

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-46-2:2015

工場電気設備防爆指針 (国際整合技術指針 2015)

第2編 耐圧防爆構造 “d” (改訂版)

(対応国際規格 IEC 60079-1:2007)

EXPLOSIVE ATMOSPHERES –

Part 1: Equipment protection by flameproof enclosures “d”



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

（平成25年8月15日～平成26年9月30日）

委員長	富田 隆	元 株式会社日立産機システム
副委員長	角谷 憲雄	アズビル株式会社
委員	榎本 兵治	東北大学
〃	谷部 貴之	一般社団法人 日本電機工業会
〃	深井 亘	株式会社東芝社会インフラシステム社
〃	上野 泰史	IDEC 株式会社
〃	磯村 豊治	伊東電機株式会社
〃	岡野 哲也	一般社団法人日本電気協会
〃	今井 治郎	一般財団法人日本海事協会
〃	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
〃	竹内 和之	新コスモス電機株式会社
〃	永石 治喜	公益社団法人産業安全技術協会
オブザーバー	小金 実成	公益社団法人産業安全技術協会
〃	後藤 隆	公益社団法人産業安全技術協会
行政参加者	中島 賢一	厚生労働省労働基準局
〃	宇野 浩一	厚生労働省労働基準局
事務局	山隈 瑞樹	独立行政法人労働安全衛生総合研究所
〃	榎本 克哉	公益社団法人産業安全技術協会
〃	山本 優子	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4編，第5編，第9編，第10編担当）

（平成25年8月15日～平成26年3月31日）

主査	原田 大	横河電機株式会社
幹事	後藤 隆	公益社団法人産業安全技術協会
委員	内田 龍行	アズビル株式会社
〃	東馬 邦夫	株式会社宮木電機製作所
〃	中村 吉伸	富士電機株式会社
〃	山口 祐市	DEKRA サーティフィケーション・ジャパン株式会社
〃	陣内 宏明	公益社団法人産業安全技術協会

目 次

第2編 耐圧防爆構造“d”	2-1
1 適用範囲	2-1
2 引用文書	2-1
3 用語及び定義	2-3
4 機器のグループ及び温度等級	2-5
5 耐圧防爆接合部	2-5
5.1 一般要求事項	2-5
5.2 ねじ以外の接合部	2-6
5.3 ねじ接合部	2-13
5.4 ガasket (Oリングを含む)	2-14
5.5 キャピラリを用いた機器	2-16
6 固着接合部	2-16
6.1 一般事項	2-16
6.2 機械的強度	2-16
6.3 固着接合部の奥行き	2-16
7 操作軸	2-17
8 回転軸及び軸受に対する補足の要求事項	2-17
8.1 回転軸の接合部	2-17
8.2 軸受	2-20
9 透光性部品	2-20
10 耐圧防爆構造の容器の一部を構成するブリーザ及びドレン	2-20
10.1 ブリーザ及びドレンの開口部	2-20
10.2 組成上の制限	2-21
10.3 諸寸法	2-21
10.4 測定可能な経路をもつエレメント	2-21
10.5 測定できない経路をもつエレメント	2-21
10.6 取外しできるデバイス	2-21
10.7 エレメントの取付け方法	2-21
10.8 機械的強度	2-22
10.9 Ex コンポーネントとして用いるブリーザ及びドレン	2-22
11 締付けねじ, 締付けねじの穴及び閉止用部品	2-25
12 容器の材料及び機械的強度 - 容器内部の材料	2-28
13 耐圧防爆容器への引込み	2-29

13.1	ケーブルグランド.....	2-30
13.2	電線管用シールドデバイス.....	2-30
13.3	プラグ、ソケット及びケーブルカプラ.....	2-32
13.4	ブッシング.....	2-33
14	検証及び試験.....	2-33
15	型式試験.....	2-34
15.1	容器の耐圧力試験.....	2-35
15.2	引火試験.....	2-39
15.3	(予備の箇条).....	2-44
15.4	ブリーザ及びドレンを備えた耐圧防爆容器の試験.....	2-44
16	ルーチン試験.....	2-46
17	グループ I の開閉器.....	2-47
17.1	回路の切離し手段.....	2-47
17.2	ドア及びカバー.....	2-48
18	ランプ受金及びランプロ金.....	2-48
18.1	ランプの緩みを防ぐためのデバイス.....	2-48
18.2	円筒状のランプロ金を備えたランプ受金及びランプロ金.....	2-49
18.3	ねじ込式のランプロ金を備えたランプ受金.....	2-49
19	非金属製容器及び容器の非金属製部分.....	2-49
19.1	(予備の箇条).....	2-49
19.2	構造上の特別な要求事項.....	2-49
19.3	型式試験に対する補足的な要求事項.....	2-50
20	表示.....	2-50
20.1	一般事項.....	2-50
20.3	情報提供のための表示.....	2-51
附属書 A (規定) ブリーザ及びドレンのクリンプリボンエレメント及びマルチプルスクリーンエレメント に対する補足の要求事項.....		2-52
附属書 B (規定) 測定できない経路をもつブリーザ及びドレンのエレメントに対する補足の要求事項		2-53
附属書 C (規定) 耐圧防爆構造の引込みデバイスに対する補足の要求事項.....		2-56
附属書 D (規定) Ex コンポーネントとしての空の耐圧防爆容器.....		2-63
附属書 E (規定) 耐圧防爆構造“d”の容器に使用するセル及びバッテリー.....		2-66
附属書 F (参考) ねじ及びナットの機械的特性.....		2-72
附属書 G (参考) 防爆機器に対する EPL (機器保護レベル) の概念を包括する代替リスクアセスメントの 導入.....		2-73
文献.....		2-78

第 2 編 耐圧防爆構造 “d”

1 適用範囲

この編は、爆発性雰囲気で使用する耐圧防爆構造“d”の電気機器の構造、試験及び表示に関する要求事項を規定する。

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。

注記 耐圧防爆構造“d”の EPL は Gb である。更なる情報は、附属書 G を参照する。

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（JNIOSH-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。

引用文書に対応又は類似する国内規格又は労働安全衛生総合研究所技術指針が存在する場合、当該規格又は指針が併記されている。これらの国内規格又は技術指針は、対応する引用文書と内容が一致していない部分を除き、これに代えて適用することができる。引用文書に対応する国内規格と技術指針とが同時に存在するときは、技術指針を優先する。

注記 引用文書との整合性の程度が明確である場合、IDT（一致）、MOD（一部修正）又はNEQ（同等ではない）の略が併記されている。有効な部分は、引用されている国際規格等と一致する部分だけである。

IEC 60061 (all parts), *Lamp caps and holders together with gauges for the control of interchangeability and safety*

IEC 60079-0, *Electrical apparatus for explosive gas atmospheres – Part 0: General requirements*

対応技術指針：JNIOSH-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 60079-7, *Explosive atmospheres – Part 7: Equipment protection by increased safety “e”*

対応技術指針：JNIOSH-TR-46-5, 工場電気設備防爆指針（国際整合技術指針）第 5 編 安全増
防爆構造 “e”

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

対応技術指針：JNIOSH-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 60079-14:2002, *Electrical apparatus for explosive gas atmospheres – Part 14: Electrical installation in hazardous areas (other than mines)*

対応国内規格：JIS C 60079-14:2008, 爆発性雰囲気で使用する電気機械器具—第 14 部：危険区
域内の電気設備（鉱山以外）（IDT）

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

IEC 60086-1:2000, *Primary batteries – Part 1: General*

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

IEC 60127 (all parts), *Miniature fuses*

対応国内規格：JIS C 6575-1:2009, ミニチュアヒューズ—第 1 部：ミニチュアヒューズに関する用語及びミニチュアヒューズリンクに対する通則 (MOD)

対応国内規格：JIS C 6575-1:2009/AMENDMENT 1:2013, ミニチュアヒューズ—第 1 部：ミニチュアヒューズに関する用語及びミニチュアヒューズリンクに対する通則(追補 1) (MOD)

対応国内規格：JIS C 6575-2:2005, ミニチュアヒューズ—第 2 部：管形ヒューズリンク (MOD)

対応国内規格：JIS C 6575-2:2005/AMENDMENT 1:2013, ミニチュアヒューズ—第 2 部：管形ヒューズリンク (追補 1) (MOD)

対応国内規格：JIS C 6575-3:2005, ミニチュアヒューズ—第 3 部：サブミニチュアヒューズリンク (その他の包装ヒューズ) (MOD)

IEC 60529:1989, *Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)*

対応国内規格：JIS Z 4004:1989, 医用放射線機器図記号 (MOD)

IEC 60623:2001, *Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes – Vented nickel-cadmium prismatic rechargeable single cells*

対応国内規格：JIS C 8706:2010, 据置ニッケル・カドミウムアルカリ蓄電池 (MOD)

IEC 60662:1980, *High-pressure sodium vapour lamps*

IEC 60695-11-10, *Fire hazard testing - Part 11-10: Test Flames - 50 W horizontal and vertical flame test methods*

IEC 61951-1:2003, *Secondary cells and batteries containing alkaline and other non-acid electrolytes – Portable sealed rechargeable single cells – Part 1: Nickel-cadmium*

IEC 61951-2:2003, *Secondary cells and batteries containing alkaline and other non-acid electrolytes – Portable sealed rechargeable single cells – Part 2: Nickel-metal hydride*

ISO 185:1988, *Grey cast iron – Classification*

ISO 965-1:1998, *ISO general purpose metric screw threads - Tolerances - Part 1: Principle and basic data*

対応国内規格：JIS B 0209-1:2001, 一般用メートルねじ—公差—第 1 部：原則及び基礎データ (IDT)

ISO 965-3:1998, *ISO general purpose metric screw threads - Tolerances - Part 3: Deviations for constructional threads*

対応国内規格：JIS B 0209-3:2001, 一般用メートルねじ—公差—第 3 部：構造体用ねじの寸法許容差 (IDT)

ISO 2738:1999, *Sintered metal materials, excluding hard metals – Permeable sintered metal materials - Determination of density, oil content and open porosity*

ISO 3864:1984, *Safety colours and safety signs*

ISO 4003:1977, *Permeable sintered metal materials - Determination of bubble test pore size*
ISO 4022:1987, *Permeable sintered metal materials - Determination of fluid permeability*
ANSI/ASME B1.20.1-1983 (R2001), *Pipe threads, general purpose (inch)*

—— 指針活用上の留意点

対応国際規格（IEC 60079-1:2007）においては、IEC 60079-0:2004 が引用されているが、この編では発行年を限定せず、最新の IEC 60079-0 を引用することとした。これは、IEC 60079-1 がすでに改正され、IEC 60079-1:2014 となっていること、及び指針全体の技術レベルの統一を図るためである。

3 用語及び定義

この編で用いる主な用語及び定義は、第 1 編に規定する用語及び定義によるほか、次による。

注記 爆発性雰囲気に適応可能な追加の定義は、IEC 60050-426 に規定されている。

3.1 耐圧防爆構造“d” (flameproof enclosure “d”)

爆発性ガス雰囲気の点火源となることができるとする部品又は部分を内蔵し、内部で発生した爆発性混合物の爆発によって発生する圧力に耐え、かつ、その容器の周囲の爆発性ガス雰囲気への爆発の伝ば（播）を防止する容器。

3.2 内容積 (volume)

容器の内部の容積の合計。ただし、容器の内容物が使用上不可欠なものであるときは、内容積はそれらを差し引いた残りの空間の容積とする。

注記 照明器具の場合、内容積はランプを取り付けない状態で算出する。

3.3 耐圧防爆接合部又は火災経路 (flameproof joint or flame path)

容器を構成する二つの部分の相対する面又は容器同士の接合部が合わさる箇所であって、内部での爆発が容器の周囲の爆発性ガス雰囲気へ伝ば（播）することを防止するもの。

3.4 耐圧防爆接合部の奥行き L (width of flameproof joint L)

耐圧防爆接合部において、容器の内側から外側への最短経路。

注記 この定義は、ねじ接合部には適用しない。

3.5 ボルト穴までの距離 l (distance l)

耐圧防爆構造の容器の部分を組み立てるために設けられた締付ボルト用の穴が耐圧防爆接合部の奥行き L を中断するときの、耐圧防爆接合部の最短経路。

3.6 耐圧防爆接合部の隙 i (gap of flameproof joint i)

電気機器の容器を組み上げたときの、耐圧防爆接合部の相対する面の間の距離。

注記 円筒接合部を形成する円筒状表面にあつては、隙は穴の直径と円筒状部品の直径との差である。

3.7 (爆発性混合物の) 最大安全隙間 MESG (maximum experimental safe gap (for an explosive gas mixture)) MESG

接合部の奥行きを 25 mm としたとき、IEC 60079-1-1 に定める条件において 10 回の試験を行ったときに 1 回も爆発が伝ば（播）しない最大の隙。

3.8 回転軸 (shaft)

回転運動の伝達に用いる、断面が円形の部品。

3.9 操作軸 (operating rod)

制御運動を伝達するために用いる部品であって、回転運動、直線運動又はこれらの組合せ運動を伝達するもの。

—— 指針活用上の留意点

操作軸の回転運動とは、切り替え動作、調節動作など人為的動作によって回転運動を伴うものであると考える。駆動装置による動作又はそれに類する人為的操作以外の動作による伝達軸は、安全サイドを考慮し、単位時間当たりの回転数にかかわらず、「操作軸」よりも「回転軸」を適用することが望ましい。駆動装置等による動作に対し「操作軸」を適用して設計する場合、危険度のリスクが増すことに留意する。

3.10 圧力重積 (pressure-piling)

容器内の他の区画での最初の点火によって圧縮された当該区画内のガス混合物が点火した結果、より高い圧力となる現象。

—— 指針活用上の留意点

円筒状の容器などで発生する不規則な圧力は、この定義でいう圧力重積ではない場合がある。

ある区画の未燃ガスが、他の区画の爆発で生じる圧力によって圧縮された状態で点火する場合、圧力がより高くなる現象を指す。

参考：容器内の可燃性混合気が攪乱状態にある場合、又は容器内の空間が複雑な形状をもつ場合、未燃混合気の乱れによる火炎面積の増大によって火炎速度が速くなるため、圧力上昇速度も増大する。複数の容器が相互に連結されている系で爆発が生じると、一つの容器内の爆発で生じたガスの膨張によって未燃ガスが急速に他の容器内へ進入するため、他の容器内の未燃ガス圧が上昇すると共に容器内に攪乱が生じる。そこへ火炎が伝ば（播）してくるため、その容器での爆発圧力上昇は急激で、かつ最大圧力も過大なものとなる。このような現象を圧力重積という。

3.11 単純な操作で開閉できるドア又はカバー (quick-acting door or cover)

レバーの動作又はホイール（ハンドル）の回転のような簡単な操作によって開き又は閉じることが可能なデバイスを備えたドア又はカバー。このデバイスは、次の二つの操作で機能するものにする。

- 施錠又は解錠。
- 開く又は閉じる。

3.12 ねじ付締具で固定するドア又はカバー (door or cover fixed by threaded fasteners)

開閉のために、一つ以上のねじ付締具（ねじ、スタッド、ボルト又はナット）の操作が必要なドア又はカバー。

3.13 ねじ蓋式のドア又はカバー (threaded door or cover)

耐圧防爆性能をもたせたねじ接合部によって耐圧防爆容器に組み付けられるドア又はカバー。

3.14 ブリーザ (breathing device)

容器内部の雰囲気と容器周囲の雰囲気との通気ができ、かつ、防爆性能を保持するデバイス。

3.15 ドレン (draining device)

容器から液体を排出させることができ、かつ、防爆性能を保持するデバイス。

3.16 Ex 閉止用部品 (Ex blanking element)

機器の容器とは別に試験をするが、機器として認証され、それ以上の検討を行わずに機器の容器に取り付けることができるねじ山付き閉止用部品。

注記 1 これは、閉止用部品に対して第 1 編 (総則) によるコンポーネント認証を妨げるものではない。
閉止用部品の例は図 22 に示す。

注記 2 ねじ山付きでない閉止用部品は、機器として認証しない。

3.17 Ex ねじアダプタ (Ex thread adapter)

電気機器の容器とは別に試験をするが、電気機器として認証され、それ以上の検討を行うことなく電気機器の容器に取り付けることができるねじアダプタ。

注記 これは、第 1 編によるねじアダプタについての第 1 編によるコンポーネント認証を妨げるものではない。ねじアダプタの例は、図 C.2 に示す。

3.18 Ex コンポーネント容器 (Ex component enclosure)

内蔵の機器なしで Ex コンポーネント認証書が発行されている空の耐圧防爆容器であって、他と組み合わせる機器認証書を受けるときにそれ自身は再度型式試験を行う必要がないもの。

指針活用上の留意点

Ex コンポーネントについては、第 1 編 (総則) の 3.28 を参照する。

4 機器のグループ及び温度等級

爆発性ガス雰囲気における電気機器の使用について、第 1 編 (総則) に規定する機器のグループ及び温度等級は、耐圧防爆構造に適用する。グループ II の電気機器に対する細区分 A, B 及び C も適用する。

5 耐圧防爆接合部

5.1 一般要求事項

全ての耐圧防爆接合部は、恒久的に閉じるとときどき開くように設計しているにもかかわらず、圧力 (内部からの圧) が加わっていない状態で、箇条 5 に規定する要求事項に適合しなければならない。

接合部は、そこに加わる機械的な拘束力に適した設計とする。

5.2~5.5 に示す寸法は、火炎経路の重要なパラメータに対して適用する最大値又は最小値を定めたものである。耐圧防爆接合部の寸法を、これらの最小値又は最大値以外とする場合 (例えば、引火試験に適合するために必要な場合)、機器には、第 1 編 (総則) 29.3 e) に従って、記号 X を表示する。また、認証書に記す安全のための使用条件は、次のいずれかによる。

- a) 耐圧防爆接合部の諸寸法の詳細を示す。
- b) 耐圧防爆接合部の諸寸法の詳細を示した特定の図面の番号を記載する。
- c) 耐圧防爆接合部の諸寸法についての情報を得るために、機器の製造者に問合せるように、特定の
手引きを記載する。

接合部の表面は、腐食に対して保護してもよい。

塗料の塗布又は粉体塗装は、許容しない。他の被覆材料は、その材料及び被覆の方法が、接合部の耐圧
防爆性に悪影響を及ぼさないことが示されている場合、用いてもよい。

組み立て前の接合面に防食グリースを塗布してもよい。グリースを塗布するときは、劣化によって硬化
せず、揮発性溶媒を含まず、かつ、接合面に腐食を生じさせない種類のものとする。適性の検証は、グ
リースの製造者の仕様による。

接合面に電気めっきを施してもよい。ただし、その場合、金属めっきの厚さが 0.008 mm ($8\text{ }\mu\text{m}$) を超
えてはならない。

指針活用上の留意点

「認証書」については、第1編（総則）3.8を参照する。

耐圧防爆に係る接合部は耐圧防爆性能を保持する上で重要な要素である。使用者が不用意に修理をする
ことは推奨しない。従って、上記 a) ～c) のほか、安全な使用のため、特定の使用条件には、機器の製造
者以外に耐圧防爆接合部の交換を禁じるよう特定の指示を記載することも含む。

5.2 ねじ以外の接合部

5.2.1 接合部の奥行き (L)

接合部の奥行きは、表1及び表2に示す最小値以上とする。内容積が $2,000\text{ cm}^3$ 以下の金属製耐圧防爆
容器の壁に円筒状の金属部品を圧入するときの接合部の奥行きは、次の要求事項を全て満たす場合、 5 mm
に減少してもよい。

- － 圧入だけによって、箇条15の型式試験のとき部品(円筒栓)がずれないようにした設計ではない。
- － 圧入公差の最悪状態においても、組立品が第1編（総則）に規定する衝撃試験の要求事項に適合
する。
- － 接合部の奥行きを測定する箇所における圧入部品の直径は、 60 mm 以下である。

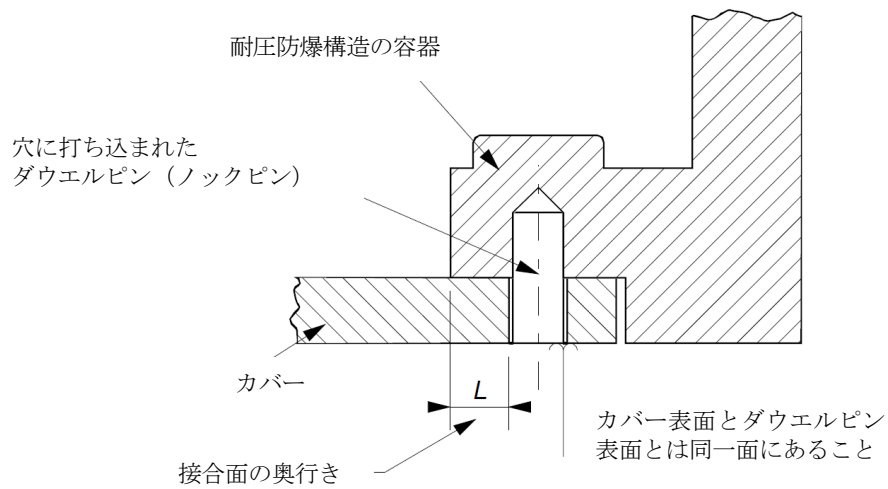
5.2.2 隙 (i)

隙がある場合において、接合部の二つの表面間の隙は、いずれの箇所においても表1及び表2の値以下
とする。

接合面は、その平均粗さ R_a (ISO 468による) を $6.3\text{ }\mu\text{m}$ 以下とする。

フランジ接合部にあっては、単純な操作で開閉できるドア及びカバーの場合を除き、フランジ間には意
図的な隙があってはならない。

グループIの電気機器にあっては、ときどき開くように設計したドア及びカバーのフランジ接合部の隙
を直接的又は間接的に確認できるものとする。図1は、耐圧防爆接合部の間接的チェックのための構造の
例である。



IEC 541/07

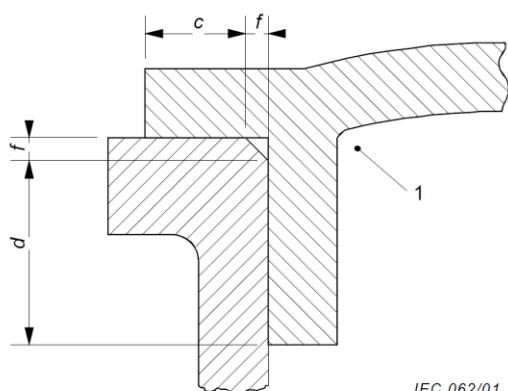
図1 グループIのフランジ式耐圧防爆接合部を間接的にチェックする構造の例

5.2.3 いんろう接合部

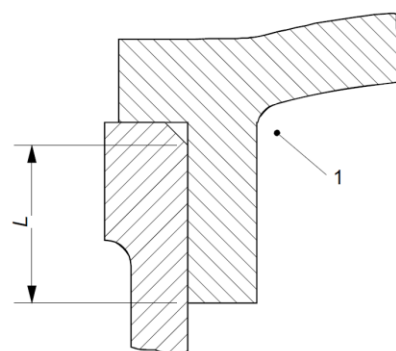
いんろう接合部の隙の奥行きの設定に当たっては、次のいずれかを考慮する。

- 円筒部分と平面部分とからなる場合（図 2a 参照）。この場合、隙はいずれの箇所においても、表 1 及び表 2 の値以下とする。
- 円筒部分だけの場合（図 2b 参照）。この場合、平面部分は表 1 及び表 2 の要求事項に適合する必要はない。

注記 ガスケットについては、5.4 を参照する。



IEC 062/01



IEC 063/01

図 2a 円筒部と平面部からなる場合

図 2b 円筒部だけの場合

- 図の説明 $L = c + d$ (I, IIA, IIB, IIC)
 $c \geq 6.00$ mm (IIC)
 ≥ 3.0 mm (I, IIA, IIB)
 $d \geq 0.5 L$ (IIC)
 $f \leq 1.0$ mm (I, IIA, IIB, IIC)
 1 容器の内部

図 2 いんろう接合部

5.2.4 ボルト穴までの距離

平面接合部、(いんろう接合部の)平面部又は接合部の部分円筒表面 (5.2.6 参照) が、耐圧防爆容器の構成部品を組み上げるための締付けねじを通す穴によって中断される場合、穴の縁までの距離 l は、次の値以上とする。

- 接合部の奥行き L が 12.5 mm 未満の場合、6 mm
- 接合部の奥行き L が 12.5 mm 以上 25 mm 未満の場合、8 mm
- 接合部の奥行き L が 25 mm 以上の場合、9 mm

注記 締付けねじを通すボルト穴に対する要求事項は、第 1 編 (総則) に規定する。

ボルト穴までの距離 l は、次のようにして決定する。

5.2.4.1 フランジ接合部であって、穴が容器の外側にある場合 (図 3 及び図 5 参照)

ボルト穴までの距離 l は、それぞれの穴と容器の内側との距離とする。

5.2.4.2 フランジ接合部であって、穴が容器の内側にある場合 (図 4 参照)

ボルト穴までの距離 l は、それぞれの穴と容器の外側との距離とする。

5.2.4.3 いんろう接合部であって、穴の縁に向かう接合部を円筒部と平面部から構成する場合 (図 6 参照)

ボルト穴までの距離 l は、次のように規定する。

- f が 1 mm 以下であって、円筒部の隙が、グループ I 若しくは IIA の機器にあっては 0.2 mm 以下、

グループ IIB の機器にあつては 0.15 mm 以下，及びグループ IIC の機器にあつては 0.1 mm 以下である場合，円筒部の奥行き a と平面部の奥行き b との和とする。

— 上記の条件のいずれかを満たさない場合，平面部の奥行き b だけとする。

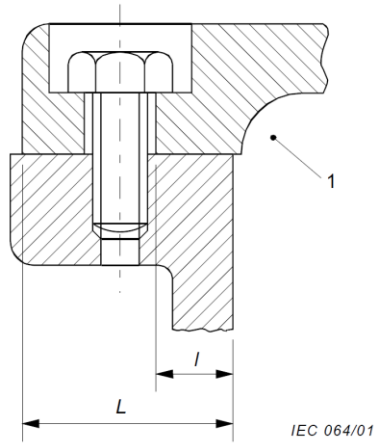


図 3

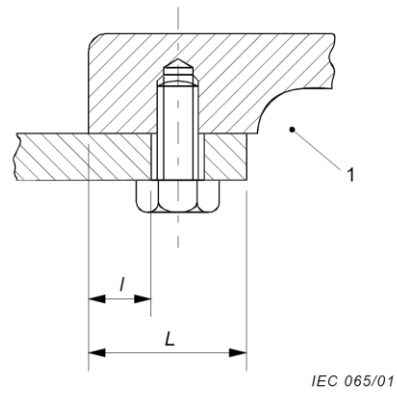


図 4

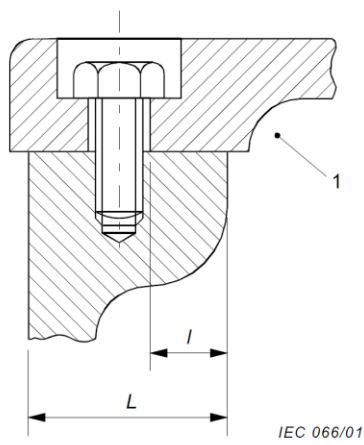


図 5

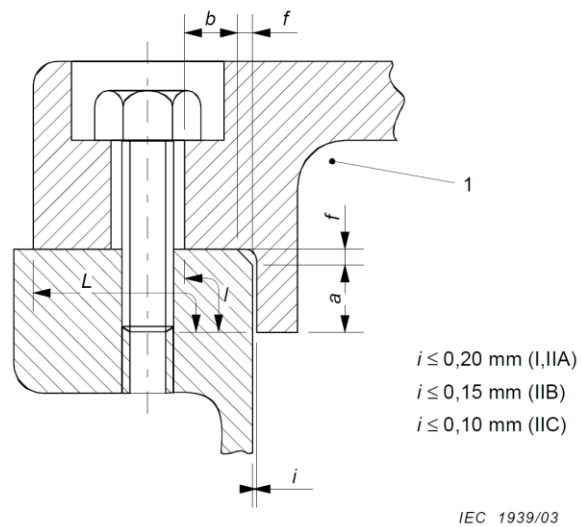


図 6

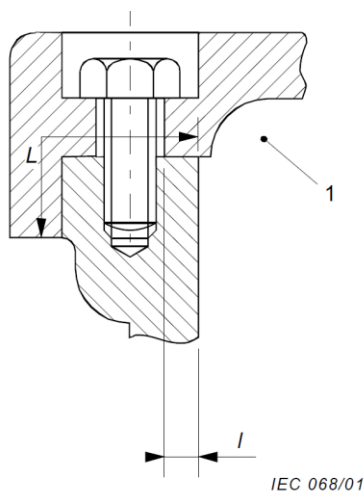


図 7

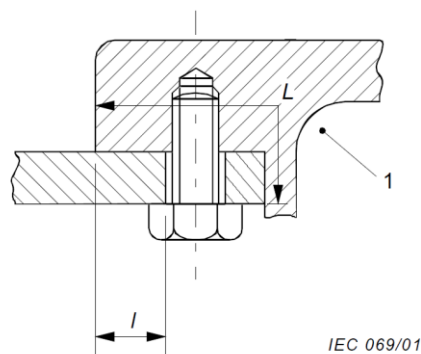


図 8

凡例： 1 容器の内部

図 3, 4, 5 フランジ接合部の表面にある穴

図 6, 7, 8 いんろう接合部の表面にある穴

5.2.4.4 いんろう接合部であって、穴の縁に向かう接合部を平面部だけで構成する場合（ただし、平面接合部を許容する場合（5.2.7 参照）（図 7 及び 8 参照）

ボルト穴までの距離 l は、穴が容器の外側にある場合（図 7 参照）、容器の内側から穴までの奥行きとし、穴が容器の内側にある場合（図 8 参照）、穴から容器の外側までの奥行きとする。

5.2.5 円錐状接合部

接合部が円錐状の面を含む場合、接合面に垂直な接合部の奥行き及び隙は、表 1 及び 2 に適合しなければならない。隙は、円錐状接合部の全体にわたって均一とする。グループ IIC の電気機器にあつては、円錐角は、5 度を超えてはならない。

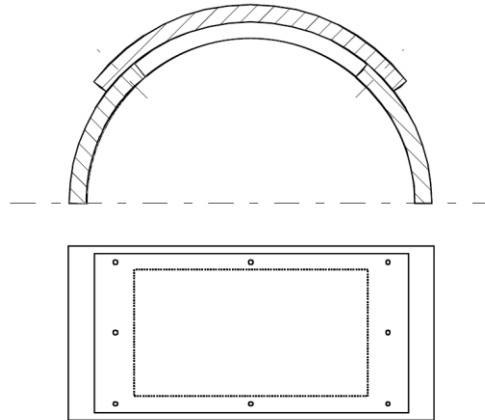
注記 円錐角は、円錐の主軸と円錐表面とがなす角である。

5.2.6 部分円筒表面をもつ接合部（グループ IIC には許容しない）

二つの部分の間には、故意に設けた隙があつてはならない。

接合部の奥行きは、表 1 の要求事項に適合しなければならない。

耐圧防爆接合部を形成する二つの部分の円筒表面の直径は、その許容差も含めて、表 1 に示す円筒接合部に対する該当する要求事項に適合することを確実にする。



IEC 070/01

図 9a 部分円筒表面をもつ接合部の例

5.2.7 アセチレン雰囲気用のフランジ接合部

アセチレンを含む爆発性ガス雰囲気中使用するグループ IIC の電気機器については、次の全ての条件を満たす場合に限り、フランジ接合部を許容する。

- a) 隙 $i \leq 0.04 \text{ mm}$
- b) 奥行き $L \geq 9.5 \text{ mm}$
- c) 内容積 $\leq 500 \text{ cm}^3$

5.2.8 きよ（鋸）歯状接合部

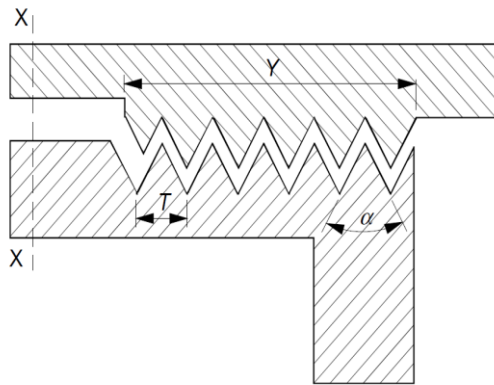
きよ（鋸）歯状接合部は、表 1 及び 2 の要求事項に適合する必要はないが、次による。

- a) 5 山以上が完全に噛み合うこと
- b) ピッチは 1.25 mm 以上であること
- c) 角度は (60 ± 5) 度であること

きよ（鋸）歯状接合部は、可動部分に使用してはならない。

きよ（鋸）歯状接合部は、製造者が規定した最大設計隙 i_c に基づく試験隙 i_E （相対するきよ（鋸）歯状接合面間の隙。15.2 参照）において、15.2 の試験要求事項を満たさなければならない。

製造者が規定した最大設計隙が、同じ奥行き（ただし、奥行きはピッチときよ（鋸）歯の数の積）のフランジ接合部に対する表 1 又は表 2 の隙と異なる場合、5.1 の「使用条件」の要求事項を適用する（図 9b 参照）。



$$Y \geq 5T$$

試験時の奥行き = $Y/1.5$

$$T \geq 1.25 \text{ mm}$$

$$\alpha = (60 \pm 5) \text{ 度}$$

IEC 1940/03

図 9b きよ（鋸）歯状接合部の例

表 1 グループ I, IIA 及び IIB の容器に対する接合部の最小奥行き及び最大隙

接合部の種類	接合部の 最小奥行き L mm	最大隙 mm												
		内容積 cm ³ V ≤ 100			内容積 cm ³ 100 < V ≤ 500			内容積 cm ³ 500 < V ≤ 2,000			内容積 cm ³ V > 2,000			
		I	IIA	IIB	I	IIA	IIB	I	IIA	IIB	I	IIA	IIB	
フランジ接合部	6	0.30	0.30	0.20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
円筒接合部	9.5	0.35	0.30	0.20	0.35	0.30	0.20	0.08	0.08	0.08	—	—	—	
いんろう接合部	12.5	0.40	0.30	0.20	0.40	0.30	0.20	0.40	0.30	0.20	0.40	0.20	0.15	
	25	0.50	0.40	0.20	0.50	0.40	0.20	0.50	0.40	0.20	0.50	0.40	0.20	
回転機の 回転軸に おける円 筒接合部	すべり 軸受	6	0.30	0.30	0.20	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		9.5	0.35	0.30	0.20	0.35	0.30	0.20	—	—	—	—	—	—
		12.5	0.40	0.35	0.25	0.40	0.30	0.20	0.40	0.30	0.20	0.40	0.20	—
		25	0.50	0.40	0.30	0.50	0.40	0.25	0.50	0.40	0.25	0.50	0.40	0.20
		40	0.60	0.50	0.40	0.60	0.50	0.30	0.60	0.50	0.30	0.60	0.50	0.25
回転機の 回転軸に おける円 筒接合部	転がり 軸受	6	0.45	0.45	0.30	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		9.5	0.50	0.45	0.35	0.50	0.40	0.25	—	—	—	—	—	—
		12.5	0.60	0.50	0.40	0.60	0.45	0.30	0.60	0.45	0.30	0.60	0.30	0.20
		25	0.75	0.60	0.45	0.75	0.60	0.40	0.75	0.60	0.40	0.75	0.60	0.30
		40	0.80	0.75	0.60	0.80	0.75	0.45	0.80	0.75	0.45	0.80	0.75	0.40

注1 最大隙の決定に当たっては、ISO 31-0によって丸めた値を用いる。

注2 この編では、「回転電気機械」を「回転機」という。

表 2 グループ IIC の容器に対する接合部の最小奥行き及び最大隙

接合部の種類	接合部の 最小奥行き L mm	最大隙 mm				
		内容積 cm^3 $V \leq 100$	内容積 cm^3 $100 < V \leq 500$	内容積 cm^3 $500 < V \leq 2,000$	内容積 cm^3 $V > 2,000$	
フランジ接合部 ^a	6	0.10	—	—	—	
	9.5	0.10	0.10	—	—	
	15.8	0.10	0.10	0.04	—	
	25	0.10	0.10	0.04	0.04	
いんろう 接合部 (図2a)	$c \geq 6.0 \text{ mm}$ $d \geq 0.5 L$ $L = c+d$ $f \leq 1 \text{ mm}$	12.5	0.15	0.15	0.15	—
		25	0.18 ^b	0.18 ^b	0.18 ^b	0.18 ^b
		40	0.20 ^c	0.20 ^c	0.20 ^c	0.20 ^c
円筒接合部, いんろう接合部 (図2b)	6	0.10	—	—	—	
	9.5	0.10	0.10	—	—	
	12.5	0.15	0.15	0.15	—	
	25	0.15	0.15	0.15	0.15	
	40	0.20	0.20	0.20	0.20	
転がり軸受をもつ回転 機の回転軸における円 筒接合部	6	0.15	—	—	—	
	9.5	0.15	0.15	—	—	
	12.5	0.25	0.25	0.25	—	
	25	0.25	0.25	0.25	0.25	
	40	0.30	0.30	0.30	0.30	
^a アセチレンと空気との爆発性混合物に対するフランジ接合部は、5.2.7に適合する場合だけに許容する。 ^b $f < 0.5 \text{ mm}$ であれば、円筒部の最大隙は0.20 mmまで大きくできる。 ^c $f < 0.5 \text{ mm}$ であれば、円筒部の最大隙は0.25 mmまで大きくできる。						
注 最大隙の決定に当たっては、ISO 31-0によって丸めた値を用いる。						

指針活用上の留意点

対応国際規格 (IEC 60079-1:2007) に記載されている“rotating electrical machine”及び“rotating 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。

5.3 ねじ接合部

ねじ接合部は、表 3 及び表 4 に示す要求事項に適合しなければならない。

表3 円筒ねじによる接合部

ピッチ	≥ 0.7 mm ^a
ねじの形状とはめ合い精度	ISO 965-1及びISO-965-3 ^b による中 (medium) 又は精 (fine) の公差
ねじのはめ合い山数	≥ 5
ねじのはめ合い長さ $V \leq 100 \text{ cm}^3$ $V > 100 \text{ cm}^3$	≥ 5 mm ≥ 8 mm
<p>^a ピッチが2 mmを超える場合、15.2の引火試験に適合することを確実にするために、ねじのはめ合い山数を増すなど、製造上特別な検討が必要になる。</p> <p>^b 形状及びはめ合い公差がISO 965-3に合致しない円筒ねじ接合部は、製造者が決めたねじ接合部の奥行きを表6によって減少した状態で15.2の引火試験に適合する場合、許容する。</p>	

指針活用上の留意点

平行管用ねじのGねじ (PFねじ) は、上記表において「形状及びはめ合い公差がISO-965-3に合致しない円筒ねじ接合部」に分類する。

表4 テーパーねじによる接合部^a

各部のねじ山数	≥ 5 ^b
<p>^a はめ合わせる両方のねじは、同じ公称寸法とする。</p> <p>^b ねじはANSI/ASME B1.20.1のNPTに対する要求事項に適合するものとし、かつ、レンチで固く締め上げる。ショルダ(ねじが切られていない円筒部の径がねじの呼び径より大きいねじ)又はねじ山の一部分をスロット又は溝で削除した部位をもつ雄ねじは、次による。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 有効ねじ長さは、寸法L2(規格の表に規定する有効ねじ長)以上であり、かつ 2) ショルダの面とねじ長さ端部までとの間の寸法がL4以上であること <p>雌ねじは、ノッチを合わせた位置からL1プラグゲージを更に0~2回転ねじ込むことができるものとする。</p>	

5.4 ガスケット (Oリングを含む)

圧縮性材料又は弾性体材料のガスケットを、例えば、水分若しくはじんあい(塵埃)の侵入防止又は液体の漏れ防止に用いる場合、補助として使用する。すなわち、耐圧防爆接合部の奥行きを加算も、奥行きの中断もしてはならない。

ガスケットは、次の要求事項を満たすように取り付ける。

- フランジ接合部又はいんろう接合部の平面部にあっては、許容隙及び奥行きを保持する。
- 円筒接合部又はいんろう接合部の円筒部にあっては、(ガスケットを)圧縮する前及び後のいずれにおいても、接合部の最小奥行きを保持する。

これらの要求事項はケーブルグランド(13.1)及び、金属製シール用ガスケット又は金属製シースをも

つ不燃性かつ圧縮性のシール用ガスケットを含んだ接合部には適用しない。これらのシール用ガスケットは、耐圧防爆性に寄与すると考え、この場合、平面部分の各表面間隙は（ガスケットの）圧縮後に測定する。円筒部の最小奥行きは、（ガスケットの）圧縮の前後において維持しなければならない。

—— 指針活用上の留意点 ——

シクネスゲージを使って測定することも方法の一つである。

設計段階では、表面性状も考慮することが望ましい。

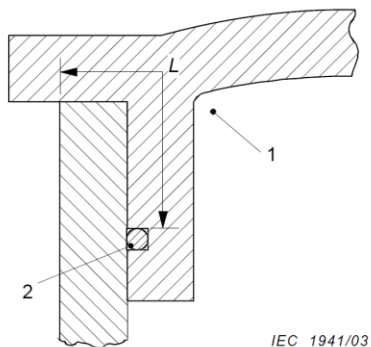


図 10

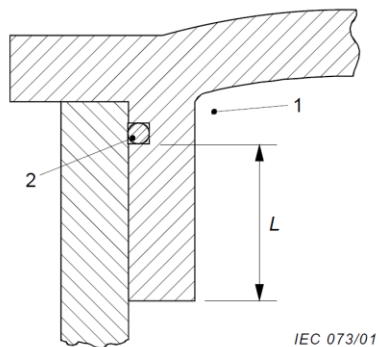


図 11

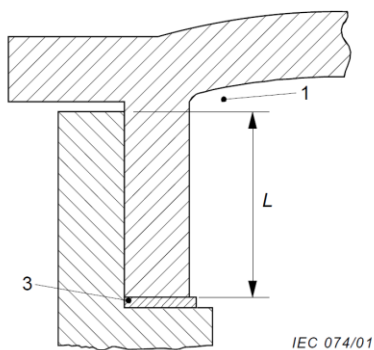


図 12

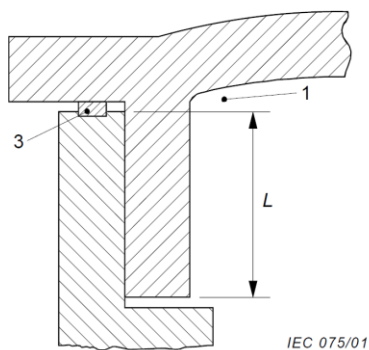


図 13

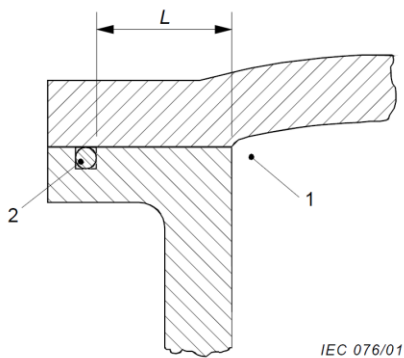


図 14

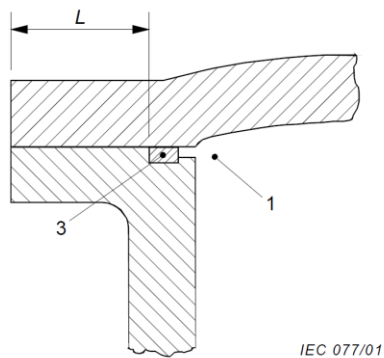
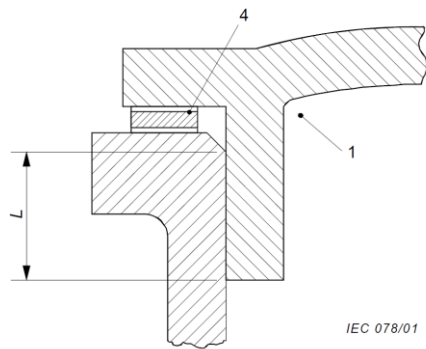


図 15



凡例：

1：容器内部

2：Oリング

3：ガスケット

4：金属ガスケット又は金属シースガスケット

図 16

図 10～図 16 ガスケットに関する要求事項の図解

5.5 キャピラリを用いた機器

キャピラリは、(円筒接合部の) 軸部分の直径を 0 (ゼロ) として、表 1 又は表 2 の円筒接合部に対する隙の寸法を適用する。ただし、キャピラリがこれらの表の隙に適合しない場合、機器は、15.2 に定める引火試験によって評価する。

指針活用上の留意点

キャピラリとは、軸のない、穴だけで構成される管状の構造を指す。したがって、設計者は、細い円筒の内部にピンなどの円筒軸状の構造物を設けて円筒接合面の隙を構成するような設計は、キャピラリに該当しないと解釈することが望ましい。

6 固着接合部

6.1 一般事項

耐圧防爆容器の部分...(容器を構成する部品)...は、容器から分解できないように、容器の壁に直接固着してよい、又は、金属製の枠に固着して、固着した集成体を一つの単位として...(固着材を損傷することなしに)...交換できるようにしてもよい。

固着した接合部が、固着剤のない状態で箇条 5 の要求事項に適合しない場合、固着材は、第 1 編 (総則) に定める高温の熱安定性試験及び低温の熱安定性試験にかける。

6.2 機械的強度

固着接合部は、固着接合部を含めた耐圧防爆容器のシールを確実にする目的に限って許容する...(従って、固着後の)...集成体の機械的強度が固着材の接着力だけに依存することがないように、構造上の配慮をする。固着接合部は、15.1.3.1 に定める圧力及び時間によって試験したとき、附属書 C.3.1.1 に定める判定基準に適合しなければならない。

6.3 固着接合部の奥行き

耐圧防爆容器の内側から外側へ向けての固着接合部の最短経路は、容器の内容積 V に応じて、次の長さ

とする。

$V \leq 10 \text{ cm}^3$	の場合、	3 mm 以上
$10 \text{ cm}^3 < V \leq 100 \text{ cm}^3$	の場合、	6 mm 以上
$V > 100 \text{ cm}^3$	の場合、	10 mm 以上

7 操作軸

耐圧防爆容器の壁を貫通する操作軸は、次の要求事項に適合しなければならない。

7.1

操作軸の直径が、表 1 及び表 2 に定める接合部最小奥行きを超える場合、接合部の奥行きは、操作軸の直径以上とする。ただし、25 mm を超える必要はない。

7.2

通常の使用による磨耗のために、直径方向の隙間が拡大するおそれがある場合、初期状態（工場出荷状態）に復元し易くするための適切な考慮（例えば、交換可能なブッシング）をする。代替法として、箇条 8 に適合する軸受を用いて、磨耗による隙間の拡大を防いでもよい。

8 回転軸及び軸受に対する補足の要求事項

8.1 回転軸の接合部

回転機の回転軸の耐圧防爆接合部は、通常の使用時に磨耗を受けないように配置する。

耐圧防爆接合部は、次のいずれかによることができる。

- － 円筒接合部（図 17 参照）
- － ラビリンス式接合部（図 18 参照）
- － フローティンググランドをもつ接合部（図 19 参照）

8.1.1 円筒接合部

円筒接合部がグリースだめ（溜）のための溝をもつ場合、溝のある領域は、耐圧防爆接合部の奥行きを決めるときに範囲に入れてはならず、かつ、溝が耐圧防爆接合部を中断してはならない（図 17 参照）。

回転機の回転軸の半径方向の最小隙間 k （図 20 参照）は、0.05 mm 以上とする。

8.1.2 ラビリンス式接合部

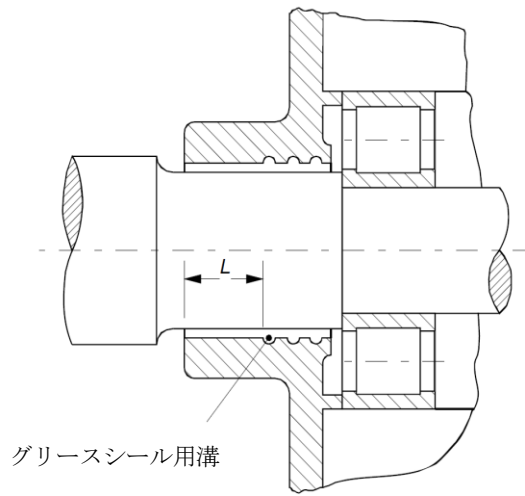
表 1 及び表 2 に適合しないラビリンス式接合部であっても、箇条 14～箇条 16 に定める試験に適合するときは、この規格の要求事項に適合するとみなす。

回転機の回転軸の半径方向の最小隙間 k （図 20 参照）は、0.05 mm 以上とする。

8.1.3 フローティンググランドをもつ接合部

グランドの最大浮き上がりを決めるときは、軸受における隙間及び軸受についての許容磨耗（製造者が指定する）を考慮する。グランドは、回転軸に対して半径方向に、及び、回転軸上を軸方向に、自由に動いてもよいが、回転軸とは常に同心とする。グランドの回転を防止するためのデバイスを備える（図 19 参照）。

フローティンググランドは、グループ IIC の電気機器に対しては許容しない。



IEC 542/07

図 17 回転機の回転軸における円筒接合部の例

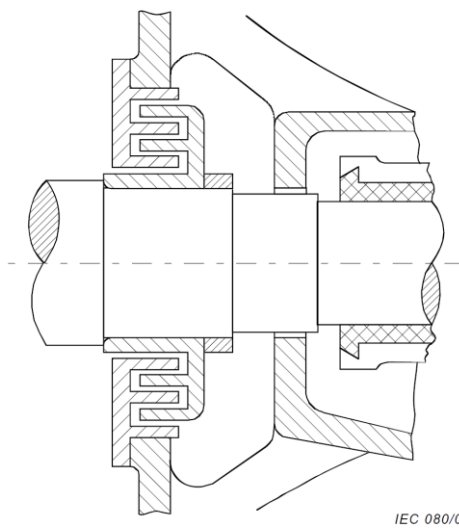
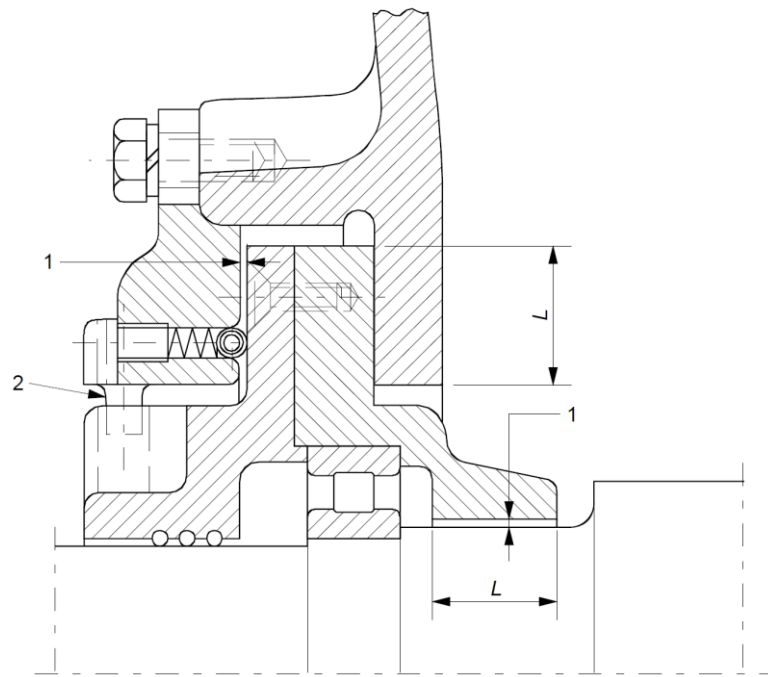


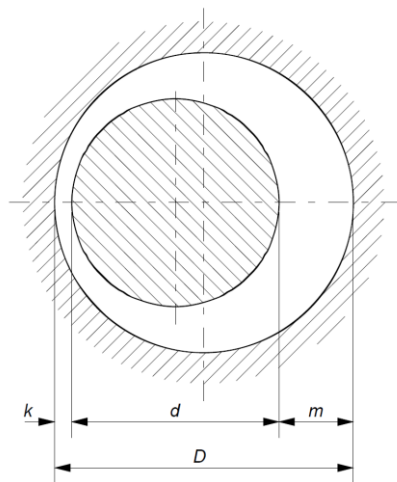
図 18 回転機の回転軸におけるラビリンス式接合部の例



IEC 081/01

凡例： 1 隙 2 グランドの回転防止用ストッパー

図 19 回転機の回転軸におけるフローティンググランドをもつ接合部の例



IEC 082/01

凡例：

k : 接触しない半径方向の許容最小隙間

m : k を考慮した半径方向の最大隙間

$D-d$: 直径隙

図 20 回転機の回転軸の接合面

8.2 軸受

8.2.1 すべり軸受

すべり軸受と組み合わせた回転軸グラウンドの耐圧防爆接合部は、すべり軸受そのものの接合部とは別に設けるものとし、回転軸の直径以上（ただし、25 mm を超える必要はない）の接合部奥行きをもたなければならない。

円筒状又はラビリンス式の耐圧防爆接合部をすべり軸受をもつ回転機に使用する場合、固定子と回転子との間のエアギャップが、製造者の指定する半径方向の最小隙間 k （図 20 参照）より大きいときは、接合部の少なくとも一方の面は、無火花金属（例えば、黄銅）とする。無火花金属の厚さは、エアギャップより大きくななければならない。

すべり軸受は、グループ IIC の回転機には許容しない。

8.2.2 転がり軸受

転がり軸受を備えた回転軸グラウンドにあつては、半径方向の最大隙間 m （図 20 参照）は、この種のグラウンドに対する表 1 及び表 2 の最大許容隙の 2/3 を超えてはならない。

注記 1 組立品については、全ての部分が同時に最悪の寸法となることはないことが知られている。 m 及び k の検証には、公差の統計的処理（例えば、二乗平均平方根）を使うことができる。

注記 2 この編では、製造者が指定する m 及び k の計算を、（認証機関が）検証することは要求していない。さらに、 m 及び k を実測によって検証することも要求してはいない。

9 透光性部品

ガラス以外の透光性部品に対しては、箇条 19 の要求事項を適用する。

注記 いかなる材料の透光性部品を取り付けるにせよ、その部品に機械的な歪（内部ストレス）が生じないように、あらかじめ対策を施すことが望ましい。

10 耐圧防爆構造の容器の一部を構成するブリーザ及びドレン

ブリーザ及びドレンには、（流体）透過性のデバイスを組み込む。ただし、このデバイスは、それを取り付けた容器内の爆発によって生じた圧力に耐え、かつ、容器の周囲の爆発性雰囲気への爆発の伝ば（播）を阻止できなければならない。

デバイスは、火炎の伝ば（播）を防止する性能を損なうような永久的な変形又は損傷を受けることなく、耐圧防爆容器内での爆発の動的な作用に耐えなければならない。このデバイスは、その表面での継続的な燃焼に耐えることを意図するものではない。

これらの要求事項は、音の伝達のためのデバイスにも等しく適用する。ただし、次のデバイスは、対象としない。（適用できない）

- 内部爆発のときの圧力の放散
- 空気との爆発性混合物を形成するおそれがあり、かつ、大気圧の 1.1 倍を超える圧力のガスを含んだ圧力ライン

10.1 ブリーザ及びドレンの開口部

ブリーザ及びドレンの開口部は、フランジ接合部の隙を故意に拡げて製造してはならない。

注記 技術的な理由でブリーザ又はドレンを設ける場合、それらは、例えば、じんあい（塵埃）の蓄積又は塗料によって使用中に機能しなくなることがない構造とすることが望ましい。

10.2 組成上の制限

デバイス（ブリーザ及びドレン）の材料組成は、直接指定して制限する、又は既存の適用可能な仕様を引用して制限する。

アセチレンを含む爆発性ガス雰囲気中使用するブリーザ及びドレンのデバイスは、アセチリドの生成を抑制するために、質量分率 60 %を超える銅を含んではならない。

指針活用上の留意点

「直接に指定」とは、対象物の材料の成分表、組成表によって示すことを指す。

「既存の適用可能な仕様」とは、日本工業規格（JIS）等の工業規格を指す。

10.3 諸寸法

ブリーザ及びドレン並びにその構成部品の諸寸法を指定する。

10.4 測定可能な経路をもつエレメント

エレメントが箇条 14～箇条 16 の試験に適合する場合、経路の隙及び測定可能な長さは、表 1 及び表 2 の値に適合しなくてもよい。

クリンプリボン状のエレメント及びマルチプルスクリーンエレメントに対する補足の要求事項は、附属書 A に示す。

10.5 測定できない経路をもつエレメント

エレメントを通り抜ける経路が測定可能でない場合（例えば、焼結金属エレメント）、エレメントは、附属書 B の該当する要求事項に適合しなければならない。

エレメントは、特定の材料に対する標準的な方法及び特定の製法に応じて、密度及び気孔寸法に従って区分する。（附属書 B 参照）

注記 機能上の理由によっては、特定の材料に対する標準的な方法及び特定の製法に応じて、通気度及び開放気孔率を明記することが必要な場合もある。（附属書 B 参照）

10.6 取外しできるデバイス

デバイス（ブリーザ及びドレン）が取外しできるものの場合、再組立てのときに開口（の大きさ）が減少又は拡大（増大）することを避ける設計とする。

10.7 エレメントの取付け方法

ブリーザ及びドレンのエレメントは、焼結（同時焼結）する、又は、次のいずれかの適切な方法によって固定する。

- 容器と不可分の部分を形成するように、容器に直接に固定する。
- 部品単位で交換できるように、適切な取付け部品に固定した上、容器に（堅牢に）クランプする、又はねじ込む。

代替法として、エレメントを、例えば、5.2.1 によって圧入して接合部を形成してもよい。この場合、箇

条 5 の該当する要求事項を適用するが、エレメントが箇条 14～箇条 16 の型式試験に適合する場合、エレメントの表面粗さは、5.2.2 に適合しなくてもよい。

必要ならば、容器を完全な状態に保つために締付けリング、又は他の類似の方法を用いてもよい。ブリーザ又はドレンのエレメントは、次のいずれかによって取り付けることができる。

- － 容器の内側から：この場合、ねじ又は締付けリングへのアクセスは、（容器の）内側からだけ可能であること。
- － 容器の外側から：この場合、締付け具（締付けねじ等）は、箇条 11 に適合すること。

10.8 機械的強度

ブリーザ、ドレン及びそのガード（ガードがある場合）は、通常どおりに取り付けたとき、第 1 編の衝撃試験に適合しなければならない。

10.9 Ex コンポーネントとして用いるブリーザ及びドレン

Ex コンポーネントとして評価するブリーザ及びドレンには、箇条 10～10.6 に加えて、次の要求事項を適用する。

10.9.1 エレメント及びコンポーネントの取付け方法

ブリーザ及びドレンのエレメントは、焼結、箇条 6 によって固着、又は他の方法で適切な取付け部品に固定して取付け用コンポーネントとする。

取付け用コンポーネント（交換単位）は、箇条 5、箇条 6 及び（該当する場合）箇条 11 の該当する要求事項に適合する取替え可能なユニットとして、クランプ、締付けねじ又はねじ込みによって容器に確実に取り付ける。

10.9.2 Ex コンポーネントとして用いるブリーザ及びドレンの型式試験

試験用コンポーネント（試験用サンプル）は、耐圧防爆容器に通常取り付けるのと同じ方法によって試験容器の端部に取り付ける。試験は、10.8 に定める衝撃試験を行った後の試験用サンプルに対して、次の 10.9.2.1～10.9.2.3 に従って行う。

注記 サンプルを、試験容器の端部を形成する板に取り付ける場合、衝撃試験は、試験容器から取り外して別に行ってもよい。

測定できない経路をもつブリーザ及びドレンにあっては、試験用サンプルの最大気孔寸法（バブル試験の最大気孔寸法）は、指定値の 85 % 未満とはしない（附属書 B.1.2）。

10.9.2.1 ブリーザ及びドレンの耐圧力試験

10.9.2.1.1 試験手順

それぞれの電気機器のグループに対する基準圧力は、次のとおりである。

- － グループ I 1,200 kPa
- － グループ IIA 1,350 kPa
- － グループ IIB 2,500 kPa
- － グループ IIC 4,000 kPa

試験のために、ブリーザ及びドレンの内表面全体にわたって、薄く柔軟な膜を取り付ける。基準圧力は、コンポーネントが対象とする電気機器のグループに応じて、上記のいずれかとする。

次のいずれかの過圧試験を行う。

- － 基準圧力の 1.5 倍の圧力を 10 秒以上加える。この場合、更に個々のコンポーネントに対してルーチン試験を行う必要がある。
- － 基準圧力の 4 倍の圧力を 10 秒以上加える。この試験に適合するときは、試験した形式(型式)は、以後に製造するコンポーネントのいずれに対しても、製造者は、ルーチン試験を行う必要はない。

10.9.2.1.2 判定基準

過圧試験の後、ブリーザ及びドレンに恒久的な変形又は防爆構造に影響する損傷があつてはならない。過圧試験に用いたものを、その後の全ての型式試験の試験用サンプルとして用いる。

10.9.2.2 熱的試験

Ex コンポーネントとしてのブリーザ及びドレンは、それらを取付けようとする耐圧防爆容器の最大内容積に基づいて熱的試験を行う。ただし、内容積は、図 21 の試験装置の内容積を下回ってはならない。

注記 図 21 の試験装置を用いたときの最大内容積は約 2.5 L である。

一つの耐圧防爆容器に複数個取り付けることを意図するブリーザ及びドレンは、その容器に取り付けた状態でも試験を行う。

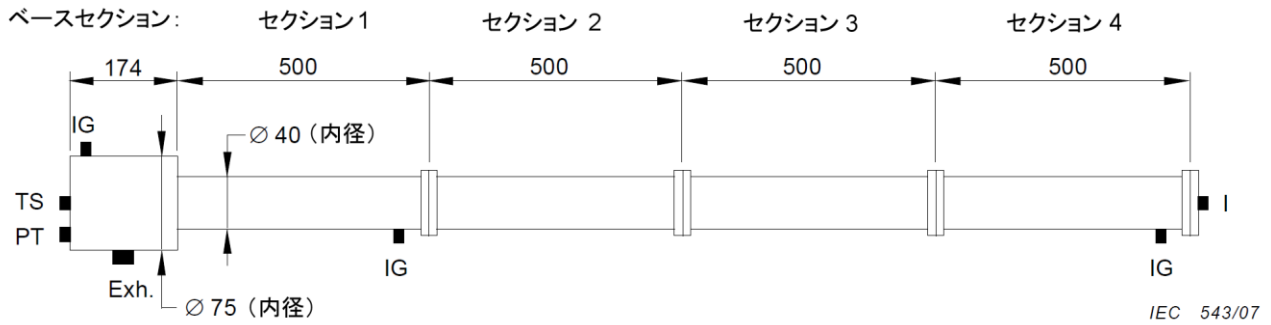
10.9.2.2.1 試験の手順

耐圧防爆構造の容器の内容積が 2.5 L 以下の場合、図 21 に示すように、四つのセクション(セクション 1、2、3、及び 4)の全てからなる試験装置を用いて、次の手順で試験を行う。

- － 点火源の位置は、容器の給気側及び、サンプルを取り付けた端板の内側から 50 mm の地点として、結果を観察する。
- － 試験混合ガスは 15.4.2.1 に従って、該当するガスを用いる。
- － 試験の間、サンプルの外表面の温度をモニター（記録）し続ける。
- － サンプルは、製造者の文書に定められたように動作（規定の流量にさら（曝）す等）させる。5 回の試験の各回の試験の後、サンプルの表面上での継続燃焼が明白になるのに十分な時間、すなわち 10 分以上、サンプルの外側の爆発性混合ガスをそのままの状態に保つ。これは、サンプルの外表面の温度を上昇させること、又は外表面への熱伝達を可能とするためである。
- － 試験は、ブリーザ及びドレンを使用しようとするガスグループに応じたそれぞれの混合ガスについて、5 回ずつ行う。

耐圧防爆構造の容器の内容積が 2.5 L を超える場合、取り付けようとする内容積を代表する容器を用いて、次の手順で試験を行う。

- － 試験混合ガスは、15.4.2.1 に従って、該当するガスを用いる。
- － 試験の間、サンプルの外表面の温度をモニター（記録）し続ける。
- － サンプルは、製造者の文書に定められたように動作（規定の流量にさら（曝）す等）させる。5 回の試験の各回の試験の後、サンプルの表面上での継続燃焼が明白になるのに十分な時間、すなわち 10 分以上、サンプルの外側の爆発性混合ガスをそのままの状態に保つ。これは、サンプルの外表面の温度を上昇させること、又は外表面への熱伝達を可能とするためである。
- － 試験は、ブリーザ及びドレンを使用しようとするガスグループに応じたそれぞれの混合ガスについて、5 回ずつ行う。



- 凡例：
- | | |
|---------------|-------------|
| TS：試験用サンプルの位置 | I：（試験ガスの）入口 |
| Exh：試験廃ガスの出口 | IG：点火源 |
| PT：圧力変換器 | |

図 21 ブリーザ及びドレンのコンポーネントとしての試験の装置

10.9.2.2.2 判定基準

熱的試験の実施中、引火が生じてはならず、かつ、継続的な燃焼が観察されてはならない。サンプルには、火炎の伝ば（播）を防止する性能に影響するような熱的若しくは機械的な損傷又は変形の痕跡が見られてはならない。

サンプルの外表面の温度上昇の測定値に安全率 1.2 を乗じ、それをもとに電気機器の温度等級を決定する。

注記 10.9 のいずれかの試験に不適合となったブリーザ及びドレンは、コンポーネントとしての評価からは排除するが、15.4 によって特定の容器に取り付けて試験する場合、耐圧防爆構造の容器を構成する不可欠な部品として使用できる場合がある。

10.9.2.3 引火試験

この試験は、図 21 に示す標準的試験装置を用いて、15.4.3 の手順に次の補足及び修正を加えて行う。

10.9.2.3.1 試験の手順

点火源の位置は、図 21 に示すとおりとする。

- － 試験ガスの入口側端
- － 試験用サンプルを取り付けた端板の内面から 50 mm の地点

試験の目的上、試験装置は機器のグループに応じて、図 21 のセクションの数を次のようにして組み立てる。

- － グループ I 及び IIA については、 1 セクション
- － グループ IIB 及び IIC については、 4 セクション

試験装置容器内の混合ガスに点火する。試験は、それぞれの点火位置において 5 回ずつ行う。

グループ I, IIA 及び IIB のブリーザ及びドレンであって、測定可能な経路又は測定できない経路をもつものに対しては、15.2.1 の引火試験を適用する。

グループ IIC のブリーザ及びドレンであって、測定可能な経路をもつものに対しては、15.2.2 の引火試験のほかに、15.4.3.2.1 又は 15.4.3.2.2 を適用する。

グループ IIC のブリーザ及びドレンであって、測定できない経路をもつものに対しては、15.4.3.2.1 (方法 A) 又は 15.4.3.2.2 (方法 B) を適用する。

10.9.2.3.2 判定基準

試験の実施中、試験チャンバーの周囲(の試験混合ガス)に引火してはならない。

10.9.3 Ex コンポーネント認証書

Ex コンポーネント認証書には、型式試験を受けた耐圧防爆容器に取り付けるためのブリーザ及びドレンを適切に選択するときに必要な全ての詳細な情報を記録する。Ex コンポーネント認証書には、次の事項を記載する。

- a) 製造者の名称並びに識別図面及び仕様
- b) 基準圧力の限界値

注記 コンポーネントして用いるブリーザ及びドレンの選定においては、ブリーザ及びドレンの限界基準圧力がそれらを取り付けようとする耐圧防爆容器の基準圧力(ブリーザ及びドレンの取付け口を栓で塞いで測定する)を下回らないように選定する。

- c) 型式試験において得られた最高表面温度を周囲温度 40 °C 又は(機器に)表示する高い周囲温度に対して補正した温度
- d) 機器のグループ(すなわち, I, IIA, IIB 又は IIC)
- e) 取り付ける容器の内容積が 2.5 L を超える場合、(熱的試験に基づく)容器の最大許容内容積更に、(出荷時には)個々の Ex コンポーネント又は Ex コンポーネントの梱包には、Ex コンポーネント認証書の写しを添付するとともに、次の内容を記載した製造者の宣言書を添付する。
 - － 認証書の諸条件への適合
 - － 該当する場合、材料、バブル試験最大気孔寸法及び最小密度の確認
 - － 必要な場合、取付けに関する特別な指示

11 締付けねじ、締付けねじの穴及び閉止用部品

11.1

外側からアクセスできるものであって、耐圧防爆容器の部分を組み上げるために必要な締付けねじは、次による。

- － グループ I の機器の場合、第 1 編(総則)の要求事項に適合する特殊締付けねじであって、ねじ頭部をボルトカップ又は座ぐり穴で囲う、又は機器の構造自体によって保護したもの
- － グループ II の機器の場合、第 1 編の要求事項に適合する特殊締付けねじ

注記 グループ I については、ボルトカップ又は座ぐり穴等を要求する意図は、ねじの頭部を衝撃から保護するための何らかの対策をすることにある。

11.2

プラスチック材料製又は軽合金製の締付けねじは、許容しない。

11.3

箇条 15 の型式試験を行うときは、製造者が（図面中で）指定したねじとナットを用いる。

試験に用いるねじ及びナットの強度区分、又はねじ及びナットの降伏点及び種類は、次のいずれかによる。

- a) 表 9 の 20.2 (a) の欄によって機器に表示する
- b) 該当する認証書に明記する

注記 ねじ及びナットの機械的強度に関する追加情報の詳細は、附属書 F を参照する。

指針活用上の留意点

認証書は、第 1 編 (JNIOOSH-TR-46-1:2015) 3.8 参照。

わが国では、型式検定を受ける機械等とともに提出された図面に示された締付けねじと異なる締付けねじを使用することはできない。

11.4

スタッドは 11.3 に適合するとともに、堅固に固定する。例えば、溶接、リベット又は他の同等に有効な方法によって容器に恒久的に取り付ける。

11.5

締付けねじは、耐圧防爆構造の容器を貫通してはならない。ただし、容器壁との間に耐圧防爆接合部を構成し、かつ、ねじが、例えば溶接、リベット又は同等に有効な方法によって容器から外れないようになっている場合、この限りではない。

指針活用上の留意点

「容器壁との間に耐圧防爆接合部を構成し」とは、5.3 ねじ接合部を適用し、耐圧防爆性能を保持する構成を指す。

11.6

耐圧防爆容器の壁を貫通しないねじ又はスタッドの（ねじ）穴の場合、耐圧防爆構造の容器壁の余肉の厚さは、ねじ又はスタッドの公称直径の 1/3 以上（最小 3 mm）とする。

11.7

ねじを容器壁の貫通していないねじ穴に、（ねじが座金組込みではない場合）座金類を付けない状態で完全に締め込んだとき、ねじ穴の底に完全ねじ山で一山以上の余裕（遊び）が残らなければならない。

11.8

製作上の利便性の理由で、耐圧防爆容器の壁に穴を貫通させる場合、その穴は最終的には、容器の耐圧防爆性を保持するようにデバイスで閉鎖する。このデバイスは、11.4 のスタッドに対する要求事項に従って、しっかりと固定する。

11.9

耐圧防爆容器に設けた穴（例えば、ケーブルグランド又は電線管引込口用の穴）を使用しないときは、それらの穴は、閉止用部品で塞いで容器の耐圧防爆性を保持する（図 22 参照）。

閉止用部品は、附属書 C に適合しなければならない。

閉止用部品は、耐圧防爆容器壁の内側又は外側のいずれから取付け又は取外しができるものであってもよい。

機械的に又は摩擦力によってロックする閉止用部品は、11.9.1～11.9.3 の要求事項のうちの一つ以上に適合しなければならない。

11.9.1

外側から取外しができる閉止用部品にあつては、容器内側の保持部品を取り除いて、初めて取外しができるものとする（図 22a 参照）。

11.9.2

工具を用いてだけ取付け又は取外しができる設計としてもよい（図 22b 参照）。

11.9.3

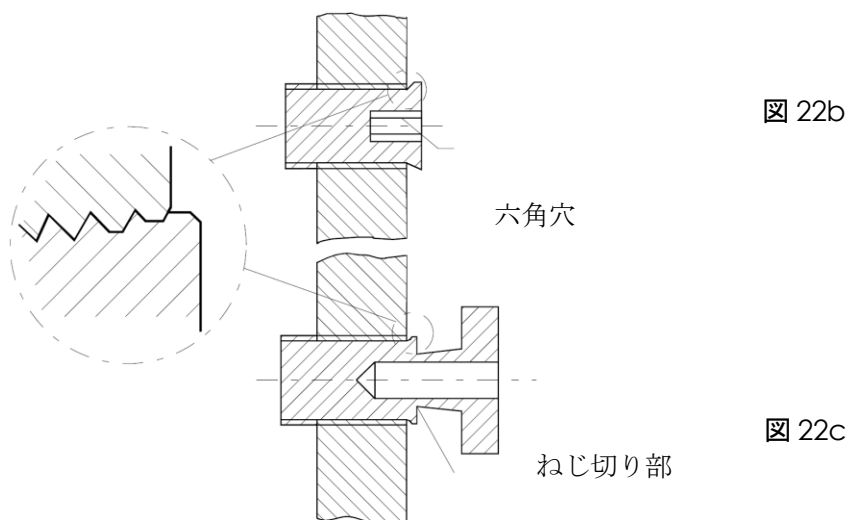
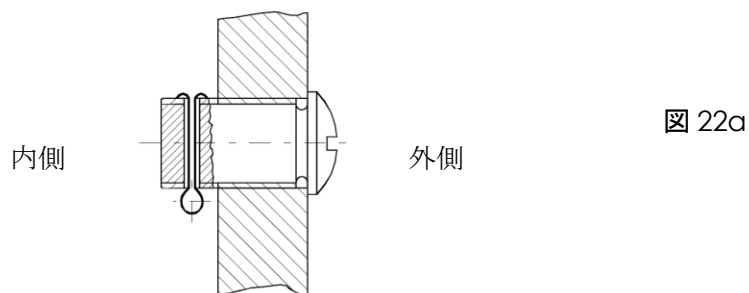
取外しの方法とは別の方法で取り付けるような特別な構造としてもよい。ただし、取外しは、11.9.1 若しくは 11.9.2 に定める方法又は（要求事項の趣旨を達成する）特別な技法によってだけ行うものとする（図 22c 参照）。

11.9.4

閉止用部品は、アダプタと一緒に使用してはならない。

11.10

ねじ蓋式のドア又はカバーは、さらに、六角穴付きセットねじ又は同等の効果をもつ方法によって確実に固定する。



IEC 544/07

図 22 使用しない穴を塞ぐための閉止用部品の例

12 容器の材料及び機械的強度 — 容器内部の材料

12.1

耐圧防爆容器は、箇条 14～箇条 16 の該当する試験に適合しなければならない。

12.2

各容器に個別に適用するとともに、特に、容器を隔てる仕切り壁並びにその仕切り壁を貫通する全てのブッシング及び操作軸に適用する。

12.3

容器が互いに通じる複数の区画をもつ場合、又は、内部の部品の配置のために容器を細分化する場合、通常より大きな圧力及び圧力上昇速度が発生することがある。

そのような現象は、可能な限り構造的に回避する。回避することが不可能なときは、結果的に生じる大きなストレス（爆発圧力）を考慮した構造の容器とする。

12.4

鋳鉄を使用するときは、その材料は、ISO 185 に定める 150 以上の品質とする。

12.5

液体の化学的分解によって、酸素、又は容器が対象とするものより危険度の高い爆発性混合ガスが発生するリスクがある場合、耐圧防爆容器内ではそのような液体は使用してはならない。ただし、発生する爆発性混合ガスについて、容器が箇条 14～箇条 16 の試験に適合する場合、この限りではない。なお、この場合であっても、周囲の(電気機器を設置する)爆発性雰囲気は、電気機器が対象とするグループに対して適切でなければならない。

12.6

グループ I の耐圧防爆容器内において、空気中でアークを発生するおそれのある電気的ストレスであって、遮断器、接触器、アイソレータなど、スイッチング動作を伴う機器内において、16 A を超える定格電流によって生じる電気的ストレスにさら(曝)される絶縁材料は、IEC 60112 による比較トラッキング指数 CTI を 400 M 以上とする。

ただし、上述の絶縁材料がこの試験に適合しないときであっても、その体積が空の容器の全内容積の 1 % 以下である場合、又は、絶縁材料が分解して危険な状況が生じる前に適切な検出装置によって容器への電源の供給を供給側で遮断することができる場合、その絶縁材料を使用してもよい。この場合、そうした検出装置の存在とその効力を実証しなければならない。

指針活用上の留意点

ここでいう M は、JIS C 2134 (固体絶縁材料の保証及び比較トラッキング指数の測定方法) によって、溶液 B を使用したことを表示するため、CTI 値の後に文字“M”を付けることである。

12.7

耐圧防爆容器は、亜鉛又は亜鉛を 80 % 以上含む合金で製造してはならない。

注記 亜鉛及び亜鉛合金は、特に温度が高く湿った空気中では、とりわけ引張強度が低下する傾向がある。さらに、他の多くの金属に比べて反応性に富むと考えられている。このような理由で、上記の制約を規定している。

13 耐圧防爆容器への引込み

全ての引込部がこの箇条の該当する要求事項に適合する場合、容器の耐圧防爆性能は、(引込部があっても) 変化しない。ただし、容器に設けるメートルねじの穴は、ISO 965-1 及び ISO 965-3 に従って、公差 6H 以上とし、かつ、いかなる面取り又は切込みも外壁面から 2 mm 以内とする。

ケーブルグランド又は電線管を取り付けるために容器に設けたねじ穴の種類及びサイズは、例えば、M25, 1/2NPT のように識別表示する。これは、次のいずれかによる。

- 表 10 の 20.3 (a) に従って、指定のねじの種類及びサイズをねじ穴の近傍に表示する。
- 表 10 の 20.3 (a) に従って、指定のねじの種類及びサイズを銘板に表示する。

- － 取扱説明書（設置指示書）に特定のねじの種類及びサイズを識別指定するとともに、表 10 の 20.3 (b) に従って、表に記載の文言又は ISO 3864 に規定する記号 B.3.1 を、機器の銘版に参照表示する。

製造者は、その電気機器を特定できる書類の中に、次の内容を記載する。

- a) 引込部を取り付けることができる箇所
- b) 許容する最大引込部の数

アダプタを用いる場合、それぞれの引込部についてアダプタが 2 個以上連なってはならない。閉止用部品にはアダプタを用いてはならない。

指針活用上の留意点

わが国の検定制度上、ケーブルグランドは検定合格の範囲の中で指定されている。このため、ねじ込み口の識別表示は必ずしも必要としていない。

13.1 ケーブルグランド

ケーブルグランドは、一体形（機器の容器の一部を構成する）と分離形（不特定の機器に用いることを意図するもの）とにかかわらず、この編の要求事項及び附属書 C の該当する要求事項に適合するとともに、ケーブルグランドを取り付ける容器との間に、箇条 5 に規定する奥行きと隙を形成するものでなければならない。

ケーブルグランドが容器と一体である、又は容器に固有のものである場合、該当する容器の一部として試験を行う。

ケーブルグランドが分離形である場合、次による。

- － ねじ山付きの Ex ケーブルグランドは、機器として評価することができる。そうしたケーブルグランドは、（機器の一部として評価するため、Ex ケーブルグランド単独としては）15.1 の諸試験、箇条 16 のルーチン試験のいずれにもかける必要はない。
- － 他のケーブルグランドは、Ex コンポーネントとしてだけ評価することができる。

指針活用上の留意点

わが国の検定制度上、ケーブルグランド単体を対象とした型式検定合格証は発行されていない。

わが国の防爆電気機器は、その機器に応じたケーブルグランドまでを含めている。使用者は、その防爆電気機器に指定されていないケーブルグランドを使用してはならない。

13.2 電線管用シールデバイス

電線管用シールデバイスは、一体形（機器の容器の一部を構成するもの）と分離形（不特定の機器に用いることを意図するもの）とにかかわらず、この編の要求事項並びにケーブルグランドを電線管用シールデバイスに置き替えた C.2.1.2 及び C.3.1.2 の要求事項に適合するとともに、容器との間に、箇条 5 に規

定する奥行きと隙を形成するものでなければならない。

注記 この種の構造は、再使用を許していないことから、C.2.1.2の「ケーブルグラウンドは、コンパウンドの指定硬化期間後、コンパウンドを傷めることなく、電気機器への取付け及び取外しができなければならない。」という要求事項は適用しないのがよい。

電線管用シールドデバイスが容器と一体形である、又は容器に固有のものである場合、該当する容器の一部として試験を行う。

電線管用シールドデバイスが分離形である場合、次による。

- － ねじ山付きの Ex 電線管用シールドデバイスは、機器として評価することができる。そのような電線管用シールドデバイスは、（機器の一部として評価するため、Ex 電線管用シールドデバイス単独としては）15.1の諸試験、箇条 16 のルーチン試験のいずれにもかける必要はない。
- － 他の電線管用シールドデバイスは、Ex コンポーネントとしてだけ評価することができる。

指針活用上の留意点

電線管用シールドデバイスとは、金属管配線における電線管路の一部分を構成し、一般的に、内部にシールド用コンパウンドを充填するように作られた電線管用附属品であるシーリングフィッチングを指す。わが国の検定制度上、電気機器（端子箱を含む）の容器壁を貫通している場合などは、検定合格の範囲の中で指定されている。電線管用シールドデバイスの構造等については、「工場電気設備防爆指針（ガス蒸気防爆 2006）」(NIIS-TR-No.39) 参考資料 7、「ユーザーのための工場防爆設備ガイド」(JNIOOSH-TR-No.44) 3.7.6 が参考となる。

13.2.1

電線管引込み（金属管配線）は、グループ II の電気機器に対してだけ許容する。

指針活用上の留意点

電線管引込み（金属管配線）は、グループ I 及びグループ III の電気機器に対しては許容しないため、設計者、製造者及び使用者は、設置の計画、電気配線の計画に当たって注意しなければならない。

13.2.2

硬化性コンパウンド及び充填用箱を用いたシールドデバイスは、耐圧防爆構造の機器の容器の一部として設ける、又は、その容器の配線口の直近に設ける。それらは、附属書 C に規定する密封性の型式試験に適合しなければならない。評価済みのシールドデバイスは、機器の製造者が提供する取扱説明書に従って、機器の設置者又は使用者が取り付けてもよい。

注記 シールドデバイスを、耐圧防爆構造の機器の容器に直接、又は、カップリングに必要な附属品を介して固定する場合、そのデバイスは、耐圧防爆構造の機器の容器の配線口の直近に設けられたとみなす。

シール用コンパウンド及びその用法は、充填用箱の認証書又は完成品の耐圧防爆構造の機器の認証書に記載する。充填用箱内のコンパウンドと耐圧防爆構造機器の容器との間の（コンパウンドが充填されずに残る）充填用箱の部分は、耐圧防爆容器として取り扱う。すなわち、接合部は箇条 5 に適合するものとし、かつ、組立て後の集成体には 15.2 の引火試験を行う。

耐圧防爆構造の機器の容器（又は、最終的に容器となるもの）に最も近い密封面からその容器（又は、最終的に容器となるもの）の外壁面までの距離は、実用上可能な限り短くし、かつ、いかなる場合においても、電線管の内径又は 50 mm のいずれか小さい方の寸法以下とする。

指針活用上の留意点

「充填用箱」とは、シーリングフィッチングを指す。「最終的に容器となるもの」とは、最終的な使用状態における耐圧防爆構造の容器を指す。「可能な限り短くする」とは、機器の容器の面（つら）からシール用コンパウンド表面までの距離を可能な限り短くすることを指している。（これが長い場合、爆発圧力によって悪影響が生じるおそれがあるため。）

わが国の検定制度上、コンパウンド充填用箱単体を対象とした型式検定合格証は、発行されていない。

13.3 プラグ、ソケット及びケーブルカプラ

指針活用上の留意点

プラグ、ソケットとは、差込接続器を指す場合がある。

13.3.1

プラグ、ソケットの構造及び取付け方法は、プラグとソケットとが二つに分離したときであっても、容器の耐圧防爆性能を変化させるものであってはならない。

13.3.2

プラグ、ソケット及びケーブルカプラの耐圧防爆容器の耐圧防爆接合部の奥行き及び隙は、接点（ただし、接地若しくは等電位ボンディング用の接点又は第 6 編（本質安全防爆構造）に適合する回路の一部を成す接点は除く。）が分離するときの内容積に基づいて決定する。

13.3.3

プラグ、ソケット及びケーブルカプラにあっては、プラグ、ソケット及びケーブルカプラを結合させた瞬間及び接点（ただし、接地若しくは等電位ボンディング用の接点又は第 6 編（本質安全防爆構造）に適合する回路の一部を成す接点は除く。）が分離するときのいずれの場合でも、内部で爆発が生じたときに容器の耐圧防爆性能を維持しなければならない。

13.3.4

13.3.2 及び 13.3.3 の要求事項は、11.1 に適合する特殊締付けねじで結合し、かつ、表 9 の 20.2 (b) による表示をするプラグ、ソケット及びケーブルカプラには適用しない。

13.4 ブッシング

ブッシングは、容器と一体（機器の容器の一部を構成するもの）と分離形（不特定の機器に用いることを意図するもの）とにかかわらず、この編の要求事項及び附属書 C の該当する要求事項に適合するとともに、容器との間に簡条 5 に規定する奥行き及び隙を形成しなければならない。

ブッシングが容器と一体である、又は容器に固有のものである場合、該当する容器の一部として試験を行う。

ブッシングが分離形である場合、次による。

- － ねじ山付きの Ex ブッシングは、機器として評価することができる。そのようなブッシングは、（機器の一部として評価するため、Ex ブッシング単独としては）15.1 の諸試験、簡条 16 のルーチン試験のいずれにもかける必要はない。
- － 他のブッシングは、Ex コンポーネントとしてだけ評価することができる

14 検証及び試験

次の要求事項は、検証及び試験に関する第 1 編、及び、耐圧防爆構造“d”についての要求事項を補足するものである。

第 1 編に定める最高表面温度の決定は、この規格の表 5 に定める条件において行う。

表 5 最高表面温度を決定するための条件

電気機器の種類	試験電圧	過負荷又は不具合の条件
照明器具（安定器なしの場合）	$U_n + 10\%$	なし
電磁式安定器	$U_n + 10\%$	$U_n + 10\%$ 整流効果はダイオードで模擬する ^a
電子式安定器	$U_n + 10\%$	^c
電動機	$U_n \pm 10\%$ ^b	なし
抵抗器	$U_n + 10\%$	なし
電磁石	$U_n + 10\%$	U_n 及びエアギャップの最悪ケース
その他の機器	$U_n \pm 10\%$	適用できる一般産業機器規格による
<p>注 U_nは機器の定格電圧である。電圧の範囲（独立した定格電圧に対して）を含む機器にあつては、試験電圧はその範囲内で最悪の場合の電圧とする。</p>		
<p>^a 整流効果は、直管形蛍光ランプ用の安定器の場合にだけ模擬すればよい。</p>		
<p>^b 代替法として、最高表面温度を $U_n \pm 5\%$ において決定してもよい（IEC 60034-1）。ただし、その場合、この使用電圧の範囲を機器に表示するとともに、製造者の取扱説明書に記載する。</p>		
<p>^c 「ランプの寿命末期」における照明器具の温度を決めるための補足的な試験について、検討中である（平成26年11月末現在、結論は得られていない。）。第5編（安全増防爆構造）に手引きを述べる。</p>		

指針活用上の留意点

「電磁石」には、電磁弁用電磁石などがある。「エアギャップの最悪ケース」とは、例えば、可動鉄心が最大ストロークの状態となったときである。

15 型式試験

型式試験は、第1編（総則）に定める容器の試験を行った試験用サンプルの内の一つに対して、次の順序で行う。

- a) 15.1.2による爆発圧力（基準圧力）の決定
- b) 15.1.3による過圧試験
- c) 15.2による引火試験

次の場合、試験の順序が上記と異なってもよい。すなわち、静圧又は動圧による過圧試験は、引火試験の後に行ってもよく、既に第1のサンプルに対して行った機械的強度に影響する他の試験と同じ試験を受けた別の（第2の）サンプルに対して行ってもよい。ただし、いずれの場合にも、過圧試験の後、容器の接合部に恒久的な変形を生じ、又は、容器には防爆構造に影響する損傷が生じてはならない。

容器は、原則として、全ての内蔵部品を取り付けた状態で試験を行う。ただし、内蔵部品を等価モデルで置き換えてもよい。

様々な種類の機器又はコンポーネントを内蔵するように容器を設計している（ただし、取付けの配置については製造者が詳細に指定している）場合、容器は、空の状態でもよい。ただし、この場合、それが、爆発圧力の発生という意味で最も過酷な条件であると同時に、第1編に定める他の安全上の要求事項に適合することを確認していることが前提である。

内蔵機器の一部を除いた状態でも使用できるように容器を設計している場合、試験は最も苛酷と考えられる条件で行う。上記のいずれの場合であっても、認証書には、許容できる内蔵機器の種類及び取付け配置を記載する。

耐圧防爆容器の着脱可能部（部分）は、最悪の組合せ条件で試験を行う。

指針活用上の留意点

「容器は空の状態でもよい」とは、附属書Dに規定するExコンポーネントとしての空の耐圧防爆容器が該当する。

「最も過酷」と考えられる条件を明確にすることは難しい。それは、内容物の形状・配置等によって、爆発圧力の分布、最大圧力は異なるからであり、空の状態が「最も過酷」とはいえないからである。したがって、防爆機器の設計者は、内蔵機器、部品を設計どおりに組み込んだ状態での適合性を考慮する。

ここでいう「等価モデル」とは、実際の内容物の替わりとなるもの（ダミー）を指す。

15.1 容器の耐圧力試験

15.1.1 一般事項

これらの試験の目的は、容器が内部の爆発に耐えることを実証することである。

容器は、15.1.2 及び 15.1.3 の試験を行う。

容器に、耐圧防爆構造に影響する恒久的な変形又は損傷が生じないときは、試験に適合とみなす。さらに、接合部は、いかなる箇所においても恒久的に広がってはならない。

15.1.2 爆発圧力（基準圧力）の決定

基準圧力とは、これらの試験中に測定した最大平滑圧力の最高値と大気圧との差をいう。平滑化のために、カットオフ周波数（通過帯域の利得から 3 dB 減衰する周波数）5 kHz±10 %のローパスフィルタを用いる。

-20℃未満の周囲温度での使用を意図する電気機器については、基準圧力は、次のいずれかの方法によって求める。

- 全ての電気機器について、最低周囲温度以下で基準圧力を求める。
- 全ての電気機器について、初圧を高めた規定の試験混合ガスを用いて通常の周囲温度で求める。試験混合ガスの絶対圧力 P (kPa) は、最低周囲温度 $T_{a,min}$ (°C) を用いて、次式で計算する。

$$P = 100 \times \left[\frac{293}{(T_{a,min} + 273)} \right] \text{ (kPa)}$$

指針活用上の留意点

上記の「通常の周囲温度」とは、第 1 編（総則）の環境条件-20℃～+40℃を指す。ただし、試験は、常温（(20±15)℃，JIS Z 8703 参照）を推奨する。

「初圧」とは、ここではサンプル内における点火する前の試験混合ガスの圧力を指す。

- 回転機（電動機，発電機，タコメータなど）以外の電気機器であって、内部の形状が単純で（附属書 D 参照），空のときの容器の内容積が 3 L 以下の，圧力重積が生じるおそれがないものについては，規定の試験混合ガスを用いて通常の周囲温度で求めるが，得られた値は下表の係数によって増加させることを前提としている。
- 回転機（電動機，発電機，タコメータなど）以外の電気機器であって，内部の形状が単純で（附属書 D 参照），空のときの容器の内容積が 10 L 以下の，圧力重積が生じるおそれがないものについては，規定の試験混合ガスを用いて通常の周囲温度で求めるが，得られた値は下表の係数によって増加させることを前提としている。この方法による場合，15.1.3.1 の過圧試験の圧力は，係数を乗じた基準圧力の 4 倍とする。1.5 倍の圧力による過圧試験及びブルーチン試験は許容しない。

係数の表

最低周囲温度 °C	≥ -20 (注記参照)	≥ -30	≥ -40	≥ -50	≥ -60
係数	1.0	1.37	1.45	1.53	1.62

注記 第1編（総則）に定める標準的な周囲温度範囲に対して設計した機器も含む。

指針活用上の留意点

基準圧力の決定に当たっては、測定した圧力に上の表の係数を乗じた値を基準圧力とする。

15.1.2.1

試験では、容器内の混合ガスに点火し、爆発によって生じる圧力を毎回測定する。

混合ガスは、一つ以上の点火源によって点火する。ただし、爆発性混合ガスに点火できる火花を発生するデバイスが容器内にあるときは、そのデバイスを用いて点火してもよい。（この場合、デバイスは、設計した最大電力を発生させる必要はない。）

爆発によって発生する圧力を、その都度測定し、記録する。点火源の位置及び圧力変換器（圧力センサ）の位置は、最高の圧力を生じる組合せを見出すために、試験機関の判断に委ねる。取外しできるガスケットを機器の製造者が提供している場合、試験容器には、それらのガスケットを取り付ける。

試験の回数及び使用する爆発性混合ガス（空気との体積分率、圧力は大気圧）は、次のとおりとする。

グループIの電気機器	(9.8±0.5) %のメタンと空気との混合ガスを用いて	3回
グループIIAの電気機器	(4.6±0.3) %のプロパンと空気との混合ガスを用いて	3回
グループIIBの電気機器	(8±0.5) %のエチレンと空気との混合ガスを用いて	3回
グループIICの電気機器	(14±1) %のアセチレンと空気との混合ガスを用いて	3回
	(31±1) %の水素と空気との混合ガスを用いて	3回

指針活用上の留意点

①IIB+H₂の電気機器の場合

わが国の検定制度上、IIB+H₂の電気機器の場合、次について試験を行う。

グループIIB+H ₂ の電気機器	(8±0.5) %のエチレンと空気との混合ガスを用いて	3回
	(31±1) %の水素と空気との混合ガスを用いて	3回

②基準圧力の測定は、試験用サンプルの接合面の隙が設計値の公差内である状態での爆発圧力を測定することが原則である。ただし、15.2.2.1（第1法）における引火試験を行う場合、この限りではない。基準圧力の測定は、製品に取り付けることになっているパッキン類及びガスケット類は全て取り付けた上で行う。

③ガラス等のぞき窓をもつ機器において、のぞき窓部に受圧センサを設ける場合、ガラス等の代わりに代替物を使って受圧センサを取り付けることができる。このとき、過圧試験は静的過圧試験法を採用することになる。

④点火位置及び受圧位置は、隣接した位置よりも容器の対面など互いに離れた位置に配置するようにするなど圧力が高くなる位置関係を考慮する。

15.1.2.2

回転機は、停止状態及び運転状態で試験を行う。運転状態での試験では、自身の電源で駆動しても、補助の電動機によって駆動してもよい。試験時の最低速度は、その機械の最大定格速度の90%以上とする。

注記 電動機がインバータ駆動の場合、製造者は、現時点及び今後の電源変換器が使えるような定格速度を指定することを考慮する必要がある。

指針活用上の留意点

試験において、サンプルに通電して回転させる場合、内部で爆発を発生させるため、試験中での故障による中断、絶縁物の破壊、短絡事故等のリスクが懸念される。他力駆動（「補助の電動機によって駆動」）の採用を推奨する。

全ての電動機は、2個以上の圧力変換器（圧力センサ）を用いて試験を行う。電動機の両端のコイルエンド領域内に1個ずつ取り付け。電動機両端でのそれぞれの点火を、電動機の停止状態及び運転状態の両方で繰り返す。この結果、4回以上連続の試験を行うことになる。端子区画がある場合、それが電動機...(の空間)...とつながっていてシールされていない場合、3個目の圧力変換器（圧力センサ）を設け、一連の試験を追加することを考慮する。

15.1.2.3

耐圧防爆容器の試験において、圧力重積が発生するおそれがあるときは、試験は、15.1.2.1のグループに応じたガスのそれぞれについて、5回以上行う。グループIIBについては、その後、水素/メタン（混合比85/15）混合物を空気中に（24±1）%含む試験ガスで、5回以上試験を繰り返す。

注記1 次のいずれかの場合、圧力重積が発生していると推定する。

- 一連の試験で得られた圧力の値が、互いに1.5倍以上離れている。
- 圧力上昇時間が5ms未満である。

注記2 試験を繰り返すことは、(1) 圧力重積が生じないときはエチレンが最悪状態を代表する圧力をもたらし、(2) 圧力重積が生じるときはそうではない、という原理に基づいている。したがって、この前提で、圧力重積が生じるときは、上記の水素-メタン混合気を用いた追加の試験を行う。

指針活用上の留意点

基準圧力を決定する場合、得られた圧力波形について、それが圧力重積か否かを判断することが難しいときがある。そのようなときは、専門の機関等に相談することが望ましい。

15.1.2.4

単一の特定のガスの中での使用を意図する電気機器は、そのガスと空気との混合ガスのうち最高の爆発圧力を生じる混合ガスを用いて、大気圧で試験してもよい。そのような電気機器は、相当するグループに対してではなく、そのガスについてだけ評価する。当然、第1編（総則）の29.4c)によって、使用上の

制限を明示する。

特定の単一ガス又は複数のガスを対象ガスから排除することが必要なときは、第1編の29.3 e) によって機器に記号 X を表示するとともに、認証書にも明記する。

単一の特定のガス及びそのガスより一つ等級が低いグループに対する複合表示（例えば、IIB+H₂）は、容器に対し、その特定のガスだけでなく、その下位のグループに対する試験も行う場合、適用することができる。

15.1.3 過圧試験

この試験は、次の第1法又は第2法のいずれかによって行うものとし、この二つの方法は等価と考える。

-20℃未満の温度での使用を意図する電気機器にあつては、過圧試験は、最低周囲温度以下で行う。使用する材料の引張強さ及び降伏強さの特性が、低温で著しく低下しないことが材料の仕様によって示される場合、過圧試験は常温で行ってもよい。

指針活用上の留意点

「材料の仕様」とは、一般的には、材料製造者の仕様又は材料規格を指す。

15.1.3.1 過圧試験 — 第1法（静的過圧試験）

加える相対圧力は、次のいずれかによる。

- 基準圧力の1.5倍
- 基準圧力の4倍（ただし、ルーチン過圧試験を行わない容器の場合）
- 機器のサイズ（形状、内容積）が小さいために基準圧力の決定が実行困難であった場合、下表の圧力とする。

内容積 cm ³	機器のグループ	試験圧力 kPa
≤ 10	I, IIA, IIB, IIC	1,000
> 10	I	1,000
> 10	IIA, IIB	1,500
> 10	IIC	2,000

試験圧力を加える時間は、10秒以上とする。

過圧試験は、1回だけ行う。

過圧試験の結果が15.1.1に適合し、かつ、容器壁から漏れがないときは、試験に適合とする。

15.1.3.2 過圧試験 — 第2法（動的過圧試験）

動的過圧試験は、容器に加わる最高圧力を基準圧力の1.5倍として行う。

15.1.2.1に規定する混合ガスを用いて試験を行うときは、基準圧力の1.5倍の圧力を発生させるために、混合ガスを予圧縮してもよい。

試験は1回だけ行う。ただし、グループIICの電気機器に対しては、それぞれの試験ガスについて3回

ずつ行う。

過圧試験の結果が 15.1.1 に適合するときは、過圧試験に適合とする。

指針活用上の留意点

第 2 法（動的過圧試験）の試験は、容器に加わる最高圧力が基準圧力の 1.5 倍となるようにして行うことが記載されている。IEC 規格における規格の趣旨としては、過圧試験としては、ルーチン過圧試験を行わない場合、基準圧力の 4 倍を要求している。このため、第 2 法（動的過圧試験）の場合、ルーチン過圧試験を行わない場合を定義してはいたないためルーチン過圧試験を行わないときは、第 1 法（静的過圧試験）を用いる。ガスを使った試験設備では、基準圧力の 4 倍の圧力を得ることは設備上難しい場合がある。さらに、第 2 法（動的過圧試験）は、基準圧力が測定できる場合にしか適用できない。

15.2 引火試験

ガスケット（5.4 参照）は取り外しておく。試験用サンプルを試験槽に入れる。試験用サンプル及び試験槽の中に、同じ爆発性混合ガスを大気圧で満たす。

試験用サンプルのねじ接合部の火炎経路長さ（はめ合い長さ）は、表 6 に従って減少する。

試験用サンプルのいんろう接合部、円筒接合部及びフランジ接合部の火炎経路長さ（奥行き）は、製造者が（図面上で）指定した最小寸法の 115 %以下とする。

いんろう接合部であって、接合部の奥行き L が円筒部分だけからなる場合（図 2b 参照）のフランジ部の隙は、電気機器のグループが I 及び IIA の場合 1 mm 以上、グループ IIB の場合 0.5 mm 以上、及びグループ IIC の場合 0.3 mm 以上に広げる。

注記 試験用サンプルの隙に対する要求事項は、グループに応じて 15.2.1 (I, IIA 及び IIB) 及び 15.2.2 (IIC) に規定する。

指針活用上の留意点

設計者は、試験のためにフランジ接合面の隙を確保する場合、シクネスゲージ等スペーサを利用することができる。設計者は、グループ IIC (IIB+H₂を含む) の場合、円筒接合面の試験隙 i_E においてスペーサを利用して隙を確保し、評価することが望ましい。

引火試験において、試験用サンプル容器内の試験混合ガスは、爆発ごとに置換することになるが、置換が不十分の場合、爆発時圧力の減少又は圧力波形のばらつき、火炎逸走する場合の再現性への影響が生じるため、試験者は十分置換することを考慮する。さらに、排ガスが試験用サンプルを通じて試験槽内に漏れ出すため必要に応じて試験混合ガスの入れ替えを行う。

初圧重畳法を用いる場合、初圧は試験用サンプルの容器の内部のほか、外部（試験槽）にも同じ初圧のかかった状態で行ってもよい。

試験用サンプルは、通常、内容物を組み込んだ試験用サンプルを指す。

試験用サンプルのいんろう接合部、円筒接合部及びフランジ接合部の火炎経路長さ（奥行き）は、製造者が（図面上で）指定した最小寸法の 115 %を超えてはならず、かつ、設計値の許容差範囲は超えてはならない。

ねじ接合部以外の火炎経路をもち、60 °C を超える周囲温度で使用することを意図する機器にあつては、引火試験は、次のいずれかの条件の下で行う。

- － 指定した最高周囲温度以上の温度で、規定の試験混合ガス（大気圧）を用いて
- － 通常の周囲温度で、規定の試験混合ガスの圧力を表 7 の係数によって上昇させて
- － 通常の周囲温度及び大気圧において、試験隙 i_E を表 7 の係数によって増大させて

—— 指針活用上の留意点 ——

上記の通常の周囲温度は第 1 編（総則）の環境条件-20 °C～+40 °C を指す。ただし、試験は、常温（(20±15) °C、JIS Z 8703 参照）を推奨する。

容器を、異なる材料で構成し、それらの温度係数（熱膨張係数）が異なり、そのことが隙の寸法に影響する場合（例えば、ガラス窓と金属製枠との間で円筒状隙を形成する場合）、次のいずれかを引火試験に適用する。

- － 20 °C における最大隙と、指定の最高周囲温度 $T_{a,max}$ における隙の拡大とを考慮に入れた計算上の最大隙 $i_{c,T}$ について、試験隙 i_E を $i_{c,T}$ の 90 % 以上に拡げて試験を行う。
- － 20 °C における最大隙と、指定の最高周囲温度 $T_{a,max}$ における隙の拡大とを考慮に入れた計算上の最大隙 $i_{c,T}$ について、規定の試験混合ガスを用い、その圧力を次式によって増大させて試験を行う。

$$P_v = (i_{c,T}/i_E) \times 0.9$$

—— 指針活用上の留意点 ——

対応国際規格（IEC 60079-1:2007）に記載はないが、 P_v は、予圧縮係数（初圧の係数）と考える。

「最大隙」は、製造者の図面に規定した最大隙の値である。

「20 °C における最大隙と、指定の最高周囲温度 $T_{a,max}$ における隙の拡大とを考慮する」例として、各接合面（近傍）の使用温度を測定し、各々の隙の膨張の度合を元に計算するという方法がある。

表 6 引火試験におけるねじはめ合いの長さの減少

ねじ接合部の種類	減少する長さ			
	グループI, II A及びII B (15.2.1)		グループII C (15.2.2)	
	15.2.1.1	15.2.1.2	15.2.2.1	15.2.2.2
ISO 965 (JIS B 0209) に適合する精度が中級以上の円筒ねじ	減少不要	減少不要	減少不要	減少不要
円筒ねじで、公差が上欄を超えるもの	1/3	1/2	1/2	1/3
NPT	減少不要	減少不要	減少不要	減少不要
注 テーパーねじ (NPT) にあつては、公差が最大の状態で、ねじ規格が許容する「手でしっかり締めたときの最小はめ合い山数」において接合部を試験する。				

表7 混合ガスの初圧（予圧縮）又は試験用隙（ i_E ）を増大するときの係数

下記温度まで ℃	グループI 12.5 % CH ₄ /H ₂	グループIIA 55 % H ₂	グループIIB 37 % H ₂	グループIIC 27.5 % H ₂ 7.5 % C ₂ H ₂
60	1.00	1.00	1.00	1.50
70	1.06	1.05	1.04	1.67
80	1.07	1.06	1.05	1.70
90	1.08	1.07	1.06	1.73
100	1.09	1.08	1.06	1.74
110	1.10	1.09	1.07	1.77
120	1.11	1.10	1.08	1.80
125	1.12	1.11	1.09	1.83

IEC 60079-14 は、フランジ（平らな）接合部をもつ耐圧防爆構造“d”の機器の設置について制限している。特に、そうした機器のフランジ接合部を、機器の一部ではない固体物体に、表8に示す距離以上に接近して設置することを許容していない。ただし、そのような状態で試験を行った場合、この限りではない。

表8に示す値未満の接近距離で試験を行ったときは、その機器について、障害物までの最短距離を認証書に記載する。また、機器には、表10の20.3(c)に従って表示する。

表8 耐圧防爆構造“d”のフランジ開口部から障害物までの（許容）最短距離

電気機器のグループ	最短距離 mm
IIA	10
IIB	30
IIC	40

指針活用上の留意点

この要求事項は設置上の要求事項であり、機器の構造上の要求事項として扱うのは難しい。ただし、安全上必要な情報に該当するため、機器の設計者は意図が使用者へ伝わるよう取扱説明書の内容に配慮する必要がある。

15.2.1 グループI, IIA 及び IIB の電気機器

15.2.1.1

容器の隙 i_E は、製造者が図面上で規定した最大隙 i_C の 90 % 以上 ($0.9 i_C \leq i_E \leq i_C$) とする。

試験に使用する爆発性混合ガスは、次のとおりとする（空気との体積分率、圧力は大気圧）。

- － グループ I の電気機器：(12.5±0.5) %（メタン／水素（混合比メタン（58±1) %／水素（42±1) %））（MESG = 0.8 mm）

- － グループ IIA の電気機器：(55±0.5) % 水素 (MESG = 0.65 mm)
- － グループ IIB の電気機器：(37±0.5) % 水素 (MESG = 0.35 mm)

注記 この試験のために選定した混合ガスは、それがもつ既知の安全率によって、接合部が火炎の通過を防ぐことを確実にするものである。この安全率 K は、それぞれのグループを代表するガスの MESG と試験ガスとして選んだガスの MESG との比である。

- － グループ I の電気機器： $K = 1.14/0.8 = 1.42$ (メタン)
- － グループ IIA の電気機器： $K = 0.92/0.65 = 1.42$ (プロパン)
- － グループ IIB の電気機器： $K = 0.65/0.35 = 1.85$ (エチレン)

代替法として、試験用サンプルの隙が上記の条件を満足しないときは、引火試験の型式試験として、次の(二つのうちの)いずれかの方法を用いてもよい。

- － MESG がより小さい混合ガスを用いる(下表)。

電気機器のグループ	i_E / i_C	混合ガス
I	≥ 0.75	55 % H ₂ ±0.5
	≥ 0.6	50 % H ₂ ±0.5
IIA	≥ 0.75	50 % H ₂ ±0.5
	≥ 0.6	45 % H ₂ ±0.5
IIB	≥ 0.75	28 % H ₂ ±1
	≥ 0.6	28 % H ₂ ±1 (140 kPaにおいて)

指針活用上の留意点

「140 kPa」は、絶対圧であり、ゲージ圧では 40 kPa の初圧のことを指す。

- － 通常の試験ガスを用い、次式によって予圧縮する。

$$P_k = \frac{i_C}{i_E} \times 0.9$$

ただし、 P_k は、予圧縮係数である。

15.2.1.2

グループ IIA 及び IIB の容器が 15.2.1.1 の試験で破損又は変形するおそれがある場合、製造者の指定した隙の最大値を更に拡げて試験を行ってもよい。この場合の隙の拡大率は、グループ IIA の電気機器については 1.42、グループ IIB の電気機器については 1.85 とする。容器内及び試験槽内で使用する爆発性混合ガスは、次のとおりとする(空気との体積分率、圧力は大気圧)。

- － グループ IIA の電気機器：(4.2±0.1) % プロパン
- － グループ IIB の電気機器：(6.5±0.5) % エチレン

15.2.1.3

15.2.1.1 又は 15.2.1.2 の試験は、5 回行う。試験槽に引火しないときは、試験結果は、適合とする。

15.2.2 グループ IIC の電気機器

この試験には、次のいずれかの方法を用いることができる。

注記 ここでは、下記の第 1 法と第 2 法とは、1.5 の安全率及び（設計最大隙の）90%の最小試験隙という点において等価とみなす。これは、（試験ガスの初期）圧力（初圧，予圧縮）が試験隙の寸法を増大させることによって達成する。

15.2.2.1 第 1 法

ねじ接合部以外の全ての接合部の隙は、次の値に拮げる。フランジ接合部の隙は、0.1 mm 以上とする。

$$1.35 i_c \leq i_E \leq 1.5 i_c$$

ただし、 i_E は試験時のサンプルの隙、 i_c は製造者の図面に規定する最大隙である。

試験用サンプル及び試験槽の中の爆発性混合ガスは、次のとおりとする（空気との体積分率，圧力は大気圧）。

- － (27.5±1.5) % 水素
- － (7.5±1) % アセチレン

それぞれの混合ガスについて、5 回ずつ試験を行う。機器の用途が水素だけ又はアセチレンだけの場合、試験はいずれか該当する混合ガスについてだけ行う。

注記 転がり軸受をもつ回転機のシャフトグランド形円筒接合部を備えたサンプルを用意するときは、試験隙 i_E は、表 1 又は表 2 において直径差で考え、8.2.2 の半径差は適用しない。

15.2.2.2 第 2 法

試験用サンプルは、次式による試験隙 i_E について試験を行う。

$$0.9 i_c \leq i_E \leq i_c$$

容器及び試験槽には、第 1 法において規定した混合ガスの一方を大気圧の 1.5 倍の圧力で満たす。

試験は、それぞれの混合ガスについて 5 回ずつ行う。

代替法として、試験用サンプルの隙が上記の条件を満足しないときは、次の方法を用いてもよい。通常の試験ガスをを用い、次式によって予圧縮する。

$$P_k = \frac{i_c}{i_E} \times 1.35$$

ただし、 P_k は予圧縮係数（初圧）である。

注記 転がり軸受をもつ回転機のシャフトグランド形円筒接合部を備えた試験用サンプルを用意するときは、試験隙 i_E は、表 1 又は表 2 において直径差で考え、8.2.2 の半径差は適用しない。

指針活用上の留意点

上記の 15.2.2.1（第 1 法）は、隙を調節することから、隙間調節法とも呼ばれる。15.2.2.2（第 2 法）は、試験ガスに予圧縮（初圧）を加えることから、初圧重畳法とも呼ばれる。

15.2.2.3

1 台しか製造しない電気機器の場合、試験（用に）隙は変更しないで、15.2.2.1 のそれぞれの試験ガスの

圧力を大気圧として、5回ずつ試験を行うものとし、かつ、5.1の寸法上の要求事項を適用する。

15.3 (予備の箇条)

15.4 ブリーザ及びドレンを備えた耐圧防爆容器の試験

10.8の衝撃試験を行った後の試験用サンプルに対して、15.4.1～15.4.3の試験を、次の順序で行う。

測定できない経路をもつブリーザ及びドレンにあっては、試験用サンプルの最大気孔寸法（バブル試験の最大気孔寸法）は、指定値の85%以上とする（附属書B参照）。

15.4.1 容器の耐圧力試験

試験は、15.1に次の補足及び修正を加えて行う。

15.4.1.1

15.1.2による爆発圧力（基準圧力）の決定においては、ブリーザ及びドレンは、閉止栓（solid plug）に置き換える。

15.4.1.2

15.1.3の過圧試験においては、ブリーザ及びドレン（以下、15.4では「ブリーザ及びドレン」を「デバイス」ということがある。）の内表面に薄い柔軟な膜（例えば、薄いプラスチックシート）を取り付ける。過圧試験の後、デバイスに恒久的な変形又は防爆構造を損なうような損傷があってはならない。

15.4.2 熱的試験

15.4.2.1 試験の手順

デバイスを取り付けた容器を、15.4.3.1の方法で試験を行う。ただし、点火源の位置は、熱的に最も厳しい結果をもたらす位置（1箇所）だけとする。

試験の間、デバイスの外表面の温度をモニターする。試験は5回行う。使用する試験ガスは、大気圧で体積分率（ 4.2 ± 0.1 ）%のプロパン-空気の混合ガスとする。アセチレン雰囲気を使用することを意図するデバイスについては、さらに、大気圧で体積分率（ 7.5 ± 1.0 ）%のアセチレン-空気の混合ガスを用いた試験も行う。

潜在的に危険なガスが強制的に流れる、又は流れが誘導される可能性のある容器については、試験の間、ガスが、デバイス及び容器を通して流れることができるようにする。

通気システム又はサンプリング系は、製造者の文書に指定しているとおりに作動させる。5回の各試験の後、デバイスの表面上での継続燃焼が明白になるのに十分な時間、デバイスの外側の爆発性混合ガスをそのままの状態に維持する（例えば、デバイスの外表面の温度を上昇させ、又は外表面への熱伝達を可能にするためには、10分以上放置する。）。

15.4.2.2 判定基準

継続燃焼が観察されてはならない。火炎逸走が生じてはならない。

デバイスの外表面の温度上昇の測定値に安全率1.2を乗じ、（それをもとに）電気機器の温度等級を決定する。

指針活用上の留意点

防爆機器の設計者は、最高表面温度を決定するための試験（温度試験）を行うとき、デバイスの外表面を温度測定ポイントに含めておき、試験（温度試験）の結果に、15.4.2.2を加味することを考慮する。

15.4.3 引火試験

試験は、15.2に、次の補足及び修正を加えて行う。

15.4.3.1 試験の手順

最初に、デバイスの内表面に点火源を接近させて試験を行い、デバイスの表面で高いピーク爆発圧力及び高い昇圧速度が生じる場合、続いて、一箇所以上に点火源を設けて試験を行う。容器に同じデバイスが複数個取り付けられる場合、最も厳しい結果となるものを試験の対象とする。容器内の試験用混合ガスに点火する。試験は、それぞれの点火位置について5回ずつ行う。

15.4.3.2 ブリーザ及びドレンに対する引火試験

グループ I, IIA 及び IIB のブリーザ及びドレンには、15.2.1 の引火試験を適用する。

測定可能な経路をもつグループ IIC のブリーザ及びドレンについては、15.2.2 の試験に加えて、

15.4.3.2.1 又は 15.4.3.2.2 の試験を適用する。測定できない経路をもつグループ IIC のブリーザ及びドレンについては、15.4.3.2.1 又は 15.4.3.2.2 の試験を適用する。

15.4.3.2.1 方法 A

試験は、15.2.2.2 及び 15.4.3.1 に従って行う。試験は、それぞれの試験ガスについて5回ずつ行う。水素だけを対象とするデバイスについては、水素-空気混合ガスを用いた試験だけが必要である。

15.4.3.2.2 方法 B

この方法による場合、対象となるグループ IIC のガスの範囲を制限する。用途の制限については、第1編（総則）の 29.4 c) に従って表示する。

特定の一つ以上のガスを（対象ガスから）除外することが必要な場合、機器には第1編の 29.3 e) によって記号 X を表示するとともに、認証書に記載する。

二硫化炭素は、内容積が 100 cm³ を超える容器については、許容しない。

試験混合ガスは、次による。（組成は体積分率、圧力は大気圧）

a) 水素 (40±1) %、酸素 (20±1) %、残りは窒素

b) アセチレン (10±1) %、酸素 (24±1) %、残りは窒素

試験は、15.4.3.1 に従って、それぞれの試験ガスについて5回ずつ行う。

水素だけを対象とするデバイスの場合、試験ガス a) だけを用いる。

15.4.3.3 判定基準

試験槽内に引火しなければ、試験に適合とする。

指針活用上の留意点

上記の方法 A は、15.2.2.2 第2法（初圧重畳法）の手法を使用した試験方法を指している。これに対し方法 B は、試験ガスに安全率を盛り込んだ手法を使用した試験方法を指している。

16 ルーチン試験

16.1

次のルーチン試験は、容器が圧力に耐え、かつ、容器には外部に通じる穴又は亀裂がないことを確実にするためのものである。

ルーチン試験には過圧試験を含め、これは、15.1.3の型式試験に規定する方法のうち、いずれか一つによって行う。-20℃未満の周囲温度での使用を意図する機器については、通常の周囲温度での過圧試験で十分である。

指針活用上の留意点

「容器には外部に通じる穴又は亀裂がないことを確実にするため」とは、設計上意図しないピンホール又はクラックがないことを指す。

「通常の周囲温度」とは、第1編（総則）の環境条件-20℃～+40℃を指す。ただし、試験は、常温（(20±15)℃、JIS Z 8703参照）で行うことを推奨する。

16.1.1

ルーチン過圧試験は、型式過圧試験を第2法で行った場合であっても、第1法で行ってよい。

基準圧力の決定が実行困難であった場合、及び、動的試験では内蔵機器（例えば、巻線）へのリスクがある場合、加える静圧は、次による。

内容積 cm ³	電気機器のグループ	圧力 kPa
≤ 10	I, IIA, IIB, IIC	1,000
> 10	I	1,000
> 10	IIA, IIB,	1,500
> 10	IIC	2,000

16.1.2

第2法を用いる場合、ルーチン試験は、次のいずれかによる。

- 爆発試験による。ただし、15.1.2（基準圧力の決定）の規定に該当する爆発性ガスを、容器の内側及び外側に大気圧の1.5倍の圧力で満たして試験を行う。
- 動的過圧試験及びそれに続く引火試験による。動的過圧試験は、型式試験の15.1.3.2によって、引火試験は、15.2.1.2又は15.2.2.1に定める試験ガスを、容器の内側と外側に大気圧で満たして試験を行う。
- 動的過圧試験及びそれに続く静圧試験による。動的過圧試験は、型式試験の15.1.3.2によって、静圧試験は、圧力200 kPa以上で行う。

16.1.3

ルーチン試験の目的から、容器は、空の状態ですれば十分である。ただし、ルーチン試験を動的試験で行い、かつ、内蔵機器が内部爆発の圧力上昇（圧力の大きさ、昇圧速度）に影響するときは、それを考慮して試験条件を決める。

耐圧防爆容器の個々の部分（例えば、蓋及び底板）を別々に試験してもよい。試験の条件は、完成状態の容器について試験したときに、それらの部分に加わる力と同等の力が加わるものとする。

16.2

内容積 10 cm³ 以下の容器については、ルーチン試験は必要としない。内容積 10 cm³ を超える容器であっても、規定の型式試験を基準圧力の 4 倍に等しい静的過圧試験で行った場合、同様にルーチン試験を必要としない。しかし、溶接構造の容器は、全ての場合についてルーチン試験を行う。

基準圧力の測定が実行不可能な容器については、ルーチン試験の免除を適用しない。

特定の耐圧防爆容器に限定しないブッシングは、その組立ての手順を十分に文書化している場合、ルーチン試験は必要ない（C.2.1.4 参照）。

16.3

次の条件をいずれも満たすときは、ルーチン試験に適合とする。

- 容器が、接合部の恒久的な変形又は容器への損傷を生じることなく、圧力に耐える。
- 16.1.2 に従って動的過圧試験に続いて静圧試験を行ったとき、容器壁からの漏れがない、又は動的試験を行ったとき引火を生じない。

指針活用上の留意点

「動的試験を行ったとき引火を生じない」とは、16.1.2 の 1 番目及び 2 番目に記載の方法を指す。

17 グループ I の開閉器

グループ I の耐圧防爆容器であって、次の三つの条件に該当するものは、17.1 及び 17.2 の要求事項に適合しなければならない。

- 使用現場において、ときどき（例えば、調整目的又は保護リレーを初期状態に戻すために）開けることがある。
- 遠隔操作のスイッチングデバイス（例としては、機器を手動で操作するのではなく機械的、電氣的、電気光学的、空気圧的、音響的、磁氣的又は熱的な作用によって回路を接続・開放するものをいう。）をもつ。
- 機器使用中に、爆発性混合ガスに点火する能力のあるアーク又は火花を生じる。

17.1 回路の切離し手段

アクセス可能な全ての導電部（ただし、第 6 編（本質安全防爆構造）に適合する本安回路の導電部及び等電位ボンディング又は接地用の導電部は除く。）は、耐圧防爆容器を開ける前に、電源から切り離されるものでなければならない。

これらの耐圧防爆容器を電源から切り離す手段は、17.1.1、17.1.2 又は 17.1.3 による。

17.1.1

切離し手段は、耐圧防爆容器の内部に設けられるものとし、この場合、切り離し手段を操作して回路を開放した後に充電状態で残る部分は、次のいずれかによって保護する。

- － 第 1 編（総則）に掲げる標準の防爆構造の一つによって保護する。
- － 各相間及び各相と接地との間に対して、第 5 編（安全増防爆構造）に従って、空間距離及び沿面距離を確保するとともに、IEC 60529 による IP20 以上の保護等級を備えた容器で保護して、いかなる開口部からも工具が充電部分に接触できないようにする。これは、本質安全防爆構造規格に適合する本安回路部分であって、充電したまま残る部分には適用しない。

いずれの場合においても、充電したまま残る部分を保護する蓋には、表 9 の 20.2 (c) による表示をする。

17.1.2

切離しの手段は、第 1 編（総則）に掲げる標準の防爆構造の一つに適合するもう一つの容器の中に取り付ける。

17.1.3

切離しの手段は、13.3 に適合するプラグ、ソケット又はケーブルカップラによって構成する。

17.2 ドア及びカバー

17.2.1 単純な操作で開閉できるドア又はカバー

これらのドア又はカバーは、アイソレータと機械的にインターロックをかけ、かつ、次の二つの条件を満たさなければならない。

17.2.1.1

アイソレータが閉じている間、容器は、耐圧防爆容器の性能（防爆構造“d”）を保持する。

17.2.1.2

アイソレータは、これらのドア又はカバーが、耐圧防爆容器の性能（防爆構造“d”）を確実にするときだけに、閉じることができる。

17.2.2 ねじで締め付けて固定するドア又はカバー

これらのドア又はカバーには、表 9 の 20.2 (c) による表示をする。

17.2.3 ねじ蓋式のドア又はカバー

これらのドア又はカバーには、表 9 の 20.2 (c) による表示をする。

18 ランプ受金及びランプ口金

次の要求事項は、耐圧防爆構造の容器（防爆構造“d”）を形成するランプ受金及びランプ口金に適用するが、安全増（防爆構造“e”）の照明器具の要求事項として使用してもよい。

18.1 ランプの緩みを防ぐためのデバイス

第 5 編（安全増防爆構造“e”）で要求するランプの緩止め装置は、ねじ山付きのランプ受金では省略してもよい。ただし、耐圧防爆構造の容器（防爆構造“d”）に収めた速動形のスイッチが備えられていて、ランプとランプ受金との間の接触が分離する前に、そのスイッチがランプ電極への全ての回路を開放（遮断）...する場合に限る。

18.2 円筒状のランプロ金を備えたランプ受金及びランプロ金

18.2.1

直管形蛍光ランプ受金及びランプロ金は、IEC 60061 のデータシート Fa6 の寸法上の要求事項に適合しなければならない。

18.2.2

他の受金については、箇条 5 の要求事項を適用するが、ランプ受金及びランプロ金の中の耐圧防爆接合部の奥行きは、接点分離の瞬間において 10 mm 以上とする。

18.3 ねじ込式のランプロ金を備えたランプ受金

18.3.1

ランプ受金のねじの部分、想定する使用条件で耐食性のある材料とする。

18.3.2

ランプのねじを取り外すとき、接点分離の瞬間において、完全ねじ部が 2 山以上噛み合っていないなければならない。

18.3.3

ねじ山付きのランプ受金が E26/E27 型又は E39/E40 型の場合、電氣的接触は、バネで支える接点素子によって確保する。さらに、グループ IIB 又は IIC の電気機器については、ランプの取付け及び取外しにおける接点の接触及び開放は、それぞれグループ IIB 又は IIC の耐圧防爆容器（防爆構造“d”）の内部において行う。

注記 E10 型及び E14 型のねじ山付きランプ受金の場合、18.3.3 の要求事項は適用しない。

19 非金属製容器及び容器の非金属製部分

非金属製容器及び容器の非金属製部分には、次の要求事項を適用する。ただし、ケーブルグランドのシールリング又は電線管用シールデバイス、及び防爆構造に影響を与えない非金属製部分を除く。

指針活用上の留意点

シールリングとは、ケーブルの引き込み時にケーブルと共に圧縮して密封するシールリングを指す。

19.1 (予備の箇条)

19.2 構造上の特別な要求事項

19.2.1 容器内部壁面の耐トラッキング性及び沿面距離

非金属材料の容器又は容器の非金属製部分が裸充電部を直接支持する使い方をするときは、容器の内部壁面の耐トラッキング性及び沿面距離は、第 5 編（安全増防爆構造）の要求事項に適合しなければならない。

ただし、グループ I の容器であって、空気中でアークを生じるような電氣的ストレスにさら（曝）されるおそれがあり、かつ、その電氣的ストレスが 16 A を超える定格電流によって生じるもの場合、12.6 に定める要求事項に従わなければならない。

19.3 型式試験に対する補足的要求事項

第1編（総則）による型式試験は、19.3.1及び19.3.2の試験によって補足する。

19.3.1 耐炎性の試験

19.3.1.1 試験の手順

耐炎性の試験は、19.3.1.2～19.3.1.4の順序で行う。

19.3.1.2 容器の圧力試験の手順

15.1.2に定める基準圧力の決定は、第1編に定める容器の諸試験にかけていないサンプルに対して行ってもよい。

15.1.3に定める過圧試験は、第1編に定める容器の諸試験にかけた全ての試験用サンプルに対して行う。

19.3.1.3 火炎による侵食試験

この試験は、内容積が50 cm³を超え、かつ、その耐圧防爆接合部の片面又は両面がプラスチックである容器だけに適用する。

この試験は、第1編に定める容器の諸試験にかけていないサンプルに対して行ってもよい。サンプルは15.2に従って用意し、フランジ接合部及びいんろう接合部の平面部分の隙は0.1mm～0.15 mmの間に設定する。

隣接した二つの耐圧防爆容器を貫通するブッシングについては、試験は、最も悪い条件となる方の容器内で行う。

試験では、対応するグループに応じて、15.1.2.1に定める試験ガスを50回点火させる。グループIICの電気機器にあつては、15.1.2.1に定める2種類の試験ガスで25回ずつ行う。

次の引火試験に適合するときは、この試験に適合と判定する。

19.3.1.4 引火試験

この試験は、15.2に従って行う。さらに、第1編に定める容器の諸試験にかけていないサンプルに対して行ってもよい。

19.3.2 燃焼性

この試験は、プラスチック材料製の容器又は容器のプラスチック材料製部分に対してだけ行う。

試験は、IEC 60695-11-10 (Method V-2) による。

20 表示

20.1 一般事項

耐圧防爆構造“d”の容器には、第1編（総則）に従って表示するほか、耐圧防爆構造“d”に関して、次の表示を追加する。

20.2 注意表示及び警告表示

次のいずれかの表示を要求する場合、「注意」又は「警告」の文字の後に続く表9の文言は、技術的に等価な文言又は記号に置き換えてもよい。二つの警告を組み合わせ、一つの等価な警告としてもよい。

表 9 注意表示及び警告表示のための表示文

	参照箇条	注意表示及び警告表示
20.2 (a)	11.3, 11.4	『注意—降伏応力が〇〇以上の締付けねじを使用のこと』 (ただし, 降伏応力の値〇〇は該当する試験によって決定する。)
20.2 (b)	13.3.4	『警告—通電中は分離するな』
20.2 (c)	17.1.1, 17.2.2, 17.2.3	『警告—通電中は開けるな』
20.2 (d)	E.3.2	『警告—爆発性ガス雰囲気が存在するときは開けるな』

20.3 情報提供のための表示

次のいずれかの表示を要求する場合, 表 10 の文言は, 技術的に等価な文言又は記号に置き換えてもよい。複数の (異なる) 警告文を一つの等価な警告文として組み合わせてもよい。

表 10 情報提供のための表示文

	参照箇条	情報提供のための表示
20.3 (a)	13	ねじのサイズ及び種類の識別 (例: ½NPT, M25)
20.3 (b)	13	『設置用の取扱説明書を参照のこと』
20.3 (c)	15.2	『この機器を設置するときは, フランジ接合部の周囲に障害物がないこと 〇〇以上離していること』 (〇〇は, 引火試験における障害物の近接距離によって決まるが, 試験時の距離は表8の値未満とする。)
20.3 (d)	D.3.8	『Exコンポーネント認証書をもつ空の耐圧防爆容器』

附属書 A

(規定)

ブリーザ及びドレンのクリンプリボンエレメント及びマルチプルスクリーンエレメントに対する補足要求事項

A.1

クリンプリボンエレメント及びマルチプルスクリーンエレメントは、白銅、ステンレス鋼及び他のこの用途に適することが分かっている金属から製造する。アルミニウム、チタン、マグネシウム及びそれらの合金は使用してはならない。

注記 銅の含量の限度については 10.2 を参照するとよい。

A.2

デバイスを通る経路を図面に指定し、かつ、デバイスの完成品において測定できる場合、経路の長さの上限及び下限の許容値を指定し、製造段階でこれらを監視する。

A.3

A.2 を適用しない場合、附属書 B の該当する要求事項を適用する。

A.4

15.4.3 の型式試験は、最大許容隙寸法の 90 % 以上の隙で製造した試験用サンプルについて行う。

附属書 B

(規定)

測定できない経路をもつブリーザ及びドレンのエレメントに対する 補足要求事項

B.1 焼結金属エレメント

B.1.1

焼結金属エレメントは、次のいずれかから製造する。

- － ステンレス鋼
- － 90/10 銅－すず（錫）の青銅
- － この用途に適することが分かっている特定の金属又は特定の合金。ただし、アルミニウム、チタン、マグネシウム及びそれらの合金は使用してはならない。

注記 銅の含量の限度については 10.2 を参照するとよい。

B.1.2

バブル試験最大気孔寸法は、ISO 4003 に規定する方法に従って決定する。

B.1.3

焼結金属エレメントの密度は、ISO 2738 に規定する方法に従って決定する。

B.1.4

デバイスの機能上の側面に関して、エレメントの開放気孔率又は通気度を求める必要があるときは、ISO 2738 及び ISO 4022 に従って測定する。

B.1.5

焼結金属エレメントは、次の項目を文書中に表明することによって、明確に識別する。

- － 10.2 及び B.1.1 に基づく材料
- － B.1.2 に基づくバブル試験最大気孔寸法（単位 μm ）
- － B.1.3 に基づく最小密度
- － 最小厚さ
- － （該当する場合、） B.1.4 に基づく通気度及び開放気孔率

指針活用上の留意点

この文書は、型式検定申請時の申請書類の一部を構成する。

B.2 圧縮メタルワイヤエレメント

B.2.1

圧縮メタルワイヤエレメントは、ステンレス線の編組又は、他のこの用途に適することが分かっている特定の金属から製造する。

注記 銅の含量の限度については 10.2 を参照するとよい。

アルミニウム、チタン、マグネシウム及びそれらの合金は、使用してはならない。製造者は、編組を型に入れて圧縮し、均質な細隙とする。

B.2.2

密度を評価するため、線径を指定する。質量、編組の長さ、エレメントの厚さ及び編目の大きさについても情報が与えられなければならない。エレメントの質量と、エレメントの体積に等しい同一金属の質量との比は 0.4~0.6 とする。

B.2.3

バブル試験最大気孔寸法は、ISO 4003 に規定する方法に従って決定する。

B.2.4

エレメントの密度は、ISO 2738 に規定する方法に従って決定する。

B.2.5

エレメントの機能上の側面に関して、開放気孔率又は通気度を求める必要があるときは、ISO 2738 及び ISO 4022 に従って測定する。

B.2.6

エレメントは、次の項目を文書中に表明することによって、明確に識別する。

- 10.2 及び B.2.1 に基づく材料
- B.2.3 に基づくバブル試験最大気孔寸法 (単位 μm)
- B.2.4 に基づく最小密度
- 諸寸法及びそれらの公差
- 該当する場合、B.2.5 に基づく通気度及び開放気孔率

B.3 発泡金属エレメント

B.3.1

発泡金属エレメントは、網状の発泡ポリウレタンをニッケルで被覆し、熱分解によってポリウレタンを除去後、気相拡散法などによってニッケルをニッケル-クロム合金に変換し、必要に応じて、その材料を圧縮して製造する。

B.3.2

発泡金属エレメントは、クロムを質量分率 15%以上含まなければならない。

B.3.3

最大気泡試験気孔寸法は、ISO 4003 に規定する方法に従って決定する。

B.3.4

発泡金属エレメントの密度は、ISO 2738 に規定する方法に従って決定する。

B.3.5

発泡金属エレメントの機能に関して、開放気孔率又は通気度を決定することが要求されている場合、ISO 2738 及び ISO 4022 に従って測定を行う。

B.3.6

発泡金属エレメントは、次の項目を文書中に記載することによって、明確に識別する。

- － 10.2, B.3.1 及び B.3.2 による材料
- － B.3.3 に基づく最大気泡試験気孔寸法 (単位 μm)
- － 最小厚さ
- － 最小密度
- － (該当する場合) B.3.5 に基づく開放気孔率及び通気度

附属書 C (規定)

耐圧防爆構造の引込みデバイスに対する補足の要求事項

C.1 一般事項

この附属書は、第 1 編（総則）の要求事項に加えて、耐圧防爆構造の引込みデバイスの構造及び試験に適用する特定の要求事項を規定する。引込みデバイスには、ケーブルグラウンド、電線管用シーリングデバイス、Ex 閉止用部品、Ex ねじアダプタ及びブッシングを含む。

C.2 構造上の要求事項

C.2.1 密封の方法

C.2.1.1 エラストマー製シーリングを用いたケーブルグラウンド及び電線管用シールデバイス

指針活用上の留意点

シーリング（ケーブルパッキン、(ゴム) パッキンなどということがある）は、ケーブルの引き込み時にケーブルと共に圧縮して密封／シールする部品を指す。

C.2.1.1.1

ケーブルグラウンド又は電線管用シールデバイスは、外径が同じで内径が異なるシーリングを使用できる場合、グラウンド本体とシーリングとの間、並びにシーリングとケーブルとの間の圧縮前のシーリングの軸方向最小密封距離（すなわち、隙の長さ）は、ケーブルの寸法に応じて、次のとおりとする。

- － 断面が円形で外径が 20 mm 以下のケーブル及び断面が円形以外で周長が 60 mm 以下のケーブルの場合、20 mm
- － 断面が円形で外径が 20 mm を超えるケーブル及び断面が円形以外で周長が 60 mm を超えるケーブルの場合、25 mm

C.2.1.1.2

ケーブルグラウンド又は電線管用シールデバイスは、特定の 1 種類のシーリングだけしか使えないものの場合、グラウンド本体とシーリングとの間、並びにシーリングとケーブルとの間の圧縮前のシーリングの軸方向最小密封距離は、5 mm でもよい。

C.2.1.2 硬化性コンパウンドによって密封するケーブルグラウンド

設置時のコンパウンドの最小厚さ（充填深さ）は、20 mm とする。

製造者は、次のことを指定する。

- － そのグラウンドに使うことのできるケーブルの最大心線径 (外径)
- － コンパウンドに通すことのできる心線の数

上記に指定する二つの値は、コンパウンドの（固着）厚さ（深さ）として要求する 20 mm の全長にわた

って、断面積の 20 %以上をコンパウンドで満たすことを確実にするように指定する。

ケーブルグラントは、コンパウンドの指定硬化期間後、コンパウンドを傷めることなく、電気機器への取付け及び取外しができなければならない。

充填コンパウンド及びその適切な充填施行要領書は、ケーブルグラントと一緒に提供する。

C.2.1.3 硬化性コンパウンドを用いた電線管用シールドデバイス

設置後のコンパウンドの最小厚さ（充填深さ）は、20 mm とする。

製造者は、コンパウンドに通すことのできる絶縁電線の本数を指定する。

上記の指定値は、コンパウンドの（固着）厚さ（深さ）として要求する 20 mm の全長にわたって、断面積の 20 %以上をコンパウンドで満たすことを確実にするように指定する。

充填コンパウンド及びその適切な充填施行要領書は、電線管用シールドデバイスと一緒に提供する。

C.2.1.4 ブッシング

ブッシングは、一つ（1 本）以上の導体を含んでもよい。ブッシングを正しく組み上げ、かつ、正しく容器の壁に取り付けたとき、全ての接合部の奥行き、隙又は固着接合部は、箇条 5 及び箇条 6 並びに C.2.2 の該当する要求事項に適合しなければならない。

ブッシングを、金属部品上にモールド絶縁物によって形成するときは、（モールドした箇所に対しては）5.2（ねじ以外の接合部）、5.3（ねじ接合部）及び 5.4（ガasket）の要求事項は適用しないが、箇条 6 は適用する。絶縁材料それ自体は、容器の機械的強度に寄与することができる。

ブッシングに接着で組み立てる部分があるときは、接着部が箇条 6 の要求事項に適合する場合、この箇所は、固着接合部とみなす。そうでない場合、5.2.1、5.3 及び 5.4 が適用できる。

ブッシングの一部が耐圧防爆容器の外側に出る場合、その部分は、第 1 編（総則）に定める防爆構造のいずれかによって保護する。

一つの耐圧防爆容器用に特定するブッシングは、その容器に対する型式試験及びルーチン試験を満足しなければならない。

一つの耐圧防爆容器用に特定しないブッシングは、15.1.3.1 に規定する静圧による過圧試験を行う。その圧力は、次による。

- － グループ I の電気機器に対しては、 2,000 kPa
- － グループ II の電気機器に対しては、 3,000 kPa

これらのブッシングには 16.1 に定めるルーチン試験を行う。ただし、その組立手順が製造者の文書に記載されており、その手順によって製造製品の一貫性が確保されている場合を除く。

C.2.2 ねじ部

耐圧防爆接合部を形成するねじは、5.3 の該当する要求事項に適合しなければならない。

耐圧防爆構造の機器のねじ山付き引込部に組み込むことを意図するメートル雄ねじにあっては、ねじ部の長さは 8 mm 以上とし、かつ、完全ねじ 8 山以上のはめ合いを構成しなければならない。ねじ山のない箇所（ねじが切られていない括れ等）がある場合、分離できずかつ圧縮性でないワッシャ又はこれと等価なデバイスを取り付けて、必要なねじはめ合い長さを確保する。

注記 「完全ねじ 8 山以上」という要求事項は、耐圧防爆構造の容器のねじ山付き引込部にそのねじ山をもつデバイス全般（ケーブルグラント等）を組み込んだときに、面取り又はねじ山のない箇所があっ

たとしても、少なくとも完全ねじ 5 山がはめ合うことを確実にするためである（箇条 13 参照）。

C.2.3 Ex 閉止用部品に対する構造上の要求事項

C.2.3.1

メートル雄ねじをもつ Ex 閉止用部品は、11.9 の要求事項の一つ以上に適合しなければならない。NPT 雄ねじをもつ閉止用部品は、図 22 の 22b 方式のものとし、その外表面の位置は L1 ($-0 +1/4$) とする。

注記 この要求事項は、容器への引込み口に対して、閉止用部品の外表面をできるだけ容器に近づけることを意図したものである。

指針活用上の留意点

L1 は NPT リングゲージの固有の厚さであり、雄ねじと雌ねじとの間の手回しによる係合の長さである（ANSI/ASME B1.20.1 参照）。さらに、ねじサイズによって L1 は異なる。雄ねじ部にリングゲージをねじ込んだときリングゲージのゲージ測定面が、ねじの端と同一面であるところ（L1 の位置）から、雄ねじを更にねじ込むとき、L1 の長さの 1/4 まで突き出てもよいことを指している。

C.2.3.2

全ての平行ねじは、C.2.2 の該当する要求事項に適合しなければならない。

C.2.4 Ex ねじアダプタに対する構造上の要求事項

C.2.4.1

全てのねじは、C.2.2 の該当する要求事項に適合しなければならない。

C.2.4.2

Ex ねじアダプタのねじは、（中心軸が）同軸とする。

C.2.4.3

Ex ねじアダプタの長さ及び内容積は、良好な施工のため、必要最小限とする。

C.3 型式試験

C.3.1 密封性試験

第 1 編（総則）に定める高温熱安定性試験及び低温熱安定性試験の要求事項は、必要に応じて丸棒（mandrel）又はケーブルのいずれかを製造者の取扱説明書に従って組み上げたサンプルに適用する。

C.3.1.1 シールリングを用いたケーブルグランド及び電線管用シールドデバイス

試験は、それぞれの種類のケーブルグランド又は電線管用シールドデバイスについて、許容する種々のサイズの中から選んだ 1 個のシールリングを用いて行う。シールリングの場合、ケーブルグランド又は電線管用シールドデバイスの製造者がそのシールリングに使用できると指定した最小ケーブル直径に等しい直径の、清浄で、乾いて、研磨した軟鋼製の円筒状丸棒に、サンプルのシールリングを取り付ける。

金属又は複合材料製のシールリングの場合、ケーブルグランド又は電線管用シールドデバイスの製造者が、そのシールリングに使用できると指定した最小ケーブル直径に等しい直径の、清浄で乾いたケーブルの金属シースに、サンプルのシールリングを取り付ける。

断面が円形でないケーブル用のシールリングの場合、ケーブルグランド又は電線管用シールドデバイスの製造者がそのシールリングに使用できると指定した最小周長に等しい周長の、清浄で乾いたケーブルに、サンプルのシールリングを取り付ける。

組み上げたものを固定し、ねじ（フランジ付きの部品でシールリングを圧縮する場合）又はナット（部品をねじ込んでシールリングを圧縮する場合）にトルクを加える。

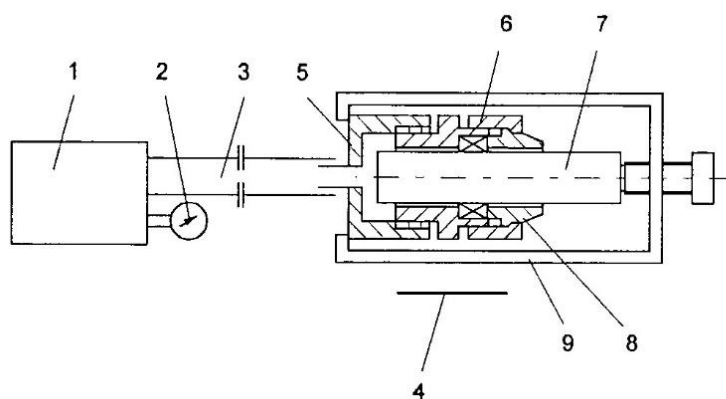
グループ I については 2,000 kPa、グループ II については 3,000 kPa の水圧に対して気密が保たれるようにする。

注記 1 上記のトルク値は、試験の前にあらかじめ実験的に求めてもよいし、ケーブルグランド又は電線管用シールドデバイスの製造者が指定した値でもよい。

次いで、色をつけた水又は油を流体とした水圧試験装置に、組み上げたものを取り付ける。水圧試験装置の原理を図 C.1 に示す。加圧経路内の空気を除去した後、水圧を徐々に高める。

グループ I については 2,000 kPa、グループ II については 3,000 kPa の水圧を 10 秒以上加えたときに、（下に置いた）吸取り紙に漏液の痕跡が認められなければ、試験に適合したとみなす。

注記 2 サンプルのシールリングに関係する接合部を除いて、試験装置に取り付けたケーブルグランド又は電線管用シールドデバイスの全ての接合部をシールすることが必要になることがある。金属シース付きのケーブルを用いて試験を行うときは、導体の両端又はケーブルの内部に水圧が加わることを避けることも必要になる。



- | | | |
|-----|---------|------------------------------|
| 凡例： | 1 水圧ポンプ | 6 シールリング |
| | 2 圧力計 | 7 心棒 (mandrel) 又は金属シース付きケーブル |
| | 3 ホース | 8 圧縮コンポーネント |
| | 4 吸取り紙 | 9 保持用のクランプ |
| | 5 アダプタ | |

図 C.1 密封性試験装置

C.3.1.2 硬化性コンパウンドで密封するケーブルグランド

それぞれのサイズのケーブルグランドについて、C.2.1.2 の要求事項に従って製造者が指定する最も多い心線数及び最大の心線径（外径）に等しい数及び径の金属心棒（mandrel）を用いて試験を行う。

硬化性コンパウンドは製造者の取扱説明書に従って調合し、次いで、適切な量を注入する。適切な硬化

時間で硬化させる。

組み上げたものを上記 C.3.1.1 の密封性試験装置に取り付け、同じ手順で試験を行う。判定基準も上記と同じである。

C.3.1.3 硬化性コンパウンドで密封する電線管用シールデバイス

それぞれのサイズの電線管用シールデバイスについて、C.2.1.3 の要求事項に従って製造者が指定した絶縁電線の最大数及び最大径に等しい数及び径の金属心棒 (mandrel) を用いて、試験を行う。

硬化性コンパウンドは製造者の取扱説明書に従って調合し、次いで、適切な量を注入する。適切な硬化時間で硬化させる。

組み上げたものを上記 C.3.1.1 の水圧試験装置に取り付け、同じ手順で試験を行う。判定基準も上記と同じである。

C.3.2 機械的強度の試験

C.3.2.1 ねじ込み式圧縮エレメントをもつケーブルグランド

密封性試験で必要とするトルクの 2 倍のトルクを圧縮エレメントに加える。ただし、N・m で表したこのトルクは、断面が円形のケーブル用のケーブルグランドについては、許容最大ケーブル径を mm で表した値の 3 倍以上とし、断面が円形以外のケーブル用のケーブルグランドについては、許容最大ケーブル周長を mm で表した値以上とする。

試験後、ケーブルグランドを分解し、その各部品を検査する。

指針活用上の留意点

圧縮エレメントは、第 1 編 (総則) 3.7.2 を参照する。

この形の圧縮エレメントは、ねじ山が設けられており、その部品をねじ込むことによってシールリングが圧縮される。「工場電気設備防爆指針 (ガス蒸気防爆 2006)」(NIIS-TR-No.39) 附属書 3 又は附属書 4 の付図「パッキングランド」を参照のこと。

C.3.2.2 ねじ固定式の圧縮エレメントをもつケーブルグランド

密封性試験で必要とするトルクの 2 倍のトルクを、圧縮エレメントのボルトに加える。ただし、このトルク値は、締付けねじの径に応じて次の値以上とする。

ねじの呼び径	M6	M8	M10	M12	M14	M16
トルク	10 N・m	20 N・m	40 N・m	60 N・m	100 N・m	150 N・m

試験後、ケーブルグランドを分解し、その各部品を検査する。

指針活用上の留意点

圧縮エレメントは、第 1 編 (総則) 3.7.2 を参照する。

このタイプの圧縮エレメントは、ボルト等で締め込むことによってシールリングが圧縮される。「工場電気設備防爆指針 (ガス蒸気防爆 2006)」(NIIS-TR-No.39) 附属書 3 又は附属書 4 の付図「パッキングラ

ンド」を参照のこと。

C.3.2.3 硬化性コンパウンドでシールするケーブルグランド（固着式ケーブルグランド）

ねじ込み式のケーブルグランドの場合、ケーブルグランドは、C.3.2.1 に定める最小値に等しいトルク（N・m）で、適切なねじ穴をもつ鋼製の試験ブロックにねじ込む。

試験後、ケーブルグランドを分解し、その各部品を検査する。

C.3.2.4 判定基準

C.3.2.1～C.3.2.3 の試験は、ケーブルグランドのいずれの部品にも損傷が見られなければ、適合とみなす。

注記 これは、使用条件でケーブルグランドの機械的強度が十分であることを示すための試験であるので、シールリングの損傷は無視してよい。

C.3.3 Ex 閉止用部品に対する型式試験

C.3.3.1 トルク試験

それぞれのサイズの閉止用部品のサンプルを、サイズ及び形状がサンプルに適したねじ穴をもつ試験用ブロックにねじ込む。適切な工具を用いて、表 C.1 第 2 列の該当する値以上のトルクになるまでサンプルを締め付ける。適正なねじはめ合い（山数）が得られ、かつ、取り外したときに損傷がなければ試験に適合とみなす。ただし、図 22c 方式の閉止用部品のねじ切り部の破断は、それが本来の目的であるので損傷とはみなさない。図 22b 方式の閉止用部品は、適切な工具を用いてだけ、取り外すことができるものとする。

図 22b 方式の閉止用部品には、更に表 C.1 第 3 列の該当値以上のトルクを加えるものとし、縁（ねじきり終わり部の不完全ねじ山部分）が、ねじ穴に完全に引き込まれなければ適合とみなす。

C.3.3.2 過圧試験

閉止用部品には、耐圧力についての型式試験を行う。試験方法は 15.1.3.1 に定める静的過圧試験法とし、試験圧力は、次による。

- － グループ I の電気機器に対しては、 2,000 kPa
- － グループ II の電気機器に対しては、 3,000 kPa

C.3.4 Ex ねじアダプタに対する型式試験

C.3.4.1 トルク試験

それぞれのサイズのねじアダプタのサンプルを、サイズ及び形状がサンプルに適したねじ穴をもつ試験用ブロックにねじ込む。鋼製又は黄銅製で適切な形状及びサイズのねじ山付きプラグを、アダプタ（の取り付け口）にねじ込む。

プラグを、表 C.1 第 2 列の値以上のトルクで締め込む。トルクは、アダプタの二つのねじのうち大きい方のねじに対する値とする。分解したときにアダプタに変形が見られなければ、試験に適合とみなす。

C.3.4.2 衝撃試験

それぞれのサイズのねじアダプタのサンプルを、サイズ及び形状がサンプルに適したねじ穴をもつ試験用ブロックにねじ込む。適切な径の、鋼製又は黄銅製の（中空でない）棒の一端に、アダプタのねじ穴に合わせたねじを切り、ねじ込んだときにそのねじの径に等しい長さだけ（ただし、50 mm 以上）突き出る

ようにする。このねじ山付き棒を、表 C.1 第 2 列の該当する値以上のトルクでアダプタにねじ込む。組み立てたものに対して、第 1 編（総則）の該当する要求事項に従って、衝撃試験を行う。衝撃は、棒の軸に対して直角に、かつ、できるだけ棒の端に近いところに加える。

C.3.4.3 過圧試験

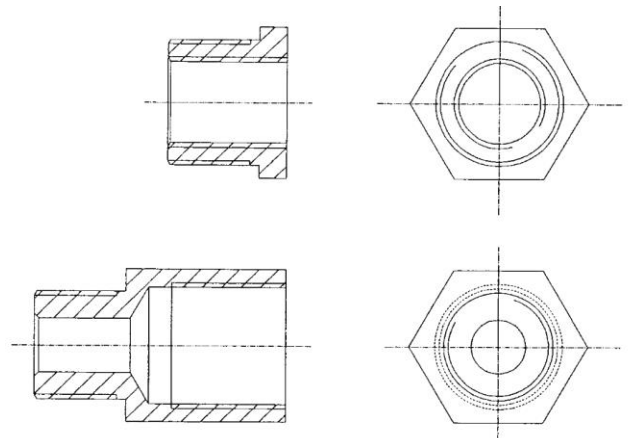
ねじアダプタには、耐圧力についての型式試験を行う。試験方法は、15.1.3.1 に定める静的過圧試験法とし、試験圧力は次による。

- － グループ I の電気機器に対しては、 2,000 kPa
- － グループ II の電気機器に対しては、 3,000 kPa

表 C.1 締付けトルク値

ねじの呼び径 mm	トルク試験及び衝撃試験における締付けトルク N·m	図22b方式の閉止用部品における締付けトルク N·m
16	40	65
20	40	65
25	55	95
32	65	110
40	80	130
50	110	165
63	115	195
75	140	230
> 75	$2 \times d^a$	$3.5 \times d^a$

^a 変数 d は、単位ミリメートルのねじの外径



IEC 1947/03

図 C.2 Ex ねじアダプタの例

附属書 D

(規定)

Ex コンポーネントとしての空の耐压防爆容器

D.1 一般事項

空の容器に対する Ex コンポーネント容器認証書の目的は、耐压防爆容器の製造者が、内蔵機器を特定することなく認証書を取得できるようにし、それによって、第三者が、型式試験の全てをやり直すことなく、空の容器に機器を組み込んで完全な認証書とすることができるようにすることである。機器(内容物、内蔵機器)を組み込んだものに関する認証書を要求するとき、空の容器のための Ex コンポーネント容器認証書は必要としない。

D.2 序文

この附属書には、空の容器用の Ex コンポーネント容器認証書に関する要求事項を定める。これは、この後の一連の機器の認証書に対する必要性を排除するのではなく、むしろ、そのような認証書の発行を容易にすることを意図する。

Ex コンポーネント容器の製造者は、自らが供給する全ての製品の一つ一つについて、次のことを確実にする責任を負う。

- a) 構造が、Ex コンポーネント容器認証書に記載の文書に詳述するオリジナルの設計による構造と同一であること。
- b) この編で要求するルーチンの過圧試験に適合していること。
- c) Ex コンポーネント容器認証書によって課せられた制限事項に該当する項目を満たしていること。

D.3 Ex コンポーネント容器に対する要求事項

D.3.1

Ex コンポーネント容器は、第 1 編（総則）及びこの編の該当する要求事項に適合しなければならない。

D.3.2

Ex コンポーネント容器は、基本的に断面が正方形、長方形又は円形の単純な形状であり、(容器壁の)テーパ角が 10 %を超えないものとする。

注記 主要寸法と他のいずれかの寸法との比が、グループ I, IIA 又は IIB については 4 : 1, グループ IIC については 2 : 1 を超えるときは、追加の検討が必要になる。

指針活用上の留意点

「主要寸法と他のいずれかの寸法の比」とは、断面が四角形の場合、長辺と短辺との比もその一つである。

D.3.3

回転機に用いる容器は、Ex コンポーネント容器として評価してはならない。

注記 回転機とは、実質的に容器内部を占有している電動機を意味する。

D.3.4

Ex コンポーネント容器は、内蔵機器を取付け及び配置するための手段を備えなければならない。

D.3.5

Ex コンポーネント容器には、機械用と電気用とにかかわらず、又は、塞ぐと塞がないとにかかわらず、Ex コンポーネント容器認証書が許容するもの以外の穴を開けてはならない。

D.3.6

グループ I, IIA 又は IIB の Ex コンポーネント容器の場合、基準圧力は、15.1.2 に従って行う。ただし、サンプルには次の変更を加える。

- 主要寸法と他のいずれかの主要寸法との比が 2 : 1 以下の場合、変更は不要である。
- 他の許容する構造（寸法比が 2 : 1 を超え 4 : 1 以下の場合）の場合、断面積の約 80 % の（大きさの）固体障害物（baffle plate）を短い方の軸（短軸）上の中心で、長軸上の約 2/3 の位置に置く。固体障害物は、容器の断面に近い形状のものとする。

グループ IIC の Ex コンポーネント容器の場合、基準圧力は、15.1.2 に従って行うが、断面積の約 60 % の（大きさの）固体障害物を短い方の軸（短軸）上の中心で、長軸上の 2/3 の位置に置く。固体障害物は、容器の断面に近い形状のものとする。

サンプルに、固体障害物の挿入という変更を加えることを要求するときは、点火源及び圧力センサ（圧力記録デバイス）は、固体障害物の両側に置き、発生する圧力を同時に測定する。

D.3.7

Ex コンポーネント容器は、最大寸法の開口部（引き込み部）を最大数備えた状態で、型式試験の過圧試験に耐えなければならない。このときの圧力は、Ex コンポーネント容器を空にし、開口部を適切な方法で塞いだ状態で、15.1.2 に従って測定した爆発圧力のピーク（基準圧力）の 1.5 倍とする。

上記の型式試験を、基準圧力の 4 倍の静的過圧試験で行う場合、Ex コンポーネント容器には、ルーチン試験は要求しない。ただし、溶接構造の Ex コンポーネント容器には、どの場合でも、ルーチン試験を行う。

ルーチン試験は、次のいずれかによる。

- 動的過圧試験：Ex コンポーネント容器の内部及び外側に、15.1.2 に定めるもののうち該当する混合ガス（爆発圧力測定用のガス）を、大気圧の 1.5 倍で満たして行う。
- 静的過圧試験：圧力 350 kPa 以上、かつ、基準圧力の 1.5 倍以上の圧力で行う。

D.3.8

Ex コンポーネント容器には、適用する要求事項に従って、内部に恒久的な表示をする。表示は、表 10 の 20.3 (d) による。

表示には、第 1 編（総則）に定める Ex コンポーネントの表示に関する要求事項も含める。

Ex コンポーネント容器の製造者が、同時に機器認証書の所有者でもある場合、この表記は省略してもよい。

D.3.9

第 1 編に従って、電気機器についての表示を（容器の）外側に取り付ける方策を講じる。

D.3.10

Ex コンポーネント容器認証書には、制限事項の一部として、次の情報を記載する。

- － 開口部(引込部)の最大数、最大寸法及び位置：直接記載する、又はその情報を書いた図面番号を参照する。
- － 『回転機、又は他の乱れを生じるデバイスを組み込んではいない』ということ
- － 『油入りの回路遮断器及び接触器を使用してはならない』ということ
- － 周囲温度範囲（周囲温度が $-20\text{ }^{\circ}\text{C}\sim+40\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以外の場合）
- － （グループ I, IIA 及び IIB の「Ex コンポーネント容器」の場合）容器に内蔵する機器はどのように配置してもよい。ただし、それぞれの断面積の 20 %以上が自由空間として残っており、気体の自由な流れを妨げず、したがって、爆発の伝ば（播）が阻害されない場合に限る。それぞれの自由空間がどの方向にも 12.5 mm 以上の距離をもつならば、断面積は、これらを合算して算出してもよい。
- － （グループ IIC の「Ex コンポーネント容器」の場合）容器に内蔵する機器は、どのように配置してもよい。ただし、それぞれの断面積の 40 %以上が自由空間として残っており、気体の自由な流れを妨げず、したがって、爆発の伝ば（播）が阻害されない場合に限る。それぞれの自由空間がどの方向にも 12.5 mm 以上の距離をもつならば、断面積は、これらを合算して算出してもよい。
- － その他、特別な構造の場合の追加の制約（例えば、窓の最高使用温度）

D.4 機器の認証書を取得するための Ex コンポーネント容器認証書の利用

D.4.1 手順

Ex コンポーネント容器認証書をもつ容器は、D.3.10 に詳述する制限事項に適合することを条件として、通常、Ex コンポーネント容器に既に適用した要求事項を繰り返し適用することなく、第 1 編（総則）及びこの編に関わる機器認証書に組み込んでよい。

文書には、機器認証書に記載するために、内蔵機器及び内蔵機器の入替又は一部機器の除去に関する許可の範囲をその取付け条件とともに指定する。これによって Ex コンポーネント容器認証書の制限事項への適合を検証できるようにする。

Ex コンポーネント容器認証書において設けることが許されている穴(引き込み部)は、Ex コンポーネント容器の製造者が開けてもよく、又は機器製造者と Ex コンポーネント容器製造者との間の合意によって開けてもよい。

D.4.2 制限事項の適用

制限事項への適合に加え、全ての適用上の問題について、第 1 編（総則）及びこの編の該当する要求事項へ適合するために検討し、決定する。

附属書 E

(規定)

耐圧防爆容器に使用するセル及びバッテリー

E.1 序文

この附属書は、電気回路へ電力を供給するためのバッテリーとして使用する一つ又は複数のセルを含む耐圧防爆構造で保護した電気機器に対する要求事項を規定する。

使用する電気化学セルの種類(セルの電気化学系)にかかわらず、主たる目的は、耐圧防爆容器内における電解ガス(通常、水素及び酸素)による可燃性混合物の発生の防止である。これを考慮して、通常の使用では(自然換気又は圧力放出弁によって)電解ガスを発生するおそれのあるセル及びバッテリーは、耐圧防爆容器内では使用してはならない。

注記 これらの要求事項を計測デバイスとして用いる電気化学セルに対して適用することは意図していない(例えば、IEC 60086-1, Type A の亜鉛/酸素セルのように、酸素濃度の測定に用いるもの)。

E.2 使用できる電気化学系

表 E.1 及び E.2 に示す、IEC 規格が存在するセルだけを用いる。

表 E.1 使用できる一次セル

IEC 60086-1による種類	陽極	電解液	陰極	公称電圧 V	最大開路電圧 V
—	二酸化マンガ	塩化アンモニウム, 塩化亜鉛	亜鉛	1.5	1.73
A	酸素	塩化アンモニウム, 塩化亜鉛	亜鉛	1.4	1.55
C	二酸化マンガ	有機電解液	リチウム	3.0	3.7
E	塩化チオニル (SOCl ₂)	非水溶性無機物	リチウム	3.6	3.9
L	二酸化マンガ	アルカリ金属水酸化物	亜鉛	1.5	1.65
S	酸化銀 (Ag ₂ O)	アルカリ金属水酸化物	亜鉛	1.55	1.63
T	酸化銀 (AgO, Ag ₂ O)	アルカリ金属水酸化物	亜鉛	1.55	1.87
a	二酸化硫黄	非水溶性有機塩	リチウム	3.0	3.0
a	水銀	アルカリ金属水酸化物	亜鉛	データ待ち	データ待ち

注 亜鉛/二酸化マンガセルはIEC 60086-1のリストに載っているが、種類記号では区分していない。

^a IECにセルの規格があれば、使用してよい。

表 E.2 使用できる二次セル

該当するIEC規格／種類	方式	電解液	公称電圧 V	最大開路電圧 V
Type K IEC 61951-1 IEC 60623 IEC 60622	ニッケル-カドミ ウム	水酸化カリウム (比重1.3)	1.2	1.55
a	リチウム	非水溶性有機塩	データ待ち	データ待ち
IEC 61951-2	ニッケル金属水素 化物	水酸化カリウム	1.2	1.5
a IECにセルの規格があれば、使用してよい。				

E.3 耐圧防爆容器内のセル（又はバッテリー）に対する共通の要求事項

E.3.1

特定のセルに対しては、次の使用上の制約を加える。

- － 通気式又は開放式の二次セルで構成するバッテリーは、耐圧防爆容器内では使用してはならない。
- － 密封弁制御式のセルは、耐圧防爆容器内で使用してもよいが、放電目的に限る。
- － E.5 の要求事項への適合を条件として、密封ガス気密式の二次セルを、耐圧防爆容器内で再充電してもよい。

E.3.2

バッテリーを内蔵する耐圧防爆容器には、表 9 の 20.2 (d) に従って表示する。

この表示は、バッテリー及びその関連の接続回路が第 6 編（本質安全防爆構造）に適合し、かつ、使用中にバッテリーを再充電しない場合、必要ではない。

E.3.3

バッテリー及びその関連の安全装置は、堅固に取り付ける。（例えば、固定の目的で設計したクリップ又はブラケットで固定する。）

E.3.4

バッテリーと関連の安全装置（単数又は複数）との間には、該当する防爆構造の要求事項への適合が損なわれるような相対的な動きが生じてはならない。

注記 E.3.3 又は E.3.4 に適合することは、第 1 編（総則）が要求する各試験の前及び後にチェックする。

E.4 安全デバイスの配置

E.4.1 過度の温度上昇及びセルの損傷の防止

E.4.1.1

短絡放電の状態では、バッテリーは、次の二つの条件に適合する、又は、E.4.1.2 に示す安全デバイスを備えるのいずれかでなければならない。

- 機器容器内の局所的な周囲温度を考慮したとき、セル又はバッテリーの外表面温度が、セル又はバッテリーの製造者が指定する連続運転温度 COT を超えない。
- 最大放電電流が、セル又はバッテリーの製造者が指定する値を超えない。

指針活用上の留意点

E.4.1.1 を検討する場合、複数のセル（電池）を直列に接続したバッテリー（組電池）ではセルの容量のばらつきによって一部のセルが過放電状態となる逆充電の防止対策 (E.4.2) も合わせて検討する必要がある。

E.4.1.2

E.4.1.1 の二つの条件が達成できないときは、安全デバイスが要求される。この安全デバイスは、第 6 編（本質安全防爆構造）に定める故障を生じないコンポーネントの要求事項に適合するものであるとともに、実用上可能な限り、セル又はバッテリーの端子に接近させて設け、かつ、次のいずれかとする。

- 抵抗器又は電流制限デバイスであって、電流をバッテリーの製造者が指定する最大連続放電電流以下に制限するもの。
- IEC 60127 に適合するヒューズであって、バッテリーの製造者が指定する最大放電電流及び許容継続時間以下のヒューズ特性のもの。ヒューズが交換可能なものである場合、ヒューズホルダの近くに、使用するヒューズの種類を指定したラベルを設ける。

指針活用上の留意点

この指針では、IEC 60079-1:2007 の“maximum continuous withdrawal current”を連続最大放電電流と訳した。過熱防止、損傷防止のためには最大放電電流を超えないことも要素の一つである。このため実際のセルの特性によらず連続的に短絡電流が流れると仮定した場合にも安全デバイスを用いて最大放電電流以下に制限することを要求している。

この指針では、IEC 60079-1:2007 “maximum withdrawal current”を「最大放電電流」と、また、“allowable duration”を「許容時間」と訳した。この許容時間は、ヒューズが溶断するまでの間、短絡電流が流れる。このため、セル又はバッテリーが過熱、損傷する前にヒューズが溶断する必要がある。よって、放電が持続する時間であり、ヒューズが溶断するまでに許容できる時間を指す。これらを基に選定するヒューズの溶断時間特性を検討する。

許容時間については、セルの化学系、セルの特性などによって個別に対応する。特に、大電流放電が可能なセルは、過大電流自体でセル自身又はそれを含むシステムが損傷する可能性がある。ヒューズの溶断時間がシステムの安全に及ぼす影響が異なることが予見されるため、機器の設計者は、使用するセル（電池）の製造業者と協議する。

E.4.2 同一バッテリー内の別のセルによるセルの転極及び逆充電の防止

E.4.2.1

使用するバッテリーが、次の二つの条件をともに満たすときは、転極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
- 体積が容器の自由空間容積の1%未満

注記 この緩和規定は、セルからの電解ガスの放出を容認することを意味するものではない。

E.4.2.2

容量又は体積が上記の値を超えるバッテリーを使用するときは、セルの転極又はバッテリー内の他のセルによるセルの逆充電を防ぐための工夫が必要である。

これを達成する方法を、次の二例に示す。

- セルの（又は数個のセル間の）電圧を監視し、電圧が、セルの製造者が指定した最低電圧未満となったら電源の供給を絶つ。

注記 1 この保護は、セルが過放電になることを防ぐためによく用いられる。直列に接続した過大な数のセルを監視しようとする、個々のセルの電圧の許容差と保護回路のために、保護が信頼性よく機能しないことがある。一般に、一つの保護ユニットで監視するのは6個以下（直列接続）のセルとする。

- ショットダイオードを用いて、各セルの逆極性電圧を制限できるように接続する。例として、直列接続した3個のセルからなるバッテリーに対する保護対策を図 E.1 に示す。

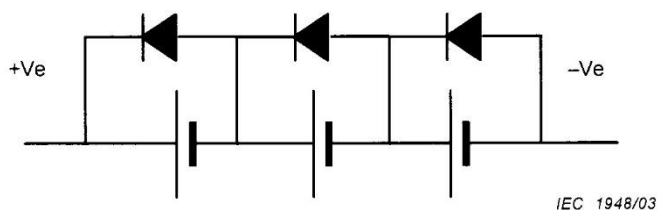


図 E.1 直列接続の3個のセルに対するダイオードによる保護

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。

注記 2 シリコンダイオードは、この要求事項を満たす。

E.4.3 容器内の他の電圧源による、バッテリーの意図しない充電の防止

同じ容器内に他の電圧源（他のバッテリーを含む）がある場合、バッテリー及びその関連回路が、他の電圧源（電圧源として特に設計した回路は除く）によって充電されないように保護する。

例えば、次の方法がある。

- バッテリー及びその関連回路を容器内の他の全ての電圧源から分離するために、混触を発生させることになる最も高い電圧に対して、第5編（安全増防爆構造）に規定する沿面距離及び絶縁空間距離を適用する。

- ー バッテリーとその関連回路を、容器内の他の全ての電圧源から分離するために、その電圧源に不具合が生じたとき（ヒューズ、地絡保護などの回路保護が動作するまでの間）に流れる最大電流に耐える接地した金属障壁又は金属遮蔽を使用する。
- ー バッテリーだけを他の電圧源から分離するために、図 E.2 に示すブロッキングダイオードに第 5 編に規定する沿面距離及び空間距離を適用して、一つの不具合で二つのダイオードが短絡することにならないように取り付ける。

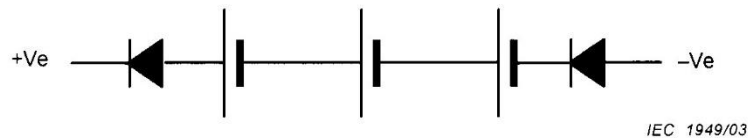


図 E.2 E.4.3 に適合するブロッキングダイオードの取付け（3 番目の例）

E.4.3 の各例の要求事項は、基準電圧点を作る目的でバッテリーに接続した回路、及び、E.5 に従って二次バッテリーを再充電するための充電用電源に接続した回路には適用しない。

E.5 耐圧防爆容器内の二次セルの再充電

E.5.1

耐圧防爆容器内において再充電を許容するのは、表 E.2 に示したタイプ K の密封ガス気密式のニッケル-カドミウムセルだけである。ニッケル-金属水素化合物セルは、IEC 規格にセルの規格がある場合に限りて再充電することができる。

E.5.2

セル又はバッテリーを、耐圧防爆容器に入れたままで充電する場合、製造者の文書中に充電条件を完全に規定するとともに、それらの条件を超えないことを確実にするため、安全装置を備えなければならない。

指針活用上の留意点

「製造者の文書」とは、使用者向けの取扱説明書などを指す。

E.5.3

充電の手順は、逆充電の防止に適したものとする。

E.5.4

使用するバッテリーが、次の二つの条件をともに満たすときは、再充電電流による電解ガスの放出を防ぐために、追加の安全装置をバッテリーに設ける必要はない。

- ー 定格容量が 1.5 Ah 以下
- ー 容積が容器の自由空間容積の 1 %未満

注記 1 この緩和規定は、セルからの電解ガスの放出を容認することを意味するものではない。

注記 2 上記のことから、安全装置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耐圧防爆容器に内蔵させる例がある。）。

E.5.5

容量及び／又は容積が上記の値を超えるバッテリーを使用する場合、耐圧防爆容器内での再充電は、バッテリーに安全装置が取り付けられていて、バッテリー内のいずれかのセルの電圧が、セルの製造者が過電圧防止の観点から指定した最大電圧を超えたときに充電電流を遮断し、電解ガスの生成及び放出を防止するようになっている場合にだけ許容する。

E.6 保護用ダイオードの定格及び保護デバイスの信頼性

E.6.1

E.4.2 に適合するように取り付ける保護用ダイオードの電圧定格は、バッテリーの最大開路電圧以上とする。

E.6.2

E.4.3 (3 番目の例) に適合するように取り付ける直列ブロッキングダイオードの(逆耐圧)電圧定格は、耐圧防爆容器内の最大ピーク電圧以上とする。

E.6.3

保護用ダイオードの電流定格は、E.4.1 における対策によって制限する最大放電電流以上とする。

E.6.4

この編で要求する安全デバイスは、制御システムの安全関連部品を形成する。制御システムの安全度 (safety integrity) が、この編で要求する安全のレベルと一致することを評価することは、製造者の責任で行う。

附属書 F

(参考)

ねじ及びナットの機械的性質

11.3 の要求事項の適用する際には、次の情報が役に立つ。

表 F.1 ねじ及びナットの機械的特性

締付け部の材料	強度区分	公称引張強さ MPa	最小引張強さ MPa	公称降伏応力 MPa	最小降伏応力 MPa
炭素鋼	3.6	300	330	180	190
炭素鋼	4.6	400	400	240	240
炭素鋼	4.8	400	420	320	340
炭素鋼	5.6	500	500	300	300
炭素鋼	5.8	500	520	400	420
炭素鋼	6.8	600	600	480	480
炭素鋼	8.8 ≤ M16	800	800	640	640
炭素鋼	8.8 > M16	800	830	640	660
炭素鋼	9.8	900	900	720	720
炭素鋼	10.9	1,000	1,040	900	940
炭素鋼	12.9	1,200	1,220	1,080	1,100
ステンレス鋼 オーステナイト系	A*-50		500		210
ステンレス鋼 オーステナイト系	A*-70		700		450
ステンレス鋼 オーステナイト系	A*-80		800		600
ステンレス鋼 マルテンサイト系	C*-50		500		250
ステンレス鋼 マルテンサイト系	C*-70		700		410
ステンレス鋼 マルテンサイト系	C*-80		800		640
ステンレス鋼 マルテンサイト系	C*-110		1,100		820
ステンレス鋼 フェライト系	F1-45		450		250
ステンレス鋼 フェライト系	F1-60		600		410

注 ステンレス鋼の強度区分の欄の A 及び C (鋼種区分) において、*を付しているものは、プロパティグ
レードの数字に置き換えて示している。

附属書 G

(参考)

防爆機器に対する EPL（機器保護レベル）の概念を包括する代替リ スクアセスメントの導入

G.0 はじめに

この附属書は、EPL を包含したリスクアセスメントの概念を解説する。EPL は、防爆機器を選定するときに、現行の方法に対して別のアプローチを可能とするために導入するものである。

G.1 歴史的背景

歴史的に見ると、点火条件が発生する可能性に対して、全ての防爆構造が同じレベルの保証をするものではないことが知られている。設置に関する規格 IEC 60079-14 では、特定のゾーンに対して特定の防爆構造を（適切なものとして）割り当てているが、これは、爆発性雰囲気により発生しやすい（又は、発生頻度が高い）ほど、点火源が活性化する可能性に備えるために必要な保証のレベルが高くなるという統計的基盤に基づくものである。

危険場所（通常、炭鉱を除く。）は、危険の度合に応じてゾーンに区分する。危険度は、爆発性雰囲気の発生確率に従って定義する。通常、爆発の結果がどうなるかについても、また、物質の毒性などの他の要素についても考慮しないが、真のリスクアセスメントでは、全ての要素を考慮する必要がある。

各ゾーンへの機器の導入は、伝統的には防爆構造に基づいて決める。防爆構造はいくつかの異なる保護レベルに分けられ、それがさらに伝統的にゾーンに関連付けられている場合がある。例えば、本質安全防爆構造は、“ia”及び“ib”の二つの保護レベルに区分される。樹脂充填防爆構造は、“ma”及び“mb”の二つの保護レベルを含んでいる。

従来、機器選定の規格では、機器の防爆構造とその機器を使用できるゾーンとは堅く結び付けられてきた。前述のように、IEC の防爆体系では、爆発が発生したときの結果（影響）について、どこにも考慮していない。

しかし、プラントの運転員は、このような不備を補うために、ゾーンの拡大（又は縮小）に対してしばしば直観的な判断を下してきた。その典型的な例は、ゾーン 1 用の航行装置を沖合の石油生産プラットフォーム（石油リグ）のゾーン 2 区域に設置する場合である。これによって、全く予想しなかった長期間に亘るガスの放出があったとしても、その機器は機能を維持することができる。一方では、遠距離にあって十分に安全が確保された小規模のポンプ場の所有者にとっては、そこがゾーン 1 であったとしても、爆発に関係するガスの合計量が少量であり、爆発による生命及び財産に対するリスクが無視できるのであれば、ゾーン 2 用の電動機付きポンプを稼働させることは理にかなっている。

ゾーン 0 での使用を意図する機器に適用する追加の要求事項を導入した IEC 60079-26 初版の発行によって、状況は更に複雑となった。それ以前は、Ex ia がゾーン 0 で許容できる唯一の手法であるとされていた。

全ての製品を、その固有の点火のリスクに応じて識別し、表示することが有益であると考えられるようになった。それによって、該当する場合、機器の選定がより容易となり、リスクアセスメントをより効果的に適用することが可能となる。

G.2 一般事項

防爆機器を採用するときのリスクアセスメント手法は、機器をゾーンに結び付けるという、規範的で、あまり融通の利かない現行の手法に対する代替手法として導入されてきた。これを容易にするため、機器保護レベル（EPL）の体系を導入し、防爆構造に関係なく、機器固有の点火リスクを明確に示すこととなった。

各 EPL を指定する体系は、次のとおりである。

G.2.1 炭坑（グループ I）

G.2.1.1 EPL Ma

極めて高い保護レベルをもつ機器であって、坑気の影響を受けやすい鉱山に設置し、通常運転中、想定内の機能不全時又は稀な機能不全時、更には突然の可燃性ガス発生がある中で通電したままにした時でも点火源とならないような十分な安全性をもつものである。

注記 代表例として、通信回路及びガス検知機器は、Ma の要求事項に適合する構造とする。例えば、Ex ia の電話回線がある。

G.2.1.2 EPL Mb

高い保護レベルをもつ機器であって、坑気の影響を受けやすい鉱山に設置し、通常運転中又はガスが発生してから通電を停止するまでの間に想定内の機能不全が発生した時でも点火源とならないような十分な安全性をもつものである。

注記 代表例として、炭坑用機器は、全て Mb の要求事項に適合する構造とする。例えば、Ex d（耐圧防爆構造）の電動機及びスイッチがある。

G.2.2 ガス（グループ II）

G.2.2.1 EPL Ga

極めて高い保護レベルをもつ機器であって、爆発性ガス雰囲気で使用し、通常運転中、想定内の機能不全時又は稀な機能不全時でも点火源とはならないものである。

G.2.2.2 EPL Gb

高い保護レベルをもつ機器であって、爆発性ガス雰囲気で使用し、通常運転中又は想定内の機能不全時でも点火源とはならないものである。

注記 標準の防爆構造手法による機器は、その大部分がこの EPL の機器である。

G.2.2.3 EPL Gc

強化した保護レベルをもつ機器であって、爆発性ガス雰囲気で使用し、通常運転中は点火源とはならず、かつ、ランプの故障などのように通常想定される機能不全時にも点火源とはならないための何らかの追加の保護が講じられているものである。

注記 代表的なものは、Ex n（非点火防爆構造）機器である。

G.2.3 粉じん（グループ III）

G.2.3.1 EPL Da

極めて高い保護レベルをもつ機器であって、爆発性粉じん雰囲気で使用し、通常運転中、想定内の機能不全時又は稀な機能不全時でも着火源とはならないものである。

G.2.3.2 EPL Db

高い保護レベルをもつ機器であって、爆発性粉じん雰囲気で使用し、通常運転中又は想定内の機能不全時でも着火源とはならないものである。

G.2.3.3 EPL Dc

強化した保護レベルをもつ機器であって、爆発性粉じん雰囲気で使用し、通常運転中は着火源とならず、かつ、ランプの故障などのように、通常、想定される機能不全時にも着火源とはならないための何らかの追加の保護が講じられているものである。

ほとんどの状況において、爆発に続く典型的な結果から、各ゾーンでの機器の使用に当たっては、次のこと（表の対応）が適用される（炭坑の場合、ゾーンの概念を全面的には適用できないので、このとおりに適用することはできない。）（表 G.1 参照）。

表 G.1 EPL とゾーンとの従来の関係
（追加のリスクアセスメントは含まない）

機器保護レベル	ゾーン
Ga	0
Gb	1
Gc	2
Da	20
Db	21
Dc	22

G.3 各レベルのもつ点火保護リスク

各機器保護レベル（EPL）は、その保護レベルに応じて、製造者が設定した機器の運転パラメータに応じて機能できることが必要である（表 G.2 参照）。

表 G.2 各レベルがもつ点火保護リスクに関する説明

保護手段	EPL	保護の能力	機器の運転条件
	機器グループ ^a		
極めて高い	Ma	二つの独立した保護手段をもつ、又は二つの不具合（障害）が互いに独立に生じたとしても安全	爆発性雰囲気が存在しても、機能を維持
	グループI		
極めて高い	Ga	二つの独立した保護手段をもつ、又は二つの不具合（障害）が互いに独立に生じたとしても安全	ゾーン0, 1及び2において機能を維持
	グループII		
極めて高い	Da	二つの独立した保護手段をもつ、又は二つの不具合（障害）が互いに独立に生じたとしても安全	ゾーン20, 21及び22において機能を維持
	グループIII		
高い	Mb	通常運転及び過酷な運転条件ともに適する	爆発性雰囲気が存在するときは通電停止
	グループI		
高い	Gb	通常運転及び頻繁に発生する外乱ともに適する、又は、不具合（障害）発生を通常は考慮している機器	ゾーン1及び2において機能を維持
	グループII		
高い	Db	通常運転及び頻繁に発生する外乱ともに適する、又は、不具合（障害）発生を通常は考慮している機器	ゾーン21及び22において機能を維持
	グループIII		
強化した	Gc	通常運転には適する。	ゾーン2において機能を維持
	グループII		
強化した	Dc	通常運転には適する。	ゾーン22において機能を維持
	グループIII		

G.4 EPLの実施

IEC 60079-14 第4版（IEC 61241-14の従前の要求事項を含む。）では、機器保護レベル（EPL）を導入し、従前に代わる機器の選定方法として、リスクアセスメントの体系（の使用）を許容する。EPLは、危険場所区分の規格 IEC 60079-10-1 及び IEC 60079-10-2 にも引用される。

追加の表示及び既存の防爆構造との相互関係は、次の IEC 規格の改正版に導入されつつある。

- IEC 60079-0（IEC 61241-0の従前の要求事項を含む。）
- IEC 60079-1
- IEC 60079-2（IEC 61241-4の従前の要求事項を含む。）
- IEC 60079-5
- IEC 60079-6
- IEC 60079-7

- IEC 60079-11 (IEC 61241-11 の従前の要求事項を含む。)
- IEC 60079-15
- IEC 60079-18 (IEC 61241-18 の従前の要求事項を含む。)
- IEC 60079-26
- IEC 60079-28

爆発性ガス雰囲気用の防爆構造については、EPL 方式は追加の表示を必要とする。爆発性粉じん雰囲気については、機器にゾーンを表示するという現在の方式が EPL を表示する方式に置き換わりつつある。

文献

IEC 60034-1, *Rotating electrical machines - Part 1: Rating and performance*

IEC 60050-426, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) - Chapter 426: Electrical apparatus for explosive atmospheres*

IEC 60079 (all parts), *Explosive atmospheres*

IEC 60079-2, *Electrical apparatus for explosive gas atmospheres - Part 2: Pressurized enclosures "p"*

IEC 60079-5, *Electrical apparatus for explosive gas atmospheres - Part 5: Powder filling "q"*

IEC 60079-6, *Electrical apparatus for explosive gas atmospheres - Part 6: Oil immersion "o"*

IEC 60079-15, *Electrical apparatus for explosive gas atmospheres - Part 15: Construction, test and marking of type of protection "n" electrical apparatus*

IEC 60079-18, *Explosive atmospheres - Part 18: Electrical equipment - Requirements for encapsulation "m"*

IEC 60079-26, *Electrical apparatus for explosive gas atmospheres - Part 26: Construction, test and marking of Group II Zone 0 electrical apparatus*

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

IEC 61241-0, *Electrical apparatus for use in the presence of combustible dust - Part 0: General requirements*

IEC 61241-4, *Electrical apparatus for use in the presence of combustible dust - Part 4: Type of protection "pD"*

IEC 61241-10, *Electrical apparatus for use in the presence of combustible dust - Part 10: Classification of areas where combustible dusts are or may be present*

IEC 61241-11, *Electrical apparatus for use in the presence of combustible dust - Part 11:*

Protection by intrinsic safety “iD”

IEC 61241-18, *Electrical apparatus for use in the presence of combustible dust - Part 18:*

Protection by encapsulation “mD”

IEC 61508 (all parts), *Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems*

ISO 31-0:1992, *Quantities and units - Part 0: General principles*

ISO 468:1982, *Surface roughness - Parameters, their values and general rules for specifying requirements* (withdrawn 1998)

労働安全衛生総合研究所技術指針 JNIOSH-TR-46-2 : 2015 (改訂版)

発行日 平成30年10月16日
著者 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
発行者 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
〒204-0024 東京都清瀬市梅園1-4-6
電話 042-491-4512

(不許複製)

JNIOOSH-TR-46-2:2015

Recommended Practices for Explosion-Protected Electrical Installations in General Industries

Part 2: Equipment protection by flameproof enclosures “d” (Revised version)