

丸太杭基礎の打設方法の改善

株式会社 室岡林業 ○中村一明、室岡賢一

1. はじめに

近年、比較的小規模な構造物の基礎補強材として、木材を利用することが見直されている⁽²⁾。また木材利用ポイント（林野庁）をはじめ、国産材を多様なかたちで消費しようとする風潮が高まっている。基礎補強の視点からは、擁壁やボックスカルバートなど土木構造物における設計・施工マニュアル⁽⁴⁾が策定されおり、建設に係る分野でも木杭利用の研究⁽³⁾が各所でされている。

本工事は、平成25年度に新潟県上越市で6棟が連なる福祉施設の木造平屋建ての建築工事で、粘性土主体の軟弱地盤のため、基礎補強が設計された基礎工事である。本稿では、居住棟の基礎工事において丸太杭（スギ杭）の打設工事を実施し、打撃エネルギー損失の少ない効率的な打設方法の改善について調査したので紹介する。

2. 工事概要

建築工事の概要を表-1に、丸太杭基礎の断面図を図-1にそれぞれ示す。丸太杭基礎の打設作業の延べ日数は38日間で、丸太杭（スギ杭）を汎用重機による直接打撃方式により打設した。図-2に丸太杭の打設状況を示す。指揮者(C)の指示により、グラップル機(B)で杭を掴み打設位置へ据え付け、大型ブレーカを装着したバックホウ(0.5m³型)(A)で打設する手順で作業を行った。

表-1 工事概要

工事名	だいにちスローライフビレッジ建設工事
工期	平成25年8月8日～平成26年3月15日
基礎補強	スギ丸太杭 φ18cm×4m 2,027本

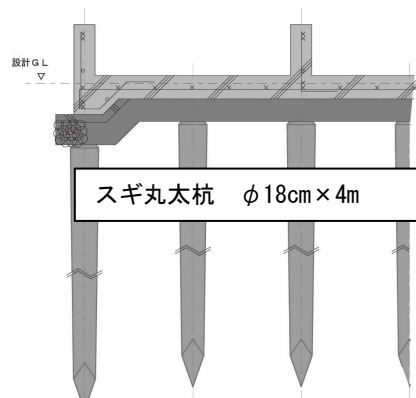


図-1 基礎設計の断面図

2. 打設工事における問題点

打設工事の進捗に伴い、以下が問題となった。

①打設工期の短縮

丸太杭の打設工事は、建築工事全体の工程の初期にあたる。したがって、速やかに次工程へ移行できるように関係業者から要請された。丸太杭の重要性は非常に高いため、施工品質を低下させないように施工計画をしたが、日打設本数（60本/日）を増やすための改善をする必要性があった。

②施工品質のバラつき

打設工事では、自社重機オペレータを加えた3名でバックホウによる杭打設を行った。そのため、丸太杭の打設に携わる、重機オペレータ（以下、重機オペと称す）ごとの経験や熟練度によ

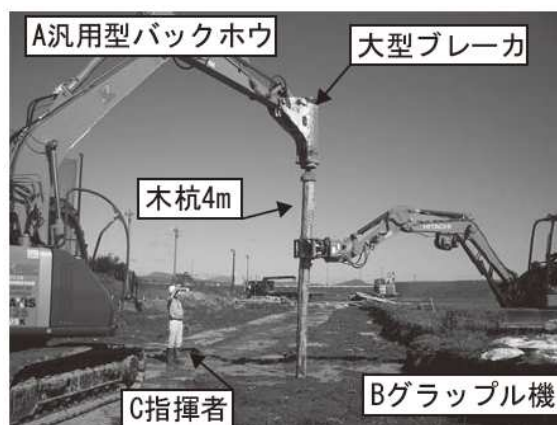


図-2 丸太杭の打設状況

って、日打設本数や施工品質にバラつきがあった。

③丸太杭とブレイカの鉛直性

杭頭部へのブレイカセットによる鉛直性の確認(図-3)では、X-X 方向は重機オペレータ側で視認できるが、X-X と直角の Y-Y 方向は、常に指揮者の指示により補正する。また、打設サイクルの途中も適宜補正する。そのため、サイクルタイム(杭1本の打設を完了するまでの1サイクルあたりの所要時間)が長くなり、とても効率がよいとはいえない。加えて、上述の重機オペの技量の違いや癖、指揮者との意思疎通なども関連しているといえる。

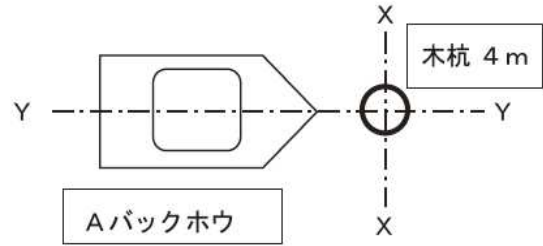


図-3 鉛直補正の模式図



図-4 丸太杭とブレイカの鉛直性が確保された状態



図-5 鉛直性が確保されていない状態

3. 対応策と適応結果

本工事の基礎補強方法のように、支える荷重が重力方向で、地耐力の小さい地盤上に補強材(丸太杭など)で補うものは、杭の鉛直性をできるかぎり保った状態で地中へ打設することが、素直で自然の摂理であると考える。

そこで、前項の問題を解決するため、次のような対応策を実施した。

①鉛直性と沈下量の検証

本打設工事は、重機の押し圧とブレイカの打撃によって、丸太杭を地中へ打込んでいく(直接打撃方式)。したがって、打撃エネルギーは沈下量に比例すると推定されるため、ブレイカとの鉛直性の違いによる、丸太杭の沈下量を計測した(表-2, 図-6)。このことから、鉛直性を損なうとエネルギーロスとなっていることは明確で、ブレイカの傾斜によって丸太杭の沈下量が減少していることを定量的に把握できた。

鉛直性を維持できない打設は、ロス(時間やエネルギー)が大きくなるばかりでなく、日打設本数の伸び悩みにつながる。したがって、鉛直性を

表-2 沈下量の変化

	鉛直時	傾斜時
ブレイカ角度	0度	12度
平均沈下量	5.2cm	4.6cm

※ブレイカ角は鉛直を0度とする。
※平均沈下量は10打撃後の沈下量 5回平均値

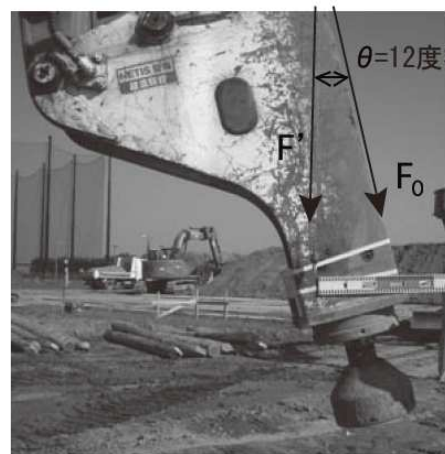


図-6 ブレイカ角度

重視することは、最もエネルギーロスの少ない打撃であると判断できる。

②鉛直具（簡易レベライザ）の取付け

鉛直性を保持する重要性は前述のとおりで、重機オペの熟練度などに左右されないで、如何にしてブレーカの鉛直性を視認できるかを、補助具を用いて検討した。原理的には、液体が入ったグラスを傾けると、水面の水平は静止状態で保たれている。これを応用して重機オペから見えるブレーカの内側に鉛直具（以下：簡易レベライザ）を取り付けた。ブレーカを傾けると、ビー玉と液体は水平（レベル）を維持しようと挙動する（図-7、図-8）。

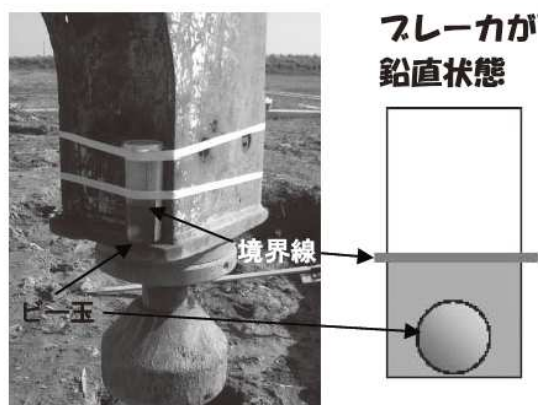


図-7 簡易レベライザの取付状況

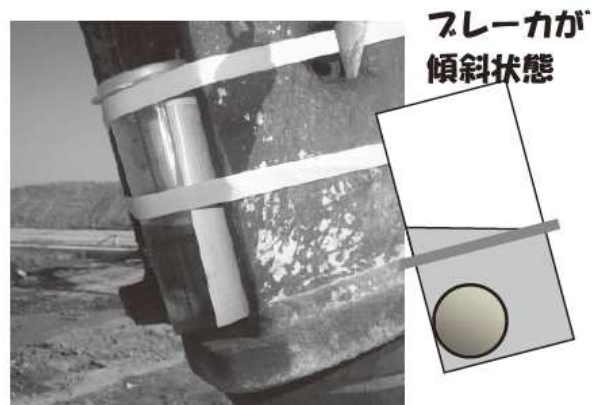


図-8 ブレーカを傾斜させた状態

簡易レベライザを取付け、重機オペに視認性を確認し、いままでのように、経験に頼っていた鉛直性の感覚補正などを行ったのち、簡易レベライザを目安にした打設作業を再開した（図-9）。簡易レベライザ装着による日打設本数を比較すると、装着前に比べて 21% 向上させることができた（表-3）。重機オペなどへのヒアリングでは、特定のオペや技能に左右されず視認できることから、杭頭部へのヘッドセットの時間と調整が短時間で、かつスムーズに打撃作業へ入れることなどを聴取できた。

このことから、簡易レベライザの装着効果は、非常に大きいと判断できる。



図-9 簡易レベライザ装着後の鉛直補正

表-3 簡易レベライザ装着による日打設本数（平均）

装着前	●●●●●●●●	71本
装着後	●●●●●●●●	86本

③重機オペレータと指揮者との指示合図のみえる化

施工品質のバラつきを抑えるために、あいまいであった指示合図の改善と、重機オペを含めた作業員への周知を行った。主に、指示合図は、丸太杭の鉛直補正や丸太杭の打ち止め管理などを指示する（表-4）。また、品質管理を目的とするほか、安全性も補っている。

指示合図を統一したことで、スムーズに打設作業を進めることができるとともに、立会検査後

の是正本数（丸太杭の再打設）についても減少が見られ、改善効果が大きいと判断できる（表-5）。副次的には、今の作業状況を周辺にいる別作業者にも認識してもらうことができたので、安全性の向上も図れたと考えられる。

表-4 手信号による指示合図（代表例）





a.全停止	b.打込工程の調整指示		
			
動作停止	ゆっくりと連続打撃	1回打撃	ブレード回転補正
	打込み継続	杭頭管理	鉛直補正

表-5 是正本数／打設本数

	合図統一前	合図統一後
是正本数	●●●● 4本	● 1本
打設本数	929本	1098本

4. おわりに

本打設工事における鉛直性の重要度を再確認することができた。簡易レベライザの装着効果によって日打設本数が伸び、打設工期を短縮できたことで、要請に答えることができた。加えて、指示合図を一定水準で統一できたことは、是正本数の減少からも、施工品質の向上につながった成果は大きい。今後は、簡易レベライザのさらなる改良を進めるとともに、本打設工法における打込み後の支持力の検証を目指している。本打設工事と類似する現場や応用が可能な範囲は広いと思われるので、今後の活用を期待したい。

ここ最近、本打設工事のような地域材の丸太杭を用いた「木材の地中化」は脚光をあびるようになり、私たちはこれを“地中の森”計画とネーミングして、森林環境と地域活性に日々努力を重ねている。

謝辞

本調査にあたりご配慮いただいたみなさまと、快く協力に応じてくださった関係業者の方々に深く感謝します。

参考文献

- (1) 中村一明, 室岡賢一: 丸太杭基礎の打設方法の改善について, 土木学会木材利用研究論文報告集 13, pp. 18~21, 2014.
- (2) 土木学会木材利用ライブラリー, 005 国内の構造物基礎における木材利用事例と設計方法の変遷, 2013.
- (3) 久保光, 吉田雅穂: 杭丸太を活かした小規模構造物の設計方法の検討, 近畿地方整備局研究発表, 2013
- (4) 福井県木材利用研究会, 丸太杭工法を用いた軟弱地盤対策の設計・施工マニュアル, 2013
- (5) 新潟県農地部: 基礎木杭設計指針, 2011