

環境にやさしく
地震に強い基礎杭

TBSR[®]

鋼管杭先端拡大根固め工法



TBSR工法の特長

TBSR工法は、杭先端部に拡大根固め球根を築造して鋼管杭と既製コンクリート杭に対応した高支持力杭工法です。掘削攪拌性能の優れた掘削ヘッドと、拡大根固め球根との一体性を追求した杭先端構造の開発によって高支持力、高い信頼性を有する施工方法を実現しました。

大きな鉛直支持力

1

拡大根固め球根は、杭径の1.25倍、1.5倍、1.75倍、2.0倍となっており、対応する支持力係数から最適値を選択できます。杭周固定液を使用することによって、高い摩擦力が得られます。

優れた施工性

2

施工方法には、同時埋設方式(中掘り系)と後埋設方式(プレボーリング系)の2種類があり、施工地盤条件や杭長等により最適な施工方法を選択できます。地盤への貫入性のよい先端鋼管構造を開発しました。

高い環境性能

3

同時埋設方式では、鋼管を回転貫入するので、排土量を抑制することが可能です。地盤掘削や杭の埋設には電動の駆動装置を使用するため、低騒音・低振動な工法です。



■杭先端仕様(溶接成型突起)

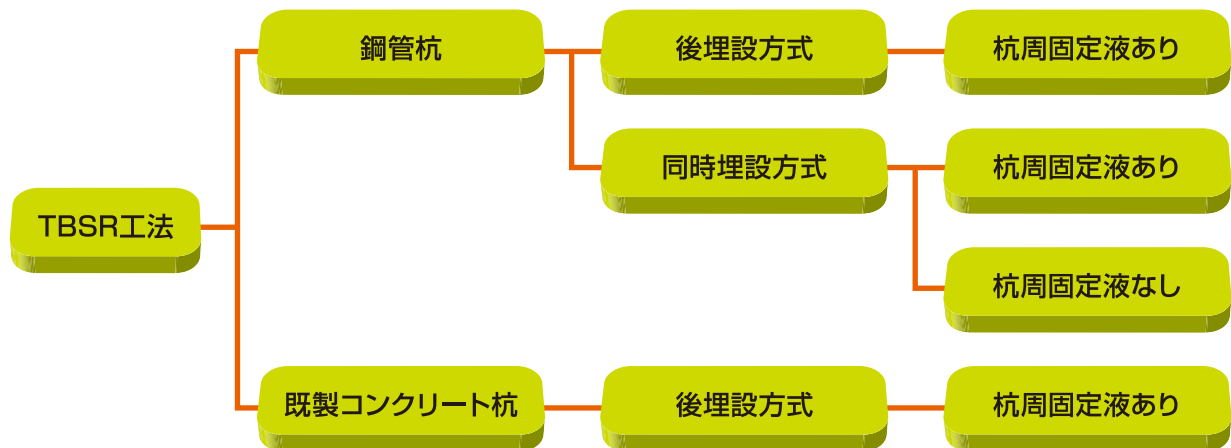


■施工状況(同時埋設方式)

TBSR工法の概要

TBSR工法は、杭材として鋼管杭及び既製コンクリート杭の適用が可能です。

鋼管杭の施工は、同時埋設方式(中掘り系)と後埋設方式(プレボーリング系)の2通りの埋設方式があり、さらに同時埋設方式は、掘削液として水を使用し、掘削ヘッドで鋼管径の内側を掘削する【杭周固定液なし】と、掘削液としてセメントミルクを使用し、掘削ヘッドで鋼管の外側を掘削する【杭周固定液あり】の2種類があります。既製コンクリート杭の施工は、すべて後埋設方式で行い、【杭周固定液あり】となります。



TBSR工法の適用範囲

■ 杭径の範囲

既製コンクリート杭：杭径300mm～1,200mm
 鋼管杭：杭径400mm～1,200mm

■ 基礎杭の先端地盤

砂質地盤、礫質地盤

■ 基礎杭の周囲の地盤

砂質地盤、粘土質地盤

■ 最大施工深さ

砂質地盤：杭施工地盤面-64.7m
 礫質地盤：杭施工地盤面-72.1～-78.4m
 (杭施工地盤面から拡大根固め球根下端までの深さ)



TACP-0365



TACP-0366



TACP-0367



TACP-0368



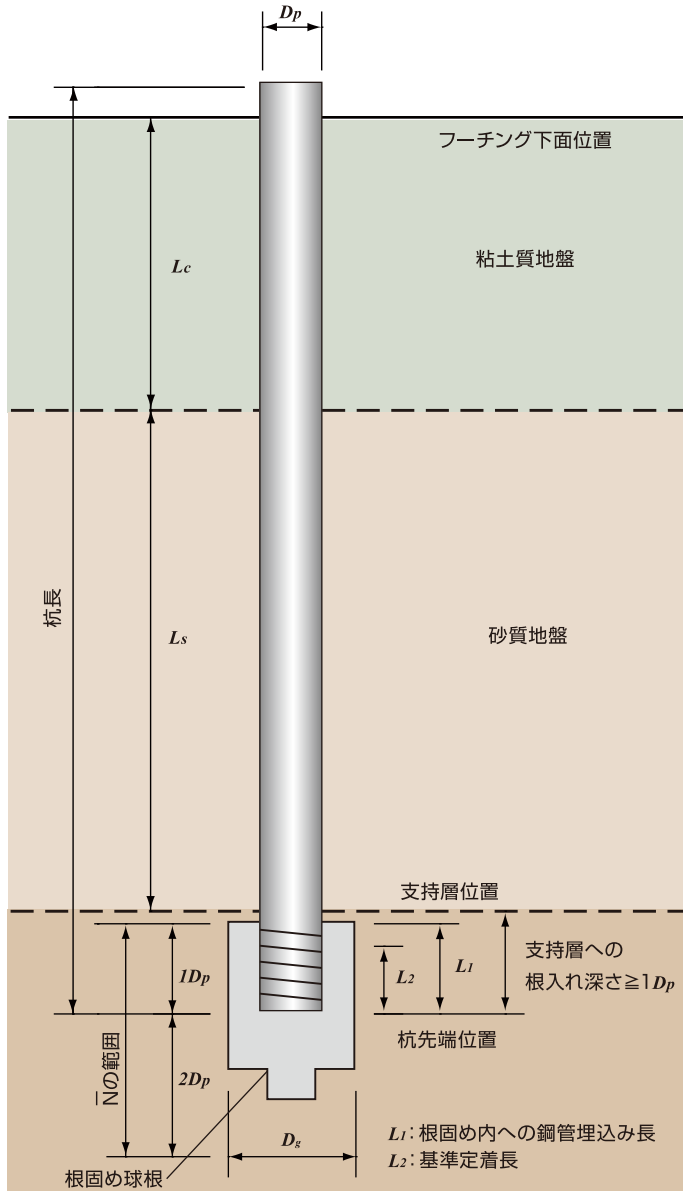
TACP-0369



TACP-0370

地盤より決まる長期許容鉛直支持力

$$R_a = \frac{1}{3} \left\{ \alpha \bar{N} A_p + \left(\beta \bar{N}_s L_s + \gamma \bar{q}_u L_c \right) \Psi \right\}$$



R_a : 杭の長期許容鉛直支持力

α : 杭先端支持力係数 ($\alpha=316$)

β : 砂質地盤における杭周面摩擦力係数
(杭周固定液を用いない場合 $\beta=1.8$)
(杭周固定液を用いる場合 $\beta=4.2$)

γ : 粘土質地盤における杭周面摩擦力係数
(杭周固定液を用いない場合 $\gamma=0.33$)
(杭周固定液を用いる場合 $\gamma=0.51$)

\bar{N} : 基礎杭の先端付近(杭先端位置より上方に $1D_p$ 、下方に $2D_p$ (D_p : 杭径(m)の範囲)の地盤の標準貫入試験による打撃回数の平均値(回)
ただし、 $18 < \bar{N} \leq 60$ とし、個々のN値の最大値は100とする。

A_p : 基礎杭の先端の有効断面積(m^2)

$$A_p = \frac{\pi}{4} \cdot D_p^2 \cdot \left(1.0 + 0.4 \cdot \frac{L_2}{D_p} \right)^{\frac{5}{3}}$$

ただし、 D_p : 杭径(m)

L_2 : 先端鋼管部の根固め内への基準定着長(m)

\bar{N}_s : 基礎ぐいの周囲の地盤のうち砂質地盤の標準貫入試験による打撃回数の平均値(回)
ただし、 $\bar{N}_s \leq 30$ とし、 \bar{N}_s が30を超えるときは30とする。

\bar{q}_u : 基礎杭の周囲の地盤のうち粘土質地盤の一軸圧縮強度の平均値(kN/m^2)
ただし、 $\bar{q}_u \leq 200kN/m^2$ とし、
 \bar{q}_u が200を超えるときは200とする。

L_s : 基礎杭の周囲の地盤のうち砂質地盤に接する有効長さの合計(m)

L_c : 基礎杭の周囲の地盤のうち粘土質地盤に接する有効長さの合計(m)

Ψ : 基礎杭の周囲の有効長さ (m)

$$\Psi = \pi \cdot D_p$$

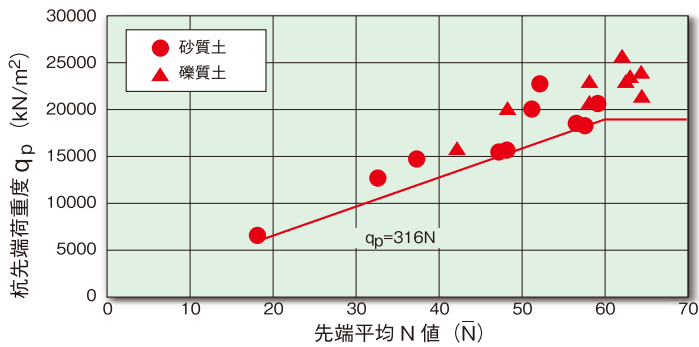
ただし、根固め球根内への埋込み部については周面摩擦力を考慮しない。

根固め球根拡大率と換算 α 値

球根拡大率 $\frac{D_s}{D_p}$	$\frac{L_2}{D_p}$	$\left(1.0 + 0.4 \cdot \frac{L_2}{D_p} \right)^{\frac{5}{3}}$	換算 α 値 α'
1.25	0.0	1.000	316
1.50	0.5	1.355	428
1.75	1.0	1.752	554
2.00	1.5	2.189	692

根固め球根の拡大率に応じて基礎杭の先端の有効断面積(A_p)と先端支持力が決まります。

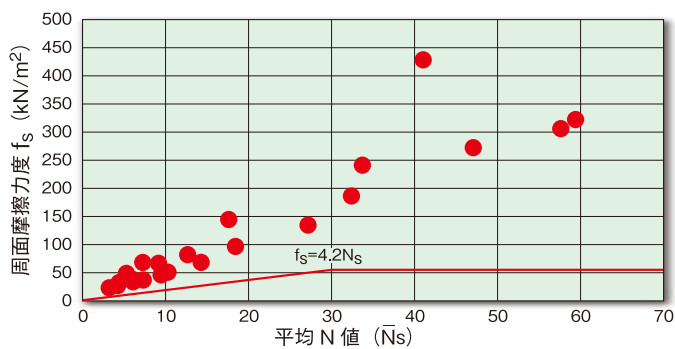
鉛直載荷試験



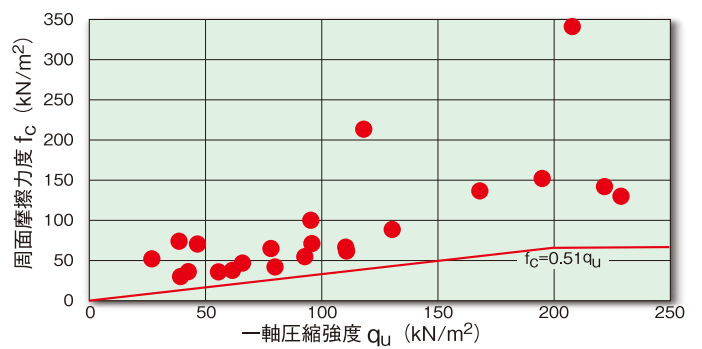
杭先端平均N値と先端荷重の関係
(砂質地盤及び礫質地盤)



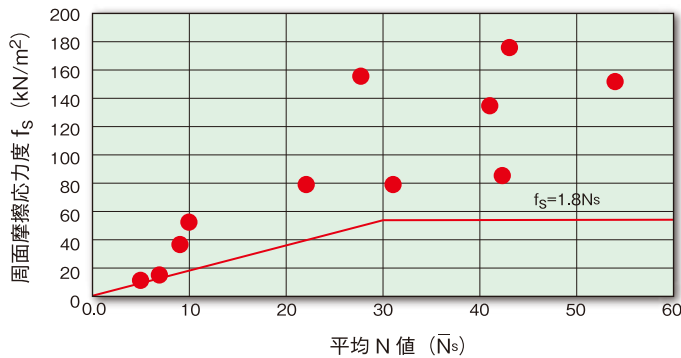
鉛直載荷試験



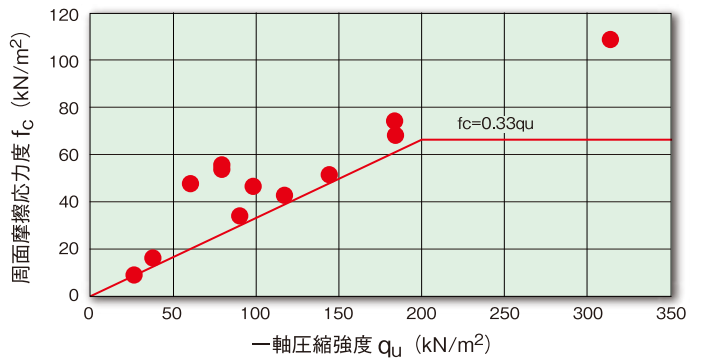
杭周面地盤の平均N値と周面摩擦力度の関係
(砂質地盤 / 杭周固定液あり)



杭周面地盤の一軸圧縮強度と周面摩擦力度の関係
(粘土質地盤 / 杭周固定液あり)



杭周面地盤の平均N値と周面摩擦力度の関係
(砂質地盤 / 杭周固定液なし)



杭周面地盤の一軸圧縮強度と周面摩擦力度の関係
(粘土質地盤 / 杭周固定液なし)

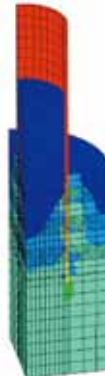
根固め部載荷試験



先端部構造試験



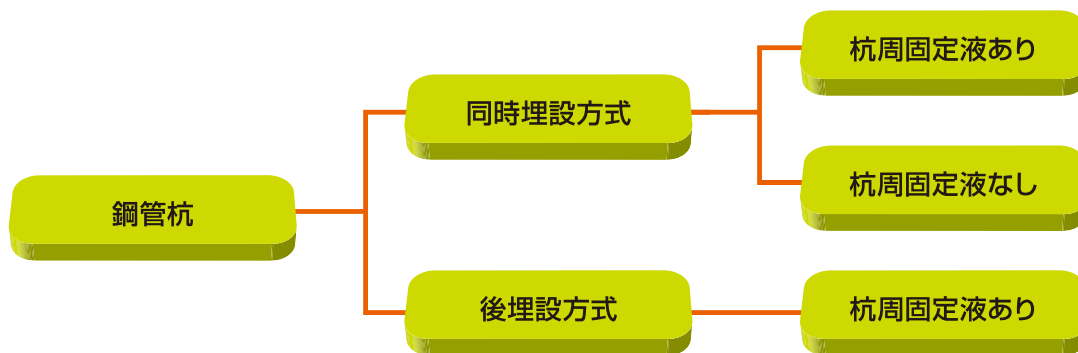
試験後の根固め部の状況



FEM解析による応力コンター図

TBSR工法の施工方法

杭材に鋼管杭を利用した時の施工方法は、2種類の同時埋設方式と後埋設(プレボーリング)方式があります。
 同時埋設方式には、掘削液として水を使用し、掘削ヘッドで鋼管径の内側を掘削する中掘り方式【杭周固定液なし】と、掘削液としてセメントミルクを使用し、掘削ヘッドで鋼管の外側を掘削する外掘り方式【杭周固定液あり】があります。



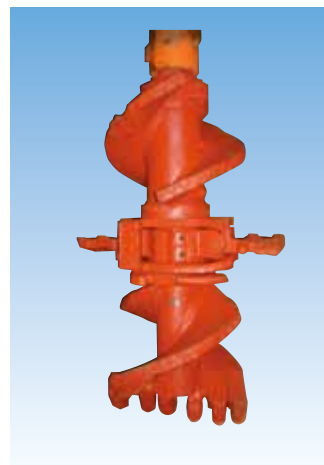
TBSRヘッド仕様(例)

TBSRヘッドは、杭径、拡大根固め球根拡径率により選択します。

■ Aタイプヘッド



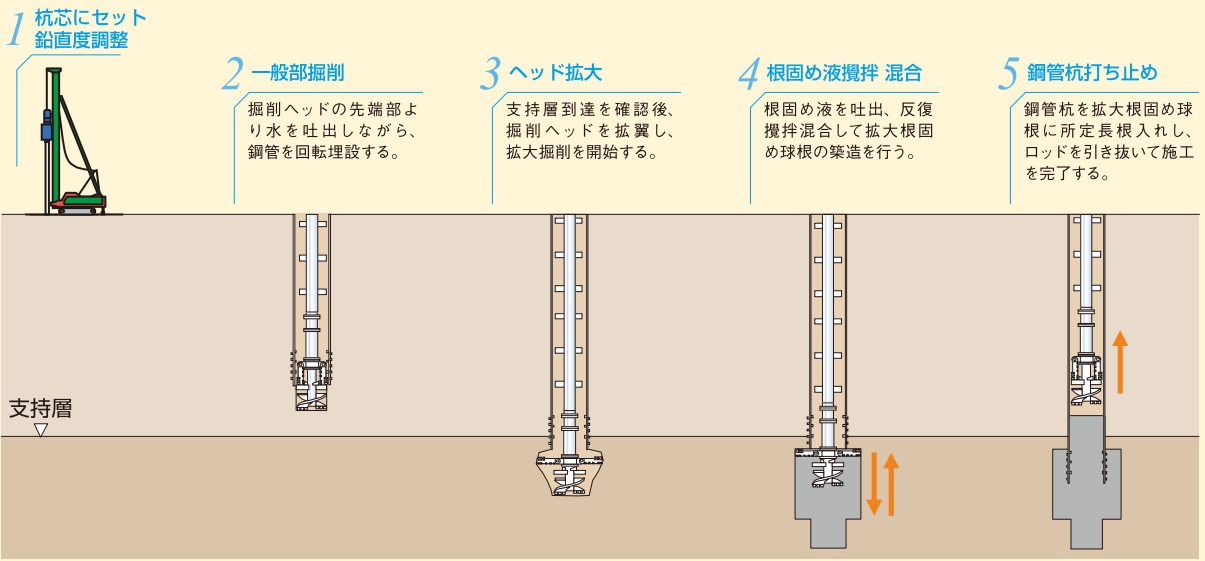
■ Bタイプヘッド



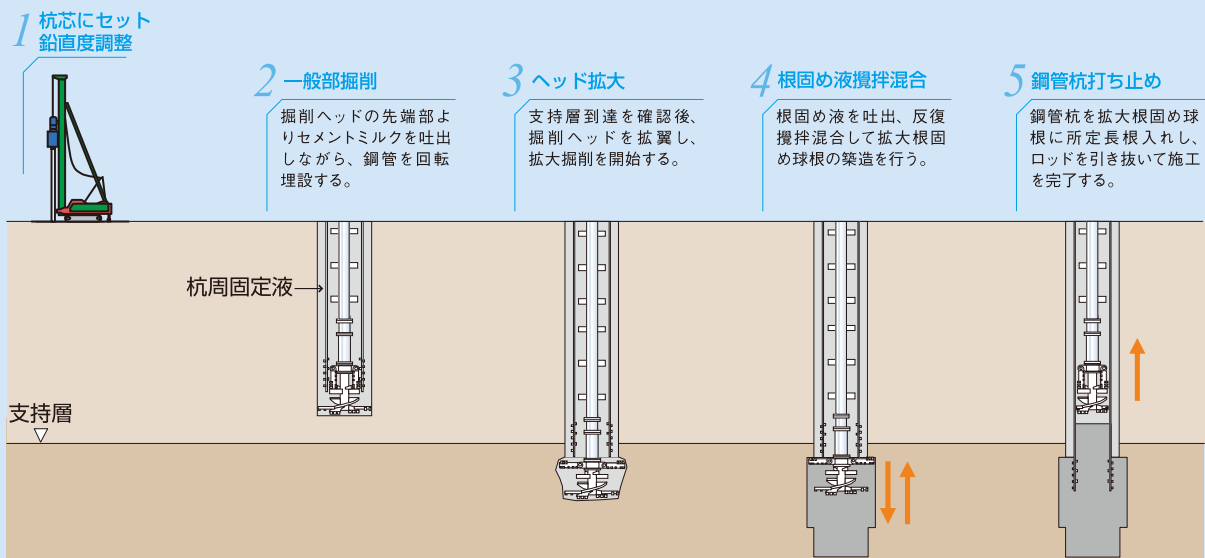
■ Cタイプヘッド



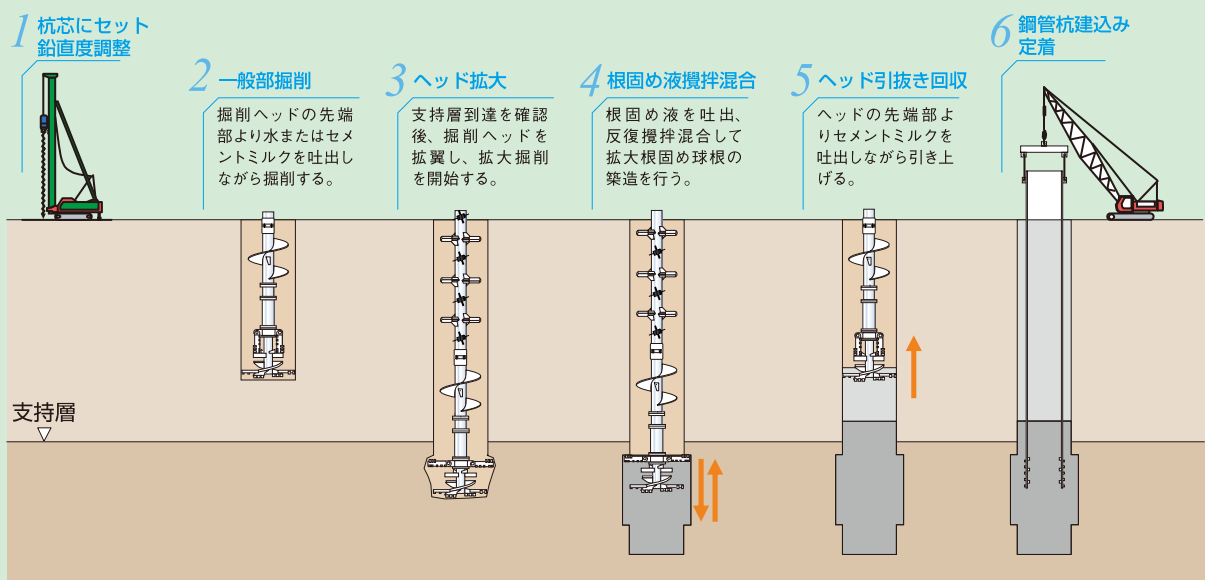
A 同時埋設 中掘り 杭周固定液無し



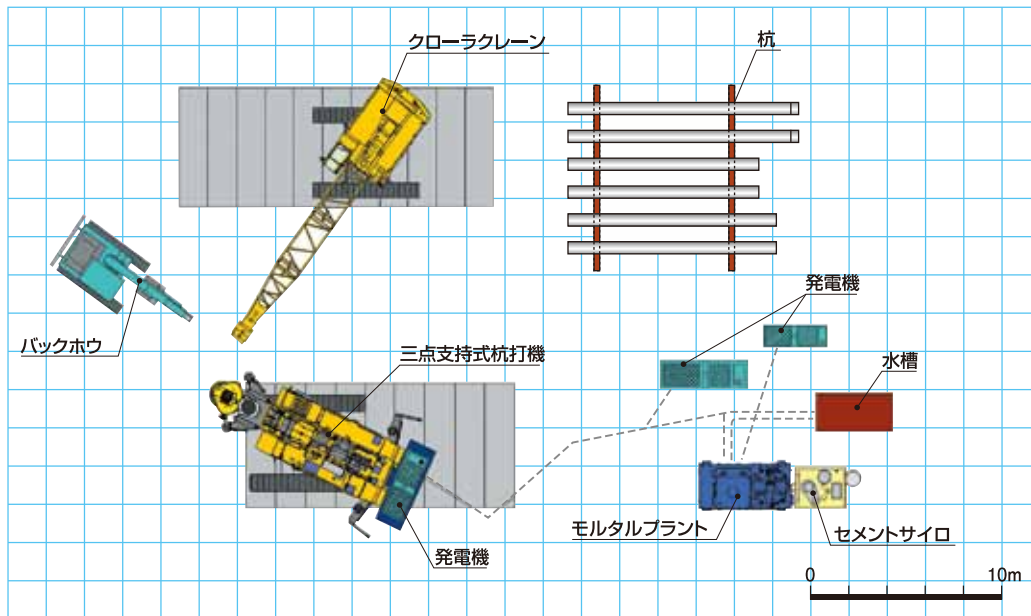
B 同時埋設 外掘り 杭周固定液有り



C 後埋設 (プレボーリング) 杭周固定液有り



名 称	種 類
杭打機	三点支持式
補助クレーン	クローラクレーン/ラフタークレーン
インナーオーガ駆動装置	オーガモーター
アウターオーガ駆動装置	オーガモーター
キャップ	杭頭保持装置
掘削土処理機	バックホウ
電気機器	発電発電機
交流アーク溶接機	半自動アーク溶接機
モルタルプラント	グラウトミキサー/モルタルポンプ
ロッド	掘削ロッド
掘削ヘッド	TBSRヘッド
その他	掘削抵抗管理装置/電流計
	敷鉄板



後埋設方式の施工状況



一般部掘削



クレーンによる鋼管建込み

鉛直載荷試験

TBSR工法で使用する注入液は、掘削液、根固め液及び杭周固定液です。

■ 掘削液

掘削抵抗を減少させるとともに孔内を泥土化させることを目的として注入します。一般的には水を使いますが、掘削孔の崩壊が懸念される地盤ではベントナイトやCMC等を混合した掘削液を使用します。

■ 根固め液

杭先端部と支持層地盤を一体化させ、先端支持力を確保するための注入液で、W/C=60%のセメントミルクです。

■ 杭周固定液

掘削土と攪拌混合して掘削孔壁面と杭外周面との間を充填し、杭周面摩擦力および水平抵抗力を確保するための注入液です。

根固め液及び杭周固定液の配合

■ 根固め液の配合例(1m³あたり)

セメント種類	水セメント比 W/C(%)	セメント C(kg)	水 W(ℓ)	計算密度 (g/cm ³)
普通ポルトランドセメント	60	1,090	654	1.744
高炉セメントB種	60	1,078	647	1.725

■ 杭周固定液の配合例(1m³あたり)

セメント種類	水セメント比 W/C(%)	セメント C(kg)	水 W(ℓ)	計算密度 (g/cm ³)
普通ポルトランドセメント	60	1,090	654	1.744
	100	759	759	1.518
	120	659	791	1.450
高炉セメントB種	60	1,078	647	1.725
	100	753	753	1.506
	120	655	786	1.441

拡大根固め球根築造図



掘り起こした根固め球根の外観
所定の形状と寸法を確認



根固め球根の切断状況
品質のバラツキがないことを確認

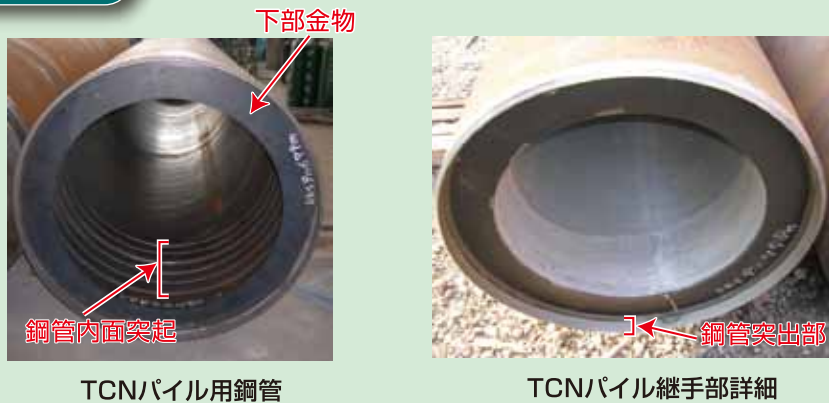
使用する杭材料

TBSR工法に使用する鋼管杭は、軸部径 $\phi 400 \sim \phi 1200$ を適用範囲とします。また、中杭および上杭にはTCNパイル(外殻鋼管付きコンクリート杭、BCJ評定-FD0337-01、FD0338-01)の利用が可能です。断面耐力の大きなTCNパイルを用いることで、経済的な設計ができます。TCNパイルを利用するときの施工方法は、後埋設方式となります。

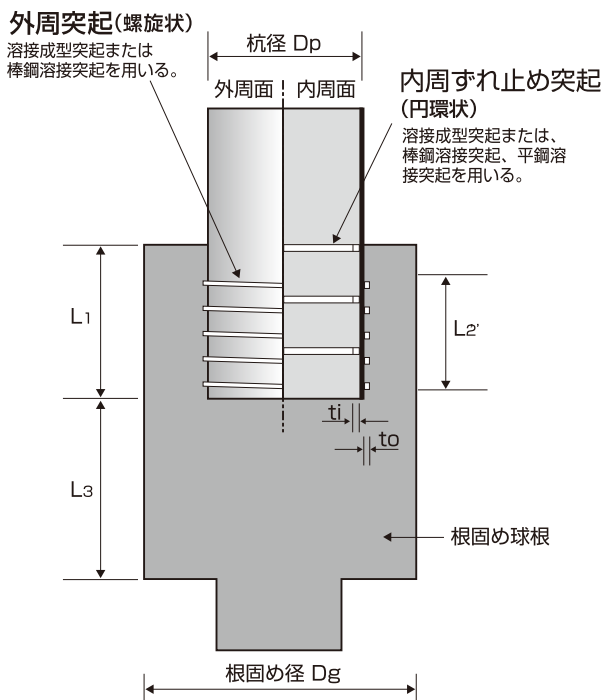
TCNパイルについて

TCNパイルは、遠心力成形したのち、常圧蒸気養生を施した外殻鋼管付きコンクリート杭です。端部には鋼管杭との継手部を有していて、現場または工場にて鋼管杭と直接溶接接合することが可能です。杭径は400~1200mm、鋼管材質はSKK400とSKK490の2種類、コンクリート強度は80N/mm²と105N/mm²の2種類から選択が可能です。

TCNパイル継手部の形状



鋼管先端部&根固め部仕様



項目	記号	範囲
杭径	Dp	400~1,200mm
根固め倍率	Dg/Dp	1.25~2.00
外周突起設置部の長さ*	L2'	200~1,800mm
鋼管埋め込み長	L1	400~1,900mm
外周突起段数	no	2~18段
外周突起高さ	to	8~13mm
内周すれ止め段数	ni	2~8段
内周すれ止め高さ	ti	8~16mm以上
余長	L3	1,000mm以上かつ1.0Dp以上
全高さ	L1+L3	1,400~3,100mm

*外周突起設置部の長さがL2' (設計より決まる基準定着長) 以上かつL2' ≥ 200 mmとなるよう設定した製品仕様。



溶接成型突起

TBSR工法の支持力表(長期)

杭径 D_p (mm)		400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200		
杭周長 ψ (m)		1.257	1.571	1.885	2.199	2.513	2.827	3.142	3.456	3.770		
標準板厚 (mm)		9,12	9,12,14	9,12, 14,16	9,12, 14,16	9,12, 14,16	12,14, 16,19	12,14, 16,19	12,14, 16,19	14,16, 19,22		
先端 支持 力 (kN/本)	球根拡大率 D_g/D_p =1.25	先端有効断面積 $A_p(m^2)$	0.1257	0.1963	0.2827	0.3848	0.5027	0.6362	0.7854	0.9503	1.1310	
		\bar{N} ($\alpha=316$)	20	264	413	595	810	1,058	1,340	1,654	2,002	2,382
			30	397	620	893	1,216	1,588	2,010	2,481	3,003	3,573
			40	529	827	1,191	1,621	2,117	2,680	3,309	4,004	4,765
			50	661	1,034	1,489	2,026	2,647	3,350	4,136	5,005	5,956
	60	794	1,240	1,786	2,432	3,176	4,020	4,963	6,006	7,147		
	球根拡大率 D_g/D_p =1.50	先端有効断面積 $A_p(m^2)$	0.1703	0.2661	0.3831	0.5215	0.6811	0.8621	1.0643	1.2878	1.5326	
		\bar{N} ($\alpha=316$)	20	358	560	807	1,098	1,434	1,816	2,242	2,712	3,228
			30	538	840	1,210	1,647	2,152	2,724	3,363	4,069	4,842
			40	717	1,121	1,614	2,197	2,869	3,632	4,484	5,425	6,457
			50	896	1,401	2,017	2,746	3,587	4,540	5,605	6,782	8,071
	60	1,076	1,681	2,421	3,295	4,304	5,448	6,726	8,138	9,685		
	球根拡大率 D_g/D_p =1.75	先端有効断面積 $A_p(m^2)$	0.2202	0.3440	0.4954	0.6743	0.8807	1.1146	1.3761	1.6650	1.9815	
		\bar{N} ($\alpha=316$)	20	463	724	1,043	1,420	1,855	2,348	2,898	3,507	4,174
			30	695	1,087	1,565	2,130	2,782	3,522	4,348	5,261	6,261
			40	927	1,449	2,087	2,840	3,710	4,696	5,797	7,015	8,348
			50	1,159	1,811	2,609	3,551	4,638	5,870	7,247	8,769	10,436
	60	1,391	2,174	3,130	4,261	5,565	7,044	8,696	10,522	12,523		
	球根拡大率 D_g/D_p =2.00	先端有効断面積 $A_p(m^2)$	0.2750	0.4298	0.6189	0.8423	1.1002	1.3924	1.7191	2.0801	2.4754	
		\bar{N} ($\alpha=316$)	20	579	905	1,303	1,774	2,317	2,933	3,621	4,381	5,214
30			869	1,358	1,955	2,661	3,476	4,400	5,432	6,572	7,822	
40			1,158	1,810	2,607	3,549	4,635	5,866	7,242	8,763	10,429	
50			1,448	2,263	3,259	4,436	5,794	7,333	9,053	10,954	13,037	
60	1,738	2,716	3,911	5,323	6,953	8,800	10,864	13,145	15,644			
杭 周 面 摩 擦 力 (kN/m)	固定液あり	砂質土 \bar{N}_s ($\beta=4.2$)	10	17.5	21.9	26.3	30.7	35.1	39.5	43.9	48.3	52.7
			15	26.3	32.9	39.5	46.1	52.7	59.3	65.9	72.5	79.1
			20	35.1	43.9	52.7	61.5	70.3	79.1	87.9	96.7	105.5
		粘土質土 \bar{Q}_u ($\gamma=0.51$)	50	10.6	13.3	16.0	18.6	21.3	24.0	26.7	29.3	32.0
			100	21.3	26.7	32.0	37.3	42.7	48.0	53.4	58.7	64.0
			150	32.0	40.0	48.0	56.0	64.0	72.0	80.1	88.1	96.1
	固定液なし	砂質土 \bar{N}_s ($\beta=1.8$)	10	7.5	9.4	11.3	13.1	15.0	16.9	18.8	20.7	22.6
			15	11.3	14.1	16.9	19.7	22.6	25.4	28.2	31.1	33.9
			20	15.0	18.8	22.6	26.3	30.1	33.9	37.6	41.4	45.2
		粘土質土 \bar{Q}_u ($\gamma=0.33$)	50	6.9	8.6	10.3	12.0	13.8	15.5	17.2	19.0	20.7
100	13.8		17.2	20.7	24.1	27.6	31.1	34.5	38.0	41.4		
150	20.7	25.9	31.1	36.2	41.4	46.6	51.8	57.0	62.2			

※ 建築構造設計指針を参考に $\bar{Q}_u=12.5\bar{N}_c$ から求めた粘土質地盤のN値



日本ヒューム株式会社

本 社 〒105-0004 東京都港区新橋5丁目33番11号 TEL : (03)3433-4111(大代)
技術研究所 〒360-0161 熊谷市万吉3300番地 TEL : (048)536-5431(代)

東 京 支 社 〒105-0004 東京都港区新橋5丁目33番11号(新橋NHビル) TEL : (03)3433-4121(代)
府 中 営 業 所 〒183-0011 府中市白糸台2丁目66番3号 TEL : (042)302-5553(代)
横 浜 営 業 所 〒231-0011 横浜市中区太田町5丁目69番(山田ビル) TEL : (045)226-1691(代)
川 崎 営 業 所 〒213-0033 川崎市高津区下作延5丁目28番1号(スノーヴァ溝の口・R246内) TEL : (044)814-2367(代)
千 葉 営 業 所 〒264-0024 千葉市若葉区高品町1593番2号(カーサ・アン) TEL : (043)235-5352(代)
北 関 東 営 業 所 〒330-0843 さいたま市大宮区吉敷町1丁目31番地1(明治安田生命大宮吉敷町ビル) TEL : (048)612-7604(代)
熊 谷 営 業 所 〒360-0161 熊谷市万吉3300番地 TEL : (048)536-3710(代)
東 北 営 業 所 〒980-0802 仙台市青葉区二日町3番10号(グラン・シャリオビル) TEL : (022)713-8005(代)
熊 谷 工 場 〒360-0161 熊谷市万吉3300番地 TEL : (048)536-0343(代)

大 阪 支 社 〒550-0004 大阪市西区鞆本町1丁目7番25号(TK鞆本町ビル) TEL : (06)6479-2020(代)
岡 山 営 業 所 〒700-0901 岡山市北区本町10番22号(本町ビル) TEL : (086)235-8891(代)
広 島 営 業 所 〒730-0016 広島市中区鞆町13番14号(新広島ビル) TEL : (082)223-3401(代)
高 松 営 業 所 〒760-0018 高松市天神前10番5号(高松セントラルスカイビルディング) TEL : (087)835-9609(代)
尼 崎 工 場 〒660-0086 尼崎市丸島町32番地 TEL : (06)6416-4201(代)

名 古 屋 支 社 〒460-0007 名古屋市中区新栄2丁目19番6号(グランスクエア新栄) TEL : (052)253-9061(代)
三 重 営 業 所 〒510-8114 三重郡川越町亀崎新田58番地 TEL : (059)364-8880(代)
岐 阜 営 業 所 〒501-0225 瑞穂市祖父江46番81号 TEL : (058)329-5025(代)
金 沢 営 業 所 〒921-8011 金沢市入江1丁目472番地 TEL : (076)292-0045(代)
三 重 工 場 〒510-8114 三重郡川越町亀崎新田58番地 TEL : (059)365-2126(代)

福 岡 支 社 〒812-0034 福岡市博多区下呉服町2番29号(栗原工業ビル) TEL : (092)283-5155(代)
北九州営業所 〒808-0075 北九州市若松区赤岩町2番1号 TEL : (093)791-0026(代)
熊 本 営 業 所 〒862-0962 熊本市東区尾ノ上2丁目11番18号 TEL : (096)213-2007(代)
九 州 工 場 〒808-0075 北九州市若松区赤岩町2番1号 TEL : (093)791-0026(代)

札 幌 支 社 〒060-0042 札幌市中央区大通西4丁目1番地(道銀ビル) TEL : (011)231-8141(代)
函 館 営 業 所 〒040-0036 函館市東雲町5番11号(寺井ビル) TEL : (0138)24-0501(代)
旭 川 営 業 所 〒071-8113 旭川市東鷹栖東3条2丁目1924番1(ナトリ株式会社 旭川支店事務所内) TEL : (0166)58-5510(代)
苫 小 牧 営 業 所 〒059-1372 苫小牧市勇払132番地 TEL : (0144)56-1850(代)
苫 小 牧 工 場 〒059-1372 苫小牧市勇払132番地 TEL : (0144)56-0226(代)
函 館 工 場 〒042-0904 函館市庵原町162番地1号(東洋コンクリート株式会社内) TEL : (0138)58-4112(代)

ご注意とお願い

- このカタログは、TBSR工法について一般的な情報の提供を目的とするものです。
- 本工法を用いた建築物の基礎の設計は、建築基準法や関係法令、指針・基準等を遵守し、適正に設計していただきますようお願い致します。
- 本カタログ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障害につきましては、責任を負いかねますのでご承知おください。
- 本カタログに記載されている内容は、予告なく変更される事がありますので、あらかじめご了承ください。

<http://www.nipponhume.co.jp>