

第Ⅲ部門

埋立履歴を考慮した浚渫土埋立地盤の変形に関する基礎的研究

京都大学大学院
京都大学大学院

学生員 ○井宮 雅裕
フェロー 三村 衛

1. はじめに

大阪湾夢洲では、浚渫土埋立による長期大沈下が生じていることに加え、夢洲の土地利用目的が明確でなかった時期に捨てられた浚渫土砂による長期安定供用への影響も懸念されている。本研究では、夢洲の海底地盤変状の検討を行うことを目的とし、捨土を含めた二次元地盤モデルを作成し、有限要素法を用いた圧密沈下解析を行った。またその結果に基づき、捨土の影響について考察した。

2. 地盤モデルの作成

沖積粘土層以深の海底地盤モデルに関しては、基本的には既往研究¹⁾で作成された一次元地盤モデルを水平方向に拡張したものを利用する。この一次元地盤モデルはボーリングデータから得られた情報に基づき、Ma13層からMa10層までをモデル化したものである。次に捨土のモデル化にあたり、捨土の深度分布コンター図²⁾を図1に示す。これは沖積粘土層の上に浚渫土を捨てた後の標高を示しており、図右側の海水深が浅い部分を除くと図中点Aで示した部分が最も標高の高い部分である。これにより図中A-B間について捨土をモデル化した。また、大阪市港湾局による護岸の設計断面³⁾を参考にして護岸とセメント改良地盤をモデル化した。作成した地盤モデルを図2に示す。解析を行う際の排水条件は、実際は下位に砂礫層が存在するMa10の下端を排水境界、側方については非排水境界とした。

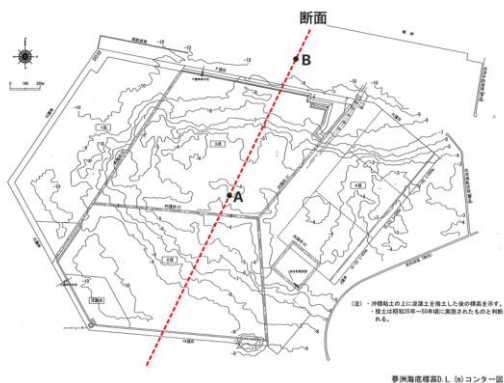


図1 捨土の深度分布コンター図

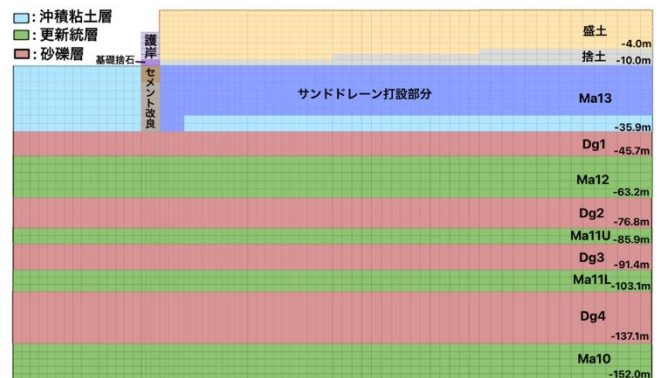


図2 作成した二次元地盤モデル

3. 載荷工程モデル

載荷工程は基本的には既往研究¹⁾のものを採用した。しかし本研究では埋立による載荷が始まる前に捨土が載荷されたことを考慮しているため、載荷工程モデルの調整が必要である。1960～1975年にかけて捨土が実施されているが、載荷履歴は残っていなかったため全体が線形的に載荷されたと仮定した。捨土の荷重については、捨土が浚渫土砂であることから捨土の水中単位体積重量を沖積粘土層上層と同じ約 5kN/m^3 に設定し、盛り立て高さを乗じて算出した。その後約10年の放置期間があり、1985年から浚渫土投入による埋立が開始された。捨土は場所によって層厚が異なるが、層厚が薄い部分から均すように載荷されていったと仮定した。作成した載荷工程モデルを図3に示す。

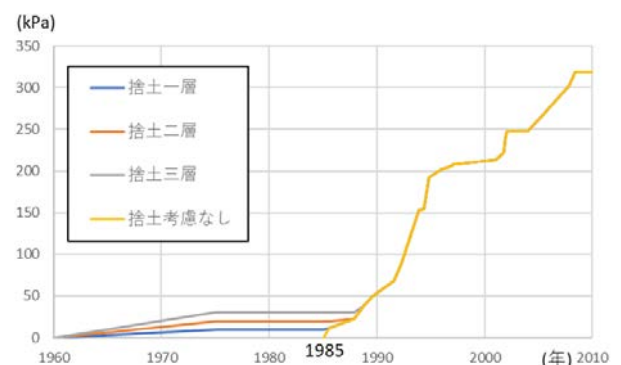


図3 載荷工程モデル

4. 沈下解析

関口による弾粘塑性モデル⁴⁾を組み込んだ有限要素プログラムを用いて計算した。粘土層では変化する土

性を表現できるようにメッシュ分割を行った。計算に必要な土質パラメータは既往研究¹⁾のものを採用した。Ma13ではマクロエレメント法⁵⁾を用いてサンドドレーンの設定を行った。

粘土層の圧密状況を設定した圧縮曲線 ($e-\log\sigma'_v$) と解析結果を比較することで考察する。図4にMa13中央層右端要素の、捨土を考慮した場合としていない場合の $e-\log\sigma'_v$ 関係を示す。正規圧密粘土であるMa13では初期から荷重速度効果によってややオーバーシュートを示しながらほぼ圧縮曲線に沿って状態が推移しているが、捨土があるときは埋立初期の荷重が小さくなるため、捨土がない場合と比べてひずみ速度が遅くなり、オーバーシュートの幅が小さくなっている。水圧が消散するにつれて差は縮まっていき、最終応力状態に近づくとほぼ差がなくなっている。Ma12以深の粘土層でもMa13と同様に捨土がある場合の方がない場合に比べて同じ応力に対して圧縮量が大きくなるが、最終的にほぼ同じ圧縮量に落ち着いた。

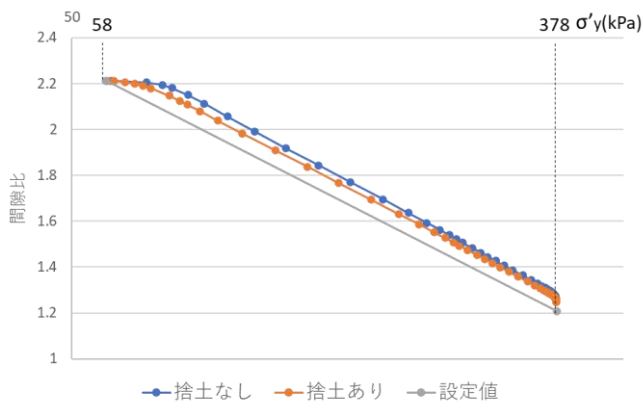


図4 Ma13 中央層右端要素の $e-\log\sigma'_v$ 関係

捨土を荷重した場合としない場合のMa13天端右端の沈下量～時間関係を図5に示す。捨土の先行荷重の影響で初めは圧縮量に差があるが、時間経過に伴って

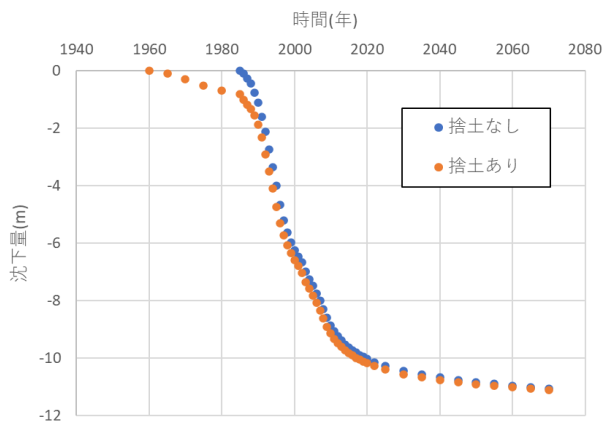


図5 Ma13 層天端沈下量～時間関係(捨土の有無比較)

差が縮まっていき、2070年には圧縮量の差は5.7cmと、かなり小さくなっている。

Ma13層天端の変形の推移を図6に示す。埋立による荷重が始まる1985年時点では捨土の層厚の違いによる影響が天端の形状にそのまま現れているが、荷重が完了した2009年以降は埋立地内ではほぼ一様に沈下しており、2070年には11.1mの沈下量を示した。

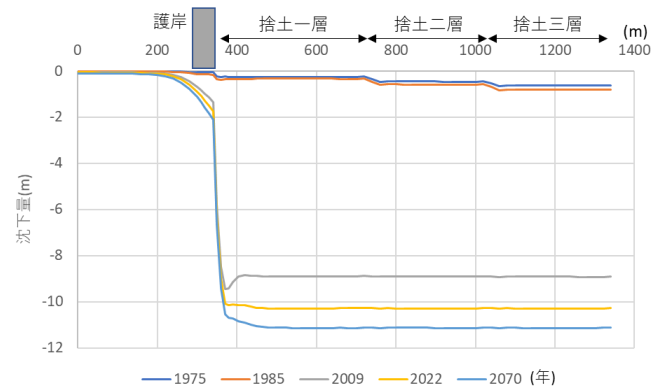


図6 Ma13 天端変形の推移

5. まとめ

大阪湾埋立地の夢洲の地盤変状の検討を行うにあたり、捨土を考慮した二次元地盤モデル及び荷重工程モデルの作成を行い、弾粘塑性有限要素法を用いて地盤の沈下解析を実施した。捨土の層厚に関わらず、長期的にはほぼ一様に沈下していることがわかった。また、埋立初期は捨土の影響によりひずみ速度や沈下量に差が現れていたが、捨土の有無が後続沈下に及ぼす影響はさほど大きくなく、実務的には考慮する必要はないと考えられる。

参考文献

- 1) 井関康晶：浚渫土埋立地盤のモデル化と変状評価に関する基礎的研究，京都大学工学部卒業論文，2021。
- 2) 財団法人大阪市環境事業協会・(株)中堀ソイルコーナ：夢洲2・3・4区埋立履歴報告書（平成6年度～平成21年度），2012。
- 3) 大阪市港湾局：大阪港構造図集（昭和43年度～昭和62年度），1990。
- 4) Sekiguchi, H.: Rheological characteristic of clays, *Proc. 9th ICSMFE*, 1, pp.289-292, 1977。
- 5) 関口秀雄，柴田徹，藤本朗，山口博久：局部荷重を受けるバーチカル・ドレーン打設地盤の変形解析，第31回土質工学会シンポジウム発表論文集，pp.111-116, 1986。