

VI-45

トンネル内赤外線ガス監視システムの開発

清水建設（株）：正会員 宮沢和夫、同 後藤 徹、大友信悦
理研計器（株）： 中山正分、小林雄一

1. はじめに

近年、都市の過密化により地下空間の開発が注目を集めている。道路・鉄道・上下水道などライフラインの構築がますます増加し、それにともないトンネル・シールドの大断面化、大深度化、長距離化が進み、その施工技術も一層高度化が必要とされ、各種自動化工法が開発、実用化されている。しかし投資効果の点からみると、未だ人力に頼る方がよい点も多い。つまり、自動化・ロボット化はメンテナンスやまた現場の状況変化に対応する面ではまだまだ課題が多く、完全無人化までは難しい。従って、作業員の安全性に関する検討課題もおおそかにできないのが現状である。

今回、トンネル坑内における可燃性ガス監視対策の一つとして、いままでセンサーの設置困難な高い空間もライン状に広範囲に監視できる赤外線ガス監視システムを開発、実際のシールド現場に導入、従来のポイント式センサーと併用して安全性の向上に寄与しているので報告する。

2. システムの概要

メタンを含む炭化水素系のガス分子に赤外線領域の光線をあてると、その分子構造によって特定波長の光を吸収する。この原理を利用してガスの発生しやすい空間に赤外線を照射し、ガスの監視を自動的に行う実用的なシステムである。つまり、可燃性ガスがセンサーに直接触れなくとも空間照射中の赤外線ライン上をガス体が横切る（滞留）と検知するシステムである。従って、この監視システムは従来のポイント式センサーと異なりガス濃度を直接測定するのではなく、ガス体（ガス濃度×ガスの幅）の有無を検知するものである。

つまり、ガス濃度が1LELで1mのガス体でも、またそのガスが拡散して10分の1の濃度0.1LELで10mのガス体でも同じ1LEL・mを表示する。

図-1にガス検知・表示方法を、図-2にメタンガス体の幅と警報濃度の関係を示す。

※LELとは可燃性ガスの爆発下限界(Lower Explosion Limit)の濃度でメタンガスでは5%濃度である。

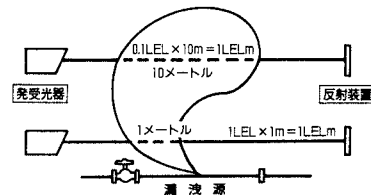


図-1 ガス検知・表示方法

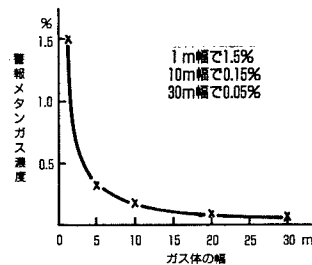


図-2 ガス体と警報ガス濃度の関係

2. 1 システムの構成

システムの構成を図-3に示す。

2. 2 システムの特徴

従来のポイント式センサーと比べ以下の特徴がある。

- ①一つのシステムでおよそ30m間の連続した広範囲な監視が可能である。（反射装置の大きさ（1000×1000mm）によっては65m間のロングスパンも可能）
- ②ポイント式センサーが設置困難な空間も監視ができ、

現場を隈なく確実に監視可能である。

③拡散滞留したガス体を検知するので条件によっては、低濃度のガスを早期に検知できる。

④光学式（赤外線）センシングのため性能劣化が少なく、メンテナンスが容易である。

⑤光線の遮断にたいし二段階に警報がでるため、短時間の妨害ではシステムの障害にならない。

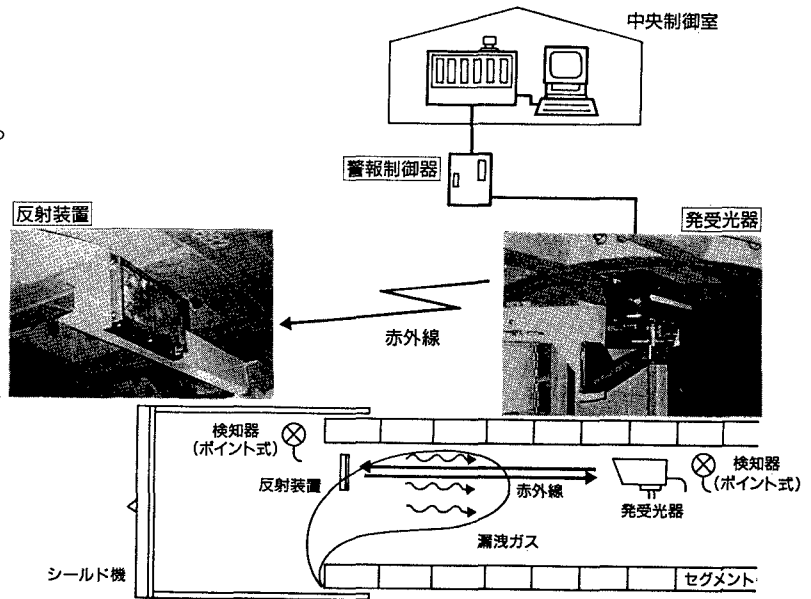


図-3 システムの構成

3. 実際への適用

従来のポイント式センサーと併用して実証テストを含め本システムをシールドト

ンネルの二現場に適用、坑内のメタンガスを監視した。その実施状況について以下に記す。

(1)監視位置・装置の取付け位置

ポイント式センサーはシールド機内と後方台車それぞれに設置し、シールド機と後方台車間およそ20～30mを本システムで監視した。そして、発受光器と反射装置はトンネル上部に設置されているセグメント搬送用のホイストレールの上端両サイドに取り付けた。

(2)システムの安定性

本設備と異なり、工事現場で使用するによる本システムの安定性について下記の点で検討改良を加えた。

- ・電気的ノイズ
- ・機械的振動
- ・外部照明、回転灯の影響

(3)坑内環境の影響

トンネル坑内の温度、湿度、粉塵に対する影響を確認した。

4. おわりに

本システムは、一昨年のシールドトンネル内におけるガス爆発事故を契機に安全対策の一つとして開発を進めたものである。従来のポイント式センサーと比べ光学式という数々の特徴があり、工事の安全管理の向上に繋がっている。近頃の建設工事ではコスト・工期の削減はもとより作業員の高齢化や不足に対しての省人化・無人化対策に目が向けられ、安全性の向上も急速に図られている。しかし、どんなに優れた機械、装置を採用しても人間のメンテ無しでは動かないのものであると同時に、安全面でも最後は現場自身の管理体制とその実践であることを再確認すべきである。