

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                   |                                                                                       |                      |                           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|---------------------------|
| UME－113                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                   | 資料の出典（資料名、著者、巻、号、頁など）<br>http://www.nucia.jp/nucia/kn/KnTroubleView.do?troubleId=9582 |                      | 本資料の<br>作成者名              |
| 整理番号                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                   | 資料のタイトル<br>湿分分離加熱器天板の割れについて                                                           |                      |                           |
| 失敗事例のタイトル<br>溶接のミスに起因した疲労き裂                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                   |                                                                                       |                      | 一次原因（材料要素）<br>疲労（高サイクル疲労） |
| 機種                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 発電プラント<br>タービン設備  | 部品<br>湿分分離加熱器の天板                                                                      | 材料<br>ステンレス鋼（SUS304） | 概略の寸法<br>厚さ 10 mm         |
| 損傷発生時の状況<br>定期検査中に、湿分分離加熱器の天板と仕切板の溶接部に沿って長さ約 35 cmの割れを発見した。割れは、板厚を貫通していた。当該設備は 2 年前に全体取替えをした機器である。天板は高温・高圧の水蒸気流にさらされている。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                   |                                                                                       |                      |                           |
| 調査内容とその結果<br>天板（SUS304）と仕切板（炭素鋼：SB）の溶接には溶接材料（309）が使用されており、材質的には、適正な溶接材料が使用されていた。割れは、天板と溶接金属との境界部近傍で発生していた。<br>断面ミクロ観察の結果、割れは枝分かれがほとんどない粒界割れであった。また、溶接部ののど厚は十分の厚さが確保できず、約 2 mmしかない箇所があった。<br>破面観察の結果、破面はほぼ平坦で、疲労破面に特有なストラエーション状の模様が認められた。<br>溶接設計・施工状況の調査をした結果次のことが判明した。湿分加熱器の製作会社が使用した図面には、当該溶接部は溶接の指示が記載されていなかった。設計会社の図面を確認したところ、当該溶接部には溶接の指示（レ形開先＋すみ肉溶接）があった。製作会社の設計部門は、設計会社の図面に基づいて製作図面を作成していたが、その際に、当該溶接部の指示を記載せずに製造部門に配布した。その結果、“レ形開先＋すみ肉溶接”ではなく“開先なしのすみ肉溶接”が行われた。<br>流体解析コードを用いて、疲労評価を行った結果、蒸気流により、高サイクルの圧力変動が生じることが分かった。流体加振力による変動応力は、疲労限を上回ることを確認した。 |                   |                                                                                       |                      |                           |
| 損傷発生のシナリオ<br>設計要求は“レ形開先＋すみ肉溶接”であったが、製作会社の図面に溶接の指示がなかったことから、“開先なしのすみ肉溶接”が行われ、結果的にのど厚が小さい溶接が施工された。<br>蒸気の流れによる高サイクルの流体加振力が作用することにより、疲労限を上回る高サイクル変動応力が発生し、割れが発生、進展したものと推定される。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                   |                                                                                       |                      |                           |
| 対策（損傷発生時にとられた対策あるいは現在とるべきと考えられる対策） 当該天板を新品に取り替えた。取り替えに際しては、溶接工法を変更して、溶け込みとどのど厚を確保し、強度を向上させた。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                   |                                                                                       |                      |                           |
| 教訓<br>設計会社の図面と異なり、製作会社の図面に溶接部の指示が記載されなかったのは、設計会社の図面と製作会社の図面が混在し、これらの取り合いが明確にされなかった。そのため、製造部門及び検査部門ともチェックが働かなかったものと推定される。設計会社と別の会社が制作する場合は、設計図面からの指示を製作図面に確実に反映するための取り合いを明確にすることが重要である。また、その旨を調達管理内規に記載し、必要に応じて監査等により確認することも必要である。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                   |                                                                                       |                      |                           |
| 備考                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                   |                                                                                       |                      |                           |
| 主要因                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                   | 教訓とすべき対象者                                                                             |                      |                           |
| チェックボックス                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                   | チェックボックス                                                                              |                      |                           |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 当時の技術レベルでは不可抗力    | ○                                                                                     | 設計者                  |                           |
| ○                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 情報伝達不備・不足         | ○                                                                                     | 製作者 / 建設担当者          |                           |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 担当者不勉強/教育不十分/意識不測 |                                                                                       | 検査者                  |                           |
| ○                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 指示ミス              | ○                                                                                     | 使用者                  |                           |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | うっかり、ぼんやり         |                                                                                       | メンテナンス者              |                           |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | その他               |                                                                                       | その他                  |                           |