

高圧ガス事故概要報告

整理番号 2023-100	事故の呼称 液化水素燃料車両の水素漏えいによるエンジンルーム火災		
事故発生日時 2023年3月8日(水) 15時00分	事故発生場所 静岡県 駿東郡	事故発生事象 1次)漏えい② 2次)火災	事故発生原因 主)設計不良 副)
施設名称 液化水素 燃料車両	機器 フレキシブル チューブ	材質 ベローズ:SUS316L	概略の寸法 外径 17.3mm、厚さ 5.45mm
ガスの種類および名称 可燃性ガス(水素)	高圧ガス製造能力 -(その他)	常用圧力 10MPa 程度	常用温度 -℃(その他)
被害状況(人的被害、物的被害) 人的被害: なし 物的被害: なし			
<p>事故の概要</p> <p>サーキットで、液化水素を燃料として搭載した水素エンジン開発試験車両の試験走行中、エンジンルーム内のフレキシブルチューブの締結部(ホース継手)から可燃性ガス(水素ガス)が漏えいし、火災が発生した。</p> <p>以下、事故の概要を時系列で記す。</p> <p>9時00分     サーキットで、液化水素を燃料として搭載した水素エンジン開発試験車両(以下「液化水素燃料車両」という)の試験走行を開始した。</p> <p>15時00分     液化水素燃料車両の試験走行中に、制御システムは水素の漏えいを検知し、表示と警報を発した。  液化水素燃料車両の制御システムは、燃料の供給を自動停止し、エンジンを停止した。  液化水素燃料車両の運転手は、エンジンルームからの煙を確認したため、車両を停止し、退避した。  コースレスキューとレーシングチーム作業員は、二酸化炭素消火器を用いて、消火活動を開始した。  コースレスキューとレーシングチーム作業員は、二酸化炭素消火器の消火剤を使い切ったが、消火できなかったため、水消火、粉末消火に切り替えて消火した。  コースレスキューとレーシングチーム作業員は、水素検知器で水素の漏えいの停止、目視で消火を確認した。</p>			
<p>事故発生原因の詳細</p> <p>(1) 液化水素燃料車両の構造</p> <p>液化水素燃料車両は、液化水素を充填した燃料装置用容器を搭載している。液化水素燃料車両は、燃料装置用容器内の液化水素を、ポンプで昇圧後に蒸発器で気化し、圧力チャンバーを経由してエンジンに直噴する構造となっている(図 1 参照)。圧力チャンバーは燃料使用量の変動に対応するため、一定量の水素ガスを貯蔵できる構造である。</p> <p>(2) 漏えいの原因</p> <p>エンジンに接続したフレキシブルチューブの締結部(ホース継手)が、エンジンの振</p>			

<p>動で緩み、水素ガスが漏えいした(図 2 参照)。</p> <p>(3) 火災の原因</p> <p>漏えいした水素ガスが、高温物体(700℃~900℃)のエンジンのエキゾーストマニホールド(排気集合配管)、ターボチャージャーに触れ、燃焼した。</p> <p>さらに、近傍の可燃物(ブレーキフルード(ブレーキオイル)のリザーブタンク)も、燃焼し、煙が発生した。</p>
<p>事業所側で講じた対策(再発防止対策)</p> <p>(1) 配管レイアウトの変更</p> <p>① 水素配管は、高温物体の近くを通さない(図 3 参照)。</p> <p>② 水素配管の締結部は、高温物体の近くに設けない(図 3 参照)。</p> <p>(2) 排出ルート(ダクト)の設置</p> <p>① フレキシブルチューブとエンジンを切り離す箇所は、締結部を設けざるを得ない。</p> <p>② このため、万が一、締結部から水素ガスが漏えいした場合、安全な方向に排出するルート(ダクト)を設置する(図 3 参照)。</p> <p>(3) 締結管理の改良</p> <p>① ホース継手の型式をコーン・スレッド型式からメタルガスケット型式に変更した。加振試験により継手の型式変更の有効性を確認した(メタルガスケット型式では100万回を超えても、緩み、漏れなし。コーン・スレッド型式は、6万回で回転の緩みと漏れが確認された。)</p> <p>② 緩み防止と漏えい検知能力の向上を目的としたセーフティカバーを作成し、設置した(図 3、4 参照)。</p>
<p>教訓(事故調査解析委員会作成)</p> <p>① 水素は漏れやすく、漏えい後に爆発、火災が発生しやすい特徴がある。漏えい源となりうる水素が通る締結部は、高温物体から遠ざける配管レイアウトが有効である。高温物体の近くに水素が通る締結部がある場合には、水素を漏えいさせない締結管理を行うことが必要である。</p> <p>② 車両上の高圧ガス設備は振動するため、配管の疲労破壊、締結部の緩みについて適切な防止対策を講じなければならない。配管にフレキシブルチューブを使用する場合には、スパイラル管よりも耐振動特性に優れたペローズ管の採用が有効である。締結部の緩み対策については、液化石油ガス自動車、天然ガス自動車、燃料電池自動車および各燃料を供給するスタンドにおける圧縮機周りの継手の選定と締結管理が参考となる。</p>
<p>事業所の事故調査委員会</p> <p>—</p>
<p>備考</p> <p>事故後の水素配管、水素配管の締結部の周りの最大温度は約 100℃以下(トランスミッション)である。</p>
<p>キーワード</p> <p>水素、漏えい、フレキシブルチューブ、締結部、火災、振動、締結管理、液化水素燃料車両</p>

関係図面(特記事項以外は事業所提供)

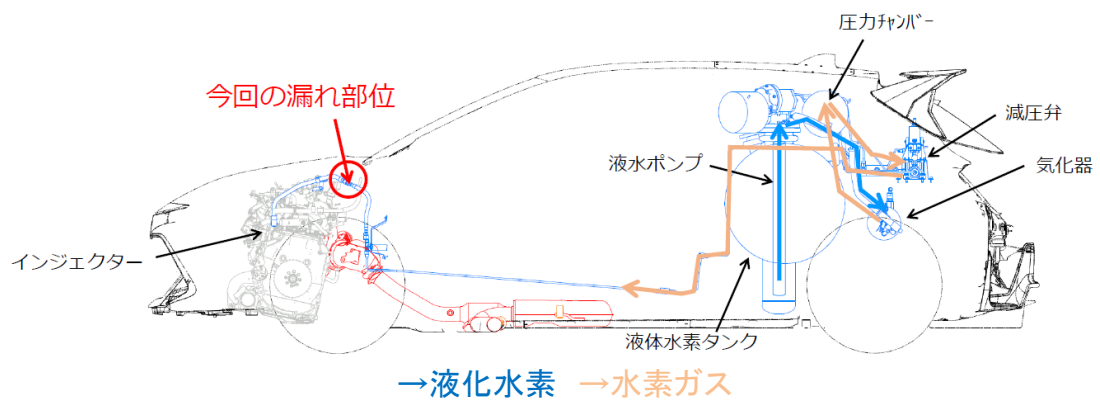


図1 液化水素燃料車両の構造(高圧ガス関係)

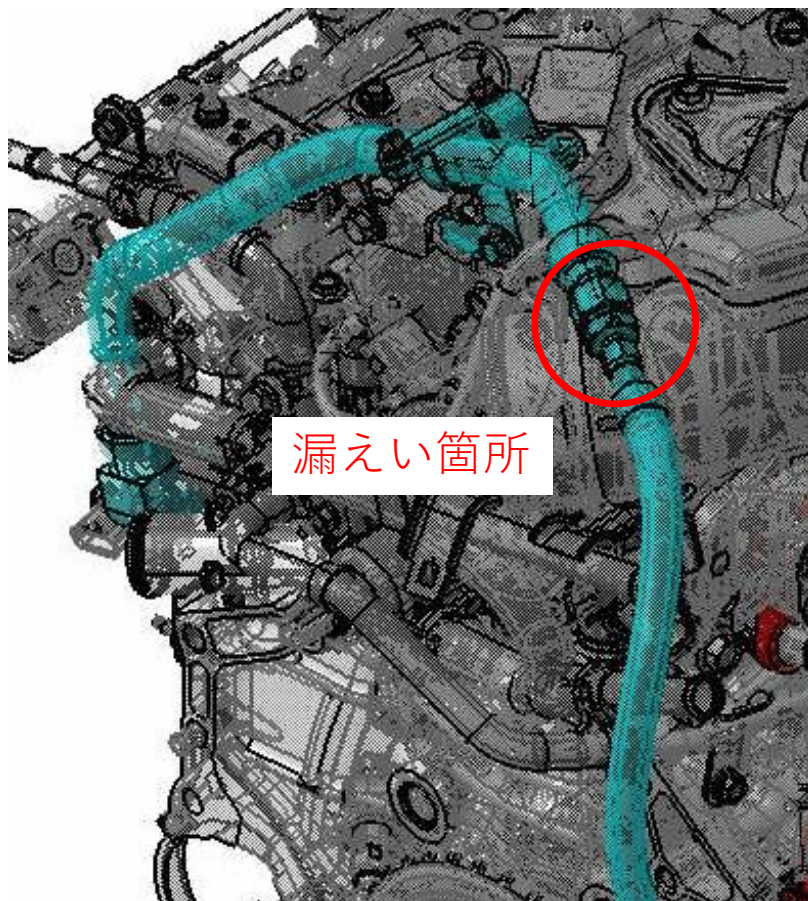


図2 漏えい箇所

