

VI-146 サイフォン方式による復水工法

日本道路公団 正会員 永井 宏
岡山大学 正会員 西垣 誠

1. はじめに

土木工事に伴う地下水位低下問題に対して、人工涵養による復水工法の有効性が着目されているが、その効果は地盤の性状に大きく支配され、また目詰まりによる機能低下の問題もあって恒久的な対策工法として確立されるまでには至っていない。今回連続的な切土構造で計画された約1.3kmの道路建設において、帯水層の分断に伴う下流域の地下水保全策として、逆サイフォン方式の復水工法を選定し、地下水シミュレーション解析で計算上の効果を確認するとともに、原位置地試験を行って実際の復水効果を確認した。

2. 事前検討

計画ルート周辺の地質は、下位の大阪層群とこれを不整合に覆って分布する洪積段丘堆積物に分けられる。このうち段丘礫層は $K = 4 \times 10^{-3}$ cm/sの透水性を有し、周辺浅井戸の取水層となっている。一方大阪層群中の砂礫層は被圧帯水層を形成し、その透水性は $K = 1 \times 10^{-3}$ cm/sと段丘礫層に較べてやや小さい。なお段丘礫層中の地下水はGL-2m付近の浅所に分布し1.5m程度の季節変動を呈する。(図-1)

そしてこのような水理地質構造や地下水状況を反映した、有限要素法による断面二次元及び準三次元モデルを用いて復水工法の事前検討を行った。その結果、帯水層の遮断に伴って路線から下流側約300mの範囲で0.5m程度の水位低下が起き、既設井戸の取水障害やかんがい水量の不足が予想されたが、切土区間の現況地下水流動量(250~300 m³/日)を10ヶ所に分散して人工涵養させれば、全域でほぼ現状に復水することが確認された。(図-2)

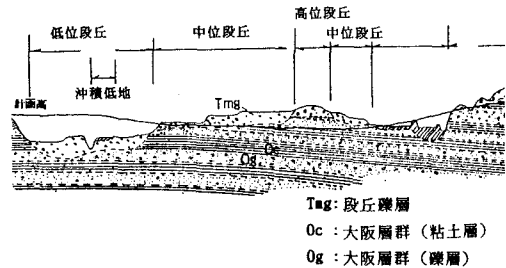


図-1 切土区間の地形地質状況

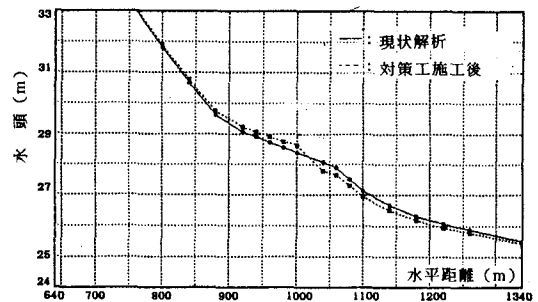


図-2 対策工の効果解析

3. 地下水復水工法のシステム

本対策で用いる地下水復水工法は、本線両側に柱列式地下連続止水壁を設置して地下水を遮断し、切土のり面及び路盤の安定を確保するとともに、上流側での地下水のせき上げ効果を利用し、管理上有利な自然流下の逆サイフォン方式により下流側へ地下水を補給し、段丘礫層中に人工的に涵養させようとするものである。

4. 試験施工

本工法が、現地の砂礫層地盤に対してどの程度の復水効果をもたらすかを確認し、対象土層の性状や目詰まり対策を考慮した最適な施設形状を決定することを目的として実際規模の施設による現地試験を

実施した。試験は涵養井内に注水して水位を上昇させ、周辺地下水との間に人工的な水位差を設けて涵養させた。涵養施設の形状としては、施設の有効半径を拡大するために井戸を中心にして、①9本の水平ドレーン孔($\phi=10$ m)を放射状に施工した場合と②トレンチ+グラベルドレーンを止水壁沿いに延長50m施工した場合の2ケースについて実施した。

その結果、試験開始とともに周辺地下水位は顕著な上昇傾向を示し、試験期間中(約1ヶ月)概ね安定した水位を維持した。そして水位上昇の程度、影響範囲、浸透量は何れも②の方がより大きく、井戸から約80m離れた観測孔でも明瞭な復水傾向を示した。即ち線で涵養させる浸透断面積の大きな施設では、“水みち”と呼ばれる局所的な高透水性ゾーンを捉える確率が高く、また地下水流の動水勾配を小さくできるため目詰まり対策上有効である。なお断面二次元浸透流解析で得られた試験地点での必要補給水量と今回の試験で測定されたケース②の浸透量は概ね一致したものであった。(図-3)

5. 復水工法の一般構造

本対策で採用する復水工法の構造は、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』を設置し両井戸を連通管で接続するものである。井戸径は2mで、フィルター材には5号及び7号砕石を混合して用いる。また各井戸にはその機能を強化する目的でトレンチドレーンとグラベルドレーンを付加する。トレンチドレーンは底面幅1.5m、深度2.5m、グラベルドレーンは径500mm、深度3mを基本形状とし、フィルター材として6号砕石を充填する。

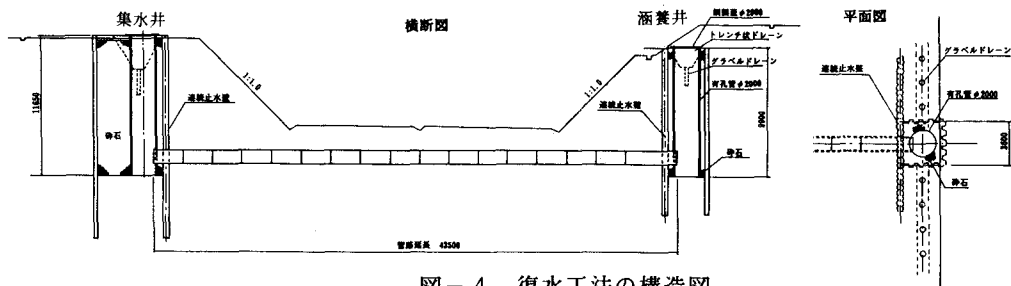


図-4 復水工法の構造図

6. おわりに

今回選定した地下水保全のための復水工法は、永久構造物である道路に付帯する恒久的な施設と位置付けられる。このため本工法の構造決定に当たっては、施設の維持管理と機能維持に特に配慮した。即ち、①管理上有利なサイフォン方式とする、②地下水のまま涵養させる、③目詰まりの発生を極力抑えるため施設の浸透断面積を大きくして過度の動水勾配を生じさせない、④機能復旧のための施設を組み入れる等の点である。なお周辺での観測結果を見る限り、施設設置後1年以上経過した現在も目詰まりによる機能低下現象は認められていない。

今後は本復水工法のシステムの機能を評価するための手法や、維持管理ならびにモニタリング方法等について詳細に決定していく考えである。

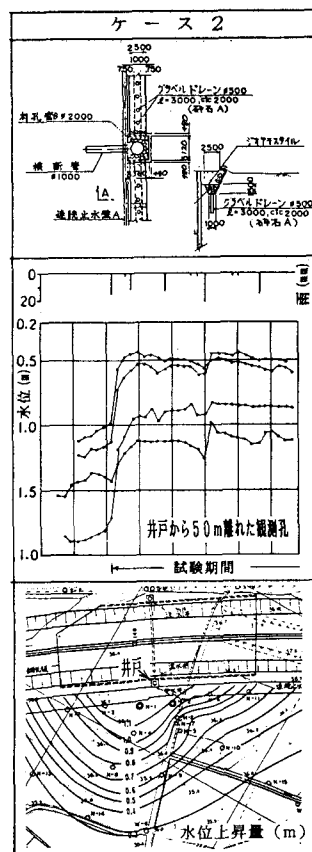


図-3 試験施工結果