

# 日立防爆形冷蔵庫の構造

## Hitachi Explosion-proof Refrigerator and its Construction

横田 宣彦\* 斎藤 一男\*  
Nobuhiko Yokota Kazuo Saitō

### 要 旨

シンナー、エーテル、アルコールなど可燃性蒸気を生ずる薬品を普通の家庭用冷蔵庫に貯蔵すると、爆発の危険があるため、これら危険薬品を安全に貯蔵することができる防爆形冷蔵庫が要望されてきた。この見地から開発した日立防爆形冷蔵庫について、防爆仕様の決定、防爆構造の選定、設計、構造および試験について述べたものである。この冷蔵庫は発火度 G4、爆発等級 2 の防爆性能を有し、労働省産業安全研究所の防爆性能試験に合格している。

### 1. 緒 言

家庭用電気冷蔵庫は一般家庭において食品類を貯蔵するのに使用する限り、まったく安全に設計、製作されている。しかるに冷蔵庫が実験室、病院あるいは学校の教室などにおいて、揮発性溶剤、不安定な化学物質あるいは液化ガスなどを貯蔵するのに使用されることがある。これらの薬品のガスまたは蒸気が空気とある範囲の割合で混合しているとき、そこに電気接点の火花やアーク、または高温部が存在すると、それが点火源となって爆発を引き起こす危険があって、ときとしてこの種の爆発事故が報告されている<sup>(1)~(3)</sup>。

省令<sup>(4)(5)</sup>によれば、可燃性ガスまたは引火性液体の蒸気が発散している場所においては、換気、通風などの措置を講じて、ガスまたは蒸気が爆発の危険のある濃度に達するのを防止しなければならず、なお、ガスまたは蒸気が爆発の危険のある濃度に達するのを防止できない場合には、防爆性能を有する電気機器を使用しなければならないとされている。またこれらガスまたは蒸気を生ずる薬品の危険区分および貯蔵取り扱い方法を、日本化学会防災化学委員会が定めた防災指針<sup>(6)</sup>から引用すると表 1 に示すとおりである。この表からも、引火性薬品は防爆形冷蔵庫に貯蔵すべきであるとされている。

しかるにわが国においては、防爆形冷蔵庫が製作されていず、その開発が各方面から要望されていた。

日立製作所ではこの種の用途に適した冷蔵庫の試作研究を行っていたが、各種の保安上の規格に合致し、また十分安全性のある防爆形冷蔵庫を開発することができた。この防爆形冷蔵庫は発火度 G4、爆発等級 2 の防爆性能を有するものであって、以下その概要を述べる。

### 2. 防爆に関する規格

電気機器の防爆に関する規格は、メタンを主とする可燃性ガスや乾燥炭じんを対象とした JIS C 0901<sup>(7)</sup> (炭坑用) および一般ガス蒸気を対象とする工場電気設備防爆指針<sup>(8)</sup> (以下防爆指針という) と JIS C 0903<sup>(9)</sup> とがある。

防爆指針は労働省産業安全研究所 (以下産安研という) 内に、昭和 29 年 6 月 18 日組織された工場電気設備防爆委員会が中心となって昭和 30 年に制定した工場防爆に関する技術指針であって、昭和 36 年に改訂され、昭和 40 年の全面的改訂増補で面目を一新している。この防爆指針は JIS C 0903 の原案となり、また防爆に関する法規<sup>(10)(11)</sup> のよりどころとなっているものである。一方外国においては防爆に関する研究は早くから真剣に取り上げられており規格化されている<sup>(12)(13)</sup>。今回の防爆形冷蔵庫は適用規格として防爆指針に

\* 日立製作所栃木工場

表 1 危険薬品の区分および貯蔵取り扱い方法

危険性区分	危険の種類および程度	貯蔵 取 扱 い 方 法
発火性	水との接触によって発火するもの、または空気中における発火点 40°C 未満のもの。	空気に直接接触させないようにして密封し、他の危険薬品と隔離して貯蔵する。水と接触することを避けなければならないものもある。取扱いには器具を用い、直接皮膚に触れないようにする。
引火性	可燃性ガス、または引火点 30°C 未満のもの。	着火源があれば常温で容易に引火するので、貯蔵取扱い中は近くで火気の使用を禁ずる。引火した場合にすぐ使用しうる消火設備を準備する。貯蔵中は常に密封して、ガスまたは蒸気の漏れをなくす。 ガス爆発の危険性があるので、防爆形以外の家庭用電気冷蔵庫に貯蔵してはならない。多量の廃液を排水溝に捨ててはならない。
可燃性	引火点 30°C 以上、100°C 未満のもの。ただし引火点 100°C 以上でも発火点の比較的低いもの。	30°C 未満の温度では引火しない。しかし繊維などにしみているときは引火点未満の温度でも容易に着火して火災となる。引火点以上の温度においては、上記の引火性の薬品と同じ程度の危険性をもつ。火気の使用を禁じ、消火設備を準備する。 貯蔵中は常に密封して蒸気の漏れをなくす。多量の廃液を排水溝に捨ててはならない。
爆発性	重量 5 kg の落錘を用い、落高 1 m 未満にて分解爆発するもの、または加熱により分解爆発するもの。	強い衝撃や摩擦を与えないようにし、火気を禁ずる。必要以上に多量の貯蔵または取扱いを禁ずる。

表 2 発火度および爆発等級の分類

発火度	発火点の範囲	爆発等級	スキの奥行 25 mm において点火花波及を生ずるスキの値
G 1	450°C をこえるもの	1	0.6 mm をこえるもの
G 2	300°C をこえ 450°C 以下	2	0.4 mm をこえ 0.6 mm 以下
G 3	200°C をこえ 300°C 以下	3	0.4 mm 以下
G 4	135°C をこえ 200°C 以下		
G 5	100°C をこえ 135°C 以下*		

(注) \*: JIS C 0903 によると「135°C 以下」である。

準拠することとし、これに防爆に関する内外の規格を参酌することとした。

防爆指針によると、防爆とは可燃ガスおよび引火点 40°C 以下の可燃性液体の蒸気 (以下爆発性ガスという) を対象とし、つぎに述べるようにこの爆発性ガスおよびガス蒸気危険場所を分類してそれぞれに適合した防爆構造を選定しなければならない。なお引火点 40°C をこえる可燃性液体の蒸気であっても、周囲温度が 40°C をこえる場所で取り扱われる場合はこの温度条件を考慮して防爆指針を適用しなければならない。

#### 2.1 爆発性ガス

爆発性ガスは危険性によって発火度と爆発等級が定められ、それぞれ表 2 に示すように分類される。表 3 はこれらの等級に従って代表的な爆発性ガスを分類した一例を示す。

なお主要な爆発性ガスの特性値を表 4 に示す<sup>(8)(9)(14)(15)</sup>。

2.2 ガス蒸気危険場所

ガス蒸気危険場所とは空気中に爆発または燃焼をするに十分な量

の爆発性ガスが存在するおそれのある場所として定義されており、つぎの2種類に分類される。

(1) 第1種場所： 通常の使用状態あるいは修理、保守または漏えいのために、爆発性ガスが集積して危険となるおそれのある場所。

(2) 第2種場所： 設備の事故または誤操作の場合のみ爆発性ガスが集積して危険となるおそれのある場所、または第1種場所の周辺または隣接する場所。

2.3 防爆構造

ガス蒸気危険場所での使用に適するよう特に考慮された構造で、つぎのように区別される。

表3 爆発性ガスの分類例

発火度 爆発等級	G1	G2	G3	G4	G5
1	アセトン, アンモニア 一酸化炭素 エタン, 酢酸 酢酸エチル トルエン, プロパン ベンゼン, メタン メタノール	エタノール 酢酸イソアミル 1-ブタノール ブタン (正) 無水酢酸 酸化エチレン	ガソリン ヘキサン (正)	アセトアルデヒド エチルエーテル	
2	石炭ガス	エチレン エチレンオキシド			
3	水性ガス 水	アセチレン			二硫化炭素

表4 主要爆発性ガスの特性

物質名	分子式	爆発等級	発火度	発火点 (°C)	引火点 (°C)	爆発限界 (vol %)	蒸気密度 (空気=1)
アセチレン	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	3	G2	305	—	1.5 ~ 82	0.90
アセトアルデヒド	CH <sub>3</sub> CHO	1	G4	140	-37.8	4.0 ~ 57	1.52
アセトン	CH <sub>3</sub> COCH <sub>3</sub>	1	G1	537	-19	2.5 ~ 15.3	2.00
アミルアルコール	C <sub>5</sub> H <sub>11</sub> OH	1	G2	300	33	1.2 ~ 10.0	3.04
アンモニア	NH <sub>3</sub>	1	G1	630	—	15 ~ 28	0.59
イソオクタ	C <sub>8</sub> H <sub>18</sub>	1	G2	410	-12	1.0 ~ 6.0	3.94
イソブタノール	C <sub>4</sub> H <sub>9</sub> OH	1	G2	425	27	1.68 ~ 10.9	2.56
イソブチルメチルケトン	C <sub>4</sub> H <sub>9</sub> COCH <sub>3</sub>	1	G1	475	14	1.2 ~ 8.0	3.46
イソブレン	C <sub>5</sub> H <sub>8</sub>	2	G3	220	-53.8	1.0 ~ 9.7	2.35
一酸化炭素	CO	1	G1	605	—	6.3 ~ 75	0.97
エタノール	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH	1	G2	392	11.1	3.3 ~ 19.0	1.59
エタ	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	1	G1	472	—	3.0 ~ 15.5	1.04
エチルエーテル	(C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> ) <sub>2</sub> O	1	G4	170	-45.0	1.2 ~ 48	2.55
エチルメチルケトン	CH <sub>3</sub> COC <sub>2</sub> H <sub>5</sub>	1	G1	505	-14	1.8 ~ 11.5	2.48
エチレン	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	2	G2	425	—	2.7 ~ 34	0.97
エチレンオキシド	(CH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> O	2	G2	428	<-30	3.0 ~ 10.0	1.52
塩化ビニル	CH <sub>2</sub> CHCl					4.0 ~ 21.7	2.16
オクタ	C <sub>8</sub> H <sub>18</sub>	1	G3	210	12	0.8 ~ 6.5	3.94
ガソリン	C <sub>5</sub> H <sub>12</sub> ~ C <sub>9</sub> H <sub>20</sub>	1	G3	280	-42.8	1.4 ~ 7.6	3 ~ 4
O-キシレン	C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> (CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	1	G1	463	17.2	1.0 ~ 7.6	3.66
クロルベンゼン	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> Cl	1	G1	590	28	1.3 ~ 11.0	3.88
酢酸	CH <sub>3</sub> COOH	1	G1	485	40	4.0 ~ 17	2.07
酢酸 n-アミル	CH <sub>3</sub> COOC <sub>5</sub> H <sub>11</sub>	1	G2	375	25	1.0 ~ 7.5	4.49
酢酸イソアミル	CH <sub>3</sub> COOC <sub>5</sub> H <sub>11</sub>	1	G2	379	25	1.0 ~ 10	4.49
酢酸エチル	CH <sub>3</sub> COOC <sub>2</sub> H <sub>5</sub>	1	G1	460	-4.4	2.1 ~ 11.5	3.04
酢酸ブチル	CH <sub>3</sub> COOC <sub>4</sub> H <sub>9</sub>	1	G2	370	22	1.2 ~ 7.6	4.01
酢酸プロピル	CH <sub>3</sub> COOC <sub>3</sub> H <sub>7</sub>	1	G2	430	10	1.7 ~ 8.0	3.52
酢酸メチル	CH <sub>3</sub> COOCH <sub>3</sub>	1	G1	475	-10	3.1 ~ 16	2.56
シアノゲン	(CN) <sub>2</sub>		G1	850	—	6.6 ~ 42.6	1.80
シクロヘキサノ	C <sub>6</sub> H <sub>10</sub> O	1	G2	420	33.8	1.3 ~ 9.4	3.38
シクロヘキサ	(CH <sub>2</sub> ) <sub>6</sub>	1	G3	260	-20	1.2 ~ 8.35	2.90
水性ガス	—	3	G1	—	—	7.0 ~ 72	—
水素	H <sub>2</sub>	3	G1	550	—	4.0 ~ 75.6	0.07
スチレン	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> C <sub>2</sub> H <sub>3</sub>	1	G1	490	32	1.1 ~ 8.0	3.59
青酸	HCN		G1	538	<-30	5.6 ~ 41.0	0.94
石炭ガス	—	2	G1	—	—	5.3 ~ 32	—
トルエン	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> CH <sub>3</sub>	1	G1	535	4.4	1.2 ~ 7.0	3.18
二硫化炭素	CS <sub>2</sub>	3	G5	102	-30	0.8 ~ 60	2.64
ビニルエーテル	C <sub>4</sub> H <sub>6</sub> O		G2	360	<-30	1.7 ~ 27.0	2.43
1, 3-ブタジエン	C <sub>4</sub> H <sub>6</sub>	2	G2	415	—	1.1 ~ 12.5	1.87
1-ブタノール	C <sub>4</sub> H <sub>9</sub> OH	1	G2	340	28.9	1.4 ~ 11.3	2.56
ブタ	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	1	G2	365	<-30	1.5 ~ 8.5	2.01
ブチルアルデヒド	C <sub>3</sub> H <sub>7</sub> CHO	1	G3	230	-6.7	1.4 ~ 12.5	2.48
フルフラール	C <sub>4</sub> H <sub>3</sub> OCHO	1	G2	316	60	2.1 ~	3.31
プロパン	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	1	G1	466	—	2.1 ~ 9.5	1.52
プロピレンオキシド	C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> O	2	G2	430	-37.2	1.9 ~ 24	2.00
ヘキサン	C <sub>6</sub> H <sub>14</sub>	1	G3	233	-21.7	1.1 ~ 8.0	2.98
ベンゼン	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	1	G1	555	-16	1.2 ~ 8.0	2.70
1-ペンタノール	C <sub>5</sub> H <sub>11</sub> OH	1	G3	300	32.7	1.2 ~ 10.5	3.04
ペンタ	C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	1	G3	285	<-40	1.35 ~ 8.0	2.49
無水酢酸	(CH <sub>3</sub> CO) <sub>2</sub> O	1	G2	315	49	2.0 ~ 10.2	3.52
メタノール	CH <sub>3</sub> OH	1	G1	455	11	5.5 ~ 36.5	1.11
メタ	CH <sub>4</sub>	1	G1	537	—	5.0 ~ 15.0	0.55
2-メチルヘキサ	C <sub>6</sub> H <sub>13</sub> CH <sub>3</sub>	1	G3	280	<0	—	3.46
メチルホルマー	HCOOCH <sub>3</sub>				<-30	5.05 ~ 22.7	2.08
硫化水素	H <sub>2</sub> S	1(3)	G3	260	—	4.3 ~ 46	1.18

表5 耐圧防爆容器に関する規定

区 分	内 容 積		2 cm <sup>3</sup> 以下	2 cm <sup>3</sup> をこえ 100 cm <sup>3</sup> 以下	100 cm <sup>3</sup> をこえ 2,000 cm <sup>3</sup> 以下	2,000 cm <sup>3</sup> をこえるもの		
	項 目							
スキの奥行の許容値 (mm)	スキの最大許容値 W	爆発等級 1	0.3	0.2	0.25	0.3	0.4	
		爆発等級 2	0.2	0.1	0.15	0.2	0.25	
		爆発等級 3	0.1	爆発試験において火炎逸走しない最大スキの 50%				
	スキの奥行の最小許容値 L		5	10	15	25	40	
	ボルト穴までの最短距離 L <sub>1</sub>		5	6	8	10	15	
耐圧(ゲージ圧) 耐えるべき内部	爆発等級 1 のもの		製作上必要な強さ	8 kg/cm <sup>2</sup> 以上	10 kg/cm <sup>2</sup> 以上			
	爆発等級 2 のもの			爆発試験により測定した爆発圧力の 1.5 倍以上、ただし最小値は 8 kg/cm <sup>2</sup> 以上   10 kg/cm <sup>2</sup> 以上				
	爆発等級 3 のもの							
温度上昇限度	発火度 G1 のもの		320 deg					
	発火度 G2 のもの		200 deg					
	発火度 G3 のもの		120 deg					
	発火度 G4 のもの		70 deg					
	発火度 G5 のもの		40 deg					

(注) \* 静止接合部に適用する。

- (1) 耐圧防爆構造： 全閉構造で、容器内部で爆発性ガスの爆発が起こっても、その圧力に耐え、かつ外部の爆発性ガスに引火するおそれのない構造をいう。
- (2) 油入防爆構造： 火花、アークまたは点火源となりうる高温を発生するおそれのある部分を油中におさめ、油面上に存在する爆発性ガスに引火するおそれのないようにした構造をいう。
- (3) 内圧防爆構造： 容器内部に新鮮な空気または不燃性ガスなどの保護気体を圧入することにより、運転開始前に容器内に侵入した爆発性ガスを駆逐するとともに、引き続き運転中にこれらのガスが侵入するのを防止した構造をいう。
- (4) 安全増防爆構造： 常時運転中に火花、アークまたは過熱を生じてはならない部分に、これらの発生するのを防止するように、構造上または温度上昇について特に安全度を増加した構造をいう。
- (5) 特殊防爆構造： (1)~(4)以外の方法によって、爆発性ガスへの引火を防止できることを公的機関（産安研をさす）において試験その他によって確認された構造をいう。

### 3. 防爆形冷蔵庫の設計

#### 3.1 防爆仕様の設定

##### (1) ガス蒸気危険場所

危険薬品を実験室などの比較的広い空間で取り扱う場合、危険なガス蒸気濃度に達しない程度に、量的に少ないとしても、それが冷蔵庫内に貯蔵された場合には、冷蔵庫内は密封され、かつ容積も大きくはないので、容易に危険なガス蒸気濃度に達することが考えられる。また貯蔵される薬品の容器の密閉性も常に万全を期すことは困難であり、仮に冷蔵庫内に爆発性ガスが充満したとして、その状態でドアを開閉すれば冷蔵庫周辺の場所はその瞬間、局所的にガス蒸気危険場所となることが予想される。

この意味で冷蔵庫内部はもちろんのこと、冷蔵庫が据え付けられる場所も第1種場所と考えられる。

##### (2) 発火度

冷蔵庫の表面温度は最も温度の高い圧縮機容器の表面において、周囲温度 30℃ で連続運転している場合にも約 70℃ である。防爆容器表面の温度上昇限度は表 5 に示すように規定されているからこの場合は発火度 G5 を適用しようと思われる。しかし JIS C0903 によると、発火度 G5 は 135℃ 以下と定められている。これは事実上実現不可能な値であって、今回は両者の値のうちで安

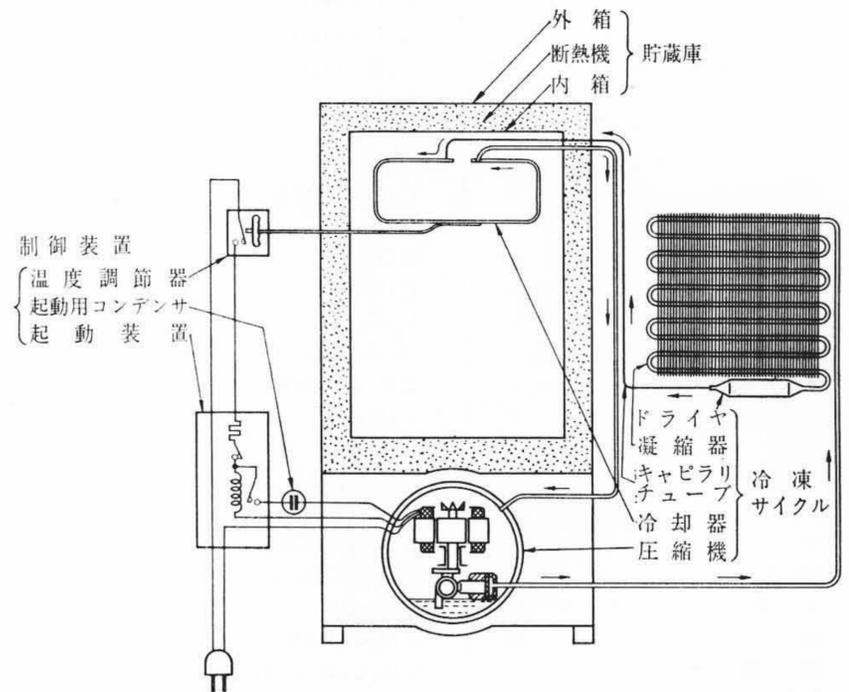


図1 冷蔵庫構造原理図

全をとって、発火度 G4 とすることにした。

##### (3) 爆発等級

表 3, 4 でわかるように、爆発等級 3 のガスとして知られているものはごくわずかである。したがって実用上著しい支障はないと考えられるので、爆発等級 2 とした。

以上述べたことを要約すればつぎのようになる。

- (a) ガス蒸気危険場所……第1種場所
- (b) 発火度……G4
- (c) 爆発等級……2

#### 3.2 各部の防爆構造の選定

冷蔵庫は図 1 に示すような構造であって、貯蔵庫、冷凍サイクルおよび制御装置の 3 部から構成される。

貯蔵庫は鋼板製のキャビネットと鋼板またはプラスチック成形品で作られた内箱の間に、グラスウール、発泡ポリスチロールまたは硬質ポリウレタンフォームの断熱材をつめて成形した恒温容器であって、上部に装置した冷却器により内部を冷却する。

冷凍サイクルは圧縮機、凝縮器、冷却器、ドライヤ、キャピラリーチューブ、配管類より構成され、冷媒が冷凍サイクル内の通路を循環しながら、圧縮、凝縮、膨張、蒸発の四段階の物理的変化を繰り返している。

制御装置は冷却器の温度を検出して、圧縮機の運転を断続させて

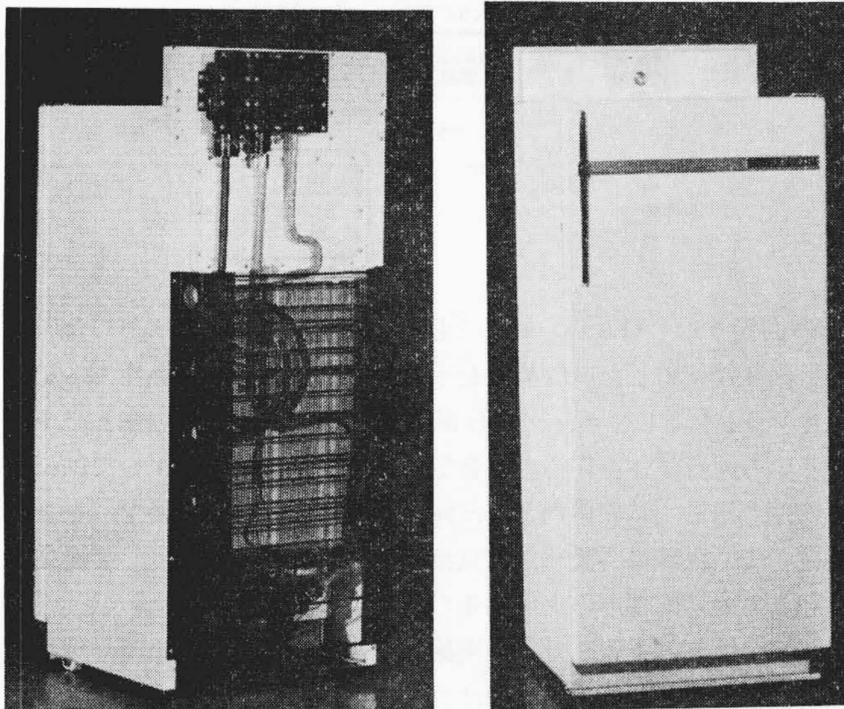


図2 RX-161形日立防爆形冷蔵庫の構造

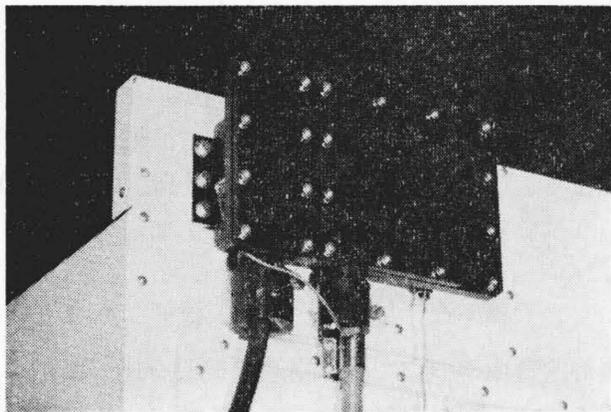


図3 制御装置の構造

冷蔵庫内の温度を一定の値に保つための装置であって、温度調節器、起動装置、起動用電解コンデンサなどより構成されている。

冷蔵庫において、爆発性ガスの点火源としては、圧縮機および制御装置があり、これらに防爆指針の規格に合致した防爆構造を選定しなければならない。

(1) 貯 蔵 庫

貯蔵庫は恒温容器で、点火源となるおそれがある電気部品をいっさい除去すれば、内部に爆発性ガスが充満することがあっても、引火爆発の危険がない。

(2) 冷凍サイクル

冷凍サイクルは溶接および銀ろう付により各部を完全に密閉しており、充てんした冷媒の漏出を防止している。また圧縮機は軸を直結したモートルによって駆動され、密閉した耐圧容器の内、冷媒ガスふん囲気の中に納められている。

冷媒ガスはジクロールジフルオルメタン (R-12) という絶縁性の良好な不活性ガスであり、圧縮機容器内はもとより、冷凍サイクル内各部の圧力は大気圧よりも高い圧力に充てんされている。このため冷凍サイクルには内圧防爆構造を適用することとした。

内圧防爆構造では封入冷媒ガスの圧力が大気圧以下に低下すると、爆発性ガスが機体容器内に侵入して危険となるから、保護装置を必要とする。しかし冷凍サイクルでは冷媒ガスが漏出すると冷蔵庫としての機能を失うことになるため、密封を完全に、漏えい量を絶無とするよう厳重な生産管理のもとに量産されている。防爆指針によるとこのような場合には、内部の圧力を表示する装置をつけるだけでよいとされており、冷媒ガスが漏れると冷凍能力が失われて冷却器の温度が上昇する現象を利用して、冷却器の温度を冷蔵庫の外に表示する装置をつけることにした。

表6 日立防爆形冷蔵庫仕様

形 式		RX-161	
防 爆 構 造 総 内 容 積 (l)	防爆構造	d # f <sub>2</sub> G 4	
	総内容積 (l)	161	
	電 圧 (V)	100	
	周 波 数 (c/s)	50/60	
定 格	電 流 (A)	1.95/1.65	
	消 費 電 力 (W)	105/115	
	電 圧 (V)	100	
貯 蔵 庫	外 箱		高級仕上鉄板メラミン樹脂焼付塗装
	外法 寸法	高 さ (mm)	1,356
		幅 (mm)	540
		奥行(ハンドル含む)(mm)	669
	内 箱		硬質塩化ビニル樹脂板真空成形
	内法 寸法	高 さ (mm)	990
		幅 (mm)	420
		奥行 最深部/最浅部(mm)	416/407
	付 属 品	棚	4 個 (上3段可変)
		低温容器	全幅引出式露受皿兼用
製氷皿		大小各1個	
クリスパー		スイングアウト式	
庫	セルフターンバスケット	2 個	
	バターケース	引戸式	
除霜水容器	付		
	付		
ドア開閉機構	ハンドル (マグネットパッキン式)		
	付		
冷凍サイクル	冷却器 (蒸発器)	全幅□字形アルミニウムロールボンド	
	霜取り方式	ダイヤル式オフサイクル	
圧縮機	形 式	CC755A	
	防爆構造	f G 4	
制御装置	電動機出力 (W)	75	
	形 式	EPB1A	
防爆構造	防爆構造	d 2 G 4	
	温度調節器形式	F 3 DE	
起動装置形式	起動装置形式	S C 75	
	起動用コンデンサ定格	125V 70μF	
製 品 重 量 (kg)		70	
電 気 用 品 型 式 認 可 番 号		▽ 9-2788	

(3) 制 御 装 置

制御装置を耐圧防爆構造とし、電源に接続するための端子箱も耐圧防爆構造とした。制御装置からは圧縮機に給電するためのケーブルを出す必要があるが、これらは機体内配線であるから、冷蔵庫を集成機器と考えた場合、それぞれの部分の独立の端子箱を省略することができる。

4. 防爆形冷蔵庫の構造

上述の設計に基づいて製作したRX-161形日立防爆形冷蔵庫の構造および仕様は図2,3および表6に示すとおりである。

以下これらの各部の構造について述べる。

4.1 防 爆 容 器

耐圧防爆構造の容器は表5に示す内部圧力ならびに、スキおよびスキの奥行の規定を満足しなければならない。制御装置は図3に示す構造であって、爆発等級2に対応する表5に示す値を満足している。また容器の取りはずし可能なふたの取付けに関しては、これを不用意にゆるめると防爆性が失われて危険となるから、一般の工具でゆるめることができないよう錠締構造としなければならないが、これにはM6の六角穴付ボルトを使用し、防爆指針に合致する錠締構造を採用している。

4.2 導 線 引 込 部

制御装置と圧縮機の間を結ぶケーブルおよび電源に至るケーブルの引込部には、耐圧パッキン式引込方式を採用した。電源用ケーブルには第3種クロロプレンキャブタイヤケーブルを使用し、グラン

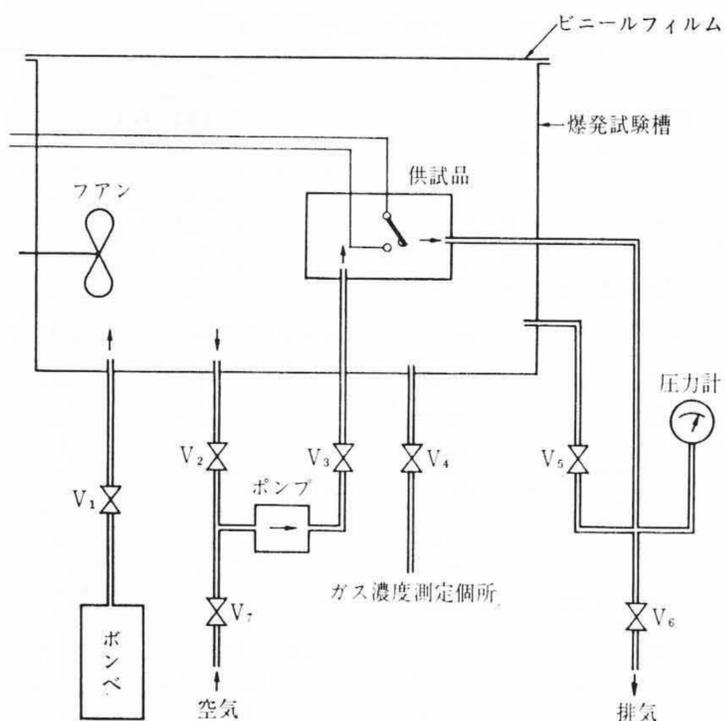


図 4 爆発試験装置略図

ドのねじ込み部に管用平行ネジを切って、電線管ネジ結合式による配線工事を可能としてある。

端子箱から機器本体内部への導線の接続は、耐圧容器隔壁に溶接したハーメチックターミナルを通すことにより行なわれている。

制御装置から圧縮機へ至る間、外部に露呈するケーブルは硬質ビニル管によって外傷から保護されている。

#### 4.3 冷凍サイクル

冷凍サイクルの各部は溶接または銀ろう付により密封され、気密試験により、漏えい量は  $0.01 \text{ lusec}$  ( $l \cdot \mu\text{Hg/s}$ ) 以下に管理されている。このようにして生産された冷蔵庫の冷媒漏出は長年月にわたる実績から判断してほとんどない。万一冷媒ガスが漏えいすれば冷凍能力を失うから、貯蔵庫内温度は上昇し、正常な状態でみられた冷却器の霜の付着生成がなくなることから容易に発見できる。しかし外部からもこのことを検知できるように冷却器の温度を外部に表示してある。

冷蔵庫の背面に設置してある凝縮器および配管の一部はガードによって外傷から保護されている。

#### 4.4 絶縁距離

防爆容器内に収められた電気機器および接続部などは、安全増防爆構造に定められた絶縁距離の値を満足するよう、沿面距離および空間距離をそれぞれ  $6 \text{ mm}$  以上としてある。

### 5. 試 験

防爆指針に定められた試験のうち爆発試験と温度試験について説明する。

#### 5.1 爆発試験

耐圧防爆構造の電気機器では、内部で爆発を生じてもその爆発圧力に耐え、かつ機器外部への火炎逸走を防止できなければならない。したがってこれは爆発強度試験と爆発引火試験に分けられる。

##### (1) 爆発強度試験

耐圧防爆構造の機器内に表 5 に定められた圧力が得られるよう混合気体を満たして爆発試験を 10 回繰り返す。試験の結果、容器に破損を生じたり、実用上支障のある変形を生じてはならない。

供試品に対し実施したメタンガスによる爆発試験では規定圧力が得られなかったため、別に空圧試験を実施して強度を確かめた。

##### (2) 爆発引火試験

容器内部で爆発させて外部への火炎逸走の有無を調べるもので、その機器の爆発等級より 1 等級上の可燃性ガス混合物で 15~

表 7 制御装置爆発引火試験結果

爆発回数	供試品外のガス濃度 (%)	供試品内のガス濃度 (%)	爆発圧力 ( $\text{kg/cm}^2\text{G}$ )	火炎逸走の有無
20	9.5	9.0	0.6	無

(注) 容 積  $1,430 \text{ cm}^3$   
 ガスの種類 メタンガス  
 室 温  $11^\circ\text{C}$   
 湿 度 49%

20 回繰り返さない、1 回でも外部ガスに引火してはならない。

図 4 は使用した試験装置を示したものである。可燃性ガスをバルブ  $V_1$  を通してポンペから試験槽に注入し、最も爆発しやすい状態の混合気体を作る。混合気体の一部をポンペによって供試品内部に送り、試験槽内とはほぼ同一状態とする。その後全バルブを閉じて、供試品に設けた電気接点に火花アークをとばして爆発を起こさせ、外部への火炎逸走の有無を確認する。

表 7 は制御装置に対して実施した爆発引火試験結果の一例である。爆発圧力が低かったのは温度調節器ダイヤル軸またはキャピラリーチューブ貫通部のスキによるものと考えられる。試験では火炎の逸走はなく、各部の異常は認められなかった。

#### 5.2 温度試験

防爆構造の容器外面の温度上昇は表 5 の値以下でなければならない。最も温度の高い部分は圧縮機であるが、冷蔵庫を室温  $35^\circ\text{C}$  で連続的に運転するという悪条件においても、最高温度は  $71.0^\circ\text{C}$  程度であって、温度試験結果は十分規格値を満足している。

### 6. 結 言

以上防爆形冷蔵庫について防爆構造の概要を述べた。

まず防爆に対する規格を概説し、これに基づいて防爆形冷蔵庫の防爆仕様を決定し、設計上の要点を述べた。つぎに各部の防爆構造を説明し、各種の試験によって防爆性能を確認したことを述べた。

この防爆形冷蔵庫は工場防爆試験に関するわが国唯一の公的機関である産安研における防爆性能試験に合格した。

この冷蔵庫の使用によって、危険薬品による爆発事故を防止できるのであって、実験室、研究室、病院などにおいて採用されて、危険な状態が一日も早く解消されることを熱望するものである。

終わりに、この防爆形冷蔵庫の開発に際し有益なご教示を賜った東京大学工学部難波教授、産安研防爆課田口課長ならびに坂主技官に対し、また試験にご協力いただいた日立製作所日立工場器具検査課沢木、赤津両氏および関係各位に対して衷心より謝意を表す次第である。

#### 参 考 文 献

- (1) 朝日新聞または産経新聞夕刊 (昭 40-11-13)
- (2) Chem & Ind June 11, 1960, 686
- (3) 労働省産業安全研究所資料: 「某研究所における電気冷蔵庫の爆発」(昭 35-4-21 発生)
- (4) 労働省令第 9 号第 140 条 (昭 22-10-31)
- (5) 通産省令第 61 号第 208 条 (昭 40-6-15)
- (6) 日本化学会防災化学委員会: 化学と工業 18 (1), 228 (昭 40)
- (7) JIS C 0901 電気機器の防爆構造 (炭坑用)
- (8) 工場電気設備防爆委員会: 工場電気設備防爆指針 (ガス蒸気防爆-1965)
- (9) JIS C 0903 電気機器の一般用防爆構造通則
- (10) 労働省告示第 4 2 号: 電気機械器具防爆構造規格 (昭 36-9-30)
- (11) 通産省告示第 271 号第 33 条: 電気機械器具の防爆構造の規格 (昭 40-6-15)
- (12) BS 229 (制定 1926, 4 次改訂 1957)
- (13) VDE 0171 (制定 1943, 4 次改訂 1965)
- (14) 日本化学会: 化学便覧 (丸善 昭 37)
- (15) D. M. Hillebrand, 蒲生訳: 防爆電気機器原論 (コロナ 昭 19)