

苅田沖土砂処分場の地盤改良効果の検証について

苅田港湾事務所 工務課 ◎中川 雅登
 工務課 ○山下 啓太
 沿岸防災対策室 ●井方 弘正他 2名

1. はじめに

苅田沖土砂処分場（図-1）は苅田港の沖合約 3.5km に位置し、北九州空港に隣接する周防灘沖合の人工島である。

この地域は瀬戸内海の西端に位置し、内湾性の遠浅海域であるため、港湾整備に伴って膨大な浚渫土砂が発生する。苅田沖土砂処分場は、港湾整備に伴い苅田港、関門航路および北九州港から発生する浚渫土砂を処分するため計画された直轄土砂処分場である。昭和 54 年度から浚渫土砂の受け入れを開始し、平成 8 年度までに約 2,900 万 m³ を受け入れている。また浚渫土砂の投入が完了した土砂処分場の一部は、北九州空港の空港用地、空港関連用地、道路用地に活用されているところである。

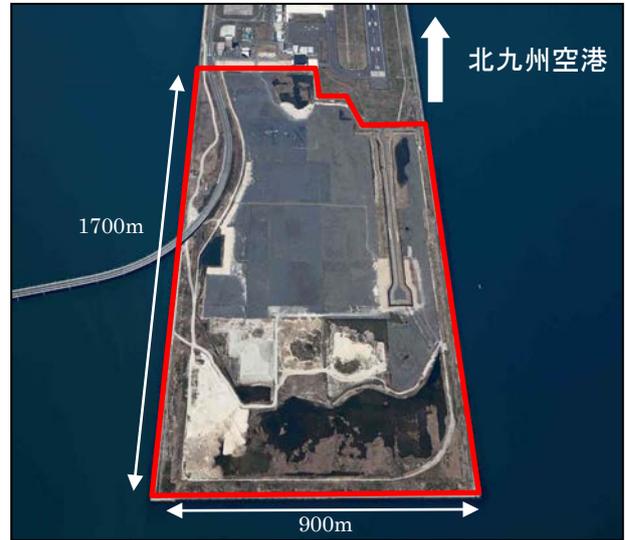


図-1 苅田沖土砂処分場

現在では、地盤改良の覆土完了から 3 年が経過しており、圧密度の検証が技術的課題とされている。本報告は、苅田沖土砂処分場の圧密沈下状況を把握するために、土質調査を実施し、地盤改良効果の検証を行った事例について発表する。

2. 苅田沖土砂処分場地盤改良の概要

苅田沖土砂処分場の推定地質断面図を図-2 に示す。処分場内は、周防灘の超軟弱な粘性土を主体とした浚渫土砂で埋め立てられており、おおよそ層厚 15m~19m で分布している。自然圧密の場合、長期間の圧密期間を要することとなるため、強制圧密により埋立土の圧密沈下を促進させることとした。

地盤改良工法としては、プラスチックボードドレーン工法（以下 PBD 工法）、サンドドレーン工法等があるが、施工性及びコスト面から北九州空港建設時にも用いられた PBD 工法が採用された。この工法は、載荷盛土により埋立土中の水分が PBD により排水され、埋立土の圧密を促進させる工法である。

なお、苅田沖土砂処分場は、北九州空港の南側に位置しており、地盤改良工事では航空法による高さ制限：制限表面（進入表面、転移表面、水平表面）下での工事となるため、

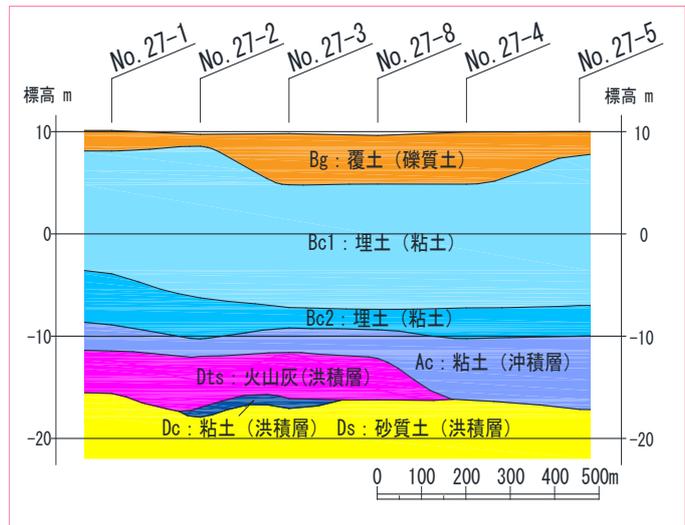


図-2 推定地質断面図

工事期間中は施工機械の高さ等に注意して施工を行った。

本工法では、浚渫粘性土層及び原地盤の粘性土層（改良延長 20m 程度）を、圧密期間 3 年間で圧密度 80% を目標とし地盤改良を行うもので、平成 21 年度から平成 23 年度にかけ地盤改良工事を実施し、圧密沈下の促進を行ってきたところである。

本調査では、これまで実施してきた地盤改良の効果を検証するために、まず現地踏査を行い、また、施工実績、既往土質調査及び測量結果を収集し、取り纏めた。地盤改良前 (H21) と改良後 3 年を経過した H27 の土質調査・測量結果より、目標圧密度 80% とした今後の残留沈下量・時間の関係を工区毎に算出し、地盤改良効果の検証を行った。

3. 覆土施工前の地盤強度との比較

圧密沈下が進行しているか把握するために、平成 21 年度と平成 27 年度に実施した土質調査結果(図-4)を比較した。各試験値とも覆土施工による埋立土 (Bc1, Bc2) の圧密沈下が進行し、湿潤密度も 1.5~1.7g/cm³ 程度と高く、自然含水比は概ね Wn<100% と低下傾向が認められた。また地盤強度も一軸圧縮強さおよび圧縮降伏応力の結果から増加していることがわかる。

また、圧密試験結果(図-3)から覆土施工前と比較したところ、埋立土 (Bc1, Bc2) は初期間隙比 e₀ は低下しており、圧密降伏応力 p_c が右側に移動していることから圧密が進行しているものといえる。なお、Ac 層は上部埋立土と比較すると圧密曲線の変化は小さい結果となった。

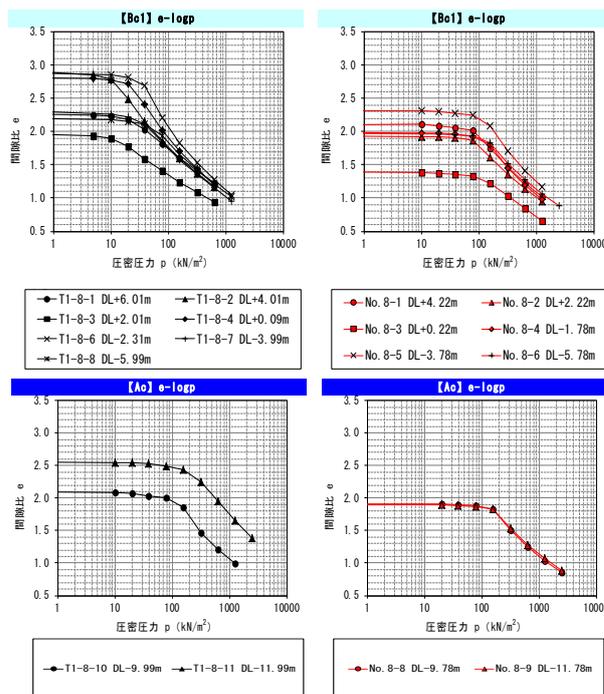


図-3 Bc 層および Ac 層の圧密試験結果

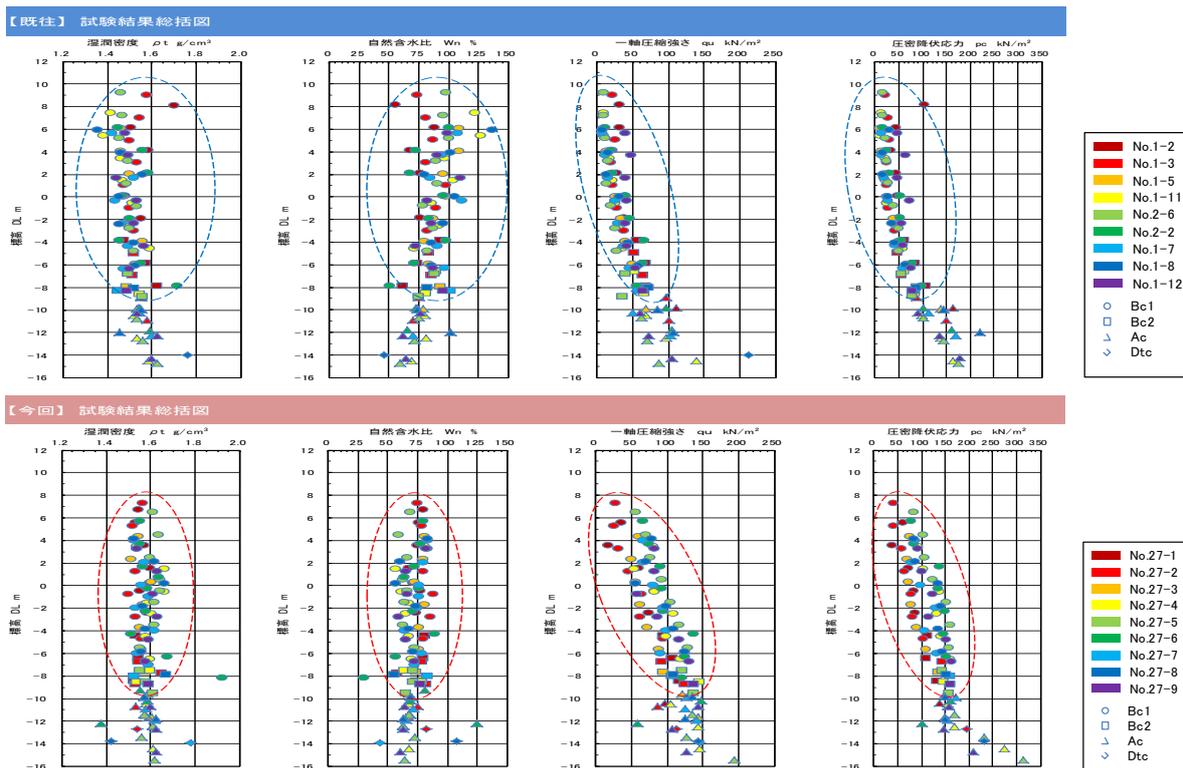


図-4 土質試験データ

4. 双曲線法による最終沈下量の予測

現地における鉛直排水管の水準測量データから、双曲線法により最終沈下量を予測した。双曲線法による予測は、実測の沈下～時間の関係に基づき、沈下カーブが双曲線に近似するものと仮定して将来沈下を予測する方法である。沈下量時系列図を図-5に、また最終沈下量と残留沈下量の予測結果を図-6および図-7に示す。

図-5より沈下は収束傾向にあることが分かる。また図-6および図-7より、処分場北側において、予測最終沈下量および予測残留沈下量は比較的大きい結果となった。処分場中央部については、予測最終沈下量は最大で4.6m程度と大きい結果となった。

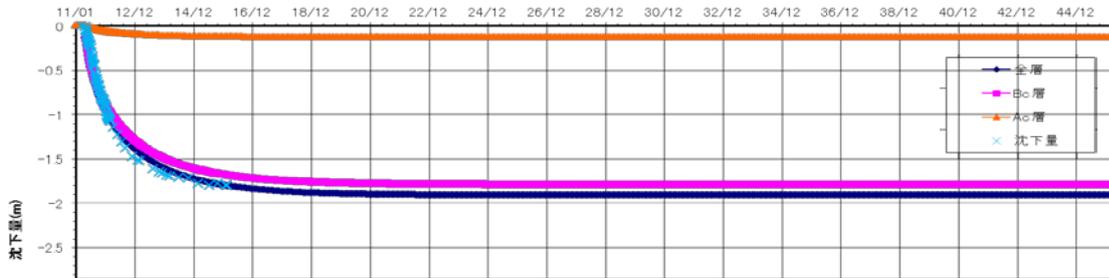


図-5 沈下量時系列図

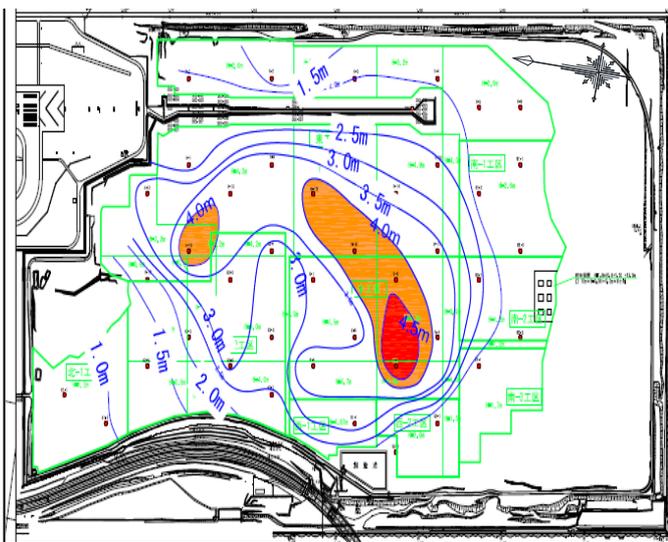


図-6 予測最終沈下量

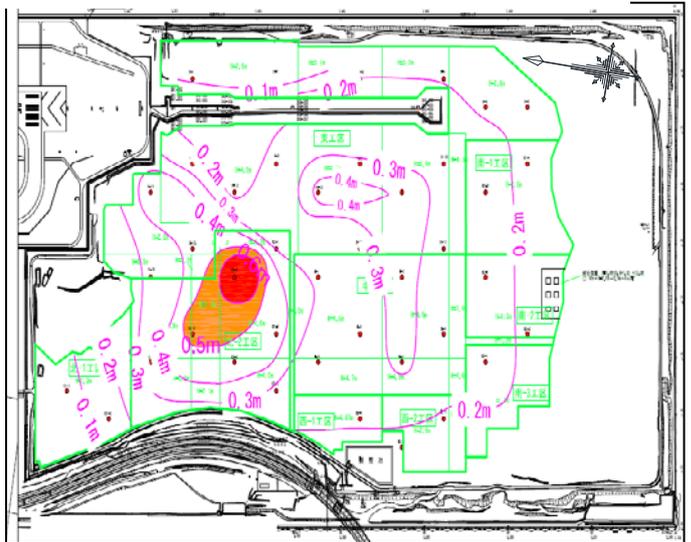


図-7 予測残留沈下量

5. 圧密度の評価

荻田沖土砂処分場は様々な浚渫土砂を受け入れており、圧密度の評価を行うにあたり、評価の偏りを避けるため、以下の4つの方法で圧密度Uの評価を行った。

- ① 間隙水圧による圧密度の評価
- ② 圧密降伏応力による圧密度の評価
- ③ 現況強度より推定した圧密度の評価
- ④ 実測沈下より推定した圧密度の評価

各地点の圧密度の計算結果一覧を表-1に示す。各種方法で圧密度を評価した結果、現状地盤での各地点の圧密度は概ね80%以上と評

間隙水圧		圧密降伏応力		現況強度		沈下盤双曲線法	
ボーリング地点番号	圧密度 U(%)	ボーリング地点番号	圧密度 U(%)	ボーリング地点番号	圧密度 U(%)	沈下盤地点番号	圧密度 U(%)
No.27-1	100.0	No.27-1	96.0	No.27-1	93.0	K1-2	84.5
No.27-2	83.9	No.27-2	100.0	No.27-2	100.0	H-18	77.9
No.27-3	90.5	No.27-3	84.0	No.27-3	100.0	K2-2	80.1
No.27-4	96.8	No.27-4	100.0	No.27-4	100.0	N-4	94.7
No.27-5	80.6	No.27-5	100.0	No.27-5	100.0	M2-2	93.1
No.27-6	100.0	No.27-6	100.0	No.27-6	100.0	H-3	88.6
No.27-7	98.3	No.27-7	100.0	No.27-7	100.0	H-9	88.8
No.27-8	97.3	No.27-8	100.0	No.27-8	100.0	N-1	89.9
No.27-9	100.0	No.27-9	100.0	No.27-9	100.0	N2-1	88.3

表-1 圧密度の計算結果一覧表

価でき、沈下は収束状態にあるといえる。

なお、沈下は収束傾向にあるがそれぞれの圧密度を比較すると、過剰間隙水圧や圧密降伏応力、現況強度による圧密度よりも実測沈下による圧密度の方が相対的に低い傾向にあり、原因としては以下の点が考えられる。

- ・双曲線法による予測は沈下が促進されている段階は予測沈下量が大きめとなる傾向があり、このため比較的圧密度が低く評価される。
- ・地下水位の変動による沈下の累積
- ・地点周辺の盛土等による沈下の累積

6. 地盤改良効果の検証

地盤改良効果の検証として、2015年、2020年の計算沈下量コンター図を示す（図-8 および図-9）。

2015年時点の図から沈下量は覆土厚に応じて1m～4mまでばらついており、地盤高も8m～12m（地盤改良範囲のみ）でばらついていることがわかる。ただし、沈下に対する圧密度は進入灯東側の一部を除いて概ね90%を超えており、圧密沈下はほぼ収束しているという結果であった。このため2020年以降のデータにおいても沈下量はほとんど変わらない結果となり、最大でも25cm程度の沈下にとどまることがわかった。

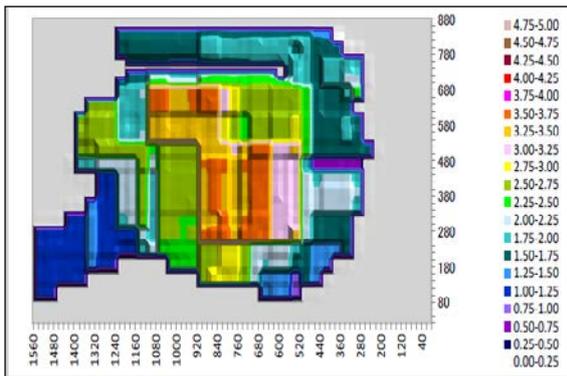


図-8 2015. 10. 1 時点

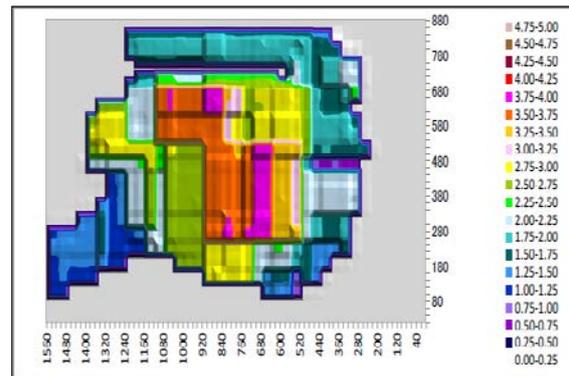


図-9 2020. 10. 1 時点

7. まとめ

荻田港は、貨物需要の増加と船舶の大型化に対応するため、大型岸壁の整備、航路の拡張・増深の要請が高く、これら港湾施設の整備に伴い発生する浚渫土砂は既存及び計画中の土砂処分場に処分し、将来的には港湾関連用地等として利用するものである。

荻田港整備で発生する浚渫土砂の土質性状は、荻田沖土砂処分場の埋立土砂と類似していることから、今回の調査結果を今後の土砂処分場の効率的な地盤改良計画の検討や予測精度工場のために有効活用することとしている。