

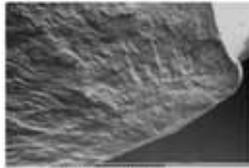
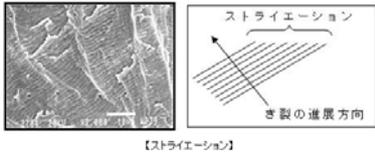
平成 24 年 2 月に発生したトラブル事象について (1 / 2) (最終報・第 2 報)

(前報からの変更箇所を赤字で記載)

区分Ⅲ

件名	冷水ユニットからの冷媒ガス(R407E)の漏洩
発生日時	平成 24 年 2 月 9 日(木) 11 時 00 分頃
発生場所	処理棟 4 階 冷水・空気圧縮機室内 冷水ユニット B-2 号機 (非管理区域)
環境への影響	フルオロカーボン 407E (地球温暖化係数 1360) 約 85kg (CO <sub>2</sub> 換算約 116t) の放出
PCB 汚染の可能性	なし
概要(時刻は頃) (応急措置等)	<p>【設備概要】</p> <p>用役設備のひとつである冷水設備は、冷水ユニット、冷水タンク、冷水ポンプ、冷水循環ポンプで構成されている。冷水ユニットはA号機とB号機があり、それぞれA-1～4号機、B-1～3号機の計7台の冷凍機で構成されており、冷媒としてフルオロカーボン407E(代替フロン HCF-32(ジフルオロメタン)25%/HFC-125(ペンタフルオロエタン)15%/HFC-134a(1,1,1,2-テトラフルオロエタン)60%の混合物。)を使用している。</p> <p>【時系列】</p> <p>2/4 10:45 冷水ユニットB-2号機の吸込圧力低下警報が発生したが、アラームリセットと負荷を調整することで11:55までに解消。</p> <p>2/9 11:00頃、冷水ユニットのメーカー技術者がB-2号機の内部を確認したところ、冷媒ガスの漏洩を発見。漏洩箇所は、B-2号機の圧縮機内の圧力を感温式膨張弁に伝える均圧管(圧縮機側)のフレア部に発生したクラックで漏洩量は約85kg(初期充填量87kgに対し残量が約2kg。漏洩した冷媒の沸点が-43.9 のため、ガスとして漏洩)現場での確認後、均圧管を取外し、メーカーに持ち帰って詳細調査を実施。</p> <p>2/14 製造メーカーの報告により、均圧管を交換する必要があることが判明。2/20からの定期点検に合わせて同型機6機を含む冷水ユニット7機の均圧管の交換工事を計画。</p> <p>2/22～24 冷水ユニットB-2号機の均圧管交換工事及び冷媒充填を実施。</p> <p>2/25～27 同型の冷水ユニット6基(A-1～4、B-1、B-3号機)の均圧管交換工事を実施。</p> <p>2/27 16:30 工事完了の報告時に、工事業者より冷媒充填作業後には行政への報告が必要となる可能性があるとの助言を受けたため、法令等の確認作業に着手。</p> <p>2/29 10:00 高圧ガスに関する法令や事事例等の確認作業の結果、漏洩量が50kg程度でも事故扱いとなっている事例があることから、本件は高圧ガス保安法上の事故に該当する可能性があることをJESCO内で確認。10:10 対外通報連絡開始。</p>
事象による影響	・ 冷水ユニット能力の低下(2/4～24)
発生原因	<p>(漏洩の原因)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ ソープテストで均圧管のねじ込み部からの漏洩を確認したが、漏れ部の緩みはなく、取外し後の確認で圧縮機側のフレア部(管の端部を接続のためラップ状に広げている箇所)の付け根にクラックを確認した(漏洩箇所特定)。運転中の圧縮機の振動を吸収するため、均圧管には3箇所の曲げ部があったが、フレア部の直管部分が短く、振動を吸収しきれないとクラックの要因となる。</li> <li>・ <u>損傷部分の電子顕微鏡での観察の結果、以下のことがわかった。</u> マクロ破面観察では、放射状模様やピーチマークが認められた。 SEMによる拡大観察では、ストライエーション模様が認められた。 上記の内容は、疲労損傷の典型的な特徴である。</li> <li>・ また、均圧管の表面全体に緑青が発生しており、腐食も要因として考えられたが、電子顕微鏡での観察の結果、マイクロ組織に異常はなく、腐食が原因ではないことが判明した。</li> <li>・ 従って、今回の漏洩は、<u>振動によるフレア部根元の外面の一箇所を起点とする疲労損傷によって</u>、均圧管のフレア部根元にクラックが発生したことによるものと推定する。</li> </ul> <p>(通報連絡の遅れの原因)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 2/4のB-2号機の「吸込圧力低下」発報時に、設備不具合の原因を確認することなく、過去にB-1号機で起きている現象と同一であると判断したため、取るべき対応が遅れた。</li> <li>・ 2/9に冷媒の漏洩を確認したが、非管理区域での用役の漏洩であり、通報連絡基準のトラブルに該当するとの認識が足りなかった。</li> <li>・ 当事業所員に対する高圧ガス保安教育において事故に関する項目が抜けており、同法の事故届に関する知識を所員が有していなかった。</li> </ul>
再発防止対策	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 均圧管をより振動吸収性を高めた形状に変更することとし、クラック発生箇所の振動を吸収するため、フレア部の直管部分を長くした均圧管に変更した。<u>今後の定期点検において、当該部分の損傷を注意深く観察する。</u></li> <li>・ <u>運転管理面の強化として、冷媒ガス漏れを早期に発見するため、フロンガス検知器(リークデテクタ)を現場に配備することとした。</u></li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 通報遅延対策として、設備の異常を知らせる警報にはいくつかの要因が含まれていることから、発報の際に考えられる要因についてチェックすることを徹底する。リセット等で機能を回復するケースについては、設備不具合情報等の履歴と措置を管理し、根本原因の究明に対するアクションを強化し、早期に再発防止対策を実施する。用役の施設外流出についての注意喚起教育を行うとともに解釈を明確化する。高圧ガス保安教育を充実させ、事故に関する項目(関係法令、事故事例及び行政へのトラブル通報連絡区分等)を追加して、3/13 及び 3/21 に教育を実施した。</li> </ul>
水平展開	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 同型の6機の冷水ユニットについても、直管部分を長くした均圧管に交換した。</li> <li>・ 2/4 にB-2号機で発生した警報はB-1号機で再発していた警報であった。このように、これまでリセットや調整等により不具合情報未済とした事象で再発している事象を洗い出し、原因と対策の再検討を行う。</li> <li>・ 増設事業で用いる冷水ユニットについて、製造メーカやシステムを確認し、同様の事象が発生しないよう対策を講じる。</li> </ul>
連絡・公表の状況	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 事象区分の判断: 区分の1「PCB等法令で定める有害な物質に該当しない用役*の施設外への漏洩」に該当。( *用役:PCB処理施設で使用する工業用水、計装空気、窒素ガス等をいう。 )</li> <li>・ 対外対応: 2/29 10:10 胆振・産業振興部商工労働観光課指導保安係に第1報連絡。 10:40～10:55 胆振・環境生活課、道・循環型社会推進課、市・環境課に第1報連絡。 13:15 消防本部・予防課に第一報連絡し、消防法上の事故に該当しない旨確認。 15:15～16:30 指導保安係2名による立入調査。 3/6 13:30頃 指導保安係より、本件が事故に該当する旨正式連絡。 3/7 胆振総合振興局長宛に事故届及び顛末書(通報遅延)を提出し、指導文書を受領。 3/12 北海道及び室蘭市に顛末書(通報遅延)を提出し、指導文書を受領。</li> <li>・ 報告・公表:「通報連絡・公表の取扱い」に基づく報告として、3/12 に報告書(第1報)、4/10 に報告書(最終報・第2報)を北海道及び室蘭市に提出し、PCB処理情報センターに配備した。</li> </ul>

名称	写真・図	解説
放射状模様	 <p>図1 放射状模様</p>	亀裂発生起点を判別する最も代表的な模様であり、放射点から模様の流れの向きに亀裂が拡大したと推測できる。
ビーチマーク	 <p>【ダットの破面に見られるビーチマーク】</p>	実機の疲労破壊では、繰り返し荷重の大きさが変化するために、その時点でのき裂前縁の位置が破面上に縞模様として残される。この縞模様を「ビーチマーク」(波打ち際にできる砂模様の意、貝殻模様とも)と呼び、疲労破壊の特徴的な模様として知られているが、よりミクロ的な破面観察結果と併用して判断する必要がある。
ストライエーション	 <p>【ストライエーション】</p>	高倍率での破面観察において、ビーチマーク上やビーチマーク間により細かな縞模様が観察される事がある。これが「ストライエーション」(条痕)で、き裂の進展に伴って、1回の繰り返し応力が作用する毎にき裂がわずかに進み、その跡が縞模様となって残ったものである。ビーチマークとは異なり、繰り返し応力が作用したことを示す模様で「ストライエーション」は破面上に形成された非常に僅かな凹凸であることから、高倍率で始めて観察することができる。

(放射状模様) 大阪府立産業技術総合研究所殿のホームページを参考

<http://www2.tri-osaka.jp/trics/TechnicalSheet/download.do?no=3015>

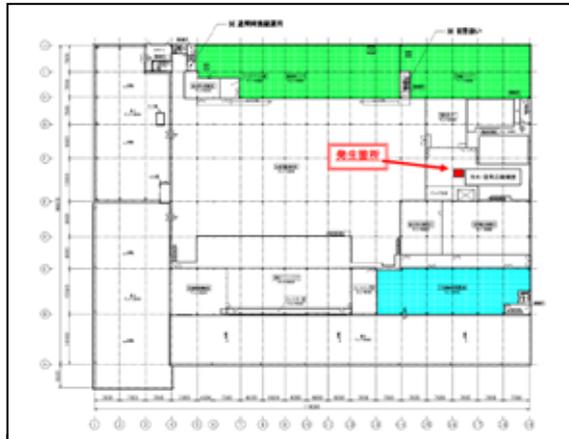
(ビーチマーク、ストライエーション) 川重テクノロジー株式会社殿のホームページを参考

[http://www.kawaju.co.jp/techno-wm/backnumber/bn\\_018/topics01.html](http://www.kawaju.co.jp/techno-wm/backnumber/bn_018/topics01.html)

件名

冷水ユニットからの冷媒ガス (R407E) の漏洩

図・写真



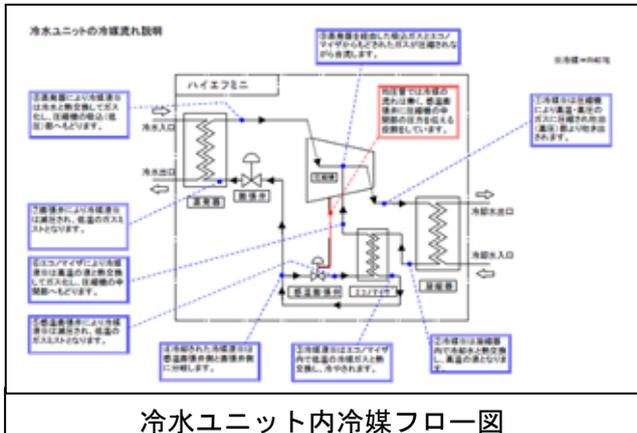
4階管理区域図



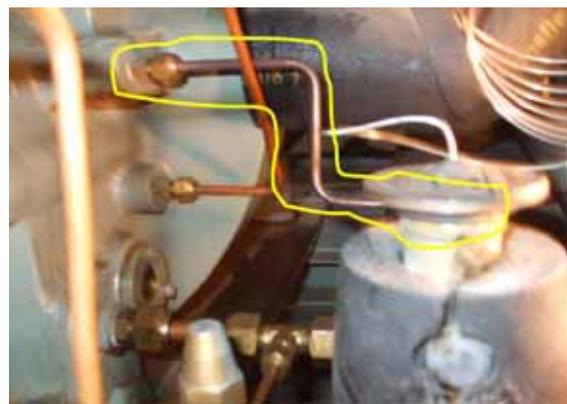
冷水ユニットB全体 (左から1・2・3号機)



漏洩状況 (石鹼水塗布による気泡発生)



冷水ユニット内冷媒フロー図



均圧管の改良 (左: 交換前、右: 交換後⇒曲げ箇所は3箇所と同じだが、上部直管部分を延長)