

平成30年度 建築基準整備促進事業報告会

S28基礎の耐震設計における改良地盤等の評価法の の合理化に関する検討

平成31年4月25日

一般社団法人建築性能基準推進協会

発表者：WG1内田明彦 WG2青木雅路

WG1：実験・解析検討による改良地盤の耐震性評価法の合理化

改良地盤を施工した複合地盤の設計法に着目し、その合理化について検討する。

（イ）改良体と周辺地盤を一体的に複合地盤として扱う簡便な評価法の整備

中地震・大地震の設計法において要求される改良体の圧縮・引張・せん断強度の評価法を、特に高強度の改良体に対して明確にする。

（ロ）改良体への合理的な荷重設定法の提案

改良体に作用する上部構造の地震時せん断力に対して、改良体の位置や周辺地盤との剛性比が与える影響を明らかにする。

WG2：既存杭等を含む敷地における基礎構法技術の要件整理

敷地に既存杭等を含む場合を想定し、改良地盤の設計に考慮すべき要件を整理する。

（イ）既存杭等を含む地盤に対する改良地盤適用のための必要条件の整理

既存杭等を含む敷地地盤に改良地盤を設計・施工する場合を想定し、(a)既存杭を有効利用できる条件、(b)既存杭を無視できない条件、(c)既存杭の撤去+埋戻しの影響を考慮すべき条件を整理し、(b),(c)について評価法を整理する。

（ロ）既存杭を有効利用する場合における改良地盤の利用方法の整理

既存杭を有効利用できる条件における、既往の適用事例や研究事例を整理すると共に、既存杭を有効利用できる条件の判断に資する技術資料を構築する。

WG1：実験・解析検討による改良地盤の耐震性評価法の合理化

現行の改良地盤の設計法（日本建築センター「建築物のための改良地盤の設計及び品質管理指針」における課題

- ・ 高強度改良地盤のせん断強度および引張強度の評価法
引張力を期待する設計が基本のため、高強度改良体のデータの蓄積が必要
- ・ 上部構造の水平力に対する改良体頭部への荷重分担の設定方法
方法1：軸力に応じて分担
方法2：改良体剛性に応じて分担
のどちらが正しいメカニズムかを解明

H30年度の実施内容

- 1：高強度改良体の物性評価のための材料試験
- 2：原位置に打設した高強度改良体の物性評価試験
- 3：頭部接合条件を考慮した改良体への地震外力評価のための解析検討

線形地盤反力法により評価

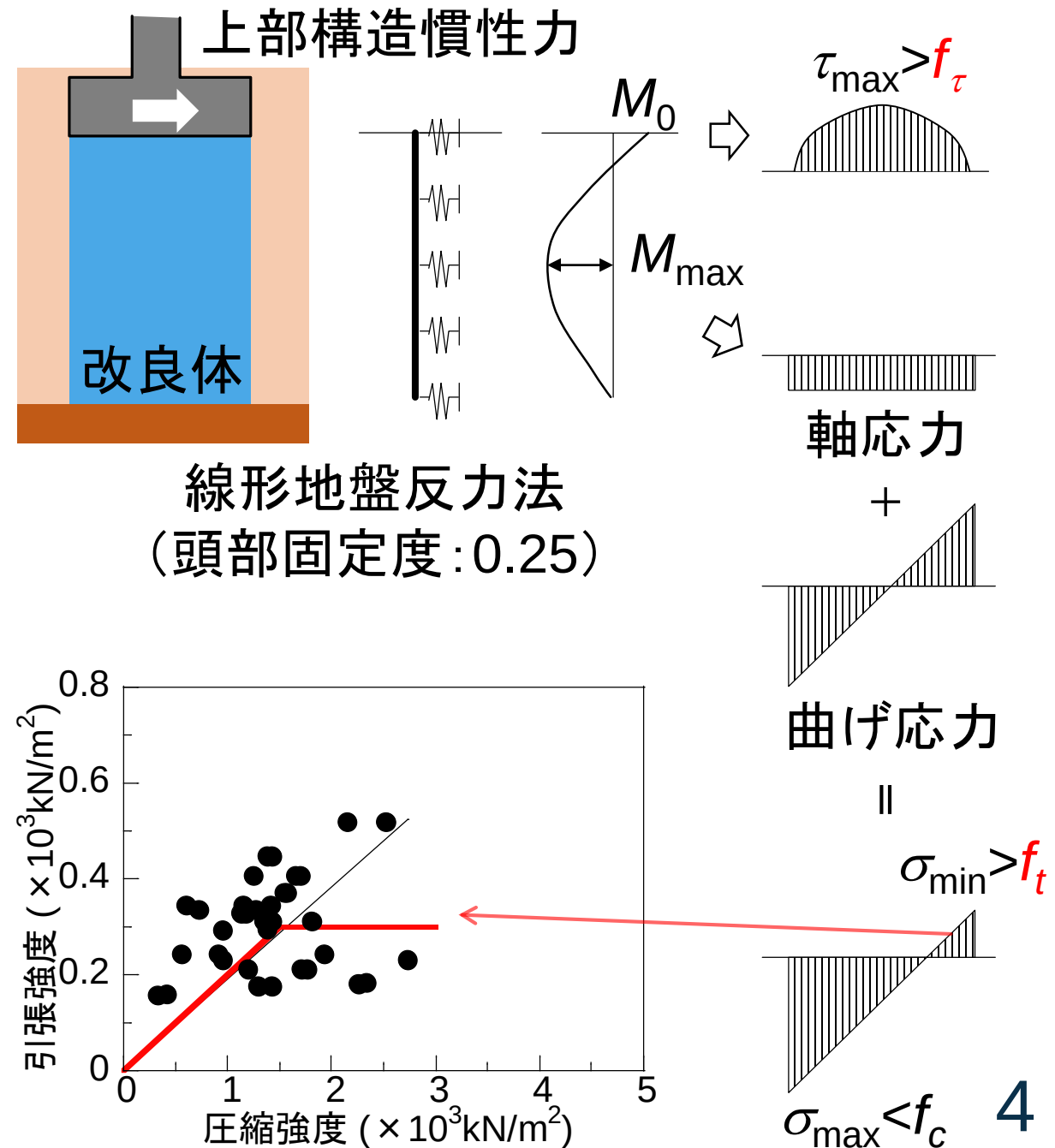
- 改良体のせん断応力に期待
- 水平力と軸力の関係によっては改良体の引張応力に期待

ただし、

- せん断強度・引張強度ともに圧縮強度からの推定が多い
- 既往の評価式は 3MN/m^2 まで

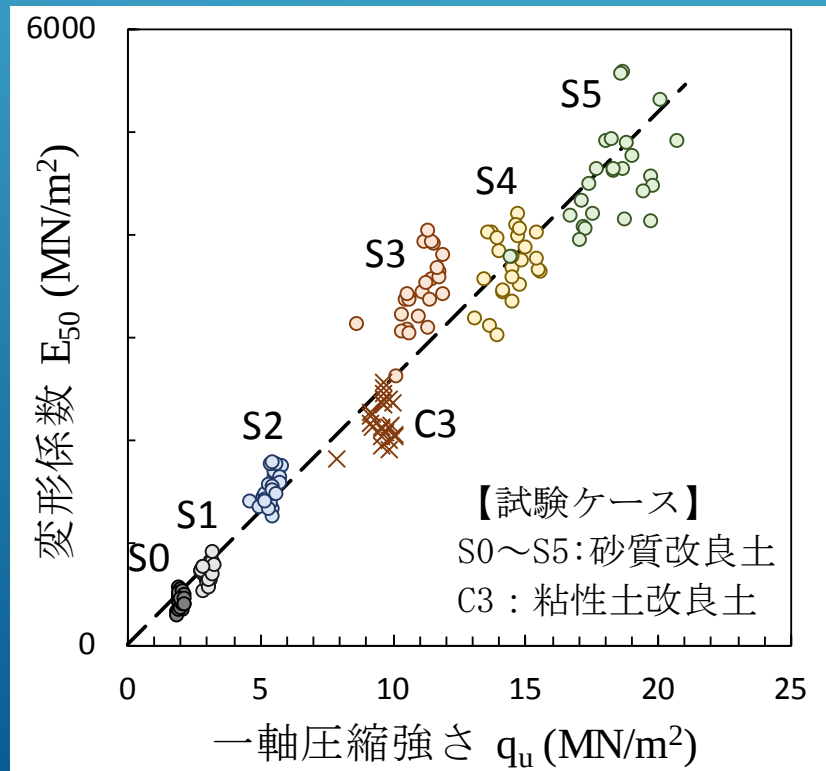
高強度改良体の強度評価方法構築のため、基礎データの収集を実施

- 室内試験：基本特性の把握
- 現場試験：強度のばらつき

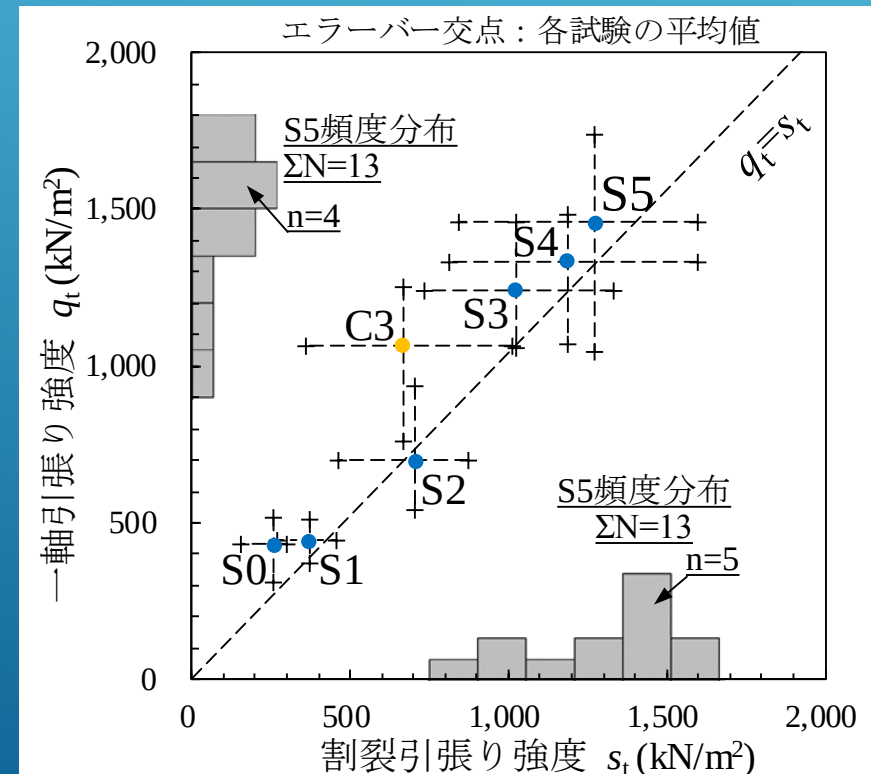


1：高強度改良体の物性評価のための材料試験

- ・圧縮強度 $q_u=2\sim 18\text{MN/m}^2$ の強度水準（7ケース）でセメント改良土を作製（図1）
 - ・引張強度、せん断強度を評価する室内試験を実施
- （1）引張強度の評価法
- ・引張試験は、簡易な割裂試験、直接的な一軸引張り試験を比較
 - ・割裂引張り強度と一軸引張り強度は同程度で高強度領域まで推移する（図2）
 - ・安全側となるものの、引張強度は割裂試験で評価可能と考えられる



（図1）



（図2）

1：高強度改良体の物性評価のための材料試験

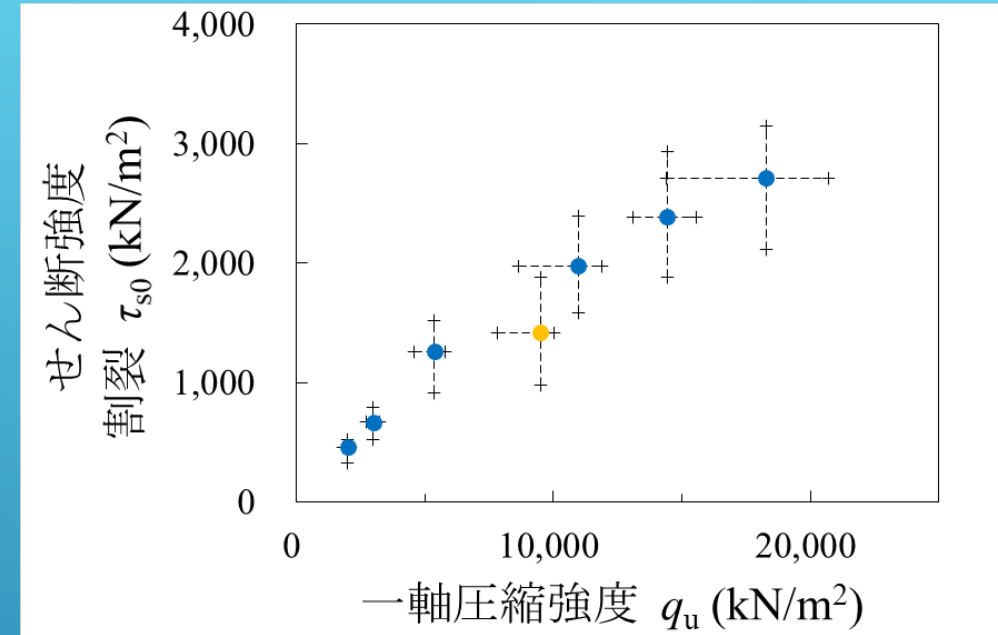
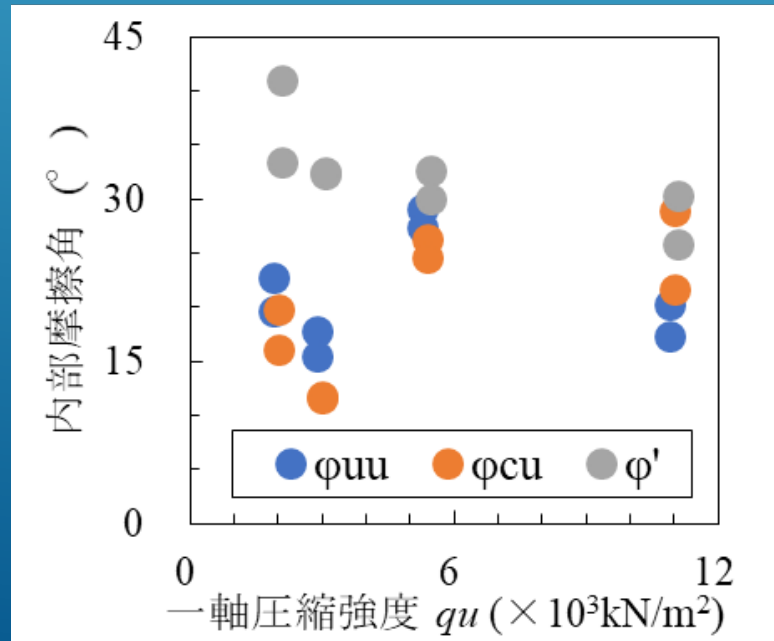
(2) せん断強度の評価法

$$\tau = \tau_{s0} + \sigma_n \cdot \tan \varphi$$

τ_{s0} ：垂直応力 $\sigma_n=0$ 状態のせん断強度
引張強度(割裂)と圧縮強度より推定

$$\tau_{s0} = \frac{s_t \cdot q_u}{2\sqrt{s_t \cdot (q_u - 3s_t)}}$$

φ ：内部摩擦角
三軸圧縮試験より設定



(図3) 圧縮強度とせん断強度 τ_{s0}
圧縮強度（設計基準強度 F_c ）から改良体のせん断強度の設定に適用可能

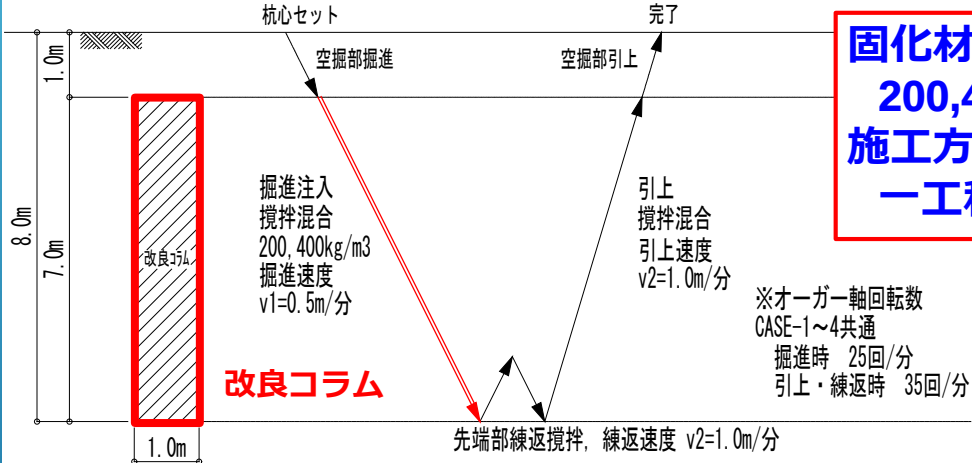
(図4) 内部摩擦角 φ
杭頭・低拘束圧条件ではUU試験の φ_{uu} はばらつく
CU試験（有効応力表示）の φ' は「センター指針」26
～31°と同程度

2 : 原位置に打設した高強度改良体の物性評価試験

7

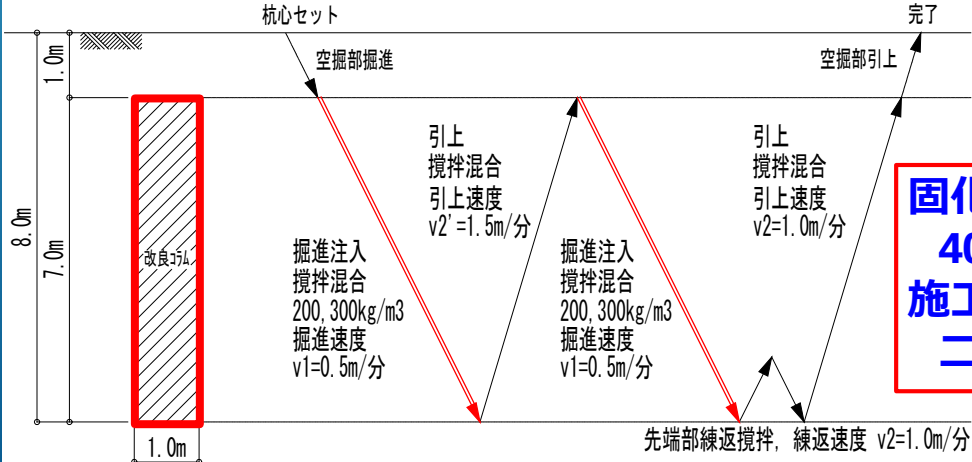
◆ 高強度改良地盤(スラリー系機械式深層混合処理工法, $q_u=10\sim20\text{MN/m}^2$)における現場・室内強度特性を把握

【CASE-1, CASE-2】 200, 400kg/m³ : 一工程施工

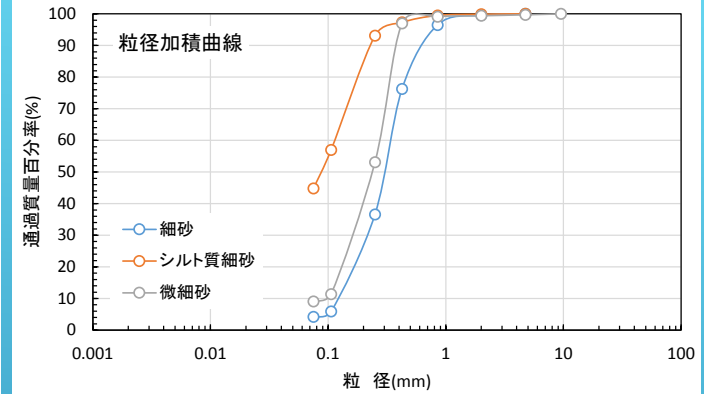
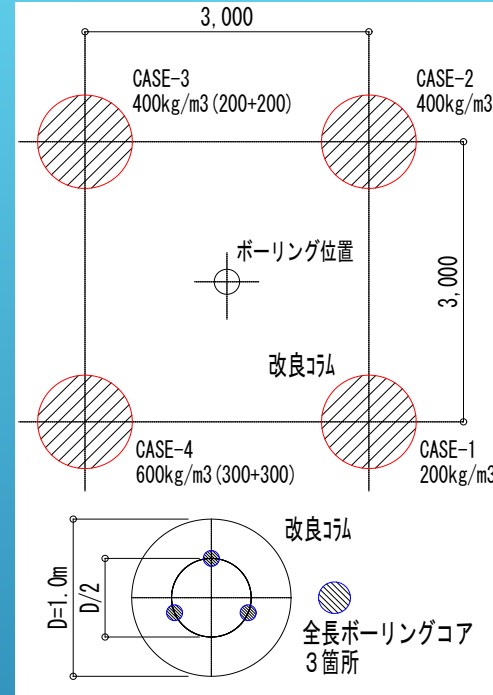


固化材添加量
200,400kg/m³
施工方法
一工程注入攪拌

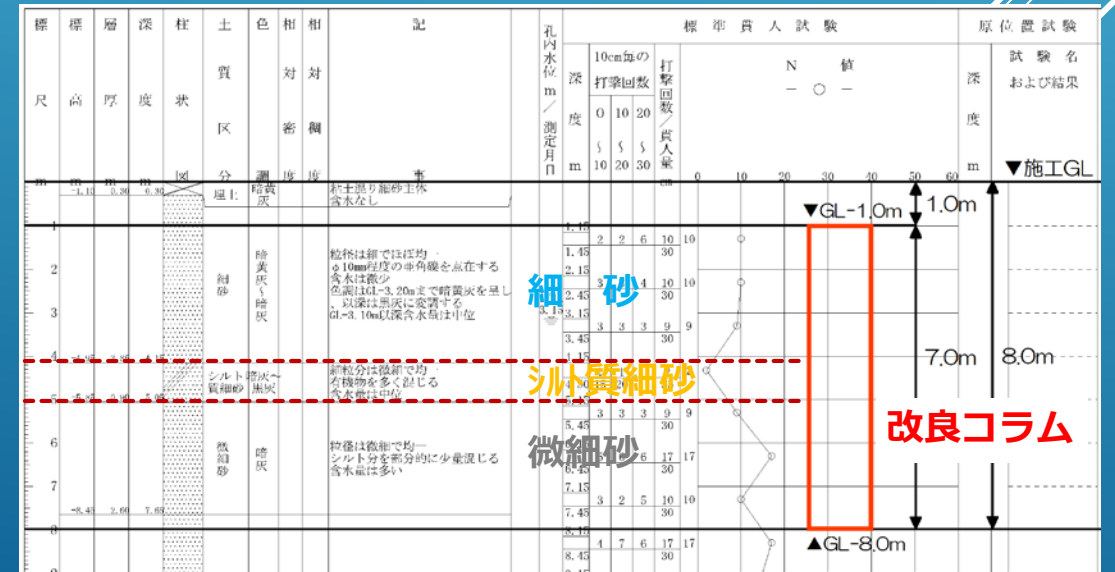
【CASE-3, CASE-4】 400, 600kg/m³ : 二工程施工



固化材添加量
400,600kg/m³
施工方法
二工程注入攪拌



細砂 : 含水比6.7%
礫分0.4%, 砂分95.4%, 細粒分4.2%
シルト質細砂 : 含水比51.0%
礫分0.1%, 砂分55.1%, 細粒分44.8%
微細砂 : 含水比30.0%
礫分0.6%, 砂分90.3%, 細粒分9.1%



2：原位置に打設した高強度改良体の物性評価試験

8

地盤改良施工機



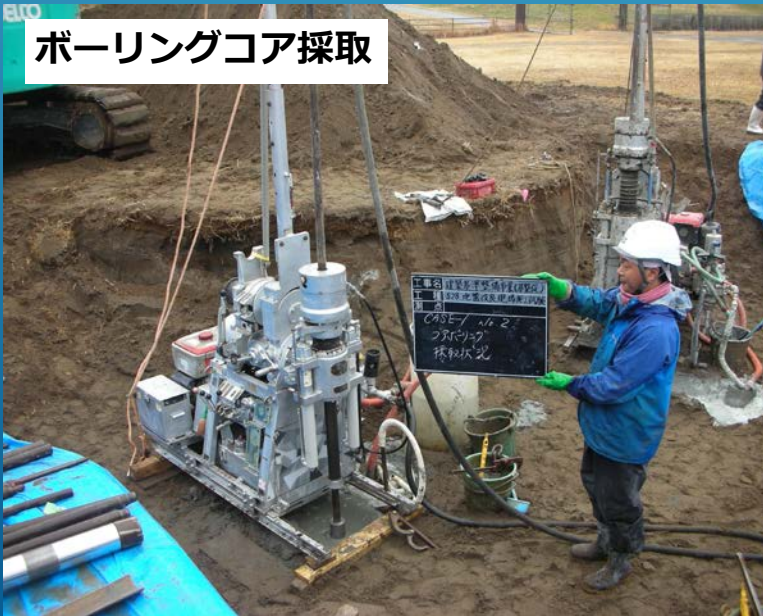
改良コラム築造



改良コラム出来形確認



ボーリングコア採取



ボーリングコア



一軸圧縮強度試験

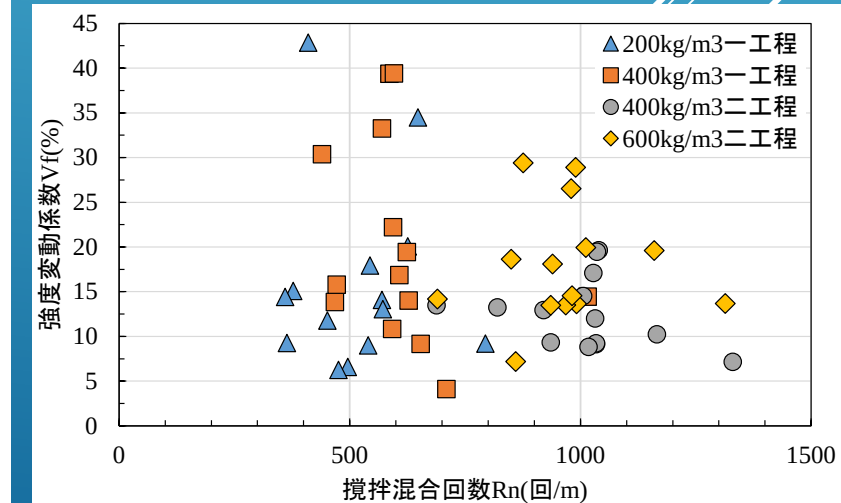


2 : 原位置に打設した高強度改良体の物性評価試験

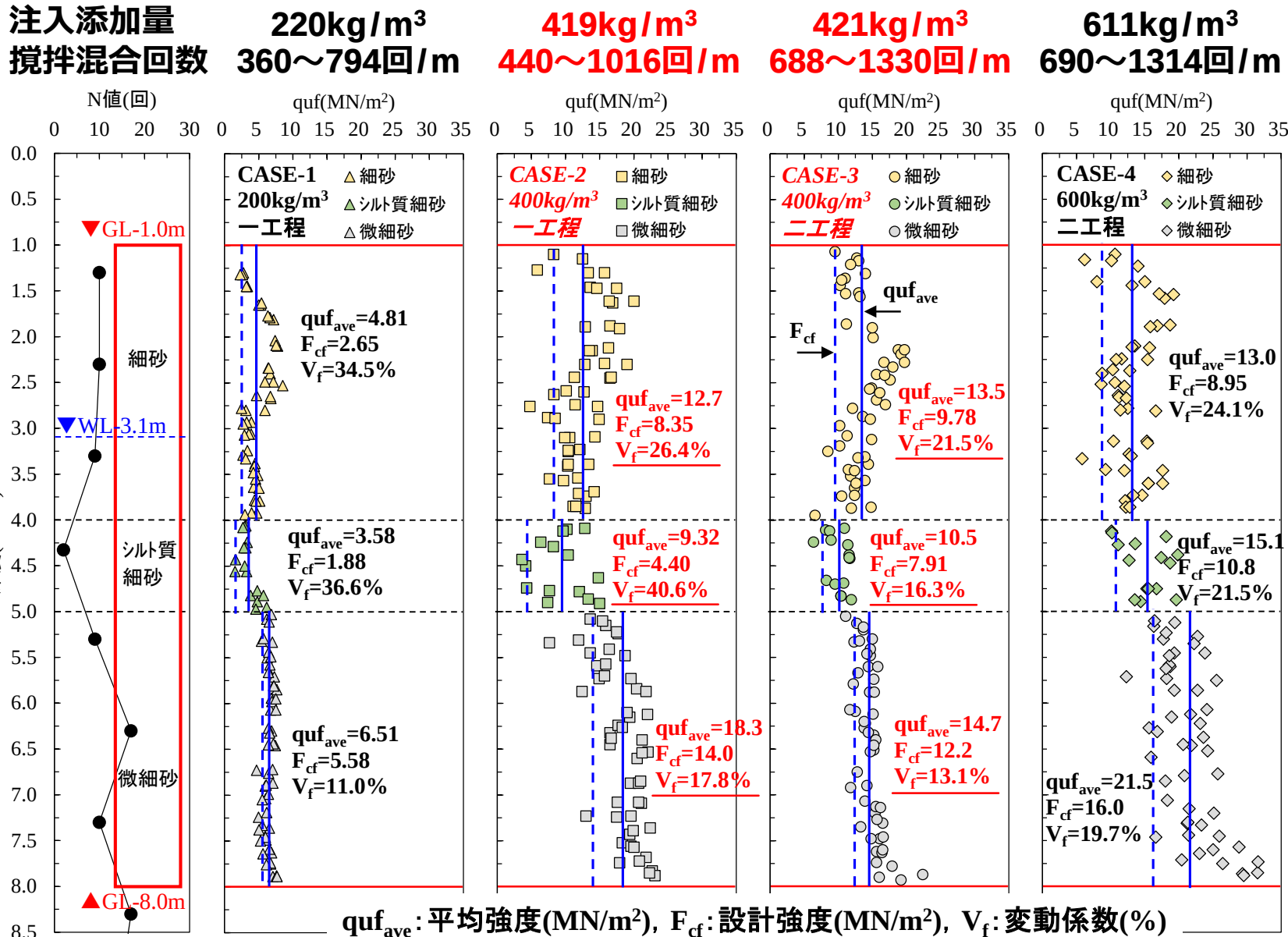
9

【施工方法による改良強度特性】

- ◆ 目標強度 $q_u=5\sim10\text{MN/m}^2$ 以上
⇒ 固化材添加量 400kg/m^3 以上の配合仕様
- ◆ 改良全長での強度バラツキ低減
⇒ 二工程注入攪拌施工による施工方法の有効性確認
⇒ 攪拌混合回数の確保(二工程施工, 攪拌回数1000回/m程度以上)



【攪拌回数 R_n と強度変動係数 V_f 】



2：原位置に打設した 高強度改良体の物性評価試験

【強度と変形係数の関係】

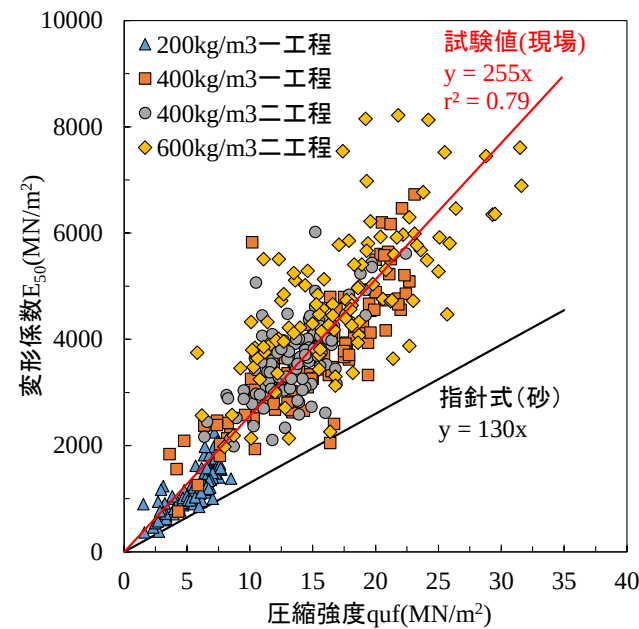
- ◆ $qu=10\text{MN/m}^2$ 以上の高強度改良域において、改良地盤指針式 $E_{50}=130qu$ より大きな相関式 $E_{50}=225\sim 255qu$ が得られた。

【圧縮強度と引張強度の関係】

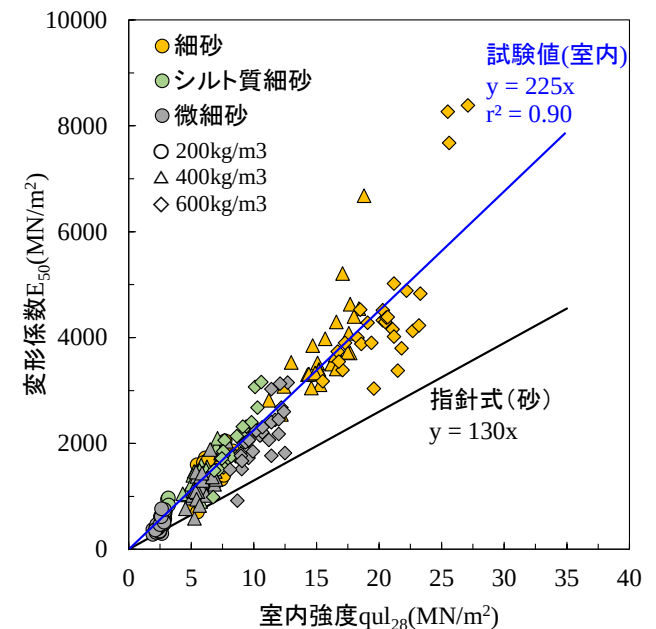
- ◆ 割裂引張強度 $S_t=0.15quf$ の相関関係改良指針式 $S_t=0.19qu$ に対し、 $qu=3\text{MN/m}^2$ 以上の高強度改良域になると、コンクリートの関係式 $S_t=0.1qu$ に近づいてくる。

【弾性波速度と圧縮強度の関係】

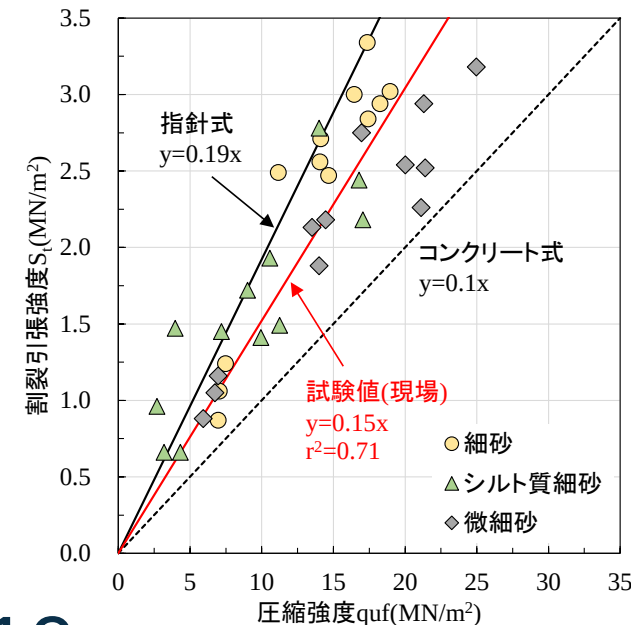
- ◆ S波速度 V_s が速くなるに従い、改良強度が高くなる。
 $V_s > 1500\text{m/s} \Rightarrow qu > 10\text{MN/m}^2$



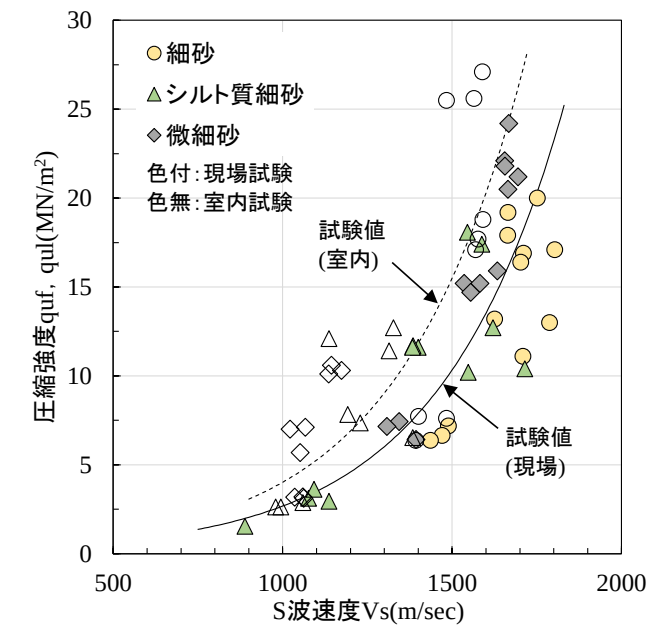
【現場強度 quf と変形係数 E_{50} 】



【室内強度 qu_{128} と変形係数 E_{50} 】



10 【圧縮強度 quf と引張強度 S_t 】



【S波速度 V_s と圧縮強度 qu 】

2：原位置に打設した高強度改良体の物性評価試験

【現場・室内強度の関係】

◆ 現場／室内強度比 q_{uf}/q_{ul}

細 砂($w_n < 10\%$) : $q_{uf}/q_{ul} = 0.6 \sim 0.9$

シルト質細砂($w_n \div 40\%$) : $q_{uf}/q_{ul} = 1.3 \sim 1.9$

微細砂($w_n \div 25\%$) : $q_{uf}/q_{ul} = 2.0 \sim 3.0$

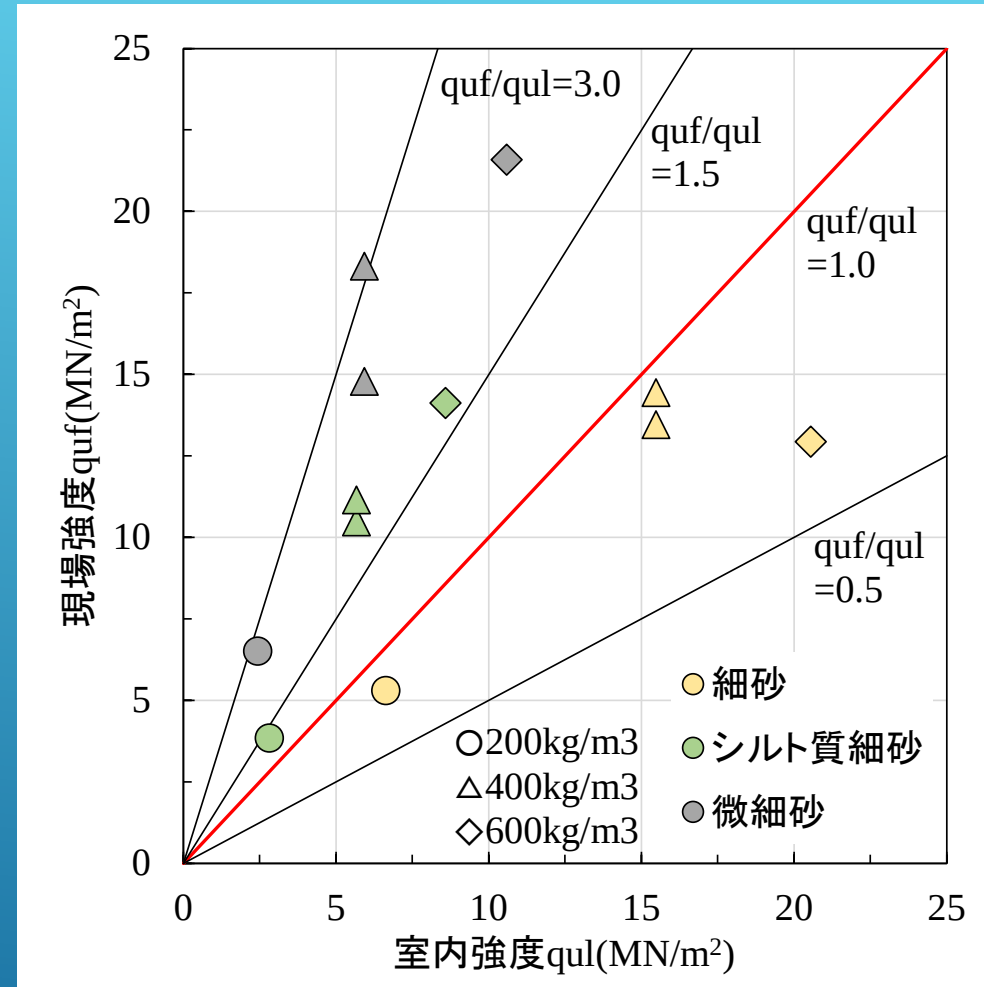
★ 飽和状態の砂質土改良における室内と現場の養生条件（排水，圧密）等による影響が顕著



【室内強度 q_{ul} モールドコア】



【現場強度 q_{uf} ボーリングコア】



【室内強度 q_{ul} と現場強度 q_{uf} 】

改良体への地震時水平力の入力

改良体への地震荷重

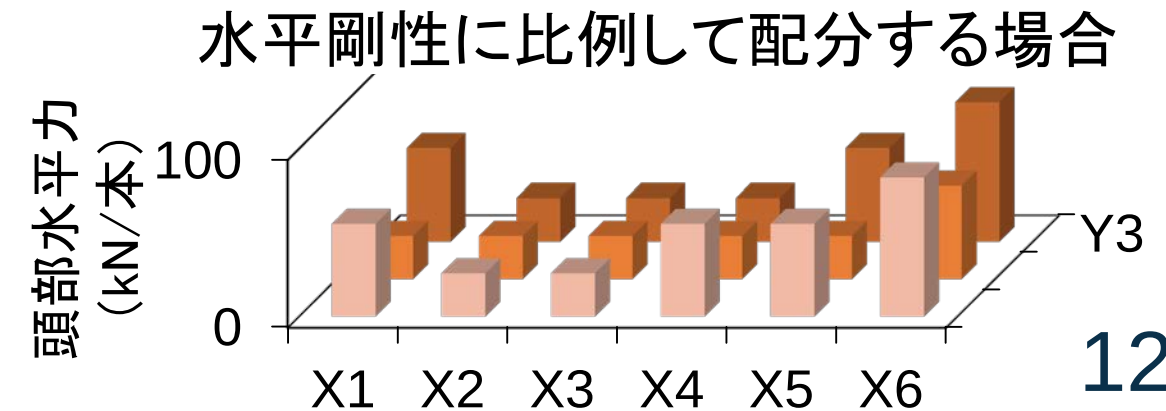
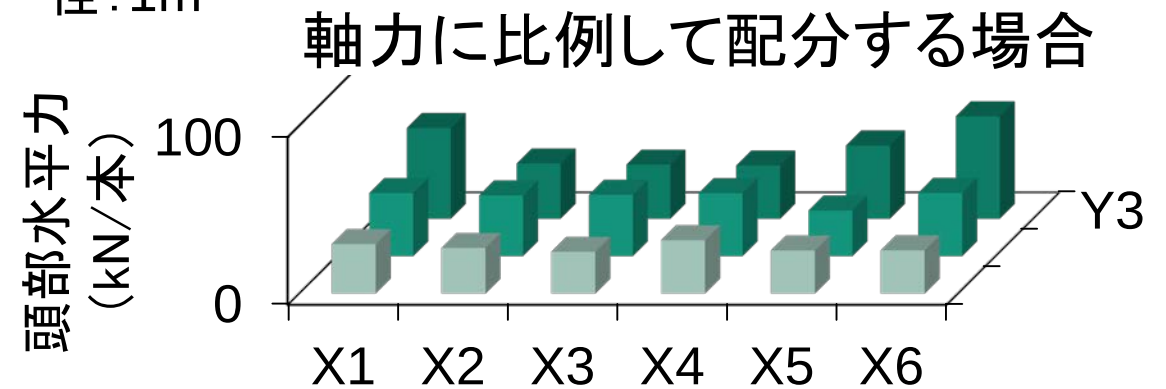
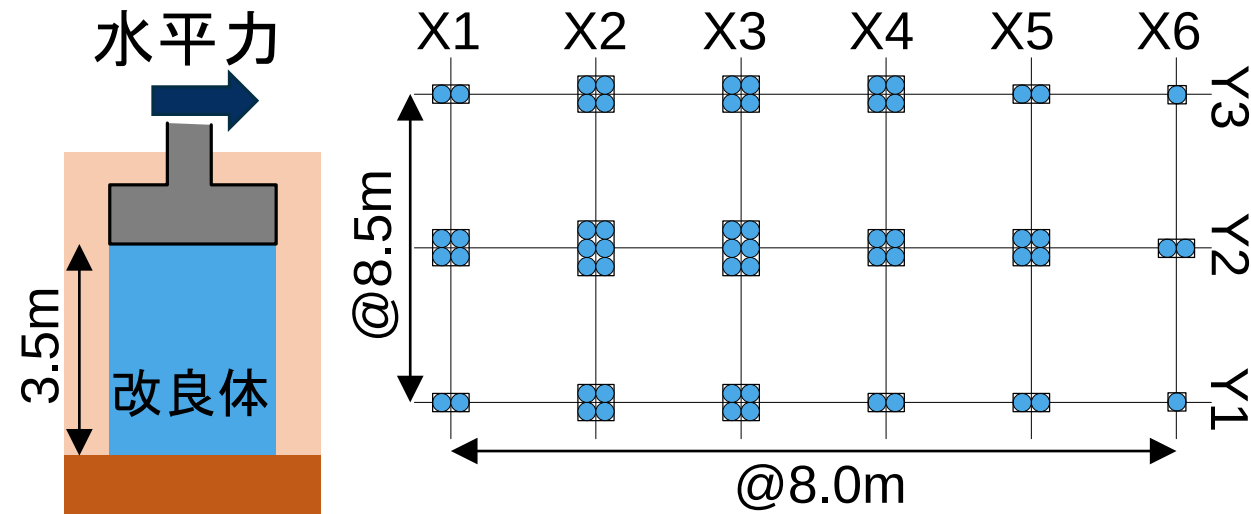
- 上部構造からの軸力（常時＋地震時）
- 上部構造からの水平力（地震時）

改良体1本あたりの水平力の評価方法：
上部構造からの水平力全体を

1. 軸力に比例して分配
（基礎と改良体の滑動を許容）
2. 頭部水平剛性に比例して分配
（基礎と改良体が一体として挙動）

基礎と改良体頭部間の強非線形問題
となるため、詳細解析より現象把握

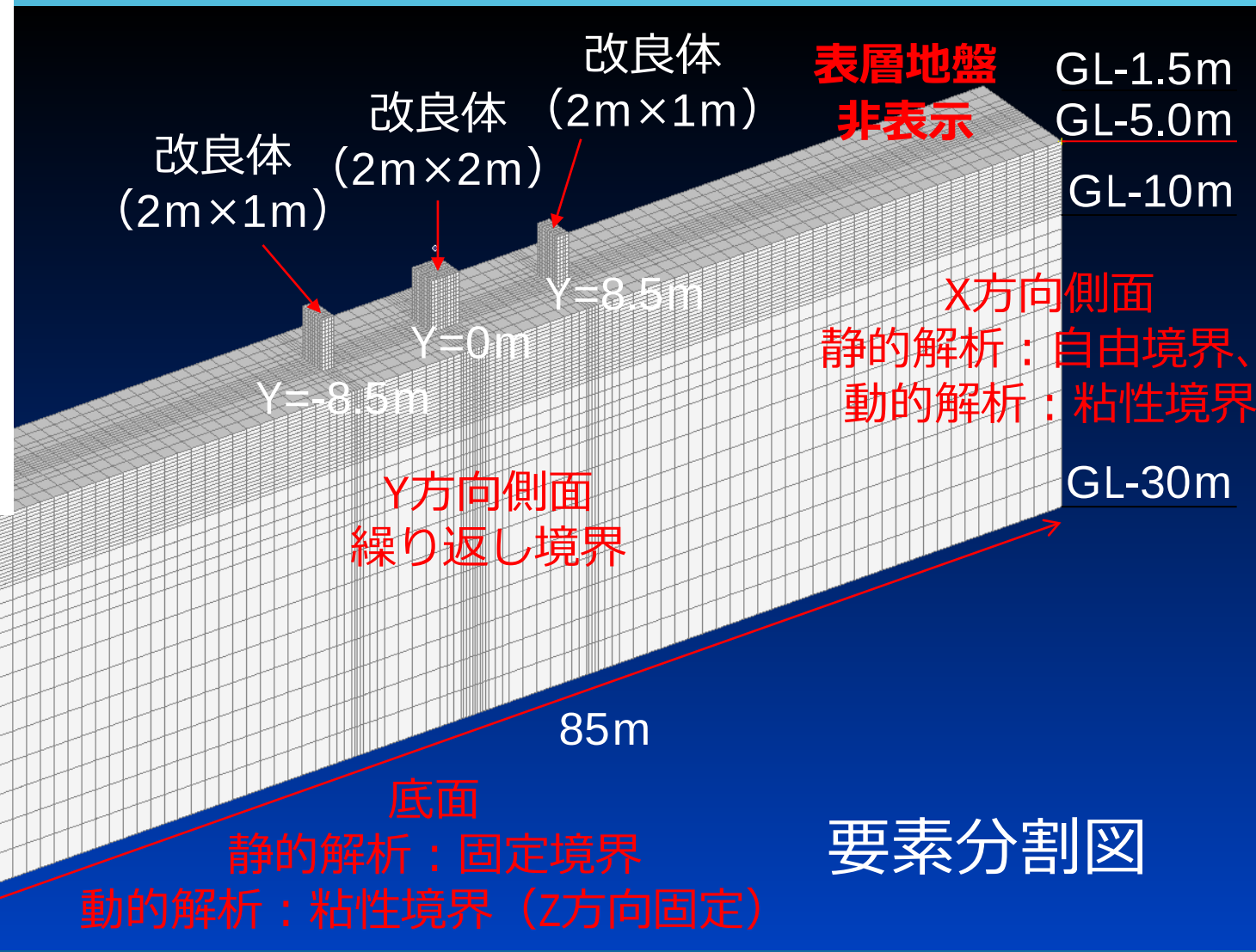
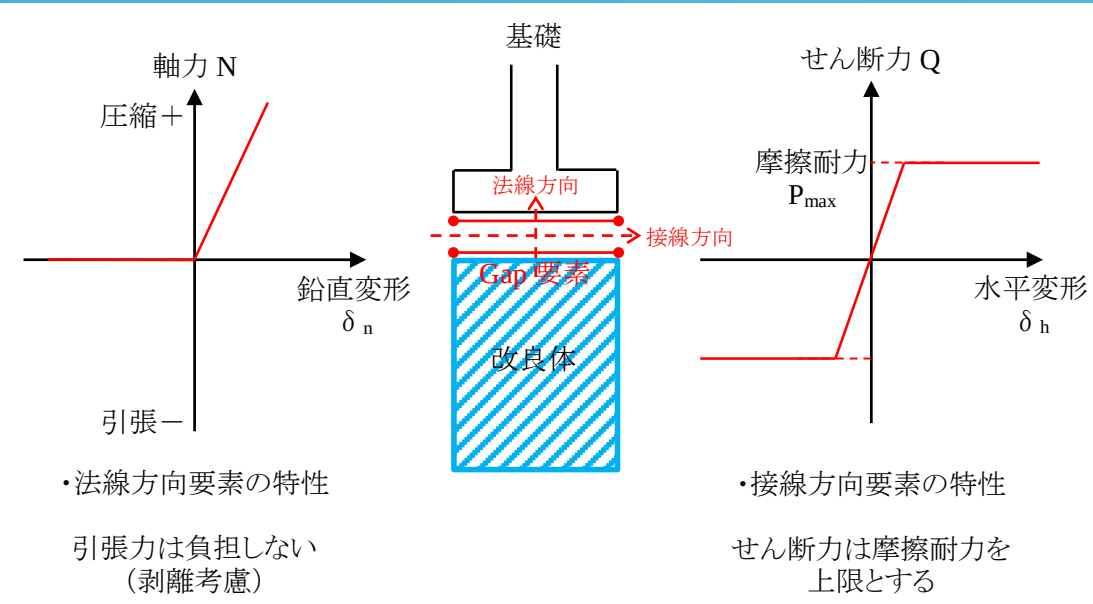
- 接触条件を考慮した3D-FEM



3：頭部接合条件を考慮した改良体への地震外力評価のための解析

- ・X-5通りをモデル化
- ・フーチング底面にジョイント要素を設けて解析

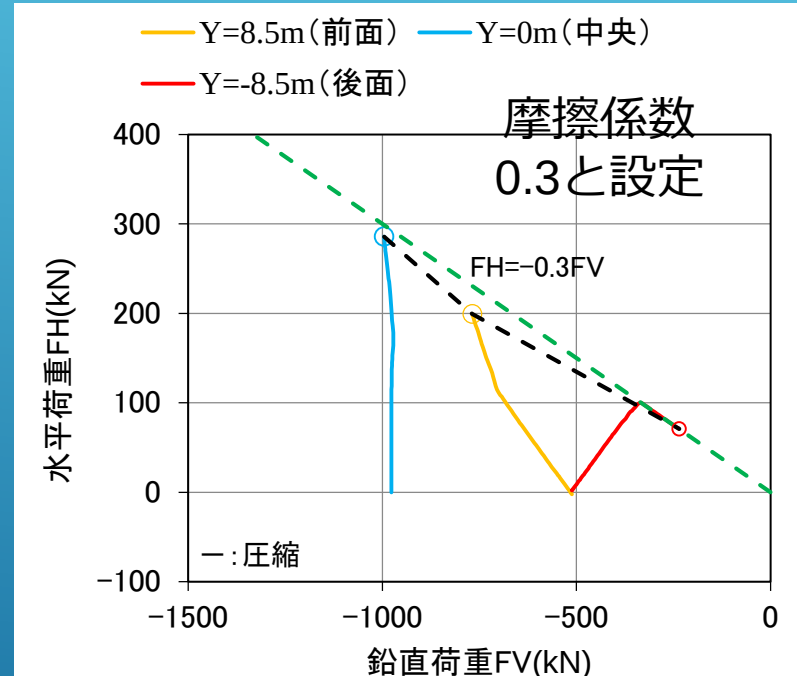
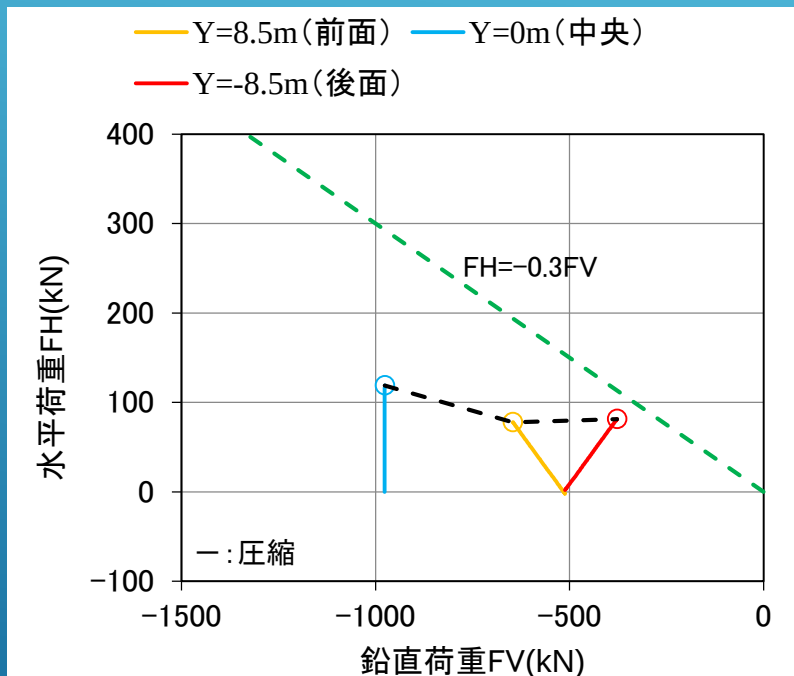
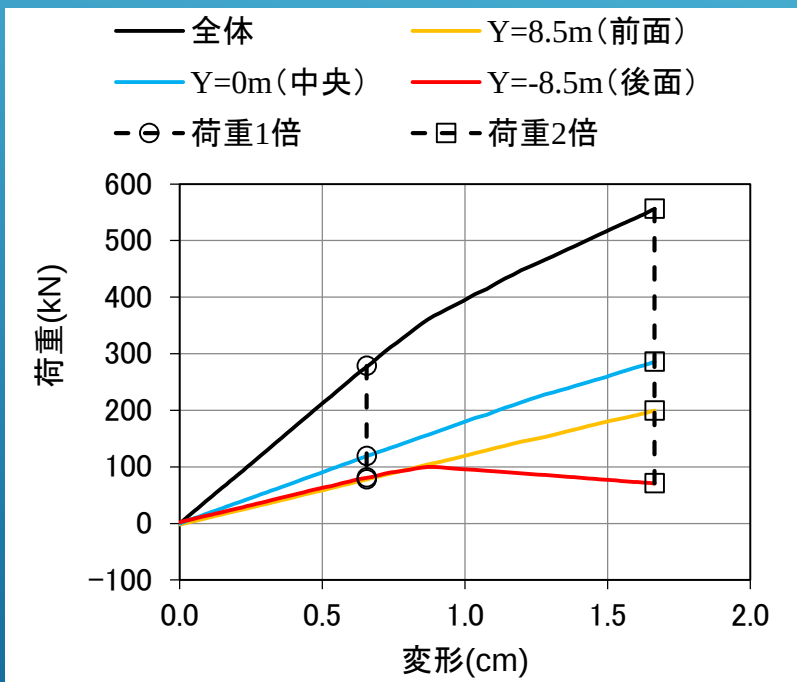
13



ジョイント要素

3：頭部接合条件を考慮した改良体への地震外力評価のための解析

- ・ 設計荷重 ($C_0=0.2$) の2倍まで静的加力
- ・ 荷重1倍では、改良体の水平剛性の違いにより水平荷重の分担が決定。
- ・ 荷重2倍では、滑り剥離が生じたため、水平荷重は鉛直荷重と比例。



荷重 1 倍

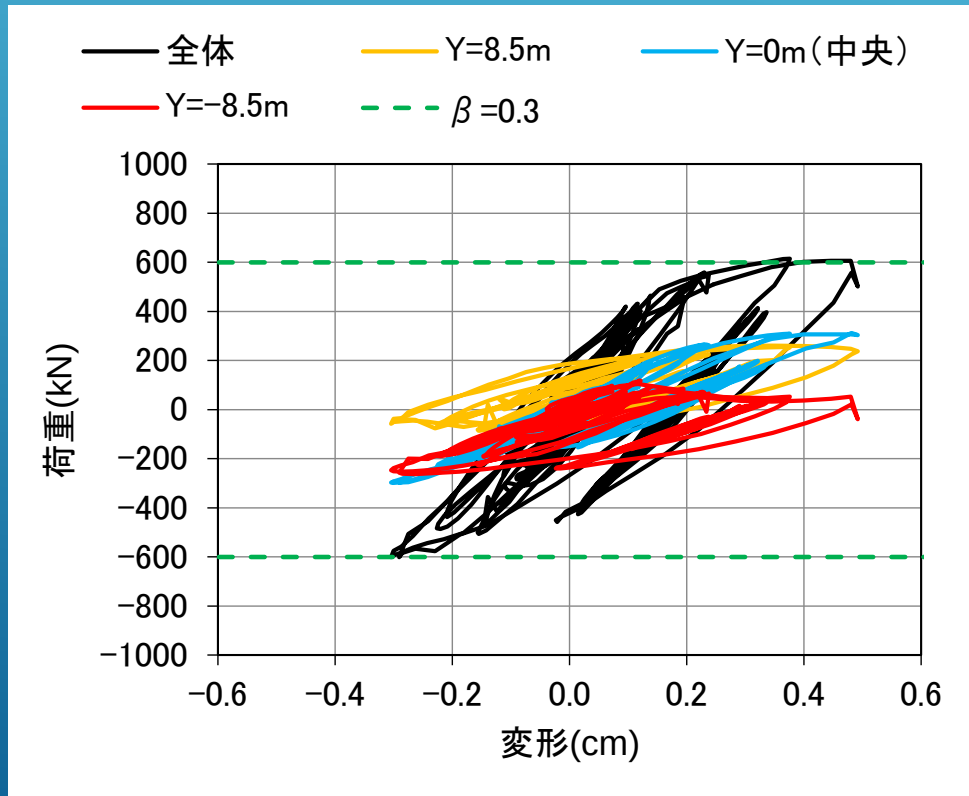
荷重 2 倍

水平荷重－水平変位関係

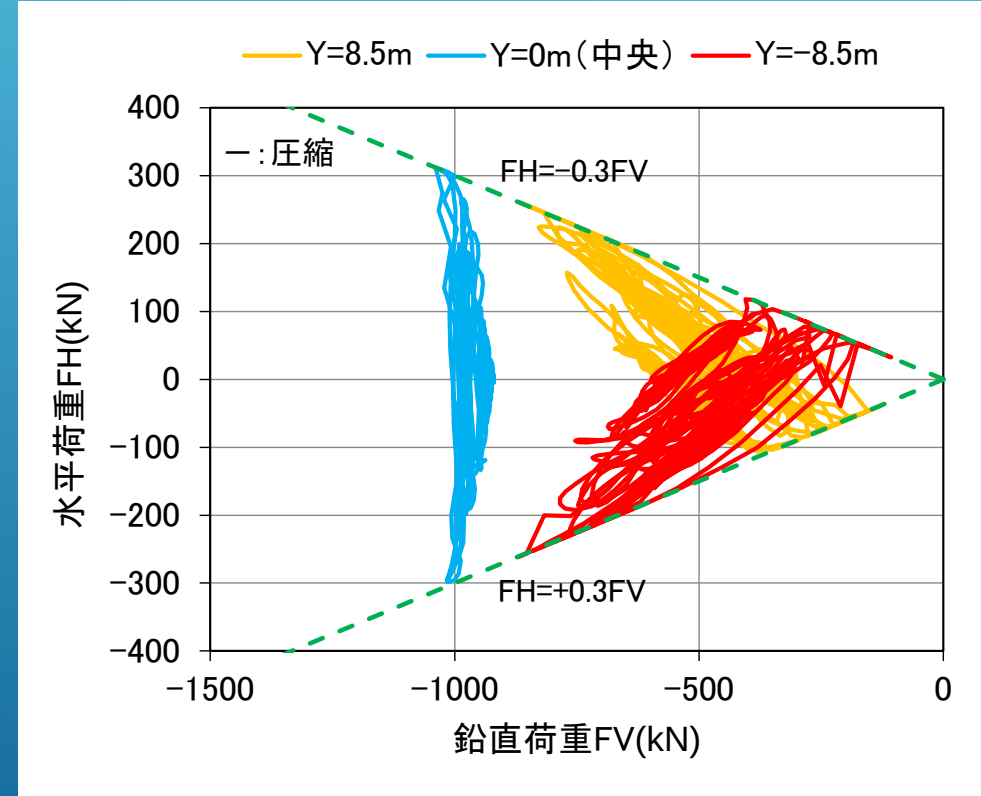
水平荷重－鉛直荷重関係

3：頭部接合条件を考慮した改良体への地震外力評価のための解析

- ・告示極稀の1 / 2 倍で地震応答解析を実施。
- ・2階建ての鉄骨造建物を2質点系の1本棒せん断型モデルとした。
- ・水平荷重の最大値は鉛直荷重と比例。
- ・地震応答解析でも静的解析と同様の傾向。



水平荷重－水平変位関係



水平荷重－鉛直荷重関係

WG1のまとめ

1：高強度改良体の物性評価のための材料試験

山砂、木節粘土のセメント改良土の 20MN/m^2 程度までの改良体について、引張強度およびせん断強度の評価方法を検討した。割裂試験による引張強度は一軸引張試験と概ね対応する、圧縮強度に対する引張強度の比率は高強度になるほど小さくなる、（モール円は包絡線を描くため）せん断強度 τ_{s0} は圧縮強度と引張強度による推定法が適当である、ことを示した。

2：原位置に打設した高強度改良体の物性評価試験

砂質土が優勢の原地盤で高強度改良体を築造して、圧縮強度のばらつきを検討した。同一固化材添加量では二工程施工の変動係数が一工程より小さくなる、高強度の改良体は低強度より変動係数が大きくなる、ことを示した。

3：頭部接合条件を考慮した改良体への地震外力評価のための解析検討

改良体頭部と基礎の接触条件を考慮した3次元有限要素法を用いて、水平力の伝達メカニズムを検討した。荷重レベルが小さい場合は改良体頭部の水平剛性に影響される、荷重レベルが大きい場合は改良体と基礎の摩擦係数を比例定数として鉛直荷重に比例関係となる、ことを示した。

現時点での改良体の設計方針

- ・ 中地震時における改良体の応力評価法は現状の方法を踏襲する。
- ・ 頭部と基礎の摩擦係数が多い場合は頭部の水平剛性の比率で荷重分担させる方法も確認することを推奨する。
- ・ 改良体の引張強度は割裂試験で評価することが可能と考えられる。
- ・ 改良体のせん断強度定数は、圧縮強度と引張強度の組合せ実施と、「センター指針」の内部摩擦角で評価することが考えられる。

WG1：調査体制

改良地盤の設計に関する検討WG(WG1) 委員構成

主 委	査内田明彦	(株)竹中工務店		
	員浅香美治	清水建設(株)	又吉直哉	(株)テノックス
	阿部秋男	(株)東京ソイルリサーチ	平山勇治	(株)テノックス
	澤田俊一	応用地質(株)	吉富宏紀	(株)不動テトラ
	柿原芳彦	応用地質(株)	酒向裕司	(株)小堀鐸二研究所
	武居幸次郎	鹿島建設(株)	山添正稔	(株)小堀鐸二研究所
	西山高士	(株)大林組	新井 洋	建築研究所
	船原英樹	大成建設(株)		

協力委員

柏 尚稔 国土技術政策総合研究所

WG2：既存杭等を含む敷地における基礎構法技術の要件整理

敷地に既存杭等を含む場合を想定し、改良地盤の設計に考慮すべき要件を整理する。

（イ）既存杭等を含む地盤に対する改良地盤適用のための必要条件の整理

既存杭等を含む敷地地盤に改良地盤を設計・施工する場合を想定し、(a)既存杭を有効利用できる条件、(b)既存杭を無視できない条件、(c)既存杭の撤去+埋戻しの影響を考慮すべき条件を整理し、(b),(c)について評価法を整理する。

（ロ）既存杭を有効利用する場合における改良地盤の利用方法の整理

既存杭を有効利用できる条件における、既往の適用事例や研究事例を整理すると共に、既存杭を有効利用できる条件の判断に資する技術資料を構築する。

H30年度の実施内容（上記課題の遂行として、下記の項目にまとめた）

- 1) 既存杭の取り扱いに関連する法令関係の整理と取り扱い
- 2) 既存杭の取扱い形態ごとの技術的検討項目と課題
- 3) 既存杭の扱いに関するまとめと今後の課題

WG2：調査の背景・目的と実施内容

1) 背景・目的

- ① 都市部の建物更新が伴う場合、既存杭や既存躯体（以下、既存杭等）の取扱いが課題。
- ② 既存杭等を撤去する場合以外、撤去によって地盤が乱される可能性も高いため残置されるケースも多く見られる。
- ③ いずれのケースも敷地は原地盤と同じ状態とは見なせないため、周辺地盤と一体的な複合地盤として改良地盤を設計する必要がある。
- ④ 既存杭等を含む地盤を複合地盤として評価することが合理的と考えられるが、既存杭等の取扱いに関する基準は無い。
- ⑤ 本調査・検討は、敷地に既存杭等を含む場合を想定し、改良地盤の設計に考慮すべき要件を整理することを目的とする。

WG2：調査の背景と目的

2) 調査・検討内容

(イ) 既存杭等を含む地盤に対する改良地盤適用のための必要要件の整理

- ① 既存杭等を含む敷地地盤では、改良地盤を設計・施工する場合の、既存杭の処理法による新設建物基礎の設計法や施工法に及ぶ影響を明確にしておく必要がある。
- ② 本検討では、既存杭等を含む敷地地盤に改良地盤を設計・施工する場合を想定し、既存杭を有効利用できる条件、既存杭を無視できない条件、既存杭の引抜き+埋戻しの影響を考慮すべき条件について、明確にする。

(ロ) 既存杭を有効利用する場合における改良地盤の利用方法の整理

- ① 既存杭を有効利用できる条件における、既往の適用事例や研究事例を整理すると共に、既存杭を有効利用できる条件の判断に資する技術資料を構築する。

WG2：報告書の構成

1. 調査の背景と目的

1.1 既存杭等の利用に関する調査の背景・目的

2. 既存杭の取り扱いに関連する諸制度

2.1 検討の概要

2.2 廃棄物（環境）に関する法体系と建築分野との関係

2.3 既存杭の再利用の判断にあたって必要となる項目

2.4 既存杭の扱いに関する現状の整理

3. 既存杭の取扱い形態ごとの技術的検討項目と課題

3.1 既存杭等を含む敷地地盤に対する必要な調査・課題（補修・補強含む）

3.2 構造的利用の形態例と関連する技術的検討項目・課題

3.3 非構造的利用の形態例と関連する技術的検討項目・課題

3.4 残置する場合に関連する技術的検討項目・課題

3.5 既存杭を撤去・埋め戻しをする場合の技術的検討項目・課題

3.6 情報伝達に関する項目・課題

4. まとめと今後の課題

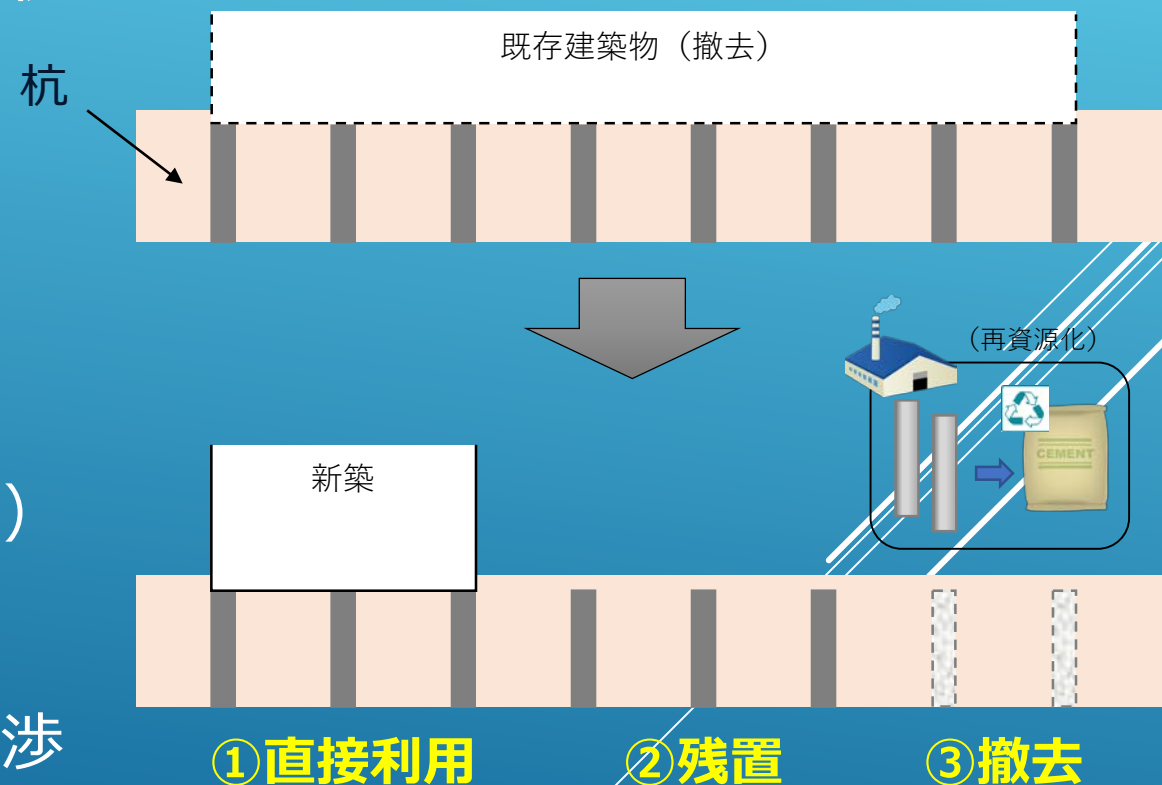
2.既存杭の取り扱いに関連する法令関係の整理と取り扱い

再利用の形態と現状

既存杭の再利用形態を3つに分類

杭の再利用形態の基本的分類

- ① 直接利用：建築物に対して技術的に有効な形で直接的に利用
 - ・ 構造的利用（鉛直・水平支持要素など）
 - ・ 非構造的敷地利用（地中熱の採放熱管など）
- ② 残置：敷地の一部として地中に残す
 - ・ 構造的（敷地の安定に利用など）
 - ・ 敷地保全（撤去が悪影響を及ぼすなど）
 - ・ 将来的（次の所有者の判断に任せるなど）
- ③ 撤去：①②のいずれにも該当しない
 - ・ 有用性のないもの
 - ・ 撤去せざるを得ないもの（新設杭との干渉や、再利用に耐えない場合など）



既存杭と「廃棄物」：残置された既存杭の法令上の扱い？

(1) 原則とした考え方

- 廃棄物は、法令上「処理」の対象となる。（廃棄物処理法・建設リサイクル法）

①直接利用②残置では「廃棄物でないこと」を示す必要あり

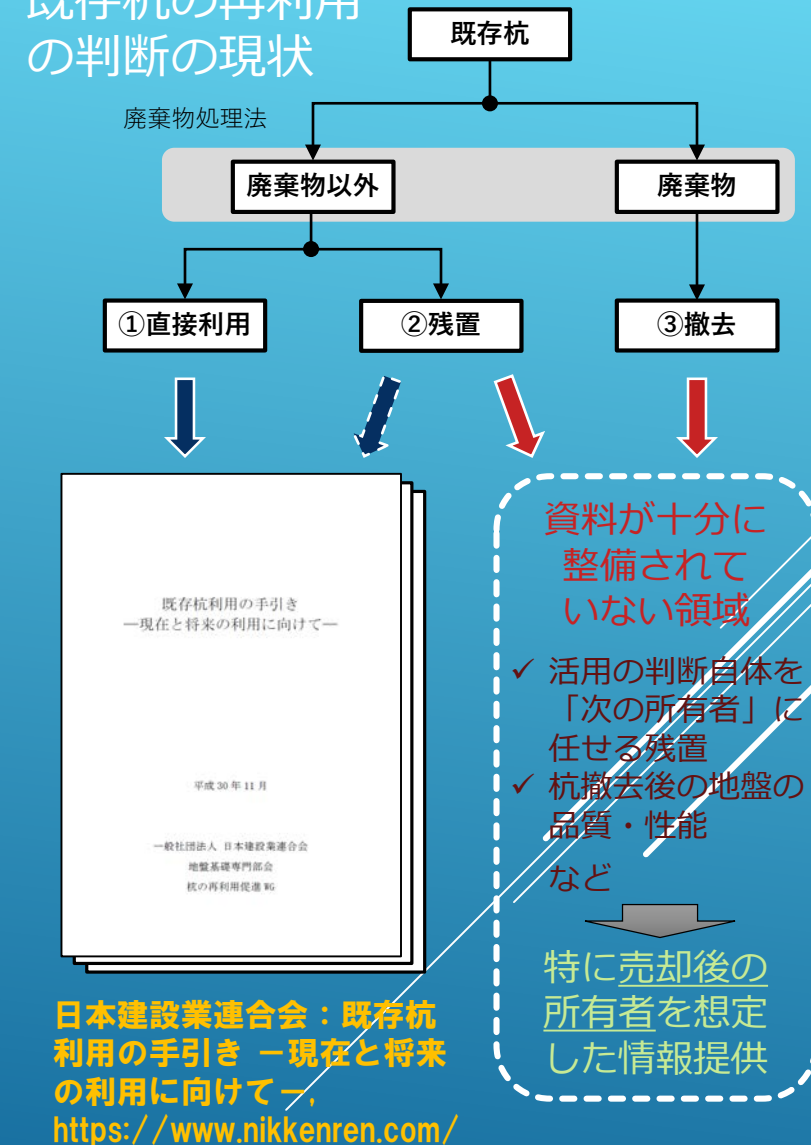
(2) 「廃棄物」（廃棄物処理法）

- 「廃棄物」＝汚物または不要物（法第2条）
占有者が自ら利用し、又は他人に有償で譲渡することができないために不要となったもの

(3) 廃棄物判断の主体

- 通常は当事者の判断が優先（何をもちて「有価」とするかはそれぞれであるため）
当事者・・・土地・建物所有者、設計者、工事業者、さらに売買を伴う場合は売却後の所有者
- 最終的に問題が生じた場合には行政が関与（廃棄物処理＝自治事務であるため権限自体は行政にあり）

既存杭の再利用
の判断の現状



当事者間の判断・合意に関する参考資料

再利用形態と「示すべき項目」

(1) 直接利用

所有者が自ら利用する場合に該当。
その使用に直接的な価値（メリット）が存在することを示す。

(2)-1. 敷地利用（残置の1）

直接利用と同様、自ら利用に該当。
敷地の安定など再利用にメリットが存在するか、撤去に有害な影響（デメリット）があり、その回避の必要性を示す。

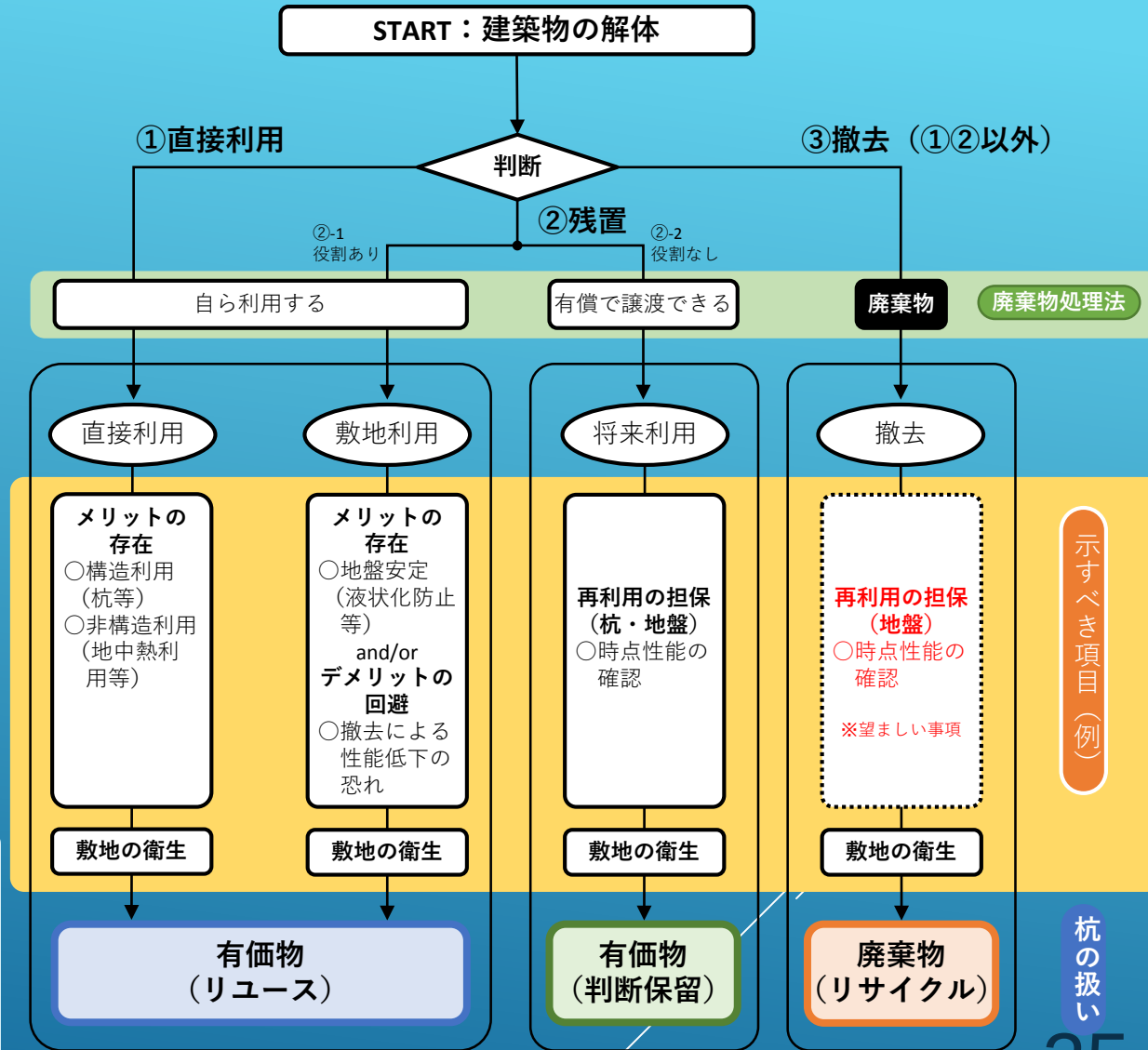
(2)-2. 将来利用（残置の2）

有償で譲渡可能なものとして、再利用の担保に必要となる既存杭や敷地の情報を示す。

(3) 撤去

現状で必須ではないが、将来利用と同様、敷地地盤の再利用の担保に必要となる撤去後の地盤の性能について示す。

既存杭の再利用の取り扱いフロー（案）



重要課題：どのようにして「将来利用」や「撤去」とした場合について環境行政と整合する適切な消費者保護を可能とするか？

示すべき項目（例）

杭の扱い

3. 既存杭の取扱い形態ごとの技術的検討項目と課題

3. 1 既存杭等を含む敷地地盤に対する必要な調査・課題

(1)建築計画上の敷地地盤調査の基本的考え方

- ・事前調査では、**既存杭等の資料調査**で既存杭等の取扱い方針を決める。
本調査では、**既存杭の再利用方針に応じた詳細な調査**を行う。
- ・事前調査で方針が決まらない場合は、**既存建物の解体前や解体中に予備調査を実施して、方針を決定する。**
- ・地盤調査の本調査では、想定された各基礎形式に応じた設計に必要な原位置調査・室内土質試験を実施。
- ・既存杭等の本調査では、**再利用方針（①直接利用、②残置、③撤去）と対象（杭、地山、埋戻し地盤）**に応じた調査を実施。
- ・事前調査資料が揃わない場合には、非破壊試験により、杭の配置や深度等の最低限の情報を確認。

図1 既存杭を含む敷地地盤の調査フロー

調査の流れ	地盤調査	既存杭等の調査
事前調査	地盤図、周辺や既存の地盤調査等の資料調査および現地踏査	設計図書等の資料調査および解体前の既存建物調査
↓		
予備調査計画	※基礎形式を想定するに必要な情報が不足する場合は予備調査を計画・実施	※既存杭等の利用・残置・撤去の判断材料情報が不足する場合は予備調査を計画・実施、
↓		・図面と実建物との照合
予備調査		・劣化程度（不同沈下、ひび割れ、腐食等）の評価
↓		・必要に応じて、特定行政庁との協議
本調査	予備調査で想定する基礎形式の設計に必要な原位置調査・室内土質試験の実施	本調査は、再利用形態の方針に基づき異なる
↓		①直接利用を前提とした調査：
（設計・施工に必要な情報が不足する場合）	施工に必要な地盤・地下水調査の実施	・基礎杭利用の場合
追加調査		・地中抵抗要素の場合
		②残置する場合の調査
		・積極的利用の場合
		・消極的利用の場合
		③撤去する場合の調査
		・撤去後の地盤のための調査
		・撤去構造物のリサイクル計画用調査

(2)既存杭を直接利用する場合の調査

- ・ ①資料等調査、②既存杭の調査（右表1）
- ・ ③既存杭を含む敷地地盤（地山）の調査：追加の地盤調査、化学的特性(pH等)

(3)既存杭を残置する場合の調査

- ・ 敷地地盤の健全性・安定性や将来的な利用を想定して、上記(2)と同等の調査を実施。
- ・ 残置物に関する資料（図面・有用性等）の記録、土地売却時の伝達が必要。

(4)既存杭を撤去する場合の調査

- ・ 杭撤去後の地盤は原地盤と異なる。撤去・埋戻しに関する資料の記録、伝達が必要。
- ・ ①埋戻し地盤に関する調査（撤去杭仕様、埋戻し方法、埋戻し土特性、透水性等）
- ・ ②撤去構造物のリサイクルに関する調査（リサイクル計画、破砕片の仕様・加工等）

(5)調査に関する技術的な課題

- ・ 書類等の記録に関する仕組み構築を前提として、将来的には以下の解決が望まれる。
 - ①既存杭仕様や現状確認に係る課題：杭の出来形確認、非破壊試験の精度向上、簡便な支持力確認
 - ②杭撤去後の埋戻し地盤に係る課題：埋戻し土の特性確認、撤去の確実性の確認
 - ③残置・撤去時の複合地盤に係る課題：鉛直支持力・水平剛性への影響評価

表1 既存杭を利用するときの調査項目例

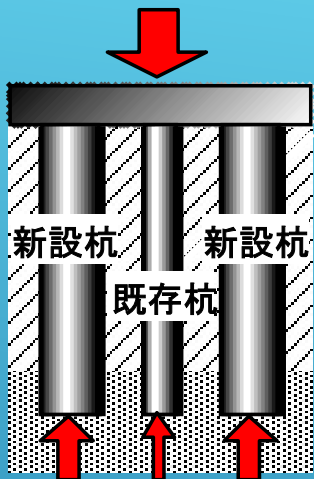
	調査項目	調査方法	備考
事前調査	杭の諸元・仕様 施工状況	資料調査（構造図、構造 計算書、施工図、施工管 理記録、検査済証など）	利用の可能性を検討す るための資料であるが、 これらが残されている ことが必須条件である。
健全性調査	杭径、位置、劣化状況 杭長、損傷の有無・位置 杭長、損傷の有無・位置 スライム沈殿状況 損傷の有無・位置 損傷の有無・位置 杭の傾斜	目視調査 インテグリティ試験 オールコアボーリング ボアホールカメラ ボアホールソナー 目視（杭頭） 孔内傾斜計	杭頭露出部で実施 ボーリング孔または 既製杭中空部で 実施
耐久性調査	コンクリートの圧縮強度 コンクリートの劣化状況 鉄筋の引張強度	圧縮試験 中性化試験 塩化物含有量試験 引張試験	コアサンプル 試料使用
支持力調査	鉛直支持力、水平抵抗	杭の載荷試験	反力装置の設置に留意

3.2 構造的利用の形態例と関連する技術的検討項目・課題

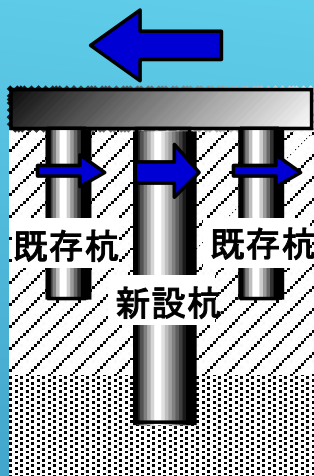
(1)本設杭利用



①鉛直力・水平力の両方を負担

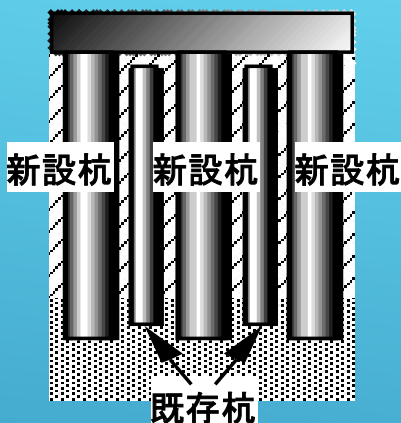


②主に鉛直力を負担



③主に水平力を負担

(2)地盤改良として利用



④地盤改良として使用

(1)本設杭利用

- ①鉛直・水平利用
- ②主に鉛直利用
- ③主に水平利用

(2)地盤改良としての利用

技術的検討項目

健全性・耐久性

支持力

新設杭を併用した設計

支持形式、耐久性、健全性、支持力

課題

調査数量の決定に対して明確な根拠がない

水平力の検討がされていない場合がある

両者に大きな性能差が生じる恐れがある

具体的な調査内容や使用方法、設計方法の確立

現状の対応例

日建連「既存杭利用の手引き」調査数量の目安を参照

過大な水平力が作用しない杭頭ディテールの採用等

安全な設計（レベル2 荷重に対する設計等）

任意の技術評定や性能評価・大臣認定を取得

3.3 非構造的利用の形態例と関連する技術的検討項目・課題

(1) 非構造的利用の形態例

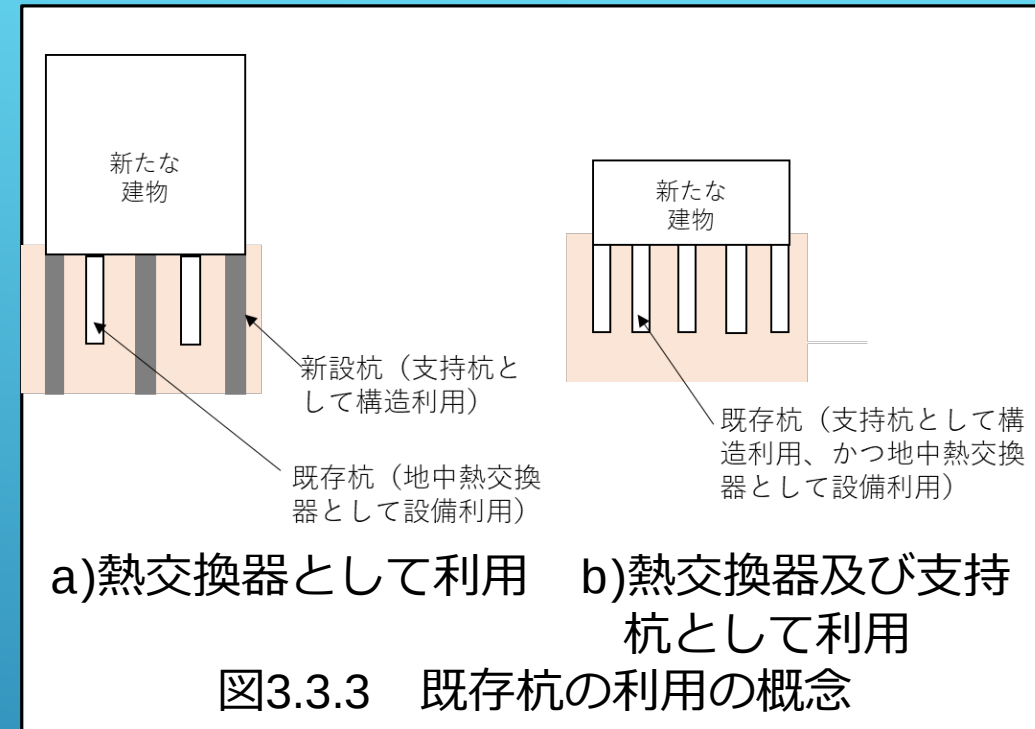
地中熱ヒートポンプシステムにおける地中熱交換器として杭を利用する例を抽出。利用例として、右記のa)、b)が挙げられた。

(2) 技術的検討項目・課題

地中熱交換器として利用する場合の課題として、①杭頭部やフーチング部に開口部が必要（設備配管を通すために）、その構造的な検討、②設計時の要求性能を満足するための施工計画の策定及び施工管理ができる施工者・施工管理者が必要（この施工・施工管理は、どの業者実施？ 杭の支持力性能も担保する必要があるため杭業者が望ましい？）ことが挙げられた。

(3) 正確な情報の伝達

熱伝導特性については建築物省エネ法に基づく適合性判定や、指定性能評価機関による試験や評定等をうけることが妥当であると考えられる。



3.4 残置する場合に関連する技術的検討項目・課題

(1)杭を残置するにあたっての情報整理

残置する杭の情報として、記録と保管が重要となる。

- ・杭施工年
- ・杭種
- ・工法
- ・施工結果の記録（施工誤差/残置した深さ等）

(2)杭を残置するにあたっての適切な処理

適切な手続き

- ・残置に際しての手続きは、現状各自治体により取扱いが異なるため、所管行政庁への確認が必要。

(3)既存杭が残置された地盤での新設建物の設計に関する検討項目と課題

- ・施工上の制限（残置杭との干渉を避けた離隔）
- ・鉛直支持性能への影響（周面摩擦が確保できる条件・影響の程度）
- ・水平抵抗力への影響（地盤条件・施工条件等による影響を整理し把握）

3.5 既存杭を撤去・埋戻しをする場合の技術的検討項目・課題

(1) 既存杭の撤去・埋戻し方法

- a. 直接引抜方法
- b. 縁切引抜き方法
- c. 破碎撤去方法

埋戻し材料

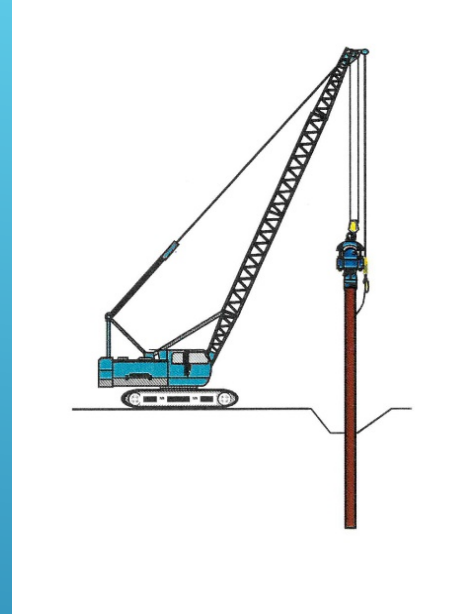
- a. 土(山砂、現地発生土等)
- b. 流動化処理土
- c. 貧配合セメントミルク

(2) 埋め戻し方法の問題点

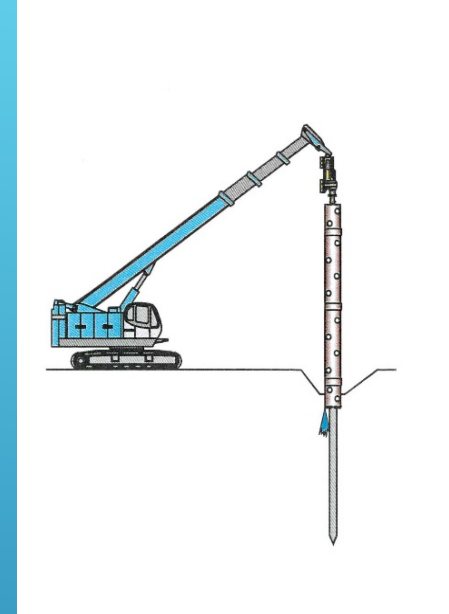
- a. 埋戻し部と周囲の地盤が不均一
- b. 撤去孔の孔壁崩壊
- c. 周囲の地盤に対する環境問題

(3) 新設杭に伴う技術的検討項目

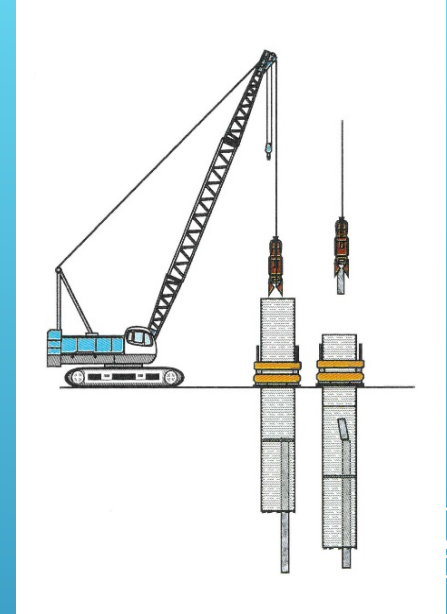
- a. 既存杭撤去に関する課題 → 既存杭の撤去不良・一部残置
- b. 新設杭の施工に関する課題 → 新設杭の傾斜・偏心、断面欠損
- c. 新設杭の設計に関する課題 → 新設杭の鉛直支持性能・水平抵抗性能



直接引抜方法



縁切引抜き方法



破碎撤去方法

3.6 情報伝達に関する項目・課題

(1) 情報伝達に関する項目

既存杭利用の形態毎に必要な情報を整理

【基本情報】（詳細は異なるが）

- ・杭の諸元（杭配置、杭径、杭長、設置深度、配筋、使用材料、材料強度等）
- ・地盤情報（N値分布、地層構成、地下水位、地盤調査位置等）
- ・設計外力（軸力、水平力）等

(2) 伝達される情報の根拠

- ・情報が記録された時期も重要
- ・設計時と施工時では情報が異なる可能性。経年劣化や地震被害を受けている可能性もある。
- ・再利用に当たって、実施する原位置試験及びその評価は第三者性の確保が必要。

(3) 課題・提案

- ・伝達された情報と実況が異なる場合等の契約者間のトラブル回避のための方策。共通の運用ルール策定など。
- ・建築確認手続き上における共通ルール策定が必要。

表1 再利用形態と必要情報の関係

	既存杭			地盤	
	基本情報	経年劣化	地震被害	原地盤	撤去周辺
①直接利用	●	●	●	●	—
②-1a敷地利用1	●	●	●	●	—
②-1b敷地利用2	●	●	●	●	—
②-2将来利用	●	●	●	—	—
③撤去	●	—	—	●	●

まとめと今後の検討項目

(1) 技術的検討課題

- ・ 直接利用、残置のいずれについても、**個々の物件の当事者間だけでなく、行政も活用できるガイドラインが必要**

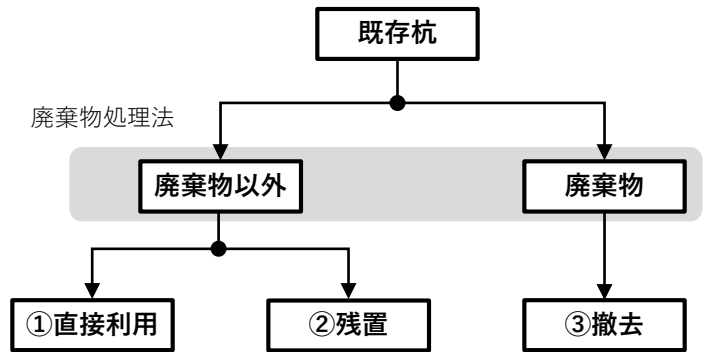
(法適合や環境面の要求性能とその妥当性の根拠資料、建築基準法上の要求性能とその他の部分の分離等)

- ・ **既存杭等の必要な伝達情報は、（特に将来利用では）消費者保護の観点に配慮し一定の水準を確保する一方で、過大な負担となることは避ける。**

(2) 制度的検討課題

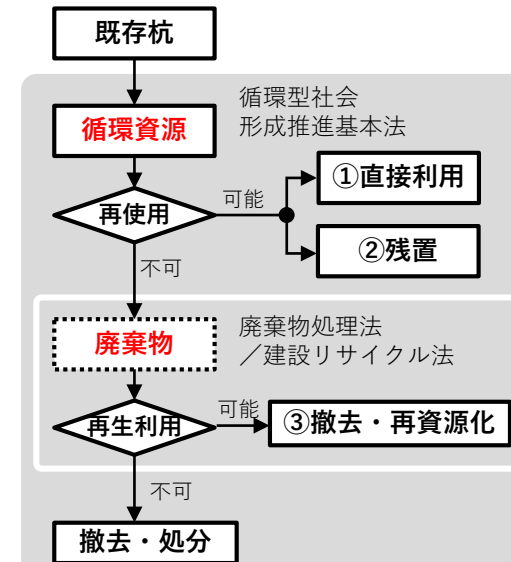
- ・ 既存杭や地盤が「循環資源」となる前提で、**適切な再使用を促進するための制度**についての検討。
 - ・ 設計図書や地盤調査結果などの**保存・継承**（不動産取引における重要事項説明のような公的な位置づけ）
 - ・ 再利用判断の妥当性に関する**第三者評価**
 - ・ 設計者の負担（リスク）を回避するための**保険制度** 等

既存杭の再利用の判断の現状（再掲）



特に優先順位はなく、扱いやすさなどから判断

今後のあり方の提案



循環型社会形成推進
基本法に示された以
下の優先順位
[1] 発生抑制
[2] 再使用
[3] 再生利用
[4] 熱回収
[5] 処分
に基づき、まず再使
用を前提として検討
されることを目指す。

WG2：調査体制

WG(WG2) 委員構成

主査	青木雅路	一般社団法人日本建設業連合会 (株)竹中工務店技術研究所)
委員	石崎定幸	一般社団法人日本建設業連合会 (大成建設(株)技術センター)
	勝二理智	一般社団法人日本建設業連合会 (株)大林組技術本部技術研究所)
	永田 敦	一般社団法人日本建築構造技術者協会
	久世直哉	一般財団法人ベターリビングつくば建築試験研究センター
	桑原文夫	パイルフォーラム株式会社
	井上波彦	国立研究開発法人建築研究所構造研究グループ
	新井 洋	国立研究開発法人建築研究所構造研究グループ

協力委員

柏 尚稔	国土交通省国土技術政策総合研究所建築研究部
------	-----------------------

御清聴ありがとうございました。

