傾斜基盤上の更新統互層地盤の相互作用挙動に対する隣接埋立の影響について

京都大学　学生会員　○田　炳坤
京都大学　正会員　三村　衛

１．はじめに

関西国際空港は 2009 年 8 月に第二期空港島の滑走路が供用開始された。一期空港島建設際して問題となった埋立による更新統層における過剰間隙水圧と同粘土層の長期沈下については，別報[1)]に示すアプローチにより，傾斜基盤上に不均質な層厚を有する実地盤モデルを用いて，過剰間隙水圧と長期沈下挙動を定量的に説明できるようになった。一方，次のステップとして一期空港島沖合 200m に隣接して建設された二期空港島基礎地盤との相互作用が問題となるため，本稿では，基礎地盤各層の層厚が変動する実地盤モデルを用いて，関西国際空港二期空港島埋立が，隣接する一期空港島に及ぼす影響について，弾粘塑性有限要素解析に基づいて検討する。特に，水平地盤モデルの解析結果[2)]と比較することになり，層厚の不均質性が水圧伝播と消散，また更新統粘土層の長期沈下挙動に及ぼす影響について検討する。解析に際し，別報[1)]で用いた地盤モデルと土質定数をそのまま適用した。

２．解析モデルと条件設定

解析に用いた断面を図-1 に示す。基礎地盤は別報[1)]と完全に同じもので，天端間隔 200m の距離をもって一期，二期空港島が隣接して建設される。13 年の時間差を持って建設された二つの空港島の埋立載荷工程は水平基礎地盤モデル[2)]と同じものを適用した。粘土層の側方境界は完全非排水，砂礫層は完全排水と仮定し，水理境界の影響を排除するために十分長く設定した[1) 2)]。また実測値は 1 号櫓(Monitoring point1)の層別の測定値を用い，同地点の解析結果と比較するものとする。

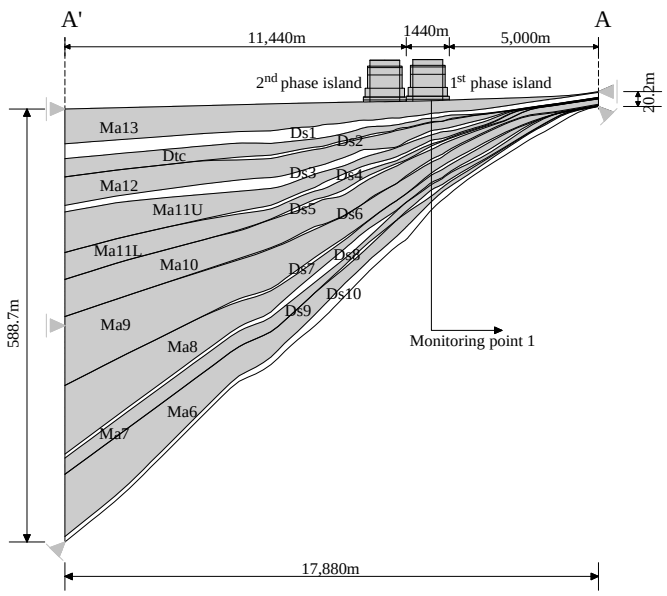

図-1：関西国際空港の有限要素解析断面と層序

３．相互作用の結果と考察

二期空港島埋立直前(埋立からおよそ 13 年後)と二期空港島直後(埋立からおよそ 19 年後)における実際基礎地盤内の過剰間隙水圧分布を比較して図-2 に示す。全般的に過剰間隙水圧の分布傾向は水平地盤モデルの結果[2)]と類似する傾向が現れている。一期島直下部の更新統層上部と下部では排水能力の高い砂礫層(Ds1,3,10)によって過剰間隙水圧が順調に消散し，二期空港島の埋立によって生じる水圧の伝播で二期島埋立直後に過剰間隙水圧が増加している。一方，一期島直下部の更新統層中部では難透水性の砂礫層(Ds6,7)によって過剰間隙水圧の消散が非常に遅れている。また，二期空港島の埋立による水圧伝播の速度も非常に遅くなり，この時間スケールでは過剰間隙水圧が増加していないことがわかる。より詳細に実地盤モデルの層厚変動による水圧の消散と伝播挙動を検討するため，二期島埋立前後における上部(Ds3)，中部(Ds6)，下部(Ds10)更新統砂礫層の水平方向の過剰間隙水圧分布を実地盤モデル(実線)と水平地盤モデル(斜線)の結果[2)]を比較して図-3 に示す。Ds3 層は陸側を向かって層厚が非常に薄くなるところから二期島埋立直前において水圧の伝播が阻害され，一期島直下部の水圧値が水平地盤モデルに比べて大きく残留している。Ds6 層は沖側に向かって層厚が薄くなるために水圧の消散

キーワード　弾粘塑性有限要素解析，隣接埋立，過剰間隙水圧，沈下，傾斜基盤
連絡先　〒611-0011　宇治市五ヶ庄　京都大学防災研究所　ＴＥＬ0774-38-4093

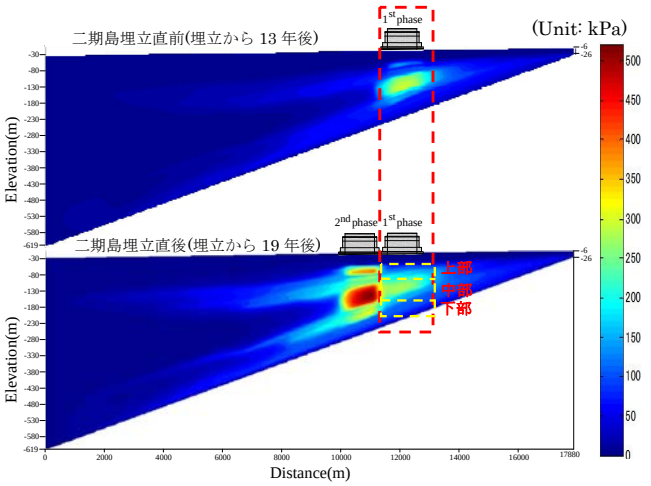

図-2　解析による実際基礎地盤内の過剰間隙水圧分布

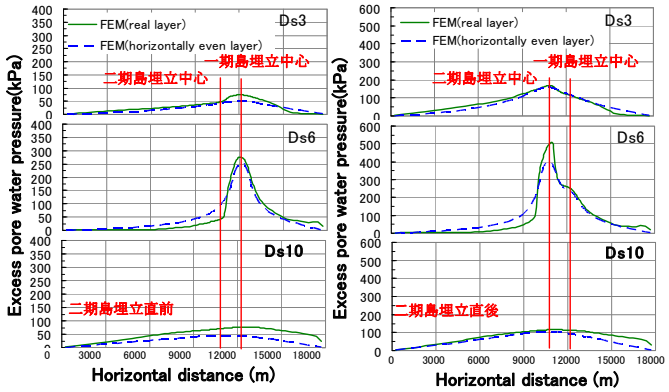

図-3　二期島埋立前後，更新統砂礫層(Ds3, 6, 10)の水平方向の過剰間隙水圧分布

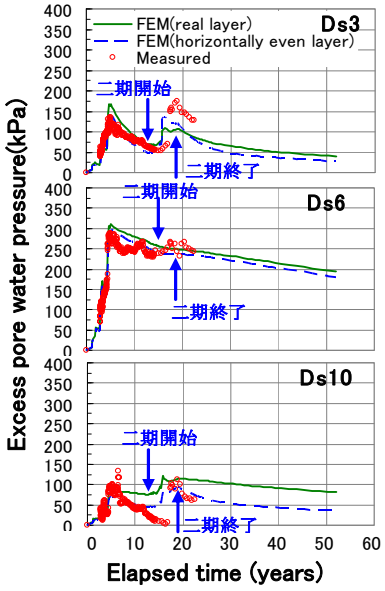

図-4　更新統砂礫層(Ds3, 6, 10)の過剰間隙水圧の時刻歴

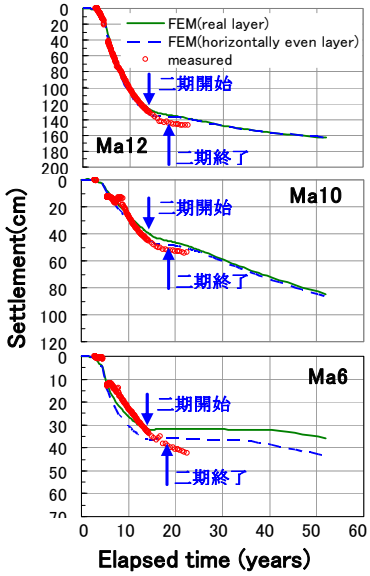

図-5　更新統粘土層(Ma12, 10, 6)の沈下の時刻歴

が遅れている。また，Ds10 層では沖側にも陸側にも層厚が薄くなる傾向があり，特に陸側の排水境界部分で層厚が非常に薄くなって水圧の消散が遅れることがわかる。次に，二期島埋立直後において，二期島直下部の水圧は水平地盤モデルと比べて，Ds3, 10 層はほぼ同じレベルで，Ds6 層はこの周辺で層厚が薄くなるために大きく発生するが，一期島基礎地盤内への水圧伝播はあまり大きくないことがわかる。1 号櫓の地点における各更新統砂礫層(Ds3, 6, 10)の過剰間隙水圧の時刻歴を図-4 に示す。いずれの砂礫層でも周辺で層厚が薄くなるために，実地盤モデルでは周辺への水圧伝播が生じにくく，消散の速度が遅くなっていることがわかる。次に，代表的な更新統粘土層の圧縮特性を図-5 に示す。解析結果では，ともに二期空港島埋立による過剰間隙水圧の伝播が引き起こす有効応力の減少によって沈下が一時的に停帯し，時間の経過とともに再び進行する結果になっている。実地盤モデルでは水平地盤モデルと比べて水圧伝播の度合いが低く消散も遅れるため，沈下の速度，沈下量ともに水平地盤モデルと比べて過小に評価される。

4．おわりに

関西国際空港二期空港島を隣接して埋立てることにより，一期空港島基礎地盤には砂礫層と介して過剰間隙水圧の還流が生じる。その結果，有効応力が一時的に減少し沈下が停滞するが時間の経過とともに再び進行する傾向を示す。平面的な層厚の不均質性を考慮した実地盤モデルを用いた弾粘塑性有限要素解析結果により，埋立部周辺の層厚変化が過剰間隙水圧，沈下挙動に無視できない影響を及ぼすことが明らかになった。

参考文献：1) 三村・田(2011)：第 66 回土木学会年次学術講演会概要集(投稿中)．2) 田・三村(2011)：隣接海上埋立が基礎地盤の挙動に及ぼす影響について，第 46 回地盤工学研究発表会概要集(投稿中)．