

杭基礎設計便覧・施工便覧の 改定について

杭基礎設計便覧・施工便覧の改定 の背景と主な改定内容

杭基礎設計便覧・施工便覧の改定の背景

- 「杭基礎設計便覧」及び「杭基礎施工便覧」は、杭基礎の調査，設計，施工について道路橋示方書・同解説を補完する技術図書。
- 現行の便覧は平成8年，平成14年の道路橋示方書の改定を受け，平成19年1月に改定。
- 平成24年に道示が改定され，両便覧も改定された道示への対応が必要となったことから，この度改定。

杭基礎設計便覧・施工便覧の主な改定内容

今回の杭基礎設計便覧・施工便覧の主な改定事項は、下記2点。

- ①H24道示改定に対応した調査，設計・施工に関する記述の加筆修正等
- ②支持層への未到達による下部構造の沈下・傾斜など，調査，設計，施工にかかる不具合事例に対応した加筆修正等

設計便覧・施工便覧

I. 総論 改定のポイント

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。

設計便覧

II. 調査 改定のポイント

(1) 軟弱地盤関係

- ・ 近年の地盤に関わる不具合は、軟弱地盤中の基礎で多く生じている。
- ・ 本来は予備調査・予備設計の段階で、注意すべき地形・地質についてある程度把握されるべきであるが、見逃されてしまうことが実態としてある。

⇒地層の成層状態の把握～地質断面図の作成の過程に関する記載の充実化.

(2) 杭の載荷試験

- ・ 動的載荷試験について、各工法(衝撃載荷試験・急速載荷試験)が紹介されているが、適用条件や課題に関する記述がなく、適否の判断が難しい。

⇒試験目的, 荷重・変位レベル, 杭種, 土質等に応じた適用範囲や適用上の留意点についての記載の充実.

(3) その他

- ・ 近年, 杭先端を岩盤に支持させるケースが増えている。

⇒岩盤に関する調査の留意点について, 記述を充実化. (設計, 施工上の留意点については後述)

設計便覧

Ⅲ. 設計 改定のポイント

(1) 設計における地盤調査結果の活用と留意点

- ・地盤に関わる不具合を回避するため、設計時において、地盤調査で得られた地盤定数を単純に用いるのではなく、留意点も考慮して地盤全体の状況を適切に評価した上で設計に反映することが重要。

⇒予備設計および詳細設計における地盤調査結果の活用方法や地盤調査結果の取扱いに留意すべき条件等を記述。また、情報が不足する場合には追加の地盤調査を実施すること、地盤に関する十分な専門知識や資格を有する技術者が関与して行うことなどを記述。

(2) 橋台の側方移動

- ・I値判定式の不適切な適用や側方移動対策の効果が適切に発揮されないことによる不具合事例が散見。

⇒側方移動に関するI値判定式の適用方法や各対策工法に関する留意事項等を充実。

設計便覧

Ⅲ. 設計 改定のポイント

(3) H24道示改定と不具合事例を踏まえた加筆修正

- ・ H24道示改定後も調査不足や設計の配慮不足に起因する不具合が発生している状況を鑑み、同様の不具合を防ぐための対応が急務である。

⇒ H24道示改定の意図や不具合事例に対応した記載の充実

- ・ 高強度鉄筋（SD390，SD490）を用いる場合の設計法
- ・ 杭とフーチング接合部の設計法
- ・ 回転杭工法の設計法
- ・ 打撃工法，バイブロハンマ工法の留意点
- ・ 中掘り杭工法（コンクリート打設方式）の留意点
- ・ 場所打ち杭工法の鉄筋の断面変化に関する留意点

など

設計便覧 参考資料 改定のポイント

(1) 薄層に支持された杭の先端支持力の評価の追加

- ・ 現行便覧では、場所打ち杭工法の場合のみ支持力評価方法を記載。不具合等を踏まえ、他の杭工法でも支持力評価の考え方が必要。

⇒ 場所打ち杭工法に加え、新たに中掘り杭工法（セメントミルク噴出攪拌方式）、鋼管ソイルセメント杭工法について薄層での支持力評価方法を記載。

(2) 工法の適用性

- ・ H24道示において、従来の基礎形式選定表に変わり基礎形式の適用性に関する参考資料を示したものの、位置づけや扱いなどに関する質問が散見。

⇒ 適用性に関する表の位置づけや扱い、杭工法に関する個々の評価に関する補足説明等を記載。

設計便覧 参考資料 改定のポイント

(3) 岩盤を支持層とする杭の鉛直載荷試験の分析と適用検討 時の留意点

- ・ 現行道示では岩盤を支持層とする場合に載荷試験を推奨し、明確な支持力推定式が示されていない中で、岩盤に支持された杭基礎の不具合事例が散見。

⇒ 岩盤を支持層とする場所打ち杭工法，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の載荷試験の分析結果や，不具合が生じる可能性のある岩盤の条件等について新たに記述。

施工便覧

I. 総論 改定のポイント

(1) 試験杭での確認事項・記録方法等の充実

- ・ H24 道示改定において、各基礎で必ず実施することを規定。
- ・ 支持層への未到達、杭体の低止まり等の不具合を防ぐため、試験杭において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。

⇒試験杭のやり方、支持層の判定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。

(2) 施工管理・記録の充実や高度化

- ・ 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。

(各論において、合理的な施工管理・記録が可能になる装置の使用の推奨、品質向上に資する施工方法、施工管理方法等の具体について記載)

施工便覧

II. 各論 改定のポイント

(1) 中掘り杭工法～軟弱粘性土地盤での施工管理方法

- ・ 軟弱な粘性土地盤において中掘り杭の移動・傾斜等の不具合事例が散見。

⇒掘削速度の抑制や沈設時の傾斜管理など施工管理に関する留意点や、状況に応じて他の施工法の適用を検討するなど、不具合を防ぐための記述を充実。

(2) 場所打ち杭～鉄筋かごの施工

- ・ 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。また、鉄筋かごの傾斜等の不具合事例が散見。

⇒溶接が禁止される部位や溶接によらない形状保持方法の詳細等に関する記述を充実

⇒鉄筋かごの傾斜を防ぐためのスペーサーの設置方法など記述を充実。

施工便覧

II. 各論 改定のポイント

(3) H24道示改定と不具合事例を踏まえた加筆修正

- ・ H24道示改定後も施工時の配慮不足に起因する不具合が発生している状況を鑑み、同様の不具合を防ぐための対応が急務である。

⇒H24道示改定の意図や不具合事例に対応した記載の充実

- ・ 全杭工法の「施工管理の要点」，「施工上の問題点と対策」の見直し，充実
- ・ H24 道示に示されたプレボーリング杭標準仕様に対応した施工法，管理方法
- ・ 回転杭工法の施工法・管理方法
など

設計便覧

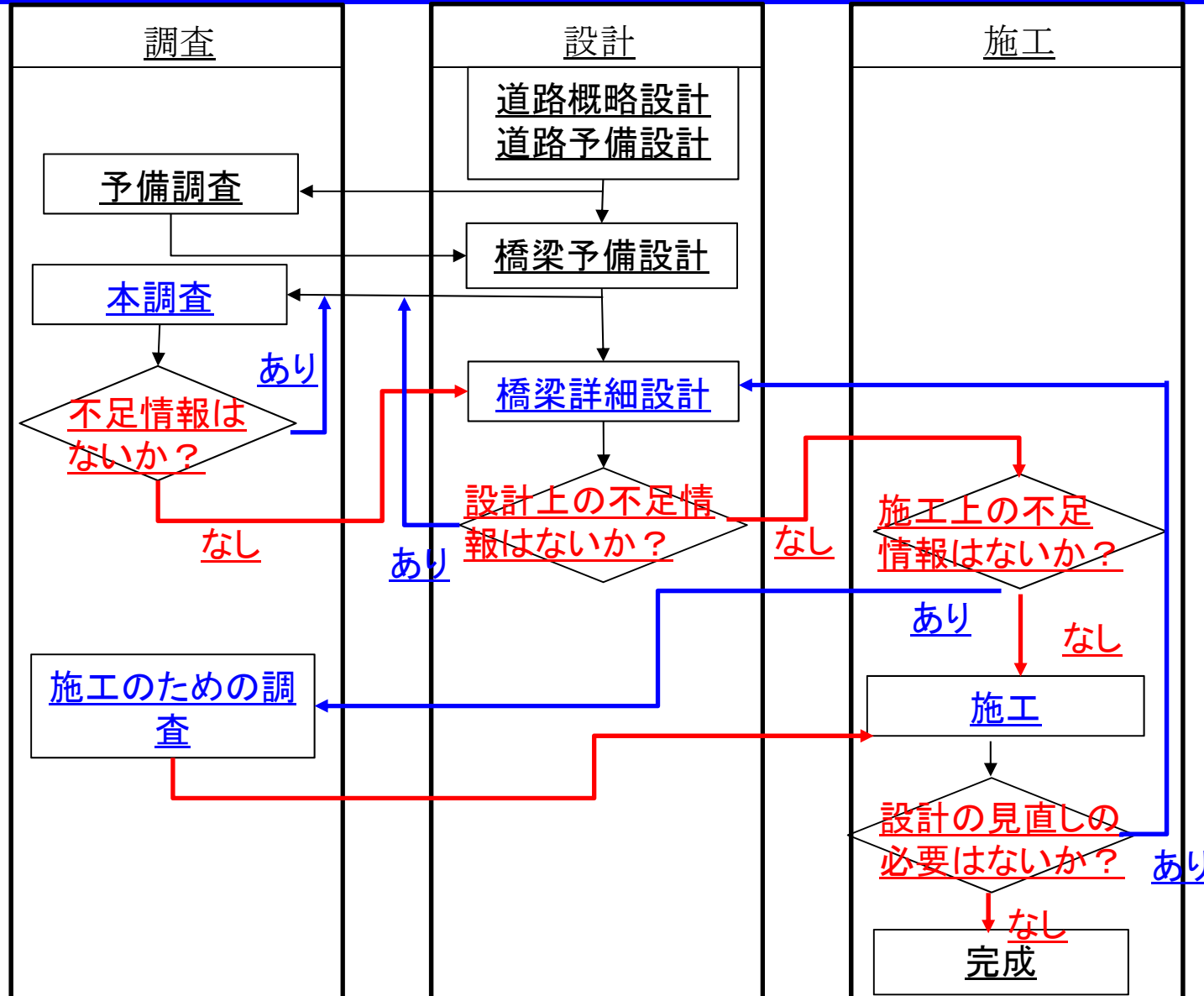
I. 総論の主な改定内容

杭基礎設計便覧 目次(その1)

I. 総論

1. 便覧の目的と基礎に要求される性能【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. 道路橋基礎に求められる基本的な要件【記載の充実】
4. 杭基礎の分類と施工法の概要【記載の充実】
5. 荷重
6. 材料【記載の充実】

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
[新たに記載]

不具合を防ぐために

- 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
- 調査計画段階では予期していなかった事実が明らかとなった場合, 適宜追加調査を実施

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
[新たに記載]

項目	内容	他との関連
予備調査	<u>道路概略設計</u> で決定された架橋地点の地盤を構成する <u>地層の性状の概要を把握</u> 。	<u>大局的な地層構成の把握, 概略の地盤定数の評価</u> をすることが目的。以降の調査, 設計, 施工を進めていく上で想定される問題点を適切に把握して整理。
橋梁予備設計	<u>上部構造の形式や支間割り</u> とともに, <u>橋脚および橋台の設置位置, 構造形式</u> を設定	橋脚および橋台の設置位置については, <u>以後の変更は容易でない</u> 。そのため, 予備調査等の結果に基づき, 下部構造に及ぶ作用や周辺構造物に及ぼす影響等を考慮して適切に決定。

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
[新たに記載]

項目	内容	他との関連
本調査	橋脚および橋台の設置位置における比較的 <u>詳細な地盤定数等</u> を把握。	<u>橋梁詳細設計および施工に必要な資料を得ることが目的</u> 。調査計画にあたっては、 <u>計画されている基礎の形式, 荷重の規模, 設計に与える影響</u> を考慮。必要に応じて <u>追加調査</u> を実施。
橋梁詳細設計	<u>下部構造の形式, 諸元の設定や, 施工法の選定等</u> について検討。	<u>下部構造の設置位置に変更が生じた場合や, 既往の調査結果のみでは設計に必要な情報が不足する場合は, 必要に応じて追加調査</u> を実施。
施工	<u>設計の内容・意図をよく理解した上で, 所定の施工品質</u> が得られるよう実施。	設計時とは異なる事象が明らかとなった場合は, 橋に要求される性能の確保の確認をし, 確保ができていない場合は <u>設計等の見直し</u> を実施。

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 [新たに記載]

橋梁詳細設計のとりまとめについて

- ・ 設計時に定めた性能の確保
⇒ 設計で前提とした施工条件を設計図書に記載
例) 施工時の留意点, 施工方法, 近接構造物の条件等
- ・ 安全性や供用性への配慮
⇒ 維持管理に関する設計条件や配慮事項等を設計図等に記載
例) 洗掘, 長期の圧密沈下・側方移動, 液状化・流動化, アプローチ部

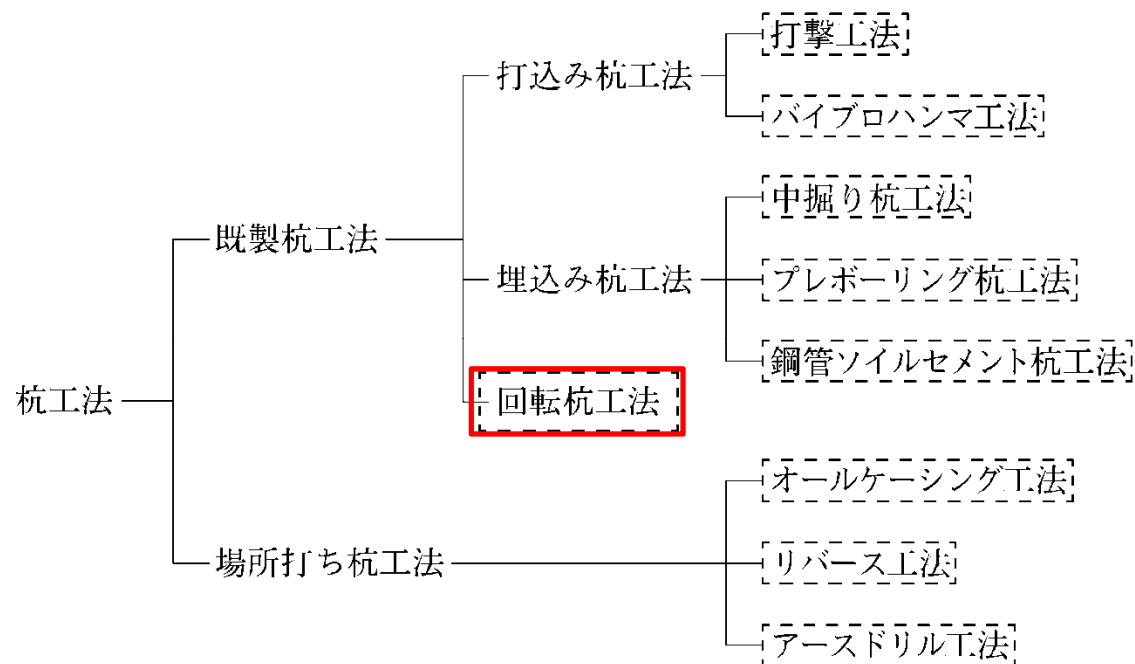
I. 総論

4. 杭基礎の分類と杭工法の概要

4-1 杭基礎の分類

[H24道示に対応した記載の見直し・充実]

- ・ H24道示改定に対応して、**回転杭工法**を新たに追加
- ・ **深礎工法**は、本便覧では対象外（「H24.4 斜面上の深礎基礎設計施工便覧」）



回転杭（H24道示で規定）

I. 総論

6. 材料

6-2-4. コンクリート杭の設計用の断面諸元

[H24道示に対応した記載の見直し・充実]

- ・ JIS 規格を満たしてても、鋼材配置の違いにより杭の曲げモーメントと曲率が異なる。
- H24道示では、設計の際に想定する杭の諸元を明らかにしておく必要があると記載。
- ⇒旧便覧に記載のあった断面諸元表を削除
(別途、コンクリートパイプ建設協会ウェブサイトにて、断面諸元に関する情報を記載)

I. 総論

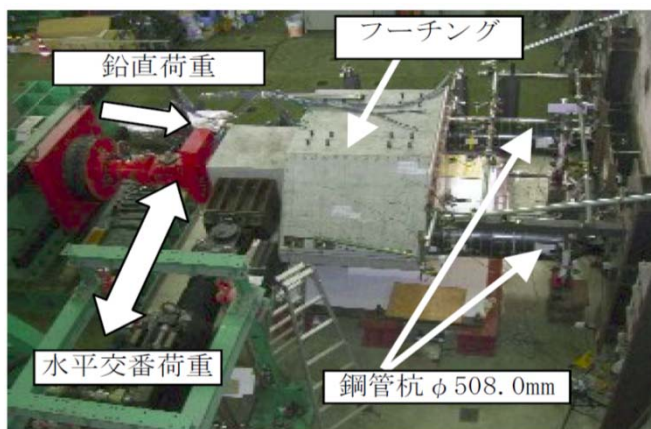
6. 材料

6-4. 場所打ち杭 6-4-2 鉄筋

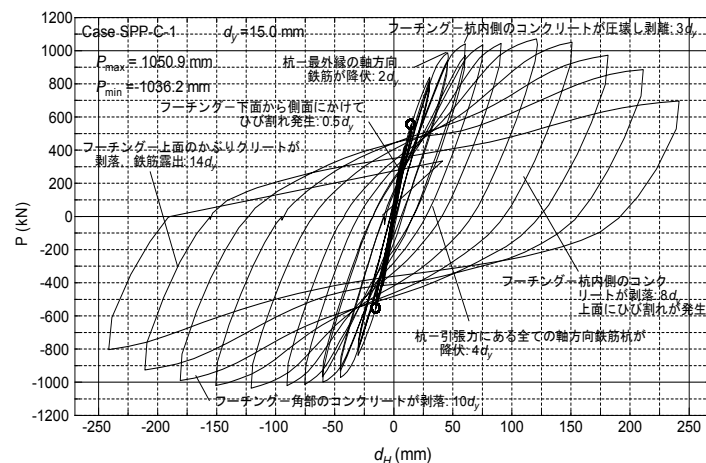
[H24道示に対応した記載の見直し・充実]

高強度鉄筋の適用について

- ・ H24道示改定に対応して，SR235 およびSD295 を削除。また，**SD390 およびSD490**を記載。
- ・ 軸方向鉄筋にSD390 またはSD490 を使用する場合
→設計基準強度30 N/mm²（水中コンクリートの呼び強度40 N/mm²）



実験状況



荷重—変位曲線

杭頭接合部へのSD490の適用性の検証実験

設計便覧

II. 調査の主な改定内容

杭基礎設計便覧 目次

Ⅱ. 調 査

1. 調査一般【記載の充実, 新たに記載】
2. 設計に用いる地盤定数の求め方と留意点【記載の充実】
3. 地盤調査の方法【記載の充実】
4. 杭の試験【記載の充実】

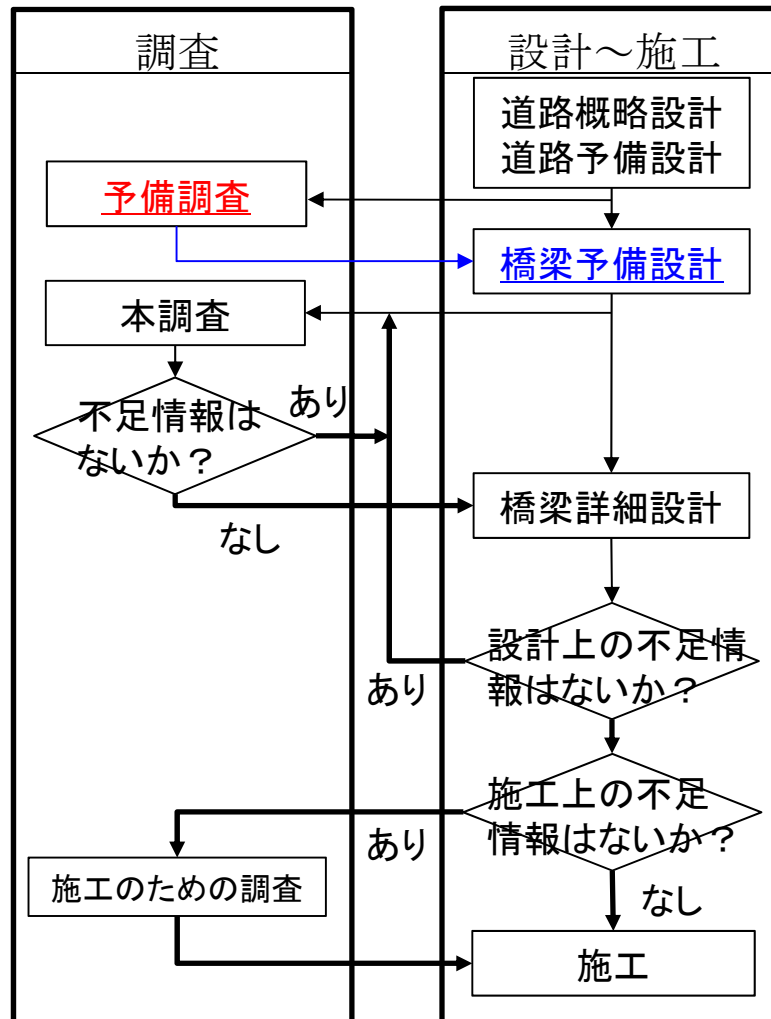
参考資料

1. 地盤調査の例【新たに記載】

II. 調査 1. 調査一般

1-3 予備調査

1-3-1 予備調査の基本 [新たに記載]



- 架橋位置が決定されているものの、橋脚および橋台の設置位置や基礎形式等の条件が最終的に決定されていない状況の下で行う調査。予備設計のための基礎情報を与える。
- 橋脚および橋台の設置位置として望ましい箇所、望ましくない箇所を明らかにし、以降の設計方針を適切に方向づけることのできるような情報提供が求められる。
- 個々の土層に関して設計に用いる概略の地盤定数を得ることに加え、調査区域における地層の連続性や平面的な広がり、特に杭基礎の設計に大きな影響を与える軟弱層や支持層等の分布を効率的に把握し、それらを適切に反映した地質断面図を作成することに主眼が置かれる。

II. 調査 1. 調査一般

1-3 予備調査

1-3-2 予備調査の項目 [記載の充実]

(1) 資料調査

- 既存の地盤に関する資料の調査
- 既存構造物の調査
- 河相，利水状況等の調査
- その他の資料調査

(2) 現地踏査

(3) 物理探査

(4) ボーリング，原位置試験 および試掘等による調査

公開されている地盤情報データベースの例

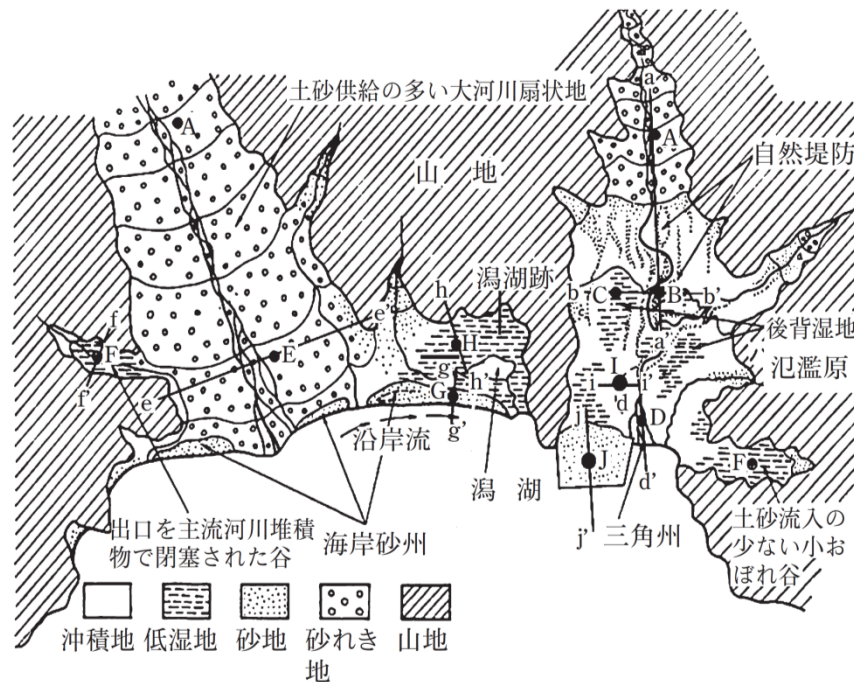
名称	地域等	提供・管理
統合地下構造データベース:ジオ・ステーション	全国	(独)防災科学技術研究所
国土地盤情報検索サイトKunijiban	全国	(独)土木研究所
全国電子地盤図	全国	地盤工学会
北海道地盤情報データベース	北海道	地盤工学会北海道支部
東北地盤情報システム みちのくGIDAS	東北地方	東北地盤情報システム研究会
ほぐりく地盤情報システム	北陸地方	北陸地盤情報活用協議会
地盤情報データベース	関東地方	地盤工学会関東支部
関西圏地盤情報データベース	近畿地方	関西圏地盤情報協議会
四国地盤情報データベース	四国地方	四国地盤情報活用協議会
九州地盤共有データベース	九州地方	地盤工学会九州支部
とちぎ地図情報公開システム	栃木県	栃木県県土整備部技術管理課
栃木県 地質調査資料	栃木県	栃木県県土整備部建築課
群馬県ボーリングMap	群馬県	(公財)群馬県建設技術センター
e～コバトン環境マップ	埼玉県	埼玉県環境部温暖化対策課
千葉県地質環境インフォメーションバンク	千葉県	千葉県環境生活部水質保全課
東京の地盤(web版)	東京都	東京都建設局土木技術支援・人材育成センター
かながわ地質情報MAP	神奈川県	(財)神奈川県都市整備技術センター
横浜市地行政地図情報提供システム「地盤View」	横浜市	横浜市環境創造局政策調整部環境科学研究所
ガイドマップかわさき(地質図集)	川崎市	川崎市環境局環境対策部環境対策課
県域統合型GISぎふ	岐阜県	岐阜県県土整備部技術検査課
静岡県統合基盤地理情報システム	静岡県	静岡県高越基盤部建設支援局技術管理課
三重県地図情報サービス「Mie Click Maps」	三重県	三重県県土整備部公共事業運営課
鈴鹿市シティサイト(土地情報)	鈴鹿市	鈴鹿市都市整備部都市計画課 他
神戸JIBANKUN	神戸市	神戸の地盤・減災研究会
しまね地盤情報配信サービス	島根県	島根県土質技術研究センター
岡山県地盤情報	岡山県	岡山地質情報活用協議会
徳島県地盤情報検索サイト	徳島県	徳島県県土整備部建設管理課
高知地盤災害関連情報ポータルサイト	高知市	高知地盤災害情報評価委員会
かごしま地盤情報閲覧システム	鹿児島県	(公財)鹿児島県建設技術センター

II. 調査 1. 調査一般

1-3 予備調査

1-3-4 注意すべき地形・地質 [新たに記載]

平野部における注意すべき地形・地質の典型例



注意すべき地形・地質 (A～Jは図-II.1.2と対応)	懸念される現象の例	調査項目
扇状地 (A) (a-a' 断面) 扇状地帯 自然堤防地帯 被圧地下水	【河道内】 ・基礎の洗掘 【表層部】 ・地下水の被圧 ・地下水流速が速い	【河道内】 ・河相調査 【表層部】 ・地下水位 ・地下水流速
自然堤防 (B) (b-b' 断面) 有害ガス 河川 液状化	【表層部】 ・地震時の液状化 【地中部】 ・圧密沈下, 負の周面摩擦力, 橋台の側方移動	【表層部】 ・液状化層の分布, 粒度 コンシステンシー 【地中部】 ・支持層の平面分布
後背湿地 (C) 圧密沈下 負の周面摩擦力 側方移動 支持層が深い	【表層部】 ・圧密沈下, 負の周面摩擦力, 橋台の側方移動 ・有害ガスの発生 (メタンガス等) 【地中部】 ・地震時の液状化	【表層部】 ・粘性土の圧密特性, せん断特性 ・有害ガス調査 【地中部】 ・液状化層の分布, 粒度 コンシステンシー

- 平野部における注意すべき地形・地質の地形図, 柱状図を例示。
(丘陵地や山地における注意すべき地形・地質については深礎便覧参照)
- 注意すべき地形・地質に応じて, 懸念される現象の例～調査項目を例示。

※ 注意すべき地形・地質での不具合事例や調査方法等については, 「全国地質調査業協会連合会 信頼性向上委員会: 構造物の安全性・信頼性向上のための調査計画ガイドラインー注意すべき地形・地質に対する調査計画ガイドラインー報告書, 平成27年3月」が参考となる。

II. 調査 1. 調査一般

1-3 予備調査

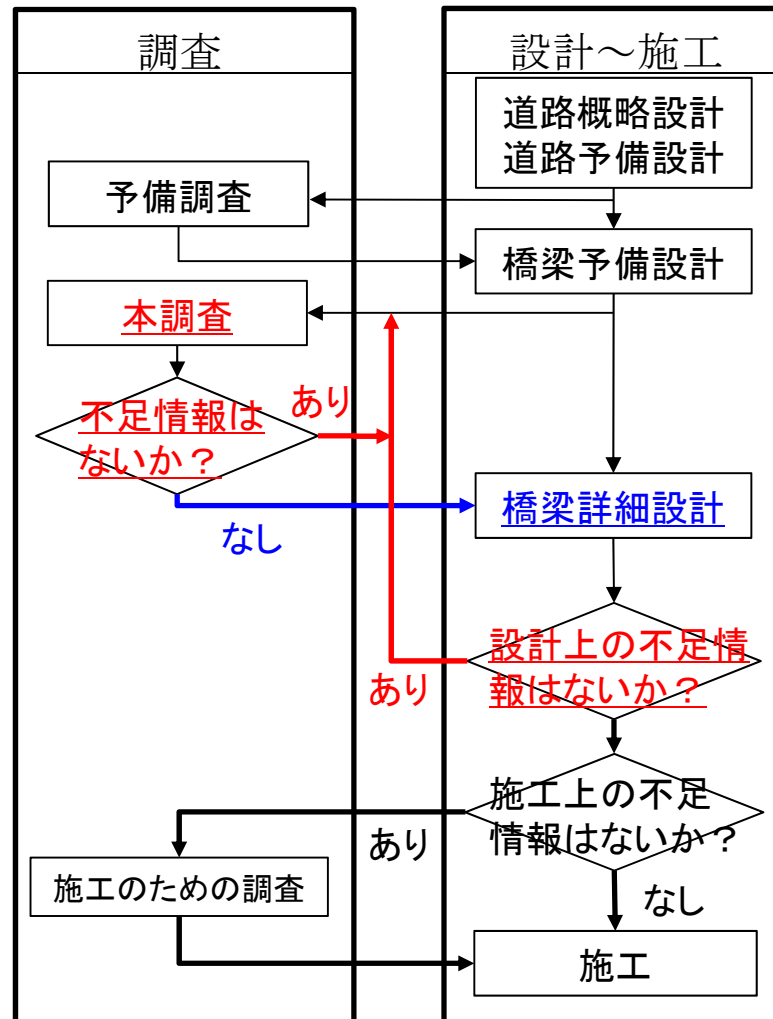
1-3-5 予備調査の結果のとりまとめ [新たに記載]

- 資料調査により得られた情報と新たに実施したボーリングなどの調査結果を統合し、地層の形成過程を考察しながら各層の連続性を検討し、その結果に基づき地質断面図を作成する。
- 各種試験等の結果から、予備設計で用いるための各層の地盤定数についても、整理を行う。
- 予備調査で得られた地盤情報に基づき、調査区域内の各エリアにおける下部構造の設置の適否、想定される現象、設計・施工上の問題点等について整理を行う。
- とりまとめに際しては、予備調査で明らかとなった事項に加えて、予備調査では十分に明らかにすることのできなかつた事項や、以降の調査、設計で精度よく把握しておく必要がある事項についても明記し、以降の予備設計や本調査等に適切に引き継いでいくことが重要である。

II. 調査 1. 調査一般

1-4 本調査

1-4-1 本調査の基本 [新たに記載, 記載の充実]

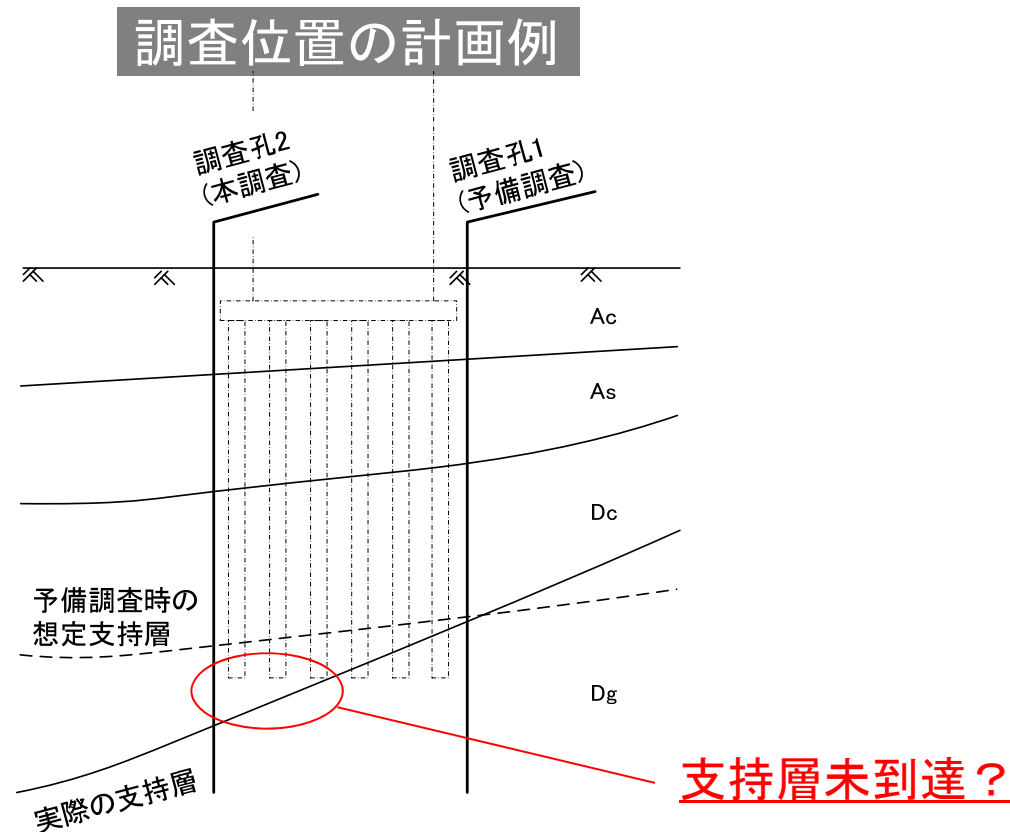


- 橋脚および橋台の設置位置や基礎形式等の条件が決定された状況の下で行う調査。各層の詳細な地盤定数, 支持層の成層状態等について, 詳細設計に必要なかつ十分な情報の提供が求められる。
- それぞれの橋脚および橋台の位置で行うことが原則。ただし, 支持層の傾斜が想定される場合は, 下部構造1基につき数箇所でボーリング, サウンディングを行うなどの配慮も必要。
- 調査の結果, 基礎形式や諸元の見直しの必要性が生じ, 新たな地盤情報が必要となった場合, 地層や支持層が傾斜することが判明し, 新たな地層確認が必要となった場合等, 設計で不足する情報がある場合には, 適切な設計を行えるように必要に応じて追加調査を行う。

II. 調査 1. 調査一般

1-4 本調査

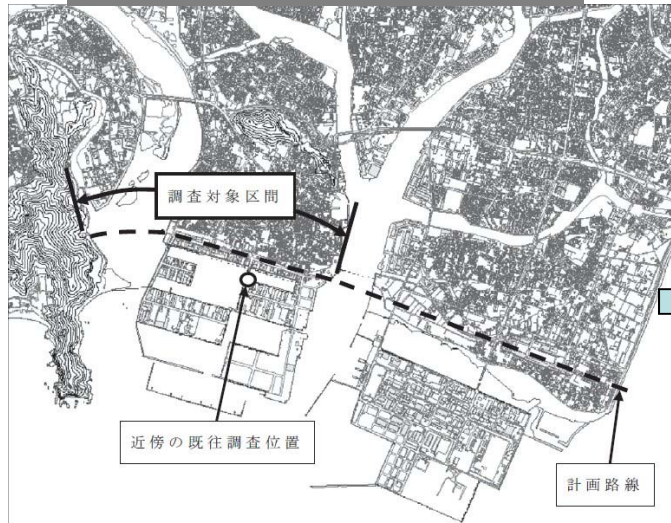
1-4-2 本調査の位置 [新たに記載]



- 本調査は、それぞれの橋脚および橋台の位置において行うことが原則。ただし、支持層の傾斜が想定される場合は1基あたり複数個所での調査が必要となる場合もある。
- 特に、埋没谷や傾斜地、山岳地等では慎重な調査が注意。

参考資料1. 地盤調査の例 [新たに記載]

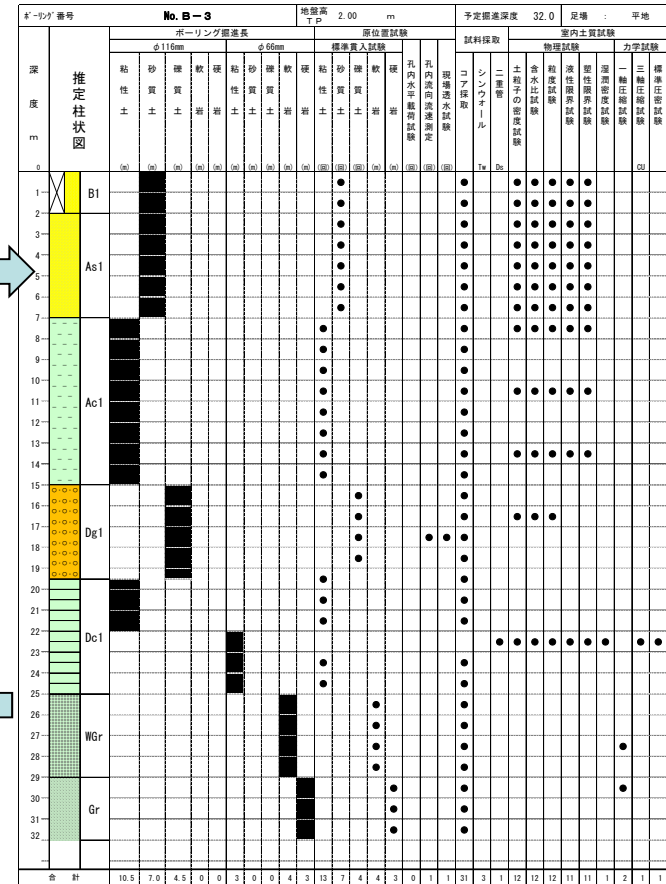
平面図と調査対象区間



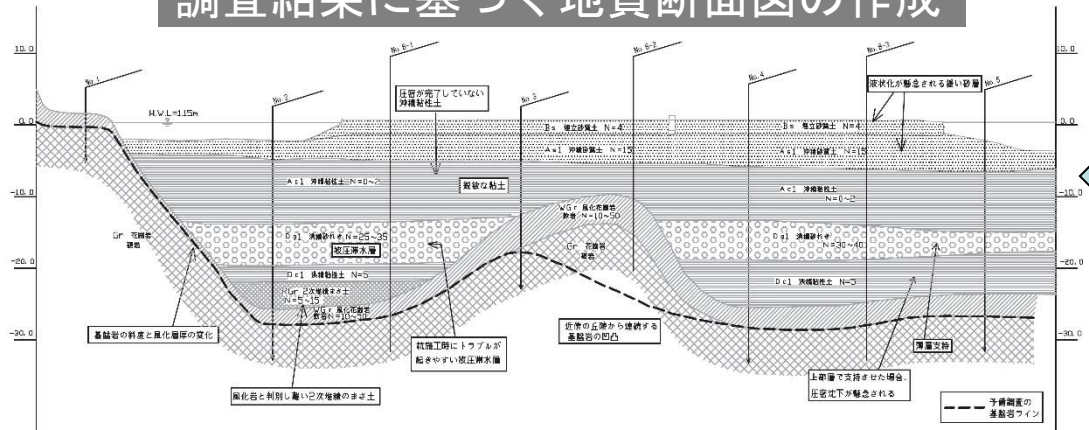
課題の整理

調査点	特徴	地盤調査における課題
全体地形	調査地は流量の多い大河川の自然河川に隣接し、高層住宅の密集する都市域に所在している。また河川・小川の一体的な河川改修計画による河川の増幅と河川敷の造成による地盤の軟弱化が懸念される。	自然的河川・都市地形では、河川が深い、軟弱粘土層が分布する可能性が分るなどの傾向が考えられる。また、大河川・小川の一体的河川改修計画による河川の増幅と河川敷の造成による地盤の軟弱化が懸念される。
地盤状況	河川の氾濫に際しては、河川敷の造成による地盤の軟弱化が懸念される。また河川敷の造成による地盤の軟弱化が懸念される。	河川敷の造成による地盤の軟弱化が懸念される。また河川敷の造成による地盤の軟弱化が懸念される。
地盤変化	大河川の河川敷の氾濫による地盤の軟弱化が懸念される。河川敷の造成による地盤の軟弱化が懸念される。	地盤が氾濫に際しては、河川敷の造成による地盤の軟弱化が懸念される。また河川敷の造成による地盤の軟弱化が懸念される。
地盤変化	河川敷の造成による地盤の軟弱化が懸念される。河川敷の造成による地盤の軟弱化が懸念される。	地盤が氾濫に際しては、河川敷の造成による地盤の軟弱化が懸念される。また河川敷の造成による地盤の軟弱化が懸念される。
地盤変化	河川敷の造成による地盤の軟弱化が懸念される。河川敷の造成による地盤の軟弱化が懸念される。	地盤が氾濫に際しては、河川敷の造成による地盤の軟弱化が懸念される。また河川敷の造成による地盤の軟弱化が懸念される。
地盤変化	河川敷の造成による地盤の軟弱化が懸念される。河川敷の造成による地盤の軟弱化が懸念される。	地盤が氾濫に際しては、河川敷の造成による地盤の軟弱化が懸念される。また河川敷の造成による地盤の軟弱化が懸念される。
地盤変化	河川敷の造成による地盤の軟弱化が懸念される。河川敷の造成による地盤の軟弱化が懸念される。	地盤が氾濫に際しては、河川敷の造成による地盤の軟弱化が懸念される。また河川敷の造成による地盤の軟弱化が懸念される。
地盤変化	河川敷の造成による地盤の軟弱化が懸念される。河川敷の造成による地盤の軟弱化が懸念される。	地盤が氾濫に際しては、河川敷の造成による地盤の軟弱化が懸念される。また河川敷の造成による地盤の軟弱化が懸念される。

調査計画の策定



調査結果に基づく地質断面図の作成

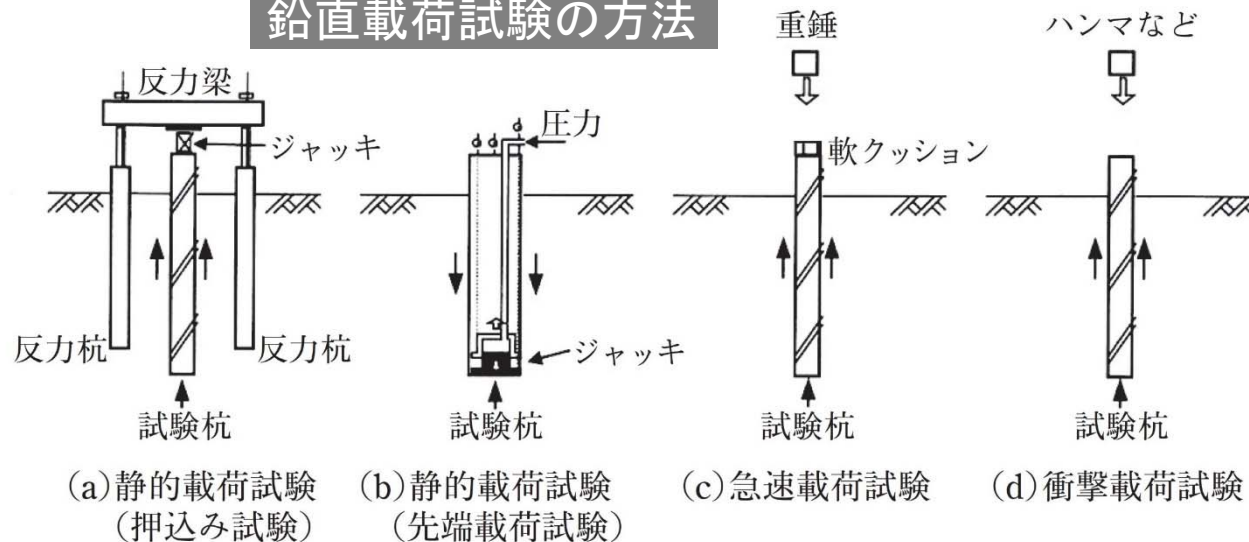


- 予備調査, 本調査の計画策定例を, 思考過程とともに例示.

II. 調査 4. 杭の試験

4-1 鉛直載荷試験 [記載の充実]

鉛直載荷試験の方法



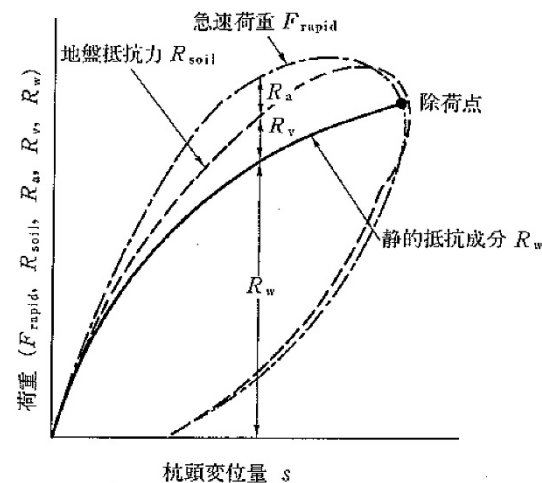
- 道示における杭の支持力推定式は静的載荷試験結果に基づくことから、支持力の評価は静的載荷試験が基本.
 - 載荷時間が長く、砂質土:排水条件, 粘性土:非排水条件.
 - 結果の解釈が容易.
- 近年では動的載荷試験の実施例が増えてきているが、適用条件, 適用限界に注意が必要.
 - 載荷時間が長く、土質によらず非排水条件.
 - 得られる全抵抗を静的抵抗成分と動的抵抗成分に分離する必要あり.

II. 調査 4. 杭の試験

4-1 鉛直載荷試験

4-1-2 試験方法の選定 (3) 試験方法の選定 [記載の充実]

除荷点法のご概念図



※ 出典「(社)地盤工学会：杭の鉛直載荷試験方法・同解説—第一回改訂版—，2004.」

- 載荷荷重の1/20～1/50程度の重錘を落下し，軟クッションを介して加力する方式が主流.
- 杭体内の波動伝播の影響を無視できるため，試験結果の解釈が比較的容易.
- 現時点では，静的載荷試験結果との整合が確認されているのは降伏支持力以下の範囲.
→ 当面は，支持力推定式が確立されている杭工法，地盤条件の下で，施工された本杭が設計で推定した支持力を満足しているかどうかの確認試験として適用.
- 杭体に引張力が生じないため，場所打ち杭にも適用可.
- 杭先端付近が未固結で透水性が低い場合，過剰間隙水圧により，先端抵抗を過大評価する可能性あり.
- プレボーリング杭の杭周固定部，鋼管ソイルセメント杭のソイルセメントが杭体と剥離しないような荷重レベルの確認が必要.

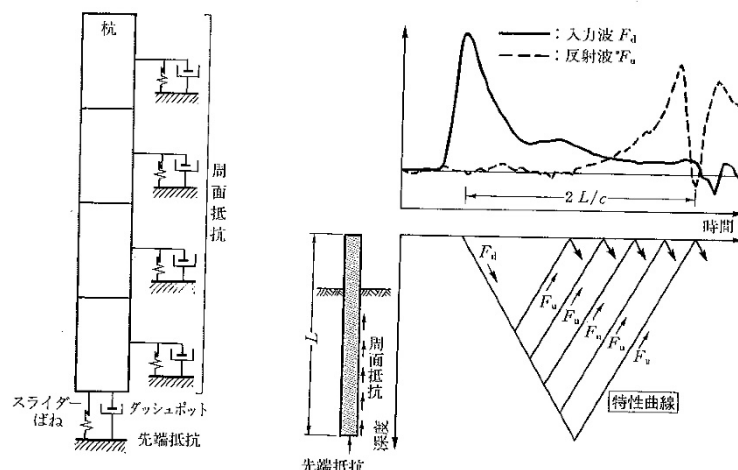
II. 調査 4. 杭の試験

4-1 鉛直載荷試験

4-1-2 試験方法の選定 (3) 試験方法の選定 [記載の充実]

波形マッチング解析 の概念図

※ 出典「(社)地盤工学会：杭
の鉛直載荷試験方法・同解説
— 第一回改訂版 —, 2004.」



- 油圧ハンマやモンケン等を用いて杭頭を打撃する際に、杭頭近くで加速度、ひずみを測定する方法。打込み杭工法への適用事例が多い。
- 杭体内の波動伝播の影響を無視できないため、**波形マッチング解析が必要**。
- 降伏支持力以下の範囲では静的載荷試験結果の整合が概ね確認されているが、極限支持力は静的載荷試験と一致しないケースが多数報告されている。
→ 当面は、**打込み杭工法の確認試験**に適用。
- 杭体に引張力が生じるため、**場所打ち杭への適用は困難**。
- **杭先端付近の土層が未固結で透水性が低い場合**、過剰間隙水圧の影響により、**先端抵抗を過大評価する可能性**があるので要注意。

II. 調査 岩盤について

1-3-5 予備調査の結果のとりまとめ 岩級区分の位置付け [新たに記載]

- 道路橋示方書では、当該地点での地盤調査に基づいて、亀裂の多寡や、岩の一軸圧縮強度、変形係数を目安として岩を区分し、設計に用いる地盤定数 (最大地盤反力度の上限値など) を評価。
- 岩級区分 (右表参照) は、岩盤の硬軟、節理・亀裂・風化の状態や頻度等によって岩盤を区分するための目安の一つ。岩盤の状態を理解する上で有効な情報ではあるが、岩の強度・変形特性や、道路橋示方書における岩の区分とは一意的に対応しないことに注意が必要。

岩級区分の目安

名称	特徴
A	極めて新鮮なもので造岩鉱物及び粒子は風化、変質を受けていない。亀裂、節理はよく密着し、それらの面にそって風化の跡はみられないもの。 ハンマーによって打診すれば澄んだ音を出す。
B	岩質堅硬で開口した (たとえ 1mm でも) 亀裂又は節理はなく、よく密着している。ただし造岩鉱物及び粒子は部分的に多少風化、変質が見られる。 ハンマーによって打診すれば澄んだ音を出す。
C _H	造岩鉱物及び粒子は石英を除けば風化作用を受けてはいるが岩質は比較的堅硬である。一般に褐鉄鉱などによる変色、節理又はき裂の間の粘着力はわずかに減少しており、ハンマーの強打によって割れ目によって岩塊が剥脱し、剥脱面には粘土物質の薄層が残留することがある。 ハンマーによって打診すれば少し濁った音を出す。
C _M	造岩鉱物及び粒子は石英を除けば風化作用を受けて多少軟化しており、岩質も多少軟らかくなっている。節理又は亀裂の間の粘着力は多少減少しており、ハンマーの普通程度の打撃によって、割れ目によって岩塊が剥脱し、剥脱面には粘土物質の層が残留することがある。 ハンマーによって打診すれば少し濁った音を出す。
C _L	造岩鉱物及び粒子は風化作用を受けて軟質化しており岩質も軟らかくなっている。 節理又は亀裂の間の粘着力は減少しており、ハンマーの軽打によって割れ目によって岩塊が剥脱し、剥脱面には粘土物質が残留する。 ハンマーによって打診すれば濁った音を出す。
D	造岩鉱物及び粒子は風化作用を受けて著しく軟質化しており岩質も著しく軟らかい。 節理あるいはき裂の間の粘着力はほとんどなく、ハンマーによって僅かな打撃を与えるだけでくずれ落ちる。 剥脱面には粘土物質が残留する。 ハンマーによって打診すれば著しく濁った音を出す。

II. 調査 岩盤について

1-4-3 本調査の計画 (3) 調査の項目および数量

2-4-3 岩盤の強度定数 [新たに記載]

- 土砂部と岩盤部ではボーリングの方法や記録方法が異なるため、いずれの方法によるか、調査計画段階で検討しておく必要あり。
- 岩盤部では、標準貫入試験を基本とした調査のみでは十分な情報が得られない場合が多いため、可能な限りコアを採取。
 - 観察に基づく岩種や風化、亀裂、変質等の状態評価
 - コアの一部を用いた物理試験、一軸圧縮試験等
- 風化、亀裂を生じている岩盤の一軸圧縮試験では、状態が良好な部分を選定して試験に供することとなるため、得られる強度が岩盤全体としての強度を代表しているとは限らない。
 - 三軸圧縮試験、多段階三軸圧縮試験、一軸圧縮試験と圧裂試験を組み合わせる方法、孔内せん断摩擦試験等を併せて実施することで、一軸圧縮試験による強度の妥当性を確認することができる。

設計便覧

III. 設計の主な改定内容

Ⅲ. 設 計

1. 設計一般【記載の充実, 新たに記載】
2. 常時, 暴風時およびレベル1地震時の設計【記載の充実, 新たに記載】
3. レベル2地震時に対する照査【記載の充実】
4. 特殊な条件における杭基礎の設計【記載の充実】
5. フーチングの設計【記載の充実】
6. 杭とフーチングの接合方法【記載の充実】
7. 構造細目【記載の充実】

Ⅲ. 設計

1. 設計一般

1-2. 設計における地盤調査結果の活用と留意点

[新たに記載]

- ・ 基礎の設計を行う際には、地盤に関する専門知識が必要。
- ・ 特に「注意すべき地形・地質」等の留意すべき地盤条件では、地盤に関する十分な専門知識や資格を有する技術者が関与するのが望ましい
例) 技術士（建設部門，土質及び基礎），RCCM（土質及び基礎）
- ・ 土質調査結果を単に引用するのではなく，調査手法の特性や地盤の不確実性等を念頭に地盤の全体状況や基礎の設計・施工への影響について幅広く把握した上で，地盤を適切に評価し，設計を実施する

Ⅲ. 設計 1. 設計一般

1-2. 設計における地盤調査結果の活用と留意点

1-2-1. 予備設計における地盤調査結果の活用

[新たに記載]

- 架橋位置における地層の連続性や平面的な広がり，特に基礎の設計に大きな影響を与える軟弱層や支持層の分布・傾斜状況を把握した上で，下部構造の設置位置や基礎形式の検討
- 地盤の本調査や詳細設計での手戻りを減らすべく，予備設計で前提とした地盤条件や地盤定数，想定される設計・施工上の問題点等について，確実に以降の地盤の本調査や詳細設計へと引継ぎを行う

Ⅲ. 設計 1. 設計一般

1-2. 設計における地盤調査結果の活用と留意点

1-2-2. 詳細設計における地盤調査結果の活用

[新たに記載]

- 設計者が地盤の本調査の結果を再評価
- 計算式の精度や特性を考慮した上で、当該地盤の平均的な値と考えられるものを求める
- 設計と同時期に本調査が実施される場合には、道路管理者・調査者・設計者で密に情報を共有しつつ、適宜、調査内容や調査数量の検討を行う

Ⅲ. 設計 1. 設計一般

1-2. 設計における地盤調査結果の活用と留意点

1-2-3. **地盤調査結果の取り扱いに留意すべき条件・状況**

[新たに記載]

- 地盤調査がない場合，または詳細設計時に下部構造位置が予備設計から変更となる場合
- 地層構成が複雑又は支持層の不陸や傾斜している場合で，規模の大きい基礎，予備設計から大規模に変更となる場合
- 薄層支持，圧密沈下の可能性がある場合で，杭径や支持層への根入れ長が予備設計から大きく変更となる場合
- 側方移動や液状化・流動化の判定を行う場合
- N<5の軟弱地盤で，原位置・室内試験がない又は少ない場合
- 斜面の不安定化，地盤の洗掘・浸食がある場合
- 既設構造物との近接施工となる場合

等

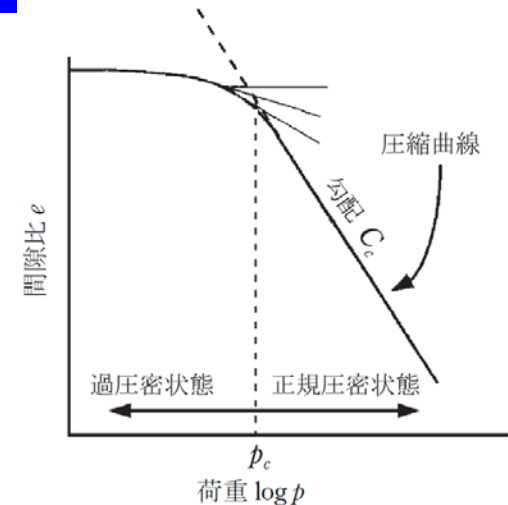
Ⅲ. 設計 1. 設計一般

1-3. 設計の基本と手順

(3) 設計上の地盤面, 支持層の設定 [新たに記載]

- 支持層の下に粘性土がある場合は, 圧密沈下の影響を受ける可能性を検討し, 影響を受けないとみなせる位置を支持層として選定
- 一般的な規模の橋においては, 粘性土層上面において次式により判定

$$(q_c - \sigma_z) \leq \frac{1}{n} (p_c - \sigma_z)$$



- 安全率(n = 1.5)は, **圧密降伏応力度のばらつきを考慮して設定**

深度(m)	データ数	圧密降伏応力	変動係数
		p_c (kN/m ²)	COV _p
3.00-3.85	24	16.0	0.303
7.00-7.85	20	35.0	0.143
11.00-11.85	21	58.7	0.134
15.00-15.85	20	84.0	0.103
19.00-19.70	21	112.5	0.097

Ⅲ. 設計 1. 設計一般

1-3. 設計の基本と手順

(3) 設計上の地盤面, 支持層の設定

[新たに記載]

良質な支持層について（岩盤の場合）

- ・ 支持層になり得ない層
 - 変形しやすいために支持力発現まで大きな変形が生じる
 - 浸水等による膨張に伴う強度低下が生じる
- など

⇒ 強度低下や過大な変形等が生じるおそれがある場合には、他の層を支持層とするなどの対応が必要

Ⅲ. 設計 1. 設計一般

1-3. 設計の基本と手順

(5) 常時, 暴風時およびレベル1地震時の設計 [H24道示に対応した記載の見直し・充実]

プレボーリング杭工法の設計

- ・ H24道示において, 以下の記載

「耐震性能2を満たすようにレベル2地震時に基礎の塑性化を考慮する橋に用いる場合には, レベル2地震後にソイルセメント柱が有効でなくなった場合も想定して, 常時, 暴風時およびレベル1地震時の照査を行う。」

⇒実験に基づき, ソイルセメント柱が有効でなくなる範囲の目安として杭頭から $1/\beta$ 程度とすればよい



原位置載荷試験後に掘削した杭頭部の状況

なお, 鋼管ソイルセメント杭工法については,

- ・ 既往の実験結果よりレベル2地震後にも初期と同程度の支持力・変形能が期待できることが確認。

→ソイルセメント柱が有効でなくなる範囲を考慮する必要なし

Ⅲ. 設計

2. 常時, 暴風時およびレベル1地震時の設計

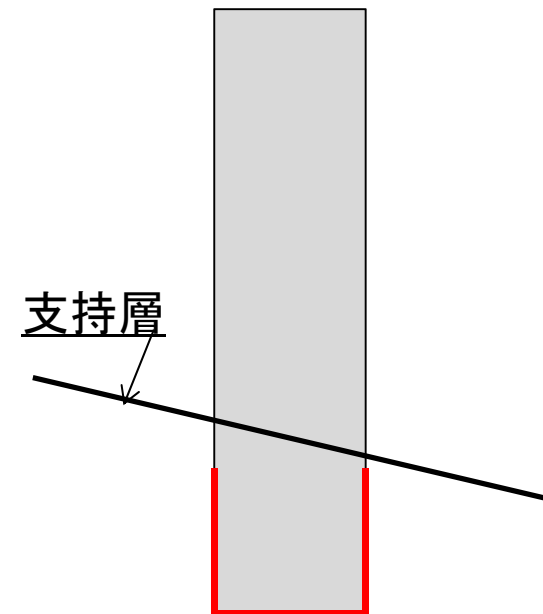
2-4-1. 地盤から決まる杭の極限支持力の推定法

[H24道示に対応した記載の見直し・充実]

支持層への根入れ

- ・ H24道示で, 標準的な支持力推定式は, 杭先端を良質な支持層に杭径程度以上根入れした条件の載荷試験をもとに下図のように整理して設定

⇒ 「以上」としたのは, 地盤調査結果に基づき設定した支持層の深さには, 地盤調査の頻度や地盤の不均一性等による誤差が含まれることを考慮して, 基礎を構成する複数の杭がすべて支持層に杭径程度根入れすることを意図したものであり, 支持層への過度の根入れを意図したものではない。



Ⅲ. 設計

2. 常時, 暴風時およびレベル1地震時の設計

2-4-1. 地盤から決まる杭の極限支持力の推定法 [新たに記載]

打撃工法の支持力

- ・ 支持層が均質な砂あるいは砂れきで, 粒径が揃っていて締め固まり難いような条件等では, 十分な先端閉塞効果が得られず, 設計で想定する支持力が得られないことがある。
- ⇒ 打止め管理を慎重に実施, 必要に応じて支持層への根入れ長の増加や先端閉塞を高める部材の取付, 選定した工法の見直しや載荷試験で確認等を検討。



先端閉塞を高める部材の取付例（円弧リブ）
47

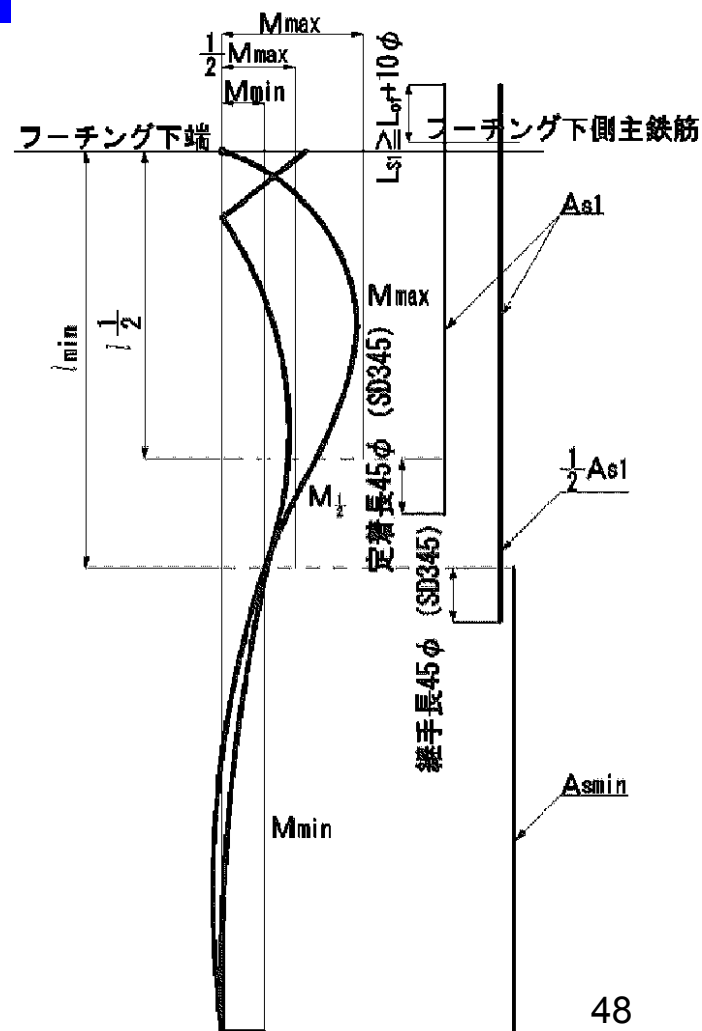
2-6-5. 場所打ち杭

(2) 軸力と曲げモーメントに対する設計

[H24道示に対応した記載の見直し・充実]

杭の断面変化

- ・ 施工時における鉄筋かごの座屈や変形等が生じないように配慮。
 - ・ 旧便覧では、1断面から2断面への変化の際には、2断面目の鉄筋量が1段目の鉄筋量の1/2以上とすることを記載。ただし、2断面目から3断面目への変化については記載なし。
- ⇒ 各断面1回の断面変化における鉄筋量は、1/2程度以上の鉄筋量を確保。



Ⅲ. 設計 4. 特殊な条件における杭基礎の設計

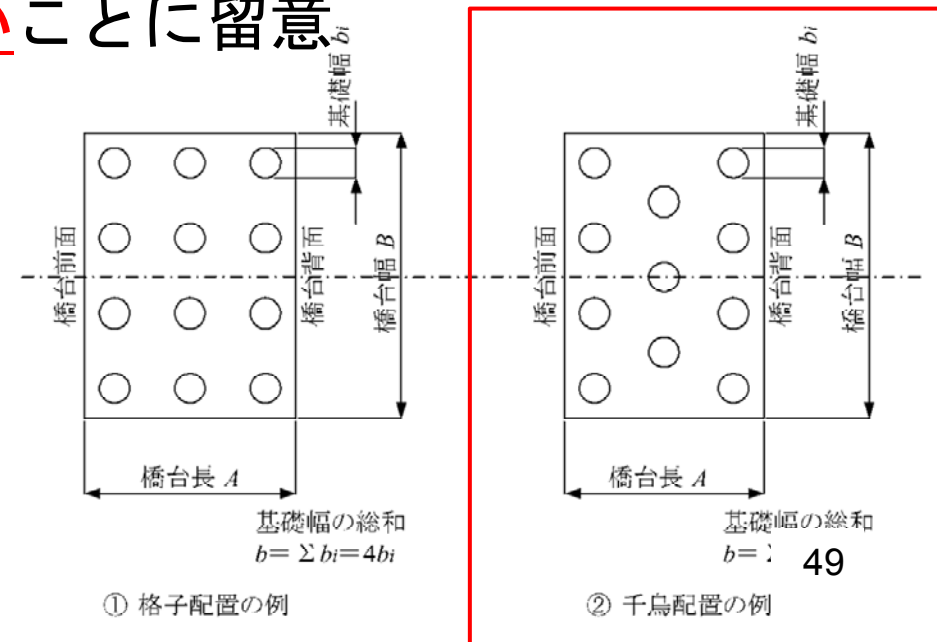
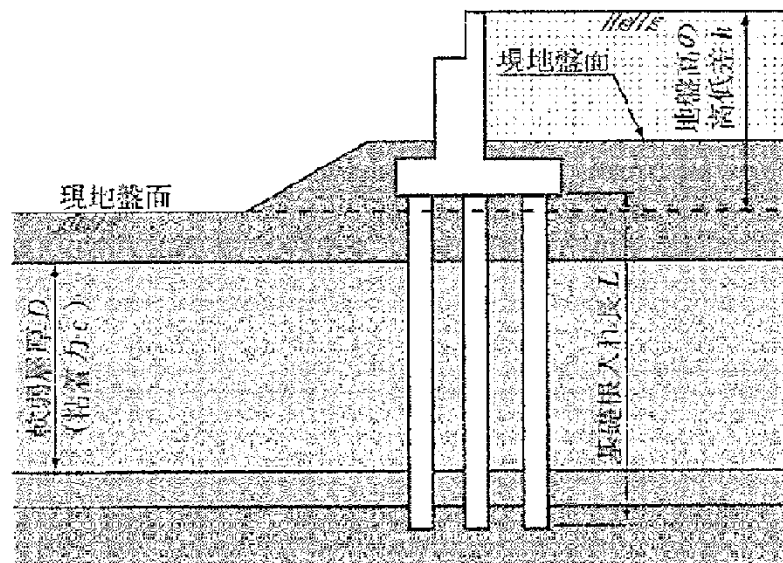
4-1. 橋台の側方移動

(1) 側方移動の判定

[記載の充実]

側方移動の判定に関する留意点

- ・ 旧便覧では，格子配置の例のみを記載。
- ⇒ 千鳥配置の場合の考え方も記載。
- ・ 判定式の適切な運用方法の記載
- ⇒ 基礎根入れ長 L や橋台長 A を長くすると計算上， I 値は小さくなるが，根本的な対策とならないことに留意。



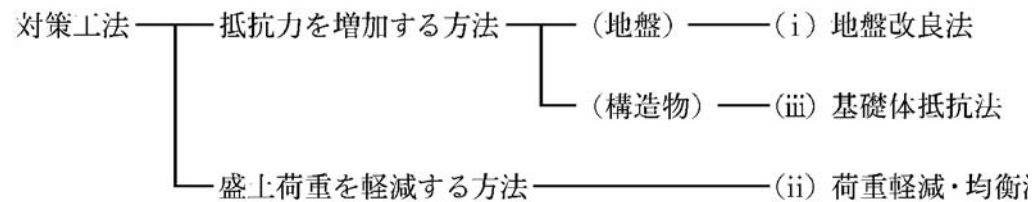
Ⅲ. 設計 4. 特殊な条件における杭基礎の設計

4-1. 橋台の側方移動

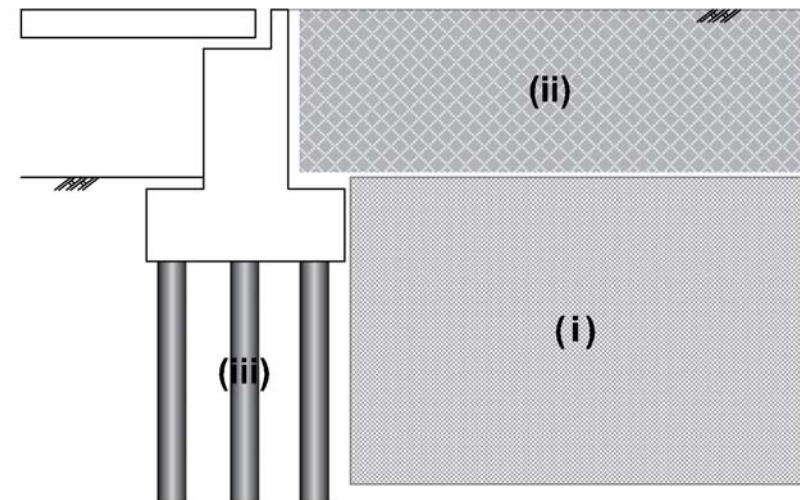
(2) 対策工

[記載の充実]

- 設計の便を考慮して、各工法の適用位置を記載。



(a) 対策工法の分類



(b) 各工法の適用位置 (イメージ)

- 主要な対策工法にバーチカルドレン工法と固結工法を追記。

(i) 地盤改良法

- 盛土載荷重工法 (プレロード)
- バーチカルドレン工法 (新)
- サンドコンパクションパイル工法
- 固結工法 (新)

(ii) 荷重軽減・均衡法

- 軽量盛土工法
- 押え盛土工法

(iii) 基礎体抵抗法

Ⅲ. 設計 4. 特殊な条件における杭基礎の設計

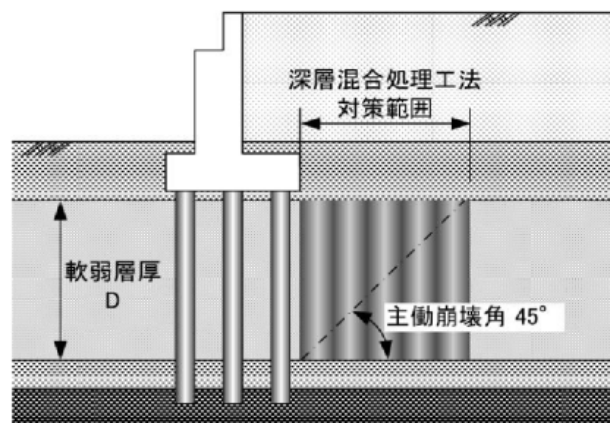
4-1. 橋台の側方移動

(2) 対策工

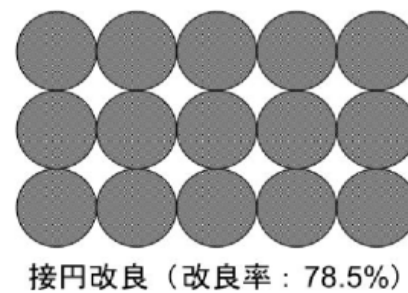
[記載の充実]

固結工法を実施する場合の留意点

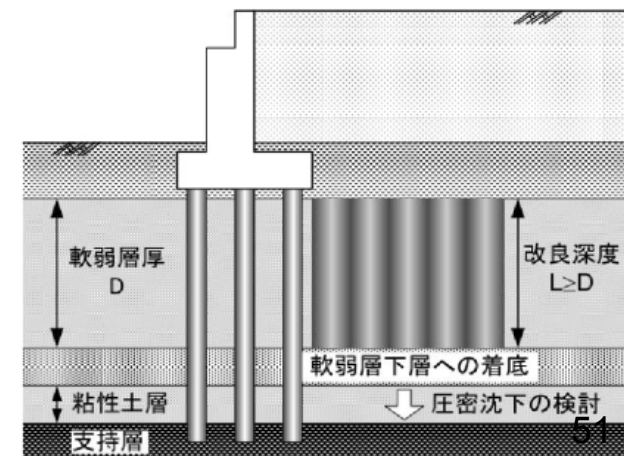
- ・ 強度を増加させた橋台背面側の基礎地盤が側方移動するか否かの判定をI値を用いて行うことはできない。
- ⇒ 橋台背面側の基礎地盤の強度を増加させるために固結工法を採用する場合には、基礎に影響を与えるような変位が生じることがないような改良範囲や改良率等を定める必要あり



改良範囲



改良率



改良深度

Ⅲ. 設計 4. 特殊な条件における杭基礎の設計

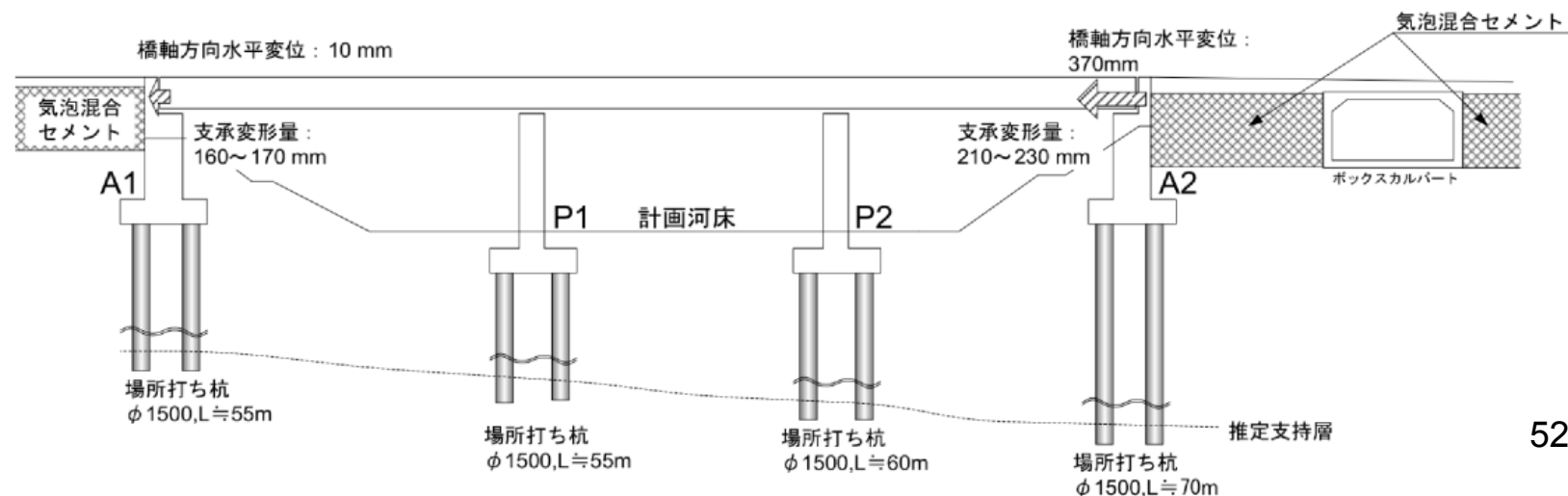
4-1. 橋台の側方移動

(2) 対策工

[記載の充実]

軽量盛土工法を用いる場合の留意点

- 橋台背面を軽量化することで杭本数等を減少させた結果、基礎が十分な剛性を有しなくなり、側方移動が発生
- ⇒ 軽量盛土材料による土圧軽減効果を期待した設計を行う場合には、基礎の水平抵抗力が過度に小さくならないように留意



Ⅲ. 設計 4. 特殊な条件における杭基礎の設計

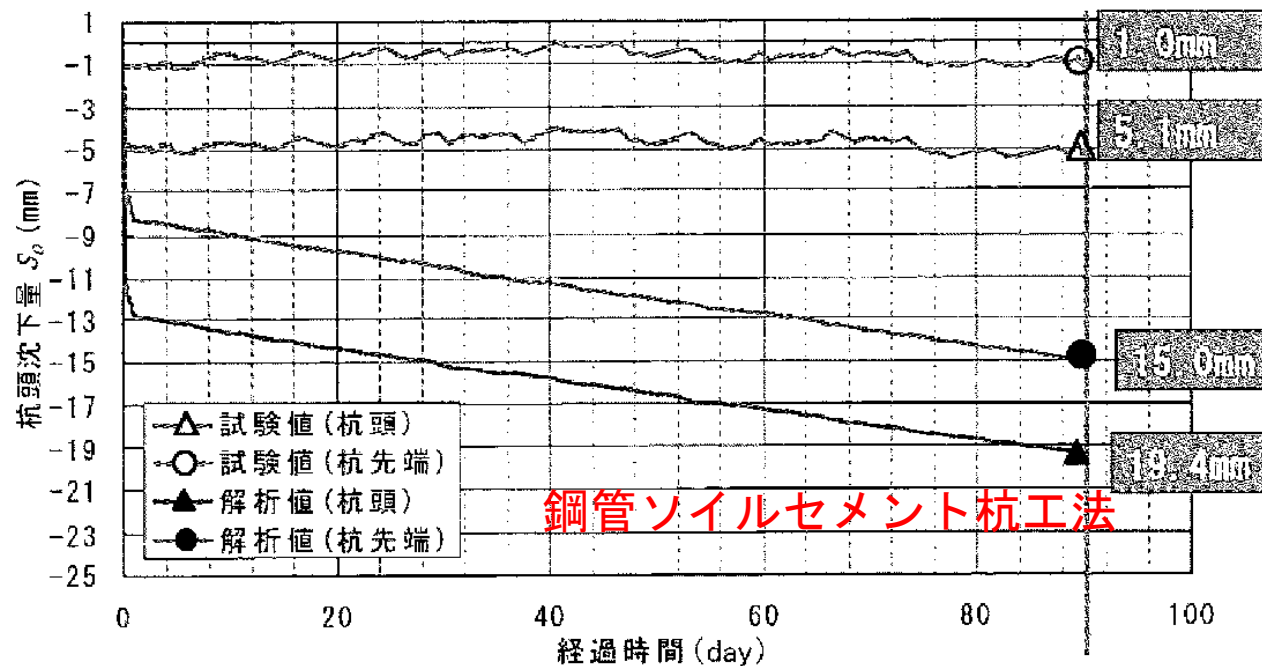
4-3. 摩擦杭

4-3-2 摩擦杭の設計

[記載の充実]

摩擦杭として適用可能な工法

- ・ 打撃工法，場所打ち杭工法に加えて，鋼管ソイルセメント杭工法についても，長期載荷試験により摩擦杭としての適用性を確認されたため追記



Ⅲ. 設計 4. 特殊な条件における杭基礎の設計

4-6. 斜杭

4-6-1 概要

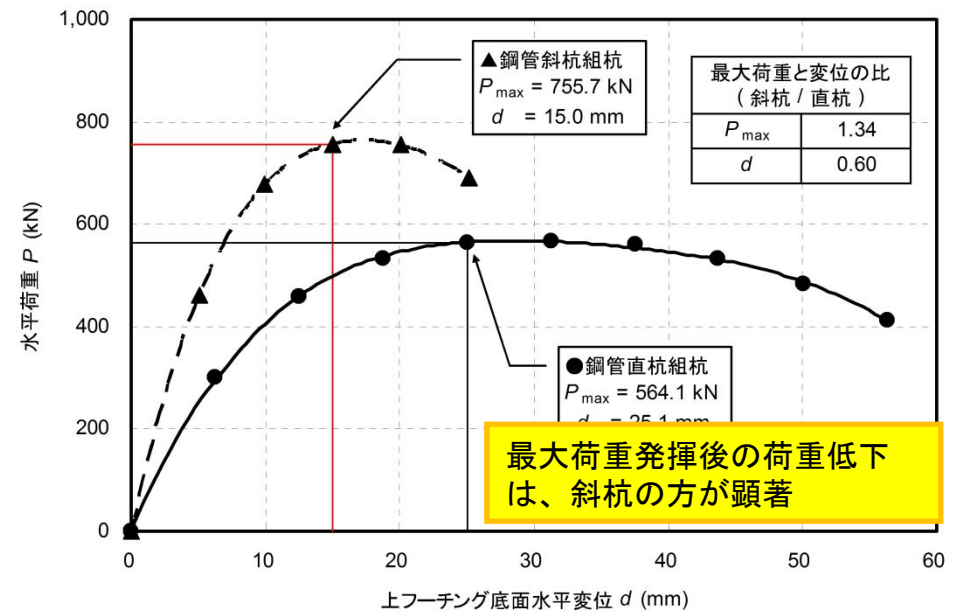
[H24道示に対応した記載の見直し・充実]

斜杭と直杭の割合

全杭本数のうち1/3 以上は直杭

⇒ 正負交番繰返し 載荷試験 で直杭のみの場合に比べて斜杭の割合が増加すると、最大となる水平力は大きくなるものの、水平力が安定して保持される変位の領域が小さくなること

⇒ 全杭本数のうち1/3 以上を直杭とした実験結果より、斜杭を用いる場合の 許容塑性率 を決めたこと



L2地震時の照査に用いる許容塑性率

・ H24道示では、斜杭を用いる場合の許容塑性率（橋脚は3，橋台は2）を記載。

⇒ 実験結果を示し，斜杭組杭と直杭組杭の変形特性の違いを記載

Ⅲ. 設計 4. 特殊な条件における杭基礎の設計

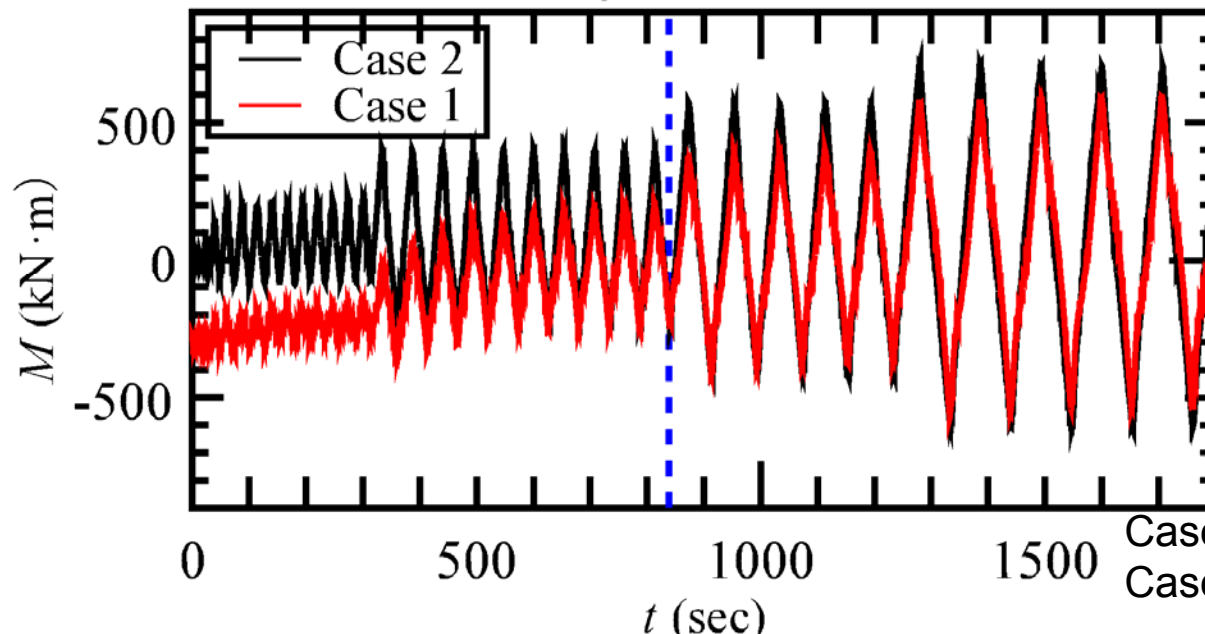
4-6. 斜杭

4-6-5 圧密沈下が生じる地盤中の斜杭の設計

[H24道示に対応した記載の見直し・充実]

- ・ H24道示改定を踏まえ，地盤の圧密沈下による荷重の評価方法を記載
- ・ 負の周面摩擦力によって斜杭の杭軸直角方向に作用する荷重に対しては，地震時の照査は不要であり，死荷重に対してのみ実施すればよい

$$\delta_f = 0.01D$$



※許容変位程度の変位が生じる一定規模の地震の際にはほぼ消散

Case1 : 圧密沈下荷重が作用する斜杭
Case2 : 圧密沈下後に設置した斜杭

Ⅲ. 設計 6. 杭とフーチングの接合方法

6-3. 設計方法

[記載の充実]

- ・ H24道示においては、フーチング厚さ・構造細目等の条件を満たし、かつ、標準的な縁端距離を確保する場合には、仮想鉄筋コンクリート断面の照査を除き、杭頭接合部の照査を省略できることを記載。

⇒実験により、杭体をフーチングの強度より高く設定し、杭頭接合部が先行して損傷しなかったことが確認されたことから、場所打ち杭の仮想鉄筋コンクリート断面の照査を省略。

⇒全ての杭について、縁端距離を縮小する場合は、仮想鉄筋コンクリート断面等を確保した上で、レベル2地震時も含めた水平押抜きせん断等の所要の性能を満たすよう設計。

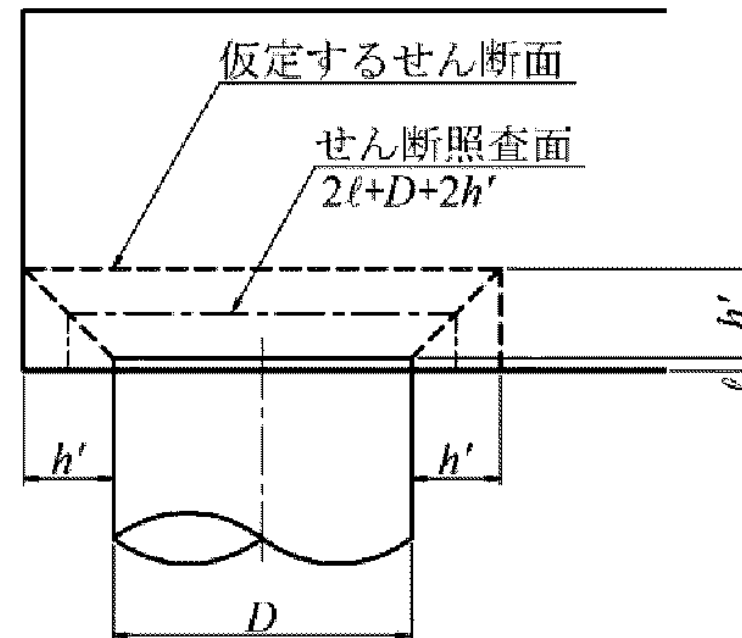
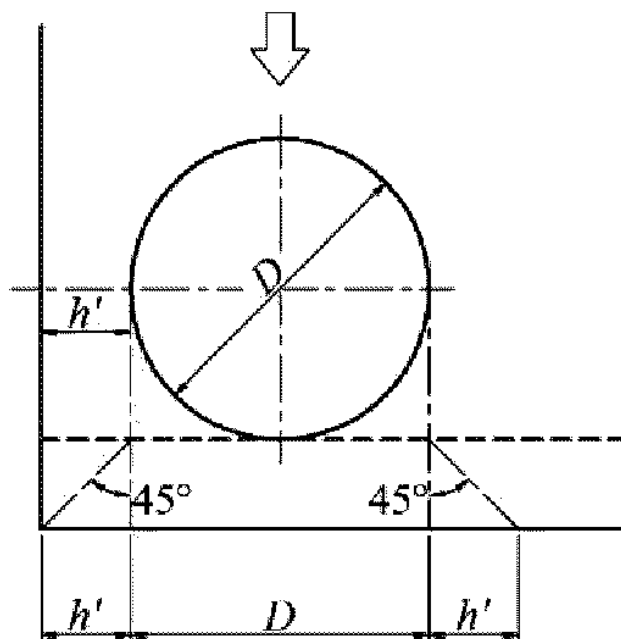
Ⅲ. 設計 6. 杭とフーチングの接合方法

6-3. 設計方法

6-3-3 フーチング端部の杭に対する水平方向の押抜きせん断の照査 [記載の充実]

① 常時, 暴風時およびレベル1 地震時

- ・ フーチングコンクリートに有害なひび割れを発生させない
⇒ フーチングコンクリート部の負担分のみ考慮



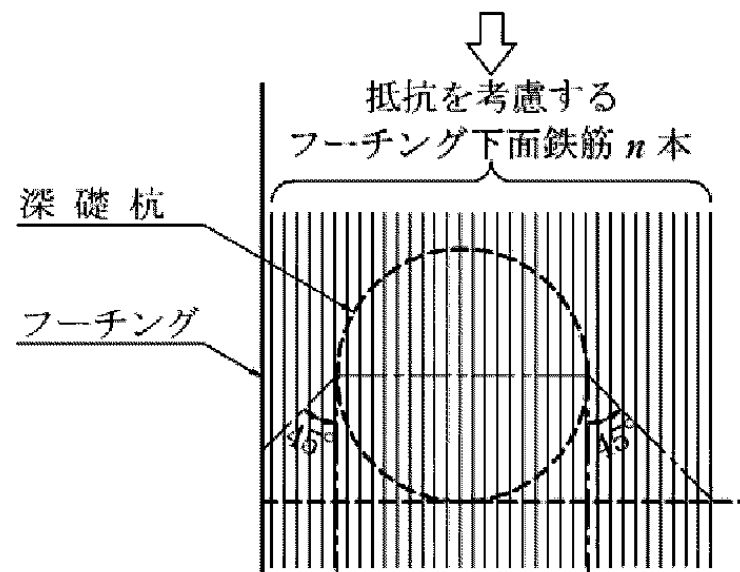
Ⅲ. 設計 6. 杭とフーチングの接合方法

6-3. 設計方法

6-3-3 フーチング端部の杭に対する水平方向の押抜きせん断の照査 [記載の充実]

② レベル2地震時

- ・ 例として、押抜きせん断が生じる平面的な範囲に存在するフーチング下面鉄筋の抵抗に期待したせん断耐力を算定する方法を記載



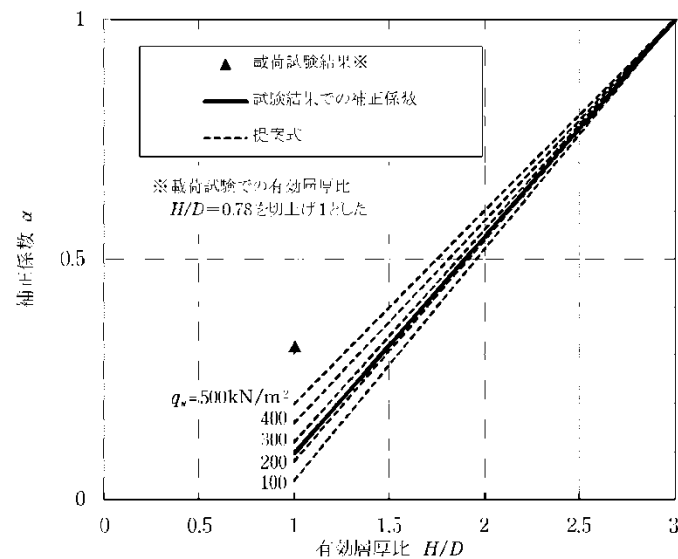
杭基礎設計便覧 目次(その3)

参考資料

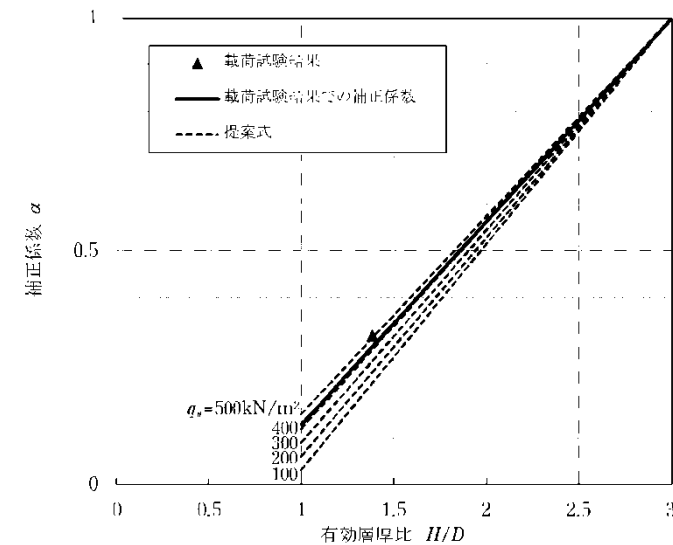
1. 地盤調査の例【新たに記載】
2. 薄層に支持された杭の先端支持力の評価【記載の充実】
3. 工法の適用性【新たに記載】
4. 岩盤を支持層とする杭の鉛直載荷試験の分析と適用検討時の留意点【新たに記載】
5. 極限支持力推定法の相違による安全率の補正係数とその意義
6. 弾性床上のはり部材の剛性マトリクスを用いた計算法
7. 変位法の誘導
8. フーチング中に杭を一定長さだけ埋込む接合方法の設計および構造細目【新たに記載】
9. S L 杭の設計計算例
10. P C ウェル【記載の充実】

参考資料2 薄層に支持された杭の先端支持力の評価 [記載の充実]

薄層に支持された杭の先端支持力の評価方法について，従来から示されていた場所打ち杭に加えて，載荷試験およびFEM解析結果に基づき，新たに中掘り杭工法（セメントミルク噴出攪拌方式）および鋼管ソイルセメント杭工法を追加



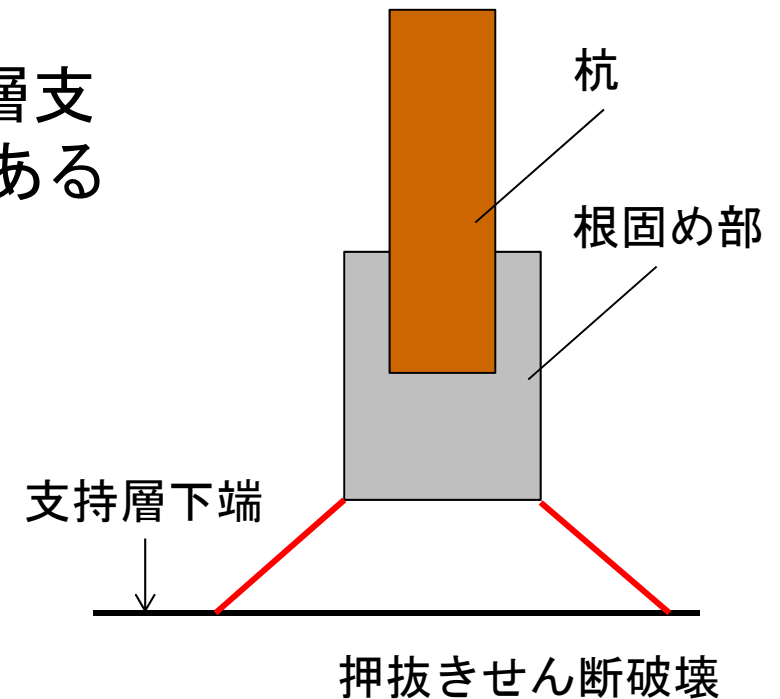
(a) 中掘り杭工法（セメントミルク噴出攪拌方式）（鋼管杭）
（砂地盤 N 値 50 ($q_d = 7,500 \text{ kN/m}^2$), $q_u = 240 \text{ kN/m}^2$)



(b) 鋼管ソイルセメント杭工法の結果
（砂れき地盤 N 値 = 50 ($q_d = 10,000 \text{ kN/m}^2$), $q_u = 428 \text{ kN/m}^2$)

参考資料2 薄層に支持された杭の先端支持力の評価 [記載の充実]

- ・ 杭先端の下側に根固め部を有する
⇒ 根固め部からの荷重伝達により，薄層支持層に押し抜き破壊が生じる恐れがある
- ・ 中掘り杭工法の根固め部の形状は工法によって異なる
⇒ 施工便覧に掲載されている全工法に対して安全側となる諸元を採用



杭種	根固部の直径	杭体先端からの根固部の長さ
鋼管杭	杭径 + 200 mm	1.75 × 鋼管径 かつ 1.0 m 以上

参考資料3 工法の適用性

[新たに記載]

- 判定の記号（○×△）は、それぞれの条件における適用性を評価し、各基礎形式を標準的な条件における適用性を相対的に比較する形式で示したものの
 - 基礎の構造や施工方法の原理から考えられる各条件での適用性の可否や難易度であり、この適用性を基本として、施工時の不具合事例、施工時に考慮する関連法規、過去の施工実績も考慮して評価
 - 標準的な設計法や施工管理方法が確立しているものを高く評価
 - 適用性が低い（「×」）となっても、一律に採用できないということではなく、施工管理等個別の条件を考慮して道示IV 9.2の規定等を踏まえた上で適用することは可能
- ⇒表のみから安易に基礎形式を選定しないこと

参考資料3 工法の適用性

[新たに記載]

・適用性の目安の表のうち，各種杭工法について，適用性検討の留意点を詳細に記載

①支持層まで（中間層）の状態

a. 場所打ち杭工法（オールケーシング）

⇒ **N 値が1 以下の軟弱な粘性土や有機質シルト**がある地盤での杭の細り

b. 中掘り杭工法

⇒ **N 値0 程度のきわめて軟質で鋭敏比の高い粘土地盤**で杭の施工に伴う排土が十分にできず既に施工した杭等に変位を生じさせた例あり

c. 打込み杭工法

⇒ **軟質な粘土が深く堆積している地盤**においては，打込み杭工法によっても必ずしも大きな騒音・振動は生じず，施工時間も短い



場所打ち杭の細りの事例

参考資料3 工法の適用性

[新たに記載]

②支持層の土質

a. 中掘り杭工法（コンクリート打設方式）

⇒粘性土および軟岩・土丹に支持させる場合については、杭先端に付着した粘性土の杭内部の洗浄が難しいことや支持層への杭の根入れが難しいこと、施工品質に留意すべき点が多いことから「適用性が低い（×）」。

b. 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、鋼管ソイルセメント杭工法

⇒軟岩・土丹に支持させる場合については、杭先端の極限支持力度の推定式は示されていないものの、施工実績があり、かつ、載荷試験等や施工後の調査等により、支持力や所定の品質が確保されていることが確認されている状況を踏まえて「適用性がある（△）」としている。

参考資料3 工法の適用性

[新たに記載]

③地下水の状態

地表より2 m 以上の被圧地下水を有する場合，地盤を一度掘削して施工される埋込み杭工法は，被圧水に抵抗する坑内の土砂を排土するため，ボーリングによる孔壁崩壊のおそれがあるなど，施工が確実にできない可能性がある場合「適用性が低い（×）」としている

④支持形式

摩擦杭として使用するためには，長期沈下特性を評価する必要がある。中掘り杭工法，プレボーリング杭工法や回転杭工法は，長期載荷試験が実施されておらず，摩擦杭としての適用性が明らかでないこと，調査した範囲では道路橋基礎への採用実績が確認されていないことから「適用性が低い（×）」としている。 ⁶⁵

参考資料4 岩盤を支持層とする杭の

鉛直載荷試験の分析と適用検討時の留意点

4-5 岩盤を支持層とする杭先端極限支持力度の分析結果

[新たに記載]

・5例以上の載荷試験結果を有する以下の工法について、上限値を有する既往の推定式により杭先端の極限支持力度を推定

①場所打ち杭工法

$$q_d = 3q_u = 60N \geq 5,000\text{kN/m}^2$$

②中掘り杭工法(セメントミルク噴出攪拌方式)

$$q_d = 3q_u = 200N \geq 10,000\text{kN/m}^2$$

③プレボーリング杭工法

$$q_d = 3q_u = 200N \geq 10,000\text{kN/m}^2$$

※杭先端荷重がワイブル曲線で求められる降伏荷重の1.2倍に満たない場合には、極限支持力の推定精度が悪くなることが懸念されることから参考値として扱った。

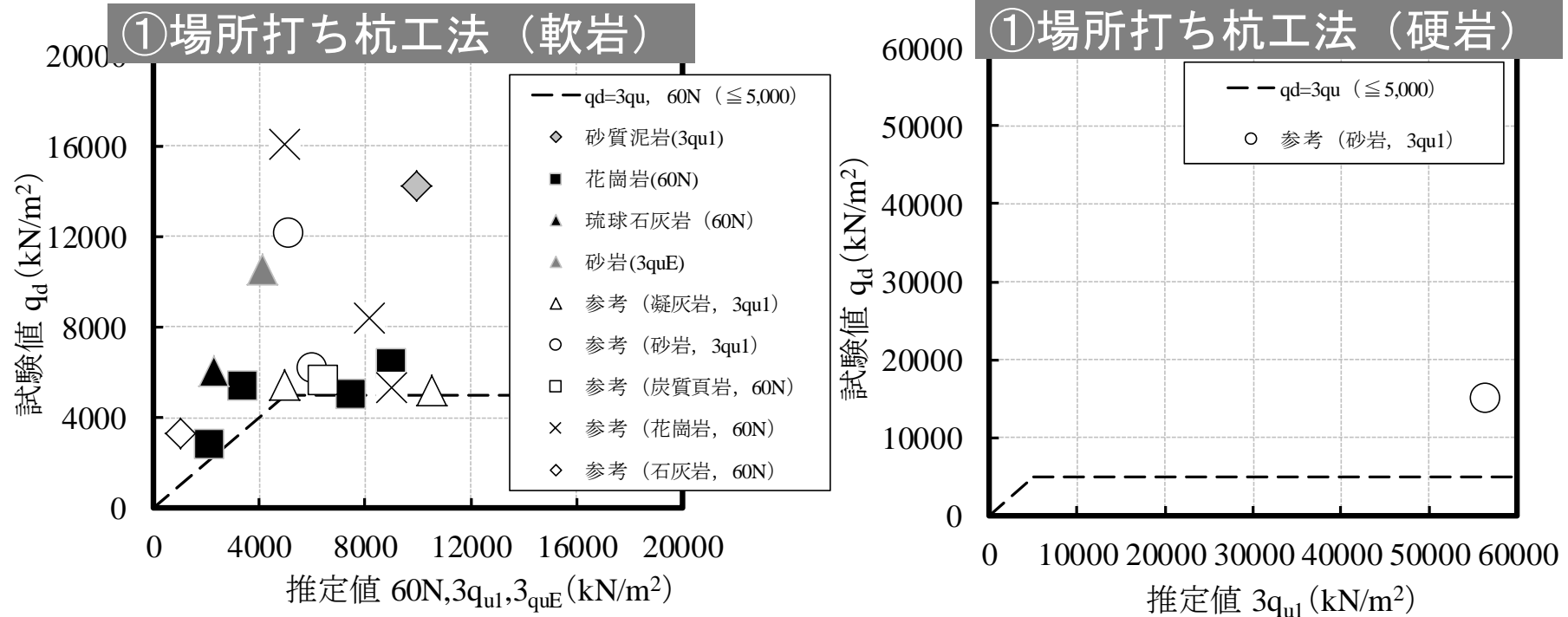
参考資料4 岩盤を支持層とする杭の

鉛直載荷試験の分析と適用検討時の留意点

4-5 岩盤を支持層とする杭先端極限支持力度の分析結果

[新たに記載]

試験値が既往の推定式以上であることを確認。



ただし、亀裂や風化程度、岩盤の膨張性が著しいような場合には、本検討で得られた結果よりも支持力が小さくなることも考えられる。

参考資料4 岩盤を支持層とする杭の

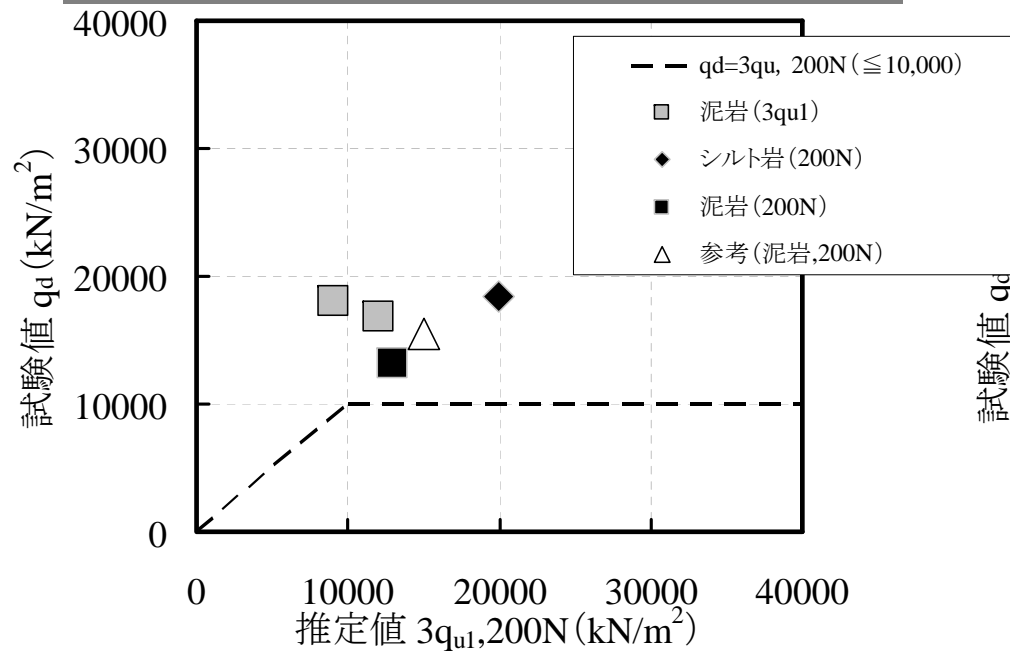
鉛直載荷試験の分析と適用検討時の留意点

4-5 杭先端極限支持力度の推定値の算出方法

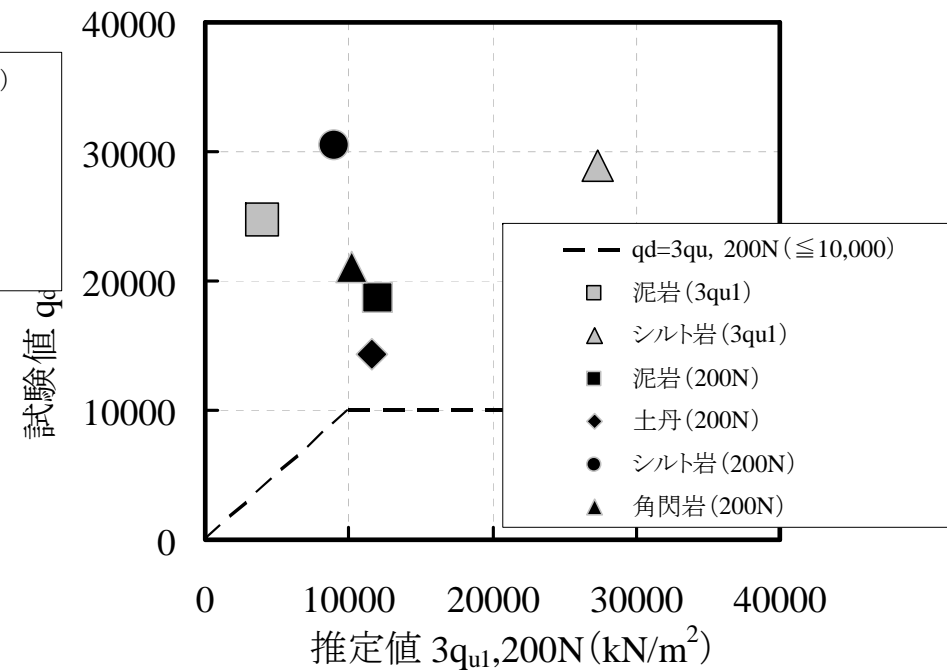
[新たに記載]

②中掘り杭工法

(セメントミルク噴出攪拌方式)



③プレボーリング杭工法



ただし、亀裂や風化程度、岩盤の膨張性が著しいような場合には、本検討で得られた結果よりも支持力が小さくなることも考えられる。

参考資料4 岩盤を支持層とする杭の

鉛直載荷試験の分析と適用検討時の留意点

4-6 岩盤への杭基礎の支持を検討する場合の留意点

[新たに記載]

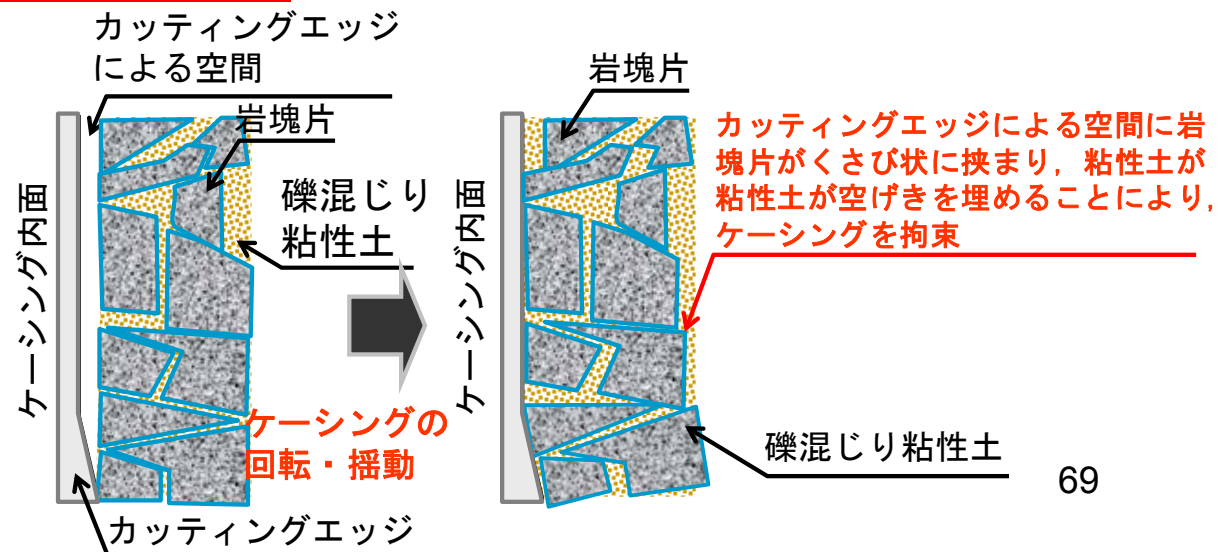
① 岩盤の種類・状態と杭工法の適用性

岩盤の種類, 状態に応じて選定できる基礎形式や杭工法は異なる。

a. 場所打ち杭工法は硬岩への適用性が確認されている。

⇒ ただし、岩塊密集部と礫混じり粘性土層が複雑に堆積する地層では施工が困難となる事例も確認

⇒ 岩盤への過度の根入れは避けるよう設計。適用性の判断や基礎形式の見直しも検討



参考資料4 岩盤を支持層とする杭の

鉛直載荷試験の分析と適用検討時の留意点

4-6 岩盤への杭基礎の支持を検討する場合の留意点

[新たに記載]

- b. 中掘り杭工法（セメントミルク噴出攪拌方式） や プレボーリング杭工法 では 軟岩・土丹への適用性が確認 されている。
⇒しかし、中掘り杭工法（セメントミルク噴出攪拌方式）でも、高圧噴射方式 で先端根固めを形成する工法では、施工上の特徴から 岩盤への適用が困難 である。機械式拡大機構 でも工法によっては、岩盤中に根固めを形成する際の施工管理方法など 岩盤への適用性が確認されていないものもある ため、工法の選定にあたり注意が必要。

参考資料4 岩盤を支持層とする杭の

鉛直載荷試験の分析と適用検討時の留意点

4-6 岩盤への杭基礎の支持を検討する場合の留意点

[新たに記載]

②支持力推定のための調査方法

岩盤の条件や調査方法により推定精度が異なる

a. 一軸圧縮試験が可能な条件では一軸圧縮強度より推定

⇒風化・亀裂等を考慮する場合は、岩盤全体の強度を推定するために、一軸圧縮試験のみではなく、亀裂や割れ、風化の状態等も考慮し総合的に判断する。

⇒三軸圧縮試験、多段階三軸圧縮試験、孔内せん断摩擦試験 (SBIFT)等を併せて実施することで推定精度が向上

b. コア採取が困難な場合は換算N値からの推定

⇒ただし、N値による推定方法は推定精度が低いため、三軸圧縮試験やSBIFTなど精度の高い調査方法により推定するのが望ましい。また、多段階三軸圧縮試験で評価することも行われている。

参考資料4 岩盤を支持層とする杭の

鉛直載荷試験の分析と適用検討時の留意点

4-6 岩盤への杭基礎の支持を検討する場合の留意点

[新たに記載]

c. 岩掘削等の影響で応力開放及び浸水により膨張して、急激に強度低下する岩を支持層とする場合

⇒乾湿繰返し試験及びスレーキング試験により確認

⇒基礎形式・杭工法の見直し等

d. 地盤構成が複雑な場合、例えば互層の場合や、風化岩が上部に堆積し、厚さや風化程度が様々な場合

⇒調査位置や点数を増やす

⇒調査や岩石試験で評価が難しい場合には、載荷試験により確認

e. 良好な岩盤で高い支持力が期待される場合

⇒鉛直載荷試験を事前に行うことで、経済的な設計を行うことが可能

参考資料4 岩盤を支持層とする杭の

鉛直載荷試験の分析と適用検討時の留意点

4-6 岩盤への杭基礎の支持を検討する場合の留意点

[新たに記載]

③支持力発現のための施工管理方法

- ・設計で期待する支持力を発揮するには適切な施工管理を行う
必要がある。

最後に

- 今回紹介した事項は改定の“主な”内容
→詳細については便覧を確認
- 調査～設計～施工それぞれが関連し、維持管理も含めた配慮が求められることに留意
- “品質のよい杭基礎を造ること”が、永く健全な状態を保つための基本
→道路橋示方書の趣旨を適切に理解するために、示方書を補完する書としての杭基礎設計便覧・杭基礎施工便覧を活用頂き、個々の調査・設計・施工において反映いただきたい