

## 第Ⅲ部門

## 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

京都大学大学院  
京都大学大学院

学生員 ○井関 康晶  
フェロー 三村 衛

## 1. はじめに

大阪湾の埋立地は、海底地盤が軟弱沖積粘土層と更新統の粘土層及び砂礫層の互層によって構成されているため軟弱粘土層の大きな沈下とともに、更新統粘土層の擬似過圧密性による長期沈下が併せて起こる地盤環境となっている。本研究では埋立地夢洲3区の海底地盤変状の検討を行うことを目的とし、埋立前の地盤モデルの作成、埋立履歴による載荷工程モデルの構築、それらを使った沈下解析を行った。

## 2. 地盤モデルの作成

KG-NETの地盤情報データベースを用いて地盤モデルの作成を行う。使用したボーリングデータ(埋立前)の位置を図1に示す。まず、各ボーリングデータで、土質区分や粘土分含有量を用いて粘土層と砂礫層の層境界を確定する、次に、各ボーリングデータの層厚の平均値を求め、これをモデル各層の層厚とした。深度が深いほどボーリングデータは少なく、Dg4以深については唯一確認できた柱状図の層厚をそのまま採用した。作成した地盤モデルを図2に示す、本来Ma10以深にも砂礫層が存在するが、本研究では地盤情報が明確なMa10までをモデル化した。また、Ma11は砂礫層を挟んだ2層構造とした。解析を行う際の排水条件は、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。

## 3. 載荷工程モデル

夢洲3区では図1に示す東エリアと西エリアで埋立履歴が大きく異なっていた。本稿では東エリアに着目して議論を進める。工事報告書の埋立土の単位体積重量と盛土高さから随時載荷重量を求めて、図3に示す載荷工程モデルを構築した。2008年以降は新たな載荷がなかったとし、東エリアでの総載荷重量は320kPaとした。

## 4. 沈下解析

関口による弾粘塑性モデル<sup>1)</sup>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。計算に必要な土質定数として、圧縮指数 $\lambda$ 、膨潤指数 $\kappa$ 、初期間隙比 $e_0$ 、限界状態定数 $M$ 、二次圧縮指数 $\alpha$ 、基準体積ひずみ速度 $\dot{v}_0$ 、初期剛性率 $G_0$ をボーリングの土質試験結果と既往研究<sup>2)3)</sup>を用いて、沖積粘土層は正規圧密粘土、更新統粘土層は擬似過圧密粘土と仮定してパラメータを設定した。Ma13ではマクロエレメント法<sup>4)</sup>を用いてサンドドレーンの設定を行った。

更新統各層の過剰間隙水圧分布を図4に示す。なお、Ma13についてはサンドドレーンの効果で早期に過剰間隙水圧が消散し、2020

年時点では圧密がほぼ完了している。Ma12以下の更新統粘土層では上下の排水砂礫層の効果で、粘土層中央で最大値を有する放物線状の過剰間隙水圧の分布を示している。載荷が完了した2008年ではすべての更新統粘土層で大きな過剰間隙水圧の残留が認められるが、2020年時点では $c_v$ の大きいMa11Uではかなり消散しているものの、Ma10では非常

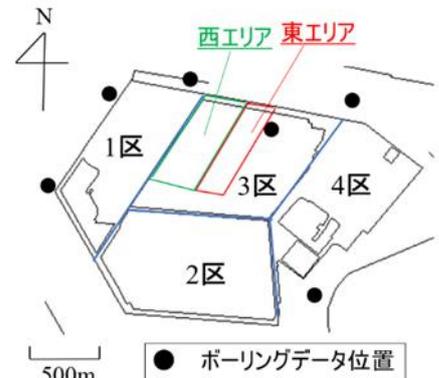


図1 夢洲平面図

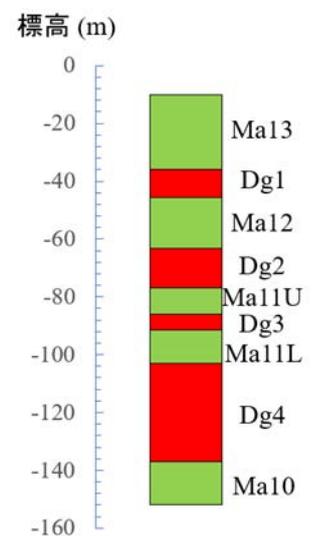


図2 地盤モデル



図3 載荷工程モデル

に大きな水圧が残留していることが分かる。さらに50年後の2070年においてはMa12, 11についてはほぼ圧密が終了しているのに対して、Ma10ではまだ40kPa程度の残留が認められ、長期的な沈下が継続する可能性を示唆している。

沖積粘土層及び更新統粘土層の沈下量を図5に示す。更新統層については埋立初期には擬似過圧密領域であるため、大きな圧縮を示さないのに対して、サンドドレーンを打設した沖積粘土層では非常に速い速度の沈下を示した。2020年時点で沖積粘土層の沈下量は約7.2m、更新統粘土層全体での沈下量は約2.8mとなった。

2070年までの長期沈下挙動を図6に示す。2020年以降はMa12, 10を主体に緩やかな沈下が継続している。2070年時点で沖積粘土層ではほぼ沈下が収まっており約7.4m、更新統粘土層全体では約3.6mの沈下となり、さらに沈下が続くことが分かる。

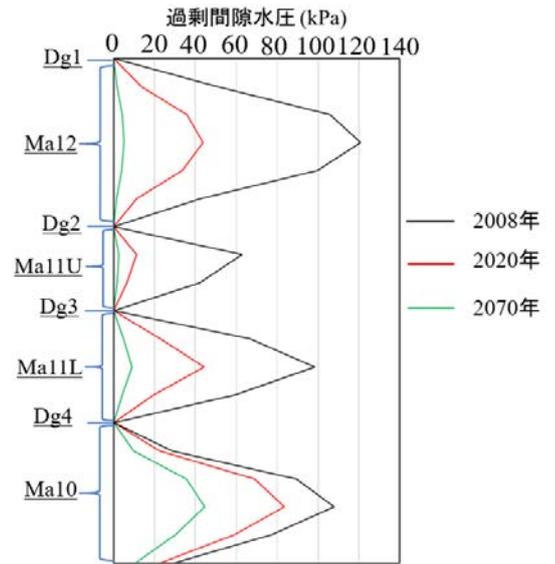


図4 過剰間隙水圧の分布

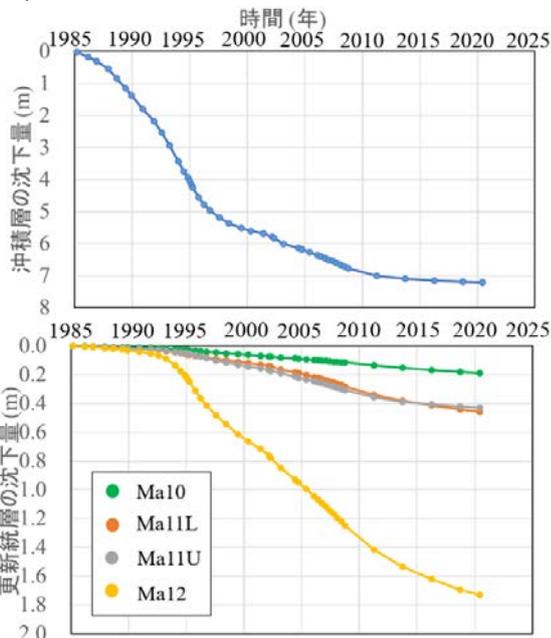


図5 各粘土層の2020年までの沈下量

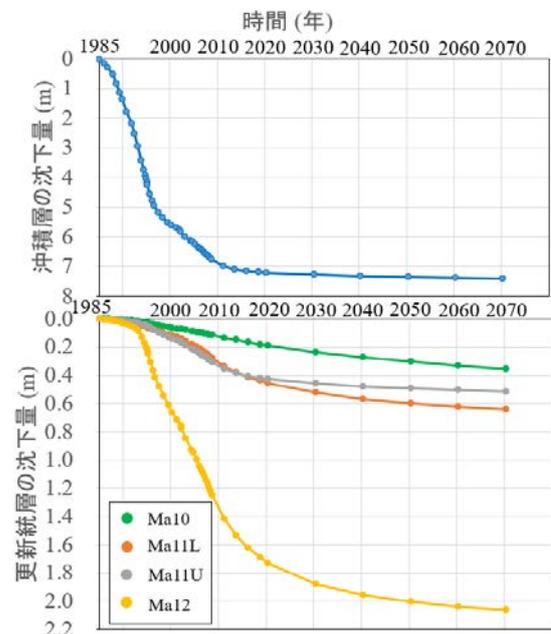


図6 各粘土層の長期沈下量

## 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、KG-NETの地盤情報データベースを用いて、埋立前の地盤のモデル化、地盤材料の土質定数の設定、及び埋立履歴による载荷工程のモデル化を行い、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。サンドドレーンを打設したMa13と薄層で $c_v$ の大きいMa11Uでは過剰間隙水圧の消散が速いのに対し、Ma10では2070年時点でもかなり残留しており、長期沈下が継続することがわかった。沈下の絶対量はMa13が大きいものの、早期に圧密が完了するため、実務的には今後高層ビルの杭基礎が打設される更新統層の長期沈下が問題となると考えられる。

## 参考文献

- 1) Sekiguchi, H.: Rheological characteristic of clays, *Proc. 9th ICSMFE*, 1, pp.289-292, 1977.
- 2) Mimura, M. and Jang, W.: Description of Time-dependent Behavior of Quasi-overconsolidated Osaka Pleistocene Clays Using Elasto-viscoplastic Finite Element Analyses, *Soils and Foundations*, Vol.44, No.4, pp.41-52, 2004.
- 3) Mimura, M., Shibata, T., Nozu, M., and Kitazawa, M.: Deformation analysis of a reclaimed marine foundation subjected to land construction, *Soils and Foundations*, Vol.30, No.4, pp.119-133, 1990.
- 4) 関口秀雄, 柴田徹, 藤本朗, 山口博久: 局部载荷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.