

復水工法

Artificial Recharge

西 垣 誠 (にしがき まこと)

岡山大学助教授 工学部土木工学科

1. はじめに

地盤掘削の際に掘削面の安定を計るために、地下水位を低下する工法が用いられる。しかし、帯水層から地下水を揚水すると、地盤環境に種々の災いが生じる。その地盤環境への影響を防ぐ目的に復水工法が採用されようとしている。しかし、復水工法の定義、あるいはその工法に関しての設計法はまだ確立されたものではない。ここではこの復水工法について説明する。

2. 復水工法の語源

“復水工法”という呼び名は決まったものではなく、“注水工法”あるいは“涵養工法”、“地下水還元工法”などとも呼ばれている。揚水の Discharge に対応してリチャージ (Recharge) 工法とも呼ばれている。

とにかく、電気にたとえれば帯水層から揚水したことによって放電した帯水層に水を注入してやって再充電しようという意味である。

3. 復水工法を用いる目的

復水工法は地下水の環境保全を維持することが主たる目的である。具体的に述べると以下の目的がある。

(a) 地下水位低下による周辺の地下水災害の防止
根切り工事やトンネル掘削工事のために地下水位を低下させたことによる井戸等の枯渇の防止のために復水工法を行う。

(b) 地下水位低下による地盤沈下の防止
工事のための地下水位低下による粘土層の圧密沈下防止のための復水工法。

(c) 地下水位低下による地下水の汚染防止

地下水位が低下したために、塩水遡上が発生して、地下水の汚染が進む。この防止のため、復水して、塩水と淡水の境界層の上昇を制御する。

(d) 地中構造物の建設による地下水の流況阻害の防止

地中構造物の建設により地下水の水みちを遮断することがある。この時に上流側の水位は上昇し、下流側の水位は低下する。したがって、これを防止するため、上流側で集水した地下水を下流側に復水する必要がある。すなわち、地下水の浸透のための迂回する道を作成して地下水の流況を阻害しないようにする。

(e) 地下水位低下のために揚水した水の処理

揚水した水の水質が良ければ、周囲の河川や海に放流できるが、水質が悪くない場合や周囲に放流先がないときには、下水道に放流しなければならない。しかし、下水道への放流費は約 200 円/m³~300 円/m³ 程度かかり、揚水した水の排水処理だけで数億円になる。このような経費の軽減と帯水層から揚水したことによる地盤環境の乱れを防止する目的で、揚水した水を地下水に還元する復水工法が根切り工事で利用されている。

(f) 地下水への地表水の備蓄¹⁾

豊水期の地表水を地下水に涵養して、豊水期の地下水利用を円滑にする方法が考えられている。特に、冬期の融雪用に地下水を用いる所では夏期に地下水への表流水涵養はきわめて重要なことになっている。

降雨を地下水へ涵養する方法に関しても多くの研究がなされ、一部では実際に行われる降雨の河川への流出率を少なくしている事例もある。

(g) 地下水の保温性を利用するための復水²⁾

地下水温は15℃前後であるが、夏期の間に地表で暖かくなった地表水を地下水の中上部に復水し、こ

の層の地下水を冬期に揚水して暖房に用い、同時にこの時期の低い温度の表流水を地下水中の下部に復水し、夏期に揚水して冷房に用いる。この方法は、自然のエネルギーを効率よく用いる方法でエネルギー問題や環境問題を解決する一つの方法である。

(b) 漏油や漏ガス防止のための復水工法

水封式の石油備蓄や、天然ガスの地下備蓄、あるいは圧縮空気によるエネルギー備蓄等における、漏油、漏ガス、漏気の防止のために復水工法を用いる。

4. 復水工法の設計と問題点

4.1 排水設計

復水工法そのものの発想や設計はきわめて簡単なものである。根切り工事を例にとると、図一1に示すように、揚水井と復水井を併用する際には、復水流量は負の流量、揚水流量は正の流量として重ね合わせの方法を用いると、対象点の水位低下量は求められる。しかし、この方法では、井戸干渉が考慮できないので、揚水井内の水位、復水井内の水位を固定にして数値解析により対象地点の水位低下量を求める方が妥当である。無論、復水井を用いると、影響圏が近くなるため、揚水流量が増加する。

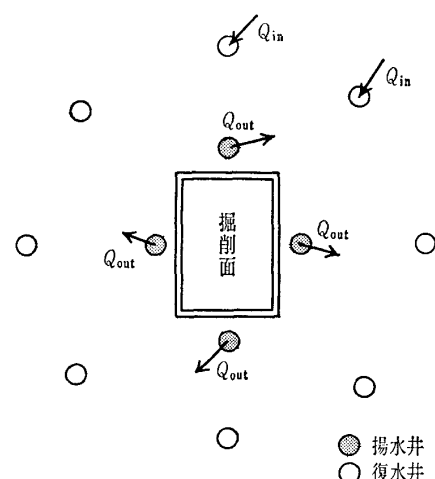
4.2 復水工法における問題点^{3), 4)}

復水工法を用いる際に最も問題となる点は、復水機能の経時的な低下である。復水工法は、先に述べたように種々の目的に用いられているが、ここでは、根切りに関係する問題について述べる。

復水機能の経時的な低下の原因は、復水井周囲の目づまりが大きな原因となっていると考えられる。一般に復水工法が目づまりの原因として以下のことが列挙されている¹⁾。

(a) 注入水中の懸濁物、帯水層内での化学反応および微生物の増加

揚水した水を直接、復水井に注入する際には、その水に含まれている微粒子を除去しないでそのまま復水するとストレーナーやフィルターや帯水層中で目づまりを起こす。また、揚水した水が空気中の酸素と触れることにより鉄イオン化合物の沈殿が生じるが、この問題に対しても化学変化しないように揚水を酸素に触れさせないように工夫する必要がある。溶存酸素量が地下水より多い水を注入する際にも、窒素ガス置換によりその酸素量を減らして、バクテ



図一1 揚水井と復水井を併用した根切り工
リアが増加しないようにしたり、揚水に光を与えないように注意しなければならない。

(b) 注入水中の空気

工業用水等を注入すると圧が解放されて溶存空気が出てくるため、フィルター等中での浸透阻害になる。これに注意して、地上で圧力を解放して、溶存空気を取っておく必要がある。

(c) 帯水層内の土粒子配列の変化

復水工法での注入流量は、揚水流量に比較して少ない。それは、復水井内の水位があまり高くできないからである。しかし、注入流量を増やすために注入圧をかけたりすると、帯水層内の細粒子が移動して、帯水層内で目づまりが発生する。このような目づまりを回避するため、復水井の径を揚水井より大きくし、揚水井より数を増やして、復水井を設けた後、真空揚水を行って復水井の周囲の細粒分を除去して、復水井内の水位を高くしないで、少量ずつで良いから復水するようにする必要がある。透水係数の小さい帯水層では、復水井を用いるより、ウエルポイントを小ピッチで用いて、注水の方が有効である。

5. おわりに

復水工法は、綿密な設計と逆流洗浄等の井戸管理を行ってきわめて良い施工実施が得られており⁵⁾今後一層の適用を期待する⁵⁾。

参考文献

- 1) 石崎勝義・北川 明：地下水の人工涵養，地下水ハンドブック，建設産業調査会，pp.1279～1310，1979.
- 2) 横山孝男：帯水層の熱循環と蓄熱利用，地下水ハン

技術手帳

- ドブック, 建設産業調査会, pp.1241~1252, 1979.
- 3) 西垣 誠・森脇和司・岸 靖: 復水工法における目づまり特性, 第24回土質工学 研究 発表会, pp.1681~1682, 1989.
- 4) 西垣 誠・田中卓也・正田 武: 復水工法における

目詰まり予測に関する研究, 第27回土質工学研究発表会, pp.1997~1998, 1992.

- 5) 中出秀澄・江藤 隆・堺 誠介: 復水工法, 土木技術, Vol.41, No.11, pp.94~102, 1986.

(原稿受理 1992.6.12)

日本工学会行事案内

第19回 国際会議のための準備セミナー

—英語によるプレゼンテーションの実際—

主催: 社団法人 日本工学会

国際社会の中で, 日本人として講演, 研究発表, 新規プロジェクトの説明等, 英語で発表する機会が増えてきております。

このセミナーでは, 外国人を前にすぐれたプレゼンテーションを行うための効果的な説得の技術と方法を講義と実際のプレゼンテーションの体験を通して習得します。

対象者: 国際会議で発表する予定のある方

英語によるプレゼンテーション能力の向上を図りたい方

日 時: 1993年2月20日(土) 9:00~20:00

2月21日(日) 9:00~17:00

(集合: 2月19日(金) 18:00現地)

講 師: 社団法人日本工学会 理事

・ 榎ヒューテック代表取締役 肥田良夫

・ その他(国際会議参加経験者からの話題)

会 場: 海外職業訓練センター研修施設

(千葉市美浜区ひび野1-1 電話 043-276-0211)

交 通: JR 京葉線 海浜幕張駅 徒歩5分

参加費: 80,000 円(資料代, 懇談会費等を含む)

宿泊費: 18,000 円(2泊, 食事付)

定 員: 18名

カリキュラム:

- (1) 国際会議の概要 1) 参加の目的 2) 参加者の心掛け 3) 日本人に多い問題点の整理
- (2) 国際会議参加の準備 1) オーラルペーパーの書き方 2) 時間配分の心得 3) AVの用意と利用法
- (3) プレゼンテーションの実際 1) 話しかた(視線・発声・姿勢) 2) マイク・AVの使い方 3) 質疑応答の処理 4) 表現
- (4) プレゼンテーションの評価と練習法 1) 自己評価 2) 他者評価 3) 効果的練習法

参加申込み方法:

- (1) 参加申込みを希望される方は下記に詳細パンフレットをご請求下さい。
- (2) 申込み締切は平成5年2月5日(金) 日本工学会必着です。

パンフレット請求先:

〒107 東京都港区赤坂9-6-41 乃木坂ビル

社団法人 日本工学会

電話 03-3475-4621・5618

FAX 03-3403-1738