

・応募提案名：「建築物の建て替えに伴う基礎杭の  
引き抜き処理地盤の評価技術に関する開発」

・事業期間：令和2年度(2020)～令和4年度(2022)

・技術開発等の構成員

ALLF※

中井 正一 (会長)

森 利弘 (研究課題主査)

基礎地盤コンサルタンツ(株)

山本 裕司 (技術本部 室長)

東京ソイルリサーチ(株)

吉田 正 (執行役員)

※一般社団法人建築基礎・地盤技術高度化推進協議会

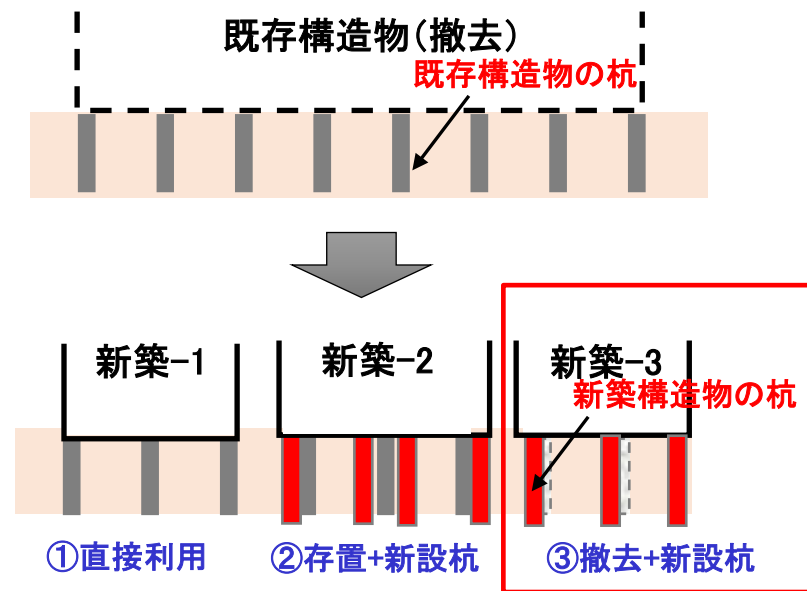
## ■ 背景

多くの都市において建築物の建て替えが始まり、今後、その数の増加が控えている。現在、建築物の解体に伴って基礎杭の撤去も同時に行われることが多いが、この過程に伴って、基礎工事の増大（新設時の2～4倍）と**基礎杭撤去後における敷地地盤の再評価が簡単でない現状がある。**

## ■ 目的

既存杭の処理形態（再利用、存置、撤去）に応じた**地盤調査の方法や基礎杭の設計に必要な設計用地盤定数の評価技術を開発する。**

- ・直接利用：新築に有効な形で直接利用
- ・存置：敷地の一部として地中に残す
- ・撤去（引き抜き）：上記に該当しない
  - ★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）



杭の再利用形態の基本的分類

## ■ 建築物の建て替えに伴う基礎杭の引き抜き処理地盤の評価技術に関する開発

### (1) 引き抜きに伴う地盤への影響評価のための地盤調査方法の開発

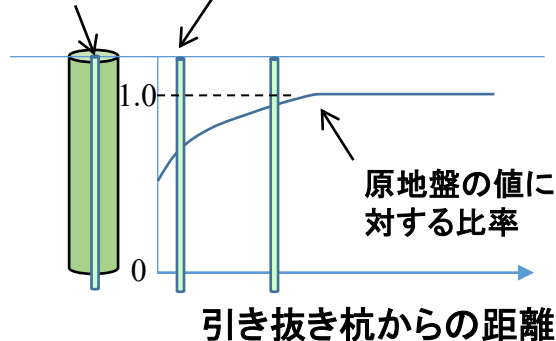
#### ① 単杭の引き抜きを対象とした地盤調査方法の開発

単杭の引き抜きに伴う杭周辺地盤及び杭先端地盤の変化を、実際の杭の引き抜き現場における各種地盤での地盤調査に基づき調べた。

#### ② 敷地地盤全体の地盤調査方法の開発

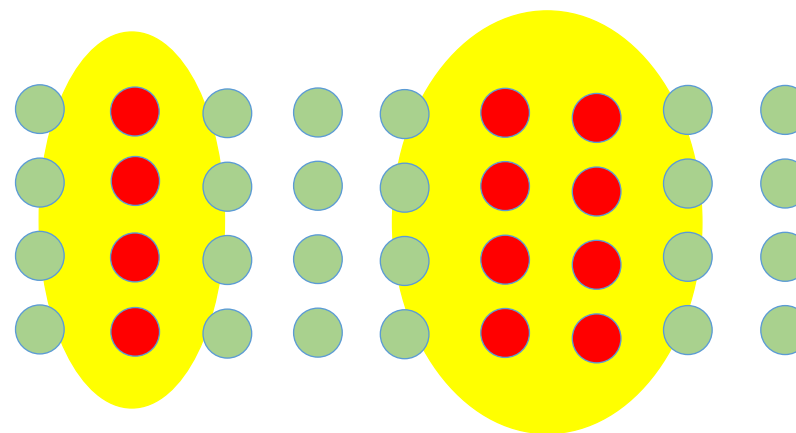
複数の杭引き抜きに伴う敷地全体としての地盤評価を行うために、実際の複数杭の引き抜き現場の敷地で、試行的な地盤調査を行った。

引き抜き杭 調査ボーリングの位置は？



着眼点

- ・どこまでの距離が影響を受けるか？
- ・どの程度の変化があるか？
- ・どこの位置で、調査を行うか？
- ・適切な調査方法は？



● 引き抜き杭

● 影響範囲

杭平面配置図

### ①② 単杭または複数杭の引き抜きに伴う周辺地盤への影響

## ■建築物の建て替えに伴う基礎杭の引き抜き処理地盤の評価技術に関する開発

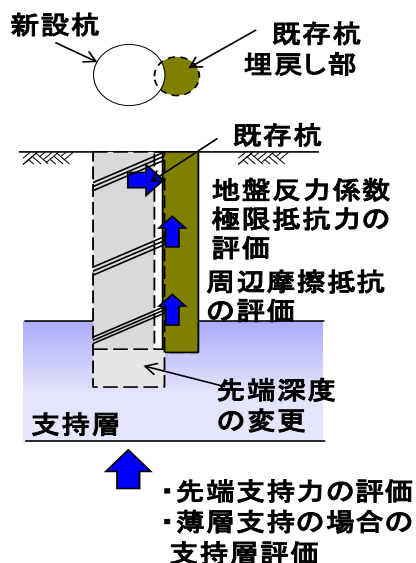
### (2) 地盤調査結果に基づいた設計用地盤定数などの評価技術の開発

#### ①引き抜き地盤における杭の設計支持力の評価方法の開発

通常の基礎設計では、杭周辺及び杭先端地盤は、水平に一定地盤が存在すると仮定しているが、部分的な緩みの影響がある地盤を適切に評価するために、3次元FEM解析を使用した詳細検討を行い、新設杭の鉛直支持力、水平抵抗への影響検討を行った。

#### ②引き抜き地盤における液状化可能性の評価方法の開発

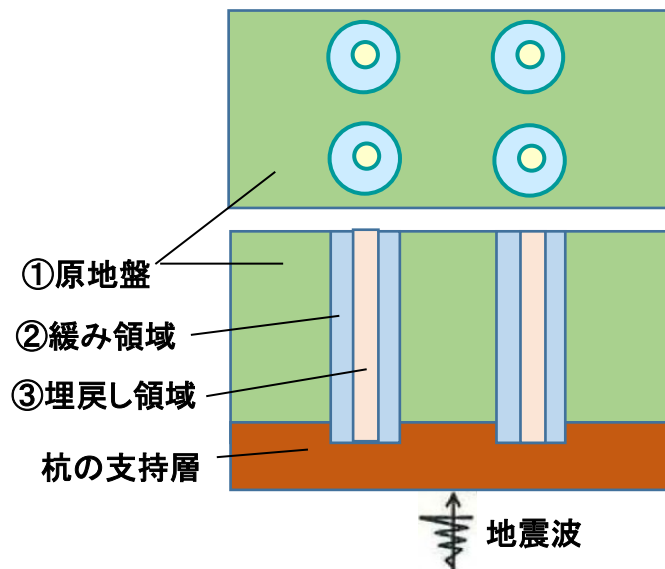
部分的な地盤の緩みが敷地全体の液状化抵抗を低下させることも危惧される。部分的な敷地地盤の緩みを考慮したモデル地盤について、3次元動的有効応力解析を使用して、当該敷地地盤の液状化の危険性に及ぼす影響について検討した。



①引き抜き地盤における杭の設計支持力の評価

(平面)

(断面)



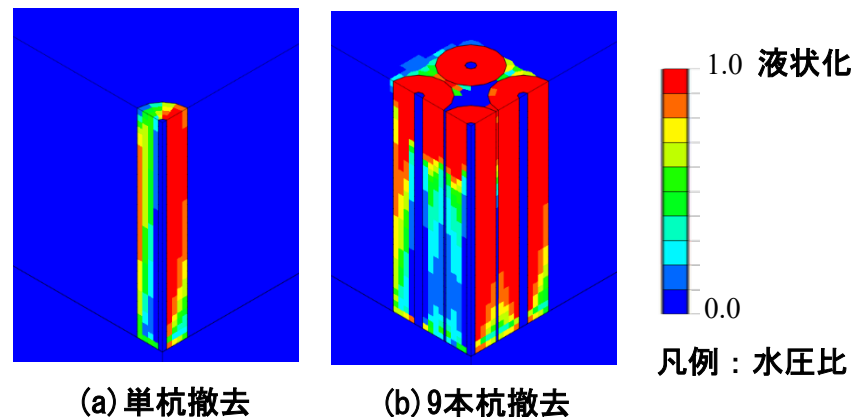
②引き抜き地盤における液状化可能性の評価

## ・ 技術開発等成果の先導性

本開発課題については、学会レベルにおいてもほとんど研究が行われていない。実務においても杭撤去後における調査事例はほとんど報告されていない。

事業開始前に実施した調査を含めると7サイトの撤去現場において、杭の引き抜きに伴う影響調査等を実施した結果、以下の新たな知見が得られた。

- ①一般的な撤去工法の場合には、周辺地盤への影響が無視できないこと (p8参照)
- ②杭の耐震性低下の懸念があること (p8参照)
- ③砂地盤では液状化の新たな素因となる可能性があること (右図参照)



(a) 単杭撤去 (b) 9本杭撤去  
3次元動的有効応力による液状化解析結果  
(過剰間隙水圧比の分布)

## ・ 技術開発等の効率性

採択時の附帯条件「並行して行われている総プロ課題等と引き続き連携し、技術開発を進めること。」を受けて、下記の通り対応した。

技術開発項目のうち、(1)地盤調査方法の開発に関して、助成事業では単杭の調査を5サイトで実施し、関連する総プロでは敷地地盤全体の調査を1サイトで実施した。(2)設計用地盤定数の評価技術の開発に関して、助成事業では数値解析に基づき引き抜き地盤における杭の支持力評価と液状化可能性の評価を行った。総プロでは引き抜き地盤における杭の鉛直・水平支持力を載荷試験により検証した。助成事業と総プロで、予算上の重複はない。

- ・ 全体の完成度、目標達成度  
応募時の目標を概ね達成した。 達成度 95%
  
- ・ 技術開発項目毎の完成度、目標達成度
  - 1) 引き抜きに伴う地盤への影響評価  
のための地盤調査方法の開発 達成度 95%
  - 2) 地盤調査結果に基づいた設計用地  
盤などの評価技術の開発 達成度 95%

## ・実用化の状況

実用化に向けた作業として、技術開発の成果を踏まえたガイドライン「**新設杭の設計・施工に関する既存杭の撤去・埋戻しを考慮した地盤調査ガイドライン（案）**」を取り纏めた。地盤調査計画の検討例を追加、修正を行い、まずはALLF会員に利活用を促す予定である。今後、技術的ノウハウをさらに蓄積しつつ徐々に普及を図っていく。また、**関連する総プロ課題委員会への情報共有を図っていく。**

### 「新設杭の設計・施工に関する既存杭の撤去・埋戻しを考慮した地盤調査ガイドライン（案）」

#### 目次

- 第1章 総則
- 第2章 既存杭の撤去・埋戻しに伴う周辺地盤への影響調査
- 第3章 地盤調査の計画
- 第4章 新設杭設計・施工上の留意点
- 第5章 おわりに（残された課題）

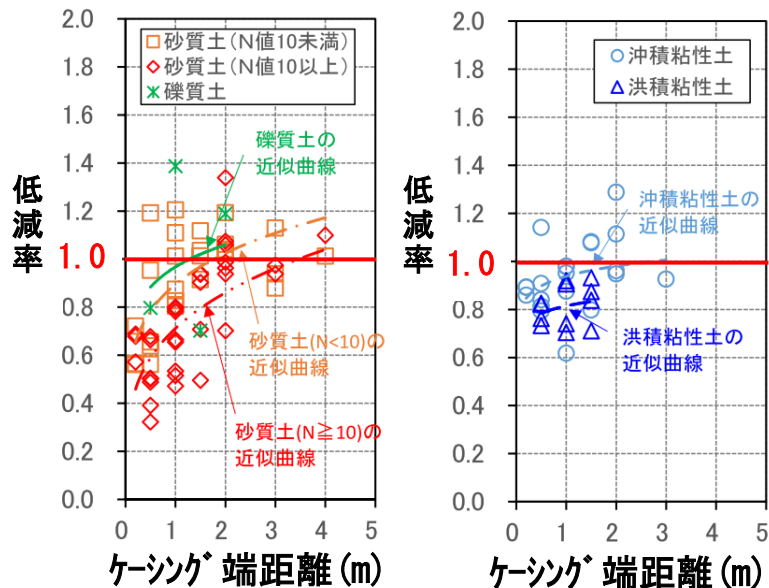
## ・市場化の状況

**都市での建築物の建て替えが始まり、今後、益々その数の増加が控えている。**現在、建築物の解体に伴って基礎杭の除去も同時に行われることが多いが、この過程に伴って、基礎杭撤去後の敷地地盤の再評価が簡単でない現状があり、**本開発技術の市場は、広がると想定される。**

## ・ 技術開発等における成功点

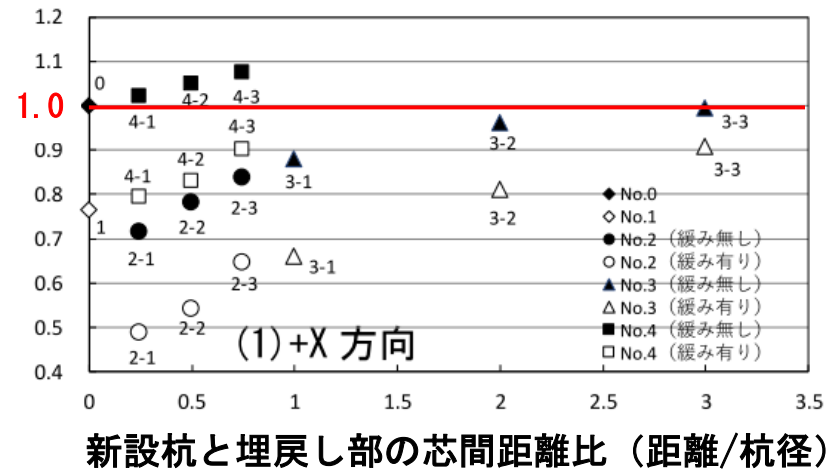
本技術開発においては、既存杭の撤去工事が新築工事に影響を与える可能性の調査（地盤調査）とその新築工事での影響検討（数値解析）までが必要であった。開発主体のALLFは、建設会社、地盤調査会社、杭施工業者等が参加しており、**参加会社の専門性を活かし、地盤調査に関しては調査会社、数値解析に関しては建設会社と杭施工業者が主体となり、かつ連携して技術開発に取り組めた点が成功要因**として挙げられる。

## ・ 技術開発等における結果（地盤調査と数値解析の例）



単杭引き抜き後の周辺地盤への影響調査結果  
(低減率：撤去後の値／撤去前の値)

基準杭解析に対する杭の水平支持力比



新設杭と埋戻し部の芯間距離比（距離/杭径）  
FEMによる引き抜き地盤における杭の水平支持力比  
(単杭引き抜き後地盤の値／原地盤の値)



## ・技術開発等に関する結果(残された課題)

技術開発の成果は、既存杭の撤去・埋戻しを考慮したガイドライン(案)として取り纏めた。新設杭計画時におけるガイドラインとしてより活用できるように技術的ノウハウを蓄積していく必要がある。あわせて、地盤調査に関しては調査件数が少ない撤去工法については引続き、基礎杭引き抜きに伴う調査データを蓄積していく必要がある。

また、並行して行われている総プロはR5年度まで継続されることから、本技術開発の成果を総プロ課題に反映すべく情報共有を図るとともに、今後総プロ課題の検討結果を本ガイドラインにも反映させて、新設杭の設計・施工に関する既存杭の撤去・埋戻しを考慮した地盤調査ガイドラインとして、既存杭引き抜き地盤の調査計画に活用できる資料となるよう改良を進める必要がある。

## ・今後の見通し

都市での建築物の建て替えでは基礎杭撤去の検討が必要となり、本技術開発成果の活用機会は今後ますます広がると想定される。また、基礎杭引き抜きに伴う敷地地盤の性能低下は、地盤条件や引抜き本数、引抜き方法により異なる。本調査と異なる引抜き・埋戻し工法での評価や工法選定への提言も合わせて検討が必要な事項と考えている。