

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

JNIO SH-TR-46-4:2018

工場電気設備防爆指針 (国際整合技術指針 2018)

第4編 油入防爆構造 “o”

(対応国際規格 IEC 60079-6:2015)

EXPLOSIVE ATMOSPHERES –

Part 6: Equipment protection by liquid immersion safety

“o”



工場電気設備防爆指針改正委員会

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1分科会 (第1編, 第4編, 第9編, 第10編担当)

主査	角谷 憲雄	防爆コンサルティングサービス (H29.5 まで)
幹事	小川 真司	公益社団法人産業安全技術協会
委員	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
〃	豊田 昌二郎	DEKRA サーティフィケーション・ジャパン株式会社
〃	小金 実成	公益社団法人産業安全技術協会

前版からの主な変更点

前版（JNIOOSH-TR-46-4:2015）からの主な変更点は次のとおりである。

- 規格名を“oil immersion”から“liquid immersion”に変更（日本語では「油入防爆構造」のまま変更なし）。
- 保護レベル“oc”を追加（“ob”及び“oc”）。
- 用語の定義に新たに用語を追加（3.7～3.10）。
- 保護レベル“ob”及び“oc”の要求事項を追加（4.2.2 及び 4.2.3）。
- 保護レベル“ob”及び“oc”に合わせて型式試験を追加及び変更（6.1）。
- 表示及び取扱説明書に要求事項を追加（箇条 7 及び 8）。

目次

第4編 油入防爆構造“o”	4-1
1 適用範囲	4-1
2 引用文書	4-1
3 用語及び定義	4-2
4 構造上の要求事項	4-3
4.1 一般事項	4-3
4.2 保護レベル及び電気機器の要求事項	4-4
4.3 開閉器	4-4
4.4 沿面距離及び絶縁空間距離	4-4
4.5 液体収容容器	4-5
4.6 浸漬の深さ	4-5
4.7 保護液の液位指示	4-6
4.8 温度制限	4-7
4.9 油入防爆構造“o”の機器に対する現場で行う配線接続部	4-7
4.10 容器の構成部品	4-7
5 保護液	4-8
5.1 保護液の仕様	4-8
5.2 代替品の詳細仕様	4-8
5.3 グループIの機器	4-8
5.4 アークに起因する保護液の汚染及びガスの発生	4-8
5.5 保護液の総体積	4-8
6 検証及び試験	4-9
6.1 型式試験	4-9
6.2 ルーチン試験	4-10
7 表示	4-10
8 取扱説明書	4-11
附属書A（規定）選定及び設置に関する要求事項	4-12
附属書B（規定）保守に関する要求事項	4-13
附属書C（規定）修理及びオーバーホールに関する要求事項	4-15
文献	4-16

第4編 油入防爆構造 “o”

指針活用上の留意点

この第4編 (JNIOOSH-TR-46-4:2018) の対応国際規格 (IEC 60079-6:2015) の名称が、前版 (IEC 60079-6:2007) までの Equipment protection by oil immersion safety “o” から Equipment protection by liquid immersion safety “o” に変更されたが、内容的には継続性があり、また、電気機械器具防爆構造規格 (昭和44年労働省告示第16号) においても名称変更は予定されていないことから、この防爆指針では引き続き「油入防爆構造“o”」と呼称することとする。

1 適用範囲

この編は、爆発性ガス雰囲気中で使用する油入防爆構造“o”の防爆機器及び Ex コンポーネントの設計、構造、試験及び表示に関する要求事項を規定する。

油入防爆構造“o”の防爆機器及び Ex コンポーネントは、次のいずれかである。

- ・ 機器保護レベル“ob” (EPL Mb 又は Gb)
- ・ 機器保護レベル“oc” (EPL Gc)

保護レベル“ob”に対しては、この編は定格電圧 11 kV 以下 (交流実効値又は直流) の場合に適用する。

保護レベル“oc”に対しては、この編は定格電圧 15 kV 以下 (交流実効値又は直流) の場合に適用する。

注記 より高い電圧に対する要求事項は、現在 (2018年3月) 検討中である。

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。

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。

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 60079-0, *Explosive gas 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 60156, *Insulating liquids – Determination of the breakdown voltage at power frequency – Test method*
- IEC 60247, *Insulating liquids – Measurement of relative permittivity, dielectric dissipation factor ($\tan \delta$) and d.c. resistivity*
- IEC 60296, *Fluids for electrotechnical applications – Unused mineral insulating oils for transformers and switchgear*
- IEC 60529, *Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)*
- IEC 60814, *Insulating liquids – Oil impregnated paper and pressboard – Determination of water by automatic coulometric Karl Fischer titration*
- IEC 60836, *Specifications for unused silicone insulating liquids for electrotechnical purposes*
- IEC 61099, *Insulating liquids – Specifications for unused synthetic organic esters for electrical purposes*
- IEC 61125, *Unused hydrocarbon based insulating liquids – Test methods for evaluating the oxidation stability*
- IEC 62021-1, *Insulating liquids – Determination of acidity – Part 1: Automatic potentiometric titration*
- IEC 62535, *Insulating liquids – Test method for detection of potentially corrosive sulphur in used and unused insulating oil*
- ISO 2592, *Determination of flash and fire points – Cleveland open cup method*
- ISO 2719, *Determination of flash point – Pensky-Martens closed cup method*
対応国内規格：JIS K 2265-3:2007, 引火点の求め方—第 3 部：ペンスキーマルテンス密閉法 (MOD)
- ISO 3016, *Petroleum oils – Determination of pour point*
- ISO 3104, *Petroleum products – Transparent and opaque liquids – Determination of kinematic viscosity and calculation of dynamic viscosity*
対応国内規格：JIS K 2283:2000, 原油及び石油製品—動粘度試験方法及び粘度指数算出方法 (MOD)

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。

3.1 油入防爆構造 “o” (liquid immersion “o”)

液面上方又は容器外にある爆発性ガス雰囲気の点火源とならないように、電気機器又は電気機器の一部を保護液に浸した防爆構造。

3.2 保護液 (protective liquid)

爆発性雰囲気が潜在的着火源と直接接触することを防止する液体。

3.3 密封機器 (sealed equipment)

通常運転中、内部の液体が膨張及び収縮を繰り返した場合に外部雰囲気が侵入するのを防止するために、伸縮容器などを用いて設計、製作した機器。

3.4 非密封機器 (non-sealed equipment)

通常運転中、内部の液体が膨張及び収縮を繰り返した場合に、外部雰囲気の入りを許容するように設計及び製作した機器。

3.5 許容最高保護液位 (maximum permissible protective liquid level)

機器の設計最高周囲温度において、製造者が指定する最悪の注液状態から全負荷状態に至るまでの膨張の影響を考慮して、通常使用中に保護液が到達できる液面の最高位。

3.6 許容最低保護液位 (minimum permissible protective liquid level)

機器の設計最低周囲温度において、最悪の注液状態から無通電状態に至るまでの収縮の影響を考慮して、通常使用中に保護液が到達できる液面の最低位。

3.7 断路器 (disconnect)

機械的開閉デバイスであって、開放の位置では、規定の要求事項を満たす分離距離をもつもの。

注記 断路器は、無視できるほど小さな電流が導通若しくは遮断されたとき、又は開閉器の各極の端子間に印加された電圧が目立った変化が生じないときに回路を開閉できる。さらに、開閉器は、通常の回路条件において生じる電流を流すことができ、また、短絡のような異常な条件においては特定の時間電流を流すこともできる。

[出典：IEC 60050-441:1984, 441-14-05]

3.8 開閉器 (switching device)

一つ以上の電気回路を閉路又は開路するために設計されたデバイス。

[出典：IEC 60050-441:1984, 441-14-01]

3.9 安全デバイス (safety device)

爆発性雰囲気内又は雰囲気外で使用することを意図するが、爆発のリスクに関して、機器及び保護システムが安全に機能するために要求される、又は寄与するデバイス。

3.10 タップ選択器 (tap selector)

電流を流すために設計されているが電流の閉路・開路のためではなく、切換開閉器と共に用いてタッピング接続を選択するデバイス。

[出典：IEC 60050-421:1990, 421-11-02]

4 構造上の要求事項

4.1 一般事項

油入防爆構造“o”においては、防爆機器又は防爆機器の部分を保護液に浸漬することで、保護液の上方空間又は機器の容器の外側に存在するおそれのある爆発性雰囲気に着火できないようにしている。

防爆機器は、必要な量の保護液が確実に存在するような構造となっている。意図する保護レベルによるが、その保護レベルは、監視デバイス、表示器、又は自動遮断を備えた液面制御安全デバイスによって達成される。

注記 第1編に規定する全ての機器に対する要求事項に従って、関連の工業上の要求事項が全て適用されていることが前提である。IEC 60079 シリーズの規格 (この指針の第1編～第10編を含む。) は、これらの工業上の要求事項を補足するものである。

4.2 保護レベル及び電気機器の要求事項

4.2.1 保護レベル

油入防爆構造“o”の電気機器は、次のいずれかとする。

- a) 保護レベル“ob” (EPL Gb 又は Mb)
- b) 保護レベル“oc” (EPL Gc)

この編の要求事項は、他に指示がない限り、全ての保護レベルに適用する。

4.2.2 保護レベル“ob”の要求事項

この編に従って保護液に浸漬した電気回路及びコンポーネントは、通常運転中及び想定する機能不全時に着火源となることがないとみなし、保護レベル“ob” (EPL Gb 又は Mb) を割り当てる。

4.7 による保護液の液面表示を要求する。

保護レベル“ob”で保護する開閉器は、次の追加の要求事項に適合しなければならない。

- a) 密封容器を用いる場合、その容器は 6.1.1 の過圧試験（所定の圧力の 4 倍で）に適合しなければならない。
- b) 保護液中で作動させる開閉器を内蔵する電気機器であって、その開閉器の定格が 2 kVA/接点以下の場合、追加の試験をすることなく許容する。開閉器の定格が 2 kVA/接点を超える場合、圧力の増加及び過剰な分解生成物が防爆性能を損なうことがないことを試験によって確認する。
- c) 機器は、32 kA の推定短絡電流に耐えなければならない。ただし、より小さな推定短絡電流が機器に表示されている場合を除く。

定格が 1,000 V を超える断路器及び手動のタップ選択器は、ロックすることができ、かつ、箇条 7 の i) による警告を備えなければならない。さらに、取扱説明書には、使用上の情報を含める。

4.2.3 保護レベル“oc”の要求事項

この編に従って保護液に浸漬した電気回路及びコンポーネントは、通常運転中及び通常想定される事象の発生時に着火源となることがないとみなし、保護レベル“oc” (EPL Gc) を割り当てる。

保護液中で作動させる開閉器（ただし、定格が 10 kVA/接点以下）を含む防爆機器は、追加の試験をすることなく許容する。開閉器の定格が 10 kVA/接点を超える場合、圧力の増加及び過剰な分解生成物のいずれも、防爆性能を損なってはならない。このことは、6.1.5 に従う試験によって確認する。

4.3 開閉器

開閉器は、その使用電圧が表 1 に示す値以下の交流回路に限り許容する。直流回路には許容しない。

表 1 動作電圧

保護レベル	“ob”	“oc”
開閉器の動作電圧	交流実効値 1,000 V	交流実効値 6.6 kV

4.4 沿面距離及び絶縁空間距離

保護液に浸漬することを意図する電気回路及びコンポーネントは、保護液に浸漬する前に、空気中における沿面距離及び絶縁空間距離に関連する工業規格の要求事項を満たさなければならない。関連の工業規格に汚損度（pollution degree）に関する選択肢がある場合、汚損度 2 を適用する。

4.5 液体収容容器

4.5.1 一般事項

製造者は、保護液に対する容器の耐薬品性を文書化しなければならない。

注記 保護液に対する耐薬品性の適合性を検証することは、この編の要求事項ではない。

容器は、箇条 6 に規定する密封容器及び非密封容器のそれぞれに対する型式試験にかける。

電気導体の端部に用いるブッシングは容器の一部とみなし、この箇条の要求事項を適用する。

4.5.2 密封容器

密封容器カバーは、容器に連続溶接してもよく、又はガスケットを用いて密封してもよい。後者の場合、カバーには、第 1 編（総則）による特殊締付けねじを備える。

密封容器を用いた機器には、圧力逃がしデバイスを設ける。圧力逃がしデバイスは、液封機器の製造者が恒久的な方法で取り付け、容器内圧力が 10 kPa 以上となったときに作動するものとする。製造時に恒久的に密封した容器は、その容器が開けられた明瞭な痕跡を残すことなく開けることはできないようにする。容器には、箇条 7 の c) に従って表示する。

注記 開けたことが目視で確認できるような痕跡を残すための適切な技法として、例えば、溶接、はんだ付け、固着接合、リベット締め、ねじの固着、又はねじの鉛封印線がある。

4.5.3 非密封容器

密封されていない容器は、通常使用中に保護液から発生するガス又は蒸気を、適切な乾燥剤を含むブリーザを通して外部へ放出するように構成する。製造者は、乾燥剤を保守するための要求事項を指定しなければならない。

4.5.4 ブリーザ又は圧力逃がしデバイスの排出口

非密封機器のブリーザの排出口及び密閉機器の圧力逃がしデバイスの排出口は、下向きに設置し、IEC 60529 による IP66 以上の保護等級で保護する。

4.5.5 開くことを意図している容器

開くように設計している容器には、機器を修理するとき、保護液の補充をするとき又は再密封するときに容器を損傷させることなく元通りにもどせる密封方法を組み込んでおかなければならない。容器には、箇条 7 の d) に従って表示する。

4.5.6 保護液の最高及び最低規準値の決定

次の基準値を指定しなければならない。

- a) 保護液の最高及び最低液面
- b) 使用時における機器の水平面からの最大の傾斜角

4.6 浸漬の深さ

電気機器の充電部分は、表 2 に示す深さで保護液に浸漬する。このとき、内蔵機器の向きにかかわらず、最低限の液位を確保しなければならない。

表 2 浸漬の深さ

電圧 (^a 参照) 交流 (U_{rms}) 又は直流	距離	
	開閉器なし	開閉器あり (交流に限る)
≤ 50 V	3 mm	10 mm
≤ 250 V	5 mm	15 mm
≤ 1,000 V	10 mm	20 mm
≤ 6,000 V	25 mm	50 mm
≤ 10,000 V	25 mm	—
≤ 13,640 V	50 mm	—

^a 要求する浸漬の深さを決定するとき、使用電圧は、表中の電圧の値を 1.1 倍まで増加してもよい（注参照）。

注 1.1 倍という係数は、回路の多くの場所において、使用電圧が定格電圧に等しくかつ一般的な使い方として定格電圧の多くが公称値の 1.1 倍まで対応していることによるものである。

4.7 保護液の液位指示

4.7.1 一般事項

次の要求事項に適合する保護液の液位指示デバイスは、使用中の区画ごとの保護液の液面が容易に点検できるものでなければならない。

箇条 7 の e) に従って、機器の動作温度が製造者指定の全周囲温度にわたって変化することで生じる保護液の膨張及び収縮による影響を考慮して、通常使用中に許容する保護液の最高液位及び最低液位を表示する。

箇条 7 の f) に従って、保護液の液位指示デバイスには、製造者指定の温度ごとの液位を表示する。代替法として、注入条件を詳細に指定したラベルを液位指示デバイスの直近に貼付することでもよい。

保護液の液位指示デバイスは、動作温度が製造者指定の全周囲温度にわたって変化することで生じる保護液の膨張及び収縮による影響を考慮し、4.6 で要求する保護液の最低液位を検知できる位置に取り付ける。

製造者は、透明な部分が、保護液と接触してもその機械的及び光学的特性が維持されることを申請書類に明記しなければならない。

非密封機器に対しては、計量棒を用いてもよい。ただし、通常運転中に計量棒が測定位置に保持され、かつ、保護等級に関する 4.5.1 の要求事項が維持できる場合に限る。箇条 7 の g) に従って警告表示を計量棒の直近に設ける。

指針活用上の留意点

「通常使用中」とは、機器の動作中も含み、設置している間、及び取り扱っている間も指す。無通電状態から通電状態となる時防爆性能が保持されていることが必要である。

「製造者が作成する文書」とは、わが国の検定制度上では、検定及びその審査に必要な書類を指す場合がある。

「計量棒」とは、液量を量るため浸す棒で、計量棒（燃料）、計量棒、検油棒、ディップスティックを指す。

4.7.2 分離表示形液位指示デバイス

分離表示形液位指示デバイスを備える場合、開閉素子は表 2 に示す寸法以上に検出素子より低くする、又は、用途に適した防爆構造の一つで保護する。製造者が分離表示形液位指示デバイスを提供しない場合、第 1 編（総則）に従って、認証番号の末尾に記号 X を追記するとともに、認証書には、特定の使用条件として、この編の要求事項に確実に適合するために、使用者に要求される情報を全て記載する。

4.7.3 保護レベル“ob”の安全デバイス

開閉器をもつ保護レベル“ob”の機器に対しては、保護液液面安全デバイスは、保護液の液面を監視し、かつ、保護液が許容最低値を下回ると直ちに、自動的に電源を遮断するものでなければならない。安全デバイスの開閉素子は、表 2 に示す寸法以上に安全デバイスの検出素子より低くする、又は、用途に適した防爆構造の一つで保護する。製造者が安全デバイスを提供しない場合、第 1 編に従って、認証番号の末尾に記号 X を追記するとともに、認証書には、特定の使用条件として、この編の要求事項に確実に適合するため、使用者に要求される情報を全て記載する。

注記 これらの用途に対する安全デバイスは、通常、故障許容度 0 及び安全度水準 SIL 1 をもつ。そのような安全デバイスに対する要求事項は、現時点では EN 50495 に定められている。EN 50495 を基に、安全デバイスに対する要求事項を定める IEC 規格を推進するためのプロジェクトが開始された。

4.8 温度制限

4.8.1 一般事項

機器又は機器の部分に対する最高許容温度は、4.8.2 又は 4.8.3 によって決定した二つの温度のうち低い方とする。

4.8.2 最高表面温度

爆発性ガス雰囲気と接触する保護液の自由表面又は電気機器の表面のあらゆる点の温度は、指定された温度等級又は指定された最高表面温度の限度を超えてはならない。いかなる場合でも 200 °C を超えてはならない。

4.8.3 保護液の引火点

使用する保護液の最低引火点（密閉式）は、保護液の自由表面の温度及び保護液に浸漬した内蔵部品の温度より 25 K 以上高くなければならない。

4.9 油入防爆構造“o”の機器に対する現場で行う配線接続部

油入防爆構造は、現場で行う配線接続部に対して許容される防爆構造ではない。機器の容器壁を通る接続部にはブッシングを用いる。直接引込みは許容しない。

現場で行う配線接続部は、用途に適した防爆構造で保護する。

4.10 容器の構成部品

4.10.1 操作ロッド、シャフト、その他

容器に操作ロッド、シャフト、その他がある場合、密封容器では 6.1.1 及び 6.1.2 の試験に、また、非密封容器では 6.1.3 の試験に合格しなければならない。試験は、各部品を所定の場所に取り付けて行う。密封容器に使用する操作ロッド及びシャフトは、6.1.1 及び 6.1.2 の試験に先立ち、前処理として 500 回操作する。

4.10.2 保護液排出用デバイス

保護液排出用デバイスは、意図しない取外しに対して堅固に保持されなければならない。

5 保護液

5.1 保護液の仕様

保護液は、IEC 60296 に適合する鉱油、IEC 60836 に適合するシリコーン液、IEC 61099 に適合する有機合成エステル液 (Type T1) 又は 5.2 の要求事項に適合する液体とする。

注記 IEC 62770 による天然エステル液の使用は、現在検討中である。

5.2 代替品の詳細仕様

代替の保護液は、次の仕様を全て満たさなければならない。

- a) ISO 2592 に示す試験方法によって求めた燃焼点 (Fire point) が 300 °C 以上である。
- b) ISO 2719 による引火点 (密閉式) が、保護液の自由表面の温度より 25 K 以上高い (4.8.3 参照)。
- c) ISO 3104 による 25 °C における動粘度が、100 cSt 以下である。
- d) IEC 60156 による絶縁破壊電圧が 30 kV 以上である。
- e) IEC 60247 による 25 °C における体積抵抗率が、 $1.0 \times 10^{12} \Omega \cdot m$ 以上である。
- f) ISO 3016 による流動点が、-30 °C 以下である、又は機器の最低周囲温度より 10 K 以上低い。
- g) IEC 62021-1 による酸性度 (中和価) (acidity (neutralization value)) が、0.03 mg KOH/g 以下である。
- h) 保護液に接触する物質の物性に悪影響を与えない。
- i) IEC 61125 による酸化安定性試験の結果、生成するスラッジ量が 0.15 % 以下である。
- j) IEC 62535 による硫黄含有量が、腐食を生じない (non-corrosive) と判定される。
- k) IEC 60814 による水の含有量が、35 ppm 以下である。

注記 保護液が要求仕様に適合していることを検証することは、この編の要求事項ではない。

5.3 グループ I の機器

グループ I の機器に対しては、鉱油を用いてはならない。

5.4 アークに起因する保護液の汚染及びガスの発生

機器に組込まれた開閉器が保護液の汚染を引き起こすことがある場合、適切な保守のための取扱説明書を作成する。取扱説明書には、少なくとも、開閉器が通常の開閉動作を指定回数繰り返した後及び故障時の電流が (割り込んで) 流れた後の保護液の洗浄、ろ (濾) 過及び交換方法を含める。

5.5 保護液の総体積

第 1 編に従って作成する文書には、4.6 に要求する液位を維持するための最大及び最小体積を含む、保護液の総体積を指定する。

6 検証及び試験

6.1 型式試験

6.1.1 密封容器に対する過圧試験

2 kVA/接点を超える電力容量を開閉する開閉器をもつ保護レベル“ob”の容器に対しては、圧力逃がしデバイスの設定値の4倍の圧力を、また、それ以外の全ての容器に対しては、圧力逃がしデバイスの設定値の1.5倍の圧力を内部に印加するが、いかなる場合も、印加圧は150 kPa以上とし、印加時間は60秒以上とする。圧力逃がしデバイスの取合い口は、試験中、密封する。

試験終了時点において、容器が、4.6への適合に悪影響を及ぼすような損傷も恒久的な変形も見られなければ、試験に合格とみなす。

注記 この試験には、通常、非圧縮性流体を用いる。圧縮性流体（空気、不活性ガスなど）を使用した場合、容器が破損して人身傷害又は物的損害をもたらすことがある。

6.1.2 密封容器に対する減圧試験

保護液を入れていない容器の内圧を、保護液の液面を最高許容液面から最低許容液面に変えたときの圧力の変動分以上に減圧する。ただし、減圧分には製造者が申請文書に指定した周囲温度変動に関する補正を適正に加える。

24時間後、圧力の増加は5%以下でなければならない。

6.1.3 非密封容器に対する過圧試験

ブリーザを封止して容器内部に150 kPaの圧力を印加する。印加時間は60秒以上とする。

試験終了時、容器に4.5.3及び4.5.5への適合に悪影響を及ぼすような損傷も恒久的な変形も見られなければ、試験に合格とみなす。

注記 この試験には、通常、非圧縮性流体を用いる。圧縮性流体（空気、不活性ガスなど）を使用した場合、容器が破損して人身傷害又は物的損害をもたらすことがある。

6.1.4 最高温度

油入防爆構造“o”の機器が4.8に定める許容温度を超えないことを確認するため、サンプルを型式試験にかける。

外部負荷をもたない油入防爆構造“o”の機器に対しては、第1編（総則）の温度測定の箇条に従って試験を行う。

外部負荷をもつ油入防爆構造“o”の機器に対しては、保護レベル“ob”の場合、通常運転中の定格電流の110%の電流での試験及び最大定格のデューティサイクルでの試験を、保護レベル“oc”の場合、通常運転中の定格電流の100%の電流での試験及び最大定格のデューティサイクルでの試験を行う。

注記 非線形外部負荷がつながる、入力電力制御機能を内蔵している、又は故障モードを定めることが困難であるなどの特性（又は、特質）をもつ機器の機能不全状態での最高温度の決定には困難が予想される。

6.1.5 開閉試験

設計どおりに構成した機器について、該当するIEC工業規格に規定されている電氣的開閉試験を行う。保護液は、最低液位にする。試験の結果、次を満足しなければならない。

a) 保護液の流出がなく、かつ、要求する沿面距離及び絶縁空間距離が損なわれないこと。

b) 保護液は、IEC 60156 に従って試験したとき、絶縁破壊電圧が 30 kV 以上であること。

6.2 ルーチン試験

6.2.1 密封容器

全ての密封容器には、次の試験を順に行う。

a) 6.1.1 に規定する過圧試験

ただし、溶接構造以外の容器については、型式試験で圧力逃がしデバイスの設定圧力の 4 倍の圧力で試験を行い、6.1.1 の判定基準に合格するときは、このルーチン試験を省略することができる。

注記 この試験には、通常、非圧縮性流体を用いる。圧縮性流体（空気、不活性ガスなど）を使用した場合、容器が破損して人身傷害又は物的損害をもたらすことがある。

b) 6.1.2 に規定する減圧試験、又は製造者が提案する低い圧力を用いて行う同等の加速試験

後者の加速試験を適用する場合、その試験が 6.1.2 の 24 時間試験の漏れしきい（閾）値と同じ漏れ値となることを示す計算過程を文書化する。

6.2.2 非密封容器

全ての非密封容器は、6.1.3 に規定する試験にかける。ただし、溶接構造以外の容器については、型式試験で 600 kPa の圧力で試験を行い、6.1.3 の判定基準に合格するときは、このルーチン試験を省略することができる。

注記 この試験には、通常、非圧縮性流体を用いる。圧縮性流体（空気、不活性ガスなど）を使用した場合、容器が破損して人身傷害又は物的損害をもたらすことがある。

7 表示

油入防爆構造“o”の防爆機器又は Ex コンポーネントには、第 1 編（総則）の定めによる表示に加え、次の事項を表示する。

a) 使用する保護液

b) 過圧防止安全デバイスの設定値（該当する場合）

c) 『この容器は恒久的に密封されており、修理不能』という文言（該当する場合）

d) 『この容器は製造時に密封されている。修理にあたっては製造者の取扱説明書を参照すること。』という文言（該当する場合）

e) 保護液の最低液位及び最高液位

f) 製造者が指定する「温度ごとの液位」。代替法として、注入条件を詳細に指定したラベルを液位表示デバイスの直近に貼付してもよい。

g) 4.7.1 によって計量棒を用いる場合、『警告—使用後は計量棒を元に戻すこと』、又は、これと技術的に等価な文言。

h) 4.2.2 c) に従って、機器が短絡電流 32 kA 未満で設計されている場合、外部電源に許容される推定短絡電流。例えば、『許容電源短絡電流：10 kA』

i) 4.2.2 に従って、『警告—無負荷で稼動すること』

防爆機器又は Ex コンポーネントには、第 1 編（JNIOOSH-TR-46-1:2015）に示す“o”（EPL Gb に対して）の表示に代えて、“ob”（EPL Gb 又は Mb に対して）、又は“oc”（EPL Gb に対して）のいずれか該

当するものを表示する。

8 取扱説明書

全ての油入防爆構造“o”の防爆機器には、第 1 編（総則）で要求する取扱説明書を添付し、それには少なくとも次の詳細事項を追加する。

- a) 使用する特定の保護液に関する詳細情報を含む保護液の交換頻度についての詳細情報
- b) 4.2.2 による断路器及びタップ選択器の使用に関する情報
- c) 非密封容器のブリーザに入れる乾燥剤の保全に関する要求事項についての詳細情報（例えば、ブリーザのある非密封容器に使用するとき）
- d) 開閉器が通常の開閉動作を指定回数繰り返した後及び故障時の電流が（割り込んで）流れた後の保護液の洗浄、ろ（濾）過及び交換方法

附属書 A (規定) 選定及び設置に関する要求事項

油入防爆構造“o”の防爆機器は、次に従って設置する。

- ・保護レベル“ob”の機器は、EPL Mb, Gb 又は Gc に適する機器を要求する場所に設置することができる。
- ・保護レベル“oc”の機器は、EPL Gc に適する機器を要求する場所に設置することができる。
- ・現場で行う配線接続部は、用途に適した防爆構造で保護する。
- ・油入防爆構造は、現場で行う配線接続部に対して許容される防爆構造ではない。直接引込みは許容しない。

注記 機器の選定及び設置に関する要求事項は IEC 60079-14 に規定されており、使用者にはこれに従う責任がある。ただし、IEC 60079-14 にはまだ十分な情報が記載されていないので、十分な情報が記載されるまではこの附属書 A において情報提供する。

附属書 B
(規定)
保守に関する要求事項

IEC 60079-17 の検査に関する要求事項に対する補足事項を表 B.1 に示す。

表 B.1 検査に関する要求事項

チェック項目		検査等級		
		D	C	V
A	機器			
1	機器は、設置場所の EPL 及びゾーンに関する要求事項に適合する。	×	×	×
2	機器グループは適正である。	×	×	×
3	機器の温度等級は適正である。	×	×	
4	機器の回路識別は適正である。	×	×	×
5	機器の回路識別が可能である。	×	×	×
6	容器、ガラス部品及びガラス・金属間のシール用ガスケット及び／又はコンパウンドは適合している。	×	×	×
7	承認されていない改造がない。	×	×	×
8	目に見える承認されていない改造がない。	×	×	
9	ボルト、ケーブル引込みデバイス（間接的）及び閉止用エレメントは適切なものであり、健全かつ締め付けられている。 － 物理的検査 － 目視検査	×	×	×
10	電氣的接続は確実になされている。	×	×	×
11	容器のガスケットの状態は適切である。	×	×	×
12	ブリーザ及びドレンは適切である。製造者の保守のスケジュールには、乾燥剤に関する要求事項が文書化されており、これに基づき作業が行われている。	×	×	×
13	密封容器の圧力逃がしデバイスは適合している。	×	×	
14	恒久的密封の表示がある容器には、容器が開けられたという明瞭な痕跡がない。	×	×	×
15	保護液の最高及び最低しきい（閾）値 a) 保護液の液位は許容最高値以下であり、かつ、許容最低値以上である。 b) 使用時における機器の水平位置からの最大の傾斜角は適正である。	×	×	×

16	開けることを意図する容器 開けるように設計している油入防爆構造“o”の機器の保護液の液位は、製造者の取扱説明書に従って、要求する保護液が要求する液位内に納まるように再充填され、かつ、製造者の取扱説明書に従って再密封されている。	×	×	×
17	計量棒があるときは、その計量棒は測定位置に固定され、かつ、適切に密封されている。	×	×	×
18	分離表示形液位指示デバイスの動作は適合している。	×	×	×
19	開閉器が通常の開閉動作を指定の回数繰り返した後又は開閉器に故障時の電流が（割り込んで）流れた後の保護液の洗浄、ろ（濾）過及び交換についての開閉器の詳細。	×	×	×

注記 検査及び保守に関する要求事項は IEC 60079-17 に規定されており、使用者にはこれに従う責任がある。ただし、IEC 60079-17 にはまだ十分な情報が記載されていないので、この附属書 B において情報提供する。

附属書 C

(規定)

修理及びオーバーホールに関する要求事項

修理，オーバーホール及び再生利用は，密封するよう表示されている容器をもつ油入防爆構造“o”の防爆機器には許容しない。

開くことが意図されている油入防爆構造“o”の容器は，製造者の取扱説明書で容認されている場合に限り，修理，オーバーホール及び再生利用することができる。

注記 修理及びオーバーホールに関する要求事項は IEC 60079-19 に規定されており，使用者にはこれに従う責任がある。ただし，IEC 60079-19 にはまだ十分な情報が記載されていないので，十分な情報が記載されるまではこの附属書 C において情報提供する。

文献

IEC 60050-421, *International Electrotechnical Vocabulary – Chapter 421: Power transformers and reactors*

IEC 60050-441, *International Electrotechnical Vocabulary – Chapter 441: Switchgear, controlgear and fuses*

IEC 60079 (all parts), *Explosive atmospheres*

IEC 62770, *Fluids for electrotechnical applications – Unused natural esters for transformers and similar electrical equipment*

EN 50495, *Safety devices required for the safe functioning of equipment with respect to explosion risks*

労働安全衛生総合研究所技術指針 JNIOSH-TR-46-4 : 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)

JNIO SH-TR-46-4:2018

Recommended Practices for Explosion-Protected Electrical Installations in General Industries

Part 4: Equipment protection by liquid immersion safety “o”