

## 杭先端チャッキング工法による既存杭引抜き・埋戻し技術の高度化

杭先端チャッキング工法 杭抜き 埋め戻し

明石工業高等専門学校 学生会員 ○橋本 功  
(株)マルシン 正 会 員 桑原秀一  
芝浦工業大学 国際会員 稲積真哉  
明石工業高等専門学校 非 会 員 江口忠臣

## 1. はじめに

我が国では高度経済成長期に大量に建設された建築物や道路構造物の老朽化が進んでおり、近年これらは深刻な問題として露呈してきている。また、東日本大震災による国民の防災意識の向上および人口減少による公共施設の利用者減少などに伴い、構造物の解体、建替え需要はますます増加している。我が国の都市の多くは軟弱地盤上に位置しており、多くの既設構造物は杭基礎を使用している。そのため、既設構造物解体後の土地において新たな土地活用を図る場合、新設構造物の杭基礎などに干渉しないよう既存杭を撤去しなければ、新設杭打設の工期および品質に悪影響を与える。また、地中に残存した既存杭に有用性がない場合は産業廃棄物として扱われるため、土地売却取引などにおいては瑕疵としてしばしばトラブルの原因となる<sup>1)</sup>。

既存杭引抜き工事において既存杭の地中残置と抜き跡地盤の不良化という2つの大きな問題が未だ解決されない。杭先端パワーチャッキング工法 (PG 工法) は既存杭引抜き工事の品質向上、安全性向上および従来工法で頻繁に発生していた施工トラブルや様々な問題点の対応技術として開発された。

## 2. 従来工法

既存杭の引抜き工法として、一般的にケーシング縁切り工法が採用されている。施工手順としては、地盤内に存在する既存杭の外周をケーシングによって削孔して摩擦抵抗を解放し、ケーシングを引き上げた後に既存杭にワイヤーロープを玉掛し、クレーン等によって引き抜くことによって地盤内から既存杭を撤去する。この工法では施工上の問題点がいくつか存在する。

## (1) 施工上の問題点

ワイヤーロープを既存杭に玉掛するためにケーシングを一旦地上に引き上げる必要があり、その際の孔壁の崩壊や土砂の落ち込みによって既存杭周囲の摩擦力が増加し、引抜き開始と同時に想定以上の負荷がかかったワイヤーロープが破断するという危険性がある。加えて、引抜いた杭の引き倒しの際に杭が折れ、引抜き杭の落下、破断の反動による重機の転倒などの二次災害を引き起こす可能性がある。また、地盤内の既存杭が、打撃工法による打設の影響や上下杭の継ぎ手不良、ケーシング削孔中の破損等によって分裂していた場合、引抜き時に地盤内に既存杭の一部が残存する可能性がある<sup>2)</sup> (図-1参照)。

過去の記録等が無く周辺の施工実績をもとに杭長を仮定して工事に着手する際、実際に施工して杭長が長い場合には、予定深度削孔後にケーシングを引き上げ、ワイヤーロープ掛けによる引抜き作業時に負荷で引抜きが行えない時に初めて杭長が長いとの判断となる。つまり、ケーシング内に杭があるのか又は杭先端を越えて削孔しているかの判定が不可能である。

## (2) 引抜き埋戻しの問題点

地盤内から既存杭を引き抜くことによって生じる引抜き孔には、孔壁地盤の崩壊を防ぐために充填材を注入する。工法の性質上、引抜き孔上部からの流し入れとなり、深度方向に関係なく全長にわたって確実に充填材を注入することは困難であり、土塊等の落ち込みも懸念される(図-2参照)。不完全な注入は空隙や軟弱部を生じさせ、周辺地盤の地盤沈下、新設杭の施工品質及び工期への悪影響、作業地盤不良による重機の転倒などの重大事態の原因となる。

## 3. 杭先端パワーチャッキング工法 (PG 工法)

従来工法によって生じる施工上の問題点を解決するべく考えられた新工法が杭先端チャッキング工法である。特徴としては、ケーシング先端に装備されたチャック爪によって既存杭を抱え上げ、内包した状態で引上げを行い、それと同時にケーシング先端部からの充填材吐出による引抜き孔の埋め戻しを行う点にある。

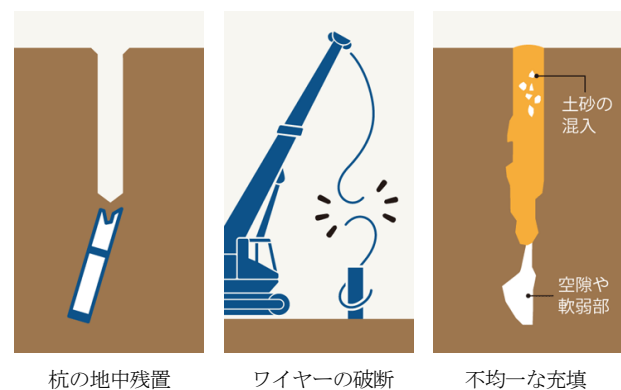


図-1 従来工法における主な問題点

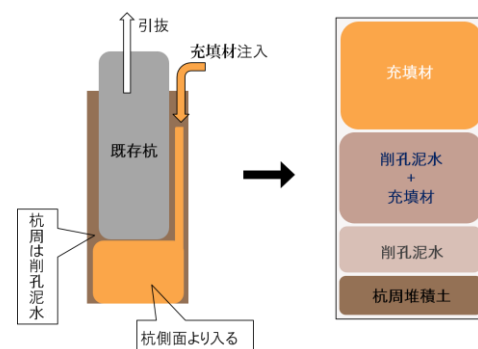


図-2 抜き跡地盤の不良化

**(1) 施工手順**

- ①既存杭の杭頭を着工前に事前測量を行う。
- ②測量された杭芯より逃げ芯を直交2方向に打ち込み、定尺棒を用いてケーシングの中心を杭芯にあわせる。
- ③ケーシングの鉛直精度を確認して掘削を開始する。ケーシングは既存杭の傾斜に沿って追従するため、ケーシング傾斜角度にリーダー角度を調整する。
- ④掘削時にケーシング先端部から水またはセメントミルクを吐出し、ケーシング内外を泥土化またはソイルセメント化する。これにより地盤の掘削抵抗を減少させ、孔壁の崩壊やケーシング内の土砂の供回りによる既存杭の破壊を防止する。
- ⑤掘削完了後、押圧装置を作動させ既存杭をチャッキングする。
- ⑥充填材を吐出し流量計により必要注入量の確認を行いつつケーシングを引き上げる。(図-3 参照)。

**(2) 杭先端チャッキング方式の有用性**

PG 工法ではケーシングを一旦地上に引き上げる必要がないため既存杭周囲の摩擦増加はなく、ワイヤーロープも使用しないため、従来工法のようにワイヤーロープに想定外の負荷がかかることに伴う事故の危険性が存在しない。また、地盤内の既存杭全体とその周囲を内包して下部から抱え込んで引き上げるため、中折れ杭、破損杭、ジョイント部未接合杭、斜杭などの従来工法では引抜きが難しいとされていた杭も確実に撤去できる上に、従来工法では杭から剥離して残存する可能性が高かった杭周辺に築造されたセメントミルク固化物なども同時に撤去することが可能となる。

杭長が不明な際にチャック爪の突出し操作によって確認が可能であり、ケーシング内に杭がある場合はチャック爪の突出しが途中で止まり、ケーシング削孔が杭先端の所定位置を通過している場合はチャック爪が全長突出する。押圧装置にある突出確認部のストローク幅により地表にて目視で確認することが可能であり、引抜き工事の停滞を防止することができる。

**(3) 同時注入方式の有用性**

既存杭の引抜き作業をしながらケーシングの先端部から充填材を注入していくため、引抜き終了と同時に充填材による埋め戻しが終了する。このように、工程の縮減による作業時間の短縮およびコスト低減がはかれる。また、同時注入方式では引抜き孔の最深部から注入が可能であるため、引抜き孔全長にわたって確実な充填を行うことが可能となり、不完全な注入に伴う空隙や軟弱部の発生、杭孔の崩壊を抑制することができる。崩壊などのない場所には規定量、崩壊があり掘削孔が大きな場所にはそれを満たす必要量を加えた充填材量が注入量となる。

**(4) 施工管理システム**

杭抜き工事を一元的に管理できるシステムであり、施工管理品質の向上と総合的な施工記録を収集することができる(表-1 参照)。削孔深度などの施工状況をリアルタイムで確認することが可能であり、充填材の注入量を計算して示すため現場管理業務を簡略化することができる。PG 工法では引抜き注入時に、孔口の液面を目視で確認し注入状況の管理を行い、施工管理装置を用いて注入量に応じた引抜き速度を確認しながら引き上げを行う。周辺地盤の崩落等を防止するとともに引抜き孔全長にわたり確実な充填材注入を可能とする。

**4. おわりに**

本論文では、地盤内の既存杭を確実に撤去可能である杭先端パワーチャッキング工法 (PG 工法) の有用性について示した。PG 工法によって引抜き工事の施工上の問題点は大きく改善されるが、既存杭の抜き跡地盤の安定化については、充填材等の規定がなくいまだ多くの問題点を抱えている。後世においても土地利用が可能となるように、引抜きから抜き跡地盤の安定化までの技術を確認せねばならない。

[参考文献]

- 1) 村上隆生：基礎杭の残置、埋戻し部分の地盤支持力の瑕疵を否定し、代理業者の説明義務違反も否定した事例，No.82，pp.166-167，2011
- 2) 桑原秀一，濱田聡一郎：構造物とりこわし工における既存杭の引抜き工事について，平成 27 年度近畿地方整備局研究発表会論文集，2015

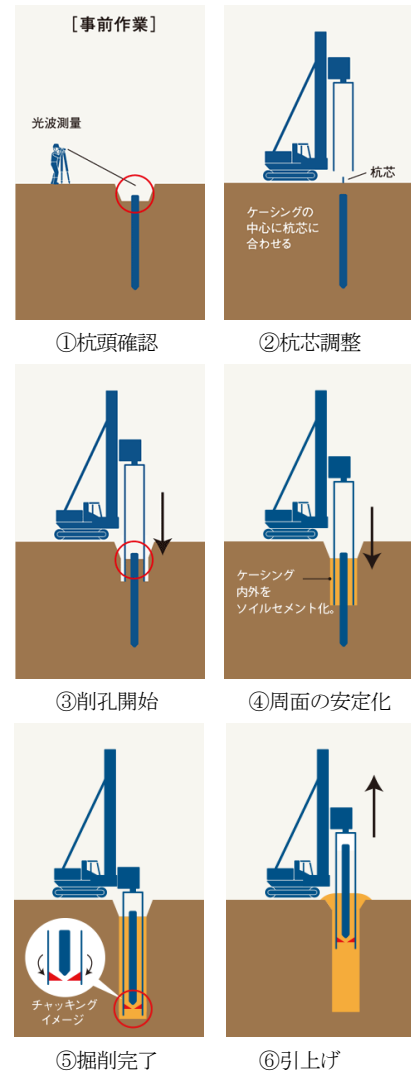


図-3 PG 工法の施工手順

表-1 施工管理システム計測項目

測定項目	目的
時間	正確な積算資料の作成 各施工タイムの記録
深度(m)	杭抜き工事で乱した地盤(破損された支持層)深度の記録
速度(m/min)	注入量に応じた引き上げ速度の確認
削孔時流量(L/min) 削孔水及び注入材	・セメントミルク削孔の場合、注入率による注入量の把握 ・削孔液と残土量の関係性の把握
引上げ時流量(L/min) 注入材	・引き上げ時単位当たり必要注入量の確認
電流(A)	正確な積算資料の作成 地盤と掘削速度の関係性