

# 技術開発等成果報告書

|   |   |
|---|---|
| <p>事業名<br/>・住宅・建築物の設計業務に関する技術開発等</p>  | <p>課題名<br/>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</p> |
| <p>1. 技術開発等のあらまし</p> <p>(1) 概要</p> <p>我国の多くの都市で、戦後の復興期から高度成長期に建設された建築物の建て替えが始まっている。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）と施工後の敷地地盤の再評価が簡単でない現状がある。</p> <p>国交省においても令和2年度から総合技術開発プロジェクト（総プロ）「建築物と地盤に係る構造規定の合理化による都市の再生と強靱化に資する技術開発（R2～R5）」を開始している。総プロでは、既存杭の利用から撤去までを含めた複合地盤として既存杭を取り扱う新しい設計の枠組みが提示される予定であり、既存杭の扱いの重要性の認識はより高まると考えられる。</p> <p>既存杭が引き抜かれた地盤は、地盤条件や引抜杭の本数、引き抜き方法により異なるが、原地盤に比べて地盤剛性が低下する可能性があることが判っている。この影響を考慮しないで、原地盤の地盤調査結果に基づき建物を設計すれば危険側となる可能性が高い。もし、既存建物解体後に地盤調査を行い新設建物の設計、確認申請、施工という手順となると、かなり工程が延びることになる。本評価法が開発されれば、既存建物の解体前に新設建物の設計に取り掛かることが可能になり、大幅な期間の短縮効果が見込まれる。</p> <p>基礎杭の引き抜き処理地盤の評価技術に関して以下の技術開発を行い、成果物として、「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（案）」をまとめた。</p> <p>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技術開発<br/>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</p> <p>本事業によって得られた成果（基礎杭の引き抜き処理地盤の評価技術）は、一般社団法人建築基礎・地盤技術高度化推進協議会（ALLF）に所属する会員事業者（46社）に対して、その利用を許諾する予定である。ALLFの会員にまず利活用を促し、検討例を含む技術資料を整備する。技術的ノウハウを蓄積しつつ、徐々に普及を図っていく。その後、より広く一般の利用に供する予定での講習会等の実施も、資料が揃った段階で実施する予定とする。</p> <p>(2) 実施期間<br/>令和2年度～令和4年度</p> <p>(3) 技術開発等に係った経費<br/>技術開発等に係った経費（実施期間の合計額） 67,119千円<br/>補助金の額（実施期間の合計額） 32,100千円</p> <p>(4) 技術開発等の構成員<br/>中井 正一 ALLF 会長 千葉大学（名誉教授）<br/>森 利弘 ALLF 研究課題主査 （株）熊谷組（技術本部 技術研究所）<br/>山本 裕司 基礎地盤コンサルタンツ（株）（技術本部 地盤・岩盤解析室 室長）<br/>吉田 正 （株）東京ソイルリサーチ（つくば総合試験所兼技術本部管掌 執行役員）<br/>なお、ALLF 研究課題「既存杭撤去に伴う周辺地盤への影響検討委員会」には、ALLF 会員企業から委員として、52名が参加した。</p> <p>(5) 取得した特許及び発表した論文等<br/>・取得した特許：なし</p> |   |

- ・ 発表した論文：計 19 編 詳細は、別紙 1 参照
  - 既存杭撤去・埋戻しに伴う周辺地盤への影響（緩み）に関する研究
    - （その 1）～（その 2）：令和 2 年 9 月 2020 年度日本建築学会大会（関東）
    - （その 3）～（その 8）：令和 3 年 9 月 2021 年度日本建築学会大会（東海）
    - （その 9）～（その 11）：令和 4 年 9 月 2022 年度日本建築学会大会（北海道）
    - （その 12）～（その 19）：令和 5 年 9 月 2023 年度日本建築学会大会（近畿）

## 2. 評価結果の概要

### (1) 本技術開発等のアウトプット、アウトカム

本開発の成果は、「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）」としてまとめた。今後、会員企業にノウハウも含めて適切に利用できるようにする予定である。本ガイドラインを活用することにより、これまでは考慮できていなかった周辺地盤等への影響を踏まえた設計が可能となり、計画から施工までの各段階において次のような効果の確認が見込まれる。

- ・ 計画段階：事前に周辺地盤への影響度合いの推定が可能となるため、既存杭の撤去・新設杭の設置または既存杭再利用を考慮した計画が容易となる。また、新設杭の設計のための調査を含めて、効果的な地盤調査方法の選定・実施が可能となる。
- ・ 設計段階：地盤調査法、評価技術の確立により、効果的な地盤調査方法の選定が可能となり、結果として合理的な基礎杭の設計を実施できる。設計の効率化、液状化対策の促進、地震被害の低減につながる。
- ・ 施工段階：これまでに比べ、杭撤去に関する施工品質の重要性が認識され、施工報告書についても整備される。施工報告書の保存により、施工結果および品質確認ができることから、新設杭施工時におけるトラブル対策にも的確に対応ができる。

### (2) 技術開発等の必要性

現在、建築物の解体に伴って基礎杭も同時に撤去されることが多い。この過程では、基礎工事の増大と施工後の敷地地盤の再評価が簡単でない現状がある。国交省においても、総プロ「建築物と地盤に係る構造規定の合理化による都市の再生と強靱化に資する技術開発（R2～R5）」にて、既存杭の利用から撤去までを含めた複合地盤における新しい設計の枠組みが提示される予定である。既存杭の扱いの重要性は、より高まると考えられる。

### (3) 技術開発等の効率性

採択時付帯条件「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。また、(2)設計用地盤定数の評価技術の開発に関して、助成事業では地盤調査と解析に基づき地盤剛性と液状化可能性の評価を行った。総プロでは引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。なお、助成事業と総プロで、予算上の重複はない。

| 検討・実験・解析項目                        | 助成事業   | 総プロでの検証事項                         |
|-----------------------------------|--|-----------------------------------|
| 項目(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 | 複数杭の引き抜きに伴う、敷地地盤全体の変化を調査するための各種地盤調査方法の開発                     | 複数本の杭を撤去した場合の地盤物性変化の実証データの蓄積      |
| 項目(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 | 地盤調査結果と FEM 解析結果に基づく、引抜き地盤における杭の鉛直・水平支持力の地盤定数や液状化可能性の評価技術の開発 | 引抜き地盤と原地盤における条件での杭の鉛直・水平載荷試験結果の比較 |

#### (4) 技術開発等の完成度、目標達成度

- ・全体の完成度、目標達成度 応募時の目標に対して 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技術開発 達成度 95%
  - 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技術開発 達成度 95%

技術開発の成果物として、「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(案)」をまとめた。ALLF 会員にまず利活用を促し、検討例を含む技術資料を整備し、技術的ノウハウを蓄積しつつ徐々に普及を図っていく。今後、関連する総プロの委員会への情報共有、ALLF 内のガイドラインの追加検討を進め、より改良を図っていく。

#### (5) 市場化の状況

都市で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、基礎工事の増大(新設時の2～4倍)と施工後の敷地地盤の再評価が簡単でない現状がある。本開発技術の市場は、今後ますます広がると想定される。

#### (6) 技術開発等に関する結果

##### ・成功点

建築物の解体工事と新築工事は別途工事のため、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とその新築工事での影響検討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、杭施工会社等が入っており、解体から新築までの設計・施工段階を通して検討できたことが成功の要因として挙げられる。

##### ・残された課題

成果は、ガイドライン(案)としてまとめられたが、並行して行われている総プロは R5 年度までであることから、本開発の成果を総プロに反映すべく情報共有を図る。また、今後総プロの検討結果をガイドラインに反映させて、既存杭引抜き地盤の調査計画により活用できる資料となるよう改良を進める予定としている。

### 3. 対応方針

#### (1) 今後の見通し

都市での建築物の建て替えでは基礎杭の撤去と撤去地盤での基礎杭の設計を必要となり、本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。なお、杭引抜きに伴う敷地地盤の性能低下は、地盤条件や引抜き杭本数、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。

## 別紙1 (5) 発表論文の一覧

### (5) 発表論文の一覧

1. 令和2年9月 2020年度日本建築学会大会(関東)(竹中工務店 青木雅路 他)  
既存杭撤去・埋戻しに伴う周辺地盤への影響(緩み)に関する研究  
(その1): 沖積地盤における調査結果
2. 令和2年9月 2020年度日本建築学会大会(関東)(基礎地盤コンパツツ 水澤良介 他)  
既存杭撤去・埋戻しに伴う周辺地盤への影響(緩み)に関する研究  
(その2): 洪積地盤における調査結果
3. 令和3年9月 2021年度日本建築学会大会(東海)(熊谷組 森 利弘 他)  
既存杭撤去・埋戻しに伴う周辺地盤への影響(緩み)に関する研究  
(その3): 地盤調査方法の比較計画と杭撤去埋戻し部の調査結果
4. 令和3年9月 2021年度日本建築学会大会(東海)(熊谷組 遠藤正美 他)  
既存杭撤去・埋戻しに伴う周辺地盤への影響(緩み)に関する研究  
(その4): ボーリング孔を利用した調査結果(稲敷金江津地区)
5. 令和3年9月 2021年度日本建築学会大会(東海)(長谷工コーポレーション 沼本大輝 他)  
既存杭撤去・埋戻しに伴う周辺地盤への影響(緩み)に関する研究  
(その5): サウンディング(CPT および SDS)を利用した調査結果(稲敷金江津地区)
6. 令和3年9月 2021年度日本建築学会大会(東海)(東京ソイルサーチ 阿部秋男 他)  
既存杭撤去・埋戻しに伴う周辺地盤への影響(緩み)に関する研究  
(その6): 探査技術を利用した調査結果(茨城稲敷金江津地区)
7. 令和3年9月 2021年度日本建築学会大会(東海)(旭化成建材 本橋 悠 他)  
既存杭撤去・埋戻しに伴う周辺地盤への影響(緩み)に関する研究  
(その7): ボーリング孔を利用した調査結果(埼玉加須地区)
8. 令和3年9月 2021年度日本建築学会大会(東海)(基礎地盤コンパツツ 大田 孝 他)  
既存杭撤去・埋戻しに伴う周辺地盤への影響(緩み)に関する研究  
(その8): サウンディング(CPT)を利用した調査結果(埼玉加須地区)
9. 令和4年9月 2022年度日本建築学会大会(北海道)(地盤試験所 根岸利昌 他)  
既存杭撤去・埋戻しに伴う周辺地盤への影響(緩み)に関する研究  
(その9): 稲敷金江津地区における追加調査結果(サウンディング調査)
10. 令和4年9月 2022年度日本建築学会大会(北海道)(基礎地盤コンパツツ 大田 孝 他)  
既存杭撤去・埋戻しに伴う周辺地盤への影響(緩み)に関する研究  
(その10): 稲敷金江津地区における追加調査結果(ボーリング調査結果)
11. 令和4年9月 2022年度日本建築学会大会(北海道)(竹中工務店 青木雅路 他)  
既存杭撤去・埋戻しに伴う周辺地盤への影響(緩み)に関する研究  
(その11): 既存杭撤去2年後における調査結果
12. 令和5年9月 2023年度日本建築学会大会(近畿)(基礎地盤コンパツツ 大田 孝 他)  
既存杭撤去・埋戻しに伴う周辺地盤への影響(緩み)に関する研究  
(その12): ケーシング縁切引抜工法による周辺地盤への影響評価
13. 令和5年9月 2023年度日本建築学会大会(近畿)(熊谷組 森 利弘 他)  
既存杭撤去・埋戻しに伴う周辺地盤への影響(緩み)に関する研究  
(その13): 破碎撤去工法による杭撤去と埋戻し部の調査結果
14. 令和5年9月 2023年度日本建築学会大会(近畿)(東京ソイルサーチ 平井卓海 他)  
既存杭撤去・埋戻しに伴う周辺地盤への影響(緩み)に関する研究  
(その14): 破碎撤去工法における杭撤去に伴う周辺地盤への影響調査結果
15. 令和5年9月 2023年度日本建築学会大会(近畿)(千葉工業大学教授 金田一広 他)  
既存杭撤去・埋戻しに伴う周辺地盤への影響(緩み)に関する研究

- (その 15) : 周辺地盤の弾塑性有限要素解析 (解析法の検討)
16. 令和 5 年 9 月 2023 年度日本建築学会大会 (近畿) (竹中工務店 青木雅路 他)  
既存杭撤去・埋戻しに伴う周辺地盤への影響 (緩み) に関する研究  
(その 16) : 周辺地盤の弾塑性解析 (施工過程を考慮した  $t_{ij}$  モデルによる解析例)
17. 令和 5 年 9 月 2023 年度日本建築学会大会 (近畿) (西松建設 新井寿昭 他)  
既存杭撤去・埋戻しに伴う周辺地盤への影響 (緩み) に関する研究  
(その 17) : 周辺地盤の緩みを考慮した杭の水平抵抗に関する解析的検討
18. 令和 5 年 9 月 2023 年度日本建築学会大会 (近畿) (清水建設 福武毅芳 他)  
既存杭撤去・埋戻しに伴う周辺地盤への影響 (緩み) に関する研究  
(その 18) : 解析条件と動的有効応力解析
19. 令和 5 年 9 月 2023 年度日本建築学会大会 (近畿) (戸田建設 田口智也 他)  
既存杭撤去・埋戻しに伴う周辺地盤への影響 (緩み) に関する研究  
(その 19) : 3 次元動的有効応力解析によるパラメトリックスタディー