



はじめに

「防爆技術情報 W4.1」に「防爆電気工事」について記載しましたが、多くの問い合わせがあり、誤解も見受けられました。

- ・防爆エリアでは、厚鋼電線管しか使用出来ない？
- ・配線ラックを使用してもよいのか？
- ・防火区画において、建築基準法の延焼防止と防爆指針の「砂詰め」両方が必要？

また国際整合指針による防爆電気機器も増えてきましたので、JIS C 60079-14 に沿った解説も加えました。

電気工事の分野においても、設計の正当性が強く求められるようになりました。これらに関して法の解釈と現在の防爆電気工事についての参考になればと思います。

なお、記載に当たっては出来るだけ根拠を明確にするため、指針や JIS の項番号も付記しました。

1] 防爆電気工事に関する法規制

1. 防爆の関連法規

日本では、概略以下のような所管区分がなされています。

- 1) 防爆電気機械器具については、労働安全衛生法を所管する厚生労働省、
- 2) 防爆電気機械器具の配線については電気事業法・電気設備の技術基準を所管する経済産業省
- 3) 設備の稼働・運用については、総務省／消防庁

電気工事に関しては経済産業省所管のとなり、法律は「電気事業法」で、実質的には「電気設備の技術基準の解釈」となります。

2. 電気設備の技術基準の解釈（176条）【可燃性ガス等の存在する場所の施設】

第176条

可燃性のガス（常温において気体であり、空気とある割合の混合状態において点火源がある場合に爆発を起こすものをいう。）又は引火性物質（火のつきやすい可燃性の物質で、その蒸気と空気とがある割合の混合状態において点火源がある場合に爆発を起こすものをいう。）の蒸気（以下この条において「可燃性ガス等」という。）が漏れ又は滞留し、電気設備が点火源となり爆発するおそれがある場所における、低圧又は高圧の電気設備は、次の各号のいずれかにより施設すること。

一 次によるとともに、危険のおそれがないように施設すること。

イ 屋内配線、屋側配線、屋外配線、管灯回路の配線、第 181 条第 1 項に規定する小勢力回路の電線及び第 182 条に規定する出退表示灯回路の電線（以下この条において「屋内配線等」という。）は、次のいずれかによること。

(イ) 金属管工事により、次に適合するように施設すること。

- (1) 金属管は、薄鋼電線管又はこれと同等以上の強度を有するものであること。
- (2) 管相互及び管とボックスその他の附属品、プルボックス又は電気機械器具とは、5山以上ねじ合わせて接続する方法その他これと同等以上の効力のある方法により、堅ろうに接続すること。
- (3) 電動機に接続する部分で可とう性を必要とする部分の配線には、第159条第4項第二号に規定する耐圧防爆型フレキシブルフィッチング又は同項第三号に規定する安全増防爆型フレキシブルフィッチングを使用すること。

(ロ) ケーブル工事により、次に適合するように施設すること。

- (1) 電線は、キャブタイヤケーブル以外のケーブルであること。
- (2) 電線は、第120条第6項に規定する性能を満足するがい装を有するケーブル又はMIケーブルを

使用する場合を除き、管その他の防護装置に収めて施設すること。

(3) 電線を電気機械器具に引き込むときは、引込口で電線が損傷するおそれがないようにすること。

□ 屋内配線等を取める管又はダクトは、これらを通じてガス等がこの条に規定する以外の場所に漏れないように施設すること。

ハ 移動電線は、次によること。

(イ) 電線は、3種キャブタイヤケーブル、3種クロロプレンキャブタイヤケーブル、3種クロロスルホン化ポリエチレンキャブタイヤケーブル、3種耐燃性エチレンゴムキャブタイヤケーブル、4種キャブタイヤケーブル、4種クロロプレンキャブタイヤケーブル又は4種クロロスルホン化ポリエチレンキャブタイヤケーブルであること。

(ロ) 電線は、接続点のないものを使用すること。

(ハ) 電線を電気機械器具に引き込むときは、引込口より可燃性ガス等が内部に侵入し難いようにし、かつ、引込口で電線が損傷するおそれがないように施設すること。

ニ 電気機械器具は、電気機械器具防爆構造規格に適合するもの（第二号の規定によるものを除く。）であること。

ホ 前条第一号ハ、ホ及びヘの規定に準じて施設すること。（※前条は、第175条 粉じん）

ニ 日本工業規格 JIS C 60079-14（2008）「爆発性雰囲気で使用する電気機械器具－第14部：危険区域内的の電気設備（鉱山以外）」の規定により施設すること。

2. 日本工業規格 JIS C 60079-14（2008）の規定

（電気設備の技術基準の解釈 176条 二項）

1) 国際整合指針（IEC60079-）に準拠した規格で認定を受けた防爆電気機械器具は、IEC 60079-14に準拠した日本工業規格JIS C 60079-14によって工事すること。



以下の資料にも防爆電気工事に関する項目がありますが、法律の直接的引用はありません。

- 1) 電気設備防爆指針（ガス蒸気防爆 2006）
- 2) ユーザーのための防爆電気設備ガイド（2012）

「……当該電気設備が点火源となる爆発又は火災のおそれがないように施設しなければならない」様にするための参考指針です。

2] ケーブル工事（本質安全防爆配線を除く）

1. 防爆電気工事

防爆電気工事では、配線の傷や断線により、電気的火花を発生させないようにするための機械的保護が主体となります。

防爆電気工事には、「金属管工事」と「ケーブル工事」があります。

1) 金属管工事：絶縁電線を使用する配線工事

絶縁電線・厚鋼電線管・耐圧防爆形電線管付属品……を使用する必要があります。

＊現在は、耐熱電線などゴム・プラスチックケーブルが使用できない場合など限られた機器配線で殆ど使用されていません。／出来るだけ使用しない！

2) ケーブル工事：ケーブルを使用する配線工事

現在一般的な配線工事です。以降の解説はケーブル工事を前提とします。

又、法規や指針で規定された最低限の工事方法について解説します。

	絶縁電線 ：導線に絶縁を施した電線（例：IV線）	
	コード ：複数電線を連結した電線	
	ケーブル ：導線に絶縁を施したものの外部にシースを有する電線	
	※コードは防爆電気工事には使用できません	

2. ケーブル工事（本質安全防爆配線を除く）

注）“-防爆指針(2006)”とは、NIIS-TR-NO.39(2006) 工場電気設備防爆指針（ガス蒸気防爆 2006）

1) 機器への配線引き込み口（耐圧防爆構造）

●日本の防爆検定制度では、ケーブルグラントは機器に含まれて検定を受けます。

2) ケーブルの布設（ダクト、ラック）

-防爆指針(2006) 4222 (2)：外傷保護をしなければならない。

-技術基準解釈：管その他の防護装置に収めて施設すること。

・1.2mmt 以上の鋼板製金属ダクト又は金属製トレーを使用、又は 1.6mmt 以上の鋼板又は同等以上の強度がある金属製ラック

・外傷を受ける恐れのある場所は、蓋を取り付け

	ユーザーのための防爆電気設備ガイド（2012）
	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。 が、配線ラックは防爆エリアでは使用できない……との解釈になっているかもしれませんが、すべての場所において金属製ラックの使用を認めない訳ではないと解釈しています。
外傷保護の観点だけからは配線ダクトが適当ですが、配線の温度上昇によるケーブル劣化が懸念されます。特に屋内の低圧配線では、増設による配線増加で配線ダクト内のケーブルが長期の使用によって熱劣化（CVケーブルが炭化してポロポロ）した現場の経験があります。機器は10年、20年で更新されますが、ケーブルは更新されないのが常です。これらを踏まえて選定が必要です。	

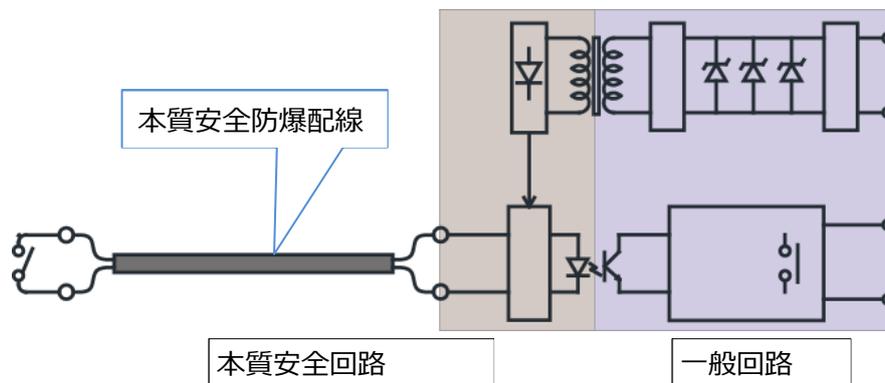
3] 本質安全防爆電気工事

本質安全防爆機器は、その工事と一体となって防爆性能を発揮するものですから、他の防爆構造よりも工事と密接な関係があります。

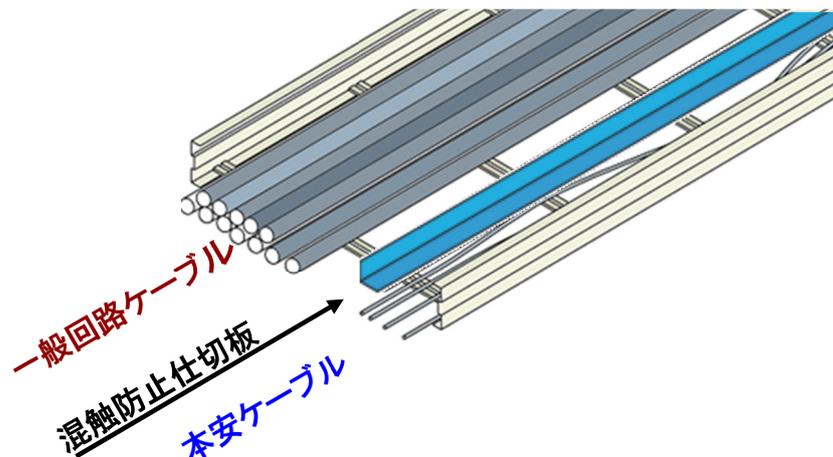
本質安全防爆機器の配線は、安全保持器（バリア）以降の配線ですので、誘導や混色による異常電圧を防止する必要があります。

1. 本質安全防爆電気工事 一般

- 1) 本質安全防爆機器の検定条件に従う - 防爆指針(2006) 4410(2)
インダクタンス(L) コンデンサ (C) の蓄積エネルギーによる火花防止
・配線のインダクタンス(L)、ンデンサ (C)の蓄積エネルギー火花が出ないように配線のインピーダンスを確認
⇒配線距離制限、等（銘板記載事項によること）



- 2) 一般回路との混色防止 - 防爆指針(2006) 4410(2)
・配線路（ダクト・ラック）を分ける／分けられない場合は仕切り板で混触防止する。
- 3) 配線への誘導防止 - 防爆指針(2006) 4410(3)
・配線を金属製の保護管に入れる／シールド線を使用する等の対策が必要です。



2. 本質安全防爆電気工事 (JIS C60079-14)

国際整合防爆指針による本質安全防爆機器が大半を占めるようになった現在では、JIS C 60079-14 が重要になってきます。

1) Zone 1 および Zone 2 における本質安全防爆工事に使用するケーブル

- a) ケーブルの耐電圧 (JIS-12.2.2.1)
 - ・ケーブルの耐電圧は、AC500V (又は DC750V) 以上
 - ・導体は直径 0.1mmΦ以上
- b) 電氣的パラメータ (ケーブルのインピーダンス) (JIS-12.2.2.2)
 - ・メーカーのデータを使用するか、サンプルの試験データ又は、一般的なケーブルでは、200 pF/m 及び 1 μH/m を使用してもよい
- c) シールドの接地 (JIS-12.2.2.3)
 - ・遮へい (シールド線) は原則として非危険場所の 1 か所で行なう
- d) ケーブルがい装のボンディング (JIS-12.2.2.4)
 - ・がい装ケーブルのがい装は、全体にわたって等電位ボンディングしなければならない
- e) ケーブルの施工 (本安回路と非本安回路の分離) (JIS-12.2.2.5)
 - ・本安ケーブルと非本安ケーブルは分離配置するか、がい装, 金属シース, 又は遮へい付きとする。
- f) ケーブルの表示 (JIS-12.2.2.6)
 - ・本安回路であることを示すために識別しなければならない。(色は明青色)

g) 複数の本安回路を含む多心ケーブルの追加要求事項 (JIS-12.2.2.7)

注) 異なる安全保持器に接続される本安回路は、複数の本安回路となります。

g-1) 本安回路及び非本安回路を同じ多心ケーブル内に収めてはならない

g-2) 絶縁層の最小厚さは 0.2 mm とする。

g-3) 多心ケーブルは、少なくとも次の電圧試験に耐えなければならない。

・心線と大地 (シールド、がい装) 間 AC 500V 又は DC 750V

・多芯を2分割した心線相互間 AC 1,000V 又は DC 1,500V

(各対シールドの多心ケーブルには適用しない)

h) 多心ケーブルにおける故障への考慮 (JIS-12.2.2.8)

h-1) 回路が互いに接触することを防ぐために、本安回路の個別保護を施す導電遮へい付きのケーブルは、遮へいの保護範囲を 60 %以上の表面積とすれば、回路間の故障は考慮しない。

※例えば、各対シールドケーブルは、回路間の故障を考慮しなくてもよい。

h-2) 固定配線で、損傷から有効に保護され更に、最大使用電圧 U_0 が 60V 以下の回路であれば、回路間の故障は考慮しない。

●つまり、上記 h-1)、又は h-2)を満たすケーブルは、ケーブル内の故障を考慮しなくてもよい。



本安回路のケーブルは、内部故障も考慮しなくてはなりません。

例えば、1 CHのバリアを3個設置して、現場まで1本の多芯ケーブルで配線するような場合、a) ~ h) を満足する多芯ケーブルを適用する必要があります。

※ただし、最大電圧が60Vを超える本質安全回路は少なく、AC1,000Vの耐電圧を持つケーブルはそれほど特殊なものではないと考えています。

2) 本安回路の端末処理 (JIS-12.2.3)

- a) 本安回路の端子は、本安回路であることを表示しなければならない。
- b) 隔離を距離によって行う場合、端子間の空間距離は 50 mm 以上
- c) 隔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、隔壁と容器は1.5mm 以下
- d) 端子に接続する外部導体の露出導電部分と接地金属との空間距離は3mm以上
- e) 本安回路の露出導電部分の端子間の空間距離は 6 mm 以上



離隔距離については、工事というよりも本質安全防爆回路を収納する制御盤の設計製作時に配慮することですが、工事で製作する本質安全防爆の中継端子ボックスもこの規定を満たす必要があります。

3) その他

本安回路は本安機器と密接な関連があり、本質安全防爆機器の検定条件に従う必要があります。
メーカーの取り扱い説明書の指示事項に従う必要があります。

- a) 本安回路の接地 (JIS-12.2.4)
- b) 本安回路の検証 (JIS-12.2.5)
 - ・インダクタンス, キャパシタンス又は L/R 比, 及び表面温度

4] ガスの流動防止

配線路を通して危険性ガスが他の危険エリア、または非危険場所に流通しないようにガスの流動防止を行わなければなりません。

1. ガスの流動防止

- a) 爆発性ガスの流動防止 -防爆指針(2006) 4222 (5)
爆発性ガスが保護管、又はダクト類を通じて異なる種別の危険場所間、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しなければなりません。
- b) 可燃性物質の通過及び集積 JIS-9.1.6
- c) 壁面における開口部 JIS-9.1.9

2. 保護管のガス流動防止

- ・シーリングフィッチング、等を使用してガスの流動防止をする。
- ・ケーブル工事の場合は、確実にガスの流動防止のためのシールが出来ればよく、金属管工事に規定するシーリングフィッチングでなくてもよい。



金属管工事の壁貫通 -防爆指針(2006) 4233
金属管工事の電線管が壁を貫通する場合は、単なるシールではなく金属管工事に規定するシーリングフィッチングを設けなければなりません。

3. ダクト・ラックのガス流動防止

- a) 異なる危険個所の壁・床貫通
指針や JIS60079-14 で規定する“異なる危険個所を貫通するダクト・ラック”はガスの流動を防止するためのシールが必要です。
“砂詰め、等”という以外に特別な規定はありません。
- b) 防火区画の壁・床を貫通
単に異なる危険箇所の壁ではなく、防火区画の壁・床の場合は建築基準法、消防法の防火区画貫通処理が必要になります。
※建築基準法では、壁貫通部の両側 1mを金属管等で保護しシールする。というのが基本でしたが
現在では、「国土交通大臣認定の防火区画工法」が主流になっています。
国土交通大臣認定の防火区画工法では、多くの場合、ガスの流動防止が出来ます。
※「砂詰め」は、建築基準法の防火区画貫通処理としては、不適と思われる。

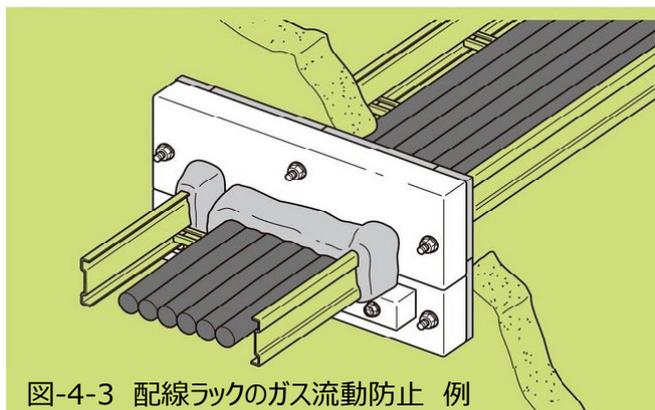


図-4-3 配線ラックのガス流動防止 例

4. (参考) ガスの流動防止に関する事故事例

下図は、実際に起こった事象を説明するため作成したものです。

<事象>

- 1) 製造エリアは、危険場所であり防爆構造の電気機器を使用し、防爆配線工事がなされていた。
- 2) 製造エリアは、定修のため容器開放や洗浄作業が行われた。
- 3) 定修が終わり、ポンプの起動押し釦を押したところ、電気室で爆発事故が起こった。

<原因>

- a) 定修中に滞留した可燃性ガスが、配線ピットに流入した。
- b) 可燃性ガスが、配線ピットから制御盤下部のケーブル引き込み口を經由して盤内に流入した。
- c) ポンプ起動ボタンを押したところ、盤内の電磁接触器の開閉火花によって、盤内に流入した可燃性ガスに引火した。

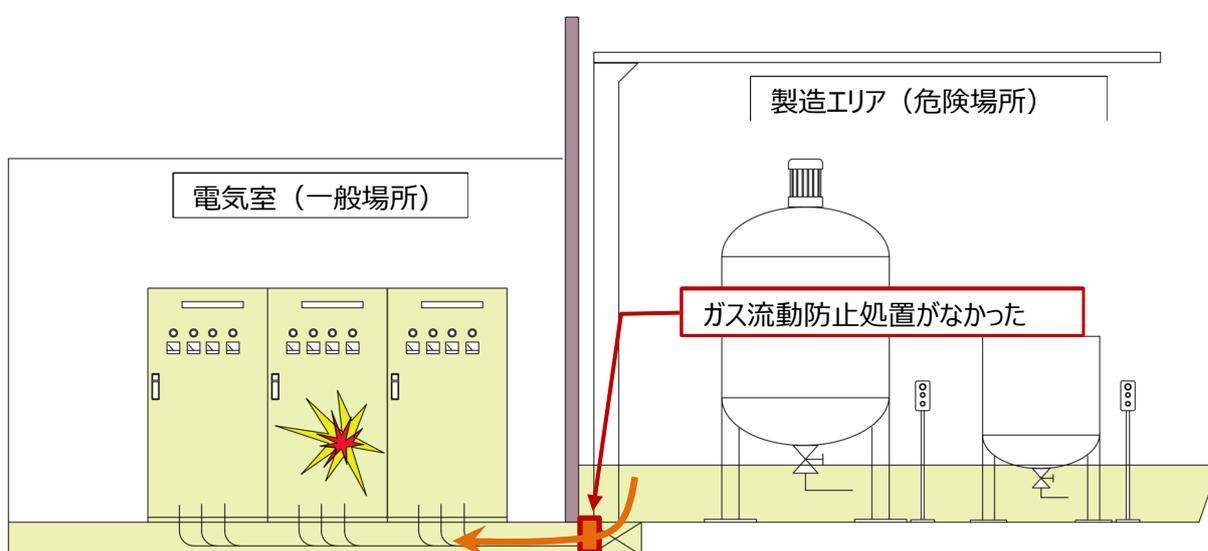


図-4-4 実際に起こった事象を説明するため作成したもの