

## 復興住宅基礎地盤への木杭利用の可能性

佐々木貴信<sup>1</sup>，渡辺千明<sup>1</sup>，永吉武志<sup>2</sup>，矢治幸夫<sup>3</sup>，水谷洋介<sup>4</sup>，中村博<sup>4</sup><sup>1</sup> 秋田県立大学木材高度加工研究所<sup>2</sup> 秋田県立大学生物資源科学部アグリビジネス学科<sup>3</sup> 秋田県立大学生物資源科学部附属フィールド教育研究センター<sup>4</sup> 兼松日産農林株式会社ジオテック事業部

秋田県立大学木材高度加工研究所では、東日本大震災で被災した岩手県大槌町の復興支援の一環として、町有林アカマツ材を復興住宅の基礎地盤の補強方法として木杭打設工法を提案し、町有地でのデモ施工やシンポジウムの開催、試験施工箇所の調査等を行ってきた。平成 26 年度には秋田県立大学震災復興支援事業を活用し、秋田県大潟村の秋田県立大学フィールド教育研究センター内に試験地（12m×24m）を用意し、大槌町産のアカマツおよびスギ丸太を運び、打設試験を行った。平成 27 年度には、平成 26 年度に打設した木杭頭部に住宅の荷重を想定したコンクリートの重り（重さ 5 トン）を載荷し、長期的な木杭の沈下量を観測する長期載荷試験を行った。木杭の打ち込み深さを 6m, 9m, 12m と変えた試験では、打ち込み深さが深くなるほど沈下量が少なくなることが明らかとなった。また、木杭を打ち込まずにコンクリートのみを設置した場合、沈下量が大きくなり木杭打設による地盤補強の効果が明確に示された。

**キーワード：**東日本大震災，地盤補強，木杭，復興支援

秋田県立大学木材高度加工研究所では、東日本大震災で被災した岩手県大槌町の復興支援の一環として、町有林アカマツ材を地盤補強の木杭として活用することを提案し、町有地でのデモ施工やシンポジウムの開催、試験施工箇所の調査等を行ってきた。平成 26 年度には秋田県立大学震災復興支援事業を活用し、秋田県大潟村の秋田県立大学フィールド教育研究センター内に試験地（12m×24m）を用意し、大槌町産のアカマツおよびスギ丸太を運び、打設試験を行った（図 1）（佐々木，渡辺，永吉，中村，上田及び芳賀，2015）。大潟村は大規模な干拓地であり、地盤から 8～9m まで粘性土が堆積した軟弱地盤である。このため、木杭による地盤補強の効果を検証するには最適な試験地である。

軟弱地盤の地盤改良方法には硬い地盤まで鋼管杭を打ち込む方法や、土にセメントを混ぜる方法など

が一般的だが、木杭による地盤補強は古くから用いられており、その効果も知られている。多数の木杭を地盤に打ち込むことで、地盤の土の密度を増大させ液状化を防ぎ、木杭の摩擦で構造物の沈下を防ぐことができる。被災地では復興住宅の建設が進められており、嵩上げ地盤の補強に地域材のアカマツ等が活用できれば、被災地域の活性化も期待される。

## 住宅基礎地盤への木杭利用

木杭打設による住宅地盤補強のイメージを図 3 に示す。コンクリートの基礎を施工する前に地盤に木杭を打設して地盤を補強し、建物の重さを支えるものである。木杭は地下水位以下に位置する部位は腐朽の心配は少ないが、地下水位が浅に位置する恐れがある場合には防腐処理などの対策が施されている。



図1 FCでの木杭打設試験(26年度)



図2 杭頭部へのコンクリートの打設(27年度)

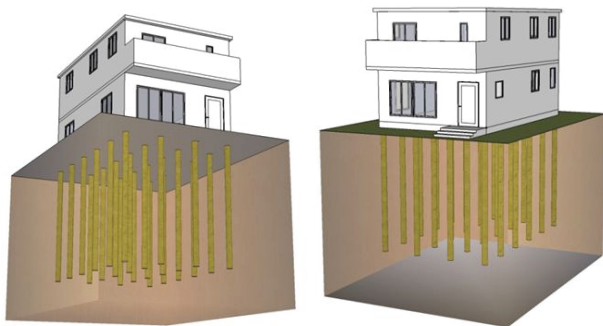


図3 木杭打設による住宅地盤補強のイメージ

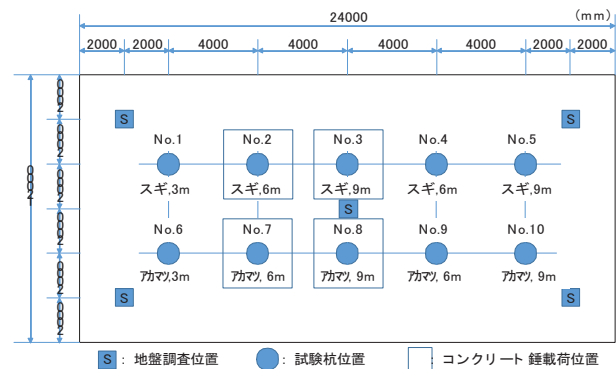


図4 木杭の配置図

### 長期載荷試験

図3のように住宅基礎地盤の補強を考える場合、杭1本あたりに最大で5トン程度の荷重を支える必要がある。そこで、平成26年度に打設した木杭上部に住宅の荷重を想定したコンクリートの重りを載荷し、長期的な木杭の沈下量を観測する長期載荷試験を行った。このとき重りとしたコンクリート塊の寸法は1m×1m断面、高さ2mとし、杭頭部の断面方向に挿入した鉄筋に付着するようにコンクリートを打設して、杭1本あたりに約5tfの重量が載荷されるようにした(図2)。

平成26年度に打設した木杭の配置と樹種、打込深さの関係を図4に示す。同図のNo.2,3およびNo.8,9の位置にコンクリート塊を打設した。木杭の打設は専用の杭打ち機(図1)により行い、長さ6mおよび9mの杭は長さ3mの丸太をそれぞれ2本、3本と打ち継いでいる。打ち継ぎ部はお互いの木口に穿孔し、丸鋼を挿入してずれないようにしている(図5)。



図5 木杭の打ち継ぎ部

### 試験結果

木杭の沈下量の計測はコンクリート塊の側面に貼付したデジタルレベル用のバーコードを定期的に測量することで行った(図5,6)。また、木杭頭部には予めコンクリート塊の高さよりも長いパイプを打ち込んでおき、パイプの頂部の位置をコンクリート打設の前後で測量することで、コンクリート打設前から硬化後までの間の木杭の沈下量の推定を試みた。

計測結果を図8に示す。杭に使用した木材の樹種や、木杭の打ち込み深さの違いに関係性は認められ

ないが、コンクリート打設直後から約 2 週間で約 1.5cm～3.5cm 程度沈下していることが確認できる。しかし、それ以降の約 8 ヶ月間では、沈下量に大きな変動は見られないことから、軟弱地盤における木杭基礎の十分な効果が確認できる。



図 6 コンクリート塊とスケール



図 7 バーコードレベルによる沈下量の計測

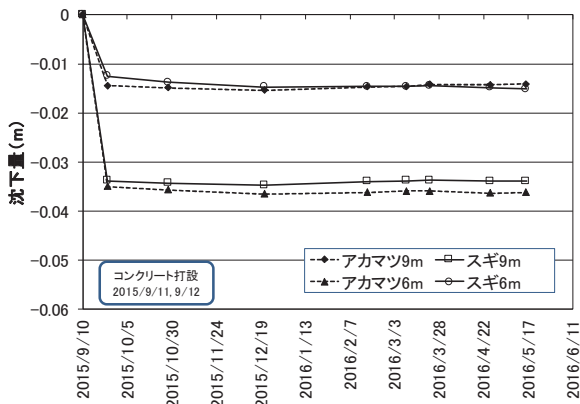


図 8 木杭の沈下量の推移

### 追加試験

本試験の結果から杭の打ち込み深さと沈下量の間には明確な関係が認められなかったため、平成 28 年 3 月に木杭の最大打ち込み深さを 12m まで深く打設した追加試験を行い、同様のコンクリートを載荷して沈下量の計測を開始した。このとき、木杭を打ち込まない無対策の状態でのコンクリート塊の沈下量も比較して計測することで、木杭打設の有効性を評価した。

木杭は、26 年度の試験と同様に大槌町産のアカマツ材を用いて、6m、9m (6m+3m)、12m (6m+6m) の 3 ケースについて 1 カ所ずつ打設した。写真 5 に示す「無対策」と右上の「アカマツ」6m、9m、12m が追加で打設した木杭とコンクリート塊の位置を表している。

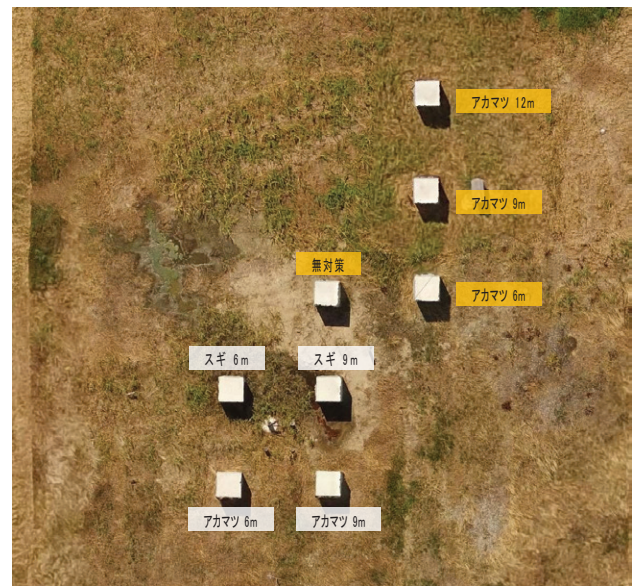


図 9 コンクリート塊の配置 (28 年 7 月撮影)

本試験における計測結果を図 10 に示す。なお、計測はコンクリート型枠の脱型後に開始しているため、コンクリート打設前から硬化後までの間の木杭の沈下量は確認していない。同図より、木杭の打ち込み深さの違いによる沈下量の関係が認められ、打ち込み深さが深くなるほど沈下量が少なくなっていることが確認できる。また、木杭を打ち込まずにコンクリート塊のみの無対策では、沈下が進んでおり、木杭打設による地盤補強の効果が明確に示されていることが分かる。木杭の打ち込み深さが 9m と 12m の

場合を比較すると、沈下量に大きな差はなく、補強効果としては 9m 程度の打ち込みで十分であると言える。

現在、無対策や打ち込み深さ 6m では、未だ沈下が進んでいることから、引き続き観察を続け、木杭の打ち込み深さと沈下傾向の関係を詳細に評価する計画である。なお、フィールド教育研究センター内の試験地には、図 11 のように看板を設置することで見学者などへの情報提供を行っており、今後は沈下量の変化など実験の結果も示して行きたいと考えている。

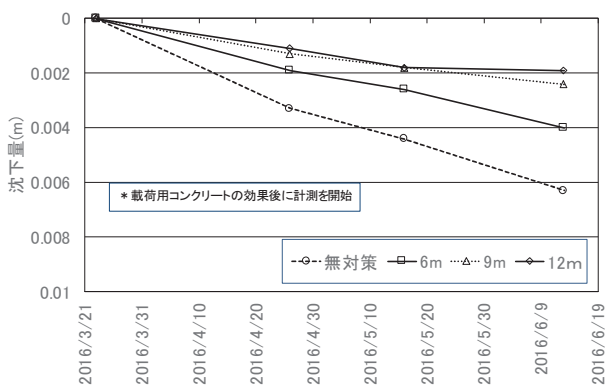


図 10 木杭の沈下量の推移（追加試験）



写真 11 実験内容を紹介した看板の設置

## おわりに

復興住宅の建設において基礎地盤の補強対策として、地域産木材を用いた木杭の利用を提案し、その性能を明らかにすることを目的として軟弱地盤地域での実証試験を行った。東日本大震災の被災地では、平成 28 年度から国による集中復興期間が終了する。順次、盛土・造成工事も完了予定であり、既に一部では市街地整備や個人住宅の建設が始まっていることから、本研究の成果を大槌町の林業や木材関連業者等へ還元し、実際の木杭利用に繋げることが重要であると考えられる。

本研究の成果により、軟弱地盤地域における構造物の沈下防止対策としての木杭の活用に関心が持たれており、今後計画されている大潟村の用水路改修工事における対策工法の一つとして、東北農政局による試験施工が行われている（図 12）。



図 12 用水路改修工事のける木杭基礎の試験施工

## 文献

佐々木貴信, 渡辺千明, 永吉武志, 中村 博, 上田康広, 芳賀正彦 (2015). 「大槌町の木材資源を活用した復興支援：復興住宅基礎地盤への木杭利用の提案」『秋田県立大学ウェブジャーナル B (研究成果部門)』2, 203-208.

〔平成 28 年 7 月 20 日受付〕  
〔平成 28 年 7 月 31 日受理〕

## The possibility of a ground reinforcement method using timber piles for housing foundations

Takanobu Sasaki<sup>1</sup>, Chiaki Watanabe<sup>1</sup>, Takeshi Nagayoshi<sup>2</sup>, Yukio yaji<sup>3</sup>, Yosuke Mizutani<sup>4</sup>,  
Hiroshi Nakamura<sup>4</sup>

<sup>1</sup>*Institute of Wood Technology, Akita Prefectural University*

<sup>2</sup>*Department of Agribusiness, Faculty of Bioresource Sciences, Akita Prefectural University*

<sup>3</sup>*Field Education and Research Center, Faculty of Bioresource Sciences, Akita Prefectural University*

<sup>4</sup>*Kanematsu-NNK Corporation*

In 2012, the Institute of Wood Technology (IWT) formally agreed to support and cooperate in the restoration of Otsuchi, a town devastated by the Great East Japan Earthquake. IWT has made several proposals for using the local wood resources. In the disaster area, reconstruction projects to raise the ground level and build public restoration housing are underway. IWT also proposed to use timber piles for ground reinforcement. If successful, this proposal will ensure the use of large amounts of local wood for creating new employment opportunities. To evaluate the effectiveness of the proposed method, we conducted a demonstration test using approximately 50 timber piles of Japanese red pine and Japanese cedar. In this test, the timber piles were driven into the ground at the test field of Akita Prefectural University in Ogata Village, Akita. To evaluate the ground reinforcement effect of the timber piles, we placed a 50-kN weight of concrete to simulate the load of a house on top of some timber piles and observed the change in the subsidence of the piles. The results showed that the subsidence decreased with increasing timber-pile length.

**Keywords:** great east Japan earthquake, ground reinforcement, timber pile, restoration support