

VI-12

地下水環境保全のための復水工法の設計

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

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た。そして試験施工によりその効果を確認するとともに涵養手法の比較検討を行ない、最も有効な復水施設の構造について検討した。本稿では、このような恒久的復水施設を設計する場合の基本方針について報告する。

2. 復水工法の一般構造(図-1)

本復水工法の構造は、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』を配置し、両井戸を連通管で接続するものである。そして各井戸には、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。

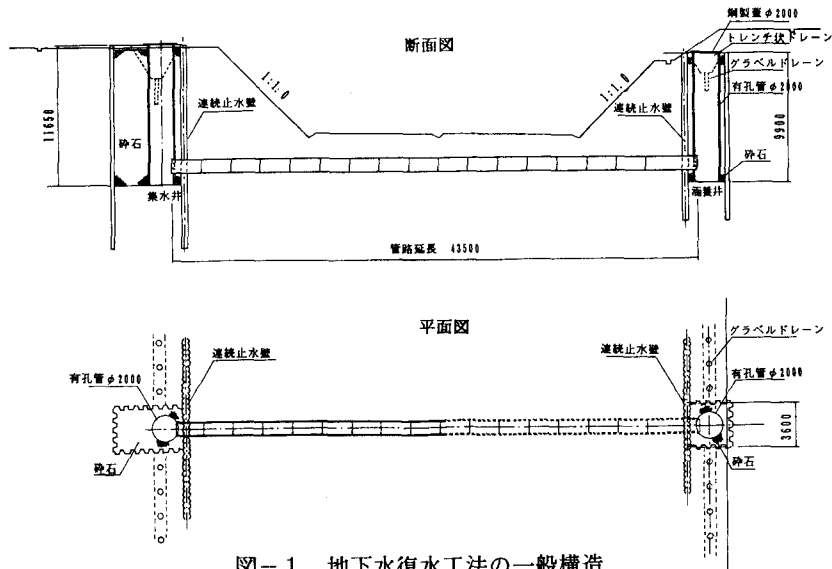


図-1 地下水復水工法の一般構造

3. 復水施設の構造設計

(1) 施設形状

1) 集水井及び涵養井

井戸径はφ2mとした。材質は耐久性を確保するために亜鉛メッキしたライナープレートを使用し、これにφ50mmの集水孔を設けた。なおフィルター材の落下防止のため、周囲に3mmメッシュのネットを巻いた。

2) トレンチドレーン

トレンチドレーンは、より大きな断面で地下水を集水(上流側)、涵養(下流側)するための“水路”の役目を持つ。従ってトレンチドレーンの底面レベルは、①常時トレンチ内が湛水

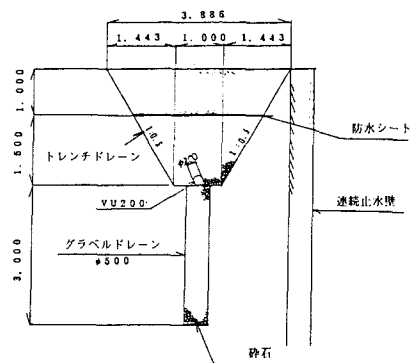


図-2 トレンチ及びグラベルドレーン

状態であること。②上流側と下流側のトレンチ底面は同一レベルとする。等の条件を満足するものとし、『渇水期の自然水位-0.5m』とした。掘削形状は、底面幅1.0m、深度2.5mで1:0.5の法勾配を基本とした。

3) グラベルドレーン

グラベルドレーンは、トレンチドレーンと一体となって地下水を適確にかつ連続的に集水または涵養させる機能を持ち、トレンチ底面に設けたφ500mmのオーガー孔を碎石で置換するものである。孔間隔は施工性を考慮して2mピッチとした。

(2) フィルター材の選定

フィルター材は、①周辺地盤に対して透水性が十分大きい。②目づまりを生じない。③締め固めても粒子破砕が生じない。④長期間水中にあって風化・変質しない。等を基本条件とし、対象帯水層の粒度構成を考慮して選定した。本検討では、使用するフィルター材が5000㎡以上であることから、経済性、市場制も考慮して5号(13~20mm)~7号(2.5~5mm)の単粒度碎石を採用した。そして井戸については、特に目づまり対策上有利とされる異なる粒度の材料を混合する方法として5号と7号碎石を4:6の比率で混合して用い、トレンチ及びグラベルドレーンについては中間の6号碎石を用いた。

(3) 維持管理方法

復水施設の機能を長期間維持させるために、①井戸のライナープレートの外周3ヶ所にφ40mmのエアレーションパイプを取り付け、②トレンチドレーンの底面に目づまり物質を除去するためのφ200mmの有孔塩ビ管を縦断方向に敷設した。また両井戸の直近に目づまりチェックのための観測孔を配置した。

(4) 施設規模

本検討では切土区間の9ヶ所に復水施設を配置する計画であるが、1つの復水システムはそのカバーする範囲(隣接するシステムとの中心間距離)の必要補給水量に見合う集水及び涵養能力を有していなければならない。そこで1つの復水システムの施工延長を以下の手順で算定した。

1) 1システムの必要補給水量について

FEM断面2次元浸透流解析で得られた該当区間の現況地下水流動量を必要補給水量とした。

2) システムの地下水補給(または集水)能力

本復水システムは、その形状から井戸本体、トレンチドレーン及びグラベルドレーンの3つに分けられる。そこで試験施工実施ヶ所の水理地質条件を基に、各施設の理論上の能力を次の方法により求めた。

①井戸：不透水性境界(柱列止水壁)に接する井戸と考え、“鏡像法”による井戸公式を用いた。

②トレンチドレーン：その断面形状と等価な断面を有する井戸と考え、井戸と同様の手法で検討した。ただし実際の深度は2.5mと浅いため、帯水層に対する貫入率から補正した。

③グラベルドレーン：これ自体を井戸と見なし、不透水性境界に接した群井戸として検討した。

そして試験施工での実績浸透量を①~③の能力に応じて配分し、試験施工ヶ所における施設浸透量を求めた。

3) 施工延長の検討

上記の施設浸透量を基本として、当該ヶ所の帯水層の透水性や厚さから各施設の能力を算定し、必要補給水量に見合う施工延長を決定した。

4. おわりに

地下水復水工法の施設設計に当っては、実際の試験施工の結果を基に従来の井戸理論を応用して検討したが、①施工済みの施設で実施した機能評価試験の結果では、設計値を上回る浸透量が確認された。②周辺地下水は概ね安定した状況にある。等から、現段階で本施設は十分機能しているものと判断される。今後は本復水システム全体の機能評価と具体的な維持管理手法について詳細に検討していく考えである。

<参考文献> 1) 西垣 誠 ほか：グラベルドレーン材の目詰まり特性に関する研究。土木学会大43回年次学術講演会 論文集 pp. 888~889, 1988年10月

2) 永井 宏 ほか：サイフォン方式による復水工法。土木学会第47回年次学術講演会 講演要集第6部 pp. 314~315, 平成4年9月