

工場電気設備防爆指針（国際整合技術指針）の改正について

山隈 瑞樹*¹

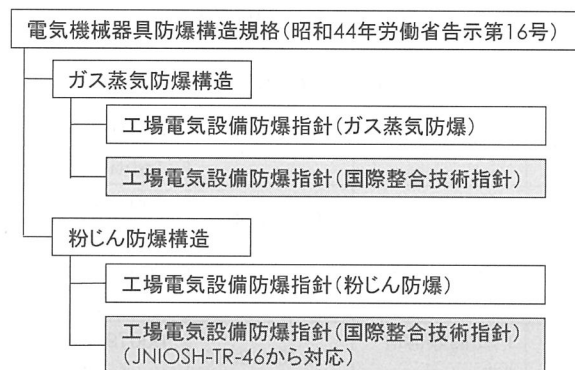
国内では、労働安全衛生法により、防爆電気機器は電気機械器具防爆構造規格（昭和44年労働省告示第16号）に基づく型式検定に合格したものでなければ使用することはできない。この型式検定は、実際には、労働安全衛生総合研究所が発行する三つの技術指針、すなわち、「防爆指針（ガス蒸気防爆）」、「防爆指針（粉じん防爆）」および「国際整合防爆指針」によっている。そのうち、「国際整合防爆指針」が平成27年8月に改正され、「国際整合防爆指針2015」となった。この改正においては、各防爆構造をそれぞれ「編」に分冊化し、新たに、樹脂充填防爆構造“m”，非点火防爆構造“n”，容器による粉じん防爆構造“t”，および特殊防爆構造“s”を追加したこと、粉じん防爆構造を型式検定の対象としたこと、機器保護レベル（EPL）を採用したことなど多くの修正および追加がなされており、製造者および使用者の双方に抜本的な変革を求めるものとなっている。

キーワード：防爆指針，構造規格，IEC規格，機器保護レベル，爆発・火災

1 はじめに

我が国で使用される防爆電気機械器具は、労働安全衛生法に基づき、電気機械器具防爆構造規格（昭和46年労働省告示第16号。以下「構造規格」という）に従って検定を行うこととされているが、実際には、厚生労働省の通達の指示により、図1に示すように、労働安全衛生総合研究所（以下「安衛研」という）が発行する三種類の技術指針、すなわち、工場電気設備防爆指針（ガス蒸気防爆2006）（NIIS-TR-No. 39）、工場電気設備防爆指針（粉じん防爆1982）（RIIS-TR-82-1）および工場電気設備防爆指針（国際規格に整合した技術指針2008）（JNIOSH-TR-No. 43）が検定のための技術基準として長く使用されてきた。特に、「国際規格に整合した技術指針」（このたび「国際整合技術指針」と改称されたので、以後この名称を使用する）は、国際電気標準会議（IEC）が作成・発行している国際規格（IEC 60079シリーズ）をベースに作成されており、外国で製造または認証された防爆機器に対して貿易上の非関税障壁とならないような配慮がなされるとともに、国内企業が国際規格に従って国内向けの防爆機器を設計・製造する際の技術資料ならびに使用者がその事業所に防爆機器を設置する際のものとして活用されている。

このたび、安衛研において作成・公開された工場電気設備防爆指針（国際整合技術指針）（JNIOSH-TR-46）は、JNIOSH-TR-No. 43の改正版であり、最新（平成25年6月時点）のIEC規格を採用するとともに、WTO/TBT協定¹⁾の規定に従って、IEC規格への整合性の向上（箇条番号、図表番号も一致）、新たな防爆構造の採用など、大



（注）構造規格では、ガス蒸気防爆構造および粉じん防爆構造について規定しているが、基本的要件を定めているだけで実際の検定基準とするには不十分である。これを補うため、安衛研において防爆指針を発行し、これが実際の検定基準として使用されている。したがって、防爆指針は構造規格と同等の効力をもつ。

図1 構造規格と防爆指針の対応関係

幅な変更がなされており、防爆機器の製造者および使用者双方に大きな変革を求めるものとなっている。

本稿では、改正指針（以下、「TR-46」という）の要点を、新たに採用された項目を中心に解説する。

2 TR-46の構成

前述のように、TR-46はTR-No. 43（以下、「旧指針」という）の改正版という位置付けであるが、久しぶり（約7年）の改正となったため、対応するIEC規格の版（edition）も一部の防爆構造では大きな差がある。また、旧指針では参考扱いであった樹脂充填防爆構造“m”および非点火防爆構造“n”が正規の防爆構造として規定されるとともに、新たに容器による粉じん防爆構造“t”および特殊防爆構造“s”が追加された。

また、指針の構成において、旧指針以前は防爆構造ごとに章立てして同一冊子内に収録されていたが、TR-46では、これを「編」として分冊化し、防爆構造ごとに独立性をもたせている。これは、今後IEC規格が改正されたときに、対応する編を速やかに改正することを可能にするためである。TR-46の表紙を図2に示す。各編の表

原稿受付 2015年10月26日 (Received date: October 26, 2015)
原稿受理 2015年12月14日 (Accepted date: December 14, 2015)
J-STAGE Advance published date: January 28, 2016

*1 (独) 労働安全衛生総合研究所 国際情報・研究振興センター
連絡先: 〒204-0024 東京都清瀬市梅園1-4-6
(独) 労働安全衛生総合研究所 国際情報・研究振興センター 山隈瑞樹

E-mail: yamaguma@s.jniosh.go.jp

doi: 10.2486/josh.JOSH-2015-0020-SHI

※ 本論文の一部の内容は、平成27年度労働安全衛生技術講演会で発表された。



図2 TR-46-1:2015の表紙

表1 TR-46:2015の構成

| 編 | 防爆構造 | 指針番号 | 対応 IEC 規格 (edition) |
|----|------------------|---------------|----------------------|
| 1 | 総則 | TR-46-1:2015 | 60079-0:2011 (ed.6) |
| 2 | 耐圧防爆構造 “d” | TR-46-2:2015 | 60079-1:2007 (ed.6) |
| 3 | 内圧防爆構造 “p” | TR-46-3:2015 | 60079-2:2007 (ed.5) |
| 4 | 油入防爆構造 “o” | TR-46-4:2015 | 60079-6:2007 (ed.3) |
| 5 | 安全増防爆構造 “e” | TR-46-5:2015 | 60079-7:2006 (ed.4) |
| 6 | 本質安全防爆構造 “i” | TR-46-6:2015 | 60079-11:2011 (ed.6) |
| 7 | 樹脂充填防爆構造 “m” | TR-46-7:2015 | 60079-18:2009 (ed.3) |
| 8 | 非点火防爆構造 “n” | TR-46-8:2015 | 60079-15:2010 (ed.4) |
| 9 | 容器による粉じん防爆構造 “t” | TR-46-9:2015 | 60079-31:2008 (ed.1) |
| 10 | 特殊防爆構造 “s” | TR-46-10:2015 | 60079-33:2012 (ed.1) |

(注) 表1に示すIEC規格のうち、60079-1、60079-2、60079-6、60079-18および60079-31については、既に改正版が発行されている(平成27年7月1日現在)。

紙には、整合するIEC規格番号および名称が表示されているので、対応関係が容易に確認できる。

各編とIEC規格の対応関係は、表1ようになる。

今回の改正に合わせて、指針番号の付与方法も見直され、今後、安衛研から発行される技術指針には、次の規則で番号が割り当てられることとなった。

ID-TR-*nn*-*m* : *YYYY*

各記号の意味は、次のとおりである。

ID : 発行機関識別記号(現時点では、“JNOSH”であるが、将来変更もありうる)

TR : 技術指針 (Technical Recommendation)
 nn : 指針の通し番号 (国際整合技術指針は“46”)
 m : 枝番 (複数の編から構成される場合だけ)
 YYYY : 発行年 (西暦)

今後、各編が改正されたときは、発行年だけが更新されるので、版の管理は年号によって行われる。これに伴い、以後、安衛研から刊行されるすべての技術指針の表題には年号は入らないが、便宜上の呼称として「防爆指針2015」のように年号を付記することもある。

3 防爆指針の公開および入手方法

TR-46は、厚生労働省の通達²⁾により、防爆機器の検定のための技術的基準として使用することが定められており、いわば「強制規格」でもある。したがって、一般の法令と同様に、積極的に公開・周知することを原則としており、安衛研のホームページにおいて、次のURLから常時閲覧可能となっている。

<http://www.jniosh.go.jp/publication/tr.html>

ただし、前述のように、今回の指針は対応するIEC規格と極めて整合性が高いので、著作権保護の観点から、当面はWEB上での印刷およびダウンロードはできないこととしている。なお、従前どおり、防爆機器の検定機関である公益社団法人産業安全技術協会から検定用資料として印刷物を入手することが可能である。

4 改正の要点

TR-46は、全10編(第1編~第10編)で構成され、このうち第1編(総則)は、個別の防爆構造に対応する他の編を適用する際に、合わせて適用するものである。新旧の差異は多岐にわたるが、特に重要と考えられる事項は次のとおりである。なお、TR-46にはグループIの爆発性雰囲気(坑気)に対応する防爆機器についても規定されているが、労働安全衛生法の適用外であるので省略する(グループIは、鉱山保安法の適用を受ける)。

1) 粉じん防爆

防爆の対象となる可燃性物質については、旧指針以前はガス蒸気(グループII)だけが規定されていたが、今回からは、可燃性粉じん(グループIII)も対象となった。粉じんは、その性質によって、さらにIIIA、IIIBおよびIIICに細分類され、これらの定義は、表2に示すとおりである。また、グループIIIは、構造規格における粉じんの分類(可燃性粉じんおよび爆燃性粉じん)とも若干異なっているため、同表に対応関係を示した。

粉じんは、IIIA、IIIB、IIICの順に危険性が高くなっていく。特に、IIICは導電性粉じんであり、これにはアルミニウム、マグネシウムなどの爆発力が極めて高い(爆燃性)粉じんが含まれ、かつ、電気機器の回路に侵入すると回路をショートさせて発火するおそれがある。このように、粉じん防爆では、機器の内部に粉じんが容易に侵入できない構造を基本とするので、保護レベルおよび粉じんの細分類に応じて、粉じん侵入に対する保護等級(IP)が定められている。

表2 粉じん（グループIII）の分類

| 細分類 | 定義 | 構造規格の分類 |
|------|--|--|
| IIIA | 可燃性浮遊物：繊維を含む可燃性の固体粒子であって公称粒子径 500 μm 超のもの | 可燃性粉じんのうち、繊維を含み、公称粒子径が 500 μm を超えるもの |
| IIIB | 非導電性粉じん：公称粒子径 500 μm 以下、かつ、電気抵抗率 1,000 Ωm 超のもの | 可燃性粉じんのうち、公称粒子径が 500 μm 以下、かつ、非導電性のも |
| IIIC | 導電性粉じん：公称粒子径 500 μm 以下、かつ、電気抵抗率 1,000 Ωm 以下のもの | 爆燃性粉じんならびに可燃性粉じんのうち公称粒子径が 500 μm 以下、かつ、導電性のも |

(注) 電気抵抗率は、IEC 61241-2-2 に従って測定する。

表3 粉じん爆発危険場所の分類

| ゾーン | 定義 | 時間的目標 (年間) |
|-----|---|----------------|
| 20 | 空気中に粉じん雲状で、連続または長期間もしくは頻繁に存在する場所 | 1,000 時間超 |
| 21 | 通常の運転中において、空気中に粉じん雲状で時々生成される可能性がある場所 | 10 時間～1,000 時間 |
| 22 | 通常の運転中において、空気中に粉じん雲状で生成される可能性が少なく、生成されたとしても短時間である場所 | 1 時間～10 時間 |

また、危険場所の分類についても、ガス蒸気（ゾーン0～2）と同様に、爆発性雰囲気形成される時間・頻度に依りてゾーン20～22が表3のように定義されている。

粉じん環境に対応可能な防爆構造は、本質安全防爆構造“i”、樹脂充填防爆構造“m”および容器による粉じん防爆構造“t”となる。なお、現時点では内圧防爆構造“p”は粉じん防爆に対応していないが、最近改正されたIEC規格(60079-2:2014(ed.6))は粉じん防爆に対応しているため、次の防爆指針改正においては、これに対応する予定である。

今回の改正で特に注目すべきことは、“i”および“m”については、同一の型式検定でガス蒸気および粉じんの両方に適用することが可能となるので、ガス蒸気および粉じんが同時に存在する場所（ハイブリッド環境）においても使用可能な機器が実現可能となったことである。化学工場、製薬工場など、粉体と液体を同時に使用する事業所では、しばしばハイブリッド環境が生成されるため、広範な用途が期待できる。

2) 機器保護レベル (EPL)

機器保護レベル (Equipment protection level: EPL) とは、“点火源となる可能性に基づいて機器に割り当てる保護レベルであって、爆発性ガス雰囲気、爆発性粉じん

表4 EPLごとの技術的要求水準

| EPL | 保護の程度 | 保護の能力 |
|-------|---------------|--|
| Ga/Da | 極めて高い保護レベルをもつ | 二つの独立した保護手段をもつ、または二つの不具合（障害）が互いに独立に生じたとしても安全である。 |
| Gb/Db | 高い保護レベルをもつ | 通常運転および頻繁に発生する外乱ともに適する、または、不具合（障害）発生を通常は考慮している。 |
| Gc/Dc | 強化した保護レベルをもつ | 通常運転には適する。 |

表5 EPLごとの適用場所と防爆構造の対応

| EPL | 可燃性物質 | ゾーン | 防爆構造 |
|-----|----------------|-----|---------------------------------------|
| Ga | ガス蒸気 (グループ II) | 0 | “ia”, “ma” |
| Gb | | 1 | “d”, “e”, “ib”, “mb”, “o”, “px”, “py” |
| Gc | | 2 | “ic”, “mc”, “nA”, “nC”, “nR”, “pz” |
| Da | 粉じん (グループ III) | 20 | “ta”, “ia”, “ma” |
| Db | | 21 | “tb”, “ib”, “mb” |
| Dc | | 22 | “tc”, “ic”, “mc” |

雰囲気および坑気の影響を受けやすい鉱山の爆発性雰囲気それぞれの区分するもの”と定義されている(第1編)。従来の保護レベル (Level of protection) と似た概念であるが、EPLは、最近の安全管理の基本であるリスクアセスメントへの対応を考慮したもので、従来、保護レベルと使用可能なゾーンを一対一に対応させていたものを、リスクの程度に合わせて柔軟に対応できるように配慮したものである(第2編、附属書G参照)。EPLの分類の分類ごとの要求水準を表4に示す。

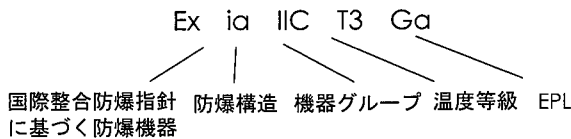
EPLの表示は、防爆機器が設置できる爆発性雰囲気を大文字GまたはDで示し、その保護レベルを特定するには、小文字a, bまたはcで示すこととしている。ここで、Gはガス蒸気 (Gas) を、Dは粉じん (Dust) を意味する。また、a, bおよびcは、それぞれゾーン0 (または20)、ゾーン1 (または21) およびゾーン2 (または21) に適する防爆性能であることを示す。EPLを含む表示の例を図3に示す。また、EPLの区分と使用可能な可燃性物質、危険場所および防爆構造との関係を表5に示す。

3) 単純機器 (Simple apparatus)

第6編 (本質安全防爆構造) において、単純機器に関する記述が追加された。

単純機器とは、比較的構造が簡単で、本安機器とともに用いられるものであり、例えば、スイッチ、抵抗器などの受動コンポーネント、コンデンサ、インダクタ等を含むエネルギー蓄積源、および、熱電対、光電池などのエネルギー発生源 (1.5V, 100mA および 25mW 以下に限る。) がある。これらについては、TR-46には、その

(a) 基本的な表示例



(b) ガス蒸気と粉じんの併記表示例

グループ IIC の爆発性ガス雰囲気で使用し、最高表面温度 135 °C 未満の樹脂充填防爆構造 "ma" (EPL Ga) と、グループ III C の導電性粉じんを含む爆発性粉じん雰囲気で使用し、最高表面温度 120 °C 未満の樹脂充填防爆構造 "ma" (EPL Da) の電気機器。(EPL Ga と EPL Da を併記する。)

| |
|-----------------------|
| Ex ma IIC T4 Ga |
| Ex ma III C T120°C Da |

図3 TR-46に基づく機器の表示例

表6 検定から除外される機器の定格

| 区分 | 値 |
|------|-----------|
| 定格電圧 | 1.5 V 以下 |
| 定格電流 | 100 mA 以下 |
| 定格電力 | 25 mW 以下 |

要求事項に適合していることを製造者が自ら検証（自己認証）すればよいことと規定されているが、我が国の制度上は第三者認証（型式検定）の対象となる。ただし、指針の記述にかかわらず、労働安全衛生法上の取扱いにおいては、表6に示す定格を全て満たす機器（単純機器を含む）は、検定の対象とはならず、何ら制限なく使用できるとされている（旧指針以前とは、定格の数値等が変わっているので注意が必要である）。したがって、TR-46の運用においてほとんど影響はないであろう。

4) Ex コンポーネント等

Ex コンポーネントは、空の容器、または防爆機器に取り付けて使用する部品またはアセンブリである。同種のものとして、Ex ケーブルグラウンド、Ex ねじアダプタおよび Ex 閉止用部品があり、これらをまとめて Ex コンポーネント等という。従来、Ex コンポーネント等は、単独では検定の対象とされなかったため指針には記載はされていなかった。今回の指針（TR-46）でも単独での検定対象ではないが、すでに検定機関で認証を受けた Ex コンポーネント等は、それを含む機器の検定において試験データを活用できることとなった。

5) ルーチン試験（Routine tests）

ルーチン試験は、機器の製造工程（製造中または製造後）において製造者が機器の一つ一つに対して行う試験であり、一部の機器については、これを行うことが要求事項となっている。これには、耐電圧試験、圧力試験などがある。また、型式試験において、より高い水準の試験を行った場合には、ルーチン試験が免除されることがある。

表7 特殊防爆の保護レベルごとの必要数

| 保護レベル | EPL | 独立検証者の数 |
|-------|-----------|---------|
| "sa" | Ga または Da | 3 |
| "sb" | Gb または Db | 2 |
| "sc" | Gc または Dc | 1 |

6) 特殊防爆構造

特殊防爆構造（第10編）は、国際規格に整合した指針としては、今回初めて取り入れられた防爆構造である。構造規格にも特殊防爆構造が規定されており、そこでは検証方法を検定機関に一任しているが、TR-46では、検証をより厳格にするため、独立検証者（independent verifier）という一定の能力をもち、身分保障された者がその任に当たることとしており、表7に示すように、保護レベル（"sa", "sb" および "sc"）に応じて1~3人の独立検証者を必要とする。現時点では、IECにおいて具体的な運用方法が決まっていないため、当面は国内においてもTR-46に従った検定は行われませんが、近い将来には実施されると見込まれることから、前広に周知するため、TR-46:2015に採用することとした。

5 おわりに

今回の改正は、約7年ぶりであったが、その間に防爆に関するIEC規格は質・量ともに大幅に変更されていたため全面的な見直しが必要となり、また、今後IEC規格の改正に迅速に対応すべきとの各方面からの要望を受けて、技術指針の番号付与方法の変更、防爆構造ごとの分冊化など、体裁面でも大きな変更に取り組んだ。さらに、内容的にも、貿易障壁とならないように整合性を確保し、IECとの差異（National differences）を極力を小さくする努力をした。その結果として、EPL、ルーチン試験などのように、構造規格が想定する技術的・制度的枠組みから外れるものも出てきたが、これに関しては国際的な潮流に遅れざることを期すための止むを得ない選択であった。

最後に、TR-46:2015は、防爆指針改正委員会（本委員会および三つの分科会で構成され、安衛研（筆者を含む）と産業安全技術協会が事務局となった）による作業および審議を経て答申された指針原案を基に作成されたものである。同委員および事務局各位に謝意を表する。

文 献

- 1) http://www.meti.go.jp/policy/trade_policy/wto_agreements/marrakech/html/wto06.html
- 2) 平成27年8月31日基発0831第2号、電気機械器具防爆構造規格第5条の規定に基づき、防爆構造規格に適合するものと同程度の防爆性能を有することを確認するための基準等について。