

陸上風力発電設備基礎における支持層の不陸に対応した場所打ち杭の施工実績

清水建設株式会社 正会員 ○小貫 真広, 正会員 中辻 栄慎
正会員 加藤 正大, 非会員 太田 佳佑
正会員 佐山 貴宏

1. はじめに

山岳地帯における陸上風力発電設備の新設工事において、直接基礎の構築を行ったところ、想定外の支持層の不陸が判明した。そのため、杭基礎でも同様の支持層の不陸の発生が懸念されたため、杭基礎の構築前に追加地盤調査を実施した。本書は、追加調査結果に基づき基礎仕様を再設計し基礎を構築した実績について報告する。



図1 風車基礎全景

2. 発生した事象

当該工事は、ハブ高さ 85m の陸上風力発電設備(風車, 4.3MW)を建設する工事である。風車鉄塔を支える基礎は、図2に示す通り、フーチングと基礎杭により構成され、フーチングは正八角形で、幅 16m、高さ 4.6m、体積は約 750m³の鉄筋コンクリート構造物である。また、基礎杭は直径 1.8m の場所打ち杭 8 本である。

当該風車基礎設計のための地盤調査は、風車基礎中心 1 箇所にてボーリング調査を行い、その結果より杭基礎形式にて設計を実施していた。基礎中心における柱状図を図3に示す。杭長に関して、鉛直支持力を満足できる杭長に余裕代を見込んだ杭長として設定した。余裕代は、支持層である堆積岩の粗粒砂岩の成り立ちから地形なりに層を成すことが考えられることから、その高低差分を余裕代として設定した。

当該杭基礎の構築前に複数箇所ですでに直接基礎の構築を終えていたが、地形なりの支持層ではなく、

かつ想定以上傾斜のある支持層の不陸が確認された。そのため、当該杭基礎の構築に関して、杭位置での支持層の不陸による支持力不足が懸念された。

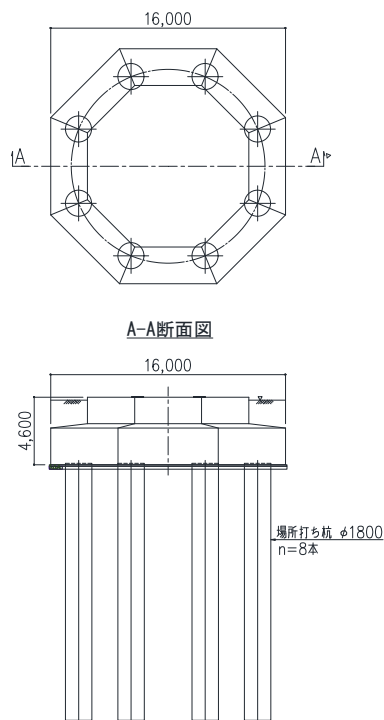


図2 風車基礎諸元 (平面図, 断面図)

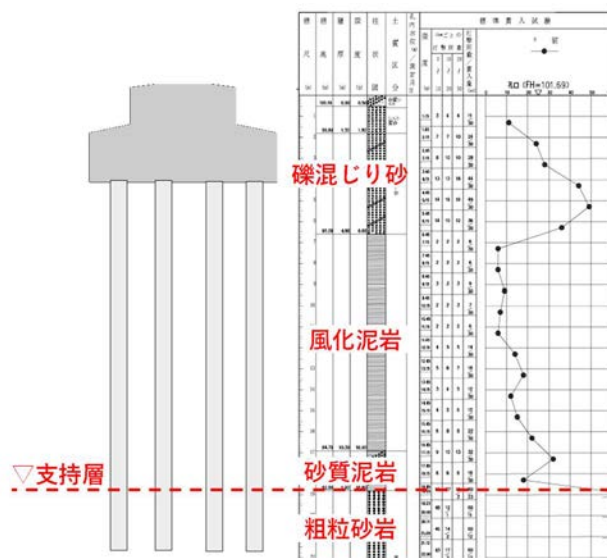


図3 基礎中心の柱状図

キーワード：陸上風力、発電設備基礎、杭基礎、支持層の不陸、場所打ち杭

連絡先：〒104-8370 東京都中央区京橋2丁目16-1 清水建設(株)土木技術本部設計第一部 03-3561-1372

3. 対策、結果

場所打ち杭の掘削時に支持層の不陸が判明した場合、杭材料の追加手配や杭鉄筋の組み直し等が発生するため、大幅な工程遅延が生じることが予想された。加えて、掘削孔を放置することによる杭の品質面の問題も生じる。そのため上記の問題を避けるために、杭基礎構築前に基礎全体を包含する形で図4に示す杭位置①、②、③にて追加ボーリングを実施し、支持層の位置を精度よく把握する方針とした。その結果、杭位置②で想定よりも支持層が深いことが判明した。また、基礎中心及び3点のボーリング結果から杭位置④及び⑤についても想定より支持層が深いことが疑われた。そのため、この2点についてさらに追加ボーリングを実施することとした。その結果、杭位置④にて支持層位置が最も深いことが判明した。図5に想定される縦断面図を示す。杭位置④で得られたボーリングデータを用いて鉛直支持力照査を行ったところ、満足しない結果が得られた。これは、支持層よりも上層の軟弱層である風化泥岩が相対的に厚くなることで周面摩擦力が減少し、かつ軟弱層のN値の影響で先端支持力も減少するため、許容支持力が小さくなったことに起因する。そこで杭位置④に関する対応策として鉛直支持力を満足させるため、杭長を延長することとした。再設計の結果、原設計から杭を1.2m延長する方針とした。杭鉄筋に関しては、原設計の鉄筋はすでに納入済みであったため、図6に示す通り杭先端部に追加分を継手する形で施工する方針とした。

以上のことから、杭施工前に支持層の不陸を確認したことで、最小限の手戻りで済ませることができ、工程遅延もなく次工程に引き継ぐことができた。

4. まとめ、今後の課題

当該工事において、原地形とは大きく異なる想定外の支持層の不陸が判明した。その理由としては、当該地区が山岳地帯であり、地盤の隆起等による褶曲が発生していることによると思われる。従って、堆積土層のように地形なりに層を成すとは限らないということが確認された。

今回は、想定外の支持層の不陸に対応するために、基礎構築前に追加地盤調査を行い、設計の杭仕様で鉛直支持力照査を満足するか確認した。その結果、想定外の支持層の不陸が判明し、杭の再設計を実施した。そしてこれらの手順を踏んだことで工程遅延や品質リ

スクを回避することができ、非常に意義が大きいと言える。

今後、山岳地帯においては想定外の支持層の不陸のリスクがあるため、特に品質や工程遅延のリスクが大きい杭基礎箇所に関して、基礎設計前に支持層位置を精度良く把握し、支持層の不陸を見込んだ基礎の設計を行うことが重要であると考えている。



図4 追加ボーリング実施位置

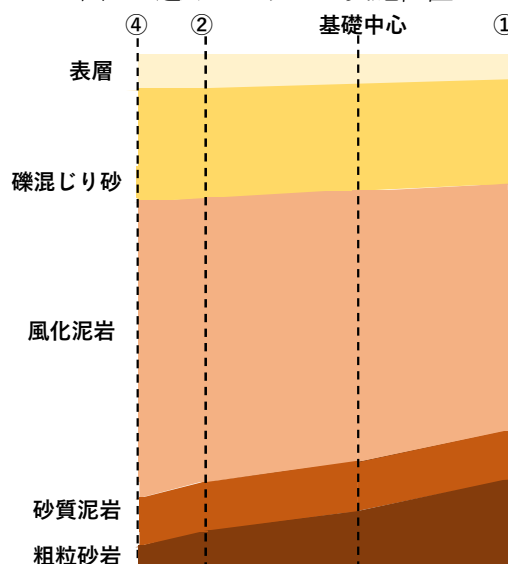


図5 追加地盤調査から想定される縦断面図

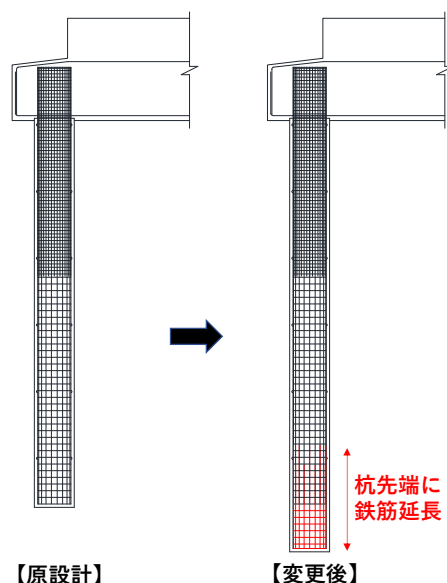


図6 杭鉄筋の追加方法