

地中から採取した杭丸太の健全性と飽和度の検討

飛鳥建設	正会員	○本山 寛	正会員	沼田淳紀
福井県	雪対策・建設技術研究所		正会員	久保 光
早稲田大学			正会員	濱田政則
福井工業高等専門学校			正会員	吉田雅徳
地域環境研究所			正会員	中村裕昭
福井県総合グリーンセンター				野村 崇

1. はじめに

地球温暖化防止対策は、今世紀前半に解決しなければならない喫緊の課題である。筆者らは、建設分野で大気中の二酸化炭素削減に貢献できる技術として、建設材料として地中で木材を使用することを考えている¹⁾。このときの懸念事項の一つは、木材の腐朽である。そこで、地中で使用されている木材の耐久性を明らかにするために、過去に使用されていた木材を掘り出し、健全性調査を行っている¹⁾²⁾。これまでの調査結果より、地下水位以深において長期間木材の健全性が保たれ、地下水位以浅では腐朽する場合があることが分かってきているが、地下水位以浅や地盤や木材が布飽和な状態における耐久性については未解明の点が多い。本報告では、健全性調査結果のうち、地中木材の健全性と飽和度の関係について述べる。

2. 採取した杭丸太と位置の概要

表 - 1 に採取された杭丸太の概要を示し、図 - 1 に周辺の地盤柱状図杭丸太位置の深度を示す。図中 AswKd06 では水位を併記したが、SbyTt01 では杭採取時の水位は杭頭から-1m 以深であることは分かっているが、詳細は不明である。

表 - 1 杭丸太の概要

	AswKd06	SbyTt01
採取地	福井県	東京都
樹種	スギ	カラマツ
長さ (m)	4.7	3.8
末口直径 (m)	0.3	0.2
設置年数	約59年	約80年

AswKd06 は、福井県の足羽川から採取したスギ杭丸太である。杭長は4.7m、杭頭部から1mまでは河川水位中にあり、それ以深は河床地盤内にあった。地盤は、河床からGL-1mまでは礫混じり砂であるが、それ以深ではほとんどがN値10以下の粘土およびシルト質層で構成されている。

SbyTt01 は、東京都の高架橋下より採取されたカラマツ属の杭丸太である。この杭丸太は、杭長3.8mであり、おおよそGL-5m以深に設置されていた。地盤は、GL-3mまでは粘土層であり、それ以深ではGL-10mまでN値がほぼ10の細砂もしくはシルト層で構成されている。地盤柱状図に示されている孔内水位はGL-4.3mであった。地下水位は、杭採取時には杭頭部から1m掘削した深度においても確認できなかった。また、地盤は、褐色を帯びており地下水位低下により酸化履歴があると考えられる。

調査により、AswKd06 は河川水位以下および土中に約59年間埋設されており²⁾、SbyTt01 は土中に約80年間埋設されていたことが分かった³⁾。

3. 採取した杭丸太の健全性および物理特性の調査

採取した杭丸太の健全性を評価するため、目視腐朽度評価、ピロディン貫入試験、縦圧縮試験を行った²⁾³⁾。木材の物理特性を調べるため、縦圧縮試験の供試体を用いて杭丸太の乾燥密度 ρ_d 及び含水比 w 、また、杭丸太を細かく破碎し土粒子の密度試験 (JIS A 1202) を用いて木材の粒子密度 ρ_s を求めた。乾燥密度 ρ_d 、含水比 w 、木の粒子密度 ρ_s を用いて、

$$Sr = \frac{w\rho_d\rho_s}{100(\rho_s - \rho_d)}$$

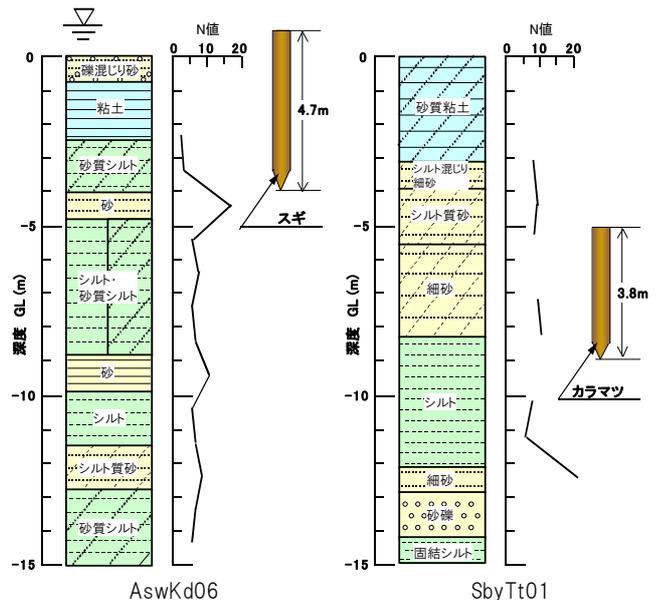


図 - 1 地盤柱状図と丸太採取深度

キーワード 木杭, 丸太, 腐朽, 飽和度, 地球温暖化, 耐久性

連絡先 〒270-0222 千葉県野田市木間ヶ瀬 5472 飛鳥建設(株) 技術研究所 Tel:04-7198-7553

より木材の飽和度を求めた。なお、木材の分野では、これらに相当する物理量をそれぞれ、容積密度、含水率、真比重と呼ぶ⁴⁾。

4. 杭丸太の健全性評価と飽和度に関する考察

図-2に、健全性評価の一例としてピロディン貫入試験結果を示す。貫入量は、多くが腐朽の目安となる30mm以下であり、両杭とも健全であるといえる。また、目視腐朽度評価および縦圧縮試験の結果からも、健全性が保たれていることが分かった²⁾³⁾。

図-3に、(a)縦圧縮試験供試体から求めた杭丸太の乾燥密度、(b)含水比、(c)木の粒子密度、(d)飽和度を示す。(a)乾燥密度は、AswKd06では深度ごとのデータに多少のばらつきはあるものの全深度において0.25~0.30g/cm³の範囲にあった。一方、SbyTt01では、深度が浅くなるにつれて乾燥密度が大きくなる傾向を示し、おおよそ0.34~0.42g/cm³の範囲にあった。(b)含水比は、AswKd06では100~250%の範囲にあり、杭頭の含水比が最も大きな値を示した。この杭は、杭採取から試験開始まで4ヶ月程度要しているため乾燥し、含水比が杭採取直後に比べ低下した可能性がある。SbyTt01では、含水比が50~200%の間にあり、深度が浅くなるにつれて含水比が小さくなっている。この杭は、採取してから試験開始まで7日で、採取後直ちにビニールシートでラッピングしたため、採取後の含水比の低下はほとんどなかったものと考えられる。(c)木の粒子密度は、AswKd06では多少のばらつきはあるものの、各深度の平均値は1.59g/cm³前後の値であった。一方、SbyTt01では、ばらつきが無く、各深度の平均値は1.53g/cm³であった。ちなみに、木材の真比重は樹種によらずほぼ1.5g/cm³である⁴⁾。そこで、飽和度の算出には、粒子密度は各杭にそれぞれの平均値を用いた。

飽和度は、両者とも約30~80%にばらつき、平均は約50%であった。AswKd06は、河川水位以深にあり飽和しているものと考えられたが、杭採取から試験までの期間が長く含水比が変化した可能性があり、この値の信憑性については今後の課題である。SbyTt01の飽和度は、少なくとも杭採取時点で杭頭付近の地盤が不飽和状態であったことと整合している。このように、地盤が不飽和状態では杭丸太の飽和度も低下する可能性がある。一方、この深度で採取された杭は健全であり、必ずしも木材が飽和状態を保てない場所でも、長期間木材が健全性を保てる可能性があることがわかった。これは、SbyTt01が設置されていた地盤は、細砂またはシルトの自然体積地盤であり、外的要因から遮断されていたことにより、杭丸太自体に多少の空気は入っていたが、空気の供給が遮断され健全性が保たれたものと考えられる。

5. まとめ

本研究により、木材が飽和状態を保てない場所であっても、木材の長期間健全性が保たれる可能性があることが確認された。

謝辞

東京で採取した杭の健全性調査は、独立行政法人日本学術振興会の科研費(20246078)の助成を受けたものです。

参考文献

1) 沼田淳紀, 上杉章雄, 吉田雅穂, 久保光, 野村崇: 足羽川で採取した木杭調査の概要, 第7回環境地盤工学シンポジウム, 地盤工学会, pp.85-88, 2007.8. 2) 本山寛, 沼田淳紀, 吉田雅穂, 久保光, 野村崇, 直井義政: 足羽川木田橋橋脚で使用された杭丸太の健全性調査, 第44回地盤工学研究発表会, 地盤工学会, 2009.8., 投稿中 3) 中村裕昭, 濱田正則, 本山寛, 沼田淳紀: 80年前に施工された木杭の件前世調査, 第44回地盤工学研究発表会, 地盤工学会, 2009.8., 投稿中 4) 高橋徹, 中山義雄: 木材科学講座3 物理, pp.27-31, 1992.3.

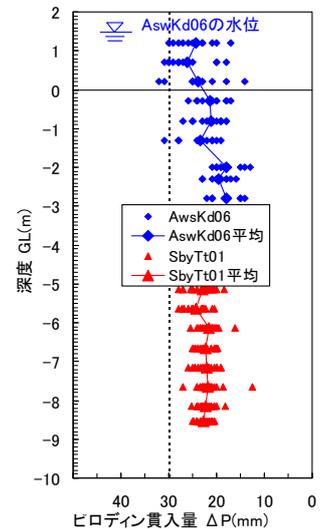


図-2 ピロディン貫入試験結果

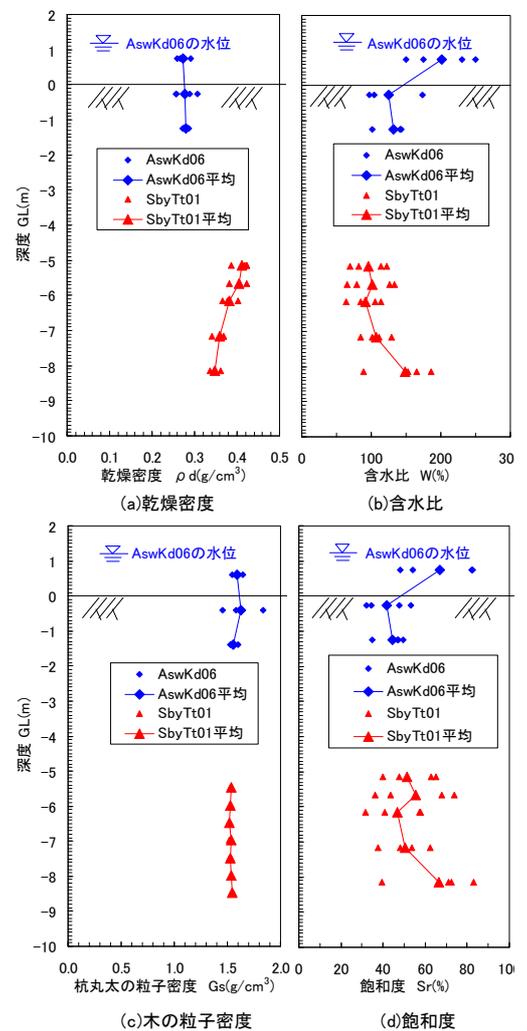


図-3 採取された杭丸太の物理特性