

高圧ガス事故概要報告

整理番号 2023-188	事故の呼称 水素ガス充填設備爆発事故		
事故発生日時 2023年5月15日(月) 06時10分頃	事故発生場所 神奈川県 川崎市	事故発生事象 1次)爆発 2次)	事故発生原因 主)操作基準等の不備 副)
施設名称 水素ガス 充填設備	機器 集合容器 (カードル)	材質 配管:銅 (記号、質別は、非公開)	概略の寸法 配管:外径 16mm、厚さ 3mm
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 49,298,818 m <sup>3</sup> /日(事業所) 27,000 m <sup>3</sup> /日(施設)	常用圧力 21.6MPa	常用温度 35℃
被害状況(人的被害、物的被害) 人的被害: 重傷者1名 物的被害: 屋根、壁、充填設備、容器の破損			
<p>事故の概要</p> <p>水素ガス充填設備において、集合容器(カードル)に可燃性ガス(水素ガス)を充填中、水素が漏えいし、爆発した。 この爆発により、協力会社の社員である充填作業員1名が重傷(火傷)を負った。</p> <p>以下、事故の概要を時系列で記す。</p> <p>05月13日(土) 14時00分頃 日勤班は、カードル充填場で水素を集合容器(カードル)(以下、単に「カードル」という)に充填する準備作業として、カードルの設置と充填ラインの接続を行った。</p> <p>5月15日(月) 05時00分頃 夜勤班は、カードル充填場で、カードルに水素を充填する作業を開始した。</p> <p>06時09分頃 夜勤班に所属する協力会社の社員である充填作業員A(以下、単に「充填作業員A」という)は、カードルの温度を確認するため、温度計をもってカードル充填場に向かった。 カードル充填場に到着した充填作業員Aは、ガスが漏えいする音を覚知した。 充填作業員Aは、大量の水素ガスが、カードルから漏えいしていると判断し、カードルの主弁を閉操作するため、カードルに向かった。</p> <p>06時10分頃 カードル充填場で、爆発が発生した。 操作室にいた充填作業員B(充填作業員Aの同僚)は、爆発音、振動、火炎を覚知した。 充填作業員Aは、散水弁の元弁を開け、散水を開始した。</p> <p>06時14分頃 充填作業員Bは、事業所の運転部門に連絡し、水素ガス充填設備の運転停止と公設消防への通報を依頼した。 充填作業員Aは、現場から操作室に戻り、非常停止ボタンを操作した。</p> <p>06時17分 事業所の運転部門は、119番通報した。</p>			

06 時 24 分	公設消防は、入場した。
06 時 59 分	事業所は、現地対策部を設置した。
07 時 03 分	公設消防は、充填作業員 A を救急搬送した。
07 時 19 分	公設消防は、鎮火を確認した。
08 時 06 分	事業所は、現地対策部を解散した。
09 時 51 分	公設消防は、退場した。
<p>事故発生原因の詳細</p> <p>(1) 水素ガス充填設備の概要</p> <p>水素ガス充填設備は、ボンベ、カードル、トレーラに充填し、出荷する作業を行っている(図 1 参照)。</p> <p>事故が発生した場所は、カードル充填場#3 である(図 1 参照)。</p> <p>(2) カードルの概要</p> <p>水素ガスを充填していたカードルは、顧客の所有物である。</p> <p>事業所の記録によると、水素ガスを充填するため、4 月 26 日に事業所に搬入されたが、配管に亀裂があったため、顧客に返却していた。</p> <p>顧客は、返却されたカードルの配管の亀裂をろう付けにより補修して、5 月 13 日に再び事業所に搬入していた。</p> <p>(3) ろう付けによる補修の詳細</p> <p>① 観察結果から、補修箇所(破断部分)には当て板のようなもの取り付けられていた(図 2 参照)。</p> <p>② ろう材の選定、当て板の取付けなど、ろう付け補修の方法が不良であった。</p> <p>(4) カードル充填口の固定</p> <p>充填口は、カードルに 2 本のボルトで固定される構造となっていたが、落下していた充填口を観察した結果、固定するためのボルトが無い状態であった(図 3 参照)。</p> <p>(5) 破面の調査結果</p> <p>① 光学顕微鏡の観察結果から、配管下部の破面でビーチマークが観察された(図 4 参照)。</p> <p>② SEM(走査電子顕微鏡)の観察結果から、配管下部の破面でストライエーションが観察され、その数から数十回程度の応力の繰返しがあった(図 5 参照)。</p> <p>③ 固定用ボルト穴を切断して確認したところ、ボルトで固定されていた形跡は認められなかった(図 6 参照)。配管は、締め込み方向に曲がっており、その配管の外側から破断が始まっている。</p> <p>④ 光学顕微鏡の観察結果から、ろう付け補修の箇所にはブローホールが多数存在していた(図 7 参照)。配管の従来の接合部のろう(銀ろう)と補修に使用したろう(りん銅ろう)が、界面できれいに剥離していた(図 8 参照)。</p> <p>(6) 破断の原因</p> <p>上記(2)から(5)までの結果から、破断の原因は、配管の外表面からの疲労破壊と推定される。なお、配管内表面と断面の観察結果から、補修した亀裂部分(破面)以外に亀裂は認められなかった。</p> <p>(7) 事故原因のプロセス</p> <p>上記(2)から(5)までの結果から、事故原因のプロセス(過程)を以下に示す。</p> <p>① カードル充填口と充填用配管の接続不良</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ カードル充填口の固定不備(ボルト欠落)</li> </ul> <p>② 接続不良による過大負荷</p>	

<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 充填口に配管をねじ込む際の負荷</li> <li>・ 負荷の繰返し</li> </ul> <p>③ 配管の疲労亀裂と不適切な補修</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 過大負荷による疲労亀裂</li> <li>・ 不適切なろう付け補修</li> </ul> <p>④ ろう付け補修箇所の疲労破壊</p> <p>⑤ 充填口の脱落</p> <p>⑥ 水素の噴出</p> <p>⑦ 噴出帯電、着火</p> <p>⑧ 水素爆発</p>
<p>事業所側で講じた対策(再発防止対策)</p> <p>事業者は事故以前に、圧縮水素充填業務から 2024 年 12 月末までに事業撤退することを決定していた。カードルの充填は、今回の事故のタイミングで撤退することとなった。カードル以外のボンベ、トレーラの充填は、引き続き 2024 年 12 月末まで継続するため、以下の対策を実施した。</p> <p>(1) カードル所有者(顧客)に対する管理の見直し要請</p> <p>カードル所有者は、今回の事故と同様の構造のカードルを 15 基所有していた。他事業所で同様の事故が起きないようにするため、カードル所有者と協議を行い、充填口の構造変更(配管に過大負荷がかからない構造)、配管の高圧ガス保安法に準じた管理などを要請した。</p> <p>(2) カードル以外の充填作業の管理に関する対策</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>① 受入れ管理方法の見直し</li> <li>② 緊急時対応要領の見直し</li> <li>③ 教育訓練の実施</li> </ol>
<p>教訓(事故調査解析委員会作成)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>① 充填事業所は、他事業者(顧客)が所有する容器、カードル、トレーラなどに高圧ガスを充填する場合、その健全性を確認する必要がある。健全性が確認できない場合、安易に高圧ガスを充填しない。</li> <li>② 高圧ガスが通る配管は、曲げ、振動による疲労対策として、固定用の治具、サポートなどが設置されている。カードルに充填を行う前に、固定用の治具、サポートの損傷、設置忘れなどを確認することが重要である。</li> <li>③ カードルの管理方法、特に損傷した場合の補修について、カードル所有者、充填事業者はいうまでもなく、高圧ガス容器を扱う業界団体である(一社)日本産業・医療ガス協会(JIMGA)を中心に啓発活動、管理基準の作成・改定などの取り組みを行う必要がある。</li> </ol>
<p>事業所の事故調査委員会</p> <p>委員会と調査チームの設置はないが、事業所長以下、各部門の役職担当者、現場担当者などの様々なメンバーで個別に延べ 100 回以上の会議を行い、報告書を取りまとめた。</p>
<p>備考</p> <p>神奈川県は、一般社団法人神奈川県高圧ガス保安協会と一般社団法人神奈川県</p>

高圧ガス流通保安協会を通じて、県内の事業者に対して、この事故についての注意喚起をした。

キーワード

可燃性ガス、水素、充填設備、集合容器、カードル、充填口、配管、ろう付け継手、疲労、噴出、爆発

関係図面(特記事項以外は事業所提供)

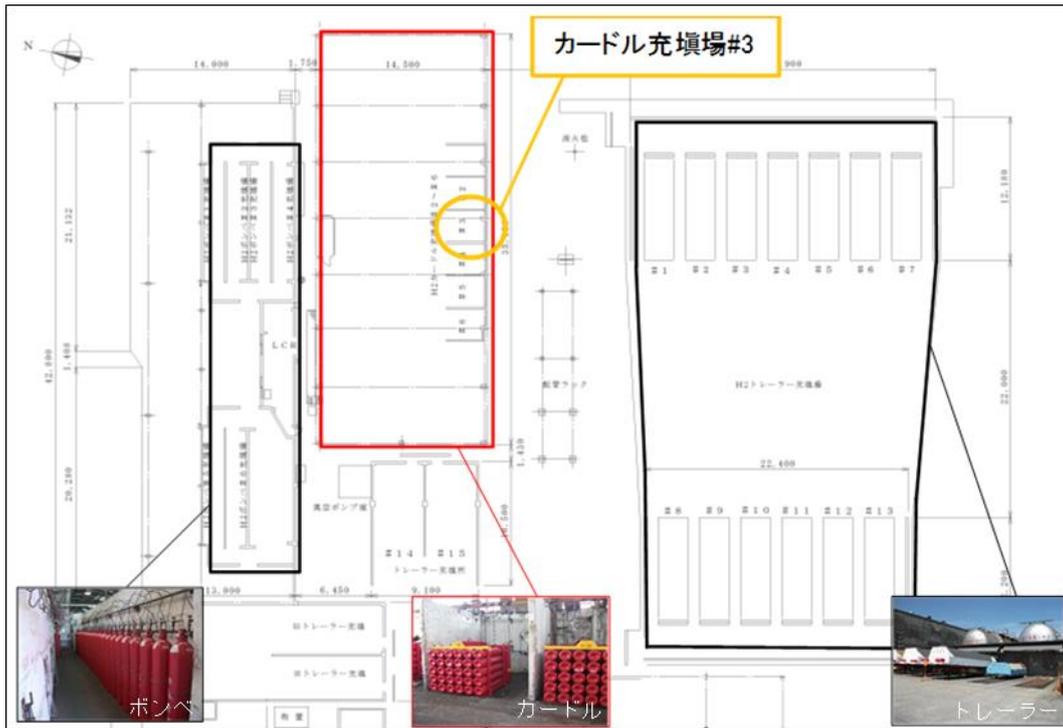


図1 水素ガス充填設備配置図



図2 事故が発生した水素カードル(左)と破断部分および当て板(右)

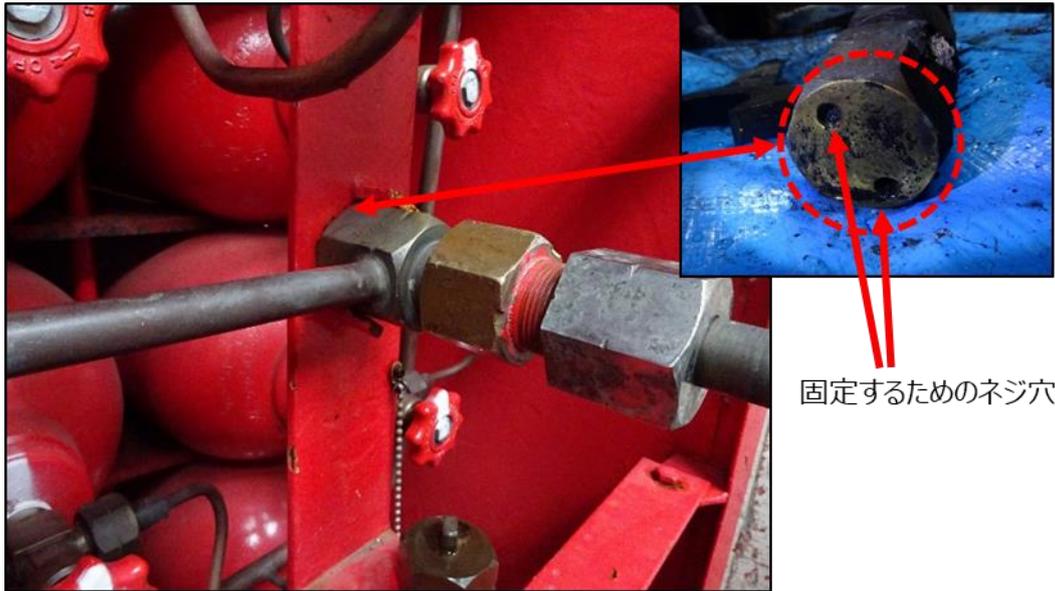


図3 健全な状態のカードル充填口(左)と事故後の固定部分の状況(右)

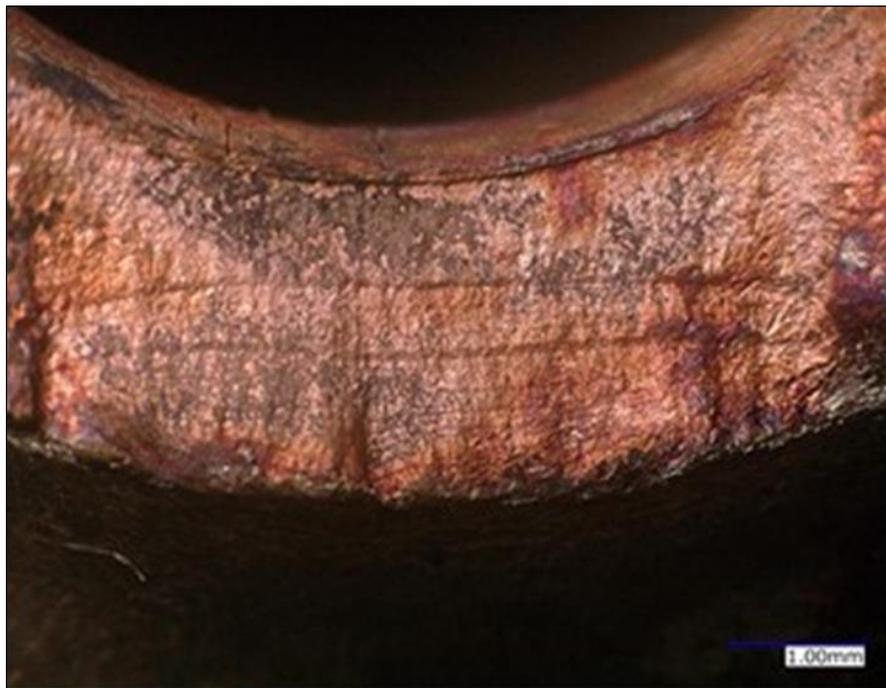


図4 配管下部の破面の観察結果

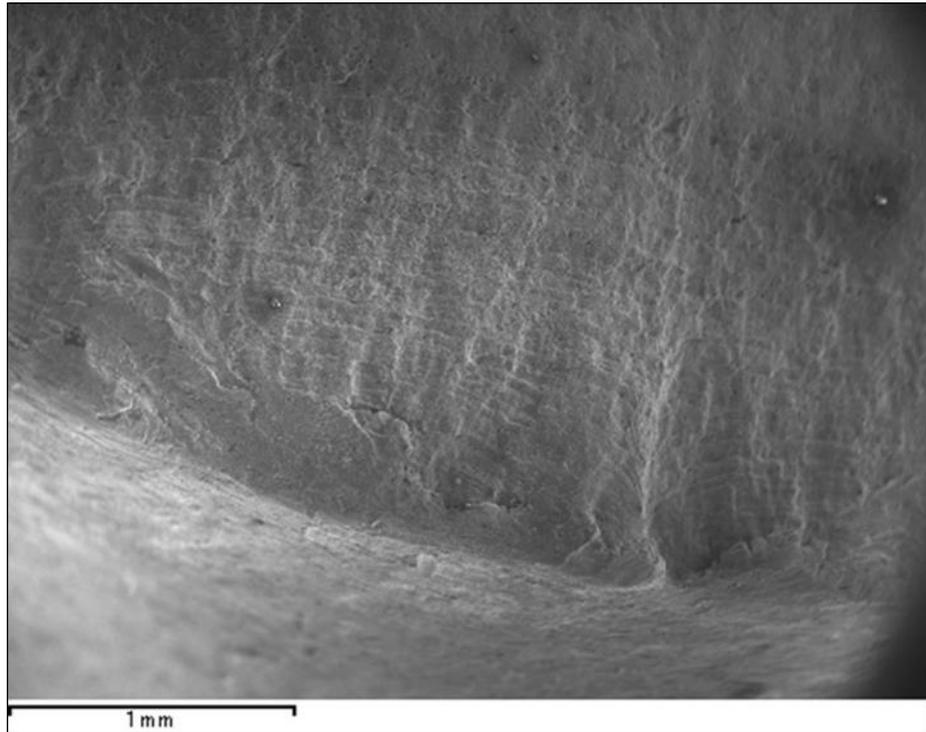


図 5 配管下部の破面の SEM 観察結果



図 6 固定用ボルト穴の観察結果

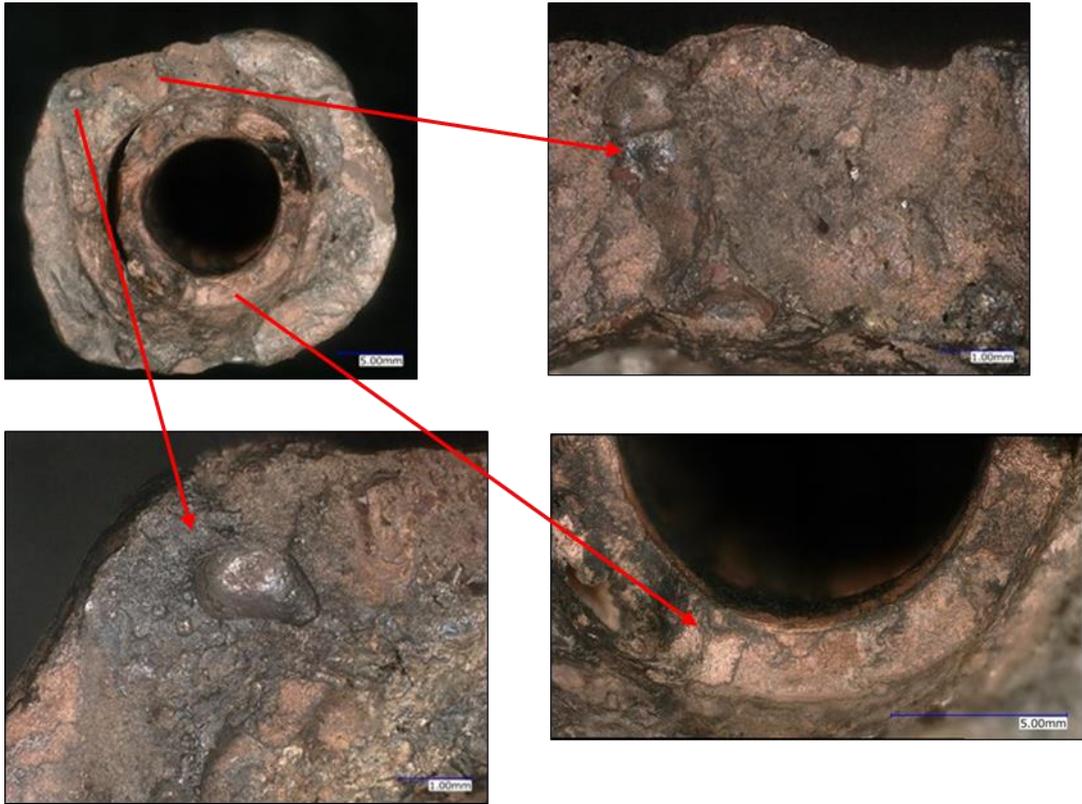


図7 ろう付け補修箇所の観察結果



図8 剥離したろう付け箇所の観察結果