

防爆に関する基礎知識

1. 防爆（防爆設備または機器）とは
2. 日本における規制
3. 危険場所
4. 防爆構造の種類
5. 具体的な防爆構造と各種記号について 6.

防爆機器の選択例

7. 標準環境条件 / 参考文献

8. 防爆掃除機

1. 防爆（防爆設備または機器）とは

（1）防爆とは、爆発・火災を防止する事である。

（2）爆発・火災は、どうして発生するのか？

爆発・火災は、可燃物が着火源によって着火して発生する。

着火源には、火炎、機械的摩擦、衝撃、高温表面、電気火花、電磁波などの各種のものがあり、可燃物には、固体（粉じん）、液体（蒸気）、気体（ガス）の形態のものがある。

いずれにしても、爆発・火災は可燃物と着火源が共存するときに発生する。

着火源

+

可燃物

=

爆発・火災

（いずれか一方では、爆発・火災は発生しない）

したがって、爆発・火災を防止するためには、次のいずれかに対応することで可能となる。

1. 着火源（電気設備等）と可燃物の共存を避けるようにする。
2. 着火源（電気設備等）が着火作用（能力）を有しないようにする。
3. 可燃物の可燃特性を消滅させるようにする。
（可燃物の濃度を爆発下限界以下にする等）

しかし、工場や事業所等において、業務上、可燃性ガス・引火性の液体を常時取り扱っている場所で、様々な着火源との共存を避けるようにすることは一般的には、非現実的である。

また、プラント等で可燃物を使用しないか、着火源（電気設備等）をすべて排除するかのいずれの選択も現実には出来ない。

そこで、工場・事業所等で可燃性ガス・蒸気の取り扱う際には、出来る限り大気中に放出・漏洩しないよう設備・装置の設計製作し、運転操作・作業においてもこのように行うのが基本である。

只、現実には安全弁の正常動作、石油類の給油等可燃性ガス・蒸気が大気中に放出されたり漏洩する事が避けられず、皆無にすることは技術的に困難であり、この対策には限界がある。このため、万一、放出・漏洩が生じても爆発下限界以下に保つよう十分な通風・換気を図ると共に着火源対策として防爆電気設備の採用が行われる。

（3）防爆電気設備（防爆電気機器）とは

可燃物の着火源とならないように電気設備（電気機器）に対して特別な技術的対策（防爆構造「検定合格品」）を講じたもの（いわゆる防爆機器）である。

2. 日本における規制

日本では、1950年頃から石油精製、石油化学などの工場が建設されるようになったが、当時はそのような工場で使用すべき防爆電気機器・配線等に起因する爆発防止の必要から、労働省産業安全研究所が中心となって、防爆電気機器の製造者、使用者の代表から構成される委員会を組織し、審議した結果、1955年に「RIIS-TR 産業安全研究所防爆指針」が発表された。

この防爆指針は、推奨基準（法的に強制されるものではない。）であり、その内容は

1. ガス蒸気の分類
2. 危険場所
3. 防爆電気機器の構造・試験方法
4. 防爆電気配線・施行方法

などが記載されている。

1969年（昭和44年）になり労働省において、防爆電気機器の構造規格（労働省告示第16号）が定められ、防爆電気機器はすべてこの構造規格に適合しなければならない（強制）ことになった。また、通商産業省では、1965年に防爆指針における「防爆電気工事・施設」の記述部分を簡単にして「電気設備技術指針」の中に盛り込み、強制基準とした。

1988年には、労働省が外国製の防爆電気機器を受け入れるために、「技術的基準（略称）」（1988年、労働省通達第208号、改正1996年労働省通達556号）を制定した。（強制）

1996年には、「技術的基準（略称）」が改正されている。

以下に防爆電気設備の構造・施行に関する規制を上げる。

（1）労働安全衛生法 第42条（譲渡等の制限等）

防爆電気機器は、労働大臣が定める規格を具備しなければ、譲渡、貸与、設置をしてはならない。

（2）労働安全衛生法 第44条の2（型式検定）

防爆電気機器の製造者又は輸入者は、労働大臣又は労働大臣の指定する者（型式検定代行機関：（社）産業安全技術協会）による型式検定を受けなければならない。（外国製造者も可）

（3）労働安全衛生規則 第261条（通風等による爆発又は火災の防止）

可燃性ガス・蒸気が存在し、爆発又は火災のおそれのある場所では、通風、換気等による措置を講じなければならない。

（4）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）

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個所では、防爆構造電気機械器具でなければならない。

（5）機械等検定規則（昭和47年9月 労働省令第45号）

型式検定の申請、場所、基準、合格証などについて定めている。

（6）電気機械器具防爆構造規格（昭和44年4月 労働省令告示第16号）

ガス蒸気及び粉じんを対象とした防爆構造規格である。

（7）電気機械器具防爆構造規格（昭和44年4月 労働省令告示第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技術的基準（IEC関係）（昭和63年4月 基発第208号）

いわゆる国際規格に則った防爆構造規格である。（記号：Ex）

その他、関係ある規制として、防爆電気工事に関する通産省の規制

(8) 電気設備に関する技術基準を定める省令第 69 条

(可燃性ガス等により爆発する危険のある場所における施設の禁止)

可燃性ガス・蒸気が存在し、着火源との存在により爆発するおそれのある場所に施設する電気設備は、通常の使用状態でそれが着火源とならないように施設すること。(防爆電気配線)

注意：現在の日本では、(6)と(7)の2本立の規制があり、製造者はどちらかの規制を選択する事が出来る

3. 危険場所

危険場所とは、可燃性ガス・蒸気を取り扱っている工場・事業所で、操作中又は作業中にこれらが大気中に放出・漏洩すると、空気と混合して「爆発性雰囲気」を形成する。この、「爆発性雰囲気」が無視できないほど多く、電気設備(電気機器)が着火源となり、爆発事故が起こりうる可能性のある場所を「危険場所」と呼ぶ。したがって、「危険場所」には、必ず防爆電気機器の設置が義務付けられる。

(1) 危険場所の分類

危険場所には、可燃性ガス・蒸気の放出・漏洩の頻度及び爆発性雰囲気の存在時間によって、次の3つに分類されている。

《0種場所》【Zone0】

爆発性雰囲気が、連続して存在するか、又は長時間存在する場所。

例：“ふた”が開放された容器内の可燃性液体の液面付近

《1種場所》【Zone1 ; (米) Class□、Division1】

爆発性雰囲気が、正常状態で生成することがある場所。

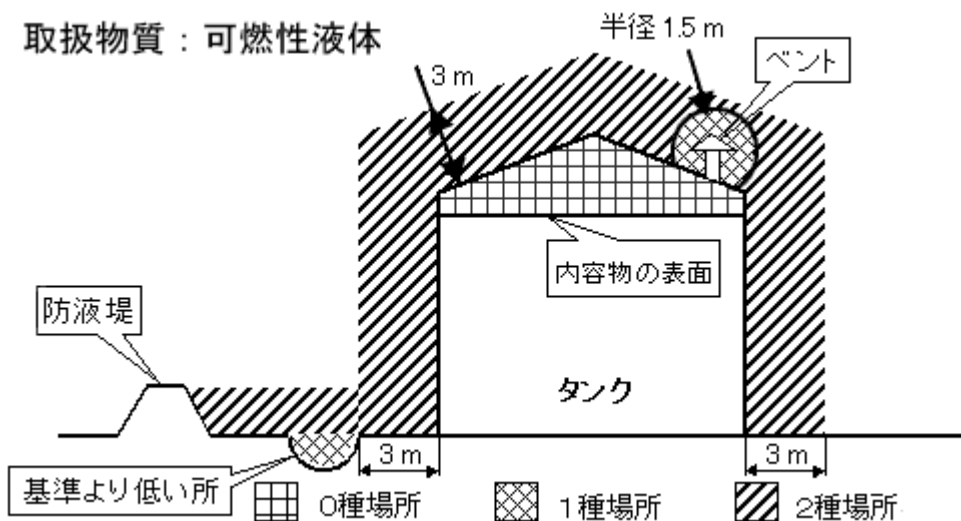
例：通常の運転・操作による製品の取出し、ふたの開閉などによって、可燃性ガス・蒸気を放出する開口部付近。点検・修理作業のために、可燃性ガス・蒸気をしばしば放出する開口部付近。

屋内又は通風・換気が妨げられる場所で、可燃性ガス・蒸気が滞留する可能性のある場所。

《2種場所》【Zone2 ; (米) Class□、Division2】

爆発性雰囲気が、正常状態で生成することはないが、たとえ生成しても短時間しか存在しない場所。

例：容器類が腐食、劣化などのために破損して可燃性ガス・蒸気を漏出する可能性のある場所。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可燃性ガス・蒸気を漏出する可能性のある場所。1種場所の周辺又は1種場所に隣接する室内で、爆発性雰囲気がまれに侵入する可能性のある場所。



(2) 危険場所の各種別に適応する防爆構造の種類

防爆電気機器の防爆構造の種類と記号		使用に適する危険場所の種別		
準拠規格	防爆構造の種類及び記号	0種場所	1種場所	2種場所
構造規格	本質安全防爆構造 i			
	耐圧防爆構造 d	×		
	内圧防爆構造 f	×		
	安全増防爆構造 e	×		
	油入防爆構造 o	×		
	特殊防爆構造 s	-	-	-
技術的基準	本質安全防爆構造 Ex ia			
	本質安全防爆構造 Ex ib	×		
	耐圧防爆構造 Ex d	×		
	内圧防爆構造 Ex p	×		
	安全増防爆構造 Ex e	×		
	油入防爆構造 Ex o	×		
	特殊防爆構造 Ex s	-	-	-

(ユーザのための工場防爆電気設備ガイドより)

備考 1 .

表中の記号○、□、×、- の意味は、次の通りである。

○ : 適するもの。

□ : 法規では容認されているが、避けたいもの。

× : 法規には明記されていないが、適さないもの。

- : 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。

備考 2 .

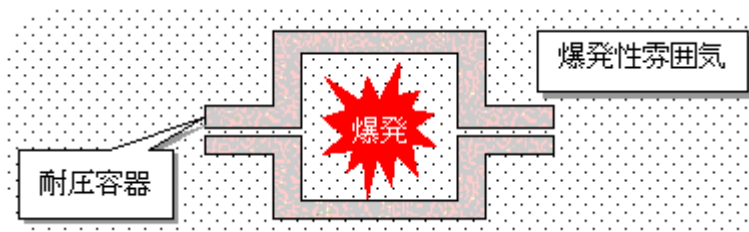
特殊防爆構造の電気機器は、他の防爆構造も適用(併用)されているものが多く、その防爆構造によって使用に適する危険場所が決定される。

4 . 防爆構造の種類

構造規格又は技術的基準

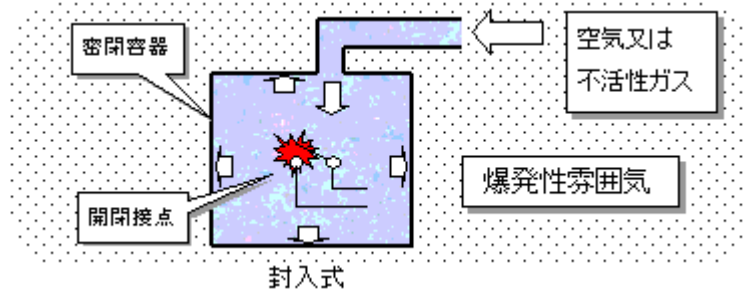
(1) 耐圧防爆構造

容器が、その内部に侵入した爆発性雰囲気の内圧爆発に対して、損傷を受けることなく耐え、かつ、容器を構成する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ガス又は蒸気の爆発性雰囲気へと引火を生じることのない電気機器の防爆構造。



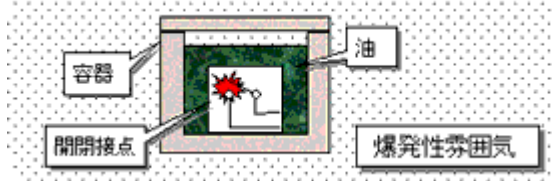
(2) 内圧防爆構造

容器内の保護ガスの圧力を外部の雰囲気圧力を超えるある値に保持すること、又は容器内のガス又は蒸気の濃度を爆発下限界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。



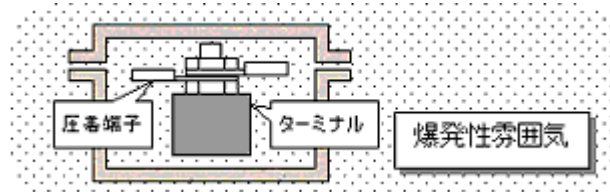
(3) 油入防爆構造

電気機器及び電気機器の部分が油の上又は容器の外部に存在する爆発性雰囲気中に点火することがないように、これらを油に浸す電気機器の防爆構造。



(4) 安全増防爆構造

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、過度な温度の可能性並びに異常なアーク及び火花の発生の可能性に対して安全性を増加する手段が講じられた電気機器の防爆構造。



(5) 本質安全防爆構造

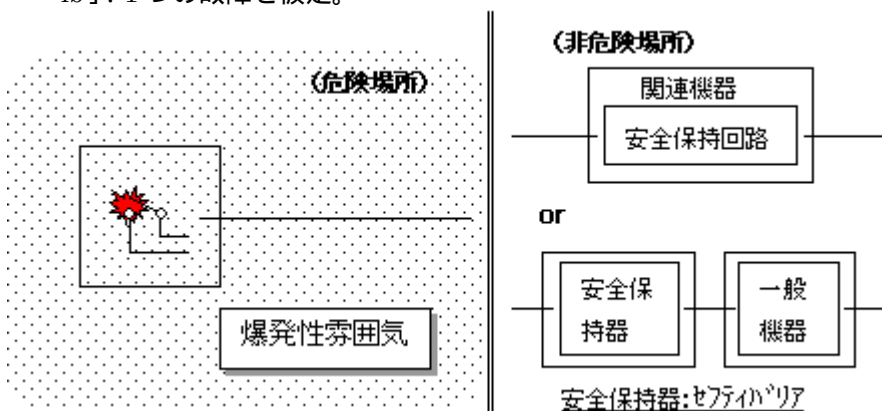
正常状態及び仮定した故障状態において、電気回路に発生するアーク又は火花及び熱がガス又は蒸気に点火するおそれがないようにした電気機器の防爆構造。

構造規格では、「i」（技術的基準の「ia」と同一）

技術的基準では、

「ia」：2つまでの故障を仮定。（ib よりグレードは上）

「ib」：1つの故障を仮定。



(6) 特殊防爆構造

上記のような防爆構造によらずに、可燃性ガス・蒸気に対して防爆性能（着火防止性能）を有することが、（適切かつ十分な）試験等により確認された電気機器の防爆構造。

構造規格では、「s」として上記の通り。

技術的基準では、「s」として、現在、日本にまだ導入されていない防爆構造のタイプ「q」, 「m」で海外の検定合格した製品を輸入した場合のみに申請を認めている。

(7) その他の防爆構造（日本の規格にない防爆構造）

粉体充てん防爆構造 「記号：q」

樹脂充てん防爆構造 「記号：m」

2種場所用簡易防爆構造 「記号：n」

5. 具体的な防爆構造と各種記号について

現在日本では、「構造規格」と「技術的基準」の2本立ての検定が行われており、それに伴い防爆電気機器に表示する記号が異なっている。

(1) 防爆構造の種類を示す記号

	構造規格による表示	技術的基準による表示
防爆構造であること	-	-
耐圧防爆構造	d	d
内圧防爆構造	f	p
安全増防爆構造	e	e
油入防爆構造	o	o
本質安全防爆構造	i	ia 又は ib
特殊防爆構造	s	s

(2) 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	技術的基準によるグループ
耐圧防爆構造	1, 2, 3 (a, b, c, n)	IIA, IIB, IIC
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)	IIA, IIB, IIC
特殊防爆構造		II

a: 水性ガス及び水素（水性ガスとは、水素をコークスより生成するときに発生する）

b: 二硫化炭素 / c: アセチレン

n: 爆発等級3のすべてのガスを対象

(3) 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	技術的基準による温度等級
各種防爆構造に共通	G1、G2、G3、G4、G5	T1、T2、T3、T4、T5、T6

(4) ガス又は蒸気の発火度の分類 (構造規格)

発火度	発火点の値 ()	温度上昇限度 ()
G1	450 を超えるもの	320
G2	300 を超え 450 以下	200
G3	200 を超え 300 以下	120
G4	135 を超え 200 以下	70
G5	100 を超え 135 以下	40

(5) 電気機器の温度等級に対応するガス又は蒸気の分類 (技術的基準)

電気機器の最高表面温度 ()	温度等級	ガス又は蒸気発火温度の値 ()	温度上昇限度 ()
450 以下	T1	450 を超えるもの	410
300 以下	T2	300 を超え 450 以下	260
200 以下	T3	200 を超え 300 以下	160
135 以下	T4	135 を超え 200 以下	95
100 以下	T5	100 を超え 135 以下	60
85 以下	T6	85 を超え 100 以下	45

温度上昇限度は、周囲温度を 40 とした場合。

6. 防爆機器の選択例

(1) (2) (3) に適合する防爆電気機器の例を示す。

(1) 防爆構造： 耐圧防爆構造又は本質安全防爆構造

(2) 対象ガス (蒸気)： 水素

(3) 危険場所： 1 種場所

物質名	発火温度	爆発等級	発火度	対応する電気機器の温度等級	対応する電気機器の分類
水素	560	3	G1	T1	IIC

□ 防爆指針及び検定ガイドより引用

上表を参照して、防爆関連記号を選択すると

構造規格： 耐圧防爆構造 (d3aG1 以上)
本質安全防爆構造 (i3aG1 以上)

技術的基準： 耐圧防爆構造 (dIICT1 以上)
本質安全防爆構造 (i [a or b] IICT1 以上)

となる。

7. 標準環境条件

防爆規格	温度	湿度	気圧又は標高
構造規格	-10 ~ 40	45 ~ 85%(相対湿度)	1000m 以下
技術的基準	-20 ~ 60	-	80kPa ~ 110kPa 1900m ~ -600m

これ以外の環境条件で使用する場合は、それを考慮して設計、製作され、また試験により防爆性能が保持され、検定代行機関より検定合格すれば使用することが許される。

参考文献

1. 初心者のための「防爆電気設備の基礎知識」
2000年(改訂版)(社)産業安全技術協会
2. ユーザのための工場防爆電気設備ガイド
(ガス防爆 1994) 編者:労働省産業安全研究所/発行:(社)産業安全技術協会
3. 防爆構造電気機械器具検定関係法規集
平成9年10月(社)産業安全技術協会
4. 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8年11月(社)産業安全技術協会