

風車基礎設計を目的とした事前追加調査案

戸田建設(株) 佛川 隆晃

1. はじめに

風車発電能力が1基当たり4.3Mwの大型化に伴い、ハブ高さが100m超となり基礎形状も幅20m、厚さ4mと大型化してきた。また、風車発電施設の設置箇所について風向評価や環境影響等により、山間部の山頂や尾根部に計画することが多くなってきている。従来は風車の基礎地盤を確認するためのボーリング調査として、一般的に風車の中心部のみで行い、その結果を基礎面全体の地盤として計画していた。しかし、基礎幅が20mと大きくなったことまた山頂付近の斜面部での設置が増えたことより、中心部と異なる地盤が掘削段階で発覚する場合も出てきた。この場合、基礎構造の変更は許認可の再審査となり事業工程全体に大きく影響することから、このリスク回避として計画時の調査はさらに慎重な対応が求められる。本稿は、山頂部に施工する風車施設について、設計計画時のフロントローディングとして実施した基礎地盤の調査方法と対応について報告するものである。

2. 事前調査と設計

風車設備の基層形状は、大別すると直接基礎形式と杭基礎形式となり、直基礎形状が採用されることが多い。設計を行うにあたり、図-1に示すように風車の中心位置でボーリング調査を行うことが一般的である。調査結果をもとに支持層を決定し基礎形状を選定する。ここでの基礎形状とは直接基礎か杭基礎のことを指し、杭基礎であれば杭径や杭長を選定する。この設計をもって工事計画が受理されるため、工事施工途中での設計変更には多大な影響を与える。弊社施工の案件で、掘削施工後に基礎下の一部で想定支持層が現れなかった。そのため、当初想定与设计条件と異なり、基礎形状を変更する必要が出てきた。基礎形状を変更すると、許認可や申請書類の出し直しが必要となるため、許可が下りる期間がみえない。その案件では、急遽追加でヤード内をボーリングし風車位置をずらすことで解決した。しかし、風車位置をずらしたことで風の再解析や地震応答解析を再度行わなければならない、多方面に協力していただいた。協力していただき工期を圧迫することがなく施工することができた。このようにうまく協力していただけると良いのだが、再生可能エネルギー推進政策により様々な案件で予定が詰まってきているのが現状である。このようなリスクを低減させる方法を次章で詳しく説明する。

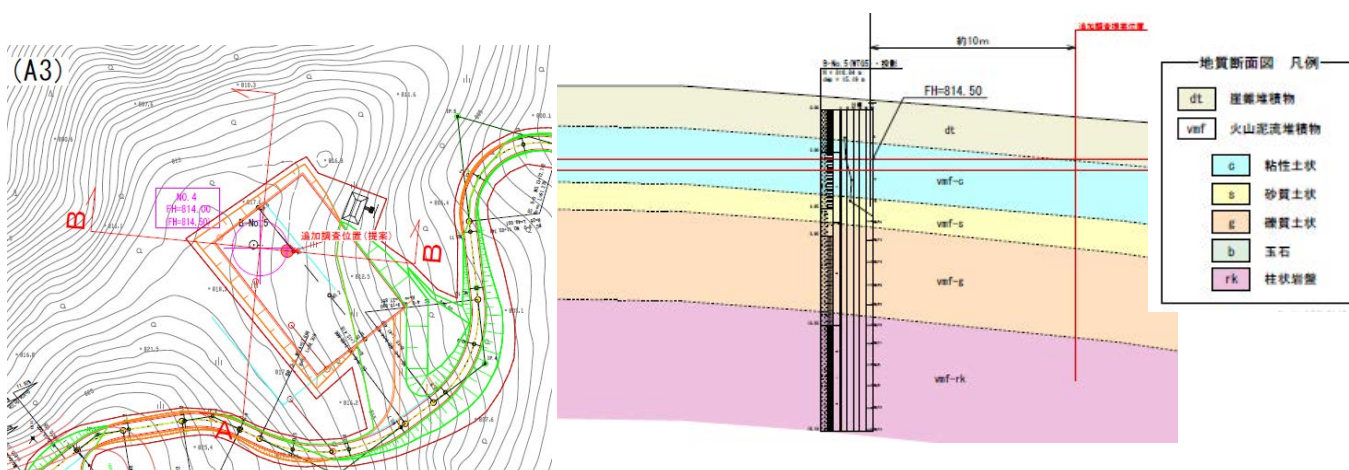


図-1 調査位置平面及び断面図

キーワード 基礎設計用事前調査、傾斜のある地層

連絡先 〒104-0032 東京都中央区八丁堀 2-8-5 戸田建設(株) 土木技術統轄部 TEL(代)0120-805-106

3. リスク低減方法

風車が大型化してきている状況で、尾根部の風車中心位置の1箇所の調査結果で判断することが難しくなっている。風車ヤードを細かくボーリング調査することが一番だが、労力に見合った成果が得られるとは限らない。そこで、調査を行う箇所を絞ることにした。一般的には地表面の傾斜と地層の傾斜に相関があることが知られている。以上のことから、風車中心位置から10m離れた位置で、コンター図面で傾斜が一番厳しい箇所での追加ボーリングを実施した。目的としては、傾斜が厳しい箇所の方が地表面の傾斜から想定する地層の誤差が大きくなることが想定されるためである。中心位置と追加調査したボーリングデータより支持地盤のラインを想定し、設計に活かすことができる。支持層のラインが判断できれば、基礎形状の判断も可能になる。やはり、地中は目に見えないため、想定外の地層を示す場合があった。あるヤードは、地表面が傾斜していたが支持層は水平であった。そのため問題なく設計を行うことができた。しかし、あるヤードでは地表面の傾斜以上に支持層が傾斜しており、深い位置に支持層が出現するパターンも存在した。中心位置の結果のみでは直接基礎での設計で問題なかったが、支持層が深く存在することが判明したため、杭基礎に変更して設計を行った。前者のような地層であれば、設計の妥当性を担保でき、後者の地層であれば事前に検討することによって施工中の許認可の再取得や再解析等のリスクを低減することができた。

4. 追加調査による設計と実施工

前章で説明した、リスク低減方法としての追加調査を実際に行った。図-1の赤字で示している箇所で追加調査を行い、地層構成を図示し断面図を作成した。図-2に示すように概ね地表面と同様の傾斜であったが、地層の厚さに差があり支持地盤までの距離が想定より長くなったケースがあった。今回はラップルコンクリートを用いることで直接基礎のままで設計することが可能であったが、他案件では直接基礎から杭基礎を検討する結果となったケースも存在した。片側を直接、片側を杭のような2種組合せの基礎形式は、妥当性の判断が難しい。そのため、どちらかにすることが一般的となっている。工事としては支持層となりえる部分まで掘削し杭を打設することは施工性が悪くなるが、安全性を担保した設計・施工となる。また、工事着手後に判明した場合、設計変更・許認可の再取得等の工程遅延が懸念される。これらのリスクを軽減できたのは十分な成果であると考える。

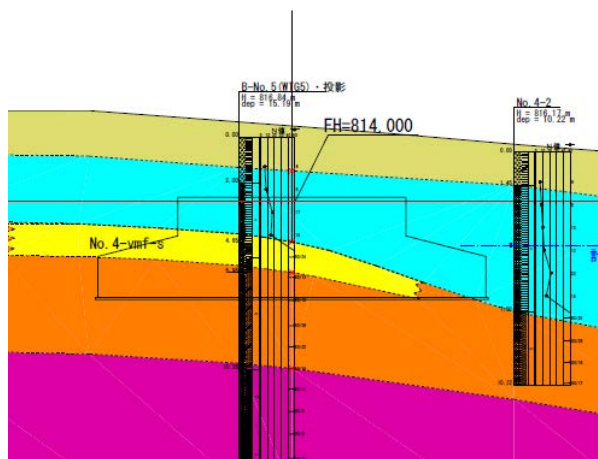


図 2 追加調査反映断面

5. 適応条件の考察

間違いのない方法として、ヤード内全てを細かく調査する方法があげられる。地中は目視不可であり、正確な地質・地層を調べることは重要である。しかし、いたずらに調査箇所を増やすことはコスト・工期の面で好ましくない。風車の計画建設場所として風況の観点から山頂や尾根に設定される。そのため、風車ヤードの端部であっても極端に土砂や灰が堆積しにくい。表面の傾斜がきつい方向でボーリングを行い、地層状況を確認することができれば良いと考える。

6. おわりに

傾斜が厳しい箇所で追加調査を行うことで、安全性・工程のリスクを低減することができた。再生可能エネルギー事業が推進されており、今後も多くの風車が建設されていくことだろう。施工機械や風車自体の精度が上がっていくことで、今までの風車構造では建設が難しい土地でも施工計画が建てられていくことだろう。そのような計画において本稿が一助となれば幸いである。