

杭基礎施工便覧について

杭基礎施工便覧 目次

I. 総論

1. 便覧の目的と適用範囲 **【記載の充実】**
2. 道路橋基礎に関する調査, 設計, 施工の流れと関係 **【新たに記載】**
3. 工法の特徴と施工法の概要 **【記載の充実】**
4. 施工前の留意事項 **【記載の充実】**
5. 施工計画 **【記載の充実】**
6. 施工管理 **【記載の充実】**

II. 各論

1. 既製杭工法 **【記載の充実】**
2. 場所打ち杭工法 **【記載の充実】**

参考資料

既製杭工法・場所打ち杭工法 共通事項

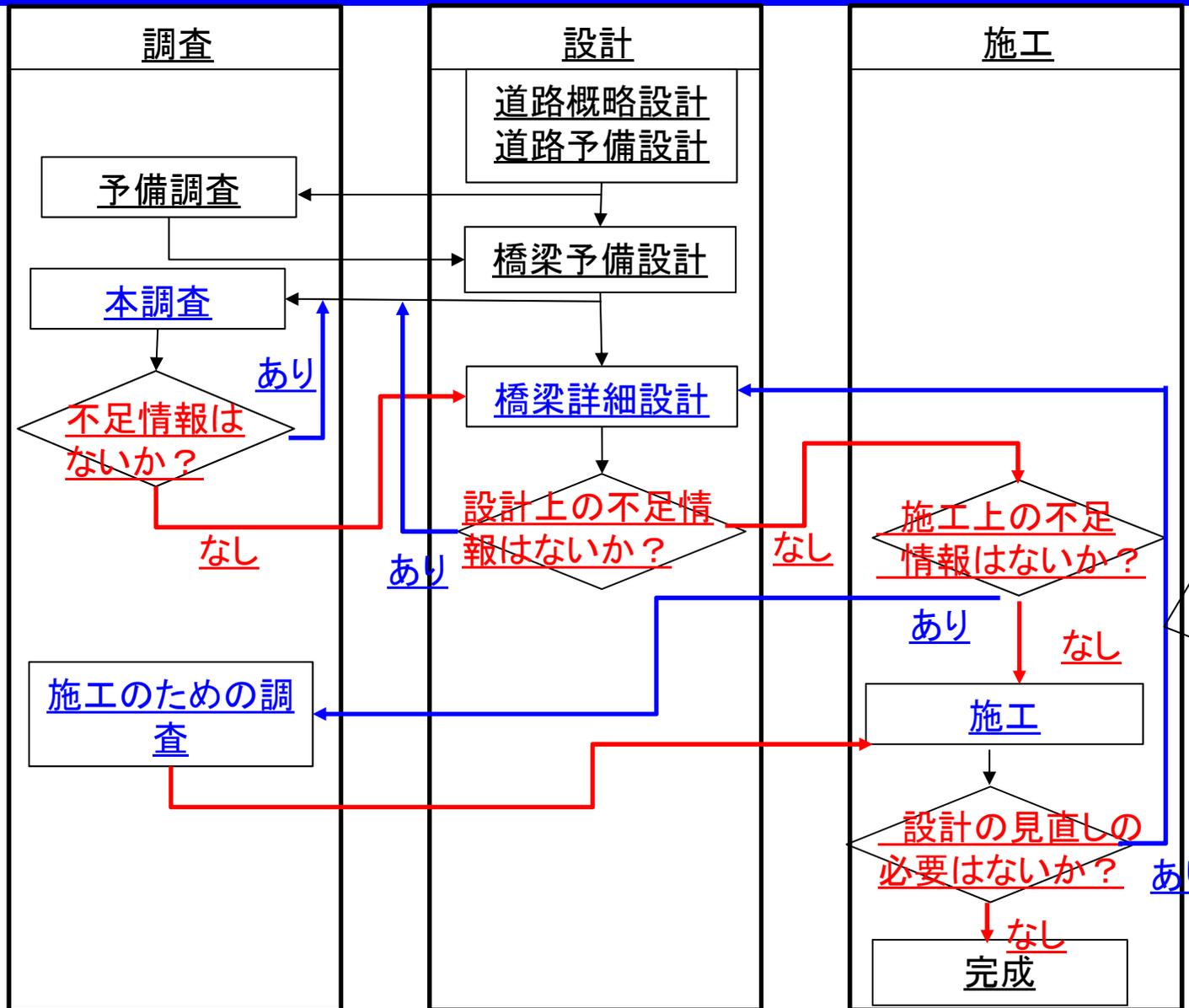
I. 総論

2. 道路橋基礎に関する調査, 設計, 施工の流れと関係

- ・ 不具合等を防ぐためには、調査、設計、施工が各段階で各者が行うべきことを実施するだけでなく、道路管理者、調査者、設計者、施工者が相互に緊密に連携し、必要に応じ調査等に立ち戻ることもしながら進めることが重要。

⇒道路概略設計から道路橋が完成するまでの一般的な調査・設計・施工の流れを新たに記載。また、各段階で不足する情報を補うための調査やそれぞれの留意点を記述。

2. 道路橋基礎に関する調査, 設計, 施工の流れと関係



・道路管理者, 調査者, 設計者, 施工者が相互に緊密に連携しながら進めることが重要

・施工の変更等があった場合は適宜, 設計の見直しへフィードバックすることが必要であることを明確化。

I. 総論 5. 施工計画

5. 3 工程計画

5. 3. 1 要員計画

・杭基礎の施工に関する専門的な技術力を有する施工管理者の配置等が十分なことにより施工時に不具合を生じる場合がある。

⇒杭の施工を管理する責任者は基礎の施工に関する専門的な知識、経験等の技術力を有するものとすることを記載。

例えば、次のような者が該当

- ・基礎施工士などの資格を有する技術者
- ・杭の施工に関する講習等を受講し所要の知識、経験等を有する技術者

I. 総論 6. 施工管理

6. 1 試験杭

試験杭での確認事項・記録方法等の充実

- ・H24道示改定で、各基礎(橋脚・橋台位置)で必ず実施することを明記。
(道示IV 18. 3、19. 3)
 - ・杭の施工に際しては、施工品質の確保や施工中の不具合防止のため、想定した施工法での施工が可能か、支持層の深さ等が設計で想定した状況と異なっていないか、施工管理方法に問題がないかの確認をあらかじめ行うことが重要。
 - ・支持層への未到達、杭体の低止まり、地下水流による杭体欠損等の不具合防止のため、試験杭で施工法の適用性検証および支持層判定指標等の施工管理方法を定めるとともに、品質確認のため所要の記録をとることが重要。
- ⇒位置や本数など試験杭の方法、支持層の判定・杭の保持時間など試験杭での確認事項、記録方法など記述を大幅に追加・見直し。

試験杭の位置と本数など

- ・支持層の深度が極端に変化している可能性がある場合は、1本の試験杭のみの結果で施工管理のための情報を判断すると、例えば支持層に支持されない杭が構築され、基礎の傾斜や沈下といった不具合を生じるおそれ。

⇒1本だけで施工管理のための十分な情報が得られない場合は、次に施工する杭も試験杭として実施することで不足する情報を補足し、以降の杭施工に反映することを推奨。

⇒支持層の深度が極端に変化している可能性がある場合、3次元的な地形変化を推定するため、ボーリング調査をあらかじめ複数箇所で行うのがよいが、試験杭についてもボーリング調査箇所に近い位置で実施することを推奨。

I. 総論 6. 施工管理

6. 4 先端支持にかかわる施工管理

6. 4. 2 支持層の確認(1/2)

- 同一基礎内であっても、支持層の傾斜や支持層上面の不均質性により、平面位置の若干の違いで支持層までの深さが異なる場合がある。
- 試験杭と同じ杭長で一律に本杭を施工すると、一部の杭が支持層に到達せず、結果として不等沈下を生じる場合がある。

⇒支持層の確認は、あらかじめ試験杭において定めた判断方法に基づいて、本杭においても1本1本適切に行う。

⇒各工法における支持層確認に関する記述を充実。

I. 総論 6. 施工管理

6. 4 先端支持にかかわる施工管理

6. 4. 2 支持層の確認(2/2)

- 本杭で支持層を確認した結果，設計で考慮した支持層位置より深いまたは浅い場合が生じる。

⇒必要に応じて支持層の3次元的な広がりを把握するためのボーリング等による地盤調査を補足するとともに，それらの結果を設計へ反映することが必要。

I. 総論 6. 施工管理

6.1 試験杭 ほか

施工管理・記録の充実・高度化

・施工管理や記録が不十分な場合，施工品質が不確かになるとともに不具合発生時の原因特定が困難に。

⇒ **施工管理項目・記録に関する記述を充実**させるとともに，埋込み杭工法，回転杭工法，場所打ち杭工法において**合理的な施工管理・記録が可能となる施工管理装置の使用を推奨**。(I .総論-p.51)

⇒ 中掘り杭工法コンクリート打設方式における先端処理方法など，**品質向上に資する施工方法や管理方法に関する記述を充実**。(II . 各論-1.3～2)

既製杭工法について

I. 総論 3. 工法の特徴と施工法の概要

II. 各論 1. 既製杭工法

回転杭工法

- 低騒音・低振動で、斜杭への適用性が高く、従来の基礎工法では困難な被圧地下水を有する地盤などにも適用可能な回転杭工法が開発され、適用が進んできている。

⇒H24道示IVで回転杭の設計・施工が新たに規定

⇒施工便覧においても、これまでの参考資料から内容充実のうえ本編へ
(道示改定への対応や共通事項の加筆修正)



回転杭と回転杭工法の施工状況の例

I. 総論 6. 施工管理

6. 1 試験杭

6. 1. 1 既製杭工法：試験杭の目的

下記項目の調査，確認，判定を行い，以降の施工管理に必要な資料を得る

- ① 予定の支持層まで所定の精度で杭を破損させることなく施工できるかの確認
- ② 施工時に困難が予想されるところで施工できるかの確認
(打抜きが必要な中間層等)
- ③ 支持層の判定指標等の条件を総合的に設定
 - 打込み杭工法：打撃回数，打止め時の貫入量・リバウンド量（動的支持力）等
 - 埋込み杭工法：掘削時のオーガ駆動電流値や積分電流値，掘削土等
 - 回転杭工法：回転抵抗値（電流値やトルク値）等
- ④ 適切な仕様の施工機械の選定
 - 打込み杭工法：杭打ち機やハンマなど
 - 埋込み杭工法：圧入装置やスパイラルオーガなど
 - 回転杭工法：回転貫入機

I. 総論 6. 施工管理

6. 1 試験杭

6. 1. 1 既製杭工法：試験杭の目的

⑤ 建込み，打込み，回転貫入，沈設，先端根固め，保持，現場溶接継手等に要する時間を調査・記録し，施工能率を判定。
特に，杭が自沈に対して安定するまで所定の位置で保持に必要な保持時間の確認（中掘り杭工法（セメントミルク噴出攪拌方式），プレボーリング工法および鋼管ソイルセメント杭工法）

⑥ 地下水位，湧水量の調査。掘削方法，掘削管理方法の検討

⑦ 伏流水，被圧水の有無とその程度の把握

⑧ ガス発生，酸素欠乏状態の地層の有無とその程度の把握

⑨ 障害物の存在等の調査

⑩ 必要杭長の確認

⑪ 地盤条件に適合した杭先端形状を選定。杭先端補強バンド，またはフリクションカッターなどの要否の判定

⑫ 施工時に生じる騒音・振動等の状況の確認

⑬ 拡翼の事実の確認（杭先端根固部で拡大掘りを行う場合）

追加項目

I. 総論 6. 施工管理

6. 1 試験杭

6. 1. 1 既製杭工法：(6)測定項目と報告(1/2)

- 支持層の確認は、試験杭で支持層判定等の管理指標を明確にしておくことが必要。
 - 中掘り杭工法(最終打撃方式以外)、プレボーリング杭工法、鋼管ソイルセメント杭工法
 - ⇒ 支持層付近で掘削速度を極力一定に保った状態での掘削抵抗値(オ一ガ駆動電流値, 積分電流値)を測定・記録。
 - 回転杭工法
 - ⇒ 支持層付近での杭の貫入量, 施工機械の回転速度・押込み力を極力一定に保った状態での回転抵抗値(電流値, トルク値)を測定・記録。
- 掘削速度等の施工状態を一定に保つのは, 電流値(あるいは油圧値)が地盤の硬軟だけでなく, 掘削速度等にも依存し, 電流値の大きさだけでは支持層確認の管理が容易でないため。

I. 総論 6. 施工管理

6. 1 試験杭

6. 1. 1 既製杭工法:(6)測定項目と報告(2/2)

- 中掘り杭工法(セメントミルク噴出攪拌方式), プレボーリング杭工法および鋼管ソイルセメント杭工法は, 杭の設置後すぐには先端や周面の抵抗が十分発揮されず既製杭が自重等により所定の位置以深に沈下する場合がある。

⇒杭が所定の位置で安定するまでに必要な**保持しておくべき時間を確認し, これを記録することが必要。**

- 拡大掘削する工法においては, 掘削ヘッドの拡翼が確実に行われていることも合わせて確認が必要。

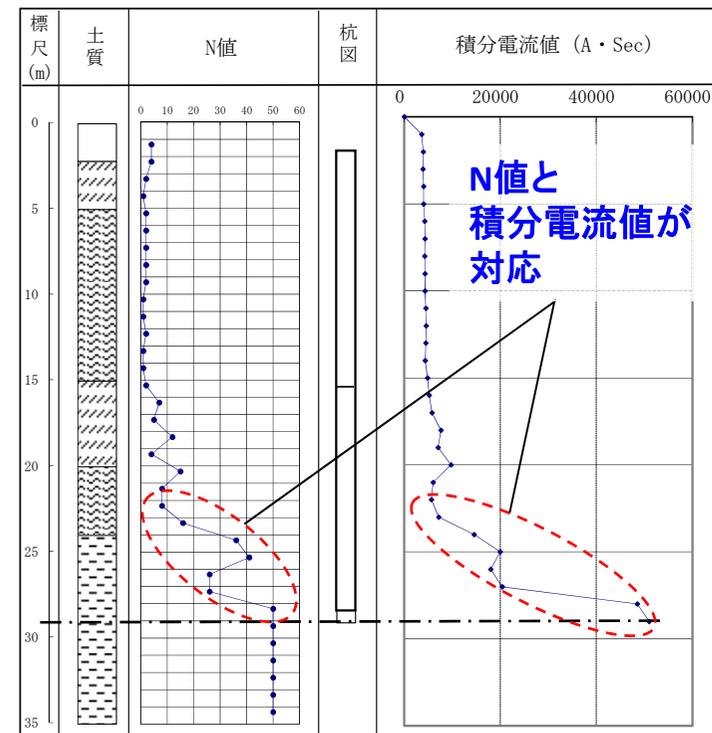
Ⅱ. 各論 1. 既製杭工法

埋込み杭工法: 支持層の確認

- 支持層への未到達による下部構造の沈下・傾斜などの不具合事例を受け, 支持層確認の記述を充実。

⇒埋込み杭工法では, 支持層付近で掘削速度を極力一定に保った状態での掘削抵抗値(オーガ駆動電流値, 積分電流値)を測定・記録することを明記。

⇒掘削抵抗値とN値の変化を対比し, 支持層上部よりも掘削抵抗値が増加していることから判断。



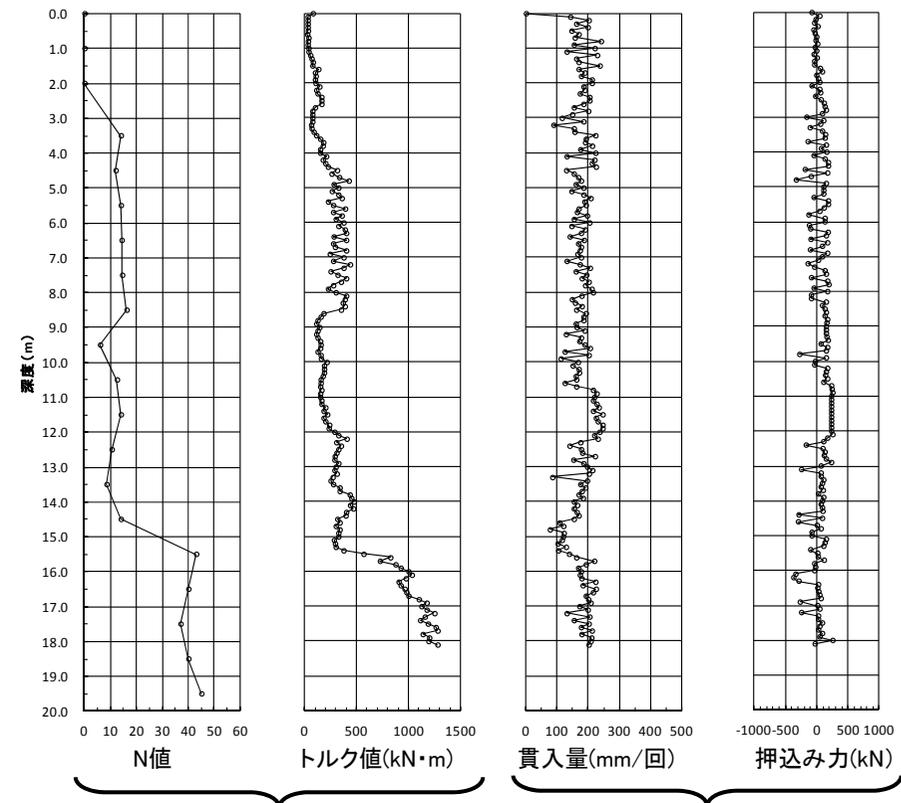
試験杭の施工管理記録の例
(積分電流値の測定結果)
(便覧 P66より一部抜粋)

Ⅱ. 各論 1. 既製杭工法 回転杭工法: 支持層の確認

- 支持層への未到達による下部構造の沈下・傾斜などの不具合事例を受け, 支持層確認の記述を充実。

⇒ 回転杭工法では, 支持層付近での杭の貫入量, 施工機械の回転速度・押込み力を極力一定に保った状態での回転抵抗値(電流値, トルク値)を測定・記録することを明記。

⇒ 回転抵抗値とN値の変化を対比し, 支持層上部よりも回転抵抗値が増加していることから判断。



類似

一定

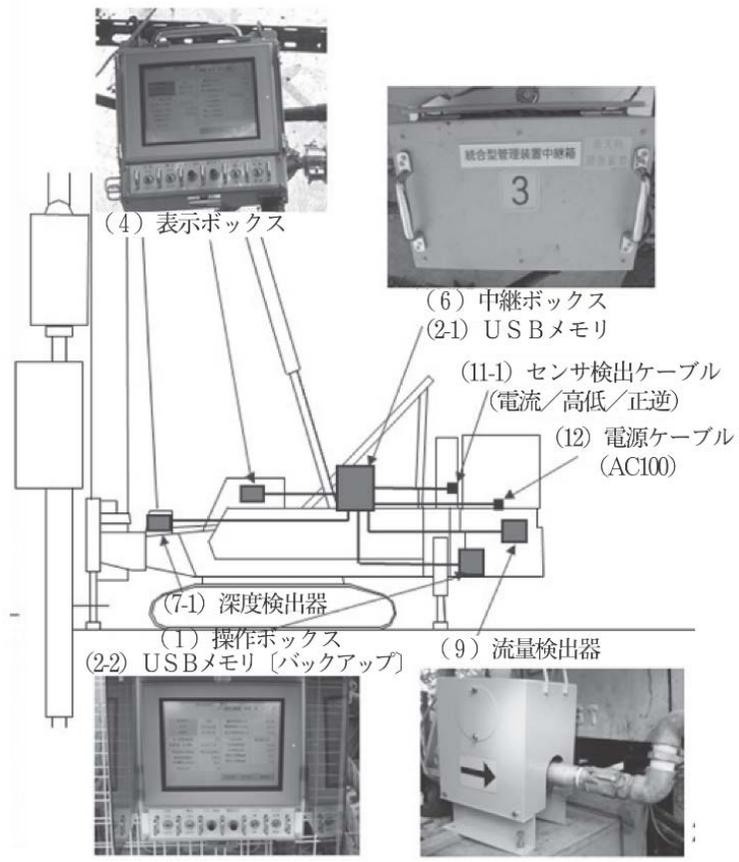
回転杭工法における試験杭の施工記録の例
(便覧 P67より一部抜粋) 19

Ⅱ. 各論 1. 既製杭工法 埋込み杭工法・回転杭工法: 施工管理装置

• 施工管理や記録が不十分な場合, 施工品質が不確かになるとともに不具合発生時の原因特定が困難に。

⇒ **合理的な施工管理・記録が可能となる
施工管理装置の使用を推奨。**

⇒ 測定項目における施工管理装置での管理の必要性と適性を勘案して構成



施工管理装置の構成例

Ⅱ. 各論 1. 既製杭工法

埋込み杭工法・回転杭工法: 施工管理装置

- 中掘り杭工法

中掘り掘削・沈設およびセメントミルク噴出攪拌方式の根固部の築造時、コンクリート打設方式の孔底処理に必要な施工管理項目について常時表示・記録

- プレボーリング杭工法, 鋼管ソイルセメント杭工法

掘削時間, 掘削速度, 掘削深度, セメントミルク注入量, 積分電流値等を各工程において表示・記録

- 回転杭工法

回転抵抗値や貫入量, 押込み力等を各工程において常時表示・記録

Ⅱ. 各論 1. 既製杭工法 杭心の精度, 杭の鉛直度

- 杭心の位置や杭が傾斜していないかについて, 杭の建込み, 掘削・沈設の際, 杭心と杭の鉛直度の管理が必要。

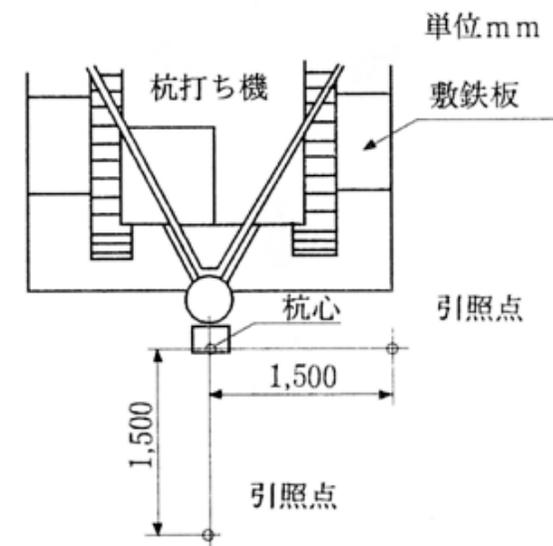
⇒ **杭心の精度**は, 建込み時および掘削・沈設時に**直交2方向の引照点(逃げ心)**より距離を計測し**管理**することを記載。(Ⅱ. 各論-1.1~1.6)

- 軟弱地盤上の施工では, 杭心の設定に用いる引照点(逃げ心)が施工中に動くおそれがある。

⇒ 毎回基準点から**引照点(逃げ心)**の移動の有無について**確認**することを記載。

- 打込み杭工法, 回転杭工法, 埋込み杭工法の中掘り杭工法では, 下杭の建込み精度が中杭, 上杭に影響。

⇒ **杭の鉛直度**は, 建込み時および掘削・沈設時に, **トランシット**などにより**直交2方向から杭の傾斜を確認**することを記載。(Ⅱ. 各論-1.1~1.6)

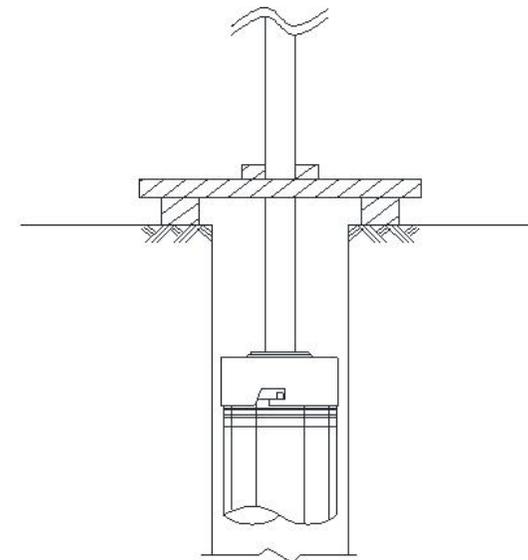


引照点の設置例

Ⅱ. 各論 1. 既製杭工法

埋込み杭工法: 杭の保持

- 杭体が所定の深さより深く自沈する低止まりの不具合事例が散見。
⇒中掘り杭工法, プレボーリング杭工法及び鋼管ソイルセメント杭工法については, 杭の設置後すぐには先端や周面の抵抗が十分発揮されず既製杭が自重等により所定の位置以深に沈下してしまう場合があるため, **杭が安定するまでの保持時間をあらかじめ試験杭にて得ることを明記。**
- 試験杭と本杭で地盤構成や土かぶり条件等が異なる場合や, 杭やヤットコの長さ, 重量が異なる場合, 地下水位の変動等の条件が異なる場合等では, 試験杭と保持時間をまったく同じとしたことで保持が不十分となって杭の沈下を生じた事例も。
⇒本杭施工において, **杭の沈下性状を観察することや, 必要に応じて保持時間を調整するなど, 慎重に施工を行うことを明記。**



杭の保持装置の例

Ⅱ. 各論 1. 既製杭工法

pp.104～116

1. 1 打撃工法

pp.132～135

1. 1. 2 施工 1. 1. 3 施工管理:現場溶接継手

- 既製コンクリート杭の場合、構造上非破壊検査による内部きずの確認が不可能。鋼管杭の場合も、施工上の制約から全数の非破壊検査実施が困難。

⇒現場溶接継手部の試験・実態調査により品質を確認の上、溶接工や管理技術者に求められる要件、作業条件、施工方法、検査・記録方法に関する記載を充実(プロセス管理による品質確保)。

※現場溶接継手の参考文献

- ①(社)コンクリートパイル建設技術協会：
道路橋における既製コンクリート杭の現場溶接継手作業要領，2012
- ②(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，2012



PHC杭現場溶接継手部の切断状況

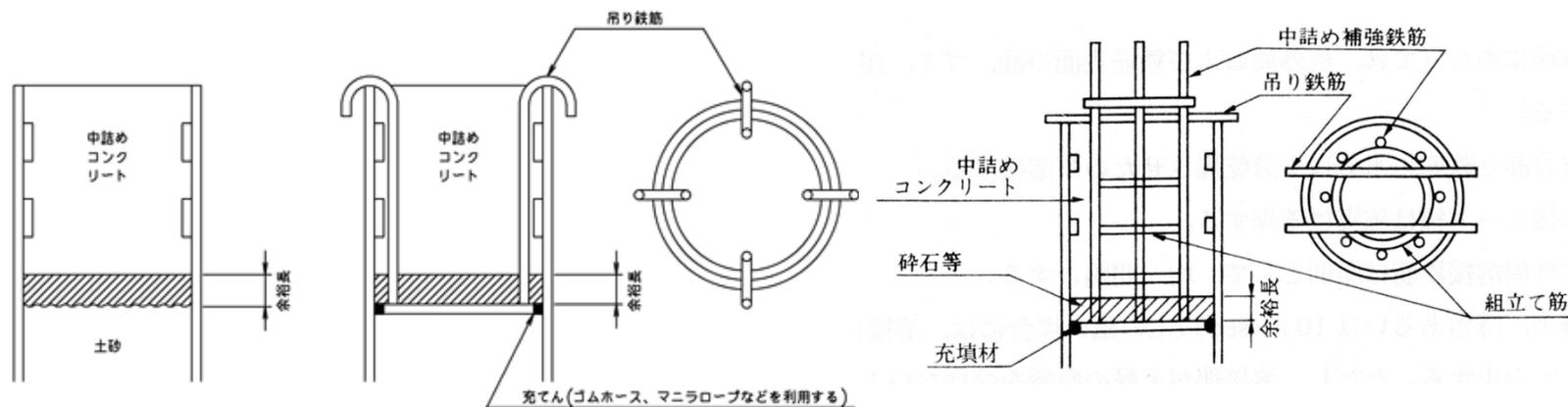
Ⅱ. 各論 1. 既製杭工法

1. 1 打撃工法

1. 1. 2 施工:(4)2) 杭とフーチングの接合部(中詰めコンクリート)

- 中詰めコンクリートの打設方法として、改定前の便覧では3つの例を図示

⇒中詰め補強鉄筋に型枠を吊り下げる方法は適切ではないことから
補強鉄筋型枠法の記載を削除



(i) 土砂充てん法

(ii) 吊型枠法

(iii) 補強鉄筋型枠法 ← **削除**

中詰めコンクリート打設方法の例

Ⅱ. 各論 1. 既製杭工法

pp.50～51

1. 1 打撃工法

pp.81～82

1. 1. 3 施工管理: 打止め管理(支持層判定)

pp.127～132

- 試験杭で定めた方法に基づき、杭の根入れの長さ、リバウンド量(動的支持力)、貫入量、支持層の状態等より総合的に判断。
- 一般には、支持層における一打あたりの貫入量、リバウンド量等から動的支持力算定式を用いて動的支持力を推定し、打止めを決定。
- 試験杭における測定項目(施工管理・記録)に関する記述の追加。
 - ⇒ **単位深さごとの打撃回数を測定し、土質条件に応じた打込み状況を把握し、打撃回数を目安の設定を行うことを記述。**
 - ⇒ 打撃回数が適正な値を超えると、鋼管杭の杭頭座屈や既製コンクリート杭の縦ひび割れの原因となることもあるため注意が必要であることを記述。

Ⅱ. 各論 1. 既製杭工法

pp.50～51

1. 2 バイブロハンマ工法

pp.81～82

1. 2. 3 施工管理: 打止め管理(支持層判定)

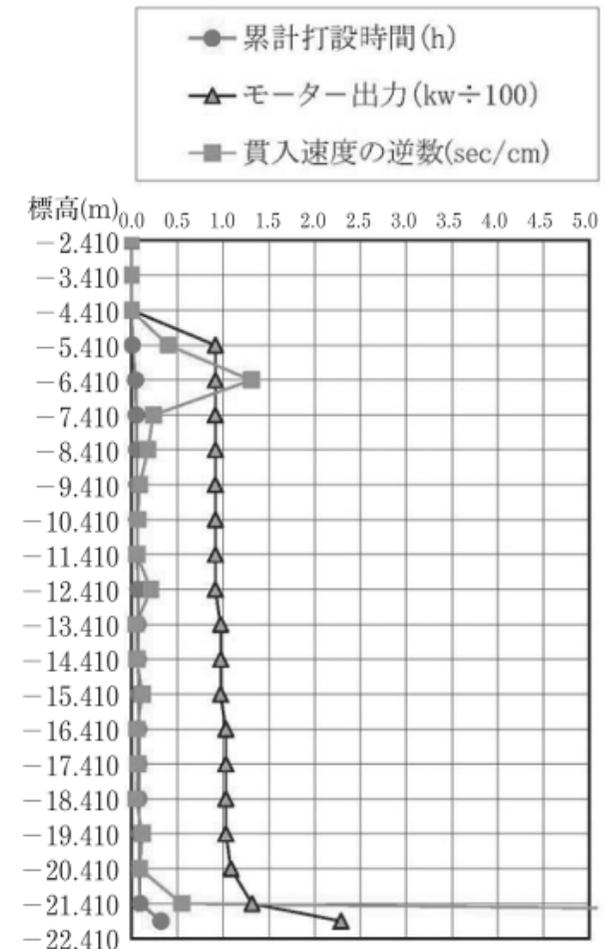
pp.156～159

- 試験杭において定めた方法に基づき、杭の根入れの長さ、打止め時の支持層の状態等により総合的に判断。
- 一般には、支持層におけるバイブロハンマモータの電流値、貫入速度等から動的支持力算定式を用いて動的支持力を推定し、打止めを決定。
- 試験杭における測定項目(施工管理・記録)に関する記述の追加。

⇒ **単位深さごとのバイブロモータの電流値、貫入速度を測定し、打止め管理の目安**とすることを記述。

※バイブロハンマ工法の打止め管理として記述している次の打止め管理式(動的支持力算定式)は、電動モータに対するもの。

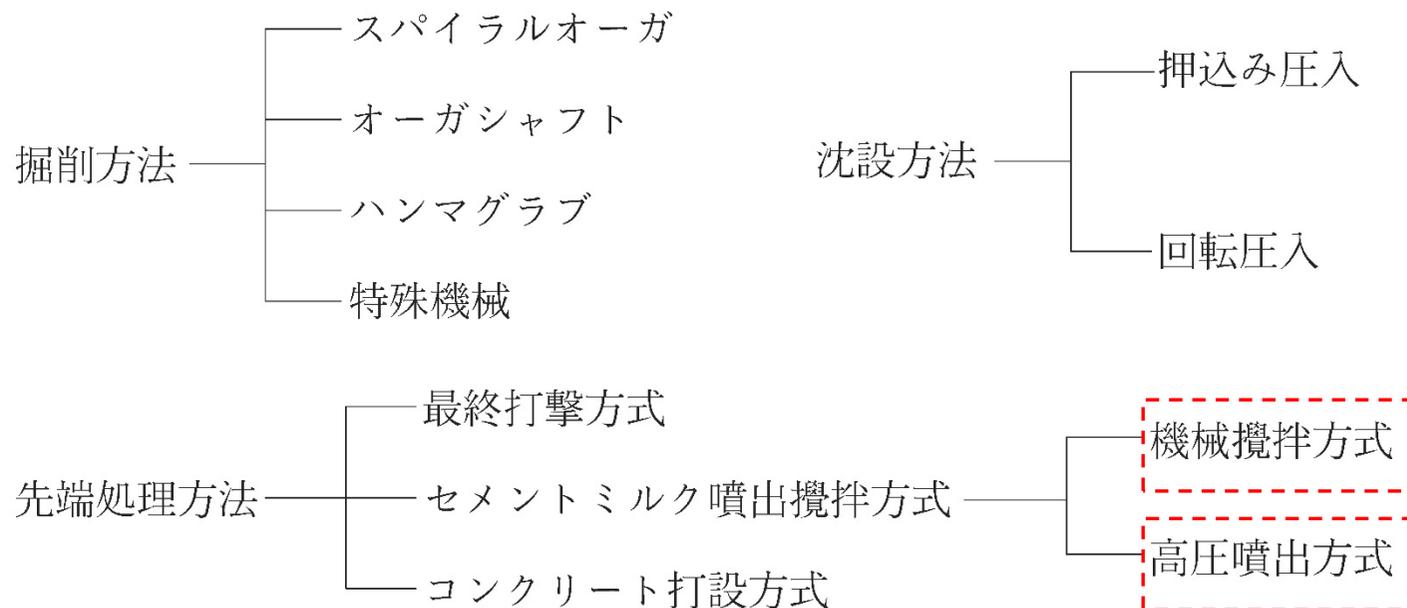
$$R_a = \frac{1}{3} \left(\frac{P_w}{V_v} \cdot \alpha + \frac{\bar{N}U\ell}{ef} \right)$$



Ⅱ. 各論 1. 既製杭工法

1. 3 中掘り杭工法

1. 3. 1 施工一般: 中掘り杭工法の分類 (H24道示対応)



⇒セメントミルク噴出攪拌方式を機械攪拌方式と高圧噴出方式に分類

機械攪拌方式：セメントミルクを低圧(1MPa程度以上)で噴出し

機械的に攪拌

高圧噴出方式：セメントミルクを高圧(15MPa程度以上)で噴出し

噴流で攪拌

Ⅱ. 各論 1. 既製杭工法

1. 3 中掘り杭工法

1. 3. 2 施工:掘削・沈設(1/2)

- 軟弱地盤上の施工では、既に施工した杭が近接杭施工時の施工機械の荷重や掘削時の排土不良により側方に動くおそれ。

⇒試験杭により確認した現場に適した速度で行うこととともに、一般的な掘削沈設速度の目安を明記。

中掘り杭工法の掘削・沈設速度の目安

土質	掘削速度(m/分)
シルト, 粘土, 緩い砂	0.5~4
かたい粘土, 中密な砂	0.5~3
密な砂, 砂礫	0.5~2

Ⅱ. 各論 1. 既製杭工法

1. 3 中掘り杭工法

1. 3. 2 施工:掘削・沈設(2/2)

- 杭先端位置と掘削深さの位置関係の把握が不十分なことにより杭の沈下等が生じるおそれがある。

⇒掘削中は、過大な先行掘りを行ってはならないこと、このために杭先端位置とスパイラルオーガ先端位置の関係を常に観察しておく必要があることを明記。

- 密な砂地盤、粘着力が高い地盤では、スパイラルオーガに目詰まりが発生し沈設不能になるおそれがある。

⇒目詰まり防止対策として補助的にオーガヘッドから圧縮空気を噴出する際は、必要最小限の圧縮空気（～1.0MPa）とすること、特に杭の自沈が生じるような極めて軟弱な地盤では乱れが生じやすいため、オーガヘッドを杭体内に留め最小限の空気圧とするなどを明記。

Ⅱ. 各論 1. 既製杭工法

1. 3 中掘り杭工法

1. 3. 2 施工: 杭先端処理-最終打撃方式

- 軟弱な粘性土地盤において、**最終打撃を行う前**（先端が支持層に達していない状態）**の杭の近傍で新たな杭を施工したことにより先行杭が移動・傾斜等**するおそれがある。

⇒**中掘り杭工法最終打撃方式**では、**中掘りから打込みへの切替えは、時間を空けず連続的に行う**ことを推奨。なお、留意点として、**打撃切替え時に杭位置、鉛直精度について確認・記録**することを明記。

Ⅱ. 各論 1. 既製杭工法

1. 3 中掘り杭工法

1. 3. 1 施工一般: 杭先端処理-セメントミルク噴出攪拌方式

- 中掘り杭工法等の先端根固めは、**確実な先端部の造成が支持力発揮の前提。**
⇒拡翼の事実が痕跡として残る機構を設け記録するなど、所定の形状となることが**確実に把握できる施工管理方法**を用いる。



拡翼前



拡翼後

※中掘り杭工法の参考文献

- ① (社) コンクリートパイプ建設技術協会：既製コンクリート杭の中掘り杭工法（セメントミルク噴出攪拌方式）COPITA 式施工管理要領（土木），2012.
- ② (一社) 鋼管杭・鋼矢板技術協会：道路橋における鋼管杭基礎・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）施工ガイドライン， 32 2015.

Ⅱ. 各論 1. 既製杭工法

pp.170～172, 180～182

1. 3 中掘り杭工法

pp.189～190

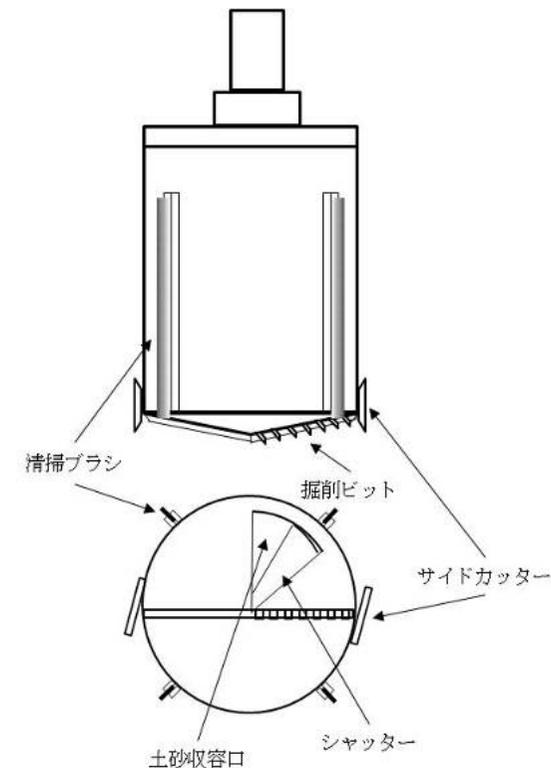
1. 3. 1 施工一般ほか: 杭先端処理-コンクリート打設方式

- 中掘り杭工法-コンクリート打設方式において不十分な施工管理等により先端支持力に問題が生じることを防ぐため、**特徴的な留意点に関する記載を充実。**

⇒ **杭本体の先端深度が掘削した孔底位置（掘削深度）と一致するよう確実に杭を沈設**

⇒ **孔底の土砂やスライムの確実な除去（コンクリート打設前の残存スライム量の確認など）**

⇒ **杭体内の清掃・洗浄の確実な実施など**



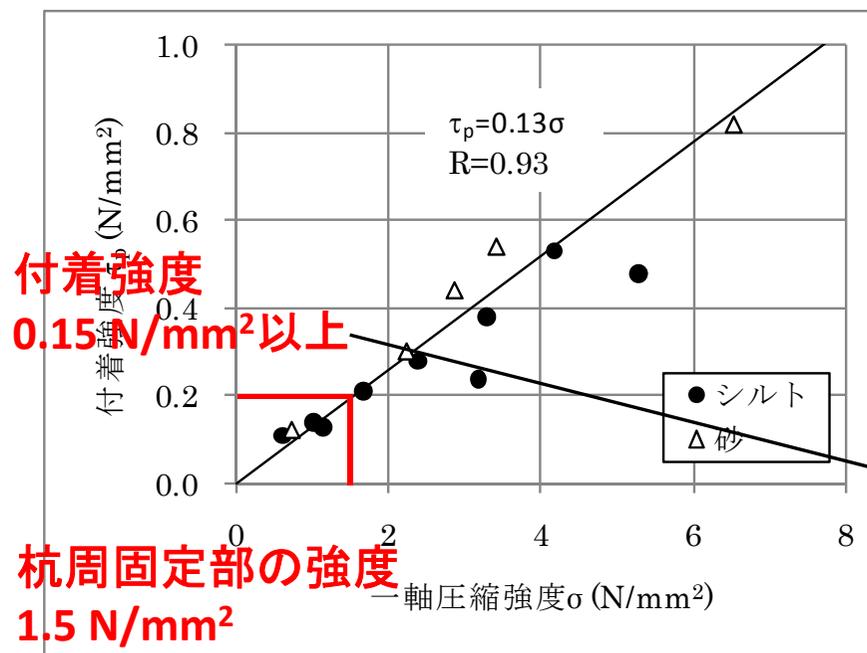
清掃ブラシの例
(底浚いバケットへの併設)

II. 各論 1. 既製杭工法

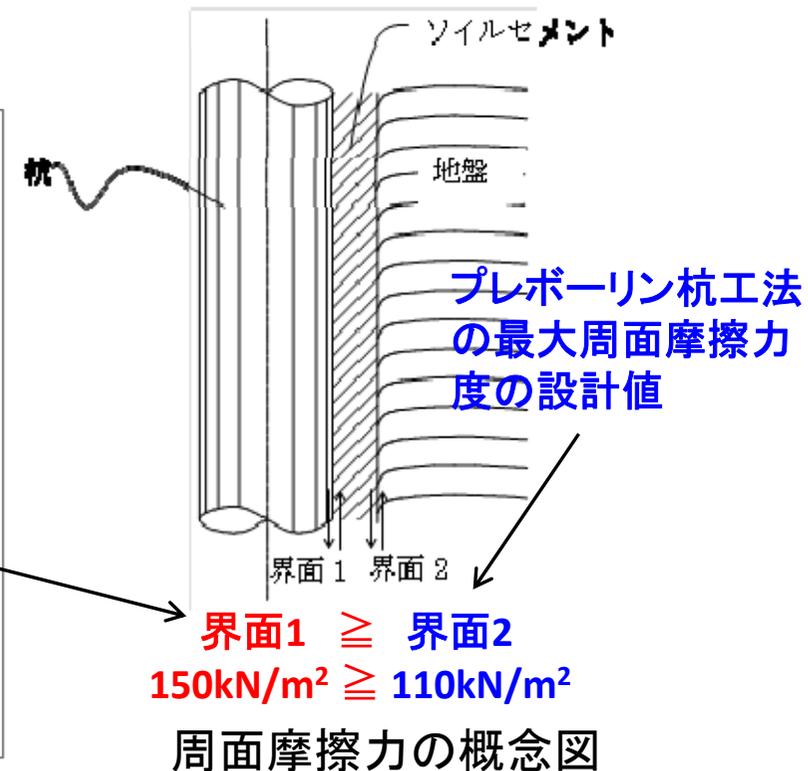
1. 4 プレボーリング杭工法

1. 4. 3 施工管理: 杭周固定部ソイルセメントの圧縮強度(1/3)

- 原位置載荷実験による水平抵抗特性等の検証を踏まえ、杭体と杭周面の付着力がより確実に得られるようにするため、杭周固定部の強度(σ_{28})を0.5 N/mm²から1.5 N/mm²へ。



一軸圧縮強度と付着強度との関係



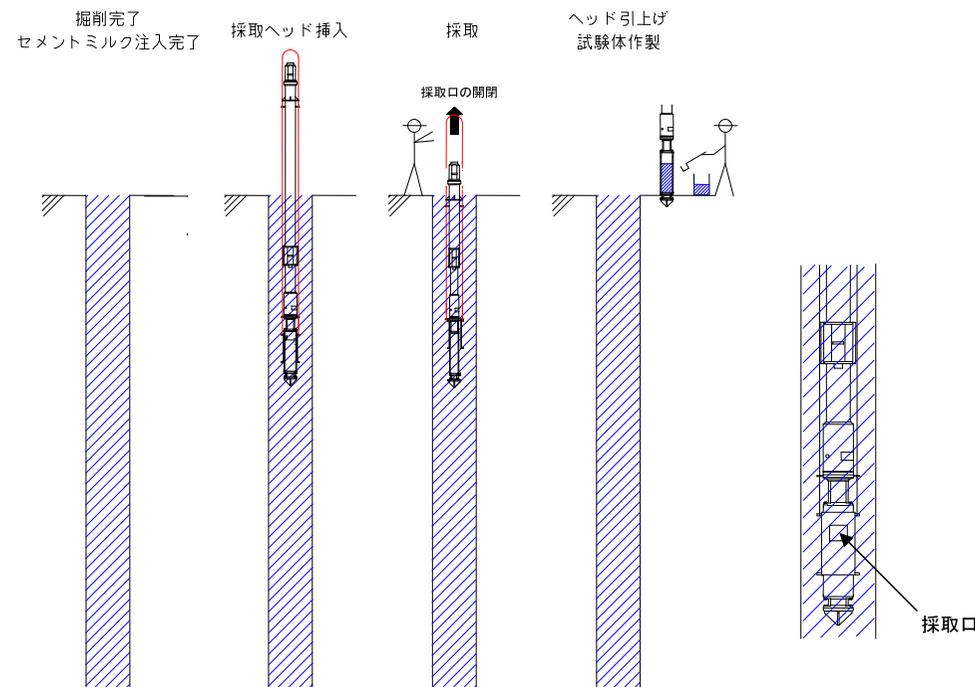
Ⅱ. 各論 1. 既製杭工法

1. 4 プレボーリング杭工法

1. 4. 3 施工管理: 杭周固定部ソイルセメントの圧縮強度(2/3)

- 杭周固定液の配合は、あらかじめ試験孔で造成したソイルセメントの未固結試料を採取し、強度試験を実施(圧縮強度 1.5 N/mm^2 を確認)して定める。(道示Ⅳ 18.11.2)

⇒ **杭周固定液の配合**については、現在のところ土質条件に応じた配合仕様が定まっていないため、**試験杭を行う前に、試験孔を施工して決定。**



試験孔での未固結試料採取順序の一例

Ⅱ. 各論 1. 既製杭工法

1. 4 プレボーリング杭工法

1. 4. 3 施工管理: 杭周固定部ソイルセメントの圧縮強度(3/3)

- 試験杭および本杭でオーバーフロー液または孔内からソイルセメントの未固結試料を採取し、杭周固定部の強度(σ_{28}) 1.5 N/mm²を確認。
- ⇒ 杭周固定部ソイルセメントの圧縮強度は、試験孔で確認後に試験杭を実施・確認。
- ⇒ 試料の材齢3日における圧縮強度または材齢7日における圧縮強度から28日強度を推定して判断することも可能。
- ⇒ 採取に関する頻度の例を明記。

表-II. 1. 24 根固部および杭周固定部ソイルセメントの圧縮試験実施頻度の例

	試験孔内で採取	モルタルプラントで採取		杭沈設後に採取
	ソイルセメント ^{※1} の未固結試料	杭周固定液 ^{※2}	根固液 ^{※2}	ソイルセメント ^{※1} の未固結試料またはオーバーフロー液
管理強度	$\sigma_{28} \geq 1.5 \text{N/mm}^2$	$\sigma_{28} \geq 10/\text{mm}^2$	$\sigma_{28} \geq 20/\text{mm}^2$	$\sigma_{28} \geq 1.5 \text{N/mm}^2$
試験孔	1 孔 毎	1 孔 毎	—	—
試験杭	—	1 本 毎		1 本 毎
本杭	継手なし	—	30本毎またはその端数につき1回	30本毎またはその端数につき1回
	継手あり	—	20本毎またはその端数につき1回	20本毎またはその端数につき1回

※1 杭周固定部のソイルセメント

※2 密度測定を圧縮実験と同頻度で行う

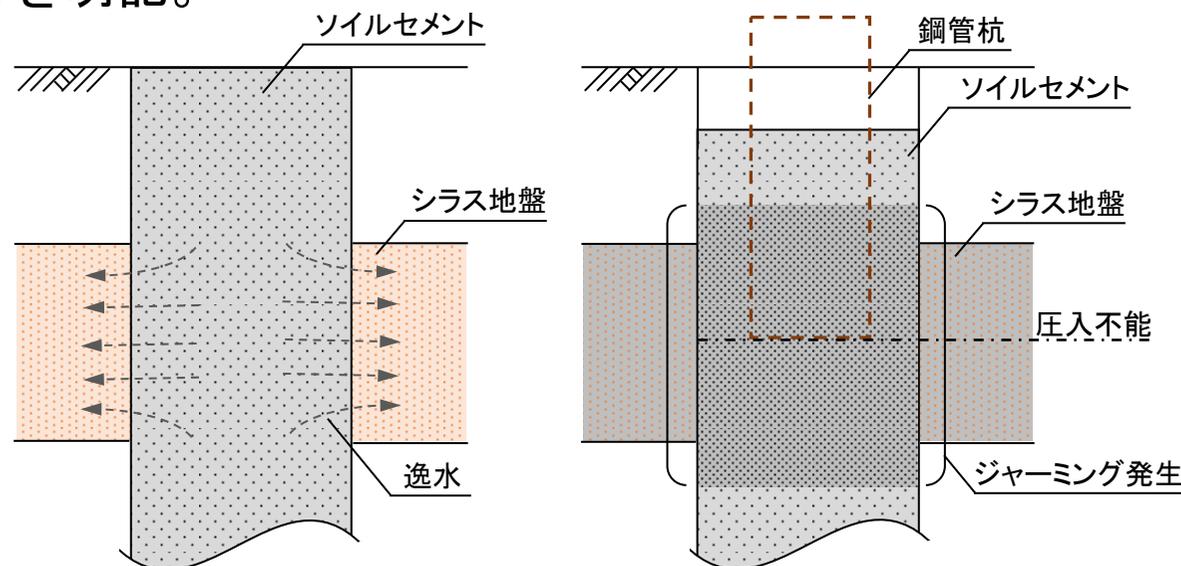
I. 総論 6. 施工管理

6. 1 試験杭

6. 1. 1 既製杭工法: 施工上の留意点(鋼管ソイルセメント杭工法)

- 鋼管ソイルセメント杭工法で、シラス地盤のような吸水性の高い地盤ではソイルセメント造成中に逸水（地盤への吸水）が生じ、ソイルセメントの流動性が損なわれジャーミング（回転困難や圧入不能）が発生するおそれがある。

⇒増粘材もしくは逸液防止材の添加を検討し、試験杭で施工性を確認することを明記。



逸水とジャーミングの概略図

場所打ち杭工法について

I. 総論 6. 施工管理

6. 1 試験杭

6. 1. 2 場所打ち杭：試験杭の目的(1/2)

下記項目の調査，確認，判定を行い，以降の施工管理に必要な資料を得ること

- ① 予定の深さまで，所定の精度で孔壁を崩壊させることなく掘削し，杭を築造することができるか否かの確認
- ② れき層または玉石層の存在とその粒径を確認し，施工可能かの確認
- ③ 支持層までの土の硬軟や崩壊性および透水性の調査
- ④ 土質サンプルによる支持層の深さおよび性状の確認
- ⑤ 地下水位，湧水量の調査
- ⑥ 伏流水，被圧水の有無とその程度の把握
- ⑦ ガス発生，酸素欠乏状態の地層の有無とその程度の把握

追加項目

〔④ 土質サンプルによる支持層の深さおよび性状の確認

I. 総論 6. 施工管理

6. 1 試験杭

6. 1. 2 場所打ち杭: 試験杭の目的(2/2)

追加項目

- ⑧ 障害物の存在などの調査
- ⑨ 孔底に沈積するスライムの状況とその除去の程度の確認
- ⑩ 鉄筋かご建込み時の鉄筋かごの傾斜や変状の有無の確認
- ⑪ トレミーと帯鉄筋の干渉の有無の確認
- ⑫ コンクリート打込みの最終段階において、ケーシングチューブ引抜きなどによる下がり量の確認, 余盛り高さおよびコンクリート配合の妥当性確認
- ⑬ 施工に要する時間の調査

試験杭の位置と本数など

- ・支持層の深度が極端に変化している可能性がある場合は、1本の試験杭のみの結果で施工管理のための情報を判断すると、例えば支持層に支持されない杭が構築され、基礎の傾斜や沈下といった不具合を生じるおそれ。

⇒1本だけで施工管理のための十分な情報が得られない場合は、次に施工する杭も試験杭として実施することで不足する情報を補足し、以降の杭施工に反映することを推奨。

⇒支持層の深度が極端に変化している可能性がある場合、3次元的な地形変化を推定するため、ボーリング調査をあらかじめ複数箇所で行うのがよいが、試験杭についてもボーリング調査箇所に近い位置で実施することを推奨。

⇒場所打ち杭工法では、試験杭実施の際、支持層だけでなく、深度方向の土質の変化を把握できるように掘削途中の土質性状も観察。

I. 総論 6. 施工管理

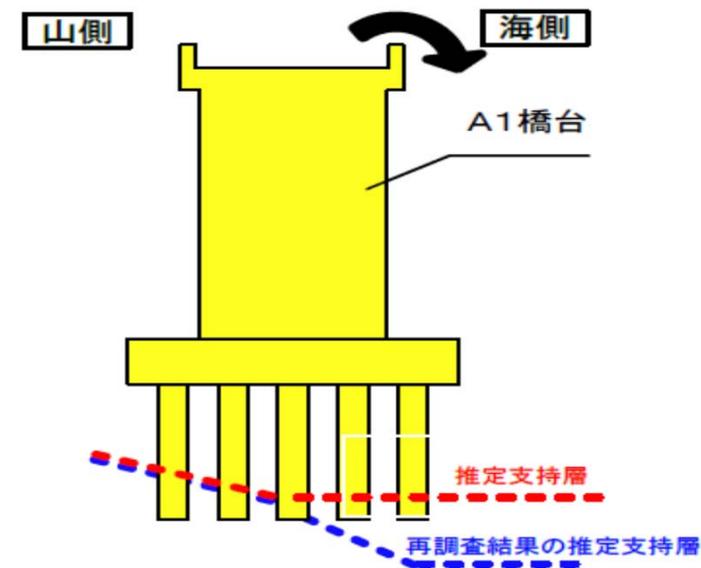
6. 4 先端支持にかかわる施工管理

6. 4. 2 支持層の確認(1/3)

- 支持層への未到達による下部構造の沈下・傾斜などの不具合事例が散見



(a) 傾斜が生じた橋台



(b) 傾斜の原因

基礎杭の支持層への未到達の不具合の例

(国土交通省紀勢国道事務所記者発表資料より引用)

I. 総論 6. 施工管理

6. 4 先端支持にかかわる施工管理

6. 4. 2 支持層の確認(2/3)

- 支持層とその上層が同質である場合など掘削土の目視による支持層到達の確認が困難な条件において、支持層未到達による下部構造の傾斜や沈下等が生じるおそれがある。

⇒調査に関する対策等と合わせて、ケーシングの回転トルクなど施工機械のデータも活用した総合的な支持層到達確認方法を試験杭により定めて施工するなど、支持層への到達を確実にを行うための対策を記述。

※具体の施工管理方法等に関する参考文献

(一社)日本基礎建設協会:場所打ちコンクリート杭施工指針・同解説 オールケーシング工法(土木),2015

I. 総論 6. 施工管理

6. 4 先端支持にかかわる施工管理

6. 4. 2 支持層の確認(3/3)

- 深さ方向にN 値が徐々に増加するものの土質の変化が乏しい地層内に杭先端を支持させるような場合, 施工時における掘削土の目視確認や掘削速度・掘削抵抗等の施工状況から所定の先端支持力が得られる深さに到達したかどうかを判断し難い場合がある。

⇒個々の杭の支持層到達状況の主たる判断材料がボーリングなどによる調査結果のみとなることから, 特に, 調査時における支持層の平面分布の慎重な評価が重要となることを記述。

Ⅱ. 各論 2. 場所打ち杭工法

2.2 施工

支持層の確認(1/2)

- 掘削した土の土質と深度を，設計図書や土質調査資料および試験杭で採取した土質試料と対比して判断。
- しかし、深さ方向に風化程度が異なる岩盤のように視覚や触覚だけでは支持層と支持層より浅い土層の判別が困難な場合も。

⇒オールケーシング工法

ケーシングチューブに作用させる押込み力を一定にして掘削速度(掘削深度, 掘削時間)と掘削抵抗(回転トルク)を測定し, 掘削抵抗の変化状況, 掘削土の状況, 試験杭で定めた支持層判定の管理指標等を参考に総合的に判断することを明記。

ハンマグラブを一定高さから落下させたときの土砂のつかみ量も判断基準となることを記述。

Ⅱ. 各論 2. 場所打ち杭工法

2.2 施工

支持層の確認(2/2)

⇒リバース工法

ビットに作用させる荷重を一定にして掘削速度(掘削深度, 掘削時間)を測定し, 掘削速度の変化状況, 採取土の状況, 試験杭で定めた支持層判定の管理指標等を参考に総合的に判断することを明記。

⇒アースドリル工法

バケットに作用させる押込み力を一定にして掘削速度(掘削深度, 掘削時間)と掘削抵抗(回転トルク)を測定し, 掘削抵抗の変化状況, 掘削土の状況, 試験杭で定めた支持層判定の管理指標等を参考に総合的に判断することを明記。

I. 総論 6. 施工管理

6. 1 試験杭

6. 1. 2 場所打ち杭工法：(6)測定項目と報告

- 支持層の確認は、試験杭で支持層判定の管理指標を明確にしておくことが必要。

⇒掘削した土砂は、地盤調査資料と対比できるように、**深度方向の土質の変化が分かるように採取**しておくことよいことを記述。

⇒掘削速度(掘削深度, 掘削時間)や掘削抵抗(押込み力, トルク値, ビット荷重)等の**施工データ**は、支持層を確認する際に参考となるので、**土質柱状図と対比して記録**しておくことを明記。

Ⅱ. 各論 2. 場所打ち杭工法

2.2 施工

(5) 鉄筋工事: 鉄筋かごの組立て(H24道示対応)

- 鉄筋かごの組立時には、溶接による形状保持が行う場合、鉄筋の断面減少等の欠陥が生じるおそれ。

⇒溶接によらない形状保持方法が開発され現場で適用されている実状を踏まえ、H24道示では施工品質向上のため**形状保持のための仮止め溶接を禁止**。

(道示IV19.8)

⇒溶接が禁止される部位

- ①**構造設計上考慮する鉄筋どうし**の仮設のための溶接

(例:軸方向鉄筋と帯鉄筋の溶接)

- ②**構造設計上考慮しない仮設用の鋼材・鉄筋**の構造設計上考慮する鉄筋への溶接 (例:軸方向鉄筋と補強材の溶接)

構造設計上考慮する鉄筋:軸方向鉄筋, 帯鉄筋

構造設計上考慮しない仮設用の鋼材・鉄筋:補強材やスペーサー, 井桁筋等

Ⅱ. 各論 2. 場所打ち杭工法

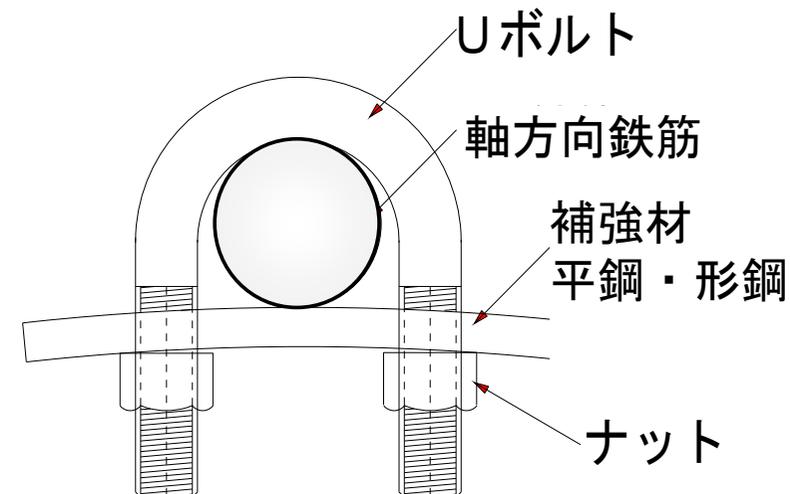
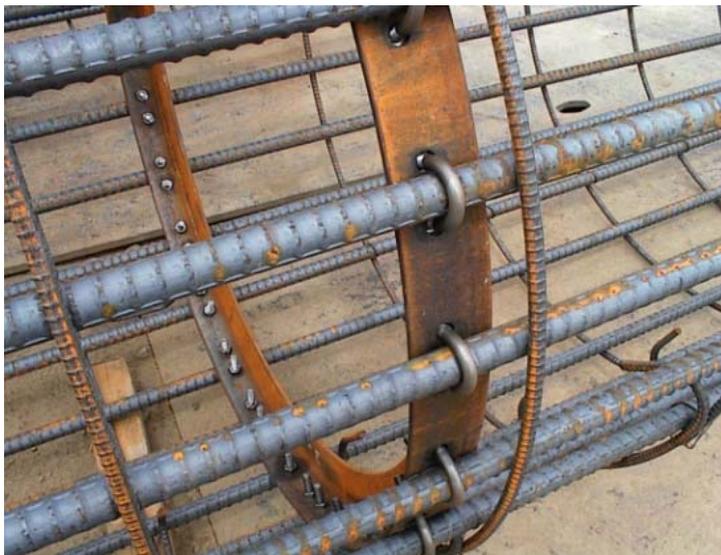
2.2 施工

(5) 鉄筋工事: 鉄筋かごの組立て(H24道示対応)

⇒溶接によらない形状保持方法

①なまし鉄線を用いる方法

②特殊金物等により構造設計上考慮する鉄筋を固定する方法(無溶接工法)



形状保持用の鋼材の適用例

Ⅱ. 各論 2. 場所打ち杭工法

2.2 施工

(5) 鉄筋工事: 鉄筋かごの組立て-補強材

- ⇒補強材(補強リング)は施工の各段階で生じる作用に対して安全になるように設計し, 鉄筋かごの形状保持および鉄筋かごを安全に建込むことができる材料を使用することを記述。
- ⇒最上部の補強材は, 鉄筋かごの変形を防止し, 掘削孔内に挿入する場合の吊り治具として使用されることを記述。
- ⇒補強材に使用される鋼材の種類および形状は, 鉄筋かごの径および軸方向鉄筋の本数および補強リングの配置間隔から, 補強リングにかかる重量を考慮して決定することを明記。

Ⅱ. 各論 2. 場所打ち杭工法

2.2 施工

(5) 鉄筋工事: 施工時の不具合への対応

- 鉄筋かごの傾斜・ねじれによる不具合事例が散見

⇒ 引抜速度の抑制 (オールケーシング工法)

⇒ 杭頭の鉄筋位置の随時把握

(鉄筋かごに検測テープの一端を取付け, 天端位置の深度を計測)

Ⅱ. 各論 2. 場所打ち杭工法

2.2 施工

(5) 鉄筋工事: 施工時の不具合への対応

⇒適切なスペーサーの設置

- a) 欠落したり変形しない適切な強度を有するもの
- b) 同一深さ位置に4～8箇所, 深さ方向に3m間隔で取り付け
- c) 特に杭頭部は, 位置がずれやすいことから鉄筋かご円周長に対し
500 ～ 700 mm の間隔で設置
- d) 軸方向鉄筋や帯鉄筋に溶接により取り付けない

Ⅱ. 各論 2. 場所打ち杭工法

2.2 施工

(5) 鉄筋工事:その他

⇒杭長が長い場合で、杭頭部の鉄筋量が杭下部に比べて多い場合は、曲がりや座屈のおそれがあることから、軸方向鉄筋の本数を増やしたり、補強鉄筋やアンクルなどで補強するなどの対策を行うことを追記。

⇒固定金具を使用する場合は、鉄筋かごの形状保持および吊込み時の変形に対し安全性が確認されたものを使用することを明記。

※特殊金物等により構造設計上考慮する鉄筋を固定する方法の詳細や鉄筋の組立てなどに関する事項の参考文献

(一社)日本基礎建設協会:場所打ちコンクリート杭の鉄筋かご無溶接工法 設計・施工に関するガイドライン,2014

Ⅱ. 各論 2. 場所打ち杭工法

2.2 施工

(8) オールケーシング工法の軟弱地盤における施工上の留意点

- 軟弱地盤にオールケーシング工法で杭を構築する場合、コンクリート打込み時に、ケーシング引抜き後の孔壁に作用する外圧(土圧, 上載圧等)と内圧(コンクリート側圧等)のバランスやコンクリートの充てん性の不足等により杭径が所定の径より細くなることがある。

- 特にN値が1以下の軟弱な粘性土・有機シルトがある地盤では、十分な施工管理を実施したにも関わらず杭頭付近で杭の細りが生じた事例も。

⇒オールケーシング工法の採用の可否, 他の基礎工法の適用を検討することを記述。

⇒N値が1を超える場合でも細りが生じるおそれがあるときには, 作業基盤の補強などの対策を検討して実施することを明記。



場所打ち杭の細りの事例