

### 3 本継スギ丸太杭の鉛直載荷試験結果

福井県工業技術センター	正会員	○久保 光	福井大学名誉教授	正会員	荒井克彦
福井工業高等専門学校	正会員	吉田雅穂	福井県小浜土木事務所	非会員	宮下雄太
田中地質コンサルタント	非会員	城戸 渉	非会員 梅田幸成	非会員	藤田有二
京福コンサルタント	非会員	瀬川博愛	デルタコンサルタント	正会員	梅田祐一
AB コーポレーション	非会員	油屋昌弘	福井県工業技術センター	非会員	夏梅晃一

#### 1. はじめに

福井県小浜市内の江古川の内水被害対策に築造される輪中堤の軟弱地盤対策としてパイルネット工法<sup>1)</sup>が選定された。設計は群杭により行われた。輪中堤は土堤構造となっており、盛土高が2m程度の低盛土であることや、軟弱地盤の層厚が24mと深いことから上載荷重を支持地盤まで到達させない浮き型とした。軟弱地盤が厚い場合、長い丸太杭が必要になる。当初、丸太杭6m(φ18cm)を2本継いで打設予定であったが、福井県で短期間に大量の丸太杭6mを調達することが困難であったため、福井県で調達可能な丸太杭4m(φ18cm)を3本継いで打設する計画とした。文献<sup>2)</sup>では、長さ8mの丸太杭を打設するにあたり、長さ8mの丸太杭と長さ4mの丸太杭を継杭として利用した場合の比較実験を行って極限支持力や沈下量等について検討しているが、丸太杭を3本継いでの検討は行われていない。そこで本研究では、丸太杭を3本継いで鉛直載荷試験を行い、丸太杭の支持力について検討した。

#### 2. 載荷試験概要

継杭の鉛直載荷試験は、輪中堤を築造する場所で行った(図-1)。試験地付近で調査ボーリングを行った結果、図-2に示すように、丸太杭打設部分の土質構成は2層に区分される。2層の最大層厚は約16mと厚く、N値0~2の軟弱地盤がほぼ水平に堆積している。第1層(Ac1)は、耕作土~砂混じり粘土、シルトで本層内に地下水が停滞する。地下水以深は暗灰色、高含水比で、腐植物が混入し有機臭を伴う。第2層(Ac2)は、暗灰色で貝殻が混入する海成の軟弱粘土である。砂分は少なく細粒土を主体とする。色調は暗灰色で、少量の腐植物が混入する。含水量は高く、塑性指数が高い。丸太杭は、φ18cm, L=4mを3本継いで使用した。継手部分は、ズレ止め鉄筋(異形鉄筋φ22mm, L=500mm)を挿入し、カスガイ3本(丸鋼φ13mm, L=240mm)にて2箇所固定した。鉛直載荷試験は2箇所(No.1, No.2)実施した。

#### 3. 載荷試験方法および評価方法

丸太杭打設後、2週間の養生期間を置き、載荷試験をJGS 1811「杭の鉛直載荷試験方法」に準拠して行った。図-3は、丸太杭の押込み試験の概略を示す。載荷反力及び荷重の増減はバックホウ(0.7m<sup>3</sup>)を、載荷に油圧ジャッキ(200kN)を使用した。載荷板の沈下計測には、デジタルセンサー(ストローク50mm)・デジタルダイヤルゲージを4個使用した。デジタルセンサーの取付は、基準ばりにマグネットスタンドを固定した。デジタルセンサーの測定端子側は杭頭に載荷板を載せ、鉛直に4箇所を設置した。基準ばりは、鋼製60×60×2500mmを用い、試験杭から1.0m以上離れた位置に基準ばり固定用の支柱を設置した。



図-1 輪中堤築造場所

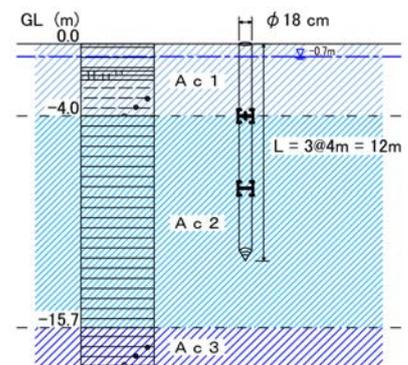


図-2 地質柱状図

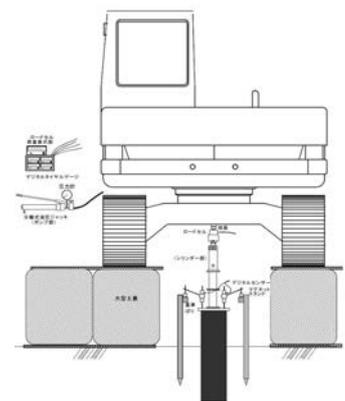


図-3 丸太杭の押込み試験の概略

キーワード 継杭, スギ丸太, 設計方法, 軟弱地盤対策

連絡先 〒910-0102 福井県福井市川合鷺塚町61字北稲田10 福井県工業技術センター TEL0776-55-0664

荷重方式は単サイクル荷重の9段階とした。各段階の荷重保持時間は30分間とし、除荷時は5分間、0荷重時は15分間とした。各荷重の移行は1分間で行い、荷重保持時間に入れない。また、予備荷重は急速連続繰り返しにより行った。予備荷重時の荷重は、計画最大荷重の1/8及び本荷重の第1段階荷重を越えない15kN/m<sup>2</sup>の一定荷重とした。Terzaghi-Peckの群杭理論により、群杭としての設計で求めた極限支持力から杭1本当たりの許容支持力を求め比較検討した。第1限界荷重は、log P-log S法、S-log t法、 $\Delta S/\Delta \log t$ -P法の3つの判定方法の最小値とする。極限支持力の判定は、荷重-沈下曲線が沈下量軸にほぼ平行とみなせる状態に至った時の荷重または杭径の10%の沈下量に達した時点での荷重とする。最大荷重は144.0kNとした。

#### 4. 荷重試験結果および考察

図-4は、鉛直荷重試験結果(第1限界荷重)を示す。No.1地点では、設計許容支持力は137.3kNに対し、鉛直荷重試験で求めた第1限界荷重( $\Delta S/\Delta \log t$ -P法)は121.0kNである(図-5)。極限支持力は、最大荷重144.0kN時の沈下量は $S=11.52\text{mm}$ 、杭径の約5.3%程度であり、荷重の保持能力も認められ第2限界荷重(破壊)には達していないと考えられる。No.2地点では、設計許容支持力は120.0kNに対し、鉛直荷重試験で求めた第1限界荷重(log P-log S法)は88.0kNあった(図-6)。極限支持力は、最大荷重144.0kN時の沈下量は $S=14.08\text{mm}$ 、杭径の約7.0%程度であり、荷重の保持能力も認められ第2限界荷重(破壊)には達していないと考えられる。

今回、丸太杭の継手部分が2箇所のため、継手部分で付着力が低下し支持力が不足することが懸念された。極限支持力は、最大荷重144.0kNを上回ったため求めることはできないなりに、設計で求めた許容支持力以上であり、十分な支持力があり問題ないとする。ただし、群杭の設計では、杭と杭間の土を一体として周面摩擦力を考慮している。このため、単杭の周面摩擦力を一体とした群杭全体に適用することは安全側過ぎる可能性がある。この理由は、杭の周辺の土は、土と土の摩擦力で抵抗しているからである。

#### 5. まとめ

丸太杭を3本継いだ鉛直荷重試験を行い、支持力について検討した結果、以下の知見が得られた。

- (1) 鉛直荷重試験の結果、第1限界荷重は、121.0kN(No.1: $\Delta S/\Delta \log t$ -P法)と88.0kN(No.2:log P-log S法)であった。
  - (2) 極限支持力は、144.0kN以上であり設計許容支持力より大きい。
- 以上の結果から、丸太杭を3本継いでも十分な支持力を得ることがわかった。今後、輪中堤築造後の沈下量についても計測し、3本継いだ丸太杭が地盤に及ぼす影響を検討したい。

謝辞

本研究を行うにあたり、佐賀県木材利用研究会の宮副一之氏および福岡仁氏、福井県木材利用研究会の皆様にご指導、御助言をいただきました。また、小浜建設株式会社及び株式会社フクセンにご協力いただきました。心より感謝の意を表します。

- 1)水路用ボックスカルバートの木杭-底盤系基礎~設計マニュアル(令和元年度改訂版)~、公益財団法人佐賀県建設技術支援機構、2020、1。
- 2)パイルネット工法、北海道開発局石狩川開発建設部、1977。
- 3)日本道路協会：道路土工-軟弱地盤対策工指針、丸善、1986。

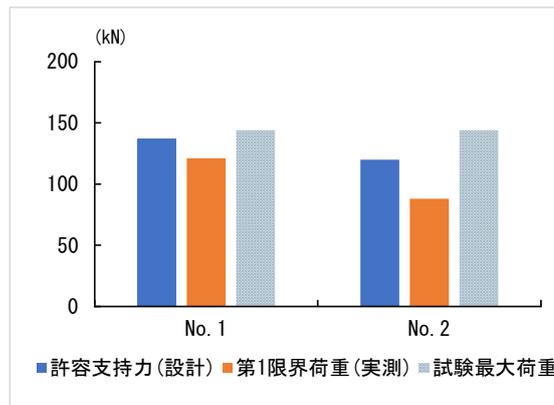


図-4 鉛直荷重試験結果

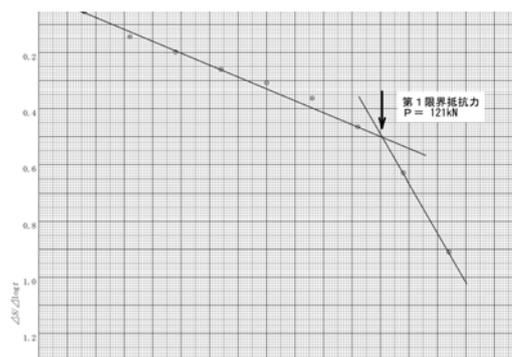


図-5 第1限界荷重(No.1)

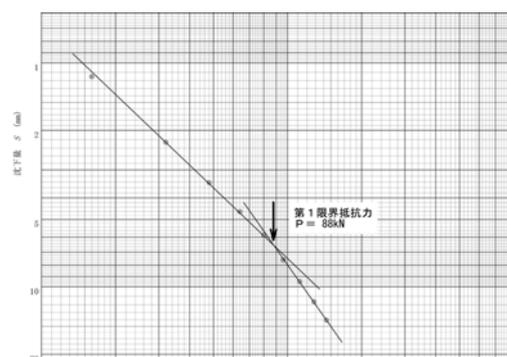


図-6 第1限界荷重(No.2)