

透水機能を有する地中連続壁の検討

首都高速道路公団 正会員 半野久光
 首都高速道路公団 久保田強
 首都高速道路公団 正会員 山崎達朗
 八千代エンジニアリング(株) 正会員 松田義則

1. はじめに

連続した地下構造物を建設する場合、透水層の遮断によって地下水流が阻害され、井戸涸れや地盤沈下が生じる被害が増えている。首都高速中央環状新宿線は、路線延長10.1km全てが地下形式であり、そのうちの約60%は開削トンネルで計画されている。筆者らは、「本体壁利用の地中連続壁を対象として、施工時には遮水、完成後には通水を可能とする工法（通水連壁工法）」の適用に関する実験および検討を行い、対策工法の確立を進めている。

2. 基本形式

対策工法の具備すべき条件は、水質を変化させることなく長期的に安定した状態で通水させることにあり、これまでにいくつかの対策事例が報告されている^{1) 2)}。しかしながら本路線では、そのような基本条件に加え、①用地内での施工が可能である、②深い位置の透水層の通水ができる、③全体工程に影響を与えない、という制約条件を満たす必要がある。

通水連壁工法は、図-1に示すように井戸（集水井、復水井）を地中連続壁の内部に設け、両井戸を連結管でつなぎ地下水を迂回状態で通水させる形式のため、水質に変化が生じないとともに長期的にも安定した通水が可能となっている。そして、地中連続壁の内部に井戸を設けることから、用地内での施工が可能である。

井戸部は、図-2に示すように鉄筋籠の一部に井戸の構造体を鉛直方向に設置し、地中連続壁と同時に施工する。そのため、深い透水層が対象であっても、全体工程への影響は少ない。スクリーンには、①土砂の流出を防止する、②開口率を高める、③通水地盤面の洗浄を容易にする、の点から図-3に示すような水平連続Vスロット構造を採用している。

3. 室内モデル実験

通水連壁工法の、通水時における地下水流の挙動把握と地盤の目詰まり条件の検討を目的に、室内モデル実験を行った。

3. 1 実験方法

実験装置の概要を図-4に示す。実験は、上流側と下流側の水位を固定とし、動水勾配を変化させて行う。

モデル地盤の作製は、スクリーンをあらかじめ設置した土槽内に、東京礫

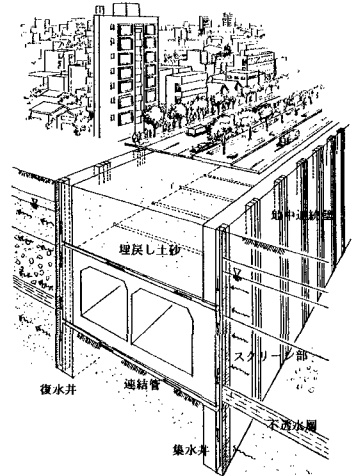


図-1 通水連壁工法概念図

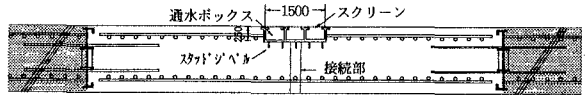


図-2 井戸部を組み込んだ鉄筋籠模式図



図-3 スクリーン部模式図

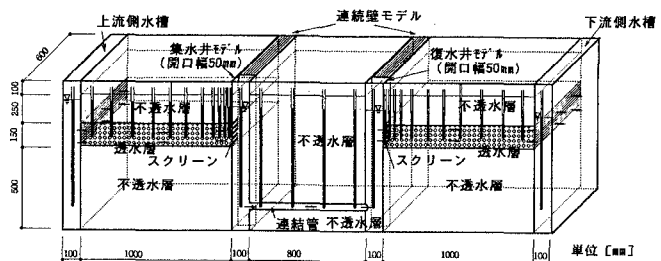


図-4 実験概要図（片側通水）

層を対象とした粒度調整材料を用い、 $\rho_t = 2.0 \text{ g/cm}^3$ を目標に締固めた。実験ケースは、井戸部（通水施設）が1組の場合（片側通水）と2組の場合（両側通水）の2ケースの他に、復水部を対象に透水層厚を50cmとした片側通水の実験を、スクリーンを変えて2ケース実施した。

3.2 実験結果

両側通水では、いずれの動水勾配でも目詰まりは生じなかった。片側通水の場合、動水勾配の増大に伴って目詰まりが進行していく過程が認められた。以降、片側通水の実験結果について示す。

単位動水勾配当たり流量（ Q/i ）の経時変化を図-5に、各時点における水位分布を図-6に示す。 $i=1/100$ の段階…（ Q/i ）は、5日間を通じて安定した流れで推移している。水位分布の形状はほぼ逆対象となっており、目詰まり的な現象は認められない。 $i=1/50$ の段階…（ Q/i ）は、段階的に低下する傾向を示している。復水井近傍の地盤の水位差が、徐々に拡大していく。水位差の拡大の仕方には特徴があり、短い区間で急激に発生している。 $i=1/30$ の段階…（ Q/i ）は、 $i=1/50$ の段階と同様に、低下→安定→低下を繰返し、最終的には $i=1/100$ 段階の40～50%となった。

3.3 考察

地下水流阻害の要因となる目詰まりの発生は、復水井の近傍の地盤で生じることが判った。

地盤の目詰まり発生の主原因は、地盤の粒径、動水勾配、流速などに起因する地盤中の微細粒子の移動によるものと考えられている³⁾。地盤の粒径を与条件とした場合、微細粒子の移動は、動水勾配の増大に伴う流速の増加によって生じることになる。浸透面での流速は、浸透面積をスクリーンの全面積が有効と考える場合（ $V_{s1} = Q/A$ ）と、スクリーンの開口部面積のみ有効と考える場合（ $V_{s2} = Q/(A \cdot \alpha)$ ここに α ：開口率）とがある。実験結果は、図-7に示すように、 V_{s2} で整理した場合の方が目詰まりの発生によく対応していた。図中の目詰まりの判定は、流量および水位分布の変化にもとづいている。

このことは、通水連壁のようなフィルター層のない井戸においては、目詰まりに対してスクリーンの開口率が影響することを示している。そして、目詰まり発生有無の境界を「限界流速」とすれば、本モデル地盤の限界流速は $7 \times 10^{-2} \text{ cm/s}$ 程度といえる。設計に際しては、目詰まりを発生させないために、限界流速以下になるように、通水施設間隔、通水部の面積およびスクリーンの開口率を設定する必要があると考えている。

4. おわりに

都市部での大規模地下水保全対策工法の基本的事項について報告した。しかし、実際の施工においては、地中連続壁施工時の安定液による地盤への影響、その除去方法の確立が必要であり、現在、この種の実験を進めている。最後に、本工法の実験に際し、多大な御協力を頂いた関銭高組技術研究所の佐藤氏、坂本氏および関係各位に感謝の意を表します。

- <参考文献> 1) 宇野・西垣・永井・柳田：地下水環境保全のための復水工法の設計、第38回土質工学シンポジウム、1993
2) 鈴木・佐藤・縄田：地下鉄函体構築現場における地下水保全対策の検討例、土木学会第48回年次学術講演会講義集Ⅲ、1993
3) 建設省土木研究所：地下空間建設における地下水環境の保全技術マニュアル(案)、1993

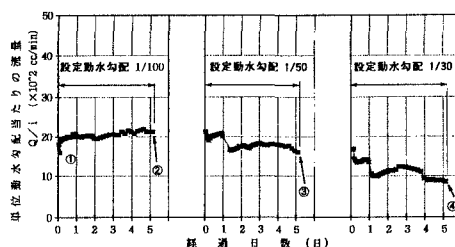


図-5 単位動水勾配当たり流量の経時変化

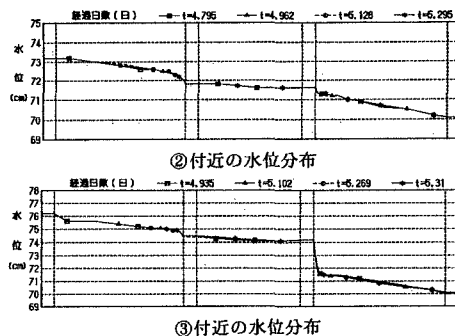


図-6 各時点における水位分布

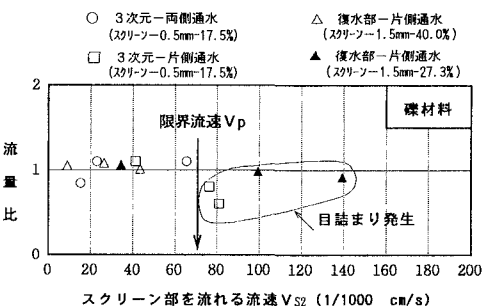


図-7 流速 V_{s2} と流量の関係