



平成 27 年 12 月
JIMGA-T-SN-12/15

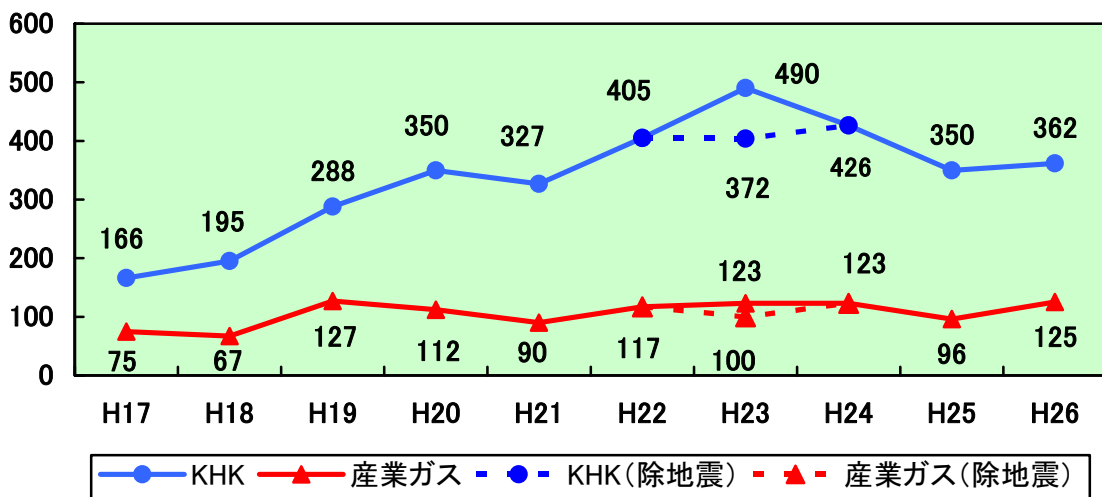
JIMGA安全ニュース No. 10

平成 26 年高圧ガス関係災害事故分析

KHK の「平成 26 年に発生した高圧ガス保安法事故一覧表」(平成 27 年 3 月) より、喪失・盗難を除く災害事故について、製造事業所の LP・冷凍関係および物質名で液化石油ガス・炭化水素・アンモニア・塩素等を除き、「産業ガス業界に係る災害事故」として分類・再集計致しました。今回はガス種別の事故傾向について分析をしています。

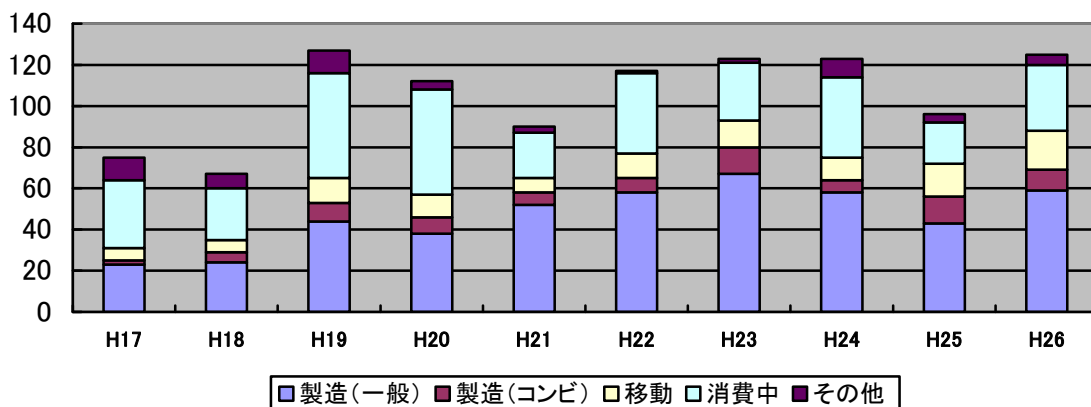
1. 高圧ガス災害事故件数の推移

産業ガスに係る災害事故の推移を高圧ガス保安協会 (KHK) の盗難・喪失を除く全体集計と比較した。



※平成 23 年の数字には地震・津波原因の災害事故 (全体で 86 件、内産業ガス 23 件) を含んでいる。地震・津波原因を除くと破線のようになる。

2. 産業ガス関係事故区分別災害事故件数の推移



3. 産業ガス関係災害事故の推移内訳（表一1）

		H21 2009	H22 2010	H23 2011	H24 2012	H25 2013	H26 2014
事故区分	①製造（一般）	52	58	67	58	43	59
	②製造（コンビナート）	6	7	13	6	13	10
	③移動	7	12	13	11	16	19
	④消費中	22	39	28	39	20	32
	⑤その他	3	1	2	9	4	5
物質名	①セパレートガス	54	63	64	52	43	47
	②炭酸ガス	10	23	20	15	16	14
	③水素	4	10	16	19	19	8
	④アセチレン	13	19	18	34	11	24
	⑤特殊ガス	5	1	2	3	1	2
	⑥ヘリウム	0	1	0	0	0	2
	⑦その他	4	0	3	0	6	28
現象別	①漏えい（運転中）	45	65	73	72	65	93
	②漏えい（点検中）	15	15	7	4	12	9
	③火災	14	20	19	27	7	12
	④破裂	10	11	20	15	7	9
	⑤爆発	4	4	2	4	3	2
	⑥その他	2	2	2	1	2	0
設備区分	①製造設備	4	6	17	14	28	12
	②CE	22	31	35	29	11	20
	③容器	(6)34	(9)55	(7)49	(9)59	(5)26	(4)37
	④その他	30	25	22	21	35	56
取扱状態	①運転中	32	43	59	40	36	54
	②点検・定修中	17	15	7	7	10	8
	③充てん中	5	1	8	4	7	11
	④移動中	3	7	8	6	8	7
	⑤消費中	18	32	19	42	13	27
	⑥保管中、停止中、試験中他	15	19	22	24	22	18
事故原因	①設備設計・構造、製作不良	1	10	13	9	13	39
	②設備維持管理（劣化・腐食）	41	55	13	28	14	8
	③〃（点検不良・誤作動）	6	4	4	5	16	29
	④管理・操作基準不備	5	5	4	6	13	6
	⑤誤操作・認知確認ミス	25	26	6	19	12	11
	⑥交通事故、自然災害他	12	17	19	31	5	11
	⑦地震・津波			23	0	0	0
	⑧容器管理、検査管理、締結			41	25	24	20
産業ガス事故件数合計		90	117	123	123	96	125

(注) 設備区分の容器の()内はローリーで内数

4. 災害事故の原因別分析

(1) 過去6年間（平成21年～平成26年）に発生した災害事故について、原因別の集計結果を表-2に示します。

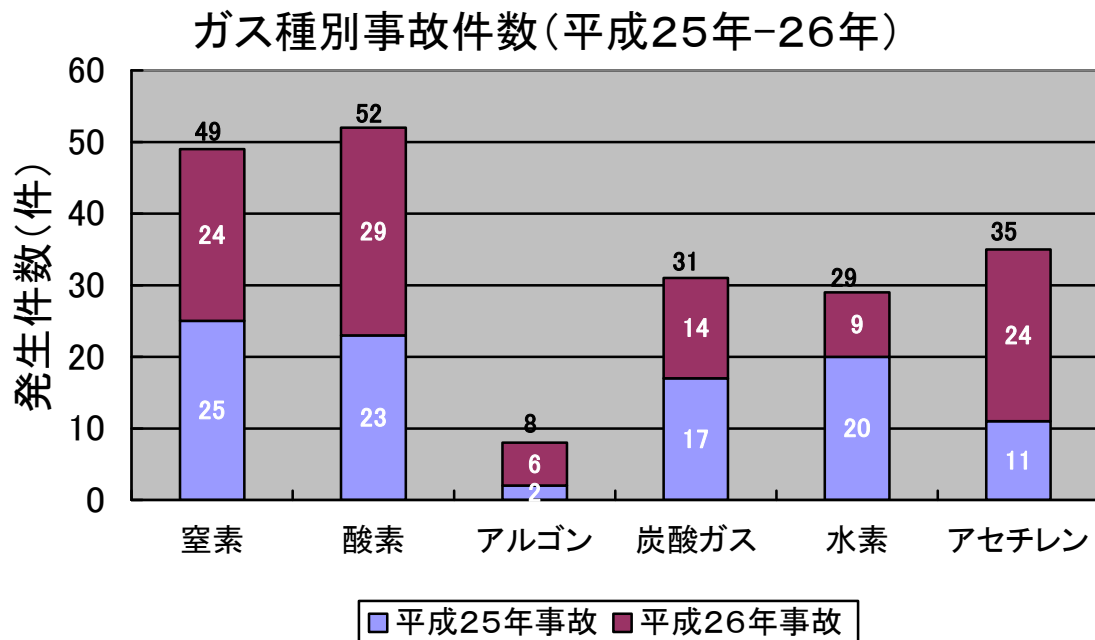
表-2 災害事故の原因別分析

事故原因		KHK 全ガス		KHK 産業ガス抜粋	
		件数	比率 (%)	件数	比率 (%)
設備上 (ハード)	設計・構造不良	332	14%	85	13%
	維持・管理不良	1181	49%	223	33%
	小計	1513	62%	308	46%
運転・操作上 (ソフト)	管理・操作基準の不備	76	3%	39	6%
	運転・工事に係るミス	367	15%	209	31%
	小計	443	18%	248	37%
その他（交通事故、原因不明等）		476	20%	118	18%
合 計		2432	100%	674	100%

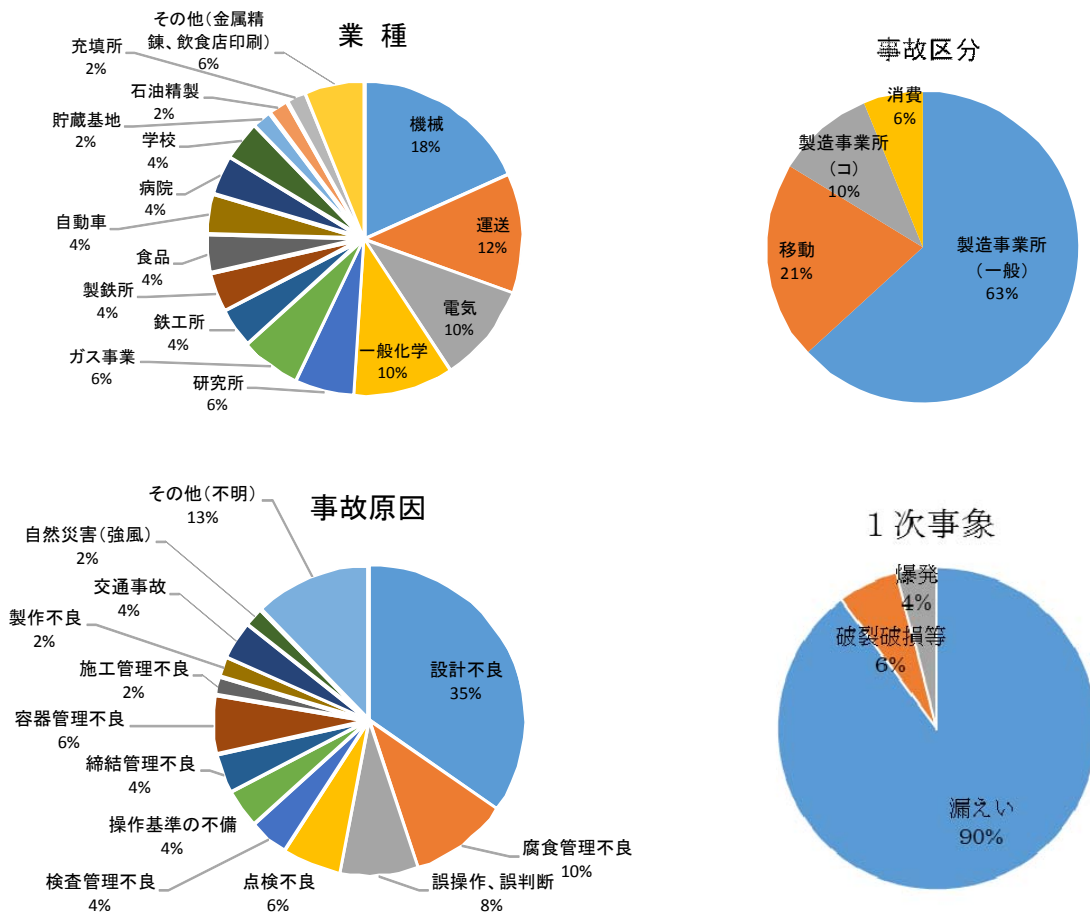
(2) 設備上（ハード）の維持管理不良による事故が最も多く、その中でKHKデータによると特に「腐食管理不良」「検査管理不良」「締結管理不良」による事故が半数近くを占めています。

5. 高圧ガス事故ガス種別の傾向分析について（平成25年、26年）

今回は、平成25年、26年の2年間のガス種別の高圧ガス事故の傾向について、詳細に分析を行いました。



5-1. 窒素ガス



フレキ、配管、蒸発器まわりでの漏えい事故が多く、配管での漏えいでは熱サイクル、振動などによる疲労に注意が必要。蒸発器では、熱疲労のほかに氷の落下やたたき落す際の振動によるものが多い。

配送関連で容器を落下させる事故も多いので要注意。

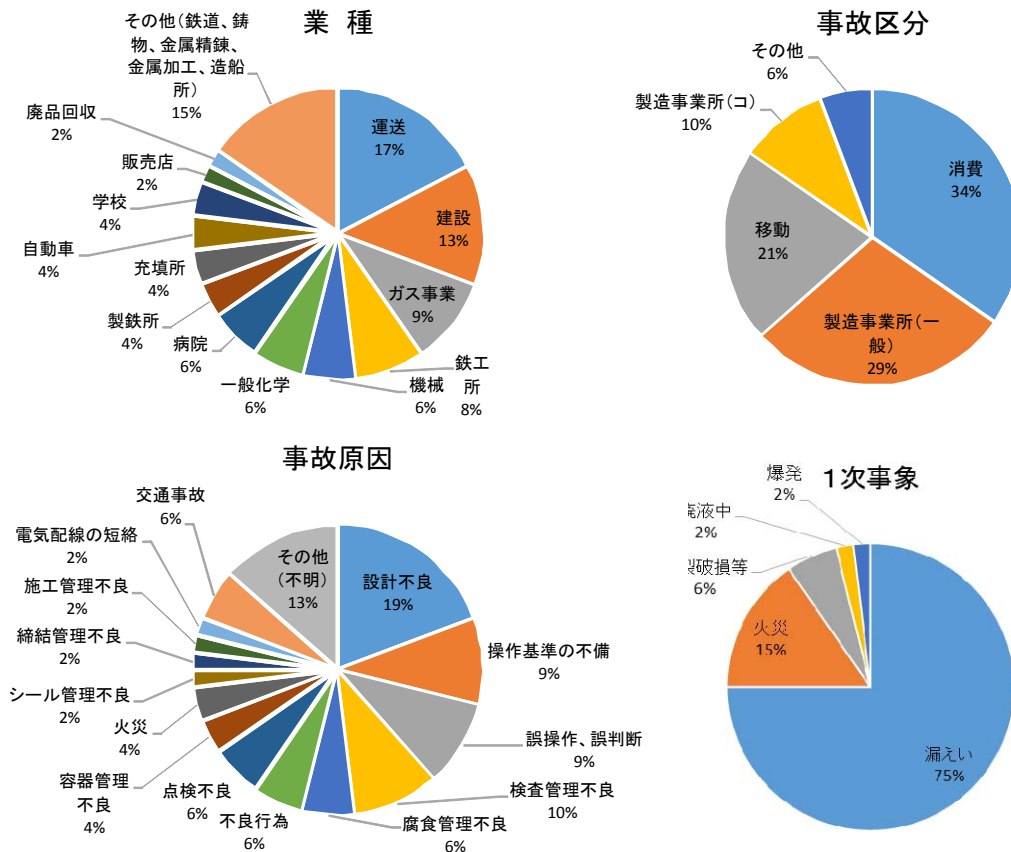
事故原因では設計不良が最も多い。

・窒素ガスの事故傾向

<1次事象の漏えいにおける原因の傾向分析>

1. フレキよりの漏えい -6件
 - ① ローリーフレキよりの漏えい : 製作不良、振動による疲労破壊 3件
 - ② フレキの破断 : 加圧作業ミス 1件
 - ③ ベロー部の腐食 : 塩素による孔食 1件
 - ④ フレキ部の疲労 : 1件
2. 配管よりの漏えい -15件
 - ① LN2 配管溶接部よりの漏えい : 熱疲労、振動(1件)による割れ 9件
 - ② 配管継ぎ手部よりの漏えい : 熱サイクルによる緩み、孔食(1件) 3件
 - ③ ローリー配管よりの漏えい : 振動による疲労破壊 1件
 - ④ ガス配管溶接部よりの漏えい : 経年劣化 1件
3. 蒸発器廻りの漏えい -11件
 - ①蒸発器溶接部よりの漏えい : 熱疲労+氷除去等外力による衝撃 6件
 - ②蒸発器入口配管(母材+溶接部)よりの漏えい : 熱疲労破壊 4件
 - ③ローリー加圧蒸発器よりの漏えい : 継ぎ手部腐食 1件
4. 配送に関連する漏えい -4件
 - ①配送事故による漏えい : 容器を落下させ弁を破損 3件
LGC 液面計をぶつけ破損 1件
5. LGC 安全弁作動による漏えい : 長期不使用による昇圧 1件
6. LN2 充てん作業中の漏えい : 作業ミス 1件
7. 弁の破損による漏えい : 熱疲労による破壊 1件
8. 空気分離装置内の漏えい : 熱サイクル設計不備 1件
9. 冷却試験中の酸欠 : 安全弁 2 次側よりの漏えい 1件(死亡事故)

5-2. 酸素ガス



酸素事故の原因は、設計不良が10件(19%)であるが、操作基準の不備、検査管理不良、誤操作、誤判断、点検不良、腐食管理不良等の管理不足によるものが50%を占める。検査・腐食管理の確実な実施と、保安教育等による人的要因対策が必要。

事故区分として

・消費

事故区分が消費に分類される事故が18件(酸素の事故中34%)発生している。

◇ 1次事象として「漏えい」が11件(61%)を占める。

- 漏えいの原因は、経年劣化または熱応力による溶接部の割れ。
- 漏えいの中には、酸素容器にレギュレーターを装着させる際にバルブ操作を誤り、酸素容器から酸素ガスが噴出、容器が飛翔するという事故が起きている。
- 平成25年に大阪で発生した酸素容器からガスを抜こうとしてバルブを緩めた際に容器が飛翔して1名が死亡した事故も発生している。(1次事象はその他に分類される)

◇ 1次事象で「火災」に至った漏えいが6件(33%)、2次事象と併せて13件(72%)。

- 「漏えい」の2次事象として火災に至った事故が7件あり、1次事象と併せると、13件(72%)となっている。
- 火災事故では、分析設備用酸素ガス使用開始に当たり、酸素7m³容器のバルブを開け、酸素容器と圧力調整弁の間のバルブを開けたところ、圧力調整弁の一次側から発火した事例がある。原因は、バルブの開閉を静かに行わなかったことにより、断熱圧縮および摩擦が起これ、熱が発生、設備内に入った粉塵に着火したものと推定されている。酸素ガスの取り扱いにおいては、油脂厳禁・異物管理などの清浄度の管理やバルブの操作(静かに開閉)等の注意が必要である。
- 火災13件の内、溶接溶断中の事故が11件(84%)を占め、アセチレンガスと共に事故に至るケースが多い。溶接溶断中の逆火の管理および火花の管理が事故

防止には重要な要因となる。

- ◇ これら火災 13 件 (77%) の着火源は、逆火が 4 件 (30%)、火花 3 件 (23%)、裸火 2 件 (15%)、高温物体 2 件 (15%)、断熱圧縮 1 件 (8%) である。
- ◇ 消費の事故原因は、「誤操作、誤判断」「操作基準の不備」「不良行為」等、ヒューマンファクターが 60%を超え、消費者への周知・指導が必要である。

- 製造事業所 (一般)

- ◇ 製造事業所 (一般) での事故は 15 件 (酸素の事故中 29%) 発生している。
- ◇ 「漏えい」が 12 件 (80%) を占める。漏えいの設備区分として配管、ホース、継手、バルブが大半を占め、熱応力・経年劣化による割れ等が大半を占める。適切な検査管理、点検管理が必要である。

- 移動

- ◇ 移動の事故は 11 件 (21%) 発生している
- ◇ 1 次事象の内、「漏えい」が 10 件 (91%) である。
 - 「漏えい」は配管・蒸発器等から 6 件、交通事故によるものが 2 件、ネジはめ輪の不良が 1 件である。
 - 原因としては、検査・腐食等の管理不良が 4 件 (36%)、熱応力等が 3 件 (27%) である。
 - 漏えいの中では、病院の CE に液化酸素を充てん後、フレキシブルチューブ内の残液の排出中に、付近の小学校の児童 2 名が設備内に入り、排出中の液化酸素に触れて 1 名が凍傷を負った事故がある。原因は、監視者が排液中という危険な状態で、フェンスを開けたままその場を離れたためと推定される。また、小学生が近くにいたにもかかわらず、周囲に十分な注意を払っていなかったためと考えられる。高圧ガスの取り扱い中には、十分な監視が必要である。

・酸素ガスの事故傾向

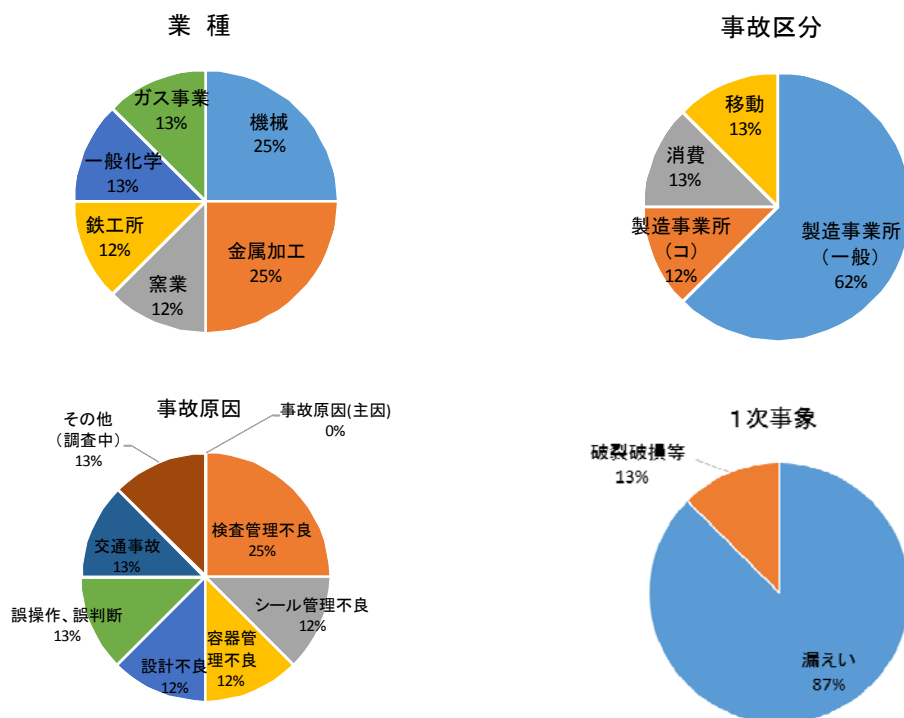
<1 次事象の漏えいにおける原因の傾向分析>

1. 配管よりの漏えい 8 件 (ローリー 2 件)
 - ①配管溶接部よりの漏れ : 熱疲労 4 件、振動による疲労 2 件、繰り返し応力疲労 1 件
2. 蒸発器廻りの漏えい 4 件(ローリー 3 件)
 - ①ローリー加圧蒸発器の漏れ 3 件 : 熱疲労 1 件、振動疲労 1 件、外部腐食 1 件
 - ②CE 加圧蒸発器 : 海岸沿いの雰囲気による外部腐食 1 件
3. 弁類廻りの漏えい 13 件 (ローリー 1 件)
 - ①弁溶接部よりの漏れ 5 件 : ロウ付け部の熱疲労 4 件、繰り返し応力による疲労 1 件、
 - ②安全弁冷却により収縮し、シート漏れ : 1 件
 - ③内ネジ経年劣化による磨耗 : 1 件 (ローリー)
4. 急激な弁の開操作による容器飛翔(操作ミス) 1 件、調整器断熱圧縮による発火 2 件
5. 溶断器(バーナー)廻りの漏えい・発火 6 件 (発火 5 件、漏えい 1 件)
 - ①バーナーよりの逆火 : 2 件
 - ②酸素ホース内の異物の摩擦による発火 : 1 件
 - ③作業ミスによるホース継ぎ手の外れ : 2 件
6. 配送に関連する漏えい 3 件
 - ①交通事故による容器落下 : 2 件、配送中の結束ベルトの緩みによる容器落下 : 1 件

<1 次事象の火災・破裂における原因の傾向分析>

1. 放置容器関連 2 件
 - ①放置容器の容器弁の取り外しで飛翔事故(死亡事故) : 1 件
 - ②放置容器と掘削重機の接触事故による容器破裂 : 1 件
2. 酸素ホース内での異物混入による着火 1 件
3. 大型車による配管への接触 1 件
4. 周辺火災による酸素ホースへの着火 1 件

5-3. アルゴンガス



アルゴンはCE・圧縮機・装置設備における漏えいなど製造事業所が6件で比率が高い。

また、移動による1件は交通事故による。

保管中の未使用容器破裂事故1件と放流溜へのO₂/N₂/Ar放出時、放流溜破裂1件発生。いずれの事故も、幸い人的被災がなかった。

又、アルゴンによる労災事故は、弁交換作業時の液抜き不良により、作業員に液がかかった軽度の凍傷事故1件(2名が被災)。

事故原因は、設備維持管理不良が50%で経年劣化・疲労が主要因。

弁交換時の液抜きが不十分だった事による誤認1件。

・アルゴンガスの事故傾向

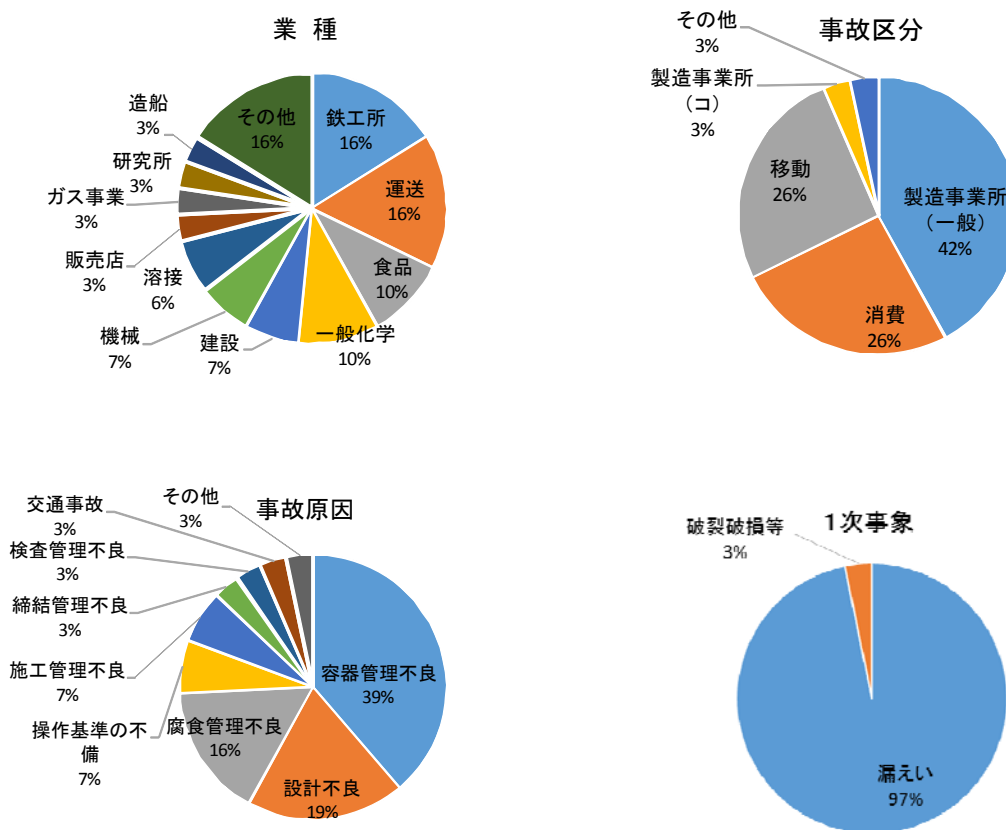
<1 次事象の漏えいにおける原因の傾向分析>

- | | |
|-------------------|-------|
| 1. 配管よりの漏えい | 2 件 |
| ①配管内の残液の誤認 | : 1 件 |
| ②熱疲労による経年劣化 | : 1 件 |
| 2. 弁廻りの漏えい | 2 件 |
| ①電磁弁の作動不良 | : 1 件 |
| ②配管内異物による安全弁シート漏れ | : 1 件 |

<1 次事象の破裂・破損における原因の傾向分析>

- | | |
|----------------------|-----|
| 1. 圧縮機バルブシートの Oリング破断 | 1 件 |
| 2. 放置容器の外表面腐食による破損 | 1 件 |
| 3. 交通事故による容器落下 | 1 件 |

5-4. 炭酸ガス



事故区分として炭酸ガスは製造に続き、移動・消費の比率が高く、エンドユーザー側の事故が多い。

事象としては、製造の殆どが気化器・圧縮機などの配管・継ぎ手やフレキシブルホースからの漏えいで消費における容器管理不良（容器温度上昇により容器圧力が上昇し破裂板作動）による。なお、その他1件は放置容器の破裂板作動。

炭酸ガスの事故原因としては、ローリ充填作業中にフレキシブルホースの継手が外れ、運転手の足にあたり重傷を負った事故が1件発生。原因は真鍮製継手部のネジ摩耗と、漏えいを認知しながら充てんを継続した事による。

炭酸ガスの事故原因で最も多いのが、消費・移動中の容器管理不良（直射日光・外気温による容器温度上昇）で容器を40℃以下に維持できていないことから安全弁が作動した事故が多い。続いて、設備維持管理不良である疲労・腐食が続く。疲労によるものとしては液／ガスが交互に流れることによる熱疲労やローリ車両の振動によるものが主要因。

腐食については配管類の外部腐食が多く、一般的に懸念される明確な炭酸腐食によるものはなかった。

フレキシブルホースの事故が4件あり、継手部の点検管理や確実な取り付けに加えて耐久年数についても適切に管理する必要がある。

・炭酸ガスの事故傾向

<1 次事象の漏えいにおける原因の傾向分析>

1. 配管よりの漏えい 7 件
 - ① 振動疲労による経年劣化 : 3 件
 - ② 温度・圧力変動疲労による経年劣化 : 2 件
 - ③ ブロー配管内に液(ドライアイス)が残り液封で破損 : 1 件
 - ④ 経年劣化による腐食 : 1 件

2. 継ぎ手部よりの漏えい 3 件
 - ① 継ぎ手部袋ナット部と配管隙間の塩化物による孔食 : 1 件
 - ② パッキン交換時の締め付け管理不良 : 1 件
 - ③ 継ぎ手部ネジ磨耗による非正規パッキン使用 : 1 件

3. フレキ廻りよりの漏えい 4 件
 - ① フレキ振動疲労による経年劣化 : 3 件
 - ② フレキ外面腐食 : 1 件

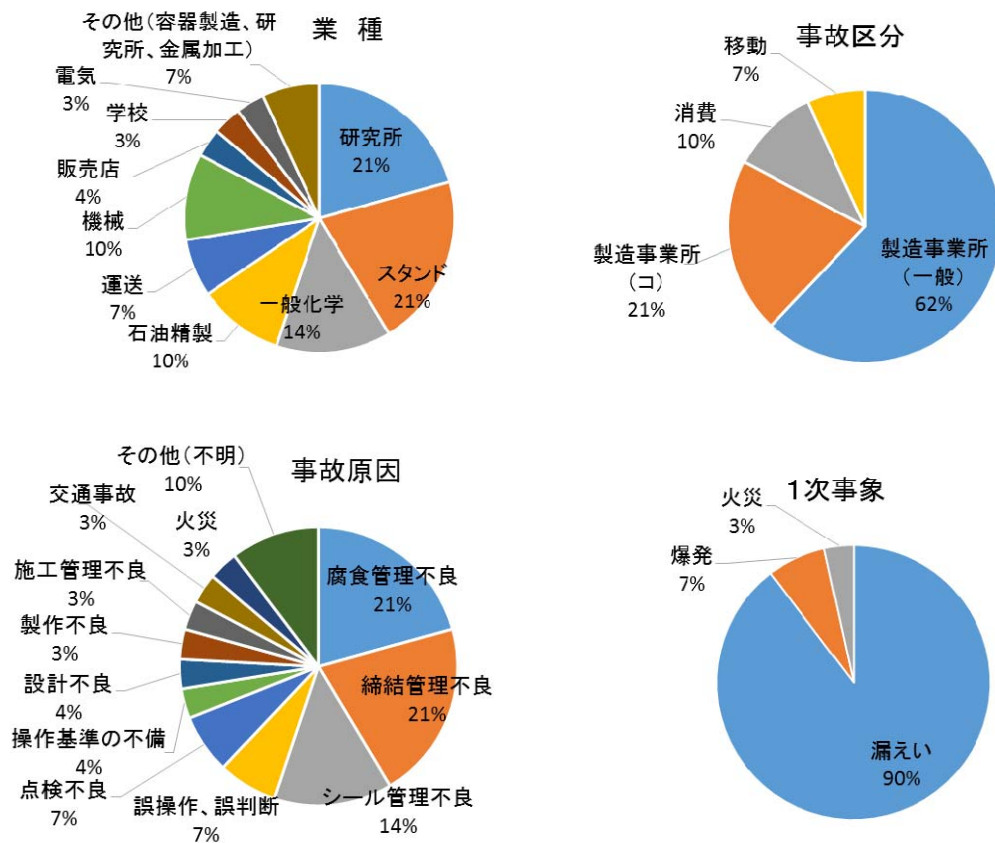
4. 蒸発器よりの漏えい 4 件
 - ① 温水蒸発器伝熱管経年劣化による外面腐食 : 3 件
 - ② 温水蒸発器伝熱管熱サイクル疲労による経年劣化 : 1 件

5. 容器からの漏えい 11 件
 - ① 直射日光による容器内圧上昇による安全弁作動 : 10 件
 - ② 気温上昇により庫内温度が上昇し、容器内圧上昇により安全弁作動 : 1 件

6. 弁シート部よりの漏えい 1 件
 - ① 混入水分がシート部に付着し、常温に戻った時点でのシート部の緩み : 1 件

7. 交通事故による容器落下による漏えい 2 件

5-5. 水素ガス



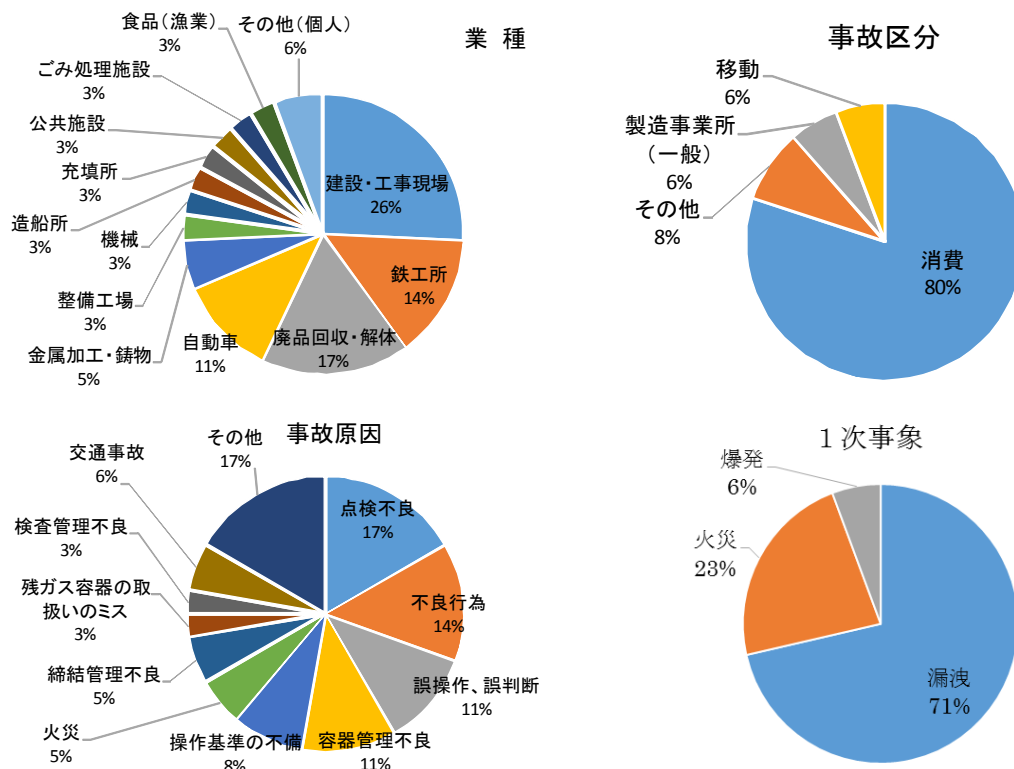
業種として学校、研究所、スタンドが半分以上を占める。火災事故が起こっているので継手の漏えいなどに注意しなければならない。爆発火災につながるものが1割。締結、シール、継手部の徹底管理が必要。振動による緩みや塩化物による腐食がある。脆性破壊による部材の割れも注意が必要。

・水素ガスの事故傾向

<1 次事象の漏えいにおける原因の傾向分析>

1. 充てんホース・フレキシブルチューブからの漏えい	3 件	
①水素スタンド充てんホース設計不良による亀裂		: 2 件
②フレキシブルチューブの経年劣化による外面腐食		: 1 件
2. 配管よりの漏えい	3 件	
① 経年劣化による外面腐食		: 2 件
② 製作不良による溶接部よりの漏れ		: 1 件
3. 継ぎ手部よりの漏えい	9 件	
① 継ぎ手の接続不良		: 4 件
② 接続時の締め付け不足		: 2 件
③ 温度変化による継ぎ手部の緩み		: 1 件
④ 継ぎ手部の隙間に浸透した水分に含まれた塩化物による腐食		: 1 件
⑤ 振動による継ぎ手部の緩み		: 1 件
4. 弁廻りよりの漏えい	6 件	
① 弁シール材の経年劣化		: 2 件
② 弁グランド部、ねじ込み部の温度変化による緩み		: 2 件
③ 弁組立時の締め付け不足		: 1 件
④ 振動による弁シート部の緩み		: 1 件
5. 脆性破壊による部材の割れ	2 件	
6. 可燃性雰囲気での爆発		
① 静電気		: 1 件
② 非防爆機器の使用		: 1 件
7. ガス圧低下によるバーナー逆火	1 件	
8. 交通事故による容器の落下	1 件	
9. 周辺火災による容器加熱	1 件	

5-6. アセチレンガス



アセチレンでは、事故区分に関わらず、取扱状態が「消費中」の事故が24件(68%)を占める。1次事象で「火災」が8件、漏えいが25件(71%)を発生しているが、その内20件が2次事象として火災に至っている。1次事象の火災を併せて28件(80%)が火災に至っている。

漏えいの原因は、締結不良等の他、ホースの劣化、作業中のホースの損傷等が目につく。火災の着火源は、溶接溶断中の逆火による火災が7件、溶接溶断の火花7件、裸火5件である。中には、逆火防止器が壊れたため、逆火防止器を取り付けずに使用していたため逆火が起り、調整器およびアセチレン容器の溶栓から火災が発生した事故もある。溶接溶断用機器の正しい取り扱いも当然のことながら、作業中の火花に対する養生や、裸火の管理等を確実に実施することが必要である。

パワーショベルに取り付けたハサミ状のアタッチメントによりガス容器の切断作業中、およぶスクラップに混入した容器に気付かず切断機で切断中に事故が発生している。また、アセチレン2kg容器の解体作業中、容器肩部の溶栓を取り外しに電動工具(インパクトドライバ)で回したところ、火花で残留ガスに引火し、火災となった例も有る。

事故の原因を要約すると、点検不良8件(23%)、誤操作・誤判断6件(17%)、不良行為5件(14%)、容器管理不良等々、ヒューマンファクターが70%を超えている。消費者への周知・指導が必要である。

・アセチレンガスの事故傾向

<1 次事象の漏えいにおける原因の傾向分析>

1. 溶断・溶接機バーナー廻りの漏えい・火災		: 13 件
① バーナーよりの逆火	7 件	
・ガス圧力低下	2 件	
・調整器、逆火防止器の経年劣化	2 件	
・その他	3 件	
② 周辺の可燃物に引火	5 件	
・溶断時の火花が周囲の可燃物に引火	3 件	
・溶断物の断熱材に引火	2 件	
③ バーナーに点火したまま現場を離れた	1 件	
2. ガスホース廻りの漏えい・火災		: 4 件
① 作業現場での落下物によるホース切断事故	2 件	
② ホースのひび割れ、ホースバンドの緩み	2 件	
3. 弁類廻りよりの漏えい・火災		: 6 件
① 容器弁の閉止不足	2 件	
② 弁類接続時の接続不足	2 件	
③ 調整器の経年劣化	1 件	
④ 落下物による調整器破損	1 件	
4. 残ガス容器(放置容器と思われる)が廃品回収・解体作業所の回収廃材に含まれており切断作業時に漏えい・爆発		: 3 件
5. 周辺の火災・火気による容器加熱による漏えい・火災		: 5 件
6. 交通事故による容器の落下		: 2 件
7. 直射日光による容器圧力上昇		: 1 件
8. 原因不明のアセチレン設備からの漏えい・火災		: 1 件

<ガス種別の事故傾向分析のまとめ>

1) 窒素ガス

- ① 熱・振動による経年劣化による疲労破壊が多い
- ② 事故原因としては、①に対する設計不良が3割強有る。

2) 酸素ガス

- ① 事故の業種は運送が1番多くローリーからの漏えいが7件ある。
- ② 事故区分としては消費の現場が4割弱を占める。
- ③ 窒素と同様に熱・振動による経年劣化による疲労破壊が多い。
- ④ 弁の急激な開操作による調整器1次側の断熱圧縮による発火事故が2件発生している。
- ⑤ 酸素ホース内の異物混入による発火事故が2件発生している。

3) 炭酸ガス

- ① 容器の安全弁作動による漏えい事故が11件あり、直射日光による内圧上昇が10件、保管庫内の温度上昇による内圧上昇が1件ある。容器の管理不良が事故原因の3割強を占めている。
- ② 温水蒸発器伝熱管の経年劣化による外面腐食、温度変動による経年劣化が多い。

4) 水素ガス

- ① 業種は学校・研究所・スタンドが全体の6割を占める。
- ② ネジ・継ぎ手部からの漏えいが多く、接続時の締め付け不足、継ぎ手の接続不良、シール材の経年劣化が多い。
- ③ 脆性破壊による部材の割れが2件発生している。

5) アセチレン

- ① 業種は建設・鉄工所・廃品回収が5割を占める。
- ② 事故区分は消費が8割を占め、約3割が火災・爆発事故(1次事象)となっている。
- ③ 溶断・溶接機のバーナー廻りの漏えい・火災が13件有り、7件がバーナーよりの逆火である。
- ④ 調整器、逆火防止器、ホースの経年劣化や機器・継ぎ手の接続不良が多い。
- ⑤ 残ガス容器(放置容器と思われる)の解体作業時に事故が発生している。

以 上

一般社団法人 日本産業・医療ガス協会 (JIMGA)

技術・保安部会 安全統計WG

加藤 保宣	WG長	エア・ウォーター (株)
田中 純一	委員	太陽日酸 (株)
矢内 敏彦	委員	日本エア・リキード (株)
細山田 学	委員	東京炭酸 (株)
山田 敏弘	委員	高圧ガス保安協会
大沼 倫晃	事務局	JIMGA