

UME-352	資料の出典（資料名、著者、巻、号、頁など） Kumar Kembaiyan and William D. Miller : Materials performance, p.44~, April (2013)		本資料の作成者名 梅村文夫
整理番号	資料のタイトル Impact of Circulation and Water Treatment on Boiler Tube Failure		
失敗事例のタイトル 流速の低下に起因したボイラ管の損傷		一次原因（材料要素） 熱疲労 アルカリ腐食（苛性ガウジング）	
機種 ボイラ	部品 管	材料 鋼	使用環境 ボイラ水
損傷発生時の状況 中規模の精油所のボイラで多数のボイラ管が損傷した。 ボイラは 200psig、O-type パッケージボイラーで、40 年前に設置された。 ほとんどの損傷は、ボイラ上部の水平部のボイラ管で発生した			
調査内容とその結果 ① 2009 年 9 月、ボイラ上部の水平部の管で、円周方向のき裂が発生した。 管内面を調べると、堆積物の形成とガウジング（腐食による侵食・減肉）が見られた。き裂は、ガウジング領域で発生していた。断面観察の結果、き裂は、くさび状で、き裂内部には酸化物が詰まっていた。き裂のこのような特徴は、熱サイクルに起因する熱疲労き裂の形態と一致する。 ② 2010 年 10 月、ボイラ上部で、再びボイラ管の破損が発生した。破損は管内面で堆積物の形成が見られた領域で発生していた。SEM-EDXA 分析を行った結果、腐食生成物及び堆積物中に高濃度のナトリウムが検出された。これは、腐食損傷（ガウジング）が、水酸化ナトリウム（NaOH）に起因している事を示している。 ボイラ停止中のボアスコープ検査により、上部ボイラ管の水平部に蒸気ブランケットが発生していることを確認した ③ 2011 年 5 月、ボイラ運転中に、過熱（オーバヒート）に起因すると思われるボイラ管の破損（穿孔）が発生した。2つの破損個所について調査した結果、1つの個所では、穿孔は管水平部の下側にあり、管内面には黄灰色の沈着物が見られた。管上半分は筋状に赤黄色の堆積物の存在を示していた。他のもう一つの個所では、大きな長方形の穿孔が見られ、穿孔の周囲の内面は、濃い白色の堆積物で覆われていた。穿孔個所の端は、局所的な過熱（オーバヒート）による酸化が見られ、管肉厚壁が著しく薄くなっていた。穿孔近傍部の結晶粒子サイズは、穿孔個所から離れた部材（母材）の結晶粒子サイズよりも大きく、穿孔近傍部はより高い温度に曝され、結晶粒子が成長した事を示していた。			
損傷発生のシナリオ 上部ボイラ管内の水の流れが遅く、水の滞留と蒸気相の形成をもたらした。 液相の蒸発により、堆積物が管内面に生成された。堆積物が形成されると、管壁では、ボイラ水中の NaOH が濃縮し、アルカリ腐食を生じる。また、堆積物は熱伝達を妨げる。蒸気ブランケットの存在が示唆されたが、蒸気ブランケットの発生は、管壁のさらなる温度上昇を招く。燃焼ガス温度が不均一で、ばらつきがあったので、部分的な温度上昇の繰り返しが発生した。その結果、局所的な腐食ガウジング、熱疲労、酸化、過熱（オーバヒート）等により、ボイラ管は破損した。			
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） 低流量を引き起こしている上部ボイラ管内のボイラ水の流れを確保するとともに流れの均一化を図る。 バーナーの動作特性を改善しボイラ内の温度分布の最適化を図る。			
教訓 水の流れを均一にすることが重要である。			
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

<input type="radio"/>	担当者不勉強/教育不十分/意識不測		検査者
	指示ミス	<input type="radio"/>	使用者
	うっかり、ぼんやり		メンテナンス者
	その他		その他