

高圧ガス事故概要報告

整理番号 2014-182	事故の呼称 圧縮水素スタンドの充てんホース部から水素ガス漏えい			
発生日時 2014-7-17 15時50分頃	事故発生場所 愛知県東海市	事故発生事象 1次)漏えい① 2次)	事故発生原因 主)設計不良 副)	
施設名称 水素スタンド	機器 充てんホース	材質 樹脂(内面層)、特 殊高強度繊維、	概略の寸法 外形 16mm、 長さ 1100mm	
ガスの種類および名称 水素	高圧ガス製造能力 (温度 0 度、圧力 0Pa) 12,936m ³ /日(水素) 8,634m ³ /日(プレクール)	常用圧力 70MPa	常用温度 -40°C ~40°C	
<p>被害状況(人身被害、物的被害)</p> <p>70MPa 水素スタンド(繰返し充てん試験設備として、一般則第 6 条の基準で設置)にて充てん試験終了後、充てんホースの圧力が急激に低下。作業員が水素の漏えい音を確認、また携帯用ガス漏れ検知器で充てんホース付近において、水素漏れを感知したため、設備を手動で停止した。</p> <p>人的被害はなし。物的被害は、充てんホース 1 本が破損。</p>				
<p>事故の概要</p> <p>この事故は、水素スタンドにおいて、樹脂製充てんホースの耐久性を確認する目的で、繰返し充てん試験(水素スタンド普及初期の一年相当の充てん回数 945 回/年を想定し、充てんホースを途中で交換することなく繰返し充てん試験が終了することを目標としていた)を実施していたところ、充てん作業終了直後に、樹脂製充てんホース部のディスペンサー側接続部付近(ホース部分)にき裂(内面層の外面には長さ 1.4mm のき裂、内面層の内面には長さ 2.5mm のき裂、外面層には 1.5mm×2.0mm の貫通穴)が生じ、ホース内に滞留していた圧縮水素が漏えいした事例である。なお、当該充てんホースの強度確認については、充てんホースメーカーから提出された 4 倍加圧試験(一般則例示基準 8.の 3.1 に基づく加圧試験であって、一般則第 6 条の基準に基づく車両に圧縮水素を充てんするためのホースに、ゴムおよび樹脂材を使用する場合の強度確認試験)の結果をもとに評価している。以下、事故の概要を時系列で示す。</p> <ol style="list-style-type: none"> ① 15:18 水素スタンド充てん試験開始(本日 23 回目、通算 130 回目) ② 15:51 充てん試験終了直後に、管理棟内の監視画面にて充てんホースの圧力が急激に低下したことを、作業員が確認。さらに、充てんホース付近から、「シュー」という噴出音がしたため、携帯用水素ガス漏えい検知器で充てんホース付近を点検し、水素漏えいを確認した。 ③ 16:00 設備を手動停止。 ④ 16:00~16:10 人的被害が無いことを確認。設備を点検し、他に異常が無いことを確認。 ⑤ 16:10~16:50 水素が、充てんホース部のディスペンサー側接続部付近(ホース部分)から漏えいしていることを確認。 ⑥ 17:00 県担当課に第 1 報を連絡。 				

事故発生原因の詳細

① 今回、き裂が発生した充てんホースは、充てんホースメーカーによる4倍加圧試験（一般則例示基準 8.の 3.1 に基づく加圧試験）を行い、強度確認をしていた。また、出荷前にも水圧検査（140MPa×5 分間、一般則例示基準 7.の 1.5 に基づく耐圧試験）にて異常のないことを確認していた。

事故発生後、充てんホースメーカーが新品の充てんホースを使用して実施した、低温液圧インパルス試験（充てんホースメーカーによる自主的なサイクル試験）では、充てんホース内面層にき裂起点の発生は認められなかった。また、ホース内面層にあらかじめキズをつけた充てんホースを同様の試験条件で低温液圧インパルス試験を実施したが、き裂進展は認められなかった。この結果より、試験流体以外の低温、高圧、曲げの条件が実機に近いことから、充てんホース内面層における、き裂の起点の発生、およびき裂の進展には、水素ガスの影響があることが指摘された。

② ①の低温液圧インパルス試験では、充てんホースのき裂が再現できなかったため、さらに、試験流体に水素を使用した、水素ガスサイクル試験（充てんホースメーカーによる自主的なサイクル試験）を実施した結果、事故時に発生した充てんホースのき裂と同様の破損現象が再現された。

以上の試験結果から、今回の事故原因について、以下のとおりとなった。

○直接原因

水素、低温、高圧、曲げ（引張側）の複合環境下にさらされた充てんホース内面層（樹脂）に、き裂の起点が生じ、繰返し充てん試験によって、き裂が内面層表面まで進展し、貫通したため。

○間接原因

過去に発生した同種の事故（2013 年 12 月 3 日発生）の調査結果から、充てんホースが屈曲した状態での充てん試験の繰返し実施による疲労（曲げ）により、充てんホース内面層にき裂が発生したと判断したため。

（当時の再発防止対策として、当該ホースの最小曲げ半径を 100mm 以上から 200mm 程度に変更し、かつ、充てん回数 100 回毎に充てんホースを取外し新品に交換し、充てんホース内面層の健全性を確認しながら、充てん回数を増やしていくこととしていた。）

事業所側で講じた対策（再発防止対策）

直接原因となった、水素、低温、高圧、曲げ（引張側）の複合環境のうち、水素、低温、高圧は、圧縮水素スタンドを運営する上で、避けることができないため、曲げ（引張側）の条件を厳しくし、かつ使用回数を 100 回とする充てんホースの使用範囲を設定し、使用回数が 100 回を超える前に充てんホースを交換している。

使用範囲

ホース最小曲げ半径：300mm 以上、使用回数 100 回

教訓（事故調査解析委員会作成）

水素環境で使用する充てんホースは、ゴム材料、樹脂材料では組織が不均一であるので、疲労割れの起点となることが懸念される。ホースメーカーなどの技術情報を基に、充てんホースの型式、特性に応じて、計画的に交換する等の維持管理手順を事前に決めて、実行することが重要である。

事業所の事故調査委員会 なし

備考

- ① 2013年12月3日、同水素スタンドにて、充てんホース部にき裂が生じ、水素が漏れい。人的被害はなし。物的被害は、充てんホース1本が破損。
- ② 調査の結果、充てんホースが屈曲した状態での低温充てん試験の繰返しが、充てんホース内面層へのき裂発生に影響を与えたものと推定された。
- ③ 再発防止対策として、緊急離脱カップリング上流側充てんホースの長さを従来の1,700mmから1,100mmに変更し、取付構造を変更した。これにより、充てんホースの最小曲げ半径を従来の100mm以上から、200mm以上に変更した。加えて、充てん回数100回毎に充てんホースを取り外し、ホース内面層の健全性を確認しながら、徐々に充てん回数を増やすことで、充てん試験を行うこととした。

キーワード

水素スタンド、圧縮水素スタンド、充てん試験、ディスペンサー、充てんホース、き裂、最小曲げ半径

関係図面(特記事項以外は事業所提供)



写真1 ディスペンサーと水素漏えい箇所

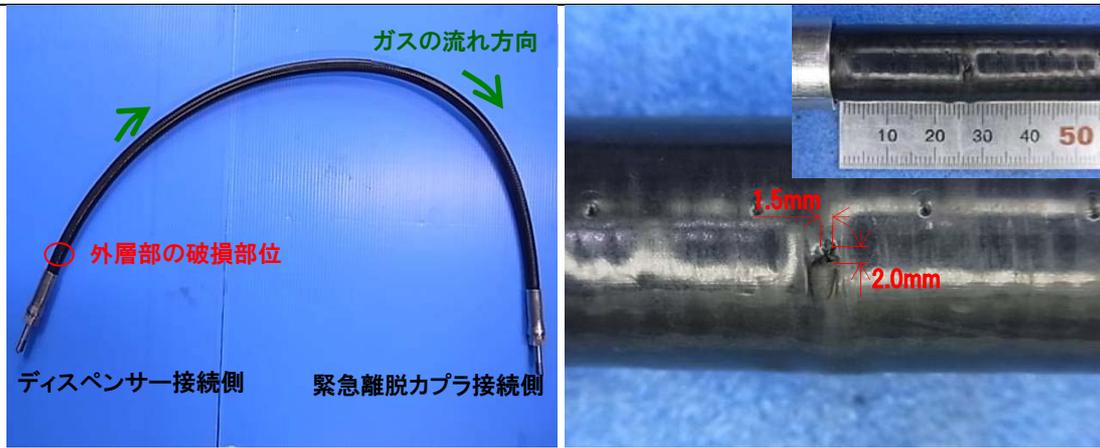


写真2 充電ホース 水素漏えい部の外観

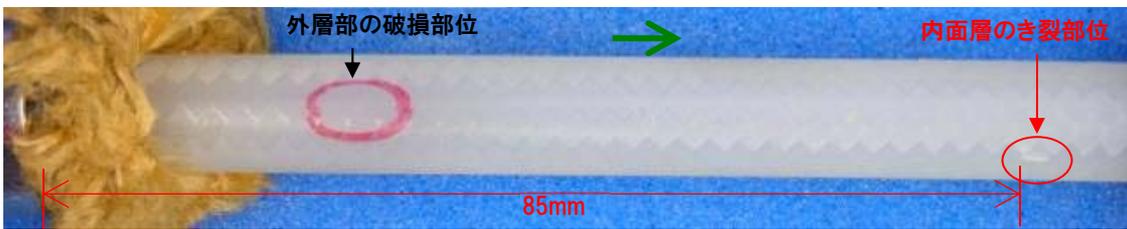


写真3 充電ホース内面層の観察結果

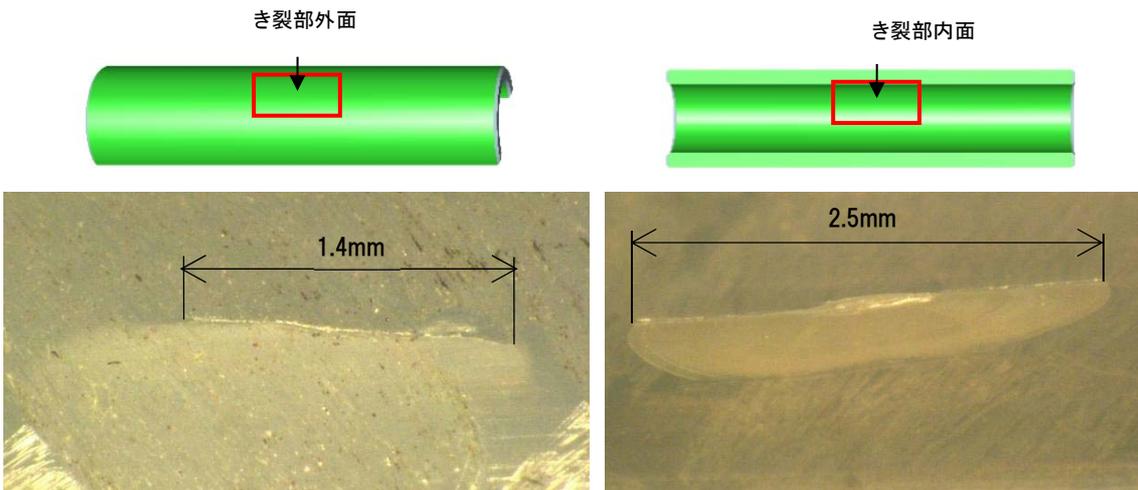


写真4 内面層の外面、内面におけるき裂部のマイクロスコープ観察結果

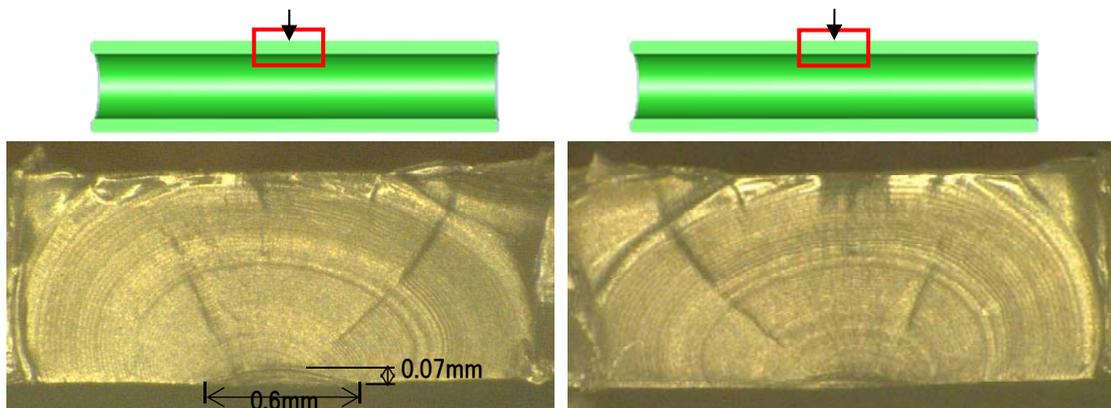


写真5 内面層のき裂部破断面のマイクロスコープ観察結果

