

木杭による粘性土層の地盤改良効果に関する一考察

高知大学 正会員 ○原 忠, 松藤 寿林, 大原 陸
 森林総合研究所 正会員 加藤 英雄, 久保島 吉貴
 職業能力開発総合大学校 非会員 園田 里見

1. はじめに

木材は加工が容易で地球環境にやさしい土木資材であり、構造物の支持力の確保や液状化対策として古くから活用されている¹⁾。筆者らは、地盤災害を抑止し、Eco-Friendlyな補強工法を検討するための具体策として、緩い砂地盤に打設された丸太周囲の締固めや改良効果の継続性の検証²⁾、地盤内に長期間埋設された杭出し水製の耐久性に関する分析³⁾などを行い、木材を積極活用されるための具体策を検討している。本報では、軟弱な粘性土層に埋設された木杭近傍の、比較的短期間の地盤の軟硬を簡易なサウンディング試験により求め、埋設後からの地盤の改良効果を貫入抵抗値から分析した結果について述べる。

2. 調査地点と木杭

調査地点は茨城県つくば市の森林総合研究所構内である。図-1に調査地点の地質柱状図を示す。対象とした敷地は沖積低地を造成した箇所であり、G.L. -2.00~-4.70mにはN値が2程度で、細粒分含有率 $F_c=74.1\%$ 、塑性指数 $I_p=60$ の軟弱な凝灰質粘性土が堆積する。全層を通して明瞭な地下水位は見られないが、旧表土や粘性土層は飽和状態にあり、ボーリングの記録ではG.L. -2.65m付近に宙水が確認される。

木杭には福島県産のスギ丸太を加工した直径140mm、材長4.00mの丸棒を用いた。縦振動法により得られた木杭のヤング率 E_{fr} は6.74, 6.76, 6.78, 8.21, 9.50 GPaで、ややばらつきがみられる⁴⁾。埋設約1年後に引き抜いた木杭の含水率は74~149%で、いずれの地点も繊維飽和点を上回り、埋設前の平均推定値(94%)に比べ深度が深いほど高い傾向を示す⁵⁾。木杭の埋設は2020年12月3日に行った。地表面からG.L. -1.00m付近の比較的硬質な礫を含む土質を除去したのち、元口がG.L. -0.30mの深度に達するまで連続的に静的に圧入した。木杭の埋設間隔は、隣り合う木杭の中心距離が約4倍、7倍離れた位置(以下、Section 4D, 7Dと称する)とした。

3. 木杭埋設後の貫入抵抗値の変化

木杭の埋設前後の地盤性状の変化は、簡易動的コーン貫入試験により求めた。調査は丸太埋設翌日から約1年間(2021年11月30日)である。サウンディングは、G.L. -1.00mから木杭の先端より-1.20m

深部のG.L. -5.50mまで、100mm毎に連続的に打撃貫入した。調査箇所は、各埋設間隔に対して木杭の側面に近接し、杭芯から約140mm離れた位置(Point 1d)、約280mm離れた位置(Point 2d)、約560mm離れた位置(Point 4d, Section 7Dのみ実施)と、Section 4Dから約3.5m西に位置し、施工の影響を受けない基準点(BM)

キーワード 木杭, 粘性土, 地盤改良, サウンディング

連絡先 〒780-8520 高知県高知市曙町2-5-1 高知大学教育研究部自然科学系理工学部門 TEL:088-888-8071

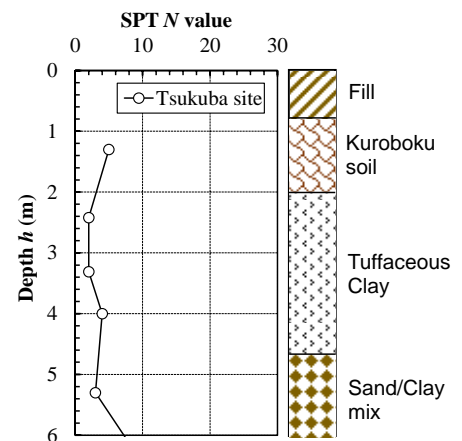


図-1 調査地点の地質柱状図

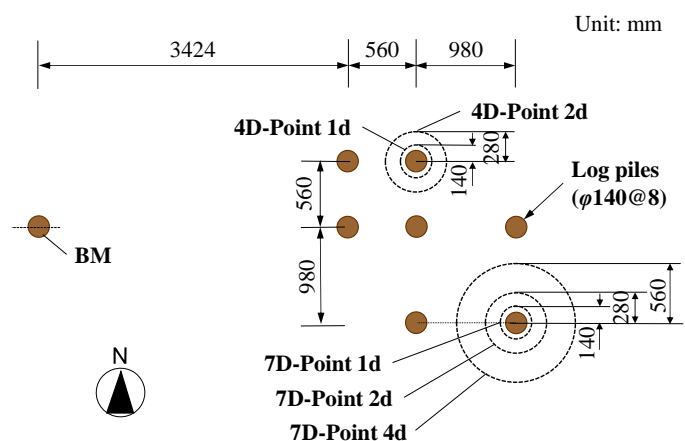


図-2 丸太の埋設間隔とサウンディング実施箇所

の計4箇所を選定した(図-2)。

図-3はSection 7Dについて、埋設1日後(2020年12月4日)に得られたサウンディング結果をまとめたものである。同図中には2020年12月15日に調査したBMの結果を併記する。木杭近傍のPoint 1dではほぼ全層に渡り施工後直ちに増加しているのに対し、木杭から距離の離れたPoint 2d, 4dはG.L. -3.00m以深での限定的な範囲のみが増加し、杭先端に近いG.L. -4.00m付近の変化が大きい。図-4はSection 4D, 7Dの貫入抵抗値について、木杭から離れたPoint 2dの埋設翌日の結果を比較したものである。深度に対する貫入抵抗値 N_d の変化傾向は類似するが、

木杭の埋設間隔が密なほど改良効果大きいことが分かる。図-5は木杭の埋設から約1年後までの貫入抵抗値の変化を、Point 2dの結果についてまとめたものである。地盤の局所的な違いにより結果にばらつきは見られるが、貫入抵抗値は調査箇所の違いによらず木杭から離れた箇所であっても最大2倍程度まで増加し、その傾向は木杭中央部から先端部にかけて顕著にみられる。木杭中央部から先端部の貫入抵抗値の変化が大きいのが、図-5(b)に比べ、図-5(a)の木杭の埋設間隔が狭い箇所ほど、埋設初期から効果が発揮されている。

比較的短期間で得られた結果ではあるが、一連の現地調査から、木杭と地盤が密着している部分では埋設初期から貫入抵抗値が増加し比較的短期間で周面摩擦力が得られる可能性があること、地盤の改良効果は杭の埋設間隔の影響を受けること、改良効果は施工後の時間の経過により木杭から離れた周辺地盤にも波及することが分かった。杭近傍や杭先端部の貫入抵抗値の変化は、施工後のわずかな時間で間隙水が杭表面に水平、もしくは杭先端の木口面に移動し木杭に吸収され⁶⁾、粘土層の圧密が促進されたためと推察される。引き続き現地調査を継続し、埋設後の経時変化と地盤改良効果との関係を整理するとともに、木材近傍で見られる地盤の固化が促進される要因について、現地調査や室内試験などから分析する計画である。

謝辞：本研究はJSPS科研費(課題番号：JP19k06170, 20H0305201)の助成を受けたものです。

参考文献：1) 原：丸太による地盤補強技術と評価法，木材工業，Vol.76, No.9, pp.361-365, 2021. 2) 例えば，原ら：現地観測記録に基づく丸太打設液状化対策効果の検証の試み，第14回地盤改良シンポジウム論文集，Vol.12, No.4, pp.499-506, 2020. 3) 三村ら：汽水域における木材の劣化要因に関する考察，木材保存論文集，Vol.43-1, pp.2-12, 2017. 4) 久保島ら：土中埋設した木材の振動現象(その4) 施工1年後の地中の端末条件，第72回日本木材学会大会研究発表要旨，C15-P-13, 2022. 5) 加藤ら：土中埋設した木材の振動現象(その6) 施工1年後の木杭の含水状態，第72回日本木材学会大会研究発表要旨，C15-P-06, 2022. 6) 手塚ら：埋設初期段階における性状変化が木製地盤補強材の耐久性に与える影響，土木学会論文集，Vol.77, No.5, pp.170-176, 2021.

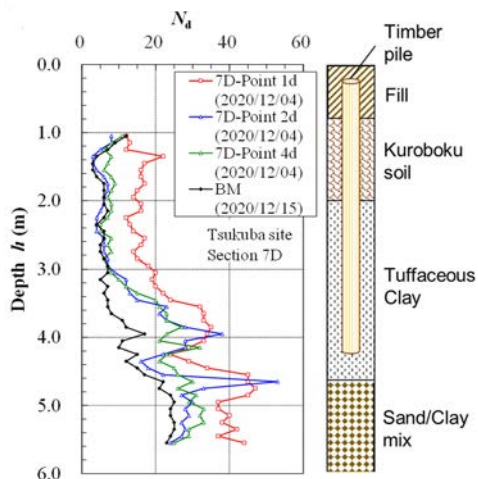


図-3 埋設1日後のサウンディング結果 (Section 7D)

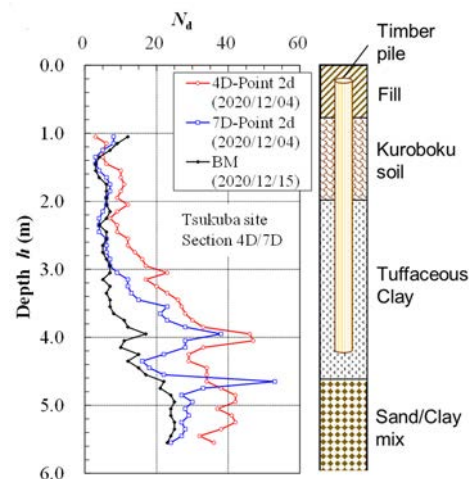


図-4 Section 4D, 7Dの貫入抵抗値の比較 (2020/12/4の実施例)

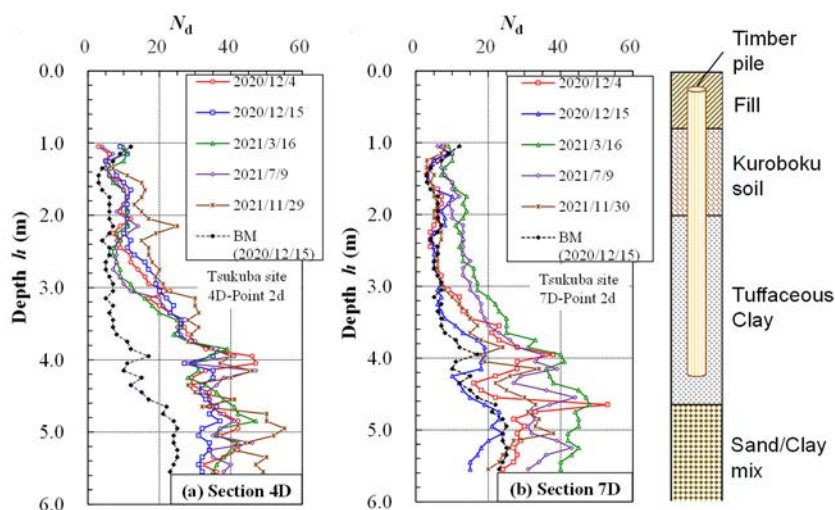


図-5 木杭埋設約1年間の貫入抵抗値の変化 (Point 2d)