

第

章

6

貯留層造成技術



第6章 貯留層造成技術 目次

我孫子研究所 地圏環境部 上席研究員 海江田秀志
我孫子研究所 高レベル廃棄物処分研究プロジェクト 兼 地圏環境部 上席研究員 木方 建造
我孫子研究所OB 堀 義直
我孫子研究所 地圏環境部OB 本島 勲

6 - 1 概 要 49
6 - 2 電中研式多段貯留層造成法 49
6 - 3 適 用 例 50
6 - 4 今後の課題 51

海江田秀志（8ページに掲載）

木方 建造（26ページに掲載）

堀 義直（18ページに掲載）

本島 勲（32ページに掲載）

6 - 1 概 要

貯留層は注入井を利用して、水圧破碎により岩盤内に亀裂を伸展させ、この亀裂が循環する水の通路および岩盤からの熱を抽出するための熱交換面となる。注入井の坑径は水圧破碎および循環時における坑井内の水の流動抵抗などを考慮して、8インチ半(215mm)程度が望ましい。

第2章でも述べたように、これまでの国内外での実績に基づくと、裸坑パッカーが利用できれば効率的に貯留層を造成することが可能であるが、裸坑パッカーの適用

は材質の耐熱の問題など現状では課題が多く、高温岩体および地熱開発での適用は難しい。そこで、注入井の坑底近くまでケーシングを設置して、セメントで固定した後、ケーシング末端と坑底との間の裸坑部を破碎箇所として全坑加圧方式による水圧破碎を行うのが、簡単で確実な方法と思われる。この水圧破碎のみでも大規模な貯留層の造成は可能であるが、貯留層の領域を大きくし、熱抽出領域を大きく取るには、異なる深度での多段貯留層造成が必要である。

6 - 2 電中研式 (CRSP 方式) 多段貯留層造成法

当所では、一つの坑井から深さを換えて多段に貯留層を造成する多段水圧破碎法 (Casing Reamer and Sand Plug Method, CRSP 法) を開発した⁽¹⁾⁽²⁾ (特許第 1909350 号)。

この方法による貯留層の造成は図 6-2-1 に示すように、①注入井に坑底までケーシングパイプ (鉄管) を挿入し、坑壁とケーシングの間はセメントで固める。その後、さらに坑底部を掘り下げ、この部分は裸坑状態で仕上げる。そして、坑井全体に水圧をかける、つまり水を圧入し、坑井内の水圧を高めると、坑井内のケーシングがセメントで固定された部分では、水圧は直接岩盤には作用せず、坑底の裸坑部のみで水圧が岩盤に直接作用することになる。水圧が岩盤の強度を超えると岩盤内に亀裂が発生し、水圧により岩盤内に伸展する。これらの岩盤内の亀裂が水の通路となり、貯留層を造成する。これが1段目の貯留層の造成である。②次に、注入井の任意の深度で所定区間ケーシングパイプを切り取り (これをリーミング、もしくはミリング

という) 岩盤を露出させ新たな裸坑区間を作成する。この裸坑区間より深部の坑井内には、砂を降下させ、坑底部の亀裂 (貯留層) への水の流出を妨ぐ。③そして、再び坑井内に水を圧入し、坑井内の水圧を高めると、新たな裸坑部分のみで水圧が岩盤に直接作用し、この部分から岩盤内に亀裂が伸展することになる。これにより2段目の貯留層が造成される。同様な操作を繰り返すことにより、下から順番に深さを換えて何段もの貯留層を造成することができる。④多段貯留層の造成後、注入井内に掘り管を降下させ、掘り管とケーシングパイプの間で水を循環させながら、掘り管を降下させると、注入井内に設置した砂は循環する水と共に地表に回収される。そして、貯留層の伸展方向や広がりなどを評価し (第8章参照) 貯留層を貫くように生産井を掘削する。

以上により、多段貯留層が造成され、造成された貯留層全てに水が流れるようになる。

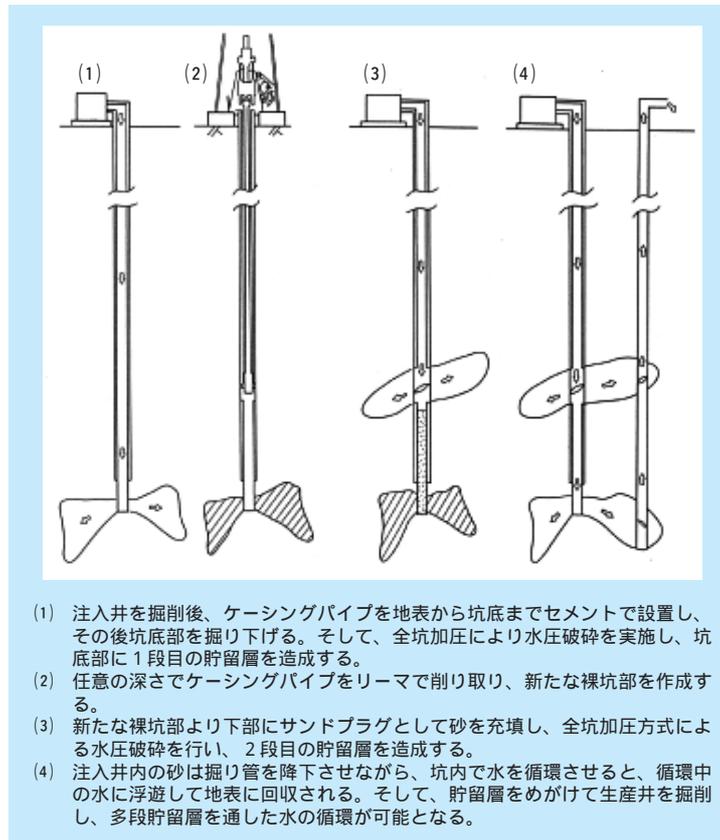


図6-2-1 電中研式（ケーシングリーマ・サンドプラグ方式）多段貯留層造成法の概念

6 - 3 適 用 例

当所では、この方法による貯留層造成を現地実験に適用し、その実用性を確認した。まず、凝灰岩中に掘削した深さ400mの坑井を掘削し（坑底温度約60℃）、この坑井の異なる3箇所からCRSP方式による貯留層の造成を行った。その結果、坑壁に新たな亀裂の発生が確認されるなど、貯留層としての亀裂が岩盤内に伸展すること

が確認された⁽³⁾。

その後、雄勝地点において深さ1,000m（坑底の岩盤温度約230℃）の坑井を掘削し、坑底部と深さ711m～719mの8m区間について、この順で水圧破砕を適用し、いずれも半径400m以上の広がりを持つ大規模な貯留層を造成したことを確認した⁽²⁾。

6 - 4 今後の課題

CRSP方式により深さを換えて何段も貯留層を造成することが可能なことが確認された。しかし、この方法の適用のためには、坑井の仕上げおよび貯留層造成後の砂の回収など坑井内での作業が多い。また、坑井の一部を部分的に拡大させるため、坑内検層などにおいて、坑壁が拡大した部分に検層器がトラップされ、検層器の昇降の際にトラブルを伴う場合がある。さらに、一つの坑井

にいくつもの貯留層がある場合、貯留層から坑井への水の流れが必ずしも一様とはならず、流れの不均一が生じ、流動抵抗の少ない部分のみの水の流れが加速され、岩盤からの効率的熱抽出に望ましくない場合が生じる。そのため、今後このような多段貯留層における水の流れの均一化を図る手段について新たな技術開発が望まれる。