

国際規格IEC60079に対応した爆発性ガス雰囲気で使用可能な制御機器の開発

(和泉電気) 井上繁俊、檀上和正、石野真一、鷹尾 健、藤田俊弘

Development of Control Equipment for Explosive Gas Atmospheres
in Compliance with IEC60079

Shigetoshi Inoue, Kazumasa Danjou, Shinichi Ishino,

Takeshi Takao, Toshihiro Fujita

IDEC IZUMI Corporation

キーワード：IEC60079、構造規格、技術的基準、耐圧防爆構造

1. はじめに

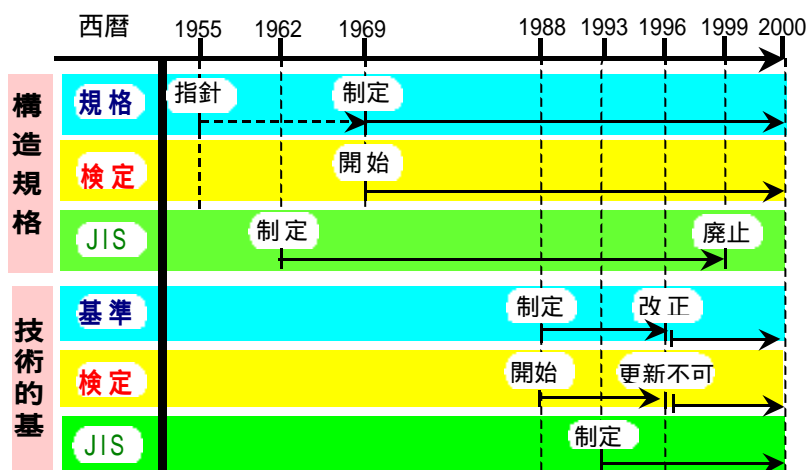
化学プラントや半導体製造ラインなどの爆発性のガス・蒸気が存在する危険場所で使用する電気機器は、安全確保のため防爆検定に合格することが求められており、現在に至るまで各種の防爆技術が開発されてきた。ここでは特に国際規格IEC60079に対応した防爆形制御機器の状況と共に、われわれの対応について述べる。

2. 防爆規格の経緯

わが国の工場用防爆規格は、図1に示すように1955年に労働省産業安全研究所が産業界の協力を得て制定した工場電気設備防爆指針(ガス蒸気防爆)が源流である。この指針が電気機械器具防爆構造規格(以下、構造規格と言う)に取り入れられ、防爆検定や産業界の指針⁽¹⁾として活用されている。

その後、1988年にIEC60079(防爆安全規格)に整合した技術的基準⁽²⁾⁽³⁾(以下、技術的基準と言う)が制定され、従来の構造規格とともに、現在2本立ての規格となっている。防爆検定は3年毎に更新が必要であるが、技術的基準は1996年の大幅な改正⁽⁴⁾で更新が行えなくなり、新規の検定申請が必要となった。しかしながら、技術的基準の検定件数は徐々に増加し、現在検定申請件数全体のほぼ半分を占めている。

一方、JIS規格は、1962年から指針に準拠したJISC 0901～0905が制定され、その後1993年からIEC60079⁽⁵⁾⁽⁶⁾に準拠したJIS C 0930～0935が制定され、JIS規格も2本立てとなった。構造規格に準拠したJIS規格は、



1995年より通商産業省工業技術院により進められたIEC規格とISO規格に対応するJIS規格の一連の整合化作業完了後、1997から1999年にかけて順次廃止された。従って、現在JIS規格はIEC60079と同等の規格に一本化され、数年ごとに行なわれているIEC規格の改正にあわせてJIS規格の改正作業も行なわれている。

図1 防爆規格の経緯

3. 防爆規格の相違

構造規格と技術的基準の間には、規格要件について大きな差異がある。防爆規格は安全思想の集大成であり、どちらがより安全であるかということを一概には断定できない。上記規格の何れを選択するかはユーザの判断であるが、今後グローバル化を進める上ではIEC規格が重要な位置を占める。例えば、認証制度を採用している大半の国がIEC規格を取り入れており、日本は今のところ参加していないがイギリスやドイツさらにアメリカなど19ヶ国が国際相互認証を準備していることに現れている。

表1に耐圧防爆構造に関係する規格の要件の概要を示す^{(1)~(6)}。この内、機器の設計に特に重要である(1)接合面の相違と、(2)残留エネルギーについて次に説明する。

(1) 接合面の相違

表1に示す機器の区分 B(火花による爆発のしやすさ”中”)では2,000cm³を超過する内容積の容器の場合、図2に示すように、構造規格では接合面のすきま0.20mm以下で奥行きが

表1 耐圧防爆構造に関係する規格要件の概要

	構造規格(防爆指針)	I E C 規格に整合した																																					
		技術的基準 (1988年)	改正技術的基準 (1996年)																																				
構造の種類	d : 耐圧防爆構造 e : 安全増防爆構造 i : 本質安全防爆構造 f : 内圧防爆構造 o : 油入防爆構造 s : 特殊防爆構造	d : 耐圧防爆構造 e : 安全増防爆構造 ia,ib : 本質安全防爆構造 p : 内圧防爆構造 o : 油入防爆構造	技術的基準に下記追加 s : 特殊防爆構造 〔 m : 樹脂充填防爆構造 q : 粉末充填防爆構造 但し、簡易防爆構造(n)を除く 〕																																				
防爆性能の表示	 爆発等級 : 爆発のしやすさ(火花) 発火度 : ガスの発火温度の分類	 機器の区分 : 爆発のしやすさ(火花) 機器の最高表面温度区分 : ガスの発火温度に対応																																					
接合面	爆発等級 2 (単位 : mm) <table border="1" data-bbox="343 1310 662 1512"> <thead> <tr> <th>容器の内容積</th> <th>L</th> <th>G</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2cm³以下</td> <td>5</td> <td>0.20</td> </tr> <tr> <td>100cm³以下</td> <td>10</td> <td>0.10</td> </tr> <tr> <td>2000cm³以下</td> <td>15</td> <td>0.15</td> </tr> <tr> <td>2000cm³超過</td> <td>25</td> <td>0.20</td> </tr> <tr> <td></td> <td>40</td> <td>0.25</td> </tr> </tbody> </table> L : 接合面の奥行き G : すきま	容器の内容積	L	G	2cm ³ 以下	5	0.20	100cm ³ 以下	10	0.10	2000cm ³ 以下	15	0.15	2000cm ³ 超過	25	0.20		40	0.25	機器の区分 B (単位 : mm) <table border="1" data-bbox="726 1310 1045 1512"> <thead> <tr> <th>容器の内容積</th> <th>L</th> <th>G</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2cm³以下</td> <td colspan="2">(規定なし)</td> </tr> <tr> <td>100cm³以下</td> <td>6</td> <td>0.20</td> </tr> <tr> <td>2000cm³以下</td> <td>12.5</td> <td>0.20</td> </tr> <tr> <td>2000cm³超過</td> <td>12.5</td> <td>0.15</td> </tr> <tr> <td></td> <td>25</td> <td>0.20</td> </tr> </tbody> </table> L : 接合面の奥行き G : すきま	容器の内容積	L	G	2cm ³ 以下	(規定なし)		100cm ³ 以下	6	0.20	2000cm ³ 以下	12.5	0.20	2000cm ³ 超過	12.5	0.15		25	0.20	
容器の内容積	L	G																																					
2cm ³ 以下	5	0.20																																					
100cm ³ 以下	10	0.10																																					
2000cm ³ 以下	15	0.15																																					
2000cm ³ 超過	25	0.20																																					
	40	0.25																																					
容器の内容積	L	G																																					
2cm ³ 以下	(規定なし)																																						
100cm ³ 以下	6	0.20																																					
2000cm ³ 以下	12.5	0.20																																					
2000cm ³ 超過	12.5	0.15																																					
	25	0.20																																					
透明窓	開口部の面積 : 100cm ² 以下 平面接合、または固着	衝撃試験 : 4J(面積制限無) 平面接合、または固着	衝撃試験 : 4J(面積制限無) 金属製ガスケット、または固着																																				
端子箱	外部導線接続用端子箱が必要 安全増防爆構造の端子台が必要	外部導線接続用端子箱は不要 (接続端子部を収納する本体容器内に区画が必要) 端子台は製品個別の当該規格のものでよい																																					
残留エネルギー	規定なし	容器を開けるときの、容器内部のコンデンサに残留しているエネルギーの許容値	A : 0.2mJ以下 B : 0.06mJ以下 C : 0.02mJ以下																																				
静電気	規定なし	規定なし	プラスチック部品の表面積 A、B : 100cm ² 以下 C : 20cm ² 以下																																				
爆発試験	爆発強度試験 : 10回 (10kg/cm ²) 爆発引火試験 : 5回	爆発強度試験 : 3回 (基準圧力の1.5倍) 爆発引火試験 : 5回 (すきまは人為的に拡大不要)	爆発強度試験 : 3回 (基準圧力の1.5倍) 爆発引火試験 : 1回 (すきまは設計値の0.8~1倍)																																				

25mm以上必要であったが、技術的基準ではすきま0.15mm以下で奥行きが12.5mm以上あればよい。このことは、接合面の奥行きを両側で25mm小さくできることであり、容器を小形にできるメリットがある。

(2) 残留エネルギー

構造規格では電気火花による引火と機器表面の高温部による発火を中心に規定しているが、技術的基準では他の爆発要因の対策も求めている。

この爆発要因の一つである残留エネルギーは、通電停止後の容器内部の機器に残っている熱的 / 電気的エネルギーのことであり、蓋を開けたとき容器内部に規定以上の残留エネルギーがあると爆発の恐れがある。今後の防爆機器の電子化には、使用されているコンデンサの残留エネルギーを表1に示す値まで放電させることが必要である。

4. 国際規格IEC6079に対応した技術開発

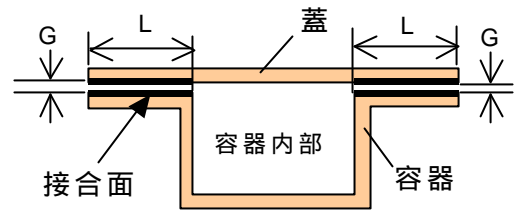
われわれは、防爆指針がまとめられる以前の1950年代始めより各種の防爆技術を開発し、これらの製品は国内外のプラントなどの安全性確保に貢献してきた^{[7)~[10]}。ここでは1988年の技術的基準の制定以来、IEC60079に対応したわれわれの技術開発の取り組み経過を図3に示し、最近の特徴的な技術開発である次の2つのテーマについて述べる。

(1) 耐圧防爆構造のコントロールボックス

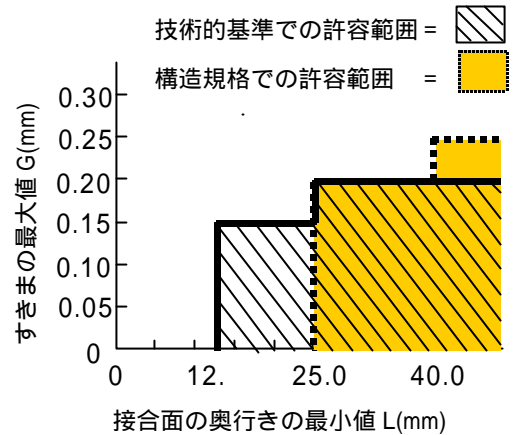
技術的基準の大きな特徴の一つは、表1に示すように容器への外部導線引込用端子箱が不要なことである。また、構造規格では接合面の奥行きが大きく小形にするには接合面を容器の内側とする必要があったが、上述したように技術的基準では接合面の奥行きが減少したことにより、図4に示すようなコンパクトで使い易い耐圧防爆形コントロールボックスを実現している^[10]。

(2) 耐圧防爆構造のタッチパネル付大形表示器

技術的基準では、表1に示すように透明窓に対する規定には面積に対する制限がないため、図5に示すように10.4インチの大きな液晶ディスプレイの搭載が可能となり、今後の防爆危険場所でのIT(情報技術)化に大きく寄与すると考えられる^[10]。この表示器では、内蔵電源(定格40W)に用いられているコンデンサの残留エネルギーが、表1の Bに対する



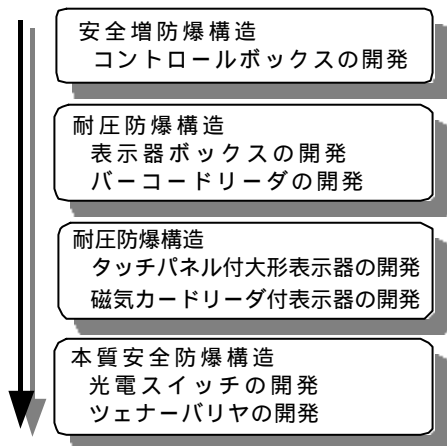
(a) 容器の接合面



(b) 接合面の奥行きとすきまの関係

図2 接合面の考え方

1988年 技術的基準の制定



1996年 技術的基準の改正

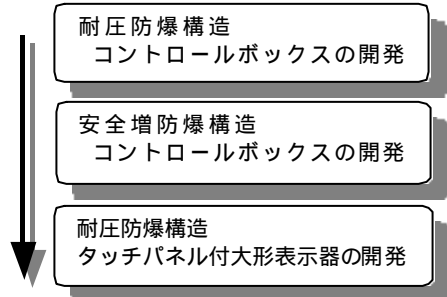


図3 IEC規格に対応した技術開発

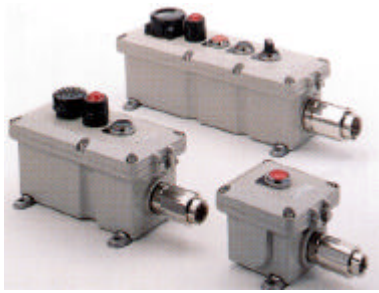


図4 耐圧防爆形
コントロールボックス

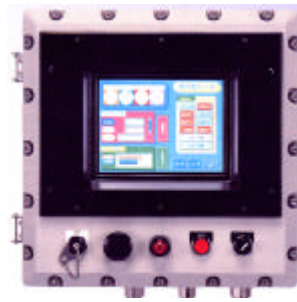


図5 タッチパネル付
大形表示器ボックス

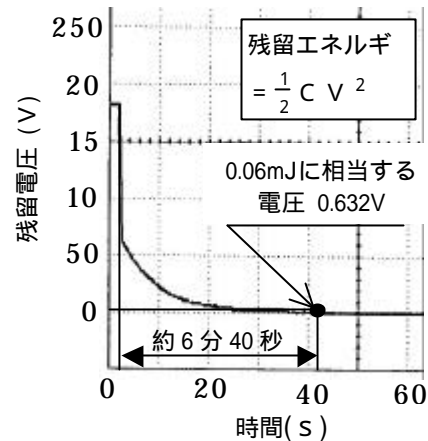


図6 残留エネルギーの評価の例

許容値 0.06mJまで低下する時間は、図6に示すように入力側コンデンサ 300 μ Fに 180Vが充電された状態で約6分40秒、出力側コンデンサ 780 μ Fに 24Vが充電された状態で約5秒である。通電停止後容器の蓋を開けるまでの時間としては約6分40秒と長時間であるため、現場での安全確保を目的に使用者への警告表示を実施している。

5. おわりに

日本で防爆検定が始まってから30年以上が経過するが、関係各位の努力により防爆電気機器が原因となる大きな事故もなく今日に至っている。しかしながら、当時の技術者も高齢化し、現場から離れる人が多くなり技術の継承と言う面で問題を生じており、また一部のプラントでは設備や機器が老朽化しているため、安全を維持および確保するためにはメンテナンスも含めて考える必要性が出てきている。特に技術的基準の導入やグローバルな流れとしてのIEC規格の波及を考えると、今までの技術や製品の寿命と言う観点で見直す時期にあると思われる。

われわれは現場での安全を確保し、より向上することを目的に1998年より全国各地で防爆技術説明会を開催し、ユーザや工事関係者そしてエンジニアリングメーカーの方々など約2000名の参加をいただいた。従来の防爆構造とIEC規格の違いや、工事に関することなどの正しい防爆技術を防爆分野に携わる方々に提供することにより、労働災害の防止に貢献できるように活動している。

今後は既存の防爆技術のみならず、より一層高度化する情報ネットワーク技術に代表されるような新しい分野に対しても、積極的に安全技術の向上に努力していきたいと考えている。

参考文献

- [1] 産業安全研究所技術指針RIIS-TR-79-1 工場電気設備防爆指針(ガス蒸気防爆1979)
- [2] 電気機械器具防爆構造規格(昭和44年労働省告示)における可燃性ガス又は引火性の物の蒸気に係る防爆構造の規格に適合する電気機械器具と同等以上の防爆性能を有するものの技術的基準(IEC規格79関係), 労働省 基発第208号(昭和63年)
- [3] 防爆構造電気機械器具型式検定ガイド, (社)産業安全技術協会, 1990
- [4] 防爆構造電気機械器具型式検定ガイド, (社)産業安全技術協会, 1996
- [5] IEC60079-0:1991 Electrical apparatus for explosive gas atmospheres –General requirement
- [6] IEC60079-1:1990 Electrical apparatus for explosive gas atmospheres –Flameproof enclosures 'd'
- [7] IZUMI DENKI ENGINEERING DIGEST 7 防爆特集号, 和泉電気(株), 1975
- [8] 井上繁俊, "EX4R-D30形タッチパネル付防爆形ディスプレイの開発", IDEC REVIEW, pp.89-97, 和泉電気(株), 1994
- [9] 井上繁俊, "超小形PC MICRO³の本安化技術", IDEC REVIEW, pp.68-75, 和泉電気(株), 1996
- [10] 林良樹 他, "IEC規格79に整合した防爆製品の開発", IDEC REVIEW, pp.49-56, 和泉電気(株), 1999