

PBD 打設機により軟弱粘土層下部に設置した沈下計測機器の活用法

五洋建設株式会社 正会員 ○大月一真
 錦城護謨株式会社 榊原 司, 大川浩司, 明石実可子
 大阪市立大学 正会員 大島昭彦

1. はじめに 大阪市此花区の人工島である夢洲は 1977 年に埋立免許取得後、土地造成と浚渫土の受入れが進められた。その後、2025 年日本国際博覧会（大阪・関西万博）の開催に向けて予定地の一部である夢洲 2 区で土地造成工事を実施した。本工事は浚渫土が堆積した軟弱な埋立粘土層（Bc, $c_u = 2 \sim 50 \text{kN/m}^2$ ）にプラスチックボードドレーン（PBD）を打設し、載荷重としての盛土を造成することで Bc 層の圧密を促進させた。本稿では、工事期間中の Bc 層の沈下量計測と竣工後の将来予測について、PBD 打設機を用いて設置した計測機器を活用した結果を報告する。

2. 本工事区域の特徴 図-1 に沈下計測機器の設置位置を含めた工事区域の平面図を示す。沖積粘性土層（Ac 層, $c_u = 107 \sim 200 \text{kN/m}^2$ ）は上部にサンドドレーン（SD）を設置した上に Bc 層が堆積したことにより圧密が進行している。また、埋立範囲のうち C 区画では、浚渫土の減容化を目的として、過去に Bc 層下部に PBD の打設と地下水低下工法を併用して圧密促進を実施した経緯がある（図-2）。A 区画は本工事着手前において Bc 層全層で未改良であり、正規圧密状態に近いと予想される。Bc 層は大阪市内の港湾や河川の日々異なる発生源の浚渫土が受け入れられたため、不均一な物性の地盤であり、場所ごとに沈下量が大きく異なることが懸念された。このため、本工事による造成盛土高が沈下後に不陸を生じさせないことが求められた。

3. PBD 打設機を用いた沈下計測機器の設置 場所ごとに異なる Bc 層の沈下量を正確に把握するため、図-1 に示す位置の地表面沈下板と層別沈下板を 2 週間に 1 回の頻度で継続的に計測した。層別沈下板の設置構成図を図-3 に示す。層別沈下板は 200mm 四方、厚さ 16mm の鉄板とし、PBD 打設機のケーシングパイプ下端より Bc 層内に圧入した。沈下板中央からロッド（ $\phi 12$ ）とフリクションカット管（VP- $\phi 25A$ ）を接続し、盛土地表面上に突出させた。ロッドとフリクションカット管は PBD 打設機のリーダー上端よりケーシングパイプ内にワイヤーを通して電動ホイストで引き上げることで 20m 以上の Bc 層厚の長さまで継ぎ足した。この方法により、Bc 層のみとそれ以深の層別の沈下計測を可能とした。

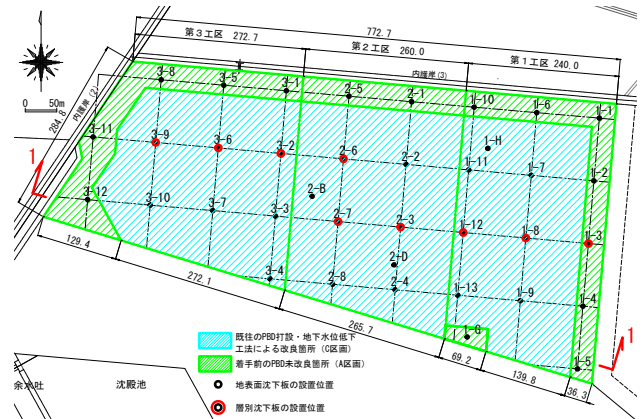


図-1 工事区域内の計測機器配置図

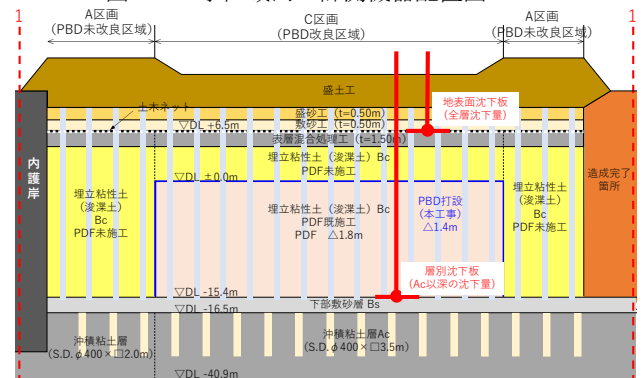


図-2 工事断面図

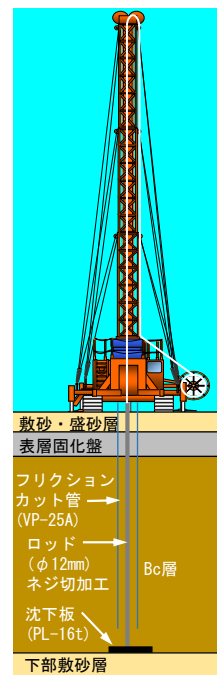


図-3 Bc 層下端への沈下板設置図



写真-1 PBD 打設機ケーシング内への機器組込み



写真-2 沈下板圧入前



写真-3 沈下板圧入完了

キーワード 軟弱地盤, 圧密沈下, 計測管理, 情報化施工

連絡先 〒530-0014 大阪府大阪市北区鶴野町 1-9 五洋建設株式会社大阪支店 TEL 06-6486-2106

4. 層別沈下板の活用による Bc 層の沈下量計測と将来予測

盛土造成後 3 年間の短期的な沈下量の将来予測を行うため、層別沈下板 9 地点による Ac 層以深の実測沈下量と PBD 打設日を起点とした経過日数との関係を線形近似で求めた (図-4)。全層沈下量から Ac 層以深の沈下量を差引くことで、Bc 層のみの実測沈下量とした。Bc 層の実測沈下量より、造成工事の進捗に伴う盛土層厚の変化に合わせて段階的に双曲線法¹⁾による将来予測を行った。この結果に基づき、盛土層厚と予測沈下量との関係を求めた (図-5)。

5. 予測沈下量に戻づく盛土造成高の設定 設置した沈下板全 37 地点において盛土層厚と沈下量の予測値の関係を求めた結果、盛土の造成天端高を図-6 のように定めた。盛土工事が先行する第 1, 2 工区の天端高を DL+10.8m とし、後工程で Bc 層厚が小さい第 3 工区を DL+10.4m とすることで、工事完了時の 2022 年 3 月時点で標高が同等となることを想定した。また、沈下板 1-G 地点では沈下量が大きいので、盛土造成高を周囲より 70cm 高い DL+11.5m とした。

敷均し作業にはブルドーザに施工段階ごとの盛土形状の 3D 設計データに合わせてブレードが自動制御するマシンコントロール機能を使用した (写真-4)。モニタ上に示される設計データの造成高になるまで敷均し、沈下速度が低下するまで沈下量を計測する方法を繰り返した。設定仕上げ高まで盛土の造成が完了した後も沈下量の計測を継続し、その後の将来予測を行った。この結果、2023 年 3 月末時点の Bc 層の圧密度は沈下板の全地点で要求された 90% 以上に達することを確認した。また、造成天端の高低差は仕上げ時点で最大 110cm の設定としたが、2023 年 3 月末で 74cm になるなど不陸が低減する傾向にある (図-7)。

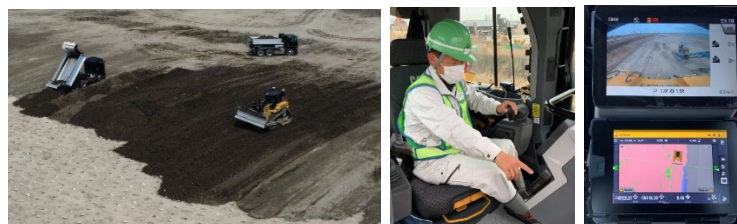


写真-4 盛土敷均し状況 (マシンコントロールシステム採用)

5. おわりに PBD 打設機を用いて Bc 層下端への層別沈下板設置を行い Ac 層以深の沈下量を計測することで、軟弱な Bc 層のみの沈下量を把握した。その結果、精度の高い沈下量の将来予測が可能となり、沈下後も不陸を低減する盛土造成の計画立案に活用した。

謝辞 本論文の執筆において大阪港湾局に多大なご協力を頂いた。ここに謝意を表す。

参考文献 1) 公益社団法人地盤工学会: 地盤調査の方法と解説, p.839

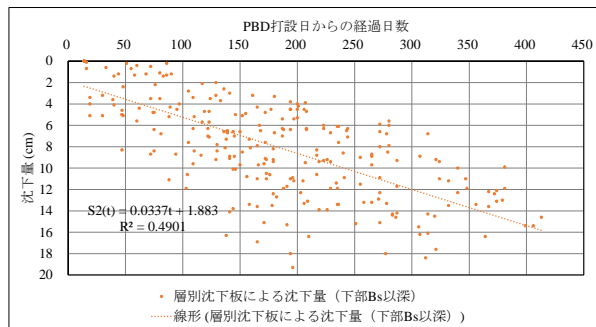


図-4 層別沈下板による Ac 層以深の沈下量

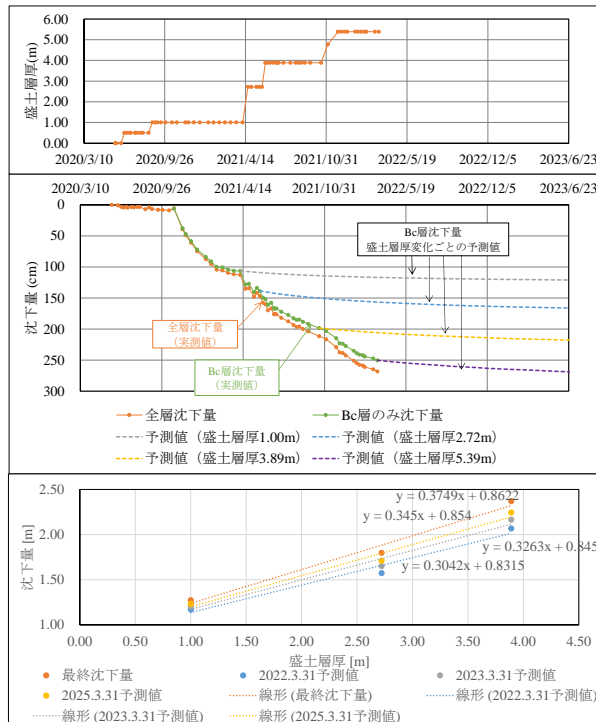


図-5 Bc 層の実測沈下量と盛土施工段階ごとの将来予測 (沈下板 1-4 地点)

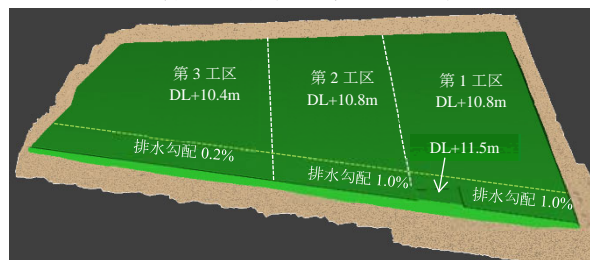


図-6 盛土造成天端高の設定

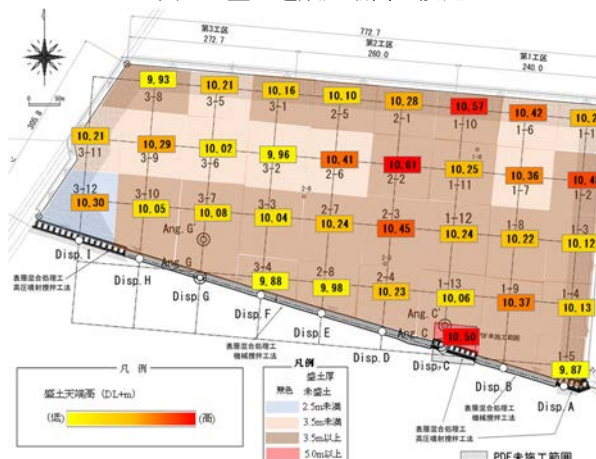


図-7 盛土造成天端高の予測値 (2023 年 3 月末時点)