

大規模埋立人工島における洪積粘土 Ma12 層の圧密特性の同定

大阪産業大学 ○小田 和広 (正会員) 仲上 航大 (学生会員)
 国土交通省 窪田 上太郎 (正会員)
 鹿児島大学 伊藤 真一 (正会員)

1. はじめに

神戸空港の建設にあたっては、人工島全体の圧密沈下量、特に、洪積粘土層の沈下量の推定が重要な課題であった。幸い、1999年の着工以来現在まで、人工島全体の圧密沈下の問題は生じていない。一方で、神戸空港の南東下には大阪湾断層が存在することから、海底地盤は北西から南東に向かって傾斜し、層厚が厚くなっている。これは、不等沈下の潜在的な要因になっており、今後、それによって圧密沈下に関わる問題が顕著になる恐れがある。本研究では、今後の圧密沈下に関する挙動予測に関する基礎的な資料として滑走路の東西の地点における洪積粘土 Ma12 層の圧密パラメータの推定を目的としている。

2. 検討対象

図-1 は圧密パラメータの推定を試みた滑走路の東部と西部の位置(☆印)を示している。また、空港島の維持管理のための海底地盤の層別の沈下量および洪積層の間隙水圧の計測を行っている詳細工区の位置(★印)を示している。表-1 は各地点での Ma12 層の層厚と出現深度を示している。まず、西側よりも東側の層厚の方が厚いことは、同一のひずみが発生した場合、沈下量が大きくなることを示している。また、層厚が 1.5 倍程度大きいことは圧密終了に要する時間が約 2.5 倍であることを示唆している。一方で、出現深度が深いことは土被り厚が大きいことを示している。すなわち、圧密降伏応力が大きく、間隙比も小さいため、埋立荷重によって発生するひずみは小さいことを示唆している。つまり、沈下量だけでなく、沈下速度も含め圧密挙動の推定は非常に難しい。

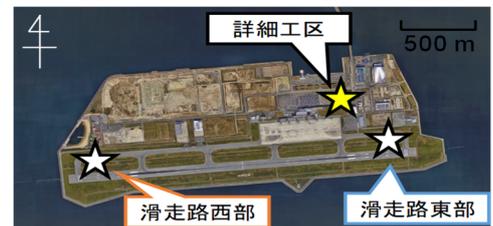


図-1 滑走路東西と詳細工区の位置関係

表-1 各地点での Ma12 層の層厚・出現深度

Ma12層	詳細工区	滑走路西部	滑走路東部
出現深度(m)	-84	-72	-98
層厚(m)	27	19	30

3. 詳細工区における Ma12 の圧密パラメータ

滑走路部の Ma12 の圧密パラメータの推定を難しくしている要因の一つとして、滑走路部では、管理のための沈下量の計測が行われているが、洪積粘土層の地盤調査が行われていないことが挙げられる。一方、詳細工区ではその近傍で行われた大深度ボーリング調査が行われており、それらの結果と現地計測結果を使って、データ同化手法を適用する¹⁾²⁾ことにより、Ma12 層の圧密パラメータの同定が既に行われている³⁾。図-2 は詳細工区の沈下量の経時変化を解析結果と併せて示している。地盤調査結果に基づく圧密パラメータは、Ma12 層の圧密挙動を再現できていない。一方で、データ同化によって同定された圧密パラメータを適用した数値解析は詳細工区の圧密挙動を適切に再現できていることが分かる。

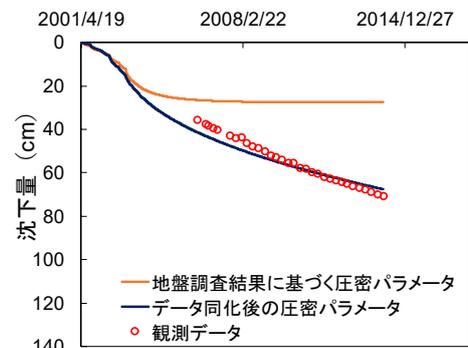


図-2 詳細工区の沈下量の経時変化

図-3 は、データ同化により推定された圧密パラメータの深度分布を示している。◇は地盤調査結果、青実線は地盤調査結果に基づく圧密パラメータ、青点線は事前分布での変動幅、赤線はデータ同化により得られた重み付き平均を示している。透水係数と圧密降伏応力は地盤調査結果に基づくものより低い値が推定された。一方、圧縮指数は地盤調査結果に基づくものと等しかった。

4. 滑走路東部と西部における圧密パラメータ

検討としては、まず、詳細工区において同定された圧密パラメータを使って滑走路東部と西部のシミュレーション解析を行う。次に、それぞれの位置における Ma12 層の沈下観測データを使ってデータ同化を行う。図-4 と図-5 は滑走路西部と東部の沈下量の経時変化をそれぞれ示している。滑走路西部では、詳細工区で推定された圧密パラ

キーワード 圧密沈下, データ同化, 洪積粘土, 神戸空港

連絡先 〒574-8530 大阪府大東市中垣内 3 丁目 1-1 大阪産業大学工学部都市創造工学科 TEL 072-875-3001

メータ (図-3 参照) によって圧密挙動をほぼ再現できた。一方、滑走路東部では、解析による沈下量は観測値よりも小さく、圧密挙動を再現できなかった。

図-6 は、滑走路東部において、データ同化により推定した圧密パラメータを示している。青実線は詳細工区で推定した圧密パラメータ、青点線は事前分布の変動幅、赤線はデータ同化により推定した圧密パラメータを示している。詳細工区の圧密パラメータと比較して、透水係数と圧縮指数に変化はないが、圧密降伏応力は低くなった。このことは、解析値と観測値の違いが、主として透水性に支配される圧密速度ではなく、圧密降伏応力の低下に伴う圧縮性に起因していることを示している。したがって、粘土層厚(表-1 参照)だけでなく、圧縮性も相違があることから、空港島の西側と東側では圧密挙動が異なり、

不同沈下が生じる可能性が高いと示唆される。

5. 滑走路東西における Ma12 層の長期圧密挙動の予測

図-7 は、2051 年までの滑走路東部と西部の圧密度の変化を示している。但し、圧密度は、粘土層全体の平均的なものでなく、粘土層のほぼ中央部分の過剰間隙水圧を対象にしている。まず、当然のことではあるが、現在でも圧密は終了してはいない。滑走路の西部における過剰間隙水圧は 2051 年にはほぼ終了し、西側では圧密が終了している。一方、東側では圧密が継続している。つまり、沈下量の差の程度については議論の余地はあるが、不等沈下が生じる可能性がある。

6. まとめ

本研究の主な知見を以下に取り纏める。

- 1) 詳細工区の圧密パラメータによって滑走路の西部の Ma12 層の沈下挙動を予測出来る。
- 2) 滑走路東部の Ma12 層の圧密挙動予測に詳細工区の圧密パラメータは適用できない。
- 3) 今後、空港島の東西では不等沈下が生じる恐れがある。

参考文献

- 1) 窪田上太郎他：沈下量と間隙水圧の実測値に基づく大阪湾洪積粘土層の圧密挙動に対するデータ同化，第 53 回地盤工学研究発表会，791-792，2018。
- 2) 窪田上太郎他：粒子フィルタを用いた大阪湾洪積粘土の確率論的沈下予測，土木学会第 73 回年次学術講演会，351-352，2018。
- 3) 小田和広他：データ同化による大阪湾洪積粘土の圧密特性の推定，第 54 回地盤工学研究発表会，投稿中，2019。

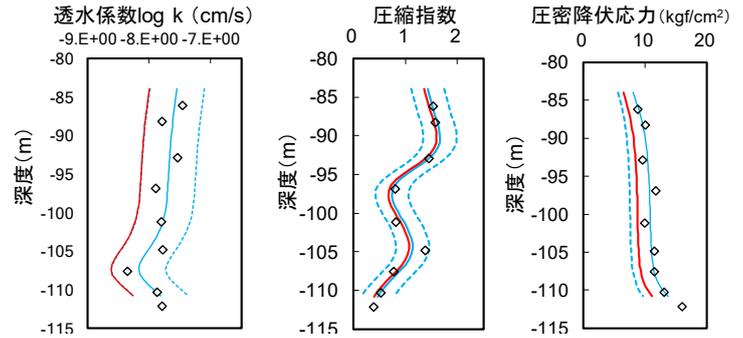


図-3 データ同化により推定された圧密パラメータ

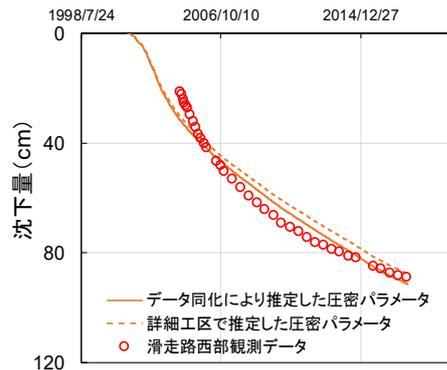


図-4 滑走路西部の沈下量の経時変化

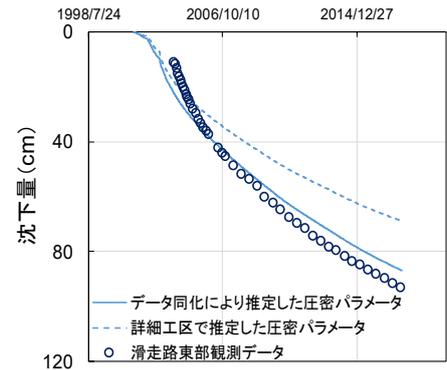


図-5 滑走路東部の沈下量の経時変化

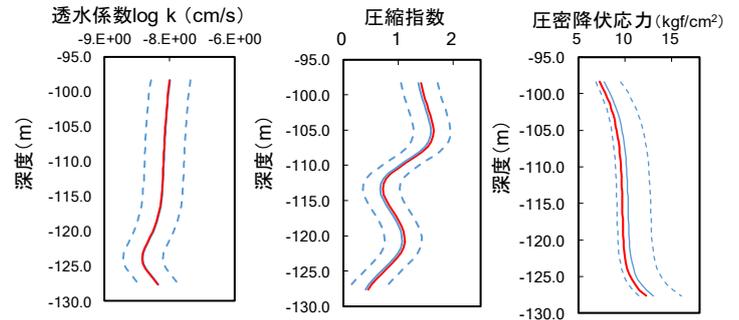


図-6 滑走路東部で推定された圧密パラメータ

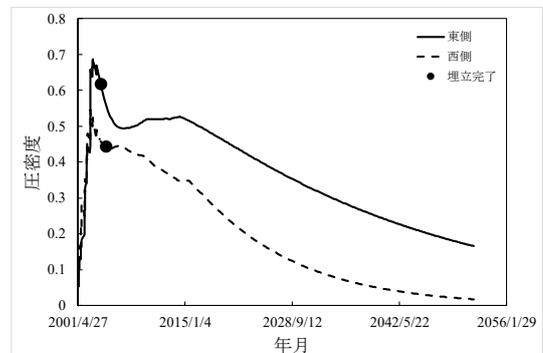


図-7 圧密度の変化