

関西国際空港建設による更新統互層地盤の変形解析—実測値による妥当性検証—

京都大学 正会員 ○三村 衛

京都大学 学生会員 田 炳坤

1. はじめに

本稿では、別報¹⁾にて報告した二次元弾粘塑性有限要素解析によって得られた関西国際空港一期空港島建設による基礎地盤の応力と変形に関する解析結果を、同空港島のほぼ中央部に設置された1号櫓において計測された層別沈下と過剰間隙水圧の実測値との比較を行うことにより、提案する解析モデルの妥当性を検証する。

2. 数値解析に関わるモデル化¹⁾

厚い更新統互層地盤の応力～変形挙動を解析するにあたり、重要な仮定を行った。以下に簡単に列挙する。

- ・更新統粘土は擬似過圧密粘土であり、圧密試験から得られる p_c は続成作用による見かけのものである。
- ・試験結果に基づき、粘土層に依らず過圧密量 $\Delta p_c=120\text{kPa}$ を設定した（OCRは深さ方向に一定ではない）。
- ・見かけの p_c 以下の応力領域でも载荷を受けると粘土層には弾粘塑性変形が生じると仮定した。
- ・水平堆積地盤を仮定し、砂礫層の不連続や細粒分含有率の変動に伴う透水性変化をマクロ透水性の考え方にたち、更新統砂礫層に有限の等価透水係数を与えることによって排水層をモデル化した。

3. 解析結果の評価～実測値との比較～

関西国際空港一期空港島1号櫓地点における土層構成を図-1に示す。図中Maは海成粘土、Dsは砂礫層を示す。またDoc-5は非海成粘土である。Dtc以下の粘土層が更新統であり、本稿での応力、変形解析の対象となる。

解析による更新統砂礫層の過剰間隙水圧の時刻歴を実測値と比較して図-2に示す。図中、実線は解析結果を、プロットは1号櫓における実測値を表している。実測結果より、透水性に優れているDs-3、10層では、埋立载荷時の水圧上昇もさほど顕著ではなく、長期的にも順調に消散している。これに対して、透水層として劣位¹⁾として低い等価透水係数を与えているDs-6,7層では420kPaの埋立応力に対し、300kPaに達するような大きな過剰間隙水圧が発生し、経時的な消散も緩慢で長期間にわたって砂礫層内に停留することがわかる。このような過剰間隙水圧が高く、比較的長期間停留する砂礫層では、埋立領域外に水圧が伝播する傾向が認められ¹⁾、隣接領域との相互作用が問題となることが懸念される。解析結果はこうした実測結果を妥当に表現し得ていることがわかる。

次に、更新統粘土層の層別沈下～時間関係を図-3に示す。本稿で対象とした更新統粘土層は、図-1に示すDs-1砂礫層以深でDs-10より上の粘土層であり、それぞれの深度を代表する粘土層に対する比較を示している。一期空港島の埋立によって海底地盤に作用するネットの上載応力増分 $\Delta\sigma \approx 420\text{kPa}$ によってMa-7までの更新統粘土層は p_c を超える状態となる。下位の粘土層になるほど初期応力は大きく、間隙比は小さくなるので、圧縮しろは上部の更新統粘土になるほど大きくなる。更新統層上部のMa12層では一期空港島埋立荷重によって初期から大きな沈下が発生し、二期空港島埋立直前の段階で125cmの沈下量となっている。Ma-11, 10と深くなるにしたがって、沈下の絶対量は小さくなっており、更新統層全体の沈下量への寄与率としては上部粘土層が大きい。二期空港島埋立直前の段階での沈下量は、Ma-10で43cm、Doc-5で25cm、Ma-8で32cmとなっている。大水深、大深度における計測のため、測定

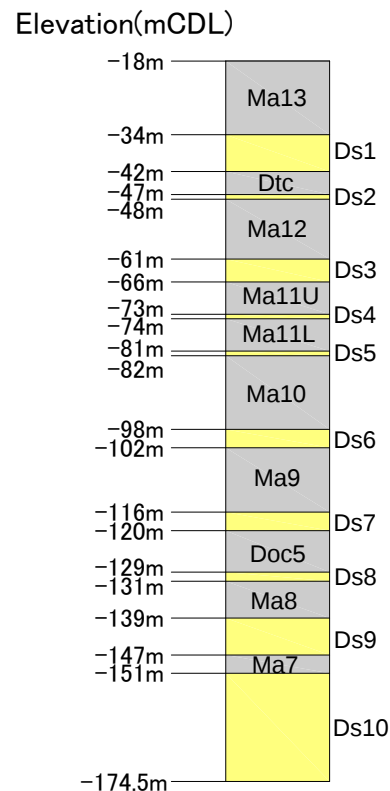


図-1 関西国際空港一期空港島1号櫓地点における土層構成

キーワード 更新統粘土，弾粘塑性有限要素解析，長期沈下，過剰間隙水圧，マクロ透水性

連絡先 〒611-0011 宇治市五ヶ庄 京都大学防災研究所 TEL 0774-38-4091

値の一部に信頼性を欠く挙動が見られるが、実線で示した解析結果は各層の沈下挙動を非常に精度よく表現していることがわかる。

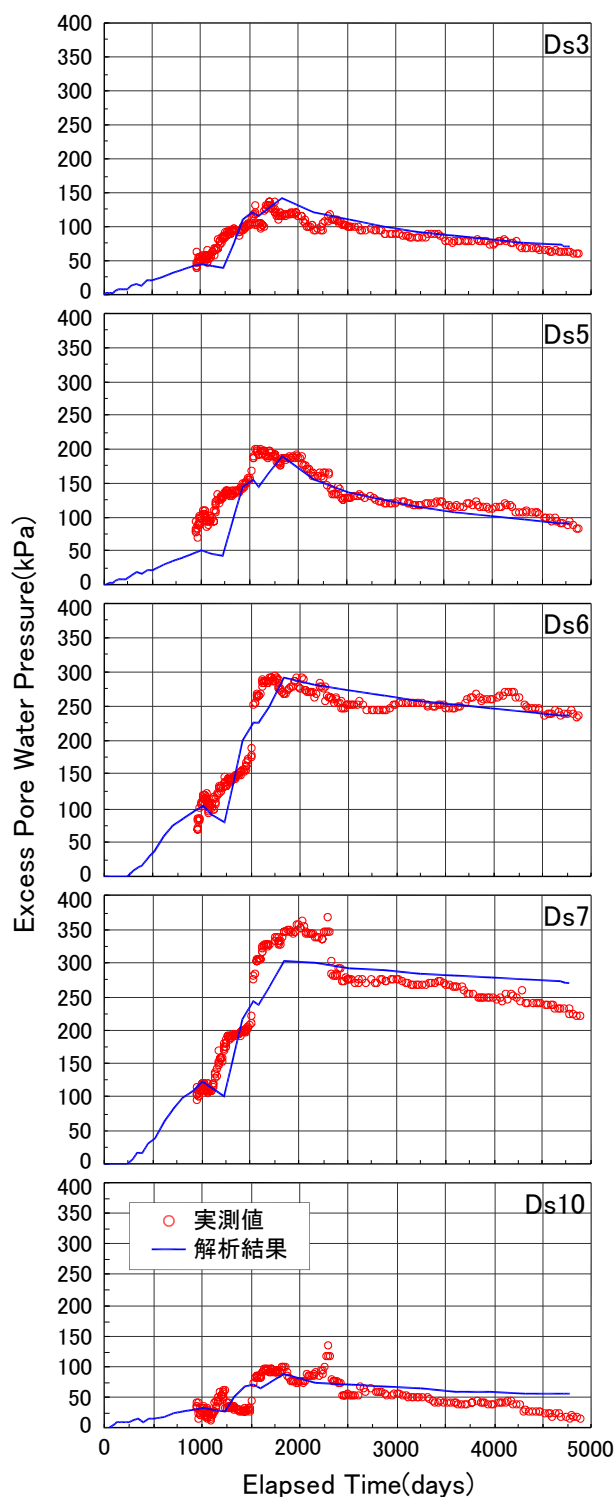


図-2 関西国際空港一期空港島中央部における更新統砂礫層の過剰間隙水圧の時刻歴

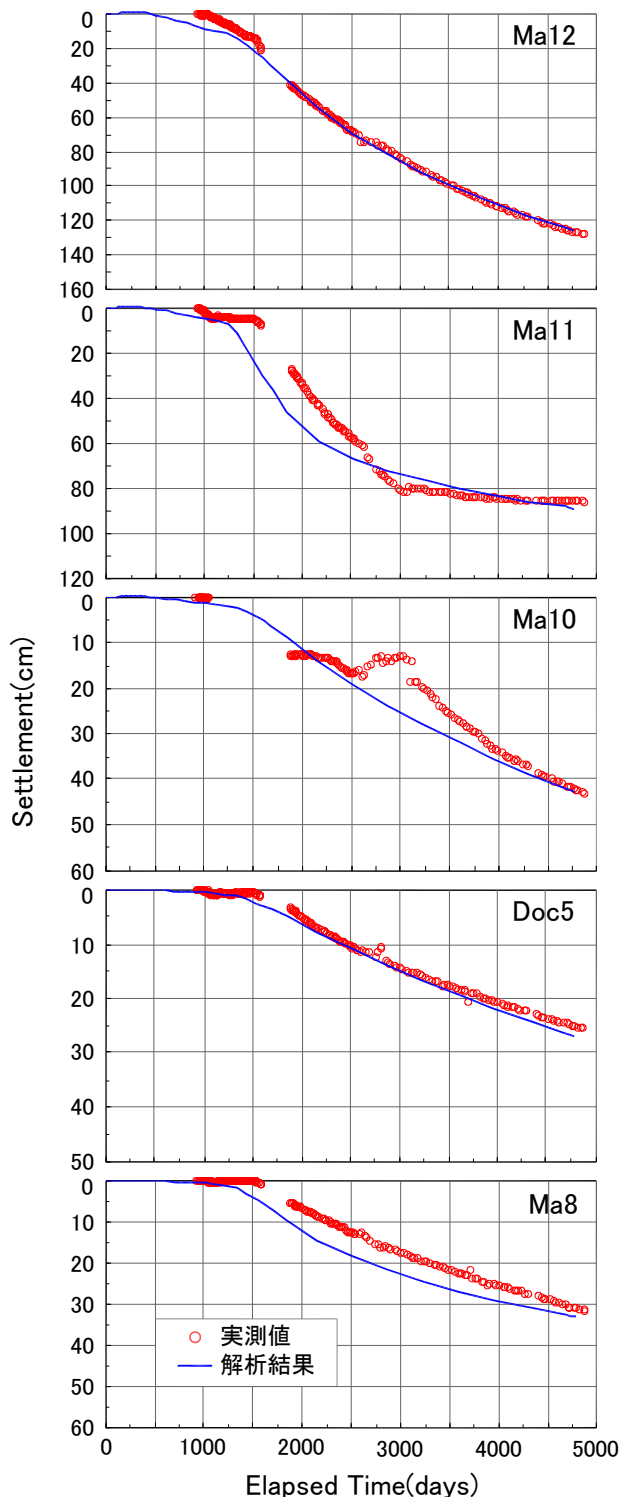


図-3 関西国際空港一期空港島中央部における更新統粘土層の層別沈下の時刻歴

4. おわりに

更新統砂礫層の透水性を等価透水係数で評価するとともに、更新統粘土の擬似過圧密性を考慮したモデルを用いて関西国際空港基礎地盤の二次元弾粘塑性有限要素解析を実施した。その結果、一期空港島建設による更新統地盤の過剰間隙水圧と沈下解析結果は現地の層別計測結果を精度よく評価できることが明らかとなった。

参考文献 1) 田・三村：第65回土木学会年次学術講演会概要集，2010（投稿中）。