

高圧ガス事故概要報告

整理番号 2022-608	事故の呼称 40MPa 蓄ガス器ユニット内コーン&スレッド配管継手本体から水素ガス微量漏えい発生		
事故発生日時 2022年6月4日(土) 00時10分	事故発生場所 愛知県 豊田市	事故発生事象 1次)漏えい① 2次)	事故発生原因 主)製作不良 副)
施設名称 圧縮水素スタンド	機器 継手	材質 Type316	概略の寸法 内径:5.16mm、厚さ:5.96mm
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 489,084 m ³ /日(事業所) 232,741 m ³ /日(施設)	常用圧力 40MPa	常用温度 35°C
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>圧縮水素スタンド(圧縮水素製造施設、図1参照)において、40MPa蓄ガス器ユニットで貯蔵中の可燃性ガス(水素)が、配管系の継手(コーン・スレッド型式)の本体から漏えいした。</p> <p>以下、事故の概要を時系列で記す。</p> <p>8時00分 保安係員代理者は、圧縮水素スタンド(圧縮水素製造施設)の日常点検を開始した。</p> <p>9時20分 保安係員代理者は、携帯ガス検知器(型式確認中)を用いた気密試験において、40MPa蓄ガス器ユニットの継手(コーン・スレッド型式)付近で水素の漏えいを確認した。</p> <p>9時30分 保安係員代理者は、石鹼水を塗布し、継手(コーン・スレッド型式)の本体が水素の漏えい箇所であることを特定した。</p> <p>9時45分 保安係員は、40MPa蓄ガス器ユニットの使用を停止し、漏えいを確認した配管系を脱圧した。</p>			
<p>事故発生原因の詳細</p> <p>(1) 継手の漏えいおよび変更履歴</p> <p>40MPa蓄ガス器ユニットでは、2022年6月4日の漏えい以外にも、2021年10月21日(2021-603)、11月4日(2021-644)、2022年5月18日(2022-354)に類似箇所において、同一メーカー、同一型式、同一ロットの継手(コーン・スレッド型式)から水素が漏えいした(図2参照)。圧縮水素スタンドは2003年より製造を開始し、2021年10月21日、11月4日の漏えいまで、継手の交換は行われていない。2021年10月21日、11月4日の漏えい再発防止対策として、継手を未使用の継手(同一メーカー、同一型式、同一ロット)と交換を行ったが、2022年5月18日、6月4日に漏えいが発生した。4回の漏えいは、蓄ガスユニット内に設置されているガス検知器(400ppm警報、1000ppm自動停止)は反応せず、継手直近で携帯ガス検知器を用いて漏えい量を確認し、石鹼水で漏えい箇所を特定した(図3参照)。</p> <p>(2) 事故発生原因の推定</p> <p>2021年10月21日、11月4日の漏えい後の調査では、継手の製造工程における</p>			

<p>初期傷が水素脆化により進展し、漏えいに至ったと推定した(図 4 参照)。しかし、再発防止対策を講じた後の 2022 年 5 月 18 日、6 月 4 日に漏えいしたため、次の 6 つについて検討した。</p> <ol style="list-style-type: none"> ① 水素脆性 ② 水素侵食 ③ 孔食 ④ 疲労き裂 ⑤ 応力腐食割れ ⑥ 非金属介在物 <p>継手の浸透探傷試験を実施したが、継手内面からの漏えい箇所は確認できず、内面から離れた内部の断面においてピンホールを確認した(図 5 参照)。ピンホールは、断面を 1mm 研削後にも確認でき、厚さ方向に続いていることが確認された。事故後の観察および運転条件より、①～⑤の可能性が低いと判断し、⑥非金属介在物に起因する漏えいと判断した。</p> <p>製鋼の過程において、母材の非金属介在物が多く残留し、非金属介在物と母材の隙間(ピンホール、図 6 参照)が応力集中により割れ、非金属介在物をステップ状に沿って欠陥が形成され、漏えいに至ったと推定される。</p>
<p>事業所側で講じた対策(再発防止対策)</p> <p>(1) 継手メーカーの変更</p> <p>複数の継手メーカーに対して、非金属介在物を起点とした継手からの水素の漏えいについてヒヤリングを実施した。ヒヤリングの結果、40MPa 蓄ガス器ユニットで使用する継手(コーン・スレッド型式)をすべて、非金属介在物を起点とした継手からの漏えいを起こしていない別メーカーの継手に変更した。</p>
<p>教訓(事故調査解析委員会作成)</p> <ol style="list-style-type: none"> ① 水素は、分子が小さく、極微小なすき間からでも外部に漏えいする。このため、漏えいは、事故の特定に時間を要するため、漏えい後に遅滞なく自治体へ連絡し、関係者で共有する必要がある。 ② 事業者は継手の選定に際して、材料の品質(清浄度を含む)にも注意する必要がある。 ③ 圧縮水素スタンドでは、曲げ管および溶接継手の使用が少なく、継手が多く使用されている。世界的にも高圧水素環境用の継手メーカーは少なく、1 つの水素スタンドで、継手に起因する事故が発生した場合には、同じスタンドはもとより、他の水素スタンドにおいても同様の事故が発生する可能性が高い。水素スタンドの関係者間で迅速な事故の情報共有が重要である。
<p>事業所の事故調査委員会</p> <p>—</p>
<p>備考</p> <p>事故が発生した継手は海外メーカー製であり、材料の品質の詳細は不明である。</p>
<p>キーワード</p> <p>圧縮水素スタンド、水素、漏えい、継手、オーステナイト系ステンレス鋼、ピンホール、非金属介在物</p>

関係図面(特記事項以外は事業所提供)

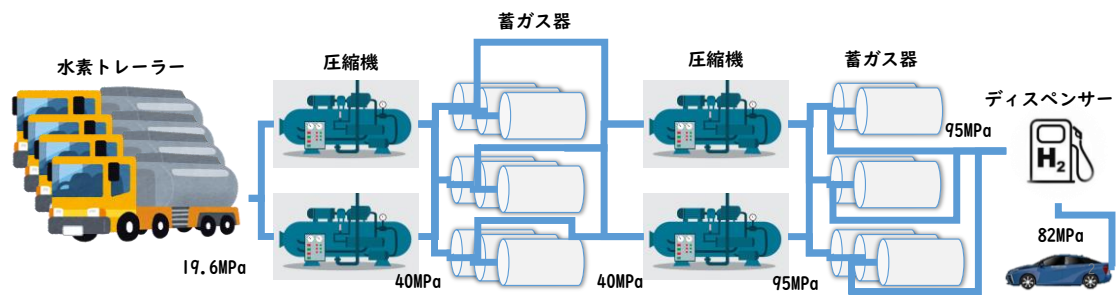


図1 圧縮水素スタンド

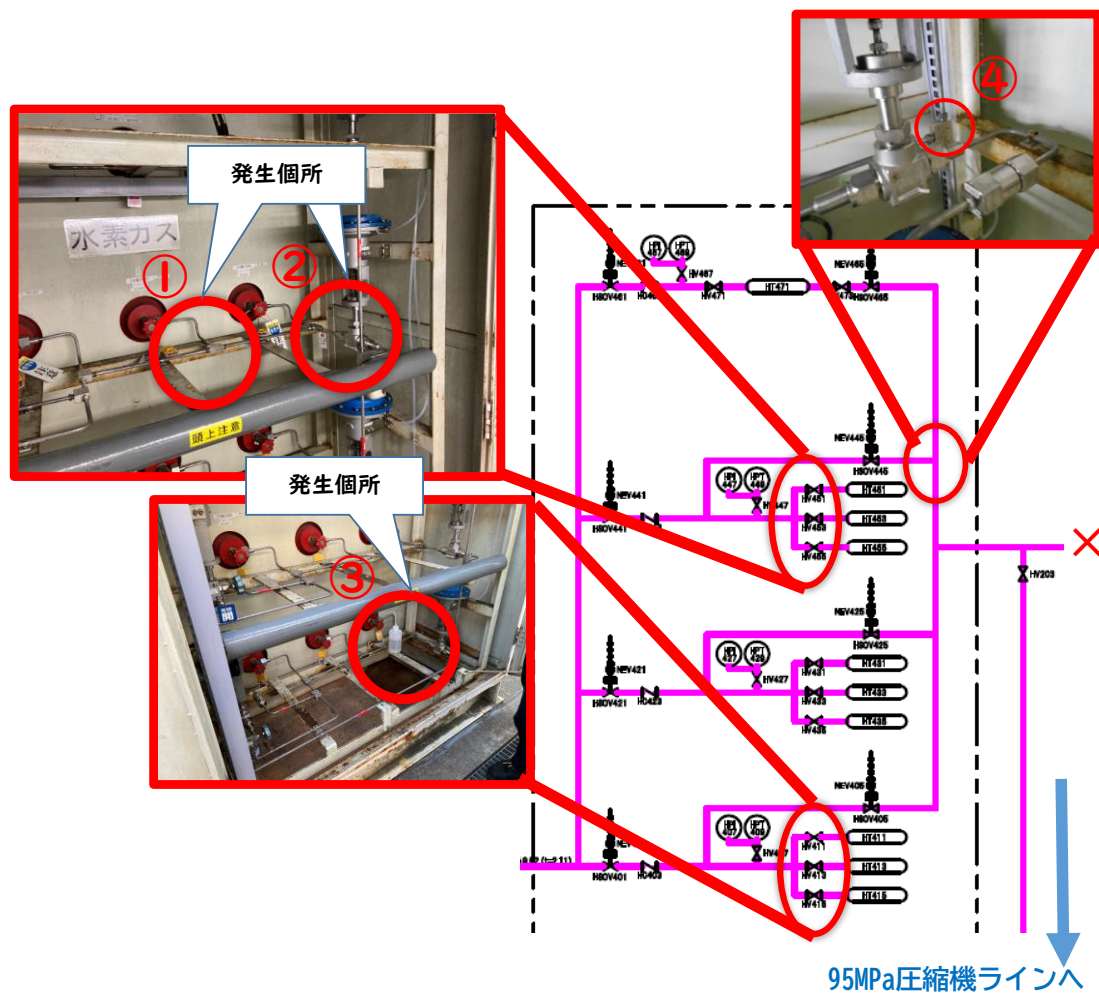
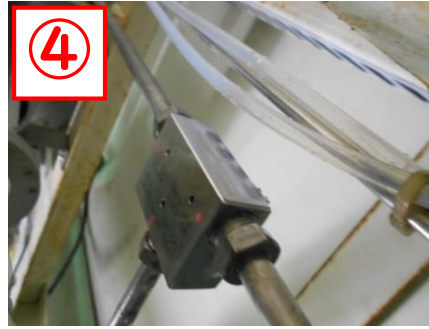


図2 漏えい発生箇所(①2021年10月21日、②2021年11月4日、③2022年5月18日、④2022年6月4日)



【漏えい量】		①	②	③	④
検知器との距離	0cm	250 ppm	350 ppm	20 ppm	10 ppm
	15cm	0 ppm	0 ppm	0 ppm	0 ppm

図3 漏えい量および漏えい箇所の確認(①2021年10月21日、②2021年11月4日、③2022年5月18日、④2022年6月4日)

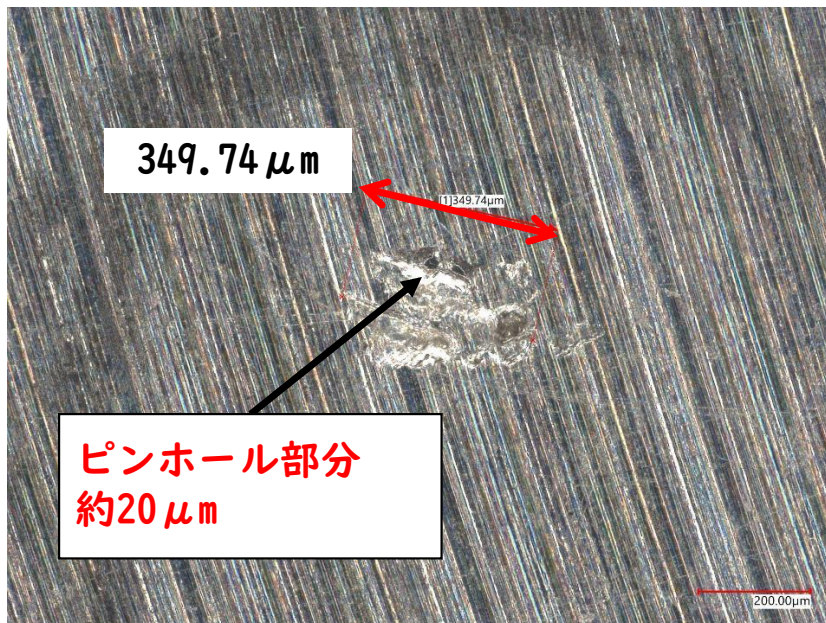


図4 継手外面における漏えい発生箇所(2021年10月21日)の観察結果

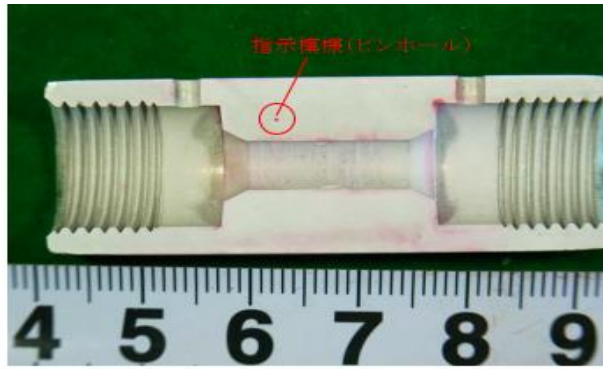


図5 継手内部の断面におけるピンホール(2022年5月18日)の確認
(PT:浸透探傷試験)

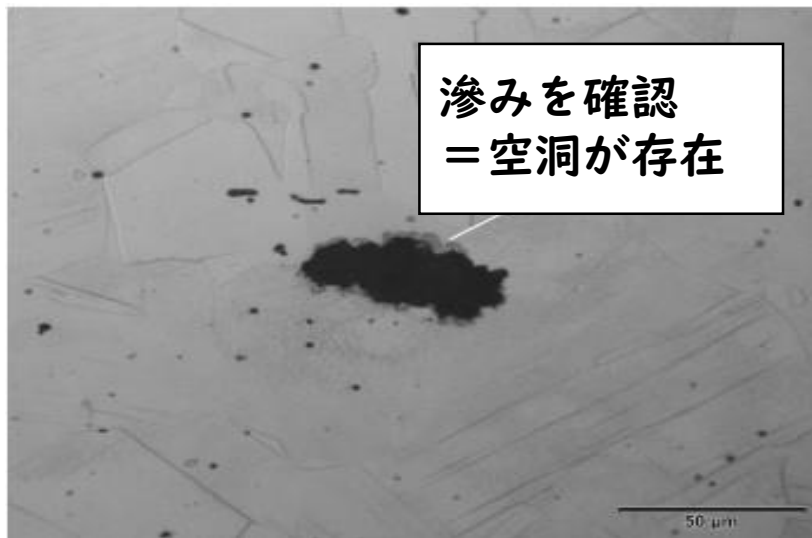


図6 ピンホールの PT 指示模様の確認
(図5の断面を約0.6mm研磨後)