



岩盤への合理的な杭打ちを実現する ガンパイル工法

旧NETIS番号 KT-990499-V
(一財)沿岸技術研究センター 港湾関連民間技術の確認審査・評価(第21004号)



ガンパイル工法研究会

<https://www.gan-pile.gr.jp/>

事務局

〒163-1031 東京都新宿区西新宿3-7-1 新宿パークタワー31F TEL：03-6757-3862
(東亜建設工業内 技術研究開発センター)

研究会員

株式会社 大林組

〒108-8502 東京都港区港南2-15-2 品川インターシティB棟 TEL：03-5769-1301
(生産技術本部 技術二部)

東亜建設工業 株式会社

〒163-1031 東京都新宿区西新宿3-7-1 新宿パークタワー31F TEL：03-6757-3841
(土木本部 土木部)

JFEスチール 株式会社

〒100-0011 東京都千代田区内幸町2-2-3 日比谷国際ビル TEL：03-3597-4469
(建材技術部)

株式会社 ガンケン

〒722-0215 広島県尾道市美ノ郷町三成2960-2 TEL：0848-48-2327

ガンパイル工法研究会

ガンパイル工法について

岩盤への合理的な杭打ちを実現



専用の特殊パイロハンマー「ガンパイラー」

通常の杭打ち工法で施工困難な岩盤への杭打ち工事では、岩盤の「削孔」と杭の「建込」の2工程の施工が行われます。

ガンパイル工法は強度の大きい鋼杭を穿孔棒として基岩へ直接打設する工法です。

岩盤層での長時間運転に対応するため、専用のガンパイラーにより打設します。

また、打撃効率を上げるために杭の先端部から噴出する低圧の水ジェットで岩砕粉を洗浄除去しながら打設・貫入を行います。



杭先端の**高強度特殊鋼**により岩盤層での杭の損傷を防止します。

特長

工期・工費縮減

岩盤に直接鋼杭を打設することから、従来工法に比べて、工期・工費の縮減ができます。

杭抵抗力の評価

(一財)沿岸技術研究センターの港湾関連民間技術の確認審査評価事業で岩盤層における杭の抵抗力の評価を頂きました。

鋼管杭、鋼管矢板では岩盤層でグラウト充填を行うことで引抜き抵抗力が期待できます。

水質環境に優しい

施工時に使用する洗浄水は、低圧で使用水量も少なく濁水を少なくできます。また、ダウンザホールハンマー工法のような潤滑油の排出もなく水質環境に優しい施工ができます。

施工設備が簡単

専用のパイロハンマのみで岩盤へ杭を打設するため、一般的な岩盤杭打ち工法に比べ施工設備がシンプルです。

施工管理が容易

一般的な岩盤杭打ち工法のような先行削孔が不要なため、施工管理が容易です。また、杭の貫入状況から、直接岩盤線(支持層)の深度が確認でき、確実な打止め管理ができます。

多様な施工能力

軟岩や硬岩に対して、様々な鋼杭(H鋼杭、鋼矢板、鋼管杭、鋼管矢板)に対応します。

公的認証

- NETIS登録：旧NETIS番号 KT-990499-V
- 一般財団法人 沿岸技術研究センター
港湾関連民間技術の確認審査・評価(第15005号)

- 平成28年 6月14日(第15005号)
- 令和 4年 3月31日(第21004号)内容変更



ガンパイル工法の3つの技術

専用の特殊パイロハンマー ガンパイラー



長時間運転可能な水冷式
電動パイラーです

打撃力を確実に伝える 低圧岩砕洗浄水装置



4 MPa x 40ℓ/分程度の
低圧&少量の水を使用します

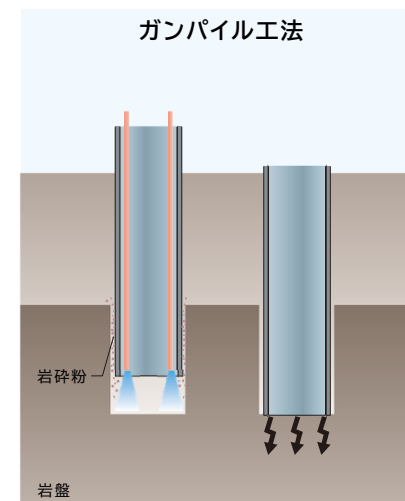
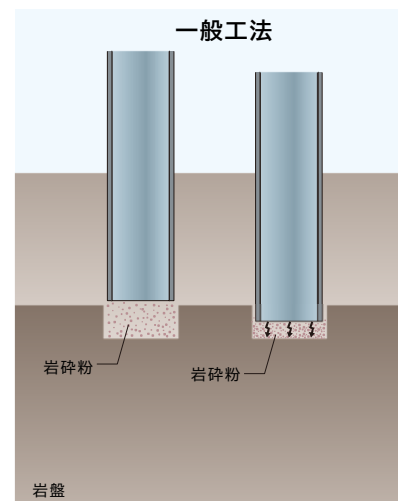
硬質岩盤への打設を可能にする 杭先端高強度特殊鋼



耐久性に優れた高強度鋼
で杭先端を守ります

一般工法との比較

通常の杭打ち工法では打込みの際発生する岩砕粉がクッション材となり、打撃エネルギーが直接岩盤に伝達しないという問題がありました。ガンパイル工法では、岩砕粉を低圧の水ジェットで洗浄しながら打設することで、打撃エネルギーが直接岩盤に伝達され、岩盤への貫入、打込みが可能になりました。



ガンパイル工法 技術情報

適用範囲

1 適用地盤

- 一軸圧縮強さ(q_u)が $q_u \leq 100 \text{ MN/m}^2$ の硬岩(硬質粘土層を含む)^{※1}
- 捨石層、転石、玉石層^{※2}

※1: $q_u > 100 \text{ MN/m}^2$ の岩への適用実績もございます。
上記以外の地盤の適用については、別途ご相談下さい。

※2: 既設護岸の捨石層での実績より、粒径 $\phi 40 \text{ cm}$ 以下、層厚5m以下を目安とします。

2 適用鋼材

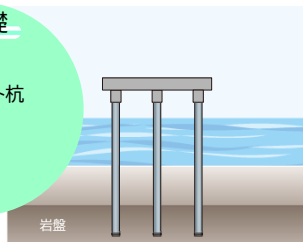
1. 鋼管杭・鋼管矢板 $\phi 318.5 \sim 1500 \text{ mm}$ 、最長54mの施工実績があります。
2. 鋼矢板 400~600mm幅の鋼矢板に用いることができます。
3. H形鋼杭 $\text{H}300 \times 300 \sim \text{H}400 \times 400 \text{ mm}$ サイズのH鋼杭での採用実績が多くあります。

※上記以外の鋼材の適用については、別途ご相談下さい。

主な用途

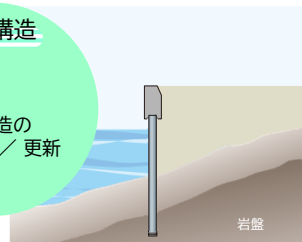
港湾施設の基礎

- ・ 棧橋杭
- ・ ジャケット杭
- ・ 係留杭
- ・ 防潮堤杭
- ・ 臨港道路



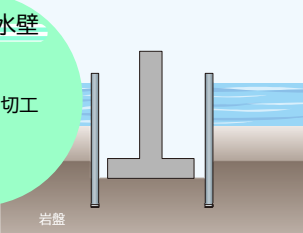
岸壁・護岸構造

- ・ 岸壁
- ・ 護岸
- ・ 既設構造の補強 / 更新



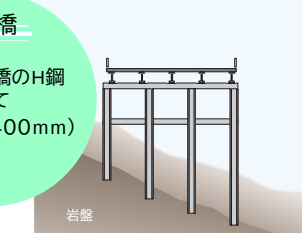
仮締切・土留め・止水壁

- ・ 工事用の仮締切工

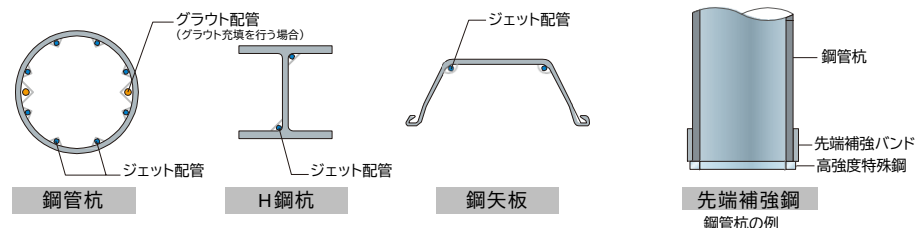


仮設棧橋

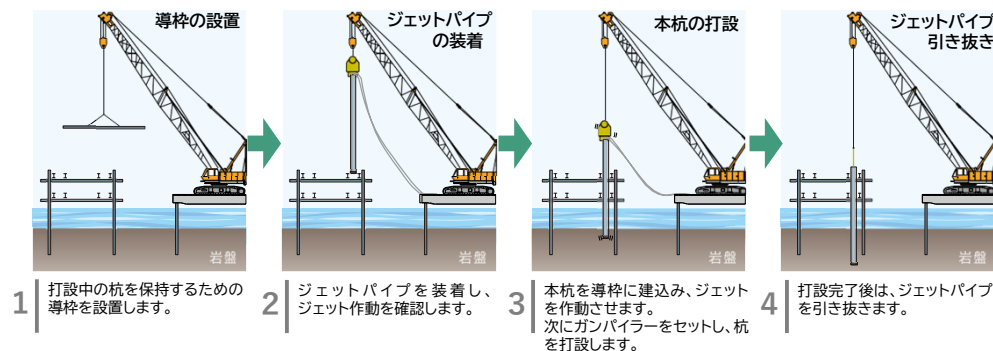
- ・ 工事棧橋のH鋼杭として($\text{H}300 \sim 400 \text{ mm}$)



ジェット配管・グラウト配管、先端補強鋼



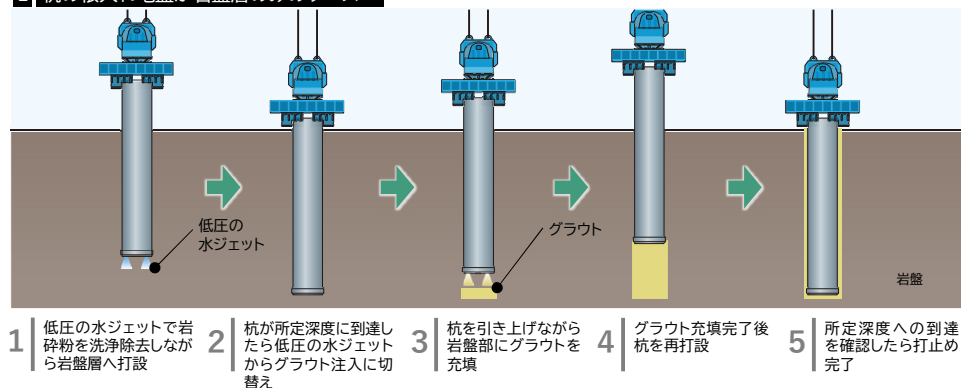
施工フロー(海上施工の例)



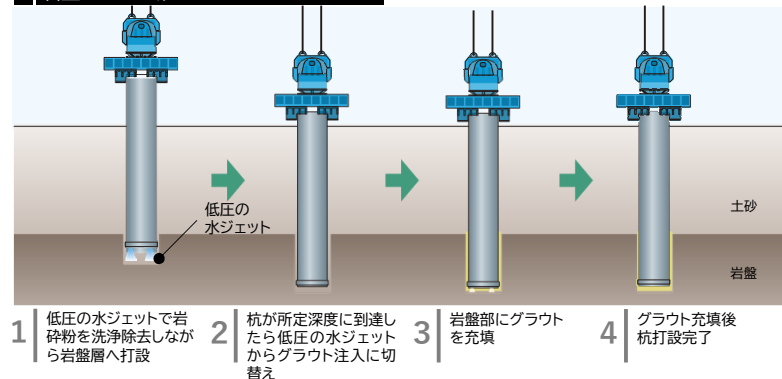
岩盤層でグラウトを充填する場合

岩盤層で周面抵抗力を期待する場合は、以下の施工フローに従って杭外周と岩盤とのクリアランス部にグラウトを充填します。

1 杭の根入れ地盤が岩盤層のみのケース



2 岩盤の上に土砂があるケース



ガンパイル工法 技術情報

港湾関連民間技術の確認審査・評価

(一財)沿岸技術研究センター 港湾関連民間技術の確認審査・評価(第21004号)

評価の結果

- (1) 杭と岩盤のクリアランス部に所定の配合で製造したグラウトを、注入量を管理しつつ施工を行った場合、確実にグラウトが充填されていることが確認された。
- (2) 鋼管杭の杭先端純断面積と岩盤強度のパラメータを用いて、岩盤支持層での杭の先端抵抗力を推定できること(純断面積とは、杭先端補強鋼や杭先端補強バンドを除く杭先端の鋼管のみの面積)が確認された。
- (3) 硬質な岩盤 ($5\text{MN/m}^2 \leq \text{一軸圧縮強さ } q_u \leq 100\text{MN/m}^2$) において、所定のグラウト(配合強度が 7MN/m^2 以上)および注入手順に従った施工により、杭周面抵抗力を期待できることが確認された。
- (4) 従来工法である岩盤掘削用の補助工法を用いた杭施工法の施工能率と比較して、工期短縮が可能であることが確認された。

抵抗力の特性値の推定式

※ガンパイル工法の検討に際しては、事前に研究会員会社にご相談ください。

1 先端抵抗力 (押し込み抵抗力)

$$R_{pk} = 5 \cdot q_u \cdot A_t$$

R_{pk} : 杭の先端抵抗力の特性値 (kN)

q_u : 岩盤支持層の一軸圧縮強さ (kN/m^2)

A_t : 本杭先端の純断面積 (m^2)※

※本杭先端の純断面積(杭先端補強鋼や杭先端補強バンドを除く鋼管先端の鋼管のみの面積)

2 杭周面抵抗力 (押し込み抵抗力、引抜き抵抗力)

杭周面抵抗力は杭周面が接している各層における単位面積当たりの平均周面抵抗力に接触面積を乗じたものの総和とする。

$$R_{fk} = \sum \gamma_{fki} \cdot A_{si}$$

R_{fk} : 杭の周面抵抗力の特性値 (kN)

γ_{fki} : i 層における杭と地盤の

単位接触面積あたりの平均周面抵抗力 (kN/m^2)

A_{si} : i 層における杭と地盤の接触面積

(=外周長 $U \times$ 層厚 L_i) (m^2)

1) 砂質土地盤: $\gamma_{fki} = N_i$ ($\leq 35\text{kN/m}^2$) ※1

2) 粘性土地盤: $\gamma_{fki} = 3N_i$ ($\leq 35\text{kN/m}^2$) ※1

※1 ガンパイル工法に限らずパイロハンマ工法については、港湾基準H30及び道路橋示方書H29に支持力推定式が記載されていないため、港湾基準H30に準じ載荷試験により杭の支持力を確認することを基本とします。ただし、設計段階では、各種知見(土木研究所資料第4374号やパイロハンマ工法技術協会)を参考に砂質地盤、粘性土地盤の平均周面抵抗力を設定することが考えられます。ここでは、土木研究所資料第4374号の砂質地盤および粘性土地盤の平均周面摩擦抵抗力の例を示しています。

3) 岩盤層 : 杭と岩盤のクリアランス部へのグラウト充填を行った場合

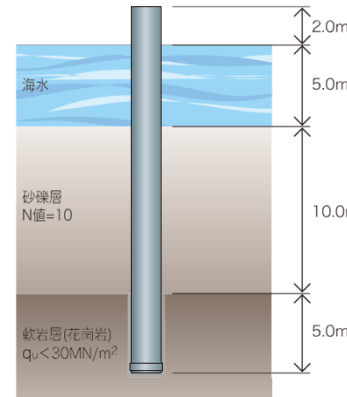
$$\gamma_{fki} = 100\text{kN/m}^2 \text{ ※2}$$

※2 岩盤層の一軸圧縮強さ q_u は、 $q_u \geq 5\text{MN/m}^2$ とする

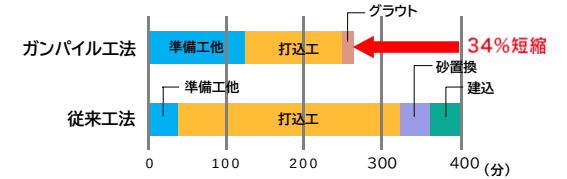
強風化岩や亀裂の多い岩などグラウトの充填性が不明確な岩種については別途検討を要する

本特性値から制限値等を設定する場合は、設計対象の限界状態に応じて所要の安全余裕等を考慮する必要があります。

ガンパイル工法と従来工法の施工歩掛比較例



- 【前提条件】
- ・支持層 軟岩層 ($q_u < 30\text{MN/m}^2$)
 - ・鋼管杭 $\phi 800$, $t = 14\text{mm}$, $L = 22.0\text{m}$
 - ・海上施工
 - ・稼働時間 6.0時間/日
 - ・導材工 (布設・撤去)は含まず



従来工法※に比べて大幅な工期短縮を実現！

※岩盤掘削用補助工法を用いた杭施工法

施工バリエーション

ガンパイル工法は、幅広い施工バリエーションに対応できます。



最大20°まで施工可能です



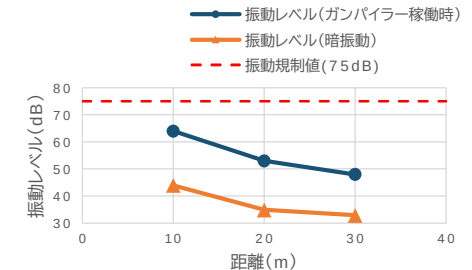
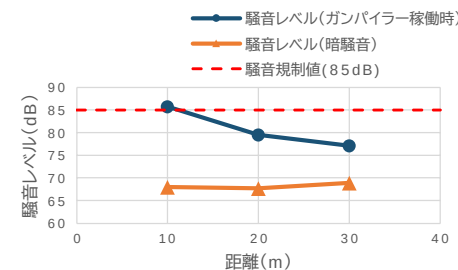
杭頭部が水中でも可能です



周囲への騒音を低減します

騒音・振動測定事例

測定条件: 鋼管杭/杭径800mm/杭長18.4m/岩盤への根入れ長4.5m



主な適用事例



浮栈橋係留杭 最大杭径での施工

鋼管杭Φ1500mm L=28~30m
碎屑岩 一軸圧縮強さ: $q_u = 10 \text{ MN/m}^2$

1

捨石護岸への打ち抜き

鋼管杭Φ400~500mm L=16.5~16.7m
花崗岩 一軸圧縮強さ: $q_u = 80 \sim 130 \text{ MN/m}^2$



2

3

栈橋基礎工 斜杭施工(20°)

鋼管杭Φ700~1000mm L=8.5~36.5m
花崗岩 一軸圧縮強さ: $q_u = 30 \sim 160 \text{ MN/m}^2$



4

飲料水を貯めるダム湖での適用

鋼管矢板Φ1000mm L=8~25m
安山岩・凝灰岩 一軸圧縮強さ: $q_u = 70 \sim 110 \text{ MN/m}^2$



5

鋼管矢板による仮締切工

鋼管矢板Φ800mm L=9.5~13.5m
流紋岩 一軸圧縮強さ: $q_u = 10 \sim 60 \text{ MN/m}^2$





◀6▶

捨石護岸の打ち抜き

鋼矢板 IIIw~VI L=9.5~27m
H鋼杭 H200~H300 L=9.2~13m
玉石混砂礫・転石岩、安山岩層
一軸圧縮強さ: $qu < 50 \text{ MN/m}^2$



◀7▶

既設護岸のリニューアル 玉石・転石層への打設

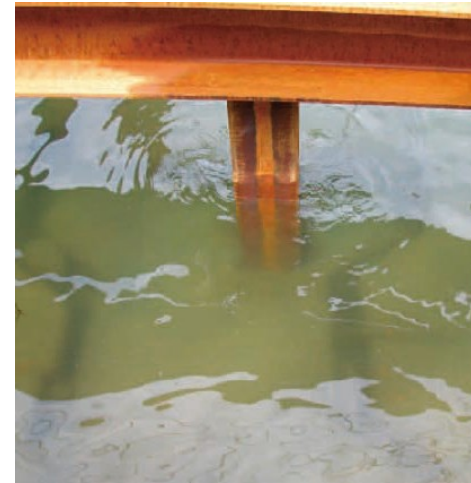
鋼矢板 IIw L=8m
玉石混砂礫・転石層 一軸圧縮強さ: $qu < 20 \text{ MN/m}^2$



▶8▶

既設石積みブロック護岸への 鋼矢板の直接打設

鋼矢板 IV~V L=14~16.5m
凝灰角礫岩層 一軸圧縮強さ: $qu < 20 \text{ MN/m}^2$



◀9▶

河床コンクリートブロック (厚さ1m)の打ち抜き

H鋼杭
玉石混砂礫・転石層、安山岩層 一軸圧縮強さ: $qu < 50 \text{ MN/m}^2$

転石・玉石がある 河川内へのH鋼杭打設 ▶10▶

H鋼杭 H300 L=6.0m
砂礫・凝灰岩



◀11▶

防音対策

防音シートカバーによる近隣への配慮



濁水対策 ▶12▶

濁水拡散防止シートおよび
濁水揚水処理システム