

既存杭の引抜き工における杭先端パワーチャッキング工法の施工理論と施工事例

桑原秀一¹, 浜口伸一¹, 島田義勝¹, 稲積真哉²

1 日本杭抜き協会

2 芝浦工業大学・工学部土木工学科

概 要

一般に既存杭の撤去には引抜き工法が採用され、特にワイヤーロープ玉掛け引抜き工法が用いられる。しかしながら、施工上の問題点として、破損した既存杭の場合では既存杭の一部を地盤内に残置する可能性や、抜き跡地盤上部からの充填材注入による不均質な抜き跡充填を引き起こす可能性がある。一方、杭先端パワーチャッキング工法（PG 工法）では既存杭全体を抱え込んで引き上げるため、例え破損した既存杭であっても確実に引抜き撤去することが可能である。また、ケーシング下部からの充填材注入を行うため、抜き跡地盤（引抜き孔）の深度全体にわたって均質な埋戻しが可能となる。本報告は既存杭引抜き工法の一つとして PG 工法の特徴、安全性、および施工品質の向上について、施工理論より明らかな知見および実施工例を基に述べている。

キーワード：埋戻し、既存杭、杭先端パワーチャッキング工法、抜き跡地盤、引抜き

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等に伴い、構造物の解体ならびに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、そのため既設構造物の多くは杭基礎を採用している。よって、既設構造物の解体撤去後において新たな当該土地活用を図る場合、新設構造物の杭基礎や山留め壁等に既存杭が干渉しないように確実に既存杭を撤去しなければ、既存杭の存在が新設杭の打設工や山留め工等の工期および品質に悪影響を与える。なお、既設構造物の解体撤去後に残存した既存杭は、その有用性が認められなければ産業廃棄物として扱われ、土地売却取引等では既存杭の存在がしばしば瑕疵としてトラブルの原因となっている¹⁾。

上述した既存杭を取り巻く社会状況の下、現状における既存杭引抜き工では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ていない。そこで、本報告では既存杭引抜き工の品質向上、安全性向上、および一般的な既存杭引抜き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改善について、既存杭引抜き工法の一つとして著者らが開発に着手した杭先端パワーチャッキング工法（PG 工法）の施工理論より明らかな知見および実施工例を基に述べるものである。

2. 杭先端パワーチャッキング工法（PG 工法）

ワイヤーロープ玉掛け引抜き工法で代表される既存杭引抜きの一般工法において生じる施工上の問題点を解決するべく、新たな発想にて開発した既存杭引抜き工法が杭先端パワーチャッキング工法（PG 工法）である。PG 工法の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込み、既存杭をケーシングに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抜き跡地盤（引抜き孔）の埋戻しを行う点にある。

2.1 PG 工法の施工手順

PG 工法による既存杭引抜き工の施工手順は、以下のとおりである（図1参照）^{2), 3), 4)}。

- (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合わせる。
- (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（セメントペーストを更に薄めた状態）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共回りによる既存杭の破壊を防止する。

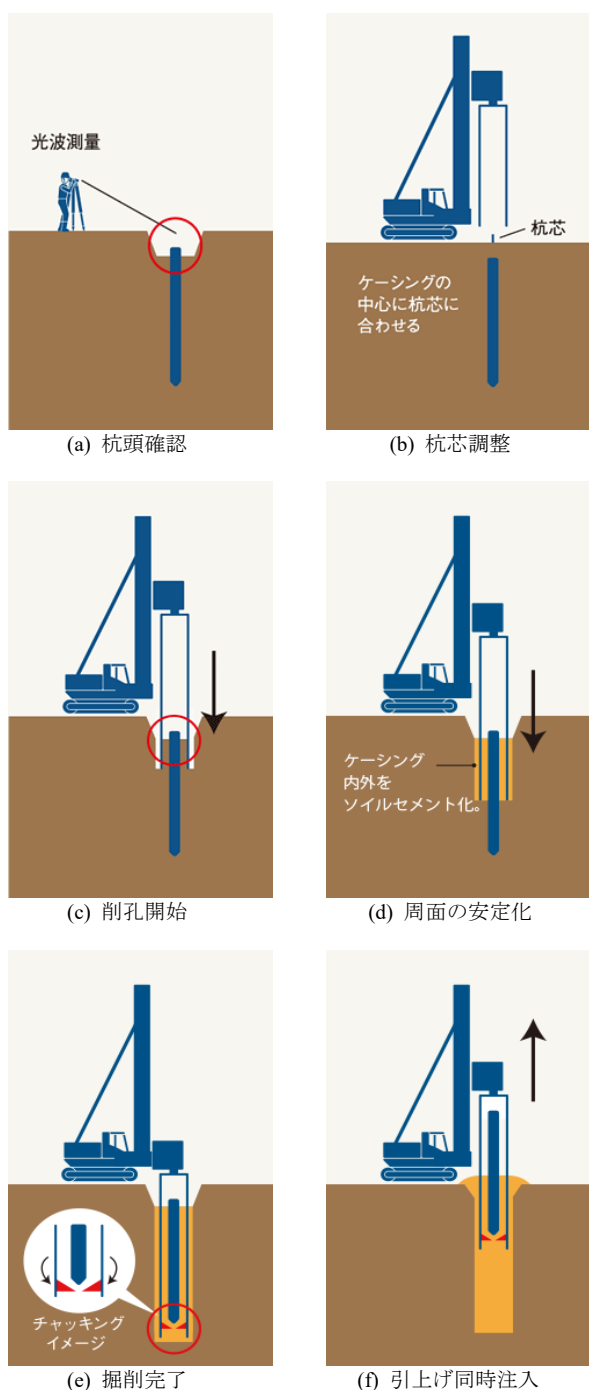


図1 PG工法の施工手順

- (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、流量計により必要注入量の確認を行いつつ、既存杭を抱え込んだケーシングを引き上げる。

2.2 PG工法による既存杭の引抜き

2.2.1 引抜き工における事故の発生抑制

既存杭の引抜き工法として、ワイヤーロープ玉掛け引抜き工法が一般的に採用されている現状にある（以降、一般工法と略す）。

一般工法に関する施工手順の概略は、(1)地盤内に存在す

る既存杭の外周をケーシングにより削孔して摩擦抵抗を解放する、(2)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けし、クレーン等によって引き抜くことで地盤内から既存杭を撤去する。一般工法ではワイヤーロープを既存杭に玉掛けするため、ケーシングを一旦地上に引き上げる必要がある。その際の引抜き孔壁の崩壊や土砂の落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した事例がある。また、引き抜いた既存杭の引き倒しの際に杭が折れ、引抜き杭の落下やワイヤーロープ破断の反動による重機の転倒等の二次災害を引き起こす可能性がある²⁾。

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一般工法のように引抜き時に想定外の負荷がかかることに伴う事故の危険性は存在しない。また、引抜き杭の引き倒し作業はなく、ケーシングに内包している引抜き杭をケーシング下部から排出するため、既存杭の破損がある場合でも安全に取り出すことが可能である。よって、PG工法では一般工法における重大事故発生の可能性を排除しており、より安全性の高い引抜き工法であるといえる。

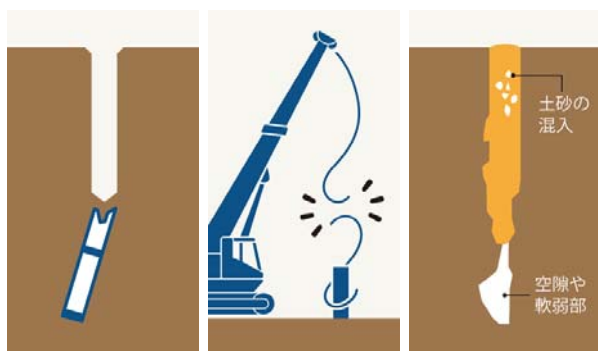
2.2.2 既存杭の確実な引抜き

地盤内に存在している既存杭は、打撃工法による杭打設の影響、上下杭の継ぎ手不良、および打設中の破損等によって健全な状態を維持していない場合が多く存在する³⁾。これらの既存杭を一般工法を用いて撤去する場合、ワイヤーロープによる引抜き時に既存杭が分離し、地盤内にその一部が残存する可能性がある（図2参照）⁴⁾。なお、このような残置杭が新設杭に対して及ぼす影響については不明な点が多いが、残置杭が新設杭に干渉する場合には施工上の大きな障害となることは明らかである。また、新設杭に干渉しない場合であっても、地震動の検討の際に杭の水平地盤ばねの評価に影響を及ぼす可能性が示唆されている⁵⁾。後世にわたって土地の活用を繰り返していくには、既存杭を確実に撤去することが必要であるといえる。

PG工法では地盤内の既存杭全体をケーシングで下部から抱え込んで引き上げるため、中折れ杭、破損杭、および継ぎ手部未接合杭等、一般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（図3参照）³⁾。また、既存杭の周囲もケーシングで内包することから、一般工法では杭から剥離して残存する可能性が高かったセメントミルク根固め部等も同時に撤去することが可能であり（図3参照）、今後、必須となる拡大根固め杭等の根固め部も確実に撤去することができる³⁾。

2.2.3 既存杭の杭長が不明な場合の引抜き

既存杭の引抜き工においては当該既存杭に関する過去の記録等が残っておらず、周辺の施工実績を基に既存杭の



(a) 杭の地中残置 (b) ワイヤーの破断 (c) 不均一な充填

図2 一般工法において生じ得る主な問題点



図4 チャック爪の突出



(a) 破損杭

(b) ジョイント部の分離



(c) SMW 芯材下のソイル部

(d) 根固め部

図3 破損・分離しやすい既存杭の例

杭長を仮定の上、工事に着手する現場が存在する。一般工法の場合、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、ワイヤーロープの玉掛けによる引抜き作業時に周面抵抗による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。すなわち、ケーシング内に既存杭があるのか、または既存杭の先端を越えて削孔しているかの判定が不可能である。しかしながら、PG 工法の場合はチャック爪の突出操作によって既存杭の存在有無の確認が可能である（図4 参照）³⁾。ケーシング内に既存杭がある場合はチャック爪の突出が途中で止まり、ケーシング削孔が既存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、引抜き工の停滞を防止することができる。

2.2.4 既存杭の杭頭が深い場合の引抜き

地下構造物の解体撤去後や、土壤汚染による土砂入替え時に杭を地中で切断した等で杭頭が深い場合、一般工法ではワイヤーロープの玉掛け時に空堀部分の土砂の崩壊や杭の倒れが発生し、杭頭にケーシングが被らず玉掛けできない可能性がある。すなわち、既存杭の引抜きが行えない場合がある。

PG 工法ではケーシング削孔後、ケーシングに既存杭を内包した状態で引き上げるため、一般工法と違いワイヤーロープによる玉掛けを要しない。よって、既存杭の杭頭が深い場合であっても（これまでの実績では地盤面より最大10.3mの深さに杭頭が存在する場合であっても）、既存杭の位置確認のための事前測量を行うことで地盤面からの引抜き工を確実に実施することができる。

また、隣接構造物に近接して施工する場合で且つ杭頭が深い場合においても、PG 工法は一般工法で必要となる既存杭の頭出しのための掘削が不要であり、地盤沈下等の隣接構造物への影響を抑制することができる。

2.3 PG 工法による抜き跡地盤（引抜き孔）の埋戻し

2.3.1 原地盤への復元性の向上

文献⁹⁾では既設構造物の撤去に伴う既存杭抜き跡地盤（引抜き孔）が地盤内空洞として存在することを仮定した上、2次元全応力解析の実施によって、以下を明らかにしている。

引抜き孔を空洞として放置している場合、両側の地盤が引抜き孔に倒れるように変位し、引抜き孔付近の地表面で著しく地盤沈下が発生する。杭引抜き孔に充填材を注入した場合、地盤と引抜き孔が横方向に一体となって変位し、引抜き孔付近の地表面で微小な地盤沈下が生じる。また、地震動が作用した場合、引抜き孔を空洞として放置すれば地表面の広い範囲において非常に大きな沈下が発生するのに対して、引抜き孔に充填材を注入した場合では沈下の

発生が大幅に抑制される。これらより、引抜き孔に対して充填材による埋戻しを行うことが、地盤の安定化に対して有用であることが考えられる。

ただし、充填材の強度が原地盤の強度に対して過度に小さいと、周辺地盤が引抜き孔部へ沈み込むように応力が作用するため、引抜き孔が存在しない地盤の挙動と大きく異なる可能性がある。よって、充填材の強度を原地盤と同程度にすることで、原地盤の復元性を高めることが充填材による引抜き孔の埋戻しにおいて重要である⁶⁾。

一般工法の場合は工法の性質上、充填材は引抜き孔上部からの流し入れとなる。よって、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、土塊等の落込みも懸念される(図5参照)。不均一な充填材注入は引抜き孔内に空隙や軟弱部を発生させ、当該地の陥没、周辺地盤の地盤沈下ならびに作業地盤不良による重機の転倒等の重大な事態を引き起こす原因となる。また、埋戻し箇所周囲の地盤が緩み、新設杭の周面抵抗が發揮できない場合や、既存杭の先端地盤を既存杭の引抜き作業時に乱すことで新設杭の先端支持力が發揮できない場合、新設杭が傾斜や偏心を起こして再施工に至る場合もあり、新設杭の施工品質および工期への大きな影響を与える⁷⁾。

PG工法においては既存杭の引抜き作業と同時にケーシングの先端部から充填材を注入していくため、引抜き孔最深部からの充填材注入が可能である。これによって、引抜き孔全長にわたって均一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ならびに杭孔の崩壊等を抑制することが可能となる。また、地盤の各層に合わせて、強度の異なる充填材を鉛直方向に重ねて注入する工法を採用することが可能となる。よって、適当な充填材を選定し、PG工法を用いることで原地盤の復元性を大幅に高めることが可能である。

2.3.2 作業工程の簡略化

一般工法による既存杭の引抜きおよび抜き跡地盤の埋戻しでは、(1)ケーシングによる既存杭周囲の削孔、(2)ケーシングの引上げ、(3)ワイヤーロープの玉掛け、(4)既存杭の引抜き、および(5)充填材による引抜き孔の埋戻しの工程を踏む必要がある。しかしながら、PG工法ではケーシング

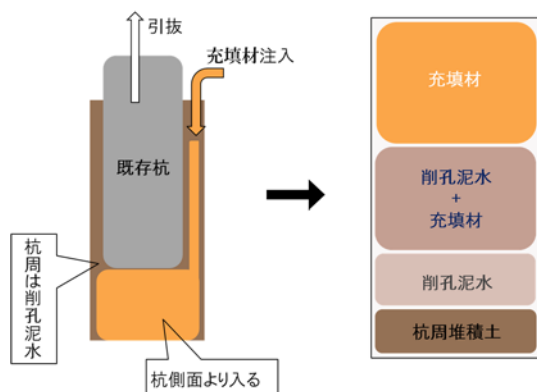


図5 一般工法における引抜き孔の充填処理

の先端から充填材を吐出可能であるため、既存杭の引抜き作業と同時に引抜き孔へ充填材の注入が行え、既存杭の撤去と同時に抜き跡地盤の埋戻しが完了する。すなわち、一般工法における作業工程(2)、(4)、および(5)の3工程が1工程で実施できるのと同義である。一般工法における作業工程を省略することになり、PG工法の適用は既存杭引抜きに要する工期の短縮に寄与する。また、引抜き作業と同時に充填材注入が行われるため、早急に抜き跡地盤の安定化を図ることも期待できる。

2.4 施工管理装置

PG工法は一連の施工工程を独自開発の施工管理装置にて一元管理を行っており、深度、流量、電流値、および深度ごとにおける充填材の必要注入量をリアルタイムで管理している(図6参照)。換言すれば、施工管理装置は削孔深度等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等、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、施工管理装置によって引抜き孔上部の液面管理を行う(図7参照)。施工管理装置によって算出される1mごとの規定量の注入と液面管理による必要量の注入に応じた引抜き速度を確認しながら引き上げを行い、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。充填材の注入量は、ケーシング削孔時または既存杭引上げ時の引抜き孔の崩壊を考慮しない規定量(ケーシング体積に相当)と、崩壊した部分(ケーシング削孔に伴いケーシング外側

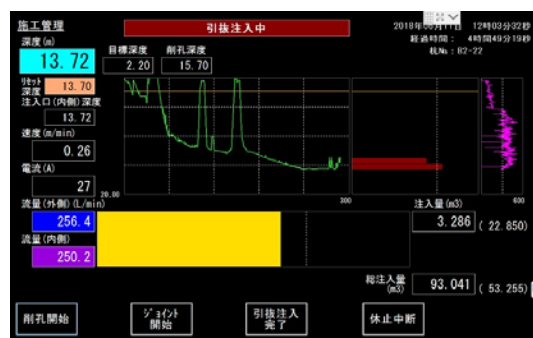


図6 PG工法における施工管理装置

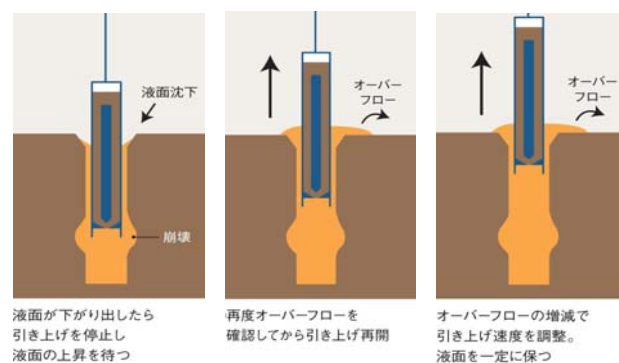


図7 PG工法における液面管理を伴う充填材の注入

で乱された周辺地盤部)を満すのに必要な量との総和が引抜き注入力となる。また、液面管理を行うことにより、予定よりも引抜き孔が拡大した場合でも確実に必要量の充填材を注入することが可能である。

3. PG 工法における抜き跡地盤の埋戻し

3.1 既往の充填材

既存杭の引抜きに伴う引抜き孔の発生は地盤沈下等を誘発するが、充填材によって埋戻しを行うことで、大幅に改善することが明らかとなっている⁸⁾。既存杭引抜き孔に対する充填材は大きく分けて、土砂、流動化処理土、および貧配合セメントミルクの3種類を挙げることができる。

土砂による埋戻しは、施工が容易且つ安価である点が利点として挙げられる。しかしながら、既存杭引抜き孔の埋戻しには転圧が困難であることから、均一な充填が難しく、安定した強度を確保できない。また、原地盤に対して緩い土砂を埋め戻したことにより、その後1ヶ月程度まで埋戻し部の沈下が発生した事例や、大雨の影響で沈下や陥没が生じた事例がある⁷⁾。

流動化処理土は土砂、水、およびセメント系固化材を配合して得られる充填材であり、土砂に建設汚泥を用いるリサイクル材である。流動化処理土は高い流動性とセメント系固化材による自硬性を有するため、微小な空間へも充填され、締め固め不可能な空間でも強度を発揮する特徴を有する。また、流動化処理土は遮水効果を有するため、地下水の浸入に対して安定した強度を発揮する利点がある。しかしながら、流動化処理土は外部施設からの搬入となるため、使用できる現場は搬入可能な地域に限られ、施工状況に合わせての打設が難しい⁹⁾。

貧配合セメントミルクは水、セメント、およびベントナイトを配合・混合した充填材である。セメントミルクは高い流動性と自硬性を有するため、微小な空間にも充填され強度を発揮する。また、水とセメントの配合管理によって強度等の品質管理が容易であり、且つ汎用のプラント設備にて混練作業を実施できるため、現場の施工状況に合わせて適時作製することが可能である⁶⁾。しかしながら、一般的に貧配合セメントミルクは、水とセメントの材料分離により深度方向によって強度が不均一になる可能性がある。また、地下水浸入によって所定の値よりも強度が低下する、あるいは固化不良が生じる等の可能性がある。

3.2 充填材に求められる性能

PG 工法は既存杭引抜き孔の最深部から引抜き孔の全長にわたって必要量の充填材を注入することが可能となり、一般工法において発生していた土塊の落込みや軟弱部の発生による埋戻し地盤の不良化は改善される。また、充填材として例えば貧配合セメントミルクを用いる場合、対象とする原地盤に合わせて充填材の強度を調整することができ、さらに PG 工法を適用した現場では施工状況に合わ

せて適宜充填材の作製が可能となる。すなわち、PG 工法は既存杭の引抜きおよび抜き跡地盤の埋戻し作業を停滞させることなく実施できる。

しかしながら、貧配合セメントミルクは材料分離を起こしやすく、材料分離を起こすと深度方向によって質的に不均一になり、既存杭引抜き孔の全長にわたって均質に所定の強度が発揮されない。また、地盤内では地下水が浸入する可能性があり、地下水の影響によって充填材の固化不良を誘発する恐れがある¹⁰⁾。あるいは、充填材に地下水が混入することで配合設計時の水量を上回り、所定の強度が発揮されない問題が考えられる。

上記の課題を解決し対象地盤の復元性を高めるためには、材料分離を起こさずに深度方向とは無関係に均質な強度を発揮する性質および早急にゲル化性能を発揮して地下水の浸入を防止する性質を有する充填材が求められる。

充填材による引抜き孔埋戻し処理後の地盤には、例えば新設杭の打設時に掘削可能且つ崩壊しない強度が必要であり、理想的には原地盤の強度特性と差がないことが望ましいとされるが、地盤は様々な地層が複雑に堆積しており、要求される強度は各層において変化していく⁵⁾。そのため、充填材の早急なゲル化は硬化を待つ時間のロスをなくすることができ、また PG 工法による抜き跡地盤の埋戻し工程においては地盤の各層に合わせて強度の異なる充填材を鉛直方向に重ねて注入することを検討する余地もある。よって、材料分離を起こさず、早急なゲル化性能を持つ充填材を用いることで、PG 工法における抜き跡地盤の埋戻しによる原地盤の復元性を大幅に高めることが可能である。

また、現状として既存杭引抜きおよび引抜き孔の埋戻し処理が及ぼす影響について精査されることは少なく、その評価に関して適切なマニュアル等も存在しない³⁾。そのため、充填材の改良は元より既存杭引抜きとその後の埋戻し処理について、指針等の策定は急務であるといえる。

4. PG 工法による既存杭の引抜き事例

既存杭の引抜き撤去が要求された現場において、これまで PG 工法は(計 140 現場・計 20,000 本の既存杭引抜き撤去)の適用事例・実績を有している。また、これまでの現場実績に基づくと、現状の PG 工法では既存杭径φ1200mm 程度までの既製杭(既製コンクリート杭、ペDESTAL杭、鋼管杭および松杭等)の引抜き撤去に有効であり、既存杭長として最大 67m までの既製コンクリート杭を引抜き撤去している。なお、杭基礎の適用が求められるような地盤条件であれば、当該地盤条件が PG 工法の適用性に影響を及ぼすことはない。

4.1 水中に杭頭がある際の引抜き(事例-1)

表1は、水中に杭頭がある現場において PG 工法による既存杭引抜き施工事例の詳細を示している。橋脚や橋台の基礎杭の場合、基礎を撤去すると既存杭の杭頭が水位より

表 1 既存杭引抜き施工事例-1の詳細

工事内容	橋脚の基礎杭の引抜き
既存杭の詳細	PHC 杭 (φ500, L=7.0m, 10 本)
使用機械	TK-750 (1 台, オーガー) アボロ 12000 (ケーシングφ800)



図 8 水中に杭頭がある際の PG 工法による引抜き施工例

下がる場合がある。一般工法ではケーシングによる既存杭周囲の削孔完了後、ケーシングを地上に引き上げ、再度既存杭にワイヤーロープをセットするため、ケーシングを被せる作業をしなければならないが、杭頭が水中にあると杭位置の特定が困難になる(図 8 参照)。一方、PG 工法では既存杭周囲の削孔完了後に杭をチャッキングし、ケーシング引き上げと同時に既存杭を引き抜くため、水中に杭頭がある場合でもスムーズな施工が可能であった。

4.2 新設杭干渉部での長尺杭の引抜き(事例-2)

表 2 は、新設杭干渉部での長尺既存杭の PG 工法による既存杭引抜き施工事例の詳細を示している。既存杭引抜き後の新設杭打設においては、抜き跡地盤の崩壊や杭芯ズレの発生等のトラブルが多く発生している。特に新設杭干渉部における長尺既存杭の引抜きでは、新設杭施工時に傾斜削孔となった場合の修正の困難さや品質の低下(杭芯ズレと斜杭)は大きく、細心の注意を払わなければならない。当該施工例では中掘工法で打設された長尺 PC 既存杭(67 m)の引抜きであり、まず残置の問題が懸念されたものの、問題なく引抜きを完了することができた(図 9 参照)。また、新設杭は既存杭と同程度の長さの場所打ち杭が予定されており、崩壊や傾斜削孔の問題も懸念されていたが、問題なく新設杭の施工が完了している。当現場では引抜き孔に最深部より適当な充填材と量(当現場は $q_{u,28} = 0.3 \text{ N/mm}^2$ のセメントミルク; 注入量は削孔体積量)を注入することにより、長尺既存杭の引抜きにおいても新設杭の打設に悪影響を与えない引抜き孔の埋戻し処理を実施することができた。

表 2 既存杭引抜き施工事例-2の詳細

工事内容	新設杭干渉部の既存 PC 杭引抜き
既存杭の詳細	PC 杭 (φ600, L=67.0m, 1 本)
使用機械	DH-608 (1 台, アースオーガー) SMD-240HP (ケーシングφ800)



図 9 新設杭干渉部での PG 工法による引抜き施工例

5. おわりに

本報告は既存杭引抜き工法の一つとして杭先端パワーチャッキング工法(PG 工法)の特徴、安全性、および施工品質の向上について、施工理論より明らかな知見および実施工例を基に述べた。以下は本報告を要約している。

- (1) PG 工法はワイヤーロープを用いないため、それに伴う事故の危険性が存在しない。
- (2) PG 工法はチャッキングにより杭全体および杭の周囲もケーシングに内包して引き上げるため、極端な斜杭や湾曲杭を除いたあらゆる状況の既存杭を地盤内から撤去可能である。
- (3) PG 工法はワイヤーロープによる玉掛けを要しないため、杭頭が深い場合でもチャッキングによる引抜きが可能である。
- (4) PG 工法は杭の引抜きと同時に抜き跡地盤への充填材注入を行うため、一般工法と比較して工期が短縮される。
- (5) PG 工法は引抜き孔最深部からの充填材注入により、引抜き孔全長にわたって均一な充填を行うことが可能となり、一般工法における引抜き孔上部からの不完全な注入に伴う空隙や軟弱部の発生、および杭孔の崩壊を抑制できる。
- (6) PG 工法は施工管理装置と液面管理により、引抜き孔に必要な量の充填材注入が可能となる。

現在の既存杭引抜き工では、引抜き杭の残置、新設杭への悪影響、山留壁の変形、周辺地盤の沈下、および跡地利用の障害等、施工中・施工後ともに様々な地盤環境問題が顕在化している。特に、解体・撤去後の跡地利用の際、地中における産業廃棄物の残存(既存杭やコンクリート殻)は地盤環境の悪化をもたらす非常に深刻な問題であり、さらに土地売却取引等では「隠れた瑕疵」として社会問題に

まで発展するケースが多く見受けられる。

一方、既存杭引抜き工は過去数十年間にわたって大きな技術革新もなく、実務ベースで施工されてきた。しかしながら、PG 工法によって引抜き工の施工上の問題点は大きく改善される。一方、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、未だ多くの問題点を抱えている。また、残置杭が新設杭および周辺地盤に及ぼす影響についても解明されていない現状である。将来にわたって土地利用が可能となるように、既存杭の引抜きから抜き跡地盤の安定化までの技術を高度に確立せねばならない。

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，RETIO，No.82，pp.166-167，2011.
- 2) 桑原秀一，濱田聡一郎，鳥越友輔，稲積真哉：既存杭の引抜き工法の開発と引抜き孔が周辺地盤に及ぼす影響について，第71回土木学会年次学術講演会概要集，第VI部門，pp.41-42，2016.
- 3) 桑原秀一：既存杭引抜き工事の問題と杭先端パワーチャッキング工法，地盤工学会誌，Vol.66，No.5，pp.46-47，2018.
- 4) 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，新技術，新工法部門，pp.1-6，2015.
- 5) 桑原文夫：杭の支持層到達を確保するための方策，基礎工，Vol.45，No.8，pp.2-7，2017.
- 6) 納庄一希，鳥越友輔，稲積真哉，桑原秀一：杭基礎の引抜き孔が周辺地盤の動的挙動に及ぼす影響の解析的検討，第51回地盤工学研究発表会発表論文集，pp.1201-1202，2016.
- 7) 既存杭引抜き工法協会：既存杭引抜き工事「その目的から計画～工事」，既存杭引抜き工法協会，pp1-11，2017.
- 8) 川原知也，稲積真哉，桑原秀一，江口忠臣：既存杭抜き跡地盤の埋戻し処理と周辺地盤の沈下挙動に関する解析的検討，第53回地盤工学研究発表会発表論文集，pp.867-868，2018.
- 9) 鳥光照雄，岩淵常太郎，坂本克美，小橋秀俊：土を固める原理と応用，土と基礎，Vol.52，No.12，pp.101-108，2004.
- 10) 崎浜博史，堀井宏謙，八重樫光，西正晃：既存杭撤去後の掘削孔に埋戻された泥酔固化体の品質調査，日本建築学会大会学術講演梗概集，pp.447-448，2015.

(2018.10.12 受付)

Construction theories and examples for method of powerfully chucking the tip of existing pile at removal of existing piles

Shuichi KUWAHARA¹, Shin-ichi HAMAGUCHI¹, Yoshikatsu SHIMADA¹ and Shinya INAZUMI²

1 Japan Association for Pulling-out Existing Piles (JAPEP)

2 Department of Civil Engineering, Shibaura Institute of Technology

Abstract

In general, the pulling-out method is adopted for removing existing piles, in particular the method to pulling-out the head of a pile with a wire rope is used. However, there is a possibility of leaving a part of the existing pile in the ground in the case of a damaged existing pile, and it is possible to induce inhomogeneous pulling-out hole with backfilling due to injecting fillers from the top of the pulling-out hole. Because the method of powerfully chucking the tip of existing pile (PG method) embraces and lifts the entire existing pile, it is possible to reliably withdraw even existing damaged piles. Also, because the fillers are injected from the lower part of the pulling-out hole, homogenous backfilling is possible over the entire depth of the pulling-out hole. This paper describes the characteristics, safety and improvement of construction quality by the PG method as one of the existing pile pulling-out methods, based on findings clear from the its construction theories and construction examples.

Key words: backfilling, existing pile, method of powerfully chucking the tip of existing pile, pile pulling-out, pulling-out hole