防 爆 照 明 器 具[†]

専門会員 芳 賀 茂 平*

1. ま え が き

わが国で、本格的な工場用防爆照明器具が開発されてから四半世紀が過ぎ、もうだいふ前から多種多様の防爆照明器具が化学工場などで数多く使用されている。

これらの器具を防爆構造の規格の面からみると、根幹をなすものは、やはり労働省産業安全研究所の工場電気設備防爆指針であって、その骨子は労働省告示の電気機械器具防爆構造規格となり、また、それとほぼ同じ内容のものがJIS にもなっている。すなわち、防爆指針はガス防爆に関する簡単なものが、昭和30年10月に制定されたが、それは昭和36年1月に全面的に改正され、同時に粉じん防爆に関するものが制定された。そして、これらの資料を背景にして、昭和35年11月に労働安全衛生規則の防爆関係条項が全面的に改正され、その関係告示として、電気機械器具防爆構造規格が昭和36年9月に制定された。また、昭和37年のはじめには、JIS C0903 (電気機器の一般用防爆構造通則)、JIS C 8001 (白熱電灯器具の一般用防爆構造)、JIS C S002 (ケイ光放電灯器具の一般用防爆構造)、JIS C 8003 (高圧水銀灯器具の一般用防爆構造)などが制定された。

その後、防爆指針はガス防爆の部が昭和40年11月、昭和45年10月および昭和49年4月に改正され、粉じん防爆の部も昭和51年4月に全面的に改正された。また、JIS C 0903 は名称が「一般用電気機器の防爆構造通則」に変わって、昭和47年3月および昭和50年9月に改正され、JIS C8001~8003の照明器具3規格は、昭和50年6月に統合改正されて、JIS C8001 (防爆照明器具通則)となっている。

このように、防爆照明器具については国内規格が整備され、製品も普及したが、それでも一般の人々から正しく理解されるまでには至っていないようである。その理由として、防爆指針が難解であるということをよく耳に

するが、この批判を少し突っ込んで考えてみると、単に表現だけの問題ではなく、用語が紛らわしいこと、防爆の理論と規定とのバランスがよくないことなどが挙げられる。それゆえに本稿では、防爆照明器具を防爆構造の面から粉じん防爆構造を含めて総括的に解説し、正しい理解のための一助にしたいと思う。

2. 電気機器の防爆構造に関する一般用語

第一に問題になるのは“防爆”という用語であるが、電気機器以外で、このことばを用いているものに防爆壁がある。これは、爆発による飛散物や爆風を防ぐために火薬類製造所などに設けられる強固な障壁のことで、この場合の“防爆”は、すでに発生した爆発を防ぐという点で、防火とか防水などの使い慣れたことばに似ている。これに対して電気機器における防爆は、そのことばを被せられた電気機器が、対象危険物の点火源にならないという爆発予防の意味に用いられているから、防火などということばに慣れた頭には、すなおにはいりにくいのかも知れない。

電気機器の“防爆”という用語を紛らわしくしているもう一つの理由は、その対象危険物がこのことばの中に表現されていないことである。防爆壁のように発生した爆発現象に対処するためのものならば、対象危険物が火薬であってもガスであっても基本的な相異はなく、したがって対象危険物により呼称を変える必要はない。しかし、防爆電気機器の場合は、点火源にならないように処置することが防爆であるから、その方策は対象危険物の物理的および化学的特性によって当然異なる。

すなわち、空気中の酸素を利用して爆発現象を呈するものには、①可燃性ガスおよび可燃性液体の蒸気 (防爆指針およびJIS では、これらのものを一括して“爆発性ガス”と呼んでいる。)、および②“燃焼性粉じん” (一般には“可燃性粉じん”というが、このことばは防爆指針や電気設備技術基準で「爆燃性粉じん以外のもの」に限定して用いられているので、本稿では爆燃性粉じん

[†] Luminaire for Explosive Atmospheres

* 伊東電機株式会社

Mohei Haga

および可燃性粉じんを一括して燃焼性粉じんと呼ぶことにする。)があるが、爆発性ガスが存在する場所で、電気機器を安全に使用するための方策(ガス防爆)と、燃焼性粉じんが存在する場所での同種方策(粉じん防爆)とは、考え方が根本的に異なる。だから、この両者は呼称の上でもはっきり区別すべきであるが、現行の法規などでは必ずしもそうしていない。

たとえば、労働安全衛生法関係規則では、同法の施行令から防爆構造規格の告示に至るまで、爆発性ガスを対象とするものと、燃焼性粉じんを対象とするものを同列に扱い、両者を一括して“防爆構造”と呼んでいる。また、電気事業法関係規則では、電気設備技術基準の本文には該当する用語はないが、粉じん防爆構造とガス防爆構造がいっしょになっている告示の条文には、“電気機械器具の防爆構造の規格”という一括名称がつけられている。これに対して防爆指針では、爆発性ガスを対象とするものは単に“防爆構造”と称しているが、燃焼性粉じんを対象とするものは、必ず“粉じん防爆構造”と呼び、両者の混同を避けるようにしている。また、JISは、現在制定されているものが、すべて爆発性ガスを対象とするものであるから、そのような用語上の紛れはない。

3. 防爆構造の原理

3.1 ガス防爆構造

爆発性ガスに対する電気機器の防爆構造の種類は多いが、わが国では①耐圧防爆構造、②内圧防爆構造、③油入防爆構造、④安全増防爆構造および⑤本質安全防爆構造を正式に取り上げ、その他の方法を⑥特殊防爆構造として扱っている。これらの防爆構造は、(a)爆発性ガスの危険特性の逆用、(b)点火源になる恐れがある電気品と爆発性ガスの隔離、または(c)点火源の形成確率の減少をねらいとするもので、個々の防爆原理は大略下記のとおりである。

なお、点火源になる恐れがある電気品を爆発性ガスから隔離する方法として、電気機器の外箱など(これを“容器”という。)を密閉することが考えられるが、爆発性ガスは温度変化などに伴う容器の呼吸作用によってどんな小さいすきまからでも侵入するから、密閉容器はガス信頼できないというのがガス防爆の常識であり、これが防爆構造の考え方の出発点になっている。

(1) 耐圧防爆構造 [記号：d]

この防爆構造は、防爆的働きをすべて電気機器の容器にもたせ、ガス爆発を容器内部に局限するものである。すなわち、爆発性ガスの爆発圧力は 10 kgf/cm^2 以下の限られた値であり、また、爆発火炎は火炎逸走限界として知られている限界すきより、小さいすきまを通して伝ば

することはないから、電気機器の容器を内部のガス爆発圧力に耐えるようにじょうぶに、かつ接合部などのすきまが、対象爆発性ガスの火炎逸走限界より、十分小さくなるように作るわけである。こうすれば、周囲の爆発性ガスが呼吸作用などによって容器内に侵入し、内部の電気品に触れて爆発しても、容器の外の爆発性ガスに波及することはない。

(2) 内圧防爆構造 [記号：f]

この防爆構造は、電気品を周囲の爆発性ガスから隔離する代表的な方法で、そのためにすべての電気品を全閉構造の容器に収め、容器内に清浄な空気または不活性ガス(これらを“保護気体”という。)を外気より常にいくらか高い圧力で送入または封入する。こうしておけば、容器内部の保護気体は、接合部のすきまなどから若干漏出するが、周囲の爆発性ガスを吸入することはないから、内蔵電気品を爆発性ガスから隔離することができる。

なお、この防爆構造は、内圧の保持方式によって通風式、封入式または密封式に分類される。

(3) 油入防爆構造 [記号：o]

この防爆構造も、電気品を周囲の爆発性ガスから隔離する方法の一つで、そのために点火源となる恐れがある電気品を絶縁油の中に深く沈め、油面上に存在する爆発性ガスとの接触を絶つようにしている。

(4) 安全増防爆構造 [記号：e]

この防爆構造は、電気品自体の点火源形成確率の減少をねらいとするもので、電球、巻線、端子部など、正常な使用状態では、点火源を形成しない電気品に限って適用される。すなわち、このような電気品は、そのままでも爆発性ガスの中で安全に使用できるが、断線、絶縁不良、接触不良などの故障の場合には、電気火花または異常な高温を発生する恐れがあるので、そのような故障が起こりにくいように、電氣的、機械的および熱的に安全度を増すわけである。

なお、安全増防爆構造は一般に電気品を全閉構造の容器に収めて構成されるが、この容器は、内部の電気品を機械的損傷や異物の接触から保護する役目を果たすだけで、爆発性ガスの侵入を防止するような性能はもっていない。

(5) 本質安全防爆構造 [記号：i]

この防爆構造は、電気品自体を爆発性ガスの点火源にならないように安全にするものである。すなわち、爆発性ガスは一般にかなり弱い電気火花でも着火するが、それにも限界があるから、この特性をつかんで、正常な状態だけでなく、予想される事故時に発生する電気火花も対象爆発性ガスの点火源にならないようにするのである。本質安全防爆構造であるかどうかの判定は、公的機

関において火花点火試験その他によって行なわれる。

(6) 特殊防爆構造〔記号：s〕

これは、耐圧防爆構造、内圧防爆構造、油入防爆構造、安全増防爆構造、および本質安全防爆構造以外の方法によって、特定の電気品を爆発性ガスの点火源にならないようにした原理不定の防爆構造である。特殊防爆構造として認められるかどうかは公的機関の判断による。

3.2 粉じん防爆構造

わが国で、燃焼性粉じんに対する電気機器の防爆構造として正式に規定しているのは、①粉じん防爆特殊防じん構造、および②粉じん防爆普通防じん構造だけである。しかし、防爆指針では、そのほかに③粉じん防爆特殊構造という分類を新たに設け、他の粉じん防爆構造に対して門戸を開いている。

なお、燃焼性粉じんは、いくら細かいものでも、その粒子はガスなどの分子とは比較にならないほど大きいので、電気機器の容器を密閉して侵入を防ぐことが可能である。また空気中に高濃度で浮遊している状態でないと爆発しないので、容器内部での粉じん爆発は考慮する必要がない。しかし容器の外面に付着したものはたい積して放熱を妨げ、あるいは電気機器の熱によって分解することもあるので熱的には十分に注意しなければならない。

(1) 粉じん防爆特殊防じん構造〔記号：SDP〕

この粉じん防爆構造は、名称末尾の“防じん構造”ということばが示すとおり、電気機器の容器を全閉構造にして燃焼性粉じんの侵入を防止し、内部の電気品を燃焼性粉じんから隔離することをねらいとしたものであり、略して“特殊防じん構造”と呼ぶ。名称の頭にある“粉じん防爆”という用語は、「粉じん防爆を目的とした」というほどの意味であり、次の“特殊”という用語は、特殊防爆構造や、粉じん防爆特殊構造のその他のと違って「特に防じん性能がよい」という意味である。

(2) 粉じん防爆普通防じん構造〔記号：DP〕

この粉じん防爆構造も、電気機器の容器を全閉構造にして燃焼性粉じんの侵入を防止し、内部の電気品を燃焼性粉じんから隔離することをねらいとしたものであり、略して“普通防じん構造”と呼ぶ。この名称の中の“普通”という用語は、「防じん性能が特殊防じん構造ほど高くない（普通である）」という意味であり、防爆指針などにおける用語の定義では、特殊防じん構造の「粉じんが侵入しない」に対して、普通防じん構造は「粉じんが侵入しにくい」と表現されている。

(3) 粉じん防爆特殊構造〔記号：XDP〕

これは、特殊防じん構造および普通防じん構造以外の方法によって、特定の電気品を燃焼性粉じんの点火源にならないようにした原理不定の粉じん防爆構造である。ある電気機器が粉じん防爆特殊構造として認められるか

どうかは、公的機関の判断による。

なお、防爆指針ではこれを“特殊構造”と略称しているが、他の防爆構造と混同する恐れがあるので、主題がよほど限定されている場合以外は略さないほうがよい。

4. 対象危険物の特性と防爆構造の一般要件

4.1 爆発性ガスとガス防爆構造

爆発性ガスの危険度を示す特性のうちで電気機器の防爆構造に直接関係があるのは、①発火温度（発火点）、②火炎逸走限界、③爆発圧力および④電気火花の点火限界である。すなわち、発火温度はすべての防爆構造に、火炎逸走限界および爆発圧力は耐圧防爆構造に、そして電気火花の点火限界は、本質安全防爆構造に関係がある特性である。

これらの危険特性を示す数値は、もちろん爆発性ガスの種類によって相異なる。特に発火温度、火炎逸走限界および電気火花の点火限界は、物質による差が大きいので、適用電気機器の防爆性能を合理的に規制するためには、爆発性ガスをこれらの危険特性に従っていくつかのグループに分類することが必要である。

ただし、電気火花の点火限界は火炎逸走限界と相関性があるので、わが国ではこの特性による分類を特に行わず、火炎逸走限界による分類を本質安全防爆構造にも適用している。また、爆発圧力は物質による差が比較的小さいので、この特性による爆発性ガスの分類は行っていない。

(1) 発火温度による分類と許容温度

発火温度による爆発性ガスの分類名は“発火度”といい、表 1 の左欄に示す分類基準により G 1～G 5 の五つのグループに分類している。各発火度に対する電気機器の許容温度は同表の右欄に示すとおりである。

表 1 爆発性ガスの発火度分類と電気機器の許容温度

発火度	分類の基準となる発火温度℃	電気機器の許容温度	
		最高許容温度	温度上昇限度 ⁽¹⁾
G 1	450超過	360	320
G 2	300超過450以下	240	200
G 3	200超過300以下	160	120
G 4	135超過200以下	110	70
G 5	100超過135以下	80	40

注 (1) 基準周囲温度が40℃の場合の値。基準周囲温度が40℃を超えるときは、その超過値だけ低くする。

なお、爆発性ガスの発火温度により温度上昇が制限される電気機器の部分は、防爆構造の原理から種類によって相違し、(a) 容器内部の爆発を許容している耐圧防爆構造は容器の外表面だけ、(b) 保護気体が漏出する内圧防爆構造は容器の外表面および排気、(c) 油の中以外は爆発性ガスに触れる恐れがある油入防爆構造は、油面および油に浸されていないすべての部分、(d) 爆発性ガスに対して特別

な防備のない安全増防爆構造は、使用中爆発性ガスに触れる恐れがある容器内外のすべての部分の温度上昇が制限の対象になる。また、(e)本質安全防爆構造は、爆発性ガスに触れる恐れがあるすべての部分の温度上昇が、正常時および事故時において制限される。

(2) 火炎逸走限界による分類と容器の許容すき

火炎逸走限界による爆発性ガスの分類名は“爆発等級”といい、表 2 の左欄に示す分類基準により 1～3 の三つのグループに分類している。各爆発等級に対する耐圧防爆構造容器のすきの許容値を分類基準と同じすきの奥行 25 mm の場合について例示すれば、同表の右欄のとおりである。

表 2 爆発性ガスの爆発等級分類と耐圧防爆構造容器のすきの許容値

爆発等級	分類の基準となる火炎逸走限界mm (すきの奥行=25)	耐圧防爆構造容器のすきの許容最大値mm (すきの奥行が25以上40未満の場合)
1	0.6超過	0.3
2	0.4超過0.6以下	0.2
3	0.4以下	爆発引火試験において火炎逸走を生じない最大すきの50%

備考 本表の右欄は、耐圧防爆構造容器におけるすきの許容値について分類基準との関係を例示したものである。すきの奥行およびすきに関する規定の詳細は防爆指針などを参照のこと。

なお、耐圧防爆構造容器の接合部については、容器の内容積の区分ごとにすきの奥行の最小値が規定されており、それから各爆発等級およびすきの奥行の区分ごとにすきの許容値が規定される。この場合のすきの許容最大値は、爆発等級の分類基準となる火炎逸走限界の下限値の 50 % を目安として定められている。

(3) 爆発圧力に対する容器の耐圧力

耐圧防爆構造の容器の耐圧力については、防爆指針などに表 3 のとおり規定されている。この表の数値と実際の爆発圧力との関係は、発火温度や火炎逸走限界ほど明確でないが、爆発等級 3 に対する規定などから、容器の耐圧力は、実際の爆発圧力の 1.5 倍程度にとっていると推定される。

表 3 耐圧防爆構造容器の耐圧力

内容積 cm ³		2 超過 100 以下	100 超過
耐圧力 kgf/cm ²	爆発等級 1	8 以上	10 以上
	爆発等級 2	8 以上	10 以上
	爆発等級 3	爆発試験によって実測した爆発圧力の 1.5 倍以上。ただし、最小値は 8	10

なお、爆発性ガスの中で特に爆発圧力が高いのは、爆発等級 3 に分類されているアセチレンで、その値は約 10 kgf/cm² であるが、他の物質はたいてい 6～8 kgf/cm² である。しかも電気機器は一般に容器壁の熱損失が大きいので、実際の爆発圧力はこれらのデータより若干低くなるのが普通である。

4.2 燃焼性粉じんと粉じん防爆構造

粉じんとは、細かく分割された分散状の固体と定義されており、鉄、銅、アルミニウムなどのように、細かく分割されて、はじめて燃焼性を帯びるものも少なくない。しかし、いくら細かく分割しても材料の性質が根本的に変わるわけではないから、マグネシウム、アルミニウムなどの酸化されやすい金属の粉じんは激しい燃焼性を示し、金属、石炭、コークスなどの粉じんは導電性を有する。また多くの粉じんは、高温の加熱表面にたい積しているとくすぶり燃焼を起こす。

このような燃焼性粉じんの性質のうちで、電気機器全般に影響するのは導電性であり、照明器具のような発熱の大きい電気機器では発火温度の高低が問題になる。これに対して、労働安全衛生規則などでは燃焼性粉じんをその燃焼性だけによって分類しているが、防爆指針の 1976 改正版では、粉じんの分類において導電性の有無を考慮し、かつ発火温度による分類を新設している。

(1) 燃焼性による分類と粉じん防爆構造の適用

わが国の関係法規では、防爆の対象になる燃焼性粉じんを爆燃性粉じんと可燃性粉じんに大別し、適用電気機器の粉じん防爆構造の種類を規定している。たとえば、労働安全衛生規則関係では、爆燃性粉じんには特殊防じん構造、可燃性粉じんには普通じん構造、または特殊防じん構造を適用することにしており、電気設備技術基準では、爆燃性粉じんには特殊防じん構造、可燃性粉じんには普通防じん構造と区分して規定している。いずれにしても、爆燃性粉じんが存在して爆発する恐れがある場所では、特殊防じん構造のものでなければ使用してはならないというのが現行法規の建てまえである。

防爆指針によれば、爆燃性粉じんおよび可燃性粉じんの分類定義は次のとおりである。

(a) 爆燃性粉じんとは、空気中の酸素が少ないふんい気中または二酸化炭素中でも着火し、浮遊状態では激しい爆発を生ずる金属粉じんをいう（例：マグネシウム、アルミニウム、アルミニウムブロンズ）。

(b) 可燃性粉じんとは、空気中の酸素を利用して発熱反応を起こし燃焼する粉じんをいい、小麦粉、でんぷん、砂糖、合成樹脂粉などの非導電性のものと、カーボンブラック、コークス、鉄、銅などの導電性を有するものに分ける。

なお、労働安全衛生規則では、“可燃性の粉じん”という用語を本稿の燃焼性粉じんに相当する総称に用い、上記(b)の可燃性粉じんは、「爆燃性の粉じんを除く可燃性の粉じん」と呼んでいる。

(2) 発火温度による分類と許容温度

発火温度による燃焼性粉じんの分類名は、爆発性ガスと同じく“発火度”といい、表 4 の左欄に示す分類基準

により 11～13 の三つのグループに分類している。各発火度に対する適用電気機器の許容温度は、同表の右欄に示すとおりである。

表 4 燃焼性粉じんの発火度分類と電気機器の許容温度

発火度	分類の基準となる発火温度℃	電気機器の許容温度			
		過負荷になるおそれがないもの ⁽¹⁾		過負荷になるおそれがあるもの	
		最高許容温度	温度上昇限度 ⁽²⁾	最高許容温度	温度上昇限度 ⁽²⁾
11	270超過	215	175	190	150
12	200超過270以下	160	120	145	105
13	150超過200以下	120	80	110	70

注 (1) 照明器具はこちらの分類に属する。

(2) 基準周囲温度が40℃の場合の値。基準周囲温度が40℃を超えるときは、その超過値だけ低くする。

なお粉じん防爆においては、防じん構造の容器内部での粉じん爆発はいっさい考えないことにしているので、燃焼性粉じんの発火温度により、温度上昇が制限される電気機器の部分は、特殊防じん構造および普通防じん構造とも容器の外面だけである。

5. 防爆照明器具の種類

防爆照明器具は、使用状態、照明の目的および手法、環境条件などに対応して、種々のものが生産されている。これを①器具の形態、②光源の種類および③防爆構造の組み合わせにおいて示せば表 5 のとおりであり、以下にそれぞれの概要を述べる。

表 5 防爆照明器具の種類（検定合格品の主なもの）

器具の形態	光源の種類	ガス防爆構造			粉じん防爆構造	
		耐圧	内圧	安全増	特殊	普通
一般照明器具 定着灯	白熱水銀	◎	○	◎	○	○
	い	◎	○	◎	○	○
	熱光銀	◎		◎	○	○
	（安定器内蔵形） 高圧ナトリウム	○		○		
	低圧ナトリウム	○		○		
投光器	白熱水銀	○		○		
	高圧ナトリウム	◎		◎		
移動灯 ハンドランプ	白熱	◎				

備考 表中の記号は、次の意味を表す。

◎：製造者、生産数ともに多いもの。

○：生産数が少ないもの。

なお、図 1～図 5 の写真は現在生産されている防爆照明器具を参考までに例示したものである。

5.1 使用状態に対応する器具の形態

防爆照明器具は、第一に造営物などに取り付けて使用するか否かによって、“定着灯”と“移動灯”にはっきり区分される。これは、移動灯が定着灯に比べて点火源になりやすいので、その構造および使用を特別に規制するためである。ここに移動灯とは、移動電線によって電

図 1 耐圧防爆構造の環形けい光灯
（光源：FCR 30×2，
防爆構造：d2G5）

図 2 耐圧防爆構造の水銀灯
（光源：H, HF400，
防爆構造：d2G3）

図 3 耐圧防爆構造の水銀灯投光器
（光源：H, HF400，防爆構造：d2G3）

図 4 安全増防爆構造のけい光灯
（光源：FLR40×2，防爆構造：eG3）

図 5 普通防じん構造のけい光灯
（光源：FLR40×2，防爆構造：DP13）

源に接続して使用するハンドランプ、その他の可搬形の照明器具と定義されており、台車に取り付けて移動できるようにした投光器などはこれに該当しない。

次に定着灯の形態については、使用場所における取付け条件などに応じて種々のものが要求され、いわゆる一般照明器具だけでもパイプ張り灯、じか付け灯、ブラケット灯、スタンド灯、その他の形態で供給されている。そのほかに、特殊用途照明器具として、タンクなどの内部を照明する透視灯、透視形液面計専用の液面計灯などがある。

5.2 適合光源

わが国では、防爆照明器具の光源について特別な制約を設けていないので、ほとんどすべての光源を各防爆構造に使用することができる。しかし、実際に多く使用されているのは、白熱電球、けい光ランプおよび水銀ランプである。その他の光源では、安定器内蔵形水銀ランプ、高圧ナトリウムランプおよび低圧ナトリウムランプがわずかに使用されているが、メタルハライドランプは寿命末期における破損の危険性が未解決であるため、現在安全増防爆構造として検定を受けることができない。

なお、以前は検定の際に適合光源の品種を厳しく規制しないで、同種同ワットならどんな品種のものを使用してもよかった。しかし、防爆的にみた照明器具の主体はなんといっても光源であるから、それが設計上または検定上考慮したものと実際に使用するものとで、大きさまたは温度的にあまり違ってはならない。そのために、最近検定申請の際に防爆性が保証できる光源の品種を列挙し、使用上それを遵守することが当局から要望されている。

5.3 防爆構造

照明器具には、3.で原理を述べた各防爆構造のうち、耐圧防爆構造、内圧防爆構造、安全増防爆構造、特殊防じん構造、および普通防じん構造が技術的に適用可能であり、それらの実例がある。また、けい光灯のランプの部分特殊防爆構造として認められた例がある。しかし、主として実用上の理由から、実際に適用されているのは、大部分が耐圧防爆構造と安全増防爆構造であり、特に安全増防爆構造の器具の使用数が多い。

一方、移動灯は、ガス防爆用には耐圧防爆構造、粉じん防爆用には、特殊防じん構造を適用することになっているが、現在特殊防じん構造として検定に合格しているものはない。

6. 防爆照明器具の特別要件

照明器具の防爆構造に関する特別要件（細則）は、防爆指針の3810〔ガス防爆構造〕および7510〔粉じん防爆構造〕に詳細に規定されており、ガス防爆構造については、さらにJIS C8001に性能および試験方法を含めて規定されている。したがって、防爆照明器具を製造するための具体的な要件については、それらの規格などに譲

り、ここでは照明器具の防爆構造を理解するのに必要な構造上、および性能上の要件をかいついで述べる。

6.1 防爆照明器具の構成要素と防爆構造の選定

防爆照明器具の中心は、やはり①光源を収容する容器（灯体）であるが、これを施設するには②なんらかの支持物が必要であり、さらに放電灯では③安定器、非常用照明器具などでは、④電源装置（バッテリーユニット）が必要である。また、用途によっては⑤インタロック開閉器を備えることもある。このように照明器具は構成要素がいろいろあるので、個々の構成要素について、それぞれ最適な防爆構造を適用することが望ましい。

これに対して、まずガス防爆構造の場合は、規格は耐圧防爆構造と安全増防爆構造に分けられていても、構成要素ごとに、どちらかの規定を適用すればよいのであるから、種類が違う防爆構造を組み合わせることに規格上の問題はない。しかし、防爆的信頼度が防爆構造の種類によって微妙に相異なることなどに関連して、わが国には、このような防爆構造の組み合わせを不利にする二つの事情がある。その一つは、安全増防爆構造の適用を危険度の低い場所に限定しようとする行政指導である。これは防爆指針の1425に示されているが、それに従えば、構成要素の一つでも安全増防爆構造にした器具は危険度の高い場所には適用できない。もう一つの事情は、爆発等級3の耐圧防爆構造の検定がむずかしいことで、やむを得ず爆発等級2の耐圧防爆構造の構成要素を安全増防爆構造の器具に組み込めば、爆発等級3の爆発性ガスが存在する場所には適用できなくなる。

一方、粉じん防爆構造の場合は、特殊防じん構造と普通防じん構造に分けて規定されているが、この両者は防爆原理が同じで、かつ序列がはっきりしている。したがって、特殊防じん構造と普通防じん構造の構成要素を組み合わせても、器具全体として普通防じん構造になるだけで、適用上のむずかしい問題はない。

6.2 灯 体

灯体は、当然適合光源によって形状および構造が左右される。また、光源は防爆的にみて好ましくないいくつかの特性をもっているため、灯体を防爆構造として設計する際にはそれを補うようにしなければならない。

(1) 容器の構造

光源は、一般にそのガラス球またはガラス管が衝撃に弱く、それが壊れると高温度のフィラメント、電極または発光管を露出して対象危険物の点火源になる。そのために、灯体は堅固な全閉構造にすることが各防爆構造に共通に規定されている。すなわち、灯体は必ずランプ保護カバーを備えた構造とし、ランプ保護カバーの材料、寸法、耐衝撃性、光源との間隔などを規定している。また、ランプ保護カバーは原則としてすべてガードによ

って保護するものとし、ガードの材料、寸法、格子目の大きさ、ランプ保護カバーとの間隔などを規定している。これらの規定のうち、ランプ保護カバーに関するものは防爆構造の種類によって異なるが、ガードに関するものは各防爆構造に共通である。

そのほかに、灯体の構造において注意すべきは、ランプ保護カバーの取付け方法であって、耐圧防爆構造の場合は、直接接合、不燃性パッキン接合または接着によって支持わくに固定し、使用上この接合部分はずさない構造とするよう規定されている。また、取付け部に直接ねじを切ったものの使用は、普通防じん構造以外では禁止されている。

(2) 容 器 の 性 能

灯体の容器に要求される性能は、もちろん防爆構造の種類によって異なるが、3. (防爆構造の原理) および 4. (対象危険物の特性と防爆構造の一般要件) から容易に想定することができる。しかし、照明器具特有の規定もあるので、以下に灯体の容器が具備すべき性能を防爆構造別に列挙する。

(a) 耐圧防爆構造の場合は、通則どおり内部のガス爆発圧力に耐える耐圧性、および内部の爆発火炎が周囲の爆発性ガスに逸走するのを防ぐ防火炎逸走性が要求される。移動灯については、そのほか落下強度が規定されている。

(b) 内圧防爆構造の場合は、性能として特に取り立てるほどの特別要件はないが、点灯中所定の内圧を保持できることが通則に基づいて要求される。

(c) 安全増防爆構造の場合は、通則によってじんあいや水の侵入を防ぐ性能が要求されるほか、通則にはない「できる限り気密な構造」が要求されている。これは、光源の口金部分の沿面距離が、安全増防爆構造の通則に定められた数値に満たないため、それに代わる要件として規定されたもので、具体的性能としては、容器内部の圧力を水柱 200 mm だけ加圧および減圧して 30 分間放置したとき、水柱 100 mm 以上の圧力変化を生じない程度の気密性である。

(d) 特殊防じん構造の場合は、要求される性能はもちろん防じん性であるが、その判定条件は、所定の防じん試験を行なった後、「内部に粉じんが侵入した形跡がないこと」となっている。

(e) 普通防じん構造の場合は、防じん性が要求されるのは特殊防じん構造と同様であるが、その判定条件は、所定の防じん試験を行なった後、「内部に正常な動作を阻害するような粉じんがないこと」となっている。

(3) 内 蔵 電 気 品

灯体に内蔵される光源以外の主な電気品はソケットであり、そのほかにはスタータや端子台のようなものがあ

る。これらの電気品について、耐圧防爆構造および内圧防爆構造では防爆上特別な制約はないが、安全増防爆構造、特殊防じん構造および普通防じん構造では、所定の沿面距離および絶縁空間距離をとる建てまえになっている。

ただし、ソケットの受金の部分については、JIS C 7709 に適合していることを条件に、例外が認められている。また普通防じん構造の器具では、容器の構造および防じん性能を特殊防じん構造なみにすることによってこの規定を免除できることが、防爆指針の 7350 に示されている。

(4) 温 度 上 昇 限 度

対象危険物の発火を防止する目的で、灯体に規定されている温度上昇は、耐圧防爆構造、内圧防爆構造および安全増防爆構造については 4.1 (1)、特殊防じん構造および普通防じん構造については 4.2 (2) のとおりである。そのうち、容器内部の温度上昇が規制されているのは安全増防爆構造だけで、この場合は一般に光源のガラス球またはガラス管の最高温度部が規制の対象になる。

そのほかに、ソケットに装着した状態の光源の口金について、各防爆構造共通に温度上昇が 155°C に制限されている。ただし、この規定はセメント付け口金の接着剤が劣化して、ルーズベースになるのを防止するのが目的であるから、メカニカル口金の光源には適用されない。

6.3 安 定 器

防爆照明器具の安定器は、巻線、コンデンサなどの部品構成、および電気的特性は普通品とほぼ同じであるが、容器の構造、内蔵部品の仕様および温度上昇については下記のような考慮が払われている。

(1) 容 器 の 構 造

防爆構造の安定器の容器は、たいてい次のいずれかの構造になっている。

(a) 別に防爆構造の容器を作って、その中に安定器の完成品を収容する構造。

(b) 安定器のケース自体を防爆構造の容器にして、その中に安定器部品を組み込む構造。

この両者のどちらが防爆的に優れているかは、一概に断言できないが、(b) の構造は、防爆容器に直接安定器充てん物を充てんすることになるので、各防爆構造の原理からいえば変則的である。実用面では、けい光灯の安定器は(a)の構造が多く、水銀灯などの安定器は大部分(b)の構造になっている。

(2) 内 蔵 部 品 な ど

防爆構造の安定器の内容物に関する現行規定は、普通品に比べてかなり厳しい。特に安全増防爆構造については、使用するコンデンサを構造および性能の面から規定し、そのうえチョークコイルなどとともに安定器充てん

物で完全におおうことを規定している。またコンデンサが故障のため、開放状態になった後も点灯するような安定器については、コンデンサが開放した状態においても所定の防爆性能を保持すべきことが、各防爆構造に共通に規定されている。

(3) 温度上昇限度

各防爆構造の容器外面、および安全増防爆構造の容器内部で、爆発性ガスに触れる恐れがある部分の温度上昇は、灯体と同様に 4.1 (1) および 4.2 (2) によって規制される。また、巻線の温度上昇は、安全増防爆構造だけでなく耐圧防爆構造のものも、器具に組み込んだ状態において表 6 のとおり制限されている。

表 6 安定器の巻線の温度上昇限度

絶縁の種類	A	E	B
温度上昇限度 ¹⁾ ℃	55	65	70

注 (1) この温度上昇限度は、基準周囲温度が 40℃ のときの抵抗法による値である。

これに対して、特殊防じん構造および普通防じん構造の安定器は、巻線の温度上昇限度が特に規定されていないが、これは、容器外面に粉じんを付着させた状態で、温度上昇を判定する粉じん防爆構造に、表 6 を適用するのはむりだからであって、もちろん所定の温度試験において JIS C8108 (けい光灯安定器)、JIS C8110 (高圧水銀灯安定器) などに定められた温度上昇を超えないことが条件になっている。

6.4 電源装置

照明器具に組み込まれる防爆構造の電源装置に関する規定は、まだ防爆指針に取り入れられておらず、その内容はかなり流動的である。問題の焦点は内蔵する円筒密閉形ニッケルカドミウム蓄電池であって、現在は異常状態または、寿命末期に水素が発生することが避けられないという考え方のもとに、電源装置は原則として耐圧防爆構造とし、対象爆発性ガスだけでなく、水素に対しても防爆性能をもたせることにしている。

しかし、もちろん蓄電池自体は通常の状態で点火源になる性質のものではないから、蓄電池だけを独立させたもの、または電源装置から電気火花を発生するような自動切換え装置やヒューズを分離したものは、安全増防爆構造とすることができる。

6.5 支持物

ここでいう支持物とは、一般照明用の灯体などを使用場所に合わせて設置するための部品または付属品で、防爆照明器具の一部を構成するものとそうでないものがある。たとえば、天井や柱に照明器具を取り付けるのに使用する取付けボックスおよびつり下げ管などは、たいてい器具の一部分という考え方で、灯体と一体にして供給されるが、屋外の化学プラントなどに施設するスタンド灯のポールは、検定上別途の取り扱いを受けている。

防爆照明器具において、これらの支持物に要求される性能は、(a) 灯体の重量、風圧、その他の外力に耐えて灯体を確実に支持する強度、および (b) 器具の容器の一部として灯体、および配線の防爆構造に合った防爆性能を有することである。防爆指針ではこのような性能を満足させるために、パイプづり灯のつり下げ管について、材料、灯体および取付けボックスとの接続方法、振れ止め無しの場合の許容長さなどを規定している。

7. む す び

はじめに述べたように、防爆照明器具に関しては国内の規格が整備され、多種多様の製品が全国の化学工場などで数多く使用されている。また、昭和44年からは労働省の検定制度が実施され、新しく設計した器具または改造した器具が規格に適合しているかどうかを公的機関によって審査されている。したがって、現在では規格の内容にも製品の防爆性能にも、ほとんど問題がないと思われるが、実際はそうではなく、多くの問題が未解決のままになっている。

現在、わが国の防爆照明器具がかかえている最も大きな問題は IEC 規格への対応であって、その焦点は国内規格と大きな隔たりのある IEC の安全増防爆構造をどのように導入し、製品化するかである。そのほかに、規格面では、外部衝撃に対する灯器全体の合理的な機械的強度値の設定、ソケット、安定器および電源装置の防爆構造要件の整備などの課題があり、実用面では安全な光源の開発と普及、粉じん防爆器具の総合的開発と、需要の拡大などが今後の課題として残されている。

(受付1977年9月28日)