今さら聞けない資機材の使い方

〔第56回〕　マルチガス検知器

長野 哲也
（大分市消防局中央消防署南大分分署）

1　はじめに

今回の「今さら聞けない資機材の使い方」シリーズを担当させていただきます、大分市消防局の長野哲也と申します。

今回は、可燃性ガス漏洩現場において**「マルチガス検知器」**（以下「検知器」という。）を使用する際、可燃性ガスの種類によっては、使用する検知器が着火源となり爆発を誘発したり、正確な濃度が表示できなかったりする恐れがあるため、検知器を使用する前の情報収集の重要性を、「検知器の防爆性能」と「検知器の検知限界」という観点から、大分市消防局が保有するＸＡ－4400（以下「ＸＡ」という。）**（写真１、写真２）**を例に挙げ紹介させていただきます。

写真１　マルチガス検知器ＸＡ－4400

写真２　実際に使用している様子

2　検知器の防爆性能

検知器をはじめとした爆発性雰囲気内で使用する電気機器は、防爆規格に基づいた防爆性能を有していなければなりません。そこで、ＸＡを例に挙げ、どのような防爆規格に基づいた防爆性能を有しているのか説明します。

1.1　防爆規格

ＸＡの防爆規格は、電気機械器具防爆構造規格（昭和44年労働省（現厚生労働省））第５条による国際規格（ＩＥＣ規格）に基づく国際整合防爆指針2015となっています。防爆性能に応じた防爆規格を取得した電気機器は、**図１**に示す英数字で構成された記号の使用が許可されます。

図１　ＩＥＣの国際規格に基づく防爆記号の意味

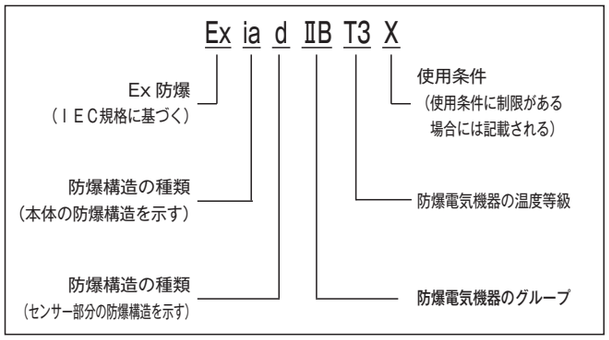


図１により、この記号は、「防爆構造の種類」、「防爆電気機器の温度等級」、「防爆電気機器のグループ」、及び「使用条件」に関する基準について示されていることがわかります。

ここから、それぞれの意味について説明します。

1.1.1　防爆構造

防爆構造とは、電気機器の構造に関する基準で**図２**のように分類されており、防爆構造の種類によって７使用できる危険箇所に制限があります。危険箇所とは、危険雰囲気（可燃性ガス又は蒸気）が存在する時間と頻度に応じて分類され、その区分は**図３**のようになっています。

【000-000】資機材第56回.indd　1　2017/10/18　17:29:19

図２　ＩＥＣの国際規格に基づく危険箇所別の使用できる防爆構造

名　称	記　　号	内　　容
耐圧防爆構造	d	耐圧防爆構造とは、全閉構造で、容器内部で爆発性ガスの爆発が起こった場合に、容器がその圧力に耐え、かつ、外部の爆発性ガスに引火する恐れがないようにした構造をいう。
油入防爆構造	o	油入防爆構造とは、電気機器の火花またはアークを発生する部分を油中に収め、油面上に存在する爆発性ガスに引火する恐れがないようにした構造をいう。
内圧防爆構造	p	容器の内部に保護気体（清浄な空気または不活性ガス）を圧入して内圧を保持することによって、爆発性ガスが侵入するのを防止した構造をいう。なお、この構造は、内圧の保持方式によって通風式、封入式及び密閉式に分類される。
安全増防爆構造	e	正常な運転中に電気火花または高温を生じてはならない部分に、これらが発生するのを防止するように構造上及び温度上昇について、特に安全度を増加した構造をいう。
本質安全防爆構造	ia 又は ib	正常時及び事故時に発生する電気火花または高温部分によって爆発性ガスに点火し得ないことが、点火試験及びその他によって確認された構造をいう。
特殊防爆構造	s	上記記号（d、o、p、e、i）以外の構造で、爆発性ガスの引火を防止できることが公的機関において試験その他によって確認された構造をいう。

図３　ＩＥＣの国際規格に基づく危険箇所の区分と内容並びに危険個所ごとに使用可能な防爆構造

危険個所の区分	危険個所の内容	使用できる防爆構造
０種場所 （特別危険箇所）	爆発性雰囲気が連続的又は長時間持続して存在する可能性のある場所	・本質安全防爆構造（ia）
１種場所 （第一類危険箇所）	正常状態で爆発性雰囲気が育成される可能性がある場所	・本質安全防爆構造（ia・ib） ・耐圧防爆構造 ・特殊防爆構造
２種場所 （第二類危険箇所）	異常状態で爆発性雰囲気が育成される可能性がある場所	・本質安全防爆構造（ia・ib） ・耐圧防爆構造 ・安全増防爆構造 ・特殊防爆構造
非危険場所	異常状態においても爆発性雰囲気が育成される可能性がない場所	・本質安全防爆構造（ia・ib） ・耐圧防爆構造 ・安全増防爆構造 ・特殊防爆構造 ・一般形器具 ・密閉形器具

1.1.2　防爆電気機器のグループ

防爆電気機器のグループとは、**図２**に示した防爆構造に係る技術的な基準になります。可燃性ガスは、その種類によって着火の容易さ（以下「着火容易性」という。）が違うため、可燃性ガスの着火容易性を一定の範囲ごとのグループに分け、グループに応じた基準を定めています。**図４**は、「本質安全防爆構造」に係る基準で、ＸＡでは本体に対する基準となり、**図５**は、「耐圧防爆構造」に係る基準で、ＸＡではセンサー部分に対する基準となります。

※可燃性ガスは、電気機器の回路内を流れる電流によっても着火します。可燃性ガスによって着火に必要な電流量が違うため、この規格では、「メタンガス」を点火するために必要な最も小さい電流量を「１」（基準）として定め、最小点火電流比という形で表し、３つのグループに分類しています。そのため、ⅡＣグループに分類される「水素」は「メタンガス」

図４　ＩＥＣの国際規格に基づく本質安全防爆構造に関わるグループの分類

グループ	ガス又は蒸気の最小点火電流比の範囲
ⅡＡ	0.8超
ⅡＢ	0.45 ～ 0.8未満
ⅡＣ	0.45未満

【000-000】資機材第56回.indd　2　　2017/10/18　17:29:20

に点火するために必要な電流量の半分以下の電流にしなければ点火してしまうということがこの表から読み取れます。

図５　ＩＥＣの国際規格に基づく耐圧構造に関わるグループの分類

グループ	ガス又は蒸気の最大安全隙間の範囲（単位：mm）
ⅡＡ	0.9以上
ⅡＢ	0.5 ～ 0.9未満
ⅡＣ	0.5以下

※センサー部分の内部で爆発が起こった際、爆発による火炎がセンサー接合部等の隙間から外部に出て、外部の可燃性ガスに着火する恐れがあります。そのため、可燃性ガスの着火容易性に応じて３つのグループに分類し、外部の可燃性ガスに着火しないように、接合部等の隙間の幅に対する基準を定めています。以上のことから、ⅡＣグループに属する「水素」では、接合部等の隙間が0.5mm以下でなければ爆発するということがこの表から読み取れます。

1.1.3　防爆電気機器の温度等級

電気機器は使用に伴い、電気回路の温度が上昇します。上昇した温度が可燃性ガスの発火点に達すると可燃性ガスが爆発するので、爆発を防止するために、可燃性ガスの発火点に応じた電気機器の技術基準を**図６**に示したように定められています。

1.1.4　防爆電気機器のグループ及び温度等級による可燃性ガスの分類

これまでに説明した、電気機器のグループと温度等級の区分に対する、可燃性ガスごとの着火容易性と発火点により分類して表したものが**図７**になります。

以上のことから、「二硫化炭素」が漏洩し、爆発する濃度に達した現場で使用できる検知器に必要な防爆性能は、「Ex ia d ⅡＣ Ｔ５」でなければならず、防爆性能が「Ex ia d ⅡＢ Ｔ３ Ｘ」であるＸＡは、上記条件で使用することができません。

図６　ＩＥＣの国際規格に基づく温度等級

温度等級	最高表面温度の範囲（単位：℃）
Ｔ１	300超～ 450以下
Ｔ２	200超～ 300以下
Ｔ３	135超～ 200以下
Ｔ４	100超～ 135以下
Ｔ５	85超～ 100以下
Ｔ６	85以下

1.1.5　使用条件

使用条件の有無を表す「Ｘ」は、使用条件がある場合のみ記載されます。ＸＡの防爆性能を表す表示は「Ex ia d ⅡB Ｔ3 Ｘ」となり、最後に「Ｘ」が記載されているところから、使用条件があるということがわかります。ＸＡの使用条件は、使用する乾電池のメーカーと種類が定められています。なぜそのような使用条件があるのか、理由を検知器のメーカーに問い合わせたところ「防爆にかかる社内テストや防爆規格を取得する際に、当該乾電池しか使用していないため、他の乾電池を使用した場合は、基準どおりの防爆性能を発揮できる保証ができない。」との回答でしたので、注意が必要です。

図７　ＩＥＣの国際規格に基づく温度等級

温度等級 ＼ グループ	Ｔ１ 300℃～ 450℃以下	Ｔ２ 200℃ ～ 300℃以下	Ｔ３ 135℃ ～ 200℃以下	Ｔ４ 85℃ ～ 100℃以下	Ｔ５ 85℃以下
ⅡＡ	アセトン アンモニア 一酸化炭素 酢酸エチル トルエン プロパン ベンゼン メタノール メタン LP ガス エタン 酢酸	エタノール ｉ－ブタン １－ブタノール 酢酸イソベンチル 無水酢酸	ガソリン ｎ－ヘキサン	アセトアルデヒド	
ⅡＢ	都市ガス	エチレン エチレンオキシド		エチルエーテル	
ⅡＣ	水素	アセチレン			二硫化炭素

【000-000】資機材第56回.indd　3　2017/10/18　17:29:20

3　検知器の検知限界

検知器は分析器と違い、漏洩した可燃性ガスの種類を特定することはできません。ここでは、ＸＡの可燃性ガスセンサーの検知方法を説明することにより、検知器の検知限界について理解していただきます。

2.1　可燃性ガスセンサーの検知方法

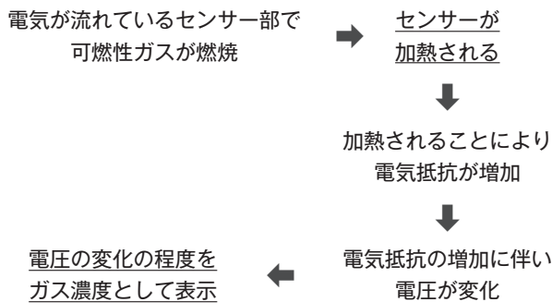
可燃性ガスセンサーの検知方法は下記の「ＸＡの取扱説明書の原文そのまま」のとおりとなっています。

ＸＡの取扱説明書の原文そのままを引用

> “「白金コイル上に塗布された触媒の働きにより防爆下限界以下のガス濃度でも、接触表面で接触燃焼をおこし、この時発生する温度上昇により白金コイルの電気抵抗が増加します。この変化をブリッジ回路に偏差電圧として取り出します。爆発下限界（LEL）までガス検知ができます。」 ”

文章のままですとイメージが湧きにくいので、**図８**に示したフローをご覧ください。

図８　ＸＡの可燃性ガスセンサーの検知方法フロー



ＸＡでは、どのような可燃性ガスの分子が、どのくらいあるのかとセンサーで数えているのではありません。**図８**のフローで示したように、センサーが加熱されると電気抵抗が増加し、電気抵抗の変化に伴い電圧に変化が出るという電気回路の特性を活用し、電圧の変化をガス濃度という形で表しているということになります。そのため、「センサーが受けた熱量の増加分＝ガス濃度」という式が成立するため、燃焼時の発熱量が小さな可燃性ガスは、濃度が低く表示されることになります。また、センサー部分で燃焼する可燃性ガスは、全て「可燃性ガス○○LEL％」と表示されるため、可燃性ガスの種類を特定することはできません。

4　考　察

検知器の防爆性能によっては、検知器そのものが着火源となる危険があるとともに、可燃性ガスの種類により、実際の濃度よりも低く表示されることがあるため、危険度が低く判断される恐れがあります。また、可燃性及び毒性を有するガスが漏洩している現場で、可燃性ガス○○LEL％と検出した場合には、可燃性ガスの爆発危険に意識が傾き、ガスの有毒性を見逃すことも考えられることから、隊員の安全管理が不可欠となります。このような二次災害を防ぐために最も重要なのが、情報の収集です。出動途上の支援情報及び通報者や関係者に対して聞き取りをした情報並びに現着した隊員の視覚、嗅覚及び触覚情報を基に、「保有する検知器の使用可否の判定」、「検知した濃度の正確性の評価」、「検知した結果以外の危険性の検索」とういう作業が必要になるため、その前提となる基礎知識が無ければ、どのような情報を収集してどのように判断・評価すれば良いのかわかりません。そのため、平素から保有する検知器及び電気機器の防爆性能の把握、ＮＢＣＲ災害における情報収集要領等の研修を行う必要があると考えます。

5　おわりに

災害の高度化、複雑化及び範囲の拡大化が進む中、消防行政に対する国民の期待は益々大きくなっています。しかしながら消防行政側は、団塊の世代の大量退職を迎え大きな若返りを果たしたため、指導する側の職員の急激なポジションアップ、そして大量採用による若手職員の高比率化により、どちらの消防本部様も若手職員の育成に苦慮しているという現状から、この「今さら聞けない資機材の使い方」が始まったのではないかと思います。

私自身、検知器にまつわる問題に限らず、知識・技術の伝承方法に悩んでいたところに今回のお話をいただき、まさに渡りに船を得るという状況でした。今回の機会をくださった近代消防社様並びに関係諸氏の皆様方、また図を提供してくださった企業の各社様に心より感謝申し上げます。この論が災害現場における隊員の二次災害防止に寄与できれば幸甚の至りです。

次回は「●●●●●●●●●●●」の予定です。

著者
名　前：長野（ながの）　哲也（てつや）
所　属：大分市消防局
　　中央消防署　南大分分署
出身地：大分県大分市
消防士拝命：平成13年４月
現　職：救急隊員
趣　味：釣り、アウトドア

【000-000】資機材第56回.indd　4　　2017/10/18　17:29:20