

木材の含水率がピロディンとドライバーの貫入深さに及ぼす影響に関する一斉試験

港湾空港技術研究所 正会員○山田昌郎
 兼松サステック 正会員 水谷羊介
 飛島建設 正会員 沼田淳紀
 福井工業高等専門学校 正会員 吉田雅穂
 佐賀大学 正会員 末次大輔

高知大学 正会員 原 忠
 兼松サステック 正会員 三村佳織
 水産庁 計画課 非会員 中村克彦
 道総研 林産試験場 非会員 森 満範
 秋田大学 正会員 野田 龍

1. はじめに

(公社)土木学会木材工学委員会「地中利用木材の耐久性評価に関する研究小委員会(委員長:原 忠 高知大学教授)」では、地中から掘り出された木杭や、今後地盤改良材として地中に埋設される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判定、ピロディン試験、縦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(貫入)深さを測定するもので、現地で比較的容易に実施でき、野外の木製部材の腐朽判定等に用いられてきた。一方、地下水位以深で使用される木杭は、飽水状態に近い極めて高い含水率となるため、一般的な野外使用木材とは条件が異なると考えられる。

そこで、含水率がピロディン試験結果に及ぼす影響について、2015年度に小委員会として一斉試験を実施した結果、繊維飽和点を超える高い含水率がピロディン打込み深さに影響を及ぼすことが示された¹⁾。この結果を踏まえて2016年度は、樹種を一部変更して2015年度と同様の方法で再度ピロディン一斉試験を実施するとともに、より簡便な評価法として提案されている荷重測定器とドライバーを組み合わせた劣化(腐朽等)厚測定法^{2~4)}によるドライバー貫入試験をあわせて行なった。



写真-1 ピロディン試験器



写真-2 ドライバー+荷重測定器

2. 実験方法

表-1と写真-3に示すような4樹種の輪切り試験体を、表-2に示す10機関に配布した。各機関では、試験体の質量と、ピロディンまたはドライバーの貫入深さを測定後、含水率を変化させるため試験体を水中に浸漬し、浸漬期間1日、3日、7日、14日、28日を目安に試験体を水中から取り出して、同様の測定を実施した。その後、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2~9回測定を実施した。

ピロディン試験には、直径2.5mmの円柱状の鋼製ピンを6Jのエネルギーで打込む試験器を使用し、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。ドライバー貫入試験には、先端幅及び軸径3mm、先端厚0.45mmのマイナスドライバー

(No.9900)を先端からの長さ約90mmに切断して、アタッチメント(GC-5)を介して荷重測定器(フォースゲージPS-500N)に装着して使用した。輪切り試験体の周面上でマイナスドライバーの先端幅方向を木材繊維方向と平行にし、勢いをつけずに人力で押し込み、荷重150Nのときのドライバーの貫入深さを測定した。ピロディンとドライバーのそれぞれについて周面上の4点での貫入深さを測定し、それらの測定値の平均を各回のそれぞれの値とした。

試験終了後、試験体を105℃で乾燥させ、6時間の質量変化が0.5%以下に収まれば全乾とみなし、このときの質量を全乾質量とした。この全乾質量 W_d と、各測定時の質量 W_w から、式(1)を用いて各測定時の乾量基準含水率 M_d を求めた。また、式(2),(3)から相対含水率 M_s を求めた。 M_s は、試験体のとりうる最大の乾量基準含水率(飽水含水率) M_{max} に対する比であり、0~100%の値をとる。

表-1 試験体の諸特性(平均値)

樹種	直径(mm)	輪切り厚さ(mm)	平均年輪幅(mm)	密度*(g/cm ³)
トドマツ	134	50	3.1	0.362
アカマツ	220	51	3.2	0.467
クロマツ	124	47	2.2	0.542
ベイマツ	157	49	1.7	0.587

(*含水率15%に換算した密度)

表-2 試験実施機関

試験実施機関	試験項目
道総研 林産試験場	P
秋田大学	P, D
水産工学研究所	P, D
飛島建設	P
兼松サステック	P
港湾空港技術研究所	P, D
福井高専	P, D
高知大学	P, D
佐賀大学	D
佐賀県林業試験場	P

(P:ピロディン, D:ドライバー)



写真-3 試験体木口面

キーワード ピロディン, ドライバー, 木杭, 含水率, 貫入抵抗, 腐朽判定

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

$$M_d = (W_w - W_d) / W_d \times 100 \quad (1)$$

$$M_{\max} = (1/R - 1/1.5) \times 100 \quad (2)$$

$$M_s = M_d / M_{\max} \times 100 \quad (3)$$

式(2)で、 R ：容積密度 (g/cm^3 ，全乾質量 W_d を飽水状態での試料の体積 $V_{\max}$ で割った数値，なお $V_{\max}$ としては28日間水に浸漬した試験体の体積を浮力法で測定した値を用いた.)， $1/1.5$ ：水の密度/木材の真密度（空隙を除いた密度）で、水の密度を $1\text{g}/\text{cm}^3$ ，木材の真密度を $1.5\text{g}/\text{cm}^3$ とした⁵⁾。

3. 結果および考察

9機関でのピロディン試験結果を合わせて図-1, 2に示す。図の各プロットは前述のように4点での測定値の平均値を表す。図-3には2015年度にスギ，トドマツ，カラマツを用いて7機関で実施した実験結果を示す。図-2, 3において，トドマツとスギの回帰直線を相対含水率100%まで延長すると，ピロディン打込み深さは約40mmとなる。すなわち直径2.5mmのピンを6Jのエネルギーで飽水状態のトドマツとスギに打込む場合には，腐朽していなくてもピロディン打込み深さが一般に腐朽の目安とされる30mmないし35mmを超える可能性が高い。一方，アカマツ，クロマツ，ベイマツ，カラマツについては，回帰直線を相対含水率100%まで延長したとき，データのばらつきを考慮しても測定値が30mmを超えることはまれであると推測されることから，飽水状態でも腐朽の目安を30mmとしてよいと考えられる。

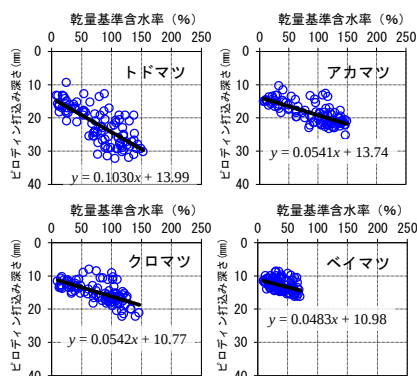


図-1 乾量基準含水率とピロディン

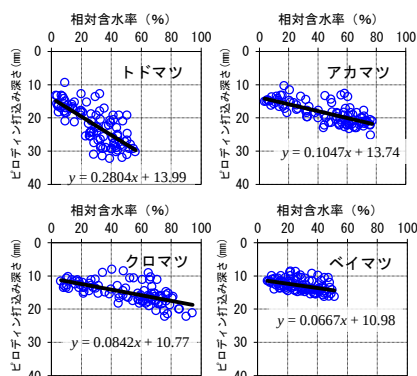


図-2 相対含水率とピロディン

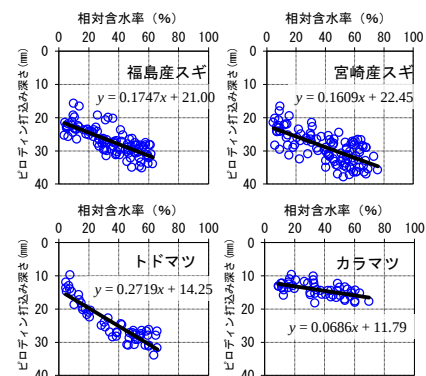


図-3 相対含水率とピロディン
(2015年度の実験結果)

次に6機関でのドライバー貫入試験結果を合わせて図-4に示す。図の各プロットは4点での測定値の平均値を表す。回帰直線の勾配が約0.018~0.038であることから，相対含水率が100%増減しても貫入深さの増減は約2~4mmである。実際の腐朽厚の測定では，腐朽部を貫通したドライバーが健全部に到達して数mmめり込んで止まる。今回の試験体は健全材であるので，測定した貫入深さは健全部へのめり込み量に相当する。腐朽厚をmm単位で正確に測定したい場合は，健全部へのめり込み量の含水状態による数mmの変化も考慮した方がよいが，一般的にはドライバー貫入深さへの含水率の影響は無視して差し支えないと考えられる。

4. まとめ

- 1) 飽水状態のトドマツとスギでは，腐朽していなくてもピロディン打込み深さが一般に腐朽の目安とされる30mmないし35mmを超える可能性が高い。
- 2) ドライバー貫入深さへの含水率の影響は一般的には無視して差し支えない。

謝辞

実験の実施に当たってご協力いただきました知久倫子さん（飛島建設），五十嵐盟さん（兼松サステック），林聖淳さん（高知大），木材利用研究会（佐賀）ならびに佐賀県林業試験場に感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 山田昌郎，原忠，水谷羊介，三村佳織，沼田淳紀，森満範，吉田雅穂，末次大輔：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，土木学会第71回年次学術講演会概要集CD-ROM，V-069，2016年
- 2) 内藤洋司，真柄泰史，南谷将光，山内仁人，臼田寿生，和多田友宏，明石浩和，石川芳治：木製治山ダムの維持管理手法一簡便で効果的な腐朽厚の測定一，平成27年度砂防学会研究発表会概要集A，pp.268-269，2015年
- 3) 明石浩和，森拓郎，田淵敦士：木製治山ダム部材の簡便な劣化診断手法，第66回日本木材学会大会(名古屋)研究発表要旨集CD-ROM，N27-06-1600，2016年
- 4) 木製治山構造物技術指針検討会：木製治山構造物技術指針(案)(耐久性を期待する木製治山構造物の設計・施工・維持管理)，2016年
- 5) 中田了五：樹木のwetwood-現象と定義，木材学会誌60(2)，pp.63-79，2014年

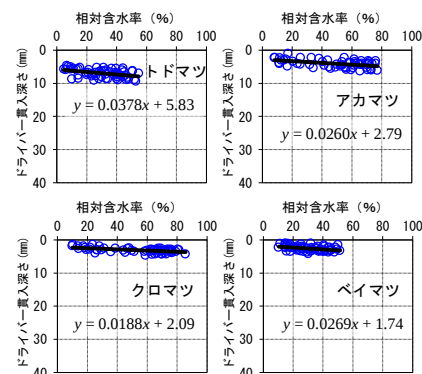


図-4 相対含水率とドライバー貫入深さ