

P12. 地下水位低下と工事との関係の評価する上での問題点

Assessment Problems on the relationships between the construction and the reduce of groundwater level

○寺本光伸, 栢木智明(合同会社スイモン LLC)

1.はじめに

道路工事に際しては、周辺井戸の水位を観測し、工事終了後に影響評価を行う事が多い。影響評価は、多くの場合、降水量との相関やタンクモデルを用いた水位再現結果と実測水位を比較することで行われる。

本稿では、タンクモデルによる影響評価を行う上で、水文地質的状况を踏まえた条件設定が結果を大きく左右することの事例を報告する。

2.影響評価手法

工事に伴う井戸水位の影響評手法には、主に次の3つがある。①時系列変化図による評価、②降雨応答相関による評価、③タンクモデルによる評価である(表-1)。①は気象条件による水位変動を考慮することが出来ないのに対し、②・③は気象条件と観測結果を基にして工事前の水位が再現されれば、自然状態での水位変化を考慮した影響評価が可能である。本件では、3つの手法のうち最も自然条件を再現し得るタンクモデルを用いて水位を再現して評価を行った。

表-1 工事に伴う地下水位の影響評価検討方法

①時系列変化図による評価	工事前の最低水位と工事中の水位を比較することで、工事による影響の有無を評価する方法。
②降雨応答相関による評価	工事前の実測水位と雨量の相関性が最良となる相関式を求め、求めた関係式により水位再現を行い、再現された水位と実測水位を比較して、工事による影響の有無を評価する方法。
③タンクモデルによる評価	降水量・蒸発散量など、水収支を考慮した貯留モデル(タンクモデル)を用い、降雨とともに変化するタンク内の貯留残高に係数をかけて工事前の実測水位に整合させたモデルを構築する。 構築したタンクモデルを用いて、工事中の降水量から水位を再現し、工事中の実測水位と比較することで、影響の有無を評価する方法。

3.工事と井戸水位変化の関係

本件対象工事は、現道と交差する箇所を設置した高架橋の橋梁下部掘削工事(橋梁下部工事)と、その周辺部の切土区間に設置したボックスカルバートの下部掘削工事(ボックスカルバート工事)である。両者とも工事中に地下水の水替えが実施されており、ボックスカルバート箇所の地下水を排除するため、排水路が設けられていた。

工事箇所の周辺、低地部や丘陵地には畑地用井戸、民家用井戸が点在し(図-1)、工事開始の2~3ヶ月前より井戸水位観測が実施されていた。

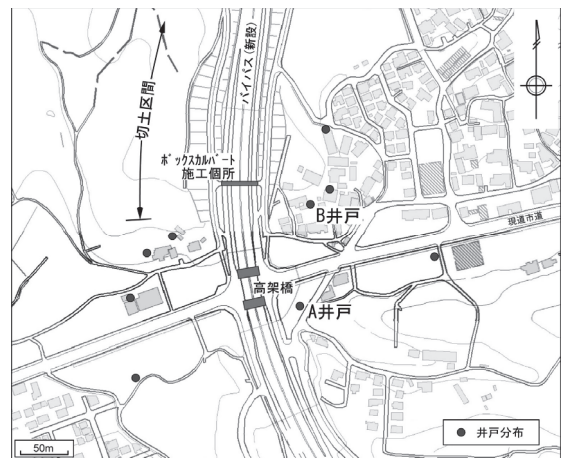


図-1 井戸位置図

図-2は、橋梁工事箇所に近い低地部の代表井戸Aの水位変化、丘陵地の代表井戸Bそれぞれの水位変化を時系列で示したものである。

この水位時系列変化図によれば、A,B 井戸とも井戸水位は橋梁下部工事による水替中に低下し、その後工事終了と同時に回復したが、B 井戸ではボックスカルバート工事中に再び水位が低下し、これが工事終了後まで続いていた。このため、当初は工事前の水位を下回る時期を工事による影響発生時期と判断した。

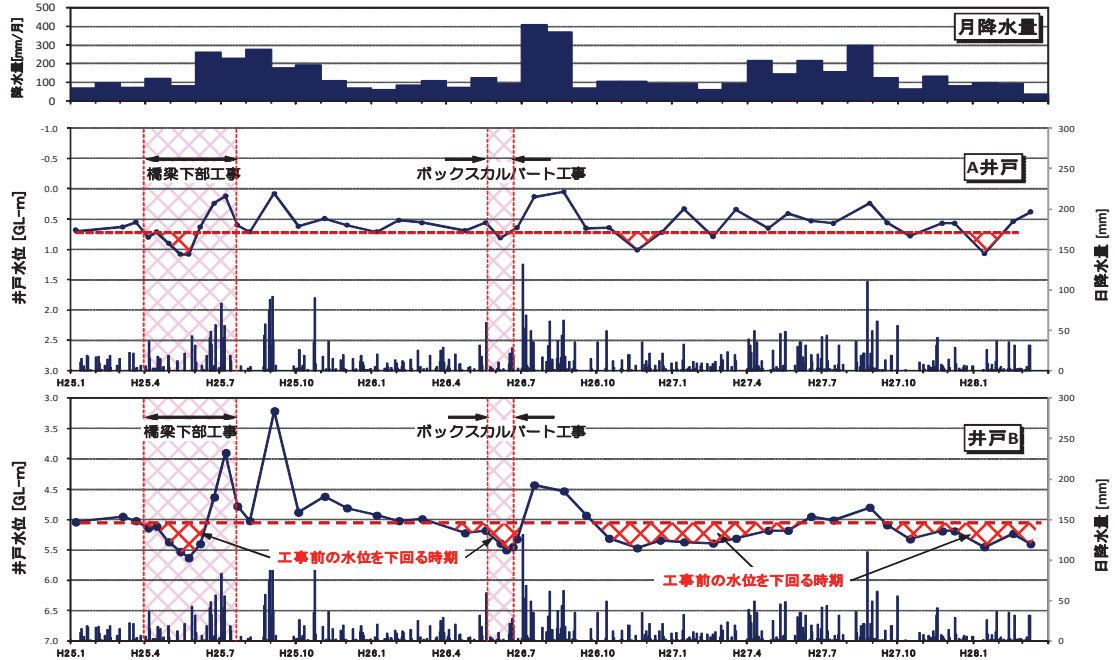


図-2 水位観測結果(上:井戸 A, 下:井戸 B)

4. タンクモデル法による当初の影響評価

工事の無い状態での井戸水位を再現するには、通常、工事開始前 1 年程度のデータを蓄積し、渇水期の最低水位(安定水位)を把握した上で実施する必要がある。

しかしながら、本件工事では井戸水位観測は工事開始前の僅か 3 ヶ月程度しかなく、工事前の最低水位は確認されていない。したがって、モデルの再現期間は全ての工事終了前で、時系列変化から水位低下の影響がないと判断された期間(両工事時期を除いた期間(11 ヶ月))として、井戸水位再現を試みることにした。

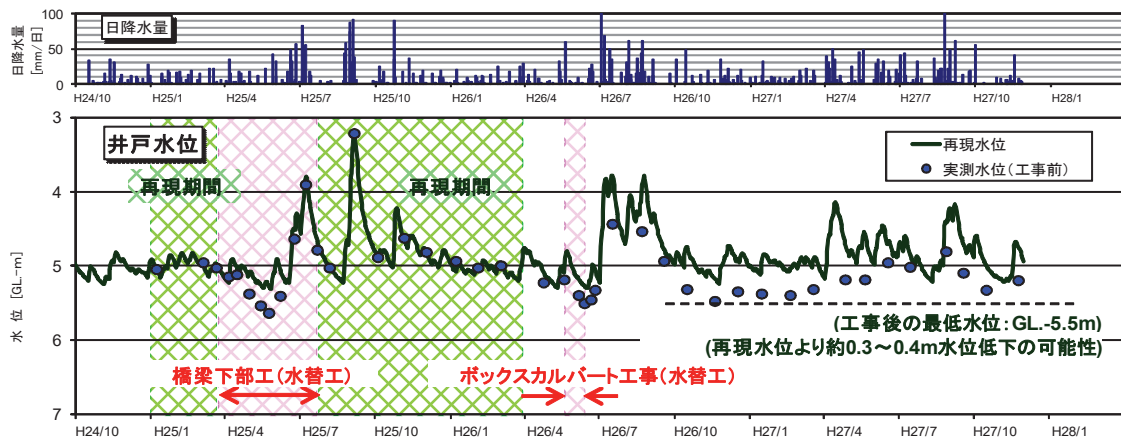


図-3 タンクモデルを用いた影響評価(工事期間中を再現期間から外した場合)

その結果、タンクモデルによる影響評価では、橋梁下部工事中に井戸水位は 0.3～0.4m 低下し、更にボックスカルバート工事中から工事終了後までも井戸水位は継続的に 0.3～0.4m 低下する結果となり、井戸水位の時系列変化と一致していた。(図-3)

5.井戸水位変化と水文地質状況の見直し

図-3 によれば、両工事中に井戸の水位低下がみられるが、工事中の降雨状況や A 井戸・B 井戸の水位変化について説明できない事項があるため、基本的なデータの見直しを行った。

①掘削工事中に降雨が少ないため、井戸水位低下が発生している可能性があること。

月降水量と対比すると、両工事中の水位低下時期は、梅雨前の比較的降雨の少ない時期と重なる(図-2)。

②掘削工事による水位低下は工事箇所から遠い方が大きい。

橋梁下部工事中の水位低下は、近隣に位置する A 井戸で約 0.3m、遠方の B 井戸で約 0.6m となっており、工事箇所より遠方の井戸で大きい。(図-4)

これらを合理的に解釈するため、工事箇所周辺の水文地質状況を考慮して検討し直すこととした。

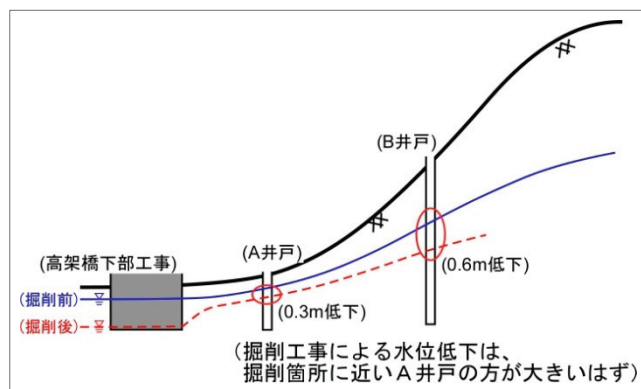


図-4 高架橋箇所からの距離と水位低下の関係

工事箇所周辺の地質は、橋梁の位置する低地部に沖積層が分布し、切土区間となる丘陵地には新第三紀の礫岩風化層が分布している。橋梁付近の A 井戸は沖積層を主帯水層とし、丘陵地に位置する B 井戸は沖積層よりも透水性の低い礫岩風化層を主体としている。(図-5)

通常、沖積層で掘削工事を行えば、帯水層が同じ A 井戸の水位低下は大きくなり、高架橋工事よりも離れており、異なる帯水層に分布する B 井戸の水位低下は A 井戸よりも小さくなるはずであるが、B 井戸の水位低下の方が大きい。このことから、B 井戸の水位低下は、高架橋の下部掘削工事によると考えることは不自然であり、降水量が少ないために低下した後背地山(尾根付近)の地下水位に追随した変動であったと判断される。

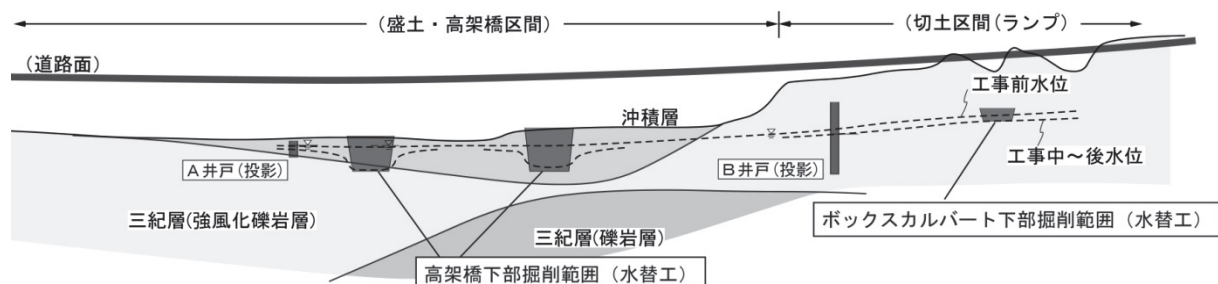


図-5 地質分布図(縦断面図)

6. 水位再現期間見直しによる影響評価結果

現地の水文地質状況を踏まえ、B 井戸の水位低下要因を見直した結果、B 井戸で橋梁下部工事により水位低下影響が発生することは不自然であると判断された。したがって、タンクモデルによる B 井戸での水位再現の対象期間は、橋梁下部工事期間を含めた(ボックスカルバート工事前までの)期間として再検討を行った。(図-6)

その結果、B 井戸における高架橋工事期間中の水位は、気象条件を考慮したタンクモデルで再現可能であり、ボックスカルバート工事開始前の B 地点の水位は、降雨状況で説明できた。また、B 井戸と同じ帯水層(第三紀層)を掘削したボックスカルバート工事中には、水位低下がみられないが、掘削箇所でも工後も排水を続けることにより、工事終了後に地下水位が低下する結果が得られた。このことは、第三紀層の透水性が低いため、工事箇所の水位低下から遅れて影響が顕著になり、降雨時の水位上昇幅が工事前に比べると小さくなるといった水文地質状況によって説明可能な水位変動傾向を示した。

以上述べた様に、見直しを行ったところ、当初行った検討結果とは異なり、橋梁下部工事中やボックスカルバート工事中には水位は低下しておらず、ボックスカルバート工事後に 0.4~1.0m 程度の水位低下が継続的に発生する結果となった。

このように、タンクモデルによる検討の際に設定条件(ここでは再現期間の設定)が不適当であれば、影響発生判断も不適切となる。特に、付近に重要水源がある場合には応急対策(上水道へ切替え・代替水源の設置等)の必要性如何についても判断を誤りかねない結果となるため、慎重な影響評価を行う必要がある。

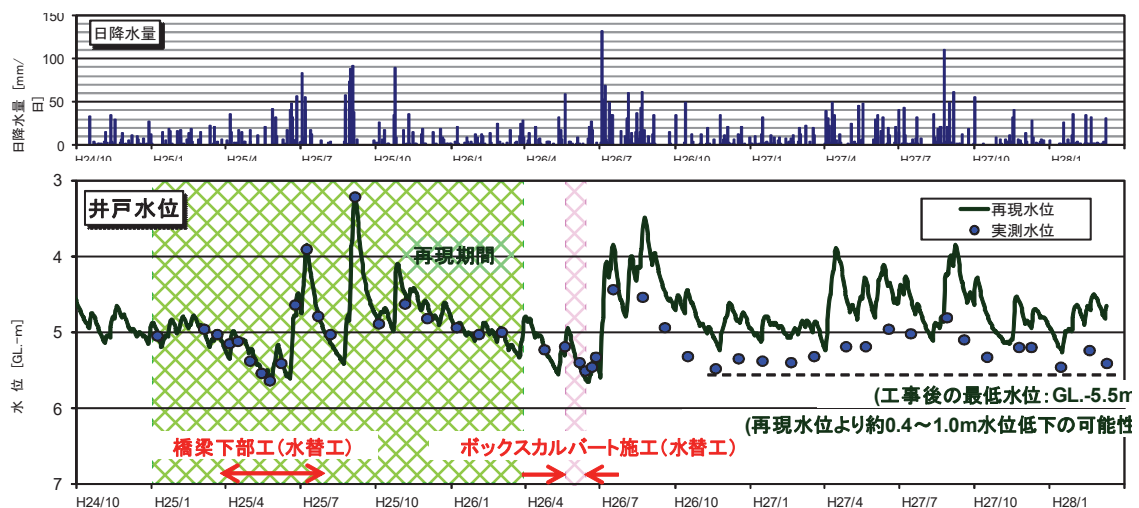


図-6 タンクモデルを用いた影響評価(橋梁工事期間中を再現期間から外した場合)

7. まとめ

- ・道路工事に伴う水文調査に、タンクモデルを用いて影響評価を行った結果と水文地質資料を加味した検討結果を紹介した。
- ・評価に際しては、水文地質状況を踏まえ、地下水変化要因を正確にとらえた上で条件設定を行う必要があることが明らかとなった。