

## 高圧ガス事故概要報告

整理番号 2014-190	事故の呼称 熱交換器の伝熱管からの塩素漏えい		
発生日時 2014-7-30 19時51分頃	事故発生場所 茨城県神栖市	事故発生事象 1次)漏えい① 2次)	事故発生原因 主)腐食管理不良 副)
施設名称 液化塩素プラント	機器 熱交換器	材質 伝熱管: STPG370S シェル: SS400 管板、チャンネルカバー: SM400B	概略の寸法 熱交換器 3,687mm×400mm 伝熱管 3,000mm
ガスの種類及び名称 塩素	高圧ガス製造能力 (温度0度、圧力0Pa) 365,797 m <sup>3</sup> /日	常用圧力 1.53MPa	常用温度 55℃
被害状況(人身被害、物的被害) シェルに温水(ボイラードレン水)、伝熱管内に液化塩素を通して、塩素を加温する横置き型熱交換器の伝熱管の温水側外面(以下、「伝熱管温水側」)が腐食減肉により貫通し、そこから温水内に塩素が漏えいし、温水が送られる温水貯槽のベントから系外に放出されたもの。人的被害および物的被害なし			
事故の概要 この事故は、熱交換器(シェル:温水、伝熱管:塩素)の伝熱管温水側が外面腐食により減肉して貫通し、そこから温水内に漏えいした塩素が、温水配管を通じて温水貯槽に達し、当該貯槽のベントから系外へ漏えいした事故である。 以下、事故の概要を時系列で示す。 <ol style="list-style-type: none"> <li>① 7月30日19時51分にNo.1液化塩素プラントの液塩建屋内に設置されているガス検知器が発報したため、No.1液化塩素プラント内で漏えいが発生したと判断し、20時00分にNo.1液化塩素プラント及び次工程のNo.1アクロライドプラントを停止させた。その後、No.1液化塩素プラントに設置している温水貯槽ベントから塩素が放出されているのを確認したため、温水貯槽ベントと塩素除害塔ラインを接続して塩素除害塔を起動した。また、温水貯槽とポンプの接続管の腐食部からの微少漏れも確認し措置を実施した。(図1～図3 参照)</li> <li>② 20時40分からNo.1液化塩素プラントの液塩建屋内に設置されている下部に熱交換器①を有する塩素貯槽①からの移液を開始した。</li> <li>③ No.1液化塩素プラントの塩素貯槽①からの移液が完了したが温水貯槽ベントから放出される塩素濃度が減らないことから、7月31日7時35分に隣接しているNo.2液化塩素プラント及び次工程のNo.2アクロライドプラントを停止させ、7時50分からNo.2液化塩素プラントの下部に熱交換器②を有する塩素貯槽②からの移液を開始した。</li> <li>④ 13時15分にNo.2液化塩素プラントの塩素貯槽②からの移液が完了し、温水槽ベントからの放出が止まった。</li> <li>⑤ 各機器のパーズを行った後、検査を行ったところNo.2液化塩素プラントに設置している熱交換器②の伝熱管からの温水への塩素漏えいであることを特定した。</li> </ol> <p>                     発災当時、温水貯槽にはNo.1液化塩素プラントおよびNo.2液化塩素プラントの熱交換器①および熱交換器②の温水配管が接続されていたが、No.1液化塩素プラントの液塩建屋内の検知器が発報したことから漏洩箇所をNo.1液化塩素プラント内と誤認して、No.1液化塩素プラント及び次工程のNo.1アクロライドプラントを停止させていた。なお、温水貯槽は液塩建屋内に近接しており、またドアも開いていたため、放出された塩素が建屋内に流れ込んで検知器が発報したものであった。                 </p>			

事故発生原因の詳細

熱交換器(設置後 28 年経過)の伝熱管温水側は、温水による腐食の恐れがないと判断していたこと及び耐圧部ではなかったことから、開放検査のときは管板の目視点検と管板とチューブの溶接部の浸透探傷試験検査を実施し、伝熱管温水側は検査を実施していなかったため、伝熱管温水側の腐食が進行し貫通した。(図4、図5)

事故後、伝熱管を全て抜管して、目視検査したところ、97 本全ての伝熱管外面全体に肌荒れ状に腐食しており、1 本で貫通していることが確認された。また、肉厚測定の結果、元厚 3.9mm に対して、最小残肉厚 0.2mm から 1.9mm(最大腐食深さ 2.0mm から 3.7mm)だったものが 82 本であった。(図7～図9)

事業所側で講じた対策(再発防止対策)

(1) 熱交換器伝熱管の検査方法の見直し、以下の検査を実施

① 伝熱管外面検査の実施

シェル側ハンドホール2カ所を開放して、伝熱管外面の目視検査を実施する。

② 伝熱管検査:

(1)①の検査結果により全数検査もしくは抜き取り検査(20%を目安)を選択して、水浸超音波探傷検査を実施する。

(2) 温水の水質管理の実施(伝熱管の腐食防止)

① 溶存酸素の低減 : 温水タンクに窒素を封入して、溶存酸素を低減させる。

② pH 値管理 : 温水の pH 値を常時監視して、管理する。

(また、pH 値を常時監視することで塩素の微量も漏れも pH 変化で検出を可能となった。)

教訓(事故調査解析委員会作成)

① 温水を使用する熱交換器伝熱管の腐食防止のため、腐食要因となる溶存酸素及び pH 値の測定等を実施し、「JIS B 8223(ボイラの給水及びボイラ水の水質)」等を参考に温水中の溶存酸素低減及び pH 値管理等をすることが重要である。

② 水質測定で溶存酸素が多い場合などは、熱交換器伝熱管(温水側)について、目視可能な範囲において、定期的に外観検査を実施して腐食の有無について確認することが有効である。

事業所の事故調査委員会

なし

備考

キーワード

熱交換器、伝熱管、腐食、温水、塩素

関係図面(特記事項以外は事業所提供)

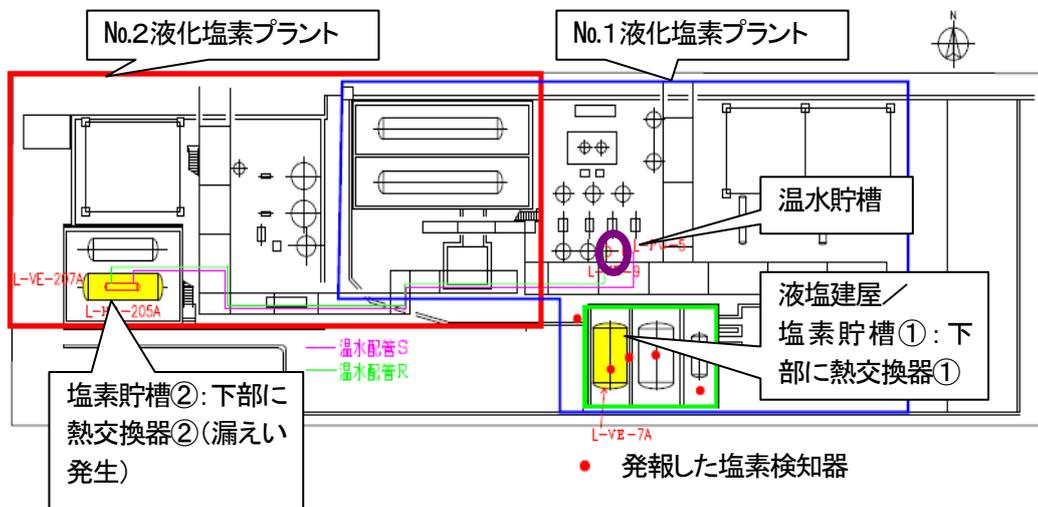


図1 液化塩素プラントおよび漏えい発生熱交換器等の配置図

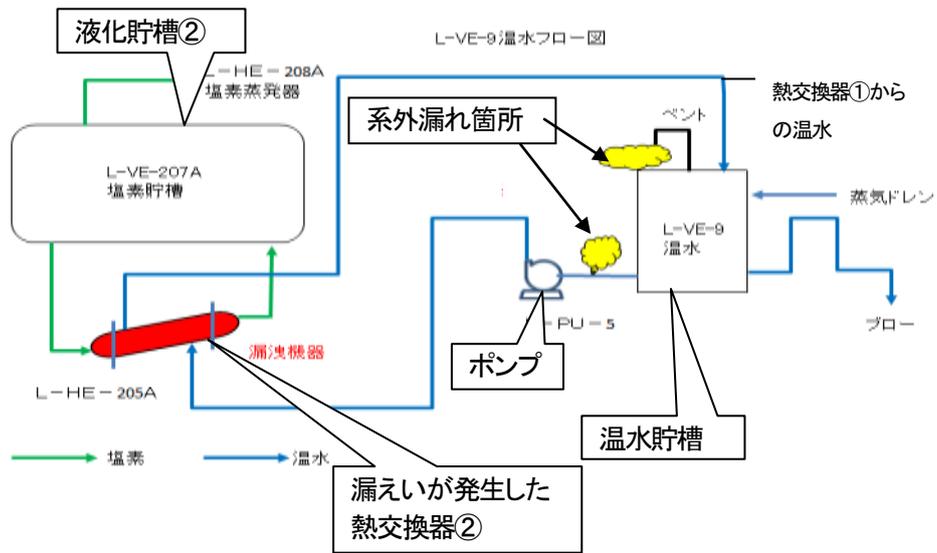


図2 漏えいが発生した熱交換器と温水貯槽のフロー図



図3 温水貯槽のベント(写真上)  
温水貯槽外観

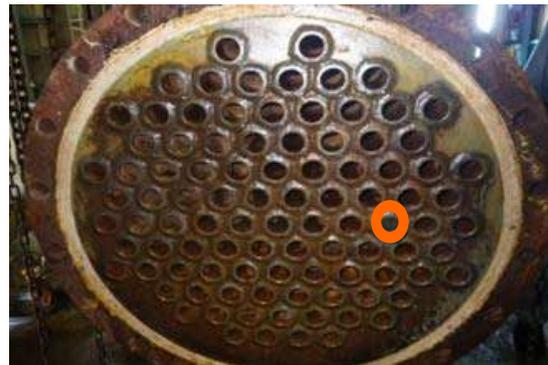


図4 熱交換器②の管板及び  
漏えいが発生した伝熱管の位置



図5 熱交換器②のマンホール部



図6 熱交換器②マンホール  
から伝熱管外面



図7 伝熱管:貫通部



図8 伝熱管:残肉厚 0.2mm

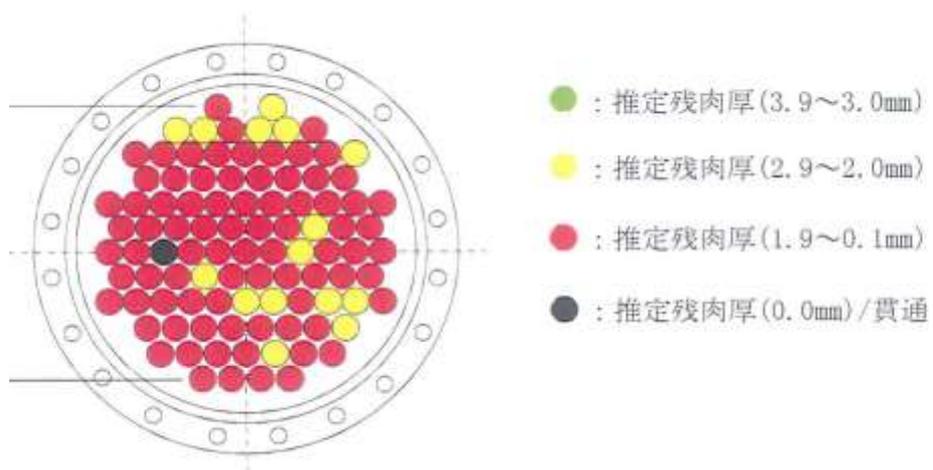


図9 伝熱管の残肉厚(最小値)の分布