JASPP Technical Library －施工－　⑤

鋼管ソイルセメント杭工法
施工管理要領

［Edition 1.0］

平成２９年３月

一般社団法人　鋼管杭・鋼矢板技術協会

鋼管ソイルセメント杭工法
施工管理要領

【Edition 1.0】

平成２９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応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，より安心で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もなってきている。

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	前	田	良	刀	
委員	青	木	一	二	三
	岡	原	美	知	夫
	高	橋	邦	夫	
	中	谷	昌	一	
	七	澤	利	明	
	西	岡	英	俊	
	吉	田	映		

（平成 29 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。

こうしたことから，低騒音・低振動でかつ大きな鉛直支持力や水平抵抗が得られる杭の施工法として，鋼管ソイルセメント杭工法が 1990 年頃から開発されました。その後，平成 14 年 3 月に「道路橋示方書・同解説 Ⅳ下部構造編」で新たな杭工法として規定され，道路橋や鉄道橋の基礎として数多く適用されてきています。さらに，平成 24 年 3 月に改定された「道路橋示方書・同解説 Ⅳ下部構造編」や，平成 27 年 3 月に発刊された「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も具体的に記述されるようになりました。

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,「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，本施工管理要領が鋼管ソイルセメント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，鋼管ソイルセメント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。

初版発行　平成 29 年 3 月

目次

１．総則 － 1 －
1．1　目的 - 1 -
1．2　適用範囲 - 2 -
1．3　用語の解説 - 3 -
２．鋼管ソイルセメント杭工法の概要 － 6 －
2．1　鋼管ソイルセメント杭工法の概要 - 6 -
2．2　施工手順 - 8 -
2．3　施工機械 - 11 -
2．4　鋼管杭および附属品 - 15 -
2．4．1　鋼管本体 - 15 -
2．4．2　回転金具 - 17 -
2．4．3　スペーサー - 18 -
2．4．4　吊金具，現場溶接部材 - 18 -
2．5　ソイルセメント - 19 -
2．5．1　使用材料 - 19 -
2．5．2　セメントミルクの配合 - 19 -
３．施工計画 － 21 －
3．1　施工計画の基本 - 21 -
3．2　施工要領書（施工計画書） - 21 -
3．2．1　工事概要・一般事項 - 22 -
3．2．2　計画工程表の作成 - 22 -
3．2．3　工事組織・体制の記述 - 22 -
3．2．4　現場確認・設計図書照査に関する注記事項等 - 22 -
3．2．5　施工機械・器具，仮設備 - 23 -
3．2．6　施工管理計画 - 23 -
3．2．7　試験杭の実施計画 - 23 -
3．2．8　施工記録 - 23 -
3．2．9　不具合発生時の対処方法 - 24 -
3．2．10　品質管理計画 - 24 -
3．2．11　安全衛生管理計画 - 24 -
3．2．12　排土処理計画 - 24 -
４．施工 － 25 －
4．1　事前準備 - 25 -

4．2　準備工 ‐ 25 ‐
4．2．1　杭打設順，測量基準点の確認 ‐ 25 ‐
4．2．2　障害物の撤去・防護 ‐ 25 ‐
4．2．3　作業基盤の整備 ‐ 25 ‐
4．2．4　施工機械の運搬・組立設置・点検，鋼管の運搬 ‐ 26 ‐
4．2．5　施工機械キャリブレーション ‐ 26 ‐
4．3　使用材料の受け入れと保管 ‐ 27 ‐
4．3．1　外面突起（リブ）付き鋼管 ‐ 27 ‐
4．3．2　セメント等 ‐ 28 ‐
4．4　施工機械，口元管の設置 ‐ 28 ‐
4．5　杭の掘削・沈設 ‐ 29 ‐
4．5．1　ソイルセメント柱の造成 ‐ 29 ‐
4．5．2　鋼管の建込み・沈設（同時沈設方式） ‐ 30 ‐
4．5．3　鋼管の建込み・沈設（後沈設方式） ‐ 31 ‐
4．5．4　掘削攪拌ロッド・ヘッドの引抜き ‐ 32 ‐
4．5．5　ヤットコの引抜き，口元管撤去 ‐ 32 ‐
4．6　現場縦継ぎ溶接 ‐ 32 ‐
4．6．1　現場円周溶接継手構造 ‐ 32 ‐
4．6．2　溶接施工 ‐ 33 ‐
4．6．3　その他 ‐ 35 ‐
4．7　特殊条件下の対処 ‐ 36 ‐
4．7．1　沈設不能への対処 ‐ 36 ‐
4．7．2　被圧水，地下水流への対処 ‐ 37 ‐
5．施工管理 － 38 －
5．1　一般 ‐ 38 ‐
5．2　試験杭の実施 ‐ 38 ‐
5．2．1　試験杭の目的と計画 ‐ 38 ‐
5．2．2　試験杭での評価と報告 ‐ 39 ‐
5．3　施工管理項目と記録 ‐ 40 ‐
5．4　施工管理装置 ‐ 43 ‐
5．5　施工管理の留意点 ‐ 43 ‐
5．5．1　セメントミルクの管理 ‐ 43 ‐
5．5．2　施工機械，口元管の設置 ‐ 45 ‐
5．5．3　杭の掘削・沈設 ‐ 46 ‐
5．5．4　支持層の確認・打ち止め ‐ 47 ‐
5．5．5　鋼管の保持 ‐ 49 ‐
5．6　施工記録 ‐ 50 ‐

６．施工上の問題点と処置・対策 － 63 －
【付録Ａ】鋼管杭の規格値 － 65 －
【付録Ｂ】配合試験要領 － 67 －
【付録Ｃ】鋼管ソイルセメント杭の被圧地下水条件での施工例 － 71 －
【付録Ｄ】掘削抵抗値における支持層確認例 － 72 －

１．総則

１．１　目的

本施工管理要領は，「道路橋示方書・同解説　Ⅳ下部構造編」（以下，「道示Ⅳ」）で規定される鋼管ソイルセメント杭工法であるＨＹＳＣ（ハイエスシー）杭とガンテツパイルの標準的な施工方法およ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。

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等について施工の実態等を踏まえて詳細に記載した。

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24年3月
２）（公社）日本道路協会：杭基礎設計便覧，平成27年3月
３）（公社）日本道路協会：杭基礎施工便覧，平成27年3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，平成24年1月
５）（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
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「ＨＹＳＣ杭（鋼管ソイルセメント杭工法）」，平成24年2月
７）（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「ガンテツパイル（鋼管ソイルセメント杭工法）」，平成18年1月
８）（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
９）（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，平成28年10月
10）（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）施工要領＜標準版＞【EDITION 1.0】，平成26年9月
11）（一社）鋼管杭・鋼矢板技術協会：回転杭の施工管理要領，平成29年3月
12）（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
13）（一社）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12年3月
14）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
15）（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
16）（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
17）（一社）コンクリートパイル建設技術協会：ＣＯＰＩＴＡ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
18）（社）土質工学会：杭基礎のトラブルとその対策，平成4年4月
19）（公社）地盤工学会：杭基礎のトラブルとその対策【第一回改訂版】，平成26年11月

1．2　適用範囲

（１）適用工法

本施工管理要領は，「道示Ⅳ」で規定される鋼管ソイルセメント杭工法の同時沈設方式および後沈設方式の施工管理について示したものである。鋼管杭は，全長にわたり外面リブ付鋼管を使用する工法を対象とする。

（２）適用条件

土木分野における支持杭および摩擦杭を対象とする。ただし摩擦杭では，「道示Ⅳ」に記載されている設計上の留意事項をよく理解した上で適用する必要がある。

適用径は審査証明にもとづき，ソイルセメント柱径は1000mm から1700mm，鋼管径は800mm から1500mm，ソイルセメントの片側かぶりは100mm から200mm 程度とするが，「道示Ⅳ」ではソイルセメント柱の最大径は1500mm程度，鋼管径の最大径は1300mm程度となっていることに注意を要す。ソイルセメント柱径と鋼管径の標準的な組合せ適用範囲を表－1.1に示す。

施工深さは，これまでの施工実績を勘案し70m 程度以下を目安とし，70m を超える場合は地盤条件等から施工可否を別途検討するものとする。施工深さが70m を超えなくても，ソイルセメント柱径が大きい場合や地盤条件が厳しい場合には，1日に掘進できる深度に限りがあるため，施工条件によって施工深さが決まる場合があることに留意を要す。ソイルセメント柱径と施工深さの目安を表－1.2に示す。

適用支持層地盤は，砂層，砂れき層とする。

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　ソイルセメント柱径と鋼管径の標準的な組合せ適用範囲

		ソイルセメント柱径　(mm)							
		1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700
鋼管径 (mm)	800	■	■	■					
	900		■	■	■				
	1000			■	■	■			
	1100				■	■	■		
	1200					■	■	■	
	1300						■	■	■
	1400							■	■
	1500								■

表－1.2　ソイルセメント柱径と施工深さの目安

		ソイルセメント柱径　(mm)							
		1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700
施工深さ (m)	10	■	■	■	■	■	■	■	■
	20	■	■	■	■	■	■	■	■
	30	■	■	■	■	■	■	■	■
	40	■	■	■	■	■	■	■	■
	50	■	■	■	■	■	■	■	
	60	■	■	■	■	■	■		
	70	■	■	■	■	■			

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関わる関係者は，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」および（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.　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。

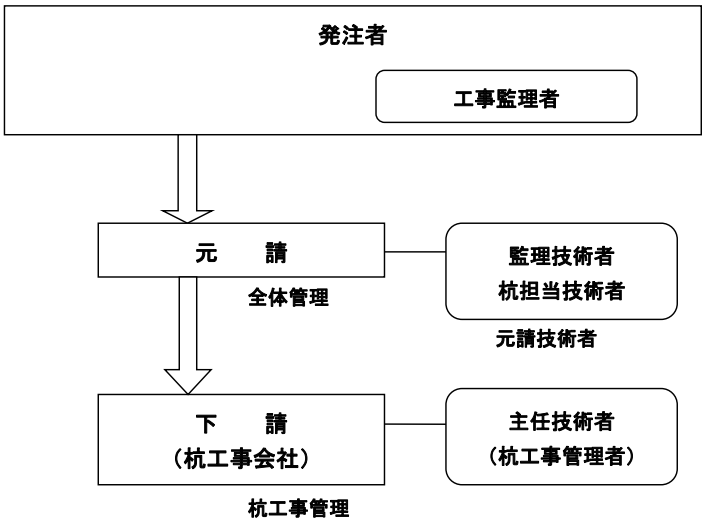
3.　杭担当技術者　　監理技術者が指名した元請の杭工事の施工管理を行う者をいう。

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　　鋼管ソイルセメント杭工法の建設技術審査証明を取得した会社のうち杭工事を直接行う会社または建設技術審査証明取得会社のもとで杭工事を行う会社をいう。

鋼管ソイルセメント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。一般的に鋼管ソイルセメント杭の施工は，工事を受注した元請から鋼管ソイルセメント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，充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・材料などの用語については，以下の通りである。

・後沈設方式	鋼管ソイルセメント杭工法の施工方式の一つで，ソイルセメント柱を造成したのち鋼管を沈設する施工方式。
・オーガ駆動装置	掘削攪拌ヘッドおよび掘削攪拌ロッドを回転駆動させる装置。電動式および油圧式がある。
・オーガ駆動電流値	電動式のオーガ駆動装置によって掘削攪拌ヘッドおよび掘削攪拌ロッドを回転させる際に要する電流値。
・回転金具	鋼管沈設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。
・空掘り部	施工基面から設計上の杭上端までの施工途上で造成されるソイルセメント柱。床付け時には撤去される。
・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等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。
・口元管	掘削心や杭心の精度確保を主目的として施工基盤面に設置されるガイド管。
・掘削攪拌ヘッド	土砂とセメントミルクを掘削攪拌する装置で単軸共回り防止翼付き，または二軸正逆回転翼付きのものがある。
・掘削攪拌ロッド	オーガ駆動装置から掘削攪拌ヘッドに駆動力を伝達させる装置で，一重管または二重管のものがある。
・杭一般固化部	外面突起（リブ）付き鋼管と一体化される支持層近傍より上部のソイルセメント柱。
・杭先端固化部	外面突起（リブ）付き鋼管と一体化される支持層近傍より下部の富配合なソイルセメント柱。
・試験杭	施工要領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等，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。
・スペーサー	主に後沈設方式で使用されるソイルセメントのかぶりを適切に確保するための間隔保持部材。一般的に，施工現場で鋼管に取付けられる。
・積分電流値	ある区間を掘削するのに要した単位深さ当たりのエネルギー量で，オーガ駆動電流値に掘削に要した時間を加味した

値の代表的な呼称。鋼管ソイルセメント杭工法では，積算電流値あるいは掘進抵抗値と称されている。

・施工管理装置　時間，掘削深度，掘削速度，オーガ駆動電流値，積分電流値，セメントミルク注入量などがリアルタイムに計測・表示・記録できる装置の総称。鋼管ソイルセメント杭工法では，リアルタイムに数値が表示される計測機器にパソコンを接続し，パソコンのモニター上で時系列の数値変化を表示させることが多い。

・セメントミルク　JIS に規定されたセメントと水を混練りしたもので，杭一般固化部や杭先端固化部に使用される。

・ソイルセメント　セメントミルクと原位置土を掘削攪拌したもの。

・同時沈設方式　鋼管ソイルセメント杭工法の施工方式の一つで，ソイルセメント柱の造成と同時に鋼管を沈設する施工方式。

・保持装置　鋼管沈設後に，凝結していないソイルセメント柱に鋼管が自重で沈下しないように鋼管を所定の高さで保持しておくための装置。ヤットコで吊っておく方法や鋼棒で吊っておく方法などがある。

・未固化試料　杭一般固化部から採取された固化前のソイルセメント。

・モールド　未固化試料の供試体作製容器。材質はプラスチック製，スチール製などがある。

・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．鋼管ソイルセメント杭工法の概要

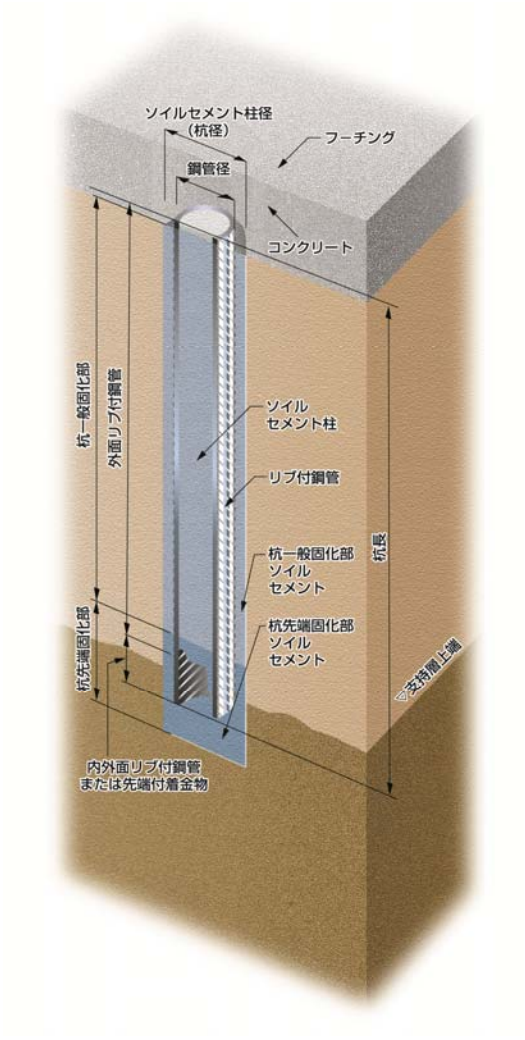
2．1　鋼管ソイルセメント杭工法の概要

鋼管ソイルセメント杭工法は，原地盤中に掘削攪拌ヘッド先端より所定配合のセメントミルクを注入し，攪拌混合して造成したソイルセメント柱内に，外面に突起（リブ）を有する鋼管を沈設して両者を一体化させる工法である。そのため，ソイルセメント柱径を有効径（杭径）とみなせ，鋼管径による評価より大きな鉛直支持力や水平抵抗力が得られる。

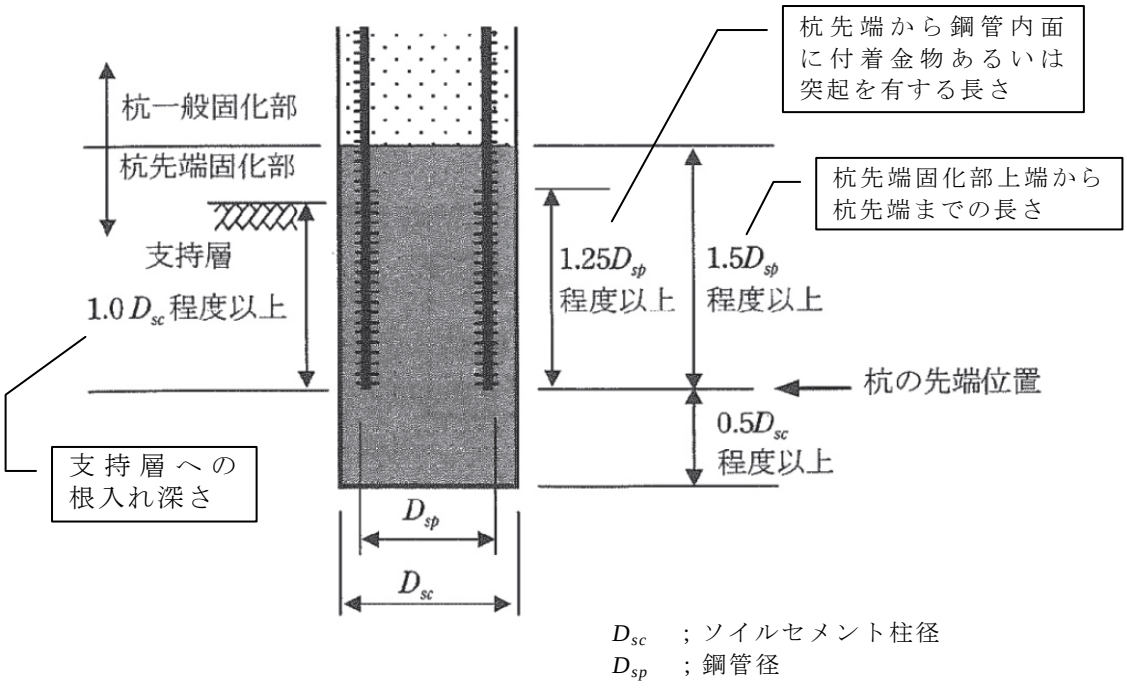
支持杭では，支持層近傍に高濃度な配合のセメントミルクが注入されたソイルセメント柱（杭先端固化部）を造成することにより大きな支持力を得るとともに，鋼管先端部には内側にも付着金物あるいは突起（リブ）を有した鋼管を使用することにより鋼管とソイルセメント柱との付着力を高めている。

杭の先端抵抗を期待しない摩擦杭では，杭先端固化部を造成しないことから，鋼管先端部内側の付着金物あるいは突起（リブ）が不要となる。

鋼管ソイルセメント杭の概要図を図－2.1に示す。また，鋼管ソイルセメント杭の支持杭における杭先端固化部の仕様を図－2.2に示す。



図－2.1　鋼管ソイルセメント杭の概要図

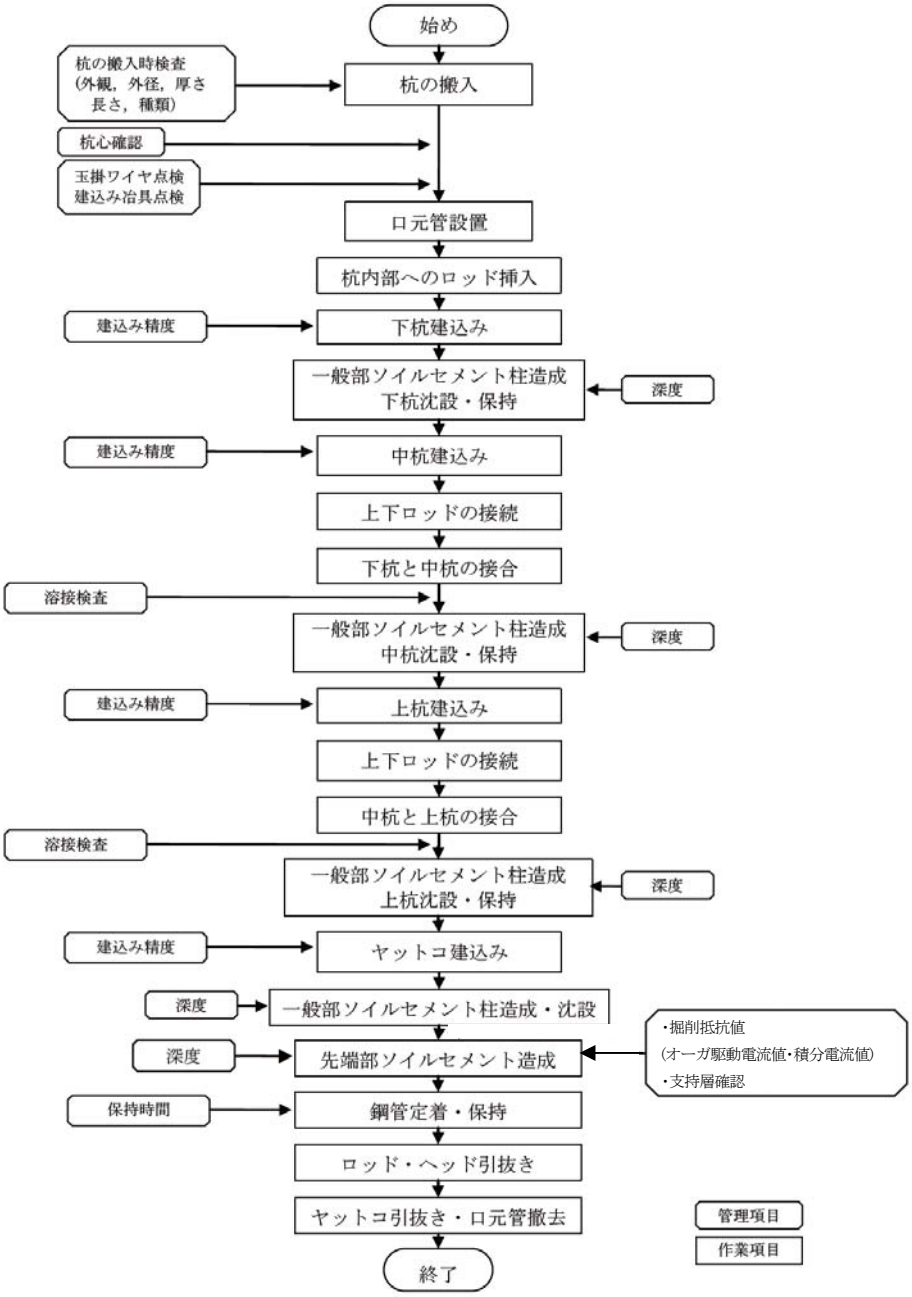


図－2.2　鋼管ソイルセメント杭の杭先端固化部の仕様（支持杭の場合）

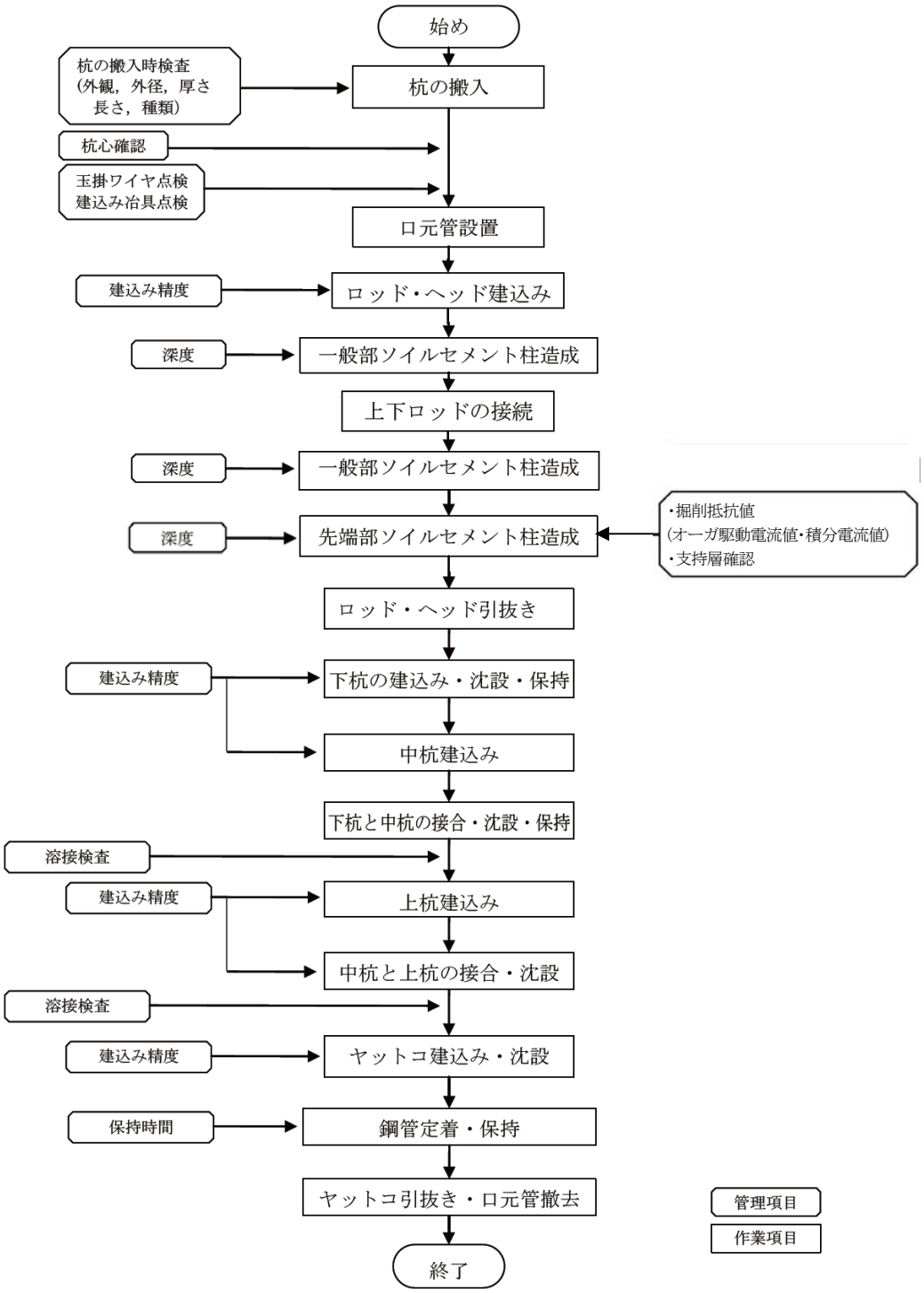
2．2　施工手順

鋼管ソイルセメント杭工法の施工手順には，ソイルセメント柱の造成と同時に鋼管の沈設を行う方法（同時沈設方式）と，ソイルセメント柱を造成した後に鋼管の沈設を行う方法（後沈設方式）がある。両方式とも施工管理項目は共通であり，本施工管理要領に従って施工管理を行えばよい。沈設方式の採択は，杭工事会社のこれまでの施工実績や保有機械によって決定されているのが実態である。それぞれの施工フローを図－2.3および図－2.4に，施工手順例を図－2.5および図－2.6に示す。

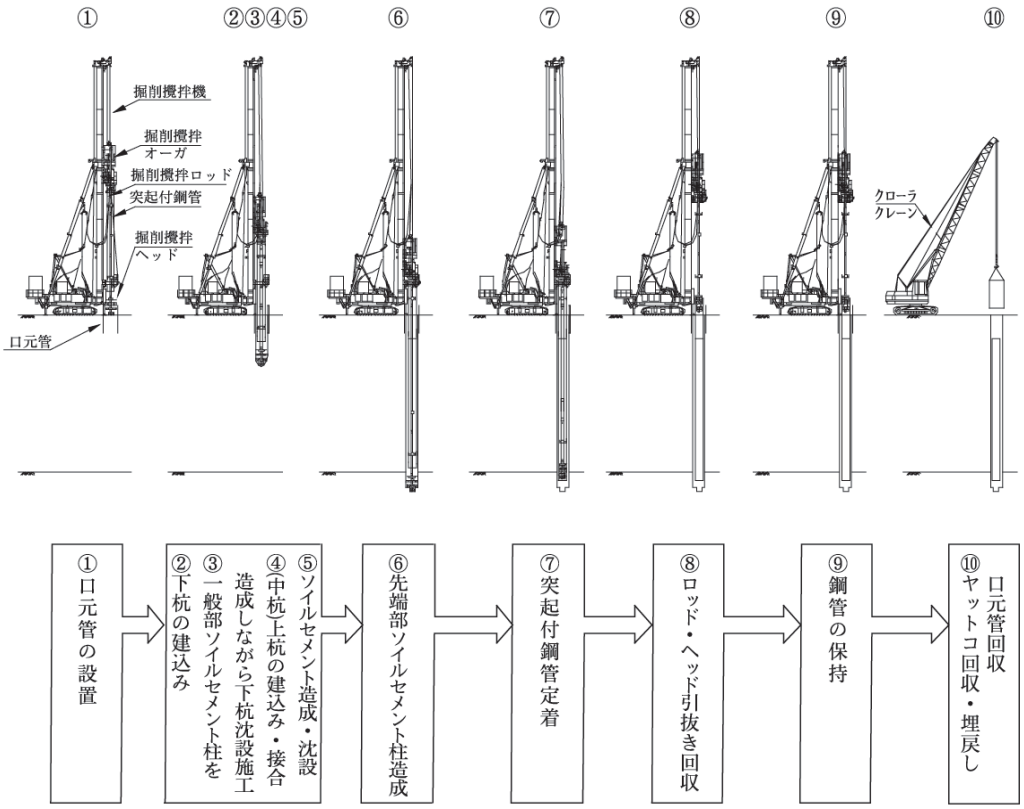
なお，標準的な施工手順以外の方法を用いる場合，ならびに所定の構造条件や後述する所定の施工管理を満たせない場合については，施工試験などを実施して所定の支持力性能が得られることを確認する必要がある。



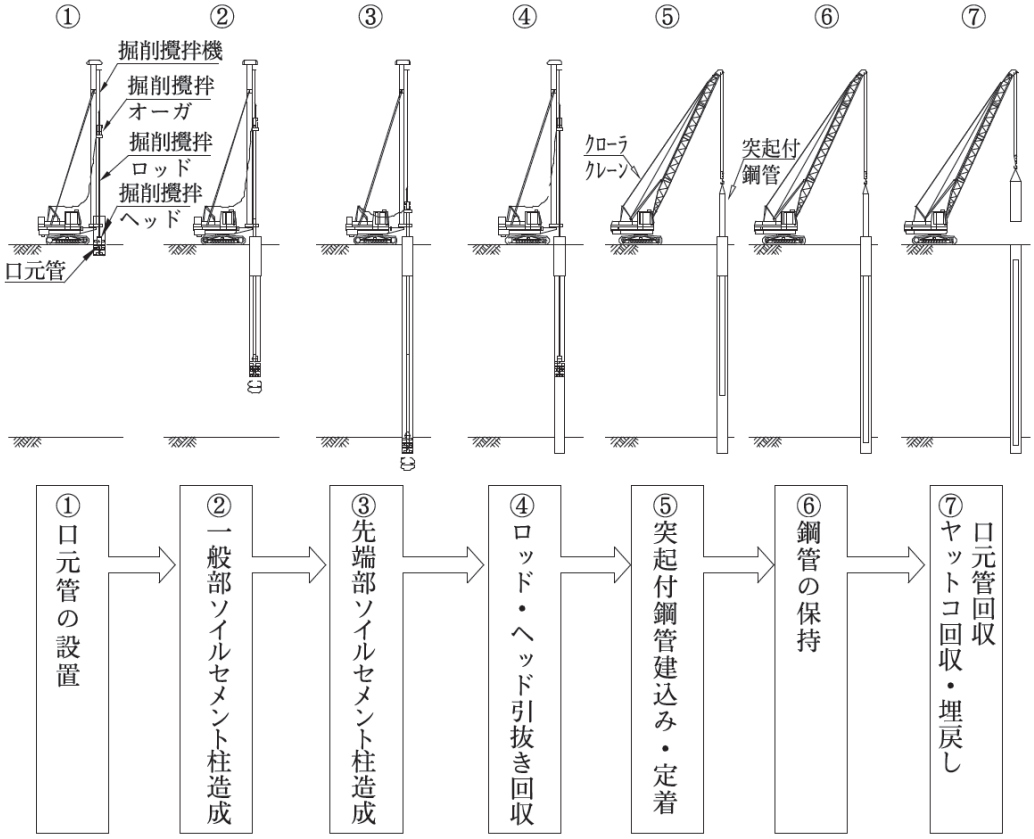
図－2.3　同時沈設方式の一般的な施工フロー



図－2.4　後沈設方式の一般的な施工フロー



図－2.5　同時沈設方式の一般的な施工手順例

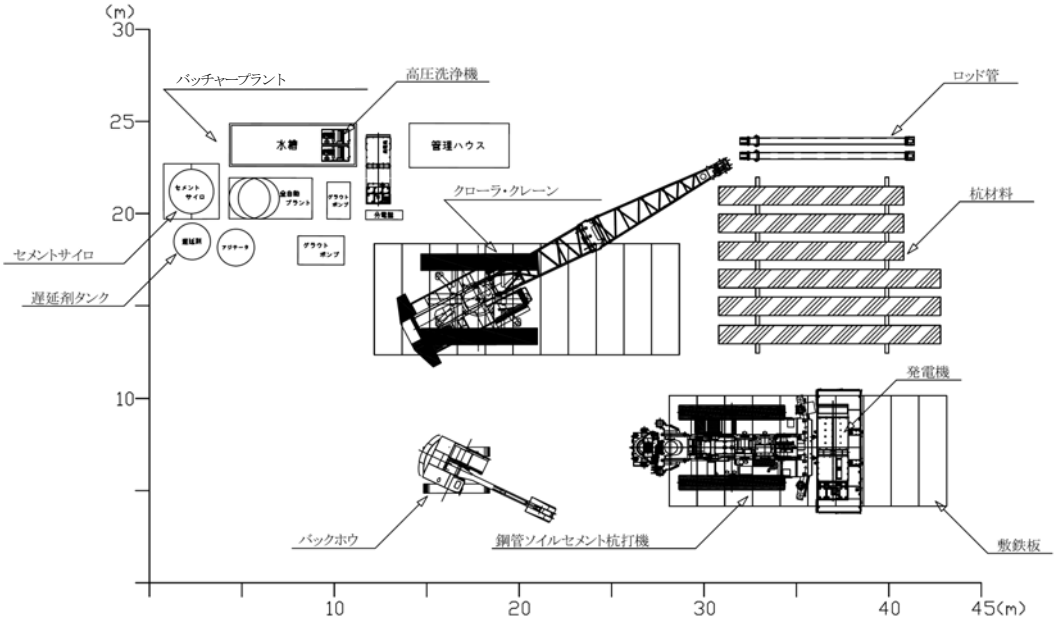


図－2.6　後沈設方式の一般的な施工手順

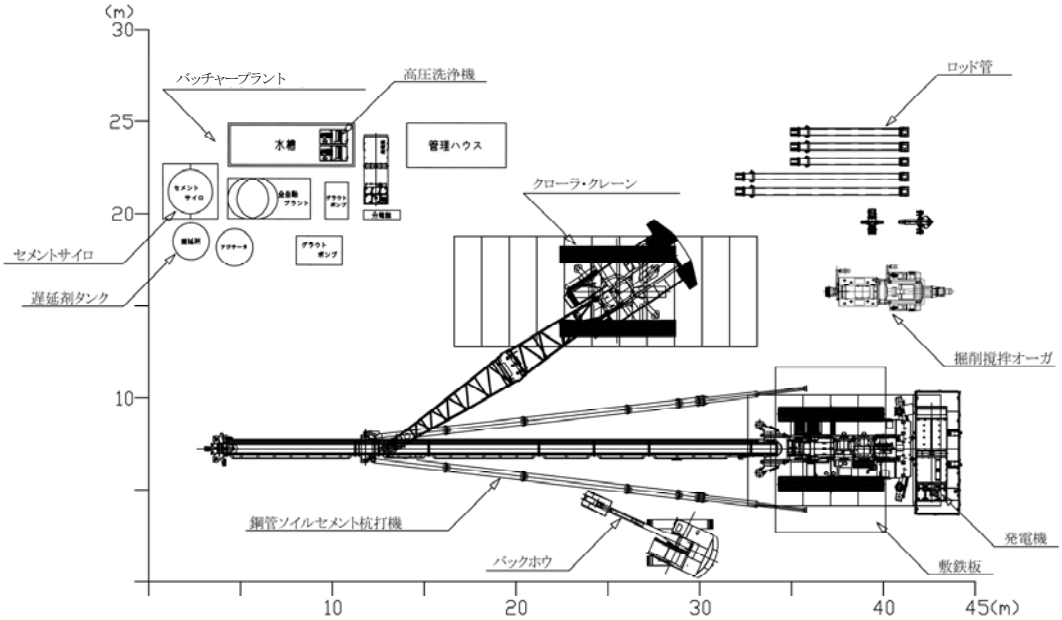
2．3　施工機械

鋼管ソイルセメント杭工法に使用する主要な施工機械は，鋼管ソイルセメント杭打ち機（3点支持式杭打ち機等），施工管理装置，プラント諸機械，その他である。これら全体の平面配置の例を図－2.7に，組立・解体時の配置例を図－2.8に示す。また，使用する主な施工器具の例を表－2.1に示す。

施工機械の選定にあたっては，施工する杭径や長さ，地盤の硬さや中間層の有無，また作業ヤードの広さ（組立・解体ヤードを含む）や運搬道路の幅員など，設計条件・地盤条件・施工条件などについて十分検討を行う必要がある。



図－2.7　平面配置の例



図－2.8　組立解体時の配置例

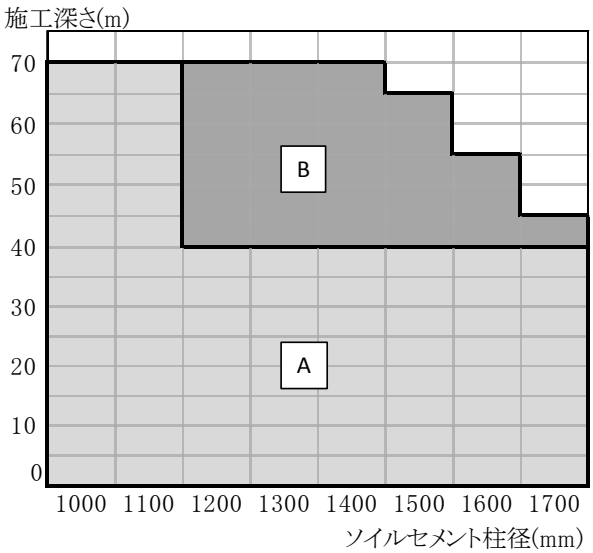
表－2.1　鋼管ソイルセメント杭工法に使用する主な施工器具の例

	No.	名　　称	仕　　様	備　　考
ソイルセメント柱造成・鋼管沈設	1	鋼管ソイルセメント杭打ち機	全装備重量　60～135t 級	杭径φ1000～1700mm
	2	内オーガ	電動駆動　90～180kW	油圧駆動　150～300kN･m
	3	外オーガ	電動駆動　45～90kW	油圧駆動　45～1000kN･m
	4	鋼管カップリング	φ800～1500mm	
	5	連結シリンダー	ストローク3m 以上	同時沈設方式
	6	掘削攪拌ヘッド	φ1000～1700mm	
	7	掘削攪拌ロッド	一重管あるいは二重管	同時沈設方式：スタビライザー付
	8	口元管	口径:杭径+200～300mm 程度	
	9	ヤットコ	杭径毎	自沈防止保持ができる接続構造
	10	クローラークレーン	50～100t　吊級	
	11	半自動アーク溶接機	500A	継ぎ杭の場合　1～3台
	12	発電機	300～600kVA	掘削攪拌用，鋼管溶接用
	13	発電機	125～200kVA	鋼管溶接用
	14	バックホウ	0.4～0.7m^3	
	15	敷鉄板	1.5m×6m×22～32mm	呼称　敷鉄板5×20
プラント	16	バッチャープラント	全自動型(10～40m^3/h)	
	17	ポンプ	200ℓ/min 以上	
	18	セメントサイロ	15～30t	
	19	水槽	20～40m^3	
	20	流量計	電磁流量計	施工管理装置対応
	21	発電機	125～350kVA	
その他	22	高圧洗浄機		
	23	施工管理装置	深度，速度，電流，吐出量等管理	

（1） 鋼管ソイルセメント杭打ち機

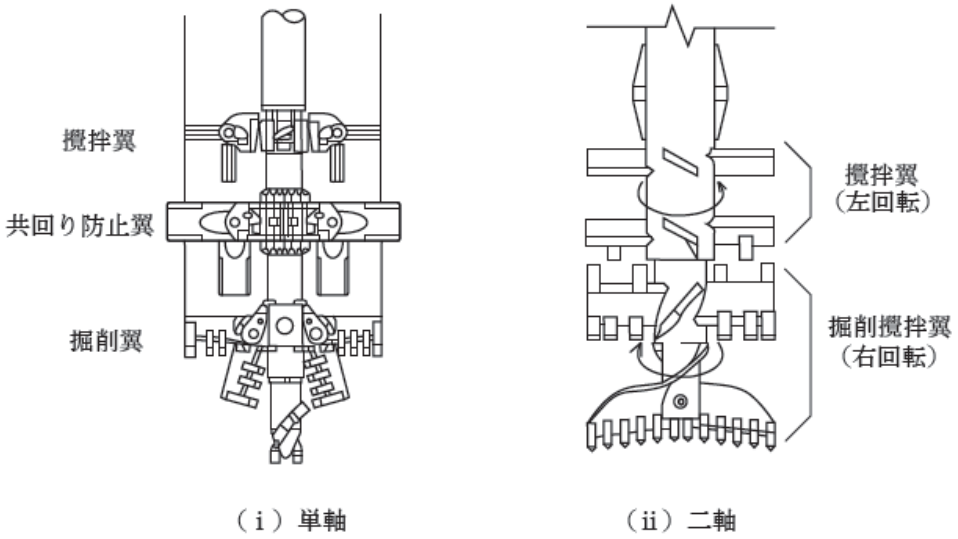
鋼管ソイルセメント杭打ち機は，搬入経路，作業環境，杭の仕様，施工地盤の土質条件等を考慮し，設計図書に従って均質なソイルセメント柱を安全に施工できる機種を選定する。同時沈設方式では，ソイルセメント柱の造成と同時に，鋼管の軸心を保持した状態で回転沈設することが可能な性能を有するものを用いる。ソイルセメント柱径と施工深さによる鋼管ソイルセメント杭打ち機の選定目安を図－2.9に示す。

掘削攪拌ヘッドは，単軸共回り防止翼付き，または二軸正逆回転翼付きのものなどがあり，ソイルセメントの造成において適切な性能を有するものを用いる。図－2.10に代表的な掘削攪拌ヘッドの例を示す。



	掘削用（内軸）オーガ出力	
	電動オーガ (kw)	油圧オーガ (kN・m)
A	90～	150～
B	110～	300～

図－2.9　ソイルセメント柱径と施工深さによる鋼管ソイルセメント杭打ち機の選定目安



図－2.10　代表的な掘削攪拌ヘッドの例

（２）施工管理装置

施工管理装置は，掘削時間，掘削速度，掘削深度，セメントミルクの累積注入量，積分電流値の複数の施工管理項目を，デジタルデータとして同時に計測・表示・記録される機器を使用するものとする。詳細については**5.4 施工管理装置**を参照のこと。

（３）プラント諸機械

バッチャープラントは，配合設定により自動的に計量，練混ぜができ,各計量値が表示される全自動バッチャープラントの使用を標準とする。バッチャープラントおよび諸機械の能力は，作業工程を考慮するとともに，吐出ポンプや水槽などの複数の機械を組合せる場合の作業効率も考慮して選定する。

（４） その他

ｉ）補助クレーン

補助クレーンは，作業の種類，吊荷重，作業半径，吊上げ揚程，作業工程，上空制限等の項目を検討の上，安全に施工できる機種を選定する。

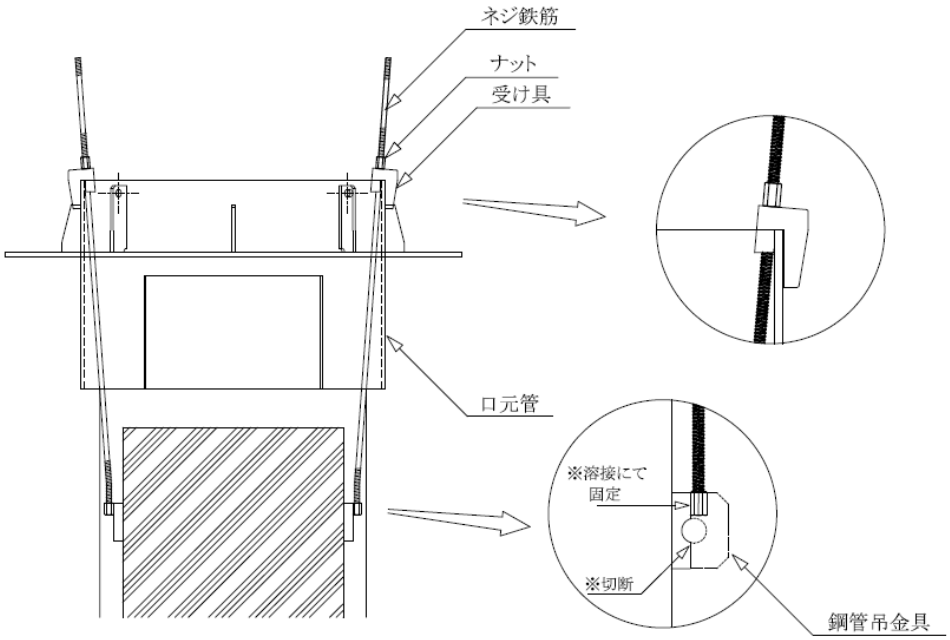
ⅱ）口元管

口元管は，掘削心や杭心の精度確保と排土処理を効率的に行うために用いるものであり，適切な方法で地盤中に設置する。口元管の直径は，ソイルセメント柱の径より200～300mm程度大きいものを使用する。 写真－2.1に口元管の設置例を示す。

写真－2.1　口元管の設置例

ⅲ）保持装置

保持装置は，鋼管が自重で沈下しなくなるまでの間，所定の高さで保持しておくためのものである。口元管にヤットコを預けておく方法や，図－2.11のように鋼棒で鋼管を吊っておく方法などがある。



図－2.11　保持装置の例

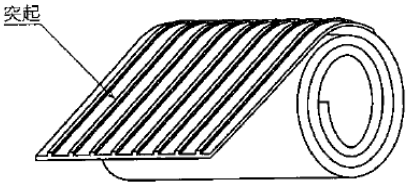
2．4　鋼管杭および附属品

2．4．1　鋼管本体

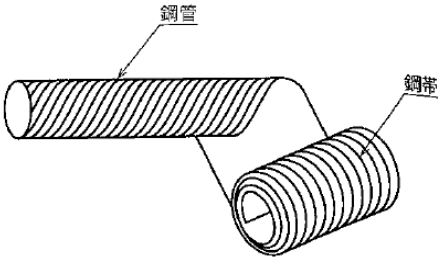
（１）規格

鋼管ソイルセメント杭に使用する外面突起（リブ）付き鋼管は，化学成分および機械的性質が JIS A 5525（鋼管ぐい）に適合するとともに，ソイルセメントとの付着を確保するための外面突起（リブ）が JIS A 5525 附属書 A（突起付き単管の品質規定）に適合するものを標準とする。JIS A 5525の主な内容を**【付録Ａ】**に採録する。

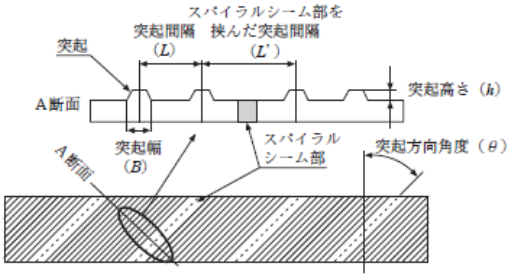
外面突起（リブ）付き鋼管は，圧延時に圧延方向と平行に連続した突起（リブ）を設けた鋼帯（図－2.12）を，突起（リブ）が鋼管の外面（および内面）になるようにスパイラル造管機で成形後，アーク溶接によって製造されている（図－2.13参照）。外面突起（リブ）の形状および寸法を図－2.14，表－2.2に示す。



図－2.12　外面突起（リブ）付き鋼管に用いる鋼帯



図－2.13　外面突起（リブ）付き鋼管の成形



図－2.14　突起（リブ）の形状

表－2.2　突起（リブ）の寸法

項目	標準値
外面突起（リブ）高さ	2.5㎜以上
外面突起（リブ）間隔	L:30㎜以上，40㎜以下 L':230㎜以下
外面突起方向角度	40°以下

（２）板厚

鋼管ソイルセメント杭に用いる鋼管の各部の厚さは，設計計算上必要な厚さに腐食による減厚を加えたものとする。鋼管ソイルセメント杭は鋼管がソイルセメント柱の中に沈設されるため，ソイルセメントのかぶり厚さや現地盤の土質・水質等の条件によっては鋼管に対する防食効果が期待できるが，一般に鋼管外面に1㎜ の腐食しろを考慮するのがよい。また，鋼管ソイルセメント杭ではソイルセメント柱が未固化の状態で鋼管を沈設することから，打撃工法のように過大な打撃力による圧縮座屈や偏心打撃による局部損傷は生じない。ただし，

鋼管のハンドリング中や保管時の変形防止を考慮し，最小肉厚は9mm または鋼管径の1%のいずれか大きい値以上とする。鋼管ソイルセメント杭に使用する外面突起（リブ）付き鋼管の標準的な製造範囲を表－2.3に示す。

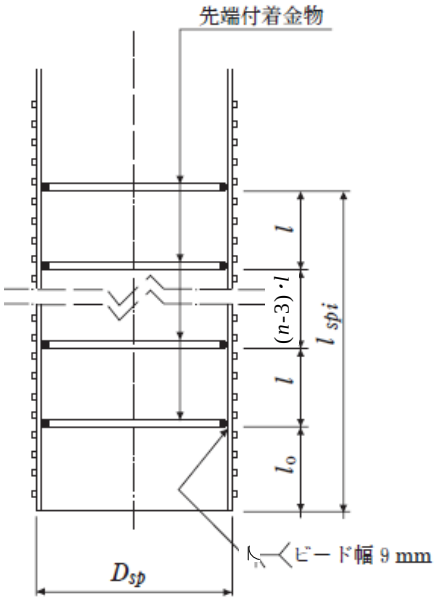
表－2.3　外面突起（リブ）付き鋼管の標準的な製造範囲

外径（mm）	板厚（mm）													
	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
800	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	□	□
900	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	□	□
1000		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	□
1100			○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	□
1200				○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
1300					○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
1400						○	○	○	○	○	○	○	○	○
1500							○	○	○	○	○	○	○	○

○印は SKK400および SKK490製造可能
□印は SKK400製造可能
上記以外を適用するには，事前にメーカーへ相談を要する。

（３）鋼管先端部の構造

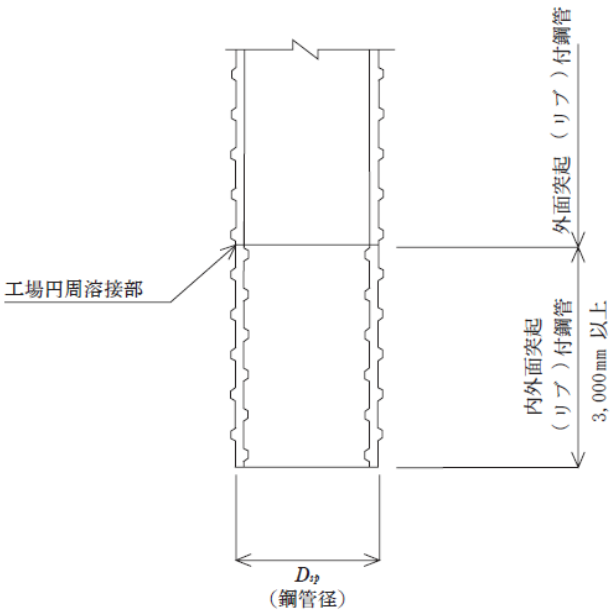
鋼管先端部は，先端支持力を伝達させるために，鋼管とソイルセメント柱との付着力を高める必要があるので，鋼管先端部の内面にも付着金物を設けるか，内面にも突起（リブ）を有する鋼管とする。内面突起（リブ）をつける場合には， JIS A 5525 附属書 A（突起付き単管の品質規定）に適合するものを標準とする。図－2.15，図－2.16に先端部の仕様例を示す。



鋼管径 D_{sp}(mm)	先端付着金物の段数 n	先端間隔 l_0(mm)	ピッチ l(mm)	取付長 l_{spi}(mm)
800	4	300	250	1050
900	5	300	250	1300
1000	5	300	250	1300
1100	5	300	300	1500
1200	6	300	300	1800
1300	6	300	300	1800
1400	6	450	300	1950
1500	7	450	300	2250

注）付着金物は，リング筋 D13 SD295以上または平鋼 t16×h32 SS400相当品を用いる。

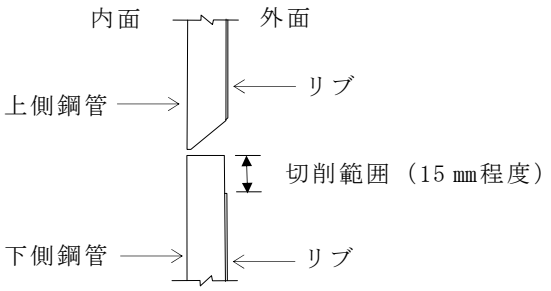
図－2.15　先端付着金物（リング筋）を設けた例



図－2.16　内外面突起（リブ）付き鋼管とした例

（4）突起（リブ）切削

JIS A 5525 附属書 A（突起付き単管の品質規定）では，①現場円周溶接部となる管端部で，裏当てリング，ストッパーおよび銅バンドが干渉する場合，②その他附属品を取り付ける場合，③受渡当事者間の協定による場合，において外面（および内面）突起（リブ）を必要に応じて削除してよい，とされている。現場縦継ぎ溶接で銅バンドと干渉する部分の標準的な突起（リブ）切削範囲を図－2.17に示す。なお，現場円周溶接部で超音波探傷試験を実施する箇所は，下側鋼管の上端部のみならず上側鋼管の下端部についても突起（リブ）切削が必要となる。突起（リブ）切削幅は，鋼管の板厚や超音波探傷器の仕様によって異なるが，片側で概ね60㎜～150㎜程度である。突起（リブ）切削箇所があらかじめ把握できている場合は，一般的に鋼管メーカーで切削したうえで出荷されている。

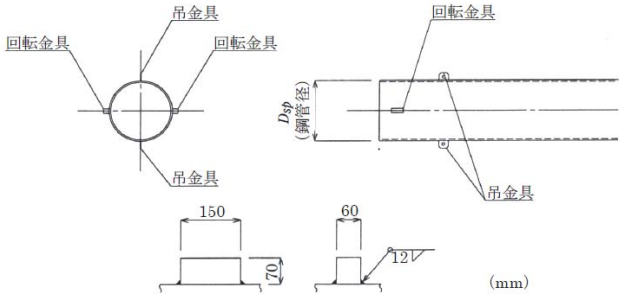


図－2.17　銅バンドと干渉する部分の標準的な突起（リブ）切削範囲

2．4．2　回転金具

鋼管ソイルセメント杭工法の同時沈設方式では，鋼管を回転させながら沈設させるため上杭，中杭，下杭のそれぞれに回転金具を取り付ける。また，後沈設方式では，杭先端固化部

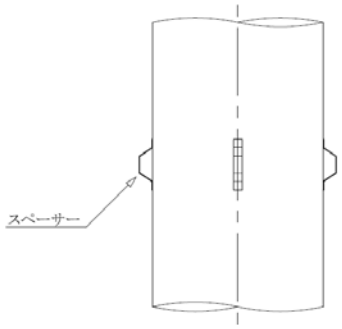
に鋼管を沈設させるため上杭に回転金具を取り付ける。ただし，回転金具は施工部材であり杭工事会社によって取付けの要否や回転金具の寸法，取付け位置が異なる場合もあるので，施工要領書（施工計画書）を作成する前に詳細仕様を確認する必要がある。図－2.18に回転金具の標準的な取付け例を示す。



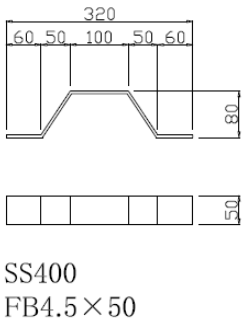
図－2.18　回転金具の標準的な取付け例

2．4．3　スペーサー

鋼管ソイルセメント杭工法の後沈設方式では，ソイルセメントのかぶりを適切に確保するため上杭の上端および下杭の下端にスペーサーを取付ける。ただし，スペーサーは施工部材であり杭工事会社によって取付けの要否や取付け位置が異なる場合もあるので，施工要領書（施工計画書）を作成する前に詳細仕様を確認する必要がある。図－2.19にスペーサーの標準的な取付け例を，図－2.20にスペーサーの形状寸法例を示す。



図－2.19　スペーサーの標準的な取付け例



図－2.20　スペーサーの形状寸法例

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27年3月（鋼管杭・鋼矢板技術協会）」に準拠するものとする。

2．5　ソイルセメント

2．5．1　使用材料

ソイルセメント柱の杭一般固化部および杭先端固化部の造成に使用する材料は，セメント（固化材）と水および添加剤である。これらをプラントで混練りしてセメントミルクを作成し，セメントミルクを注入しながら原位置土と攪拌してソイルセメント柱を造成する。従ってその品質は，原位置土との攪拌混合方法や配合によって影響されるため，事前に地盤条件を良く確認するとともに，配合についても充分検討する必要がある。

（１）セメント（固化材）

JIS R5211に規定される高炉セメントおよび JIS R5210に規定される普通ポルトランドセメントを標準として用いる。泥炭や腐植土等の特殊土を含む地盤には，セメント系固化材等を用いる場合もある。

（２）練混ぜ水

練混ぜに用いる水は，水道水またはセメントミルクの品質に悪影響を及ぼさない水を使用することを原則とする。河川水，地下水等を使用する場合は，セメントミルクの品質に悪影響を及ぼさないか，強度や施工性などを確認する必要がある。

（３）添加剤

添加剤の使用は，施工性を高める手段として施工方法，施工条件，土質条件等に応じて適宜選択するものであるが，一般的に下記の添加剤を用いる。

・硬化遅延剤（固化材の凝結による鋼管の沈設抵抗の増加防止策として使用）
・増粘剤（逸水性の地盤で掘削抵抗および鋼管の沈設抵抗の増加防止策として使用）
・ベントナイト（増粘剤と同じ目的）

2．5．2　セメントミルクの配合

ソイルセメントの強度は，杭一般固化部においては，ソイルセメント柱と外面突起（リブ）付き鋼管との付着力がソイルセメント柱と地盤との摩擦力を上回るように，また，杭先端固化部においては，鋼管の押抜きに対するソイルセメントの抵抗力が杭先端地盤の極限支持力よりも大きくなるように決定する必要がある。

「道示Ⅳ」では，ソイルセメント柱の一般的な一軸圧縮強度として表－2.4を参考にしてよいとされている。また，これらの強度を発揮させるための標準的な配合例として「杭基礎設計便覧」では表－2.5が示されている。ただし杭一般固化部については，原位置土の性状や注入するセメントミルクの配合により強度や流動性が変化するため，事前に原位置土を用いた配合試験により配合を決めることを原則とする。隣接工区などにおいて，同様とみなせる地盤で過去に配合試験が実施されている場合は，その結果を用いてもよい。配合試験は杭一般固化部の土質の中で，最も強度が出にくいと考えられる沖積粘性土や泥炭，腐植土等を対象として行う。配合試験の要領については**【付録 B】**に取りまとめたので参照されたい。

表－2.4　ソイルセメント柱の一般的な一軸圧縮強度　q_u（材齢28日強度）

杭の部位	地盤	q_u（N/mm^2）
杭一般固化部	砂質土	1.0
	粘性土	0.75
杭先端固化部	砂・砂れき	15

表－2.5　セメントミルクの標準的な配合例（高炉セメントＢ種）

（原位置土1m^{3}あたり）

部位	土質	固化材 *C*（kg）	ベントナイト・増粘剤 *B*（kg）	水 *W*（kg）	水・固化材比 *W/(B+C)*（%）	硬化遅延剤 固化材料重量比（%）
空掘部	―	150	適宜	150～225	100～150	0～5.0
杭一般固化部	砂質土 粘性土	300～400	〃	300～600	100～150	0～5.0
杭先端固化部	砂・砂れき	1,000	〃	600	60	0～1.0

３．施工計画

3．1　施工計画の基本

鋼管ソイルセメント杭工法の施工は，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，仮設計画，運搬計画，工程計画，品質管理計画，安全管理計画，環境対策計画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（施工計画書）

建設業法第26条の3では，「主任技術者および監理技術者は，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およ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（施工計画書）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（施工計画書）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。

鋼管ソイルセメント杭工法においては，一般的に以下の内容の施工要領書（施工計画書）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．外面突起付き鋼管，施工機械の搬入計画

９．施工方法および施工手順

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. 安全衛生管理計画
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，その内容や処置等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あたっては，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等も添付する。

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。鋼管ソイルセメント杭工法の施工には，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（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配置する必要がある。

また施工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，ならびに現場の確認を実施して設計図書の内容の妥当性，現場条件との相違等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および近隣の地盤の情報や施工実績等から，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等，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，現場での稼動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。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等で保管する。

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，工事監理者や設計者とその対策を事前に決めておくとよい。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）を変更する必要が生じた場合は，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→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とよい。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　安全衛生管理計画

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。

3．2．12　排土処理計画

鋼管ソイルセメント杭工法では，ソイルセメント柱の造成にあたり，掘削土や余剰のセメント混合土などが発生する。これらは関係法令や自治体の条例等を基に再生資源あるいは建設廃棄物として処理する。発生土は，建設廃棄物であるが，原材料として利用の可能性があるものとして，極力再利用を図り環境への負荷を低減していくことが求められている。

排土の処理方法を事前に検討しておき，処理のための作業場の確保やダンプ等による搬出作業を考慮に入れた計画とする。

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，杭工事管理者および杭工事に従事する者と共有する。

・設計図書なら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等を確認する。
・ボーリング柱状図およ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，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，ヤードおよ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。

杭心測量の基準点を確認するとともに，打止め深度確認のため，打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，バックホウによる掘削，ケーシングとハンマグラブによる掘削やスクリューロッドによる掘削等があるが，その実施に際しては掘削の方法や範囲(深度，径)等について工事監理者等と十分に協議をする。特にソイルセメント柱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。作業基盤の整備にあたっては施工機械の機種，重量，接地圧，施工姿勢や周辺構造物・地中埋設物等との離隔等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，重機の安定性および杭の施工精度（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，地盤改良や敷砕石等により地耐力を大きくする等の対策を取る必要がある。鋼管ソイルセメント杭打ち機の重量からは平均接地圧100～200kN/m^{2}程度であるが，施工荷重の偏心等を考慮すると400kN/m^{2}を超えるような局部最大接地荷重が発生する場合もある。想定する機械・作業姿勢等による最大接地荷重に対して十分耐えられるようにあらかじめ作業基盤の整備を行う。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」等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等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，鋼管の運搬

運搬にあたっては，搬入ルート，道路幅員，高さ制限，曲がり角等，事前に道路や交通の状況を十分調査する。

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，道路状況を把握した上で，綿密な運搬計画を立て，必要な許可を取得する。また鋼管の運搬長さは6～13m 程度が一般的であるが，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。

施工機械や鋼管の運搬条件等については，「杭基礎施工便覧」等を参考にするとよい。

杭打ち機の組立・分解には図－2.8 に示したように大きなスペースが必要となるので，作業ヤードに制約がある場合は組立・分解の実施タイミング等に留意する。

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等を作成し，記録を保管しておく。

4．2．5　施工機械キャリブレーション

施工開始前に杭打ち機，バッチャープラント，施工管理装置等が，所定の機能を有していることを点検・確認する。施工現場における一般的なキャリブレーション項目と確認例を以下に挙げる。

（１）杭打ち機のリーダ鉛直度

杭打ち機のオペレータ室に備えてあるリーダ傾斜計が正確であることを確認するため，杭打ち機のリーダ傾斜を0点にセットし，杭打ち機正面および直交側面の2方向からトランシットにより鉛直度を確認する。リーダの鉛直が取れていない場合は，トランシットにて確認しながらリーダの傾斜を調整した後，0点リセットを行い較正する。

（２）バッチャープラントの計量器

計量器に検査用ウェイトを乗せ（例えば 200 kg），計量器表示との誤差を確認する。誤差がある場合は補正を行う。

（３）施工管理装置における掘削深度

地上付近でオーガ駆動装置を昇降させることで得られる実測値（スタッフなどによる検尺値）と施工管理装置の計測値を比較して，施工管理装置の深度計測表示値が正確であることを確認する。誤差がある場合は補正を行う。

（４）施工管理装置における掘削速度

オーガ駆動装置の昇降速度を一定値（例えば1m/分）に設定し，単位時間（1分間）のオーガ駆動装置昇降距離をスタッフなどにより測定する。その実測値と施工管理装置の計測値を比較して，施工管理装置の掘削速度表示値が正確であることを確認する。誤差がある場合は補正を行う。

（５）施工管理装置における流量

目盛付きの空計量器に水を吐出させ，単位時間（1分間）における実測流量（空計量器に溜まった水量）と施工管理装置の流量値を比較して，施工管理装置の流量値が正確であることを確認する。誤差がある場合は補正を行う。

4．3　使用材料の受け入れと保管

4．3．1　外面突起（リブ）付き鋼管

搬入された鋼管は，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。

（１）受け入れ検査

現場に搬入された鋼管の外観，形状，寸法（外径，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。また納品書等により種別，数量を確認する。

鋼管の品質については，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工事監理者等へ報告する。

（２）製品の保管・取扱い

鋼管は種類別に分類し，損傷や変形が生じない方法で保管する。

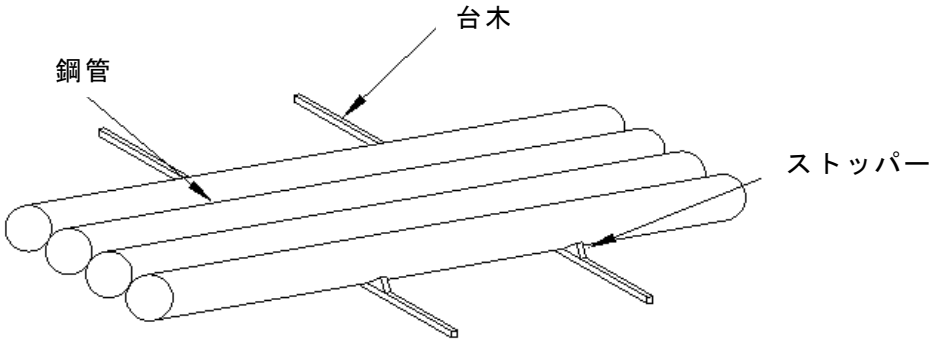
台木（角材やＨ鋼等）を使用する場合は，管端の変形防止の観点から受け位置を管端部から50cm 程度は離すよう配慮するのがよい。

鋼管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以下が目安となる。

鋼管を使用する順序や作業性等を考慮して，適切な位置に仮置きする。鋼管の仮置きの例を図－4.1に示す。

① トラックやトレーラーの上で荷崩れがおきない事を確認してから固縛用のワイヤロープを緩める。

② 鋼管の荷下ろしはクレーンにて行い，慎重に1本ずつ下ろす。
③ 鋼管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　鋼管の仮置きの例

4．3．2　セメント等

セメント等の受入れ時には，納品書等によってその品名と数量を確認する。セメントミルクの配合のチェックの意味から，受入れ量，使用量および残量を記録・管理する。

セメント等の保管においては，湿気による変質が生じないように防湿に留意する。

4．4　施工機械，口元管の設置

施工機械の設置は，杭心位置へ正確に行う。施工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。

（1）杭心だし

鋼管ソイルセメント杭工法は，ソイルセメント柱造成時に余剰のセメント混合土が地上に排出されるため，逃げ心を離れた位置に堅固に設置するとともに，余剰のセメント混合土の通り道を作るなどして，影響のないようにする。

また近接杭の施工によって杭心が移動することがあるため，必ず口元管設置前に再度杭心位置を確認する。

（2）口元管の設置，先行掘削

口元管を杭施工機による圧入等で地盤内に設置する。口元管内の土砂はバックホウ等で排出しておく。バックホウ等で事前に土砂を排出してから口元管を設置する場合は，口元管設置後に口元管の外側を埋戻し，足場を確保する。

地上に排出されるセメント混合土の発生を低減するために先行して排土する場合は，口元管の長さで調整する。被圧水が存在する等，先行掘削長を深くするとボイリングの恐れがある場合や，管長の長い口元管の引き抜き時に地下埋設物等に損傷を与える恐れのある場合等があるため，先行掘削する深さについては事前に十分検討しておく。

（３）杭施工機の鉛直性の確認

杭の施工に先立ち，杭施工機が鉛直であることをリーダ傾斜計やトランシットまたは下げ振りにより確認する。施工中に鉛直性の修正が大きくなる場合には，施工基盤を改善する等の対策を講じる必要がある。

4．5　杭の掘削・沈設

4．5．1　ソイルセメント柱の造成

（１）杭一般固化部の造成

杭一般固化部の造成は，鉛直性を確認しながら掘削するとともに，掘削攪拌ヘッド先端よりセメントミルクを注入攪拌しながら行う。セメントミルクの注入量は，事前の室内配合試験によって定めた計画値以上とする。口元管の内部まで杭一般固化部を造成する必要がある場合は，口元管の直径を加味して注入量を設定する。ポンプ詰まりや配管詰まりなどによる急激な圧力上昇がないか確認しながら注入する。また，施工中は土質柱状図と施工管理装置による施工データを参考にしながら施工状況の把握に努める。

杭一般固化部の掘削速度は，均質なソイルセメント柱を造成するために1.0m/分以下を標準とする。なお，粘着力の大きな地層や硬い地層では，無理な負荷をかけると掘削攪拌ロッドや掘削攪拌ヘッドを曲げたり，破損したりすることがあるので適切な速度で掘削攪拌する。また，杭長が長い場合など，鋼管の沈設が完了する前にソイルセメント柱の凝結が進行する場合があるので，必要に応じて繰り返し攪拌（ターニング，練り返し攪拌）を行う。

（２）杭先端固化部の造成

杭先端固化部の造成は，所定の位置に所定の寸法・形状・強度が得られる方法で施工しなければならない。そのための留意事項を以下に示す。

- 鋼管ソイルセメント杭工法では，一般的に設計支持層の上方より杭先端固化部を造成する仕様となっていることが多く，その場合，設計図に示された杭先端固化部上端深度において杭先端固化部用のセメントミルクに切替える。
- 杭先端固化部用のセメントミルク配合への切り替えは，切替え位置であるグラウトポンプから吐出先までの配管長を考慮して確実に行う。
- 杭先端固化部の掘削速度は，0.25m/分程度を標準とする。
- 支持層が硬質で負荷が大きい場合等は，適切な速度で掘削攪拌する。
- 必要に応じて繰り返し攪拌を行う。

表－4.1　ソイルセメント柱造成時における標準的な掘削速度

部位	掘削速度
杭一般固化部	1.0m/分以下
杭先端固化部	0.25m/分程度

4．5．2　鋼管の建込み・沈設（同時沈設方式）

同時沈設方式では，ソイルセメント柱の造成と鋼管の建込み・沈設を同時に行う。鋼管（下杭）の杭心へのセットまでの手順を図－4.2に示す。

（1）掘削攪拌ロッドの準備

掘削攪拌ロッドには，鋼管との心ずれ防止のためスタビライザーを設置する。スタビライザーは，下杭で2箇所，中杭・上杭で単管当り1箇所を目安に設置する。

鋼管内部に掘削攪拌ロッドを挿入する際には，管体や掘削攪拌ロッドに損傷を与えないよう注意する。

（2）鋼管および掘削攪拌ロッドの吊り込み

鋼管は吊金具を使用し，鋼管内部に挿入されている掘削攪拌ロッドはロッド吊装置等を利用して同時に吊り込む。その後掘削攪拌ロッド頭部を杭施工機のオーガモータと接続し，鋼管回転装置と鋼管とを接合する。

吊り込みのために鋼管を移動する場合には，鋼管が変形するような衝撃を与えないように注意する。

（3）掘削攪拌ヘッドの接続

下杭の建込みでは，掘削攪拌ロッドの先端に掘削攪拌ヘッドを取付ける。掘削攪拌ヘッドは，仮置きスタンド（ヘッドスタンド）等を使用して取付け，各翼が開翼した状態で固定する。

（4）　杭心のセット

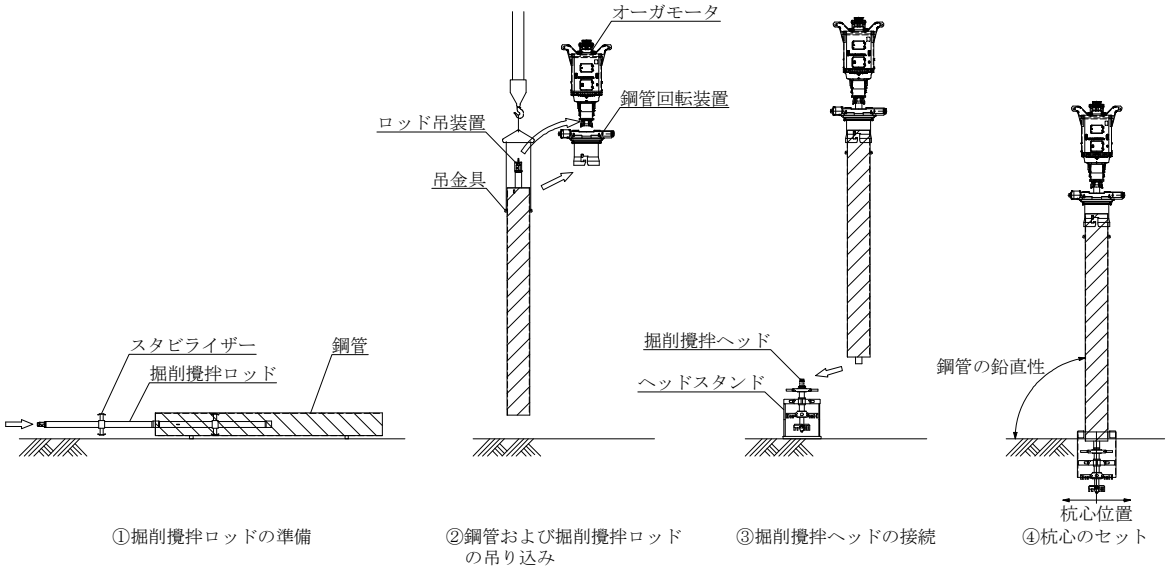
掘削攪拌ヘッド先端を所定の杭心位置に設置する。施工機のリーダの鉛直性を調整した後，ヘッド先端の杭心位置を再確認する。

（5）　鋼管の沈設

鋼管の沈設は，口元管に心だし装置をセットし，ソイルセメント柱の造成と同時に回転沈設する。

施工中の杭心は，逃げ心からの距離を計測し，確認する。また，杭体の鉛直性を確保するため，鋼管の鉛直性を施工機に装備された傾斜計，または直角2方向からトランシット等を用いて確認しながら沈設する。

空掘部がある場合は，ヤットコ等を用いて所定の深度まで沈設する。



図－4.2　鋼管の建込み手順（同時沈設方式）

4．5．3　鋼管の建込み・沈設（後沈設方式）

後沈設方式では，ソイルセメント柱造成後に鋼管の建込み・沈設を行う。

（1）鋼管の吊り込み

鋼管は吊金具を使用して吊り込む。

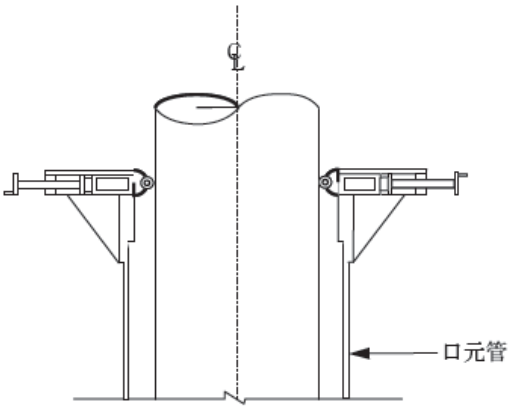
吊り込みのために鋼管を移動する場合には，鋼管が変形するような衝撃を与えないように注意する。

（2）　鋼管の沈設

鋼管の沈設は，水平精度および鉛直性を確認しながら，施工状況により自重または鋼管ソイルセメント杭打ち機などの補助機械を用いて所定の深度に沈設する。

水平精度は，口元管に心だし装置をセットし，逃げ心からの距離を計測し，確認する。図－4.3 に心だし装置の例を示す。鉛直性は，施工機に装備された傾斜計，または直角 2 方向からトランシット等を用いて確認する。

空掘部がある場合は，ヤットコ等を用いて所定の深度まで沈設する。



図－4.3　心だし装置の例

4．5．4　掘削攪拌ロッド・ヘッドの引抜き

ソイルセメント柱の造成が完了した後，掘削攪拌ロッド・ヘッドを引抜き回収する。引抜く際，先端地盤のボイリングや吸引現象を防止するため，セメントミルクを注入・攪拌しながら引抜く。その際の引抜き速度は 1.0m/分程度を標準とする。

同時沈設方式の場合，鋼管を反力として掘削攪拌ロッドを引き上げることで掘削翼・攪拌翼を縮閉させた後，引抜く。

4．5．5　ヤットコの引抜き，口元管撤去

自沈防止措置を講じた後，自沈しないことを確認した上でヤットコおよび口元管を引抜き，撤去する。自沈防止措置に関しては，**5.5.5 鋼管の保持**に詳細を記載する。

4．6　現場縦継ぎ溶接

突起付き鋼管の現場縦継ぎ溶接（円周溶接）は，杭の諸性能に及ぼす影響が大きく，溶接条件，溶接作業およ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。

本項では現場縦継ぎ溶接の概要を記載するが，より詳細な情報は，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」，日本溶接協会規格 WES 7601「基礎杭打設時における溶接作業標準」を参照されたい。

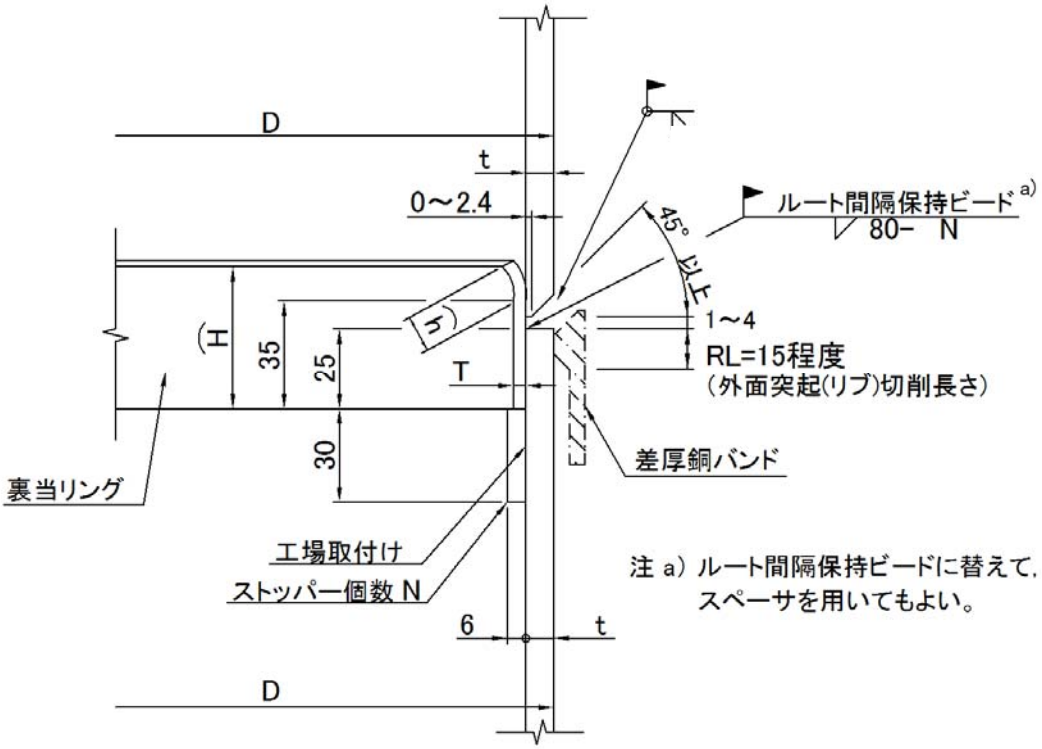
4．6．1　現場円周溶接継手構造

鋼管杭の現場円周溶接継手形状は，JIS A 5525（鋼管ぐい）に示されるように標準化されており，突起付き鋼管の現場縦継ぎ溶接もこの継手に準拠する。ただし，以下の点が異なる。

・たれ止めのために使用する銅バンドを適切に使用するため，下鋼管の頭部側の突起を所定量切削する。

・上記の切削幅を小さくするため，差厚銅バンドを使用する。

図－4.4 に現場縦継ぎ溶接部の標準的な継手構造を示す。なお，溶接部の超音波探傷試験を実施する箇所は，突起の切削幅が板厚等によって異なるので，材料手配時に確認する。



裏当てリングの形状・寸法 および ストッパー個数

D (mm)	T (mm)	H (mm)	h (mm)	N (個)
1016以下	4.5	50	15	6
1016を超えるもの	6	50,70※	15,35※	8

※鋼管径1,016超で後沈設方式の場合,作業性をよくするためH=70(h=35)を使用する場合もある。

図－4.4　現場縦継ぎ溶接部の継手構造

4．6．2　溶接施工

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を標準とする。

（1）溶接施工管理技術者

現場溶接に際しては，WES 7601に定められた試験に合格した溶接管理技術者のように溶接についての専門知識・経験や施工管理に関する十分な職務能力を有する者を溶接施工管理技術者として常置させる。

溶接施工管理技術者は，溶接に関する知識，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実施，確認する。

① 溶接工の選任
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

溶接工は，JIS Z 3801（手溶接技術検定における試験方法および判定基準），および JIS Z 3841（半自動溶接技術検定における試験方法および判定基準）に定められた試験に合格した者で，6か月以上溶接工事に従事した者とする。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。さらに，WES 8106（基礎杭溶接技能者の資格認証基準）では上記の JIS Z3801，Z3841の資格保有者を対象に基礎杭の実際の溶接に即した技術検定を規定したものとなっている。「道示Ⅳ」では，WES 8106を既製杭の現場溶接の溶接条件や溶接作業に即した資格認証基準で，JIS 同等以上の検定試験と位置付け，この試験に合格した者を選定するのが望ましいとしている。

（３）溶接機および溶接材料

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，雨漏り，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うるものとする。

（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，乾燥を行う。

② 溶接作業にあたっては，適切な溶接電流，溶接電圧およ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時，または 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の承諾を受けて溶接を行うことが出来る。

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

鋼管の現場縦継ぎ溶接部は，全個所，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，溶け落ち等である。外観検査や浸透探傷試験は，その方法およ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。鋼管ソイルセメント杭工法の場合は，鋼管内に掘削攪拌ロッドが存在すること（同時沈設方式の場合），放射線透過試験は準備に時間を要しソイルセメントの凝結が進行してしまうこと，放射線透過試験を実施する際は立入禁止区域の設定が必要になること等から，超音波探傷試験を実施することが一般的である。

（６）補修

欠陥が発見されたときは，不良箇所をグラインダ等で手入れする，あるいは必要に応じてガウジング等で欠陥部を完全に除去し再溶接等の補修を行う。補修部は再検査を行うとともに，補修内容および補修前後の状況を写真等で記録し，補修状況を確認できるようにしておく。

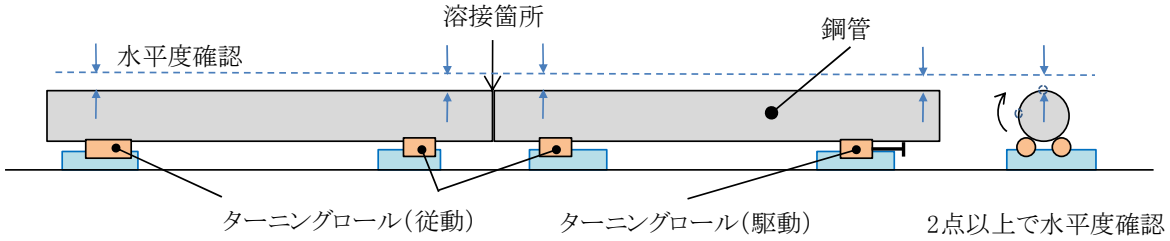
グラインダによる手入れでは鋼管板厚が許容値以下とならないように注意する。また，肉盛り溶接を行う場合は，ショートビードにならないように配慮し，なめらかに仕上げる。

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。

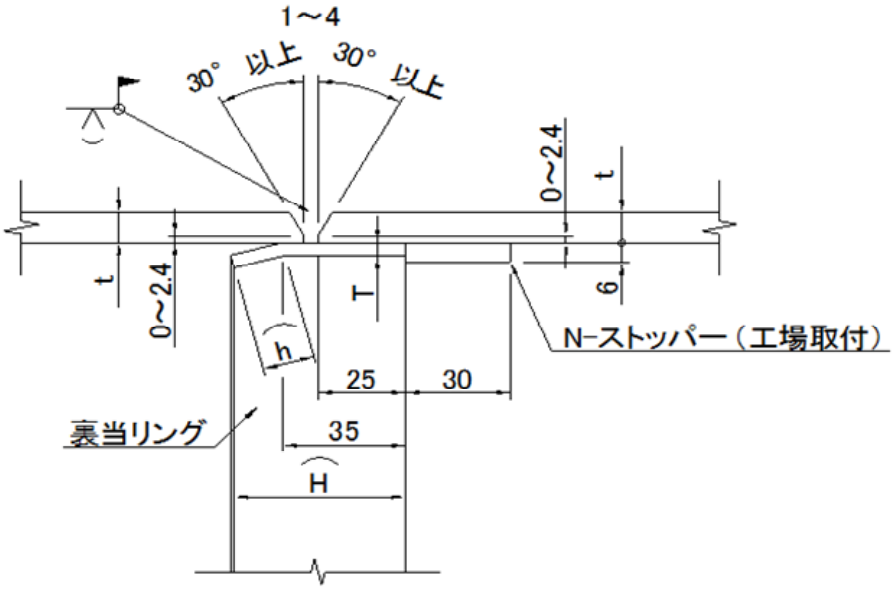
４．６．３　その他

溶接継手に替えて機械式継手が用いられる場合もある。特に，鋼管ソイルセメント杭工法は，ソイルセメント柱が凝結する前に鋼管を沈設する必要があるため，杭長が長い場合等，建込み中の接合時間の短縮が効果を発揮する場合がある。機械式継手には建設技術証明を取得しているものがあり，詳細は各工法の技術審査証明資料を参考にするのがよい。

また，後沈設方式の場合，鋼管を事前に縦継ぎまたは横継ぎで接合しておくことで，建込み中の接合時間の短縮を図ることができる。事前に縦継ぎを行う場合は，施工ヤード内に鋼管より一回り大きな穴を設け，下鋼管を建て込んで溶接を行う。横継ぎを行う場合は，図－4.5 のようにターニングロールを用いた半自動溶接を原則とする。ターニングロールは，極力平坦にした地盤に設置し，水平度と通り心をよく確認してから固定する。また，本溶接前には仮付けした杭を回転させ，周方向で２点以上の水平度を確認するなど十分な施工管理のもと実施する必要がある。横継ぎの場合の鋼管の開先形状の例を図－4.6 に示す。溶接後の鋼管の曲り・そりの許容値は JIS A 5525 に準拠する。また，溶接品質や検査基準等は縦継ぎ溶接の場合に準拠する。



図－4.5　ターニングロールによる現場横継ぎ溶接の例



裏当てリングの形状・寸法 および ストッパー個数

D (mm)	T (mm)	H (mm)	h (mm)	N (個)
1016以下	4.5	50	15	6
1016を超えるもの	6	50,70※	15,35※	8

※鋼管径1,016超で後沈設方式の場合,作業性をよくするためH=70(h=35)を使用する場合もある。

図－4.6　現場横継ぎ開先形状の例

4．7　特殊条件下の対処

4．7．1　沈設不能への対処

鋼管が沈設不能に陥る原因としては，

・障害物や大きな礫等の存在

・逸水層でのジャーミング現象

があげられる。それぞれの事例や対処方法については，「杭基礎のトラブルとその対策（第一回改訂版）」が参考になる。本項では，一般的な留意事項について述べるが，鋼管ソイルセメント杭は，ソイルセメント柱が凝結した後に鋼管や掘削攪拌ヘッド・掘削攪拌ロッドを引抜くことは困難になるため，沈設不能に陥った場合は迅速な判断が求められる。工事監理者等と協議し，判断基準等を事前に定めておくとよい。

（1）障害物による高止まりへの対処

地盤調査等で確認できなかった障害物や大きな礫等の存在により掘削・沈設が困難となった場合には，掘削攪拌ヘッドと同時沈設方式の場合は鋼管を引抜き，ヘッド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 **4.2.3 障害物の撤去・防護**と同様に障害物を取り除き土砂で埋め戻す。撤去物の大きさによっては設計で考慮した周面摩擦力が確保されな

いことも懸念されるため，再施工を行う際は工事監理者等と対応を協議する。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。

（２）ジャーミング現象による高止まりへの対処

鋼管ソイルセメント杭工法では，粒径が均質な砂質地盤やシラス地盤等のような逸水性の高い特殊地盤において，ソイルセメントの水分が逸水（地盤への吸水）し流動性が損なわれ，掘削攪拌や鋼管の沈設が不能となるジャーミング現象が発生することがある。

沈設が不能になった場合で，掘削時やソイルセメント柱造成時に障害物等が確認されなかった場合や，ソイルセメントの想定以上の液面低下が見受けられたりした場合はジャーミング現象が発生したと判断できる。ジャーミング現象によって沈設が不能になった場合は，鋼管を引抜き，セメントミルクを注入しながら再施工を行う。鋼管の切断が必要で，次の杭のための同じ明細の鋼管が用意されていない等，すぐに再施工が行えない場合は，改めて協議を行う。

ジャーミング現象の発生が懸念される場合には，施工前のセメントミルク配合計画段階で増粘剤の増量等を含めた検討を行う等，ソイルセメントの流動性を確保することに留意する。

４．７．２　被圧水，地下水流への対処

鋼管ソイルセメント杭工法は，現地土とほぼ同等の比重であるソイルセメントにしながら施工するため，被圧地下水に抵抗できる場合が多い。事前に比重と被圧のバランスを考慮した検討を十分に行う事で適用は可能である。被圧地下水が確認されている地盤での施工例を**【付録 C】**に示す。

一方で，地下水流によりソイルセメントの確実な造成が困難と懸念される場合には，増粘剤の添加等，セメントミルクの流出に対する対策を施す必要がある。（社）土質工学会の「杭基礎のトラブルとその対策（初版版）平成４年４月」では，セメントミルクが流出する限界地下水流速として，地層条件にもよるが 80cm/分程度がひとつの目安と考えられる，とされている。

５．施工管理

5．1　一般

鋼管ソイルセメント杭工法で施工された杭基礎は，施工完了後の出来形等の測定可能な施工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，適切な材料ならびに施工機械を用いて，決められた施工方法で基礎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，鋼管ソイルセメント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等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，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時は，試験杭を追加するとよい。

試験杭の施工は原則として，工事監理者，元請技術者および基礎ぐい工事の施工体制に係る全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，支持層の状態等の設計で考慮した諸条件に関わる事項の評価，ならびに施工法およ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，本杭での施工方法および施工管理指標等を地盤状況のばらつき等も踏まえて関係者で良く協議し決定する。

・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
・セメントミルクの配合条件の妥当性
・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およ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　試験杭で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，杭径，鋼管径，杭長，掘削長など）
	施工機器仕様	杭打ち機，掘削攪拌装置，掘削攪拌ヘッド， ヤットコ（寸法，形状），溶接機器
2．掘削・沈設	一般事項	施工方法および施工順序， 施工精度（鉛直および平面的位置ずれ）， 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，地下水位
	施工記録	施工時間（準備，建込み，溶接，杭一般固化部掘削攪拌）， 掘削抵抗値（オーガ駆動電流値および積分電流値）， 杭一般固化部セメントミルクの配合と杭一般固化部ソイルセメントの強度， 支持層深度，掘削攪拌条件（施工速度・注入量）， 現場縦継溶接
3．先端処理工程	一般事項	ソイルセメント天端高さ，ソイルセメント先端深度， 鋼管頭部高さ，杭先端深度
	施工記録	杭先端固化部セメントミルクの配合と強度， セメントミルクの注入切り替え時間， 掘削抵抗値（オーガ駆動電流値および積分電流値）， 掘削攪拌条件（施工速度，注入量）， 施工時間（掘削攪拌，注入）， 杭の自沈に対する保持時間
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」ならびに「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・整理した鋼管ソイルセメント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，原則として工事監理者，元請技術者および基礎ぐい工事の施工体制に係る全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，注入量，杭の保持時間等）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（または翌朝）に元請技術者に提出し承認を受ける。

表－5.2　鋼管ソイルセメント杭工法の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い推奨項目			試験杭による判断項目と本杭への反映
						手動/自動	書式	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	・作業に支障のない用地が確保されているか ・施工地盤面の地耐力は適切か
	施工地盤面	地耐力及び傾斜	地耐力の検討	－	着手前	－	－	－	－		
杭　材　料	鋼管杭	材質・成分検査	ミルシート	JIS A 5525、設計図書による	出荷時	手動	材料メーカー書式による	－	－	配合の決定	・所定の管理値を満足しているか
		外観検査	目視	変形等有害な損傷がないこと	受入毎全数	手動※	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Rテープにより検測	JIS A 5525、設計図書による	受入毎全数						
	セメント	品質	製造会社の試験成績表	JIS R 5210,JIS R 5211、設計図書による	1ヶ月毎	手動	材料メーカー書式による	－	－		
		数量	入荷伝票	－	受入毎全数	手動	書式例1	－	－		
	ベントナイト	品質	製造会社の試験成績表	製造会社の基準	1ヶ月毎	手動	材料メーカー書式による	－	－		
		数量	入荷伝票	－	受入毎全数	手動	書式例1	－	－		
	硬化遅延剤	品質	製造会社の試験成績表	製造会社の基準	1ヶ月毎	手動	材料メーカー書式による	－	－		
		数量	入荷伝票	－	受入毎全数	手動	書式例1	－	－		
	セメントミルク	作成量	練上がりバッチ数、流量計	計画値以上	全数	自動	書式例2	－	－		
		比重	マッドバランス	計画値±2%以内	1回/1日	手動	書式例3	○	○		
ソイルセメント柱造成	ロ元管	位置	逃げ心からの距離又はトータルステーション等	杭心とのズレ50mm以内	全数	－	－	－	○	使用機材・方法・支持層判別方法の決定	・施工機械の仕様・性能は適切か ・管理用計器類の動作状況は適正か ・所定の管理値を満足しているか ・計画で想定した施工能率は妥当か ・設計図書との相違はないか ・支持層の判別方法は適切か
	掘削・撹拌機据付	掘削径	スケール等により掘削撹拌ビット径検測	設計径以上	全数	手動	書式例6、8	○	○		
		平面位置	掘削・撹拌ロッド管位置を逃げ心又はロ元管よりチェック	杭心とのズレ50mm以内	全数	－	書式例8	○	○		
		深度計0セット	基準高さを予め設定し、掘削・撹拌ロッドのマーキングをレベルにて視準	合致していること	全数	－	－	－	－		
		鉛直性	杭打ち機傾斜計	1/100以内	全数	－	書式例8	－	－		
	空掘部掘削・撹拌	平面位置	掘削・撹拌ロッド管位置あるいは鋼管面を逃げ心又はロ元管よりチェック	杭心とのズレ50mm以内	全数	－	書式例8	－	－		
		鉛直性	杭打ち機傾斜計	1/100以内	全数	－	書式例8	－	－		
		セメントミルク配合	プラント計量器	所定配合	全数	自動	書式例2	－	－		
		注入量	施工管理装置	計画値以上	全数	自動	書式例3、4	－	－		
	一般部掘削・撹拌	平面位置	掘削・撹拌ロッド管位置あるいは鋼管面を逃げ心又はロ元管よりチェック	杭心とのズレ50mm以内	全数	－	書式例8	－	－		
		鉛直性	杭打ち機傾斜計	1/100以内	全数	－	書式例8	－	－		
		セメントミルク配合	プラント計量器	所定配合	全数	自動	書式例2	－	－		
		注入量	施工管理装置	計画値以上	全数	自動	書式例3、4、8	○	○		
		切替深度（空掘部-一般部）	施工管理装置	所定深度	全数	自動	書式例4、5	－	－		
		速度	施工管理装置	1.0m/分以下	全数	自動	書式例4、5、8	－	－		
		ソイルセメント圧縮強度	採取器にてソイルセメントを採取材令28日で一軸圧縮試験（各3体）	3体の平均値≧必要強度	1現場あたり杭1～2本 杭1本につき1～2箇所	手動	試験会社書式による	○	○		
	先端部掘削・撹拌	平面位置	掘削・撹拌ロッド管位置あるいは鋼管面を逃げ心又はロ元管よりチェック	杭心とのズレ50mm以内	全数	－	書式例8	－	－		
		鉛直性	杭打ち機傾斜計	1/100以内	全数	－	書式例8	－	－		
		セメントミルク配合	プラント計量器	所定配合	全数	自動	書式例2	－	－		
		注入量	施工管理装置	計画値以上	全数	自動	書式例3、4、8	○	○		
		切替深度（一般部-先端部）	施工管理装置	所定深度	全数	自動	書式例4、5、8	－	－		
		下端深度	施工管理装置	支持層から所定深度	全数	自動	書式例4、5、6、8	○	○		
		速度	施工管理装置	0.25m/分程度	全数	自動	書式例4、5、8	－	－		
		セメントミルク圧縮強度	プラントよりセメントミルクを採取材令28日で一軸圧縮試験（3体）	3体の平均値≧20N/mm2	1現場あたり1～2回	手動	試験会社書式による	○	○		
	支持層確認	オーガ駆動電流値、積分電流値等	施工管理装置	試験杭で定めた管理指標	全数	自動	書式例5、8	○	○		
		深度	施工管理装置	支持層から所定根入れ長以上	全数	自動	書式例4、5、6、8	○	○		
	掘削・撹拌ロッド引上げ	速度	施工管理装置	1.0m/分を標準	全数	自動	書式例4、5	－	－		
鋼　管　沈　設	鋼管建込み	位置	鋼管面を逃げ心又はロ元管よりチェック	杭心とのズレ50mm以内	全数	－	書式例8	○	○	方法の決定	・所定の管理値を満足しているか ・予定時間内に鋼管沈設が完了してるか ・保持時間は適切か
		鉛直性	トランシット又は傾斜計	1/100以内	全数	手動	書式例3、6、8	○	○		
		天端高さ	ヤットコのマーキングをレベルにて視準	±50mm以内	全数	手動	書式例3、6、8	○	○		
	現場継ぎ溶接	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7、8	○	○		
	鋼管の保持	保持時間	沈設完了から保持装置取り外しまでの時間	試験杭の結果を目安に決定	全数	手動	書式例6、8	－	－		
出来形		位置	測量器	杭心とのズレ4/Dかつ100mm以内	全数	※調達元で実施					
		天端高さ	レベルにて視準	±50mm以内	全数						

5．4　施工管理装置

鋼管ソイルセメント杭工法では，ソイルセメント柱造成時の主要な管理項目の計測値をデジタルデータとして取得し，パソコンやモニターなどに一元的に常時表示・記録できる施工管理装置を用いるものとする。対象とする施工管理・記録項目は表－5.3の通りである。

表－5.3　施工管理装置による管理・記録項目

工程	管理・記録項目
ソイルセメント柱造成工程	セメントミルク注入量 セメントミルク切換深度 掘削深度／掘削時間／掘削速度 オーガ駆動電流値／積分電流値

施工管理装置の利用に際しては，機器の設定に留意し，掘削深度や掘削速度等が正しく表示されていることを事前に確認（キャリブレーション）する必要がある。施工管理装置の例を写真－5.1に示す。

写真－5.1　施工管理装置の例

5．5　施工管理の留意点

鋼管ソイルセメント杭の施工においては，ソイルセメントの造成を適切に行うこと，支持層を的確に判別すること，および鋼管を所定の位置に沈設・保持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　セメントミルクの管理

（1）材料の計量

水および硬化遅延剤等の計量は計量器による重量又は容積で管理する。なお，自動プラントにおいては，そのプラントの秤量方法により水量を管理するものとする。

セメントはプラントの計量器等による重量管理とする。

（2）配合

セメントミルクの標準的な配合は，杭一般固化部では水セメント比 *W/C* は 100～150％程度，原位置土 1 m^3 あたり固化材量 *C* は 300～400kg 程度，また，杭先端固化部では *W/C* は 60％程度，*C* は 1,000 kg程度である。施工時には練混ぜ後のセメントミルクを採取して，その比重を測定することで確認する。

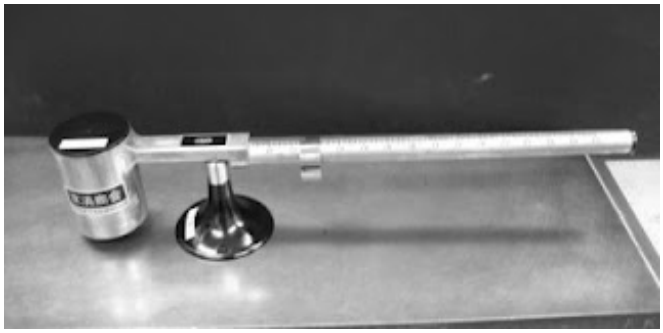
比重測定は，配合・計量，セメントミルクプラントの正常な作動を確認する意味から，毎日最初に施工する杭で行いセメントミルクプラントの正常な作動を確認する。

標準的な比重測定法として，①マッドバランス（写真－5.2参照）による測定，②メスシリンダを利用した体積・重量測定から算出する方法等があるが，一般的にはマッドバランスを用いた測定によることが多い。

いずれの方法も試験の手際によって結果が影響を受けるので，装置の清掃，測定対象のセメントミルクの採取や容器への移し変え，採取から測定の間でのミルクの状態維持，装置の操作や目盛の読み等，を適切に実施する必要がある。こうした意味から作業方法を標準化するとともに，その内容を理解した試験実施経験者が管理することが望ましい。

試験の結果は，実測値，規定値，合否について取りまとめるのがよい。判定に際してはセメントミルクの比重と水セメント比の関係をあらかじめ確認しておき，これに基づいて規定値（許容範囲）を定めておく必要がある。

比重試験はセメントミルクの製造プロセスが適正かどうかをチェックするための試験であるので，管理値外れが発生した場合には，その原因を究明して対策を講ずるとともに，抜取り検査の頻度を高めるなどして，監視を強化する。



写真－5.2　マッドバランス（例）

＜マッドバランスによる測定法＞

①試料をカップ内に一杯入れる。

②蓋を載せ静かに回しながら完全にカップと密着させる。少量のセメントミルクが蓋の上の小孔から溢れ出る。

③蓋の上の小孔を指でおさえておいて，カップやアームに付いたミルクを洗いとる。

④ナイフエッジを静かに支持台の支点上に載せ，水準器を見ながらライダーを動かしバランスさせる。

⑤ライダーの左側における比部（目盛）を読む。比重は小数点以下 2 桁で表わす。

（３）圧縮強度試験

杭一般固化部では，概ね深度 15m 程度の範囲から強度が発現しにくい土質を選定し，一現場あたり杭１～２本，杭１本につき１～２箇所の未固化試料を採取し，室内配合試験で想定した必要強度が得られているか確認する。

一般的には，保持装置で保持している最中あるいは保持装置を解除した後に，専用の採取器を鋼管の内部から所定深度まで挿入し，空気圧や水圧，油圧などによって蓋を開閉させ未固化試料を採取する。採取器は，気密性が高く採取深度を正しく把握できるものを使用する。採取した試料は，モールド等に詰めて移動可能な状態まで現場で安静に保存したのち，試験場等に移動させ標準養生を行う。一軸圧縮強度は，材齢 28 日の供試体を用いて，「土の一軸圧縮試験方法」（JIS A 1216）または「コンクリートの圧縮試験方法」（JIS A 1108）に基づき実施する。材齢 28 日の一軸圧縮強度は，配合試験で設定した必要強度以上とする。

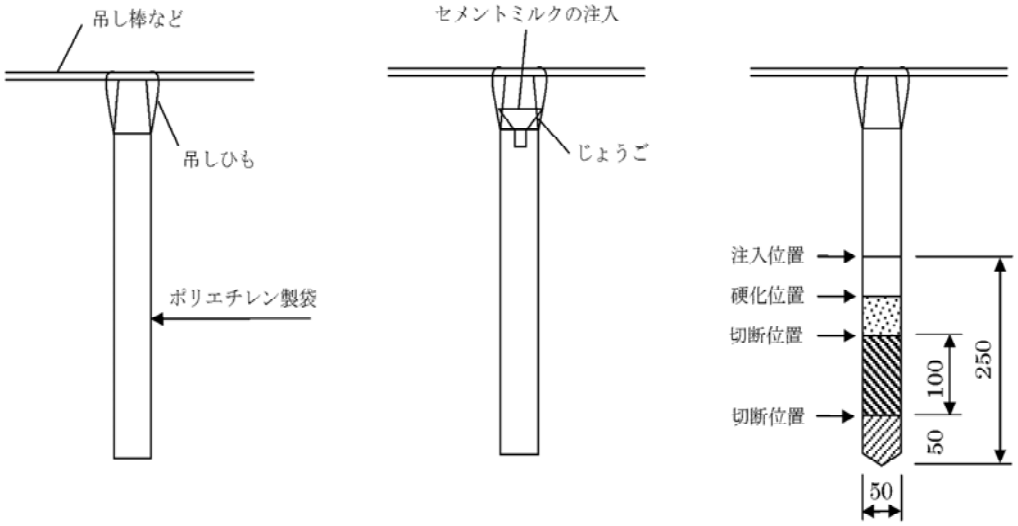
杭先端固化部については，プラントより採取したセメントミルクの圧縮強度試験を行ない，

所定の強度が得られることを確認する。杭先端固化部に使用するセメントミルクの圧縮強度は材齢 28 日で 20N/mm^2 以上を標準とする。

供試体は，グラウトミキサの吐出口から採取したミルクを用いて作成し（図－5.1 の作成方法例参照），材齢 28 日で JIS A 1108 に基づく圧縮試験を行う。

試験頻度は，設計図書に従うものとするが，一現場あたり１～２回，１回につき３体の供試体で行われることが一般的である。

圧縮試験結果は 3 体の実測値，平均値，規定値，合否を整理する。合否判定は，レディーミクスト・コンクリート（JIS A 5308）の強度試験にならい，３体の試験の平均値が規定値以上，個々の値はその 85%以上を合格とする。



(a)ポリエチレン製袋を吊した状態　(b)セメントミルク注入時　(c)セメントミルク注入後

図－5.1　セメントミルクの圧縮供試体の作成方法(例)

出典：杭基礎施工便覧（H27改訂版）

（４）吐出量

使用するグラウドポンプは，吐出容量可変型とし，流量計等による管理を行う。施工に先立ち実際の吐出量の確認を行う。

5．5．2　施工機械，口元管の設置

（１）口元管の設置管理

口元管を地盤内に圧入等により設置後，逃げ心からの距離またはトータルステーション等により杭心とのずれが 50mm 以内となっていることを確認する。

（２）施工機械の据え付け管理

ｉ）平面位置

掘削攪拌ロッドの位置を逃げ心または口元管より計測し，杭心とのずれが 50mm 以内となっていることを確認する。

ⅱ）深度計リセット

事前に設定した基準高さと掘削攪拌ロッドのマーキングをレベルにて視準し，合致していることを確認する。

ⅲ）鉛直性

リーダ傾斜計やトランシットまたは下げ振りによって杭の施工機械の傾斜を確認する。

5．5．3　杭の掘削・沈設

（1）ソイルセメント柱の造成管理

ⅰ）掘削径

ソイルセメント柱の仕上がり径は，掘削攪拌翼の回転により形成されるので，この翼が設計杭径を満たしているか確認し記録する。ビットが磨耗している場合は，溶接肉盛りなどによって設計径を確保しなければならない。

ⅱ）杭心の精度

掘削・攪拌ビットの先端の軸心を所定の杭心に一致させるため，掘削攪拌ロッド位置あるいは鋼管面を逃げ心または口元管より計測し，杭心とのずれが 50mm 以内となっていることを確認する。

ⅲ）杭の鉛直精度

杭の鉛直精度は，施工機械の鉛直度検出装置による確認やトランシット等を用いた施工機械（杭打ち機のリーダ等）および鋼管の鉛直度計測によって 1/100 以内で管理する。

ⅳ）掘削攪拌速度

掘削攪拌速度は，施工方法，掘削攪拌翼の回転数，土質条件，セメントミルクの注入条件等を考慮しながらソイルセメント柱の品質を確保するように設定し，掘削速度や深度を速度計，深度計で確認することで管理する。掘削攪拌速度は杭一般固化部で 1.0m/分以下，杭先端固化部で 0.25m/分程度を標準とする。

（2）鋼管の建込み・沈設管理

鋼管の建て込み時には，杭心位置ばかりでなく，鉛直性の精度確保が必要である。出来形の管理基準として，例えば国土交通省の基準では傾斜は1/100以下，杭心ずれは杭径/4かつ100mm 以下とされている。

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上で，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の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等のプロセス管理手法を施工計画の中に取入れ，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よい。

鋼管の天端レベルは，一般的にヤットコまたはヤットコのロッドにマーキングされた目印

をレベルで視準することにより管理されるので，鋼管とヤットコが連結される位置と鋼管の上端レベルを良く確認してマーキングを行う必要がある。マーキング位置の間違いにより低止まりした事例もあるので，別な方法（例えばスタッフやH鋼を使用して鋼管やヤットコの天端位置を確認する方法や保持装置の鋼棒にもマーキングする方法等）も用いてダブルチェックするのがよい。

5．5．4　支持層の確認・打ち止め

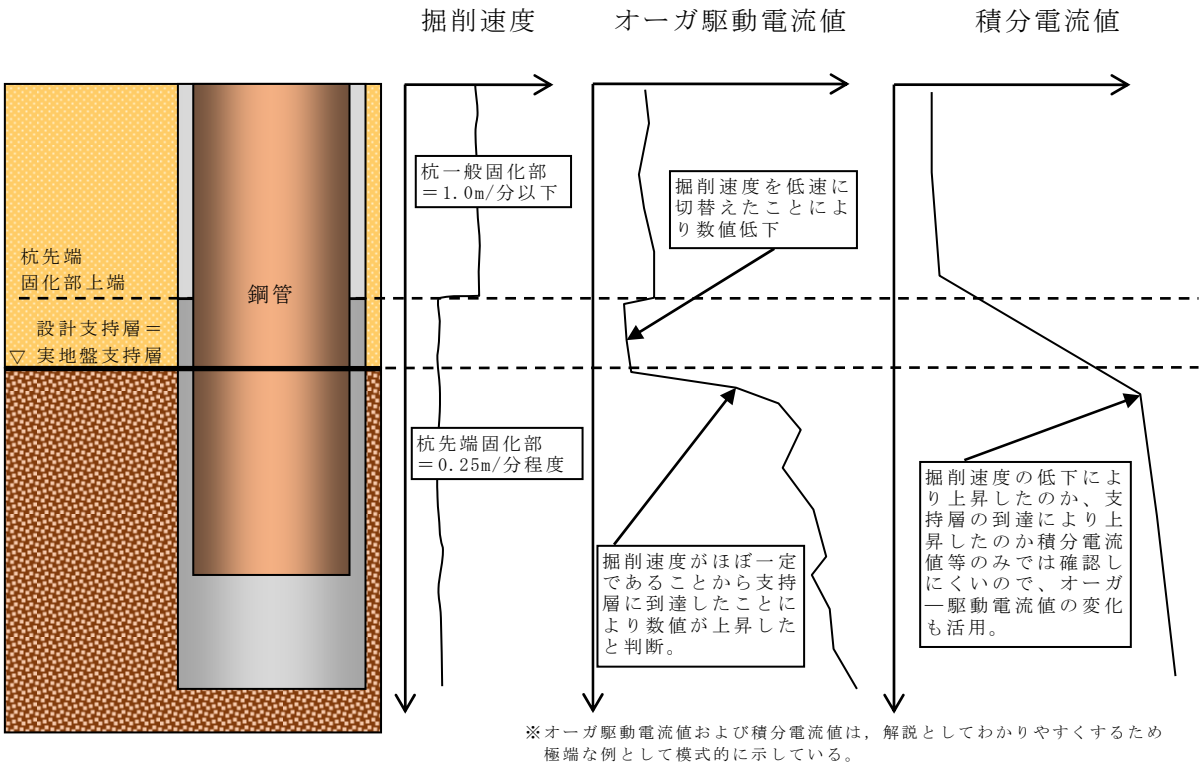
（１）支持層の確認方法

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。

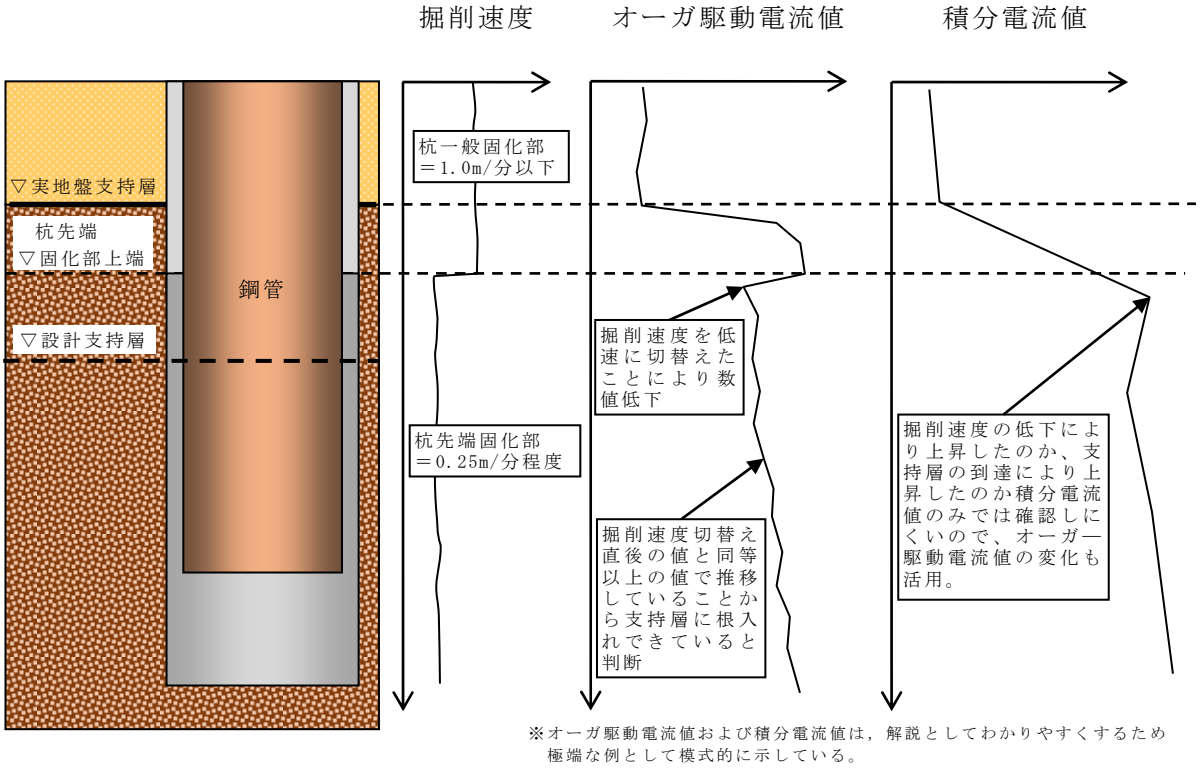
鋼管ソイルセメント杭工法の一般的な設計では，杭先端固化部の上端深度が設計上の支持層深度より上方に位置することが多い。そのため図－5.2(a)に示すように，設計上の支持層深度に到達する前に，杭一般固化部での掘削速度(1.0m/分以下)から杭先端固化部の低速の掘削速度（0.25m/分程度）に切り替える。低速に切り替えたことにより一定深さの掘削造成に要する時間が増えるため積分電流値は大きくなるが，この積分電流値の上昇が，低速での施工時間の増加による数値の上昇か，支持層に到達したことで施工負荷が増加したことによる数値の上昇かを単独で判断することが難しい場合がある。一方オーガ駆動電流値は掘削速度が速くなれば大きくなり，遅くなれば小さくなる傾向があるため，低速に切り替えると一旦電流値は小さくなるものの，支持層に到達すれば施工負荷の増加により数値は上昇するというような傾向を示す。

また，杭先端固化部の上端深度が実地盤の支持層深度より下方に位置する場合（例えば支持層の不陸により設計支持層より上方で実地盤の支持層が出現した場合など）においては，図－5.2(b)に示すように実地盤の支持層到達時には，ほぼ一定の速度で掘進しているためオーガ駆動電流値の上昇がより顕著に表れやすいが，実地盤の支持層に入ってから掘削速度を低速に切り替えるため，支持層内でオーガ駆動電流値が若干低下するという現象がみられる。支持層を確実に確認するためには，このオーガ駆動電流値低下後の値が，掘削速度切替え直後の値と同等以上で推移していることを確認することが重要となる。

これらの特性を踏まえ，鋼管ソイルセメント杭工法における支持層確認は，積分電流値が増加することを必要条件として，オーガ駆動電流値の変化状況（低速への切換え時の減少とその後の上昇（図－5.2(a)の場合）やその後の相対的な高い値の持続（図－5.2(b)の場合)）と地盤調査結果を照合することを基本とする。また，施工機械の揺れやオーガ駆動装置の音の変化なども判断材料に加えて極力多くの情報から支持層を確認するとよい。



図－5.2(a)　支持層近傍における掘削抵抗値の変化傾向の模式例
（設計支持層より上方でセメントミルク仕様を切替えた場合）



図－5.2(b)　支持層近傍における掘削抵抗値の変化傾向の模式例
（実地盤支持層より下方でセメントミルク仕様を切替えた場合）

[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，原則として工事監理者，元請技術者および基礎ぐい工事の施工体制に係る全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する。
・試験杭で得られた上記のオーガ駆動電流値や積分電流値の変化状況や変化傾向をもとに本杭で用いる支持層確認のための管理指標を，工事監理者，元請技術者および杭工事管理者で協議し設定する。

[本杭における支持層確認時の留意事項]

・本杭の支持層確認は，試験杭で定められた管理指標を目安に判断を行う。
・本杭の施工データの状況が試験杭と異なり，試験杭で定めた管理指標での支持層確認の適用性に疑義が生じた場合は，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，設計での想定地盤と実際の地盤状況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杭工事管理者で協議する。
・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，掘削抵抗の変化等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等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。

5．5．5　鋼管の保持

鋼管の沈設直後はソイルセメント柱がまだ凝結していないため，所定深さより深く鋼管が自沈してしまうことがあり，実際そのようなトラブルが過去に生じている。このため，試験杭での確認結果に基づき，鋼管が安定するまで所定の位置に保持する管理が必要である。

一般に鋼管と連結したヤットコに受け鉄板等の保持具を取り付け，口元管等に鋼管を仮固定しておく方法や鋼管の吊金具に鋼棒を取り付けて口元管に固定する方法が取られている。解放してよいかどうかの判断のためには，例えば，受け鉄板と口元管の間に数枚の鉄板（板厚 9mm～12mm 程度）を敷いておき，一定時間間隔で鉄板を取り去っていき，鋼管が沈下しないことを確認する方法がある。鋼管を保持しておくべき時間は施工条件，状況等によっても異なり，試験杭において保持時間の目安を慎重に検討・判断し，本杭の施工に反映させることが必要である。但し，本杭の施工時に試験杭とは異なり施工時間の長期化の懸念より硬化遅延剤等を用いた場合には，再度，保持時間の確認が必要である。

ヤットコには上述のように鋼管が自沈しないように保持する機能を持たせる必要があるので，これに適した構造とする必要があり，また，施工工程と自沈防止の保持時間を考慮して必要な数量を準備しておくことが必要である。

また，ヤットコの引抜きに際しては，杭頭からのヤットコの離脱不良によって鋼管本体をヤットコと一緒に引き揚げてしまうおそれがあるので注意が必要である。

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等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

鋼管ソイルセメント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 ソイルセメント柱径，鋼管径，板厚，杭長，掘削攪拌ヘッド径
④ 施工時間（開始時刻，終了時刻，作業時間）
⑤ 電流記録
⑥ 支持層の管理指標
⑦ ソイルセメント柱の造成管理
⑧ セメントミルクの配合，セメントミルク注入量等
⑨ 杭の自沈に対する保持時間
⑩ 実測および設計上の支持層深度・鋼管先端深度・掘削深度，空掘長
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

鋼管ソイルセメント杭工法の施工記録の例を以下に示す。

・セメントミルクの使用材料管理表　書式例－1
・セメントミルクの作成結果表　書式例－2
・セメントミルク吐出量記録　書式例－3
・掘削深度とオーガ駆動電流，積分電流値のチャート記録　書式例－4
・鋼管ソイルセメント杭の出来形記録　書式例－5
・現場継ぎ溶接の施工記録　書式例－6
・杭の施工記録一覧表　書式例－7

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の事項ならびに表－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-8に示す。

施工管理チェックシートによる管理項目は，支持層確認やセメントミルクの注入量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（または翌朝）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，その処置や再発防止策等を関係者と協議を行い，その内容について記録整備する。協議事項記録例を書式例－9に示す。

ⅱ）施工データ取得上の不具合

鋼管ソイルセメント杭工法では施工管理装置の使用を必須としているため，施工データの取得ができなくなった場合はすぐに発覚するが，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よい。写真記録の例を写真－5.3 に示す。

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。

書式例－1　セメントミルクの使用材料管理表

工事監理者	元請技術者	専工事管理者

工事名:
施工者:

月	日	固化材(kg) 搬入量	搬入量累計	使用量	使用量累計	残量	ベントナイト(kg) 搬入量	搬入量累計	使用量	使用量累計	残量	遅延剤(%) 搬入量	搬入量累計	使用量	使用量累計	残量	備考
		23,990	23,990				3,000	3,000				4,000	4,000				
		36,190	60,180	33,124	33,124	27,056		3,000	183	183	2,817		4,000	486.5	486.5	3,513.5	
		24,020	84,200	32,034	65,158	19,042		3,000	184	367	2,633		4,000	463.6	950.1	3,049.9	
		36,170	120,370	32,036	97,194	23,176		3,000	187	554	2,446		4,000	464.2	1,414.3	2,585.7	
		35,980	156,350	32,938	130,132	26,218		3,000	197	751	2,249		4,000	468.1	1,882.4	2,117.6	
		24,290	180,640	32,579	162,711	17,929		3,000	182	933	2,067	2,000	6,000	475.0	2,357.4	3,642.6	
		35,870	216,510	32,570	195,281	21,229		3,000	185	1,118	1,882		6,000	475.8	2,833.2	3,166.8	
		36,570	253,080	48,062	243,343	9,737		3,000	277	1,395	1,605		6,000	696.2	3,529.4	2,470.6	
		36,360	289,440	32,039	275,382	14,058		3,000	183	1,578	1,422		6,000	463.7	3,993.1	2,006.9	
		36,220	325,660	32,047	307,429	18,231		3,000	184	1,762	1,238		6,000	464.1	4,457.2	1,542.8	
		36,540	362,200	32,036	339,465	22,735		3,000	184	1,946	1,054		6,000	463.7	4,920.9	1,079.1	
		36,190	398,390	32,036	371,501	26,889		3,000	183	2,129	871		6,000	463.6	5,384.5	615.5	
		23,990	422,380	30,956	402,457	19,923		3,000	183	2,312	688	1,200	7,200	440.8	5,825.3	1,374.7	
		44,200	466,580	46,430	448,887	17,693		3,000	274	2,586	414		7,200	661.3	6,486.6	713.4	
			466,580	15,481	464,368	2,212		3,000	92	2,678	322		7,200	220.4	6,707.0	493.0	
累 計		466,580		464,368		2,212	3,000		2,678		322	7,200		6,707.0		493.0	

固化材等の搬入量，使用量およびその累計等を記録する。

書式例－2　セメントミルクの作成結果表

工事監理者	川.試技術者	杭工事管理者

工事名
施工者
施工日
杭番号

固化材の種類を記録

固化材　高炉セメントB種
添加剤 I　ジオリター30
添加剤比重　1.18

液種No.	バッチNo.	水 W (kg)	固化材 C (kg)	ベントナイト B (kg)	添加剤 I (L)	W/(B+C) (%)	I/C (%)
A	1	811	542	0	11.4	149.6	2.48
A	2	812	542	0	11.4	149.8	2.48
A	3	811	542	0	11.4	149.6	2.48
A	4	810	541	0	11.4	149.7	2.49
A	5	811	541	0	11.4	149.9	2.49
A	6	812	540	0	11.4	150.4	2.49
A	7	812	541	0	11.4	150.1	2.49
A	8	811	540	0	11.4	150.2	2.49
A	9	812	542	0	11.4	149.8	2.48
A	10	812	541	0	11.4	150.1	2.49
A	11	812	541	0	11.4	150.1	2.49
A	12	811	541	0	11.4	149.9	2.49
A	13	812	542	0	11.4	149.8	2.48
A	14	811	541	0	11.4	149.9	2.49
A	15	811	541	0	11.4	149.9	2.49
A	16	811	542	0	11.4	149.6	2.48
A	17	810	542	0	11.4	149.4	2.48
B	1	546	897	14	3.8	59.9	0.50
B	2	546	897	13	3.8	60.0	0.50
B	3	545	897	13	3.8	59.9	0.50
B	4	546	896	13	3.8	60.1	0.50
B	5	547	898	13	3.8	60.0	0.50
B	6	546	897	13	3.8	60.0	0.50
B	7	546	897	13	3.8	60.0	0.50

液種No.	バッチ数	水 W (kg)	固化材 C (kg)	ベントナイト B (kg)	添加剤 I (L)	W/(B+C) (%)	I/C (%)
A	17	13,792	9,202	0	193.8	149.9	2.49
B	7	3,822	6,279	92	26.6	60.0	0.50
Total	24	17,614	15,481	92	220.4		

バッチごとの配合結果を記録

練り上がり全体量を記録

書式例－3　セメントミルク吐出量記録

工事監理者	元請技術者	杭工事管理者

工事名	
施工者1	
施工者2	
施工日	
杭番	
号機番号	1号機
杭径(mm)	1,400
工法	先行掘　W形

	配合A（Kg）		配合B（Kg）	
	土量1m3当り	深度1m当り	土量1m3当り	深度1m当り
固化材	300	462.0	1015	1562.0
水	450	692.0	609	937.0
W/C	150	―――	60	―――

削孔開始時間	
削孔完了時間	
所要時間	

	設定深度(m)	基準スラリー量(L/m)	配合
空掘り部	3.50	427	A
一般部	22.60	854	A
先端部	25.20	1,460	B
引上げ部	22.60	730	B

深度 (m)	昇降速度 (m/min)	スラリー吐出量 配合A(L)	配合B(L)	累計(L)
0.00	0.00	0	0	0
1.00	0.12	0	0	0
2.00	0.45	429	0	429
3.00	0.51	449	0	878
3.50	0.50	215	0	1,093
4.00	0.51	430	0	1,523
5.00	0.52	873	0	2,396
6.00	0.49	870	0	3,266
7.00	0.44	867	0	4,133
8.00	0.51	862	0	4,995
9.00	0.50	879	0	5,874
10.00	0.12	861	0	6,735
11.00	0.48	862	0	7,597
12.00	0.50	860	0	8,457
13.00	0.50	858	0	9,315
14.00	0.50	871	0	10,186
15.00	0.47	871	0	11,057
16.00	0.45	875	0	11,932
17.00	0.52	864	0	12,796
18.00	0.51	869	0	13,665
19.00	0.44	877	0	14,542
20.00	0.48	859	0	15,401
21.00	0.47	855	0	16,256
22.00	0.47	861	0	17,117
22.60	0.30	547	0	17,664
23.00	0.24	0	590	18,254
24.00	0.24	0	1,478	19,732
25.00	0.25	0	1,469	21,201
25.20	0.23	0	295	21,496
25.00	0.15	0	82	21,578
24.00	0.46	0	388	21,966
23.00	0.50	0	380	22,346
22.60	0.45	0	159	22,505
23.00	0.45	0	0	22,505
24.00	0.49	0	0	22,505
25.00	0.50	0	0	22,505
25.20	0.46	0	0	22,505
25.00	0.47	0	78	22,583
24.00	0.47	0	372	22,955
23.00	0.48	0	367	23,322
22.60	0.51	0	152	23,474
22.00	0.75	117	0	23,591
21.00	1.00	118	0	23,709
20.00	0.95	104	0	23,813
19.00	1.00	119	0	23,932
18.00	1.00	108	0	24,040
17.00	1.05	111	0	24,151
16.00	1.03	116	0	24,267
15.00	1.02	108	0	24,375
14.00	1.02	119	0	24,494
13.00	0.98	107	0	24,601
12.00	0.95	95	0	24,696
11.00	0.94	21	0	24,717
10.00	1.03	0	0	24,717
9.00	1.13	0	0	24,717
8.00	0.21	0	0	24,717
7.00	1.03	0	0	24,717
6.00	0.98	0	0	24,717
5.00	1.09	0	0	24,717
4.00	1.09	0	0	24,717
3.50	1.07	0	0	24,717
3.00	1.11	0	0	24,717
2.00	1.11	0	0	24,717
1.00	2.14	0	0	24,717
0.00	4.29	0	0	24,717
	合計	18,907	5,810	24,717

セメントミルクの注入開始位置，切替え位置などが把握できるように深度ごとのセメントミルク注入量を表やグラフとして記録する。

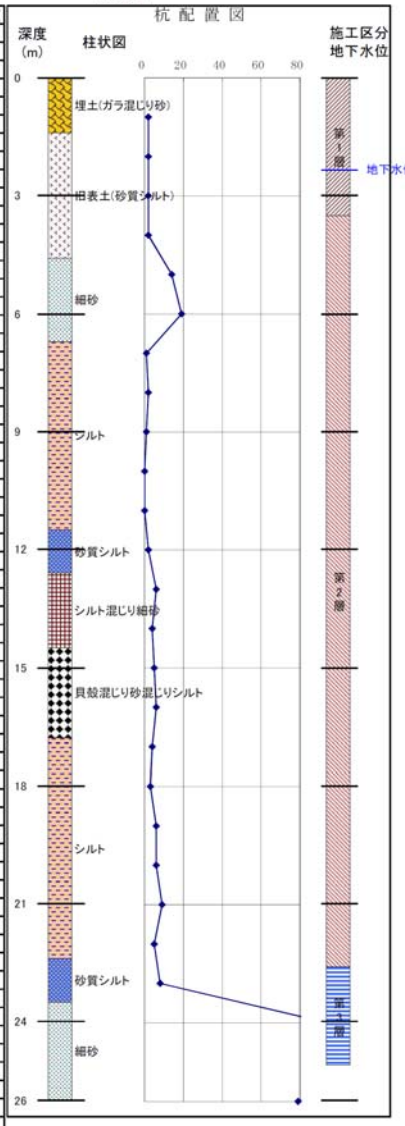
書式例－4　掘削深度とオーガ駆動電流，積分電流値のチャート記録

工事監理者	元請技術者	杭工事管理者

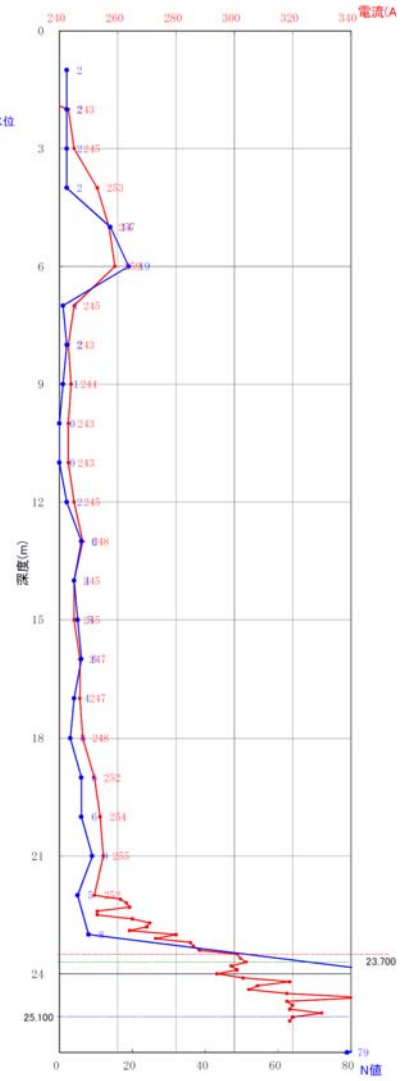
支持層管理記録(掘削電流値記録)

杭番号　　施工日

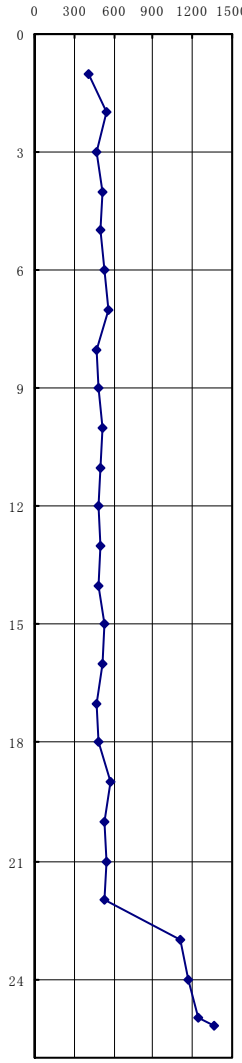
深度	電流値
0	0
1	209
2	243
3	245
4	253
5	257
6	259
7	245
8	243
9	244
10	243
11	243
12	245
13	248
14	245
15	245
16	247
17	247
18	248
19	252
20	254
21	255
22	252
22.1	261
22.2	263
22.3	264
22.4	253
22.5	253
22.6	265
22.7	271
22.8	270
22.9	264
23	280
23.1	273
23.2	285
23.3	286
23.4	288
23.5	301
23.6	302
23.7	304
23.8	299
23.9	301
24	294
24.1	303
24.2	319
24.3	308
24.4	305
24.5	318
24.6	344
24.7	318
24.8	320
24.9	319
25	330
25.1	320
25.2	319



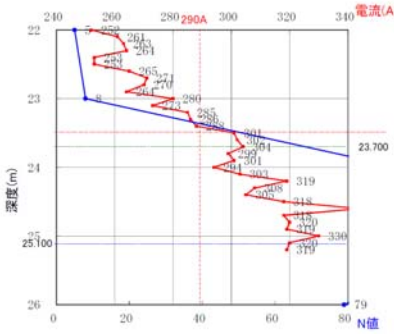
オーガ駆動電流値



積分電流値（A・min/m）



支持層(電流値)評価
①
②
③



設計支持層評価深度：23.436m(TP−21.310m)

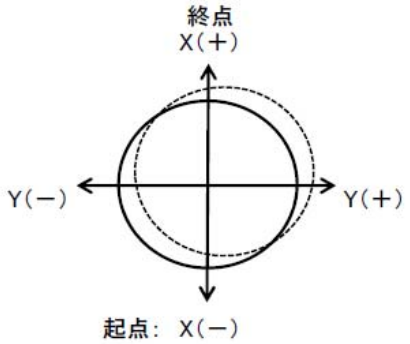
支持層1D確保深度	23.700	m
支持層評価深度	23.500	m
設計掘削深度	25.100	m
支持層評価電流値	290	A
地下水位	2.36	m
記録間隔変更深度	22	m

書式例－5　鋼管ソイルセメント杭の出来形記録

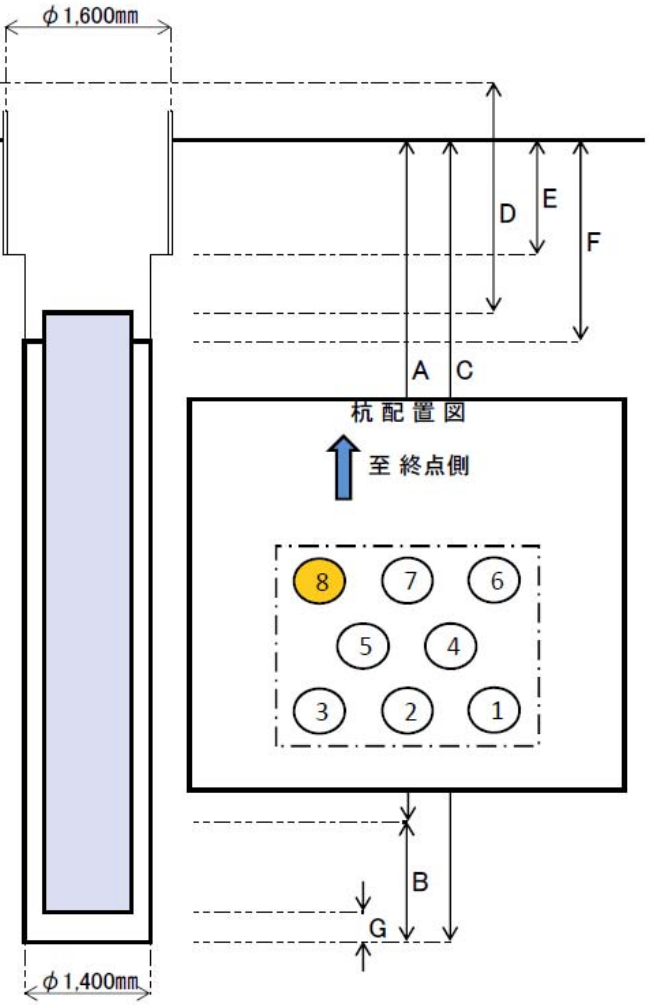
工事監理者	示談技術者	杭工事管理者

杭　番　号　：　　ソイルセメント径：　φ1,400mm
施　工　日　：平成　年　月　日鋼　管　径　：　φ1,200mm
掘削撹拌ヘッド径(実測値)：　φ　　mm

▽基準高さ：　+3.226 m
▽地盤高さ：　+2.126 m
▽先行掘削長：　+1.126 m
▽鋼管天端：　−1.274 m
▽杭天端：　−1.374 m



先端部配合
▽切替え位置：　−20.474 m
設計想定
▽支持層位置：　−21.310 m
▽鋼管下端：　−22.274 m
▽杭床付：　−22.974 m



	管理値	実施値	増減		管理値	実施値	増減
A	22.600	22.600	0.000	D	4.500	4.465	0.035
B	2.500	2.600	0.100	E	1.000	1.000	0.000
C	25.100	25.500	0.400	F	3.500		
				G	0.700	0.730	0.030

※鋼管の水平精度(建込み時)

チェック項目	基準値	実施値	
		X	Y
鋼管の傾斜	1/100	+1/1,000	−1/1,000
偏芯量（mm）	50mm以内	−20	0

※鋼管保持時間：　　分

A:(空掘部+一般部)掘削撹拌(改良)区間
B:先端部掘削撹拌(改良)区間
C:掘削撹拌長
D:基準高より鋼管天端までの長さ
E:先行排土区間
F:空掘部掘削撹拌(改良)区間

書式例－6　現場継ぎ溶接の施工記録

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（鋼管矢板）寸法 （規格　外径×厚さ×長さ）			SKK ／ SKY ／ 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				
		溶接棒またはワイヤの種類・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(MT)	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						

書式例－7　杭の施工記録一覧表

工事監督者	元請技術者	孔工事管理者

施工場所	杭No.	データNo.	鋼管径/杭径-鋼管長(組合せ)（φ.mm－m）	施工月日	掘削深度 (EL.m)	鋼管先端深度 (EL.m)	固化材使用量 (kg)	混和材使用量 (kg)	想定支持層(硬質層) 確認深度 (EL.m)	想定支持層(硬質層) 根入れ深さ (m)	備考
A1	1	10001	φ1300/1500-9.0m(単杭)	7/30	-9.690	-8.890	13,337	468	-6.750	2.14	管理杭
A1	2	10002	φ1300/1500-9.0m(単杭)	7/29	-9.690	-8.890	13,348	466	-6.750	2.14	
A1	3	10003	φ1300/1500-9.0m(単杭)	7/28	-9.690	-8.890	13,349	464	-6.750	2.14	
A1	4	10004	φ1300/1500-9.0m(単杭)	7/30	-9.690	-8.890	13,846	516	-6.750	2.14	
A1	5	10005	φ1300/1500-9.0m(単杭)	7/29	-9.690	-8.890	13,344	461	-6.950	1.94	
A1	6	10006	φ1300/1500-9.0m(単杭)	7/28	-9.690	-8.890	13,854	520	-6.750	2.14	
A1	7	10007	φ1300/1500-9.0m(単杭)	7/30	-9.690	-8.890	13,840	518	-6.750	2.14	
A1	8	10008	φ1300/1500-9.0m(単杭)	7/29	-9.690	-8.890	13,843	520	-6.650	2.24	
A1	9	10009	φ1300/1500-9.0m(単杭)	7/28	-9.690	-8.890	13,335	467	-6.750	2.14	試験杭
						合計	122,096	4,400	所定根入れ深さ 1Dsc(L＝1.5m)		

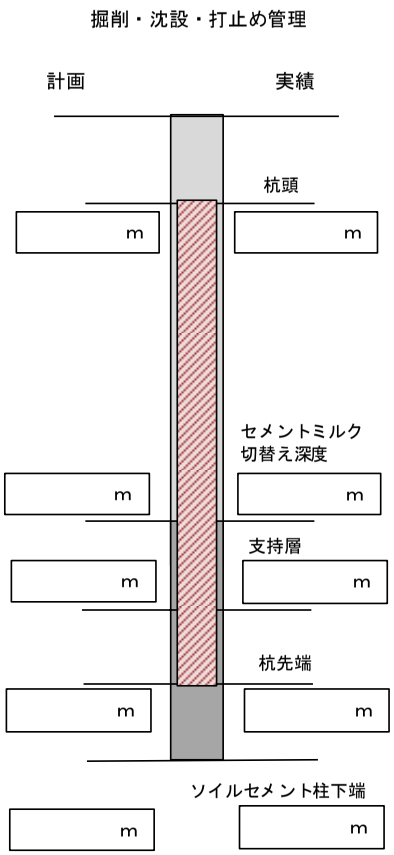
書式例－8　施工管理チェックシート

鋼管ソイルセメント杭工法　施工管理チェックシート

※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。

工事名称							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			確認	具体の値等	写真有無	元請立会有無			
施工管理チェック項目		管理要点							
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	□						
2	施工機器の点検	使用機器の始業点検等を実施 プラント，杭打機，掘削攪拌ヘッド 施工管理装置　等	□						
3	セメントミルク製造	配合管理：プラント設定等の確認	□						
		検査：比重測定の有無	有（　　）・　無						
4	杭心管理	杭心，逃げ杭心位置の確認	□						
		杭建込み，掘削心（管理値：偏心量50mm以内）	□						
5	掘削・沈設管理	杭の傾斜管理　　管理値：1/100以内	□						
		掘削速度　管理値：一般部1.0m/分以下、先端部0.25m/分程度	□						
6	支持層確認	判断根拠：							
	（支持層到達時）	オーガ電流(A)・積分電流値（A･min/m）							
7	セメントミルクの注入量	杭一般固化部　（計画　　m^3以上）		m^3					
		杭先端固化部　（計画　　m^3以上）		m^3					
8	ソイルセメント・セメントミルクの強度	杭一般固化部；未固化試料の採取有無	有　・　無						
		杭先端固化部；ﾌﾟﾗﾝﾄからのｾﾒﾝﾄﾐﾙｸ採取有無	有　・　無						
9	自沈に対する保持処置	保持処置実施の確認，保持（予定）時間	□	hr					
10	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）		UT・RT・PT					
		溶接補修，溶接補修記録の有無		有　・　無					

＜備考・記事＞

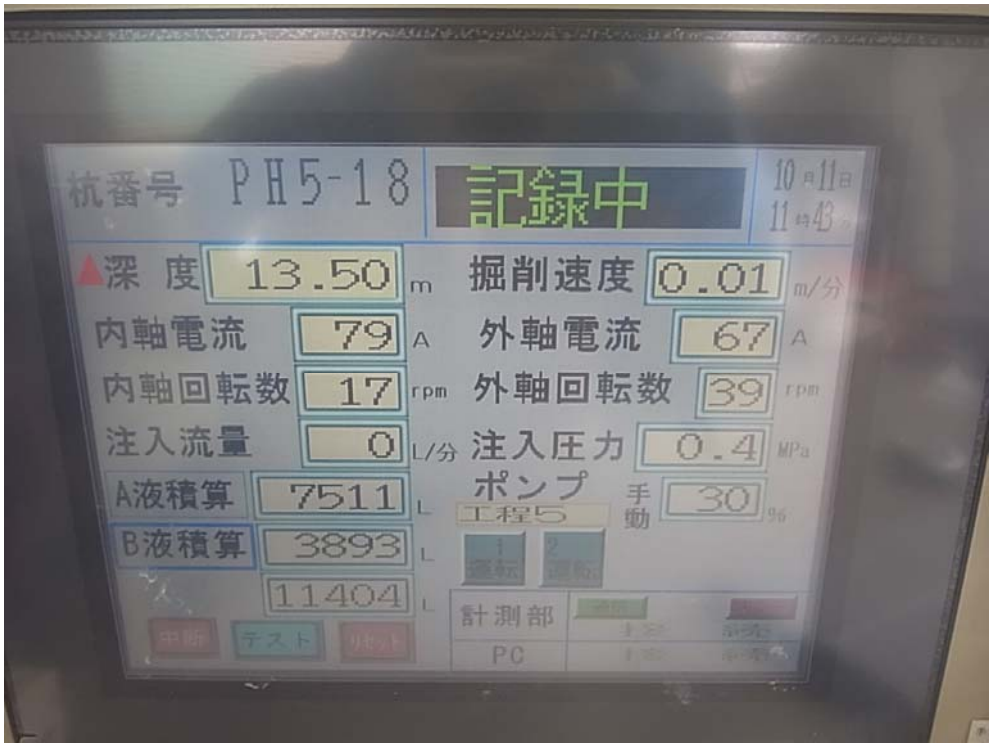


書式例－9　不具合発生時の協議事項記録書

工事名		
設計者		
工事監理者		
施工者	元請	
	杭工事	

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	

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



写真－5.3　施工管理装置のモニター写真の例

６．施工上の問題点と処置・対策

鋼管ソイルセメント杭工法の施工上の問題点と対策の一覧を表－6.1に示す。

表－6.1　鋼管ソイルセメント杭工法の施工上の問題点と対策(1)

現　象	原　因	対　策
１．杭打ち機の転倒	・杭打ち機の選定ミス	・使用機械（オーガ，掘削攪拌ロッド），杭材料等の最大吊荷重から適正な杭打ち機を選定する。
	・地盤の支持力不足	・事前の地盤の支持力調査。必要に応じて敷鉄板の施工や地盤改良の実施。
２．クレーンの転倒	・ブーム角度と負荷荷重のミス ・容量以上の吊上げ	・ブーム角度と吊上げ容量の管理，表示。 ・安全管理項目の教育徹底。
	・地盤の支持力不足・傾斜	・事前の地盤の支持力調査。必要に応じて敷鉄板の施工や地盤改良の実施。
３．掘削攪拌ロッドの転倒	・接合ピンの打込み不良	・根元まで確実な打込み。
４．掘削孔の曲り，掘削が困難	・掘削攪拌ロッドの曲り	・使用前に掘削攪拌ロッド全体の曲りおよびジョイント部の点検。
	・掘削攪拌ロッド建込み時の曲り	・直交２方向よりトランシットなどで，杭打ち機のリーダおよび掘削攪拌ロッドの鉛直度の管理。
	・地中障害物や巨れきの存在	・障害物の撤去。 ・増し杭の検討。
５．杭接合作業時の下杭の沈降	・杭重量が大きくワイヤの滑りによる杭の落下	・吊り治具の検討。 ・杭仕様の再検討。
６．杭の沈設が困難・高止まり	・掘削攪拌ロッドにれきなどのかみ込み	・掘削攪拌ヘッドの変更。 ・プレボーリングによるれきの事前除去。（浅い位置にれきが介在している場合） ・杭径の拡大。
	・掘削抵抗の大きな硬質中間層への掘削が困難	・容量の大きな駆動装置への変更。 ・掘削攪拌ヘッドの変更。 ・沈設速度の抑制。 ・セメントミルク配合の変更。 ・プレボーリングによるれきの事前除去。（浅い位置にれきが介在している場合）
	・地中障害物の存在	・地中障害物の撤去。
	・砂質地盤やシラス地盤での逸水	・増粘剤や逸液防止剤の添加。
７．セメントミルク注入時の圧力の異常	・ノズルおよび注入ホースの目詰まり	・ミキサの清掃の実施。 ・ミキサからの吐出口へのスクリーン設置。 ・セメントミルク注入後のプラントおよびホース内の入念な洗浄。
	・噴出チップの損耗や目詰まり	・チップの点検，試噴射の実施。
	・ジョイントおよびホースからの漏れ	・プラントおよびホース内の入念な洗浄。 ・パッキンの取替え。 ・破損ホースの取替え。

表－6.1　鋼管ソイルセメント杭工法の施工上の問題点と対策(2)

現　象	原　因	対　策
8．杭の傾斜，杭心ずれ	・鉛直度の確認不足	・杭心位置，杭建込み時の鉛直度の測定頻度の増加。
	・地耐力不足による重機自重による側方移動	・地耐力を確認した上で作業地盤を整備。 ・施工の影響を受けにくい場所への逃げ心の設置。
	・施工重機の傾斜	・杭心位置，杭建込み時の鉛直度の測定頻度の増加。
9．現場継ぎ溶接の欠陥 「鋼管杭現場縦継ぎ溶接作業要領」を参照	・溶接環境が不適切	・適切な環境のもとで溶接を行う（気温，降雨，風速等）。必要に応じて風防，雨除け等の対策を行う。
	・溶接条件が不適切	・適切な溶接条件で施工する（電流，電圧，運棒速度等）。
	・溶接ワイヤが吸湿している	・溶接ワイヤの管理を適切に行う。吸湿した場合はワイヤの変形に注意して強制乾燥させる。
	・開先の清掃・乾燥不足	・さび，ほこり，水分等の除去・清掃を確実に行う。
	・裏当て金の設置，目違いの調整，ルートギャップの調整が不適切	・裏当て金の密着，所定の目違い，ルートギャップになるように調整する。
	・溶接工の技量が劣る	・適切な資格と経験を有することを確認する。必要に応じて溶接技量の確認試験を行う。
10．施工完了後の杭の沈下	・鋼管の保持時間の不足	・試験杭にて確認した杭が安定するまでの保持時間に基づく本杭施工の実施。 ・保持装置を徐々に緩める。
	・掘削攪拌ロッドの急速な引上げによるボイリングの発生	・セメントミルクを注入攪拌しながら，1.0m/分程度の速度で掘削攪拌ロッドを引上げる。
11．鋼管の変形・損傷	・鋼管の仮置きで端面が変形	・鋼管の保管時には，管端部を枕木等で受けない。少なくとも管端から50cm程度は離すようにする。
	・吊上げ作業で管端部が変形 ・鋼管の建て起こし，移動時に端面を変形させる ・吊り治具を当てて現場溶接の開先部を傷つける	・鋼管の吊上げでは管端にハッカ等の治具を使用しない。やむを得ず使用する場合は，把持面積の広い治具を用いるなど変形に注意する。 ・鋼管の吊上げ時，杭打ち機への吊り込み時などに，鋼管管端を引きずらないように注意する。 ・シャックル・ハッカ等の吊り治具を管端に当てないように注意する。

【付録Ａ】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－A.1にその化学成分を，表－A.2に機械的性質を，また表－A.3には形状および寸法の許容差の規定について（一社）鋼管杭・鋼矢板技術協会で整理したもの（「鋼管杭・鋼管矢板標準製作仕様書 H23.1」）を示す。

表－A.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－A.1　化学成分

単位 %

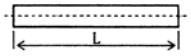
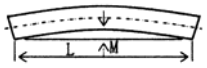
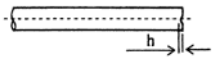
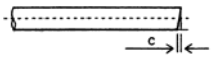
種類の記号	C	Ｓｉ	Ｍｎ	P	S
SKK400	0.25以下	－	－	0.040以下	0.040以下
SKK490	0.18以下	0.55以下	1.65以下	0.035以下	0.035以下
備考）必要に応じて，表記以外の合金元素を添加することができる。					

表－A.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/mm²	降伏点又は耐力 N/mm²	伸び % 5号試験片 管軸直角方向	引張強さ N/mm²	へん平性 平板間の距離(H)（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 *1

*1　JIS では7D/8の規定であるが，鋼管杭・鋼矢板技術協会の推奨仕様としてより厳しい2D/3での保証を標準としている。

表－A.3　形状および寸法の許容差（鋼管杭）

区　　分			許 容 差	摘　　要	記　録
外径 （D）	管端部		±0.5%	外径の測定は周長を用い，周長実測値又はその換算外径のいずれによってもよい。ただし，外径(D)と周長(ℓ)の換算は次の式によって計算する。 外径(D)＝周長(ℓ)÷π ここに，π＝3.1416とする。 ﾀﾞｲﾔﾒｰﾀﾃｰﾌﾟ又は鋼製巻尺	実測値 （外径）
厚さ （t）	厚さ 16mm 未満	外径　500mm未満	＋規定せず －0.6mm	マイクロメータ	実測値
		外径　500mm以上 800mm未満	＋規定せず －0.7mm		
		外径　800mm以上 2000mm以下	＋規定せず －0.8mm		
	厚さ 16mm 以上	外径　800mm未満	＋規定せず －0.8mm		
		外径　800mm以上 2000mm以下	＋規定せず －1.0mm		
長さ（L）			＋規定せず 0　※	 ※受渡当事者間の協定によって， ＋規定せず，-50mmを適用してもよい	実測値
横曲がり（M）			長さ(L)の0.1%以下 ただし，長さ(L)が6m未満は6mm以下		合　否 (Good表示)
現場円周溶接部となる 端面の平面度（h）			2mm以下		合　否 (Good表示)
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		合　否 (Good表示)
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	$OR=100\times\lvert D_{45^\circ}-D_{135^\circ}\rvert/Dnom$ （Dnomは公称外径）	合　否 (Good表示)
現場円周溶接部の目違い ※現場円周溶接を行う2本の単管の管端における外径（周長換算値）の差をいう			外径区分(mm)	許容値(mm)	合　否 (Good表示)
			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	

【付録Ｂ】配合試験要領

鋼管ソイルセメント杭は，セメントミルクを注入しながら原位置土と攪拌してソイルセメント柱を造成し，その内部に鋼管を沈設した合成杭である。ソイルセメント柱の発現強度は，原位置土の性状や原位置土に注入するセメントミルクの配合により変化する。また，ソイルセメント柱に鋼管を沈設する際の施工性は，ソイルセメントの流動性により変化する。ソイルセメント柱の品質を確保し確実に施工するためには，ソイルセメント柱の現場強度が必要強度を満足すること，鋼管を沈設する際のソイルセメントの流動性を確保することが重要である。そのため，鋼管ソイルセメント杭の施工前には全件を対象に，強度や凝結性，施工性を確認するための室内配合試験を下記要領に準拠して行うことを原則とする。ただし，隣接工区などにおいて，同様とみなせる地盤で過去に配合試験が実施されている場合は，その結果を用いてもよい。

1.　対象土質

室内配合試験を実施する土質は，杭一般固化部の土質の中で最も強度が出にくいと考えられる沖積粘性土や泥炭，腐植土などを対象とする。ただし，対象土層が層厚1m 程度に満たない極端に薄い層の場合および互層の場合は混合試料を用いて行う。

2.　試験数量

配合試験の試験数量は，１対象土質について基準配合を基本とし，固化材料３種類程度の配合に対して添加剤の量または水セメント比のいずれかを2種類程度変化させた６配合を標準とする。一軸圧縮試験は６配合に対して材令７日，２８日の２材令で行うことを標準とする。１回の試験で３供試体を要すことから，供試体は３６体作成する必要がある。針貫入抵抗試験またはベーン試験は，各配合で実施することを標準とする。

3.　供試体作成方法

供試体作成方法は，「安定処理土の締め固めをしない供試体作成方法」地盤工学会基準（JGS 0821-2009）による。

4.　一軸圧縮試験の方法

ソイルセメントの一軸圧縮試験方法は「土の一軸圧縮試験方法」（JIS A 1216）または「コンクリートの圧縮試験方法」（JIS A 1108）による。

5.　針貫入抵抗試験およびベーンせん断試験

針貫入試験は，「コンクリート用化学混和剤　付属書１　コンクリートの凝結時間試験方法」（JIS A 6204）をもとに貫入抵抗を測定し，ベーンせん断試験は，「原位置ベーンせん断試験方法」地盤工学会基準（JGS 1411 2012）をもとにせん断抵抗を測定する。

6.　配合選定基準

6-1　一軸圧縮強度

（１） 必要強度（Fc）

杭一般固化部においては，ソイルセメントと突起（リブ）付き鋼管との付着力が，ソイルセメントと地盤との摩擦力を上回る必要がある。この関係式を式（１）に示す。

$$\pi \cdot D_{sp} \cdot \tau_{sp} \geqq \pi \cdot D_{sc} \cdot \tau_{sc} \qquad \cdots (1)$$

ここに

D_{sp} ：鋼管径(m)
D_{sc} ：ソイルセメント柱径(m)
τ_{sp} ：ソイルセメントと鋼管の付着強度(kN/m^2)
$\tau_{sp} = 0.4\, q_u$
q_u ：ソイルセメント柱の一軸圧縮強度(kN/m^2)
τ_{sc} ：ソイルセメントと地盤の摩擦強度(kN/m^2)

式（１）より

$$q_u \geqq \frac{1}{0.4} \cdot \frac{D_{sc}}{D_{sp}} \cdot \tau_{sc} \qquad \cdots (2)$$

杭一般固化部に必要な一軸圧縮強度Fcは，式（２）で$Fc = q_u$として求める。

q_uを求める際のτ_{sc}については，「道示Ⅳ」において鋼管ソイルセメント杭工法における最大周面摩擦力度の最大値が200kN/m^{2}とされていることを勘案して以下の値とする。

砂質土の場合：τ_{sc}=200kN/m^2

粘性土の場合：τ_{sc}=150kN/m^2

ただし，対象土層に N 値15を超える粘性土が存在する場合には，設計上必要な摩擦強度を考慮の上，設定することとする。

（２） 現場平均強度（$\overline{q_{uf}}$）

現場で造成されるソイルセメント柱の強度は，セメント系固化材を用いた地盤改良工法と同様にバラツキが生じる。このため，現場強度のバラツキは正規分布するものとして，現場で造成されるソイルセメントの現場平均強度$\overline{q_{uf}}$は，不良率を考慮して設定する。

$$Fc = (1 - m \cdot V_{quf}) \cdot \overline{q_{uf}} \qquad \cdots (3)$$

ここに

Fc ：必要強度(kN/m^2)
V_{quf} ：変動係数
m ：不良率より定まる定数
$\overline{q_{uf}}$ ：現場平均強度（各現場における現場強度の平均値）

ここで，変動係数はこれまでの実績から0.3とし，不良率は「改訂版 建築物のための改良地盤の設計および品質管理指針 - セメント系固化材を用いた深層・浅層混合処理工法 - 」（日本建築センター）（p198 - 199）を参考とし，m＝1.3とする。

以上より，現場平均強度 $\overline{q_{uf}}$ は

$\overline{q_{uf}} = Fc/(1-1.3\times0.3)$　　(kN/m^2)　　・・・（４）

となる。

（３） 室内目標強度（q_{ult}）

室内配合試験で得られたソイルセメント室内強度（以下，室内強度 q_{ul} という）と実際地盤で造成されたソイルセメント現場強度（以下，現場強度 $\overline{q_{uf}}$ という）とは，一般的にその混合条件，養生条件などの違いにより一致しない。

この現場強度と室内強度の強度比は，これまでの実績から以下とする。

・粘性土系；(現場強度 $\overline{q_{uf}}$）/（室内強度 q_{ul}）＝1/2

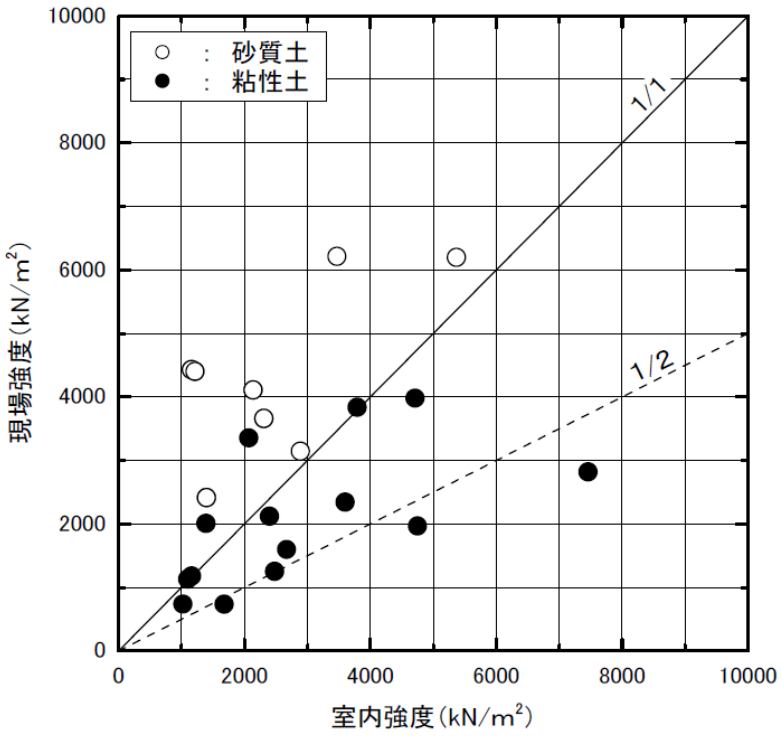
・砂質土系；(現場強度 $\overline{q_{uf}}$）/（室内強度 q_{ul}）＝1/1

図－B.1に室内強度 q_{ul} と現場強度 $\overline{q_{uf}}$ との関係を示す。

これより，室内目標強度 q_{ult} は，以下のように設定する。

q_{ult} ＝2・$\overline{q_{uf}}$ （粘性土系）

1・$\overline{q_{uf}}$ （砂質土系）



図－B.1　配合強度と現場強度との関係

（４） 判定基準

一軸圧縮強度試験の合否判定は，レディーミクスト・コンクリート（JIS A 5308）の強度試験にならい，3体の試験の平均値が室内目標強度以上でかつ，個々の強度が室内目標強度の85％以上を合格とする。これを満たさない場合は不合格とし，配合を見直して再度室内配合試験を行う。

6-2　針貫入試験およびベーンせん断試験

ソイルセメントの流動性については，

①　ソイルセメントと突起（リブ）付き鋼管との付着が良好であること

②　鋼管を沈設する際の施工性が良好であること

を考慮して設定する。具体的な設定値は，施工方法や施工機械，施工実績等により異なるため，杭工事会社にヒアリングのうえ決定する。

7.　サンプリング土量

一軸圧縮試験（物理試験を含む，供試体50×100㎜）と同時に，針貫入抵抗試験，またはベーンせん断試験（供試体φ150×150㎜）を行う場合，試験に最低必要なサンプリング土量は，下記のように15.2（リットル/1シリーズ）となる。

一軸圧縮試験（物理試験を含む）

φ5㎝×10㎝のモールド使用時

必要試料　モールド体積（m^3）×３水準×２材令×供試体数（３体）×係数

$=(0.05/2)^2\times\pi\times0.1\times3\times2\times3\times1.5$

≒0.0056（m^3/1シリーズ）＝5.6（リットル/1シリーズ）

針貫入抵抗試験およびベーンせん断試験

φ15㎝×15㎝のモールド使用時

必要試料　モールド体積（m^3）×３水準×供試体数（１体）×係数

$=(0.15/2)^2\times\pi\times0.15\times3\times1\times1.2$

≒0.0096（m^3/1シリーズ）＝9.6（リットル/1シリーズ）

8.　土質試料採取方法と採取時期

配合試験の土質試料は，杭施工前の土質調査時に採取されるのが一般的であるが，対象とする土層が比較的浅い場合には，直接掘削して採取されることもある。いずれにしても，圧縮強度試験の結果判定までに時間を要すことから，不合格となる可能性も考慮して，杭施工の工程に影響が生じないよう余裕をもって採取する必要がある。

【付録Ｃ】鋼管ソイルセメント杭の被圧地下水条件での施工例

No	工事名称	場所	施工時期	杭仕様			被圧水頭 地表面上
				杭径 (mm)	鋼管径 (mm)	鋼管長 (m)	
1	石巻浄化センター沈砂池・ポンプ棟工事	宮城県	H06.06	1000	800	66.0	7.6m
2	太田川耐震対策河川工事 仿僧川水門基礎	静岡県	H07.03	1000	800	23.5	4.5m
3	太田川耐震対策河川工事 仿僧川水門基礎（２期）	静岡県	H11.01	800	600	15.5	2m 以上
4	替佐３号橋工事第３工区	長野県	H12.12	1000	800	21.5	6m
5	替佐３号橋工事第２工区	長野県	H12.12	1000	800	9.5	6m
6	替佐３号橋工事第４工区	長野県	H12.12	1000	800	36.5	6m
7	出雲バイパス　新内藤川橋下部工事	島根県	H13.3	1000	800	43.5	1.5m
8	第二東名高速道路　下糟屋地区基礎工事	神奈川県	H13.9	1200	1000	16.0	1m
9	出雲バイパス　大津高架橋下部第３工事	島根県	H14.6	1000	800	46.0	3m
10	出雲バイパス　大津高架橋下部第４工事	島根県	H14.6	1000	800	44.0	3m
11	出雲バイパス　大津高架橋下部第７工事	島根県	H14.10	1000	800	42.5	3m
12	佐野川橋下部工工事	長野県	H14.11	1000	800	32.0	2m
13	美浜東 BP 佐柿高架橋下部工事	福井県	H16.2	1000	800	12.5	2.5m
14	佐野川橋下部工事	長野県	H16.6	1000	800	25.5	2.7m
15	国道１１７号下水内郡豊田村替佐３号橋工事（Ａ１橋台）	長野県	H16.9	1000	800	7.0	6m
16	上古橋拡幅工事	福井県	H17.1	800	600	38.0	3m
17	国道１１７号下水内郡豊田村替佐３号橋工事（Ｐ１橋台）	長野県	H16.9	1000	800	9.5	6m
18	北陸幹（黒・富）上市竹鼻ＢＬ他工事その１	富山県	H18.10	1400	1200	37.5	5.0m
19	圏央道谷川橋下部その１工事	千葉県	H19.9	1000	800	7.5	１ｍ
20	北陸幹（黒・富）上市竹鼻ＢＬ他工事その２	富山県	H19.10	1500	1300	41.0	5m
21	圏央道谷川橋下部その２	千葉県	H20.6	1000	800	9.5	1m
22	北陸新幹線富山水橋下砂子坂高架橋	富山県	H20.12	1500	1300	39.0	3m
23	秦野市大根川ポンプ場建設工事	神奈川県	H21.11	1200	900	34.5	6.5m
24	北海道新幹線　大野川橋りょう他	北海道	H22.01	1500	1300	24.5	4.5m

※（一社）鋼管杭・鋼矢板技術協会；鋼管杭・鋼管矢板基礎の設計と施工「道路橋示方書・同解説 Ⅳ下部構造編（平成24年)」鋼管杭・鋼管矢板に係る改定のポイント，平成24年8月　から引用

【付録Ｄ】掘削抵抗値における支持層確認例

■実地盤の支持層深度より下方でセメントミルク仕様を切替えた事例（φ1200/1000）

本事例は，他のボーリング結果から支持層の傾斜を想定して杭長が 1m 程度長く設計されたため，実地盤の支持層以深でセメントミルクの仕様が切換えられたものである。

土質柱状図と掘削速度，オーガ駆動電流値および積分電流値の施工記録を図-D.1 に示す。

深度 0～11m 付近　：N 値の小さな埋土および沖積粘土を主体とした地層であるため，オーガ駆動電流値および積分電流値は比較的小さい。

深度 11～25m 付近　：N 値の増加に伴い，オーガ駆動電流値および積分電流値ともに若干増加する。

深度 25～28m 付近　：土質柱状図の地層境界（支持層）深度付近でオーガ駆動電流値および積分電流値が上昇している。深度 25.6m では杭先端固化部造成のために掘削速度を 0.25m/分に切り替えたことにより，電流値は相対的に値が小さくなり，積分電流値は相対的に値が大きくなっている。その後の最終深さまでの掘削過程において，オーガ駆動電流値および積分電流値ともに速度の切り替え直後の値に対し同等以上の値で推移していることから，当該杭の先端は支持層に到達していると判断できる。

支持層相当深度での掘削施工時にオーガ駆動電流値および積分電流値が上昇する変化点が確認されること，変化後の積分電流値の値が 15A･時/m 程度を連続して超えることを確認することなどを本事例における管理指標とした。

また，あわせて支持層掘削時のオーガ駆動音や機械振動なども参考とした。

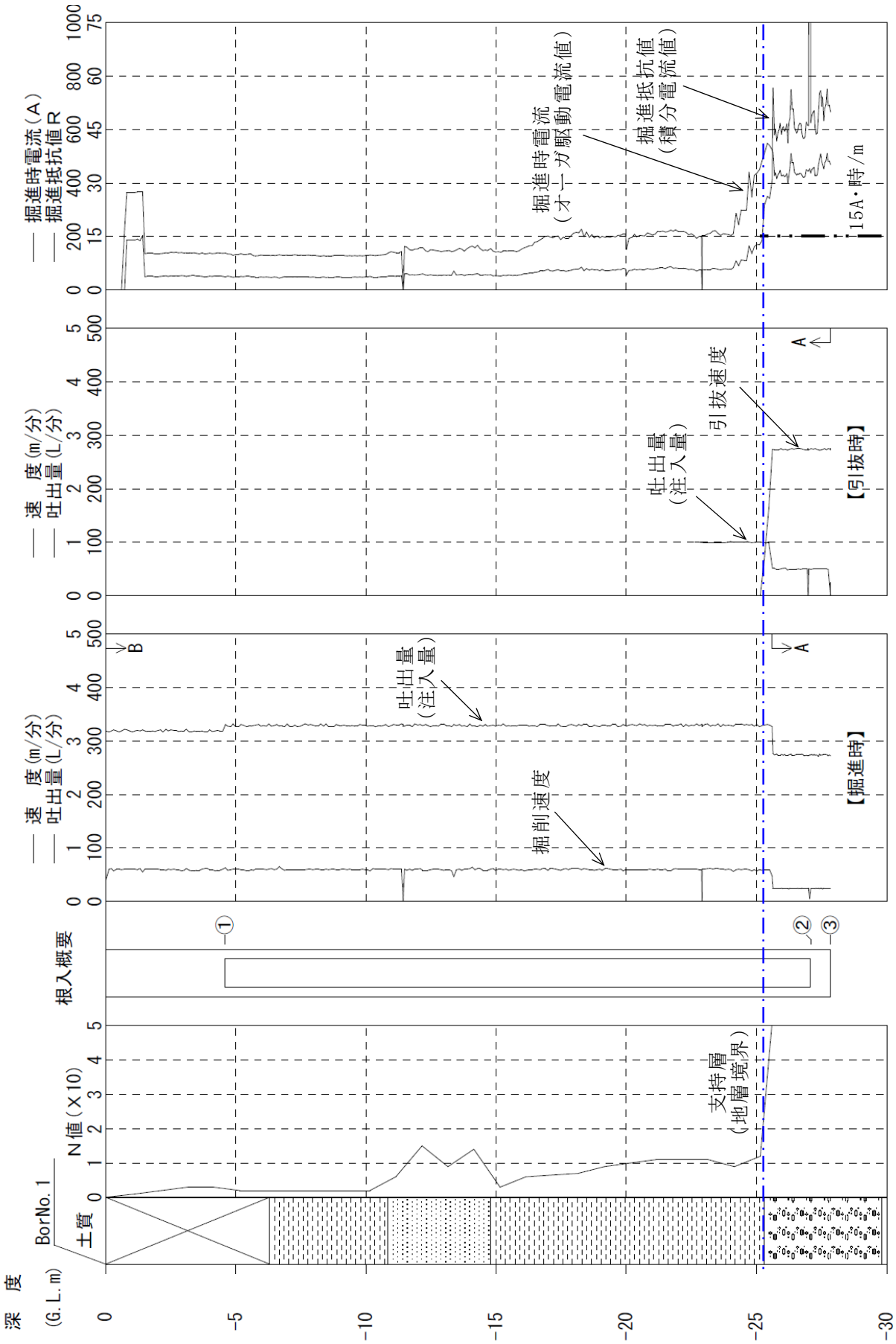

深　度
(G.L.m)
BorNo.1
土質
N値(×10)
根入概要
支持層
(地層境界)
掘削速度
吐出量
(注入量)
【掘進時】
引抜速度
【引抜時】
掘進時電流
(オーガ駆動電流値)
掘進抵抗値
(積分電流値)
15A・時/m
速　度(m/分)
吐出量(L/分)
掘進時電流(A)
掘進抵抗値R

図-D.1　施工記録例

JASPP Technical Library　－施工－　⑤

鋼管ソイルセメント杭工法
施工管理要領
【Edition 1.0】

施工管理普及委員会
鋼管ソイルセメント杭工法施工管理要領作成ワーキンググループ

ワーキング長	松井　良典		
委員	江口　宏幸	委員	今井　康幸
委員	菊池　俊介	委員	笠井　弘幸
委員	高田　雄大	委員	堀切　節
委員	田中　隆太	委員	三上　博英
委員	藤井　義法	委員	矢田　哲也
委員	水谷　太作		

＜改訂履歴＞
【Edition 1.0】　：　平成 29 年 3 月　新版発行

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