

高圧ガス事故概要報告

整理番号 2019-522	事故の呼称 高圧法ポリエチレン製造施設ジャケット内のエチレン漏えい事故			
事故発生日時 2019年10月15日(火) 04時45分頃	事故発生場所 神奈川県 川崎市	事故発生事象 1次)漏えい① 2次)	事故発生原因 主)設計不良 副)	
施設名称 高圧法ポリエチレン 製造施設	機器 反応器ジャケット管	材質 AISI4340H (高強度鋼)	概略の寸法 内管 ID:31.7mm、OD:82.5mm	
ガスの種類および名称 可燃性ガス(エチレン)	高圧ガス製造能力 事業所 39,211,056 m <sup>3</sup> /日 製造設備 19,838,199 m <sup>3</sup> /日	常用圧力 38MPa	常用温度 350℃	
被害状況(人的被害、物的被害) 人的被害:なし 物的被害:ジャケット管内管損傷				
<p>事故の概要</p> <p>高圧法ポリエチレン製造施設に設置されているリアクター系列の反応器出口弁二次側の除熱ゾーン(PPVCゾーン:Post-Product Valve Cooler ゾーン)にあるジャケット管(二重管)に流す外管側の除熱媒体を、約160℃の高温水から約180℃のスチームへ切替えた際に、内管に流れているエチレンガスが外管に漏えいした。内管から外管へ漏えいしたエチレンガスが外管に流したスチームと混合し、スチームドレン回収配管系へ流入したことで、配管系内に設置している定置式ガス検知器がエチレンガスを検知し、発報した(図1参照)。</p> <p>エチレンガスの検知後、リアクター系列を停止し、その後、検知器のエチレンガスが0%になったことを確認した。</p> <p>なお、ジャケット管は28年間(1991年~2019年)使用していた。</p> <p>以下、事故の概要を時系列で記す。</p> <p>4時30分頃 通常運転中に製品銘柄切替えのため、反応器出口弁二次側のPPVC(除熱)ゾーンのジャケット管(二重管)の除熱媒体を、約160℃の高温水から約180℃の125ポンドスチームへ切替えた。</p> <p>4時45分頃 スチーム回収配管に設置している定置式ガス検知器が、断続的に発報した。ガス濃度も上昇傾向が見られたため、職長指示により現場の調査に入った。</p> <p>5時30分頃 定置式ガス検知器の排ガスをポータブルガス検知器でも測定し、漏えいを確認したことから、PPVC(徐熱)ゾーンのジャケット管の内管に異常があると判断し、リアクター系列の停止処置に入った。</p> <p>6時30分 リアクター系列の停止を完了した。</p> <p>7時30分 定置式ガス検知器の排ガスが、0%LELになったことを確認した。</p>				
<p>事故発生原因の詳細</p> <p>① 4本あるジャケット管のうち、上流から2本目(PPVC-2)の内管からの漏えいを耐圧試験で確認した。</p> <p>② PPVC-2のジャケットを解体し、内管外面の磁粉探傷検査の結果、2ヶ所に割れ</p>				

<p>を確認した。また、内管切断後の内面側からの非破壊検査で、2ヶ所の割れは1ヶ所の割れが貫通していることが確認できた。割れは内管の外面側の孔食を起点とし、外面側から内面側に進行する粒界割れである。組織観察を含む各種検査結果から、割れの原因は水素脆化(遅れ割れ)と判断された(図2参照)。</p> <p>③ ジャケット内の高温水から125ポンドスチームへの切り替えの液抜き時に空気(酸素)が混入し、管外面に孔食を発生させ、水素原子(プロトン)の作用により水素脆化割れが進展したと推定する。</p> <p>④ 管は内圧、自緊処理による周方向引張応力および温度の影響により割れが促進したと考えられる。</p>
<p>事業所側で講じた対策(再発防止対策)</p> <p>① 漏えいしたジャケット管の取替えを実施した(2019年11月、2020年9月)。</p> <p>② 他のジャケット管2本も2021年までに取替を行う。</p>
<p>教訓(事故調査解析委員会作成)</p> <p>① この事故は、明確な原因の解明に至らなかった同様の事故を以前に経験しており、原因を解明しなければ、同じ事故を繰り返す結果となる。</p> <p>② このジャケット管の材料は耐力が1000MPaを超える高強度鋼であるが、自緊処理をしている。自緊処理がもたらす効果に疑問がある。</p> <p>③ 割れは周方向の割れと軸方向の割れがほぼ直角に交叉しており、周方向の割れの先端(両側2ヶ所)と軸方向の割れの先端(両側2ヶ所)は分岐していることから、周方向の割れの起点と軸方向の割れの起点はいずれも、両者が交叉している位置である。両者が交叉している位置で、周方向の割れは連続しているが、軸方向の割れは食い違っていることから、最初に周方向の割れが発生し、その先端(両側2ヶ所)が分岐し、一方が周方向の割れとして連続的に進展し、他方が軸方向の割れとして方向を変えて進展したと考えられる。</p> <p>④ 割れの原因としての応力は、「内圧による応力(周方向引張応力)」、「自緊処理による応力(周方向引張応力と軸方向応力、表面層)」、「熱応力(等2軸引張応力、表面層)」の3つであるが、定量的に説明できない。</p> <p>⑤ 焼き入れ焼き戻し処理の高強度材において、旧オーステナイト組織の粒界割れの様相で破壊のメカニズムを特定することはできない。</p>
<p>事業所の事故調査委員会</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 2019年2月27日 トラブルフォロー報告会実施</li> <li>● 2019年6月5日 最終報告書承認</li> </ul>
<p>備考</p> <p>—</p>
<p>キーワード</p> <p>エチレン、漏えい、ジャケット配管、スチーム(蒸気)、水素、高強度鋼、粒界破壊、遅れ割れ</p>

関係図面(特記事項以外は事業所提供)

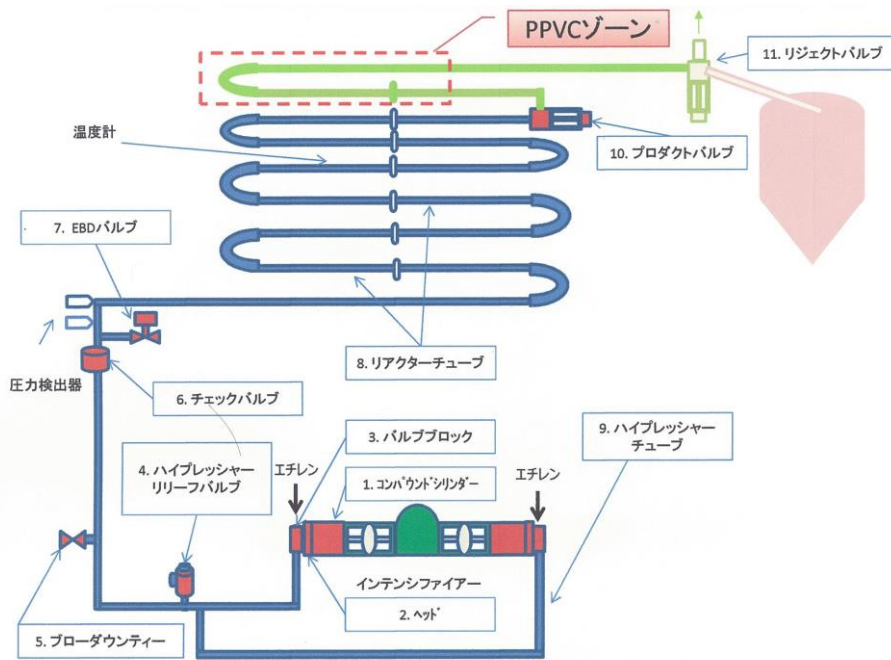


図 1 高圧法ポリエチレン装置 超高压系シンプルフロー

