

バウアー工法研究会 BG委員会

BG工法施工事例



委員長 新町修一

| | |
|-----------------------|--------|
| ①BG工法とは..... | P3 |
| ②BG機の用途..... | P4 |
| ③BG工法の事業展開..... | P5 |
| ④BG工法の用途例..... | P6 |
| ⑤一般工法との比較..... | P7 |
| ⑥豊富なツールズ..... | P8 |
| ⑦国内導入機..... | P9 |
| ⑧施工条件..... | P10~20 |
| ⑨新技術(BG機による地盤改良)..... | P21 |
| ⑩まとめ..... | P22 |



①BG工法とは

BG工法 (Bohr Gerate METHOD) (孔掘り機械)

ドイツバウアー社が開発した油圧式多機能大口径削孔機を使用する工法です。場所打ち杭、山留め杭、支障物撤去等さまざまな工種を一台で施工できる機械です。

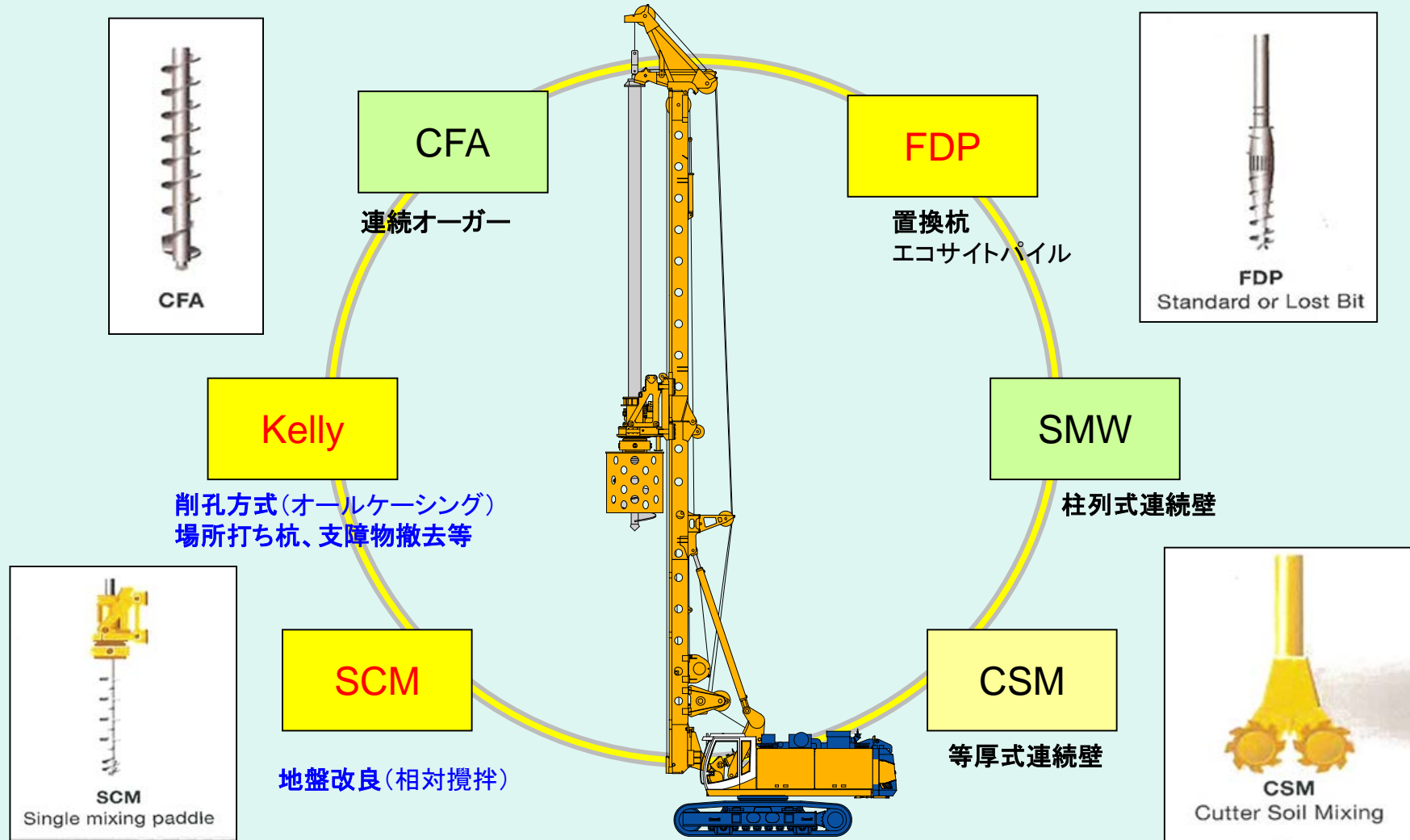
専用ベースマシンにマスト(リーダー)、高トルク駆動のロータリドライブを装着しケリーバーを用いて削孔します。削孔は、オールケーシング削孔が主になりケーシング削孔と中掘りを一台の機械で施工が出来ます。また、施工スペースは他のオールケーシング工法に比べると機動性が良く非常に狭い場所や空頭制限下でも施工可能です。

日本では、BG機を導入して30年以上数多くの現場を経験しさまざまなニーズに対応できる削孔技術を蓄積しています。

②BG機の使用



BG削孔機は、万能掘削機として、さまざまな施工が可能です。



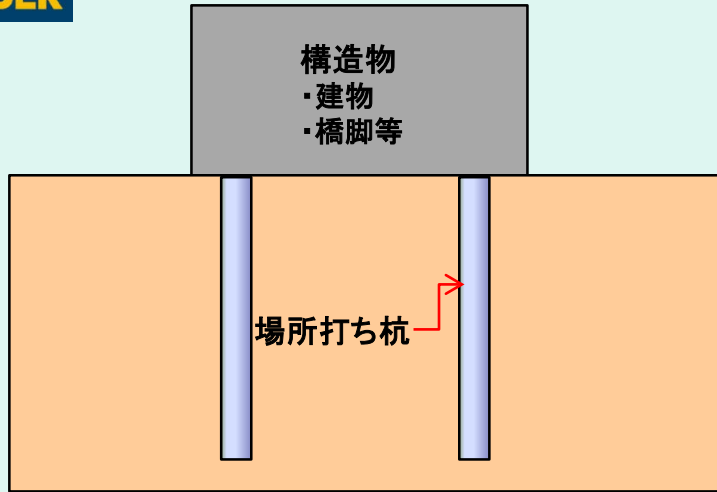
③BG工法の事業展開

| | 事業計画 | 適用 |
|------------|--------------------------------|---------------------------|
| 土木工事 | | |
| 道路・鉄道 | 路線高架工事、 跨線橋工事、 地すべり対策工 等 | 杭基礎 |
| 橋梁、トンネル、ダム | 橋脚、橋台建設 等 | 杭基礎、地盤改良 |
| 発電所 | 構造物建設 等 | 杭基礎 地中連続壁基礎 |
| 上下水道、交通土木 | 共同溝建設 等 | 地中連続壁基礎 |
| 河川・港湾工事 | 護岸改修工事 等 | 鋼管矢板基礎 杭基礎 |
| | | |
| 建築工事 | | |
| 一般・集合住宅 | 建築工事 | 地盤改良 |
| オフィスビル、店舗 | 建築工事 地下躯体撤去工事 | 地中連続壁基礎 杭基礎 地中支障物撤去 |

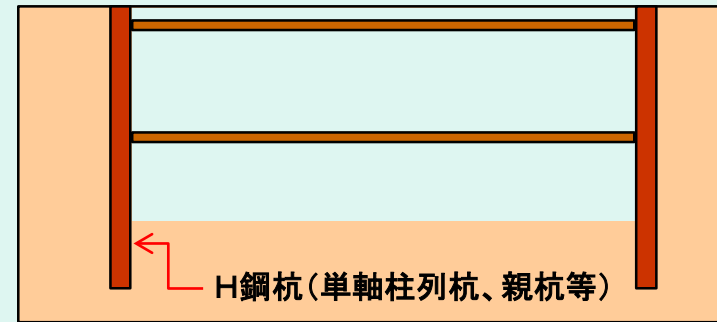
④BG工法の用途例



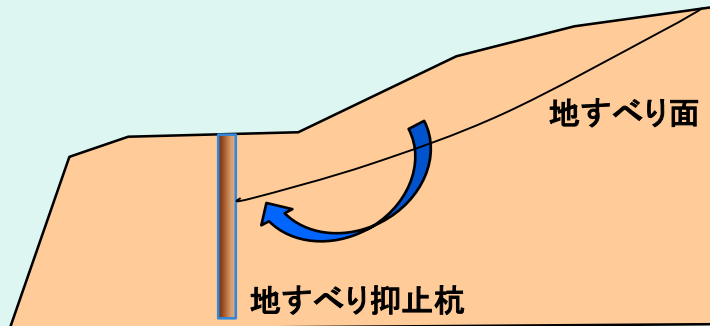
多機能掘削機として、さまざまな分野に対応。



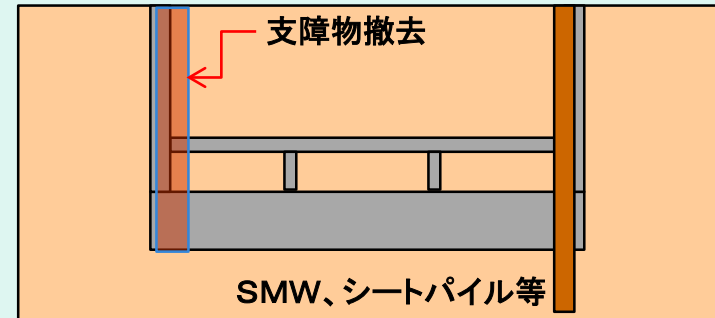
構造物の基礎杭



開削に伴うH鋼杭等



地すべり地区での抑止杭



SMW施工位置等の支障物撤去

⑤一般工法との比較

| 一般支障物除去工法比較 | | | |
|-------------|---|---|---|
| 工法 | BG工法 | ロックオーガー工法 | 全周回転オールケーシング工法 |
| 工法概要図 | <p>ケリーバー</p> <p>※ケーシング削孔中掘りは別作業</p> | <p>発動発電機</p> <p>※オーガースクリュー</p> | <p>ハンマーグラブ</p> <p>油圧ユニット</p> |
| 工法概要 | <ul style="list-style-type: none"> ・ケーシングチューブを掘削孔全長にわたり回転圧入しながらケーシングチューブ内の土砂をオーガー、ハンマーグラブ、バケット等により掘削する。 ・ツールスは、土質に応じて容易に交換する事ができる。 | <ul style="list-style-type: none"> ・二軸同軸式アースオーガのうち一般に一体型のダブルオーガが用いられている。ケーシングと中掘り用のオーガが互いに反対方向に回転しながら同時に掘削をする。 ・ケーシングとオーガを掘削長に合わせて装着した状態で掘削を行う。 ・支障物の長さによりケーシングの継足しが必要となり能率低下。 | <ul style="list-style-type: none"> ・全周回転掘削機を用いてケーシングを高トルクで回転圧入し中掘りを相番クレーンに取り付けたハンマーグラブを用いて行う。ハンマーグラブでの支障物の採取が困難な場合はチゼルを用いて支障物の破碎を行い、その後ハンマーグラブで掘削を行う。 |
| 機種 | ・BG-7、9、12、14、18、20、22、MBG24、25、28、30 | ・DH608、658 | ・RT-150、200 |
| 相番クレーン | ・施工仕様によるが、基本使用しない | ・施工仕様によるが、基本使用しない | ・80～90t吊クレーン |
| 機械特徴 | ・自走式 安定度 良 | ・自走式 安定度 7° | ・定置式 安定度 良 |
| 工法の特長 | <ul style="list-style-type: none"> ・削孔ツールの種類が豊富で交換が容易なので想定外の支障物にも対応できる。 ・削孔機の安定性が高く機動性も高いので作業箇所の移動や敷地境界への近接などへの対応も可能である。 ・ケーシングを残しての埋め戻しが可能なので地盤を痛めにくい。(完全置換できる) ・適したツールスを選定することで低騒音、低振動で作業できる。 | <ul style="list-style-type: none"> ・施工性は高いが中掘りツールスはオーガだけなので全断面の破碎掘削となる。この為振動、騒音は常時発生することとなる。特に鉄筋切断時には騒音がケーシング内に共鳴して騒音を増幅する場合がある。 ・ケーシングを残しての埋め戻しが困難な為CBミルク等の注入が必要となる。 | <ul style="list-style-type: none"> ・ケーシングの回転速度は遅いがビットの突出量が大きく、これを高トルクで回転させるため、浅部での支障物切削時振動が大きく伝わる。 ・全周とクローラークレーンのセット作業となり敷地を広く要する。 ・ケーシングを残しての埋め戻しが可能なので地盤を痛めにくい。(完全置換できる) ・機械移動時は自走式に比べて困難である。 |
| 騒音 | ○ | △ | ○ |
| 振動 | ○ | △ | △ |
| 削孔径 | φ550～φ2000 | φ650～φ1500 | φ800～φ3000 |
| 総合評価 | ○ | △ | △ |

⑥豊富なツールス



BG削孔機は、オーガーからハンマーまでの各種削孔ツールを持ち、これらのアタッチメントツールを交換するだけで、粘性土、砂質土はもとより、砂礫、岩盤 までも削孔可能です。

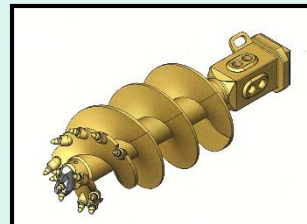
また、削孔方式も乾式・湿式の両方式を選択可能である。オールケーシング方式が一般的で、ノーケーシング方式でも削孔可能です。

《主要ツールスと適応土質について》



ケーシングチューブ

削孔長全長の地盤



オーガードリル

粘性土・砂質土・礫質土
軟岩



コアチューブ

軟岩・中硬岩・鉄筋コンクリート
岩盤



油圧ハンマーグラブ

玉石・転石・支障物



コアバケット

水中削孔
粘性土・砂質土・礫質土
最大礫径10cm程度



ダウンザホールハンマー

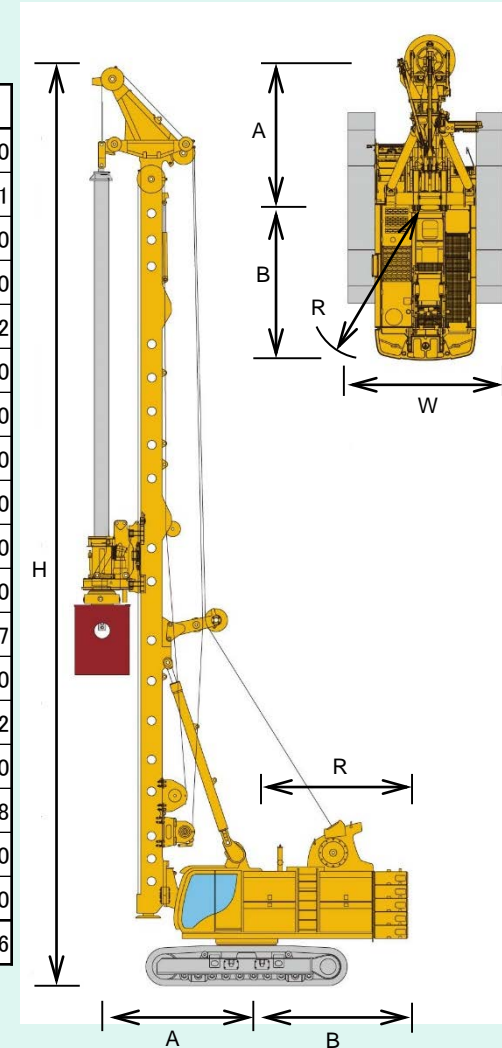
転石・岩盤(軟岩～硬岩)

⑦国内導入機

＜ニーズに合わせた使用＞

BG-7からBG-30まで各機種があり、工事規模や立地などの諸条件に柔軟に対応できます。

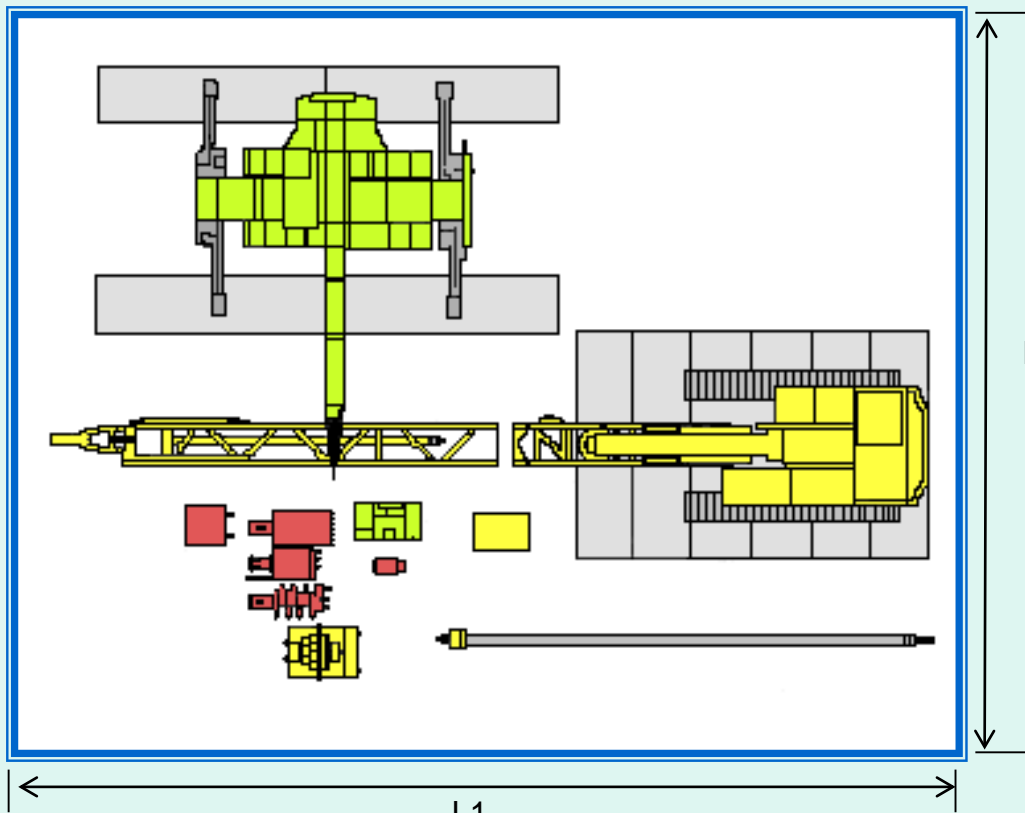
| 機 種 | | BG-7 | BG-9 | BG-12 | BG-14 | BG-18 | BG-20 | BG-22 | MBG-24 | BG-25 | BG-28 | BG-30 |
|-----------------|--------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|
| ロータリー パワーヘッド | 最大トルク(t-m) | 7 | 9 | 12 | 14 | 18 | 20 | 22 | 24 | 25 | 28 | 30 |
| | 最高回転(min ⁻¹) | 40 | 35 | 40 | 38 | 40 | 33 | 50 | 28 | 34 | 35 | 41 |
| 最大掘削径 | 最小径(mm) | 550 | 550 | 650 | 750 | 750 | 800 | 800 | 800 | 800 | 1000 | 1000 |
| | 最大径(mm) | 1000 | 1000 | 1000 | 1500 | 1200 | 1500 | 2000 | 2000 | 2000 | 2000 | 2000 |
| 掘削深度 | ケリー長(m) | 18 | 18 | 15 | 32 | 27 | 28 | 30 | 30 | 30 | 32 | 32 |
| フィード | 引抜き力(kN) | 147 | 147 | 137 | 196 | 200 | 260 | 400 | 220 | 294 | 330 | 330 |
| | 押込力(kN) | 147 | 147 | 137 | 147 | 150 | 260 | 250 | 180 | 196 | 330 | 330 |
| | 速度(m/) | 30.0 | 20.0 | 7.5 | 9.0 | 7.0 | 7.0 | 14.0 | 9.0 | 13.0 | 8.5 | 14.0 |
| 主ウインチ | 最大引張力(kN) | 73.6 | 74 | 91 | 147 | 178 | 218 | 200 | 170 | 216 | 250 | 250 |
| | 最大巻上速度(m) | 60 | 60 | 76 | 70 | 72 | 56 | 60 | 60 | 60 | 80 | 70 |
| 補助ウインチ | 最大引張力(kN) | 53.9 | 54 | 42 | 73.5 | 69 | 70 | 75 | 68 | 80 | 80 | 750 |
| | 最大巻上速度(m) | 60 | 60 | 30 | 50 | 99 | 55 | 55 | 80 | 56 | 74 | 37 |
| 質量 | 揺動機を除く(t) | 37.5 | 37.5 | 38.5 | 65 | 56 | 65 | 108 | 59 | 84 | 95 | 120 |
| 寸法 | H(m) | 15.74 | 15.74 | 16.19 | 20.46 | 19.10 | 20.85 | 21.88 | 20.80 | 22.32 | 26.50 | 23.32 |
| | W(m) | 3.20 | 3.20 | 3.30 | 3.74 | 4.20 | 4.30 | 4.50 | 4.30 | 4.50 | 4.60 | 4.50 |
| | R(m) | 3.38 | 3.38 | 3.34 | 3.75 | 3.20 | 3.20 | 9.20 | 8.39 | 3.90 | 8.95 | 9.78 |
| | A(m) | 3.25 | 3.25 | 3.31 | 4.00 | 3.31 | 3.20 | 4.50 | 3.86 | 3.78 | 4.08 | 4.40 |
| | B(m) | 3.38 | 3.38 | 3.34 | 3.75 | 3.20 | 3.20 | 4.03 | 3.65 | 3.90 | 4.30 | 4.60 |
| 国内の台数 | (台) | 13 | 1 | 1 | 4 | 1 | 16 | 3 | 1 | 1 | 6 | 6 |



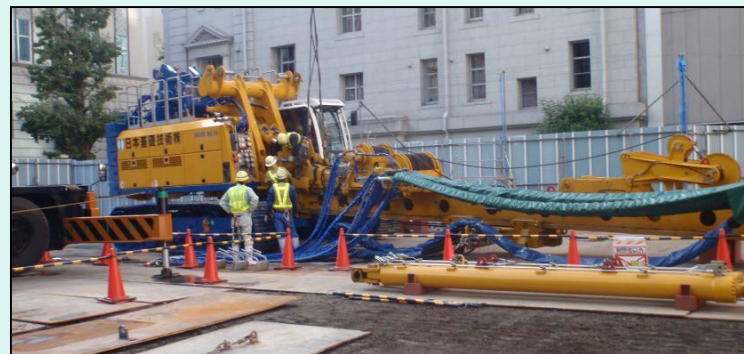
⑧ 施工条件 (組立・解体)



<組体・解体ヤード>



組立・解体時の配置および必要ヤード



L2

| 機種 | L1 | L2 | クレーン |
|-------|-----|-----|------|
| BG-7 | 25m | 15m | 25t |
| BG-14 | 30m | 20m | 50t |
| BG-20 | 30m | 20m | 50t |
| BG-30 | 35m | 20m | 50t |

機械配置及び寸法は標準的な寸法です。

施工条件(適応範囲)



<軟らかいもの～硬いものまで>

掘削地盤の適応範囲

| 掘削地盤 | 地質目安 | 適否 |
|----------|---------------------------|----|
| 土 | 粘性土・砂質土・砂礫 | ○ |
| 軟岩 I、II | シラス・まさ土・火山泥流・泥岩・凝灰岩 | ○ |
| 中硬岩 | 砂岩・頁岩・凝灰角礫岩(中風化した硬岩) | △ |
| 硬岩 I | 弱風化硬岩または亀裂硬岩(花崗岩・石灰岩・閃緑岩) | △ |
| 岩塊・玉石 | 75mm～300mm未満 | ○ |
| 転岩 | (既製杭・松杭撤去) | ○ |
| コンクリート | (地中支障物) | ○ |
| 鉄筋コンクリート | (地中支障物) | ○ |

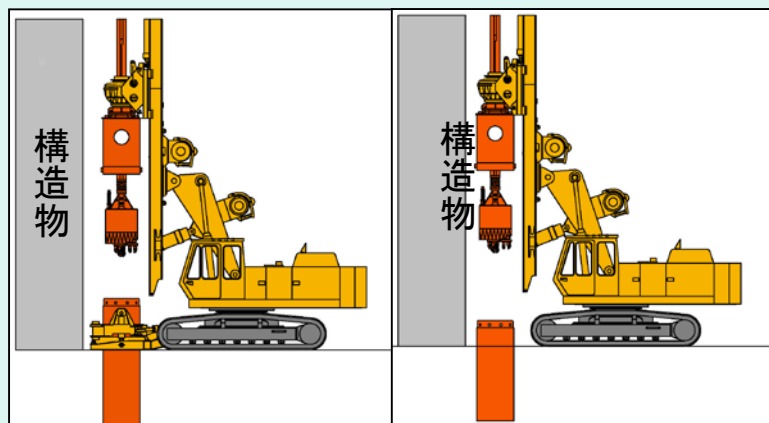


施工条件(近接)



<近接施工>

削孔反力が本体重量となっている為、機械前面は定置式ジャッキと比較すると設置スペースが狭く施工ができます。よって構造物際や、境界際などの施工が可能です。



削孔中心からの機種毎の離隔距離

単位:mm

| | BG-7 | BG-14 | BG-20 (φ 1500) | BG-28 (φ 1500) | BG-30 (φ 1500) |
|-------|------|-------|-------------------|-------------------|-------------------|
| 揺動機無し | 850 | 1100 | 950 | 950 | 950 |
| 揺動機有 | 1050 | 1390 | | | |

※1. 詳細については、図面等により検討が必要になります。

※2. 機械の配置、現場状況により離隔距離が大きくなる場合もある。

施工条件(狭隘地)



<狭隘地施工>

小型(BG-7)で自走による機動性の他、360°旋回が可能、補助ウインチの装備により、相伴クレーンがなくても施工可能など、で狭隘地で威力を発揮できる。

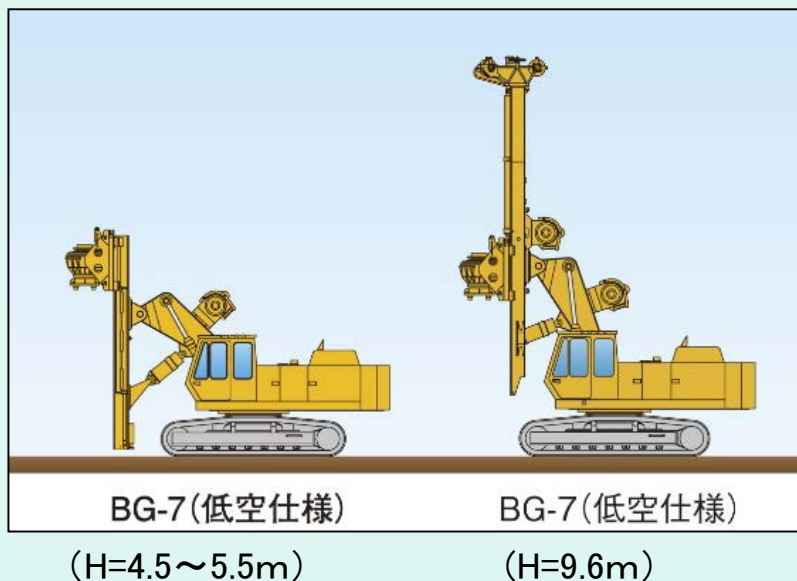


施工条件(空頭制限)



<特殊条件下での施工>

それぞれの施工条件に合せた仕様を選択する事が出来る。



高速道路下



高速道路下(台船上)



施工条件(支障物撤去)



<支障物撤去工事>

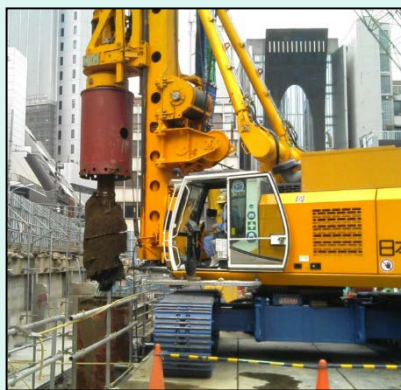
目的:新設SMW部支障物撤去

仕様: ϕ 1000、1200 L=5.7m~18.5m

既存躯体(壁、柱、耐圧)、場所打ち杭の撤去

特徴:境界際や構台上からの施工

施工状況(削孔)



施工条件(支障物撤去)

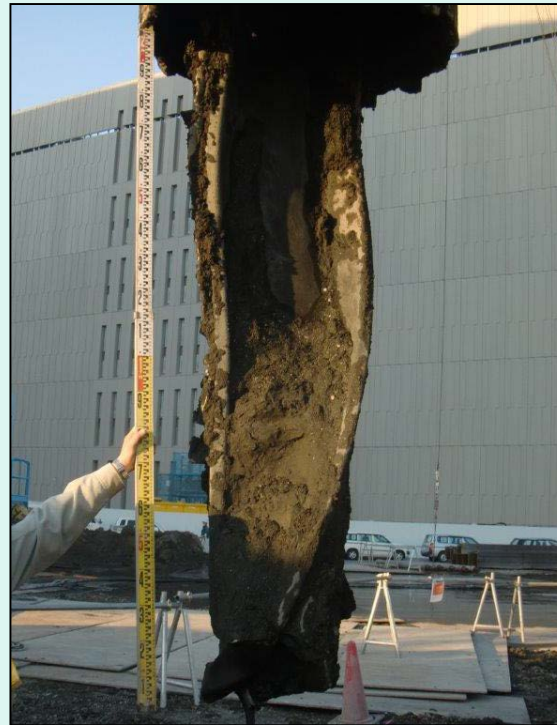


<支障物撤去工事>

支障物撤去状況



油圧式ハンマーグラブで撤去



シートパイル



松杭

回収状況

施工条件(支障物撤去)



<支障物撤去工事>

支障物撤去状況



シートパイル



梁



鋼材



撤去後状況

施工条件(営業線近接施工)



< 営業線近接施工 >

高架橋下、鉄道近接等の高さ制限箇所での施工を可能としている。



営業線近接(BG-7)施工



営業線近接(BG-7上部ショートマスト)施工

施工条件(斜掘り)



<斜掘り対応>



最大傾斜15°での施工が可能。



施工条件(安全装備)



<BG30搭載例>

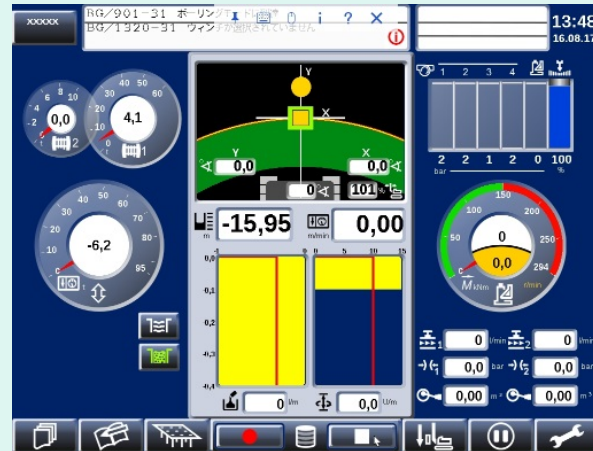
全ての機械に各種センサー、警報装置が取付られ安全に施工できる。

ウインチ



主巻: 過巻センサー
補巻: 過巻センサー

キャビン内



荷重計、深度計、傾斜計
各警報表示、管理モニター

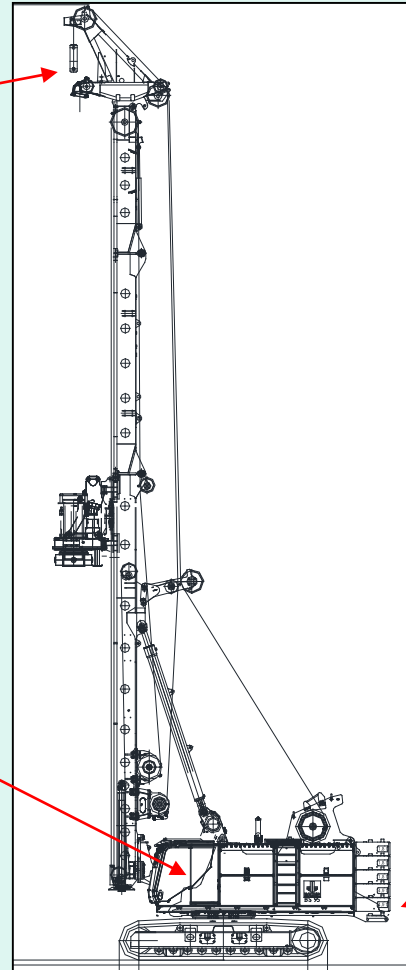
外周設備



昇降ガイド
手摺



旋回ランプ 周囲カメラ
旋回警報



⑨新技術(BG機による地盤改良)



<地盤改良工>

《BG-30地盤改良仕様の特長》

【1台2役】

フロントツールの交換のみで、削孔仕様から地盤改良仕様となります。1台のベースマシンで地中支障物撤去から地盤改良の施工が可能。

【施工管理システム】

ポンプ無線システムの導入、施工管理システムの簡素化により省力化施工が可能。

【機動力】

油圧ショベルベースのコンパクトな機械で機動力に優れます。

【操作・安全性】

安定性が良く、機械の操作・安全性に優れます。





<まとめ>

BG工法は、1986年から導入され数多くの実績を積んでいる。この工法は、構造物の近接した場所や狭隘な場所などの状況に対応した機種が揃えられている。また、日本の多種多様な地盤に対応できるように削孔ツールズを揃えている。

日本で数多くある特殊現場(狭隘地、空等制限下)や様々な工種(支障物撤去、地盤改良、連続柱列杭等)に対して、BG機の機動力と強力な削孔能力を使用して的確な対応が出来るように今後も、技術的な改良、安全性の向上を目指していきたいと考えています。



バウアー工法研究会 BG委員会

ご静聴ありがとうございました。