

開削工事における土留壁の遮水性能評価について(その2) - 揚水試験 -

土留壁, 遮水, 揚水試験

京阪電気鉄道(株)
(財)地域地盤環境研究所
大成・戸田・鉄建・熊谷 JV北岡 晃
国際会員 長屋淳一
正会員 天野健次谷口智之
国際会員 肥後陽介
南 和伸

1. はじめに

中之島新線建設工事における開削工事は, 大深度かつ都市部の重要構造物に近接した工事であり, 地下構造物を構築するために施工する土留壁も大深度施工が必要となる上に, 近接構造物・周辺地盤への影響を極力抑えるため, 高精度・高品質で高い遮水性能を有する土留壁構築が求められた. よって(仮称)玉江橋駅部~(仮称)大江橋駅部の土留壁工事では, 安定した削孔により大深度でも高精度な施工が可能, 非回転軸に設置した傾斜計によりリアルタイムな施工精度管理を実現, 軸ごとに回転数・方向を制御することで削孔精度の修正が可能, 駆動部が地中にあるため地上での騒音・紛塵飛散等も軽減, といった特徴を有する土留壁(UD-HOMET 工法^{*1)})を基本的に採用した(図1).

本論文はこの土留壁の遮水性能を評価するために実施した(仮称)渡辺橋駅部の揚水試験結果について報告するものである(事前解析については別途参照²⁾). また土留壁の欠損防護工は, 土留外側に高圧噴射攪拌工法(SJM 工法: 1列), 内側に薬液注入工法(ダブルパッカー: 改良厚 1.5m)の併用工法を採用している.

2. 現場揚水試験

1) 試験概要

揚水対象層²⁾は OP-25m~35m 間に存在する Asg 層および Tg1 層であるが, リリーフウェルのストレーナーは, 両層を通じて設置しているため, Asg と Tg1 の両層からの揚水となる. 図2にリリーフウェル仕様を示す(2重管構造の上部は釜場排水用). 土留壁内側に4箇所のリリーフウェルを設け(試験には3本を稼動: 井戸1, 2, 3), 土留壁内側地下水位を5箇所, 外側水位を6箇所, 背面側河川水位などを観測する(図3参照).

2) 揚水試験フロー

リリーフウェルの各揚水量は $0.05\text{m}^3/\text{min}$ で, 連続揚水を24時間とするが水位低下の経時変化により揚水期間を判断する. 連続揚水時の揚水量と各観測井の水位低下量を, 非正常状態を把握するため2分間隔で自動計測する.

事前 FEM 浸透流解析²⁾により求めた土留壁の透水係数と揚水量および水位低下量の関係より, 設定した連続揚水の揚水量における土留壁内水位低下量が土留壁の透水係数 $k=1.0 \times 10^{-5}(\text{cm}/\text{sec})$ 以上であるならば, 十分な遮水性を持つものと判断し, 揚水を終了する〔STEP-1〕.

STEP-1 を満足しない場合は, 揚水量を段階的に大きくし($0.5\text{m}^3/\text{min}$ 程度),

土留壁内・外の水位低下量を確認する. 土留壁外水位が2m未満ならば遮水性を満足すると判断し, 揚水を終了する. この値は, 周辺建築物の許容不同沈下量を2.0cm程度³⁾と仮定した場合の水位低下量である. 逆に2m以上低下する結果となれば, 土留壁

の遮水性が十分でない判断され, 対策工の検討を行う〔STEP-2〕. 必要に応じて, 揚水結果を逆解析することにより, 事前浸透流解析における水理定数等の見直しも行う方針とする.

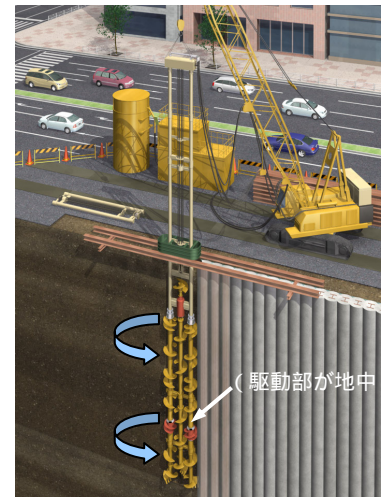


図1 UD-HOMET 工法

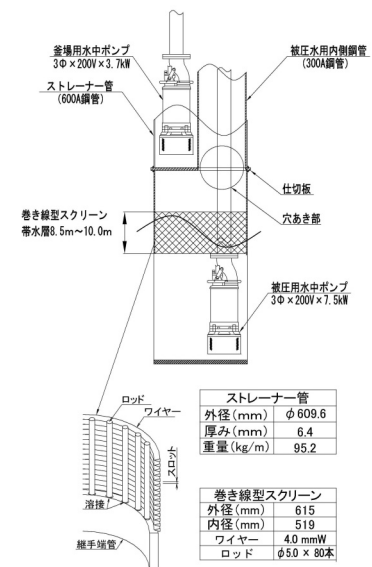


図2 リリーフウェルの仕様

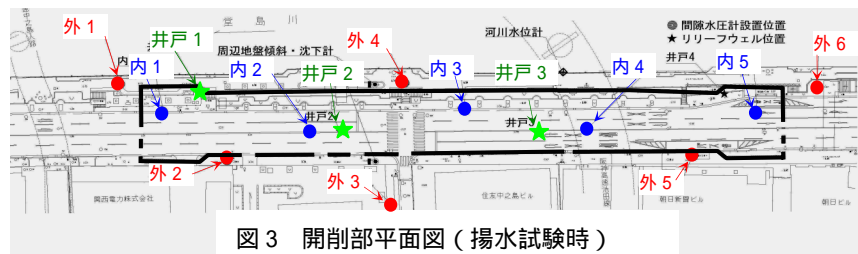


図3 開削部平面図(揚水試験時)

On estimation of impermeability for retaining wall in open cut method (II) - Pumping test -

A.Kitaoka, T.Taniguchi (Keihan Electric Railway Co.Ltd.), J.Nagaya, Y.Higo (Geo-Research Institute), K.Amano, K.Minami (Taisei・Toda・Tekken・Kumagai J.V.)

3. 遮水性能評価

1) 試験結果

図4に事前解析結果に現場揚水試験結果をプロットした水位変化の経時グラフを示す。

〔STEP-1〕非定常状態においては、解析値と整合する結果とならなかった。これは、本工事付近における実験工事で求められた水理定数を採用したが、揚水井構造の違い、土留壁遮水構造の違いなどにより、その定数が本工事においては異なっていたものと推定できる。また、揚水から24時間経過時を定常状態と仮定した場合、土留壁の透水係数は、 1.5×10^{-5} (cm/sec)程度であると推定された。

〔STEP-2〕図5に短時間で、土留壁内側の水位を床付け付近まで低下させた時の水位計測結果を示す。土留壁内側の水位は一様に低下し、15~20m水位低下したのに対して、土留壁外側の水位低下は15~30cm程度であり、掘削構内を床付け付近まで水位低下させた場合においても土留壁外側の水位低下による周辺地盤の沈下を引き起こさないような十分な遮水性を有していると考えられる。

2) 遮水性能評価

STEP-1, 2の結果より、非定常解析値との整合は取れていないものの、床付け面付近まで土留壁内水位を下げて土留壁外側水位への影響が見られなかったこと。

土留壁内側の水位低下量が平面的に均一に推移していたことより本掘削を行う判断をした。

図6に透水係数、貯留係数などを変数として実施した揚水試験のシミュレーション解析結果を示す。シミュレーション解析より、土留壁の透水係数は、 1.15×10^{-5} (cm/sec)という結果が得られた。但し、浸透流解析においては、帯水層の層厚、土留壁の厚さの設定、Asg層とTg1層の連続性などの不確定要素がある。また、本工事の土留壁は、欠損防護の多い土留壁構造となっているが、準3次元解析ではその効果を平均化した土留壁全体の平均的透水係数を評価していることになり、ソイル壁の透水性を考える場合、妥当な結果が得られたと思われる。

4. おわりに

今後、掘削に伴って、土留壁が変形し、応力が載荷することになり、途中段階でその遮水性能が変化する可能性がある。土留壁外側水位に常に注目して掘削を進め、その水位が特異な動き（平面的に勾配がつく、急に水位が低下する）をした場合は、浸透流解析を行い、異常出水の可能性有無について判断していく方針である。また、本論文の作成にあたり、ご尽力を賜った中之島高速鉄道様には大変感謝しております。末筆ではありますが、お礼申し上げます。

【参考文献】

- 金子, 荒井, 鈴木他: 新型 SMW 工法 (UD-HOMET) の開発, 土木建設技術シンポジウム 2005 論文集, 土木学会, pp.293-300. 2005.7.
- 泉谷, 南他: 開削工事における土留壁の遮水性能評価について (その1) - 事前解析 -, 第41回地盤工学研究発表会, 2006.7.
- 日本建築学会: 建築基礎構造設計指針, 1988

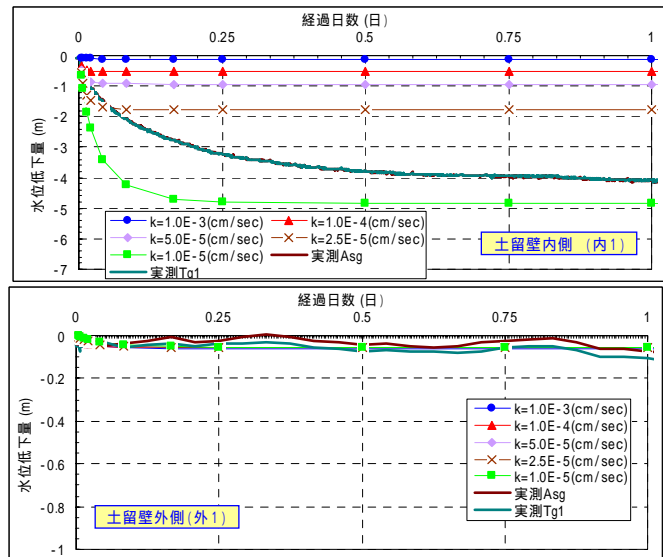


図4 現場揚水試験結果 (STEP-1)

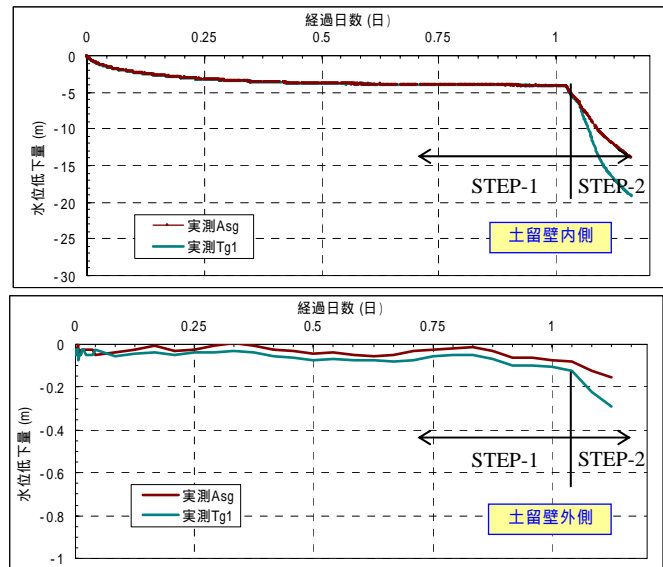


図5 現場揚水試験結果 (STEP-1 ~ 2)

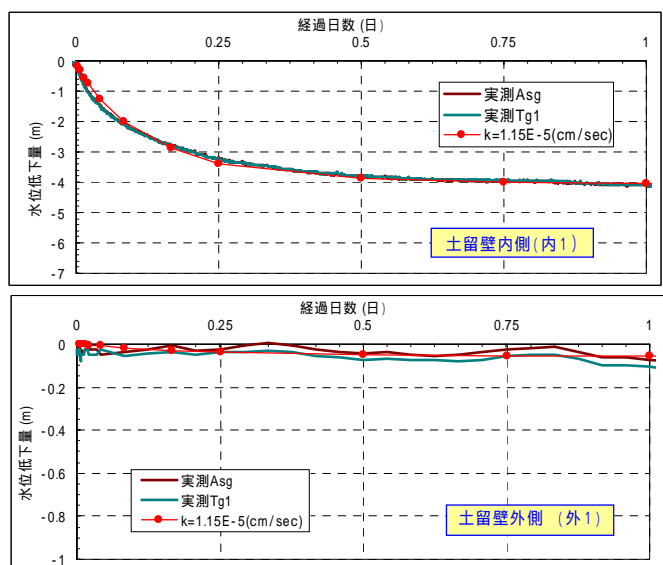


図6 揚水試験結果のシミュレーション解析 (STEP-1)