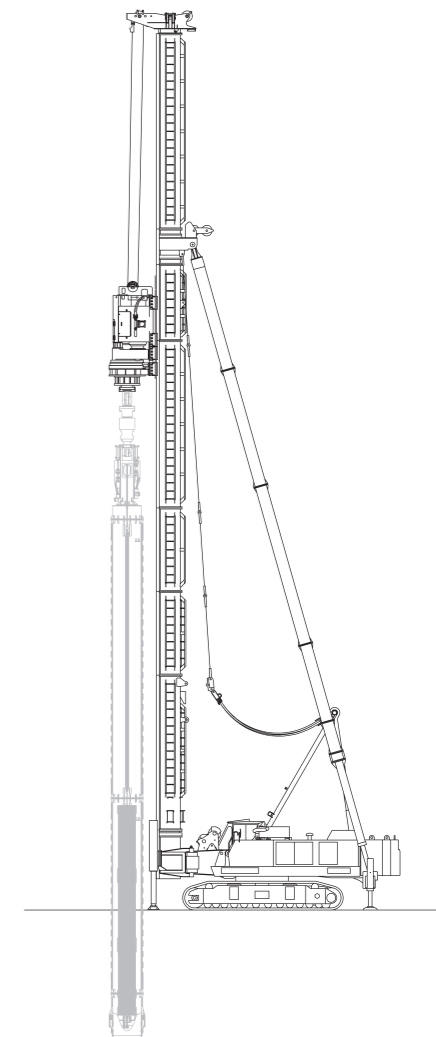




一般社団法人
日本杭抜き協会



POWER CHUCKING CONSTRUCTION METHOD



建設技術審査証明：建審証第2301号

国土交通省 NETIS 登録番号：KT-220065-A

PG工法®

杭先端パワーチャッキング工法のご紹介



一般社団法人日本杭抜き協会
ホームページ

<https://japep.or.jp>



一般社団法人
日本杭抜き協会
Japan Association for Pulling-out Existing Piles

〒152-0004 東京都目黒区鷹番2丁目20-11 4F
TEL:03-5725-0833 FAX:03-5725-0834
HP:<https://japep.or.jp/> E-mail:info@japep.or.jp

2023.6.15 発行

PG工法®が地盤工学会で受賞!

2020年度 地盤工学会関東支部 技術賞

2016年度 地盤工学会関西支部 地盤技術賞

PG工法®は関東関西の地盤工学会で受賞しました。

「地盤工学の発展に顕著な貢献をした」ことが認められたものです。



PG工法®は既存杭の撤去工事において
高い工事品質と施工管理を実現した
唯一の工法です。

 建設技術審査証明：建審証第2301号

国土交通省 NETIS 登録番号：KT-220065-A

PG工法®

杭先端パワーチャッキング工法のご紹介

PG工法®は、既存杭の撤去工のうち引抜き工事で頻発する「杭の残置(取り残し)」と「埋戻し不良」に伴う地盤の攪乱を大きく解消・低減できる工法です。既存杭周囲をケーシングで削孔し、杭先端をチャッキング。既存杭をケーシングに内包したまま地上へ引き上げることで、杭の残置(取り残し)を大きく軽減できます。さらに掘削孔の最下方からの注入と、独自の注入管理で埋戻し不良に対応します。専用の施工管理システムを用いた注入管理では、注入量や引き上げ速度などを一元管理し、安定した良質な埋戻し地盤の形成を実現しました。また施工管理システムのデータは記録保存され、後の土地利用で有効活用することができます。

POWER CHUKING CONSTRUCTION METHOD

建設機械施工技術 建設技術審査証明書

建審証 第 2301 号

技術名称：PG工法(杭先端パワーチャッキング工法)

(開発の趣旨)

既存杭撤去工のうち引き抜き工が抱える二つの大きな問題である残置と埋戻し不良は、それらに伴う訴訟等が各地で発生するなど、深刻な問題として顕在化している。また、残置や埋戻し不良が発生した場合、その対処には、想定外の費用と工期を要し、経済的にも負担を強いられることとなっている。ワイヤー掛けによる引抜き方法では、工法上残置のリスクを回避することは難しく、また既存杭撤去孔の上部からの流し込み注入では、撤去孔の全体にわたって充填材を行きわたらせることは困難であり埋戻し不良の発生リスクも回避し難い。そのため、コイルバネ併用油圧駆動式のチャンキングケーシングや専用の統合施工管理装置を考案し、これらの問題点を大きく解消または低減することを目的とし、さらに施工管理の確立された既存杭撤去工法として本工法を開発したものである。

審査証明の結果

- (1) 本工法は、直径Φ110mm～Φ1,500mm、最大深さ 67m 程度の既存杭を先端から抱え上げケーシングに内包して地上に引き上げることが可能であることが認められた。
- (2) 本工法は、既存杭の中間部などが破損状態であっても確実に杭の先端部まで撤去することが可能であることが認められた。
- (3) 本工法は、杭の撤去(ケーシングの引上げ)と同時に掘削孔の最下方から充填を行い、充填材と泥水が入り混じりにくい置換型の充填方法が可能であることが認められた。
- (4) 本工法は、既存杭の撤去孔全体に充填材を行きわたらせることが可能であることが認められた。

一般社団法人 日本建設機械施工協会 建設技術審査証明事業(建設機械施工技術)実施要領に基づき、依頼のあった「杭先端パワーチャッキング工法(PG工法)」の技術内容について下記のとおり証明する。

令和 5 年 5 月 1 日 建設技術審査証明事業実施機関 一般社団法人 日本建設機械施工協会 会長 金井道夫

「建設技術審査証明」とは？

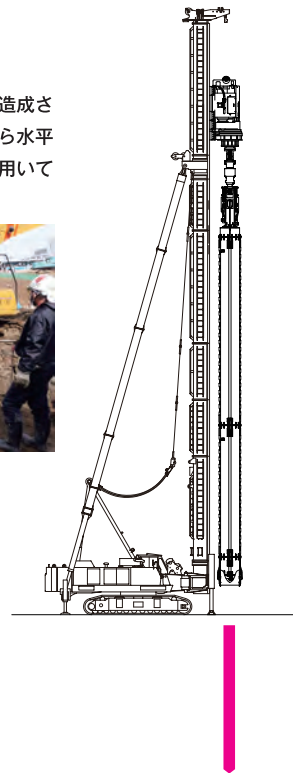
建設技術審査証明事業は、平成 13 年 1 月 10 日に建設技術審査証明協議会が創設した事業であり、新しい建設技術の活用促進に寄与することを目的として、民間において自主的に研究・開発された新技術について、各会員が、依頼者の申請に基づき新技術の技術内容を学識経験者等により技術審査し、その内容を客観的に証明し、普及活動に努めるものです。



PG工法®は、ケーシング削孔と、そのケーシングを引き上げるシンプル な施工で、既存杭の撤去と充填材の注入が同時に完了します。ケーシング削孔から注入、杭の排出までの主要なプロセスは、すべて施工 管理システムにより一元管理され、データとして保存されます。

1 杭芯セット

既存杭の位置は事前に測量し、フラットに造成された作業地盤に杭芯を明示します。杭芯から水平直角 2 方向に逃げ杭を打設し、定尺棒を用いて杭芯セットを行います。

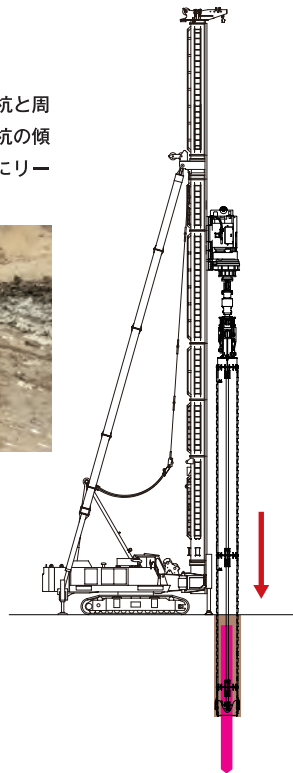


2 縁切り削孔

既存杭の周囲をケーシングで削孔し、既存杭と周辺地盤の縁を切ります。ケーシングは既存杭の傾斜に沿っていき、ケーシングの傾斜にリーダ角度を合わせて削孔を行います。



削孔時管理画面

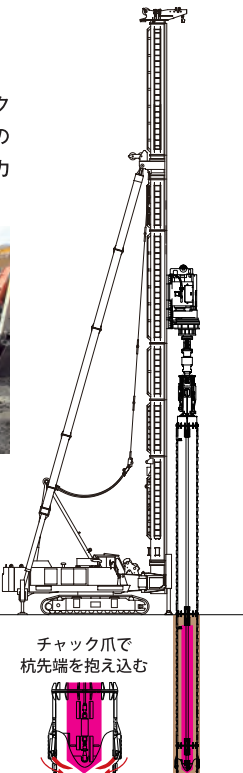
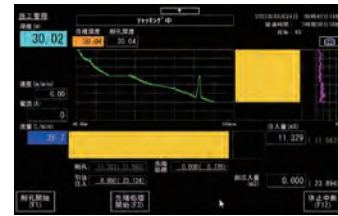


3 パワーチャッキング

ケーシングヘッドが杭先端に達したら、チャック爪を突出させ、地中で杭を抱え込みます。独自のコイルバネ併用チャッキングにより、素早く強力で既存杭をチャッキングできます。



チャッキング管理画面



チャック爪で杭先端を抱え込む

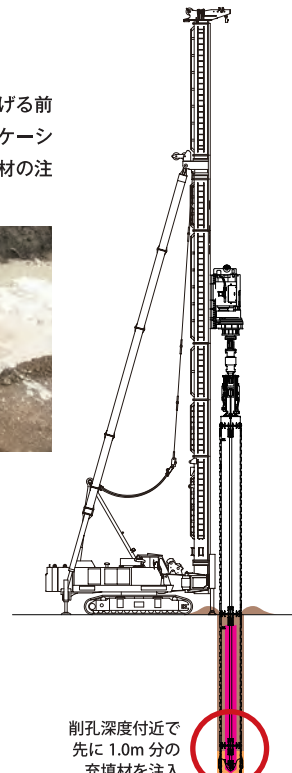
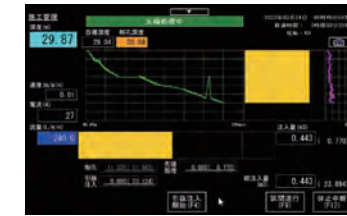


4 先端処理注入

チャッキング完了後、ケーシングを引き上げる前に、先端処理として、削孔完了深度付近でケーシングを回転させながら、1.0m 分量の充填材の注入を行います。



先端処理管理画面



削孔深度付近で先に 1.0m 分の充填材を注入

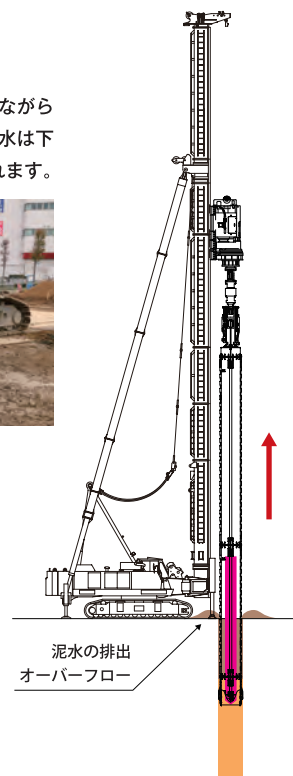
施工管理システムによる総合管理

5 引き上げ注入

先端処理注入完了後、充填材の注入を続けながらケーシングを引き上げます。掘削孔内の泥水は下から充填材に押し上げられ地上へ排出されます。



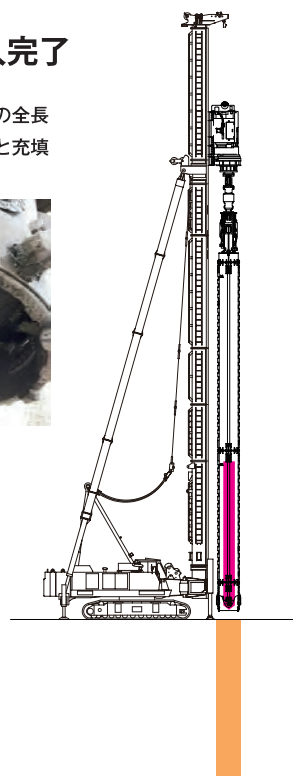
引抜注入管理画面



泥水の排出オーバーフロー

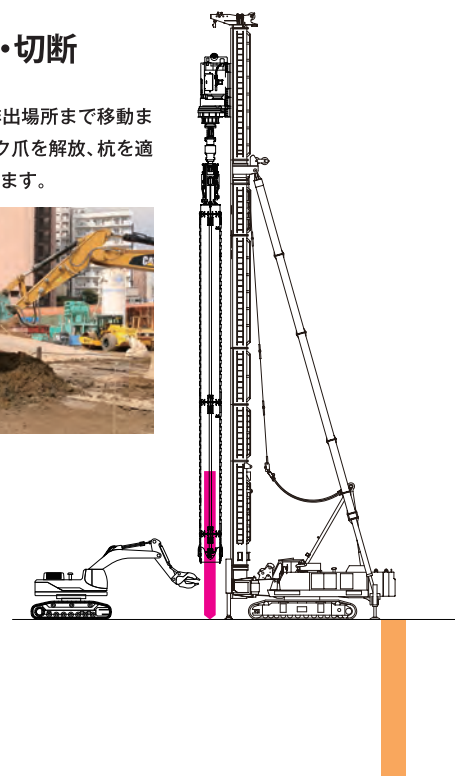
6 杭撤去・引き上げ注入完了

ケーシングを引き上げながら、引き抜き孔の全長にわたって注入を行います。既存杭の撤去と充填材の注入が同時に完了します。



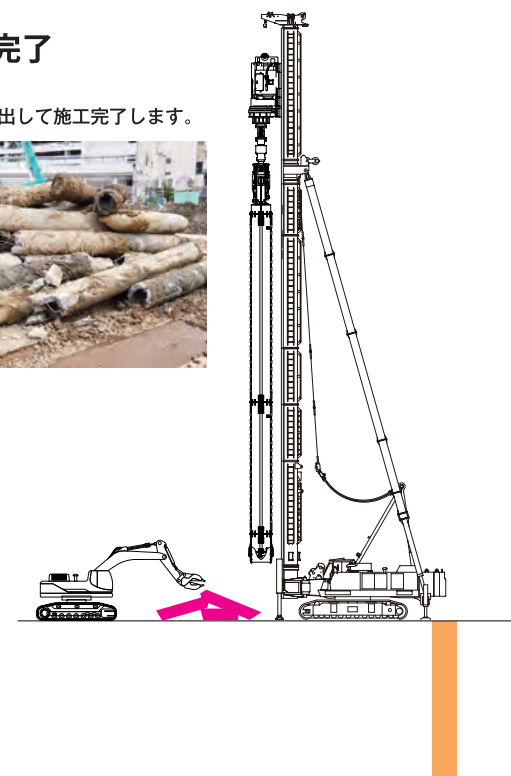
7 杭の排出・切断

ベースマシンを杭の排出場所まで移動または旋回させ、チャック爪を解放、杭を適宜切断しながら排出します。



8 施工完了

すべての杭を排出して施工完了します。



施工管理システムによる総合管理

PG工法®

POWER CHUKING
CONSTRUCTION METHOD

撤去する

埋め戻す

管理する

PG工法®は、既存杭引抜き工事の最大課題である「撤去」と「埋め戻し」に独自のアプローチで問題解決をはかり、また地盤整備事業に本来的に不可欠な「管理・記録」を独自の施工管理システムで実現させた工法です。「撤去する」「埋め戻す」「管理する」の3要素が相まって、高く安定した施工品質をもたらします。



PG工法®の適用範囲

■適用杭種

- ①適用可能…各種既製コンクリート杭・場所打ちコンクリート杭・鋼管杭・鋼杭・木杭・SMW(全有芯以外)・ペDESTAL杭など
- ②適用不可…セメントスラリーのみで築造された柱状改良杭とSMW(全有芯)

■杭径と最大深さ

適用杭径と最大深さ(掘削深度)を以下に示す

- ①杭径…直径φ100mm~φ1700mm程度(実績値φ114mm~φ1500mm)
- ②最大深さ…80m程度(実績値67.3m)

■土質

適用地盤とN値

- ①適用可能…砂・砂礫・砂質土・シルト層では、軟弱層から硬質支持地盤(換算N値200程度以下)まで適用可能。粘性土はN値40程度以下、軟岩・風化岩については換算N値300程度以下を適用の目安とする
- ②適用不可…岩塊・玉石層・換算N値300以上の岩盤層

■杭重量

既存杭の重量は100ton程度以下を適用の目安とする

■適用除外の既存杭

- ①適用杭種であっても、湾曲や継ぎ手での目違い、傾斜違いなどにより物理的にケーシング内に収まらないような形状で打設された既存杭
- ②著しく傾斜している既存杭(傾斜角3°以上)

高く安定した
施工品質を実現

撤去する

remove

様々な場面、様々な杭種に適用できます

PG工法®は既存杭をケーシングに内包して引き上げるため、中折れ・ちぎれ・分離・破損の恐れのある既存杭などには特に有効です。また最大深さ67.3m、最大杭径φ1500mmの撤去実績を有しています。

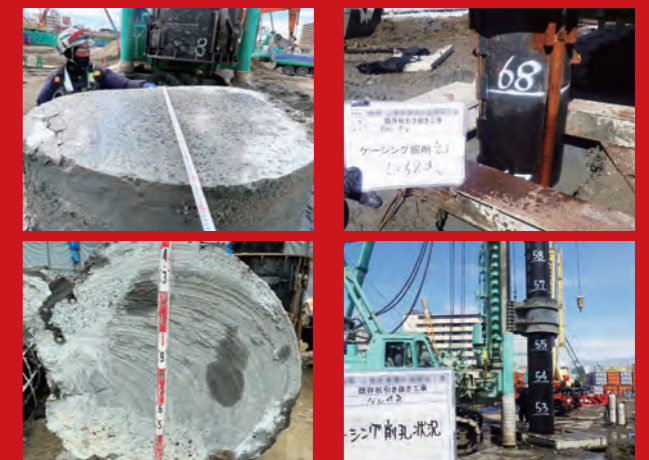
河川や海の既存杭も撤去しました



多様な既存杭の豊富な撤去実績があります



撤去実績：杭径φ114mm～φ1500mm
最大長さGL-67.3m



撤去する

remove

素早く強力な独自のパワーチャッキング

PG工法®は、チャッキング工法にありがちな「地中でチャック爪がでない」問題にしっかりと対応。独自のコイルバネ併用チャッキングで既存杭を確実に抱え込みます。

■バネを併用したPG工法®だけのチャッキング

もともと地盤の抵抗のある地中で、爪を出すのは簡単ではなく、チャック爪が出なければ、杭撤去はできません。PG工法®では、コイルバネを内蔵した独自の「押圧装置」により、バネのテンションを利用したチャッキングを実現しています。

アースオーガ（汎用機）
ケーシングに回転および掘進力を与えます

油圧スィベル
油圧供給元からチャック爪を駆動させる
油圧ジャッキに油を供給します

強力なコイルバネを 内蔵した独自の押圧装置

油圧ジャッキを装備し、チャック爪を動作させる
連結バーとの間にコイルバネを入れています。

中間ケーシング
中間ケーシングには窓穴が開いており
送水管と連結バーが入っています

連結バー
油圧ジャッキとチャック爪を連結します

送水管
水や充填材をチャッキングヘッド先端の
突出口まで供給します

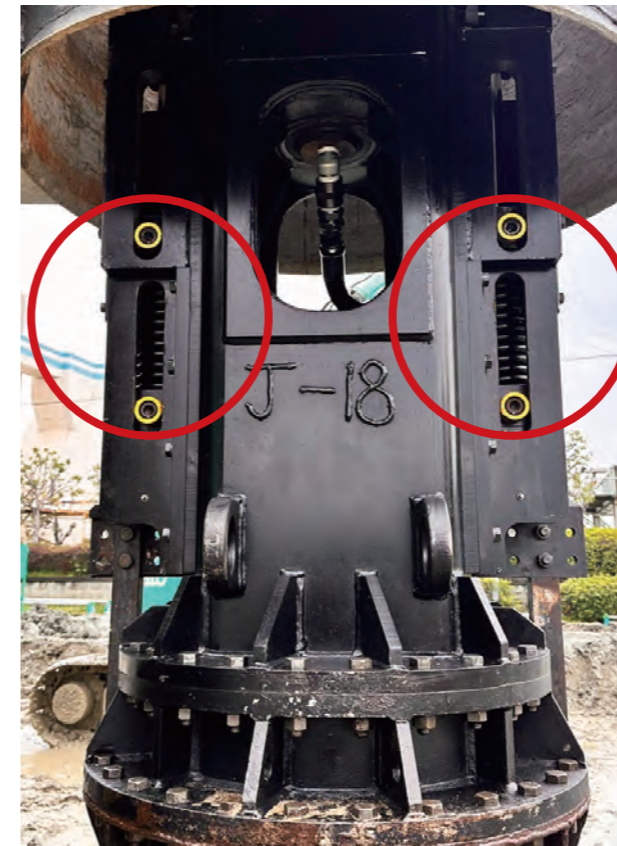
杭を抱え込む ケーシングヘッド

先端に掘削用の切削刃を設け
チャック爪と突出口を備えています。

吐出口
水や充填材を吐出します

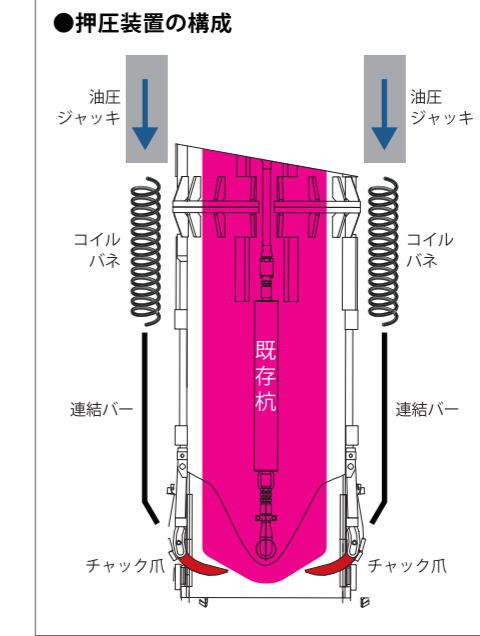
チャック爪
押圧装置の油圧ジャッキで駆動され
ケーシング内部に突出して既存杭を抱えます

■バネの弾性で素早い差し込みを実現



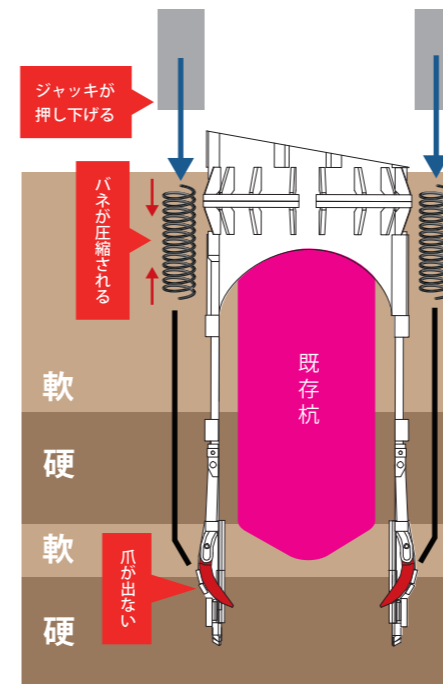
PG工法®は油圧ジャッキの押圧力（おうあつりょく）と、コイルバネが生み出す瞬間力を併用して、チャック爪を素早く差し込みます。

PG工法®独自の コイルバネ併用チャッキング



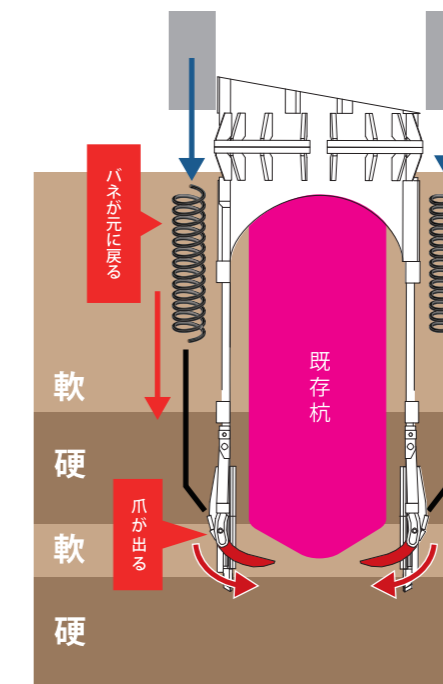
油圧ジャッキとチャック爪を動かす連結バーの間に、強力なコイルバネを介しています。

①ジャッキが作動しても
抵抗が大きいと爪は出ない



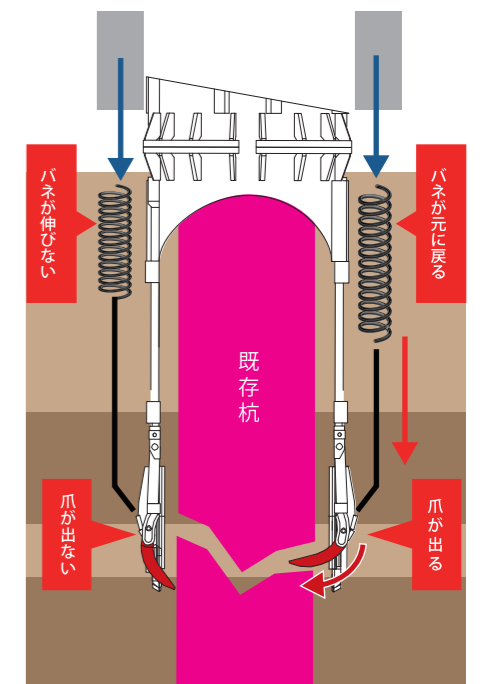
地盤には硬い箇所と軟らかな箇所があります。硬くて抵抗が強い箇所では、ジャッキが作動しても爪は出ず、コイルバネが圧縮されてエネルギーを蓄えます。

②抵抗の弱い箇所では
コイルバネが瞬時に爪を押し出す



圧縮されたコイルバネは、地盤の抵抗が弱い箇所では、チャック爪を押し出します。人的操作によらずとも、バネが「勝手に伸びる」ので、動作は瞬時です。

③抵抗の強弱によって
別々に爪を押し出すことが可能



ケーシングを上下させて抵抗の弱い箇所を探すと、チャック爪は個別に動作して杭を抱えます。このため破損した杭の割れ目にも素早く爪を差し込みます。

油圧ジャッキの押圧力+バネの瞬間力=パワーチャッキング

撤去する

remove

中折れや破損した杭にも対応できます

既存杭にはクラックが入ったり破損したもの、ジョイント不良などの杭も存在します。また杭撤去時のケーシング削孔で破損することも珍しくありません。PG工法[®]は既存杭をケーシングに内包して撤去するので、中折れや破損した杭の完全撤去が可能です。

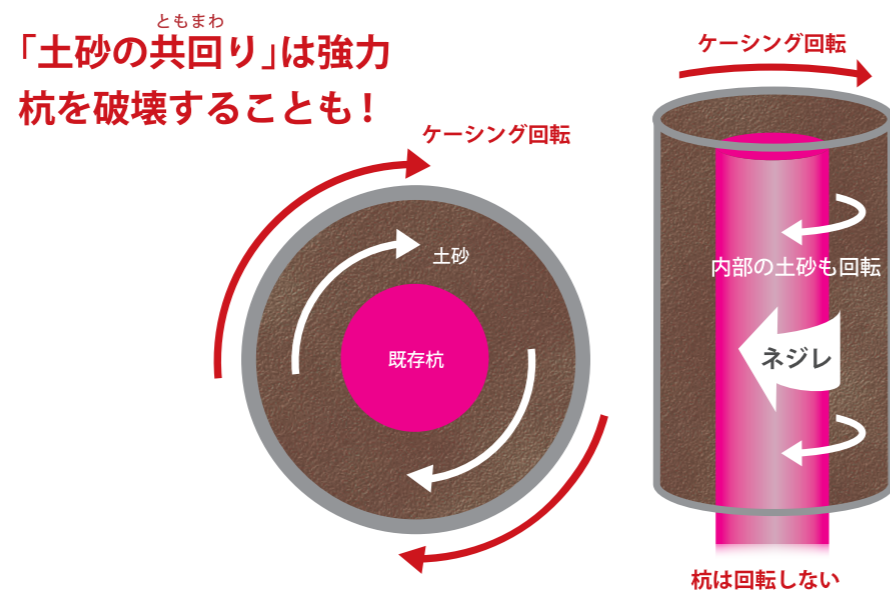
■不健全な状態の既存杭

既存杭は地中にあるため、どんな状態であるかを、目視で確認することができません。しかし現実に引抜き工事を行うと、折れたり破損したり、ジョイント不良など、不健全な状態にある杭も見受けられることがあります。



■ケーシング削孔で杭が破壊されることも！

既存杭を撤去するためにケーシング削孔によって、既存杭を壊してしまうこともあります。ケーシング削孔は、内部の土砂と一緒に回してしまう特性を持っており、これを「土砂の共回り(ともまわり)」といいます。しかし既存杭は先端が地盤に固定されて回らないので、土砂が回ると杭にネジレの力が働きます。この力は削孔中ずっと発生している強い力で、既存杭をねじ切ってしまうことも珍しくありません。



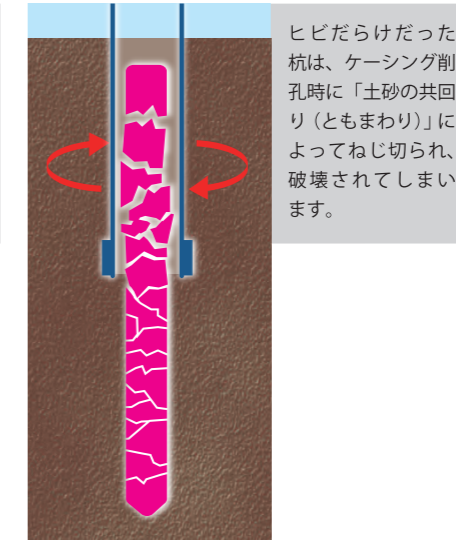
■破壊された既存杭の撤去事例(昭和40年代・打撃工法)

既存杭撤去工事の実例をご紹介します。この工事では、クラックだらけで破壊されたコンクリート杭を、数回に分けた引き上げで、杭先端部まで完全に撤去しています。

①想定された埋設状況



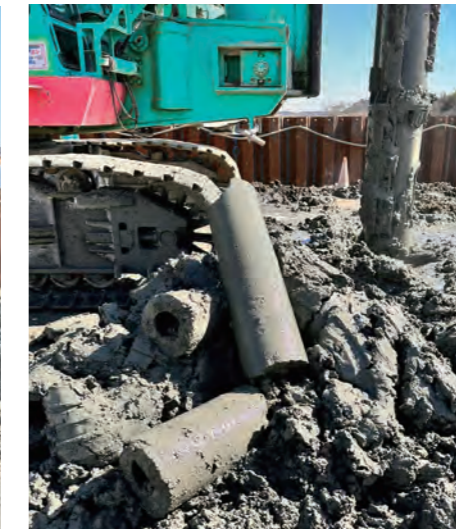
②土砂の共回りで破壊される



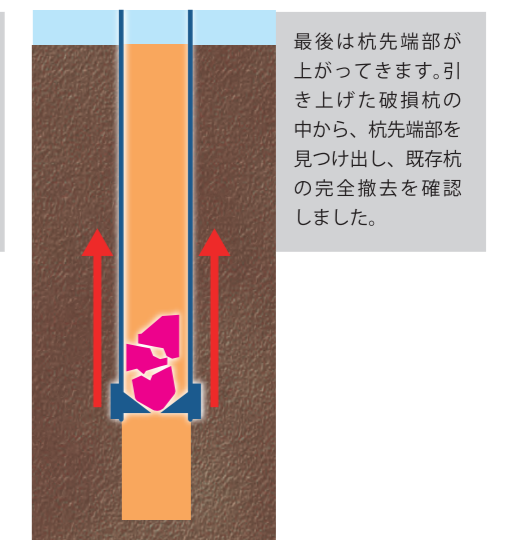
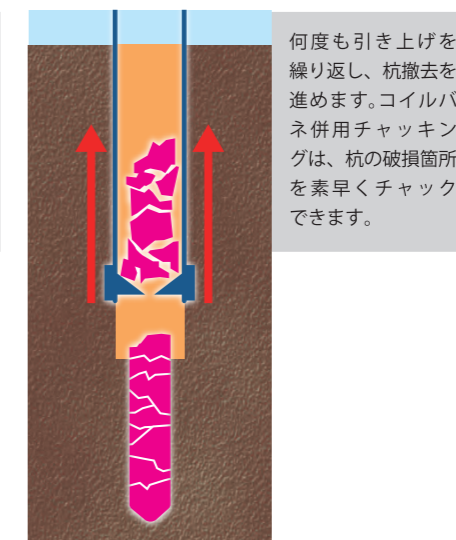
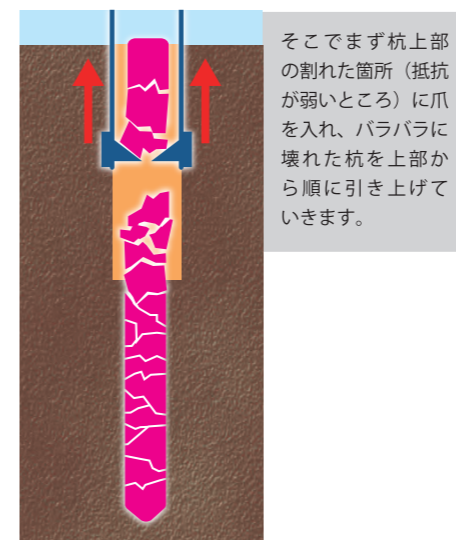
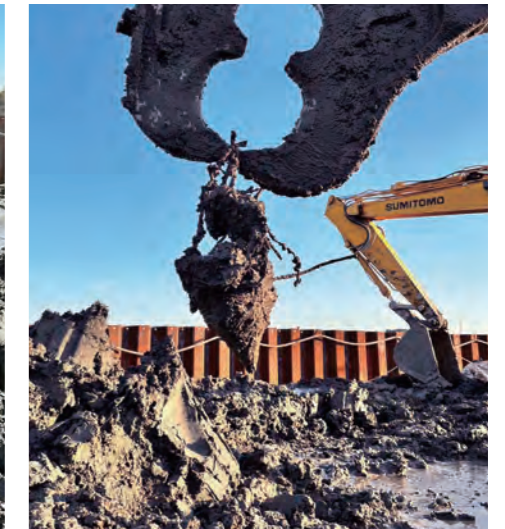
③杭の上部から順に撤去



④引き上げを繰り返す



⑤杭先端部まで完全撤去



撤去する

remove

長尺杭や杭頭が深くても撤去できます

PG工法®の中間ケーシングは継ぎ足し可能なので、既存杭が長い場合は、ケーシングを途中で継ぎ足して、施工を行います。

■ケーシング継ぎ足しで長尺杭を撤去

既存杭が長尺の場合、削孔途中でケーシングを継ぎ足します。ケーシングの引き上げ時には、途中でケーシングの継ぎ目にはずし、杭を露出させて切断し、上部ケーシングを取り除きます。



引き上げ時 ①カンザシを設置



引き上げ時 ②ケーシングの継ぎ目をはずす



引き上げ時 ③露出した杭を切断する



▲ワイヤーソーによる杭の切断



▲大口徑杭専用の吊り具



▲杭を切りながら排出します

■杭頭が深くても施工基面の設定などの計画が容易

PG工法®では、杭頭が深くても地上レベルからの施工が可能ですので、スムーズに施工計画が立てられます。また既存杭への玉掛けなどが必要なく、ケーシングと既存杭を同時に引き上げるので、杭頭が深くても問題なく撤去できます。



①杭位置の測量

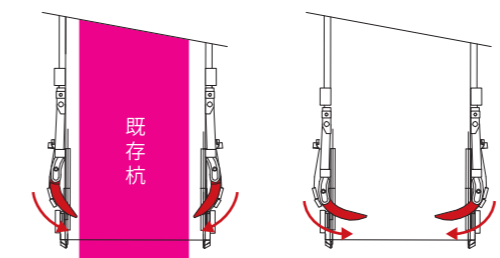


②杭芯出し



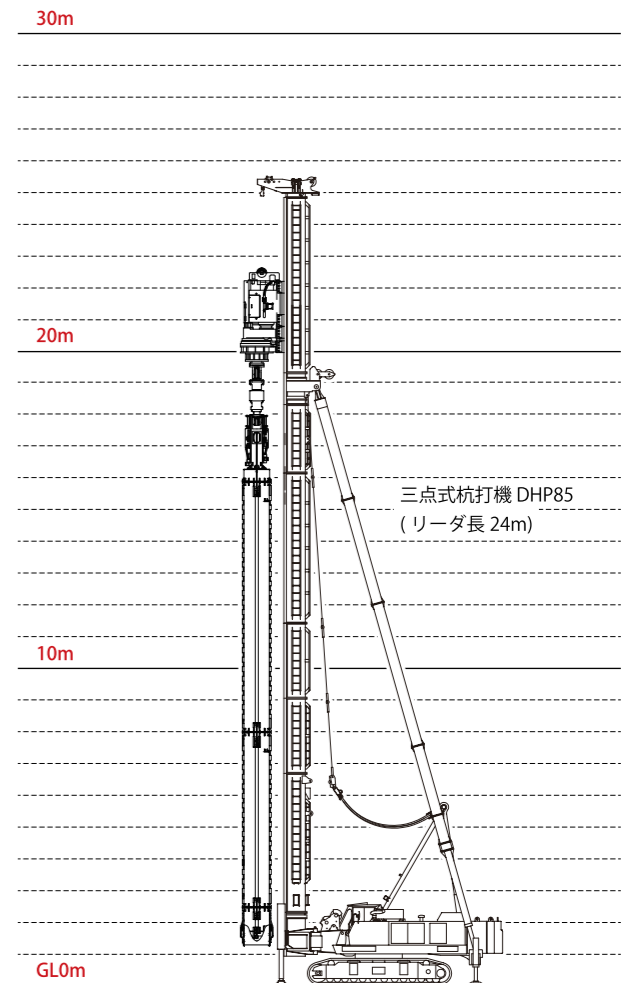
③GLからの施工

PG工法®では、ケーシング内に杭が入っているかどうかを、チャック爪で確認できるので、杭が見えなくても安心です。



杭がケーシング内にある時
→爪は全長出さない

杭がケーシング内がない時
→爪は全長出する



三点式杭打機 DHP85
(リーダ長 24m)



最大実績値
杭頭深度 GL-19m

埋め戻す

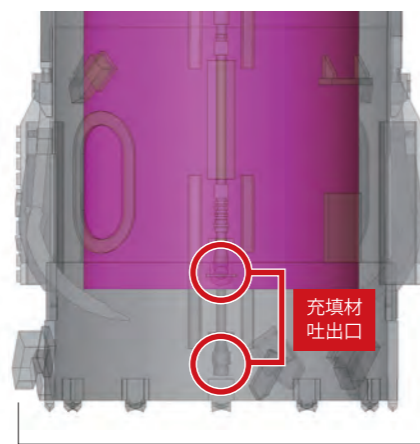
fill in

PG工法®の埋め戻しは“置換型”です

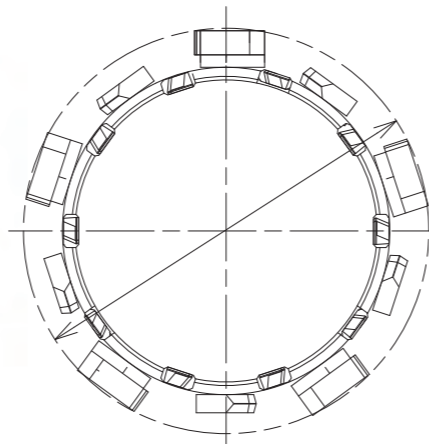
PG工法®では、掘削体積の100%量の充填材を、掘削孔の最下方から注入し、孔内に残留する削孔泥水を上方へ押し上げて地上へ排出し、泥水と充填材を置き換える「置換型」の注入方法により高く安定した埋戻し品質を提供します。

■充填材の基準注入量は掘削体積の100%

掘削体積とは、ケーシングの最大外径部であるヘッドの刃先外径 × 掘削長（充填長）から算出される体積です。この充填材を掘削孔の最下方から充填するために、ケーシングヘッドの先端付近に吐出口を設けています。

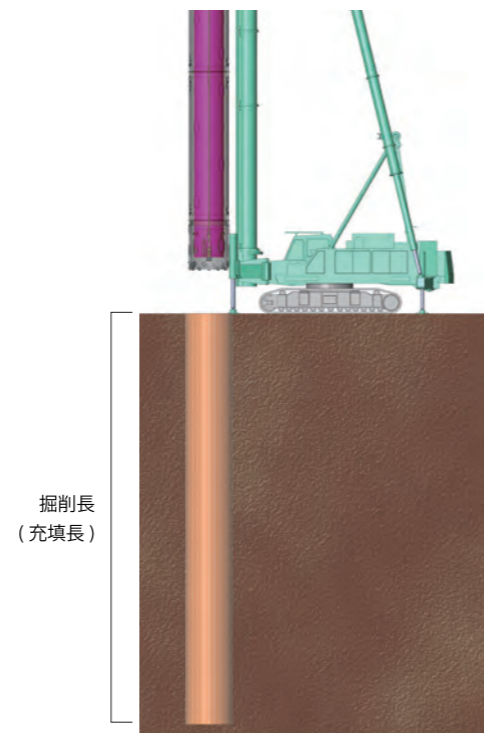


チャッキングヘッド刃先外径



チャッキングヘッド刃先外径

**掘削体積の100% =
チャッキングヘッド刃先外径 × 掘削長**



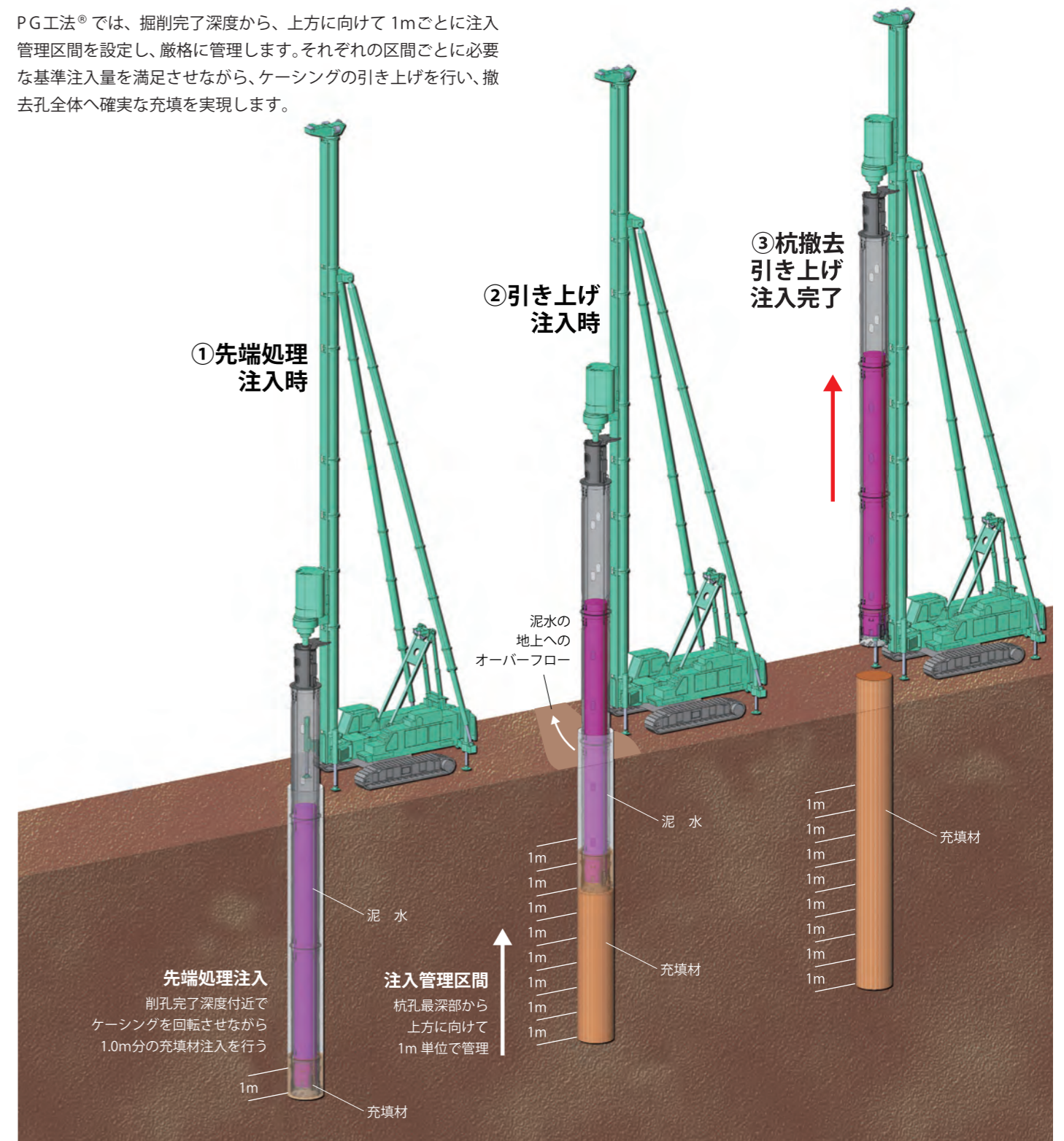
掘削長
(充填長)

■泥水と充填材をしっかりと置換します

チャッキングが終了した時点の掘削孔内は、削孔水により生じた泥水に満たされています。PG工法®では、掘削孔の最下方から掘削体積の100%量の充填材を注入することで、孔内の泥水を上方へ押し上げ、地上へ排出します。泥水と充填材を置換することで、安定した高品質の埋戻しを可能にします。

■1.0m ごとの注入管理区間で管理

PG工法®では、掘削完了深度から、上方に向けて1mごとに注入管理区間を設定し、厳格に管理します。それぞれの区間ごとに必要な基準注入量を満足させながら、ケーシングの引き上げを行い、撤去孔全体へ確実な充填を実現します。



埋め戻す

fill in

埋め戻し充填材は CB 液が標準です

PG 工法® の埋戻しに使用される充填材は、水・セメント・ベントナイトを練り上げた「CB 充填材」が標準です。標準配合は、多数の埋戻し孔の品質調査や、解析研究、新設杭干渉部での事後調査などから最適解を導き出した結果です。充填材は現地に設置されたプラント設備で作液され適宜供給されます。



充填材は独自配合のセメントミルク

標準配合の充填材

CB 充填材は現場で簡単に混練作製でき、配合通りに作液すれば、常に同品質の充填材を得ることができます。品質にバラツキがなく、施工にロスがなく、タイムリーに充填ができるため、PG 工法® 以外にも多くの工法で使用されています。

標準充填剤

ベントナイトは、室内試験ではトルコ産ベントナイトスーパークレイを使用。σ28 の目標強度は 300KN/m² としています。低強度のためわずかな条件違いにより強度は変動します。そのため管理値は、200~500KN/m² としています。



標準充填材・CB 充填材 (セメント・ベントナイト充填材)

セメント 高炉 B 種セメント
ベントナイト 250 メッシュ・膨潤度 20 以上 (ml/2g)

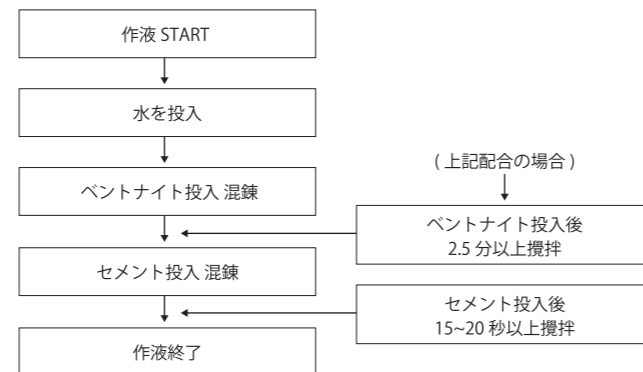
標準配合 (プラント練り)

W/C (%)	高炉 B セメント (kg)	ベントナイト (kg)	水 (ℓ)	圧縮強度 qu(KN/m ²)	
				σ7	σ28
417	220	25	918	100	200~400

練り上り 1.0 m³ 当たり配合
室内試験と同様のトルコ産ベントナイト、スーパークレイの使用を推奨。

作液方法

作液は全自動計量プラントを使用し以下のプロセスで行う



充填材作液プラント▲



作液される充填材▲

特殊配合の充填材も選択できます

長尺杭や大径杭の引抜きでは、埋戻し不良が生じた場合の、周辺地盤への影響が大きいため、より慎重な埋戻しが必要です。また新設杭干渉部では、新設杭の品質を損なわないためにも、より均質な埋戻しが必要となります。そこで PG 工法® では、早期強度発現効果やノンブリージング性能を有し、より均質な埋戻し効果が期待できる特殊配合を選択することもできます。

高性能充填剤
DN-S 配合タイプ

DN-5(炭酸ナトリウム)は、標準CB 充填材に添加すると、早期ゲル化、早期強度化の効果を発現。同時に室内試験でブリージング 0 を実証しています。埋戻し品質の向上と、陥没対策など周辺地盤への影響軽減が期待できる高性能充填材です。



高性能充填材・CB 充填材 (セメント・ベントナイト充填材)

セメント 高炉 B 種セメント
ベントナイト 250 メッシュ・膨潤度 20 以上 (ml/2g)
ノンブリージング材 DN-S(炭酸ナトリウム)

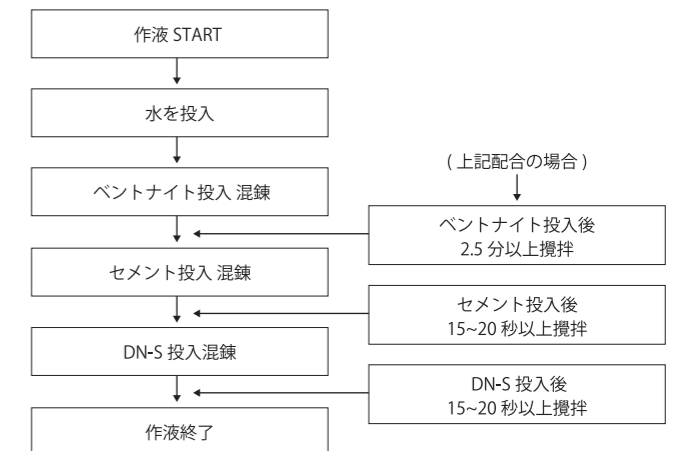
標準配合 (プラント練り)

W/C (%)	高炉 B セメント (kg)	ベントナイト (kg)	DN-S (kg)	水 (ℓ)	圧縮強度 qu(KN/m ²)	
					σ7	σ28
415	220	25	15	918	100	200~400

練り上り 1.0 m³ 当たり配合
室内試験と同様のトルコ産ベントナイト、スーパークレイの使用を推奨。

作液方法

作液は全自動計量プラントを使用し以下のプロセスで行う



埋戻す

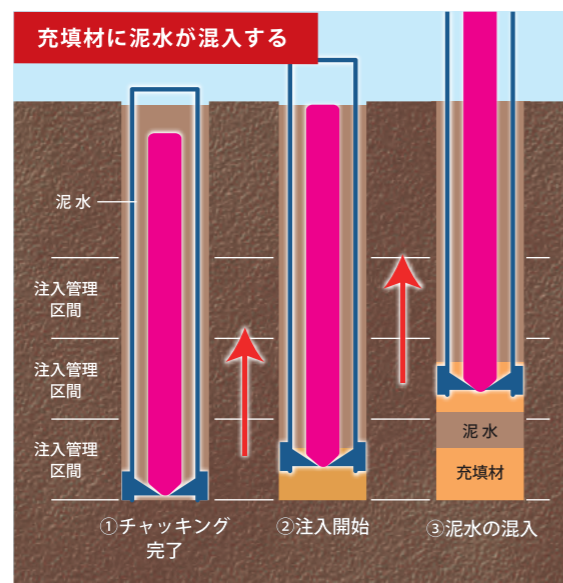
fill in

埋戻し充填はプラスαでさらに安心

PG工法®では、さらに「先端処理注入」と「液面管理」を用いることで、より高品質な埋戻しを実現します。杭穴崩壊や逸液による注入不足にも対応することができます。

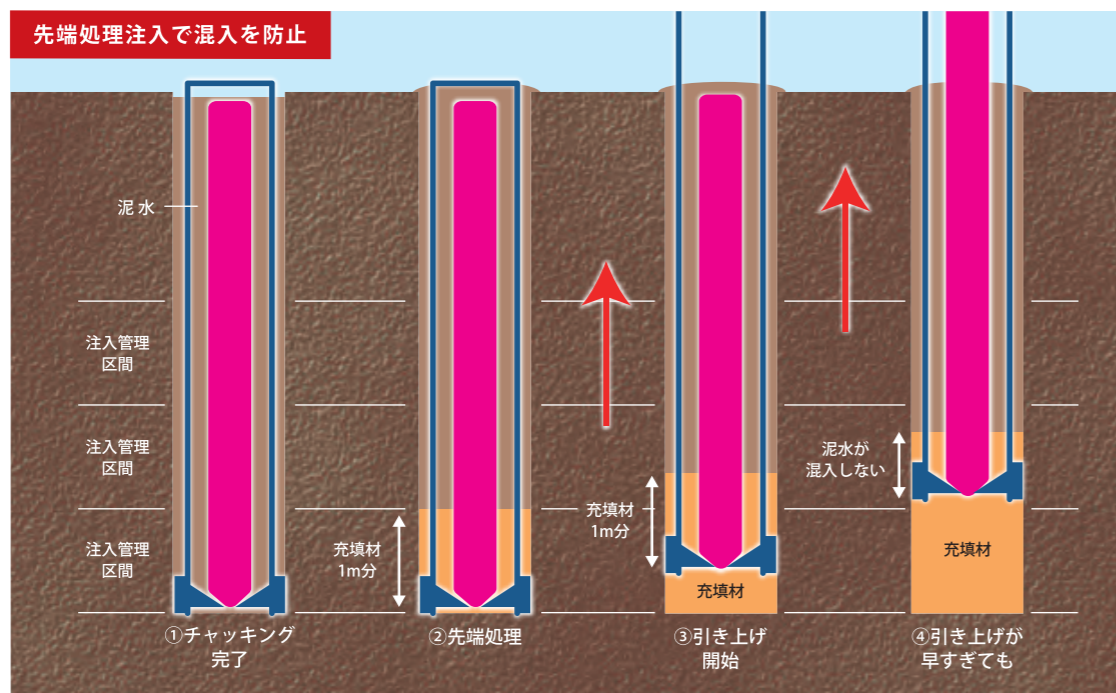
■先端処理注入で充填材への泥水混入を防止

先端処理注入とは、チャッキング完了後、直ちにケーシングの引き上げを開始せず、削孔完了深度付近でケーシングを回転させながら 1.0m分の基準量注入を行うことです。



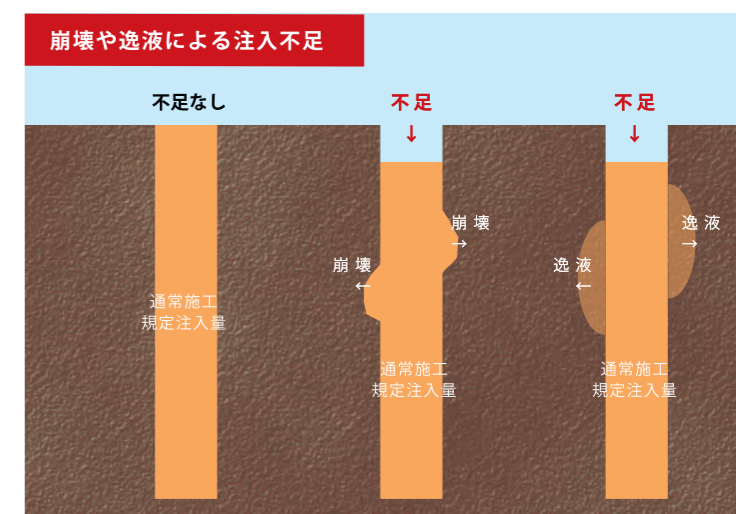
チャッキング完了時、既存杭周囲には泥水が滞留しています。ケーシング先端から充填材を注入しながらケーシングを引き上げますが、注入量に見合わない早い速度でケーシングを引き上げてしまうと、充填材に泥水が混入します。引き上げ注入中に、この泥水の混入が何度も発生すれば、撤去孔への確実な充填ができず、充填材と泥水が入り混じった箇所が複数生じてしまい埋戻し不良につながる恐れがあります。

先端処理注入により、先に基準注入量の1m分を注入すると、既存杭周囲に滞留している泥水は、引抜き孔最下方から押し上げられ、掘削底より上方に1m+先端処理注入内の既存杭の体積分も含めて、充填材が満ちることになります。引抜き注入中もこの1m+αの状態を継続し、常に充填材の中に注入を続けることで、瞬間的に、ケーシングの引き上げが早すぎても、泥水が充填材に混入することを回避できます。



■崩壊や逸液による注入不足も想定

PG工法®では、掘削体積の100%注入を行うことで、置換型の埋戻し方法を実現します。しかしケーシング削孔時や引き上げ時の崩壊や逸液などにより、基準注入量だけでは充填が不足するケースも考えられます。この場合は不足分を補う必要が生じるので、掘削体積を超える注入を実施することになります。



■液面管理で注入不足に対処

充填材注入時に崩壊や逸液などがあると、地上へのオーバーフロー（排出）がなくなり、孔口の泥水液面が低下することがあります。泥水液面が低下した場合は、ケーシングの引き上げを停止し、注入だけを継続します。管理区間の100%注入量を越えても注入を続け、再度、孔口の液面が上昇し、オーバーフローが発生した後に、ケーシングの引き上げを再開します。このように孔口液面の状態により、崩壊や逸液に対応することを「液面管理」と呼称しています。



液面管理＝
孔口の泥水液面で
注入状況を把握

管理する

manage

施工管理システムによる一元管理

PG工法®の最大の特徴は、専用の施工管理システムにより、掘削開始から埋戻し完了までの一連のプロセスを一元管理できる点にあります。これまで不明瞭であった、杭の引抜き状況や、深度ごとの充填材注入量などが明確に記録されるため、後の土地利用の際にも有用なデータとなります。

■重機オペレーター室で総合管理

施工管理システムは重機のオペレーター室に設置し、オペレーターが目視で画面データを確認しながら施工できます。また遠隔モニターにより、現場事務所や会社など、作業場所から離れた場所で、状況確認や管理をすることも可能です。



重機オペレーター室内の施工管理システム▲

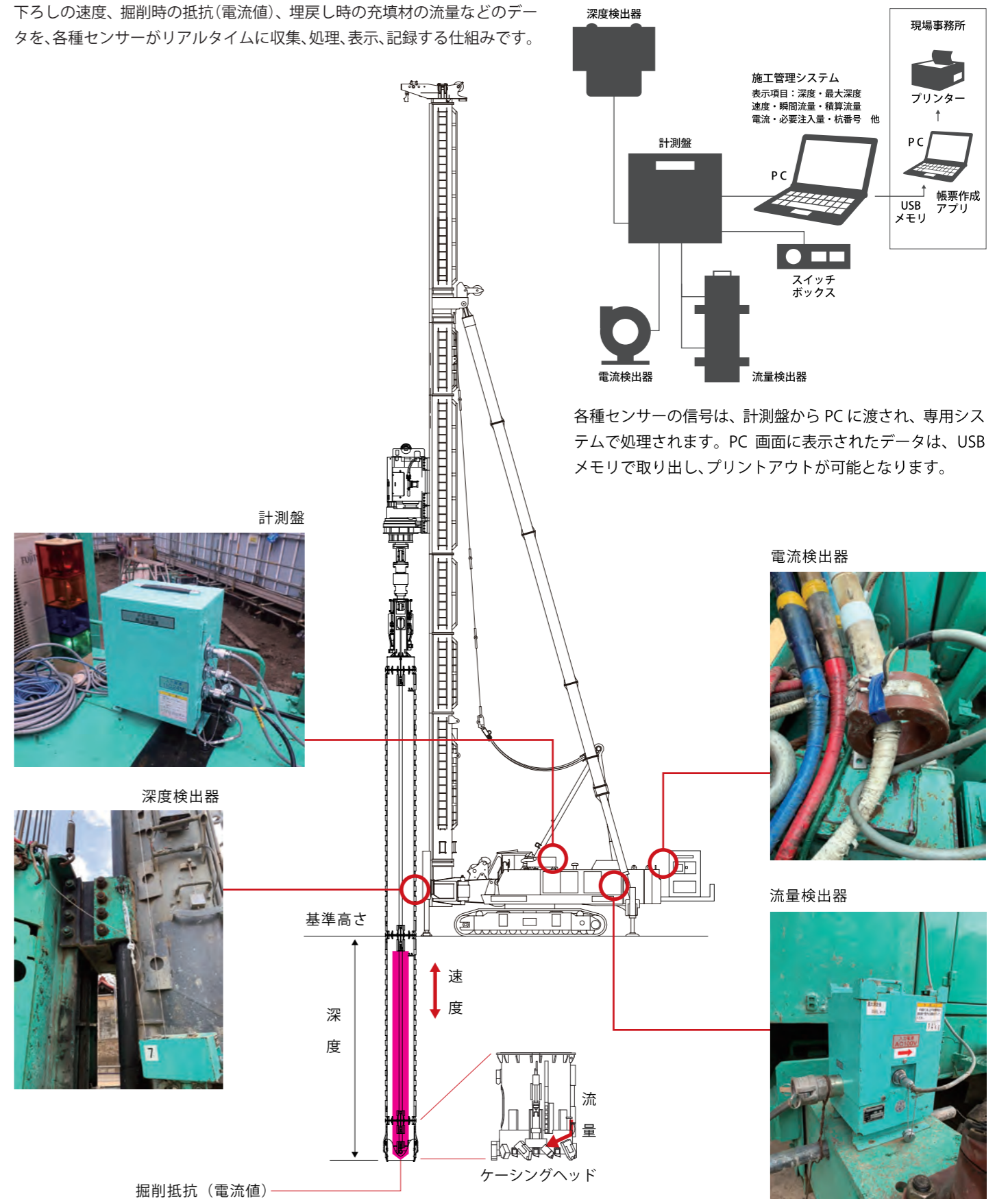


現場事務所の遠隔モニター▲



■施工データをリアルタイム処理します

PG工法®の施工管理システムはケーシング先端部の深度、ケーシング上げ下ろしの速度、掘削時の抵抗(電流値)、埋戻し時の充填材の流量などのデータを、各種センサーがリアルタイムに収集、処理、表示、記録する仕組みです。



管理する

manage

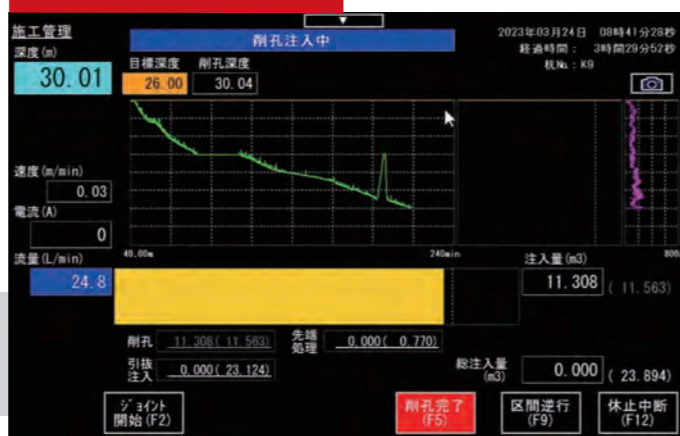
管理画面で施工の“見える化”を実現します

PG工法®の施工管理システムでは、深度、電流抵抗値、流量などが記録されると共に、施工状況が視覚化され、管理画面にリアルタイムに表示されます。

■管理画面で施工を視覚で管理

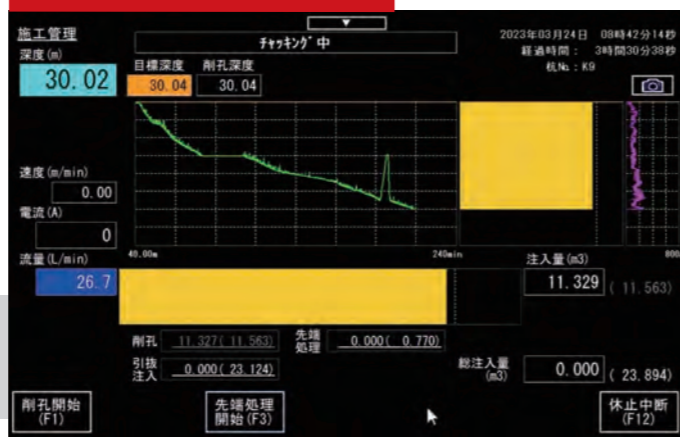
管理画面には施工プロセスのどの段階なのか、ケーシング先端部の深度やチャッキング状況がリアルタイムに表示されます。このため重機オペレーターが施工状況を素早く正確に把握でき、確実にムラのない施工が可能になります。

1. 削孔注入中の管理画面



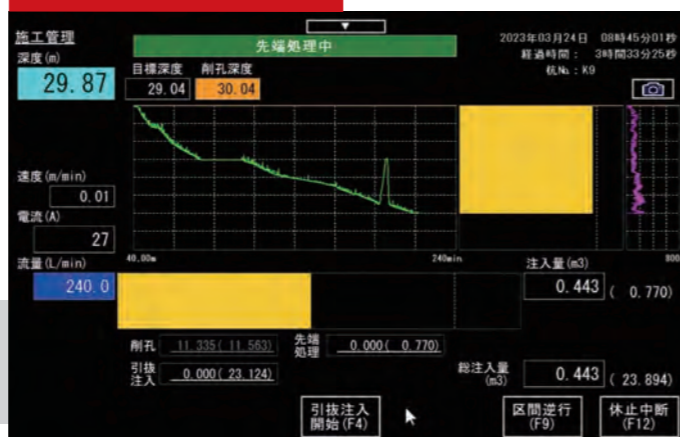
削孔水として水またはセメントミルクを注入しながら削孔中です。

2. チャッキング中の管理画面



既存杭先端部に達したのでチャック爪を突出させて杭頭を抱えています。

3. 先端処理中の管理画面



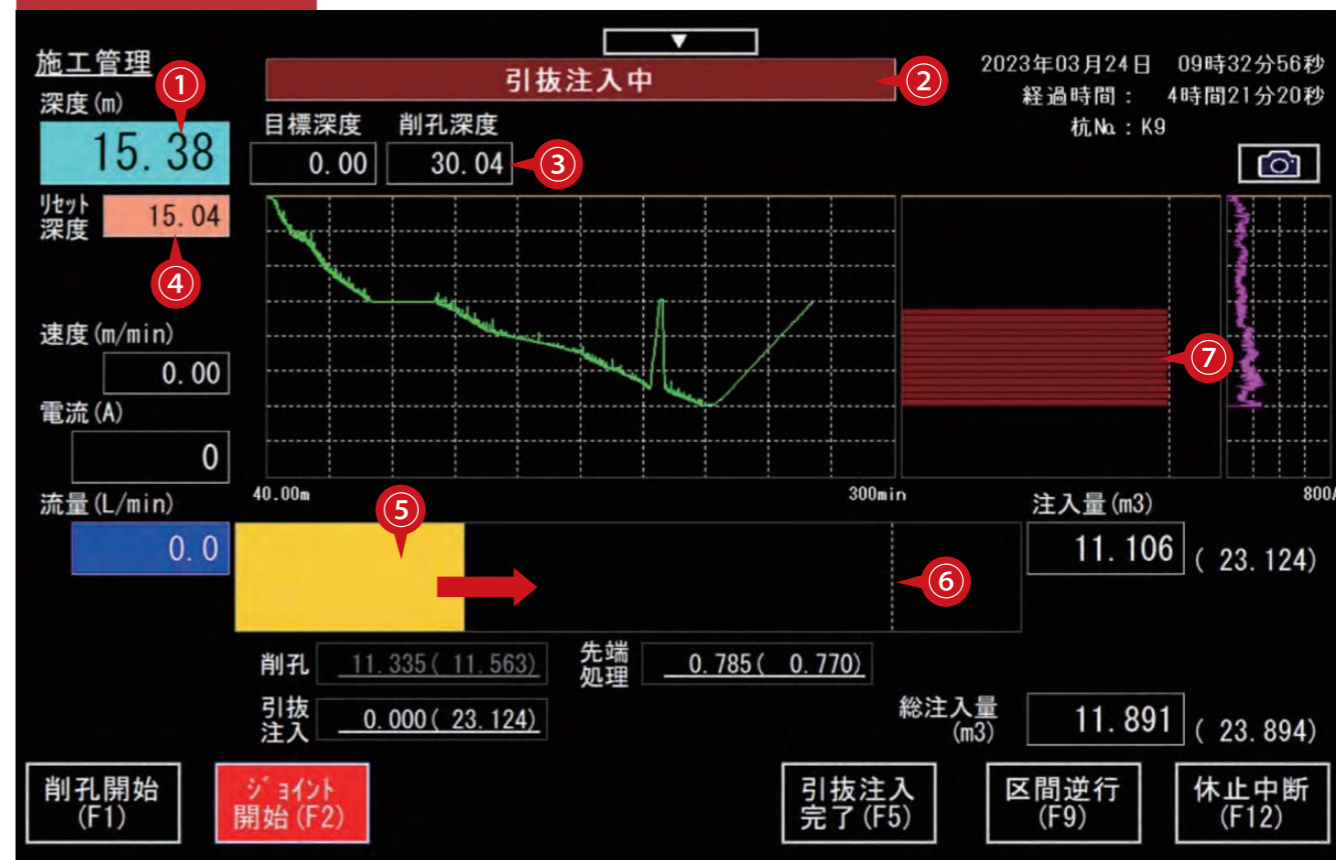
ケーシングを引き上げる前に、先に1m分の充填材を注入しています。



■埋め戻し施工の表示例

施工管理システムによる施工管理の例として、引抜き注入途中の管理画面の表示を解説します。

4. 引抜き注入中の管理画面



① にはリアルタイムのケーシング先端深度が表示されています。

② には施工プロセスのどの段階にいるかが表示されます。

③ の削孔深度は、施工中に1回でも到達した最大掘削深度が表示されます。この削孔深度が起点になり、上方に向けて1mごとの注入管理区間が設定されます。

④ の「リセット深度」は、次の注入管理区間の切り替わり深度を表示します。上の例では、リセット深度の表示から、16.04m～15.04m間の注入を行っていることが分かります。

⑤ の黄色の棒グラフは、この管理区間内の現在の注入量であり、注入量が増えると右へ伸びます。

⑥ のラインは管理区間に必要な基準注入量の100%到達ラインを示す「基準線」です。

⑤ の黄色の棒グラフが基準線に達すると、グラフの黄色が赤色に変化し、基準注入量を満たしたことが表示され、次の注入管理区間へのケーシング引き上げが可能になります。

基準注入量に達しない場合は、それ以上の引き上げが制限されます。これにより深度ごとの基準注入量が、確実に注入されます。

⑦ には管理区間ごとの注入履歴が表示され、深度ごとの注入量の過不足管理を、オペレーターや管理者が目視で瞬時に把握できます。

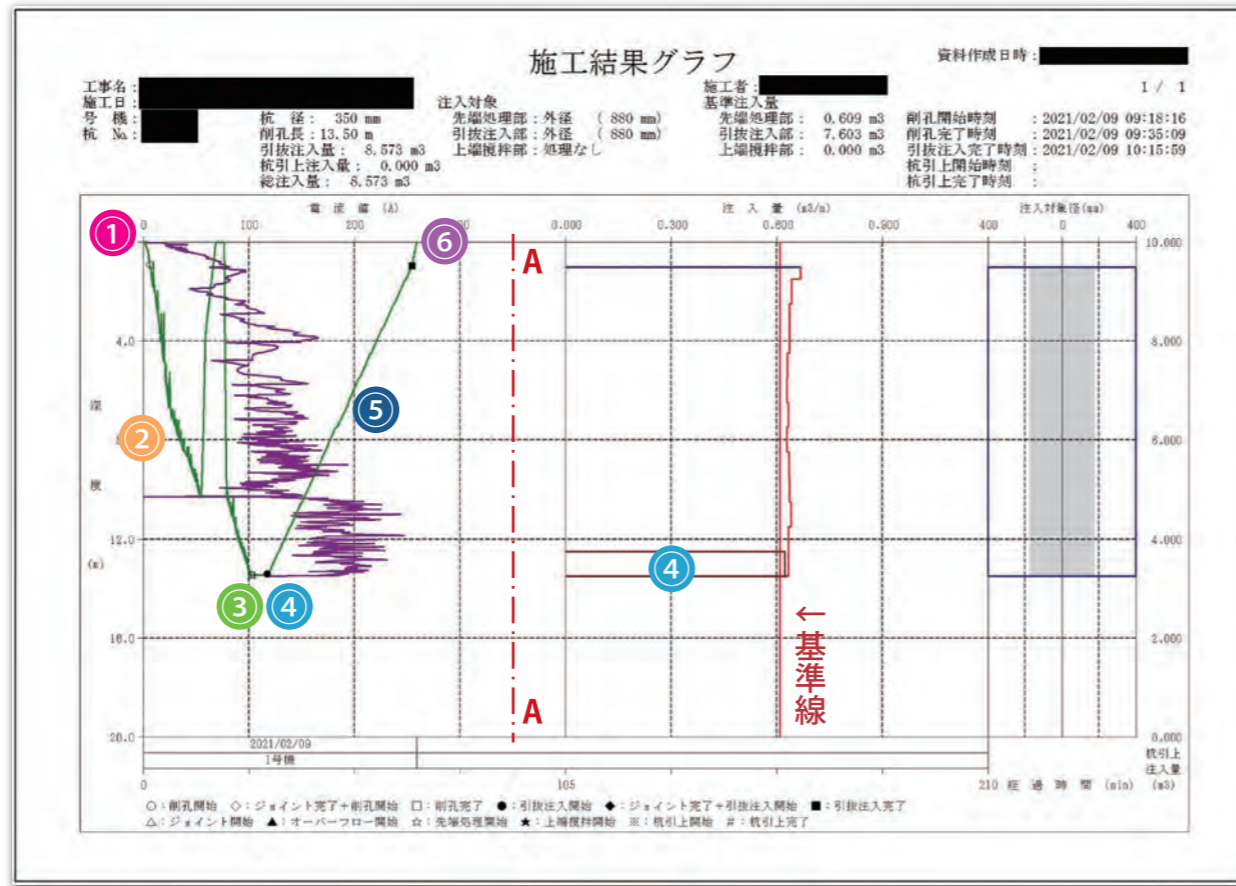
管理する

manage

記録されたデータを提出できます

PG工法®の施工管理システムでは、分かりやすくグラフ化された施工データや、その基になる数値データを、杭ごとまたは号機ごとに出力して提出できます。

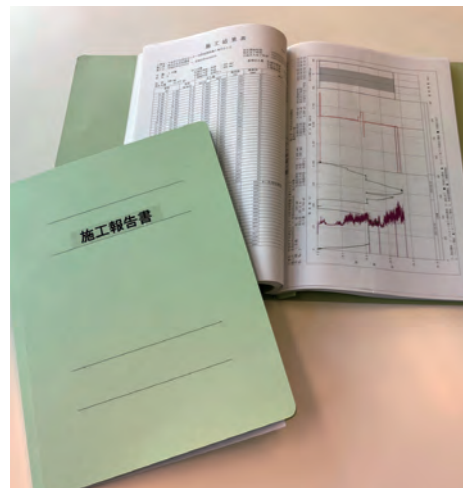
■施工結果グラフで視覚化される施工状況



施工管理システムから出力される「施工結果グラフ」には、これまで不明瞭であった既存杭の引抜き状況や埋戻しなどの履歴が明示されます。施工結果グラフでは、赤い破線 A-A (縦線) を境に、左に「ケーシング先端位置の動きと電流値の記録」、右に「注入量の記録」が示されています。

●「ケーシングの動きと電流値の記録」
 緑線はケーシング先端位置の動き(縦軸=深度、横軸下=時間)であり、グラフ中の各数字①~⑥は右の施工手順番号と符合します。紫線は各深度の電流値であり、縦軸=深度、横軸上=電流値となります。

●「注入量の記録」
 注入量は、削孔完了深度から上方に1m区間ごとに管理され、赤い縦線「基準線」は、その注入管理区間に必要な注入量を示しています。深度ごとの注入量が、基準線を右に超えているか否かで、深度ごとの注入過不足を視覚的に確認できます。なお図に見えるように「④先端処理注入」も表記されます。



① 杭芯セット



② 削孔



③ チャッキング



④ 先端処理



⑤ 引き上げ注入



⑥ 施工完了



■杭ごと・号機ごとの数値データも出力できます

「施工結果表」は既存杭1本ごとのケーシング深度・速度・注入量・電流値などの詳細な数値データであり、「施工結果グラフ」の基になる情報です。さらに号機ごとに出力される「施工記録表」には、その号機が担当したすべての既存杭の情報が集約されます。PG工法®ではこれらすべてのデータを出力、提出が可能です。

施工結果表									
工事名: []	施工日: []	号機: []	杭 No.: []	削孔長さ: 13.50 m	削孔注入量: 8.573 m ³	杭引上注入量: 0.000 m ³	総注入量: 8.573 m ³	削孔開始時刻: 2021/02/09 09:18:16	削孔完了時刻: 2021/02/09 09:35:09
深度 (m)	速度 (m/min)	注入量 (m ³ /m)	電流値 (A)	掘削径 (mm)	備考				
0.00 ~ 1.00	0.5	0.000	0.000	58	0				
1.00 ~ 2.00	0.1	0.000	0.000	62	0				
2.00 ~ 3.00	0.8	0.000	0.000	57	0				
3.00 ~ 4.00	0.8	0.000	0.000	67	0				
4.00 ~ 5.00	0.7	0.000	0.000	74	0				
5.00 ~ 6.00	0.6	0.000	0.000	84	0				
6.00 ~ 7.00	0.4	0.000	0.000	103	0				
7.00 ~ 8.00	0.6	0.000	0.000	147	0				
8.00 ~ 9.00	0.7	0.000	0.000	194	0				
9.00 ~ 10.00	0.9	0.000	0.000	199	0				
10.00 ~ 11.00	0.6	0.000	0.000	207	0				
11.00 ~ 12.00	0.5	0.000	0.000	198	0				
12.00 ~ 13.00	1.0	0.000	0.000	241	0				
13.00 ~ 13.44	0.8	0.000	0.000	220	0				
13.44 ~ 13.50	0.1	0.000	0.000	195	0				
* 13.50 ~ 12.50	0.0	0.634	0.634	398	*: 先端処理部				
12.50 ~ 11.50	0.0	0.639	0.639	391					
11.50 ~ 10.50	0.3	0.0	0.0	391					
10.50 ~ 9.50	0.3	0.0	0.0	394					
9.50 ~ 8.50	0.3	0.0	0.0	392					
8.50 ~ 7.50	0.3	0.0	0.0	393					
7.50 ~ 6.50	0.3	0.0	0.0	394					
6.50 ~ 5.50	0.3	0.0	0.0	397					
5.50 ~ 4.50	0.3	0.0	0.0	392					
4.50 ~ 3.50	0.3	0.613	0.613	383					
3.50 ~ 2.50	0.2	0.621	0.621	389					
2.50 ~ 1.50	0.3	0.627	0.627	393					
1.50 ~ 1.00	0.3	1.144	0.572	1206					
1.00 ~ 0.00	0.7	0.000	0.000	0					
先端処理部	0.634				基準量: 0.609 m ³				
引抜き注入部	8.101				基準量: 7.603 m ³				
杭引上部	0.000				基準量: 0.000 m ³				
合計	8.735								

施工記録表

機工	機	機	機	機	機	機	機	機	機	機	機	機	機	機	機	機	機	機	機	機
機工	機	機	機	機	機	機	機	機	機	機	機	機	機	機	機	機	機	機	機	機
機工	機	機	機	機	機	機	機	機	機	機	機	機	機	機	機	機	機	機	機	機

施工記録表 号機ごとに施工したすべての杭のデータ

高く安定した施工品質を実現

PG工法®は「杭の撤去」と「杭孔の埋戻し」の両面において、高い施工品質を実現します。
特に「埋戻し」では、杭孔の全長に充填材を行き渡らせ、異なる地盤でも一定強度の埋戻しが可能です。

■埋戻し品質評価① 全長コアボーリング評価

PG工法®の埋戻し品質の評価のために、千葉県某所の既存杭引き抜き工事で施工された「杭 No.2A-9」の埋戻し孔に対し、埋戻し充填の約34日後に、全長コアボーリングを実施しました。

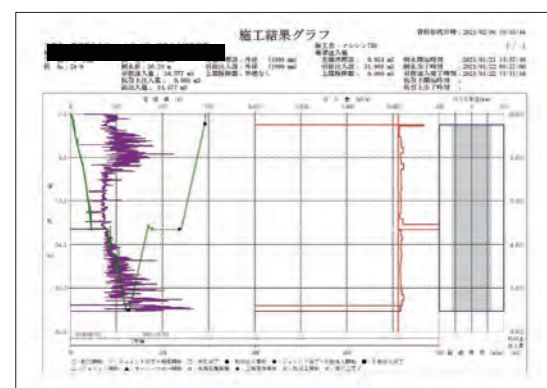


▲全長コアボーリングの実施状況（杭No.2A-9）

●工事内容と資機材

杭番号	No.2A-9		
既存杭	φ485mm	L=34.0m（鋼管杭）	
打設方法	打撃工法		
主な使用機械	三点支持式杭打ち機	DH-758-160M（日本車輛製） 1台	
	アースオーガ	SAD-240H 1台	
	全自動プラント	1基	
	相判クレーン	75t級 1台	
使用ケーシングと組み合わせ	呼び径	φ800	ケーシング外径 φ1,090
	ケーシング内径	φ800	
充填材と配合	セメントミルク 1m ³ あたり W=918ℓ C=220kg B=25kg DN-S=15kg		

●コア採取箇所の施工結果グラフ



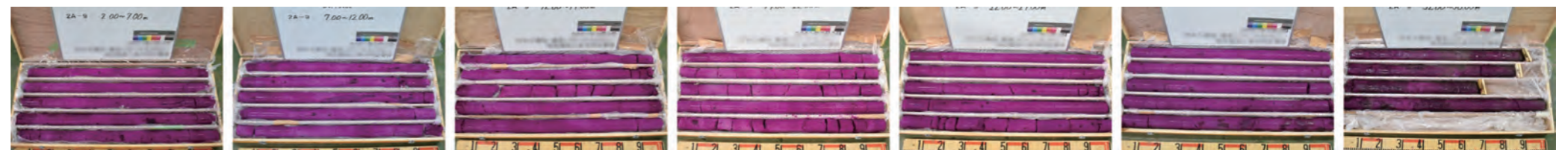
「施工結果グラフ」にはコア採取箇所をPG工法®で埋戻した時の施工状況が記録されています。

●コア採取試料(2m~36m)



一般的に既存杭引き抜き孔の埋戻しに求められる一軸圧縮強度は、 $qu_{28}=100\sim300$ KN程度で、非常に軟弱なのでコアサンプルの採取は難しいとされています。しかし今回のコアサンプルは、採取開始深度の2.0mから最終深度の36.0mまで、きれいな形でコアが採取され、固結の度合いが図られます。

●フェノールフタレイン液噴霧結果



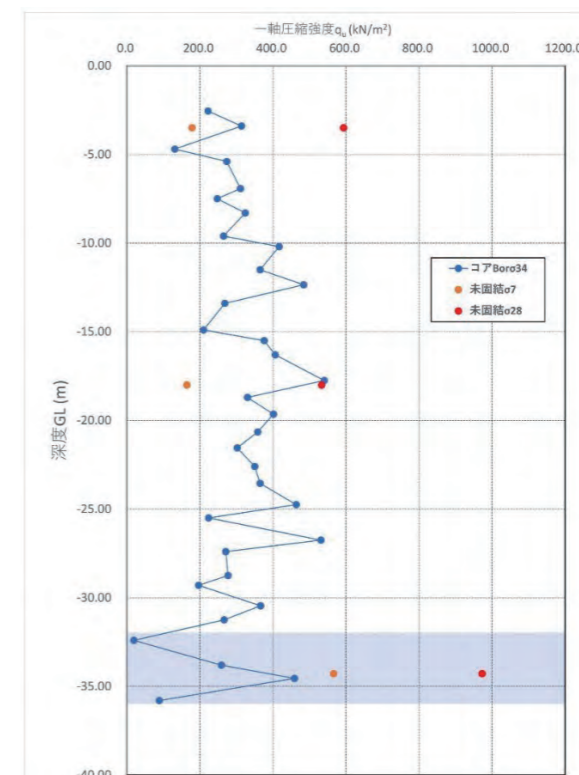
コア試料にフェノールフタレイン液を噴霧した結果を撮影しました。充填材が最も行き渡りにくい、掘削孔の中心位置でコア採取を行ったにもかかわらず、全深度にわたってアルカリを示す赤色に変色していることから、充填材であるセメントミルクが引抜き孔全体に行きわたっていることが確認できます。

●一軸圧縮試験結果

上深度GL(-m)	下深度GL(-m)	中央深度GL(-m)	一軸圧縮強度 q_u (kN/m ²)	変形係数 E_{50} (MN/m ²)
2.45	2.65	-2.55	222.2	20.80
3.30	3.50	-3.40	313.8	39.60
4.60	4.80	-4.70	131.3	16.70
5.30	5.50	-5.40	273.5	28.70
6.85	7.00	-6.93	310.9	33.80
7.40	7.60	-7.50	247.4	21.00
8.20	8.40	-8.30	324.3	29.40
9.50	9.70	-9.60	264.7	17.30
10.10	10.30	-10.20	416.8	50.00
11.40	11.60	-11.50	364.9	48.00
12.25	12.45	-12.35	484.1	36.20
13.30	13.50	-13.40	268.3	30.70
14.80	15.00	-14.90	209.9	19.20
15.40	15.60	-15.50	375.9	34.30
16.20	16.40	-16.30	406.4	24.50
17.65	17.85	-17.75	540.6	54.50
18.60	18.80	-18.70	330.3	15.50
19.55	19.75	-19.65	401.4	40.40
20.55	20.75	-20.65	358.4	25.70
21.45	21.65	-21.55	302.1	20.60
22.50	22.70	-22.60	350.1	36.10
23.45	23.65	-23.55	364.8	29.80
24.65	24.85	-24.75	463.7	64.60
25.40	25.60	-25.50	223.9	42.70
26.65	26.85	-26.75	531.4	68.30
27.30	27.50	-27.40	270.9	32.00
28.65	28.85	-28.75	277.2	19.80
29.20	29.40	-29.30	196.6	84.00
30.35	30.55	-30.45	366.1	30.60
31.15	31.35	-31.25	266.5	76.60
32.30	32.50	-32.40	19.2	1.53
33.70	33.90	-33.80	259.0	50.50
34.45	34.65	-34.55	458.9	75.80
35.70	35.90	-35.80	88.8	6.28
平均値			314.2	

一軸圧縮強度試験では、32.3m付近と35.7m付近で 100KN/m^2 を下回る箇所がありますが、総じて均質な埋戻しとなっています。従来工法の埋戻しの弱点である、引抜き孔の中間から下部においても、強度発現が確認され、全体の平均値では $qu=314.2\text{KN/m}^2$ となりました。

●深度ごとの一軸圧縮強度グラフ



左表をグラフ化し、未固結採取のσ7とσ28試験結果を記しました。未固結採取は、既存杭の引抜き完了直後に、上中下の3深度からサンプルを採取。3深度ともに写真のように引抜き孔内の充填材が確認されました。



▲未固結採取の状況

埋戻し品質評価①

コア採取試験結果および未固結採取結果から、PG工法®の埋戻しでは、引抜き孔の全長（全体）にわたって充填材を行き渡らせることが確認できました。

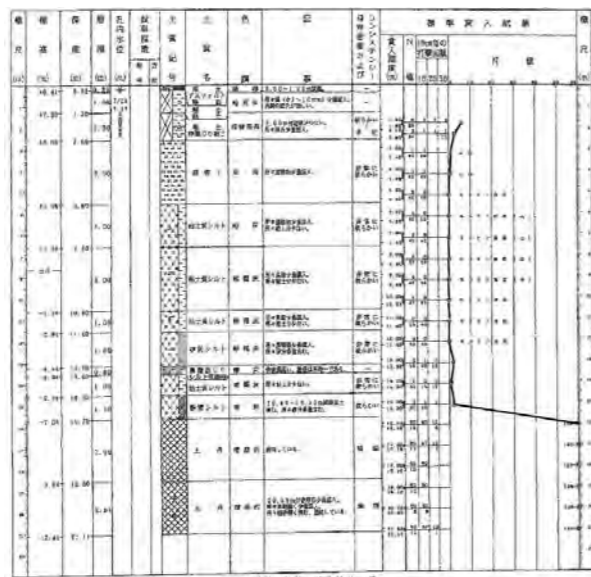
高く安定した施工品質を実現

■埋戻し品質評価②標準貫入試験による品質調査

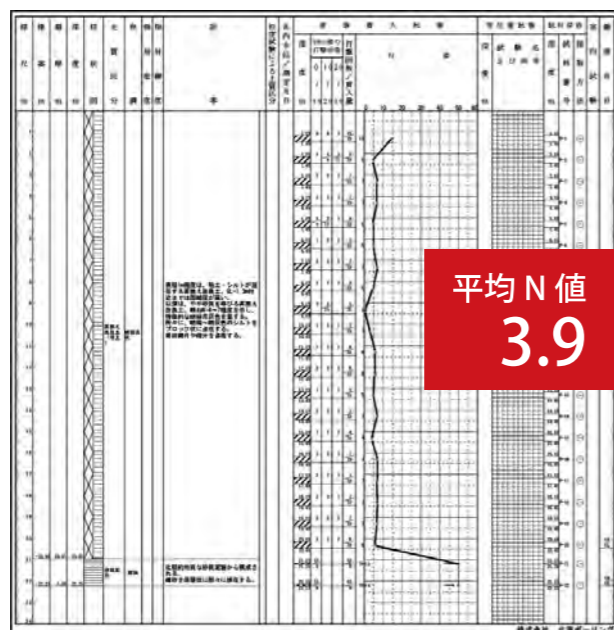
PG工法®の埋戻し強度を検証するため、神奈川・千葉・大阪の3箇所の、それぞれ異なる地盤で、元地盤と埋戻し後の地盤に対して、標準貫入試験を実施し、地盤強度の基準となるN値を測定しました。

調査地点 **A** 神奈川県某所工事

●元地盤の標準貫入試験結果 (N値)

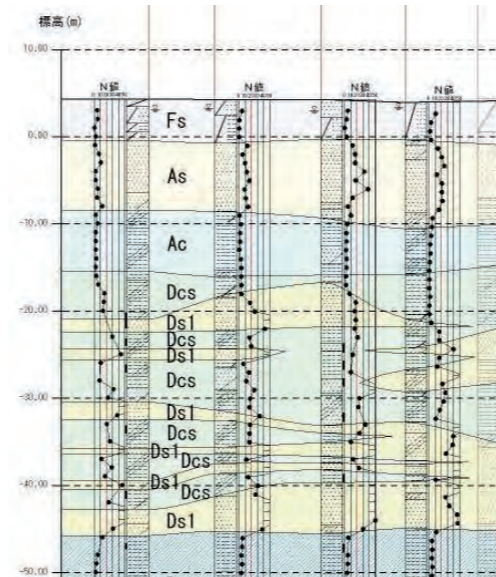


●PG工法®による埋戻し後の標準貫入試験結果 (N値)

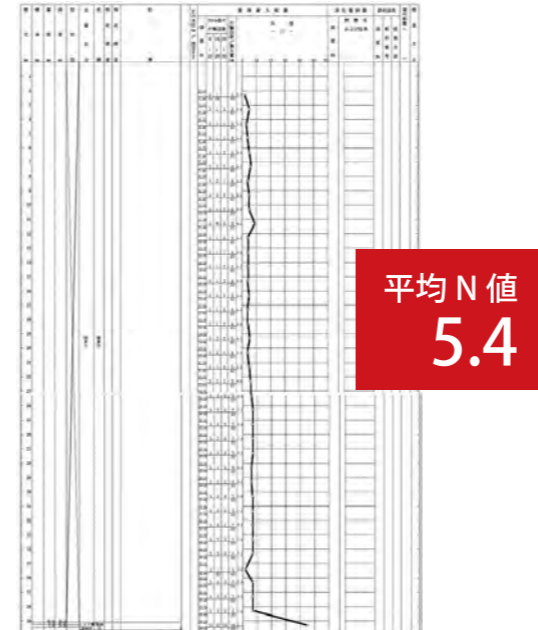


調査地点 **B** 千葉県某所工事 (P29 全長コア採取現場)

●元地盤の標準貫入試験結果 (N値)

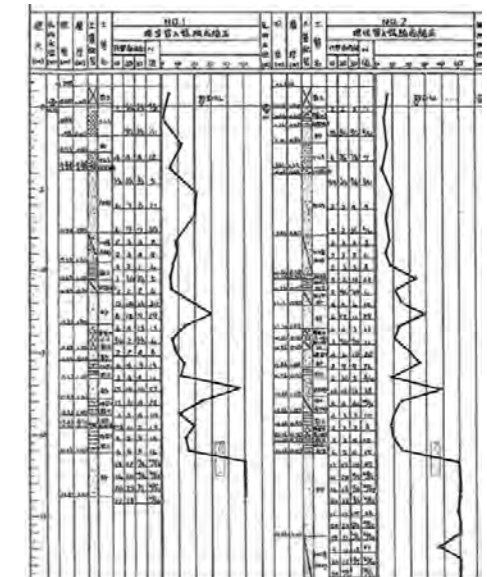


●PG工法®による埋戻し後の標準貫入試験結果 (N値)



調査地点 **C** 大阪府某所工事

●元地盤の標準貫入試験結果 (N値)



●PG工法®による埋戻し後の標準貫入試験結果 (N値)



埋戻し品質評価②

PG工法®の埋戻しにより、異なる地盤環境でも、一定強度の埋戻しが行えることが確認できました。

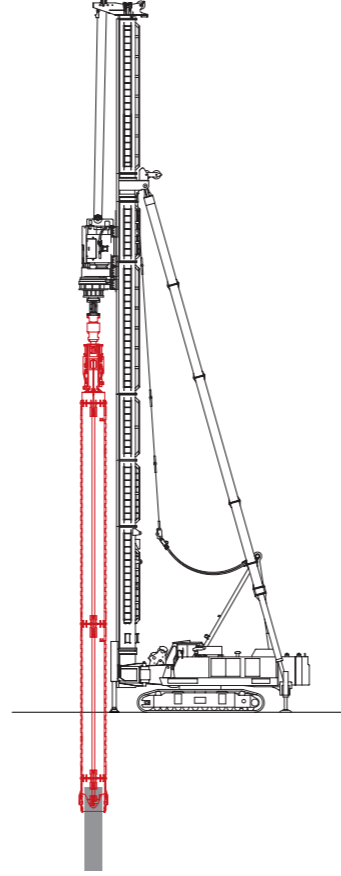
その要因は、置換型の埋戻し方法に加えて、使用材料や配合・注入量などに規定があり、注入管理が確立されていることなどが考えられます。

PG工法®の機器構成

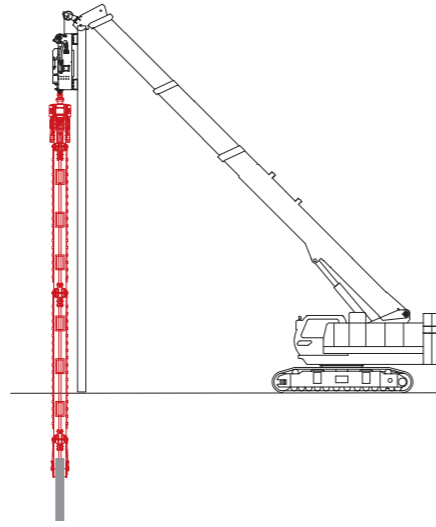
三点式杭抜き機



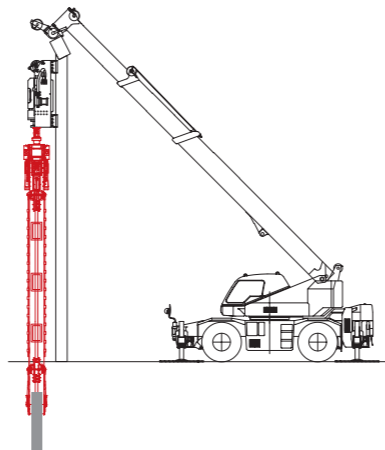
DHJ60-3
DHJ85-2
DH358-90M
DH508-105M
DH608-120M
DH558-110M
DH658-135M
DH758-160M
DH808-170M
などに装着時



テレスコクレーン式杭抜き機



ラフタークレーン式杭抜き機



PG工法®の振動と騒音

振動、騒音共に実測で基準値を下回り、近隣環境への影響低減が期待できます。

- 測定場所 発生源から5m
- 測定状況 解体工事との混在作業(30m以内 他重機作業あり)

振動測定記録 平均値は73.8dbで、基準値75dbを下回りました。

開始時刻	完了時刻	振動レベル(dB)
14:34		70.3
	14:35	72.0
	14:37	68.0
	14:39	
	14:42	69.6
	14:43	70.1
	14:46	72.8
	14:46	
	14:47	80.3
14:48		73.4
	14:51	73.3
	14:53	
	14:54	84.3
14:55		
	14:56	69.0
	14:56	73.9
	14:57	70.1
	14:58	75.4
	14:59	74.0
	15:00	79.7
	15:01	72.5
	15:02	71.8
	15:03	70.7
	15:04	72.8
	15:05	76.7
	15:06	73.9
	15:07	80.3
	15:08	73.9
	15:09	71.4
		74.3
	15:12	
	15:14	
	15:15	77.2
	15:18	
所要時間	44分	1991.7

平均値 73.8dB < 基準値 75.0dB

騒音測定記録 平均値73.1dbは、基準値85dbを大きく下回りました。

開始時刻	有効実測時間(分)	騒音レベル(dB)
10:05		69.1
10:10	5.0	73.4
10:15	5.0	71.6
10:20	5.0	73.6
10:25	5.0	72.1
10:30	5.0	74.6
10:35	5.0	73.9
10:40	5.0	76.8
10:45	5.0	71.4
10:50	5.0	70.9
10:55	5.0	70.6
11:00	5.0	73.9
11:05	5.0	73.4
11:10	5.0	74.4
11:15	5.0	76.1
11:20	5.0	72.9
11:25	5.0	74.3
11:30	5.0	74.9
11:35	5.0	76.0
11:40	5.0	68.3
所要時間	95.0	1462.2

平均値 73.1dB < 基準値 85.0dB



▲振動測定写真

▲騒音測定写真

振動・騒音に関する参考資料調査

比較項目：ケーシング回転掘削工法(又はオールケーシング工法)におけるハンマーグラブ等使用で発生する振動量・騒音量の数値との比較

振動

技術の名称	対象の従来技術(工法名又は施工方法)	振動(dB)	備考
大口径大深度鋼管埋設工法(KK-110034C)	ハンマーグラブの自由落下チゼルの落下衝撃	76	発生源より5m付近
ヒロワークKmighty工法(既存杭引抜工法)(KT-120066C)	ハンマーグラブの落下衝撃	6	発生源より30m付近
EAGLE KZ工法(KT-120104C)	オールケーシング工法	3	発生源からの距離不明
AK油圧キャッチャー掘削工法(KK-120056C)	全周掘削回転機	8	発生源より4m付近
同一距離測定地点との比較(発生源から5mの場合)	従来技術の測定値	76.0	申請技術の測定値 73.8

騒音

技術の名称	対象の従来技術(工法名又は施工方法)	振動(dB)	備考
大口径大深度鋼管埋設工法(KK-110034C)	ハンマーグラブとケーシング及びクラウンとの接触、チゼル破碎作業時	105	発生源より5m付近
ヒロワークKmighty工法(既存杭引抜工法)(KT-120066C)	ハンマーグラブの落下衝撃	79	発生源より30m付近
EAGLE KZ工法(KT-120104C)	オールケーシング工法	89	発生源からの距離不明
AK油圧キャッチャー掘削工法(KK-120056C)	全周掘削回転機	87	発生源より4m付近
同一距離測定地点との比較(発生源から5mの場合)	従来技術の測定値	105.0	申請技術の測定値 73.1

※いずれもNETIS登録技術詳細説明資料より

日本杭抜き協会について

私たちは新しい社会を築く
地盤環境整備に全力で取り組んでいます。

■協会の目的

私たち「一般社団法人日本杭抜き協会」の行動目的は、建設工事における既存杭引抜きの社会的使命を認識し、「PG工法®」に代表されるチャッキング工法において一定の基準を制定し、また更なる技術研究開発と技法の高度化を行うと共に、それらの施工ノウハウを業界で広く共有し、標準工法の正式な認定機関として活動することで、既存杭引抜き工全体の技術向上・品質向上を促し、建設事業の発展と地域環境の保全・改善に寄与してまいります。

協会概要

名称 一般社団法人日本杭抜き協会
住所 〒152-0004 東京都目黒区鷹番2丁目20-11 4F
TEL & FAX TEL:03-5725-0833 FAX:03-5725-0834
代表理事 稲積真哉 芝浦工業大学教授・京都大学博士(工学)
設立 2018年10月10日

■協会の事業

「日本杭抜き協会」は、本会の目的を達成するために、以下の事業を行います。

- ①各種既存杭引抜きの社会啓発及び広報・普及活動
- ②各種既存杭引抜工法の高度化のための学術研究活動
- ③各種既存杭引抜工法の開発及び提案
- ④協会標準工法の講習会の開催
- ⑤協会標準工法の認定
- ⑥協会標準工法の積算及び技術資料の整備
- ⑦協会標準工法に関する計画、設計及び施工における関係団体との協力
- ⑧既存杭引抜きに関する行政施策の実施に対する協力
- ⑨会員に対する既存杭引抜工法に関する安全施工及び環境保全のための技術指導
- ⑩その他、本会の目的を達するために必要な事業

■協会の活動

協会の活動の一部をご紹介します。なお最新の活動については、協会ホームページをご覧ください(本冊子裏表紙にQRコード)。

●総会・勉強会・交流会の開催

令和元年5月10日の設立記念総会をはじめ、講演会や勉強会を実施し、協会員に学習機会、交流機会を提供しています。



▲設立総会の様子(令和元年・トラストシティカンファレンス丸の内)



▲勉強会の様子(令和4年・芝浦工業大学)

●冊子・書籍の発行と取材対応

地盤環境問題の周知を図る目的で、本冊子や「マンガ・大地を継ぐもの」を発行しています。また建築土木系メディアの取材に対応し、記事掲載などがなされています。



▲マンガ・大地を継ぐもの

●講習と資格者証の発行

PG工法®施工マニュアルを基に、技能者と施工管理者に対して講習を実施し、修了者には修了証として「技能資格者証」「施工管理資格者証」(カード)を発行しています。なお令和5年4月1日以降、PG工法®施工時にはこれらの資格者証の携帯が必要となります。



▲資格者カードサンプル

●同等工法を認定する業務

PG工法®は一般工法となり、各業者ごとに自社の工法として施工できるようになったため、条件を満たした施工業者に対し、それらをPG工法®と同等であると認定する業務も行っております。令和5年4月現在、4工法をPG工法®同等工法として認定しています。



▲同等工法の認定証(サンプル)



PG工法® 施工会社について

一般社団法人日本杭抜き協会にはPG工法®の技術を習得し、自社による施工が可能な会員企業が多数おります。
またPG工法®と同等と認定された工法を有する会員企業もございます。
お問い合わせ、ご相談などは、協会事務局または最寄りの会員企業にお寄せください。

01 伊吹産業 株式会社 同等工法 IPF工法

〒110-0015 東京都台東区東上野 6-1-2 Shibata BLD5F
TEL.03-6231-6494
大阪本社
〒533-0033 大阪市東淀川区東中島1-17-5
TEL.06-6990-6505

02 株式会社オムテック 同等工法 OMORE工法

〒171-0021 東京都豊島区西池袋5-26-19陸王西池袋ビル3F
TEL.03-3974-6431

03 共栄産業 株式会社

〒034-0102 青森県十和田市大字大沢田字池の平1-304
TEL.0176-27-3001
仙台営業所
〒983-0005 宮城県仙台市宮城野区福室字平柳84
TEL.022-346-9615

04 株式会社 グランド技研

〒830-1226 福岡県三井郡大刀洗町大字山隈1757-5
TEL.0942-77-5039
沖縄支店
〒901-2125 沖縄県浦添市仲西1-2-6 201
TEL.098-879-3712

05 株式会社 サンシャ

〒651-2116 兵庫県神戸市西区南別府1丁目1-1
TEL.078-974-4433

06 株式会社 シンコウ

〒737-2512 広島県呉市安浦町安登西6丁目5-11
TEL.0823-70-6606

07 住吉運輸 株式会社

〒752-0927 山口県下関市長府扇町1-23
TEL.083-248-0331

08 成幸利根 株式会社

〒103-0012 東京都中央区日本橋堀留町1丁目2-10
イトーピア日本橋SAビル3F
TEL.03-5645-3232
東日本支社 東北支店
〒980-0811 宮城県仙台市青葉区一番町2-8-15
太陽生命仙台ビル4F
TEL.022-221-2316
中日本支社
〒464-0075 愛知県名古屋市千種区内山3-29-10
朝日生命千種AMビル4F
TEL.052-744-0717
西日本支社
〒541-0046 大阪府大阪市中央区平野町2-6-6
ヒロセ平野ビル5F
TEL.06-6233-5300
西日本支社 九州支店
〒810-0001 福岡県福岡市中央区天神4-1-32
天神リバーフロントビジネスセンター5F
TEL.092-739-2117

09 成幸利根 株式会社

西日本支社 沖縄支店
〒900-0033 沖縄県那覇市久米2-4-16 大樹生命那覇ビル5F
TEL.098-862-8306

09 株式会社 中部基礎 同等工法 CKPO工法

〒454-0912 愛知県名古屋市中川区野田3丁目245
TEL.052-363-8681

10 東洋産業 株式会社

〒807-0073 福岡県北九州市八幡西区町上津役東3丁目18-10
TEL.093-611-6400

11 株式会社 永井組

〒761-0301 香川県高松市林町351-23
TEL.087-865-8658

12 西村工業 株式会社

〒640-8287 和歌山県和歌山市築港5丁目7-4
TEL.073-431-8191
大阪営業所
〒542-0083 大阪市中央区東心斎橋1丁目3-27-704
TEL.06-6245-5551

13 丸一基工 株式会社

〒512-8051 三重県四日市市北山町2191
TEL.059-337-2397

14 株式会社 マルシン PG工法開発社

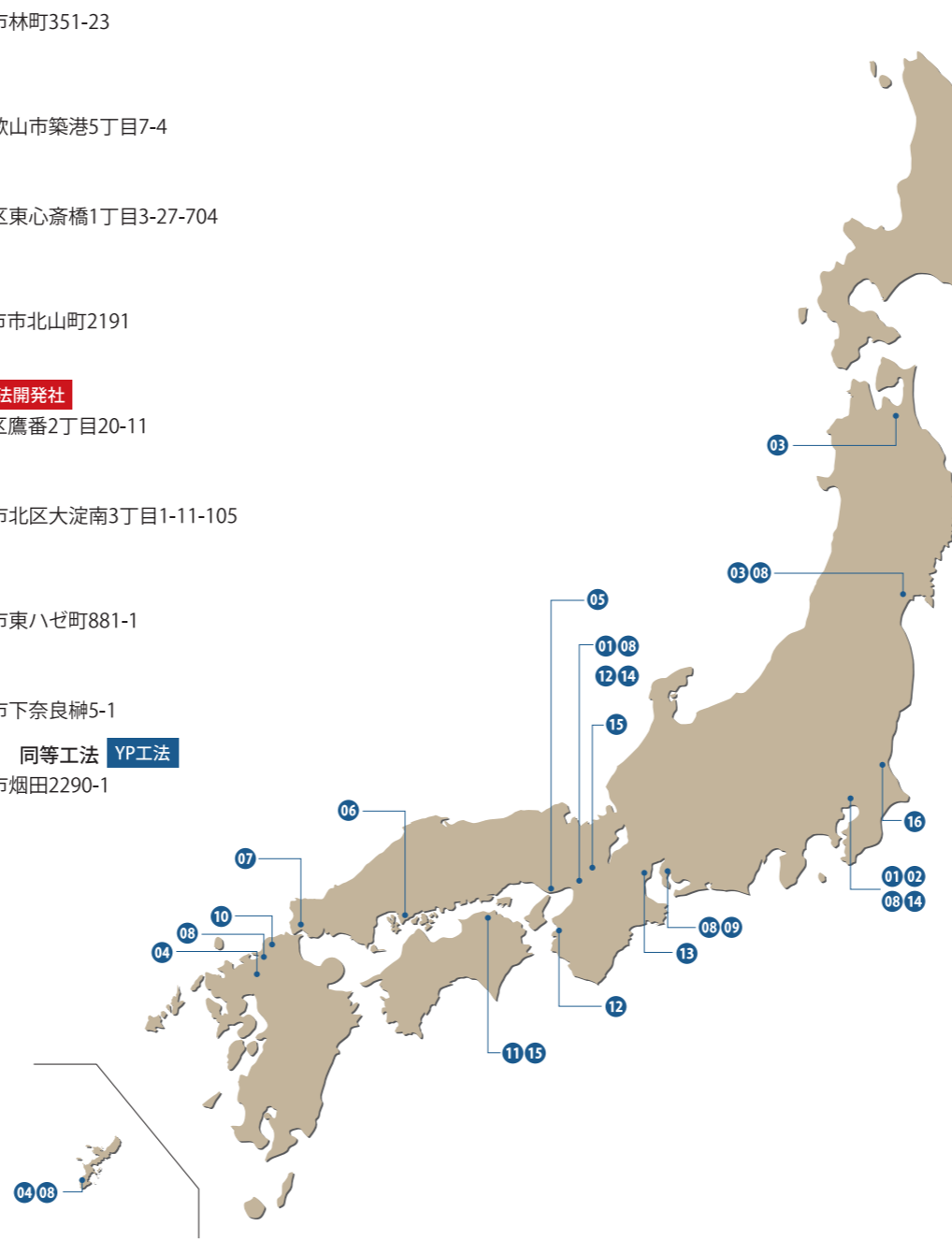
〒152-0004 東京都目黒区鷹番2丁目20-11
TEL.03-5725-0531
大阪支店
〒531-0075 大阪府大阪市北区大淀南3丁目1-11-105
TEL.06-6346-3311

15 株式会社 村上重機

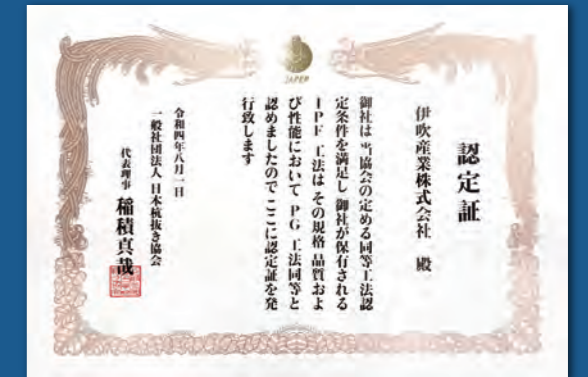
〒761-8054 香川県高松市東ハゼ町881-1
TEL.087-813-5576
京都営業所
〒614-8132 京都府八幡市下奈良神5-1

16 ヨコタ基礎工事 株式会社 同等工法 YP工法

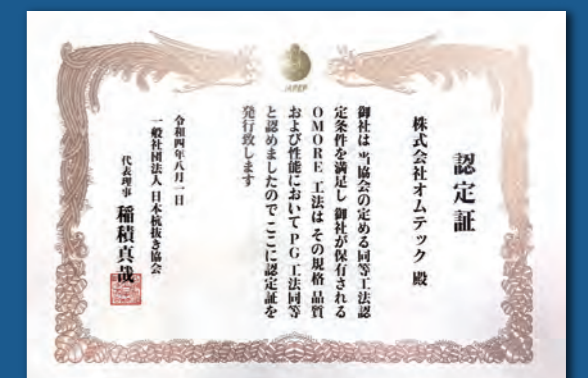
〒311-1515 茨城県鉾田市畑田2290-1
TEL.0291-32-4400



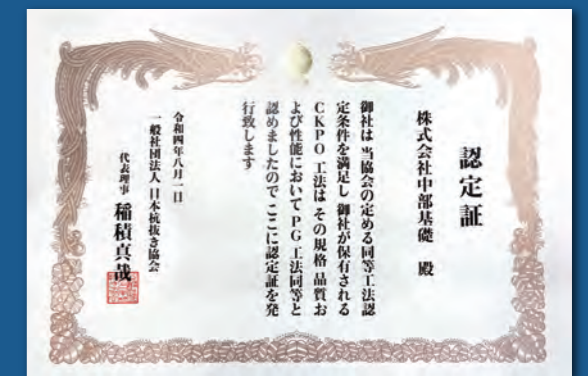
▼伊吹産業 株式会社 IPF工法



▼株式会社 オムテック OMORE工法



▼株式会社 中部基礎 CKPO工法



▼ヨコタ基礎工事株式会社 YP工法

