

環境にやさしく  
地震に強い基礎杭

TBSR<sup>®</sup>

既製コンクリート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。



■ 杭先端部

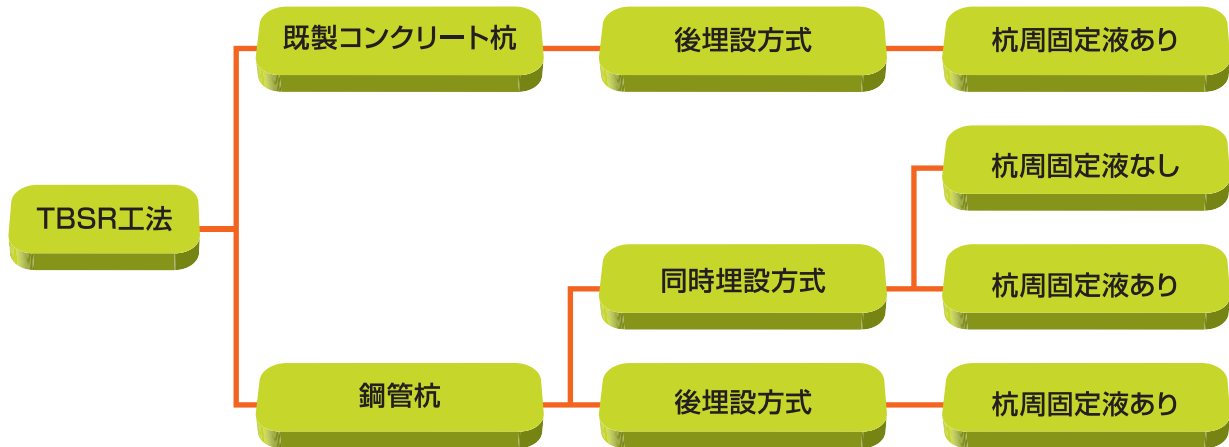


■ 施工状況

## 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

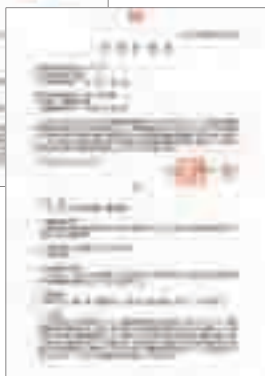
砂質地盤、粘土質地盤

### ■ 最大施工深さ

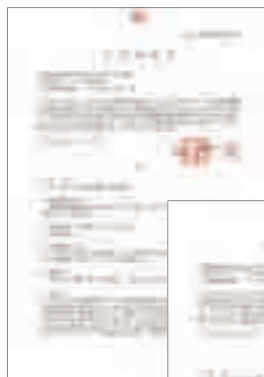
砂質地盤：杭施工地盤面-64.7m  
 礫質地盤：杭施工地盤面-72.1～-78.4m  
 (杭施工地盤面から拡大根固め球根下端までの深さ)



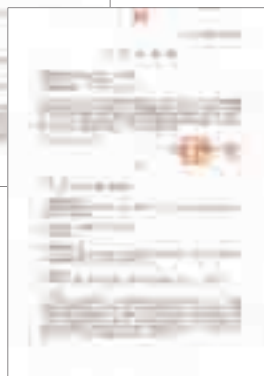
BCJ基評-  
FD0151-03



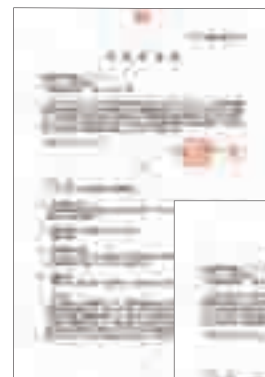
BCJ基評-FD0152-03



BCJ基評-  
FD0192-01



BCJ基評-FD0193-01



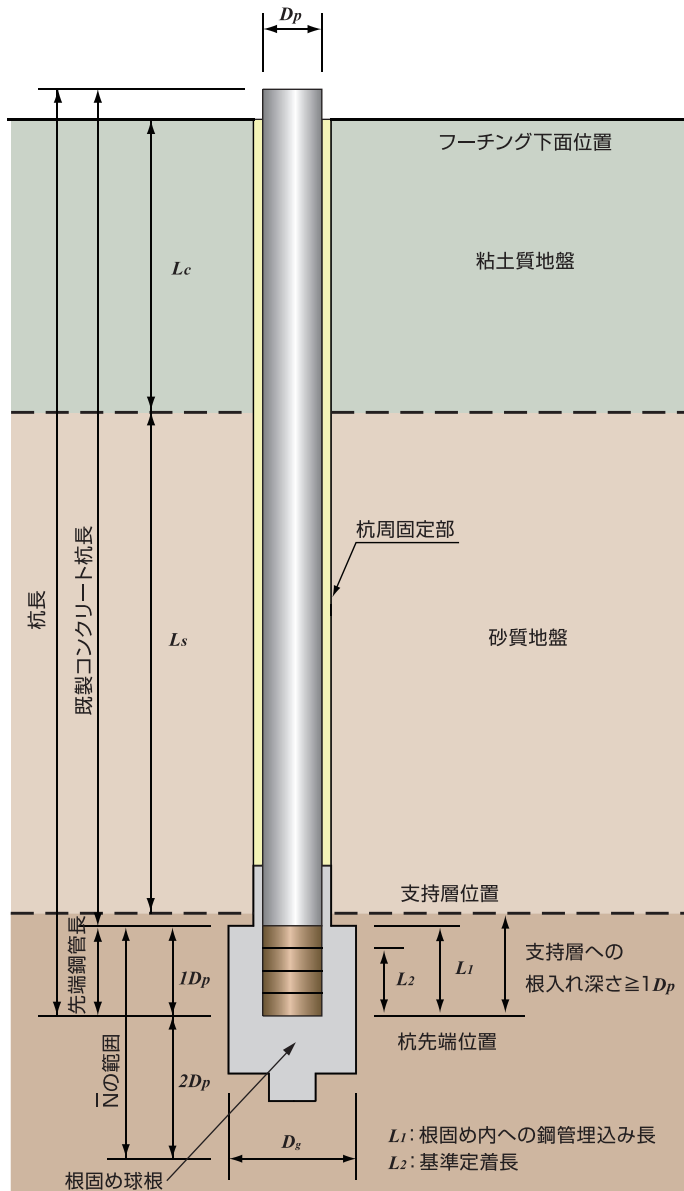
BCJ基評-  
FD0194-01



BCJ基評-FD0195-01

### 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
- $\alpha$  : 杭先端支持力係数 ( $\alpha=316$ )
- $\beta$  : 砂質地盤における杭周面摩擦係数 ( $\beta=4.2$ )
- $\gamma$  : 粘土質地盤における杭周面摩擦係数 ( $\gamma=0.51$ )
- $\bar{N}$  : 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(回)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)

- $\bar{N}_s$  : 基礎杭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(回)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、 $\bar{q}_u \leq 200 kN/m^2$  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)

- $\Psi$  : 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。

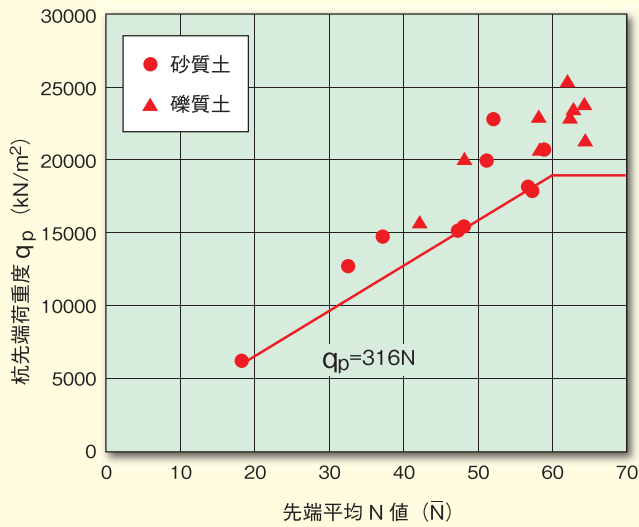
また、中杭または上杭に拡径杭を使用する E タイプ杭の場合においても、基礎杭周囲の有効長さ ( $\Psi$ ) の算定には軸部の直径 ( $D_p$ ) を用いる。

### 根固め球根拡大率と換算 $\alpha$ 値

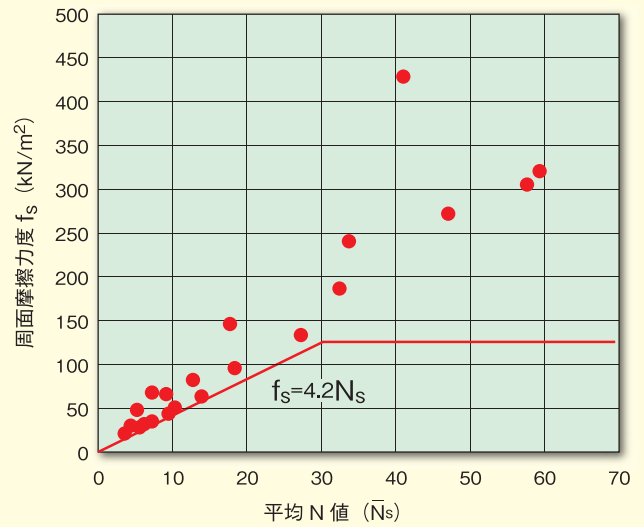
球根拡大率 $\frac{D_s}{D_p}$	$\frac{L_2}{D_p}$	$\left( 1.0 + 0.4 \cdot \frac{L_2}{D_p} \right)^{\frac{5}{3}}$	杭径換算 $\alpha$ 値 $\alpha'$
1.25	0.0	1.000	316
1.50	0.5	1.355	428
1.75	1.0	1.752	554
2.00	1.5	2.189	692

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。

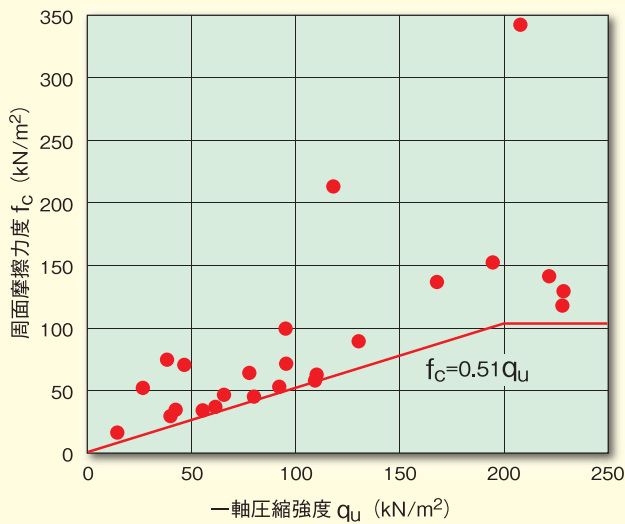
# 鉛直載荷試験



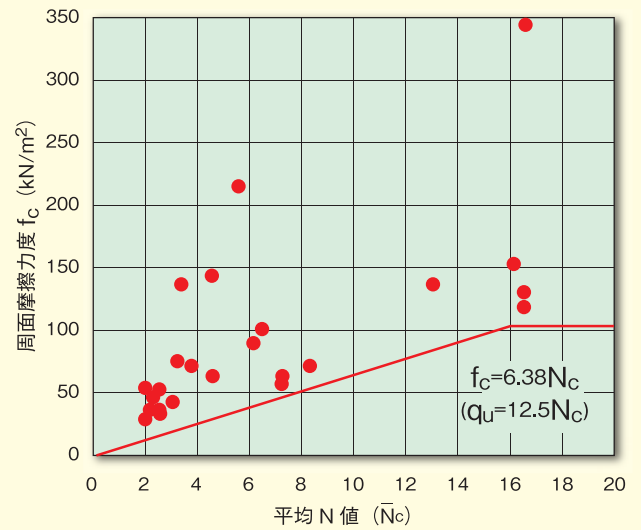
杭先端平均N値と先端荷重の関係  
(砂質地盤及び礫質地盤)



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)



杭周面地盤の平均N値と周面摩擦力度の関係  
(粘土質地盤)



鉛直載荷試験

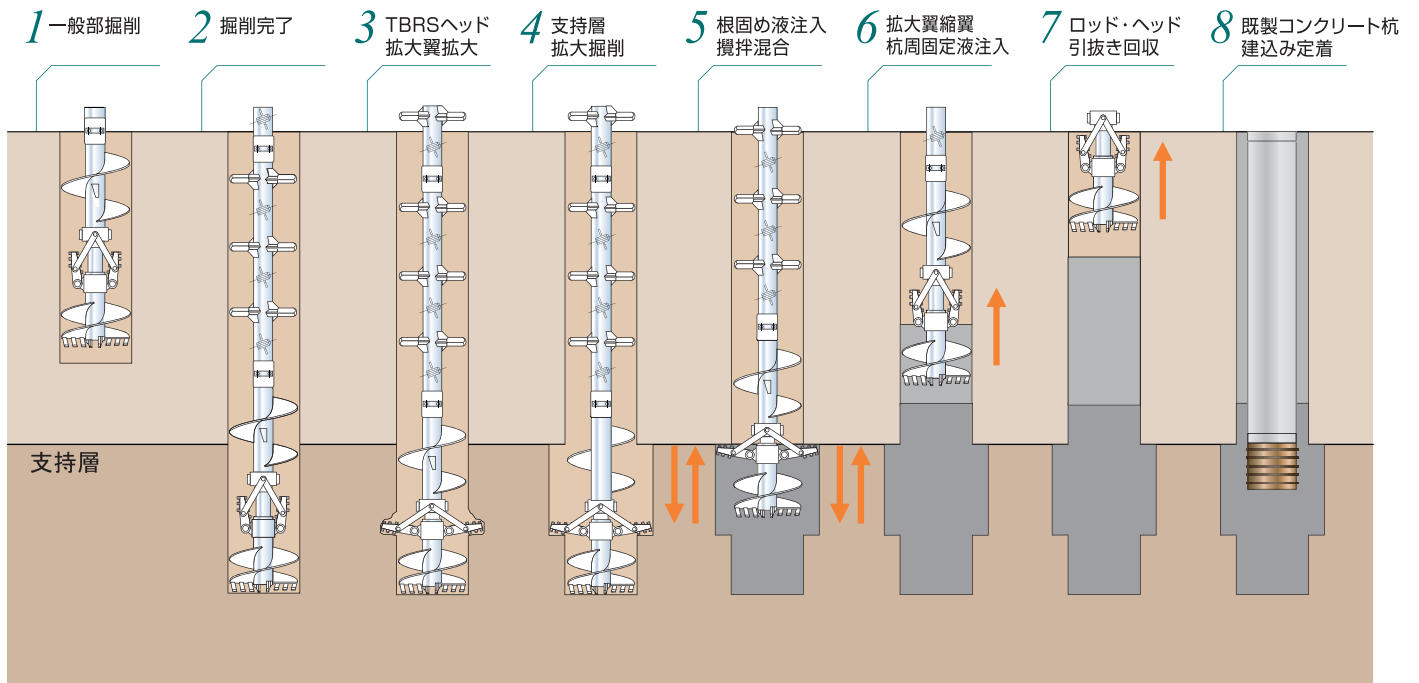


先端部構造試験



FEM解析による応力コンター図

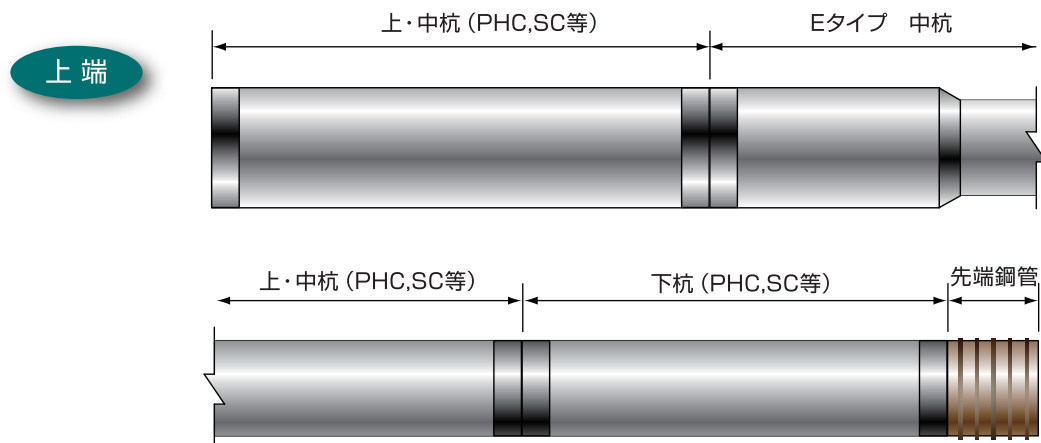
### 施工プロセス



### 使用する杭材料

軸部径 $\phi$ 300～ $\phi$ 1,200mmのすべての種類の既製コンクリート杭を使用できます。  
また、上・中杭には拡径杭を使用できます。  
下杭先端部は、外周突起を設けた先端鋼管を取り付けます。

#### ■ 組合せ例



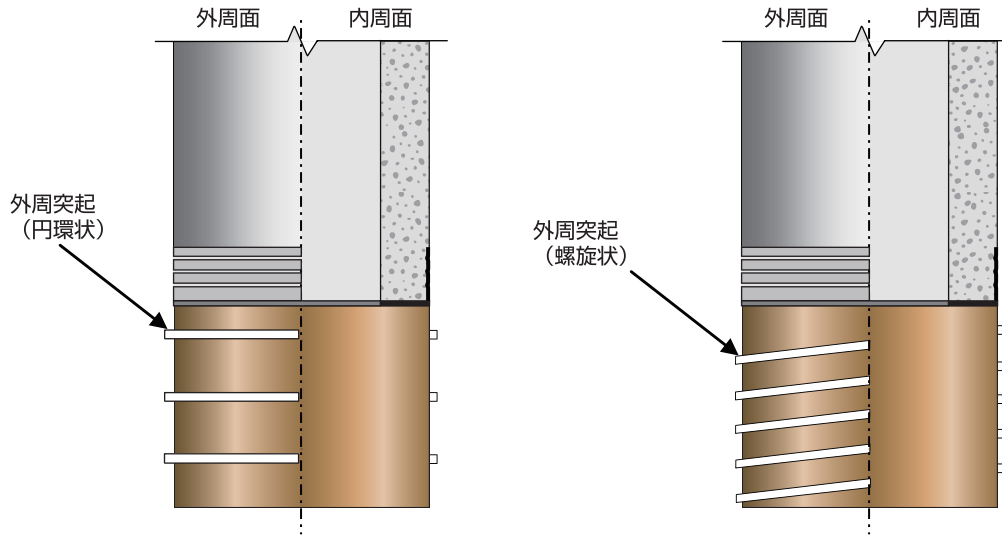


## 先端鋼管

TBSR工法に使用する既製コンクリート杭の先端部には外周に突起を有する先端鋼管を取付けます。外周突起の種別により、円環状配置と螺旋状配置の2種類があります。

円環状配置：平鋼溶接突起

螺旋状配置：溶接成型突起、棒鋼溶接突起



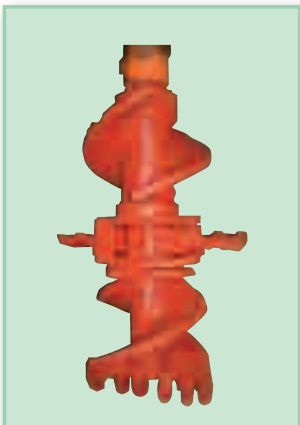
## TBSRヘッド仕様(例)

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

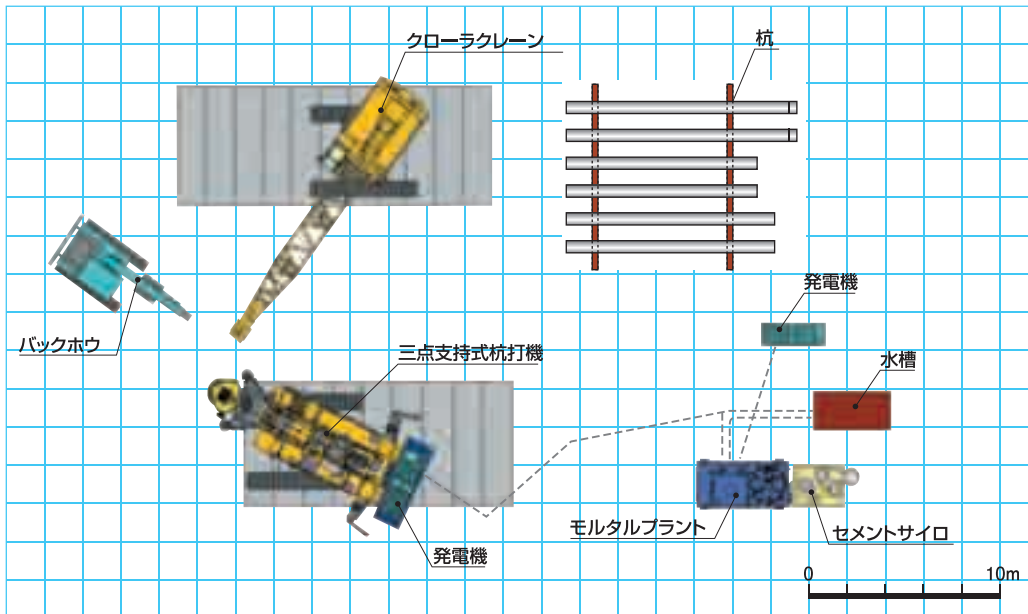


### ■ Cタイプヘッド



## TBSR工法の施工機械

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
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



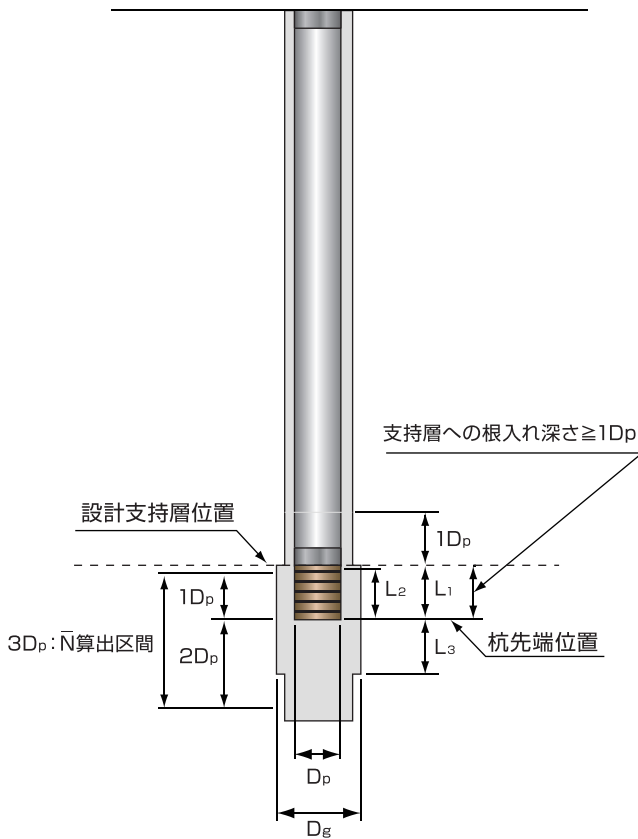
掘削開始



下杭建込み



## 拡大根固め球根築造図



- Dp : 杭径(mm)
- Dg : 拡大球根径(mm)
- L1 : 支持層への根入れ深さ(mm)
- L2 : 基準定着長(mm)
- L3 : 杭下端から拡大根固め球根底面までの長さ
- $L3 \geq 1.0Dp$  かつ  $L3 \geq 1,000\text{mm}$



根固め部掘出し

## 注入液

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。

## 根固め液及びくい周固定液の配合

### 根固め液の配合例(1m<sup>3</sup>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 <sup>3</sup> )
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(1m<sup>3</sup>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 <sup>3</sup> )
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

## TBSR工法の支持力表(長期)

杭径 $D_p$ (mm)		300	350	400	450			
杭周長 $\psi$ (m)		0.942	1.100	1.257	1.414			
杭標準厚さ (mm)		60	60	65	70			
杭軸部断面積 $A_c$ (mm <sup>2</sup> )		45,200	54,700	68,400	83,600			
許容材料支持力 (kN)	F105		A種	1,175	1,422	1,778	2,174	
			B種	994	1,203	1,505	1,839	
			C種	904	1,094	1,368	1,672	
	F80 (85)		A種	723	875	1,094	1,338	
			B種					
			C種	633	766	958	1,170	
許容地盤支持力 (kN/本)	先端支持力	球根拡大率 $D_g/D_p = 1.25$	先端有効断面積 $A_p$ (m <sup>2</sup> )		0.0707	0.0962	0.1257	0.1590
			$\bar{N}$ ( $\alpha=316$ )	20	148	202	264	335
				30	223	304	397	502
				40	297	405	529	670
				50	372	506	661	837
		60		446	608	794	1,005	
		球根拡大率 $D_g/D_p = 1.50$	先端有効断面積 $A_p$ (m <sup>2</sup> )		0.0958	0.1304	0.1703	0.2155
			$\bar{N}$ ( $\alpha=316$ )	20	201	274	358	454
				30	302	411	538	681
				40	403	549	717	908
				50	504	686	896	1,135
		60		605	823	1,076	1,362	
		球根拡大率 $D_g/D_p = 1.75$	先端有効断面積 $A_p$ (m <sup>2</sup> )		0.1238	0.1686	0.2202	0.2787
			$\bar{N}$ ( $\alpha=316$ )	20	260	355	463	587
				30	391	532	695	880
				40	521	710	927	1,174
	50			652	887	1,159	1,467	
	60	782		1,065	1,391	1,761		
	球根拡大率 $D_g/D_p = 2.00$	先端有効断面積 $A_p$ (m <sup>2</sup> )		0.1547	0.2106	0.2750	0.3481	
		$\bar{N}$ ( $\alpha=316$ )	20	325	443	579	733	
			30	488	665	869	1,100	
			40	651	887	1,158	1,466	
			50	814	1,109	1,448	1,833	
	60		977	1,330	1,738	2,200		
杭周面摩擦力 (kN/m)	砂質土 $\bar{N}_s$ ( $\beta=4.2$ )		10	13.1	15.3	17.5	19.7	
			15	19.7	23	26.3	29.6	
			20	26.3	30.7	35.1	39.5	
	粘土質土 $\bar{Q}_u$ ( $\gamma=0.33$ )		50	8.0	9.3	10.6	12.0	
			100	16.0	18.6	21.3	24.0	
			150	24.0	28.0	32.0	36.0	

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

500	600	700	800	900	1000	1100	1200
1,571	1,885	2,199	2,513	2,827	3,142	3,456	3,770
80	90	100	110	120	130	140	150
105,600	144,200	188,500	238,400	294,100	355,300	422,200	494,800
2,746	3,749	4,901	6,198	7,647	9,238	10,977	12,865
2,323	3,172	4,147	5,245	6,470	7,817	9,288	10,886
2,112	2,884	3,770	4,768	5,882	7,106	8,444	9,896
1,690	2,307	3,016	3,814	4,706	5,685	6,755	7,917
1,478	2,019	2,639	3,338	4,117	4,974	5,911	6,927
0.1963	0.2827	0.3848	0.5027	0.6362	0.7854	0.9503	1.1310
413	595	810	1,058	1,340	1,654	2,002	2,382
620	893	1,216	1,588	2,010	2,481	3,003	3,573
827	1,191	1,621	2,117	2,680	3,309	4,004	4,765
1,034	1,489	2,026	2,647	3,350	4,136	5,005	5,956
1,240	1,786	2,432	3,176	4,020	4,963	6,006	7,147
0.2661	0.3831	0.5215	0.6811	0.8621	1.0643	1.2878	1.5326
560	807	1,098	1,434	1,816	2,242	2,712	3,228
840	1,210	1,647	2,152	2,724	3,363	4,069	4,842
1,121	1,614	2,197	2,869	3,632	4,484	5,425	6,457
1,401	2,017	2,746	3,587	4,540	5,605	6,782	8,071
1,681	2,421	3,295	4,304	5,448	6,726	8,138	9,685
0.3440	0.4954	0.6743	0.8807	1.1146	1.3761	1.6650	1.9815
724	1,043	1,420	1,855	2,348	2,898	3,507	4,174
1,087	1,565	2,130	2,782	3,522	4,348	5,261	6,261
1,449	2,087	2,840	3,710	4,696	5,797	7,015	8,348
1,811	2,609	3,551	4,638	5,870	7,247	8,769	10,436
2,174	3,130	4,261	5,565	7,044	8,696	10,522	12,523
0.4298	0.6189	0.8423	1.1002	1.3924	1.7191	2.0801	2.4754
905	1,303	1,774	2,317	2,933	3,621	4,381	5,214
1,358	1,955	2,661	3,476	4,400	5,432	6,572	7,822
1,810	2,607	3,549	4,635	5,866	7,242	8,763	10,429
2,263	3,259	4,436	5,794	7,333	9,053	10,954	13,037
2,716	3,911	5,323	6,953	8,800	10,864	13,145	15,644
21.9	26.3	30.7	35.1	39.5	43.9	48.3	52.7
32.9	39.5	46.1	52.7	59.3	65.9	72.5	79.1
43.9	52.7	61.5	70.3	79.1	87.9	96.7	105.5
13.3	16.0	18.6	21.3	24.0	26.7	29.3	32.0
26.7	32.0	37.3	42.7	48.0	53.4	58.7	64.0
40.0	48.0	56.0	64.0	72.0	80.1	88.1	96.1



## 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 〒231-0005 横浜市中区太田町5丁目69番地 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41番(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 〒980-0011 仙台市青葉区上杉6丁目2番17号(大興上杉ビル) TEL : (022)727-5333(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 大阪府大阪市西区鞆本町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 愛知県名古屋市中区新栄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 〒920-0025 金沢市入江1丁目472 TEL : (076)233-3605(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 福岡県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 熊本市田迎6丁目11番1号(企業連ビル 株式会社YUKI内) TEL : (096)334-8205(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 北海道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 〒070-0035 旭川市五条通3丁目1295番1号(セジュールウィルモアA) TEL : (0166)23-2291(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きください。
- 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>