

CNGスタンドにおける天然ガス漏洩事故について

高圧ガス保安協会

1. 目的

圧縮天然ガス(以下、「CNG」という。)を燃料とする天然ガス自動車の導入台数は1997年に約2000台程度であったが、2001年に1万台を超え2011年には4万台以上となった。これに伴い、CNGスタンドの数も増加し、1997年に62箇所であったものが、2002年に200箇所を超え、2011年には300箇所以上となっている。(表1及び図2参照)

ここ数年の間に CNG スタンドにおける漏洩事故が多発しているところであり、事故防止が課題となっている。

ここでは、誤発進(充てんホースを接続したまま車両が発車)による充てんホースの引張による漏れ以外の事故について、今後の保安確保を図るための注意事項をとりまとめた。

図1 CNGスタンド(東京ガス(株)ホームページより)

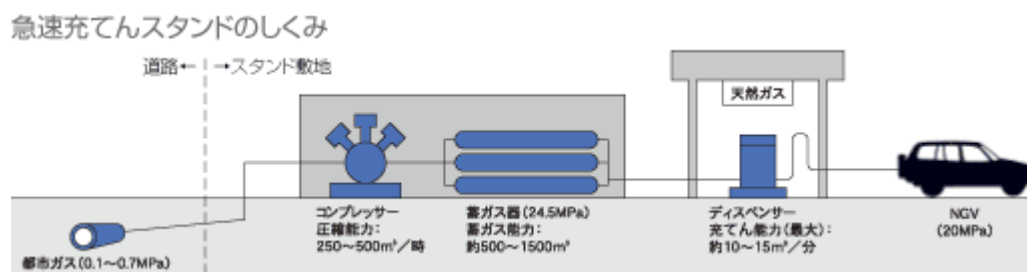
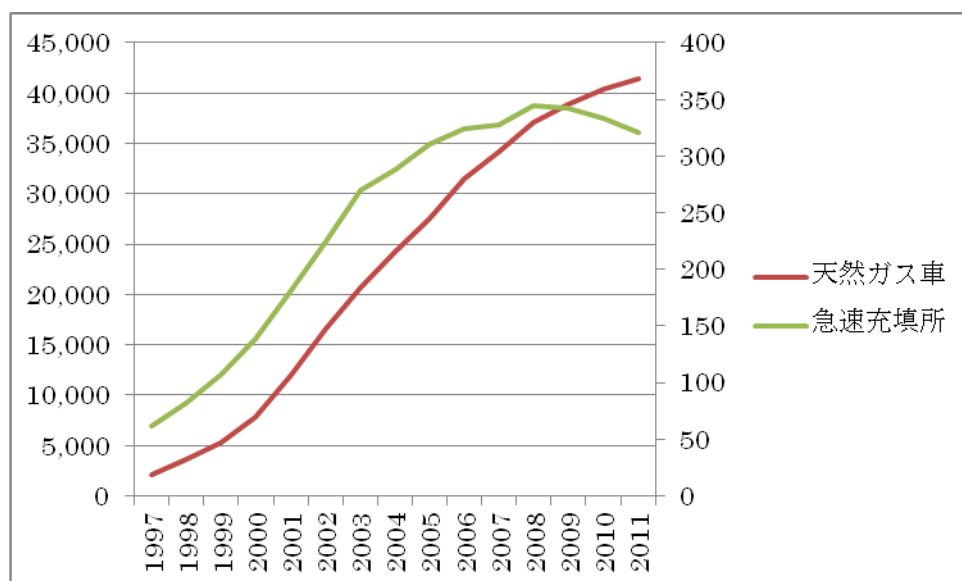


表1 天然ガス車の台数と充填所数

年度	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
天然ガス車(台)	2,093	3,640	5,252	7,811	12,012	16,561	20,638	24,263
急速充填所(箇所)	62	82	107	138	181	224	270	288
年度	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	
天然ガス車(台)	27,605	31,462	34,203	37,117	38,861	40,429	41,463	
急速充填所(箇所)	311	324	327	344	342	333	321	

図2 天然ガス車の台数と充填所数



2. CNGスタンドの事故統計

2000年から2011年までに報告されたCNGスタンドにおける事故は、75件(引張事故を除く。)であり、そのうち70件は2007年以降に発生している。

しかしながら、事故現象は2009年の1件(漏洩なし)を除いて漏洩であり、火災となったものはなく、死傷者も出ていない。(表2参照)

表2 CNGスタンドの事象別事故件数(2007年以降)

(件)

	漏洩①	漏洩②	漏洩③	漏洩(不明)	破裂・破損	合計
2007	3	0	1	0	0	4
2008	4	3	1	1	0	9
2009	9	3	0	0	1	13
2010	19	5	1	2	0	27
2011	11	4	1	1	0	17
合計	46	15	4	4	1	70

注) 漏洩①: 機器、配管等の本体からの漏れ

漏洩②: 締結部、開閉部又は可動シール部からの漏れ

漏洩③: 上記漏洩①又は漏洩②以外の漏れ

3. 事故発生部位及び事故原因

事故発生部位と事故原因を表3に示す。

表3 事故発生部位と事故原因

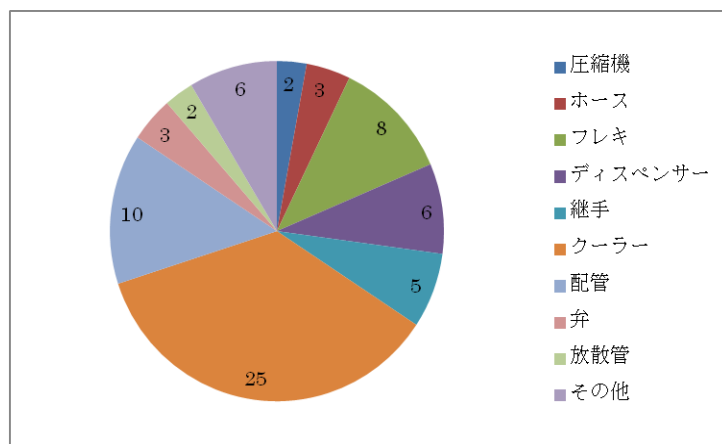
(件)

		圧縮機	ホース	フレキ	ディスペンサー	継手	クーラー	配管	弁	放散管	その他	合計
1	設計不良	0	1	4	1	1	19	6	1	0	0	33
2	誤判断・誤操作	0	0	0	1	0	0	0	0	2	0	3
3	施工管理不良	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	3
4	シール管理不良	1	0	0	3	2	0	1	2	0	2	11
5	検査管理不良	0	0	4	0	0	0	1	0	0	0	5
6	締結管理不良	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
7	その他(外部衝撃)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
8	その他(調査中)	1	2	0	0	0	4	1	0	0	1	9
9	不明	0	0	0	1	0	2	0	0	0	1	4
合計		2	3	8	6	5	25	10	3	2	6	70

3.1 事故発生部位

事故発生部位については、クーラー(熱交換器)が多く、70件中25件となっている。ただし、CNGスタンド(図1)を見ればわかるように、圧縮機ユニットとして圧縮機、クーラー、配管等が含まれており、事故のほとんどが圧縮機ユニットで発生している。圧縮機ユニット以外では、フレキシブルチューブで8件、ディスペンサーで6件発生しているが、蓄ガス器等での事故はない。

図3 事故発生部位



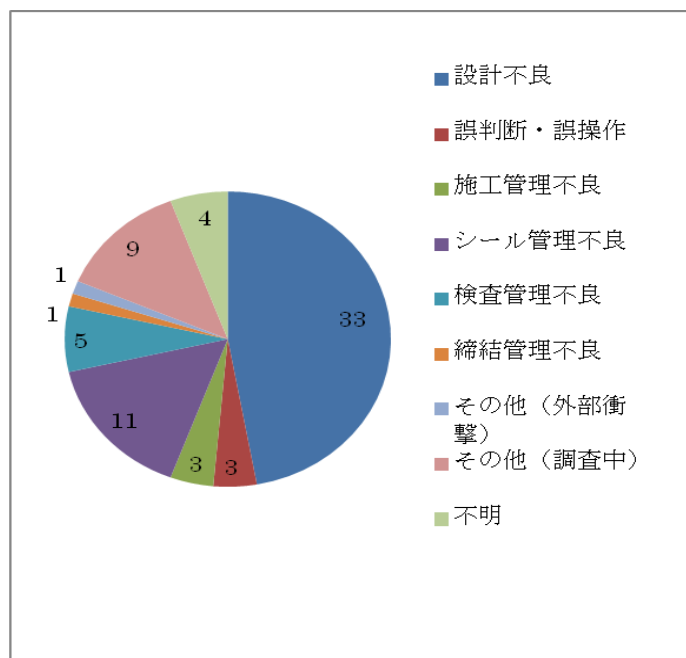
3.2 事故原因

事故(漏洩)の原因については、母材又は溶接部の腐食、割れといったハードの原因でなく、ヒューマンファクターを含む管理面等の原因で整理した。(図4 参照)

70件中33件が設計不良であり、また、その他(調査中)9件及び不明4件の半分程度は設計不良に起因していると思われることから、半数以上が設計不良によるものと判断できる。なお、設計不良の内容等については、次章で述べる。

設計不良以外ではシール管理不良が11件となっているが、内容はパッキンの経年劣化による漏れであり、定期的に交換することにより対応は可能である。

図4 事故の原因



4. 圧縮機ユニットの設計不良について

現在流通している圧縮機ユニットの大多数は、メーカー1社により製作されたものである。当該メーカーが2005年頃から供給した圧縮機ユニットに不具合が生じており、2009年には設計不良以外も含め、27件の事故(漏れ)が発生している。

当該メーカーでは、振動試験等を行い、性能等に問題ないものとして出荷したが、実際の運転中に予想以上に熱応力及び振動が発生し、これらの相互作用により疲労が繰り返され、運転時間の経過と共に、伝熱管の母材、溶接部等に割れが発生したものと推定される。

4.1 設計不良の内容について

① 熱応力の吸収

クーラーはフレームと伝熱管両端が溶接で固定されており、フレームを分割することにより、発生する熱応力をフレームで吸収する構造となっていたが、熱応力を十分に吸収することはできなかった。

② 入口配管の固定

入口配管は、圧縮機の振動の影響が懸念されていたため、サポートをUボルト固定からクランプ固定に変更されていたが、十分に振動を低減させることができなかった。また、フレームが分割されていたことにより、振動の影響がさらに大きくなったと推定される。

4.2 メーカーの対応について

① 熱応力の吸収

伝熱管は、入口配管側はフレームと溶接、反対側はフレームと溶接せず、テフロン摺動板を取り付け、熱応力を緩和する構造に変更した。

② 入口配管の固定

入口配管は、実機での検証結果より、クランプサポートから溶接構造のサポートへ変更し、振動を低減させる構造に変更した。

③ 防振装置

フレームを一体構造とし、ユニットのベースに空気ばね式の防振装置を取り付けることで、更なる振動の低減を図った。

図5 テフロン摺動板

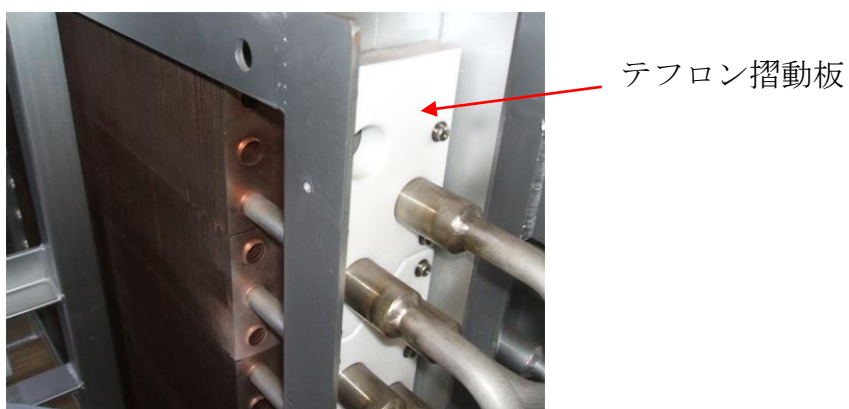


図6-1 分割フレーム

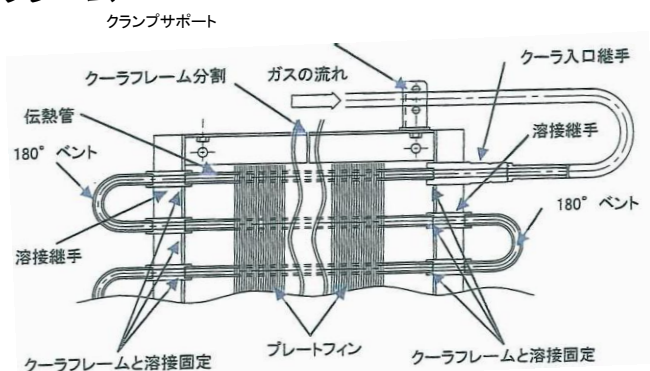
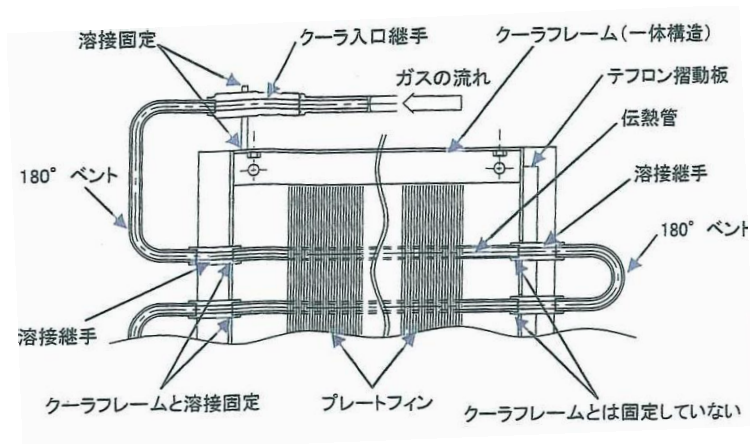


図6-2 一体構造フレーム



5. 事故事例

表4 ガasketの経年劣化

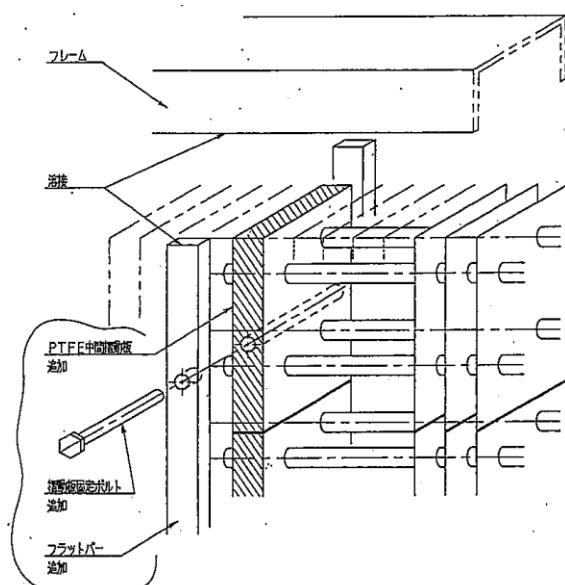
事故名称	年月日	物質名	業種	事故概要
スタンドの保安検査中、ガス受入配管フランチ部より漏洩	2010/10/15	CNG	充填所	スタンド内で、指定保安検査機関による保安検査、及び定期自主検査を実施している際、1号設備の気密試験を行ったところ、ガス受入配管のフランチ継手からの漏洩を確認した。漏洩量は、極微量であった。原因は、ガスケットの経年劣化によるものと推定される。

表5 共振による応力増大

事故名称	年月日	物質名	業種	事故概要
天然ガス充てん設備の圧縮機1段クーラーからの漏洩	2010/7/22	CNG	充填所	圧縮天然ガススタンドにおいて、圧縮機ユニットの1段クーラーの伝熱管と継手とのろう付け部から、天然ガスが漏洩していることを発見した。原因は、共振により、ろう付け部にクラックが発生したためと推定される。

<対応策>

管束中央に摺動板による中間支持を追加し、管束の固有振動数を高くすることにより、共振域から外れる。



6. まとめ

CNGスタンドにける天然ガスの漏洩事故は、2006年以前は5件が報告されているが、2007年の4件、2008年の9件に始まり、2009年以降は10件以上発生している。幸いにして、ほとんどが微小漏れとどまっており、火災及び人身への被害は発生していない。

漏洩事故の大部分は、圧縮機ユニットの設計不良が主要因となっている。これは、CNGスタンドは約15年前から設置数が増えているが、当時の設計において、CNGに圧縮機ユニットに関する運転データが少なく、熱応力及び振動の想定が十分でなかったものと考えられる。

漏洩事故によりこれらの不具合が顕在化し、メーカーにおいて入口配管の固定方法やフレームの構造の変更、防振装置の取付け等の改良を行っているところである。

設計不良の対策が講じられたことにより、パッキン等の消耗品の定期的な交換等を行うことで漏洩事故は減少すると考えられる。また、日常点検による漏れの早期発見に勤めることが大切である。

なお、CNGスタンドの圧縮機ユニットのように、過去に実績のない設備(装置)については、設計段階で仮定した振動、発生応力等を実際に運転するまで確認できないため、設計時に十分な検討をしておくことが大切である。

今後、水素燃料自動車のための水素スタンドが設置されていくことになると予想されるが、今回のCNGスタンドと同様に過去のデータがないことから、充填設備等の設計・製作には十分な配慮が望まれる。

以上