

高圧ガス事故概要報告

整理番号 2017-138	事故の呼称 熱交換器のフランジより可燃性ガス漏えい、火災		
発生日時 2017年5月5日(金) 0時40分	事故発生場所 三重県四日市市	事故発生事象 1次)漏えい② 2次)火災	事故発生原因 主)締結管理不良 副)
施設名称 連続再生式 接触改質装置	機器 熱交換器	材質 本体フランジ:SFVC2A ボルト:SNB7 ガスケット:メタルジャケットガスケット	概略の寸法 本体フランジ 径 3020 mm 厚さ 54 mm
ガスの種類および名称 液化石油ガス (原料:重質ナフサ)	高圧ガス製造能力 203,448,215 m ³ /日(事業所) 10,613,822 m ³ /日(施設)	常用圧力 1.23MPa	常用温度 256℃
被害状況(人身被害、物的被害) 人身被害:なし、物的被害:なし			
<p>事故の概要</p> <p>連続再生式接触改質装置の計画的なシャットダウンに向けて、運転調整(ロードダウン)中に、液体窒素カードル車の運転手(協力会社)が熱交換器の本体フランジ付近から炎が上がっているのを発見し、製油所従業員へ連絡をした。(図1)</p> <p>その後、連続再生式接触改質装置の緊急シャットダウンを実施した。緊急シャットダウンの過程で炎は消失したが、熱交換器フランジ付近が一部炎に曝された。</p> <p>以下、事故の概要を時系列で記す。</p> <p>4月末 連続再生式接触改質装置の運転調整(ロードダウン)を開始。</p> <p>5月5日 00:40 液体窒素カードル車の運転手(協力会社)が熱交換器の本体フランジ付近から炎が上がっているのを発見。</p> <p>00:43 連続再生式接触改質装置を緊急シャットダウン開始。</p> <p>00:53 熱交換器の炎の消失を確認。</p>			
<p>事故発生原因の詳細</p> <p>次の①～②の要因が重なり合うことで、熱交換器フランジガスケット下部の面圧が低下し、ナフサの漏れが発生した。漏れたナフサはフランジ下部の保温材内にてベーパーライズし、ナフサが保温カバー内に充満し、ある一定のガス濃度(ガソリンの燃焼範囲 1.4～7.6 vol%)になった後、熱交換器高温部(約 400℃の熱面)に接触してフランジ上部より発火、保温カバーの開口部及びシール劣化部から火炎が噴出したと推察された。(ナフサの発火点 238℃(実測値))</p> <p>① 同一フランジ上部と下部で著しい温度勾配が発生。</p> <p>1) 計画的なシャットダウンに向けて、運転調整(ロードダウン)により4.0MPa スチームコンデンセートの流量が低下した。</p> <p>2) 運転調整(ロードダウン)に伴い、スチームコンデンセート出口ラインの調節弁の開度を小さくしたため、液の排出量が減り、チューブ内の下部にスチームコンデンセートが滞留した。そのため、シェル側流体の熱交換が進み、最終的にスチームコンデンセートの温度はシェル側入口流体であるスタビライザー塔底液温度の 190℃に近い温度まで下がった。</p> <p>3) その結果、フランジの上部と下部で著しい温度勾配(上部約 400℃、下部約 190℃)が発生し、ボルト軸力が低下した。(図4参照)</p> <p>② 熱交換器フランジのボルトの締付状態が不均一で、かつ、必要最小面圧以下であった。(図5参照)</p>			

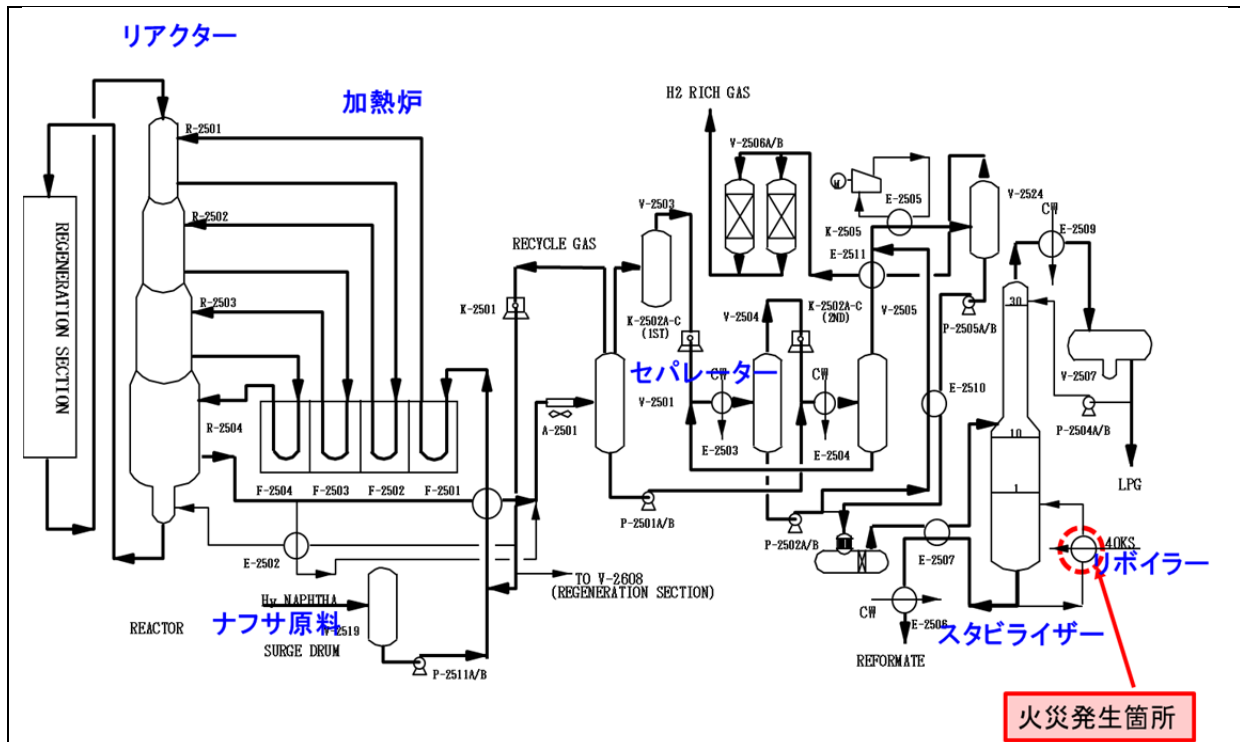
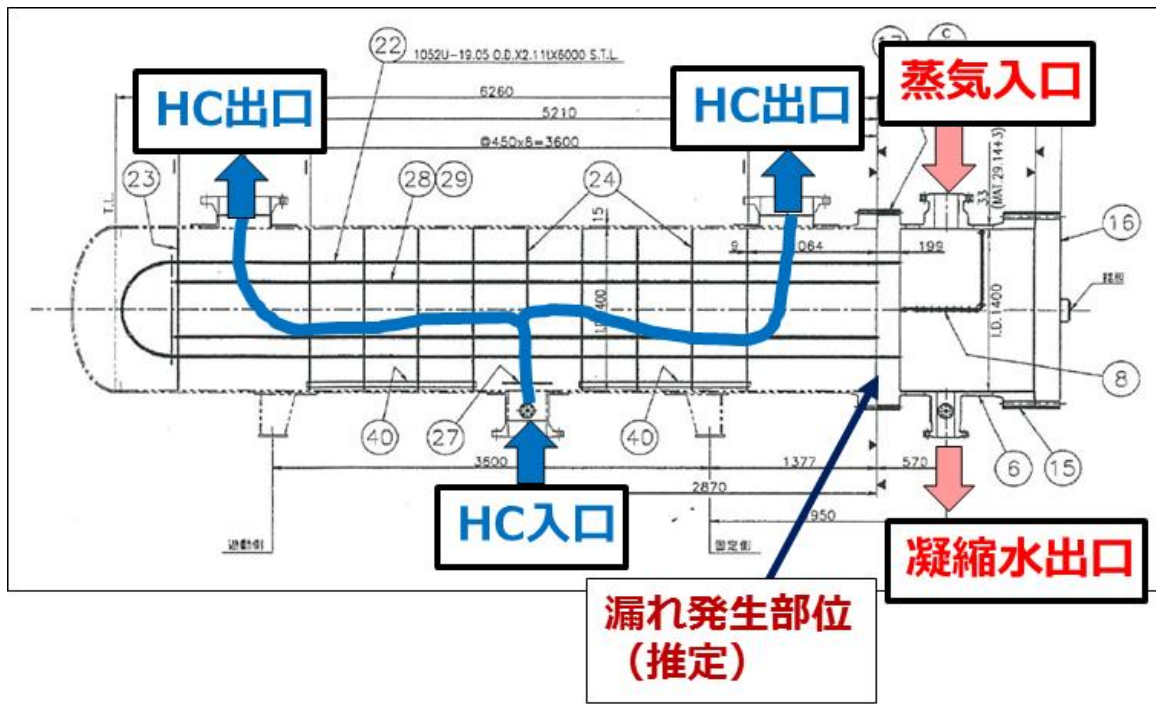


図1 連続再生式接触改質装置フロー図及び火災発生箇所



	シェル側	チューブ側
流体 :	HC (ナフサ)	4MPa 蒸気
温度 :	215→229℃	410→249℃
圧力 :	1.12MPa	3.9MPa
材質 :	SM400B	SCMV4
使用期間 :	21年	8年 (2009年更新)

図2 熱交換器概略及び漏れ発生部位

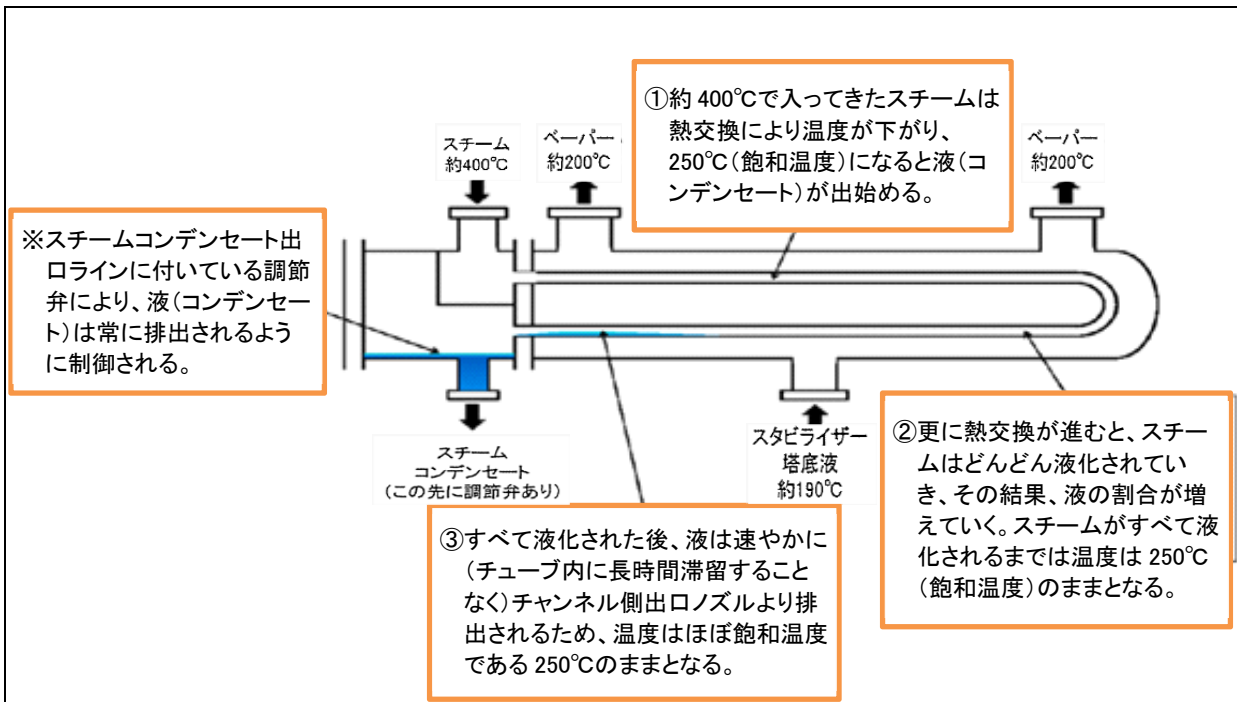
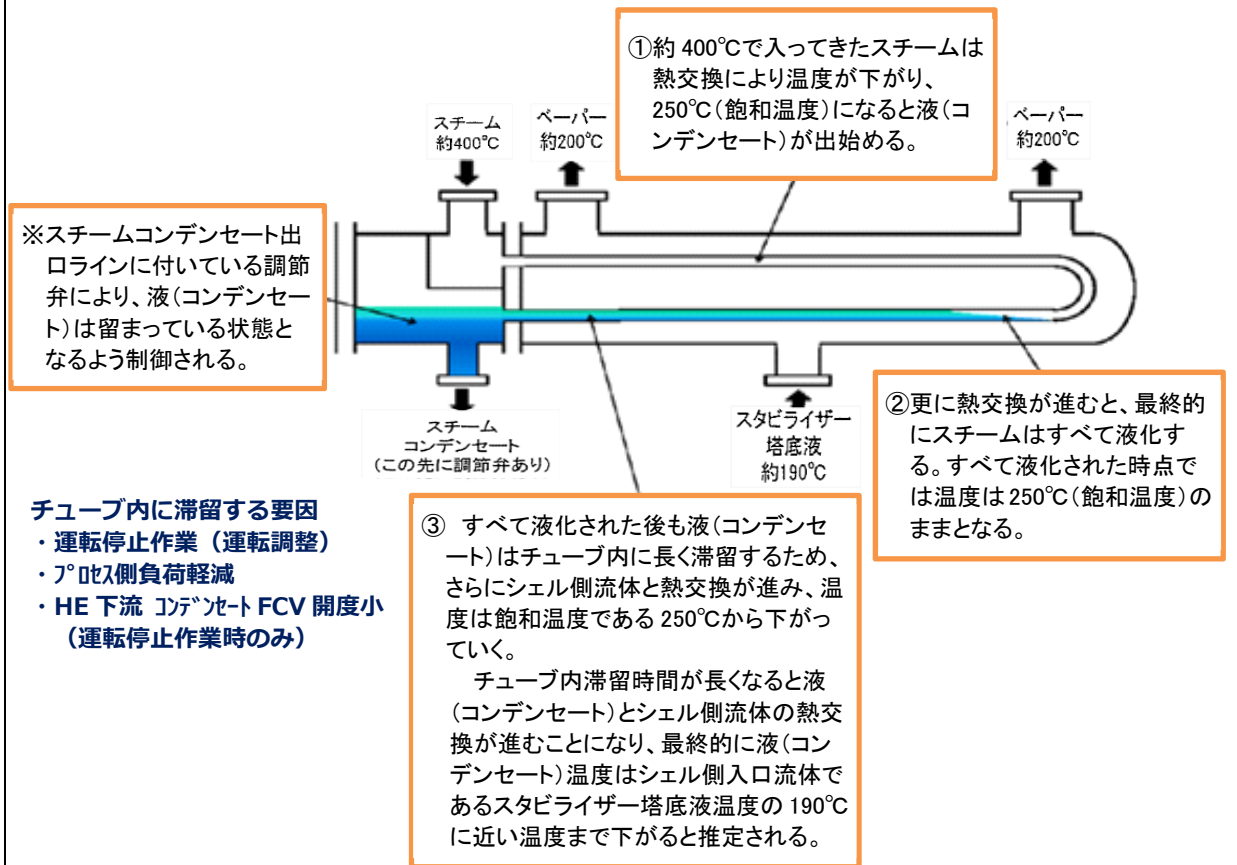


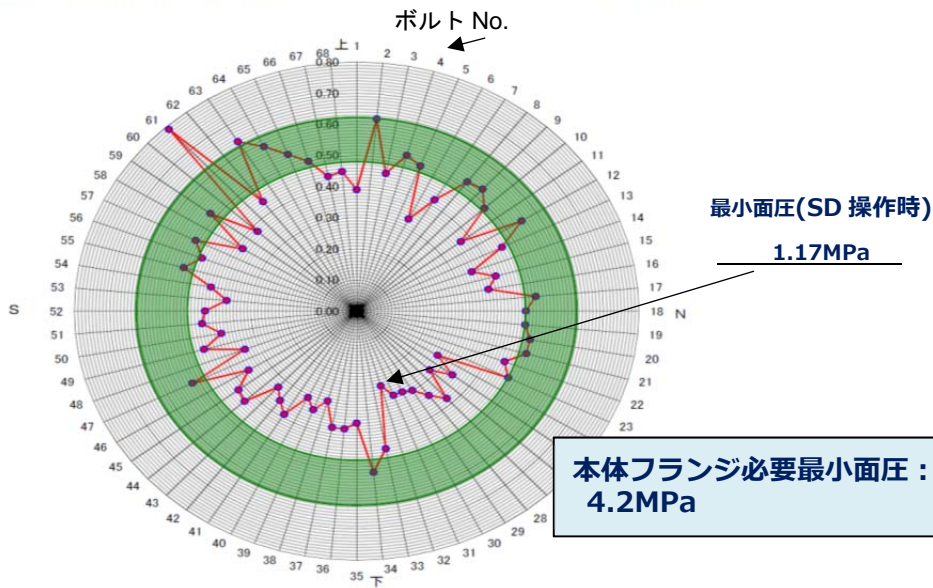
図3 通常運転時



➡ その結果、フランジ上部温度 400°C (スチーム入口温度とほぼ同じと推定)、フランジ下部温度 190°C (図中③参照) となり、温度差 ΔT : 210°C (400-190) となる著しい温度勾配変化が生じ、ボルト軸力が低下した。

図4 シャットダウン時(運転調整(ロードダウン))

ボルト締付管理伸び値(メタルジャケットガスケット)
 上限値=0.623mm/下限参考値=-0.479mm



・ 必要最小面圧 (4.2MPa) > 実際の面圧 (1.17MPa)
 ・ 面圧バラツキ

図5 ボルトの締付状態(残軸力実測値)

事業所側で講じた対策(再発防止対策)

- 熱交換器本体フランジのボルトの締結管理
 フランジ強度、ガスケットの推奨締付面圧およびボルト強度を加味した締付管理値を採用し、超音波ボルト軸力管理にてボルト締結を行う。
 締結管理を実施した場合には、フランジ必要最小面圧(4.2MPa)を下回らないことをシミュレーションで確認。(図6 参照)
- 熱交換器本体フランジの保温撤去
 熱によるボルト軸力低下を軽減するために、本体フランジに施工されていた保温材および保温カバーを撤去する。

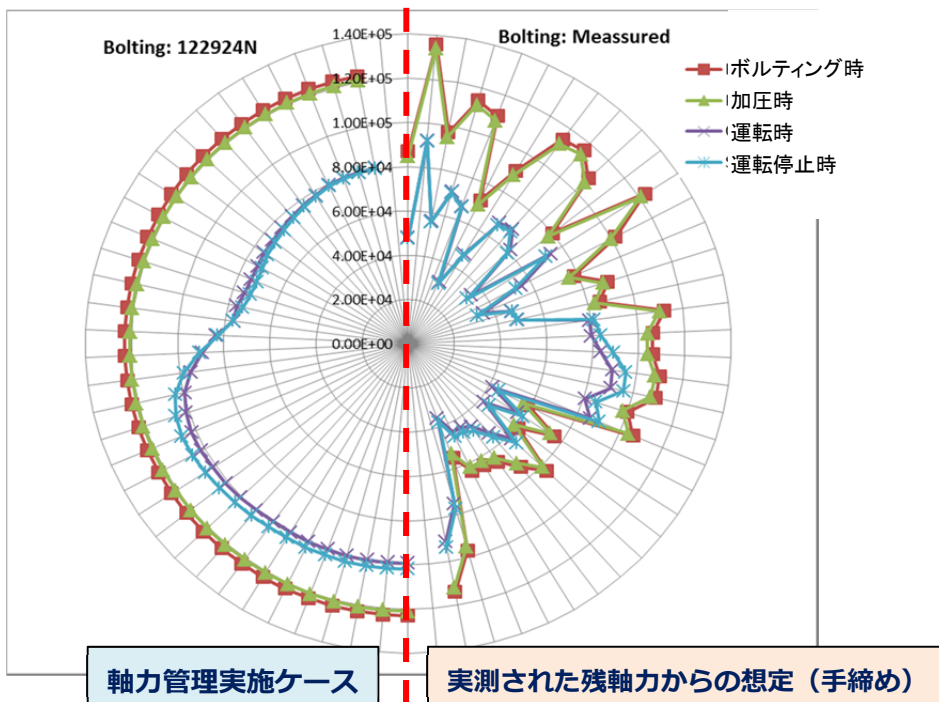


図6 フランジのボルトの軸力変化(シミュレーション)

教訓(事故調査解析委員会作成)

- ① 運転停止等の移行操作時には、熱交換器の内部流体により著しい温度勾配が生じるおそれがあるから、フランジのボルト締結には十分留意する必要がある。
- ② 運転開始後、温度変化が生じるフランジについては必要に応じて、ホットボルテイングなど、フランジのボルト締結管理を行うことが重要である。
- ③ 保温材および保温カバーの必要性を見直す必要がある。

事業所の事故調査委員会

- ・5月8日(月):第1回原因調査検討会
- ・5月17日(水):第2回原因調査検討会
- ・5月25日(木):第3回原因調査検討会
- ・6月1日(木):第4回原因調査検討会
- ・6月8日(木):第5回原因調査検討会
- ・6月30日(金):第6回原因調査検討会(最終回)

備考

なし

キーワード

接触改質装置、熱交換器、運転停止時の温度変化、ボルト締結管理

関係図面(特記事項以外は事業所提供)