

## 高圧ガス事故概要報告

|   |  |   |                      |
|---|--|---|----------------------|
| 整理番号<br>2007-104  | 事故名称<br>空気分離器循環ポンプからの液化酸素漏えい事故               |   |                      |
| 事故発生日時<br>2007-2-24 9時10分頃  | 事故発生場所<br>広島県福山市                             |   |                      |
| 施設名称<br>空気分離装置  | 機器名<br>液体酸素循環ポンプ<br>(片吸込型渦巻ポンプ)              | 主な材料<br>ケーシング、インペラー：<br>AC4C-T6<br>ストレーナー本体：BC6<br>エレメント：SUS304 | 概略の寸法<br>---         |
| 高圧ガス名<br>液体酸素   | 高圧ガス製造能力<br>4,320 千 m <sup>3</sup> /日 (Nol.) | 設計圧力<br>0.75MPa   | 設計温度<br>- 196 ~ + 40 |
| 被害状況<br>通常運転中、空気分離装置の液体酸素循環ポンプ(液酸ポンプ)の吸入側伸縮継手、ケーシングなどが破損し、液体酸素が漏えいした。   |  |   |                      |
| 事故概要<br>2月21日 16:00 空気分離装置起動<br>2月22日 15:00 液酸ポンプ起動<br>2月24日<br>8:45 製造係運転員が、通常運転中の空気分離装置のパトロールを開始した。<br>8:50 発災した液酸ポンプにおいて、運転圧力及び機械音に異常が無いことを確認した。また運転管理室においても、軸温、振動及び加速度の異常が無いことを確認した。<br>9:10 現場パトロール員から、液酸ポンプより系内の液体酸素が噴出しているとの連絡があった。<br>9:15 装置を緊急停止し、液酸ポンプの遮断措置を実施した。<br>9:18 事業所内緊急連絡系統にて、従業員の緊急招集がなされた。<br>9:22 立入禁止処置及び保全道路の交通規制が開始された。<br>9:24 消防などへ連絡がなされた。<br>10:30 漏えい量が少量となり、直後に交通規制が解除された。  |  |   |                      |
| 事故原因<br>液酸ポンプの主軸及び軸受けは健全であったが、ポンプ吸入側伸縮継手が溶損し、ケーシングは破断していた。また、インペラーは主軸周辺部分を残し破損していたが、残存部品には接触痕が無いことが確認された。<br>コールドボックス内の圧力が上昇して外槽板が割れ、保冷材が飛散していた。<br>ポンプ吸入側にあるストレーナーの内部点検の結果、ストレーナーエレメントが溶損しており、またストレーナーエレメントのパンチングメタルの残材が、下流部の伸縮継手及び液酸ポンプ内で発見された。<br>ストレーナーの上流部には、溶損は認められなかったが、下流部には、ステンレスのノロが観察された。<br>伸縮継手はベロー部及びカバーが消失し、フランジ部のみ残存していた。破断したケーシングの破面観察及び引張試験を実施した結果、破面は延性破壊を示しており、また材料強度に問題はなかった。このため、ケーシングの破断は、内部圧力の上昇による延性破壊と推定された。<br>従って、ストレーナー部が事故の起点であり、ストレーナーエレメントの溶損によって系内の温度が上昇し、圧力が急上昇したことによって、液酸ポンプのケーシングが破断したと推定された。 |  |   |                      |

低温、低圧状態である液酸中において、ストレーナーエレメント自体において直接酸化反応が発生する可能性は低いと考えられる。

FTA 手法により、ストレーナーエレメント部における溶損要因の推定を行った。その結果、

- a) ストレーナー部における異物の堆積により圧力損失が増加
- b) 気相部が発生して気液混合状態となり、異物が帯電
- c) 気液混合状態の部位には、さらに炭化水素が濃縮、析出
- d) 帯電した異物が放電し、炭化水素が酸化反応を開始
- e) 異物も酸化反応を開始した結果、エレメントが溶損

というシナリオが推定された。その他、異物による摩擦熱も考えられる。

異物は、アルミニウム、ステンレス鋼、吸着剤ゲル成分であるシリカ等と推定された。

これらが発生した要因は

- a) 建設時、点検時に混入
- b) 吸着剤の劣化
- c) 老朽化による内部破損

が考えられる。また、析出したドライアイスも異物の一部と推定された。

一般的に炭化水素は、金属と比較して酸化反応性が高く、反応時の生成エネルギーが大きい。従って、液酸中に溶解している炭化水素が最初の酸化反応物質であったと推定された。

液酸中の炭化水素は、装置起動直後に、保冷材及びストレーナー部が十分に冷却されていないことにより生じる侵入熱により、局部的に液酸が蒸発して濃縮・析出することも推定された。

#### 再発防止対策

ストレーナーエレメントの材質を、酸化反応が起こりにくいニッケル合金に変更した。Y型ストレーナーの捕集部における炭化水素の滞留低減を目的として、コーン型(コニカル型)のストレーナーエレメントに変更した。

コールドボックス内の改造、修理後は、ポンプ起動後 36 時間以内にストレーナーの点検を行い、異物を除去することとした。

ストレーナー手前にプレフィルターを設置し、大きな異物はこのプレフィルターで捕捉できるよう設備を改良した。

ポンプ予冷前に、液酸中のドライアイス析出の有無を確認することとした。

差圧計を設置し、ストレーナー部の圧力損失を監視することとした。

#### 教訓

炭化水素の濃縮・析出及び滞留、ストレーナーに堆積した異物の帯電、放電といった事象が重なり、事故に至ったと推定されているが、高濃度酸素中の酸化反応は急激に進行し、大きな事故につながる恐れがあるため、その取扱いには十分注意が必要である。

高濃度の酸素中では、小さな堆積物でも、酸化反応のトリガーとなる。ストレーナー等、異物が堆積しやすい箇所については、適切な点検を行い、可能な限り異物を除去する必要がある。

異物の堆積しやすい箇所には、設備の状況に応じ、できるだけ酸化反応が起こりにくい材質(ニッケル合金、ニッケル銅合金)を使用することも事故防止に有効である。

#### 備考

事故調査委員会

関係図面

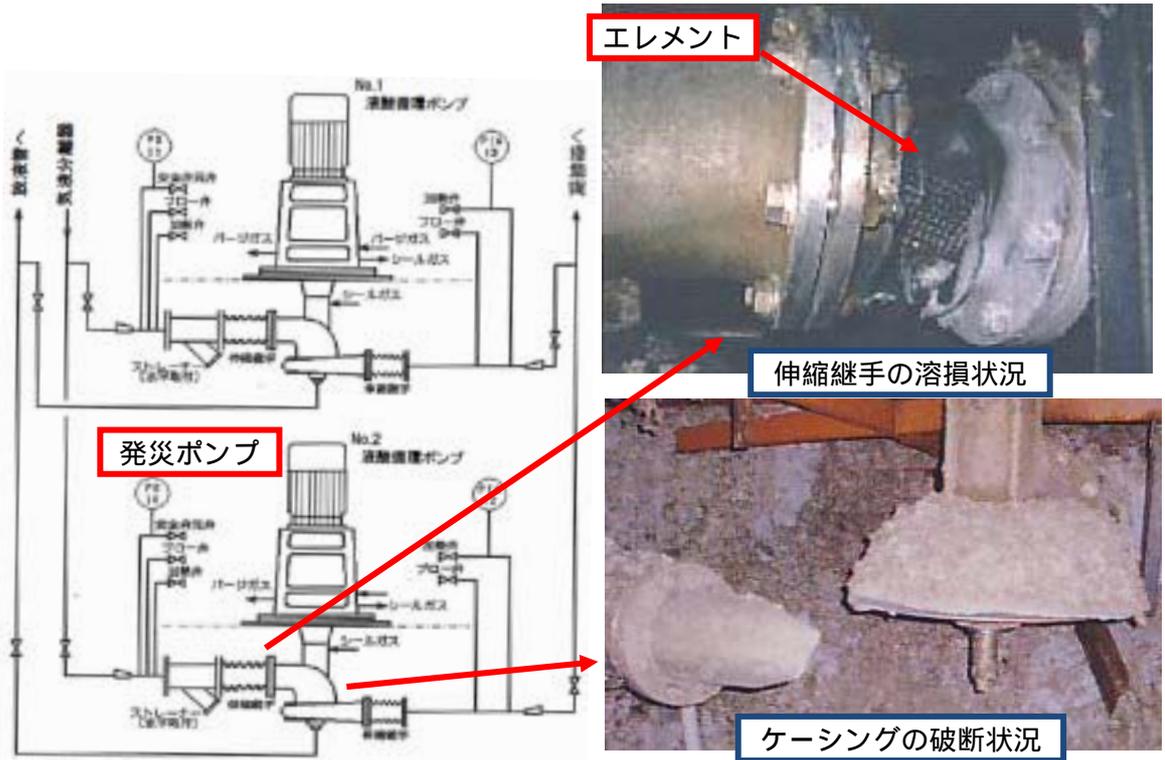


図1 発災ポンプ図面及び損傷状況

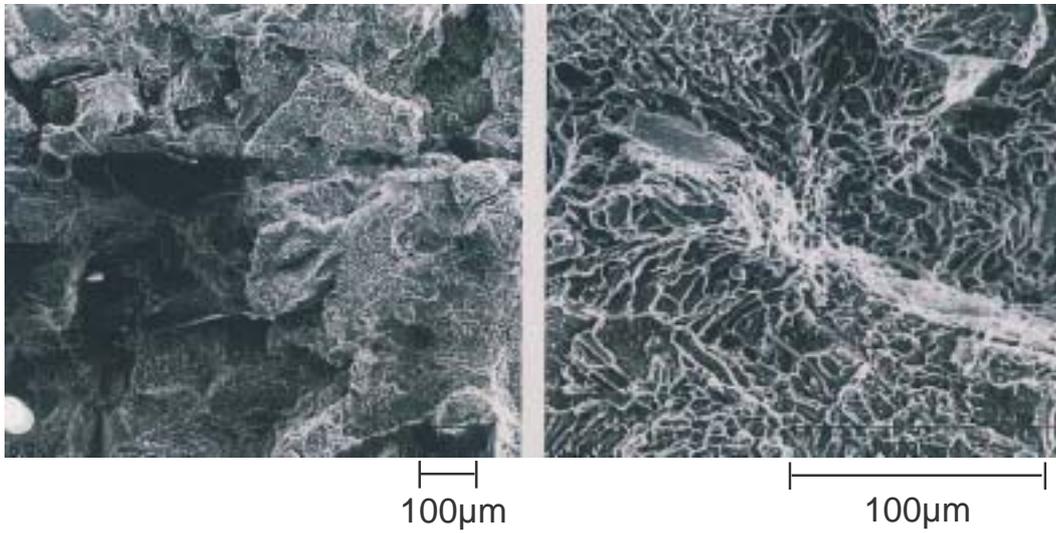
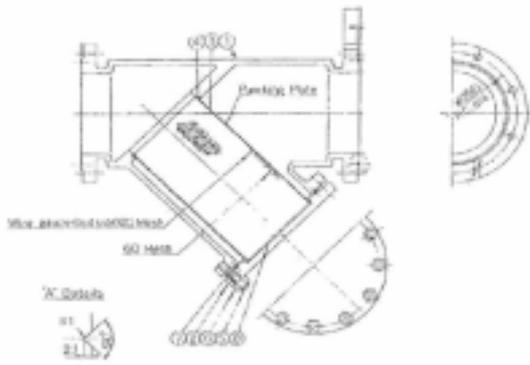
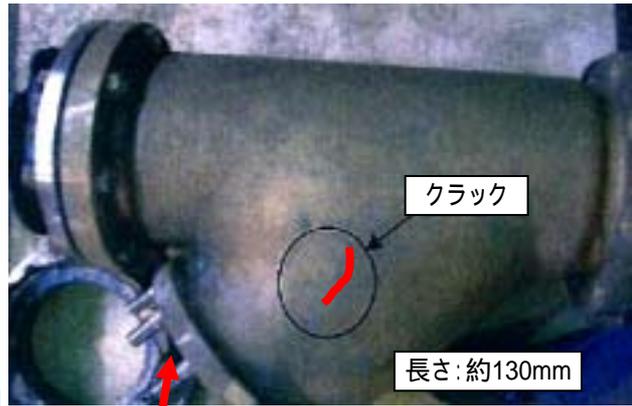


写真1 ケーシング破断面の電子顕微鏡写真



- ストレーナー本体仕様  
型式: Y型ストレーナー  
口径: 200A  
本体材質: BC6  
(青銅鑄物)



ストレーナー仕切りフランジ  
中央部に6.1mmの膨れ

写真2 ストレーナー本体の損傷状況

図2 ストレーナー図面



- ストレーナーエレメント仕様  
パンチングメタル: 10mm角穴、ピッチ13mm  
厚さ2mm  
金属フィルター: 外側: 20mesh、内側: 60mesh  
材質: SUS304、重量: 2.2kg

写真3 ストレーナーエレメントの損傷状況



写真4 コーン型(コニカル型)ストレーナーエレメント

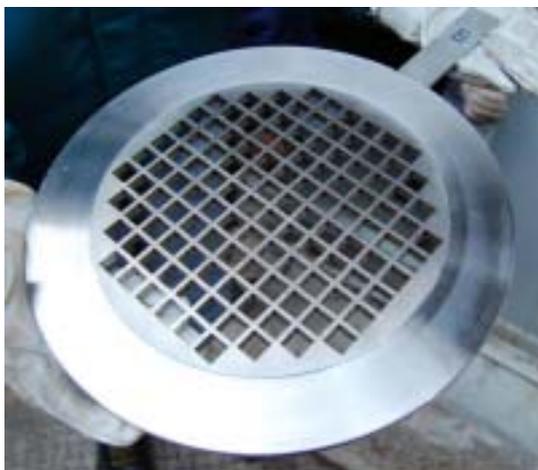


写真5 プレフィルター