

II-102

目づまりによる復水井戸機能低下の評価モデル

(株) 竹中工務店 正会員 ○中崎英彦 石瀬俊明
(株) 竹中土木 正会員 森嶋 章 真田慎一

1. まえがき

最近の大都市圏の地価高騰から、地上権に無関係に利用できる大深度地下空間への期待は切実なものとなっている。このような社会情勢を踏まえて、関連施工技術の開発が活発に行われるようになってきた。その一環として、工事中の揚水を再び地中に戻して地下水環境を保全することを目的とした復水工法も重要なテーマとなっている。復水工法は従来からも行われているが、問題点として目づまりによる井戸の機能低下があり、長期間の復水に対しては信頼性に欠けているのが現状である。

本研究は目づまりによる復水井戸の機能低下の評価モデルを提案するとともに、実験的にその妥当性を検証しようとするものである。

2. 評価モデル

長期間使用による復水井戸の目づまりは一般に注入水中の懸濁物が原因となって生ずる。そのメカニズムには、復水井戸周辺地盤の懸濁物補足特性と懸濁物の粒度構成から次の3つのケースが考えられる。

- (1) 懸濁物の粒径が地盤の間隙より小さい場合は、扇状地などの例に見られるように目づまりはほとんど発生しない。
- (2) 懸濁物の粒径が地盤の間隙よりやや小さい場合は、懸濁物は地盤中の動水勾配が小さくなったところで補足される。
- (3) 懸濁物の粒径が地盤の間隙と同程度かそれ以上の場合は、懸濁物の大半は井戸孔壁で補足される。

以上3つのケースの中で最も頻度が高いのは(3)のケースと考えられる。この場合、図-1に示すように、孔壁の内外で圧力差 ΔP が生じ、これが時間と共に増加していくことになる。このことから、孔壁を分離して図-2のような理想井戸と等価フィルターからなる簡単なモデルで目づまり現象を評価することが可能と思われる。

・水頭損失率とろ過抵抗の関係

今、水頭損失率を η 、ろ過抵抗を RC とすれば、図-1および図-2より

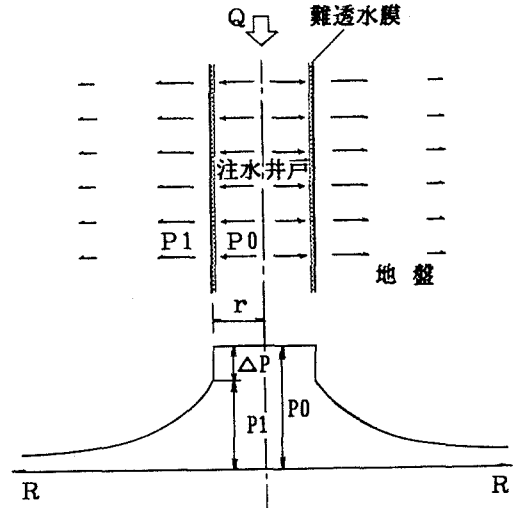


図-1 復水井戸における水頭損失の概念

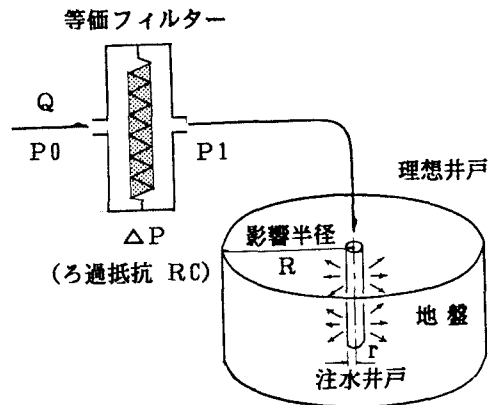


図-2 復水井戸機能低下の評価モデル

$$\eta = \frac{\Delta P}{P_0} = \frac{P_0 - P_1}{P_0} \quad - (1)$$

$$RC = \frac{\Delta P}{Q} = \frac{P_0 - P_1}{Q} \quad - (2)$$

被圧水層への復水を考えた場合、図-1から

$$Q = 2\pi k b \frac{P_1}{2.3 \log(R/r)} \quad - (3)$$

(k :透水係数 b :透水層厚 R :影響半径 r :井戸半径 /但し水圧は R での値を基準とする)

$$K = 2\pi kb / 2.3 \log(R/r) \text{ と置き換えると} \\ Q = K \cdot P1 \quad - \quad ④$$

②式および④式より

$$P1 = \frac{P0}{1 + K \cdot R} \quad - \quad ⑤$$

①式および⑤式より

$$\eta = \frac{K \cdot R}{1 + K \cdot R} \quad - \quad ⑥$$

3. 模型実験による検討

注水井戸土層模型と、それに等価なフィルターを想定し実験によって評価モデルの検討を行った。実験土層の概要を図-3に示す。復水井戸の孔壁面積は、フィルターのろ過面積とほぼ同じくとした。細砂により作成した実験土層に清澄な水を注入し、目づまり前の注入水圧と注入量の関係を求めたものを図-4に示す。次に等価フィルターを想定するための予備実験として、ろ材を変化させてSS負荷量とろ過抵抗の関係求めた。なおフィルターに負荷したSS分は、土層と同様の細砂より74 μ 以下の粒子を採取したものをを用いた。負荷速度は100mg/minとし、濁水として供給した。実験結果を図-5に示す。ろ材の特性によってろ過抵抗の進行度には大きな差異が認められるが、いずれの場合も、ろ過抵抗はSS負荷量にほぼ比例していると言える。同様の方法で実験土層にSS分を負荷した場合の流量の実測値と、等価フィルターモデルでの計算値を比較し、モデルの妥当性を検討してみた。実験土層と等価なフィルター特性は損失水頭を数点測定し、予備実験の結果と前記⑥式より想定した。実測値と計算値との比較を図-6に示す。評価モデルによる計算値は、実測と良い一致を示し、このようなモデル化はおおむね妥当なものと思われる。

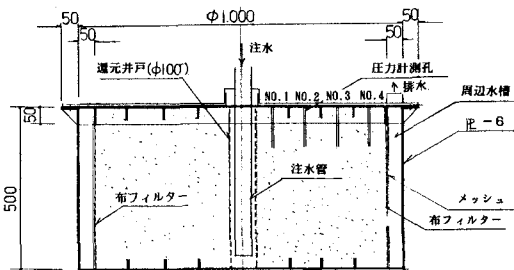


図-3 実験土層の概要

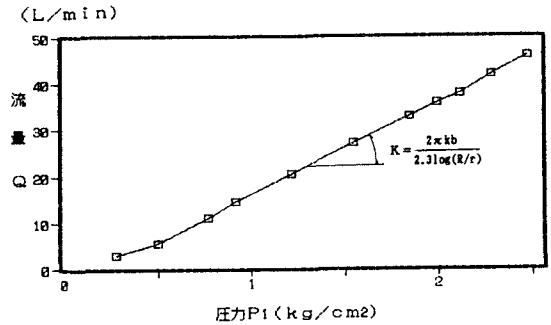


図-4 実験土層における注入圧力と流量の関係

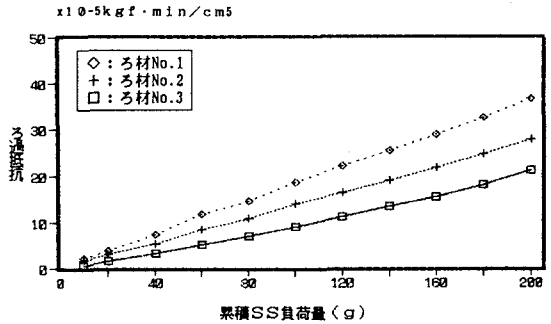


図-5 累積SS負荷量とろ過抵抗の関係

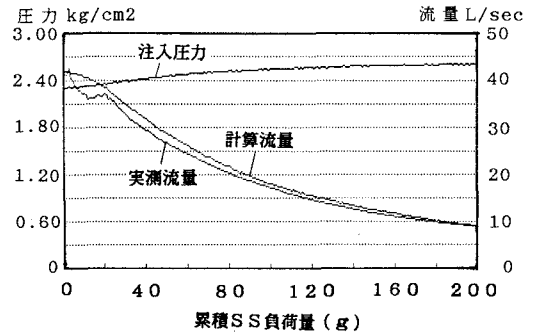


図-6 実測値と計算値の比較

5. 結論

以上の実験結果から、細砂層における復水井戸の目づまり現象は、注入水のSS分が孔壁に捕捉されて形成される難透水膜のろ過抵抗によって説明が可能であることが明らかになった。これによって、注入水の濁度と、ろ過抵抗特性を調べておけば、復水井戸の目づまりの進行状況を前もって推定することが可能と考えられる。なお、本研究は、建設省総合プロジェクトの一貫として行ったものであり、関係各位に深く感謝の意を表します。