

日本製鉄の 鋼管杭・ 鋼管矢板工法



まえがき

鋼管杭は安定した品質と高い強度・変形性能を有するとともに、長尺施工が容易、工期短縮など施工性にも優れています。そのため、我が国特有の地盤・地震条件に適合する材料として高い評価を得、道路・鉄道・港湾・河川・建築各分野の基礎杭・壁構造に広く利用されています。

さらに、近年では建設コスト縮減・耐震性向上の他、都市部での狭隘地・空頭制限など厳しい建設条件への対応、環境への配慮がますます重要となっており、基礎構造に求められる性能も多様化してきています。

当社では、このような状況を踏まえ、「大深度・軟弱地盤対応」、「工期短縮」に加え、「高支持力」、「省スペース」、「環境配慮」といった様々なニーズに応える各種の鋼管杭・鋼管矢板工法を取り揃えています。ここに紹介する工法がみなさまのご要望に対するソリューションを提供し、お役に立つことができれば幸いです。



工法名・技術名	適用分野								
	道路・鉄道分野			港湾・河川分野				建築分野	
	道路橋基礎	鉄道橋基礎	擁壁	港湾構造物基礎	港湾岸壁	防波堤	河川護岸	建築基礎	宅地擁壁
 NSエコパイル® ……………P2	●	●		●				●	
 ガンテツパイル® ……………P4	●	●		●					
 RSプラス® ……………P6				●	●	●			
 TN-X工法 (TNX®工法) ……………P8								●	
 ジャイロプレス工法® ……………P10			●	●	●	●	●		●
 水中ストラット工法 ……………P12					●	●	●		
 鋼管矢板基礎 ……………P14	●	●							
 杭頭合成構造 ハイブリッド鋼管杭工法 ……………P16								●	●
 杭頭拡張構造 拡頭リング工法 ……………P17								●	●
 機械式継手 ガチカムジョイント® ……………P18	●	●	●	●	●	●	●		
 機械式継手 ラクニカンジョイント® ……………P19	●	●	●	●	●	●	●		
 機械式継手 Hi-SHJ® ……………P19								●	●
 突起付き鋼管 圧延突起付き鋼管 ……………P20	●	●	●	●	●	●	●	●	●
 突起付き鋼管 溶接成型突起付き鋼管 ……………P20	●	●	●	●	●	●	●	●	●
 高強度鋼管杭 NSPP®540 ……………P21								●	●
 高強度鋼管杭 570N級高強度鋼管杭 ……………P21	●	●	●	●	●	●	●		

周辺技術・高強度鋼管

ご注意とお願い
 本資料に記載された技術情報は、製品の代表的な特性や性能を説明するためのものであり、「規格」の規定事項として明記したもの以外は、保証を意味するものではありません。本資料に記載されている情報の誤った使用または不適切な使用等によって生じた損害につきましては責任を負いかねますので、ご了承ください。また、これらの情報は、今後予告なしに変更される場合がありますので、最新の情報については、担当部署にお問い合わせください。本資料に記載された内容の無断転載や複製はご遠慮ください。
 本資料に記載された製品または役務の名称は、当社および当社の関連会社の商標または登録商標、或いは、当社および当社の関連会社が使用を許諾された第三者の商標または登録商標です。
 その他の製品または役務の名称は、それぞれ保有者の商標または登録商標です。

道路・鉄道橋／建築基礎

NSエコパイル®

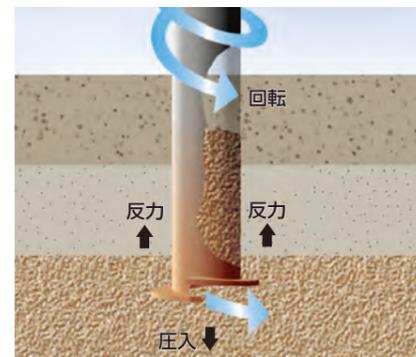
- 1 無排土施工**の実現により、残土や汚水が発生せず、土砂搬出ダンプが走行しないため、周辺環境対策に最適です。
- 既設構造物脇等の**狭隘な現場での施工が可能**です。
また、高架橋下や架空線下等の**空頭制限のある現場にも対応**できます。
- 3 先端抵抗力が大きい**ため、周面摩擦が期待できない軟弱地盤に適します。
ただし、支持層は砂、砂礫、風化花崗岩を基本とします。
- 4 斜杭施工**により、杭本数の低減が可能です。

■ 構造・技術の概要

NSエコパイルは、先端に「らせん状の羽根」を設けた鋼管を回転圧入する工法です。羽根のくさび効果で地盤を上方に押し上げ、その反力を推進力とすることで、地盤へのスムーズな貫入が可能となります。また、羽根の拡底効果により、高い押込み・引抜き支持力を発揮します。



回転圧入のイメージ



適用範囲

- 杭径：φ400～1,600mm
- 杭長：80m程度以下
- 施工可能地盤：砂質土、粘性土、礫径Dp/3以下かつ300mm以下の砂礫、軟岩、風化岩
- 支持層：砂・砂礫・風化花崗岩

■ NSエコパイルの施工

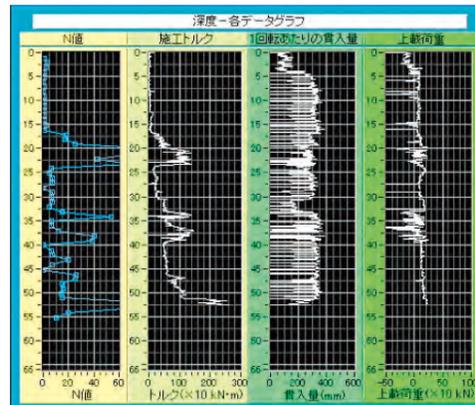
NSエコパイルの施工は、全周回転機や小型杭打機等を用います。施工管理は全数の杭について、施工トルク等と地盤のN値の変化を対比することにより支持層への到達を確認します。施工トルクは計測管理システムを用いてリアルタイムに測定します。

● 施工事例



提供:鉄道・運輸機構

● 施工管理システム



- 建設発生土を現場から搬出できない。
- 水源汚染の懸念がある。
- 近接構造物への影響が懸念される。
- 被圧地下水がある。

▶ 様々な環境問題をクリア

- 建設発生土ゼロ
- セメントミルク等による水質汚染なし
- 周辺地盤への影響小

■ 基準・公的認証

- (公社)日本道路協会 道路橋示方書
- (公財)鉄道総合技術研究所 鉄道構造物等設計標準・同解説(2012年1月)
- (一財)国土技術研究センター 建設技術審査証明取得(2004年1月) 建技審証第5号
- 国土交通省 NETIS登録工法 No. TH-110020-VE 準推奨技術 活用推進技術
- 旧建設大臣認定 建設省東住指発第238号(2000年5月)
- 技術指導証明 (杭径、羽根径比、羽根材料の追加) (一社)建築研究振興協会(2003年10月)
- 評定(引抜き方向の許容支持力) (一財)ペターリビング(2006年8月)
- 評定(中小径の引抜き方向の許容支持力) (一財)日本建築総合試験所(2017年2月)

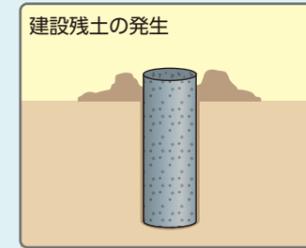
■ 実績(2018年3月現在)

- 国土交通省・自治体 東京空港整備事務所／羽田空港アクセス道路橋基礎 φ500～1,200mm×L50～78m 中部地盤／伊豆縦貫ハツ溝高架橋仁田下部工他 φ1,200mm×L23.0～41.5m
- 高速道路 名古屋第二環状自動車道名古屋西ジャンクション他 φ1,200mm×L42～53m 東海環状自動車道養老IC他 φ1,000mm×L40m 新名神高速道路 φ800～900mm×L7～10m
- 鉄道 九州新幹線／博多西部BL増設 他 φ1,200/1,300mm×L12.0～14.5m 京急蒲田 φ700～1,200mm×L10～23m 成田空港アクセス線 φ1,200～1,300mm×L18～39m

その他、発電所・鉄塔基礎等合わせて、土木分野で約800件、ビル・マンション等合わせて、建築基礎分野で約650件の工事実績があります。

■ 適用効果事例

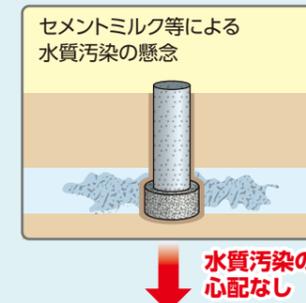
● 環境問題に対するリスク低減効果



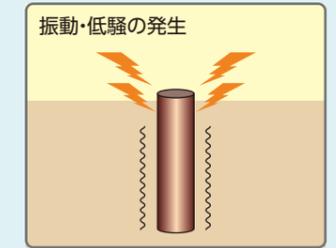
建設残土ゼロ



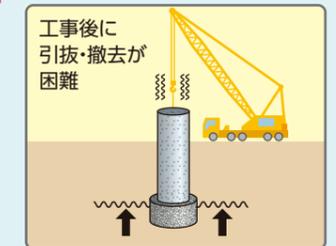
工事車両台数の大幅軽減
→ 周辺環境に優しい



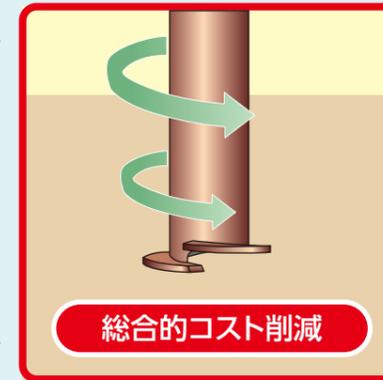
水質汚染の心配なし



低振動・低騒音工法



逆回転による引抜・撤去が可能



● 周辺環境対策

駅周辺部の環境対策



● 狭隘地への対応

道路基礎への近接施工



軌道への近接施工



● 斜杭によるコスト縮減



斜杭施工状況

斜杭は直杭に比べて、水平抵抗特性に優れます。

軟弱地盤の基礎や橋台基礎のコンパクト化に効果を発揮します。

設計事例

場所打ち杭(直杭)	エコパイル(斜杭)
フーチング体積：486m ³ 杭本数：36本	フーチング体積：408m ³ 杭本数：24本
	16%減 12本減

道路・鉄道橋基礎

ガンテツパイル®

鋼管杭のじん性(変形性能)とソイルセメント固化体の摩擦抵抗の良さを併せ持つ合成鋼管杭であるため、荷重・地盤条件に合った優れた経済性を発揮します。

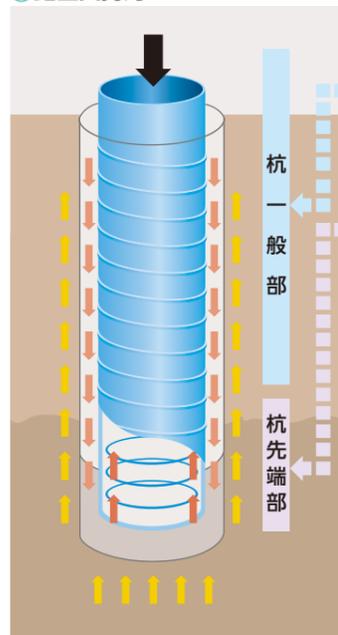
- 1 大きな支持力、周面摩擦力、変形性能
- 2 杭径(鋼管径と固化体径)の自由度を活かした設計
- 3 環境問題に対応(低排土・低騒音・低振動施工)

構造・技術の概要

ガンテツパイルの高い支持力機構

ガンテツパイルは、外面突起付鋼管と地盤にセメントミルクを注入混合攪拌し構築したソイルセメントとの合成杭です。

1 鉛直支持力



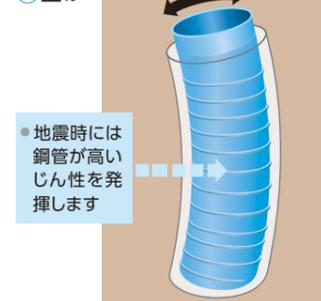
杭頭部に作用する荷重の伝達



2 水平支持力



3 曲げ



- 設計条件(荷重、地盤)に適した経済性を追求したい。
- 杭列数が少ない中小規模荷重が増える中、更なるコスト削減を図りたい。
- 場外排土を削減したい。

▶ 更なるコスト削減

- 杭の小径化
- フーチングのコンパクト化
- 杭本数の削減
- 場外排土の削減
- 杭長の削減

基準・公的認証

- (公社)日本道路協会
道道路橋示方書(2017年11月)
杭基礎設計便覧(2015年3月)
- (一財)国土技術研究センター
建設技術審査証明(2006年1月)
- (公財)鉄道総合技術研究所
鉄道構造物等設計標準・同解説(2012年1月)
- 旧建設大臣認定
建設省東住指発第485号(2000年5月)

実績(2018年3月現在)

【支持杭】

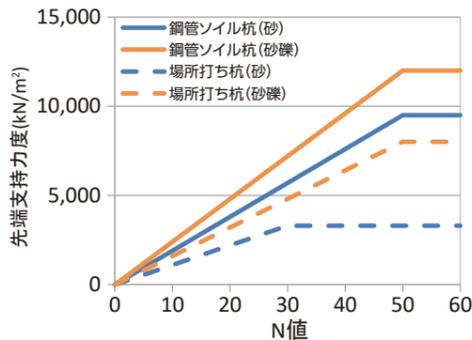
- 国土交通省
関東地整／横浜環状南線栄IC・JCT下部
φ1,400/φ1,200mm×L18.0~20.5m
近畿地整／大和御所道路東坊城地区下部工事
φ1,200/1,000mm×L13.5~28.0m
中部地整／平成21年度
東海環状飯積北地区高架橋下部工事
φ1,200/1,000mm×L24.0~24.5m
- 高速道路
第二東名高速道路／高森第一高架橋
φ1,200/1,000mm×L34.5~47.5m
首都圏中央自動車道／久喜白岡ジャンクション
φ1,500/1,200mm×L11.5~16.5m
京都縦貫自動車道／長岡京高架橋南下部工事(1期)
φ1,400/1,200mm×L9.0~18.0m
- 自治体
愛媛県／市道松山外環状線
中央公園高架橋整備工事
φ1,200/1,000mm×L8.5~13.5m
- 鉄道
北海道新幹線／大野川橋梁 他
φ1,500/1,300mm×L24.5m
北陸新幹線／滑川有金高架橋
φ1,500/1,300mm×L34.0~35.5m

【摩擦杭】

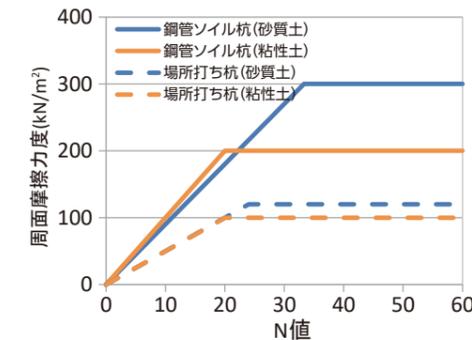
- 東北地整／野呂川道路改良工事
φ1,000/800mm×L25.5m
佐賀県／国道444号道路改良工事
φ1,000/800mm×L25.0m

その他合わせて、橋梁・高架橋基礎分野で560件以上、建築基礎分野で49件の工事実績があります。

● 先端支持力度 砂層: 190N(≦9,500)kN/m² 砂礫層: 240N(≦12,000)kN/m²



● 周面摩擦力度 砂質土: 9N(≦300)kN/m² 粘性土: Cまたは10N(≦200)kN/m²



適用効果事例

● 許容変位を緩和した設計

ガンテツパイルは、高い曲げ剛性と高い支持力性能を有する杭であるため、水平変位の制限を緩和した設計を行うことで経済的な設計が可能になります。

設計条件	場所打ち杭		ガンテツパイル 許容変位量緩和(ソイルセメント径の3.5%)	
	橋軸方向	橋軸直角方向	橋軸方向	橋軸直角方向
杭配置 (ガンテツパイル: 杭径/鋼管径) φ1,200 鉄筋 SD345 D29-24 12set	8,400 11,400		6,600 6,600 φ1,000/800×t18/12/9 SKK 490-OR 9set	
レベル1地震時 水平変位量(mm) 許容値	11.9	11.4	19.8	22.6
材工比率	1.00		0.82	

● 杭径の自由度を活かしたコスト削減

杭径は鋼管径+200mmが標準ですが、設計支持力を増加させるため、鋼管径+300mm、+400mmとすることが可能です。

杭径(ソイルセメント柱径)と鋼管径の組合せ適用範囲 (●: 実績有)

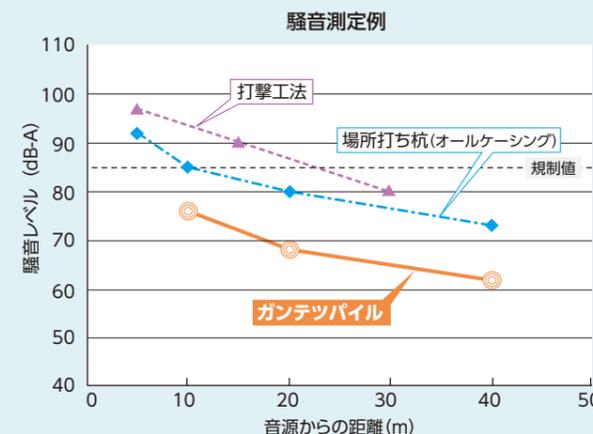
鋼管径(Dsp)	杭径(ソイルセメント柱径)								
	(mm) 900	1,000	1,100	1,200	1,300	1,400	1,500	1,600	1,700
700	●								
800	●	●							
900		●	●						
1,000		●	●	●					
1,100			●	●	●				
1,200				●	●	●			
1,300					●	●	●		
1,400						●	●	●	
1,500							●	●	●

● 摩擦杭としての適用

杭基礎設計便覧の参考資料「3.工法の適用性」では摩擦杭として「適用性が高い」とされています。摩擦杭とすることで、より経済的な設計が可能となります。

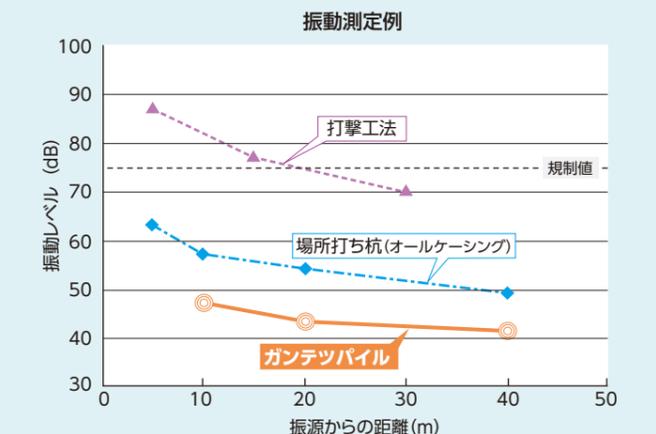
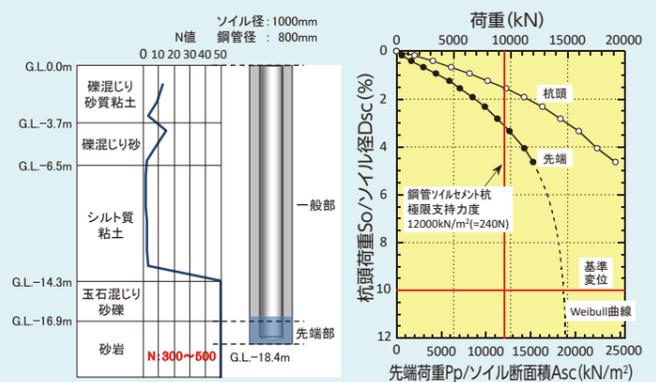
● 低騒音・低振動で施工可能

市街地などの騒音・振動の規制が厳しいところでも、周辺環境に配慮した施工が可能です。



● 硬質地盤の掘削能力向上

施工機械の能力アップや掘削攪拌ヘッドの改良など硬質地盤対応への改良を行い、N値300、一軸圧縮強度15N/mm²を超える岩で所定長の根入れができることを施工試験で確認しています。また、同杭で静的載荷試験を実施し、先端支持力度15,000kN/m²を超えることを確認しました。



港湾構造物基礎

大口径杭 RSプラス®

RSプラスとは、杭先端の鋼管内面あるいは鋼管外周部に数枚のリブプレートを事前に工場に取り付けた鋼管杭を用いて、この鋼管杭の先端に取り付けたノズルから、高圧で水を噴射（ウォータージェット）し、パイプロハンマで所定の深度まで打設します。その後、ウォータージェットをセメントミルクに切り替えて高圧噴射を行い、杭先端部に根固め球根を築造します。

さらに、ジェット用配管を回収する際に杭周面部にもセメントミルクを充填することで、杭と周辺地盤との一体化を図り大きな支持力が得られる工法です。

- 1 ウォータージェット併用パイプロハンマで杭を打設することにより、打撃工法より大幅な低騒音・低振動施工が可能です。
- 2 鋼管杭先端部の根固め部と杭周面部に充填されたセメントミルクにより打撃工法以上の高支持力特性を発揮します。
- 3 打撃工法と同程度の優れた施工性を発揮します。

※RSプラスは港湾空港技術研究所、日本製鉄(株)、調和工業(株)の3者共同開発工法です。
特許：特許第3850802号 特許第6093923号他

構造・技術の概要

杭のイメージ



拡大根固め球根築造用の杭先端仕様



根固め球根の掘起し事例：
φ1,000杭（外側リブプレートによる拡大根固め球根）



内側リブプレートの設置例



外側リブプレートの設置例

- 打込み杭工法で打ち抜き困難な地盤が存在する。
- 支持層が岩で根入れが困難。
- ウォータージェットを使用して地盤の打ち抜き能力を上げたいが、支持力がでるか。
- 大口径杭を施工したいが、支持力が発揮できるか。
- 周辺に民家や施設等があり、騒音・振動を低減したい。

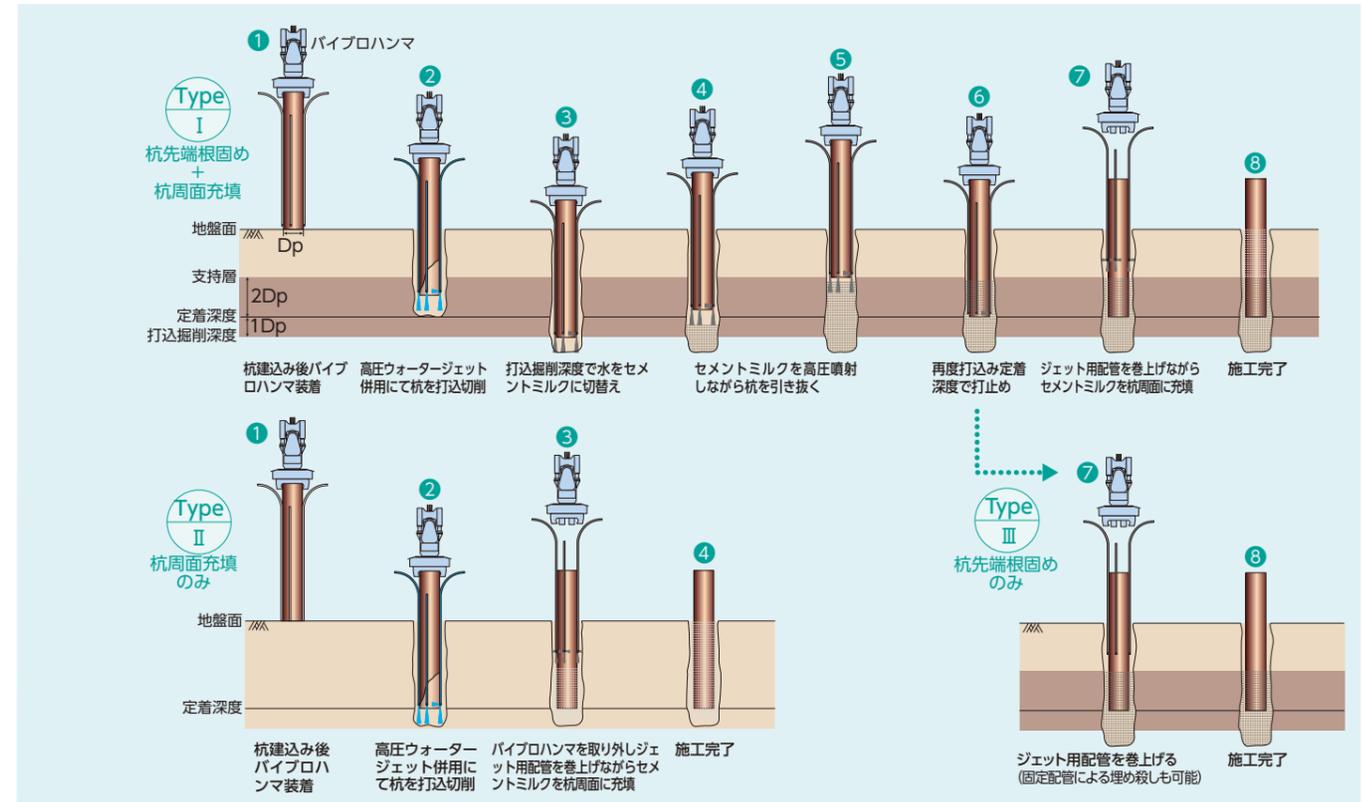
- ▶ 低騒音・低振動の杭施工法
- ▶ 高い支持力特性
- ▶ 優れた施工性

基準・公的認証

- 国土交通省
NETIS登録工法
NO.KTK-120003-A
- 国立研究開発法人海上港湾航空研究所
港湾空港技術研究所
港湾空港技術研究所資料 No.1196 (2006年6月)
港湾空港技術研究所報告 第53巻第3号 (2014年12月)

実績 (2013年10月現在)

- 千葉県富津市
施工試験／鉛直荷重試験
φ1,600-L20m×2本
φ1,300-L20m×5本
φ800-L19m×5本
φ600-L19m×5本
- 兵庫県姫路市
施工試験／鉛直荷重試験
φ1,000-L19m×9本
- 某風車基礎
φ600-L19m×8本
- 九州地方整備局
唐津港岸壁
φ1,300-L20m×62本
- 北陸地方整備局
伏木富山港新湊大橋エレベーター塔
φ400-L8.5m×4本
φ400-L12.5m×4本
- 中国地方整備局
岩国臨港道路
φ1,200-L42m×16本



支持力

実大杭での荷重試験結果より、以下の設計式から支持力を算定します。

$$R = 300 \cdot \alpha N \cdot \beta A_p + \sum (r_{fi} \cdot A_{si})$$

R：杭の支持力(kN)

α：支持層の地盤強度の低減係数(荷重試験等を実施しない場合 α=0.5)

β：杭先端形状による補正係数(外側リブプレート付きの場合 β=2、それ以外 β=1)

N：杭先端地盤のN値(N≤50)

A_p：鋼管先端閉塞面積(m²)

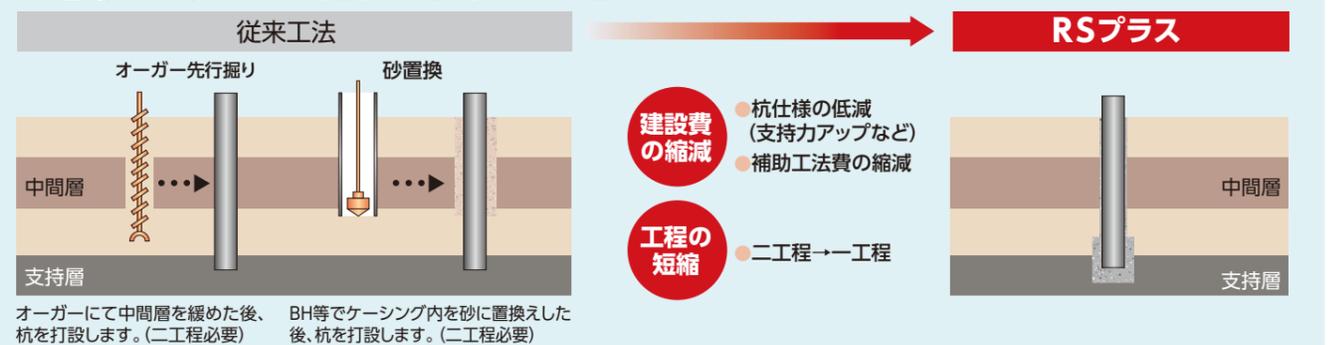
r_{fi}：i層の杭周面抵抗力(kN/m²) [砂質土=5N、粘性土=C または 10N]

A_{si}：i層において地盤と接している鋼管周面積(m²)

他工法との支持力比較

工法	土質	周面摩擦力	先端支持力	支持層の掘削長さ
打撃工法	砂質土	2N	300NA _p	5D
パイプロハンマ工法	粘性土	C or 10N		
ウォータージェット併用パイプロハンマ工法	砂質土	N	—	—
	粘性土	0.5C or 5N		
RSプラス	砂質土	5N	150NA _p	3D (杭根入れ2D)
	粘性土	C or 10N		
RSプラス	砂質土	5N	300NA _p	—
	粘性土	C or 10N		

適用効果事例 中間層(硬質地盤)がある場合



施工実績



建築基礎

TN-X工法 (TNX[®] 工法)

TN-X工法とは、拡縮掘削ヘッドにより杭先端に築造した拡大根固め部と鋼管が一体となり鉛直荷重に抵抗することで、高い支持力性能を発揮できる低騒音・低振動・低排土の先端拡大根固め鋼管杭工法です。

1 支持力性能

杭先端に築造した拡大根固め部により、**長期先端許容支持力 17,900kN**を実現しました。

2 耐震性能

鋼管杭は品質に優れ、かつ高い靱性をもつことから、**優れた耐震性能**を有する杭基礎を構築することが可能です。また、中掘り鋼管杭工法として最大となる**鋼管径 1,400mm**の施工を実現したことで、より大きな曲げモーメントに抵抗することができます。

3 品質管理

独自に開発した施工管理システム「**センタンアイシステム[®]**」を用いて、根固め拡大部の築造をリアルタイムに管理します。

4 環境性

環境に配慮した中掘り鋼管杭工法であり、**低排土・低騒音・低振動**を実現しました。

- 支持層が深く長尺の杭が必要
- 軟弱地盤で、杭が施工できるか心配
- 建築基礎を設計中であるが、1柱1杭の設計をしたい。
- 建設発生残土を低減させたい。
- 市街地等で騒音・振動が気になる。

- ▶ **コストの縮減が可能**
- ▶ **環境問題をクリア**

基準・公的認証

- 国土交通大臣認定 (2005年6月)
認定番号: TACP-0171、TACP-0172
鋼管径: φ600~φ1,200mm
- 技術評定 (2014年3月)
(一財)ベターリビング
評定番号0: CBL FP003-08号
鋼管径: ~φ1,400mm (最大杭径の追加)
- 技術評定 (2015年8月)
(一財)ベターリビング
評定番号: CBL FP002-10号
TN-X工法における適用範囲の拡大 (施工法の追加)

実績 (2018年7月現在)

- 鋼管重量: 13万以上
- 物件数: 70件以上
- 適用物件: 物流施設、医療施設、商業施設、マンション、文教施設、ホテルなど

適用範囲

- ① 鋼管径: 600~1,400mm
- ② 拡大根固め部径: 鋼管杭の1.25倍、1.50倍、1.75倍、2.00倍 (最大2,400mm)
- ③ 適用する地盤の種類: 基礎杭先端付近の地盤の種類: 砂質地盤、礫質地盤
基礎杭周囲の地盤の種類: 砂質地盤、粘土質地盤
- ④ 最大施工深さ

施工方法	鋼管径	600~1,200mm	1,300, 1,400mm
同時沈設方式		75m	70m
後沈設方式		50m	—

- ⑤ 鋼管杭仕様: 規格:SKK400、SKK490、NSPP540 (国土交通大臣認定材料 認定番号: MSTL-0356、MSTL-0411、MSTL-0412)

従来のJIS規格であるSKK400、SKK490に加えて、建築基礎構造用高強度鋼管杭NSPP540を使用することができます。

支持力例

基礎杭の先端円値=60の場合

長期先端許容支持力

鋼管径	根固め倍率	1.25	1.50	1.75	2.00
600		1,700	2,500	3,400	4,400
800		3,100	4,400	6,000	7,900
1,000		4,800	6,900	9,500	12,400
1,200		6,900	10,000	13,700	17,900
1,400		9,500	13,700	17,900 [1.71]	—

*1【】は根固め部径の上限2,400mmから決まる根固め倍率

品質管理

拡縮掘削ヘッド



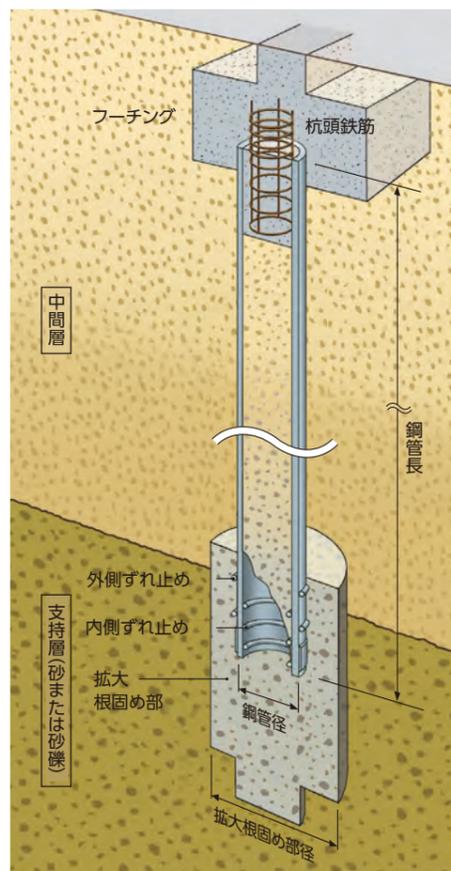
施工管理システム



センタンアイシステム[®]

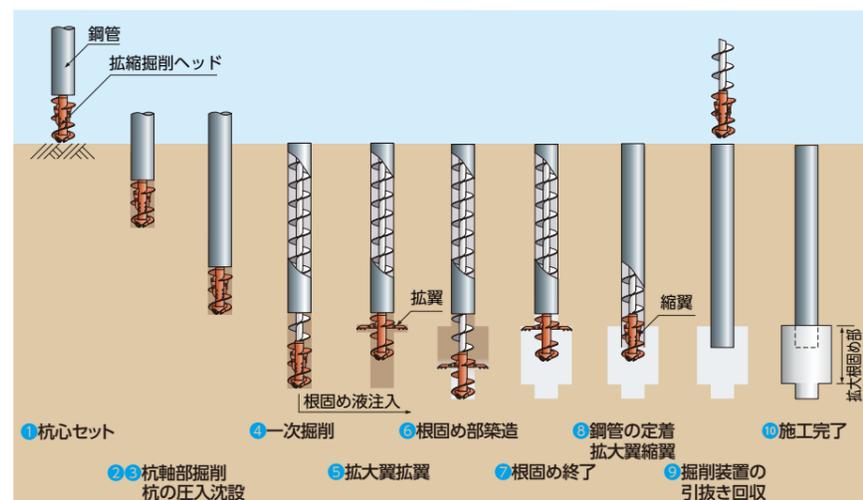
- 地中における拡縮掘削ヘッドの拡翼/縮翼を油圧制御により確実にコントロールし、設計通りに強固な根固め部を築造します。
- 拡翼径、掘削深度、掘削速度、セメントミルク注入量などをリアルタイムにモニタリングし、一元管理が可能です。

構造・技術の概要



施工手順

同時沈設方式 (中掘り方式)



※上記は施工手順の一例であり、拡大根固め部の築造は杭径・杭長・地盤等の設計条件に応じた方法にて行います。

施工状況



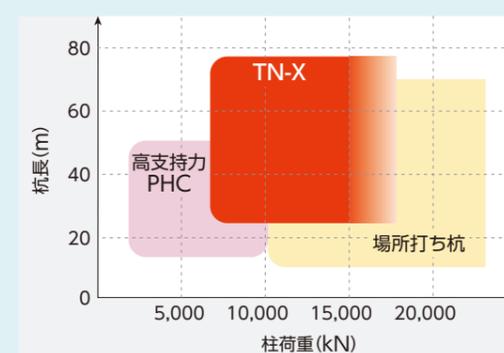
拡大根固め部出来形



適用効果事例

本工法は柱荷重7,000~15,000kN程度で特に競争力を発揮することができます。大型物流倉庫を想定した荷重条件のもと、他工法との比較設計を行いました。

TN-X杭の優位性範囲



工法名	PHC拡大根固め工法	TN-X工法 (鋼管径 1,400mm)
概略図		
材工費	△	○

※TN-X工法は、日本製鉄株式会社と株式会社テノックスの共同開発商品です。

河川護岸・道路擁壁・土留め壁

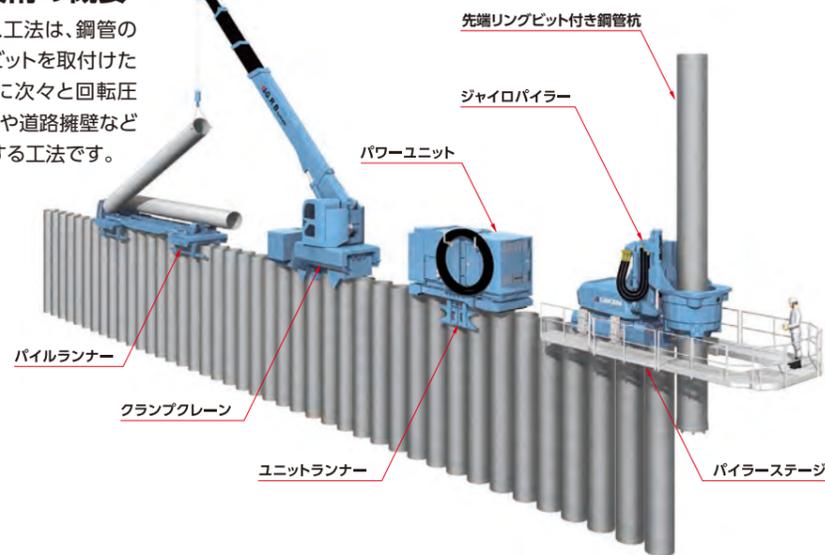
ジャイロプレス工法[®]

先端リングビット付き鋼管杭の自走式回転圧入工法

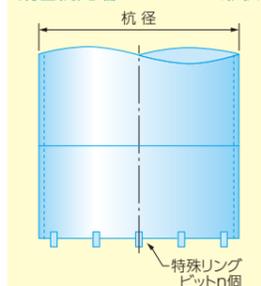
- 1 硬質地盤への圧入や鉄筋コンクリートや障害物の貫通など広範囲の施工が可能です。
- 2 狭隘な場所、空頭制限場所の施工に最適です。また、仮設棧橋等も必要としません。
- 3 杭先端に特殊リングビットを設けて回転圧入による貫入を行うため、**排土を抑える施工を実現**しました。
- 4 回転圧入の採用により鋼管杭の**低騒音・低振動施工を実現**しています。

構造・技術の概要

ジャイロプレス工法は、鋼管の先端にリングビットを取付けた鋼管杭を列状に次々と回転圧入し、河川護岸や道路擁壁など壁構造を構築する工法です。

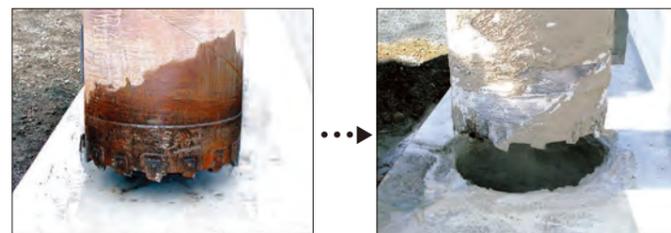


鋼管杭先端リングビット形状



既設鉄筋コンクリート構造物の貫通

鉄筋コンクリート(厚さ80cm、 $\sigma_{ck}=24\text{N/mm}^2$ 、D16@250×3段)を回転圧入により鉄筋を切断して貫通させた状況。



- 既設のコンクリート擁壁、捨石、岩盤等が打ち抜けるか心配。
- 空頭制限がある場所で施工できるか心配。
- 市街地等で、周辺環境への特別な配慮が必要。
- 近接構造物への影響が懸念される。
- 建設発生土を現場から搬出できない。

▶ 厳しい施工条件に対応可能
▶ 環境問題をクリア

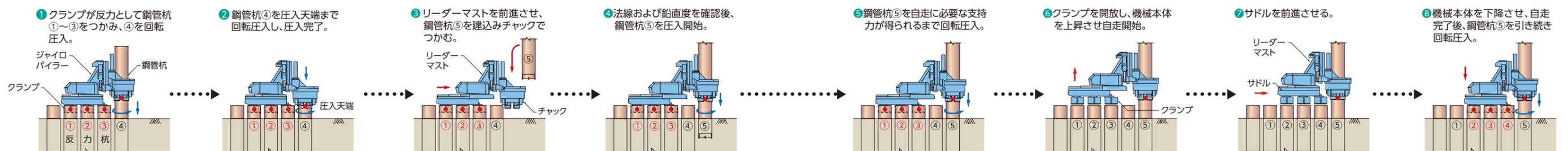
基準・公的認証

実績(2018年7月現在)

- 【河川護岸】
 - 東京都/大横川南支川護岸建設工事 $\phi 800\text{mm} \times \text{L}17.0 \sim 17.5\text{m}$
 - 東京都/石神井川整備工事 $\phi 900 \sim 1,000\text{mm} \times \text{L}16.0 \sim 20.0\text{m}$
 - 東京都/妙正寺川整備工事 $\phi 1,000\text{mm} \times \text{L}16.5 \sim 20.5\text{m}$
 - 東京都/善福寺川整備工事 $\phi 1,000\text{mm} \times \text{L}13.5 \sim 19.5\text{m}$
 - 姫路市/準用河川中島川改修工事 $\phi 1,100\text{mm} \times \text{L}17.0\text{m}$
 - 【道路擁壁】
 - 近畿地整/加古川BP溝之口BOX改良工事 $\phi 900\text{mm} \times \text{L}16.5 \sim 19.0\text{m}$
 - 大阪府/大阪中央環状線道路改良工事 $\phi 1,500\text{mm} \times \text{L}31.5 \sim 33.7\text{m}$
 - 名古屋市/平子橋改築工事 $\phi 800\text{mm} \times \text{L}8.0 \sim 16.5\text{m}$
 - NEXCO中日本/東名高速道路今里工事 $\phi 900\text{mm} \times \text{L}14.5 \sim 18.0\text{m}$
 - 【その他】
 - 関東地整/さがみ縦貫中沢跨道下部工事その他 $\phi 800\text{mm} \times \text{L}15.5 \sim 16.5\text{m}$
 - 北九州市/八幡まるやま団地C・D地区造成工事 $\phi 1,500\text{mm} \times \text{L}10.0 \sim 24.5\text{m}$
- 河川護岸、道路擁壁を中心に400件程度の工事実績があります。

施工手順(代表例)

●: チャック、クランプが杭を掴んでいる状態



適用効果事例

都市河川護岸整備工事 形式比較

	L型擁壁(杭基礎)	自立式鋼管杭擁壁(ジャイロ施工)
形状図		
施工性	作業工程は煩雑。工種が多く施工性は悪い。	作業工程が単純。工種が少なく施工性は良い。
工期	長い(延長150m→22.0ヶ月)。	短い(延長150m→16.6ヶ月)。
経済性(材工費率)	1.00	0.89
評価	作業工程は煩雑であり、施工性が悪く工期が長い。	作業工程が単純であり、工期が短く、施工性に優れ、経済的である。

近接施工への適用

システム全体は、反力として既に圧入された堅固な鋼管杭を掴む機構なので、転倒等の危険性のない安全な施工法として、既設構造物に近接した施工ができます。



空頭制限場所への適用

桁下施工など空頭制限のある場所でも、コンパクトな機械が杭頭部を自走し、鋼管杭の搬入、動力の供給等がシステム化されているので容易に施工が可能です。



*ジャイロプレス工法[®]は、日本製鉄株式会社と株式会社技研製作所の共同開発商品です。

護岸、岸壁、防波堤

水中ストラット工法

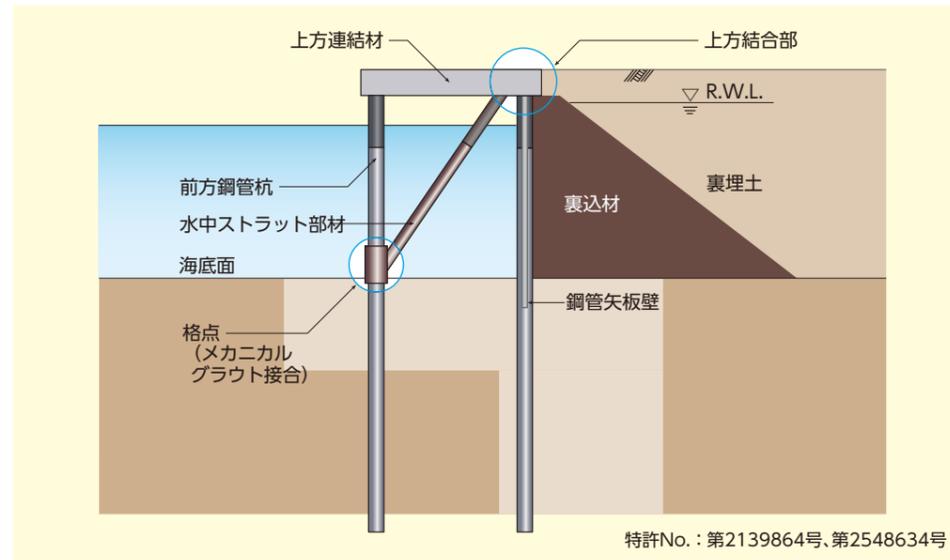
- 1 岸壁更新への**高い適用性**があります。
- 2 水平外力を斜材軸力に変換し、地盤の鉛直・水平支持力を有効に活用することで、**構造性能の向上**を達成しました。
- 3 **省スペース施工**が可能となります。
- 4 杭本数の減少や地盤改良範囲の縮小などにより、**急速施工**が可能となり、**経済性も向上**します。

- 護岸背後施設はそのまま、岸壁を増深・補強したい。
- 杭本数の減少・小断面化による施工能率と経済性を向上させたい。
- 地盤改良の範囲を縮小したい。
- 構造占有幅を減少したい。
- 耐震性を向上させたい。

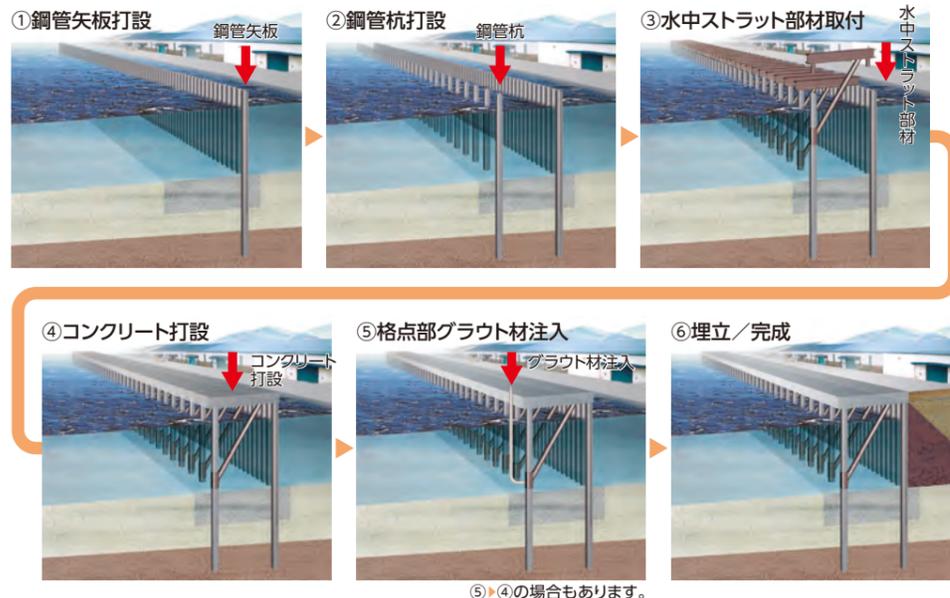
- ▶ **省スペースで施工**
- ▶ **短工期で経済的に施工**
- ▶ **耐震性を向上**

構造・技術の概要

水中ストラット工法とは、鋼管杭や鋼管矢板等により構成された根入れ式ラーメン構造を海中において「水中ストラット部材」で補強した工法で、護岸・岸壁・防波堤等に適用が可能です。



施工手順



実績 (2013年10月現在)

【係留施設(岸壁)】

- 北海道開発局
釧路港東港区中央埠頭-7.5m岸壁
苫小牧港西港商港地区改良工事
設計水深：-14.0m
- 室蘭港入江地区岸壁
設計水深：-9.0m
- 石狩湾新港-14m岸壁
- 室蘭港築地地区-8m岸壁
- 室蘭港築地地区-10m岸壁他改良工事
- 函館港中央ふ頭地区岸壁改良工事
設計水深：-9.1m
- 名古屋港管理組合
名古屋港稲永埠頭物揚場築造工事
設計水深：-4.0m
- 中国地方整備局
徳山下松港新南陽地区-12m岸壁
- 九州地方整備局
唐津港東港地区岸壁-9m改良耐震工事
- 自治体
北海道/虻田漁港-3.5m岸壁改良工事
虻田漁特定漁港漁場整備工事
設計水深：-7.3m
- 北海道/標津漁港-4.0m耐震岸壁
- 小樽市/小樽港北浜-7.5m岸壁
- 小樽市/小樽港北浜-5.5m岸壁改良工事
- 福井県美浜町/広域漁港整備事業日向漁港
設計水深：-9.5m
- 島根県隠岐の島町/加茂漁港地域水産物供給基盤整備工事
設計水深：-8.4m
- 高知県/高知港潮江埠頭耐震強化岸壁
設計水深：-7.5m
- 宮崎県延岡市/北浦漁港-4.0m岸壁改良工事
- 宮崎県日南市/目井津漁港-5.0m岸壁

【係留施設(棧橋)】

- 中国電力(株)
広島県/大崎(発)1号系列揚炭棧橋工事
設計水深：-7.5m

【防波堤】

- 北海道開発局
小樽港色内地区防波堤建設工事
設計水深：-8.3m

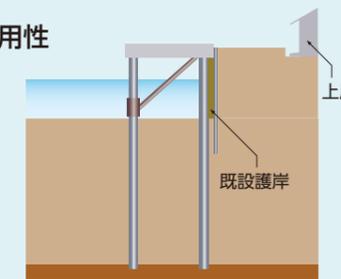
【橋梁】

- 北海道開発局
室蘭市/追直漁港建設工事
設計水深：-10.5m

適用効果事例

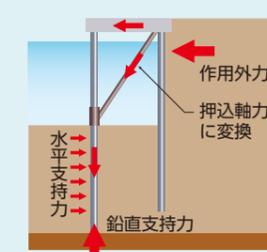
● 岸壁更新への高い適用性

背後施設はそのまま、岸壁を増深・補強が可能

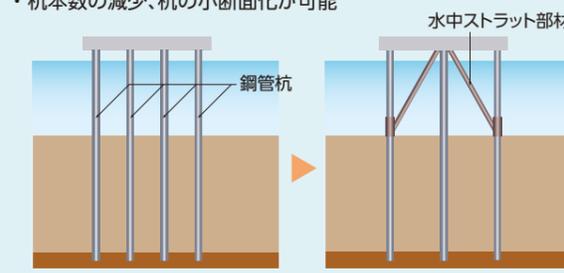


● 構造性能の向上

- ・ 斜材を配置し、水平外力を軸力へ変換
- ・ 地盤の鉛直・水平支持力を有効に活用した合理的な構造

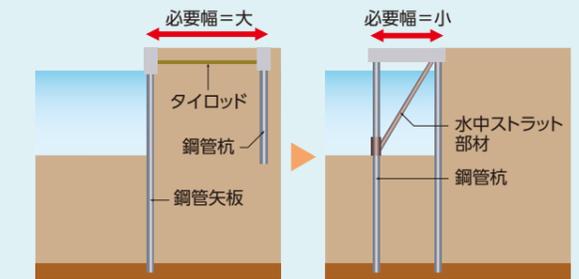


- ・ 耐震性が向上し、大水深構造への適用が可能
- ・ 杭本数の減少、杭の小断面化が可能



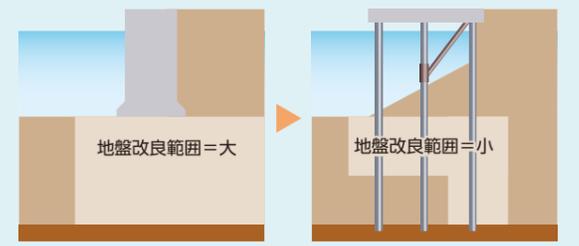
● 省スペース施工が可能

- ・ 控え工が不要になるため、構造占有幅が減少



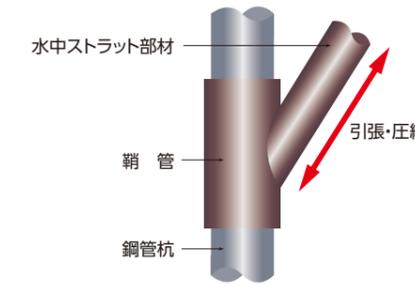
● 急速施工が可能

- ・ 杭本数の減少・小断面化による施工能率の向上
- ・ 工場製作部材の使用による施工の簡略化
- ・ 地盤改良の省略・範囲縮小が可能

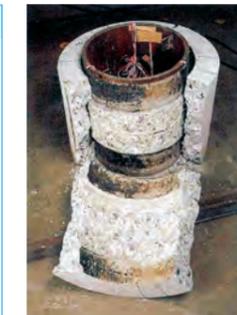
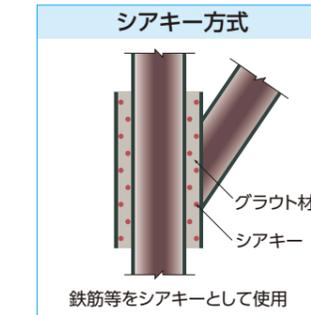


格点部の構造と固定方法

- ・ 鋼管杭と鋼管の二重構造(メカニカルグラウト接合)
- ・ 鋼管杭と鋼管の間にグラウトを充填し一体化



格点部押抜き試験



鉄筋等をシアキーとして使用

実績例



H港中央ふ頭地区岸壁改良工事

道路・鉄道橋基礎

鋼管矢板基礎

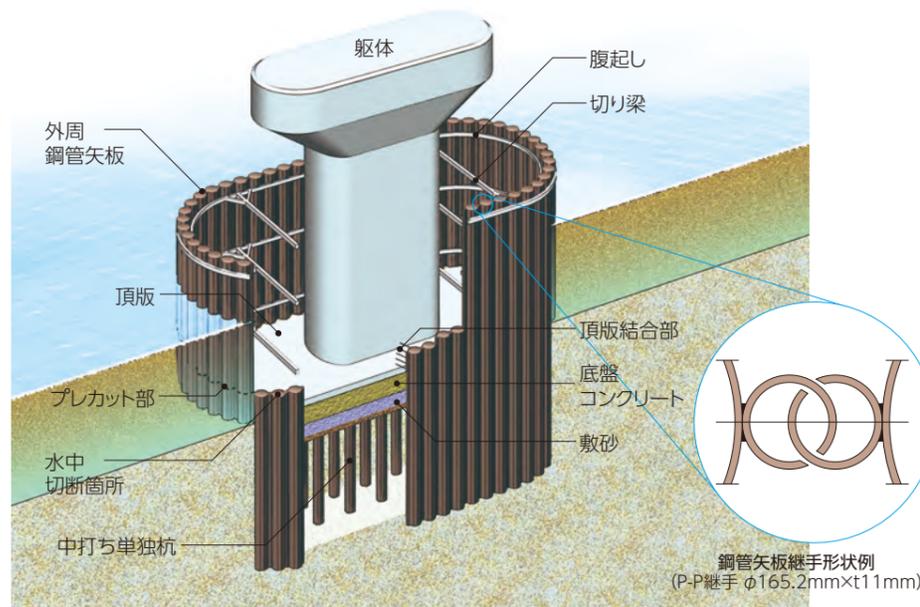
- 1 大水深・軟弱地盤でも施工が可能です。
- 2 仮締切り兼用とすることで、**工期・工費の削減が可能**です。
- 3 大きな水平剛性・支持力が得られると同時に、**占有面積を小さくすることが可能**です。
- 4 周辺地盤への影響が少なく、**近接施工が可能**です。
- 5 **既設橋梁の耐震補強**としても適用できます。

- 河川(海上)内の橋脚基礎において、短期・低コストの施工法を適用したい。
- 都市部で高架橋が計画されているが、工事占有面積が限られており、基礎形状を小さくしたい。
- 高耐力の継手を採用し、さらに基礎形状を小さくしたい。

▶ **基礎のコンパクト化**
▶ **コスト・工期を縮減**

構造・技術の概要

鋼管矢板基礎は、鋼管矢板を閉鎖形状に組合せて設置し、鋼管矢板群が一体となって挙動することで、高い水平抵抗・鉛直支持力が得られます。また、仮締切り兼用とすることで、工事占有面積を小さくし、工期・工費を低減できます。



基準・公的認証

- (公社)日本道路協会 道路橋示方書・同解説Ⅳ 下部構造編 (2012年3月) 鋼管矢板基礎設計施工便覧 (1997年12月)
- (公財)鉄道総合技術研究所 鉄道構造物等設計標準・同解説 基礎構造物 (2012年1月)

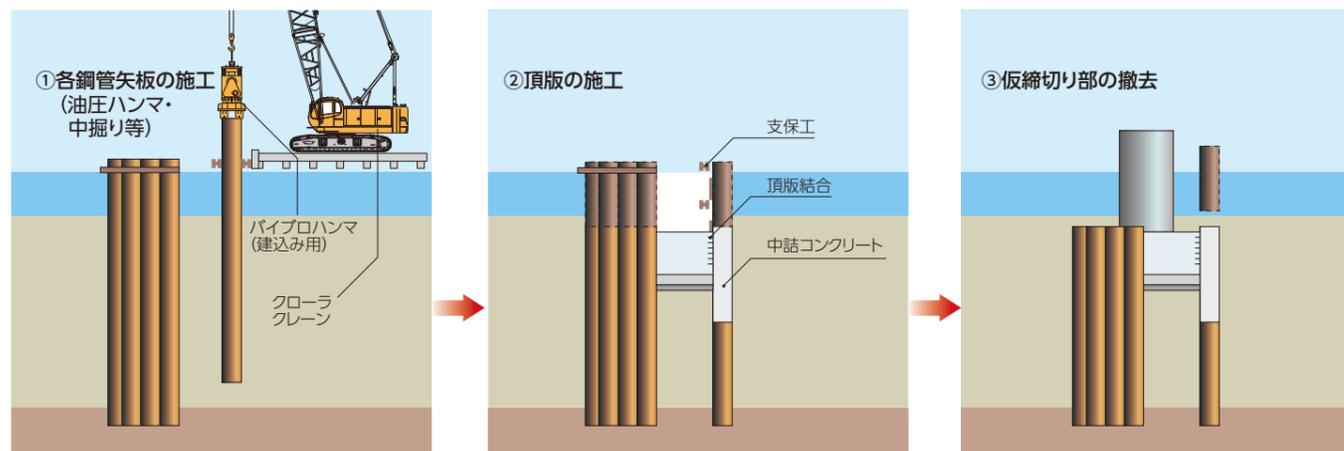
実績 (2018年7月現在)

大型橋梁の基礎を中心として約2,000基以上の施工実績があります。

施工事例



鋼管矢板基礎の施工 (仮締切り兼用型)



適用効果事例

占有面積の低減

鋼管矢板基礎は杭基礎に比べて剛性が高いことから、基礎寸法を小さくことができ、建設残土の低減・工期の短縮を図ることができます。

	場所打ち杭	鋼管矢板基礎
形状図		
基礎面積	207.4m ²	44.2m ²
占有面積	基礎面積+仮締切り部面積	基礎面積

高耐力継手の採用による基礎のコンパクト化

基礎形状が変位により決定する場合は、せん断耐力の高い継手を用いることで、平面形状をコンパクトにすることができます。

項目	従来継手		鋼管高耐力継手	
	せん断耐力 (kN/m)	せん断剛性 (kN/m ²)	せん断耐力 (kN/m)	せん断剛性 (kN/m ²)
常時	100	600,000	570	630,000
レベル1	133	1,200,000	760	
レベル2	200		1,150	

設計事例

	従来継手	鋼管高耐力継手
平面形状		
鋼管矢板本数	175本	106本
基礎面積	1,432m ²	1,007m ²

地盤条件：軟弱地盤 (N<2) 30m程度 荷重条件：長大橋 (スパン450m程度)

建築基礎周辺技術

ハイブリッド鋼管杭工法

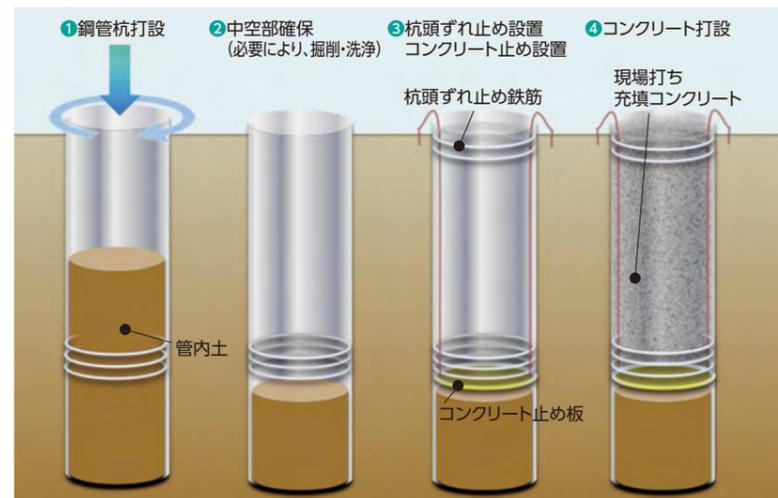
「ハイブリッド鋼管杭工法」は、施工後の鋼管杭の上部中空部にコンクリートを充填し、コンクリート充填鋼管とした杭体を構築する工法です。コンクリートを充填する区間の鋼管内部にずれ止め（杭頭ずれ止め突起、ならびに下端突起）を設けて、鋼管とコンクリートの一体化を図ります。

- 1 高い経済性**
上部鋼管を合成構造部材とし、板厚を低減することが可能です。
- 2 優れた耐震性能**
地震力に対して大きな耐荷能力と変形性能を有する杭体構造です。
- 3 確かな品質**
コンクリートは気中施工するため、安定した品質が得られます。
- 4 広い適用性**
コンクリートを充填できれば、鋼管杭の施工方法による制約はありません。

構造・技術の概要



施工手順



- 杭上部の耐力が不足して大きな曲げモーメントに抵抗できない。
- 鋼管杭の板厚を落とした経済的な設計がしたい。

- ▶ 鋼コンクリートの合成により、杭体耐力UP
- ▶ 経済的な設計可能

基準・公的認証

●（一財）日本建築総合試験所
性能証明取得（2013年5月8日）
GBRC性能証明 第08-09号改

適用範囲

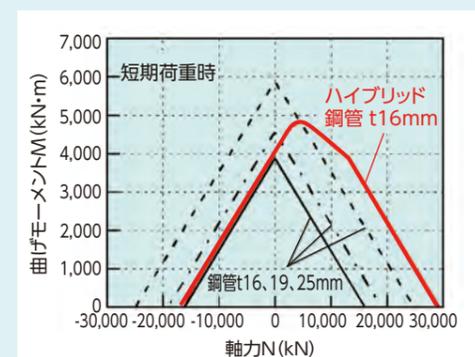
対象鋼材	鋼管			コンクリート	
	杭径 D	板厚 t	径厚比 D/t	設計基準強度	充填長さ
SKK400 SKK490 NSPP®540※	≤1,600mm	9mm≤	≤80	21~40 N/mm ²	3.5D≤

※国土交通大臣認定取得材料
認定番号：MSTL-0356、MSTL-0411、MSTL-0412

適用効果事例（杭径1,000mm、Fc=27N/mm²）

- コンクリート充填鋼管の設計耐力は、一般化累加強度式で算定。
- 杭体の耐力が大幅に向上し、経済的な設計が可能。

M-N図



施工状況



建築基礎周辺技術

拡頭リング工法®

「拡頭リング工法」は、外鋼管・ダイヤフラム・定着鉄筋から構成される工場製作の拡頭リングを施工後の杭に設置し、内部にコンクリートを充填する杭頭剛接合構造です。杭に大きな引張軸力が作用する場合には、杭内鉄筋を併用することもできます。

- 1 高耐力と優れた変形性能**
地震力に対して大きな耐力と高い変形性能を有する杭頭接合構造です。
- 2 杭頭過密配筋の解消**
杭より大径の拡頭リングを介して基礎へ定着するため過密配筋を解消できます。
- 3 品質の向上と工期の短縮**
定着鉄筋の現場溶接が不要なため品質が向上し、かつ現場工期の短縮も図れます。
- 4 高い構造信頼性**
耐力性能や構造ディテール、適用範囲等が明確であり高い構造信頼性を有しています。

- 軸力・曲げモーメントが大きく、杭頭接合部の耐力が足りない。
- 杭頭鉄筋が過密になってしまう。
- 現場での鉄筋組立作業に時間がかかってしまう。

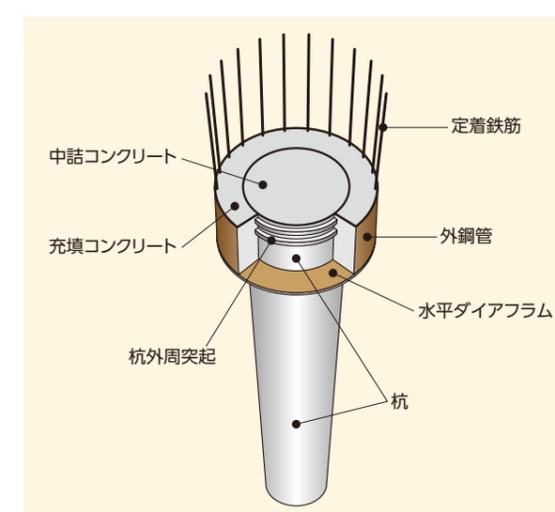
- ▶ 杭頭部の耐力UP
- ▶ 過密配筋を解消
- ▶ 現場作業性を改善

基準・公的認証

●（一財）日本建築総合試験所
性能証明取得（2009年7月7日）
GBRC性能証明 第06-22号改

● 国土交通省
NETIS登録工法
No.KK-120068-A

構造・技術の概要



適用範囲

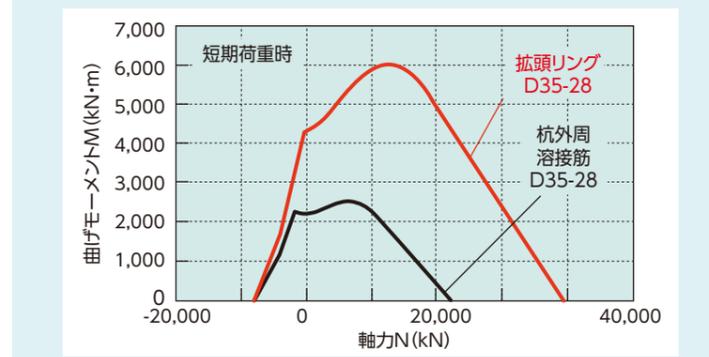
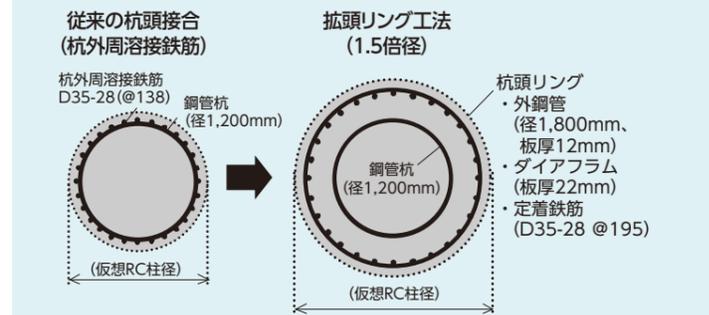
適用杭		外鋼管径
杭種	杭径D	
鋼管杭 場所打ち鋼管コンクリート杭	≤1,800mm	1.5D※ 1.35D※
	SC杭	≤1,200mm

※ただし、2,400mm以下

標準寸法例

杭外径 (mm)	拡頭リング寸法 (mm)			
	外鋼管		ダイヤフラム	
	外径	板厚	内径	板厚
800	1,200	12	830	22
900	1,350	12	930	22
1,000	1,500	12	1,030	22
1,100	1,650	14	1,130	28
1,200	1,800	14	1,240	28

適用効果事例（杭径1,200mm、Fc=27N/mm²、鉄筋SD390）



施工状況



機械式継手

ガチカムジョイント®

鋼管杭・鋼管矢板の現場接合に代わる機械式継手です。継手にある4段のギアが噛み合うことで荷重を伝達します。ギア構造の採用により部品数を大幅に削減し、コンパクトな継手を実現しました。

1 施工時間の短縮

従来の溶接継手に比べ施工時間を大幅に短縮、天候や施工者の技量に左右されません。

2 鋼管本体と同等以上の耐力

鋼管本体と同等以上の圧縮耐力、引張耐力、曲げ耐力、せん断耐力を有しています。

3 大径、高強度鋼管に対応

鋼管径はφ1600mmまで、引張強さは570N/mm²まで対応可能です。

4 施工性に優れた構造

ギア構造なので部品数が少なく接合作業に優れており、施工管理も容易です。

- 大径厚肉化で、溶接時間とコストが増加。
- 限られた時間内で、短尺杭を継がざるを得ず、施工能率が上がらない。
- 天候、技能に左右される。
- 溶接検査に時間と費用を要する。

- ▶ **施工時間を短縮**
- ▶ **厳しい施工条件をクリア**

■ 基準・公的認証

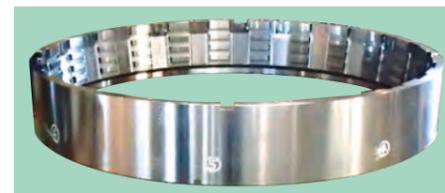
- (一財)土木研究センター 建設技術審査証明(2016年2月) 建技審証第1601号
- (一財)沿岸開発技術研究センター 港湾関連民間技術の確認審査(2017年3月)第16003号

■ 使用材料

継手材料はJIS G 3221(クロムモリブデン鋼鍛鋼品)に規定されるSFCM880Rを使用

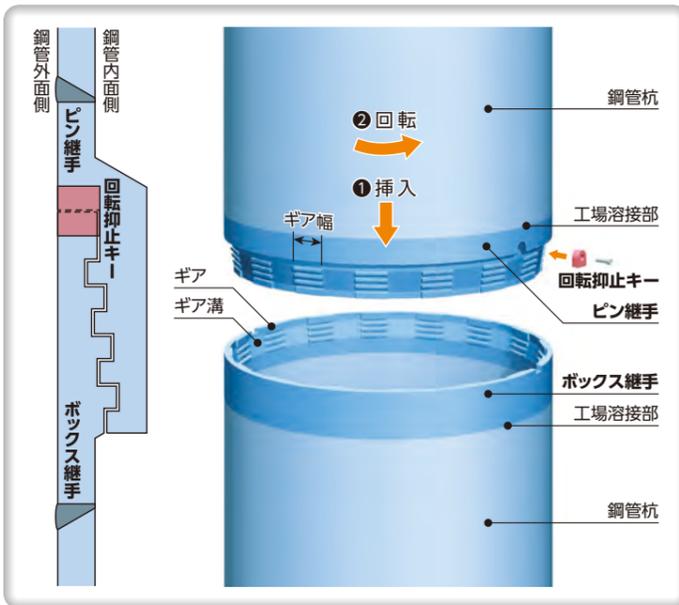


ピン継手



ボックス継手

■ 構造・技術の概要



■ 嵌合手順

- 1 ボックス継手のギア溝にピン継手のギアを挿入
- 2 ピン継手をギア幅長だけ回転
- 3 回転抑止キーの取付により接合完了

■ 製造範囲

鋼管径	φ400mm ~ φ1600mm (インチサイズは1625.6mm以下)
鋼管板厚	9mm ~ 30mm
鋼管鋼種	SKK400 (SKY400)、SKK490 (SKY490)、SM490Y、引張強さ570N/mm ² 鋼管

* 大径、厚肉サイズの場合は事前のご相談をお願いします。

■ 適用工法

- 打撃工法・パイロハンマ工法・埋め込み杭工法
- ガンテツパイル®(鋼管ソイルセメント杭工法)
- ジャイロプレス工法®(回転切削圧入工法)
- NSエコパイル®(回転杭工法)

* 適用検討においては事前のご相談をお願いします。

機械式継手

ラクニカンジョイント®

現場溶接接合に代わる機械式継手です。接合作業と施工管理の簡単化で、工場製品による安定した品質の確保、施工工期の短縮、作業負荷の軽減が図れ、全強の現場継手が全天候で施工できます。

1 大径・厚肉でも簡単接合

鋼管サイズによらず短時間施工が可能(嵌合時間15分程度)

2 接合作業が簡単

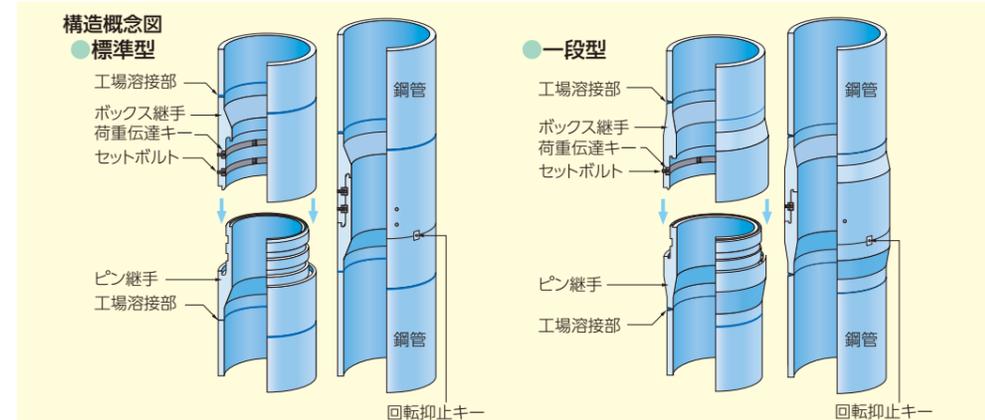
継手を挿入してセットボルトを締め込むだけで、特別な技量や資格が不要

3 施工管理が簡単

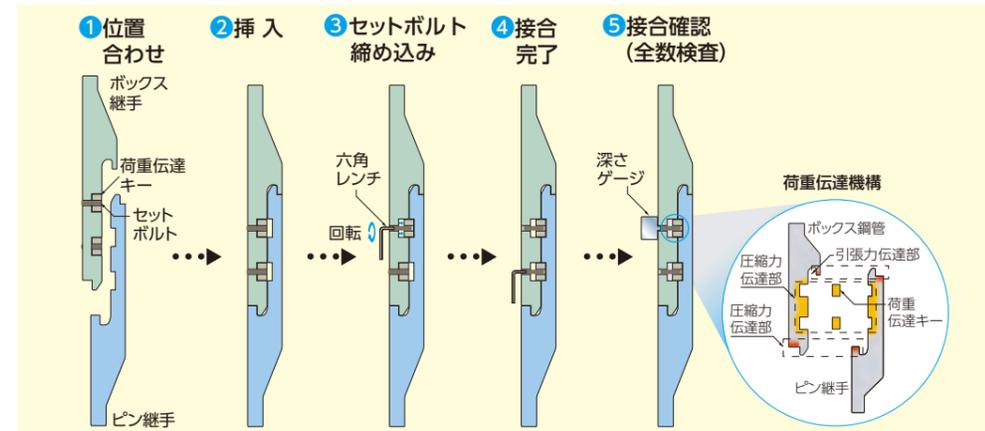
締め込み深さをゲージで確認するだけで、特別な検査機器が不要

4 全強の現場継手

■ 構造・技術の概要



■ 嵌合手順



■ 製造範囲

	標準型	一段型
鋼管径	φ400mm ~ φ1600mm	φ400mm ~ φ1200mm
鋼管板厚	9mm ~ 30mm	9mm ~ 19mm (SKK400) 9mm ~ 14mm (SKK490)
鋼管鋼種	SKK400、SKK490	SKK400、SKK490

* 大径、厚肉サイズの場合は事前のご相談をお願いします。

■ 適用工法

- 打撃工法・パイロハンマ工法・埋め込み杭工法
- ガンテツパイル®(鋼管ソイルセメント杭工法)
- ジャイロプレス工法®(回転切削圧入工法)
- NSエコパイル®(回転杭工法)

* 適用検討においては事前のご相談をお願いします。

■ 基準・公的認証

- 国土交通省 NETIS登録工法 No. KT-040089
- (一財)土木研究センター 建設技術審査証明(2017年1月) 建技審証第0115号
- (一財)沿岸開発技術研究センター 港湾関連民間技術の確認審査(2014年4月)第08002号

■ 実績

- 道路・鉄道橋基礎、港湾施設基礎、河川護岸等を中心に多数の実績

■ 使用材料

継手材料はJIS G 3221(クロムモリブデン鋼鍛鋼品)に規定されるSFCM880Rを使用

突起付き鋼管

圧延突起付き鋼管

- 1 片面に突起が付くように圧延した鋼帯を用いて、スパイラル状の突起を全長に持たせた鋼管です。
- 2 鋼管とコンクリートの合成構造や地盤改良体の芯材として活用できます。
- 3 外面突起、内面突起のいずれでもスパイラル造管が可能です。

製品仕様

規格	内面突起	SKK400-IR, SKK490-IR
	外面突起	SKK400-OR, SKK490-OR
外径	700~2,500mm	
板厚	9~22mm	

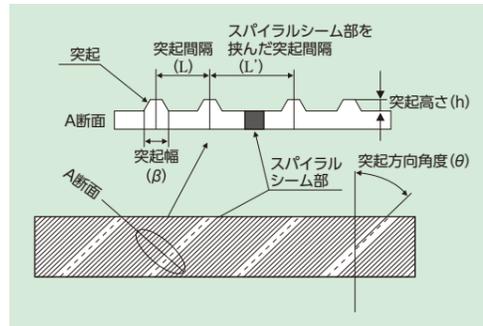
※外径、長さにより事前協議を要する場合があります。 ※上記以外の仕様については別途ご相談下さい。

突起の標準仕様

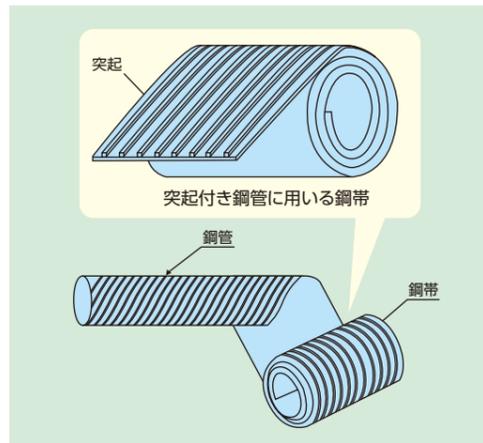
項目	標準仕様
突起高さ(h)	2.5mm以上
突起幅(B)	4mm以上、20mm以下
突起間隔(L)	30mm以上、40mm以下 ただし、スパイラルシーム溶接部を挟んだ突起間隔(L')については230mm以下とする。
突起方向角度(θ)	40度以下

- 用途 ガンテツパイル工法(鋼管ソイルセメント杭工法)、コンクリート充填鋼管、場所打ち鋼管コンクリート杭等、幅広い用途に適用できます。

突起の仕様



素管の成形(外面突起の例)



突起付き鋼管

溶接成型突起付き鋼管

- 1 溶接ビードを成型した突起を取り付けた鋼管です。
- 2 溶接成型突起は鋼管とコンクリートの合成構造等のずれ止めとして活用できます。
- 3 設計上必要な位置・範囲に必要な数の突起を取り付けることが可能です。

製品仕様

規格	SKK400, SKK490, 高強度鋼管(NSPP540, 570N級鋼管)
外径	内面突起の場合：800~2,500mm 外面突起の場合：400~1,600mm
板厚	9~25mm

※外径、長さにより事前協議を要する場合があります。 ※上記以外の仕様については別途ご相談下さい。

突起の標準仕様

項目	標準仕様
突起高さ(h)-突起幅(B)の組合せ	h13mm-B11mm
	h8mm-B6mm
	h6mm-B5mm
突起間隔(L)	100mm, 200mm
突起配置	円環(内面、外面)、螺旋(外面)
使用材料	JIS Z 3312 に規定されるYGW11, YGW18, G59JA1UC3M1T

※上記以外の仕様については別途ご相談下さい。

- 用途 コンクリート充填鋼管、TN-X工法、ガンテツパイル等の先端根固め部ずれ止め、場所打ち鋼管コンクリート杭等、幅広い用途に適用できます。

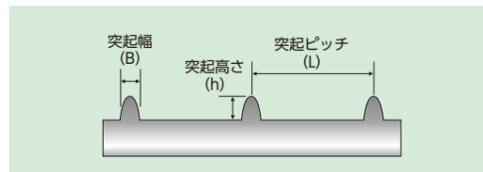
基準・公的認証

- (一財)土木研究センター 試験証明(2017年2月) 第2801号

溶接成型突起付き鋼管



溶接成型突起の仕様



建築基礎構造用高強度鋼管杭

NSPP[®] 540

【国交省大臣認定番号】 MSTL-0356 (東日本製鉄所(鹿島地区)・日鉄大径鋼管株)
MSTL-0411 (東日本製鉄所(君津地区))
MSTL-0412 (九州製鉄所(八幡地区))

- 1 設計基準強度 $F=400N/mm^2$ を実現した、建築基礎構造用の高強度鋼管杭です。
- 2 従来のSKK490と比較して、最大で**20%の鋼重量低減**が可能です。
- 3 材料強度の基準強度を取得し、二次設計への適用が可能です。

化学成分

C	Si	Mn	P	S
≤0.18%	≤0.55%	≤1.65%	≤0.035%	≤0.035%

炭素当量又は溶接割れ感受性組成

炭素当量C _{eq}	溶接割れ感受性組成P _{cm}
0.44%以下	0.29%以下

機械的性質

降伏点又は0.2%耐力	引張強さ	降伏比	伸び		溶接部引張強さ	母材部シャルピー吸収エネルギー
			厚さ6mm	19%以上		
400N/mm ² 以上 580N/mm ² 以下	540N/mm ² 以上	90% 以下	厚さ6mmを超え9mm以下	22%以上	540N/mm ² 以上	27J以上 (0℃)
			厚さ9mmを超え12mm以下	24%以上		
			厚さ12mmを超え16mm以下	27%以上		
			厚さ16mmを超え19mm以下	29%以上		
			厚さ19mmを超え22mm以下	31%以上		
			厚さ22mmを超え25mm以下	33%以上		

適用範囲

外径	400mm~1,600mm
板厚	6mm~25mm

※仕様については別途ご相談下さい。

土木構造用高強度鋼管

570N級高強度鋼管杭

- 1 SKK490に比べて**降伏点が1.4倍**向上した鋼管です。
- 2 鋼管杭や鋼管矢板等の土木構造物に適用可能です。
- 3 従来品のSKK490と比較して**高耐力化**や**鋼重量低減**が可能です。

化学成分

JIS G 3106 溶接構造用圧延鋼材で規定されているSM570 と同一です。

C	Si	Mn	P	S
≤0.18%	≤0.55%	≤1.70%	≤0.035%	≤0.035%

炭素当量又は溶接割れ感受性組成

炭素当量C _{eq}	溶接割れ感受性組成P _{cm}
0.44%以下	0.28%以下

機械的性質

JIS G 3106 溶接構造用圧延鋼材で規定されているSM570 と同等です。

板厚(t)	降伏点又は0.2%耐力	引張強さ
t≤16mm	460N/mm ² 以上	570N/mm ² 以上
16mm<t	450N/mm ² 以上	

適用範囲

仕様については別途ご相談ください。

現場溶接

570N級高強度鋼管杭同士を現場で溶接接合する場合には、降伏点または0.2%耐力が460N/mm²以上で、引張強さが570N/mm²以上の溶接材料を選定します。また従来品のSKK400, 490と溶接接合する場合には、従来品の強度を満足する溶接材料を選定することも可能です。