

### 関西国際空港埋立による洪積層の沈下と水圧挙動

関西国際空港株式会社	正会員	江村 剛
関西国際空港株式会社	正会員	山路 徹
関西国際空港株式会社	正会員	鈴木 慎也
関西国際空港用地造成株式会社	正会員	松井 光市

#### 1. はじめに

関西国際空港は、1994年に一本の滑走路と関連施設が供用を開始した。1999年に二期工事に着手し、2007年に4000mの滑走路の供用を開始した。これにより我が国初の完全24時間運用が可能な国際空港が実現した。関西国際空港の建設は、大水深・大規模・急速施工という厳しい条件に対し、海底地盤(沖積粘土層と洪積粘土層)の沈下挙動を予測し、施工中に地盤挙動を確認しながら空港島建設を進めた。一期空港島は5年をかけて平均水深-18mの海底上に450kPa程度の埋立荷重がかかり、二期空港島はわずか6年間で水深-19.5mの上に約550kPaが載荷された。特に二期空港島は開港50年後で平均18m程度の沈下が予測されているが、現在のところ一期空港島の経験も踏まえ構築された予測手法<sup>1)</sup>により、沈下状況はほぼ捕捉されている。

本文では、空港島下洪積層の地盤挙動の実態を示し、空港島管理のための長期沈下予測における課題について言及する。なおその端緒として別途、数値解析や地質学的なアプローチ<sup>2,3)</sup>が行われているので参照されたい。

#### 2. 関西国際空港の海底地盤

図-1に示すように、関西国際空港の海底下には、厚さ20~25mの軟弱な沖積粘土が堆積し、その下に200~300mの厚さで内湾性の海成粘土層(洪積粘土層)が堆積している。下位よりMa1, Ma2, …, Ma12と名付けられ、Ma13が沖積粘土層にあたる。それぞれの海成粘土層間には淡水域で堆積した砂層(S1~)が挟まれており、海進・海退(間氷期・氷期)が繰り返されて堆積したことが窺える。泉州地域には、背後に丘陵は分布するものの急峻な地形ではなく、また大きな河川もないことから土砂の運搬量が少なく海底地盤に形成される砂層の厚さも薄い。従って砂層の排水性が必ずしも良好でないのが特徴である。また洪積粘土層は過去に土かぶり以上の荷重を受けたことが無いと考えられているが、OCR=1.3程度の疑似過圧密性を有しているのも特徴である。

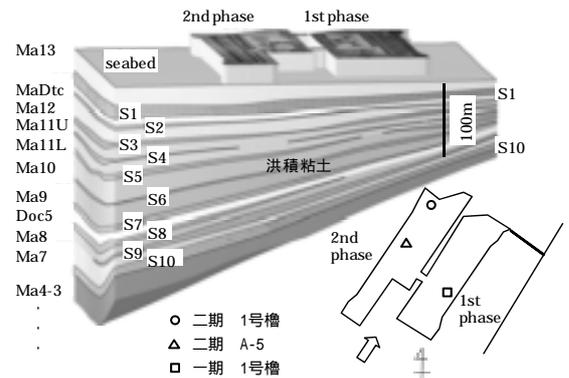


図-1 関西空港海域の地盤

#### 3. 洪積層の沈下と水圧挙動

関西国際空港と言えば「沈下」が代名詞にもなったが、一期島では開港当初に平均50cm/年であった沈下量は2009年末現在で平均7cm/年と収束しつつある。二期島は2007年に供用を開始し、2009年末で平均50cm/年の沈下量が観測されている。二期島については、建設当初から約60年で平均18m程度の沈下量を予測し、一方実測は2009年末時点で54箇所の平均で12.9mであり予測の範囲内で推移している。その沈下量の内訳は沖積層が約7~8mで既に圧密は終了しており、残る約5mが洪積層のものであり、現在も圧密がゆっくりと進行している。図-2に二期島の沈下状況の一例を示す。

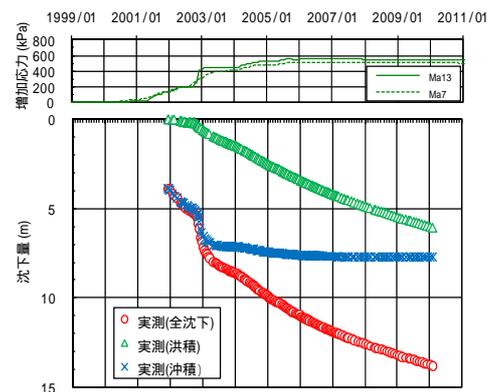


図-2 沈下の実測例 (二期 A-5 地点, 計測位置は図-1 参照)

一期島の建設では沈下の速度に寄与する洪積砂層中の砂層の排水性に関しては完全排水と成り得るか否かが議論され、最終的に現地着手以降に得られたデータからDs1~Ds10(図-1ではS1~S10)までの砂層を完全排水層とみなし予測を実施した。しかし図-3で示すように、その後の現地計測で砂層に過剰間隙水圧が発生している状況を捉えた。また図-3の一部の砂層で2004年頃に再度過剰間隙水圧が上昇している。

キーワード 埋立, 沈下, 洪積層, 過剰間隙水圧, 排水性

連絡先 〒549-0001 大阪府泉佐野市泉州空港北1 関西国際空港株式会社建設事務所 TEL 072-455-4007

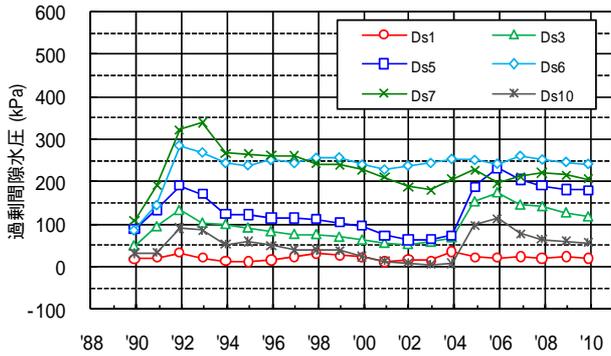


図-3 砂層の過剰間隙水圧の実測例  
(一期1号橋, 計測位置は図-1参照)

これは約1km離れた地点の二期島の埋立によって過剰間隙水圧の上昇が伝播したものと考えられる。後で述べる二期地区の砂層 Ds5 や Ds6 (図-5) などの過剰間隙水圧を見ると, 一期の埋立後約10年を経た二期埋立前の段階でも, 一期の埋立による過剰間隙水圧が100kPa程度残留していたことが窺える。

二期の建設ではこれらを踏まえ, 圧密沈下解析(弾塑性モデル)において砂層水圧の消散と発生を平面浸透流解析によって考慮することとした<sup>1)</sup>。

図-4に二期地区の洪積層の層別沈下の実測と二期モデルによる計算値との比較を示している。図-5は沈下解析で与えている過剰間隙水圧と実測の比較を示したものである。粘土層 Ma12 の沈下量は計算のそれと概ね一致して推移している。Ma12 の沈下が進行しているのは, 同層の下にある砂層 Ds3 が比較的排水層として機能しているためと考えられる。一方, Ma10層は沈下が進んでいない。上下の砂層 Ds5,6層を見ると想定より高い過剰間隙水圧の状態にあり, 過剰間隙水圧の消散が進んでおらず, それが Ma10 の沈下が進行していない原因ではないかと推察される。

4. 今後の課題

図-4で示すように, これまで層別の沈下量を見ると概ね再現性は良いと考えられる。一方過剰間隙水圧については全体に想定よりも高い状態にある。計測の精度の問題もあるが, これをどう解釈すればよいかなどが, 関西空港島の維持管理にとって一つのテーマと言える。今後とも観測データを収集・蓄積しつつ種々の角度<sup>2,3)</sup>から関西空港の地盤挙動予測に関する課題に取り組んでいきたいと考えている。

参考文献 1)古土井・小林: 関西国際空港建設に関わる

地盤工学的問題と対応 - 沈下の予測と実際 -, 土木学会論文集 C, Vol. 65, No. 4, pp.998-1017, 2)田・三村: 関西国際空港建設による更新統互層の変形解析, 土木学会年次学術講演会概要集, 2010 (投稿中), 3)北田他: 関西国際空港建設の地盤挙動予測への地質学からのアプローチ, 土木学会年次学術講演会概要集, 2010 (投稿中)

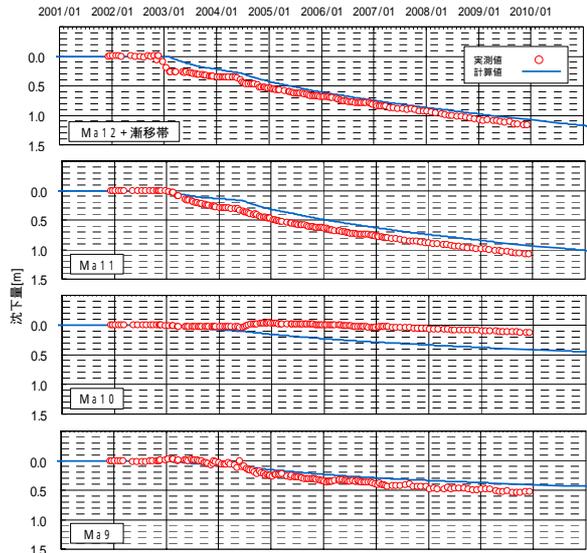


図-4 洪積層層別沈下の実測と計算値の比較  
(二期1号橋, 計測位置は図-1参照)

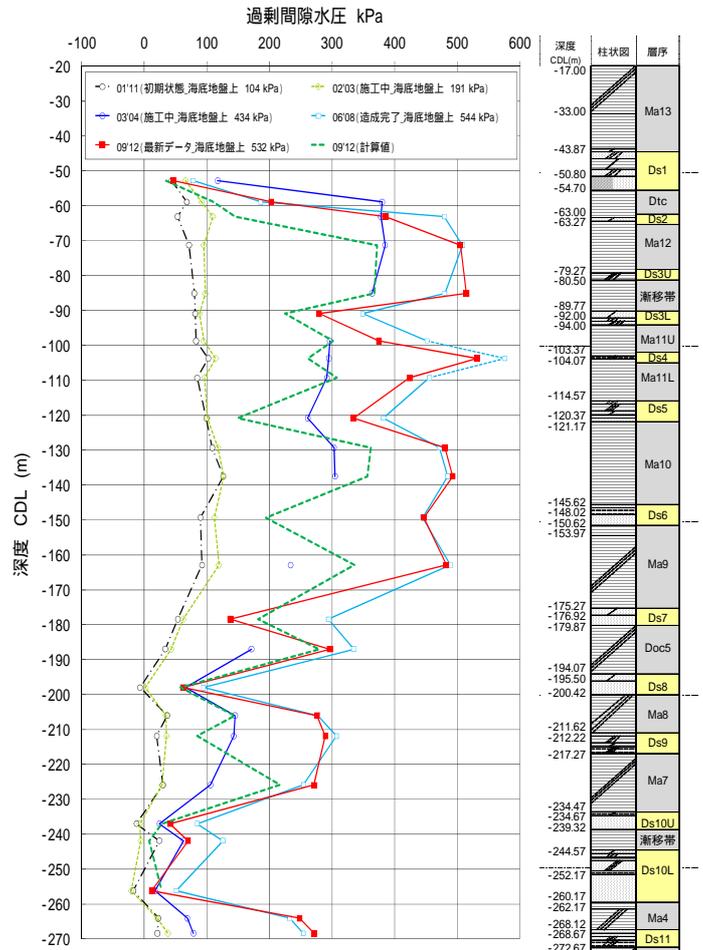


図-5 洪積層過剰間隙水圧分布  
(二期1号橋, 計測位置は図-1参照)