

各プラント事業者の皆様

引火性の物の蒸気又はガスが爆発の危険のある濃度に達するおそれのある箇所
の分類の方法及び範囲の判定の方法に関する運用について

日頃より安全衛生行政への御理解と御協力を賜り厚く御礼申し上げます。

労働安全衛生規則（昭和47年労働省令第32号）第280条において、引火性の物の蒸気又はガスが爆発の危険のある濃度に達するおそれのある箇所（以下「危険箇所」という。）において電気機械器具を使用するときは、防爆性能を有するものでなければ、使用してはならないとされています。

危険箇所は、電気機械器具防爆構造規格（昭和44年労働省告示第16号）第1条第15号から第17号までのとおり特別危険箇所、第一類危険箇所及び第二類危険箇所の3種類に区分され、これらの分類の方法については平成20年9月25日付け基発第0925001号「労働安全衛生規則の一部を改正する省令の施行及び電気機械器具防爆構造規格及び昭和四十七年労働省告示第七十七号の一部を改正する告示の適用について」第2の2(3)において、「JISC60079-10によること」とされています。

先般、JIS C 60079-10(爆発性雰囲気で使用する電気機械器具—第10部:危険区域の分類)が準拠している国際電気標準会議規格(IEC)60079-10が改正(規格番号はIEC 60079-10-1に変更)されたことから、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において、別添のとおり、労働安全衛生総合研究所技術指針「ユーザーのための工場防爆設備ガイド」(平成24年11月1日公表。以下「技術指針」という。)の改正を行いました。今後は、危険箇所の分類の方法及び範囲の判定の方法について、JIS C 60079-10によるほか、技術指針によることとして差し支えありません。

つきましては、下記事項に御留意の上、適切な防爆構造電気機械器具の使用について遺漏のないようお願いいたします。

記

1 危険箇所の分類の方法及び範囲の判定の方法について、JIS C 60079-10によるほか、技術指針の参考資料11によることとして差し支えないこと。

なお、技術指針の参考資料11は、経済産業省が策定した「プラント内における危険区域の精緻な設定方法に関するガイドライン」と整合が取られており、消防行政においては当該ガイドラインに沿って危険物施設の危険区域を設定していること。

2 危険箇所の設定対象となる設備・配管等の周囲において、危険箇所には該当しないが、リスクアセスメントの結果、危険物等が流出して当該危険箇所外に蒸気又はガスが滞留するおそれのある箇所が存在する場合、その箇所に固定式の非防爆機器を設置するときには、非防爆機器への通電を緊急に遮断できる装置(緊急遮断装置)やインターロックを設ける等の措置を講ずること。

また、事故発生時の応急措置や緊急遮断装置の操作方法等について、労働者への教育を徹底すること。

3 火災や危険物等の流出事故が発生した場合には、危険箇所外であっても、予期せぬ場所に蒸気又はガスが滞留しているおそれがあることから、可搬式の非防爆機器の使用に当たっては防爆構造のガス検知器等により安全を確認すること。

4 技術指針の参考資料12に示されている自主行動計画例は、危険箇所の分類の実施や残留リスクへの対処についての参考として活用できること。

5 公益社団法人産業安全技術協会において、危険箇所分類に関するJIS C 60079-10、IEC 60079-10-1及び技術指針等の規格類の解説、現場における危険箇所分類及びリスクアセスメントについての相談に応、危険箇所分類のIEC 60079-10-1又は技術指針への規格適合性認証等の業務を実施していること。

(平成24年11月1日)

ISSN 1882-2703

労働安全衛生総合研究所技術指針

TECHNICAL RECOMMENDATION
OF NATIONAL INSTITUTE
OF OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH

JNIOOSH-TR-NO.44 (2012)

ユーザーのための工場防爆設備ガイド

USERS' GUIDELINES
for Installations for Explosive Atmospheres
in General Industry

修正履歴

■2020/10/31

旧版 p.278- ページ番号削除

p.278-304 に参考資料 11, 12 追加挿入。対応目次をページ ix に挿入。

あとがきに令和 1 年度「第二類危険箇所の定量的判断基準等に関する委員会」名簿追加。

■2020/11/8

参考資料 12 の章番号修正

ユーザーのための工場防爆設備ガイド改正委員会

本委員会

委員長	永石 治喜	公益社団法人 産業安全技術協会
委員	有山 正彦	IDEC 株式会社
〃	石田 豊	公益社団法人 産業安全技術協会
〃	磯村 豊治	伊東電機 株式会社
〃	臼井 講吉	JX日鉱日石エネルギー 株式会社（～平成 23 年7月）
〃	角谷 憲雄	株式会社 山武
〃	小山 純二	光明理化学工業 株式会社
〃	鈴木 雅典	JX日鉱日石エネルギー 株式会社（平成 23 年8月～）
〃	富川 克志	テュフラインランドジャパン 株式会社
〃	中村 吉伸	富士電機 株式会社
〃	西野 濃	JFEスチール 株式会社
〃	二谷 浩司	株式会社 きんでん
〃	本山 建雄	公益社団法人 産業安全技術協会
事務局	安藤 隆之	独立行政法人 労働安全衛生総合研究所

ユーザーのための工場防爆設備ガイド

目 次

第1章 一般事項	1
1.1 はじめに	1
1.1.1 適用範囲	1
1.1.2 用語の意味	1
1.1.2.1 一般（共通）用語	1
1.1.2.2 可燃性物質とその物理的及び化学的現象に関する用語	4
1.1.2.2.1 ガス、蒸気、液体、ミスト、粉じんに共通の用語	4
1.1.2.2.2 ガス、蒸気、液体、ミストに関連する用語	5
1.1.2.2.3 粉じんに関連する用語	6
1.1.2.3 危険場所に関する用語	8
1.1.2.4 電気機器の構造一般に関する用語	9
1.1.2.5 ガス蒸気防爆の防爆構造	9
1.1.2.5.1 電気機器の耐圧防爆構造に関する用語	9
1.1.2.5.2 電気機器の内圧防爆構造及び内圧室に関する用語	10
1.1.2.5.3 電気機器の安全増防爆構造に関する用語	11
1.1.2.5.4 電気機器の油入防爆構造に関する用語	12
1.1.2.5.5 電気機器及びシステムの本質安全防爆構造に関する用語	12
1.1.2.5.6 電気機器の非点火防爆構造に関する用語	15
1.1.2.5.7 電気機器の樹脂充填防爆構造に関する用語	16
1.1.2.6 粉じん防爆の防爆構造	16
1.1.2.7 その他の用語	17
1.2 発火の危険性	18
1.2.1 発火源	18
1.2.2 可燃性ガス及び蒸気の危険特性	19
1.2.2.1 爆発性雰囲気生成に関連する危険特性	19
1.2.2.2 電気機器の防爆性能に関連する危険特性	20
1.2.2.3 主要な可燃性物質の危険特性値	22
1.2.2.4 防爆電気機器と可燃性ガス蒸気の分類	22
1.2.2.4.1 構造規格における防爆電気機器の対象とする可燃性ガス蒸気の分類	22
1.2.2.4.2 国際整合防爆指針における防爆電気機器の分類	23
1.2.2.5 防爆電気機器と可燃性粉じんの分類	24
1.2.3 発火源としての防爆電気設備の区分	25

1.2.4 発火源としての非電気機器.....	26
1.2.4.1 非電気機器への対策.....	26
1.2.4.2 非電気機器による発火の危険性	27
1.2.4.3 燃焼室等への対策.....	27
1.2.4.4 自動車一道路及び電気機関車等への対策	28
1.2.4.5 非電気機器の発熱部.....	28
1.2.4.6 構成材料としての軽金属	28
1.3 爆発リスクの低減措置.....	28
1.3.1 計画.....	28
1.3.1.1 爆発性雰囲気生成防止	28
1.3.1.2 電気機器への防爆技術適用の考え方	29
1.3.1.2.1 構造規格及び国際整合防爆指針による防爆構造の種類と考え方	29
1.3.1.2.1.1 ガス蒸気防爆	29
1.3.1.2.1.2 粉じん防爆	32
1.3.1.2.2 構造規格及び国際整合防爆指針に導入されていない防爆構造の種類と考え方	32
1.3.1.3 設備の防爆対策.....	33
1.3.1.3.1 電気設備の防爆対策の考え方	34
1.3.1.3.2 防爆電気設備の計画の基本	35
1.3.1.3.3 電気設備の防爆対策の特例	35
1.3.1.3.4 保守作業中の危険場所の分類	36
1.3.1.3.5 研究室・実験室等における電気設備の防爆対策	37
1.3.1.3.6 内圧室.....	37
1.3.1.3.6.1 内圧室の位置及び広さ	38
1.3.1.3.6.2 内圧室の構造	38
1.3.1.3.6.3 内圧室への通風	39
1.3.1.3.6.4 内圧室の保護設備	39
1.3.1.3.7 漏洩等によるガス爆発の発生と防止対策の原則	39
1.3.2 防爆電気機器及び防爆電気配線の選定	40
1.3.2.1 防爆電気機器の選定.....	40
1.3.2.2 防爆電気配線の選定.....	48
1.3.2.3 防爆電気機器の表示.....	52
1.3.3 防爆電気機器の設置.....	56
1.3.3.1 一般要件.....	56
1.3.3.2 検定に合格した防爆電気機器の使用	57
1.3.3.3 防爆電気機器設置の際の留意事項	58
1.3.3.3.1 仕様の確認.....	58

1.3.3.3.2	設置位置への配慮	59
1.3.3.3.3	各防爆構造に対する追加要件	60
1.3.3.3.4	取付けに関する考慮	62
1.3.3.3.5	文書化	62
1.3.3.3.6	機器への表示	63
1.3.3.3.7	防爆電気機器の腐食性化学薬品類からの保護	63
1.3.3.3.8	移動用、携帯用及び可搬用防爆電気機器とその接続	63
1.3.3.3.9	個人用の電気機器	64
1.3.3.3.10	蓄電池室	64
1.3.3.3.11	緊急遮断	64
1.4	関係法規（抜粋）	64
1.4.1	労働安全衛生法	64
1.4.2	労働安全衛生規則	67
附属書 1-A	発火のメカニズム	73
附属書 1-B	EPL（Equipment Protection Levels）を包含する新しいリスクアセスメントー防爆電気機器への導入	75
附属書 1-C	燃焼室の保護手段	80
附属書 1-D	危険場所でのガス検知器の使用例	82
第2章	危険場所の分類	85
2.1	一般事項	85
2.1.1	基礎的な安全の概念	85
2.1.2	危険場所分類の基本	85
2.2	用語の意味	86
2.2.1	ガス蒸気危険箇所の種別関係	86
2.2.2	放出源の等級関係	87
2.2.3	換気の種類関係	90
2.2.4	放出率	91
2.3	危険場所の分類手順	91
2.3.1	一般	91
2.3.2	危険場所の分類及び範囲を決定する要素	91
2.3.3	危険場所の分類に関する放出源の考え方	91
2.3.4	危険場所分類の目的	92

2.3.5 危険場所の範囲	92
2.3.5.1 可燃性ガス蒸気の放出率	93
2.3.5.2 その他の考慮すべき条件	94
2.3.5.3 説明に役立つ事例	95
2.4 換気	96
2.4.1 一般	96
2.4.2 換気的主要なタイプ	96
2.4.3 換気の等級	96
2.4.4 換気の有効性	97
2.5 書類	97
2.5.1 一般	97
2.5.2 図面、データシート及び表	97
附属書 2-A 換気に関する補足説明	98
附属書 2-B.1 危険箇所設定フローチャートの説明（危険箇所の種別及び範囲の決定）	100
附属書 2-B.2 危険箇所分類の具体例	104
附属書 2-C 危険半径設定例	128
第3章 防爆電気設備の施設	134
3.1 一般事項	134
3.1.1 適用範囲	134
3.1.2 用語の意味	134
3.1.3 防爆性保持の基本	135
3.1.4 環境に対する配慮	136
3.1.5 発火能力のあるスパークに対する保護	137
3.2 地絡と過電流保護	137
3.2.1 適用範囲	137
3.2.2 非接地式電路における地絡保護	137
3.2.3 接地式電路における地絡保護	138
3.2.4 過電流保護	138
3.3 接地	139
3.3.1 適用範囲	139
3.3.2 電路の接地方式	139

3.3.3	接地保護導体	139
3.3.4	接地抵抗値	140
3.3.5	接地極	140
3.3.6	非充電金属部及び電路外金属部の保護接地の対象	140
3.4	静電気及び雷保護	141
3.5	電気防食が施された金属部	141
3.6	工事施工上の留意事項	141
3.7	可燃性ガス蒸気が存在する場所での電気配線	142
3.7.1	配線一般	142
3.7.2	配線の防爆電気機器への引込み	142
3.7.3	配線方法	144
3.7.4	配線と防爆電気機器との接続	144
3.7.5	ケーブル配線	145
3.7.5.1	使用ケーブルと配線材料	145
3.7.5.2	ケーブルに必要な防護措置（ケーブルダクト又はケーブルトレイ）	146
3.7.5.3	ケーブルの布設方法	147
3.7.5.4	壁面における開口部	149
3.7.5.5	ケーブルの接続	153
3.7.5.6	除滴	154
3.7.6	金属管配線	154
3.7.6.1	配線材料	154
3.7.6.2	配管方法	155
3.7.6.3	シーリングを施す箇所	159
3.7.6.4	シーリングの施工方法	159
3.7.6.5	除滴	160
3.8	移動用防爆電気機器の配線	161
3.8.1	配線材料	161
3.8.2	配線方法	161
3.9	本質安全防爆構造	162
3.9.1	一般	162
3.9.2	第一類危険箇所又は第二類危険箇所における機器の設置	162
3.9.2.1	機器の設置	162
3.9.2.2	ケーブル	163

3.9.2.3	本安回路の端末処理	167
3.9.2.4	本安回路の接地方法	167
3.9.2.5	本安回路の検証	168
3.9.3	特別危険箇所への設置	171
3.9.4	特殊な適用	172
3.10	粉じんが存在する箇所での電気配線	172
3.10.1	配線一般	172
3.10.2	配線の電気機器への引込	172
3.10.3	配線方法	172
3.10.4	配線と防爆電気機器との接続	172
3.10.5	ケーブル配線	172
3.10.5.1	使用ケーブルと配線材料	172
3.10.5.2	ケーブルの布設方法	173
3.10.5.3	ケーブルの接続	173
3.10.5.4	除滴	173
3.10.6	金属管配線	173
3.10.6.1	配線材料	173
3.10.6.2	配管方法	173
3.10.6.3	シーリングを施す箇所	173
3.10.6.4	シーリングの施工方法	173
3.10.6.5	除滴	173
附属書 3-A	複数の線形な電流電圧特性の本安関連機器を持つ本安回路の検証	174
附属書 3-B	複数の線形電流電圧特性を持つ本安関連機器について本安回路のシステム電圧及び電流の最大値を決定する方法	175
附属書 3-C	ケーブルパラメータの決定	178

第 4 章 防爆電気設備の保守 180

4.1	一般事項	180
4.1.1	適用範囲	180
4.1.2	用語の意味	180
4.1.3	文書	182
4.1.4	保守担当者の資格要件	182
4.1.4.1	資格要件の評価	183
4.1.4.2	責任者及び管理的職能をもつ技術者の知識と技能	183
4.1.4.3	保守担当者の保有する知識	183

4.2	点検	183
4.2.1	一般事項	183
4.2.2	点検の程度	184
4.2.3	点検の種類	184
4.2.4	定期点検	185
4.2.4.1	定期点検のための要員	185
4.2.4.2	設備の管理	185
4.2.4.3	移動用防爆電気機器	186
4.2.5	熟練者による継続的管理	187
4.2.5.1	概念	187
4.2.5.2	目的	187
4.2.5.3	責任	187
4.2.5.4	点検頻度	188
4.2.5.5	文書	188
4.2.5.6	訓練	188
4.3	保守	189
4.3.1	保守要求事項	189
4.3.2	防爆電気機器の整備	189
4.3.3	改造	190
4.3.4	可とうケーブル等の保守	190
4.3.5	電気機器の取外し時の配線端末処理	190
4.3.6	締付け部品及び工具	190
4.4	保守についての関連事項	191
4.4.1	使用環境条件	191
4.4.2	電源の遮断等	191
4.4.2.1	本質安全防爆回路以外の設備	191
4.4.2.2	本質安全防爆設備	192
4.4.3	接地及び等電位ボンディング	193
4.4.4	使用条件	193
4.4.5	移動用防爆電気機器	193
4.5	点検表に関する一般事項（表 4.2.1、4.2.2、4.2.3 及び 4.2.4）及び附属書 4-B	194
4.6	防爆構造別点検表に関する追加の要求事項	196
4.6.1	耐圧防爆構造（表 4.2.1 参照）	196
4.6.2	安全増防爆構造（表 4.2.1 参照）	196

4.6.3 本質安全防爆構造、粉じん防爆(Ex “iD”) (表 4.2.2 参照)	196
4.6.4 内圧防爆構造及び粉じん防爆(Ex “pD”) (表 4.2.3 参照)	198
4.6.5 非点火防爆構造(Ex “n”) (表 4.2.1、4.2.2 及び 4.2.3 参照)	199
4.6.6 粉じん防爆構造(Ex “tD”) (表 4.2.4 参照)	199
4.6.7 樹脂充填防爆構造(Ex “m”) (Ex “mD”)、及び油入防爆(Ex “o”)	199
4.7 防爆電気機器、設備の保守・点検表に関する追加の要求事項	199
附属書 4-A (参考)	205
附属書 4-B 防爆電気機器、設備の保守・点検表 (参考)	206
〔参考資料 1〕本ガイドに関連する法規・規格等 (平成 24 年 10 月現在)	228
〔参考資料 2-1〕可燃性ガス蒸気の危険特性値及び電気機器の防爆構造に対応する分類	231
〔参考資料 2-2〕粉じんの発火度及び主要な危険性	252
〔参考資料 3〕危険場所の分類及び範囲を検討するための参考文献	255
〔参考資料 4〕電気機器の種類別の防爆構造の選定例	256
〔参考資料 5〕防爆電気設備における水気、湿気、腐食、熱及び振動の対策	263
〔参考資料 6〕IEC 規格 60364-3 による系統接地の種類	264
〔参考資料 7〕ゴム、プラスチックの耐薬品性	267
〔参考資料 8〕ケーブル配線における爆発性雰囲気の流れ防止方法	269
〔参考資料 9〕シーリングの施工方法	271
〔参考資料 10〕防爆差込接続器の構成及び防爆構造	275

〔参考資料 11〕 危険箇所の精緻な判定方法	278
〔参考資料 12〕 自主行動計画例	290

第 1 章 一般事項

1.1 はじめに

1.1.1 適用範囲

本ガイドは、工場その他の事業場において、可燃性ガス、若しくは可燃性液体の蒸気(以下、特に紛らわしくない限り「可燃性ガス蒸気」という。)又は可燃性粉じん(以下、特に紛らわしくない限り可燃性ガス蒸気と可燃性粉じんを総称して「可燃性物質」という。)が爆発又は火災を生ずる濃度で存在し、又は存在するおそれのある場所に防爆電気機械器具(以下、特に紛らわしくない限り「防爆電気機器」という。)を設置し若しくは使用する場合に、防爆電気機械器具、設備が原因となって生ずる爆発又は火災を防止するために、必要な事項を推奨基準として法令、規格等をもとに整理したものである。

本ガイドは、通常の大気条件の下で、空気と混合した可燃性ガス蒸気又は可燃性粉じんによる爆発の危険があるすべての産業で使用する電気機械器具(以下、「電気機器」という。)及び設備(恒久設備、仮設設備、移動用、可搬用及び携帯用のいずれであるにかかわらず)に適用する。ただし、次の(a)～(f)には適用しない。

- (a) 爆発性坑内ガスにさらされる鉱山の設備
- (b) 火薬類の加工及び製造の設備
- (c) 爆発物の製造及び加工を行う場所など本質的に爆発の危険がある場所
- (d) このガイドで想定する異常の概念を超える大規模破壊
- (e) 一般家屋及びその敷地
- (f) 船舶

— 解 説 —

- ①「通常の大気条件」とは、気圧及び気温の変化が可燃性物質の燃焼特性に無視しうるほどの影響しか及ぼさないという条件であり、それらの通常の変動範囲を含む。
- ②(d)の「大規模破壊」とは、可燃性物質の放出が非常に大量となり設備の防爆対策の範囲を超えるプロセス容器又はパイプラインの破裂などの異常状態である。
- ③本ガイドに関連して参考になる関係法規及び関係規格の主なものを参考資料 1「本ガイドに関連する法規・規格等」に示している。法規・規格等は改廃が行われることから、本ガイドの活用にあたっては確認が必要である。

1.1.2 用語の意味

本ガイドで用いる主な用語の意味は、次のとおりとする。なお、以下の各章で主として用いる用語については、それぞれの章に示す。

— 解 説 —

ここに収録した用語は、主として IEC 60050-426「国際電気技術用語集、第 426 部、防爆電気機器」によった。

1.1.2.1 一般（共通）用語

(1) 構造規格(告示)

電気機械器具防爆構造規格(昭和 44 年労働省告示第 16 号。以下の文中における「構造規格」は「電気機械器具防爆構造規格」の略語である。)は、防爆電気機器として要求される構造、試験及び表示など

を定めている。そこでは、骨子のみが定められているので、技術的な指針としてこれを補完するために、検定基準として、防爆指針(工場電気設備防爆指針「ガス蒸気防爆 2006」等)が活用されている。

(2) 国際整合防爆指針(通達)

厚生労働省基準局長通達(平成 22 年 8 月 24 日基発 0824 第 2 号「電気機械器具防爆構造規格における可燃性ガス又は引火性の物の蒸気に係る防爆構造の規格に適合する電気機械器具と同等以上の防爆性能を有するものの基準等について」)によって、防爆構造規格第 5 条の国際規格等である IEC 規格に基づいて製造された防爆構造電気機械器具が構造規格に適合するものと同等以上の防爆性能を有することを確認するための基準となるものであることが示されたこの指針とは、「工場電気設備防爆指針(国際規格に整合した技術指針 2008)」をいう。

(3) 技術的基準(通達)

電気機械器具防爆構造規格(昭和 44 年労働省告示第 16 号)における可燃性ガス又は引火性のものの蒸気に係る防爆構造の規格に適合する電気機械器具と同等以上の防爆性能を有するものの技術的基準(IEC 規格 79 関係)[電気機械器具防爆構造規格の一部を改正する告示(昭和 63 年労働省告示第 18 号)の適用等についての労働省労働基準局長通達(昭和 63 年 4 月 1 日基発第 208 号)別添]の略称。その後平成 8 年 9 月 6 日付け基発第 556 号通達により 208 号通達を改正している。

(4) IEC 規格

IEC は International Electrotechnical Commission (国際電気標準会議)の略号であって、IEC 規格とは、IEC が出版している“Standard(規格)”を意味する。

(5) 電気機器 [electrical equipment]

電力の発電、送配電、蓄電、変換、調整、制御と消費、及び電気を利用した計測・通信・情報伝達など、電気に関連する機械、器具及び設備をいう。

— 解 説 —

JIS などでは「電気機器」という用語が一般に用いられているが、労働安全衛生法及び電気事業法関係の法規等では、「電気機械器具」という用語を用いている。ただし、本ガイドでは「電気機器」に統一する。

(6) 設備 [installation]

必要な機能を果たす目的を有した電気機器又は非電気機器からなるシステムをいう。

(7) 防爆構造 [type of protection]

電気機器を爆発性雰囲気の中に設置しても発火源となるおそれがないように対策した技術的手法をいう。技術的手法を大別すると、①発火源と爆発性雰囲気とを隔離する、②発火に対する安全度を増強する、③発火エネルギーを抑制するという手法がある。いずれの手法においても防爆構造は電気機器のみで実現できるものではなく、設置や配線、使用方法、及び点検内容にも大きく依存する。不適切な設置、配線、誤使用、点検不備等が生じると防爆構造の性能を維持することができないことに留意すべきである。

— 解 説 —

この用語は、「構造」という連想から、構造的なものにだけと解釈されがちであるが、本ガイドでは電気機器が発火源とならないようにするための発火エネルギーの抑制及び保護装置の活用などを含んだ広い概念で用いる。

(8) 防爆(電気)機器 [(electrical) equipment for explosive atmospheres]

可燃性物質が存在する雰囲気での使用を目的とする、1種類以上の防爆構造を具備する電気機器を指す。防爆電気機器と防爆電機機器ではないものの違いの一つは、「型式検定合格標章」の表示の有無にある。国内で設置し使用できる防爆電気機器は、わが国における検定に合格し、型式検定合格標章(機械等検定規則第14条)が表示された機器でなければならない。防爆電気機器には、わが国の型式検定を受けた者により表示が付されなければならない(労働安全衛生法第44条の2第5項)。防爆電気機器の種類には、電動機、照明器具、検出機器類、制御機器、分析機器等があり、さらに、プラント内に敷設されるプロセス配管に使用されるヒータや塗装用ロボットなどにおいては、保護回路と組み合わせることを求められる場合がある。

インバータ制御の電動機など、組み合わせる電源を特定することにより防爆性能を維持する防爆電気機器もある。また、各々の防爆電気機器で構成された装置においては、型式検定合格標章は、その各々に表示する。

— 解 説 —

IEC 60079-0「防爆構造総則」では、防爆電気機器と同義な英語として「explosion-protected equipment」という用語を使用している。

(9) 防爆電気設備 [electrical installation for explosive atmospheres]

可燃性物質が存在する雰囲気の中での使用に適するように、技術的措置が講じられた電気設備をいう。

(10) 最高表面温度 [maximum surface temperature]

指定された許容差内で、最も苛酷な条件の下で電気機器を使用した場合に電気機器の部品又は容器の表面が到達する最も高い温度をいう。

— 解 説 —

- ①可燃性物質が存在する雰囲気で使用する防爆電気機器では、この温度は、用いる防爆構造によって機器内部の部品表面、又は電気機器の容器表面に生ずる。
 - ②可燃性粉じん雰囲気で使用する防爆電気機器では、この温度は電気機器の容器表面に生ずるが、容器表面に堆積する粉じん層の状態も考慮する。
-

(11) 温度等級 [temperature class (of electrical equipment for explosive gas atmospheres)]

電気機器の最高表面温度に基づく防爆電気機器の分類をいう。

(12) 正常運転(あるいは正常動作) [normal operation]

電氣的、機械的に設計どおりに製造されていて、その製造者が指定する限界内で使用されている機器の運転をいう。

— 解 説 —

- ①可燃性物質の微量な放出は、正常運転の範囲内とみなす。例えば、取扱い液体の漏れによるシールからの放出は「微量な放出」とみなす。しかし、修理又は停止作業を必要とするような破損(事故によって生じたポンプシール又はフランジガasketの破損など)は、正常運転の範囲内とはみなさない。
 - ②IEC 60079-0 (2011)においては、次のように定められている。
 - ③製造者の指定する制限には、例えば、duty cycle で動作するモータの持続的な動作条件を含めてよい。
 - ④指定された範囲内の電源電圧の変動及び動作上の許容差は、正常運転の一部である。
-

(13) 周囲温度 [ambient temperature]

機器又は部品の近傍の、空気又は冷媒などの媒体の温度をいう。

(14) ケーブルグランド [cable gland]

一つ又はそれ以上の電気又は光ファイバーのケーブルを電気機器に導入するに当たり、当該防爆構造を維持するために使われるデバイスをいう。

(15) 容器の保護等級 [degree of protection of enclosure, IP]

容器が備えるべき次の保護の度合いを等級分類したものをいう。

(a) 容器内の充電部又は可動部への人体の接触又は接近に対する保護

(b) 容器内への固形物の侵入に対する保護

(c) 容器内への水の浸入に対する保護

(16) 機器の保護レベル [equipment protection level, EPL]

発火源へのなりやすさに基づいて区分した機器の保護レベルのことであり、可燃性物質が存在する雰囲気及び可燃性粉じん雰囲気の違いに応じてそれぞれ次の三つに区分される。

可燃性物質が存在する雰囲気 : EPL Ga、EPL Gb 及びEPL Gc

可燃性粉じん雰囲気 : EPL Da、EPL Db 及びEPL Dc

— 解 説 —

機器の保護レベル(EPL)は、このガイドの発行時点では、わが国の検定では採用されていない。

ただし、海外からの輸入品でわが国の検定に合格したものであっても、銘板にはEPLの表示が記載されている事例もあるので、参考のために解説した。

(17) ガス蒸気防爆

可燃性ガス蒸気の雰囲気の中で使用する電気機器の熱、火花等によってその雰囲気に発火することのないようにするため、電気機器に加えられる設計上、設置上及び使用上の手法の総体をいう。

設計上の手法として、耐圧防爆構造、内圧防爆構造、安全増防爆構造、油入防爆構造、本質安全防爆構造、非点火防爆構造及び樹脂充填防爆構造などがある。

(18) 粉じん防爆

可燃性粉じんと可燃性繊維粉の雰囲気中か、あるいはそれらが堆積した状態で使用する電気機器の熱、火花等によって、その雰囲気に発火するか、若しくは堆積物がくすぶりだすことのないようにするために、電気機器に加えられる設計上、設置上及び使用上の手法の総体をいう。

設計上の手法として、容器による保護(t)、内圧による保護(p)、本質安全による保護(i)及び樹脂充填による保護(m)などがある。

1.1.2.2 可燃性物質とその物理的及び化学的現象に関する用語

1.1.2.2.1 ガス、蒸気、液体、ミスト、粉じんに共通の用語

(1) 可燃性物質 [flammable material]

可燃性ガス蒸気、液体、ミスト及び粉じんの総称をいう。

— 解 説 —

労働安全衛生法施行令の別表第一「危険物」では、粉じん類を「発火性の物」、可燃性の液体を「引火性の物」、可燃性のガスを「可燃性のガス」と定義している。

一方、消防法では、別表で可燃性の液体を「第四類引火性液体」と分類しており、そのうちの「特殊引火物」、「第一石油類」、「アルコール類」及び「第二石油類」の一部が防爆電気機器の対象となる可燃性物質であると定義している。

(2) 爆発性雰囲気 [explosive atmosphere]

大気中で、ガス、蒸気、浮遊物、粉じん又はくず状繊維と空気とが混合して可燃性の状態にあり、一度発火するとその周辺全体に火炎が伝播する雰囲気をいう。

1.1.2.2.2 ガス、蒸気、液体、ミストに関連する用語

(1) 可燃性ガス又は蒸気 [flammable gas or vapor]

空気とある範囲内の比率で混合したとき爆発性雰囲気を形成する可燃性ガス蒸気等をいう。

— 解 説 —

本ガイドでは、第1章の1.1.1(適用範囲)で示したように可燃性ガス蒸気等を採用する。

(2) 可燃性液体 [flammable liquid]

想定された取扱い条件の下で可燃性の蒸気又はミストを発生する液体をいう。

(3) 可燃性ミスト [flammable mist]

爆発性雰囲気を形成するように、空気中に分散した可燃性液体の微小滴の集合体をいう。

(4) 最も発火しやすい混合ガス [most easily ignitable mixture]

特定の条件の下で、最も低い電気エネルギーで発火する濃度の可燃性ガス蒸気と空気の混合ガスをいう。

(5) 最も火炎逸走しやすい混合ガス [most incendive mixture]

特定の条件の下で、その火炎が容器の接合部を通して最も伝播しやすい濃度の可燃性ガス蒸気と空気との混合ガスをいう。

(6) 相対密度 [relative density (of a gas or vapor)]

同じ圧力及び温度において、空気の密度に対する可燃性ガス蒸気の相対的密度(空気の密度を1とする)をいう。

(7) 引火点 [flash point]

標準化された条件の下で、発火し得る濃度の蒸気・空気混合ガスを形成することができるだけの蒸気を発散させる液体の最低温度をいう。

— 解 説 —

引火点測定用の試験器には、タグ、ペンスキー・マルテンスなどの密閉式試験器とクリーブランドなどの開放式試験器があり、一般に密閉式は開放式よりも低い値を示すので、安全工学の分野では密閉式による引火点が優先的に用いられている。

なお、消防法関係の「危険物の規制に関する政令」では、原則としてタグ密閉式引火点試験器によって引火の危険性を判定している。

(8) 発火温度 [ignition temperature (of an explosive gas atmosphere)]

可燃性ガス蒸気と空気との混合ガスが所定の条件の下で加熱面に接したとき、発火が起こる加熱面の最低温度をいう。

— 解 説 —

発火温度の測定方法は、IEC 60079-4「発火温度の試験方法」に規定されている。発火温度の測定値は、試験容器の材質及び形状、空気との混合の方法、加熱時間などによって大きく相違する。IECの試験設備及び試験方法では、比較的低い測定値が得られる。

(9) 爆発限界 [explosive limits]

爆発下限界及び爆発上限界の総称。また、両限界の範囲を示す意味に用いられることもある。

(10) 爆発下限界 [lower explosive limit, LEL]

爆発性雰囲気を形成するガス、蒸気又は粉じんの空気中における最低濃度をいう。

(11) 爆発上限界 [upper explosive limit, UEL]

爆発性雰囲気を形成するガス、蒸気又は粉じんの空気中における最高濃度をいう。

(12) 最大安全すきま [maximum experimental safe gap, MESG]

最も火炎逸走しやすい混合ガスを用いて所定の試験容器の内部の混合ガスに発火したとき、耐圧防爆試験容器の接合部(奥行き 25 mm)を通して爆発の火炎が外部の混合ガスに伝播しなくなる接合部のすきまの最大値をいう。

— 解 説 —

最大安全すきまを測定するための試験装置及び試験方法は、IEC 60079-1A「最大安全すきまを確認するための試験方法」及び IEC 60079-20-1 を参考にするとよい。

(13) 最小点火電流 [minimum igniting current, MIC]

最も点火しやすい混合ガスを用いて火花点火試験を行ったとき、点火を生ずる誘導性回路又は抵抗性回路の電流の最小値をいう。

— 解 説 —

火花点火試験は、IEC 60079-11「本質安全防爆構造」に規定する火花点火試験設備を用いて測定される。
1.2.2.2(3)最大安全すきまを参照のこと。

1.1.2.2.3 粉じんに関連する用語

(1) 粉じん

粉じんと浮遊物の両方を含む一般名称をいう。

(2) 可燃性粉じん

可燃性粉じんとは、空気中の酸素と発熱反応を起こして爆発する粉じんをいい、小麦粉、でんぷん、砂糖、合成樹脂、化学薬品など非導電性のものと、カーボンブラック、コークス、鉄、銅など導電性を有するものに分ける。

— 解 説 —

- ①綿、麻、スフ、絹、人絹、毛糸などのような易燃性の繊維は可燃性粉じんではないが、これらの繊維が粉状になったものは可燃性粉じんに含めて分類する。
- ②わが国では、可燃性粉じんには、構造規格の粉じん防爆構造普通防じん構造を適用する。
-

(3) 爆燃性粉じん

爆燃性粉じんとは、空気中の酸素が少ない雰囲気中又は二酸化炭素中でも発火し、浮遊状態では激しい爆発を生ずる金属粉じんをいう。

— 解 説 —

- ①わが国での爆燃性粉じんには、マグネシウム、アルミニウム、ブロンズなどの粉じんが含まれる。
- ②火薬類など分子中に酸素を有し、又は酸化物と混合して空気中の酸素を必要としないで燃焼し得る物質の粉じんは、適用範囲外とする。
- ③わが国では爆燃性粉じんには、構造規格の粉じん防爆特殊防じん構造を適用する。
- ④IEC 規格では、更に次の3つの用語に分類している。
- ④a導電性粉じん [conductive dust]
可燃性粉じんであって、抵抗率が $10^3 \Omega\cdot\text{m}$ 以下のものをいう。IEC 61241-2-2 には、粉じんの抵抗率を測定する試験方法が含まれている。
- ④b非導電性粉じん [non-conductive dust]
可燃性粉じんであって、抵抗率が $10^3 \Omega\cdot\text{m}$ を超えるものをいう。
- ④c可燃性浮遊物(可燃性繊維粉) [combustible flyings]
固体粒子(繊維を含む。)であって公称粒径が $500 \mu\text{m}$ を超えるものをいい、大気中に分散することがあり、自重により大気から分離して降下し得る。例としては、レーヨン、綿(綿の屑 linter 及びコットンウェスを含む。)、麻(サイザル麻)、黄麻、麻、カカオの繊維、及び梱包されたウェスカポック(カポックの種の綿を梱包したもの)が含まれる。
-

(4) 爆発性粉じん雰囲気 [explosive dust atmosphere]

大気中で、浮遊物又は粉じんと空気とが混合した可燃性の状態であり、いったん発火するとその周辺全体に火炎が伝播する雰囲気をいう。

(5) 粉じん堆積層の発火温度 [minimum ignition temperature of a dust layer (IEC 61241-0), ignition temperature of a dust layer (IEC 60079-0)]

高温表面上の所定の厚さの粉じん層を発火させるために必要な、高温表面の最低温度をいう。

— 解 説 —

粉じん層の発火温度は、IEC 61241-2-1 に定める試験方法で求めることができる。

(6) 粉じん雲の発火温度 [minimum ignition temperature of a dust cloud(IEC 61241-0), ignition temperature of a dust cloud(IEC 60079-0)]

空気中の粉じん雲を高温炉内で発火させるときの、炉内壁の最低温度をいう。

— 解 説 —

粉じん雲の発火温度は、IEC 61241-2-1 に定める試験方法で求めることができる。

1.1.2.3 危険場所に関する用語

(1) 危険場所 [hazardous area]

電気機器の構造、設置及び使用について特別な安全対策を必要とするほど多くの爆発性雰囲気が存在し、又は存在することが予測される場所をいう。

(2) 非危険場所 [non-hazardous area]

電気機器の構造、設置及び使用について特別な安全対策を必要とするほど多くの爆発性雰囲気が存在することがないと予測される場所をいう。

(3) 放出源 [source of release]

可燃性物質を雰囲気中に放出する箇所又は位置であって、危険場所を形成する根源となるものをいう。

(4) 内圧室 [pressurized room or building]

内部に電気機器類が設置され、かつ、人が出入りする室又は建屋であって、室又は建屋の内部の圧力を常に大気圧より高く保持するように清浄な空気を送入し、外部の爆発性雰囲気が侵入しないようにしたものを用いる。

(5) ガス蒸気の危険場所の定義

第2章 2.2.1(1)(特別危険箇所)、2.2.1(2)(第一類危険箇所)、及び 2.2.1(3)(第二類危険箇所)を参照のこと。

(6) ガス蒸気危険場所の分類

ガス蒸気に対する危険場所の分類については、第2章の 2.2.1 を参照のこと。

(7) 粉じん危険場所の分類

粉じん危険場所とは、工場その他の事業場において爆発を生ずるために十分な量の粉じんが空気中に浮遊し爆発性粉じん雰囲気を生成するおそれがあるか、又は粉じんのたい積があつて浮遊するおそれがある場所をいい、爆発性粉じん雰囲気を生成する粉じんの種類に従つて次のように分類する。

(a) 爆燃性粉じん危険場所

(b) 可燃性粉じん危険場所

— 解 説 —

粉じんが浮遊しているか又はたい積のおそれがある場所とは、次のような場所をいう。

①通常の状態において、連続的、周期的又は断続的に粉じんが浮遊し又はたい積している場所。

②異常な状態(機械装置の故障、誤操作など)において粉じんが浮遊し又はたい積するおそれがある場所。

③IEC 60079-10-2 による粉じんの危険場所の分類は次のように定められている。

④ゾーン 20

空気中の粉じん雲が通常の状態において、連続して又は長時間にわたつて、若しくは頻繁に存在する場所をいう。

⑤ゾーン 21

通常の状態において、空気中の粉じん雲をしばしば生成する可能性がある場所をいう。

⑥ゾーン 22

通常の状態において、空気中の粉じん雲を生成する可能性が少なく、また生成した場合でも短時間しか持続しない場所をいう。

⑦IECにおける粉じん防爆構造の選定に対しては、附属書 1-B の表 1-B.2 を参照のこと。

1.1.2.4 電気機器の構造一般に関する用語

- (1) 錠締め [special fastener (of electrical apparatus for explosive atmospheres)]

第三者又は管理者以外が防爆電気機器の防爆性能を失わせる行為をすることを防止するように設計された締付部をいう。

- (2) 接続端子部 [connection facilities]

外部の電線の電氣的接続に使用する端子、ねじ部品及びその他の部品から成るものをいう。

- (3) 端子箱 [terminal box]

電気機器本体から独立した容器であって、接続端子部を収納するものをいう。

— 解 説 —

端子箱については、第3章 3.1.2(7)の解説を参照のこと。

- (4) 端子区域 [terminal compartment]

外部導線を電気機器に接続する箇所。一般的には、電気機器本体の一面にある区域をいう。

1.1.2.5 ガス蒸気防爆の防爆構造

1.1.2.5.1 電気機器の耐圧防爆構造に関する用語

- (1) 耐圧防爆構造 [flameproof enclosures d (米 division system) explosionproof enclosures]

容器が、その内部に侵入した可燃性ガス蒸気による内部爆発に対して損傷を受けることなく耐え、かつ、容器のすべての接合部又は構造上の開口部を通して外部の対象とする可燃性ガス蒸気の発火を生じさせることのない電気機器の防爆構造をいう。

— 解 説 —

- ①可燃性ガス蒸気への発火は点火、着火(場合によっては発火点、着火温度)などが同義語として使用される。本ガイドでは固有名詞として使用される用語(例えば、非点火防爆構造、火花点火試験装置など)及び構造規格等で定義された用語を除き、特に紛らわしくない限り発火(発火点)の用語を使用する。なお、英語では全て ignition (ignition temperature)で表現される。
- ②この防爆構造は、“d”と表示される。
- ③構造規格では、耐圧防爆構造を「全閉構造であって、可燃性のガス(以下、「ガス」という。)又は引火性の物の蒸気(以下、「蒸気」という。)が容器の内部に侵入して爆発を生じた場合に、当該容器が爆発圧力に耐え、かつ、爆発による火炎が当該容器の外部の可燃性ガス蒸気に発火しないようにしたもの」と定義している。
-

- (2) 耐圧防爆接合部 [flameproof joint]

耐圧防爆構造の容器を構成する部品の相対する面が近接している部分であって、容器の内部で発生した火炎又は燃焼生成物が容器の外部へ逸走することを阻止する箇所をいう。

— 解 説 —

耐圧防爆接合部は、火炎又は燃焼生成物を止めるために非常に狭いすきま(接合面のすきま、例えば約 0.03～0.3 mm 等)を形成している。接合部においては、ゴミ類の付着、キズ、さび、ボルトの緩み、ねじ込み部の緩みなどが防爆性能を維持する上で、致命的となる場合があるため注意が必要である。

耐圧防爆接合部は、非ねじ接合部 (non-threaded joint) とねじ接合部 (threaded joint) に大別される。わが国の構造規格における「接合面」は、これらのうちの「非ねじ接合部」に該当するもので、平面接合面、円筒接合面、いんろう接合面などに分けて規格化されている。

(3) 接合面の奥行き [width of flameproof joint]

耐圧防爆構造の容器の内部から外部への耐圧防爆接合部を通る最短経路であって火炎又は燃焼生成物を止めるための経路をいう。

— 解 説 —

上述の定義は、ねじ接合部には適用しない。

(4) 接合面のすきま [gap of flameproof joint]

耐圧防爆接合部の相対する面の間の距離をいう。

円筒接合面においては、接合面のすきまは穴と円筒それぞれの直径の差である。

1.1.2.5.2 電気機器の内圧防爆構造及び内圧室に関する用語

(1) 内圧防爆構造 [pressurized enclosure p 又は f]

容器内の保護ガスの圧力を外部の雰囲気圧力よりも高い圧力値に保持し、かつ、容器内の可燃性ガス蒸気の濃度を爆発下限値より十分に低いレベルに希釈することによって、防爆性能を確保する電気機器の防爆構造をいう。

— 解 説 —

①この防爆構造は、構造規格では“f”、国際整合防爆指針では“p”と表示される。

②内圧の保護方式の種類により“px”、“py”の表示がある。この他に IEC 規格では“pz”があるが、わが国では、2012 年現在、採用されていない。

③構造規格では、内圧防爆構造を「容器の内部に空気、窒素、炭酸ガス等の保護ガスを送入し、又は封入することにより、当該容器の内部に可燃性ガス蒸気が侵入しないようにした構造」と定義している。

(2) 保護ガス [protective gas]

掃気及び内圧の保持のために、また必要な場合には希釈のために用いる空気又は不活性ガスをいう。

— 解 説 —

保護ガスは、空気、窒素、炭酸ガスなど、又はこれらの気体の混合物でもよい。ここで不活性ガスとは、窒素、二酸化炭素、アルゴンの他、空気の場合のように不活性ガス 4 : 酸素 1 の割合で酸素と混合したときに、爆発限界などの発火・燃焼特性が空気よりも危険側にならないようなガスをいう。

(3) 掃気 [purging]

内圧防爆構造の電気機器の容器及びダクト内の可燃性物質が存在する雰囲気圧力の濃度を安全なレベル（爆発下限値よりも低く）にするため、電気機器に通電する前に、これらの電気機器及びダクトの中に十分な量の保護ガスを流す操作のことをいう。

(4) 封入式内圧防爆構造 [pressurization with leakage compensation]

掃気後、(掃気時に使用する排気口があればこれが閉じられた状態で)容器の内部から外部への保護ガスの漏れ量に応じて保護ガスを補充することによって内圧を保持する方式の内圧防爆構造をいう。

— 解 説 —

封入式内圧防爆構造は

①IEC 規格では、内圧容器及びそのダクトから漏洩があったときに、その漏洩を補うのに十分な流量の保護気体を供給する方式としている。

②この構造は、正常運転時に排気口を使用しないため、電気機器の冷却は保護ガスの送給には依存しない。掃気時にのみ使用する排気口を有する場合がある。

(5) 通風式内圧防爆構造 [pressurization by circulation of protective gas]

掃気した後、容器の内部に連続して保護ガスを流通させることによって内圧を保持する方式の内圧防爆構造をいう。

(6) 密封式内圧防爆構造 [static pressurization]

保護ガスを密封し、漏れるおそれがないようにして内圧を保持する方式をいう。

— 解 説 —

密封式内圧防爆構造における保護ガスの充填及び再充填は、製造者が行う。

(7) px方式(内圧保護方式)

内圧容器内を、第一類危険箇所から非危険場所にする内圧防爆構造の方式をいう。

— 解 説 —

EPL Gb(附属書 1-B を参照)の保護レベルを有する内圧防爆構造で、内圧容器内を非危険に減ずる方式をいう。

(8) py方式(内圧保護方式)

内圧容器内を、第一類危険箇所から第二類危険箇所にする方式をいう。

— 解 説 —

①EPL Gbの保護レベルを有する内圧防爆構造で、内圧容器内を EPL Gcに減ずる方式をいう。

②内圧容器内に収納される機器は、EPL Gc 以上を必要とする。

③py方式の他、IEC 60079-2 においては、pz方式も定められている。(これは、EPL Gcの保護レベルを有する内圧防爆構造で、内圧容器内を第二類危険箇所から非危険場所にする方式である。)ただし、このpz方式は、防爆性能の保持の方法が現在のところ国内事情にそぐわないため、このガイド発行時点(2012 年現在)ではわが国では採用されていない。

1.1.2.5.3 電気機器の安全増防爆構造に関する用語

(1) 安全増防爆構造 [increased safety e]

正常な使用中にはアーク又は火花を発生することのない電気機器に適用する防爆構造であって、過大な温度上昇のおそれ並びにアーク及び火花の発生のおそれに対して安全性を増加し、これらの発生を阻止する手段が講じられた電気機器の防爆構造をいう。

— 解 説 —

①この防爆構造は、“e” と表示される。

②構造規格では、安全増防爆構造を「電気機械器具を構成する部分(電気を通じない部分を除く。)であって、当該電気機械器具が正常に運転され、又は通電されている場合に、火花若しくはアークを發せず、又は高温となって発火源となるおそれがないものについて、絶縁性能並びに温度の上昇による危険及び外部からの損傷等に対する安全性を高めた構造」と定義している。

(2) 拘束電流 I_A [initial starting current]

定格周波数の定格電圧を印加したとき、回転子を拘束した交流電動機又は最大エアギャップの位置で可動鉄心を拘束した交流電磁石に流れる電流の最大実効値をいう。

— 解 説 —

突入電流は、除外する。

(3) 許容拘束時間 t_E [time t_E (for increased safety electrical apparatus)]

拘束電流 I_A が流れている交流巻き線の温度が、最高周囲温度において定格通電時に到達する温度から許容温度まで上昇するのに要する時間をいう。

— 解 説 —

安全増防爆構造規格は、構造規格の指針(工場電気設備防爆指針「ガス蒸気防爆 2006」)に基づく安全増防爆構造と、国際整合防爆指針及び技術的指針に基づく安全増防爆構造とがある。前者は指針が第二類危険箇所での設置を想定した内容であるため、第二類危険箇所のみで使用できる。後者は第一類危険箇所並びに第二類危険箇所での使用が可能なため、使用時に注意が必要となる。

1.1.2.5.4 電気機器の油入防爆構造に関する用語

油入防爆構造 [oil immersion o]

電気機器及び電気機器の部分が油面の上方又は容器の外部に存在する爆発性雰囲気が発火することがないような方法で、これらを油に浸す電気機器の防爆構造をいう。

— 解 説 —

①この防爆構造は、“o”と表示される。

②構造規格では、油入防爆構造を「電気機械器具を構成する部分であって、火花若しくはアークを発し、又は高温となって発火源となるおそれがあるものを絶縁油の中に収めることにより、可燃性ガス蒸気に発火しないようにした構造」と定義している。

1.1.2.5.5 電気機器及びシステムの本質安全防爆構造に関する用語

(1) 本質安全防爆構造 [intrinsic safety i]

正常状態及び特定の故障状態において、電気回路に発生する電気火花及び高温部が規定された試験条件で所定の試験ガスに発火しないようにした防爆構造をいう。

— 解 説 —

①この防爆構造は、その安全の程度によって“ia”、“ib”と表示される。

②IEC規格では、他に第二類危険箇所を使用することを前提とする“ic”がある。このガイド発行時点(2012年現在)ではわが国では、採用していない。

③構造規格では、本質安全防爆構造を「電気機械器具を構成する部分の発生する火花、アーク又は熱が、可燃性ガス蒸気に点火するおそれがないことが点火試験等により確認された構造」と定義している。

(2) 本安回路 [intrinsically safe circuit]

回路の正常状態及び特定の故障状態において発生する火花、アーク又は熱が、所定の爆発性雰囲気に点火できない回路をいう。

(3) 非本安回路 [non-intrinsically safe circuit]

本安回路以外の電気回路をいう。

— 解 説 —

非本安回路には、本安回路と直接関連をもつ電気回路(本安関連回路)と、本安回路とは直接関連をもたない電気回路(一般回路)とがある。本安関連回路には、防爆性能を維持する上に必要不可欠な電気部品・電気回路及び要求に基づく構造で構築されているため、分解・改造等は禁止されている。

(4) 本安機器 [intrinsically safe apparatus]

すべての回路が本安回路で構成されている電気機器をいう。

— 解 説 —

わが国では、採用されていないが、IEC 規格に防爆構造電気機械器具の対象としないものとして定義された次の機器について、参考のために記述しておく。

単純機器 [simple apparatus]

明確な電氣的パラメータをもつ単純な構造の電気部品又は電気部品の組合せで、それらが用いられる回路の本安性を損なうことがないもの。

次に、単純機器の例を示す。

- ①スイッチ、接続箱、抵抗、単純な半導体デバイスなどの受動的コンポーネント
- ②パラメータがシステム全体の安全性を確保するようなコンデンサ、インダクタなど明確な値をもつ蓄積エネルギー源
- ③熱電対及びフォトセルで、1.5 V、100 mA 及び 25 mW を超えるエネルギーを発生しないものなど明確な値のパラメータをもつエネルギー発生源。ただし、その中にインダクタンス又はキャパシタンスがある場合は、上述 ② として考えられる。

(5) 関連機器(本安関連機器) [associated apparatus]

エネルギー制限回路及び非エネルギー制限回路の両者を含み、非エネルギー制限回路がエネルギー制限回路に影響をおよぼすことができないように作られた電気機器をいう。

— 解 説 —

本安関連機器は、安全保持器、本安バリア、ツェナーバリアあるいは、単にバリアと称されることがある。

(6) 本質安全防爆システム [intrinsically safe system]

本安機器、本安関連機器及びその他の機器並びにこれらを相互に接続するケーブルから成るシステムであって、爆発性雰囲気中にさらされる部分の回路が本安回路であるものをいう。

(7) ia 本安機器及び本安システム [apparatus and system of category ia]

所定の安全率を適用し、かつ、次に示す2種類の故障を同時に仮定した場合においても、なお点火を生じないような本安回路をもつ電気機器及びシステムをいう。

- (a) 二つまでの数えられる故障
- (b) 最悪条件となるいくつかの数えられない故障

— 解 説 —

①「数えられる故障」とは、構造要件を満足している部分に生ずる故障をいう。

②「数えられない故障」とは、構造要件を満足していない部分に生ずる故障をいう。

- (8) ib 本安機器及び本安システム [apparatus and system of category ib]

所定の安全率を適用し、かつ、次に示す2種類の故障を同時に仮定した場合においても、なお点火を生じない本安回路をもつ電気機器及びシステムをいう。

- (a) 一つまでの数えられる故障
- (b) 最悪条件を生ずるいくつかの数えられる故障

- (9) ダイオード形安全保持器 [diode safety barrier]

より大きな機器の一部としてではなく個々の機器として製造されるヒューズ、抵抗器又は、これらの組合せによって保護されている分路ダイオード又はダイオードチェーン(ツェナーダイオードを含む)を組込んだ集成体をいう。

- (10) 本安回路許容キャパシタンス [maximum external capacitance] C_o

本安性を損なうことなく外部配線接続部に接続できる本安回路の最大キャパシタンスをいう。

- (11) 本安回路許容インダクタンス [maximum external inductance] L_o

本安性を損なうことなく外部配線接続部に接続できる本安回路の最大インダクタンスをいう。

- (12) 本安回路許容電流 [maximum input current] I_i

本安性を損なうことなく本安回路の外部配線接続部に印加できる最大電流(交流ピーク値又は直流)をいう。

- (13) 本安回路許容電力 [maximum input power] P_i

外部電源が接続されているときに本安性を損なうことなく機器内で消費できる本安回路の最大入力電力をいう。

- (14) 本安回路許容電圧 [maximum input voltage] U_i

本安性を損なうことなく本安回路の接続部に印加できる最大電圧(交流ピーク値又は直流)をいう。

- (15) 内部キャパシタンス [maximum internal capacitance] C_i

外部配線接続部に現れるとみなされる機器の総和の等価内部キャパシタンスをいう。

- (16) 内部インダクタンス [maximum internal inductance] L_i

外部配線接続部に現れるとみなされる機器の総和の等価内部インダクタンスをいう。

- (17) 本安回路最大電流 [maximum output current] I_o

外部配線接続部から得られる本安回路の最大電流(交流ピーク値又は直流)をいう。

- (18) 本安回路最大電力 [maximum output power] P_o

機器から得られる本安回路の最大電力をいう。

- (19) 本安回路最大電圧 [maximum output voltage] U_o

機器から得られる本安回路の最大電圧(交流ピーク値又は直流)をいう。

- (20) 非本安回路許容電圧(交流実効値又は直流) [maximum r.m.s. a.c. or d.c. voltage] U_m

本質安全性を損なうことなく本安関連機器の非本安接続端子部に印加できる最大電圧をいう。

U_m 値は、接続端子部の違いによって異なってもよく、また、その値は、交流又は直流によって異なってもよい。

1.1.2.5.6 電気機器の非点火爆構造に関する用語

(1) 非点火爆構造 [type of protection n]

正常運転中及び特定の異常状態で、周囲の可燃性物質が存在する雰囲気が発火させる能力のない電気機器に適用する防爆構造をいう。

— 解 説 —

- ①構造規格及びIEC規格の要求事項は、発火を生じさせるおそれのある機能不良を起りにくくすることを意図している。
- ②「特定の異常状態」の例は、寿命末期のランプをそのまま取付けている照明器具などをいう。

(2) 無火花式 nA [non-sparking device nA]

正常運転の間は発火源となるアークや火花を発生しないように構成されたデバイスをいう。

— 解 説 —

構造規格及びIEC規格でいう“正常運転”には、爆発性雰囲気が存在するおそれのある状態で、通電中の回路に対する電気部品の除去又は挿入は含まない。

(3) 樹脂充填式 nC [encapsulated device nC]

充填材の中に埋め込まれ、外部の雰囲気が侵入しない構造をいう。

(4) 接点封入式の構造 nC [enclosed-break device nC]

電気接点を封入したデバイスであって、内部に入り込んだ可燃性ガス蒸気が爆発しても損傷を生ずることなく、かつ、外部の可燃性ガス蒸気に伝播しないものをいう。

(5) ハーメチックシール式の構造 nC [hermetically-sealed device nC]

外部の爆発性雰囲気が内部に侵入できないデバイスで、そのシール部は溶融、例えばはんだ付け、ろう付け、溶接又はガラスを金属へ融着してなされているものをいう。

(6) 非点火爆性の部品 nC [non-incendive component nC]

点火爆能力を有する特定の回路を開閉する接点を有する部品であるが、対象となる爆発性雰囲気を発火させることができない構造の接点メカニズムを有するものをいう。

— 解 説 —

非点火爆性部品の容器は、可燃性物質が存在する雰囲気の侵入防止や爆発の封じ込めを意図したものではない。規格で要求された試験において、対象の接点の開閉で試験混合ガスに発火しなかった部品であることを指す。

(7) 呼吸制限容器 nR [restricted-breathing enclosure nR]

可燃性ガス蒸気及びミストが呼吸によって侵入することを防止するように設計された容器をいう。

(8) エネルギー制限機器 nL [energy -limited apparatus nL]

本質安全防爆構造の防爆性の保持方法を基本とした構造であって、火花及び温度によって爆発性雰囲気に発火しないようにエネルギーを制限したものをいう。

(9) エネルギー制限関連機器 ExnL [associated energy-limited apparatus ExnL]

機器自体の火花又は温度について対策がなされていないため危険場所で使用又は設置はできないが、危険場所のエネルギー制限機器 nL に対して点火爆に至らない制限された電気エネルギーを供給する

ために使用される機器をいう。

- (10) エネルギー制限関連機器 nL [associated energy-limited apparatus nL]

エネルギー制限関連機器 ExnL を他の保護方式の非点火爆発構造又は他の防爆構造によって保護し、危険場所で使用できるようにしたものという。

1.1.2.5.7 電気機器の樹脂充填防爆構造に関する用語

- (1) 樹脂充填防爆構造 m [encapsulation m]

火花又は熱により爆発性雰囲気を発火させることができる部分が、運転中に発火源とならないように、樹脂の中に囲い込んだ防爆構造をいう。

- (2) コンパウンド [compounds]

熱硬化性樹脂、熱可塑性樹脂、エポキシ樹脂又は高分子材料であって、充填剤や添加物を含む、若しくは含まないもので、固体の状態になっているものをいう。

- (3) 正常運転 [normal operation]

電氣的及び機械的にその設計仕様に従い、かつ、製造者によって指定された制限内で使用される機器の運転をいう。

- (4) ma構造

maの樹脂充填機器は、次の状況において、発火源にならないようにしているものをいう。

- (a) 正常運転状態及び通常の設置状態
- (b) 指定された異常状態
- (c) 前提とした故障状態

- (5) mb構造

mbの樹脂充填機器は、次の状況において発火源にならないようにしているものをいう。

- (a) 正常状態及び通常の設置状態
- (b) 前提とした故障状態

— 解 説 —

- ①製造者が指定する制限は、持続的運転状態、例えば、負荷サイクルにある電動機の運転を含む場合がある。
- ②指定された制限内での供給電源仕様の変動及びその他の運転上の許容差は、正常運転の一部である。
- ③製造者が指定する条件は、検定に合格した防爆電気機器として安全に使用するために必要な条件と密接な関係があるため注意が必要である。

1.1.2.6 粉じん防爆の防爆構造

- (1) 粉じん防爆普通防じん構造

接合面にパッキンを取り付けるか、あるいは接合面の奥行きを長くする方法により容器の内部に粉じんが侵入しないようにし、かつ、当該容器の外部の可燃性粉じんに発火しないように制限した構造をいう。

- (2) 粉じん防爆特殊防じん構造

接合面にパッキンを取り付けるなどにより容器の内部に粉じんが侵入しないようにし、かつ、当該容器の温度の上昇を当該容器の外部の爆燃性の粉じんに発火しないように当該容器の温度の上昇を制限し

た構造をいう。

— 解 説 —

IEC 規格による粉じん防爆構造

①電気機器の容器による防爆構造に関する用語

防爆構造 t

容器による粉じん防爆構造の基本的な考え方は、粉じんが容器の接合面などから容器内に侵入しないように接合面などに防じん性能を持たせた容器の中に顕在的又は潜在的な発火源を持つ電気機器を入れ、周囲の爆発性粉じん雰囲気から隔離し、発火源と爆発性粉じん雰囲気を共存しないようにした構造をいう。

②電気機器の内圧防爆構造に関する用語

①防爆構造 p

内圧容器の内部に保護ガスを送入して、内部の圧力を外部圧力より高くし、内圧容器内に爆発性粉じん雰囲気が侵入しないようにした容器からなる構造をいう。

②保護ガス

内圧を保持するために使用する空気若しくは不活性ガスをいう。

③内圧容器

容器内部の保護ガスの圧力が外部雰囲気より高い圧力で保持されている容器をいう。

③電気機器の本質安全防爆構造に関する用語

粉じん防爆の本質安全防爆構造に関する用語は、IEC 60079-0 及び IEC 60079-11 に定義された用語等に対し、可燃性ガス蒸気を爆発性粉じん雰囲気と読み替えることを除いて、同じである。

④電気機器の樹脂充填防爆構造に関する用語

樹脂充填 mD

火花又は熱により、爆発性粉じん雰囲気を発火させることができる部分が、運転中に粉じん層又は粉じん雲に発火しないように、樹脂の中に囲い込む防爆構造をいう。

1.1.2.7 その他の用語

(1) ATEX

この頭字語は「Atmosphere Explosive」の略語であり、指令 94/9/EC 及び 99/92/EC (それぞれ ATEX95 及び ATEX137 とよばれる。)との関係で使用される。ATEX95 は爆発性雰囲気の中で使用される機器の単一市場の確立に関するものである。ATEX137 は、爆発性雰囲気が形成されるおそれのある場所での共通の健康及び安全基準に関するものであり、労働者の保護のための最低限の要求事項を確立している。特に、爆発性雰囲気が形成されるおそれのある場所を分類することを要求し、危険場所に関する法的定義を定めている。この指令は、英国法の中で「危険物質及び爆発性雰囲気規則」の一部として施行されている。この規則は、他の欧州法規の要求事項も含んでいる。

(2) 認証

EU域内やオーストラリア等では、ある製品、プロセス又はサービスが特定の要求事項に適合していることを第三者機関が書面によって確認する手順をいう。なお、第三者とは当該の問題に関して、利害関係者から独立していると見なされる人又は機関をいう。ATEX95 は、カテゴリ 1 及び 2 の電気機器に対して、製品に CE マークを貼付して EU 市場で販売するより前に、認証プロセスの対象になることを要求している。認証は、EU 域内のノーティファイドボディ(政府が任命した認証機関)が実施する。カテゴリ 3 電気機器は認証を受ける必要はなく、製造者は適合の自己宣言書を発行することができる。2012 年現在、わが国では、防爆電気機器においては、検定制度のみで、自己宣言書の考え方はない。

(3) 認定

検定は、労働安全衛生法の定めに従って、登録型式検定機関として行う国家検定である。一方、認定は、検定と異なり強制法規を伴っていない場合に扱われる。例えば、爆発性雰囲気が存在するおそれのある場所で使用される接続箱は、わが国では電気機器とはみなさず、検定の対象外とされてきているため、これまでに、防爆性能の確認が十分になされていない接続箱も使用されてきた。諸外国では、接続箱は検定(認証)の対象として扱われている。このため、防爆性能が確認された機器を使用したいという要望に対し、わが国において防爆性能が確認された機器を市場に供給するため、国内の第三者機関により認定するものをいう。現在、わが国で、第三者機関により認定された接続箱等を入手することは可能である。

— 解 説 —

認定については、次へ相談されるとよい。

公益社団法人 産業安全技術協会

1.2 発火の危険性

1.2.1 発火源

工場・事業場には様々な発火源が存在するが、それらは恒久的かつ定置的な発火源と、臨時的かつ移動する発火源に大別される。

前者の場合は、発火源となるものを使用しないか、又は爆発性雰囲気から隔離し若しくは発火源とならない技術的な対策を講ずることが求められている。

後者の場合は、爆発性雰囲気が生成されないことが確認された期間においては、特別な対策を講ずる必要はないが、爆発性雰囲気が生成されるおそれがある場合には、恒久的かつ定置的な発火源の場合と同様に、発火源となるものを使用しないか、除去するか、隔離するか、又は発火源として作用しないように技術的な対策を講じなければならない。

— 解 説 —

①恒久的かつ定置的な発火源の例としては、電気設備がある。また、臨時的かつ移動する発火源の例としては、設備の修理などの際に使用される溶接機の火花などがある。

②発火源を爆発性雰囲気から隔離する方法としては、発火源の種類に応じて、不燃性の気体(空気を含む)、液体又は固体を利用することが考えられる。多くの発火源が集中して存在し、かつ作業者がそこで作業する場合は、空気を使用して爆発性雰囲気から隔離する内圧室という考え方がある。

③発火源として作用しないような技術的な対策とは、例えば電気機器が発火源である場合に防爆構造とすることが一つの方法である。防爆構造には、上述②の隔離の原理を取り入れたものも多くある。

また、可燃性ガス警報設備を発火源の付近に設置して、爆発性雰囲気が検知された場合には、その濃度に応じて直ちに発火源を除去するような技術的な対策を講ずることができる。例えば、電気設備が発火源であって、ガス検知により警報を発したり、又はプラントなどの作業上支障が生じない場合には、直ちに電源を遮断するなどの対策を講ずることかできる。これらの場合、可燃性ガス警報設備の運転開始濃度の設定値としては、可燃性ガス蒸気の爆発下限界の約25%とするのが一般的である。

④EN1127-1:2007 で規定される発火源には次のようなものがある。

発 火 源

No	項目	発生源の例
①	高温表面	
②	火炎と高温ガス(高温粒子を含む)	
③	機械によるスパーク	
④	電気機械器具	電気回路の開閉時、接続のゆるみ
⑤	迷走電流とカソード防食	発電システムの戻り電流、電気設備の故障に起因した短絡又は大地への地絡事故の結果、電磁誘導の結果、落雷の結果
⑥	静電気	ブラシ放電
⑦	雷	
⑧	10^4 から 3×10^{12} Hz の無線周波数 (RF)電磁波	
⑨	3×10^{12} から 3×10^{15} Hz の電磁波	
⑩	イオン放射	X 線管や放射性物質により発生
⑪	超音波	
⑫	断熱圧縮と衝撃波	コンプレッサ
⑬	粉じんの自己発火を含む発熱反応	石炭

1. 2. 2 可燃性ガス及び蒸気の危険特性

1. 2. 2. 1 爆発性雰囲気生成に関連する危険特性

(1) 引火点

可燃性液体の液面の近くの空間にはそのときの液体の温度の関数である蒸気圧に応じた濃度の蒸気が存在するが、その濃度が爆発下限界に達するときの液体温度が引火点である。すなわち、可燃性液体の引火点では、液面の近くに引火するのに十分な濃度の蒸気を生ずるとき液体の最低温度であって、このときの飽和蒸気濃度は爆発下限界に相当する。

なお、引火点は、昇華性の可燃性固体についても測定されるが、一般には可燃性液体に固有の危険特性の一つとして示されるものであり、常温において気体である可燃性ガスに与えられる特性ではない。

(2) 爆発限界

可燃性ガス又は可燃性液体の蒸気が空気と混合しているとき、その混合組成が爆発下限界と爆発上限界の間の濃度範囲にある場合には、発火すれば火炎が混合ガス中を伝播して爆発現象を呈する。

実際の防爆対策では、爆発下限界濃度がそのまま危険な目安として用いられることはほとんどなく、その 1/4 の濃度を(高圧ガス保安法では爆発下限界の 25 %以下としている。)目安としてガス警報器の運転、電源の遮断などの対策が講じられている。

なお、爆発限界は、一般に温度、圧力、発火エネルギーなどによって変動し、これらが大きくなると、ある程度まで下限界は下がり、上限界は上がり、爆発する濃度範囲が広がる傾向になる。

(3) 相対密度

相対密度は、可燃性ガス蒸気の密度をそれと同じ圧力及び温度の空気を1として比較した数値であって、すべてのガス及び蒸気について求めることができる。

相対密度が1より小さければ、その可燃性ガス蒸気は空気中を上昇しやすいので、室内では天井付近

に爆発性雰囲気を生成することになるが、屋外では速やかに拡散する。これに対して、相対密度が1より大きければ、その可燃性ガス蒸気は低いところに滞留しやすいので、床面付近、溝、くぼ地、ピット、低い位置にあるダクトなどに爆発性雰囲気を生成する。

なお、爆発性雰囲気の生成、すなわち危険場所の形成の観点から見れば、一般に低いところに滞留する方が危険性は大きいので、相対密度が1より大きい可燃性ガス蒸気は空気より重いものとして対処することが求められる。

1.2.2.2 電気機器の防爆性能に関連する危険特性

(1) 発火温度

可燃性ガス蒸気には、それぞれ固有の発火温度がある。発火温度は測定装置、測定技術等によってバラツキがあるので絶対的な値と考えるべきではない。

発火温度は、その測定条件すなわち可燃性物質を加熱する容器の大きさ、形状、材質及び表面状態、加熱速度などによって大きく影響を受ける。このような観点から、IEC 60079-20-1「ガス及び蒸気分類試験方法・データ」では、国際的に発火温度の測定方法を定め、その測定方法にて測定した値を一般に使用するようにしている。

一方、使用中に発熱する大多数の電気機器では、その高温部に可燃性ガス蒸気が触れて発火することを防止するために、対象となる可燃性ガス蒸気の発火温度を超えないように可燃性ガス蒸気が触れるおそれのある箇所の表面温度を制限する。構造規格による防爆電気機器は、発火温度に対し余裕を持たせた温度上昇限度で設計されている。図 1-1 は、発火温度の測定装置を示している。

なお、発火のメカニズムについては、附属書 1-A を参照のこと。

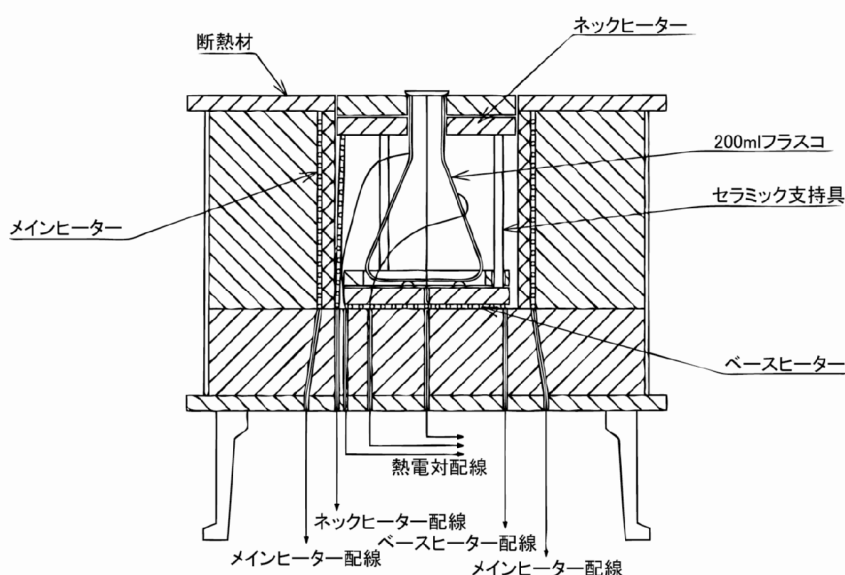


図 1-1 発火温度の測定装置

(2) 最大安全すきま及び火炎逸走限界

ガス蒸気を分類するため、標準容器(図 1-2:接合面の奥行き 25 mm)の中に、対象とする可燃性ガス蒸気を入れて実験的に求めるものである。爆発性雰囲気中に設置されている電気機器の内部に、あるエネルギー以上の発火が生じたとき爆発性雰囲気が形成されていれば電気機器の内部で爆発が生じる。このとき生じる火炎が機器内部に十分に封じ込まれていれば周囲の爆発性雰囲気に爆発が波及しない。つまり、外部へ火炎が逸走することはない。実際には、電気機器にはすきまが生じているため、火炎が外へ漏れても火炎逸走を生じない安全なすきまの最大又は火炎逸走を生じるすきまの最小限界を知る必要がある。最大安全すきまは、ガス蒸気の種類ごとに決めることもできるが、利用しやすくするため三つのグループ(爆発等級1、2、3、又は、グループ IIA、IIB、IIC)に区分されている。

実際の防爆電気機器は、形状も構造も千差万別であり、その内部における火炎の挙動も千差万別であるため同じガス蒸気に対しても爆発を封じ込めるために必要なすきまは研究結果で得られた「最大安全すきま」より更に小さいすきまを必要とする場合が通常である。使用者は、このようなすきま(例:耐圧防爆構造における接合面のすきま)に対し、十分に注意を払う必要がある。

最大安全すきまは、わが国では、以前から用いてきた「火炎逸走限界」という呼び名の危険特性と同様の特性であって、火炎逸走限界が「火炎逸走を生ずる最小のすきま」であるのに対して、最大安全すきまは「火炎逸走を生じない最大のすきま」である。

したがって、厳密には最大安全すきまの方が少なくとも測定用すきまゲージの一刻みだけ火炎逸走限界より小さい数値となるはずである。しかし、その差は無視しうるほど小さく、かつ、これまでに得られたデータの大部分は最大安全すきまに相当するものなので、実際には両方の用語を厳密に区別して用いる必要はない。IEC 60079-20-1「ガス及び蒸気分類試験方法・データ」にその試験方法等が定められている。

図 1-2、図 1-3 は、最大安全すきまを求める試験装置の図である。

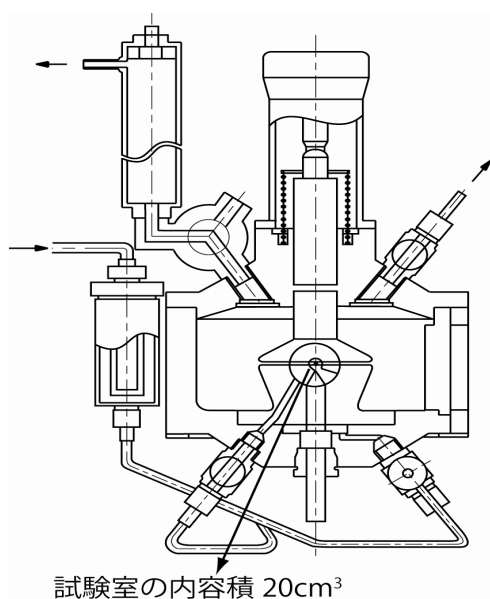


図 1-2 最大安全すきまを求める
試験装置 (IEC 規格: 20cm³)

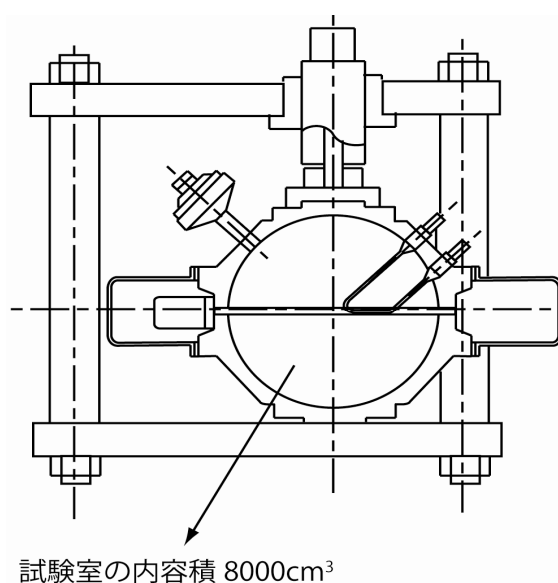


図 1-3 火炎逸走限界を求める
試験装置 (構造規格: 8000cm³)

(3) 最小点火電流

最小点火電流は、IEC 60079-11「本質安全防爆構造」に規定する火花点火試験設備を用い、定められた回路構成及び試験条件の下で測定された値である。

最小点火電流と類似な特性値に最小点火エネルギーという危険特性値があるが、これはコンデンサに充電された電気エネルギーが理論的にすべて放電の際に爆発性雰囲気の点火のために消費されるという仮定に基づくものであって、本質安全防爆構造の実際においては同エネルギーの損失分が大きく関与し、これが定量的に測定しにくいために活用されない。

各ガス蒸気の最小点火電流を、メタンの最小点火電流を1とした場合の比率で三つのグループに区分している。なお、最小点火電流が最大安全すきまと相関のあることが 1965 年にイギリスにおける研究によって明らかにされ、最大安全すきまに基づく可燃性ガス蒸気の種類と最小点火電流に基づく可燃性ガス蒸気の種類は共通のものとして扱われている。その研究成果は、各国の追試を経て IEC に取り入れられ、現在は、IEC 60079-20-1「ガス及び蒸気分類試験方法・データ」に定められている。

1.2.2.3 主要な可燃性物質の危険特性値

主要な可燃性物質について、引火点、発火温度、爆発限界、相対密度、最大安全すきま及び最小点火電流、並びに構造規格及び国際整合防爆指針における電気機器の防爆構造に対応する分類を、参考資料2-1「可燃性ガス蒸気の危険特性値及び電気機器の防爆構造に対応する分類」及び参考資料2-2「粉じんの発火度及び主要な危険性」に示した。

1.2.2.4 防爆電気機器と可燃性ガス蒸気の種類

国内には、防爆電気機器とそれを適用する可燃性ガス蒸気との対応について二通りの分類がある。その一つは、電気機械器具防爆構造規格(昭和 44 年労働省告示第 16 号)であり、他の一つは、同告示の一部を改正した平成 22 年労働省労働基準局長通達基発 0824 第 2 号の「国際整合防爆指針」によるものである。

「可燃性ガス蒸気の危険特性値及び電気機器の防爆構造に対応する分類」を参考資料2-1に示す。「告示における分類」の内、前者の「構造規格」によるものを次の 1.2.2.4.1 で、後者の「国際整合防爆指針」によるものを 1.2.2.4.2 で説明する。

1.2.2.4.1 構造規格における防爆電気機器の対象とする可燃性ガス蒸気の種類

構造規格では、防爆電気機器の対象とする可燃性ガス蒸気を、表 1-1 のとおり、その火炎逸走限界の値によって 1、2 及び 3 の 3 段階の「爆発等級」に分類し、更に、表 1-2 のとおり、その発火温度の値によって G1、G2、G3、G4 及び G5 の 5 段階の「発火度」に分類している。そして、それぞれの可燃性ガス蒸気に対して安全に適用できる防爆電気機器の性能を爆発等級及び発火度で規定し、所定の性能を備えた防爆電気機器にそれぞれ該当する爆発等級及び発火度の記号を表示して適用上の便宜を図っている。すなわち、構造規格による防爆電気機器における爆発等級及び発火度の記号は、当該電気機器が使用できるガス雰囲気を示すものであり、その記号を表示した電気機器が当該及びそれより小さい数字の爆発等級及び発火度の可燃性ガス蒸気に対して防爆性能が保証されていることを示すものである。

表 1-1 可燃性ガス蒸気の爆発等級の分類

爆発等級	火炎逸走限界の値(mm)
1	0.6 を超えるもの
2	0.4 を超え 0.6 以下
3	0.4 以下

表 1-2 可燃性ガス蒸気の発火度の分類

発火度	発火温度の値 (℃)	電気機器の許容温度 (℃)
G1	450 を超えるもの	360
G2	300 を超え 450 以下	240
G3	200 を超え 300 以下	160
G4	135 を超え 200 以下	110
G5	100 を超え 135 以下	80

— 解 説 —

表 1-2 において、発火温度の値と電気機器の許容温度が異なる理由は、1.3.2.1(5)(a)の解説①を参照のこと。

1.2.2.4.2 国際整合防爆指針における防爆電気機器の分類

国際整合防爆指針では、IEC 規格と同様に防爆電気機器をグループに分類し、可燃性ガス蒸気を直接分類することはせずに工場・事業場用の防爆電気機器をグループ II と分類し(グループ I は、坑気の影響を受ける坑内専用の防爆電気機器)、更に、グループ II と III では細分類 A、B、C に区分される。機器のグループ II においては、耐圧防爆構造及び本質安全防爆構造の電気機器に細分類が適用される。その例を表 1-3(a)及び表 1-3(b)に示す。(機器のグループと細分類を合せて単にグループという場合もある) なお、IEC 規格では、現在、グループ I (炭坑の坑気用)、II (工場・事業場の可燃性ガス蒸気用)、III (粉じん用)に分けられている。

国際整合防爆指針では、IEC 規格と同様にすべての防爆構造の電気機器について表 1-4 のとおり、対応する可燃性ガス蒸気の発火温度を考慮して T1、T2、T3、T4、T5 及び T6 の 6 段階の温度等級に分類している。そして、それぞれの分類記号の電気機器を、必要とする可燃性ガス蒸気と同じグループ記号及び温度等級記号で示し、適用上の便宜を図っている。

グループ IIA、IIB 及び IIC は、もともと最大安全すきまの値による分類であるが、最小点火電流は 1.2.2.2(3)にも示すとおり最大安全すきまと相関があるので、これらのどちらかによって分類することができる(IEC 60079-20-1 参照)。また、温度等級 T1、T2、T3、T4、T5 及び T6 については、電気機器の最高表面温度が対応する可燃性ガス蒸気の発火温度未満まで許容されているので、温度等級の分類における電気機器の最高表面温度の値は可燃性ガス蒸気の発火温度の下限值と同じである。なお、技術的基準においても上述と同じである。

IEC 60079-0(1998 年版)の 5.3(表面温度及び発火温度)において「対象とする爆発性雰囲気 lowest 発火温度は、最高表面温度を上回るものでなければならない。」とあるが、可燃性ガス蒸気の発火温度は、試験条件により異なること、及び活用するデータの値の出典があきらかでないものもあることなどから、対象とする可燃性ガス蒸気の発火温度の下限值ぎりぎりのものを選定することはリスクが増すとの観点から、本ガイドでは発火温度の下限值から十分に(80 %を目安に)下回る温度等級(又は温度)の機器を選定することを推奨する。すなわち、構造規格では、使用できる対象ガスを表示しているのに対し、国際整合防爆指針では、電気機器の防爆性能を表示しているという違いがある。

表 1-3(a) 最大安全すきまに対応する

防爆電気機器の分類

耐圧防爆構造の 電気機器のグループ	最大安全すきま (mm)
IIA	0.9 以上
IIB	0.5 を超え 0.9 未満
IIC	0.5 以下

表 1-3(b) 最小点火電流に対応する防爆電気機器の分類

本質安全防爆構造の 電気機器のグループ	最小点火電流比(メタン=1)
IIA	0.8 を超えるもの
IIB	0.45 以上 0.8 以下
IIC	0.45 未満

備考 多くの場合、可燃性ガス蒸気は最大安全すきま又は最小点火電流比のいずれか一方だけによって分類することができる。しかし、最大安全すきまだけが決定されていてその値が 0.5 ～0.55 mm の範囲にある場合、及び最小点火電流比だけが決定されていてその値が 0.8 ～0.9 又は 0.45 ～0.5 の範囲にある場合には、更に他方の特性値を測定し、それによって分類する。

表 1-4 電気機器の温度等級に対応する可燃性ガス蒸気の種類

電気機器の最高表面温度 (℃)	温度等級	可燃性ガス蒸気の発火温度の値 (℃)
450 以下	T1	450 を超えるもの
300 以下	T2	300 を超え 450 以下
200 以下	T3	200 を超え 300 以下
135 以下	T4	135 を超え 200 以下
100 以下	T5	100 を超え 135 以下
85 以下	T6	85 を超え 100 以下

1.2.2.5 防爆電気機器と可燃性粉じんの分類

IIIA : 可燃性の浮遊粉じん

IIIB : 非導電性粉じん

IIIC : 導電性粉じん

グループ IIIB を表示した機器はグループ IIIA の機器を必要とする用途に使用できる。同様にグループ IIIC を表示した機器はグループ IIIA 又は IIIB の機器を必要とする用途に使用できる。ただし、この分類はIEC規格によるものであり、現時点でわが国の規定には定めがない。

1.2.3 発火源としての防爆電気設備の区分

防爆電気設備は、発火源の発生条件によって次の四つに区分される。

- (1) 正常状態において、発火源となりうる電気火花又は高温部を発生する電気設備(これを「顕在的発火源をもつ電気設備」という。)

正常状態において発火源となりうる電気火花を発生する電気機器の例としては、三相巻線型誘導電動機(スリップリング)、直流電動機(整流子)、単相誘導電動機(始動接点)、気中開閉器(接点)、継電器(接点)などがある。また、正常状態において発火源となりうる高温部を発生する電気機器の例としては、ヒータ(電熱体)、照明器具(管球温度の比較的高い光源)などがある。

- (2) 異常状態においてのみ、発火源となりうる電気火花又は高温部を発生するおそれのある電気設備(これを「潜在的発火源をもつ電気設備」という。)

異常状態においてのみ発火源となりうる電気火花又は高温部を発生する電気機器の例としては、三相かご形誘導電動機、乾式変圧器、照明器具(管球温度の比較的低い光源)などがある。

- (3) 正常状態はもとより、異常状態においても、発生する電気火花及び高温部が発火源となりえないようにエネルギーを抑制しうる可能性のある電気設備

この区分に該当する電気機器の例としては、伝送器類、流量計、信号・警報設備、携帯用無線機などがある。

- (4) 正常状態及び異常状態において、発生する電気火花及び高温部が発火源となりえない電気設備

この区分に該当する電気機器の例としては、熱電温度計、無電池式電話機、接点、熱電対、などがある。

なお、定格電圧などの最大値がいずれも表 1-5 の区分ごとの値以下である電気機器は、可燃性ガス蒸気が爆発の危険のある濃度に達するおそれのある場所において使用しても発火源となるおそれがない(温度上昇試験が必要な場合もある。)ため、防爆性能の確認及び表示を必要としないとしてその適用を除外することを、通達で規定している。ただし、そのような電気機器であっても、他の電気機器に接続されて、表 1-5 の値を超えるおそれがある場合には、該当する規格の適用を除外されない。

表 1-5 防爆性能の確認及び防爆構造の表示を
必要としない定格電圧などの最大値

区 分	値
定格電圧	1.2 V
定格電流	0.1 A
定格電力(又は電氣的エネルギー)	25 mW (又は 20 μJ)

備考 本表に該当する電気機器については、労働安全衛生規則第 280 条(爆発の危険のある場所で使用する電気機械器具)の適用が除外されている。

(平成 22 年 8 月 24 日基発 0824 第 2 号)

— 解 説 —

IEC規格(IEC 60079-11)では、単純機器(simple apparatus)の適用範囲を、1.5 V、100 mA、25 mWとしており、次に単純機器について解説する。ただし、2012年現在、単純機器は、わが国において採用されていない。

①単純機器の選定(本質安全防爆構造)

以下の様な要件に適合する必要がある(JIS C 60079-0 及び JIS C 60079-11:総則及び本安を参照)。

なお、IEC 規格では、適合確認として型式検定は必要ないが使用者自身が確認する必要がある(情報は部品又は機器の製造者から入手してもよい)。

わが国では現在のところ、単純機器としては、採用されておらず検定の対象である。

①a 非金属容器は、静電気蓄積回避のために、例えば、電気機器のグループに応じて表面積を制限するか、表面抵抗を $1\text{ G}\Omega$ 以下とすること。

①b 軽金属を含む容器は、例えば、第一類危険箇所では、質量比でマグネシウム 7.5 %以下のこと。

①c 容器の保護等級が IP20 以上のこと。

①d 金属製容器と充電部の絶縁が必要な電気機器は、500 Vrms(60 秒)の耐電圧試験に耐えること。

①e 外部配線接続部と接地の恐れのある導体部間の絶縁空間距離は、3 mm 以上であること。

①f 可燃性ガス蒸気に触れる恐れのある部分の温度は、単純機器の U_i , I_i , P_i が印加されたとき、温度等級に対応する最高表面温度以下であること。ただし、スイッチや端子等は、部品の定格内で使用する場合、最高周囲温度 40°C で温度等級 T6 としてよい。

②単純機器の設置条件

単純機器と本安関連機器との接続条件を確認すること。(JIS C 60079-25:本安システムを参照)。

②a 型式検定に合格した本安関連機器と接続して使用すること。

②b 接続する本安関連機器の機器のグループ IIA、IIB、IIC と区分 “ia”、“ib” 以下で使用すること。

②c 適合確認した温度等級以下で使用すること。

②d 非金属又は軽金属を含む容器は、適用可能な危険箇所で使用すること。

②e 単純機器のパラメータ U_i , I_i , P_i , L_i , C_i は、接続する本安関連機器のパラメータ U_o , I_o , P_o , L_o , C_o 及び配線のインダクタンス L_a とキャパシタンス C_a に適合するように接続すること($U_i \geq U_o$, $I_i \geq I_o$, $P_i \geq P_o$, $L_o \geq L_i + L_a$, $C_o \geq C_i + C_a$)。

②f 本安機器(単純機器)の識別として、何らかの手段で表示することが望ましい。

③文書化

本安システムを構成する場合、システムによって達成される安全性のレベルを十分に解析されたシステム文書を作成する。単純機器として評価したものであれば、その理由を含める。

1.2.4 発火源としての非電気機器

1.2.4.1 非電気機器への対策

- (1) 危険場所分類の概念は、元々は可燃性物質の近くで使用される電気機器の選定及び配置のために作成されたものである。しかしながら、発火源になり得るのは不適切に選択された電気機器だけではなく、直火の炉の中のむき出しの火炎、自動車、コンプレッサ上の熱い表面又は摩擦による火花を生じるおそれのあるあらゆる機器などがある。したがって、爆発性雰囲気が生じ得る場所で使用される発火源となるおそれのある物は全て、適切な管理が必要となる。危険場所の分類はあらゆる機器類の使用を決定するための判断材料になる。
- (2) もう一つのリスクの管理方法はガス検知器の使用である。ガス検知器は携帯用でよく、通常は危険場所内で保守作業を実施する時に使用される。これによって、ガス漏れ時にシステムを遮断するなど適切な防爆対策を取ることができる。勿論、携帯用のみならず、固定式のガス検知システムを使用する方がより現実

的な場合もある。危険場所でのガス検知器の使用については、附属書 1-D を参照のこと。

1.2.4.2 非電気機器による発火の危険性

- (1) 非電気機器は、通常運転中、又は機械的な故障(例えばベアリングの故障)の際においても部品が熱くなるなどして熱い表面が、機器の内部又は外部に出現し発火を生じるおそれがある。また、故障した機器は、摩擦火花又は衝撃による火花により発火の危険を引き起こすおそれがある。
- (2) 燃焼用に使われる機器の大半は、その用途から必然的に熱くなる。そして、それらが設置されている場所の近傍は危険場所の分類をできない場合もある。例えば、熱炉、ガスタービン及び内燃機関等がこれらに該当する。このような危険場所での対応は、まず燃料の漏れの防止し、もし、漏れが発生した場合には、迅速に可燃性ガス蒸気を除去する対策、すなわち希釈をすることである。加熱炉の始動時における注意事項は、附属書 1-C に示してあるので、これを参考に熱炉等の始動時における注意点もマニュアル等で明確にしておく必要がある。

固定した発火源の位置は、プラントのレイアウトの立案時に決定する。

危険場所の直ぐ外側に、固定された発火源が存在する場合は、危険場所の内側に適切に分類された防爆構造をもつ電気機器が設置される状況に比べ、非常に高い確率で発火を生ずる危険性があることに注意する。したがって、固定された発火源は、危険場所からできる限り離して配置する。

1.2.4.3 燃焼室等への対策

- (1) 加熱炉又は燃焼炉の内部には高温部又は裸火があり、これらの発火源が炉の外側の爆発性雰囲気に対し、燃料及び空気圧の変動によって炎が炉内より外に現れる場合には、発火は、特に生じ易い。また、炉の運転中に炉の出入口を開かないように設計することも必要である。

— 解 説 —

燃焼室等への安全対策については、「附属書 1-C 燃焼室の保護手段」を参照のこと。

- (2) 加熱炉又は燃焼炉は、すべての危険源から可能な限り離して配置する。機器の燃料ライン又はプロセスラインから燃料が漏れ、非電気機器の熱い表面又は設備によって発火する危険を防止する。しかし、熱伝導や輻射熱によって機器の表面が熱せられ高温となることを防止することはできない。また、一般的に、熱い表面は、エネルギー損失を減らすために適切な断熱材及び熱絶縁によって影響を最小限に抑えているにも係わらず最も大きな発火源になると考えられる。設備による発火のリスクは、燃料ライン及びプロセスラインの潜在的漏えい箇所周辺を、危険場所から設備を隔離することによって低減できる。しかし、プロセスラインにプロセス物質の発火温度を超える温度が存在する場合には、特別の対策が必要である。炉の直近のフランジ、弁及び他の潜在的放出源の保守作業の後には、加熱炉を再作動させる前に圧力試験を行い、耐圧力及び漏洩等の確認をする。
- (3) ガス加熱炉の建屋には、ガス検知器を備える。これらの建屋は強制換気を行うが、ガス検知器で迅速にすべてのガスの排出状況を検知するには、その設置箇所に特別な注意が必要である。漏れの位置、空気の流れ及びガスの分布によっては、建屋の一部にガスが滞留しても、部屋から排出される流体中のガス濃度が非常に低く測定されるおそれがある。

1.2.4.4 自動車―道路及び電気機関車等への対策

自動車には多くの発火源があり、これには電気回路、エンジンの熱い部分、ブレーキ、静電気放電などが含まれる。プラントに対する自動車の影響は、自動車自身がガス又は液体の放出源となり、かつ発火源になるおそれも有することである。したがって、危険場所周辺では自動車は十分な管理下で使用する。

自動車及び電気機関車は特別に管理されていない限り、発火源と見なさなければならない。ただし、防爆電気機関車及び防爆フォークリフトに関しては検定合格品を使用すれば問題はない。

自動車は、防爆対策が困難であることから、危険場所内の道路での使用は制限される。これは、安全管理者等による物理的なバリアの設置、又は他の手段(例えば、警報ビーコン)によっても達成できる。

消防車及び救急車も発火源として同じ危険性を有する。通常の運転状態又は火災以外の非常状態(訓練も含む)の下では、これらの車両のプラント、貯蔵及び配送場所などへの進入もまた、厳しい管理が必要である。

1.2.4.5 非電気機器の発熱部

非電気機器は、通常使用状態、又は故障状態(例えば、可動部品間の過度の摩擦)において発熱するおそれがある。非電気機器が危険場所に設置される場合には、このリスクを考慮する。機器の最も熱い部分は、機器の内部又は外部に係わらず周囲にある可燃性物質に発火しないものでなければならない。

— 解 説 —

非電気機器についての検定制度は、現時点ではわが国にはないが(EUでは強制法規の下で検定制度が運用されている。)、評価は可能である。次へ相談されるとよい。

公益社団法人 産業安全技術協会

1.2.4.6 構成材料としての軽金属

軽金属(アルミニウム、マグネシウム、チタニウム、ジルコニウム及びこれらの合金)製容器等とさびた金属表面との衝突は、テルミット反応として知られる化学反応を引き起こすおそれがある。これらは、特に衝撃火花を発生させる可能性を有する。危険場所内で使用する電気機器用の規格(IEC及びEN規格)及び非電気機器用の規格(EN規格)は、このリスクを防止するために、容器への軽金属の使用に制限を設けている。同じ理由で、アルミニウム製のはしご又は足場の使用も発火のリスクを生み出すおそれがあるので、これらを使用する際には十分な配慮が必要である。

1.3 爆発リスクの低減措置

1.3.1 計画

1.3.1.1 爆発性雰囲気生成防止

爆発性雰囲気が生成しないようにするためには、施設、設備、機器などの計画、設計、製作、運転、保守などの面から、次のような対策が必要である。

(1) 可燃性ガス蒸気の漏洩、放出の防止

空気中に可燃性ガス蒸気が漏洩し、又は放出されることを防止するためには、次の措置を講じなければ

ばならない。

- (a) 可燃性物質の使用を抑制し、特に可燃性液体を収納する容器の開放状態での使用は避ける。
- (b) 配管類の継手部分、ポンプのグランド部などからの可燃性物質の漏洩を防止する。
- (c) 異常反応、設備の劣化破損、誤操作等の事故による可燃性物質の漏洩を防止する。

(2) 爆発性雰囲気生成及び滞留の防止

空気中に漏洩し又は放出された可燃性ガス蒸気が爆発性雰囲気を生成し、滞留するのを防止するため、これらが速やかに拡散するように通風若しくは換気を良くする。そのために、次の措置を講ずること。

- (a) 可燃性ガス蒸気が漏洩しやすい設備は、屋外に設置するか、又は外壁が開放された建屋内に設置する。
- (b) 建屋内などで換気の不十分な箇所は、強制換気を行う。

1.3.1.2 電気機器への防爆技術適用の考え方

1.3.1.2.1 構造規格及び国際整合防爆指針による防爆構造の種類と考え方

1.3.1.2.1.1 ガス蒸気防爆

(1) 耐圧防爆構造

耐圧防爆構造電気機器の容器は、対象とする可燃性ガス蒸気の爆発圧力に耐えるように堅牢に、かつ、接合面のすきまなどから火炎逸走を生じないように精密に、設計、製造し、かつ維持、使用する。

耐圧防爆構造では、容器の内部に周囲の爆発性雰囲気が侵入すること及び侵入した可燃性ガス蒸気が内部の発火源に触れて爆発することを想定している。したがって、容器が所要の耐圧防爆性能を具備していれば、非防爆機器をそのまま内蔵して使用することができる。防爆性能は、正規に内蔵機器等を取り付けた状態で確認される。

(2) 内圧防爆構造

(a) 可燃性ガス蒸気の内部放出源がない電気機器に適用するもの

内圧防爆構造の容器は、保護ガスの内部圧力に十分に耐え、かつ、保護ガスの漏洩を少なくするように作られ、また、内圧が所定の値未満に低下した場合に作動する保護装置を備える必要がある。

なお、この防爆構造では、容器の内部への可燃性ガス蒸気の侵入を許さないものであるから、内蔵する電気機器には内圧防爆構造の保護方式にもよるが、特別な制約はない。ただし、この場合、内蔵する機器は、原則として十分に保護ガスで掃気及び置換される構造（一般では開放形）が前提である。内圧防爆構造は、保護ガスを送給する設備や保護装置を必要とするので、小形の単体機器などへの適用は経済的ではない場合がある。

(b) 可燃性ガス蒸気の内部放出源がある電気機器に適用するもの

容器の内部に可燃性ガス蒸気の放出源がある電気機器では、容器内部の保護ガスの圧力を高く保持して周囲の可燃性ガス蒸気の侵入を防止するだけでは防爆措置が不十分な場合があり、内部放出源への防爆的措置が必要である。例えば、容器内部に放出される可燃性ガス蒸気に対し安全なレベルまで希釈する措置を講じる。その手段として、保護ガスに不活性ガスを用いる場合は、可燃性ガス蒸気の放出量

に応じて十分な量の保護ガスを供給し、容器内部の可燃性ガス蒸気の濃度を常に爆発下限界より十分に低い値に抑える。技術的基準における希釈式がこの要件に当たる。国際整合防爆指針では、放出源の近傍を「希釈区域」とし、この概念の下、内圧防爆構造容器内のこの区域には発火源となり得る機器を配置しないという要件に当たる。なお、密封式は、内部放出源は許容できない。

— 解 説 —

- ①可燃性ガス蒸気の内部放出源の有無による電気機器の区分と内圧防爆構造の種類及び保護ガスの種類との関係を総括して示せば、表 1-6.1、表 1-6.2 のようになる。
- ②「希釈区域という概念」については、IEC 60079-2 第 5 版「内圧防爆構造」の附属書 F を参照のこと。

表 1-6.1 内部放出源の有無と内圧防爆構造の種類との相関関係 —技術的基準—

可燃性ガス蒸気の内部放出源の有無による電気機器の区分	内圧防爆構造の種類					
	通風式		封入式		希釈式	
	空気	不活性ガス	空気	不活性ガス	空気	不活性ガス
内部放出源がない電気機器	○	—	○	○	○	—
内部放出源がある電気機器	×	—	×	○	×	—

備考 表中の記号の意味は、次のとおりである。

○:適するもの、×:適しないもの、—:实际的でないもの

表 1-6.2 流通路を有する内圧容器に対する保護ガスの要件 —国際整合防爆指針—

内部放出の有無			通風式		封入式	
プロセス	通常時	異常時	UEL ≤ 80 %	UEL > 80 %	UEL ≤ 80 %	UEL > 80 %
ガス又は液体	なし	なし	適用しない	適用しない	適用しない	適用しない
ガス	なし	限定量	空気又は不活性ガス	不活性ガスのみ	不活性ガスのみ	不可
ガス	限定量	限定量	空気又は不活性ガス	不活性ガスのみ	不可	不可
液体	なし	限定量	不活性ガスのみ	不可	不活性ガスのみ	不可
液体	限定量	限定量	不可	不可	不可	不可

備考

UEL：爆発上限界

(3) 安全増防爆構造

安全増防爆構造は、正常な使用状態では可燃性ガス蒸気の発火源となる電気火花又は高温部を発生しない電気機器であって、更に安全度を増加する措置を有効に講じうる電気機器に限って適用する。

発火源となる電気火花又は高温部の発生を抑制する手段としては、機械的強度の増加、絶縁性能の増強、接続部の強化、温度上昇の低減など、電気機器の設計及び製造にかかわる諸要件のほか、電気機器の種類に応じて適切な保護装置を付加することが求められる場合もある。

(4) 油入防爆構造

油入防爆構造は、一般に油は電気絶縁と爆発防止の両方の目的に使用されるが、防爆上の特徴としては、油面から電気火花を発生する部分(発火源)までの深さを十分に確保するとともに油の分解によって発生する可燃性ガス蒸気を蓄積させないようにする。

(5) 本質安全防爆構造

本質安全防爆構造は、電気回路の電圧、電流などがある限度以下で作動する電気機器に適用できる防爆構造である。実際には、電気回路で発生する電気火花の着火性に関するデータを参考に電気回路を設計し、その回路に電気火花で発生させて行う可燃性ガス蒸気の発火試験によって確認し、本質安全防爆性能を判定する。

なお、微弱な電気火花では可燃性ガス蒸気に発火できないこと(可燃性ガス蒸気の種類ごとに発火エネルギーに限界があること)は、古くから知られていたが、実際の電気機器において、それを判定する確実な技術的手段がなかった。しかし、IEC 60079-11 に本質安全防爆試験方法が規定されたことにより、感度も再現性もよい火花点火試験が可能となり、本質安全防爆構造の実用化技術が確立された。

(6) 樹脂充填防爆構造

電気部品を包み込む主な手段としては、エンベデングとポッテングがある。エンベデングとは、モールドに電気部品を入れ、電気部品の周りにコンパウンドを注ぎ込んで完全に包み込み、コンパウンドが凝固した後、モールドを取り除いて包まれた部品を取り出す処置であり、ポッテングとは、包まれた部品にモールドが付いたままにしておく一種のエンベデング処置である。

(7) 非点火防爆構造

非点火防爆構造とは、IEC 60079-15「タイプn防爆構造の電気機器」に該当する種々の手法による防爆構造の総称であり、第二類危険箇所だけに設置することができる。

背景として、タイプn防爆構造は、1987年にIEC79シリーズ(現在の60079シリーズ)に技術報告という形で初めて採用された。その後、英国や米国での実績を経て2001年にIEC 60079-15として正式に採用されることになった。日本では平成18年の構造改革特区の提案及び規制改革として提出された民間からの要望に対して、労働安全衛生規則を改正する省令(平成20年厚生労働省令第32号)及び電気機械器具構造規格及び昭和47年労働省告示第77号の一部を改正する告示(平成20年厚生労働省告示第88号)が平成20年3月13日に交付され、同年10月1日から施行されることになり、非点火防爆構造が採用されることとなった。非点火防爆構造の構造規格は、JIS C 60079-15:2008(爆発性雰囲気中使用する電機械器具—第15部:タイプn 防爆構造)に基づいている。このJIS規格は、IEC 60079-15:2005 第3版を参照している。総じて、非点火防爆構造は、第二類危険箇所という可燃性ガス蒸気の生成確率の低さに合わせて一部の例外を除いて、安全度を軽減している防爆構造である。

— 解 説 —

IEC 60079-15 に規定されている タイプn防爆構造は、①火花を発生しない電気機器(Non-sparking electrical equipment. 記号:Ex nA)、②接点が呼吸制限容器以外の方法によって保護される「作動時にアーク、スパーク又は高温表面を発生する電気機器」(Equipment producing operational arcs, sparks or hot surfaces. 記号:Ex nC)、及び③呼吸制限容器(Restricted-breathing enclosures, 記号:Ex nR)に大別される。そして、②の作動時にアーク、スパーク又は高温表面を発生する電気機器の構成部品に適用する保護方法としては、③の呼吸制限容器に収容するほか、(a)閉塞開閉装置(Enclosed-break device)、(b)非点火性部品(Non-incendive component)、(c)溶着密封装置(Hermetically-sealed device)及び (d)密封装置(Sealed device)の4種類がある。これらのうち、(a)と(b)は構造要件の制約がない耐圧防爆構造のようなもの、(c)と(d)は、従来は防爆的信頼性が低いとして防爆構造から除外していた密閉構造に類するものである。従来のエネルギー制限機器及び回路(Energy limited apparatus and circuits 記号:nL)は安全率及び故障を考慮しない本質安全防爆構造のようなものであるが、IEC 60079-15 から削除され、IEC 60079-11「本質安全防爆構造」に“ic”として組み入れられている。

(8) 特殊防爆構造

特殊防爆構造については、構造規格の第1条の 11 に「上記以外の防爆構造」として定義され、同規格の第 65 条に「可燃性ガス蒸気に対して防爆性能を有することが試験等により確認された構造のものでなければならない。」という総括的な要件が示されている。

— 解 説 —

特殊防爆構造は、(1)～(7)に示す正規の防爆構造と原理が異なる防爆構造とされている。IEC 60079-5 に規定されているタイプ q(粒体充填防爆構造)は、この取扱いを受けている。

1.3.1.2.1.2 粉じん防爆

(1) 粉じん防爆普通防じん構造

粉じんが容器の接合面などから容器内に侵入しないように接合面などに防じん性能をもたせるとともに、容器外面の堆積粉じんの発火を防止するために、容器外面の温度上昇が定められた値をこえないようにした構造である。

(2) 粉じん防爆特殊防じん構造

粉じん容器の接合面などから容器内に侵入しないように接合面などに十分な防じん性能をもたせるとともに、容器外面の堆積粉じんの発火を防止するために、容器外面の温度上昇が定められた値を超えないようにした構造である。

1.3.1.2.2 構造規格及び国際整合防爆指針に導入されていない防爆構造の種類と考え方

IEC 規格にはあるが、構造規格及び国際整合防爆指針に導入されていない防爆構造として次のものがある。

粒体充填防爆構造 [powder filling q]

主として潜在的な発火源をもつ電気機器に対して、発火源となりうる部分を石英粉やガラスの粒子などの充填物で完全に覆うことによって周囲の可燃性ガス蒸気の出火を防止するのが粒体充填防爆構造の考え方である。このような充填物の間にも可燃性ガス蒸気は浸透するから、この充填物を油入防爆構造における油と同じように位置づけることはできないが、充填物の間を火炎が伝播することはないので、これらの充填物によって結果的に発火源と可燃性ガス蒸気との隔離が達成される。

— 解 説 —

- ①わが国では湿度が高いので、粒体充填物部分に水気を含み電気事故を誘発するおそれがあるとの考えからこの構造は採用されていない。このような理由があるので、輸入品の特殊防爆構造で検定合格した製品についても、使用する際には湿度に対する十分な配慮が必要である。
 - ②わが国の一般工場・事業場に適用される関係法規では、平成 24 年 10 月現在、粒体充填防爆構造は、この名称を用いた防爆構造として認められておらず、特殊防爆構造として受け入れられている。
 - ③“q” 構造とは、かつてわが国においては、砂詰構造として知られていた。
-

1.3.1.3 設備の防爆対策

IEC 60079-14:2007 には、次の内容の記載がある。

可燃性物質の爆発危険を減じるための予防手段には、次の三つの原則がある。

- 1) 置換
- 2) 制御
- 3) 低減

置換は、例えば、不燃性のもの、又はより低い可燃性のいずれか一つによって可燃物を置き換えることである。

制御とは、例えば、次のようなことである。

- a) 可燃性物質の量を減らす
- b) 放出の回避又は放出を少なくする
- c) 放出を制御する
- d) 生成を防ぐ
- e) 放出分を回収する

— 解 説 —

上述の全ては、危険場所分類のプロセスの一部である。

低減とは、例えば、次のようなことである。

- a) 現場での作業者の数を減らす
- b) 爆発の拡大を避けるための手段を備える
- c) 圧力の放散装置を備える
- d) 爆発圧力を抑制する対策を備える
- e) 適切な個人用の保護機器を備える

— 解 説 —

上述項目は、危険度を考慮するときの重大なマネジメントの一部である。

まず、置換と制御の項目 1)と 2) の a)から e) まで)が適用されれば、危険場所は、爆発性雰囲気生成のおそれに従い分類される(IEC 60079-10-1 又は IEC 60079-10-2 を参照)。そのような分類は、設備の発火の危険評価と併せて検討され、更に機器の保護レベルを決めることによりそれぞれの危険場所に対して妥当な防爆構造を選択することができる。

爆発は、爆発性雰囲気と発火源が共存するときに発生する。爆発のおそれを減らすには、設備が発火源にな

らないようにすることが必須である。

設備を注意深く設計すれば、多くの設備が、危険度の低い危険場所又は非危険場所に設置することが可能になる。

設備を可燃性物質が存在する場所に設置する場合は、通常運転中又は規定された故障条件のいずれかの場合でも火花(アーク、スパーク)又は高温表面により発火するおそれを減ずる保護対策を講じなければならない。

次に、産業現場で一般に使用される粉じんも多くは可燃性である。発火した場合、適切な比率で空気と混合した粉じんは相当に激しい爆発を生ずる。このような可燃性物質が存在する場所で設備を使用することが避けられないのであれば、適切な予防処置により設備の外部の爆発性雰囲気への発火のおそれを無くするための適切な保護対策を講じなければならない。設備内の潜在的発火源には電気火花、高温表面及び非電気機器の摩擦スパーク等を含む。

空気中で危険な量の粉じん、浮遊物及び繊維(ファイバー)が発生する場所は、危険なレベルに応じて三つの危険場所に分類される。

可燃性粉じんは、機器による様々な要因によって発火するおそれがある。

対象とする粉じんの発火温度より設備の表面温度を低くすることが先ず原則である。粉じんの発火は、粉じんが浮遊状態であるか、又は堆積している状態であるかによって異なり、更に堆積の厚さ及び熱源(火花、表面温度)の種類等によっても異なることを承知しておかなければならない。

このガイドは、設備が正しく設置、試験、維持され、かつ規定の定格に従って使用されることを前提にしている。

設備を危険場所に設置した場合、検査、保守及び修理は、重要である。したがって、使用者は、このガイドの全ての項目に対し関心を持たなければならない。

すべての産業用の設備には、電気機器に関連したもの他、多くの発火源が存在する可能性がある。予防処置として、多くの発火源に対し、安全性を保証することが必要になることがある。

— 解 説 —

① 上述のことは、電気設備の防爆対策の考え方として、現在の IEC 規格の原理原則を示している。

② 「より低い可燃性」とは、最小発火エネルギーが大きいものや最大安全すきまが大きいもの、発火温度が大きいもの等、つまり対象とする爆発性雰囲気をより安全側に置き換えることを意味している。

③ 「低減」とは、発生する可能性のある事故に対し、被害を最小に抑えることを意味している。

1.3.1.3.1 電気設備の防爆対策の考え方

電気設備に起因する爆発を防止するためには、電気設備が爆発性雰囲気の発火源とならないような技術的手法及び措置(防爆対策)を講ずることが必要である。

可燃性物質を取り扱う場所で発火源をもつ電気設備を使用する必要があり、かつ爆発性雰囲気が電気設備の周囲に生成する可能性を除去することができないならば、爆発性雰囲気と発火源の共存の可能性ができるだけ少なくなるように、これらのいずれか又は両方の存在の可能性を減少することを目的として防爆対策を講じなければならない。

可燃性物質を取り扱う実際の環境においては、爆発性雰囲気が存在しないようにすることは困難である。また、電気設備が決して発火源とならないようにすることも困難である。したがって、爆発性雰囲気を生成するおそれがある場所では、発火源となるおそれが非常に少ない設備を使用することが必要である。

1.3.1.3.2 防爆電気設備の計画の基本

工場・事業場における防爆電気設備の計画は、次のような基本方針によることとし、プラントにおける爆発危険の程度と防爆電気設備の防爆性能との均衡を図るように配慮することが必要である。

(1) 敷設場所の諸条件の検討

防爆電気設備を敷設する場所については、立地条件(標高、気候風土、大気汚染の程度など)、環境条件(気圧や気温、湿度の他、腐食性ガスの存在の有無、水気の有無及び程度、じん埃の程度、必要な容器の保護等級 IP、外部からの熱源の影響、必要に応じて接地抵抗の確認)、周囲温度、建屋の構造及び配置、設備又は機械類の機能及び運転条件などを検討し、これらを危険場所の分類、防爆電気設備の選定、保守計画などの資料とする。

(2) 可燃性ガス又は可燃性液体の危険特性の確認

対象とする可燃性ガス又は可燃性液体については、引火点、爆発限界、相対密度、発火温度、最大安全すきま、最小点火電流などの危険特性を文献又は実験によって確認し、これらを危険場所の分類及び防爆電気設備の選定の資料とする。

(3) 危険場所の分類

防爆電気設備を敷設する場所については、可燃性ガス又は可燃性液体の危険特性並びに大気中への放出条件及び拡散条件を併せて検討し、危険場所の分類及び範囲を決定する。

なお、可燃性ガス又は可燃性液体を処理し、又は貯蔵するプラント及び設備は、危険場所が最小になるように、特に、特別危険箇所及び第一類危険箇所は危険箇所の数及び範囲ともに最小になるように設計すべきである。言い換えれば、可燃性物質の放出が避けられない場合には、非常に限られた量及び放出率で周囲に放出するようにし、危険場所はできるだけ第二類危険箇所となるようにすべきである。

(4) 防爆電気設備の配置の決定

電気設備は、できるだけ非危険場所に配置するか、それが不可能であれば、危険場所の中でも爆発の危険性が少なく、かつ、保守管理の容易な場所に配置する。

なお、危険場所には、電気室、現場計器室などは原則として設置すべきでないが、やむをえず設置する場合はできるだけ爆発の危険の少ない箇所に設置することとし、かつ、それらを 1.3.1.3.6 の内圧室とする。

(5) 電気設備の選定

電気設備は、設置場所に存在する可燃性ガス又は可燃性液体の危険特性及び危険場所の種別に適応したものを選定する。

1.3.1.3.3 電気設備の防爆対策の特例

(1) 換気設備とインターロックをもつ設備

建屋の内部は、換気の程度によって、危険場所の範囲が狭くなるか、より危険度の低い危険場所となるか、あるいは非危険場所となる。したがって、全体強制換気又は局所強制換気を活用して危険場所の範囲を低減するとともに、換気設備とインターロックをもたせることによって、一般の電気機器を使用することが可能である。

— 解 説 —

換気設備とのインターロックとは、例えば、設備の運転前に換気設備の電源を投入し、室内を掃気した後でなければ、設備の電源が投入できない、また、設備の電源を遮断した後でなければ換気設備の電源が遮断できないようにすることなどである。

(2) ガス検知器とインターロックをもつ電気設備

爆発性雰囲気が存在する範囲が狭く、持続時間も短い場合には、放出源の周囲の環境をガス検知器で検知し、可燃性ガス蒸気の濃度が爆発下限界の 25 % 以下の場合に限り、ガス検知器とインターロックをもたせることによって、一般の電気機器を使用することが可能である。

危険場所でのガス検知器の使用例については、附属書 1-D を参照のこと。

1.3.1.3.4 保守作業中の危険場所の分類

危険場所の分類は、通常運転の状態において、どの機器をどの特定の場所で使用できるかを定める手段である。修理又は保守の間の適用は基本的には意図していない。多くの設備では、本ガイドの第2章を使用して危険場所を決定したり、保守作業を制限する作業手順書を定めている。なぜなら保守活動は危険場所の分類作業の過程では考慮されていない可燃性物質を相当量放出するおそれがあり、また、高熱作業は多くの物質を気化させて通常は全く存在しない爆発性雰囲気を生成するおそれがあるからである。特に、強制換気によるプロセスプラントのガス抜きは、通常の危険場所を大幅に超えて拡散する蒸気を生成する恐れがあることに注意する。保守作業に際しては、場合によってはガスの除去作業が伴うこともあるので、作業場所に精通した作業者が作業を行う必要がある。

作業は、手順書に従って行う。特に、プロセスプラントの外側で熱を加える際であっても、効果的な熱絶縁、残留物の除去及びガスの有無のチェックなどの注意事項を実施することが不可欠である。危険場所内で高熱作業を実施する時には、危険場所の分類を見直さなければならない。

次の対策を行う場合には、作業管理者等にその旨を予め伝えておく。

- (1) 第一等級放出源をなくし、かつ、すべての第二等級放出源を迅速かつ確実に検知することによって、近接する危険場所及び危険場所の範囲を作業期間中一時的に狭小化する場合
- (2) 想定外の発火源及び作業から生じる火又は火花が近接する危険場所に伝わらないように対策を行う場合
- (3) 作業場所に影響を及ぼすおそれのある特定のガスの放出が検知されたら、直ちに作業を停止する措置を行う場合

ここで、作業許可管理の詳細を取り扱うのは、本ガイドの役割ではない。これに関する詳細は、(例えば、IP の「配送設備の設計、構造及び運転」、APEA/IP の「給油所の設計、構造、変更、保守及び解体」、IP の「タンク自働車の作業基準」)に記載されているのでこれらを参考にしていきたい。

— 解 説 —

APEA/IP, published by Energy Institute and The Association for Petroleum and Explosives Administration/ Institute of Petroleum (APEA/IP : 石油及び火薬類管理のための協会／英国石油協会の略語)

1.3.1.3.5 研究室・実験室等における電気設備の防爆対策

研究室・実験室等(以下、実験室等という。)では、取り扱う可燃性物質も多種多様であり、危険特性が十分に知られていない可燃性物質を取り扱うこともある。場合によっては、放出される物質が健康に与えるリスクの管理が必要とも考えられる。また、防爆構造にすることが困難な実験用機器が必要となることも考えられる。したがって、これらの場所の防爆対策としては、次のような措置を講ずることが推奨される。

- (1) 可燃性物質の濃度が爆発下限界より十分に低くなるように、十分な能力の換気設備を設置し、室全体を非危険場所にする。

この場合において所要の換気量が過大になるときは、可燃性物質をドラフトチャンバ内で取り扱うか、又は強制排気法による局所換気設備を設置することによって、全体の排気設備の容量を小さくすることができる。

- (2) 可燃性物質を取り扱う設備等は、設備を配置する室の一部の局所換気能力を向上させて可燃性物質の濃度が爆発下限界より十分低くなるようにする。また、風量調節その他の理由で十分な局所換気をすることが困難な場合には、可燃性物質の周辺の電気設備は適切な防爆構造のものとする。
- (3) 可燃性物質を多量に取り扱う実験は専用の室で行うこととし、工場・事業場と同様な危険場所の分類及び防爆電気機器の選定を行う。

この場合にも、前節 1.3.1.3.3(電気設備の防爆対策の特例)を適用し、条件が整えば一般の電気設備を使用することができる。ただし、電源を遮断する前に他のインターロック作動によって実験が安全方向に進むことを確保する必要がある。

- (4) 取り扱う可燃性物質の種類や漏洩の状況が変わるような場合には、防爆対策を再検討する。
- (5) 実験室等に貯蔵する可燃性液体の量の限度値は、極力少量とする。多量に貯蔵する必要がある場合には、その目的で設計された部屋又は屋外に貯蔵する。

圧縮又は液化可燃性ガスは、屋外又は特別に換気された場所に貯蔵する。日常的に使用するガスボンベは、少数であれば室内に保管してもよい。しかし、ガスボンベを使用していない時は常に主バルブを全閉し、内部を可燃性物質が流通しないように、又は、内部から外に漏れ出ないようにする。漏れ又はガラス器具類のすきまを最小限にするために、適切な圧力の制御を行うとともに十分な強度の配管が必要である。ガス用の永久配管は金属製とし、実現可能な限り低い圧力で運転する。液化可燃性ガスは、使用する目的により気体で供給される場合は特に危険であるため、試験所に保管する量は必要最低限にするともに、効果的な換気が必要である。

1.3.1.3.6 内圧室

内圧室は、その内部に外部の爆発性雰囲気が入り込むのを防止するために、次に示す必要な処置を施す。内圧室の内部は、非危険場所とみなし、設備は防爆構造としなくてもよい。

1.3.1.3.6.1 内圧室の位置及び広さ

- (1) 内圧室は、危険場所内のできるだけ爆発の危険の少ない場所で、かつ、内部の作業者が容易に避難できるような位置を選んで設ける。
- (2) 内圧室は、電気機器、配線、配管、ダクトなどの配置のためのほか、作業者が内部で操作及び管理を行うことができるように、十分な広さをもったものとする。

— 解 説 —

内圧室に関する IEC 規格の規定は、内部の電気機器を操作又は管理する作業者が、常時室内に居ることを前提として定めたものである。人が入れないような単に電気機器だけを収容した内圧容器(箱のもの)は、内圧室には該当せず、電気機器の内圧防爆構造として検定を受けなければならない。

1.3.1.3.6.2 内圧室の構造

内圧室の構造は、次による。

- (1) 構成材料
 - (a) 柱、壁、天井、屋根、床、扉などの主要な構成部分は、不燃性材料で作られ、かつ、爆風などの機械的影響に対して十分な抵抗力をもつものであること。
 - (b) 室の構成材料及び構造は、爆発性雰囲気が入りにくいものであること。

— 解 説 —

上述(a)で、爆風などの機械的影響に対して十分に抵抗力をもつものとしたのは、第二類危険箇所でも容器の破裂、ガス等の噴出などの事故が起こることが予想されるので、このような場合であっても、室が破損せず、室内の作業者が直接被害を受けないように考慮し、安全に緊急の処置をとることができるようにしたものである。

- (2) 出入口
 - (a) 出入口は、二箇所以上設け、そのうち少なくとも1箇所は放出源の存在しない箇所に面すること。
 - (b) 出入口の扉は、すべて外開きとし、危険場所に面して開口する出入口の扉は、二重扉とすること。
- (3) 窓
 - (a) 危険場所に面して窓を設ける必要がある場合は、爆風、ガス等の噴出、その他の予想される機械的影響に対して、十分な強度をもつものであること。
 - (b) 危険場所に面する窓は、原則として開放できない構造とすること。そのために、夏期には、空気の冷却などによって室温の上昇を防ぐ措置を講ずることが必要である。

— 解 説 —

原則として窓を開放できない構造としたのは、夏期などに暑さのため危険場所に面する窓を開放することによって可燃性ガス蒸気が侵入する危険を防止するためである。

- (4) 電気配線及び配管類の引込口

危険場所から室内に電気配線、配管、ダクト類を引き込む場合の引込口は、乾燥した砂その他の不燃性のシール材を用いて遮断し、爆発性雰囲気が入りにくくするのを防止できる構造とする。

1.3.1.3.6.3 内圧室への通風

- (1) 内圧室へ供給する空気の入入口は、常に清浄な空気の入入れを確保するため、放出源に対して、距離、高さ、風向きなどを考慮し、十分に安全な位置に設けなければならない。
- (2) 供給する空気の量及び圧力は、室の広さ、室内における設備の配置、排出口の位置などを考慮し、出入口付近における室内の圧力が大気圧より高い状態を保持できるようにする。
- (3) 内圧室の各部の内圧は、外圧に対し 25 Pa 以上とする。
- (4) 保護ダクトとそれらの接続部には、正常使用状態で生ずる圧力の 1.5 倍に耐えるものを使用する。最低でも 200 kPa に耐えなければならない。

1.3.1.3.6.4 内圧室の保護設備

内圧室には、室内の圧力を保持するための保護装置を設けることとし、通風に異常が生じた場合には、作業者がそれを確認できるような適切な警報設備を設けなければならない。

— 解 説 —

- ①通風に異常が生じた場合の警報を設けるのは、通風設備の停止又は内圧の異常な低下などの場合を考慮したものであり、警報によって事後の安全対策が講じられることを前提としている。
- ②適切な警報設備とは、目視できるもの、音響によるもの又はこれらの両方によるもので、作業者が確認しやすいものとする。

1.3.1.3.7 漏洩等によるガス爆発の発生と防止対策の原則

漏洩等によるガス爆発は、大気中又は建屋等の内部に生成された爆発性雰囲気と発火源とが共存する場合に発生する。したがって、このような爆発を防止するには、次の(1)及び(2)の両面から対策を講ずることが必要である。

(1) 爆発性雰囲気の生成防止対策

発火源となるものが設置され又は使用される場所には、爆発性雰囲気が生成されず、又は爆発性雰囲気が流入しないような対策を講じなければならない。

(2) 発火源対策

爆発性雰囲気が生成される(おそれのある)場所(危険場所 第2章参照)には、発火源となりうるものを設置しない若しくは使用しないように管理するか、又は発火源となるものを隔離、若しくは発火源として作用しないように技術的な対策を講じなければならない。

— 解 説 —

- ①爆発性雰囲気を生成する工場・事業場は、化学工場以外に、石油精製業、医薬品製造業、可燃性ガス製造業、機械又は電気製品製造業、半導体製造業、合成樹脂製造業、ゴム製品製造業、火力発電所、塗装作業所、油槽所、ガソリンスタンド、LPガス充填所、各種研究所など、多岐にわたっている。
- ②爆発性雰囲気は、設備、容器、配管などから漏洩した可燃性ガス蒸気と空気とが混合して生成されるが、設備、容器などの内部にも生成されていることがある。
- ③発火源としては、一般に、裸火、高温表面、電気火花、静電気放電、衝撃火花などが挙げられるが、防爆電気設備で一般に考慮するのは、爆発を起こさせるだけのエネルギーをもった電気火花、アーク及び通電による高温表面である。ただし、回転機では摩擦による発熱又は火花、また、その他の場合に材料面で静電気放電を考慮している。

1.3.2 防爆電気機器及び防爆電気配線の選定

1.3.2.1 防爆電気機器の選定

プラントの危険場所の分類が完了したら、その場所に適した機器を選別し設置し、さらに電気配線をする。選定した機器は、正しく据え付け、設計範囲内で運転し、適切に保守する。据付け及び保守については別の章で示す。従来から、危険場所分類は、危険場所において、どのような防爆構造の電気機器が使用できるかを選定するためのツールとして使用されてきた。防爆構造を選定する際の留意事項を次に示す。

— 解 説 —

防爆電気機器は、規格に基づき設計し、適切に評価をし、更に、適切に運転及び保守することによって安全に使用し続けることができる。

(1) 危険場所の種別に対応させた選定

(a) 異なる検定基準によって製造された防爆電気機器は、同じ防爆構造であっても同じ安全を提供するとは限らない。例えば、わが国では安全増防爆構造は、国際整合防爆指針による機器と構造規格による機器では使用できる危険場所が異なる。国際整合防爆指針による安全増防爆構造は第一類危険箇所で使用できるが、構造規格による安全増防爆構造は第二類危険箇所での使用に限定される。EUにおけるATEX 指令の下では機器を三つのカテゴリに分けて定めている。なお、防爆電気機器の構造と使用できる危険箇所との関係は表 1-7 による。

— 解 説 —

ATEX 指令の下では機器を次の三つのカテゴリに分けて定めている。

カテゴリ 1：最も安全なレベルの保護を提供する防爆電気機器で、ゾーン 0、1、2 での使用に適している。

カテゴリ 2：ゾーン 1 又は 2 での使用に適した機器

カテゴリ 3：ゾーン 2 での使用に適した機器

欧州標準化委員会(CEN)は、非電気機器に関する防爆規格も EN 13463 シリーズとして定めている。これらの規格は過熱(例えば摩擦熱)、回転する機器から生じる衝撃スパークなどのおそれに付随するリスクを取り扱っており、防爆構造についても定めている。

(b) 危険箇所に対応した防爆電気機器の選定

危険箇所(特別危険箇所、第一類危険箇所及び第二類危険箇所)に適応する電気機器の防爆構造については、IEC 60079-14 に記載されている。しかし、わが国の現状ではこのIEC規格に全面的に対応することができないので、構造規格による防爆構造については工場電気設備防爆指針(ガス防爆 2006)に、また、技術的基準の流れをくむ防爆構造については国際整合防爆指針及び電気機械器具防爆構造規格に従ってそれぞれ決定する。各危険箇所に対する電気機器の防爆構造の選定の原則を表 1-7 に示す。

表 1-7 電気機器の防爆構造の選定の原則

電気機器の防爆構造の種類と記号			使用に適する危険箇所の種別		
指針名称	検定に合格している防爆電気機器の 防爆構造の名称とこれに対応する記号		特別 危険箇所	第一類 危険箇所	第二類 危険箇所
工場電気設備 防爆指針 (ガス蒸気防爆 1979)	本質安全防爆構造	i	○	○	○
	耐圧防爆構造	d	×	○	○
	内圧防爆構造	f	×	○ 注. 2)	○
	安全増防爆構造	e	×	×	○
	油入防爆構造	o	×	○ 注. 1)	○
	特殊防爆構造	s	—	—	—
工場電気設備 防爆指針 (ガス蒸気防爆 2006)	本質安全防爆構造	ia	○	○	○
		ib	×	○	○
	耐圧防爆構造	d	×	○	○
	内圧防爆構造	f	×	○ 注. 2)	○
	安全増防爆構造	e	×	×	○
	油入防爆構造	o	×	○ 注. 1)	○
	非点火防爆構造	nA, nC, nR, nL	×	×	○
	樹脂充填防爆構造	ma	○	○	○
		mb	×	○	○
	特殊防爆構造	s	—	—	—
技術的基準	本質安全防爆構造	ia	○	○	○
		ib	×	○	○
	耐圧防爆構造	d	×	○	○
	内圧防爆構造	p	×	○ 注. 2)	○
	安全増防爆構造	e	×	○	○
	油入防爆構造	o	×	○	○
	特殊防爆構造	s	—	—	—
国際整合防爆 指針	本質安全防爆構造	ia	○	○	○
		ib	×	○	○
	耐圧防爆構造	d	×	○	○
	内圧防爆構造	px, py	×	○ 注. 2)	○
	安全増防爆構造	e	×	○	○
	油入防爆構造	o	×	○	○
	非点火防爆構造	nA, nC, nR, nL	×	×	○
	樹脂充填防爆構造	ma	○	○	○
		mb	×	○	○
	特殊防爆構造	s	—	—	—

注. 1) 油入防爆構造については、「ユーザーのための工場防爆電気設備ガイド ガス蒸気 1994」においては△としていたが、構造規格第2条二項において、第一類危険箇所でも使用できることとなったので○とした。

注. 2) 保護回路の動作方法によって、第一類危険箇所には適さないものがある。

備考1. 表中の記号○、×、—の意味は、次のとおりである。

○印：適するもの

×印：適さないもの

—印：適用されている防爆原理によって適否を判断すべきもの

2. 一つの電気機器の異なる部分に別々の防爆構造が適用されている場合は、その電気機器のそれぞれの部分に、該当する防爆構造の種類が記号で表示される。

3. 一つの電気機器に2種類以上の防爆構造が適用されている場合は、主体となる防爆構造の種類の記号が初めに表示される。

4. 一つの電気機器に2種類以上の防爆構造が適用されている場合において、特別危険箇所に適さない種類の記号が含まれる場合は、特別危険箇所の使用には適さない。かつ、第二類危険箇所以外に適さない記号が含まれている場合は、第二類危険箇所以外での使用には適さない。
5. 参考のため、IEC 60079-0: 2011 Ed.6.0 の29.4に基づき、防爆構造の名称とこれに対応する記号を次表に示す。

IEC 規格	参考 IEC 規格における防爆構造の名称とこれに対応する記号	ゾーン 0	ゾーン 1	ゾーン 2
IEC 60079-0 (2011 ed.6)	本質安全防爆構造	ia	○	○
		ib	×	○
		ic	×	×
	耐圧防爆構造	d	×	○
	内圧防爆構造	px, py	×	○
		pz	×	×
	安全増防爆構造	e	×	○
	油入防爆構造	o	×	○
	非点火防爆構造	nA, nC, nR	×	×
	樹脂充填防爆構造	ma	○	○
		mb	×	○
		mc	×	×
	粒体充填防爆構造	q	×	○

— 解 説 —

①表 1-7 から明らかなように、「工場電気設備防爆指針(ガス蒸気防爆 1979)」及び「工場電気設備防爆指針(ガス蒸気防爆 2006)」では、安全増防爆構造が第一類危険箇所での使用に適さないことになっている。このことに関連して、わが国における従来の防爆構造の選定の基本的な考え方を述べれば次のとおりである。

すなわち、ここに列記した防爆構造の防爆的信頼性を比較した場合、本質安全防爆構造は格別が高く、耐圧防爆構造と内圧防爆構造は本質安全防爆構造に比べて低い。さらに、油入防爆構造は電気機械器具防爆構造規格では第一類危険箇所でも使用できるとしているが(表 1-7 では、○としている)できれば第二類危険箇所での使用に限ることが望ましい。安全増防爆構造と油入防爆構造の防爆性能を維持するための機構が他の第一類危険箇所で使用できる防爆構造と比べ脆弱と考えられている。その理由として、安全増防爆構造は「故障又は劣化によって万一発火源を生じた場合の防爆性は保証されていない」こと、油入防爆構造は「油の劣化若しくは漏洩又は過大電流開閉時の防爆性に不安がある」ことか挙げられている。

これに対して、国際整合防爆指針では、非点火防爆構造を除くすべての防爆構造が第一類危険箇所での使用に適することになっているが、これはIEC及び欧州諸国の慣例(実績)にならった結果である。

先の表における「工場電気設備防爆指針(ガス蒸気防爆 2006)」及び国際整合防爆指針の「非点火防爆構造」、「樹脂充填防爆構造」の内容は、IEC 規格に準じたものである。

参考のために IEC 規格における防爆構造とその記号を先の表に記載した。IEC 規格は定期的に見直しされるため、記号の内容は、本ガイド編集時のものである。

②表中、危険場所をゾーンで表現しているのは、この説明が IEC の考え方を説明していることによる。

(2) 設置する防爆電気機器の検討

(a) 危険場所に応じた使用

防爆電気機器は、危険場所での使用に適するように開発され、設計されているが、機器の種類、対象とする可燃性ガス蒸気の種類、使用条件などによって防爆性能に差異が出てくるので、どのような点に配慮すれば、危険場所の種別(特別危険箇所、第一類危険箇所又は第二類危険箇所)に適切に対応できるか

という観点で選定をする。

(b) 防爆構造の選択

防爆電気機器の防爆化の考え方は、次のとおりである。

電気機器の防爆を具現化するために様々なアプローチが用いられているが、これらを規格化する際には、更に様々な要件を同時に含めて考慮して、現在の防爆構造が定められている。したがって、一律に防爆性能の評価をすることは困難である。そこで国内では、防爆構造に応じて使用できる危険場所を指定している。これらを受け、危険場所と機器の用途から防爆構造を選定することも重要である。例えば、設備の安全を司る保護装置に耐圧防爆構造を採用する場合には、(耐圧防爆構造の機器では、内部での爆発は許容されるため)内蔵された保護装置が破損したときの対応も併せて施しておく必要がある。

a) 発火源の防爆的隔離

電気機器の発火源となる部分を、周囲の可燃性ガス蒸気から隔離して接触させないようにする方法と、電気機器内部で発生した爆発が発生源となって、電気機器の周囲の可燃性ガス蒸気に波及しないように発火源を実質的に隔離する方法がある。前者に基づいて製作されたものとしては、内圧防爆構造及び油入防爆構造の電気機器があり、後者のそれには、耐圧防爆構造の電気機器がある。

b) 電気機器の安全度の増強

正常な状態において発火源となるような電気火花発生部及び高温部が存在しない電気機器については、特に安全度を増加して故障を起りにくくしておくことによって、総合的に事故が発生する確率をゼロに近い値にすることができる。この考え方に基づいて製作されたものとして、安全増防爆構造の電気機器がある。

c) 発火能力の本質的抑制

弱電流回路の電気機器の場合は、正常な状態だけではなく、事故時において発生する電気火花及び高温部についても、可燃性ガス蒸気に対し発火するおそれがないことが試験その他によって十分に確認された場合には、これを本質的に発火能力の抑制された機器として使用することができる。この考え方に基づいて製作されたものとして、本質安全防爆構造の電気機器がある。

(3) 環境条件の検討

(a) 防爆電気機器は、一般に次〔 〕内は IEC 60079-0 の規定によるもの)の標準的な環境条件を前提として設計される。標高(又は気圧)、周囲温度若しくは相対湿度が所定の範囲を超える場所、又は腐食性ガスが存在するなど特殊な環境条件下で使用する場合には、特に、それらの環境条件に適応するものを選定する。

a) 標高 : 1,000 m 以下〔気 圧:80~110 kPa (0.8~1.1 bar)〕

b) 周囲温度 : -20 ~+40 °C〔周囲温度:-20 ~+60 °C〕

c) 相対湿度 : 45~85 %

d) 酸素濃度 : [21 %以下]

(b) 周囲温度-20 ~+60 °Cは、IEC の防爆関連規格を適用できる温度範囲を示す。また周囲温度-20~+40 °Cは、電気機器の温度上昇値を決める際の基準となる値である。

— 解 説 —

- ①標高に上限を設けているのは、標高が高くなると空気が希薄になり、それによって熱放散が悪くなることを考慮したものである。
- (IEC 60079-0で、気圧に制限を設けているものも同様に、上空に行くほど気圧が低くなることに考慮したものである。)また、国内における周囲温度 $-20 \sim +40^{\circ}\text{C}$ 及び相対湿度 $45 \sim 85\%$ は、電気機器のわが国における一般的使用環境を考慮した数値である。しかし、相対湿度に関しては、この範囲を超えても特殊な環境条件とは考えないのが普通である。
- ②IEC 60079-0 に規定されている気圧及び周囲温度の制限は、爆発性雰囲気の爆発特性を考慮した数値である。気圧が高くなるか、又は周囲温度が -20°C より低くなれば、発生する爆発圧力が無視できなくなり、最大安全すきまについても検討が必要である。また、周囲温度が 60°C を超えれば、同様に最大安全すきまについても検討が必要である。このような環境条件で使用する耐圧防爆構造及び本質安全防爆構造の電気機器は、これらの条件を十分、考慮して設計する。
- ③環境によって機器が汚損されることが予想される場合、設置する機器や付属品について容器の保護等級(JIS C 0920)に対する検討がなされなければならない。

(4) 爆発等級又はグループの決定

各々の可燃性ガス蒸気は、最小発火温度及び最小点火エネルギーがそれぞれ異なる。構造規格による防爆電気機器の場合、爆発等級と発火度の組合せによって機器の区分けを行い機器の違いを明確にさせている。これに対して、国際整合防爆指針及び技術的基準では、爆発性ガス蒸気の種類に対する機器のグループと温度等級の組合せによって、機器の区分けを行ない、機器の違いを明確にしている。三つの爆発等級(Ex ではグループ)が、異なる安全すきまと点火エネルギー(最小点火電流比として)を反映している。例えば、水素、アセチレン、二硫化炭素は機器の適用グループ IIC に入る。[これらのガスの安全すきまは小さく、かつ、点火感度は最も高い(小さいエネルギーで発火してしまう)。]表 1-8 に、一般的な石油製品に適用できる機器のグループと温度等級を示す。これらのグループは、防爆構造“i”、“d”、の機器に適用され、場合によっては、“nC”、“s”に適用される場合もある。

- (a) “i”、“d”、“nC”、“s” 以外の防爆構造の場合、爆発等級又はグループの要件は適用されず温度等級だけが適用される。したがって、これらの防爆構造に対しては、機器の爆発等級(3a、3b、3c)又はサブグループ(IIA、IIB、IIC)分けは適用されない。ただし、“i”、“d”、“nC”、“s”を含む「複数の」防爆構造を有する機器が存在することに注意する。最近の防爆電気機器には二つ以上の防爆構造で組み合わせるものが増えてきている。
- (b) 爆発性ガスの分類のための試験方法及びデータは、IEC 60079-20(ガス及び蒸気分類試験方法・データ)に記載されている。
- (c) 内部放出のガスの組成が、外部の爆発性雰囲気組成と異なる場合には、機器のグループ分けを選択する際に内部放出のガスの影響も考慮する。

表 1-8 主たる可燃性ガス蒸気に適用できる機器のグループ及び温度等級

物質名	機器のグループ*	機器の温度等級*
水素	IIC	T1
メタン	IIA	T1
エタン	IIA	T1
プロパン	IIA	T2
LP ガス	IIA	T2
エチレン	IIB	T2
アセチレン	IIC	T2
ベンゼン	IIA	T1
トルエン	IIA	T1
キシレン	IIA	T1
ガソリン	IIA	T3
ナフサ**	IIA	T3
ホワイトスピリット**	IIA	T3
ケロシン**	IIA	T3
軽油**	IIA	T2
残余生成物**	IIA	T2
原油**	IIA	T3

* 対象となる可燃性ガス蒸気が混合物の場合には、適用できる機器のグループ及び温度等級は、混合物の中の最も危険度の高い可燃性ガス蒸気を基準にすることを推奨する。また、データは限られた範囲のものであるから、データが無いものについては実測による確認をする。

** ナフサ、ホワイトスピリット、ケロシン、軽油、残余生成物、原油については IP Model Code of Safe Practice in the Petroleum Industry 3rd edition Table 7.2 より引用

(d) 耐圧防爆構造又は本質安全防爆構造の電気機器の場合は、表示された爆発等級(又はグループ)の記号が、対象とする可燃性ガス蒸気の最大安全すきま又は最小点火電流に適切に対応するものを選定する。

(e) 対象とする可燃性ガス蒸気が2種類以上存在する場合は、表 1-8 によりそれぞれの内、最も危険度の高くなる特性に適合する電気機器を選定する。

なお、対象とする可燃性ガス蒸気が2種類以上の物質の混合物である場合には、混合物の中の最も危険度の高い可燃性ガス蒸気の危険特性に適合する電気機器を選定する。

— 解 説 —

爆発等級又は機器のグループと発火温度との関係は単純ではない。例えば、水素は発火温度が高く温度に関して比較的危険度は低い、火花による発火に対して極めて感度が高く、危険度は高い。そのため、非電気機器であっても発火の危険を生み出すおそれがあり、ATEX 指令では、非電気機器に対しても、防爆電気機器によく似た要求事項を定めて現在、既に運用している。IECにおいても現在、非電気機器に関する規格化が進められている。

(f) 爆発等級は1、2、3、また、機器のグループはIIA、IIB、IICの順で防爆能力のグレードが高くなる。したがって、爆発等級2の機器を爆発等級1の機器の代わりに使用することができる。また、爆発等級3の機器を1及び2の両方の機器の代わりに使用することができる。しかし、この逆は成り立たない。

— 解 説 —

- ①例えば 爆発等級2は、1の機器を必要とする可燃性ガス蒸気雰囲気にも使うことができる。
爆発等級3は、2又は1の機器を必要とする可燃性ガス蒸気雰囲気にも使うことができる。
IIB の機器は、IIA の機器を必要とする可燃性ガス蒸気雰囲気にも使うことができる。
IIC の機器は、IIA、IIB の機器を必要とする可燃性ガス蒸気雰囲気にも使うことができる。
- ②IEC規格 60079 シリーズでは、適用されるべき可燃性ガス蒸気雰囲気に関連して、坑内を除く場所に用いられる防爆電気機器を次の二つのグループに分類している。
- ③グループ II : 坑気の影響を受ける坑内を除く、可燃性ガス蒸気雰囲気のあるすべての場所に用いられる防爆電気機器であって、防爆構造の種類によっては防爆性能に応じて更に IIA、IIB 及び IIC の三つのグループに細分類される。
- ④グループ III : 坑気の影響を受ける坑内を除く、爆発性粉じん雰囲気のあるすべての場所に用いられる防爆電気機器であって、可燃性粉じんの性質によって IIIA、IIIB 及び IIIC の三つのグループに細分類される。ただし、わが国において、現時点ではグループ III の区分はない。
- ⑤非電気機器も発火の危険を生み出すおそれがあり、EU においては ATEX 指令で、電気機器とよく似た要求事項を定めている。ただし、わが国では現時点で非電気機器に関する規定はない。また、グループ I(炭坑用)についても、法規に基づく検定制度はない。

(5) 可燃性ガス蒸気の発火度又は温度等級の決定

可燃性ガス蒸気は、高温表面への接触によって発火するおそれがあることから、機器がガスと接触する面の温度は、対象となる可燃性ガス蒸気の発火温度を超えることがないように防爆電気機器を選定する。

可燃性ガス蒸気の発火度に応じた防爆電気機器、又は可燃性ガス蒸気の発火温度に応じた温度等級を持つ防爆電気機器を選定する。

これに際しては、次の二つの要因を十分に考慮する。

(a) 防爆電気機器の最高表面温度

この温度は、IEC 規格及び国際整合防爆指針や技術的基準において定める温度等級(T1～T6)を選定する際にその根拠として重要な指標となる値である。最高表面温度は、適用する規格や検定の基準に定められた方法にて定格電圧の変動範囲(90 %から 110 %)や、その根拠として重要な指標となる合格条件内における外部熱源からの影響、定格に基づく冷却方法などの条件を考慮した場合の機器の温度上昇を加味した温度であり、原則として実測によって確認する。これに対応する防爆構造の対象となる最高表面温度の部位は、それぞれの防爆構造によって異なるが、可燃性ガス蒸気に曝される部分・表面の最高温度となる部位等である。

防爆電気機器は、温度等級によって分けられた最高表面温度に到達するものと想定して選定をする。

構造規格の場合は、発火度に対し、定格運転時の温度上昇の限度が定められており、防爆電気機器の選定では、発火度において許容される温度上昇限度まで温度が上がるものと想定して選定をする。

— 解 説 —

- ①構造規格における防爆電気機器の温度上昇限度は、それぞれの発火度に対応する発火点の下限値の約 80%から基準周囲温度の最高温度(一般には 40 °C)を差し引いた値である。
- ②国際整合防爆指針の場合は、定格電圧の 90 ～110 %の範囲内の最も温度が高くなる電圧で、最も苛酷な条件において実施される。最も苛酷な条件には許容された過負荷(例えばかご形電動機の起動時)等が含まれる。試験結果は、最大周囲温度 40 °Cを考慮して補正される。
- ③検定機関は、機器内の電気エネルギーによる自己発熱に起因する温度上昇、又は外部の熱源等からの影響をも考慮した上で最高表面温度を測定し評価する。評価の結果は、構造規格の場合、発火度の区分 G1～G5、国際

(b) 可燃性ガス蒸気の発火温度

発火温度は 1.2.2.2 項に記載された装置を使用して測定する。

防爆電気機器には、上述の解説に示す前提の下、発火度は G で、温度等級は T の表示で示す。

これらから、防爆電気機器の使用者は対象とする防爆電気機器がどのような発火温度をもつ可燃性ガス蒸気で使用できるか判断することができる。

(c) 発火度又は温度等級の決定に際しては、次の点に留意する。

- a) 最高表面温度がより低い(すなわち発火度又は温度等級の数値がより大きい)防爆電気機器は、最高表面温度がより高い(発火度又は温度等級の数値がより小さい)防爆電気機器の代わりに使用することができる。しかし、その逆はできない。ただし、使用に際しては、防爆電気機器に表示された周囲温度の限度内であることの確認が必要である。
- b) 爆発等級(IECではグループ)と同様に、発火度(IECでは温度等級)の決定に際しても、周囲にある可燃性ガス蒸気及び内部放出ガスの両方の影響を考慮する。防爆電気機器一般に、機器に表示する発火度(又は温度等級)は、周囲にある可燃性ガス蒸気雰囲気に関わるものである。内部からの放出(場合によっては複数の放出)を伴う防爆電気機器においては、異なる発火度(又は温度等級)が要求されることがある。このような場合には、複数のガス蒸気のうちより厳しい温度となる可燃性ガス蒸気のものを選択する。防爆検定の申請時においては、このように、内部放出ガスがあるものについては、それを踏まえて検定する。
- c) 寒冷地又は周囲温度の高い場所で使用する防爆電気機器については、 $-20 \sim +40$ °C 以外の周囲温度を採用することもできる。その場合には、検定合格証に記載された周囲温度の範囲において使用する
- d) 発火温度は物質の本質的な特性ではないため、試験方法によって異なる値を示すことがある。したがって示されたデータに複数の値がある場合には低い値を採用すべきである。
- e) 複数の可燃性ガスの混合となる場合は、構成する可燃性ガス蒸気のうち、最も低い発火温度を有する可燃性ガス蒸気を特定する
- f) 防爆電気機器は、周囲温度、冷却媒体の温度及び流量、外部からの熱伝導及び熱放射などによって温度上昇し、その防爆性能に影響するので、これらの諸条件を考慮して選定する。
- g) すべての防爆構造の電気機器は、表示された発火度(又は温度等級)が、対象とする可燃性ガス蒸気の発火温度に適合したものを選定する。

(6) 電氣的保護

使用中の異常状態によって防爆性能が影響を受けるおそれのある防爆電気機器は、適切な保護装置(例えば、温度、圧力又は流量等)を設けたものを選定する。

(7) 粉じん防爆構造の選定

- (a) 粉じん防爆構造は粉じん防爆特殊防じん構造と粉じん防爆普通防じん構造に区分される。
- (b) 爆燃性粉じん危険場所においては、特殊防じん構造を使用する。

(c) 可燃性粉じん危険場所においては、特殊防じん構造又は普通防じん構造を使用する。

— 解 説 —

IEC規格では粉じん防爆構造を IIIA、IIIB 及びIIICに区分し、次のように運用している。

IIIB の機器は、IIIA の機器を必要とする粉じん雰囲気にも使用できる。

IIIC の機器は、IIIA 又は IIIB の機器を必要とする粉じん雰囲気にも使用できる。

(8) 容器の保護等級

防爆電気機器の保護等級選定に際しては、次の内容を考慮する。

(a) 容器内の充電部又は回転部との接触から人体を保護し、更に容器内への固体、粉じん等の侵入を防止する。

(b) 容器を水、噴霧、荒波等から保護し、場合によっては浸水から保護する。

保護等級及びその分類に関する情報は、JIS C 0920(電気機械器具の防水試験及び固形物の侵入に対する保護構造)に定められている。

— 解 説 —

①防爆構造の種類によっては、適用する機器に対して可燃性ガス蒸気が侵入するまでの時間を遅らせるために気密性を高めている構造又は容器によって防爆性能を保持している構造があるため構造又は容器に対し改造等は実施してはならない。

②機器に表示されているか又は製造者の仕様書に記載されているより高い保護構造が必要な場合は、防爆電気機器の製造者に防爆性能に影響しないことを確認した上で、又は製造者に依頼して設置場所に適した覆いや外郭容器を設けることができる。

(9) その他の要求事項

すべての電気機器は、電力、電圧、電流、周波数などの電氣的定格と、設備の安全に影響を及ぼすおそれのある他の一般的要素(接地など)や設置される環境、絶縁性の確保、腐食や劣化等に対する耐久性、予想されるヒューマンエラーや使用する者の安全の確保を考慮し、その範囲内での使用を前提に、据付、使用、保守されなければならない。過負荷や過電流などの要素に対する電氣的保護規格は、本ガイド又は電気機械器具防爆構造規格の適用範囲外である。

1.3.2.2 防爆電気配線の選定

防爆電気配線の選定に当たっては、次によって対象とする可燃性ガス蒸気の危険特性、防爆構造の特質、環境条件、温度上昇に影響する外的条件などを考慮する。

防爆電気機器は、外部導線引込金具(ケーブルグランド等)までを含めた検定条件で構成されていることを確認する。ケーブル引込方式はそれぞれの機器の検定合格条件に適合する引込方式を使用することが必要であり、例えば、指定されたケーブルグランド等を使用する。また、電線管ねじ結合式引込方式(金属管配線等)においても検定合格条件によって制限される場合もあるため、確認せずに配線を行うことは避けなければならない。

(1) 可燃性ガス蒸気の危険特性への対応

工事に使用する接続箱及び電線管用附属品類は、対象とする可燃性ガス蒸気の危険特性に対応できるものを選定する。(例えば、ねじ精度、接合面の構造等)

(2) ケーブル等は、周囲の環境等を考慮したうえで対象とする可燃性ガス蒸気への耐性を有するものを選定する。

(3) 温度上昇に影響する外的諸条件

工事に際しては、工事用器材が周囲温度、冷却媒体の温度及び流量、外部からの熱伝導及び熱放射などによって異常な温度の影響を受けないようにする。

(4) 防爆電気配線(配線用附属品類を含む)の選定

防爆電気配線の選定に当たっては、次の諸条件を考慮する。

(a) 危険場所の種別に対する配線方法の選定の原則

危険場所の種別に対する「防爆電気配線の配線方法の選定の原則」を表 1-9 に示す。

(b) ケーブル配線における引込方式(ケーブルグランド)の選定例

設備の端子箱等の防爆構造別に、ケーブルの種類に適応する引込方式(ケーブルグランド)の選定例を表 1-10 に示す。

表 1-9 防爆電気配線における配線方法の選定の原則

配線方法		危険場所の種別		
		特別危険箇所	第一類危険箇所	第二類危険箇所
本安回路 以外の配線	ケーブル配線	×	○	○
	金属管配線	×	○	○
	移動用電気機器の配線	×	○	○
本安回路の配線		○	○	○

備考 表中の意味は、次のとおりである。

○：適するもの

×：適さないもの

表 1-10 ケーブルの引込方式(ケーブルグランド)の選定例

設備の端子箱等の 防爆構造	引込方式 (ケーブルグランドの種類)	ケーブルの種類			
		ゴム・プラス チックケーブル	金属製がい装 ケーブル	鉛被 ケーブル	MI ケーブル
耐圧防爆構造	耐圧パッキン式	○	○	○	—
	耐圧固着式	○ ^{備考2}	○ ^{備考3}	○ ^{備考3}	—
	耐圧スリーブ金具式	—	—	—	○
安全増防爆構造	耐圧パッキン式	○	○	○	—
	安全増パッキン式	○	○	○	—
	安全増固着式	○	○	○	—

備考1 防爆電気機器の端子箱等は、本体容器の一部を指す場合と、独立した容器である端子箱を指す場合がある。また、接続箱は、法規上電気機器ではないが、ケーブルの引込方式の適用においては、電気機器の端子箱等と同等に取り扱われる。

2 シースの内部に空隙の多いゴム・プラスチックケーブルは、固着式には不向きであり、耐圧固着式ケーブルグランドを用いても十分な耐圧防爆性能を確保し難いので適用してはならない。

3 金属製がい装又は鉛被ケーブルは、がい装を除いたケーブル部をパッキンで圧縮するか又は固着する。

4 表中の意味は、次のとおりである。

○：適するもの —：適用しないもの

— 解 説 —

ここで「引込方式(ケーブルグランド)」と表記したのは、防爆電気機器の流通の実態に合わせて、防爆電気機器のケーブル引込部をケーブルグランドに置き換えたものである。本来、ケーブル引込部は電気機器の一部であり、電気機器と一体で供給されるべきものである。しかし、ケーブル引込部は使用するケーブルとの結び付きが強いため、使用するケーブルに適応したケーブルグランドを一括して調達し、それを各防爆電気機器に取り付けて配線することが、一部で行われている。この行為は明らかに違法な行為である。何故なら、ケーブルグランドの選定が適切でなければ防爆性能を十分に確保することはできない。よって、検定合格条件に適合する外部配線の引込方法は、製造者が提供するもの、すなわち、それぞれの防爆電気機器に装着された、検定合格条件に適合するケーブルグランドを使用する。

(c) 金属管配線における電線管用附属品の適合性

防爆電気機器の端子箱等の防爆構造の種類に適合する電線管用付属品の選定例を、表 1-11 に示す。

表 1-11 電線管用附属品の適合性

防爆電気機器の 端子箱等の 防爆構造	電線管用附属品の種類			
	ユニオンカップリング アダプタ、ニップル	フレキシブル フィッティング	シーリング フィッティング	ボックス類
	耐圧	耐圧	耐圧	耐圧
耐圧防爆構造	○	○	○	○
安全増防爆構造	○	○	○	○

備考1 防爆電気機器の端子箱については、表 1-10 の備考1に準ずる。

2 ボックス類は、防爆電気機器とシーリングフィッティングの外側に設置する場合は、必ずしもこれによらずともよい。

3 表中の意味は、次のとおりである。

○：適するもの

— 解 説 —

適用グループⅡC、ⅡB+H₂の機器に対応する爆発性雰囲気、及び爆発等級3のガス蒸気の爆発性雰囲気を対象にした危険場所に防爆電気機器を設置する場合、検定合格の条件をよく確認する。現場でねじを切るような場合、ねじ精度が不十分なおそれもあり、また、金属管のねじ精度が悪ければ十分な防爆性能を確保、維持できないおそれがある。使用するシーリングフィッティングも含めて、供給の有無や合格条件として指定されたねじ精度を確認する必要がある。電線管ねじ結合引込式(金属管配線)が対象の防爆電気機器に許容されていない場合に、これを使用者が独断で使用してはならない。

(5) 電気機器の種類別の防爆構造の選定について

危険場所の種別に適応する防爆構造の選定を電気機器の種類別に示した資料は、過去、工場電気設備防爆指針(ガス蒸気防爆)に掲載され、製造者及び使用者の双方に重用されてきた。本ガイドにおいても、同指針の2006年版の参考資料5をもとに、国際整合防爆指針による防爆構造を加えて全面的に見直しを行い、参考資料4「電気機器の種類別の防爆構造の選定例」に選定の目安を示した。

なお、参考資料4の選定例における選定記号○及び×の決定に当たっては、必ずしも防爆構造の原理、原則にとらわれず、異常状態をも考慮し、かつ、現実的な観点から判定するとともに、同等の防爆的信頼性をもっていと考えられるものは同じ選定記号になるようにした。

(a) 回転機

回転機の防爆構造の選定例を参考資料4の表R4.1に示す。

この表が1979年版以前の防爆指針と相違する点は、①実施例の少ない三相反作用同期電動機及びうず電流継手(ブラシ付き)を除外したことである。

(b) 変圧器類

変圧器類の防爆構造の選定例を参考資料4の表R4.2に示す。

この表が従来の防爆指針と相違する点は、①低圧と高圧の区分を廃止したこと、②第一類危険箇所において△だった乾式変圧器などの選定記号を○に変えたことである。

(c) 開閉器及び制御器類

開閉器及び制御器類の防爆構造の選定例を参考資料4の表R4.3に示す。

この表が従来の防爆指針と相違する点は、①操作用小形開閉器を除外し、制御盤と操作盤を統合したこと、また、従来「その他の電気機器」に分類されていた振動機器、差込接続器及び車両用蓄電池を収容したこと、②気中開閉器の低圧と高圧の区分は自動開路するものを除いて廃止したこと、③本質安全防爆構造の欄を削除したことである。

(d) 計測器類

計測器類の防爆構造の選定例を参考資料4の表R4.4に示す。

この表が従来の防爆指針と相違する点は、参考資料4の表R4.3から除外した操作用小形開閉器を表R4.4「スイッチ類(温度、圧力、レベルなど)」という名称で収容し、「その他の電気機器」に分類されていた「信号、警報、通信設備」を収容したほか、多くの種類の電気機器を追加して整備したこと、②特殊防爆構造扱いになるもの及び他の防爆構造との組合せになるものに注記を付けて識別したことである。

(e) 照明器具類

照明器具類の防爆構造の選定例を参考資料4の表 R4.5 に示す。

この表が従来の防爆指針と相違する点は、①電気機器の欄に高圧ナトリウム灯を加えて光源別に整理したこと、②構造規格による安全増防爆構造の第一類危険箇所への適用を「×」に変更したことである。

— 解 説 —

照明器具の防爆構造には光源が含まれるが、構造規格による安全増防爆構造では普通の光源を普通のソケットに装着することが容認されているのに対して、国際整合防爆指針による安全増防爆構造では、光源の種類とその装着方法(ソケット構造など)が厳しく規定されている。したがって、この両者を第一類危険箇所への適用において同等に取り扱うことは妥当でない。

1.3.2.3 防爆電気機器の表示

防爆電気機器には、防爆構造等について次の事項が記号で表示されており、これらの記号を目安として、危険場所の種別、可燃性ガス蒸気の危険特性、使用される場所の環境条件や要求する防爆性などに適合した防爆電気機器を選定する。

なお、防爆構造等の記号が一括して表示される場合は、その並びは、次の (1)、(2)、(3)、(4)の順序となる。

(1) 防爆構造のものであることを示す記号“Ex”(国際整合防爆指針による防爆電気機器のみ)

(2) 防爆構造の種類

防爆構造の種類を示す記号は、表 1-7 のとおりである。

(3) 爆発等級又はグループ

防爆電気機器の爆発等級又はグループを示す記号は、表 1-12 のとおりである。

なお、爆発等級(又はグループ)の記号は、その記号を表示した防爆電気機器が、当該及びそれより小さい数字の爆発等級(又は上位のアルファベットのグループ)の可燃性ガス蒸気に対して、防爆性能が上級である。

(4) 発火度又は温度等級

防爆電気機器の発火度又は温度等級を示す記号は、表 1-13 のとおりである。

なお、発火度(又は温度等級)の記号は、その記号を表示した防爆電気機器が、当該及びそれより小さい数字の発火度(又は温度等級)の可燃性ガス蒸気に対して、防爆性能が上級である。

温度等級は、その防爆電気機器の最高表面温度に基づいた等級を示す。

(5) 使用条件がある場合の表示

使用条件の要点が銘板に表示され、また、詳細が取扱説明書に記載されている場合がある。また国際整合防爆指針、技術的基準による防爆電気機器では、記号“X”が一連の防爆記号に続いて表示されるものがあるが、この場合、記号“X”の内容の詳細は取扱説明書にも記載されている。

この他にも、防爆性能の保持のために必要となる使用上の注意や警告文が表示されていることがある。

— 解 説 —

①機器の銘板には記号“X”を表示するが、型式検定合格証には記号“X”(又は、“X”の内容等)を記載しないのは、次による。

防爆電気機器への表示については、電気機械器具防爆構造規格第 4 条及び技術的基準 1.5 表示項目、国際整合防爆指針では 1.23 表示に表示方法等が定められており、“X”については、国際整合防爆指針と技術的基準、つまりIEC規格に関係する場合にのみ記載されている。一方、合格証は、機械等検定規則で様式が定められてお

り、技術的基準と国際整合防爆指針では、記号“X”を表示することを示しているが、機械等検定規則で定められた合格証には、記号“X”で要求する内容に対応しておらず、記載すべき適当な欄がないことから記載していない。ただし、国際整合防爆指針等から内容を確認することができる。使用者は、“X”の内容に疑義がある場合は、防爆電気機器の製造者に問い合わせる。

②使用条件が付される場合

使用条件とは、防爆電気機器の防爆性能を保証するために、特別な条件、例えば使用する環境、安全上の保護や電氣的定格に対する制限、使用を特定する場合や制限する場合、又は外傷に対する機械的保護等に条件を付与するもので、次のような扱いとなる。

①使用条件の意味と内容

型式検定合格証の使用条件欄に記載される「使用条件」は、検定機関が防爆性能を保証する上で必要と判断した場合において、電気機械器具防爆構造規格第4条第1項第3号によって、本質安全防爆構造又は特殊防爆構造の電気機器の場合、及び、この二つの防爆構造以外でも、合格証に記載され、併せて製品の銘板にも表記されるものである。一方、国際整合防爆指針、技術的基準においては、「使用条件」が必要な場合を特定し、対象になる場合には“X”を表記することと規定されている。これらから、現在、次のように分類、整理をして「使用条件」が付けられている。

- ①構造規格によって申請された本質安全防爆構造又は、特殊防爆構造において、検定機関が防爆性能を保証する上で必要と判断した場合には、合格証の使用条件欄及び製品の機器銘板に使用条件を文章で記載している。なお、この二つの防爆構造以外でも、例えば、特殊な材料を使用し、使用場所を制限する場合などには、これらにも使用条件が付けられる。
- ②国際整合防爆指針、技術的基準によって申請された防爆電気機器において、基準の中で構造要件として記号“X”を表示することが要求されている場合には、機器銘板に“X”の表示をすると共に、“X”の意味するところを警告文や使用上の注意等として機器銘板(必要によって製品の取扱い説明書にも)に記載している。
- ③構造規格又は技術的基準に規定されていない構造を、構造規格第5条に基づき処理した場合において、防爆性能を保証する上で必要と判断した場合には、①及び②の場合を除き合格証の使用条件欄及び製品銘板に使用条件あるいは使用条件がある旨を記載している。なお、技術的基準、国際整合防爆指針の場合は“X”を機器銘板に記載している。
- ④申請者が製品の機能維持、又は、製品の特殊性(特殊な使用方法も含む)を考慮して、注意を喚起するための使用条件を付ける場合は、警告文や使用上の注意等として機器銘板にその内容を記載する場合がある。

③使用条件の実例

①構造規格による申請品の場合

本質安全防爆構造の場合への適用例

- i) ダイオード形安全保持器の場合、安全保持器の接地は、単独でA種接地工事に準じて行うこと。
- ii) 酸素計の場合、空気と可燃性ガス蒸気との混合物の酸素濃度の測定以外には使用しないこと。

②国際整合防爆指針又は技術的基準による申請品の場合

- i) 技術的基準の本文中に“X”を付す規定がある場合、例えば、機械的損傷のおそれの程度が「低」で試験を行った場合。

(6) 防爆構造等の記号の一括表示の例

防爆構造等の記号を一括して表示する場合の例を示せば、表 1-14 のとおりである。

表 1-12 爆発等級又はグループを示す記号

防爆構造の種類	記 号	
	構造規格による 爆発等級	国際整合防爆指針による グループ
耐圧防爆構造	1, 2, 3 (a, b, c, n) 備考2	IIA, IIB, IIC メタン 備考3
内圧防爆構造	—	II
安全増防爆構造	—	II
油入防爆構造	—	II
本質安全防爆構造	1, 2, 3 (a, b, c, n) 備考2	IIA, IIB, IIC
非点火防爆構造	II 備考1	II 備考1
樹脂充填防爆構造	II	II
特殊防爆構造	備考1	—

備考1 爆発等級(又はグループ記号の A, B, C)に関係なく適用される防爆構造の電気機器には、爆発等級の記号(又はグループ記号の中の A, B, C)は表示されない。また、非点火防爆構造及び特殊防爆構造における爆発等級(又はグループ記号の A, B, C)の表示は、適用する防爆構造によって決められる。

- 2 爆発等級 3 において、3a は水素及び水性ガスを、3b は二硫化炭素を、3c はアセチレンをそれぞれ対象とし、3n は爆発等級 3 のすべての可燃性ガス蒸気を対象とすることを示す。
- 3 特定の可燃性ガス蒸気の爆発性雰囲気に限定して使用される防爆電気機器には、爆発等級の記号(又はグループ記号の中の A, B, C)の代わりに、当該可燃性ガス蒸気の名称を表示する場合がある。

表 1-13 発火度又は温度等級を示す記号

防爆構造の種類	記 号	
	構造規格による 発火度	国際整合防爆指針による 温度等級
各防爆構造に共通	G1, G2, G3, G4 又は G5	T1, T2, T3, T4, T5 又は T6

備考1 国際整合防爆指針による防爆電気機器の場合は、温度等級の代わりに最高表面温度が表示され、又は最高表面温度のあとに括弧書きで温度等級が表示されることがある。このように最高表面温度が表示された防爆電気機器は、表示された最高表面温度未満の発火温度の可燃性ガス蒸気に適用される。

- 2 特定の可燃性ガス蒸気の爆発性雰囲気に限定して使用される防爆電気機器は、発火度(又は温度等級)の代わりに当該可燃性ガス蒸気の名称又は化学式を表示する場合がある。

表 1-14 防爆構造等の記号を一括して表示する場合の表示例

検定基準	表示される防爆構造等の内容	国際整合防爆指針における防爆構造であることを示す記号	防爆構造の種類	爆発等級又はグループ	発火度又は温度等級	使用条件がある場合の記号
構造規格によるもの	爆発等級 2、発火度 G4 に属するガス等を対象とする耐圧防爆構造の電気機器	—	d	2	G4	—
	発火度 G2 に属するガス等を対象とする内圧防爆構造の電気機器	—	f	—	G2	—
	発火度 G3 に属するガス等を対象とする安全増防爆構造の電気機器	—	e	—	G3	—
	爆発等級 1、発火度 G1 に属するガス等を対象とする安全増防爆構造の電動機で、耐圧防爆構造のスプリングをもつもの	—	ed	1	G1	—
	水素及び爆発等級 2、発火度 G3 に属するガスを対象とする本質安全防爆構造	—	i	3a	G3	—
国際整合防爆指針又は技術的基準によるもの	グループ IIB、温度等級 T4 の耐圧防爆構造の電気機器	Ex	d	IIB	T4	—
	温度等級 T5 の内圧防爆構造の電気機器	Ex	p	II	T5	—
	最高表面温度が 350 °C の安全増防爆構造電気機器で、使用条件付きのもの	Ex	e	II	350 °C (T1)又は 350 °C	X
	温度等級 T3 の油入防爆構造の電気機器	Ex	o	II	T3	—
	グループ IIC、温度等級 T6、本質安全防爆構造 ia の電気機器	Ex	ia	IIC	T6	—
	本体が耐圧防爆構造で、端子箱安全増防爆構造の、グループ IIB、温度等級 T3 の電気機器	Ex	d e	IIB	T3	—
	水素及びグループ IIB のガス等の爆発性雰囲気中で使用する温度等級 T4 の耐圧防爆構造の電気機器	Ex	d	IIB+水素 又は IIB+H ₂	T4	—
	耐圧防爆構造と組み合わせた本安関連機器	Ex	d[ia]	IIB	T5	X
	非危険場所で使用される本安関連機器	[Ex ia]		IIC	—	—

備考 — は、該当なし

— 解 説 —

IEC規格においてはEPLを含めて次のように規定されている。

表示の事例を示すと次のとおりである。

- ①EPL Ga となる一つの防爆電気機器を必要とする領域とそれより危険度の低い領域の境界に設置することを意図した機器には、ラベル上の「/」(スラッシュ)で仕切った前後に両方の EPL を、また、その次に、それぞれ該当する防爆構造の記号を表示する。(次の④ ㉔を参照)
- ②二つの防爆構造において、機器のグループ又は温度等級が異なる場合には、記号を「/」の前後に表示する。
- ③一つの防爆電気機器に対し、2種類以上の防爆構造を用いる場合には、それらの防爆構造の記号をアルファベット順に列記して表示する。

④表示の例

㉔EPL Ga を必要とする領域の中にその全体が設置されることを意図した機器は、例えば、

Ex ia IIC T6 Ga 又は Ex d+e IIB T4 Ga

㉕本安関連機器、すなわち危険場所の外に設置され、IEC 60079-11 に適合する本安 ia によって保護されることを前提とし、外部電気回路(この回路は、EPL Ga を備えた機器に接続できる)を有する機器は、例えば、
[Ex ia Ga] IIC

この機器は危険場所の外に置かれるので、温度等級の指定は不要である。

㉖EPL Ga を必要とする領域とそれより危険度の低い領域との間の境界壁に設置される機器の場合には、ラベル上の「/」で仕切った前後に両方の EPLs を、例えば次のように、

①本安“ia”の機器が EPL Ga を備え、耐圧防爆“d”の区域が EPL Gb を備える場合。

Ex ia/d IIC T6 Ga/Gb

②二つの独立した防爆構造“d”と“e”の組合せが EPL Ga を形成し、耐圧防爆“d”の区域が EPL Gb を備える場合。

Ex d+e/d IIB T4 Ga/Gb

文書には、機器のどの部分がどの危険場所に設置できるかを明記すること。

1.3.3 防爆電気機器の設置

1.3.3.1 一般要件

- (1) 危険場所の設備は、非危険場所における設備の要件にも適合する。通常、非危険場所への要件だけでは、危険場所の設備に対しては不十分な場合がある。

— 解 説 —

防爆電気機器及び配線用材料は電力、電圧、電流、周波数などを考慮し、それぞれの定格範囲内にある物を使用する。特に、その電圧及び周波数が、間違いなくその機器に対して適切なものであり、かつ、温度等級等の防爆性能がその電圧、周波数等の下で決定されたものであることを確認する。

- (2) 適切な防爆電気機器の選定及びそれらの関連設備の選定を容易にするため、危険場所を正しく決定し、特別危険箇所、第一類危険箇所及び第二類危険箇所に分類する。
- (3) 電気機器は、可能な限り非危険場所に配置し、非危険場所への配置が出来ない場合には、危険場所に適合した電気機器を可能な範囲で最も危険度の少ない場所に設置する事を原則とする。
- (4) 危険場所内のすべての防爆電気機器は、検定合格品を使用し、配線については防爆工事を行うことを前提とし配線用附属品類も防爆性能が保証された器具を使用し据え付ける。

— 解 説 —

防爆工事とは、本ガイドの第3章に基づいて行う工事をいう。

- (5) 機器は、取扱説明書に従って施工する。照明器具のランプのような消耗品のため交換が想定されるものは、銘板あるいは取扱説明書に指定された形式及び定格のものを使用する。この場合、例えば白熱電灯の器具や蛍光灯の器具に対し、取扱説明書等に記載のないLED灯を取り付けてはならない。施工完了時には、機器及び施工に対する初期検査を行う。

— 解 説 —

蛍光灯を使用する場合、ランプを交換したり危険場所を通過して搬送したりする際には、可燃性ガス蒸気がないことを確認する。ただし、搬送中等にランプが破損することのないよう適切な措置を講じた場合は、その限りでない。低圧ナトリウムランプは、破損したラップから流出したナトリウムへの発火の危険があるため、いかなる危険場所においても使用してはならない。(したがって、低圧ナトリウムランプは、防爆電気機器の検定の対象とはならない。)

- (6) 設備は検査及び保守のために作業員が容易に近づくことができるように設計し、据え付けることが望ましい。

— 解 説 —

- ①例えば、研究、開発、パイロットプラント等のように特別な場合に限って使用する機器及びシステムで、その設備等が限られた期間だけ使用される場合であっても、わが国では検定合格品を使用する。ただし、特別な教育を受けた要員の監視の下にあり、かつ、必要に応じて次の一つ以上に適合する場合にはこの限りでない。
- ②さらに、次の要件を満たす要員が取るべき対策を、文書で明確に示している場合。
- ③例えば、実験用プラント内での火災又は爆発があった場合においても、要員及び周囲の環境が危険にならないように対策を講じている場合。
- ④例えば、実用プラント内での火災又は爆発があった場合においても、要員及び周囲の環境が危険にならないように対策を講じている場合。
- ⑤例えば、実験用プラント内での火災又は爆発があった場合においても、要員及び周囲の環境が危険にならないように対策を講じている場合。
- ⑥例えば、実験用プラント内での火災又は爆発があった場合においても、要員及び周囲の環境が危険にならないように対策を講じている場合。
- ⑦例えば、実験用プラント内での火災又は爆発があった場合においても、要員及び周囲の環境が危険にならないように対策を講じている場合。
- ⑧例えば、実験用プラント内での火災又は爆発があった場合においても、要員及び周囲の環境が危険にならないように対策を講じている場合。
- ⑨例えば、実験用プラント内での火災又は爆発があった場合においても、要員及び周囲の環境が危険にならないように対策を講じている場合。
- ⑩例えば、実験用プラント内での火災又は爆発があった場合においても、要員及び周囲の環境が危険にならないように対策を講じている場合。
- ⑪例えば、実験用プラント内での火災又は爆発があった場合においても、要員及び周囲の環境が危険にならないように対策を講じている場合。
- ⑫例えば、実験用プラント内での火災又は爆発があった場合においても、要員及び周囲の環境が危険にならないように対策を講じている場合。
- ⑬例えば、実験用プラント内での火災又は爆発があった場合においても、要員及び周囲の環境が危険にならないように対策を講じている場合。
- ⑭例えば、実験用プラント内での火災又は爆発があった場合においても、要員及び周囲の環境が危険にならないように対策を講じている場合。
- ⑮例えば、実験用プラント内での火災又は爆発があった場合においても、要員及び周囲の環境が危険にならないように対策を講じている場合。
- ⑯例えば、実験用プラント内での火災又は爆発があった場合においても、要員及び周囲の環境が危険にならないように対策を講じている場合。
- ⑰例えば、実験用プラント内での火災又は爆発があった場合においても、要員及び周囲の環境が危険にならないように対策を講じている場合。
- ⑱例えば、実験用プラント内での火災又は爆発があった場合においても、要員及び周囲の環境が危険にならないように対策を講じている場合。
- ⑲例えば、実験用プラント内での火災又は爆発があった場合においても、要員及び周囲の環境が危険にならないように対策を講じている場合。
- ⑳例えば、実験用プラント内での火災又は爆発があった場合においても、要員及び周囲の環境が危険にならないように対策を講じている場合。
- ㉑例えば、実験用プラント内での火災又は爆発があった場合においても、要員及び周囲の環境が危険にならないように対策を講じている場合。
- ㉒例えば、実験用プラント内での火災又は爆発があった場合においても、要員及び周囲の環境が危険にならないように対策を講じている場合。
- ㉓例えば、実験用プラント内での火災又は爆発があった場合においても、要員及び周囲の環境が危険にならないように対策を講じている場合。
- ㉔例えば、実験用プラント内での火災又は爆発があった場合においても、要員及び周囲の環境が危険にならないように対策を講じている場合。
- ㉕例えば、実験用プラント内での火災又は爆発があった場合においても、要員及び周囲の環境が危険にならないように対策を講じている場合。
- ㉖例えば、実験用プラント内での火災又は爆発があった場合においても、要員及び周囲の環境が危険にならないように対策を講じている場合。
- ㉗例えば、実験用プラント内での火災又は爆発があった場合においても、要員及び周囲の環境が危険にならないように対策を講じている場合。
- ㉘例えば、実験用プラント内での火災又は爆発があった場合においても、要員及び周囲の環境が危険にならないように対策を講じている場合。
- ㉙例えば、実験用プラント内での火災又は爆発があった場合においても、要員及び周囲の環境が危険にならないように対策を講じている場合。
- ㉚例えば、実験用プラント内での火災又は爆発があった場合においても、要員及び周囲の環境が危険にならないように対策を講じている場合。
- ㉛例えば、実験用プラント内での火災又は爆発があった場合においても、要員及び周囲の環境が危険にならないように対策を講じている場合。
- ㉜例えば、実験用プラント内での火災又は爆発があった場合においても、要員及び周囲の環境が危険にならないように対策を講じている場合。
- ㉝例えば、実験用プラント内での火災又は爆発があった場合においても、要員及び周囲の環境が危険にならないように対策を講じている場合。
- ㉞例えば、実験用プラント内での火災又は爆発があった場合においても、要員及び周囲の環境が危険にならないように対策を講じている場合。
- ㉟例えば、実験用プラント内での火災又は爆発があった場合においても、要員及び周囲の環境が危険にならないように対策を講じている場合。
- ㊱例えば、実験用プラント内での火災又は爆発があった場合においても、要員及び周囲の環境が危険にならないように対策を講じている場合。
- ㊲例えば、実験用プラント内での火災又は爆発があった場合においても、要員及び周囲の環境が危険にならないように対策を講じている場合。
- ㊳例えば、実験用プラント内での火災又は爆発があった場合においても、要員及び周囲の環境が危険にならないように対策を講じている場合。
- ㊴例えば、実験用プラント内での火災又は爆発があった場合においても、要員及び周囲の環境が危険にならないように対策を講じている場合。
- ㊵例えば、実験用プラント内での火災又は爆発があった場合においても、要員及び周囲の環境が危険にならないように対策を講じている場合。
- ㊶例えば、実験用プラント内での火災又は爆発があった場合においても、要員及び周囲の環境が危険にならないように対策を講じている場合。
- ㊷例えば、実験用プラント内での火災又は爆発があった場合においても、要員及び周囲の環境が危険にならないように対策を講じている場合。
- ㊸例えば、実験用プラント内での火災又は爆発があった場合においても、要員及び周囲の環境が危険にならないように対策を講じている場合。
- ㊹例えば、実験用プラント内での火災又は爆発があった場合においても、要員及び周囲の環境が危険にならないように対策を講じている場合。
- ㊺例えば、実験用プラント内での火災又は爆発があった場合においても、要員及び周囲の環境が危険にならないように対策を講じている場合。
- ㊻例えば、実験用プラント内での火災又は爆発があった場合においても、要員及び周囲の環境が危険にならないように対策を講じている場合。
- ㊼例えば、実験用プラント内での火災又は爆発があった場合においても、要員及び周囲の環境が危険にならないように対策を講じている場合。
- ㊽例えば、実験用プラント内での火災又は爆発があった場合においても、要員及び周囲の環境が危険にならないように対策を講じている場合。
- ㊾例えば、実験用プラント内での火災又は爆発があった場合においても、要員及び周囲の環境が危険にならないように対策を講じている場合。
- ㊿例えば、実験用プラント内での火災又は爆発があった場合においても、要員及び周囲の環境が危険にならないように対策を講じている場合。

1.3.3.2 検定に合格した防爆電気機器の使用

検定に合格した防爆電気機器は、その機器が該当する検定基準の要件を満足していることを意味する。

なお、防爆性について指定された条件内で安全性を高めているが、一般的な安全性を全て満足しているわけではない。防爆性をよりよく維持するためにも、指定された条件内で使用する。

— 解 説 —

参考のため、IEC規格上の単純機器について述べる。

単純機器は、IEC規格上では、認証の対象外の本安機器であり、使用者の責任の下で使用してよいと定義されている。これは、「認証に合格した」あるいはわが国でいう「検定に合格した」機器を意味するものではない。

わが国では、2012年現在、検定の対象であり、使用者責任の下での使用は認められていない。

単純機器とは、以下の様な電気機器をいう（詳細は、JIS C 60079-11 の単純機器の項を参照）。

- ①単一又は複数の受動部品 例 スイッチ、接続箱、抵抗器及び単純な半導体部品
- ②明確な電氣的パラメータを有するエネルギー蓄積源 例 キャパシタ、インダクタ
- ③エネルギー発生源 (1.5 V、100 mA、25 mW 以下) 例 熱電対、フォトセル (表 1-5 の解説を参照)

注 これらは、本安性を達成するための電圧制限部品又は電流制限部品、電圧又は電流を増加する回路、他の機器の回路の一部、又は触媒反応等を利用するセンサではないこと。

1.3.3.3 防爆電気機器設置の際の留意事項

防爆電気機器を、危険場所に設置する際に留意すべき事項は、次のとおりである。

1.3.3.3.1 仕様の確認

設置する防爆電気機器については、次の仕様をその計画書と照合し、計画書に示された内容と合致していることを確認する。

- (1) 一般仕様
 - (a) 定格出力
 - (b) 定格電圧、定格電流、定格周波数、相数
 - (c) 容器の保護等級
 - (d) 取付方式及び取付姿勢
 - (e) 周囲温度
 - (f) 防爆適用温度範囲(次の解説参照)
 - (g) 被測定流体温度の液温等
 - (h) 定格の種類(時間定格等)
- (2) 防爆構造にかかわる記号
 - (a) 防爆構造の種類
 - (b) 爆発等級(又はグループ)
 - (c) 発火度(又は温度等級)
- (3) 配線引込部の仕様
 - (a) ケーブル配線の場合
 - a) 引き込み器具が、検定合格した機器の指定された器具であること
 - b) 引込方式(パッキン式又は固着式)
 - c) ケーブル貫通部におけるパッキン、コンパウンド充填部及びクランプ機構部のケーブルとの適合性
 - d) 引込部の位置
 - e) 保護管取付部及びがい装固定部の構造及び寸法
 - f) ケーブルの耐熱温度(指定されている場合)
 - g) 機器がケーブル付きで供給された場合は、ケーブル付きが検定合格の条件であるため、指定されたものを使用すること。
 - h) 緩み止め(ロックナットや六角止めねじ等)が施されている場合は、確実に締めこむこと。
 - i) ケーブルクランプ機構がある場合は、この機構にケーブルを確実に組み込むこと。
 - (b) 金属管配線の場合
 - a) シーリングフィッチングが、検定合格した機器の合格条件で指定された器具であること。
 - b) 管用平行ねじの精度及び寸法
 - c) 引込部の位置
 - (c) 移動用防爆電気機器の配線の場合

- a) 引込部の位置
 - b) 引込方式
 - c) ケーブル貫通部における、パッキン及びクランプ部の、キャプタイヤケーブルに対する適合性
 - d) 使用ケーブルが、3種若しくは4種のキャプタイヤケーブル又はこれらと同等以上であるか
- (4) 冷却に関する仕様
- (a) 使用する冷却媒体(空気、不活性ガス、水、油など)の温度、圧力、流量等の条件が適合しているか
なお、温度、圧力、流量等に保護装置が必要な場合には、それらに対する保護装置が適切であるか
 - (b) 周囲の空気を冷却媒体として使用する場合は、湿気、腐食性ガス、じん埃などに対する措置が適切であるか
- (5) その他の仕様
- (a) 内圧防爆構造では、検定合格条件の保護ガスであること
 - (b) 防爆適用温度の範囲内で設置・使用されること

— 解 説 —

防爆適用温度範囲は、型式検定合格証の定格欄に記載がある。主に、測定対象が高温である場合、その部位に配置される熱電対、測温抵抗体、流量計及び液面計等の機器に表示される。温度等級等により許容される最高表面温度から自己発熱分(電気回路等による消費電力等)を差し引いた温度であり、周囲温度、外部熱源の熱伝導及び輻射熱を受けた無通電状態において対象機器が到達する温度は、この温度の上限を超えて使用してはならない。

上述(1)～(4)以外に、耐湿性、耐食性、耐振性などについて特別な仕様がある場合には、計画書に示されたそれぞれの内容について確認をする。

1.3.3.3.2 設置位置への配慮

設備の設置位置については、次の諸条件を考慮する。

- (1) 使用上の便宜
 - 運転、操作、調整等に適した位置に設置する。また、緊急時における対応のため、足場及び通路を確保しておく。
- (2) 保守管理上の便宜
 - 保守管理の容易な位置に設置し、点検又は整備が安全、正確、かつ、迅速に行えるように必要な空間を周囲に確保しておく。
 - 静電気放電や帯電を防ぐため、非金属材料部の清掃時には、可燃性溶剤等は使用せず水で濡らしたウェスを使用する。
- (3) 水気及び湿気、じん埃の影響の回避
 - なるべく雨水のかからない位置に設置し、常時湿気の多い場所には設置を避ける。
 - また、じん埃が多く生じる場所には設置を避け、容器の保護等級との適合性も確認する。
- (4) 腐食性物質の直接的な影響の回避
 - 腐食性ガスの吐出口の周囲又は腐食性液体の飛沫がかかるような位置への設置を避ける。
- (5) 高温場所及び高温発熱体の影響の回避

高温な場所にはなるべく設置しないようにし、また、熱油管、蒸気管などの高温発熱体に近接した場所への設置は避ける。

(6) 振動の影響の回避

基礎、造営物又は機械設備から著しい振動の影響を受けるような位置には設置を避ける。

1.3.3.3 各防爆構造に対する追加要件

(1) 耐圧防爆構造

- (a) 防爆電気機器としては、ケーブルグランドまでを含めた検定条件で構成されていることの確認
- (b) 容器の内部及び外部に取り付けた機器類は、指定された配置に指定された方法で取り付けられていることの確認
- (c) 収納部品は、原則として、再評価なしに配置が変更されていないことの確認
- (d) 防爆電気機器を設置するとき、耐圧防爆構造フランジ接合面が、鋼製構造物、壁、耐侯用ガード、取付架台、配管又は他の設備などの当該器具の一部ではない個体障害物に対して、表 1-15 に規定する離隔距離以下に接近しないように設置する。ただし、当該機器が表 1-15 に規定する離隔距離以下で試験する場合を除く。

表 1-15 耐圧防爆構造のフランジ接合面から障害物までの最小離隔距離

可燃性ガス蒸気グループ	最小離隔距離 mm
IIA	10
IIB	30
IIC	40

- (e) 接合面は、腐食から保護すること。ただし防爆電気機器の検定時に対策が指定されている場合には、ガスケットを使用してもよい。接合面を使用中に硬化する物質で処理してはならない。

— 解 説 —

- ①接合面の適切な保護方法として、グリースの塗布又はさび止め剤の塗布がある。シリコンを基本材料としたグリースは、この目的に適していることが多いが、ガス検知器に用いる場合には注意する。硬化しない特性を確実に維持し、接合面の分離ができる材料を選定して使用することを、最優先に検討する。
- ②フランジ面は、いかなる場合でも塗装してはならない。塗装する場合には、完全に組み立てた後で容器を塗装する。

- (f) ケーブル引込は、それぞれの機器に装着されている、検定の合格条件に適合するケーブルグランド等を使用する。

(2) 周波数制御可変速電動機

- (a) 電源を指定して検定合格したものについては、次の点に注意する。
 - a) 最高表面温度が、電動機の軸に発生する場合があること。
 - b) 安全増防爆構造の端子箱をもつ電動機で、出力に高周波スパイクを発生する電源で運転する場合は、端子箱の中で過電圧スパイク及び過熱が発生するおそれのあること。

(3) 安全増防爆構造に対する追加要件

(a) 容器の保護等級

裸の充電部を含む容器の保護等級は IP54 以上、絶縁された部品だけを収納している容器は IP44 以上とする。清浄な環境に設置され、訓練された人員が定期的に保守をする回転機(端子箱及び裸の導電部を除く)は、IP20 とすることができる。適用に制約がある場合は、その旨が回転機器に表示されている。

(b) かご形誘導電動機－運転中の熱的保護

a) 過負荷保護

限時形過負荷保護装置は、電動機の負荷電流を監視するだけでなく、電動機が拘束を起こしたときの電流を監視し、銘板に示す許容拘束時間 t_E 以内に電動機を系統から開放するものとする。さらに、過負荷リレーの遅れ時間又は引外し時間を、始動電流の定格電流に対する比の関数として表示する電流時間特性カーブを保持し、これを確認し、利用できる機能を有するものとする。

電流時間特性カーブは、周囲温度 20 °C で拘束電流比 (I_A/I_N) が 3～8 以上となる動作遅延時間を示している。保護装置の引外し時間は、保護協調特性曲線から得られる動作時間の $\pm 20\%$ の範囲に納まるものとする。

欠相を起こしたデルタ結線の電動機の特性には、特別の注意が必要である。スター結線の電動機とは異なり、運転中に欠相が起こったとしても、見つからない場合がある。欠相の影響は、電動機回転での負荷電流の不均衡となってあらわれ、電動機の温度上昇の原因となる。始動トルクが低い負荷の場合、デルタ結線の電動機は巻線に故障があっても始動は可能であり、その結果、長時間これを発見できず、問題となることがある。したがって、デルタ結線の電動機の場合、相電流不平衡保護装置を設け、欠相が生じている場合には、上限温度を超える前に電流不平衡を検知する。

一般的に、頻繁な始動を行わない連続運転仕様の電動機は、顕著な温度上昇を発生しないので、限時過負荷保護で十分である。しかし、厳しい始動条件の電動機、又は頻繁な始動を行う電動機は、温度上昇が大きくなっていくため安全増防爆構造は避ける。

上述に従って、正しく選定された限時特性の過負荷保護装置によって、電動機が定格回転数に達する前に遮断されてしまう場合は、厳しい始動条件が存在すると考えられる。一般に始動時間が t_E の 1.7 倍 ($1.7t_E$) を超えると、次のような点に配慮が必要である。

b) 始動

- ・ 始動中に過負荷保護装置が動作(トリップ)しないよう、全電圧始動方式での始動時間は許容拘束時間 t_E 未満であることが望ましい。始動時間が t_E の 80 % を超える場合、認証された運転条件を維持しながら始動を行うために必要とされる制約を、電動機の製造者に確認する。

全電圧始動時の電圧降下によって始動電流は減少し、これによって、始動時間は増加する。これらの影響は、全電圧始動時の過大電流による温度上昇を小さく抑えることになるが、設計上、始動時の電圧が U_N の 85 % 未満とした電動機の場合には、電動機製造者は、始動時の制約条件を明示する。

・ 保護リレー

i) 各相の電流を監視する。

ii) 電動機の過負荷保護は、全負荷条件に基づいて設定する。

iii) 電動機の許容誤差、偏差及び熱的条件に対する裕度をもたせ、遮断時間の許容誤差は、 $\pm 20\%$

以内とする。

始動頻度の少ない使用形式 S1 の電動機の過負荷保護には、限時形過負荷保護リレーを用いればよい。重負荷始動の場合、保護装置は、確実に温度を制限し電動機固有の運転上のパラメータを超えないように選定する。始動時間が $1.7 t_E$ を超える場合、限時形過負荷保護リレーは、電動機の始動中にトリップするおそれがある。

c) ソフトスタート

電氣的、機械的又は熱的ストレスを抑制する特別な手順を用いて始動する電動機の過負荷保護は、その条件に対する評価が使用者が個々に行う必要がある。

d) 可変周波数及び可変電圧

特定の電源によって、可変周波数及び可変電圧で運転する電動機は、この電源も組み合わせた上で型式検定試験を受けたものとする。

(c) 抵抗加熱装置

抵抗加熱装置の最高表面温度を制限するため、加熱装置及び必要な保護装置は、製造者の指示及び取扱説明書などの文書の要件に従って設置する。

温度保護装置は、必要な場合、抵抗加熱装置の電源を直接的又は間接的に切断できるものとする。再起動するためには、温度保護装置は、手動でリセットする方式のものとする。

過電流保護に加えて、異常な接地事故及び地絡電流による発熱による影響を防止するための保護装置も設置する。

1.3.3.3.4 取付けに関する考慮

設備の取付けに当たっては、次の事項を考慮する。

(1) 取付け方式及び取付け姿勢

取付け方式(床置き、壁掛け、天井吊りなど)及び取付け姿勢(天地、許容傾きの範囲など)が防爆電気機器の検定の合格条件と合致していること。

(2) 取付けねじ類

防爆電気機器の取付けに使用するボルト、ナット、座金などは、検定の合格条件で指定されているものを使用し十分な機械的強度をもち、設置場所の雰囲気と適合した材質であるか又は表面処理が施されたものであること。

(3) パイプ吊照明器具の設置

(a) 照明器具は、その取付け部に適合する厚鋼電線管又はこれと同等以上の強度をもつ金属管を用いて吊り下げるものとし、吊り下げ管と照明器具及び取付けボックス(位置ボックス)とは、押しねじ、ロックナットなどで緩み止めを施したねじ結合、又はこれと同等以上の信頼性がある方法によって固定すること。

(b) 吊り下げ管の長さは、適切な箇所に堅固で耐久性がある振止めを施すか、又は吊り下げ管の上端から 30cm 以内の箇所に器具吊り下げ用フレキシブルフィッチングを施したものであること。

1.3.3.3.5 文書化

将来にわたって防爆電気機器を適正に使用するために、防爆電気機器に関する取扱説明書、仕様書、機器

の履歴書等を保持する。危険場所の分類に関する文書には、設備の様々な場所に存在すると予測される可燃性ガス等の詳細な特性も含むものとする。例えば、沸点又は周囲温度での蒸気圧、発火温度、引火点、可燃性ガス蒸気の爆発限界及び相対密度等である。

防爆電気機器の種類によっては、特に、分析機器は容器内に可燃性物質を含むことがあり、内部に、意図しない放出源を有するおそれがある。機器を検定する場合は、これらも当然考慮される。内部の放出源が機器の周囲の危険場所分類に影響を及ぼすおそれがある場合は、機器の選択が終了した時点であっても、危険場所の分類を再確認する。

— 解 説 —

本安システムを構成する場合は、システムによって達成される安全性のレベルを十分に解析したシステム文書によって作成する。

1.3.3.3.6 機器への表示

機器の表示は、機器の使用寿命の間、判読できる手段(材料など)でなされているか確認する。

1.3.3.3.7 防爆電気機器の腐食性化学薬品類からの保護

検定に合格した防爆電気機器は、使用される通常の条件下では、可燃性ガス蒸気雰囲気中に発火することなしに使用できる。ただし、特定の化学薬品等への対応の検討を要する場合がある。一般的には、全ての種類の腐食性化学薬品類をカバーすることはできない。したがって、これらについては実際の据え付け時に確認が必要である。

— 解 説 —

「ゴム・プラスチック材料の耐薬品性」については、参考資料7を参照のこと。

1.3.3.3.8 移動用、携帯用及び可搬用防爆電気機器とその接続

(1) 携帯用機器又は移動用機器等は、危険場所で使用しないことを原則とする。ただし、それを使用する以外に合理的な方法がないなど、やむを得ず使用する場合には、次の点を考慮し、使用する。

これらの機器は第一類危険箇所で使用できる事を前提にしている。なぜなら、実際のプラントでは、第一類危険箇所と第二類危険箇所との境界が必ずしも明白でないからである。それに対し、特別危険箇所は、一般的には容易に判別できる。したがって、安全管理者等は購入後に特別危険箇所では使用できない旨を明確に製品に表示する。例えば、携帯用電灯には「貯蔵タンクやプロセス容器の中(特別危険箇所)では使用しないこと」と明記し注意を喚起する。

(2) 耐圧又は本安防爆構造の携帯用機器には、例えば IIB の合格品の場合、IIB の対象ガスの範囲内で使用できるように注意を喚起する。例えば、携帯用電灯には「水素プラントでは使用しないこと」と明記する等である。

(3) ケーブルによって電源が供給される携帯用又は可搬用機器に関しては、感電のリスクとケーブル引き込み部の緩み又は損傷を考慮する。二重絶縁、漏電保護などの対策に加えケーブル引き込み部の緩み等の使用前の日常点検による確認が必要である。

(4) 危険場所で使用するプラグ及びソケットは、各々の危険箇所に適した防爆構造であり、さらに使用時のプ

ラグの抜き差し時の危険を防止するための機械的及び電氣的インターロックが適切に作動することを設置場所において確認する。

— 解 説 —

危険場所で使用するプラグ及びソケットについては、参考資料10(防爆差込接続器の構成及び防爆構造)を参照のこと。

1.3.3.3.9 個人用の電気機器

携帯電話、電池式時計、補聴器、電池入りシャープペン等の個人用の機器類を危険場所に持ち込む場合には、これらを危険場所に持ち込むことが容認できるか否かの検討を適用する関係法令と照合して行う必要がある。また、静電気による火花に注意が必要な場所に入る場合には静電服、静電靴及び静電床の適切な使用等にも注意する。

1.3.3.3.10 蓄電池室

蓄電池室には、充電中又は放電中の電池が設置されている。大半の種類の電池は、端子が短絡すると、火花又は危険な過熱を生じる。特に、鉛蓄電池は、充電中に水素と酸素を放出し、電池の上部に危険場所を生成するおそれがある。したがって、水素の拡散を促進するために、蓄電池室は適切に換気する。場合によっては、強制換気が必要になる。

1.3.3.3.11 緊急遮断

防爆電気設備には、次の点に注意し、安全確保のため、緊急遮断を行う措置を講じる。

- (1) 電源の緊急遮断を行う手段は、非危険場所からの指示で行うこと。
- (2) 防爆電気機器への通電を継続することによって危険(例えば、火災の拡大)を引き起こすことが予測される場合には、適切な場所からその防爆電気機器への通電を停止できるようにする。この緊急遮断の設備は、通常の操作設備であってもよい。
- (3) 二次的災害を避けるために運転の継続が必要な防爆電気機器は、この緊急遮断回路から外し、独立した回路に設ける。その配線には、耐火ケーブルを採用することが望ましい。

1.4 関係法規（抜粋）

法規等は必要に応じて改廃が行われることから、活用時に確認することが必要である。

1.4.1 労働安全衛生法

(事業者の講ずべき措置等)

第二十条

事業者は、次の危険を防止するため必要な措置を講じなければならない。

- 一 機械、器具その他の設備(以下「機械等」という。)による危険
- 二 爆発性の物、発火性の物、引火性の物等による危険
- 三 電気、熱その他のエネルギーによる危険

第二十五条

事業者は、労働災害発生の急迫した危険があるときは、直ちに作業を中止し、労働者を作業場から退避させる等必要な措置を講じなければならない。

第二十五条の二

建設業その他政令で定める業種に属する事業の仕事で、政令で定めるものを行う事業者は、爆発、火災等が生じたことに伴い労働者の救護に関する措置がとられる場合における労働災害の発生を防止するため、次の措置を講じなければならない。

- 一 労働者の救護に関し必要な機械等の備付け及び管理を行うこと。
 - 二 労働者の救護に関し必要な事項について訓練を行うこと。
 - 三 前二号に掲げるもののほか、爆発、火災等に備えて、労働者の救護に関し必要な事項を行うこと。
- 2 前項に規定する事業者は、厚生労働省令で定める資格を有する者のうちから、厚生労働省令で定めるところにより、同項各号の措置のうち技術的事項を管理する者を選任し、その者に当該技術的事項を管理させなければならない。

第二十七条

第二十条から第二十五条まで及び第二十五条の二第一項の規定により事業者が講ずべき措置及び前条の規定により労働者が守らなければならない事項は、厚生労働省令で定める。

- 2 前項の厚生労働省令を定めるに当たっては、公害(環境基本法(平成五年法律第九十一号)第二条第三項に規定する公害をいう。)その他、一般公衆の災害で、労働災害と密接に関連するものの防止に関する法令の趣旨に反しないように配慮しなければならない。

(譲渡等の制限等)

第四十二条

特定機械等以外の機械等で、別表第二に掲げるものその他危険若しくは有害な作業を必要とするもの、危険な場所において使用するもの又は危険若しくは健康障害を防止するため使用するもののうち、政令で定めるものは、厚生労働大臣が定める規格又は安全装置を具備しなければ、譲渡し、貸与し、又は設置してはならない。

第四十三条の二

厚生労働大臣又は都道府県労働基準局長は、第四十二条の機械等を製造し、又は輸入した者が、当該機械等で、次の各号のいずれかに該当するものを譲渡し、又は貸与した場合には、その者に対し、当該機械等の回収又は改善を図ること、当該機械等を使用している者へ厚生労働省令で定める事項を通知することその他当該機械等が使用されることによる労働災害を防止するため必要な措置を講ずることを命ずることができる。

- 一 次条第五項の規定に違反して、同条第四項の表示が付され、又はこれと紛らわしい表示が付された機械等
- 二 第四十四条の二第三項に規定する型式検定に合格した型式の機械等で、第四十二条の厚生労働大臣が定める規格又は安全装置(第四号において「規格等」という。)を具備していないもの
- 三 第四十四条の二第六項の規定に違反して、同条第五項の表示が付され、又はこれと紛らわしい表示が付された機械等

四 第四十四条の二第一項の機械等以外の機械等で、規格等を具備していないもの

(型式検定)

第四十四条の二

第四十二条の機械等のうち、別表第四に掲げる機械等で政令で定めるものを製造し、又は輸入した者は、厚生労働省令で定めるところにより、厚生労働大臣の登録を受けた者（以下「登録型式検定機関」という。）が行う当該機械等の型式についての検定を受けなければならない。但し、当該機械等のうち輸入された機械等で、その型式について次項の検定が行われた機械等に該当するものは、この限りでない。

2 前項に定めるもののほか、次に掲げる場合には、外国において同項本文の機械等を製造した者（以下この項及び第四十四条の四において「外国製造者」という。）は、厚生労働省令で定めるところにより、当該機械等の型式について、自ら登録型式検定機関が行う検定を受けることができる。

一 当該機械等を本邦に輸出しようとするとき。

二 当該機械等を輸入した者が外国製造者以外の者（以下この号において単に「他の者」という。）である場合において、当該外国製造者が当該他の者について前項の検定が行われることを希望しないとき。

3 登録型式検定機関は、前二項の検定（以下「型式検定」という。）を受けようとする者から申請があった場合には、当該申請に係る型式の機械等の構造並びに当該機械等を製造し、及び検査する設備等が厚生労働省令で定める基準に適合していると認めるときでなければ、当該型式を型式検定に合格させてはならない。

4 登録型式検定機関は、型式検定に合格した型式について、型式検定合格証を申請者に交付する。

5 型式検定を受けた者は、当該型式検定に合格した型式の機械等を本邦において製造し、又は本邦に輸入したときは、当該機械等に、厚生労働省令で定めるところにより、型式検定に合格した型式の機械等である旨の表示を付さなければならない。型式検定に合格した型式の機械等を本邦に輸入した者（当該型式検定を受けた者以外の者に限る。）についても、同様とする。

6 型式検定に合格した型式の機械等以外の機械等には、前項の表示を付し、又はこれと紛らわしい表示を付してはならない。

7 第一項本文の機械等で、第五項の表示が付されていないものは、使用してはならない。

(型式検定合格証の有効期間等)

第四十四条の三

型式検定合格証の有効期間（次項の規定により型式検定合格証の有効期間が更新されたときにあつては、当該更新された型式検定合格証の有効期間）は、前条第一項本文の機械等の種類に応じて、厚生労働省令で定める期間とする。

2 型式検定合格証の有効期間の更新を受けようとする者は、厚生労働省令で定めるところにより、型式検定を受けなければならない。

(型式検定合格証の失効)

第四十四条の四

厚生労働大臣は、次の各号のいずれかに該当する場合には、当該各号の機械等に係る型式検定合格証（第二

号にあつては、当該外国製造者が受けた型式検定合格証)の効力を失わせることができる。

- 一 型式検定に合格した型式の機械等の構造又は当該機械等を製造し、若しくは検査する設備等が第四十四条の二第三項の厚生労働省令で定める基準に適合していないと認められるとき。
- 二 型式検定を受けた外国製造者が、当該型式検定に合格した型式の機械等以外の機械等で本邦に輸入されたものに、第四十四条の二第五項の表示を付し、又はこれと紛らわしい表示を付しているとき。
- 三 厚生労働大臣が型式検定に合格した型式の機械等の構造並びに当該機械等を製造し、及び検査する設備等に関し労働者の安全と健康を確保するため必要があると認めてその職員をして当該型式検定を受けた外国製造者の事業場又は当該型式検定に係る機械等若しくは設備等の所在すると認める場所において、関係者に質問をさせ、又は当該機械等若しくは設備等その他の物件についての検査をさせようとした場合において、その質問に対して陳述がされず、若しくは虚偽の陳述がされ、又はその検査が拒まれ、妨げられ、若しくは忌避されたとき。

1.4.2 労働安全衛生規則

(危険物を製造する場合等の措置)

第二百五十六条

事業者は、危険物を製造し、又は取り扱うときは、爆発又は火災を防止するため、次に定めるところによらなければならない。

- 一 爆発性の物(令別表第一第一号に掲げる爆発性の物をいう。)については、みだりに、火気その他点火源となるおそれがあるものに接近させ、加熱し、摩擦し、又は衝撃を与えないこと。
- 二 発火性の物(令別表第一第二号に掲げる発火性の物をいう。)については、それぞれの種類に応じ、みだりに、火気その他点火源となるおそれのあるものに接近させ、酸化をうながす物若しくは水に接触させ、加熱し、又は衝撃を与えないこと。
- 三 酸化性の物(令別表第一第三号に掲げる酸化性の物をいう。以下同じ。)については、みだりに、その分解がうながされるおそれのある物に接触させ、加熱し、摩擦し、又は衝撃を与えないこと。
- 四 引火性の物(令別表第一第四号に掲げる引火性の物をいう。以下同じ。)については、みだりに、火気その他点火源となるおそれのあるものに接近させ、若しくは注ぎ、蒸発させ、又は加熱しないこと。
- 五 危険物を製造し、又は取り扱う設備のある場所を常に整理整頓し、及びその場所に、みだりに、可燃性の物又は酸化性の物を置かないこと。

2 労働者は、前項の場合には、同項各号に定めるところによらなければならない。

(作業指揮者)

第二百五十七条

事業者は、危険物を製造し、又は取り扱う作業(令第六条第二号又は第八号に掲げる作業を除く。)を行なうときは、当該作業の指揮者を定め、その者に当該作業を指揮させるとともに、次の事項を行なわせなければならない。

- 一 危険物を製造し、又は取り扱う設備及び当該設備の附属設備について、随時点検し、異常を認めたときは、直ちに、必要な措置をとること。
- 二 危険物を製造し、又は取り扱う設備及び当該設備の附属設備がある場所における温度、湿度、遮光及び換

気の状態等について、随時点検し、異常を認めたときは、直ちに、必要な措置をとること。

三 前各号に掲げるもののほか、危険物の取扱いの状況について、随時点検し、異常を認めたときは、直ちに、必要な措置をとること。

四 前各号の規定によりとった措置について、記録しておくこと。

第二百六十一条(通風等による爆発又は火災の防止)

事業者は、引火性の物の蒸気、可燃性ガス又は可燃性の粉じんが存在して爆発又は火災が生ずるおそれのある場所については、当該蒸気、ガス又は粉じんによる爆発又は火災を防止するため、通風、換気、除じん等の措置を講じなければならない。

(作業規程)

第二百七十四条

事業者は、化学設備又はその附属設備を使用して作業を行うときは、これらの設備に関し、次の事項について、爆発又は火災を防止するため必要な規程を定め、これにより作業を行わせなければならない。

- 一 バルブ、コック等(化学設備(配管を除く。以下この号において同じ。)に原材料を送給し、又は化学設備から製品等を取り出す場合に用いられるものに限る。)の操作
- 二 冷却装置、加熱装置、攪拌装置及び圧縮装置の操作
- 三 計測装置及び制御装置の監視及び調整
- 四 安全弁、緊急しや断装置その他の安全装置及び自動警報装置の調整
- 五 ふた板、フランジ、バルブ、コック等の接合部における危険物等の漏えいの有無の点検
- 六 試料の採取
- 七 特殊化学設備にあっては、その運転が一時的又は部分的に中断された場合の運転中断中及び運転再開時における作業の方法
- 八 異常な事態が発生した場合における応急の措置
- 九 前各号に掲げるもののほか、爆発又は火災を防止するため必要な措置

(退避等)

第二百七十四条の二(退避等)

事業者は、化学設備から危険物等が大量に流出した場合等危険物等の爆発、火災等による労働災害発生の急迫した危険がおおるときは、直ちに作業を中止し、労働者を安全な場所に退避させなければならない。

- 2 事業者は、前項の場合には、労働者が危険物等による労働災害を被るおそれのないことを確認するまでの間、当該作業場等に関係者以外の者が立ち入ることを禁止し、かつ、その旨を見やすい箇所に表示しなければならない。

(改造、修理等)

第二百七十五条

事業者は、化学設備、又はその附属設備の改造、修理、清掃等を行う場合において、これらの設備を分解する作業を行い、又はこれらの設備の内部で作業を行うときは、次に定めるところによらなければならない。

- 一 当該作業の方法及び順序を決定し、あらかじめ、これを関係労働者に周知させること。
- 二 当該作業の指揮者を定め、その者に当該作業を指揮させること。
- 三 作業場所に危険物等が漏えいし、又は高温の水蒸気等が逸出しないように、バルブ若しくはコックを二重に閉止し、又はバルブ若しくはコックを閉止するとともに閉止板等を施すこと。
- 四 前号のバルブ、コック又は閉止板等に施錠し、これらを開放してはならない旨を表示し、又は監視人を置くこと。
- 五 第三号の閉止板等を取り外す場合において、危険物等又は高温の水蒸気等が流出するおそれのあるときは、あらかじめ、当該閉止板等とそれに最も近接したバルブ又はコックとの間の危険物等又は高温の水蒸気等の有無を確認する等の措置を講ずること。

第二百七十五条の二

事業者は、前条の作業を行うときは、随時、作業場所及びその周辺における引火性の物の蒸気又は可燃性ガスの濃度を測定しなければならない。

(定期自主検査)

第二百七十六条

事業者は、化学設備(配管を除く。以下この条において同じ。)及びその附属設備については、二年以内ごとに一回、定期的に、次の事項について自主検査を行わなければならない。但し、二年を超える期間使用しない化学設備及びその附属設備の当該使用しない期間においては、この限りでない。

- 一 爆発又は火災の原因となるおそれのある物の内部における有無
 - 二 内面及び外面の著しい損傷、変形及び腐食の有無
 - 三 ふた板、フランジ、バルブ、コック等の状態
 - 四 安全弁、緊急しゃ断装置その他の安全装置及び自動警報装置の機能
 - 五 冷却装置、加熱装置、攪拌装置、圧縮装置、計測装置及び制御装置の機能
 - 六 予備動力源の機能
 - 七 前各号に掲げるもののほか、爆発又は火災を防止するため特に必要な事項
- 2 事業者は、前項但し書の化学設備及びその附属設備については、その使用を再び開始する際に、同項各号に掲げる事項について自主検査を行わなければならない。
- 3 事業者は、前二項の自主検査の結果、当該化学設備又はその附属設備に異常を認めたときは、補修その他必要な措置を講じた後でなければ、これらの設備を使用してはならない。
- 4 事業者は、第一項又は第二項の自主検査を行ったときは、次の事項を記録し、これを三年間保存しなければならない。
- 一 検査年月日
 - 二 検査方法
 - 三 検査箇所
 - 四 検査の結果
 - 五 検査を実施した者の氏名
 - 六 検査の結果に基づいて補修等の措置を講じたときは、その内容

(使用開始時の点検)

第二百七十七条

事業者は、化学設備(配管を除く。以下この条において同じ。)又はその附属設備をはじめて使用するとき、分解して改造若しくは修理を行なったとき、又は引き続き一月以上使用しなかったときは、これらの設備について前条第一項各号に掲げる事項を点検し、異常がないことを確認した後でなければ、これらの設備を使用してはならない。

2 事業者は、前項の場合のほか、化学設備又はその附属設備の用途の変更(使用する原材料の種類を変更する場合を含む。以下この項において同じ。)を行なうときは、前条第一項第一号、第四号及び第五号に掲げる事項並びにその用途の変更のために改造した部分の異常の有無を点検し、異常がないことを確認した後でなければ、これらの設備を使用してはならない。

(安全装置)

第二百七十八条

事業者は、異常化学反応その他の異常な事態により内部の気体の圧力が大気圧を超えるおそれのある容器については、安全弁又はこれに代わる安全装置を備えているものでなければ、使用してはならない。但し、内容積が〇.一立方メートル以下である容器については、この限りでない。

2 事業者は、前項の容器の安全弁又はこれに代わる安全装置については、その作動に伴って排出される危険物(前項の容器が引火点が六十五度以上の物を引火点以上の温度で製造し、又は取り扱う化学設備(配管を除く。)である場合にあっては、当該物。以下この項において同じ。)による爆発又は火災を防止するため、密閉式の構造のものとし、又は排出される危険物を安全な場所へ導き、若しくは燃焼、吸収等により安全に処理することができる構造のものとしなければならない。

(危険物等がある箇所における火気等の使用禁止)

第二百七十九条

事業者は、危険物以外の可燃性の粉じん、火薬類、多量の易燃性の物又は危険物が存在して爆発又は火災が生ずるおそれのある場所においては、火花若しくはアークを発生し、若しくは高温となって点火源となるおそれのある機械等又は火気を使用してはならない。

2 労働者は、前項の場所においては、同項の点火源となるおそれのある機械等又は火気を使用してはならない。

(爆発の危険のある場所で使用する電気機械器具)

第二百八十条

事業者は、第二百六十一条の場所のうち、同条の措置を講じても、なお、引火性の物の蒸気又は可燃性ガスが爆発の危険のある濃度に達するおそれのある箇所において電気機械器具(電動機、変圧器、コード接続器、開閉器、分電盤、配電盤等電気を通ずる機械、器具その他の設備のうち配線及び移動電線以外のものをいう。以下同じ。)を使用するときは、当該蒸気又はガスに対しその種類及び爆発の危険のある濃度達するおそれに応じ

た防爆性能を有する防爆構造電気機械器具でなければ、使用してはならない。

2 労働者は、前項の箇所においては、同項の防爆構造電気機械器具以外の電気機械器具を使用してはならない。

第二百八十一条

事業者は、第二百六十一条の場所のうち、同条の措置を講じても、なお、可燃性の粉じん(マグネシウム粉、アルミニウム粉等爆燃性の粉じんを除く。)が爆発の危険のある濃度に達するおそれのある箇所において電気機械器具を使用するときは、当該粉じんに対し防爆性能を有する防爆構造電気機械器具でなければ、使用してはならない。

2 労働者は、前項の箇所においては、同項の防爆構造電気機械器具以外の電気機械器具を使用してはならない。

第二百八十二条

事業者は、爆燃性の粉じんが存在して爆発の危険のある場所において電気機械器具を使用するときは、当該粉じんに対して防爆性能を有する防爆構造電気機械器具でなければ、使用してはならない。

2 労働者は、前項の場所においては、同項の防爆構造電気機械器具以外の電気機械器具を使用してはならない。

(修理作業等の適用除外)

第二百八十三条

前四条の規定は、修理、変更等臨時の作業を行なう場合において、爆発又は火災の危険が生ずるおそれのない措置を講ずるときは適用しない。

(点検)

第二百八十四条

事業者は、第二百八十条から第二百八十二条までの規定により、当該各条の防爆構造電気機械器具(移動用又は可搬用のものに限る。)を使用するときは、その日の使用を開始する前に、当該防爆構造電気機械器具及びこれに接続する移動電線の外装並びに当該防爆構造電気機械器具と当該移動電線との接続部の状態を点検し、異常を認めたときは、直ちに補修しなければならない。

(立入禁止等)

第二百八十八条

事業者は、火災又は爆発の危険がある場所には、火気の使用を禁止する旨の適当な表示をし、特に危険な場所には、必要でない者の立入りを禁止しなければならない。

(危険物等の作業場等)

第五百四十六条

事業者は、危険物その他爆発性若しくは発火性の物の製造又は取扱いをする作業場及び当該作業場を有する建築物の避難階(直接地上に通ずる出入口のある階をいう。以下同じ。)には、非常の場合に容易に地上の安

全な場所に避難することができる二以上の出入口を設けなければならない。

2 前項の出入口に設ける戸は、引戸又は外開戸でなければならない。

第五百四十七条

事業者は、前条の作業場を有する建築物の避難階以外の階については、その階から避難階又は地上に通ずる二以上の直通階段又は傾斜路を設けなければならない。この場合において、それらのうちの一については、すべり台、避難用はしご、避難用タラップ等の避難用器具をもって代えることができる。

2 前項の直通階段又は傾斜路のうち一は、屋外に設けられたものでなければならない。ただし、すべり台、避難用はしご、避難用タラップ等の避難用器具が設けられているときは、この限りでない。

第五百四十八条

事業者は、第五百四十六条第一項の作業場又は常時五十人以上の労働者が就業する屋内作業場には、非常の場合に関係労働者にこれをすみやかに知らせるための自動警報設備、非常ベル等の警報用の設備又は携帯用拡声器、手動式サイレン等の警報用の器具を備えなければならない。

(避難用の出入口等の表示等)

第五百四十九条

事業者は、常時使用しない避難用の出入口、通路又は避難用器具については、避難用である旨の表示をし、かつ、容易に利用することができるように保持しておかなければならない。

2 第五百四十六条第二項の規定は、前項の出入口又は通路に設ける戸について準用する。

附属書 1-A 発火のメカニズム

(1) 発火温度と引火点

発火温度と引火点とは、全く異なる二つの性質である。液体の引火点は、所定の試験方法に定める条件下で、液体が空气中に爆発性雰囲気を生成するおそれのある最低温度である。試験では、液体の温度を徐々に上げながら、小さな試験炎を繰り返し液体の表面近くまで下げたとき、液面上に最初に火炎が観察されたときの液体の温度が引火点となる。この引火点では、発火源が存在しない限り、発火は発生しない。試料を更に加熱すると、ある温度で液体の蒸気が発火温度に達し、外部の炎などの発火源を近づけなくても発火する。この温度は、引火点よりもかなり高い温度である。発火のメカニズムには、化学物質を熱によって分解して活動的なラジカルにすることが含まれる。これらのラジカルがより多くの分子又は酸素と反応するに従って発火に至る。

発火温度は、可燃性ガス蒸気が試験条件下で発火する最低温度である。この温度はメタンでは 537 °C で、デカンでは 201 °C にまで下がる。典型的な可燃性ガス蒸気に関する値は、IEC 60079-20-1 (ガス及び蒸気分類試験方法・データ) に示されている。

(2) 自然発火の条件

高温表面からの発火は、可燃性ガス蒸気と空気との混合物(以下、単に混合物という。)がその表面に接触するか、又は液体がその表面上に漏れて落ちるかのいずれかの場合に発生する。発火温度より高い温度の流体を放出するおそれのある放出源(例えば熱油ポンプ)や、機器の上にこぼれた液体の温度を発火温度以上に加熱するおそれがあるすべての機器は、特別危険箇所及び第一類危険箇所に設置してはならない。

物質の発火温度は、絶対的なものではなく、次のような要因に左右される。

- (a) 混合物の濃度が、化学量論的濃度にどの程度近いのか
- (b) 混合物と接触する表面の温度
- (c) 混合物と表面との接触時間
- (d) 表面が「活性」又は「不活性」のいずれであるか(次項の触媒活性の表面を参照)
- (e) 熱い表面の面積や形状

開放空間の換気条件下では、可燃性ガス蒸気の放出温度を発火温度まで上げることは困難である。したがって、小規模の密閉された容積での試験で測定された発火温度を、開放空間での熱い表面の最高温度に適用するに当たっては、慎重に対応する。

例えば、開放空間換気があっても、危険場所内のプラントにおいて、非常に熱い表面(例えば、内部の流体温度が 650 °C を超える場合など)を回避することは優れた対策である。換気がより少ない区域においては、熱い表面が可燃性ガス蒸気の放出時に発火温度より高く加熱することは容易であり、したがって、機器の表面は起こり得るあらゆる放出による発火温度を超過してはならない。相当量の可燃性ガス蒸気の吐出が発生し得る状況では、上限 200 °C を推奨する。

(3) 触媒活性の表面－油浸物質の自動発火

触媒活性の表面は、上述の通常の発火温度よりも低い温度で蒸気又は液体を発火させるおそれがある。ビチューメン(抽出性有機物)又は重油は、等級によって異なるが、240℃という低い温度で発火するおそれがある。さらに油又はビチューメンに油浸された多孔性又は繊維状物質の発火に繋がる自己発熱は、100℃という低い温度で発生するおそれがある。したがって、危険箇所に分類された区域では、特に、断熱材の油及びビチューメンによる汚染や、油布又は類似物質を熱い表面の近くへ蓄積しないようにする。

(4) 高圧の可燃性作動油の漏えい

油圧システムは、動力又は動作の伝達に使用することができ、とりわけ海上作業台船及び掘削設備でよく使用されている。油圧システム内の流体は作動油と呼ばれ、一般的に密閉式試験での引火点が150～250℃、発火温度が315～425℃の鉱油である。これらは非常に高圧(数百バール)で使用されることが多く、すべての油圧システムは漏れを生じがちである。正常に運転中のシステム内の油の温度はポンプの入口で通常65℃未満であり、引火点よりもかなり低いにもかかわらず、漏れが生じた場合には常に油の霧化に起因する火災のリスクがある。発火の原因については部分的にまだ解明されていないものがある。

すべての発火源を取り除くことが不可能な場合は、難燃性又は不燃性の作動油の使用を考慮する。フレキシブルチューブは、振動に弱く、機械的損傷を受け易いので、絶対的に必要な場合を除き使用してはならない。やむを得ず使用する場合は、ステンレス製のブレード等でカバーする。可能な場合は常に、フレキシブルチューブの代わりに、振動及び機械的損傷に対して保護するために適切にサポートされた回転式ジョイント付きの堅固な配管を使用する。

油圧システムには、過フロー弁の使用が望ましく、また、深刻な漏えい又は火災の際に油の流れを停止するためにクイック運転遮断弁を取付けることが望ましい。高いリスクの存在する状況においては、オイルミスト検知器が役に立つ。

附属書 1-B EPL (Equipment Protection Levels) を包含する 新しいリスクアセスメントー防爆電気機器への導入

この附属書では、機器の保護レベル(EPL)を考慮して行うリスクアセスメントの概念について説明する。EPLは、防爆電気機器を選定する際に、現行の方法とは別の観点からの取り組みを示すものである。

なお、EPLは、本ガイドの発行時点では、わが国の防爆構造電気機械器具の検定では採用されていない。ただし、海外からの輸入品にはわが国の検定に合格したものであっても、銘板にはEPLの表示が記載されている事例もあるので、参考のために紹介する。EPLについては IEC 60079-26 に記載されている。

(1) 歴史的背景

歴史的には、発火条件が成立するおそれに対して、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 においては、特定の危険箇所に対しては、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、爆発性雰囲気発生の発生がより起きやすい(又は頻度が高い)箇所ほど、発火源が生じるおそれに対し、より高いレベルの保証(発火・爆発を防止する能力)が必要であるという統計的基盤に基づくものである。

危険場所(炭鉱は除く。)は、危険の度合に応じて分類される。危険度は、爆発性雰囲気発生の確率に基づいて決定する。防爆関係の IEC の体系では、爆発の被害がどうなるか、また、物質の毒性が及ぼす影響など他の要素は考慮されていない。しかし、全ての要素を考慮することが真のリスクアセスメントである。

各危険場所で、その機器を使用するかどうかの判断は、歴史的には防爆構造の種類によっていた。ある種の防爆構造では、さらにいくつかの異なる保護レベルに分けられ、例えば、本質安全防爆構造は“ia”、“ib”の二つの保護レベルに区分される。タイプ m には“ma”、“mb”の二つの保護レベルがあるので、防爆構造には二つ(現行のIECでは、それぞれ“ic”、“mc”を含み三つ)の防爆水準を含んでいることになる。これらは、従来、各危険箇所と関連付けられていた。

過去においては、機器選定の規格は、機器の防爆構造の種類とその機器を使用できる危険箇所との結びつきだけを示していた。先に述べたように、防爆関係の IEC の体系では、爆発が起きたあと、どうなるかについての配慮はどこにもされていない。

現実には、プラントの管理者・運転員等はこうした IEC 規格の不備にもかかわらず、危険箇所の範囲については、予期しない要因を含めて直感的に判断している。その典型的な例として、沖合の石油採掘・製造プラットフォームでは、第二類危険箇所であっても第一類危険箇所用の航法機器(navigation equipment)を設置している。それによって、予期しない長期間にわたるガスの放出があった場合でも、その機器は機能を維持することができる。他方で、十分に安全が確保された遠隔操作式小型ポンプの場合は、たとえ、第一類危険箇所であっても、爆発に至るガスの総量がわずかであり、爆発による生命、財産の被害が軽微であるならば、第二類危険箇所用のモータのポンプを選択することもあり得る。

IEC 60079-26 の第1版に、特別危険箇所での使用を意図した機器に適用する追加の要求事項が導入されたことによって、状況は更に複雑となった。それ以前は、“Ex ia”が特別危険箇所ですべての構造であるとされていた。

全ての製品を、製品特有の発火リスクに応じて識別し、表示することが有益であると認識されるようにな

った。これによって防爆電気機器の選定がより容易になるとともに、リスクアセスメントをよりよく適用することが可能になる。

(2) 一般事項

防爆電気機器を選定する際、危険性の判定が困難な危険箇所の分類に対応するために、機器選定の代替法としてリスクアセスメントが導入されてきた。これらを促進するため、EPL という考え方が採用され、防爆構造の種類には関わりなく、機器本来の発火危険性を明確に示す体系が導入されることとなった。

EPL の意味するところは以下のとおりである。

(a) EPL Ga

爆発性雰囲気に対応した「非常に高度な」防爆レベルを有する機器をいい、正常運転中、想定される故障及び希な故障が生じた時でも発火源にはならない。

(b) EPL Gb

爆発性雰囲気に対応した「高度な」防爆レベルを有する機器をいい、正常運転中又は想定される故障が生じた時でも発火源にはならない。

注：標準的な防爆構造(又は手法)による機器の大部分は、この EPL に属する。

(c) EPL Gc

爆発性雰囲気に対応した「向上された」防爆レベルを有する機器をいい、正常運転中は発火源にはならない。想定される異常(例えばランプ切れ)が生じたときにおいても、発火源とはならないものであることを確実にする何らかの(追加の保護を備えたなど)措置を施した機器。

注：代表的なものにタイプ n 機器などがある。

(IECでは、可燃性粉じんについても可燃性ガス蒸気と同じように規定しているので参考の為に記載する)

(d) EPL Da

爆発性粉じん雰囲気に対応した「非常に高度な」防爆レベルを有する機器をいい、正常運転中あるいは、想定される故障又は希な故障が生じた時であっても発火源にはならない。

(e) EPL Db

爆発性粉じん雰囲気に対応した「高度な」防爆レベルを有する機器をいい、正常運転中又は想定される故障が生じた時であっても発火源にはならない。

(f) EPL Dc

爆発性粉じん雰囲気に対応した「向上された」防爆レベルを有する機器をいい、正常運転中は発火源にはならない。

想定される異常(例えばランプ切れ)が生じたときにおいても、発火源とならないものであることを確実にする、何らかの(追加の保護を備えたなど)措置を施した機器。

爆発によって生じる多くの被害と損失をかんがみれば、ほとんどの状況に対して、以下の関係が危険箇所ごとの機器の使用・選定に適用できる。(表 1-B.1 を参照のこと。)

表 1-B.1 EPL とゾーンの関係
(追加のリスクアセスメントは含まない)

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

備考 表中のゾーンは、現在のわが国での「危険箇所」に概ね相当するものであるが、IEC で定義されるゾーンが全て「危険箇所」と定義されるわけではない。附属書 1-B においては、IEC 規格の概念について述べているため誤解を招かないよう危険箇所ではなくゾーンで表現している。

(3) 発火保護の手段に含まれるリスク

それぞれの保護レベルは、それらに対して製造者が設定した運転上の条件に従って機能できるものでなければならない。表 1-B.2 を参照のこと。

表 1-B.2 発火保護の手段とリスクに関する説明

保護レベル	EPLと機器グループ	保護性能	条件
非常に高い	Ga グループII	二つの独立した保護手段を有するか、又は、二つの故障が互いに独立に生じた場合でも安全	ゾーン 0、1及び2において機能を維持し続ける
	Da グループIII	二つの独立した保護手段を有するか、又は、二つの故障が互いに独立に生じた場合でも安全	ゾーン 20、21及び22において機能を維持し続ける
高い	Gb グループII	通常の運転及び頻繁に発生する外乱にも適する、又は故障発生が通常は考慮されている機器	ゾーン 1及び2において機能を維持し続ける
	Db グループIII	通常の運転及び頻繁に発生する外乱にも適する、又は故障発生が通常は考慮されている機器	ゾーン 21及び22において機能を維持し続ける
向上された	Gc グループII	通常の運転に適する。	ゾーン 2において機能を維持し続ける
	Dc グループIII	通常の運転に適する。	ゾーン 22において機能を維持し続ける

備考 表中のゾーンについては、表 1-B.1 の備考と同じ考えである。

(4) IEC 60079-26 に基づく説明

EPL (Equipment Protection Level) (IEC 60079-26:2006)、これは、防爆性能を保護レベルで概念化したもので、その機器特有の発火危険性を正しく識別し表示することによって、それぞれの危険箇所に適した機器の選定を容易にするものである。また、この規格は、例えば、周囲がゾーン1で、容器内がゾーン0である貯蔵容器の壁に、穴を開けて取り付ける場合などにも適用できる。EPLには、Ga、Gb、Gcがあり、Gaは「非常に高度な防爆水準を有する機器」であり、そのレベルは $Ga > Gb > Gc$ (ゾーン2専用の機器)の順になる。GbとGbを組み合わせて、Gaとすることが可能であるが、単純に組み合わせるだけで目的を達成するものではなく、組み合わせる防爆構造の保護原理は、互いに物理的に異なる原理に基づくものでなければならない。そして、その組み合わせる保護方式は、共通の故障モードを有するものであってはならず、例えば、内部にアークを発する接点を内蔵する耐圧防爆構造の容器が安全増防爆構造の容器内部で使用される場合がこれにあたる。耐圧防爆構造の容器が可燃性ガス蒸気に曝される場合、その容器内部のアークは、安全増防爆構造の容器では保証することはできないものであるため、適用できない。更に、それぞれが個別の防爆構造の要件に適合し、防爆構造の一つが機能しなくなった場合においても、もう一つの防爆構造は機能し続けるものでなければならないなど、必須条件がいくつかある。組み合わせの例としては、本質安全防爆構造 “ib” と耐圧防爆構造とを組み合わせた測定用変換器、樹脂充填防爆構造 “mb” の電磁弁で、耐圧防爆構造と組み合わせたもの、安全増防爆構造の機器と内圧防爆構造 “px” とを組み合わせたものや、樹脂充填防爆構造 “mb” で本質安全防爆構造 “ib” の伝送器(例えば、近接スイッチ、電氣的位置センサ)で更に、本安回路 “ib” への接続部分には、安全増防爆構造を適用する場合などである。

IEC 60079-26 : 2006

EPL	保護性能	使用できる危険箇所 (ゾーン)
Ga	「非常に高度な保護」 二つの独立した防爆構造によって二重に保護される、又は2故障が互いに独立して起こったときでも防爆性能を維持する。 単独でGaとなる機器 : 本質安全防爆構造 “ia” 二つの独立した防爆構造 : Gb同士の機器を組み合わせる。 表示例 : Ga Ex ia II CT6Ga Ex d+e II B T	0
Gb	「高度な保護」 通常動作においても防爆性能を維持し、及び頻繁に防爆性能的に厳しい外乱が発生し又は通常使用で起こりえる故障を考慮した場合においても防爆性能を維持する。 本質安全防爆構造 “ib”、耐圧防爆構造 “d”、安全増防爆構造 “e” など	1
Gc	「向上された保護」 通常動作する場合にのみ防爆性能を維持する。 タイプn機器	2

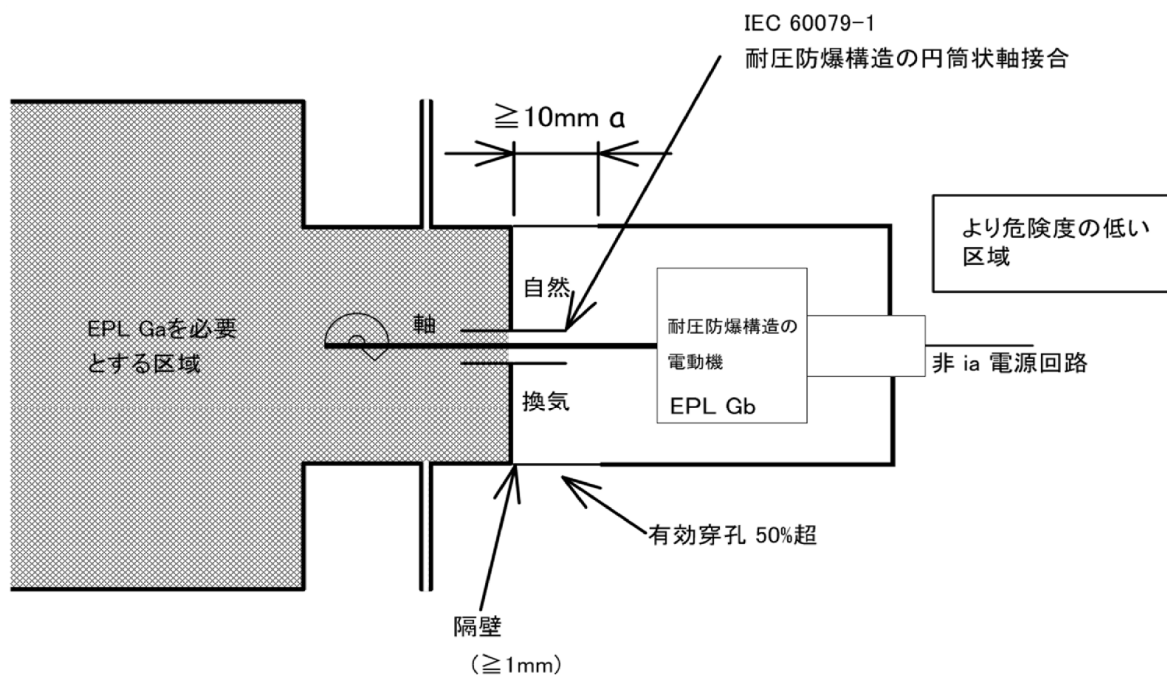


図1-B.1 自然換気を伴うエアギャップと組み合わせた隔壁：壁に穴を開けて取付ける例

IEC 60079-26:2006.08 図2からの引用

附属書 1-C 燃焼室の保護手段

- (1) 火災又は他の発火源が存在しない時に燃焼室に燃料を供給すると、爆発性雰囲気急速に生成される。

この燃焼室内部を危険場所として分類することは不適切である。したがって、加熱ヒータに関しては、以下のような場合に危険状態が発生するおそれがある。

- (a) プラントの停止中に、燃料が制御弁等が機能しない状態で流出し得る場合。
- (b) 始動時に、意図的に点火する前に過度の燃料が供給された場合。
- (c) 通常運転中に、何らかの理由で燃料が停止した場合（例えば、燃料供給の短時間の中断）、又は燃焼室に供給する空気圧が突然上昇、又は停止中に燃料供給の遮断より前に燃焼用に供給する空気が遮断された場合。

- (2) バーナ制御システムに関する詳細な技術仕様が、想定される危険性（危険事例）に対応して作成されていないなければならない。

注意すべき観点は、失火保護手段、燃料ラインの安全遮断弁、発火に至るシーケンス、運転手順、遮断シーケンス、追加の安全監視等である。

- (a) 失火保護手段

これは、750 °C未満で運転するすべてのバーナ及び断続的に運転される 750 °Cよりも高い運転温度のバーナに対して要求されるもので、炎検出器又は赤外線検出器が望ましい。

750°C以上で長時間運転されるバーナには、断火保護手段を取付けずに、個別バーナ又はバーナのグループへの燃料供給に対して手動バルブを取付けることができる。この場合には、種火又は他の発火源が存在しない時に、バーナへの燃料供給を防止するための制御システムがなければならない。

- (b) 発火シーケンス

発火シーケンスは、次を含む自動システムで行うことが望ましい。

- a) 安全システムの確認をする。
- b) 発火前の掃気をする。（一般的に掃気は、燃焼室の 5 倍の体積の空気による。）
- c) 発火前の燃料供給は、単位燃焼室容積当たりの最大エネルギー放出が 53 kJ/m³ に制限されるように制御する。
- d) 発火できなかった場合にはポストパージを行う。

- (c) 運転手順

これは、エネルギー遮断に関する簡潔な手順を作成し、明確で曖昧さのない状態で利用できないなければならない。

- (d) 遮断シーケンス

空気供給は、すべてのパイロット及び主要燃料バルブが閉められるまで維持され、かつ残留燃焼物質がパージされる間継続されなければならない。安全遮断システムは、プラントをシャットダウンする時、シャットダウンされるプラントの近くになければならない。

- (3) 追加の安全監視

例えば、燃料及び空気の供給、又は排気及び循環ファンにおける流量センサや圧力センサなどが適切である。

(4) 炎検出器、赤外線検出器等の防爆化

燃焼室の安全監視に使用する炎検出器等の機器は、一定の条件下(周囲温度など)でのみ防爆性を保証できるものであること。(燃焼中の高温状態での防爆化は困難である。)

使用する際には、防爆化の条件範囲内で使用するものでなければならない。

附属書 1-D 危険場所でのガス検知器の使用例

(1) 保守作業中のガス検知器の使用

保守作業の前に、また、一連の保守作業中の安全確認用として、ガス検知器の使用が必要とされる。ガス検知器は、一般的に、特定のガス又は可燃性ガス蒸気との混合物を対象とすることを前提に設計及び校正されている。そのため基本的に、他のガスには正確に応答するものではないということに注意が必要である。校正を実施したガスとは異なるガスの監視が要求される場合には、対象とされるガスでガス検知器を再校正をする。

最も一般的に使用される携帯用ガス検知器は、可燃性ガス蒸気の触媒酸化による温度上昇を原理とした熱線形接触燃焼式であり、使用者はその操作、校正及び保守に関する情報を得て、正しく理解する必要がある。接触燃焼式ガス検知器は、不活性ガスが存在するか、又は可燃性ガス蒸気濃度が UEL (爆発上限界濃度)を超えているかのいずれかの理由によって、酸素不足の状態となった誤った結果を表示するおそれがある。

不活性ガスが、測定空間(例えば、容器の内部)に存在しているおそれがある場合は、100 vol%までのガス濃度を読み取ることができるガス検知器((4)参照)を使用する。あるいは、測定空間の酸素濃度を別途チェックする。

接触燃焼式ガス検知器は素子触媒部の「被毒」が問題になる。この機器をけい素化合物、有機鉛化合物、ハロゲン化炭化水素、カリウム、ナトリウム又は有機リン化合物を含む雰囲気で使用した場合には、実際よりも低い値を示す場合がある。特に、けい素化合物が存在する雰囲気で使用した場合は、可燃性ガスに対する感度が急激に低下し、場合によっては、回復しない恐れがあるので注意が必要である。また、有鉛の雰囲気を使用するような場合には、活性炭フィルタ又は高温のフィラメントを組み込むなど特別な機器を使用する。このような「被毒」に対しての必要な対策は、ガス検知器の使用の直前、直後には、基準サンプルガスを用いてガス検知器の校正を頻繁に行うことである。

水又は蒸気を含む雰囲気も、同様の問題があるとともに、ガス検知機器内に結露を生じるおそれがあり、これによって同様の問題及びガス濃度の不正確な読取値を示すおそれがある。一般的な解決方法は、サンプリング配管内部を濡らさないことである。

接触燃焼式ガス検知器の校正は、通常、ガスと空気との混合物に対して行われているため、過剰酸素雰囲気で使用する場合は別途配慮が必要である。このような場合には、製造者による専門的アドバイスが必要である。

ガス検知器の使用者は、その使用法及び限界についての教育を受ける。また、常に、製造者の取扱説明書を読み、これに従うことが求められる。ガス検知器は、定期的に保守を行うとともに、その記録を保管する。ガス検知器が故障状態の場合、放置することのないよう定期的な確認が必要である。

現場で使用中に、ガス検知器の反応に疑義が生じた場合は、測定箇所の雰囲気を危険であると見なす。

(2) 保守以外の作業でのガス検知器の使用

通常の危険場所分類の適正な確認ができないような場合には、ガス検知器を使用して分類のための参

考とする。また、ガス検知器の使用は、安全対策の追加手段として有効である。次にその例を示す。

- (a) 公共の場所などで、普段と異なる保全活動を行う場合に非危険場所の保護をするとき。大量の可燃性物質の放出を伴うタンクのガス抜き。非常に揮発性の高い物質の大量の移送及び荷降ろし。プロセス又は操作の難しさによって、一時的にシャットダウンするのが容易でないプロセスの近くでの複雑な作業の実施。
- (b) 自動換気の故障などによって、制御室、分析室及びタービンフードなどと同様に保護された容器の中に、爆発限界内の濃度が生成されることに対する保護の必要性がある場合。

(3) ガス検知センサの位置及び数の選択

状況に応じて、次の(a)、(b)のいずれか、又は組み合わせによって使用することができる。

- (a) ガス放出源の検知。この場合、センサは危険な放出を起こすおそれの高い放出源の近くに配置する。
- (b) 周囲の検知。この場合、ガス検知器は危険を生じるおそれのある場所(すなわち潜在的な発火源の近く)又はプラント全体を囲んで配置する。

方法(a)は、ガスタービン室やフードなど小型の密閉された状況及び内圧室に適用される。第一類危険箇所又は第二類危険箇所は、それらの換気システムの入口部で、ガス検知器によって監視する。ガスタービンアセンブリなど、内部にガス放出源を伴う容器は、容器内(換気の出口が望ましい。)にガス検知器を設置する。密閉された空間の中、又はそこへの入口でガスを検知したら、警報が鳴り、保護されていない機器の遮断などの適切な行動を開始しなければならない。

開放エリアで大量の滞留ガスを検出する場合、放出源で検出することによって、無風状態での可燃性ガス蒸気を早期に警告をすることができる。しかし、風の強さにもよるが、風が反対方向に吹いている場合には、いかなる適格な警告も期待できない。一方、周辺の保護だけの場合には、検出に遅れを生じるおそれがあり警告の遅れは広範囲を危険場所にしてしまう懸念がある。したがって、大規模な屋外サイトでは、(a)と(b)の組み合わせが効果的であり、かつ必要である。

すなわち、この場合の目的は、大規模なガス放出を検知することであり、基本は、ガス検知器を発火源ではなく、ガス漏えい源にできる限り近づけて配置し、誤った警報や遮断の起動を回避するためにポンプグランド、弁端などの既知のガス蒸気放出源からは十分な距離をとるとともに、大量のガスの放出を検知するためにガス検知器同士を十分な近さで配置する。

センサの配置の際には、放出ガスが空気よりも軽いか重い(すなわち放出ガスの滞留高さ)を考慮した適正な高さにガス検知器を配置する。なお、異常検出に必要な不可欠な要素として、物理的損傷及び過度の振動からもガス検知器を保護できるものとする。

(4) 赤外線式及び他のタイプのガス検知器

経験的に、赤外線式ガス検知器は安定して性能を発揮でき、また、警報あるいは他の設備等の遮断を行うための重要な要件としての迅速な応答が期待できる。一般的に、赤外線式ガス検知器は、被毒物質や不活性ガスの存在による影響を受けず、ガス濃度を最大で 100 vol%まで測定することが可能である。この原理は、測定対象ガスによる特定波長の赤外線の吸収である。このようなセンサは、校正を行った対象であるガス混合物の検知にのみ使用を限定する。なぜなら、他のガスに対しては、その吸収帯が校正

された帯域幅の外にある場合には、検知されないおそれがあるからである。

他のタイプのガス検知の方式には、熱伝導度式センサ及び半導体式センサがある。前者の熱伝導度式センサは、ガスの熱伝導度の違いを検出するもので、爆発下限界よりも高濃度の検知範囲に適しており、爆発下限界より低濃度範囲の測定には向かない。後者の半導体式センサは、ガスと接触する表面の化学吸着に起因する半導体の導電率の変化を検出するもので、爆発下限界の10分の1以下のような低濃度の検知に使用される。

(5) 定置形ガス検知器の信頼性

ガス検知システムの信頼性は、その据付、それ以後の保守及び定期点検と定期的な校正に依存する。携帯用ガス検知器が日常的に使用され、保守及び校正によって頻繁にチェックされるのに対して、定置形ガス検知センサは、ガス濃度を検知するような雰囲気遭遇することなしに長期間が経過してしまうことがある。

このような場合、検知器の信頼性を長期間確認できないことになる。長期の後においても、その機器が期待される機能を維持し発揮できる信頼性があることが重要である。定置形ガス検知器の信頼性を維持するためには、定期の点検及び供給者の推奨する基準ガスを用いた適格で正しいチェックを綿密に行っていく必要がある。

第2章 危険場所の分類

2.1 一般事項

本章は、可燃性ガス蒸気が存在して、爆発の危険がある場所で防爆電気機器を使用する場合に、防爆電気機器を適正に選定するために必要な危険場所の分類について定めたものである。

ここで「危険場所」とは、立体的な区域又は空間であり、「分類する」とは、このような区域又は空間を、危険となる頻度及び持続時間によって、危険度の異なるいくつかの段階に概念的に区分することである。

— 解 説 —

- ①本章の内容は、主として IEC 60079-10—1「可燃性ガス蒸気危険場所の分類」に準拠している。
- ②可燃性粉じん危険場所の分類についてはわが国では、可燃性ガス蒸気のような分類方法は採用していないので本章では記載しなかった。したがって、必要が生じたら IEC 60079-10-2「可燃性粉じん危険場所の分類」を参考にしたい。
- ③危険場所を分類する際に参考となる内外の文献を、参考資料3「危険場所の分類及び範囲を検討するための参考文献」に示している。
- ④特に防爆電気設備に関係しているものではあるが、危険場所の分類は、他の発火源に起因する危険の整理と把握に関しても役に立つ。
- ⑤本章では、原則として可燃性ガス蒸気が存在する場所について記載する。

2.1.1 基礎的な安全の概念

可燃性ガス蒸気を処理し又は貯蔵するプラント及び設備は、危険場所の範囲が最小となるように、特に、特別危険箇所及び第一類危険箇所は、数及び範囲ともに最小になるように設計することが望ましい。いい換えれば、危険場所は、多くが第二類危険箇所になるように計画することが望ましい。

そのために、プロセス機器は、主として第二等級放出源以内に収めるべきであり、それが不可能ならば(すなわち第一等級又は連続等級の放出源となることが避けられない場合には)、その放出源は、非常に限られた量及び放出率で雰囲気に出すようにする。危険場所の分類を実施する際には、これらの原則を第一に考慮すべきであり、さらに必要ならば、プロセス機器の設計、運転又は設置場所は、これらの要件に適合するようにすべきである。同様に、プロセス機器の設計及び運転についても、危険となる場所(第二類危険箇所)の範囲を縮小するために、たとえ異常な運転状態になっても、雰囲気に出される可燃性物質の量は最小となるように配慮すべきである。

一旦、プラント又は装置の危険場所が分類され、そして必要な事柄が記録されたならば、危険場所分類の責任者との協議なしにプロセス機器又は運転手順を変更してはならない。また、保守作業が行われたプロセス機器は、安全を確保している原設計がそのまま保持されていることを確認するために、再組立ての間及び再使用を開始する前に、注意深く点検する。

なお、気密性を有する閉じられたプロセスシステムにおいては、例えばフィルタの交換やバッチ充填などの作業が生じた場合にやむを得ず一部を開かなければならない場合は、危険場所を分類する際には、その部分を放出源とみなす。

2.1.2 危険場所分類の基本

危険場所の分類を行う目的は、主に爆発性雰囲気が発生する可能性のある環境を綿密に分析・分類し、その

環境内に据付けべき防爆電気機器の正しい選択をするためである。

危険場所では、爆発性雰囲気と発火源が共存することによって、火災又は爆発の危険のおそれがある。したがってこのように危険場所を分類することによって、分類された危険場所に対応した防爆電気機器を使用することによって、安全な運転を確保する。

また、次の

(1) 発火源の周辺に爆発性雰囲気の発生するおそれを除去する。

又は

(2) 発火源を除去する。

いずれかの実施が出来ない場合、これらのいずれか一方又は両方が発生するおそれを減じることによって、その発火源の周辺で爆発性雰囲気が生じるという同時発生の確率を許容できるレベル以下まで小さくすることが可能になる。

可燃性物質が使われている大部分のプラント等では、爆発性雰囲気を生じないということを確実に保証することは困難である。電気機器が、発火源を生じないことを確実に保証することもまた困難である。したがって、爆発性雰囲気の発生確率の高い場所においては、発火源を生じるおそれが極めて低い電気機器を使用することが必要不可欠であり、それによって防爆性能上より安全な設備にすることができる。反対に、爆発性雰囲気の発生を減少できる場所では、発火源の発生確率の高い電気機器も特定の条件を満たす事によって使用できる。この分類の手法を実施するためには、先ず、爆発性雰囲気の発生確率を三つ(特別危険箇所、第一類危険箇所及び第二类危険箇所)に分類する。本章ではこの危険場所の分類の手法に基づき解説する。

2.2 用語の意味

2.2.1 ガス蒸気危険箇所の種別関係

危険箇所は、爆発性雰囲気の存在する時間と頻度に応じて次の三つに分類する。

— 解 説 —

- ①API RP505 では、爆発性雰囲気の生成時間が年間 1,000 時間を超える場合を特別危険箇所に、1,000 時間から 10 時間の場合には第一類危険箇所に、10 時間から 1 時間の場合には第二类危険箇所に相当するという目安を示している。
- ②地震その他、予想を超える事故などに起因するもので、発生頻度が極めて少なく、かつ可燃性ガス蒸気の漏洩が大量で、防爆電気設備の防爆対策の範囲を超えるような場合は想定していない。

(1) 特別危険箇所

特別危険箇所とは、爆発性雰囲気が通常の状態において、連続し長時間にわたり、又は頻繁に可燃性ガス蒸気が爆発の危険のある濃度に達するものをいう。

— 解 説 —

特別危険箇所となりやすい場所の例としては、「ふたが開放された容器内の引火性液体の液面付近」がある。ただし、これは、通風、換気の良好な場所においては特別危険箇所としての範囲が狭くなり、第一類危険箇所又は第二类危険箇所と判定されることがある。

従来の「0 種場所」は、この特別危険箇所に相当するものと解釈してよい。ただし、規格等が改められているため既存の防爆上の安全基準や保守等を見直す場合などは、本章を活用することが望ましい。

(2) 第一類危険箇所

第一類危険箇所とは、通常の状態において、爆発性雰囲気をしばしば生成するおそれがある場所をいう。

— 解 説 —

第一類危険箇所となりやすい場所の例を示せば、次のとおりである。

- ①通常の運転、操作による製品の取出し、ふたの開閉などによって可燃性ガス蒸気を放出する開口部付近
 - ②点検又は修理作業のために、可燃性ガス蒸気をしばしば放出する開口部付近
 - ③屋内又は通風、換気が妨げられる場所で、可燃性ガス蒸気が滞留するおそれのある場所
- ただし、このような場所は、通風、換気がよい場合には、第一類危険箇所としての範囲は狭くなり、第二類危険箇所又は非危険箇所と判定されることがある。
- 従来の「一種場所」は、この第一類危険箇所に相当するものと解釈してよい。ただし、規格等が改められているため既存の防爆上の安全基準や保守等を見直す場合などは、本章を活用することが望ましい。

(3) 第二類危険箇所

第二類危険箇所とは、通常の状態において、爆発性雰囲気を生成するおそれが少なく、また、生成した場合でも短時間しか持続しない場所をいう。

— 解 説 —

①第二類危険箇所となりやすい場所の例を示せば、次のとおりである。

- ①a ガasketの劣化などのために可燃性ガス蒸気を漏出するおそれのある場所
 - ①b 誤操作によって可燃性ガス蒸気を放出したり、異常反応などのために高温、高圧となって可燃性ガス蒸気を漏出したりするおそれのある場所
 - ①c 強制換気装置が故障したとき、可燃性ガス蒸気が滞留して爆発性雰囲気を生成するおそれのある場所
 - ①d 第一類危険箇所の周辺又は第二類危険箇所に隣接する室内で、爆発性雰囲気がまれに侵入するおそれのある場所
- ②爆発性雰囲気の持続とは、発生から消滅までをいう。
- ③従来、二種場所(第二類危険箇所に相当)は、「異常な状態において、危険雰囲気(爆発性雰囲気)を生成するおそれがある場所」と定義されていたが、第二類危険箇所は、通常の状態における爆発性雰囲気の生成のおそれによって定義される。例えば、配管継手からの漏出は一般には無視できる程度であるが、ガasketが経年劣化することによって漏出量が増加してくるおそれがあるが、これは通常の状態で発生するものである。また、リリーフバルブは、異常反応や誤操作時に作動するものであるが、予測されない状態での放出は、通常の状態での事象と判断され、この周辺は第二類危険箇所と定義される。つまり通常の状態において想定すべき事象の範囲がより広がった点に注意を要する。
- 従来の「2種場所」は、この第二類危険箇所に相当するものと解釈してもよい。ただし、規格等が改められているため既存の防爆上の安全基準や保守等を見直す場合などは、本章を活用することが望ましい。

2.2.2 放出源の等級関係

放出源は、可燃性物質の放出が起こる頻度などによって、連続等級、第一等級及び第二等級の三つの基本的な等級に分類され、さらに、これらの基本的な等級が二つ以上組み合わせられた多重等級放出源に分類される。(図 2-1 参照)

(1) 連続等級

可燃性物質を、連続して放出するか又は長時間の放出若しくは短時間の高頻度放出をすることが予測される放出源である。

— 解 説 —

連続等級放出源の例をあげれば、次のとおりである。

- ①不活性化されていない固定屋根式タンク内の引火性液体の表面
 - ②大気に開放された可燃性液体の表面(例えば油—水分離装置)
 - ③可燃性ガス蒸気を大気中に頻繁に又は長時間にわたって放出する開放されたベント及びその他の開口部
-

(2) 第一等級

通常の状態、定期的に又はときどき放出することが予測される放出源である。

— 解 説 —

第一等級放出源の例をあげれば、次のとおりである。

- ①ポンプ、コンプレッサ及びバルブのシールで、プロセス機器の通常の状態において放出が予測されるもの
 - ②可燃性液体を内蔵するタンクに付いているプロセス機器の水ドレンで、通常の状態において水を排出するとき可燃性物質を大気中に放出するもの
 - ③通常の状態において可燃性物質を大気中に放出することが予測される試料採取箇所
 - ④通常の状態において可燃性物質を大気中に放出することが予測されるリリースバルブ、ベント及びその他の開口部
-

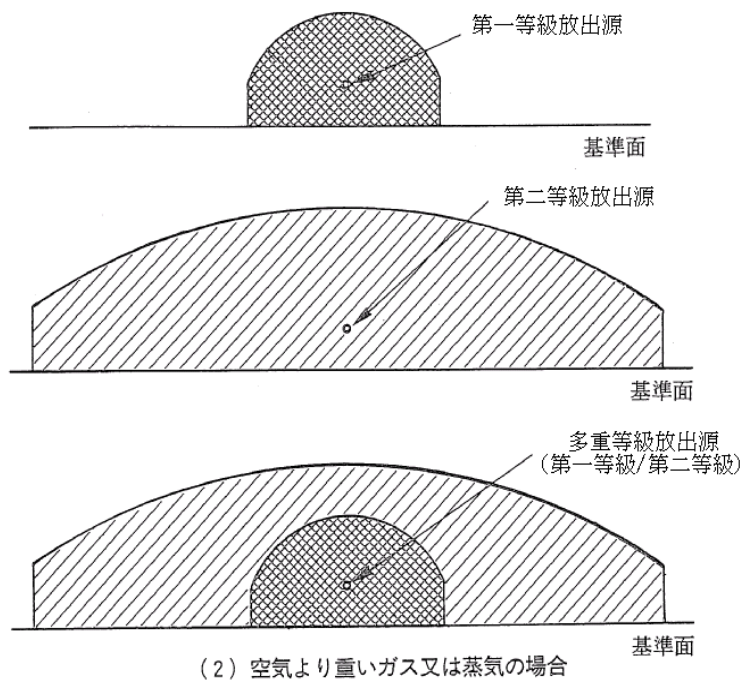
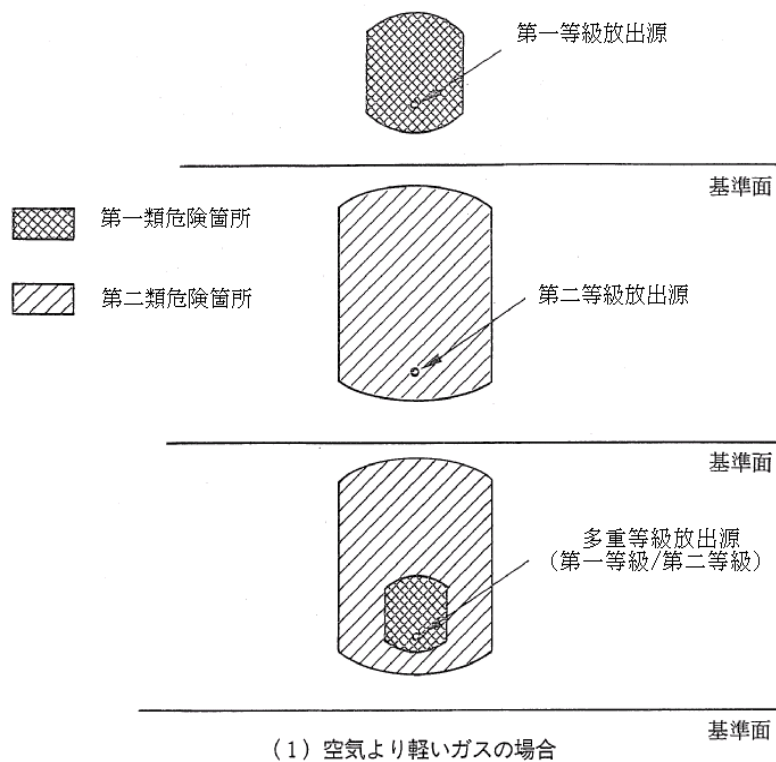


図 2-1 種々の放出源の周囲に形成される危険箇所の例図

(3) 第二等級

通常の状態では放出することが予測されず、もし放出してもまれで、しかも短時間しか放出しない放出源である。

— 解 説 —

第二等級放出源の例をあげれば、次のとおりである。

- ①フランジ、継手及び配管付属品、ポンプ、コンプレッサ及びバルブのシールで、プロセス機器の通常の状態においては放出が起きることが予測されないもの
- ②通常の状態においては、可燃性物質を大気中に放出することが予測されない試料採取箇所
- ③通常の状態において、可燃性ガス蒸気を大気中に放出することが予測されないリリーフバルブ、ベント及びその他の開口部

(4) 多重等級放出源

連続等級、第一等級及び第二等級の三つの基本的な等級が二つ以上組み合わせられた放出特性をもった放出源。また、主に連続等級又は第一等級に等級付けされる要素を持つが、その基本的な等級よりも放出の頻度が少ない、若しくは、放出時間が短いものであったとしても、基本的な等級付けとは異なる条件の下において、より広い危険場所を形成する放出源である。

— 解 説 —

- ①ここで、「異なる条件」とは、例えば、換気状態は同じであって、可燃性物質の放出率が異なる場合などを意味する。
- ②実際の放出源は、常に一定の条件の下で可燃性物質を雰囲気中に放出するとは限らない。想定した条件と異なる条件の下でも、可燃性物質を放出することが考えられる。したがって、基本的に第二等級に等級付けされた放出源から第一等級の頻度・持続時間の放出が起こることがあり、かつ、その放出率が第一等級について想定した放出率を超えるならば、その放出源は、さらに連続等級に等級付けする必要がある。また、放出源から第一等級の頻度・持続時間の放出が起こるおそれがあり、かつ、その放出率が連続等級又は第一等級について想定した放出率を超えるならば、第一等級に加えて更に連続等級にも等級付けする(例“連続等級／第一等級”)必要がある。同様に、基本的には第二等級に等級付けされた放出源から第一等級の頻度・持続時間、かつ、その放出率が第二等級について想定した放出率を超えるならば、その放出源はさらに第一等級に等級付けする必要がある。

2.2.3 換気の種類関係

換気は、危険箇所の類別を行うため、次の4種類に分類される。

(1) 自然換気

風又は温度勾配の効果による空気移動又は新鮮な空気との置換。

— 解 説 —

自然換気の例は、次のとおりである。

- ①開放構造物、パイプラックなどからなる化学工業及び石油工業における環境に代表される開放された場所
- ②対象とする可燃性ガス蒸気の蒸気密度を考慮して、危険場所を種別する目的のための建物内の換気が、開放された環境における換気と同等とみなしうるような寸法及び位置の開口部を壁又は屋根に設けた開放建物
- ③開放建物ではないが、換気目的のために設けられた恒久的な開口部による自然換気がある建物

(2) 全体強制換気

人工的な方法(例えば、壁や屋根に換気扇を設けて排気、給気又はその両方を行う方法)による空気

の移動又は新鮮な空気との置換で、一般的な場所に適用するもの。

— 解 説 —

全体強制換気の例は、次のとおりである。

- ①建物内の全体換気を改善するために、壁又は屋根に換気扇を設けた建物
 - ②区域の全体換気を改善するために、適切な位置に換気扇を設けて開放された環境
-

(3) 局所強制換気

人工的な方法(主として排出フードを用いた強制排気による方法)による空気の移動又は新鮮な空気との置換で、特定の放出源又は局所に適用するもの。

— 解 説 —

局所強制換気の例は、次のとおりである。

- ①連続的に又は周期的に可燃性ガス蒸気を放出するプロセス機器又は容器に適用される空気—可燃性ガス蒸気排出システム
 - ②爆発性雰囲気が発生すると予測される換気不十分な小さい局所に適用される押込み又は吸出し換気システム
-

(4) 無換気

新鮮な空気との置換が講じられていない状態。ただし、放出源の周囲に比べて内部の容積が大きい建物内では、必ずしもその場所が無換気であると考えする必要はない。

— 解 説 —

無換気の場合の例は、恒久的な開口部のない容器又は室である。

2.2.4 放出率

放出源から単位時間あたりに放出される可燃性ガス蒸気若しくはミストの量。

2.3 危険場所の分類手順

2.3.1 一般

危険場所の分類は、安全、電気、機械、その他の関係する担当技術者と適宜協議の上行い、その実施は、可燃性物質の特性、プロセス及び機器に関する知識をもつ技術者が行う。

2.3.2 危険場所の分類及び範囲を決定する要素

危険場所の分類を容易にするため、附属書 図 2-B.1 のフローチャートに示す手順によって行う。ただし、実際の条件がこのフローチャートの条件と異なる場合には、この手順に適宜追加し、それを考慮して行う。

2.3.3 危険場所の分類に関する放出源の考え方

危険場所の分類をするための基本的な要素は、放出源の等級の決定である。

爆発性雰囲気は、一般的な場合、可燃性ガス蒸気、又はミストが空気とともに存在する場合にだけ生成し得るので、これらの可燃性物質がその箇所に存在するか否かを判断することが重要である。可燃性物質(これらを発

生させるおそれのある可燃性液体及び固体を含む)は、一般的には、全閉構造又は非全閉構造の容器で構成されたプロセス機器に内蔵されている。このようなプロセス機器・プロセス装置が、可燃性物質の放出源となり、どこに放出源があるかによって、プロセスプラントの内又は外に爆発性雰囲気形成されることになる。

しかし、プロセス装置のどの部分が、どのような危険箇所になるかを決定することは困難である。それには、物理的な手掛りが必要であり、かつ、爆発性雰囲気形成の発生確率を分析し、爆発性雰囲気形成されるかどうかを特定することが必要である。

タンク、ポンプ、配管、容器などのプロセス機器は、可燃性物質の潜在的な放出源とみなす。ただし、可燃性物質を収納することがない機器は、その周辺に危険場所を生成することがないことは明らかである。また、内部に可燃性物質を収納している場合でも、それを大気中に放出することがない構造は、放出源とは見なさない(例えば、全溶接配管等)。

機器から可燃性物質を大気中に放出するおそれが明らかな場合、先ず、放出の発生頻度及び持続時間を確定し、それから放出等級を決定する。危険場所の分類を行うときは、フィルタ交換又はバッチ充填の作業中など密封されたプロセスシステムの一部の開放時も放出源とみなす。放出源は、手順に基づいて作業するときの放出の程度を、連続等級、第一等級又は第二等級に分類する。

放出等級が確定したら、放出率並びに危険場所の分類及び範囲に影響する他の要因を考慮し決定する。

ただし、試験室のように、潜在的な危険性はあるが放出する可燃性物質の量が少ない場合は、この危険場所分類の手順を適用することが適切でないときもある。このような場合には、個別にその箇所特有の危険性に注目し検証する。

加熱炉、ボイラ、ガスタービンなど、その中で可燃性物質を燃焼させるプロセス機器の危険場所の分類を行うときは、掃気周期、始動及び停止状態に注意する。

液体の漏洩によって発生するミストは、液体温度が引火点以下であっても可燃性になり得る。したがってミスト層を発生させない対策が重要である。

2.3.4 危険場所分類の目的

危険場所を分類する目的は、附属書 2-B.2(危険箇所分類の具体事例)にあるような現実的な考え方のもとに、防爆電気機器を使用環境の危険の程度に応じて適切に選定し、均衡のとれた防爆対策を実施することにある。そのため、プラント内又は装置周辺の危険場所を、爆発性雰囲気存在のおそれが特に高い(特別危険箇所)、高い(第一類危険箇所)、低い(第二類危険箇所)、又は無視しうるほど低い(非危険場所)のいずれかの区域に分類する。

2.3.5 危険場所の範囲

危険場所の範囲は、可燃性物質が存在し、爆発下限界未満の大気中濃度に拡散するまでの、距離を推定又は計算によって求める。爆発下限界未満に希釈されるまでの可燃性ガス蒸気の拡散空間領域を評価するには、専門家の意見を求めることが必要である。

空気より重いガスが、ピット又はくぼみなどの地表面より低い区域に流れ込むおそれ及び空気より軽いガスが屋根下などの高い区域に滞留するおそれを考慮する必要がある。

放出源が、想定した場所の外部又は隣接場所にある場合、相当量の可燃性物質がその想定した場所に侵入

することは、次の手段で防止することができる。

- (1) 物理的障壁によって、可燃性物質の侵入を防止する。
- (2) 対象とする場所の気圧を、隣接する危険場所より高く保持して可燃性物質の侵入を防止する。
- (3) 対象とする場所を、十分な量の新鮮な空気で掃気し、可燃性物質の侵入を防止する。

危険場所の範囲は、主として次に示す化学的及び物理的要因の影響を受ける。その要因は可燃性物質固有の特性であり、その他の要因はプロセス特有のものである。ただし、簡易化のため、次に示す各要因による影響はそれぞれ独立しており、他の影響を受けないことを前提にしている。

2.3.5.1 可燃性ガス蒸気の放出率

(1) 可燃性ガス蒸気の放出率

放出率の増加とともに危険場所の範囲が広がる。放出率自体は、次に述べる要因から影響を受ける。

(a) 放出源の幾何学的形状

放出率は、開放面、漏れを起こしているフランジなどの放出源の物理的特性に係る(附属書 2-A 換気に関する補足説明参照)。

(b) 放出速度

一般に特定の放出源では、放出率は放出速度とともに増大する。プロセス機器内の生産物の場合には、放出速度は、プロセス圧力と放出源の幾何学的形状に影響を受ける。可燃性ガス蒸気の雲状の大きさとその形状は、放出及び拡散の状況によって決まる。高速で放出した可燃性ガス蒸気は、円すい状の噴流を形成し、空気を巻き込みながら自己希釈し、ガス状の爆発性雰囲気範囲は、比較的風速の影響が少ない。しかし、低速で放出する場合、又はその速度が固形の物体との衝突で減少する場合は、可燃性ガス蒸気は風に運ばれることとなり、その希釈度及び範囲は風速の影響を受ける。

(c) 放出可燃性ガス蒸気の濃度

放出率は、放出される混合気体中の可燃性ガス蒸気の濃度が高いと増大する。

(d) 可燃性液体の揮発性

揮発性は、主に蒸気圧と気化熱とに関係している。蒸気圧が不明である場合には、沸点、及び引火点を指標とすることができる。

引火点が、可燃性液体の蒸気を発散させる温度を超える場合、ガス状の爆発性雰囲気は存在しない。一般に、引火点が低いほど危険場所の範囲は拡大する。例えば、噴霧によって可燃性物質がミスト状で放出される場合は、引火点を下回るときでもガス状の爆発性雰囲気を形成することがある。

— 解 説 —

- ①可燃性液体の引火点は、特に混合液の状態においては正確な値が得られない。
 - ②ハロゲン化炭化水素などの一部の液体は、ガス状の爆発性雰囲気を生成することができるが、この場合、爆発下限界における飽和濃度を示す平衡液体温度を、関連する最高液体温度と比較する必要がある。
-

(e) 液体温度

蒸気圧は、温度の上昇とともに増大し、その結果、蒸発による放出率が増大する。

— 解 説 —

放出後の液体の温度は、高温の表面又は高い周囲温度によって上昇することがある。

(2) 爆発下限界(LEL)

放出量が一定である場合は、LEL が低いほど危険場所の範囲は広い。

一般的に、爆発下限界が体積分率 15 vol%であるアンモニアガスは、屋外で急速に拡散するため、ガス状の爆発性雰囲気の状態は無視できる範囲である。

(3) 換気

換気効果が高い場合、危険場所の範囲は通常狭くなる。ただし、換気を妨げる障害物がある場合は、危険場所の範囲が拡大することがある。例えば、塀、壁又は天井などの障害物は、その範囲の拡大を制限することがある。空気が、建物のすべての部分を自由にとおり抜けることができるように、大きな天井換気装置及び大きく開放された壁面をもつ場合のコンプレッサ室は十分に換気されているとみなし、屋外（すなわち、換気度「中」で有効度「良」）として扱う。

(4) 放出時の可燃性ガス蒸気の比重

可燃性ガス蒸気の比重が空気よりも小さい場合には上方に向かい、大きい場合には地表面に降下蓄積しやすい。地表面での危険場所の水平方向の範囲は、比重が大きくなる（重すぎる場合を除いて）とともに拡大し、放出源上の垂直方向の範囲は、比重が小さくなるほど拡大する。

— 解 説 —

- ①実際の評価に際しては、比重が 0.8 未満の可燃性ガス蒸気は空気より軽いとみなし、比重が 1.2 を超える場合は空気より重いとみなす。これらの間の場合には、両方のおそれを考慮する。
 - ②空気より軽い可燃性ガス蒸気が低速で放出する場合、急速に上方に拡散する。しかし、屋根がある場合には、その下において、拡散するはずの雰囲気の滞留を増大させてしまうこともある。障害物のない空間へ高速で放出する場合、噴流動作は、可燃性ガス蒸気を希釈する空気を巻き込むが、混合が一様になされないような場合には、空気との混合気が爆発下限界濃度を上回った状態で範囲を広げることがある。
 - ③程度によるが、空気より重い可燃性ガス蒸気が低速で放出する場合、下方に流れ、空気中で希釈されて安全な状態になるまで拡散するには、地表面に大きく広がる可能性がある。したがって、可燃性ガス蒸気がどこのくぼみに溜まるか、又は斜面を伝わってどこに広がるかを判断するため、現場の地形及び放出源の周囲の地域に特に注意が必要である。一方、障害物のない空間へ高速で放出する場合、空気を巻き込んだ噴流となり、低速で流出した場合よりも短い距離で爆発下限界未満となることがある。
 - ④液化天然ガスのような、低温の可燃性ガスが存在する場所の危険場所の分類を行うときは注意が必要である。放出する蒸気は、低温では空気より重いことがあるが、周囲温度に近づくにつれて空気より軽くなる。
-

2.3.5.2 その他の考慮すべき条件

(1) 気象条件

大気中の可燃性ガス蒸気の拡散は、風速とともに増大するが、乱流拡散を引き起こすには少なくとも 2 m/s～3 m/s の風速が必要である。これを下回る場合、可燃性ガス蒸気の層状化が起こり、安全確保のための拡散距離が大幅に増大する。大形の容器及び構造物によって囲まれたプラント区域では、空気の移動速度が風速を大幅に下回ることがある。逆に、多様な機器があるところで空気をかき回す事により、低い風速でも乱流拡散が続きやすくなる。

— 解 説 —

- ①附属書 2-B.2 の(4) (可燃性ガス蒸気精製設備)では、屋外で放出する可燃性ガス蒸気を希釈する換気に適切な風速は 0.5 m/s と考えている。層状化が起きて計算が合わなくなるおそれもあるが、より安全な結果とするために、低めの風速を用いて計算することは目的に合致している。
- ②通常は、層状化を引き起こす条件が整うことは少なく、発生しても短時間であることから、危険場所には層状化の発生は考慮しなくてもよい。ただし、特定の環境で低風速が長期にわたって続く予測できる場合、拡散のために必要な追加距離を考慮して危険場所の範囲を決定する。
- ③通風式を採用した内圧防爆構造の機器が設置されている場合、内圧防爆構造の機器内の内圧や希釈のために、保護ガスを常時流しているため、その機器の保護ガスの出口・排気口等が危険場所の近傍にある場合、危険場所から放出されるガス・蒸気・ミストを周りに拡大させ危険場所を広げるおそれがある。したがって、危険場所へ保護ガスの出口・排気口を設けることは避けるべきである。やむを得ず保護ガスの出口・排気口を危険場所に設けざるを得ない場合は、なるべく放出源から遠ざけなければならない。

(2) 地形

一部の液体は、水より比重が小さく水と混和しない。このような液体は、水面上(ドレン又は配管トレンチ内などの水の表面)に拡散し、最初の放出地点から離れたところで発火し、プラントの広い範囲を危険にするおそれがある。

プラントのレイアウトは、ガス状の爆発性雰囲気急速に拡散するように設計する。そのような設計をしない場合、ピット又はトレンチ内などの換気が制限される場所では、第二类危険箇所を第一類危険箇所として分類することが必要になることがある。一方、ポンプヤード又は配管用の広く浅いくぼ地は、そのような厳密な取扱いはいらない。

2.3.5.3 説明に役立つ事例

放出率に影響するおそれのある要因と危険場所の範囲は、次に述べるパラメータに影響を受ける。

(1) 放出源 : 液体の開放表面

多くの場合、液体温度は沸点を下回り、蒸気の放出率は主に次のパラメータに依存する。

- (a) 液体温度
- (b) 表面温度における液体の蒸気圧
- (c) 蒸発表面の寸法
- (d) 換気及び空気移動

(2) 放出源 : 実質的な液体の瞬間蒸発(例えば、ジェット又はスプレー)

放出された液体は、事実上瞬間的に蒸発するので、蒸気放出率は液体流速と等しく、次のパラメータに依存する。

- (a) 液体圧力
- (b) 放出源の配置

液体が瞬間的に蒸発しない場所については、滴下、液体ジェット等が別々の放出源をつくるおそれがあるため、状況は更に複雑となる。

(3) 放出源 : 混合ガスの漏洩

ガス放出率は、次のパラメータに影響される。

- (a) ガスを含んでいる機器内や流通路内の圧力
- (b) 分子量
- (c) 放出された混合気内の可燃性ガスの濃度

2.4 換気

2.4.1 一般

大気中に放出された可燃性ガス蒸気は、空気中に分散又は放散することによって、濃度が爆発下限界以下になるまで希釈される。換気、すなわち、新鮮な空気によって放出源の周りの容積中の大気の交換を導く空気移動は、希釈を促進するものであり、また、適切な換気は、危険場所の分類に大きく関係する爆発性雰囲気を持続性を減少させることができる。

2.4.2 換気の種類

換気は、自然風による空気の移動、温度勾配、又は換気扇のような人工的な方法によって達成することができる。換気について整理すると、主に次の二つとなる。

- (1) 自然換気
- (2) 人工換気又は局所換気

2.4.3 換気の等級

換気とは、対象の容積の内部から可燃性物質を含む汚染された空気を除去するために、非危険場所から可燃性物質を含まない新鮮な空気を導入して、その容積の内部を置換又は希釈することである。爆発性ガスを含む空気は、換気によって、最終的には爆発下限界未満に希釈される。この状態となるまでに必要な時間及び爆発性ガス濃度の空間的分布は、放出の仕方、可燃性ガスの比重及び気流の状態(風速、乱気流の存在)によって決まる。自由空間への放出ではない場合(すなわち、開放区域への放出ではない場合)には、空気の流量又は換気の効率が爆発性ガスの分散に影響を与える。遮蔽物又は障害物が存在すると、再循環の流れが生じて爆発性ガスが時間とともに蓄積又は滞留する場合があるので注意をする。

可燃性物質を含む空気の状況によって、次の特殊な2つの場合が想定される。

- (1) 可燃性物質が空気と混合しない場合

この場合には、可燃性物質が、換気によって空気と混合することなしに大量に排出することができる。これは、「置換換気」と呼ばれている。この場合、排出された可燃性物質により高濃度の可燃性物質の存在する空間が生じるおそれがある。

- (2) 可燃性物質が空気と十分に混合する場合

この場合には、可燃性物質が空気と混合するため、混合物によって段階的に置換していくことになる。これは、「希釈換気」と呼ばれている。

上記(1)、(2)の特殊な場合を含め密閉空間における換気は、どのような状況においても一般に一つのパラメータ、すなわち1時間当たりの換気容積の量によって定量化される。換気の評価を行うに当たっては、換気の種類(自然又は強制)と提供される換気度(制限の有無、適切、不適切)、その信頼性及び換気システムの故障によっ

て生じる結果を考慮する必要がある。これらには、放出の潜在的規模と影響を受ける容積(大きな容積の一部分、例えば、大型倉庫)も考慮の対象として含めることが必要である。

2.4.4 換気の有効性

換気度において、最も重要な因子は、定量的に換気量を制御し、かつ、危険場所への可燃性物質の侵入を防止することである。これは、換気の種類に関係なく、単位時間当たりの換気量、又は換気回数に依存する。結果として、危険場所における最適な換気条件が達成され、可能な放出率に対して、換気の量が多ければ、危険場所の範囲は小さくなり、場合によっては、無視できる程度まで低減できる。換気度に関する実例は、附属書 2-A(換気に関する補足説明)に示されている。

可燃性雰囲気気の分散及び残留を制御する際、換気の有効性は換気の程度、換気能力及びシステム設計によって決まる。換気によって一時的に可燃性雰囲気気的形成することはあり得るが、長時間の可燃性雰囲気気の残留を避けることができる。換気は、可燃性雰囲気気的形成を防ぐためには十分ではないが、その残留を避けるためには十分な方法である。

2.5 書類

2.5.1 一般

危険場所の分類を行う手順を適切に文書化し、その手順に則って実施することが望ましい。

使用するすべての情報は、その参照先や出典を明らかにすることが望ましい。そのような情報の例として、次のような資料がある。

- (1) 関係する法令及び規格
- (2) 可燃性ガス蒸気の分散特性及び計算事例
- (3) 換気の有効性を評価することができる可燃性物質の放出パラメータ、及び換気特性に関する資料。これらには、分子量、引火点、沸点、発火温度、蒸気圧力、蒸気密度、爆発限界、ガスグループ及び温度クラスを含む(IEC 60079-20 を参照)。

2.5.2 図面、データシート及び表

危険場所の分類に使用した書類は、印刷物又は電子媒体で保管し、その内容には、危険場所の分類及び範囲、各危険場所へ適用する防爆電気機器、爆発等級若しくはガスグループ及び発火度若しくは温度等級を示す計画書、危険箇所の立体図又は三次元モデルを含めておくことが望ましい。

さらに、事業所の地形が、危険場所の範囲に影響する場合は、文書化しておくことが望ましい。

文書には、次のような、関連情報も入れておくことが望ましい。

- (1) 放出源の場所と等級の識別

広く複雑なプラントに対しては、危険場所を分類した際の根拠となったデータシート、さらに現場との関係が容易に理解できるように、放出源を項目別に並べるか番号をつけるなどの工夫が必要である。

- (2) ビルの開口部の位置

たとえば、ドア、窓及び換気に対する空気の出入口を明示する。

附属書 2-A 換気に関する補足説明

換気度は、内部に放出源がある設備において、この設備の運転前に十分に換気することを前提として分類される。換気度は、次の3種類に分類される。

高換気…放出源での濃度を実質的かつ瞬間的に低減でき、濃度を爆発下限界以下に抑えることができる。結果として、危険箇所にならない。

中換気…放出が進行している間に、濃度を制御でき、結果として、安定した低レベルの危険箇所領域とすることができる。また、放出が停止した後に、可燃性雰囲気ガスが速やかに除去される。危険箇所の範囲及び分類は、設計時の前提条件によって決まる。

低換気…適切な換気のない状態である。放出が進行している間に、濃度を制御できないか、又は、放出が停止した後に、可燃性物質が存在する雰囲気ガスの残留を防ぐことができない。

換気有効度

換気有効度は、可燃性雰囲気ガスの存在若しくは形成に影響し、また危険箇所の分類にも影響する。換気の有効度及び信頼性が減少すると、通常、危険箇所の分類結果は危険側になる。換気の有効度及び信頼性を確保するための手法として、モニターを設置することが重要である。したがって、モニターの設置状況も考慮し、換気有効度を、評価する。

— 解 説 —

換気の等級の概念と有効度の水準を組み合わせることで、危険箇所の種別の定量的評価が可能となる。

換気有効度の水準は、次の3種類に分類される。

良 …換気が実質的及び連続的に行われている。モニターを二重に設置し、換気の有効度及び信頼性を確保する。

可 …換気が、通常運転中に行われるが、稀に短い期間で換気が停止することがあり得る。モニターを一重で設置し、換気の有効度及び信頼性を確保する。

不可 …良若しくは可の基準に達しない換気を行っている。ただし、長期間換気が停止することは許されない。モニターが設置されていない。

有効度が不可の場合は、危険箇所決定の際に換気がないものとみなす。

(a) 自然換気

屋外区域においては、換気の評価に当たっては、局所的最小風速及び換気有効度を考慮する必要がある。最小風速が 0.5 m/s で、実質的に連続的に存在するときは、換気有効度は良とする。

(b) 人工換気

人工換気の有効度を評価する際には、装置の信頼性及び換気有効度、例えば、予備ブロワーの信頼性及び換気有効度を、検討する。有効度が良であるためには、通常、主ブロワーが故障の場合に、予備ブロワーの自動起動を要求される。しかし、換気が機能しない場合に(例えば、自動的にプロセスを閉鎖することによって)、可燃性物質の放出を防ぐための対策が施されていれば、換気操作で決定される種別

を修正する必要はない。すなわち、有効度は、良であるとみなされる。

(1) 具体的事例

図 2-B.1 に示す手順を活用すれば、危険場所の分類を容易に行うことができる。主要な因子としては、放出源等級、換気度及び換気有効度などが挙げられる。これらの因子に、様々な環境及び状況に応じた、具体的で定量的な指標で定義付けを行うことによって、危険場所の分類はより明確なものとなる。例えば、放出源等級、換気度及び換気有効度に対する具体的又は定量的な指標は、次のとおりである。

放出源の等級

連続等級……1,000 時間以上／年及び連続

第一級等級……10 時間以上 1,000 時間未満／年

第二級等級……10 時間未満／年

換気度

高換気……単位時間当たりの換気量が容積の 5 倍以上

中換気……単位時間当たりの換気量が容積の 5 倍以下

低換気……換気なし

— 解 説 —

単位時間は、1時間を基準とする。ただし、放出源の放出特性により、最も短い場合は分単位、長い場合は1日単位になることもある。

換気有効度

良……故障検知モニター(二重)

可……故障検知モニター(一重)

不可……故障検知モニターなし

換気度及び換気有効度に対する具体的な方策は、様々である。例えば、換気度を高換気とするためにファンなどの人工換気(単位時間当たりの換気量は容積の5倍以上)を使用する場合、また換気有効度を良とするために、故障検知モニター(二重)を使用する場合などである。

附属書 2-B.1 危険箇所設定フローチャートの説明（危険箇所の種別及び範囲の決定）

(1) 一般事項

プラント又はプラントの設計段階において、そのプラントの各部分が特別危険箇所、第一類危険箇所又は第二類危険箇所のいずれに該当するかを決定することは困難である。危険場所を分類するには、爆発性雰囲気生成の可能性の分析を含む客観的なアプローチが必要である。

爆発性雰囲気は、一般的には可燃性ガス蒸気又はミストが空気と共存する場合にだけ生成するので、まず、これらが対象とする場所内に存在し得るかどうかを検討する。

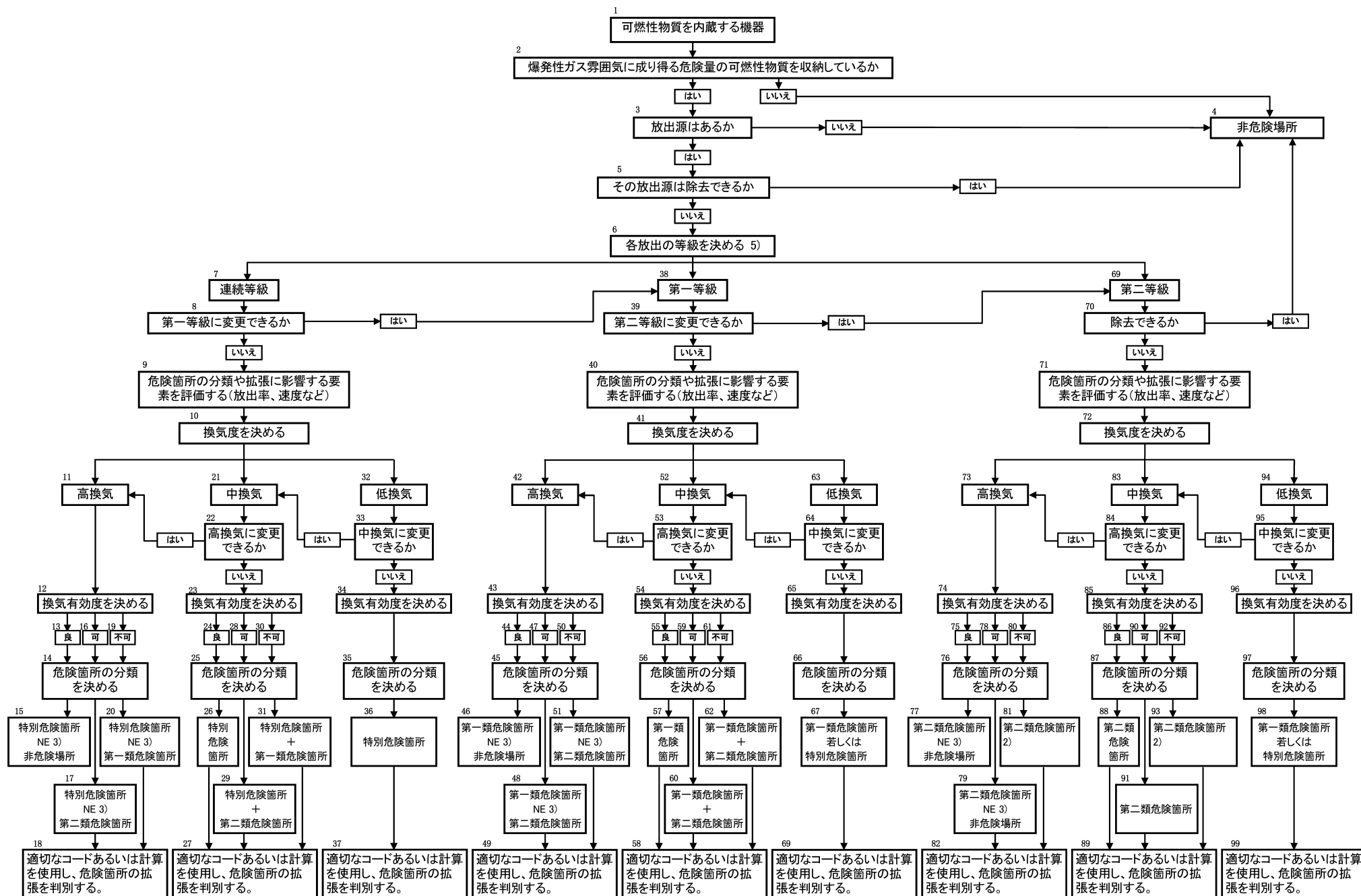
一般的には、これらの物質（及びこれらを生じさせる可燃性の液体及び固体）は、プロセス機器に内蔵されている。したがって、ある場所に爆発性雰囲気が存在する理由を見出すためには、可燃性物質を内蔵する各プロセス機器が、どのようにして可燃性物質を雰囲気中に放出し得るかを決定する必要がある。

放出の頻度及び放出時間（及びそれに基づく放出源の等級）、放出率、濃度、放出速度、換気及び危険箇所の種別又は範囲に影響するその他の要素が決定できれば、周囲に爆発性雰囲気が生成する可能性を決定するための確実な根拠となる。そこで、可燃性物質を内蔵していて、放出源となり得るプロセス機器のそれぞれについて詳細な検討が必要となる。

(2) フローチャートによる種別及び範囲の決定方法

特定のプロセス機器の周囲に形成される危険箇所の種別及び範囲を決定するための一つの手段として、図 2-B.1の[危険箇所の種別及び範囲を決定するためのフローチャート]が有用である。このフローチャートは、本来、大気に開放された状況を前提として作成されたものであるが、特定の要素を適宜加減することによって、他の状況の場所における危険箇所の種別及び範囲の決定にも利用することができる。

図 2-B.1 危険箇所の種別及び範囲を決定するためのフローチャート



— 解 説 —

①フローチャートの構成について

このフローチャートは、四つのブロックから成っている。第1ブロックは放出源の有無を決定する枠番 1 から 5、枠番 6 以降は放出源の等級(連続等級、第一等級、第二等級)ごとに三つのブロックに分けられ、その後換気度及び換気有効度によって危険箇所が決定される。

第 2 ブロックから第 4 ブロックまでは、枠番 6 の放出源の等級に係っており、換気度と換気有効度によって危険箇所が決まる。

②フローチャートの各ステップについての説明(括弧内の数字は枠番号を示す。)

㊸始めにプロセス機器が、危険量の可燃性物質を内蔵しているかどうか決定する(1及び2)。危険量を内蔵している場合は、その可燃性物質の放出源があるかどうか決定する(3)。放出源がなければ、非危険場所とし、放出源があったとしてもそれを除去できれば非危険場所とする(4及び5)。放出源を除去できない場合は、定義に従って放出源の等級を決定する(6)。放出源の等級は、放出頻度と持続時間によって決まる。

㊹プロセス機器が第一等級(38)に格付けされた場合は、まず、放出源の等級を下げるためにその環境下における有効な付加的環境要因(39)を考える。有効な要因があれば、そのプロセス機器は、第二等級(69)の放出源とみなすことができる。しかし、改良が可能でない場合は、放出率、濃度、速度、換気及びその他危険箇所の種別と範囲に影響する要素を評価する(40)。これら要素を評価した上で、換気度を決定する(41)。換気度は、設備起動前に内部の放出源が十分に換気されていることを前提に決定される。

㊺放出源の濃度を実質的にかつ瞬間的に低減でき、その濃度を爆発下限界未満に抑えることができる場合は高換気に識別され(42)、その換気の有効度若しくは信頼性を検討する必要がある(43)。換気が実質的にかつ連続的に存在し、故障モニターを二重設置することによって換気有効度若しくは信頼性を確保している場合は、良(44)とする。この条件下で危険箇所を分類(45)すると、第一類危険箇所 NE 3) 非危険場所(46)となる。つまり、第一類危険箇所でも、改良によって非危険場所になる可能性がある。

㊻NE については、表 2-B.1 の注 a)を参照のこと。

(3) 実用上の手引

危険箇所種別への換気の影響を表 2-B.1 に要約する。

表 2-B.1 危険度区域の区分への換気の影響

放出源の等級	換気度						
	高換気			中換気			低換気
	換気有効度 “良”	換気有効度 “可”	換気有効度 “不可”	換気有効度 “良”	換気有効度 “可”	換気有効度 “不可”	換気有効度 “良” “可” 又は“不可”
連続等級	(ゾーン 0 NE) ^{a)} 非危険	(ゾーン 0 NE) ^{a)} ゾーン 2	(ゾーン 0 NE) ^{a)} ゾーン 1	ゾーン 0	ゾーン 0 + ゾーン 2	ゾーン 0 + ゾーン 1	ゾーン 0
第一等級	(ゾーン 1 NE) ^{a)} 非危険	(ゾーン 1 NE) ^{a)} ゾーン 2	(ゾーン 1 NE) ^{a)} ゾーン 2	ゾーン 1	ゾーン 1 + ゾーン 2	ゾーン 1 + ゾーン 2	ゾーン 1 又は ゾーン 0 ^{c)}
第二等級 ^{b)}	(ゾーン 2 NE) ^{a)} 非危険	(ゾーン 2 NE) ^{a)} 非危険	ゾーン 2	ゾーン 2	ゾーン 2	ゾーン 2	ゾーン 1 どちらかとい えば ゾーン 0 ^{c)}
注記・例えば、+ゾーン 2 は、ゾーン 2 に囲まれたことを意味する。 ・表中のゾーン 0、1、2 は、特別危険箇所、第一類危険箇所、第二類危険箇所と読み替える。 (IEC規格から引用しているため、表記の都合によってゾーンと表現している。) 注 a) ゾーン 0 NE、ゾーン 1 NE 又はゾーン 2 NE は、通常条件下で無視できる範囲の理論的危険度区域を示す。 b) 第二等級の放出によるゾーン 2 の区域は、第一等級又は連続等級の放出による区域を超えることもあり得る。 この場合、長い距離を考慮する。 c) 換気が非常に弱く、かつ、ガス状の爆発性雰囲気を実質的に連続して存在する放出の場合、ゾーン 0 となる (すなわち“無換気”に近づく)。							

(4) 危険箇所の分類例

危険箇所の分類の具体的な例図を附属書 2-B.2 (危険箇所分類の具体例) に示す。

附属書 2-B.2 危険箇所分類の具体例

(1) 浮屋根式可燃性液体備蓄タンク

浮屋根式可燃性液体備蓄タンクにおいて、基本の前提条件として放出源の等級を第一等級、換気度を中換気、換気有効度を可と設定して危険場所分類を例示する。またその上で、放出源の等級として、連続等級放出源及び第二等級放出源の場合の危険場所分類を例示する。

放出源の等級を第一等級放出源、換気度を中換気度、換気有効度を可、とした基本の前提条件の下で説明する。放出源の等級は、備蓄タンクの液面(浮屋根)を放出源として、第一等級放出源とする。また、換気度は、備蓄タンクが開構造、自然換気がある状態として、中換気度とする。更に、換気有効度は、故障検知モニターを一式設置した状態として、可とする。

— 解 説 —

- ①第一類危険箇所又は第二類危険箇所における可燃性液体を含む高充填率又は高攪拌操作は、分類された危険場所の境界を延長することを求める場合がある。
- ②示された距離は、典型的な石油設備についてのものである。
- ③堤防がなく、かつ遠く離れた溝がない場合には、第二類危険箇所は備蓄タンクからの水平距離 3m を延長する。
- ④資料で示した図例は、IEC 60079 シリーズ及び NFPA を参考とした。
- ⑤図中のゾーン0、1、2 は、特別危険箇所、第一類危険箇所、第二類危険箇所と読み替える。附属書 2-B.2 の(2)～(8)は、すべて同じ扱いになる。

図 2-B. 2(1)-1 浮屋根式可燃性液体備蓄タンク

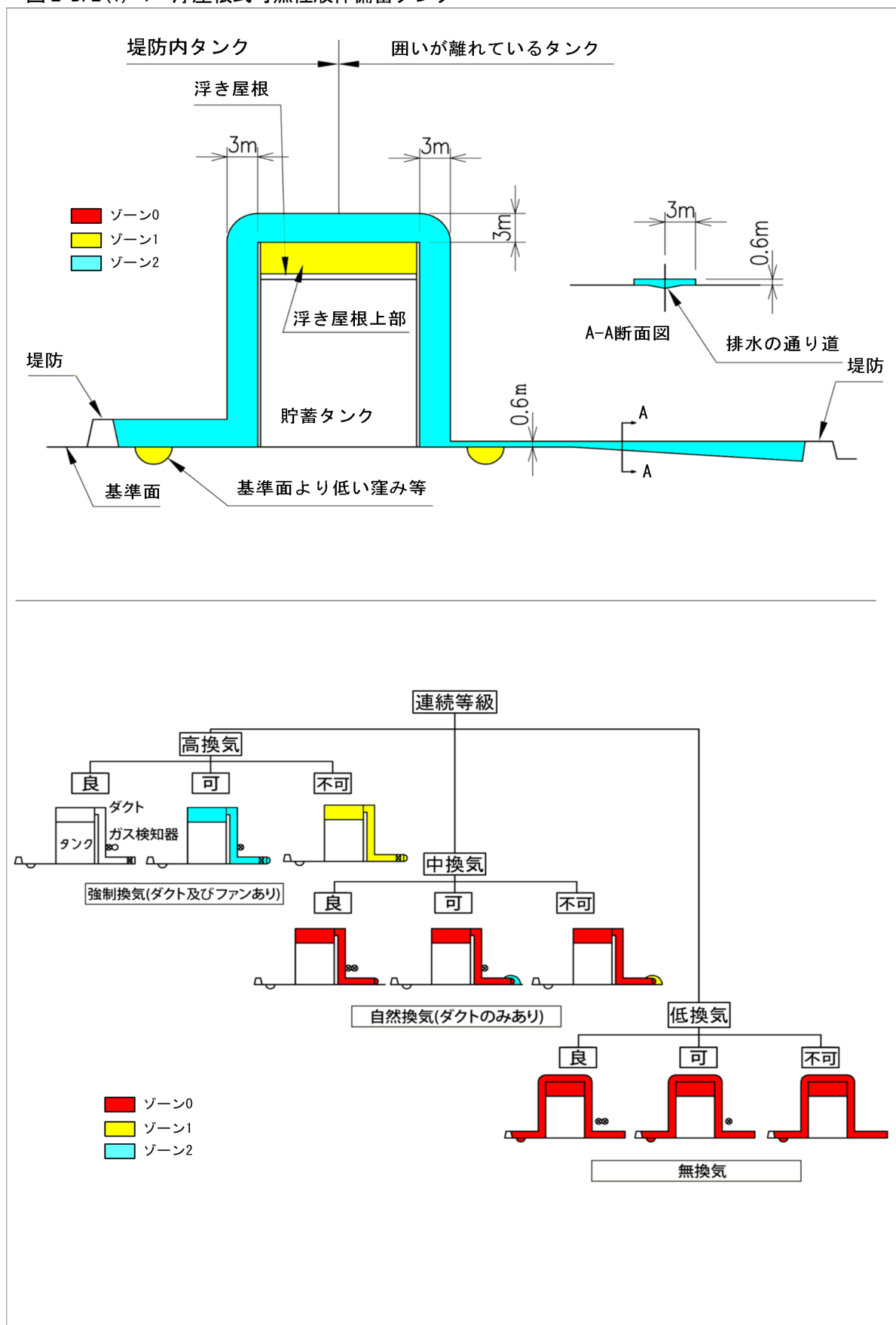
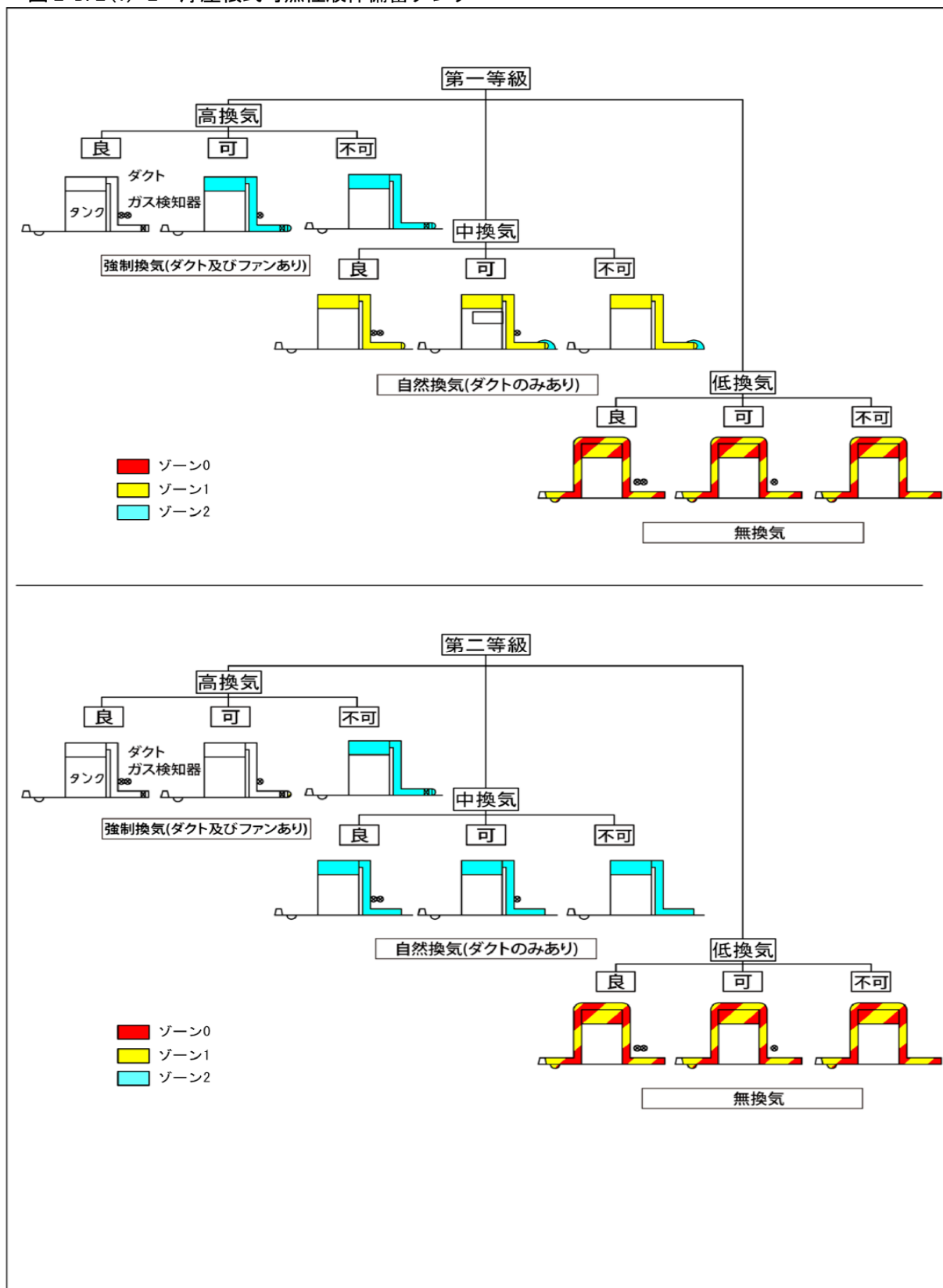


図 2-B. 2(1)-2 浮屋根式可燃性液体備蓄タンク



(2) オイル及びガス掘削設備

オイル及びガス掘削設備において、放出源等級を第一等級放出源、換気度を中換気、換気有効度を可、として基本の前提条件を設定して危険場所分類を例示する。またその上で、放出源等級として、連続等級放出源及び第二等級放出源の場合の危険場所分類を例示する。

放出源等級を第一等級放出源、換気度を中換気、換気有効度を可、とした基本の前提条件について説明する。放出源等級は、掘削設備のベルニップル箇所を放出源として、第一等級放出源とする。また、換気度は、掘削設備が開構造、自然換気がある状態として、中換気とする。更に、換気有効度は、故障検知モニターを一式設置した状態として、可とする。

— 解 説 —

- ①防風設備で閉ざされた掘削設備は、適切な換気の要求事項を満足していると見なす。
 - ②開かれた下部構造は、掘削穴の中心から3 mを第二類危険箇所として分類する。
-

図 2-B.2 (2) -1 オイル及びガス掘削設備

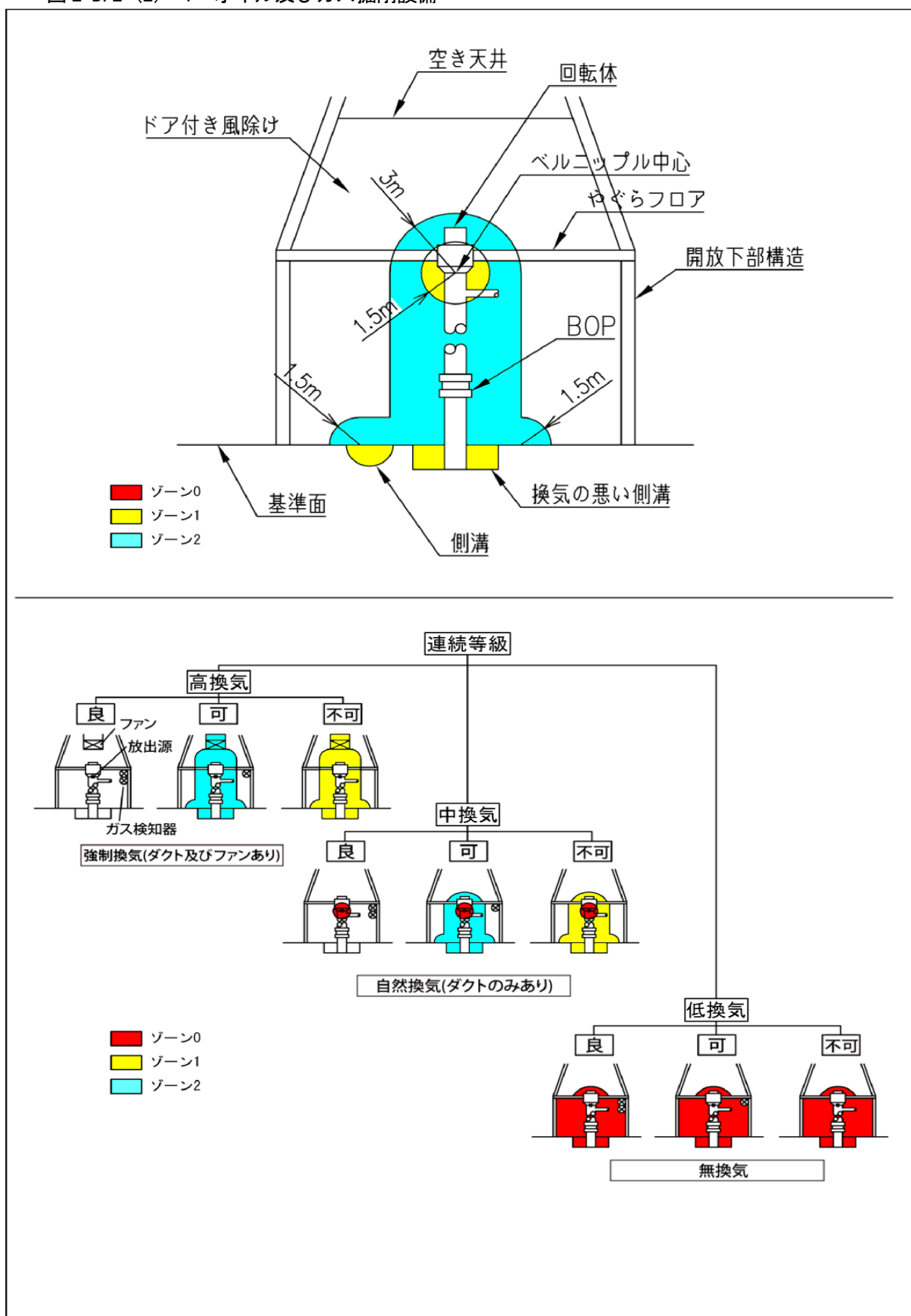
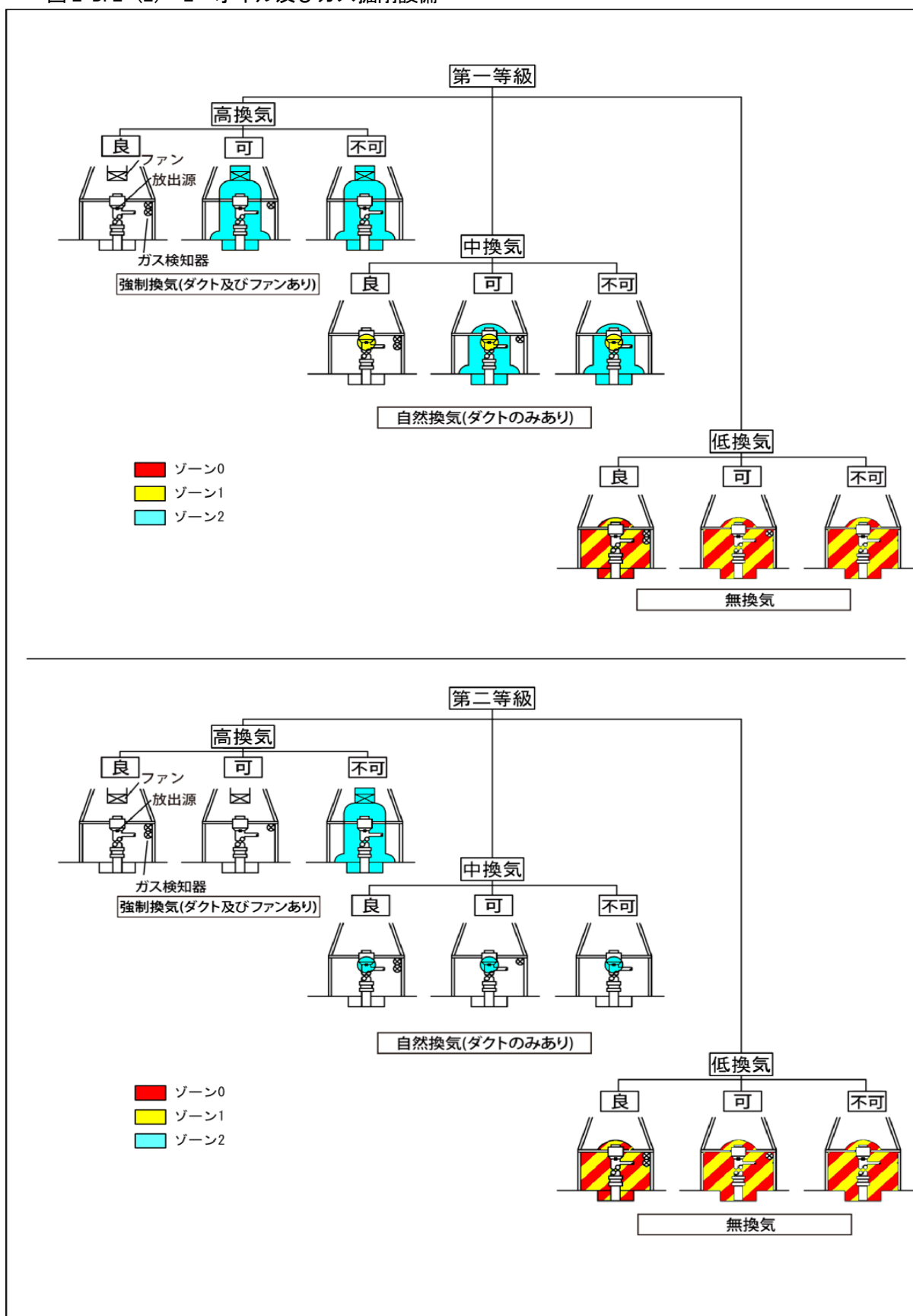


図 2-B.2 (2) -2 オイル及びガス掘削設備



(3) 可燃性液体若しくは高揮発性液体取扱施設

可燃性液体若しくは高揮発性液体取扱施設において、放出源等級を第一等級放出源、換気度を中換気、換気有効度を可、として基本の前提条件を設定して危険場所分類を例示する。またその上で、放出源等級として、連続等級放出源及び第二等級放出源の場合の危険場所分類を例示する。

放出源等級を第一等級放出源、換気度を中換気、換気有効度を可、とした基本の前提条件について説明する。放出源等級は、取扱施設内のポンプ若しくはコンプレッサを放出源として、第一等級放出源とする。また、換気度は、取扱施設の片壁が開構造、自然換気がある状態として、中換気とする。更に、換気有効度は、故障検知モニターを一式設置した状態として、可とする。

— 解 説 —

屋根に設置されたベントの内部は、ゾーン 1 に分類される。

図 2-B.2 (3) -1 高揮発性の可燃性液体取扱施設

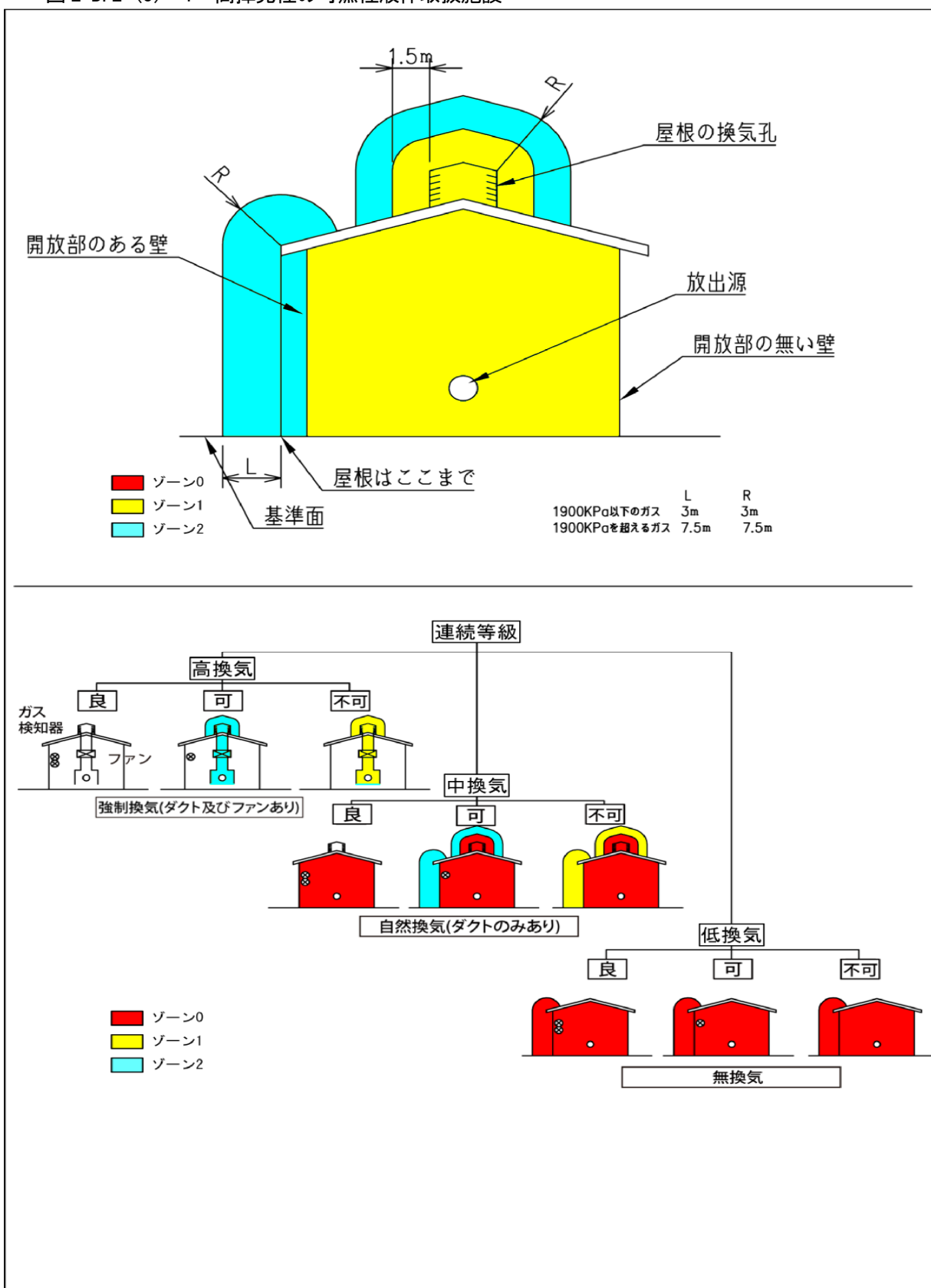
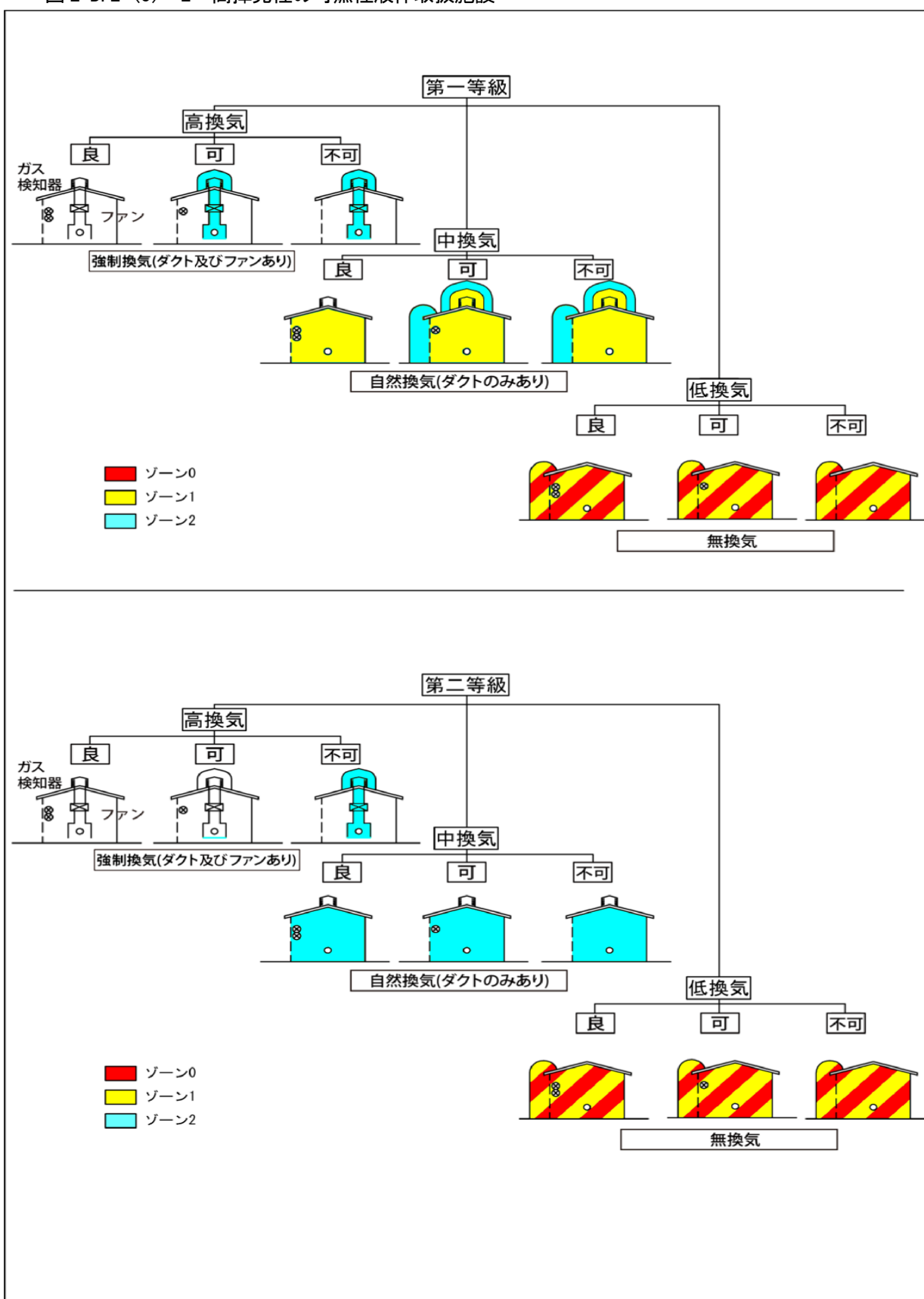


図 2-B.2 (3) -2 高揮発性の可燃性液体取扱施設



(4) 可燃性ガス蒸気精製設備

可燃性ガス若しくは蒸気の精製設備において、放出源等級を第一等級放出源、換気度を中換気、換気有効度を可、として基本の前提条件を設定して危険場所の分類を例示する。またその上で、放出源等級として、連続等級放出源及び第二等級放出源の場合の危険場所分類を例示する。

放出源等級を第一等級放出源、換気度を中換気、換気有効度を可、とした基本の前提条件について説明する。放出源等級は、精製設備内のコンプレッサを放出源として、第一等級放出源とする。また、換気度は、精製設備の片壁が開構造、自然換気がある状態として、中換気とする。更に、換気有効度は、故障検知モニターを一式設置した状態として、可とする。

— 解 説 —

示された距離は、典型的な精製設備についてのものである。

図 2-B. 2 (4)-1 可燃性ガス蒸気精製設備

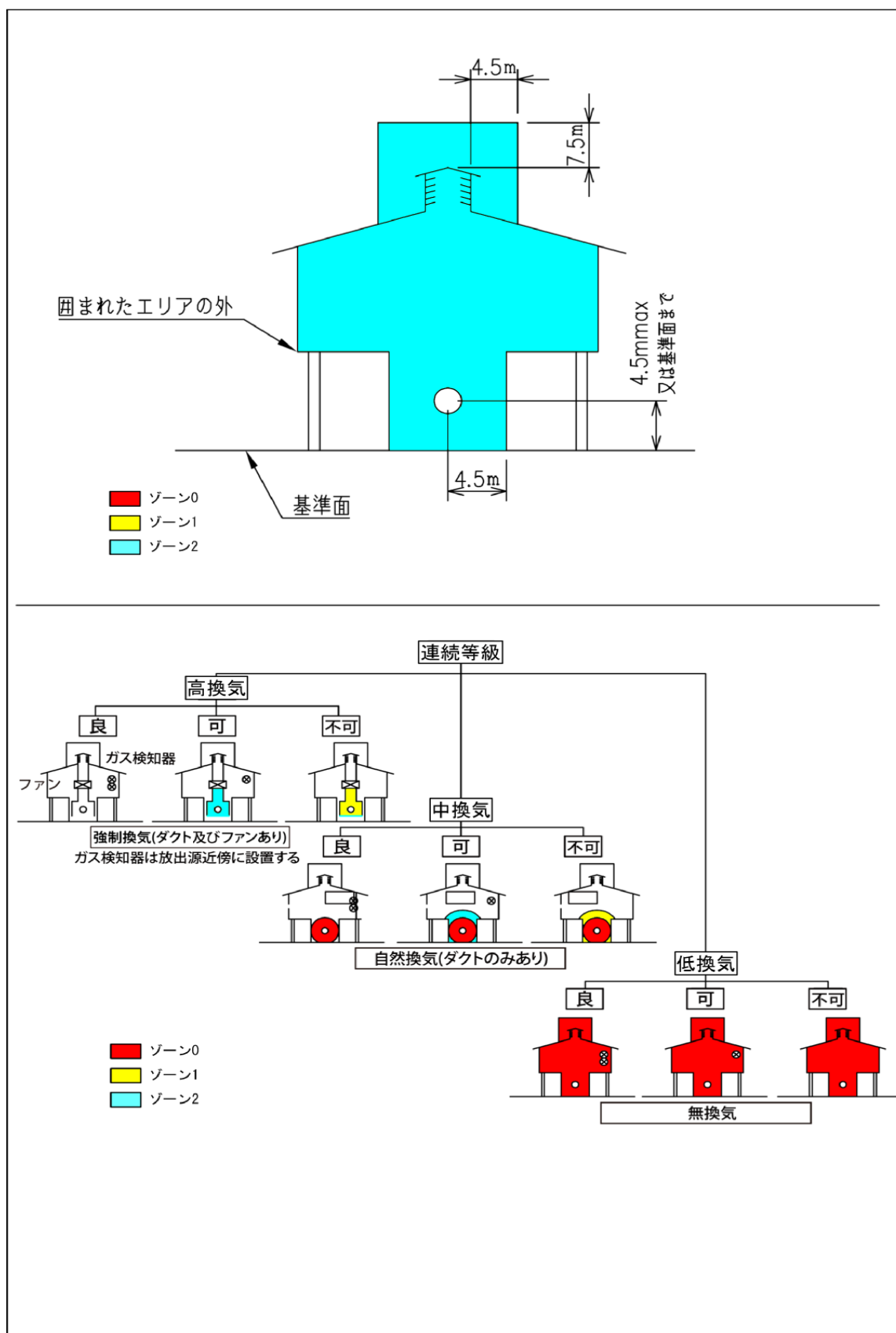
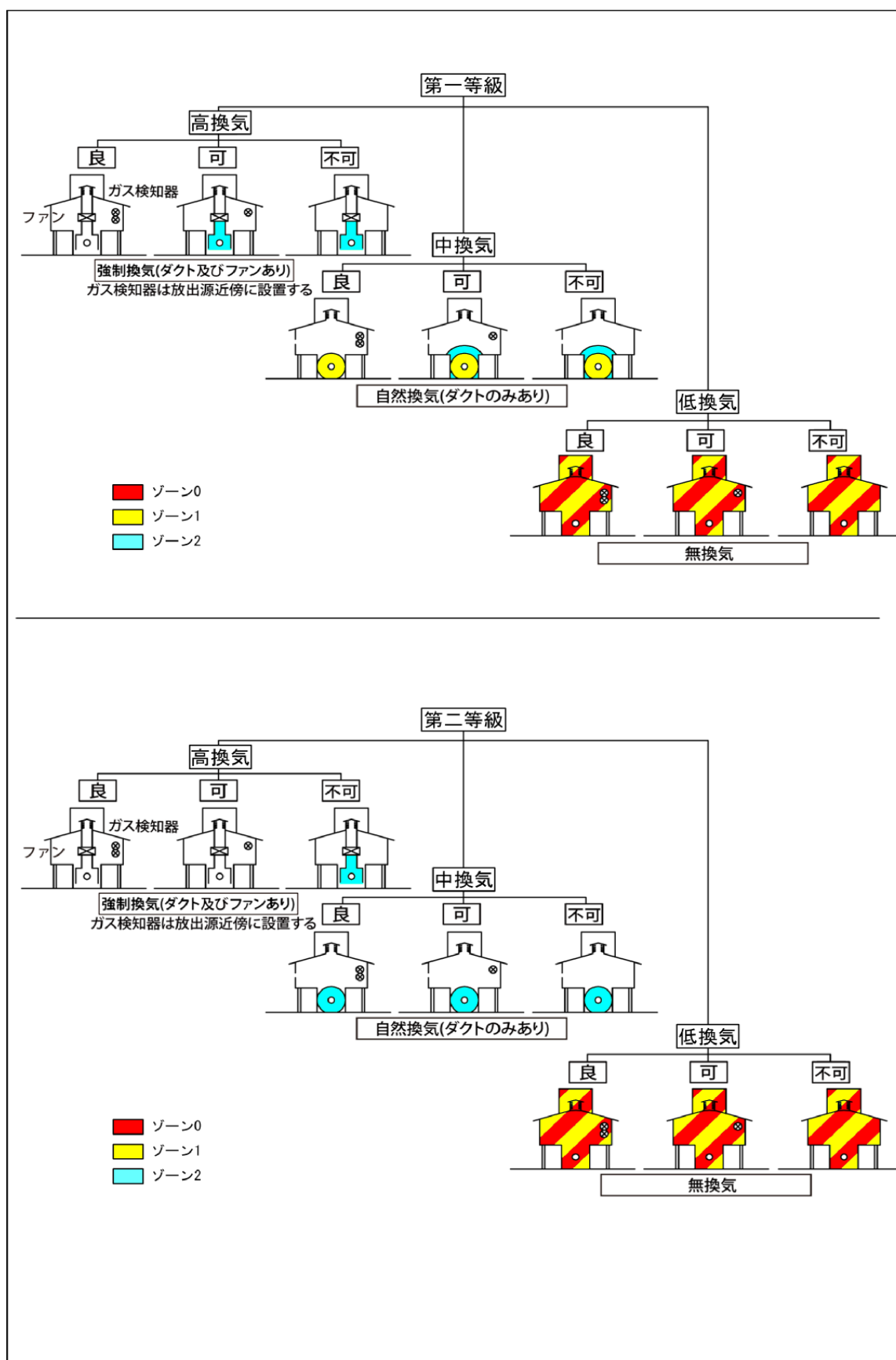


図 2-B.2(4)-2 可燃性ガス蒸気精製設備



(5) 可動式海上掘削設備

可動式海上掘削設備において、放出源等級を第一等級放出源、換気度を中換気、換気有効度を可、として基本の前提条件を設定して危険場所分類を例示する。またその上で、放出源等級として、連続等級放出源及び第二等級放出源の場合の危険場所分類を例示する。

放出源等級を第一等級放出源、換気度を中換気、換気有効度を可、とした基本の前提条件について説明する。放出源等級は、掘削設備のベントを放出源として、第一等級放出源とする。また、換気度は、掘削設備が開構造、自然換気がある状態として、中換気とする。更に、換気有効度は、故障検知モニターを一式設置した状態として、可とする。

図 2-B. 2 (5)-1 可動式海上掘削設備

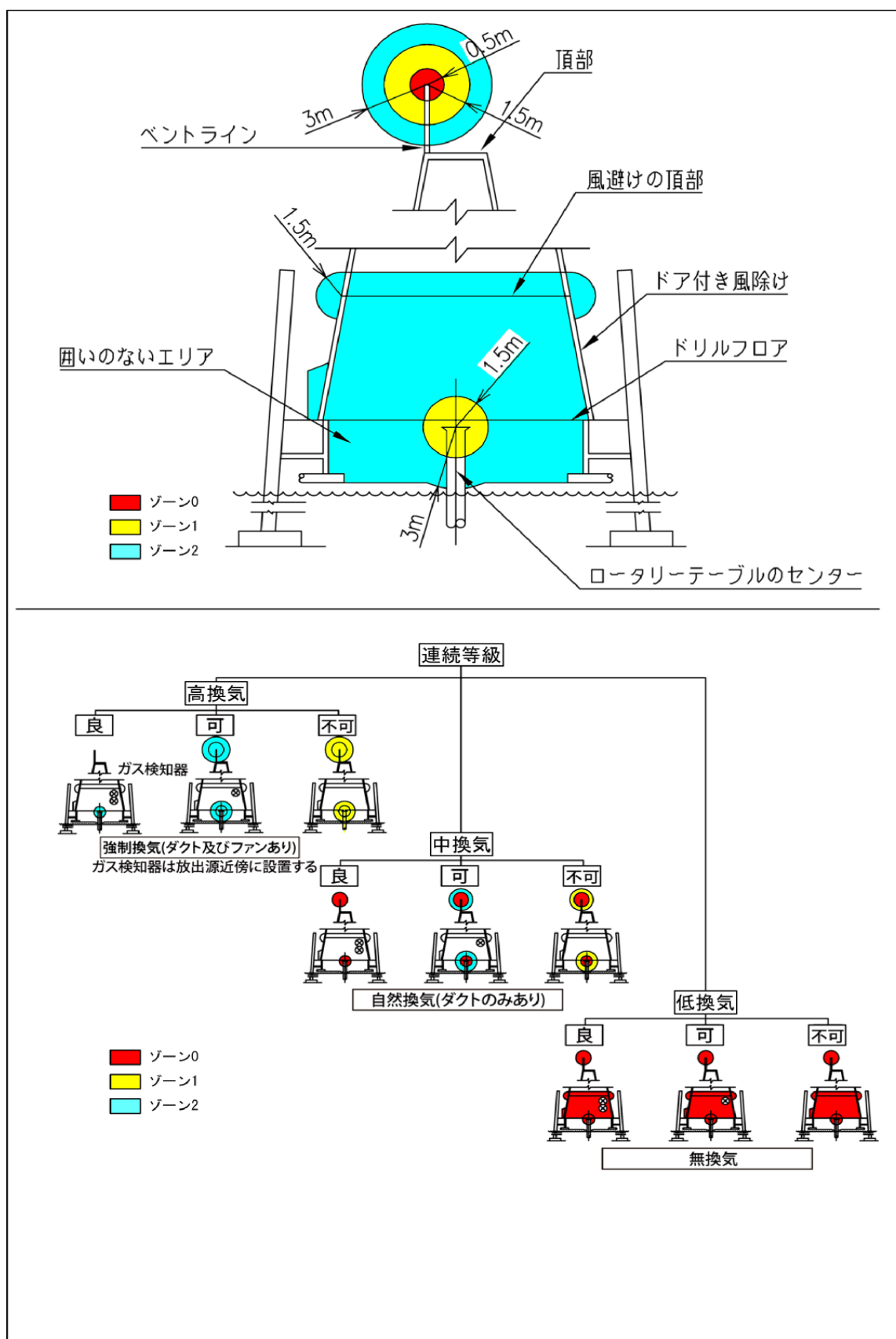
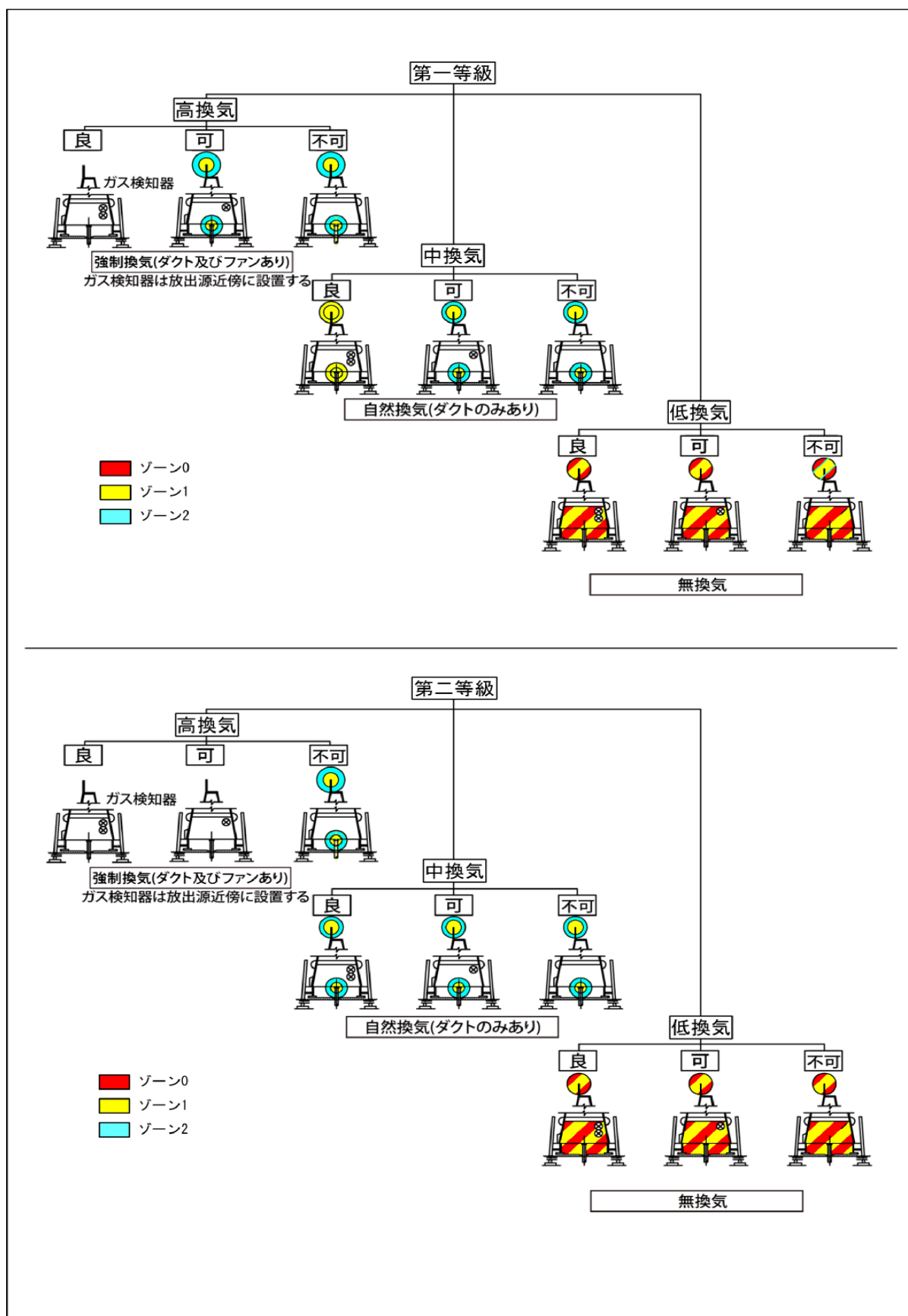


図 2-B. 2 (5)-2 可動式海上掘削設備



(6) LPG保管設備

LPG保管設備において、放出源等級を第一等級放出源、換気度を中換気、換気有効度を可、として基本の前提条件を設定して危険場所分類を例示する。またその上で、放出源等級として、連続等級放出源及び第二等級放出源の場合の危険場所分類を例示する。

主要な放出源は、充填レベル計器及び自己密閉型バルブを装備した積み下ろし連結器であると考えられる。これらの取付箇所は、公称直径 1 mm の穴からの漏出に対応して、それぞれ公称半径 1.5 m 及び 3 m の第一類危険箇所となる。給油設備で使用される連結器のサイズによって、取付箇所周囲の危険半径は、1.5 m に低減される。

定期的に保守及び検査されるリリーフバルブ及びマンホールカバーを装備したフランジは、公称半径 3 m の第二類危険箇所となる。ただし、柔軟性のある台座を装備したリリーフバルブが使用される場合には、第二類危険箇所の危険半径は、0.5 m に低減される。

液体LPGの流出を保持するために設置された貯蔵領域は、第一類危険箇所に分類される。また、過渡的な流出領域は、第二類危険箇所に分類される。

貯蔵領域に関連した付属設備、例えばポンプセットなどは、ポンプ及びシールシステムの種類によって、第二類危険箇所となる。

図 2-B.2(6)-1 L P G保管設備

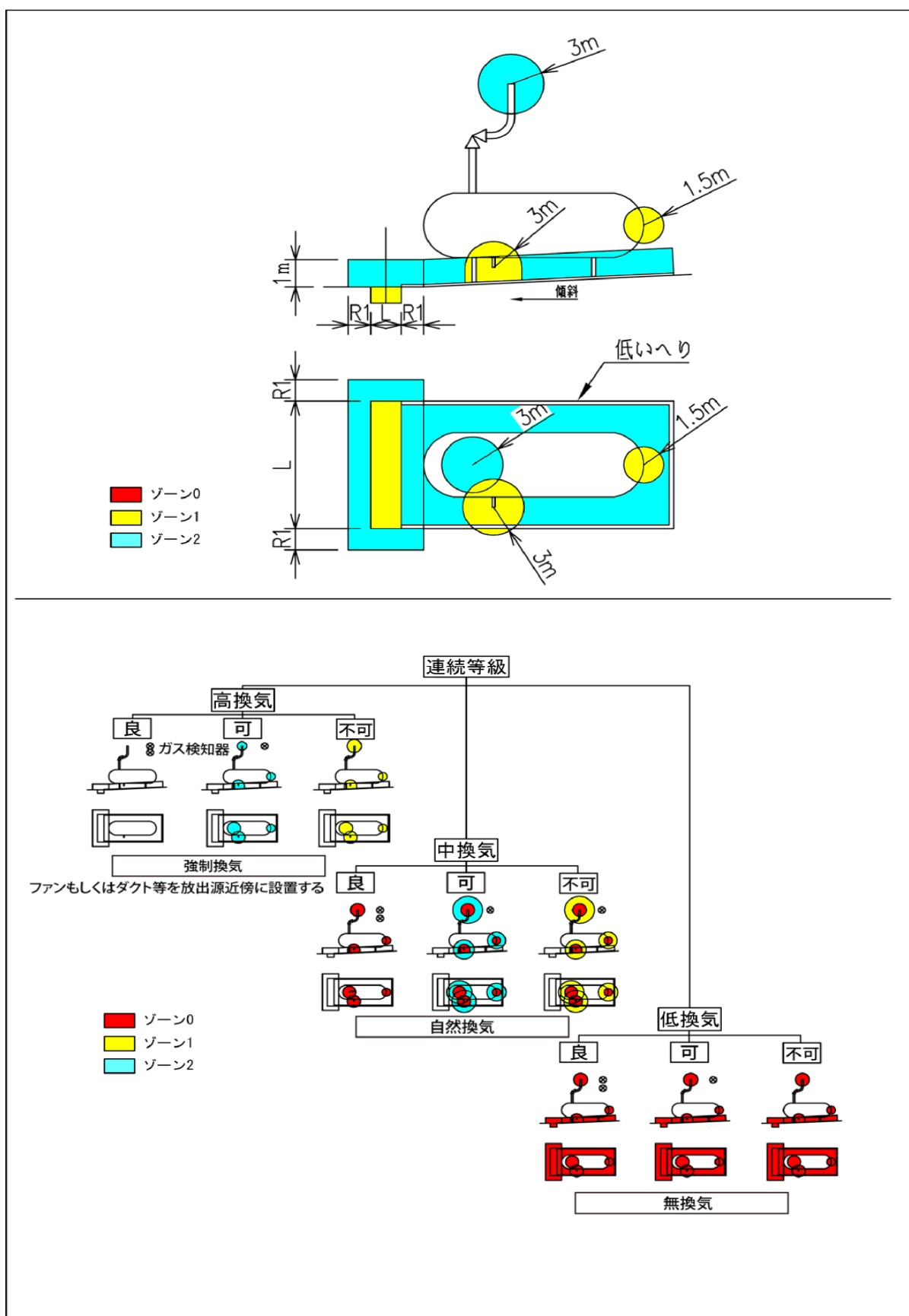
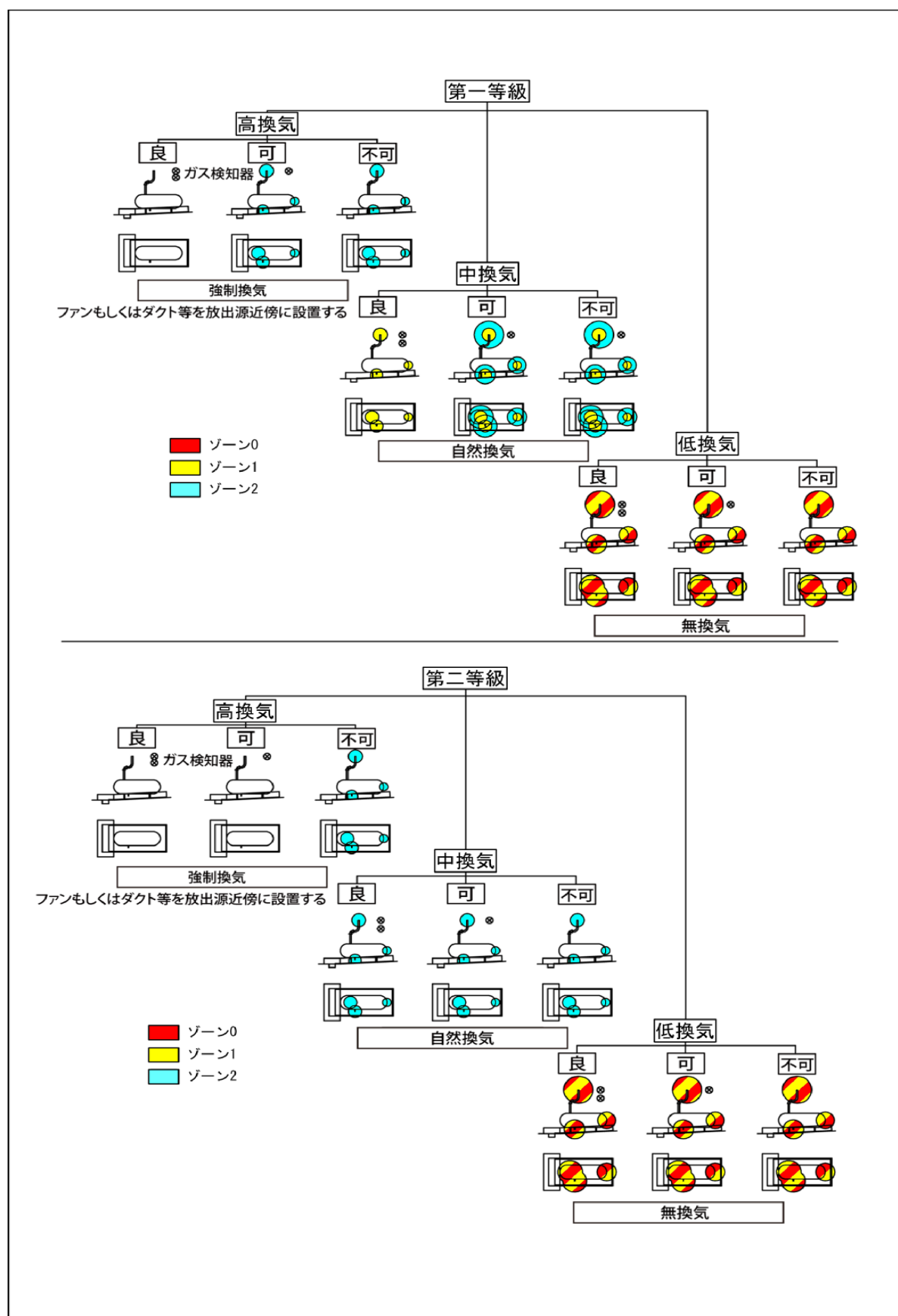


図 2-B.2(6)-2 L P G保管設備



(7) タンクローリー給油設備

タンクローリー給油設備において、放出源等級を第一等級放出源、換気度を中換気、換気有効度を可、として基本の前提条件を設定して危険場所分類を例示する。またその上で、放出源等級として、連続等級放出源及び第二等級放出源の場合の危険場所分類を例示する。

タンクローリーは、IP 規格に従って第二類危険箇所分類される区域内で、通常第二類危険箇所として扱われる。

可燃性蒸気は、自己密閉型連結器を通して、タンクローリー上部にある収集連結管から、給油場所にある下層連結部へパイプで送られる。この連結によって、爆発性ガス蒸気は、爆発性ガス蒸気収集ユニットへ送られ、若しくはこの連結がない場合には、排気口を通して直接大気へ放出される。したがって、区画充填カバーからの給油区域における排気はない。しかしながら、少量の漏出が、接続及び分離の間に、タンクローリーのホース連結箇所から生じることがある。操作の頻度によって、公称半径 1 m の第一類危険箇所となる。この距離は、通常下部給油に利用される自己密閉型連結器が、脱着の際の通常の放出として 10 ml 以下に制限されることを想定している。

排気がない場合に屋外への放出が起こり得る唯一の状況は、過充填防止システムの故障によって、区画の緊急排気に至る場合である。このおそれは、IP 規格が、自己検査機能と二重安全機能の両方を持ち合わせた過充填防止システムの設計を要求しているために、ほとんどあり得ない。したがって、各リリーフバルブの周囲で公称半径 1 m の第二類危険箇所となり、第二等級放出源に指定される。

IP 規格は、英国の産業界で広く使用されている規格で電気部品等が爆発性雰囲気内で使用される場合に 3 次元的な考察も加えたガイドである。

図 2-B. 2(7)-1 タンクローリー給油設備

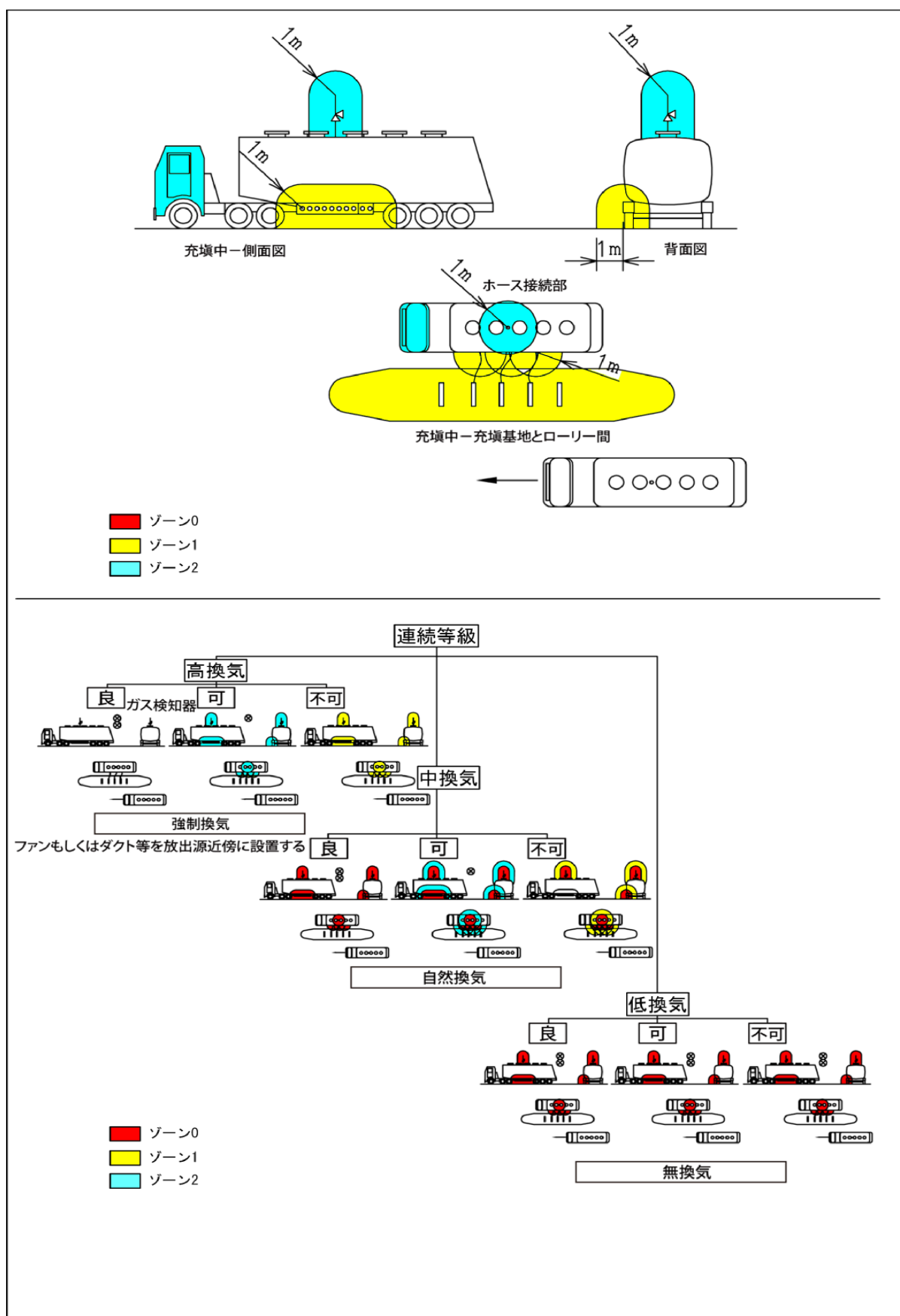
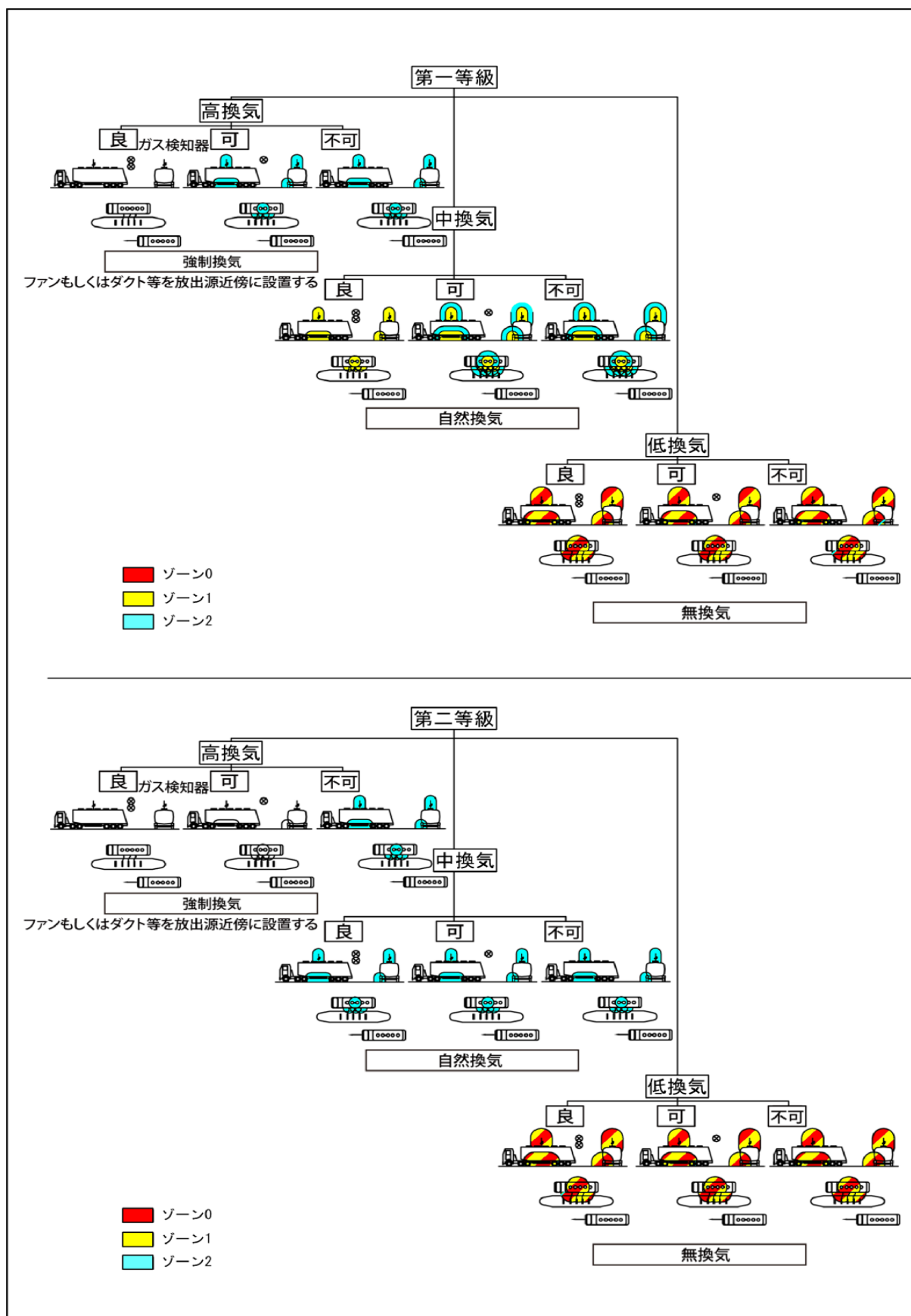


図 2-B.2(7)-2 タンクローリー給油設備



(8) ガソリン給油所

ガソリン給油所において、放出源等級を第一等級放出源、換気度を中換気、換気有効度を可、として基本の前提条件を設定し危険場所分類を例示する。またその上で、放出源等級として連続等級放出源及び第二等級放出源の場合の危険場所分類を明示する。

通常運用の場合、図示された範囲に危険箇所が設定されるが、これらはディスペンサーからの距離に依存することになる。地下タンクに貯蔵されたガソリンは、機械式ポンプによって吸い上げられ計量メータを介してディスペンサーに供給され、車の給油口から注入される。ガソリン給油所は、主に屋外空間に設置される場合がほとんどであるが、その設置環境は都会と地方ではかなり換気の点で違う場合がある。ただし換気有効度についてはその両者に大差はなく、また放出源についても連続等級とはならず第一等級若しくは第二等級とするのが具体的運用状況、頻度を考えて決定する。

図 2-B. 2(8)-1 ガソリン給油所

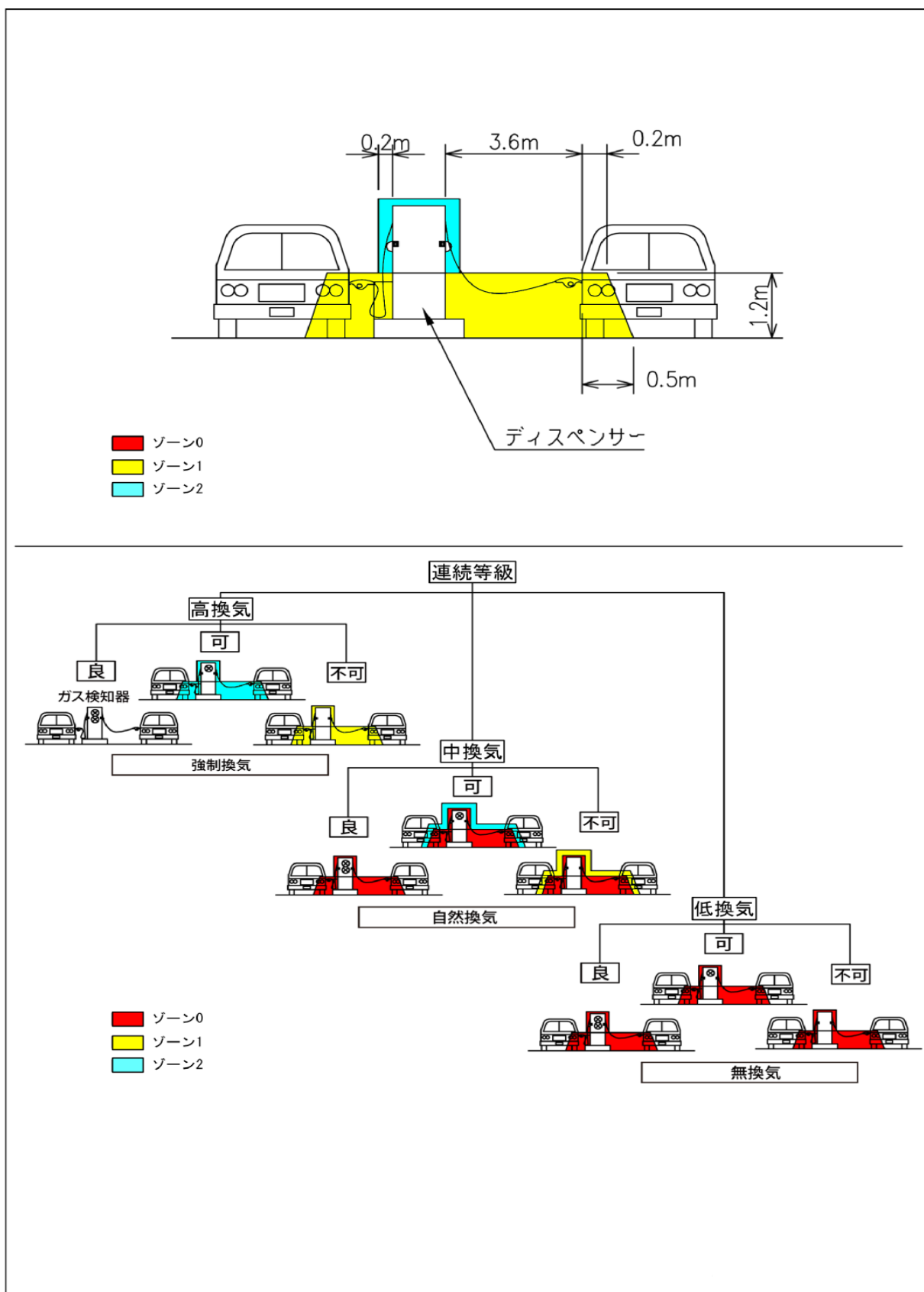
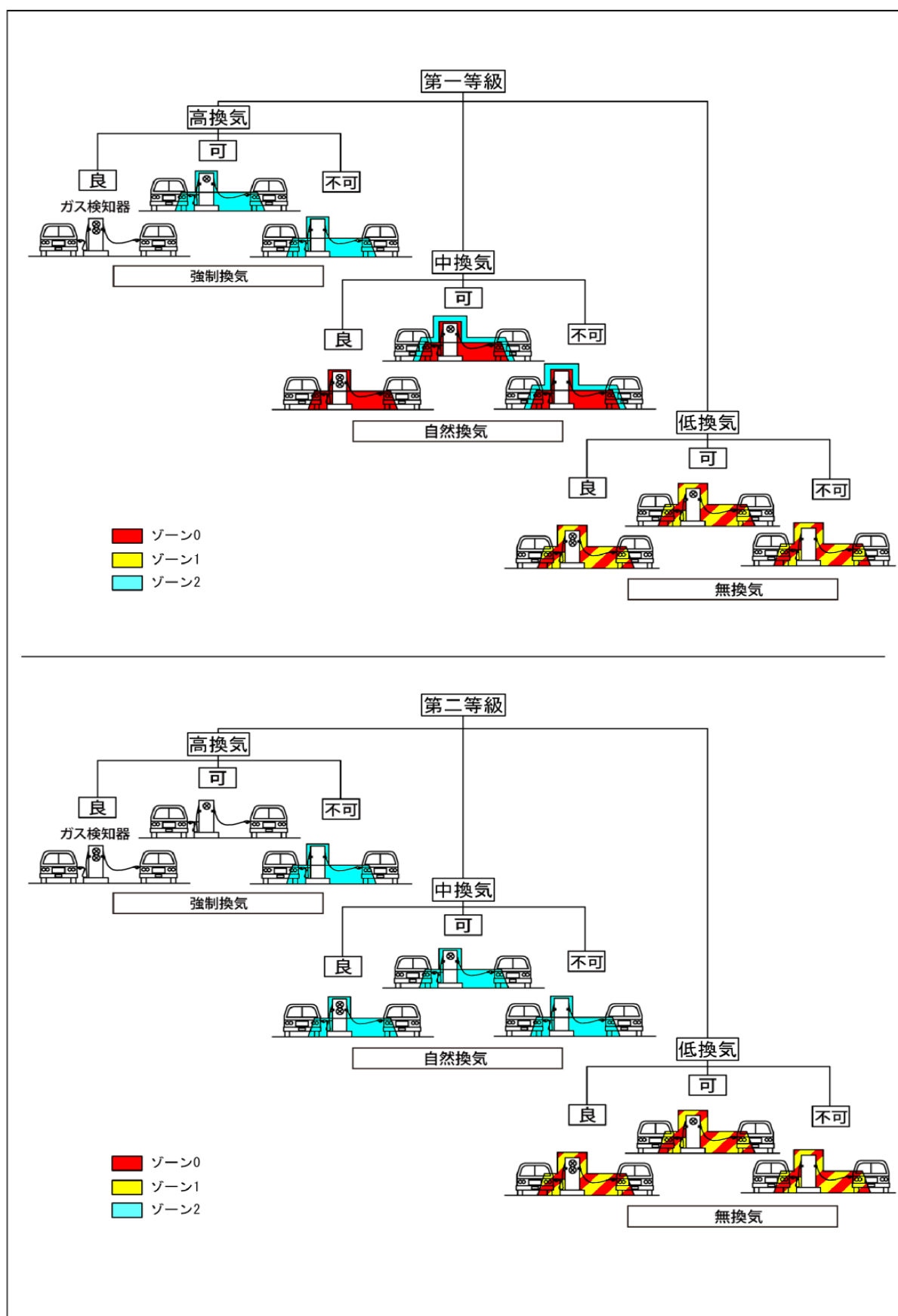


図 2-B. 2 (8)-2 ガソリン給油所



附属書 2-C 危険半径設定例

本附属書では、IP 規格の計算から分散モデリングに基づく危険半径計算の背景を抽出して提供する。分散モデリングは、IP 規格で引用した各放出源について、危険半径 R_1 を決定するために用いられた。本附属書の表は、同じアプローチとプロセス流体を使用している。しかしながら、これらの表は、より広範なプロセス条件を取り扱っていることから、必要な場合にはより正確な危険半径の見積を得るために使用することができる。

(1) 分散モデリングの基礎

分散モデリングは、カテゴリ A、B、C、G(i)及び G(ii)の代表的な流体に対して実施された。使用された組成を表 2-C.1 に示す。更に、分散モデリング中に使用された物理的パラメータを表 2-C.2 に示す。実際の可燃性流体の組成又は分散パラメータがここで使用するものから大きく異なっている場合は、固有の分散モデリングを実施して安全な危険半径を確認する。

表 2-C.1 流体の組成及び爆発下限界 (LEL)

流出成分 (mol %)	流体カテゴリ					LEL (vol %)	分子量 (g/mol)	沸点 (°C)
	A	B	C	G(i)	G(ii)			
N ₂ 窒素	0.00	0.00	0.00	2.00	2.00	-	28.01	-196
C ₁ メタン	0.00	4.00	0.00	88.45	10.00	5.00	16.04	-161
C ₂ エタン	0.00	0.00	0.00	4.50	3.00	3.00	30.07	-87
C ₃ プロパン	70.00	6.00	1.00	3.00	3.00	2.10	44.09	-42
C ₄ ブタン	30.00	7.00	1.00	1.00	1.00	1.80	58.12	-1
C ₅ ペンタン	0.00	9.00	2.00	1.00	0.00	1.40	72.15	36
C ₆ ヘキサン	0.00	11.00	3.00	0.00	0.00	1.20	86.17	69
C ₇ ヘプタン	0.00	16.00	3.00	0.00	0.00	1.05	100.20	98
C ₈ オクタン	0.00	22.00	27.00	0.00	0.00	0.95	114.23	126
C ₉ ノナン	0.00	0.00	25.00	0.00	0.00	0.85	128.26	151
C ₁₀ デカン	0.00	25.00	38.00	0.00	0.00	0.75	142.28	173
H ₂ O 水	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00	—	18.02	100
二酸化炭素	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	—	44.01	-78
水素	0.00	0.00	0.00	0.00	80.00	4.00	2.02	-253
平均 MW (g/mol)	48.30	100.06	125.03	18.74	7.03			
LEL (vol %)	2.00	1.05	0.86	4.6	4.00			
LEL (kg/m ³)	0.039	0.042	0.043	0.034	0.011			

(IP の「IP15 をサポートする計算」の表 2)

IP Model Code of Safe Practice in the Petroleum Industry 附属書 C—Part3 の tableC7 から引用した。

(2) 分散モデリングに基づく危険半径「検索」表

IP規格で機器のアイテムについて引用された放出孔寸法に対する適切な危険半径は、表 2-C.3(a)及び(b)から直接読み取ることができる。機器がIP規格で取り扱われていない場合は、孔寸法を過去のデータ又は合成手法によって決定することができる。

表 2-C.3(a)及び(b)に定める数値は、例示された流体に固有のものである。これらの流体の放出速度は、貯蔵温度約 20 °C (英国の夏の温度の毎日の平均を反映して選択された温度)での小さな変動にはほんの僅かしか左右されない。他の流体は、温度の変化にもっと感受性が強い場合がある。

なお、典型的ガス3種についての危険半径を図示したものを図 2-C.1～図 2-C.4 に示す。

表 2-C.2 分散モデルに使用される物理的パラメータ

標準状態	値
周囲温度	20 °C
相対湿度	70 %
風速	2 m/s
基準高度	10.0 m
安定性クラス	D
表面粗さ	0.03 m
サンプル時間	18.75 s
放出高さ	1.0 m
容器温度	20 °C
放出方向(風向との関係において)	0 度

表 2-C.3(a) 危険半径 (R₁)

流体カ テゴリ	放出圧力 (bar(a))	放出流量 (kg/s)				危険半径 R ₁ (m)			
		放出孔直径				放出孔直径			
		1mm	2mm	5mm	10mm	1mm	2mm	5mm	10mm
A	5*	0.01	0.04	0.3	1	2	4	8	14
	10	0.01	0.06	0.4	1.5	2.5	4	9	16
	50	0.03	0.14	0.9	3.5	2.5	5	11	20
	100	0.05	0.2	1.2	5	2.5	5	11	22
B	5	0.01	0.04	0.3	1	2	4	8	14
	10	0.02	0.07	0.4	1.7	2	4	9	16
	50	0.04	0.15	1	4	2	4	10	19
	100	0.06	0.2	1.4	5.5	2	4	10	20
C	5	0.01	0.06	0.3	1.1	2	4	8	14
	10	0.02	0.1	0.4	1.7	2.5	4.5	9	17
	50	0.04	0.2	1	4	2.5	5	11	21
	100	0.06	0.25	1.4	6	2.5	5	12	22
G(i)	5	0.001	0.002	0.02	0.06	<1	<1	<1	1.5
	10	0.001	0.005	0.03	0.1	<1	<1	1	2
	50	0.007	0.03	0.2	0.7	<1	1	2.5	5
	100	0.015	0.06	0.4	1.5	<1	1.5	4	7
G(ii)	5	0.0004	0.001	0.01	0.04	<1	<1	1.5	3
	10	0.001	0.003	0.02	0.07	<1	1	2	4
	50	0.004	0.02	0.1	0.4	<1	2	4	8
	100	0.007	0.03	0.2	0.7	1	2	6	11

表 2-C. 3(b) 地表面での危険半径 (R2)

流体カ テゴリ	放出圧力 (bar(a))	放出流量 (kg/s)				危険半径 R ₁ (m)			
		放出孔直径				放出孔直径			
		1mm	2mm	5mm	10mm	1mm	2mm	5mm	10mm
A	5	0.01	0.04	0.3	1	2	4	16	40
	10	0.01	0.06	0.4	1.5	2.5	4.5	20	50
	50	0.03	0.14	0.9	3.5	3	5.5	20	50
	100	0.05	0.2	1.2	5	3	6	20	50
B	5	0.01	0.04	0.3	1	2	4	14	40
	10	0.02	0.07	0.4	1.7	2.5	4	16	40
	50	0.04	0.15	1	4	2.5	5	17	40
	100	0.06	0.2	1.4	5.5	3	5	17	40
C	5	0.01	0.06	0.3	1.1	2.5	4	20	50
	10	0.02	0.1	0.4	1.7	2.5	4.5	21	50
	50	0.04	0.2	1	4	3	5.5	21	50
	100	0.06	0.25	1.4	6	3	6	21	50
G(i)	5	0.001	0.002	0.02	0.06	<1	<1	1	2
	10	0.001	0.005	0.03	0.1	<1	<1	1.5	3
	50	0.007	0.03	0.2	0.7	<1	1.5	3.5	7
	100	0.015	0.06	0.4	1.5	1	2	5	11
G(ii)	5	0.0004	0.001	0.01	0.04	<1	<1	2	4
	10	0.001	0.003	0.02	0.07	<1	1	2.5	5
	50	0.004	0.02	0.1	0.4	1	2	6	11
	100	0.007	0.03	0.2	0.7	2	3	9	14

* 流体の貯蔵温度 20 °Cにおいて、公称放出圧力 0.5 bar(a)は、流体カテゴリ A の飽和蒸気圧よりも下である。
放出率及び分散の計算には、飽和蒸気圧 (6.8 bar(a)) が使用された。

典型的ガス3種についての図示

天然ガス、水素/H₂ ●●●●●

プロパン ———

<G(i)> <G(ii)>

放出穴径(1mm) 放出圧力(5bar)

危険半径

地表面危険半径

●流出孔

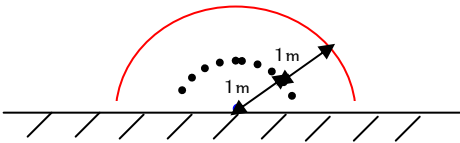
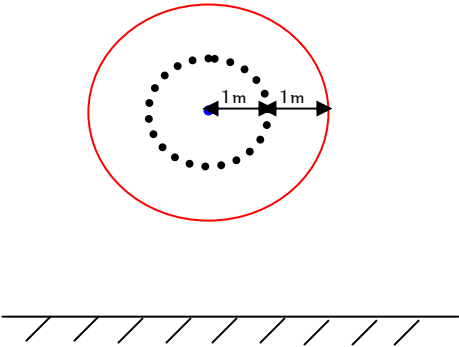


図 2-C. 1 危険半径

図 2-C. 2 地表面危険半径

天然ガス — 水素/H₂ プロパン —

<G(i)> <G(ii)>

放出穴径(5mm) 放出圧力(10bar)

危険半径

地表面危険半径

●流出孔

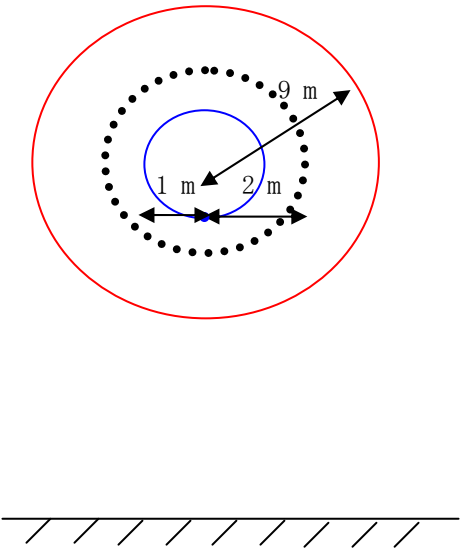


図 2-C. 3 危険半径

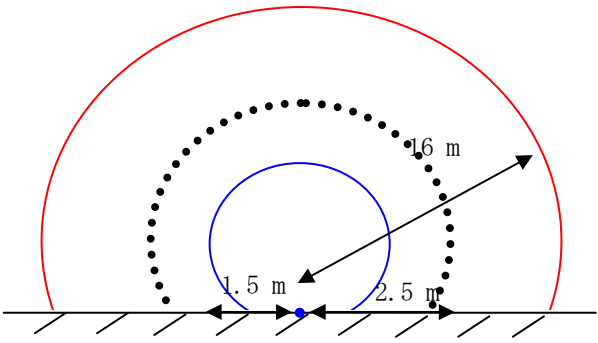


図 2-C. 4 地表面危険半径

第3章 防爆電気設備の施設

3.1 一般事項

3.1.1 適用範囲

本章は、危険場所(爆発性雰囲気が存在する場所)に施設する防爆電気設備の施工に関連する一般事項、電気火花の危険に対する配慮、電氣的保護、及び防爆電気配線について定めたものである。

なお、危険場所における防爆電気設備は、本章に示す要件を十分に考慮するほか、本章に定めていない事項は、非危険場所の設備の要件、例えば「電気設備に関する技術基準を定める省令(以下、「電気設備技術的基準」という。)、「内線規程」などに該当する規定がある場合は、それに準拠して施工するものとする。

3.1.2 用語の意味

本章で用いる主な用語の意味は次のとおりとする。なお、本章以外で用いるこれらの用語の意味も同様とする。

(1) 充電部

運転状態において、電圧が印加される導体又は導電部。

(2) 非充電金属部

電気機器の金属製外被、端子箱など、外部から容易に触れることができるような金属部分。

(3) 電路外金属部

電線管、電線管用附属品、ケーブルの金属製がい装及び金属シース、金属構造物などのように、電気機器を構成しない金属部分。

(4) 防爆電気配線

ケーブル、絶縁電線及びその他の配線材料を使用し、爆発性雰囲気中での使用に適するように構成された電路。

(5) 移動電線

固定した電源と移動用電気機器を接続する電線で、固定造営物などに設置しないで使用するもの。

(6) シーリング

金属管配線を用いた防爆電気設備において、防爆電気機器の防爆性能を保持するために、電線管路内を通して爆発性雰囲気が流動し若しくは爆発の火炎が伝播し、又は粉じんや水などの異物が侵入するのを防止するために、シーリングコンパウンドを用いて電線管路内の空隙を部分的に密封遮断するもの。

(7) 接続箱

金属管配線工事又はケーブル配線工事において、これらの防爆電気配線間の接続をする部分であって、ケーブルとケーブル、絶縁電線と絶縁電線及びケーブルと絶縁電線との接続に使用される筐体をいい、危険場所で使用される場合は、防爆性能を有する。

— 解 説 —

接続箱と端子箱(ターミナルボックスと呼ぶこともある。)は、同義語として使用されることがあるが、本ガイドで言う接続箱は、防爆電気配線間で使用されるのに対し、端子箱は、外部導線と防爆電気機器を接続するのに使用する箱であり、それ以外の用途には使用できない。端子箱は、独立して防爆性能を有するので工事の不良など不具合が生じた場合の原因究明や責任の所在を明らかにするための一助となる。

(8) ボックス類(ジャンクションボックス、プルボックス類)

ボックス類とは、防爆電気配線を分岐するのに使用する筐体をいい、ボックス内でのケーブル又は絶縁電線の接続は行わない。

— 解 説 —

接続箱とジャンクションボックスとは、同義語に使用されることが多いが、本章では、容器内で接続する箇所があれば、接続箱、接続箇所がなく、単に分岐のみに使用する筐体は、ボックス類(ジャンクションボックス)と定めた。

3.1.3 防爆性保持の基本

防爆電気設備は、その防爆性能を確保するために、次の点に留意して施工する。

- (1) 防爆電気設備の施工に際しては、施工図との照合を十分に行うとともに、防爆電気機器の取付け及び配線との接続並びに検査及び調整を入念に行うこと。
- (2) 配線におけるケーブル及び絶縁電線の通電時の温度上昇は、絶縁体及びシースの許容温度並びに対象とする可燃性物質に対して、十分に余裕をもつ許容温度のものであること。
- (3) ケーブル配線においては、ケーブルの機械的及び電氣的な安全度を増加するのが危険箇所での考え方の基本である。例えば、潜在的発火源をもつケーブルとその接続部については、保護層及び絶縁体の損傷又は劣化、断線、接続部の緩みなど、潜在的発火源が顕在化するような異常状態又は故障が起こらないように、ケーブルの外傷保護及び接続部の強化などを行う。すなわちケーブル配線では、その安全度が、使用するケーブルの種類と布設方法及び外傷に対する保護方法に大きく依存するため、適切な保護措置を講じる。また、危険場所における電路の接続は、防爆性能が確認された接続箱の中で行う。

— 解 説 —

- ①シース又は絶縁材に PVC を使用したケーブルは、布設時、ケーブルの低温化によって発生しやすくなる損傷を防ぐよう予防措置をとることが望ましい。
- ②架橋ポリエチレン絶縁ビニルシースケーブル(CV ケーブル)等は、絶縁層内に侵入した微量の水分や異物が経時変化によって絶縁劣化、絶縁破壊すること考えられるので十分な保護対策を施す。

- (4) 金属管配線は、潜在的発火源をもつ絶縁電線を、厚鋼電線管と厚鋼電線管用附属品から成る電線管路に納め、これらの電線管路と、防爆電気機器又は接続箱との接続部に防爆構造に応じた防爆性能をもたせたのが金属管配線の考え方である。

このように防爆性能を電線管路にもたせるために、金属管配線では、防爆性能をもった電線管用附属品を使用し電線管と、電線管用附属品、又は防爆電気機器とのねじ結合部は、JIS B 0202 (管用平行ねじ)に規定する管用平行ねじによる完全ねじ部で、山数は 5 山(爆発等級3及びグループⅡCの危険箇所で使用される場合に対しては 6 山)以上結合させる。電線管のねじ山の公差は、JIS B 0209-1 による公差域 6 g 以上とする。なお、高圧配線は、金属管配線としてはならない。

- (5) 本質安全防爆回路(以下、本安回路という。)の配線は、本安機器相互を接続する配線及び本安機器と本安関連機器とを接続する配線が本安回路の配線に該当する。これらの回路においては、関係する機器及び配線の電氣的パラメータを考慮し、正常状態だけでなく、想定した故障状態においても、発生する電気火花又は高温部が爆発性雰囲気に対して顕在的及び潜在的発火源とならないことが確認されている。したがって、本安回路の配線の防爆性は、配線自体で成立するのではなく、主として接続される機器と配線の電氣的パラメータ(浮遊インダクタンス、浮遊キャパシタンスなど)によって成立するものである。なお、本

安回路の配線は、他の回路と混触しないように、また他の回路から静電誘導及び電磁誘導を受けないような措置を講じる。

- (6) 防爆電気機器へのケーブルグランド及び電線管(シーリングフィッティングを含めて)の接続は、当該防爆電気機器の防爆構造に適合するものとする。

— 解 説 —

- ①使用ケーブルの選定に際しては、防爆電気機器の防爆性能に有害な影響を及ぼすおそれのあるコールドフロー特性を示す材料を用いていないかの確認を行うこと。やむを得ず、そのようなケーブルを使用する場合には、例えばコールドフロー特性をもつケーブルの一部(パッキンによる圧縮部)に作用するパッキン方式ではなく、固着式などの適切なケーブル引込装置を採用する。ただし、使用するケーブル引き込み器具は検定に合格した条件のものとする。
- 難燃ケーブルは一般には、コールドフローの特性を示す。
- ②コールドフローとは、熱可塑性材料に周囲温度に起因する圧力がかかるときに、連続的に応力を受けることによって連続的塑性変形を起こす現象である。
- ③ケーブルグランドにケーブルのクランプ機構がない構造の場合には、ケーブルグランド以外の箇所適切に固定する。
- ④防爆電気配線においては、比較的容易に防爆性能が得られる、ケーブルグランドを使用したケーブル工事を採用することが望ましい。

- (7) ダクト、配管又はトレンチ(溝)を用いてケーブルを布設する場合、可燃性液体又は可燃性ガス蒸気が当該場所から他の場所に流出入しないように措置する。

そのための措置としては、ダクト、配管及びトレンチ内をシーリングする方法がある。トレンチの場合には、砂の充填などが有効である。なお、これらのダクト等において、例えば、圧力差がある場合にはケーブル自身も必要に応じてシーリングする。

- (8) 電気回路が非危険場所から危険場所を通過して他の非危険場所へ至る場合には、危険場所での配線方式は通過する危険場所の要件に適合したものとする。
- (9) 防爆電気機器及びこれに接続される配線の過負荷、短絡、地絡などの事故を速やかに検出し、発火源となることを抑制するために必要な電氣的保護装置を設ける。
- (10) 防爆電気設備の施工の際に使用する電気機器類(検査機器類などを含む。)は検定に合格した機器を使用する。
- (11) 設備の設置に際しては、計画書及び危険箇所の分類、危険箇所における作業手順、配線と機器との接続及び試運転調整等の確認作業を入念に行う。
- (12) 防爆電気設備の使用期間を通して防爆性能を維持するために、設備の初期点検、定期点検及び管理責任者による通常の保守及び定期点検を適宜実施する。
- (13) 固定配線用のケーブルには延焼特性を備えたものを使用するか、又は防火区画を超えて延焼しないよう対策を施したケーブルを使用する。

3.1.4 環境に対する配慮

一般に、防爆電気設備は、標準的な環境条件下で使用することを前提とする。これと異なる環境や、湿気の多い場所、腐食又は化学的影響(溶剤など)のある場所、他より熱の影響を受ける場所、構造物などによる振動を受けやすい場所、埋め立て地等で地盤沈下が想定される場所に設置する場合には、それらに対する対策を講じる。

— 解 説 —

- ①防爆電気設備の設置工事における水気、湿気、腐食、熱及び振動などの影響に対する考慮については、参考資料5(防爆電気設備における水気、湿気、腐食、熱及び振動の対策)を参照のこと。
 - ②標準的環境条件とは、温度-20 ～+40 ℃、大気圧 80～110 kPa、酸素濃度 21 %以下の大気中において使用されることをいう。
-

3.1.5 発火能力のあるスパークに対する保護

安全にかかわる基本的な原理は、筐体又は容器を流れる地絡電流(大きさ、持続時間のいずれか、又はこれらの組合せ)を制限することである。

考えられるすべてのシステムを網羅することは困難であるが、本安回路を除く特別危険箇所、第一類危険箇所及び第二類危険箇所における防爆電気設備に対しては、等電位化を必要とする。TN 系統、TT 系統及び IT 系統において、すべての外部につながる露出導電部は、接地極あるいは等電位ボンディングシステムに接続する。

等電位ボンディングシステムは保護導体、金属電線管、ケーブルの金属シース、金属がい(鎧)装及び構造物の金属部を含んでもよいが、中性線を含まない。接続部は、緩むことがないように締め付ける。

露出導電部が、接地極あるいは等電位ボンディングシステムに接続した構造物又は配管に堅固に固定され、十分な導電性を確保した状態で接触しているときは、露出導電部を個々に接地極あるいは等電位ボンディングシステムに接続する必要はない。例えば、ドア又は窓のフレームのように電位差が生じないものの場合、構造物又は設備の一部でない導電性部材は、接地極あるいは等電位ボンディングシステムに接続する必要はない。

さらなる情報は、JIS C 60364-4-41 の箇条 413(間接接触保護)を参照のこと。

— 解 説 —

TN-C 等の系統接地の種類については、参考資料6(IEC規格 60364-3 による系統接地の種類)を参照。

3.2 地絡と過電流保護

3.2.1 適用範囲

本節は、危険場所に設置する防爆電気設備において、地絡によって電気火花又は高温が発生して発火源となることを抑制するために必要な事項を定めたものである。

なお、「電気設備技術基準の解釈」と、ここで定めた防爆上必要な事項に加え、感電や火災防止のため、特に必要な事項がある場合には、それらの基準に適合するよう措置する。

— 解 説 —

- ①本節は、地絡を検出して速やかに電路を遮断し、発火源となる確率を少なくすることを目的として定めたものである。
 - ②感電や火災防止のための措置については、労働安全衛生規則第 333 条、第 334 条(移動用又は可搬用電動機械器具による感電防止)及び電気設備に関する技術基準を定める省令第 15 条(地絡に対する保護対策)に定められている。
-

3.2.2 非接地式電路における地絡保護

非接地式電路においては、次の点に注意し、1線に地絡を生じた場合は直ちに電路を遮断する。ただし、故障回路を遮断することによって、波及事故へ発展するおそれがある場合を除く。

(1) 非接地式電路の構成

(a) 非接地式電路は、絶縁性能を保持できるよう、絶縁監視装置を設けるか、定期点検によって絶縁性能を確認するか又は両方の措置をとる。

(b) 非接地式電路の配線が、他の高圧又は電路より静電誘導を受けて異常を生ずるおそれのある場合は、これを防止する措置を講じる。

(2) 非接地式電路における地絡保護

(a) 電路に地絡警報装置を設置した場合、警報装置の感度はできる限り高くし、極めて軽微な地絡も検知できるようにする。

(b) 波及事故へ発展するおそれがある場合には、遮断後も安全が確保されることを速やかに確認した上で故障回路を遮断する。

— 解 説 —

危険場所における低圧電路の接地方式としては、地絡による発火危険を抑制すること及び通電したままで地絡点を探知できる場合が多いことなどの面で、一般に接地式より非接地式の方が好ましい。しかし、非接地式電路の場合には、異常電圧の抑制が必要であり、特に、他の電路等からの静電誘導を防止する措置を講じる場合などがあるので、非接地式について十分な理解をもつ技術者が管理する。

3.2.3 接地式電路における地絡保護

接地式電路においては、1 線に地絡を生じた場合は直ちに故障回路を遮断する。ただし、故障回路を遮断することによって、波及事故へ発展するおそれがある場合は、地絡自動警報装置を使用する。

— 解 説 —

危険場所で地絡に起因する発火危険を抑制するためには、地絡遮断装置が作動するための感度電流及び遮断時間をできる限り小さくしておくことが求められる。

3.2.4 過電流保護

電路に過電流が流れた場合、直ちに電路を遮断する。ただし、故障回路を遮断することによって、波及事故へ発展するおそれがある場合を除く。

(1) 故障回路を遮断することによって、波及事故へ発展するおそれがある場合は、自動警報装置によることができる。この場合には、できるだけ早く遮断を妨げる原因を排除する。

(2) 安全増防爆構造の電動機については、追加して次の要件に適合するものとする。

(a) 高圧電動機の保護等級がIP44 未満の場合には、その電動機は建屋内に設置するとともに、設備を熟知した責任者の通常監視の下で運転する。

(b) 一般的に電流動作形保護装置で制御される電動機は、始動時間が短くかつ始動頻度が少ない連続運転に使用する。長い始動条件又は高頻度の始動用として設計された電動機は、原則として安全増防爆構造にはできない。

3.3 接地

3.3.1 適用範囲

本節は、危険場所に設置する防爆電気設備において、接地設備を構築するために必要な事項を定めたものである。なお、「電気設備技術基準の解釈」及びここで定めた防爆上必要な事項に加え、感電や火災防止のため特に必要な事項がある場合は、それらの基準に適合するよう措置する。

3.3.2 電路の接地方式

電路の接地方式は、次の非接地式と接地式の2種類に大別される。

(1) 非接地式

電路を系統接地していないもの(電路の地絡を検出するために、電路の中性点等を極めて高いインピーダンスで接地したものを含む。)をいう。危険場所においては、この方式を採用することが望ましい。

(2) 接地式

電路を系統接地したもの、すなわち、その1線又は変圧器の中性点を接地したもので、直接接地式だけではなく、抵抗接地式も含むものとする。

(a) TN 系統[中性線 (N) 及び保護導体 (PE) をもつ系統]

危険場所において TN 系統を用いる場合、危険場所内では TN-S[独立した中性線 (N) 及び保護導体 (PE) をもつ系統]とする。危険場所内では、TN-C のように中性線と保護導体を互いに接続したり、1本の導体で共用してはならない。保護導体は、TN-C から TN-S へ移行した地点で、非危険場所の等電位ボンディングシステムへ接続する。

— 解 説 —

危険場所における中性線と保護導体(PE)との間の漏えい電流の監視を行う。

(b) TT 系統(電力系統及び露出導電部を独立して接地する系統)

第一類危険箇所等 TT 系統を用いる場合は、地絡電流保護装置を設ける。

次の場合はこの方式を採用してはならない。

a) 土壌抵抗が高いところ

b) 特別危険箇所

(c) IT 系統(中性点を大地から絶縁、又はインピーダンスを介して接地する系統)

IT 系統を用いる場合、最初の地絡を検知できる絶縁監視装置を設ける。

— 解 説 —

補助接地極あるいは等電位ボンディングとしての局所的な接地が必要な場合がある(JIS C 60364-4-41 を参照)。

3.3.3 接地保護導体

接地する対象物と電力系統の中性点とを接続する導体又は対象物と接地極とを接続する導体(以下、接地保護導体という)及びこの接地に使用される電線(以下、接地線という。)の布設は、次による。

(1) 接地保護導体には、原則として 600 V 絶縁電線又は裸銅より線、若しくは裸アルミより線を使用し、その

太さは、地絡電流を安全に流せるものであること。

- (2) ケーブル配線においては、線心の一つを接地保護導体として使用してもよい。ケーブルの金属製がい装によって予想される最大地絡電流を安全に流し得ることが明らかな場合は、これを接地保護導体として利用することができる。
- (3) 金属管路が予想される最大地絡電流を安全に流し得る場合は、これを接地保護導体として利用することができる。なお、この場合、ねじ結合部には、原則としてボンディングする必要はない。
- (4) 上述(2)又は(3)によらないで、別個の接地保護導体を用いて接地する場合には、外傷を受けないように保護管などで保護すること。原則として、保護管は非磁性体でなければならない。
- (5) 移動用防爆電気機器の配線においては、使用状態で確実に接地保護導体と接続できること。移動電線の線心の一つを接地線として使用し、その両端をそれぞれ移動用防爆電気機器の端子箱内の接地端子及び差込接続器のプラグの内部接地端子に接続して行う。
- (6) 接地保護導体として使用する電線又は線心は、絶縁被覆が緑色か又は緑色と黄色の縞模様を使用すること、やむを得ず他の色のものを使用する場合には、その接続部分に緑色のテープを巻くなどして接地線であることを表示する。ただし、裸導線を採用する場合はこの限りでない。

— 解 説 —

- ①地中に埋設した接地幹線は裸導体でもよい。
- ②接地線の太さの選定については、当該電気機器の容量を考慮するほか、接地線を露出して配線する場合は、特に、機械的に丈夫なものが必要である。一般的には使用電線と同じ太さにすることが望ましい。
- ③金属管配線における金属管路を接地線として利用する場合に、原則としてボンディングする必要はないとしたのは、ねじの加工後、防食剤等を塗布してねじ結合した場合でも、ねじ結合が十分であれば、電氣的に接続されていると考えられるからである。

3.3.4 接地抵抗値

接地抵抗値は、「電気設備技術基準の解釈」による他、できるだけ低くする。ただし、構造体接地方式などの等電位接地方式を採用する場合は、その方式による。

接地抵抗値を低減させることや個別接地の構築が困難な場合は、等電位化を図ることが望ましい。

3.3.5 接地極

接地極は、「電気設備技術基準の解釈」による他、次の点に注意し、設備だけでなくプラント全体として接地システムを構築すること。

- (1) 個別接地方式、構造体接地方式、共用接地方式の選定
- (2) 網状電極、棒状電極、板状電極、線状電極、環状電極の選定
- (3) 定期的な接地抵抗測定

3.3.6 非充電金属部及び電路外金属部の保護接地の対象

危険場所に設置する非充電金属部(防爆電気機器の金属製外被、端子箱等)ならびに電路外金属部(電線管、同付属品、ケーブルの金属製がい装及び金属製シース等)は、「電気設備技術基準の解釈」と3.3.2及び3.3.3に従ってすべて接地すること。

— 解 説 —

非充電金属部及び電路外金属部の保護接地は、接地式電路のみでなく、非接地式電路に使用されるものも接地すること。また、「電気設備技術基準の解釈」において、D種、C種及びA種接地工事の対象として定められたものだけでなく、そこで接地工事の適用を受けなかったものもすべて接地することとした。

3.4 静電気及び雷保護

設備の設計を行う際には、静電気及び落雷による影響を考慮すること。これらの対策については、関係する法規又は規格等に準拠する。

— 解 説 —

- ①静電気に対する対策に際しては、労働安全衛生総合研究所が発行する技術指針「静電気安全指針」を参照のこと。
 - ②関係法規の例を示すと次のとおりである。
 - ①コンビナート等保安規則 第10条36号、37号
 - ②危険物の規制に関する規則 第13条の2の2、第28条の42
 - ③危険物の規制に関する規則(政令) 第9条19号、第10条1項14号、第11条1項14号、第19条
-

3.5 電気防食が施された金属部

電気防食が施された金属部が危険場所内に設置される場合は、その電位が無視できるほど低いものであっても、電位的には危険な電路外金属部(特に外部電源方式の場合)とみなされる。電気防食を施設する場合は、次の事項に留意する。

- (1) 特別危険箇所に適用可能な特殊設計が施されていない限り、特別危険箇所における金属部の電気防食はしてはならない。
- (2) 電気防食に必要な絶縁部、例えば、配管及び軌道内の絶縁部は、非危険場所に配置することが望ましい。
- (3) 等電位接地系が電気防食した設備と接続することを前提として特別に設計したものでない場合、電気防食した設備は、接地極あるいは等電位ボンディングシステムに接続してはならない。

— 解 説 —

例えば、出荷設備の配管の接続に絶縁フランジを用いる場合などでは、車両と固定設備との間の等電位化には特別の手段が必要となる。3.4(静電気及び雷保護)の解説を参照のこと。

3.6 工事施工上の留意事項

- (1) 外部の影響

防爆電気機器は、防爆性に悪影響を与えるおそれがある外部の影響(例えば、化学(腐食性溶剤など)、機械、振動、熱、湿度等)を受けないように選定し、据え付ける。

- (2) 構成材料としての軽金属

軽金属は、摩擦のある接触状態では発火能力のあるスパークを引き起こすことが実証されているので、ダクト等、その外部構造に軽金属を含む機器を配置する場合には、特別な考慮を払う。

- (3) 移動用機器の取扱い

移動用機器は、それを使用する以外に合理的な方法がない場合を除き、危険場所では使用しないこと。

3.7 可燃性ガス蒸気が存在する場所での電気配線

可燃性ガス蒸気が存在する場所に電気配線を布設する際に準拠すべき原則を示せば、次のとおりである。

3.7.1 配線一般

- (1) 配線方法は、次のいずれかによって布設する。(表 3-1 参照)
 - (a) ケーブル配線
 - (b) 金属管配線
 - (c) 移動用防爆電気機器の配線
 - (d) 本安回路の配線
- (2) ケーブル配線又は金属管配線と防爆電気機器との接続は、3.7.2 に定める手順(配線の防爆電気機器への引込み)に従って行う。
- (3) ケーブル配線又は金属管配線を引き込むために防爆電気機器に設けられた予備の引込み穴は、その防爆電気機器の製造者が指定する(検定に合格した)閉鎖用部品で密閉する。
- (4) ケーブル配線の保護管又は金属管配線の配管には、必要に応じて、可燃性ガス蒸気の流動を防止するためのシーリングを施す。
- (5) 異なる危険場所相互間又は危険場所と非危険場所との間を通過する配線は、次のような現象が発生しないよう、防止策を講じる。
 - (a) 爆発性雰囲気が一方向から他方へ流動する。
 - (b) 爆発性雰囲気がダクト内部などに滞留する。

3.7.2 配線の防爆電気機器への引込み

配線の防爆電気機器への引込方式は、防爆電気機器に組み込まれたケーブルグランド又はシーリングフィッティングを使用し、防爆電気機器の防爆性能を損なわないように施工する。

— 解 説 —

防爆電気機器の検定範囲は外部導線の引込器具までである。したがって、防爆電気機器には必ず引込器具が取り付けられて工場から出荷される。各引込方式の事例を図 3-1、図 3-2 及び図 3-3 に示す。

- (1) ケーブル配線によって引込む場合は、当該防爆電気機器の検定合格を取得したケーブルグランドを使用する。

なお、ケーブルグランドの使用法等は、製造者が作成した取扱説明書に従って行う。
- (2) 金属管配線の防爆電気機器への引込方式は、防爆電気機器に組み込まれたシーリングフィッティングを使用し、防爆電気機器の防爆性能を損なわないように施工する。シーリングフィッティングは、検定合格時に指定された取付け位置の範囲内に設け、指定されたシーリングコンパウンドを充填し、防爆性能を保持できるようにする。
- (3) 独立した端子箱又は防爆電気機器への配線の引込方式と配線の種類との適用は、表 3-1 に例示する。

表 3-1 引込方式に応じた配線の適用例

配線方式 引込方式	ケーブル配線				金属管配線	移動 電線
	ゴム、プラスチックケ ーブル	波付鋼管、鋼帯 がい装ケーブル	鉛被ケーブル	MIケーブル	絶縁電線	
パッキン式	○	○	○			○
電線管ねじ結合式					○	
固着式	○	○	○			
MIケーブル用 耐圧スリーブ金具式				○		

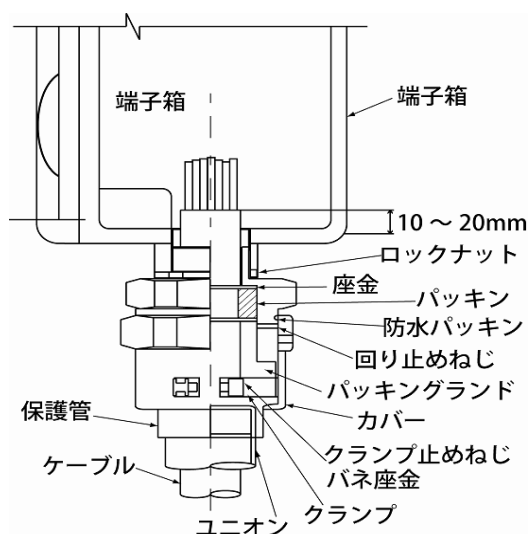


図 3-1 パッキン式引込方式

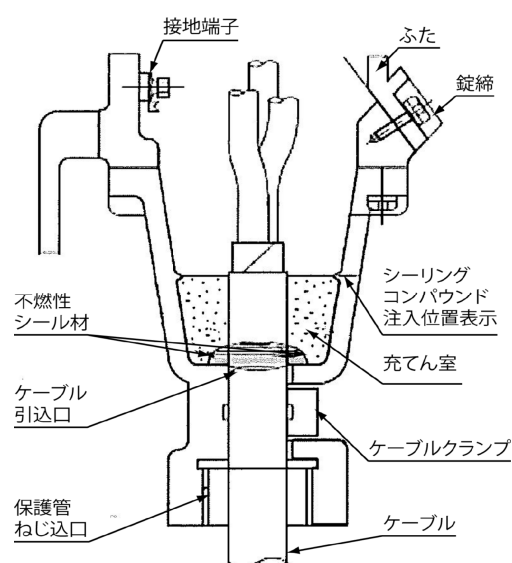


図 3-2 耐圧固着式引込方式

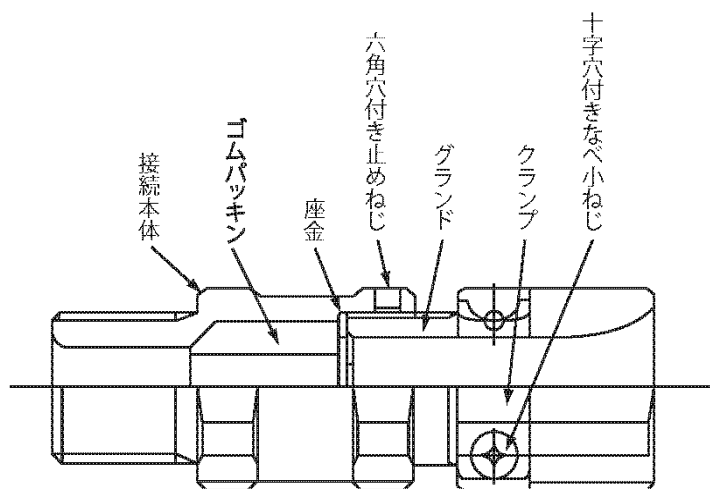


図 3-3 パッキン式引込方式（移動用）

3.7.3 配線方法

危険場所の低圧配線は、本章に定めるケーブル配線、金属管配線又は本安回路の配線によらなければならない。

なお、移動用防爆電気機器は 3.8(移動用防爆電気機器の配線)に準ずること。高圧配線は、ケーブル配線のみによるものとする。

— 解 説 —

- ①危険場所における電気配線は万一、地絡、短絡、断線などの故障を生じても、発火源とならないようにすることが必要である。そのため金属管配線においては、防爆電気機器の端子箱からシーリングフィッチングに至るまでの電線管路が防爆構造容器であり、それ以降が金属管配線である。
一方、ケーブル配線は、配線における故障が、主に端末の接続部分において発生しているので、端末部分を端子箱に納めるとともに、ケーブル自体その設置場所に適したものを選定し、外部からの損傷を受けないように防護すれば、安全性は確保できるものとした。
- ②危険場所における電気配線は、計測・制御・警報・通信装置などの弱電流回路の電気配線も含めて規定したものである。
- ③ここでいう移動用防爆電気機器とは、固定電源と機器との間を移動電線で接続して、常時又は間欠的に移動して使用するものをいう。

3.7.4 配線と防爆電気機器との接続

配線と防爆電気機器との接続は、防爆電気機器に独立して付属する端子箱又は防爆電気機器の接続端子部を用いて行う。

— 解 説 —

電気機器の事故のうち、端子接続部での事故が比較的多いことから、「構造規格」では、独立した端子箱を有することが義務付けられている。IEC規格に準じて製作する防爆電気機器では必須条件ではないが、独立した端子箱を有することが望ましい。ここでいう「独立」とは、内部配線と外部からのケーブルの接続だけの用途に使用することの意味である。

3.7.5 ケーブル配線

ケーブル配線は、十分な外傷保護性能を電線路にもたせ、かつ、必要に応じてガスの流動防止と延焼防止処置を施し、次によって施工する。

— 解 説 —

固定配線用のケーブルは、IEC 60332-1 に規定する試験に適合する延焼防止特性を備えなければならない。ただし、地中若しくは砂を充填したトレンチ又はダクト内に布設する場合、又は他の方法で効果的な延焼防止対策を施す場合は、この限りではない。

3.7.5.1 使用ケーブルと配線材料

ケーブル配線に用いる配線材料は、次による。

(1) 耐薬品性

布設場所内で発生する可燃性ガス蒸気、取扱われる油類及び溶剤などによる影響の有無について十分検討する。

(2) 小動物等の侵入対策

ねずみや白アリなどの小動物等の侵入や食害による被害がある場所の場合、侵入防止柵や防蟻ケーブルの採用、防蟻剤の散布を検討する。ただし、環境に悪影響を及ぼさないものであること。

(3) 耐環境性

直射日光や熱源の近傍を避けるなど、配線経路には、十分に配慮する。ケーブルの絶縁体及びシース材料の劣化防止に留意するとともに、端子箱への引込み、端末処理などについて、作業性を考慮する。

(4) 導体の太さ

導体の太さは、電圧降下を許容値以内に抑え、布設状況に応じた電流低減率を設定し、ケーブルの温度上昇がケーブルの許容温度以下になるように選定し、許容電流は、10 %以上の裕度をもった値とする。また、次のような環境の場合には、特に、十分な配慮が必要である。

(a) 可燃性ガス蒸気の発火温度が低い場合

(b) 周囲温度が 40 °Cを超える場合

(c) 他からの熱伝導、熱放射などの影響を受ける場合

(5) ケーブルの定格電圧

ケーブルは、原則として回路の定格電圧以上のものを使用する。ただし、弱電計装配線には弱電計装用ケーブル(JCS 43.54-2003)を使用することができる。

— 解 説 —

弱電計装配線とは、電圧 60 V 以下で、かつ、常用消費電力 3 W 以下の計測、制御を目的とする信号回路を取扱う配線をいう。

(6) ケーブルの仕上り形状

ケーブルは、その仕上り表面が平滑なものでなければならない。なお、ケーブルの端子箱への引込みをパッキン式引込方式で行う場合には、断面の形状が円形でケーブルシースの表面に凹凸などがあってはならない。

(7) ケーブルの内部構造

ケーブルは、内部の空隙が少なく、ガス等が流通しにくいものとする。

— 解 説 —

ケーブルの内部に空隙が多く、ガス等が流通しやすい内部構造のケーブルをやむを得ず使用する場合は、ガス等の流通を防止するためにケーブルの末端部分を樹脂含浸処理するなどの対策を行う。

(8) ケーブルの表面温度

ケーブルの表面温度は、上述(4)を満足すると共に、更に、ケーブルが布設された環境の温度等級を超えてはならない。

— 解 説 —

高温対応のケーブルを除き、ケーブルを製造業者の推奨に従って選定し布設した場合、ケーブルの表面温度は、通常、温度等級 T4(135℃)を超えることはない。

3.7.5.2 ケーブルに必要な防護措置（ケーブルダクト又はケーブルトレイ）

ケーブルは、外傷を受けるおそれがない場合を除き、ケーブルダクト又はケーブルトレイによって外傷防護措置をする。

(1) ケーブルダクト

ケーブルダクトは、次の内容に配慮し選定する。

(a) 構造

ケーブルダクトは、厚さが 1.2 mm 以上の鋼板製又はこれと同等以上の機械的強度を持つもので、原則として閉鎖された構造とする。

(b) 内面処理

内面は、電線の被覆を損傷するような突起などが無いこと。

(c) 塗装

内面及び外面のさび止めには、塗装、若しくは溶融亜鉛メッキをするか又は腐食性を考慮した材質を採用する。

(2) ケーブルラック

ケーブルラックは、次の内容に配慮し選定する。

(a) 構造

ケーブルラックは、厚さが 1.6 mm 以上の鋼板製又はこれと同等以上の機械的強度をもつものとし原則として閉鎖された構造とする。

(b) 内面処理

内面は、電線の被覆を損傷するような突起などが無いこと。

(c) 塗装

内面及び外面のさび止めには、塗装、若しくは溶融亜鉛メッキをするか又は腐食性を考慮した材質を採用する。

— 解 説 —

①外傷を受けるおそれがない場合とは、ピット内、盤内等に設置された場合である。

②がい装のないケーブルを金属製ラックに布設する場合には、その周囲を鋼板などで防護した構造とすること。ただ

し、外傷を受けるおそれがない場合、又は建造物に取付けるなどで実質的に閉鎖されるものについては、覆いを省略することができる。

(3) ケーブルの保護として使用する電線管

(a) 電線管

電線管には、JIS C 8305(鋼製電線管)に定める厚鋼電線管など、ケーブルの外傷保護、及び所定のねじ結合が得られるものを使用する。

(b) 電線管用附属品

電線管用附属品(フレキシブルフィッティング、ブリカチューブ等)は金属製で、ケーブルの外傷保護に十分な効果があり、その内部にケーブルを損傷する原因となるような突起がなく、かつ、その湾曲部分がケーブルの許容曲げ半径を満足すると共に、防じん及び防水性能をもつ構造のものとする。これらの性能を有するものであれば、ねじなし構造のものであってもよい。

— 解 説 —

- ①ブリカチューブとは、二種金属製可とう電線管のことで、帯鋼とファイバーとを三重に重ね合わせた可とう電線管のことをいう。
 - ②ケーブルは、原則として外傷保護すること。ただし、外傷を受けるおそれがない場合、又は建造物に取付けるなどで実質的に閉鎖されるものについては、省略することができる。
-

(4) その他

金属製又はコンクリート製ピット等もケーブルの外傷保護の一つである。また、波付鋼管、鋼帯などの金属製がい装ケーブル及びMIケーブルはケーブル自身で外傷保護の機能を有しているので外傷保護の必要はない。

3.7.5.3 ケーブルの布設方法

ケーブルの布設方法は、次による。

(1) 布設経路

ケーブル布設経路の選定に当たっては、例えば、化学的(腐食性溶剤など)、機械的、振動、熱、湿度等などの影響を受けないよう留意するとともに、布設作業が容易に行えるよう十分な配慮が必要である。

なお、埋設ケーブルの布設位置、布設経路などは、標識などによって分かり易くしておく。

(2) ケーブルの外傷保護に関する事項

- (a) ケーブルは、原則として 3.7.5.2 による外傷に対する防護をする。ただし、その設置場所が、特に外傷を受けるおそれの多い場所である場合、堅牢な防護物を設置するか、配線経路を迂回させる処置が必要である。

— 解 説 —

外傷を受けるおそれの多い場所には、地中から地上への立ち上がり部分、車両などの通過経路にあたる場所などがある。

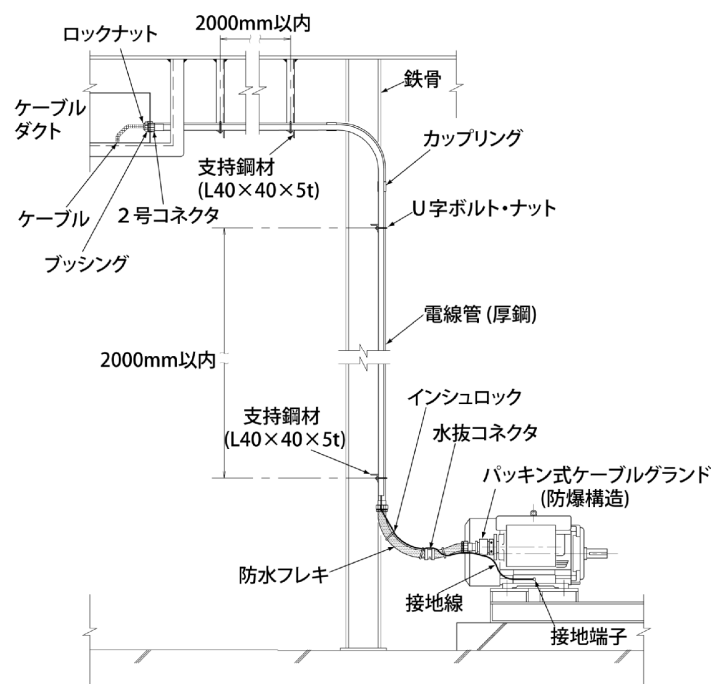


図 3-4 電動機の配線事例（立ち上げ）

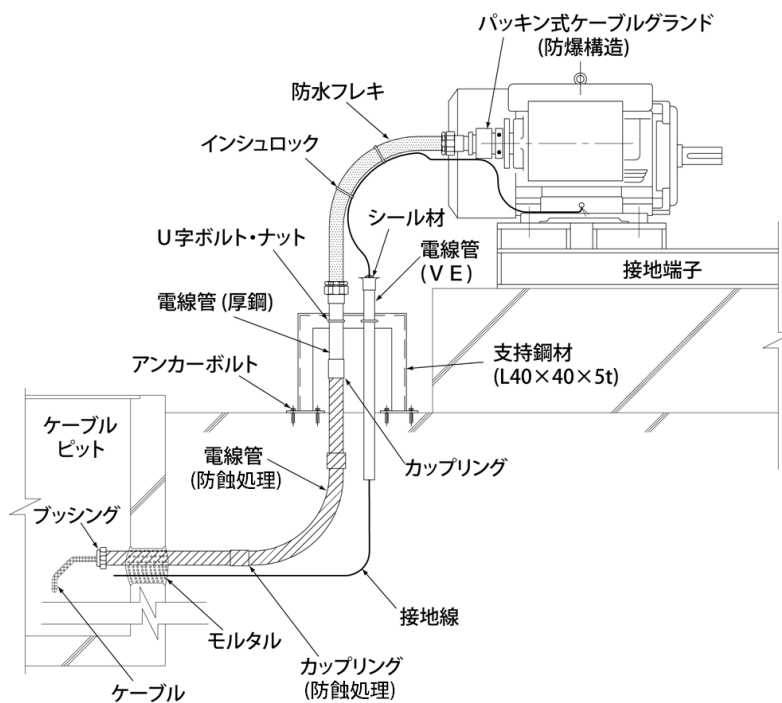


図 3-5 電動機の配線事例（地中からの立ち上げ）

(b) 保護管の端口は、ケーブルの引入れ、引替えなどの際に損傷を受けないように、なめらかにする。

また、保護管の内径は、一般にケーブル外径の 1.5 倍以上とするが、保護管が短小で曲りが少ない場合には、通線に支障のない範囲で、これより小さくすることができる。

(c) 金属製ダクト及び金属製トレイは、ふたなどの取付けのためボルト類が布設ケーブルを損傷することのないよう、留意する。また、コンクリート製ダクト類についても、内部に無用な突起物がないよう仕上りをなめらかにするとともに、曲がりの部分は内壁の角を落すなど布設の際のケーブル損傷を防止するための配慮が必要である。

(d) ダクトなどの防護装置と電線管との接続部分は、電線管がダクト内に突出するなどしてケーブル損傷の原因とならないよう十分に留意し、円滑なケーブル引出しができるようにする。

— 解 説 —

電動機のように運転中に振動する機器類については、機器と固定保護管との間に可とう管を使用する。(図 3-4 及び図 3-5 を参照)

(3) ダクト内でのケーブルの布設

ケーブルをダクト内に布設する場合は、次の事項に十分留意して行う。

(a) 布設ケーブルは、その相互間隔、負荷機器への接続順序を考慮した配列とする。

特に、多条布設する場合は、ケーブル相互による温度の影響を検討し、もし不都合な場合は、ケーブルの相互間隔を大きくするか、配列順序の変更を行うなどの処置が必要である。

(b) ケーブル布設に際しては、ダクト内に他より混入した異物などケーブルに損傷を与えるものがないか綿密な点検を行う。

(c) 金属製ダクトなどの距離の長い垂直部分での布設ケーブルは、そのケーブルの頂部に許容値以上の張力がかからぬよう、適正な間隔で、クランプ等を使用し、確実な方法によってケーブルを保持する。

(4) ケーブルの曲げ半径

ケーブルを曲げて配線する場合は、それぞれのケーブルに対する許容曲げ半径を十分に検討し、ケーブルの絶縁体、シース、がい装などを損傷させないようにする。

(5) 可燃性ガス蒸気の流動防止

可燃性ガス蒸気が保護管又はダクト類を通じて、異なる種別の危険場所又は非危険場所へ流動するのを防止するため、保護管をシールし、又はダクト内に砂などを充填するなど適切な処置をする。

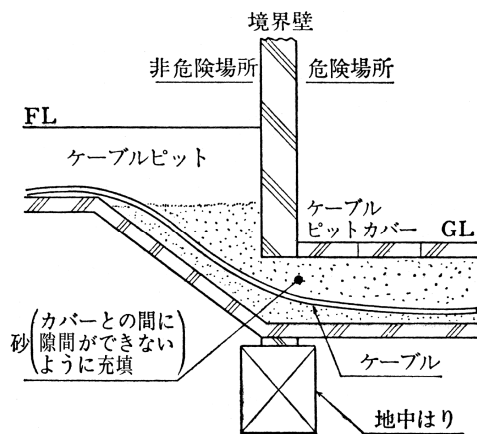
(図 3-6 を参照)

3.7.5.4 壁面における開口部

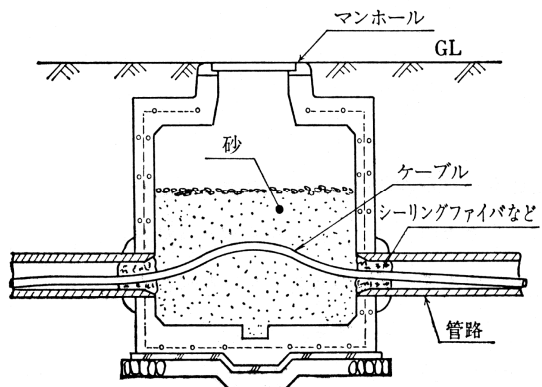
危険場所と非危険場所との間の壁面に設けられたケーブル及び電線管貫通用の開口部は、例えば、砂、モルタルなどの適切な方法でシールし、危険場所に影響を及ぼさないようにする。

— 解 説 —

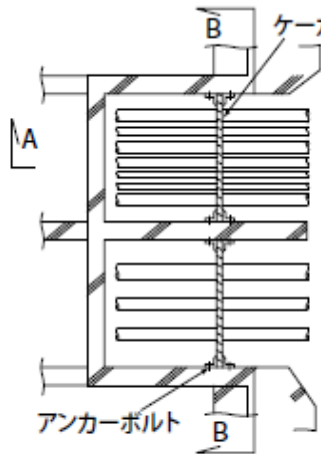
危険場所と非危険場所との間の壁面を通過するケーブルには、図 3-7 に示す延焼対策が必要である。なお、電気室へのケーブルの立ち上げ事例を図 3-8、図 3-9 及び図 3-10 に示す。



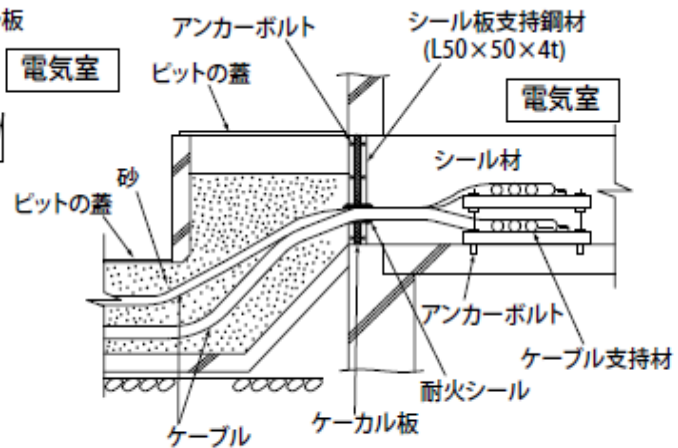
ケーブルピット内の場合



ケーブル管路の場合

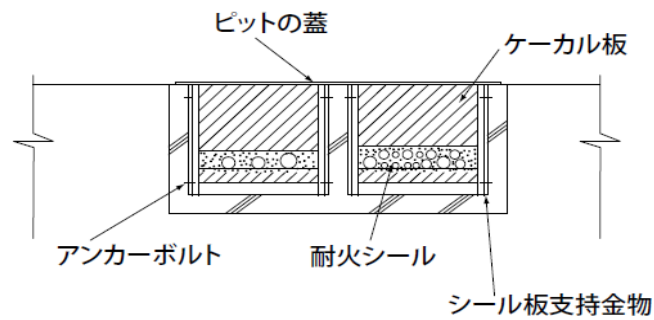


平面図



A-A断面図

図 3-6 ケーブル配線における可燃性ガス蒸気の流動防止方法



B－B断面図

図 3-7 ケーブルの延焼対策事例

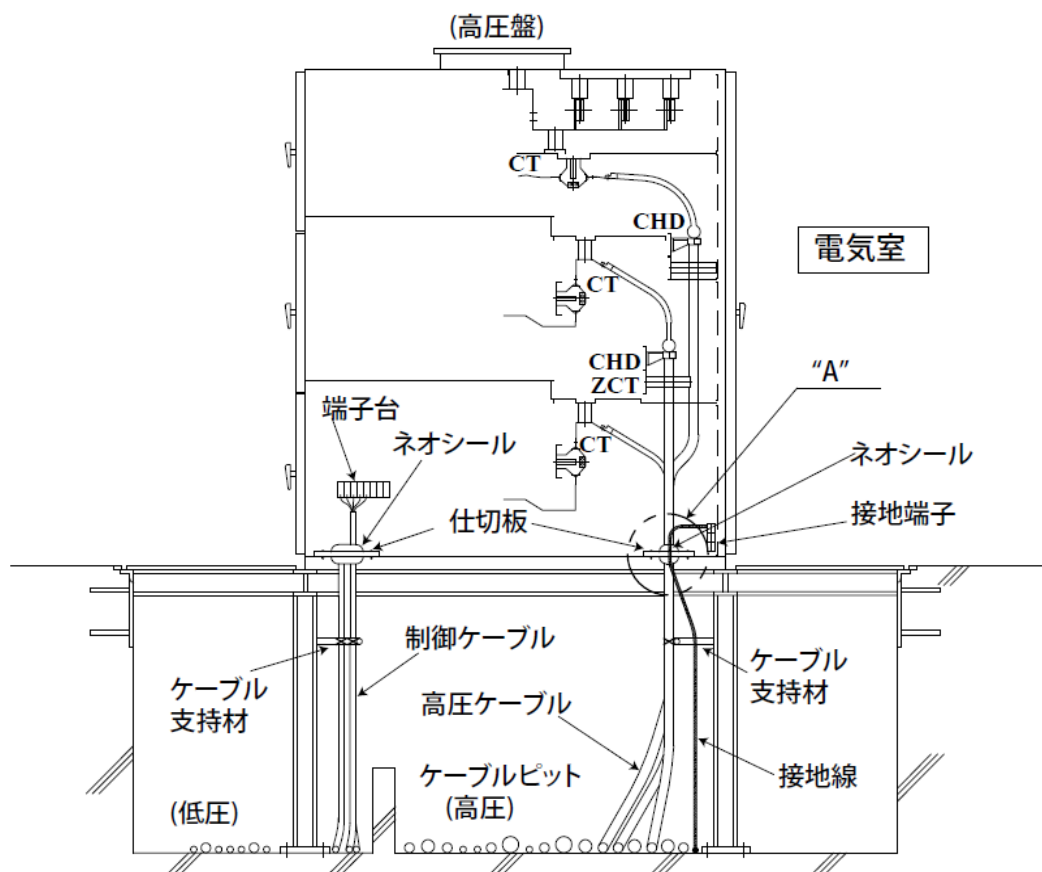


図 3-8 電気室へのケーブルの立ち上げ事例

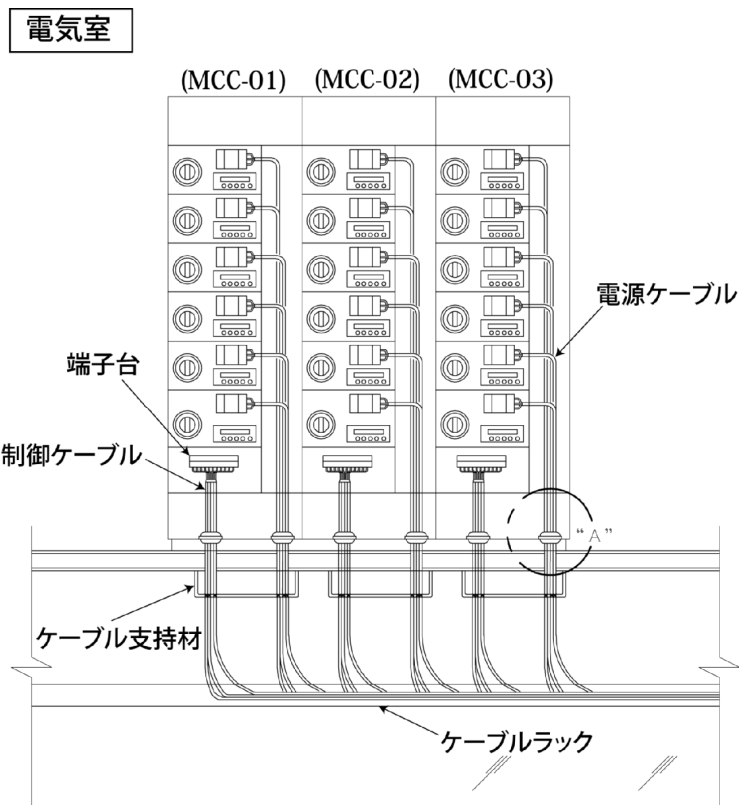


図 3-9 ケーブルラックからの立ち上げ事例

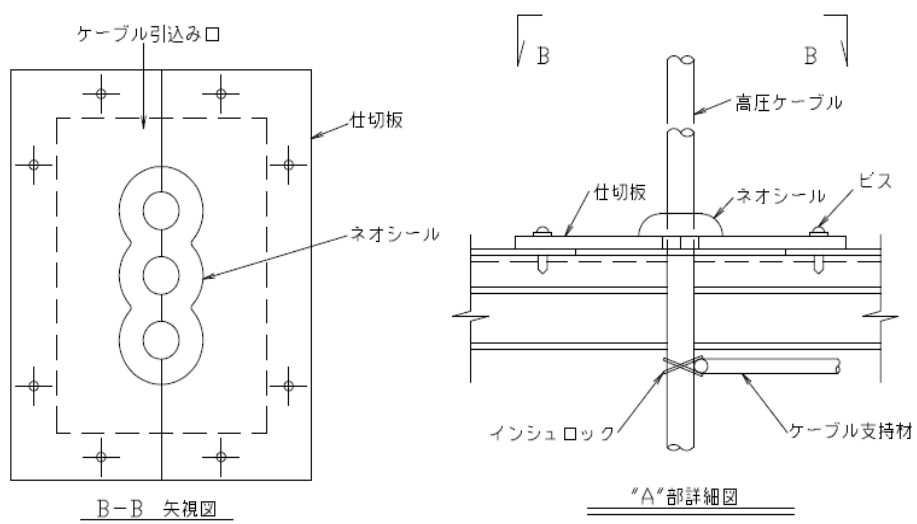


図 3-10 ケーブルの引き込み口

ケーブル配線における爆発性雰囲気の流動防止の方法については、参考資料8を参照すること。

3.7.5.5 ケーブルの接続

- (1) 危険場所内のケーブルは、中間接続なしで布設することが望ましい。ただし、接続延長が避けられない場合には、防爆性能が確認された接続箱を使用して導体接続を行う。(図 3-11、図 3-12 及び図 3-13 を参照) 導体の接続は、圧着、ボルト締め、溶接、ろう付け等の方法によって行う。ただし、はんだ付けの場合は、本質安全回路の場合を除き、接続する導体相互を適切な機械的手段によって固定して接続したうえではんだ付けを行う方式とする。
- (2) より線導体、特にきわめて細いより線導体には、導体端部でより線の束が分離しないよう、線心用スリーブ又は端子等を用いて処置する。ただし、これらの端子類を接続することによって、防爆構造に規定する内容及び設計値の沿面距離若しくは空間距離に影響を及ぼしてはならない。
- (3) 多心ケーブルにおける未使用の心線は、接地端子に接続するか又は適切な末端処理によって絶縁をすること。保全時等に誤使用を避けるため、テープだけでなく表示も施す。

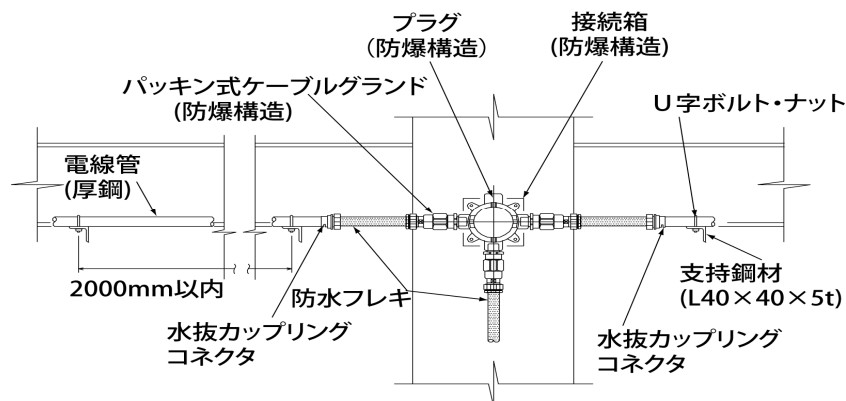


図 3-11 ケーブルの接続箱への引込み

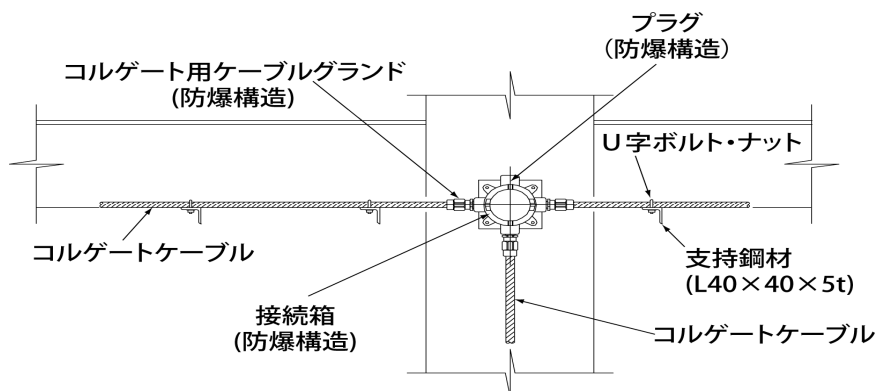


図 3-12 コルゲートケーブルの接続箱への引込み

3.7.5.6 除滴

地上にある電線管路、ボックス類、シーリングフィッティング内などにおいて、水分が凝縮して集積するおそれのある場合には、水分の凝縮を防止する方法又は集積した水を排除する方法を講じる。(図 3-13 参照)

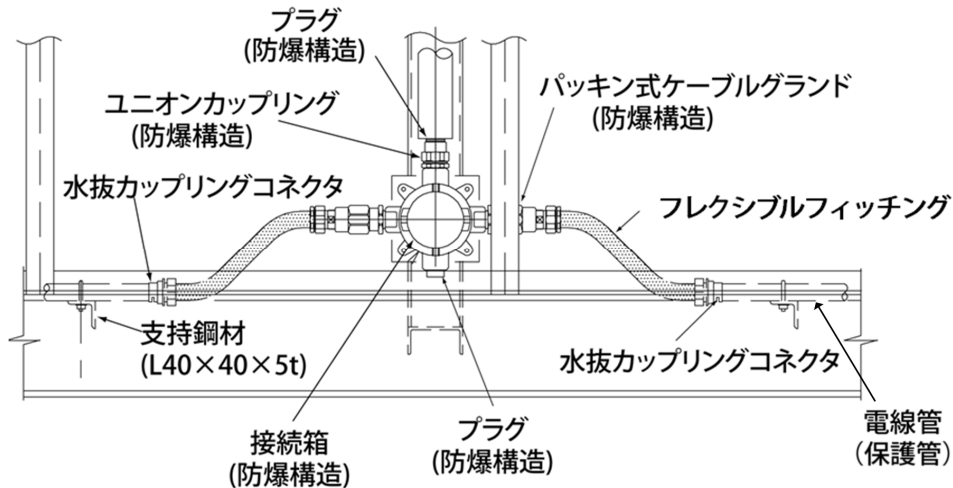


図 3-13 ケーブル配線の除滴事例

3.7.6 金属管配線

金属管配線は、外傷保護性能を鋼製電線管と電線管用附属品にもたせ、かつ、必要に応じて鋼製電線管と電線管用附属品との結合部に防爆性能をもたせ当該電線管路に絶縁電線を収めた防爆電気配線であり、次によって施工する。

3.7.6.1 配線材料

金属管配線に用いる配線材料は、次による。

(1) 絶縁電線

金属管配線に使用する電線は、JIS C 3307 に規定する 600 V ビニル絶縁電線又はこれと同等以上の絶縁電線(屋外用ビニル絶縁電線を除く)でなければならない。ただし、その絶縁体にはゴム、ビニル、ポリエチレンなどを使用したもののうち、その使用場所に応じて腐食性物質の有無、周囲温度などの条件を考慮して、最も適切な種類のものを使用する。

— 解 説 —

使用場所における腐食性物質の有無、周囲温度などの環境条件によっては使用に適すると考えられる電線を例示すれば、次のとおりである。

①	600 V	ビニル絶縁電線 (IV)	(JIS C 3307)
②	600 V	二種ビニル絶縁電線 (HIV)	(JIS C 3317)
③	600 V	けい素ゴム絶縁ガラス編組電線 (KGB)	(JIS C 3323)
④	600 V	ポリエチレン絶縁電線 (IE)	(JIS C 3326)
⑤	600 V	ふっ素樹脂絶縁電線	(電気用品安全法技術基準)

(2) 電線管

電線管は、JIS C 8305（鋼製電線管）に定める厚鋼電線管を使用する。

(3) 電線管用附属品

防爆構造の電気機器の容器とシーリングの間に使用する電線管用附属品（シーリングフィッチング、フレキシブルフィッチング及びユニオン類）は、検定合格条件の範囲内で使用する。

ただし、シーリング以降の配線に使用する電線管用附属品は、防爆性能が確認されたものを使用する。

— 解 説 —

防爆電気機器の検定範囲はシーリングフィッチングまでである。したがって、防爆電気機器の容器とシーリングフィッチングの間に保全等のやりやすさ等の目的でユニオン、フレキシブルフィッチング等を使用する場合には、これらの電線管用附属品も含めて検定に合格したものを使用する。

3.7.6.2 配管方法

金属管配線における配管方法は、次による。

(1) ねじ結合

電線管と電線管用附属品又は防爆電気機器との接続、電線管用附属品相互の接続においては、JIS B 0202 に規定する管用平行ねじによって、レンチでしっかり締付ける。その理由は、迷走電流が電線管を流れる際に発生するおそれのあるスパークを防止すると共に防爆性能を確保するためである。防爆電気機器との接続は、完全ねじ部で 5 山（爆発等級3及びグループ IIC の危険場所で使用される場合に対しては 6 山）以上結合させる。このとき、カップリングによる電線管相互の送り接続は、原則行ってはならない。

— 解 説 —

- ①送り接続を原則行ってはならないとしたのは、所定の山数以上の結合を確保することと、電線管の肉厚の減少箇所を少なくするためである。
 - ②金属管配線の事例を図 3-14、図 3-15 及び図 3-16 に示す。
-

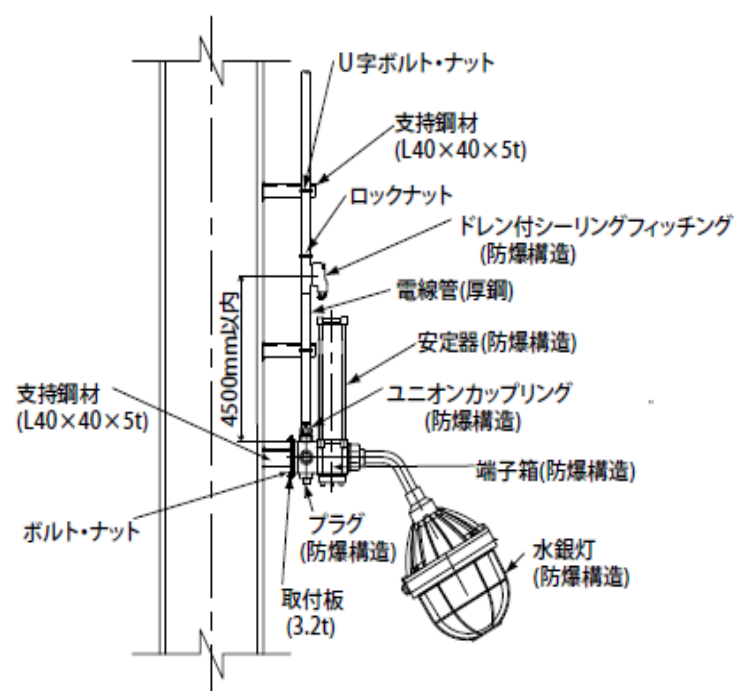


図 3-14 照明器具の金属管配線の事例

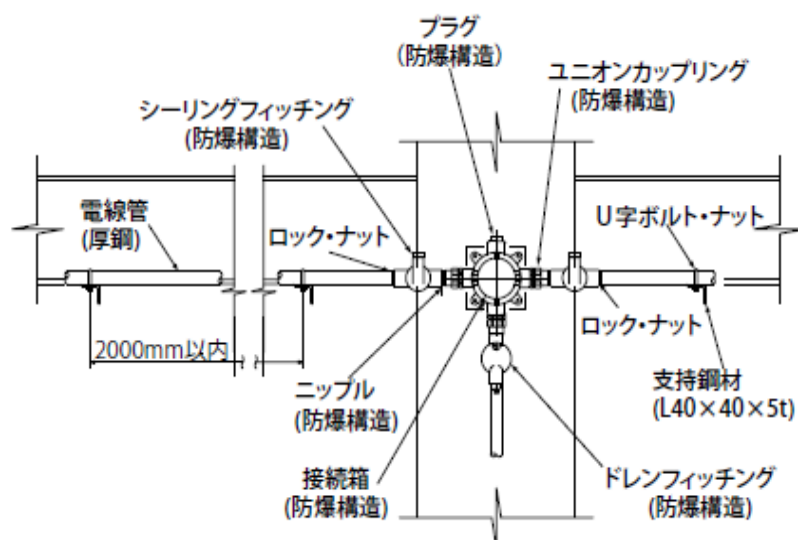


図 3-15 接続箱への金属管配線の事例

— 解 説 —

- ①電線管配線における電線管、電線管用附属品及び防爆電気機器の接続には、JIS B 0204(電線管ねじ)の厚鋼電線管ねじ(記号 CTG)を使用せず、JIS B 0202 の管用平行ねじ(記号 G)を使用することとしている。これは JIS C 8305 の厚鋼電線管ねじによるねじはめあい、一般に強固な機械的結合が要求される危険場所の電線管配線には適当ではないとの判断によるものである。
- ②電気機器の端子箱又は接続箱の防爆性能は、シーリングフィッティングに至るまでの電線管路において保持させている。
- ③電線管相互の接続に、カップリングの送り接続を行うと、ねじ切り部分が多く露出することがあるので、このような場合にはユニオンカップリングを使用して接続する。
- ④腐食性ガス又は湿気、水気などがねじ部から侵入し、配管のねじ部分を腐食したり、配線や機器の絶縁を劣化させたりするおそれがある場合には、ねじ部分に液状ガスケットなど非硬化性の防食剤を塗った後、ねじ結合するなどの処置を講じる。これらの措置を行っても防爆性に影響を及ぼすことはない。ただし、シールテープ等の使用は避ける。

(2) 可とう性接続

可とう性を必要とする接続箇所には、設置される危険場所に適した防爆性能を有するフレキシブルフィッティングを使用する。フレキシブルフィッティングを曲げる場合の内側半径は、フレキシブルフィッティングの管の部分の外径の 5 倍以上のものとする。

また、フレキシブルフィッティングは、ねじって使用してはならない。

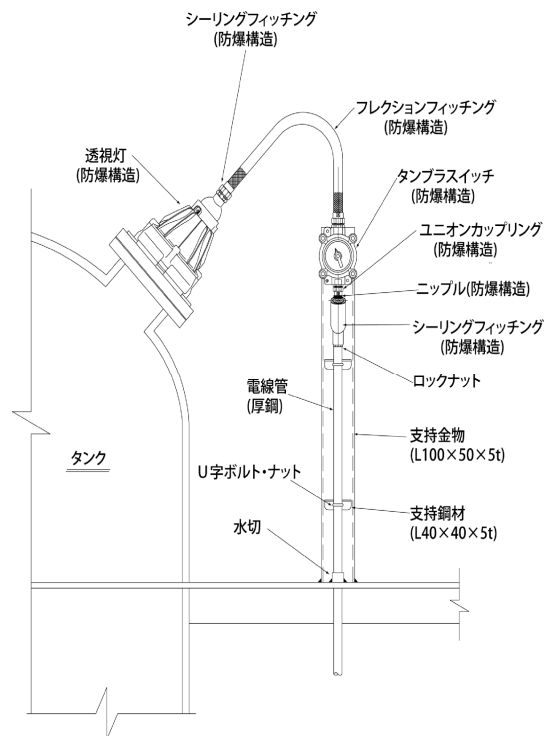


図 3-16 透視灯の配線事例

— 解 説 —

- ①防爆性能を有する電線管用附属品であるか否かの判断は、例えば(公社)産業安全技術協会が実施する安全性試験に適合しているか否かで判断することができる。
- ②可とう性を必要とする接続箇所とは、電動機の端子箱などのように、接続部に振動等によって過度のストレスを受けるおそれがある箇所をいう。

(3) シーリング

電線管路には、3.7.6.3 に示す箇所にシーリングフィッチングを設け、その内部にシーリングコンパウンドを充填して管路を密封遮断する。なお、シーリングフィッチングの中で、電線の接続や分岐を行ってはならない。(図 3-17 を参照)

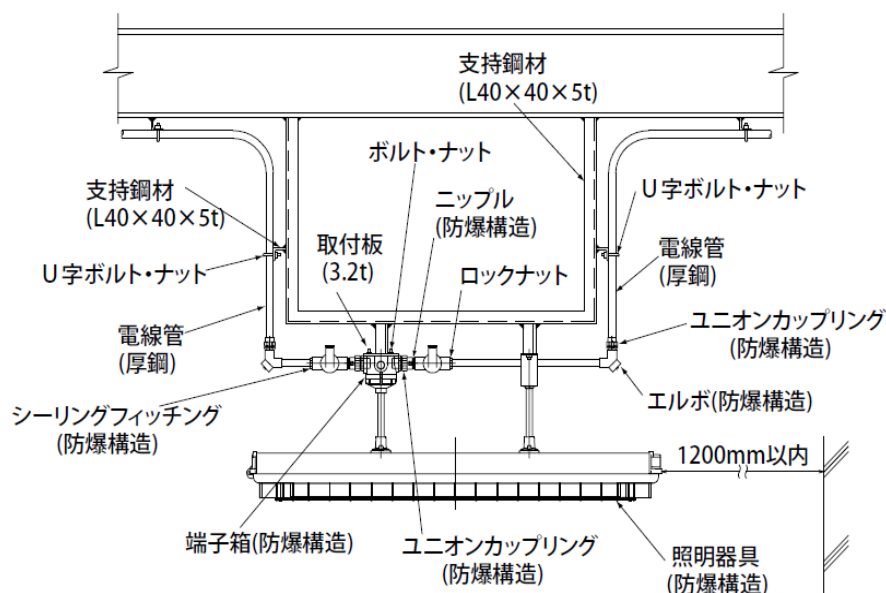


図 3-17 シーリングフィッチングの使用事例

— 解 説 —

シーリングとは、防爆電気設備の一部から電線管路を通じて、他の部分に可燃性ガス蒸気又は爆発による火炎が逸走するのを防止するため、コンパウンドを充填して管路を密封し、遮断することをいう。この部分の絶縁電線の断面積は、シーリングフィッチング内部断面積の 25 %以下とする。

(4) 電線管路の支持

電線管路は、機械的に丈夫で耐食性の良い支持物によって堅固に支持する。(図 3-18 を参照)

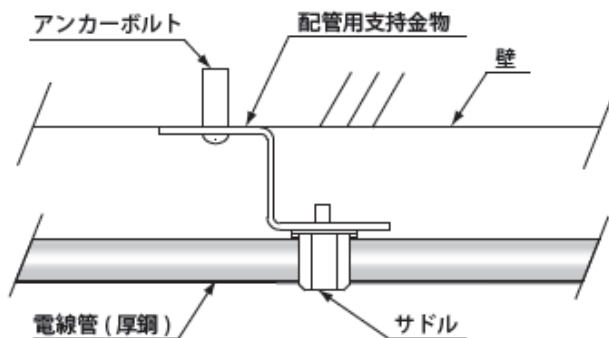


図 3-18 電線管路の支持

3.7.6.3 シーリングを施す箇所

電線管路には、以下の箇所にシーリングフィッチングを設け、シーリングコンパウンドを充填する。

- (1) 異なる危険箇所の間、及び危険箇所と非危険場所の間の境界

境界に隔壁がある場合は、いずれか一方の 3 m 以内にシーリングフィッチングを設け、それと隔壁の間の電線管路には継ぎ目を設けないこと。

- (2) 分岐接続、又は端末処理を行う防爆電気機器と電線管路との間

防爆電気機器(接続箱も含む)の隔壁に使用するシーリングフィッチングは、製品に付属したシーリングフィッチングを使用して施工する。なお、防爆電気機器の一部として、既にシーリングが施された容器の場合には、重ねてシーリングを施す必要はない。

— 解 説 —

- ①異なる危険箇所の間に設けるシーリングフィッチングは、隔壁のいずれの側でもよいとしているが、垂直配管では、第一類危険箇所の上方へ貫通する場合は隔壁の外側に、下方へ貫通する場合には隔壁の内側に設けることが望ましい。
- ②機器の形状によってシーリングしにくい場合は、検定条件の範囲内で、その部分を避けてできるだけ機器に近い場所であること。
- ③シーリングフィッチングを含めた部分までが検定合格品の範囲であることは、これまでも度々述べたところである。ただし、検定において、ある期間まではシーリングフィッチングを含めず検定合格品証を発行した経緯があるので、防爆電気機器にシーリングフィッチングが付属しない状態でユーザーに供給される事が皆無ではない。このような場合には、検定合格品と同等の防爆性能をもつシーリングフィッチングを使用して施工する。

3.7.6.4 シーリングの施工方法

シーリングの施工は、次によって、電線管路の内部空間を確実に密封遮断するように行わなければならない。

- (1) シーリングフィッチング内の所定の部位に、シーリングファイバ等を用いてシーリングコンパウンドの流出防止用区画を作る。(シーリングフィッチングの施工については、参考資料9を参照)
- (2) シーリングコンパウンドを製造者の説明に従って溶解し、充填層の有効厚さが電線管の内径以上(最低 16mm)になるように、それを注入口からシーリングフィッチングの中にすきまなく満たし充填する。
- (3) シーリングコンパウンドを充填する際は、シーリングフィッチングを軽くたたくなどしてシーリングコンパウンドが隅々まで行き渡るようにし、それから硬化するまで静置し、十分に硬化させた充填層に欠陥が生じていないことを確認した後、注入口にねじ栓を確実に取り付ける。

— 解 説 —

- ①シーリングコンパウンドの流出防止用区画の作成作業においては、シーリングフィッチングの内壁と絶縁電線との距離及び絶縁電線相互の間をできるだけ離して、そこにシーリングファイバをすき間なく、かつ、平らに詰めることが肝要である。
- ②シーリングコンパウンドの充填層の上方には、余剰水の浮上及び蒸発によって空洞が生じやすいので、水平な配管に設けたシーリングフィッチングにシーリングコンパウンドを充填する場合は、注入口の位置をできるだけ高くし、また溶液の混合割合を適正にするなどの配慮が必要である。
- ③シーリングの具体的な施工方法については、参考資料9を参照すること。

3.7.6.5 除滴

電線管路、ボックス類、シーリングフィッチング内などにおいて、水分が凝縮して集積するおそれのある場合には、水分の凝縮を防止する方法又は集積した水を排除する方法を講じる。

(図 3-19 及び図 3-20 を参照)

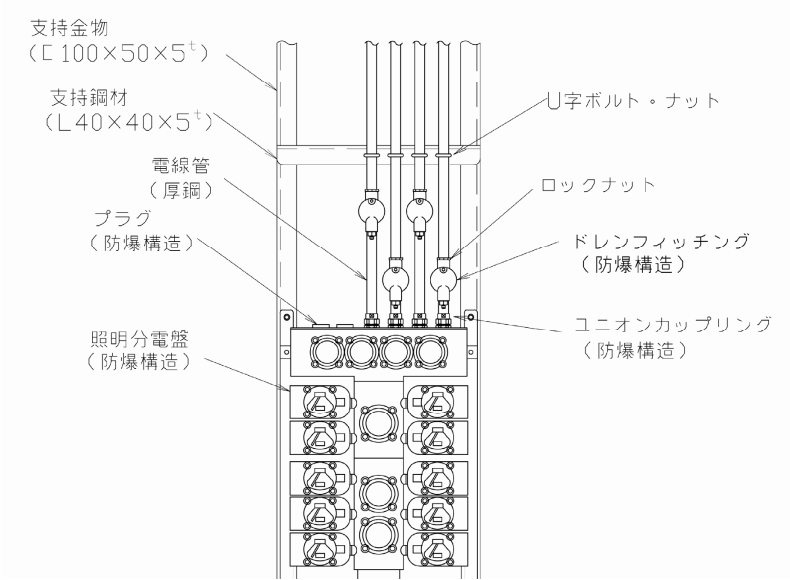


図 3-19 ドレンフィッチングを使用した除滴事例（プラグ付）

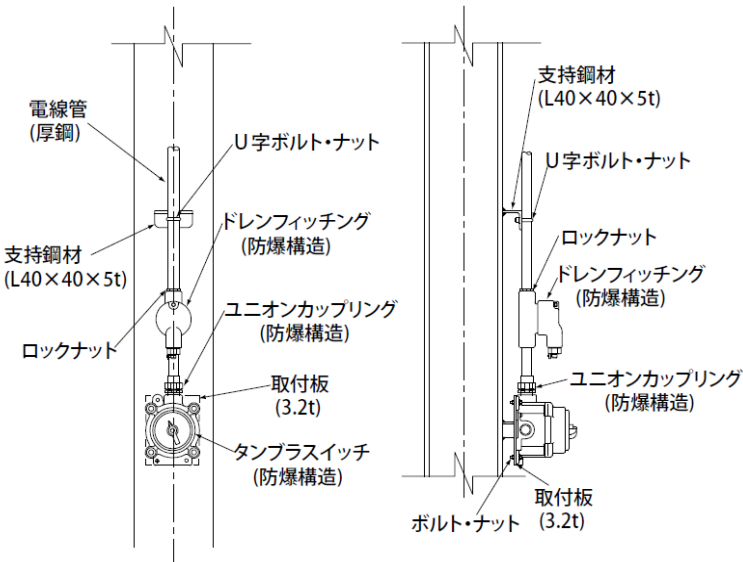


図 3-20 ドレンフィッチングを使用した除滴

— 解 説 —

水分の凝縮を防ぐ方法としては、防爆性能を有するブリーザを使用することが考えられる。また、集積した水を排除する方法としては、ドレンタイプのシーリングフィッティングを使用することなどが考えられる。ただし、使用中に管内のさびの発生等によって通水性をなくす事が考えられるので定期的な保全あるいは、さびない材料の使用(例えばSUS製)等を検討する。

3.8 移動用防爆電気機器の配線

移動用防爆電気機器の配線は、固定した電源から移動用防爆電気機器に電気を供給し、かつ、移動用防爆電気機器に接地を施すための防爆電気配線であり、次によって施工する。

3.8.1 配線材料

(1) 移動電線

移動電線は、JIS C 3327 (600 V ゴムキャブタイヤケーブル)に規定する3種若しくは4種のキャブタイヤケーブル又はこれと同等以上のキャブタイヤケーブルで、断面の形状が円形のものでなければならない。なお、移動電線の接地用線心の絶縁体の色は、原則として緑と黄の縞模様とし、やむをえない場合は緑色とすることができる。

— 解 説 —

- ①「これと同等以上のキャブタイヤケーブル」としては、「電気設備技術基準の解釈」第3条あるいは第8条に適合する、絶縁体が天然ゴム又はEPゴムで、シースがクロロスルホン化ポリエチレンのキャブタイヤケーブルがある。
 - ②シースが天然ゴムのキャブタイヤケーブルは、使用環境が特に低温の場合、その他天然ゴムの特性を必要とする場合のほかには使用しないことが望ましい。また、温度上昇が大きい防爆電気機器には、絶縁体がEPゴムのクロロプレンキャブタイヤケーブルなどを使用することが望ましい。
-

(2) 差込接続器(コンセント形、コネクタ形)

差込接続器は、固定した電源から移動用防爆電気機器に電気を供給するのに適した構造のもので、キャブタイヤケーブルを接続する部分には検定合格品を正しく用いて施工する。

3.8.2 配線方法

(1) 移動電線の布設

移動電線の布設は、必要最小限の長さとし、無理なく束ねるか、適当なリール又は懸架装置を使用するなどして、移動又は使用の際に外傷及び無用な張力が加わることを避ける。

(2) 固定した電源と移動電線との接続

固定した電源と移動電線との接続は、コンセント形差込接続器を用いて行う。この場合、差込接続器の接地極は、コンセントの配線接続部において、その金属製外被又は接地用配線に確実に接続するものとする。

(3) 移動電線と移動用防爆電気機器との接続

移動電線と移動用防爆電気機器との接続は、移動用防爆電気機器に移動電線を直接引込んで行う。

(4) 移動電線と移動電線との接続

移動電線と移動電線とは直接接続してはならない。やむをえず接続する必要があるときは、コネクタ形差込接続器を使用すること。

— 解 説 —

- ①移動電線は、大きな荷重又は損傷を加えないように注意して取り扱う。
- ②移動電線、差込接続器及び移動用防爆電気機器への引込部には、許容張力を超える強い張力をかけてはならない。また、許容張力以内であっても、移動電線によって移動用防爆電気機器を長時間吊り下げておくなどの使い方は避けるべきである。
- ③移動電線、差込接続器、移動用防爆電気機器及び移動電線とこれらの機器との接続部分は、随時入念に点検し、異常が認められた場合は直ちに補修する(労働安全衛生規則第 284 条参照)。

3.9 本質安全防爆構造

3.9.1 一般

本安回路の施工に関しては、他の防爆構造と異なる防爆性保持の考え方を理解することが必要である。危険雰囲気には発火しないように、設計どおりに設置されたシステムの電氣的エネルギーを制限するように注意する。本安回路の安全性は、断線時、短絡時又は地絡時でも、安全なエネルギー限度を超えることがないように、他の電源からのエネルギーの侵入から保護されなければならない。すなわち、本原理の結果として、本安回路の設置の目的は、他の回路からの分離を維持することである。特に断りがない限り、本安回路の要件は、すべての保護レベル(“ia”、“ib”)に適用される。

3.9.2 第一類危険箇所又は第二類危険箇所における機器の設置

3.9.2.1 機器の設置

- (1) 第一類危険箇所又は第二類危険箇所に設置する本安機器又は、本安関連機器の本安回路部分は、“ib”に適合したものとする。
- (2) 本安関連機器はなるべく危険場所の外に設置することとし、危険場所に設置する場合は、本安関連機器の発火源に適した他の防爆構造によって保護する。
- (3) 本安関連機器の非本安端子に接続する電気機器には、本安関連機器の銘板に表示された U_m を超える電圧源から供給してはならない。電源の短絡電流が 1500 A を超える場合は、ヒューズ又はその他の保護手段によって、電源から非本安端子に流入する当該短絡電流が 1500 A 以下になるように制限する。

本安関連機器は、本安関連機器に表示された U_m が 250 V 未満の場合には、次のいずれかの一つに従って設置すること。

- (a) U_m が AC50 V 又は DC120 V を超えない場合、SELV 又は PELV システムによる
- (b) IEC 61558-2-6 又は技術的に等価な規格の要件に適合する安全な絶縁変圧器を経由する
- (c) IEC 60950、IEC 61010-1 又は技術的に等価な規格に適合する電気機器に直接接続する
- (d) バッテリー(電池)又はセル(単電池)から直接供給する

許容されない損傷や損害から保護するため、本安機器と本安関連機器(例えばバリヤ)の部品や配線は保護等級が IP20 以上の容器に実装する。ただし、機器の認証された文書(取扱説明書等)によってより高い保護等級の容器が要求される場合を除く。損傷や障害に対する同等の保全措置が施される場合は、代替の実装方法を使

用してもよい(例えば、通常施錠されるスイッチルームに置かれるラック内に実装される場合)。

本安システムの一部を形成するすべての電気機器は、本安システムの一部であることが識別できるものとする。これは 3.9.2.2(6)に適合することによって満足するとみなされる。

3.9.2.2 ケーブル

(1) 一般

本安回路には、導体とアース間、導体とスクリーン間及びスクリーンとアース間の耐電圧試験においては、AC500 V 又は DC750 V 以上の絶縁ケーブルを本安回路に使用する。

危険場所で使用される導体の直径は 0.1 mm 以上であること。これは、より線にも適用される。

(2) ケーブルの電気的パラメータ

すべてのケーブルに使用される(3.9.2.5を参照)電気的パラメータ C_c 及び L_c 又は C_c 及び L_c/R_c は次の(a)、(b)又は(c)に従って決定する。

(a) ケーブル製造者から提供された、最も厳しい電気的パラメータ

(b) サンプルの測定によって決定された電気的パラメータ

(c) 2 本又は 3 本の導体から構成された従来どおり製造されたケーブルを用いて配線する場合は、200 pF/m 及び 1 μ H/m 若しくは 30 μ H/ Ω

FISCO(Fieldbus Intrinsically Safe Concept)システムが使用される場合には、ケーブルのパラメータの要件は IEC 60079-25 に従う。

— 解 説 —

関連するパラメータについての満足のいく決定方法は、附属書 3-C に詳述する。

(3) シールドの接地

シールドが必要な場合、次の(a)から(c)の場合を除き、シールドは(通常、非危険場所の終端で一箇所だけ)電気的に接地する。この要件は回路の両端に対地電位差が生じた場合に、シールドを介して、発火能力を持つおそれのあるレベルの循環電流を防止するためのものである。

接地された本安回路がシールド付きケーブル内にあるとき、その回路のシールドは、保護している本安回路と同じ点で接地する。

接地から絶縁された本安回路又はサブサーキットが、シールド付きケーブルを使用している場合、そのシールドは一箇所で接地極又は等電位ボンディングシステムに接続する。

— 解 説 —

本安回路のサブサーキット(sub-circuit)とは、本安回路内で絶縁分離されている回路や同じ本安回路内で電圧、電流等が異なる回路部分のことを示す。

特別な場合は次による。

(a) 特別な理由(例えば、シールドが高抵抗、又は誘導による干渉に対してシールドが追加として必要な場合など)によって、その全長にわたって電気的に複数接続されているシールドに対しては、図 3-21 を次の a)～e)の条件の下で使用してもよい。

- a) 接地用絶縁導体が堅固な構造である。(通常、断面積 4 mm^2 以上。ただし、クランプタイプの接続による場合は 16 mm^2 以上)
 - b) 接地用絶縁導体は、他のすべての導体とケーブル外装との間で 500 V の耐電圧試験に耐えるように絶縁した構造である。
 - c) 接地用絶縁導体及びシールドは、まとめて同一箇所で一点接地する。(通常、その接地点は非危険場所におけるケーブルの終端とする。)
 - d) 接地用絶縁導体は、3.9.2.2(5)の解説に適合している。
 - e) 接地用絶縁導体と共に布設されるケーブルのインダクタンスと抵抗との比(L/R)が、3.9.2.5 の要件に適合する。
- (b) 回路の両端の間(例えば、非危険場所と危険場所の間)の等電位が確実に達成され維持される場合は、必要に応じ、ケーブルシールドはケーブルの両端において接地してもよい。また、必要であれば中間点で接地してもよい。
- (c) 合計のキャパシタンスが 10 nF を超えない場合、複数の小容量コンデンサ(例えば、 1 nF 、 1500 V セラミック)を介して多点接地することが認められる。

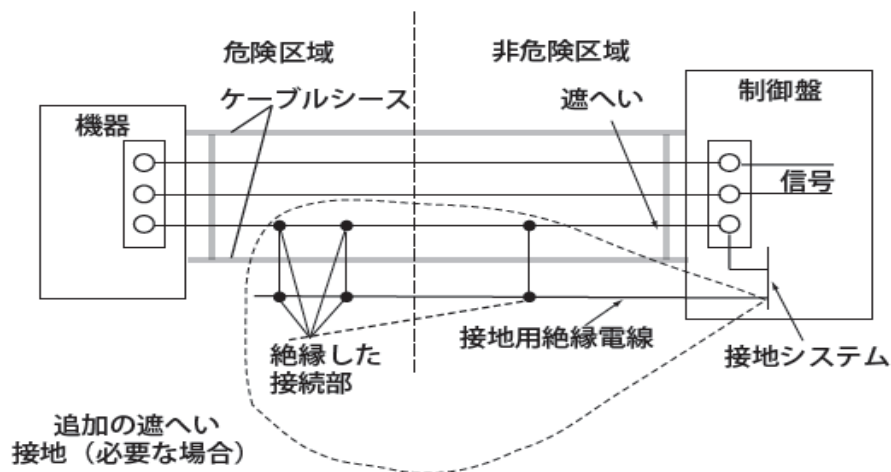


図 3-21 遮へい導体の接地

(4) ケーブルがい装のボンディング

がい装はケーブル引き込み器具又は、それと同等のものを介して、ケーブルの両端で接地極又は等電位ボンディングシステムに接続する。中間に接続箱又は他の機器がある場合、これらの点でも同様に外装は、通常、接地極又は等電位ボンディングシステムに接続する。がい装が、中間点で接地極あるいは等電位ボンディングシステムに接続されないようにする必要がある場合、がい装の電氣的接続がケーブルの全長にわたって確実に保持されるようにする。

がい装のボンディングをケーブル引込箇所で行えない場合又は設計上これが許されない場合には、がい装と等電位ボンディングシステムとの間に電気火花を発生させる電位差を生じないようにする。い

れの場合も、がい装は、1か所以上で等電位ボンディングシステムへ接続をする。がい装を接地から絶縁するケーブル引込器具は、非危険場所又は第二类危険箇所に取り付ける。

(5) ケーブルと配線の設置

(a) 一般

本安回路を含む設備は、近くの架空送電線又は大電流が流れる単心ケーブルからの外部電界又は磁界によって当該本安回路が損なわれないような方法で施工する。これは、例えば、シールド又はツイスト線から成るケーブルを使用するか、又は電界若しくは磁界の発生源から適切な距離を保つことによって達成することができる。

ケーブルには、機械的損傷防止の要件に加えて、危険場所及び非危険場所の両方に設置される本安回路のケーブルが非本安回路のケーブルにつながることはないよう、次の要件のいずれか一つを満たさなければならない。

- a) 本安回路のケーブルはすべての非本安回路のケーブルから分離する。
- b) 本安回路のケーブルは機械的損傷の危険から保護するように配置する。
- c) 本安又は非本安回路のケーブルは、がい装、金属シース又はシールド付きとする。

(例えば、非本安回路を全てまとめてがい装ケーブルに収納するか、又は全ての本安回路をまとめて金属シースケーブルに収納する。)

— 解 説 —

- ①ケーブル及び附属品は、機械的な損傷、腐食又は化学的影響(溶剤など)及び熱の影響を受けないような場所に施設する。やむを得ずそのような環境に施設する場合には、電線管内に布設するなどの保護手段を講じるか、適切なケーブルを選定する(例えば、機械的な損傷のおそれを最小にするために、金属製がい装、金属編組、シームレスアルミニウムシース、MI 又はセミジットシースケーブルを使用することができる)。
- ②ケーブル又は電線管方式で振動を受けるところでは、振動による損傷を受けない設計とする。
- ③シース又は絶縁材にPVCを使用したケーブルは、周囲温度が -5°C 未満の環境での布設時は、損傷を防ぐよう予防措置を講じる。
- ④ケーブルが機器に固定される又はケーブルトレイに収納される場合、曲げ半径は、ケーブル製造者のデータを満足するか又はケーブル径の8倍以上にしてケーブルの損傷を防ぐこと。ケーブルの曲げ半径は少なくともケーブルグランドの端から25 mm離れた位置から始まること。

(b) 導体

本安回路の導体は、非本安回路の導体と同じケーブルに混在させてはならない。

3.9.4で認められるものを除き、非本安回路の導体は、本安回路の導体に対し、一つに束ねたり、又は同一ダクト内に混在させてはならない。ただし、絶縁物による介在物又は接地金属隔壁によって分離される場合を除く。さらに金属製シース又はシールドが、本安回路又は非本安回路に使用される場合には、本安回路の導体は、分離する必要はない。

(c) 多心ケーブルの未使用心線

多心ケーブルで使用されない心線は、次のいずれかによって措置する。

- a) ケーブル両端には、適切な末端処理を施し、対地間及び線心間に対して適切な絶縁を施す。
- b) 多心ケーブル内の他の回路が(例えば、本安関連機器を経由して)接地される場合、未使用心線は、同一ケーブル内の本安回路を接地する接地箇所と同じ箇所に接続して接地する。ただし、未使用心線他端は、適切な末端処理を施し、大地及び他端の心線から適切に絶縁する。

(6) ケーブルの表示

本安回路を含むケーブルは、本安回路の一部であることを識別するための表示をする。ただし、シース又は外被を色によって表示する場合は除く。原則として、本安回路を含むケーブルに使用される色は明青色とする。明青色のケーブルを使用して識別する場合は、本安回路の識別の効果を損なわないよう、又は混乱を引き起こさないよう、本安回路以外の回路に明青色のケーブルを使用してはならない。

すべての本安回路のケーブル、又は非本安回路のすべてのケーブルが、がい装、金属製シース又はシールド付きの場合には、本安ケーブルの表示をする必要はない。

青色の中性線があることで、本安回路と非本安回路のケーブル間の識別が困難な場合は、計測、制御盤、開閉器盤、配電機器などの内部では、代わりとなる表示方法を施すこと。方法としては、次のようなものがある。

- (a) 共通の明青色の帯で心線を束ねる
- (b) ラベルを付ける
- (c) 明確な配列及び離れた場所に分離する

(7) 複数の本安回路を有する多心ケーブル

この要件は、(1)から(6)までの要件に追加するものである。

多心ケーブルには、複数の本安回路を内蔵してもよい。この場合、非本安回路は、同じ多心ケーブル内に収めてはならない。ただし、3.9.4を適用するものを除く。

絶縁層は、導体直径及び絶縁材料に適した厚さであること。この場合、絶縁層の最小厚さは0.2 mm以上でなければならない。

絶縁層は、本安回路の公称電圧の2倍の試験電圧に耐えるものであること。ただし、試験電圧は500 V以上とする。

多心ケーブルは、少なくとも次の耐電圧試験に耐えなければならない。

- (a) AC 500 V 又はDC 750 V (相互接続したがい装及びシールドと相互接続したすべての心線間)。
- (b) AC 1,000 V 又はDC 1,500 V (ケーブル心線の2分の1を相互接続した束と残りの半分の心線を相互接続した束との間)。この試験は、個別(系統が異なる)回路にシールド付きの多心ケーブルを使用する場合には適用しない。

耐電圧試験は、該当するケーブルの規格に規定する方法で行う。この方法が適用できない場合には、IEC 60079-11の10節(耐電圧試験)に従って実施する。

(8) 多心ケーブルに対する故障の検討

本安システムで使用する多心ケーブルで考慮する故障は、次の(a)～(c)のように、使用するケーブルによって異なる。

(a) タイプA

上述(7)の要件に適合し、更に、本安回路が互いに混触するのを防ぐために回路を個別に保護する。シールドの遮へい率は、遮へい金属の表面積が60 %以上とする。これによる、回路間の短絡は考慮しなくてよい。

(b) タイプB

固定配線であって、機械的損傷から保護され、かつ、上述の(7)の要件に適合し、更に、本安回路の最大電圧 U_b が60 Vを超える回路をケーブル内に含んでいない場合、故障を考慮する必要はない。

(c) その他

上述(7)の要件には適合しているが、タイプA 又はタイプB の追加要件を満足しないケーブルの場合には、“ia” 又は“ib” に対して二つまでの短絡及び同時に四つまでの導体断線を考慮する必要がある。ただし、ケーブル内の各回路が区分“ia” 又は“ib”の保護レベル に要求される火花点火パラメータの4倍の安全率をもつものである場合には、故障を考慮する必要はない。

3.9.2.3 本安回路の端末処理

本安回路の端子は、非本安回路の端子から次の(1)又は(2)のいずれかの方法で分離する。

- (1) 分離を距離によって行う場合、端子間の絶縁空間距離は 50 mm 以上とする。この場合、電線が外れても回路間が混触することがないように、端子の配列及び配線方法に注意すること。
- (2) 分離を絶縁隔壁又は接地金属隔壁の使用によって行う場合、当該隔壁と容器壁の間隔は、1.5 mm 以内にす。もう一つの方法として、端子間の距離を隔壁の全方向について測定する場合は、50 mm 以上とする。

端子に接続される外部導体の露出した導体部分と、接地金属との間又は他の導体部分との間の最小絶縁空間距離は 3 mm とする。

分離している複数の本安回路の外部接続端子の露出した導電部分間の絶縁空間距離は、接続された外部導体の露出した導体部分間において 6 mm 以上とする。

本安回路の端子には、本安回路の表示をする。

— 解 説 —

この表示は色の使用によってもよい。この場合、明青色を使用する。

本安回路で、外部接続用として使用されるプラグ及びソケットは、非本安回路から隔離分離し、非本安回路と互換性がないものとする。外部接続用に複数のプラグ及びソケットが取り付けられるものであって、誤接続が防爆性に影響する電気機器におけるプラグ及びソケットは、誤接続が不可能であるか(例えば、鍵による)、又は接続先を識別(例えば、マーキングやカラーコーディング)して誤接続ができないようにしたものとする(3.9.4 特殊な適用を参照)。

— 解 説 —

プラグ及びソケットが接地回路を内蔵し、かつ防爆性はその接地に依存する場合、そのプラグ及びソケットは、接地導体、接続及び端子に関する IEC 60079-11 の要件に適合した構造であること。

3.9.2.4 本安回路の接地方法

本安回路の接地方法は次のいずれかによる。

- (1) 大地から絶縁する。
- (2) 本安回路が設置される全領域に、等電位ボンディングシステムが存在する場合は、その一箇所において、等電位ボンディングシステムと接続する。

施工方法は回路の機能的要件に従い、かつ、製造者の取扱説明書に従う。

一つの回路が、絶縁分離したサブサーキットに分割していて、それぞれが一つの接地点に接地されている場合については、回路全体としては、複数の接地点があってもよい。

対地絶縁している本安回路においては、静電気帯電の危険に注意を払わなければならない。例えば、静電気の帯電防止のために取付けた抵抗が $0.2\text{ M}\Omega$ を超える場合は接地されているとは見なされない。

絶縁分離されていないセーフティバリヤを使用する場合など、それが安全上必要ならば、本安回路は接地する。例えば、(溶接された)熱電対のように、機能上必要な場合には、その回路を接地してもよい。本安機器が IEC 60079-11 に従った対地電圧 AC 500 V(実効値)以上の耐電圧試験に耐えることができない場合、その電気機器は接地に接続されるとみなされる。

電気機器が(例えば、取付け部などによって)接地され、ボンディング導体の本安機器と、本安関連機器の接地接続箇所との間に使用される場合は、(1)又は(2)に適合する必要はない。ただしこのような場合は、管理技術者による慎重な検討が必要である。そして、絶縁分離なしで特別危険箇所に入る回路はいかなる場合もこのような方法を使用してはならない。ボンディング導体を使用する場合、本体の断面積は 4 mm^2 以上とし、プラグ及びソケットを使用することなく確実に接続し、十分な機械的保護を施す。さらに、安全増防爆構造の要件(容器の保護等級は適用されない。)に適合する端子を取付ける。ただし、本安回路において、非絶縁セーフティバリヤ(例えば、フェナーバリヤ)の接地端子は、次のいずれかの方法による。

(a) 実施可能な最短経路で、等電位ボンディングシステムに接続する。

(b) TN-S 方式の場合、接続点から主電源システムの接地点までのインピーダンスが、確実に $1\text{ }\Omega$ 未満になるように接続する。これは、電気室の接地母線に接続するか又は独立した接地極の使用によって達成される。

使用される導体は、接地から故障電流が流入しないように絶縁をすること。このような故障電流の例としては、他の導体(例えば、制御盤のフレームなど)が接触することによって金属部品に電流が流込む場合がある。したがって、損傷の危険性が高い場所においては、使用される導体は機械的に保護する。

接地線の断面積は、次による。

(a) 最大連続電流を流すことのできる2本以上の銅製の導体では、 1.5 mm^2 以上

(b) 1本以上の銅製の導体では、それぞれの導体は、 4 mm^2 以上

— 解 説 —

試験を容易にするために、接地導体は2本使用することを考慮する。

安全保持器の入力端子に接続する電源システムの短絡電流が接地線の許容電流を超える場合には、導体の断面積を増大するか又は本数を追加する。

接地の接続が複数の接続箱を経由して行われる場合は、接続の連続性が保たれるよう特別な注意を払う。

3.9.2.5 本安回路の検証

本安回路は、そのパラメータを定義するシステム認証が得られない限り、本節の全ての要件に適合するものであること。

(1) 一般

システム設計者は、システム文書を作成し、相互接続の配線を含めて、電気機器の構成及びシステムの電気パラメータを明記する。

— 解 説 —

安全性を確保するために必要なシステム文書には、図面、詳述文書、保守点検要領書などの数多くの文書が含まれる。これらの文書は、目的とする設備の関連情報を容易に知ることができるように作成・整備し、保持する。

ケーブルを含めて、本安回路を施工する場合、インダクタンス、キャパシタンス又は L/R 比、及び最高表面温度はその許容値を超過してはならない。これらの許容値は、本安関連機器の取扱説明書又は銘板に記載されている。

(2) 一台の本安関連機器だけに接続する本安回路

本安回路が、顕著な大きさのエネルギーを蓄積するキャパシタンスとインダクタンスの両方を含む場合、容量性の蓄積エネルギーの大きさによっては、インダクタンスにエネルギーを供給する電源の効果を増大させるおそれがある。

ケーブルの分布定数としてのインダクタンスとキャパシタンスは、集中定数としての誘導性又は容量性部品より点火しにくいことが知られている。次に示すケーブルパラメータの評価方法には、それらの要因を考慮に入れる。ただし、線形回路(抵抗で電流制限される回路)だけに適用できるものとする。

電源の最大電圧 U_0 、最大電流 I_0 、許容キャパシタンス C_0 、許容インダクタンス L_0 及びインダクタンスと抵抗の比の最大 L_0/R_0 は、取扱説明書又は銘板から求めることができる。

回路に接続するすべての電気機器の等価総和インダクタンスとキャパシタンスは、接続される電気機器の内部キャパシタンス C_i と内部インダクタンス L_i 及びシステムに含まれる単純機器の総和のキャパシタンスとインダクタンスを加算して決定する。

等価総和インダクタンスとキャパシタンスがいずれか又は両方のそれぞれ L_0 と C_0 の 1 %を超えない場合、相互接続ケーブルに許容できるインダクタンス又はキャパシタンスは、電源の C_0 と L_0 から、それらの等価的な値を減算して決定される。等価総和キャパシタンスが C_0 の 1 %以下の場合、ケーブルパラメータとして L_0/R_0 比の使用は許容される。等価総和インダクタンスが L_0 の 1 %より大きい場合、ケーブルに許容できる L/R 比は、IEC 60079-25 に従って再計算すること。 L_0/R_0 比の使用が認められる場合、ケーブルの L/R 比がそれ以下であれば、 L_0 の要件を満足する必要はない。

総和インダクタンスと総和キャパシタンスの両方が、 L_0 と C_0 のそれぞれ 1 %より大きい場合、 C_0 と L_0 の値は、1/2 にする。結果として、ケーブルのインダクタンスとキャパシタンスの値は、それらの 1/2 に減じられた C_0 と L_0 の値から、更に等価総和インダクタンスとキャパシタンスを減算して求めることができる。

ケーブルパラメータの決定の指針を 3.9.2.2(2)に示す。

— 解 説 —

単純機器は、検定が要求される。

本安機器が等価インダクタンスを含み、かつ、本安関連機器にインダクタンス/抵抗、(L/R)値が表示される場合、IEC 60079-25 本安システム、Annex D(誘導パラメータの検証)を参照すること。

各本安機器の許容電圧 U_i 、許容電流 I_i 及び許容電力 P_i の値は、本安関連機器の U_0 、 I_0 及び P_0 よりそれぞれ大きいものでなければならない。

わが国では、単純機器は、検定の対象であるが、参考までに単純機器の温度評価方法を以下に示す。

単純機器について、温度等級を定めるため、本安関連機器の P_0 の値から最大温度を決定する。

温度等級は、次のいずれかによって決定する。

- (a) 表3-3による。
- (b) 次式によって求める。

$$T = P_o R_{th} + T_{amb}$$

ここに、

T : 表面温度 (°C)

P_o : 本安関連機器上に表示された電力(W)

R_{th} : 熱抵抗 (°C/W)(実装状態に応じた製造者の指定する値)

T_{amb} は周囲温度(通常 40 °C)

また、表 3-2 を参照のこと。

表 3-2 ガス又は蒸気の発火温度と温度等級の関係

温度等級	発火温度 °C	機器に許容される温度等級
T1	>450	T1－T6
T2	>300	T2－T6
T3	>200	T3－T6
T4	>135	T4－T6
T5	>100	T5－T6
T6	>85	T6

さらに、リード線を除いて表面積が10 cm² 未満のコンポーネントは、表面温度が150 °C以下の場合には、T5に分類してもよい。

本安回路の機器グループは、その回路を構成する機器の最も低いガスグループで決定される。例えば、IIB 及びIIC の電気機器が混在する回路の場合は、IIC の回路とする。

表 3-3 部品の表面積と周囲温度によって温度等級 T4 に区分できる要件

リード線を除く部品の全表面積 S	T4 に区分できる要件
$S < 20 \text{ mm}^2$	表面温度 $\leq 275 \text{ °C}$
$S \geq 20 \text{ mm}^2$	消費電力 $\leq 1.3 \text{ W} *$
$20 \text{ mm}^2 \leq S \leq 1,000 \text{ mm}^2$	表面温度 $\leq 200 \text{ °C}$
注) * 周囲温度 60 °C の場合 1.2 W に、周囲温度 80 °C の場合 1.0 W にそれぞれ減少させる。	

本安回路の接続箱とスイッチは、温度等級 T6 と見なすことができる。

(3) 複数の本安関連機器を持つ本安回路

複数の本安関連機器を有する本安回路、又は複数の本安回路と相互に接続する場合、電気機器のグループ、温度等級、及び保護レベル(“ia” 又は “ib”)は、システム全体の本質安全性を、IEC 60079-11 及び IEC 60079-25 に従って理論計算又は火花点火試験で確認し、決定する。

相互接続している別の回路から、本安関連機器への逆電圧及び逆電流の危険性について注意する。

他の本安関連機器の U_0 と I_0 との組合せによって、各本安関連機器の電圧制限素子・電流制限素子の定格は超えてはならない。

— 解 説 —

- ①線形の電流－電圧特性を持つ本安関連機器について、計算の根拠を附属書 3-A に示す。非線形の電流－電圧特性の本安関連機器については、IEC 60079-25 の附属書 C の指針を使用することができる。ただし、IEC 規格では、必要があれば専門家の助言を求めるべきとされているが、わが国では検定で評価されなければならない。
- ②本安回路の検討に際して(IEC 60079-25：本安システムの図 C.1a に従った出力特性)本安関連機器の内部抵抗 $R_i = U_0 / I_0$ が既知の場合、IEC 60079-25 の附属書 B で与えられる方法が別の方法として使用できる。

3.9.3 特別危険箇所への設置

本安回路は 3.9.2 に適合すること。ただし、次に示す特別な要件によって修正された場合を除く。

特別危険箇所への本安回路の施工において、本安機器と本安関連機器は“ia”に適合する機器でなければならない。回路(単純部品、単純機器、本安機器、本安関連機器及び内部接続ケーブルに許容される最大の電氣的パラメータをすべて含む)も“ia”に適合するものでなければならない。

本安関連機器では、非本安回路と本安回路間とが絶縁分離されたものが推奨される。

等電位ボンディングシステムの一つの故障が発火を引き起こす場合があるので、非絶縁の安全保持器は、接地が 3.9.2.4(2)項に適合し、かつ、非本安回路端子に接続する主電源機器が二重巻線変圧器で絶縁され、一次巻線が十分な遮断容量を持つ適切な定格のヒューズによって保護されている場合に限って使用することができる。

— 解 説 —

- ①本安回路がサブサーキットに分割される場合、特別危険箇所に設置する絶縁分離している部品を含むサブサーキットは、“ia”であること。ただし、特別危険箇所以外のサブサーキットは、“ib”でよい。
- ②電氣的分離は、本安関連機器、又は第一類危険箇所、第二類危険箇所、若しくは非危険場所の本質安全回路内の絶縁分離した機器のいずれかを介して行う方法でもよい。
- ③IEC 規格に規定された単純機器は、特別危険箇所の外側に設置されるものであっても、システム文書に記述しなければならず、かつ、IEC 60079-11 の保護レベル“ia”の要件に適合しなければならないとされている。なお、わが国では、単純機器(単純部品を含む)は検定を取得しなければ使用できない。

機能的な理由から本安回路の接地が要求される場合、接地接続は特別危険箇所の外で行わなければならない。ただし、接地は、実施可能な限り“ia”機器の近くで行われること。

— 解 説 —

接地形熱電対又は導電率検出プローブのような、回路の接地がその回路の運転において必須の場合、複数の接地で故障を起こさないということを証明できない限り、一点接地接続とすべきである。

本安機器と本安関連機器が、特別危険箇所内で危険な電位差を形成する(例えば、雷又は空電が生じるところで、EPL Gaが要求される箇所に本安回路の一部を取り付ける)場合、サージ保護装置は、特別危険箇所への入り口に実施可能な限り近い(1m以内が望ましい)箇所で、サージ保護装置をケーブルの接地ボンディングされていない心線と現場構造物との間に取付ける。このような場所の例としては、可燃性液体の貯蔵タンク、廃水処理プラント及び石油化学工場の蒸留塔である。一般的に、地下にタンクやケーブルを設置してもその危険性は容易には軽減されない。

サージ保護装置は、10 kA (IEC 60060-1、10 回動作による $8/20 \mu s$ インパルス)の最小ピーク放電電流を流

すことができるものであること。保護素子と現場構造物との間の接続は、断面積 4 mm² の銅導体又はこれと同等以上のものであること。

サージ保護素子の直流放電開始電圧は、特定の設備毎にその使用者及び専門家が決定する。

— 解 説 —

本安回路における、一つ以上の低圧のサージ保護素子の使用に当たっては、その回路は接地されているとみなす。このことは、本安回路システムの設計の際に考慮しておく。サージ保護素子の使用に関する更なる指針は、IEC 60079-25 に規定されている。

特別危険箇所における本安機器とサージ保護素子間のケーブルは、雷から保護されるように接地する。

3.9.4. 特殊な適用

電源ケーブルを監視する場合、本安の原理を使用する回路は、動力回路と同じケーブル内に収容することができる。そのような場合は、関連する危険性の分析が必要である。

特別の例として、IEC 60079-11 の要件に適合し、かつ、非本安回路が他の防爆構造の IEC 60079 シリーズの規格に適合し、その上、他の回路が通電されている時においても、本質安全性を要求されない場合には、非本安回路と本安回路に同じプラグ及びソケットを使用してもよい。

3.10 粉じんが存在する箇所での電気配線

粉じんが存在する箇所に、電気配線を施設する際に準拠すべき原則は、次のとおりである。

3.10.1 配線一般

配線一般は 3.7.1 に準ずる。

3.10.2 配線の電気機器への引込

配線の防爆電気機器への引込みは 3.7.2 に準ずる。

3.10.3 配線方法

配線方法は 3.7.3 に準ずる。

3.10.4 配線と防爆電気機器との接続

配線と防爆電気機器との接続は、防爆電気機器が検定に合格した際に指定された接続箇所、(例えば、独立して付属する端子箱又は防爆電気機器の接続端子部)を用いて行う。

3.10.5 ケーブル配線

ケーブル配線は、十分な外傷保護性能を電線路にもたせ、かつ、粉じんの侵入防止と延焼防止処置を施し、次によって施工する。

3.10.5.1 使用ケーブルと配線材料

(1) ケーブル

使用ケーブルは 3.7.5.1 に準ずる。

ただし、3.7.5.1(4)の可燃性ガス蒸気は粉じんと読み替える。

(2) ケーブルに必要な防護処置

ケーブルに必要な防護処置は、3.7.5.2(ケーブルに必要な防護処置)に準ずる。

ただし、これらの防護処置の保護等級は IP44 以上であること。

3.10.5.2 ケーブルの布設方法

ケーブルの布設方法は 3.7.5.3(ケーブルの布設方法)に準ずる。

3.10.5.3 ケーブルの接続

ケーブルとケーブルの接続は、粉じん防爆性能が確認された接続箱内において行う。

3.10.5.4 除滴

除滴は、3.7.5.6(除滴)に準ずる。

3.10.6 金属管配線

金属管配線は、十分な外傷保護性能を電線管と電線管用附属品にもたせること。さらに、必要に応じて電線管用附属品とその結合部には、防じん性能(粉じんが侵入しにくい)をもたせた電線管路に絶縁電線を収容する防爆電気配線とし、次によって施工すること。

3.10.6.1 配線材料

配線材料は 3.7.6.1 (配線材料) に準ずる。

— 解 説 —

防爆電気機器の検定範囲は、シーリングフィッチングまでである。したがって、防爆電気機器の容器とシーリングフィッチングとの間に保全等のやりやすさ等の目的でユニオン等を使用する場合には、ユニオン等の電線管用附属品も含めて検定申請する。これらを含めて防じん性能が確認される。

3.10.6.2 配管方法

配管方法は 3.7.6.2(配管方法)に準ずる。

3.10.6.3 シーリングを施す箇所

シーリングを施す箇所は、3.7.6.3(シーリングを施す箇所)に準ずる。

3.10.6.4 シーリングの施工方法

シーリングの施工方法は、3.7.6.4(シーリングの施工方法)に準ずる。

3.10.6.5 除滴

除滴は 3.7.5.6(除滴)に準ずる。

附属書 3-A 複数の線形な電流電圧特性の本安関連機器を持つ本安回路の検証

3-A.1 一般

本安回路システム用のキャパシタンスとインダクタンスのパラメータは、故障状態及びシステム内の各点における U_0 と I_0 のシステム値を使用し、IEC 60079-11 の点火限界曲線から決定される。IEC 60079-11 に規定する故障は、各電気機器単位ではなく、電氣的システム全体に対して適用する。

これは、次の計算手順によること。

3-A.2 保護レベル i_b の本安

すべての本安関連機器が保護レベル “ia” であっても、保護レベルは “ib” と見なす。

— 解 説 —

この保護レベルの変更は、試験を行わない計算だけでの評価であることを考慮したものである。

- (1) 本安関連機器に表示される U_0 と I_0 の値を使用し、システムの電圧と電流の最大値を決定する。(附属書 3-B 参照)
- (2) システム電流の最大値(I_0)に安全率 1.5 を乗じたものが、システム電圧(U_0)として IEC 60079-11 の該当する電気機器のグループの抵抗性回路の点火曲線から得られる電流を超えないことを確認する。
- (3) 最大許容インダクタンス (L_0) は、安全率1.5 を乗じた最大システム電流 (I_0) を使用して、IEC 60079-11 の機器グループに適する誘導性回路用点火曲線から得る。
- (4) 最大許容キャパシタンス (C_0) は、安全率1.5 を乗じた最大システム電圧 (U_0) を使用して、IEC 60079-11 の機器グループに適する容量性回路用点火曲線から得る。
- (5) C_0 及び L_0 の最大許容数値が、3.9.2.5(2)の要件を満足することを確認する。
- (6) U_0 , I_0 , 及び P_0 ($P_0 = I_0 U_0 / 4$ の場合) が、3.9.2.5(2)の要件に適合していることを確認する。
- (7) 機器に使用される点火曲線を考慮して、3.9.2.5(2)に適合したシステムの機器グループを決定する。
- (8) 最大有効電力: $P_0 = I_0 U_0 / 4$ の場合が、3.9.2.5(2) に適合したシステムの温度等級を決定する。

3-A.3 保護レベル i_c の本安

類似の計算方法を “ic” 回路に使用してよい。ただし、安全率は 1 とする。

— 解 説 —

わが国では、“ic” は存在しない。“nL” がこれに相当する。

附属書 3-B 複数の線形電流電圧特性を持つ本安関連機器について本安回路のシステム電圧及び電流の最大値を決定する方法（附属書 3-A の要求による）

3-B.1 本安回路

本安回路に複数の本安関連機器がある場合(3.9.2.5(3)参照)、個々の本安関連機器の文書又は銘板から得られる U_0 、 I_0 の値を使用して、本安回路の故障状態におけるシステム電圧と電流の最大値を決定するために次の方法を使用することが望ましい。

正常運転時及び故障時において次の事項を考慮して、本安関連機器と本安回路との相互接続を分離して、 U_0 と I_0 の値を決定する。

- (1) 電圧の総和
- (2) 電流の総和
- (3) 電圧と電流の両方の総和

本安回路と非本安回路間とを絶縁分離する本安関連機器の直列接続の場合(図 3-B.1 参照)は、回路の極性に関わりなく、電圧を合計すること。

本安関連機器の両極に並列接続する場合(図 3-B.2 参照)は、電流を合計する。

他のケースとして、本安関連機器の極の相互接続が可能である場合(図 3-B.3 参照)、想定される故障状態によっては、直列又は並列接続の両方を考慮する。このような状況においては、電圧の総和と電流の総和は別々に考慮すること。

新たな最大システム値: $U_o = \Sigma U_{oi} = U_{o1} + U_{o2}$

$$I_o = \max. (I_{oi})$$

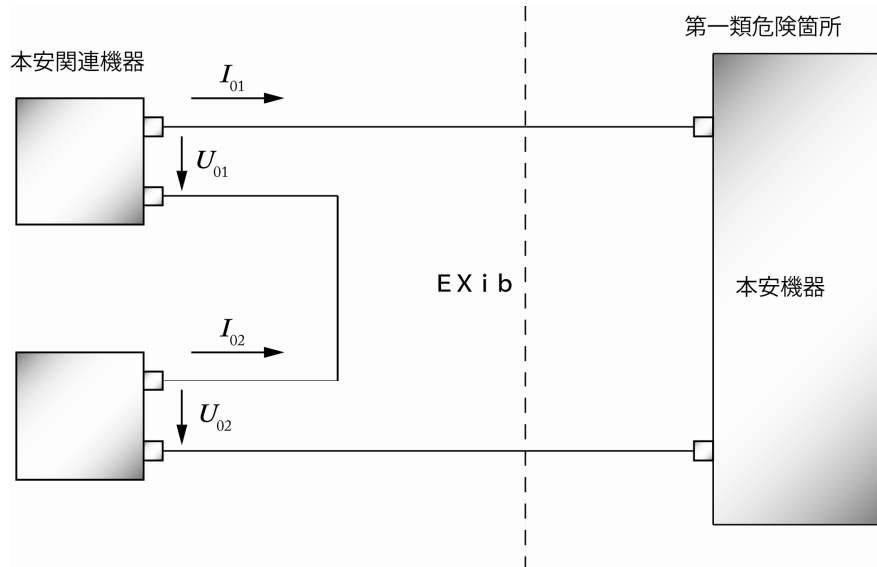


図 3-B. 1 直列接続—電圧の総和

新たな最大システム値: $U_o = \max. (U_{oi})$

$$I_o = \Sigma I_{oi} = I_{o1} + I_{o2}$$

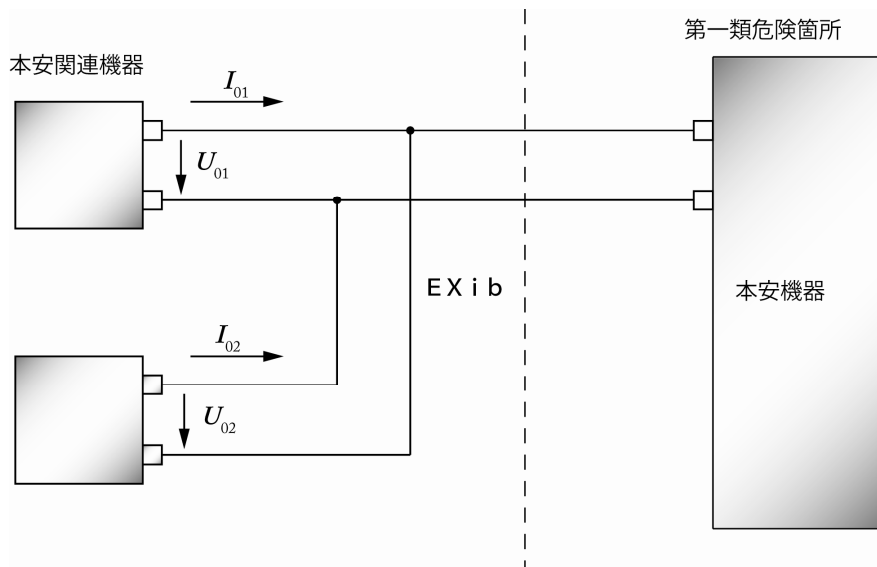


図 3-B. 2—並列接続—電流の総和

新たな最大システム値: $U_o = \Sigma U_{oi} = U_{o1} + U_{o2}$ $U_o = \max. (U_{oi})$

又は

$I_o = \max. (I_{oi})$ $I_o = \Sigma I_{oi} = I_{o1} + I_{o2}$

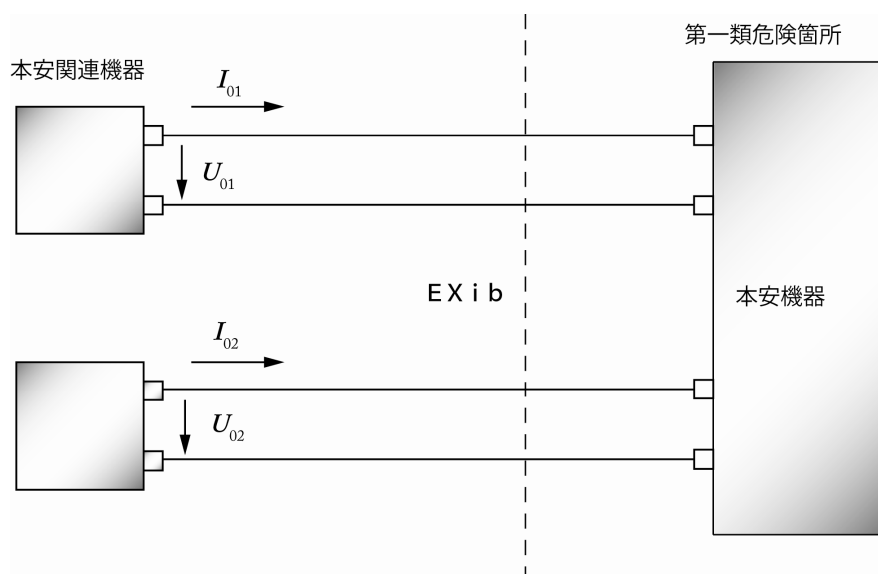


図 3-B. 3—直列及び並列接続—電圧の総和と電流の総和

附属書 3-C ケーブルパラメータの決定

3-C.1 測定

ケーブルのインダクタンスとキャパシタンスは、周波数 $1\text{ kHz} \pm 0.1\text{ kHz}$ (精度 $\pm 1\%$) で測定する。ケーブルの抵抗は、精度 $\pm 1\%$ の直流測定器を使用して測定する。この際、ケーブルの長さは 10 m 以上とする。測定の際の周囲温度は、 $20\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 30\text{ }^{\circ}\text{C}$ とする。

— 解 説 —

インダクタンス測定用の機器は、抵抗に対してインダクタンスが小さい場合でも、十分に測定可能なものであること。

ケーブルの終端で開路又は短絡故障を引き起こすおそれがあるすべての心線の組合せに対して測定すること。キャパシタンス、インダクタンス、 L/R 比の最大測定値をケーブルパラメータとして使用する。多数の心線がある場合は、最も大きな数値のインダクタンス及びキャパシタンスが得られる代表的な心線の組み合わせを利用して測定すること。

ケーブルの最大キャパシタンスは、ケーブルの遠隔端を開路とし、最大値が得られる心線とシールドとの間のキャパシタンスを測定して決定する。例えば、シールドされた二線より線を測定する場合には、一つの心線をシールドと接続したものと、残りの心線との間を測定したときがおそらく最高値となる。これがキャパシタンスの最大値であることを、他の心線とシールドについても測定し確認する。

最大インダクタンスは、最も間隔が離れた二つの心線の遠隔端を一つに接続して測定すること。この経路の直流抵抗は、ケーブルの L/R 比の計算にも使用する抵抗である。

ケーブルの心線が緩く製造されている場合、ケーブルを 10 回以上、曲げ、ねじりを行っても、ケーブルパラメータは 2% を超えて変化があつてはならない。

これらの測定の目的のために、個別の導体を直列に接続し、実際上のケーブル長を増加させて故障の組合せを考慮する必要はない。キャパシタンスは、複数のシールド又は未使用心線は一方の端をすべて一つに接続して測定すること。

3-C.2 多心ケーブル

特定の本安回路又はエネルギー制限回路で使用している心線が、多心ケーブル内で容易に識別できる場合には、これら特定の心線に関するケーブルパラメータだけを考慮する。

3-C.2.1 タイプAの多心ケーブル

回路で使用されるすべての心線が一つのシールド内にある場合、それら心線の相互接続とシールドとの接続だけを考慮する。また、それらの心線が複数のシールド内にある場合には、関連するシールド内の関連するすべての心線を使用して測定する。

3-C.2.2 タイプBの多心ケーブル

特定の回路に使用する心線が明確に識別できる場合、測定はそれらの導体だけで行う。明確な識別ができない場合には、特定の本安回路に使用する心線のすべての可能な組合せについて考慮すること。

3-C.2.3 その他の多心ケーブル

想定される2箇所の短絡故障を生じるおそれがある本安システムに関係する全ての導体とシールドとの間で測定する。

関係する心線が明確に識別できない場合、三つの相互に接続される回路の関連する心線とシールドの総数の中での可能な組み合わせにまで広げて試験する。

3-C.3 FISCO

2本の心線間キャパシタンスのための単位長さ当たりのキャパシタンス C' から、バスケーブルの等価キャパシタンスが得られる。ケーブルがシールドを含んでいる場合には、追加の単位長さ当たりのキャパシタンスの考慮が必要である。

キャパシタンスの計算は、バスケーブルとシールドの電氣的接続に依存する。バス回路が接地されたシールドから絶縁されるか、シールドが電源(大地に対してフィールドバスが平衡)の正負間に対象的に配置されるとき、心線と心線間のキャパシタンスだけでなく、心線とシールド間とシールドと心線間からの直列キャパシタンスを考慮すると、次の式で得られる。

$$C' = C_a' + 0.5 C_b'$$

ただし、

C_a' : 心線心線間のキャパシタンス

C_b' : 心線とシールド間のキャパシタンス

電源の一方の極にシールドが接続される場合は、次の式となる。

$$C' = C_a' + C_b'$$

第4章 防爆電気設備の保守

4.1 一般事項

4.1.1 適用範囲

本章は、可燃性物質が存在する危険場所に設置された防爆電気設備の点検と保守に直接関係する要素に対して適用する。ただし、次の(1)～(3)には、適用しない。

- (1) 防爆電気設備の基本的な設置要件と点検要求事項
- (2) 電気機器の検証
- (3) 防爆電気機器の修理と再利用

— 解 説 —

本章は、主として IEC 60079-17 (Ed 4.0)「危険場所に設置された(又は、危険場所で使用する)設備の点検と保守」及び「工場電気設備防爆指針(ガス蒸気防爆 2006)」を参考にして定めた。

4.1.2 用語の意味

本章で用いる用語の意味は、次のとおりとする。

- (1) 保守

関連する仕様を満足し、要求機能を発揮し得る状態に設備を維持し、又は修復するために実施する諸業務をいう。

- (2) 点検

防爆電気設備の防爆性能の維持状態について、信頼できる所見を得るために測定などの補足的な手段を用いて、分解せずに又は必要に応じて部分的な分解によって、綿密な調査を行う業務をいう。

- (3) 整備

防爆電気設備の防爆性を維持するために、耐久部品については特に交換をすることなしに、(消耗部品については交換)手入れなどを行うことで原状に復帰させる作業をいう。

— 解 説 —

耐久部品の取替えをせずに原状に復帰させる作業とは、清掃、消耗品の取替え並びに点検用カバー又は端子箱のふたを開いて実施する手入れなどをいう。接合面の極めて軽微な(サンドペーパー等で手入れできる程度)さびの手入れも、これに含まれる。消耗部品としては、パッキン、ランプ、潤滑油、接点、ブレーキシューなどがある。

- (4) 修理

防爆性を維持するために、防爆電気設備を分解し、必要によっては耐久部品を交換などして、所定の限度内で型式検定合格時の原状に復帰させる作業をいう。

— 解 説 —

- ①所定の限度内とは、防爆性を原状に復帰させることが十分に予見できる範囲であって、かつ、原状復帰が信頼し得る方法で確認できる範囲とする。なお、所定の限度を超える(逸脱する)場合は、改造とみなされる。
- ②修理に該当する具体例には、電動機のベアリングの交換、照明器具のランプ保護カバーの交換などがある。

(5) 改造

型式検定合格条件と異なる構造、材料を使用することによって、防爆性能を保持している部品の修理、交換を行う作業をいう。

— 解 説 —

型式検定合格条件とは、構造に関する要件及び使用に関する条件をいう。わが国では、改造後の電気機器は、改造前に検定合格品であっても危険場所で使用する場合には、再度、検定を受け合格することが必要である。

(6) 目視点検

工具等を使わずに、目で見えて分かる欠陥(例えば、ボルト等の紛失)を確認するための点検をいう。

(7) 簡易点検

目視点検の範囲に加え、簡単な工具を使用しないと分からない範囲での欠陥(例えば、ボルトの緩み)を見つけるための点検をいう。

— 解 説 —

簡易点検では、一般に容器を開いたり、電源を遮断したりすることはない。

(8) 精密点検

簡易点検の範囲で分かる防爆機器としての欠陥に加え、容器を開いたり、又は必要に応じて工具や試験装置を使用して行うことで分かるような欠陥(例えば、接続部の緩み)を見つけるための点検をいう。

(9) 初期点検

設置した設備を初めて使用する前に、防爆電気機器を含め関係するすべてのシステム及び設備を確認する点検をいう。

(10) 定期点検

使用中のすべての電気機器、システム及び設備について定められた周期で実施する点検をいう。

(11) 抜取点検

防爆電気機器に関係する使用中の電気機器、システム及び設備の一定比率での点検をいう。

(12) 継続的管理

設備の防爆性能を満足できる状態に維持するための、特定の設備及びその環境についての経験を有する熟練者による、設備への頻繁な(管理に抜けなどが生じない程度の)現場管理、点検、整備、手入れ及び保守をいう。

(13) 熟練者

各防爆構造の電気機器等の取扱いと施工、関連法規及び規格や社内規定の適用、危険場所の分類の一般原則などについて、研修を含む訓練を受けた者をいう。

(14) 管理的職能をもつ技術者

熟練者の技術的マネジメントを行い、防爆の分野に適切な知識を有し、現場の条件・環境及び設備に精通し、また、危険場所内の防爆電気機器に関する点検システムに全体的な責任及び管理義務を有する者をいう。

(15) 保守担当者

設備の要求機能を発揮し得る状態に維持するために行う、点検、保守等の諸業務を担当する従業者、

オペレータ等で、防爆電気機器の点検、保守に必要な知識を有する者をいう。

4.1.3 文書

点検及び保守については、次の項目の最新文書を準備しておく。

- (1) 危険箇所の種別及び必要ならば個々の危険箇所の要求に対応した機器の選定根拠
- (2) ガスに対する防爆電気機器の爆発等級(又はグループ)及び発火度(又は温度等級)
- (3) 粉じんに対する防爆構造の種類及び発火度
- (4) 温度等級、保護構造、IP保護等級、耐食性などの機器の特性
- (5) 防爆電気機器の保守に必要な防爆・保護構造毎の記録(例えば機器の設置場所のリスト、予備品、合格証、技術資料など)
- (6) 点検の記録のコピー

— 解 説 —

保守に必要な文書として次のようなものがあり、これらは防爆電気機器の種類、防爆構造の種類、配線方法などに応じて適宜選択して使用する。

- ①危険箇所を示す図面
- ②電気機器及び設備の配置図
- ③配線図
- ④機器の構成図
- ⑤電気機器の外形寸法図
- ⑥設備の保護装置の特性に関する文書
- ⑦予備品に関する文書
- ⑧電気機器の取扱説明書
- ⑨電気機器の試験成績書
- ⑩配線の試験記録
- ⑪過去における設備の保守記録
- ⑫その他、必要と思われる文書

4.1.4 保守担当者の資格要件

防爆電気設備の点検及び保守は、各防爆構造電気設備の取扱いと施工、関連法規及び規格や社内規定の適用、危険場所等の一般原則などについて、研修を含む訓練を受けた経験のある者が担当し実施する。

この保守担当者は、適切な継続的教育又は訓練を定期的に受けなければならない。また、経験及び訓練については、記録を残さなければならない。

— 解 説 —

保守担当者は、次の内容のことについて、知識及び技能を有すること。

- ①防爆電気機器の防爆構造の原理及び機能
- ②配線に関する防爆上の原理
- ③電気機器の操作、取扱い、分解、組立てなどの方法
- ④保守作業上の留意事項
- ⑤保守項目及び保守方法
- ⑥関連法規

4.1.4.1 資格要件の評価

責任者及び管理的職能をもつ技術者、保守担当者は、5年を超えない頻度で以下の内容の再評価をする。

- (1) 作業の範囲で要求される必要な技能を有しているか。
- (2) 規定された活動の範囲を超えて行うことができる能力があるか。
- (3) 関連する知識と基本を理解する能力があるか。

4.1.4.2 責任者及び管理的職能をもつ技術者の知識と技能

防爆電気機器の点検と保守が含まれるプロセスに責任をもつ“責任者”と“管理的職能をもつ技術者”は少なくとも以下の能力を有する者とする。また、これらの能力を有していることを教育訓練及び実績の履歴等で示す。

なお、責任者と管理的職能をもつ技術者の職務は、熟練者や保守担当者の能力の管理に限定する。

- (1) 関連する電気技術に対する一般的理解
- (2) 防爆の原則と技術の実務上の理解
- (3) 技術図面を読み、評価する理解力と能力
- (4) 防爆についての(粉じんを含む)危険場所の分類、防爆電気設備の原理・選定及び据付に関する実務上の知識と理解
- (5) 監査の原則、文書化、計測と機器校正のトレーサビリティを含む品質保証の基礎的知識

4.1.4.3 保守担当者の保有する知識

保守担当者は、点検と保守を実行するのに必要な次の知識を有する者とする。また、この章の 4.1.3 項に示される文書の利用の有効性及び、防爆構造の概念と点検と保守に対する次の実務的技能の必要性を文書で示さなければならない。

- (1) 防爆の一般的原則の理解
- (2) 保護のタイプと表示の一般的な原則の理解
- (3) 保護概念に影響を及ぼす機器設計の理解
- (4) 検定と、この章の関連する部分の理解
- (5) 作業許可システムの追加の重要性及び防爆に関連する絶縁の安全に対する理解
- (6) 防爆電気機器の点検と保守に使用される特別な技術の習熟
- (7) 防爆電気機器の選定と据付に対する理解

4.2 点検

4.2.1 一般事項

点検は、次の内容を含んで実施する。

- (1) プラント又は設備は、使用開始前に初期点検を実施する。
- (2) 電気設備は、危険場所において連続した使用に備え、これを良好な状態で確実に維持するため、以下の点検を実施する。
 - (a) 定期点検
 - (b) 熟練者による継続的管理

- (c) また、併せて必要に応じて適時保守の実施
- (3) 保守(調整、修理、再利用、変更あるいは交換の後)は、当該電気設備又は関連部分を、表4.2.1、4.2.2、4.2.3、及び4.2.4の精密点検欄の関連項目に従って点検する。
- (4) 防爆電気機器の型式検定合格標章や銘板の表示が、不明又は見えにくくなる場合は、当該装置の詳細な履歴を明確にする代替の方法を用いてよい。その方法とは、独自のタグ番号、シリアル番号、あるいは電気設備データベースの索引の識別ラベルの追加などである。なお、ラベルの貼付又は固定は装置の防爆維持能力を減じない方法で行う。

— 解 説 —

防爆電気機器を管理するために使用される一覧表と識別タグを付ける方法は、当初の防爆電気機器の合格標章や詳細が異なる防爆電気機器の交換や修理の追跡が行える利点がある。

- (5) 危険場所の種別やEPL(機器保護レベル)の要件の変更があった場合、また防爆電気機器の移設が行われた場合には、必要に応じ、防爆構造及び発火度(又は温度等級)が新たな条件に適合していることを確認する。
- (6) 点検のときに設備や電気機器を分解した場合には、復旧の際に、残留する粉じんの除去及びガasketの正しい装着によって、防爆性能が確保されていることを確認する。

— 解 説 —

- ①プロセス装置に保全作業を実施する場合、再組立中及びその後で、安全に関わる本来の設計が復元されたことを、再び使用に戻る前に慎重に点検して確認する。
- ②密閉したプロセス系統の部分(例えばフィルタの取換え、一回の使用量の充填等)の定期的開放は、危険場所の分類を行う作業の際に、放出源として考慮する。
-

4.2.2 点検の程度

点検の程度は、精密、簡易又は目視の3段階とする。表4.2.1、4.2.2、4.2.3、及び4.2.4に、これら3段階の点検のために必要な特定のチェックの詳細が記載されている。

簡易点検及び目視点検は、電気機器に通電した状態でも実施することができる。精密点検は、一般には、電気機器の電源を遮断した状態で実施する。

複数の防爆構造を持つ(例えば、耐圧と安全増の組み合わせ)電気機器の点検の程度の選択は、防爆構造別の点検表の内容を適切に組み合わせて行う。

4.2.3 点検の種類

- (1) 初期点検は、選定した防爆電気機器及びその設置が適切であることを確認するために行われる。表4.2.1、4.2.2、4.2.3、及び4.2.4に従って、精密点検として実施する。

— 解 説 —

製造者が同等の点検をすでに実施している場合、また、据付けプロセスが、製造者で点検した部品に影響を与えるおそれが少ない場合は、完全な初期点検は必要としない。例えば、耐圧防爆電動機の内部火炎経路や粉じん防爆電動機の内部接合部の初期の精密点検は必要ではない。ただし、現場配線での接続を容易にするために外された端子ボックスカバーは、据付け後に点検する。

(2) 定期点検は、防爆構造に応じて表4.2.1、4.2.2、4.2.3、及び4.2.4の点検表に従って、目視点検又は簡易点検として実施する。

目視点検又は定期の簡易点検の結果によっては、精密点検が必要になる場合がある。

(3) 抜取点検は、精密点検、簡易点検又は目視点検として実施する。(サンプルの数量及び構成は、目的に応じて決定する。)

— 解 説 —

抜取点検は、接続部の緩みのような自然偶発的な欠陥を把握することを意図したものではなく、環境条件、振動、潜在的な設計の弱点などの影響を監視するために行うものである。

(4) 継続的管理は、表4.2.1、4.2.2、4.2.3、及び4.2.4の点検表及び4.5項に従って、目視又は簡易点検にて実施する。設備が継続的管理の範囲外のものである場合は、定期点検の対象となる。

(5) すべての初期、定期及び抜取点検の結果を記録し保管する。熟練者による継続的管理に関する記録の要求事項は、4.2.5.5 に詳述する。

4.2.4 定期点検

4.2.4.1 定期点検のための要員

定期点検は、次の要員が実施する。

(1) 危険場所の種別に対する、あるいはEPLの知識をもち、また、対象となる場所の条件、環境及び設備に精通し、それらを理解するのに十分な技術的知識をもつ要員

(2) 危険場所で使用される防爆電気機器に関する技術的知識をもち、その理論的及び実用的要求事項を理解する要員

(3) 据え付けられた電気機器と設備に関係する精密、簡易及び目視点検の要求事項を理解する要員

— 解 説 —

要員の能力とトレーニングは、第三者機関によるトレーニングと評価体制組織で確認できる。

定期点検のための要員の確保が十分でない場合は、能力のある外部機関のメンバーに依頼することも可能である。

(4) 定期点検のための要員は、信頼性のある点検結果を報告する能力が損なわれることのないように、保守作業の要求に対して十分な独立性を有していなければならない。

4.2.4.2 設備の管理

定期点検の適切な周期を正確に予測することは困難な点もあるが、点検の程度及び定期点検の周期は、設備の種類、製造業者の指導、あるいは、劣化を生じる要因、危険場所の種別やEPLの要求事項及び前回の点検結果を考慮して決定する。類似の電気機器、プラント及び環境において、点検の程度及び周期が設定されている場合には、その経験を活かして点検計画を作成する。

— 解 説 —

①機器の劣化を生じる主な要因を、下表に示す

電気機器の劣化を生じる主な要因

項番	要 因
1	腐食しやすい環境
2	薬品や溶剤に曝される環境
3	粉じんが堆積しやすい状況
4	水分が浸入しやすい状況
5	周囲温度が過度に上昇する環境
6	機械的な損傷を受ける危険性
7	過度の振動を受ける環境
8	保守担当者の訓練と熟練度
9	認められていない改造や不適切な調整を行う状況
10	不適切な保守を行う状況(例えば、メーカーの推奨する方法に従わない)

(1) 定期点検の周期は、専門家の助言なしに 2 年を超えてはならない。

— 解 説 —

装置の定期点検の周期については、IEC 60079-17 では、関連情報を含むアセスメントを実施せずに 3 年を超えることはできないとなっているが、現行の諸法規では関連設備の点検の周期は必ずしも一定ではなく、1 年～3 年又は 4 年とさまざまに規定されている。したがって、ここでは、2 年を超えてはならないとした。

(2) 設備の点検の周期を決定した後、これを変更する場合は、追加の中間抜取点検を実施する。同様に点検の程度の変更をするために抜取点検が利用される。点検結果の評価においては、点検の程度及び周期の正当性が求められる。

定期点検の代表的な点検の手順は、(附属書 4-A)に示されている。

— 解 説 —

照明器具、接続箱など多くの種類の電気機器が、同じ環境に多数設置されている場合には、抜取りによる定期点検とすることができる。この場合には、点検周期に加えて抜取数量の見直しを行うものとする。ただし、全数についての目視点検は、最低限実施する。

4.2.4.3 移動用防爆電気機器

移動用防爆電気機器(手持用、携帯用及び可搬用)は、特に、損傷を受けたり、酷使されやすいので、精密点検の周期を短縮する必要がある、少なくとも 1 年に 1 回は精密点検を実施する。頻繁に開閉される容器(電池ケースなど)は、6 ヶ月毎に精密点検を行う。さらに、使用者は、使用前において機器が明らかな損傷を受けていないことを確認する目視点検を実施する。

— 解 説 —

移動用等の防爆電気機器は、しばしば次のような状況に曝されるので定期的な保守が特に必要とされる。

- ①機械的損傷を受けるリスク
- ②天候、自然災害、温度又は圧力の影響
- ③湿潤、汚れ、ほこり又は腐食性ガスの影響等

4.2.5 熟練者による継続的管理

4.2.5.1 概念

熟練者によって、設備が通常の作業として日常的に点検される場合には、4.2.4.1(1)、(2)及び(3)の必要条件を満たすことに加え、更に次の点を考慮すること。

- (1) 電気設備内の特定の機器等の損傷に対しては、プロセス及び環境による影響を十分に考察する。
- (2) 通常作業計画の一環として目視や簡易点検を、また、4.2.1 による交換、修理又は調整を行った場合は、同様に精密点検を実施する。

電気機器の機能を継続して確保するための熟練者による頻繁な現場点検を行う場合は、通常の定期点検を不要にすることが可能になる場合がある。

熟練者による継続的管理を行う場合であっても、初期及び抜取検査は実施する。

ただし、継続的管理ができない電気機器(例えば、移動用機器の場合)については、これを適用しない。

(4.4.5、4.2.5.4も参照のこと)

4.2.5.2 目的

継続的管理の目的は、欠陥の早期発見及びそれに続く修理を可能にすることである。このためには、通常の作業(据付、改修、点検、保守、欠陥の点検、清掃、調整、切替、端子の接続及び取外し、設定及び調整、機能試験、測定など)において、現場に駐在する熟練者をおおいに活用することが肝要である。(熟練者は、その技量を駆使することで、早い段階で故障及び変化を発見することが期待できる。)

4.2.5.3 責任

- (1) 管理的職能をもつ技術者

管理的職能をもつ技術者は、各設備に関しての責任を明確に定めるとともに、次の職務を遂行する。

- (a) 要員の能力、技能及び各電気設備と関連した経験を踏まえての適用性を考慮して、継続的管理の実現が可能かどうかを評価すること。
- (b) 環境条件、現場管理頻度、特別な知識、作業の流れ及び機器の設置場所を考慮して、継続的管理の下で考慮すべき機器の範囲を決定すること。
- (c) 機器の性能の適切な分析ができるように、検査頻度、検査の程度及びその結果の報告内容を決定すること。
- (d) 4.1.3 及び 4.2.5.5 で言及している文書は確実に入手する。
- (e) 熟練者が、次のことに精通していることを確認すること。
 - a) 報告又は分析の業務の必要性と継続的管理の概念
 - b) 管理すべき対象となる設備
 - c) 防爆電気機器の文書については、その維持管理など保守を行う上で必要とされる内容の把握
- (f) 次のことを確認するために段取りをすること。
 - a) 継続的管理のプロセスが遵守されていること。
 - b) 熟練者に、点検を実施するための適切な時間が与えられていること。
 - c) 熟練者が、適切な訓練及び再訓練を受けていること。

- d) 文書が正しく記入されていること。
- e) 熟練者が容易に使用できる、適切な技術サポート体制が整っていること。
- f) 設備の状態が周知されていること。

(2) 熟練者

熟練者は、継続的管理の概念、報告及び分析業務の必要性を十分に理解していること。

(これには特定の設備に適用する継続的管理の方法も含まれる。)

プラント又は電気機器の継続的管理の実施において、熟練者は設備の状態及び知り得る変化に注意を払う。

4.2.5.4 点検頻度

継続的管理を支える現場管理及び点検頻度は、想定される機器の損傷とその機器に関連した各プラントの環境(表 4.2.1～4.2.4、4.2.4.2 項の解説を参照)、使用及び経験を考慮して決定する。

— 解 説 —

数多くの防爆電気設備を備えたプラントの一部に対して、週に一度以上巡回がされない場合、これを継続的管理と解釈することは不適切である。ただし、経験上問題のないことが実証されている場合はこの限りでない。

熟練者が、環境の変化(溶剤の侵入又は振動の増大など)を指摘した場合、その変化の影響を受けるおそれのある防爆電気設備及びその部品は、より高い頻度で点検することが望ましい。

— 解 説 —

熟練者は、変化の影響を受けないことが経験的に実証されている機器については、より少ない頻度で検査してもよい。

4.2.5.5 文書

防爆電気設備に関する文書は、次の内容について十分な情報を有すること。

- (1) 保守作業の履歴及び保守作業を要した理由。
- (2) 継続的管理実施の実効性の検証をするために利用される、明らかになった欠陥及び実施した是正措置の記録。

— 解 説 —

- ① 文書は、通常保存文書の一部でもよい。ただし、システムの点検項目は、上述の概念を実現するのに適したものではない。
- ② 熟練者が継続的管理の概念の必要性を自覚していることの根拠は、訓練計画の中に見ることができる。また教育の形態も記録として有効である。

4.2.5.6 訓練

4.1.4 の要求事項に加えて、熟練者が現場管理する防爆電気設備に精通できるように、十分な訓練を実施する。この訓練には防爆電気機器の必要性及び関連するプラント、機器、運転又は環境条件の理解も含めなければならない。プロセス及び設備の改修又は改造を行った場合、その履歴は、熟練者の継続的管理手順の一環としての職務を支援するために、熟練者に提供する。

必要に応じて、継続的管理の概念を習得するための訓練は、再教育又は強化セミナーとともに実施すること。

管理的職能をもつ技術者の知識要求事項には、可燃性ガス蒸気あるいは粉じんに関する、危険場所の分類、EPLと機器の選択、建設及び据付け、修理、再利用に関連する第1章(一般事項)の規定に対する理解も含める。

4.3 保守

4.3.1 保守要求事項

保守作業実施上の留意事項は、電気機器の種類、防爆構造の種類などにより異なるが、共通する事項を示すと、次のとおりである。

(1) 作業前の留意事項

- (a) 保守内容の明確化
- (b) 工具、材料、取替部品などの準備
- (c) 通電停止の必要性の有無と停電範囲の決定及び確認
- (d) 可燃性物質存在の有無と非危険場所としての取扱い
- (e) 作業者の知識及び技能

(2) 作業中の留意事項

- (a) 通電中における点検作業の場合は、電気機器の本体、端子箱、透明窓などを開けないこと。ただし、本質安全防爆構造の電気設備においてはこの限りでない。
- (b) 整備又は修理の作業は、設備を非危険場所に移して実施することが望ましいが、やむをえず危険場所で行う場合は、4.4.2に従って実施する。
- (c) 危険場所で保守作業を行う際には、衝撃火花を発生させないように注意及び準備を十分にして実施する。
- (d) 整備及び修理の場合は、電気機器の防爆性に関する分解組立て作業を伴うので、対象とする保守部分のみならず、他の部分に対しても防爆性を損なわないように配慮して実施する。
- (e) 保守において危険場所で使用する電気計測器は、防爆構造のものとする。

(3) 作業後の留意事項

防爆電気設備全体として防爆性を復元させる。

4.3.2 防爆電気機器の整備

4.2に示したように、すべての防爆電気機器各々について、その健全な運転を保持するためには、定期的に状態を把握し、また、必要に応じて適切な改善策を講じる。また、それら防爆電気機器の防爆性能は、これを維持する。これには、製造者との協議が必要な場合がある。交換部品は、取扱説明書の注意文書又は製造者の指示に基づくものを用いる。

— 解 説 —

防爆電気機器の保守は、使用者が行うべきものであるが、特に、防爆電気機器の分解、組立てに際し防爆性能の復元が困難な場合には、使用者があらかじめ製造者と協議の上、保守の実施者、実施内容、実施方法、防爆性能復元の確認方法などについて具体的に決定しておくことが必要である。

機器の改修、修理においては、取扱説明書の注意文書等に記載された内容に従って作業をする。ただし、防爆機器の防爆性に悪影響を及ぼす場合には、製造者の許可を得ずに実施してはならない。

— 解 説 —

- ①製造者が静電気の影響を低減させるために採用した手段を妨げること(例えば、帯電防止用接地線の取外し)がないように注意する。
 - ②照明器具のランプを交換する場合は、適正な定格及び形式のものを使用する。(そうでなければ、過度の温度上昇を来すおそれがある。)
 - ③透光性部品のエッチング、塗装若しくは遮光又は照明器具の不適正な取付姿勢は、過度の温度上昇を来すおそれがあるので避ける。
 - ④光源の温度分布に影響を及ぼすことがないように、安全増防爆構造照明器具ランプの定期交換は、寿命が来る前に行う。
-

4.3.3 改造

防爆電気機器の保守は、防爆性能の復元(検定の合格条件を満足する)が主な目的であるから、型式検定の合格条件で認められた構造、材料などと異なる改造は行ってはならない。防爆性能を保持している部品類の交換は、製造者に委ねる。

4.3.4 可とうケーブル等の保守

可とうケーブル、可とう電線管及びそれらの端末は、特に損傷を受けやすい。したがって、これらは定期的に点検し、損傷や欠陥を発見したら迅速に交換する。

4.3.5 電気機器の取外し時の配線端末処理

保守の目的のために電気機器を取り外す場合は、裸充電部は次のいずれかの処置をすること。

- (1) 適切な容器内で正しく終端させる
- (2) すべての電源から切り離して絶縁する
- (3) すべての電源から切り離して接地する

電気機器を恒久的に取り外す場合は、すべての電源や関連する配線を撤去するか、又は適切な容器の中で正しく終端する。

4.3.6 締付け部品及び工具

特殊なボルトや留め金具などの締付け部品又は特殊な工具を必要とすることがある場合には、これらは常時備えておく。

4.4 保守についての関連事項

4.4.1 使用環境条件

危険場所の防爆電気機器は、環境条件によって悪影響を受けることがある。この場合に注意すべき主な要因には、腐食、周囲温度、紫外線放射、水の侵入、粉じんや砂の堆積、機械的損傷及び化学的作用などがある。

— 解 説 —

海岸や沖合いに設置された機器は、塩(海)水、津波、砂嵐、強風などの影響を受けるため、更なる設置環境に対する保護処置が必要となる。

- (1) 電気機器の防爆構造及び容器の保護等級は、金属の腐食、又はプラスチックやゴム製の部品に対する化学薬品(特に、溶剤)の影響によって損なわれることがある。容器又は容器の部品が著しく腐食した場合には、それらの部品の供給は製造者に委ねる。
- (2) プラスチック製容器は表面に亀裂を生ずることがあるが、これは容器の保護性能を損なうことになる。金属製容器は、必要な場合、防食対策として適切な防食塗装を施す。このような処理の頻度と仕様は、環境条件に応じて決定する。
- (3) 防爆電気機器は、その使用場所の最高及び最低の周囲温度に耐えるように設計されたものであることを確認する。

— 解 説 —

防爆電気機器が使用に適する周囲温度の範囲を表示していない場合は、 $-20 \sim +40$ °Cの範囲で使用し、周囲温度の範囲が表示されている場合には、その範囲内の周囲温度で使用する。

- (4) 防爆電気設備の各部分は、清浄に保ち、過度の温度上昇を来すような粉じん及び有害物質の堆積などがないようにする。
- (5) 防爆電気機器は、その気候条件に耐えるように配慮する。損傷したガスケットは、交換する。
- (6) ブリーザ、ドレン又はスペースヒータなどの結露防止装置は、正常に作用していることを確認する。
- (7) 防爆電気機器が振動の影響を受けている場合は、ボルト類及びケーブル引込部の緩みに特に注意する。
- (8) 非導電性材料の容器などを清掃する場合は、静電気の発生を抑制するように配慮する。

4.4.2 電源の遮断等

4.4.2.1 本質安全防爆回路以外の設備

- (1) 本質安全防爆構造とはなっていない充電部を内蔵しており、かつ、危険場所内に設置されている防爆電気機器の容器は、次の(2)又は(3)に述べる場合を除き、中性線を含むすべての入力線、及び必要な場合には出力線を遮断せずに開いてはならない。ここに遮断とは、ヒューズの取外し又は断路器若しくはスイッチによる切り離しを意味する。また、容器は、内部の表面温度又は蓄積した電気エネルギーが、発火を生じないレベルに低下するまで開いてはならない。
- (2) 充電部の露出が不可欠な工事では、非危険場所で適用される注意及び警告事項の遵守の下、安全な工

事手順の下で実行する。

- (3) 第二類危険箇所(粉じん危険場所ゾーン22も含む)に限り、上述(1)及び(2)の要件を緩和することができる。
もし、安全性評価の結果が、次の条件を満足する場合には、非危険場所として作業を実施することができる。
 - (a) 通電中の電気機器で予定されている作業が、発火を生じうる火花を発生しない。
 - (b) 発火を生じうるような火花を発生させないように、回路が設計されている。
 - (c) 危険場所において、防爆電気機器や関連の回路が、点火を生じるほど高い表面温度にはならない。
- (4) 安全性の評価結果は、次の事項を含めて文書に記録する。
 - (a) 通電中の電気機器に予定される作業形態
 - (b) 安全性評価中に実施された試験結果を含む、評価の結果
 - (c) 評価によって必要となった通電中の電気機器の保守に関する条件
- (5) 安全性評価者は、次の要求を満足する。
 - (a) 関連する規格の要求項目、実施基準の推奨項目や最新の解釈に精通していること
 - (b) 評価を実施するために必要なすべての情報を得ていること
 - (c) 必要な場合、検定機関が使用したものと同等の試験装置及び試験手順を利用できること

4.4.2.2 本質安全防爆設備

本質安全防爆構造の電気設備においては、その通電中の電気機器についても、次の条件で保守作業を実施することができる。

(1) 危険場所における保守作業

危険場所における保守作業は、次の事項に限定する。

- (a) 電気機器及びケーブル配線の切り離し、撤去及び交換
- (b) 電気機器又はシステムの校正に必要なつまみの調整
- (c) プラグイン式の部品又は組立品の撤去及び交換
- (d) 関連文書に指定された試験装置の使用

試験装置が関連文書に指定されていない場合は、試験しようとする回路の本質安全防爆性能に影響を及ぼさない試験装置に限り使用することができる。

(e) 関連文書で、特に認められているその他の保守作業

これに該当する保守作業を実施する者は、作業終了後において、本安システム又は電池内蔵の本安機器が、関連文書の要件を満たしていることを確認する。

(2) 非危険場所における保守作業

非危険場所に設置された本安関連機器及び本安回路の部分の保守は、危険場所に設置された本安システムの部分と接続されている限り、(1)に示したものに限る。安全保持器の接地の接続については、危険場所の回路が切り離された後でなければ、これを撤去してはならない。

- (a) 安全保持器の接地接続は、最初に危険場所の回路を遮断してからでなければ取外してはならないが、接地接続が二重になっている場合は、接地抵抗の測定を容易にするために一方の接地を取外してよい。
- (b) 非危険場所に設置された本安関連機器及び本安回路の保守作業は、本安回路の部分については、(1)(e)に従って行う、その他の保守作業を含め、危険場所に設置されている回路が切り離されている場合でなければこれを実施してはならない。

— 解 説 —

本質安全防爆構造の電気機器は、通電のままふたを開き、内部の点検を行うことができる場合があるが、点検の項目、方法及び内容には制約がある。次に、それら一般的な留意事項を列挙する。

①本安機器の場合

- ④本安機器の保守に際し、保守用機器を使用する場合には、保守用機器自身が本質安全防爆構造であり、また、保守の対象となる本安機器と接続したとき、両者の本質安全防爆性が相互に失われることのないものとする。
- ⑤危険場所においては、本安機器の内部を点検する場合には、目視による点検又は可動部分の調整程度に止め、部品の取替えを伴う整備及び修理は非危険場所において行うことが望ましい。

注 1: 可動部分の調整とは、調整用に設けられているゼロ点調整、スパン調整、ゲイン調整、レンジ調整などの可変抵抗器や調整ねじによる調整をいう。

注 2: 部品の取替えにおいて、製造者が通電のまま着脱可能である旨を、取扱説明書等で明記しているプラグイン方式の構成部品又はユニットについては、それによることができる。

- ⑥プラスチック製容器の静電気の帯電による発火の危険の回避方法については、取扱説明書で確認し、それに従うこと。

②本安関連機器の場合

- ④非危険場所設置の本安関連機器を保守する際には、目視による場合を除き、原則として危険場所へ通ずる本安回路の配線を外して行う。
- ⑤危険場所設置の本安関連機器の保守については、(2) (a)に準ずるほか、他の防爆構造の保守にも適合する方法による。
- ⑥非危険場所設置の本安関連機器において、容器外部より調整可能な可変抵抗器又は調整ねじについては、危険場所へ通じる本安回路の配線を外さず通電のまま調整することができる。

③部品交換の場合

- ④必要によって本安機器及び本安関連機器の部品、組立品などの交換をする場合には、当該電気機器に使用されている部品と電氣的、機械的に同一仕様の部品又は製造者の指定する部品に限り交換をすることができる。
- ⑤電池の交換又は充電については、表示内容及び取扱説明書に従い作業する。

4.4.3 接地及び等電位ボンディング

危険場所における接地及び等電位ボンディングは、正常な状態が確保されるよう留意して点検する。(表 4.2.1 の項目 B6、表 4.2.2 の項目 B6 及び B7、並びに表 4.2.3 の項目 B3 参照)

4.4.4 使用条件

使用条件付で検定に合格した電気機器には、使用条件の要点又は“X”が銘板に表示されており、この場合には、銘板に記載された使用条件又は取扱説明書を確認し、その使用条件の範囲内で使用する。

4.4.5 移動用防爆電気機器

移動用防爆電気機器(手持用、携帯用及び可搬用)は、その防爆構造の種類、爆発等級(又はグループ)及び発火度(又は温度等級)に適合した雰囲気においてだけ使用するよう管理する。

— 解 説 —

産業用の移動用防爆電気機器(溶接機等)の使用は、爆発性雰囲気が存在しないことを(初期及び作業中も含めて)確認した上で、指定された手順によって作業する。

4.5 点検表に関する一般事項（表 4.2.1、4.2.2、4.2.3 及び 4.2.4）及び附属書 4-B

非危険場所においては、装置の使用による放電が、危険場所に及ばないよう注意する。

点検表における一般的な必要事項を列記すれば、次のとおりである。

(1) 危険場所の種別に関する機器の適合性

電気機器の防爆構造は、危険箇所の種別及びEPLの種別に適合していること。

(2) 適正な機器グループ

防爆電気機器の爆発等級(又はグループ)は、適正であること。

(3) 機器の適正な最高表面温度

防爆電気機器の発火度(又は温度等級)は、適正であること。

(4) 防爆電気機器の回路の識別

防爆電気機器の回路識別の目的は、工事を行うとき機器の正しい分離を容易にすることにある。これは、種々の方法によって可能である。

例えば、次の方法がある。

- (a) 作業実施時には防爆電気機器の電源を確実に遮断し、かつ、それが容易に確認できるように、防爆電気機器の回路の識別を行うこと。
- (b) 防爆電気機器に、電源を識別できる恒久的なラベルを貼付けること。
- (c) 防爆電気機器にタグ番号を貼付けるか、又はケーブルの機器に近い箇所にケーブル番号を貼付けること。
- (d) 防爆電気機器の電源には、図面又は配線表に記載されたタグ番号又はケーブル番号を明示する。
- (e) これから点検しようとする防爆電気機器には、電源を直接又は配線表から求め、明瞭かつ曖昧さのないように識別されていること。
- (f) 初期点検時には、安全確保の上、すべての電気機器についての情報が正確であることを確認する。また、定期点検時には、すべての電気機器について必要な情報が利用できるようになっていることをチェックする。なお、情報が正確であることを確認する精密点検は、精密点検を行うために、どの回路の電源を遮断するのかを確認し、回路の電源を遮断した後でなければ実施してはならない。

(5) ケーブル引込部

簡易点検時のケーブル引込部の緩みのチェックについては、耐候用のテープや覆いを除去することなく手作業で実施できる。ただし、ケーブル引込部を分解した場合には、パッキンは、必ず新品と取り替える。

簡易点検では、ケーブル引込部の健全性が確認できない場合に、ケーブル引込部を分解し精密点検することが必要となることがある。

(6) ケーブルタイプの適合性

ケーブルの種類は、適正であること。

— 解 説 —

電気配線の保守に当たっては、特に、次の点に留意して実施するものとする。

- ①配線は、広範囲にわたって布設されており、同じ仕様でも環境条件が異なることがある。
- ②生産設備等の増設及び改造によって、当初の環境条件が変わってしまうことがある。
- ③配線は、外的周辺の設備・環境による影響を受けやすいので、目視による日常の点検が重要である。

(7) シーリング

バスダクト、ダクト、パイプ及び電線管のシーリングは、健全であること。

(8) 地絡インピーダンス又は接地抵抗

初期点検のときは、抵抗を測定して接地の健全性を点検する。測定は、本質安全防爆の抵抗測定器を使用して(製造業者が規定した手順で行うこと。その後に続く抜取検査も、本質安全防爆の抵抗測定器を使用して行うこと。危険場所においての非本質安全防爆測定器は、安全作業手順に従い使用する。粉じん危険場所の場合、その場所の管理責任者によって、爆発性粉じん雰囲気や危険な粉じん層が存在しないことが保証されている場合に限り使用してよい。

(9) 絶縁抵抗

500 V 以下(SELV を除く)の機器及び関連ケーブルの絶縁抵抗は、DC500 V で測定する。絶縁抵抗は、使用者の文書で特に明確にされない限り 1.0 MΩ 以上でなければならない。

(なお、DC500 V で測定すると、電気機器が破損する場合は、電気機器に応じた電圧の測定器を用いてもよい。)

— 解 説 —

SELV:safety extra low voltage の略である。

(10) 防爆構造の回転機の過負荷

防爆構造の回転電気機器については、次の点検が必要である。

- (a) 初期点検及び精密点検時には、保護装置がセットされ正常に動作していることを確認する(初期点検及び精密点検時)。
- (b) 保護装置の特性が設定(定格)電流の 1.20 倍で 2 時間以内に動作すること。また設定(定格)電流の 1.05 倍の電流では 2 時間以内には作動しない特性であること(初期点検時)。

4.6 防爆構造別点検表に関する追加の要求事項

4.6.1 耐圧防爆構造(表 4.2.1 参照)

耐圧防爆接合部は次による。

- (1) 耐圧防爆構造の容器については、再組立てを行う際には、すべての接合面(ねじ接合部も含む)を十分に清浄にし、かつ、防食性及び耐候性をもたせるために適切なグリースなどを薄く塗布すること。また、袋ねじ穴からはグリースなどを除去しておくこと。なお、平面接合面の清掃の場合には、非金属のへら及び腐食性のない洗浄液を使用することが望ましい。

— 解 説 —

グリースは、老化により硬化せず、揮発性溶媒を含まず、接合面に腐食を生じさせない種類のものとする。例えば、シリコングリースは、上述の条件を満足し、長くグリースとしての性能を保持することができる。

- (2) 磨耗、ゆがみ、腐食又はその他損傷等の形跡がなければ、いんろう接合面、回転軸、操作軸及びねじ接合部の直径のクリアランスをチェックすることは一般に不要である。ただし、これらの形跡がある場合には、まず、製造者の文書を参照してから対応すること。
- (3) 通常分解できないようになっている接合部は、表 4.2.1 の A10 及び A11 の点検手順に従う必要はない。
- (4) 防爆構造を依存しているボルト、小ねじ及び類似の部品を交換する場合には、製造者の設計に準拠したものを使用すること。

4.6.2 安全増防爆構造(表 4.2.1 参照)

過負荷に対しては、次の保護対策をとること。

- (1) 安全増防爆構造の電動機の巻線は、運転中(拘束状態を含む)に制限温度を超えないように、適切な保護装置で保護する。
- (2) 保護される電動機の拘束電流比 I_A/I_N について、保護装置の遅延特性によって始動(コールドスタート)から動作するまでの時間が、電動機の銘板に示された許容拘束時間 t_E より長くならないように保護装置が選定されていることを確認する。(初期点検参照)
- (3) 引外し時間は、初期点検での通電によって測定される。定期点検において、引外し時間の測定が必要か否かは、管理者の経験によって決定される。実際の運転時の引外し時間は、遅延特性から得られる時間に、最大+20%の許容誤差を含む値以下にする。

4.6.3 本質安全防爆構造、粉じん防爆(Ex “iD”)(表 4.2.2 参照)

次の要求は、本質安全防爆の“ia”、“ib”、“ExiD”及び電流制限“nL”に適用する。

— 解 説 —

ExiD は、現時点では、わが国では、採用されていないが参考のために記載した。

- (1) 一般

システム内に組み込まれたソフトウェアによって、計器ループの状態が容易、かつ、頻繁に監視できる

場合は、検査手順の一部を省いてもよい。例えば、当該設備が、固有の製造番号を認知して特定の計器の存在を確認できる場合は、ラベルを定期的に読取る必要はない。

(2) 文書

表 4.2.2 で参照する文書は、少なくとも次の事項を含むこと。

- (a) 回路の安全性に関する文書(該当する場合)
- (b) 製造者名、型式と検定合格番号、防爆電気機器の爆発等級(又はグループ)及び発火度(又は温度等級)
- (c) キャパシタンスやインダクタンスのような電気特性、ケーブルの長さ、型式及び経路(該当する場合)
- (d) 防爆電気機器の検定合格証で特別に要求されている事項、及びそのような要求事項に設置状態を合わせるために必要な詳細な方法
- (e) プラントにおける各設備の設置場所

(3) 表示

表示は、読み易くなっていること、及び関連文書に記載されている要求事項に合致していることを確認すること。また、実際に表示を付けた防爆電気機器は、表示どおりになっていることを確認すること。

(4) 認められない改造

認められない改造がなされていないかどうかを点検すること。ただし、例えば、プリント基板の改造を見つけることなどは、必ずしも容易ではないものもあるので、そのことに留意する。

しかし、修理や改造に伴うはんだ付けは、元の基板上のはんだとは形状や品質が異なっているため、改造の点検が可能である。元の基板の写真を撮っておき、回路の安全性を保持する主要な部品のリストと併用することによって、改造の有無の点検に役立つことがある。

(5) 本安回路と非本安回路とのインターフェース

本安関連機器は、システム説明書によって正しい型式及び定格であることを確認する。また、本安関連機器が、ヒューズ保護式シャントダイオード形安全保持器の場合は、当該安全保持器の接地は強固に安全保持器用接地母線に接続されていることを点検する。(4.6.3(9)も参照)

(6) ケーブル

使用されているケーブルは、関係文書で示されていることに適合していることを確認する。複数の本安システムを含む多心ケーブルの中に、共存を認められていない他の回路があってはならない。また、分離及び誘導に対する保護がなされているかどうか、特に注意を払うことが求められる。

(7) ケーブルのシールド

ケーブルのシールドは、取扱説明書に従って確実に接地されていることを点検する。特に、複数の本安システムを含む多心ケーブルにおいては注意が必要である。

(8) 配線の接続

配線の接続のチェックは、初期点検時に行うこと。

(9) 接地の導通性

- (a) 本安回路と接地点との間の接地の導通性は、初期点検時に測定すること。
- (b) 危険場所及び非危険場所において、接地抵抗を測定する場合は、本安回路に影響を与えない特別に設計された測定器を使用すること。ただし、本安回路に与える影響がその測定器に限定され、かつ、非危険場所で測定される場合は、その限りでない。

- (c) 管理責任者が指定した接地接続の抜取サンプルは、定期的に導通性を測定すること。
- (10) 本質安全性維持の接地
- (a) 本安システムの機能維持に必要な接地接続(例えば、変圧器のシールド接地、安全保持器のフレーム接地)の抵抗は、(9)の方法によって測定する。
- (b) 操作室の計装機器の感電防止のためを除き、主電源から電源が供給される本安関連機器の接地閉路インピーダンスは測定する必要がない。本安用の接地が、電気機器内部でフレームに接続されている場合があるので、いかなる目的のインピーダンスの測定(例えば、プラグの接地ピンと装置のフレームの間、装置のフレームと制御盤の間)においても、本安回路用に特別に設計された測定器(テスト)を使用する。
- (11) 本安回路の接地と絶縁
- (a) 本安回路の絶縁試験に当たっては、まず、本安回路が全般的に絶縁されているか又は接地されているかの仕様確認をする必要がある。ただし、回路が地絡故障の結果を受けてフェールセーフになるか、又は回路が漏電監視装置を使用しているなど、地絡故障が自己検出形である場合は不要になることがある。
- (b) 本安システム又は回路の絶縁試験には、それらの回路に接続することが特別に認められた試験器を使用すること。
- (c) これらの絶縁試験を行う場合、複数の安全保持器の共通接地については、取外すこと。また、これらの試験は、プラントに爆発性雰囲気が存在しないか又は共通接地に依存するすべての回路が、電源から切り離されている場合にのみ実施することができる。この試験は、抜取検査においてだけ行うこと。
- (12) 本安回路と非本安回路の分離
- 接続箱及び本安関連機器を内蔵する箱には、関連文書で認められている以外の配線がないことを確認する。(IEC 60079-14 の 12.2、12.3 を参照のこと)

4.6.4 内圧防爆構造及び粉じん防爆(Ex “pD”)(表 4.2.3 参照)

保護ガスについては、次による。

— 解 説 —

Ex “pD” は、現時点では、わが国では、採用されていないが参考のために記載した。

- (1) 保護ガスに共通な要件
- (a) 保護ガスは、空気、窒素又はその他の不活性ガスでなければならない。
- (b) 保護ガスの温度は、特に指定されている場合を除き、容器の吸気口において 40℃を超えてはならない。
- (2) 空気を使用する場合
- (a) コンプレッサ及び給気ダクトは、可燃性ガス蒸気が存在するおそれのある場所を避けて施設する。
- (b) 内部に可燃性ガス蒸気の放出源がある容器を空気で希釈する場合は、容器内の可燃性ガス蒸気の濃度が爆発下限界の 25 %未満まで減少するように流量などを設定する。
- (3) 不活性ガスを使用する場合
- (a) 当該ガスを吸入することによる、窒息の危険に注意すること。
- (b) 容器内のガスの酸素含有量は、容積比で 5 %未満、又は爆発性混合物を形成するのに必要な最小

酸素濃度の 50 %未満のいずれか少ない方に制限する(アセチレンを除く)。

4.6.5 非点火防爆構造(Ex “n”)(表 4.2.1、4.2.2 及び 4.2.3 参照)

非点火防爆電気機器は、表 4.2.1、4.2.2 及び 4.2.3 の該当欄に従って点検する。

(1) 一般

- (a) 非点火防爆構造 Ex“n”、Ex “nC” 及び Ex “nR”は、表 4.2.1 の非点火防爆の欄に従って点検をする。
- (b) 防爆構造 Ex“nL”は、表 4.2.2 に従って点検をする。
- (c) 防爆構造 Ex“nC”で内圧防爆構造の手法を採用した防爆構造は、表 4.2.3 に従って点検する。

(2) 呼吸制限容器

呼吸制限容器は、決められた手順に従って、経験によって6ヶ月又はそれを超える間隔での定期的な圧力測定試験を実施する。

4.6.6 粉じん防爆構造(Ex “tD”)(表 4.2.4 参照)

粉じん防爆構造 Ex“tD”の防爆電気機器は、表 4.2.4 に従って点検する。

4.6.7 樹脂充填防爆構造(Ex “m”)(Ex “mD”)、及び油入防爆(Ex “o”)

樹脂充填防爆構造 Ex“m”及び Ex“mD”、及び油入防爆 Ex“o”のための点検表は用意されていない。防爆構造及びその内容により、表 4.2.1、4.2.2、4.2.3 及び 4.2.4 をそれぞれ適時利用して点検する。

4.7 防爆電気機器、設備の保守・点検表に関する追加の要求事項

設備は、正常な運転の保持に備え、これを良好な状態で維持するため、表 4-B.1、表 4-B.2、表 4-B.3、表 4-B.4 及び表 4-B.5 の関連項目に従って点検する。

表 4. 2. 1 耐圧防爆構造、安全増防爆構造及び非点火防爆構造の設備の点検表

点 検 項 目		点検の程度								
		耐圧防爆			安全増防爆			非点火防爆		
		精 密	簡 易	目 視	精 密	簡 易	目 視	精 密	簡 易	目 視
A	機器									
1	電気機器が危険箇所及び EPL の種別に適合していること	○	○	○	○	○	○	○	○	○
2	電気機器の爆発等級(又は分類)が適正であること	○	○		○	○		○	○	
3	電気機器の発火度(又は温度等級)が適正であること	○	○		○	○		○	○	
4	電気機器の回路の表示が正しいこと	○			○			○		
5	電気機器の回路の識別がなされていること	○	○	○	○	○	○	○	○	○
6	容器、透光性部品及び透光性部品と金属との密封用ガスケット又はコンパウンドが満足なものであること	○	○	○	○	○	○	○	○	○
7	無許可の改造がなされていないこと(精密点検)	○			○			○		
8	無許可の改造がなされていないこと(目視、簡易点検)		○	○		○	○		○	○
9	ボルト類、電線引込部(直接及び間接)並びに閉鎖用部品は、適正な種類のものであり、かつ、堅固であること (a) 工具類によるチェック (b) 目視によるチェック	○	○	○	○	○	○	○	○	○
10	平面接合面が清浄で損傷がなく、又ガスケットが付いている場合は、それが満足な状態であること	○								
11	平面接合面のすきまに異常がないこと	○	○							
12	ランプの定格、種類及び取付姿勢が適正であること	○			○			○		
13	電氣的接続が強固であること				○			○		
14	容器のガスケットの状態が良好であること				○			○		
15	封入装置及び密閉装置が損傷していないこと							○		
16	呼吸制限された容器が良好であること							○		
17	電動機のファンと外被又はカバーとの間に十分な余裕があること	○			○			○		
18	ブリーザ及びドレンの状態が良好であること	○	○		○	○		○	○	

表 4.2.1 耐圧防爆構造、安全増防爆構造及び非点火爆発構造の設備の点検表（続き）

点 検 項 目		点検の程度								
		耐圧防爆			安全増防爆			非点火爆発		
		精 密	簡 易	目 視	精 密	簡 易	目 視	精 密	簡 易	目 視
B	施工									
1	ケーブルの種類が適正であること	○			○			○		
2	ケーブルに目立った損傷がないこと	○	○	○	○	○	○	○	○	○
3	幹線路、ダクト、パイプ及び電線管のシーリングが満足な状態にあること	○	○	○	○	○	○	○	○	○
4	シーリングコンパウンドが確実に充填されていること	○								
5	金属管システム及びケーブルの複合システムの相互の保安全性は維持されていること	○			○			○		
6	接地が満足なものであること(例えば、接続は堅固で、かつ導体断面積が十分であること) (a) 工具類によるチェック (b) 目視によるチェック	○			○			○		
			○	○		○	○		○	○
7	地絡インピーダンス(TN系)又は接地抵抗(IT系)が満足であること	○			○			○		
8	絶縁抵抗が満足であること	○			○			○		
9	電氣的自動保護装置が許容値以内で動作すること	○			○			○		
10	電氣的自動保護装置が正しく設定されていること(自動リセットはできない)	○			○			○		
11	特別な使用条件(もしあれば)に従っていること	○			○			○		
12	使用していないケーブルは正しく端末処理されていること	○			○			○		
13	耐圧防爆の接合面の外側に隣接した障害物との距離は規定に従っていること	○	○	○						
14	可変できる電圧及び周波数は銘板又は取扱説明書に従って設定されていること	○	○					○	○	
C	環境									
1	電気機器が腐食、気候、振動及びその他の障害となる要因から適切に保護されていること	○	○	○	○	○	○	○	○	○
2	粉じん及びほこりが過度にたまっていないこと	○	○	○	○	○	○	○	○	○
3	電気絶縁物が清浄で乾燥していること				○			○		
解説1: 一般:保護構造が安全増及び耐圧防爆の両方を使用する機器に行う点検は、両者の点検を行うこと。 解説2: 項目 B7及びB8で測定器を使用するときは、機器近くの爆発性雰囲気のおそれを考慮することが望ましい。 解説3: 項目 B13 の障害物との最小隔離距離はガスの分類ⅡA, ⅡB, ⅡC に対してそれぞれ10, 30, 40mm とする。 解説4: 項目 B14 の安全増防爆の点検は構造規格に対応するものは除く。										

EPL については、2012 年現在わが国では採用されていないので、適用はされないが輸入品等に表示された物もあるので参考のために記載した。

表 4.2.2 本質安全防爆構造、粉じん防爆(Ex “iD”)及びエネルギー制限(Ex “nL”)設備の点検表

点検項目		点検の程度		
		精密	簡易	目視
A	電気機器			
1	回路及び電気機器(の文書)が危険箇所及び EPL の種別に適合していること	○	○	○
2	設置された電気機器が仕様とおりのものであること(固定機器のみに適用)	○	○	
3	回路又は電気機器の区分及びグループ又は分類が適切であること	○	○	
4	機器の発火度(又は温度等級)が適切であること	○	○	
5	電気機器に明確な表示が付けられていること	○	○	
6	容器、透光性部品及び透光性部品と金属との密封用ガスケットが適正に装着され、コンパウンドが適正に充填されていること	○		
7	無許可の改造がなされていないこと	○		
8	目に見える無許可の改造がなされていないこと		○	○
9	安全保持器、リレー及びその他のエネルギー抑制部品は、検定合格済みのものであり、検定合格文書の要求とおり設置され、かつ、これらは必要に応じて接地されていること	○	○	○
10	電氣的接続が強固であること	○		
11	プリント基板が清浄であり、損傷がないこと	○		
B	施工			
1	ケーブルが仕様とおりに布設されていること	○		
2	ケーブルのシールドが仕様とおりに接地されていること	○		
3	ケーブルに目立った損傷がないこと	○	○	○
4	ケーブル管路及びダクトなどのガス流動防止処置が満足な状態であること	○	○	○
5	接続が全て正しくなされていること	○		
6	非直流絶縁回路のための接地の連続性が満足なものであること(例えば接続が強固で、かつ、導体断面積が十分であること)	○		
7	接地により防爆性能を維持する場合は、接地が確実であること	○	○	○
8	本安回路接地及び絶縁抵抗は満足な状態であること	○		
9	共通の分岐箱やリレー盤内で本安回路と非本安回路とが分離されていること	○		
10	電源の短絡保護装置は、仕様文書に準拠していること	○		
11	特別な使用条件(もしあれば)に従っていること	○		
12	使われないケーブルは正しく端末処理されていること	○	○	○
C	環境			
1	電気機器が腐食、気候、振動及びその他の障害となる要因から適切に保護されていること	○	○	○
2	粉じん及びほこりが過度にたまっていないこと	○	○	○

表 4. 2. 3 内圧防爆構造及び粉じん防爆 (Ex“pD”)の設備の点検表

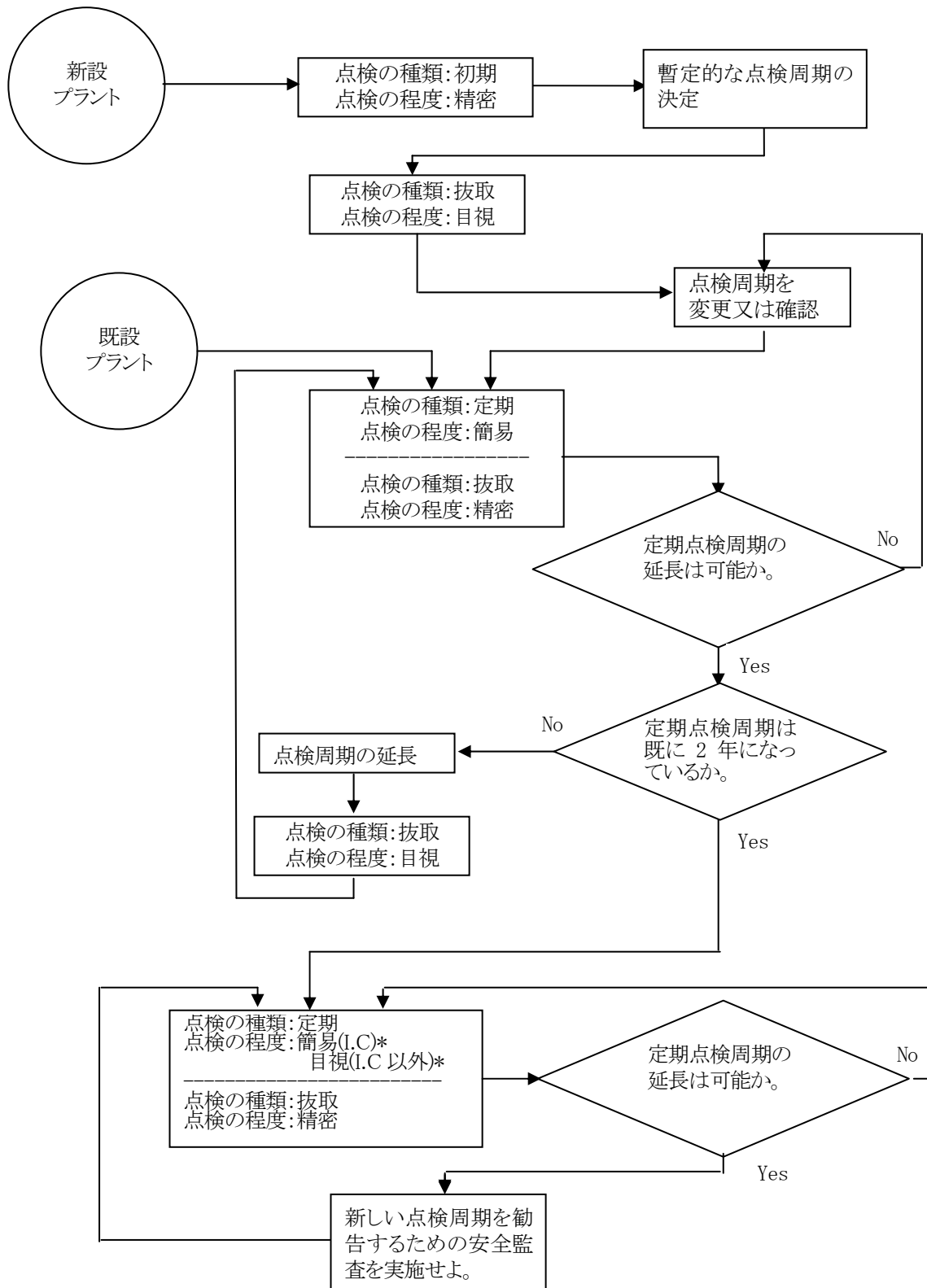
点検項目		点検の程度		
		精密	簡易	目視
A	電気機器			
1	電気機器が危険場所の種別に適合していること	○	○	○
2	電気機器の爆発等級(又はグループ)が適正であること(保護装置等が該当する場合)	○	○	
3	電気機器の発火度(又は温度等級)が適正であること	○	○	
4	電気機器の回路の表示が正しいこと	○		
5	電気機器の回路の識別がなされていること	○	○	○
6	容器、透光性部品及び透光性部品と金属との密封用ガスケットが適正に装着され、コンパウンドが適正に充填されていること	○	○	○
7	無許可の改造がなされていないこと	○		
8	目に見える無許可の改造がなされていないこと		○	○
9	ランプの定格、種類及び取付姿勢が適正であること	○		
B	施工			
1	ケーブルの種類が適正であること	○		
2	ケーブルに目立った損傷がないこと	○	○	○
3	追加の接地ボンディングを含む接地の接続が満足なものであること (例えば、接続は強固で、かつ、導体が十分な断面積のものであること) (a) 工具等によるチェック (b) 目視によるチェック	○	○	○
4	地絡インピーダンス(TN系)又は接地抵抗(IT系)が満足であること	○		
5	電氣的自動保護装置が許容値以内で動作すること	○		
6	電氣的自動保護装置が適正に設定されていること	○		
7	保護ガスの送給温度が指定された最高値未満であること	○		
8	ダクト、配管及び容器が良好な状態にあること	○	○	○
9	保護ガスが清浄であること	○	○	○
10	保護ガスの圧力及び流量が適正であること	○	○	○
11	圧力及び流量の指示、警報並びにインターロック機能が適正であること	○		
12	危険場所への排気用ダクトにおける、火花及び粉じんの防止装置の状態が良好であること	○		
13	特別な使用条件(もしあれば)に従っていること	○		
C	環境			
1	電気機器が腐食、気候、振動及びその他の障害となる要因から適切に保護されていること	○	○	○
2	粉じん及びほこりが過度にたまっていないこと	○	○	○
3	電気絶縁物が清浄で乾燥していること	○		

表 4.2.4 粉じん防爆構造(Ex“tD”)の設備の点検表

点検項目		点検の程度		
		精密	簡易	目視
A	機器			
1	電気機器が危険場所に適合していること	○	○	○
2	電気機器の保護等級(IP)が導電性粉じんに対して適正であること	○	○	○
3	電気機器の最高表面温度が正しいこと	○	○	
4	電気機器の回路の識別がなされていること	○	○	○
5	電気機器の回路の表示が正しいこと	○		
6	容器、透光部及び透光部と金属との密封用ガスケットが適正に装着され、コンパウンドが適正に充填されていること	○	○	○
7	無許可の改造がなされていないこと	○		
8	目に見える無許可の改造がなされていないこと(目視、簡易点検)		○	○
9	ボルト類、電線引込部(直接及び間接)並びに閉鎖用部品は、適正な種類のものであり、かつ、完全で堅固であること (a) 工具類によるチェック (b) 目視によるチェック	○	○	○
10	ランプの定格、種類及び取付姿勢が適正であること	○		
11	電氣的接続が強固であること	○		
12	容器のガスケットの状態が良好であること	○		
13	電動機ファンと外被又はカバーとの間に十分な余裕があること	○		
B	施工			
1	粉じんの堆積の危険を最小にし設置すること	○	○	○
2	ケーブルの種類が適正であること	○		
3	ケーブルに目立った損傷がないこと	○	○	○
4	幹線路、ダクト、パイプ及び電線管のシーリングが満足な状態にあること	○	○	○
5	追加の接地ボンディングを含む接地の接続が満足なものであること (a) 工具類によるチェック (b) 目視によるチェック	○	○	○
6	地絡インピーダンス(TN系)又は接地抵抗(IT系)が満足であること	○		
7	絶縁抵抗が満足であること	○		
8	電氣的自動保護装置が許容値以内で動作すること	○		
9	電氣的自動保護装置が正しく設定されていること(自動リセットはできない)	○		
10	特別な使用条件(もしあれば)に従っていること	○		
11	使用していないケーブルは正しく端末処理されていること	○		
C	環境			
1	電気機器が腐食、気候、振動及びその他の障害となる状況から適切に保護されていること	○	○	○
2	粉じん及びほこりが過度にたまっていないこと	○	○	○
3	電気絶縁物が清浄で乾燥していること	○	○	○

附属書 4-A (参考)

図 A.1 定期点検の代表的点検手順 (4.2.4 参照)



*)I.C:内部の構成部品が正常状態で発火源となり得る(ignition capable)アーク、火花又は表面温度を発生する電気機器

附属書 4-B 防爆電気機器、設備の保守・点検表（参考）

代表的な防爆電気機器、防爆電気設備の点検・保守に関する点検要領、点検の程度、判定基準、処置、実施者、留意点などについて記載している。以下の点を考慮し、点検・保守作業を行なう際の参考資料として使用すること。

4-B.1 点検・保守表の使用にあたって

ここに記載の点検・保守表は、各防爆電気機器の一般的な設置、使用状況を想定し記載されている。したがって、この表によって点検・保守する場合は、個々の設置条件や使用状況を勘案し実施すること。

4-B.2 この附属書の点検・保守表に使用している用語について

(1) 点検の程度について

(a) 目視点検

アクセス機器又は工具を使わずに、目で見て分かる欠陥（例えば、ボルト等の紛失）を確認するための点検をいう。

(b) 簡易点検

目視点検の範囲に加え、簡単な工具を使用しないと分からない範囲での欠陥（例えば、ボルトの緩み）を見つけるための点検をいう。（簡易点検では、一般的に容器を開いたり、電源を遮断することは必要としない。）

(c) 精密点検

簡易点検の範囲で分かる欠陥に加え、容器を開いたり、又は必要に応じて工具や試験装置を使用することによって分かる欠陥（例えば、接続部の緩み）を見つけるための点検をいう。

(2) 処置

(a) 計画的更新

適正交換時期等により機器の更新（製品全体の交換）を計画的に行う処置をいう。

(b) 更新

機器製品全体の交換を行う処置（器具交換も同じ）をいう。使用者（ユーザー）の製品全体の更新処置（購入、交換処置）によって行われる。

(c) 交換

防爆性能の維持のために行う部品等の交換処置をいう。使用者が単独で実施する場合と製造者と協議の上実施する場合、あるいは使用者の依頼により製造者が行う場合がある。

4-B.3 処置実施者について

(1) 使用者欄 ●: 基本的に使用者によって行われる処置。

▲: 製造者と協議の上実施可能。防爆性能の復元について製造者との協議、確認のうえ使用者で実施する処置。

●▲: 使用者で実施できるが、防爆性能の復元が困難と思われる場合は、製造者と協議あるいは製造者へ依頼する。

(2) 製造者欄 ●: 使用者の依頼によって製造者が行う処置。

4-B.1

コントロールボックスの点検・保守表

●実施 ▲製造者と協議の上実施

点検対象	点検要領		点検の程度		判定基準	処置	処置実施者		防爆構造	防爆上の留意点	備考
	点検項目	点検方法	精密	簡易			目視	使用者			
使用期間	適正交換時期	設置時期の確認	○	○	○	製造者等の指定する適正交換時期がある場合はその時期、又は機器の劣化が認められる場合	計画的更新	●			適正交換時期の目安は、耐圧 15 年、安全増 10 年 ただし、使用環境、使用条件によって左右される
	耐用年限	設置時期の確認	○	○	○	製造者等の指定する耐用の限度がある場合はその期間、又は機器の機能、安全性が低下した場合	更新	●			耐用年数の目安は、耐圧 20 年、安全増 15 年 ただし、使用環境、使用方法によって左右される
環境	周囲温度	温度計		○	○	機器に貼付してある定格銘板に周囲温度の記載がない場合は、-20℃～+40℃の範囲を超えていないこと 記載がある場合は、その範囲を超えていないこと	原因除去、又は熱遮へい	●			周囲からの輻射熱や直射日光、被測定物からの熱伝導による温度上昇等も考慮すること
	水気、湿気、蒸気	湿度計他	○	○	○	常時湿っていないこと 水の侵入がないこと	原因除去、又は遮へい	●			
	じん埃、飛沫、異物	目視	○	○	○	堆積、又は汚れていないこと	清掃	●			
	腐食性ガス	臭覚 目視		○	○	著しい臭気のないこと 腐食、さび等のないこと	原因除去、又は遮へい	●			必要に応じてガスの検知
	可燃性ガス	臭覚 目視		○	○	想定外の可燃性ガスの放出	原因除去、あるいは危険箇所の区分、ガスの種類への適合	●			必要に応じてガスの検知
	振動	触覚、聴覚 目視		○	○	著しい振動のないこと	原因除去、又は防振対策	●			必要に応じて振動の測定
	塩害	目視	○	○	○	著しい腐食がないこと	防錆処理、又は遮へい	●			
	使用状況・環境										

コントロールボックスの点検・保守表 続き

●実施 ▲製造者と協議の上実施

点検対象	点検要領		点検の程度		判定基準	処置	処置実施者		防爆構造	防爆上の留意点	備考
	点検項目	点検方法	精密	簡易			使用者	製造者			
容器	損傷、変形、腐食	目視	○	○	損傷、変形、腐食がないこと	更新	●		耐圧・安全増	(耐圧) 損傷、変形、腐食による容器の強度の低下 (安全増) 損傷、変形、腐食による保護等級の低下	
	汚れ、さび、塗膜剥離	目視		○	著しい汚れ、さび、塗膜剥離がないこと	清掃、除錆し防錆処理	●				
	損傷	目視	○		損傷がないこと	更新	●				
接合面	さび、腐食	目視	○		著しいさび、腐食がないこと	除錆し防錆処理	▲	●		除錆の際是非金属のへら等を使用し、軽微な処置に止める	使用者で整備が困難な場合に、製造者で整備
	異物の付着	目視	○		ないこと	清掃	●		耐圧	程度が重度の場合、接合面の精度を損ない、防爆性能を低下させる要因となる。	
	接合状態	目視、工具	○		正規の取り付け状態であること	是正	●				
パッキン類	変色、硬化、きれつ、ひび割れ	目視	○		著しい変色、硬化、きれつ、ひび割れがないこと	交換	▲	●		(安全増) 保護等級の維持を低下させる要因となる。 製造者が供給するものと交換	使用者で交換が困難な場合に、製造者で交換
締付けねじ類	欠損、割れ	目視		○	欠損、割れがないこと	補充又は交換	●		耐圧・安全増	(耐圧) 平面接合構造の容器においては、ボルトの欠損、締付け不足により防爆性能が維持されないおそれがある。なお、ボルトはメーカー指定のものを使用する。 (安全増) 保護等級の維持を低下させる要因となる。	
	緩み	目視、工具		○	緩みがないこと	増し締め	●				
	さび付き	目視、工具		○	著しいさび付きがないこと	交換	●				
導線引込み部	ケーブルグランドの緩み、損傷	目視、工具	○		ケーブルグランドの緩み、損傷がないこと	増し締め	●				
						交換	●			製造者が指定又は供給するものと交換	分解した場合は、一度使用したパッキンは変形しているのので、使用年数に係なく新品と交換

コントロールボックス本体・構成部品

コントロールボックスの点検・保守表 続き ●実施 ▲製造者と協議の上実施

点検対象	点検要領		点検の程度		判定基準	処置	処置実施者		防爆構造	防爆上の留意点	備考
	点検項目	点検方法	精密	簡易			使用者	製造者			
導線引込み部	クランプの緩み	目視、工具	○	○	クランプが緩んでいないこと	増し締め	●		耐 圧 ・ 安 全 増		
	ケーブルの折損、被覆の損傷、劣化	目視		○	ケーブルの折損、被覆の損傷、劣化がないこと	交換	●				
	動作の確認	目視		○	正常に動作すること	交換	▲	●			
	光源(交換部品)	目視、工具	○		適合光源であること	交換	●▲	●			
	ガードの損傷、変形	目視		○	著しい損傷、変形がないこと	交換	●▲	●			交換は製造者が実施する。ただし、製造者と協議の上、使用者での実施も可。
	ランプ保護カバーの汚れ、損傷	目視		○	著しい汚れ、損傷がないこと	清掃又は交換	●▲	●			
表示灯	取り付け状態	目視、工具	○	○	緩みがないこと	増し締め	●				
	動作の確認	目視、触覚		○	正常に動作すること	交換	▲	●			交換は製造者が実施する。ただし、製造者と協議の上、使用者での実施も可。
	機構、取り付け状態	目視、工具	○	○	緩みがないこと	増し締め、交換	●▲	●			
	動作の確認	目視、触覚		○	正常に動作すること	交換	▲	●			
透光性部品	機構、取り付け状態	目視、工具	○	○	緩みがないこと	増し締め、交換	●				
	汚れ	目視		○	著しい汚れがないこと	清掃	●				
	損傷	目視		○	破損がないこと	交換		●		(耐圧)強度を低下させる要因となる。	交換は製造者で実施
	固着材料及びベパッキンの劣化、損傷	目視	○	○	ひび割れ、劣化がないこと	交換		●		(耐圧)防爆性能の維持を低下させる要因となる。 (安全増)保護等級の維持を低下させる要因となる。	交換は製造者で実施
端子・端子部	さび、腐食	目視	○		著しいさび、腐食がないこと	交換	●		(安全増)水分の付着やじん埃の堆積は、絶縁性能が低下し防爆性能が失われる要因となる。		
	端子部のねじ緩み	目視、工具	○		ねじの緩みがないこと	増し締め	●				

コントロールボックス本体・構成部品

コントロールドボックスの点検・保守表 続き

●実施

▲製造者と協議の上実施

点検対象	点検要領		点検の程度		判定基準	処置	処置実施者		防爆構造	防爆上の留意点	備考
	点検項目	点検方法	精密	簡易			使用者	製造者			
端子台・端子部	さび、腐食	目視	○		著しいさび、腐食がないこと	交換	●		耐圧・安全増	(安全増) 水分の付着やじん埃の堆積は、絶縁性能が低下し防爆性能が失われる要因となる。	
	端子部のねじ緩み	目視、工具	○		ねじの緩みがないこと	増し締め	●				
	絶縁物の損傷、劣化	目視	○		著しい損傷、劣化がないこと	交換	●				
	じん埃の付着、汚れ	目視	○		著しいじん埃の付着、汚れがないこと	交換	●				
	絶縁電線の変色、硬化、ひび割れ、心線露出	目視	○		変色、硬化、ひび割れ、心線露出がないこと	交換		●			
内部配線	端子接続部の緩み	目視、工具	○	○	緩みがないこと	増し締め	●				
接地端子	ねじの緩み	目視、工具	○	○	緩みがないこと	増し締め	●				
	接地線の損傷	目視		○	損傷がないこと	整備又は交換	●				

コントロールドボックス本体・構成部品

4-B.2

電動機の点検・保守表

●実施 ▲製造者と協議の上実施

点検対象	点検要領		点検の程度		判定基準	処置	処置実施者		防爆構造	防爆上の留意点	備考
	点検項目	点検方法	精密	簡易			使用者	製造者			
環境	周囲温度	温度計		○	機器の定格銘板に周囲温度の記載がない場合は、-20℃～+40℃の範囲を超えていないこと 使用条件がある場合は、その範囲を超えていないこと	原因除去、又は熱遮へい	●				
	水気、湿気、蒸気	湿度計他	○	○	湿気が機内に侵入しないこと (漏水検知器、機内のさび等により確認)	原因除去、又は遮へい	●				
	じん埃、飛沫、異物	目視	○	○	堆積、又は著しく汚れていないこと	清掃	●				
	腐食性ガス	臭覚 目視		○	著しい臭気のないこと 著しい腐食やさびがないこと	原因除去、又は遮へい	●				必要に応じてガスの検知
	可燃性ガス	臭覚 目視		○	想定外の可燃性ガスの放出	原因除去、あるいは危険箇所 の区分、ガスの種類への適合	●				必要に応じてガスの検知
	振動	触覚、聴覚、目視		○	著しい振動のないこと	原因除去、又は防振対策	●				必要に応じて振動の計測
	塩害	目視	○	○	著しい腐食がないこと	防錆処理、又は遮へい	●				
	損傷、変形、腐食	目視	○	○	損傷、変形、腐食がないこと	更新	●			(耐圧)損傷、変形、腐食 による容器の強度の低下 (安全増)損傷、変形、腐食 による保護等級の低下	
	汚れ、さび、塗膜剥離	目視		○	著しい汚れ、さび、塗膜剥離がないこと	清掃、除錆し防錆処理 交換	●	●			
	損傷	目視	○		損傷がないこと	更新	●				
電動機構成部品	接合面					除錆し防錆処理	▲	●		除錆の際は非金属のへら 等を使用し、軽微な処置 に止める	使用者で整備 が困難な場合は、 製造者で整備
		さび、腐食	○		さび、腐食がないこと	更新	●			さび、腐食が進んでいる 場合、接合面の精度を損 ない、防錆性能を低下さ せる要因となる。	
		異物の付着	○		ないこと	清掃	●				
		接合状態	○		正規の取り付け状態であること	是正	●				

電動機の点検・保守表 続き

●実施 ▲製造者と協議の上実施

点検対象	点検要領		点検の程度		判定基準	処置	処置実施者		防爆構造	防爆上の留意点	備考		
	点検項目	点検方法	精密	簡易			目視	目視				使用者	製造者
パッキン類	変色、硬化、きれつ、ひび割れ	目視	○		著しい変色、硬化、きれつ、ひび割れがないこと	交換	▲	●		(安全増)保護等級の維持を低下させる要因となる。 製造者が供給するものと交換	使用者で整備が困難な場合は、製造者で整備		
	欠損、割れ	目視		○	欠損、割れがないこと	補充又は交換	●			(耐圧)平面接合構造の容器においては、ボルトの欠損、締付け不足により防爆性能が維持されないおそれがある。なお、ボルトはメーカー指定のものを使用する。 (安全増)保護等級の維持を低下させる要因となる。			
	緩み	目視、工具		○	緩みがないこと	増し締め	●						
	さび付き	目視、工具		○	著しいさび付きがないこと	交換	●						
	ケーブルグラウンドの緩み、損傷	目視、工具	○	○	ケーブルグラウンドの緩み、損傷がないこと	増し締め 交換	●			製造者が指定又は供給するものと交換	分解した場合は、一度使用したパッキンは変形しているのので、使用年数に関係なく新品と交換		
導線引込み部	クランプの緩み	目視、工具	○	○	クランプが緩んでいないこと	増し締め	●						
	ケーブルの折損、被覆の損傷、劣化	目視	○	○	ケーブルの折損、被覆の損傷、劣化がないこと	交換	●						
	変色、さび、端部の緩み	目視、工具	○		変色、さび、くさびやコアボルト等の緩みがないこと	清掃、増し締め	●				さびの原因が固定子コイルの部分放電により発生するオゾンである場合がある。著しい場合は絶縁特性を診断する。		
固定子鉄心	汚れの付着	目視	○		著しい汚れがないこと	清掃	●			汚れの付着は冷却を妨げ、絶縁劣化の原因になる。			
固定子巻線・リード線	変色、気泡、割れ	目視	○		変色、ワニスの噴出し、気泡、割れ、膨潤がないこと	リード線交換可		●		導体、絶縁の構造、材質を変更する場合、熱的、電气的特性が変化するため再検定が必要。	検定合格証の有効範囲内であれば、製造者の巻替は可		
	絶縁特性	試験装置	○	○	絶縁特性に著しい劣化が見られないこと			●					
回転子鉄心	汚れ、さび、傷	目視	○		著しい汚れ、さびが無いこと 傷、コアずり、過熱変色がないこと	清掃 回転子交換	●						

電動機構成部品

電動機の点検・保守表 続き

●実施 ▲製造者と協議の上実施

点検対象	点検要領		点検の程度		判定基準	処置	処置実施者		防爆構造	防爆上の留意点	備考
	点検項目	点検方法	精密	簡易			使用者	製造者			
回転子短絡 環、かご	運転電流、振動、音	試験装置		○	著しい運転電流の脈動や振動、運転音のうなりがないこと	ロウ付け補修、回転子交換		●	耐圧・安全増・内圧	かごの破断は、運転中電流の脈動、周波数分析により運転中に検出が可能である。	
	亀裂、変色	目視	○		亀裂、過熱変色が無いこと	清掃	●				
回転子軸	傷、変形、磨耗	目視・工具	○		傷、軸曲がり、磨耗が無いこと	研磨、メッキ、溶射		●			
	振動、音	試験装置		○	著しい振動、異音がないこと	回転子交換	—	●			
転がり軸受	傷、磨耗、変色	目視	○		著しいさび、傷、磨耗、過熱変色がないこと	交換	▲	●		製造者が指定するものと交換すること。	
	傷、磨耗、われ	目視	○		傷、われ、異常磨耗がないこと	交換	▲	●			
オイルシール	磨耗、変形	目視	○		基準を超える磨耗、変形がないこと	交換	▲	●		製造者が供給するものと交換	
	磨耗、変形	目視	○		基準を超える磨耗、変形がないこと	交換	▲	●			
軸受け保持部	さび、磨耗、変形	目視・工具	○		基準を超える磨耗、変形がないこと	メッキ、溶射		●		製造者が供給するものと交換	
	汚れ、変形	目視	○		著しい汚れ、変形が無いこと。はめあいが適正なこと	交換	▲	●			
グリス、オイル	変色	目視	○		変色、酸濁、異物の混入がないこと	交換	●			製造者が指定するものと交換すること。	異物がある場合、軸受けの磨耗粉でないことも確認すること
	汚れ、さび、損傷	目視	○		著しい汚れ、さびがないこと	清掃、塗装	●				
ファン、ファンカバー	汚れ、さび、損傷	目視	○		著しい損傷がないこと	交換	▲	●		汚れの付着は冷却を妨げる。	
	汚れ、腐食	目視・工具	○		著しい汚れ、腐食がないこと。	清掃	●				
空気冷却器	汚れ、腐食	目視・工具	○		著しい汚れ、腐食がないこと。	交換	—	●		製造者が供給するものと交換	

電動機構成部品

電動機の点検・保守表 続き ●実施 ▲製造者と協議の上実施

点検対象	点検要領		点検の程度		判定基準	処置	処置実施者		防爆構造	防爆上の留意点	備考
	点検項目	点検方法	精密	簡易			使用者	製造者			
電動機構成品	防爆環	目視	○		傷、われがないこと	交換	-	●	耐圧		
	端子台・端子部	さび、腐食	○		著しいさび、腐食がないこと	交換	▲	●	耐圧・安全増・内圧	(安全増)水分の付着やじん埃の堆積は、絶縁性能が低下し防爆性能が失われる要因となる。製造者が指定するものと交換すること。	
		端子部のねじ緩み	○		ねじの緩みがないこと	増し締め	●				
		絶縁物の損傷、劣化	○		著しい損傷、劣化がないこと	交換	●				
		じん埃の付着、汚れ	○		著しいじん埃の付着、汚れがないこと	交換	●				
	内部配線	目視	○		変色、硬化、ひび割れ、心線露出がないこと	交換		●			
	接地端子	端子接続部の緩み	○	○	緩みがないこと	増し締め	●				
		ねじの緩み	○	○	緩みがないこと	増し締め	●				
		接地線の損傷		○	損傷がないこと	整備又は交換	●				

4-B.3

照明器具の点検・保守表

●実施 ▲製造者と協議の上実施

点検対象	点検要領		点検の頻度			判定基準	処置	実施者		防爆構造	防爆上の留意点	備考
	点検項目	点検方法	精密	簡易	目視			使用者	製造者			
使用状況・環境	使用期間	適正交換時期		○	○	10年以上、又は累積点灯時間が30,000時間以上でないこと	計画的更新	●		耐圧・安全増		使用環境、使用方法によって影響を受ける。
		耐用年限		○	○	15年以上、又は累積点灯時間が40,000時間以上でないこと	器具交換	●				使用環境、使用方法によって影響を受ける。
		周囲温度		○	○	周囲温度が+40℃を超えていないこと	原因除去、又は熱遮へい	●				
		水気、湿気、蒸気		○	○	常時湿っていないこと 水の侵入がないこと	原因除去、又は遮へい	●				
		じん埃、飛沫、異物		○	○	堆積、又は汚れていないこと	清掃	●				
		腐食性ガス		○	○	著しい臭気のないこと 腐食、さび等のないこと	原因除去、又は遮へい	●				必要に応じてガスの検知
		可燃性ガス		○	○	想定外の可燃性ガスの放出	原因除去、あるいは危険箇所の区分、ガスの種類への適合	●				必要に応じてガスの検知
		振動		○	○	著しい振動のないこと	原因除去、又は防振対策	●				必要に応じて振動の測定
		塩害		○	○	著しい腐食がないこと	防錆処理、又は遮へい	●				
		型式、定格		○	○	適合ランプであること	ランプ交換	●			検定時に合格している適合ランプと交換	定期的に適合ランプと交換
照明器具本体・部品	光源(交換部品)	点灯状態			○	不点、ちらつき、黒化がないこと	ランプ交換	●		耐圧・安全増		
		装着状態			○	ぐらついていないこと	原因除去	●			(耐圧)容器の強度とスキの性能の維持が困難となる。(安全増)保護等級の維持が困難となる。	
	容器	損傷、変形		○	○	損傷、変形がないこと	整備又は器具交換	●				
		汚れ、さび、塗膜剥離		○	○	著しい汚れ、さび、塗膜剥離がないこと	清掃、除錆し防錆処理又は器具交換	●				

照明器具の点検・保守表 続き

●実施 ▲製造者と協議の上実施

点検対象	点検要領		点検の頻度			判定基準	処置	実施者		防爆構造	防爆上の留意点	備考
	点検項目	点検方法	精密	簡易	目視			使用者	製造者			
締付けねじ類	欠損、割れ	目視			○	欠損、割れがないこと	補充又は交換	▲	●	耐圧・安全増	(耐圧) 容器の強度とスキの性能の維持が困難となる。 (安全増) 保護等級の維持が困難となる。	ランプ交換の開閉時に確認
	緩み	目視、工具		○	○	緩みがないこと	増し締め	●				
	さび付き	目視、工具		○	○	著しいさび付きがないこと	交換	▲	●			
導線引込み部	ケーブルグラウンドの緩み、損傷	目視、工具	○	○		ケーブルグラウンドの緩み、破損がないこと	増し締め	●		耐圧・安全増	(耐圧) 容器の強度とスキの性能の維持が困難となる。 (安全増) 保護等級の維持が困難となる。 製造者が指定又は供給するものと交換	分解した場合は、一度使用したパッキンに変形しているの で、使用年数に関係なく新品と交換
	クランプの緩み	目視、工具	○	○		クランプが緩んでいないこと	増し締め	●				
	ケーブルの折損、被覆の損傷、劣化	目視	○	○	○	ケーブルの折損、被覆の損傷、劣化がないこと	交換	●				
安定器・インバータ	異常点灯	目視			○	点灯しにくい、ちらつきがないこと	器具交換	●		耐圧・安全増	(安全増) 絶縁性能が低下し、異常発熱を生じて、防爆性能の維持が困難となる。	(安全増) 絶縁性能が低下し、火花の発生又は異常発熱を生じて、防爆性能の維持が困難となる。
	異常音	聴覚、騒音計	○	○	○	著しい異常音がないこと	器具交換	●				
	異常発熱	目視、触覚	○	○	○	著しい発熱がないこと	器具交換	●				
	リード線の変色、硬化、ひび割れ、心線露出	目視	○	○	○	変色、硬化、ひび割れ、心線露出がないこと	器具交換	●				
	ランプ交換後の点灯状態	目視	○	○	○	正常点灯のこと	器具交換	●				

照明器具本体・部品

照明器具の点検・保守表 続き

●実施 ▲製造者と協議の上実施

点検対象	点検要領		点検の頻度			判定基準	処置	実施者		防爆構造	防爆上の留意点	備考
	点検項目	点検方法	精密	簡易	目視			使用者	製造者			
ランプソケット	接触部分(端子)の変色、さび、黒化	目視	○	○	○	著しい変色、さび、黒化がないこと	器具交換	●		耐圧・安全増	(安全増)絶縁性能が低下し、火花の発生又は異常発熱を生じて、防爆性能の維持が困難となる。	ランプ交換の開閉時に確認
	外郭材料の変色、ひび割れ、破損、こげ跡、熱変形	目視	○	○	○	変色、ひび割れ、破損、こげ後、熱変形がないこと	器具交換	●				
	ソケットの接触子、ばねなどの劣化	目視	○	○	○	接触子、ばねなどの劣化がないこと	器具交換	●				
	ソケットの可動部の動き	目視、動作	○	○	○	動きがスムーズであること	器具交換	●				
	ランプのぐらつき	触覚、目視	○	○	○	ぐらつきがないこと	交換	▲	●			
	さび、腐食	目視	○	○	○	著しいさび、腐食がないこと	交換	▲	●			
端子部	絶縁物の損傷、劣化	目視	○	○	○	著しい損傷、劣化がないこと	交換	▲	●		(安全増)絶縁性能が低下し、防爆性能の維持が困難となる。製造者が指定又は供給するものと交換	
	じん埃の付着、汚れ	目視	○	○	○	著しいじん埃の付着、汚れがないこと	交換	▲	●			
	端子部のねじ緩み	目視、工具	○	○	○	ねじの緩みがないこと	増し締め	●				
器具内配線	リード線の変色、硬化、ひび割れ、心線露出	目視	○	○	○	変色、硬化、ひび割れ、心線露出がないこと	器具交換	●			(安全増)絶縁性能が低下し、火花の発生又は異常発熱を生じて、防爆性能の維持が困難となる。	端子部のねじが緩む場合があるので、定期的な確認が必要
	端子接続部の緩み	目視、工具	○	○	○	緩みがないこと	増し締め	●				
接地端子	ねじの緩み	目視、工具	○	○	○	緩みがないこと	増し締め	●				
	接地線の損傷	目視		○	○	損傷がないこと	整備又は器具交換	●				
その他	絶縁抵抗	メガー	○	○	○	絶縁抵抗が30MΩ以上であること	器具交換	●				
	異臭	臭覚	○	○	○	異臭がないこと	器具交換	●				
	発煙、油漏れ	目視	○	○	○	発煙、油漏れ	器具交換	●				

照明器具本体・部品

【点検対象、点検項目の説明】

- a) 使用状況・環境 使用期間
照明器具の適正交換目安は、累積点灯時間 30,000 時間(約 10 年:1 日 10 時間、1 年に 300 日点灯とする)である。累積点灯時間 30,000 時間を過ぎた照明器具は、外観だけでは判断できない劣化が進んでいる。
例えば、照明器具内の安定器が絶縁劣化によって発煙する事故や、コイルの異常発熱による断線、コンデンサケースの破裂など、様々なケースが報告されている。
累積点灯時間 30,000 時間を越えた器具は、年に 1 度、保守・点検表による点検を実施する。(図 1 及び表 1 参照)なお、電源電圧、周囲温度などの使用条件により照明器具の寿命が短くなることもある。
電気絶縁材料は、使用するとともに化学的劣化を生ずるので、電気用品安全法では、その限界を 40,000 時間(約 15 年)と規定している。累積点灯時間 40,000 時間を越えた照明器具は、事故防止の観点から、新しい照明器具に取替える。

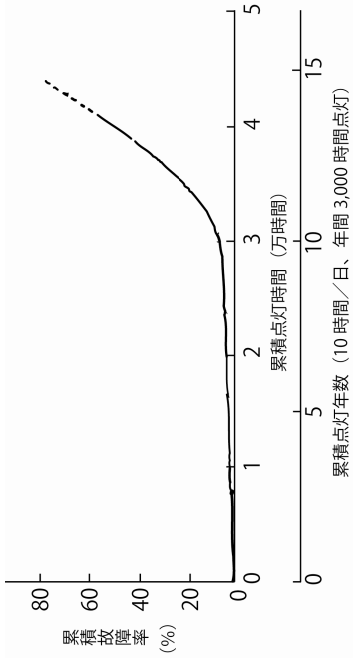


図 1 照明器具の累積故障率

時間	1,500 時間／年 (5 時間／日)	3,000 時間／年 (10 時間／日)	5,000 時間／年 (17 時間／日)	8,000 時間／年 (約 24 時間／日)			
主な用途	体育館・会議室	事務所・工場（一般） 店舗	工場（2 交替）	工場（全日操業） 24 時間点灯			
使用条件	電圧	定格	105%	定格	105%		
	温度 (℃)	30 以下	30 以下	30 以下	30 以下		
交換時期 (年)	15	10	7	6	3.8	2.5	1.3
	14	10	7	6	3	4	2

b) 使用状況・環境 特殊環境

照明器具設置当時と長年の使用の間に使用環境が変わっている場合がある。そのような場合には、使用環境に適した照明器具に取替える。

(周囲温度)

照明器具の使用温度は 40℃までである。40℃を超える場合には、使用環境に適した高温仕様の照明器具に取替える。

(水気、湿気)

雨水のかかる場所、又は、高湿度 (85%RH を超える) の場所で使用すると、絶縁不良の原因になる。防水性能又は防湿性能のある照明器具に取替える。

(じん埃、飛沫、異物)

粉じんの多い場所で使用すると、絶縁不良の原因になることがある。使用環境に適した照明器具に取替える。

(腐食性ガス)

化学薬品工場などの腐食性ガスの発生する場所で使用すると、腐食により照明器具の部品の落下の原因となる。使用環境に適した照明器具に取替える。

(可燃性ガス)

常態と異なる漏れがある場合、その環境に適合する防爆構造の照明器具に取替える。

(振動)

振動の多い場所で使用すると、強度不足による照明器具の落下の原因となる。使用環境に適した照明器具に取替える。

(塩害)

海岸近接地帯の場所は、塩害による腐食が激しく照明器具が短寿命となる。遮へいするなどの塩害対策をし、耐重塩害仕様の照明器具に取替える。

c) 照明器具本体・部品

(光源)

不点灯、ちらつき、黒化したランプを放置しておくと、照明器具に異常を来たす場合があるので、速やかに交換する。

注記: 照明器具とランプの組合せで検定に合格しているので、適合するランプと交換する。既存の照明器具には、電球形LEDランプ及び直管蛍光ランプ形LED

ランプは使用できない。

(容器)

照明器具塗装面の塗膜剥離、又は腐食が著しい場合は、照明器具、又は部品の落下の原因になる。安全のため、新しい照明器具に取替える。

d) その他

(絶縁抵抗)

絶縁抵抗が 30MΩ未満の場合には、照明器具の絶縁性能は不十分である。事故防止のためすぐに使用を中止し、新しい照明器具に取替える。

注記: JIS C 8105-3 (照明器具-第 3 部: 性能要求事項通則) 受渡検査の絶縁抵抗試験による。

(異臭)

照明器具からくさくさい臭いがする場合は、外観、又は電気特性だけでは判断できない劣化が進んでいる可能性がある。事故防止のためすぐに使用を中止し、新しい照明器具に取替える。

(発煙、油漏れ)

照明器具に発煙、油漏れ跡がある場合は、外観、又は電気特性だけでは判断できない劣化が進んでいる可能性がある。事故防止のためすぐに使用を中止し、新しい照明器具に取替える。

【表中記載の器具交換の説明】

表中に器具交換と記載しているのは、その部品だけの交換を意味するものではなく、他の部品も同様に劣化が進んでいるため、新しい照明器具と交換することを意味する。部品の交換は、製造者に委ねる。ただし、製造者と協議の上、製造者の指導の下に、使用者が部品交換できる場合もある。

4-B. 4

フィールド機器及びガス検知器の点検・保守表

点検対象	点検要領		点検の程度			判定基準	処置	処置実施者		防爆構造	防爆上の留意点	備考
	点検項目	点検方法	精密	簡易	目視			使用者	製造者			
使用期間	適正交換時期	設置時期の確認	○	○	○	製造者等の指定する適正交換時期がある場合は、その時期、又は機器の劣化が認められる場合	計画的更新	●		耐圧・安全増		適正交換時期の目安は、耐圧 15 年、安全増 10 年 ただし、使用環境、使用条件によって左右される
	耐用の限度	設置時期の確認	○	○	○	製造者等の指定する耐用の限度がある場合は、その期間、又は機器の機能、安全性が低下した場合	更新	●			耐用年数の目安は、耐圧 20 年、安全増 15 年 ただし、使用環境、使用方法によって左右される	
使用状況・環境	周囲温度	温度計		○	○	機器の定格銘板に周囲温度の記載がない場合は、-20℃～+40℃の範囲を超えていないこと 使用条件がある場合は、その範囲を超えていないこと	原因除去、又は熱遮へい	●		耐圧・安全増・本安		周囲からの輻射熱や直射日光、被測定物からの熱伝導による温度上昇等も考慮すること
	水気、湿気、蒸気	湿度計他	○	○	○	常時湿っていないこと 水の侵入がないこと	原因除去、又は遮へい	●				
	じん埃、飛沫、異物	目視	○	○	○	堆積、又は汚れていないこと	清掃	●				
	腐食性ガス	臭覚 目視		○	○	著しい臭気のないこと 腐食、さび等のないこと	原因除去、又は遮へい	●			必要に応じてガスの検知	
	可燃性ガス	臭覚 目視		○	○	想定外の可燃性ガスの放出	原因除去、あるいは危険箇所の分類、ガスの種類への適合	●			必要に応じてガスの検知	
	振動	触覚、聴覚 目視		○	○	著しい振動のないこと	原因除去、又は防振対策	●			必要に応じて振動の測定	
	塩害	目視	○	○	○	著しい腐食がないこと	防錆処理、又は遮へい	●				

●実施 ▲製造者と協議の上実施

使用状況・環境

ファイールド機器及びガス検知器の点検・保守表 続き

●実施 ▲製造者と協議の上実施

点検対象	点検要領		点検の程度			判定基準	処置	処置実施者		防爆構造	防爆上の留意点	備考
	点検項目	点検方法	精密	簡易	目視			使用者	製造者			
容器	損傷、変形、腐食	目視	○	○	○	損傷、変形、腐食がないこと	更新	●		同上	(耐圧)損傷、変形、腐食による容器の強度の低下(安全増)損傷、変形、腐食による保護等級の低下	
	汚れ、さび、塗膜剥離	目視		○	○	著しい汚れ、さび、塗膜剥離がないこと	清掃、除錆し防錆処理	●				
	損傷	目視	○			損傷がないこと	更新	●				
接合面	さび、腐食	目視	○			著しいさび、腐食がないこと	除錆し防錆処理	●		耐圧	除錆の際是非金属のへら等を使用し、軽微な処置に止める	使用者で整備が困難な場合に、製造者で整備
	異物の付着	目視	○			ないこと	清掃	●			さび、腐食が進んでいる場合、接合面の精度を損ない、防爆性能を低下させる要因となる。	
	接合状態	目視、工具	○			正規の取り付け状態であること	是正	●				
パッキン類	変色、硬化、されつ、ひび割れ	目視	○			著しい変色、硬化、されつ、ひび割れがないこと	交換	▲	●	耐圧・安全増	(安全増)保護等級の維持を低下させる要因となる。製造者が供給するものと交換	使用者で交換が困難な場合に、製造者で交換
締付けねじ類	欠損、割れ	目視			○	欠損、割れがないこと	補充又は交換	●			(耐圧)平面接合構造の容器においては、ボルトの欠損、締付け不足により防爆性能が維持されないおそれがある。なお、ボルトはメーカー指定のものを使用する。(安全増)保護等級の維持を低下させる要因となる。	
	緩み	目視、工具		○	○	緩みがないこと	増し締め	●				
	さび付き	目視、工具		○	○	著しいさび付きがないこと	交換	●				
導線引込み部	ケーブルグランドの緩み、損傷	目視、工具	○	○		ケーブルグランドの緩み、損傷がないこと	増し締め	●			製造者が指定又は供給するものと交換	分解した場合は、一度使用したパッキンは変形しているため、使用年数に関係なく新品と交換
	クランプの緩み	目視、工具	○	○		クランプが緩んでいないこと	増し締め	●				
	ケーブルの折損、被覆の損傷、劣化	目視	○	○	○	ケーブルの折損、被覆の損傷、劣化がないこと	交換	●				

ファイールド機器及びガス検知器本体・構成部品

フィールド機器及びガス検知器の点検・保守表 続き

●実施 ▲製造者と協議の上実施

点検対象	点検要領		点検の程度		判定基準	処置	処置実施者		防爆構造	防爆上の留意点	備考
	点検項目	点検方法	精密	簡易			使用者	製造者			
操作スイッチ	動作の確認	目視、触覚		○	正常に動作すること	交換	▲	●			交換は製造者が実施する。ただし、製造者と協議の上、使用者での実施も可。
	機構、取り付け状態	目視、工具	○	○	緩みがないこと	増し締め	●		耐圧・安全増		
	汚れ	目視		○	曇り、著しい汚れがないこと	清掃	●				
透光性部品	損傷	目視		○	破損がないこと	交換		●	(耐圧)強度を低下させる要因となる。	交換は製造者で実施	
	固着材料及びペンキの劣化、損傷	目視	○	○	ひび割れ、劣化がないこと	交換		●	(耐圧)防爆性能の維持を低下させる要因となる。 (安全増)保護等級の維持を低下させる要因となる。	交換は製造者で実施	
端子台・端子部	さび、腐食	目視	○		著しいさび、腐食がないこと	交換	▲	●			本安の場合は製造者で実施
	端子部のねじ緩み	目視、工具	○		ねじの緩みがないこと	増し締め	●			(安全増)水分の付着やじん埃の堆積は、絶縁性能が低下し防爆性能が失われる要因となる。	
	絶縁物の損傷、劣化	目視	○		損傷、劣化がないこと	交換	▲	●	耐圧・安全増・本安		本安の場合は製造者で実施
内部配線	じん埃の付着、汚れ	目視	○		じん埃の付着、汚れがないこと	清掃	●				
	絶縁電線の変色、硬化、ひび割れ、心線露出	目視	○		変色、硬化、ひび割れ、心線露出がないこと	交換		●			
接地端子	端子接続部の緩み	目視、工具	○	○	緩みがないこと	増し締め	●				
	ねじの緩み	目視、工具	○	○	緩みがないこと	増し締め	●				
	接地線の損傷	目視		○	損傷がないこと	整備又は交換	●				
本安接地	A種接地	接地抵抗測定	○		接地抵抗 10Ω以下のこと	A種接地	●			非絶縁バリアを使用する場合	
本安外部配線	本安配線の分離	目視	○	○	一般配線との混触がないこと	配線確認・整備	●		本安	一般配線と混触しないように配線(明青色)する。	配線後、追加工事があつた場合は要注意
電池	電池点検	電圧確認	○	○	電池寿命を考慮の上、電池交換	交換	●	●		電池の型式は防爆検定に含まれる。使用者で交換が困難な場合に、製造者で交換	
ガスセンサ部焼結金属	汚れ、腐食、損傷	目視	○	○	汚れ、腐食、損傷がないこと	汚れの場合は清掃	▲	●	耐圧	腐食・損傷している場合は防爆性能を低下させる要因となる	損傷の場合は製造者が交換
ガスサンプリング	配管の損傷、フィルタの汚れ	目視	○	○	配管の損傷、フィルタの汚れがないこと	清掃、補修、交換		●		サンプリング内圧力の上昇は防爆性能の低下の要因となる。	吸引式の場合

フィールド機器及びガス検知器本体・構成部品

4-B. 5

防爆電気設備の点検・保守表（設備例：電気加熱装置）

点検対象	点検要領		点検の程度			判定基準	処置	処置実施者		防爆構造	防爆上の留意点	備考
	点検項目	点検方法	精密	簡易	目視			使用者	製造者			
使用期間	適正交換時期	設置時期の確認	○	○	○	製造者等の指定する適正交換時期がある場合はその時期、又は機器の劣化が認められる場合	計画的更新	●		耐 圧 ・ 安 全 増		適正交換時期の目安は耐圧 15 年、安全増 10 年 ただし、使用環境、使用方法によって左右される
	耐用年数	設置時期の確認	○	○	○	製造者等の指定する耐用の限度がある場合はその時期、又は機器の機能、安全性が低下した場合	更新	●			耐用年数の目安は耐圧 20 年、安全増 15 年 ただし、使用環境、使用方法によって左右される	
	周囲温度	温度計		○	○	機器の定格銘板に周囲温度の記載がない場合は、-20℃～+40℃の範囲を超えていないこと と 使用条件がある場合は、その範囲を超えていないこと	原因除去、又は熱遮蔽	●			周囲からの輻射熱や直射日光、被測定物からの熱伝導による温度上昇等も考慮すること	
環境	水気、湿気、蒸気	目視	○	○	○	常時湿っていないこと 水の侵入がないこと	原因除去、又は熱遮蔽	●				
	ちり、飛沫、異物	目視	○	○	○	堆積、又は汚れていないこと	清掃	●				
	腐食性ガス	臭覚 目視		○	○	著しい臭気のないこと 腐食、さび等のないこと	原因除去、又は熱遮蔽	●			必要に応じてガス検知	
	可燃性ガス	臭覚		○	○	想定外の可燃性ガスの放出	原因除去、あるいは危険箇所 の分類、ガスの種類への適合	●			必要に応じてガス検知	
	振動	触覚、聴覚 目視		○	○	著しい振動のないこと	原因除去、又は防振対策	●			必要に応じて振動測定	
	塩害	目視			○	著しい腐食がないこと	防錆処理、又は熱遮蔽	●				

●実施可 ▲製造者と協議のうえ、実施可

使用状況・環境

防爆電気設備の点検・保守表（設備例：電気加熱装置）続き

●実施可 ▲製造者と協議のうえ、実施可

点検対象	点検要領		点検の程度		判定基準	処置	処置実施者		防爆構造	防爆上の留意点	備考
	点検項目	点検方法	精密	簡易			使用者	製造者			
本体	損傷、変形、腐食	目視	○	○	著しい損傷、変形、腐食がないこと	整備	●		非防爆	非危険場所に設置する部品類で、温度保護性能に関わるものは製造者が処置を行う。なお、製造者と協議の上、使用者が交換を行う場合は、供給するものと交換する。	
	汚れ、さび、塗膜剥離	目視		○	著しい汚れ、さび、腐食がないこと	清掃、除錆し防錆処理	●				
漏電遮断器	動作の確認	操作、目視	○		正常に動作すること	交換	●▲	●			製造者と協議の上、使用者も交換できる
	配線、取り付け状態	目視、工具	○	○	緩みがないこと	増締め	●				
電磁開閉器・SSC・SCR	動作の確認	操作、目視	○		正常に動作すること	交換	●▲	●			製造者と協議の上、使用者も交換できる
	配線、取り付け状態	目視、工具	○	○	緩みがないこと	増締め	●				
温度調節計・温度警報器	動作の確認	操作、目視	○		正常に動作すること	交換	●				交換は製造者で実施
	配線、取り付け状態	目視、工具	○	○	緩みがないこと	増締め	●				
シーケンサ	精度の確認	校正	○	○	誤差範囲内であること	交換					交換は製造者で実施
	動作の確認	目視	○		正常に動作すること	交換		●			
制御盤本体・構成部品	動作の確認	目視、工具	○	○	緩みがないこと	増締め	●				交換は製造者で実施
	配線、取り付け状態	目視、工具	○	○	緩みがないこと	増締め	●				交換は製造者で実施
補助リレー	動作の確認	目視	○		正常に動作すること	交換	●▲	●			製造者と協議の上、使用者も交換できる
	配線、取り付け状態	目視、工具	○	○	緩みがないこと	増締め	●				
表示灯	動作の確認	目視	○		正常に動作すること	交換	●				
	光源(交換部品)	目視、工具	○		適合光源であること	交換	●				
ランプ保護カバーの汚れ、損傷	動作の確認	目視		○	著しい汚れ、損傷がないこと	清掃又は交換	●				
	配線、取り付け状態	目視、工具	○	○	緩みがないこと	増締め	●				
押釦スイッチ	動作の確認	目視、触覚	○		正常に動作すること	交換	●				
	配線、取り付け状態	目視、工具	○	○	緩みがないこと	増締め	●				
切替スイッチ	動作の確認	目視、触覚	○		正常に動作すること	交換	●				
	配線、取り付け状態	目視、工具	○	○	緩みがないこと	増締め	●				
端子台・端子部	さび、腐食	目視	○		著しいさび、腐食がないこと	交換	●				
	端子部のねじ緩み	目視、工具	○		ねじの緩みがないこと	増締め	●				
	絶縁物の損傷、劣化	目視	○		著しい損傷、劣化がないこと	交換	●				
	ちりの付着、汚れ	目視	○		著しいちりの付着、汚れがないこと	交換	●				

防爆電気設備の点検・保守表（設備例：電気加熱装置）続き

点検対象	点検要領		点検の程度			判定基準	処置	処置実施者		防爆構造	防爆上の留意点	備考
	点検項目	点検方法	精密	簡易	目視			使用者	製造者			
同 上	内部配線	目視	○			変色、硬化、ひび割れ、心線露出がないこと	交換		●	非防爆	同上	交換は製造者で実施
	接地端子	目視、工具	○	○	○	緩みがないこと	増締め	●				
		目視、工具	○	○	○	緩みがないこと	増締め	●				
		目視			○	損傷がないこと	整備又は交換	●				
端子箱	損傷、変形、腐食	目視	○	○	○	著しい損傷、変形、腐食がないこと	整備	●		耐 圧		
							更新	●				
	汚れ、さび、塗膜剥離	目視			○	著しい汚れ、さび、腐食がないこと	清掃、除錆し防錆処理	●				
パッキン類	変色、硬化、亀裂、ひび割れ	目視	○			著しい変色、硬化、亀裂、ひび割れがないこと	交換	●				
導線引込み部	ケーブルグランドの緩み、損傷	目視、工具	○	○		ケーブルグランドの緩み、損傷がないこと	増締め	●			製造者が指定又は供給するものと交換	分解した場合は、一度使用したパッキンは変形しているので、使用年数に関係なく新品と交換
	クランプの緩み	目視、工具	○	○		クランプが緩んでいないこと	交換	●				
	ケーブルグランドの折損、被覆の損傷、劣化	目視			○	ケーブルの折損、被覆の損傷、劣化がないこと	増締め	●				
	断線	回路計	○	○		断線がないこと	交換	●				
素子	短絡	回路計	○	○		短絡がないこと	更新	●				交換は製造者で実施（部品での交換は行えない）
	絶縁抵抗	絶縁測定器	○	○		対地間 0.1 MΩ 以上 (DC250 V で測定)	更新	●				
	精度の確認	校正	○	○		誤差範囲内であること	更新	●				
	取付け状態	目視			○	緩みがないこと、対象物に密着していること	増締め	●				

防爆電気設備の点検・保守表（設備例：電気加熱装置）続き

●実施可 ▲製造者と協議のうえ、実施可

点検対象	点検要領		点検の程度			判定基準	処置	処置実施者		防爆構造	防爆上の留意点	備考
	点検項目	点検方法	精密	簡易	目視			使用者	製造者			
接続箱・終端間	損傷、変形、腐食	目視	○	○	○	損傷、変形、腐食がないこと	整備	●		耐圧・安全増		交換は製造者で実施(部品での交換は行えない)
	汚れ、さび、塗膜剥離	目視			○	著しい汚れ、さび、腐食がないこと	清掃、除錆し防錆処理	●				
	取り付け状態	目視			○	緩みがないこと、対象物に密着していること	増締め	●				交換は製造者で実施(部品での交換は行えない)
	損傷、さび、腐食	目視	○			著しい損傷、さび、腐食がないこと	整備	●			除錆の際は非金属のへら等を使用し、軽微な処置に止める	
接合面	異物の付着	目視	○			ないこと	清掃	●		耐圧・安全増	程度が重度の場合、接合面の精度を損なわない	交換は製造者で実施(部品での交換は行えない)
	接合状態	目視	○			正規の取付け状態であること	是正	●			防爆性能の維持を低下させる要因となる	
	変色、硬化、亀裂、ひび割れ	目視	○			著しい変色、硬化、亀裂、ひび割れがないこと	交換	●				
パッキン類	欠損、割れ	目視			○	欠損、われがないこと	補充又は交換	●		(耐圧)平面接合構造の容器においては、ボルトの欠損、締付け不足が爆発の危険を招く恐れがある		
											メーカー指定のボルトを使用する	
	緩み	目視、工具		○	○	緩みがないこと	増締め	●			(安全増)保護等級の維持を低下させる要因となる	
	さび付き	目視、工具		○	○	著しいさび付きがないこと	交換	●				

発熱体・構成部品

防爆電気設備の点検・保守表（設備例：電気加熱装置） 続き ●実施可 ▲製造者と協議のうえ、実施可

点検対象	点検要領		点検の程度			判定基準	処置	処置実施者		防爆構造	防爆上の留意点	備考
	点検項目	点検方法	精密	簡易	目視			使用者	製造者			
導線 引込み部	ケーブルグラウンドの緩み、損傷	目視、工具	○	○		ケーブルグラウンドの緩み、損傷がないこと	増締め 交換	●		耐圧・安全増	製造者が指定又は、供給するものと交換	分解した場合は、一度使用したパッキンに変形しているので、使用年数に係なく新品と交換
	クランプの緩み	目視、工具	○	○		クランプが緩んでいないこと	増締め	●				
	ケーブルグラウンドの折損、被覆の損傷、劣化	目視			○	ケーブルの折損、被覆の損傷、劣化がないこと	交換	●				
	端子接続部の緩み	目視、工具	○	○	○	緩みがないこと	増締め	●				
接地端子	ねじの緩み	目視、工具	○	○	○	緩みがないこと	増締め	●		耐圧・安全増		
	接地線の損傷	目視			○	損傷がないこと	増締め又は交換	●				
	断線	回路計	○	○		断線がないこと	更新	●				交換は製造者で実施(部品での交換は行えない)
発熱線	短絡	回路計	○	○		短絡がないこと	更新	●		耐圧・安全増		交換は製造者で実施(部品での交換は行えない)
	絶縁抵抗	絶縁測定器	○	○		対地間 0.2 MΩ以上 (DC500 Vで測定)	更新	●				交換は製造者で実施(部品での交換は行えない)
	出力	回路計、電流計	○	○		定格値以下であること	更新	●				交換は製造者で実施(部品での交換は行えない)
	取付け状態	目視			○	緩みがないこと、対象物に密着していること	増締め		●			増締めは製造者で実施
発熱体引込み部	ヒータグラウンドの緩み、損傷	目視、工具	○	○		ヒータグラウンドの緩み、損傷がないこと	増締め		●	耐圧・安全増		増締めは製造者で実施
	損傷						交換		●			交換は製造者で実施(部品での交換は行えない)

①この点検表は直列抵抗型ヒータを対象としており、自己制御型ヒータについては、発熱体・構成部品の項目を適用する。
 ②保温材は、防爆性能上の保温仕様を維持するため、吸水、脱落、剥離、破損等の点検、保守を行うこと。

〔参考資料 1〕 本ガイドに関連する法規・規格等 （平成 24 年 10 月現在）

本ガイド、及び前身のガイドに先立ち出版された工場電気設備防爆指針(ガス蒸気防爆)(以下、「防爆指針」という。)は、わが国の工場、事業場における防爆電気設備の総合的な技術指針として、広く活用されている。

この防爆指針は、電気機器の防爆構造についてはドイツの VDE 規格に準拠し、防爆電気配線についてはアメリカの電気工事規程を参考にして、昭和 30 年に作成された。その後度々修正及び改正が行われ、その間に関連する法規及び規格等を制定又は改正する際に参照されてきた。

本ガイドは、従来の防爆指針から防爆電気機器及び関連機器の構造要件を除いた編集になっているが、それらを含めて、本ガイドに関連して参考になると考えられる法規・規格等の主なものを選別してここに示す。

1. 関係法規

(1) 労働安全衛生法及び同関係規則等

(a)労働安全衛生法(昭和 47 年法律第 57 号)

第 20 条(事業者の講ずべき措置等)

第 42 条(譲渡等の制限等)

第 43 条の 2

第 44 条の 2(型式検定)

第 44 条の 3(型式検定合格証の有効期間等)

第 44 条の 4(型式検定合格証の失効)

第 54 条の 2(型式検定代行機関)

第 96 条(労働大臣等の権限)

(b)労働安全衛生法施行令(昭和 47 年政令第 318 号)

第 13 条(労働大臣が定める規格又は安全装置を具備すべき機械等)

第 14 条の 2(型式検定を受けるべき機械等)

(c)労働安全衛生規則(昭和 47 年労働省令第 32 号)

第 27 条(規格に適合した機械等の使用)

第 27 条の 2(通知すべき事項)

第 261 条(通風等による爆発又は火災の防止)

第 280 条(爆発の危険がある場所で使用する電気機械器具)(ガス・蒸気関係)

第 283 条(修理作業等の適用除外)

第 284 条(点検)

(d)機械等検定規則(昭和 47 年労働省令第 45 号)

第 2 章型式検定(第 6 条～第 17 条)

(e)電気機械器具防爆構造規格(昭和 44 年労働省告示第 16 号)

第一章 総則

第二章 ガス蒸気防爆構造

(2) 電気事業法及び同関係規則等

(a) 電気事業法(昭和 39 年法律第 170 号)

第 39 条(事業用電気工作物の維持)

(b) 電気設備技術基準(電気設備に関する技術基準を定める省令。昭和 40 年通商産業省令第 61 号)

第 159 条(金属管工事)

第 164 条(ケーブル工事)

第 168 条(高圧配線の施設)

第 175 条(粉じんの多い場所の施設)

第 176 条(可燃性のガス等の存在する場所の施設)

第 185 条(放電灯の施設)

(c) 電気設備に関する技術基準の細目を定める告示(昭和 40 年通商産業省告示第 271 号)

第 31 条(金属管の防爆型附属品の規格)

第 33 条(電気機械器具の防爆構造の規格)

(d) 内線規程(JEAC 8001-2011)(日本電気協会 平成 24 年改正版)

4章 特殊場所の施設

3415 節 ガス蒸気危険場所

2. IEC関係規格

IEC 60079-0 (2011.06) Part0 : Equipment – General requirements (機器—一般要求事項)

IEC 60079-1 (2007.04) Part1 : Equipment protection by flameproof enclosures “d” (耐圧防爆容器)

IEC 60079-2 (2007.02) Part2 : Equipment protection by pressurized enclosures “p” (内圧防爆構造)

IEC 60079-5 (2007.03) Part5 : Equipment protection by powder filling “q” (特殊防爆構造)

IEC 60079-6 (2007.03) Part6 : Equipment protection by oil immersion “o” (油入防爆構造)

IEC 60079-7 (2006.07) Part7 : Equipment protection by increased safety “e” (安全増防爆構造)

IEC 60079-10-1 (2008.12) Part10-1 : Classification of areas – Explosive gas atmospheres

(危険場所の分類—可燃性ガス雰囲気)

IEC 60079-10-2 (2009.04) Part10-2 : Classification of areas – Combustible dust atmospheres

(危険場所の分類—爆発性粉じん雰囲気)

IEC 60079-11 (2011.03) Part11 : Equipment protection by intrinsic safety “i” (本質安全防爆構造)

IEC 60079-20-1 (2010.01) Part20-1 : Material characteristics for gas and vapour classification – Test methods and data

(ガス及び蒸気の分類のための材料特性-試験方法及びデータ)

IEC 60079-25 (2010.02) Part25 : Intrinsically safe electrical systems(本質的安全システム)

IEC 60079-26 (2006.08) Part26 : (Equipment with equipment protection level (EPL) Ga

(機器の保護レベル(EPL) Ga をもつ機器)

IEC 60079-27 (2008.01) Part27 : Fieldbus intrinsically safe concept (FISCO)

(本質的安全の概念)

- IEC 60079-28 (2006.08)Part28 : Protection of equipment and transmission systems using optical radiation
(機器の保護及び光放射を用いる伝達システム)
- IEC 60079-29-1 (2007.08)Part29 : Gas detectors – Performance requirements of detectors for flammable gases
(ガス検知器－可燃性ガス用検知器の性能要求事項)
- IEC 60079-29-2 (2007.08)Part29 : Gas detectors – Selection, installation, use and maintenance of detectors for flammable gases and axxygen
(ガス検知器－可燃性ガス及び酸素用検知器の選定、据付、使用及び保守)
- IEC 60079-29-3 (2011.05)Part29 : Gas detectors–Requirements on the functional safety of fixed gas detection systems
(ガス検知器－固定形ガス検知システムの機能安全に関する要求事項)
- IEC 60079-29-4 (2009.00)Part29 : Gas detectors – Performance requirements of open path detectors for flammable gases and Oxygen
(ガス検知器－可燃性ガス用オープンパス検知器の性能要求事項)
- IEC 60079-30-1 (2007.01)Part30-1 : Electrical resistance trace heating – General and testing requirements
(電気抵抗トレース加熱－一般及び 試験要求事項)
- IEC 60079-30-2 (2007.01)Part30-2 : Electrical resistance trace heating – Application guide for design, installation and maintenance
(電気抵抗トレース加熱－設計、据付及び保守の適用手引)
- IEC 60079-31 (2011.03)Part31 : Equipment dust ignition protection by enclosure “t”
(エンクロージャ “t” による機器の粉じん防爆)
- IEC 60079-33 (2011.04)Part33 : Equipment protection by special protection “s”
(特殊防爆構造 “s” による防爆構造規格)
- IEC 60079-35-1 (2011.01)Part35-1 : Caplights for use in mines susceptible to firedamp–General requirements
–Construction and testing in relation to the risk of explosion
(可燃性ガス蒸気の発生危険のある坑内で使用するキャップランプ－
一般要求事項－爆発のリスクに対応した構造及び試験)
- IEC 60079-35-2 (2011.08)Part35-2 : Performance and other safety-related matters
(性能及び他の安全－関連事項)

〔参考資料 2－1〕 可燃性ガス蒸気の危険特性値及び電気機器の防爆構造に対応する分類

可燃性ガス蒸気の「危険特性値」及び「電気機器の防爆構造に対応する分類」を示す。この資料は、電気技術者が危険場所を分類し、十分な防爆性能をもった防爆電気機器を選定するための基礎資料として編集したものである。

引火点、爆発限界及び蒸気密度は、爆発性雰囲気生成に関連する危険特性であり、発火温度、MESG(最大安全すきま)及び MIC 比(メタンを1とする最小点火電流比)は、電気機器の防爆構造に関連する危険特性である。また、爆発下限界及び沸点は、タイプn防爆構造の呼吸制限容器(Ex nR)における呼吸制限係数の計算に用いられる。

なお、引火点、爆発限界及び発火温度は、多くの文献に掲載されており、文献によって多少相違するが、この表では IEC 60079-20-1 の記載内容のうち主要な物をほぼそのまま採用している。また、国際整合防爆指針における分類の「グループ」及び「温度等級」における記号の一部は、測定データによらず物質の化学的類似性等から推定したものも含まれている。

利用に当たっては、上述のことを理解した上、活用されるか、ご自身で確認して活用されることを望む。

参考資料 2 - 1

名称	化学式	引火点 (°C)	発火 温度 (°C)	爆発限界 (vol%)		蒸気 密度	沸点 (°C)	MESG (mm)	MIC 比	電気機器の防爆構造に対応する分類			
										構造規格		国際整合防爆指針	
				下限	上限					爆発等級	発火度	グループ	温度等級
アクリルアルデヒド acrylaldehyde 〔アクロレイン〕 acrolein	$\text{CH}_2=\text{CHCHO}$	-18	217 不安定	2.8	31.8	1.9	53	0.72				IIB	T3
アクリル酸エチル ethyl acrylate	$\text{CH}_2=\text{CHCO}_2\text{C}_2\text{H}_5$	9	350	1.4	14	3.5	100	0.86		1	G2	IIB	T2
アクリル酸ブチル butyl acrylate	$\text{CH}_2=\text{CHCO}_2\text{C}_4\text{H}_9$	38	268	1.2	9.9	4.4	148	0.88				IIB	T3
アクリル酸メチル methyl acrylate	$\text{CH}_2=\text{CHCO}_2\text{CH}_3$	-3	455	1.95	16.3	3.0	80	0.85	0.98	1	G1	IIB	T1
アクリロニトリル acrylonitrile	$\text{CH}_2=\text{CHCN}$	-5	480	2.8	28	1.8	77	0.87	0.78	1	G1	IIB	T1
亜硝酸エチル ethyl nitrite	$\text{C}_2\text{H}_5\text{ONO}$	-35	95 分解	3.0	50	2.6	17	0.95		1		IIA	T6
アセチルアセトン acetylacetone 〔2,4-ペンタジオン〕 pentanedione	$\text{CH}_3\text{COCH}_2\text{COCH}_3$	34	340	1.7		3.5	141	0.95		1	G2	IIA	T2
アセチレン acetylene	$\text{HC}\equiv\text{CH}$	gas	305	2.3	100	0.9	-84	0.37	0.28	3	G2	IIC	T2
アセトアルデヒド acetaldehyde	CH_3CHO	-38	155	4.0	60	1.5	20	0.92	0.98	1	G4	IIA	T4
アセトアルデヒジエチルアセタール acetaldehyde diethylacetal 〔アセタール〕 acetal	$\text{CH}_3\text{CH}(\text{OC}_2\text{H}_5)_2$	13	230	1.6	10.4	4.1	103				G3		T3
アセト酢酸エチル ethyl acetoacetate 〔アセト酢酸エチルエステル〕 acetoacetic acid ethyl ester	$\text{CH}_3\text{COCH}_2\text{CO}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$	65	350	1.0 93°C	9.5 176°C	4.5	180	0.96				IIA	T2

名称	化学式	引火点 (°C)	発火 温度 (°C)	爆発限界 (vol%)		蒸気 密度	沸点 (°C)	MESG (mm)	MIC 比	電気機器の防爆構造に対応する分類			
										構造規格		国際整合防爆指針	
										爆発等級	発火度	グループ	温度等 級
アセトニトリル acetonitrile	CH ₃ CN	2	523	3.0	16.0	1.4	82	1.50		1	G1	IIA	T1
アセトン acetone	CH ₃ COCH ₃	-20	539	2.5	14.3 100°C	2.0	56	1.01	1.00	1	G1	IIA	T1
アニリン aniline	C ₆ H ₅ NH ₂	75	615	1.2	11	3.2	185				G1	IIA	T1
2-アミノエタノール 2-aminoethanol	NH ₂ CH ₂ CH ₂ OH (エタノールアミン) ethanolamine	85	410			2.1	172					IIA	T2
アリルアミン allylamine	CH ₂ =CHCH ₂ NH ₂	-29	370	2.2	22	2.0	53				G2		T2
アリルアルコール allyl alcohol	CH ₂ =CHCH ₂ OH	21	378	2.5	18.0	2.0	97	0.84			G2	IIIB	T2
アンモニア ammonia	NH ₃	gas	651	16	25	0.6	-33	3.18	6.85	1	G1	IIA	T1
イソブタン isobutane	(CH ₃) ₂ CH	gas	460	1.3	9.8	2.0	-12	0.95				IIA	T1
イソブチルアルコール isobutyl alcohol	(CH ₃) ₂ CHCH ₂ OH	28	408	1.4 51°C	11 94°C	2.6	108	0.96		1	G2	IIA	T2
イソブチルアルデヒド isobutyraldehyde	(CH ₃) ₂ CHCHO	-22	165	1.6	11.0	2.5	64	0.92			G4	IIA	T4
イソブチルベンゼン isobutylbenzene	(CH ₃) ₂ CHCH ₂ C ₆ H ₅	48	425	0.8	6.0	4.6	173			2	G2	IIA	T2
イソプレン isoprene	CH ₂ =C(CH ₃)CH=CH ₂	-54	220	1.0	9.7	2.4	34	0.81		2	G3	IIIB	T3
イソプロピルアミン isopropylamine	(CH ₃) ₂ CHNH ₂	-37	340	2.3	8.6	2.0	32	1.05				IIA	T2

名称	化学式	引火点 (℃)	発火 温度 (℃)	爆発限界 (vol%)		蒸気 密度	沸点 (℃)	MESG (mm)	MIC 比	電気機器の防爆構造に対応する分類			
										構造規格		国際整合防爆指針	
										爆発等級	発火度		グループ
												温度等級	
イソヘキサン isohexane	$(\text{CH}_3)_2\text{CH}(\text{CH}_2)_2\text{CH}_3$ 〔2-メチルペンタン〕 2-methylpentane	<-20	300	1.2	7.0	3.0	60			1	G3	IIA	T3
イソヘプタン(異性体混合物) isheptane	C_7H_{16}	<-18	280	1.0	6.0	3.5	90			1	G3	IIA	T3
イソペンタン isopentane	$(\text{CH}_3)_2\text{CHCH}_2\text{CH}_3$	-56	420	1.3	8.3	2.5	28	0.98		1	G2	IIA	T2
一酸化炭素 carbon monoxide	CO	gas	609	12.5	74	1.0	-192	0.84	0.84	1	G1	IIB	T1
エタノール ethanol	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 〔エチルアルコール〕 ethyl alcohol	12	400	3.1	19	1.6	78	0.89	0.88	1	G2	IIB	T2
エタン ethane	C_2H_6	gas	515	2.4	15.5	1.0	-86	0.91	0.82	1	G1	IIA	T1
エタンチオール ethanethiol	$\text{C}_2\text{H}_5\text{SH}$ 〔エチルメルカプタン〕 ethyl mercaptan	-48	295	2.8	18.0	2.1	35	0.90	0.9			IIA	T3
エチルアミン ethylamine	$\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2$	gas	385	3.5	14.0	1.5	7	1.20			G2	IIA	T2
エチルシクロブタン ethylcyclobutane	$\text{C}_2\text{H}_5\text{C}_4\text{H}_7$	<-16	210	1.2	7.7	2.9	71				G3	IIA	T3
エチルシクロヘキサン ethylcyclohexane	$\text{C}_2\text{H}_5\text{C}_6\text{H}_{11}$	18	238	0.9	6.6	3.9	132				G3	IIA	T3
エチルシクロペンタン ethylcyclopentane	$\text{C}_2\text{H}_5\text{C}_5\text{H}_9$	15	262	1.05	6.8	3.4	103				G3	IIA	T3
エチルビニルエーテル ethyl vinyl ether	$\text{CH}_2=\text{CHOC}_2\text{H}_5$	-45	202	1.7	28	2.5	36					IIB	T4

名称	化学式	引火 点 (°C)	発火 温度 (°C)	爆発限界 (vol%)		蒸気 密度	沸点 (°C)	MESG (mm)	MIC 比	電気機器の防爆構造に対応する分類			
										構造規格	発火度	グループ	温度等級
				下限	上限					爆発等級			
エチルプロピルエーテル ethyl propyl ether	$C_2H_5OC_3H_7$	<-20		1.9	24	3.0	64					IIB	
エチルベンゼン ethylbenzene	$C_2H_5C_6H_5$	15	431	0.8	7.8	3.7	136				G2	IIA	T2
エチルメチルエーテル ethyl methyl ether	$C_2H_5OCH_3$	-37.2	190	2.0 計算	10.1	2.1	7				G4	IIB	T4
エチルメチルケトン ethyl methyl ketone	$C_2H_5COCH_3$	-10	404	1.5 93°C	13.4 93°C	2.5	80	0.84	0.92	1	G2	IIB	T2
エチレン ethylene	$CH_2=CH_2$	gas	440	2.3	36.0	1.0	-104	0.65	0.53	2	G2	IIB	T2
エチレンオキシド ethylene oxide	$H_2C \begin{array}{c} \diagup O \diagdown \\ \text{---} \end{array} CH_2$	gas	429	2.6	100	1.5	11	0.59	0.47	2	G2	IIB	T2
2-エトキシエタノール 2-ethoxyethanol	$HOCH_2CH_2OC_2H_5$	40	235	1.7 93°C	15.7 93°C	3.1	135	0.78				IIB	T3
2-エトキシエチルアセテート 2-ethoxyethyl acetate	$CH_3CO_2CH_2CH_2OC_2H_5$	51	380	1.2	12.7	4.6	156	0.97	0.53			IIA	T2
エピクロヒドリン epichlorohydrin	$\begin{array}{c} O \\ \diagdown \\ CH_2 - CHCH_2Cl \end{array}$	28	385	2.3	34.4	3.2	116	0.74		1	G2	IIB	T2
塩化アセチル acetyl chloride	CH_3COCl	-4	390	5.0	19.0	2.7	51				G2	IIA	T2
塩化アリル allyl chloride	$CH_2=CHCH_2Cl$	-32	390	2.9	11.2	2.6	45	1.17	1.33		G2	IIA	T2

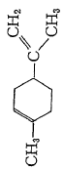
名称	化学式	引火点 (°C)	発火 温度 (°C)	爆発限界 (vol%)		蒸気 密度	沸点 (°C)	MESG (mm)	MIC 比	電気機器の防爆構造に対応する分類			
										構造規格	爆発等級	発火度	国際整合防爆指針 グループ 温度等級
				下限	上限								
塩化イソプロピル isopropyl chloride	$(\text{CH}_3)_2\text{CHCl}$	-32	590	2.8	10.7	2.7	35	1.32			1	G1	IIA T1
塩化エチル ethyl chloride	$\text{C}_2\text{H}_5\text{Cl}$	-50	510	3.6	15.4	2.2	12					G1	IIA T1
塩化ビニル vinyl chloride	$\text{CH}_3=\text{CHCl}$	gas	415	3.6	33.0	2.2	-14	0.99			1	G2	IIA T2
塩化ブチル butyl chloride	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{Cl}$	-12	245	1.8	10.0	3.2	79	1.06			1	G3	IIA T3
塩化プロピル propyl chloride	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{Cl}$	-32	520	2.4	11.1	2.7	47						IIA T1
塩化ベンジル benzyl chloride	$\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{Cl}$	60	585	1.1		4.4	179						IIA T1
塩化ペンチル pentyl chloride	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}_2\text{Cl}$	3.0	255	1.4	8.6	3.7	108					G3	IIA T3
塩化メチル methyl chloride	CH_3Cl	gas	625	7.6	19.0	1.8	-24	1.00				G1	IIA T1
1-オクタノール 1-octanol	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{OH}$	81	270	0.9	7.0	4.5	195	1.05					IIA T3
オクタン octane	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_6\text{CH}_3$	13	206	0.8	6.5	3.9	126	0.94			1	G3	IIA T3
ガソリン gasoline	$\text{C}_5\text{H}_{12} \sim \text{C}_9\text{H}_{20}$	-43	257.2	1.4	7.6	3~4	38~ 204				1	G3	
ギ酸 formic acid	HCO_2H	42	525	18	57	1.6	101	1.86					IIA T1
ギ酸エチル ethyl formate	$\text{HCO}_2\text{C}_2\text{H}_5$	-20	440	2.7	16.5	2.6	54	0.91				G2	IIA T2

名称	化学式	引火点 (°C)	発火 温度 (°C)	爆発限界 (vol%)		蒸気 密度	沸点 (°C)	MESG (mm)	MIC 比	電気機器の防爆構造に対応する分類		
										構造規格		国際整合防爆指針 グループ
				下限	上限					爆発等級	発火度	
ギ酸ブチル butyl formate	$\text{HCO}_2\text{C}_4\text{H}_9$	18	265	1.6	8.0	3.5	106					T3
ギ酸メチル methyl formate	HCO_2CH_3	-20	450	5.0	23	2.1	32	0.94			G2	IIA
o-キシレン o-xylene	$\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}_3)_2(o-)$	30	470	1.0	7.6	3.7	144	1.09		1	G1	IIA
m-キシレン m-xylene	$\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}_3)_2(m-)$	25	465	1.0	7.0	3.7	139	1.09		1	G1	IIA
p-キシレン p-xylene	$\text{C}_6\text{H}_4(\text{CH}_3)_2(p-)$	25	535	0.9	7.6	3.7	138	1.09		1	G1	IIA
クメン cumene [イソプロピルベンゼン isopropylbenzene]	$\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}(\text{CH}_3)_2$	31	424	0.8	6.5	4.1	152	1.05				IIA
o-クレゾール o-cresol	$\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_4\text{OH}$	81	555	1.3 149°C		3.7	191				G1	IIA
クロトンアルデヒド crotonaldehyde	$\text{CH}_3\text{CH}=\text{CHCHO}$ (trans-)	8	230	2.1	16.0	2.4	102	0.81			G3	IIB
2-クロロエタノール 2-chloroethanol [エチレンクロロヒドリン ethylene chlorohydrin]	$\text{ClCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$	55	425	4.9	16.0	2.8	128					IIA
2-クロロプロペン 2-chloropropene		$\text{CH}_3\text{CCl}=\text{CH}_2$	<-20		4.5	16	2.6	22.6				
クロロベンゼン chlorobenzene		$\text{C}_6\text{H}_5\text{Cl}$	593	28	1.3	11	3.9	132			1	G1
												IIA

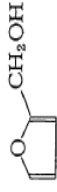
名称	化学式	引火点 (°C)	発火 温度 (°C)	爆発限界 (vol%)		蒸気 密度	沸点 (°C)	MESG (mm)	MIC 比	電気機器の防爆構造に対応する分類		
										構造規格	国際整合防爆指針	温度等級
				下限	上限					爆発等級	発火度	グループ
コークス炉ガス gas, coke-oven		gas		4.4	34							
コールターナッフサ(49° Bx) naphtha 49° Bx-coal tar type		41.7	277.2									IIA
酢酸 acetic acid	$\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}$ 〔氷酢酸 acetic acid(glacial)〕	39	510	4.0	19.9 93.4°C	2.1	118	1.76	2.67	1	G1	IIA
酢酸イソブチル isobutyl acetate	$\text{CH}_3\text{CO}_2\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)_2$	18	421	1.3	10.5	4.0	116				G2	
酢酸イソプロピル isopropyl acetate	$\text{CH}_3\text{CO}_2\text{CH}(\text{CH}_3)_2$	1	425	1.7	8.1	3.5	90	1.05			G2	IIA
酢酸イソペンチル isopentyl acetate	$\text{CH}_3\text{CO}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)_2$ 〔酢酸イソアミル isoamyl acetate〕	25.0	380	1.0 100°C	9.0 100°C	4.5	142			1	G2	IIA
酢酸エチル ethyl acetate	$\text{CH}_3\text{CO}_2\text{C}_2\text{H}_5$	-4	470	2.0	12.8	3.0	77	0.99		1	G1	IIA
酢酸ビニル vinyl acetate	$\text{CH}_3\text{CO}_2\text{CH}=\text{CH}_2$	-7	385	2.6	13.4	3.0	72	0.94				IIA
酢酸ブチル butyl acetate	$\text{CH}_3\text{CO}_2\text{C}_4\text{H}_9$	22	425	1.7	7.6	4.0	126	1.04	1.08	1	G2	IIA
酢酸プロピル propyl acetate	$\text{CH}_3\text{CO}_2\text{CH}_2\text{CH}_3$	10	430	1.7 38°C	8.0	3.5	102	1.04		1	G2	IIA
酢酸ペンチル pentyl acetate	$\text{CH}_3\text{CO}_2(\text{CH}_2)_4\text{CH}_3$ 〔酢酸 <i>n</i> -アミル <i>n</i> -amyl acetate〕	25	360	1.0	7.5	4.5	149	1.02		1	G2	IIA
酢酸メチル methyl acetate	$\text{CH}_3\text{CO}_2\text{CH}_3$	-10	505	3.1	16	2.6	57	0.97	1.08	1	G1	IIA

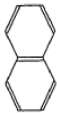
名称	化学式	引火 点 (°C)	発火 温度 (°C)	爆発限界 (vol%)		蒸気 密度	沸点 (°C)	MESG (mm)	MIC 比	電気機器の防爆構造に対応する分類			
										構造規格		国際整合防爆指針	温度等級
										爆発等級	発火度		
シアン化水素 hydrogen cyanide	HCN	<-20	538	下限 5.4	上限 46	0.9	26	0.80		1	G1	IIB	T1
ジイソプロピルエーテル diisopropyl ether	$[(CH_3)_2CH]_2O$	-28	405	1.0	21	3.5	69	0.94		1	G2	IIA	T2
2-ジエチルアミン 2-diethylamino ethanol	$(C_2H_5)_2NCH_2CH_2OH$	60	320			4.0	162					IIA	T2
ジエチルアミン diethylamine	$(C_2H_5)_2NH$	-23	312	1.7	10.1	2.5	56	1.15				IIA	T2
ジエチルエーテル diethyl ether	$C_2H_5OC_2H_5$	-45	175	1.7	39.2	2.6	35	0.87	0.88	1	G4	IIB	T4
3,3-ジエチルペンタン 3,3-diethylpentane	$CH_3CH_2C(C_2H_5)_2CH_2CH_3$	21	290	0.7	5.7	4.4	146				G3		T3
1,4-ジオキサン 1,4-dioxane		11	375	1.4	22.5	3.0	101	0.70	0.19	2	G2	IIB	T2
1,3-ジオキソラン 1,3-dioxolane		-5	245	2.3	30.5	2.6	74					IIB	T3
シクロブタン cyclobutane	C_4H_6	gas		1.8		1.9	13					IIA	
シクロプロパン cyclopropane	C_3H_6	gas	500	2.4	10.4	1.5	-33	0.91	0.84		G1	IIA	T1
シクロヘキサノール cyclohexanol	$C_6H_{11}OH$	61	300	1.2 計算	11.1	3.5	161				G3	IIA	T3
シクロヘキサノン cyclohexanone	$C_6H_{10}O$	43	419	1.3 100°C	9.4	3.4	156	0.95		1	G2	IIA	T2

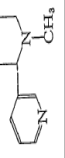
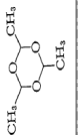
名称	化学式	引火点 (℃)	発火 温度 (℃)	爆発限界 (vol%)		蒸気 密度	沸点 (℃)	MESG (mm)	MIC 比	電気機器の防爆構造に対応する分類			
				構造規格	国際整合防爆指針					温度等級			
											爆発等級	発火度	グループ
シクロヘキサン cyclohexane	C ₆ H ₁₂	-17	245	1.3	8.3	2.9	80.7	0.94		1	G3	IIA	T3
シクロヘキセン cyclohexene	 C ₆ H ₁₀	-17	244	1.2		2.8	83.0	0.94	0.97			IIA	T3
シクロヘキシルアミン cyclohexylamine	C ₆ H ₁₁ NH ₂	27	275	1.1	9.4	3.4	135				G3	IIA	T3
シクロヘプタン cycloheptane	C ₇ H ₁₄	6		1.1	6.7	3.4	119					IIA	
シクロペンタン cyclopentane	C ₅ H ₁₀	-37	320	1.4		2.4	49	1.01			G2	IIA	T2
1,1-ジクロロエタン 1,1-dichloroethane	CH ₃ CHCl ₂	-10	439	5.6	16	3.4	57	1.82				IIA	T2
1,2-ジクロロエタン 1,2-dichloroethane	CH ₂ ClCH ₂ Cl	13	438	6.2	16	3.4	84	1.80		1	G2	IIA	T2
cis-1,2-ジクロロエチレン cis-1,2-dichloroethylene	ClCH=CHCl	-10	440	9.7	12.8	3.6	48～ 60	3.91		1	G2	IIA	T2
o-ジクロロベンゼン o-dichlorobenzene	C ₆ H ₄ Cl ₂	66	640	2.2	12	5.1	181				G1	IIA	T1
1,2-ジクロロプロパン 1,2-dichloropropane	CH ₃ CHClCH ₂ Cl	15	557	3.4	14.5	3.9	96					IIA	T1
ジクロロメタン dichloromethane	CH ₂ Cl ₂		605	13	22	2.9	40					IIA	T1
ジビニルエーテル divinyl ether	(CH ₂ =CH) ₂ O	<-30	360	1.7	27	2.4	28				G2		

名称	化学式	引火点 (°C)	発火 温度 (°C)	爆発限界 (vol%)		蒸気 密度	沸点 (°C)	MESG (mm)	MIC 比	電気機器の防爆構造に対応する分類		
										構造規格	発火度	国際整合防爆指針 グループ 温度等級
ジブチルエーテル dibutyl ether	$C_4H_9OC_4H_9$	25	175	下限 0.9 上限 8.5	4.5	141	0.86			1	G4	IIB T4
ジプロピルエーテル dipropyl ether	$(C_3H_7)_2O$	<-5	175	1.18	3.5	90						IIB T4
ジヘキシルエーテル dihexyl ether	$[CH_3(CH_2)_5]_2O$	75	187	0.6	6.4	227						IIA T4
ジベンジルエーテル dibenzyl ether	$(C_6H_5CH_2)_2O$	135	470	3.2 17	6.8	298						IIA T1
ジペンテン dipentene		50	255	0.75 150°C 6.1 150°C	4.7	175	1.18					IIA T3
N,N-ジメチルアニリン N,N-dimethylaniline	$C_6H_5N(CH_3)_2$	83	330	1.2 7.0	4.2	216		G2				IIA T2
2,2-ジメチルアミノエタノール 2,2-dimethylamino ethanol	$(CH_3)_2NCH_2CH_2OH$	39	220		3.0	131						IIA T3
ジメチルアミン dimethylamine	$(CH_3)_2NH$	gas	400	2.8 14.4	1.6	6.9	1.15	G2				IIA T2
ジメチルエーテル dimethyl ether	CH_3OCH_3	gas	240	2.7 32	1.6	-25	0.84	G3		1	G3	IIB T3
N,N-ジメチルヒドラジン N,N-dimethylhydrazine	$(CH_3)_2NNH_2$	-18	240	2.4 20	2.1	63	0.85	G3				IIB T3
2,2-ジメチルブタン 2,2-dimethylbutane	$(CH_3)_3CCH_2CH_3$	-48	405	1.0 7.0	3.0	48		G2				IIA T2
2,3-ジメチルペンタン 2,3-dimethylpentane	$CH_3CH(CH_3)CH(CH_3)CH_2CH_3$	-12	330	1.1 6.8	3.5	90		G2				IIA T2

名称	化学式	引火点 (℃)	発火 温度 (℃)	爆発限界		蒸気 密度	沸点 (℃)	MESG (mm)	MIC 比	電気機器の防爆構造に対応する分類					
				下限	上限 (vol%)					構造規格		爆発等級	発火度	国際整合防爆指針 グループ	温度等級
N,N-ジメチルホルムアミド N,N-dimethylformamide	(CH ₃) ₂ NCHO	58	440	1.8 100℃	16.0	2.5	153	1.08			G2	IIA	T2		
<i>p</i> -シズン <i>p</i> -cymen	CH ₃ C ₆ H ₄ CH(CH ₃) ₂	47	436	0.7 100℃	5.6	4.6	177				G2	IIA	T2		
臭化アリル allyl bromide	CH ₂ =CHCH ₂ Br	-1	295	4.3	7.3	4.2	70					IIA	T3		
臭化エチル ethyl bromide	C ₂ H ₅ Br	<-20	511	6.7	11.3	3.8	38			1	G1	IIA	T1		
臭化ブチル butyl bromide	CH ₃ (CH ₂) ₂ CH ₂ Br	13	265	2.5 100℃	6.6 100℃	4.7	102					IIA	T3		
臭化メチル methyl bromide	CH ₃ Br	194	535	8.6	20	3.1	3.6					IIA	T1		
硝酸エチル ethyl nitrate	CH ₃ CH ₂ ONO ₂	10		3.8		3.1	88			3					
硝酸プロピル propyl nitrate	CH ₃ CH ₂ CH ₂ NO ₂	20	176	2.0	100	3.6	110						T4		
水性ガス water gas	CO+H ₂	gas		7.0	72	0.6				3	G1	IIC	T1		
水素 hydrogen	H ₂	gas	560	4.0	75	0.1	-253	0.29	0.25	3	G1	IIC	T1		
スチレン styrene	C ₆ H ₅ CH=CH ₂	30	490	1.0	8.0	3.6	145		1.21	1	G1	IIA	T1		

名称	化学式	引火点 (°C)	発火 温度 (°C)	爆発限界 (vol%)		蒸気 密度	沸点 (°C)	MESG (mm)	MIC 比	電気機器の防爆構造に対応する分類			
										構造規格		国際整合防爆指針	
										爆発等級	発火度	グループ	温度等級
石油エーテル petroleum ether	〔石油ナフサ〕 naphtha petroleum	<-17.8	287.8	下限 1.1	上限 5.9	2.5	35～ 60					IIA	T3
チオフェン thiophene		-9	395	1.5	12.5	2.9	84	0.91		1	G2	IIA	T2
デカリン decalin	〔デカヒドロナフタレン〕 decahydronaphthalene	61	240	0.7 100°C	4.9 100°C	4.8	196				G3	IIA	T3
trans-デカヒドロナフタレン trans-decahydronaphthalene		54	288	0.7	4.9	4.8	187				G3	IIA	T3
デカン decane	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{CH}_3$	46	235	0.7	5.6	4.9	174	1.05		1	G3	IIA	T3
テトラヒドロフラン tetrahydrofuran		-14	230	1.5	12.4	2.5	64	0.87		1	G3	IIB	T3
テトラヒドロフルフリルアルコール tetrahydrofurfuryl alcohol		70	280	1.5	9.7	3.5	178	0.85				IIB	T3
テトラフルオロエチレン tetrafluoroethylene	$\text{F}_2\text{C}=\text{CF}_2$	gas	255	10.0	59	3.4	-76	0.60				IIB	T3
2,2,3,3-テトラメチルペンタン 2,2,3,3-tetramethylpentane	$(\text{CH}_3)_3\text{CC}(\text{CH}_3)_2\text{CH}_2\text{CH}_3$	<21	430	0.8	4.9	4.4	134				G2		
テレピン油 turpentine		35	253	0.8		4.8	154～ 170					IIA	T3
ドデカン dodecane	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{CH}_3$	74	200	0.6		5.9	216				G4	IIA	T4
トリエチエミン triethylamine	$(\text{C}_2\text{H}_5)_3\text{N}$	-8	215	1.2	8.0	3.5	89	1.05				IIA	T3

名称	化学式	引火点 (°C)	発火 温度 (°C)	爆発限界 (vol%)		蒸気 密度	沸点 (°C)	MESG (mm)	MIC 比	電気機器の防爆構造に対応する分類			
										構造規格		国際整合防爆指針	
										爆発等級	発火度	グループ	温度等級
1,3,5-トリオキサン 1,3,5-trioxane		45	410	3.2	29	3.1	115	0.75			G2	IIB	T2
トリクロロエチレン trichloroethylene	ClCH=CCl_2	32	410	7.9	100	4.5	87				G2	IIA	T2
2,2,2-トリフロロエチルアルコール 2,2,2-trifluoroethanol	$\text{CF}_3\text{CH}_2\text{OH}$	30	463	8.4	28.8	3.5	77	3.00				IIA	T1
トリメチルアミン trimethylamine	$(\text{CH}_3)_3\text{N}$	gas	190	2.0	12.0	2.0	3.4	1.05				IIA	T4
1,2,3-トリメチルベンゼン 1,2,3-trimethylbenzene	$\text{C}_6\text{H}_3(\text{CH}_3)_3$	51	470	0.8	7.0	4.2	176				G1	IIA	T1
1,2,4-トリメチルベンゼン 1,2,4-trimethylbenzene	$\text{C}_6\text{H}_3(\text{CH}_3)_3$	50	485	0.8	7.0	4.1	169			1	G1	IIA	T1
2,2,4-トリメチルペンタン 2,2,4-trimethylpentane	$(\text{CH}_3)_3\text{CCH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)_2$	-12	410	1.1	6.0	3.9	99	1.04		1	G2	IIA	T2
2,3,4-トリメチル-1-ペンテン 2,3,4-trimethyl-1-pentene	$\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}(\text{CH}_3)_2$	<21	257			3.9	101						T3
2,4,4-トリメチル-1-ペンテン 2,4,4-trimethyl-1-pentene	$\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{C}(\text{CH}_3)_3$	-12	380	0.7	5.8	3.8	105				G2	IIA	T2
p-トルイジン p-toluidine	$\text{CH}_3\text{C}_6\text{H}_4\text{NH}_2(p-)$	87	480			3.9	200				G1	IIA	T1
トルエン toluene	$\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3$	4	530	1.0	7.8	3.1	111	1.06		1	G1	IIA	T1
ナフタレン naphthalene		77	540	0.6	5.9	4.4	218				G1	IIA	T1

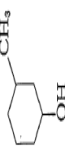
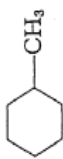
名称	化学式	引火点 (°C)	発火温度 (°C)	爆発限界 (vol%)		蒸気密度	沸点 (°C)	MESG (mm)	MIC 比	電気機器の防爆構造に対応する分類		
										構造規格	発火度	国際整合防爆指針 グループ
二塩化ビニルデン vinylidene dichloride	$\text{CH}_2=\text{CCl}_2$	-18	530	下限 6.5 上限 16.0	3.4	32	3.91					IIA T1
ニコチン nicotine		101	240	0.7	5.6	246					G3	T3
ニトロエタン nitroethane	$\text{C}_2\text{H}_5\text{NO}_2$	27	412	3.4	2.6	115		0.87			G2	IIB T2
1-ニトロプロパン 1-nitropropane	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{NO}_2$	35	420	2.2	3.1	132		0.84				IIB T2
ニトロベンゼン nitrobenzene	$\text{C}_6\text{H}_5\text{NO}_2$	88	481	1.4 93°C	4.3	211		0.94			G1	IIA T1
ニトロメタン nitromethane	CH_3NO_2	35	414	7.3	2.1	101		1.17	0.92		G2	IIA T2
二硫化炭素 carbon disulfide	CS_2	-30	90	0.6	2.6	46		0.34	0.39	3		IIC T6
ネオペンタン neopentane	$\text{C}(\text{CH}_3)_4$	gas	450	1.4	2.5	9.5						T2
燃料油 fuel oil No.1	$\left[\begin{array}{c} \text{2,2-ジメチルプロパン} \\ \text{2,2-dimethylpropane} \end{array} \right]$	43~ 72	210	0.7	4.5	175~ 325						IIA T3
ノナン nonane	$\left[\begin{array}{c} \text{クロシン} \\ \text{kerosene} \end{array} \right]$	30	205	0.7	4.4	151					G3	IIA T3
パラアルデヒド paraldehyde		27	235	1.3	4.5	124		1.01			G3	IIA T3
4-ヒドロキシ-4-メチル-2-ペンタノン 4-hydroxy-4-methyl-2-pentanone	$\left[\begin{array}{c} \text{ジアセトンアルコール} \\ \text{diacetone alcohol} \end{array} \right]$	58	680	1.8	4.0	166						IIA T1

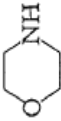
名称	化学式	引火点 (℃)	発火 温度 (℃)	爆発限界 (vol%)		蒸気 密度	沸点 (℃)	MESG (mm)	MIC 比	電気機器の防爆構造に対応する分類			
										構造規格		国際整合防爆指針	
													爆発等級
				下限	上限								
ピリジン pyridine		18	482	1.7	12.4	2.7	116				IIA	T1	
フェノール phenol	C ₆ H ₅ OH	75	595	1.3	9.5	3.2	182				G1	IIA	T1
1,3-ブタジエン 1,3-butadiene	CH ₂ =CHCH=CH ₂	gas	420	1.4	16.3	1.9	-5	0.79	0.76	2	G2	IIB	T2
1-ブタノール 1-butanol	CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₂ OH $\left[\begin{array}{l} \text{n-ブチルアルコール} \\ \text{n-butyl alcohol} \end{array} \right]$	35	343	1.4	12	2.6	118	0.91		1	G2	IIA	T2
2-ブタノール 2-butanol	CH ₃ CH ₂ CH ₂ (OH)CH ₃ $\left[\begin{array}{l} \text{s-ブチルアルコール} \\ \text{s-butyl alcohol} \end{array} \right]$	24	406	1.7 100℃	9.8 100℃	2.6	99				G2	IIA	T2
ブタン butane	CH ₃ CH ₂ CH ₂ CH ₃	gas	372	1.4	9.3	2.0	-0.5	0.98	0.94	1	G2	IIA	T2
ブチルアミン butylamine	C ₄ H ₉ NH ₂	-12	312.2	1.7	9.8	2.5	78	0.92	1.13			IIA	T2
t-ブチルアルコール t-butyl alcohol	(CH ₃) ₃ COH	11	470	1.7	8.0	2.6	83	0.91			G1	IIA	T1
ブチルアルデヒド butylaldehyde	CH ₃ (CH ₂) ₂ CHO	-12	205	1.7	12.5	2.5	75	0.92		1	G3	IIA	T3
ブチルベンゼン butylbenzene	C ₆ H ₅ C ₄ H ₉	58	410	0.8	5.8	4.6	183					IIA	T2
s-ブチルベンゼン s- butylbenzene	C ₆ H ₅ CH(CH ₂)C ₂ H ₅	52	415	0.8	6.9	4.6	173				G2	IIA	T2
t-ブチルベンゼン t-butylbenzene	C ₆ H ₅ C(CH ₃) ₃	44	445	0.8 100℃	5.6 100℃	4.6	169				G2	IIA	T2

名称	化学式	引火点 (℃)	発火 温度 (℃)	爆発限界 (vol%)		蒸気 密度	沸点 (℃)	MESG (mm)	MIC 比	電気機器の防爆構造に対応する分類			
										構造規格		国際整合防爆指針	
				爆発等級	発火度					グループ	温度等級		
1-ブテン 1-butene	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}=\text{CH}_2$	gas	345	下限 1.6	上限 10.0	1.9	-6.3	0.94		G2	IIA	T2	
cis-2-ブテン cis-2-butene	$\text{CH}_3\text{CH}=\text{CHCH}_3$	gas	325	1.6	10.0	1.9	3.7	0.89			IIB	T2	
フラン furan		<-20	390	2.3	14.3	2.3	32	0.68		1	G2	IIB	T2
2-フルアルデヒド 2-furaldehyde		60	316	2.1	19.3	3.3	162	0.88				IIB	T2
フルフリルアルコール furfuryl alcohol		61	370	1.8	16.3	3.4	171	0.8			G2	IIB	T2
1-プロパノール 1-propanol	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH}$	15	385	2.1	17.5	2.1	97	0.89			G2	IIB	T2
2-プロパノール 2-propanol	$\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_3$	12	399	2.0	12.7 93℃	2.1	83	1.00		1	G2	IIA	T2
プロパン propane	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_3$	gas	450	1.7	10.9	1.6	-42	0.92	0.82	1	G1	IIA	T2
プロピオンアルデヒド propionaldehyde	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHO}$	-30	188	2.0	17	2.0	49	0.86				IIB	T4
プロピオン酸 propionic acid	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CO}_2\text{H}$	53	485	2.1	12.1	2.5	141	1.10				IIA	T1
プロピオン酸無水物 propionic anhydride	$(\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CO})_2\text{O}$	74	315	1.3	9.5	4.5	167						T2
プロピオン酸エチル ethyl propionate	$\text{C}_2\text{H}_5\text{CO}_2\text{C}_2\text{H}_5$	12	455	1.8	11	3.5	99					IIA	T1

名称	化学式	引火点 (°C)	発火 温度 (°C)	爆発限界 (vol%)		蒸気 密度	沸点 (°C)	MESG (mm)	MIC 比	電気機器の防爆構造に対応する分類			
										構造規格		国際整合防爆指針	
										爆発等級	発火度	グループ	温度等級
プロピオン酸メチル methyl propionate	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CO}_2\text{CH}_3$	-2	465	下限 2.4	上限 13	3.0	80						T1
プロピルアミン propylamine	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{NH}_2$	-37	318	2.0	10.4	2.0	49	1.13				IIA	T2
プロピルベンゼン propylbenzene	$\text{C}_3\text{H}_7\text{C}_6\text{H}_5$	39	450	0.8	6.0	4.1	159					IIA	T2
プロピレン propylene	$\text{CH}_2=\text{CHCH}_3$	gas	455	2.0	11.1	1.5	-47	0.91		1	G1	IIA	T1
プロピレンオキシド propylene oxide	$\text{CH}_2-\text{CHCH}_3$ 	-37	430	1.9	37.0	2.0	34	0.70		2	G2	IIIB	T2
プロピン propyne	$\text{CH}_3\text{C}\equiv\text{CH}$	gas	340	1.7	16.8	1.4	-23					IIIB	T2
1-ヘキサノール 1-hexanol	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}_2\text{OH}$	60	280	1.1	11.8	3.5	158	0.85		1	G3	IIIB	T3
2-ヘキサノン 2-hexanone	$\text{CH}_3\text{CO}(\text{CH}_2)_3\text{CH}_3$	23	420	1.2	9.4	3.5	128	0.98		1		IIA	T2
3-ヘキサノン 3-hexanone	$\text{C}_2\text{H}_5\text{COC}_3\text{H}_7$	20		1	8	3.5	123					IIA	
ヘキサン hexane	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}_3$	-22	223	1.1	7.5	3.0	69	0.93	0.88	1	G3	IIA	T3
2-ヘプタノン 2-heptanone	$\text{CH}_3\text{CO}(\text{CH}_2)_4\text{CH}_3$	39	305	1.1	7.9	3.9	151					IIA	T2

名称	化学式	引火点 (°C)	発火温度 (°C)	爆発限界 (vol%)		蒸気 密度	沸点 (°C)	MESG (mm)	MIC 比	電気機器の防爆構造に対応する分類			
										構造規格	爆発等級	発火度	国際整合防爆指針 グループ 温度等級
ヘプタン heptane	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_5\text{CH}_3$	-7	204	下限 1.1	上限 6.7	3.5	98	0.91	0.88		1	G3	IIA T3
ベンズアルデヒド benzaldehyde	$\text{C}_6\text{H}_5\text{CHO}$	64	192	1.4		3.7	179						IIA T4
ベンゼン benzene	C_6H_6	-11	498	1.2	8.6	2.7	80	0.99	1.00		1	G1	IIA T1
ベンゾジシトリアルフルオリド benzylidene trifluoride	$\text{C}_6\text{H}_5\text{CF}_3$	12	620	1.4	9.3	5.0	102	1.4					IIA T1
1-ペンタノール 1-pentanol	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}_2\text{OH}$	42	320	1.06 100°C	10.5	3.0	138	0.99			1	G2	IIA T2
2-ペンタノール 2-pentanol	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_3$	34	330	1.2	10.5	3.0	119						IIA T2
3-ペンタノール 3-pentanol	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_2\text{CH}_3$	30	360	1.2	10.5	3.0	116	0.99				G2	IIA T2
2-ペンタノン 2-pentanone	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{COCH}_3$	7	445	1.5	8.2	3.0	102	0.99				G2	IIA T2
3-ペンタノン 3-pentanone	$\text{C}_2\text{H}_5\text{COC}_2\text{H}_5$	7	445	1.6		3.0	102	0.90				G2	IIA T2
ペンタン pentane	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{CH}_3$	-40	280	1.4	7.8	2.5	36	0.93	0.97		1	G3	IIA T3
1-ペンテン 1-pentene	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3\text{CH}=\text{CH}_2$	-51	275	1.5	8.7	2.4	30					G3	T3
ホルムアルデヒド formaldehyde	HCHO	gas	424	7.0	73	1.0	-19	0.57					IIIB T2

名称	化学式	引火点 (°C)	発火 温度 (°C)	爆発限界 (vol%)		蒸気 密度	沸点 (°C)	MESG (mm)	MIC 比	電気機器の防爆構造に対応する分類		
										爆発等級	構造規格	国際整合防爆指針
				下限	上限							
無水酢酸 acetic anhydride	$(\text{CH}_3\text{CO})_2\text{O}$	49	316	2.0	10.3	3.5	140	1.23		1		IIA T2
メタアルデヒド metalddehyde	$(\text{C}_2\text{H}_4\text{O})_4$	36										IIA
メタクリル酸エチル ethyl methacrylate	$\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)\text{CO}_2\text{C}_2\text{H}_5$	19		1.5		3.9	117	1.01				IIA
メタクリル酸メチル methyl methacrylate	$\text{CH}_2=\text{C}(\text{CH}_3)\text{CO}_2\text{CH}_3$	10	430	1.7	12.5	3.6	101	0.95		1	G2	IIA T2
メタノール methanol	CH_3OH	9	440	6.0	36	1.1	65	0.92	0.82	1	G1	IIA T2
メタン methane	CH_4	gas	600	5.0	15.0	0.6	-162	1.12	1.00	1	G1	IIA T1
メタンチオール methanethiol	CH_3SH		340	4.1	21.0	1.6	6.0	1.15				IIA T2
メチルアセトアセテート methyl acetacetate	$\text{CH}_3\text{CO}_2\text{CH}_2\text{COCH}_3$	62	280	1.3	14.2	4.0	170	0.85				IIB T3
メチルアミン methylamine	CH_3NH_2	gas	430	4.2	20.7	1.0	-6.3	1.10			G2	IIA T2
3-メチルシクロヘキサノール(異性体混合物) 3-methyl-1-cyclohexanol		70	295	1.3		3.9	172				G3	IIA T3
メチルシクロヘキサノール methylcyclohexane		-4	250	1.0	6.7	3.4	101				G3	IIA T3
メチルシクロペンタン methylcyclopentane	$\text{C}_6\text{H}_9\text{CH}_3$	<-10	258	1.0	8.4	2.9	72					IIA T3

名称	化学式	引火点 (°C)	発火 温度 (°C)	爆発限界 (vol%)		蒸気 密度	沸点 (°C)	MESG (mm)	MIC 比	電気機器の防爆構造に対応する分類		
										構造規格		国際整合防爆指針
										爆発等級	発火度	
α-メチルスチレン α-methylstyrene	$C_6H_5C(CH_3)=CH_2$	40	445	下限 0.8 上限 11.0	4.1	166	0.88					IIB T2
メチルビニルエーテル methyl vinyl ether	$CH_2=CHOCH_3$	gas	220	2.2 28.2	2.0	6						IIB T3
3-メチルペンタン 3-methylpentane	$CH_3CH_2CH(CH_3)CH_2CH_3$	<-7	300	1.2 7.0	3.0	63				G3		IIA T3
4-メチル-2-ペンタン 4-methyl-2-pentanone	$(CH_3)_2CHCH_2COCH_3$	16	475	1.2 8.0 90°C 90°C	3.5	116	1.01					IIA T1
2-メトキシエタノール 2-methoxyethanol	$CH_3OCH_2CH_2OH$	39	285	1.8 20.6 93°C 93°C	2.6	104	0.85					IIB T3
モルホリン morpholine		33	275	1.4 15.2	3.0	129	0.92					IIA T3
硫化水素 hydrogen sulfide	H_2S	gas	260	4.0 44.0	1.2	-60	0.83			2	G3	IIB T3
硫酸ジエチル diethyl sulphate	$(CH_3CH_2)_2SO_4$	104	360		5.3	208	1.11					IIA T2

〔参考資料 2－2〕 粉じんの発火度及び主要な危険性

粉じんの発火度及び主要な危険性

粉じんの種類	粉じんの名称	発火度	高温表面におけるたい積粉(厚さ5mm)の発火温度℃	雲状粉じんの発火温度℃	爆発下限 界 g/Nm ³	粉 じ ん 平均粒径 μm	危険性 分 類
金 属	アルミニウム(表面処理)	11	320	590	37～50	10～15	爆
	アルミニウム(含脂)	12	230	400	37～50	10～20	〃
	鉄	12	240	430	153～204	100～150	可、導
	マグネシウム	11	340	470	44～59	5～10	爆
	赤りん	11	305	360	48～64	30～50	可
	カーボンブラック	12	535	>690	36～45	10～20	可、導
	チタン	11	290	375	—	—	可、導
	亜鉛	11	430	530	212～284	10～15	可、導
	カルシウムカーバイド	11	325	555	—	<200	可
	カルシウム・けい素・アルミ合金 (8%Ca-30% Si-55% Al)	11	290	465	—	—	可、導
	フェロシリコン(45%Si)	11	>450	640	—	—	〃
	黄鉄鋼	11	445	555	—	<90	〃
	ジルコン	11	305	360	92～123	5～10	〃
化 学 薬 品	ステアリン酸亜鉛	11	溶 融	315	—	8～15	可
	ナフタリン	11	〃	575	28～38	80～100	〃
	アンスラセン	11	溶融昇華	505	29～39	40～50	〃
	アジピン酸	11	溶 融	580	65～90	—	〃
	フタル酸	11	〃	650	61～83	80～100	〃
	無水フタル酸(粗製品)	11	〃	605	52～71	—	〃
	フタロジニトリル	11	〃	>700	37～50	—	〃
	無水マレイン酸(粗製品)	11	〃	500	82～113	—	〃
	酢酸ナトリウムエステル	11	〃	520	51～70	5～8	〃
	ナフトールイエロー	11	395	415	133～184	—	〃
	クリスタルバイオレット	11	溶 融	475	46～70	15～30	〃
	テトラニトロカルバゾール	11	〃	395	92～129	—	〃
	ジニトロクレゾール	11	〃	340	—	40～60	〃
	アンチピリン	11	〃	405	31～41	60	〃
	粉石けん	11	〃	575	—	80～100	〃
	青色染料	11	350	465	—	300～500	〃
合 成 樹 脂	ポリエチレン	11	溶 融	410	26～35	30～50	可
	ポリプロピレン	11	〃	430	25～35	—	〃
	ポリスチロール	11	〃	475	27～37	40～60	〃
	スチロール(70%) ブタジエン (30%) コポリマー	11	〃	420	27～37	—	〃
	ポリビニルアルコール	11	〃	450	42～55	5～10	〃
	ポリアクリロニトリル	11	溶融炭化	505	35～55	5～7	〃
	ポリウレタン	11	溶 融	425	46～63	5～100	〃
	ポリエチレンテレフタレート	11	〃	480	52～71	<200	〃

粉じんの種類	粉じんの名称	発火度	高温表面におけるたい積粉(厚さ5mm)の発火温度℃	雲状粉じんの発火温度℃	爆発下限 界 g/Nm ³	粉 じ ん 平均粒径 μ m	危険性 分 類
合 成 樹 脂	ポリビニルピロリドン	11	溶 融	465	42～58	10～15	可
	ポリビニルクロライド	11	溶融炭化	595	63～86	4～5	〃
	塩化ビニル(70%) スチロール (30%) コポリマー	11	〃	520	44～60	30～40	〃
	フェノール樹脂(ノボラック)	11	〃	520	36～49	10～20	〃
	プレキシガラス	11	〃	485	—	—	〃
ゴ ム ・ 天 然 樹 脂	にかわ	11	沸 と う	475	—	20～50	可
	硬化ゴム	11	〃	360	36～49	20～30	〃
	軟質ゴム	11	〃	425	—	80～100	〃
	セラック	11	溶 融	370	38～52	20～30	〃
	コーパル	11	〃	330	30～41	20～50	〃
	コロフォニウム	11	〃	325	—	50～80	〃
ピ ツ チ ろ う 類	硬ろう	11	溶 融	400	26～36	30～50	可
	軟ピッチ	11	〃	620	—	50～80	〃
	硬ピッチ	11	〃	620	—	50～150	〃
	石炭タールピッチ	11	〃	580	—	—	〃
農 産 物 ・ 織 維 ・ 魚 粉 な ど	ライ麦	11	325	415	67～93	30～50	可
	ライ麦(生粉)	11	305	430		50～100	〃
	ライ麦(粉碎後ふるい分け品)	11	305	415		30～40	〃
	小麦	11	炭 化	410		20～40	〃
	小麦(生粉)	11	290	420		15～30	〃
	小麦(粉碎後、ふるい分け品)	11	290	410		3～5	〃
	えん麦と大麦の混合物(生粉)	12	270	440		50～150	〃
	米(ふるい分け品)	12	270	420		50～100	〃
	とうもろこしでんぷん	11	炭 化	410		20～30	〃
	じゃがいもでんぷん	11	〃	430		60～80	〃
	プディング原料	11	〃	395		10～20	〃
	デキストリン	11	〃	400	71～99	20～30	〃
	粉砂糖(たい積品)	11	溶 融	360	77～107	20～40	〃
	乳糖	11	〃	450	83～115	20～30	〃
	ココア(脱脂品)	12	245	460		30～40	〃
	コーヒー(精製品)	11	収 縮	600		40～80	〃
	ビール麦芽	11	285	405		100～150	〃
	クローバ・むらさきうまごやし	11	280	480		200～500	〃
	亜麻かす(微粉)	11	285	470		—	〃
	菜種かす(脱脂品)	11	炭 化	465		400～600	〃
	魚粉	11	〃	485		80～100	〃
	タバコ	11	290	485		50～100	〃
	木綿繊維	11	385	—		—	〃
	ステープルファイバ	11	305	—		—	〃
	亜硫酸塩セルローズ	11	380	—		—	〃
	リグニン	12	250	445		40～80	〃
	紙(微粉)	11	360	—		—	〃

粉じんの種類	粉じんの名称	発火度	高温表面におけるたい積粉(厚さ5mm)の発火温度℃	雲状粉じんの発火温度℃	爆発下限 界 g/Nm ³	粉 じ ん 平均粒径 μ m	危険性 分 類
農産物 ・ 繊維 ・ 魚粉など	やし(椰子)	11	280	450		100～200	可
	コルク	11	325	460	44～59	30～40	〃
	針葉樹(松)	11	325	440		70～150	〃
	堅木(ブナ)	11	315	420		70～100	〃
炭 素 系	泥炭(たい積品)	12	260	450		60～90	可、導
	褐炭(未熟亜炭)	12	260	—	49～68	2～3	〃
	褐炭(練炭屑)	12	230	485		3～5	〃
	れきせい炭	12	235	595	41～57	5～10	〃
	ガス炭	12	225	580	35～48	5～10	〃
	コークス用石炭	11	280	610	33～45	5～10	〃
	貧石炭	11	285	680	34～45	5～7	〃
	無煙炭	11	>430	>600		100～150	〃
	木炭(硬質)	11	340	595	39～52	1～2	〃
	泥炭コークス	11	360	615	40～54	1～2	〃
	褐炭コークス	12	235			4～5	〃
	石炭コークス	11	430	>750	37～50	4～5	〃

- 備考 1. この表に示す発火温度及び危険性は、J.Zehr “Handbuch der Raumexplosionen, Abschnitt II b, Eigenschaften brennbar Stäube und Nebel in Luft” p.164～184(1965)を参考としたもので、データは西ドイツ国立材料試験研究所(ベルリン)における測定値である。
2. 危険性分類の欄で「爆」と表示してあるものは爆燃性粉じんを、「可、導」と表示してあるものは可燃性で導電性の粉じんを、また、「可」と表示してあるものは可燃性で非導電性の粉じんを表わす。
3. 粉じんの発火爆発危険性を示すデータには、この表のほか、米国鉱山局から公表されている研究報告書類、また、英国火災研究所その他外国の研究報告書類に数多く報告されているが、発火度の分類の面で最も参考となるVDE0165と関連がある西ドイツのデータを紹介した。
4. 米国鉱山局で公表されたたい積粉じんの発火温度のデータ中には、この表に示す物質と同一のものでも発火度 13 に相当する低温度のもの、例えば木炭、石炭、ココアなどもあるが、これは測定法が試料を炉内に放置という過酷な条件を採用していることによるもので、このような条件を満たす場合には十分な配慮が必要である。
5. 表中たい積粉の発火温度の欄で温度が示されずに状態を示した語句は、次の意味がある。
- (1) 熔融
加熱中に発火せずに熔融状態となり、たい積粉の形態を失った状態のものをいう。
 - (2) 熔融昇華
加熱中に発火せずに熔融し、同時に昇華してたい積粉の形態を失った状態のものをいう。
 - (3) 熔融炭化
加熱中に発火せずに熔融し、直後に黒変固化してたい積粉の形態を失った状態のものをいう。
 - (4) 沸とう
加熱中に発火せずに熔融すると同時に泡立って、たい積粉の形態を失った状態のものをいう。
 - (5) 炭化
加熱中に発火せずに黒変固化して、たい積粉の形態を失った状態のものをいう。
 - (6) 収縮
加熱中に発火せずに収縮固化して、たい積粉の形態を失った状態のものをいう。

〔参考資料3〕危険場所の分類及び範囲を検討するための参考文献

1. 日 本

- J-1) RIIS-TR-79-1 工場電気設備防爆指針(ガス蒸気防爆 1979)
1320 (危険場所の分類)、1420 (危険場所の判定)、1430 (危険場所の範囲の決定)
- J-2) RIIS-TR-85-1 新・工場電気設備防爆指針(ガス防爆 1985)
1.3 (危険場所の分類)、2.2 (危険場所の分類及び範囲の決定)
- J-3) NIIS-TR-No.39 工場電気設備防爆指針(ガス蒸気防爆 2006)

2. I E C

- I-1) 〔参考資料1〕の2. (IEC 関係規格)を参照

3. アメリカ

A-1)	NFPA 30: Flammable and Combustible Liquids Code, 2012 Edition
A-2)	NFPA 30: Flammable and Combustible Liquids Code, 2012 Edition
A-3)	NFPA 33: Standard for Spray Application Using Flammable or Combustible Materials, 2011 Edition
A-4)	NFPA 34: Standard for Dipping and Coating Processes Using Flammable or Combustible Liquids, 2011 Edition
A-5)	NFPA 35: Standard for the Manufacture of Organic Coatings, 2011 Edition
A-6)	NFPA 36: Standard for Solvent Extraction Plants, 2009 Edition
A-7)	NFPA 45: Standard on Fire Protection for Laboratories Using Chemicals, 2011 Edition
A-8)	NFPA 58: Liquefied Petroleum Gas Code, 2011 Edition
A-9)	NFPA 59: Standard for the Storage and Handling of Liquefied Petroleum Gases at Utility Gas Plants, 1998 Edition NFPA 59-2012; Utility LP-Gas Plant Code, 2012 Edition
A-10)	NFPA 59A: Standard for the Production, Storage, and Handling of Liquefied Natural Gas (LNG), 2009 Edition
A-11)	NFPA 79: Electrical Standard for Industrial Machinery, 2002 Edition
A-12)	NFPA 497 : Recommended Practice for the Classification of Flammable Liquids, Gases, or Vapors and of Hazardous (Classified) Locations for Electrical Installations in Chemical Process Areas, 2012 Edition
A-13)	API RP 500 (R2002) Recommended Practice for Classification of Locations for Electrical Installations at Petroleum Facilities Classified as Class I, Division I and Division 2 Edition: 2nd American Petroleum Institute/01-Nov-1997-121 pages
B-2)	Institute of Petroleum Standard methods for analysis and testing of petroleum and related Products, and British Standard 2000 Parts, 2006

〔参考資料 4〕 電気機器の種類別の防爆構造の選定例

表 R4.1 回転機の防爆構造の選定例

表 R4.2 変圧器類の防爆構造の選定例

表 R4.3 開閉器及び制御器類の防爆構造の選定例

表 R4.4 計測器類の防爆構造の選定例

表 R4.5 照明器具類の防爆構造の選定例

1 各表中の防爆構造の欄の「告示」及び「通達」の表示は、それぞれ次による。

告示:労働省告示昭和 44 年第 16 号「電気機械器具防爆構造規格」(略称:構造規格)を指すが、実質的には工場電気設備防爆指針(ガス蒸気防爆 2006)の 2000 及び 3000 に適合するもの。

通達:労働省告示昭和 63 年第 18 号「電気機械器具防爆構造規格(昭和 44 年労働省告示第 16 号)の一部を改正する告示」の適用等についての労働省労働基準局長通達別添の「電気機械器具防爆構造規格(昭和 44 年労働省告示第 16 号)における可燃性ガス又は引火性の物の蒸気に係る防爆構造の規格に適合する電気機械器具と同等以上の防爆性能を有するものの技術的基準(IEC 規格 79 関係)」(略称:技術的基準)を指すが、実質的には防爆構造電気機械器具型式検定ガイド(国際規格に整合した技術的基準関係)[平成 2 年 2 月(公社)産業安全技術協会発行]に適合するもの、及び、国際整合防爆指針に適合するもの。

2 各表中の選定欄の記号等の意味は、次のとおりとする。

○印:適するもの

×印:適さないもの

一印:構造上又は規格上存在しないもの

空欄:実用的でないか又は一般的でないもの

表 R4.1 回転機の防爆構造の選定例

項番	危険場所 防爆構造	第一類危険箇所						第二類危険箇所					
		耐圧		内圧		安全増		耐圧		内圧		安全増	
		告示	通達	告示	通達	告示	通達	告示	通達	告示	通達	告示	通達
	電気機器												
1	三相かご形誘導電動機	○	○	○	○	×	○	○	○	○	○	○	○
2	三相巻線形誘導電動機	○	○	○	○	—	—	○	○	○	○	—	—
3	単相かご形誘導電動機 (接点なし)	○	○			×	○	○	○			○	○
4	単相かご形誘導電動機 (接点付き)	○	○			—	—	○	○			—	—
5	ブレーキ付かご形誘導電動機	○	○			×	×	○	○			×	×
6	キャンドモータ	○	○	○	○	×	○	○	○	○	○	○	○
7	三相同期電動機(ブラシ付)			○	○	—	—	○	○	○	○	—	—
8	三相同期電動機(ブラシレス)			○	○	×	○	○	○	○	○	○	○
9	三相電磁石同期電動機	○	○		○	×	○	○	○		○	○	○
10	単相反作用同期電動機 (接点なし)	○	○			×	○	○	○		○	○	○
11	単相反作用同期電動機 (接点付き)	○	○			—	—	○	○		○	—	—
12	直流電動機	○	○	○	○	—	—	○	○	○	○	—	—

項番 1：三相かご形誘導電動機は、原則として連続使用のものとす。断続使用、反復使用などに対する等価的定格の場合は、項番 5 に準じて選定する。

項番 2：三相巻線形誘導電動機の始動電流は、必要最小限度に抑えることが望ましい。定格に対する考え方は項 1 に準ずる。

項番 3、4：遠心力開閉器があるものは接点付きである。コンデンサ始動形の場合は、コンデンサ部が安全増防爆構造の要件と合わない場合が多い。他、内圧防爆構造は大型などの場合に適用できるが、通常、見られない。

項番 5：ブレーキ付かご形誘導電動機は、一般に断続使用、反復使用などのものが多いので、特に負荷条件、運転特性について十分に検討して選定する必要がある。始動頻度が多い定格のものは、ブレーキ部に高温部が生じやすくなるため安全増防爆構造は適当ではない。他、内圧防爆構造は大型などの場合に適用できるが、通常、見られない。

表 R4.2 変圧器類の防爆構造の選定例

項番	危険場所 防爆構造 電気機器	第一類危険箇所						第二類危険箇所					
		耐圧		内圧		油入		安全増		耐圧		内圧	
		告示	通達	告示	通達	告示	通達	告示	通達	告示	通達	告示	通達
1	油入変圧器 (始動用を含む)	—	—	—	—	○	○	—	—	—	—	○	○
2	油入リアクトル (始動用を含む)	—	—	—	—	○	○	—	—	—	—	○	○
3	乾式変圧器 (始動用を含む)	○	○	○	○	—	—	×	○	○	○	○	○
4	乾式リアクトル (始動用を含む)	○	○	○	○	—	—	×	○	○	○	○	○
5	計器用変成器	○	○			○	○	×	○	○	○	○	○

表 R4.3 開閉器及び制御器類の防爆構造の選定例

項番	危険場所 防爆構造		第一類危険箇所						第二類危険箇所									
			耐圧		内圧		油入		安全増		耐圧		内圧		油入		安全増	
電気機器	告示	通達	告示	通達	告示	通達	告示	通達	告示	通達	告示	通達	告示	通達	告示	通達	告示	通達
1	気中開閉器 (自動開路しないもの)	○	○	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2		(低圧)	○	○	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	(高圧)	○	○	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		○	○	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
3	気中遮断器	○	○	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4		(高圧)	○	○	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5	気中形ヒューズ		○	○	×	×	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6	気中主幹制御器(低圧)	○	○	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7		リアクトル始動器 注 ^{※1} 及び 始動補償器	○	○	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	(低圧)	○	○	×	×	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		○	○	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
8	始動用金属抵抗器		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9	始動用液体抵抗器		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10	電磁弁用電磁石		○	○	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
11	電磁摩擦ブレーキ		○ ^{※2}	○ ^{※2}	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12	制御盤・操作盤		○	○	○	○	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
13	操作用／制御用小形開閉器		○	○	○	○	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
14	分電盤		○	○	○	○	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
15	振動機器		○	○	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
16	差込接続器		○	○	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	×
17	車両用蓄電池		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	○

注^{*1} 始動運転の開閉操作部を耐圧防爆構造とし、リアクトル又は抵抗器を安全増防爆構造としたもの。注^{*2} ブレーキシュー、ドラムなどの火花発生部分を耐圧防爆構造の容器に収納したもの。注^{*3} 使用目的によっては耐振ケーブルの保護が困難な場合があるので、第一類危険箇所での使用はなるべく避けることが望ましい。

- 項番 1: 気中開閉器(自動開路しないもの)とは、刃形開閉器など主回路の断路用のものを指し、原則として負荷電流の開閉は、行わないものとする。なお、外部から開閉状態が判断できることが望ましい。
- 項番 2: 気中開閉器(自動開路するもの)とは、電磁開閉器、引外し装置付手動開閉器などを指す。これらは、第一類危険箇所での使用は避けることが望ましい。やむを得ず使用する場合は、第一類危険箇所の中でもなるべく危険度の少ない箇所に取付ける。
- 項番 11: 操作用小形開閉器とは、押しボタン開閉器、操作開閉器などを指す。なお、制御用小形開閉器に類する圧力開閉器、浮動開閉器、制限開閉器なども同一の適用となる。
- 項番 10: 電磁摩擦ブレーキにおける第一類危険箇所、耐圧防爆構造では、ブレーキシュー、ドラムなど機械部分も耐圧容器内に収納したものを指す。また、ブレーキシュー、ドラムなど機械部分が耐圧防爆構造にできない場合は、温度に対する保護、対策が必要である。

表 R4.4 計測器類の防爆構造の選定例

項番	危険場所 防爆構造	特別危険箇所				第一類危険箇所				第二類危険箇所			
		本安(ia)		本安		耐圧		内圧		安全増		耐圧	
		告示	通達	告示	通達	告示	通達	告示	通達	告示	通達	告示	通達
1	電気機器	○	○	○	○	○ ^{*1}	○ ^{*1}	—	—	—	—	○ ^{*1}	○ ^{*1}
2	測温抵抗体・熱電対	○	○	○	○	○ ^{*1}	○ ^{*1}	—	—	—	—	○ ^{*1}	○ ^{*1}
3	伝送器類(流量、圧力、液位など)	—	—	○ ^{*3}	○ ^{*3}	○ ^{*2}	○ ^{*2}	—	—	—	—	○ ^{*2}	○ ^{*2}
4	電磁流量計	○	○	○	○	○ ^{*2}	○ ^{*2}	—	—	—	—	○ ^{*2}	○ ^{*2}
5	渦流量計	—	—	—	—	○	○	—	—	—	—	○	○
6	超音波流量計	○	○	○	○	○	○	—	—	—	—	○	○
7	質量流量計	○	○	○	○	○	○	—	—	—	—	○	○
8	レベル計	○	○	○	○	○	○	—	—	—	—	○	○
9	スイッチ類(温度、圧力、レベルなど)	○	○	○	○	○	○	—	—	—	—	○	○
10	ガス分析計	—	—	○ ^{*3}	○ ^{*3}	○ ^{*3}	○ ^{*3}	○ ^{*3}	○ ^{*3}	—	—	○ ^{*3}	○ ^{*3}
11	液体分析計	—	—	○ ^{*3}	○ ^{*3}	○ ^{*3}	○ ^{*3}	○ ^{*3}	○ ^{*3}	—	—	○ ^{*3}	○ ^{*3}
12	諸量計(密度、比重、角度、変位、荷重など)	○	○	○	○	○	○	—	—	—	—	○	○
13	可燃性ガス ガス検知器	—	—	○ ^{*1}	○ ^{*1}	○	○	—	—	—	—	○	○
14	毒性ガス、酸素など 変換器類(電空変換器、ポジションなど)	○	○	○	○	○	○	—	—	—	—	○	○
15	バルブアクチュエータ	—	—	—	—	○	○	—	—	—	—	○	○
16	電気式指示計(可動コイル、誘導式など)	○	○	○	○	○	○	○	○	—	—	○	○
17	電子式指示計・記録計 (自動平衡計など)	—	—	—	—	○	○	○	○	—	—	○	○
18	信号・警報装置	○	○	○	○	○	○	○	○	—	—	○	○
19	無線電話機 通信装置	○	○	○	○	—	—	—	—	—	—	—	—
20	指令用電話機	○	○	○	○	○ ^{*3}	○ ^{*3}	—	—	—	—	○ ^{*3}	○ ^{*3}
21	工業用テレビカメラ	—	—	—	—	○	○	○	○	—	—	○	○
22	バーコードリーダー	○	○	○	○	○	○	○	○	—	—	○	○
23	カードリーダー	○	○	○	○	—	—	○	○	—	—	○	○

注^{*1} 感温部分又は測定部分は、ガス蒸気との隔離やプロセス温度などに特別に考慮されている場合がある。

注^{*2} 本質安全防爆構造との組合せになるものが多い。

注^{*3} 一般に他の防爆構造との組合せになる。

表 R4.5 照明器具類の防爆構造の選定例

項番	危険場所 防爆構造 電気機器	第一類危険箇所				第二類危険箇所			
		耐圧		安全増		耐圧		安全増	
		告示	通達	告示	通達	告示	通達	告示	通達
1	白熱灯定着灯 (JIS C 7501 ほかの電球使用)	○	○	×	○	○	○	○	○
2	白熱灯移動灯 (JIS C 7501 ほかの電球使用)			—		○	○	—	—
3	直管形蛍光灯定着灯 ^{*1} (JIS C 7601 のランプ使用)	○	○	×	—	○	○	○	—
4	直管形蛍光灯定着灯 ^{*1} (IEC 61-1 による単脚突出形口金の冷陰極始動形ランプ使用)	○	○	○	○	○	○	○	○
5	環形蛍光灯定着灯 ^{*1} (JIS C 7601 ほかのランプ使用)	○	○	×	—	○	○	○	—
6	直管形蛍光灯移動灯 ^{*1} (JIS C 7601 のランプ使用)	○	○	—	—	○	○	—	—
7	高圧水銀灯定着灯 ^{*1} (JIS C 7604 のランプ使用)	○	○	×	—	○	○	○	—
8	高圧水銀灯定着灯 ^{*1} (安定器内蔵形ランプ使用)	○	○	×	—	○	○	○	○
9	高圧ナトリウム灯定着灯 ^{*1} (JEL 207 のランプ使用)	○	○	×	—	○	○	○	—
10	電池付携帯用電灯	○	○	—	—	○	○	—	○
11	表示灯類 ^{*2}	○	○	×	○	○	○	○	○
12	LED照明器具	○	○	×	×	○	○	×	—
13	無電極灯照明器具	○	○	×	×	○	○	○	—

注^{*1} これらの照明器具には、それぞれのランプに適合する安定器が内蔵又は併置されており、高圧水銀灯及び高圧ナトリウム灯には安定器別置形のものもある。

それらの安定器は、一般にチョークコイル、漏洩変圧器、コンデンサなどの安定器部品を容器に収めてポリエステルコンパウンドなどの安定器充填物を充填した構造になっているが、このような安定器の防爆構造について、告示では、容器が耐圧防爆性をもっている場合は耐圧防爆構造として認めてきたが、通達では、これをわが国にまだ導入されていない樹脂充填防爆構造に類するものと考え、特殊防爆構造としているものがある。

^{*2} 表示灯にはLEDなどを使用した本安(ia,ib)のものがあり、それらは第一類危険箇所及び第二類危険箇所に適する。

〔参考資料５〕 防爆電気設備における水気、湿気、腐食、熱及び振動の対策

防爆電気機器の設置及び防爆電気配線の施工に際しては、特に水気、湿気、腐食、熱及び振動の影響に対して、十分な対策を講じる。以下に、その具体策を示す。

1. 水気及び湿気に対して

- (1) 屋外で使用する電気機器の耐侯性については、それぞれの電気機器の設置状況や気象条件などに応じて考慮する。
- (2) 電気機器が屋外での使用に適するものであっても、電気機器に直接雨水が掛からないように、その使用状況に応じて、屋根、ひさしなどを設けて使用することが望ましい。
- (3) ダクトなどから立ち下がる電線管又は保護管については、電気機器への水の侵入を防止するために、配管の入口に適切なシーリングを施すか、又は電気機器の近くで水を排除する方法を講じる。
- (4) ボックス類は、できる限りふたを下面又は側面にして取り付けることが望ましい。
- (5) 電線管のねじ結合部には、施工後外部から適当な防水剤を塗布する。
- (6) 地中又は床下のダクトからケーブルを立ち上げて電気機器に引き込む場合は、立上がり部を防水コンパウンドなどによってシーリングし、湿気の上昇を防ぐ。

2. 腐食に対して

- (1) 設備は、対象となる腐食性の可燃性ガス蒸気に対して十分な耐食性をもつものを選定する。
- (2) 電気機器の接合面、ねじはめあい部、操作軸の貫通部などには、潤滑油又はグリースを塗布して防食に努める。
- (3) 電気機器、接続箱、電線管用附属品などに使用するボルト、ナット、座金などは、ステンレス鋼製とするか、防食のためにめっきを施し、又は十分に塗装して使用するか、又は、ねじ部にさび付き防止の効果がある油などを塗布して使用する。
- (4) 電線管の外面には、さび止め塗料を塗布した後、耐食性に優れた塗料を用いて仕上げ塗装を施す。
- (5) ケーブル配線の場合の保護管又は金属製ダクトなどは、布設条件に応じて、塗装などの防食処理をする。

3. 熱に対して

- (1) 高温の場所に電気機器及び電気配線を設置し又は布設する場合は、その場所の温度に対して保証された電気機器及び配線材料を使用する。
- (2) 配線が電気機器自体の発熱による影響を受けるおそれがある場合は、電気機器からできるだけ離して布設する。
- (3) 熱により伸縮する構造物に取付ける電線管路及び保護管には、必要に応じてフレキシブルフィッティングを使用する。
- (4) 水冷却方式の電気機器を使用する場合は、凍結によって支障を生じないように、特に停止中の措置について配慮する。

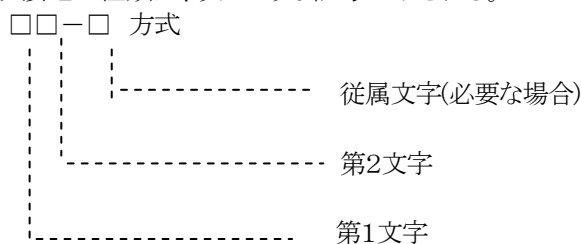
4. 振動に対して

- (1) 振動の激しい場所の防爆電気配線は、なるべくケーブル配線とすることが望ましい。
- (2) 金属管配線による場合は、電気機器との接続部などに、必要に応じてフレキシブルフィッティングを使用する。また、電線管路が二つの構造物にわたる場合などで、振動の影響を受けるおそれがあるときは、適当な箇所フレキシブルフィッティングを使用する。
- (3) 振動を受けやすい箇所のねじ締付け部は、ばね座金、二重ナットなどを使用して緩みを防止する対策を施す。

〔参考資料6〕 IEC 規格 60364-3 による系統接地の種類

1. 系統接地の種類

系統接地の種類は、次のような記号で示される。



(1) 第1文字: 電力系統と大地との関係を示す。

T : 1点直接接地(電気設備技術基準の B 種接地に該当)

I : 非接地又は1点インピーダンス接地

(2) 第2文字: 設備の露出導電部と大地との関係を示す。

T : 電力系統の接地とは無関係に、露出導電部を大地へ直接接続する。

(電気設備技術基準の C 種及び D 種接地に該当)

N : 電力系統の接地点(通常、交流では中性点)に露出導電部を直接接続する。

(3) 従属文字: 中性線(N)と保護導体(PE)の組合せを示す。

S : NとPEの機能を独立した導体で実施する方式

C : NとPEの機能を1本の導体で兼用して実施する方式

2. TN方式

TN方式は、1点直接接地の系統接地を有し、その接地点に設備の露出導電部を保護導体(PE)によって接続する方式であり、中性線(N)と保護導体(PE)の組合わせによって次の3種類に分類される。

(1) TN-S 方式

電力系統の全体にわたって、中性線(N)と保護導体(PE)を別々に有する方式である。

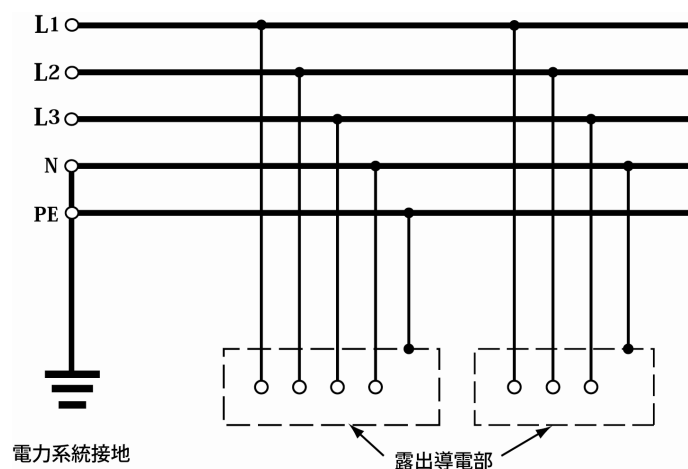


図 6-1 TN-S方式

(2) TN-C-S 方式

電力系統の一部分において、中性線(N)と保護導体(PE)の機能を一本の導体で兼用して実施する方式である。

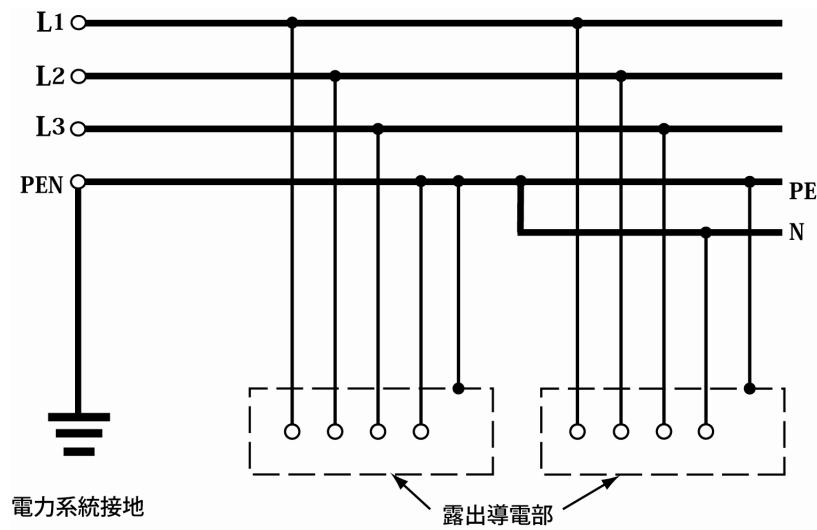


図 6-2 TN-C-S方式

(3) TN-C 方式

電力系統の全体にわたって、中性線(N)と保護導体(PE)の機能を一本の導体で兼用して実施する方式である。

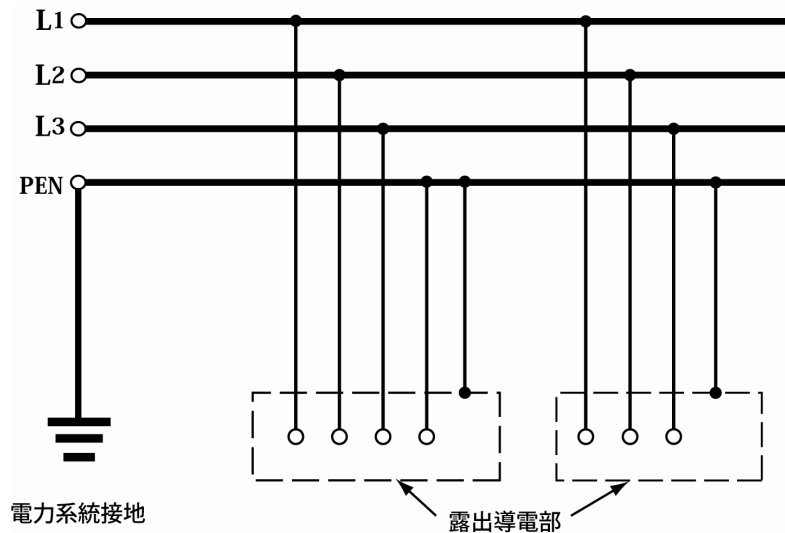


図 6-3 TN-C方式

3. TT方式

TT方式は、1点直接接地の系統接地を有し、その電力系統の接地極から電氣的に独立した接地極に電気設備の露出導電部を個々に接続する方式である。

備考. これは、日本で古くから行われてきた方式である。

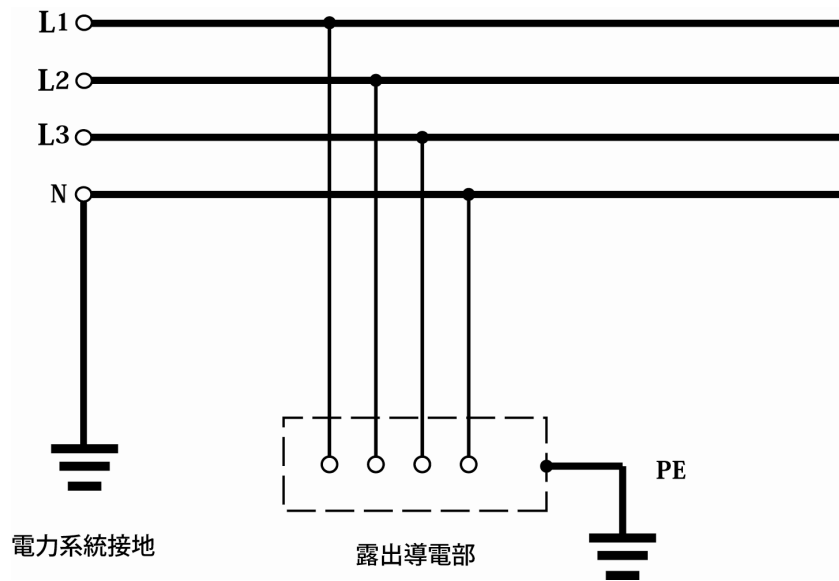


図 6-4 TT方式

4. IT方式

IT方式は、充電部と大地との直接接続は行わず、非接地又はインピーダンス接地として、電気設備の露出導入部を個々に接地する方式である。

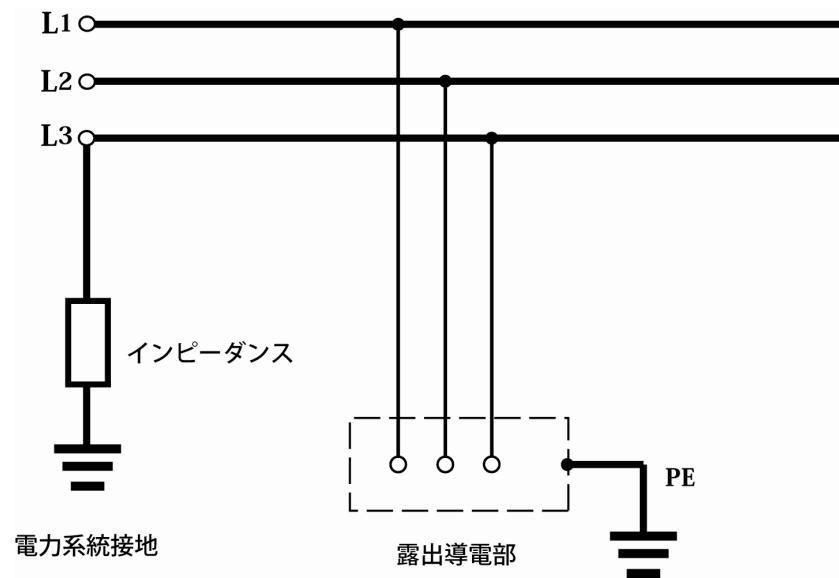


図 6-5 IT方式

〔参考資料7〕 ゴム、プラスチックの耐薬品性

次1～3の資料は、社団法人 日本電気協会発行の内線規程(JEAC 8001-2011)より抜粋したもので、材料の組成の差によって特性が変化することもあるので、あくまでも参考として利用されたい。

1 ゴム・プラスチックの耐薬品性

材 料 薬品・油・ 溶剤など	塩化ビニル	ポリエチレン 架橋ポリ エチレン	天然ゴム	クロロ プレン	エチレンプロピ レンゴム
発煙硝酸	××	×	××	××	—
濃硝酸	×	××	××	××	—
10%硝酸	△	○	××	××	×
濃硫酸	×	△	××	××	×
10%硫酸	◎	◎	◎	◎	○
濃塩酸	△	◎	××	××	—
10%塩酸	◎	◎	△	○	○
リン酸	◎	◎	×	◎	—
濃酢酸	△	○	△	○	—
3%酢酸	○	◎	△	×	○
濃アンモニア水	○	◎	△	△	—
10%アンモニア水	○	◎	×	△	○
40%苛性ソーダ	×	◎	△	○	—
10%苛性ソーダ	○	◎	×	△	△
塩素ガス	××	××	××	××	××
臭素	××	××	××	××	—
稀オゾン(0.03%以下)	◎	◎	××	○	◎
ベンゼン	○	△	×	×	×
ヘキサン	○	○	×	○	—
ナフサ	○	○	×	×	××
ガソリン	○	○	×	○	××
クロロホルム	△	○	××	××	××
四塩化炭素	◎	○	××	××	××
二硫化炭素	△	○	××	××	××
アセトン	△	◎	◎	◎	◎
エチレングリコール	◎	◎	◎	◎	◎
グリセリン	◎	◎	◎	◎	◎
エチルアルコール	○	◎	◎	◎	△
フルフラール	○	◎	◎	◎	◎
クレゾール	○	◎	○	○	○
クレオソート油	××	△	××	××	×
アニリン	◎	○	○	△	○
ASTM No.1 油	◎	○	○	○	△
ASTM No.3 油	◎	××	××	○	××
IRM902 油	◎	◎	○	○	△
変圧器油	◎	×	××	○	××
シリコン油	◎	◎	◎	◎	◎
植物油	◎	◎	○	◎	—
DOP	○	◎	○	×	—
石油エーテル	××	◎	×	△	—
フレオン 12	◎	◎	××	×	××
重油	◎	○	×	××	××
トリクレン	○	○	××	×	××

備考 ○:ほとんど変化なし ×:かなりおかされるので実用不可

○:わずかに影響される ××:甚だしくおかされる

△:ある程度おかされるので特別な場合を除き実用できない

2 ガスによる劣化

材 料 名	特性の別	ガ ス の 種 類			
		塩素ガス	亜硫酸ガス	二硫化炭素ガス	アンモニアガス
塩化ビニル	電	×	○	○	○
	機	×	◎	○	◎
ポリエチレン 架橋ポリエチレン	電	×	◎	◎	◎
	機	×	◎	○	○
天然ゴム	電	×	×	◎	×
	機	×	×	○	△
クロロプレン	電	×	○	△	○

備考 電……絶縁抵抗

◎:ほとんど影響されない

△:性能が低下する

機……機械的性能

○:若干影響する

×:著しく低下する

3 腐食性ガス又は液体に対する各種ケーブルの適否

ケーブルの 種類 腐食 性ガス又は 溶液種類	RN PN	VV	EV CV	CE/F	備 考
10%硝酸	×	○	○	○	(1) R:天然ゴム N:クロロプレン P:EPゴム V:塩化ビニル E:ポリエチレン C:架橋ポリエチレン /F:耐熱性 (2)前の記号が絶縁体を 表し、後の記号が外装 材料を示す。 例 RN…天然ゴム絶 縁クロロプレンシース ケーブル (3)○は適、×は不適、 △は条件に左右され るもの、－はデータの ないものを示す。
10%硫酸	○	○	○	○	
10%塩酸	×	○	○	○	
10%苛性ソーダ	△	○	○	○	
絶縁油	×	○	○	△	
OF ケーブル油	×	○	○	－	
クレオソート油	×	×	×	－	
重油	×	△	△	－	
二硫化炭素	×	×	△	△	
メチルアルコール	×	○	○	－	
エチルアルコール	○	○	○	○	
ASTM No.1 油	△	○	○	－	
ASTM No.3 油	×	○	△	－	
IRM902 油	△	○	○	△	
ベンゼン	×	△	△	○	
キシレン	×	△	△	－	
ガソリン	×	△	△	△	
アセトン	△	×	×	－	
エチレングリコール	○	○	○	－	
塩素ガス	×	×	×	×	
亜硫酸ガス	×	△	△	－	
二硫化炭素ガス	△	△	○	○	
アンモニアガス	×	△	△	－	
硫化水素ガス	×	△	△	－	

〔参考資料 8〕 ケーブル配線における爆発性雰囲気の流れ防止方法

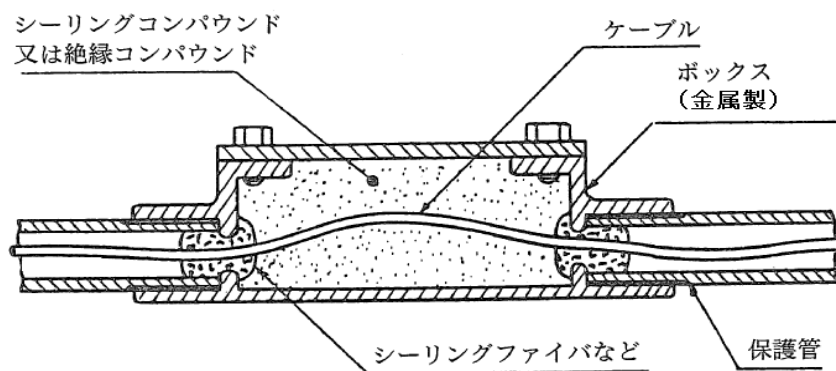
ケーブル配線においては、爆発性雰囲気ガスが保護管やダクト、ピットなどの内部を通して流動するおそれがあるので、このような場合には、危険場所の境界付近において流通路を遮断し、爆発性雰囲気ガスの流動を防止する必要がある。その方法を例示すれば、次のとおりである。

(1) 保護管の場合

(a) シーリングフィッチングによる方法

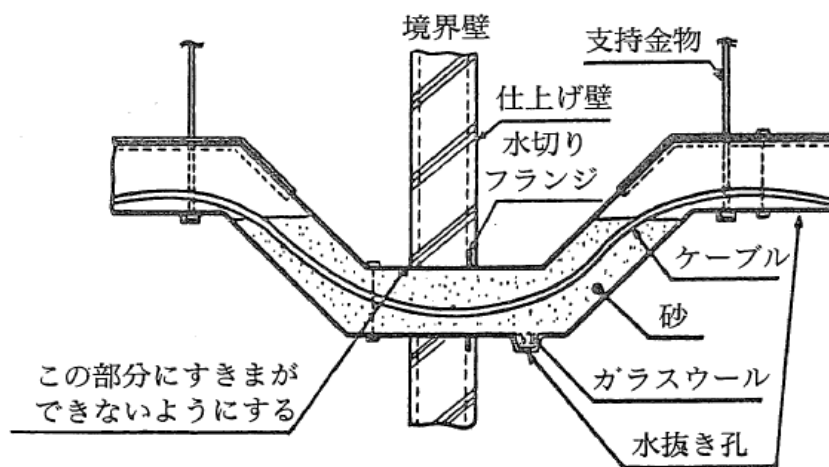
施工方法は参考資料9「シーリングの施工方法」に準ずるが、この場合には、シーリングコンパウンドの代わりに絶縁コンパウンドを使用してもよい。

(b) ボックスなどによる方法

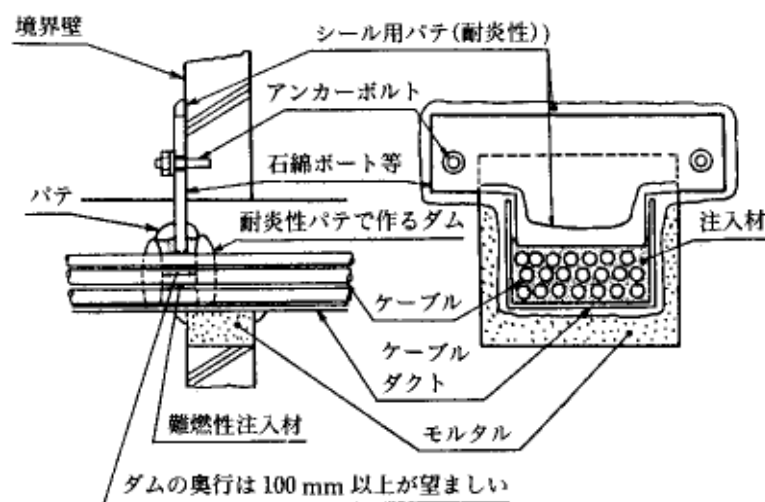


(2) ケーブルダクトの場合

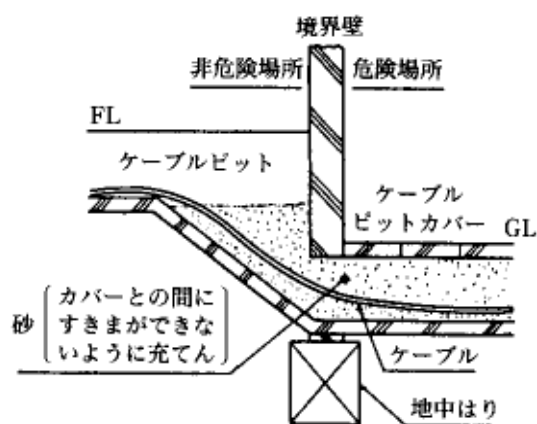
(a) 砂充填による方法



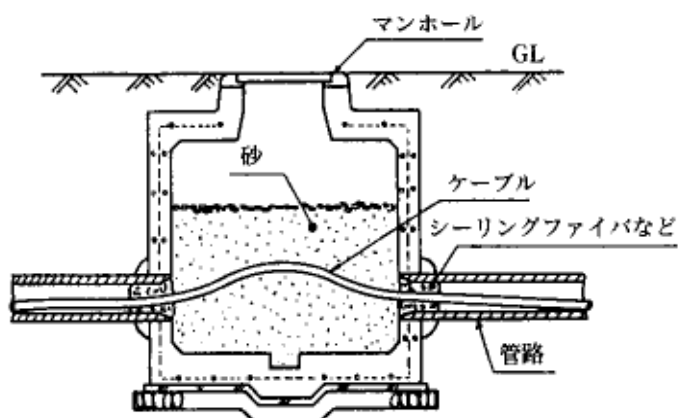
(b) 注入材及びパテによる方法



(3) ケーブルピット内の場合



(4) ケーブル管路の場合



〔参考資料9〕シーリングの施工方法

金属管配線における電線管路のシーリングについて、使用器材、施工手順、シーリングダムの作り方及びシーリングコンパウンドの充填方法を例示すれば、次のとおりである。

1. 使用器材

シーリングの施工には、次のような器材及び作業用具を使用する。

(1) シーリングフィッチング

これは、電線管路の一部を構成し、内部にシーリング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。図 9-1～図 9-4 に示すように、縦形、横形及びドレン形の3種類のものがあり、用途に応じて使い分けられる。

縦形シーリングフィッチングは、垂直管路にシーリングを施すためのもの、横形シーリングフィッチングは、主として水平管路にシーリングを施すためのもの、また、ドレン形シーリングフィッチングは、シーリングとドレン(除滴)の目的を兼ねて垂直管路に用いられるものである。

(2) シーリングコンパウンド

これは、シーリングフィッチングなどに充填してシーリングの目的を果たすための混和物である。現在市販されているものは、すべて水硬性の無機質粉末であって、水又は附属の溶液を加えると水和反応を起こして硬化する。

シーリングコンパウンドは、銘柄によって性質が異なるので、必ず使用説明書に従って使用すること、また、湿気によって変質しやすいので、保管するときは容器を密閉しておくこと。ドレン形シーリングフィッチングには、できるだけ透水性のない硬化物が得られるシーリングコンパウンドを使用することが望ましい。

(3) シーリングファイバ

これは、シーリングダム(シーリングコンパウンドの流出防止用区画)を作るための繊維状物質である。たいていロックウール、ガラスウールなどの不燃性のものが用いられ、シーリングコンパウンドに附属して供給される。

(4) 作業用具

作業用具としては、一般に次のようなものを使用する。

- (a) シーリングコンパウンドの混合容器……使用量に対して容積に余裕があるボウル状のもの(金属製又は合成樹脂製)がよい。
- (b) シーリングコンパウンドのかくはん棒……直径 1～2cm の先端が丸い丈夫な丸棒がよい。
- (c) シーリングダムの操作工具……丈夫であって電線の被覆を傷つけるおそれがない竹のへら、鶴首ピンセットなどがよい。

2. 施工手順

電線管路のシーリングは、一般に次の手順によって施工する。

- (1) シーリングフィッチングを電線管路の要所に設置する。この場合、厚鋼電線管を有効山数5山以上(爆発等級3又はグループ IIC の場合には6山以上)ねじ込み接続し、必要に応じてねじ部に防食又は防水の処置をする。
- (2) 電線の被覆を傷つけないように注意しながら通線し、通線した後、誤配線がないことを確認する。
- (3) シーリングフィッチングの操作口カバーを開け、シーリングファイバを用いて所定の位置にシーリングダム

を作る(図 9-1～9-4 参照)。

- (4) 操作口が注入口と別に設けられているものでは、シーリングダム作成後、操作口カバーをしっかりと取付ける。
- (5) シーリングコンパウンド粉末を使用説明書に従って水又は附属の溶液と混合し、それを注入口からシーリングフィッチング内部に必要かつ十分な量を充填する。
- (6) 充填したシーリングコンパウンドが硬化したことを確認してから、注入口のねじせんをしっかりと締める。
- (7) シーリングを防爆電気機器の上方に設けた場合には、シーリングコンパウンド又はその水分が流出して防爆電気機器に害を及ぼしていないかどうかを点検する。

3. シーリングダムの作り方

流動状態にあるシーリングコンパウンドの流出防止及び電線の離隔をねらいとして、次によりシーリングダムを作る。

- (1) 操作工具を用い、シーリングファイバをシーリングダム作成部の近くの電線の回りに必要な量だけ軽く巻き付ける。
この場合、まず電線の後ろにシーリングファイバを詰め、それから電線の上に詰め、最後に電線の手前に詰めるのが好ましい作業順序である。なお、電線がこわばっていて電線間にシーリングファイバを詰めるに
くいときは、仮に木のくさびをさし込むなどすると作業がしやすくなる。
- (2) 電線の回りに詰めたシーリングファイバを、注意深く全体的にシーリングダムの作成部位に押し込む。
この場合、シーリングファイバの端が器壁又は電線に沿って上方へ突き出ていると、シーリングコンパウンドを充填した状態で爆発火炎などの漏えい通路をつくるおそれがあるので注意すること。
- (3) 操作口が注入口と兼用になっている小形の縦形シーリングフィッチング(図 9-1)においては、操作口兼注入口ねじせんを開けて充填室の下部にシーリングダムを作る。

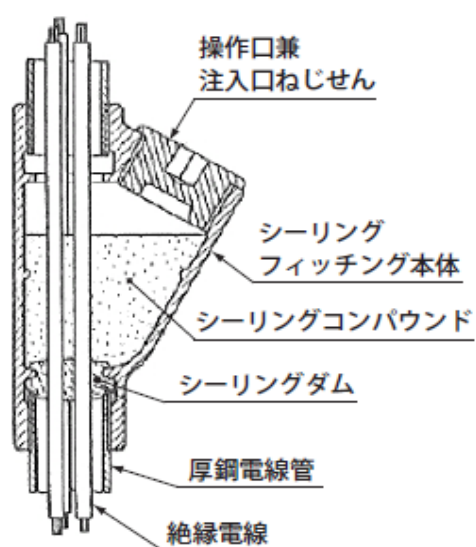


図 9-1 縦形シーリングフィッチング
(小形) の施工図

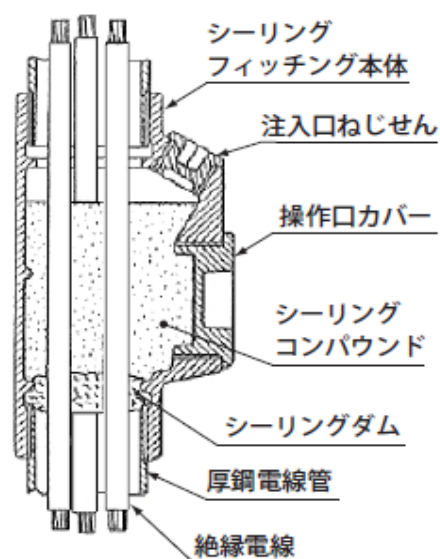


図 9-2 縦形シーリングフィッチング
(大形) の施工図

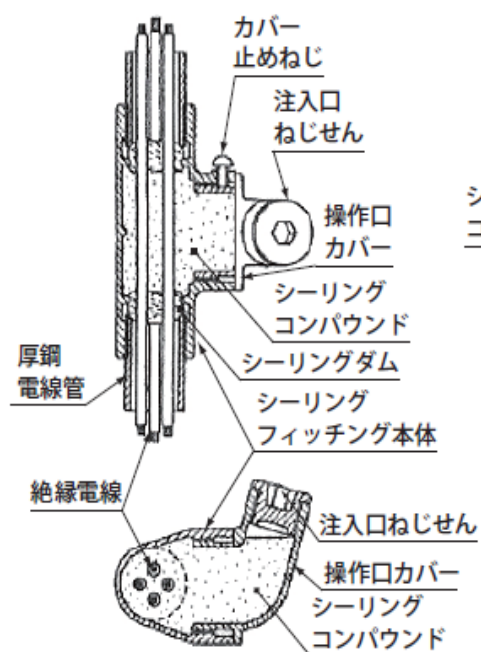


図 9-3 横形シーリングフィッチングの施工図

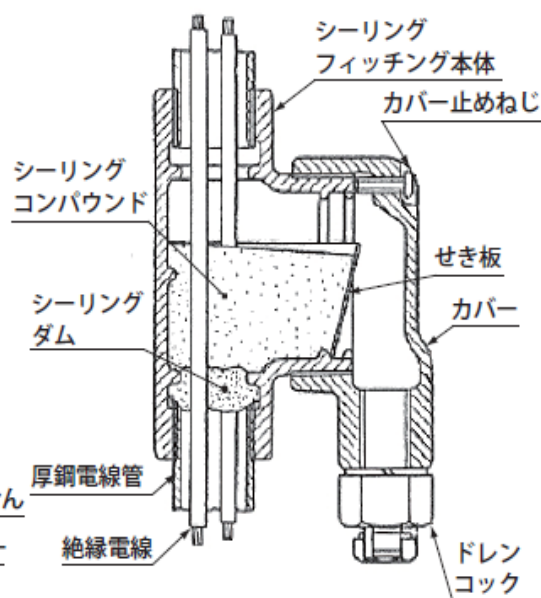


図 9-4 ドレン形シーリングフィッチングの施工図

- (4) 操作口が注入口と別に設けられている大形の縦形シーリングフィッチング(図 9-2)においては、操作口カバーを開けて充填室の下部にシーリングダムを作り、それから操作口カバーをしっかりと取付ける。
- (5) 横形シーリングフィッチング(図 9-3)においては、注入口の付いた操作口カバーを外して充填室の両端にシーリングダムを作り、それから注入口が上方を向くように操作口カバーを取付ける。
- (6) ドレン形シーリングフィッチング(図 9-4)においては、ドレンコックの付いたカバー及びせき板を外して充填室の下部にシーリングダムを作り、それからせき板を正しく取付け、すきまがあれば適当な防水剤などを用いて漏れないように処置する。

4. シーリングコンパウンドの充填方法

使用するシーリングコンパウンドの性質を良く理解し、固くて欠陥のない充填層を得るため、次に従って充填する。

- (1) 清浄な混合容器に、必要量の清水(附属溶液があるものはその溶液)を計量して取る。

この場合、混合容器に硬化したシーリングコンパウンドのかすや異物が付着していると硬化物の強度が低下するなどの害があり、また、海水や温水を用いると硬化が異常に促進されたりするので好ましくない。
- (2) 適量の粉末を取り、それを混合容器の中の水又は溶液に少しずつ散布するようにして加える。

この場合、1箇所にかためて粉末を加えないこと、また、前に散布した粉末に水が浸透してから次の散布を行うことが肝要である。
- (3) 粉末に水又は溶液が浸透したら、混合容器に少し振動を与えて気泡を抜き、かくはん棒を用いて1分間に 60 回転くらいのゆっくりした速度で 1~2 分間満遍なく混合する。

この場合、かくはん速度が早過ぎると気泡の混入を招き、また、かくはん時間が長いと注入作業時間が短縮される。
- (4) 混合済みのシーリングコンパウンドを、かくはん棒でかい出すようにして手際よくシーリングフィッチング内へ注入する。

この場合、まず8分目くらいまで注入して、それを軽く突つか、シーリングフィッチングをたたかしてすみずみまで入り込ませ、それから残部を充填するのがよい。

なお、注入作業中にシーリングコンパウンドが硬化し始めたら、注入をやめて残部を廃棄する。また、充填したシーリングコンパウンドが硬化し始めたら、完全に硬化するまで動かしてはならない。
- (5) ドレン形シーリングフィッチングにおいては、充填したシーリングコンパウンドに流動性がなくなるころを見計らって、せき板の中央上部の切込み箇所を切断し、この部分へ侵入水が流れて来るように充填層の上面に勾配をつける。

〔参考資料 10〕 防爆差込接続器の構成及び防爆構造

1. コンセント形差込接続器

低圧回路において、固定した電源と移動電線との接続に使用するコンセント形差込接続器の構成及び防爆構造は、次による。

1.1 構成

コンセント形差込接続器は、固定電源点を形成するコンセントと移動電線に接続するプラグが組みになったもので、その構成は図 10-1 のとおりである。

1.2 防爆構造の適用

コンセント形差込接続器の各部の防爆構造は、次のとおりである。

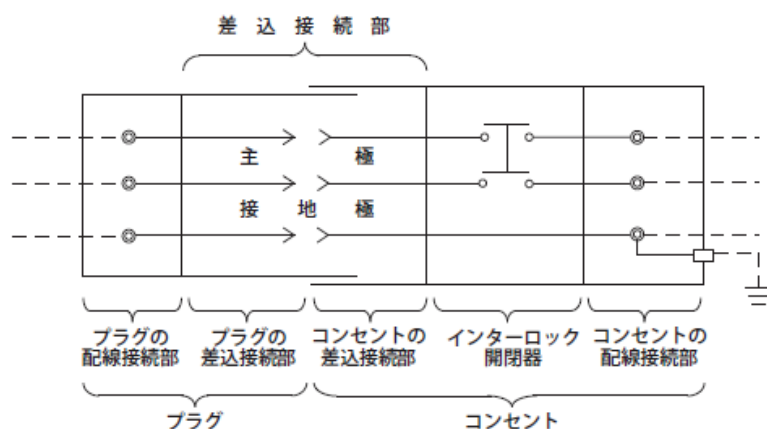


図 10-1 コンセント形差込接続器の構成

(1) 差込接続部	耐圧防爆構造又は安全増防爆構造
(2) インターロック開閉器	耐圧防爆構造
(3) 配線接続部	耐圧防爆構造又は安全増防爆構造

1.3 構造及び材料

- (1) コンセント形差込接続器は、機械的又は電氣的なインターロック装置を備え、通電中はコンセントとプラグの差込接続部が分離できないように、また、コンセントとプラグが分離された状態ではコンセントの差込接続部に課電できないようになっていること。
- (2) コンセント及びプラグは、通電用の主極導体のほかに、負荷機器接地用の接地極導体を備えていること。
- (3) 主極導体及び接地極導体は、化学的及び機械的に十分な抵抗力をもつもので、かつ、電氣的に接触するように作り、差込み状態においてプラグに外力がかかっても差込接続部の接触が悪くなるおそれがないものとする。
- (4) コンセントの差込み口には、内部の導電部を保護するカバーを備える。

コンセントは、プラグを差し込まないで差込口を開放したまま放置した場合には、じん埃が付着して、差込接続部の接触が悪くなったり、絶縁物の絶縁劣化を来すおそれがあるので、これらの部分を保護するためのカバーを備えることにした。

カバーは、機械的に丈夫で、かつ、容易に脱落しない取付構造にする。

(5) プラグの移動電線引込部は、強固なクランプを備え、引留機能をもつものとする。

1.4 耐圧防爆構造のコンセント形差込接続部

この分類の差込接続部の構造は、コンセントとプラグを接続した状態で、耐圧防爆構造の規格に適合する。この場合の容器の内容積は、インターロック装置を運転させ、通電できる状態におけるコンセントとプラグとの間の容積とする。

1.5 表示

コンセント形差込接続器は、コンセントに、防爆構造等に関する一般的な表示のほか、次の事項を表示する。

- (1) 定格電圧
- (2) 定格電流
- (3) 極数

なお、プラグには、少なくとも上述の(1)、(2)、及び次の事項を表示する。

- (4) 製造者の名称又は登録商標
- (5) プラグ単体の型式
- (6) 適合するコンセントの型式

2. コネクタ形差込接続器

水気のない屋内の低圧回路において、移動電線相互の直線接続に使用するコネクタ形差込接続器の構成及び防爆構造は、次による。

2.1 構成

コネクタ形差込接続器は、電源側配線に接続するコネクタボディと負荷側配線に接続するプラグが組みになったもので、その構成は図 10-2 のとおりとする。ただし、2.3(1)により差込接続部を錠締構造として、コネクタボディに「通電中分離禁止」と書いた注意銘板を付ける場合には、この図に2点鎖線で示すインターロック開閉器は設ける必要がない。

2.2 防爆構造の適用

コネクタ形差込接続器の各部の防爆構造は、次のとおりとする。

(1) 差込接続部	耐圧防爆構造又は安全増防爆構造
(2) インターロック開閉器	耐圧防爆構造
(3) 配線接続部	耐圧防爆構造又は安全増防爆構造

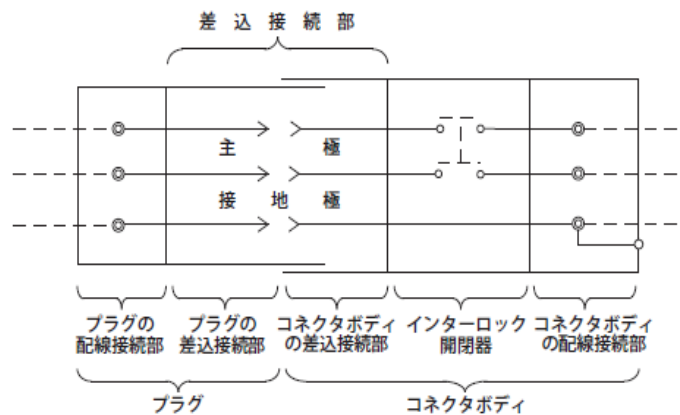


図 10-2 コネクタ形差込接続器の構成

2.3 構造及び材料

- (1) コネクタ形差込接続器は、コネクタボディにプラグを差し込んだ状態でボルトを固定する構造とし、このボルトを錠締構造とするとともに、コネクタボディの見やすい位置に「通電中分離禁止」と書いた注意銘板を付ける。ただし、通電中はコネクタボディとプラグの差込接続部が分離できないように、また、コネクタボディとプラグが分離された状態ではコネクタボディの差込接続部に課電できないようなインターロック装置を備えた場合には、注意銘板は必要としない。
- (2) コネクタボディ及びプラグは、通電用の主極導体のほかに負荷機器接地用の接地極導体を備え、接地極導体は、差込みの際主極導体より早く接触し、引抜きの際主極導体より遅く分離するようになっていること。
- (3) 主極導体及び接地極導体は、化学的及び機械的に十分な抵抗力をもつもので、かつ、電気的に完全に接触するように作り、差込み状態においてコネクタボディ又はプラグに外力がかかっても差込接続部の接触が悪くなるおそれがないものとする。
- (4) コネクタボディ及びプラグの移動電線引込部は、強固なクランプを備え、引留機能をもつものとする。

2.4 耐圧防爆構造のコネクタ形差込接続部

この分類の差込接続部の構造は、コネクタボディとプラグを接続した状態で、耐圧防爆構造の規格に適合する。この場合の容器の内容積は、ボルトを締め付けた状態におけるコネクタボディとプラグとの間の容積とする。

2.5 表示

コネクタ形差込接続器は、コネクタボディに、防爆構造等に関する一般的な表示のほか、次の事項を表示する。

- (1) 定格電圧
- (2) 定格電流
- (3) 極数

なお、プラグには、少なくとも上述(1)、(2)、及び次の事項を表示する。

- (4) 製造者の名称又は登録商標
- (5) プラグ単体の型式
- (6) 適合するコネクタボディの型式

[参考資料 11]危険箇所の精緻な判定方法

1. 目的

プラント内の、引火性の蒸気又は可燃性ガスが爆発の危険のある濃度に達するおそれのある場所（以下、「危険箇所」という。）においては安全確保の観点から、電子機器等の利用が労働安全衛生法令や高圧ガス保安法令等により制限されている。事業者は、厚生労働省平成 20 年 9 月 25 日基発第 0925001 号通達に従って JIS C 60079-10:2008 に基づき危険箇所を自ら設定するが、実態上は、プラント内設備のある区画全体を危険箇所として設定することが多い。危険半径設定例は本技術指針の付属書 2-C に示されているが、本資料では、危険箇所、特に第二类危険箇所と非危険箇所との判定に関する詳細な設定方法について最新の IEC 規格の漏洩、換気風量の表を利用してまとめたものである。事業者による詳細なリスク評価を容易にすることによって、法令が定める保安レベルを低下させることなく、精緻な危険箇所の設定を可能とすることを目的とする。

2. 考え方

2.1. 特別危険箇所第一類危険箇所特別危険箇所第一類危険箇所

2.1.1. 危険箇所分類の考え方

本資料は、プラント内の「第 2 等級放出源周辺において、現在は第二类危険箇所として設定されている区域」に主眼を置く。図 11-1 に、本資料が想定するケース及びリスク評価結果のイメージを示している。

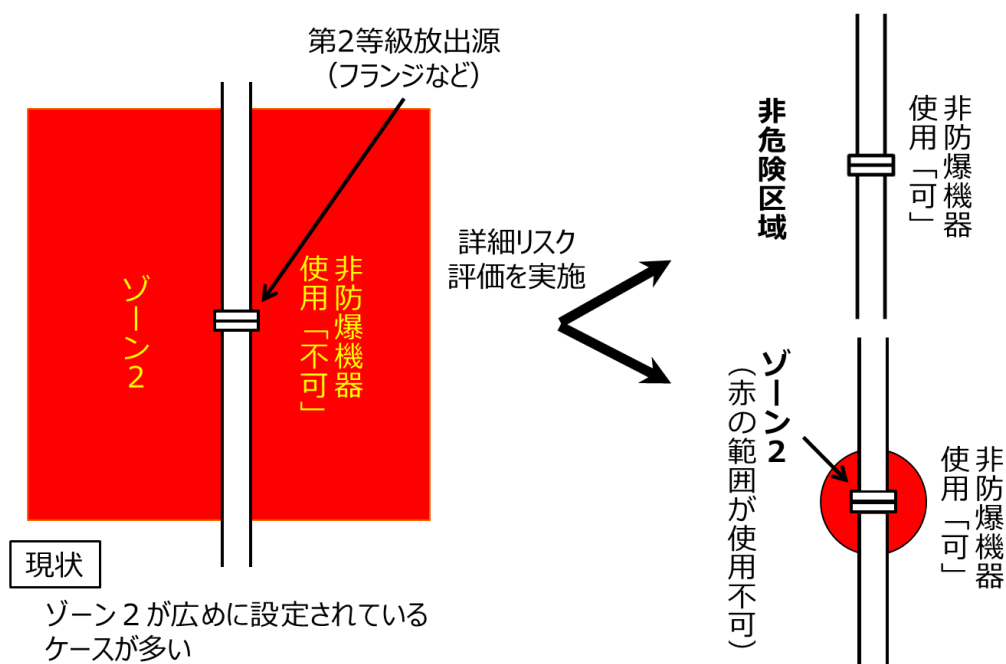


図 11-1 詳細リスク評価による危険箇所分類のイメージ

リスク評価は JIS C 60079-10:2008 に依拠して行うが、屋外での換気回数やフランジ等からの微小漏洩量等、決定の難しい数値があることから、その詳細については JIS C 60079-10 の基となる IEC60079-10 の最新版である IEC 60079-10-1:2015 を援用する。評価の結果、第 2 等級放出源周辺の換気度及び換気有効度が一定以上であれば、当該区域は非危険箇所となり、非防爆機器も使用可能となる。

非危険箇所と判定されない場合にあっても、リスクを評価したうえで、放出源周辺において限定的に第二類危険箇所を設定できる可能性がある。この場合、第二類危険箇所内部については従来通り非防爆機器の使用はできないが、新たに非危険箇所と評価された区域内については、非防爆機器の使用が可能となる。

なお、放出源は、「ガス状の爆発性雰囲気形成され得るほどの可燃性ガス、蒸気又は液体が大気中に放出（「漏えい」を含む。）する可能性がある箇所又は位置」であって、その周辺はリスクが全くないものではない。したがって、プラント事業者は、本資料の安全な運用を図るため、資料に基づきリスク評価を行うとともに、詳細なリスク評価の方法・結果や、非防爆機器の使用に関する留意点等を社内において取りまとめることが望ましい。参考資料 12 に、自主行動計画の例を示した。

2.2. [参考資料 3]に追加する参考文献

JIS C 60079-10:2008 爆発性雰囲気を使用する電気機械器具-第 10 部:危険区域の分類 (2008)

IEC 60079-10-1 Edition 2.0 2015-09 Explosive atmospheres - Part 10-1: Classification of areas - Explosive gas atmospheres

労働安全衛生総合研究所 JNIOOSH-TR-46 工場電気設備防爆指針（国際整合技術指針 2015）

経済産業省 プラント内における危険区域の精緻な設定方法に関するガイドライン(2019)

3. 危険度区域の分類のためのリスク評価

3.1. 危険度区域の分類のためのリスク評価フロー（第 2 等級放出源）

プラント内の第 2 等級放出源周辺において、危険度区域を分類するためのリスク評価方法の流れは、図 11-2 の通りである。プラントの運転条件をもとに、危険度区域の分類に必要なパラメータを算出していく。

まず、①開口部面積を評価し、これに基づき②放出特性を計算する。③換気速度を評価し、②放出特性及び③換気速度をもとに、④換気度（高・中・低）を判定する。⑤換気有効度（良・可・弱）を判定し、放出等級に応じて④換気度及び⑤換気有効度を、⑥危険度区域の区分への換気の影響評価のテーブルに当てはめ、危険度区域の区分を決定する。換気度「高」かつ換気有効度「良」又は「可」であれば、非危険箇所と判定する。換気度「高」かつ換気有効度「弱」、又は換気度「中」であれば第二類危険箇所と判定し、⑦第二類危険箇所の危険距離を決定する。

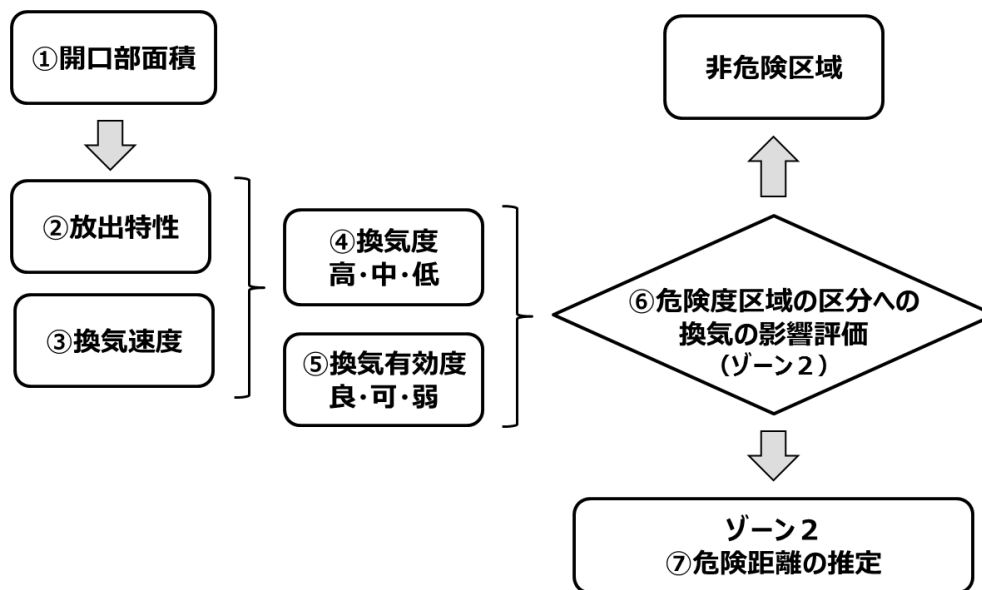


図 11-2 危険度区域の分類のためのリスク評価フロー（第2等級放出源）

3.1.1. ① 開口部面積

放出率を評価するときに重要になるパラメータは開口部面積であり、これは放出率に大きな影響を与えるものであるため、慎重に評価しなければならない。開口部面積はシール材の大きさや種類に依存し、従来は、その一般的な指標が提案されていなかったため値の設定は困難であった。IEC 60079-10-1 は、シーリングエレメントの形式などで、開口部面積を適切に設定できる推奨値を示しており、リスク評価において有用である。

表 11-1 に第2等級放出源の開口部面積の推奨値を示す。3つの項目タイプ、1) 固定部分のシーリングエレメント、2) 低速作動部分のシーリングエレメント、3) 高速作動部分のシーリングエレメントに分けられて、項目は圧縮された繊維ガスケット、あるいは、らせん状に巻かれたガスケット等でさらに分けられている。

例えば、表 11-1 中 1) 固定部分のシーリングエレメント、繊維ガスケット、放出部が拡張しない条件での代表的な値は 0.025 と 0.25 mm^2 と下限値と上限値が示されている。これについては、範囲の下限値は、故障の発生する確率が小さい（例えば、定格より十分低い値で運転する）という理想的な条件で適用し、上限値は定格で運転、又は悪条件での適用が適していると考えられる。

表 11-1 第2等級放出源の開口部面積の推奨値

(IEC 60079-10-1:2015 Table B.1 を翻訳)

項目の種類	項 目	漏れの考察		
		放出開口部が拡大しない条件の典型的値 $S(\text{mm}^2)$	放出開口部が拡大可能な条件の典型的値 (例: エロージョン) $S(\text{mm}^2)$	放出開口部が深刻な程度まで拡大する可能性のある典型的値 (例: 噴出・破裂) $S(\text{mm}^2)$
固定部分のシーリングエレメント	圧縮繊維ガスケット、又は類似のものを備えたフランジ	$0.025 \leq S \leq 0.25$	$0.25 < S \leq 2.5$	(2つのボルト間のセクター) × (ガスケットの厚さ) 通常、1 mm 以上
	らせん型ガスケット、又は類似のものを備えたフランジ	0.025	0.25	(2つのボルト間のセクター) × (ガスケットの厚さ) 通常、0.5 mm 以上
	リング型ジョイント接続	0.1	0.25	0.5
	小口径接続部 ^a 50 mm以下	$0.025 \leq S \leq 0.1$	$0.1 < S \leq 0.25$	1.0
低速作動のシーリングエレメント	バルブステムパッキン	0.25	2.5	設備製造者のデータに応じて定義すること。ただし、2.5 mm ² 以下にしないこと。 ^d
	圧力放出弁 ^b	0.1×(オリフィス断面積)	NA	NA
高速作動のシーリングエレメント	ポンプ及びコンプレッサ ^c	NA	$1 \leq S \leq 5$	設備製造者のデータ、そして/または、プロセスユニット構成に応じて定義すること。ただし、5mm ² 以上にすること。 ^{d and e}

「表 11-1 第 2 等級放出源の開口部面積の推奨値」の続き

(IEC 60079-10-1:2015 Table B.1 を翻訳)

^a この開口部横断面は、リングジョイント、ねじ接続部、圧縮継手（例えば、金属コンプレッション接手）、および小口径パイプのラピッドジョイントへの適用を示唆している。
^b この項目は、バルブの全開ではなく、バルブコンポーネントの誤動作によるさまざまな漏れに関係する。特定の用途では、提案されているよりも大きな穴の断面が必要になることがある。
^c 往復圧縮機 — 圧縮機のフレームとシリンダーは、通常もれは生じないが、プロセスシステムのピストンロッドパッキングと様々な種類のパイプ接続部はそうではない。
^d 設備製造者のデータ — 故障が予測される場合の影響を評価するには、設備製造者との協力が必要である。（例：シーリング装置に関する詳細を示す図面の入手）
^e プロセスユニットの構成 — 特定の環境下で（例：予備調査）、可燃性物質に最大許容放出率を決めるための運用分析は、設備製造者のデータの不足を補正できる。
注記：他の典型的値は特定の応用品に関連した国家又は産業規則から得られることがある

3.1.2. ② 放出特性と放出率（ガス又は蒸気の放出）

放出特性（m³/s）は放出率 W_g （kg/s）から容易に求められる。ここでは、可燃性ガス又は蒸気が開口部からジェット噴出する場合について示す。放出率は、開口部面積 S （m²）、プロセス圧力 P （Pa）、比熱比 γ （無次元）、可燃性ガスの分子量 M （kg/kmol）、プロセス温度 T （K）、気体定数 $R=8314$ （J/kmol/K）を用いて以下のように表せる。

$$W_g = C_d S p \sqrt{\gamma \frac{M}{ZRT} \left(\frac{2}{\gamma+1} \right)^{(\gamma+1)/(\gamma-1)}} \quad (\text{kg/s}) \quad (1)$$

ここで、 C_d は放出係数（無次元）、 Z は圧縮因子（無次元）である。なお、ジェット噴出以外の放出形態のいくつかの評価法は 3.2 液体放出等の放出率の評価に示した。

放出特性

ガスの密度 ρ_g （kg/m³）、爆発下限界 LFL （vol/vol）ならびに安全率 k （無次元）を用いて以下のように表せる。

$$\text{放出特性} = W_g / (\rho_g * k * LFL) \quad (\text{m}^3/\text{s}) \quad (2)$$

放出特性は換気度の評価と危険距離の推定に用いられる重要なパラメータである。

その他、放出率を決めるパラメータについて、プロセス圧力 P (Pa)、プロセス温度 T (K)については運転条件で決まる。比熱比 γ (無次元)、分子量 M (kg/kmol)、ならびに気体定数 R (J/kmol/K)は物性値である。

Cd: 放出係数(≤ 1)は開口部の形に関係して、丸みを帯びたオリフィスでは 0.95 から 0.99 の値を、鋭い形のオリフィスでは 0.50 から 0.75 が典型的である。

Z: 圧縮因子は式(1)では分母にあるため、Zが小さいほうが放出率は大きくなる。よって、安全側に設計するためには 1 より小さいほうが重要である。低圧・中圧では多くの可燃性ガスが理想気体とみなせ $Z=1$ は良い近似である。可燃性ガスを実在気体として考えなければならぬ場合は 1.0 前後の値になる。Zはガス種、圧力、温度に依存し、例えば 50 気圧以上で実在気体の圧縮因子を適用することが推奨されている。

安全率 k は式(2)の分母にあり、取り扱う可燃性ガスの LFL が不明な場合は 0.5~0.8 の間で調整する。実験等で精度よく求められている場合は 1.0、混合物など単純モデル計算した場合は 0.8~1.0, LFL が正確ではないと考えられる場合 0.5 で設定される。

3.1.3. ③ 換気速度

ここでは屋外で期待される換気速度について記述する。表 11-2 は屋外における換気速度の期待値を示している。障害物の有無で整理され、空気より軽いガス、あるいは重いガスに分けられ、それぞれ、地表面から 2m 以下、2m を超えて 5m 以下、ならびに 5m を超える位置の風速の指標が示されている。屋外についてはこの表を参照することで換気速度を決める。あるいは、事業者により実測されている風速データを用いて換気速度を決める。

表 11-2 屋外における換気速度の指標
(IEC 60079-10-1:2015 Table C.1 を翻訳)

屋外の場合の種類	障害物無し			障害物有		
地上からの高さ	≤ 2m	2m 超, 5m 以下	> 5 m	≤ 2m	2m 超, 5 m 以下	> 5 m
空気より軽いガス / 蒸気の希釈を見積もるための換気速度の示唆値	0.5 m/s	1 m/s	2 m/s	0.5 m/s	0.5 m/s	1 m/s
空気ガスより重いガス / 蒸気の希釈を見積もるための換気速度の示唆値	0.3 m/s	0.6 m/s	1 m/s	0.15 m/s	0.3 m/s	1 m/s
任意の高さで液体プール蒸発率を評価するための換気速度の示唆値	>0.25 m/s			>0.1 m/s		
一般に表の値は換気有効度を可として適用してよい。						
屋内地域では、評価は通常、最低流速 0.05m/s という仮定に基づいて行われるべきであり、これは事実上いたるところに存在する。特定の状況では(例えば、空気の吸入 / 排出用の開口部の近く)異なる値を仮定することができる。換気装置を制御することができる場合、最小換気速度を計算することができる。						

注記 ; JIS_C 60079-10:2008 より

実際の適用は、比重が 0.8 未満のガス又は蒸気は空気より軽いとみなし、比重が 1.2 を超える場合は空気より重いとみなす。これらの間の場合には、両方の可能性を考慮する。

3.1.4. ④ 換気度

JIS_C 60079-10:2008 では、換気速度と漏洩速度から推定される爆発性雰囲気の仮定の容積 V_Z が 0.1m^3 未満の場合高換気度、屋内において爆発下限界に安全率をかけたものの以上の濃度になる場合を低換気度と呼んで分類しているが、ここでは IEC 60079-10-1 Edition 2.0 2015-09 に従って、換気度を分類する。

式(2)より放出特性をもとめ、屋外であれば表 11-2 等より換気速度を特定すると、図 11-3 を基に、換気度を見積もることができる。屋内も図 11-3 を用いて換気度を定めることができる。

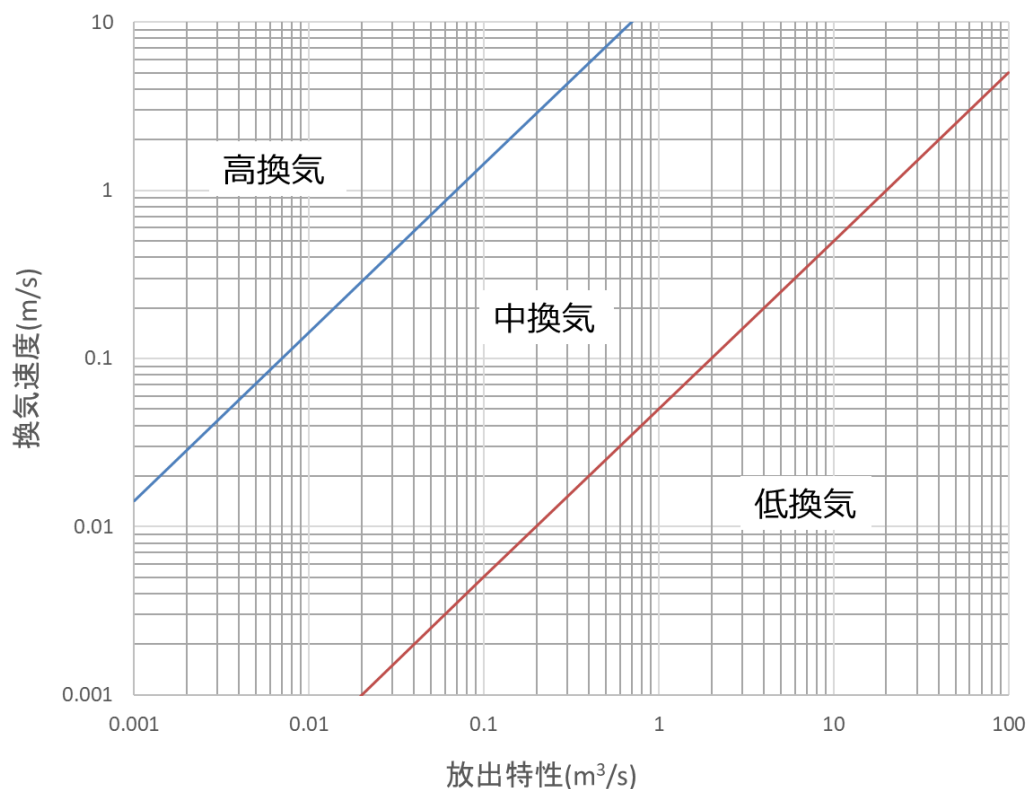


図 11-3 放出特性と換気速度との関係と換気度（高・中・低）

（IEC 60079-10-1:2015 Figure C.1を翻訳。ただし原図の” dilution” を整合のため「換気」とした）

なお、高換気と中換気の境を表す線に基づいて、爆発性雰囲気の体積を計算するとおよそ 0.018m^3 の値が得られ、これは JIS_C 60079-10:2008 における「換気効率/爆発下限界に適用する安全率」の値として、およそ 5 を取ったことに該当する。すなわち、上記の換気度決定法は JIS_C 60079-10:2008 の一例を挙げたものと解釈できる。

3.1.5. ⑤ 換気有効度

本書「ユーザーのための工場防爆設備ガイド」附属書 2-A 参照。

3.1.6. ⑥ 危険度区域の分類への換気の影響

各放出源（連続等級、第 1 等級、および第 2 等級）について、換気度、換気有効度及び危険度区域区分の関係は、本書「ユーザーのための工場防爆設備ガイド」表 2-B.1 危険度区域の区分への換気の影響のとおりである。例えば、第 2 等級放出源が屋外に存在し、換気度が高換気と評価された場合は、一般に屋外の換気有効度は「良」又は「可」であるため、非危険箇所と判定される。この場合、放出源周りで万が一可燃性ガスが放出し着火しても、ハザードを無視してよいほど影響が小さいと判断されるため、非危険箇所と判定できる。

なお、本資料が紹介するリスク評価方法は、第 2 等級放出源周辺に係るものであり、連続等級・第 1 等級を対象とするものではないことを注意されたい。

3.1.7. ⑦ 危険距離の評価法

第 2 等級の放出源が屋外にある場合に、本書「ユーザーのための工場防爆設備ガイド」表 2-B.1 危険度区域の判定より、換気度が高換気とならなければ、放出源の周りは第二類危険箇所に分類され、危険距離を決める必要がある。放出特性が明らかになっていれば、ガスの噴出の形態に応じて、すなわち図 11-4 の重いガス，拡散性あるいはジェットラインと放出特性値との交点で危険距離を評価する。

ジェット放出：妨げのない高速ジェット放出

拡散性：低速の拡散性ジェット放出、又はジェット放出であって放出の形状又は近傍の物体に表面衝突することにより運動量を失うもの

重いガス：重いガス又は蒸気であって水平な面（地面等）に沿って広がるもの

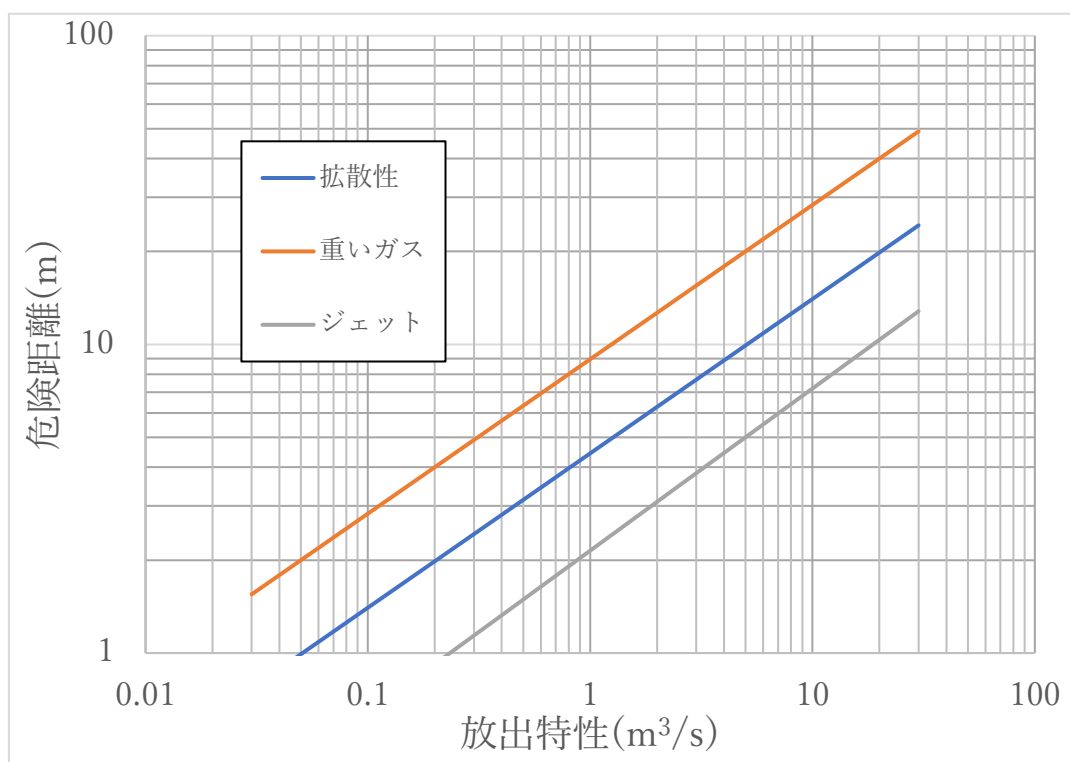


図 11-4 噴出形態に対する放出特性と危険距離との関係
危険距離を決定するためのチャート
(IEC 60079-10-1:2015 Figure D.1 を翻訳)

3.2. 液体放出等の放出率の評価

評価式はモデル式や経験式によるが、IEC 60079-10-1:2015 を参考にした。

3.2.1. 液体放出の放出率

液体で放出する場合は、以下の評価を用いて液体状態の放出率 W_l を求める。

$$W_l = C_d S \sqrt{2\rho\Delta P} \quad (\text{kg/s}) \quad (3)$$

C_d , S , ρ , ΔP はそれぞれ、放出係数（無次元）、開口部面積（ m^2 ）、液体密度（ kg/m^3 ）、差圧（Pa）である。次に、気化速度等を用いて、放出された液体のうち、爆発性雰囲気生成への寄与率を考慮して可燃性ガスの放出率を見積もる。例えば、単位時間で気化した液体の割合を E_c （%）とすると、ガスの放出率は次式で表せる。

$$W_g = E_c W_l / 100 \quad (\text{kg/s}) \quad (4)$$

以降式(2)によって放出特性を求めた後は、危険度区域の判定と危険距離の推定はガス噴出と同様である。

噴出した液体が地面に落ちた場合でも、流れにより廃液溝に到達する場合等についてはここまでの評価で良い場合がある。ただし、トレーが設置されている場合あるいは地面形状によっては液が溜まる可能性が考えられる場合は、蒸発プールの放出率も評価する。

3.2.2. 蒸発プールの放出率

液体放出や液体がこぼれる場合は、蒸発プールを形成する可能性があり、以下の経験式をもちいて、蒸発速度 W_e を見積もる。

$$W_e = \frac{6.55 \times 10^{-3} u_w^{0.78} A_p P_v M^{0.667}}{R \times T} \quad (\text{kg/s}) \quad (5)$$

ここで u_w はプール表面上の風速（ m/s ）、 A_p はプールの表面積（ m^2 ）、 P_v は液体の蒸気圧（Pa）である。

経験式の参考文献：U.S. Environmental Protection Agency, Federal Emergency Management Agency, U.S. Department of Transportation, Technical Guidance for Hazard Analysis - Emergency Planning for Extremely Hazardous Substances, December 1987.

蒸気圧の評価式は種々提案されており、それらを利用できる。(例えば Antoine' s equation) 以降式(2)によって放出特性を求めた後は、危険度区域の判定、危険距離の推定はガス噴出と同様である。

3.2.3. ガス又は蒸気の放出（亜音速放出）

ガス又は蒸気の充填された管や容器等の内圧が臨界圧力 P_c (Pa) よりも低い場合、開口部からの噴出速度は亜音速となり、音速噴出を想定した式(2)よりも緩やかな噴出形態をとるため評価式も異なる。臨界圧力は次式で表せる。

$$P_c = P_a \left(\frac{\gamma+1}{2} \right)^{\gamma/(\gamma-1)} \quad (\text{Pa}) \quad (6)$$

ここで P_a (Pa) は大気圧(101,325(Pa))、 γ は比熱比（無次元）である。プロセス圧力 P （絶対圧）が臨界圧力を超えない場合は亜音速放出であり、放出率 W_g (kg/s) は以下の式で評価する。

$$W_g = C_d S p \sqrt{\frac{M}{ZRT} \left(\frac{2\gamma}{\gamma-1} \right) \left[1 - \left(\frac{P_a}{P} \right)^{(\gamma-1)/\gamma} \right] \left(\frac{P_a}{P} \right)^{1/\gamma}} \quad (\text{kg/s}) \quad (7)$$

上式に現れる変数は全て式(1)と同じものである。

[参考資料 12] 自主行動計画例

本資料では、参考資料 11 に基づいて危険箇所の分類を行うにあたって、実施すべき内容と残留リスクへの対処を自主行動計画の例として、以下に示す。

1. 目的

本行動計画は、XXXX 株式会社 XXX 事業所において、最新の知見に基づいて安全性が確認できた場所について、リスクアセスメントの経過を記録するとともに、非危険箇所として分類された場所での残留リスクに対応する方針を示し、電気機器の安全な使用の実現を目的とする。

2. 適用範囲、適用規格

本自主行動計画は、当事業所の第二類危険箇所および非危険箇所の分類に適用する。また、非危険箇所と分類された場所でも、残留リスクに対応した措置として、放出源の近傍での電気機器の利用についても本文書を適用する。なお、厚生労働省通達の平成 27 年 8 月 31 日付基発 0831 第 2 号に基づき、定格電圧等の最大値が定格電圧 1.5 ボルト、定格電流 0.1 アンペア、定格電力 25 ミリワット以下である電気機械器具は、可燃性ガス若しくは引火性の物の蒸気又は可燃性の粉じん若しくは爆燃性の粉じんが、爆発の危険のある濃度に達するおそれのある箇所において使用しても点火源・着火源となるおそれのないものであり、本自主行動計画の適用外とする。また、本行動計画に引用する以下の規格・基準類は、本行動計画に規定する範囲で適用されるものとする。

JIS C 60079-10:2008 爆発性雰囲気中使用する電気機械器具-第 10 部:危険区域の分類 (2008)

IEC 60079-10-1 Edition 2.0 2015-09 Explosive atmospheres - Part 10-1: Classification of areas - Explosive gas atmospheres

NIIS-TR-No. 39 工場電気設備防爆指針 (ガス蒸気防爆 2006)

JNIOH-TR-No. 46 工場電気設備防爆指針 (国際整合技術指針 2015)

JNIOH-TR-No. 44 ユーザーのための工場防爆設備ガイド (2012)

3. 安全確保の基本的考え方

3.1 基本的考え方

TR-No. 44 参考資料 11 に基づき、リスクを合理的に評価 (リスクアセスメント) することによって事業所内で安全が確認された場所を非危険箇所とする。装置のシャットダウン、スタートアップ操作時は、設備の温度変化も大きくフランジ等からの漏洩リスクが平常運転時よりも相対的に高くなるため、非防爆機器は可能な限り避けることとする。

3.2 第二類危険箇所のリスクアセスメント

3.2.1 リスクアセスメントの方法

3.1 の基本的考え方に則り、以下の手順により、危険箇所の評価を行う。なお、プラント内に無数に存在するフランジ、バルブ等全てについてリスクアセスメントすることは困難であるため、評価する範囲を設定し、その中で影響範囲が大きくなりそうな箇所、具体的には圧力の高い箇所、燃焼下限界の低い物質を取り扱う箇所、メンテナンス頻度を鑑みた上で漏洩時のピンホールが大きいと考えられる継手パッキン等を選択しリスクアセスメントを実施することで、危険箇所の範囲を取り決めることとする。また、TR-No. 44 参考資料 11 の各式に当てはめて当該箇所の分類を行うにあたって、代入する数値の根拠を記載する。

リスクアセスメントは電気機器を使用する部署が行い、結果は記録として残し、他部署も参照できるようにする。

4. リスクアセスメント¹

以下の漏えい箇所を想定して、危険箇所に関するリスクアセスメントを行う。

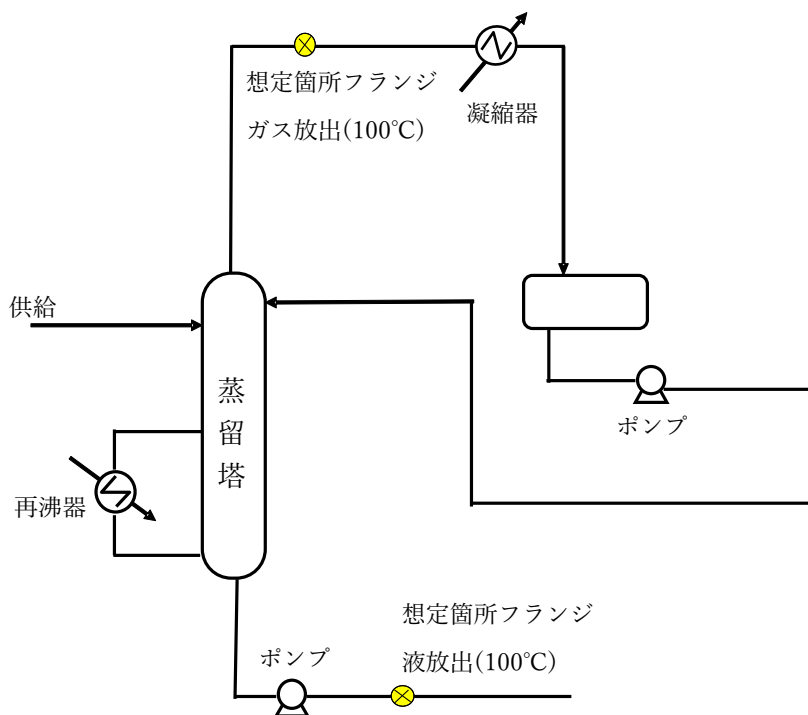


図 12-1 汎用的に取り扱われるシクロヘキサンに関する危険箇所のリスク評価

¹ ここではリスクアセスメントにおける具体的な計算例を示す。図 12-1 は、フランジからのガス放出と液体放出を示すような石油化学プラントで汎用的に取り扱っているシクロヘキサンに関する例を、図 12-2 はフランジからのガス放出とコンプレッサからのガス放出などの石油精製プラントの代表的な放出源周りのリスク評価例を示している。自主行動計画においては適宜、自身のプラントに置き換え必要なリスクアセスメント結果を示すこと。

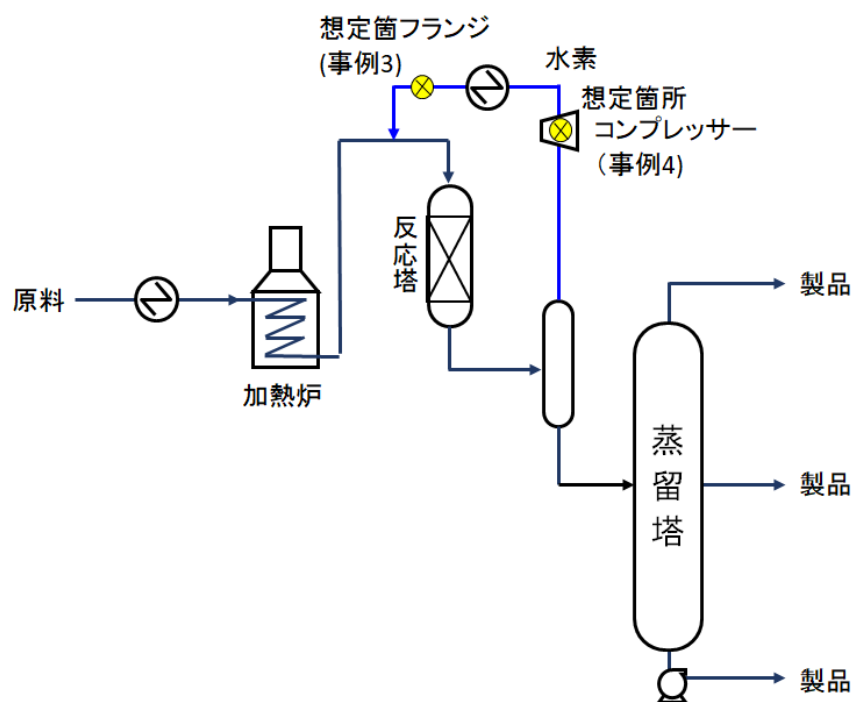


図 12-2 高圧系の重油脱硫反応塔へ水素供給する閉ざされた配管のフランジ部と
コンプレッサ摺動部の危険箇所のリスク評価

本計算例では、以下の前提から、労働安全衛生総合研究所 TR-No. 44 の参考資料 11 表 11-1 内での「放出開口部が拡大しない条件の典型的値」を利用している。

- ・ 高圧ガス認定事業所であり、適正な状態管理がされている
- ・ 配管維持管理が JPI-8S-1-2018 配管維持規格等に準じ実施されている
- ・ 通常運転前にフランジやバルブ等からの漏洩がないことを全数確認し運転を行っている

4.1. 事例1 溶剤蒸留工程（シクロヘキサン、ガス放出）

重合プラントにおける溶剤蒸留工程（シクロヘキサン、ガス放出）

①～⑤は参考資料 11 の図 11-2 危険度区域の分類のためのリスク評価フローの番号に対応する。

可燃性物質	シクロヘキサン
物性値	
分子量 $M[\text{kg/kmol}]$	84.16
燃焼下限界 LFL $[\text{vol/vol}]$	0.013
比熱比 γ	1.35
気体定数 $R[\text{J/kmol K}]$	8314
圧縮因子 Z	1
運転条件	
プロセス圧力 $p[\text{Pa}]$	1101325 (1 MPaG)
プロセス温度 $T[\text{K}]$	373.15 (100 °C)
放出源	
放出源	蒸留塔、フランジ部分、圧縮された繊維ガセット
放出等級	第2等級
①開口部面積 $S[\text{mm}^2]$	0.025 参考資料 11 表 11-1 より
放出定数 C_d	0.75 とがったオリフィス 0.5～0.75
ガス放出率 $W_g[\text{kg/s}]$	$7.3\text{E-}05$ 式(1)より
安全率 k	1
放出ガス密度 $\rho[\text{kg/m}^3]$	3.499
②放出特性	
$W_g/\rho/k/\text{LFL} [\text{m}^3/\text{s}]$	0.0016 式(2) より
評価場所	
屋外	障害物のない場所
高さ $[\text{m}]$	2 以下（最低地上高で評価）
③換気風速 $[\text{m/s}]$	0.3 参考資料 11 表 11-2 より
大気圧 $P_a[\text{Pa}]$	101325
雰囲気温度 $T_a[\text{K}]$	293.15
⑤換気有効度	良（静穏条件での風速）

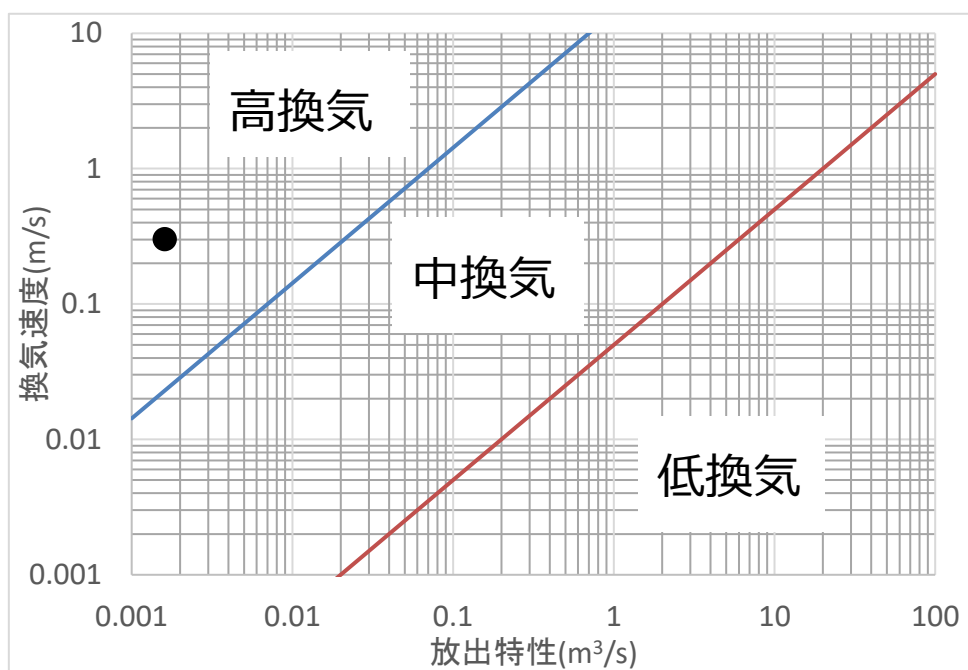


図 12-3 換気度（事例 1）溶剤蒸留工程（シクロヘキサン、ガス放出）

● 放出特性 0.0016, 換気速度 0.3 m/s ④ 換気度；高換気

⑥危険度区域の分類

第 2 等級放出源、高換気、換気有効度 良 の条件で 本書「ユーザーのための工場防爆設備ガイド」表 2-B.1 危険度区域の区分への換気の影響により、放出源の周りは非危険箇所と判定される。

4.2. 事例2 溶剤蒸留工程（シクロヘキサン、液放出）

重合プラントにおける溶剤蒸留工程（シクロヘキサン、液放出）

①～⑤は参考資料 11 の図 11-2 危険度区域の分類のためのリスク評価フローの番号に対応する。

可燃性物質	シクロヘキサン
物性値	
分子量 $M[\text{kg/kmol}]$	84.161
燃焼下限界 LFL $[\text{vol/vol}]$	0.013
気体定数 $R[\text{J/kmol K}]$	8314
液体密度 $[\text{kg/m}^3]$	701
運転条件	
プロセス圧力 $p[\text{Pa}]$	1101325
プロセス温度 $T[\text{K}]$	373.15 (100 °C)
放出源	
放出源	蒸留塔、フランジ部分、圧縮された繊維ガスケット
放出等級	第2等級
①開口部面積 $S[\text{mm}^2]$	0.025 参考資料 11 表 11-1 より
放出定数 C_d	0.75 とがったオリフィス 0.5～0.75
液体の放出率 $W_l [\text{kg/s}]$	0.0007 式(3)より
液体の気化率 (%)	10 フラッシュ計算結果に基づく
安全率 k	1
ガスの放出率 $W_g[\text{kg/s}]$	7.3E-05 (液体の放出率×気化率/100)
放出ガス密度 $\rho[\text{kg/m}^3]$	3.499
②放出特性	
$W_g/\rho/k/\text{LFL} [\text{m}^3/\text{s}]$	0.0015 式(2) より
評価場所	
屋外	障害物のない場所
高さ $[\text{m}]$	2 以下 (最低地上高で評価)
③ 換気風速 $[\text{m/s}]$	0.3 参考資料 11 表 11-2 より
大気圧 $P_a[\text{Pa}]$	101325
雰囲気温度 $T_a[\text{K}]$	293.15
⑤換気有効度	良 (静穏条件での風速)

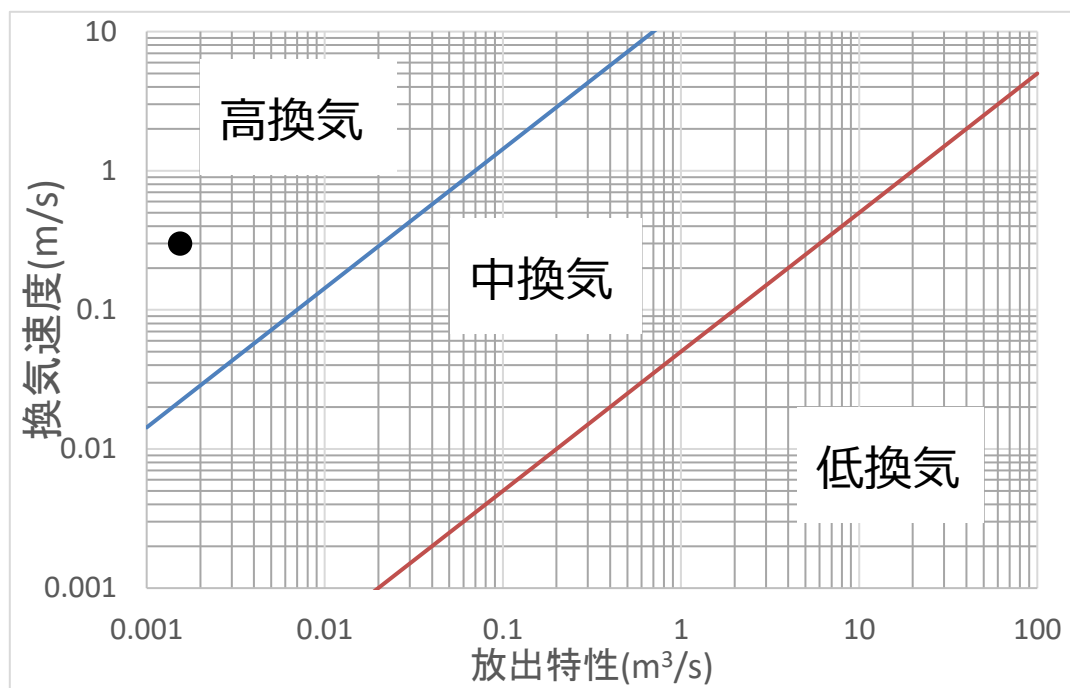


図 12-4 換気度（事例 2）溶剤蒸留工程（シクロヘキサン、液放出）

●放出特性 0.0015, 換気速度 0.3 m/s ④ 換気度；高換気

⑥危険度区域の分類

第 2 等級放出源、高換気、換気有効度 良 の条件で 本書「ユーザーのための工場防爆設備ガイド」表 2-B.1 危険度区域の区分への換気の影響により、放出源の周り是非危険箇所と判定される。

4.3. 事例3 配管のフランジ部（水素混合ガス）

高圧系の重油脱硫反応塔へ水素供給する閉ざされた配管のフランジ部（水素混合ガス）

①～⑤は参考資料 11 の図 11-2 危険度区域の分類のためのリスク評価フローの番号に対応する。

可燃性物質	水素混合ガス
物性値	
分子量 $M[\text{kg/kmol}]$	4.3778
燃焼下限界 LFL $[\text{vol/vol}]$	0.041
比熱比 γ	1.4
気体定数 $R[\text{J/kmol K}]$	8314
圧縮因子 Z	1
運転条件	
プロセス圧力 $p[\text{Pa}]$	14101325
プロセス温度 $T[\text{K}]$	573.15
放出源	
放出源	フランジ、圧縮された繊維ガスケット同等
放出等級	第2等級（ガスケットの破損）
①開口部面積 $S[\text{mm}^2]$	0.025 参考資料 11 表 11-1 より
放出定数 C_d	0.75 とがったオリフィス 0.5～0.75
ガス放出率 $W_g[\text{kg/s}]$	0.00017 式(1)より
安全率 k	1
放出ガス密度 $\rho[\text{kg/m}^3]$	0.182
②放出特性	
$W_g/\rho/k/LFL [\text{m}^3/\text{s}]$	0.023 式(2) より
評価場所	
屋外	障害物のない場所
高さ $[\text{m}]$	0.5（最低地上高で評価）
③換気風速 $[\text{m/s}]$	1.37 実測値による
大気圧 $P_a[\text{Pa}]$	101325
雰囲気温度 $T_a[\text{K}]$	293.15
⑤換気有効度	良（静穏条件での風速）

表 12-2 事例 3 の水素混合ガスの成分の体積分率と LFL

注記：ヘキサンとそれよりも大きな分子は、体積分率が非常に小さいために混合ガスの LFL 評価に対する影響が小さい。

混合ガスの成分	ni (Vol%)	Ni (vol/vol)
水素	87.05	0.04
酸素	0.32	–
窒素	1.12	–
硫化水素	0.05	0.04
メタン	9.93	0.05
エタン	0.89	0.03
プロパン	0.4	0.021
イソブタン	0.03	0.018
ノルマルブタン	0.13	0.019
イソペンタン	0.02	0.014
ノルマルペンタン	0.03	0.015
ヘキサン以上	0.03	0.005

混合ガスの LFL は、各成分の体積分率を n_i 、成分の LFL を N_i とし、可燃性ガスの数を s とすると、以下のルシャトリエの式で表せる。

$$LFL_{mix} = 100 / \sum_{i=1}^s \frac{n_i}{N_i}$$

また、混合ガスの分子量は成分の分子量を M_i とすると次式で表せる。

$$M_{mix} = \sum_{i=1}^s n_i * M_i / 100$$

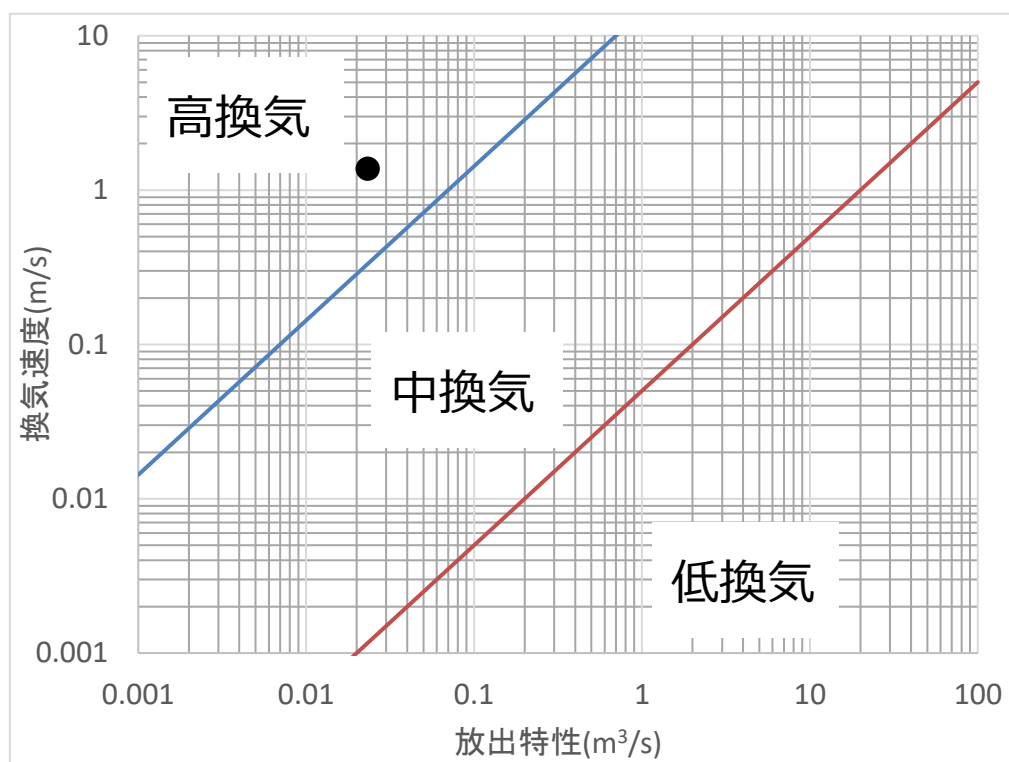


図 12-5 換気度（事例 3） 配管のフランジ部（水素混合ガス）

●放出特性 0.023, 換気速度 1.37 m/s ④ 換気度；高換気

⑥危険度区域の分類

第 2 等級放出源、高換気、換気有効度 良 の条件で本書「ユーザーのための工場防爆設備ガイド」表 2-B.1 危険度区域の区分への換気の影響により、放出源の周り是非危険箇所と判定される。

4.4. 事例4 水素供給するコンプレッサ摺動部（水素混合ガス）

高圧系の重油脱硫反応塔へ水素供給するコンプレッサ摺動部

①～⑤は参考資料 11 の図 11-2 危険度区域の分類のためのリスク評価フローの番号に対応する。

可燃性物質	水素混合ガス
物性値	
分子量 $M[\text{kg/kmol}]$	4.3778
燃焼下限界 LFL $[\text{vol/vol}]$	0.041
比熱比 γ	1.4
気体定数 $R[\text{J/kmol K}]$	8314
圧縮因子 Z	1
運転条件	
プロセス圧力 $p[\text{Pa}]$	14301325
プロセス温度 $T[\text{K}]$	333.15
放出源	
放出源	コンプレッサ摺動部
放出等級	第2等級（シール性悪化）
①開口部面積 $S[\text{mm}^2]$	0.25 参考資料 11 表 11-1 より*
放出定数 C_d	0.75 とがったオリフィス 0.5～0.75
ガス放出率 $W_g[\text{kg/s}]$	0.0023 式(1)より
安全率 k	1
放出ガス密度 $\rho[\text{kg/m}^3]$	0.182
②放出特性	
$W_g/\rho/k/LFL [\text{m}^3/\text{s}]$	0.31 式(2)より
評価場所	
屋外	障害物のない場所
高さ $[\text{m}]$	0.5 （最低地上高で評価）
③換気風速 $[\text{m/s}]$	1.37 実測データによる
大気圧 $P_a[\text{Pa}]$	101325
雰囲気温度 $T_a[\text{K}]$	293.15
⑤換気有効度	良 （静穏条件での風速）

*低速作動のシーリングの放出開口が拡大しない条件に該当する値 0.25 以上で、高速作動のシーリングで開放開口部が拡大可能な条件の下限值までの範囲で選択した。

⑥危険度区域の分類

第2等級放出源、中換気、換気有効度 良 の条件で本書「ユーザーのための工場防爆設備ガイド」表2-B.1 危険度区域の区分への換気の影響により、放出源の周りは第二類危険箇所と判定される。

⑦図12-7より危険距離は1.2 m。

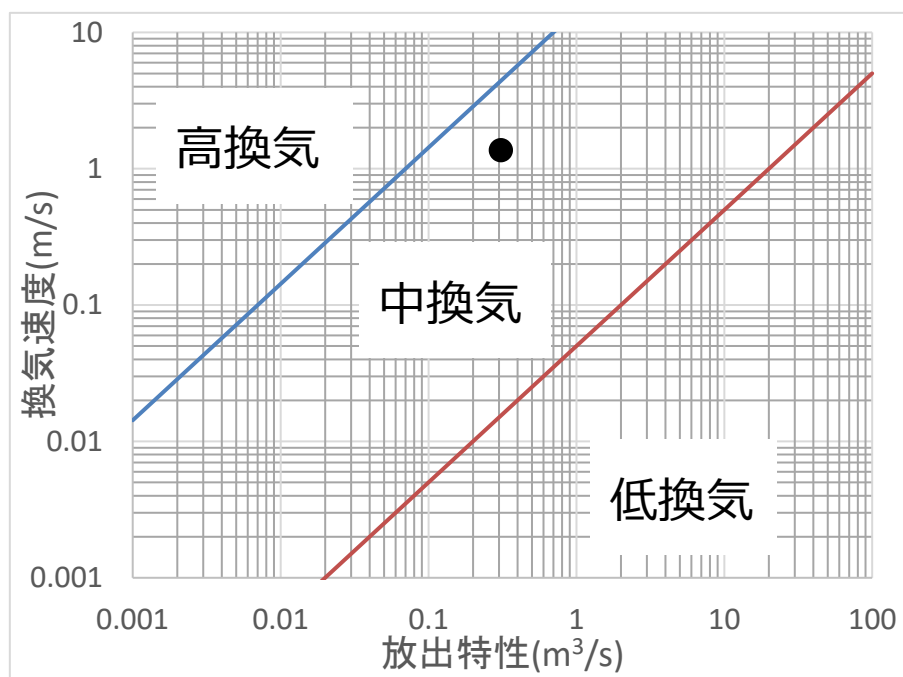


図 12-6 換気度（事例4）水素供給するコンプレッサ摺動部

●放出特性 0.31, 換気速度 1.37 m/s ④ 換気度；中換気

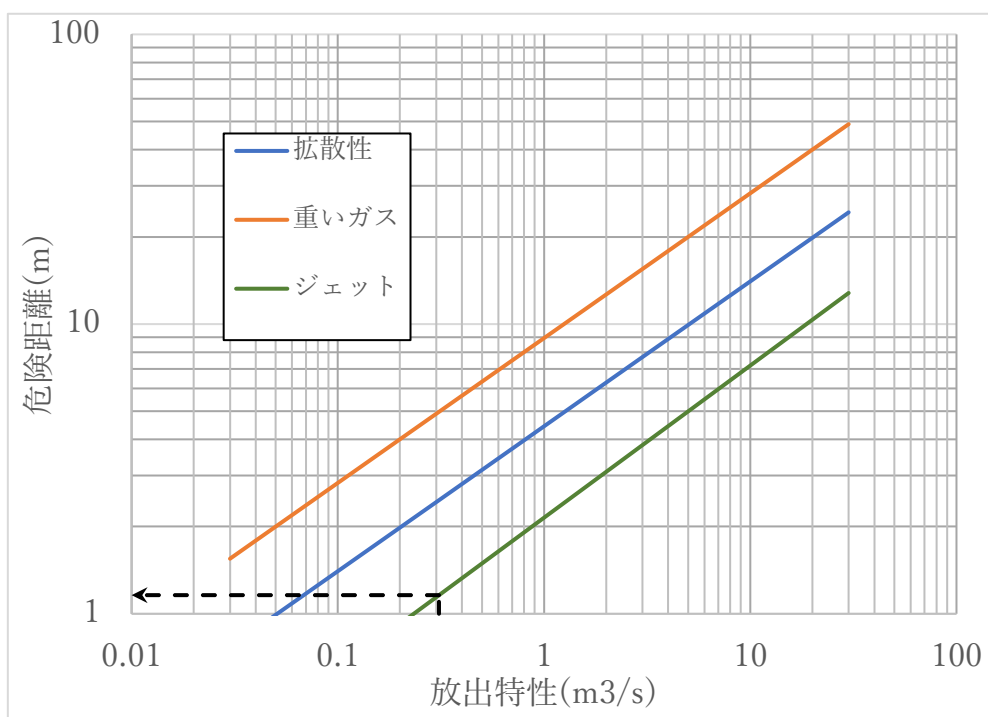


図 12-7 危険距離（事例 4）水素供給するコンプレッサ摺動部
放出特性 0.31

5. 電気機器の導入、管理

5.1. 非防爆機器の安全評価

新たに非防爆機器を導入するにあたっては、導入する部署がガイドライン、自主行動計画に準じて安全策を決定の上、安全評価の審査を受け、安全管理部門長の承認を受けた機器のみを使用可能とする。

5.2. 非防爆機器の管理

安全管理部門長によって承認された非防爆機器は、安全管理部門がリスト管理し所内に共有する。リストには機器名称、台数、定格電流、電圧、電力、適合する電気規格、主管部署、承認日を明記する。主管部署は内容に変更が生じた場合、速やかに安全管理部門に連絡する。

5.3. 可搬式非防爆機器の使用時の留意点

リスクアセスメントにおいて非危険箇所となった場合においても、対象装置や対象系から、海外防爆検定適合機器や国内防爆適合機器の導入も含めた個別の判断を行う。可搬式非防爆機器使用条件として、携帯式ガス検知器を携行することを自主行動規制とし遵守する。

可搬式非防爆機器を使用する際に、始業前点検として、外観点検、動作確認を行った上で使用する。異常を認めた場合は、使用を中止し補修依頼する。

リスクアセスメントの結果、非危険箇所と判定されたエリアにおいても、そのエリア内では可搬式非防爆機器のバッテリー着脱を禁止し、計器室や事務所等決められた場所で行う。

衝撃防止の観点から、可搬式非防爆機器には落下防止措置（肩掛け紐を装着する等）を講じる。

可搬式非防爆機器を使用するにあたっては、まず携帯式ガス検知器を携行し、常時作動させ可燃性ガスがないことを確認すること。万一、使用中に携帯式ガス検知器の1 段目警報（10%LEL）が発報した場合、直ちに非防爆機器の電源をOFF とする。そして計器室等安全な場所に退避する。その他、「緊急時の初期行動要領」に従う。これにより、爆発下限界の25%以下での使用環境を確保する。

5.4. 携帯式ガス検知器の機能確認

「携帯式ガス検知器機能確認要領＊」に則り行う。

＊携帯式ガス検知器機能確認要領の要旨

標準ガスを使用し以下のタイミングで携帯式ガス検知器が正常に作動することを確認する。

- ・通常時：使用当日の使用前点検として最低1 回。
- ・異常時（落とした、強い衝撃を与えた等）

5.5. 定置式非防爆機器を導入する上での留意点

可搬式非防爆機器と違い、使用箇所を特定できるため、系の代表点におけるリスクアセスメントではなく、放出源を特定したリスクアセスメントを行い評価する。

リスクアセスメントにおいて非危険箇所となった場合においても、対象装置や対象系から、海外防爆検定適合機器や国内防爆適合機器の導入も含めた個別の判断を行う。

6. 附則

(1) 承認者

本要領の制定・改定・廃止は、事業所長の承認により行う。

(2) 責任者

本要領の制定、改定、廃止手続きについては、安全管理部門長がその責を負う。

(3) 実施日

本要領の実施日は、改定経歴表に記載された日とする。

あ と が き

本指針の原案審議をお願いした各分科会名及び委員構成は下記のとおりです。原案審議に多大なご協力を頂いた委員各位に深甚の謝意を表します。

「一般事項」分科会

委 員 長	角 谷 憲 雄	株式会社 山武
副委員長	内 田 龍 行	株式会社 山武
委 員	秋 山 均	横河電機 株式会社
〃	石 田 豊	公益社団法人 産業安全技術協会
〃	井 上 繁 俊	IDEC 株式会社
〃	大 桐 伸 介	株式会社 大同工業所
〃	神 田 正 之	株式会社 フジクラ
〃	後 藤 隆	公益社団法人 産業安全技術協会
〃	陣 内 宏 明	株式会社 中村電機製作所
〃	手 嶋 修 二	株式会社 ピーアンドエフ
〃	永 石 治 喜	公益社団法人 産業安全技術協会
〃	山 口 祐 市	DEKRA サーティフィケーション・ジャパン 株式会社
事 務 局	安 藤 隆 之	独立行政法人 労働安全衛生総合研究所

「危険場所の分類」分科会

委 員 長	富 川 克 志	テュフラインランドジャパン 株式会社
副委員長	品 川 仁	コスモ石油 株式会社
委 員	有 山 正 彦	IDEC 株式会社
〃	上 野 泰 史	IDEC 株式会社
〃	岡 橋 賢 治	公益社団法人 産業安全技術協会
〃	河 合 徹	関西電力 株式会社（平成 23 年7月～）
〃	川 上 律 夫	大阪ガス 株式会社
〃	北 山 伸 二	株式会社 神戸製鋼所
〃	永 石 治 喜	公益社団法人 産業安全技術協会
〃	西 島 一 哉	関西電力 株式会社（～平成 23 年6月）
〃	松 下 和 也	テュフラインランドジャパン 株式会社
〃	宮 脇 均	住友化学 株式会社
事 務 局	安 藤 隆 之	独立行政法人 労働安全衛生総合研究所

「防爆電気設備の施設」分科会

委員長	二 谷 浩 司	株式会社 きんでん
副委員長	磯 村 豊 治	伊東電機 株式会社
委員	石 田 豊	公益社団法人 産業安全技術協会
〃	伊 藤 忍	エフエム・アプルーバルズ・エルエルシー
〃	霍 剣 華	南陽防爆研究所(CQST)
〃	角 谷 憲 雄	株式会社 山武
〃	小 金 実 成	公益社団法人 産業安全技術協会
〃	杉 田 克 己	ニチアス 株式会社
〃	田 中 健 一	クーパー・インダストリーズ・ジャパン 株式会社
〃	永 石 治 喜	公益社団法人 産業安全技術協会
事務局	安 藤 隆 之	独立行政法人 労働安全衛生総合研究所

「防爆電気設備の保守」分科会

委員長	有 山 正 彦	IDEC 株式会社
副委員長	青 木 啓一郎	三菱電機プラントエンジニアリング 株式会社
委員	赤 塚 庸 宏	島田電機 株式会社
〃	阿知和 典 弘	三菱電機 株式会社（～平成 23 年5月）
〃	石 田 豊	公益社団法人 産業安全技術協会
〃	小 林 邦 彦	朝日エティック 株式会社
〃	作 田 宗 功	システム機工 株式会社
〃	田 島 秀 二	理研計器 株式会社
〃	中 野 秀 司	星和電機 株式会社
〃	中 村 吉 伸	富士電機 株式会社（平成 23 年6月～）
〃	永 石 治 喜	公益社団法人 産業安全技術協会
〃	増 喜 浩 一	DEKRA サーティフィケーション・ジャパン 株式会社
事務局	安 藤 隆 之	独立行政法人 労働安全衛生総合研究所

令和１年度「第二類危険箇所の定量的判断基準等に関する委員会」

(参考資料 11, 12)

委員長	土橋 律	東京大学大学院
委員	野田 和俊	国立研究開発法人産業技術総合研究所
〃	齋藤 剛	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
〃	佐野 正浩	一般社団法人 日本電機工業会
〃	佐藤 敏之	株式会社オーバル
〃	上野 泰史	IDEC 株式会社
〃	河合 隆	星和電機株式会社
〃	小林 幸信	一般社団法人 日本電気協会
〃	平野 博嗣	一般財団法人 日本海事協会
〃	岡本 悟	JXTG エネルギー株式会社
〃	門間 淳	日揮株式会社
〃	原田 大	横河電機株式会社
	仲谷 行雄	新コスモス電機株式会社
	山隈 瑞樹	公益社団法人産業安全技術協会
	寺島 友子	厚生労働省
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	
	遠藤 雄大	

索引

E

EPL, 4, 56, 75, 78, 184, 185, 189, 194
EPL Da, 76
EPL Db, 76
EPL Dc, 76
EPL Ga, 56, 76
EPL Gb, 11, 56, 76
EPL Gc, 76

F

FISCO, 163

I

ia 本安機器及び本安システム, 13
ib 本安機器及び本安システム, 14
IEC 規格, 2, 7, 10, 12, 13, 17, 23, 26, 42, 57, 75, 77, 256,
264
IT 系統, 137

L

LPG保管設備, 119

M

ma構造, 16
mb構造, 16
MESG, 231
MIC, 231

P

px方式, 11
py方式, 11

T

TN 系統, 137, 139
TT 系統, 137, 139

あ

アダプタ, 50
熱い表面の面積や形状, 73
油入防爆構造, 4, 12, 31, 32, 41, 42, 43, 229
安全すきま, 6, 21, 22, 23, 24, 44
安全性能試験, 157
安全性評価者, 192
安全装置, 65, 68, 69, 70, 228
安全増防爆構造, 4, 11, 12, 31, 40, 42, 43, 52, 60, 61, 78,
138, 168, 196, 200, 201, 229, 257, 259, 275, 276
安全度の増強, 43
安全保持器の接地, 53

い

板状電極, 140
一点接地接続, 171
移動電線, 70, 71, 134, 144, 161, 162, 275, 276, 277
移動用, 1, 58, 63, 71, 134, 137, 141, 142, 144, 161, 162,
186, 187, 193
引火点, 5, 19, 22, 35, 63, 70, 92, 93, 97, 231
引火点測定用の試験器, 5

う

浮屋根式可燃性液体備蓄タンク, 104
運転中の熱的保護, 61

え

永久配管, 37
ATEX, 17, 40, 45, 46
液化可燃性ガス, 37
液状ガスカート, 157
液体温度, 19, 92, 93, 95
液体が瞬間的に蒸発, 95
液体の開放表面, 95
液体の瞬間蒸発, 95
エネルギー制限回路, 13, 178

エネルギー制限関連機器[ExnL], 15

エネルギー制限関連機器[nL], 16

エネルギー制限機器, 15, 32

塩害, 219

延焼特性, 136

延焼防止処置, 145, 172

エンベデング, 31

お

オイル及びガス掘削設備, 107, 108, 109, 111, 112

欧州標準化委員会, 40

オープンエア換気, 73

温度上昇限度, 20, 46

か

海上作業台船, 74

改造, 13, 48, 68, 70, 180, 181, 186, 188, 190, 194, 197,
200, 202

改造、修理等, 68

がい装のボンディング, 164

回転機, 39, 51, 61, 256

回転機の過負荷, 195

外部からの熱伝導, 47, 49

外部導線引込金具, 48

開閉器及び制御器類, 51, 256

開放構造物, 90

開放建物, 90

火炎逸走限界, 21, 22

化学量論的濃度, 73

可燃性ガス蒸気の発火温度の値, 24

火災のリスク, 74

過剰酸素雰囲気, 82

ガス及び蒸気分類試験方法・データ, 20, 21, 22, 44, 73

ガス加熱炉の建屋, 27

ガス検知器, 26, 27, 36, 60, 82, 83, 84, 221, 230

ガス検知器とインターロック, 36

ガス蒸気防爆, 2, 4, 9, 12, 42, 51, 180, 228, 255, 256

ガス蒸気を分類するため、標準容器, 21

ガス流動防止処置, 202

仮設備, 1

ガソリン給油所, 125

型式検定, 3, 18, 26, 52, 53, 59, 65, 66, 67, 181, 190, 228,
256

型式検定合格条件, 181

型式検定合格証の失効, 66

型式検定合格証の有効期間, 66

型式検定合格標章, 3, 184

カップリングの送り接続, 157

カテゴリ, 17, 40, 128, 131

カテゴリ 1, 40

カテゴリ 2, 40

カテゴリ 3, 17, 40

過電流, 48, 62, 138

過電流保護, 137, 138

可とうケーブル等の保守, 190

可動式海上掘削設備, 116, 117, 118

可とう性接続, 157

可動部分の調整, 193

加熱ヒータ, 80

可燃性液体, 1, 5, 19, 29, 35, 37, 88, 92, 93, 104, 136, 171

可燃性液体の揮発性, 93

可燃性液体を内蔵するタンク, 88

可燃性ガス及び蒸気の危険特性, 19

可燃性ガス蒸気, 1, 4, 5, 6, 9, 10, 12, 15, 17, 19, 20, 21,
22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 36, 38, 39, 42,
43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 52, 53, 54, 57, 63, 73, 76, 78,
82, 85, 86, 87, 88, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 136, 142,
145, 149, 150, 158, 173, 189, 198, 230, 231, 263

可燃性ガス蒸気が漏洩しやすい設備, 29

可燃性ガス蒸気精製設備, 113

可燃性ガス蒸気の危険特性, 48

可燃性ガス蒸気の層状化, 94

可燃性ガス蒸気の内部放出源, 29

可燃性ガス蒸気の爆発下限界, 18

可燃性ガス蒸気の分散特性, 97

可燃性ガス蒸気の放出率, 93

可燃性ガス蒸気の流動防止, 149

可燃性ガス蒸気の流動を防止, 142

可燃性ガス蒸気の漏洩、放出の防止, 28

可燃性の浮遊粉じん, 24

可燃性物質, 1, 3, 4, 5, 8, 10, 15, 20, 22, 26, 28, 29, 33,
34, 35, 36, 37, 63, 83, 85, 86, 87, 88, 90, 91, 92, 93, 96,
97, 98, 100, 102, 135, 180, 189

可燃性物質が存在する雰囲気, 3, 4, 97

可燃性物質が存在する雰囲気で使用する防爆電気機器,
3

可燃性物質の放出源, 92

可燃性物質の漏洩, 29

可燃性物質を燃焼させるプロセス機器, 92

可燃性浮遊物, 7

可燃性粉じん, 1, 3, 4, 6, 7, 8, 16, 24, 34, 46, 48, 76, 85

可燃性粉じん危険場所, 8

可燃性ミスト, 5

可搬用, 1, 63, 71, 137, 186, 193

過負荷, 48, 61, 62, 136, 196

過負荷保護, 61

過負荷リレー, 61

過フロー弁, 74

カラーコーディング, 167

簡易点検, 181, 184

換気, 29, 35, 36, 37, 64, 68, 73, 83, 86, 87, 90, 91, 93, 94,
95, 96, 97, 98, 99, 100, 102, 103, 104, 107, 110, 113,
116, 119, 122, 125

換気及び空気移動, 95

換気設備, 35, 36, 37

換気設備とインターロック, 35

換気の種類, 96, 97

換気の種類関係, 90

換気の不連続性, 98

換気の有効性, 97

換気の有効度, 98, 102

換気有効度, 98

換気有効度の水準, 98

環境, 34, 36, 43, 44, 48, 49, 52, 53, 57, 61, 65, 85, 90, 91,

92, 95, 99, 102, 125, 136, 145, 146, 154, 161, 165, 181,
185, 186, 187, 188, 191, 194, 201, 218, 219

環境条件, 35, 43, 44

環境の変化, 188

環状電極, 140

管理的職能をもつ技術者, 181, 183, 187, 189

関連機器, 13

関連設備の選定, 56

き

機械的影響, 38

機械的な故障, 27

機器選定の規格, 75

機器の燃料ライン, 27

機器の保護レベル, 4, 33, 75, 229

機器の履歴書, 63

機器の劣化を生じる主な要因, 186

機器への表示, 63

危険箇所の立体図又は三次元モデル, 97

危険特性値, 22, 231

危険場所, 8, 11, 15, 16, 17, 20, 26, 27, 28, 33, 34, 35, 36,
37, 38, 39, 40, 42, 43, 47, 48, 49, 51, 52, 56, 57, 58, 63,
64, 73, 74, 75, 76, 78, 80, 82, 83, 85, 86, 87, 90, 91, 92,
93, 94, 95, 96, 97, 99, 100, 102, 104, 107, 110, 113,
116, 119, 122, 125, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140,
141, 142, 144, 149, 153, 155, 157, 159, 162, 163, 164,
165, 171, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 189, 191, 192,
193, 194, 195, 197, 229, 231, 255, 269

危険場所周辺での自動車, 28

危険場所でのガス検知器, 27

危険場所でのガス検知器の使用例, 82

危険場所の種別, 42

危険場所の低圧配線, 144

危険場所の分類, 26, 36, 63, 85, 99, 255, 278

危険半径設定例, 128

危険物等がある箇所における火気等の使用禁止, 70

危険物等の作業場等, 71

危険物の規制に関する規則, 141

危険物を製造する場合等の措置, 67

気候風土, 35

希釈換気, 96

技術的基準, 2, 23, 30, 40, 44, 46, 52, 53, 134, 256

気象条件, 94, 263

機能試験, 187

強制換気, 27, 29, 36, 64, 87, 90, 91

共通の故障モード, 78

共用接地方式, 140

局所換気, 37, 96

局所換気能力, 37

局所強制換気, 35

許容拘束時間, 12, 61, 196

許容された過負荷, 46

許容曲げ半径, 149

緊急遮断, 64

金属管配線, 48, 50, 51, 58, 134, 135, 140, 142, 144, 154,
155, 173, 263, 271

金属管路を接地線として利用する場合, 140

金属製ダクト, 149

金属製トレイ, 149

金属製又はコンクリート製ピット, 147

く

空気の移動速度, 94

掘削設備, 107, 116

グループ III, 46

グループ II, 23, 24, 26, 44, 46, 155, 271

グループ III, 24

訓練, 28, 61, 65, 181, 182, 186, 187, 188

け

計測器類, 51, 256

継続的管理, 181, 185, 187, 188

携帯用, 1, 25, 26, 63, 64, 72, 82, 84, 186, 193

警報設備, 18, 25, 39, 72

ケーブルがい装のボンディング, 164

ケーブルグラウンド, 4, 48, 49, 50, 60, 136, 142, 165, 221

ケーブルに必要な防護措置, 146

ケーブルの外傷保護, 147

ケーブルの許容曲げ半径, 147

ケーブルの仕上り形状, 145

ケーブルのシールド, 197, 202

ケーブルの接続, 144, 153, 173

ケーブルの耐熱温度, 58

ケーブルの定格電圧, 145

ケーブルの内部構造, 146

ケーブルの表示, 166

ケーブルの表面温度, 146

ケーブルの曲げ半径, 149, 165

ケーブルパラメータの決定, 169, 178

ケーブルラック, 146, 152

結露防止装置, 191

研究室・実験室等, 37

限時形過負荷保護装置, 61

現場管理頻度, 187

現場計器室, 35

こ

高圧の可燃性作動油の漏えい, 74

高温発熱体, 59, 60

高温発熱体の影響の回避, 59

高温表面からの発火, 73

高換気, 98

恒久設備, 1

光源の種類, 52

工場電気設備防爆指針「ガス蒸気防爆 2006」, 2

構成材料, 38

構成材料としての軽金属, 28, 141

構造体接地方式, 140

拘束電流, 12, 61, 196

高熱作業, 36

コールドフロー, 136

呼吸制限容器, 15, 32, 199, 231

国際整合防爆指針, 2, 10, 12, 22, 23, 29, 30, 32, 40, 44,
46, 51, 52, 53, 54, 231

故障回路を遮断, 137, 138

個人用の電気機器, 64

誤接続, 167

コネクタ形差込接続器, 276

個別接地方式, 140

コンクリート製ダクト類, 149

混合ガスの漏洩, 95

コントロール, 33

コンビナート等保安規則, 141

さ

サージ保護装置, 171

サージ保護素子, 172

最高表面温度, 3, 23, 24, 26, 46, 47, 52, 54, 59, 60, 62,
169, 194

最小点火電流, 6, 22, 23, 24, 35, 44, 45, 231

最小点火電流比, 24

最小離隔距離, 60

最大安全すきま, 6, 21, 22, 23, 24, 34, 35, 44, 45, 231

最大安全すきまを求める, 21

作業管理者等, 36

作業規程, 68

作業許可管理, 36

作業指揮者, 67

差込接続器, 51, 64, 161, 162, 275, 276, 277

作動油, 74

サブサーキット, 163, 167, 171

酸素含有量, 198

し

シーリング, 50, 51, 58, 134, 136, 142, 144, 154, 155, 157,
158, 159, 160, 161, 173, 195, 201, 269, 271, 272, 273

シーリングコンパウンド, 142, 159, 269, 271, 272, 274

シーリングダム, 271, 272

シーリングの施工方法, 159

シーリングファイバ, 271

シーリングフィッチング, 50, 51, 58, 142, 144, 154, 155, 157,
158, 159, 160, 161, 173, 269, 271, 272, 274

シーリングを施す箇所, 159

シールドの接地, 163

資格要件の評価, 183

事業者の講ずべき措置等, 64, 228

自然換気, 90, 96, 98, 104, 107, 110, 113, 116

自然発火の条件, 73

失火保護手段, 80

自動換気の故障, 83

自動警報装置, 68, 138

自動車一道路及び電気機関車等への対策, 28

始動頻度, 62, 138, 257

耐振性, 59

締付け部品及び工具, 190

弱電計装配線, 145

弱電流回路の電気配線, 144

遮断シーケンス, 80

遮断時間, 61, 138

遮蔽金属の表面積, 166

車両のプラント、貯蔵及び配送場所, 28

周囲温度, 4, 12, 26, 35, 43, 44, 46, 47, 49, 58, 59, 61, 63,
81, 94, 136, 145, 154, 165, 170, 178, 186, 191, 218, 219

充電部, 4, 26, 48, 61, 190, 191, 266

周波数制御可変速電動機, 60

重負荷始動, 62

修理, 3, 18, 34, 36, 68, 70, 71, 87, 180, 181, 184, 187, 189,
193, 197, 228

修理作業等の適用除外, 71, 228

修理と再利用, 180

熟練者, 181, 183, 185, 187, 188

熟練者による継続的管理, 183, 187

樹脂充填式, 15

樹脂充填防爆構造, 4, 16, 17, 31, 42, 78, 199

使用開始時の点検, 70

蒸気圧, 19, 63, 93, 95, 97, 131

蒸気管, 60

錠締め, 9

仕様書, 48, 62

使用条件, 42, 52, 53, 193, 201, 202, 218

使用条件の意味と内容, 53

使用条件の実例, 53

小動物等の侵入対策, 145

譲渡等の制限, 65, 228

仕様の確認, 58

蒸発表面の寸法, 95

照明器具類, 51, 52, 256

初期点検, 181, 183, 184, 195

触媒活性の表面, 73

除滴, 154, 160, 173, 271

書類, 97, 254

人工換気, 98

振動の影響, 60, 191, 263

す

水素の拡散, 64

水素プラント, 63

砂の充填, 136

せ

正常運転, 3, 11, 15, 16, 76, 175

静電気安全指針, 141

静電靴, 64

静電服, 64

静電放電, 28

静電誘導, 136, 138

静電床, 64

整備, 51, 59, 169, 180, 181, 189, 193, 212, 221

精密点検, 181, 184, 185, 186, 187, 194, 195

赤外線検出器, 80, 81

絶縁隔壁, 167

絶縁監視装置, 138, 139

絶縁空間距離, 26, 167

絶縁性の確保, 48

接合面の奥行き, 10, 16, 21

接合面のすきま, 9, 10, 21, 29

接合面の適切な保護方法, 60

接触燃焼式ガス検知器, 82

接続端子部, 9, 14, 144, 172

接続箱, 13, 48, 57, 134, 135, 153, 157, 159, 164, 168, 170,
173, 186, 198, 263

接地, 26, 35, 48, 62, 71, 137, 138, 139, 140, 141, 153, 161,
163, 164, 165, 167, 168, 171, 172, 179, 192, 193, 195,
197, 198, 201, 202, 219, 264, 266, 275

設置位置への配慮, 59

接地極, 140

接地金属隔壁, 167

接地形熱電対, 171

接地抵抗値, 140

接地の導通性, 197

接地保護導体, 139

接地ボンディング, 171

接点封入式の構造, 15

設備の管理, 185

設備の点検の周期, 186

設備の防爆対策, 1, 33, 34, 37

線状電極, 140

全体強制換気, 35

そ

掃気, 10, 11, 29, 36, 80, 92, 93

相対密度, 5, 19, 20, 22, 35, 63

相電流不平衡保護装置, 61

ゾーン 0 NE, 103

ゾーン 1 NE, 103

ゾーン 2 NE, 103

ゾーン 20, 8

ゾーン 21, 8

ゾーン 22, 8

ソフトスタート, 62

た

耐圧防爆構造, 4, 9, 10, 21, 23, 29, 32, 42, 43, 44, 45, 60,
78, 196, 200, 201, 259, 260, 262, 275, 276, 277

耐圧防爆構造の電気機器のグループ, 24

耐圧防爆接合部, 9, 10, 196

第一類危険箇所, 8, 11, 12, 26, 35, 40, 41, 42, 51, 52, 56,
63, 73, 75, 83, 85, 86, 87, 92, 95, 100, 102, 103, 104,
119, 122, 137, 139, 159, 162, 171, 259, 260, 262
第一等級, 36, 85, 87, 88, 90, 102, 103, 104, 107, 110, 113,
116, 119, 122, 125
ダイオード形安全保持器, 14, 53
耐火ケーブル, 64
大気汚染, 35
大規模破壊, 1
耐久部品, 180
耐湿性, 59
耐食性, 59, 158, 182, 263
耐電圧試験, 26, 163, 164, 166, 168
帯電防止用接地線, 190
第二类危険箇所, 8, 11, 12, 31, 35, 38, 40, 41, 42, 56, 63,
83, 85, 86, 87, 92, 95, 100, 103, 104, 107, 119, 122,
137, 162, 165, 171, 192, 262
第二等級, 36, 85, 87, 90, 102, 103, 104, 107, 110, 113,
116, 119, 122, 125
退避等, 68
耐薬品性, 63, 145, 267
ダクト, 10, 20, 38, 39, 136, 141, 142, 145, 146, 149, 165,
195, 198, 201, 202, 263, 269
多心ケーブルの未使用心線, 165
多重等級放出源, 87
多条布設, 149
立入禁止等, 71
縦形シーリングフィッティング, 271
段階的置換, 96
タンクローリー給油設備, 122
端子区域, 9
端子箱, 9, 49, 50, 60, 61, 134, 140, 142, 144, 145, 157,
172, 180, 189
単純機器, 13, 26, 57, 169, 171
断火保護手段, 80
短絡電流, 162

ち

置換, 29, 33, 90, 91, 96
置換換気, 96
蓄電池室, 64
地形, 94, 95, 97
地中に埋設した接地幹線, 140
中換気, 98
中間抜取点検, 186
直流放電開始電圧, 172
貯蔵タンク, 63, 171
地絡, 62, 136, 137, 138, 139, 144, 162, 195, 198
地絡警報装置, 138
地絡自動警報装置, 138
地絡保護, 138

つ

通常の大気条件, 1
通風式内圧防爆構造, 11
つり下げ管の長さ, 62

て

低圧ナトリウムランプ, 57
定格運転時の温度上昇, 46
定格電圧の変動範囲, 46
低換気, 98
定期自主検査, 69
定期点検, 185
低減, 27, 28, 31, 33, 34, 35, 97, 98, 102, 119, 140, 145,
190
抵抗加熱装置, 62
定置形ガス検知器, 84
出入口の扉は、二重扉, 38
適正交換時期, 206
適切な保護設備, 47
電気機器の取外し時の配線端末処理, 190
テルミット, 28
点火エネルギー, 44

点火限界曲線, 174

電気機械器具防爆構造規格, 1, 2, 22, 40, 42, 48, 52, 53, 228, 256

電気機器の許容温度, 23

電気機器の最高表面温度, 3, 23

電気室, 35, 151, 168

電気設備技術基準, 139

電気設備に起因する爆発, 34

電気設備の防爆対策の特例, 35

電氣的インターロック, 64

電氣的接続, 9, 164, 179, 200, 202

電氣的パラメータ, 13, 57, 163, 171

電氣的保護, 47, 48, 134, 136

電気火花及び高温部が発火源となりえない電気設備, 25

点検, 2, 59, 63, 67, 68, 70, 71, 84, 85, 87, 136, 149, 169, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 193, 194, 195, 196, 197, 199, 200, 201, 206, 218, 228, 272

点検表, 194

点検と保守, 180

点検の記録のコピー, 182

点検の種類, 184

電源の短絡保護装置, 202

点検頻度, 188

電線管相互の送り接続, 155

電線管用附属品類, 48

電線管路, 135, 144, 154, 157, 158, 159, 160, 173, 263, 271

電線管路の支持, 158

電流時間特性カーブ, 61

電流不平衡, 61

電路外金属部, 134, 140, 141

電路の接地方式, 139

と

動作遅延時間, 61

導体の太さ, 145

等電位化, 137, 140, 141

等電位接地方式, 140

等電位ボンディングシステム, 137, 139, 141, 163, 164, 167, 168, 171

導電性粉じん, 7, 24

特殊防爆構造, 32, 33, 51, 53, 54, 229, 230, 262

特別危険箇所, 8, 35, 40, 41, 42, 63, 73, 75, 85, 86, 92, 100, 103, 104, 137, 139, 141, 168, 171, 172

ドラフトチャンバ, 37

取扱い説明書, 53, 169

取付け姿勢, 62

取付けねじ類, 62

取付け方式, 62

ドレン形シーリングフィッチング, 271, 274

トレンチ, 95, 136

な

内圧室, 8, 10, 18, 35, 37, 38, 39, 83

内圧室の各部の内圧, 39

内圧室の構造, 38

内圧室の保護設備, 39

内圧室への通風, 39

内圧防爆構造, 4, 10, 11, 17, 29, 30, 38, 42, 43, 59, 78, 95, 198, 199, 229, 257

内部インダクタンス, 14, 169

内部キャパシタンス, 14, 169

内部放出ガス, 47

内部放出源, 29, 30

内部放出源への防爆的措置, 29

難燃性, 74

に

二重絶縁, 63

認証, 17, 18, 57, 61, 162, 168

認定, 18

ぬ

抜取点検, 181, 185

ね

ねじ結合, 48, 51, 62, 135, 140, 147, 155, 157, 263

ねじ精度, 48, 51

ねじ接合部, 9, 10, 196

熱油管, 60

熱可塑性材料, 136

熱絶縁、残留物の除去, 36

熱線形接触燃焼式, 82

熱伝導度式センサ, 84

熱放射, 47, 49, 145

燃焼室, 27, 80, 81

燃焼室等への対策, 27

燃料ラインの安全遮断弁, 80

は

バーナー制御システム, 80

バーナーへの燃料供給, 80

ハーメチックシール式の構造, 15

配管, 3, 29, 37, 38, 39, 60, 68, 69, 70, 74, 82, 87, 92, 95,
136, 137, 141, 142, 155, 157, 159, 173, 263

配線の電氣的パラメータ, 135

パイプ吊照明器具の設置, 62

爆燃性粉じん, 7, 8, 47, 254

爆燃性粉じん危険場所, 8

爆発限界, 6, 10, 19, 22, 35, 63, 97, 231

爆発下限界, 6, 10, 19, 30, 36, 37, 84, 92, 93, 94, 96, 98,
198, 231

爆発上限界, 6, 19, 82

爆発性雰囲気, 2, 5, 6, 8, 12, 13, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21,
22, 26, 27, 29, 31, 33, 34, 36, 37, 38, 39, 44, 51, 54, 57,
73, 75, 76, 80, 85, 86, 87, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 100,
103, 122, 134, 135, 142, 153, 193, 198, 201, 231, 269

爆発性雰囲気と発火源, 34

爆発性雰囲気の生成, 29, 87

爆発性雰囲気の生成防止, 28

爆発性雰囲気の生成防止対策, 39

爆発性雰囲気の発生確率, 86

爆発性粉じん雰囲気, 4, 7, 8, 17, 46, 76, 195, 229

爆発等級, 21, 22, 23, 44, 45, 46, 47, 51, 52, 54, 58, 135,
155, 182, 193, 194, 197, 271

爆発等級の分類, 23

爆発等級又はグループの決定, 44

爆発の危険のある場所で使用する電気機械器具, 25, 70

発火エネルギーの抑制, 2

発火温度, 6, 7, 20, 22, 23, 27, 34, 35, 44, 45, 46, 47, 54,
63, 73, 74, 97, 145, 170, 231, 254

発火温度と引火点, 73

発火温度の測定装置, 20

発火源, 2, 4, 11, 12, 16, 17, 18, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31,
32, 33, 34, 36, 39, 42, 43, 73, 74, 75, 76, 80, 83, 85, 86,
135, 136, 137, 144, 162

発火源を除去, 86

発火シーケンス, 80

発火度又は温度等級の決定, 46, 47

発火度の分類, 23, 254

発火に至るシーケンス, 80

発火能力の本質的抑制, 43

発火のリスク, 27, 28

発火前の燃料供給, 80

発火源対策, 39

発火源の防爆的隔離, 43

発火リスク, 75

半導体式センサ, 84

ひ

非エネルギー制限回路, 13

引外し時間, 196

非硬化性の防食剤, 157

非充電金属部, 140, 141

非接地式, 139

非接地式電路, 137

被測定流体温度, 58

ビチューメン, 74

非電気機器の摩擦スパーク, 34

非点火性の部品, 15

非点火性部品の容器, 15
非点火防爆構造, 4, 9, 15, 16, 31, 42, 54, 199, 200, 201
非電気機器, 27, 28, 40, 45, 46
非電気機器についての検定制度, 28
非電気機器の熱い表面, 27
非電気機器の発火のおそれ, 27
非電気機器の発熱部, 28
非電気機器への対策, 26
非導電性材料の容器, 191
非導電性粉じん, 7
避難用の出入口等の表示, 72
非ねじ接合部, 9
火花点火試験, 6, 9, 31, 170
火花点火試験設備, 6
非本安回路, 171, 198
非本安回路許容電圧, 14
非本安回路, 13
ヒューズ保護式シャントダイオード形安全保持器, 197
ヒューマンエラー, 48
標高, 35, 43, 44
標準的環境条件, 137

ふ

封入式内圧防爆構造, 10
風量調節, 37
負荷電流, 61, 260
腐食性化学薬品類, 63
腐食性ガス, 35, 43, 59, 157, 186, 219
腐食性物質, 59, 154
腐食や劣化等, 48
布設経路, 147
沸点, 63, 93, 95, 97, 231
不燃性, 18, 38, 74, 271
不燃性材料, 38
部品の取替え, 193
プラスチック製容器の静電気の帯電, 193
プラントのレイアウト, 27, 95
プラント又は装置の危険場所, 85

ブリカチューブ, 147
フレキシブルチューブ, 74
フレキシブルフィッティング, 50, 62, 147, 155, 157, 263
プロセス容器の中, 63
分散モデリング, 128, 129
文書化, 62
粉じん雲の発火温度, 7
粉じん層の発火温度, 7
粉じん堆積層の発火温度, 7
粉じんの侵入防止, 172
粉じん防爆, 4, 7, 8, 16, 17, 47, 48, 184, 196, 198, 199, 202, 230
粉じん防爆特殊防じん構造, 16, 32, 47
粉じん防爆普通防じん構造, 16, 32

へ

閉鎖用部品, 142, 200
平面接合面のすきま, 200
変圧器類, 51, 256

ほ

放出源の幾何学的形状, 93
放出源の等級関係, 87
放出速度, 93, 100, 129
放出源, 8, 27, 29, 36, 38, 39, 63, 73, 83, 85, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 102, 104, 107, 110, 113, 116, 119, 122, 125, 128, 184, 198
放出源の等級, 91, 99, 100, 102, 104
放出率, 35, 85, 90, 92, 93, 95, 97, 100, 102, 131
棒状電極, 140
防爆工事, 56
防爆構造等の記号の一括表示, 53
防爆構造の特質, 48
防爆性能の復元, 189, 190, 206
防爆適用温度範囲, 58, 59
防爆電気機器の防爆化, 43
防爆電気機械器具, 1
防爆電気機関車, 28

防爆電気機器と可燃性ガス蒸気の分類, 22

防爆電気機器の検定範囲, 142

防爆電気機器の種類, 3, 63, 182

防爆電気機器の設置, 56

防爆電気機器の選定, 40

防爆電気設備, 3, 25, 35, 39, 41, 64, 85, 86, 134, 135, 136, 137, 139, 158, 180, 182, 183, 188, 189, 191, 206, 228, 263

防爆電気設備の使用期間, 136

防爆電気設備の施工, 135

防爆電気配線, 40, 49, 134, 135, 136, 154, 161, 173, 228, 263

防爆電気配線の選定, 48

防爆フォークリフト, 28

保護ガス, 10, 11, 17, 29, 30, 59, 95, 198

保護協調特性曲線, 61

保護装置の活用, 2

保護リレー, 62

保守, 26, 27, 28, 34, 35, 36, 40, 48, 57, 59, 61, 82, 84, 85, 86, 87, 119, 136, 169, 180, 181, 182, 183, 185, 186, 187, 189, 190, 191, 192, 193, 194, 199, 206, 218, 227, 230, 279

保守作業, 36, 192, 206

保守作業中のガス検知器の使用, 82

保守作業中の危険場所の分類, 36

保守作業の履歴, 188

保守担当者, 181, 183

保守担当者の資格要件, 182

保守用機器, 193

ボックス類, 50, 135, 154, 160, 263

ポテンゲ, 31

炎検出器, 80, 81

本安回路, 12, 13, 14, 78, 142, 163, 165, 166, 167, 171, 172, 175, 198

本安回路許容インダクタンス, 14

本安回路許容キャパシタンス, 14

本安回路許容電圧, 14

本安回路許容電流, 14

本安回路許容電力, 14

本安回路最大電圧, 14

本安回路最大電流, 14

本安回路最大電力, 14

本安回路と非本安回路とのインターフェース, 197

本安回路の検証, 168

本安回路の接地と絶縁, 198

本安回路の端末処理, 167

本安関連機器, 13, 14, 26, 135, 162, 165, 168, 169, 170, 171, 174, 175, 192, 193, 197, 198

本安機器, 13, 26, 57, 135, 162, 168, 169, 171, 172, 192, 193

本質安全性維持の接地, 198

本質安全防爆構造, 4, 6, 12, 15, 17, 22, 23, 26, 31, 32, 42, 43, 44, 45, 51, 53, 75, 78, 189, 192, 193, 196, 229, 261

本質安全防爆構造」に規定する火花点火試験設備, 22

本質安全防爆構造の電気機器のグループ, 24

本質安全防爆システム, 13

ま

マーキング, 167

摩擦火花, 27

み

未使用心線, 165

密封式内圧防爆構造, 11

密閉式試験での引火点範囲, 74

む

無換気, 91, 103

無許可の改造, 200, 203, 204

無火花式, 15

め

明青色, 166, 167

迷走電流, 155

も

網状電極, 140

目視点検, 181, 184, 185, 186

最も火炎逸走しやすい混合ガス, 5, 6

最も発火しやすい混合ガス, 5

ゆ

油圧システム, 74

油浸物質の自動発火, 73

ユニオンカップリング, 157

ユニオンカップリングアダプタ、ニップル, 50

よ

容器のガスケットの状態, 200

容器の保護等級, 4, 26, 35, 44, 48, 58, 59, 61, 168, 191

容量性部品, 169

横形シーリングフィッチング, 271, 274

予備ブロワーの自動起動, 98

予備ブロワーの信頼性, 98

り

リスクアセスメント, 75, 76, 77

立地条件, 35

流出防止用区画, 159

粒体充填防爆構造, 32, 33

流体の組成, 128

流通路を有する内圧容器, 30

流動防止, 145, 150, 153, 269

流量, 10, 25, 47, 49, 59, 80, 198

れ

冷却に関する仕様, 59

冷却媒体, 47, 49, 59

冷却媒体の温度, 47, 49

連続等級, 85, 87, 88, 90, 99, 102, 103, 104, 107, 110, 113,
116, 119, 122, 125

ろ

漏洩, 10, 27, 28, 29, 37, 39, 42, 86, 92, 262

漏電保護, 63

労働安全衛生規則, 25, 31, 67, 137, 162

労働安全衛生法, 2, 3, 5, 18, 64, 228

露出導電部, 137, 139, 264, 266

利用上の注意

本ガイドにおいて記述内容の更新等の必要が生じた場合は、独立行政法人労働安全衛生総合研究所及び公益社団法人産業安全技術協会のホームページにおいて随時最新情報を公開します。