



電気機械器具の防爆構造(2)

防爆電気機器の種類

防爆電気機器の種類は、防爆構造と対象になる可燃物によって分類されます。

1. 防爆構造による分類

防爆構造としては、表1に示す種類があります。なお、IEC79 およびわが国の技術的基準では、表に示した記号の前に防爆構造であることを示す記号「Ex」を付加して表記するよう定めています。また、欧州 EN 規格の場合は「EEx」を、米国 NEC505 の場合は「AEx」を付加します。

次に防爆構造の原理を大まかに分類すると、以下の4種類になります。

①電気的な火花や高温が発生する箇所から爆発性雰囲気と隔離することにより、爆発を防ぐ構造。この原理に基づくものとしては、内圧防爆、油入防爆および樹脂充てん防爆があります。

②内部で爆発が発生しても、容器がそのエネルギーに耐え、かつそのとき生じる火災のエネルギーを失わせることによって、容器外部の爆発性雰囲気と引火させない構造。この原理に基づくものとしては、耐圧防爆および粉体充てん防爆があります。

③正常運転時に火花やアークあるいは高温部が発生せず、さらに承認された過負荷などの諸条件にお

いても、火花やアークあるいは高温部が発生しにくいように安全性を高めた構造。この原理に基づくものとしては、安全増防爆、タイプn防爆およびノンインセンディヴがあります。

④本質的に安全な電気回路(本質安全回路)を使用することにより、爆発物に点火させない構造。この原理に基づくものとしては、本質安全防爆があります。本質安全回路とは、正常時および特定の故障時において、発生する電気的な火花やアークのエネルギーが対象となる爆発物の着火エネルギー以下であり、表面温度も発火温度以下になるような回路です。なお、IEC79 および準拠規格(技術的基準、EN 規格および米国 NEC505)では、故障箇所を2箇所想定する ia と、1箇所想定する ib の2種類に分かれます。わが国の構造規格と米国 NEC500 では、すべて2箇所の故障を想定しています。また、本質安全防爆機器は、本安機器(IS)と本安関連機器(AA)とに分かれ、前者は危険場所において使用可能であり、後者は非危険場所に設置され本安機器に接続されます。

2. 対象爆発物による分類

対象となる爆発物(機器がどの爆発物に対して使用可能か)による分類は、各国(地域)または規格により異なっています。わが国の構造規格では、ガス(蒸気)および粉じんの両方を対象にしています。IEC79 および準拠規格ではガスを対象にしています。また、米国 NEC500 では、ガス、粉じんおよび繊維を対象としています。なお、IEC79 および EN 規格では、ガスに関して炭坑用とそれ以外に分類され、また粉じんに関する規格も準備中です。

いずれの規格も、耐圧防爆と本質安全防爆に関しては、対象爆発物に着火するのに要するエネルギーの大小により細分されています。構造規格では、爆発等級が1から3までの数字で表され、数字が小さいほど着火エネルギーを要します。つまり危険度が低くなります。その他の規格では、表2のように分類されています。

表1 防爆構造の分類

防爆構造の種類	構造規格による分類記号	IEC79 による分類記号 ^{注1)}	米国(NEC 500)
耐圧防爆 (flameproof enclosure)	d	d	explosion proof enclosure
内圧防爆 (pressurized apparatus)	f	p	pressurization
安全増防爆 (increased safety)	e	e	-
油入防爆 (oil immersion)	o	o	-
本質安全防爆 (intrinsic safety)	i	ia または ib ^{注2)}	intrinsic safety
粉体充てん防爆構造 (power filling)	-	q ^{注3)}	-
樹脂充てん防爆構造 (encapsulation)	-	m ^{注3)}	-
タイプn 防爆構造 (type n protection)	-	n ^{注4)}	-
ノンインセンディヴ ^{注5)}	-	-	non-incendive

表2 着火エネルギーによる対象爆発物の分類

代表的な対象物	最小着火エネルギー	IEC79による分類 ^{注1)}	米国(NEC 500)による分類
メタン(炭坑用)	> 260μ J	Group I ^{注6,7)}	-
アセチレン	> 20 μ J	Group II C	Class I Group A
水素	> 20 μ J	Group II C	Class I Group B
エチレン	> 60 μ J	Group II B	Class I Group C
プロパン	> 180μ J	Group II A	Class I Group D
金属粉じん	小	準備中 ^{注6)}	Class II Group E
石炭粉じん	中	準備中 ^{注6)}	Class II Group F
穀物粉じん	大	準備中 ^{注6)}	Class II Group G
繊維	-	-	Class III

表3 温度等級による分類

最高表面温度 [°C]	構造規格における発火度	IEC79 における温度等級 ^{注1)}	米国(NEC 500)における温度等級
450	G1	T1	T1
300	G2	T2	T2
280			T2A
260			T2B
230			T2C
215			T2D
200	G3	T3	T3
180			T3A
165			T3A
160			T3C
135	G4	T4	T4
120			T4A
100	G5	T5	T5
85	G5	T6	T6

着火エネルギーとは別に、発火温度（自然発火する機器の表面温度）によっても分類し、これを温度等級（または発火度）と呼んでいます（表3参照）。温度等級は、すべての防爆構造に適用されます。

対象となる爆発物がいかなるグループ（爆発等級）、温度等級（発火度）に属するかは、規格に示されています。

以上をまとめると、先月号で例に挙げた「d2G4」（構造規格）は、耐圧防爆構造（記号：d）で、爆発等級2、発火度G4のガスまたは蒸気を対象としていることがわかります。また「Ex d II B T5」（IEC79および準拠規格）は、耐圧防爆構造（記号：d）で、グループII B、温度等級T5のガスまたは蒸気を対象としていることがわかります。

危険場所の分類

一口に「爆発のおそれのあるガス等が雰囲気中に含まれるおそれがある場所」といっても、そのような状態が発生する度合は様々です。そこで、危険の

発生度合によって危険場所を分類します。また、危険場所の種類によって、使用可能な防爆構造が異なります。

IEC79および準拠規格では、危険なガス等の存在する確率に応じて以下のように分類されています。

- ZONE 0 (0種場所)：爆発性雰囲気連続して又は長時間存在する区域
- ZONE 1 (1種場所)：爆発性雰囲気がプラント等の正常運転時に生成するおそれのある区域
- ZONE 2 (2種場所)：爆発性雰囲気がプラント等の正常運転時に生成するおそれがなく、また、仮に非正常時に生成するとしても、短時間しか存在しない区域

ZONE 0で使用可能な防爆構造は、本質安全防爆構造のうちの「ia」だけです。また、タイプn防爆構造はZONE 2でしか使用できません

わが国の構造規格には、危険発生確率による危険場所の分類という規定はありませんが、防爆指針（ガス蒸気防爆1979）によって、技術的基準と同様に、0種場所では本質安全防爆以外が使用できなくなりました。

米国NEC500では、上記のZone0と1をあわせたものに相当する危険場所をDivision1、Zone2に相当する危険場所をDivision2と呼んでいます。耐圧防爆、内圧防爆および本質安全防爆に限ってDivision1で使用できます。

【参考文献】 防爆構造電気機械器具型式検定ガイド（産業安全技術協会刊）他

注1) 技術的基準、ENおよび米国NEC 505を含みます。
 注2) 本安関連機器の場合、[Ex ia] や [Ex ib] のように、鍵かっことで囲って表示します。
 注3) 技術的基準には規定がありません。
 注4) IEC規格にだけ規定されていますが、現在のところ未発効です。
 注5) 本誌1998年1月号の「計装豆知識」参照。
 注6) IEC79およびENに適用します。
 注7) 先月号にも記載したように、JIS規格には規定があります。

【(株) エム・システム技研 開発部】