

砂礫地盤を流れる排水路の改修工事に伴う周辺地下水への影響事例

株式会社キタック ○北見 志保, 大淵 貴

1. はじめに

砂礫地盤の集落内を流下する排水路の改修工事で、水路の拡幅及び河床の掘削工事により周辺地下水位の低下が懸念された。そこで、改修工事が地下水へ与える影響を把握することを目的に、施工前から施工後の期間にかけて地下水位観測孔を設置して地下水位観測を行った。本稿では改修工事の施工工程ごとの地下水位と降雨量の関係を整理し明らかになった、施工前後の地下水位変動傾向について報告する。

2. 排水路改修工事の概要

(1) 地盤状況

改修工事箇所は山麓の更新世段丘面から氾濫平野に流下する排水路で、氾濫原性堆積物の砂・砂礫が深度10m付近まで分布する。現場透水試験結果より、砂・砂礫層の透水係数は $1 \times 10^{-4} \text{m/sec}$ オーダーで中位の透水性を示す。地下水位はGL-1~3mの範囲で確認されており、上記の砂・砂礫層が当該地の主な帯水層である(図-1)。

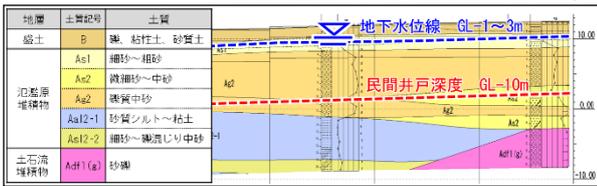


図-1 排水路地質縦断面図

(2) 地下水利用状況

排水路周辺の集落には民間井戸が多数存在する。井戸深度は浅いものが多く、深度10m未満の井戸が全体の約7割を占める。民間井戸は主に消雪用、農業・灌漑用として利用されており、灌漑期及び降雪期には井戸利用が活発で、井戸利用箇所では局所的な水位低下が観測される。

(3) 排水路改修工事の概要

排水路改修区間(総延長約2km)のうち、本稿では改修工事が完了し、地下水観測が終了した約1km間について、施工概要を述べる。

①排水路構造: 改修前の排水路(以降「旧水路」)は幅1m×深さ1mの三面張り水路である。新設排水路(以降「新水路」)は幅4m×深さ1.2mの大型フリーフォーム水路である。新水路は改修により大規模な拡幅・掘下げを行うために、ウェルポイント工法により地下水位を強制的に低下させた状態で掘削が行われた(図-2)。

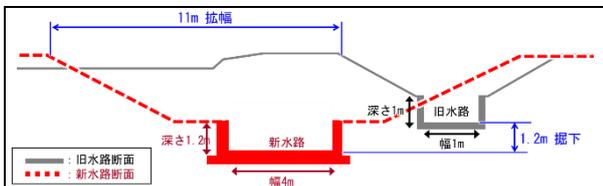


図-2 排水路標準断面図

②施工工程: 本稿で紹介する改修区間は約7年の施工期間を経て新水路の通水が開始された(図-3)。



図-3 施工工程と地下水位観測期間

3. 観測方法

改修区間周辺の地下水位変動状況を把握するために自記水位計を用いて地下水位を観測した。

①観測孔の設置位置は「ウェルポイント工法便覧¹⁾」による土質ごとの影響半径(表-1)より影響半径を400mと想定し、その中で民間井戸が密集する箇所を選定した。

表-1 土質ごとの影響円の半径

| 土質区分 | 影響円の半径 | 土質区分 | 影響円の半径 |
|------|-----------|------|----------|
| 粗れき | 1500m以上 | 中砂 | 100~400m |
| れき | 500~1500m | 細砂 | 10~100m |
| 粗砂 | 400~500m | シルト | 5~10m |

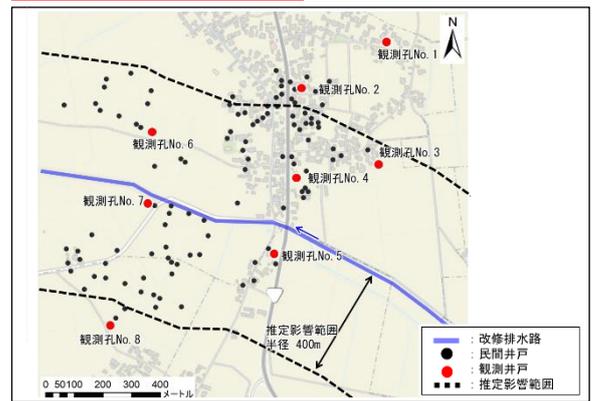


図-4 施工工程と観測孔位置

②観測孔の深度は、民間井戸の設置が最も多く、かつ当該地の主な帯水層(砂・砂礫層)が分布するGL-10mとした。民間井戸と同程度の井戸構造とするために、GL-6~10m間をストレナー区間とした。水位計センサーはGL-9.5m付近に設置した。

③地下水位観測計の観測データは1時間毎に記録した。

④降雨量観測データは施工箇所近傍のアメダス観測データ²⁾を用いた。

4. 観測結果と分析

観測データから改修工事に伴う周辺地下水への影響を分析するために、以下の方法で観測結果をとりまとめた。

- (1) 施工段階に分けた地下水位経時変動グラフの作成
- (2) 降雨量と平均地下水位の散布図の作成

(1) 地下水位経時変動グラフによる分析

地下水位および降雨量の観測データより作成した経時変動グラフを図-5に示す。

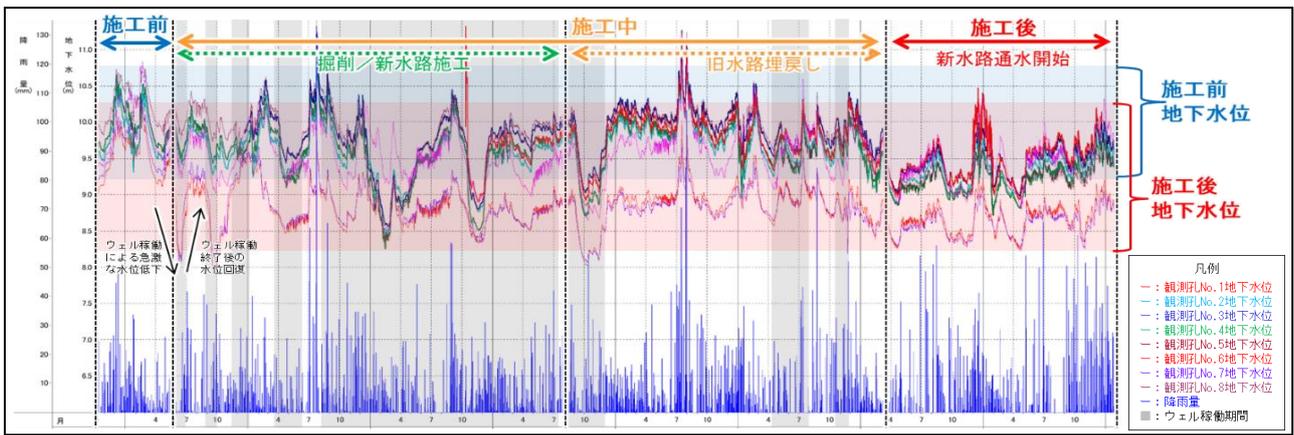


図-5 地下水位経時変動グラフ

① 施工中の地下水位変動：ウェル使用期間には施工地周辺で地下水位の低下が観測されたが、ウェル使用終了後には水位低下前と同程度の水位まで回復した。このことから、ウェルによる水位低下は施工中の一時的な変動であり、ウェル使用終了後に地下水位の回復が見込めるといえる。

② 施工後の地下水位変動：地下水位経時変動状況を施工段階ごとにみると、施工が進むに併せて地下水位が低下していることを観測した。

(2) 降雨量と平均地下水位の散布図による分析

降雨量と地下水位の関係と施工前後の地下水位変動を把握するために、施工前（観測開始）から施工後（新水路通開始後）までの観測データを「1カ月の総降雨量」と「1カ月の平均地下水位」ごとに整理し、降雨量と地下水位の散布図を作成した。散布図は①施工前、②施工中（ウェル稼働なし）、③施工中（ウェル稼働あり）、④施工後の4つの施工段階に区分しとりまとめた。相関係数より、データ点数が少ない①施工前は相関関係が低いものの、④施工後は正の相関関係にあることを確認した（表-2）。

表-2 月総降雨量と平均水位の相関係数

| | 降雨量と平均水位の相関係数 r | | | | | | | |
|-----|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | No. 1 | No. 2 | No. 3 | No. 4 | No. 5 | No. 6 | No. 7 | No. 8 |
| 施工前 | 未設置 | 0.21 | 未設置 | 0.19 | 0.12 | 0.28 | 0.22 | 0.05 |
| 施工中 | ウェル稼働なし | 0.47 | 0.50 | 0.53 | 0.50 | 0.49 | 0.54 | 0.49 |
| | ウェル稼働あり | -0.08 | 0.22 | 0.23 | 0.15 | 0.08 | 0.22 | 0.18 |
| 施工後 | | 0.67 | 0.68 | 0.66 | 0.70 | 0.67 | 0.45 | 0.41 |

観測データの中で月総降雨量100mm 前後のデータが最もサンプル数が多いことから、散布図の累積近似線で月総降雨量100mm の月平均地下水位を比較した結果、④施工後の地下水位は、同じ月降雨量であっても①施工前の地下水位より40～100cm 程低い結果となった（図-6）。施工前後での水位差は排水路から観測孔までの距離が近いほど大きく、反対に離れた地点の観測孔ほど水位差が小さい傾向となった。

(3) 改修工事に伴う地下水位影響範囲の推定

排水路から観測孔までの距離と施工前後の水位低下量から水位低下量コンター図を作成し、改修工事による地下水位への影響範囲を推定した。各観測孔の水位低下量と排水路からの位置関係より、コンターは排水路改修区間に対して概ね平行に描かれ、施工による水位低下は改

修区間からの距離に比例することを確認した。

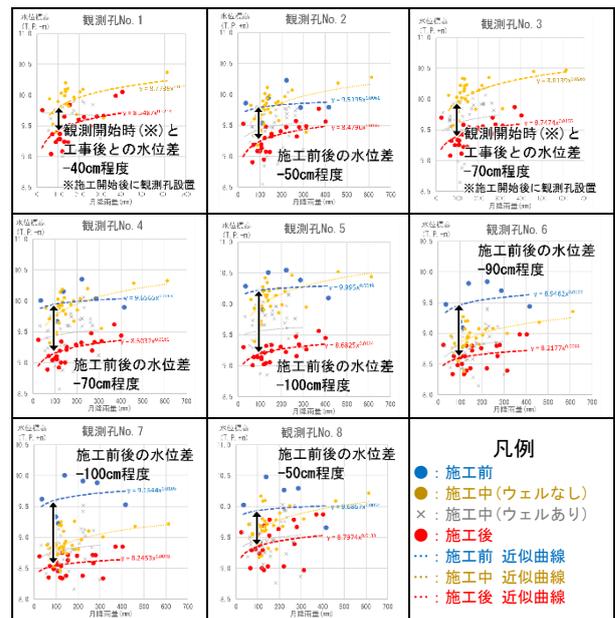


図-6 地下水と降雨量の散布図

5. おわりに

砂礫地盤を流れる排水路の改修工事に伴う周辺地下水への影響事例を紹介した。雨水の涵養によって地下水位が上昇・低下することから、施工前後での地下水位の変動状況を把握するためには降雨量の差異による地下水位変動を考慮する必要がある。降雨量と地下水位の関係と施工前後の地下水位変動を把握するために作成した降雨量と地下水位の散布図は、施工前後の地下水位を定量的に評価することができ、工事影響範囲の推定に有用であった。周辺地下水の低下が懸念される工事で事前に利水状況調査を行うにあたり、施工影響評価を行う際に本稿の事例が参考になれば幸いである。

《引用・参考文献》

- 1) 改訂版-ウェルポイント工法便覧 (1993)：日本ウェルポイント協会
- 2) 気象庁アメダス：観測地点「瓢湖」（最終閲覧日 2024. 5. 24），
<https://www.jma.go.jp/jma/index.html>.