

コールド・エバポレータ取扱指針

平成 29 年 3 月

富山県生活環境文化部環境保全課
富山県高圧ガス安全協会

目 次

第1章	はじめに	1
1	本指針について	1
2	コールド・エバポレータとは	1
3	用語の定義	1
第2章	ガスの性質	2
1	高压ガスの危険性	2
2	各種ガスの物理的性質	2
3	各種ガスの化学的性質	4
4	各種ガスの用途	8
第3章	コールド・エバポレータの構造及び機能	9
1	設備の概要	9
2	CEの構造	9
3	CEの機能	16
第4章	取扱い上の注意	26
1	受入れ	26
2	消費	30
3	故障の原因及び対策	34
4	その他一般的注意事項	36
第5章	法規制の概要	38
1	CEの設置に係る手続き	38
2	CEの変更工事等に係る手続き	40
3	CEの管理に係る法規制	41
4	県の指導事項	42
5	その他の法規制の概要	43
第6章	設備の管理	44
1	日常点検等	44
2	定期自主検査	44
3	保安検査	45
4	設備保全	50
5	帳簿の作成	51
第7章	保安管理	52
1	保安管理体制	52
2	危害予防規程	54
3	教育訓練	54
4	安全活動の推進	56
5	緊急時の措置	57
6	事故時の措置	59
7	自然災害に対する備え	60
<参考>	CEに係る技術上の基準一覧表	61
	コールド・エバポレータに係る全国の事故事例	64
	水素、天然ガスについて	73
参考資料		74

第1章 はじめに

1 本指針について

この指針は、コールド・エバポレータ（以下「CE」という。）の構造、機能、取扱方法及び保安管理等を具体的に示し、これに基づき適切に使用及び維持管理することにより、災害を防止し、公共の安全を確保することを目的として作成したものである。

CEを使用する事業所においては、その設置から日常の運転管理及び定期的な自主検査まで、幅広くこの指針を参考にしていきたい。

2 コールド・エバポレータとは

CEは、専ら液化酸素、液化窒素、液化アルゴン又は液化炭酸ガスの貯槽（二重殻真空断熱式構造のものに限る。）に接続された蒸発器により当該液化ガスを気化するための高圧ガス設備をいい、具体的には、超低温液化ガス貯槽、加圧蒸発器、送ガス蒸発器及びその他の付属設備をいう。

容器及びポンプ等を車両に固定した移動式製造設備（ローリ、輸送車）から貯槽に受け入れた超低温液化ガスを、貯槽内の圧力を一定に保持しながら消費することができる。その際、液面を加圧する行為が高圧ガスの製造に該当する（常用圧力が1 MPa 以上の場合は、蒸発器で気化させる行為も高圧ガスの製造に該当する）。

高圧ガスの「製造」とは

次の行為が、高圧ガスの製造に該当する。

- ・ 高圧ガスでないガスを高圧ガスにすること。
- ・ 高圧ガスの圧力をさらに上昇させること。
- ・ 高圧ガスを当該高圧ガスよりも低い圧力の高圧ガスにすること。
- ・ 気体を高圧ガスである液化ガスにすること。
- ・ 液化ガスを気化させ高圧ガスにすること。
- ・ 高圧ガスを容器に充填すること。
- ・ 加圧蒸発器で気化したガスにより高圧ガスである液化ガスの液面を加圧すること。

※ 次の設備は、この指針の対象としない。

- ・ CEと同様の設備を使用した液化水素又は液化天然ガスの製造設備
- ・ 特例措置CE（学校や住宅等の保安物件に対して確保すべき保安距離について緩和の特例措置が適用されるCE（一般高圧ガス保安規則（以下「一般則」という。）第6条の2第2項の規定に適合するCEであって、同第8条第3項の規定に適合する移動式製造設備から液化ガスを受け入れるもの。）

3 用語の定義

圧力：特にことわりがない限り、ゲージ圧力をいう。

（ゲージ圧力 = 絶対圧力 - 1気圧 (0.1013MPa)）

ガスの容積：0℃・1気圧におけるガスの容積（単位：Nm³）をいう。

このほか、高圧ガス保安法及び一般則に定める用語の例による。

第2章 ガスの性質

1 高圧ガスの危険性

この指針で対象とする超低温液化ガスなどの高圧ガスは、一般に次のような危険性を有するため、これらに留意した取扱いが必要である。

(1) 圧力の危険性

高い圧力により、設備からのガスの噴出、設備の破裂などのおそれがある。

(2) 状態変化の危険性

液化ガスが蒸発した場合、急激な膨張による設備の破裂、蒸発潜熱（気化熱）による凍傷のおそれがある。

(3) 温度の危険性

超低温の液化ガスの場合、材料の機械的性質の変化（金属の低温脆性など）や凍傷のおそれがある。高温ガスの場合、熱傷のおそれがある。

また、ガス自体の温度が当初は常温でも、配管内での流速が大きい場合に高温になることがある。

(4) ガス自体の性質による危険性

窒息のおそれがあるほか、可燃性ガスは引火や爆発のおそれ、毒性ガスは人体や生物に被害を及ぼすおそれがある。

そのほか、支燃性、自然発火性、自然分解性などの反応性による危険のおそれや、加熱等による性状の変化（毒性ガスの発生など）による危険のおそれがある。

2 各種ガスの物理的性質

(1) 一般的性質

酸素、窒素、アルゴン、炭酸ガスは、いずれも無色無臭の気体で、温度を下げた液化すると酸素は淡青色、その他は無色の透明な液体となる。

表 2-1 に各ガスの物理的性質を示す。

表 2-1 ガスの物理的性質

	酸素	窒素	アルゴン	炭酸ガス
分子式	O ₂	N ₂	Ar	CO ₂
分子量	32.00	28.01	39.95	44.01
ガス比重 (空気=1)	1.11	0.97	1.38	1.53
ガス密度 [kg/m ³] (0℃、1気圧)	1.429	1.251	1.783	1.977
液密度 [kg/L] (沸点)	1.141	0.809	1.398	1.030
沸点 [℃]	-183.0	-195.8	-185.7	-78.5
臨界圧力 [MPa (絶対圧力)]	5.05	3.40	4.86	7.38
臨界温度 [℃]	-118.4	-147.1	-122.5	31.1

(2) 蒸気圧

図 2-1 に各ガスの蒸気圧を示す。

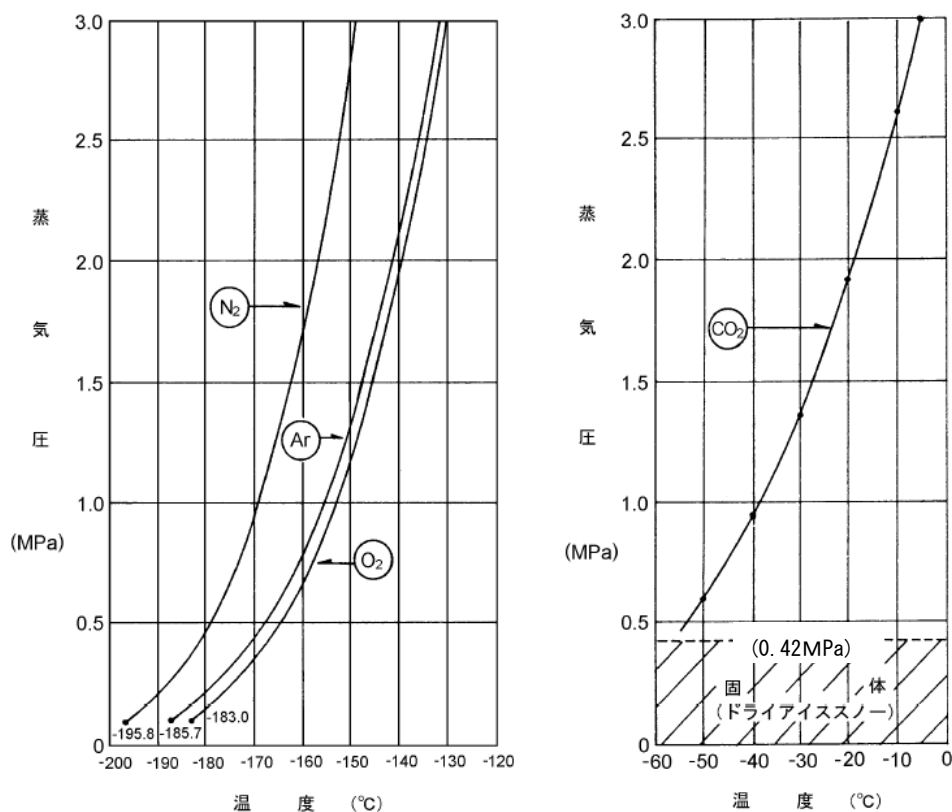


図 2-1 蒸気圧曲線

(3) 液化ガスの蒸発によるガスの膨張

例えば液化酸素の場合、液化酸素 1 L の質量は 1.141kg であり、0°C・1 気圧における酸素ガス 1 m³ は 1.429kg である。

従って、液化酸素 1 L が蒸発して 0°C・1 気圧のガスになると、その容積は、

$$\text{酸素ガス} : \frac{1.141 \text{ (液密度 [kg/L])}}{1.429 \text{ (ガス密度 [kg/m}^3\text{])}} \times 1,000 = 799 \text{ [L]}$$

となり、液化酸素は蒸発すると約 800 倍の容積のガスとなる。

表 2-2 に各種ガスの質量・容積換算表を示す。

(4) ドライアイス

液化炭酸ガスの圧力が約 0.42MPa 以下になると、液化炭酸ガスが固体（ドライアイス）になり、設備内で閉塞を起こすため、CE では 1 MPa 以上の圧力で使用する必要がある。

また、ドライアイスが昇華して気体になると膨張するため、密閉容器内にドライアイスを入封してはならない。

表 2-2 ガスの質量・容積換算表

	質量 [kg]	液体 [L]	気体 [m ³] (1 気圧)		
			0℃	15℃	35℃
酸素	1	0.876	0.700	0.738	0.789
	1.141	1	0.799	0.842	0.901
	1.429	1.252	1	1.055	1.128
	1.355	1.187	0.948	1	1.069
	1.267	1.110	0.886	0.935	1
窒素	1	1.236	0.800	0.844	0.902
	0.809	1	0.647	0.682	0.729
	1.251	1.547	1	1.055	1.128
	1.186	1.466	0.948	1	1.069
	1.109	1.371	0.886	0.935	1
アルゴン	1	0.715	0.561	0.592	0.633
	1.398	1	0.784	0.827	0.885
	1.783	1.275	1	1.055	1.128
	1.690	1.209	0.948	1	1.069
	1.580	1.130	0.886	0.935	1
炭酸ガス	1	0.971	0.506	0.534	0.571
	1.030	1	0.524	0.550	0.588
	1.977	1.919	1	1.055	1.128
	1.874	1.819	0.948	1	1.069
	1.752	1.701	0.886	0.935	1

注 液体の容積について、炭酸ガスは温度-20℃、圧力1.97MPa（絶対圧力）における値を示し、その他は1気圧における値を示す。

3 各種ガスの化学的性質

(1) 酸素の化学的性質

ア 支燃性

一般に、物質が空气中又は酸素中で酸素と化合して、多量の熱と光を発する現象を燃焼という。

燃焼が起こるためには、次の3つの条件が必要である。

(ア) 燃える物質が存在すること。

(イ) 酸素が存在すること。

(ウ) 着火源が存在すること。

つまり、酸素は燃焼を起こすときになくってはならないものであるが、酸素単独では燃焼を起こさない。このような性質を支燃性という。

イ 酸素中での燃焼性の変化

空気は地表で約21%（体積%）の酸素を含んでいるが、この酸素の濃度が増すと物質の燃焼速度は速くなり、発火温度が低くなる。また、火炎の温度が上昇し、火

炎の長さも長くなる。

表2-3に示すように、一般に可燃性物質が燃焼する際、空气中よりも酸素中の方が

- (ア) 燃焼範囲が広がる。(燃えやすくなる。)
- (イ) 発火温度が低くなる。(発火しやすくなる。)
- (ウ) 火炎温度が高くなる。(火勢が強くなる。)

表 2 - 3 空气中と酸素中における各種可燃性物質の燃焼性の比較

燃焼範囲 [%]	アセトアルデヒド	アセトン	ジエチルエーテル	トリクロエチレン
空气中	4～60	2.6～13	1.9～36	8～10.5
酸素中	4～93	2.6～60	2.0～82	7.5～91

発火温度 [°C]	ガソリン	灯油	重油	鋸屑
空气中	383	432	424	310
酸素中	272	251	256	280

火炎温度 [°C]	アセチレン	水素	プロパン	メタン
空气中	2,325	2,045	1,925	1,875
酸素中	3,135	2,660	2,800	2,930

また、空气中では燃焼しにくい材料でも、酸素中ではその発火温度が低くなって危険なことがある。

このため、酸素の設備に使用する材料は十分に注意して選定する必要がある。

表2-4に各種ガスケット材料の酸素中における発火温度を示す。

表 2 - 4 各種ガスケット材料の酸素中（1気圧）における発火温度

材料	最低発火温度 [°C]	瞬間発火温度 [°C]
ファイバー	304	412
ゴム	345	523
シリコンゴム	414	633
フッ素ゴム	474	581
ダイフロン	470	613
テフロン	507	592

設備を製作又は補修する場合は、油脂、石油類、塗料などの可燃物を内部に残したり、侵入させたりしないよう厳重に管理し、かつ製作後に不燃性溶剤により洗浄する必要がある。また、液化酸素とアスファルトが接触しないようにする必要がある。

ウ 金属に対する作用

酸素が水を介して鉄や鋼を腐食させる現象は酸化反応として知られているが、温度が高くなると金属に直接作用して、燃焼を起こすことがある。

例えば、鉄粉やアルミニウム粉は酸素中で約400℃から燃焼を起こす。

表2-5に各種圧力下における酸素中の金属の燃焼温度を示す。このうち銅は、その温度で溶融するが、燃焼は起こさない。

表2-5 各種圧力下酸素中の金属の燃焼温度 (°C)

金属名 \ 圧力 [MPa]	0	3.4	6.9	12.4
銅 (溶 融)	1,084	885	835	805
ステンレス鋼	1,366	—	—	—
軟鋼	1,277	1,105	1,018	927
鉄	924	825	740	630
アルミニウム	660	—	—	—

エ 可燃性ガスとの反応

酸素は水素、アセチレン、液化石油ガスなどの可燃性ガスに対して非常によく反応し、ある混合比率においては爆発を起こす。

これらの爆発範囲は、一般に空気中よりも酸素中の方が広い。

表2-6に各種可燃性ガスの爆発範囲及び発火温度を示す。

表2-6 各種可燃性ガスの爆発範囲及び発火温度

可燃性ガス	爆発範囲 [%]				発火温度 [°C]	
	空気中		酸素中		空気中	酸素中
	下限	上限	下限	上限		
メ タ ン	5.0	15.0	5.1	59	537	—
エ タ ン	3.0	12.4	3.0	66	515	507
ア セ チ レ ン	2.5	81.0	2.5	100	305	296
エ チ レ ン	2.7	36.0	2.9	80	490	485
プ ロ パ ン	2.1	9.5	2.3	57	432	—
シ ク ロ プ ロ パ ン	2.4	10.4	2.5	60	500	455
水 素	4.0	75.0	4.0	95	580	538
ア ン モ ニ ア	15.0	28.0	15.0	79	651	—

オ 人体に対する有害性

(ア) 地球上に生息する大部分の生物にとって、酸素は生存するために不可欠な要素で、酸素が不足すると生命が危険となる。

タンク内作業、坑内作業等においては、酸素濃度は18%以上に保持しなければならない。

(イ) 酸素が過剰に存在する場合にも、生体に有害な場合がある。

高濃度の酸素を長時間にわたり吸入すると、肺が充血し、小児や小動物では

失明又は死亡するといわれている。表2-7に空気中の酸素濃度と人体への影響を示す。

表2-7 空気中の酸素濃度と人体への影響

濃度 [%]	人体への影響（安全性又は危険性）
46	けいれん、めまい、不快な呼吸感、錯乱、幻聴、視力障害、足指の疼痛等短時間呼吸の高濃度中毒症状の安全限界
36	長時間呼吸の高濃度中毒症状の限界
21	安全（空気中の濃度）
19	長時間の作業でも安全（労働安全衛生法では18%まで）
17	やや異常を感じる、判断力が鈍る
15	安全の最低管理限度、おう吐、呼吸困難
13	生活可能の最低限度
11	意識喪失、けいれん
5	昏睡、6分で呼吸停止

(2) 窒素の化学的性質

ア 反応性：化学的に不活性で、反応性はない。

イ 人体に対する有害性：空気中に約78%存在する。特に毒性はないが、多量になると酸素欠乏による窒息の危険がある。窒素を使用する設備の内部に入る場合は、空気で十分置換してから入るようにしなければならない。

(3) アルゴンの化学的性質

ア 反応性：化学的に不活性で、反応性はない。

イ 人体に対する有害性：特に毒性はないが、窒素と同様、多量になると酸素欠乏による窒息の危険がある。

(4) 炭酸ガスの化学的性質

ア 反応性：水分を含む炭酸ガスは炭素鋼を著しく腐食する。特に酸素の存在下で腐食が促進される。

イ 人体に対する有害性：多量になると酸素欠乏による窒息の危険がある。また、酸素濃度が十分であっても、表2-8のとおり二酸化炭素中毒による死亡の危険がある。

表2-8 空気中の炭酸ガス濃度と人体への影響

濃度 [%]	人体への影響（通常酸素濃度（21%程度）における）
25 ~ 30	呼吸低下、血圧降下、昏睡、反射能力喪失、麻痺。数時間後に死に至る。
10 ~ 11	調整機能不能。約10分で意識不明となる。
7 ~ 9	許容限界。約15分で意識不明となる。
5	呼吸が極度に困難になる。30分の暴露で中毒症状となる。
3	作業性低下
1.5	作業性及び基礎的生理機能に影響を及ぼさずに長時間にわたって耐えることができる。
0.5	長期安全限界（1日8時間、週40時間暴露しても有害な健康影響が現れない。）
0.04	安全（空気中の濃度）

4 各種ガスの用途

(1) 酸素

- ・溶接、溶断等
- ・医療、高度飛行、登山等の吸入用
- ・製鋼用、冶金用
- ・ロケットの助燃剤
- ・化学工業原料用（硝酸、硫酸の製造等）
- ・養魚用
- ・パルプの漂白

(2) 窒素

- ・金属の熱処理、精製の雰囲気ガス
- ・半導体のバランスガス
- ・化学工業用原料（アンモニア合成等）
- ・可燃性ガスや毒性ガスの置換用（保安用ガス）
- ・食料品低温輸送用
- ・医療用
- ・気密試験用

(3) アルゴン

- ・電球封入、ネオン管封入用
- ・アルゴン溶接
- ・特殊金属の精錬、熱処理
- ・金属の分析装置用
- ・半導体のバランスガス

(4) 炭酸ガス

- ・炭酸ガス溶接
- ・食料品の保存、保冷、ドライアイス
- ・清涼飲料
- ・金属加工処理
- ・消火器
- ・アルカリ排水の中和用

第3章 コールド・エバポレータの構造及び機能

1 設備の概要

CEは、液化酸素、液化窒素、液化アルゴン又は液化炭酸ガスをローリ（移動式製造設備）から受け入れ、消費する目的で使用されている。

消費の方法として、送ガス蒸発器により気化させた後、減圧弁等により使用目的に応じた圧力に調整して供給する方法がよく用いられる。また、液化ガスのまま消費する方法（液取り）もある。

2 CEの構造

(1) 貯槽

液化ガスに接する内槽と、これを包含する外槽及び圧力制御機構などの付属機器により構成されている。（図3-1参照）

内槽と外槽との空間には、パーライトなどの熱伝導度の低い粉末断熱材を充填し、高度の真空を保持することにより、大気からの熱侵入を極力防止して、液化ガスの蒸発による内槽圧力の上昇を抑えるように製作されている。

内容積1～30 m³のCEは、円筒たて型のものが多く用いられている。

・材質

内槽は超低温（液化窒素の場合-196℃）になるので、低温に適した材料を使用する必要がある。このため、一般にオーステナイト系ステンレス鋼等が使用されている。（炭素鋼は、低温において特に機械的強度の低下が著しく、-60℃付近では衝撃値が極めて低下し脆くなる（低温脆性）ので、使用することができない。）

外槽は、炭素鋼等が使用されている。

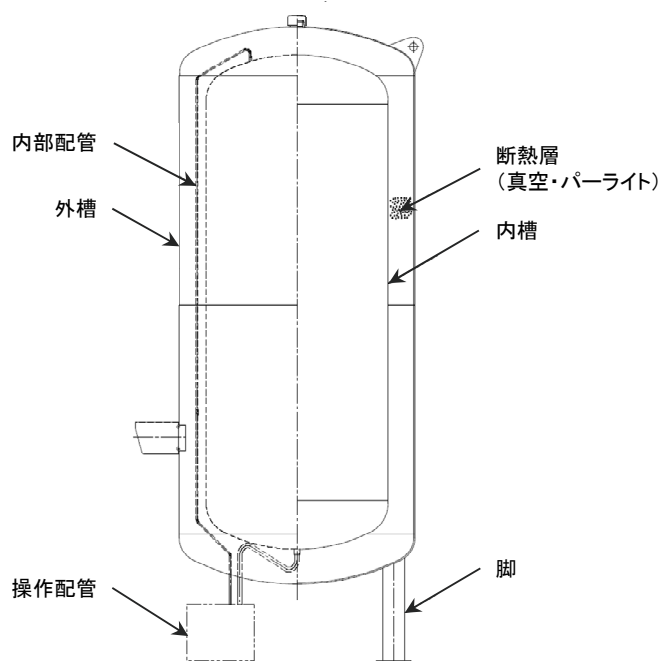


図3-1 CEの構造

(2) 加圧蒸発器

貯槽から消費系統への液化ガスの供給が進むと、貯槽内の液面低下により槽内の圧力が低下し、次第に液化ガスを供給しにくい状態となる。CEには、これを防ぎ、内槽圧力を所定の圧力に保持するため加圧蒸発器が設置されている。

内槽下部から取り出した液化ガスを気化させ内槽上部に送ることにより、低下した内槽圧力を所定の圧力に戻す。加圧蒸発器からのガスは、加圧調整器で所定の圧力範囲に調整される。

加圧蒸発器は、一般に空気の対流を利用して自然通風により気化させる空温式のものが使われ、そのフィン管等の材料には銅又はアルミニウムが使用されている。

(3) 自動圧力調整弁類（加圧調整器、降圧調整器（エコノマイザー弁））

CEの内槽圧力を所定の圧力に自動調整するため、加圧調整器及び降圧調整器（図3-2 参照）が設置されている。これらは、ダイヤフラムに加わるガスの圧力とスプリングの調節により、必要な圧力に調整できる機能を有する。

加圧調整器は、内槽圧力が低下すると弁が開き、加圧蒸発器からの気化ガスを内槽上部に戻すことにより昇圧し、所定の圧力に達すると弁が閉じる調整弁である。降圧調整器は、内槽圧力が所定の圧力を超えると弁が開き、貯槽内のガスを消費系統に流すことにより圧力を低下させ、所定の圧力まで低下すると弁が閉じる調整弁である。

この2つの圧力調整器の機能により、内槽圧力を加圧調整器と降圧調整器の設定圧力の間で保持される仕組みである。ただし、消費系統への供給停止時及び少量の送ガス時には降圧調整器は機能しないため、内槽圧力を低下させることはできない。

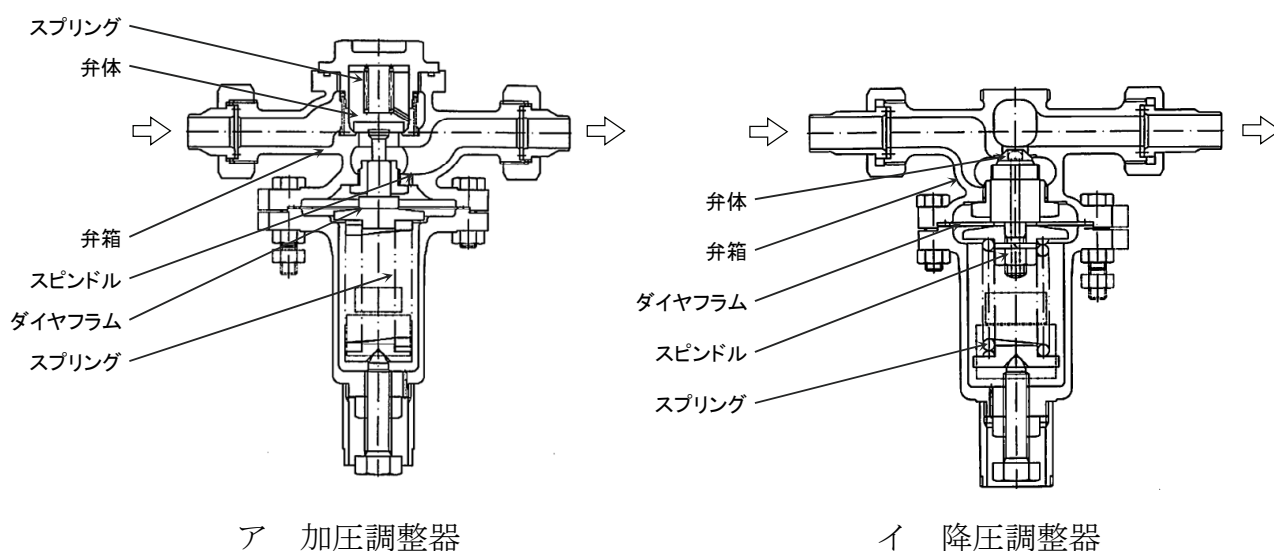


図3-2 自動圧力調整弁類

(4) 送ガス蒸発器

送ガス蒸発器は、貯槽から送られた液化ガスを消費のために気化させる装置である。図 3-3 及び図 3-4 に、送ガス蒸発器の一例を示す。

送ガス蒸発器の装置の大きさ、製作費用、運転操作の難易、熱源のコストは、液化ガスを気化させるための熱源の種類（加熱方式）に左右される。

表 3-1 に送ガス蒸発器の加熱方式を示す。

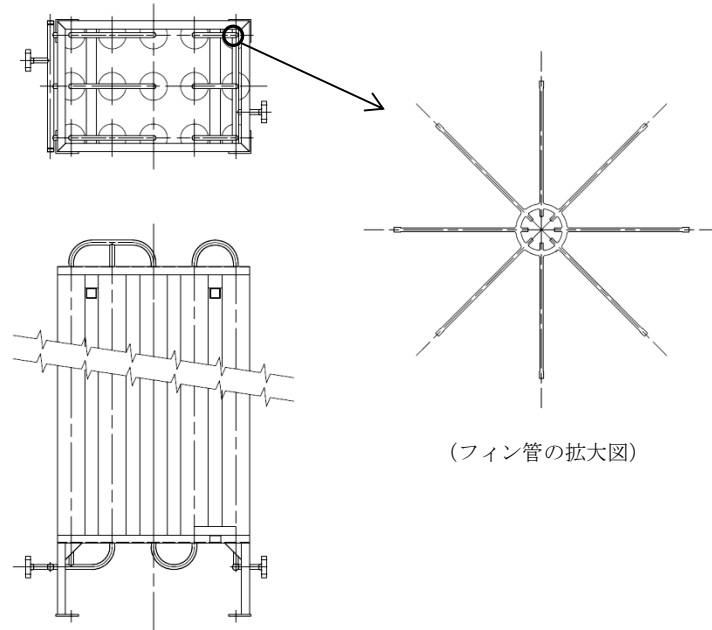


図 3-3 送ガス蒸発器（フィン管式）

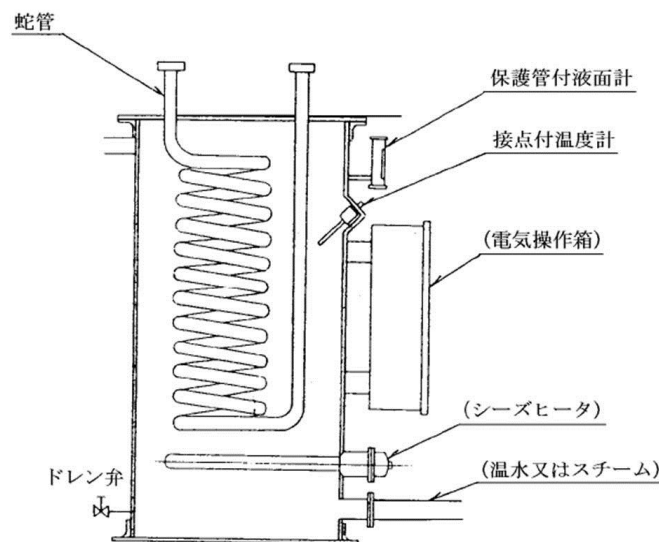


図 3-4 送ガス蒸発器（蛇管式）

表3-1 送ガス蒸発器の加熱方式

型式		加熱方式	特徴	
			利点	欠点
フィン管式	自然通風型 空温式 (A)	大気熱をフィン管より吸収するもの	熱源を要しない 運転操作が簡易 小型に適する	冬季は能力が低下 大型は製作費が高い 大型は据付面積が大きい
	強制通風型 空温式 (B)		Aより効率が良い 運転操作が簡易 大型にも適する	冬季は能力が低下 送風用電力が必要
蛇管式	シェル&コイル型 温水加熱式 (C)	温水を強制循環させるもの	A、Bより効率が良い 製作費が安い	温水が必要 温水ポンプシステムの保守が必要
	シェル&チューブ型 電熱加熱式	シーズヒータにより水槽内水温を自動調整するもの	効率はC相当 小型に適する	電力消費が大きい 製作費が高い
	シェル&コイル型 スチーム加熱式	水槽にスチームを吹き込み、水温保持を行うもの（スチームの吹き込みは水温により自動調整）	A、B、Cより効率が良い 製作費が安い 大型に適する	電力消費が大きい

※ A以外は停電に、蛇管式は断水や腐食に注意が必要である。

(5) 付属設備

ア 安全弁

C Eには、主に次の安全弁が設置されている。

(ア) 内槽安全弁

貯槽内の液化ガスはたえず蒸発しているため、内槽圧力は上昇する傾向にある。このため、内槽圧力が許容圧力を超えた場合に作動して圧力を下げて貯槽を保護する。

(イ) 加圧ライン安全弁

加圧ラインの圧力が許容圧力を超えた場合に作動して安全を保つ。

(ウ) 充填ライン安全弁

ローリからの液化ガスの受入時の圧力が許容圧力を超えた場合、また受入作業後に誤って液封状態となり、充填ライン内の圧力が許容圧力を超えた場合に作動して安全を保つ。

安全弁については、以下の点に留意すること。

- 安全弁は当該設備内の圧力が許容圧力を超えた場合に、直ちにその圧力を許容圧力以下に戻すことができるようにしておくこと。
- 安全弁の規定吹出し量は、所要吹出し量以上であること。（一般則第6条第1項第19号、製造施設の位置、構造及び設備並びに製造の方法等に関する技術基準の細目を定める告示（以下「製造細目告示」という。）第7条の2、一般高圧ガス保安規則関係例示基準（以下「例示基準」という。）13. 参照）
- 安全弁に付帯して設ける元弁は常に全開にしておくこと。（誤って閉めることがないように施錠、封印等の措置を施すこと。）
- 液化酸素製造施設の安全弁には、放出管を設けること。放出管の開口部の位置は、近接する建築物又は工作物の高さ以上の高さであって、周囲に着火源等のない安全な位置であること。

図 3-5 に安全弁の一例を示す。

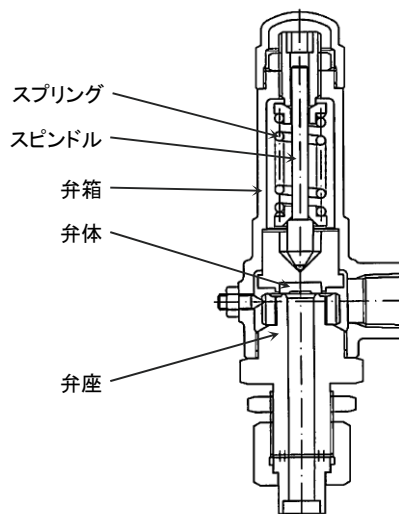


図 3 - 5 安全弁（ばね式）

なお、内槽安全弁については、近年、三方弁を元弁として、2台設置されているものが普及してきている。三方弁は2台の安全弁に対して同時に閉じることができない構造であるため、誤って元弁を閉じたことによる安全弁の不作動のおそれがない。

また、安全弁以外に内槽圧力を下げる設備として、近年、自動放出弁（ブリーダ一弁）が設置されているものが普及してきている。自動放出弁は、内槽圧力が通常より上昇したときに、安全弁が作動する前に自動的に開いてガスを放出し、内槽圧力を下げる機能を有する。

（これらは、特例措置CEには設置が義務づけられている。）

このほか、比較的古いCEには、安全装置として破裂板が設置されたものがある。破裂板は、内槽安全弁と併用され、破裂圧力が安全弁の作動圧力より高く設定されており、内槽圧力が上昇しても安全弁が作動しないなどの異常時に破裂して、貯槽を保護する。

イ 圧力計

高圧ガス設備内部の圧力を測るためのもので、JIS B7505 ブルドン管式のものが多く用いられる。

ブルドン管の材料には、一般に黄銅、磷青銅、ベリリウム銅、ステンレス鋼、バネ鋼などが使用されている。その構造は、だ円形の断面を持つ中空管を円弧状に曲げ、一端を固定してこれに圧力を導き、他端を閉じて自由に動くことができるようにしたものである。

中空管内に圧力が加わると、自由端はほぼ直線で圧力に比例した変位を生じ、これを指針に伝えることで圧力を示している。

液化酸素のCEには、「禁油」の表示があるものを使用すること。

ウ 液面計

液面計は、貯槽内の液化ガスの量を測るために設置されている。超低温液化ガスの液面高さは、水や油のように直接表示することができないため、貯槽の上下部の圧力差を検出して、間接的に液面高さを表示している。

エ 弁類

気化したガスが通る箇所には通常の玉形弁が使用されている。

超低温液化ガスが通る箇所には、凍結・結露を防ぐために長軸弁が使用され、グランドパッキンには吸湿性のないテフロン系がよく使用されている。

図3-6に長軸弁の一例を示す。

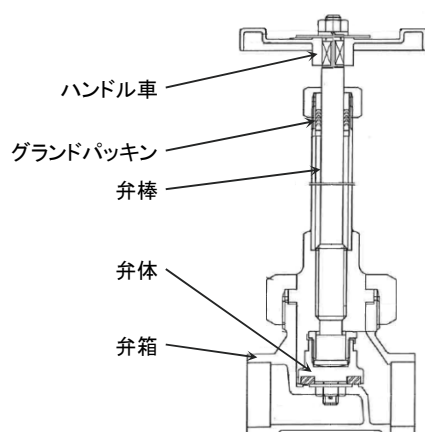


図3-6 長軸弁

(6) 緊急遮断弁

内容積 5,000 L 以上の液化酸素の C E の送ガスラインには、貯槽から 5 m 以上離れた位置で操作できる緊急遮断弁を設けなければならない。

図 3-7 に窒素（空気）圧式の緊急遮断弁の一例を示す。

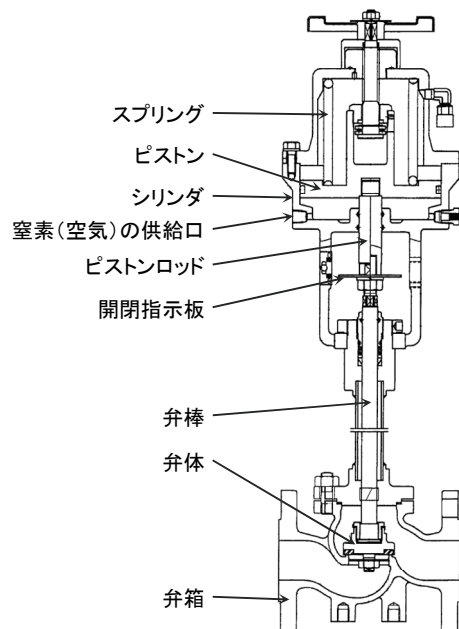


図 3-7 緊急遮断弁

3 CEの機能

CEの配管系統図を図3-8に示す。各部の名称は以下のとおり。

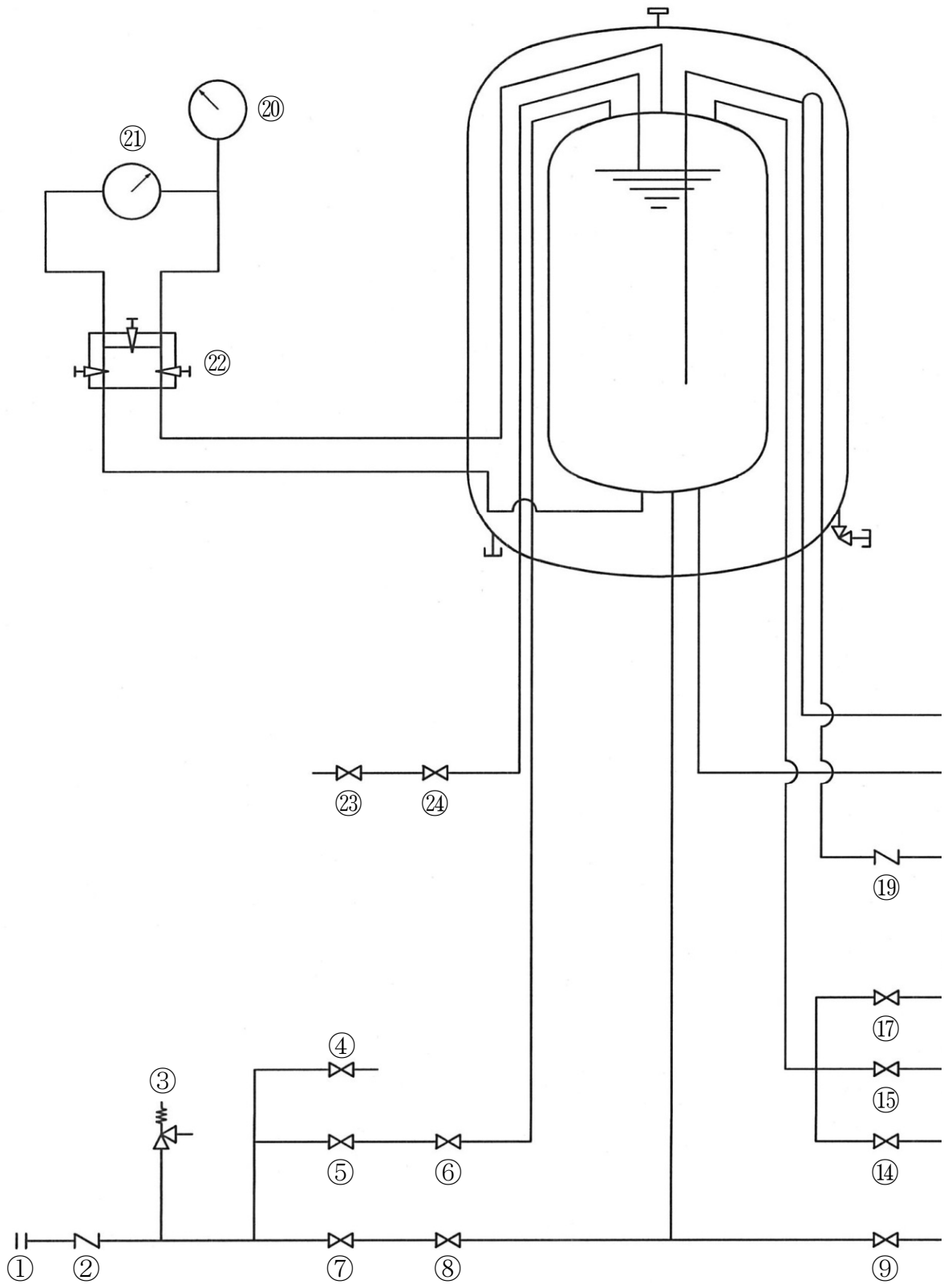
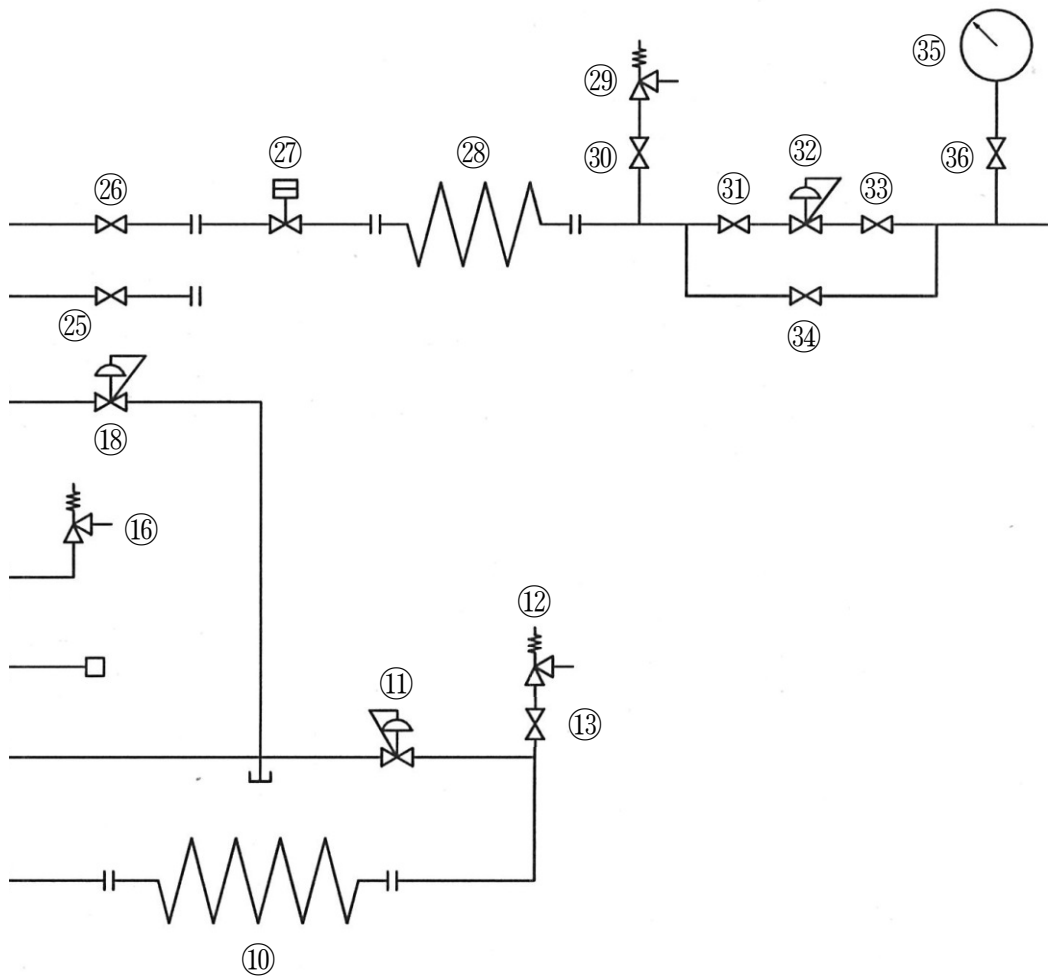


図3-8 CE配管系統図

- | | | |
|---------------|--------------------|---------------|
| ① 充填口 | ⑬ 加圧ライン安全弁元弁 | ⑳ 液取出弁 |
| ② 充填逆止弁 | ⑭ ガス戻り弁 | ㉑ 送液弁 |
| ③ 充填安全弁 | ⑮ 内槽ガス放出弁 | ㉒ 緊急遮断弁 |
| ④ 充填ブロー弁 | ⑯ 内槽安全弁 | ㉓ 送ガス蒸発器 |
| ⑤ 上部充填弁 | ⑰ 内槽安全弁元弁 | ㉔ 送ガスライン安全弁 |
| ⑥ 上部充填弁 (補助弁) | ⑱ 降圧調整器 (エコノマイザー弁) | ㉕ 送ガスライン安全弁元弁 |
| ⑦ 下部充填弁 | ⑲ 降圧逆止弁 | ㉖ 切替弁 |
| ⑧ 下部充填弁 (補助弁) | ㉚ 内槽圧力計 | ㉗ 送ガス調整器 |
| ⑨ 加圧元弁 | ㉛ 液面計 | ㉘ 送ガス弁 |
| ⑩ 加圧蒸発器 | ㉜ 液面計元弁 | ㉙ バイパス弁 |
| ⑪ 加圧調整器 | ㉝ 検液弁 | ㉚ 圧力計 |
| ⑫ 加圧ライン安全弁 | ㉞ 検液弁元弁 | ㉛ 圧力計元弁 |



(1) 充填ライン

ローリに固定されたポンプにより、貯槽の上部及び下部から超低温液化ガスを充填するラインである。上部充填弁⑤（バルブ等の番号は図 3-8 におけるもの。以下同じ。）から充填されると、貯槽気相部にあるガスが充填された液化ガスにより冷却され、内槽圧力が低くなる。下部充填弁⑦から充填されると、液量が増すことにより貯槽気相部にあるガスが圧縮され、内槽圧力が高くなる。この 2 つの弁の開度を調節することにより、内槽圧力の調整ができるので、消費中でも液化ガスの充填が可能である。

なお、内容積 5,000 L 以上の液化酸素の C E には、緊急遮断弁又は逆止弁を設ける必要がある。

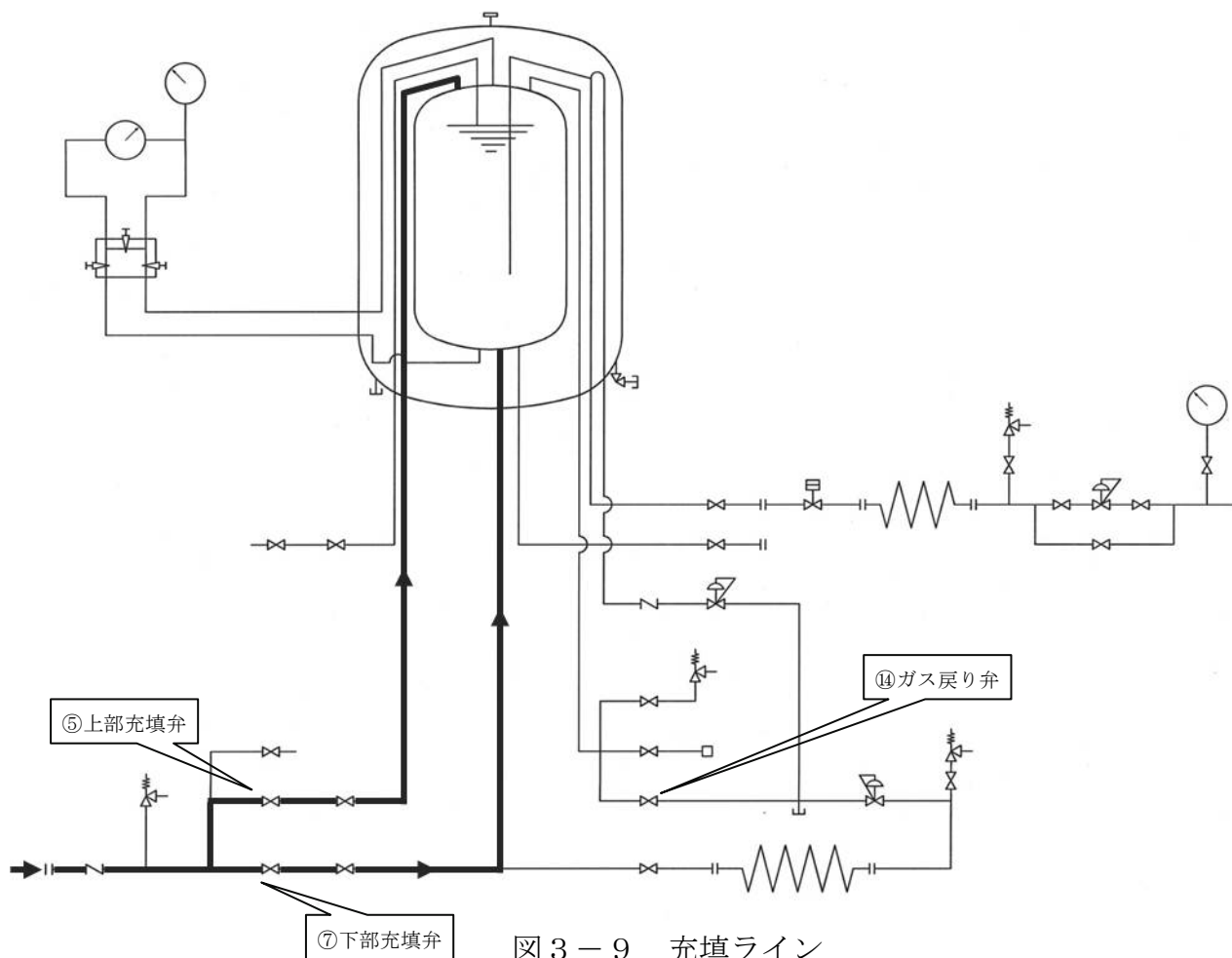


図 3-9 充填ライン

- 初回充填の場合は内槽や付属配管等を十分に予冷するとともに、ガス戻り弁⑭を閉じて充填すること。
- 液化ガスの充填量は貯槽内容積の 90% を超えないこと。
- 充填終了後はホース内の残ガスを放出し、残圧がないことを確認してからホースを取り外すこと。

(2) 検液ライン

検液ラインは、液化ガスの過充填を防止するためのラインである。

貯槽に液化ガスを充填する際に、検液弁③を開いて、貯槽の最大充填量（内容積の90%）を超えないことを確認する。

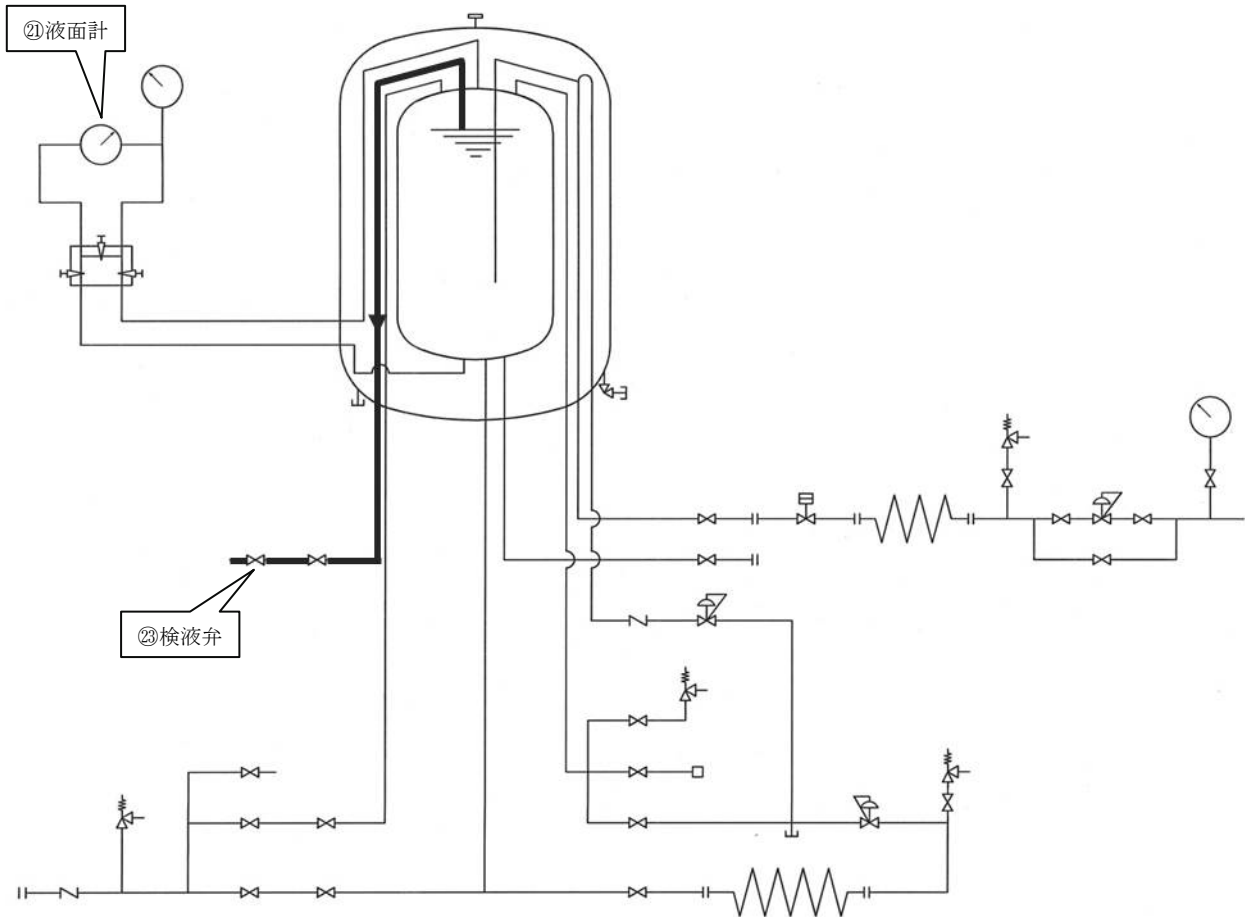


図 3-10 検液ライン

- ・ ローリから液化ガスを受け入れる場合は、検液弁③を確実に開き、粒状の液化ガスが出始めたら充填ポンプを停止し、受入作業の終了後は検液弁③を確実に閉じること。
- ・ 液化ガスの受入時には、検液ラインだけでなく、液面計①の表示を確認しながら作業すること。

(3) 加圧ライン

加圧ラインは、液化ガスの消費による内槽圧力の低下を防止し、圧力を一定に保持するために設けられている。

内槽圧力が設定圧力以下になると、加圧調整器⑪が自動的に開き、加圧蒸発器⑩に液化ガスが流れ、気化したガスが貯槽気相部に送り込まれることにより、内槽圧力を上げる。内槽圧力が設定圧力に達すると、加圧調整器⑪が閉じ、所定の圧力に保持される。

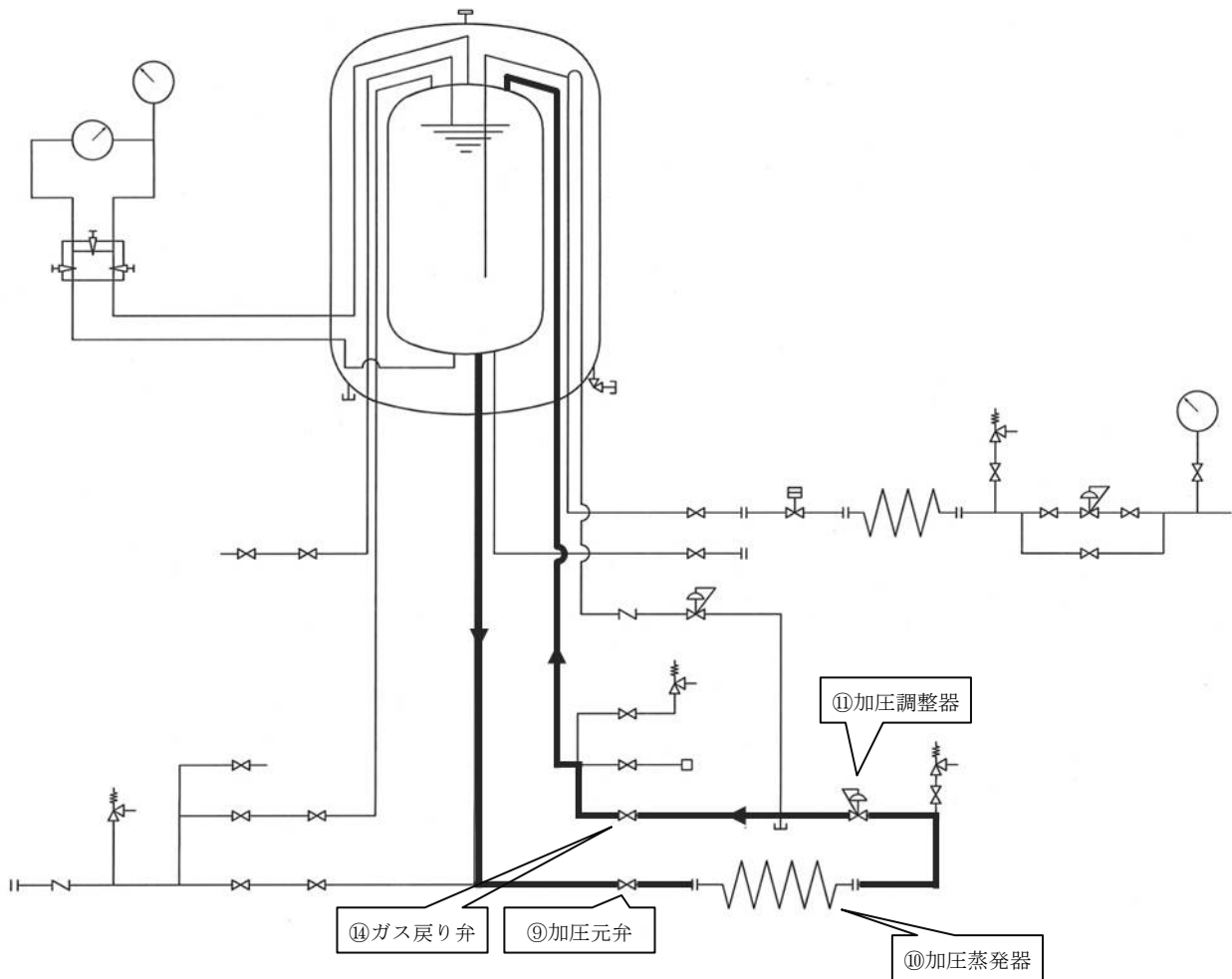


図 3-11 加圧ライン

- ・ 長期（3日間程度以上）にわたり運転を停止する場合は、ガス戻り弁⑭を閉じ、加圧蒸発器⑩に着霜していないことを確認してから加圧元弁⑨を閉じること。
- ・ 加圧調整器⑪の再調整が必要な場合は、ガス納入業者に依頼すること。

(4) 降圧ライン

降圧ライン（エコマイザーラインともいう。）は、熱侵入により蒸発したガスを消費系統に逃がし、ロスなく内槽圧力を所定の圧力まで低下させるために設けられている。

内槽圧力が設定圧力以上になると、降圧調整器（エコマイザー弁）⑱が自動的に開き、消費系統に流れる液とともに貯槽気相部からガスを送り出し、内槽圧力を低下させる。ただし、液が消費系統に流れていない（消費していない）場合及び消費量が極端に少ない場合は、圧力は低下しない。

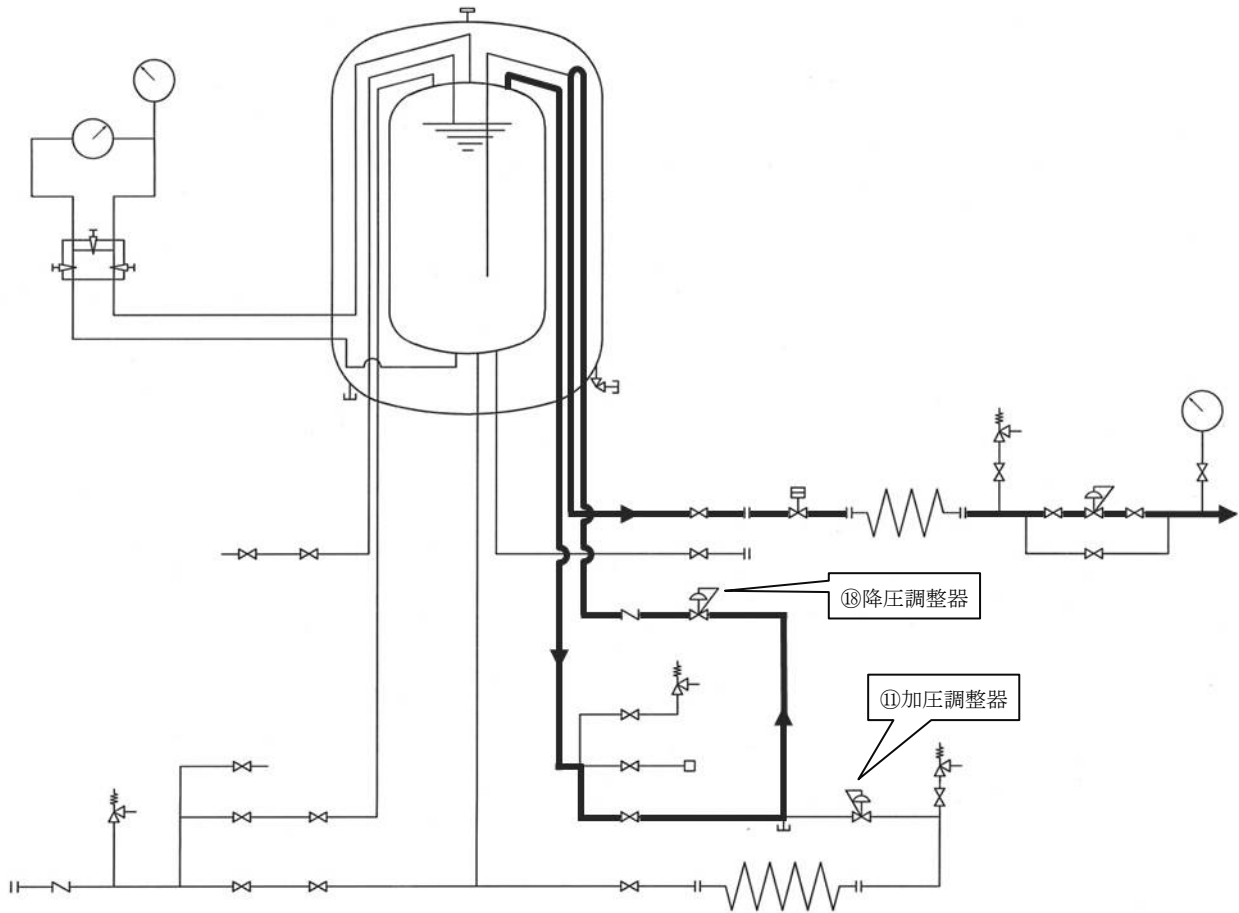


図 3 - 12 降圧ライン

- ・ 降圧調整器⑱の作動圧力は、加圧調整器①の設定圧力より約 0.1MPa 高い圧力に設定すること。
- ・ 降圧調整器⑱の再調整が必要な場合は、ガス納入業者に依頼すること。

(5) 送ガスライン

送ガスラインは、貯槽から超低温液化ガスを取り出し、気化させたガスを消費系統に送るラインである。

内槽圧力を利用して貯槽底部からサイフォン管で超低温液化ガスを取り出す。送ガス蒸発器⑳により気化し、送ガス調整器㉑により所定の圧力に調整後、消費系統に供給する。

なお、液化ガスを取り出す（液取り）場合、この送ガスラインを使用する方法のほか、別に液取出しラインを備えているCEについては、液取出しラインを使用する方法がある。

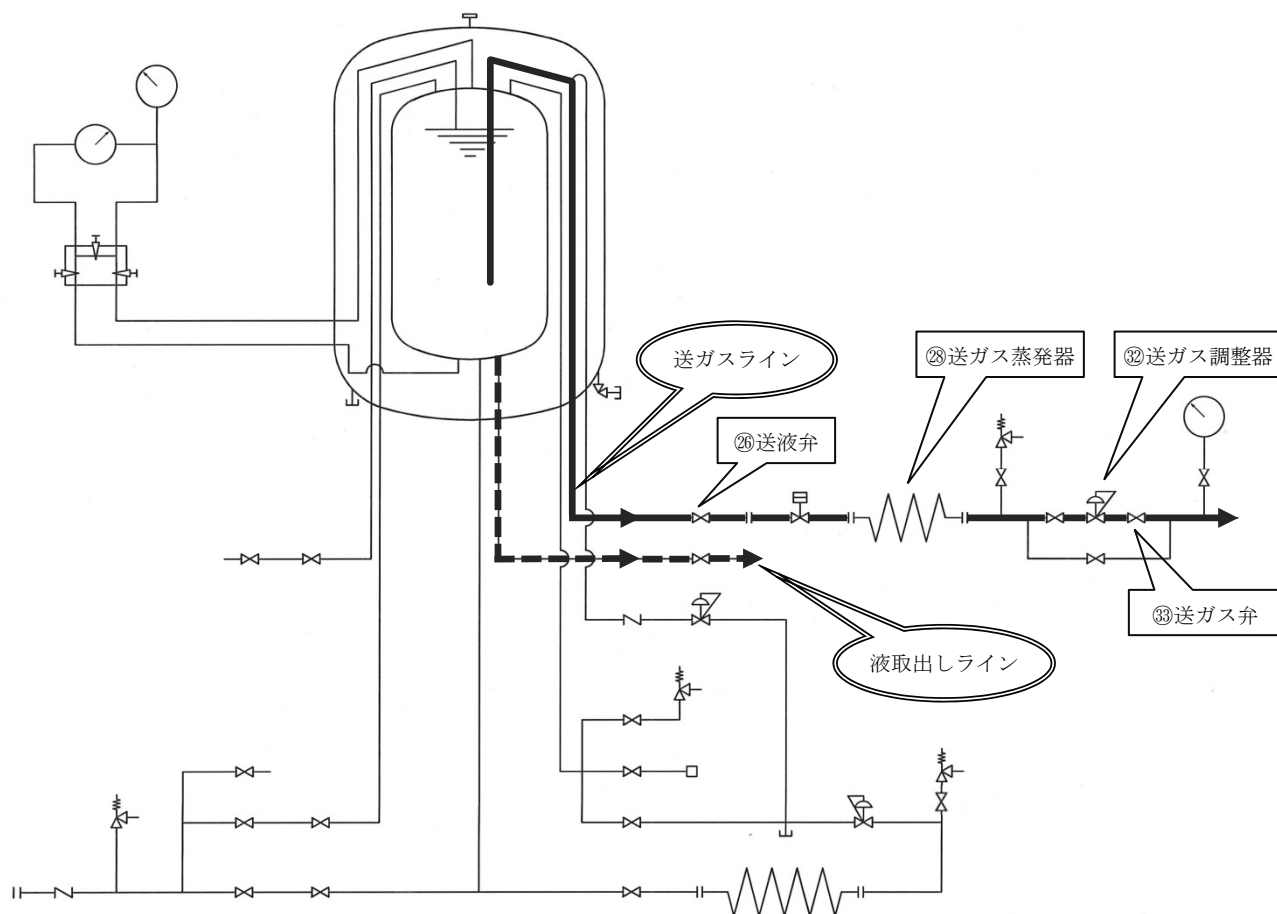


図 3-13 送ガスライン

- 1日の使用終了時や週末など短期間（2日程度以内）使用を停止する場合は、送ガス弁㉓を閉じ、送ガス蒸発器㉑に着霜していないことを確認してから送液弁㉔を閉じること。
- 送ガス蒸発器㉑が2/3以上着霜した場合は、使用を中止し対策を講ずること。
- 霜や氷を除去するときは、水を使用するなど、低温になった機器に衝撃や大きな熱を与えないこと。
- 送ガス調整器㉒の再調整が必要な場合は、ガス納入業者に依頼すること。

(6) 計装ライン

計装ラインには、内槽圧力を表示する内槽圧力計⑳及び貯槽内の液量を表示する液面計㉑が取り付けられている。

液面計は、貯槽の上部と下部の圧力差を検知して液面の高さを表示する差圧式液面計が一般的に使用されている。

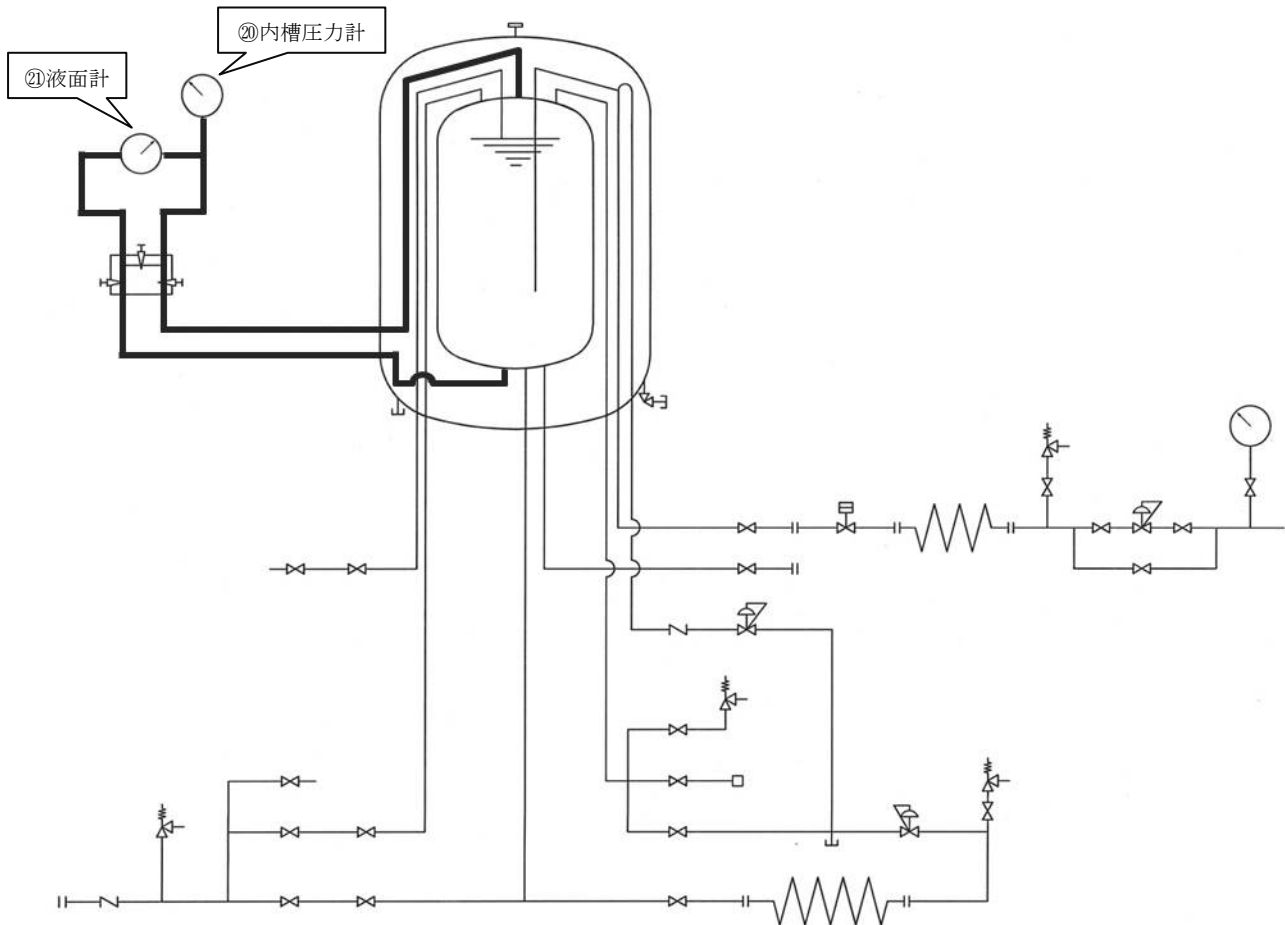


図 3-14 計装ライン

- ・ 圧力計及び液面計の元弁は常時開とすること。
- ・ 圧力計及び液面計には、マーキング等により許容範囲を明示しておくこと。
- ・ 定期自主検査時には、圧力計の精度確認の検査を実施すること。（検査後、合格シールを貼付する場合は、必要な表記が隠れないように貼付すること。）

(7) 放出ライン

放出ラインは、緊急時など必要に応じて、貯槽気相部のガスを内槽ガス放出弁⑮から外部に放出し、内槽圧力を下げるためのラインである。

このラインには、内槽安全弁⑯が設けられており、内槽圧力が異常に上昇した場合に作動し、内槽圧力を下げることができる。

内槽安全弁には、一般にばね式安全弁が用いられている。

なお、近年、内槽安全弁が2台設置されたCEや、内槽安全弁の作動前に自動的にガスを放出する自動放出弁が設置されたCEが普及してきている。

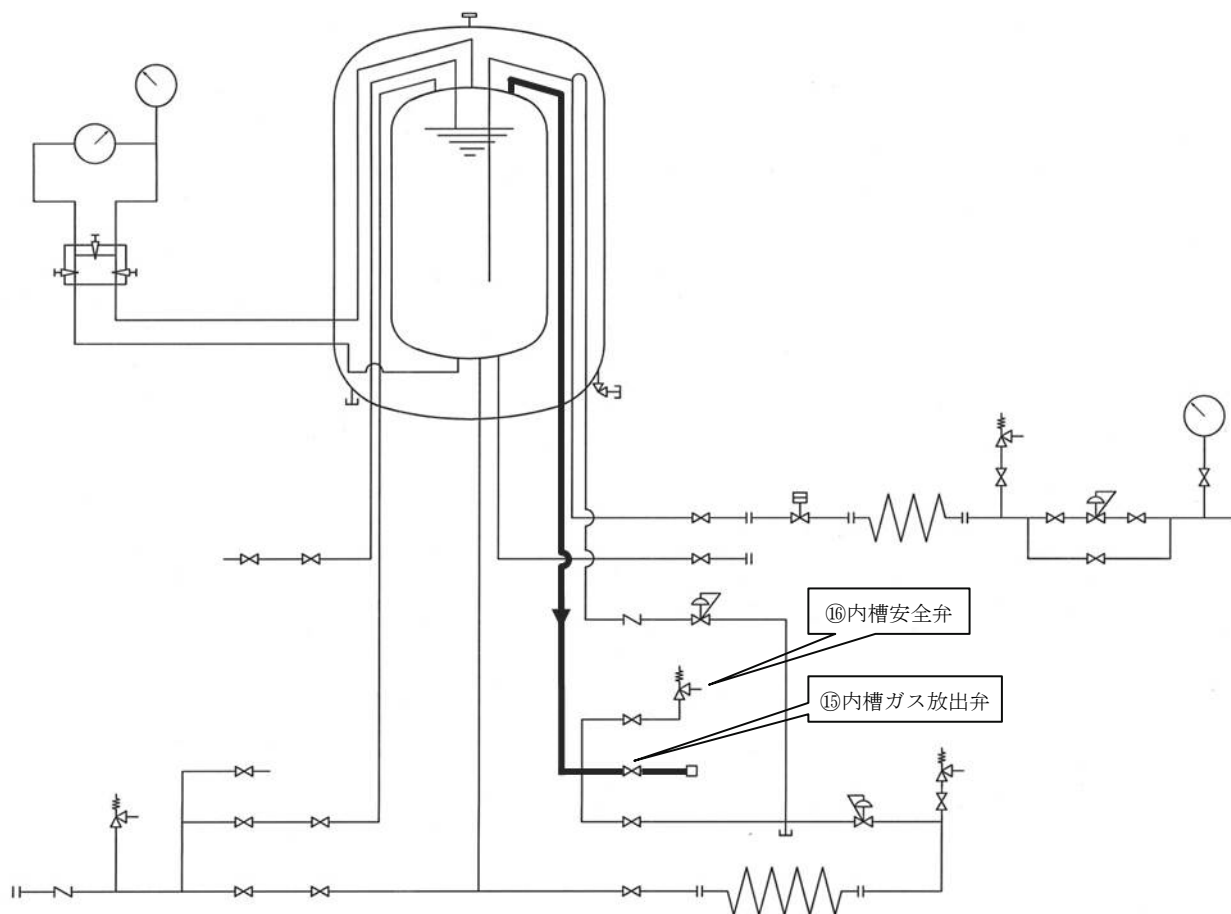


図 3-15 放出ライン

- 安全弁の元弁は常に全開とし、施錠又は封印等の措置を施すこと。
- 屋内では酸素ガスを放出しないこと。
- 屋外で酸素ガスを放出する場合は、火気など周囲の状況に十分注意し、適切な措置を講じてから、少量ずつ放出すること。
- 不活性ガスを大量に放出する場合は、通風、換気の良いところで行うこと。

第4章 取扱い上の注意

1 受入れ

C Eへの液化ガスの充填の際は、作業前に保安監督者等[※]に連絡し、必要な指示及び立会いを要請すること。

保安監督者等又はその指示を受けた者は、充填に立ち会い、保安上の指示を行うこと。

※ 「保安監督者等」とは、次のいずれかに該当する者をいう。

ア 保安監督者

C Eによる液化酸素、液化窒素、液化アルゴン又は液化炭酸ガスの製造に係る保安について監督する者（一般則第64条第2項第1号）（詳細は第7章1(2),(4)参照）

イ 受入側保安責任者

移動式製造設備であるローリから液化ガスを受け入れる事業所（受入者）において選任された高圧ガスの保安責任者（一般高圧ガス保安規則の運用及び解釈について 第8条関係）

ウ 特定高圧ガス取扱主任者

液化酸素を3t以上貯蔵して消費するためC Eを使用する事業所（特定高圧ガス消費者）において選任され、液化酸素の消費に係る保安に関する業務を管理する者（高圧ガス保安法第28条第2項）

(1) ローリの停車位置等

ア ローリの外面から保安物件に対して次の距離を有すること。

	酸素	窒素、アルゴン、炭酸ガス
第一種保安物件 ^{※1} に対して	15m以上	特になし
第二種保安物件 ^{※2} に対して	10m以上	特になし

※1 学校、病院、劇場等（事業所の同一敷地内にあるものを除く。）

※2 第一種保安物件以外の建築物であって、住居の用に供する民家、アパート、社宅等（事業所の同一敷地内にあるものを除く。）

イ ローリの停車位置はペイント等で明示すること。

ウ 液化酸素のローリの停車位置及び停車位置とC Eとの間は、アスファルト舗装してはならない。



図4-1 ローリ停車位置

液化酸素とアスファルトによる爆発事故（平成25年11月）

商品試験のため、アスファルトを含む商品に液化酸素をかけて固化し、粉碎しようとしたところ爆発した（2名負傷、窓ガラスや室内機器が破損）。

本来は液化窒素を使用すべきであったが、残量がなかったため、代わりに液化酸素を使用したことが原因と推定されている。

(2) 充填の準備

- ア CEの周囲に「火気厳禁」「油脂類厳禁」などの標示があり、火気及び引火性又は発火性のものが付近にないことを確認すること。
- イ ローリを停車位置に正しく止め、サイドブレーキをかけ、前後にローリが移動しないよう確実に車止めをすること。
- ウ 「ローリ受入作業中」などの警戒標を見やすい場所に標示して、関係者以外の付近への立入りを禁止すること。
- エ 万一の災害に備えて、消火器などを直ちに使用できるように用意する。
- オ 充填用ホースは、CE及びローリの充填用バルブが「閉」であることを確認した後、無理な取扱いをせず、液受入口とローリの液送出口に接続する。
また、ホース内に水分、油、塵埃などの異物が付着しているおそれがあるときは、あらかじめこれを十分に排除してから接続する。
- カ 液面計⑳及び内槽圧力計㉑の指示を確認する。また内槽安全弁元弁㉒が全開であることを確認する。
- キ 充填の開始前にバルブからの漏えいの有無を点検した後、バルブの開閉は徐々に行うこと。



ノウハウ

なぜバルブの操作は徐々に行うのか？

特に液化ガスの場合、バルブを急激に閉じると、流れが阻害され、局部的な圧力上昇による水撃（ウォーターハンマー）が発生し、配管、計器等が破損したり、計器類が故障するおそれがあるため。

- ク 充填ポンプを予冷した後、CEの上部充填弁⑤及び下部充填弁⑦を開き、ガス戻り弁⑭を閉じる。



ノウハウ

なぜ充填ポンプを予冷するのか？

予冷せずに、常温のポンプに超低温液化ガスを流すと、液化ガスの蒸発により急激に圧力が上昇し、ポンプ等が損傷するおそれがあるため。また、予冷が不十分な場合、充填時に液化ガスの一部が気化して小さな気泡が多数発生する（キャビテーション）。この気泡の生成崩壊が繰り返され、崩壊時に生ずる衝撃波により、ポンプ等が損傷してしまうため。

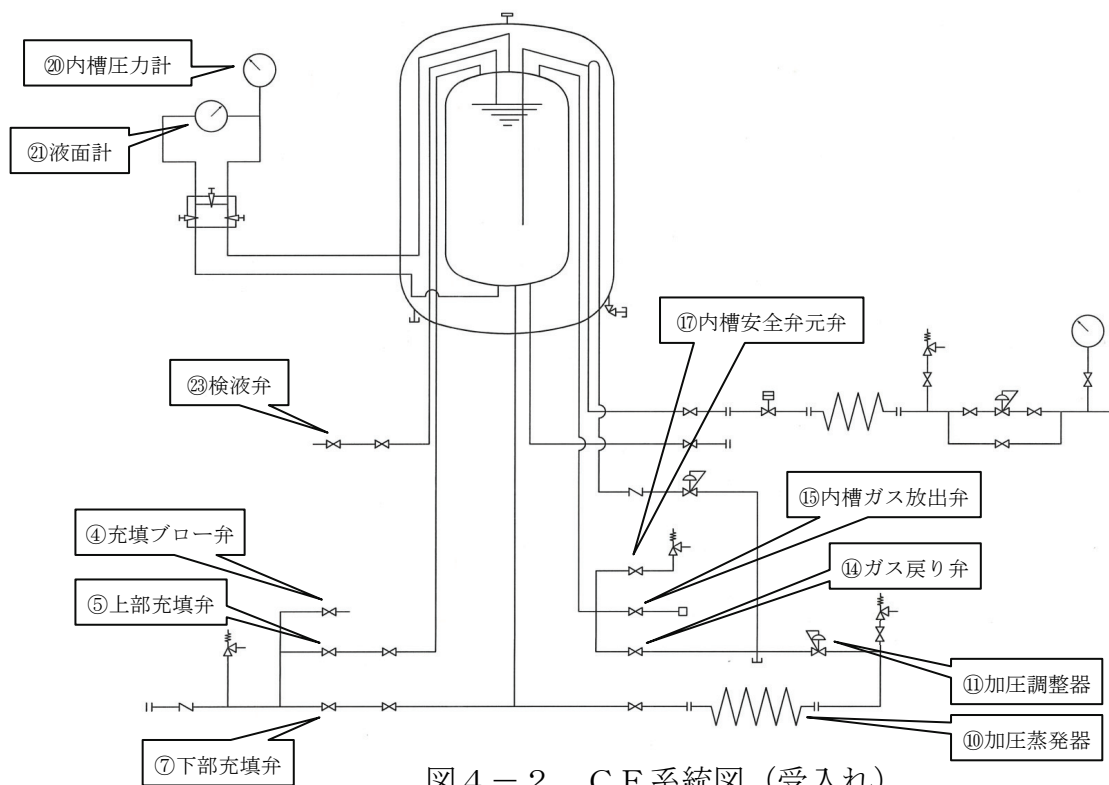


図 4 - 2 CE 系統図 (受入れ)

(3) 充填の方法

- ア 充填準備の完了を確認後、充填ポンプを起動し、充填を開始する。
- イ 充填中、上部充填弁⑤及び下部充填弁⑦の開度を調整して、CEの内槽圧力を一定に保つようにする。
- ウ 液化ガスの充填量が貯槽内容積の90%に達する前に、充填ポンプを停止する。充填量は液面計②で確認し、90%を超えないよう検液弁③によって検知する。



図 4 - 3 検液弁による確認状況



なぜ貯槽の最大充填量は内容積の90%か？

直射日光や付近での火災等により液化ガスの温度が上昇すると、「液膨張」により貯槽が破壊されるおそれがあり、これを防止するため、最低10%の気相部を確保することとされている。

(4) 充填終了時の処置

- ア 充填ポンプの停止後、充填ポンプ側のバルブを閉じ、下部充填弁⑦を閉じる。
- イ ホース内の液化ガスが気化してC Eに流れ込む時間を置いてから、上部充填弁⑤を閉じる。ホース内の残ガスは充填ブロー弁④を開いて放出する。



なぜ時間を置いてから上部充填弁⑤を閉じるのか？

充填ポンプ側のバルブを閉じた後も、ホース及び充填ラインの配管にはまだ超低温液化ガスが充満している。液化ガスが蒸発したときの圧力の上昇を利用して、これらをできるだけ貯槽内に送り込むため、時間を置くもの。

- ウ ガス戻り弁⑭を開き、C Eが正常に稼動していることを確認する。
- エ ホース内の残ガスを完全に放出した後、ホースを取り外し、充填口を閉止する。



ホース内の残ガスを完全に放出しないと？

ホース内に高圧ガスが残ったままホースを取り外すと、高圧ガスの圧力が急激に開放されホースが飛び跳ね、作業員が負傷したり、周囲の設備が損傷するおそれがある。

- オ ローリ側及びC Eの配管から漏えいがないこと、付近にガスが滞留していないことを確認する。
- カ 最後にローリの周囲を1周して異常がないこと、ホースやローリアースが取り外されたことを確認してから、車止めをはずす。

(5) 初回充填時の注意

- ア C Eに液化ガスを初めて充填する場合（液化ガスが無くなった後に初めて充填する場合を含む。）は、内槽及び付属配管等のガス置換を兼ねた予冷を十分に行う。



なぜ初回充填の前には十分に予冷を行うのか？

内槽等が常温のまま超低温液化ガスを充填すると、液化ガスが激しく気化し、圧力が異常に上昇し、貯槽破裂のおそれがあるため。

- イ 内槽圧力が異常に上昇した場合は内槽ガス放出弁⑮からガスを放出して圧力を下げる。
- ウ 液面計⑳は、受ける圧力の変化に応じて指示が若干異なるので、C Eの常用圧力においてゼロ点の再調整を行う。
- エ 液がなくなり、C Eの内槽圧力が降下しているときに充填する場合には、加圧調整器㉑が全開状態になるので、ガス戻り弁⑭を閉じて充填を行い、加圧蒸発器㉒に急速に液化ガスが流れないようにする。

(6) 充填作業上の注意

ア 注意事項

- (ア) 充填者又は移動監視者（酸素のみ）は車両から離れず監視する。
- (イ) 液面計㉑及び検液弁㉒などにより充填量を把握し、過充填を防止する。

- (ウ) 貯槽の配管など各部のガス漏えい、液漏えいの有無を監視する。
- (エ) 配管などに異常な着霜がないようにする。
- (オ) 内槽圧力を正常に保持する。
- (カ) ポンプの運転は、回転音、電流計の指示値、吸込、吐出圧力などに注意し、ガス及び液の漏えいのない状態で行う。
- (キ) 充填に伴う必要事項を充填作業ごとに記録する。
- (ク) 万一の事故に対する処置、連絡先、連絡の方法等を確認しておく。
- (ケ) 充填作業及び漏えいに備えて、必要な工具、資材を準備しておく。
- (コ) 充填作業の際は、作業服、革手袋、ヘルメット、安全靴等を着用する。

イ 作業の停止

次の場合には充填作業を中止する。

- (ア) 雷雨、荒天の場合
- (イ) 付近で火災が発生した場合
- (ウ) 充填ポンプに異常が認められた場合
- (エ) ガス漏えいを発見した場合
- (オ) 貯槽内の圧力が異常な場合
- (カ) 地震が発生した場合
- (キ) その他災害発生のおそれがある場合

2 消費

(1) 操作

C Eは加圧調整器⑩を適切な圧力に設定することにより、内槽圧力を自動調整により一定に保持するので、気化ガスの供給圧力を一定に保つことができる。

なお、加圧調整器等の調整器の再設定をする場合は、ガス納入業者に依頼すること。

ア 加圧元弁⑨及びガス戻り弁⑭を徐々に開く。加圧蒸発器⑩に液化ガスが流れ、加圧調整器⑩の設定圧力まで内槽圧力が上昇する。

イ 送液弁⑳を徐々に開く。送ガス蒸発器㉔に液化ガスが流入し気化ガスとなる。

ウ 切替弁㉑を開く。送ガス調整器㉒によって消費側の所要圧力に減圧する。

エ 送ガス弁㉓を開くことにより、消費側に気化ガスを供給する。

オ 使用中に送ガス蒸発器㉔が2 / 3以上着霜した場合は、使用を中止すること。



なぜ送ガス蒸発器㉔が2 / 3以上着霜した場合、使用を中止するのか？

送ガス蒸発器の気化能力が低下し、超低温液化ガスが消費側に流れ、低温脆性による消費配管の劣化が生じやすく危険なため。また、氷の重みで送ガス蒸発器が変形し、漏えいにいたるおそれがあるため。

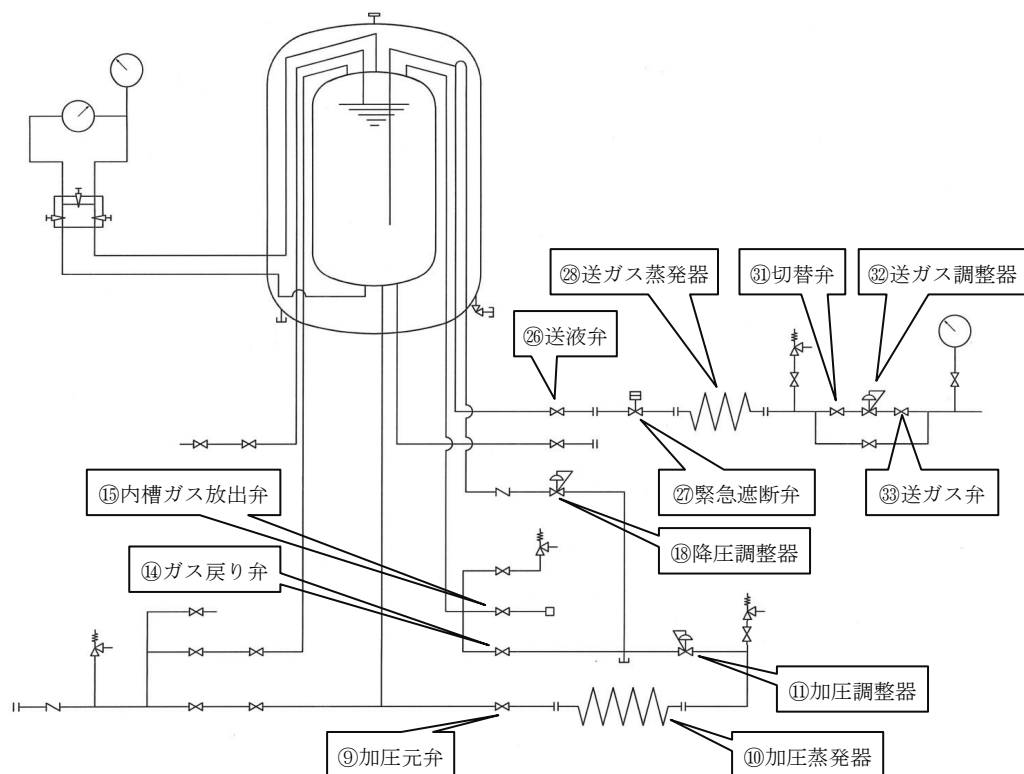


図 4-4 CE 系統図 (消費)

(2) 停止時の処置

- ア 日常の短時間の使用停止の場合は、消費設備側で弁を閉じるだけでよく、通常は CE の弁の操作は必要ない。(または、次のイに準じて操作してもよい。)
- イ 短期間 (2 日間程度以下。1 日の使用終了時や週末など。) 使用しない場合は、送ガス弁⑬を閉じ、送ガス蒸発器⑫が着霜していないことを確認してから送液弁⑮を閉じる。停止後は、熱の侵入によって内槽圧力がわずかに上昇するが、消費を再開すると降圧調整器⑱が作動して、内槽圧力が所定の圧力まで降下する。
- ウ 長期間 (3 日間程度以上。ゴールデンウィーク、年末年始など。) 使用しない場合は、ガス戻り弁⑲、加圧元弁⑨、送液弁⑮及び送ガス弁⑬を閉じる。加圧元弁⑨を閉じる場合は、加圧蒸発器⑩が着霜していないことを確認した後に閉じる。送液弁⑮を閉じる場合は、送ガス蒸発器⑫が着霜していないことを確認してから閉じる。また、停止中に内槽圧力が上昇するおそれがある場合は、内槽ガス放出弁⑰を開いてガスを放出し、できるだけ内槽圧力を下げておく。



なぜ加圧蒸発器⑩ (送ガス蒸発器⑫) が着霜していないことを確認してから加圧元弁⑨ (送液弁⑮) を閉じるのか?

蒸発器が着霜している場合、蒸発器内部に液化ガスが残っている可能性があり、そのまま加圧元弁⑨ (送液弁⑮) を閉じると液封状態になるため。中の液化ガスが蒸発すると、圧力が上昇し、設備が破損するおそれがある。

エ 使用停止中も内槽圧力に注意（貯槽内に液化ガスがあるため、できるだけ日常点検を実施することが望ましい）し、圧力が上昇した場合には、内槽ガス放出弁⑮を開いてガスを放出し、内槽圧力を下げること。

図 4-5 に C E 貯槽の規定貯蔵容量による圧力上昇度の比較曲線を示す。

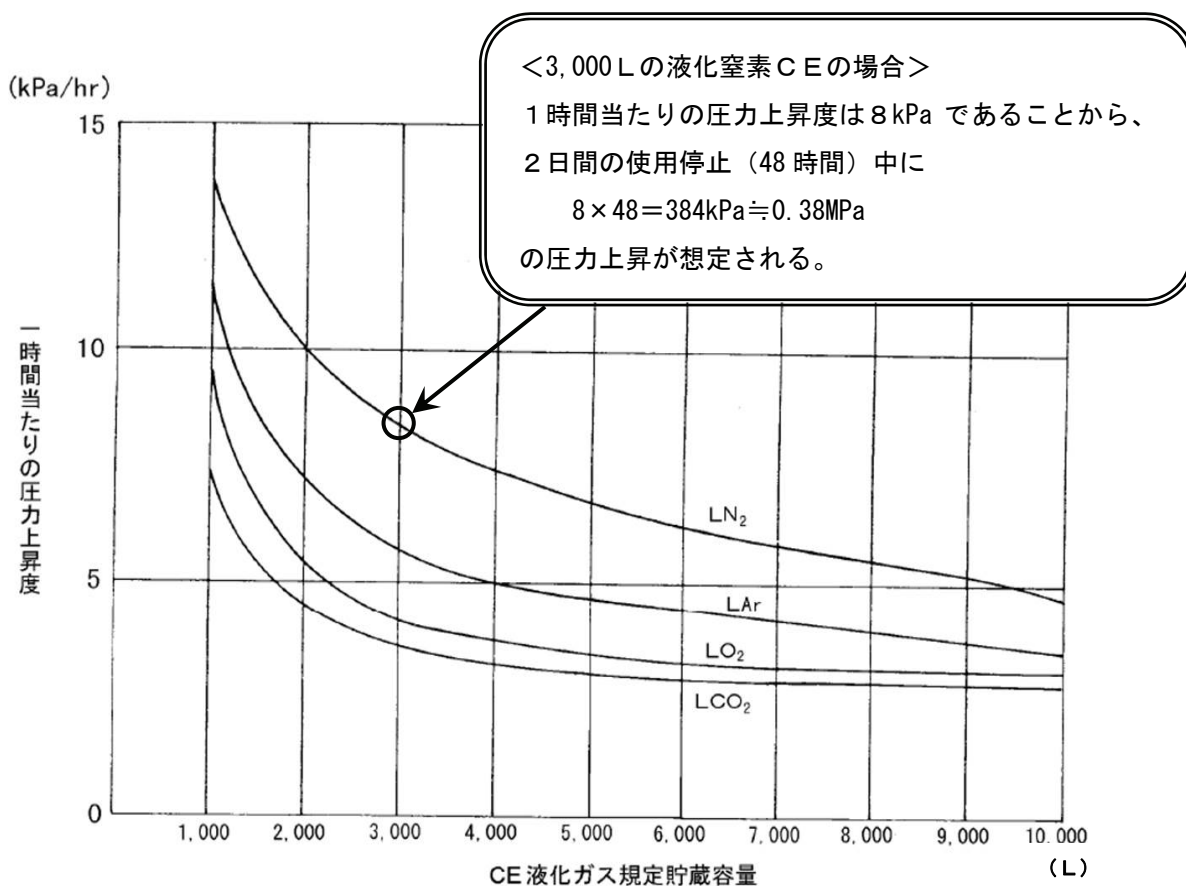


図 4-5 C E 貯槽の圧力上昇度比較曲線

(3) 緊急時の停止処置

貯槽又は送ガス蒸発器等からの大量漏えい、近隣の火災などにより緊急停止が必要な場合は、直ちに緊急遮断弁⑳又は送液弁㉑、及びガス戻り弁㉒を閉じる。

消費配管付近で火災が発生した場合は、まず消費口の各弁を閉じ、次に消費元弁を閉じて、火元から最も離れている場所にあるブロー弁を開き、風の方向を考慮して、消費配管内のガスを放出する。状況により貯槽に放水し、温度上昇を防ぐ措置を講ずる。

表 4-1 に弁の開閉一覧表を示す。

表4-1 弁の開閉一覧表

番号	名称	弁の開閉状態					備考
		消費のとき	充填のとき (液消費中)	短期停止	長期停止 (3日以上)	緊急停止	
④	充填ブロー弁	×	○	×	×	×	ホースの予冷、充填終了後のホース内残ガス放出
⑤	上部充填弁	×	○	×	×	×	上部充填弁（補助弁）⑥は常時開
⑦	下部充填弁	×	○	×	×	×	下部充填弁（補助弁）⑧は常時開
⑨	加圧元弁	○	○	○	×	○	ガス戻り弁⑭と関連あり
⑪	加圧調整器	/	/	/	/	/	自動的に作動
⑬	加圧ライン安全弁元弁	◎	◎	◎	◎	◎	常時開
⑭	ガス戻り弁	○	×	○	×	×	加圧元弁⑨と関連あり
⑮	内槽ガス放出弁	×	×	× (○)	× (○)	× (○)	ガス放出時のみ使用
⑰	内槽安全弁元弁	◎	◎	◎	◎	◎	常時開
⑱	降圧調整器	/	/	/	/	/	自動的に作動
㉒	液面計元弁	◎	◎	◎	◎	◎	常時開
㉓	検液弁	×	○	×	×	×	最高充填量確認時のみ検液弁元弁㉔は常時開
㉖	送液弁	○	○	×	×	×	切替弁⑳と関連あり
㉗	緊急遮断弁	○	○	○	○	×	緊急停止時
㉚	送ガスライン安全弁元弁	◎	◎	◎	◎	◎	常時開
㉛	切替弁	○	○	○	○	○	送液弁㉖と関連あり
㉜	送ガス調整器	/	/	/	/	/	自動的に作動
㉝	送ガス弁	○	○	×	×	○	
㉞	バイパス弁	×	×	×	×	×	常時閉（送ガス調整器㉜不良時のみ使用）
㉟	圧力計元弁	◎	◎	◎	◎	◎	常時開

◎：常時開 ○：開 ×：閉 操作する /：操作なし

3 故障の原因及び対策

CE使用中に発生する可能性がある異常現象の原因及び対策を表4-2に示す。

これらは、その原因を調査し適切な処置を施すことにより、災害を未然に防止することができる。

表4-2 異常現象の原因及び対策

(1) 貯槽

異常現象	原因	対策
内槽圧力が異常に上昇する	加圧調整器⑪の設定圧力が高すぎる	再調整（ガス納入業者に依頼）
	降圧調整器⑱の設定圧力が高すぎる	再調整（ガス納入業者に依頼）
	加圧調整器⑪の不良 ・弁が開いたまま閉じない ・弁、シートの気密不良 ・スプリングの破損 ・ダイヤフラムの亀裂又は破れ	・分解整備 ・異物の除去、場合によっては気密面摺合せ ・取替え ・取替え
	降圧調整器⑱の不良 ・ダイヤフラムの亀裂又は破れ ・ガスケットとダイヤフラムの気密不良	・取替え ・ガスケットの取替え又は増締め
	圧力計⑳の指示不良	取替え又は再検査
	送液弁㉔が閉じたまま開かない	分解整備
	消費しない期間が長すぎる	内槽ガス放出弁⑮を開きガスを放出
	液化ガスの過充填	検液弁㉓での検出 液面計㉑を調査し、多すぎれば液を排出又はローリに引き取らせる。
	断熱部の真空不良	真空引きを行い、真空度を規定値以内にする（ガス納入業者に依頼）
内槽圧力が低すぎる	加圧調整器⑪の設定圧力が低すぎる	再調整（ガス納入業者に依頼）
	降圧調整器⑱の設定圧力が低すぎる	再調整（ガス納入業者に依頼）
	加圧調整器⑪の不良 ・バルブが閉じたまま開かない ・スピンドルが短かすぎる ・スプリングの破損	・分解整備 ・スピンドルを取り替え、バルブリフトを修正する ・取替え

	降圧調整器⑱の不良 ・バルブとディスクの気密不良 ・ディスクとディスクアタッチメントの気密不良 ・スプリングの破損	・分解整備 ・分解整備 ・取替え
	配管系統からの漏えい	漏えい箇所を調査し、修理する
	圧力計の指示不良	取替え又は再検査
	加圧蒸発器⑩が着氷により伝熱不良となっている	氷を融かす
	液化ガスの残量が少ない	液化ガスを補充
	安全弁からの漏えい	元弁を閉じ、取外しのうえ分解整備（及び内槽圧力の監視）
	安全弁の凍結漏えい	元弁を閉じ、取外しのうえ再整備（及び内槽圧力の監視）
液面計の異常	差圧配管からの漏えい	漏えい修理
	差圧配管の詰まり（氷等による）	ブロー又は修理
	差圧検出機構の故障	修理
	液面計㉑のゼロ点不良	・元弁を全開し、均圧弁を開いて確かめ、不良なら修理 ・取替え
	液面計㉑の指示値と充填量が一致しない	・元弁を全開し、均圧弁を開いて確かめ、不良なら修理 ・取替え

(2) 送ガス蒸発器

異常現象	原因	対策
蒸発器出口に着霜	消費量が多すぎる	・使用を一時中止し、解霜してから、設備能力に適合した使用量に調節 ・送ガス蒸発器の増設
	[熱源が温水の場合] 蒸発器内の水量の低下	水量の調整
	水温の低下	水温設定値の再調整
	ヒーターの電源が入らない	調査のうえ、修理又は取替え
	水温が十分上昇する前に消費を開始	・水温が上昇するまで待機 ・応急処理として水温設定値を上げる（水温上昇後、元に戻すこと）

(3) 消費側

異常現象	原因	対策
消費側圧力の低下	送液弁②⑥の開度不足	送液弁②⑥を開ける
	送ガス調整器③⑦の設定不良	再調整（ガス納入業者に依頼）
	送ガス調整器③⑦の容量不足	所要容量のものに取替え
	送ガス調整器③⑦のシートパッキンの変形	部品の取替え
停止時に消費側圧力の上昇	送ガス調整器③⑦のダイヤフラムの破損	部品の取替え
	送ガス調整器③⑦のシート面に傷がある	調整器又は部品の取替え
	送ガス調整器③⑦のシートパッキンに傷がある	部品の取替え

4 その他一般的注意事項

(1) 低温に対する注意

- ア 液化ガスを取り扱う器材には、低温で機械的強度の変化しない材料（低温脆性のない材料）を使用すること。
- イ 液化ガスによって着霜した機器に衝撃を与えないこと。
- ウ 液化ガスで冷却された金属部分に触れる場合には、凍傷を防ぐため、乾いた革手袋を使用すること。
- エ 液化ガスに急激に熱を与えないこと。（例えば、冷えていない容器に急激に超低温液化ガスを注がないこと、常温の物体を超低温液化ガス内に入れないこと。）

(2) 圧力に対する注意

- ア 密閉した容器に液化ガスが入っている場合は、容器内の圧力に注意すること。
- イ 液化ガスを取り扱う設備の安全装置は、氷結、さびつきなどによる作動不良を防止するため、異常の有無を点検し、必要があれば修理又は交換すること。
- ウ 液化ガスを配管内に密閉してはならないこと。（液封の状態にしないこと。）
- エ バルブを操作する場合は徐々に開閉し、急激な操作や粗暴な操作を行わないこと。

(3) 支燃性に対する注意（液化酸素）

- ア 液化酸素及び酸素ガスには火気や可燃物を近づけないこと。
- イ 液化酸素及び酸素ガスに接触する箇所には、油脂類を付着させないこと。また、液化酸素をアスファルト舗装上にこぼさないこと。



なぜ液化酸素と油脂類（アスファルト）を接触させてはいけないのか？

液化酸素と油脂類が接触すると、急激に反応し、激しい燃焼や爆発の危険性があるため。

- ウ 屋内で酸素ガスの放出を行わないこと。また、屋外でも周囲の状況に十分注意し、少量ずつ放出すること。
- エ 大量の液化酸素を放出しなければならないときは、屋外の通風良好で火気のない場所を選び、また状況によっては周囲にロープを張り、赤旗を立てて立入禁止などの措置を講じ、火気に対する警戒を十分に行うこと。
- オ 液化酸素を取り扱った直後は、衣服に酸素ガスがしみこんでいる可能性があるため、すぐに喫煙したり、火気に近づいたりしないこと。

(4) 窒息に対する注意（液化窒素、液化アルゴン、液化炭酸ガス）

大気中に大量に放出されると、酸素欠乏状態となって窒息する場合がありますので、通風、換気の良い場所で取り扱うこと。

第5章 法規制の概要

CEは、液化酸素等を製造、貯蔵及び消費する設備であることから、高圧ガス保安法（以下「法」という。）の適用を受ける。

この法律は、高圧ガスによる災害の防止と公共の安全の確保を目的として、高圧ガスの製造、貯蔵、消費等の取扱いを規制（法規制）するとともに、高圧ガスの保安に関する事業者等による自主的な活動を促進（自主保安活動の促進）することを規定している。

法規制については、高圧ガス施設の設置等について必要な手続きが定められ、また、高圧ガスを取り扱う施設や取扱方法に関する技術上の基準等が規定されている。

1 CEの設置に係る手続き

(1) 製造に係る許可及び届出（法第5条、第20条）

高圧ガスの製造については、高圧ガスの種類とCEの処理能力^{*1}に応じて都道府県知事の設置の許可を受け、又は事業開始の20日前までに届出をする必要がある。許可を受けた事業所を「第一種製造者」、届出をした事業所を「第二種製造者」という。

また、製造許可を受けた場合、原則として、施設の設置工事完了後に都道府県知事、高圧ガス保安協会（KHK）又は指定完成検査機関が行う完成検査を受検し、技術上の基準に適合していると認められた後でなければ、施設を使用することができない。

(2) 貯蔵に係る許可及び届出（法第16条、第17条の2、第20条）

高圧ガスの貯蔵については、高圧ガスの種類と貯蔵能力^{*2}に応じて都道府県知事の設置の許可を受け、又はあらかじめ届出をする必要がある。許可を受けた貯蔵所を「第一種貯蔵所」、届出をした貯蔵所を「第二種貯蔵所」という。

第一種貯蔵所は、設置工事後に都道府県知事等が行う完成検査を受ける必要がある。

なお、第一種製造者の許可を受けた貯蔵設備において、許可内容に従って高圧ガスを貯蔵する場合は、貯蔵に係る手続きは不要である。

(3) 消費に係る届出（法第24条の2）

液化酸素を3,000kg以上貯蔵し、消費する場合は、都道府県知事に20日前までに届出をする必要がある（液化窒素、液化アルゴン又は液化炭酸ガスは手続き不要）。届出をした事業所を「特定高圧ガス消費者」という。

設備の規模ごとの許可又は届出の要否については、表5-1のとおりである。

表5-1 CEの設置に必要な法手続き

処理能力 貯蔵能力	第一種ガスのみ：300Nm ³ /日以上 液化酸素のみ：100Nm ³ /日以上 両方のガス：T ^{*3} Nm ³ /日以上	第一種ガスのみ：300Nm ³ /日未満 液化酸素のみ：100Nm ³ /日未満 両方のガス：T Nm ³ /日未満
第一種ガスのみ：30,000 kg以上 液化酸素のみ：10,000 kg以上 両方のガス：N ^{*4} kg以上	第一種製造者の許可	第二種製造者の届出 第一種貯蔵所の許可 特定高圧ガス消費者の届出
第一種ガスのみ：3,000～30,000 kg 液化酸素のみ：3,000～10,000 kg 両方のガス：3,000～ N kg	特定高圧ガス消費者の届出 (液化酸素の場合（右欄において同じ）)	第二種製造者の届出 第二種貯蔵所の届出 特定高圧ガス消費者の届出
全てのガス：3,000 kg未満	第一種製造者の許可	第二種製造者の届出

第一種ガス：CEに係る高圧ガスの場合、窒素、アルゴン、炭酸ガスを指す。

※1：処理能力の算出

一般則第2条第1項第18号イ及びト（ハ）において、次の式が規定されている。

高压ガスの圧力、形態	計算式
送ガス蒸発器の常用の圧力が1 MPa以上	$Q = \frac{W}{(22.4/M \times \rho \times 1000)} \times (10P + 1) \times 24 + W \times 24$
送ガス蒸発器の常用の圧力が1 MPa未満	$Q = \frac{W}{(22.4/M \times \rho \times 1000)} \times (10P + 1) \times 24$
液化ガスを取り出す場合	$Q = (10p + 1) \times 0.9V$
このほか、充填等のため送液ポンプを使用する場合	$Q' = W' \times 24 \times \rho \times 22.4/M$ をQに加算する

ここで、 Q：CEの処理能力 (Nm³/日)

W：送ガス蒸発器の公称能力 (Nm³/hr)

M：分子量

ρ：液密度 (kg/L、沸点における値)

P：送ガス蒸発器の常用の圧力 (MPa)

p：加圧蒸発器の常用の圧力 (MPa)

V：貯槽の内容積 (m³)

Q'：ポンプの処理能力

W'：ポンプの能力 (Nm³/hr、最大稼働した時の吐出量の値)

(参考) ガスの種類ごとの定数

	酸素	窒素	アルゴン	炭酸ガス
分子量 (M)	32	28.01	39.95	44.01
液密度 (ρ)	1.141	0.809	1.398	1.030

注：許可又は届出に係る処理能力の合算の考え方

同一の事業所内に設置されている製造施設は原則的にすべて合算するが、他の高压ガス施設と配管（低压配管を含む。）で接続されていない処理能力100Nm³/日（第一種ガスの場合300Nm³/日）未満のCEについては合算せず、単独で第二種製造者として届出することができる。

※2：貯蔵能力の算出

一般則第2条第1項第9号ロにおいて、次の式が規定されている。

$$W = C \times w \times V$$

ここで、 W：CEの貯蔵能力 (kg)

C：0.9

V：貯槽の内容積 (m³)

w：貯槽の常用温度における液化ガスの比重

	酸素	窒素	アルゴン	炭酸ガス
比重 (w)	1.141	0.809	1.398	1.030

注：貯蔵所の許可又は届出に係る貯蔵能力の合算の考え方

CEが複数設置されている場合、次のいずれかに該当するとき、貯蔵能力を合算する。

- ・配管（低压配管を含む。）が接続されているとき
- ・配管（低压配管を含む。）が接続されていないときであって、貯蔵設備間距離が30m以下のとき

※3：第一種製造者となる処理能力の判断基準値Tの算出

同一の事業所内に液化酸素のCEと第一種ガスのCEを両方設置し、かつこれらの処理能力を合算するときは、合算される製造設備の処理能力の合計値が、次の式により算出される処理能力の基準値T以上となる場合、第一種製造者に該当する。

$$T = 100 + 2/3 \times [\text{第一種ガスのCEの処理能力の合計値}]$$

※4：第一種貯蔵所となる貯蔵能力の判断基準値Nの算出

同一の事業所内に液化酸素のCEと第一種ガスのCEを両方設置し、かつこれらの貯蔵能力を合算するときは、合算される貯蔵所の貯蔵能力の合計値が、次の式により算出される貯蔵能力の基準値N以上となる場合、第一種貯蔵所に該当する。

$$N = 10,000 + 2/3 \times [\text{第一種ガスのCEの貯蔵能力の合計値}]$$

2 CEの変更工事等に係る手続き（法第14条、第19条、第20条、第24条の4）

第一種製造者等の事業者は、自らが管理するCEの位置、構造又は設備の変更の工事をしようとするとき又は高圧ガスの種類、製造の方法若しくは消費の方法を変更しようとするときは、あらかじめ都道府県知事の許可を受け、又は届出をしなければならない。

また、変更の許可を受け、CEの設備の変更の工事を行った場合、都道府県知事等が行う完成検査を受検し、技術上の基準に適合していると認められた後でなければ、使用してはならない。

CEの変更に関する手続きについて、表5-2にまとめる。

なお、事前に都道府県と協議することが望ましい。

表5-2 CEの変更工事等に必要な法手続き

	変更の種類	手続きの種類	手続きの手順	完成検査
【許可業者】 第一種製造者	特定変更工事	第一種製造者 高圧ガス製造施設等変更許可申請	事前に許可を受けて変更を実施	必要
	特定変更工事以外・軽微な変更工事以外の変更※1	第一種貯蔵所 第一種貯蔵所位置等変更許可申請		不要
第一種貯蔵所	軽微な変更工事※2	第一種製造者 高圧ガス製造施設等軽微変更届 第一種貯蔵所 第一種貯蔵所軽微変更届	変更後に遅滞なく届出	不要
【届出業者】 第二種製造者 第二種貯蔵所	軽微な変更工事以外の変更	第二種製造者 高圧ガス製造施設等変更届 第二種貯蔵所 第二種貯蔵所位置等変更届 特定高圧ガス消費者 特定高圧ガス消費施設等変更届	事前に届出をして変更を実施	—
特定高圧ガス消費者	軽微な変更工事※2	手続き不要	—	—

※1：「特定変更工事以外・軽微な変更工事以外の変更」とは、工事を伴わない変更（ガスの種類や常用圧力の変更等）及び次のいずれかの要件を満たす変更工事をいう。（※2に該当するものを除く。）

○製造施設の場合

- ・ ガス設備（耐震設計構造物に係る特定設備を除く。）に係る次の変更工事であって、溶接及び溶断を伴わず、処理能力の変更が20%以内であるもの。
設置位置の変更
取替え（大臣認定品又は特定設備検査合格品への取替えに限る。）
- ・ 処理能力100Nm³/日（第一種ガスの場合は300Nm³/日）未満であって、他の製造設備とガス設備で接続されていない製造設備（耐震設計構造物を除く。）の追加の工事

○貯蔵所の場合

- ・ ガスの通る部分（耐震設計構造物に係る貯槽を除く。）の設置位置の変更の工事
- ・ 高圧ガス設備（耐震設計構造物を除く。）に係る特定設備又は大臣認定品の取替えの工事であって、高圧ガス設備の溶接、溶断を伴わず、貯蔵能力の変更が変更前の20%以内であるもの。

※2：「軽微な変更工事」とは、次のいずれかの要件を満たす変更工事をいう。

○製造施設の場合

- ・ 大臣認定品への取替えの工事であって、溶接、溶断及び処理能力の変更を伴わないもの
- ・ ガス設備（高圧ガス設備を除く。）の変更の工事

- ・ ガス設備以外の製造施設に係る設備の変更の工事
 - ・ 製造施設の機能に支障を及ぼすおそれのない高圧ガス設備の撤去の工事
- 貯蔵所の場合
- ・ 大臣認定品への取替えの工事であって、溶接、溶断及び貯蔵能力の変更を伴わないもの
 - ・ 高圧ガス以外のガスの通る部分の変更の工事
 - ・ ガスの通る部分以外の貯蔵所に係る設備の変更の工事
 - ・ 貯蔵所の機能に支障を及ぼすおそれのない貯蔵設備の撤去の工事
- 特定高圧ガス消費施設の場合
- ・ 大臣認定品への取替えの工事であって、溶接、溶断及び貯蔵能力の変更を伴わないもの
 - ・ 消費設備（貯蔵設備～減圧設備を除く。）の変更の工事
 - ・ 消費設備以外の消費施設に係る設備の変更の工事
 - ・ 消費施設の機能に支障を及ぼすおそれのない消費設備の撤去の工事

3 CEの管理に係る法規制

事業者は、自らが管理するCEについて、位置、構造及び設備並びに製造及び消費の方法が一般則に定める技術上の基準に適合し、その状態を維持しなければならない。

また、高圧ガスの保安管理体制、保安管理方法についても、法令の規定を遵守しなければならない。

CEの管理に係る法規制等について、表5-3から5-5にまとめる。

表5-3 CEによる製造に係る法規制等

	第一種製造者	第二種製造者		参照
		30Nm ³ /日以上	30Nm ³ /日未満	
位置、構造及び設備に係る技術上の基準 (法第11条第1項・第12条第1項)	○ 一般則第6条の2第1項	○ 一般則第12条第1項		別添表
製造の方法に係る技術上の基準 (法第11条第2項・第12条第2項)	○ 一般則第6条の2第3項	○ 一般則第12条第2項		
危害予防規程 (法第26条)	○ 一般則第63条	—		第6章 第7章
保安教育 (法第27条)	◎	○		
保安監督者等 (法第27条の2～法第33条)	○ 一般則第64条～第78条	—		
保安検査 (法第35条)	○ 一般則第79条～第81条	—		
定期自主検査 (法第35条の2)	○ 一般則第83条	—		
帳簿の作成・保管 (法第60条)	○ 一般則第95条			

◎：保安教育計画を定め、これに従って保安教育を実施するよう義務付けられている。

表 5-4 CEによる貯蔵に係る法規制等

	第一種貯蔵所	第二種貯蔵所	その他の貯蔵所	参照
位置、構造及び設備に係る技術上の基準 (法第15条、第18条)	○ 一般則第6条の2第1項、第18条第1号		○ 一般則第18条第1号	別添表
保安教育 (法第27条)	○		—	第6章 第7章
帳簿の作成・保管 (法第60条)	○ 一般則第95条		—	

表 5-5 CEによる消費の法規制等

	特定高圧ガス消費者	その他の消費者	参照
位置、構造及び設備に係る技術上の基準 (法第24条の3第1項、第24条の5)	○ 一般則第55条第1項	○ 一般則第60条	別添表
消費の方法に係る技術上の基準 (法第24条の3第2項、第24条の5)	○ 一般則第55条第2項		
保安教育 (法第27条)	○	—	第6章 第7章
特定高圧ガス取扱主任者 (法第27条の2～第33条)	○ 一般則第64条～第78条	—	
定期自主検査 (法第35条の2)	○ 一般則第83条	—	

4 県の指導事項

法令に定められた技術上の基準のほか、災害事故防止のため、次の基準を遵守すること。

- ア ガスが漏えいした場合にガスが滞留しないような場所にCEを設置すること。
- イ CEの周囲2m以内（液化酸素CEの場合はその周囲5m以内）には、火気又は発火性若しくは引火性のものを置かないこと。
- ウ 第一種設備距離^{※1}及び第二種設備距離^{※2}は、可能な限り事業所の敷地内で確保すること。

※1：高圧ガス設備の外表面から第一種保安物件（第4章1(1)ア）に対して有しなければならない距離

※2：高圧ガス設備の外表面から第二種保安物件（第4章1(1)ア）に対して有しなければならない距離

5 その他の法規制の概要

CEは、高圧ガス保安法のほか、次の法律の規制を受けている。なお、詳細については、各法令を確認すること。

(1) 労働安全衛生法

内容積 1,000 L 以上の CE（貯槽）は、第一種圧力容器として、次のとおり労働安全衛生法により規制されている。

ア 第一種圧力容器取扱作業主任者の選任

<選任の要件（次のいずれか）>

- ・ 特定第一種圧力容器取扱作業主任者免許を受けた者（高圧ガス製造保安責任者免状又は販売主任者免状の取得者は労働局への申請により取得可能。）
- ・ 特級ボイラー技士免許、一級ボイラー技士免許又は二級ボイラー技士免許を受けた者若しくは第一種圧力容器取扱作業主任者技能講習を修了した者

イ 第一種圧力容器取扱作業主任者の氏名及び作業主任者の業務の内容の掲示

(2) 消防法

CEは、危険物関連施設及び変電設備から次の距離を離隔しなければならない。

	30Nm ³ /日以上製造施設、 第一種貯蔵所、第二種貯蔵所、 特定高圧ガス消費施設	すべての 高圧ガス施設
危険物関連施設 (製造所、屋内貯蔵所、屋外タンク 貯蔵所、屋外貯蔵所、一般取扱所)	20m以上	—
変電設備 (電気事業者用及び火災予防上支障が ないと認められるキュービクルを除く)	3 m以上	

(3) 電気事業法

CEは、架空電線から次の距離を離隔しなければならない。

架空電線の種類		上部造営材の上方	その他
低圧架空電線	高圧絶縁電線、特別高圧絶縁電線又はケーブル	1 m	0.3m
	その他	2 m	0.6m
高圧架空電線	ケーブル	1 m	0.4m
	その他	2 m	0.8m

※ 特別高圧架空電線からの離隔距離も定められている。

(4) 建築基準法

CEを設置する区域の種類に応じて、次のとおり建築物における高圧ガス貯蔵又は処理量が制限されている。

都市計画法上の区域の種類		最大貯蔵量
都市計画区域	市街化調整区域	原則として 設置不可
	第一種・第二種低層住居専用地域、第一種中高層住居専用地域	
	第二種中高層住居専用地域、第一種・第二種住居地域、準住居地域	3.5 t
	近隣商業地域、商業地域	7.0 t
	準工業地域	35 t
	工業地域、工業専用地域	制限なし
区域指定なし		
都市計画区域外		

第6章 設備の管理

CEは、高圧ガスによる事故や災害を防止するため、機器ごとに日常点検等を行い、正常に作動しているか確認する必要があるほか、定期自主検査等により、設備の腐食、劣化状況や施設全体の不具合の有無について検査を行い、その結果に応じて必要な修理等を行うなど、適切に管理を行わなければならない。なお、こうした管理業務に関しては、管理基準などを定め、保安監督者等の指導のもとに実施し、検査結果や異常の有無について、記録を作成し、保管する必要がある。

1 日常点検等

(1) 日常点検及びその記録

設備の使用開始時及び使用終了時に異常の有無を点検するほか、1日に1回以上設備の作動状況について点検・記録し、異常のあるときは、当該設備の補修その他の危険を防止する措置を講じること。

日常点検記録表の一例を表6-1に示す。

(2) 圧力計、液面計の管理

圧力及び貯蔵量については、日常管理値及び危険上限値を定め、圧力計及び液面計それぞれにテープでマーキング（日常管理値を緑色、危険上限値を赤色等）し、異常の有無を容易に確認できるようにすることが望ましい。

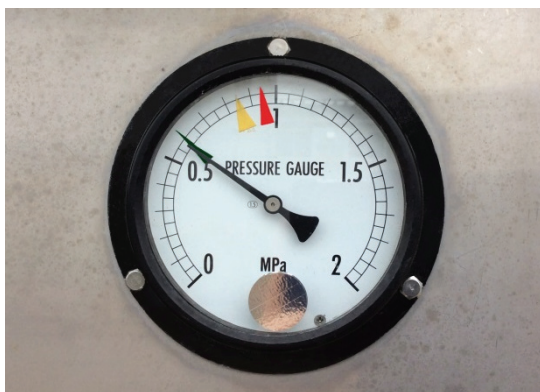


図6-1 圧力計



図6-2 液面計

(3) 月例点検及びその記録

日常点検では行えない設備の管理項目や保安設備等について、「1か月ごと」等の期限を定めて、定期的に点検することが望ましい。

（管理項目の例：緊急遮断弁の作動点検、消火設備の設置状況、標示類の設置状況等）

2 定期自主検査

処理能力 $30\text{Nm}^3/\text{日}$ 以上のCE及び特定高圧ガス消費設備である液化酸素のCEについては、法により、定期自主検査の実施が義務付けられている。対象となる設備を有する事業者は、定期自主検査基準により自主検査を実施し、その結果を記録し保存しておく。なお、保安監督者等は定期自主検査の実施を監督すること。

定期自主検査基準を表6-2に、定期自主検査記録表の一例を表6-3に示す。

3 保安検査

第一種製造者は、処理能力 $100\text{Nm}^3/\text{日}$ （第一種ガスの場合 $300\text{Nm}^3/\text{日}$ ）以上のCEについて、3年以内に1回、都道府県知事、KHK又は指定保安検査機関が行う保安検査の受検が法により義務付けられている。対象となる事業者は、保安検査の期限（前回の保安検査又は設置に係る完成検査の実施から3年以内）の1か月前までに保安検査申請書を県等に提出し、日程を調整のうえ、保安検査を受検する。

また、県が行う保安検査を受検した場合、受検から30日以内に県に保安検査報告書（定期自主検査の記録等）を提出する。

KHK又は指定保安検査機関が行う保安検査を受検した場合は、遅滞なく、県に保安検査受検届を届け出る必要がある。（なお、保安検査を行ったKHK又は指定保安検査機関は遅滞なく県に保安検査報告書を提出する必要がある。）

表 6-1 C E 日常点検記録及び受入日誌 (例)

月/日 (曜日) 管理値	時刻 各直回又は 解凍直中後	液面計 (hPa)		圧力 (MPa)		漏えい箇所 (消費配管含む)		安全弁		蒸発器		保安設備*		備考	点検者	
		以下	以上	貯槽	蒸発器 出口	消費 配管	無 有	〇 ×	〇 ×	開 閉	異常 (%)	良 否	〇 ×			
		以下	以上	以下	以下	以下	〇	〇	〇	%以下	〇	〇				
時刻	時刻	液面計 指示	CE 圧力	以下	以下	以下	〇	〇	〇	〇	〇	〇	〇			
																時間
液化ガス受入																
		受入量 (kg又はm ³)	CE		車番	充填者 (印又は印名)	立会者	備考								
			以下	以下												
/	始															
()	終															
/	始															
()	終															
/	始															
()	終															
/	始															
()	終															
/	始															
()	終															
/	始															
()	終															
/	始															
()	終															
/	始															
()	終															

*保安設備：標識類・消火器・塗装防食・基礎・フエンス・通報設備・電気設備等

表 6 - 2 定期自主検査基準

検査項目	検査 期限	検査方法			不合格時の処置
		貯槽	蒸発器 (注) 1	配管	
圧力計 比較検査	2年	標準とすべき圧力計により主目盛を比較し、その誤差が最小目盛の1/2以下であること。	同左	同左	合格済の圧力計と取り替えること。
液面計 比較検査	1年	ローリから液化ガスを受け入れるとき、標準とする液面又はローリの重量測定値と比較し、著しい誤差のないこと。(注) 2	/	/	合格済の液面計と取り替えること。
気密検査	1年	/	常用圧力以上の圧力をかけ、石けん水により検査し、漏えいがないこと。	/	漏えい止めの処置を行う。
安全弁 作動検査	1年 又は 2年	ガス圧により作動を試験し、設定圧力の±10%の範囲で吹き出すこと。また、吹止り圧力は設定圧力の80%以上であること。	同左	同左	安全弁の調整を行い、再検査する。 ただし、調整困難な場合は、合格済のものと取り替えること。
断熱性能 検査	1年	CE内の液化ガス量が規定充填量の1/2以上であるとき、CEを安定状態で全閉にして12時間以上保持し、その圧力上昇が0.1MPa(1,000L以下のものについては、0.2MPa)を超えないこと。 (注) 3 またはCE断熱層の真空度を測定し、26.6Pa(0.2Torr)以下であること。	/	/	真空再排気を行う。その他圧力上昇の原因を究明し、処置する。
緊急遮断弁 作動検査	1年	手元操作及び遠隔操作(当該貯槽から5m以上)により、円滑かつ確実に開閉することを確認する。	/	/	漏えい止め等の処置を行うこと。
貯槽の沈下 状況測定	1年	レベル測定器により測定し、貯槽の基礎面又は底面の傾斜の勾配が最大となる2点を定め、そのレベル差h(mm)及びその2点間の水平距離L(mm)を測定する。 沈下の程度(h/L)が0.005以下であること。	/	/	沈下の程度(h/L)が0.005を超えるときは、例示基準「11.貯槽の沈下状況の測定等」の「2.沈下の程度とそれに対する措置」により処置する。

- (注) 1 蒸発器の検査範囲は、貯槽～送ガス蒸発器間の配管及び加圧蒸発器を含む。
 2 液面計の比較は、零点、中点、上限点で行うこと。
 3 検査時においては安全弁、圧力計、液面計等の元弁が全開であることを確認する。

表 6 - 3 C E 定期自主検査記録表 (例)

検査年月日 _____ 年 _____ 月 _____ 日 ()

事業所名称 _____

最高保安責任者 _____ (印)

ガス名 _____ 設備番号 _____

保安監督者 _____ (印)

C E 製作メーカー		最大貯蔵量	常用圧力	貯槽の沈下状況		測定点	今回 年月日	前回 年月日
		kg	MPa			A 点		
蒸発器	型式	能力				B 点		
	送ガス用	空温・温水	Nm ³ /hr			C 点		
	加圧用	空温・温水	Nm ³ /hr			D 点		
※ 周 囲 状 況	保安 距離	第一種設備距離	(法令)	m 以上	第二種設備距離	(法令)	m 以上	
			(実際)	m		(実際)	m	
		ローリ停車位置から第一種保安物件に対する距離 (液化酸素のみ)	(法令)	15 m 以上	ローリ停車位置から第二種保安物件に対する距離 (液化酸素のみ)	(法令)	10 m 以上	
		(実際)	m	(実際)	m			
	可燃性ガス設備との距離		m		危険物との距離		m	
	火気・引火性・発火性物質との距離 (酸素: 5m 以上、窒素・アルゴン・炭酸ガス: 2m 以上)							m
	架空電線 (上部造営材の上方から 2m 以上) ・変電設備との距離 (水平距離 3m 以上)							m
標識等	施設名・許可年月日及び番号・ガス名			合・否	立入禁止・火気・油脂類厳禁		合・否	
	取扱注意事項・連絡先・保安監督者名			合・否	ローリ停車位置の明示		合・否	
防消火 設備	消火栓等	粉末消火器 (酸素のみ) ・貯蔵能力 10t につき、消火能力単位 B10 の消火設備 1 個相当以上 (小数点以下切上げ) (3 個以下の場合は、3 個以上)					合・否	
※外観検査		塗装	腐食	損傷	変形	着霜状況	弁の開閉方向	判定
	貯槽							合・否
	基礎							合・否
	基礎ボルト							合・否
	加圧蒸発器							合・否
	送ガス蒸発器							合・否
	附属配管							合・否
	電源箱							合・否
施設の柵							合・否	
気密検査	試験場所	常用圧力	試験圧力		検査方法	処置	判定	
	貯槽	MPa	MPa				合・否	
	蒸発器	MPa	MPa				合・否	
	配管	MPa	MPa				合・否	
緊急遮断装置機能等	手動式・気圧式・電気式		気密試験		MPa	作動試験	合・否	

安全弁 作動検査	取付場所	メーカー・番号	設定圧力	作動圧力	吹出し圧力	安全弁元弁	放出管(酸素)	判定			
	内槽 No. 1		MPa	MPa	MPa		良・否	合・否			
	内槽 No. 2		MPa	MPa	MPa		良・否	合・否			
	液受入管		MPa	MPa	MPa		良・否	合・否			
	加圧蒸発器		MPa	MPa	MPa		良・否	合・否			
	送ガス蒸発器		MPa	MPa	MPa		良・否	合・否			
	消費配管		MPa	MPa	MPa		良・否	合・否			
	処置等										
圧力計 比較検査	取付場所	メーカー・番号	基準圧力	0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	判定
	内槽		上昇								合・否
			下降								
	蒸発器		上昇								合・否
			下降								
	二次配管		上昇								合・否
			下降								
	処置等		上昇								合・否
下降											
液面計	上限表示	有・無	電気設備	接地抵抗		貯槽	Ω	合・否			
	機能検査	合・否		絶縁抵抗		電源箱	Ω	合・否			
	零点補正			MΩ	合・否						
断熱性能	測定時刻	始	:	終	:	昇圧度	判定				
	液量					MPa/日	合・否				
	圧力	MPa		MPa							
	真空度	Pa (処置等)					合・否				
※バルブの 作動確認	貯槽	合・否	緊急設備			通報設備	合・否				
	送ガス蒸発器	合・否				照明設備	合・否				
	配管	合・否				保安電力	合・否				
調整器	取付場所	加圧部	降圧部	二次側減圧部							
	調整圧力	MPa		MPa	MPa						
	判定	合・否	合・否	合・否							
備考											

※印は検査期限6か月のもの

作業責任者（又は立会者）

検査施工事業所名

⑩

⑩

検査責任者氏名

⑩

4 設備保全

(1) 設備保全の基本的な考え方

設備保全とは、設備の故障を排除し、正常で良好な状態に保つための必要な対策であり、その方法としては、故障等が発生してから処置を行う「事後保全」と、故障が発生する前に処置を行う「予防保全」に分けられる。実際には、これらを組み合わせた保全が実施される。

「事後保全」は、設備の故障を受けて行われるものであるため、災害の発生リスクが高く、生産性の低下に伴う損失を伴う。一方、「予防保全」は、日常点検や定期自主検査等によって設備の劣化具合を評価し、事前に計画的に保全を行うものであるため、災害の発生リスクが小さく、故障等による生産性の低下を防ぐことが可能である。従って、高圧ガス設備の保全では、「予防保全」に重点をおいて、計画的に行うことが重要である。

設備保全（特に腐食管理について）の方法については、次の「高圧ガス設備腐食管理手引書」を参考にされたい。

『高圧ガス設備腐食管理手引書』

http://www.pref.toyama.jp/cms_sec/1706/kj00016495.html

(2) 高圧ガス設備の修理

設備を修理する場合は、次により実施すること。

ア 作業計画の作成及び作業責任者の決定

修理を実施するときは、あらかじめ修理等の作業計画及び作業責任者を定め、当該作業計画に従い、かつ、責任者の監督のもとに行うこと。

なお、作業計画の立案にあたっては、あらかじめリスクアセスメント（第7章4(3)参照）を実施し、作業に伴うリスク低減対策を盛り込むことが望ましい。

イ 危険を防止するための措置

修理を行う箇所を開放するときには、当該部分以外のガス設備からガスが漏えいすることを防止する措置（仕切板を設置する等）を行うとともに、誤操作を防止するための措置（必要なバルブに「操作禁止」の標示を付する等）を行うこと。

ウ 設備内のガス放出

修理が必要などときには設備内のガスを危険のない状態で放出し、内部圧力が大気圧になったことを確認し、空気により再置換してから修理に着手すること。この際、設備に急激な温度降下を与えないため、安全を確認しながら少量ずつ放出すること。放出する場合は標識を立て、関係者以外の者の立入りを禁止し、監視人を配置すること。

エ 火気の使用

修理に際し火気を使用する場合は、安全担当部署の火気使用許可を受け、その旨を標示して使用すること。

5 帳簿の作成

高圧ガス設備の管理に係る業務については、万が一、事故等が発生した時にその対処や原因の特定に活用するため、記録や帳簿を作成し、一定の期間保存する必要がある。作成、保存すべき帳簿等については、表6-4のとおりとする。

表6-4 帳簿・記録

帳簿等の種類	記録の内容	保存すべき期間
日常点検・月例点検	日常点検や月例点検を実施した点検表を保管する。	3年間
定期自主検査記録	定期自主検査を実施した記録や報告書を保管する。	3年間（異常等があった場合の検査記録は、設備が存続する限り保管）
設備台帳	CEに含まれる個別の機器について、仕様書や関係図面、取扱説明書、使用履歴、修理・検査履歴等を記録する。	設備が存続する限り保管
受入充填記録	ローリからCEに液化ガスを受け入れた場合、次の項目を記録する。 <ul style="list-style-type: none"> ・受入年月日及び時刻 ・ローリ業者名及び運転者氏名 ・受け入れたガスの種類及び量 ・受入作業時の点検結果 	3年間
施設の異常措置記録	製造施設に異常があった場合、次の項目を記録する。 <ul style="list-style-type: none"> ・異常があった年月日 ・異常の内容 ・異常に対してとった措置内容 	10年間（※法定）
容器への充填記録 （CEから容器に充填する場合）	高圧ガスを容器に充填した場合、次の項目を記録する。 <ul style="list-style-type: none"> ・充填年月日 ・容器の記号及び番号 ・ガスの種類 ・充填圧力又は充填質量 	2年間（※法定）
容器の授受記録 （CEから容器に充填する場合）	高圧ガスを容器により授受した場合、次の項目を記録する。 <ul style="list-style-type: none"> ・授受年月日 ・授受先 ・容器の記号及び番号 ・ガスの種類及び充填圧力 	2年間（※法定）

第7章 保安管理

高圧ガス保安法では、事業者による自主保安が災害防止の要とされていることから、保安管理体制の整備、危害予防規程、保安教育の実施及び定期自主検査等が規定されている。事業者は、自らその内容を定めて保安管理を実施しなければならない。

1 保安管理体制

(1) 保安管理方針

CEによる災害の発生を防止するため、事業者は保安管理方針を定め、保安管理を推進する必要がある。

方針を定めるにあたっては、事業所個々の実状を十分に考慮し、さらに過去の保安上の問題点を調査、検討しなければならない。

以下に、必要なチェック項目を示す。

- ・ 作業員の保安に対する認識度
- ・ 作業員の熟練度
- ・ 事業所の保安管理の実績
- ・ 教育訓練の実施状況
- ・ 取り扱うガスの危険性及びその評価
- ・ 各種保安設備の実状
- ・ その他必要な事項

(2) 保安管理組織

保安管理組織は、保安管理上の責任と権限が明確になっていなければならない。なお、事業所の業務内容、組織によって差異があるため、保安に関する指示、命令がスムーズに行われるよう事業所に最も適した組織を定めておく必要がある。

ア CEを設置している事業所（第二種製造者を除く。）

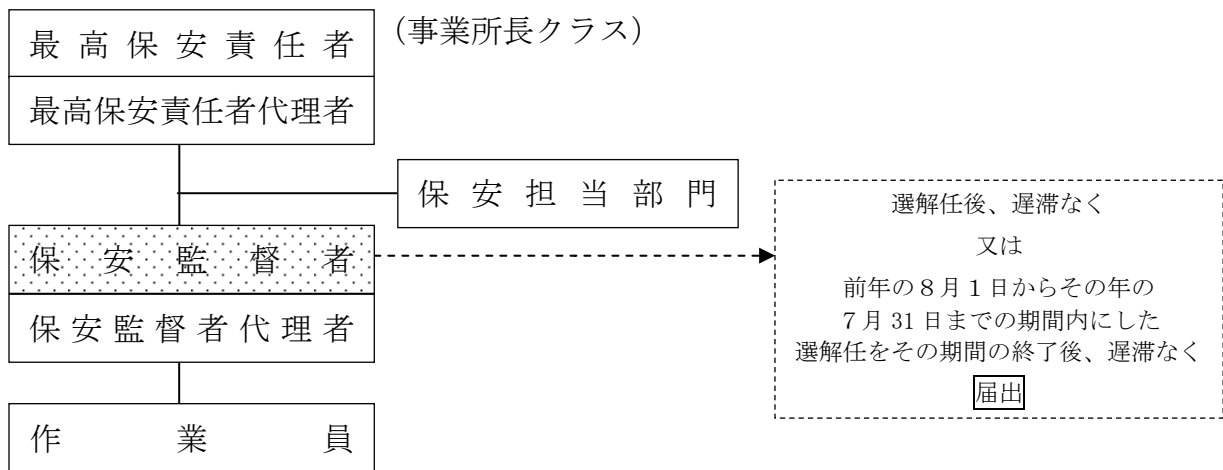
CEを設置している事業所は、最高保安責任者及び保安監督者を選任しなければならない。また、その代理者も選任しなければならない。（図7-1ア）

イ CE及び処理設備を設置している事業所

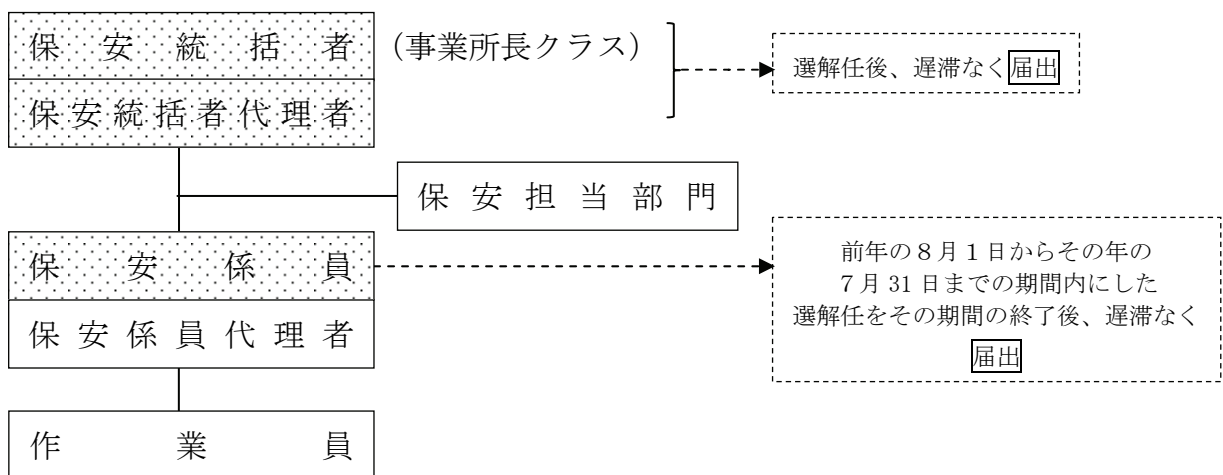
CE及びポンプ等の処理設備を設置している事業所は、保安統括者及び製造保安責任者免状を有する者のうちから保安係員を選任し、県知事に届け出なければならない。また、その代理者も選任しなければならない。（図7-1イ）

保安統括者及び保安統括者代理者を選解任した場合は、遅滞なく都道府県知事に選解任届を届け出ること。（最高保安責任者及びその代理者は届出不要）

保安係員、保安監督者を選解任した場合は、その年の前年の8月1日からその年の7月31日までの期間内にした選解任について、当該期間終了後遅滞なく、都道府県知事に届け出ること。（保安監督者は選解任後遅滞なく届出も可、保安監督者代理者及び保安係員代理者は届出不要）



ア CEを設置している事業所



イ CE及び処理設備を設置している事業所

図7-1 保安管理組織図

(3) 最高保安責任者、保安統括者の職務

最高保安責任者、保安統括者は、当該事業所において高圧ガスの製造に係る保安に関する業務を統括管理する。

また代理者は、最高保安責任者又は保安統括者を直接補佐し、不在等の場合にその職務を代行する。

(4) 保安監督者、保安係員の職務

ア 製造施設の位置、構造及び製造の方法が、技術上の基準に適合するよう監督する。

イ 製造施設及び製造の方法について巡視及び点検を行う。

ウ 定期自主検査の実施を監督する。

エ 製造施設の運転・点検に関する基準類を作成・整備し、作業員に周知徹底を図る。

オ 災害の発生又はそのおそれがある場合における応急措置を実施する。

また代理者は、保安監督者又は保安係員を直接補佐し、不在等の場合にその職務を代行する。

2 危害予防規程（第一種製造者のみ）

製造事業所はC Eによる災害を防止するため、事業所ごとに危害予防規程を定め、関係作業員にその内容を周知徹底させなければならない。また、設備や会社組織等の変更時などの機会に、必要に応じてその内容を見直すことが必要である。危害予防規程を制定又は変更した時は、都道府県知事に届け出なければならない。

危害予防規程には、一般則第63条第2項に規定された項目について定める必要がある。

3 教育訓練

C Eにより高圧ガスの製造を行う事業所は、関係作業員に対する保安教育を実施しなければならない。なお、保安教育計画は、第一種製造者のみが定めなければならないが、保安教育の具体的な実施計画（年間計画）は、高圧ガスを取り扱うすべての事業者が作成することが望ましい。

(1) 教育訓練計画

C Eの取扱作業について、保安上必要な事項を作業員に十分に理解させ、保安意識を高め、災害防止について教育する。

教育訓練計画は次の項目について定めておくことよい。

ア 教育訓練の対象者は、作業員の業務範囲及び内容に応じて、次のとおり分類する。

(ア) 監督者クラス

現場責任者以上を対象とする。

(イ) 一般作業員

一般作業員を対象とするもので、新規採用者に対して行った内容を再教育する。

(ウ) 新規採用者及び配置転換者

新入社員及び職場転換した作業員など、知識、経験に乏しい者を対象とする。

(エ) 協力会社

定常的な作業や非定常的な作業に従事する協力会社の従業員を対象とする。

イ 教育訓練計画の担当部門

保安担当部門が、教育訓練の計画、運営、実施などについての推進を図る。

ウ 教育訓練担当者

教育訓練実施の責任者は部門の所属長であるが、C Eの取扱いに最も精通した保安監督者等や学識経験者などが教育訓練を担当する。

(2) 教育訓練の種類及び内容

教育訓練は、実施の方法により次のように区分される。

ア 基本教育

基本教育は、主に一般作業員、新規採用者及び配置転換者などを対象として、次の区分により実施する。

(ア) 一般安全教育

工場全般に関する安全教育や保安意識高揚に関する一般的事項を教育する。

(イ) 基礎及び専門保安教育

自らが管理する高圧ガス施設の管理に必要な知識、操作方法等について、下記の項目を教育する。

- ・高圧ガス保安法、関係法令、各種規定類
- ・液化ガスの一般的性質
- ・CEの構造、機能、取扱い
- ・その他必要な事項

なお、高圧ガスの取扱いや設備の操作方法に関するマニュアルやノウハウ等を教育する場合、マニュアルの禁止事項等やノウハウが定められた理由や背景を学ぶ教育（ノウホワイ教育）も併せて実施することにより、定められた手順の省略などのヒューマンエラーを防止することが期待できる。

イ 機会教育

社内で適当な機会を利用して行う職場単位の教育、講習会などで、その内容は法令、事故事例研究などである。

ウ 社外教育

富山県高圧ガス安全協会などが主催する講習会などの社外の講習・訓練等に出席して教育を受ける。

エ 協力会社保安教育

危害予防規程等に基づき、協力会社に対して、作業内容に応じた保安教育を実施するもので、下記の項目について実施し、協力会社の作業員に徹底させる。

(ア) 服務規律

事業所内への出入り、服装、保護具の取扱いなど、工事又は作業するにあたって必要な教育をする。また、異常時の通報、連絡先についても事業所内で作業する作業員に指示を与えておく。

(イ) 協力会社安全作業指導

協力会社の作業員が守る必要のある作業基準及び保安心得について教育する。

オ 防災訓練

火災や自然災害等の緊急事態を想定して、高圧ガスによる災害の発生防止や被害拡大防止措置を速やかに確実に実施できるよう、関係従業員が参加した訓練を実施する。訓練は、できる限り現実に近い災害を想定し、あらかじめ定めた事故対策マニュアル等に従い、それぞれの部署、担当者が役割を分担し、その責任、権限を明確にして行う。また、必要に応じ、消防、警察、近隣住民等にも参加を要請する。

訓練の内容は下記のとおりである。

- ・異常処置訓練
- ・通報訓練
- ・消火訓練
- ・救急訓練
- ・避難訓練

教育訓練はあらゆる機会を捉えて計画的に実施すべきである。

(3) 教育訓練の実施記録

教育訓練の実施後、反省会の開催などにより、その効果を確認し、実施結果及び今後の対策を含めて記録を整理保存する。この実施記録については、上司や安全担当者等の確認、評価を受けるなど、今後の教育訓練の参考資料として活用することが望ま

しい。

記録には次の事項を記載しておくといよい。

- ・実施した年月日、場所
- ・教育担当者の職氏名
- ・対象者の職氏名
- ・実施した教育訓練項目（使用した資料を併せて保存）
- ・実施結果
- ・所見
- ・その他

4 安全活動の推進

CEなどの高圧ガス施設における事故を防ぎ、災害の発生を未然に防止するためには、災害事故の原因となる「災害リスク」を事前に発見し、その低減対策を講じる必要がある。また、「災害リスク」は時間の経過とともに増え続けるものであるため、日頃から継続的に低減対策を講じ続けなければならない。

「災害リスク」の発見、低減対策の代表的な検討手法として、次の方法が挙げられるが、事業者はこれらの手法等を駆使しながら、安全活動を継続的に実施する必要がある。

なお、これらの作業は、参加者の保安技術の向上や保安意識の高揚につながることから、保安教育の一環として行っても効果的である。

(1) ヒヤリ・ハット活動

「ヒヤリ・ハット」とは、日常の作業の中で、「ヒヤリ」とした、「ハッ」とした体験のことであり、事故に至らなかった事例のことである。

ヒヤリ・ハット活動は、こうした「ヒヤリ・ハット」体験を収集し、これに対して対策を講じることによって、重大事故に至る前に「災害リスク」を低減するものである。

ヒヤリ・ハット活動の実施方法及びヒヤリ・ハット事例については、次の「ヒヤリ・ハット事例集」を参考にされたい。

『環境リスク対策に取り組む事業所のためのヒヤリ・ハット事例集』
http://www.pref.toyama.jp/cms_sec/1706/kj00016495.html

(2) 危険予知活動、危険予知訓練

危険予知活動(KYK)とは、作業に臨む作業者が、事前にミーティングを行い、その作業の中で発生しうる事故や災害を想像し、危険性を予想する安全活動である。

また、危険予知訓練(KYT)は、職場や作業の状況を描いたイラストシート等を使用して、職場や作業の状況の中に潜む危険要因とそれが引き起こす現象を話し合い、行動する前に解決する訓練である。

いずれの手法も、危険に対する感受性を高め、危険に関する情報を共有し、問題解決能力を向上し、集中力を高める効果があるため、積極的に実施されたい。

(3) リスクアセスメント

リスクアセスメント(RA)とは、工場内に潜む危険源を探し出し、それがどの程度危険なのかを評価し、優先順位を決めて対策を行い、危険源を取り除く一連の手順の

ことである。リスクを効果的に発見でき、かつ明確になるほか、リスク対策の優先順位を合理的に決めることができ、適切なコスト配分が容易になる等の効果が期待できる。

RAの実施方法及びRA事例については、次の「高圧ガス事業所リスクアセスメント・ガイド」等を参考にされたい。

『高圧ガス事業所リスクアセスメント・ガイド』

http://www.pref.toyama.jp/cms_sec/1706/kj00011731.html

『高圧ガス事業所What-if入門書』

http://www.pref.toyama.jp/cms_sec/1706/kj00016495.html

『リスクアセスメント・ガイドライン』（KHK）

https://www.khk.or.jp/publications_library/raguideline/index.html

5 緊急時の措置

CE及び消費設備に異常が発生した場合の応急措置、危険な状態となった場合の災害対策については、あらかじめ異常措置規定あるいは災害対策規定を定めておくことが望ましい。

(1) 事故対策の組織と構造

事故や災害等の発生の際、速やかに対応できるように災害対策組織を定め、その指揮命令系統を確立しておく必要がある。図7-2に災害対策組織図の一例を示す。

(2) 任務

災害対策組織の各構成員の任務をあらかじめ定めておき、災害防止訓練時にはもちろん、事故発生時にその任務が十分遂行されるよう、日頃からの訓練が必要である。

(3) 応急措置

事故や災害等が発生した際に、直ちに設備の使用を停止し、第4章2(3)に示す緊急時の停止処置等を講じるため、その手順を定めておく必要がある。

(4) 緊急時の通報、連絡体制

作業時に災害が発生した際、速やかに対処できるように通報、連絡について明確に定めておく必要がある。

また、休日、夜間などの事業所内に人員の少ないときの通報連絡や非番者の呼出しの方法についても明確に定めておく必要がある。

緊急通報連絡体制の一例を図7-3に示す。

(5) 避難体制

最悪の事態に備えて、作業員及び付近住民が安全にかつ速やかに避難できるように避難経路及び避難場所を定めておく必要がある。

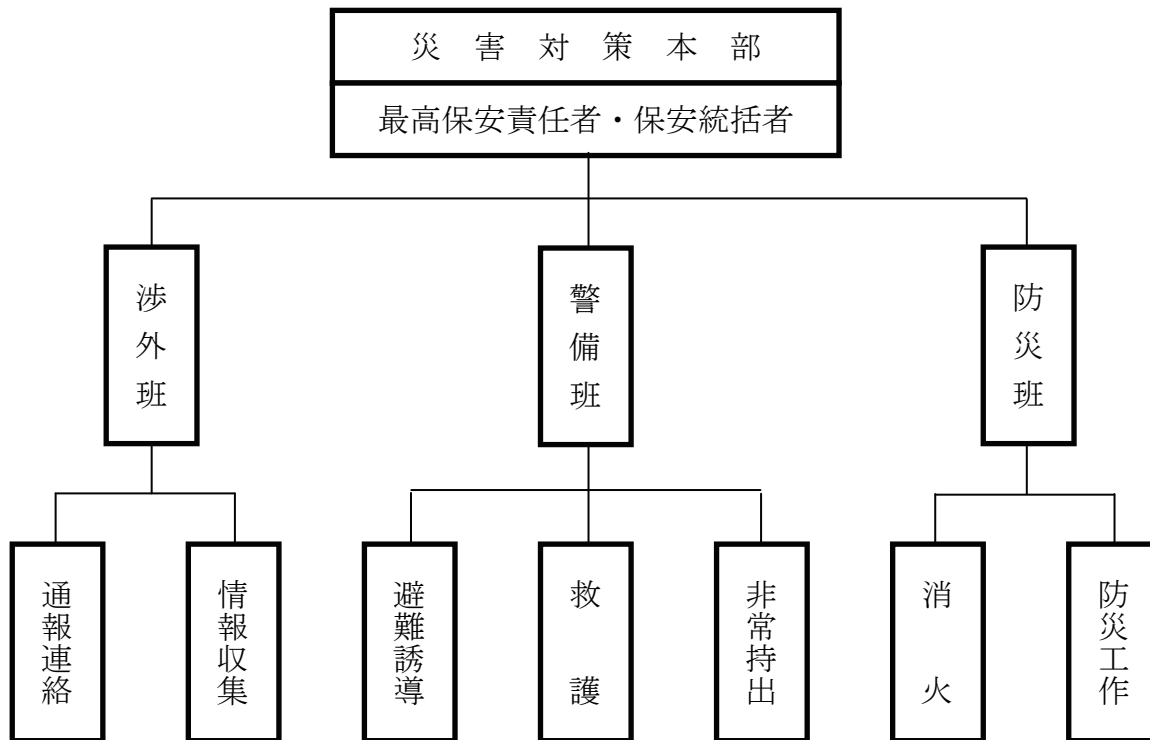


図 7 - 2 災害対策組織図 (例)

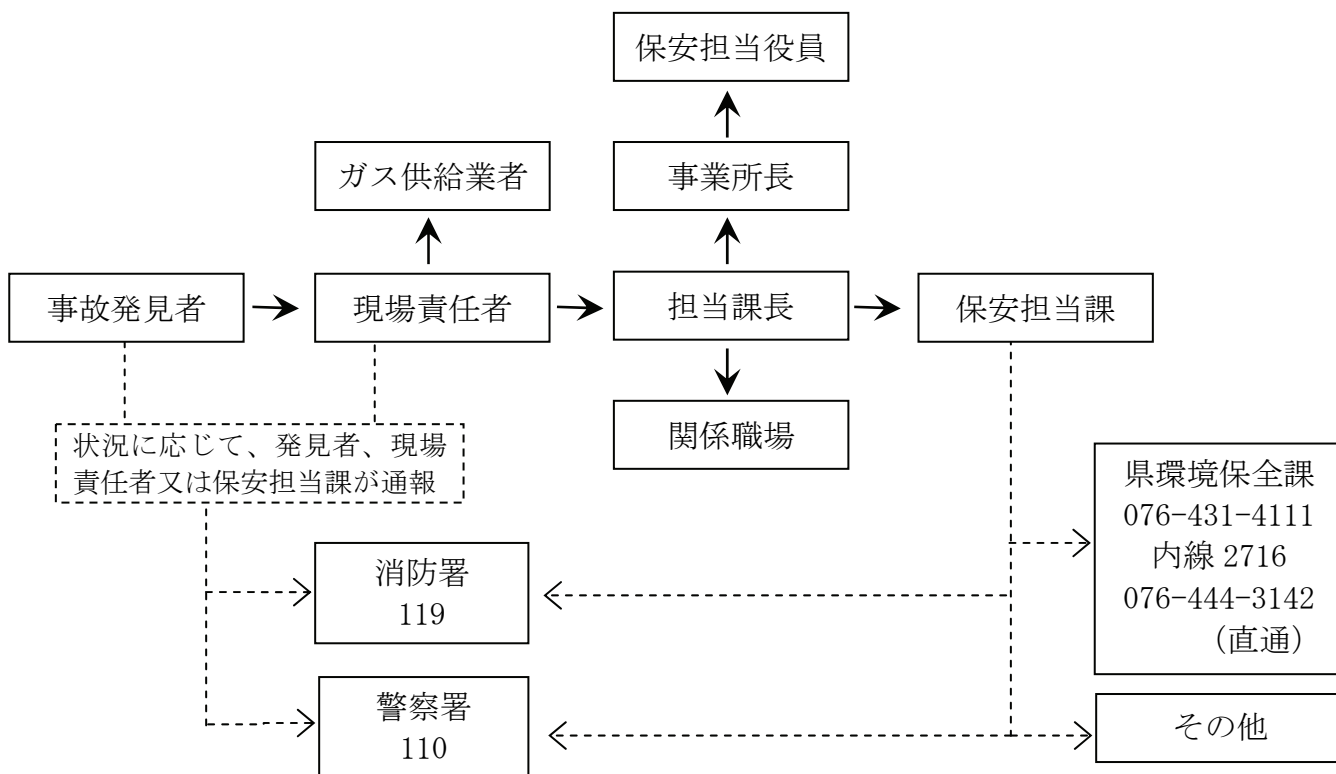


図 7 - 3 緊急通報連絡体制 (例)

6 事故時の措置

(1) 漏えいや火災、爆発時の措置

液化ガスの漏えいは重大事故につながる可能性があるため、速やかに漏えいを停止するための措置を講じなければならない。そのためにはあらかじめ事故対策マニュアル等を定め、対応方法を明確にし、防災訓練等の実施により、確実に対応できるようにする必要がある。

C E及び消費施設などにおいて火災や爆発が発生した場合には、その応急処置を行うとともに、漏えい等による新たな事故が発生しないよう努める。

ア C Eからの送ガスを停止し、散水などにより温度の上昇を防止する。

イ C Eの被災が避けられないと判断される場合は、事業所の従業員及び付近住民を安全な場所に避難させる。

(2) 諸官庁への報告

万一災害が発生したときは、災害の発生状況等を関係行政機関に遅滞なく報告しなければならない。このため緊急連絡先を見やすい場所に掲示しておく必要がある。

なお、高圧ガスによる災害発生現場は、交通の確保、その他公共の安全のためやむを得ない場合を除き、県又は警察の指示なく変更してはならないが、二次災害のおそれがある危険な状態に対し応急措置を行うため必要な場合はこの限りではない。

表 7 - 1 緊急連絡先 (例)

緊 急 時 の 連 絡 先	
○ ○ 消 防 署	119 (- -)
△ △ 警 察 署	110 (- -)
県 環 境 保 全 課	○日中 076-431-4111 (内線2716) 076-444-3142 (直通) ○夜間 076-431-4111 (代表)
◇ ◇ 病 院	○日中 - - ○夜間 - -
ガ ス 納 入 業 者	○日中 - - ○夜間 - -

7 自然災害に対する備え

事業所が立地する地域において万が一が一大規模な地震等の自然災害が発生した場合、施設が損害を受け高圧ガスによる二次災害が発生するおそれがあるため、事前に防止対策を講じておく必要がある。事業所において備えるべき自然災害は次のようなものがある。

- ・風水害
- ・地震・津波災害
- ・雪害

こうした自然災害の発生に備え、高圧ガス設備を設置するときから、想定される自然災害による影響に配慮しなければならない。

また、万が一、自然災害が発生した際に二次災害を防止できるよう、防災設備を見直し、災害防止計画を定め、防災訓練を実施するなど、ハード、ソフト両面から対策を講じなければならない。

なお、地震・津波対策の実施については、次の「高圧ガス事業所地震・津波対策ガイドブック」を参考にされたい。

『高圧ガス事業所地震・津波対策ガイドブック』

http://www.pref.toyama.jp/cms_sec/1706/kj00013235.html

<参考> 富山県で過去に発生した主な自然災害

1 風水害

年月	災害の名称	概要
昭和36 9月	第2室戸台風 <大雨・強風>	・台風が室戸岬に上陸、大阪を経て富山を通過 ・最大瞬間風速富山W39.6m/s、伏木WSW33.0m/s ・県内の死者9名、負傷者178名、住家全半壊549棟、河川等の損壊252箇所。
平成3 9月	台風19号 <強風>	・大型で非常に強い台風19号が、長崎県に上陸、日本海を北東進 ・最大瞬間風速伏木SW37.7m/s、富山SSW35.4m/s ・県内の負傷者12名、住家損壊149名。小矢部市で大火発生。
平成16 10月	台風23号 <大雨・強風・波浪>	・台風が近畿、中部、関東地方を通過し、停滞していた前線を活発化 ・県内の行方不明者1名、負傷者73名、建物被害等54棟、土砂崩れ・冠水による道路の通行止め85箇所等

2 地震、津波災害

年月	災害の名称	マグニチュード	県内の震度	県内の被害等
宝永4 (1707)	宝永地震	8.4	震度5～6	家屋倒壊、 天水桶ことごとく転倒
安政5 (1858)	飛越地震	7.0～7.1	震度5～6	大鷲・小鷲崩壊、 洪水、流出家屋多し
平成19 3月	能登半島沖地震	6.9	震度5弱：富山、氷見、滑川、小矢部、 射水、舟橋 震度4：高岡、魚津、黒部、砺波、 南砺、上市、立山、入善、朝日	重傷1、軽傷12、 非住家一部損壊5
平成19 7月	新潟県 上中越沖地震	6.8	震度4：氷見、舟橋	軽傷1

3 雪害

年月	災害の名称	最深積雪(cm)	県内の被害等
昭和38 1～3月	38豪雪	93～400 富山：186 伏木：225	・死者15名、負傷者39名、住家全半壊187棟 ・富山市総曲輪通り、高岡市御旅屋通りアーケード落下 ・高岡市公会堂倒壊
昭和56 1～3月	56豪雪	124～430 富山：160 伏木：148	・死者24名、負傷者1,154名、住家全半壊63棟 ・富山市北部を中心に高圧送電鉄塔11基倒壊 ・12市町村で37集落、452世帯、1,650人が孤立

<参考> CEに係る技術上の基準一覧表

(2) 製造施設の位置、構造及び設備に関する技術上の基準

○：すべてのガスに適用 酸：酸素のみに適用

号	具体的な対応	第一種製造者 第二種製造者 (30Nm ³ /日以上) 第一種貯蔵所 第二種貯蔵所	第二種製造者 (30Nm ³ /日未満)
第6条第1項（第6条の2第1項から準用）			
1	(警戒標の掲示) ・事業所の周囲に境界線（塀等）を設けること。 ・事業所の出入り口及び施設の周囲に警戒標を設けること。（別図1 参照）	○	○
2	(設備距離) 第一種保安物件及び第二種保安物件に対し、処理能力又は貯蔵能力により規定される設備距離を確保すること。（別図2 参照） ・第一種保安物件（病院や学校等、不特定多数の人が集合する公共施設等（敷地を含む））に対し、第一種設備距離 ・第二種保安物件（民家等、住居に使用される建築物）に対し、第二種設備距離 ※第二種設備距離は、事業所の敷地内又は民家等が建築されるおそれのない土地（河川等）内で確保すること。	○	
7	(防液堤) ・1,000t以上の酸素の貯槽の周囲には、貯蔵能力の60%以上の容量の防液堤を設けること。	酸	
8	(防液堤内等の設備) ・製造細目告示に規定される設備以外は設置しないこと	酸	
10	(ガス設備に気密な構造) ・酸素のガス設備（低圧側設備を含む。）は、気密な構造とすること。	酸	酸
11	(耐圧試験) 高圧ガス設備は次のいずれかの方法で耐圧性能を確認すること。なお、耐圧試験は、設備ごとの個別に実施することができる。 ・水等の安全な液体を使用し、常用圧力の1.5倍以上の圧力を10～20分間加え、ふくらみ、伸び、漏えい等の異常がないこと。 ・空気、窒素等の気体を使用し、常用の圧力の1.25倍以上の圧力を10～20分間加え、ふくらみ、伸び、漏えい等の異常がないこと。（ただし、液体を使用することが困難であると認められるものであって、事前に放射線透過試験にて等級分類1類又は2類と評価されたものに限る。） ・大臣認定試験者試験等成績書、高圧ガス保安協会による高圧ガス設備試験成績証明書又は特定設備検査合格証等	○	○
12	(気密試験) 高圧ガス設備は次の方法で気密性能を確認すること。なお検査は、最終的に設備を組み立てた状態で行うこと。 ・空気、窒素等の気体を使用し、常用の圧力以上の圧力を10分間以上加え、漏えい等の異常がないこと。	○	○
13	(高圧ガス設備の強度) 高圧ガス設備は次のいずれかの方法で必要な強度を有することを確認すること。 ・常用圧力又は常用温度において発生する最大の応力に対し、当該設備の形状、寸法、材料の許容応力、溶接継手の効率等に応じ計算上必要とされる肉厚以上の肉厚を有すること。 ・大臣認定試験者試験等成績書、高圧ガス保安協会による高圧ガス設備試験成績証明書又は特定設備検査合格証等	○	○
14	(ガス設備の材料) 高圧ガス設備は次のいずれかの方法で適切な材料を使用していることを確認すること。 ・高圧ガス設備の形状、ガスの種類、常用の温度に対し、関係例示基準で使用できるとされた材料を使用すること。 ・大臣認定試験者試験等成績書、高圧ガス保安協会による高圧ガス設備試験成績証明書又は特定設備検査合格証等	○	
15	(高圧ガス設備の基礎) 高圧ガス設備の種類に応じ、次のように設置すること。 ①貯蔵能力1t未満の貯槽及び蒸発器 ・不同沈下を起こすおそれのない地盤上に設置した基礎上に設置すること。 ・不同沈下を起こすおそれのある地盤にあっては、地盤改良等を行った地盤上に設置した基礎上に設置すること。（いずれも地盤調査により地盤支持力等を確認すること） ②貯蔵能力1t以上の貯槽 ・①の基準を満たす基礎上に設置すること。 ・貯槽の支柱を同一の基礎に緊結すること	○	
16	(沈下測定) ・貯蔵能力1t以上の貯槽の基礎については、1年に1回以上、沈下状況を測定すること。 ・測定の結果、不同沈下が生じていた場合には、必要な措置を講ずること。	○	○
17	(耐震設計) 貯蔵能力3t以上の貯槽及び垂直方向の幅5m以上の縦型空温式蒸発器については、耐震設計告示 [※] に基づき、必要な耐震性能を有すること。 ※高圧ガス設備等耐震設計基準	○	
18	(高圧ガス設備の温度計) ・反応、精製、分離、蒸留、冷却、凝縮、熱交換、加熱のための設備には、温度計を設置すること。	○	
19	(高圧ガス設備の圧力計) ①高圧ガス設備には、次のとおり圧力計を設置すること。 ① 貯槽 ・蒸発器やポンプの出口 ・配管（常用圧力の区分ごとに設置） ②圧力計は2年に1回以上比較検査を実施すること。	○	○
19	(高圧ガス設備の安全装置) ①高圧ガス設備には、次のとおり安全装置を設けること。 ② 貯槽 ・蒸発器やポンプの出口 ・配管（常用圧力の区分ごとに設置） ②安全弁を使用する場合は、1年又は2年に1回以上作動検査を実施すること。	○	○
20	(安全装置の放出管) 酸素の高圧ガス設備については、次の建築物等の高さ以上の高さに放出管を設けること。 ・周囲8m以内の火気取扱施設 ・周囲5m以内の建築物及び工作物	酸	酸
22	(液面計) ・貯槽には、液面計を設けること。 ・丸型ガラス管液面計を用いる場合には、その破損を防止するための措置を講ずること。	○	○

24	(貯槽直近及び一以上のバルブ) ・液化酸素の貯槽(加圧蒸発器付き低温貯槽であって、当該貯槽に係る配管の当該貯槽の直近の部分にバルブを設置しているものを除く。)から、ガスを送り出し、又は受け入れるために用いられる配管には、当該貯槽の直近にバルブ(使用時以外は閉鎖)を設けるほか、緊急遮断弁を除く一以上のバルブを設けること。	酸	
25	(緊急遮断装置) 内容積5,000L以上の酸素の貯槽の受入、払出配管には、緊急遮断装置を設けること。 ・受入配管については、逆止弁で代えることができる。 ・緊急遮断装置の操作位置は、貯槽は防液堤から5m以上離れた安全な位置とすること。 ・緊急遮断装置は、1年に1回以上作動検査を実施すること。	酸	
27	(保安電力) 次の設備を制御するための電力や空気等には、停電時においても機能を維持することができる保安用電力等を保有すること。 ・緊急遮断装置 散水装置等 防消火設備 非常用照明装置 通報装置 ・保安電力等は、通常使用するものを含み、2つ以上を保有すること。 ・保安電力等は、1年に1回以上その機能を検査すること。	○	
32	(貯槽等の温度上昇防止措置) 可燃性ガスの貯槽及び可燃性物質取扱施設の周囲20m以内に設置された高圧ガスの貯槽には、散水装置等を設置すること。 ・散水装置を設置する場合にあつては、貯槽の表面積に対し、5L/min・㎡以上の水量を、全体均一に放射すること。	○	
39	(防消火設備) ・酸素の高圧ガス施設には、周囲の安全な場所能力単位B-10の消火器3本相当以上を設置すること。	酸	酸
40	(通報設備) 緊急時に必要な通報を速やかに行うための措置として、次の設備を1つ以上備えること。 ・ページング設備 ・構内放送設備 ・携帯用拡声器 ・メガホン ・トランシーバー	○	
41	(バルブの表示) ①製造設備内の手動バルブ、コック等には、次の措置を講ずること。 ・バルブ等にはフローシート等に基づく記号、番号を表示すること。 ・バルブ等に開閉方向を表示すること。 ・バルブ等の開閉状態を表示すること。 ・バルブ等が接続された配管にガスの種類を明示(塗色でも可)及び流れ方向を明示すること。 ・安全弁の元弁等、通常操作しないバルブは、施錠やハンドルの取外し等、みだりに操作されない措置を講ずるとともに、「常時開」等を表示すること。 ②自動バルブ、コック等を操作するための操作スイッチには、次の措置を講ずること。 ・スイッチには、操作するバルブに付されたフローシート等に基づく記号、番号を表示すること。 ・操作スイッチ近傍にバルブ等の開閉状態を示す表示を付すること。 ・緊急遮断弁等、通常操作しないバルブの操作スイッチには、みだりに操作されないようカバー等を付けること。	○	

(2) 製造の方法に関する技術上の基準

○：すべてのガスに適用 酸：酸素のみに適用

号	具体的な対応	第一種製造者 第二種製造者 (30Nm ³ /日以上) 第一種貯蔵所 第二種貯蔵所	第二種製造者 (30Nm ³ /日未満)
第6条第2項(第6条の2第3項から準用)			
1	(安全装置元弁の常時開) ・安全弁の元弁は修理、清掃等で特に必要な場合を除いて、常に全開にしておくこと。	○	○
2	(高圧ガスの充填) ①貯槽にガスを充填するとき ・内容積の90%を超えないように充填すること。 ②酸素を容器に充填するとき ・あらかじめ、バルブ、容器及び充填用配管等に付着した石油類、油脂類又は汚れ等の付着物を除去すること。 ・可燃性のパッキンを使用しないこと。	○	酸
4	(日常点検) 日常点検は、次の頻度で当該製造設備の属する製造施設の異常の有無及び設備の作動状況について点検すること。 ・製造設備の使用開始時及び使用終了時 ・設備の運転中に1日1回以上 ・24時間連続操業する場合は、交代勤務の直ごとに1回以上	○	○
5	(高圧ガス設備の修理) 高圧ガス設備の修理を行う場合は、次の基準により実施すること ①あらかじめ、修理等の作業計画及び作業の責任者を定めること。 ②作業計画に従い、作業責任者の監視の下に行うとともに、異常があったときに直ちにその旨を作業責任者に通報するための措置を講じて行うこと。 ③内部を窒素ガス、水、スチーム等安全な流体で置換した後、濃度測定器により内部のガス濃度を確認すること。 ④内部で作業を行う場合はさらに内部を空気で置換後、酸素濃度が18～22%になるまで確認すること。 ⑤開放する部分の前後のバルブに閉止及び仕切り板を挿入するとともに、閉止したバルブ、仕切り板を施錠、封印し、監視員を配置すること。 ⑥修理等が終了した後、当該設備が正常に作動することを確認すること。	○	○
6	(バルブの操作) ・バルブは原則、直接手で操作すること。 ・ハンドル廻し等を使用する場合には、あらかじめ制限トルク等の操作条件を定め、それに適するハンドル廻し等を使用すること。	○	○
第6条の2第3項			
2	(タンクローリー等からの高圧ガスの受払い) ・移動式製造設備等の容器から高圧ガスを受け入れ、又は払い出す場合には、当該車両を車止めで固定すること。	○	
第12条第2項			
1	(容器充填時の火気距離) ・高圧ガスを容器に充填するときは、火気取扱施設、多数の人の集合する場所又は引火性若しくは発火性の物をたい積した場所から5メートル以上離れてすること。		酸
3	(油脂類の禁止) 酸素を容器に充填するときは、次のように行うこと。 ・あらかじめ、バルブ、容器及び充填用配管等に付着した石油類、油脂類又は汚れ等の付着物を除去すること。 ・可燃性のパッキンを使用しないこと。		○

4	(容器等の加熱) 高圧ガスを充填容器等に充填するため充填容器等、バルブ又は充填用枝管を加熱するときは、次に掲げるいずれかの方法により行うこと。 ・熱湿布を使用すること。 ・温度40℃以下の温湯を使用すること。 ・防爆性能を有する構造の空気調和設備を使用すること。		○
---	---	--	---

(3) その他の設備に係る技術上の基準(移動式製造設備及び同一敷地内の高圧ガス設備に係る基準) ○:すべてのガスに適用 酸:酸素のみに適用

号等	具体的な対応	第一種製造者 第二種製造者 (30Nm ³ /日以上) 第一種貯蔵所 第二種貯蔵所	第二種製造者 (30Nm ³ /日未満)
第8条第1項 移動式製造設備に係る技術上の基準(受入れ又は払出し作業に伴うローリに係る基準)			
1	引火性又は発火性の物をたい積した場所の付近にないこと。	○	○
2	充填作業中は、外部から見やすいように警戒標を掲げること。	○	○
第8条第2項 移動式製造設備に係る技術上の基準(受入れ又は払出し作業に伴うローリに係る基準)			
1	液化酸素を充填するときは、あらかじめ、当該ガスの製造設備の外周から第一種保安物件(受入者の設備と同一敷地内にあるものを除く。)に対し15m以上、第二種保安物件(同)に対し10m以上の距離を有すること。(別図2参照)	酸	酸
1	貯槽に液化ガスを充填するときは、当該液化ガスの容量が当該貯槽の常用の温度においてその内容積の90%を超えないようにすること。	○	○
1	酸素を貯槽に充填するときは、移動式製造設備の配管と貯槽の配管との接続部分において当該ガスが漏えいするおそれがないことを確認し、かつ、充てんした後は、これらの配管内の当該ガスを危害の生ずるおそれがないように少量ずつ放出した後これら配管を取り外すこと。	酸	酸
1	内容積が4,000L以上のローリに高圧ガスを送り出し、ローリから高圧ガスを受け入れるときは、車止めを設けること等により当該車両を固定すること。	○	○
第6条第1項 可燃性ガス設備に係る技術上の基準			
4	可燃性ガスの製造設備の高圧ガス設備は、その外周から酸素の製造設備の高圧ガス設備に対し10m以上の距離を有すること。(別図2参照)	酸	酸
第55条第2項 特定高圧ガスの消費に係る技術上の基準			
		特定高圧ガス消費者	
1	液化酸素CEの周囲5m以内において、火気の使用を禁じ、かつ、引火性又は発火性の物を置かないこと。	酸	
2	液化酸素の消費にあたっては、バルブ及び消費に使用する器具の石油類油脂類その他可燃性の物を除去した後に行うこと。	酸	

○ 製造事業所の出入口の警戒標(例)

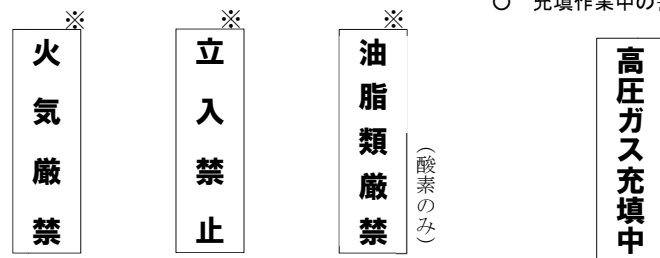
高圧ガス製造事業所 (縦型でも可)

○ 高圧ガス施設周囲の警戒標(例)

高圧ガス製造事業所	
高圧ガスの種類	
処理能力	Nm ³ /日
最大貯蔵量	kg
許可年月日	年 月 日
許可番号	第 号
常用圧力	MPa
保安監督者(正)	
保安監督者(代)	
緊急連絡先	

(特定高圧ガス消費者の場合は取扱主任者名も表示する)

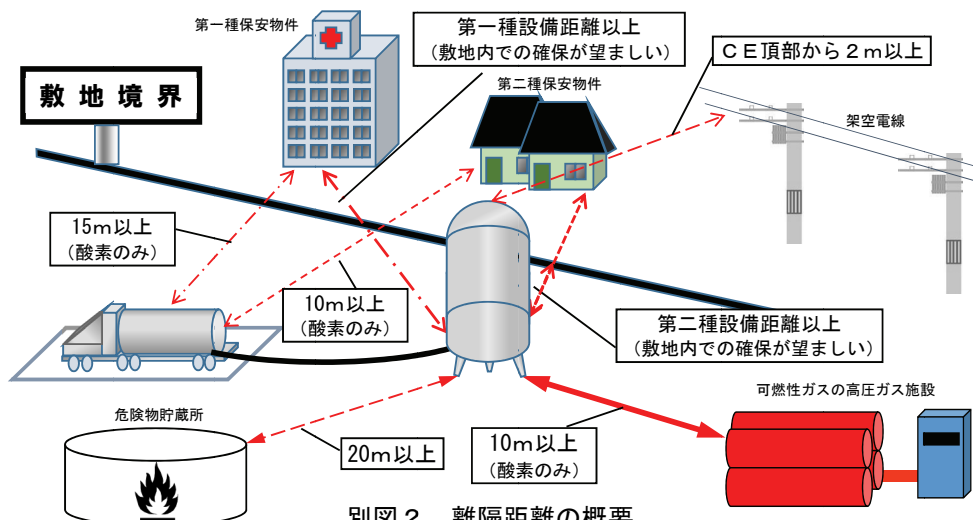
○ 充填作業中の警戒標(例)



※注意

- ・施設の周囲に立ち入ることができるすべての方向から見えるように設置すること。
- ・横型でも可。

別図1 警戒標(例)



別図2 離隔距離の概要

＜参考＞ コールド・エバポレータに係る全国の事故事例

重要事故事例 1

事故名称	液化窒素CEの安全弁元弁閉止による貯槽の破裂事故		
発 生 年 月 日	1992年 8月28日	発 生 場 所	北海道
事業所の区分	製造事業所（一般）	業 種	食品加工
設 備 の 種 類	液化窒素CE		
事 故 区 分	爆発		
発災した設備	超低温貯槽		
取 扱 状 態	停止中		
死 傷 者 数	死者 0名 重傷 0名 軽傷 0名 計 0名		
事 故 概 要	<p>7月2日、液化窒素をCEに充填した後、発災日までの2か月間当該設備は使用されていなかった。この間、すべての弁が閉止されていた。</p> <p>8月28日、当該CEの貯槽が突然破裂（内槽7個、外槽11個に破断し、周辺に飛翔）し、当該CEが設置されていた食品加工工場が半壊したほか、周辺の工場25棟、駐車中の車両36台に損壊を与え、被害総額は、4億3,600万円に及んだ。なお、事故当時、周辺は無人数であったため、人的被害は生じなかった。</p>		
原 因	<p><直接原因></p> <p>調査の結果、液化窒素を充填してから発災日までの2か月間にわたり安全弁元弁等の保安上重要なバルブを含めたすべてのバルブが閉止されていたことで、外部熱の侵入により徐々に液化窒素が内槽内で気化し、安全装置が作動しないまま内圧が上昇し、破壊に至った。</p> <p><間接原因></p> <ul style="list-style-type: none"> ・当該CEは工場長のみが操作を行い、他の従業員はノータッチであった。 ・機器のメンテナンスは業者任せになっていた。 ・社内においても保安マニュアルが不十分であり、保安教育もなされていなかった。 <p>以上より、当該工場の管理者、従業員とも、高圧ガスの保安に関する知識も保安意識も欠如しており、これが原因で、不適切な操作、管理を招いたと考えられる。</p>		
再発防止対策	<ul style="list-style-type: none"> ・安全弁元弁は常時開が義務付けられているため、「常時開」の表示及び手で容易に操作できない措置を講じる。 ・CEの操作について、保安管理マニュアルを整備するとともに、点検日報等を用いて使用していないときも含めて日常的に管理する。特に保安上重要な弁等の開閉状態は、常に点検する。 ・事業所の責任者及び従業員は、保安教育を通じて、法令遵守の徹底、保安管理技術の向上、保安意識の高揚に努め、高圧ガス設備を適切に管理するための能力を養う。 		
教 訓	<p>CEを取り扱うすべての関係者はCEの有する危険性を熟知し、取扱いを適正に行うとともに、施設を安全な状態に維持しなければならない。このため、安全教育と訓練を継続し、日常点検、定期点検を充実するなど常に事故防止のための努力を怠ることなく、全員が保安確保の意識を持ち続けることが大切である。</p>		



事故現場の全景



発災設備



工場や車両の被害

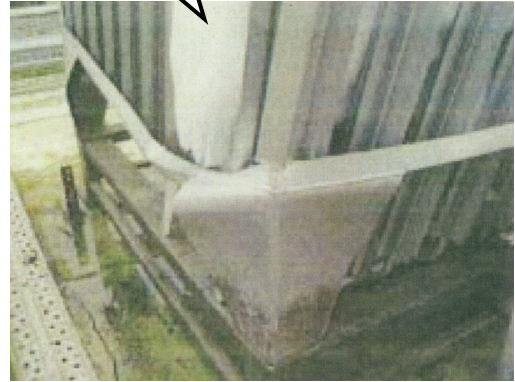
重要事故事例2

事故名称	液化アルゴンCEの送ガス蒸発器からのアルゴンガス漏えい事故		
発生年月日	2005年4月6日	発生場所	千葉県
事業所の区分	製造事業所（一般）	業種	機械
設備の種類	液化アルゴンCE		
事故区分	漏えい		
発災した設備	送ガス蒸発器（アルミニウム合金製空温式）		
取扱状態	通常運転時		
死傷者数	死者 0名 重傷 0名 軽傷 0名 計 0名		
事故概要	<p>液化アルゴンCEを通常運転中、保安課係員が巡回点検したところ、送ガス蒸発器のフレームが変形し、アルミフィン管群が傾斜して、フィン管下部からアルゴンガスが漏えいしているのを発見した。直ちに送液バルブを閉止し、漏えいを止めた。</p>		
原因	<p><直接原因></p> <p>送ガス蒸発器の液入口側のアルミフィン管（A6063S-T5）に大量の氷が付着し、その氷の成長による重みと膨張で徐々に蒸発器フレーム部分が変形し、フレームに乗っている状態のフィン管群がフレームから脱落した。</p> <p>フィン管が脱落した際に液入口集合管（φ50×t3）の端部が架台に接触したため、過大な応力がフィン管の根元部分に係り、液入口側第1列目のフィン管根元付近（集合管から立ち上がっているベント管とフィン管の溶接部の上部側で、フィンを除去した部分の母材）に亀裂が発生し、アルゴンガスが漏えいした。</p> <p><間接原因></p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 日常点検時の氷の除去処理が不十分であったこと。 ・ 蒸発器1基で24時間操業を行い、着霜が急速に成長したこと。 		
再発防止対策	<ul style="list-style-type: none"> ・ 24時間連続運転する場合は、送ガス蒸発器を2基設置し、適宜切り替えて運転するなど、送ガス蒸発器への過大な着氷を防止する。 ・ 日常点検により、着霜状況やフレーム等の変形状況を点検し、こまめに氷の除去処理を行う。 		
教訓	<p>蒸発器に付着した霜が氷となり成長すると、予想外の大きな負荷や荷重が発生するので、アルミ部材やフレームが変形し、亀裂が生じることで、高圧ガスの漏えい事故につながるおそれがあるため、連続運転を行う場合には、特に注意が必要である。</p> <p>また、始業前点検や日常点検でフレームの変形などの設備異常が見つかった場合には、運転を止めて点検を行うなど適切な事故防止措置を行い、保安の確保を最優先する。</p> <p>なお、氷をハンマーで叩くと、蒸発器のアルミ部材などが損傷するおそれがあるので、適切な方法で氷を除去する必要がある。</p>		

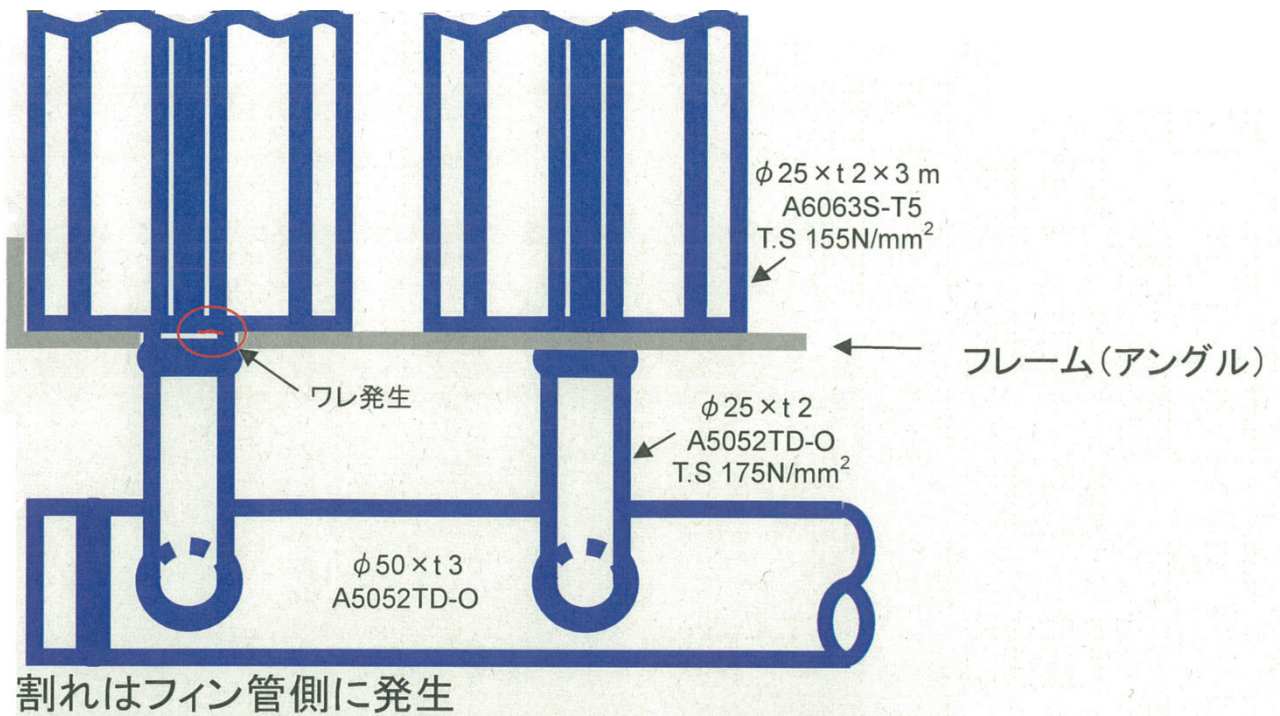


発災直後の状況

着霜が
成長した氷



変形したフレーム



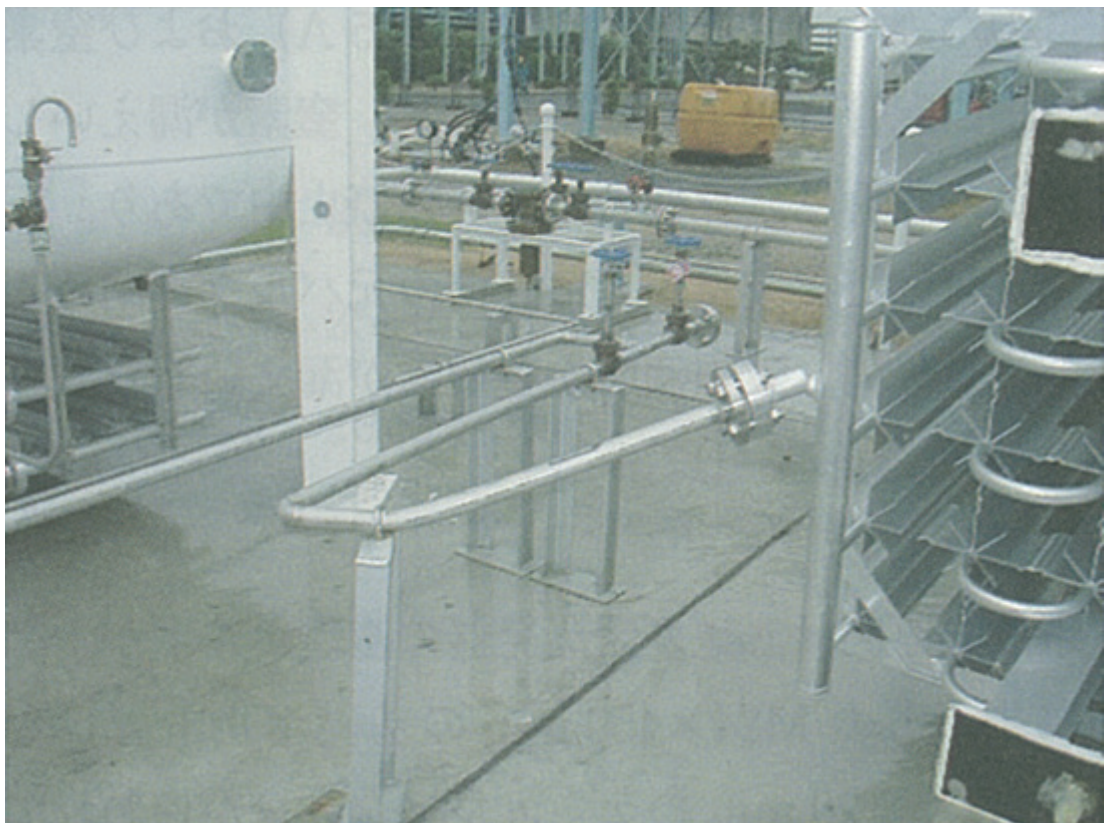
フィン管の亀裂の発生状況

重要事故事例3

事故名称	液化窒素CEの送ガス蒸発器の転倒による窒素漏えい事故		
発生日月	2004年9月7日	発生場所	山口県
事業所の区分	製造事業所（一般）	業種	一般化学
設備の種類	液化窒素CE		
事故区分	漏えい		
発災した設備	送ガス蒸発器（アルミニウム合金製空温式）		
取扱状態	停止中		
死傷者数	死者0名 重傷0名 軽傷0名 計0名		
事故概要	<p>液化窒素CE下流側にある送ガス蒸発器（D2, 100mm×L1, 100mm×H4, 530mm）が台風18号の強風を受けて転倒した。</p> <p>このため、液化窒素入口配管（25A）及び窒素ガス出口配管（50A）が破損し、窒素ガスが漏えいした。この設備は停止中であり、転倒に気付いた従業員が貯槽の元バルブを閉めるまでの数分間、窒素ガスが漏えいした。</p>		
原因	<p><直接原因></p> <p>当該設備を基礎に固定するための基礎ボルトは、設計上はM24×450mmのケミカルアンカーを使用しなければならなかったはずが、実際にはM24×120mmのものが使用されていた。そのため、基礎ボルトの埋め込み不足により引抜耐力が不足した状況で、台風18号の強風で基礎ボルトに過大な引張応力が発生したため、基礎からボルトが抜けて本体が転倒した。</p> <p><間接原因></p> <ul style="list-style-type: none"> ・設置時の施工管理不良により、基礎ボルトに必要な引抜耐力が不十分であったこと。 		
再発防止対策	<ul style="list-style-type: none"> ・設計どおりの工事が実施されるよう、工事管理を徹底する。 ・設置位置の変更や風防対策等を行う。 ・万が一送ガス蒸発器が転倒したとしても、高圧ガスの漏えい量を最小にするよう、強風時や停止時は貯槽の元弁を閉止する。 ・再発防止のための教育を実施する。 		
教訓	<p>自然災害の防災対策として、高圧ガス事業所では、高圧ガスのすべての関係者が防災意識を持ち、高圧ガスによる二次災害の未然防止を図っていくことが重要である。本事例は工事の施工管理ミスがあり、これが台風による予期せぬ事態が発生して事故に発展した事例であり、関係事業者にはより一層の適切な工事管理の徹底が求められる。</p> <p>また、高圧ガス設備には地震や津波、強風、雪害といった様々な自然災害が襲い掛かる可能性を考慮し、設備を設置する段階から自然災害を考慮した設置計画を立てることが望まれる。例えば、強風対策であれば送ガス蒸発器が直接強風を受けないよう設置位置を検討し、または植栽等の風防設備を設置するといった工夫が考えられ、雪害対策であれば工場の屋根からの落雪による破損がないよう軒下での設置を避けるなどの工夫が考えられる。</p> <p>また、自然災害が発生した際に設備の破損やそれによる二次被害の発生を防止するため、防災マニュアルを定め、防災訓練を行い、自然災害が予想され、又は発生した際には、二次被害を防止するための行動をスムーズに行えるよう準備しておくことが望ましい。</p>		



送ガス蒸発器の転倒状況



入口配管の破損状況

事例 1

事故名称	液化窒素の移充てん作業中の確認ミスによる窒素ガス漏えい事故		
発 生 年 月 日	1990年 8 月 27 日	発 生 場 所	神奈川県
事業所の区分	製造事業所（一般）	業 種	研究所
設 備 の 種 類	液化窒素 C E		
事 故 区 分	漏えい等		
発災した設備	液化窒素タンク及びデュア一瓶（開放容器）		
取 扱 状 態	移充てん作業中（定常）		
死 傷 者 数	死者 1 名 重傷 0 名 軽傷 0 名 計 1 名		
事 故 概 要	<p>液化窒素を事業所の C E から研究室内に供給する配管から 100L デュア一瓶に液化窒素を移充填していた。</p> <p>作業中、急用により作業者が配管を閉めないまま現場を離れたため、不在の間にデュア一瓶から液化窒素があふれ、窒素ガスが研究室に充満した。その後、用事を終えて研究室に戻った作業員が窒息し、死亡した。</p>		
原 因	認知確認ミス（現場の離脱）		

事例 2

事故名称	気密試験中のホース脱落による窒素ガス漏えい事故		
発 生 年 月 日	1997年 4 月 19 日	発 生 場 所	福岡県
事業所の区分	製造事業所（一般）	業 種	建設
設 備 の 種 類	液化窒素 C E		
事 故 区 分	漏えい等		
発災した設備	タンクローリ、ホース、配管		
取 扱 状 態	気密検査中（非定常）		
死 傷 者 数	死者 0 名 重傷 0 名 軽傷 1 名 計 1 名		
事 故 概 要	<p>液化窒素貯槽及び同配管の気密試験を行うため、タンクローリと配管を接続し、加圧していた。</p> <p>気密検査終了後、ホース内の残ガスを放出するためホースと配管の接続部をゆるめたところ、ナットが脱落し、ガスが噴出したため、ホースが飛びはね、作業者に当たり負傷した。</p>		
原 因	誤操作（ガスの放出方法）		

事例 3

事 故 名 称	液化酸素CEのバルブの締結不良による酸素ガス漏えい事故		
発 生 年 月 日	1997年10月9日	発 生 場 所	長野県
事業所の区分	製造事業所（一般）	業 種	機械
設 備 の 種 類	液化酸素CE		
事 故 区 分	漏えい等		
発災した設備	バルブ		
取 扱 状 態	通常運転中（停止）		
死 傷 者 数	死者 0名 重傷 0名 軽傷 0名 計 0名		
事 故 概 要	<p>CEの送液弁付近から酸素ガスが漏えいしている状況を通行人が発見し、販売店の責任者が送液弁フランジのボルトナットを締め付け、漏えいを停止した。ボルトナットの締め付けが不足していた上に、外気温の冷えこみによりガスケットが収縮し、隙間が生じたことで酸素ガスが漏えいした。</p>		
原 因	点検不良（締付不良）		

事例 4

事 故 名 称	液化酸素CEの配管割れによる酸素ガス漏えい事故		
発 生 年 月 日	2001年7月9日	発 生 場 所	神奈川県
事業所の区分	製造事業所（一般）	業 種	電気
設 備 の 種 類	液化酸素CE		
事 故 区 分	破裂等		
発災した設備	配管		
取 扱 状 態	通常運転中		
死 傷 者 数	死者 0名 重傷 0名 軽傷 0名 計 0名		
事 故 概 要	<p>巡回中、係員がCEの検液管内部管と外部管の継手部付近から酸素が漏えいしている状況を発見し、直ちに関係機関に連絡、貯槽周辺への立入禁止措置、貯槽の残液をタンクローリへの移液措置を実施した。</p> <p>検液管内部管と外部管の銀ろう付部に長さ7mmのクラックとともに、周辺に打撃による変形跡が認められた。過去、使用中に液取出管に付着した氷を取り除くためにハンマーを用いたことから、銀ろう付部にクラックが発生したものとみられる。</p>		
原 因	劣化（打撃による亀裂）		

事例5

事故名称	液化炭酸ガスCEの安全弁作動による炭酸ガス漏えい事故		
発 生 年 月 日	2001年12月21日	発 生 場 所	高知県
事業所の区分	製造事業所（一般）	業 種	電気
設備の種類	液化炭酸ガスCE		
事故区分	漏えい等		
発災した設備	安全弁		
取扱状態	充填中（停止）		
死 傷 者 数	死者 0名 重傷 0名 軽傷 0名 計 0名		
事故概要	<p>液化炭酸ガス容器に充填作業をしていた。充填作業終了時に加圧ラインバルブの閉止をし忘れたため、夜間、炭酸ガス貯槽の圧力が上昇し、安全弁から炭酸ガスが噴出した。従業員が現場に駆けつけ加圧ラインのバルブを閉止し、圧力を下げる措置を行った。</p>		
原 因	認知確認ミス（バルブの閉止）		

事例6

事故名称	液化酸素CEのバルブの腐食による酸素ガス漏えい事故		
発 生 年 月 日	2003年12月29日	発 生 場 所	富山県
事業所の区分	製造事業所（一般）	業 種	電気
設備の種類	液化酸素CE		
事故区分	漏えい等		
発災した設備	バルブ		
取扱状態	通常運転中		
死 傷 者 数	死者 0名 重傷 0名 軽傷 0名 計 0名		
事故概要	<p>液化酸素CEの送液ラインのバルブ（グローブ弁）のボンネットから液化酸素が漏えいし、霜が付着している状況を発見したため、設備を停止した。 バルブのボンネット部が経年により腐食し、開口に至ったものと思われる。</p>		
原 因	劣化（腐食）		

<参考> 水素、天然ガスについて

C Eと同様の設備を使用して、液化水素又は液化天然ガスの製造等を行うことがある。これらは、その可燃性に配慮した取扱いが必要であり、液化酸素等に比べて適用される技術上の基準が多い。

	水素 (H ₂)	天然ガス
1 物理的性質及び化学的性質	<p>無色・無臭の可燃性ガス</p> <p>分子量：2</p> <p>ガス比重：0.07（空気より軽い）</p> <p>沸点：-252.9℃</p> <p>発火点：580℃</p> <p>燃焼範囲：4～75 vol%</p> <p>反応性：自己反応性なし。常温常圧では比較的安定。</p> <p>金属に対する作用：高温高圧下で炭素鋼を脆化させる（水素脆化）。</p> <p>人体への影響：窒息、酸欠。</p>	<p>（主成分であるメタン（CH₄）について）</p> <p>無色・無臭の可燃性ガス（工業用燃料等は着臭）</p> <p>分子量：16</p> <p>ガス比重：0.56（空気より軽い）</p> <p>沸点：-161.5℃</p> <p>引火点：-187.78℃</p> <p>発火点：537℃</p> <p>燃焼範囲：5.0～15.0 vol%</p> <p>反応性：安定だが、約700℃から分解を開始。</p> <p>人体への影響：窒息。高濃度では、注意力減少、筋肉運動の不調、頭痛、眠気。加圧すると麻酔作用。</p>
2 用途	<p>燃料、燃料電池</p> <p>電子工業</p> <p>化学製品原料</p> <p>発電設備の冷却用 等</p>	<p>燃料</p> <p>化学工業原料</p> <p>鉍産物の還元剤 等</p>
3 設備の技術上の基準	<p>第5章に示す基準のほか、次の設備の技術上の基準が適用される。</p> <p>① 火気取扱施設に対し8m以上又は漏えいガスの流動防止措置等</p> <p>② 他の可燃性ガス製造設備の高圧ガス設備に対し5m以上、酸素の製造設備の高圧ガス設備に対し10m以上等</p> <p>③（貯蔵能力3t以上の貯槽の場合）他の可燃性ガス又は酸素の貯槽との間の距離</p> <p>④ 可燃性ガスの貯槽であることの識別措置（朱書き等）</p> <p>⑤ 製造設備を設置する室の漏えいガスが滞留しない構造（換気口、換気装置等）</p> <p>⑥ 安全装置の放出管の開口部の位置（貯槽の上部2m以上、周囲に着火源なし）</p> <p>⑦ 負圧（槽内圧力が外部圧力より低いこと）による貯槽の破壊防止措置</p> <p>⑧（内容積5,000L以上の場合）緊急遮断装置の設置</p> <p>⑨ 有効な防爆性能を有する電気設備の設置</p> <p>⑩ 可燃性ガスの漏えい検知警報装置の設置</p> <p>⑪（可燃性物質取扱設備の周辺の場合）貯槽等の温度上昇防止措置（散水装置等）</p> <p>⑫ 静電気除去措置（ボンディングアース等）</p> <p>⑬ 防消火設備の設置（散水装置、消火器等の設置）</p>	

参考資料

- ・ C E マニュアル 第二次改訂 (一社) 神奈川県高圧ガス保安協会
- ・ C E 設置事業所・ローリー運行事業所関係基準 (一社) 日本産業・医療ガス協会
- ・ コールドエバポレータ (C E) 日常巡回点検記録表の記載要領
有限責任中間法人 日本産業・医療ガス協会
- ・ 液化炭酸ガス取扱テキスト (一社) 日本産業・医療ガス協会
- ・ 液化炭酸ガス C E 設置事業所・ローリー運行事業所関係基準 (一社) 日本産業・医療ガス協会
- ・ 高圧ガス取扱ガイドブック 液化酸素編 高圧ガス保安協会
- ・ 絵とき機械用語事典【機械保全編】 大島政隆、岡村英明
- ・ 高圧ガスの事故に学ぶ 高圧ガス保安協会
- ・ 高圧ガス保安協会 Web サイト <http://www.khk.or.jp/>

この「コールド・エバポレータ取扱指針」は、富山県高圧ガス安全協会販売技術研究会
において編集したものです。

富山県高圧ガス安全協会
販売技術研究会委員

後 和 孝	サ カ 半 産 業 (株)
木 村 光 彦	中部エア・ウォーター (株)
志 村 学	大 陽 日 酸 (株)
早 垣 紀 夫	北 酸 (株)
比 護 啓 一	昭 和 酸 素 (株)
放 生 薫 雄	宇 野 酸 素 (株)
萬 英 司	北 越 ア セ チ レ ン (株)

コールド・エバポレータ取扱指針

平成 29 年 3 月

富山県生活環境文化部環境保全課
富山県高圧ガス安全協会
電話：076-444-3142

http://www.pref.toyama.jp/cms_sec/1706/ (県環境保全課)

<http://www6.nsk.ne.jp/toyama-kak/> (安全協会)