

## 関西国際空港 1 期島アンダーパス工事における地下水計測と透水性評価

関西国際空港株式会社 正会員 小谷 拓  
 関西国際空港株式会社 正会員 播本 一正  
 関西国際空港株式会社 正会員 津田 隆志

## 1. はじめに

関西国際空港 1 期空港島内において、2007 年 8 月供用予定の 2 期空港島第 2 滑走路への連絡誘導路設置に伴い島内幹線道路・GSE 通路のアンダーパス工事を施工した。岩砕で埋立られた地盤での掘削工事を円滑に進めるため、止水壁を築造しその内部の地下水位を下げる地下水低下工法を採用し、施工管理のために詳細な地下水計測を行った。

本文では、アンダーパス工事における地下水計測結果と止水壁内での揚水量と地下水位変動量の計測結果にもとづく 1 期空港島地盤の透水性評価について報告する。

## 2. アンダーパス工事における地下水計測の概要

図 - 1 に示すように、アンダーパス工事は南側連絡誘導路と 1 期島幹線道路の交差箇所で施工しており、止水壁内に揚水井が 4 箇所 (DW-1 ~ DW-4)、観測井が 7 箇所 (KW-1 ~ KW-7) 設置した (図 - 2)。止水壁の総延長は 1,030m、止水壁内の面積 19,000m<sup>2</sup>である。図 - 3 は工事施工箇所の断面図であり、空港島地盤は岩砕埋立土、盛砂・敷砂で構成されており、その下位のサンドドレーンを打設された沖積粘土、洪積砂礫層が支持層となっている。同図には井戸の設置深度を示すものとして揚水井 (DW-2)・観測井 (KW-3 ~ KW-5) を記載している。平成 17 年 7 月から翌年の 7 月までの 1 年間にわたり揚水を継続し、観測井で地下水位と地下水質の計測を行った。地下水質の計測項目は地下水温・電気伝導度・塩分濃度・pH 値の 4 項目である。

## 3. 地下水計測結果

## 1) 1 期島アンダーパス工事での揚水量 - 止水壁内外地下水位応答

揚水は 1 箇所で行われ揚水井 (DW-2) のみを使用した。図 - 4 は平成 17 年 7 月 6 日の揚水開始からの日揚水量と積算揚水量の経時変化を示したものであり、観測井の地下水位応答を示したものが図 - 5 である。揚水量の増加により止水壁内の観測井 (KW-1, KW-2, KW-5 ~ KW-7) の地下水位は低下していくが、その応答はほぼ一致している。揚水井からの距離、深度が異なっているにも係わらず地下水位応答が一致していることは、空港島の埋立地盤の透水性が極めて高いことを示している。止水壁外の観測井 (KW-3, KW-4) の地下水位は海水の潮位変動と連動しているが、平均水位は CDL+1m で一定になっている。地下水位は平成 17 年 10 月初旬には CDL-10m まで低下させ、10 月中旬以降の揚水はほぼ定常状態となっている。なお、8 月 1 日から図のデータ数が増加しているが、これは計測を自動化したためである。

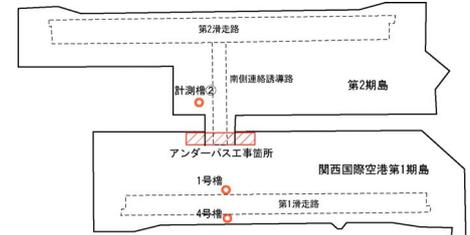


図 - 1 関西国際空港島平面図

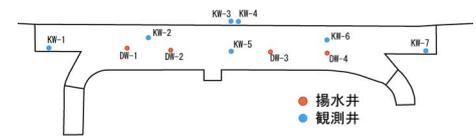


図 - 2 揚水井・観測井の配置図

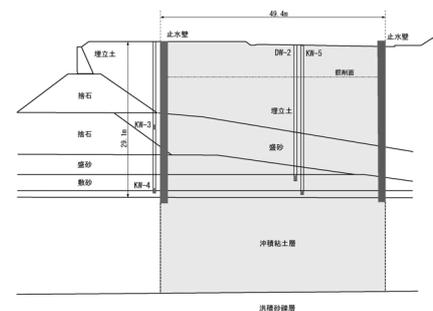


図 - 3 アンダーパス工事断面図

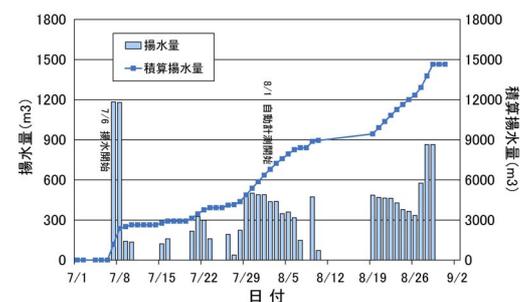


図 - 4 揚水量および積算揚水量経時変化

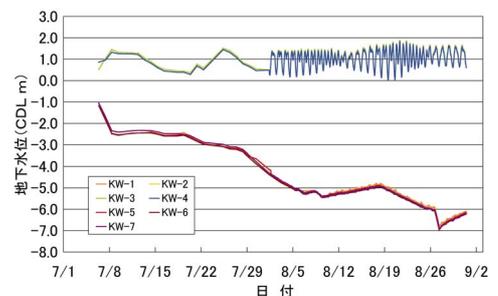


図 - 5 地下水位経時変化

キーワード：埋立地盤、掘削、地下水低下工法、透水性、地下水計測

連絡先：〒549-8501 大阪府泉佐野市泉州空港北 1 番地 関西国際空港(株)二期施設整備部 072-455-2160

## 2) 1期島および2期島Ds1層(第1洪積砂礫層)の地下水位

沖積粘土層の透水性を評価するためには下位の洪積砂礫層Ds1層の地下水位挙動を把握することが必要である。図-6は1期島(1号橋, 4号橋)と2期島(計測橋)のDs1層の過剰間隙水圧の経時変化を示したものである。観測井の位置は図-1に示されている。2期島造成の影響は比較的小さく, 1期島のDs1層の過剰間隙水圧は2~3 tf/m<sup>2</sup>となっている。

## 3) 地下水質計測

アンダーパス工事の止水壁内部への水の供給は, 降水, 止水壁からの浸透水, 沖積粘土層からの湧出水が想定された。これらの水質組成はかなり異なることから湧出水の把握を目的として地下水質の計測を実施した。図-7~10は観測井(KW-3, KW-4, KW-5)での地下水質の経時変化(平成17年7月1日~8月31日)を示したものである。

地下水温は止水壁外の観測井(KW-3, KW-4)で高く, 止水壁内の観測井(KW-5)で低い。水温差は2~3℃である。電気伝導度, 塩分濃度も止水壁外で高く, 止水壁内で低い。そして, pHはあまり差がなく, 7.3~7.4の範囲の値となっているが, 止水壁内で若干高い傾向がある地下水質に関するこれら計測結果は洪積砂礫層からの地下水湧出の存在を示唆するものとなっている。

## 4. 沖積粘土層の透水性評価

平成17年10月以降, 止水壁内の地下水位はCDL-10mに保たれ, 揚水はほぼ定常となっている。埋立土層の透水性が高いことから止水壁内の埋立土層では一様な地下水位の場を仮定することができるので, 揚水量, 地下水位の計測結果から沖積粘土層の透水係数を推定する。

止水壁, 沖積粘土層の透水係数を $k_w$ ,  $k_c$ とすると, 止水壁からの浸透水量 $Q_1$ , 埋立土層底面からの湧出量 $Q_2$ はそれぞれ次式で表される。

$$Q_1 = qL = \frac{k_w h_2 (2h_1 - h_2)L}{2d} \quad (1), \quad Q_2 = q^*S = \frac{k_c \Delta h S}{D} \quad (2)$$

止水壁の透水係数 $k_w$ を $1.0 \times 10^{-6}$  cm/sec, 定常揚水での平均日揚水量を400 m<sup>3</sup>/dayとすると,  $Q_1$ は246 m<sup>3</sup>/day,  $Q_2$ は154 m<sup>3</sup>/dayとなる。

(2)式から沖積粘土層の透水係数 $k_c$ は $1.44 \times 10^{-5}$  cm/secである。

ここに,  $h_1$ : 埋立土層底面を基準とした止水壁外の地下水水深(30m),  $h_2$ : 止水壁外の地下水水深を基準とした止水壁内の水位低下量(11m),  $\Delta h$ : 沖積粘土層上下面での水頭差(13m),  $d$ : 止水壁の厚さ(0.975m),  $D$ : 沖積粘土層の層厚(20m),  $q$ : 止水壁からの浸透水量(単位幅),  $q^*$ : 沖積粘土層からの湧出量(単位面積),  $L$ : 止水壁の総延長(1,030m),  $S$ : 止水壁内の面積(19,000m<sup>2</sup>)

## 5. まとめ

アンダーパス工事において得られた止水壁内での揚水量と地下水位変動量等のデータを詳細に検討して, 以下の結果が得られた。

- 1) 1期空港島地盤の埋立土層の透水性が極めて高いことが示された。
- 2) 地下水質の計測結果は, 洪積砂礫層から空港島地盤への地下水湧出の可能性を示唆している。
- 3) 地下水計測結果から求めたサンドドレーン打設沖積粘土の透水係数は $1.44 \times 10^{-5}$  cm/sec程度である。

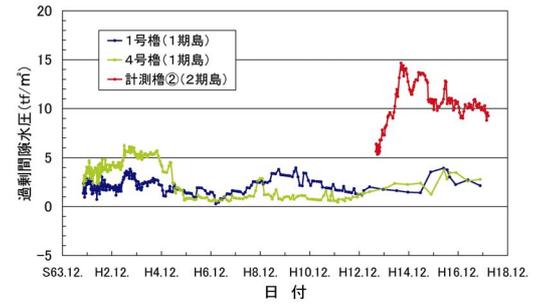


図-6 過剰間隙水圧経時変化(Ds1層)

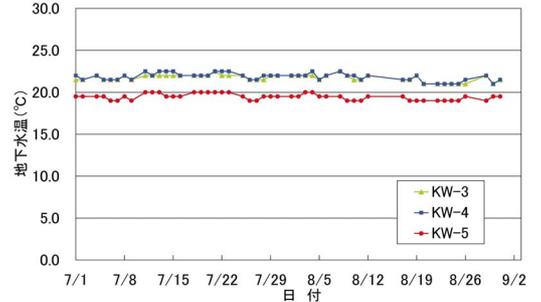


図-7 地下水温経時変化

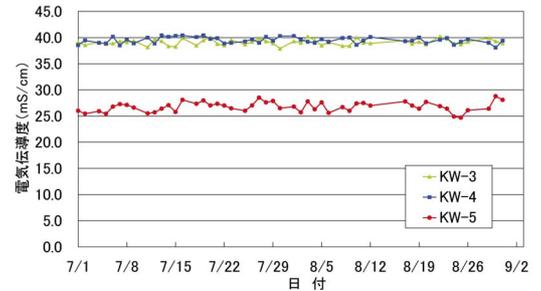


図-8 電気伝導度経時変化

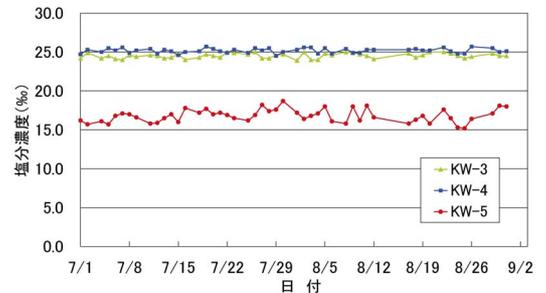


図-9 塩分濃度経時変化

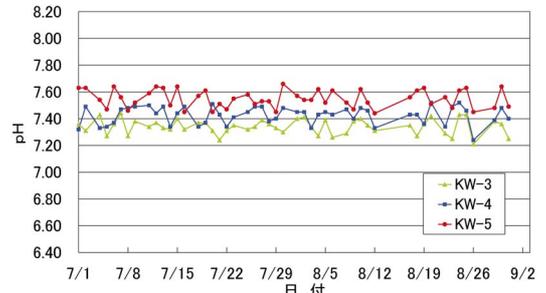


図-10 pH値経時変化