

高レベル放射性廃棄物処分場の性能検証用計測システムの開発

2. 原位置計測における最適トレーサの抽出・投入方法

鹿島建設(株) 正会員 ○田中 真弓 鹿島建設(株) 正会員 戸井田 克
 岡山大学 正会員 西垣 誠 東海大学 非会員 大江 俊昭
 (株) 東芝 非会員 佐藤 光吉

1. はじめに

筆者らは、極低流速の地下水の流向流速を超音波反射・追尾方式で計測可能な機器の開発を実施中¹⁾であり、計測装置（プロトタイプ）の計測性能を検証するため、原位置において試計測を実施した。その際、流向流速を計測するために必要な計測区間内に浮遊させるトレーサの最適な抽出・投入方法を検討・実践したので、その概要について以下に報告する。なお、本開発は経済産業省の「平成17年度革新的実用原子力技術開発費補助事業」の成果の一部である。

2. 原位置試験の概要

開発中の流向・流速計測装置は地下1000m程度の環境下（水圧10MPa、水温50℃）でも性能が発揮できることを想定し、流速 $10^{-10} \sim 10^{-5}$ m/sec、3次元の流向計測が実施できることが目標である。昨年度、新第三紀堆積岩分布地域である北海道幌延町の深度約550mで溶存イオン濃度が高いボーリング孔内において原位置試験を実施した。

3. トレーサカクテルの調整

計測区間内に2日以上の長期間浮遊可能な固体トレーサ²⁾を投入するため、事前調査を実施し計測区間の孔内水密度をある程度把握しておく必要がある。原位置試験の前に採水した孔内水の水質分析結果（表1参照）と、圧力（水深から換算）・温度（孔内検層結果）をもとに推算式を用いて孔内水密度を予想し、トレーサ製作の設計仕様設定に反映させた。さらに、孔内水密度が想定した値と完全に一致しているとは限らないため、投入トレーサの密度分布が計測区間の孔内水密度を含む幅広い範囲となるよう、密度の異なる数種のトレーサを調査し、トレーサカクテルを作製した（図1参照）。

表1 原位置試験地点の水質分析結果

採水深度	15m	45m	500m	備考
pH	8.9	9.1	7	
電導度(mS/cm)	1.34	1.35	15.1	
塩分(%)	0.06	0.06	1.47	塩分計
Na ⁺ (ppm)	240	230	4840	原子吸光光度計
Cl ⁻ (ppm)	240	240	8562.1	イオンクロマト
SO ₄ ²⁻ (ppm)	0	0	0	イオンクロマト
HCO ₃ ⁻ (ppm)	240	240	1400	イオンクロマト
塩分濃度(g/l)	0.72	0.71	14.802	

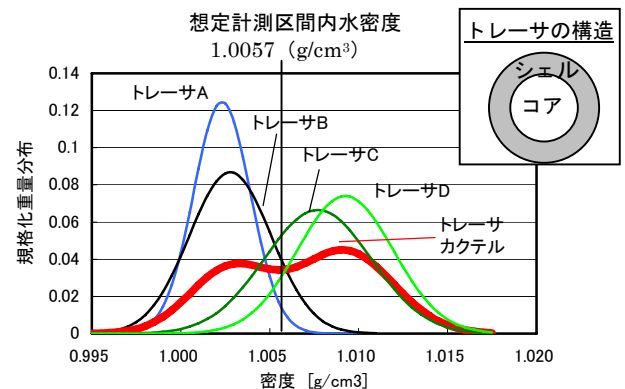


図1 トレーサカクテルの例

4. トレーサ抽出・投入方法

計測区間へのトレーサの投入は、制御のし易さを考慮して、地上からトレーサ溶液を送水する方式とした。また、計測区間内での理想的な固体トレーサの浮遊状態は、超音波センサのトレーサ検出性能から、計測範囲（1cm³）に5～10個程度の固体トレーサが2日以上継続して浮遊している状態である。この理想的なトレーサ浮遊状態を作り出すためには、3項で上述した広範囲の密度分布を有しているトレーサカクテルを投入する際に、実際の孔内水密度値が想定密度と多少異なっても計測に必要な浮遊トレーサが確保できるよう、あ

キーワード 流向流速計測、ボーリング孔、プロトタイプ

連絡先 〒182-0036 東京都調布市飛田給2-19-1 鹿島建設(株) 技術研究所 TEL042-489-7081

る程度、密度幅を持たせた状態で計測区間にトレーサを投入する必要がある。原位置試験時には、プロトタイプの計測区間内で温度、圧力をリアルタイムで計測しているため、温度・圧力値は事前調査段階に比べ正確に把握できる。したがって、原位置試験時に取得した温度・圧力情報に基づいて、再度、推算式を用いて計測区間内水密度を予想し、想定孔内水密度に近いトレーサを抽出し、最適浮遊トレーサを選択的に投入可能な方法を設定した。図2に示すように、本システムでは、地上で9.9MPa、80°Cまでの圧力・温度制御の可能なトレーサ分離タンクを使用し、事前採水の分析結果に基づいて予測した孔内水の塩分濃度と同等の塩分濃度になるよう調整した水にトレーサを混合してから任意密度のトレーサを抽出した。具体的には、分離タンク内をトレーサ送水時の圧力で保持し、分離タンク内の最適浮遊トレーサ（孔内水密度に近く計測区間内での浮遊可能性が高い）が抽出・送水されるのに適した温度環境に設定し、タンク内トレーサ水攪拌・トレーサ水送水を繰り返す方法を用いた。ただし、攪拌後のトレーサの沈降速度はトレーサ密度によって異なるため、孔内水密度に近いトレーサがトレーサ送水口付近に必ず分布している状態になるよう、トレーサ水攪拌・トレーサ水送水の時間間隔をストークスの式を用いて算出し、適切に設定した。これによって、計測区間内水密度と同等のトレーサが常に分離タンクから抽出されるので、最適浮遊トレーサを合理的に抽出・投入することが可能である。

上記の手法で投入したトレーサは、トレーサ投入後18日目に採水した孔内水試料中の浮遊トレーサ数を分析した結果7~8個/cc程度が検出でき、流向・流速計測時に理想的な状態で浮遊していることが確認された。また、流向流速計測では、最長10日間にわたって同一トレーサを検出することができ、そのトレーサ挙動から算出された流速は $2.7 \times 10^{-10} \text{m/sec}$ であった。以上のことから、孔内水密度と今回実施したトレーサ抽出・投入方法で投入したトレーサ密度はよく一致しているものと推定される。

5. おわりに

上記結果から、どのような水密度を有する孔内水でも、事前採水した孔内水の分析結果を参考に予測した地下水密度を含む幅広い密度分布のトレーサカクテルを投入することにより、多少の孔内水密度予測誤差は許容でき、長時間浮遊可能なトレーサを投入できることが分かった。今後、さらに異なる地質環境条件下での計測を実施し、本計測技術を確立していきたい。

謝辞：昨年度の原位置試験実施にあたり、試験地点を提供くださった(独)日本原子力研究開発機構幌延深地層研究センター殿と、共同研究として原位置試験を実施くださった大成基礎設計(株)殿に感謝します。

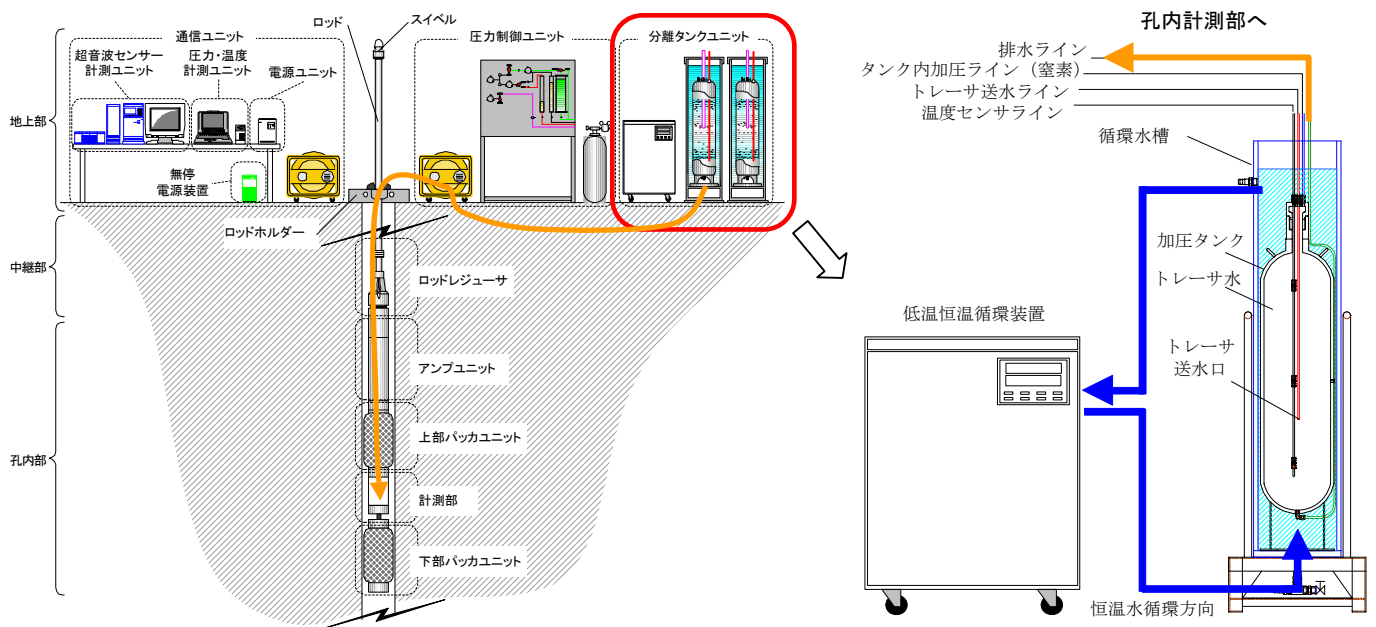


図2 最適浮遊トレーサの抽出・投入概要

- 1) <http://www.iae.or.jp/KOUBO/innovation/theme/h13/H13-8.html>
- 2) 齋藤ほか(2005): 高レベル放射性廃棄物処分場の性能検証用測定システムの開発 - 安定浮遊固体トレーサの開発 -, 日本原子力学会 関東・甲越支部 平成17年度若手研究者発表討論会