

夢洲2区（万博用地）の浚渫粘土層のPBD打設時の貫入抵抗に基づく沈下予測

大阪市立大学大学院 ○学 萩原侑大（現 積水ハウス）

同上 正 大島昭彦 学 林口美木

五洋建設(株) 正 大月一真 正 西口松男

錦城護謨(株) 正 白神新一郎 榊原 司

1. まえがき

2025年4月の大阪・関西万博の用地として利用される夢洲2区は、元々は浚渫粘土の処分地であった。浚渫粘土は超軟弱で層厚が大きいため、長期間にわたって大きな圧密沈下が生じる。そこで夢洲2区では圧密促進のために2020年10月から2021年4月までに約175,000本のPBD（プラスチックボードドレーン）が打設され、2022年3月までに最終的な盛土施工が行われた。当面は万博開催期間にパビリオンを含む万博構造物に不同沈下が起こらないような対応が要求されている。PBD打設では、PBDを取めたケーシング圧入時の油圧抵抗と圧入深さを計測している。この仕様は電気式コーン貫入試験（CPT）と類似しており、一種のサウンディングと見なすことができる。

本稿では、前報¹⁾³⁾で示した夢洲2区の浚渫粘土層のPBD打設時の貫入抵抗 $q_{t,PBD}$ と圧密試験で得られた体積圧縮係数 m_v との関係を利用して夢洲2区の沈下量を予測した結果を報告する。

2. 沈下量の予測方法

CPTの実効コーン貫入抵抗 $q_n = q_t - \sigma_{v0}$ は、側方拘束条件下の圧密試験で得られる m_v の逆数で定義される変形係数 $M (=1/m_v)$ と α を係数として式(1)の関係があるといわれている⁴⁾。

$$M = \alpha(q_t - \sigma_{v0}) \quad (1)$$

図-1に示す夢洲2区の①, ②, ③地点で浚渫粘土のサンプリングとCPTを実施している。式(1)の成立を確認するために、サンプリング試料を用いた圧密試験から得た $M (=1/m_v)$ と同深度の $q_t - \sigma_{v0}$ の関係を図-2に示す。この m_v は有効土被り圧 p_0 と p_0 に5m相当の盛土荷重 Δp を加えた $(p_0 + \Delta p)$ との相乗平均から算出している。少しばらつきはあるが、式(1)が成立している。ただし、

①地点と②, ③地点で M と $q_t - \sigma_{v0}$ の関係の傾向がやや異なった。これは、圧密試験結果より①地点は正規圧密に近い状態、②, ③地点は未圧密の状態であった³⁾ことによると考えられる。

本研究では式(1)の成立を前提に、式(1)の q_t をPBD貫入抵抗 $q_{t,PBD}$ に置き換え、前報³⁾で示した $q_{t,PBD}$ から推定した過圧密比 OCR_{PBD} によって、 $OCR_{PBD} \geq 1$ （正規圧密～過圧密）の場合に①地点の関係式(2)を、 $OCR_{PBD} < 1$ （未圧密）の場合に②, ③地点の関係式(3)を用いて M を求めた。なお、全応力 σ_{v0} は①, ②, ③地点の測定値の平均から求めている³⁾。

$$OCR_{PBD} \geq 1 : M = 4.14 (q_{t,PBD} - \sigma_{v0}) \quad (2)$$

$$OCR_{PBD} < 1 : M = 3.53 (q_{t,PBD} - \sigma_{v0}) \quad (3)$$

次に、 $1/M$ から m_v を求め、式(4)の m_v 法によって沈下量を予測した。

$$\Delta S = m_v \times \Delta p \times \Delta H \quad (4)$$

ここで、 Δp は各地点で実測されている盛土高に応じて算定した増加応力である。 $q_{t,PBD}$ は深度方向に0.1mピッチで得られているので、層厚 $\Delta H = 0.1m$ ピッチで沈下量 ΔS が求められる。この ΔS を全層厚分加算すれば、総沈下量 S_{PM} が式(5)で求められる。

Key Words: 浚渫粘土, プラスチックボードドレーン, サウンディング, 現場計測, 体積圧縮係数, 沈下予測

〒558-8585 大阪市住吉区杉本3-3-138 大阪市立大学大学院工学研究科都市系専攻 TEL 06-6605-2996 FAX 06-6605-2726

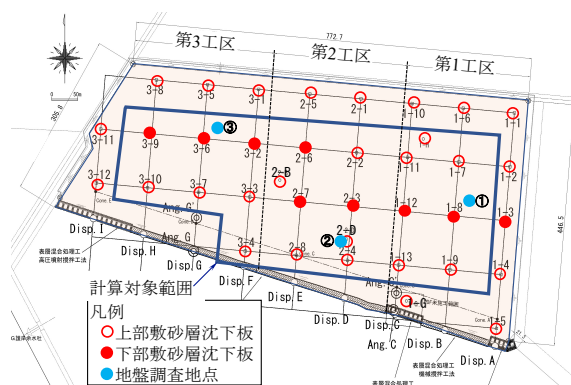


図-1 夢洲2区内の地盤調査地点と沈下測点

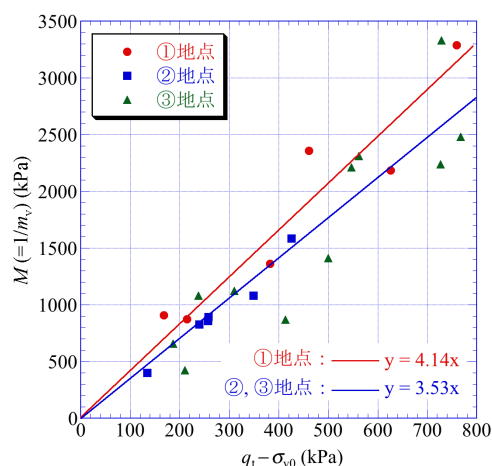


図-2 夢洲2区の M と $q_t - \sigma_{v0}$ の関係

$$S_{PM} = \sum_i^n \Delta S_i \quad (5)$$

ただし、この沈下量 S_{PM} はあくまで地盤調査を行った時点（2021年7月）から算定される値である。夢洲2区では2020年3月頃から図-1に示す37ヶ所の地表面沈下測点（図の○、浚渫粘土層の上部敷砂層に設置した沈下板）で沈下量を実測している。さらに、その内9ヶ所では沖積粘土 Ma13 層以深の沈下（図の●、浚渫粘土層の下部敷砂層に設置した沈下板⁶⁾）も実測している。したがって、2021年7月までの実測沈下量を S_i として、最終沈下量 S_f を式(6)で求めれば、2020年3月頃からの沈下量の実測値と比較することが可能となる。なお、外周の測点は内護岸に近く、2003年のPBD未打設であり、地盤条件が異なるので、本研究では図-1の青線内の20の測点を対象とした。

$$S_f = S_{PM} + S_i \quad (6)$$

3. 沈下予測結果と実測値との比較

図-3(1)~(6)に代表としてそれぞれ1-7、1-12、2-3、2-7、3-3、3-6測点の圧密曲線を示す。赤横線が最終沈下量 S_f の予測値、○が実測値（地表面沈下量から Ma13 層以深の沈下量を差し引いた浚渫粘土層の沈下量）、◆は文献⁷⁾で示した圧密沈下計算値である。また、黒点線で最終沈下量 S_f の±25%の誤差範囲を示している。この誤差範囲は圧密試験による圧縮曲線から算出した沈下量と本研究での沈下量と比較した結果から得たものである。今回の手法はこの程度の誤差を含んでいると考えているが、本研究で予測した S_f は、概ね実測値および計算値と整合している。

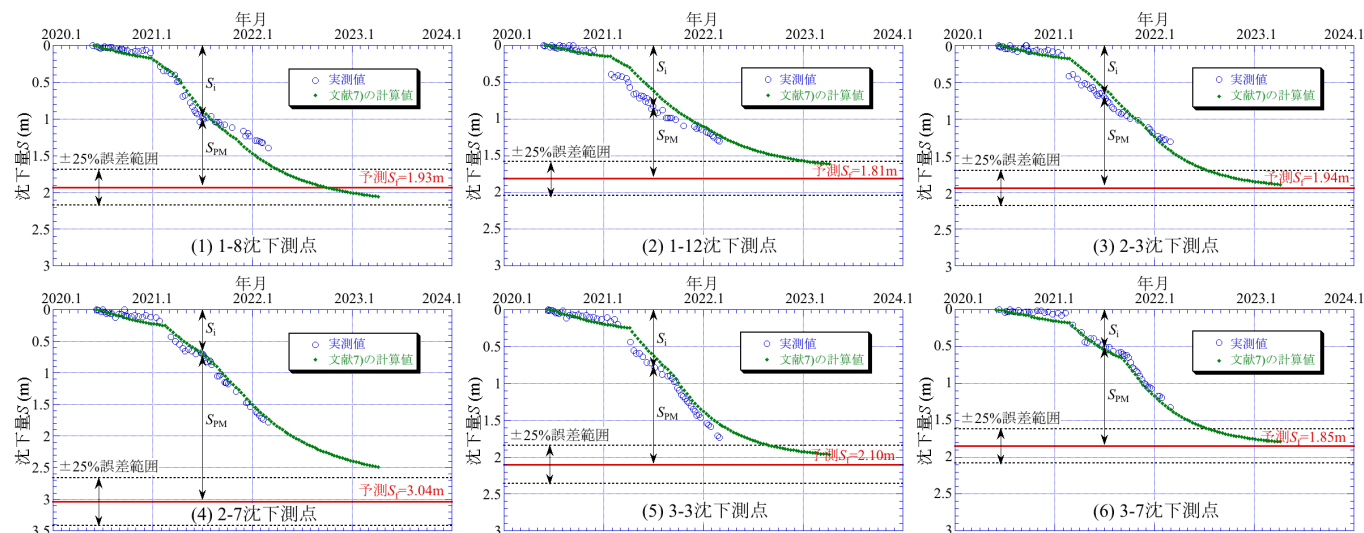


図-3 浚渫粘土層の最終沈下量の予測値と実測値、計算値の比較

図-4は20測点での浚渫粘土層の最終沈下量の予測値を示す。文献3)で示した圧密特性 (p_c , OCR) の分布を反映して、最終沈下量は南部で大きく、北部で小さい傾向にある。ただし、この最終沈下量は浚渫粘土層であり、Ma13層以深の沈下は考慮していない。

4. まとめ

以上から、PBDの貫入抵抗 $q_{t,PBD}$ と圧密試験の m_v を関連づけて最終沈下量を予測できた。しかし、この手法はまだ誤差が大きく、あくまで概略値と考えている。また、本来はPBD打設点ごとに最終沈下量を示すことが可能であるので、今後は面的な分布を求める予定である。

参考文献

- 1) 林口・他：夢洲2区(万博用地)の浚渫粘土層のPBD打設時の油圧抵抗とCPTとの対応，第57回地盤工学研究発表会(投稿中)，2022。
- 2) 萩原・他：夢洲2区(万博用地)の浚渫粘土層のPBD打設時の貫入抵抗の推定，第57回地盤工学研究発表会(投稿中)，2022。
- 3) 林口・他：夢洲2区(万博用地)の浚渫粘土層のPBD打設時の貫入抵抗と強度・圧密特性の分布，土木学会第77回年次学術講演会(投稿中)，2022。
- 4) 大久保・他：コーン貫入試験による圧密沈下量の概略推定法，土木学会第57回年次学術講演会，III-366，pp.731-732，2022。
- 5) 大島・他：夢洲2区(万博用地)の浚渫粘土層の土質特性，第57回地盤工学研究発表会(投稿中)，2022。
- 6) 大月・他：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の提案，土木学会第77回年次学術講演会(投稿中)，2022。
- 7) 一谷・他：夢洲2区(万博用地)の浚渫粘土層の圧密沈下予測と実測値との比較，土木学会第77回年次学術講演会(投稿中)，2022。

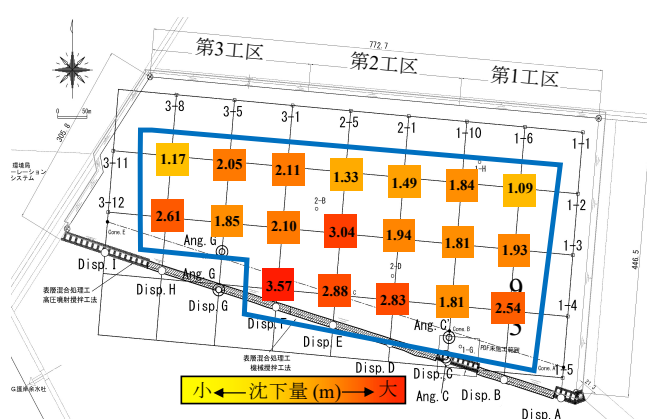


図-4 浚渫粘土層の最終沈下量の予測値