

溶存メタンセンサーによる地層内メタン濃度測定 その3 センサー改良と孔内測定試験について

山口大学大学院 正会員 兵動 正幸 北海道大学大学院 大賀 光太郎
日本原子力研究開発機構 國丸 貴紀 三井住友建設 正会員○山本 陽一
サンコーコンサルタント 正会員 佐々木 勝司 正会員 萩原 育夫
CT&T Michel Masson

1. はじめに

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。地層内でガスは地下水に溶解した状態で存在している。このような状態で存在するメタンガスのモニタリングに関するセンサー開発は十分に進んでおらず、観測可能なセンサーが存在しないのが実情である。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^{1),2)}を進めている。本報告では、改良を進めたセンサーの応答性能を示し、試錐孔内のメタンガス濃度プロファイルの作成を目的として実施した原位置試験結果について報告する。

2. 溶存メタンセンサーの改良と応答性能

既報¹⁾にその性能を示した溶存メタンセンサー (TS3) と今回改良を行ったセンサー (TS4) の概略図をそれぞれ、**図-1**、**図-2**に示す。その測定原理は、分離膜(メンブレン)を介して水中の溶存メタンガスを気化分離させ、分離したメタン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、分離膜には特殊シリコン製の高分子膜を使用している。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に設定されている。

TS3センサーからTS4センサーへの主な改良は、メンブレンの有効表面積をTS3の0.709cm²からTS4では6.335cm²と9倍に拡大させたことであり、時間当たりのメンブレンの気体透過量を増大させて応答性能の向上を図った。

TS3センサーおよびTS4センサーに対する試験結果として、**図-3**に比濃度と測定時間の関係を示しセンサーの応答性能を比較した。試験は、あらかじめ所定の圧力条

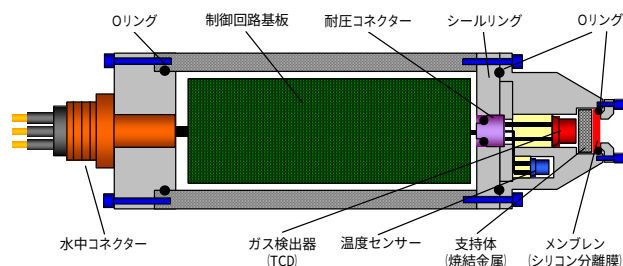


図-1 センサー構造の概略図 (TS3 センサー)

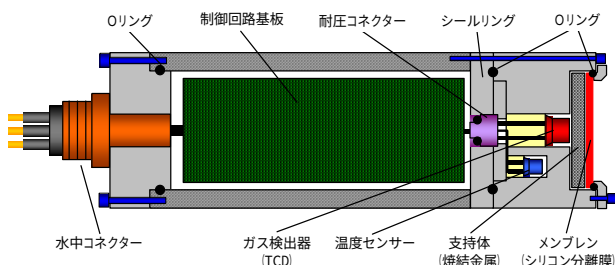


図-2 センサー構造の概略図 (TS4 センサー)

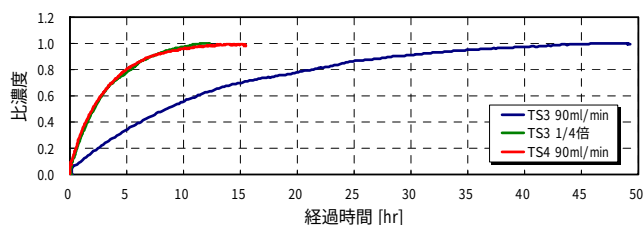


図-3 センサー応答性能の比較

件で飽和状態までメタンガスを溶解させた水を、ポンプ供給水流量90ml/minの条件で循環させて行っている。平衡状態に達するまでの測定時間はTS3で45時間程度、TS4で13時間程度となっている。図中には、TS3の測定時間を単純に1/4倍に短縮した曲線を示しているがTS4の試験結果と一致しており、TS3からTS4のセンサー改良に伴い1/4に測定時間短縮の改良効果が現れていることが分かる。

3. 孔内測定試験

試験は北海道幌延町の日本原子力研究開発機構が所有

キーワード メタンセンサー, 孔内試験, 採水, 溶存メタン

連絡先 〒270-0132 千葉県流山市駒木518-1 三井住友建設(株)技術研究所 TEL 04-7140-5200

する試錐孔において実施した。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。

試錐孔のケーシングプログラムを図-4に示す。試錐孔の最大深度は GL-520m で溶存メタンセンサーによる測定は、GL-88m, -208m, -283m, -372m, -440m, -490m の6深度で行った。また、溶存メタンセンサー測定値と比較する目的で、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、溶存メタンセンサーの安定した測定のためにはメンブレン表面に水流を与える必要があること等の膜透過特性の水流依存性が明らかになっていることから、孔内に開発した水流装置と溶存メタンセンサーを組み合わせたプローブを孔内に投入して測定を行った。

図-5にTS4センサーにより実施した深度GL-88mにおける測定結果として溶存メタン濃度と測定時間の関係を示した。図の測定結果は約10時間で平衡状態に達しており、この深度の溶存メタン濃度が16mmol/lであることを示している。

図-6は、TS4センサーで測定した溶存メタン濃度と採水分析結果とを孔内の溶存メタン濃度分布として比較している。図中の実線は、各深度に対して溶解可能な理論上の飽和溶存メタン濃度を示している。センサーで測定された溶存メタン濃度は採水分析結果に対して全体に高めの値を示しているが、その分布性状は一致しており良い対応を示していると考えられる。また、孔内の地下水中の溶存メタン濃度は、ほぼ飽和状態にあることが分かる。これまでに実施しているセンサーの室内性能試験結果等から明らかになった諸性能^{1),2)}から、センサーによる測定結果は原位置で直接測定されたものであり、その信頼性は高いものと考えられる。

5. おわりに

溶存メタンセンサーの改良を行い、測定時間は1/4に短縮された。孔内試験では安定した測定が行われ、孔内のメタンプロファイルの取得が可能であった。孔内の地下水中の溶存メタン濃度はほぼ飽和状態にあり、採水分析結果との比較からセンサー測定の信頼性が認められた。

なお、本研究は平成18年度日本原子力研究開発機構先行基礎工学研究として実施したものである。

【参考文献】

- 1) 兵動他：溶存メタンセンサーによる地層内メタン濃度測定 その1 測定値に及ぼすガス種水流の影響，第61回土木学会年次学術講演会概要集，3-339, pp.673-674, 2006.
- 2) 兵動他：溶存メタンセンサーによる地層内メタン濃度測定 その2 幌延における孔内測定試験，第61回土木学会年次学術講演会概要集，3-338, pp.671-672, 2006.

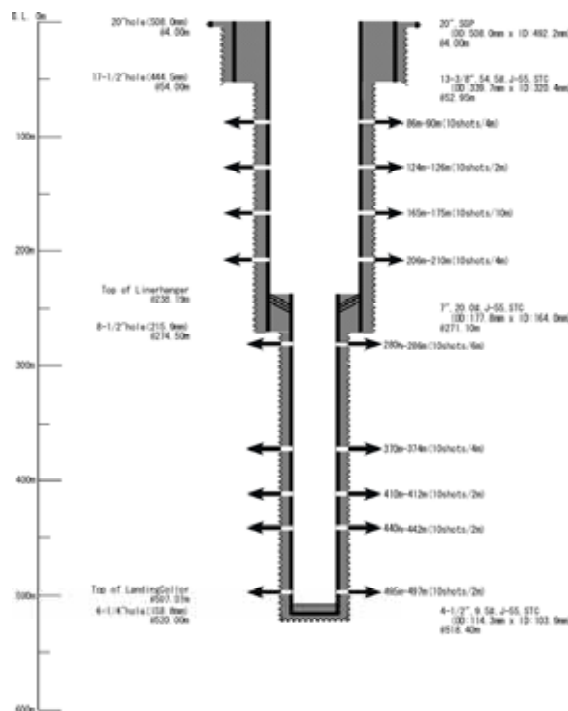


図-4 試錐孔のケーシングプログラム

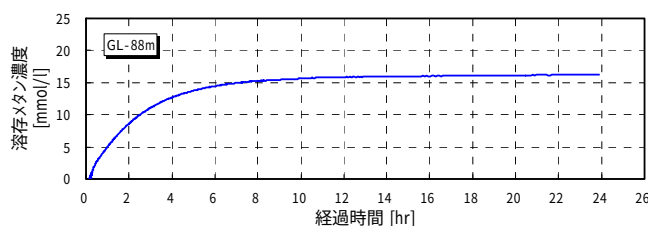


図-5 GL-88m における溶存メタン濃度測定

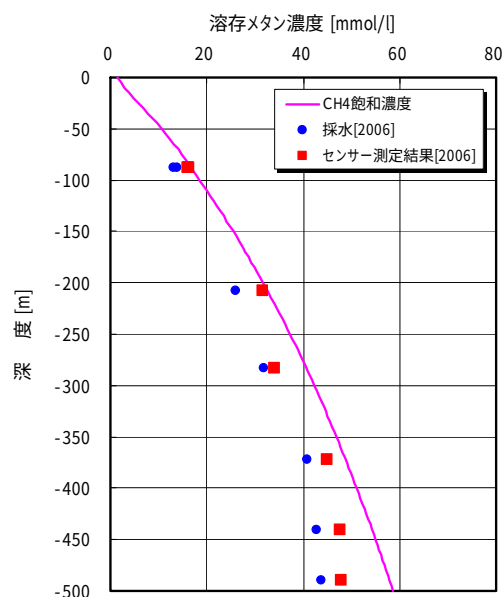


図-6 溶存メタン濃度孔内深度分布の比較