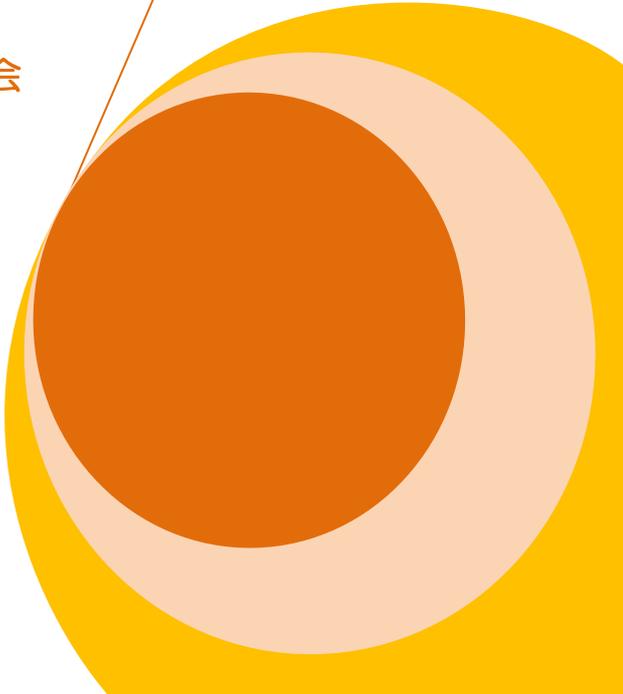


# 回轉杭工法 施工管理要領

[Edition 2.0]

令和3年3月

一般社団法人 鋼管杭・鋼矢板技術協会





回轉杭工法  
施工管理要領

【Edition 2.0】

2021年3月

一般社団法人 鋼管杭・鋼矢板技術協会



「JASPP Technical Library－施工－」の発行にあたって

日本において構造物基礎として鋼管杭が広く用いられるようになって半世紀以上が経過したが、この間、社会環境の変化、構造物の大規模化、自然災害への対応などの世の中のニーズにこたえる形で新しい工法や設計・施工技術が開発され、大径・長尺化や高性能化への対応、多様な地盤条件・施工条件への対応、騒音・振動・排土等の環境負荷低減への対応等により、その使用範囲は格段に広がってきた。

現在では、多くの鋼管杭工法が出現し、設計法も整備され、より安心して安全な構造物の整備、建設コスト縮減、困難な施工条件の克服に多大な貢献を果たしていると考えられるが、それらの工法成熟の過程では施工上のトラブルの発生や基礎としての性能が不足する事態の発生なども少なからず経験し、関係者のたゆまぬ努力によって課題を1つ1つクリアしてきたものと考えられる。また、実績を積み重ねる中で多くの知見・ノウハウが加わり工法としての完成度も日々高まっている。

その一方で、新たな条件・環境への挑戦的な取り組みが繰り返される中で、設計や施工面でこれまでに経験の無い新たな課題やトラブルも発生しており、また、建設分野を取り巻く環境の変化も相まって、現場をよく知る技術者や熟練工が豊富な時代には当たり前であった基本的な事項においてもミスやそれに伴うトラブルが散見されるようになってきている。

昨今では、構造物の性能や耐久性について信頼性をベースとした計画・設計が行われるようになり、各種の設計基準類もそれに対応した形へと改訂が進められている。その中で、基礎構造物においては、施工の良否がその性能を大きく左右することから、特に施工信頼性の評価、確保が重要な課題として注目されるようになってきている。

以上のような状況から、鋼管杭・鋼矢板技術協会では、鋼管杭工法の技術伝承・普及、信頼性確保・向上を目的に、「施工」に焦点をあてた技術整備を実施してゆくことを企画した。

これまでに蓄積した技術、知見、ノウハウを取りまとめた施工要領等の技術資料を作成し、専門家・学識経験者等を委員に迎えて設置した施工専門委員会において審議いただき、その成果を「JASPP Technical-Library－施工－」シリーズとして発行してゆくことを計画している。

こうした活動が関係各位の一助となることを祈念する次第である。

2014年9月30日

一般社団法人 鋼管杭・鋼矢板技術協会  
代表理事 岡原 美知夫

一般社団法人 鋼管杭・鋼矢板技術協会 施工専門委員会

委員長 中 谷 昌 一

委員 青 木 一 二 三  
岡 原 美 知 夫  
片 山 猛  
佐 名 川 太 亮  
高 橋 邦 夫  
七 澤 利 明  
西 田 秀 明

(2021年3月現在)

## はじめに

鋼管杭の代表的工法である打込み杭工法は、施工が早い、工費が安い、杭の支持力が施工時において1本ごとに確認できる等の長所があります。しかし、杭打ち時に発生する騒音・振動の問題から、市街地等での杭打ち工事は困難になってきています。また、低振動・低騒音の杭の施工法として中掘り杭工法や鋼管ソイルセメント杭工法が開発され、多くの工事で適用されておりますが、施工時にセメントミルクを使用することから、地下水への影響を考慮する地盤においては施工制約があること、建設排土が発生する等、課題もあります。

こうしたことから、低騒音・低振動、セメントミルク不使用、無排土での杭の施工法として、2000年頃より回転杭工法のNSエコパイル、つばさ杭が開発・実用化され、建築・土木・鉄道分野において普及してきております。平成24年3月に「道路橋示方書・同解説IV下部構造編」に掲載され、また平成27年3月「杭基礎施工便覧」では施工時や供用開始後の不具合を防ぐうえで、施工上特に留意しなければならない点について具体的に記述されています。

鋼管杭・鋼矢板技術協会では、これまで「材料」や「構造」、「設計法」の規格・基準類の整備を主な業務として取り組んできました。しかし、施工された後の杭としての性能や品質を左右する施工の信頼性や透明性の向上を望む要請が強まったことを受け、協会内に杭工事会社を交えた施工管理普及委員会を新たに設置し、施工管理の方法に重点をおいた施工管理要領を作成することとしました。本施工管理要領では、NSエコパイル、つばさ杭の両工法でそれぞれに作成されている施工マニュアルの中で施工・施工管理上重要であり、両工法に共通する部分を抽出して記載するとともに、「道路橋示方書・同解説IV下部構造編」の改定主旨や「杭基礎施工便覧」の記載内容を踏まえ、これらを補完するものとしてより具体的に詳述しています。さらに、横浜での案件に端を発した基礎ぐい工事問題を受けて発令された、「国土交通省告示第468号」を反映させています。

本施工管理要領は、主に、杭工事を行う杭工事会社の現場管理者を対象者として作成していますが、基礎ぐい工事問題でも指摘されているように、杭工事の適正な施工管理や品質管理を行うためには杭工事会社だけではなく、発注者（工事監理者）や元請もそれぞれの役割や責任を果たす必要があります。そのため、本施工管理要領では、発注者（工事監理者）や元請が実施すべき事項についても言及し、施工専門委員会の有識者の方々にご審議いただいた上で完成させています。

今後、本施工管理要領が回転杭工法による杭打ち工事の計画・実施において「道路橋示方書」、「杭基礎設計・施工便覧」と併せて利用され、施工の信頼性向上、工事品質向上の一助となり、回転杭工法がますます発展・普及することを願う次第であります。

## 改訂にあたって

近年、施工機械・施工機材の能力向上や山間部などの施工条件がより厳しい場所での案件数の増加等により、岩盤を支持層とする杭の設計・施工事例が増加しつつあります。しかし、岩盤を支持層とした杭基礎の地盤調査方法や設計方法（杭先端極限支持力度の推定式）、施工法（施工管理方法）などについては、明確に示されていないことから、実務では設計者の判断により、砂れき層の支持力推定式を準用したり、杭工法の選定が限定的になったりしているのが現状であります。そこで、国立研究開発法人土木研究所を中心に、一般社団法人鋼管杭・鋼矢板技術協会、一般社団法人コンクリートパイル建設技術協会、一般社団法人日本基礎建設協会および一般社団法人全国地質調査業協会連合会の5団体で、岩盤の力学特性や杭工法などの条件の違いを考慮し、それぞれの条件において岩盤を支持層とする杭基礎の地盤調査法、杭先端の極限支持力度の推定式、施工管理方法を明らかにすることを目的に、平成27年度から平成29年度の3年間に渡って共同研究が実施されました。

その共同研究において、回転杭工法は支持力の特性値の検討にあたって必要となる載荷試験数が十分に得られなかったため、参考扱いとなりましたが、風化岩などを中心にこれまで数多くの採用事例があります。そこで今回の施工管理要領改訂では、用語等の軽微な変更に加えて、施工実績に基づき岩盤を支持層とする施工上のポイントと留意点について追記反映しました。

【Edition 2.0】発行 2021年3月

## 目次

1. 総則	1
1. 1 目的	1
1. 2 適用範囲	3
1. 3 用語の解説	4
2. 回転杭工法の概要	6
2. 1 回転杭工法の特長	6
2. 2 施工手順	7
2. 3 施工機械	9
2. 4 鋼管杭及び附属品	14
2. 4. 1 鋼管本体	14
2. 4. 2 先端羽根	14
2. 4. 3 回転金具	14
2. 4. 4 吊金具, 現場溶接部材	15
3. 施工計画	16
3. 1 施工計画の基本	16
3. 2 施工要領書	16
3. 2. 1 工事概要・一般事項	17
3. 2. 2 計画工程表	17
3. 2. 3 工事組織・体制	17
3. 2. 4 現場確認・設計図書照査に関する注記事項等	17
3. 2. 5 施工機械・器具, 仮設備	18
3. 2. 6 施工管理計画	18
3. 2. 7 試験杭の実施計画	18
3. 2. 8 施工記録	19
3. 2. 9 不具合発生時の対処方法	19
3. 2. 10 品質管理計画	19
3. 2. 11 安全衛生計画	19
4. 施工	20
4. 1 事前準備	20
4. 2 準備工	20
4. 2. 1 杭打設順, 測量基準点の確認	20
4. 2. 2 障害物の撤去・防護	20
4. 2. 3 作業基盤の整備	20
4. 2. 4 施工機械の運搬・組立設置・点検, 杭の運搬	21
4. 3 回転杭の受け入れと保管	21

4. 3. 1	受け入れ検査	21
4. 3. 2	製品の保管・取り扱い	22
<b>4. 4</b>	<b>施工機械の設置</b>	<b>22</b>
<b>4. 5</b>	<b>回転杭の建込み・回転貫入</b>	<b>23</b>
4. 5. 1	回転杭の建込み	23
4. 5. 2	回転貫入	24
<b>4. 6</b>	<b>現場縦継ぎ溶接</b>	<b>25</b>
<b>4. 7</b>	<b>斜杭の施工</b>	<b>27</b>
4. 7. 1	杭心の設定	29
4. 7. 2	傾斜角の精度管理	29
4. 7. 3	現場縦継ぎ溶接	29
<b>4. 8</b>	<b>特殊条件下の対処</b>	<b>31</b>
4. 8. 1	貫入不良の対処	31
4. 8. 2	地下水流，逸水層，被圧水への対処	31
<b>5.</b>	<b>施工管理</b>	<b>32</b>
<b>5. 1</b>	<b>一般</b>	<b>32</b>
<b>5. 2</b>	<b>試験杭の実施</b>	<b>32</b>
5. 2. 1	試験杭の目的と計画	32
5. 2. 2	試験杭での評価と報告	33
<b>5. 3</b>	<b>施工管理項目と記録</b>	<b>34</b>
<b>5. 4</b>	<b>施工管理装置</b>	<b>36</b>
<b>5. 5</b>	<b>施工管理の留意点</b>	<b>37</b>
5. 5. 1	杭の建込みの管理	37
5. 5. 2	回転貫入時の施工管理	37
5. 5. 3	支持層の確認，打ち止め	40
<b>5. 6</b>	<b>施工記録</b>	<b>42</b>
<b>6.</b>	<b>施工上の問題点と処置・対策</b>	<b>51</b>
<b>【付録A】</b>	<b>各工法の公的認証取得範囲</b>	<b>53</b>
<b>【付録B】</b>	<b>回転杭工法施工実績</b>	<b>54</b>
<b>【付録C】</b>	<b>鋼管杭の規格値</b>	<b>59</b>
<b>【付録D】</b>	<b>各工法の先端羽根部標準仕様例</b>	<b>60</b>
<b>【付録E】</b>	<b>試験杭における支持層の確認例</b>	<b>65</b>
<b>【付録F】</b>	<b>岩盤を支持層とする場合の施工方法・施工管理方法</b>	<b>67</b>

# 1. 総則

## 1. 1 目的

本施工管理要領は、回転杭工法である NS エコパイル工法とつばさ杭工法の標準的な施工方法及び施工管理方法を示し、安全、確実な基礎を築造することを目的として定めたものである。なお両工法とも各種公的認証を取得しており、技術の普及と技術改善等を図るために工法協会(NS エコパイル工法協会、つばさ杭技術協会)が設立されている。

杭基礎は地盤内に構築されるものであることから、施工後にその出来形や品質を直接確認することは一般に困難である。このため、施工プロセスを適切に管理しこれらを正しく記録することにより基礎の品質を担保する「プロセス保証」の色合いが強くなる。本施工管理要領では、品質を確保するために守るべき規定、留意すべき事項、実際の現場施工において適切な品質を実現するための要点について施工の実態を踏まえてより詳細に記載した。

本施工管理要領を作成するにあたり参考にした主要な資料を以下に示す。

- 1) (公社) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説 IV 下部構造編, 平成29年11月
- 2) (公社) 日本道路協会：杭基礎施工便覧, 令和2年9月
- 3) (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, 平成24年1月
- 4) (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 杭体設計の手引き, 平成27年10月
- 5) (財) 国土技術研究センター：建設技術審査証明事業（一般土木工法）報告書「NS エコパイル工法（回転圧入鋼管杭工法）」, 平成16年1月
- 6) (一財) 国土技術研究センター：建設技術審査証明事業（一般土木工法）報告書「小径 NS エコパイル工法（小径回転圧入鋼管杭工法）」, 平成30年1月
- 7) (財) 土木研究センター：建設技術審査証明報告書「先端翼付き回転貫入鋼管杭 つばさ杭」, 平成23年8月
- 8) (財) 土木研究センター：建設技術審査証明報告書「先端翼付き回転貫入鋼管杭 つばさ杭（開端タイプ）」, 平成23年3月
- 9) NS エコパイル工法協会：NS エコパイル（回転杭）施工マニュアル, 平成30年9月
- 10) つばさ杭技術協会：先端翼付き回転貫入鋼管杭「つばさ杭」（開端タイプおよび閉端タイプ）施工要領 土木編, 平成26年4月
- 11) (一社) 鋼管杭・鋼矢板技術協会：鋼管杭－その設計と施工－, 平成21年4月
- 12) (一社) 鋼管杭・鋼矢板技術協会：鋼管杭－施工と施工管理－, 令和元年6月
- 13) (一社) 鋼管杭・鋼矢板技術協会：鋼管杭・鋼管矢板標準製作仕様書, 令和元年7月
- 14) (一社) 鋼管杭・鋼矢板技術協会：鋼管杭・鋼管矢板の附属品の標準化, 平成30年5月
- 15) (一社) 鋼管杭・鋼矢板技術協会：道路橋における鋼管杭現場縦継ぎ溶接作業要領, 平成24年3月
- 16) (一社) 鋼管杭・鋼矢板技術協会：鋼管杭基礎・鋼管矢板基礎の中掘り杭工法（セメントミルク噴出攪拌方式）施工管理要領<標準版> 付. 中掘り杭工法（コンクリート打設方式）施工管理要領【Edition 3.0】, 令和3年3月

- 17) (国研) 土木研究所, (一社) 鋼管杭・鋼矢板技術協会, (一社) コンクリートパイ  
ル建設技術協会, (一社) 日本基礎建設協会, (一社) 全国地質調査業協会連合会: 共同  
研究報告書 第503号 岩盤を支持層とする杭基礎の設計法・施工法に関する共同研究  
報告書, 平成31年4月
- 18) (社) 日本建設機械化協会: 移動式クレーン, 杭打ち機等の支持地盤養生マニュアル  
(第2版), 平成22年8月
- 19) 基礎ぐい工事問題に関する対策委員会: 基礎ぐい工事問題に関する対策委員会 中間  
とりまとめ報告書, 平成27年12月25日
- 20) (一社) 日本建設業連合会: 既製コンクリート杭施工管理指針, 平成28年3月
- 21) (一社) コンクリートパイ  
ル建設技術協会: 既製コンクリート杭工法の施工管理要領  
(プレボーリング工法編), 平成28年3月
- 22) (一社) コンクリートパイ  
ル建設技術協会: C O P I T A型プレボーリング杭工法の  
施工ガイドライン (土木), 平成28年3月

## 1. 2 適用範囲

回転杭工法の鋼管径の適用範囲は工法や分野で異なっているが、基本的な施工方法や管理方法は鋼管径により変わりはない。本施工管理要領の適用範囲は、杭径が318.5～1600mm とするが、 318.5mm 未満においても施工機械の選定等で共通する部分については参考として本施工管理要領に記載する。また杭長は開端タイプがおおむね80m 程度まで、閉端タイプがおおむね60m 程度までとする。斜杭を施工する場合の傾斜角は10° 程度までとする。適用支持層地盤は砂地盤、砂礫地盤を基本とするが、詳細は各工法の公的認証によるものとする。なお、発注者や各工法の審査証明等によって個別に定められた遵守すべき技術基準類がある場合については、その基準等に準拠するものとする。表-1.1に各分野の基準に示されている適用範囲を【付録A】に各工法の公的認証取得範囲を示す。

表-1.1 各分野における適用範囲

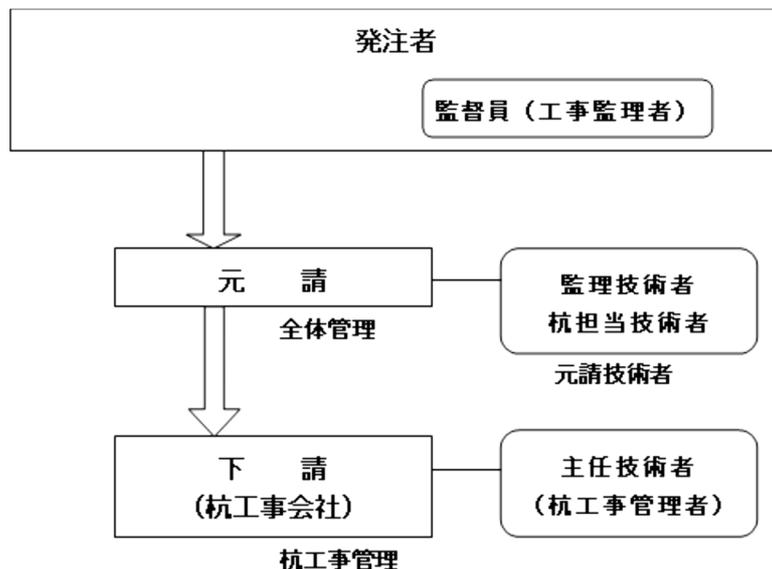
工 法		NS エコパイル工法	つばさ杭工法（開端タイプ）	つばさ杭工法（閉端タイプ）	
各分野における適用範囲	道路	支持力評価	『道路橋示方書・同解説 IV下部構造編』による		
		杭 径	400～1200mm		
		羽根径比	1.5～2.0		
		支持層	砂層，砂礫層		
	中大径	支持力評価	『鉄道構造物等設計標準・同解説 基礎構造物』による		/
		杭 径	400～1600mm		
		羽根径比	1.5		
		支持層	砂質土，砂礫		
	小径	支持力評価	『鉄道基礎標準に基づく小口径回転杭の支持力評価業務』による		
		杭 径	100～400mm		
		羽根径比	約 2.0 (1.75～2.25)		
		支持層	砂質土，砂礫		
建築		各工法の大径認定及び評定範囲に従う			
先端羽根	タイプ	開端タイプ		閉端タイプ	
	特徴	管内に土砂を取り込みながら回転貫入できることから、貫入抵抗を抑えられる。したがって、大径杭や硬い中間層がある地盤、礫径が大きな地盤等に適している。施工可能な最大礫径の目安は、杭径と礫の密度により異なるが杭径の1/4～1/2程度である。それを超える礫径が存在する場合は、杭施工前に撤去する等の対策が必要である。		主に小中径に用いる。被圧地下水下においても管内土の管理が不要である。また建築分野では管内の中空部を地中熱利用等として有効活用できる特徴を持つ。	
	羽根形状	1枚の螺旋状	2枚の半ドーナツ鋼板をV字状に取り付け	2枚の半円形鋼板をX字状に取り付け	
	写真				

### 1. 3 用語の解説

本施工管理要領に記載する杭の施工管理にかかわる関係者は、平成28年3月国土交通省告示「基礎ぐい工事の適正な施工を確保するために講ずべき措置について」及び（一社）日本建設業連合会の「既製コンクリート杭施工管理指針 平成28年3月」を参考に以下の通りとする。

1. 監督員  
(工事監理者) 工事を設計図書と照合し、設計図書通りに施工されているかを確認する工事監理を行う者をいう。
2. 監理技術者 元請の建設業法における監理技術者をいう。また、工事において技術上の管理をつかさどり、施工に従事する者の技術上の指導監督を行う者をいう。
3. 杭担当技術者 監理技術者が指名した元請の杭工事の施工管理を行う者をいう。
4. 元請技術者 元請の監理技術者と杭担当技術者をいう。
5. 杭工事管理者 杭工事会社の建設業法における主任技術者であって、杭工事の施工管理に精通した技術者。建設業法上、主任技術者が非専任となる場合は、現場作業中に常駐する現場代理人を杭工事管理者とすることができる。この場合は施工要領書（施工計画書）に明記する。
6. 杭工事会社 回転杭工法の公的認証を取得した会社のうち杭工事を直接行う会社又は公的認証取得会社から実施許諾や認定などを受けて杭工事を行う会社をいう。

回転杭工法の一般的な施工体制をもとに、上記用語の補足説明を図－1.1に示す。一般的に回転杭の施工は、工事を受注した元請から回転杭工法を熟知した杭工事会社に下請けとして外注される。下請は、十分な知識と経験を有し杭工事の施工管理に精通した技術者を杭工事管理者として配置させなければならない。下請が複数となる場合は、それぞれに杭工事管理者を配置し、各杭工事管理者の役割を明確にする。1次下請の杭工事管理者は、元請技術者への報告の責務を負う。



図－1.1 一般的な施工体制にもとづく用語解説図

本施工管理要領に記載する主な施工機械や使用部材・材料の用語については、以下の通りである。

- ・ 試験杭 施工要領書で計画した施工法や施工管理手法の妥当性確認や本杭での施工管理に必要な資料を得ることを目的に施工される杭。通常は、現場で最初に施工される杭を試験杭とする場合が多いが、支持層に起伏が想定されるなど、1本だけでは十分な情報が得られない場合は、試験杭が複数本となることもある。
- ・ 管理杭 施工要領書（施工計画書）作成時に、工事の規模や重要度に応じて試験杭とは別に、重点的に管理、測定等を行うことを定めた杭。
- ・ 杭頭回転方式 鋼管貫入時に杭頭部に回転力を付与して杭を施工する方法
- ・ 胴体回転方式 鋼管貫入時に杭胴体部に回転力を付与して杭を施工する方法
- ・ 施工管理装置 時間、深度、トルク、貫入量等がリアルタイムに計測・表示・記録できる装置の総称。
- ・ 回転金具 鋼管貫入時に鋼管を回転させるために鋼管に取付けられた鋼製のブロック状の施工部材。一般的に、工場で鋼管に取付けられる。
- ・ ヤットコ 最終杭天端高が施工基面より低い場合に、鋼管の杭頭部を所定の地中深さまで沈設させるための施工器具。

## 2. 回転杭工法の概要

### 2.1 回転杭工法の特長

回転杭工法は、先端部に羽根を有する鋼管杭に回転力を付与することで地盤に貫入させる工法である。先端羽根形状を表-2.1に示す。先端の羽根は、施工時に回転による推進力を発生するだけでなく、拡底部材として同径の打込み杭より大きな先端押し込み支持力とアンカー効果による大きな引抜抵抗力が得られる。また木ネジのように地盤に回転貫入させて沈設するため、掘削残土の排出がないことと、斜杭が比較的精度よく容易に施工することができることも特長である。以下に回転杭工法の特長をまとめる。

- ・ 杭径に比べて大きな羽根の拡底効果により大きな先端押し込み支持力が得られる
- ・ 先端羽根のアンカー効果により大きな引抜抵抗力が得られる
- ・ 発生残土がない、汚泥が発生しない
- ・ 斜杭の施工が可能である
- ・ 低騒音、低振動での施工が可能である
- ・ 被圧地下水下での施工が可能である
- ・ セメントプラント等の設備が必要なく、狭隘な施工スペースでの施工が可能である
- ・ セメントミルク等を用いないため、地下水を汚染しない

【付録B】に長尺杭や被圧地下水下での施工や公的認証を超えた条件での施工など、特徴ある条件での施工実績例を示す。公的認証の範囲が回転杭工法の適用限界ということではなく、支持層種別や杭長等、各分野における適用範囲を超えた実績はある。そのような場合には十分な施工検討や必要に応じて事前に施工試験や載荷試験を行い、当該地盤における適用性を確認することが必要である。

表-2.1 先端羽根形状

NS エコパイル		
つばさ杭	開端タイプ	
	閉端タイプ	

## 2. 2 施工手順

回転杭の施工は、杭の建込み、回転貫入、支持層への貫入と打ち止めの3つの主要工程から成り立つ。図-2.1に回転杭の標準的な施工フローを示す。

回転杭工法の施工方法には、3点支持式杭打ち機、小型杭打ち機を用いて杭頭部に回転力を付与する杭頭回転方式と、全周回転機を用いて杭胴体部に回転力を付与する胴体回転方式がある。図-2.2及び図-2.3に施工手順を示す。

なお、標準的な施工手順以外の方法を用いる場合、並びに所定の構造条件や後述する所定の施工管理を満たせない場合については、施工試験などを実施して所定の支持力性能が得られることを確認する必要がある。

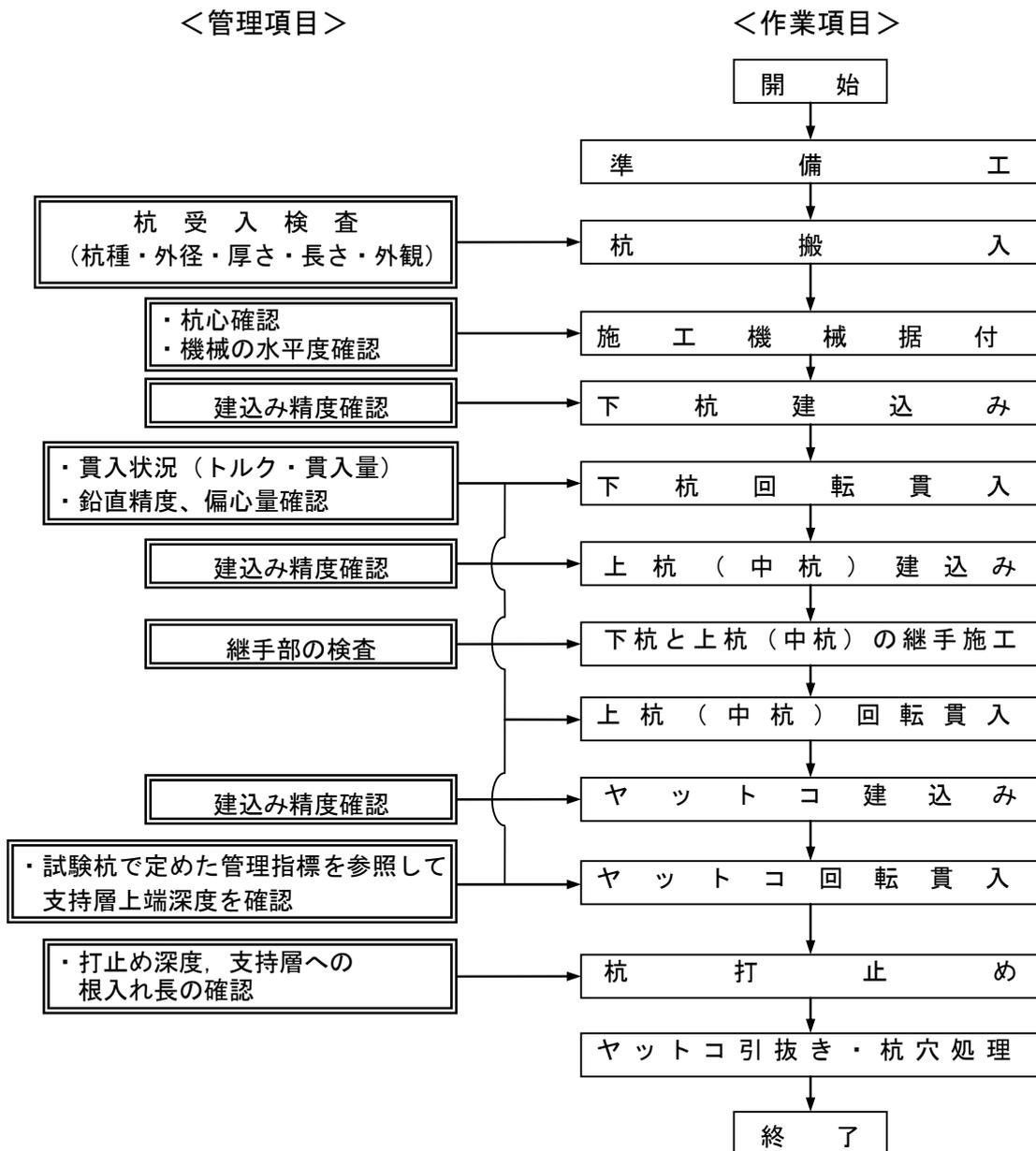


図-2.1 回転杭の標準施工フロー

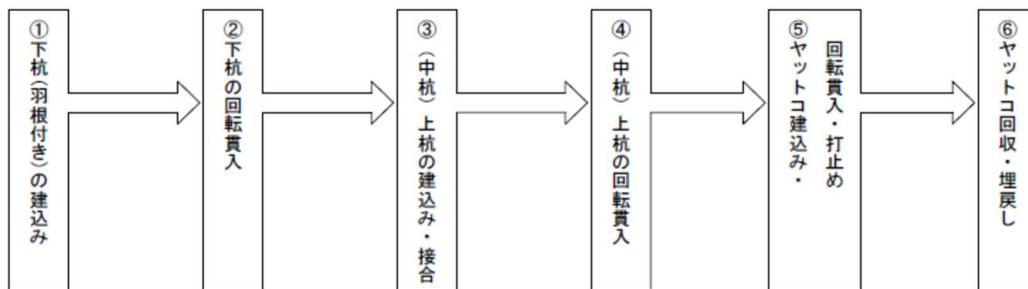
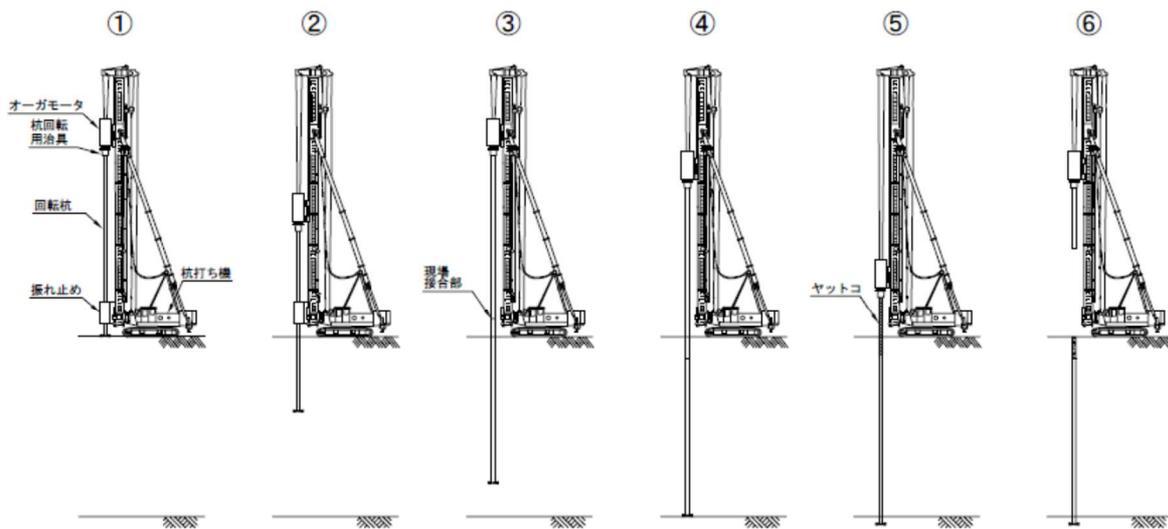


図-2.2 杭頭回転方式の施工手順例

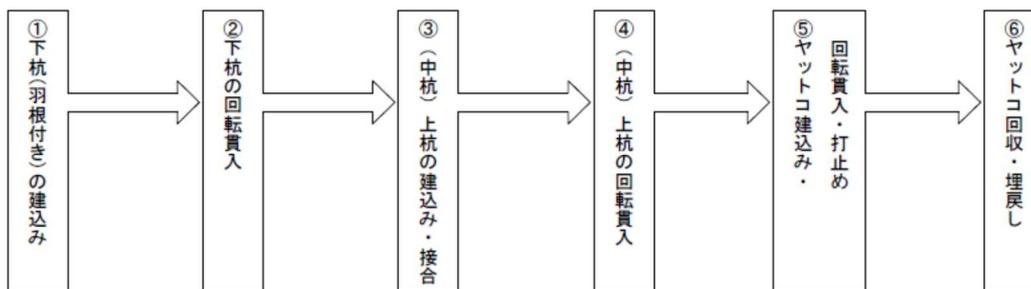
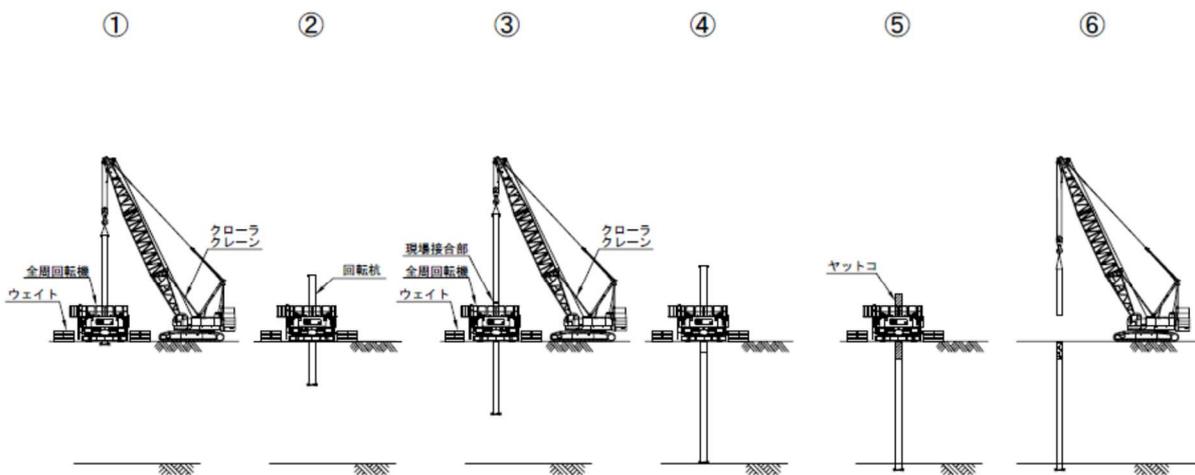


図-2.3 胴体回転方式の施工手順例

### 2.3 施工機械

回転杭工法に使用する主要な施工機械は、回転貫入機（3点支持式杭打ち機、小型杭打ち機又は全周回転機）、補助クレーン、施工管理装置である。

杭径に応じた施工機械の選定目安を図-2.4に示すが、施工機械の選定に当たっては、施工する杭径、深度、地盤条件、あるいは作業ヤードの広さ等の制約条件を考慮して、適切な機種を選定する必要がある。各施工機械の配置の例を図-2.5～図-2.7に示す。

一般的に回転杭の施工には、施工機械の組立・分解、施工機械の移動・旋回、さらには回転杭の保管場所等を考慮すると400m<sup>2</sup>程度以上の作業ヤードが必要であるが、セメントプラント等の設備が不要であるため現場の制約条件に応じて、臨機応変に機械を配置することが可能である。また小型杭打ち機を用いる場合は、50m<sup>2</sup>程度以上の作業ヤードで対応できるため、狭隘地施工に適している。

表-2.2、表-2.3に杭頭回転方式の標準的な施工機械設備を、表-2.4に胴体回転方式の標準的な施工機械設備をそれぞれ示す。また表-2.5に回転杭工法で用いる代表的な施工機械能力の参考値を示す。なお、表-2.5に示す施工機械以外にも低空頭・狭隘地施工に特化したCHR（コンパクト・ハイパワー・ロータリー）機等がある。

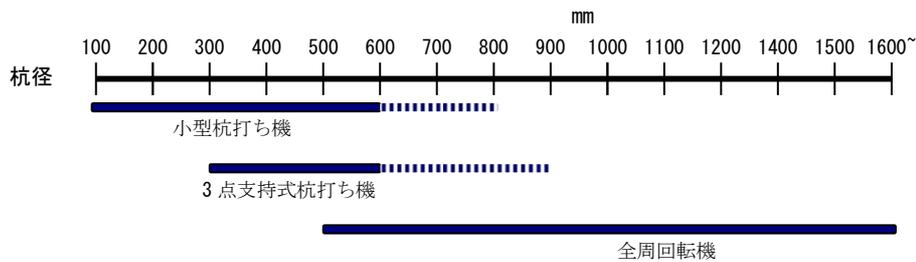


図-2.4 施工機械の選定の目安

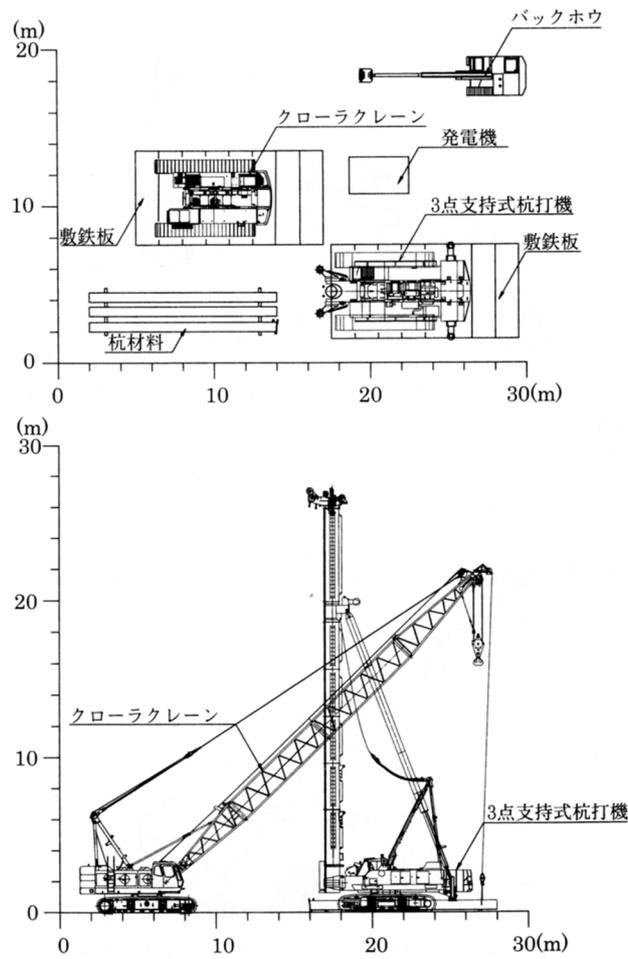


図-2.5 3点支持式杭打ち機の配置の例

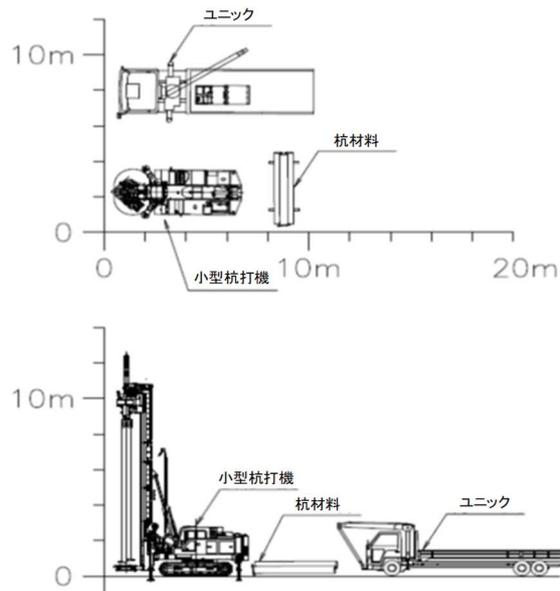


図-2.6 小型杭打ち機の配置の例

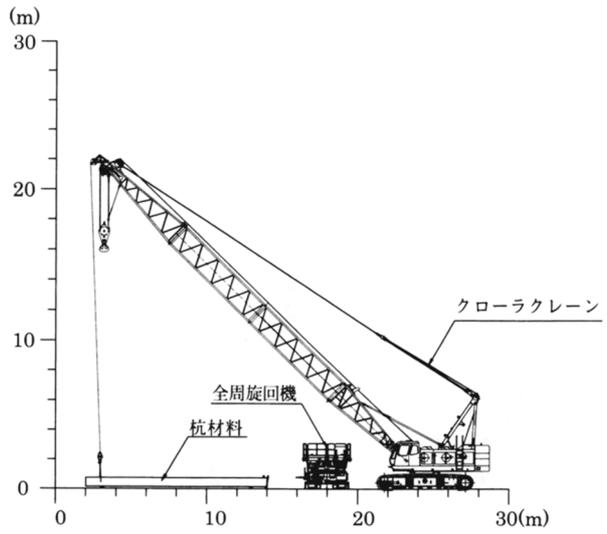
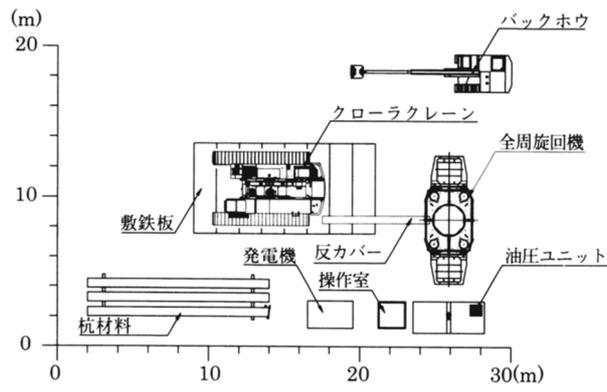


図-2.7 全周回転機の配置の例

表-2.2 3点支持式杭打ち機の標準的な施工機械構成

No.	名 称	仕 様	備 考
1	3点支持式杭打ち機	35～80ton 吊り級	杭径φ300～600mm程度
2	オーガモータ	60～180kW級	電動式
3	押込み力付加装置	3点支持式杭打ち機毎 (300～600kN)	ワイヤと滑車の組合せ, 又は油圧シリンダ
4	杭回転用治具 (キャップ)	杭径毎	杭頭回転用
5	ヤットコ	同上	上杭との連結金具付きロッド
6	補助クレーン	25～80 ton 吊り級	クローラクレーン又はラフテレーンクレーン
7	バックホウ	クローラ型 平積0.4m <sup>3</sup> 程度	土砂等の移動用
8	アーク溶接機	手溶接又は半自動溶接機	現場接合がある場合
9	引込電力又は発電機	125～200kVA	溶接機用
		300～600kVA	オーガモータ用

表-2.3 小型杭打ち機の標準的な施工機械構成

No.	名 称	仕 様	備 考
1	小型杭打ち機	自走式	φ100～600mm程度
2	オーガモータ	小型杭打ち機毎 10～550kN・m	油圧式
3	押込み力付加装置	20～60kN	小型杭打ち機の本体重量+オーガモータ重量
4	杭回転用治具 (キャップ)	杭径毎	杭頭回転用
5	ヤットコ	同上	上杭との連結金具付きロッド
6	補助クレーン	2.9ton 吊り級	クレーン装置付きトラック
7	バックホウ	移動式クレーン仕様	土砂等の移動用, 杭の吊込み
8	アーク溶接機	手溶接又は半自動溶接機	現場接合がある場合
9	引込電力又は発電機	60kVA程度	溶接機用

表-2.4 全周回転機の標準的な施工機械構成

No.	名 称	仕 様	備 考
1	全周回転機	油圧式	φ 500～1600mm
2	油圧ユニット	全周回転機毎 1,400～8,000kN・m	低騒音型, 超低騒音型あり
3	カウンターウェイト	スラブ又はコンクリート塊	適切な重量を選択する
4	回転反力装置	機種毎	回転反力を取るための治具
5	杭回転用カラー	杭径, 機種毎	杭を把持するための治具
6	ヤットコ	同上	上杭との連結金具付き鋼管
7	補助クレーン	65～200ton 吊り級 4.9ton 吊り級	クローラクレーン ミニクレーン
8	バックホウ	クローラ型 平積0.4m <sup>3</sup> 程度	土砂等の移動用
9	アーク溶接機	手溶接又は半自動溶接機	現場接合がある場合
10	引込電力又は発電機	125～200kVA 程度	溶接機用

表-2.5 代表的な施工機械能力の参考値

施工機械の規格		杭径の目安 (mm)	機械重量*1 (tf)	トルク*2 (kN・m)	代表的な ベースマシン
小型 杭打ち 機	油圧	190.7 未満	6～10	42～60	EX-60, DHJ-08
	油圧	318.5 未満	11～17	67.9～139	EX-80, DHJ-12 , DHJ-15
	油圧	508 未満	35～45	276～397	DHJ-25
	油圧	300～609.6	34～54	300～548	ZX-200, DHJ-45
杭 3 点 支持 機	電動 90kW	300～318.5	105	160	DH508
	電動 110kW	300～400	110	290	DH558
	電動 150kW	300～500	120	296	DH608
	電動 180kW	300～609.6	135	355	DH658
全周 回転 機	φ 1500 級	500～600	26.1	1400	RT150A II
	φ 2000 級	500～1000	30.0	2170	RT200A III
	φ 2000 級	500～1300	44.0～55.0	902～3628	HCR2500P
	φ 2000 級 (強力型)	700～1200	34.1	2950	RT200H
	φ 2600 級 (強力型)	1300～	46.5～55.0	5100～8000	RT260H

\*1 杭打ち機は全装備重量, 全周回転機は機械単体重量を示す。

\*2 電動モータは定格トルク, 油圧モータは最大トルクを示す。

## 2. 4 鋼管杭及び附属品

### 2. 4. 1 鋼管本体

鋼管杭は JIS A 5525（鋼管ぐい）の SKK400又はSKK490を標準としているが、施工性及び経済性等の観点から SKK490が多用される。また、建築分野では建築基準法第37条に基づき指定建築材料と指定されている JIS G 3444（一般構造用炭素鋼鋼管）の STK400又はSTK490等の JIS 規格品や国土交通大臣の認定を取得したより高強度の材料の適用も可能である。詳細については各工法の認定内容を参考にするのがよい。また JIS A 5525の主な内容を【付録C】に採録する。

### 2. 4. 2 先端羽根

先端羽根は施工時において鋼管杭の回転により貫入推進力を発生させる施工部材として、また供用時においては荷重を支持する構造部材として機能する重要な部位である。羽根及び羽根が取り付けられている先端部の鋼管の詳細な仕様は、押し込み支持力や引抜抵抗力、施工時の回転トルクに耐えられるよう工法ごとに設定されている。巨礫や玉石層が存在し、瞬時に過大な施工トルクが発生する危険性のある場合にはその施工トルクに応じた羽根部の仕様を選定する。

鋼管先端部の鋼管及び羽根の仕様は、工法毎及び分野ごとに異なっており、各工法の規定に従う必要がある。なお、『道路橋示方書・同解説 IV下部構造編』では、杭先端の極限支持力度の推定式を適用できる条件として、羽根外径が杭径の1.5倍又は2.0倍、先端が閉端タイプ又は羽根内径/杭径比が1/2以下の開口タイプ、羽根外周の切欠き長さの合計が全周の1/8以下とされている。

各工法における鋼管先端部及び羽根の標準仕様を【付録D】に集録したので参照されたい。

### 2. 4. 3 回転金具

回転金具は施工機械からの回転力を杭体に伝達させる施工用の部材である。

杭頭回転方式の場合、回転金具を鋼管の頭部付近の外周（内面の場合もある）に2～4個取付ける。胴体回転方式の場合は基本的には不要であるが、ヤットコを用いる場合は上杭の鋼管の頭部付近の内面に2個取付ける。

回転金具の例を写真-2.1，写真-2.2に示す。



写真－2.1 回転金具の例(杭頭回転方式)



写真－2.2 回転金具の例(胴体回転方式)

#### 2. 4. 4 吊金具，現場溶接部材

吊金具や現場溶接部材等，鋼管杭の一般的な附属品に関しては，「鋼管杭・鋼管矢板の附属品の標準化 平成30年5月（（一社）鋼管杭・鋼矢板技術協会）」に準拠するものとする。

## 3. 施工計画

### 3.1 施工計画の基本

回転杭の施工は、工事における安全・衛生の確保、環境への配慮、法令順守の基本条件のもとで、設計において前提とされた以下のような諸条件等が満たされるように留意して計画する必要がある。

- ・設計で想定された構造条件、地盤条件に施工で変化を及ぼさないこと
- ・支持力推定式を裏付ける適正な施工（規定された施工）を行うこと
- ・適正な材料の使用、基礎の信頼性を裏付ける施工管理がなされていること

これらが満足できない場合には設計に立ち戻って検討が必要となる。また規定された以外の施工法や材料の使用に関しては、規定されたものと同等以上の安全度等を有するように載荷試験等により別途確認することが必要である。

施工計画のための調査、工程計画（仮設計画、輸送計画）、品質管理計画、安全衛生計画、環境対策等の施工計画の内容や留意点については、たとえば「杭基礎施工便覧」に詳しく記載されているので、これらを参照するのがよい。なお、法令等については常に最新情報を確認する。

### 3.2 施工要領書

建設業法第26条の3では、「主任技術者及び監理技術者は、工事現場における建設工事を適正に実施するため、当該建設工事の施工計画の作成、工程管理、品質管理その他の技術上の管理及び当該建設工事の施工に従事する者の技術上の指導監督の職務を誠実に行わなければならない。」とされている。元請技術者は、設計段階で要求されている所定の品質と機能を満足するような施工が行われることを確認できる施工要領書を事前に作成しなければならない。杭工事管理者は、元請技術者が作成する施工要領書が 3.1 施工計画の基本の基本条件や諸条件を満足するように、専門的観点から助言・協力を行わなければならない。

回転杭工法においては、一般的に以下の内容の施工要領書を作成する。

< 施工要領書（施工計画書）に記載する主な事項 >

1. 工事概要・一般事項
2. 計画工程表
3. 工事組織・体制、現場組織表、役割分担
4. 現場位置、地盤条件、杭心位置、現場確認・設計図書照査による注記事項等
5. 主要資材
6. 施工機械・器具（指定機械、主要機械）
7. 仮設備配置図
8. 鋼管杭、施工機械の搬入計画
9. 施工方法及び施工手順
10. 施工管理計画
11. 試験杭の実施計画
12. 施工記録項目、様式、提出時期等

13. 不具合発生時の対処方法
14. 品質管理計画，出来形管理計画
15. 安全衛生計画
16. 環境対策

施工要領書（施工計画書）の作成においては，以下のような点に留意する必要がある。

### 3. 2. 1 工事概要・一般事項

工事概要等の記載においては，採用する施工法がわかるように表記しなければならない。

適用図書類として設計図書以外に準拠する重要な基準類がある場合，あるいは設計図書の内容誤謬や現場との相違がある場合等は，その内容や処置などについて記載しておく。

### 3. 2. 2 計画工程表

杭工事の工程表は，仮設備を含めた全体工程の一部として立案されるのが一般的である。このため，全体工事との関連を考慮し杭工事の施工工程を立案する必要がある。杭工事の施工工程の立案に当たっては，各作業工程における施工時間の計画を設定し，杭1本の施工に要す時間を把握した上で1日に施工できる本数を割り出し無理のない計画を立てる。数基の基礎を施工する場合にはその施工順序等を記入した平面図なども添付する。

### 3. 2. 3 工事組織・体制

工事の実施に際しては建設業法に従って組織・体制の書類（施工体制台帳，施工体系図）を作成し，主任技術者（杭工事管理者）を配置する。回転杭工法の施工には，施工機械の選定，施工の安全，品質の確保，工程管理等の専門知識や現場での経験，設計で杭に要求されている基本的事項への理解が必要であることから，杭工事会社や工法協会（NSエコパイル工法協会，つばさ杭技術協会）が杭工事に必要な教育を行い，十分な知識と技量を備えていると責任を持って判断した技術者（杭工事会社や工法協会の定めた資格を有している者，鋼管杭施工管理士の資格を有している者，各工法協会で資格等を特に制度化していない場合は，目安として主要な立場で3現場以上経験した者）を杭工事管理者として選定・配置する。

また工事体系図や作業員名簿等の作成に際しては，管理者，責任者，指揮者等の役割分担や，個々の作業を実施するのに必要な資格要件，実施権限，担当等が分かるように記載する。

法令が資格を要求する作業はもとより，工事の品質を確保するうえで重要な作業については，有資格者や教育訓練を受けた者で当該作業の経験を有し，作業内容について十分に理解している者に実施させる必要がある。

### 3. 2. 4 現場確認・設計図書照査に関する注記事項等

工事着手に際して設計図書の照査，並びに現場の確認を実施して設計図書の内容の妥当性，現場条件との相違などを把握することが必須とされる。

現場確認（踏査）を実施し，現場環境条件，基準点（KBM・多角点・幅杭・中心線測量点等），施工ヤード，搬入路，施工支障物・近接構造物，その他の危険箇所等をチェックし，現場確認記録（設計図書との相違があればその内容も記載）を作成し，これらを踏まえた施

工要領書（施工計画書）を作成する。

地盤条件の確認においては、あらかじめ実施されている土質調査結果等の資料及び近隣の地盤の情報や施工実績などから、地盤の構成（土層・土質・層厚）や地下水の状況等を把握するとともに、施工性について検討する。設計図書で杭に期待している支持力性能や支持層の想定深度分布を確認し、支持層の不陸が大きい等の特殊な地盤の場合は、必要に応じて地盤調査の追加を監督員（工事監理者）等と協議する。既設の基礎や転石等の地中障害の存在が明らかな場合は、事前に監督員（工事監理者）等と協議を行い、障害物を回避して施工することを検討する。障害物を回避しての施工が難しい場合には、障害物の撤去対策について別途検討する。

国土交通省が策定している「設計図書の照査ガイドライン」では、橋梁下部工に関して施工条件（環境対策、搬入路、ヤード確保、近接構造物影響）、振動・騒音等への配慮の要否、支障物件、埋設物確認、設計図（座標値、図面間の整合性確認、使用材料等の確認、施工実施数量計算）等を請負者が確認することを求めている。これらについてチェックリストを作るなど、設計図書の照査を実施したことを示す記録と必要な情報を記載しておく。

### 3. 2. 5 施工機械・器具、仮設備

設計図書に記載あるいは前提とされた施工の諸条件等を把握したうえで、使用予定の施工機械・器具や仮設備について、その計画内容や現場における配置を明記する。

この際、検査や点検に合格しているものを使用することが必須であるので、検査表や点検記録等にも配慮する必要がある。

指定建設機械（排出ガス対策型、低騒音型、低振動型）を使用する場合は、その旨を明記するとともに、現場での稼働中の写真等でその使用実態が確認できるようにする。

### 3. 2. 6 施工管理計画

基礎構造については、地中部の出来形の直接検査が困難であり、また竣工後の維持・管理・補修等の実施も難しい面がある。したがって、所定の品質と機能を満足することが確認できることとともに、施工精度や材料強度等についてはその品質水準が確認できるような施工管理を心掛ける必要がある。

施工要領書（施工計画書）においては、施工管理の要点となる事項について、項目、管理方法、規格値や目標値等を具体的に記述する。あわせて、施工記録の内容・様式等についてもあらかじめ明確にしておく。監督員（工事監理者）や元請技術者が立会い確認を行う管理項目は明確にし、施工要領書（施工計画書）に反映する。また、施工体制上、杭工事管理者が複数名となる場合は、責任を持って施工管理項目を確認・記録する杭工事管理者を施工要領書（施工計画書）で明確にしておく。

### 3. 2. 7 試験杭の実施計画

試験杭の実施計画について、対象とする杭、実施時期、確認事項、結果の本杭施工への活用等を明確にしておくことが必要である。

具体的な試験杭の実施計画等については、5.2.1 試験杭の目的と計画に記載する。

### 3. 2. 8 施工記録

施工記録は作業日毎の記録のほかに、個々の杭の施工状況全体が容易に理解できる内容のものが望ましく、施工記録として管理すべき事項や書式、提出すべき記録、提出・報告時期、施工記録が取得できなかった場合の代替記録方法等について、施工要領書（施工計画書）で明確にしておく。

施工中に生じた特殊な状況とその対策や工事において行われた調査、試験の記録についても工事記録として保管する必要がある。

施工記録は、施工品質を担保する重要な資料であるため、工事完了後も一定期間保管する。また、施工記録は施工技術の発展や継承に資するものにもなるため、杭工事会社もデジタルデータなどで保管する。

### 3. 2. 9 不具合発生時の対処方法

施工要領書（施工計画書）作成段階から、地盤条件や施工環境などから想定される不具合を挙げ、監督員（工事監理者）や設計者とその対策を事前に決めておくがよい。万一施工中に想定から大きく外れる不具合が発生し、施工要領書（施工計画書）を変更する必要がある場合は、速やかに作業を中断し、杭工事管理者→元請の杭担当技術者→元請の監理技術者→監督員（工事監理者）、設計者→発注者と速やかに連絡し、対応方法について協議する。この連絡・協議ルートや協議結果を記録に残すことを施工要領書（施工計画書）に記載しておく。

### 3. 2. 10 品質管理計画

品質管理の内容・項目については、施工方法、施工管理方法とは別に整理するのがよい。この際、品質管理項目の一覧表等を作成し、品質記録の確保について明確にしておく。設計図書や特記仕様書に品質管理に関する特記事項が記載されている場合があるので、詳細に確認する。

検査や測定については、その頻度や数量を明確にするとともに、その実施者、確認者なども明確にしておくがよい。検査頻度とともに、予定される検査数を記載すれば記録などの照合・確認などが行いやすい。具体的な規格値や許容範囲の規定があるもの、自主管理値や目標値を設定するものは、その値も明記しておくのがよい。

### 3. 2. 11 安全衛生計画

安全衛生については、工事における安全確保についての留意事項、安全活動計画等について記載する。

この際、「労働安全衛生法」、「労働安全衛生規則」等の関係法規を遵守するとともに、現場の実態に即したものとなっていることが重要である。

「土木工事安全施工技術指針」に基礎工事における留意事項等が記載されているので参考にするとよい。

## 4. 施工

### 4. 1 事前準備

設計において前提とされた諸条件等を満たすよう施工を行うために、元請技術者は施工に着手する前に以下のような準備を行い、杭工事管理者及び杭工事に従事する者と共有する。

- ・設計図書並びに各種適用基準の内容を把握し、設計図書の内容を照査する。
- ・特に、設計図書に記載の打ち止め深度、支持層根入れ長、鋼管の断面変化位置、設計支持力の余裕度を確認する。
- ・ボーリング柱状図及び土質調査報告書により、地層構成、支持層深度、支持層傾斜等を確認する。
- ・作業ヤード、上空支障物、近接構造物、作業時間規制等の現場作業条件、住宅密集地や水源等の周辺環境条件を確認する。
- ・施工要領書（施工計画書）を作成し、監督員（工事監理者）等と確認・協議を行う。

### 4. 2 準備工

施工を円滑に進めるために、現地の状況を把握し、現場環境の整備（障害物の確認・処置、ヤード及び施工基面の整備等）、施工機械・機器の運搬・組立設置・点検等を行う。必要に応じて対策を講じる。

施工に先立つ準備工としての注意事項を以下に示す。

#### 4. 2. 1 杭打設順、測量基準点の確認

制約された作業ヤードの中で、効率的に杭が打設できる重機や資材の配置、試験杭の位置を考慮し、杭打設順を決定する。特に全周回転機の場合、回転反力は回転反力装置(反力バー)を介してクローラクレーンで取ることから、杭施工中においてクローラクレーンの位置は固定される。したがって効率的な作業のためには杭の保管位置の設定が重要である。

杭心測量の基準点を確認するとともに、打ち止め深度確認のため、KBM を基準に打ち止め高さ確認用のレベルを設置する。

#### 4. 2. 2 障害物の撤去・防護

施工が安全かつ円滑に行えるように、送電線や電話線等の地上障害物の有無の調査を十分に行い、必要な対策を講じておく。

また施工の前に既設の基礎や配管、転石・捨石等の地中障害物を撤去する方法としては、ケーシングとハンマグラブによる掘削やスクリーロッドによる掘削などがあるが、その実施に際しては掘削の方法や範囲(深度、径)等について監督員（工事監理者）等と十分に協議をする。特に鋼管径を超えるような大きな地中障害物の処置では、周面摩擦力等の設計上の影響評価が必要となる場合もある。

#### 4. 2. 3 作業基盤の整備

作業基盤の良否は、杭の傾斜等の施工精度のみならず施工性や安全性に重大な影響を与える。また、近接構造物や地中埋設物に与える影響度にも関係する。作業基盤の整備に当たっ

ては施工機械の機種、重量、施工姿勢や周辺構造物・地中埋設物等との離隔などを含めて総合的に判断する。

一般的には敷鉄板により重機足元の養生を行うが、地盤（表層、浅層）が非常に軟弱な場合は、重機の安定性及び杭の施工精度（鉛直精度、水平精度）の確保のために、敷鉄板を追加することにより荷重を分散させることや、地盤改良や敷採石等により地耐力を大きくするなどの対策を取る必要がある。また杭心間の重機移動時においても同様の処置が必要である。作業基盤の養生については、「移動式クレーン、杭打ち機等の支持地盤養生マニュアル」などを参考にするとよい。

また、重機や鋼管の搬入路、重機の移動範囲等についても、特に斜面法肩等に注意して転倒事故が起こらないように堅固に整備しておく。

#### 4. 2. 4 施工機械の運搬・組立設置・点検、杭の運搬

運搬に当たっては、種々の制限があり特に道路運搬の場合は運搬経路の交通規則（通行規制区域、橋梁の荷重制限、搬入路の幅員や高さ制限等）をはじめ、交差点や曲がり角の旋回可能幅員等、事前に道路や交通の状況を十分調査して輸送計画を作成する。

特に施工機械の運搬はトレーラーで行われることが多く、一般に特殊車両通行許可が必要となるため、道路状況を把握したうえで、綿密な輸送計画を立て、必要な許可を取得する。また回転杭の運搬長さは6～13m が一般的であるが、施工効率を上げるためにそれ以上の長さを運搬する場合には詳細に計画する必要がある。

施工機械や回転杭の輸送条件等については、「杭基礎施工便覧」等を参考にするとよい。

施工機械の組立・分解には機械の種類や編成によって必要なスペースや作業手順が異なるので、それぞれの機械に対する適切な組立方法を現場条件に応じて詳細に検討する必要がある。また作業中は、機械の安定性や重量物の吊作業における安全確保について特に留意する。

施工機械は、その機能を十分発揮し、安全・正確・迅速な作業ができるよう関係法令にもとづく検査を行わなければならない。施工着手時の点検とともに日常の始業点検等の自主検査を適宜行い施工機械の管理に努め、自主点検も含めて施工機械の点検実施の確認記録やチェックリストなどを作成し、記録を保管しておく。

### 4. 3 回転杭の受け入れと保管

搬入された回転杭は、所要の品質を満たしていることを確認したうえで、損傷や変形が生じない方法で保管する。

#### 4. 3. 1 受け入れ検査

現場に搬入された杭の外観、形状、寸法（外径、羽根径、厚さ、長さ、付属品）が設計図書や製作要領書（製作承認図）に適合していることを確認する。また納品書などにより杭の種類、数量を確認する。

杭の品質については、検査証明書（ミルシート）での別途確認も行う。

受け入れ検査の実施状況は記録に残すとともに、検査証明書類と併せて整理保管する。

受け入れた製品の品質上の欠陥や数量の食い違い等の不具合が発見された場合は、その処置も含めて記録に残すとともに監督員（工事監理者）等へ報告する。

#### 4. 3. 2 製品の保管・取り扱い

杭は種類別に分類し、損傷や変形が生じない方法で保管する。

台木（角材やH鋼等）を使用する場合は、管端の変形防止の観点から受け位置を管端部から50cm程度は離すよう配慮するのがよい。

杭はなるべく平置きすることが望ましいが、やむを得ず段積みする場合は2段以内とし、荷崩れしないよう十分な安全対策を施さなければならない。段積みの高さは玉掛け時に高所作業とならない2m以下が一つの目安となる。

杭を使用する順序や作業性等を考慮して、適切な位置に杭を仮置きする。杭の仮置きを例を図-4.1に示す。

- ① トラックやトレーラーのうえで荷崩れがおきないことを確認してから固縛用のワイヤロープを緩める。
- ② 杭の荷下ろしはクレーンにて行い、羽根部に注意しながら慎重に1本ずつ下ろす。
- ③ 杭はできるだけ水平な地盤に台木を支持点として並べる。
- ④ 台木は玉掛けに支障のない高さのものを使用し、転がり防止としてストッパーで完全に固定する。

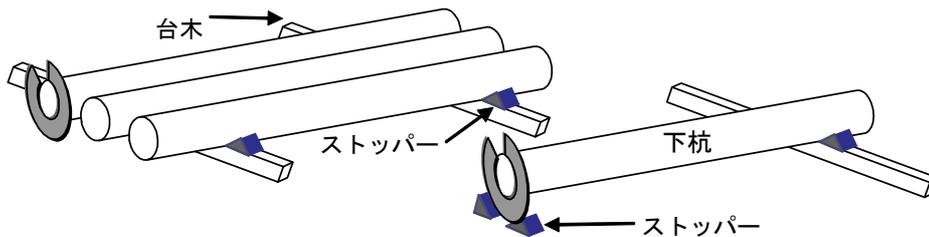


図-4.1 杭の仮置き例

#### 4. 4 施工機械の設置

施工機械の設置は、目串等により元請技術者から指定された杭心位置へ正確に行う。また施工時には所定の位置に設置した施工機械が杭の回転及び押込み力で動かないように、それぞれの反力が取れるような措置を行う。特に作業基盤の地耐力が小さい場合や造成地における擁壁近傍や傾斜地等で偏土圧が生じる場合は、機械を設置した地表面が沈下する（機械が傾く）場合もあるので、4.2.3 作業基盤の整備に示す対策を施すことが必要である。

さらに施工中の機械周りは極めて危ないので、近寄らない様に立入禁止標示等を設置し安全に作業を進めなければならない。

(1) 3点支持式杭打ち機、小型杭打ち機の場合

- ① 施工する杭の位置、杭仕様を確認する。
- ② 杭打ち機据付け位置の地盤を確認し、敷鉄板にて杭打ち機足元を養生する。
- ③ アウトリガーを張り出し、荷重を支えられることを確認する。
- ④ 杭打ち機のリーダ角度計やトランシットを用いて、杭打ち機リーダの鉛直度を調整する。
- ⑤ 目串から直行する2方向に逃げ心を設置し、杭を建て込んだ後に逃げ心から杭外周ま

での距離をスケールや定尺棒等で確認しながら、杭中心と目串が一致するように施工機械を移動させる。

#### (2) 全周回転機の場合

- ① 施工する杭の位置、杭仕様を確認する。
- ② 全周回転機据付け位置の地盤を確認し、敷鉄板にて全周回転機足元を養生する。
- ③ ベース鉄板の開口部の中心を出すために直行する 2 方向に水糸を張り、水糸の交点と目串が一致するようにベース鉄板を設置する。
- ④ ベース鉄板のストッパーに合わせて、全周回転機をクレーンでセットする。
- ⑤ 付属の水平器を用いて、全周回転機を水平にする。
- ⑥ 必要に応じカウンターウェイトをセットする。
- ⑦ 回転反力装置を取付け、反力体とするクレーン等の重機でしっかりと固定する。

## 4. 5 回転杭の建込み・回転貫入

### 4. 5. 1 回転杭の建込み

回転杭の建込みは、杭打ち機の安定性の確保や作業の安全性に十分な注意を払うとともに、所定の杭心位置へ正確に行う。

#### (1) 遣り方、杭心だし

遣り方は杭心の位置出しや杭の高さを管理するために重要である。

また近接杭の施工によって杭心や逃げ心位置が移動することがあるため、必ず杭施工前に再度杭心位置を確認する。

#### (2) 鋼管杭の吊込み

3 点支持式杭打ち機、小型杭打ち機の場合、杭は杭打ち機又はクレーンにより吊込み、回転金具と回転キャップを接続する。

全周回転機の場合、杭はクレーンにより杭を把持するスパイラルカラーの螺旋状の溝を通して建込むか、杭を建て込んだ後にミニクレーンなどでケーシングライナーを取り付ける。ケーシングライナーを取り付ける際には作業者が杭との間に挟まれないよう安全に留意する。

鋼管杭は所定の杭心位置に正確に設置し、3 点支持式杭打ち機・小型杭打ち機を用いる場合には、あらかじめ杭心から一定距離に設置しておいた 2 個所の逃げ心（鉄筋棒等）の位置から鋼管外周までの距離をスケール・定尺棒等で確認しながら、杭中心と杭心が一致するように施工機械を移動させる。全周回転機の場合には、鋼管杭を吊り込む前にベース鉄板の開口部の中心を出すために直行する 2 方向に水糸等を張り、水糸の交点と杭心が一致するようにベース鉄板を設置し、ベース鉄板のストッパーに合わせて全周回転機をクレーンでセットする。施工中の杭の建込み精度は、トランシット、下げ振り、水準器又は傾斜計等により直角 2 方向から確認する。写真-4.1 に回転キャップ、写真-4.2 にベース鉄板、写真-4.3 にスパイラルカラー、写真-4.4 にケーシングライナーを示す。



写真-4.1 回転キャップ



写真-4.2 ベース鉄板



写真-4.3 スパイラルカラー



4.4 ケーシングライナー

写真-

#### 4. 5. 2 回転貫入

回転貫入開始時は、杭の偏心量と鉛直精度に十分注意しながら、ゆっくり回転貫入させる。貫入時には、回転トルク(回転抵抗値)、貫入量等の施工状況を常に確認しながら施工を行う。杭の建て直し(逆回転で一旦引き上げた後に再貫入)を行っても杭の偏心量や傾斜が管理値内に収まらない場合や、回転トルク(回転抵抗値)や貫入量の挙動が施工計画時の想定や試験杭の結果からかけ離れた場合には、作業を一時中断し、元請技術者等に報告し協議する。

回転貫入作業は以下の事項に留意する。

##### (1) 回転貫入

回転トルク(回転抵抗値)を連続的に測定し、その変化状況と地盤の土質及びN値とを対比しながら貫入する。回転貫入開始直後から5m程度貫入するまでは、地盤による側方の拘束が小さく杭心ずれや杭の傾斜が生じやすいので、細心の注意を払って杭心や鉛直性の調整作業を行う。3点支持式杭打ち機、小型杭打ち機の場合には下杭施工中は杭を振れ止め装置で拘束した状態で施工する。

継ぎ杭の場合には、下杭の施工終了後に中杭また上杭を建込み、鋼管の接合を行った後に下杭同様に回転貫入を行う。

##### (2) 押し込み力の付加

先端羽根による推進力が十分に得られず貫入量が減少する(1回転あたりの貫入量が羽根ピッチに比べて極端に小さい)場合には、押し込み装置により杭体に押し込み力を付加して回転貫入を補助する。

過度な押し込み力は杭の鉛直精度や偏心量に悪影響を及ぼし、品質が確保できなくなることもあるので注意する。

硬質粘性土層や地層(地盤の硬さ)の変わる境界付近では、羽根の推進力が不足して滑りが発生し貫入速度が著しく低下することがある。一度そのような状況が発生すると解消する

までに時間がかかるので、適切な押込み力の付加によりスムーズに貫入するように施工する。

### (3) ヤットコ施工

最終杭天端高が施工基面より低い場合、ヤットコを用いて施工を行なう。3点支持式杭打ち機用及び全周回転機用のヤットコ例を写真－4.5及び写真－4.6に示す。ヤットコは、回転トルク・押込み力・引き抜き力を確実に伝達できる構造とし、設計深度まで貫入するために必要とされる長さ以上のものを用いる。ヤットコを引抜いた後は、地盤に空洞ができるため、管内への転落防止と杭打ち機足場の養生を兼ねて、必要な強度を有する鉄板等で開口部を塞ぎ、速やかに埋戻す。



写真－4.5 3点支持式杭打ち機用のヤットコ

写真－4.6 全周回転機用のヤットコ

## 4.6 現場縦継ぎ溶接

鋼管杭の現場縦継ぎ溶接（円周溶接）は、杭の諸性能に及ぼす影響が大きく、溶接条件、溶接作業及び検査等に十分な注意を払い、有害な欠陥を生じないように確実に行わなければならない。

現場縦継ぎ溶接はセルフシールドアーク溶接法による半自動溶接によることを標準とする。本項には現場縦継ぎ溶接の概要を記載する。より詳細な情報は「道路橋における鋼管杭の現場縦継ぎ溶接要領（一社）鋼管杭・鋼矢板技術協会（平成24年3月）」を参照されたい。

### (1) 溶接施工管理技術者

『道路橋示方書・同解説 IV下部構造編』においては、現場溶接に際しては、溶接に関する技術的知識・経験や施工管理に関する十分な職務能力を有するものを溶接施工管理者として常置させることが定められており、溶接施工管理技術者の資格要件の代表例として、（一社）日本溶接協会の規格 WES 7601（基礎杭打設時における溶接作業標準）に定められた溶接管理技術者（（一社）日本溶接協会が指定する基礎杭溶接管理技術者講習の受講・修了試験の合格者、又はこれと同等以上とみなされる WES8103に基づき認証された特別級、1級又は2級の溶接管理技術者）が該当する。

溶接施工管理技術者は、溶接に関する技術的知識、経験をもとに適切な指導を行うほか、以下のような事項を管理する。

- ① 溶接工の選定
- ② 必要機器諸設備の点検や材料の適正保管方法の指示
- ③ 溶接施工に際しての安全管理
- ④ 溶接作業の開始と終了の指示
- ⑤ 溶接部の検査
- ⑥ 溶接部の欠陥の手直し方法の判断と指示、その後の対策（施工方法の改善等）
- ⑦ 記録の作成と報告

## (2) 溶接工

『道路橋示方書・同解説 IV下部構造編』においては、溶接工は、JIS Z 3801（手溶接技術検定における試験方法及び判定基準）、及び JIS Z 3841（半自動溶接技術検定における試験方法及び判定基準）に定められた試験の種類のうち、溶接方法、溶接姿勢等が当該現場で使用する条件に適した種類についての試験に合格した者、又はこれと同等以上の検定試験として、既製杭の溶接条件や溶接作業に即した資格認証基準である WES8106（基礎杭溶接技能者の資格認証基準）に定められた該当する溶接手法に準じた試験に合格したもので、一定の実務経験を有することとして6か月以上溶接工事に従事した者とする規定されている。また、事前にその現場の溶接条件、溶接環境、溶接方法に応じ十分能力があると認められた者が従事しなければならない。

## (3) 溶接機及び溶接材料

鋼管杭の現場縦継ぎ溶接に使用する溶接機や溶接材料は、設計図書に示された仕様や JIS 規格に規定された適切なものを使用し、確実に品質が確保できるものとする。

セルフシールドアーク溶接法による半自動溶接では、一般に、フラックス入りセルフシールド溶接ワイヤを使用する。溶接材料が吸湿すると溶接欠陥が発生しやすくなることから、雨濡れ、結露、吸湿等に対する配慮が必要である。溶接ワイヤは通気がよく湿気の少ない場所に保管するようにし、吸湿した場合は廃棄するか、乾燥装置等により乾燥させる。

溶接機は、JIS C 9300（アーク溶接機）の規格に適合したものとし、かつ、半自動溶接用に適した十分な容量をもち、適正な電圧、電流を安定して供給し得るものとする。

## (4) 溶接作業

溶接作業は以下のような点に留意して行う。

- ① 溶接部の目違い量とルート間隔を許容値以内に納めるとともに、上下の杭軸線が同一線上にあるように修正し、開先部の清掃、乾燥を行い、記録を残す。
- ② 溶接作業に当たっては、適切な溶接電流、溶接電圧及び溶接速度を選定し、正しい運棒により欠陥のない溶接を行う。
- ③ 降雨、積雪時で母材が濡れているとき、又は 10m/sec 以上の風が吹いているときは、溶接作業を中止する。ただし、溶接部が天候の影響を受けないよう処置を行う場合は元請技術者等の承諾を受けて溶接を行うことができる。
- ④ 気温が+5℃以下の場合には、溶接を行ってはならない。ただし、気温が +5℃から -10℃で溶接部から 100mm 以内の部分すべてが+36℃程度（体温程度）以上に予熱されている場合には差しつかえない。

## (5) 検査

鋼管杭の現場縦継ぎ溶接部は、全箇所、溶接線全長について外観検査と JIS Z 2343（非破壊試験－浸透探傷試験－）による浸透探傷試験（外部キズ検査）を実施し、一定頻度で JIS Z 3104（鋼溶接継手の放射線透過試験方法）の放射線透過試験又は JIS Z 3060（鋼溶接部の超音波探傷試験方法）の超音波探傷試験による内部キズの検査を実施する。特定の検査について規定や指示がある場合には、その指示に従うものとする。

外観検査（外部キズ）の主な検査項目は、溶接部の割れ、ピット、アンダーカット、オーバーラップ、サイズ不足、溶け落ちなどである。外観検査や浸透探傷試験は、その方法及びキズの分類や判定に一定の知識と経験を要することから、経験や資格を有する者が行うことが望ましい。

内部キズの検査は当該検査の資格と経験を有する者が行う。放射線透過試験，又は超音波探傷試験を実施することが一般的である。

#### (6)補修

溶接終了後に欠陥を発見したときは、不良箇所をグラインダで手入れする、あるいは必要に応じてガウジングなどで欠陥部を完全除去し再溶接する等の補修をする。補修部は再検査を行う必要がある。

グラインダ手入れでは、板厚が規格値の許容差以下とならないように注意する。また、肉盛り溶接を行う場合は、ショートビードにならないように配慮し、なめらかに仕上げる。

溶接ビードの整形、スラグやスパッタ等の除去程度の通常の手入れは別として、補修に際しては、その補修内容と補修前後の状況を写真等で記録し、補修状況が確認できるようにする。

なお、溶接欠陥の発生頻度が高い場合は、溶接条件の見直しや溶接工の技量の確認、自主検査の追加等の検討を行うのがよい。

## 4. 7 斜杭の施工

これまで斜杭は、主に打ち込み杭工法で行なわれてきたが、騒音や振動の問題からその適用場所が限定され、時代とともに減少してきた。一方で平成24年度に改定された『道路橋示方書・同解説 IV下部構造編』では、低振動・低騒音の施工が可能で斜杭への適用性が高い回転杭工法が新たに規定され、斜杭の採用が増加しつつある。

斜杭の施工については、施工機械の機種にもよるが土木審査証明等での施工試験においておおむね15度程度までの施工を確認している。一方、『道路橋示方書・同解説 IV下部構造編』では10度程度までとするのがよいとされ、また鉄道構造物等設計標準でも10度以下での使用を基本とするとされている。写真－4.7に斜杭の施工状況を、図－4.2に斜杭の施工手順例を示す。



写真－4.7 斜杭の施工状況

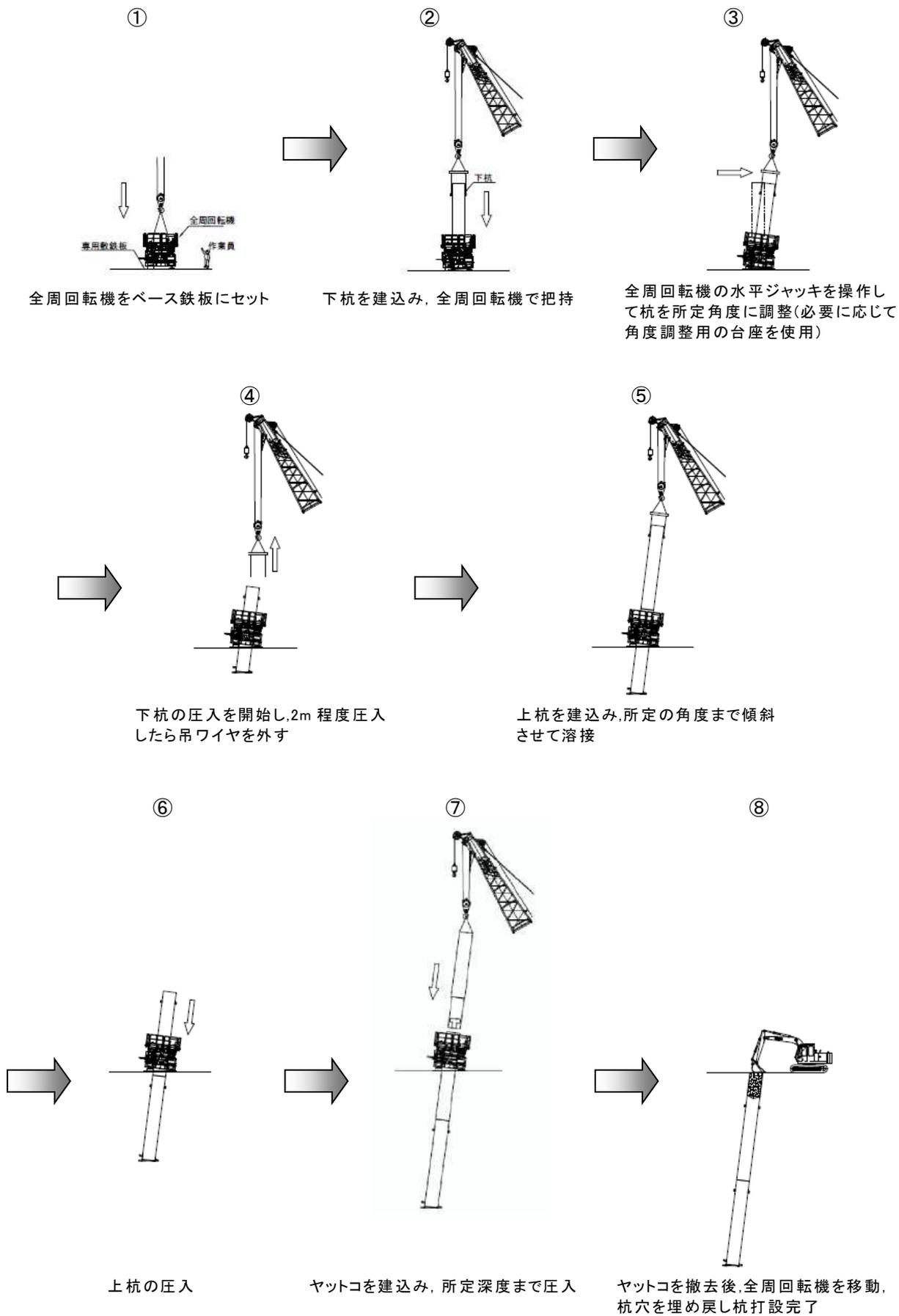


図-4.2 斜杭の施工手順例

回転貫入については基本的に直杭と同様の作業となるが、斜杭の施工で特に留意すべき事項を以下に記載する。

#### 4. 7. 1 杭心の設定

一般に杭心精度が要求される設計上の杭頭レベルと施工機械の据付レベル(作業基盤面)は異なることから、図-4.3に示すように斜杭の作業基盤面における据付心は杭の傾斜角と作業基盤面のレベルにより換算する必要がある。

杭1本ごとに施工機械の据付レベルを確認したうえで杭心を設定し、施工中においても施工機械のレベルが当初設定したレベル通りになっているか確認を行う。特に試掘などを行った場合には、施工機械を設置したあとに沈下する場合があるので留意する。

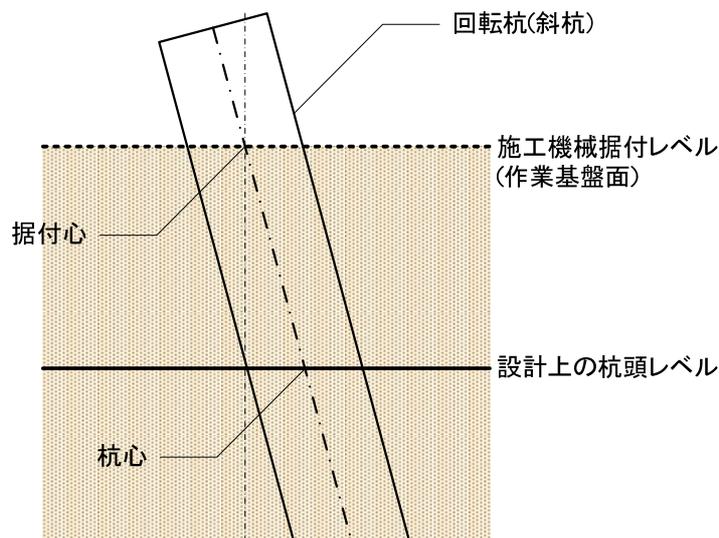


図-4.3 杭心と据付心の位置関係

#### 4. 7. 2 傾斜角の精度管理

傾斜角は傾斜計(デジタルスラント)等により確認及び記録を行う。目標精度内に収まっていない場合は一度逆回転で杭を引き上げ、施工機械及び杭の傾斜角を修正した後、再度貫入させる。

地盤が軟弱な場合、地盤による拘束が小さく杭の傾斜角が変化しやすいので、特に注意して施工を行なう必要がある。また地層の境目などでは傾斜角がずれる可能性があるため小まめに確認しながら施工を行う。

杭打ち止め後において傾斜角の不足が判明した場合は、水平抵抗力の検証が必要となることから、監督員(工事監理者)等との協議が必要である。

#### 4. 7. 3 現場縦継ぎ溶接

斜杭の現場縦継ぎ溶接の場合、以下の点に配慮し作業を行う必要がある。

- ① 建て込んだ杭(溶接時に吊られた状態である上側の杭)を傾斜させた状態で固定して適正なルートギャップを確保することが裏当て金のみでは困難な場合がある。
- ② 斜杭の場合は直杭に比べて下側の杭に上側の杭をあずける際、特に荷振れが生じる可能性が高い。

これらの点に対処するため、上側の杭を建て込む前に2本のワイヤで所定の角度に傾斜させる吊方法を用いることや、上杭を下杭にあずける際に所定の斜角を保持しやすくするための補助治具等を用いるなど、適切な方法を選択する。図-4.4及び写真-4.8に現場溶接用治具の例を示す。

また溶接においては溶け込み不良を防止する観点から、図-4.5に示すように1～2層は周方向の低い側に設けたルート間隔保持ビードの中央部をアークスタートとし、上進溶接するのが望ましい。

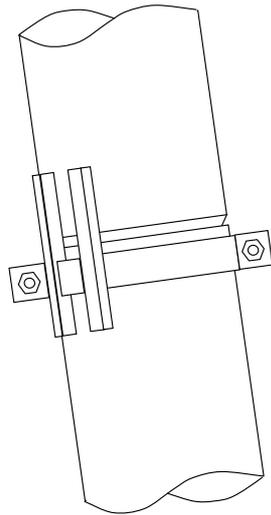


図-4.4 現場溶接用治具の例



写真-4.8 現場溶接用治具の例

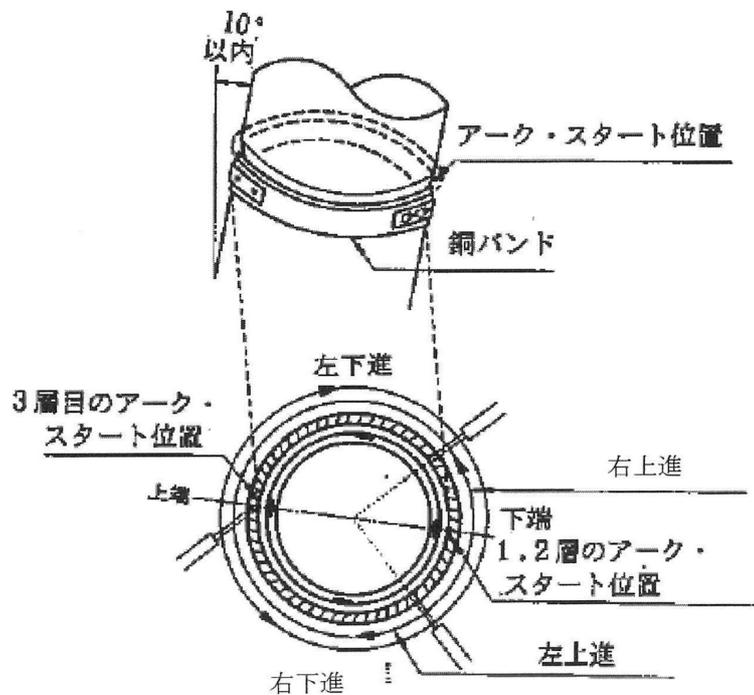


図-4.5 斜杭における溶接要領の例

## 4. 8 特殊条件下の対処

### 4. 8. 1 貫入不良の対処

地盤調査等で確認できなかった障害物や大きな礫などの存在により貫入が困難となった場合には、監督員（工事監理者）等と協議を行ったうえで杭を逆回転で引抜き、羽根の状態を確認するとともに、障害物の撤去が可能な場合には4. 2. 2 障害物の撤去・防護と同様に障害物を取り除いた後に再貫入を、また撤去が難しい場合には杭位置の変更等、設計の見直しを行う。

また硬い中間層を貫入させる際に、貫入抵抗が上昇し施工制限トルク内で施工ができない場合がある。この様な場合、開端タイプではハンマグラブを管内に挿入し、管内土を撤去することにより貫入抵抗を軽減させることができる。ただし、被圧水が確認されている現場では、管内土を撤去し過ぎると、ボイリングが生じて地盤の緩みを引き起こす可能性があることから、撤去する管内土の量に注意する必要がある。

### 4. 8. 2 地下水流，逸水層，被圧水への対処

回転杭工法は、掘削・排土を行わず、また、安定液やセメントミルクの使用もないことから、地下水流が速い場合や逸水層がある場合にも適用性が高く、施工するうえで特段の配慮は必要ない。

一方、被圧地下水を有する場合においても施工は可能であるが、地下水噴出の可能性を最小限にとどめるため、以下のような施工管理を行うのがよい。

- ・杭外面からの地下水噴出に対して

被圧地下水の噴出を抑えている不透水層を打ち抜く際には可能な限り逆回転を織り交ぜたオペレーションを抑制し、水みちとなるような地盤の乱れを抑える。

- ・杭内面からの地下水噴出に対して（開端タイプの場合）

被圧している地下水の圧力に見合った管内土量を確保する。そのため、管内土の取り込み状況を検尺テープなどにより適宜確認し、土量が不足する場合には土砂を管内に投入するなどの対応をする。

## 5. 施工管理

### 5. 1 一般

鋼管杭基礎の回転杭工法においては、施工完了後の出来形等の測定可能データだけでは基礎の性能を把握・評価しきれないことから、所定の品質を確保するために、施工プロセスの管理が非常に重要である。

すなわち、周到な施工計画の元で、適切な材料並びに施工機械を用いて、決められた施工方法で鋼管杭が所要の出来形と支持性能を発揮できるように施工することである。同時に、施工した基礎が所要の性能を満たすものであると推定判断できるように、重要な施工プロセスにおける施工実態や情報を施工記録として残すことが求められる。このためには、基礎の品質に影響を及ぼす事項について、適切な施工管理を行わなければならない。

### 5. 2 試験杭の実施

「試験杭」を実施し、回転杭の施工状況を把握しながら以降の施工管理に必要な施工データを収集する。「試験杭」の施工状況と地盤調査結果を対比して、本杭の施工に関する十分な情報が得られるように原則として地盤調査位置近傍において実施する。

なお、本杭と別に「試験杭」の施工を行うことを要求しているものではなく、一般には対象の基礎において最初に施工する杭を試験杭とすることが多い。

「試験杭」は、以下の項で記述する事項を踏まえて実施し、施工全体の中で有効に活用することが重要である。

#### 5. 2. 1 試験杭の目的と計画

計画した施工法・施工管理手法の妥当性、設計条件と実現場との整合性等設計で考慮した諸条件が満たされることの確認などを行うことを目的に、あらかじめ試験杭の施工を実施する。

試験杭により得られた結果を本杭施工に反映させることが重要であり、結果によって、施工機械や施工工程の変更、計画時点で考慮できなかった対策や処置、杭長や杭工法の変更等が必要となることもある。補助工法の使用、杭工法や杭長等の変更は、基礎の設計とも関係するので慎重な検討と協議を行い、監督員（工事監理者）や設計者等に確認を取る必要がある。

試験杭は、本杭の施工に関する十分な情報が得られるように、その位置と本数を決定しなければならない。

試験杭は寸法、種別等が本杭と同一のものを使用し、支持層深度等の不確実性を考慮して適切な長さの杭を用いる。別途準備した試験用の杭を試験杭とする特別な事情や特記が無い場合は、一般に本杭の中から試験杭を選定する。また、試験杭の主旨から、通常は当該工事において最初に施工する杭を試験杭とする。

試験杭の位置について「杭基礎設計便覧」では橋脚・橋台ごとに杭の配置、地層構成の状況等を考慮し、支持層の状態がわかるような位置を選ぶこととされている。既存情報と対比することを考慮してボーリング地点に近いものを選ぶことを基本に、杭長の相違、支持層の不陸等配慮すべき事由を踏まえて代表として相応しいものを選定する。また、支持層の傾斜

が大きい場合や施工条件（杭径など）が異なる場合で1本の試験杭だけでは施工管理のための情報が得られないときは，試験杭を追加するとよい。

試験杭の施工は原則として，監督員（工事監理者），元請技術者及び基礎ぐい工事の施工体制に係るすべての下請の主任技術者（杭工事管理者）の立会いのもと実施し，施工管理項目を確認するものとする。

## 5. 2. 2 試験杭での評価と報告

試験杭では，設計で考慮した諸条件（支持層の状態等）にかかわる事項の評価，並びに施工法及び施工管理手法の妥当性の評価を慎重に行い，試験杭で得られた情報を本杭の施工法，施工管理手法に反映させることが重要である。

事前には評価・判断が困難で実際に施工してみなければ把握できない事項の評価は，試験杭の重要な目的であり成果である。試験杭の実施においては，以下のような項目について確認・評価し，本杭での施工方法及び施工管理指標等を地盤状況のばらつきなども踏まえて関係者でよく協議し決定する。

- ・計画した施工機械での施工可否
- ・施工機械，管理用計器類の動作状況
- ・支持層の把握，設計図書との相違の有無
- ・地盤性状，地中埋設物等の把握
- ・施工能率の把握，各作業工程における施工時間の把握，計画工程の妥当性
- ・溶接者の技量

また試験杭は本杭施工の指標となるものであり，その基礎の施工状況を示す代表的な情報を与えるものであるので，試験杭がどういう施工及び施工管理のもとで行われたかがわかるように試験杭施工記録を詳細に整理しておく必要がある。

試験杭での測定項目と報告内容を表-5.1に示す。

表-5.1 試験杭の測定項目と報告内容

項目		報告内容
1. 施工準備	一般事項	施工年月日，天候，地盤条件，杭仕様（杭種，鋼管径，羽根径，杭長）
	施工機器仕様	杭打ち機（最大回転トルク），ヤットコ（寸法，形状），溶接機器
2. 貫入時	一般事項	施工方法及び施工順序，施工精度（鉛直及び平面的位置ずれ），施工の際に発生した特殊な事項（周辺地盤の変状，杭体の異常，騒音や振動，障害物など），施工時地盤高
	施工記録	施工時間（準備，建込み，溶接，回転貫入），掘削深度，支持層深度，トルク値，1回転あたりの貫入量，押込み力，現場縦継ぎ溶接
3. 打ち止め	一般事項	鋼管頭部高さ，打ち止め深度，支持層への根入れ長
	施工記録	貫入抵抗値（トルク値，貫入量，押込み力等），支持層への根入れ長
4. その他		作業面積，頭上空間，掘削残土の処理，給排水，騒音，振動，河川の流速や水位の変動，安全，環境，機器，設備，人員，工程

### 5. 3 施工管理項目と記録

施工品質を担保するために、必要な施工管理を実施し、検証可能な施工プロセスの記録を残す必要がある。

施工プロセスの記録は、具体的な数値の実測照合等によって直接的に検証しえない品質要因について所定のプロセスで施工が実施・管理されていることを確認することによって、間接的に保証する趣旨のものである。

一般的には「適切な材料」並びに「適切な施工機械」を用いて、「決められた施工方法」で鋼管杭が「所要の出来形が得られ、所要の支持性能が発揮できるように」施工することで、適切な品質が確保できたとみなし得ると考えられる。

これらの観点から抽出・整理した回転杭工法における主要な施工プロセス管理項目を表5.2に示す。工事分野ごとの技術基準や設計図書・仕様書等に記載がある場合は、それに従う必要がある。

杭工事管理者は、これらの施工管理項目について管理・記録を行う適切な担当者を配置させ、確実に実行されていることを管理する必要がある。

試験杭の場合は、原則として監督員（工事監理者）、元請技術者及び基礎ぐい工事の施工体制に係るすべての下請の主任技術者（杭工事管理者）の立会いのもと主要な施工管理項目（支持層深度、支持層の判別方法等）の確認を行う。本杭の場合は、あらかじめ施工要領書（施工計画書）に記載された頻度や管理杭において元請技術者も立会い、確認を行う。

日々の施工管理を抜けなく実施するため「施工管理チェックシート」を用いて、杭一本毎の施工管理記録を作成し、杭工事管理者は当日中（又は翌朝）に元請技術者に提出し承認を受ける。

表-5.2 標準的な施工管理項目と管理基準

区分	対象	管理項目	管理方法	管理基準	確認時期・頻度	記録		試験杭および管理杭の立会推奨項目		試験杭による判断項目と本杭への反映	
						手動/自動	書式	監督員 (工事監理者)	元請		
準備工	用地	敷地条件及び搬入道路	仮設計画にて検証	-	着手前	-	-			環境の決定	<ul style="list-style-type: none"> <li>作業に支障のない用地が確保されているか</li> <li>施工地盤面の地耐力は適切か</li> </ul>
	施工地盤面	地耐力及び傾斜	地耐力の検討	-	着手前	-	-				
杭材料	鋼管・先端羽根	杭種、材質等	鋼管表示の確認	JIS A 5525、設計図書による	出荷時	手動 <sup>※3</sup>	材料メーカー書式による			杭仕様の決定	<ul style="list-style-type: none"> <li>杭長、板厚等の杭仕様は適切か。</li> </ul>
		外観検査	目視	変形等有害な損傷がないこと	受入毎全数		発注者書式による	○	○		
		形状寸法検査（外径・板厚・長さ等）	ノギス・検尺テープにより検測	JIS A 5525、設計図書による	受入毎全数						
施工機据付	施工機	平面位置	目串と据付心のズレをスケールで計測	±10mm以内	全数	-	-	○	○	使用機材・方法の決定	<ul style="list-style-type: none"> <li>施工機械の仕様は適切か。</li> </ul>
		鉛直性	角度計等（機械）	1/100以内	全数	-	-				
杭回転貫入	杭建込み	偏心量	逃げ心から定尺棒でチェック	杭心とのズレ50mm以内	全数	-	書式例3			施工方法・条件の設定	<ul style="list-style-type: none"> <li>施工管理装置は適正か。</li> <li>貫入状況は適切か。</li> <li>地中障害物の対策は適切か。</li> <li>中間層の打ち抜き方法は適切か。</li> <li>巨礫、玉石等の打ち抜き方法は適切か。</li> <li>被圧水への対応は適切か。</li> <li>支持層管理指標（回転トルク等）により支持層判定は可能か。</li> <li>支持層への所定長の根入れは可能か。</li> </ul>
		鉛直性	トランシット、水平器等で2方向から確認	1/100以内	全数	-	書式例3				
	貫入状況	偏心量	逃げ心から定尺棒でチェック	$D_p^{※1}/4$ 以内かつ100mm以内	全数	-	書式例3	○	○		
		杭の傾斜	トランシット、水平器、傾斜計	1/100以内	全数	-	書式例3	○	○		
		トルク	施工管理装置	施工制限トルク値以内	全数	自動	書式例3	○	○		
		貫入状況	貫入量と羽根ピッチを確認 モーター運転音や周辺地盤に異常値や異常現象がないこと	1回転あたりの貫入量が羽根ピッチを大幅に超えていないこと	貫入中	手動・自動	書式例1(2)、3	○	○		
	支持層確認	杭天端深度		±50mm以内 <sup>※2</sup>			書式例3				
		回転トルク、貫入量	回転トルク等の管理指標	試験杭で定めた管理指標	全数	自動	書式例1(2)、3	○	○		
	現場継ぎ溶接	深度	施工管理計	支持層から所定根入れ長以上（設計に従う）	全数	自動	書式例1(1)、3	○	○		
施工及び検査		「道路橋における鋼管杭現場縦継ぎ溶接作業要領」準拠		全数	手動	書式例2、3	○	○			
出来形	偏心量	測量器	$D_p^{※1}/4$ 以内かつ100mm以内	全数（均しコン打設後）							
	傾斜		1/100以内	全数（均しコン打設後）							
	天端高さ	ヤットコにマーキングシレベルにて視準	±50mm以内	全数（均しコン打設後）							

※1  $D_p$ : 杭径

※2 支持層の不陸等により高止まり、低止まりをさせる場合は、発注者と協議のうえ、設計の確認を行う必要がある。

※3 調達元で実施

## 5. 4 施工管理装置

杭の施工データの表示・記録には、従来から電流値やトルク換算値、施工深さ等のアナログ測定データをチャート紙に時刻歴描画する方法が多用されてきた。単体データの時刻歴記録では杭の施工深度との関係が不明確、瞬間的なデータ変動が大きいデータを直接描画することでガタツキが多くわかりにくい、杭継ぎなどによる貫入中断時や計器の設定替え時の処理でデータがわかりにくいなどの問題も指摘されており、また、チャートの紛失や汚損等が危惧されるところでもある。

回転杭工法では、より合理的な施工管理と記録の確保の観点から、回転貫入時の主要な管理項目の計測値を電子情報として取得し、常時表示・記録できる施工管理装置を用いることを標準とする。やむを得ずチャート紙などを用いる場合は、杭工事管理者とは別に専任の記録係員を配置して、施工データの監視や施工状況の記録、チャート電流値から回転トルク（回転抵抗値）への換算処理等を適切に行い、施工記録を確実に残す体制をとることを必須とする。

主要な管理項目としては、施工深度、回転トルク（回転抵抗値）、杭1回転あたりの貫入量は基本情報でありデータ取得が必須である。このほかに回転杭の施工法や管理目的に応じて、施工時間、負荷する押込み力、単位時間あたりの貫入量等も表示・記録の対象とするのが良い。施工管理システムの一例を図-5.1に示す。

施工管理装置、従来型のチャート紙記録のいずれを使用する場合も、機器の適切な設定やキャリブレーション、記録忘れ、記録の紛失・消失、データの取り違いなどには留意しなければならない。同時に、施工状況の記憶が確かなうちに杭工事管理者が元請技術者にデータを提示して検証してもらう、必要に応じて写真やビデオ等での記録を併用するなど、データの信頼性を担保するよう努める必要がある。

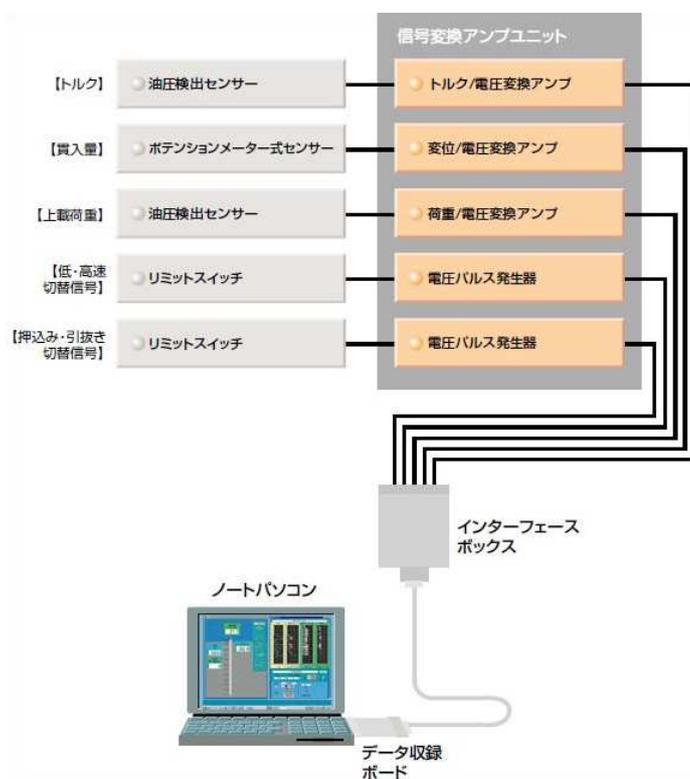


図-5.1 施工管理装置の系統図(例)

## 5. 5 施工管理の留意点

回転杭工法の施工においては地盤を乱すことをできる限り抑制すること、支持層の確認を的確に行うこと、羽根部を支持層に確実に貫入することなどが重要であり、特に留意が必要な点について以下に記述する。

### 5. 5. 1 杭の建込みの管理

鋼管杭の施工精度は杭の建込み精度によって決まると言っても過言ではない。例えば国土交通省の杭の出来形管理基準では傾斜は1/100以内、杭心ずれは杭径の1/4かつ100mm以内となっており、さらに厳しい自主管理目標値を設定して施工管理することが一般的である。

施工中に杭の鉛直精度が悪化する要因は、施工地盤面の耐力が不足し、杭打ち機本体が傾斜するために起こることが多い。そのため、事前に施工地盤の強度を確認したうえで、使用する杭打ち機に応じて、敷鉄板や地盤改良等により重機安定に必要な耐力を確保することが重要である。

杭の傾斜については、地盤内に沈設された杭の傾斜を実測することはほとんどなく、建込みの精度管理でこれを担保するのが通常である。杭の建込み管理を慎重に行い、打ち始め時、現場溶接接合時等に傾斜実測値を記録する、あるいは、傾斜が規定値以内に管理されたことの証となる記録（レ点チェックの記録等）を残す、傾斜確認状況の代表写真を残すなどのプロセス管理手法を施工計画の中に取り入れ、これに基づいて施工プロセスの記録を確保することが望まれる。

杭が地盤内に沈設されると、その杭心位置や傾斜を修正することは困難である。したがって、下杭の建込み、特にその杭の打ち初めの精度管理は入念に行うのが良い。また、沈設初期には傾斜が変化しやすいため、杭が地盤によって拘束されないうちに傾斜を再チェックすることが大切である。傾斜の修正を行う場合には、無理な建直しによって杭や地盤を傷めないようにする。

### 5. 5. 2 回転貫入時の施工管理

#### (1) 回転貫入開始

回転貫入開始直後は杭心がずれやすい状況であることから、細心の注意を払って施工する。特に G. L. -5m 程度の貫入状況が安定するまでは、トランシットや水準器等を用いて慎重に鉛直性の調整作業を行う。角度の修正を行う場合には、無理な建て直しによって杭を傷めたり、地盤を乱したりしないようにする。

#### (2) 貫入状況

回転杭の貫入速度は、地盤条件や杭径、施工機械により異なるが、比較的回転速度の速い機械でも軟弱あるいは中程度の硬さの中間層で1m/分程度以内であり、支持層においては、施工機械によらず支持層到達から打ち止めまで数時間を要することもある。よって、貫入工程の要点は、貫入速度管理ではなく円滑に回転貫入させることであり、回転貫入による杭先端部及び杭周辺地盤の緩みは支持力発現上問題となるので、十分な施工管理が必要である。

杭を適切に貫入するため、施工機械の運転音や杭が発する音、杭の沈設状況等に注意を配るとともに、回転トルク（回転抵抗値）や1回転あたりの貫入量をモニターして試験杭での挙動と差違はないか、地盤調査結果から想定される状況に比べて特異な点がないか確認する。

通常は杭を回転させることによって羽根部に生じる推進力で貫入するようにする。先端羽根部がより硬い地層に入る、又は粘性土層から砂礫層に入る等の層境において貫入量が減少するような場合には、逆回転を織り交ぜたオペレーションや適度に押し込み力を与える。なお、過度な押し込み力は逆効果になることがあり、また鉛直精度や偏心量に悪影響を及ぼすことなどがあることから、注意が必要である。

硬い中間層から軟弱層へ貫入するときは、羽根の推進力が不足して空回りをすることがあるため、逆回転を織り交ぜたオペレーションや開端タイプではハンマグラブによる管内土撤去等の補助工法を併用する場合がある。

### (3) 鉛直性

回転貫入中と上杭や中杭の現場継ぎ前にトランシット、傾斜計又は水平器等を用いて杭の鉛直性を確認する。施工機械下の地耐力が不足する場合や地中障害物に当たった場合等は鉛直性が狂いやすいので、特に注意する。

### (4) 偏心量

回転貫入中と上杭や中杭の現場継ぎ前に、杭心から一定距離に設置しておいた2箇所の逃げ心（鉄筋棒等）の位置から鋼管外面までの距離を定尺棒で測定して行う。心ずれを抑えるためには、心ずれ量を測定して調整しながら貫入作業を行うことが重要である。また偏心方向が絶えず一定方向である場合、あらかじめ杭を反対側に若干量ずらして打ち始めるとよい。

次のような場合、偏心が生じやすいので注意する。

- a. 表層が相当軟らかい場合
- b. 押し込み力を掛けすぎた場合
- c. 支持層が傾斜している場合
- d. 地中障害物に当たった場合

### (5) 施工制限トルク

杭体の健全性を守ると同時に、杭を所定の深度まで確実に施工するため、施工要領書（施工計画書）作成時に施工制限トルクを設定する。施工制限トルクは、杭を打ち抜く層厚や土質性状、使用する施工機械の速度の切り替えモード（高速、低速等）などを総合的に検討し、杭体のねじり降伏トルクに対して余裕を持たせた値やその他の条件を考慮して設定する。杭体のねじり降伏トルク（ $T_y$ ）の計算方法は、以下の通りである。

$$T_y = \tau_y \cdot Z_p$$

$T_y$  : 杭体のねじり降伏トルク (kN・m)

$Z_p$  : 杭の極断面係数 (m<sup>3</sup>) =  $I_p / (D_p/2) = \pi \{D_p^4 - (D_p - 2t_{pn})^4\} / 16D_p$

$I_p$  : 杭の断面二次極モーメント (m<sup>4</sup>) =  $\pi \{D_p^4 - (D_p - 2t_{pn})^4\} / 32$

$D_p$  : 杭径 (m)

$t_{pn}$  : 杭の一般部の板厚 (m)

$\tau_y$  : 杭体降伏せん断応力度 (kN/m<sup>2</sup>)

ただし杭径に対して鋼管の板厚が薄い場合には、ねじり座屈の発生により上記で算定する杭体のねじり降伏トルクよりも小さな値で破損する可能性があることから、板厚は  $t_{pn}/D_p \geq 1.3\%$  を一つの目安として、各工法の施工マニュアルや施工実績等を参考に適切な仕様を設定する。

機械オペレータにはあらかじめ杭体のねじり降伏トルクやその他の条件を考慮して設定した施工制限トルクを示して、回転トルクが大きくなりそうな状態では、杭体の貫入抑制を行うことや杭を逆回転で引き上げて再度貫入をするなど、杭体の健全性確保に留意した施工を行うことが必要である。また、砂質土でN値が高い中間層(40程度以上)では、先端羽根による推進力(引込み力)が強くなることにより、回転トルクが急激に上昇することがあることなどから、全周回転機やオーガモータの出力が施工制限トルクに達する前に、運転が自動的に停止する装置を取り付けることが望ましい。

## (6) 管内状況の確認(開端タイプ)

杭施工時に管内土が閉塞した場合、杭の貫入性が低下し、またそのまま貫入を続けると管内外の圧力差により管内でボイリングが発生するおそれがあることから、検尺テープ等により管内の土の取り込み状況を適宜確認する(例えば鋼管溶接時及び打ち止め時)。管内土の閉塞を防止するためには、正逆回転により管内土を取り込みながら貫入させることが有効である。ただし、完全に閉塞した場合には、必要に応じて管内土をスクリーやハンマグラブ等で掘削して閉塞を解放する、又はボイリング対策として土砂や水を管内に投入するなどの対策を講じる。

## 5. 5. 3 支持層の確認, 打ち止め

### (1) 支持層の確認方法

基礎の設計は事前の地盤調査・土質試験等に基づいて実施される。しかしながら、地盤の変化は予想を超えることが少なくないため、支持層の確認においても地盤調査結果のみを絶対視せず、近隣工事における施工実績や類似工事による施工記録等、可能な限り多くの判断材料から支持層の確認をすることが肝要である。

回転杭では、回転速度がスパイラルオーガによる掘削に比べて遅く、また羽根が杭先端のみであり先端地盤の硬軟が回転トルク(回転抵抗値)に反映されることから、一般的には施工時の回転トルク(回転抵抗値)が土質柱状図のN値(あるいは換算N値)と高い相関を示す傾向にある。ただし、その相関性は現場毎の地盤や杭の施工条件(施工機械能力や杭体耐力から決まる回転トルク(回転抵抗値)の上限、回転速度、押込み力等)によって異なるため、本杭の支持層への確実な根入れのために試験杭で回転トルク(回転抵抗値)や1回転あたりの貫入量とN値の関係を把握し、当該現場における支持層の確認方法を設定する。

支持層確認の具体的な手順を以下に示す。

#### [試験杭における支持層確認時の留意事項]

- ・ 試験杭における支持層の確認は、原則として監督員(工事監理者)、元請技術者及び基礎ぐい工事の施工体制に係るすべての下請の主任技術者の立会いのもと実施する。
- ・ 地盤調査位置近傍で施工する試験杭において、杭先端深度、回転トルク(回転抵抗値)、1回転あたりの貫入量、押込み力等を連続的に測定する。この際、杭深度が設計で想定された支持層に近づいたら、杭の回転速度、負荷する押込み力など回転トルクに影響しやすい要因を極力一定に保ち、地盤状態の変化が判断しやすいように配慮する。
- ・ 試験杭の施工データを土質柱状図と対照させることと、機械振動・発生音等の測定データ以外の施工時情報も参考に実際の支持層深度の判定を行う。同時に以降の本杭施工において用いる支持層到達判断の管理指標を設定する。基本となるデータは回転トルク(回転抵抗値)であるが、支持層前後での回転トルク(回転抵抗値)の変化が小さい、N値との相関が不明瞭など、回転トルク(回転抵抗値)の情報のみでは支持層の判定が難しい場合や他のデータを用いた方がより明確な判定が行えると考えられる場合には、貫入量の変化状況(1回転あたりの貫入量や、回転トルク(回転抵抗値)を1回転あたりの貫入量で除した値等)を支持層確認の管理指標とすることもある。ただし、いずれにしても支持層直上の地層よりも回転トルク(回転抵抗値)が増加していることが必要条件であることに留意する。

【付録E】に試験杭における支持層の確認例を示す。

#### [本杭における支持層確認時の留意事項]

- ・本杭の施工時には試験杭において定めた管理指標に対照して、支持層を判断する。なお、本杭の支持層到達手前からの施工は、管理指標に影響を与えないように試験杭と同様のオペレーションを行うことが望ましい。しかしながら、試験杭の施工結果を受けてより適切な形にオペレーションを改善することは合理的なことである。オペレーションが改善されることにより管理指標に影響が生じる場合には、2本目以降の杭施工の情報に基づいて管理指標の修正・再評価を実施し、こうした経緯を記録・報告することが必要である。
- ・本杭施工での施工データの状況が試験杭と大きく異なり、試験杭で定めた管理指標での支持層判断の適用性に疑義が生じた場合には、他の杭の施工状況も含めた再評価を行い、必要に応じて支持層の確認方法の見直しを行う。また、設計での地盤想定と実際の地盤状態の乖離が大きいと考えられる場合には、地盤調査の追加実施や設計変更について元請技術者と監督員（工事監理者）で協議する。
- ・地層境界ではなく、地層の中間に設計上の支持層が設定され、N値が徐々に大きくなる漸増地盤などの場合では、掘削抵抗の変化などが現れにくく施工時情報からでは設計が想定している地盤との対応状況が判断できないこともある。こうした場合は、例えば、施工時情報によらず設計図通りの杭長を確保する、地盤調査を追加して設計が期待している地盤強度が確保できる深度の平面的なばらつきの推定精度を高めるなどの対応が考えられるが、こうした支持層管理、打ち止め深度管理について事前に十分協議して明確にしたうえで施工に臨む必要がある。
- ・上述のように、試験杭での支持層評価と支持層の確認のための管理指標の設定や本杭における支持層到達の判定などは必ずしも画一的に実施できるわけではないことから、回転杭工法の特性や地盤に対する知識と経験が豊富な杭工事管理者が、慎重かつ適切に実施する必要がある。

#### (2) 支持層施工

確実な先端支持力を発現させるため、支持層を乱す可能性がある操作は避けなければならない。例えば、支持層貫入後に支持層上端以上に杭を過度に引抜いたり、一旦沈設した先端位置から杭を引き上げた状態で打ち止めたりするなどの操作は行ってはならない。

#### (3) 打ち止め方法

杭の打ち止めには、管理指標から実際に確認された支持層への必要根入長さ（原則1.0Dp以上）の確保が必要である。ただし、支持層地盤が想定よりも硬く、所定の深度までの貫入が困難となる場合は、長時間にわたる回転貫入に伴い杭材が破断したり、支持層を乱したりするおそれがある。このような場合には、無理に杭径以上に根入れをするのではなく、地盤調査や試験杭でのデータを参考に打ち止めることとなるが、所定の根入れが行われなかった場合は、引抜き抵抗力の検証が別途必要となることから、元請技術者等と十分な協議を行わなければならない。

また支持層が想定よりも浅い位置にあると判断された場合には、設計杭長を確保しようと無理に支持層に根入れさせるのではなく、必要な支持層への根入れ長を確保して打ち止めてよい。ただし高止まり状態となるので、周面摩擦力が減少することに対する鉛直支持力照査

や鋼管の板厚変化点の高さが変わることに対する杭体応力度照査等，杭への要求性能が満足されることを確認する必要がある。これらを速やかに判断するためには，設計上許容される高止まり量や設計条件等を事前に確認しておくといよい。

## 5. 6 施工記録

施工記録は施工管理の基本となるもので，施工を確実かつ円滑に実施していくうえで重要な事項である。

また，施工記録は，工事終了後においては施工状況を担保する記録になるとともに，将来においては貴重な参考情報と位置づけられる。このため特殊な条件のもとでの施工時の施工条件や施工管理方法，あるいは，施工中に特別な問題点が発生した場合の原因や対策等についても記録しておくことが必要である。

さらに，施工記録は，単独の工事での品質確認やトラブル発生時の施工状況の確認のみならず，他現場での施工状況の参照，あるいは多数の現場の情報を用いての施工能率・品質レベル等の統計的な分析評価などにも供する重要な資料となる。したがって，確認，参照，比較・分析や施工データの蓄積がしやすいように，できる限り標準的な書式で取りまとめておくことを推奨する。

施工管理の標準化や施工データに基づく施工品質ばらつきの評価，管理指標の明確化によって，信頼性の向上と施工の合理化，更には設計の合理化等につなげてゆくことが望まれており，個々の現場施工での取組みが重視される状況になってきていることを念頭に対応することが必要である。

### (1) 標準的な施工記録項目と施工記録の書式例

回転杭工法における標準的な施工記録項目は以下の通りである。

- ① 杭番号，杭打設番号
- ② 杭施工年月日
- ③ 杭径，羽根径，杭板厚，羽根板厚，杭長
- ④ 施工機械
- ⑤ 施工時間（開始時刻，終了時刻，作業時間）
- ⑥ 回転トルク
- ⑦ 貫入量
- ⑧ 押込み力等
- ⑨ 支持層の管理指標
- ⑩ 支持層への根入れ長
- ⑪ 高止まり量，低止まり量
- ⑫ 溶接記録
- ⑬ その他問題点，トラブル等の特記事項

回転杭工法の施工記録の例を以下に示す。

- ・ 回転杭の施工記録 書式例－1(1)，(2)
- ・ 現場縦継ぎ溶接の施工記録 書式例－2

書式例-1において杭長、杭径、杭板厚、羽根部の製品記録を残すことにしているが、一つの現場において異なる仕様(杭径、羽根径、板厚)の杭が混在して使われることもあることから、打設する杭を間違えないためにも1本ごとに受け入れ検査を行い、仕様を確認することが必要である。単管の中で板厚が変化する場合は(書式例-1では上杭と下杭)、それがわかるような書式にするのが望ましい。また杭径、杭板厚、羽根厚等の許容差はJISの規格に準拠するものであるが、羽根外径の許容差は工法により異なることから各工法の仕様書を確認する。

書式例については、必ずしもこの書式に限定されるものではないが、上記の①～⑬の事項並びに表-5.2に示した施工管理項目に関する実施状況や結果が記録として残るようにする必要がある。

## (2) 施工管理チェックシート

杭工事管理者は、施工要領書(施工計画書)作成時に取り決めた施工管理項目に対し、試験杭で確認・設定した管理基準や管理指標に従って本杭の施工ができたことを杭一本ごとに記録し、逐次、元請技術者に報告する必要がある。一方元請技術者は、杭工事管理者により適切な施工管理や品質管理が行われているかを管理したり、施工記録が適正であるかなどを確認したりしなければならず、元請技術者としてその管理・確認記録を残しておく必要がある。

これらは一般的に、先に示した施工記録を杭工事管理者が作成・提出することにより行われているが、物量的な問題や要員の問題から当日中に作成することが困難な場合が多く、杭工事完了後に杭工事管理者からまとめて報告される形式となりやすい。そこで、元請技術者と杭工事管理者の両者が日々の施工管理状況を確認・記録することを意図した、「施工管理チェックシート」を杭一本ごとに作成するものとする。施工管理チェックシートの例を書式例-3に示す。

施工管理チェックシートによる管理項目は、支持層確認など杭の施工管理上、特に重要となるものや速やかに報告すべき事項、数値記録として残しにくい事項などを施工要領書(施工計画書)作成段階で元請技術者らと協議して取り決めておく。実施段階ではそれらを杭工事管理者がチェック・記入しながら施工し、その杭の施工が完了した当日中(又は翌朝)に元請技術者に提出し承認を受ける。承認を受けたら原紙のコピーを保管しておく。元請技術者は、提出された施工管理チェックシートの内容を確認し、施工プロセスに問題がないことを確認する。

施工管理チェックシートは、このように施工管理記録を元請技術者と杭工事管理者が相互に確認しあうことで確実な施工管理と品質管理が担保されるので、施工管理装置の施工データが破損した場合の代替記録としても活用できる。

## (3) 不具合発生時の記録

### i) 施工上の不具合

施工中に不具合が発生した場合、杭工事管理者は施工要領書(施工計画書)作成時に取り決めた不具合発生時の対処方法に則り速やかに元請技術者に報告し、その処理や再発防止策等について関係者と協議を行い、その内容についての記録を整備する。協議事項記録例を書式例-4に示す。

## ii) 施工データ取得上の不具合

回転杭工法は施工管理装置を使用することで確実に施工データを取得することができるが、取得した施工データを紛失・破損してしまう可能性もある。万一このような施工記録作成上の不具合が発生した場合は、i) 施工上の不具合と同様に、元請技術者に報告し協議記録を作成したうえで、あらかじめ取り決めた代替手法で記録を残す。

代替の記録方法としては、施工管理チェックシートの活用を基本とする。施工管理チェックシートに加えて、施工管理装置のモニター写真などを記録として残す場合は、のちに杭 No が特定できるように記録を残しておくといよい。写真-5.1 に施工管理装置のモニター写真の例を、写真-5.2 に小型杭打ち機モニター写真の例を、写真-5.3 にチャート写真の例を示す。

代替記録手法やその内容については、施工要領書（施工計画書）作成時に監督員（工事監理者）、元請技術者、杭工事管理者で良く協議して取り決めておくことが重要である。

## (4) アナログ式記録計の施工記録

回転杭の施工において、やむを得ずアナログ式の記録計を用いる場合には、時系列記録や後々の施工内容のトレースが行えるよう専属の記録員を配置することを必須とし、記録方法や体制について施工要領書（施工計画書）で明確にしておく。

回転杭の場合、チャート紙から単位深度あたりの電流値及びチャート長さを読みとることにより回転トルクを算出（手動計算や早見表を利用）し、施工管理装置に準じた施工記録を残すこととする。また、チャートの原紙は厳重に保管するものとするが、紛失などに対処するため、記録紙や記録状況を写真撮影しておく。

書式例-1(1) 杭の施工記録

工事名称: 「○○○○○○○○○○○○○○工事」 工事場所: ○○県○○市○○町○○		監督員 (工事監理者)	元請技術者	杭工事管理者

杭 No.	杭符号	杭種	杭径	羽根径	記録者	
ステンシルNo.	下杭		AA 1 No.		上杭	AA 9 No.
	中1杭		AA 2 No.			

製品記録		設計寸法(mm)	実測寸法(mm)	許容差
杭長	上杭 (上部)			+規定せず、-0
	上杭 (下部)			+規定せず、-0
	中1杭			+規定せず、-0
	下杭 (上部)			+規定せず、-0
	下杭 (下部)			+規定せず、-0
杭径	上杭			±0.5%、外周長/π
	中1杭			±0.5%、外周長/π
	下杭			±0.5%、外周長/π
杭板厚	上杭 (上部)			+規定せず、-○○mm
	上杭 (下部)			+規定せず、-○○mm
	中1杭			+規定せず、-○○mm
	下杭 (上部)			+規定せず、-○○mm
	下杭 (下部)			+規定せず、-○○mm
羽根部	羽根外径			±○○% かつ ±○○mm
	羽根厚			±○○mm
備考	杭板厚の寸法規定	厚さ16mm未満	$\phi 800 \leq D_p \leq \phi 2000$	+規定せず、-0.8mm
		厚さ16mm以上	$\phi 800 \leq D_p \leq \phi 2000$	+規定せず、-1.0mm
	羽根部羽根厚の寸法規定	$40 \leq t_w < 63$		±1.1mm
		$63 \leq t_w < 100$		±1.3mm

施工記録					
作業内容	施工日	施工時間	管内土	下杭完了時	
下杭		～		中1杭完了時	
溶接		～		上杭完了時	
中1杭		～		杭心、逃げ心位置の確認 (管理値: Dp/4以内かつ 100mm以内)	ヤットコセット前
溶接		～			
上杭		～	杭の傾斜 (管理値: 1/100以内)		
ヤットコ		～			
		～	設定値の確認(根入れ時)		
		～	施工機		
		～	施工制限トルク		○kN・m
合計		時間 分	貫入量の確認		○mm

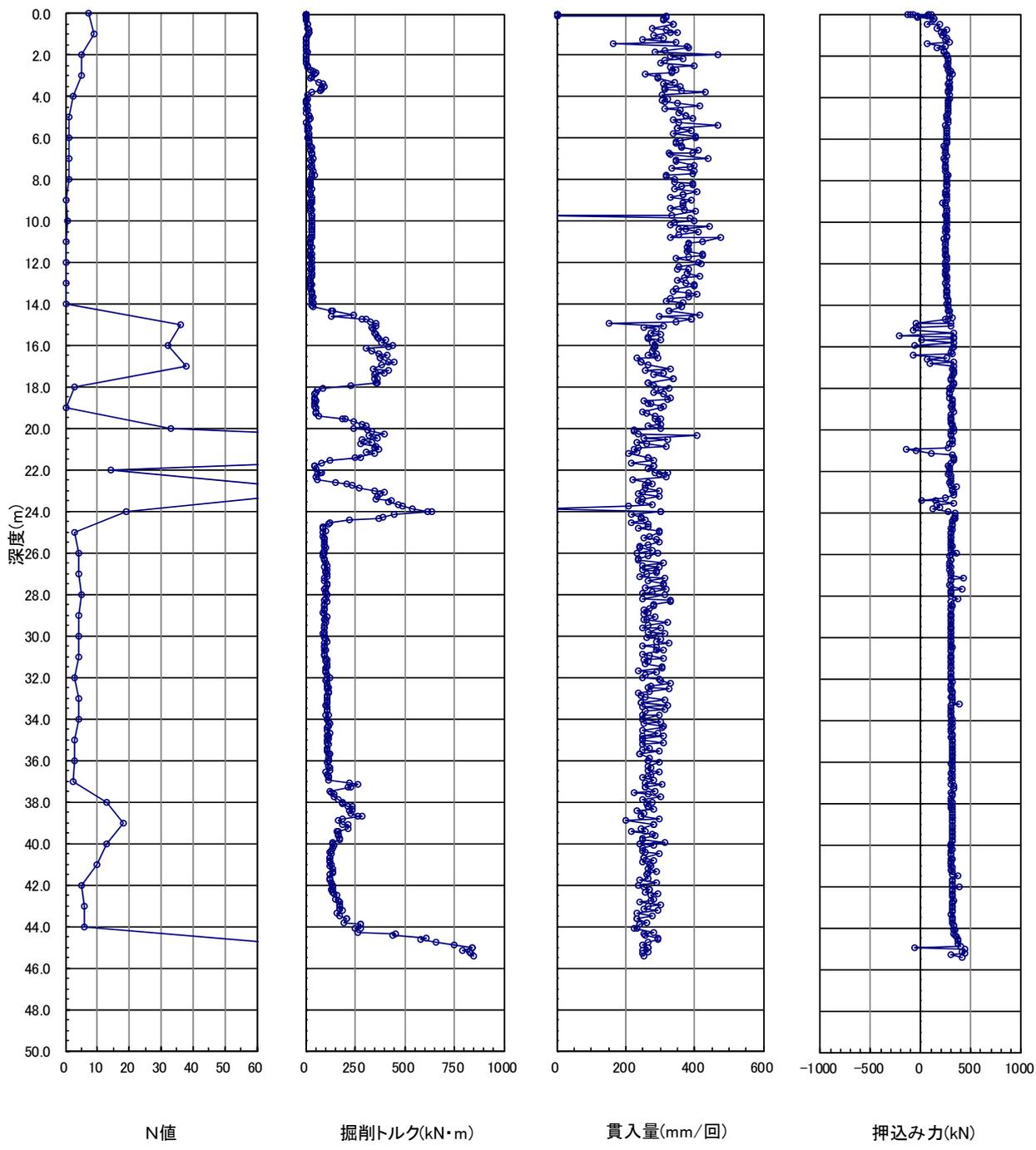
打止め記録	設計(試験杭)	実測	
	杭天端深度(m)*1	GL-2.000 m	
	支持層到達トルク(kN・m)またはトルク/貫入量(kN・m/cm)	1800 kN・m	
	支持層確認深度(m)	GL-32.800 m	
	打止めトルク(kN・m)		
	打止め深度(m)	GL-34.000 m	
	支持層根入れ長(m)	1.20 m 以上	

\*1: ヤットコを介して測定した値

書式例-1(2) 杭の施工記録

監督員 (工事監理者)	元請技術者	杭工事管理者

施工日	杭 No.	杭径 (mm)	羽根径 (mm)	施工重機	最終トルク (kN・m)



書式例-2 現場縦継ぎ溶接の施工記録

監督員 (工事監理者)	元請技術者	杭工事管理者

記録者氏名:

工事名										
施工会社名										
鋼管杭寸法 (規格 外径×厚さ×長さ)		SKK / 400 / 490 φ                    × t                    × L=                    m,                    本継								
番号(基礎,杭,継手)										
施工条件	気象条件	日時								
		天候								
		気温		℃		℃		℃		℃
		風速		m/s 以下		m/s 以下		m/s 以下		m/s 以下
	継手条件	開先の目違い		mm		mm		mm		mm
		ルート間隔		mm		mm		mm		mm
	溶接条件	溶接方法	セルフシールドアーク溶接, その他(                    )							
		溶接機								
		溶接棒又はワイヤの種類・品名・径								
		電流・電圧		A, V		A, V		A, V		A, V
		溶接部温度(予熱時)		℃		℃		℃		℃
		溶接部清掃状況		良好 / 不良		良好 / 不良		良好 / 不良		良好 / 不良
		溶接パス数		パス		パス		パス		パス
	溶接作業	溶接技能者氏名								
資格の種類・記号										
溶接時間			分		分		分		分	
検査結果	外観検査	われ	有, 無	有, 無	有, 無	有, 無				
		アンダーカット 0.5mm 以下は許容	有, 無	有, 無	有, 無	有, 無				
		オーバーラップ	有, 無	有, 無	有, 無	有, 無				
		ピット	有, 無	有, 無	有, 無	有, 無				
	備考									
非破壊検査	浸透探傷検査(PT)	無, 合格, 不合格	無, 合格, 不合格	無, 合格, 不合格	無, 合格, 不合格					
	超音波探傷検査(UT)	無, 合格, 不合格	無, 合格, 不合格	無, 合格, 不合格	無, 合格, 不合格					
	放射線透過検査(RT)	無, 合格, 不合格	無, 合格, 不合格	無, 合格, 不合格	無, 合格, 不合格					
	備考									
補修記録										

※杭1本毎に杭工事管理者が施工中に記録し、施工後速やかに元請技術者に提出する。

回転杭工法 施工管理チェックシート

工事名称		監督員 (工事監理者)				元請技術者	杭工事管理者
杭工事会社／杭工事管理者							
施工日／杭番号							
施工管理チェック項目		管理要点				写真 有無	元請 立会 有無
1	杭材料	対象杭に間違いがないことを確認 変形・損傷・外観異常がないことを確認				<input type="checkbox"/>	
2	施工機器の点検	使用機器の始業点検等を実施 杭打機、ヤットコ、施工管理装置等				<input type="checkbox"/>	
3	杭心管理	杭心、逃げ杭心位置の確認 杭建込み（管理値：偏心量50mm以内）				<input type="checkbox"/>	
4	回転貫入管理	杭の傾斜管理 管理値：1/100以内 貫入量：羽根ピッチを大幅に超えないこと トルク 管理値：施工管理トルク以内				<input type="checkbox"/>	
5	支持層確認 (支持層到達時)	トルク (kN・m) またはトルク/貫入量 (kN・m/cm)				<input type="checkbox"/>	
6	現場溶接管理	開先状態、目違い等の確認 外部きず確認（外観検査、浸透探傷検査） 有資格者による非破壊検査有無（内部きず確認等） 溶接補修、溶接補修記録の有無				<input type="checkbox"/>	
<備考・記事>							

計画

実績

回転貫入・打止め管理

書式例－4 不具合発生時の協議事項記録

工事名		
設計者		
監督員(工事監理者)		
施工者	元請技術者	
	杭工事管理者	

協議日時	
不具合発生事象	
協議内容	
想定原因	
対処方法	
今後の対策 再発防止策	
その他	

確認者印	監督員 (工事監理者)	元請会社名		1次会社名	2次会社名
		監理技術者	杭担当技術者	杭工事管理者	杭工事管理者
確認日					



写真-5.1 施工管理装置のモニター写真の例



写真-5.2 小型杭打ち機モニター写真の例

01:20:00	16.40	140.3	1.9	1	116
01:21:37	16.50	140.9	1.9	4	115
01:23:36	16.60	138.7	1.9	3	117
01:25:07	16.70	139.8	1.8	4	118
01:26:11	16.80	139.5	1.8	4	123
01:27:23	16.90	140.2	1.8	4	123
01:27:32	17.00	129.8	1.8	5	151
01:30:45	17.02	130.4	0.8	0	0
4. 施工時間	01:30:45				
5. 最大深度	17.02	m			
6. 最大トルク	140.9	kN·m			
7. 最終トルク	130.4	kN·m			
8. 積算回転数	219	回転			

写真-5.3 チャート記録写真の例

## 6. 施工上の問題点と処置・対策

回転杭工法の施工に当たっては、工法の特徴を理解し、施工上の問題点に対して適切な対策を講じることが必要である。「杭基礎施工便覧」などを参考にして、回転杭工法での施工上の問題点と対策の一覧を表-6.1に示す。

表-6.1 回転杭工法での施工上の問題点と対策

現象	原因	対策	備考
1. 施工機、クレーンの転倒・回転	・オペレータの不注意	・就業規則の徹底と工事前及び適宜安全管理項目の教育を実施する。 ・就業時間の管理と健康チェックを徹底する。	
	・地盤の支持力不足	・事前に地盤の支持力を調査し、必要に応じて敷鉄板の施工や地盤改良などを行う。	
	・回転反力が不足	・所定トルクに耐えられるような回転反力装置を設置する。	
	・クレーンブーム角度と負荷荷重のミス	・ブーム角度と吊上げ荷重の管理，教育を徹底する。 ・直前ミーティング等による作業内容の確認	
2. 杭体の破損	・施工トルクに対する板厚の不足 ・過大なトルクでの施工 ・地中障害物の存在 ・玉石層への施工	・施工トルクに見合う板厚を選定する。 ・施工制限トルクを確認する。 ・事前に地中障害物を撤去する。 ・地盤調査，事前評価の充実と補助工法の必要性を検討する。	設計時に回転トルクに対する検討を行う。
	・杭体温度上昇	・地下水位が低い，中間層が厚いなどの温度が上昇しやすい地盤に貫入する場合には，管内に水を投入する。	同一深度で長時間回転させると摩擦により杭体温度が上昇し，強度が低下するおそれがある。
3. 貫入不能	・トルク不足，推進力不足 ・杭体の破壊 ・地中障害物により杭が傾き施工不能 ・杭打設による地盤の締固め	・押し込み力の付加，貫入抑制，逆回転等の施工操作で対応する。 ・回転トルク(回転抵抗値)等のデータを随時確認して，杭体に異常が発生していないかを確認する。 ・地盤調査，事前検討を充実させ，地中障害物を事前に撤去する。 ・打設順序を変更する。	硬さや性質が大きく変化する地層の境界付近では，推進力が十分得られず，貫入量が小さくなる場合がある。
4. 杭の傾斜	・施工管理不足による杭の傾斜，杭心ずれが発生 ・施工重機が傾斜し，杭の傾斜，杭心ずれが発生	・杭心位置，杭建込み時の鉛直度の測定頻度を増やす。 ・地耐力を確認し，作業基盤の整備を行う。	貫入開始直後には特に鉛直精度がずれ易い。作業基盤が軟弱な場合，鉛直精度がずれ易い。
5. 高止まり・低止まり	・支持層が非常に硬い ・支持層に不陸が大きく，杭頭厚肉部の長さ確保が困難	・高止まりの場合は余長を切断する。 低止まりの場合は継ぎ杭をする。 ・事前に密な地盤調査を実施する。 ・事前に高止まり，低止まりなど杭長の変化に対応できる設計を行う。	すべての杭で支持層の確認をするため，支持層の不陸を把握することができる。
6. 杭と近接している既設構造物の変位・破損	・既設構造物と杭施工位置が近い	・設計時に過去の施工実績等から近接構造物へ影響を極力与えない杭の配置を検討する。 ・急激な地盤移動が生じないように，貫入速度が過大とならないように調整する。 ・開端タイプで管内土が上昇しない場合，杭周囲への土の押し出し量が多くなり近接構造物へ影響を及ぼす可能性があるため，貫入中の管内土の変動に留意する。	各発注者が規定する近接施工マニュアルなどがある場合は準拠する。

## 【付録A】各工法の公的認証取得範囲

項目		NS エコパイル工法	つばさ杭工法（開端タイプ）	つばさ杭工法（閉端タイプ）		
工法の概要		杭先端部にらせん状の羽根を設けた開端鋼管杭（先端羽根付杭）に回転力を付与することによって地盤に貫入させる工法	開端鋼管の先端に2枚の半ドーナツ鋼板から構成される先端翼を取付けた鋼管杭に回転力を付与することによって地盤に貫入させる工法	鋼管の先端に2枚の半円形鋼板から構成される先端翼を取付けた鋼管杭に回転力を付与することによって地盤に貫入させる工法		
沈設方法／回転貫入機		回転貫入／3点支持式杭打ち機，小型杭打ち機，全周回転機				
振動・騒音／排土量		低騒音・低振動／無排土				
先端羽根	タイプ	開端タイプ		閉端タイプ		
	形状					
工法認証範囲等	大臣認定	認証	建設省東住指発 238 号	国土交通大臣認定 TACP-0413	国土交通大臣認定 TACP-0395	
		杭径	100～1200mm	114.3～1200mm	114.3～1200mm	
		羽根径比	1.5～2.0	1.5～3.0	1.5～3.0	
		長さ	70m 以下かつ杭径の 130 倍以下	87m 以下かつ杭径の 130 倍以下	60m 以下かつ杭径の 130 倍以下	
		支持層	砂質土又は礫質土，N 値が 15 以上	砂質地盤（礫質地盤含む）	砂質地盤（礫質地盤含む）	
	建築	評定	杭径 $1200 < D_p \leq 1600\text{mm}$ ，羽根径比 $2 < R_d \leq 2.5$ の適用 〔(社)建築研究振興協会〕	引抜き方向の許容支持力		
			引抜き方向の許容支持力 〔(財)ベターリビング〕 最小杭長；10Dw かつ 10m 以上	〔(一財)日本建築総合試験所〕 最小杭長；6Dw かつ 3.6m 以上 杭径：139.8～900 mm 羽根径：1350 mm 以下		
	土木	認証	建技審証第 5 号 〔(財)国土技術研究センター〕	建技審証第 43 号 〔(一財)国土技術研究センター〕	建技審証 第 1013 号 〔(財)土木研究センター〕	建技審証 第 0104 号 〔(財)土木研究センター〕
		杭径	400～1600mm	114.3～406.4mm	318.5～1600mm	318.5～1200mm
		羽根径比	1.2～1.5	2.0～2.5	1.5～2.0	1.5～2.0
長さ		80m 以下	杭径の 130 倍程度以下	77m 以下	60m 以下	
支持層		砂，砂礫，風化花崗岩	砂，砂礫，粘性土	砂質土，砂礫	砂質土，砂礫	

## 【付録B】回転杭工法施工実績

### (1) 大径杭（φ1200以上）施工実績例

	工事名称	施工時期	地区	支持層	杭径	杭長	杭本数
1	K製鐵所 3焼結設備基礎工事	平成15年5月	千葉県	砂	φ800, 1600	19.0m	30本
2	P1プロジェクト	平成18年1月	大阪府	砂	φ800～φ1600	66.0m	236本
3	西鉄中島駅桁架替	平成18年6月	福岡県	砂礫	φ1200, 1600	16.5m	4本
4	新小戸之橋	平成19年1月	宮崎県	砂岩泥岩互層	φ1100, 1400	9.0～28.5m	20本
5	九州新幹線川尻高架橋工区	平成19年8月	熊本県	凝灰角礫岩	φ1500	30.5～32.5m	114本
6	九州新幹線久留米津福西BL他工事	平成19年10月	福岡県	凝灰岩	φ1200, 1600	34.0～37.5m	10本
7	九州新幹線縄手B外1撤去他	平成19年10月	福岡県	凝灰岩	φ1500	24.5m	2本
8	A設備更新工事	平成22年12月	神奈川県	細砂	φ400, 500, 600, φ800/600 φ1200/800(拡頭)	44.5～45.5m	84本
9	宮津線円山川橋りょう架替 その1	平成20年11月	兵庫県	砂・砂礫	φ1500	41.0m	6本
10	北陸新幹線水橋開発高架橋	平成20年11月	富山県	砂・砂礫	φ1200, 1300, 1400	32.0～35.0m	171本
11	公営住宅米田第1住宅	平成20年12月	福岡県	砂	φ400～φ1600	14.0m	31本
12	北陸新幹線 富山水橋下砂子坂高架橋	平成21年1月 ～平成21年3月	富山県	砂礫	φ1300	38～41m	67本
13	北陸新幹線 富山水橋田伏高架橋	平成21年6月	富山県	砂礫	φ1200, 1300	37～43m	166本
14	北陸新幹線 高岡蔵野町高架橋	平成21年8月	富山県	砂礫	φ800, 1000, 1100, 1200, 1300	7.5, 15.5～23m	189本
15	県営横山団地公営住宅新築工事(3期-建築-第1工区)	平成21年12月	神奈川県	砂礫	φ1100～φ1400	16.0m	20本
16	高岡駒方高架橋	平成22年10月	富山県	砂礫	φ1100, 1300	19.5～26.0m	96本
17	北海道新幹線第2外黒山トンネル他1箇所他工事	平成22年12月	青森県	砂岩	φ1300, 1500	10～28.5m	142本
18	北海道新幹線、大平高架橋他	平成23年7月	青森県	砂・砂礫	φ1300	11.0～19m	94本
19	熊本D区(東部地区)区役所	平成23年2月	熊本県	砂礫	φ800～φ1600	28.0m	38本
20	大阪拘置所新営(建築)第1期工事	平成23年10月	大阪府	砂礫	φ400, 1600	13.0m	294本
21	北海道新幹線山本線路橋新設工事	平成24年3月	青森県	砂・砂礫	φ1300	6.5～12m	17本
22	平成24年度東海環状下宮高架橋北下部工事	平成25年9月	岐阜県	砂礫	φ1200	15～18.5m	45本
23	平成24年度東海環状下宮高架橋中下部工事	平成25年9月	岐阜県	砂礫	φ1200	14～20m	30本
24	平成25年度東海環状高田南高架橋南下部工事	平成26年1月	岐阜県	砂礫	φ1200	25～25.5m	16本
25	平成25年度東海環状高田南高架橋北下部工事	平成26年2月	岐阜県	砂礫	φ1200	24～29.5m	25本
26	平成25年度社会資本整備総合交付金(広域連携)・防災・安全交付金(治水)総合流域防災合併工事	平成26年4月 ～平成26年5月	長野県	砂礫	φ1200	29.0～37.5m	12本
27	Fターミナル棟・社宅棟建替工事	平成26年4月	東京都	砂礫	φ900～φ1600	31.8m	378本
28	名古屋車両構内構町線Bv新設ほか	平成28年1月	愛知県	砂礫	φ1400	38m	26本

(2) 長尺杭 (杭長 60m以上) 施工実績例

	工事名称	施工時期	地区	支持層	杭径	杭長	杭本数
1	東京国際空港旅客ターミナル地区 空港アクセス2F取付道路下部等工事	平成14年11月	東京都	砂礫 細砂	φ 500, 800	69.5~72.0m	26本
2	東京国際空港旅客ターミナル地区 空港第2出路2F取付道路下部等工事	平成14年12月	東京都	砂礫 細砂	φ 500	66.0~72.0m	36本
3	北上川脇谷水門建設工事	平成15年1月	宮城県	砂礫	φ 400, 900	63.0~64.0m	188本
4	東京国際空港旅客ターミナル地区 上層道路下部等工事(その4)	平成15年1月	東京都	砂礫 細砂	φ 800	76.0m	16本
5	東京国際空港旅客ターミナル地区 駐車場2F取付道路下部等工事	平成15年6月	東京都	砂礫 細砂	φ 500, 700, 800, 1200	78.0m	101本
6	東京電力 江東変電所2号、3号変圧器取 替工事(275/154kV)	平成16年10月	東京都	砂質土	φ 600	68.5m	6本
7	北上川鴉波水門建設工事	平成16年6月	宮城県	砂礫	φ 900	60.0m	78本
8	P2プロジェクト	平成17年7月	大阪府	砂	φ 800~φ 1200	73.0m	191本
9	東京国際空港(羽田)第2旅客ターミナルビル 増築工事 I (A~C工区)	平成17年9月	東京都	砂・砂礫	φ 800~φ 1200	70.0m	116本
10	(仮称)N東京EAST4棟電力棟新築工事	平成20年7月	東京都	砂礫	φ 600~φ 800	81.0m	60本
11	東北電力 十和田幹線・北上幹線、新設 工事	平成20年7月	青森県~ 宮城県	砂 砂礫	φ 500~φ 1000	14.0~66.0m	284本
12	東京国際空港(羽田)第2旅客ターミナルビル 増築工事II	平成20年12月	東京都	砂・砂礫	φ 1200	75.0m	17本
13	東京国際空港(羽田)第2ターミナルビル増 築工事3	平成23年2月	東京都	砂	φ 800~φ 1200	84.0m	50本
14	新潟県上越市(載荷試験)	平成23年3月	新潟県	砂層	φ 1219.2	88.25m	1本
15	A別館新築工事(仮称)	平成24年2月	鹿児島県	砂礫	φ 500, 600	63.0m	85本
16	(仮称)S物流センター新築工事	平成26年8月	東京都	シルト・砂礫	φ 900~φ 1200	75.2m	121本

(3) 被圧地盤施工実績例

	工事名称	施工時期	地区	支持層	杭径	杭長	杭本数	被圧水
1	水門基礎	平成14年11月	宮城県	砂礫	φ 400, 900	68.0~69.0m	188本	GL+5.0m
2	鉄道構造物基礎	平成16年5月	宮城県	砂	φ 600	16.0~16.5m	56本	GL+7.6m
3	橋台基礎	平成16年9月	千葉県	砂	φ 1200	9.0m	8本	GL+2.5m
4	橋台基礎	平成16年11月	愛媛県	砂	φ 800	15.0m	16本	GL+1.3m
5	試験杭	平成18年2月	静岡県	凝灰角礫 岩	φ 1200	50.0m	1本	GL+1.0m
6	北陸新幹線 富山水橋田伏高架橋	平成21年6月	富山県	砂礫	φ 1200, 1300	37~43m	166本	GL+1.26m
7	北陸新幹線 高岡蔵野町高架橋	平成21年8月	富山県	砂礫	φ 800, 1000, 1100, 1200, 1300	7.5, 15.5~23m	189本	GL+1.45m
8	高岡駒方高架橋	平成22年5月	富山県	砂礫	φ 1100, 1300	19.5~26.0m	96本	GL+2.45m
9	鉄道高架橋基礎	平成22年10月	富山県	砂礫	φ 800~φ 1500	23.0~40.0m	819本	GL+4.4m
10	北海道新幹線第2外黒山トンネル他1箇所他工事	平成22年12月	青森県	砂岩	φ 1300, 1500	10~28.5m	142本	GL+3.1m
11	身延線岩間Boほか新設	平成23年3月	山梨県	砂礫	φ 1000	11.0m	16本	GL+4.25m
12	北海道新幹線、大平高架橋他	平成23年7月	青森県	砂・砂礫	φ 1300	11.0~19m	94本	GL+3.7m
13	道路橋高架橋	平成23年12月	静岡県	凝灰角礫 岩	φ 1200	22.0~59.0m	633本	GL+10.0m
14	北海道新幹線山本線路橋新設工事	平成24年3月	青森県	砂・砂礫	φ 1300	6.5~12m	17本	GL+1.0m
15	北海道新幹線、第2外黒山トンネル1箇所他	平成24年8月	青森県	砂岩	φ 900	6.0~22.0m	40本	GL+2.3m
16	(仮称)西宮老松町計画新築工事	平成24年10月	兵庫県	砂礫	φ 600, 900	10.5m	19本	GL+2.0m
17	平成24年度東海環状下宮高架橋北下部工事	平成25年9月	岐阜県	砂礫	φ 1200	15~18.5m	45本	GL+1.52m
18	平成24年度東海環状下宮高架橋中下部工事	平成25年9月	岐阜県	砂礫	φ 1200	14~20m	30本	GL+1.35m
19	平成25年度東海環状高田南高架橋南下部工事	平成26年1月	岐阜県	砂礫	φ 1200	25~25.5m	16本	GL+1.20m
20	姉川橋下部工事	平成26年5月	滋賀県	砂礫	φ 1000	30.5~40.5m	32本	GL+0.80m

(4) 引抜き撤去施工実績例

	工事名称	施工時期	地区	支持層	杭径	杭長	杭本数
1	京急蒲田駅第3工区	平成15年7月	東京都	砂礫	φ 700, 1000	19.1~21.1m	21本
2	2005年日本国際博覧会会場施設建設工事(Ⅰ工区)	平成15年8月	愛知県	砂・砂礫	φ 114.3~φ 609.6	8.0m	512本
3	2005年日本国際博覧会会場施設建設工事(Ⅱ工区)	平成15年8月	愛知県	砂・砂礫	φ 114.3~φ 609.6	10.0m	495本
4	京急蒲田駅付近連立事業 4工区(蒲田駅)	平成15年9月	東京都	砂	φ 700	13.0m	24本
5	京急蒲田駅第3工区土木(その5)	平成16年9月	東京都	砂礫	φ 700, 1000	9.9~24.7m	34本
6	京急蒲田駅付近連立事業 4工区(蒲田駅)	平成17年11月	東京都	砂	φ 700	13.0m	22本
7	京急蒲田駅付近連立事業 4工区(蒲田駅)	平成20年11月	東京都	砂	φ 1200	19.0m	4本
8	京急蒲田駅付近連立事業 1工区(平和島駅付近)	平成20年2月	東京都	砂	φ 800	12.5m	8本
9	JR武豊線成岩B〇工事	平成21年10月	愛知県	砂礫	φ 500	13.5~14.5m	36本
10	常磐快速線天王台・取手間利根川橋梁改良その3工事	平成22年11月	茨城県	砂	φ 600	8.0m	19本

(5) 斜杭施工実績例

	工事名称	施工時期	地区	杭径	杭長	斜杭本数	斜角
1	牛久斜杭施工試験	平成12年12月	茨城県	φ 600	5m	1本	8°
2	富津斜杭施工試験	平成15年2月	千葉県	φ 800	12, 14m	2本	8° 15°
3	K製鐵所 3焼結設備基礎工事	平成15年5月	千葉県	φ 800	19m	8本	8°
4	テトラエナジーひびき風力発電建設工事	平成18年2月	福岡県	φ 1200	13m	6本	8°
5	大牟田斜杭施工試験	平成20年1月	福岡県	φ 800	17, 18.5m	2本	10°
6	諏訪川A1橋台	平成21年2月	福岡県	φ 1200	11~15m	24本	10°
7	北陸新幹線 高岡蔵野町高架橋	平成21年8月	富山県	φ 800, 1000, 1100, 1200, 1300	7.5, 15.5~23m	16本	5°
8	宇都宮斜杭施工試験	平成22年2月	栃木県	φ 800	20m	1本	5°
9	宇都宮斜杭施工試験	平成22年6月	栃木県	φ 600	22m	1本	15°
10	戸井線増強のうち第2次工事	平成23年2月	北海道	φ 600	46m	4本	約7°
11	利根東高架橋復旧工事	平成23年5月	茨城県	φ 400	28m	16本	10°
12	埼玉県施工試験	平成25年9月	埼玉県	φ 1200	8m	1本	9.4°
13	平成24年度東海環状下宮高架橋北下部工事	平成25年9月	岐阜県	φ 1200	15~18.5m	30本	9.4°
14	平成24年度東海環状下宮高架橋中下部工事	平成25年9月	岐阜県	φ 1200	14~20m	18本	9.4°
15	平成24年度 東海環状瀬古高架橋北下部工事	平成25年9月	岐阜県	φ 1200	12~16m	30本	5~7.1°
16	平成25年度 東海環状下宮高架橋南下部工事	平成25年11月	岐阜県	φ 1200	17m	6本	8~9.4°
17	平成25年度 東海環状下宮高架橋下部工事	平成25年12月	岐阜県	φ 1200	16~17m	20本	5~9.4°
18	平成25年度社会資本整備総合交付金(広域連携)・防災・安全交付金(治水)総合流域防災合併工事	平成26年5月	長野県	φ 1200	29~37.5m	6本	5°
19	紫竹山道路高架橋 Hランプ橋A1橋台	平成26年5月	新潟県	φ 1000	17m	4本	5°
20	紫竹山道路高架橋 IC改良工事	平成26年7月	新潟県	φ 1000	23.3m	6本	10°
21	名古屋第二環状自動車道 飛鳥ジャンクションOランプ橋他4橋(下部工)工事	平成27年2月	愛知県	φ 1200	31.5~32m	6本	10°
22	平成26年度[第26-K2050-O1号]二級河川鯉名川山梨静岡交流圏域活性化事業(河川)	平成27年3月	静岡県	φ 400	30m	14本	10°
23	平成26年度 東海環状養老IC本線橋下部工事	平成27年4月	岐阜県	φ 1000	41.5m	28本	10°
24	平成27年度 東海環状口ヶ島南高架橋橋台工事	平成27年10月	岐阜県	φ 1000	33.5m	32本	10°
25	焼津漁港海岸漁港海岸保全施設整備	平成28年1月	静岡県	φ 400	13m	29本	10°

(6) 特殊支持層施工実績例

	工事名称	施工時期	地区	支持層	杭径	杭長	杭本数
1	S高校体育館改築	平成11年6月	高知県	風化岩	φ318.5, 406.4, 508	7.9~14.2m	62本
2	竹野町庁舎新築工事	平成11年12月	兵庫県	風化花崗岩	φ406.4, 508	15.5~33.0m	34本
3	白石中学校屋内運動場増改築工事	平成12年3月	山口県	風化岩	φ406.4, 508	12.5m	44本
4	Zハウス	平成12年4月	神奈川県	シルト岩	φ315.5, 457.2, 508	20.0~21.5m	22本
5	アーテント小月駅前	平成12年5月	山口県	風化花崗岩	φ318.5, 406.4	11.0m	40本
6	Zハウス式番館新築工事	平成12年11月	神奈川県	シルト岩	φ318.5, 406.4, 508	31.0m	21本
7	高知市民球場スコアボード基礎工事	平成13年3月	高知県	風化泥岩	φ508	21.5m	12本
8	Aグループホーム	平成13年6月	北海道	風化泥岩	φ318.5	13.5~14.5m	33本
9	(仮)K病院	平成13年8月	広島県	風化花崗岩	φ318.5, 406.4	7.5~15.5m	16本
10	IPP宇部発電整備工事	平成13年11月	山口県	砂岩	φ508	15.0~17.0m	51本
11	早島郵便局新築工事	平成14年2月	岡山県	風化岩	φ318.5, 406.4, 508	7.5~10.0m	18本
12	F蒲田新棟建設工事	平成14年6月	東京都	土丹	φ700, 800, 1000, 1200	24.0m	235本
13	Fタバ図書GIGA福大前店新築工事	平成15年7月	福岡県	風化花崗岩	φ318.5, 406.4, 508	13m	36本
14	鳥取市立若葉台小学校増築(建築)工事	平成15年7月	鳥取県	風化岩	φ318.5, 406.4, 508	3.0~23.0m	47本
15	P横浜	平成16年9月	神奈川県	土丹	φ800~φ1200	13.0m	292本
16	うつみ市民交流センター 新築工事	平成16年11月	広島県	風化花崗岩	φ318.5, 400, 500, 600	25~37m	93本
17	岡山県立倉敷天城高校	平成16年12月	岡山県	風化岩	φ318.5, 400, 500, 600	9.0m	40本
18	Kマンション新築工事	平成17年4月	沖縄県	島尻泥岩	φ500, 600	21.4m	19本
19	東消防署庁舎等新築工事	平成17年6月	北海道	安山岩	φ508	12.0~14.0m	37本
20	(仮称)東京ガス横浜研修センター新築工事	平成17年6月	神奈川県	土丹	φ318.5, 508 φ700/508(拡頭)	15.5~16.5m	147本
21	(仮称)東京ガス横浜研究所新築工事	平成17年6月	神奈川県	土丹	φ318.5, 406.4 φ800/508(拡頭)	15.5~18m	240本
22	東消防署庁舎等新築工事	平成17年6月	北海道	安山岩	φ508	12.0~14.0m	37本
23	鳥根大学(附属)校舎改築その他工事(北校舎)	平成17年7月	鳥取県	花崗岩	φ318.5, 500, 600	8~8.5m	55本
24	栗山村総合ビジターセンター	平成17年8月	栃木県	凝結凝灰岩	φ400	3.5~8.0m	21本
25	西福山病院増築工事	平成17年8月	広島県	花崗岩	φ400/500	8~8.5m	37本
26	三島市消防庁舎建設工事	平成17年8月	静岡県	玄武岩	φ508/318.5(拡頭)	38~42m	55本
27	栗山村総合ビジターセンター	平成17年8月	栃木県	凝結凝灰岩	φ400	3.5~8.0m	21本
28	道路橋基礎	平成17年10月	北海道	強風化片麻岩	φ800	11.0m	44本
29	熊本空港事務所庁舎新築その他工事	平成18年1月	熊本県	安山岩	φ400, 500, 600	13~23m	66本
30	岡山県立倉敷天城高校	平成18年2月	岡山県	風化岩	φ318.5, 400, 500, 600	9.0m	72本
31	道路橋基礎	平成18年5月	広島県	風化花崗岩	φ800	19.0m	12本
32	大崎上島消防署庁舎	平成18年6月	広島県	風化花崗岩	φ318.5, 400, 500	9.0~10.0m	28本
33	豊洲5丁目計画	平成18年6月	東京都	土丹	φ1000~φ1600	61.0m	67本
34	起工第5号宝満環境センター新規熱回収施設建設工事	平成18年7月	福岡県	風化岩	φ400, 500	5.0~20.5m	307本
35	安浦保育所建設工事	平成18年8月	広島県	風化花崗岩	φ318.5, 400	11.4m	38本
36	県立倉敷天城中学校	平成18年10月	岡山県	風化花崗岩	φ400, 500	8.5~10.5m	26本
37	岩尾内ダム管理事務所	平成18年10月	北海道	砂岩	φ500	14m	59本
38	宝満環境センター新規リサイクル施設建設工事	平成18年11月	福岡県	風化岩	φ318.5, 400, 500	9.5~18.5m	125本
39	段原東第一住宅	平成18年11月	広島県	風化花崗岩	φ400, 500	35.5~42.5m	37本
40	県営宮ヶ迫住宅1期	平成18年11月	広島県	風化花崗岩	φ400, 500, 600	10.0~24.0m	25本
41	Kやまぐち厚狭	平成19年3月	山口県	頁岩	φ318.5	8.0~12.0m	27本
42	鉄道高架橋基礎	平成19年4月~平成20年3月	熊本県	溶結凝灰岩	φ1000~φ1300	7.5m~32.0m	797本
43	地御前小学校管理特別教室棟改築工事	平成19年8月	広島県	風化花崗岩	φ500, 600	16.0~17.0m	42本

## (6) 特殊支持層施工実績例 (続き)

	工事名称	施工時期	地区	支持層	杭径	杭長	杭本数
44	矢野駅橋上化	平成19年11月	広島県	風化岩	φ318.5	4.0~9.0m	16本
45	安佐北工事事務所庁舎新築工事	平成20年5月	広島県	風化 花崗岩	φ400, 500	12.5~13.8m	23本
46	紋別港物揚場改良外一連工事	平成20年9月	北海道	砂岩	φ318.5	4~8m	30本
47	那覇市宮奥武山野球場その他関連施設 整備工事(照明塔・建築)(ブリッジ)	平成20年9月	沖縄県	石灰岩	φ400	11~30m	48本
48	雑賀公民館建築工事	平成20年9月	島根県	風化砂岩	φ400, 500	14.4~21.5m	15本
49	歯舞漁港外建設工事(歯舞・落石ホップ 室)	平成20年11月	北海道	砂岩	φ400	4~12.5m	24本
50	松江南消防署湖南出張所建築工事	平成20年11月	島根県	泥岩	φ400	7.0~11.5m	30本
51	県営宮ヶ迫住宅2期建築その他工事	平成20年11月	広島県	風化 花崗岩	φ500, 600	7.0~11.0m	26本
52	歯舞漁港外建設工事(歯舞・落石ホップ 室)	平成20年11月	北海道	砂岩	φ400	4~12.5m	24本
53	松江市立城北小学校校舎建設工事	平成20年12月	島根県	砂岩	φ318.5, 400, 500, 600	5.15~23.0m	100本
54	K住宅(仮称)新築工事	平成21年1月	広島県	風化岩	φ400, 500, 600	35.4~40.4m	53本
55	県立米子東高等学校第2体育館改築工 事	平成21年2月	鳥取県	風化岩	φ500, 600	34.8~35.0m	36本
56	県立米子工業高等学校改築工事(A/C 工区)	平成21年5月	鳥取県	風化岩	φ318.5, 500, 600	9.0~30.0m	100本
57	県立米子工業高等学校改築工事(B/D 工区)	平成21年5月	鳥取県	風化岩	φ318.5, 500, 600	9.0~29.0m	134本
58	リサイクルセンター建設工事	平成21年12月	岐阜県	風化岩	φ400, 500	5.0~9.0m	51本
59	松江市立津田小学校北校舎建設工事	平成22年1月	島根県	砂岩	φ400, 500, 600	8.75~16.5m	60本
60	安佐南工場焼却施設建設工事	平成22年7月	広島県	風化花崗岩	φ318.5, 400, 500, 600	3.0~20.5m	346本
61	松江市立城北小学校屋内運動場建設 (建築)工事	平成22年8月	島根県	砂岩	φ318.5, 500	10.5~21.0m	48本
62	JA広島総合病院地域救命救急センター 増築工事	平成22年9月	広島県	花崗岩	φ318.5, 400	23.4~24.3m	35本
63	浜田市立長浜小学校校舎改築に伴う建 築主体工事	平成22年10月	島根県	凝灰岩	φ400, 600	12.5~18.5m	73本
64	山口宇部空港出張所庁舎新築工事	平成22年11月	山口県	砂岩	φ500	20.2~23.2m	37本
65	羅臼漁港-4m岸壁屋根基礎その他工事	平成23年2月	北海道	凝灰岩	φ400	4.5~6m	28本
66	島根県営住宅(仮称 江津市東高浜団 地) 建設(その1)工事	平成23年3月	島根県	軟岩	φ400, 600	22.0~26.0m	24本
67	島根県営住宅(仮称 江津市東高浜団 地) 建設(その2)工事	平成23年3月	島根県	軟岩	φ400, 600	22.0~27.0m	21本
68	福山市深津住宅1号棟(22・高耐)建築 工事	平成23年3月	広島県	泥岩	φ400, 600	18.0~21.0m	62本
69	松江市立津田小学校屋内運動場(建 築) 工事	平成23年8月	島根県	砂岩	φ400	10.5m~11.25m	40本
70	(仮称)Tセンター新築工事	平成23年11月	岐阜県	硬質粘性土	φ900~φ1400	20.0m	158本
71	福山新本館建設工事	平成23年12月	広島県	風化花崗岩	φ600	9.0m~27.0m	133本
72	平成23~24年度 海陽地区改良工事	平成24年4月	徳島県	泥岩	φ400	11.5m, 12.5m	6本
73	県立米子工業高等学校改築工事(部室 棟改築)	平成24年5月	鳥取県	凝灰岩	φ318.5	11.5m~22.0m	16本
74	落石漁港-4.0m岸壁屋根建築その他工 事	平成24年9月	北海道	泥岩	φ400	6.5~8.5m	20本
75	仙台総合エンジニアリングセンタ新築工事	平成24年11月	宮城県	風化岩	φ400, 500	16.0~21.0m	40本
76	古平漁港-3.5M岸壁改良その他工事	平成25年9月	北海道	砂岩	φ400	6.0~11.0m	24本
77	小名浜地域水産業施設復興整備事業	平成25年12月	福島県	砂岩・泥岩	φ500	61.0m	169本
78	金沢水再生センター水処理施設覆蓋等 整備工事	平成26年11月	神奈川県	泥岩	φ400	11.0m	10本
79	古川現業事務所煙突基礎新設その他工 事	平成27年2月	宮城県	泥岩	φ500	21.0m	1本
80	雲雀ヶ丘9号線歩道橋設置工事	平成27年8月	福岡県	風化花崗岩	φ400	18.0m	4本
81	27災第228号 川尻橋橋梁災害復旧工 事	平成28年3月	鹿児島県	強風化花崗岩	φ400	6.0m	8本
82	高城川護岸外工事(中橋)	平成28年7月	宮城県	砂岩	φ500	19.0m	7本
83	稲田小学校校舎改築杭打工事	平成28年7月	福島県	凝灰岩	φ600	5.0~22.0m	76本
84	青森第二養護学校校舎改築工事	平成28年9月	青森県	凝灰岩	φ400	27.0m	25本

## 【付録C】 鋼管杭の規格値

鋼管杭は JIS A 5525 に規定されている。

ここでは、参考のために表-C.1 にその化学成分を、表-C.2 に機械的性質を、表-C.3 には形状及び寸法の許容差の規定、また表-C.4 に現場円周溶接部の換算外径差の許容差について（一社）鋼管杭・鋼矢板技術協会が整理したもの（「鋼管杭・鋼管矢板標準製作仕様書(2019年7月)」）を示す。

表-C.3 は工場製作での保証内容について記載したものであり、施工現場での測定項目や測定手法を規定する趣旨のものではない。

なお、JIS は改訂される場合もあるので、注意が必要である。

表-C.1 化学成分

単位 %

種類の記号	C	Si	Mn	P	S
SKK400	0.25以下	—	—	0.040以下	0.040以下
SKK490	0.18以下	0.55以下	1.65以下	0.035以下	0.035以下

注) 必要に応じて、この表に規定のない合金元素を添加することができるものとします。

表-C.2 機械的性質

種類の記号	母材部			アーク溶接部	電気抵抗溶接部
	引張強さ N/mm <sup>2</sup>	降伏点 又は耐力 N/mm <sup>2</sup>	伸び % 5号試験片*a) 横方向	溶接部引張強さ N/mm <sup>2</sup>	へん平性 平板間の距離 mm (Dは管の外径)
SKK400	400以上	235以上	18以上	400以上	$\frac{2}{3} D$
SKK490	490以上	315以上	18以上	490以上	$\frac{2}{3} D$

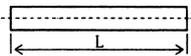
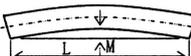
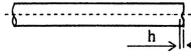
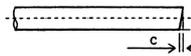
注記 1N/mm<sup>2</sup>=1MPa

注 a) 鋼帯または鋼板から引張試験の供試材を採取する場合は、圧延方向又は圧延方向に直角の方向とします。

### [解説]

- 1) 素管の溶接部の機械的性質の保証は、その製法区分により溶接部引張試験又はへん平試験を行います。
- 2) へん平試験は平板間に鋼管を挟んで外径が所定の値以下になるまで押し潰してへん平化させ、その際にシーム部に割れが生じないことを調べる試験です。JIS の規定では SKK 490 は外径 D が 7/8D 以下になるまで潰す規定となっていますが、より厳しい条件に耐え得るように SKK 400 に合わせて 2/3D 以下まで潰して試験するものとしています。

表-C.3 形状及び寸法の許容差 (鋼管杭)

区 分		許 容 差	摘 要
外径 (D)	管端部	±0.5%	外径の許容差は周長測定による。ただし、外径(D)と周長( $\phi$ )との相互換算は、次の式による。 $D = \phi / \pi$ ここに、D：外径(mm) $\phi$ ：周長(mm) $\pi = 3.1416$
厚さ (t)	厚さ 16mm 未満	外径 500mm未満	+規定しない -0.6mm
		外径 500mm以上 800mm未満	+規定しない -0.7mm
		外径 800mm以上 2000mm以下	+規定しない -0.8mm
	厚さ 16mm 以上	外径 800mm未満	+規定しない -0.8mm
		外径 800mm以上 2000mm以下	+規定しない -1.0mm
長さ (L) *a)		+規定しない 0 ※	
横曲がり (M)		長さ(L)の0.1%以下 ただし、長さ(L)が6m未満の場合、6mm 以下	
現場円周溶接部となる端面の平面度 (h)		2mm 以下	
現場円周溶接部となる端面の直角度 (c)		外径の0.5%以下 ただし、最大4mm	
現場円周溶接部となる端面の真円度 (OR) ※JIS 規定外の項目		1.0%以下	OR=100 ×  D <sub>45°</sub> - D <sub>135°</sub>   / Dnom  (Dnom は公称外径)

注 a) 長さの許容差は、受渡当事者間の協定によって、+規定しない、-50mm を適用してもよいものとします。

[解説]

1) 現場円周溶接部となる端面の真円度

JIS 規定に加えて、現場円周溶接の施工性を考慮して、現場円周溶接部となる端面の真円度を規定しました。

2) 長さの許容差

通常、切断位置の誤差、切断しろ、端面加工しろ等を考慮して製造するため、単管は若干の余長を持っています。

一方、現場において複数本の単管を継いで1本の杭とする場合には各単管が持つ余長が累積されて全体としてかなりの余長となる場合があります。このことが鋼管杭使用上の大きな問題となる場合などには、あらかじめ協議することによって全体長さを調整するために単管の長さには-50mm までのマイナス許容差を認める形に緩和できることが注記されています。

表-C.4 現場円周溶接部の換算外径差の許容差

	外径 (mm)	許容値(mm)
現場円周溶接部の 換算外径差の許容差 *a)	700 未満	2 以下
	700 以上 1016 以下	3 以下
	1016 を超え 2000 以下	4 以下

注 a) 換算外径差は、現場円周溶接を行う2本の単管の管端外径（周長換算値）の差であり、単管の外周長を $\pi$ で除して求めた換算外径の差として求める。ここに、 $\pi=3.1416$ とする。

[解説]

上表の許容差を満足するために、一部又は全部の単管の組合せをあらかじめ決める必要がある場合には、受渡当事者間の協定によって、組み合わせる単管に番号又は記号を付記します。

## 【付録D】各工法の先端羽根部標準仕様例

先端羽根部は、施工時に作用するねじり力や供用時に作用する鉛直力に耐える必要がある。所用の性能を満たす羽根と鋼管の仕様の組合せは複数あることから、工法ごとに先端形状を3次元でモデル化した FEM 解析等により各々を設定している。

以下に NS エコパイルとつばさ杭の先端羽根部の標準仕様例を示す。なお、同一工法であっても適用分野により先端支持力の評価等が異なることから仕様も異なる。ここでは土木分野の標準仕様例を示すこととし、他分野については各工法のマニュアル等を参照するものとする。

### (1) NSエコパイル

FEM 解析における先端羽根部の降伏強度と終局強度が、それぞれ地盤から決まる杭の降伏支持力度と極限支持力度を上回るように仕様を設定する。

羽根と鋼管の接合部には施工時に主としてせん断力が、供用時には溶接線と直角方向に圧縮力と引張力が作用することから、スムーズな応力の伝達を図るため、接合部は工場溶接かつ全周において完全溶込み開先溶接とする。なお、ここでは標準仕様例として土木分野の1.5倍径を掲載しているが、建築分野や小口径では2.0倍径、2.5倍径かつ杭径 $\phi 101.6\text{mm}$ から $\phi 500\text{mm}$ 未満のサイズも標準仕様として設定している。

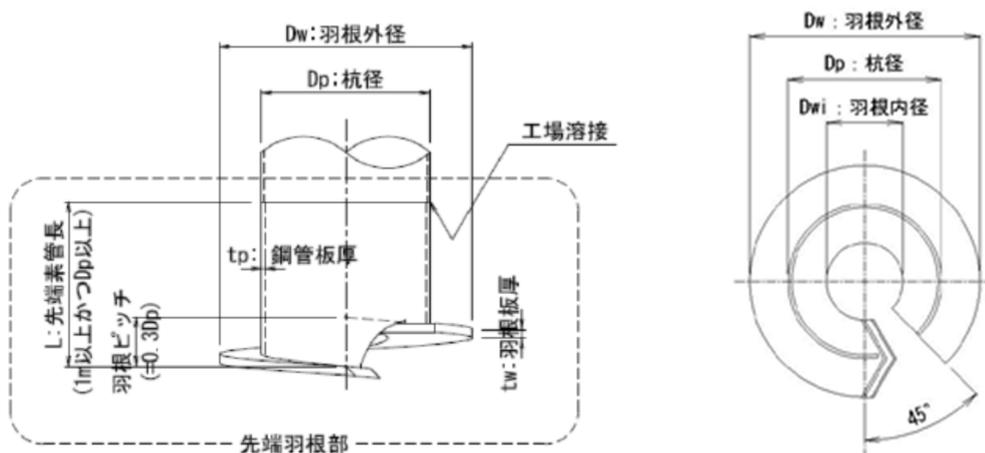
標準仕様例[土木分野1.5倍径]

杭径 Dp (mm)	羽根外径 Dw (mm)	羽根内径 Dwi (mm)	先端素管長 L (mm)	板厚(mm)	
				鋼管 tp	羽根 tw
500	750	250	1000以上	12[14]	25[25]
600	900	300	1000以上	13[14]	28[32]
700	1050	350	1000以上	13[16]	32[36]
800	1200	400	1000以上	14[18]	36[36]
900	1350	450	1000以上	15[20]	38[40]
1000	1500	500	1000以上	16[22]	40[45]
1100	1650	550	1100以上	17[22]	45[50]
1200	1800	600	1200以上	18[22]	45[55]
1300	1950	650	1300以上	24[24]	60[60]
1400	2100	700	1400以上	24[24]	60[60]
1500	2250	750	1500以上	25[25]	65[65]
1600	2400	800	1600以上	25[25]	75[75]

※1 材料規格は鋼管 SKK490, 羽根 SM490又は相当品とする。

※2 回転杭工法による杭先端の極限支持力度  $q_d$  は、道路橋示方書・同解説 IV下部構造編では最大 $6500\text{kN/m}^2$ と、鉄道構造物等設計標準では $10000\text{kN/m}^2$ とされており、設計で $q_d > 6500\text{ kN/m}^2$ の場合は、[ ]内の値を適用する。

※3 堅固な地盤への貫入時は先端羽根部に大きな荷重が作用することから、換算 N 値が60を超える中間層や支持層が存在する場合には、[ ]内の値を適用する。



(2) つばさ杭

FEM 解析による荷重-先端翼変位関係から得られる杭先端部の押込み耐力が、下杭鋼管の降伏耐力を上回るように仕様を設定している。先端翼と鋼管は、引抜き力に対する強度検討を行ったうえで隅肉溶接(一部は完全溶込み溶接)により工場で接合している。

1) 開端タイプ標準仕様例[土木分野1.5倍径]

鋼管板厚 t (mm)	杭径 Dp (mm)									
	318.5	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200
9	10-19	10-22	10-25	12-25	-	-	-	-	-	-
10	11-22	11-22	11-25	12-28	14-32	-	-	-	-	-
11	12-22	12-25	12-28	12-28	14-32	16-32	-	-	-	-
12	13-22	13-25	13-28	13-32	14-32	16-36	18-40	-	-	-
13	-	-	15-28	15-32	15-36	16-36	18-40	20-40	-	-
14	-	-	16-32	16-32	16-36	16-40	18-45	20-45	-	-
15	-	-	17-32	17-36	17-36	17-40	18-45	20-45	22-50	-
16	-	-	-	18-36	18-40	18-45	18-45	20-45	22-50	24-55
17	-	-	-	19-36	19-40	19-45	19-45	20-50	22-55	24-55
18	-	-	-	21-40	21-40	21-45	21-50	21-50	22-55	24-60
19	-	-	-	-	22-45	22-45	22-50	22-55	22-55	24-60
20	-	-	-	-	23-45	23-50	23-50	23-55	23-60	24-60
21	-	-	-	-	24-45	24-50	24-55	24-55	24-60	24-60
22	-	-	-	-	-	25-50	25-55	25-60	25-60	25-65
23	-	-	-	-	-	26-55	26-55	26-60	26-65	26-65
24	-	-	-	-	-	-	28-60	28-60	28-65	28-65
25	-	-	-	-	-	-	-	29-60	29-65	29-70

2) 開端タイプ標準仕様例[土木分野2.0倍径]

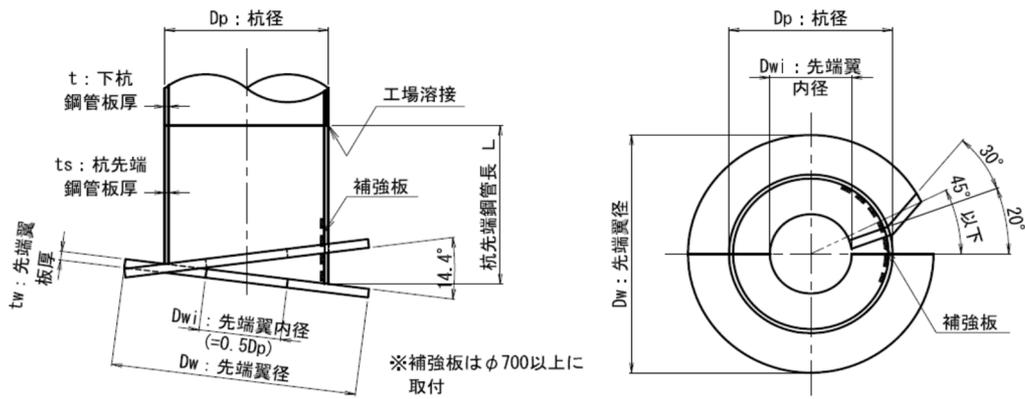
鋼管板厚 t (mm)	杭径 Dp (mm)									
	318.5	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200
9	11-25	11-28	11-32	12-36	-	-	-	-	-	-
10	12-25	12-32	12-36	12-36	14-40	-	-	-	-	-
11	14-28	14-32	14-36	14-40	14-45	16-50	-	-	-	-
12	15-28	15-32	15-40	15-45	15-45	16-50	18-55	-	-	-
13	-	-	16-40	16-45	16-50	16-50	18-55	20-60	-	-
14	-	-	18-45	18-45	18-50	18-55	18-60	20-60	-	-
15	-	-	19-45	19-50	19-55	19-55	19-60	20-65	22-70	-
16	-	-	-	20-50	20-55	20-60	20-65	20-65	22-70	24-75
17	-	-	-	22-50	22-60	22-60	22-65	22-70	22-75	24-75
18	-	-	-	23-55	23-60	23-65	23-70	23-70	23-75	24-80
19	-	-	-	-	24-60	24-65	24-70	24-75	24-80	24-85
20	-	-	-	-	26-65	26-70	26-75	26-80	26-80	26-85
21	-	-	-	-	27-65	27-70	27-75	27-80	27-85	27-90
22	-	-	-	-	-	28-70	28-80	28-85	28-90	28-90
23	-	-	-	-	-	30-75	30-80	30-85	30-90	30-95
24	-	-	-	-	-	-	31-80	31-85	31-90	31-95
25	-	-	-	-	-	-	-	32-90	32-95	32-100

- ※1 材料規格は鋼管 SKK490, 先端翼 SM490A 相当以上又は HBL385B (国土交通大臣認定材料) とする。
- ※2 表中の左側数字は杭先端鋼管板厚 t s (mm), 右側数字は先端翼板厚 t w (mm) の最低値を示している。
- ※3 杭先端鋼管長 L は, 審査証明報告書においては 0.5Dp 以上としているが, 施工条件や製造条件により, それ以上とする場合がある。
- ※4 下杭鋼管板厚 t は, 経済性を考慮して杭先端鋼管板厚 t s とする場合がある。

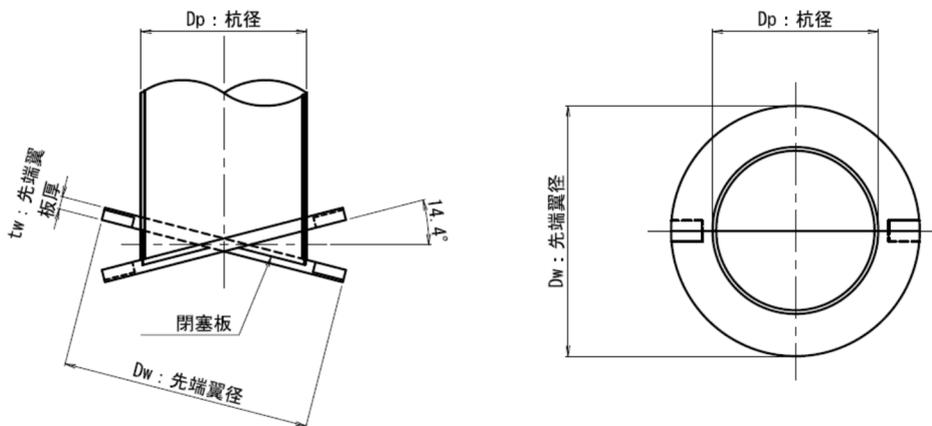
3) 閉端タイプ標準仕様例[土木分野1.5倍径]

鋼管板厚 t (mm)	杭径 Dp (mm)									
	318.5	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200
9	25	30	35	35	-	-	-	-	-	-
10	25	30	35	35	-	-	-	-	-	-
11	30	35	35	40	45	-	-	-	-	-
12	30	35	35	40	45	45	-	-	-	-
13	30	35	40	40	45	50	-	-	-	-
14	30	35	40	40	45	50	50	-	-	-
15	30	35	40	45	50	50	55	55	-	-
16	30	35	40	45	50	50	55	55	-	-
17	-	-	-	45	50	55	55	60	65	-
18	-	-	-	45	50	55	55	60	65	65
19	-	-	-	-	-	-	60	65	65	70
20	-	-	-	-	-	-	60	65	65	70
21	-	-	-	-	-	-	-	65	70	70
22	-	-	-	-	-	-	-	65	70	70
23	-	-	-	-	-	-	-	-	70	75
24	-	-	-	-	-	-	-	-	70	75
25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	80
26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	80

※1 材料規格は鋼管 SKK490, 先端翼 HBL385B (国土交通大臣認定材料) とする。



開端タイプ標準図



閉端タイプ標準図

## 【付録E】試験杭における支持層の確認例

一般に回転トルク(回転抵抗値)は地盤の硬さとの相関が高く、回転トルク(回転抵抗値)や回転トルク(回転抵抗値)を1回転あたりの貫入量で除した値等を連続的に測定・記録し、地盤調査の土質柱状図やN値との対比や測定データの挙動、施工時の振動や発生音等の参考情報に基づいて支持層境界の深度を評価する。試験杭で得られたこれらの情報から本杭施工時に支持層を判断する管理指標を定める。

ここでは、試験杭における支持層の確認例として2ケースの施工記録を示す。

### (1) NSエコパイルの例(φ1200, 1.5倍径)

土質柱状図と回転トルク(回転抵抗値)、1回転あたりの貫入量、押込み力の施工記録例を図-E.1に示し、回転貫入状況と管理指標の設定について以下に示す。

深度 0~14m 付近 : 沖積粘土を主体とした地層であるため、回転トルクは比較的小さい。1回転あたりの貫入量はほぼ羽根ピッチ(360mm)である。

深度 14~27.4m 付近 : 洪積粘土を主体とした地層で上層よりN値が高くなっている。回転トルクは上昇するものの、1回転あたりの貫入量はほぼ羽根ピッチである。

深度 27.4m以深 : 深度27.4m付近において急激に回転トルクが上昇したことから、打ち止めの対象である堅固な層へ鋼管杭の先端が到達したことが確認される。なお洪積細砂土においても1回転あたりの貫入量はほぼ羽根ピッチであり、特殊な施工状況とはなっていない。また支持層貫入後には1000kN・m超の回転トルクが発生し、所定深度を貫入して打ち止めた。

本杭の施工では、これらの挙動を管理指標として支持層の確認を行った。

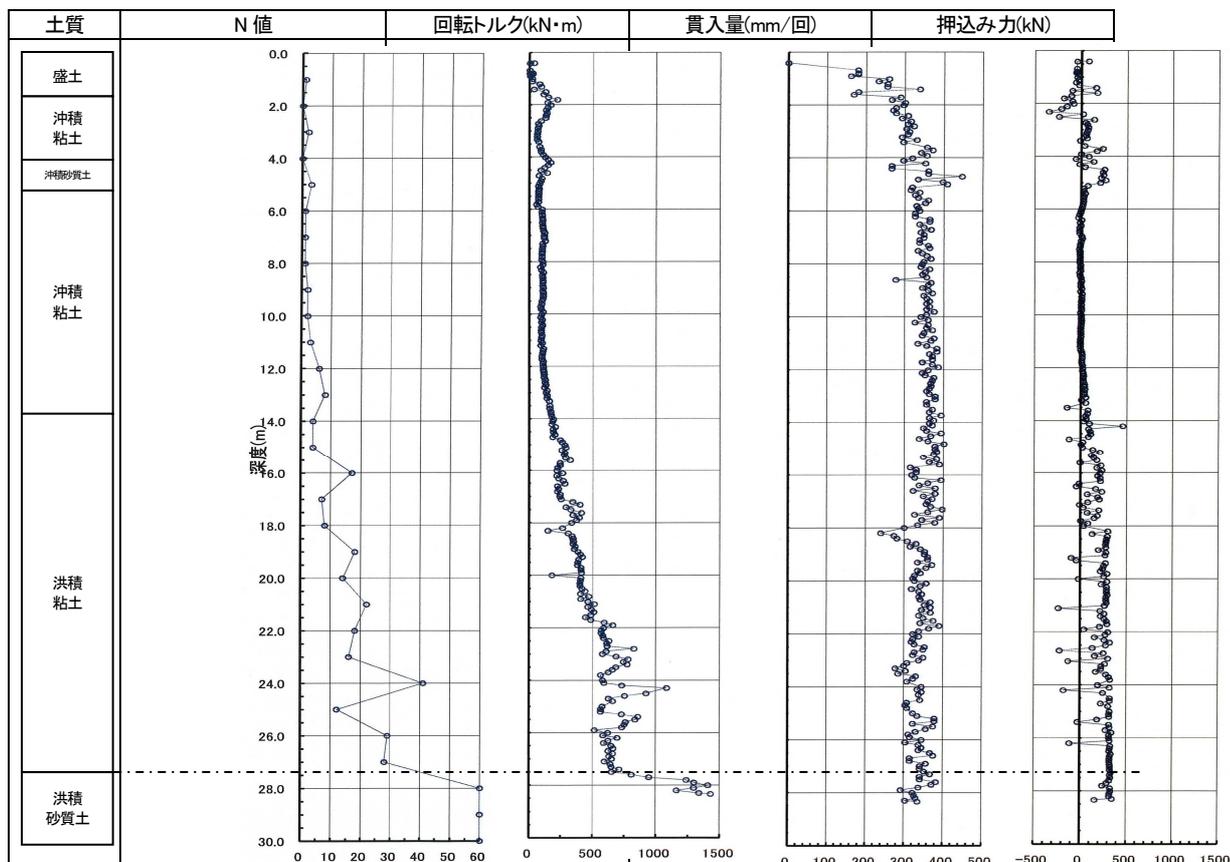


図-E.1 施工記録例

(2) つばさ杭の例 (φ1000, 1.5 倍径)

土質柱状図と回転トルク (回転抵抗値), 回転トルク (回転抵抗値) を1回転あたりの貫入量で除した値 (つばさ杭において「硬さ指標」と呼称) の施工記録例を図-E. 2に示し, 回転貫入状況の特徴と管理指標値の設定例を以下に記す。

深度 0~10m 区間 : 粘土層を主とした地層であるため, 回転トルクは比較的小さい。

深度10~20m 区間 : 砂層が中心の地層となり, N 値の増加とともに回転トルクも上昇している。1回転あたりの貫入量が小さくなっていることから, 硬さ指標が大きくなっている。

深度20~35m 区間 : シルト層が中心の地層であるため, 回転トルクが再度小さくなっている。

深度35~40m 区間 : 36m の N 値30の細砂層からは, 回転トルクが上昇し, 硬さ指標も大きな値となっている。

深度40~45.2m 区間 : 支持層手前からは, 測定ピッチを増やして計測を行っている。43m の粘土層では硬さ指標が一旦降下するものの, 土質柱状図の支持層上端深度である43.5m で硬さ指標が明確に上昇している。43.5m 以深からは回転トルクが上昇するとともに硬さ指標が定常的に250kN・m/cm 程度以上発生しており, ボーリング調査結果との対比からも, 支持層に到達していることが確認できる。

この試験杭はボーリング調査位置直近で実施しており, 施工データからも土質柱状図と杭施工位置の支持層に大きな相違はないものと推定される。

よって本杭の施工では, 43.5m 点での値を読み取った190kN・m/cm を支持層上端判断の指標値とするとともに, 支持層に貫入されてからは試験杭と同様の傾向を示すこと, すなわち支持層上端よりも回転トルクが上昇することや硬さ指標が定常的に250kN・m/cm 程度以上発生することを確認したうえで, 硬さ指標が 190kN・m/cm 以上発生する点を支持層上端として杭径程度以上根入れさせて打ち止め管理をするものとした。

なお, 試験杭が土質調査位置から離れている場合は調査と実際の支持層深度に相違があることも考慮して, 回転トルク, 貫入量, 硬さ指標のデータの値や変化状況等から適切な管理指標を設定する。

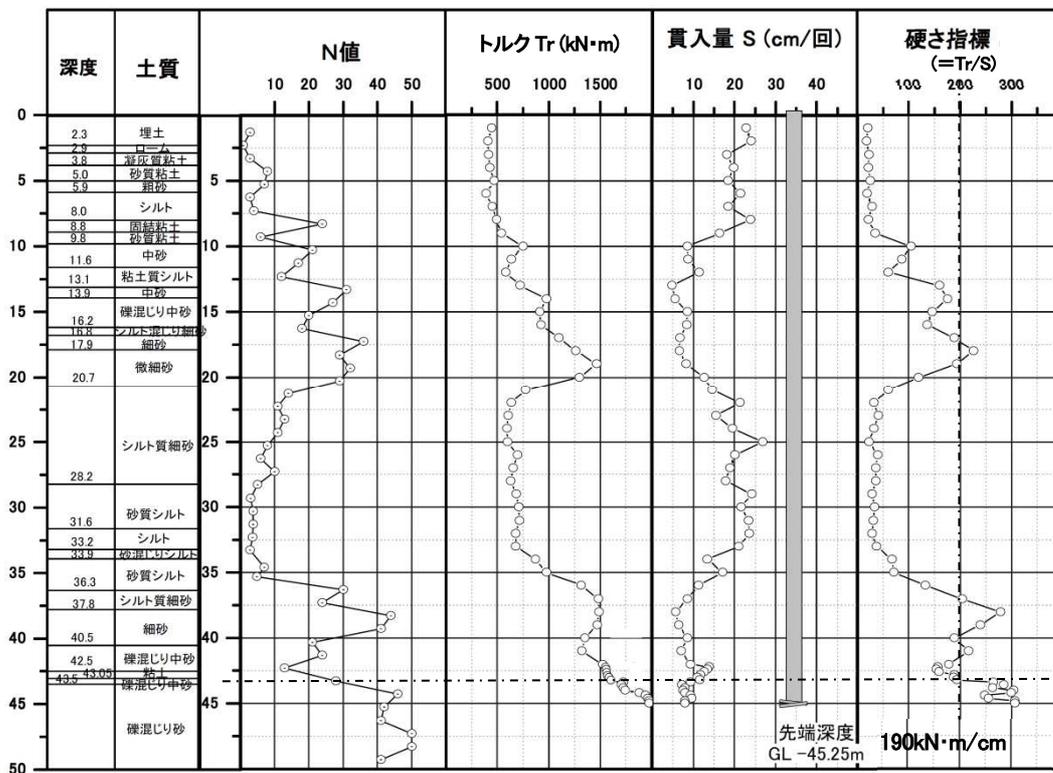


図-E. 2 施工記録例

## 【付録 F】 岩盤を支持層とする場合の施工方法・施工管理方法

近年、施工機械・施工機材の能力向上や山岳部での施工事例の増加等により、岩盤を支持層とする杭の設計・施工事例が増加してきている。回転杭工法においても、【付録 B】(6) 特殊支持層施工実績例に記載の通り、これまでに岩盤を支持層として採用された事例も多数報告されている。

一方、岩盤を支持層とする場合の杭基礎については、これまで調査・設計・施工法が十分に整備されておらず、今後、不具合が生じるおそれが指摘されていた。そこで、国立研究開発法人土木研究所、一般社団法人鋼管杭・鋼矢板技術協会、一般社団法人コンクリートパイプ建設技術協会、一般社団法人日本基礎建設協会および一般社団法人全国地質調査業協会連合会は、岩盤の力学特性や杭工法などの条件の違いを考慮し、それぞれの条件において岩盤を支持層とする杭基礎の地盤調査法、設計法（杭先端極限支持力度の推定式）および施工法（施工管理方法）を明らかにすることを目的とした共同研究を実施し、この共同研究の成果は「共同研究報告書 第 503 号 岩盤を支持層とする杭基礎の設計法・施工法に関する共同研究報告書」として取りまとめられた。しかしながら、その共同研究に際して、回転杭工法は評価に用いるための載荷試験件数などが乏しく、また杭先端の支持機構や施工法の独自性などから他工法とのグルーピングによる統計評価からは除外せざるを得なかったため、参考扱いとなっており、今後の工法採用に際しては、現位置調査による岩盤の特性把握のもと、各種載荷試験などによる支持機構の検証、併せて施工試験などに基づいた施工・施工管理方法の検証など、慎重な適用性評価を前提に十分検討の上で採用を判断する必要がある。

そのように支持機構や施工・施工管理方法などの検証すべき点などもあるが、ここでは過去の施工実績により得られた知見などに基づき、岩盤を支持層とする場合の回転杭工法における施工・施工管理方法に関する留意点などについて記載する。

回転杭工法における岩盤での施工・施工管理において留意すべき点として、これは比較的粒径の大きな礫・玉石等を混入する砂礫層などでも同様の状態となる場合もあるが、施工中に先端羽根の始端側が岩盤へ接触する際、回転トルク（回転抵抗値）が急激な上昇を示し、瞬間的に施工制限トルクを超過してしまうことなどが懸念される。また、場合によっては先端羽根が岩盤等へ偏当たりすることによって、施工制限トルクに満たない低いトルクの段階でも先端羽根部や杭体へ想定外の負荷が加わり、損傷・変形などを生じる可能性もある。したがって、岩盤の性状や地歴等に応じて、杭仕様（板厚等）を高めるなどの仕様設定や、場合によっては施工制限トルクの低減管理などを考慮した施工計画を立案の上、施工・施工管理を行うことが望ましい。また、岩盤では局部的に非常に堅固な部分が混入した地層を示すことがあり、回転杭工法では所定の深度（もしくは根入れ長）までの貫入が困難となる場合もあるが、その場合、長時間にわたる正逆転繰り返しの回転貫入によって支持層上部を過度に乱したり、杭材が損傷・変形したりするおそれが高まることから、無理に施工を継続するのではなく、監督員（工事監理者）や元請技術者との協議により打ち止めを判断せざるを得ない状況へ陥る場合などもある。

このように、回転杭工法において岩盤を支持層とする場合には、これら施工上のリスクなども予め想定し、根入れ長が杭径以下となる場合の施工管理方針・打ち止め判断条件などに

関しても、工事着手に先立ち元請技術者や監督員（工事監理者）と協議の上、検討・計画しておくことが望ましい。

前記のとおり、このたび取りまとめられた「共同研究報告書 第 503 号 岩盤を支持層とする杭基礎の設計法・施工法に関する共同研究報告書」において、回転杭工法は参考扱いとなっている。他の鋼管杭工法等と同様に適切な評価を得るためには、今後回転杭工法においても、杭先端の極限支持力度の特性値等の分析・評価や、岩盤における施工上の課題に対する適切な施工法・施工管理方法などの確立が課題となっていることから、載荷試験など各種試験結果等の蓄積に努め、課題解消や管理上の要点整理などの推進が必要であり、更なる実績の積み上げやデータ収集・蓄積が望まれる。

回轉杭工法  
施工管理要領  
【Edition 2.0】

施工管理普及委員会

委員	日下 裕貴	委員	東海林 智之
委員	辰見 夕一	委員	芥川 博昭
委員	時田 知典	委員	鈴木 友之
委員	南 貴士	委員	宮北 啓伍
委員	水谷 太作	委員	北濱 雅司
委員	深谷 利行	委員	丸山 栄
委員	里城 義武	委員	古谷 浩平

<改訂履歴>

【Edition 1.0】	:	2017年3月	新版発行
【Edition 2.0】	:	2021年3月	改訂2版発行

---

発行 一般社団法人 鋼管杭・鋼矢板技術協会

〒103-0025 東京都中央区日本橋茅場町3-2-10 鉄鋼会館6階

☎03(3669)2437 (代表)

URL <http://www.jaspp.com/>

印刷 株式会社 ホクシン

〒211-0021 神奈川県川崎市中原区木月住吉町22-3

---