

## 技術報告

# 液化炭酸ガスを用いた既設井戸の改修（アクアフリードシステム）

東北ボーリング㈱ 加賀谷 謙

## 1. はじめに

近年の社会経済状況を反映して、経営資本が新規事業に向かうよりも、既設設備の活用と再生に目が向けられるようになってきている。このような時代背景のもとで、水井戸も新に掘削工事を行うより、既設井戸の改修・機能回復の要請が多くなる傾向にある。

このような時代の要請にも関わらず、井戸の改修工法については従来から行われてきた諸工法によるところが大きい。これらの方法は、ほとんどがケーシング内の洗浄に止まり、ケーシング周辺の充填砂利および周辺の帶水層にまで及ぶ洗浄は不可能である。

本報告で述べる「アクアフリードシステム」（以下アクアシステムと呼ぶ）は米国のアクアフリード社が開発した方法で、液化炭酸ガスを井内に圧入することにより、井戸周辺の充填砂利および帶水層の洗浄も可能にしている。現在、米国では井戸改修工法として一般に用いられるようになっている。当社では、最近このシステムを導入し、日本の井戸改修に適した施工をめざしている。

以下にこのシステムの特徴と実施例を報告する。

## 2. アクシステムの特徴

アクアシステムの原理は、液化炭酸ガスと気化炭酸ガスを高圧で井内に交互に注入し、井戸周辺を凍結・融解させることにより井戸の再生を行う方法で、この工法による井戸改修効果は次のような点にある。

- ① ケーシングパイプのスケール除去が可能である。
- ② 井戸周囲の充填砂利および帶水層が凍結させられ、それらの空隙が拡大される。
- ③ 水の凍結・融解により、充填砂利・帶水層の洗浄が可能になる。

以上のように、液化炭酸ガスを用いることによって、従来の改修工法で最も弱点であった井戸周囲（充填砂利・帶水層）の洗浄と目詰まりの解消が物理的・化学的に可能である。

図1に本工法の原理を模式的に示した。

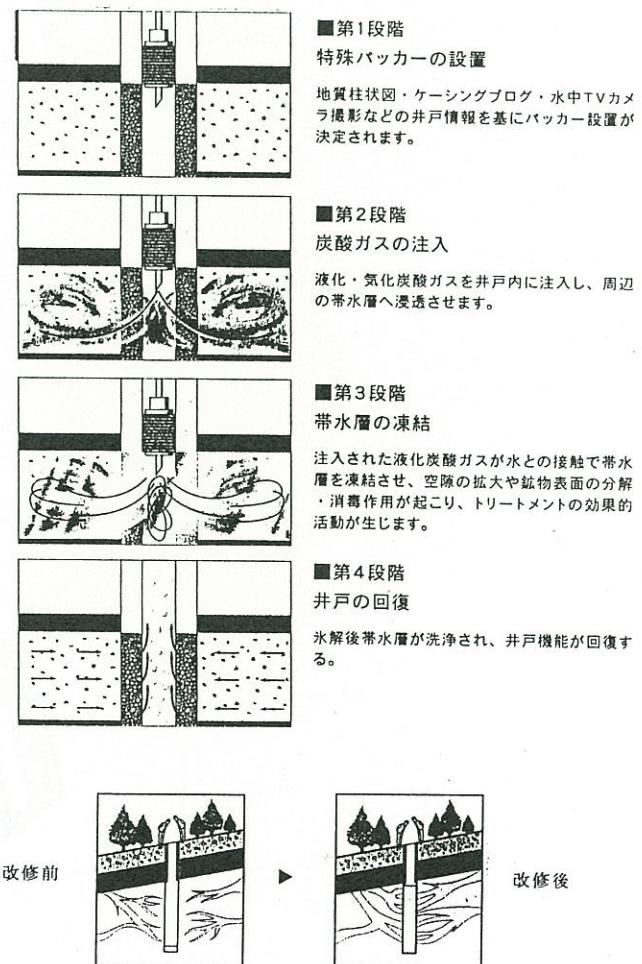


図1 模式的に示したアクア・フリードシステム効果

### 3. アクアシステムの概要

#### 3-1 装置

図2にアクアシステムの概要図を示した。

装置は次の構成になっている。

- ① パッカー: 円盤状の特殊ゴムを積み重ねた高圧パッカー。
- ② コントロールパネル: 液化炭酸ガスと氣化炭酸ガスを、交互に井内に注入する制御盤。
- ③ 気化器: 液化ガスを加熱して氣化させる。
- ④ ガスタンク: 液化炭酸ガスはタンクローリーで運搬され、そのまま貯蔵タンクとして用いる。

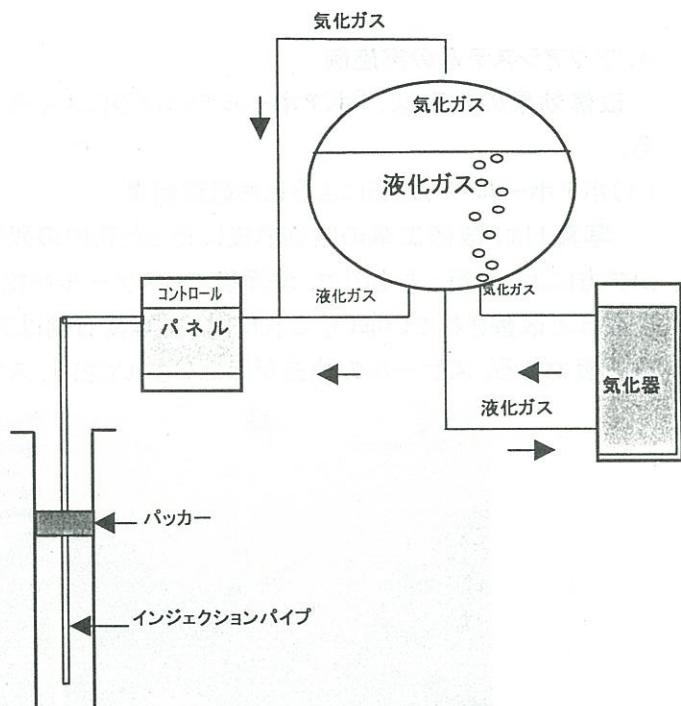


図2 アクアシステム概要図

#### 3-2 作業手順

図3に作業手順の流れ図を示した。

改修工事に先立って、パッカーの設置位置・インジェクションパイプの先端深度・炭酸ガスの単位時間当たりの注入量・注入圧・注入時間等を決定する事が重要になる。このため、事前に井戸の施工記録やボアホールTVカメラでの孔内観察資料を検討することが必要である。

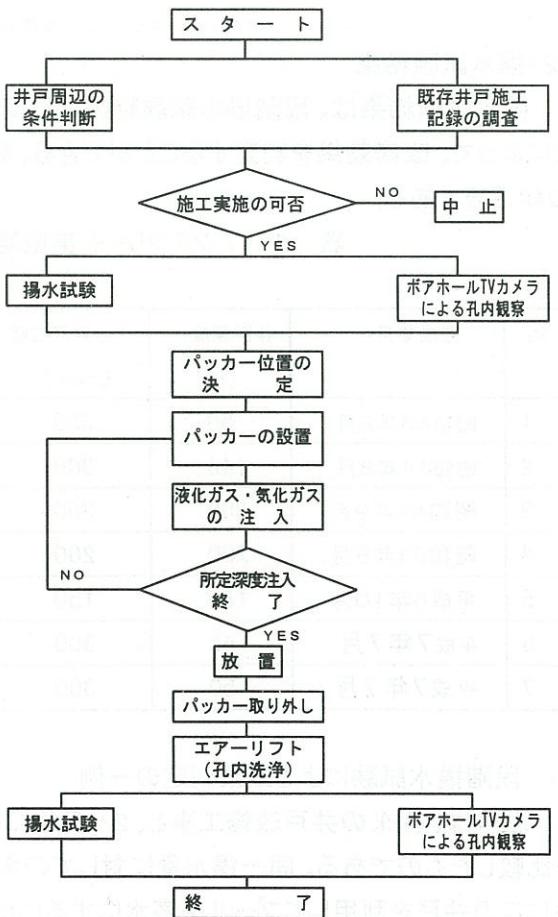


図3 作業手順の流れ図

#### 4. アクアシステムの実施例

改修効果の判定は、「ボアホールTVカメラによる孔内観察」と「揚水試験」によって行っている。

##### (1) ボアホールTVカメラによる孔内観察結果

写真1は、改修工事の実施前後に行った孔内の観察結果である。写真左が従来のブラッシング方によって行ったもので、洗浄後でもスケールが相当付着した状態でスリットの閉塞状況はそれほど改善されていない。これに対して写真右側はアクアシステム実施後の同一深度での孔内写真である。スケールの除去がほぼなされており、スリットの開孔状態が観察できる。

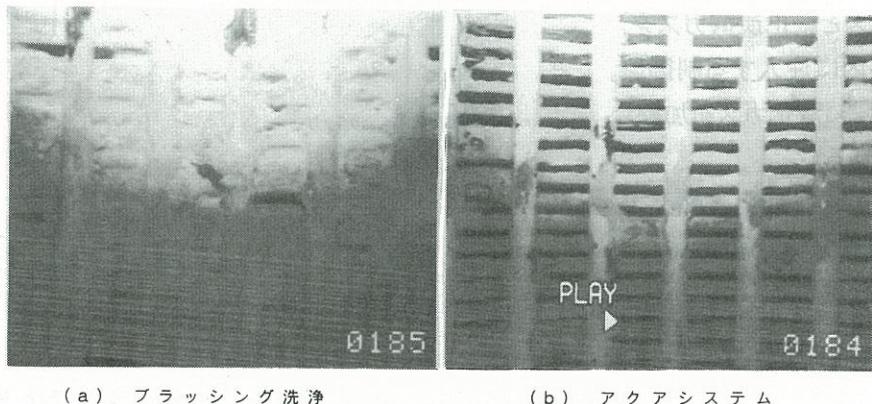


写真1 ブラッシング洗浄とアクアシステムの比較写真

##### (2) 揚水試験結果

揚水試験結果は、段階揚水試験時の水位変動や限界揚水量・比湧出量などの比較を行うことによって、改修効果を判定することができる。表1は、アクアシステムで改修工事を行った井戸の総括表である。

表 1 アクアフリート実施結果一覧表

No	完成年月	井戸深度 (m)	井戸戸口径 (mm)	改修前限界揚水量 (m³/day)	改修後限界揚水量 (m³/day)
1	昭和43年8月	50	350	432	1,008
2	昭和44年8月	146	300	1,549	1,954
3	昭和44年9月	200	350	504	576
4	昭和51年5月	200	200	432	655
5	平成6年10月	180	150	504	655
6	平成7年7月	45	300	604	1,162
7	平成7年7月	50	300	527	915

##### ① 段階揚水試験による効果判定の一例

図4は、従来の井戸改修工事と、2ヶ月後に行ったアクアシステムによる改修工事の結果を比較したものである。同一揚水量に対しての水位降下量が明らかに少なくなっている。ちなみにこの井戸を利用してプールを満水にするには、これまで5日間かかっていたものが、改修後3日間で満水になるようになった。

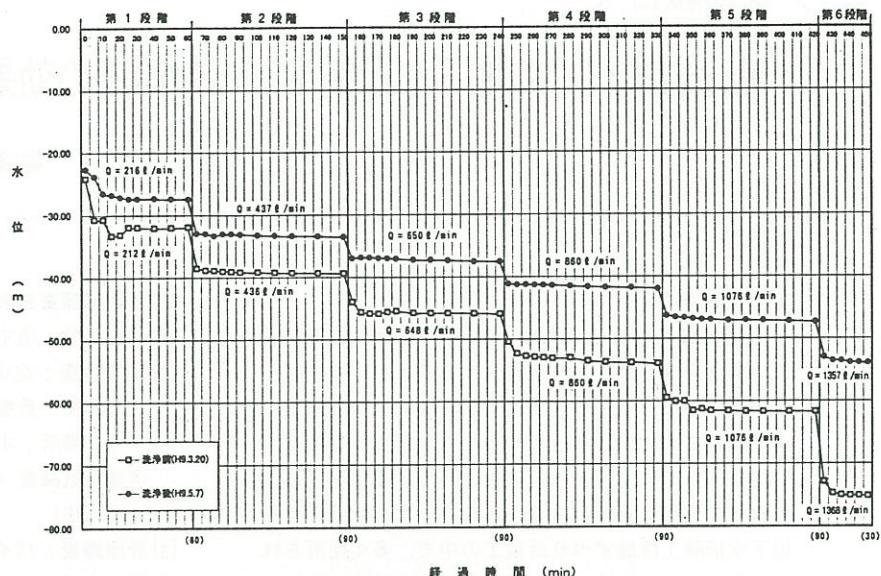


図4 段階揚水試験比較図

## ② 限界揚水量による効果判定

表1にアクアシステムを実施した井戸諸元と、改修前後の限界揚水量を示した。また、この結果を図5に改修効果図として示した。アクアシステムを実施することによって、限界揚水量は5割前後の効果が得られている。実施事例は少ないが、改修効果は新しい井戸の方が顕著なようである。

## ③ 比湧出量による効果判定

アクアシステムによる改修前後の段階揚水試験のデータを用いて、同一揚水量に対応する比湧出量( $m^3/day/m$ )の比較を行った。図6は比較結果を整理したものである。図6によれば、比湧出量が25( $m^3/day/m$ )以下の場合は大きな差違はないが、比湧出量が25( $m^3/day/m$ )を越えると、洗浄後の比湧出量は洗浄前と比較すると2~2.5倍になっていると言える。大きな場合は、比湧出量が5倍以上増加しているケースがある。

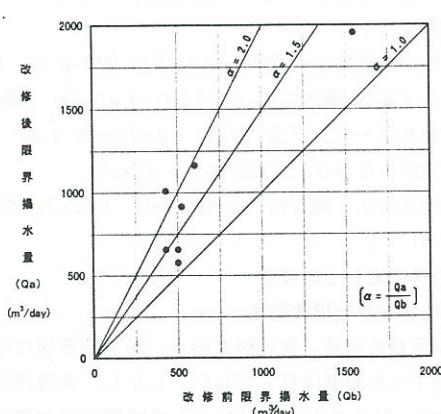


図5 アクアシステムによる改修結果図

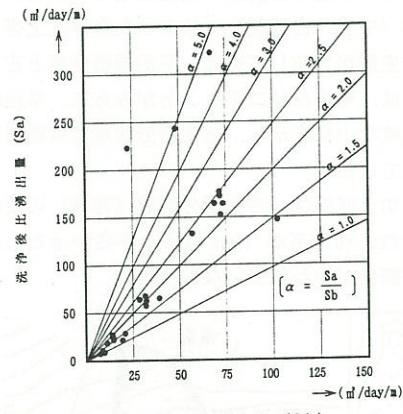


図6 洗浄前後の比湧出量比較図

## 5. 結語

新しい井戸改修工法の結果を報告した。これまでの実施例を考察すると井戸の洗浄効果は、目視的にも揚水量の増加の面でも、従来工法より確実に有効であるとの結論を得た。ただし、本工法が米国では確立しているが、日本の場合は高圧ガスを取り扱うための諸規制やユーザーから要求されるコスト・工期面などの問題があり、全ての井戸で本工法を適用できるとは限らない。また、我が国特有の複雑な地質構造・井戸構造などに適用できる最適な施工方法は、今後さらに実施例を増やすことによって確立していく予定である。