

メタンガス 3次元可視化システムの開発および計測事例

大成建設(株) 正会員 ○本島 貴之, 名合 牧人, 白瀬 光泰
(株)地層科学研究所 正会員 佐ノ木 哲
(国研)日本原子力研究開発機構 宮川 和也

1. はじめに

トンネルや地下空洞などの地下構造物を建設する際には、地盤から自然由来のメタンガスが発生し、爆発事故や酸欠事故などの災害が発生する場合があります。建設工事の安全性確保のため、労働安全衛生規則等の法令においても、メタンガスを含む可燃性ガスの計測管理を行うことが事業者の責任として定められている。

メタンガスは無色無臭の気体であるため五感による感知は難しく、燃焼式や光学式等の各種センサを用いて検知することが一般的であり、広い領域に対して監視を行う際には複数のセンサを配置することでガス濃度分布の把握が行われている。しかし、ガス濃度の検知はあくまでもセンサを設置した箇所に限られるため、トンネルや地下構造物のような長大な構造物では、予め多数のセンサをメタンガス漏えいが想定される箇所に配置して計測する必要があった。また、上記手法においても計測箇所ピンポイントの濃度把握は可能であるものの、メタン噴出箇所の特定的ような面的もしくは立体的な濃度計測も困難であった。

以上のような課題に対し、本検討ではメタンガスの面的、立体的な濃度把握を目的として、3D スキャナとレーザーメタンガスセンサを組み合わせることで、空間内のメタン濃度分布を検知して 3D 画像として表示し、かつ、空間形状も同時に計測・表示してメタン濃度の分布と噴出箇所の可視化を行う計測システム開発を行った。さらに、計測装置一式は持ち運び可能な機械構成とすることで、計測環境が変化していく建設工事現場での適用も可能な構成とした。

2. メタンガス 3次元可視化システムの開発内容

・計測機械の構成：計測システムは、図-1 に示すようにメタンガスを計測するレーザーメタンセンサ¹⁾、距離計測計、センサを回転させる回転台、バッテリー・コントローラおよび制御・設定・記録・表示の PC (以下、制御 PC) により構成される。計測時には、計測箇所に三脚を据え付け、センサを取り付けた回転台(最大でトンネル周方向±180°、軸方向 110° に回転)を設置し、制御 PC から計測する角度範囲を指定して坑壁までの距離とメタン濃度計測を行う(図-2 参照)。計測した距離と回転台の回転情報から、自動でレーザーを照射したポイントの座標情報が計算され、制御 PC に記録される。また、同時に計測したメタン濃度も記録される。座標と濃度計測値からなるデータを、3次元描画用のデータに変換し、3次元描画ソフトに



図-1 計測器の基本構成

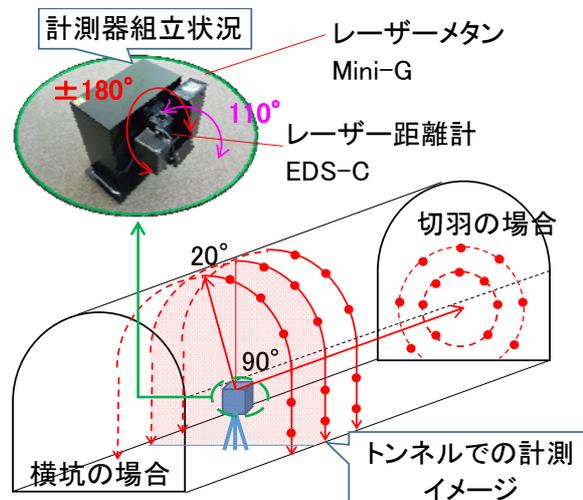


図-2 3次元計測の概念図

キーワード：メタン、可燃性ガス、3次元可視化、レーザーメタンセンサ、トンネル

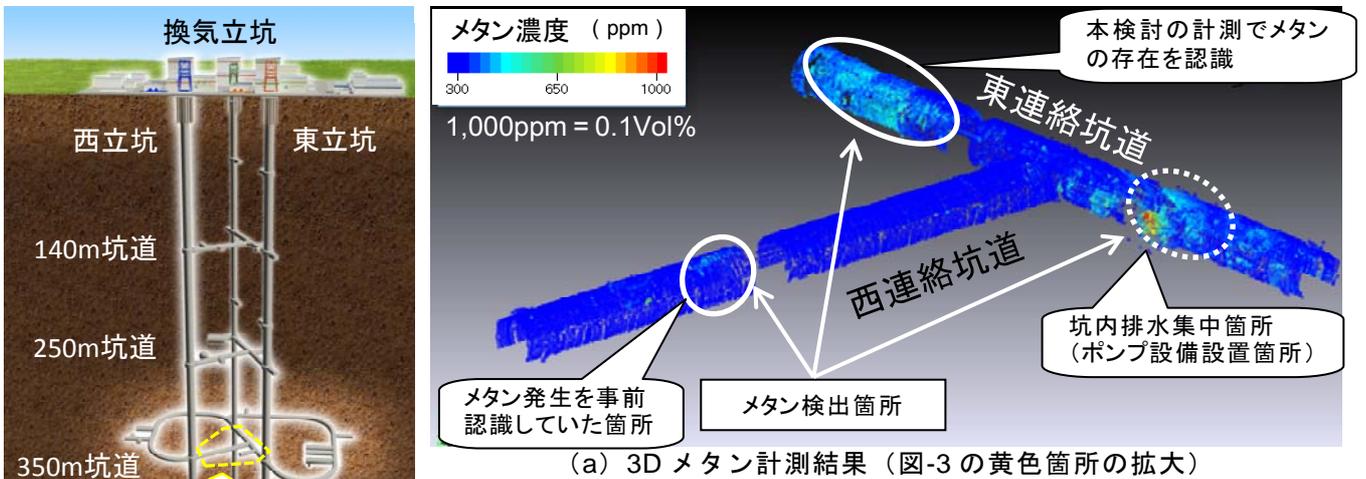
連絡先：〒098-3224 北海道天塩郡幌延町北進 432-2 大成・大林・三井住友 JV TEL01632-5-2080

表示させる。このとき、メタン濃度は、レーザメタンセンサで計測した[濃度×距離]の情報と距離計測計で計測した[距離]の情報から自動計算した[濃度] (= [濃度×距離] ÷ [距離]) 情報として記録した。

・3次元可視化方法：記録した3次元情報の表示には、3次元地質情報システム GeoGraphia²⁾を使用し、制御PC上に取り込んだデータを随時表示する方法とした。

3. 計測実施事例

開発した本計測システムを用いて原位置でのメタンガス計測を実施した。計測したサイトは日本原子力研究開発機構が施設の建設、維持管理および研究事業を行っている幌延深地層研究センター（北海道天塩郡幌延町）の地下350mに位置する調査坑道である（図-3参照）。計測位置を図-3に示し、計測仕様を表-1に示す。図-4(a)に計測結果を示す。レーザースキャナで計測した坑道形状を点群データで再現しており、各点の色がメタン濃度を示している。計測範囲中の赤色の点は、約0.1Vol%のメタン濃度が確認された点であり、メタンガスが局所的に分布している箇所の特定と同時計測した坑道形状の再現が可能であることを確認した。また、トンネル掘削時の断層出現箇所（図-4(b)）でのメタン発生も確認した。坑道からの湧水を地上に排水するためのポンプ設備には坑内全体の湧水が集中するため、遊離メタンが発生していることが確認された。



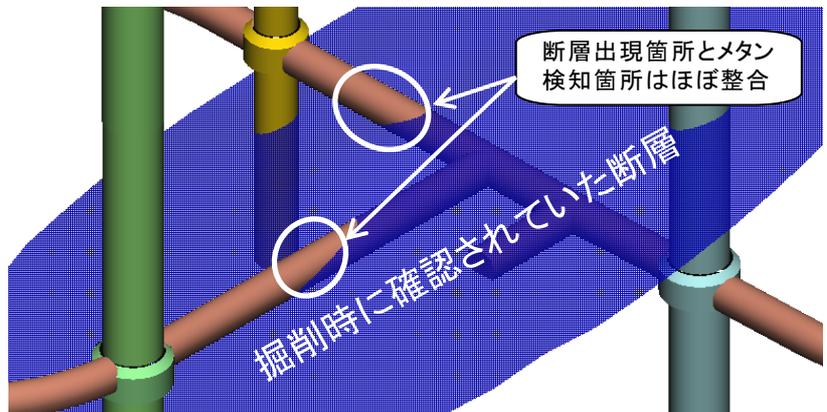
(a) 3Dメタン計測結果（図-3の黄色箇所の拡大）

※この図は、今後の調査研究の結果次第で変わることがあります。

図-3 幌延深地層研究センター地下施設イメージ図

表-1 計測仕様

項目	単位	値
レーザー計測密度	点/m ²	25
計測速度	Hz(点/秒)	2
計測延長	m	120



(b) 掘削時に確認された断層分布(ポリゴンで坑道と断層表示)

図-4 計測結果と断層分布の比較

4. まとめ

本検討で開発したシステムにより、面的・立体的な把握が難しかったメタンガスの空間分布の把握が可能となった。また、計測実施事例より、認識していなかったメタン滞留箇所の感知もでき、トンネルでの換気計画にも反映可能であることが確認された。今後は、現状約2Hzである計測速度の向上などを通じてメタン賦存箇所での建設工事の安全性向上をさらに追及していく予定である。

参考文献:1) 東京ガスエンジニアリングソリューションズ(株)ホームページ: http://www.tge.co.jp/products/supply/laser_methane_minig/, 2) 加藤信義ほか: 地下構造物建設における地盤・地質情報の三次元化適用事例, 地質と調査, (139), p.17 - 22, 2014.