

石狩湾周辺地盤のサンドコンパクションパイル工法改良特性について

—石狩湾新港発電所1号機新設工事のうち土木本工事（第1工区）工事報告—

北海道電力(株)石狩湾新港火力発電所建設所 正会員 今 翔平

大成建設(株) 正会員 ○千野 和彦 正会員 佐藤 将路

大成・戸田・東亜・北電興業共同企業体 正会員 中村 広規 正会員 幸田 聡

1. はじめに

北海道電力(株)では、北海道石狩湾新港エリアにおいて、中長期的な電力需要の変化に対応した安定供給確保と更なる燃料種の多様化を図り、よりバランスの取れた電源構成を構築するため、LNG 火力発電所の建設を行っている。火力発電所建設地は石狩湾新港地域（西地区）に位置している。計画段階の地質調査の結果、原地盤のままでは地震時に液状化が発生することが懸念されたため、プロジェクトエリア全体を対象とし、サンドコンパクションパイル工法（以下、SCP 工法）による地盤改良を実施した。

本工事では、構造物や敷地状況を考慮し、計11か所にて、改良仕様を決定するための事前ボーリング調査と、改良効果を確認するための事後ボーリングをほぼ同位置で実施している。これらの調査結果を用いて、石狩湾新港エリアにおける SCP 工法の改良特性を確認した。また、上記のうち2か所では、さらに施工後3か月後、6か月後のボーリング調査を実施し、改良効果の持続性及び遅効性有無の確認を試みた。本稿では、これらの結果について報告する。

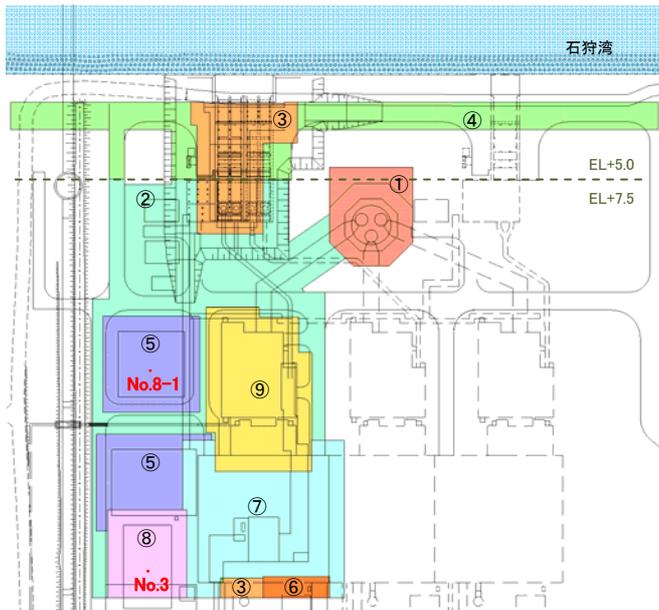


図-1 地盤改良配置図（改良ピッチ：表-1 参照）

2. 地盤条件および改良仕様

1) 地盤条件

石狩湾周辺地盤は図-2 に示すように、地表面～GL-10m 程度までが埋土層（Bf 層），その下層が沖積砂質土層（As1 層）で N 値はそれぞれ平均 9, 17 程度、細粒分含有率 F_c は両層ともに概ね 5～20%程度となっているが、部分的にシルト分が多く 20%を超える箇所も存在する。また、地下水位は地盤面から 1～2m 程度と高めであり、上記に示す Bf 層と As1 層が液状化対象層となるため、地盤改良が必要となっていた。

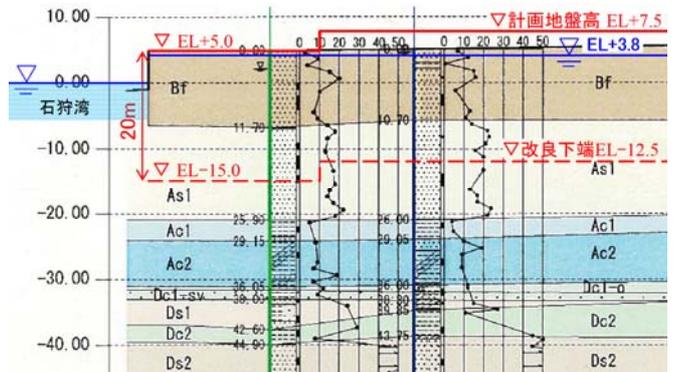


図-2 土層断面図

2) 改良仕様

SCP 工法の改良ピッチは、液状化の判定基準として $P_L \leq 5$ を満足するように、土木構造物・建築構造物ごとにそれぞれ必要な設計水平震度 ($k_h=0.2\sim0.3$) や地表面加速度 (200～350Gal) を考慮して、図-1 のように設定した。

表-1 改良仕様一覧

No	改良ピッチ	改良率
①	□ -1.65m×1.65m	14.1%
②	□ -2.50m×2.50m	6.2%
③	□ -1.80m×1.80m ^{※1}	11.9%
④	□ -2.40m×2.40m	6.7%
⑤	□ -2.30m×2.30m	7.3%
⑥	□ -1.75m×1.75m	12.6%
⑦	□ -1.95m×1.95m	10.1%
⑧	□ -1.70m×1.70m	13.3%
⑨	□ -1.41m×1.41m (EL+2.80m 以浅)	19.4%
	□ -2.00m×2.00m (EL+2.80m 以深)	9.6%

※1 仮設時の土圧低減のため、周囲よりも改良ピッチを密にしている

キーワード 液状化対策, サンドコンパクションパイル工法

連絡先 〒163-0606 東京都新宿区西新宿 1-25-1 (新宿センタービル) TEL 03-5381-5418

3. SCP 改良特性について

Bf 層, As1 層の各改良率 as における原地盤 N 値と改良後杭間 N 値の関係を図-3 および図-4 に示す. 図中の実線 (as=0.15(□), 0.10(▲), 0.05(○)) は SCP 工法設計手法の一つである方法 A 設計チャートで用いている各改良率ごとの N 値予測曲線を示している. 設計チャートは F_c が 20% 以下の土層を対象としているが, 今回の調査結果をプロットするにあたり, F_c が 20% を超えるものについてもプロットし, 赤色にて示すこととした.

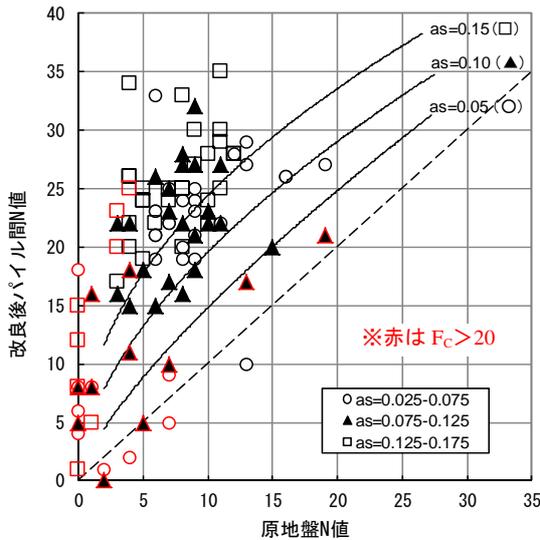


図-3 原地盤 N 値と改良後 N 値の関係 (Bf 層)

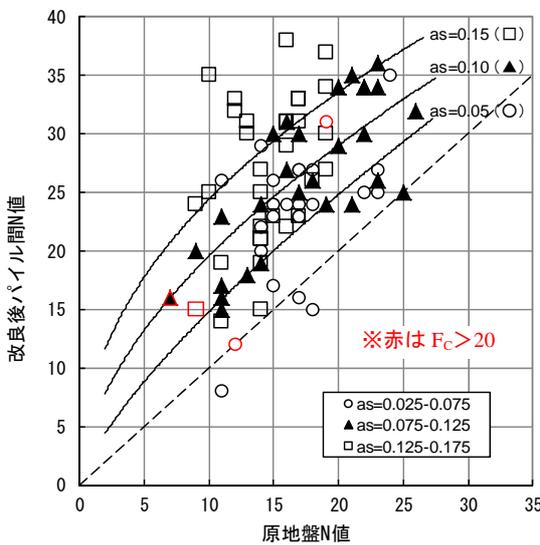


図-4 原地盤 N 値と改良後 N 値の関係 (As1 層)

4. 改良効果の持続性及び遅効性について

改良効果の持続性及び遅効性有無を確認するための調査時期を表-2 に示す. また, ほぼ同位置^{※2}において, 実施時期を変えたボーリング調査を行った結果について, 改良前 (事前), 改良後 (事後①~③) の N 値深度分布を図-5 に示す.

※2 各ボーリングの影響を考慮し, 隣接する SCP 杭間にて調査

表-2 事後ボーリング調査時期

調査時期	
事後 N 値①	施工直後 (施工 1~2 週間後)
事後 N 値②	施工 3 ヶ月後
事後 N 値③	施工 6 ヶ月後

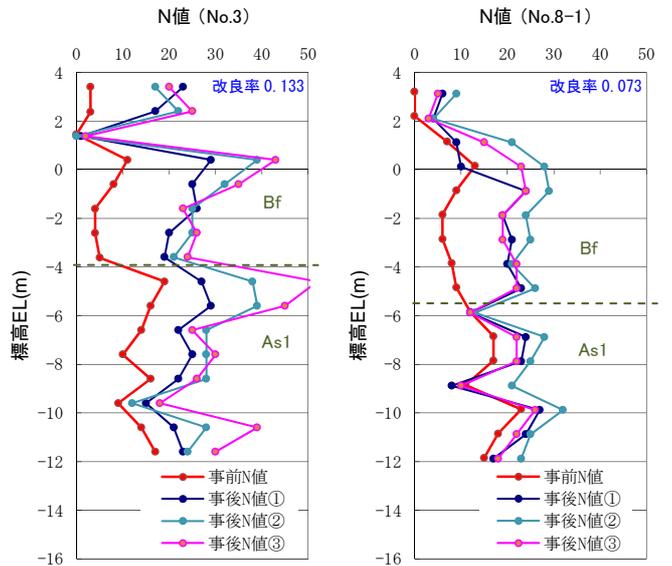


図-5 事前・事後の N 値深度分布

5. まとめ

1) SCP 改良特性について

今回の調査では, 細粒分含有率 F_c が 20% を超える場合においても, 改良率 as=0.10 程度以上で締固めれば, 方法 A チャート ($F_c \leq 20\%$ で設定) から設定できる想定 N 値と同程度の改良効果が得られた. F_c が大きい低塑性の土層では液状化対象となる場合があるが, 締固め効果が得られにくく, 液状化対策として高価な別工法を用いることとなる. しかしながら, 本地盤 (特に Bf 層) においては SCP 工法によりかなりの改良効果が得られることが分かった.

2) 改良効果の持続性及び遅効性について

調査した 2 箇所において, 6 ヶ月後も改良効果が持続していることが確認できるとともに, 1 箇所 (No.3) においては, 改良後 3 ヶ月後, 6 ヶ月後と時間が経過するにつれて N 値が増加する傾向が見られた. これは調査位置が全くの同位置ではないことによる N 値のバラつきが原因という可能性は否定できないが, SCP 施工時に発生した過剰間隙水圧の消散に時間がかかり, 消散するとともに締固め効果が徐々に現れた可能性も考えられる.

参考文献

1) 「建築基礎のための地盤改良設計指針案」2006 年 11 月 (日本建築学会)