

関西国際空港 1 期島アンダーパス工事の地下水浸透流解析

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  
関西国際空港株式会社 フェロー会員 島田 敬

1. はじめに

関西国際空港では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の設置に伴い1期空港島内幹線道路のアンダーパス工事を実施した。掘削工事のために地下水低下工法を採用し、揚水に伴う地下水位変動を詳細に計測した。地下水低下工法の実施に伴って得られた揚水量 - 地下水位変動量データを用いて地下水浸透流解析を行い、空港島地盤土の透水特性を同定した。本文では、地下水浸透流解析と1期空港島地盤の透水パラメータの推定結果について報告する。

2. アンダーパス工事で地下水水位計測の概要

アンダーパス工事は南側連絡誘導路と交差する1期島幹線道路をアンダーパス化するもので、止水壁を築造しその内部の地下水位をCDL-10mまで低下させて掘削工事を施工した。揚水は揚水井(DW-2)1箇所で行い、地下水位は、止水壁内の5箇所(KW-1, KW-2, KW-5, KW-6, KW-7)と止水壁外の2箇所(KW-3, KW-4)の7箇所の観測井で計測した(図-2)。図-3は工事施工箇所の断面図であり、空港島地盤は埋立土層、護岸周辺域の敷砂で構成されており、その下部にサンドドレーン打設沖積粘土層、洪積砂礫層が堆積している。同図に揚水井(DW-2)、観測井(KW-3~KW-5)の設置深度を示す。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。

3. 地下水浸透流解析

(1) 解析の概要 解析法は有限要素法による3次元不飽和非定常浸透流解析法であり、止水壁外側には実測地下水位を、沖積粘土層底面には第一洪積砂礫層の実測地下水位を境界条件として与える。揚水量を解析変量とする地下水浸透流解析により揚水開始後の止水壁内の地下水位変動を求め、その結果を実測地下水位と比較することにより埋立土層、沖積粘土層(サンドドレーン施工)の透水性を推定する。また、地下水位低下により発生する不飽和浸透領域を考慮する。

(2) 解析モデルの設定 局所的な揚水を行うと領域地盤内で地下水

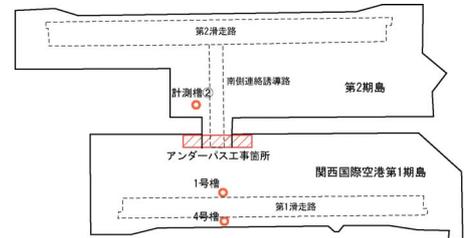


図-1 関西国際空港島平面図

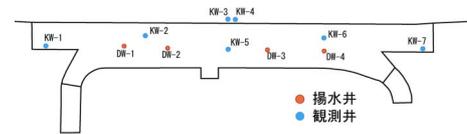


図-2 揚水井・観測井の配置図

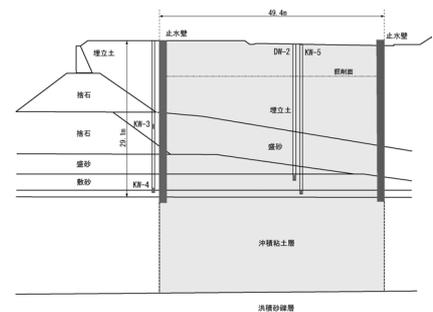


図-3 アンダーパス工事断面図



図-4 揚水量および積算揚水量経時変化

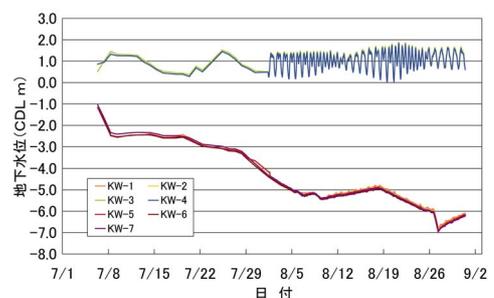


図-5 地下水位経時変化

キーワード：埋立地盤，掘削，地下水低下工法，透水性，3次元浸透流解析

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

表 - 1 透水パラメータ

	透水係数(cm/sec)			有効間隙率
	X方向	Y方向	Z方向(鉛直)	
埋立土	$1.0 \times 10^{-1}$	$1.0 \times 10^{-1}$	$1.0 \times 10^{-1}$	0.08 ~ 0.12
盛砂	$1.0 \times 10^{-2}$	$1.0 \times 10^{-2}$	$1.0 \times 10^{-2}$	0.30
沖積粘土	$1.0 \times 10^{-6}$	$1.0 \times 10^{-6}$	$2.1 \times 10^{-6}$	0.30
止水壁	$1.0 \times 10^{-6}$	$1.0 \times 10^{-6}$	$1.0 \times 10^{-6}$	0.20

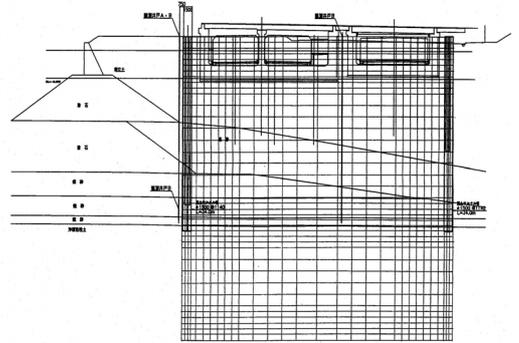


図 - 6 有限要素分割図(東西断面)

位分布が生じるので、解析領域全体を有限要素モデル化して解析するのが一般的である。しかし、埋立土層の透水性が極めて高く、1箇所での揚水によって止水壁内の全域でほぼ一定の地下水位低下を示す今回のケースでは、より単純なモデル化が可能である。本解析では東西断面については図 - 6 に示す有限要素分割を採用し、南北断面では揚水井(DW-2)を含む10mの範囲をモデル化している。

(3) 空港島地盤土等の透水特性 1) 埋立土層は300mm以下の岩砕により理立てられた地盤であり、透水性の大きな地盤である。

2) 盛砂・敷砂の透水係数の初期設定値を  $1.0 \times 10^{-2}$  cm/sec とする。

3) 沖積粘土層は貝殻片が混入した均質な粘土層であり、400mm径のサンドドレーンが  $2.5\text{m} \times 2.5\text{m}$  のピッチで打設されている。

4) 止水壁は泥土モルタル柱列式連続壁による遮水式土留壁であり、室内および現場透水試験によれば規格 ( $1.0 \times 10^{-6}$  cm/sec) を越える止水性が確保されているので、止水壁の透水係数の初期設定値を

$1.0 \times 10^{-6}$  cm/sec とする。表 - 1 にそれぞれの透水パラメータをまとめている。

(4) 境界条件 1) 止水壁外側：観測井(KW-3, KW-4)の観測水位から水頭指定境界条件を CDL+1mの静水圧分布とし、潮汐による変動は考慮していない。

2) 沖積粘土層底面：1期島の計測櫓のデータからDs1層の過剰間隙水圧は  $2 \sim 3$  tf/m<sup>2</sup> 程度とほぼ一定であり、Ds1層の水頭を全水頭 + 2m と設定する。

3) 降雨・掘削過程：今回の解析では考慮していない。

(5) 初期地下水位分布 初期地下水位分布は CDL+1mの静水圧分布とする。

#### 4. 解析結果

図 - 7 は沖積粘土層の透水係数を変化させたケース(埋立土の有効間隙率 0.1)の解析結果である。透水係数が  $2.1 \times 10^{-6}$  cm/sec ~  $1.5 \times 10^{-5}$  cm/sec の結果が実測地下水位挙動と対応しており、透水係数がこれ以上になると地下水の湧出が増加して、揚水量低下時の地下水位上昇が過大となることが分かる。図 - 8 は、埋立土の有効間隙率を変化させたケース(沖積粘土の透水係数  $2.1 \times 10^{-6}$  cm/sec)の解析結果である。有効間隙率が大きくなると地下水位 - 時間曲線は上方に位置する。同定解析結果から、埋立土の有効間隙率は 0.08 ~ 0.12、沖積粘土層の透水係数は  $2.1 \times 10^{-6}$  cm/sec ~  $1.5 \times 10^{-5}$  cm/sec 程度の透水特性を有するものと推定される。

#### 5. まとめ

1期島アンダーパス工事における地下水低下工法の実施に伴って得られたデータにもとづいて地下水浸透流解析を行った。解析結果は実測揚水量 - 地下水位変動挙動とよく対応しており、1期空港島地盤構成土の透水パラメータを同定することができた。

【参考文献】 古土井 光昭：沖合人工島の地下水問題 - 関西国際空港の事例 - , 地下水地盤環境に関するシンポジウム 2001 発表論文集, pp.1-13, 平成 13 年 11 月 .

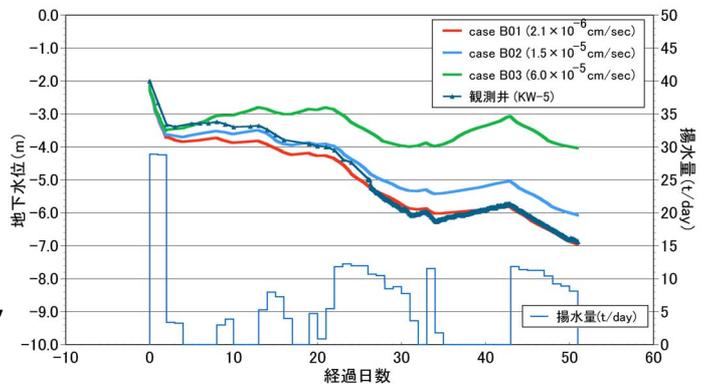


図 - 7 地下水位 - 時間関係 / 解析結果と実測結果の比較 (1)

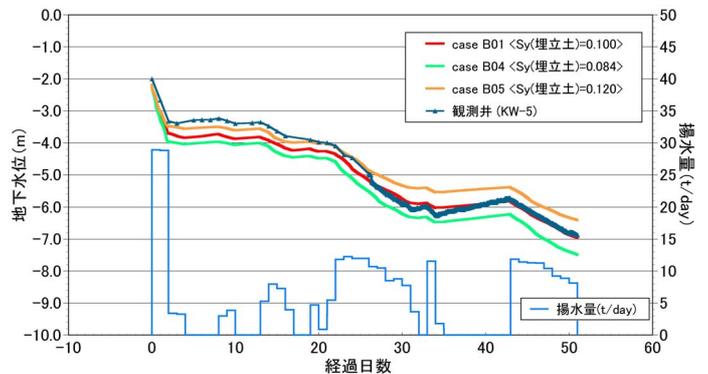


図 - 8 地下水位 - 時間関係 / 解析結果と実測結果の比較 (2)