことから、地下水位以下から掘り出された木杭の健全性をピロディン試験で評価する際には、含水率を考慮することが望ましいと考えられる。

謝辞

実験の実施に当たってご協力いただきました手塚大介さん (兼松日産農林)、知久倫子さん (飛鳥建設)、小林かなほさん (高知大)、宮副一之さん (九州構造設計)、林崎泰さん (佐賀県林業試験場) に感謝の意を表します。

参考文献

- 1) Hoffmeyer, P.: The Pilodyn instrument as a non-destructive tester of the shock resistance of wood, Proceedings of 4th Nondestructive Testing of Wood Symposium, pp.47-66, 1978
- 2) Smith, S.M., Morrell, J.J.: Correcting Pilodyn measurement of Douglas-fir for different moisture levels, Forest Products Journal, Vol.36, No.1, pp.45-46, 1986
- 3) 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, Vol.25, No.5, pp.209-218, 1999 年
- 4) 津島俊治: ピロディン打込み深さに影響を与える諸要因, 九州森林研究, No.55, pp.192-195, 2002 年
- 5) 増田勝則: ストライカーピンの径を変化させた時のピロディンの貫入深さと材の破壊範囲, 奈良県森林技術センター研究報告, No.36, pp.27-36, 2007 年
- 6) 山田昌郎, 森満範: 木材の含水率とピロディン打込み深さの関係, 土木学会第 70 回年次学術講演会, 2015 年
- 7) 村瀬安英: 高速域における木材の摩擦特性, 木材学会誌, Vol.26, No.2, pp.61-65, 1980 年