

# 構造物とりこわし工における、 既存杭の引抜工事について。

桑原秀一<sup>1</sup>・濱田聡一郎<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>株式会社 マルシン (〒531-0076 大阪府大阪市北区大淀中3-9-10)

本技術「杭先端パワーチャッキング（PG）工法」は、既存杭引抜工事の品質向上・技術革新を目指し、従来工法「ワイヤーロープ玉掛け引抜方式」で頻繁に発生していた施工トラブルや様々な問題点の解決のために、考案・開発された技術です。従来工法では、既存杭の取り残しが発生しやすいですが、本技術「杭先端パワーチャッキング（PG）工法」は、既存杭の先端をチャック爪で抱え込みケーシングに内包した状態で引抜くため、既存杭の取り残しが無く、完全撤去が可能となります。更に、充填材注入においては、「従来工法」の引抜孔口からの流し入れとは違い、引抜孔最深部より注入し、引抜孔の全長に均一な充填が可能となります。

キーワード 完全撤去工法，引抜・注入同時作業，既存杭引抜工法協会

## 1. はじめに

高度経済成長期に建設された大量の建築物の更新、同じく大量に建設された道路構造物（橋梁・トンネル等）の高齢化が今後集中的に進む中、東日本大震災を機に防災意識が高まり、老朽化したビルやマンションの建て替え需要が増加しております。

更には、人口減少や施設の老朽化により、全国の自治体に取り壊しを検討する公共施設が総務省のまとめでは、計1万2251棟にもなると発表されております。

解体後の跡地利用の際に、地中の産業廃棄物の残存（既存杭やコンクリートガラ）は、非常にやっかいな問題であり、更に土地売却取引等では「隠れた瑕疵」として、トラブルの発生が多く見られます。

そのような、様々な問題点の解決の一助として、本技術「杭先端パワーチャッキング（PG）工法」が開発されました。

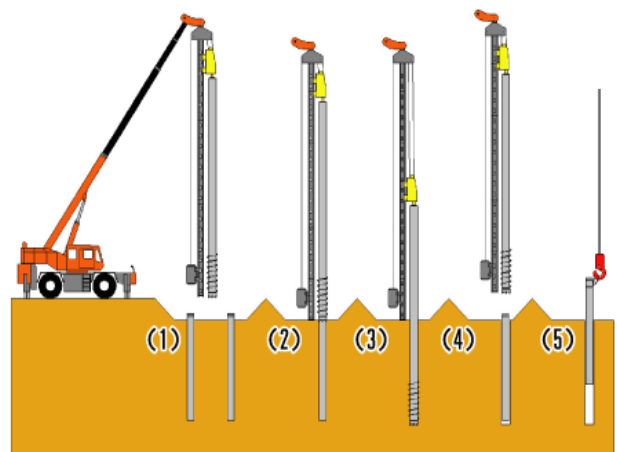
## 2. 既存杭の引抜きについて

既存杭の引抜きという工種が普及する以前は、ロックオーガー工法等により杭を破碎する工法が一般的に採用されておりました。しかし破碎する工法では、継ぎ杭の場合、継手フランジ部分の破碎に時間を要したり、ロックケーシングが杭から外れてしまう危険性がある等、施工上の問題点が多数ありました。また、杭先端のペンシル部や先端フランジを地中に残存させるなど、いわゆる産業廃棄物（コンクリートガラや鉄筋クズ）の地中残存といった環境面の問題点もありました。これら問題点の

解決に既存杭を引抜くという発想が生まれました。

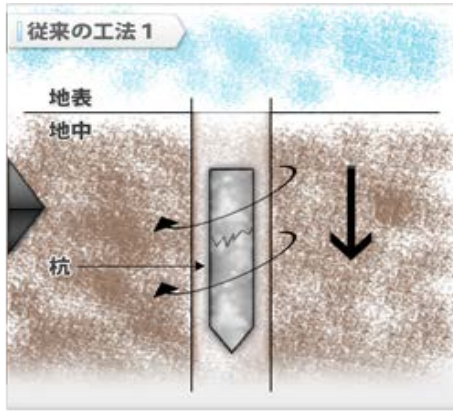
### (1) 「従来工法」の杭抜き工法

杭抜き工事が普及し始め、当時より一般的に施工されていた「従来工法」は、既存杭の外周をケーシングで削り出し、杭周面の摩擦抵抗を解放し、ケーシングを引上げた後に、地中の既存杭にワイヤーロープを取付け、クレーン又は本体機で引き抜く工法で、現在でも多数の現場で採用されております。

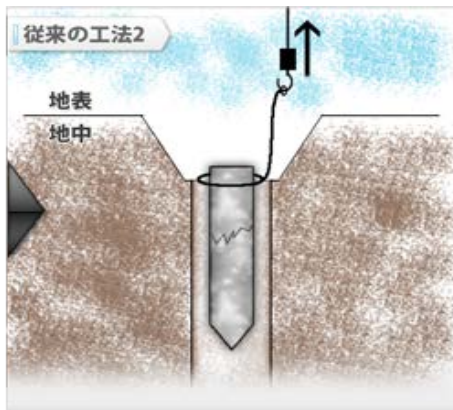


参考資料-1：杭頭部ワイヤーロープ玉掛け引抜方式  
しかしながら、「従来工法」には致命的な問題点があります。例えば「打撃工法」等による中折れ等破損状態の杭、継手不良等による上下接合不良杭では、引き抜き時に既存杭を地中に残存してしまうケースが発生しております。

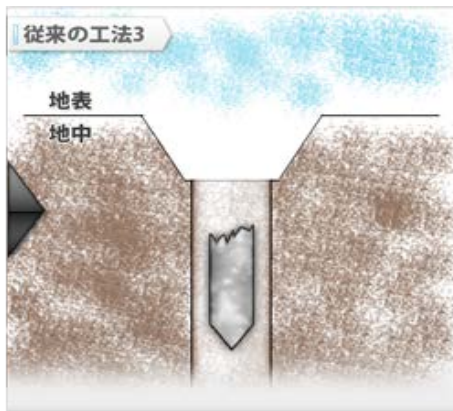
「従来工法」イメージ図



(ケーシング掘削)



(ワイヤー掛けする)



参考資料-2：残存杭 (イメージ図)

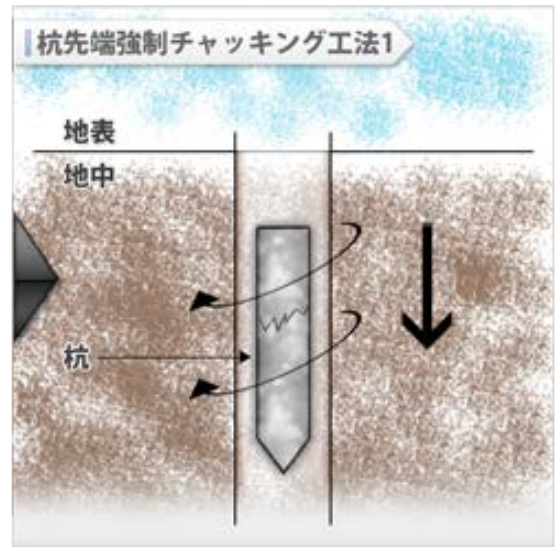
(2) 「新工法」杭先端パワーチャッキング (PG) 工法

杭先端強制チャッキング方式は、従来工法での致命的な問題点の解決が可能となる工法です。

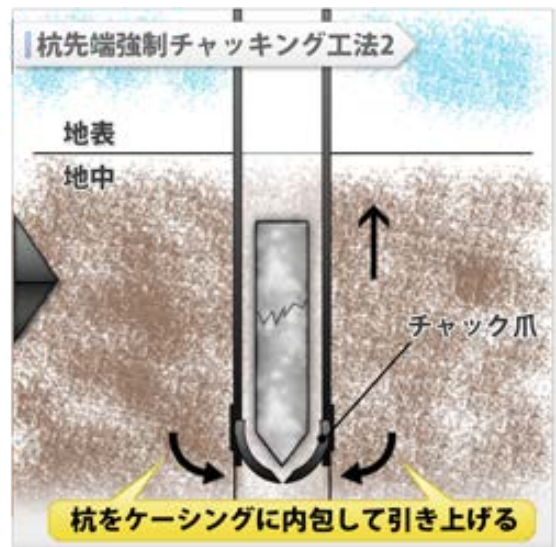
杭先端パワーチャッキング (PG) 工法は、ケーシング上部に特殊スイベル・押圧 (油圧) 装置を装着、既存杭の先端部にケーシングが到達した時点で、既存杭の先端部を抱え込む様に、ケーシング先端部でチャック爪をケーシング内に突き出し、ケーシング内に既存杭を内包したまま引上げます。

その為、杭の折損や継手不良で上下杭が未接合の場合でも、取り残すことなく確実に撤去ができます。

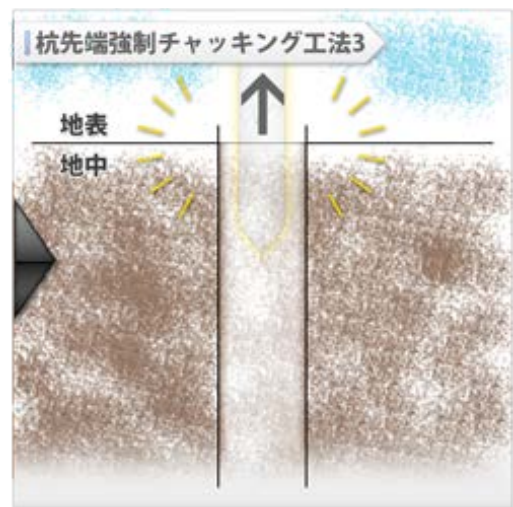
「新工法」杭先端パワーチャッキング工法イメージ図



(ケーシング掘削)



(チャック爪で、杭先端部を抱え込む)



参考資料-3：撤去 (イメージ図)

### 3. 施工品質

#### (1) 抜き跡（引抜孔）の充填材注入について

杭抜き工事に於いて、現在では抜き跡（引抜孔）の確実な充填材注入が重要視されております。

抜き跡（引抜孔）への不確実（不均一）な充填材注入から起こり得る事象として、以下の事象が挙げられます。

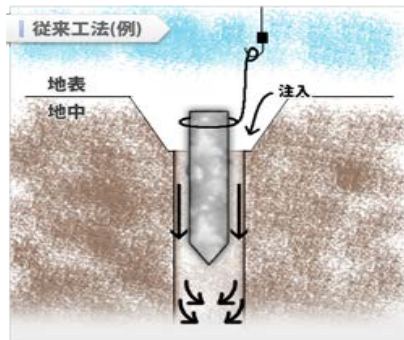
- 周辺地盤の地盤沈下。隣接家屋の傾斜・倒壊。
- 新築工事に於ける新設杭の施工品質及び工期への悪影響。既製杭施工における杭芯ズレ、場所打ち杭における使用生コンのロス。
- 空隙発生等による作業地盤不良化に伴う施工重機の転倒など。

#### (1) -1 「従来工法」の注入方式の問題点

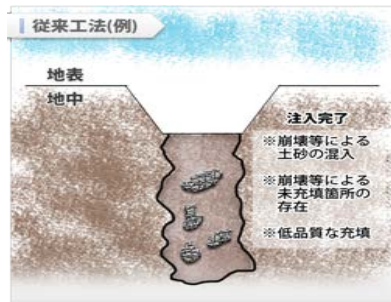
全国的に見れば、現在でも杭抜きの主流である「従来工法」では、その工法の性質上、抜き跡（引抜孔）の最深部より注入が不可能であり、抜き跡（引抜孔）の孔口からの流し入れとなります。

このような注入方法では、抜き跡（引抜孔）の全長にわたり確実に注入することは困難であり、土塊やガラ破片等の落ち込みが懸念されます。

- ・ 孔口からの流し入れ方式。



- ・ 不確実な注入、土塊やガラ破片等の混入。



#### (1) -2 「新工法」の注入方式の利点

杭先端パワーチャッキング（PG）工法では、ケーシング先端からの吐出注入が可能で、杭引抜作業と注入作業を同時に行う事（同時注入方式）が出来、抜き跡（引抜孔）の最深部からの充填注入も可能となります。引抜スピードに合わせて吐出し、孔口で注入液の液面管理を行い、周辺地盤の崩落や土塊の落ち込み等を防止します。

また、ケーシング削孔の際に、孔壁地盤の崩落等で削孔穴が拡大した状況でも、注入時に液面管理を行うことにより、抜き跡（引抜孔）に確実に必要量を注入することが可能となります。

- ・ 杭先端パワーチャッキング（PG）工法の同時注入方式



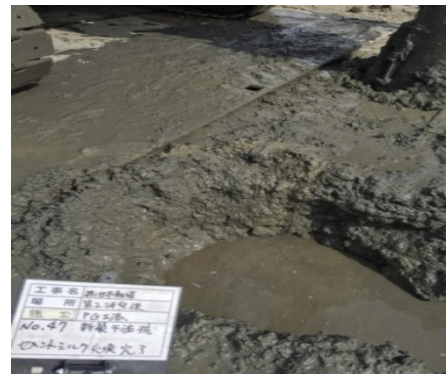
削孔完了



注入状況 オーバーフロー確認



注入継続 液面管理を行いながら引き上げ



注入完了

・杭先端パワーチャッキング（PG）工法の注入方法である同時注入方式では、新設杭打設に伴う様々なトラブルの発生を抑制することが可能となります。

「実施工例」①

既存杭	φ 400-32.0m
新設杭	φ 7080-33.0m（SUPER=ディング 工法）
状況	新設杭と既存杭が接円状況
注入方式	同時注入方式
配合	W/C 196% ベントナイト有り （目標 1 週強度：1 N/mm <sup>2</sup> ）
養生期間	3日
効果	杭芯ズレの発生無し

「実施工例」②

既存杭	φ 350-27.0m
新設杭	φ 1500-30.0m（アースドリル拡底工法）
状況	新設杭と既存杭が接円状況
注入方式	同時注入方式
配合	W/C 295% ベントナイト有り （目標 4 週強度：0.5 N/mm <sup>2</sup> ）
養生期間	20日程度
効果	削孔トラブル及び生コンの食い込み無し

## 4. 杭抜き工事の安全性

### (1) 「従来工法」の杭引抜時の危険性

従来工法「ワイヤーロープ掛け引抜方式」では、ケーシングで、既存杭周囲の摩擦力解放の為の削孔が完了すると杭体にワイヤーロープを玉掛けする必要があるため、一旦ケーシングを全長にわたって、地上に引き上げます。

その際に、地盤（孔壁）の崩壊・土砂の落ち込み等により既存杭周囲の摩擦力が再び増加し、ワイヤーで既存杭の引抜きを開始すると予想以上の負荷が発生します。

- ・杭引抜時に予知される危険性。
  - 玉掛けワイヤーの甚大な損傷。
  - 玉掛けワイヤーの破断。
  - 玉掛けワイヤーの破断による引抜杭の落下。
  - 玉掛けワイヤーの破断の反動による重機の転倒。

既存杭への玉掛けは、施工方式の性質上、目通し絞り一本掛けとなり、また、あだ巻き掛けをすることは非常に難しく、相当量の負荷を想定した玉掛けワイヤーを使用する以外に対処法はありません。

しかし、その場合に使用するワイヤー径は大きくなり、想定した負荷がかからない場合は、既存杭杭体の締め付け不足が発生し、確実な玉掛けとはならず、ワイヤーが抜ける等のトラブルの原因にもなります。

※玉掛け作業の参考画像



参考資料-4：従来工法の玉掛作業。

### ※実際の施工例

対象の既存杭	φ 500-6m	杭重量	1.62 t
対象の土質	砂質土		
使用ワイヤー径	φ 18mm		
実際の引抜荷重	≒18.0 t		
結果	玉掛けワイヤーの破断		

また、既存杭を引抜き始めると、最初は浮力が働き、引抜荷重も軽くなりますが、最終、削孔穴から杭を引き抜く際に、最大荷重が掛かります。よって、既存杭を全長引き抜いた最も危険な状態・瞬間に、ワイヤーが破断する可能性が高くなります。

- ・引抜杭の地上での引き倒し時に予知される危険性。
  - 引抜杭を地面に接地する際、玉掛けワイヤーが抜ける。
  - 引き倒し中に引抜杭が折れる。
  - 引き倒し中に玉掛けワイヤーが破断する。

### ※既存杭引き倒し作業の参考画像



施工時品質の悪い既存杭を引抜く際には、引き倒し中に杭が折れる場合があります。これは、引抜杭を鉛直に吊っている場合は、クラック等が存在していてもRC棒鋼・PC鋼線によって繋がっていますが、引き倒しを開

始するとRC棒鋼・PC鋼線では支えきれず折れてしまう場合があります。引き倒し中に杭が折れた場合は、ワイヤーにも瞬時に負荷が増大して破断する場合があります。



(損傷したワイヤーロープ)

## (2) 「新工法 (PG工法)」の杭引抜時の安全性

杭先端パワーチャッキング (PG) 工法では、「従来工法」のようにケーシングを一旦地上に引上げる必要が無く、削孔完了後、ケーシング引上げと同時に杭をケーシングに内包したままの状態で行抜きます。

引抜き時に玉掛ワイヤーを使用しない為、「従来工法」のような危険性を回避できます。

引抜杭の取り出しは、既存杭をケーシングに内包している状態ですので、クレーンで吊る必要は無く、引き倒すこともありません。ケーシングに内包している杭は、ケーシングの下部からの排出となる為、杭の折損があっても安全に取り出すことができます。



(折損している杭を内包した状態)



(PG工法によるケーシングからの杭の排出)

## 5. 杭先端パワーチャッキング (PG) 工法の特徴

旧建築物を解体撤去し、新設建物を建設する工事が増加しています。その際に、以前に打込まれていた杭と新規に打設する杭の位置が干渉するケースが多数見られます。既存杭の確実な引抜撤去が出来ないと、新設杭打設の支障となり品質及び工期に悪影響を与えます。

**特徴①：**「新工法」杭先端パワーチャッキング (PG) 工法は、先端ケーシングにチャック爪を装備し、既存杭先端部を抱え込みケーシングに内包した状態で、引き抜く方式の為、既存杭の取り残しの無い完全撤去工法であります。

**特徴②：**「新工法」杭先端パワーチャッキング (PG) 工法は、既存杭の引抜作業と同時進行の充填材注入作業が可能です。引抜孔の最深部から注入が出来、注入材の液面管理を行うことにより、孔壁の崩落や土塊の混入等の無い、引抜孔全長への均一な注入が出来ます。

**特徴③：**「新工法」杭先端パワーチャッキング (PG) 工法は、引抜+注入作業が同時に行える為、作業時間の短縮が出来、工程の縮減及びコスト低減が可能となります。

**特徴④：**「新工法」杭先端パワーチャッキング (PG) 工法は、杭頭部ワイヤーロープ掛けを要しない為、既存杭の杭頭が深い場合 (地盤面より-3m以深) であっても、地盤面からの引抜施工をより確実に行う事が出来ます。「新工法」では地盤面から-10m程度に杭頭がある場合でも引抜施工が可能となります。

杭頭が深い場合や湧水により崩壊する場合には、既存杭の位置確認のための事前測量を行い、施工地盤面の復旧後に施工を開始します。また、隣接構造物に近接して施工する場合、杭頭が深い場合でも頭出しの為の、掘削は不要であり、隣接構造物への影響を抑制できます。

**特徴⑤**：既存杭の杭長が不明な場合の確認が容易に行えます。

杭抜き工事では、過去の記録・資料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場合があります。実際に施工して杭長が短い場合は問題ありませんが、長い場合は、何メートルまで打設されているのか判断に困ります。

「従来工法」での施工の場合、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は不可能です。予定深度削孔後、ケーシングを引き上げワイヤーロープ掛けによる引抜作業時に負荷で抜けない、そこで初めて杭はまだ長いのではとの判断となります。

杭先端パワーチャッキング（PG）工法の場合は、削孔中の確認作業として、チャック爪の突出し操作を行い確認出来ます。

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します。

これらの確認は、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出来ます。

このような装置で、杭長の確認が容易に、また確実に、スムーズに工事を進めることが出来ます。

参考資料-5：チャック爪突出状況の確認



## 6. 施工実績（以下に主要な施工実績を示す。）

1. 有田市民病院増築工事・公共機関・2011年
2. 全農鳴尾浜食品施設解体撤去工事・民間・2011年
3. サノヤテ住金海南工場解体撤去工事・民間・2012年
4. 鷺の森宿舍解体工事・公共機関・2013年
5. 枝川浄化センター急速ろ過施設附帯工事・公共機関・2013年
6. 大阪市小松南住宅1号建設工事・公共機関・2013年
7. 福知山市旧消防署解体工事・公共機関・2013年
8. 和歌山市汚泥再生処理センター解体工事・公共機関・2013年
9. 朝日新聞四国工場解体工事・民間・2013年

10. 仙溪学園本部他解体撤去工事・公共機関・2014年
11. 大阪市伝法住宅1号館建設工事・公共機関・2014年
12. 和歌山地家簡裁庁舎外構工事・公共機関・2014年
13. サノヤテ造船土壌汚染対策他工事・民間・2014年
14. 旧和歌山赤十字血液センター解体工事・民間・2014年
15. 和歌山市汚泥再処理センター・公共機関・2014年
16. 海草橋島崎町線橋梁下部工事・公共機関・2015年
17. コスモ石油坂出製油所改築工事・民間・2014年～

## 7. おわりに

当工法は、この度、NETIS登録の通知を受理致しました。（登録番号：KK-150013-A、平成27年6月20日より閲覧可能）

また、当工法における更なる発展への重要な課題である抜き跡（引抜孔）の管理（注入方法・充填注入材の強度管理等）について、地盤工学の学識者との研究・開発を開始しております。

今後も再開発事業が増加し、既存杭の撤去工事は不可欠な分野となります。更なる技術・技能の習得・改善を目指し、需要家の要望に充分答えられる施工法として邁進して参りますので、「既存杭引抜工法協会」共々、ご指導の程、宜しくお願い申し上げます。