

高圧ガス事故概要報告

整理番号 2024-687	事故の呼称 残油流動接触分解設備 プロピレン精製装置安全弁作動			
事故発生日時 2024年12月14日(土) 3時16分	事故発生場所 愛媛県 今治市	事故発生事象 1次)漏えい③ 2次)	事故発生原因 主)誤操作など 副)	
施設名称 残油流動接触 分解設備	機器 安全弁	材質 ボディ SCPH2 ディスク SUS316	概略の寸法 入口径:50.8mm JPI300RF 出口径:91.9mm JPI150RF	
ガスの種類および名称 可燃性ガス(プロピレン)	高圧ガス製造能力 290,981,930m <sup>3</sup> /日 (事業所) 63,213,033m <sup>3</sup> /日 (施設)	常用圧力 1.66MPa	常用温度 345℃	
被害状況(人的被害、物的被害) 人的被害:なし 物的被害:なし				
事故の概要 <p>プロピレンドライヤー(V-9504A)の定期再生中に、ボトム再生剤自動弁(AV-9511)が作動不良(開放操作不良)となり、再生シーケンス(以下、「シーケンス」という)が停止した。計器室にてシーケンスの再開措置を実施中、本来であれば、脱圧弁(XV-9543)を閉止するところ、誤って閉止予定の無いクーリング弁(AV-9525)を閉止したため、圧力上昇により、その系統とつながっている安全弁3基(PSV-9505、PSV-9506、PSV-9509)が作動した(図1~4および表1参照)。</p> <p>以下、事故の概要を時系列で記す。</p> <p>12月14日(火) 3時15分            プロピレンドライヤー(V-9504A)再生中にボトム再生剤自動弁が作動不良となり、シーケンスが停止した。</p> <p>3時16分            計器室でシーケンスの再開措置を実施中、閉止する弁を誤ったため、赤ラインの圧力が上昇した(図1参照)。すぐに誤って閉止した弁を開放したことで圧力が下がった。その後、パトロールなどを実施した結果、異常はなかったため、安全弁3基は作動していないと係長Aは判断した。</p> <p>12月15日(水) 9時00分            ボードマンのトレンドチェックにより、14日に一時的に安全弁作動圧力を超えたことを確認し、係長Bに報告した。</p> <p>9時05分            安全弁3基に異常がないことを確認した。</p> <p>9時20分            ドライヤー再生剤蒸発器、過熱器系統のガス検知を実施し、漏えいがないことを確認した。</p> <p>9時26分            係長Bは、14日時点の圧力が安全弁の吹出し圧力(1.75MPa)を超えて上昇していたことから、安全弁が作動したと判断し、公設消防へ通報した。</p>				

9時30分	事業所は愛媛県庁に連絡した。
9時36分	公設消防より、緊急性がないため、来所しないとの連絡があった。
事故発生原因の詳細	
<p>1. ガスの流れについて(図1参照)</p> <p>プロピレンドライヤー(V-9504A、V-9504B)のトップから排出されたプロピレンは、流量計(FC-9516)を通過したのち再利用されており、プロピレンが循環する流れとなっている。</p> <p>2. 圧力上昇の要因について</p> <p>計器室でシーケンスの再開措置を実施中、本来は脱圧弁(XV-9543)を閉止すべきところ、誤ってクーリング弁(AV-9525)を閉止した。その結果、赤ラインの流れが停止し、製品落油配管の圧力(2.0MPa)が系内に掛かったことで、圧力が1.2MPaから1.83MPaまで上昇した。</p> <p>3. 事故発生原因について</p> <p>(1) 直接原因</p> <p>ボードマンが手動操作にてシーケンスの再開措置を行う際に、計器室の制御画面(図5参照)にあるバルブ開閉状態を確認しながら操作していたが、誤って脱圧弁(XV-9543)を閉止すべきところクーリング弁(AV-9525)を閉止してしまった。</p> <p>(2) 間接原因</p> <p>計器室の制御画面では、シーケンスの全ステップのバルブ開閉状態を一覧表(図6参照)で表示しており、これを参考に再開するステップのバルブ開閉状態に合わせた後、スイッチをONとすることでシーケンスが再開されていた。しかし、この一覧表は他の情報も多いため見にくく、誤認しやすい作りとなっていた。(標準書には、再開時のバルブ開閉状態のみが別途一覧に整理されているが、制御画面を見て操作していた。)</p>	
事業所側で講じた対策(再発防止対策)	
<p>1. 直接原因および間接原因への対策</p> <p>シーケンスの再開措置を実施する際には、誤認の恐れがある現行の制御画面を使用せず、標準書に記載のバルブポジション一覧表を反映した専用制御画面(図7参照)を新たに作成し、当該画面からバルブ操作を行うよう運用を規定化する。また、専用画面の操作方法および運用手順について、全ボードマンへの教育を実施し、バルブの誤操作防止を徹底する。</p> <p>2. リスク管理状況検証後の改善対応</p> <p>バルブポジション一覧表に基づき手動操作を行った場合でも、誤認による誤操作の可能性は残る。このため、シーケンスを再開するステップを選択した際に、自動でバルブポジションを合わせることができる仕組みを検討する。</p> <p>3. 通報判断基準の再教育</p> <p>今後は、高圧ガス設備において安全弁吹き出し圧力を超過した場合には、安全弁の作動有無にかかわらず、設計圧力の超過の有無を確認し、既存の通報判断基準に従って適切に対応判断を行うよう、関係者への再教育を実施する。</p> <p>なお、事故当日は、圧力が安全弁吹き出し圧力を上回る1.83MPaまで上昇したことは認識していたものの、現場において以下の状況が確認されたことから、安全弁は作動していないと判断した。</p>	

<ul style="list-style-type: none"> <li>・安全弁の吹き抜け音が聞こえなかったこと。</li> <li>・安全弁二次側配管の結露が全く認められなかったこと。</li> <li>・二次側配管を触診したところ、気化熱による温度低下がなかったこと。</li> </ul> <p>4. 事業所内への周知徹底</p> <p>今回の事故の経緯、原因、再発防止対策などについて、事業所内で毎月開催される環境安全対策委員会にて説明し、周知を図る。</p>
<p>教訓(事故調査解析委員会作成)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>① 高圧ガスのプロセスにおいて設計圧力が変わる箇所は、事故の原因となる可能性がある。事業者はハザードを特定し、リスクに応じた適切な管理を行うことが重要である。</li> <li>② バルブ操作などは手順書に基づき行われるため、手順書は全従業員にとって理解しやすく、実際の運転現場でも活用しやすい形となっていることが重要である。手順書の内容は現場の状況を踏まえて定期的に見直し、実効性の高いものとする必要がある。</li> <li>③ バネ式安全弁は、設備保全の観点から重要な機器であるため、設備内圧力が安全弁の設定圧力を超えた場合は、安全弁が確実に作動しているかを確認する必要がある。作動条件を満たしても、安全弁が作動しない場合は、危険な状態であるため、不作動の原因を調査し、解明する必要がある。</li> <li>④ 計器室から遠隔操作によりバルブを開閉する場合、バルブ番号を誤認したまま操作すると、事故が発生する可能性がある。そのため、バルブの選択などの操作の自動化やシステムの自動化を進めることが望ましい。</li> </ol>
<p>事業所の事故調査委員会</p> <p>事業所内に事故調査対策委員会を設置し、事故原因の究明および再発防止対策について検討を重ねた。(全5回実施。2024年12月25日～2025年8月4日)</p>
<p>備考</p> <p>【機器概要】</p> <p>プロピレンドライヤー(V-9504A、V-9504B)は、プロピレンの水分を除去するための吸着塔である。通常は2塔同時に使用しているが、一定量の水分を吸着した吸着塔は通液を停止し、再生後に再度通液する工程を交互に繰り返すことで、連続して水分を除去している。水分を吸着した吸着剤を再生するため、ドライヤー再生剤過熱器(EH-9501)およびドライヤー再生剤蒸発器(E-9509)を使用し再生しており、今回の安全弁はそれらの機器を保護するために設置されている。トリーター再生剤過熱器(EH-9502)はプロピレントリーターの吸着剤再生に使用されている。</p>
<p>キーワード</p> <p>安全弁作動、誤操作、計器室、バルブ操作、遠隔操作、可燃性ガス、システムの自動化</p>
<p>関係図面(特記事項以外は事業所提供)</p>

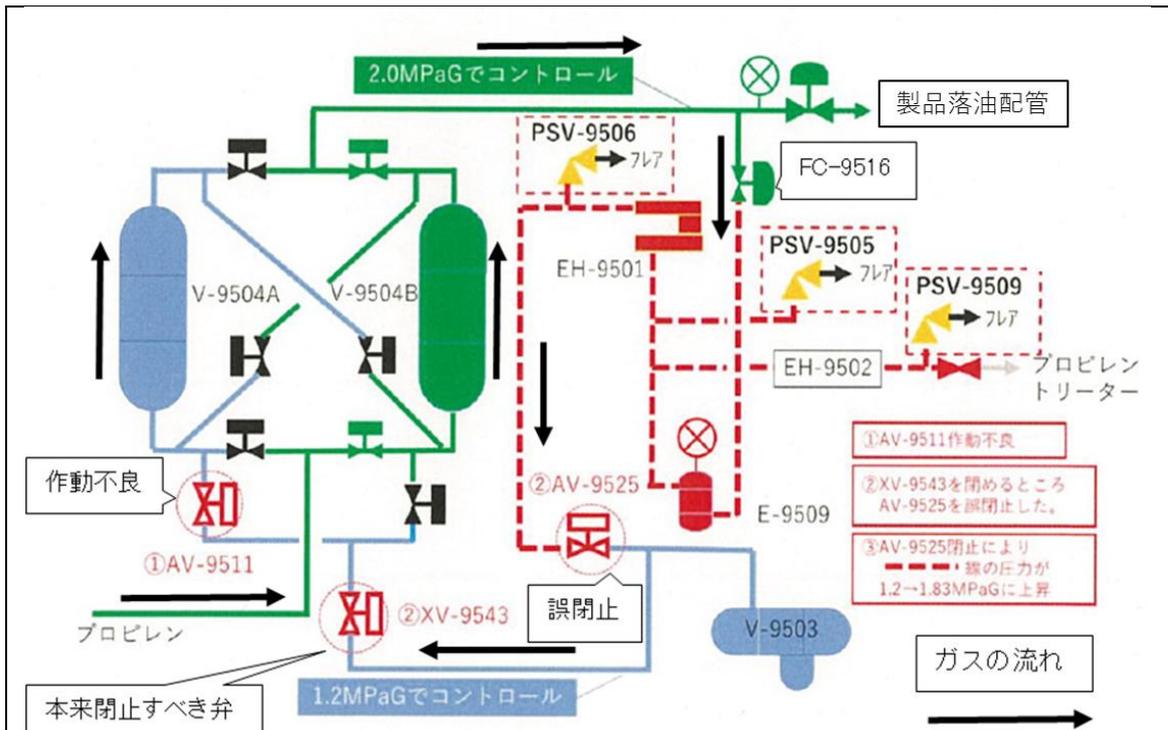


図1 プロピレンドライヤー設備フロー(事故発生箇所抜き出し)

表1 機器名称一覧

機器記号	名称
V-9504A、V-9504B	プロピレンドライヤー
AV-9511	ボトム再生剤自動弁
XV-9543	脱圧弁
AV-9525	クーリング弁
E-9509	ドライヤー再生剤蒸発器
EH-9501	ドライヤー再生剤過熱器
EH-9502	トリーター再生剤過熱器
PSV-9505、PSV-9506、 PSV-9509	安全弁
FC-9516	流量計



図2 プロピレンドライヤー2塔(V-9504A、V-9504B)

		
<p>ボトム再生剤自動弁 (AV-9511)</p>	<p>脱圧弁 (XV-9543)</p>	<p>クーリング弁 (AV-9525)</p>
<p>作動不良を起こした弁</p>	<p>本来閉止すべきだった弁</p>	<p>誤閉止した弁</p>

図3 関係バルブ外観



STEP	1-1	2-3	4-5	5-3	8-1	9-1
SW	SW9552A	SW9553A	SW9554A	SW9555A	SW9556A	SW9557A
AV9540	○	●	●	●	●	●
AV9527	●	●	○	○	○	●
AV9529	●	●	●	●	●	●
AV9517	○	●	●	●	●	●
AV9506	○	●	●	●	●	●
AV9511	●	●	○	○	○	●
AV9538	●	○	○	○	○	○
AV9535	●	●	●	●	●	●
AV9533	○	○	○	○	○	○
AV9508	●	●	●	●	●	●
AV9515	●	○	○	○	○	○
AV9520	●	●	●	●	●	●
AV9541	○	○	○	○	●	○
AV9524	●	●	○	○	●	●
AV9525	○	○	●	●	○	○
AV9523	○	○	●	●	○	○
XV9543	●	●	●	●	●	●

再開措置の手順

- ①再開するステップを選択する。(1-1、2-3、4-5、5-3、8-1の中から選択)
- ②選択したステップのひとつ前の状態にバルブを設定する。(例:2-3から再開する場合は、2-2の状態にする。)
- ③対象となるバルブ番号を確認し、②に従って開閉操作を行う。

○=OPEN or RUN

●=CLOSE or STOP

図 6 バルブポジション一覧表

PSU DRIER SEQ 3/4 (V9504A系)    PSU DRIER系    SEQ1/4 (V9504B)    SEQ2/4 (V9504B)    SEQ4/4 (V9504A)    PSU TREATER系

P19514 2.0MPa    P19514 2.0MPa

1-1 START確認    2-3 START確認    4-5 START確認    5-3 START確認    8-1 START確認

Treater Purge Opn SW    Treater Purge 可能です！  
※再始の表示にならば、1-1スタートボタンSWをONできます。

V9504A	Block Step					Depress Step					Regenerant LU Step					Start Regenerant Step					Heat Step					Cooling & Filling Step						
	1-1	1-2	1-3	2-1	2-2	3-1	3-2	3-3	3-4	3-5	4-1	4-2	4-3	4-4	4-5	4-6	4-7	4-8	4-9	4-9	5-1	5-2	5-3	6-1	6-2	6-3	7-1	7-2	7-3	7-4	7-5	8-1
AV9540	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
AV9527	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
AV9529	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
AV9517	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
AV9506	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
AV9511	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
AV9538	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
AV9535	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
AV9533	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
AV9508	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
AV9515	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
AV9520	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
AV9541	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
AV9524	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
AV9525	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
AV9523	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
AV9543	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
EH9501	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	
PC9509	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
PC9509	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
PC9509	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
FV9516	Ratio	Ratio	Ratio	Ratio	Ratio	Ratio	Ratio	Ratio	Ratio	Ratio	Ratio	Ratio	Ratio	Ratio	Ratio	Ratio	Ratio	Ratio	Ratio	Ratio	Ratio	Ratio	Ratio	Ratio	Ratio	Ratio	Ratio	Ratio	Ratio	Ratio	Ratio	
FV9516	Ratio	Ratio	Ratio	Ratio	Ratio	Ratio	Ratio	Ratio	Ratio	Ratio	Ratio	Ratio	Ratio	Ratio	Ratio	Ratio	Ratio	Ratio	Ratio	Ratio	Ratio	Ratio	Ratio	Ratio	Ratio	Ratio	Ratio	Ratio	Ratio	Ratio	Ratio	
FV9516	Ratio	Ratio	Ratio	Ratio	Ratio	Ratio	Ratio	Ratio	Ratio	Ratio	Ratio	Ratio	Ratio	Ratio	Ratio	Ratio	Ratio	Ratio	Ratio	Ratio	Ratio	Ratio	Ratio	Ratio	Ratio	Ratio	Ratio	Ratio	Ratio	Ratio	Ratio	
PI9513	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
PI9514	2.48	2.48	2.48	2.48	2.48	2.48	2.48	2.48	2.48	2.00	1.51	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38	
PI9550	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.46	0.96	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	
LI9507	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	90	80	70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
LI9508	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	90	80	70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
TI9520	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	40	40	40	40	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51		
TC9501	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
TC9501	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	40	40	40	40	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51		
TI9519	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	205	205	200	121	110	100	90	80	70	60	50	
AI9502	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

赤枠の5つの再開ステップを選択すれば、バルブポジション一覧表を反映した専用画面が開くようにシステムを改修した。

### 20-1 START確認画面

B塔 Pressurizing Line-up STEP (Step19-5)  
Valve position confirmation  
※AV/XVの開閉状態

20-1 START SW

AV9540	PV=2	開		×
AV9527	PV=0	閉		○
AV9529	PV=2	開		○
AV9517	PV=0	閉		○
AV9506	PV=2	開		×
AV9511	PV=0	閉		×
AV9538	PV=0	閉		×
AV9535	PV=0	閉		○
AV9533	PV=0	閉		○
AV9508	PV=0	閉		×
AV9515	PV=0	閉		×
AV9520	PV=0	閉		○
AV9541	PV=2	開		○
AV9524	PV=0	閉		○
AV9525	PV=2	開		○
AV9523	PV=2	開		○
XV9543	PV=0	閉		○
EH9501	OFF	停止中	○	○
PC9509	MAN MW=0%	0.0%	○	○
TI9519	PV≦DT		○	○

ひとつ前の工程におけるバルブの開閉状態を誤らないようにバルブの開閉状態を確認できる新たな画面を作成した。すべての項目が「○」であることを確認したうえで、再開作業を実施する。

図7 バルブポジション一覧表を反映した専用画面