

地下水位観測結果に基づく開削トンネル性能照査型設計に用いる 地下水位の設定に関する一考察

東京地下鉄株式会社 正会員 ○石鍋 陽香
東京地下鉄株式会社 非会員 東山 裕亮
東京地下鉄株式会社 正会員 大塚 努

1. はじめに

鉄道の開削トンネルの設計法は、令和3年に刊行された「鉄道構造物等設計標準・同解説（開削トンネル）」¹⁾より性能照査型設計法へ移行した。安全性、使用性、復旧性の各要求性能に対して設定した性能項目に関する照査を行うものである。ここで、使用性に関する性能照査における設計作用の組合せでは、変動作用としての水圧の高水位および低水位を年間変動確率から推定することが望ましいとしている。

本稿では、山手高台エリアにおいて約18年間に渡って測定した地下水位観測井戸のデータを用いて、当該エリアにおける高水位および低水位を導出した試行内容、また水位設定に関する考察について報告する。

2. 地下水位観測の概要

本検討で使用した地下水位データは、東京都港区内の半径450m以内に設置した6箇所（A～F地点、地盤高TP+22.18m～TP+29.62m）の観測地点で、昭和62年（1987年）7月～平成17年（2005年）2月まで約18年間に渡って観測したものである。各観測地点において、塩化ビニル管（VP管）を設置し地下水位観測井戸とした。図-1に示すとおり、各観測地点で複数本の観測井戸を設置して各帯水層の測定を行っており、1日1回の頻度でデータが取得されていた。

3. 高水位および低水位の導出と考察

地下水位設定の検討作業は、以下の3.1～3.3に示すステップで6箇所全ての第2帯水層について整理分析を行った。7月から翌年6月までを1年間隔とし、各1年間隔を基本フレームとして各月の月平均値（月平均水位）12個のデータを抽出して年間の水位変動を確認した。ここでは、6箇所の観測地点のうち、年間の地下水位が最も大きい変動を示したB地点（TP+29.62m）にあるB-2観測井戸を取上げて解説する（図-2）。

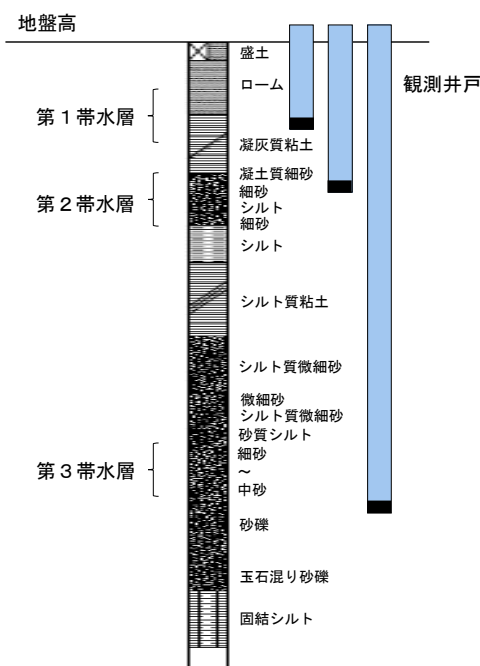


図-1 地下水位観測概要図

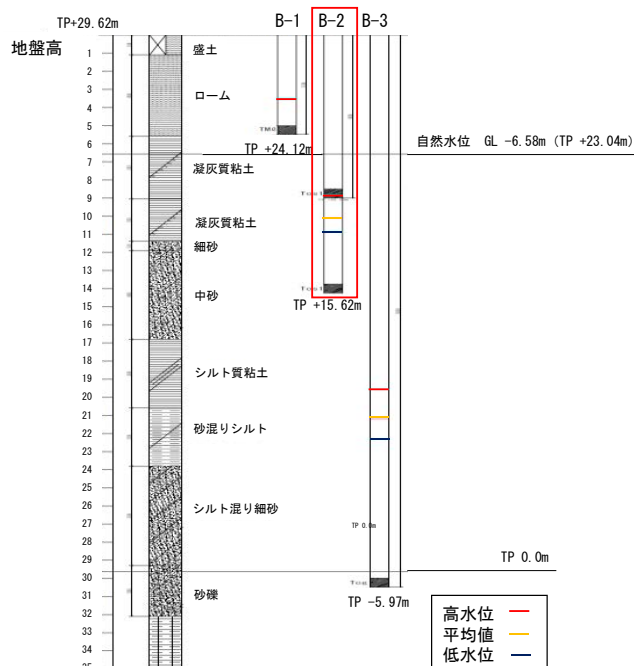


図-2 B地点における地下水位観測井戸

キーワード：性能照査型設計，開削トンネル，変動作用，水圧，

連絡先：〒110-8614 東京都台東区東上野3-19-6 東京地下鉄(株) 鉄道本部 改良建設部 TEL 03-3837-4789

3.1 月平均水位と月内変動および降水量との関係

18年間の月平均水位の算出と併せ、当該月の最高および最低水位との差を確認するとともに当該月降水量との関係に着目して整理した。その一例を図-3に示す。月平均水位と最高または最低水位との差は、10月～5月は小さく、6月～9月は大きい傾向があり、降水量との相関が考えられる。月降水量の多少は年により異なるため、設計に用いる平水位（今回は年平均水位を想定）とその変動を考える場合は、特に多雨による地下水位変動を特異値として扱う等留意すべきと考えた。

3.2 特異値を除いた月平均水位の算出

3.1の結果を考慮するため、四分位数²⁾により1年間データから外れ値を控除後、改めて月平均水位を算出した。その結果と3.1で算出した月平均水位の関係について図-4に示す。控除前の月平均水位年間変動幅が約2.0mであるのに対し、控除後の月平均水位変動幅は約1.5mと0.5m程度小さくなった。

3.3 18年間の月平均水位と年平均水位との関係

18年間の年毎の基本フレームに対して、3.2と同様の処理を行って月平均水位を算出した。結果は図-5に示すとおりで、どの年も概ね同様の年間変動を示しているものと考えられるが、H15年およびH16年の年間変動は他の年と若干異なる動きをしていることが伺える。H15年およびH16年は台風の接近や上陸等があり、これらの特異な降水量の影響があったものと推察される。

4. 結論

上述の結果に基づき、平水位とする年平均水位と月平均水位との関係を確認した。その一例を図-6に示す。図に示すとおり設定する平水位に対して概ね $\pm 1.0\text{m}$ 程度の変動であることが確認できた。なお、他の年についても図-6に示す傾向と同様であることを確認している。

以上より、本エリアにおける構造物に対する性能照査型設計法による使用性の性能照査に用いる高水位および低水位については、平水位 $\pm 1.0\text{m}$ と設定した。

5. おわりに

今回、地下水位観測データを活用して地下水位変動の検討を行った。地下水位の変動には降水量が大きく影響することに十分留意する必要があると考えられる。本稿が類似の検討の参考になれば幸いである。

参考文献

- 1) 鉄道総合技術研究所.鉄道構造物等設計標準・同解説（トンネル・開削編）.丸善出版，2021
- 2) 轟朝幸，金子雄一郎，大沢昌玄，長谷部寛，小沼晋，川崎智也：土木・交通工学のための統計学－基礎と演習－.コロナ社，2015

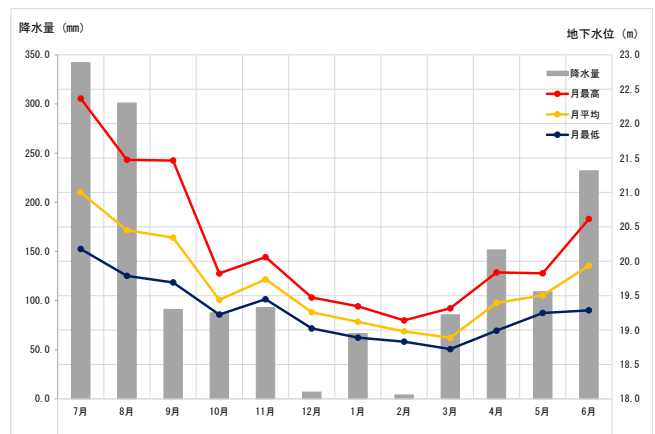


図-3 月平均水位と降水量の関係性(1999 年)

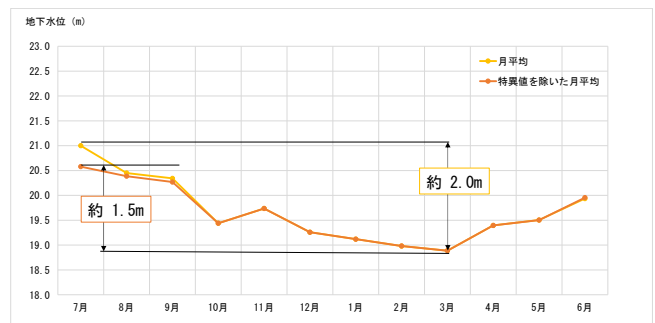


図-4 外れ値の控除前後の月平均水位比較(1999 年)

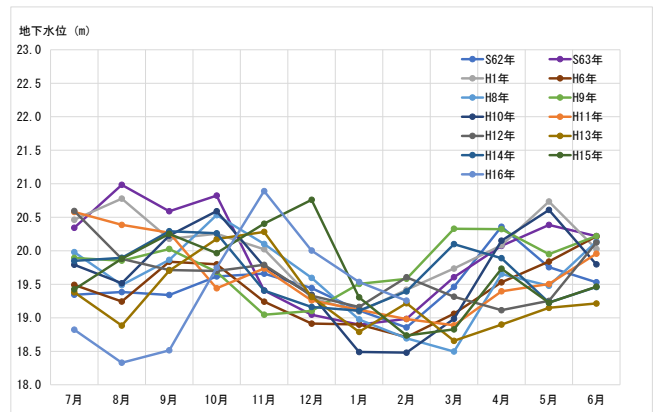


図-5 18年間の月平均水位の比較

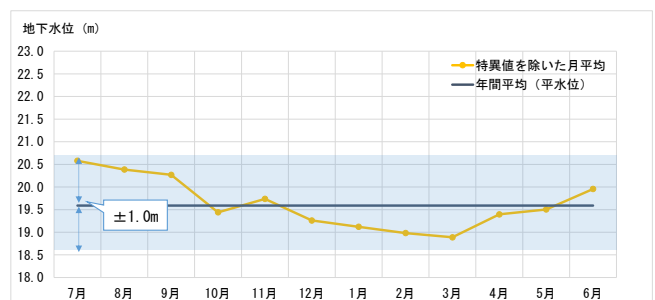


図-6 平水位と年間変動(1999 年)