

関西国際空港アンダーパス工事における土留計測と解析

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 浜田延卓
 株式会社大林組 川口英司

1. はじめに

関西国際空港 1 期空港島内では、2007 年供用予定の第 2 滑走路への連絡誘導路設置に伴い、空港島内幹線道路等のアンダーパス化工事が施工されている。本工事は、泥土モルタル柱列式連続壁による遮水式土留、および切梁支保工による開削工事である。岩砕埋立地盤での土留掘削工事を円滑に進めるため、土留壁および支保工・中間杭に数種の計測機器を設置し、その挙動を監視しながら土留掘削工事を施工した。また、掘削完了時に弾塑性法による逆解析を実施し、計測結果を反映した適切な土質定数の推定を試みた。本文では特殊な岩砕埋立地盤における土留計測の概要、計測結果、および逆解析の結果について報告する。

2. 土留計測の概要

図 1 に全体平面図を示す。土留計測箇所は全体で 6 測線である。2 期島側の土留壁は 1 期島全体の止水壁を兼用しており、本工事施工完了後も継続して使用される。図 2 には最も掘削深さの深い測線 1-3 の計測器配置図を示す。計測項目は土留壁水平変位、切梁軸力及び温度、地下水位、三次元測量の 5 項目である。2 期島側土留壁の水平変位は、土留壁芯材に 2m 間隔にて配置した自動多段式傾斜計により計

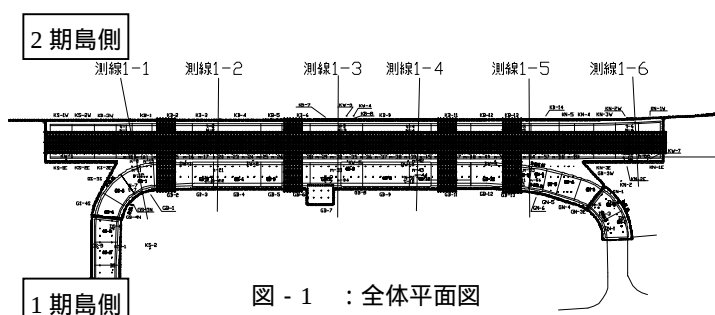


図 - 1 : 全体平面図

測する。ただし、空港島全体として現在も不同沈下が進行中であり、この影響と掘削による土留の変位とを区別して扱う必要がある。このため、土留壁頭部および中間杭等の三次元測量による絶対変位の計測も併せて行い、傾斜計の計測値の補正を行った。

3. 土留計測結果

2 期島側土留壁の水平変位計測結果（測線 1-3，掘削完了時）を図 3 の▲印にて示す。図中の実測値は、一般的な手法とは異なり、土留壁頭部の絶対変位を基準に各点の変位を算出し、かつ中間杭等の変位量を元に空港島全体の不同沈下の影響を補正したものである。これにより施工の影響による水平変位のみを抽出することができている。

変位量の最大値は、21mm 程度と比較的小さな値であった。また、土留壁芯材の天端と比較して下端が掘削側に大きく変位していることがわかった。これは土留壁の最下端貫入層がゆるい砂礫土層および沖積粘土層であるために、水位低下及び掘削による影響を受けて変位したものと考えられる。

4. 土留逆解析の概要

関西空港島は 300mm 以下の岩砕にて埋め立てられた特殊な地盤である。ボーリングによる土質調査は行われているものの、標準貫入試験による N 値は、岩・礫の影響によりばらつきが大きい(図-4)。そのため、設計計算時にキーワード 関西国際空港 2 期工事，アンダーパス，埋立地盤，計測管理，逆解析

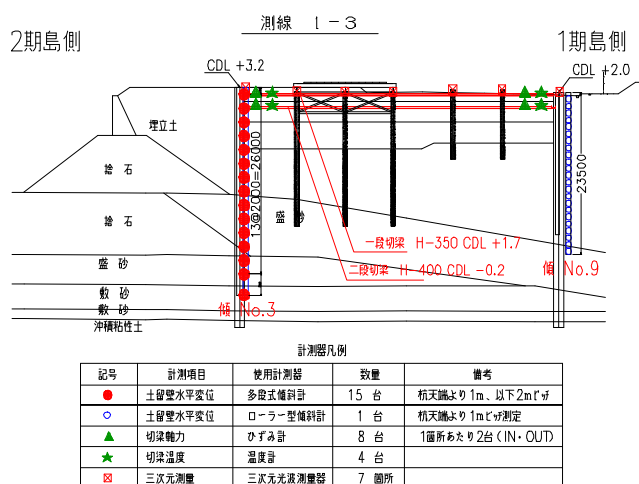


図-2 : 計測器配置断面図 (測線 1-3)

記号	計測項目	使用計測器	数量	備考
●	土留壁水平変位	多段式傾斜計	15 台	杭天端より 1m、以下 2m ごと
○	土留壁水平変位	ローラー型傾斜計	1 台	杭天端より 1m だけ測定
▲	切梁軸力	ひずみ計	8 台	1箇所あたり 2台 (IN・OUT)
★	切梁温度	温度計	4 台	
□	三次元測量	三次元光波測量器	7 箇所	

連絡先 〒549-8501 大阪府泉佐野市泉州空港北 1 番地 関西国際空港株式会社 建設事務所 TEL 0724-55-4012

は、表-1に示す極めて単純化した土質モデルを使用して検討を行っていた。このモデルでは下層ほど良く締め固められている一般的な埋立土層の特性を考慮し、変形係数 E を変化させている。筆者らは掘削完了時の計測結果をもとに土留の弾塑性法による逆解析を行い、より適切な土質定数の推定を試みた。逆解析の条件は以下のとおりである。

- ・使用する側圧は以下のとおりとする。
主働側圧： $p_a = K_{as}(\sum \gamma h + q - p_{w1}) - 2c + \sqrt{K_{as} + p_{w1}}$
受働側圧： $p_p = K_p(\sum \gamma h - p_{w2}) + 2c + \sqrt{K_p + p_{w2}}$
静止側圧： $p_0 = K_{0s}(\sum \gamma h - p_{w2}) + p_{w2}$
- ・フィッティング対象は掘削完了時の2期島側土留壁の水平変位量とする。
- ・推定する変数は土圧係数を決定する内部摩擦角 ϕ と地盤反力係数を決定する変形係数 E の2つとするが、両者は $E = 2800N$ 、 $\phi = \sqrt{15N + 15}$ の関係を保つよう連動するものとする。

5. 逆解析結果及び考察

逆解析によって推定した土質定数を表-2に、逆解析による土留壁水平変位量を図-3の■印にて示す。印は当初設計の土質定数による水平変位の計算結果を示す。逆解析による計算結果はピークの位置が実測値と一致し、最大変位量は3mm程度の誤差に収まっており、非常に精度良く変形を再現できていると言える。推定した土質定数は、下部層のほうが上部層と比較して内部摩擦角 ϕ 及び変形係数 E の小さい、ゆるい土層となった。これは、上部が1期島施工時に表層5.0mを対象にしたマンモスバイプロタンパー（MVT）工法による締固め効果が効いているものと推測される。

次に、推定された土質定数を使用して、埋戻し及び土留支保工撤去時の土留解析を行った。その結果、施工完了時まで土留壁の変位量、芯材及び泥土モルタル壁に発生する応力度が許容値に収まり、本体構造物として施工完了後も使用する2期島側止水壁の遮水性・健全性を確認できた。

6. まとめ

- ・特殊な岩砕埋立地盤である関西空港島での開削工事において、施工中の土留計測データを得ることができた。
- ・計測結果を使用して土留の弾塑性逆解析を行い、当地盤におけるより適切な土質定数を推定することができた。
- ・推定された土質は下層が上層に比べてゆるい結果となり、1期島造成時のMVT工法による締固めの影響が推察された。
- ・推定された土質定数を使用して掘削以後のステップ解析を実施し、本体構造物兼用の2期島側止水壁の健全性を確認した。

7. 参考文献

1) 関西圏地盤情報データベース CD-ROM 2005 年度版 -, KG-NET・関西圏地盤 DB 運営機構, 2005.9

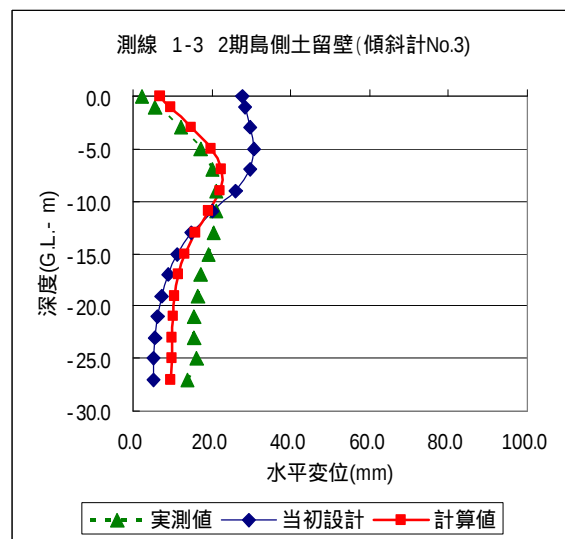


図-3 : 土留壁水平変位量 計測及び計算結果

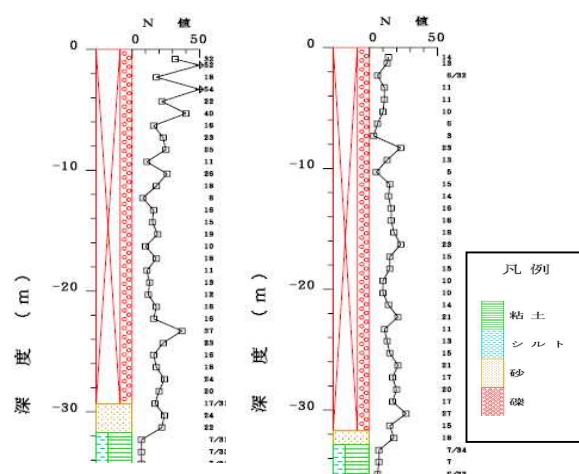


図-4 : 1期島内ボーリング調査結果例
(関西圏地盤情報データベース¹⁾より)

表-1 : 当初設計の土質定数

	深度 GL-m	層厚 m	土質	N値	単位重量 γ kN/m ³	内部摩擦角 ϕ	変形係数 E kN/m ³	備考
1層目	10.0	10.0	砂質土	9	20.0	30	25200	
2層目	20.0	10.0	砂質土	18	20.0	30	50400	
3層目			砂質土	27	20.0	30	75600	

表-2 : 推定された土質定数

	深度 GL-m	層厚 m	当初設計 N値	単位重量 γ kN/m ³	内部摩擦角 ϕ	変形係数 E kN/m ³	参考 N値	備考
1層目	2.5	2.5	9	20.0	40.1	117600	42	
2層目	5	2.5		20.0	42.4	140000	50	
3層目	8.6	3.6		20.0	28.4	33600	12	下端は床付高さ
4層目	10	1.4	18	20.0	31.4	50400	18	
5層目	15	5		20.0	30	42000	15	
6層目	20	5		20.0	30	42000	15	
7層目			27	20.0	30	42000	15	