



NIPPON STEEL

www.nipponsteel.com/

本社	〒100-8071	東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 丸の内パークビルディング	TEL 03-6867-6861
大阪支社	〒541-0041	大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号 住友ビル	TEL 06-6220-5111
北海道支店	〒060-0002	北海道札幌市中央区北二条西4丁目 北海道ビル8階	TEL 011-222-8260
東北支店	〒980-0811	宮城県仙台市青葉区一番町3-6-1 一番町平和ビル10階	TEL 022-227-2661
新潟支店	〒950-0087	新潟県新潟市中央区東大通1-3-10 大樹生命新潟ビル	TEL 025-246-3111
名古屋支店	〒450-0003	愛知県名古屋市中村区名駅南2-13-18 NSビル8階	TEL 052-856-2351
中国支店	〒730-0017	広島県広島市中区鉄砲町10-12 広島鉄砲町ビルディング14階	TEL 082-225-5212
九州支店	〒812-8522	福岡県福岡市博多区店屋町5-18 博多NSビル3階	TEL 092-273-7001



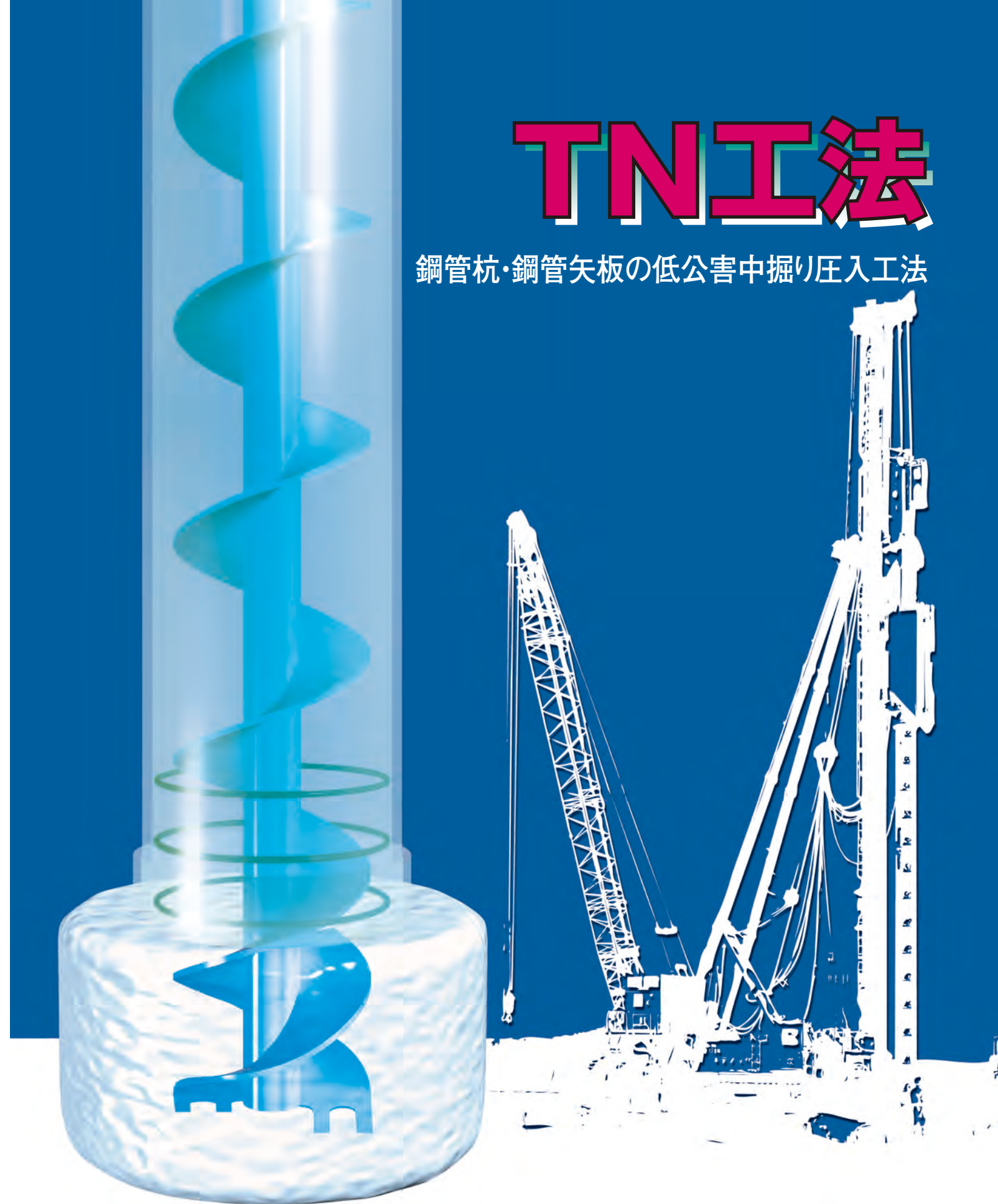
株式会社 テノックス

www.tenox.co.jp/

本社	〒108-8380	東京都港区芝5-25-11 (ヒューリック三田ビル4F)	TEL 03-3455-7790
北海道営業所	〒060-0061	北海道札幌市中央区南一条西9-1-15 (井門札幌S109ビル6F)	TEL 011-522-6181
東北営業所	〒980-0022	宮城県仙台市青葉区五橋1-4-30 (五橋ビジネスセンタービル4F)	TEL 022-748-5082
北東北出張所	〒020-0021	岩手県盛岡市中央通2-2-5 (甲南アセット盛岡ビル9F)	TEL 019-613-2551
郡山出張所	〒963-8002	福島県郡山市駅前1-15-6 (明治安田生命郡山ビル5F)	TEL 024-955-6282
名古屋営業所	〒460-0026	愛知県名古屋市中区伊勢山2-8-21 (NKCビル2F)	TEL 052-684-7191
北陸出張所	〒920-0362	石川県金沢市古府3-60-1 (K2ビル4F)	TEL 076-240-9552
大阪営業所	〒550-0005	大阪府大阪市西区西本町1-7-19 (ワイダ本町ビル5F)	TEL 06-6531-2150
中四国営業所	〒730-0051	広島県広島市中区大手町5-2-22 (山陽ビル2号館8F)	TEL 082-247-2044
九州営業所	〒810-0001	福岡県福岡市中央区天神4-1-11 (久原本家天神ビル南テナックス九州内)	TEL 092-722-1790
東京機材センター	〒270-1471	千葉県船橋市小室町2459-1	TEL 047-457-2415

TN工法

鋼管杭・鋼管矢板の低公害中掘り圧入工法



NIPPON STEEL

株式会社 テノックス

TN工法
K101_02_202112f

© 2005, 2021 NIPPON STEEL CORPORATION, Tenox Corporation 無断複写転載禁止

TN工法

もくじ

まえがき	1
工法の概要	2
工法の特長	3
先端根固め拡大球根の概要	4
施工方法	6
施工機器	8
施工性	
1 適応土質	12
2 適応杭径および最大杭長	12
3 施工能率	12
TN工法の騒音・振動	12
TN工法の支持力	
1 建設大臣認定の内容	13
2 鉛直支持力	14
3 水平支持力	16

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写はご遠慮ください。

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。

まえがき

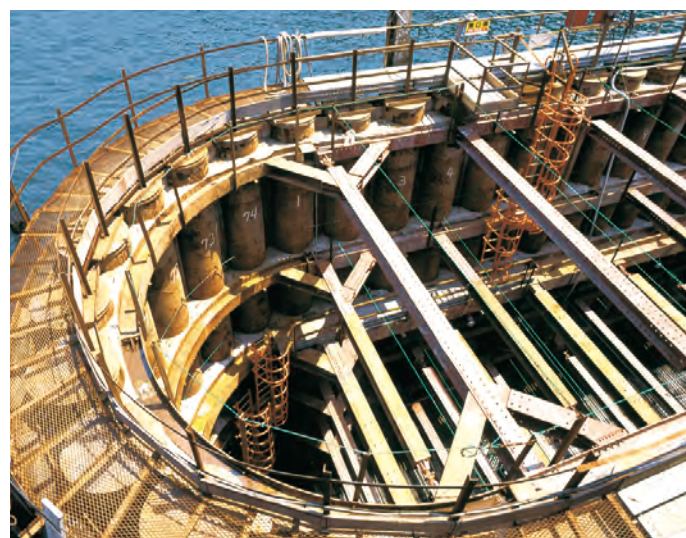
TN工法は、道路・鉄道・建築などの工事現場において、低騒音・低振動・低排土で鋼管杭・鋼管矢板(基礎)の施工が行える工法として(株)テノックスと日本製鉄(株)(当時の新日本製鐵)にて共同開発を行い(旧)建設大臣認定を取得し、また道路橋示方書にも規定されました。

1990年代以降、土木分野においては500件以上、建築分野においては150件以上の実績(2020.1時点)を誇っております。

施工性に優れかつ信頼性の高い支持力性能を有した工法であることが皆様にご採用頂いている理由の一つでもあり、また今後ともご推奨頂けるものと確信し、ここに、TN工法の概要についてとりまとめましたので、ご利用くださるようお願いいたします。



TN工法とは、鋼管杭および鋼管矢板の管内にオーガスクリューを挿入して回転させ、杭先端部土砂を連続的に掘削排土しながら杭打機の自重を反力とした門型油圧押込装置により杭を所定の位置に圧入し、その後杭先端部にセメントミルクを20～24MPaの高圧で噴射し、先端根固め拡大球根を造成する工法です。



1. 公的認証取得工法です。

旧建築基準法第38条の規定に基づく認定を取得している工法であり、かつ技術指導報告書(社団法人 建築研究振興協会)を取得しており、一般使用が可能です。

2. 道路橋示方書に適合した工法です。

「道路橋示方書・同解説Ⅳ下部構造編」に記載されている「中掘り杭」の「セメントミルク噴出攪拌による方法」に適合する工法です。

3. 信頼性の高い球根が形成できます。

杭先端部でセメントミルクを高圧噴射(20～24MPa)するため、鋼管内壁の洗浄および確実な拡大球根の造成が行え、信頼性の高い堅固な先端根固め拡大球根が形成されます。

4. 施工性に優れています。

鋼管杭および鋼管矢板の中掘り圧入作業時に用いるオーガ駆動装置と圧入装置に独特の技術を用いており、一般の中掘り圧入工法に比べて施工性が極めて優れています。

5. 低騒音・低振動の杭工法です。

オーガスクリューによる掘削と油圧押込装置による静的な圧入工法なので騒音・振動の少ない、環境に優しい工法です。

6. 建設残土の少ない工法です。

泥水の発生がなく、また建設残土が少ないため、環境負荷を低減できます。

※施工地盤によって排土量が増加することがあります。

先端根固め拡大球根の概要

1 先端根固め拡大球根の形状

TN工法の先端根固め拡大球根の掘り起し例を示します。セメントミルクの高圧噴射により強固な円柱形状の先端根固め拡大球根が形成されていることがわかります。

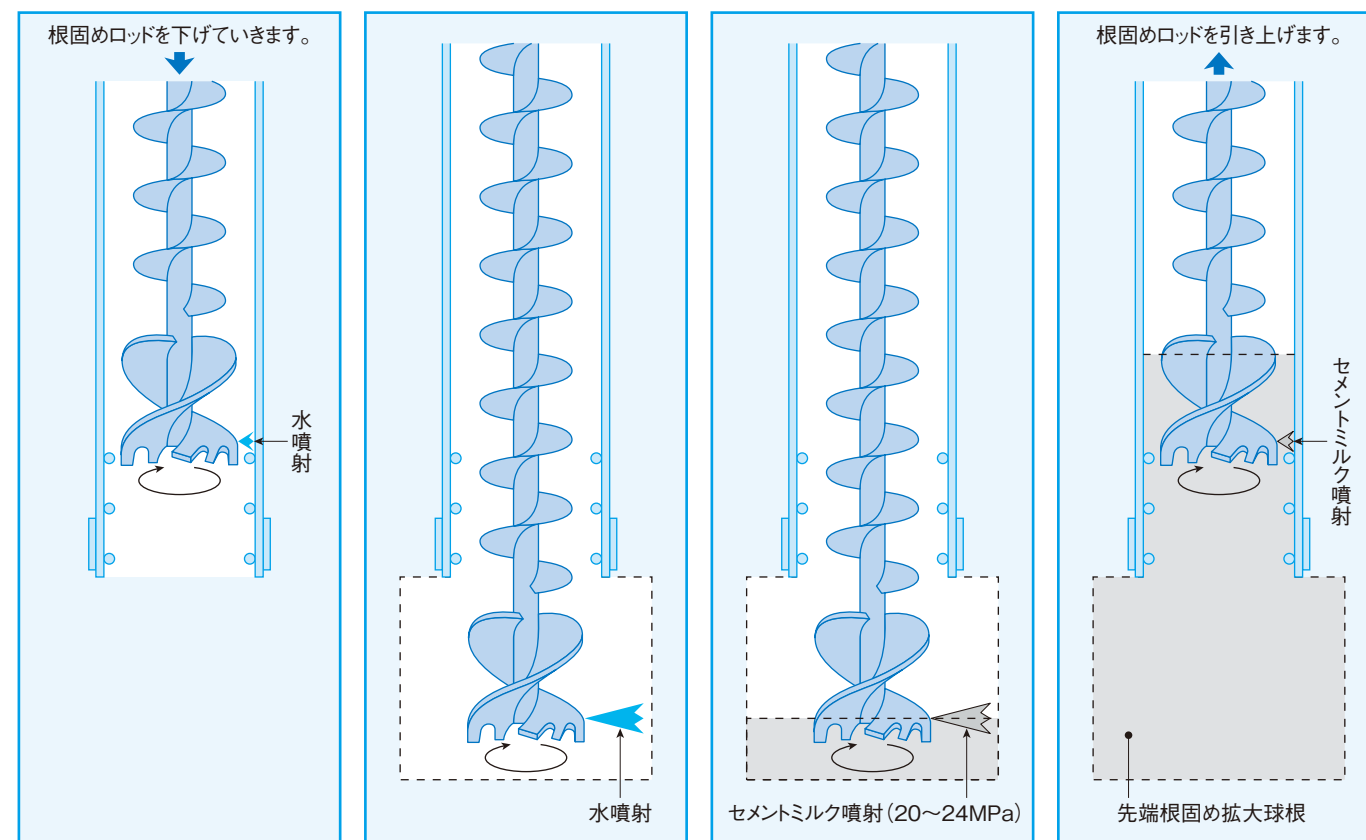


砂層での先端根固め拡大球根形成例



砂礫層での先端根固め拡大球根形成例

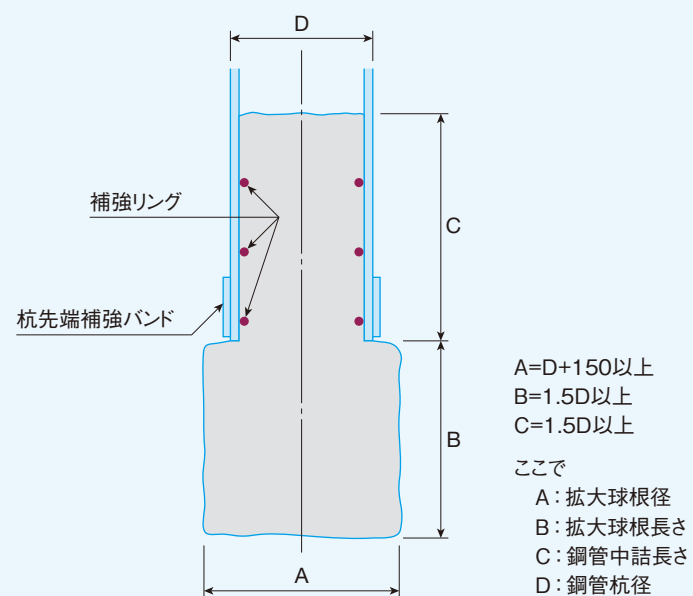
●根固め工程の詳細



- ① ロッドを回転しながら、水噴射(15MPa程度)し、鋼管内面を予備洗浄します。
- ② 支持層においても水噴射を行いながら所定の深さまでロッドを下げます。
- ③ 所定深さに達したら水からセメントミルクに切替え、ロッドを回転しながら一定の速度で引き上げ、先端根固め拡大球根を造ります。
- ④ 鋼管内へもセメントミルクを高圧噴射し、管内面を十分にクリーニングし、管内面を十分にクリーニングし、所定の位置まで注入します。

(杭径 ϕ 1100,1200については、低圧、高圧噴射を併用します。)

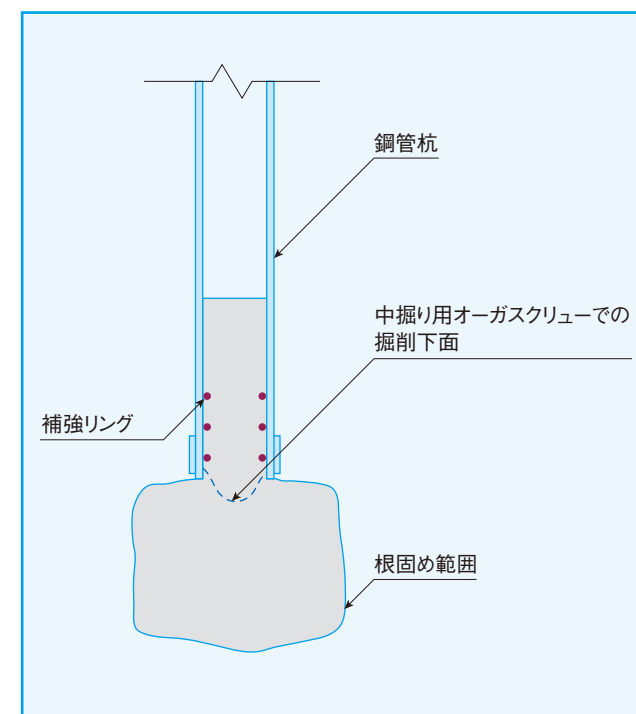
杭先端根固め拡大球根の標準形状



2 高圧根固め方法の利点

TN工法の先端根固め方法は、高圧セメントミルク噴射で行いますが、これには、以下のような長所があります。

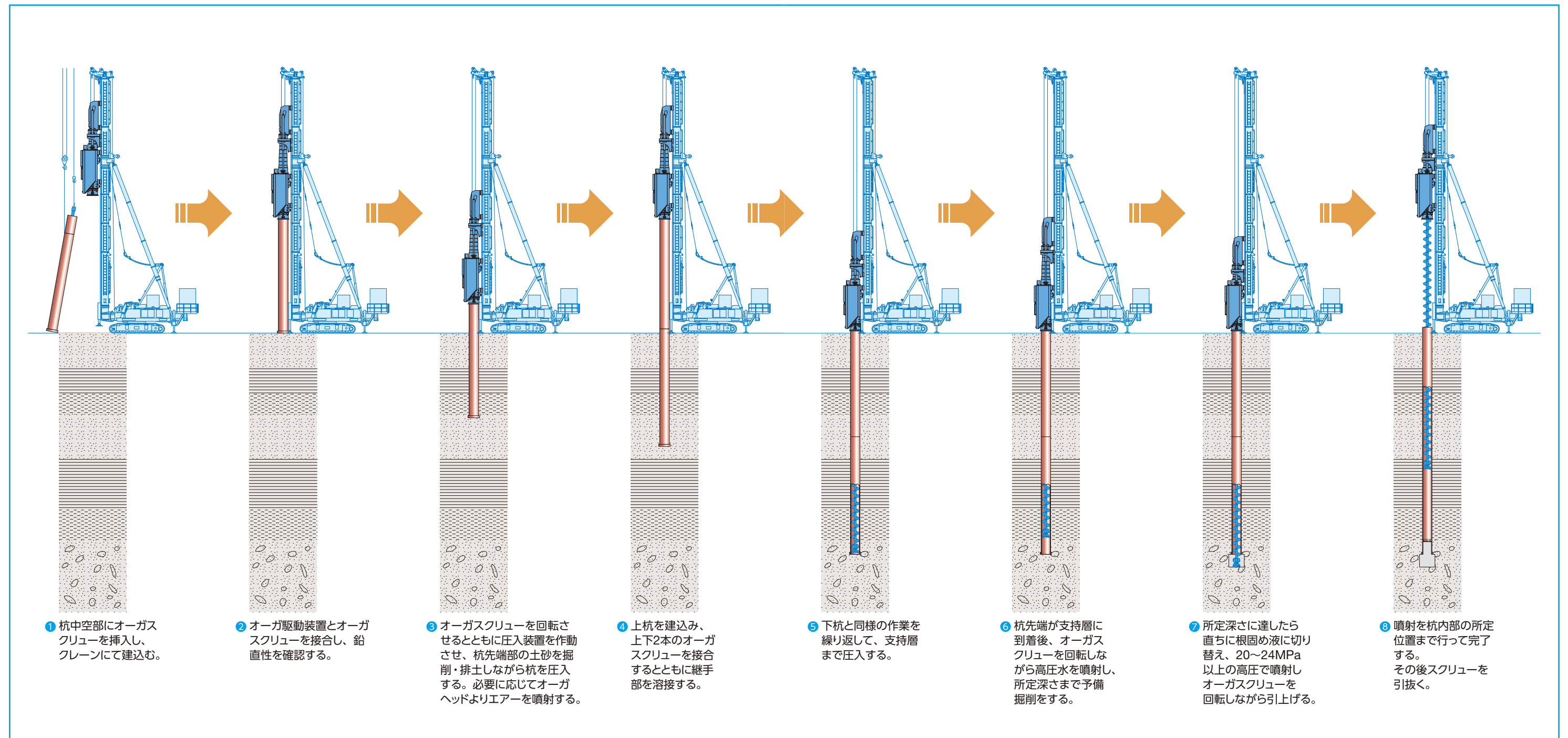
- 鋼管内面の所定の範囲に20~24MPaの圧力でセメントミルクを高圧噴射するので、鋼管内をクリーニングでき、鋼管と先端根固め拡大球根との十分なせん断抵抗力が確保できます。
- 鋼管杭径よりも大きな径の先端根固め拡大球根を確実に造ることができます。
- 支持層での杭先端からの先掘りは行わないので支持層の応力解放による劣化が少なくて済みます。
- 支持層の応力解放による劣化範囲はすべてセメントミルクの高圧噴射で根固めを行うので、大きな支持力が発揮されます。



TN工法の施工方法は、中掘り工程と根固め工程に大別され、根固め工程の施工方法により4方式があります。

- 1 **ワンタッチ方式**：中掘り用のオーガスクリュー及びヘッドをそのまま使用して根固め工程を施工する。
- 2 **併用（2工程）方式**：中掘り工程終了後、オーガスクリューを引き抜きリーダーを90°回転させて根固めロッドを挿入して施工する。
- 3 **ボーリングマシンタイプ**：中掘り工程終了後、オーガスクリューを引き抜きボーリングマシンにて根固めロッドを挿入して施工する。
- 4 **単独機タイプ**：中掘り工程終了後、オーガスクリューを引き抜き根固め専用の杭打機にて根固めロッドを挿入して施工する。

この4方式の内、ここでは代表してワンタッチ方式による施工を記載します。



TN工法に用いる機械設備は、中掘り工程機器と根固め工程機器に大別されます。

中掘り工程の機器は、三点支持杭打機、オーガスクリュー、オーガ駆動装置、門型油圧押込装置、杭頭キャップ等により構成されています。

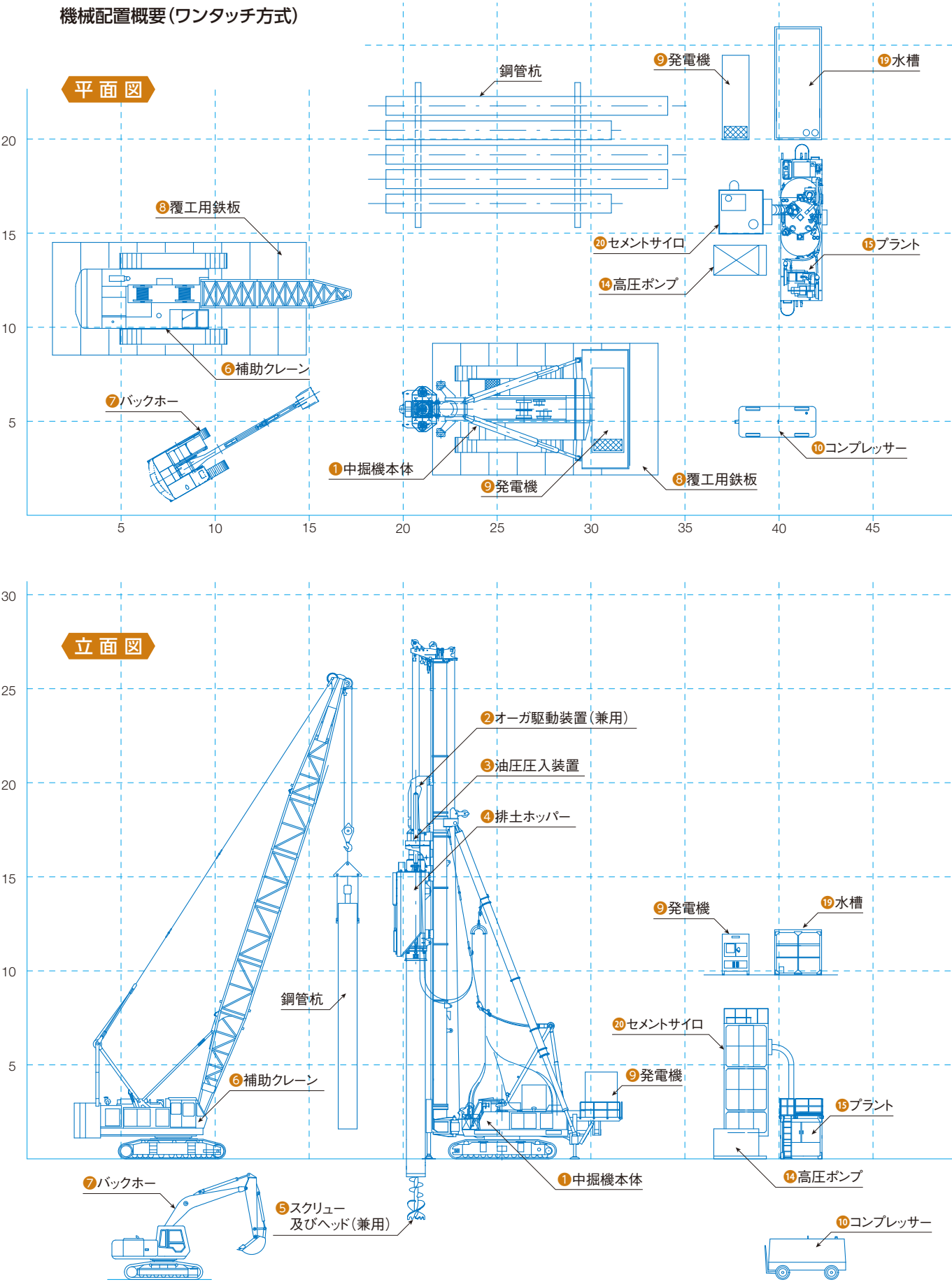
根固め工程の機器としては、三点支持杭打機に取付けられた杭先端根固め用高圧注入アタッチメント、ミキシングプラント、高圧ポンプ等により構成されています。

本工法の標準的な機器設備および配置を示します。

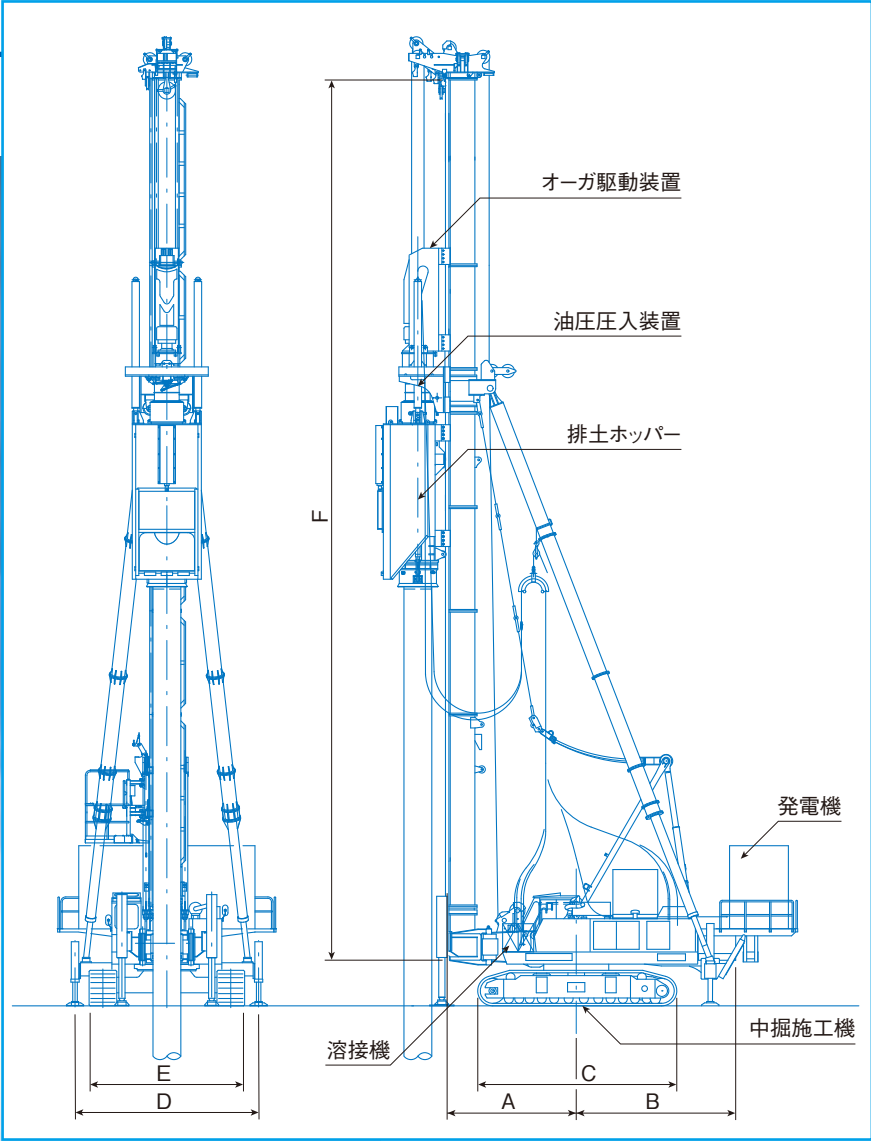
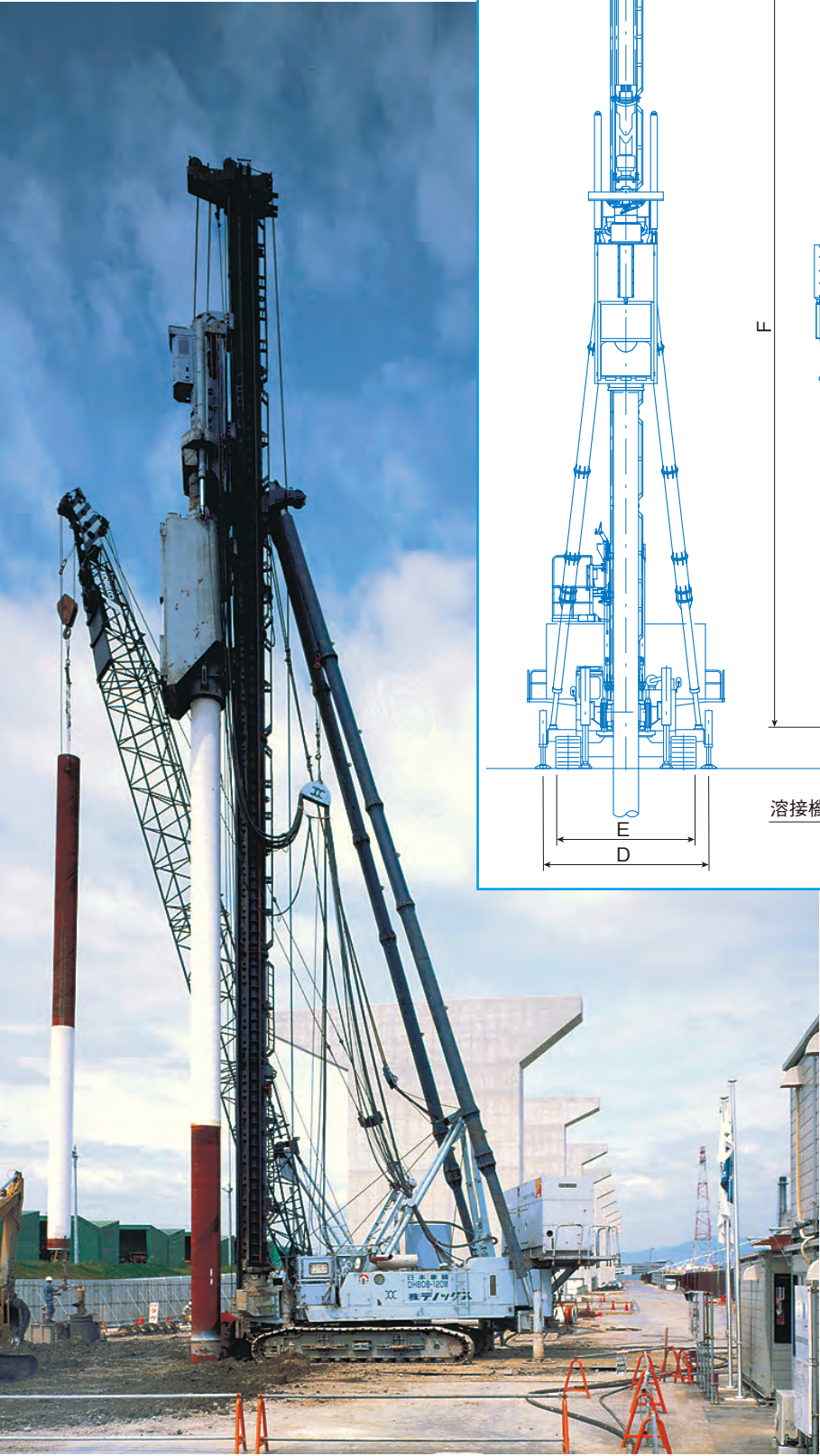
各施工タイプの機械設備一覧

機械名称	仕 様	ワンタッチ方式	二工程方式			備 考
			中掘り工程	根固め工程 (単独・併用)	根固め工程 (ボーリングマシン)	
① 中掘り機本体	DH608～DH658	○	○			
② オーガ駆動装置	60～115kW		○			
	60～115kW(兼用)	○				
③ 油圧押込装置	500kN×2本	○	○			
④ 排土キャップ 排土ホッパー	φ 400～1200	○	○			
⑤ スクリューおよび ヘッド	φ 300～1100		○			
	φ 300～1100(兼用)	○				
⑥ 補助クレーン	500～800kN吊り	○	○	○	○	
⑦ バックホー	0.4m³以上	○	○	○		
	0.25m³以上				○	
⑧ 覆工用鉄板	1500×7000×32	○	○	○		608以上
	1500×6000×25	○	○	○	○	
⑨ 発電機	300KVA以上	○				
	220KVA以上		○			
	125KVA以上			○	○	
	125KVA以上	○		○	○	プラント用
⑩ コンプレッサー	0.7MPa～1.35MPa	○	○			
⑪ 溶接機	半自動溶接機	○	○			
⑫ 根固め機本体	DH408～DH658		○	○		
	FSJ-40C				○	
⑬ 根固め機	D-20KP以上			○		
⑭ 高圧ポンプ	SG75～SG120	○		○	○	
⑮ プラント	PM2-15型～全自動	○		○	○	
⑯ 根固めロッド・ ヘッド	SP6-60S以上 スプライン			○		○
⑰ 流量計	FMA6000 クラス	○		○	○	
⑱ 水中ポンプ	200V-2インチ	○		○	○	
⑲ 水槽	20m³	○		○	○	
⑳ セメントサイロ	300kN	○		○	○	

●TN工法の標準機器設備とその配置
機械配置概要(ワンタッチ方式)



●TN工法の中掘り圧入装置の概要



中掘り機本体	A	B	C	D	E	F
	旋回中心より ガイドパイプ中心まで	旋回中心より カウンタウイトまで	クローラ全長	アウトリガー 左右中心間	クローラ全巾	標準リーダー長
DH608-120M	3690mm	4950mm	5760mm	5314mm	4500mm	18~31m
DH658-135M	3735	5000	5760	5200	4600	18~31

●ミキシングプラントの仕様



型 式	PM2-15	ミキサー容量 700ℓ×2
		給水ポンプ 270ℓ/min
		水タンク 4m³
動 力		12.5kW
重 量		40kN

●高圧ポンプの仕様

型 式	SG75~SG120
動 力	55kW
重 量	32kN



1 適応土質

TN工法は、硬質土丹や玉石混り地盤等を除きほとんどの地盤に適用可能です。その適応範囲を表に示します。

条 件			鋼 管 杭	鋼管矢板
掘削土壌の状態	粘 土	N値 20 以下	●	●
		// 20 以上 ※	●	▲
	シルト	// 20 以下	●	●
		// 20 以上 ※	●	▲
	砂	// 50 以下	●	●
		// 50 以上 ※	●	●
	砂 礫	礫径が使用する杭径の 1/5 未満	●	● (鋼管矢板については 1/8未満)
// 1/5 以上 ※		▲	▲ (// 1/8以上)	
支持層の土質	硬質土丹、玉石、岩盤、転石		×	×
	砂、砂礫		●	●
	土丹、岩盤		▲	▲
	粘土、シルト		▲	▲
支持層中の地下水	通常の地下水		●	●
	異常な被圧水、伏流水		▲	▲

●：原則として可能なもの。
▲：施工の可否について十分な調査を必要とする。
×：施工が困難なもの。
※：分布深度、層厚について要注意。

2 適応杭径および最大杭長

TN工法の適応杭径と最大杭長の目安を以下に示します。

鋼管杭の直径 (mm)	施工深さの一般的限界 (m)	
	鋼 管 杭	鋼管矢板
400	50	—
600	70	60
800	80	60
1000	80	60
1100	80	注
1200	80	注

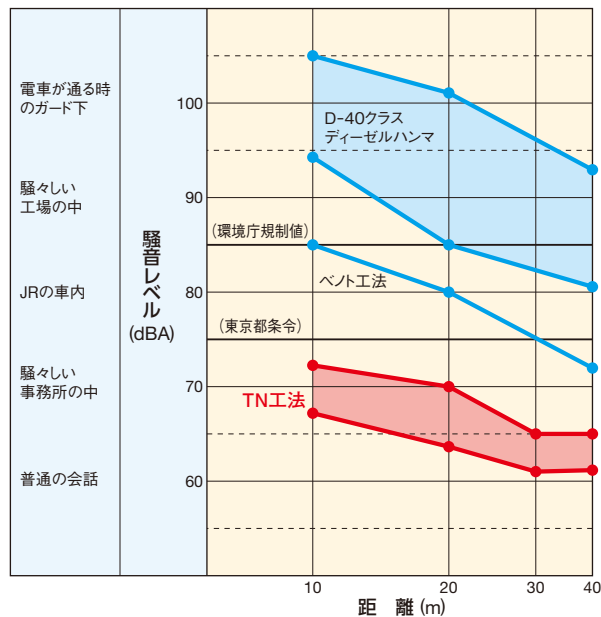
注:φ1100mm以上については、ご相談ください。

TN工法の騒音・振動

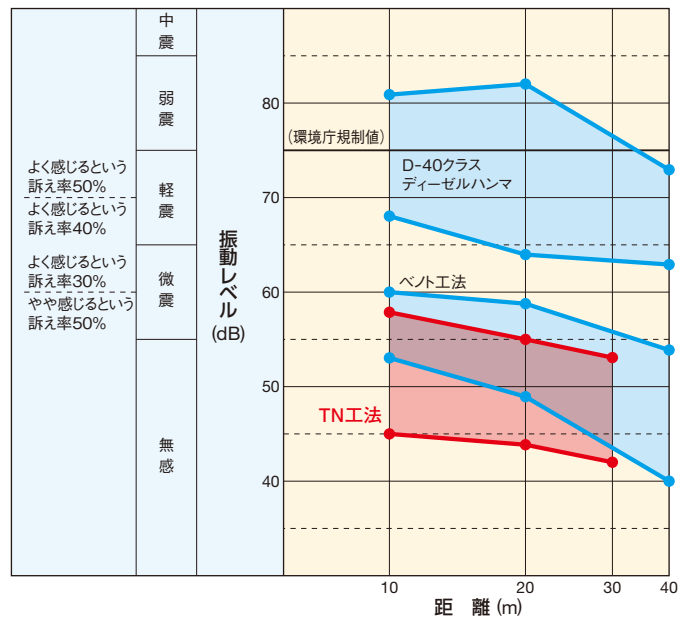
TN工法により発生する騒音・振動は、下図に示す通りです。

下図に示しますように施工中に発生する騒音・振動は非常に小さく市街地に適した低騒音・低振動工法です。

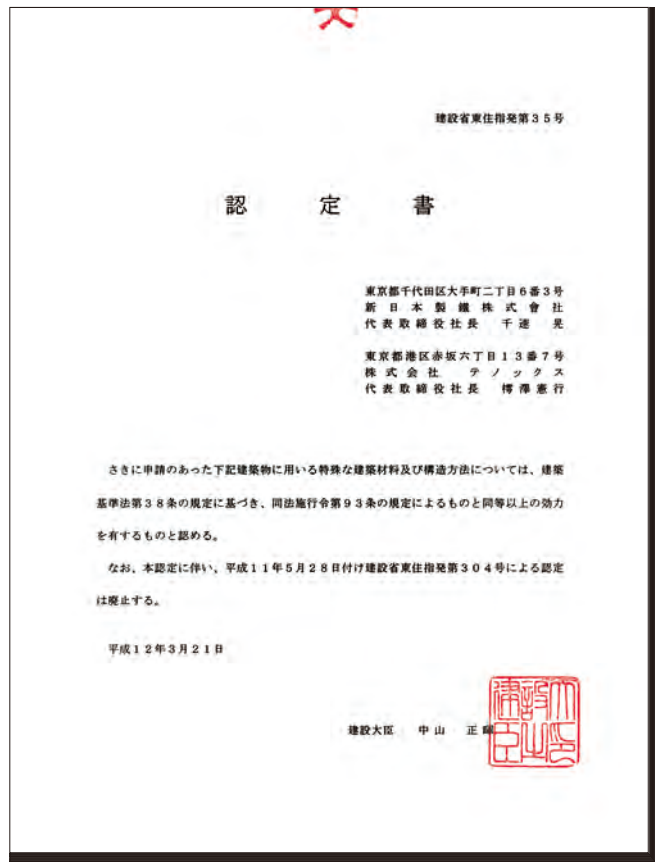
TN工法の騒音の程度



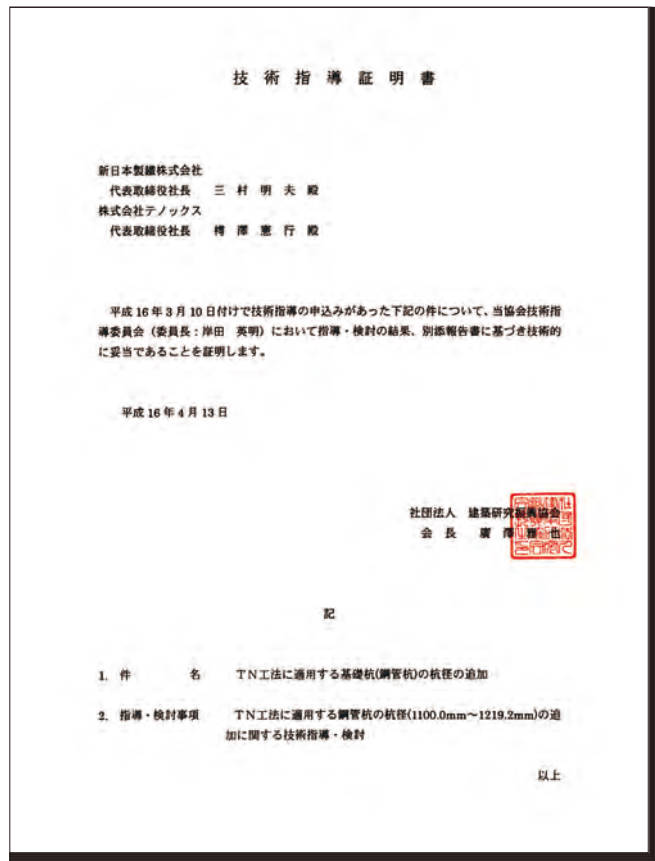
TN工法の振動の程度



1 建設大臣認定



2 技術指導証明 (社団法人 建築研究振興協会)



1.長期許容鉛直支持力

$$RaL = \frac{1}{3} \times (\alpha \cdot \bar{N} \cdot Ap + 15 \cdot \psi \cdot Lf) \quad \dots\dots\dots \text{式1)}$$

ここに
RaL：長期許容鉛直支持力 (kN)
 α ：先端支持力係数 (kN/m²)
10≤L/Dp≤90の場合 (ただしL≥5m)： $\alpha=250$
90<L/Dp≤110の場合： $\alpha=250-(L/Dp-90)/0.4$
 $\bar{N}$ ：杭先端より下方に1Dp、上方に4Dpの間の地盤の平均N値。(ただし、 $\bar{N} \leq 60$ 、個別N値≤100)
Ap：杭 (鋼管) 先端の閉塞断面積 (m²)
 ψ ：杭の周長 $\psi=\pi \cdot Dp$ (m)
Lf：杭の周囲摩擦力を考慮する長さ (m)
L：杭長 (m)
Dp：鋼管杭径 (m)

2.短期許容鉛直支持力

$$Ras=2RaL$$

ここに
Ras：短期許容鉛直支持力 (kN)

3.適合条件

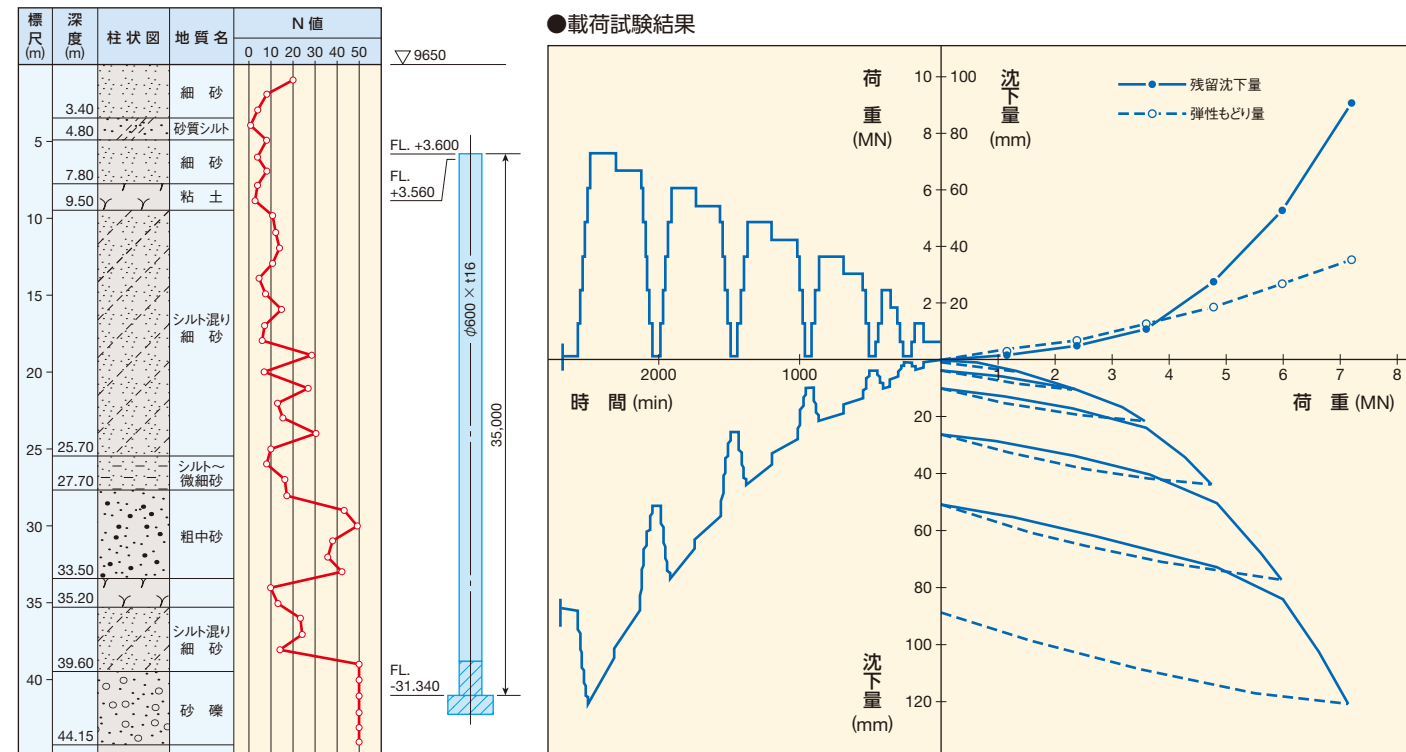
- 使用材料
 - 鋼管杭仕様
鋼管杭の材質はJIS A 5525に定める鋼管のSKK400、SKK490とする。
 - 杭径
外径 400mm～1219.2mm
 - 根固め材
注入する根固め材は、セメントミルク溶液とするが、注入後のブリージングを防止するための目的のため、添加剤を適宜加えた溶液とする。
- 杭施工深さ
杭施工深さは80mかつ110Dp以下とする。
- 地盤条件
杭先端地盤種別は、砂質地盤または礫質地盤とする。
 - 周囲摩擦力
地盤の沈下により周囲摩擦力が0または負となる可能性がある地層部分では、周囲摩擦力を支持力として考慮しない。
 - 地下水
支持層中の地下水に流れがあり、根固め球根の形成に支障が出る恐れのある場合には、本工法は用いない。

2 鉛直支持力

当社では、これまでTN工法で施工した杭の鉛直支持力を確認する数多くの鉛直載荷試験を実施しております。以下にその一例を示します。

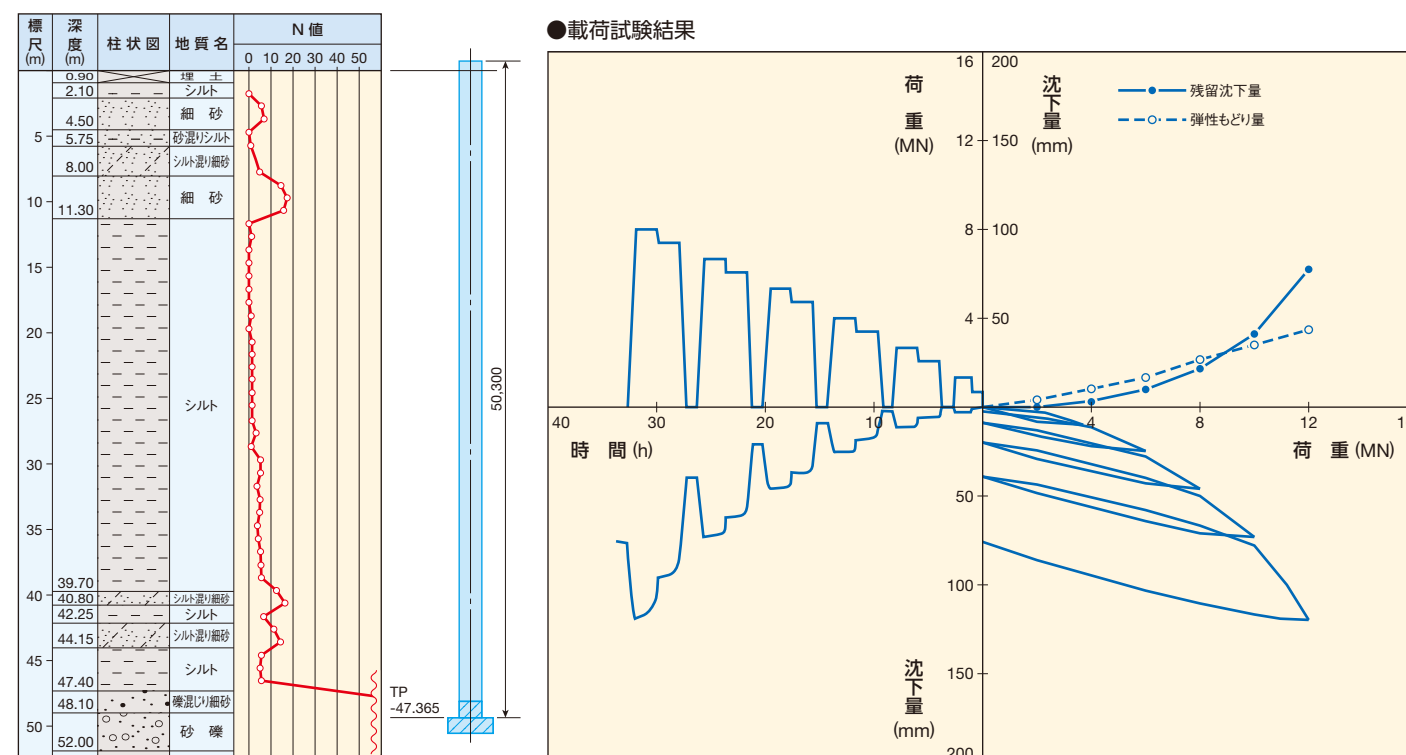
鉛直載荷試験例①

施工場所：石川県金沢市 杭：鋼管杭 $\phi 600 \times 16t \times 35m$
最大載荷重：7.2MN



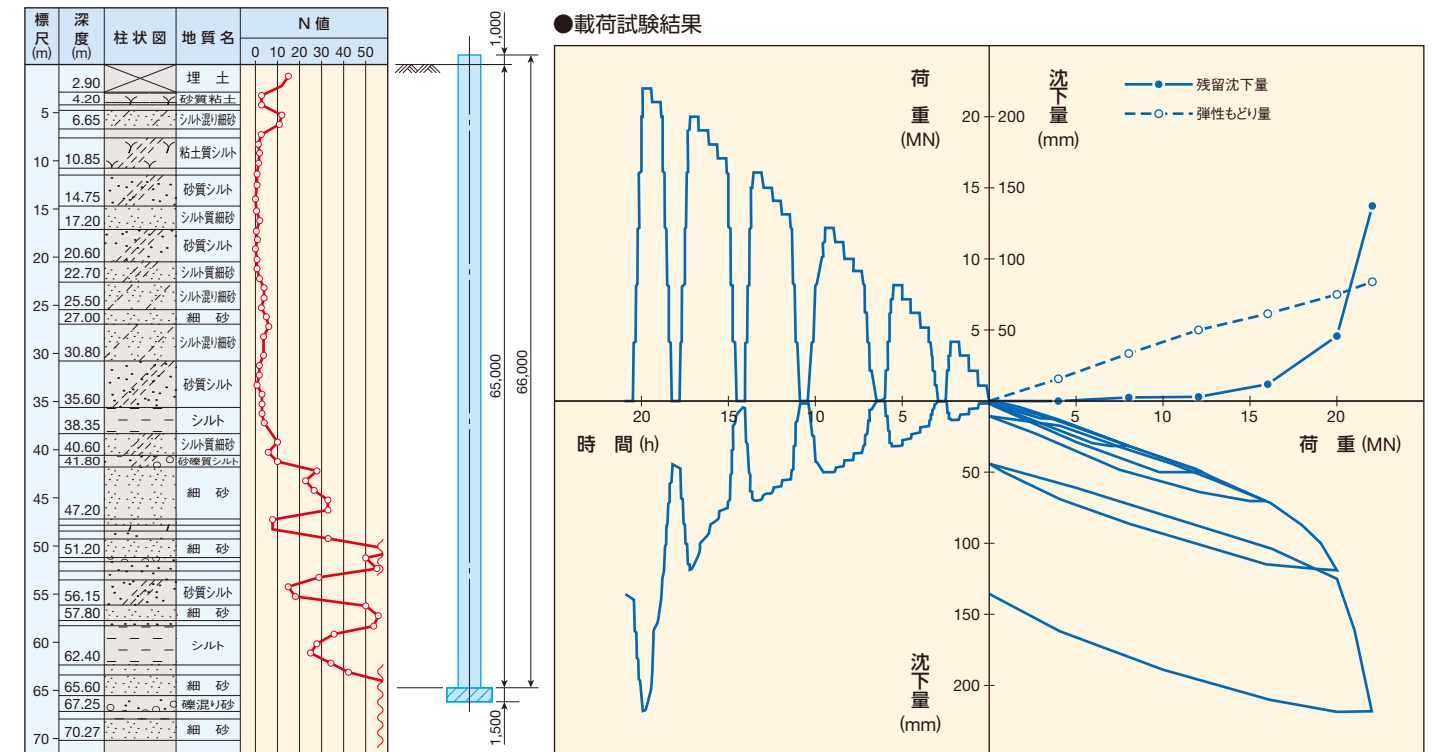
鉛直載荷試験例②

施工場所：埼玉県三郷市 杭：鋼管杭 $\phi 800 \times 14t \times 50.3m$
最大載荷重：12MN



鉛直載荷試験例③

施工場所：茨城県稲敷郡 杭：鋼管杭 $\phi 1,000 \times 22t \times 66.0m$
最大載荷重：22MN



3 水平支持力

TN工法で施工した杭の水平支持力は、打込み杭と比較する水平載荷試験を実施した結果、打込み杭と同等であることを確認しております。以下にその概要を示します。

水平載荷試験例

施工場所：東京都江東区有明
杭：鋼管杭 $\phi 600 \times 16t \times 39m$ (TN杭)、26m (打込み杭)
打込み杭の施工法：モンケン
載荷方法：一方多サイクル方式

