

地下水流動保全技術による長期的な機能評価と展望

(株)ネクスコ・エンジニアリング東北 正会員 永井 宏
 西日本高速道路(株)南大阪高速道路事務所 森本 秀昌
 岐阜大学名誉教授 フェロー会員 宇野 尚雄
 岡山大学大学院教授 正会員 西垣 誠
 日本工営(株) 柳田 三徳

1. はじめに

地下水環境対策として実施される「地下水流動保全工法」は、地下構造物の形状、対象地盤および地下水の特性、さらには保全対象物の実態に合わせて検討され、国内でもその実施事例が増えつつある。またその役割は、施工期間中に限定したもから恒久的対策まで種々のものがあるが、その際最大の課題は目詰まりによる機能低下を抑制することである。

阪和自動車道堺地区の約1kmの区間では、堀割構造の道路建設が浅層地下水の流動を連続的に分断し、周辺既設井戸等へ深刻な影響を及ぼすことが懸念された。このため道路を挟んだ上流側の地下水を下流側へ受け渡す地下水流動保全工法を検討し、平成5年に9箇所の地下水保全施設の運用を開始し現在に至っている。本工法は、永久構造物である道路に付帯した対策工として地下水保全効果を確実に実行し、かつその機能を長期間維持することが最大の技術的課題であった。本稿では、供用後3年間および10年目、15年目及び平成22年(17年目)と長期にわたり実施した現地調査結果に基づいて本工法の機能の持続性について評価する。

2. 阪和自動車道地下水対策工の概要

対策工の基本構造は、従前の地下水流動勾配を維持するための連続止水壁、地下水の上流側に地下水を集めるための集水井、下流側に地下水を涵養するための涵養井、両井戸を道路下で接続する通水管、さらに集水・涵養機能を強化する目的のトレンチ状ドレーン及びグラベルドレーンにより構成される(図-1, 図-2)。この基本構造を1ユニットとして当該区間の必要受け渡し量に応じて9基配置し、連続止水壁により得られた地下水の上流側と下流側の水位差を利用して地下水を流動させるシステムである。本対策工の設計・施工に当たっての配慮事項と具体の対応策を表-1に示す。

3. モニタリングシステムと機能評価のポイント

人工涵養施設は、設置後のある期間内で機能が低下しなければその後の機能低下は小さいと判断し、本対策では供用開始から3年間は機能の耐久性を詳細に確認した。主たる着眼点は、所要の地下水流量が供給されていること、集水・涵養施設に目詰まりが生じていないことの2点である。特に、目詰まりが発生する位置は井戸のフィルターゾーンのごく近傍と予測されるため、集水井及び涵養井から約1mの距離に「目詰まりチェック孔」を設置し、井戸とチェック孔間の水位差(動水勾配)を監視することで目詰まりの発生を早期に把握できるようにした(図-3)。

モニタリングの実施は、a)通水管の流量、b)集水・涵養井及び周辺モニタリング孔の水位、c)集水・涵養井の水質の3項目を対象とし、施工前のデータ基に指標となる管理基準を設定するとともに、異常(目詰まり発生の兆候)が認められた場合の機能回復方法も定めた。

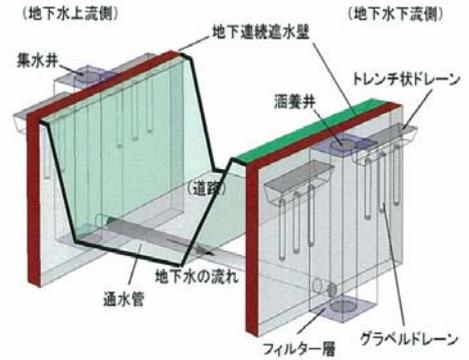


図-1 地下水流動保全工法概念図

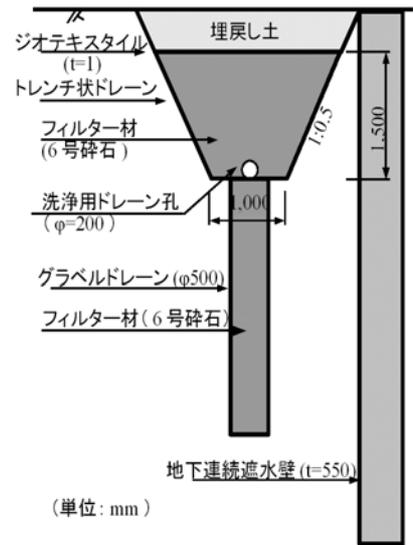


図-2 トレンチ・グラベルドレーン

表-1 設計・施工上のポイントと対応策

地下水保全対策としての条件	採用した工法	内 容
地下水の影響を遮断	切土のり面両肩に柱列式連続地中壁を設置	(土留壁+止水壁)としてのり面の安定を確保。止水壁は10 ⁻⁶ cm/s以下。
工事期間中の地下水低下の影響を回避	ブロック分割施工	全体を11の施工ブロックに分割し、連続した隣接ブロックを同時施工しない手順を地下水解析により決定。
地下水保全の機能を恒久的に維持	細部にわたる目詰まり防止対策	浸透断面積の拡大、地下水の形のまま受渡す。井戸やフィルター材の材質、機能低下時の復旧対策。
維持管理の容易な施設(メンテナンスフリーを目標)	モニタリング体制の構築(図-4)	目詰まりチェック孔、広域モニタリング孔の配置。維持管理マニュアルの作成。

キーワード 地下水流動保全, 目詰まり, 維持管理, モニタリング

連絡先 〒980-0013 仙台市青葉区花京院 2-1-65 (株)ネクスコ・エンジニアリング東北 TEL 022-713-7290

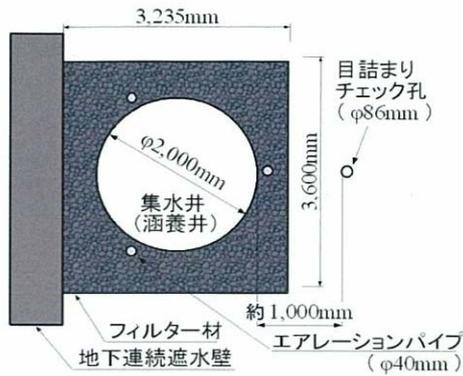


図-3 井戸と目詰まりチェック孔

4. 機能の持続性確認のため原位置調査

1) 地下水供給量

下流側への地下水供給量は供用後 3 年間はほぼ単調に増加し 32 ヶ月頃に最大流量を示した。これは、一旦乱された地盤に新たな水みちが形成される過程であり、その後は安定化し 10 年目、15 年目も完成時とほぼ同等の流量で推移している (図-5)。

2) 目詰まり発生の有無

目詰まりチェック孔と集水・涵養井の水位差は、供用後約 2 年間は動水勾配が不安定であったが 3 年目以降は安定・収束の傾向が見られ、水みちの形成に伴う涵養機能の安定化と解釈される。10 年目、15 年目でも顕著な目詰まりの発生は見られず、至近の観測では水位差は殆ど生じていないことが確認された (図-6)。

5. 地下水流動保全工法の機能の持続性に関する評価

1) 上流から下流への地下水供給量は、供用後 3 年目から継続して安定しており当初の流量が維持されている。

2) 最大の懸念事項である目詰まり発生は、施設周辺の地下水位・水質調査、水中カメラによる井戸内観察を通して評価し、完成後 17 年目(平成 22 年)においても顕著な目詰まり傾向は認められない。

3) 図-7 に示すように、施設完成後 1 ~ 2 年は井戸水位は高いが管内流量は小さく、2 ~ 3 年目は逆に井戸水位は低いと管内流量は増加する傾向が見られ、施設完成後 10 年以上を経過すると管内流量は完成当初の流量に近づくという特徴が見出された。すなわち、初期の約 2 年間は水みちの形成期間であり、3 年を経過すると水みちが熟成して安定した状態で地下水を供給し得る状態になると推察される。モニタリングの方法についてもこのような状態変化に応じた監視項目と実施頻度を考慮すべきと考えられる。

6. おわりに

恒久的かつメンテナンスフリーを目指した地下水流動保全工法の機能の持続性について、供用後 15 年以上の長期にわたるデータを基に検証した。その結果、道路建設によって分断されることが予想される上流の地下水流動量を地下水の形のまま下流に受け渡すこと、道路という永久構造物に付帯した地下水保全対策工としてその機能を恒久的に維持することの当初設定した 2 つの基本理念を満足することが確認できた。調査から設計・施工・管理と一貫したこの技術が、日本全国の地下水環境問題に直面している箇所でも有効に利用されれば幸いである。

参考文献 永井,西垣,宇野,柳田:恒久的な地下水流動保全工法の設計・施工および維持管理手法の検討.土木学会論文集No805/ -69,pp.47-60,2005 他

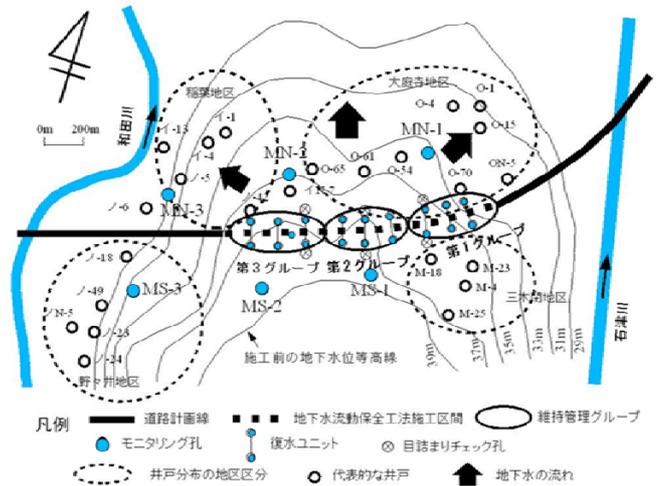


図-4 モニタリングシステム

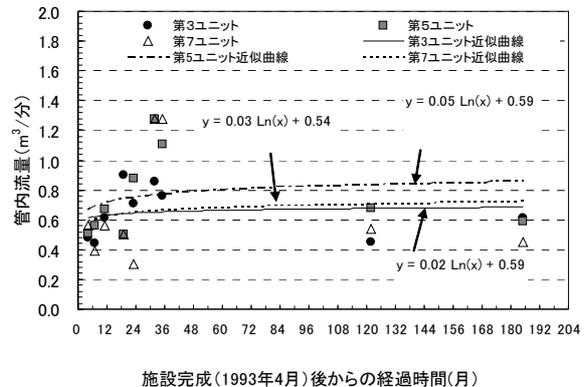


図-5 施設完成後の管内流量の変化

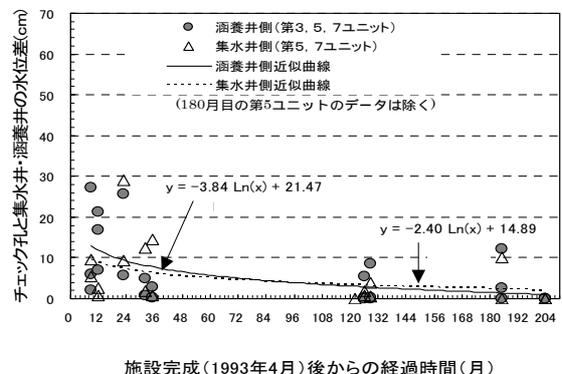


図-6 施設完成後の井戸近傍の水位差

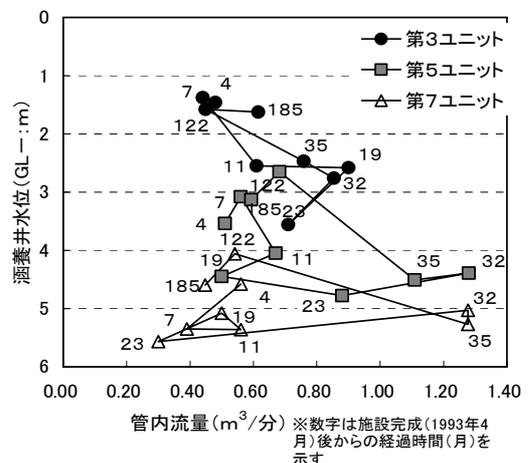


図-7 管内流量と涵養井水位の関係