

## 高圧ガス事故概要報告

整理番号 2008-527	事故名称 プロピレン冷凍圧縮機吐出ドレン配管からの漏えい		
事故発生日時 2008-9-1(月) 23時 30分	事故発生場所 茨城県神栖市		
施設名称 エチレン製造施設	機器名 プロピレン冷凍圧縮機吐出ドレン配管	主な材料 STPG370S	概略の寸法 1B×Sch80
高圧ガス名 プロピレン	処理能力(Npl.) 約 363 百万m <sup>3</sup> /日	常用圧力 1.67MPa	常用温度 -40℃～75℃
被害状況 エチレン製造施設の定常運転中、ガス検知器が作動し、現場調査を行ったところ、プロピレン冷凍圧縮機吐出ドレン配管の取り出し部からの漏えいを確認した(人的被害なし)。			
事故概要 <ol style="list-style-type: none"> <li>① 定常運転中のエチレン製造施設で計器室のガス検知器が発報した。</li> <li>② 直ちに、現場調査を行ったところ、エチレンプラントに付属する冷凍設備であるプロピレン冷凍圧縮機(2K-500)4 段吐出ドレン配管の取り出し部より、プロピレンガスが漏えいしているのを発見した。直ちに、119 番通報を実施した。</li> <li>③ エチレンプラントの緊急停止操作を開始し、漏えい源のプロピレン冷凍圧縮機を縁切りして、脱圧後、窒素パージを行った。</li> <li>④ 漏えい発見から約1時間25分後に漏えい部付近のガス濃度がLEL0%を確認した。(人的被害なし)。</li> </ol>			
事故原因 <ol style="list-style-type: none"> <li>① 漏えい箇所の外観点検の結果、プロピレン冷凍圧縮機吐出ドレン配管の溶接部近傍に割れを認めた。</li> <li>② 配管、サポート部の変形等はなかった。</li> <li>③ SEM 観察の結果、破面にはストライエーションが確認され、疲労破壊による開口と判断された。</li> <li>④ 溶接部は、平成4年の施工時に浸透探傷検査を実施しており、問題ないことを確認していた。また、事故後に放射線透過試験を実施し、溶接施工上の問題はないことを確認した。</li> <li>⑤ プロピレン冷凍圧縮機は、平成4年の建設当初より、運転時の振動が発生しており、建設コントラクターとともに状況把握、対策の検討を重ねてきた。</li> <li>⑥ 平成18年には、吐出配管の振動測定、解析を行った結果、流体起因の振動が発生しやすい形状になっているものと考えられ、配管の部分改造、サポートの増設など、振動対策を平成21年の定期修理で施工するよう計画していた。</li> <li>⑦ このプロピレン冷凍圧縮機は、平成4年のプラントスタート以来使用しており、これまでに22回の起動操作を実施している。この圧縮機の起動開始時には、吸入最低必要流量を確保する必要から、吐出側から、各段吸入側に戻すミニマムフローラインを使用している。起動開始時には、ミニマムフローラインを必要とし、このとき、4段吐出配管で振動が発生することが確認されており、今回の定修においても、同様の振動があったことを運転員が確認している。</li> <li>⑧ このドレン配管の固有振動数を計測した結果、7.5Hz であり、4段吐出配管の運転中の振動周波数が7Hz であることから、共振する可能性が高いが、</li> </ol>			

運転時の配管振動では、割れ発生部に生じる応力は有限要素法により75MPaと計算され、疲労限度以下である。

- ⑨ ただし、起動時の振動を事故後に測定、検証した結果、振幅は400 $\mu$ m、振動周波数は1.9Hzの状態が3時間程度続くことが分かり、有限要素法によって、発生応力は133MPaと推定された。これは疲労限度以上の応力であり、約3時間×22回での繰返し数 $4.5 \times 10^5$ 回で疲労破壊に到ったと考えられる。
- ⑩ 従って、この事故の原因は、プロピレン冷凍圧縮機の起動時、配管に発生する低周波の振動によって、圧縮機吐出ドレン配管のソケット溶接止端部付近で疲労破壊に至ったものと推定している。

#### 再発防止対策

- ① 発災した吐出ドレン配管を更新する。
- ② 振動解析を行い、サポートを増設して、共振を防止し、疲労限以下とする。
- ③ ソケット溶接部に補強のリブを取り付ける。
- ④ 水平展開として、類似配管を確認し、異常箇所は補修、補強する。
- ⑤ 通常運転において、振動が発生している配管と運転員からのヒヤリングに基づき、スタートアップなど非定常時に特異な振動が発生している配管の1)小口径配管取り出し溶接部、2)小口径ノズル溶接部、3)本管との分岐部、4)溶接接合しているサポート部の検査を実施して、異常の有無を確認する。

#### 教訓

- ① 定常時と非定常時に発生する振動、往復運動で発生する振動、回転運動で発生する振動、流体振動など、振動対策を完全に施工することは容易ではない。設計時にドレン配管を含めた全ての振動解析を行うことは、費用も期間もかかり、必ずしも現実的ではなく、実際の施工によっても固有振動数は変化する。設備の完成後、定常運転、スタートアップ時の特異な振動にたいして、運転と設備管理のメンバーは常に注意を払う必要がある。
- ② 圧縮機のスナッバーなどは、ノズル取り出し部に補強のリブが設置されているものがほとんどである。過去の経験、知見に基づき取り付けられているものと考えられ、圧縮機、ポンプの吐出配管など振動が顕在化している配管からの枝管、ドレンノズルなど、補強のリブを取り付けることも振動対策の一つである。この場合、補強リブの取り付け溶接部は、耐圧部の溶接と同等な健全性を確保する必要がある。
- ③ ベントノズル、行き止まり配管、小口径配管など、目の行き届かない配管に着目して欲しい。

#### 備考

事故調査委員会

写真・図面

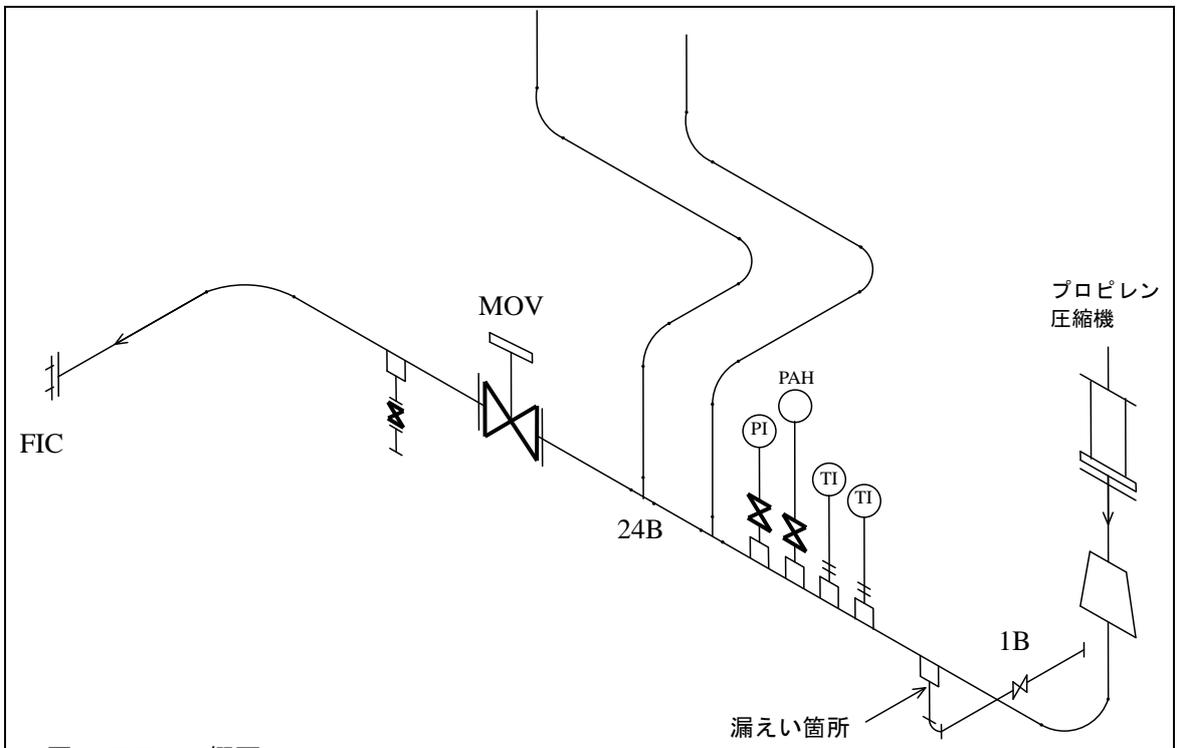
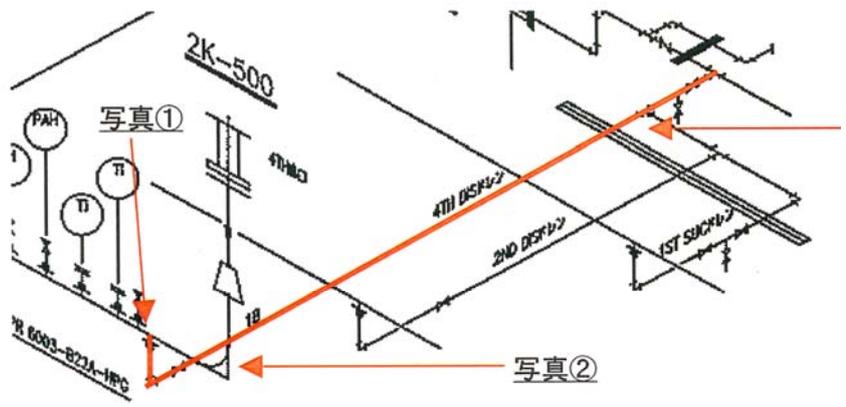


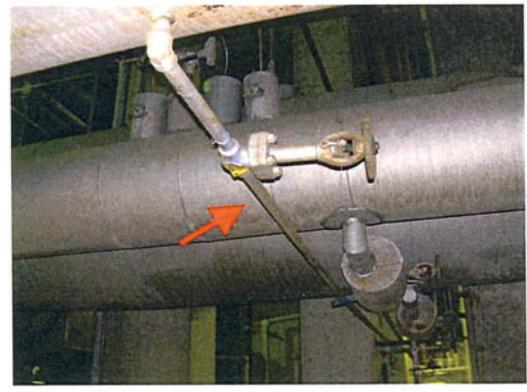
図1 フローの概要



写真1 割れの状況



<当該ライン スプール図>



写真①  
図 2 漏えい箇所の状況

写真②

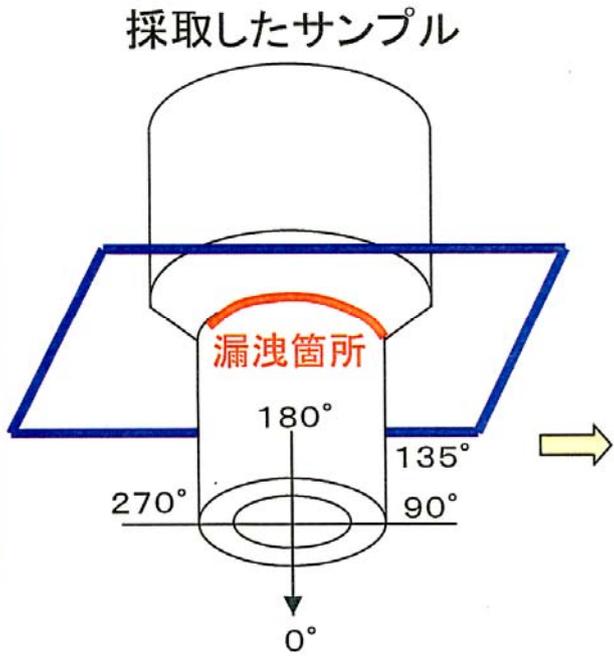


図 3 割れ部の状況

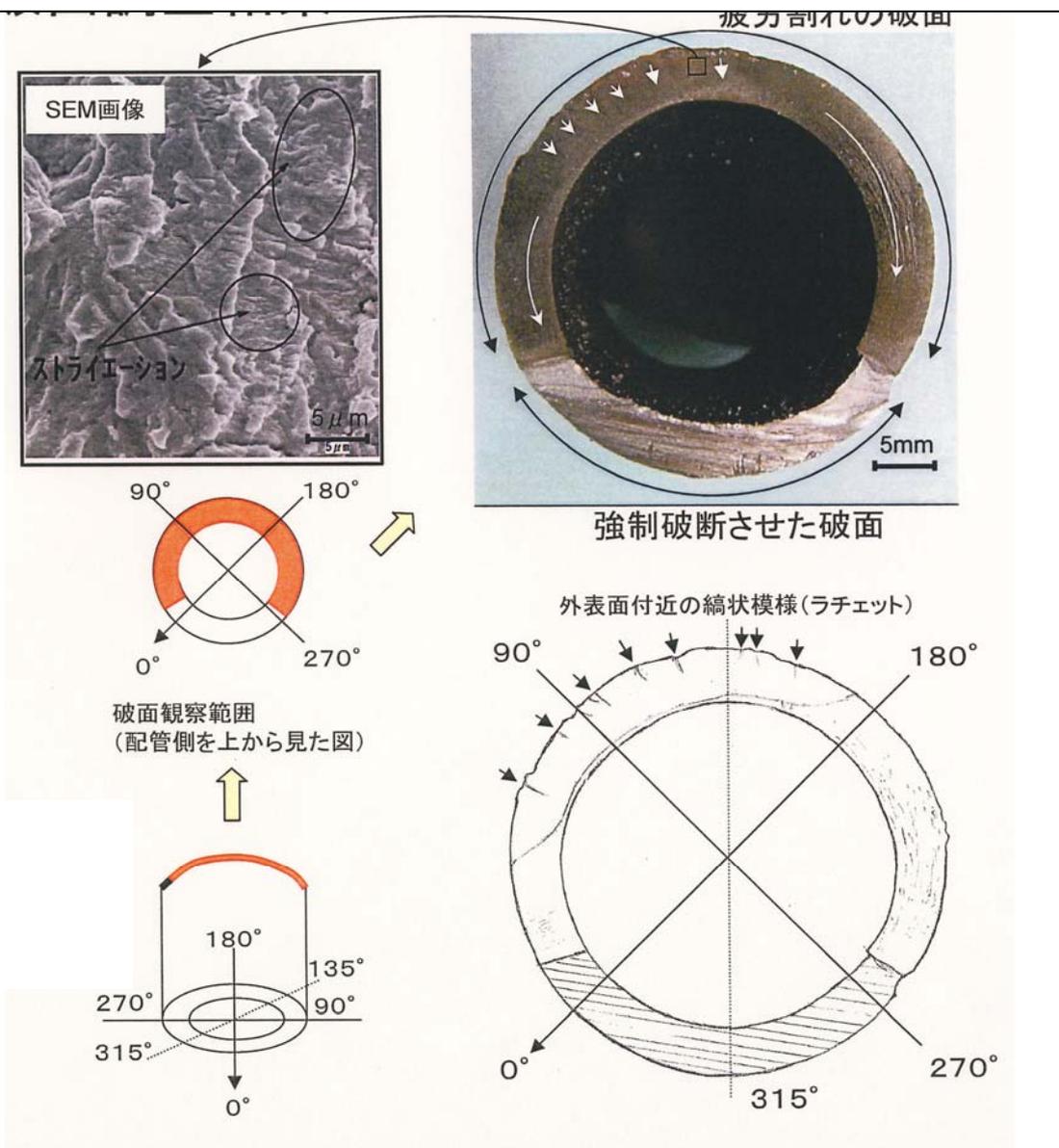


図4 破面の状況