

# トンネルの高湧水区間におけるディープウェルによる地下水位低下工法の適用

鹿島建設(株) 正会員 ○野中隼人 中畷誠門 瀬尾昭治 フェロー会員 川端淳一  
鹿島建設(株) 正会員 秀野俊英 志水俊仁 滝 英明  
中日本高速道路(株) 森北一光 赤塚 薫

## 1. はじめに

山岳トンネルにおいて、地山の固結度が低く地下水位が高い区間では、湧水量の増加とともに現場の作業性が低下し、安全性や工期を著しく損なう切羽崩壊のリスクも高まる。このような現場では、地下水の適切な管理が重要となる。現在、新東名高速道路の一部区間として建設中である羽根トンネル（上り線）（仮称）の中間部には、地下水位が高く自立性の低い砂礫層が分布しており、事前に地下水位を低下させる対策が必要であった。当初計画では、トンネル坑内からの水抜きボーリングで地下水位低下を図る予定としていたが、追加の調査を行い砂礫層の分布や透水性を再評価した結果、十分な排水能力を確保できないことが示唆された。そこで、複数の止水工法および排水工法について比較検討を行ったうえで、ディープウェルを用いた地下水位低下工法を選定し、追加対策を行った。本報文では、ディープウェルの設計および適用効果について報告する。

## 2. 工事概要

羽根トンネル（上り線、L=2,901m）は、現在建設中である新東名高速道路の、伊勢原北 IC（仮称）～秦野 IC（仮称）間に位置する山岳トンネルであり、丹沢山地の山麓を通過する。現場下流域の市街地一帯は秦野盆地に位置し、丹沢山地の河川上流部で浸透した地下水が豊富に利用されている地域として知られている。

トンネル掘削箇所一帯は丹沢層群が分布し、凝灰岩を主体とする。図-1 に示す深度約 50m の小土被り区間では固結度の低い砂礫層やローム層が分布しており、地下水位がトンネル天端より最大で約 20m 高い位置にあることが分かっていた。そこで、当該区間を高湧水区間と位置づけ、切羽崩壊を回避し安全に掘削するため、ディープウェルにより事前に地下水位を低下させる対策を行った。

## 3. ディープウェルの設計（仕様および配置の検討）

今回採用したディープウェルの構造を図-2 に示す。ディープウェルの井戸径は、施工時の制約を踏まえてφ400mmとし、掘削径はφ600mmとした。また、掘削深度は対象となる砂礫層の深度から約65mとし、その揚程に応じたポンプの最大揚水能力を500L/minに設定した。ディープウェルの本数および配置は、掘削部の地下水位をトンネル底盤以下まで低下させることを目標に設定した。本数は、砂礫層の深度分布・透水性等の地質情報や過去の地下水位、およびそれらの変動リスクを加味したうえで、群井井戸理論式<sup>1)</sup>から所要の揚水量を得られる本数を算定し、9本とした。一方、配置については、立地上の制約を踏まえながら、より広範囲で所定の地下水位低下が達成できるように、図-3 に示す予測解析を繰返し実行して最適化した。最終的に、図-4 に示すような15～17m 間隔の配置とした。

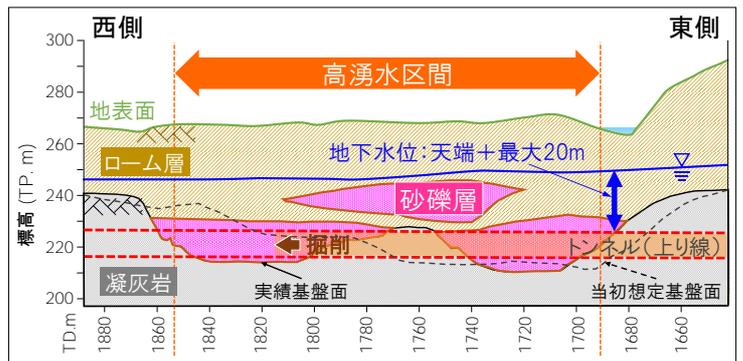


図-1 羽根トンネル高湧水区間の縦断面図

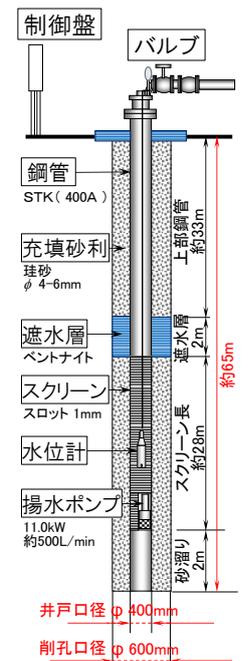


図-2 ディープウェル構造

キーワード 山岳トンネル, 砂礫層, 地下水位低下工法, ディープウェル, 高透水  
連絡先 〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1 鹿島建設(株)技術研究所 TEL 042-489-6598

4. ディープウェルの運用と効果

4.1 揚水試験結果の評価

地盤特性のばらつきに影響を受ける各ディープウェルの揚水能力を事前に把握し、追加対策の必要性を早期に判断する目的で、予備揚水試験を実施した。この結果、**図-5**に示すように全9本のうち東側6本では地下水位が大きく低下したのに対し、残りの西側3本では最大揚水能力で揚水した場合でも地下水位低下量は小さい結果となった。このことから、高湧水区間の後半部(西側)に、透水性が想定よりも高い領域(高透水ゾーン)が広がっている可能性が示唆された。その後水理定数を取得する目的で、段階揚水試験および連続揚水試験を実施した。その結果、高透水ゾーンにおける透水係数は  $k=8.5 \times 10^{-5} \text{m/sec}$  程度であり、計画段階で想定していたリスクケースを上回る値を示した。以上を考慮し、高透水ゾーンでは探りボーリングで切羽前方の地質や地下水位等を確認しつつ、安全を確保したうえで、トンネル掘削に着手する手順とした。

4.2 運用開始後の地下水位低下量の評価

ディープウェルを本格的に稼働し、約1ヶ月の地下水位低下期間を経て地下水位がトンネル底盤以下まで低下したことを確認した後、高湧水区間の掘削を開始した。**図-6**に示すように、揚水開始から半月後に172mm/dayの降水があり、上流の地下水位が約10m上昇したが、揚水量を調節することで、掘削部の地下水位をトンネル底盤以下に制御した。その結果、地盤の透水性のばらつきや大雨による地下水位の上昇等の変動リスクに対応でき、掘削面からの湧水がほとんど無い状態で安全に掘削することができた。

5. まとめ

山岳トンネルの高湧水区間において、ディープウェルによる地下水対策を行った。地質その他の諸条件に基づいてディープウェルの仕様を選定し、地下水位を制御しながら安全かつ効率的にトンネルを掘削することができた。概ね計画通りの地下水位低下を実現できていることから、今回の調査・設計・施工・運用の各段階における技術的な取組みが、今後同様の問題を抱える現場において活用されるものと期待される。

参考文献

1) 地盤工学会:根切り工事と地下水 一調査・設計から施工まで一, p.188, 1991

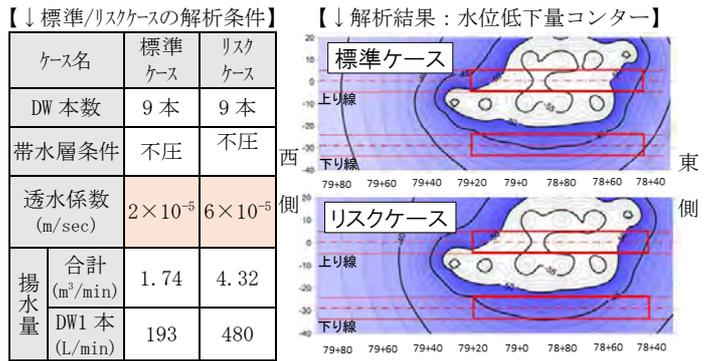


図-3 揚水量および地下水位低下量の予測解析例

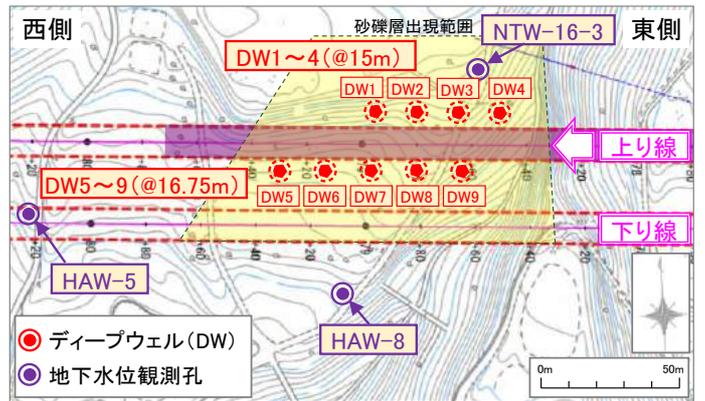


図-4 ディープウェルおよび地下水位観測孔の配置

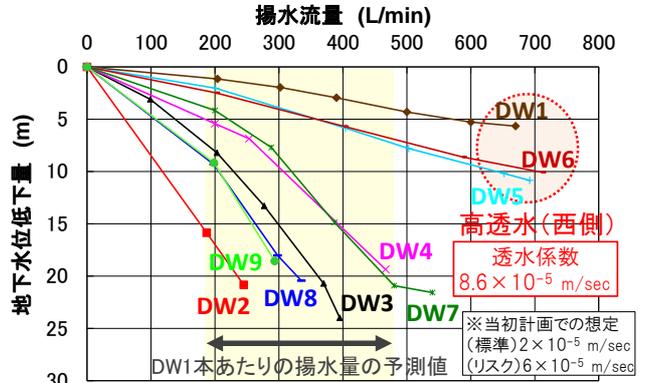


図-5 予備揚水試験結果

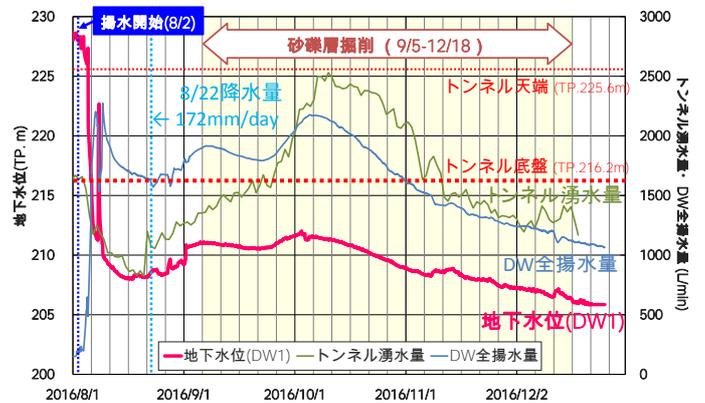


図-6 揚水試験結果の一例