

P47. 大深度・原位置の物理化学状態の採取に対応した電動駆動タイマー式地下水採水装置の開発

A Novel System with Electrical-Timer Valve for In-Situ Sampling and Physicochemical Assessment of Deep Groundwater

○吉岡正光(Masamitsu Yoshioka)¹, 丸井敦尚(Atsunao Marui)², 井川怜欧(Reo Ikawa)², 町田功(Isao Machida)²,
越谷賢(Masaru Koshigai)¹, 萩原育夫(Ikuo Hagiwara)¹, 海老博(Hiroshi Ebi)³

1: サンコーコンサルタント株式会社(Suncoh Consultants Co., Ltd.),

2: 産業技術総合研究所(Geological Survey of Japan, AIST), 3: 有限会社秋栄製作所(Shuei-Factory Co., Ltd.)

1. はじめに

地下に賦存する地下水や溶存ガスの性状は物理化学条件によって変化する。そのため、実情に即した地下水や溶存ガスの性状の把握には、ボーリング孔等から可能な限り原位置の物理化学状態を保持した試料を採取する必要がある。

これまでに大深度・原位置の物理化学状態を保持した試料を採取する採水装置がいくつか開発されてきた¹⁾²⁾。ただし、対象以外の地下水・溶存ガスの混入、大規模・複雑な構成・操作、十分な試料量を確保するには時間とコストが増加する等の課題が挙げられた(表-1)。そこで、我々は既存採水装置のもつ課題を克服するために、新たな採水装置を開発した(吉岡ほか, 2013³⁾)。

2. 開発した採水装置の概要

開発した採水装置は、手動の開閉弁を有し複数個連結することが可能な採水容器と、採水容器の上下位に接続されるタイマーを介して電動駆動させる開閉弁を有するバルブユニットから構成される(図1)。上下位のバルブユニットと採水容器は、ネジ接続であり、容易に脱着が可能である。孔内で地下水を取り込むための採水孔は、バルブユニットの側面に設けられており、バルブユニットの軸方向に対して水平方向に正転、逆転する構造である(写真-1)。バルブユニットのタイマーは、それぞれのバルブユニットに対して開孔作動時間と閉孔作動時間を設定でき、上下位のバルブユニットの開閉作動時間に任意の時間差を設けることで、採水容器内の空気を比重差により確実に排除しながら試料を被圧不活性状態で採取できる。

バルブユニットのバルブは、エンコーダーの回転角度による管理と、開放・閉鎖状態で生じる過電流状態を検知することの2つの事象から作動状況を確認する構造である。また、バルブユニットの基板には、採水孔が開放または閉鎖状態の時刻を記録する機能がプログラムされており、採水装置を地上に回収後、収録データから、採水孔の開閉の時刻歴を確認でき、作業プロセスの時刻と対比することが可能である。これにより採水の品質を担保する精度を向上できる。

表-1 採水装置に求められる特性と各採水装置の適性

| 求められる特性 | 地下水採水装置 ¹⁾ 地上にアクチュエーター制御 部が設けられたもの | 地下水採水装置 ²⁾ 錘によってスライドポートを作 動させるもの | 本報によるタイマー型 採水装置 |
|-------------------|---|---|--------------------|
| 試料の品質(対象外の混入の有無等) | ○ | △ | ○ |
| 装置の汎用性(小型化等) | △ | ○ | ○ |
| 作業の簡便性 | △ | ○ | ○ |
| 作業所要時間 | △ | ○ | ○ |

○:適 △:課題有

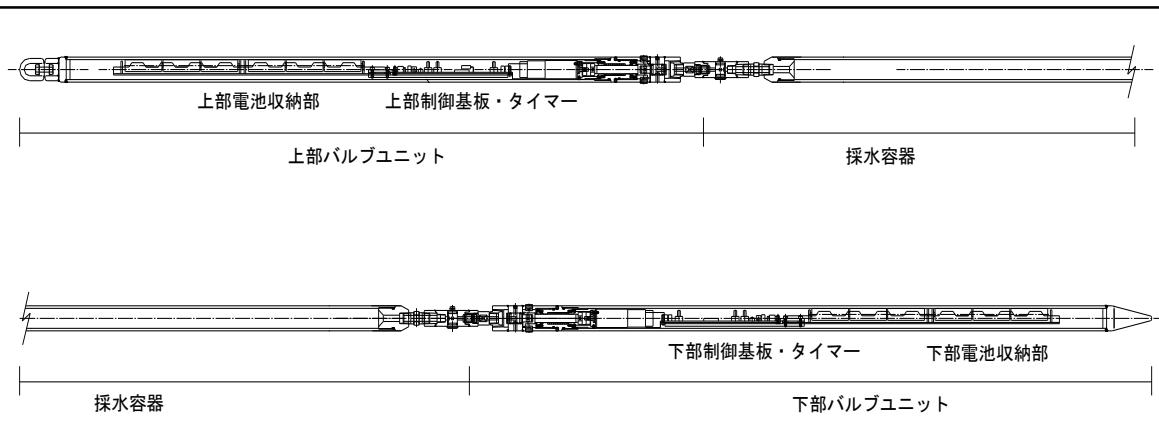


図-1 採水装置の概要(全長:3.2m, 最大外径:30.8mm)

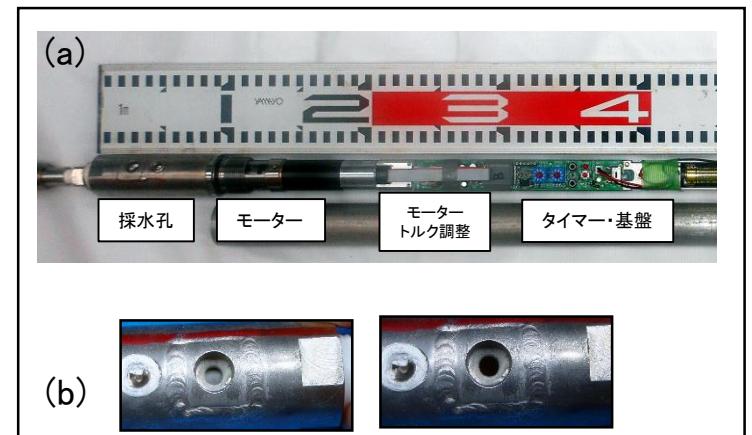


写真-1 バルブユニット
(a)概観, (b)開閉状況(左:閉鎖時, 右:開放時)

3. 開発した採水装置による採水手順

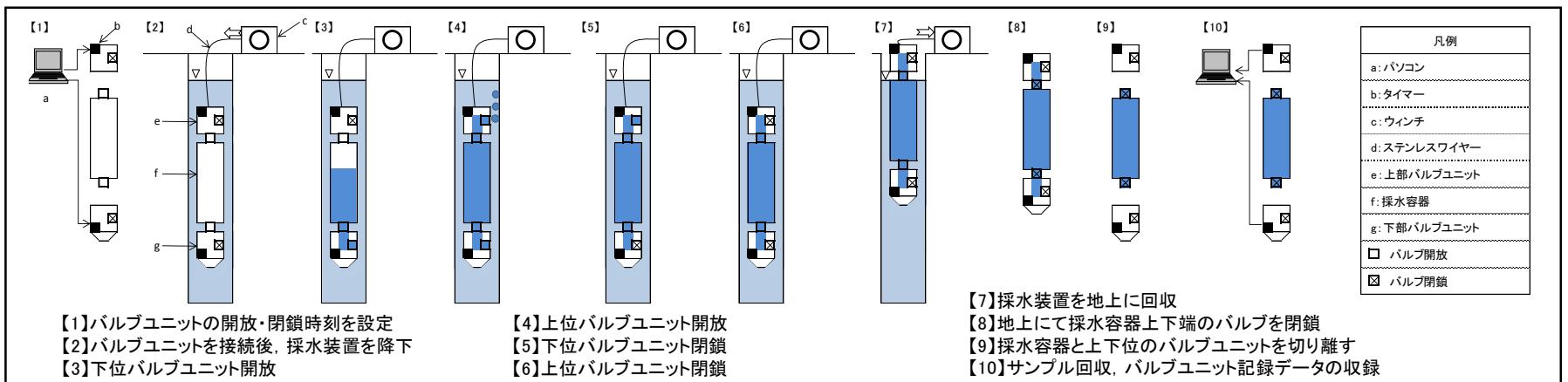


図-2 開発した採水装置による採水手順

4. 大深度ボーリング孔における採水装置の適用例

(1) 試験孔の概要および採水状況

試験孔は、深度1,203mであり、そのうち深度943mで実施した(写真-2)⁴⁾。採水装置は、採水容器を3つ連結し、その上位と下位にバルブユニットを接続した編成とした。バルブユニットのタイマーは、作動開始30分後に開放し、作動開始40分後に閉鎖するとともに、下位バルブユニットの作動25秒後に上位バルブユニットが作動するように設定した。採水装置を深度943mに設置するのに要した時間は、地上組立に7分、降下に17分の計24分であった。

(2) 採水装置および揚水ポンプによる溶存ガス組成の比較

採水装置と揚水ポンプの連続揚水による試料中の溶存ガスの比較から、両者の溶存ガス組成は異なり、採水装置による試料ではCH₄が23.6%大きく、CO₂が20.4%、N₂が3.2%、O₂が0.05%小さな値を示した(表-2)。空気組成とは大きく異なり、採水装置によって空気等が混入せずに採水対象の地下水が確実に採取できたと考えられる。



写真-2 採水状況

表-2 溶存ガス組成

| 溶存ガス組成 | 連続揚水 | 採水装置 |
|---------------------|-------|-------|
| CH ₄ (%) | 70.86 | 94.48 |
| CO ₂ (%) | 22.46 | 2.06 |
| N ₂ (%) | 5.86 | 2.68 |
| O ₂ (%) | 0.82 | 0.77 |

5. まとめ

対象以外の地下水・溶存ガスの混入を防ぎ、簡便な構成・操作で十分な試料量を確保しつつ、大深度・原位置の物理化学状態を保持したままの地下水試料を採取するため、手動の開閉弁を有し複数連結することが可能な採水容器と、採水容器の上下位に接続する電動駆動のタイマー式開閉弁を有する採水装置を開発した。

開発した採水装置を大深度ボーリング孔の深度943mにおいて適用した結果、必要最小限の作業量で、対象以外の地下水・溶存ガスが混入せずに採水対象の試料を確実に採取できた。

謝辞

本報告は、経済産業省資源エネルギー庁からの委託研究「沿岸域塩淡水境界・断層評価技術高度化開発」の研究結果の一部である。本研究を行うにあたり、幌延町と日本原子力研究開発機構幌延深地層研究ユニットの関係各位にお世話になった。ガス組成の分析では、幌延地圏環境研究所の玉村修司氏にお世話になった。ここに記して謝意を表します。

文献

- 1) 中央開発株式会社(2006):特開2006-188857号 地下水採水装置および地下水採水方法
- 2) 一般財団法人電力中央研究所(2010):特開2010-048021号 地下水採水装置
- 3) 吉岡正光・萩原育夫・越谷 賢・丸井敦尚・井川怜欧・海老 博(2013):採水装置(特許出願済み)。
- 4) 丸井敦尚・光畑裕司・町田 功・井川怜欧・横田俊之・上田 匠・越谷 賢・伊藤成輝・小原直樹・楠瀬勤一郎・古宇田亮一・吉澤拓也・西崎聖史・樽沢春菜・小野昌彦・森山哲郎(2013):沿岸域塩淡水境界・断層評価技術高度化開発平成24年度成果報告書, 521p, 産業技術総合研究所。