

盛土基礎地盤における軟弱地盤対策の検討

戸田建設(株)札幌支店 正会員 ○北本 広樹

戸田建設(株)札幌支店 正会員 仁木 翔也

戸田建設(株)札幌支店 正会員 藤原 弘久

1. はじめに

北海道は風力発電の好適地であり、北海道の海岸地域を中心に各地で風力発電所が建設されている。近年、より発電効率を高めるため、風車1基当たりの発電量増加に伴い、大型化した風車部材の輸送を考えた道路設計を行う必要がある。本稿では、開発行為許認可で設定された開発区域境界の近傍で発生した、盛土基礎軟弱地盤の対策について報告する。

2. 工事概要

表-1 に本工事の工事概要、図-1 に工事位置を示す。本工事では4.3MWの風車を19基建設する。風車部材輸送のための道路(延長11.3km)を切盛土量185,000m³の造成工事で新設する。今回検討が必要となった軟弱地盤の発生箇所は、公道部との接続道路から80～160m地点に軟弱地盤泥炭層が新設盛土の基礎地盤に広く分布していることが確認され、その対策が必要になった。

表-1 工事概要

工事名	道北風力発電事業 川南ウインドファーム建設工事
工事場所	北海道稚内市及び豊富町
工期	2020年3月16日～2023年6月30日(予定)
工事概要	道路土工:延長11.3km、切盛土量185,000m ³ 、法面81,000m ² 風車基礎:19基(直接基礎(ラッフル含む)14基、杭基礎5基) 風車建設:19基(発電量4,300kw、アップウインド方式) 電気工事:電線路・所内変電設備・風車電気等 一式 他

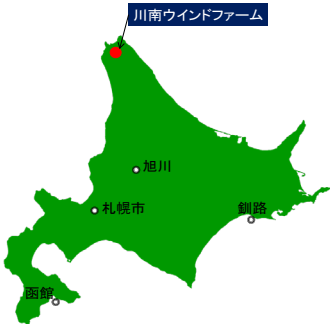


図-1 工事位置図

3. 盛土施工における課題

設計段階での地盤調査は、風車基礎中心と横断管渠・補強土壁等の構造物設置箇所で行っていた。一方で、当該箇所は通常の盛土部であったため、地盤調査が行われていなかった。

当工事は、林地開発許可申請を受けた開発であり、土地の改変を伴う土工事に先立ち、防災施設を先行設置する必要があった。そのため、本盛土区間においても、防災施設である掘り込み式沈砂池(深さ1.3m)を先行設置した。沈砂池の掘削で、沈砂池法面及び床面全てに泥炭層が分布していることが確認できたため、盛土工事に先立ち、盛土基礎地盤の排水を促進するため、暗渠工を設置した。

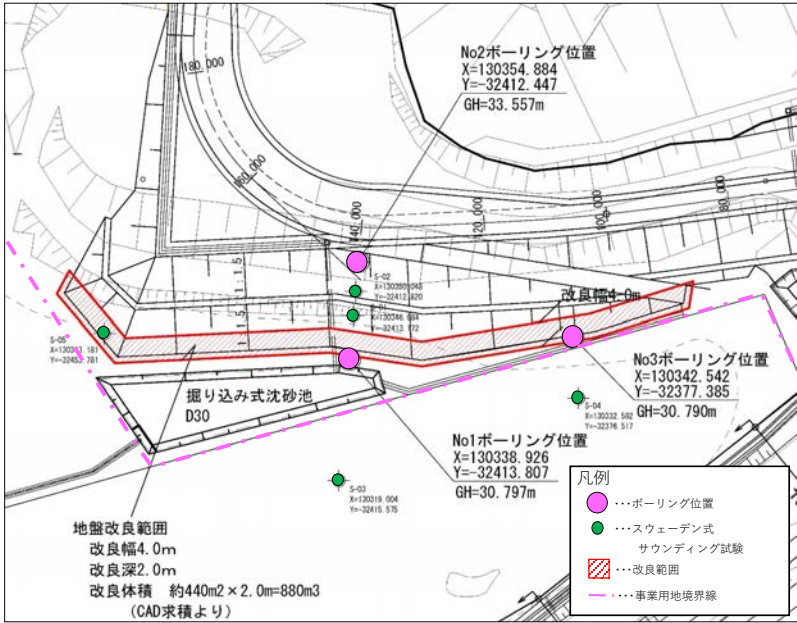


図-2 施工位置平面図

また、掘り込み式沈砂池以外の盛土基礎地盤の地質を確認するため、試掘を行った。その結果、計画している盛土法尻全体に泥炭が分布している事がわかった。

そのため、軟弱な泥炭層を基盤とした盛土の安定性を如何に確保するかが課題となった。また、新設盛土法尻は開発区域の境界に最少2.5mで近接し、狭小な範囲で施工を行う必要があった。

キーワード 軟弱地盤, 泥炭層, アースタイト 201

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 TEL 011-231-9600

4. 課題に対する調査・対策の検討

軟弱地盤の地質構成・N 値・地下水位の状況等を把握するため、ボーリング調査を 3 箇所を実施した。また、泥炭層深さの分布を詳細に確認するためにスウェーデン式サウンディング調査を 5 箇所を実施した。各調査位置を図-2 に示す。さらに、供試体採取して、①物理的性質試験（密度試験・含水試験・粒度試験等）、②力学的性質試験（三軸圧縮強度試験）、③改良材の配合試験を実施した。

以上の調査より、想定した地層断面をモデル化し、盛土の安定解析を実施した。解析は、無対策状態の泥炭上に盛土を行ったケース①と、泥炭を地盤改良した上に盛土を行ったケース②の 2 ケースで実施した。その結果、ケース①では 常時 $F_s \min=1.104$ 、地震時 (L1) $F_s \min=0.879$ となり、必要安全率（常時：1.2 以上、地震時 1.0 以上）を満足できなかった。一方、泥炭層を深さ 1m、法尻から盛土内側方向に幅 3m の範囲で地盤改良を行った場合のケース②では、常時 1.202、地震時 1.047 となり、必要安全率を満足した。

以上より、泥炭層に対して地盤改良を行い盛土の安定性を確保することとした。

5. 改良材の選定

室内配合試験を実施し、地盤改良材の検討を行った。盛土施工開始を出来る限り早期に開始するために、材齢 7 日での目標強度 260kN/m^2 以上となる配合試験を実施した。試験に用いた材料は、普通ポルトランドセメント・高炉 B 種セメント・地盤改良材（泥炭用）で行った。結果は、地盤改良材（泥炭用）で配合量 200kg/m^3 のケースのみ目標強度を満たした。

6. 施工実績

図-3 に地盤改良範囲の断面図を示す。地盤改良の深さは、円弧すべりの検討結果から 1.0m であったが、盛土基礎地盤の確実な安定性確保と沈下抑制の観点から、その下方にある有機物混じりシルト層（厚さ 0.8m）までを地盤改良を行い、全改良深さ 2.0m で施工した。

施工方法は、当該地が開発区域境界に近接している事から、大きなプラント設備を用いる工法は困難であったため、バックホウ攪拌による浅層混合地盤改良を採用した。バックホウ攪拌は、バケットより攪拌効率が低いスタビライザーを採用したが、スタビライザーは上部に飛散防止ガードがあり、施工可能な最大深度が 1.5m であった。そのため、表層から 1m の深さで泥炭を一時撤去・仮置きし、その下部を先行して地盤改良を行った後、上部の泥炭を戻し、下部と上部の層境を入念に攪拌し施工を行った。

また、改良幅を法尻から外側に 1m 広げた幅 4m で設定することで、盛土法尻部を確実に改良した。

7. 施工後の強度確認

施工後に原位置試験（コーン貫入抵抗値）と供試体による一軸圧縮強度試験を行い、所定の強度を確認した。その後、上部の盛土を施工し、安定性も確保できた。

8. まとめ

本工事は、2022 年度に風車部材の輸送据付工事を、該当箇所盛土部の沈下・変状は発生せず完了した。本稿における実績が今後の同種工事における対策工法及び施工方法の一助となれば幸いである。

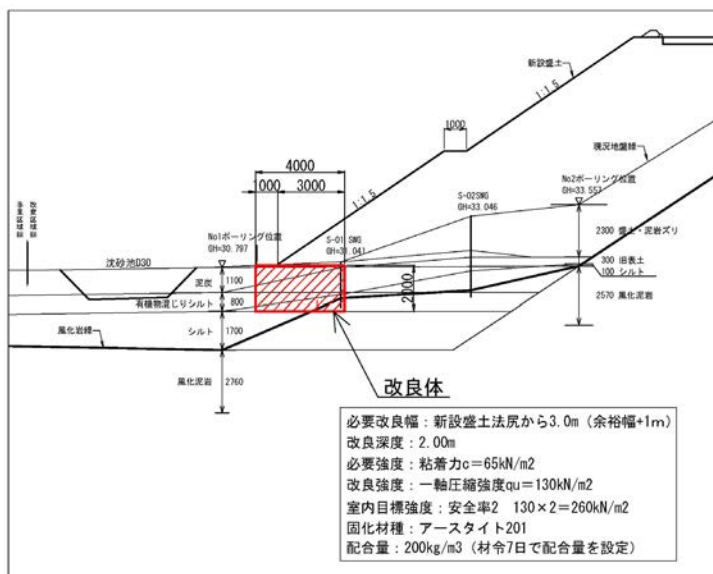


図-3 改良範囲断面図



写真-1 地盤改良施工写真