

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

正会員 ○大田 孝*1 同 井上 波彦*2 同 岸本 剛*3
同 今井 康幸*4 同 林 隆浩*5 同 根岸 利昌*6

既存杭撤去 埋戻し ケーシング縁切引抜工法
周辺地盤 ボーリング調査 N値

1. はじめに

市街地の再開発では、既存杭を撤去し新設杭を施工する場合がある。新設杭を計画・設計する際に既存杭の撤去・埋戻しに伴う周辺地盤への影響は設計にあまり考慮されていない。そこで、筆者らは、既存杭撤去・埋戻しに伴う周辺地盤への影響（緩み）に関する研究として、2019年から表1に示すサイトで、ケーシング縁切引抜工法による既存杭撤去・埋戻し時の影響調査（地盤調査）を行い、同名報文（その1）～（その11）^{1)~3)}（以下、同名報文）で調査結果を報告してきた。

本報では、これまでの影響調査の取りまとめとして、全サイトについてケーシング縁切引抜工法における周辺地盤への影響について報告する。

2. 調査項目及び調査位置の概要

過年度に実施した調査項目や使用した既存杭諸元を表1に示す。詳細な調査内容については同名報文を参照されたい。標準貫入試験（以下、SPT）や電気式コーン貫入試験（以下、CPT）等は、地盤構成等を確認するため杭打設前に行う事前調査と緩み影響評価のため既存杭撤去・埋戻し後に行う事後調査を行った。事後の調査位置は、既存杭撤去用のケーシング外端部（以下、ケーシング端）を基準として表1に示す距離で放射線状（直線状）に分布しないようランダムに配置した。既存杭は、ケーシング縁切引抜工法により撤去し、埋戻しは流動化処理土を孔口より攪拌しながらまたは攪拌なしで充填した。

表1 調査項目や撤去ケーシング等の諸元一覧

サイト No.	サイト	調査時期	AJJ 報告論文	撤去対象の既設杭		杭撤去・埋戻し方法		対象土	調査項目	事後調査時のケーシング外端からの距離 (m)
				杭種	杭径/杭長 (m)	撤去ケーシング径 (mm)	埋戻し方法			
1	埼玉県草加市	2019	（その1）	PHC杭	0.4/36.9	700	流動化処理土（攪拌あり）	沖積低地	SPT、孔内載荷試験、一軸圧縮試験	0.5、1.0 1.5、2.0
		2021 ^{※1}	（その11）							
2	千葉県船橋市	2019	（その2）	PHC杭	0.3/16	600	流動化処理土（攪拌無し）	洪積台地	CPT	0.1、0.5 1.0、1.5
3	埼玉県加須市	2020	（その3 ^{※2} ・7・8）	SC杭	0.5/26	770	流動化処理土（攪拌無し）	沖積低地	SPT、CPT等、一軸圧縮試験	0.5、1.0 1.5、2.0
4	茨城県稲敷市	2020	（その3 ^{※2} ・4・5・6）	PHC杭	0.5/12	780	流動化処理土（攪拌無し）	沖積低地	SPT、CPT等、孔内載荷試験、表面波、PS検層	0.5、1.0 1.5、2.0 4.0
		2021	（その9・10）	SC杭	0.7/13~15	1060 1460	流動化処理土（攪拌無し）			

※1：（その1）調査から2年後の地盤調査 ※2：（その3）では（その4~8）の調査方法を報告
※3：CPTのみ実施

3. 調査結果と考察

各サイトの詳細な地層状況は同名報文を参照されたい。本報では評価する対象土を砂質土（N値10未満）、砂質土（N値10以上）、礫質土、沖積粘性土及び洪積粘性土に区分した。ケーシング縁切引抜工法に伴う周辺地盤の影響評価はケーシング端からの距離における既存杭撤去前後の調査で得られた各層の代表値の比率（以下、低減率）で評価する。低減率は式1で算出した。

$$\text{低減率} = \frac{\text{事後調査による各層の代表値}}{\text{事前調査による各層の代表値}} \quad (\text{式1})$$

代表値は、SPTのN値（CPTの換算N値を含む）の場合、データ数5個以上で、標準偏差を考慮した平均値。PS検層のS波速度Vsの場合、Vs²の層厚平均値。孔内載荷試験の変形係数Em、一軸圧縮試験の変形係数E₅₀、一軸圧縮強度q_uの場合、試験値とした。図1~4はN値（換算N値）による低減率と距離の相関を示す。図1及び2の横軸はケーシング端からの距離を実距離で示し、図3及び4の横軸はケーシング端からの距離を撤去用ケーシング直径で無次元化した距離（以降、無次元化距離）で示した。図1及び3は粗粒土、図2及び4は細粒土を示す。図5はサイト4における撤去ケーシング径の違いとN値の低減率の比較図を示し、図6は強度を示すq_uの低減率、図7は変形のし易さを示すEm・E₅₀・Vs²の低減率と実距離の相関を示す。

図1~4より、低減率の傾向としてケーシング端近傍では低減率が1より小さく、既存杭撤去に伴う緩み影響が見られた。ケーシング端より約2~4m程度離れると低減率が1程度（緩み無し）となる傾向が見られた。同様に無次元化距離では約2~5程度と見られ、実距離の相関図と比較しても距離の相関性について大差は見られない。

土質の違いによる傾向として、粗粒土と細粒土を比較すると粗粒土の低減率がケーシング端近傍でより小さくなる傾向が見られた。（図1と2、図3と4の比較より）

また、同じ土質であっても硬い土

Study on the effect on the surrounding ground due to removal and backfilling of existing piles Part12: Evaluation of the casing cyclic shear removal method to the surrounding ground

OTA Takashi, INOUE Namihiko, KISHIMOTO Takeshi, Imai Yasuyuki, HAYASHI Takahiro, NEGISHI Toshimasa

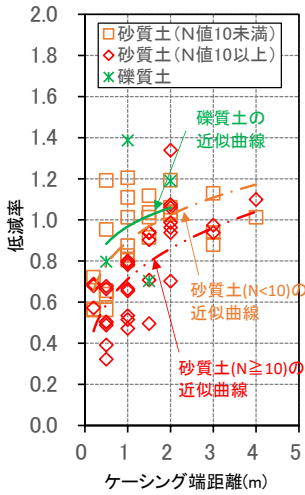


図1 N値による低減率と距離(実距離)の関係(粗粒土)

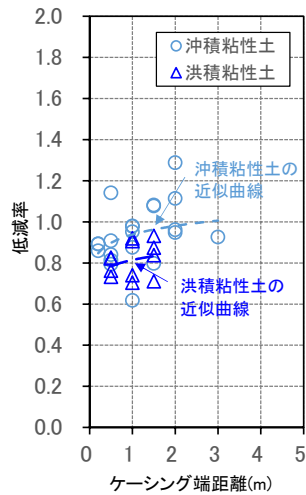


図2 N値による低減率と距離(実距離)の関係(細粒土)

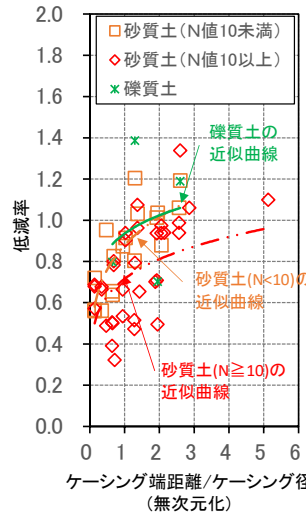


図3 N値による低減率と距離(無次元化)の関係(粗粒土)

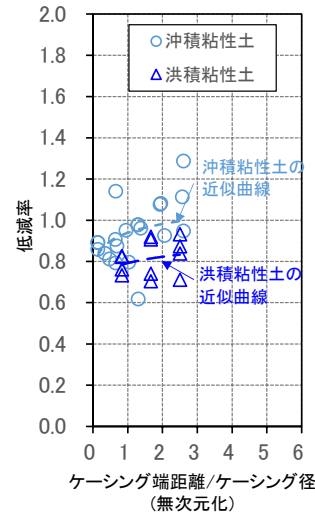


図4 N値による低減率と距離(無次元化)の関係(細粒土)

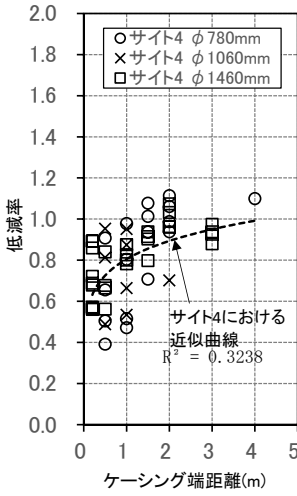


図5 サイト4におけるN値の低減率の比較

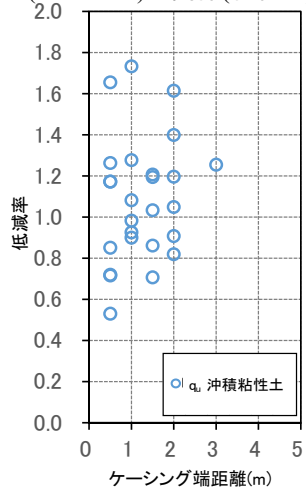
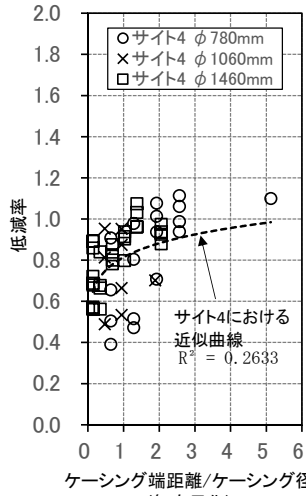


図6 q_uにおける低減率と距離の関係

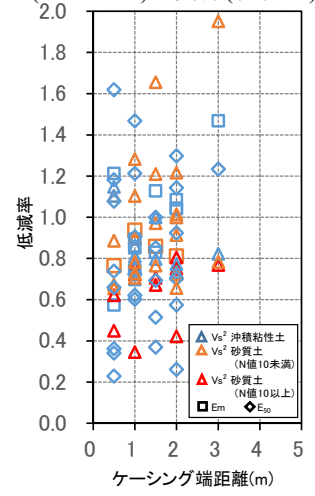


図7 各種試験結果による低減率と距離の関係

質と軟らかい土質では、硬い土質の低減率の近似曲線が下側に分布し、小さい低減率となる傾向を示した。(図1及び3, 図2及び4より)

低減率の下限値は、近似曲線を見ると0.5程度を示した。

ここでケーシング径の違いによる低減率の比較のために、計3サイズの撤去用ケーシングを用いた後の事後調査を行っているサイト4での結果(図5)より横軸が実距離と無次元化距離において全データに対する近似曲線と決定係数 R^2 を比較すると実距離の R^2 が若干高い結果となる。

図6より q_u の低減率は概ね0.8~1.2程度の範囲に分布し、顕著な強度低下は見られなかった。

図7より変形係数等の低減率は全体的にバラツキが大きく、現時点では低減率の算出には不向きだと考えられる。

4. まとめ

これまでの調査結果により、ケーシング縁切引抜工法においてケーシング端部付近で緩み(強度低下)を確認し、撤去ケーシングから離れるにつれて低減率が1.0(緩

み無し)に収束する傾向を確認した。また、緩みの影響を低減率で評価し、土質や土質の硬軟による低減率の低下傾向を把握した。今後は、既設杭の撤去方法についてケーシング縁切引抜工法以外の既存杭撤去工法による周辺地盤への調査事例を増やすことやFEM解析結果も合わせて総合的な評価を行う必要がある。

また、本研究は、(一社)建築基礎・地盤技術高度化推進協議会(ALLF)「既存杭撤去に伴う周辺地盤への影響検討委員会」の一環として行われたものである。

<参考文献>

- 1) 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)~(その2), 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp. 641~644, 2020.9
- 2) 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)~(その8), 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp. 559~570, 2021.9
- 3) 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)~(その11), 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp. 525~530, 2022.9

*1 基礎地盤コンサルツ *2 国土技術政策総合研究所 *3 奥村組
*4 丸五基礎工業 *5 丸門建設 *6 地盤試験所

*1 Kiso-Jiban Consultants Co., Ltd.
*2 National Institute for Land and Infrastructure Management
*3 Okumura Corporation *4 MARUGO FOUNDATION CO., LTD.
*5 MARUMON CONSTRUCTION *6 Jibanshikenjo Co., Ltd.