

## メタンセンサーによる幌延試錐孔内の溶存メタン濃度測定

### In-situ measurement of dissolved methane concentration in a borehole at Horonobe by methane sensor

兵動 正幸 [1]; 國丸 貴紀 [2]; # 山本 陽一 [3]; 佐々木 勝司 [4]; Masson Michel[5]

Masayuki Hyodo[1]; Takanori Kunimaru[2]; # Yoichi Yamamoto[3]; Katsuji Sasaki[4]; Michel Masson[5]

[1] 山大・理工・環境; [2] 原子力機構; [3] 三井住友建設; [4] サンコーコンサルタント(株); [5] CT&T

[1] Environmental, Yamaguchi Univ.; [2] JAEA; [3] Sumitomo Mitsui Construction; [4] none; [5] CT&T

一般に堆積岩地域はメタンガスを包蔵していることが多い。特に、天然ガス田が分布している地域の地下利用においては、爆発災害を未然に防止する目的で、事前調査段階において地層中のメタン量を定量的に把握することが重要である。地層内においてガスは地下水に溶解した状態で存在している。ガス量やガス組成を求めるためには、ガスの溶解が圧力と温度に大きく依存するため、圧力を保持した状態で採取した試料に対して分析を行う必要がある。しかしながらこの方法では、分析に時間を要することや孔内水の乱れを生じさせる恐れがあることから連続的な測定には限界がある。このため、地下水中に溶存しているガスを原位置で直接測定することが望ましい。そこで、著者らは地下水中に溶解しているメタンガス測定が可能なセンサーの開発とその適用性について検討を進めている。本文では、溶存メタンセンサーの基本性能把握を目的とした室内検定試験結果と北海道幌延町において実施した孔内原位置測定試験結果について概説する。

溶存メタンセンサーは、センサー先端部のメンブレン(分離膜)を介して水中の溶存ガスを気化分離させ、分離したガスをセンサー内のガス検出器で測定するものである。ガス検出器には熱伝導率型の検出器を用いており、メタンガス分圧を正確に測定できる性能を有している。溶存濃度はヘンリーの法則に従うものとしてガス分圧と温度から換算して求められる。また、深度 1000m において飽和濃度相当の溶存メタンガスの測定を可能とするよう、測定レンジは 2mmol/l ~ 150mmol/l に設定している。

開発した溶存メタンセンサーに対する室内検定試験から、次のことが明らかであった。センサーの応答にメンブレン表面の水流依存特性が存在する。これはメンブレンのガス透過性と密接な関係が指摘できるが、液相側の膜表面近傍に存在する境膜物質移動抵抗による影響であり、供給水流量の増加とともにメンブレンのガス透過性が高まることが分かった。次に、測定時間であるが、水流 90ml/min の条件で 50%濃度に 2 時間で達し、メンブレンの内と外のガス分圧が等しくなる平衡状態つまり溶存ガス濃度の絶対量を示すまでに約 10 時間を要した。測定精度に関しては、センサー計測濃度とサンプリングした試料のガス分析結果より求めた溶存メタン濃度は整合しており、センサーの測定値は十分な測定精度を有していることが明らかであった。この他、センサー測定値において比濃度と測定時間の間には試料の溶存メタン濃度に係らず一義的な関係が存在し、平衡状態に至る過程においてセンサーで計測される濃度変化は、ガス濃度またはガス分圧に比例していることが分かった。

孔内原位置測定試験は、北海道幌延町の日本原子力研究開発機構が所有する試錐孔(最大深度 GL-520m)において実施した。ここでは、機構により実施された試錐調査から、メタンを主成分とするガスを包蔵する堆積岩の存在が明らかとなっている。試験は、溶存メタンセンサーによる測定の他に、センサー測定値との比較を目的として試錐孔内の採水もあわせて実施した。採水は原位置の圧力を保持した状態でサンプリング可能な採水器を用いて行った。また、先の溶存メタンセンサーに対する室内検定試験から、安定した測定のためにはメンブレン表面に水流を供給すること等の膜透過特性の水流依存性が明らかになったことから、水流発生装置と溶存メタンセンサーを組み合わせたプローブを試作して、これを孔内に投入して測定を行った。採水試料に対するガス分析の結果、孔内の溶存ガスの約 80% ~ 90% はメタンで占められており、溶存メタン濃度は深度 500m にわたりヘンリーの法則に基づく理論上の飽和濃度に対して 80% 程度の飽和度と、孔内地下水は高濃度のメタンガスが溶解している状態にあった。測定深度の溶存メタン濃度はセンサー測定結果と採水分析結果で良い一致を示しており、孔内の測定においてもセンサーの精度として十分な性能を有していることが明らかとなった。