



ニッシンくんの自習室

(10)

液膨張による危害の防止について

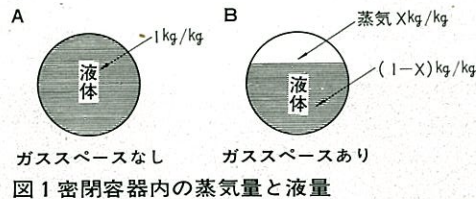
技術教育訓練センター

朝井 弥

冷媒は、圧力や温度差が変化すると状態（固体、液体、気体の別、相ともいう）が変化し、その際に多量の熱の移動を伴います。冷凍装置はこの原理を利用したものであることは皆さん方の周知の事柄です。ここで、密閉容器に液体と気体を入れ、加熱した場合の状態について考えて見ることにします。（第1図参照）

液体は加熱による体積の増加は僅かで、加圧しても圧縮（体積の減少）は皆無であり、蒸気（気体）は加熱により体積の増加は著しいが、加圧により圧縮が可能であります。

冷媒容器（ポンペ）、受液器（レシーバ）、低圧受液器（サージドラム）、中間冷却器（インタークーラ）、液冷却器、およびそれらの連絡管に液冷媒を充填（封入）し、図1のBのように、容器内に液体の部分と気体の部分がある場合は、温度の上昇につれて液体は蒸発して気体の部分の圧力が上昇するが、気体部分が残存する限り、圧力（蒸気圧）の上昇は比較的少ないが、ある温度に達し、図1のAのように容器内が液で充満、いわゆる液封状態になり、温度がさらに上昇すると液膨張による異常高圧で液封部分が破壊します。-30°Cから30°Cまでの平均液体膨張量は $2.5 \times 10^{-3}/^{\circ}\text{C}$ 、鋼の膨張係数は $12.0 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 程度であるから温度上昇による容器内容積の増加があってもある温度になると容器全体が液で充満します。



第1表 温度と比体積

温度°C	0	50	100	150	温度°C	-30	0	40
比体積 m ³ /kg	1.34	1.60	1.85	2.10	比体積 d/kg	1.47	1.56	1.72

*アンモニア蒸気

*アンモニア液

第2表 冷媒の平均膨張率($\alpha \times 10^{-3}/\text{deg}$)

蒸気			液		
NH ₃	R22	RI2	NH ₃	R22	RI2
4.2×10^{-3}	4.0×10^{-3}	4.1×10^{-3}	2.2×10^{-3}	2.7×10^{-3}	2.3×10^{-3}

注 -30~+30°C

いま1.8lの容器に1kgのアンモニア液を入れた場合に、液の比重が $1/1.86 \div 0.538 \text{kg/l}$ になると容器は液で充満することになり、この温度は62.2°Cであるから、容器の熱膨張代を考慮しても63°C以上でガススペースの全くない完全な液封状態になることが理解できます。

液化ガスの質量(重量)をGkg、容器の内容積をV(l)とした場合に安全充填量を規定するのに次式を採用し、充填定数C (l/kg)は液の比体積V

(l/kg)より10%大きく定めています。したがって法規の許容充填量は内容積の90%以下になります。 $G = \frac{V}{C}$ ただしC:定数(充填定数)l/kg

NH₃=1.86, R22=0.98, R12=0.86

法規(平常, 基準)の充填量より5%, 10%過剰に充填する場合の液の密度は1.05/1.86, 1.10/1.86で表わされ、それぞれの液封温度は47.1, 30.6°Cと求まります。(図3参照)

冷媒液は、水、アルコール、グリセリンと同じ非圧縮液体で、液封後の温度上昇(加熱)で膨張した体積を縮めるのに非常に大きな力を必要とします。

冷媒液を 1×10^{-3} だけ体積を減少するのに20kg/cm²の力が要るから1°Cだけ増加(膨張)した体積をもとのままに抑えるには40~60kg/cm²の力が必要となります。(液封による圧力の上昇参照)

容器の耐圧試験圧力を30kg/cm²とすると、充填量と液封になる温度、そのときの蒸気圧は第3表の関係になり、充填量が多くなるにしたがい容器の安全上の蒸気圧と耐圧試験圧力の比を小さくなります。

これまで圧力容器に冷媒液を充填することにつき述べましたが、これらの事柄は装置の液封一般に共通事項ですから、液封による事故を防ぐために、

- ① 弁の開閉の順序
- ② 液封になる部分
- ③ 液封による異常高圧, 漏洩
- ④ 液膨張による機器の破壊

などについて各自が努力して一層正確な知識と経験を身につけられることを切望してこの項を終ります。

図3 容器中の液化アンモニアの占める割合(%)

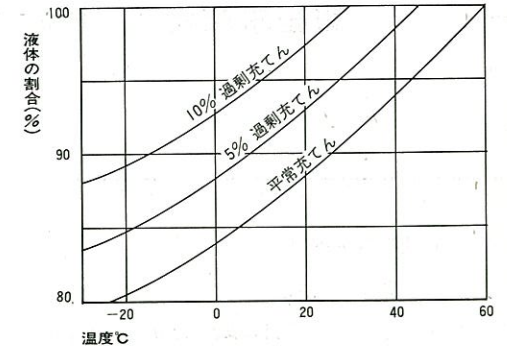
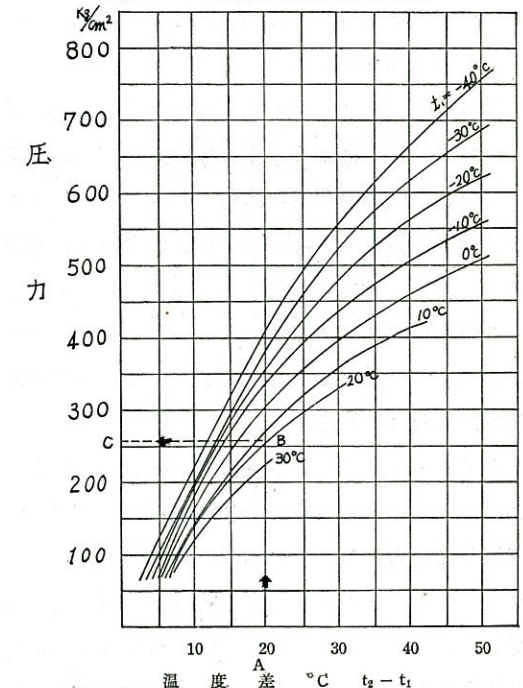
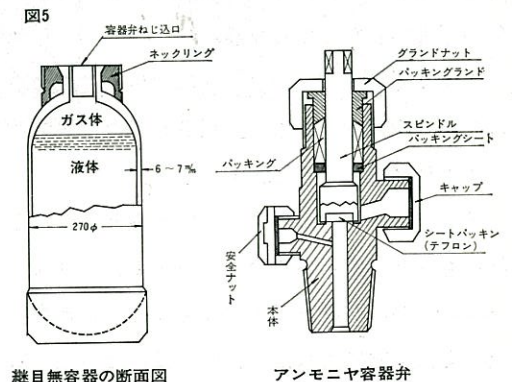


図4 液体アンモニア液封による圧力上昇線図



図表の見方
t₁:液アンモニアの温度 t₂:外部温度 t₂-t₁:温度差
例 t₁=+20°C t₂=+40°C 温度差 t₂-t₁=40-20=20°C
圧力は温度差20°Cの点Aと液温20°C線の交点Bから左へ点を見れば其の時の圧力は260kg/cm²となる。



縦目無容器の断面図

アンモニア容器弁