

地下鉄営業線における新駅設置に伴う地下水位低下工計画

ーその 1. 揚水試験による地盤の水理特性の把握ー

鹿島建設(株) 正会員 ○小林正和 中島悠介
正会員 吉田健太郎 岩月章浩

1. はじめに

日比谷線虎ノ門ヒルズ駅は、営業中の日比谷線霞ヶ関駅～神谷町駅間に新駅として設置されるものであり、既設躯体（地下1階）の側部と下部（地下2階）において、開削工法（掘削深度 GL-14.3m）により新設躯体を構築する¹⁾。掘削底面である粘性土層（YI-c(l)層および Toc 層）下部には Tog 層および Ka-s 層から構成される被圧帯水層が存在しており、照査の結果、被圧地下水による掘削底面の盤ぶくれが生じる可能性が確認された。さらに、掘削範囲の下部には比重の小さい発泡モルタルにより裏込め充填された麻布共同溝の分岐室が位置しており、掘削に伴う土被り圧の減少により揚圧力が支配的となり分岐室の浮き上がりが生じることが懸念された（図-1）。

これらの対策として、(1)掘削底盤の改良、(2)揚水による被圧水位の低減が挙げられる。当工事においては、工期および周辺への影響を考慮したうえで、ディープウェル（以下、DW）を用いた地下水位低下工法を採用した。本報では、DW の配置計画にあたり実施した揚水試験について述べる。

2. 揚水試験方法

2.1. 試験項目

揚水試験の実施項目と目的を表-1に示す。まず、段階揚水試験を実施し、限界揚水量を評価したうえで、その70%の揚水量で定流量連続揚水試験を実施した。次に、連続揚水試験から、揚水時の影響圏半径を主に評価した。

一般的には、揚水試験から透水係数や比貯留係数等の水理定数を評価するが、当工事においては、Tog 層および Ka-s 層の2つの帯水層が連続していること、および Ka-s 層の層厚が非常

に大きく不完全貫入井戸となることから、理論式による評価では、水理特性を見誤る可能性があると考えられた。そこで、三次元浸透流解析による揚水試験の再現解析も併せて、地盤の水理特性の評価を行うこととした。

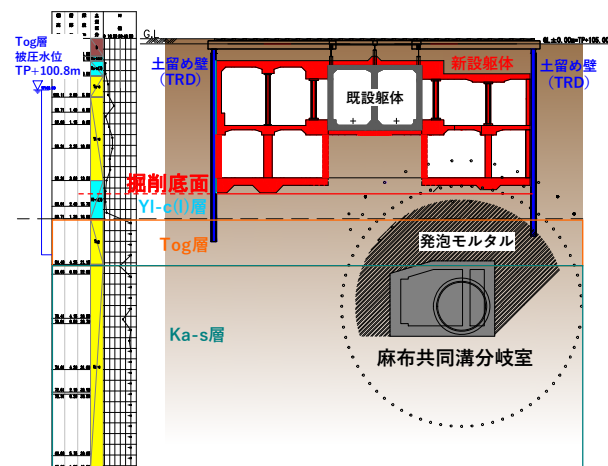


図-1 虎ノ門ヒルズ駅の掘削横断面

表-1 揚水試験項目

試験項目	目的
段階揚水試験	・ 限界揚水量の把握 ・ 連続揚水試験における揚水量設定
連続揚水試験	・ 水理定数の把握 （浸透流解析との比較） ・ 揚水影響圏の評価

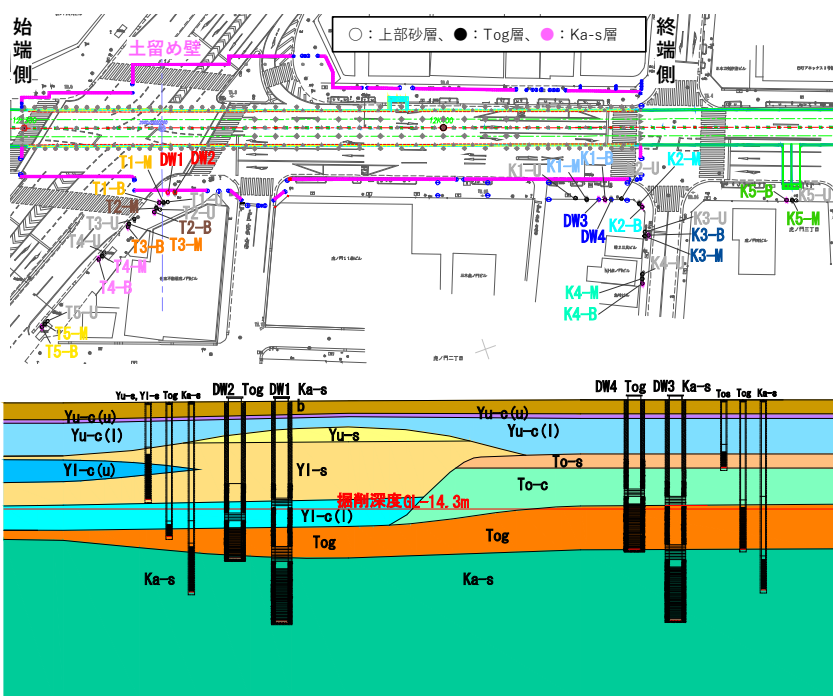


図-2 試験 DW および観測井の配置と地質縦断面

キーワード 開削工事、盤ぶくれ、ディープウェル工法、揚水試験

連絡先 〒107-8477 東京都港区元赤坂 1-3-8 鹿島建設(株)東京土木支店 TEL 03-3404-5511

なお、各帯水層からの揚水能力を検証するため、DW は Tog 層および Ka-s 層各々に設置した。また、掘削範囲の始端側と終端側とで地層構成が異なることから、この影響についてもそれぞれの箇所に DW および観測井を設置して検証した（図-2）。

2.2. WIC システム²⁾による水位制御

WIC システムは、DW 内水位および流量の連続観測データから、各 DW に設置したポンプの最適な運転出力を判定し、インバータにより出力を自動制御するもので、高精度な水位・流量制御を PC 上から設定値を入力するだけで簡易に行うことが可能である。当試験では、DW の水位・流量の制御に WIC システムを適用し、試験精度の向上を図った。

3. 試験結果

3.1. 段階揚水試験

一例として、DW3 における段階揚水試験の時系列を図-3 に示す。各段階の揚水量は設定値通りにほぼ一定に制御ができており、水位が定常になるよう約 1 時間の揚水を行った。

各 DW における段階揚水試験の結果を図-4 (a) に示す。揚水量と DW 内の水位低下量には線形関係が見られ、各々の限界揚水量はグラフ中に示す値となった。なお、実際に設置する DW では、試験で求めた限界揚水量と必要揚水量の比からスクリーン長さを決めることとした。

3.2. 定流量連続揚水試験

連続揚水試験における、各観測井の水位低下量と DW からの距離の関係を図-4 (b) に示す。多少のばらつきはあるが、両者には線形的な関係が見られる。各 DW の試験結果を直線で近似し、最も大きい影響圏半径となる、 $R=160\text{m}$ を当工事における地下水低下の影響圏とした。

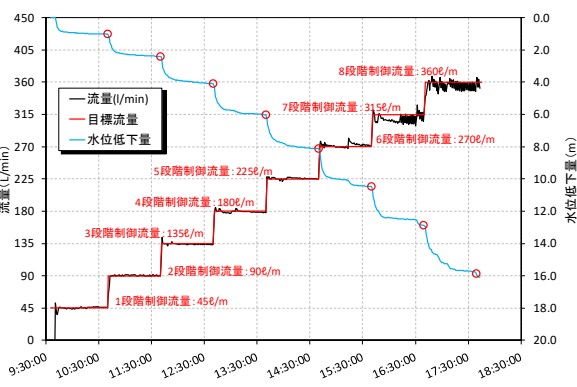


図-3 DW3 の段階揚水試験結果

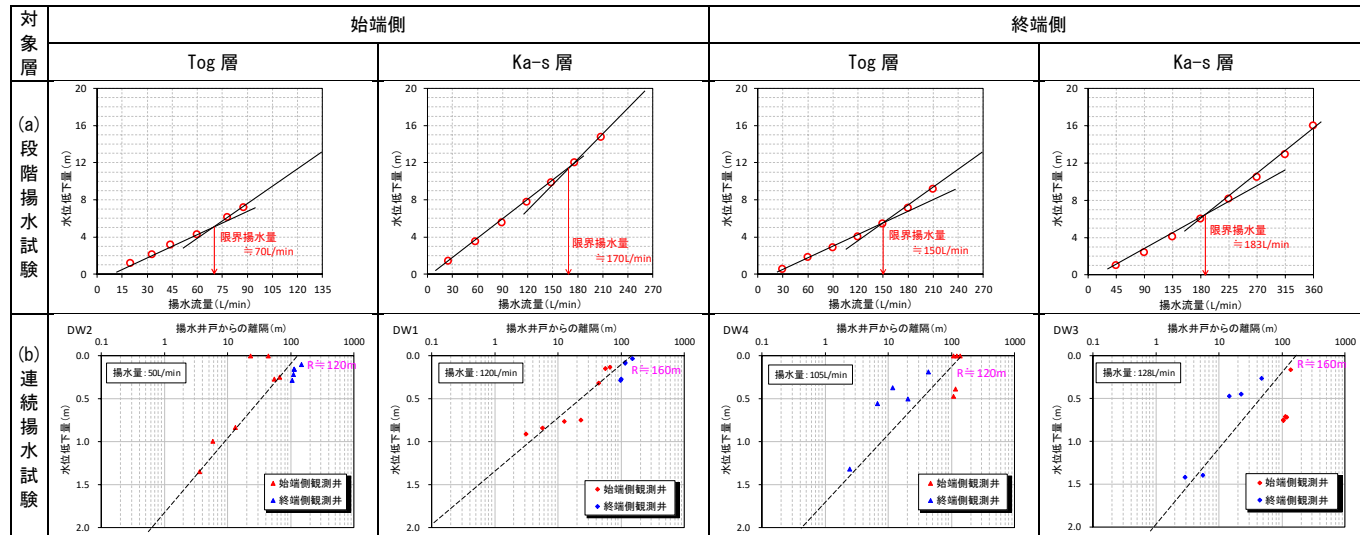


図-4 段階揚水試験および連続揚水試験の結果

4. おわりに

開削工事の盤ぶくれ対策として、ディープウェル工法採用にあたり、WIC システムを使用して、揚水試験を実施した。地盤の水理特性の評価と実施工における DW 配置の検討については別編³⁾で紹介する。

参考文献

- 1) 吉田ら：都心部路上での等厚式地下連続壁（TRD 工法）の施工実績，土木学会第 73 回年次学術講演会，2018。
- 2) 笹岡ら：インバータシステムによる復水井戸の自動運転制御，土木学会第 73 回年次学術講演会，2018。
- 3) 中島ら：地下鉄営業線における新駅設置に伴う地下水位低下工計画—その 2。三次元浸透流解析による水理特性評価およびディープウェル配置検討—，土木学会第 74 回年次学術講演会，2019。（投稿中）