

場所打ち杭（オールケーシング工法）の杭頭部断面欠損に対する原因究明と対策

戸田建設(株) 正会員 叶井 洋平

1. はじめに

本工事は、北海道伊達市北黄金町に4300kWの風車を3基建設する工事である。そのうち1基を直接基礎、残り2基を杭基礎(場所打ち杭 オールケーシング工法 $\phi 1800$ 8本/基)にて施工したが、杭基礎1基目(12.1m/本、以降NT3)の杭頭処理後に杭径を計測したところ、8本中2本の杭で設計値未満となった。この事象を受け、原因考察、および未施工の杭基礎(10.4m/本、以降NT1)への再発防止策の検討を行った。

2. 工事概要

表1に本工事の概要を示す。なお、前述の不具合に関連する情報のみ抜粋し掲載する。

表1：工事概要

工事概要	工事名	伊達北黄金ウインドファーム建設工事			
	工期	2021年4月12日～2022年10月20日			
	杭基礎について	施工箇所	風車ヤードNT1、NT3	施工順序	NT3 → NT1
		施工状況	NT3にて杭径不足が判明した時点で、NT1にて3本の杭を施工済み(残5本)		

3. 杭径不足の発生状況

NT3の杭径不足箇所位置を図1に示す。④、⑤の杭における杭径は、それぞれ実測1780mm(設計-20mm)、1785mm(設計-15mm)であった。杭径の規格値は、国土交通省の出来形基準に照らせば、「公称径-30mm以上」となるが、本工事は経済産業省の工事計画届対象工事であり、出来形は「公称径以上」で第三者機関の認証を受けているため、これを満足する必要があった。

表2：NT3杭径測定結果一覧

杭No	杭径(mm)		判定
	設計値	実測値	
1	1800	1830	OK
2	1800	1800	OK
3	1800	1820	OK
4	1800	1780	NG
5	1800	1785	NG
6	1800	1800	OK
7	1800	1810	OK
8	1800	1800	OK

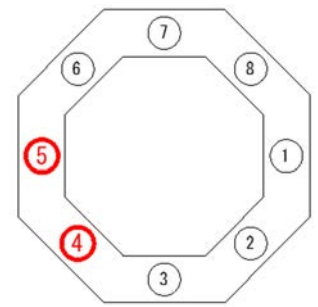


図1：NT3杭径不足箇所図

4. 原因考察

今回の杭径不足の原因として下記の3点が挙げられた。

- ① ケーシング先端のカッティングエッジの変形・摩耗等による径不足。
- ② 杭頭部コンクリートの余盛り不足。
- ③ 軟弱地盤に孔壁が押され(崩れ)たことによる断面損失。

①については、資機材搬入時の材料検収にてケーシング先端のカッティングエッジ外寸を実測し、 $\Phi 1800$ mmあることを確認している。したがって、カッティングエッジは設計径(公称径)を満たしており、掘削は1800mmで行われていたと言える。

②についてNT3施工時、コンクリートを1300mm余盛りしていたが、地盤の土圧に対する抵抗力が足りていなかった可能性が示唆された。また、これまではコンクリート打設中のケーシングの引抜きは、

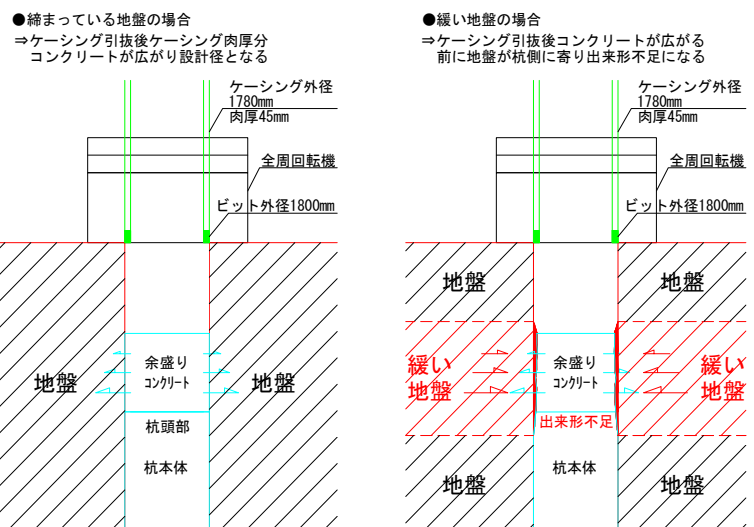


図2：地盤の緩みと杭径不足の関係

キーワード 場所打ち杭, オールケーシング工法, 杭径不足, 余盛りコンクリート, 揺動引抜き

連絡先 〒060-8535 北海道札幌市中央区北3条東2-2 戸田建設(株)札幌支店 TEL090-3048-9451(代)

最後の1本(標準 6.00m+ファーストチューブ 1.35m)となった段階で1ストローク(約70cm)当たり1分間で実施していた。引抜き速度が速いと負圧が発生し杭の内側へと周辺土砂が移動してしまう懸念があるため、これも原因の一つに挙げられた。

③については、地質調査の結果土質は角礫混じり砂であり、かつ相対密度は緩いとされるが、N値は5~11であり軟弱地盤ではない。しかし、NT3は杭施工前の造成時ならびに基礎床付掘削時、土砂に埋設物が混入しており除去作業を実施している。このことから当該箇所の地盤は単なる地山ではなく、過去に人為的に乱された緩い地盤であることが判明した。周辺地盤が緩いとケーシングを引抜いた際に杭体側に地山が寄り、フレッシュな状態のコンクリートを押し込んでしまうことで杭径不足を引き起こしたと想定された。

5. 杭径不足箇所 (NT3) への対応

NT3の杭径不足箇所については、出来形に合わせて再度構造計算を実施し、杭体の妥当性を確認することが有効である。しかし、規格値の変更について再度第三者機関の認証を受け、工事計画の変更届を出す必要があり、その間工事を止めることになるため工程上現実的ではないと判断した。

そこで発注者との協議の結果、杭径が不足している範囲に同配合のコンクリートを増打ちし、杭径を確保する方法を採用した。

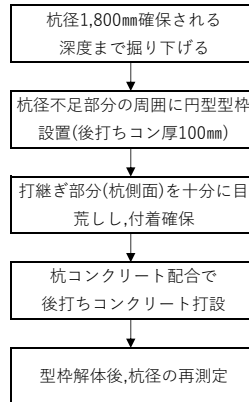


図3：杭径不足箇所対応フロー



写真1：杭コンクリート増打ち

6. 未施工箇所 (NT1) への対応

当時未施工であったNT1でNT3と同様の杭径不足を生じさせないために以下の対応策を検討した。

①余盛りコンクリートの増量

杭頭の余盛りコンクリートをさらに500mm上乘せし、1800mm以上とした。これにより杭頭部のコンクリート自重が大きくなり、ケーシング引抜後の地盤の寄りに対して外周方向への抵抗力を増加させた。

②ケーシング引抜き速度の変更

引抜き速度を従来の半分とし、1ストロークあたり2分間で引抜くこととした。

③ケーシングの揺動引抜き

揺動引抜きとは、左右交互に180°づつ回転を掛けながらケーシングを引抜く方法である。これによりケーシング刃先寸法1800mmより孔壁を大きめに広げる効果がある。ただし、緩い地盤で揺動引抜きを行うと杭体に土砂が混入する恐れがあるため、NT3では行っていなかった。NT1はNT3と比較して地質調査の結果から杭頭部の深度でも地盤が十分に締まっていることが確認できていたため、最後の1本(7.35m)のケーシングは揺動引抜きを行うこととした。

7. まとめ

前項の①~③を実施した結果、NT1では杭径不足は発生しなかった。

様々な要因で杭径が公称径未満となることは起こり得るが、今回は直ちに原因を分析し、それぞれに適切な対応策を検討することで後の施工に活かすことができた。

今後は、地質調査結果や現地施工時の実際の地盤状況等を総合的に鑑み、先手を打って対策を講じることが重要であると考え。これに加え、設計段階で予め断面欠損を考慮し基準値を定める、カッティングエッジの径を予め広げておく、等のフロントローディングも併せて検討していきたい。



写真2：NT1 杭頭出来形確保