

ディープウェル工法自動制御(W I C)システムの適用実績

国土交通省 近畿地方整備局 島田 哲博

鹿島建設(株) ○正会員 田中 啓之 フェロー会員 五十嵐 寛昌

近畿基礎工事(株) 正会員 性田 学

大成基礎設計(株) 松岡 永憲

1. はじめに

国道9号京都西立体千代原トンネル本体工事では、地上の道路交通への影響を極力小さくするために、パイプルーフ(延長150m)を用いた非開削工法を採用した。トンネル掘削に伴い、掘削面が地下水位以下となるため、ディープウェルによる地下水低下が必要となり、周辺地下水への影響の防止と排水処理費用の削減が望まれた。そこで、センサー・コンピュータ・インバータで構成され、揚水井戸の稼動状態を施工条件・地下水位の条件に応じて自動制御するW I C(Well Inverter Control)システム¹⁾を導入した。

2. 工事概要、ディープウェル工法自動制御システムの概要

地下水位低下工法にW I Cシステムを適用した工事区域の全体計画を図-1に示す。工事区域周辺の地盤は、玉石を含む沖積砂礫層が、地表面(TP+27m)からTP+18m付近まで分布しており、その下位には層厚0.8~2.5mの洪積粘性土層、洪積砂礫層が分布する(図-2)。

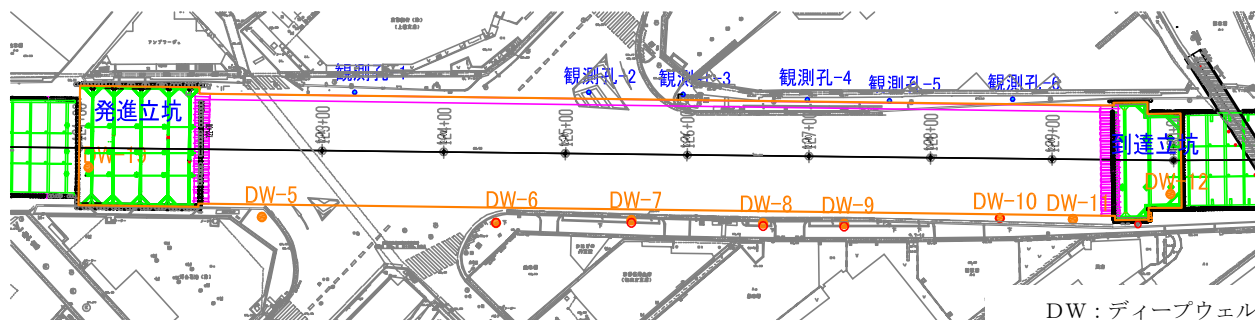


図-1 全体計画図

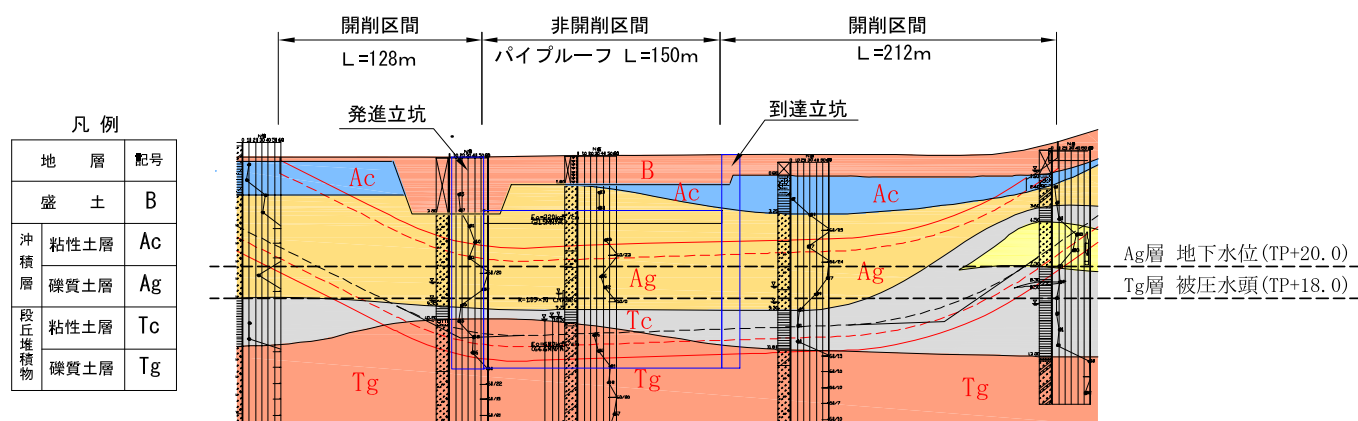


図-2 地質縦断面図

今回、導入したW I Cシステムはインバータで揚水ポンプの揚水流量を制御し、従来のフロート式制御より地下水揚水量を削減するものである。また、揚水井戸の管理水位の設定に、現場の各個別揚水試験の揚水量と観測点の水位低下量の関係を直接利用し、揚水井戸群の地下水位低下量(揚水量)を最小化する検討手順を組み込んでいる。

キーワード W I C, 揚水井戸, インバータ, 自動制御, 最適化運転

連絡先 〒615-8085 京都市西京区桂千代原町 65 番 鹿島・鴻池特定建設工事共同企業体 TEL075-383-4660

3. 工事实績

今回は、揚水井戸に管理目標水位を設定して揚水井戸の運転を管理した。揚水井戸内の水位には季節変動の傾向は認められず、工事期間中の水位制御による自動制御運転状況を示している。他方、揚水量に関しては、2008年8月初め～10月末と2009年4月末～9月末の期間中、DW5・7・8、特にDW7で顕著に揚水量の増加が認められる。観測井戸の水位に同期間中に若干の上

昇が認められ、この期間が、周辺地下水位の季節的な高水位期間にあたると思われる。また、高水位期間中揚水流量が自動的に増加し揚水井戸の水位を一定に保持している。したがって、周辺地下水位のある程度の季節変動に対して、自動的に揚水量を制御し、安全な地下水位低下量を確保できている。工事期間中のDW7の総揚水量は、152,500 m³で他の揚水井戸の2～4倍近い値であり、次に総揚水量が多い井戸はDW5・8・12で、総揚水量が8.2～8.5万m³となっている。水位と揚水量の観測結果から、工事区域の帯水層は、透水性の異なる領域が混在している不均質な帯水層と判断される。

観測井戸の季節変動幅は、観測井戸3で最大1.1m、他の観測井戸では0.7m～0.9mであり、従来のフロート制御でディープウェル施工上設定する制御範囲の1/2程度となっている。

4. W I Cシステムの評価

本工事では、新制御法であるインバータ制御の効果を確認するために、揚水井戸の従来制御法であるフロート制御で試験運転し、制御方法毎の揚水量を比較した。試験結果から得られた従来制御法に対する新制御法の揚水量の比率は、(新制御法/従来制御法)=67.8～69.5%である。2008年5月～2009年9月までの総揚水量は、687,363 m³である(平均0.994 m³/min)。フロート試験運転結果から、従来制御法で揚水管理した場合の総揚水量は、工事实績の総揚水量を(新制御法/従来制御法)の比率で除した値、989,011 m³と推算できる。したがって、本工事ではインバータを使用する新制御法により差分301,648 m³の揚水量を削減できたと考える。

本システムの当初の揚水計画は、不圧帯水層の群井戸計算により設定された。計算条件を表-1に示す。

群井戸計算では、揚水井戸の水位低下量を10m(目標水位=TP+8m)に制御することで、観測井戸位置の水位をTP+14m以下にできる計算結果となった。ただし、揚水量は3.58 m³/minと計算され、揚水実績の3.5倍程度の揚水量が予想された。均質な帯水層を計算の前提条件とし影響圏半径を同一とする群井戸計算では、工事实績と比較して水位低下量を過少に、揚水量を過大に推定しているといえる。

5. おわりに

W I Cシステムによって揚水井戸の制御管理を行うことにより、周辺地下水位の変動に対応して自動的に揚水流量を制御し、安全な地下水位低下量を確保した。また、従来のフロートによる制御方法と比較して、工事期間中の総排水量を約2/3(推定で301,648 m³の減少)に低減できたものと推算され、本システムの有効性が確認できた。

参考文献

1) 島田哲博ら：ディープウェル工法自動制御(W I C)システムの概要，土木学会第65回年次学術講演会，2010.9(投稿中)

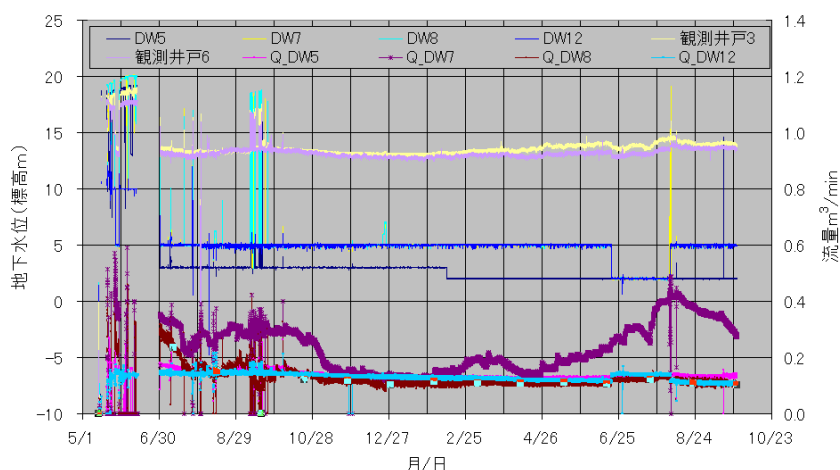


図-3 地下水位の経時変化(30分毎平均)代表データ

表-1 当初揚水計画検討条件

帯水層	不圧帯水層
透水係数	$5.0 \times 10^{-3} \text{ cm/s}$
影響圏半径	100m
揚水井戸内水位低下量	10m