
一般セッション | 6. 地盤と構造物 (動的問題を含む)

杭基礎①

2020年7月21日(火) 09:00 ~ 10:30 第9

[21-9-1-08] 新設杭に干渉する既存杭の撤去に関する調査研究 (その4) 埋戻し後の新設杭の設計・施工に関する課題 Research study on effect of withdrawal procedures of previous piles interrupting new pile installation Part4: Design and installation of new piles after existing pile removal

*木谷 好伸¹、宮本 和徹²、加倉井 正昭³、土屋 富男⁴、原 智紀⁵、田中 昌史⁶、細田 光美⁷、大平 正樹⁸ (1. 三谷セキサン株式会社、2. 東洋テクノ (株)、3. パイルフォーラム (株)、4. (株) 竹中工務店、5. 西松建設(株)、6. 大洋基礎 (株)、7. ジャパンパイル (株)、8. 八州建機 (株))

*Yoshinobu Kiya¹, Kazuaki Miyamoto², Masaaki Kakurai³, Tomio Tsuchiya⁴, Tomonori Hara⁵, Masafumi Tanaka⁶, Terumi Hosoda⁷, Masaki Oohira⁸ (1. Mitani Sekisan Co.,Ltd., 2. Toyo Techno Corp., 3. Pileforum Inc., 4. Takenaka Corporation, 5. NISHIMATSU CONSTRUCTION Co.,Ltd., 6. Taiyo Kiso Corp., 7. Japan Pile Corp., 8. Hassyu Kenki Corp.)

キーワード：既存杭、撤去、埋戻し

existing pile, removal, backfilling

既存杭撤去孔に干渉する新設杭を設計・施工する場合の留意点の把握と施工方法を提案する。本文は、既存杭撤去孔に干渉する新設杭の施工事例アンケートを実施・収集し、新設杭施工時のトラブルの有無、内容、対処方法などの実状を調査した。また、そのアンケート結果をもとにトラブルに関する考察を行った。

新設杭に干渉する既存杭の撤去に関する調査研究

(その4) 埋戻し後の新設杭の設計・施工に関する課題

既存杭 撤去 埋戻し
 三谷セキサン 正会員 ○木谷 好伸 東洋テクノ 特別会員 宮本和徹
 パイルフォーラム 正会員 加倉井正昭 竹中工務店 正会員 土屋 富男
 西松建設 特別会員 原 智紀 大洋基礎 正会員 田中 昌史
 ジャパンパイル 特別会員 細田光美 八州建機 正会員 大平 正樹

1. はじめに

WG3の活動目標は、既存杭撤去孔に干渉する新設杭を設計・施工する場合の留意点の把握と施工方法の提案である。今季は、既存杭撤去孔に干渉する新設杭の施工事例アンケートを実施・収集し、施工時のトラブルの有無、内容、対処方法などの実状を把握することを目標とした。また、アンケート調査結果をもとにトラブルに関する考察を行った。

2. アンケート結果の概要

既存杭の種類（既製コンクリート杭、場所打ちコンクリート杭、他）と撤去工法、撤去後の埋戻し（材料、埋戻し方法、攪拌の有無と方法）、新設杭の種類と施工法によりトラブルの発生要因や現象が異なる。今回収集したデータのうち、引抜き方法、埋戻し方法（材料）とトラブル事象が明記された事例は、表-1に示すように92件であった。

引抜き	埋戻し方法（材料）	件数	トラブル件数		
			孔曲り系	掘削不能	孔壁崩壊
ケーシング縁切引抜き	バックホウで投入（土）	11	5	1	1
	専用バケット等で地中に投入（土）	0			
	上部から投入（流動化）	6	5	1	1
	トレミー管で打設（流動化）	18	2	0	1
	引抜きながら上部から注入（セメントミルク系）	12	4	1	1
	引抜きながら下部から注入（セメントミルク系）	8	3		
	引抜き後に上部から注入（セメントミルク系）	4	2		
	引抜き後に下部から注入（セメントミルク系）	5	0		
不明	5	2			
件数合計		69	23	3	4
ケーシング破碎撤去	バックホウで投入（土）	4	0		
	専用バケット等で地中に投入（土）	0			
	上部から投入（流動化）	1	1		
	トレミー管で打設（流動化）	11	4	2	1
	引抜きながら上部から注入（セメントミルク系）	2	0		
	引抜きながら下部から注入（セメントミルク系）	3	1		
	引抜き後に上部から注入（セメントミルク系）	0			
	引抜き後に下部から注入（セメントミルク系）	0			
不明	2	1		1	
件数合計		23	7	2	2

以下に、引抜き方法、埋戻し方法（材料）に着目して分析結果を示す。なお、アンケートでは、当初は新設杭の種類（既製コンクリート杭と場所打ちコンクリート杭）に分けて分析を行ったが、トラブル有りを主に記載された事例も多く、今回の集計は、引抜き・埋戻し・新設杭施工パターン別の発生トラブル頻度を表すものではない。

実際にはどのようなトラブルが発生したかを把握するのが目的でありその発生件数は参考値であることに留意したい。アンケートでは、孔曲り、杭心ズレ、傾斜を分けて調査したが、表-1では、それらを纏めて孔曲り系のトラブルとした。集計の結果、孔曲り系のトラブルは最も多く、引抜き後に下部から注入（セメントミルク系）以外のすべての埋戻し方法で発生しており、既存杭撤去孔に干渉する新設杭を施工する際の代表的なトラブルであるといえる。

3. 埋戻し方法別 トラブル

(1) 埋戻し材料が土の場合

埋戻し材料が土の場合は、全てが縁切引抜き工法によりバックホウで地上から投入した埋戻し方法で、孔曲り系5件、掘削不能、孔壁崩壊がそれぞれ1件発生していた。今回収集事例では、既存杭の径が細いものが多かったため、撤去孔の径が400mm～600mm程度と比較的細かった。このため、この孔にバックホウで地上から土を投入すると引抜き孔の上部区間しか埋め戻せないことが予想される。この場合、孔の上部は土が詰まって硬くなり、下部は緩いまたは空洞になってしまい、このような場所に新設杭を施工すると、孔曲りが生じたり、掘削不能になったと思われる。

(2) 埋戻し材料が流動化処理土の場合

埋戻し材料が流動化処理土の場合は、上部から投入する事例が7（=6+1）件、トレミー管で下から埋め戻す事例が29（=18+11）件で今回の調査では最も多い埋戻し方法である。

上部から投入した事例では、孔曲りが6（=5+1）件、掘削不能、孔壁崩壊がそれぞれ1件発生しており、土の場合と同様に孔径が小さいため、孔底まで埋め戻せていないものと思われる。

トレミー管で投入した事例では、29件中、孔曲りが6件、掘削不能、孔壁崩壊がそれぞれ2件発生しており、縁切引抜き工法、破碎撤去工法ともトラブル発生率は小さい。これは、トレミー管を孔底まで入れて埋め戻すので、全体に流動化処理土が充填されたためと思われる。

(3) 埋戻し材料が貧配合セメントミルクの場合

埋戻し材料が貧配合セメントミルクの場合は、引抜きながら上部から注入する事例が14（=12+2）件、引抜きながら下から注入する事例が11（=8+3）件、引抜き後に上部から注入する事例が4（=4+0）件、引抜き後に下から注入する

事例が5 (=5+0) 件であった。

既存杭を引抜きながら上からセメントミルクを注入する方法は、地表のケーシング周囲にセメントミルクのプールを造り、杭を引抜いた体積分だけ、セメントミルクを孔内に充填する方法である。この場合、地中の引抜き部に残置物や土砂があると所定量のセメントミルクが充填されず、未置換部ができてしまうことが予想される。また、引抜きながら下部からセメントミルクを充填する方法では、ケーシングの先端部からセメントミルクを吐出する仕組みになっており、杭を引抜いた体積分だけ注入しながら施工する。この場合、吐出されたセメントミルクは孔内に置いてくるのみで攪拌されないため、不均一になりやすい。このように、引抜き作業とセメントミルク注入作業を同時工程で行う施工法では、孔曲りの原因となる孔内固化強度のバラツキが生じるおそれがある。

これに対し、引き抜き後に孔底からセメントミルクを注入する方法は、引抜き作業とセメントミルク注入作業が別工程となる。杭を引抜いた後、孔径に見合った専用ロッドを孔底まで下ろし、ロッド先端からセメントミルクを吐出し、孔内全体を攪拌しながら埋め戻してくるため、全長にわたり不均一になりにくい。今回の調査では、引抜き後に下からセメントミルクを注入した5件の事例では、トラブルは発生していない。

4. トラブル回避策案

今回の集計では、引抜き方法や埋戻し方法に関らず、新設杭施工時には、孔曲り系のトラブルが生じる事例が多かった。これらの主な原因は、引抜き方法や埋戻し方法に関する情報不足（引抜きや埋戻しに関する施工記録が少ない）で、埋戻し部が原地盤より、柔らかい・空洞で逃げる（図-1のA）、または硬くて鉛直に掘れない（図-1のB）ことによると思われる。よって埋戻し時には、地上から投入すると孔底まで埋め戻すことが困難だったり一部空洞になる恐れがあるので、孔底から投入できる埋戻し方法（トレミー管による流動化処理土や専用ロッドによるセメントミルク注入など）を採用することが望ましい。また、孔内に掘削液などがある場合に土や流動化処理土を地上から投入すると、比重の大小により、掘削液の中で土粒子が分離してしまい、比重の大きな土粒子が孔底に沈降することも予想されるので、同様に孔底から投入する方法を採用することが望ましい。

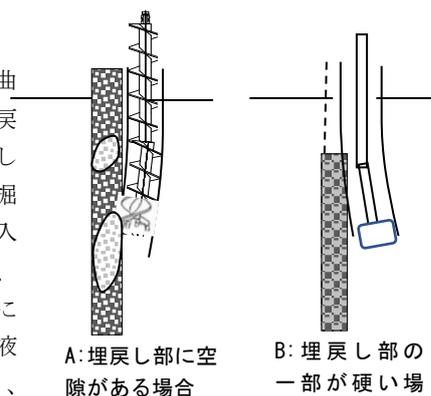


図-1 孔曲りの模式図

また、図-2に示すように、新設杭と既存杭の干渉程度によってもトラブル発生原因が異なる。①や②のように部分的に干渉する場合は、新設杭用の孔の一部が埋戻し孔に干渉し、その硬軟によって孔曲りが生じやすい。また③のように、新設杭孔が埋戻し孔を包含する場合は、柔らかい場合はトラブル発生率は小さく、硬い場合は地中障害となり掘削困難になることが予想される。このような場合、新

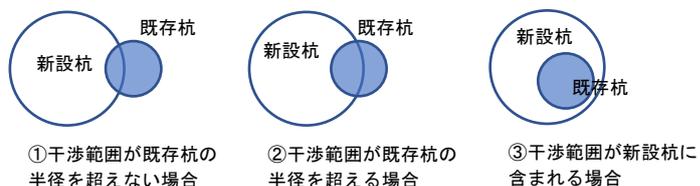


図-2 新設杭と既存杭の干渉程度 例

設杭の杭心に合わせて既存杭を撤去・埋戻しすることで新設杭施工時に撤去孔がガイドとなり穴曲り防止策となり場合もある。今回集計したアンケート事例では、この干渉程度に関する情報も一部報告されているので、今後は干渉程度と引抜き・埋戻し方法、新設杭施工法とトラブルの関係についても調査が必要である。

一方で、新設杭施工時にもこれらのトラブル回避策が考えられる。

(1) 場所打ちコンクリート杭施工時の留意点：アースドリル杭の場合

アースドリル杭施工時の掘削孔傾斜のトラブル対策としては、既存杭撤去深度以深まで長尺のケーシングを建て込み、ケーシング下端以深はアースドリル工法で掘削する。長尺のケーシングを建て込むには油圧ジャッキを使用する必要がある。また、既存杭撤去深度が深い場合、回転式掘削機を使用してケーシングチューブを建て込みながらケーシングチューブ内の土をハンマグラブで掘削し、ケーシングチューブ下端以深はアースドリル工法で掘削する。既存杭撤去深度と新設杭の深度が同深度で、新設杭が拡底杭の場合、拡底傾斜部が崩壊する可能性が大きいので、新設杭の拡底開始深度は既存杭撤去深度よりも深い位置となるように杭先端位置を深くすることが考えられる。

(2) 既製コンクリート杭施工時の留意点：プレボーリング杭の場合

プレボーリング杭施工時の孔曲り系のトラブルに対する対策としては、細いサイズの掘削部材で先導掘削をする、剛性の高いロッドを使用する、地表から10m程度まではトランシッド等で鉛直確認しながらゆっくり掘進するなどがある。また、孔壁崩壊対策としては、粘性の高いベントナイト溶液を用いたり反復回数を増やすなどがある。

5. 今後の活動予定

引抜き方法、埋戻し材料と埋戻し方法には、それぞれ特徴があり、それに起因して新設杭を施工する際にトラブルが発生している。これらの特徴を知り、適切な方法で埋戻すことで、新設杭施工時のトラブル回避が可能と思われる。今回集計のアンケートの結果から、既存杭撤去方法、埋戻し方法、埋戻し材料の因果関係や問題点をあげ、その後の新設杭（既製杭、場所打ち杭とも）の施工方法を提案する予定である。