

スギ丸太を用いた液状化対策工法の検討

福井工業高等専門学校	正会員○吉田雅穂
飛島建設(株) 技術研究所	正会員 沼田淳紀
飛島建設(株) 技術研究所	正会員 上杉章雄
福井県雪対策・建設技術研究所	正会員 久保 光
金沢大学大学院	正会員 宮島昌克

1. はじめに

著者らは、地球温暖化対策の一手段として木材の地中貯蔵によるカーボンストックに着目し、昭和30年頃までは土木・建築構造物の基礎杭に利用されていた丸太を、軟弱地盤対策や液状化対策に利用することを提案し、文献調査¹⁾や事例調査²⁾によりその実用化に向けて検討を行っている。その結果、金属やコンクリートに比べて、木材の場合は腐朽による強度低下が懸念されることが従来より指摘されていたが、木材が水位変動域以深にあれば腐朽する可能性が極めて低いことを明らかにしている²⁾。一方、福井県の総面積に占める森林面積の割合は75%と全国平均に比べて高く、その中の民有人工林の樹種としては90%近くがスギとなっており、地域産材としてのスギを積極的に利用することが急務となっている。

そこで本研究では、まず、福井県福井市を流れる足羽川で掘り出されたスギ丸太の健全度調査の結果について述べる。つぎに、スギ丸太を地盤に打設することによる液状化対策工法の有効性について、模型振動実験により検討した結果について述べる。

2. 足羽川で掘り出されたスギ丸太

2006年に行われた足羽川に架かる木田橋の架け替え工事の際に、河床より橋梁基礎に利用された丸太状の木杭が数多く発見された。写真-1に示す木杭は末口直径30cm、長さ3.5mであり、樹種はスギ³⁾、年輪数は約43年、設置期間は78年と推定されている²⁾。



写真-1 木杭の全容

3. 縦圧縮試験

木材の試験方法(JIS Z 2101:1994)に準拠し、前述の木杭より採取した試験体を用いて縦圧縮試験を行った。試験体の作製方法は、気乾状態で保管した写真-1に示す木杭の先端より50cmごとに約10cm厚の円盤を切り出し、そこから3cm角で材長6cmの短柱状試験体を各円盤より最大で8個切り出した。試験方法は万能試験機を用いて変位制御で行い、平均荷重速度はJISに従い毎分9.80N/mm²以下とした。

図-1は深度ごとの縦圧縮強度を示したものであり、G.L. -0.0mの位置が推測した河床底面の位置である。同図には、福井県土木部監修の基礎工設計マニュアルに記載されている木杭基礎の軸方向圧縮強度の許容応力度6MPa、および、森林総合研究所監修の木材工業ハンドブックに掲載されているスギの標準的な圧縮強度35MPaも示してある。同図より、全ての試験体の強度が標準強度を下回っているものの、許容応力度に対しては3倍から5倍の強度を有していることがわかる。したがって、78年間地中に埋まっていたスギ丸太が、現在もなお基礎杭としての強度を有する状態であったことが明らかとなった。

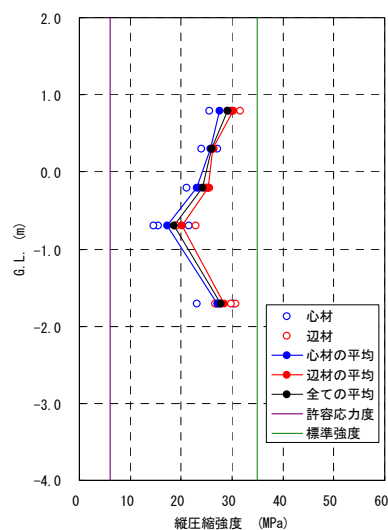


図-1 縦圧縮強度の深度分布

キーワード： 地球温暖化, スギ, 木杭, 液状化対策, 模型振動実験

連絡先： 〒916-8507 福井県鯖江市下司町 Tel&Fax: (0778) 62-8305 Email: masaho@fukui-nct.ac.jp

4. 模型振動実験

図-2に実験装置の概要を示す。振動台上にアクリル製の土槽(幅800mm×奥行 400mm×高さ 500mm)を設置し、その中に模型地盤を作製して振動実験を実施した。模型地盤は珪砂7号を用いて水中落下法で作製した層厚300mmの緩詰め飽和砂地盤の上に、層厚20mmの碎石7号を敷き詰め、地下水位は砂地盤上面とした。同地盤は左側の丸太模型を打設した改良地盤と右側の非改良地盤で構成されており、改良地盤には計36本の丸太(直径12mm、長さ220mm)が30mm間隔で正方形配置されている。なお、丸太頭部は20mmだけ碎石層に貫入させており、丸太頂部は碎石層上面と一致している。また、丸太は福井県産スギの間伐材より作製したものであり、水浸減圧容器で約一週間脱気して飽和化した。入力波は振動数5Hzの正弦波で加振時間を4秒間とし、100gal, 120gal, 140gal, 160gal, 180galと最大加速度を順に変えた実験を行い、同一地盤に対して計5回の加振を与えた。図-3に入力加速度120galの時の時刻歴波形の一例を示す。なお、実験中は入力加速度(A1)、地盤内の過剰間隙水圧(P1, P2, P3, P4, P5)、丸太および地盤の鉛直方向変位量を計測した。

図-4は120gal加振時の土槽底面から200mmの位置における過剰間隙水圧比の時刻歴波形の一例を示したものであり、改良地盤(P1)と非改良地盤(P4)とを比較した結果である。同図より、非改良地盤では過剰間隙水圧比が1.0に達し完全液状化状態となっているが、改良地盤では過剰間隙水圧比の最大値の低減、上昇速度の抑制、消散速度の向上が見られ、液状化が防止されていることが確認できる。これは、砂を木材で置き換えたことによる置換効果、また、丸太を打設する際に周辺地盤が締め固められることによる密度増大効果、そして、丸太頭部が碎石で固定されていることによる地盤のせん断変形抑制効果などが、地盤の液状化強度の増加に影響を与えたものと考えられる。

5. おわりに

以上、スギ丸太を用いた液状化対策工法について検討した結果、丸太を水位変動域以深に打設することにより腐朽の進行を低減させることが可能であること、また、スギ丸太を飽和砂地盤に打設することにより、地盤の液状化強度を高めることが可能であることが明らかとなった。

謝辞：本研究は平成19年度福井県建設技術公社産学官共同研究支援事業ならびに科学研究費補助金(基盤研究(C)(一般))の補助を受けて実施したものである。ここに記して謝意を表す。

参考文献 1) 沼田淳紀, 上杉章雄, 吉田雅穂, 久保 光: 土木工事における木材利用の文献調査, 第42回地盤工学研究発表会発表講演集, pp. 2211-2212, 2007.7. 2) 吉田雅穂, 沼田淳紀, 上杉章雄, 久保 光, 源濟英樹, 野村 崇: 足羽川で掘り出された木杭の健全度調査, 土木学会第61回年次学術講演会概要集, 第7部, pp. 183-184, 2007.9. 3) 上杉章雄, 沼田淳紀, 久保 光, 吉田雅穂: 足羽川で採取された木杭の樹種評価, 第42回地盤工学研究発表会発表講演集, pp. 2215-2216, 2007.7.

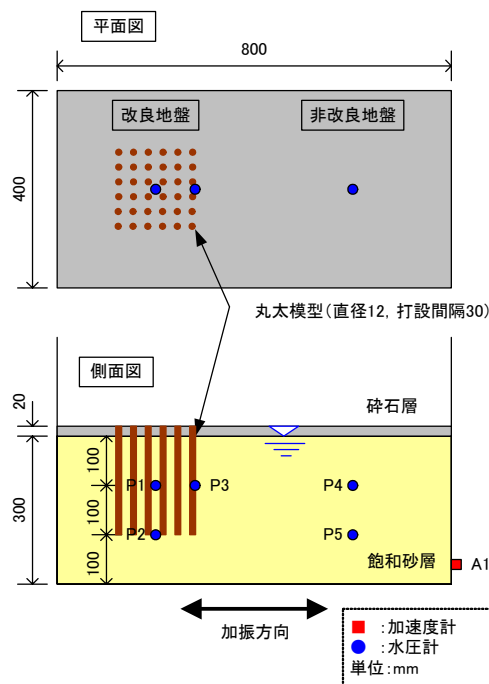


図-2 実験装置の概要

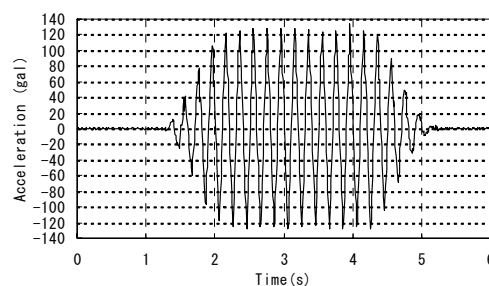


図-3 入力加速度の時刻歴波形

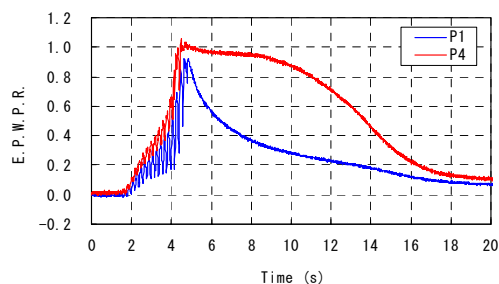


図-4 過剰間隙水圧比の時刻歴波形