

X線 CT を用いた先端翼付き回転貫入杭の貫入特性解明に関する研究

熊本大学 学生会員 南 篤志 正会員 佐藤 宇紘 正会員 大谷 順
JFE スチール 正会員 恩田 邦彦

1. 目的

回転杭工法は環境に配慮した工法であり、近年施工技術の発達とともに普及しつつある。回転杭については支持力特性や杭先端荷重度の研究^{1)~3)}などが行われてきたが、実際に回転杭の貫入により杭周辺地盤に与える影響や先端翼形状の変化によって生じる貫入効率の変化等、未だ不明確な部分も多い。本研究の目的は、X線 CT 撮影により得られる杭周辺地盤の挙動から先端翼が杭周辺地盤に与える影響を明らかにし、先端翼形状の違いが施工性および支持力にもたらす影響を明らかにすることである。

2. 模型杭形状と実験ケース

本研究で用いる回転杭として、杭先端に2枚の羽根を持つ形状の杭を用いた。杭の模式図を図1に、本実験における実験ケースを表1に示す。本研究では、先端翼のない杭を鋼管杭、先端翼を持ち開口部が設けられている杭を開端杭、先端翼を持ち開口部が設けられていない杭を閉端杭とする。X線 CT による撮影は、先端翼の有無による貫入方法の違いにより生じる地盤への影響を明らかにするため、鋼管杭(Case1)と開端杭(Case2)の2ケースで行った。また各実験結果から、先端翼の有無による影響をCase1とCase2より、開口部の有無による影響をCase2とCase3より、先端翼角度の違いによる影響をCase3とCase5より、先端翼径の違いによる影響をCase4とCase5とCase7より、また地盤密度の違いによる影響をCase6とCase7より、それぞれ比較し考察を行った。

3. 実験手順

まず、模型土槽内に空中落下法により地盤高220mmの地盤を作製した。鋼管杭では杭頭に鉛直荷重を載荷することにより貫入を行い、回転杭は杭頭に回転トルクを作用することにより貫入を行った。仕事量は、鋼管杭は杭頭荷重と沈下量から、回転杭は杭頭トルク値と貫入に要する回転数によって求め、貫入効率を比較した。貫入終了後、万能試験機を用いて載荷試験を行い、杭頭に鉛直荷重を載荷することにより2mmまで沈下させ、杭頭荷重を測定した。

4. 結果と考察

(1) X線 CT による杭貫入時の地盤挙動の撮影結果

図2は杭貫入時における地盤挙動を、画像解析を用いて表したものである。開端杭では鋼管杭と比較すると、貫入時に杭先端直下の地盤へ与える影響が少ないことが分かる。鋼管杭の場合は貫入時、杭先端直下の地盤において高密度なくさび型領域を形成するのに対し、開端杭の場合は杭径を1dとすると杭先端直下1d未満の範囲において低密度領域を形成している。杭先端直下の低密度領域の影響により、鉛直支持力が低下していると考えられる。また、回転によって周辺地盤にせん断力を生じさせるのは羽根始端部および終端部であり、それ以外の部分では羽根先端により削られた土砂が移動するのみで周辺地盤に与える影響は少ないと考えられる。開端杭において、先端翼によって乱された地盤および杭体内に取り込んだ土砂は、杭周辺地盤と比較すると低密度であると考えられる。

(2) 貫入時の杭頭トルクと回転数から求める総仕事量と貫入後の荷重下における鉛直支持力

貫入時の杭頭トルクと回転数から求める総仕事量と貫入後の荷重下における鉛直支持力の結果を表2に示す。開口部を設けることにより貫入時の杭頭トルク値を軽減させることができる。しかし、開口部を設けることにより先端翼面積が減少するため、鉛直支持力が低下する傾向がある。また、同じ先端翼角度および先端翼径を

キーワード 回転杭, X線 CT, 地盤挙動, 貫入実験, 載荷実験

連絡先 〒860-8555 熊本市中央区黒髪2丁目39番1号 熊本大学 TEL096-342-3535

持つ杭であれば開口部の有無によらず同じ回転数で貫入を行うことができ、トルク値には影響されないと言える。さらに、先端翼角度を大きくすることにより貫入効率は上昇するが、鉛直支持力は減少する傾向がある。鉛直支持力が減少する要因として、貫入時に先端翼の回転により杭先端直下の地盤を乱す範囲が大きくなるためだと考えられる。

5. おわりに

今後の課題として、杭貫入量の増加に対する杭頭トルクの変化を調べるため、より貫入量を増やした実験を行う必要があると考える。また、本研究では Case1 と Case2 の 2 種類の杭しか CT 撮影を行っていないため、様々なケースについても撮影を行う必要があると考える。回転杭は先端翼によって大きな抵抗力を発揮することが期待されている。したがって、引抜き時の抵抗についても研究を行う必要がある。

参考文献

- 1) 市川和臣：先端翼付き回転貫入鋼管杭「つばさ杭」，GBRC，Vol.38，No.2，2013年4月
- 2) 大杉富美一，土屋勉，島田正夫，吉田勝之：大型加圧土槽を利用した回転貫入模型杭の貫入実験，日本建築学会構造系論文集，第591号，pp.69-75，2005年5月
- 3) 土屋勉，大杉富美一，中沢颯太，島田正夫：回転貫入杭の貫入・支持力特性に関する模型実験，日本建築学会構造系論文集，No.620，pp.75-80，Oct,2007

表 1 実験ケース

	杭種類	施工方法	先端翼 角度(°)	先端翼径 (D/d)	相対密度 (%)
Case1	鋼管杭	圧入	なし	なし	80
Case2	開端杭	回転貫入	7	2.0	80
Case3	閉端杭		7	2.0	80
Case4			14	1.5	80
Case5			14	2.0	80
Case6			14	2.0	50
Case7			14	2.5	80

Case1, Case2 CT 撮影ケース

表 2 各ケースの貫入時仕事量と貫入後最大
載荷重(回転貫入・貫入深さ 80mm)

	仕事量(Nm)	最大載荷重 (kN)
Case2	82.0	1.78
Case3	295.3	2.63
Case4	214.5	1.45
Case5	163.8	1.77
Case6	169.8	0.64
Case7	162.8	2.06

