

労働安全衛生総合研究所技術指針

TECHNICAL RECOMMENDATIONS
OF THE NATIONAL INSTITUTE
OF OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH

JNIOOSH-TR-46-3:2018

工場電気設備防爆指針 (国際整合技術指針 2018)

第3編 内圧防爆構造 “p”

(対応国際規格 IEC 60079-2:2014)

EXPLOSIVE ATMOSPHERES –

Part 2: Equipment protection by pressurized enclosure “p”



工場電気設備防爆指針（国際整合技術指針）改正委員会

本委員会

| | | |
|-------|--------|-----------------------------|
| 委員長 | 土橋 律 | 東京大学大学院 |
| 副委員長 | 角谷 憲雄 | 防爆コンサルティングサービス（H29.5まで） |
| 委員 | 野田 和俊 | 国立研究開発法人産業技術総合研究所 |
| 〃 | 山隈 瑞樹 | 独立行政法人労働者健康安全機構 労働安全衛生総合研究所 |
| 〃 | 綿貫 宏樹 | 一般社団法人日本電機工業会 |
| 〃 | 内田 龍行 | アズビル株式会社（H29.3まで） |
| 〃 | 長谷川 祥樹 | 富士電機株式会社（H29.5から） |
| 〃 | 上野 泰史 | IDEC株式会社 |
| 〃 | 河合 隆 | 星和電機株式会社 |
| 〃 | 岡野 哲也 | 一般社団法人日本電気協会技術部 |
| 〃 | 原 拓哉 | 一般財団法人日本海事協会（H29.3まで） |
| 〃 | 熊井 真吾 | 一般財団法人日本海事協会（H29.5から） |
| 〃 | 山根 哲夫 | 東燃ゼネラル石油株式会社 |
| 〃 | 小桜 豊 | 三菱化学株式会社 |
| 〃 | 原田 大 | 横河電機株式会社 |
| 〃 | 堀尾 康明 | 横河電機株式会社 |
| 〃 | 榎本 克哉 | 公益社団法人産業安全技術協会 |
| 〃 | 小金 実成 | 公益社団法人産業安全技術協会 |
| 行政参加者 | 大村 倫久 | 厚生労働省安全衛生部安全課（H29.3まで） |
| 〃 | 吉岡 健一 | 厚生労働省安全衛生部安全課（H29.4から） |
| 事務局 | 大塚 輝人 | 独立行政法人労働者健康安全機構 労働安全衛生総合研究所 |
| 〃 | 富田 一 | 独立行政法人労働者健康安全機構 労働安全衛生総合研究所 |
| 〃 | 三浦 崇 | 独立行政法人労働者健康安全機構 労働安全衛生総合研究所 |
| 〃 | 鄭 聖美 | 公益社団法人産業安全技術協会 |

第2分科会（第2編，第3編，第5編，第8編担当）

| | | |
|----|--------|----------------------------|
| 主査 | 原田 大 | 横河電機株式会社 |
| 幹事 | 中矢 晃司 | 公益社団法人産業安全技術協会 |
| 委員 | 渋谷 康彦 | 岩崎電気株式会社 |
| 〃 | 月谷 明博 | エンドレスハウザー・ジャパン株式会社 |
| 〃 | 佐藤 敏之 | 株式会社オーバル |
| 〃 | 阿知和 典弘 | 三菱電機株式会社 |
| 〃 | 山口 祐市 | DEKRA サーティフィケーション・ジャパン株式会社 |

前版からの主な変更点

前版（JNIOOSH-TR-46-3:2015）からの主な変更点は次のとおりである。

- ・ 適用範囲に「爆発性粉じん雰囲気」（粉じん防爆，EPL Db 及び Dc）を追加（箇条 1）。
- ・ 「安全デバイスの完全性」において，ファン故障の検出についての要求事項を追加（7.2）
- ・ 「関連機器として評価する内圧保護システム」において，内圧保護システムについて要求事項を追加（7.4）。
- ・ 「グループ I 及び II - 保護レベル“pxb”における掃気の自動化」において，安全デバイスを含む制御システムの自動化の要求事項を追加（7.7）。
- ・ 「保護ガスの供給」の「予備の供給源」について，要求事項を追加（9.1）。
- ・ 「保護ガスの供給」の「独立した供給源」について，要求事項を追加（9.2）。
- ・ 「最大内圧定格の決定」について，要求事項を追加（16.1）。
- ・ 「最大内圧試験」を修正し，16.2 へ移動（16.2）。
- ・ 「確実に封じ込む流通路に対する試験の圧力試験」において，試験に使用する定格の表現を明確化（16.7.1）。
- ・ 「確実に封じ込む流通路に対する試験」の「確実に封じ込める流通路とみなすための試験」を，ヘリウム漏れ検出を使用する試験に修正（16.7.1，16.7.2）。
- ・ 「内圧容器の過大内圧抑制試験」を削除（前版 16.8）。
- ・ 「他の箇条で要求する警告表示」において，セル及びバッテリーについての推奨警告文を追加（18.7，表 6）。
- ・ セル及びバッテリーについての要求事項を追加（附属書 G 及び H）。

目 次

| | |
|---|------|
| 第3編 内圧防爆構造“p” | 3-1 |
| はじめに | 3-1 |
| 1 適用範囲 | 3-1 |
| 2 引用文書 | 3-2 |
| 3 用語及び定義 | 3-2 |
| 4 保護レベル | 3-5 |
| 5 内圧防爆容器に対する構造上の要求事項 | 3-8 |
| 5.1 容器 | 3-8 |
| 5.2 容器の材料 | 3-8 |
| 5.3 ドア及びカバー | 3-8 |
| 5.4 機械的強度 | 3-9 |
| 5.5 グループ I 及び II の開口部, 仕切壁, 区画及び内蔵部品 | 3-9 |
| 5.6 密封式内圧防爆構造の開口部 | 3-10 |
| 5.7 グループ I の機器の絶縁物 | 3-10 |
| 5.8 シール | 3-11 |
| 5.9 火花及び白熱粒子に対するバリヤ | 3-11 |
| 5.10 セル及びバッテリー | 3-11 |
| 6 温度限界 | 3-11 |
| 6.1 一般事項 | 3-11 |
| 6.2 保護レベル“pxb”及び“pyb”の場合 | 3-11 |
| 6.3 保護レベル“pzc”の場合 | 3-12 |
| 7 安全対策及び安全デバイス (密封式内圧防爆構造以外の場合) | 3-12 |
| 7.1 危険場所で用いる安全デバイスの適性 | 3-12 |
| 7.2 安全デバイスの完全性 | 3-12 |
| 7.3 安全デバイスの供給者 | 3-13 |
| 7.4 関連機器として評価する内圧保護システム | 3-13 |
| 7.5 保護レベル“pxb”の場合のシーケンス図 | 3-14 |
| 7.6 安全デバイスの定格 | 3-14 |
| 7.7 グループ I 及び II - 保護レベル“pxb”における掃気の自動化 | 3-15 |
| 7.8 グループ I 及び II - 掃気の基準 | 3-15 |
| 7.9 グループ III - 清掃 | 3-16 |
| 7.10 最小流量が指定されている場合に対する要求事項 | 3-16 |

| | | |
|------|---------------------------------|------|
| 7.11 | 最小内圧検出用の安全デバイス | 3-16 |
| 7.12 | 最小内圧の圧力値 | 3-18 |
| 7.13 | 複数の内圧防爆容器の場合 | 3-18 |
| 7.14 | ドア及びカバーに設ける安全デバイス | 3-18 |
| 7.15 | (内圧防爆構造が働いていないときに) 通電されたままとなる機器 | 3-18 |
| 7.16 | 保護レベル“pyb”の容器内で許容する機器 | 3-19 |
| 8 | 密封式内圧防爆構造に対する安全対策及び安全デバイス | 3-19 |
| 8.1 | 危険場所に設置する安全デバイスの適性 | 3-19 |
| 8.2 | 保護ガス | 3-19 |
| 8.3 | 内部放出源 | 3-19 |
| 8.4 | グループ I 及び II - 保護ガスの充填手順 | 3-19 |
| 8.5 | グループ III - 保護ガスの充填手順 | 3-19 |
| 8.6 | 安全デバイス | 3-20 |
| 8.7 | (内圧防爆構造が機能していないとき) 通電されたままとなる機器 | 3-20 |
| 8.8 | 内圧 | 3-20 |
| 9 | 保護ガスの供給 | 3-20 |
| 9.1 | 予備の供給源 | 3-20 |
| 9.2 | 独立した供給源 | 3-20 |
| 9.3 | 保護ガスの種類 | 3-20 |
| 9.4 | (保護ガスの) 温度 | 3-21 |
| 10 | 内部放出源をもつ内圧防爆機器 | 3-21 |
| 11 | 放出条件 | 3-21 |
| 11.1 | 放出なし | 3-21 |
| 11.2 | ガス又は蒸気の限定放出 | 3-22 |
| 11.3 | 液体の限定放出 | 3-22 |
| 12 | 流通路に対する設計上の要求事項 | 3-22 |
| 12.1 | 設計全般の要求事項 | 3-22 |
| 12.2 | 確実に封じ込む流通路 | 3-22 |
| 12.3 | 限定放出をもつ流通路 | 3-23 |
| 13 | 内部放出源があるときの保護ガス及び内圧方式 | 3-23 |
| 13.1 | 一般事項 | 3-23 |
| 13.2 | 漏えい(洩) 補填による内圧防爆構造(封入式内圧防爆構造) | 3-24 |
| 13.3 | 希釈による内圧防爆構造(通風式内圧防爆構造) | 3-25 |
| 14 | 点火能力をもつ機器 | 3-26 |
| 15 | 容器内部の高温表面 | 3-26 |
| 16 | 型式検証及び試験 | 3-27 |
| 16.1 | 最大内圧定格の決定 | 3-27 |

| | | |
|-------|--|------|
| 16.2 | 最大内圧試験..... | 3-27 |
| 16.3 | 漏えい（洩）試験..... | 3-27 |
| 16.4 | 内部放出源がない内圧防爆容器に対する掃気試験及び密封式の場合の（保護ガスの）充填手順の試験..... | 3-28 |
| 16.5 | 内部放出源をもつ内圧防爆容器に対する掃気試験及び希釈試験..... | 3-29 |
| 16.6 | 最小内圧の検証..... | 3-30 |
| 16.7 | 確実に封じ込む流通路に対する試験..... | 3-31 |
| 16.8 | 限定放出があるとみなす流通路に対する圧力試験..... | 3-32 |
| 17 | ルーチン試験..... | 3-32 |
| 17.1 | 機能試験..... | 3-32 |
| 17.2 | 漏えい（洩）試験..... | 3-32 |
| 17.3 | 確実に封じ込む流通路に対する試験..... | 3-32 |
| 17.4 | 限定放出をもつ流通路に対する試験..... | 3-32 |
| 18 | 表示..... | 3-32 |
| 18.1 | 一般事項..... | 3-32 |
| 18.2 | 内圧防爆構造の表示..... | 3-32 |
| 18.3 | 補足の表示..... | 3-32 |
| 18.4 | 流通路をもつ内圧防爆容器..... | 3-33 |
| 18.5 | 密封式内圧防爆構造..... | 3-33 |
| 18.6 | 内圧保護システム..... | 3-33 |
| 18.7 | 他の箇条で要求する警告表示..... | 3-34 |
| 18.8 | 使用者が行う過剰な圧力の制限..... | 3-34 |
| 18.9 | 不活性ガス..... | 3-34 |
| 19 | 取扱説明書..... | 3-35 |
| 附属書 A | （規定）掃気試験及び希釈試験..... | 3-36 |
| 附属書 B | （参考）機能シーケンスダイアグラムの例..... | 3-37 |
| 附属書 C | （参考）ダクト及び容器内における圧力変化の例..... | 3-39 |
| 附属書 D | （参考）使用者に提供することが望ましい情報..... | 3-44 |
| 附属書 E | （規定）容器内での放出の種類分類..... | 3-46 |
| 附属書 F | （参考）希釈領域の概念の使用例..... | 3-48 |
| 附属書 G | （規定）保護レベル“pxb”及び“pyb”の内部セル及びバッテリー..... | 3-51 |
| 附属書 H | （規定）保護レベル“pzc”の内部セル及びバッテリー..... | 3-58 |
| 文献 | | 3-60 |

第3編 内圧防爆構造“p”

はじめに

この編は、次のいずれかの爆発性雰囲気において使用する電気機器の設計、構造、試験及び表示についての要求事項を定める。

- a) 外部の圧力よりも高い圧力に保持されている保護ガスが、可燃性ガス又は蒸気の内部放出源をもたない容器の内部に爆発性ガス雰囲気が形成されることを防止するために使用されている。
- b) 外部の圧力よりも高い圧力に保持されている保護ガスが、（複数の）容器の内部に爆発性ガス雰囲気が形成されることを防止するために使用されており、かつ、その保護ガスが、一つ以上の内部放出源をもつ（一つの）容器に対し、爆発性ガス雰囲気が形成されることを防止するために供給されている。
- c) 外部の圧力よりも高い圧力に保持されている保護ガスが、爆発性粉じん雰囲気を形成するかもしれない可燃性粉じんが容器に侵入することを防止するために使用されている。ただし、容器に可燃性粉じんの内部放出源が存在しない場合に限る。

この編は、機器及びその関連機器（入口および排出ダクトを含む）、並びに内圧及び／又は希釈を達成し、保持するために必要な補助の制御機器に対する要求事項を含む。

1 適用範囲

この編は、爆発性ガス雰囲気及び爆発性粉じん雰囲気で使用する内圧防爆構造“p”の内圧防爆容器をもつ電気機器の構造及び試験に関する要求事項を規定する。また、可燃性物質の限定的な放出がある内圧防爆容器に対する要求事項も含む。

この編は、第1編（総則）の共通要求事項を補足及び修正する。この編の要求事項と第1編の要求事項とが相反するときは、この編の要求事項を優先する。

この編には、次のものに対する要求事項は含まない。

- ・ 流通路が、次のものを放出するおそれのある内圧防爆容器。
 - a) 通常（の空気）より酸素含量の多い空気
 - b) 不活性ガスと酸素との組合せで見たとき、酸素の割合が体積分率 21 %を超える混合ガス
- ・ 内圧室及び分析室（IEC 60079-13 参照）
- ・ 火薬及び煙火が存在する場所で使用する内圧防爆容器。
- ・ ガス蒸気と可燃性粉じんとハイブリッド混合物が存在する場所で使用する内圧防爆容器。
- ・ 爆薬、推進薬など自ら酸化剤を含有する自然発火性物質が存在する場所で使用する内圧防爆容器。
- ・ 可燃性粉じんの内部放出源をもつ内圧防爆容器。

注記 使用者が、製造者の役割をも担う場合、この編の該当する全ての箇所を機器の製作及び試験に適用することは、一般的には使用者の責任で行う。

指針活用上の留意点

注記において、使用者は、製造者と協議して必要な仕様、責任等を明確にする。内圧防爆構造は、その

特性上、使用者側の設備（保護ガスの供給設備等）に依存する。

2 引用文書

次に掲げる文書は、この編に引用されることによって、この編の規定の一部を構成する。これらの引用文書のうちで、発行年を付記してあるものは、記載の年の版だけがこの編の規定を構成するものであって、その後の改正版・追補は適用しない。発行年を付記していない引用文書は、その最新版（追補を含む。）を適用する。ただし、技術指針（JNIOOSH-TR-46）の編については、最新版及びその一つ前の版を適用する。

IEC 60034-5, *Rotating electrical machines - Part 5: Degrees of protection provided by the integral design of rotating electrical machines (IP code) – Classification*

IEC 60050 (all parts), *International Electrotechnical Vocabulary*

IEC 60079-0, *Explosive atmospheres – Part 0: Equipment – General requirements*

対応技術指針：JNIOOSH-TR-46-1, 工場電気設備防爆指針（国際整合技術指針）第1編 総則

IEC 60079-11, *Explosive atmospheres – Part 11: Equipment protection by intrinsic safety “i”*

対応技術指針：JNIOOSH-TR-46-6, 工場電気設備防爆指針（国際整合技術指針）第6編 本質安全防爆構造 “i”

IEC 60079-15, *Explosive atmospheres – Part 15: Equipment protection by type of protection “n”*

対応技術指針：JNIOOSH-TR-46-8, 工場電気設備防爆指針（国際整合技術指針）第8編 非点火防爆構造 “n”

IEC 60112, *Method of the determination of the proof and the comparative tracking indices of solid insulating materials*

IEC 60127, (All parts) *Miniature fuses*

IEC 60529, *Degrees of protection provided by enclosures (IP code)*

IEC 60664-1, *Insulation coordination for equipment within low-voltage systems- Part 1: Principles, requirements and tests*

3 用語及び定義

この編で用いる主な用語及び定義は、IEC 60050-151, IEC 60050-426 及び第1編（総則）に規定する用語及び定義によるほか、次による。

注記 他に規定する場合を除き、電圧及び電流は、交流、直流又は交直合成流の電圧又は電流の実効値（rms）を意味する。

3.1 警報器（alarm）

機器の一部であって、人の注意を引く目的で視覚又は聴覚で感知できる信号を発生するもの。

3.2 流通路（containment system）

機器の一部であって、可燃性物質を内包し、内部放出源となるおそれのあるもの。

指針活用上の留意点

“containment system”は、直訳すると「封入システム」であるが、可燃性物質を含むサンプルガス等を封じ込む構造は、具体的には分析機器等の流通路を指す。したがって、この編では、特に区別する必要がない限り「流通路」という。

3.3 希釈 (dilution)

掃気後、内圧防爆容器内の可燃性物質の濃度が、全ての潜在的点火源に対して爆発限界外の値に保たれるような流量で、連続的に保護ガスを供給すること。

注記 不活性ガスで酸素を希釈すると、可燃性ガス又は蒸気の濃度が燃焼上限界 (UFL) を超えることがある。

3.4 希釈領域 (dilution area)

内部放出源の近傍であって、可燃性物質の濃度が安全な濃度にまで未だ希釈されていない領域。

指針活用上の留意点

希釈領域とは、希釈しなければならない領域を意味する。さらに、その領域が希釈している最中（未だ十分には希釈されていない状態）を含む。

3.5 容器の内容積 (enclosure volume)

内蔵機器がない状態での空の容器の内容積。回転機の場合、自由内容積に回転子の占める容積を加えたもの。

指針活用上の留意点

対応国際規格 (IEC 60079-2:2014) に記載されている“rotating electrical machine”は、この編では文意に応じて「回転機」又は「電動機」と表記している。

「自由内容積」とは、容器内の部品が占める容積を除いた、容器内の残りの空間の容積を指す。

3.6 可燃性物質 (flammable substance)

ガス、蒸気、液体又はそれらの混合物であって、着火すれば発火するもの。

3.7 ハーメチックシール式デバイス (hermetically sealed device)

外部の雰囲気が入りにくく内部に侵入しない構造のデバイスであって、融合によってシールされているもの。

注記 融合の例として、ろう付け、溶接、又は金属へのガラスの溶着などがある。

3.8 点火能力をもつ機器 (ICE) (ignition-capable equipment (ICE))

通常運転時において、特定の爆発性雰囲気に対して点火源となる機器。

3.9 指示計 (indicator)

機器の一部であって、用途に応じた要求事項に従って、流量又は圧力が適正であることを表示し、かつ、定期的に監視されることを意図するもの。

3.10 内部放出源 (internal source of release)

ガス、蒸気又は液体の状態の可燃性物質が内圧防爆容器内へ放出される可能性のある箇所又は場所であって、そこに空気が存在すると爆発性ガス雰囲気形成されることがあるもの。

3.11 漏えい（洩）補填（封入式）(leakage compensation)

内圧防爆容器及びそのダクトから保護ガスの漏えい（洩）があるとき、これを補うに十分な流量の保護ガスを供給すること。

—— 指針活用上の留意点 ——

漏えい（洩）を補う方式を採用した内圧防爆構造は、封入式内圧防爆構造である。以下、特に識別する必要がない限り、漏えい（洩）補填の技法を使用するものを封入式と呼ぶ。

3.12 内圧 (overpressure)

内圧防爆容器内の圧力であって、容器の周囲の圧力を超える状態にあること。

3.13 内圧防爆構造（内圧保護、内圧保持） (pressurization)

容器内の保護ガスの圧力を外部雰囲気の圧力より高く保持することによって、容器内への外部雰囲気の侵入を防止する技法をいう。

—— 指針活用上の留意点 ——

上記の定義は、内圧防爆構造の主要な概念の一つであり、内圧防爆構造として成立させるためには、このほかに適用される要求事項が全て満たされなければならないことに注意する。この編では、容器内の圧力の保持を主眼においた箇所では、理解しやすくなるよう「内圧保護」又は「内圧保持」を適宜使用している。

3.14 内圧保護システム (pressurization system)

内圧防爆容器に内圧を与え、かつ、これを監視又は制御するために用いる安全デバイス及び他のコンポーネントの集合体。

3.15 内圧防爆容器 (pressurized enclosure)

内部で保護ガスが外部雰囲気の圧力を超える圧力に保持されている容器。

3.16 保護ガス (protective gas)

内圧の保持のため、及び、必要な場合、希釈及び掃気のために用いる空気又は不活性ガス。

注記 この編の目的からは、不活性ガスとは、窒素、二酸化炭素、アルゴン又は他のガスであって、空気の場合のように、不活性ガスと酸素とを 4 : 1 で混合したときに、爆発限界などの着火及び燃焼特性が空気よりも危険側とはならないものである。

3.17 保護ガス供給装置 (protective gas supply)

保護ガスを正圧で供給するコンプレッサ、ブロワ又は圧縮ガス容器。

注記 1 保護ガス供給装置には、入口側（吸い込み側）のパイプ又はダクト、圧力調整器、出口側のパイプ、ダクト及び供給弁が含まれる。

注記 2 圧力調整器以外の内圧保護システムのコンポーネントは含まれない。

3.18 掃気 (purging)

内圧防爆容器内において、爆発性ガス雰囲気濃度の濃度が安全なレベルとなるように、保護ガスを容器及びダクトに流す操作。

—— 指針活用上の留意点 ——

内圧防爆構造の考え方においては、掃気が成立する前は、爆発性雰囲気が内圧防爆容器及びダクト内に存在することを前提としている。

3.19 密封式内圧防爆構造 (static pressurization)

危険場所において、保護ガスを追加することなく内圧防爆容器内の所定の圧力を保持する方式。

3.20 保護レベル“pxb” (Level of Protection “pxb”)

機器保護レベル Mb, Gb 又は Db を満たす内圧防爆容器。

注記 この保護レベルでは、安全デバイスを除き、内圧防爆容器内に非防爆機器を設置できる (3.23 参照)。

3.21 保護レベル“pyb” (Level of Protection “pyb”)

機器保護レベル Gc 又は Dc を内蔵する機器保護レベル Gb 又は Db を満たす内圧防爆容器。

注記 この保護レベルでは、安全デバイスを除き、内圧防爆容器内に機器保護レベル Gc 又は Dc を設置できる (3.23 参照)。

3.22 保護レベル“pzc” (Level of Protection “pzc”)

機器保護レベル Gc 又は Dc を満たす内圧防爆容器。

注記 この保護レベルでは、安全デバイスを除き、内圧防爆容器内に非防爆機器を設置できる (3.23 参照)。

3.23 安全デバイス (safety device)

内圧防爆構造の防爆性能を機能させ又は維持するために用いるデバイス。

3.24 燃焼下限界 LFL (lower flammable limit, LFL)

可燃性ガス又は蒸気の空気に対する体積分率 (%) であり、それ未満では爆発性ガス雰囲気を生じないもの (IEC 60079-20-1 参照)。

注記 これは、爆発下限界 (Lower Explosive Limit, LEL) とも呼ばれる。

3.25 燃焼上限界 UFL (Upper flammable limit, UFL)

可燃性ガス又は蒸気の空気に対する体積分率 (%) であり、それを超えると爆発性ガス雰囲気を生じないもの (IEC 60079-20-1 参照)。

注記 これは、爆発上限界 (Upper Explosive Limit, UEL) とも呼ばれる。

4 保護レベル

内圧防爆構造は、三つの保護レベル (“pxb”, “pyb”及び “pzc”) に細分し、これらは、要求する機器保護レベル (Mb, Gb, Db, Gc 又は Dc) のほか、潜在的な内部放出源があるか否か、及び内圧防爆容器内の機器が点火能力をもつものか否かに基づいて選定する (表 1 参照)。次に、保護レベルによって内圧防

爆容器及び内圧保護システムに対する設計基準を決める（表 2 参照）。

表 1 保護レベルの決定

| 内部放出する条件があるか | 外部の爆発性雰囲気に対して要求する最も厳しい機器保護レベル (EPL) | 容器が点火能力をもつ機器 (ICE) を内蔵するか | 保護レベル |
|--|-------------------------------------|---------------------------------|---------------|
| ない | Mb, Gb 又は Db | はい又はいいえ | “pxb” |
| ない | Gb 又は Db | いいえ | “pyb” |
| ない | Gc 又は Dc | はい又はいいえ | “pzc” |
| ある (ガス・蒸気) | Mb, Gb 又は Db | いいえ, 又ははいであるが ICE は希釈領域に置かれていない | “pxb” |
| ある (ガス・蒸気) | Gb 又は Db | いいえ | “pyb” |
| ある (ガス・蒸気) | Gc 又は Dc | はいであるが ICE は希釈領域に置かれていない | “pxb” |
| ある (ガス・蒸気) | Gc 又は Dc | いいえ | “pyb” |
| ある (液体) | Gb 又は Db | はい又はいいえ | “pxb” (不活性ガス) |
| ある (液体) | Gb 又は Db | いいえ | “pyb” (不活性ガス) |
| ある (液体) | Gc 又は Dc | はい又はいいえ | “pzc” (不活性ガス) |
| 可燃性物質が液体の場合, 通常放出は断じて許容しない。 保護レベルの後ろに「(不活性ガス)」とある場合, 保護ガスは不活性とする (箇条 13 参照) | | | |

表 2 保護レベルに基づく設計の基準

| 設計の基準 | 保護レベル“pxb” | 保護レベル “pyb” | 指示計をもつ 保護レベル“pzc” | 警報器をもつ 保護レベル“pzc” |
|--|--|--|--|--|
| IEC 60529 又は IEC 60034-5 による容器の 保護等級 | IP4X 以上 | IP4X 以上 | IP4X 以上 | IP3X 以上 |
| 容器の耐衝撃性能 | 第 1 編を適用 | 第 1 編を適用 | 第 1 編を適用 | 第 1 編の値の半分の 値を適用 |
| 掃気時間の検証（グループ I 及び II） | 計時デバイス並び に圧力及び流量の 監視が必要 | 掃気時間及び流量 を表示する | 掃気時間及び流量 を表示する | 掃気時間及び流量 を表示する |
| 通常閉のベントから EPL Mb, Gb 又は Db を要求す る領域へ白熱粒子が出る ことの防止 | 火花及び白熱粒子 に対するバリヤを 要求する（5.9 参 照）が、白熱粒子 が通常時に生じな い場合は不要 | 要求事項なし ^{a)} | 保護レベル“pzc” は、EPL Mb, Gb 又は Db を要求す る領域では使用で きない。 | 保護レベル“pzc” は、EPL Mb, Gb 又は Db を要求す る領域では使用で きない。 |
| 通常閉のベントから EPL Gc 又は Dc を要求する領 域へ白熱粒子が出るこ との防止 | 要求事項なし ^{b)} | 要求事項なし ^{b)} | 要求事項なし ^{b)} | 要求事項なし ^{b)} |
| 通常運転中開のベントか ら EPL Mb, Gb 又は Db を要求する領域へ白熱粒 子が出ることの防止 | 火花及び白熱粒子 に対するバリヤを 要求する（5.9 参 照） | 火花及び白熱粒 子に対するバリ ヤを要求する （5.9 参照） | 保護レベル“pzc” は、EPL Mb, Gb 又は Db を要求す る領域では使用で きない。 | 保護レベル“pzc” は、EPL Mb, Gb 又は Db を要求す る領域では使用で きない。 |
| 通常運転中開のベントか ら EPL Gc 又は Dc を要求 する領域へ白熱粒子が出 ることの防止 | 火花及び白熱粒子 に対するバリヤを 要求する（5.9 参 照）が、白熱粒子 が通常時に生じな い場合は不要 | 要求事項なし ^{a)} | 火花及び白熱粒子 に対するバリヤを 要求する（5.9 参 照）が、白熱粒子 が通常時に生じな い場合は不要 | 火花及び白熱粒子 に対するバリヤを 要求する（5.9 参 照）が、白熱粒子 が通常時に生じな い場合は不要 |
| 工具を用いてだけ開放で きるドア又はカバー | 警告表示（5.3 及 び 6.2 b) ii) 参 照） | 警告表示（5.3.6 参照） ^{b)} | 警告表示（5.3.6 参照） ^{o)} | 警告表示（5.3.6 参照） ^{o)} |
| 工具なしに開放できる ドア又はカバー | インターロック （7.14 参照） （内部に高温部品 なし） | 警告表示（5.3.6 参照） ^{a)} | 警告表示（5.3.6 参照） ^{o)} | 警告表示（5.3.6 参照） ^{o)} |
| 容器開放前に冷却すべき 高温部品が内部にある | 6.2 b) ii) を適用 | 要求事項なし ^{a)} | 警告表示（5.3.6 参照） | 警告表示（5.3.6 参照） |
| <p>^{a)} 高温の内部部品、通常時の白熱粒子発生のいずれも許容しないので、“pyb”には 6.2 b) ii) は適用しない。 ^{b)} 放出ベントが開くという異常時において、たまたま外部雰囲気が発火限界内にあることは考えにくいので、火花及び白熱粒子バリヤに対する要求事項はない。 ^{o)} “pzc”の場合、通常運転時には全てのカバー及びドアは所定の位置にあって容器に内圧が加わっているため、工具に対する要求事項はない。カバー又はドアの開放時には、雰囲気が発火限界内にあるとは考えにくい。</p> | | | | |

5 内圧防爆容器に対する構造上の要求事項

5.1 容器

内圧防爆容器は、表 2 に定める保護等級を満たさなければならない。

表示する温度等級を超える温度となる内部コンポーネントをもたない保護レベル“pxb”，並びに保護レベル“pyb”及び“pzc”については、第 1 編（総則）に定める非金属容器及び容器の非金属部分に対する高温及び低温の熱安定性試験は、内圧防爆容器には適用する必要はない。

これは、漏れの増加をもたらす容器の劣化があると、警報が発生する又は点火能力をもつ回路への電力を遮断するからである。したがって、非金属容器及び容器の非金属部分に対する前処理試験（preconditioning testing）は必要とはみなされない。

5.2 容器の材料

容器、ダクト及び接続部品の材料は、使用する保護ガスによって悪影響を受けてはならない。

5.3 ドア及びカバー

5.3.1 グループⅠの内圧防爆容器

ドア及びカバーは、次のいずれかによる。

- － 第 1 編（総則）に適合する特殊締付けねじを備える。
- － インターロックを設けることによって、ドア及びカバーを開けたとき、7.15 に掲げる EPL を満たさない機器への電源の供給を自動的に遮断し、かつ、ドア及びカバーを閉じるまでは、電源の供給が復帰できないようにする。7.7 の要求事項も適用する。

5.3.2 グループⅠの密封式内圧防爆容器

ドア及びカバーは、第 1 編（総則）に適合する特殊締付けねじを備えなければならない。

5.3.3 グループⅡ及びⅢの内圧防爆容器

第 1 編（総則）に定める特殊締付けねじに対する要求事項は、適用しない。

保護レベル“pxb”については、工具も鍵も使用することなく開くことができるドア及びカバーにはインターロックを設け、7.15 に指定する防爆構造となっていない電気機器への電源の供給を、ドア及びカバーが開いたときに自動的に遮断し、かつ、ドア及びカバーを閉じるまでは電源の供給が復帰できないようにする。

保護レベル“pyb”及び“pzc”については、工具又は鍵の使用は要求しない。

締付けねじが動かされたとき、内圧によってドア又はカバーが急激に開くおそれがあることに注意することが望ましい。次のような方法によって、オペレータ及び保守要員が傷害を負わないように保護することが望ましい。

- a) 全ての締付けねじが外れる前に圧力を安全に放出させるため、複数の締付け部を用いる。
- b) 容器を開くとき、安全に圧力を放出させるため、2 段階の締付け部を用いる。
- c) 最大内圧を 2.5 kPa 以下に制限する。

5.3.4 グループⅡ及びⅢの密封式内圧防爆容器

ドア及びカバーは、鍵も工具も使用することなく容易に開くことができてはならない。

5.3.5 グループⅡ及びⅢの保護レベル“pxb”の場合

冷却期間を必要とする高温部品を内蔵する内圧防爆容器は、すぐには開くことができないように、鍵又は工具を使用しなければ開くことができない構造とする。

5.3.6 グループⅡ又はⅢのドア及びカバーへの警告

容器を開放したときに存在するおそれのある爆発性ガス雰囲気又は爆発性粉じん雰囲気への着火を防止するため、ドア及びカバーには、次の表示をする。

『警告 — 爆発性雰囲気が存在するときは開けるな。』

5.4 機械的強度

容器、ダクト及び接続部品は、全ての出口を閉ざした状態での通常使用に対して製造者が指定した最大内圧の1.5倍の圧力（ただし、最低200 Pa）に耐えなければならない。

容器、ダクト及び接続部品を変形させるような圧力が使用中に発生する場合、安全デバイスを設けることによって、防爆構造を損なわない程度に最高内圧を制限する。製造者が安全デバイスを設けない場合、第1編の表示に関する要求事項に従って、認証番号の末尾に記号Xを添えるとともに、認証書に掲載する特定の使用条件には、この編の要求事項への適合を確実にするために、使用者に対して要求する詳細な必要情報を含める。

—— 指針活用上の留意点 ——

わが国の検定制度上、製造者は、組み合わせる安全デバイス（保護デバイス）を機器の一部として、自ら組み込まなければならない。使用者は安全デバイス（保護デバイス）を別なものに変更することはできない。

5.5 グループⅠ及びⅡの開口部、仕切壁、区画及び内蔵部品

5.5.1

開口部及び仕切壁は、効果的な掃気が確実に行われるように配置する。

保護ガスの入口及び出口を適切に配置することによって、及び仕切壁の影響を考慮することによって、掃気されない領域をなくすることができる。

（外部の爆発性ガス雰囲気が）空気よりも重いガス又は蒸気に対しては、保護ガスの入口は容器の天辺付近、出口は容器の底部付近とするのがよい。

（外部の爆発性ガス雰囲気が）空気よりも軽いガス又は蒸気に対しては、保護ガスの入口は容器の底部付近、出口は容器の天辺付近とするのがよい。

入口と出口とを相対する面に設けることによって、容器を横切った換気が促進される。

容器内の仕切りとなる部品（例えば、回路基板）は、保護ガスの流れを妨げないように配置するのがよい。マニホールド又はバッフルを使用することによって、障害物周辺の保護ガスの流れが改善できる。

開口部の数は内圧防爆容器の設計との関係で決める。内圧防爆容器がいくつかの小区画に分かれる場合の掃気には、特に配慮が必要である。

—— 指針活用上の留意点 ——

内圧防爆容器内の小区画には、意図した仕切りのほか、内圧防爆容器の内蔵機器・部品のレイアウトの

結果によって形成される小区画も含まれるため、設計者はこれについても考慮しなければならない。

5.5.2

容器内部の区画は、保護ガスが主容器内へ排出されるようにする、又はそれぞれ別個に掃気されるようにする。

1,000 cm³ 当たり 1 cm² 以上のベント面積（ただし、一つのベントは直径 6.3 mm 以上）があれば適正な掃気には十分である。

5.5.3

陰極線管（CRT）及び他のハーメチックシール式デバイスは、掃気する必要はない。

5.5.4

20 cm³ 未満の自由内容積（空間容積）をもつコンポーネントは、これらの部品の内容積の合計が当該内圧防爆構造の機器の自由内容積の 1 % 以下であれば、掃気が必要な内部区画とはみなさない。

注記 1 % は、水素の爆発下限界（LFL）の 25 % を根拠にしている（A.2 参照）。

トランジスタ、マイクロチップ、コンデンサなど、外部に対して構造的に密封されていると考えられる電気部品は、部品の全内容積の算出には含めない。

指針活用上の留意点

設計者は、20 cm³ 以上の内容積をもつ内蔵機器・電気部品は、基本的に掃気が必要な区画として検討する。構造的に掃気が困難である場合、近傍を掃気することを検討するが、型式試験の掃気試験においては内部に測定点を設ける。

5.6 密封式内圧防爆構造の開口部

容器は、一つ以上の開口部をもたなければならない。保護ガスを充填して内圧を加えた後は、全ての開口部を閉鎖する。

5.7 グループ I の機器の絶縁物

空气中でアークを発生する可能性がある電氣的なストレスにさら（曝）される絶縁物であって、そのアークが 16 A を超える定格電流によって（例えば、回路遮断器、接触器、アイソレータなどのスイッチングで）発生する場合、（その絶縁物は）次のいずれかの一つ以上に適合しなければならない。

- IEC 60112 による比較トラッキング指数 CTI が 400 M 以上である。
- 容器内絶縁物の熱分解（その結果、危険な状況を来す）を検出し、容器への電力供給を供給側で自動的に遮断する適切なデバイスを備える。そうしたデバイスが備えられること及びその機能については検証が必要である。
- 裸導体間の沿面距離は、IEC 60664-1 に定める汚損度 3 の材料グループ III（CTI）の同等の電圧に対する沿面距離に適合する。

5.8 シール

内圧防爆容器への全てのケーブル及び電線管の接続は、容器の保護等級 IP の保持のためにシールする、又は、シールしない場合、容器の一部とみなす。

5.9 火花及び白熱粒子に対するバリヤ

内圧防爆容器及び保護ガス用ダクトには、危険場所への白熱粒子の放出に対して防護するために、火花及び白熱粒子に対するバリヤを設ける。

開閉接点の電流が 10 A 未満、動作電圧が交流 275 V 又は直流 60 V 以下であり、かつ、接点が覆いをもつ場合以外は、通常状態で白熱粒子が発生するとみなす。

内部で白熱粒子が通常状態では発生しない容器では、EPL Gb 又は Mb を要求する領域への放出ベントであって通常閉じているものに対する火花及び白熱粒子に対するバリヤは要求しない。

内部で白熱粒子が通常状態では発生しない容器では、EPL Gc を必要とする領域へ排気するベントに対する火花及び白熱粒子に対するバリヤは要求しない。

製造者が、火花及び粒子に対するバリヤを設けないときは、第 1 編（総則）の表示に関する要求事項に従って、認証番号の末尾に記号 X を添えると同時に、認証書に記載する特定の使用条件には、この編の要求事項への適合を確実にするために、使用者に対して要求する詳細な必要情報を含める。

指針活用上の留意点

通風式内圧防爆構造においては、保護ガスの排気を非危険場所まで導く場合、排気口に火花及び白熱粒子に対する障壁を設ける必要はない。さらに、火花及び白熱粒子に対するバリヤに対し、構造上の要求事項は示されていない。このため、火花及び白熱粒子の生成条件を回避できない場合、設計者は、保護ガスの排気は、非危険場所まで導くことを考慮することが望ましい。

5.10 セル及びバッテリー

附属書 G に保護レベル“pxb”及び“pyb”に対する要求事項を、また、附属書 H に保護レベル“pzc”に対する要求事項を示す。

6 温度限界

6.1 一般事項

機器は、第 1 編（総則）に定める温度等級の要求事項に従って区分する。温度等級は、6.2 及び 6.3 によって決定する。

6.2 保護レベル“pxb”及び“pyb”の場合

温度等級は、次の温度のうちの高い方に基づいて決定する。

- a) 容器の外表面の最高温度
- b) 内部部品の最高表面温度

例外として、内部部品は、次のいずれかの場合、表示する温度を超えてもよい。

- i) 第 1 編（総則）の「小形部品」の該当する要求事項に適合する場合

- ii) 内圧防爆容器が保護レベル“pxb”であり、第1編の開放時間に関する要求事項に適合する場合。この場合、内圧保持が停止したとき、そこに存在するおそれのある爆発性雰囲気、部品の温度が許容最高温度未満にまで冷却する前に高温物の表面に触れることを防ぐための適切な手段を講じる。

これは、内圧防爆容器及びダクトの接合部の設計及び構造によって、又は他の方法、例えば、補助の通気システムを稼働させる、又は内圧防爆容器内の高温表面を気密性の高いケース若しくは樹脂充填したケースに収めることによって達成することができる。

保護レベル“pyb”に対しては、容器内部において通常運転中に高温で点火能力をもつ部品は許容しない。

6.3 保護レベル“pzc”の場合

温度等級は、容器の外表面の最高温度に基づいて決定する。

温度等級の決定においては、内圧保護システムが遮断されたときに充電状態で残る内蔵機器であって、その機器自体が防爆構造をもつもの（の温度上昇への影響）も考慮することが望ましい。

7 安全対策及び安全デバイス（密封式内圧防爆構造以外の場合）

7.1 危険場所で用いる安全デバイスの適性

内圧防爆構造の電気機器が着火源となる確率を低下するために用いる全ての安全デバイスは、それ自体が着火を生じないもの（7.15 参照）とする、又は危険場所の外に設ける。

7.2 安全デバイスの完全性

この編で要求する安全デバイス（表3 参照）は、制御システムのうち、安全性にかかわる部分（防爆性に関係する部分）を構成する。制御システムの安全性及び完全性の評価は、次による。

- －保護レベル“pxb”又は“pyb”に対しては、単一の故障に対する評価
- －保護レベル“pzc”については、通常運転状態

注記 単一の故障に対する評価に対する手引きとして、IEC 61511 シリーズ又は同様の規格が使用できる。ファンの電動機又は制御装置に対する電氣的インターロックは、ファンベルトの滑り、ファンとシャフトとの結合不良、又はファンの逆回転などの故障（機能失敗）を表示できないことがあるので、内圧の故障（機能失敗）を表示するために十分なものではない。

指針活用上の留意点

この編では、対応国際規格（IEC 60079-2 : 2014）における用語を次のように表記している（第1編（総則）3.41 参照）。

“fault”＝「故障」

“failure”＝「故障（機能失敗）」

“malfunction”＝「機能不全」

表3 保護レベルに応じた安全デバイス

| 設計の基準 | 保護レベル“pxb” | 保護レベル“pyb” | 保護レベル“pzc” |
|---|------------------------------------|----------------------------------|--------------------------|
| 最低内圧よりも低くなったことを検出する安全デバイス | 圧力センサ 7.11 参照 | 圧力センサ 7.11 参照 | 指示計又は圧力センサ 7.11 d) 参照 |
| グループ I 及び II 用の掃気時間を検証するための安全デバイス (1 個又は複数) | 計時デバイス, 圧力センサ及び出口側に流量センサ 7.7 参照 | 掃気時間及び流量を表示 7.8 c) 参照 | 掃気時間及び流量を表示 7.8 c) 参照 |
| 工具を使用したときだけ開くことができるドア又はカバーの安全デバイス | 警告表示 6.2 b) 参照 | 要求事項なし (高温の内蔵部品は許容しない) | 要求事項なし |
| 工具を使用しなくても開くことができるドア又はカバーの安全デバイス | インターロック 7.14 参照 (高温の内蔵部品は許容しない) | 要求事項なし (高温の内蔵部品は許容しない) | 要求事項なし |
| 流通路がある場合の高温内蔵部品に対する安全デバイス (箇条 15 参照) | 警報器及び可燃性物質の流出停止 | 高温の内蔵部品は許容しないので, この保護レベルには適用できない | 警報器 (通常放出は許容しない) |

7.3 安全デバイスの供給者

安全デバイスは、機器の製造者又は使用者が設ける。製造者が安全デバイスを設けないときは、第1編（総則）の表示に関する要求事項に従って、認証番号の末尾に記号 X を添えるとともに、この編の要求事項への適合を確実にするために、使用者に対して要求する詳細な必要情報を含める。

指針活用上の留意点

わが国の検定制度上、内圧防爆構造の機器は、組み合わせる安全デバイス並びに設定値（保護ガスの供給能力、運転時の風量等の設定値を含む。）を製造者が特定し、使用者は、決められた組合せだけで使用することを条件に内圧防爆構造の機器が成立している。そのため、使用者は、この安全デバイスを別なものに変更することはできない。安全デバイスは、製造者が提供することになる。

7.4 関連機器として評価する内圧保護システム

7.4.1 保護レベル“pzc”の内圧保護システム

内圧保護システムは、全て 7.11 に従って、最低限、最小内圧を制御するための手段（例えば、圧力調整器）、及び最小内圧を検証する手段（例えば、圧力表示器）をもたなければならない。

ベントを備えるときは、ベントには火花及び粒子のバリヤを設ける。

圧力調整器を備え、それが単一の故障モードにおいて圧力調整器の入口の圧力をそのまま出口に伝えるものである場合、容器の内圧を所定の値に制限する手段（例えば、リリーフベント）をもたなければならない。この所定の値は、試験又は計算のいずれかによって設定するとともに、取扱説明書に記載する。圧力調整器又はリリーフベントの多重化をオプションとして用意する場合、選択可能な圧力調整器・リリーフ

ベントの組のそれぞれに対する設定値を決定する。

内圧保護システムは、正しく動作することを検証するための試験にかける。

7.4.2 保護レベル“pyb”の内圧保護システム

内圧保護システムは、全て 7.11 に従って、最小内圧を制御するための手段（例えば、圧力調整器）、最小内圧を検証する手段（例えば、圧力センサ）及び自動安全デバイスをもたなければならない。

ベントを備えるときは、ベントには火花及び粒子のバリヤを設ける。

圧力調整器を備え、それが単一の故障モードにおいて圧力調整器の入口の圧力をそのまま出口に伝えるものである場合、容器の内圧を所定の値に制限する手段（例えば、リリーフベント）をもたなければならない。この所定の値は、試験又は計算のいずれかよって設定するとともに、取扱説明書に記載する。圧力調整器又はリリーフベントの多重化をオプションとして用意する場合、選択可能な圧力調整器・リリーフベントの組のそれぞれに対する設定値を決定する。

内圧保護システムは、正しく動作することを検証するための試験にかける。

7.4.3 保護レベル“pxb”の内圧保護システム

内圧保護システムは、7.11 に従って、最小内圧を制御するための手段（例えば、圧力調整器）、最小内圧を検証する手段（例えば、圧力センサ）及び自動安全デバイスを、並びに 7.7 に従って、流量センサを組み込んだ自動制御システムをもたなければならない。

圧力調整器を備え、それが単一の故障モードにおいて圧力調整器の入口の圧力をそのまま出口に伝えるものである場合、容器の内圧を所定の値に制限する手段（例えば、リリーフベント）をもたなければならない。この所定の値は、試験又は計算のいずれかよって設定するとともに取扱説明書に記載する。圧力調整器又はリリーフベントの多重化をオプションとして用意する場合、選択可能な圧力調整器・リリーフベントの組のそれぞれに対する設定値を決定する。

内圧保護システムは、自動制御システムの機能も含め、正しく動作することを検証するための試験にかける。

7.5 保護レベル“pxb”の場合のシーケンス図

保護レベル“pxb”の内圧保護システムの場合、製造者は、機能シーケンス図（例えば、真理値表、状態図、フローチャート）を提供して、制御システムの動作を定義する。シーケンス図では、安全デバイスの運転状態及びその結果としての次段階の動作を明確に定義し、図示する。この図に合致することを検証するために、機能試験を行う。それらの試験は、製造者が特に指定する場合を除き、通常の大気条件で行う。

注記 製造者が提供することが望ましい情報の例を、附属書 B に示す。

7.6 安全デバイスの定格

製造者は、安全デバイスの最大及び最小の動作レベル、並びに許容差を明確にする。安全デバイスは、製造者が指定した定格内で使用する。

—— 指針活用上の留意点 ——

使用者は、製造者が指定する定格内で使用しなければならない。製造者は、使用者が利用しやすいように情報を明らかにしなければならない。内圧防爆構造を採用する機器の設計者は、安全デバイスに関する定格が明らかなものを使用しなければならない。

7.7 グループI及びII – 保護レベル“pxb”における掃気の自動化

安全デバイスを含む自動制御システムは、掃気完了後に限って内圧防爆容器内の電気機器に通電する機能をもたなければならない。

制御システムの動作シーケンスは、次による。

- a) シーケンスの開始に続き、内圧防爆容器内の掃気流量及び最小内圧をこの編に従って監視する。
- b) 保護ガスが最小流量に到達し、かつ、内圧が規定の範囲内にあるときに、掃気タイマーの計時を開始する。
- c) 所定の時間が経過した後、電気機器への通電を可能とする。
- d) シーケンスの途中のいずれの段階においてもシーケンスが故障（機能失敗）であれば、最初の状態にリセットされるように、回路を仕組む。

7.8 グループI及びII – 掃気の基準

製造者は、容器が開けられた後又は内圧が製造者の指定した最小値よりも低下した後の適切な掃気に必要な条件を明確にする。

- a) 保護レベル“pxb”又は“pyb”の場合、製造者は、16.4 又は 16.5 のいずれか該当する方の試験を満足するための最小の掃気流量及び時間を指定する。回転機及び複雑な形状の機器を除き、最小の流量及び時間は、「容器内容積の 5 倍を掃気する」という考えに基づいて決定してもよい。ただし、試験をしなくてもその掃気で適切であると判断できる場合に限る。

指針活用上の留意点

「試験をしなくてもその掃気で適切であると判断できる場合」とは、例えば、端子箱のように内容物が単純な形状・配置のものが該当する。

- b) 保護レベル“pzc”の場合、回転機及び複雑な形状の機器を除き、製造者は、内圧防爆容器が、容器内容積の 5 倍に相当する十分な量の保護ガスによって掃気されることを確実にする最小の掃気流量及び時間を指定する。16.4 又は 16.5 のいずれか該当する方の試験によって掃気が有効に行われると実証できる場合、保護ガスの量を減少してもよい。
回転機及び複雑な形状の機器に対する掃気試験は、掃気時間を同形又は類似の容器を用いた試験に基づいて決めるときは、省略してもよい。
- c) 掃気流量は、内圧防爆容器の排気口で監視する。保護レベル“pxb”の場合、実際の流量を監視する。保護レベル“pyb”及び“pzc”の場合、流量は計算によって求めてもよい。例えば、容器の内圧及び出口（排気口）のオリフィス径から求める。保護レベル“pyb”及び“pzc”の場合、電気機器に通電する前に内圧防爆容器が掃気されるようにするために、指示ラベルを設ける。ラベルには、次の文言又は同等の内容を含める。
『警告－容器を開いた後、流量〇〇において〇分間容器を掃気するまでは、通電を復帰するな。』

指針活用上の留意点

流量以外のパラメータを用いて間接的に流量を求めてもよい。例えば、圧力と流量とは比例関係があるので、流量は流速及び断面積から算出できる。

注記 附属ダクト（これは機器の一部ではない）の自由空間を決めること、及び指定する最小流量に対して追加の掃気時間を設定することは、通常、使用者の責任で行うことである。

7.9 グループⅢ－清掃

機器には、電源スイッチを投入する前に可燃性粉じんを内部から除去することを記した表示を設ける。表示には、次の文言又は同等の内容を含める。

『警告－容器を開いた後、容器内に堆積した可燃性粉じんを除去するまでは、通電を復帰するな。』

7.10 最小流量が指定されている場合に対する要求事項

...(運転中)...保護ガスの最小流量を製造者が指定している場合（例えば、内蔵機器による温度が、表示される温度等級の区分よりも高温になる場合）、一つ以上の自動的に作動する安全デバイスを設けて、排気口における流量が指定する最小値未満となったときに作動するようにする。

指針活用上の留意点

運転中において、冷却のために、内圧保持だけの場合よりも流量を多くする必要がある場合を想定している。

7.11 最小内圧検出用の安全デバイス

一つ以上の自動安全デバイスを設けて、内圧防爆容器の内圧が製造者の指定した最小値未満になったときに作動するようにする。

自動安全デバイスは、次による。

- a) 安全デバイスのセンサは、内圧防爆容器の圧力を直接検出すること。
- b) 安全デバイスのセンサと内圧防爆容器との間には、いかなる弁も設けないこと。
- c) 安全デバイスの動作が適正であることをチェックすることが可能であること。安全デバイスの位置及び作動設定値は、7.12の要求事項を考慮に入れたものであること。

注記 自動安全デバイスをどのような目的で用いるか（すなわち、電源を遮断する、警報器を鳴動させる、その他設備の安全を確保するなど。）を決めることは、通常、使用者の責任で行うことである。

- d) 保護レベル“pzc”については、自動的に作動する安全デバイスの代わりに指示計を内圧防爆容器に取り付ける場合、次の条件を全て満たさなければならない。
 - 1) 保護ガス供給系には、最小の容器内圧を保持するために、保護ガス供給システムの故障（機能失敗）を示す警報器を備え付ける。
 - 2) 内圧防爆容器と保護ガス供給システム用の警報器との間には、隔離弁及び／又は圧力調整機構若しくは流量調整機構以外のデバイスは設けない。
 - 3) 全ての...(保護ガス供給用の)...仕切り弁は、次による。

— 次を表示する。

『警告—保護ガス供給用の弁である—閉じる前に取扱説明書を見よ。』

— 開の位置でシール又は固定できる。

— 開か閉かが判る印（しるし）を表示する。

— 内圧防爆容器の直近に位置する。

— 内圧防爆容器の使用中にだけ使用する。

注記 この弁は、設置場所周辺に爆発性雰囲気が存在しないことが明らかでないとき、又は内圧防爆容器内の全ての機器が通電状態にある若しくは冷状態ではないときは、意図的に開放状態にされる。

4) 圧力調整・流量調整機構は、それが調節可能なものの場合、工具によってだけ操作可能とする。

5) 内圧防爆容器と保護ガス供給系用の警報器との間にはフィルタを設けてはならない。

6) 指示計を見やすい位置に取り付ける。

7) 指示計は、容器の内圧を示すものとする。

8) 指示計の検出位置は、運転中の最も不利な条件（内圧の低下する位置）を考慮に入れた位置とする。

9) 非金属製容器及び容器の非金属製部分についての除外事項（5.1）は適用されていない。

10) 指示計と内圧防爆容器との間に隔離弁を設けてはならない。

流量計は、容器内圧及び掃気流量の両方を指示するために用いるときは、通常、（容器の）出口に設けるのがよい。

圧力を指示するためだけに用いる流量計の場合、容器の入口以外であれば、通常、容器の任意の位置に設けてもよい。

注記 例外的な状況に限って、容器の入口に設けた流量計によって容器内の圧力又は容器内を流れる流量を指示する場合もある。

指針活用上の留意点

安全デバイスの措置についての補足事項を次に示す。

通電中における圧力低下（又は流量低下）時の措置において、使用者は、安全デバイスの信号をどのような目的で使用するかについて、危険場所に対応した措置を検討する。検討するときの危険場所に対応した安全デバイスの措置の例を下表に示す。製造者もこれを考慮しつつ設計する。

圧力低下時の安全デバイスの措置の例

| 危険場所 タイプ | ゾーン1 | ゾーン2 |
|-------------|----------------------------|-----------------------------------|
| 保護レベル“pxb” | 直ちに自動的に通電を停止する。 | 直ちに警報を発し、自動的又は人為的に一定時限で通電を停止する。 |
| 保護レベル“pyb” | 直ちに警報を発し、自動的に一定時限で通電を停止する。 | 直ちに警報を発し、できるだけ早く自動的又は人為的に通電を停止する。 |
| 保護レベル“pzc” | 許容しない。 | 直ちに警報を発し、自動的又は人為的に一定時限で通電を停止する。 |

7.12 最小内圧の圧力値

内圧防爆容器及び附属ダクト内からの漏れを生じるおそれのある全ての場所において、保護レベル“pxb”及び“pyb”では外部の圧力より 50 Pa 以上、また、保護レベル“pzc”では 25 Pa 以上高い圧力を保持する。

指針活用上の留意点

圧力スイッチの動作圧は、内圧を確実に 50 Pa 以上又は 25 Pa 以上とするためには圧力スイッチの精度などを考慮し、十分な余裕をみて決定することが望ましい。

製造者は、通常運転中の最小及び最大内圧、掃気中の最大内圧、並びに最大内圧時における最大漏れ量を指定する。

内部に冷却用回路をもち、その空気の流れが内部のファン（例えば、電動機）によって補助されているような内圧防爆機器については一考を要する。この場合、内圧を停止したとき、ファンの効果によって容器内の一部に負圧が形成され、ガス又は粉じんが内部に侵入するリスクが生じることがある（図 C.3 参照）。

種々の内圧システム及びダクトにおける圧力の分布を、図 C.1～図 C.4 に図示する。

附属ダクト及びコンプレッサ又はファンを取り付けることによって危険とならないようすることが望ましい。ダクト系の設置に対する基本的要求事項を、附属書 D に示す。

7.13 複数の内圧防爆容器の場合

複数の内圧防爆容器に対して一つの保護ガス供給源を共用するとき、その複数の内圧防爆容器に対して共用の安全デバイス（一つ以上）を設けてもよい。ただし、その一連の容器群の配置が最悪の場合（圧力分布を考慮、最も掃気がしにくい箇所を考慮するなど）を考慮した制御がなされる場合に限る。次の三つの条件を全て満たす場合に限り、共用の安全デバイスを設けるときに、一つのドア又はカバーを開けたとき、それらの内圧防爆容器内の全ての電気機器の電源を遮断し、又は警報を発する必要はない。

- 保護レベル“pxb”にあつては、ドア又はカバーを開く前に、特定の内圧防爆容器内の電気機器（ただし、7.15 の防爆構造になっているものを除く。）への電源を遮断する。
- 共通の安全デバイスが、その一連の容器群の他の全ての内圧防爆容器内の圧力（必要なときは流量も）を監視し続ける。
- 特定の（電源を遮断している）内圧防爆容器内の電気機器に電源を再投入する前に、7.7 に定める掃気の手順を実施する。

7.14 ドア及びカバーに設ける安全デバイス

保護レベル“pxb”にあつては、工具又は鍵を使用しなくても開くことのできるドア及びカバーにはインターロックを設けて、ドア及びカバーが開いたときに、7.15 に該当しない電気機器への電源を自動的に遮断するようにし、かつ、ドア及びカバーが閉じるまでは電源が復帰できないようにする。7.7 の要求事項も適用する。

7.15 （内圧防爆構造が働いていないときに） 通電されたままとなる機器

グループ I 又は II の内圧防爆容器の場合，“pxb”又は“pyb”の保護レベルが働いていないときに通電されたままとなるおそれがあるものは、グループ I については EPL Ma 又は Mb で、グループ II については EPL Ga 又は Gb で保護する。

グループ II の内圧防爆容器の場合，“pzc”の保護レベルが働いていないときに通電されたままとなるおそれがあるものは、EPL Ga, Gb 又は Gc で保護する。

グループ III の内圧防爆容器の場合，“pxb”の保護レベルが働いていないときに通電されたままとなるおそれがあるものは、EPL Da 又は Db で保護する。

グループ III の内圧防爆容器の場合，“pzc”の保護レベルが働いていないときに通電されたままとなるおそれがあるものは、EPL Da, Db 又は Dc で保護する。

7.16 保護レベル“pyb”の容器内で許容する機器

保護レベル“pyb”の内圧防爆容器内の電気機器は、グループ II については、EPL Ga, Gb 又は Gc のいずれかによって保護する。

保護レベル“pyb”の内圧防爆容器内の電気機器は、グループ III については、EPL Da, Db 又は Dc のいずれかによって保護する。

8 密封式内圧防爆構造に対する安全対策及び安全デバイス

8.1 危険場所に設置する安全デバイスの適性

密封式内圧防爆構造の電気機器が爆発の原因となることを防ぐために用いる全ての安全デバイスは、それ自体が爆発の原因とならないものとする。さらに、安全デバイスが電氣的に作動する場合、第 1 編（総則）の防爆構造の電気機器であって用途に適した防爆構造で保護する、又は危険場所の外側（非危険場所）に設置する。

8.2 保護ガス

保護ガスは、不活性とする。

8.3 内部放出源

内部放出源は、許容しない。

8.4 グループ I 及び II – 保護ガスの充填手順

取扱説明書には、非危険場所に指定されている場所において、製造者が指定した手順を用いて、不活性ガスを内圧防爆容器に充填する旨を記載する。

指針活用上の留意点

保護ガスの充填を確実にするため、製造者が保護ガスを充填することが望ましい。

8.5 グループ III – 保護ガスの充填手順

取扱説明書には、内圧防爆容器内部に可燃性粉じんが危険なほど堆積しないように、確実に清掃しなければならない旨を記載する。また、取扱説明書には、清掃後、非危険場所に指定されている場所において、製造者が指定した手順を用いて内圧防爆容器に不活性ガスを充填しなければならない旨を記載する。

8.6 安全デバイス

保護レベル“pxb”又は“pyb”にあつては二つ、また、保護レベル“pzc”にあつては一つの自動安全デバイスを設け、内圧が製造者の指定する最小値未満となったときに動作するようにする。安全デバイスの正常な動作を機器の運転中にチェックできるものとする。自動安全デバイスは、工具又は鍵を用いてだけリセットできるものとする。

注記 自動安全デバイスをどのような目的で用いるか（例えば、電源を遮断する、警報器を鳴動させる、又は別の方法で設備の安全を確保する。）を決めることは、通常、使用者の責任で行うことである。

指針活用上の留意点

安全デバイスの動作の補足については、7.11 の指針活用上の留意点を参照する。

8.7 (内圧防爆構造が機能していないとき) 通電されたままとなる機器

内圧防爆容器内の電気機器であつて、内圧防爆構造“p”が機能していないときに通電されるおそれのある内蔵機器は、7.15 に掲げるいずれかの EPL をもたなければならない。

8.8 内圧

最小内圧は、第 1 編（総則）の開放時間に関する要求事項に規定する内蔵コンポーネントの冷却に要する時間の 100 倍以上の時間（ただし、1 時間以上）にわたって測定した、通常使用中の最大圧力損失より高くする。内圧の最低レベルは、通常使用に対して指定する最も悪い条件において、外部圧力より 50 Pa 以上高くする。

指針活用上の留意点

圧カスイッチの動作圧は、内圧を確実に 50 Pa 以上とするために圧カスイッチの精度などを考慮し、十分な余裕をみて決定することが望ましい。

9 保護ガスの供給

9.1 予備の供給源

主たる供給源の故障（機能失敗）の事態に備えて予備の供給源を要求するときは、各供給源は、要求するレベルの保護ガスの圧力又は流量を独立に維持することができなければならない。二つの供給源は、ダクト又は配管を共有してもよい。

注記 予備の供給源は、電気機器の作動を維持する必要がある場合に推奨される。

9.2 独立した供給源

点火能力をもつ装置の容器を保護レベル“pzc”の内圧防爆容器で保護し、さらにその内圧防爆容器を保護レベル“pyb”の内圧防爆容器内に設置するときは、それぞれへの保護ガスの供給は独立に行う。

9.3 保護ガスの種類

保護ガスは、不燃性とする。

取扱説明書には、保護ガス及び使用可能な代替ガスを指定する。

指針活用上の留意点

わが国の検定制度上、一つの検定合格品に対して、保護ガスの種類は一つだけである。

通常、計装用の空気又は窒素以外の保護ガスを指定するときは、その保護ガスは、その化学的性質又は含有する不純物のために防爆構造“p”の効果を減少させることも、内蔵機器の適正な動作及び完全性に悪影響を与えることもないことが望ましい。

不活性ガスを用いるときは、窒息の危険を伴うので、容器には警告表示をする（18.9 参照）。ドア又はカバーを開く前に、不活性ガスを除去するための適切なパージの手段を施すことが望ましい。

9.4 (保護ガスの) 温度

保護ガスの温度は、通常、容器入口において 40 °C 以下とする。特別な状況下では、より高温が許容され、又は、より低温が要求されることもある。そのような場合、容器には (保護ガスの) 温度を表示する。

10 内部放出源をもつ内圧防爆機器

放出条件、流通路の設計に対する要求事項、使用に適する内圧方式並びに点火能力をもつ機器 (ICE) 及び内部の高温表面に対する制限事項は、箇条 11～箇条 15 に示す。

11 放出条件

11.1 放出なし

11.1.1

流通路が、(流通路内の可燃性物質を) 確実に封じ込めるとみなせるときは、内部放出は存在しない (12.2 参照)。

11.1.2

指定した温度範囲内で運転しているとき、流通路内の可燃性物質がガス又は蒸気の状態にあり、かつ、次のいずれかである場合、内部放出は存在しないとみなす。

- a) 流通路内の混合ガスが常に 爆発下限界 (LFL) より低い。
- b) 内圧防爆容器に指定した最小内圧が、流通路に指定した最大圧力より 50 Pa 以上高く、かつ、この圧力差が 50 Pa 未満になったときに作動する自動安全デバイスを設けている。

注記 自動安全デバイスからの信号をどのような目的で用いるか (例えば、電源を遮断する、警報器を鳴動させる、又は別の方法で設備の安全を確保する) を決めることは、通常、使用者の責任で行う。

第 1 編 (総則) の表示に関する要求事項に従って、認証番号の末尾に記号 X を添えるとともに、認証書に記載する特定の使用条件には、この編の要求事項への適合を確実にするために、使用者に対して要求する詳細な必要情報を含める。

指針活用上の留意点

安全デバイスの動作の補足については、7.11 の指針活用上の留意点を参照する。

ただし、わが国の検定制度上、自動安全デバイスは、製造者が提供しなければならない。

11.2 ガス又は蒸気の限定放出

流通路の全ての故障（機能失敗）状態において、内圧防爆容器内への可燃性物質の放出量が予測可能でなければならない（12.3 参照）。

この編では、液化ガスの放出は、ガスの放出とみなす。

指針活用上の留意点

限定放出とは、放出量を制限できるデバイスを備える、サンプリングシステムがバッチシステムであるため一度に入る量が決まっているなどによって、可燃性物質の量を限定できる場合を想定する。

11.3 液体の限定放出

内圧防爆容器内への可燃性物質の放出量は、11.2 のように限定するが、液体から可燃性蒸気への変化は予測できない。したがって、内圧防爆容器内に液体が蓄積される可能性及びそれから生じる結果を考慮する。

液体から酸素が放出されるおそれがあるときは、酸素の最大流量を予測しなければならない（13.2.2 参照）。

12 流通路に対する設計上の要求事項

12.1 設計全般の要求事項

流通路に漏れが生じるおそれがあるか否かを定める根拠になる設計及び構造は、製造者が指定した運転条件のうちの最も厳しい条件に基づくものでなければならない。

流通路は、確実に封じ込むものとする、又は故障（機能失敗）した場合でも放出が限定されるものとする。可燃性物質が液体の場合、通常放出があってはならず（附属書 E 参照）、かつ、保護ガスは、不活性ガスとする。

注記 保護ガスは、発生した蒸気が保護ガスの希釈能力を超えることを防ぐため、不活性とする必要がある。

製造者は、流通路への最大入口圧力を指定しなければならない。

製造者は、確実に封じ込む流通路（12.2）又は限定放出をもつ流通路（12.3）に分類するために、流通路の設計及び構造の詳細、流通路内の可燃性物質の種類及び運転時の条件、並びに想定される放出量又は特定の場所での量を指定しなければならない。

12.2 確実に封じ込む流通路

確実に封じ込む流通路は、金属、セラミックス製又はガラス製で可動接合部のないパイプ、チューブ又は導管から構成する。接合部は、溶接、ろう付け、金属へのガラスシール又は共晶法¹によって作る。

鉛・すず（錫）を成分とするような低温はんだは、許容しない。

¹ 接合するいずれの部品の凝固点未満の一定温度で凝固する二成分又は三成分の合金組織を用いて、二つ以上の部品（通常は金属）を接合する方法。

製造者は、誤った操作方法をすると壊れやすいと考えられる流通路の損傷について、注意深く考慮することが望ましい。取扱説明書には、製造者と使用者との間で合意した条件（振動、熱的な衝撃、内圧防爆容器のドア又はカバーが開いているときに行う保守作業など）における損傷のリスクを低減するための適切な手引きを記載するのがよい。

12.3 限定放出をもつ流通路

限定放出をもつ流通路の設計は、流通路の故障（機能失敗）のあらゆる条件において、可燃性物質の放出量が予測可能なものでなければならない。内圧防爆容器内へ放出される可燃性物質の量は、流通路内の可燃性物質の量及びプロセスから流通路に入ってくる可燃性物質の流入量を含む。この流入量は、内圧防爆容器の外部に取り付けた適切な流量制限デバイスによって予測可能な流量にまで制限する。

ただし、内圧防爆容器の入口から流量制限デバイスの入口まで（流量制限デバイスの入口も含む）の流通路部分が 12.2 に適合する場合、流量制限デバイスを内圧防爆容器の内部に設けてもよい。その場合、流量制限デバイスは、恒久的に固定され、かつ、可動部分があってはならない。

流通路から内圧防爆容器内への最大放出量が予測できるときは、プロセスから流通路内への流れは制限する必要はない。この条件は、次のいずれかによって達成することができる。

- a) 流通路が、12.2 の要求事項を個々に満足する接合部分から構成されており、かつ、部品間の接合部は、最大放出量を予測できる構造であって、その接合部は恒久的に固定される。
- b) 流通路は、通常運転時での放出（例えば、火炎）を目的としたオリフィス又はノズルを含むが、他の部分は 12.2 に適合する。

流量制限デバイスを機器の一部として含めない場合、第 1 編（総則）の表示に関する要求事項に従って、認証番号の末尾に記号 X を添えるとともに、認証書に記載する特定の使用条件には、この編の要求事項への適合を確実にするために、使用者に対して要求する詳細な必要情報を、流通路へ流入する可燃性物質の最大圧力及び流量とともに記載する。

内部に火炎をもつ内圧防爆容器は、火炎が消えたものとして評価する。火炎を形成させるための燃料－空気混合物の最大供給量は、流通路からの放出量に加算する。

エラストマー製シール材、窓及び他の非金属部品は流通路の部分として許容できる。管用ねじ、圧縮継手（例えば、金属製圧縮継手）及びフランジ接合部も許容できる。

指針活用上の留意点

流通路における火炎が生じる例の一つとして、水素炎イオン化検出器（FID）のシステムがある。

13 内部放出源があるときの保護ガス及び内圧方式

13.1 一般事項

保護ガスの選定は、流通路から放出される可能性、量及び成分によって決定する。許容する保護ガスを表 4 に示す。

表 4 流通路をもつ内圧防爆容器に対する保護ガスの要求事項

| 内部放出（附属書 E 参照） | | | | 通風式 | | 封入式 | |
|----------------|------|------|-----|---------------|------------|--------------|------------|
| 放出物の状態 | 通常放出 | 異常放出 | 附属書 | UFL ≤ 80 % | UFL > 80 % | UFL ≤ 80 % | UFL > 80 % |
| ガス 又は液体 | なし | なし | E.2 | 適用しない | | 適用しない | |
| ガス | なし | 限定放出 | E.3 | 空気又は 不活性ガス | 空気 | 不活性ガスに 限る | <不可> |
| ガス | 限定放出 | 限定放出 | E.4 | 空気又は 不活性ガス | 空気 | <不可> | <不可> |
| 液体 | なし | 限定放出 | E.3 | 不活性ガスに限る | <不可> | 不活性ガスに 限る | <不可> |
| 液体 | 限定放出 | 限定放出 | E.4 | <不可> | <不可> | <不可> | <不可> |

<不可>は、内圧防爆構造を許容しないことを意味する。

指針活用上の留意点

UFL (Upper Flammable Limit, 爆発上限界) とは、可燃性ガス又は蒸気が空気と混合して、着火源によって爆発を起こす最高濃度を指す。

LFL (Lower Flammable Limit, 爆発下限界) とは、可燃性ガス又は蒸気が空気と混合して、着火源によって爆発を起こす最低濃度を指す。

対応規格 (IEC 60079-2:2014) の Table 4 の、UFL < 80 % を UFL ≤ 80 % に修正している。

適用しないとなっている欄は、保護ガスは空気、又は不活性ガスのいずれでもよい。

表中の通風式において、UFL > 80 % のときは空気となっているが、UFL が高ければ、少量の酸素の混入でも爆発性ガス雰囲気容易に形成でき、危険度のリスクが非常に高いことになるので、酸素の混入はできるだけ避けなければならない。やむを得ず適用する場合、異常放出及び通常放出ともになしとなるよう設計を考慮する。限定放出を適用する場合、設計、審査及び使用は十分な安全度を得るよう慎重に検討しなければならない。

限定放出のある流通路をもつ内圧防爆容器は、内圧防爆容器内の潜在的点火源が存在する箇所（すなわち、希釈領域の外側）において、爆発性ガス雰囲気を形成しないように設計する。附属書 F に、潜在的点火源が希釈領域の外側にあることを確実にするために、内部仕切り壁をどのように用いればよいかの例を示す。

保護ガスとして不活性ガスを用いる場合、内圧防爆容器には、18.9 に従って表示をする。

どの内圧方式が適用できるかは、次に示すように、放出条件及び放出物の成分によって決まる。

13.2 漏えい（洩）補填による内圧防爆構造（封入式内圧防爆構造）

13.2.1 放出なし

保護ガスは空気又は、不活性ガスとする。

13.2.2 ガス（気体）又は液体の限定放出

保護ガスは、不活性ガスとする。

可燃性物質中の酸素濃度は、体積分率 2 %以下とする。

指針活用上の留意点

可燃性物質中の酸素濃度とは、放出物中に（可燃性物質とともに）含まれる酸素の濃度を指す。

なお、ここでは、流通路の内容物は可燃性物質であるという前提によっている。

可燃性物質に対し、通常放出（附属書 E 参照）があってはならない。

可燃性物質の UFL は、80 %以下とする。

注記 可燃性物質が少量の酸素と（又は酸素がなくても）化学反応する場合（すなわち、80 %を超える UFL をもつ場合）、不活性ガスによる封入式内圧防爆構造の漏えい（洩）補填は、困難又は不可能である。

13.3 希釈による内圧防爆構造（通風式内圧防爆構造）

13.3.1 一般事項

可燃性物質の UFL が 80 %を超える場合、又は含まれる酸素の濃度が体積分率 2 %を超える場合、若しくは可燃性物質の通常放出がある場合（附属書 E 参照）、通風式を用いて可燃性物質を希釈する。

13.3.2 放出なし

保護ガスは空気、又は不活性ガスとする。

13.3.3 ガス又は蒸気の限定放出

掃気後の保護ガスの流量は、流通路のあらゆる故障（機能失敗）条件の下で、潜在的点火源が存在する箇所（希釈領域の外側）において、最大放出量を希釈するに十分な流量とする。これは、次の方法で実施する。

- a) 保護ガスが空気の場合、放出物中の可燃性物質の LFL の 25 %以下に希釈する。
- b) 保護ガスが不活性ガスの場合、放出物の酸素濃度を体積分率 2 %以下に希釈する。

流通路から放出される可燃性物質が、80 %を超える UFL をもつ場合、放出物を空気で希釈して LFL の 25 %以下の濃度とする。

注記 可燃性物質が、少量の酸素しかなくても、又は酸素が全くなくても化学反応する場合（すなわち、80 %を超える UFL をもつ場合）、LFL の 25 %まで希釈することが必要である。

指針活用上の留意点

流通路から放出される可燃性物質の UFL が 80 %を超える場合、危険度のリスクが非常に高いことになる。設計、審査及び使用は十分な安全度を得るよう慎重に検討する。

13.3.4 液体の限定放出

保護ガスは不活性ガスとし、13.3.3 b) の規定に適合しなければならない。可燃性物質の通常放出（附属書 E 参照）があってはならない。

14 点火能力をもつ機器

希釈領域にある電気機器は、表 5 に掲げる機器保護レベルのいずれかによって保護する。この要求事項が除外されるのは、火炎、点火器又は他の類似の機器であって点火を目的とするものである。火炎から生じる希釈領域は、他の希釈領域と重複してはならない。

指針活用上の留意点

火炎から生じる希釈領域とは、未燃焼による可燃ガスの放出に起因する希釈領域を指す。

表 5 内圧防爆容器の保護レベルに基づく希釈領域内で許容する機器保護レベル

| 内部放出 | 保護レベル“pxb”及び“pyb” | 保護レベル“pzc” |
|------|-------------------|--------------|
| 異常放出 | Ga 又は Gb | Ga, Gb 又は Gc |
| 通常放出 | Ga | Ga |

一般には、放出源が保護ガスの出口付近になるように、かつ、ICE は保護ガスの入口付近になるように配置して、放出された可燃性ガスが ICE を通らずに、できるだけ最短距離を経て内圧防爆容器の外に出るようにするのがよい。

注記 流通路内の点火源による発火がプラントへ逆火することを避けるために、フレイムアレスタが必要かもしれないが、この編ではそうした対策は対象としない。

15 容器内部の高温表面

流通路から放出する可能性のある可燃性物質の発火温度を超える（高温）表面が内圧防爆容器内にある場合、自動安全デバイスを設ける。11.1.2 b) に定める安全デバイスが動作した後の安全デバイスの動作を表 3 に示す。

指針活用上の留意点

安全デバイスは、放出を検知して可燃性物質の流出を速やかに停止する機能をもたなければならない。

さらに、（保護ガスに応じて）次のいずれかによる。

- 保護ガスが空気である場合、流通路内に残っている可燃性物質の放出によって、高温表面の近傍において LFL の 50 % を超える濃度が形成されてはならない。

- b) 保護ガスが不活性ガスの場合、内圧防爆容器の接合部は、冷却期間中に外部の空気と内部の不活性ガス（又は内部の可燃性ガス又は蒸気）とが著しく混合することを防ぐことができる設計及び構造とする。外部からの空気の侵入によって、(内圧防爆容器内の)酸素濃度が体積分率 2%を超えてはならない。

内圧防爆容器には、次の表示をする。

『警告—電源遮断後〇〇分間は、ドア又はカバーを開けるな。』

ここで、〇〇は、要求する遅延時間を分で示す値で置き換える。

この遅延時間は、高温表面が、流通路から放出された可燃性物質の発火温度未満となるまでに要する時間、又は、高温表面が、内圧防爆容器の温度等級未満となるまでに要する時間のいずれか長い方とする。

指針活用上の留意点

「外部からの空気の侵入によって（内圧防爆容器内の）酸素濃度が体積分率 2%を超えない」を保持する時間は、十分に温度が下がるまでの時間を指す。

16 型式検証及び試験

16.1 最大内圧定格の決定

容器の最大内圧の定格は、製造者の指示に従って得られる最大の運転時内圧である。

注記 一般的に最大内圧は、容器を掃気するときに生じる。

測定した内圧は、容器の最大定格内圧の指定があるときは、これを超えてはならない。

16.2 最大内圧試験

16.1 で決定した最大内圧の 1.5 倍又は 200 Pa のいずれか高い方の圧力を、内圧防爆容器及び（内圧防爆容器の一部を構成するものの場合）附属ダクト、並びにその接続部に加える。

試験圧力を加える時間は、2 分±10 秒とする。

防爆構造を損なう恒久的変形が生じないときは、試験に適合するとみなす。

16.3 漏えい（洩）試験

16.3.1 密封式内圧防爆構造以外の場合

内圧防爆容器内の圧力を、通常使用に対して製造者が指定する最大内圧に調節する。このとき、出口側開口部を閉じた状態で、入口側開口部において漏えい（洩）流量を測定する。

通常使用には、容器を掃気するために、より大きな流量でベントを開くために要求する内圧は含まない。

測定した流量は、製造者が指定する最大漏えい（洩）流量を超えてはならない。

指針活用上の留意点

入口側及び出口側開口部とは、保護ガスの入口及び出口を指す。

16.3.2 密封式内圧防爆構造

内圧防爆容器内の圧力を、通常使用時に生じる可能性がある最大内圧となるように調節する。全ての開口部を閉じた状態で、8.8 に定める時間にわたって内圧の変化を監視する。圧力は、通常使用時に対して製造者が指定する最小内圧未満に低下してはならない。

16.4 内部放出源がない内圧防爆容器に対する掃気試験及び密封式の場合の（保護ガスの）充填手順の試験

16.4.1 一般事項

この試験は、漏えい（洩）補填を用いている（封入式）か、又は用いていないか（通風式）にかかわらず適用する。

16.4.2 保護ガスが空気の場合の内圧防爆容器

附属書 A に従って試験を準備する。内圧防爆容器に、内部のいずれの箇所においても濃度が 70 %以上となるように試験ガスを満たす。この後、直ちに試験ガスの供給を断ち、製造者が指定する最小掃気流量で保護ガス（空気）の供給を開始する。試験ガスの濃度が、附属書 A.2 に定める値を超える箇所がなくなるまでに要した時間を測定し、これを掃気時間として記録する。第二の試験が必要な場合、第一の試験ガスとは反対の密度範囲を代表する第二の試験ガスによって、どの箇所においても濃度が 70 %以上となるように内圧防爆容器を満たし、第二の試験ガスに対する掃気時間を測定する。製造者が指定する最小掃気時間は、測定した掃気時間（又は、二つの試験を行ったときは測定した二つの掃気時間のうちの長い方の掃気時間）以上でなければならない。

16.4.3 保護ガスが不活性ガスの場合の内圧防爆容器

附属書 A に従って、試験を準備する。内圧防爆容器には最初、空気を大気圧で満たす。次に、製造者が指定した不活性ガスで容器を掃気する。

酸素濃度が、附属書 A.3 に定める値を超える箇所がなくなるまでに要した時間を測定し、これを掃気時間として記録する。

製造者が指定する最小掃気時間は、測定した掃気時間以上でなければならない。

16.4.4 保護ガスが空気、又は密度が空気の±10%である不活性ガスのいずれでもよい場合

同じ掃気時間として、掃気時間が同じの保護ガスの代替ガスとして、空気及び不活性ガスを許容する場合、掃気時間は 16.4.2 の方法によって求める。

16.4.5 密封式内圧防爆構造による内圧防爆容器の（保護ガス）充填手順

密封式内圧防爆構造の場合、最初に容器を大気圧の空気で満たす。次に、製造者の指定する手順に従って不活性ガスを満たす。その後、大気条件に換算したときに、酸素濃度が体積分率 1 %を超える箇所がないことを検証する。

指針活用上の留意点

「大気条件に換算」とは、容器内圧が大気圧より高いことへの注意喚起であることを指す。（圧力が高いと気体の密度が高くなるため）

酸素濃度が体積分率 1 %を超える箇所がないことを使用者が検証することは、使用する測定器の信頼性又は測定方法を考慮すると現段階では難しいと考えられる。保護ガスの充填は防爆性能を保持する上で重要な工程であるため、使用者が行う危険性のリスクの軽減、及び責任の所在の明白化の観点から充填及び

再充填は製造者が行うことが望ましい。

16.5 内部放出源をもつ内圧防爆容器に対する掃気試験及び希釈試験

16.5.1 試験ガス

試験ガスは、外部…(雰囲気)…のガス及び容器内部に放出される可燃性物質をともに考慮して選択する。

16.5.2 可燃性物質に含まれる酸素の濃度が体積分率 2%未満で、保護ガスが不活性ガスである場合

16.5.2.1 掃気試験

試験は、16.4.3に定める手順を用いて行う。最小掃気流量は、流通路からの最大放出流量以上とする。

製造者が指定した最小掃気時間は、実測した掃気時間の 1.5 倍以上でなければならない。

掃気の際に流通路から放出のおそれのある酸素量を見込むために、試験で確認した掃気時間を 50%増としている。

16.5.2.2 希釈試験

可燃性物質は、体積分率 2%を超える酸素を含んでいないので、希釈試験は必要ない。

16.5.3 内圧防爆容器が通風式、流通路内の酸素濃度が体積分率 21%未満及び保護ガスが不活性ガスの場合

16.5.3.1 掃気試験

容器には空気を満たす。空気は、流通路からも容器内に注入し、その流量は、最大放出量に相当する流量とする。さらに、放出源の位置及び数、放出の性質、並びに、放出源が希釈領域の外側にある点火能力をもつ機器にどれくらい接近しているかを考慮に入れて、最も苛酷な放出条件を代表する方法で注入する。

次いで、製造者が指定する最小掃気流量で、保護ガスを供給する。

附属書 A.3 に規定する値を超える酸素濃度の箇所がなくなるまでに要した時間を、掃気時間の実測値として記録する。

製造者が指定する最小掃気時間は、実測の掃気時間以上でなければならない。

—— 指針活用上の留意点 ——

内圧防爆構造において、掃気される前は、内圧防爆容器内及び流通路内には外気が充満していると想定する。

分析装置等において機能上、分析器の運転前に流通路を空気以外でパージする操作、機能を備えている場合、掃気試験を行う上では、その工程、動作が掃気前に開始させるものであっても、設計者は、試験においては空気でパージする。

16.5.3.2 希釈試験

16.5.3.1 に定める掃気試験の後、直ちに、保護ガスの供給量を製造者の指定する最小流量に調節する。ただし、流通路からの酸素の流量は、16.5.3.1 で考慮した値に保持する。

30 分間以上測定した酸素濃度が、附属書 A.3 に定める濃度を超えてはならない。

次に、運転時の流通路内の酸素量と等価な量の酸素を含んだ量の空気を 12.3 に従った放出量に基づき、流通路を通じて内圧防爆容器内へ放出する。

…(流通路からの)放出中は、希釈領域の外側にある点火能力をもつ機器の近傍の酸素濃度が附属書 A.3 に規定する酸素濃度の 1.5 倍を超えてはならず、かつ、30 分以内に附属書 A.3 に規定する値以下の濃度に達しなければならない。

注記 この試験は、流通路が壊滅的に損傷したときのような、大量放出を模擬するためのものである。

指針活用上の留意点

設計者は、運転時の流通路内の酸素量を正確に判定できなくても空気より低いことがわかっている場合、安全サイドを考慮して、流通路に流すガスを空気に替えて試験を行うことを推奨する。

16.5.4 可燃性物質が液体ではなく、通風式内圧防爆構造で、保護ガスが空気である内圧防爆容器

16.5.4.1 掃気試験

試験は、16.4.2 の手順によって行う。

さらに、次の手順を追加する。試験中は、流通路経由で内圧防爆容器内に試験ガスを最大放出量で注入する。このとき、放出源の位置及び数、放出の性質、並びに、放出源が、希釈領域の外側にある点火能力をもつ機器にどれくらい接近しているかを考慮に入れて、最も苛酷な放出条件を代表する方法で注入する。

試験ガスの濃度が、附属書 A.2 に規定する値を超える箇所がなくなるまでに要した時間を測定する。

第二の試験を要求する場合、第二の試験ガスを用いて試験を繰り返し、実測掃気時間として掃気時間を記録する（第二の試験については、附属書 A.1 参照）。

製造者が指定した最小掃気時間は、実測掃気時間、又は試験を 2 回行った場合にはそのうち長い方の実測掃気時間以上でなければならない。

16.5.4.2 希釈試験

16.5.4.1 に定める掃気試験後、直ちに、必要に応じて、保護ガスの供給量を製造者の指定する最小希釈流量に調節する。ただし、流通路からの試験ガスの流量は、16.5.3.1 に定める値に保持したままとする。

30 分間以上にわたって測定した試験ガス濃度が、附属書 A.2 に定める濃度を超えてはならない。

次に、流通路内の可燃性ガスの量と等価な量の試験ガスを、流通路から内圧防爆容器内へ放出する。このとき試験ガスは、12.3 による可燃性ガスの最大放出量と等しくする。

放出の間中、希釈領域の外側にある点火能力をもつ機器の近傍の試験ガス濃度は、附属書 A.2 に規定する値の 2 倍を超えてはならず、かつ、30 分以内に規定の値以下の濃度に達しなければならない。

第二の試験を要求する場合、第二の試験ガスを用いて試験を繰り返す。

注記 この試験は、流通路が壊滅的に損傷したときのような、大量放出を模擬するためのものである。

指針活用上の留意点

「必要に応じて」とは、掃気時と運転時とでは指定する流量が異なる場合を指す。

16.6 最小内圧の検証

内圧保護システムが通常使用条件で動作し、かつ、7.12 に適合する内圧を保持できることを検証するための試験を行う。

内圧防爆容器内の圧力を、漏えい（洩）が生じるおそれのある（複数の）箇所、特に内圧が最も低くな

ると見込まれる箇所において測定する。

保護ガスを、最小内圧で、かつ、必要ならば製造者が指定する最小流量で、内圧防爆容器に供給する。
回転電気機械に対する試験は、機械の停止状態及び最大定格速度で運転している状態の両方について行う。

指針活用上の留意点

保護ガスが空気以外である場合、使用するその保護ガスを使用して検証する。

16.7 確実に封じ込む流通路に対する試験

指針活用上の留意点

この試験は、確実に封じ込める流通路として、設計がなされた流通路がそのとおりの設計・構造になっていることを検証するものである。設計者は、必要に応じて、確実に封じ込む流通路として設計し、設計上意図していないものに対してこの箇条は適用しないことが望ましい。

16.7.1 圧力試験

通常使用に対して指定する運転時の最大圧力の5倍以上（最低でも1,000 Pa）の試験圧力を、2分±10秒間、流通路に加える。流通路は、その定格温度のうちの最も苛酷な温度条件で試験する。

試験圧力の上昇速度は、最高圧力に5秒以内に達するものが望ましい。

恒久的な変形が生じず、かつ、16.7.2に定める試験に適合するときは、適合とみなす。

16.7.2 確実に封じ込める流通路とみなすための試験

流通路は、純ヘリウム（体積分率95.0%以上）で掃気し、流通路の最高使用時圧力に等しくなるまで加圧する。ヘリウム漏れ検知器を用いて漏れがないか確認する。ヘリウム漏れ検知器が漏れを表示しなければ試験に合格とする。

注記 漏れは、検知器の読取値が、周囲の室内環境での読取値を超えるか否かによって判断する。

指針活用上の留意点

圧力を保持する時間については規定されていない。したがって、時間に関係なしに保持できなければならぬと考える。試験結果には、確認した時間を記録する。

圧力試験での変形等による影響かどうかを判断することが難しい場合もある。このため、設計者は、対象物のプロトタイプに対し、圧力試験を行う前に減圧に関する試験を行い、構造的欠陥又は圧力の維持を確認し、その後、圧力試験を行い、続いて減圧に関する試験を行ってデータを比較する方法を検討することも一つの方法である。

16.8 限定放出があるとみなす流通路に対する圧力試験

注記 この試験は、通常運転中に限定放出がある流通路に対して行う。

通常使用に対して指定する（流通路の）最大内圧の1.5倍以上（最低でも200 Pa）の試験圧力を、2分±10秒間、流通路に加える。恒久的な変形が生じなければ、試験は適合とみなす。

17 ルーチン試験

17.1 機能試験

内圧防爆容器の安全デバイスの動作を検証する。

—— 指針活用上の留意点 ——

製造者は、内圧防爆構造を保持するために必要な安全デバイス全般について確実に動作することを検証する検査システムを構築することが望ましい。

17.2 漏えい（洩）試験

16.3に従って、保護ガスの漏えい（洩）を試験する。

17.3 確実に封じ込む流通路に対する試験

16.7に従って、確実に封じ込む流通路の試験を行う。ただし、液体流通路については、ヘリウム漏れ試験に代えて、内圧を加えている間、液漏れを検査することが適切である。

17.4 限定放出をもつ流通路に対する試験

16.8に従って、流通路の試験を行う。

18 表示

18.1 一般事項

第1編（総則）の要求事項に加えて、内圧防爆容器には、次の表示をする。この編によって警告表示を要求している場合、『警告』の文字の後に続く文言は、技術的に等価な文言に置き換えてもよい。複数の警告を、一つの警告にまとめてもよい。

18.2 内圧防爆構造の表示

内圧防爆容器には、次を表示する。

『警告 — これは、内圧防爆構造の容器である』

18.3 補足の表示

該当する場合、次の補足的情報も表示する。

- a) 保護レベル“pxb”，“pyb”又は“pzc”のいずれか
- b) 容器の掃気に必要な最小の保護ガス量を、次によって表示する。
 - 保護ガスの最小掃気流量
 - 最小掃気時間
 - 追加のダクト単位体積当たりの最小追加掃気時間（追加のダクトがある場合）

注記 1 ダクトが確実に掃気されるようにするために保護ガスの量を増加させることは、通常、使用者の責任で行うことである。

注記 2 保護レベル“pzc”及び“pyb”にあつては、圧力が正しい流量を確実に示すならば、流量の代わりに最小圧力を用いてもよい（7.8 c）参照）。

- c) 保護ガスの種類（ただし、保護ガスが空気以外の場合）
- d) 最小内圧及び最大内圧
- e) 保護ガスの最小流量
- f) 内圧保護システムに加える最小及び最大の供給圧力
- g) 内圧防爆容器からの最大漏えい（洩）量
- h) 製造者の指定がある場合、内圧防爆容器入口での保護ガスの指定の温度又は温度範囲
- i) 圧力を監視すべき地点又は複数の地点（ただし、関連文書に記載がない場合）

指針活用上の留意点

流量の代わりに最小圧力を用いる場合のタイプ“pyb”及び“pzc”にあつては、最小圧力は、製造者が指定する。

表示する最小掃気流量及び最小掃気時間は、この値を決定するために検証した実測値等よりも更に余裕を加えた値でもよい。

18.4 流通路をもつ内圧防爆容器

該当する場合、流通路をもつ内圧防爆容器に、次の追加の表示をする。

- a) 流通路の最大入口圧力
- b) 流通路への最大流量
- c) 可燃性物質中の酸素濃度が体積分率 2%を超えてはならないという制限
- d) 可燃性物質は、80%を超える UFL をもつものであってはならないという制限

18.5 密封式内圧防爆構造

密封式内圧防爆構造の内圧防爆容器には、次のような表示をする。

『警告—この容器は密封式内圧防爆構造によって保護されている。この容器への保護ガスの充填は、製造者の取扱説明書に従って、必ず非危険場所で行うこと』

指針活用上の留意点

充填及び再充填を製造者が行う場合、次のように、製造者が行う旨に替える。

『警告—この容器は密封式内圧防爆構造によって保護されている。この容器への保護ガスの充填は、製造者が行うこと』

18.6 内圧保護システム

個別の認証書をもつ内圧保護システムには、内圧防爆関連機器としての表示がなされる。

個別の認証書をもつ内圧保護システムが、危険場所での設置用であるとの表示をされているときは、「Ex マーキング」に記号[p]を含める。個別の認証書をもつ内圧保護システムが、非危険場所だけに設置するものとの表示をされているときは、「Ex マーキング」は記号[Ex p]とする。

注記 [p]及び[Ex p]は、第1編（JNIOOSH-TR-46-1:2015）には記載されていない。

18.7 他の箇条で要求する警告表示

表6に従って表示する。

表6 警告表示の文言

| 参照箇条 | 推奨する警告文（同義であれば類似の表記を許容する） |
|---------|--|
| 5.3.6 | 警告 — 爆発性雰囲気が存在するときは開けるな。 |
| 7.8 c) | 警告 — 容器を開いた後、流量○○において○分間容器を掃気するまでは、通電を復帰するな。 |
| 7.9 | 警告 — 容器を開いた後、容器内に堆積した可燃性粉じんを除去するまでは、通電を復帰するな。 |
| 7.11 d) | 警告 — 保護ガス供給用の弁である — 閉じる前に取扱説明書を見よ。 |
| 15 | 警告 — 電源遮断後○○分間は、ドア又はカバーを開けるな。 |
| G.7.1 | 警告 — この容器にはバッテリーが内蔵されている。爆発性雰囲気が存在するときは開けるな。 |
| G.7.2 | 警告 — この内圧防爆容器には、外部電源が遮断された後も接続されたままとなる電池が内蔵されている。この容器がExpによって保護されない期間が長期間にわたる場合、バッテリーを安全に取り外すために配慮することが望ましい。 |
| G.7.3 | 警告 — この内圧防爆容器に内蔵されているバッテリーは、定期的な保守が必要である。取扱説明書を見よ。 |
| H.3.1 | 警告 — この内圧防爆容器にはバッテリーが内蔵されている。爆発性雰囲気が存在するときは開けるな。 |
| H.3.2 | 警告 — この内圧防爆容器には、外部電源が遮断された後も接続されたままとなる電池が内蔵されている。この容器がExpによって保護されない期間が長期間にわたる場合、バッテリーを安全に取り外すために配慮することが望ましい。 |
| H.3.3 | 警告 — この内圧防爆容器に内蔵されているバッテリーは、定期的な保守が必要である。取扱説明書を見よ。 |

18.8 使用者が行う過剰な圧力の制限

取扱説明書において、使用者に対して圧力を制限することが要求されている場合、最大運転圧力を容器に表示する。取扱説明書には、次のいずれかを記載する。

a) 使用者に対する要求事項

単一の故障という条件で、容器の最大運転圧力を超えないような保護ガス供給源を設ける。

その故障は、発生したときに、明示されることが望ましい。保護は、圧力調整器の冗長化又は、最大流量を放出することができる外付けの圧力放出弁のいずれによってもよい。

b) 使用者に対する要求事項

保護ガスの供給には、圧縮ガスを使用せずにブロワだけを用いる。

要求事項を満たすか否かは、（製造者が用意する）取扱説明書及び表示の検査によって確認する。

18.9 不活性ガス

保護ガスとして、不活性ガスを使用する内圧防爆容器には、次の表示をする。

『警告 —この容器の中には不活性ガスが入っており、窒息の危険がある。さらに、この容器には可燃性物質も入っており、空気中に漏れると爆発限界内に入るおそれがある。』

19 取扱説明書

第1編（総則）の要求事項に加えて、次を記載する。

- ・保護ガス及び使用可能な代替ガスを指定すること。
- ・グループ III の機器の取扱説明書については、電源を復帰する前に、適切な方法で可燃性粉じんを除去する必要があること。

注記 可燃性粉じんを除去する適切な方法を決定することは、使用者の責任において行う。
内圧防爆構造に関して、取扱説明書へ記載することが望ましい事項は、附属書 D に示す。

附属書 A

(規定)

掃気試験及び希釈試験

A.1 一般事項

内圧防爆容器の内部の雰囲気、試験ガスが最も滞留すると考えられる箇所、及び点火能力をもつ機器 (ICE) の近傍 (通常の希釈領域の外側) の様々な箇所で試験する。

各試験箇所のガス濃度は、試験時間中、分析又は測定し続ける。そのために、例えば、内圧防爆容器に小口径のサンプリング用の細管を多数取り付け、その開放端を内圧防爆容器の各測定点に置いてよい。

試験でサンプルを採取する場合、その量は、試験に著しい影響を及ぼさない程度にするのがよい。

必要な場合、内圧防爆容器の開口部は、掃気試験及び希釈試験のときに再び開くのであれば、試験ガスを満たしやすくするために閉じてよい。

空気を保護ガスとして使用する場合、試験方法は、次による。

- 特定の仕様を要求する場合、試験は対象とするそれらの...(複数の)...特定の可燃性ガス及び蒸気について行ってもよい。この場合、可燃性ガスは、特定のガスの中で最も重いガス及び最も軽いガスの、それぞれ±10%の密度をもつガスを試験ガスとして選定する。
- 特定のガスが1種類の場合、試験には、そのガスの±10%の密度をもつガスを試験ガスとして使用する。
- 全ての可燃性ガスを対象にする場合、二つの試験を行う。第一の試験は、空気より軽いガスを対象とするもので、試験ガスには、ヘリウムを用いる。第二の試験は、空気より重いガスを対象とするもので、試験ガスには、アルゴン又は二酸化炭素を用いる。

試験ガスは、不燃性かつ毒性のないものが望ましい。

A.2 保護ガスが空気の場合の判定基準

掃気、及び該当する場合、希釈後、測定点における試験ガスの濃度は、次の値以下でなければならない。

- 複数の特定の可燃性ガスが対象の場合、それらのガスの最も低い LFL の 25 % に等しい値
- 1 種類の可燃性ガスが対象の場合、そのガスの LFL の 25 % に等しい値
- 全ての可燃性ガスが対象の場合、ヘリウムを用いた試験では体積分率 1 %、また、アルゴン又は二酸化炭素を用いた試験では体積分率 0.25 % とする。

注記 これらの値は、軽い可燃性ガスと重い可燃性ガスのそれぞれの LFL の約 25 % に対応する。

指針活用上の留意点

試験において、アルゴン又はヘリウムの濃度を確認するときは、大気圧の空気ゼロ調を行う。

A.3 保護ガスが不活性ガスの場合の判定基準

保護ガスが不活性ガスの場合、掃気及び該当するとき、希釈の後、酸素濃度は体積分率 2 % 以下でなければならない。

附属書 B

(参考)

機能シーケンスダイアグラムの例

表 B.1 は、封入式内圧防爆構造に対する単純な制御システムに関して、製造者が提供することが望ましい情報の例である。

表 B.1 封入式内圧防爆構造の掃気制御システムの真値表

| S0 | S1 | S2 | S3 | MOP | XOP | PFLO | PTIM |
|----|----|----|----|-----|-----|------|------|
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 |

図 B.1 は、漏えい（洩）補填用...封入式...の掃気制御システムの状態図を示す。

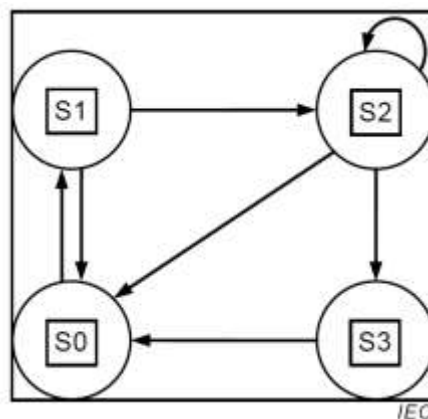


図 B.1 封入式内圧防爆構造の掃気制御系の状態図

封入式内圧防爆構造に対する論理定義

最大内圧を超過している状態 = [XOP]

内圧 > 50 Pa (保護レベル “pzc” は 25 Pa) = [MOP]

掃気流量 > 最小 = [PFLO]

掃気時間が完了していない状態 = $\overline{[PTIM]}$

掃気時間が完了した状態 = [PTIM]

初期状態 = S0

$[MOP] \& \overline{[XOP]} \& \overline{[PFLO]} \& \overline{[PTIM]}$ = S1 掃気を開始するための最低条件が揃った状態

$[MOP] \& \overline{[XOP]} \& [PFLO] \& \overline{[PTIM]}$ = S2 掃気中の状態

$[MOP] \& \overline{[XOP]} \& [PTIM]$ = S3 掃気が完了し、電源が投入できる状態

システムの各状態は、監視デバイスからの入力に応じて定まる。各状態はただ一つに決まる。状態間の遷移は、矢印の経路に沿い矢印の向きだけが許される。各状態を占める論理条件は、ブール論理式によって一義的に決められる。入力条件の全ての可能な組合せを表に示す。この表に示したよりも多くの監視デバイスをもつシステムについても、各動作状態が各入力に応じて一義的に決まるならば、この方法によって記述することができる。

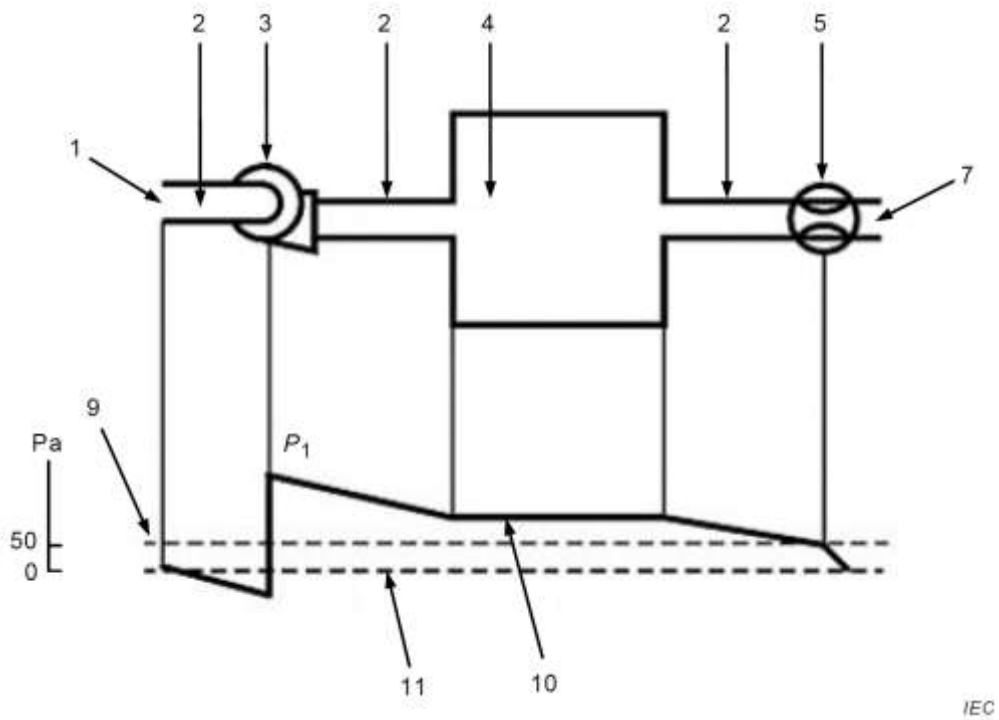
附属書 C

(参考)

ダクト及び容器内における圧力変化の例

図 C.1～C.4 は、ダクト及び容器内における圧力変化の例を示す。

注記 各図例は、内圧がファンによって保持されている場合を示している。内圧は、例えば、圧縮空気ポンプ、コンプレッサなど他の方法で空気を供給することによって保持してもよい。その場合、それぞれ、容器入口までの圧力低下には違いがあると見込まれる。



凡例：

P_1 保護ガスの圧力（ダクト、容器内の部品を通るときの流体抵抗、及び、場合によってはチョークを通るときの流体抵抗によって決まる。）

1 保護ガス入口（非危険場所）

2 ダクト

3 ファン

4 内圧防爆容器

5 チョーク（内圧保持に必要な場合）

6 （この図では使用していない。）

7 保護ガス出口

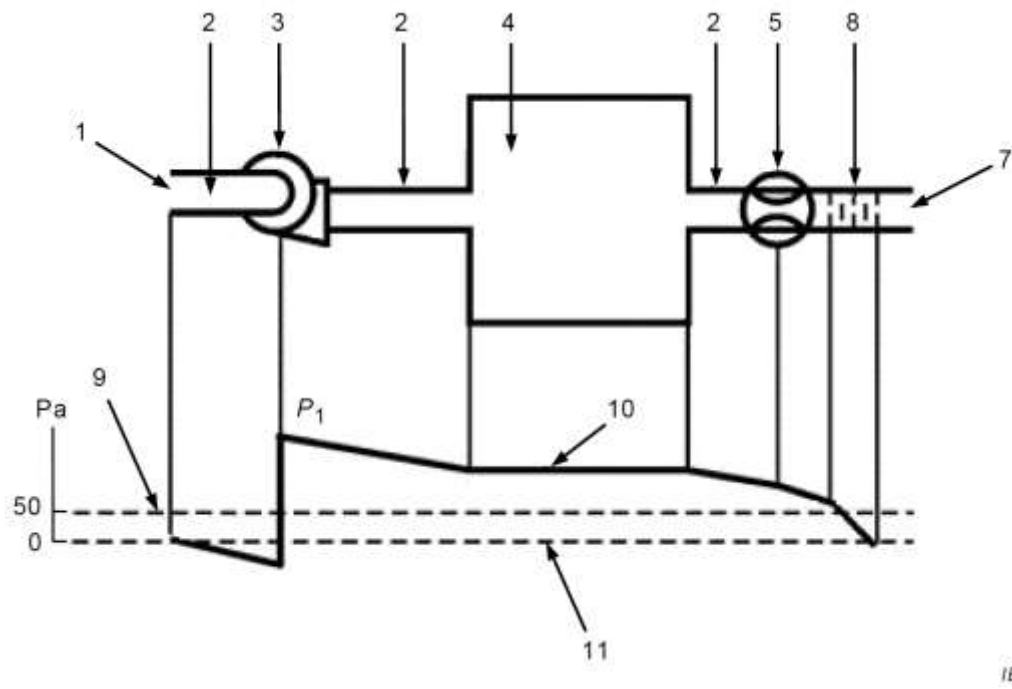
8 （この図では使用していない。）

9 内圧（内圧規定値）

10 内部圧力

11 外部圧力

図 C.1 a) 保護ガス出口に火花及び白熱粒子バリヤがない場合



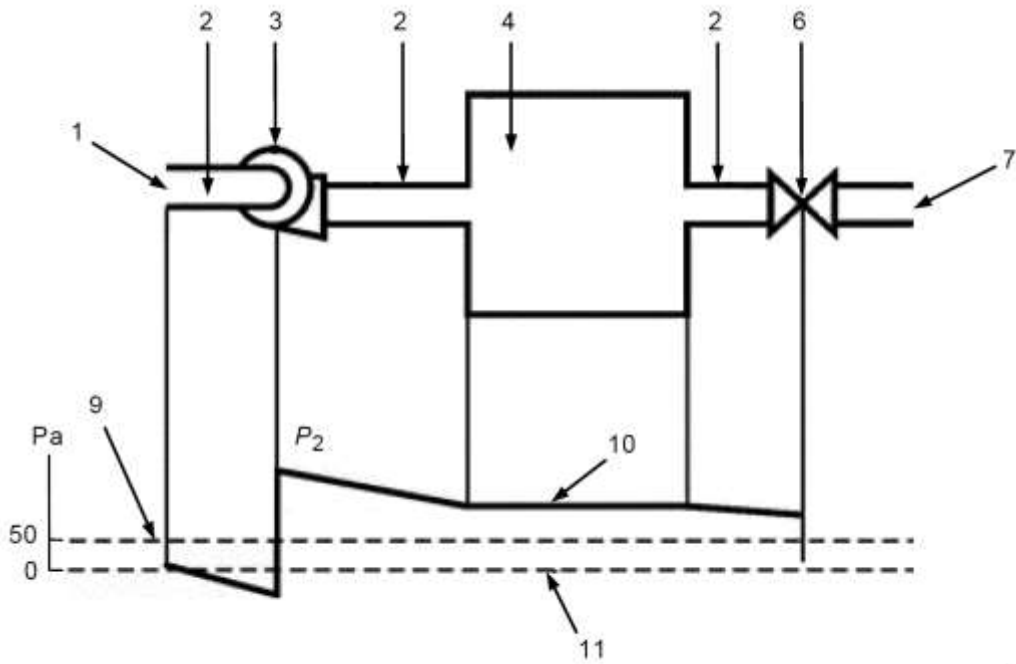
凡例：

P_1 保護ガスの圧力（ダクト、容器内の部品を通るときの流体抵抗、及び、場合によってはチョーク並びに火花及び白熱粒子バリヤを通るときの流体抵抗によって決まる。）

- | | |
|--------------------|--------------|
| 1 保護ガス入口（非危険場所） | 7 保護ガス出口 |
| 2 ダクト | 8 火花・白熱粒子バリヤ |
| 3 ファン | 9 内圧（内圧規定値） |
| 4 内圧防爆容器 | 10 内部圧力 |
| 5 チョーク（内圧保持に必要な場合） | 11 外部圧力 |
| 6 （この図では使用していない。） | |

図 C.1 b) 保護ガス出口に火花及び白熱粒子バリヤを設けた場合

図 C.1 保護ガス出口



凡例：

P_2 保護ガスの圧力（ほぼ一定）

1 保護ガス入口（非危険場所）

2 ダクト

3 ファン

4 内圧防爆容器

5 （この図では使用していない。）

6 出口側弁

7 保護ガス出口

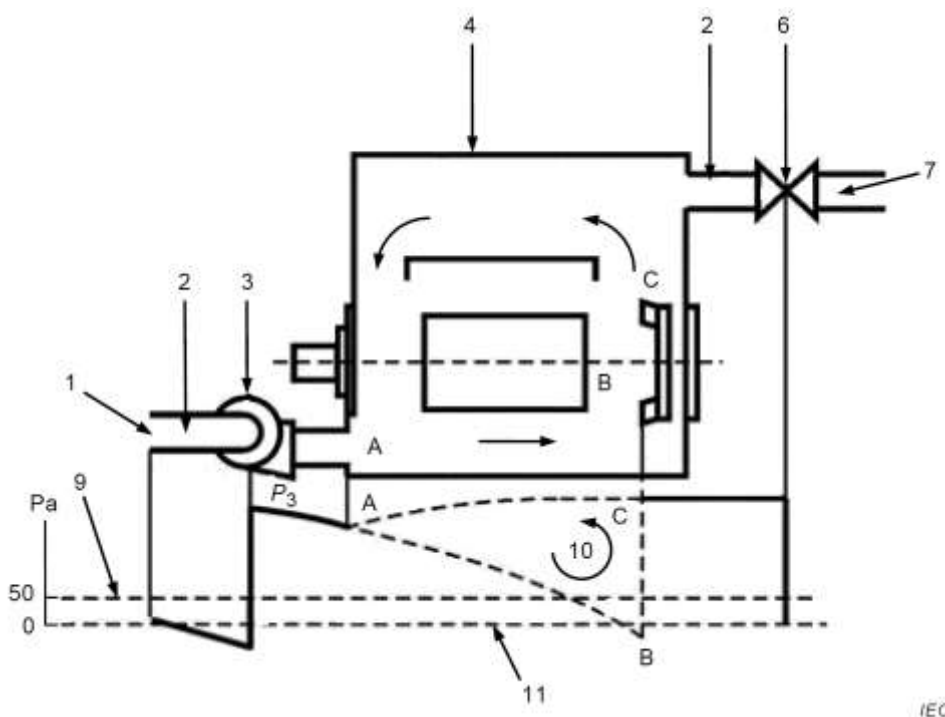
8 （この図では使用していない。）

9 内圧（内圧規定値）

10 内部圧力

11 外部圧力

図 C.2 封入式内圧防爆構造で、容器には可動部分がない場合



凡例：

P_3 保護ガスの圧力（容器内の部品の流体抵抗によって決まり，A，B及びCの間においては内蔵冷却ファンの影響を受ける。）

1 保護ガス入口（非危険場所）

2 ダクト

3 ファン

4 内圧防爆容器

5 （この図では使用していない。）

6 出口側弁

7 保護ガス出口

8 （この図では使用していない。）

9 内圧（内圧規定値）

10 内部圧力

11 外部圧力

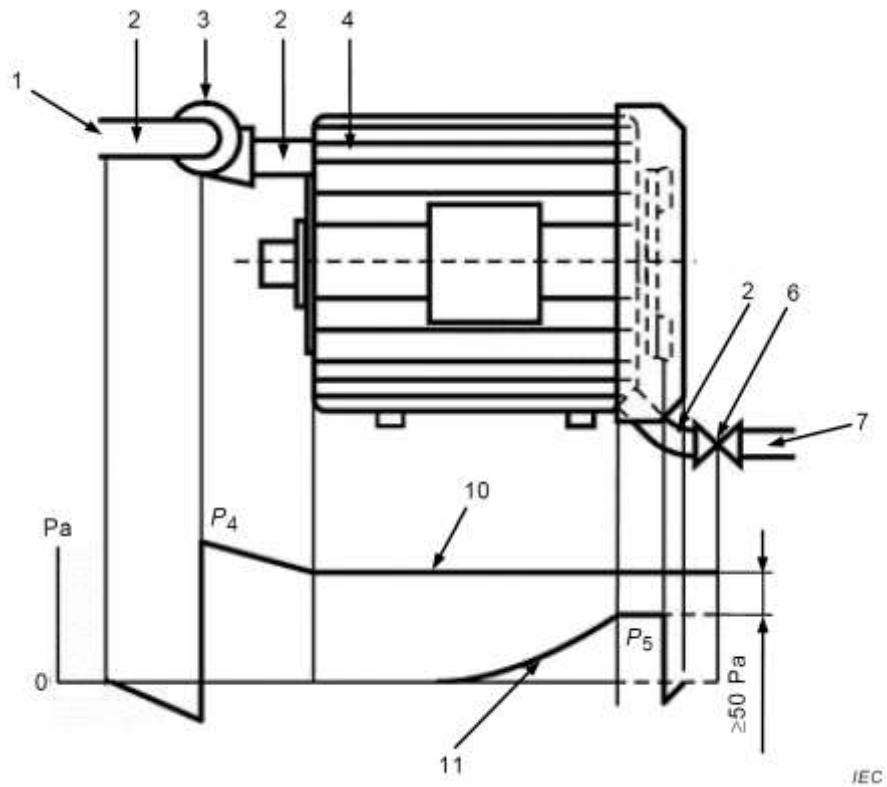
図 C.3 封入式内圧防爆構造で，内蔵冷却ファンをもつ回転電気機械の場合

保護レベル“pxb”の場合，漏えい（洩）が生じる各箇所における圧力は 50 Pa を超える。

内蔵ファンによって循環が補助される閉じた冷却回路をもつ電動機に対して内圧を適用する場合，注意が必要である。なぜなら，そうしたファンのケースの一部では負圧を生じるので，結果として外気が侵入するリスクがあるからである。内蔵の通風式の電動機に内圧を適用するときは，どのような提案も，電動機の製造者に提出することが望ましい。

指針活用上の留意点

「提案」は，例えば，内圧防爆構造における設計者が行うと考える。



凡例：

P_4 保護ガスの圧力（容器内の部品の流体抵抗と、外気の圧力の最高値によって決まる。）

P_5 外部冷却ファンによって生じる外気の圧力

1 保護ガス入口（非危険場所）

2 ダクト

3 ファン

4 内圧防爆容器

5 （この図では使用していない。）

6 出口側弁

7 保護ガス出口

8 （この図では使用していない。）

9 （この図では使用していない。）

10 内部圧力

11 外部圧力

図 C.4 封入式内圧防爆容器で、外部冷却ファンをもつ回転電気機械の場合

附属書 D

(参考)

使用者に提供することが望ましい情報

D.1 一般事項

内圧保護システムの適正な設置についての情報を使用者に提供することが、安全のために不可欠である。

製造者が、該当する場合に対処する具体的な事項を D.2～D.6 に示す。

D.2 保護ガスのダクト

D.2.1 入口の位置

ボンベから供給されるガス及びいくつかのグループ I 機器への適用を除き、保護ガスが供給ダクトに入る位置は、非危険場所に設置するのがよい。

内圧がなくなったときに、可燃性ガス又は可燃性粉じんが（ダクトを通じて）危険場所から非危険場所へ移動すること（漏えい（洩）、流れ込み）を最小限に抑えることを配慮することが望ましい。

グループ I を適用する場合、保護ガスが危険場所から供給ダクト内に入る場合、次の予防策を採用するのがよい。

- a) 別々の坑内用の爆発性ガス検出器 2 台を、ファン又はコンプレッサの吐出側に設け、坑内爆発性ガス濃度が、その LFL の 10 % を超えたときに内圧防爆容器への電源を自動的に遮断する。
- b) 電源の自動遮断までの時間を、保護ガスが濃度検出地点から内圧防爆容器へ流れるに要する移動時間の 1/2 以下とする。
- c) 自動的に電源が遮断されたときには、内圧防爆容器は、電源を復帰する前に再度掃気する。保護ガス採取口での坑内の爆発性ガス濃度が LFL の 10 % 未満となるまでは、掃気を開始しない。

D.2.2 入口から内圧防爆容器までのダクト

コンプレッサの給気口までのダクト（空気取入れダクト）は、通常、危険場所を通過させないことが望ましい。

コンプレッサへの給気ラインが危険場所を通過する場合、そのラインは不燃性材料で構築し、かつ、外傷及び腐食に対して保護するのがよい。

内部の圧力が外部雰囲気圧力未満の場合（附属書 C 参照）、ダクトに漏れがないことを確実にするための適切な予防策を講じるのがよい。ダクト内に可燃濃度のガス・蒸気がないことを確実にするために、追加の保護対策（例えば、可燃性ガス検出器）を考慮するのがよい。

D.2.3 保護ガスの排気口

保護ガスを排出するダクトは、排気口の近傍と離れた場所の非危険場所に排気口を設けるのがよい。ただし、火花及び粒子バリヤを製造者が設ける場合又は使用者が追加する場合、この限りではない。

D.2.4 ダクトを考慮に入れた追加の掃気時間

掃気時間は、機器の構成部分ではない附属ダクトの自由容積の 5 倍以上の容積を、製造者が指定した最小流量で掃気するために必要な時間だけ増やすことが望ましい。

D.2.5 供給口における保護ガスの温度

必要に応じて、凝結及び凍結を避けるための手段を講じることが望ましい。

D.3 保護ガス供給系の電源

保護ガス供給系（ブロワ、コンプレッサなど）の電源は、別の電源とする、又は、内圧防爆構造の電気機器への電気的アイソレータ（例えば、遮断器）の電源側から供給することが望ましい。

D.4 密封式内圧防爆構造

内圧が規定の最小値未満となった場合、保護ガスを充填する前に、内圧防爆容器を非危険場所に移動することが望ましい。

D.5 流通路をもつ容器

流通路へ流入する可燃性物質の最大圧力及び最大流量は、製造者が指定した定格を超えないようにするのがよい。

流通路へ空気が侵入することによって爆発性混合物が形成されるおそれがある場合、追加の対策が必要となることがある。

流通路を損傷させるおそれのある劣悪な運転条件を防止するために、適切な対策を行うことが望ましい。取扱説明書には、振動、熱的衝撃、内圧防爆容器のドア又はカバーが開いた状態での保守作業など、対策が必要な条件を説明することが望ましい。

例えば、（流通路内の）可燃性物質が（内圧防爆容器内の）高温部表面によって発火する可能性があり、容器内圧を高めることによって流通路からの放出を防止している場合、可燃性物質の流れを止めるためにフロースイッチを要求することがある。

異常放出が、危険場所の分類に悪く影響するおそれがある場合、追加の予防策が必要となることがある。

流通路に空気が侵入して可燃性混合気形成されるおそれがあること、及びそれに対する追加の予防策が必要になることがあることに配慮することが望ましい。

D.6 容器の最高内圧

使用者は、製造者の指定する圧力値に抑えることが望ましい。

附属書 E

(規定)

容器内での放出の種類のカテゴリ

E.1 一般事項

容器内での可燃性物質の放出の結果は、大気中への類似の放出に比べてはるかに深刻である。容器内の一時的な漏えい（洩）であっても、可燃性物質を形成し、漏えい（洩）が止んだ後も長い間にわたって容器内に残ることになる。したがって、通常放出及び異常放出は、開放大気中での放出よりも格段に重要であると認識する必要がある。

いずれの場合においても、流通路から内圧防爆容器内への可燃性物質の流れを制限するためのデバイスを備えなければならない。許容するのは、限定放出だけである（無制限の放出は許容しない）。

指針活用上の留意点

- ①「可燃性物質を形成する」とは、放出物に含まれる可燃性物質と支燃性ガス（酸素、空気）とによって爆発性ガス雰囲気形成されることを指す。
 - ②この編では、“normal release”を通常放出、“abnormal release”を異常放出と表記している。
-

E.2 通常放出なし、異常放出なし

流通路は、確実に封じ込む流通路に対する設計上の要求事項（12.2）、及び試験上の要求事項（16.7）に適合する場合、放出はないとみなす。

E.3 通常放出なし、限定された異常放出あり

確実に封じ込む流通路の要求事項に適合しない流通路であって、金属製のパイプ、金属製のチューブ又はブルドン管、ベローズ、蛇管などの金属製の要素から構成され、接合部は定期保守作業のときでも外されることがなく、かつ、接合部が管用ねじ、溶接、共晶法、又は金属圧縮継手によるものは、通常放出はないが、限定された異常放出があるとみなす。

回転又はしゅう（摺）動方式の接合部、フランジ接合部、エラストマー製シール部、及び非金属製の可とう（撓）性配管は、この要求事項を満たさない。

指針活用上の留意点

金属圧縮継手は、圧縮する要素を含む金属製管継手を指す。

可とう（撓）性配管には、フレキシブルチューブなどがある。

E.4 限定された通常放出あり

通常放出なしの要求事項を満たすことができない流通路は、限定された通常放出があるとみなす。定期保守のときに(分解等を含み)外される接合部は、これに含まれる。こうした接合部は、明確に識別しなければならない。

非金属製のパイプ、チューブ又はブルドン管、ベローズ、ダイアフラム、蛇管、エラストマー製シール部、回転又はしゅう（摺）動方式の接合部などの非金属製エレメントから構築した流通路は、通常運転時の放出源とみなす。

通常運転時に火炎をもつ容器は、火炎を消して評価する。火炎の消滅は通常起きることであるとみなし、火炎の消滅と同時に、自動的に可燃性ガス又は蒸気の流れを遮断するデバイスを備えていない場合、通常放出ありの機器に分類する。

指針活用上の留意点

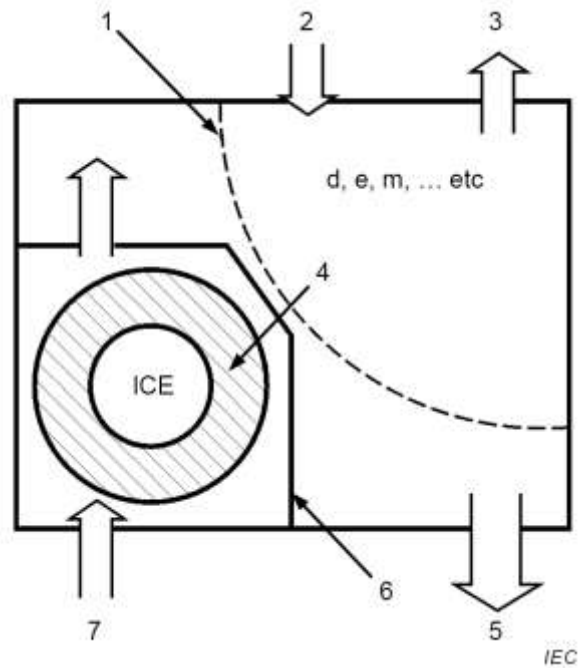
異常放出とは、確実に封じ込む流通路の要求事項を満たしていないが構造を考慮した流通路において起こるとみなす放出であり、不具合があったときに起こるとみなす放出を指す。

通常放出とは、通常運転中に起こるとみなす放出を指す。

附属書 F

(参考)

希釈領域の概念の使用例

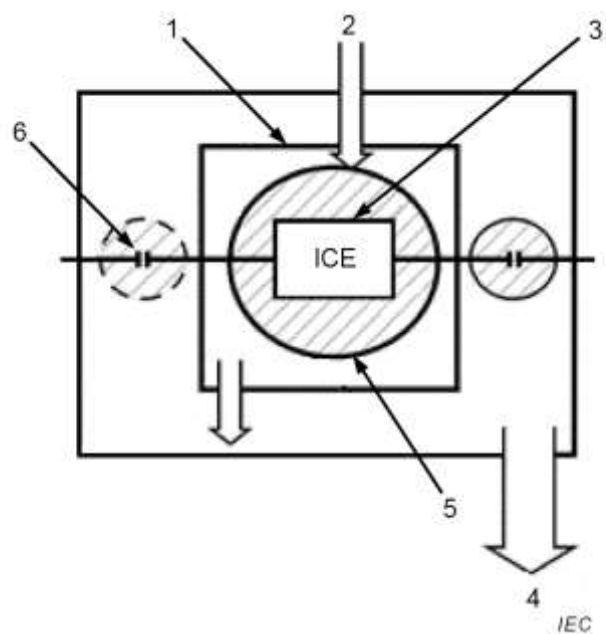


凡例：

- | | |
|------------------|-------------------|
| 1 想定する希釈領域の境界 | 5 掃気の出口 |
| 2 可燃性物質の入口 | 6 ICE を囲い込むための仕切壁 |
| 3 可燃性物質の出口 | 7 掃気の入口 |
| 4 希釈試験の（対象となる）領域 | |

図 F.1 掃気及び希釈試験の要求事項を単純化するために希釈領域の概念を使用することを示す図

内圧防爆容器の内部に設けた小容器の中に点火能力をもつ機器（ICE）を囲い込む、又は仕切壁を用いることによって、単純な試験で ICE が希釈領域内に存在しないことを実証することができる。この場合、希釈領域の範囲を決定する必要はなく、希釈領域が ICE のところにまで及ばない（広がらない）ことを示すだけでよい。



凡例：

1 内部の仕切壁

2 掃気の入口

3 流路のうち、確実に封じ込めている部分

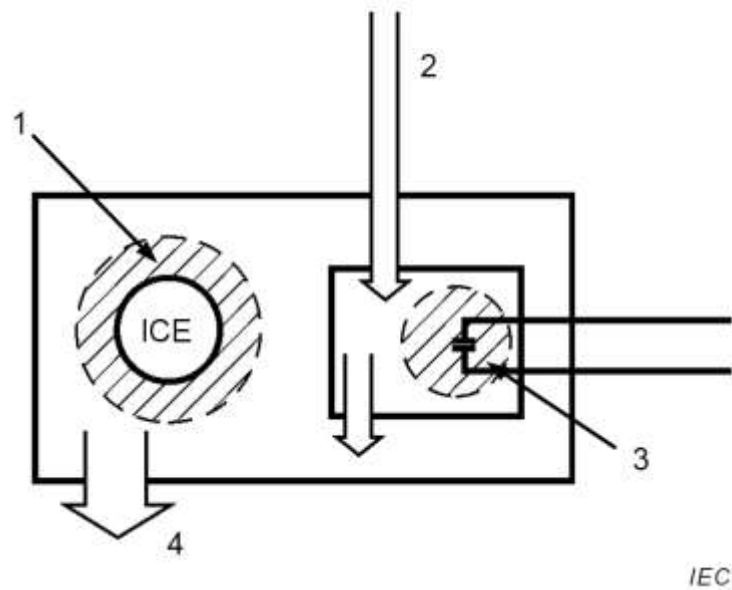
4 掃気の出口

5 ICE の位置

6 想定上の希釈領域を伴う潜在的放出源

図 F.2 ICE 周りの掃気及び希釈の要求事項を単純化するために確実に封じ込む流路の概念を使用することを示す図

内部の仕切壁内にある流路部分は、確実に封じ込む流路の要求事項に適合するので、ICE（図 F.1～F.3 に示す ICE）は希釈領域内にはありえない。



凡例：

- | | |
|------------------|---------------------|
| 1 希釈試験の（対象となる）領域 | 3 想定上の希釈領域を伴う潜在的放出源 |
| 2 不活性ガスによる掃気の入口 | 4 掃気の出口 |

図 F.3 仕切壁の外にある ICE 周りの掃気及び希釈の要求事項を単純化するために潜在的放出源の周りに内部仕切壁を使用することを示す図

希釈領域は内部の仕切壁の中に囲い込まれているので、ICE は希釈領域内にはない。

附属書 G

(規定)

保護レベル“pxb”及び“pyb”の内部セル及びバッテリー

G.1 一般要求事項

G.1.1 一般事項

保護機器がバッテリーを内蔵しているときは、爆発性ガス、スパーク又はホットスポットの生成を防止するため、設計の時点で適切な措置を講じる。

G.1.2 許容する電気化学システム

内圧防爆容器内には、IEC のセルに関する規格が存在する第 1 編（総則）に掲げるセルだけを使用する。

G.1.3 二次セル及び二次バッテリー

次のいずれかの場合、二次セル及び二次バッテリーを許容する。

- ・個々のセルは、密閉形セル（ガス密封形セル又は制御弁式ガス密閉形セル）である。
- ・バッテリーの容積が、内圧防爆容器の自由内容積の 1 %以下である。

内圧防爆容器が一個以上の独立したバッテリーを含み、各バッテリーがそれぞれ別個の充電システムをもつ場合、一つのバッテリーから生じる最悪のガス漏れ事象だけを考慮する。

G.1.4 機械的保護

内圧防爆容器内部に設置されたセル、バッテリー及び関連の保護コンポーネントの裸充電部は、内圧防爆容器のドア又はカバーが開いている場合であっても、IP30 以上で保護する。セルが樹脂充填されている場合、いかなる圧力を逃がす装備も妨害を受けることのないような措置を講じる。ベントは、バッテリーから予想できる最大の漏れ速度において、樹脂充填されたアセンブリが、危険なほど高い圧力にさらされることを防止するために十分な寸法とする。セル 1 個につき一つ以上のベントを設ける。

セル又はバッテリーの樹脂充填は、充電中にセルが膨張することを見込んで行う。

この編においては、「樹脂充填」という用語は、第 7 編（樹脂充填防爆構造）に従うことを意味するものではない。

ベントの物理的特性は、バッテリー配置のタイプ及び容量に依存することが見込まれる。バッテリー容量の使用時間の影響、それに伴うバッテリーからのガス発生速度の上昇も考慮するのがよい。

セル、バッテリー及び関連の保護コンポーネントは、確実に取り付ける。

G.2 エネルギー制限回路による電氣的保護

G.2.1 エネルギー制限の評価

この節の主旨は、第 6 編（本質安全防爆構造）の原則に従って評価できる回路を許容することである。

G.2.2 保護コンポーネント

基本的に安全な (inherently safe, IhS) バッテリー (G.5 参照) を除き、抵抗器及び／又はヒューズのような保護コンポーネントは、安全と評価された値よりも大きな電流がバッテリーから流出することを防ぐために、エネルギーが制限された回路を確立するために用いる。

保護コンポーネントは、次の要求事項を満たさなければならない。これらの要求事項に適合していることを検証するには製造者が作成した技術資料で十分であるので、追加の試験は要しない。

- ・一次セルの充電又は逆充電を防止するために使用するダイオードは、定格ピーク逆電圧 (PIV) (指定されるときは、繰返しピーク逆電圧 (V_{rrm})) の $2/3$ を超える逆極性印加電圧にさらしてはならない。
- ・これらのダイオードは、最も厳しい温度条件 (関連機器内で一つの故障があると想定して) において、 400 V の逆電圧に耐え、その際の逆電流は $10\ \mu\text{A}$ 未満でなければならない。
- ・一次セルの充電を防止する目的で用いるダイオードの最大順方向電流 (関連機器内で一つの故障があると想定し) は、ヒューズ又は抵抗などによって、製造者が指定する定格ピーク順方向電流の 50% 以下の値に制限する。
- ・ヒューズは、次のように、IEC 60127 (全てのパート) に適合しなければならない。

ヒューズを評価するときの使用電圧は、それがさらされる最大電圧に許容差を加えた値によって変わる。バッテリーから供給される電圧については、考慮する電圧は、その電気化学システムを規定している適切な IEC 規格に定義されている公称電圧とする。

バッテリーを保護するためにヒューズを使用する場合、 $1.7 I_n$ (ヒューズの公称定格電流) が連続的に流れることを想定する。ヒューズの時間・電流特性が保護するコンポーネントの過渡定格以下であることを確実にする。

- ・電流制限抵抗は、次のタイプのうちのひとつとし、製造者が指定する定格の $2/3$ 以下で使用できる。
 - － フィルムタイプ
 - － 巻線タイプ (壊れたときに巻線がほどけることを防ぐための保護があるもの)
 - － プリント抵抗 (ハイブリッド又は同様の回路で使用されるもので、第 6 編 (本質安全防爆構造) に適合するコーティングで覆ったもの又は同編に従って樹脂充填したもの。)

電流制限抵抗は、開路故障だけを起こすとみなす。

- ・他のコンポーネントは、第 6 編の該当する要求事項に適合しなければならない。

G.2.3 過大なガス圧力の防止

過大なガス圧力の発生を防止するため、次の各場合において、それぞれ例示する手段を講じる。

- a) 逆充電がある場合：例えば、バッテリーのセル間に取り付けるシャントダイオード
- b) 放電速度が過大な場合：例えば、バッテリーに直列に入れたヒューズ
- c) 二次バッテリーにおいて、充電速度が過大な場合：例えば、製造者の推奨する条件の範囲内で充電が行われるように設計した充電器

G.3 一次バッテリーに対する追加の要求事項

G.3.1 逆充電の防止

使用するバッテリーが、次の二つの条件をとともに満たすときは、極性の反転による電解ガスの放出又は同じバッテリーの中にある他のセルによるセルの逆充電を防ぐための追加の保護を設ける必要はない。

- ・定格容量が (1 時間放電率で) 1.5 Ah 以下
- ・体積が容器の自由内容積の 1% 未満

バッテリーの製造者が、セルが電気化学的にバランスしていること、及び放電の終了時において個々の

セルの内部抵抗が 25 k Ω を超えることを確認している場合にも追加の保護は必要ない。

これらの緩和措置が、セルからの電解ガスの放出を容認するものと解釈するのは避けるのがよい。

一次バッテリーが 3 個以上直列接続したセルを含むときは、逆充電によって、有効期限の切れたセルの内部でガスが発生することを防止するため、一つ以上のコンポーネントを取り付ける（図 G.1 参照）。

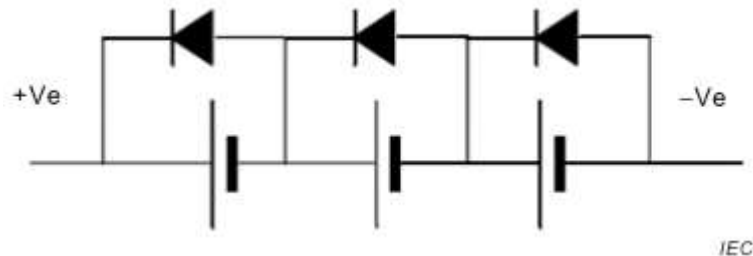


図 G.1 逆充電の保護

この保護対策を効果のあるものにするため、セルの逆充電を防ぐために用いる各ダイオードの順方向の電圧降下は、そのセルの安全逆充電電圧を超えてはならない。シリコンダイオードは、この要求事項を満たすとみなす。

G.3.2 事故による一次バッテリーの充電防止

機器の内部に 1 個以上のバッテリー又は別の電圧源があり、これらが相互接続する可能性がある場合、ブロッキングダイオードなどの保護コンポーネントを備えて、充電電流が一次バッテリーに流入するのを防止しなければならない。

二つ以上直列に接続されたデバイスを備え、たとえ一つの故障状態にあっても、一次バッテリーの充電電流を 10 μ A 以下又はバッテリーの製造者が指定する値の 2/3 のいずれか低い値に制限する（例えば、2 個のダイオード又は 1 個のダイオードと抵抗の組合せがある（図 G.2 参照）。）

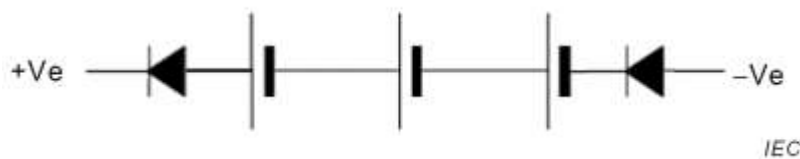


図 G.2 事故による逆充電の保護

バッテリーは、二つの保護コンポーネントの間に接続し、両保護コンポーネントに短絡を引き起こすような一つの故障のリスクを低減することが望ましい。

G.4 二次バッテリーに対する追加の要求事項

G.4.1 内圧防爆容器内での二次バッテリーの充電

内圧防爆容器内での二次バッテリーの充電を行う場合、充電条件は全て指定し、その充電条件を超える

ことがないことを確実にするため、保護コンポーネントを取り付ける。

バッテリーの定格容量が 1.5 Ah 以下、かつ容積が容器の自由内容積の 1 %未満の場合、再充電電流による電解ガスの放出を防ぐために、追加の保護コンポーネントをバッテリーに設ける必要はない。これらの緩和措置が、セルからの電解ガスの放出を容認するものと解釈するのは避けるのがよい。

注記 上記のことから、保護コンポーネントを備えていないセル（又はバッテリー）として使用可能なものは、事実上、よく知られたボタン電池だけに制限される（ボタン電池をプログラマブル電子回路のメモリの保持のために使用する例がある。）。

充電のためバッテリーを内圧防爆容器から取り外す場合、正しい充電のための製造者の要求事項を適用する。

過放電したとき、その後の充電中に電解ガスの放出及び／又は内部の機械的損傷の増加が見込まれる場合、過放電を防止するため、一つ以上のデバイスを備える。

誤った組立てを防止するため、適切な措置を講じる（例えば、極性を分けた又は正しい組立てのため明瞭に表示を施したプラグ及びソケット）。

プラグ及びソケットを使用する場合、プラグを引き抜く前に回路が正しく開路されるような措置を講じる。

内圧防爆容器内でのバッテリーの設置場所は、点火能力をもつ機器（ICE）の設置場所を考慮し、かつ、放出されたガスが容器の全体に自由に拡散するように選択する。点火能力をもつ機器（ICE）は、バッテリーから放出されるガスにさらされる場所に設置してはならない。

G.5 基本的に安全な (IhS) セル及びバッテリーに対する特定の要求事項

IhS バッテリーとは、一次バッテリーのうち、次の条件をいずれも満たすものである。

- ・バッテリーの内部抵抗によって、バッテリーからの短絡電流が、バッテリーの最大開放電圧に基づく、第 6 編（本質安全防爆構造）の「電圧及び機器グループに対応する許容短絡電流」の表に示す値以下に制限される。
- ・バッテリーが、バッテリーの内部抵抗と比べて無視できるほどの導体によって短絡されたとき、バッテリーの外表面の最大温度が、周囲の温度に対して、機器の温度等級の対応した最高温度を超えない。短絡回路の抵抗は、バッテリーの内部抵抗の 1/10 以下であるとき、「無視できる」とみなす。

IhS セル内での故障は考慮しなくてもよい。ただし、2 個以上のセルを接続してバッテリーを構成している場合はこの限りではなく、この場合は逆充電を防止しなければならない。

バッテリーの内部抵抗によって、短絡電流の最大値が、バッテリーの最大開放電圧に基づく、電圧及び機器グループに対応した許容短絡電流」の表に示される値以下に制限されるときは、IhS バッテリーは、IhS セルを互いに接続して構成してもよい。

IhS バッテリーに接続することができる回路の特質を G.6 に示す。

IhS バッテリーの正しい交換を容易にするため、基本的パラメータ（タイプ、定格電圧、最小内部抵抗など）をバッテリーの近傍に表示し、かつ取扱説明書に明記する。

G.6 内圧防爆容器内部に共に設置したバッテリーと接続されており、内圧が損なわれたときにその接続を

取り外さない機器

G.6.1 一般事項

バッテリーに接続された回路の評価及び試験の目的で、考慮する電圧は、最大開路電圧である。

機器の温度等級は、バッテリーに接続された機器を構成する個々のコンポーネントの表面積を考慮する。評価の方法は、試験、又は第1編（総則）の「小形部品の温度」の使用のいずれかによる。

G.6.2 回路の絶縁

この箇条の目的のため、次に該当しなければ、機器は、バッテリーに接続されているとみなす。

掃気が終了した後にだけバッテリーが機器に接続され、圧力又は流量に故障が生じたときにバッテリーを切断する措置が講じられており、かつ、切断又は絶縁が次のいずれかの要求事項に適合する。

- ・適切な定格をもつ接点によって切断される。
- ・適切な定格をもつ光学的分離デバイスによって絶縁される。
- ・適切な定格をもつ二重巻き変圧器によって絶縁され、かつ、その変圧器はバッテリーの最大開放電圧の5倍及び交流実効値500V以上の電圧を60秒間以上印加する巻線間の絶縁試験に耐えることができる。
- ・バッテリーと絶縁又は切断されたコンポーネント及び関連の回路との間の沿面距離及び絶縁空間距離は、第6編（本質安全防爆構造）の沿面距離及び絶縁空間距離の表の“ia”又は“ib”の列に指定されているとおりである。

G.6.3 防爆機器とともに使用する本質的に安全又は基本的に安全なバッテリー

バッテリーが本質安全防爆構造で保護されている、若しくはバッテリーが基本的に安全で、かつ、接続されている機器が第1編（総則）に掲げる防爆構造のいずれか一つによって保護されている、又はバッテリーを第6編（本質安全防爆構造）の単純機器として評価する場合、追加の要求事項はない。

G.6.4 非防爆機器とともに使用する本質的に安全又は基本的に安全なバッテリー

内圧防爆容器内に設置した本質的に安全又は基本的に安全なバッテリーを、掃気が終了する前に非防爆機器に接続することを意図する場合、及び／又は、内圧（及び指定されているときは流量）がない状態のとき接続したままであることを意図する場合、接続した機器には次の a)～d) のいずれかの追加的
要求事項を適用する。

a) 次の条件を全て満たす。

- － バッテリー及び関連の回路の最大開放電圧が6V以下。
- － バッテリーからの最大短絡電流が2A以下。これは、バッテリー単体の内部抵抗によって達成してもよく、又はG.2.1の要求事項に適合し、かつ、バッテリーにできる限り接近して実装した外部電流制限抵抗を付加することによりこの値まで制限してもよい。
- － 回路の総静電容量（許容誤差を含む）が1,000µF以下。
- － 回路の総インダクタンス（許容誤差を含む）が、次の式で得られるLの値以下。

$$L = \frac{2e}{I^2}$$

ここで、

Lは、許容インダクタンス（µH）

I は、短絡電流 (A)

e は、下表に示す機器グループに対応する着火エネルギー (μJ)

| 機器グループ | 着火エネルギー |
|--------|-------------------|
| IIC | 40 μJ |
| IIB | 160 μJ |
| IIA | 320 μJ |
| I | 525 μJ |

b) 内圧防爆容器は、G.7に従って表示をし、次の条件を全て満たす。

- バッテリ及び関連の回路の最大開放電圧が 6 V 以下。
- バッテリからの最大短絡電流が 2 A 以下。
- バッテリに接続されたままとなる実効静電容量 (回路の試験によって決定する) が 1,000 μF 以下。
静電容量に関連する保護コンポーネント (例えば、抵抗器) であって、かつ G.2.1 に示す同様のコンポーネントに対する要求事項に適合するものは、第 6 編を安全率 1 として用いることによって実効静電容量を決定するときに考慮してよい。
- バッテリに接続されたままとなる実効インダクタンス (回路の試験によって決定する) が、上に示す L の値以下。

インダクタンスに関連する保護コンポーネント (例えば、抵抗器) であって、かつ、G.2.1 に示す同様のコンポーネントに対する要求事項に適合するものは、第 6 編を安全率 1 として用いることによって実効インダクタンスを決定するときに考慮してよい。

c) 電源電圧が 6 V を超える、又は短絡電流が 2 A を超える場合、接続された機器は、第 6 編の“ib”に従って評価する。

d) ソリッドステート電子コンポーネントに実装されたセル (例えば、集積回路内のリチウムセル) は、次の基準が全て満たされるときは許容する。

- セルが基本的に安全である。
- 外部電圧が検知不能である。
- 製造者が明示したソリッドステート電子コンポーネントの内部静電容量及びインダクタンスが、上記 a) の値を超えない。

セルの電圧は、外部から検知することができないので、G.5 に従う短絡試験は、評価によって行ってもよい。

G.7 1 個以上のセル又はバッテリーを内蔵する内圧防爆容器に対する追加の表示及び構造的な要求事項

G.7.1 一般事項

内圧防爆容器のドア及びカバーは、工具又は鍵を用いてだけ開くことができる。

容器には、次の文言又は同等の文言を表示する。

『警告—この容器にはバッテリーが内蔵されている。爆発性雰囲気が存在するときは開けるな。』

G.7.2 バッテリを取り除くときの警告

G.6.4 b) で要求する場合、容器には、次の文言又は同等の文言を表示する。

『警告—この内圧防爆容器には、外部電源が遮断された後も接続されたままとなる電池が内蔵されている。この容器が Ex p によって保護されない期間が長期間にわたる場合、バッテリーを安全に取り外すために配慮することが望ましい。』

G.7.3 日常保守を要するバッテリー

容器には、次の表示をする。

『警告—この内圧防爆容器に内蔵されているバッテリーは、定期的な保守が必要である。取扱説明書を見よ。』

G.8 型式試験

G.8.1 電圧

温度試験の目的で使用する電圧は、バッテリーの公称電圧とする。

G.8.2 基本的に安全なセル又はバッテリーに対する短絡試験

新品のセル又はバッテリーを短絡し、次の値を監視する。

- ・回路を流れる電流
- ・内圧防爆容器のドアが開いているとき外部の爆発性雰囲気と接触するセル又はバッテリーの外表面の温度

最大電流は、G.5 に示す値以下でなければならない。

最大温度は、機器の温度等級を超えてはならない。

セル又はバッテリーは、変形し、爆発し、又は発煙してはならない。

G.8.3 基本的に安全なセル以外に対する全負荷試験

新品の一次バッテリー又は満充電した二次電池を、通常使用時に電源を供給する負荷に接続する。筐体の温度は、機器の温度等級、又はバッテリーの製造者が許容する最高温度のうち、いずれか低い方を超えてはならない。

附属書 H

(規定)

保護レベル“pzc”の内部セル及びバッテリー

H.1 一般要求事項

H.1.1 一般事項

保護される機器がバッテリーを内蔵しているときは、爆発性ガス、スパーク又はホットスポットの生成を防止するため、設計の時点で適切な措置を講じる。

H.1.2 許容できる電気化学システム

内圧防爆容器内には、セルに関する IEC 規格が存在する第 1 編（総則）に掲げるセルだけを使用する。

H.1.3 二次セル及び二次バッテリー

次のいずれかの場合、二次セル及び二次バッテリーを許容する。

- 個々のセルは、密閉形セル（ガス密封形セル又は制御弁式ガス密閉形セル）である。
- バッテリーの容積が、内圧防爆容器の自由内容積の 1 % 以下である。

内圧防爆容器が一個以上の独立したバッテリーを含み、各バッテリーがそれぞれ別個の充電システムをもつ場合、一つのバッテリーから生じる最悪のガス漏れ事象だけを考慮する。

H.1.4 機械的保護

セルが樹脂充填されている場合、いかなる圧力を逃がす装備も妨害を受けることのないような措置を講じる。ベントは、バッテリーから予想できる最大の漏れ速度において、樹脂充填されたアセンブリが、危険なほどの高圧にさらされることを防止するに十分な寸法とする。セル 1 個につき一つ以上のベントを設ける。

セル又はバッテリーの樹脂充填は、充電中にセルが膨張することを見込んで行う。

この編においては、「樹脂充填」という用語は、第 7 編（樹脂充填防爆構造）に従うことを意味するものではない。

ベントの物理的特性は、バッテリー配置のタイプ及び容量に依存することが見込まれる。バッテリー容量の使用時間の影響、それに伴うバッテリーからのガス発生速度の上昇も考慮するのがよい。

セル、バッテリー及び関連の保護コンポーネントは、確実に取り付ける。

H.2 内圧防爆容器内部に共に設置したバッテリーと接続されており、内圧が損なわれたときにその接続を切断しない機器

切断しない機器は、第 8 編（非点火防爆構造）、又は第 6 編（本質安全防爆構造）の保護レベル“ic”として評価できる場合を除き、メーク/ブレイクコンポーネントをもっていない。

H.3 1 個以上のセル又はバッテリーを内蔵する内圧防爆容器に対する追加の表示及び構造的な要求事項

H.3.1 一般事項

セル及びバッテリーを操作するために開く内圧防爆容器のドア及びカバーは、工具又は鍵を用いてだけ開けてもよい。

容器には、次の文言又は同等の文言を表示する。

『警告—この容器にはバッテリーが内蔵されている。爆発性雰囲気が存在するときは開けるな。』

H.3.2 バッテリーを取り除くときの警告

内圧がないときであってもセル又はバッテリーが切断されない場合、容器には、次の文言又は同等の文言を表示する。

『警告—この内圧防爆容器には、外部電源が遮断された後も接続されたままとなる電池が内蔵されている。この容器が Ex p によって保護されない期間が長期間にわたる場合、バッテリーを安全に取り外すために配慮することが望ましい。』

H.3.3 日常保守を要するバッテリー

容器には、次の表示をする。

『警告—この内圧防爆容器に内蔵されているバッテリーは、定期的な保守が必要である。取扱説明書を見よ。』

文献

IEC 60050-151, *International Electrotechnical Vocabulary. Chapter 151: Electrical and magnetic devices*

IEC 60050-426, *International Electrotechnical Vocabulary. Chapter 426: Equipment for explosive atmospheres*

IEC 60051 (all parts), *Direct acting indicating analogue electrical measuring instruments and their accessories*

IEC 60079-1, *Explosive atmospheres – Part 1: Flameproof enclosures “d”*

IEC 60079-5, *Explosive atmospheres – Part 5: Powder filling “q”*

IEC 60079-6, *Explosive atmospheres – Part 6: Oil-immersion “o”*

IEC 60079-7, *Explosive atmospheres – Part 7: Equipment protection by increased safety “e”*

IEC 60079-13, *Explosive atmospheres – Part 13: Equipment protection by pressurized room “p”*

IEC 60079-18, *Explosive atmospheres – Part 18: Equipment protection by encapsulation “m”*

IEC 60079-20-1, *Explosive atmospheres – Part 20-1: Material characteristics for gas and vapour classification – Test methods and data*

IEC 60079-26, *Explosive atmospheres – Part 26: Equipment with equipment protection level (EPL) Ga*

IEC 60079-28, *Explosive atmospheres – Part 28: Protection of equipment and transmission systems using optical radiation*

IEC 61511 (all parts) *Functional safety – Safety instrumented systems for the process industry sector*

労働安全衛生総合研究所技術指針 JNIOSH-TR-46-3 : 2018

発行日 平成30年3月30日 第1刷
著者 (独)労働者健康安全機構 労働安全衛生総合研究所
発行者 (独)労働者健康安全機構 労働安全衛生総合研究所
〒204-0024 東京都清瀬市梅園1-4-6
電話 042-491-4512

印刷所 野崎印刷紙器株式会社 (不許複製)

JNIOSH-TR-46-3:2018

Recommended Practices for Explosion-Protected Electrical Installations in General Industries

Part 3: Equipment protection by pressurized enclosure “p”