

UME-129	資料の出典（資料名、著者、巻、号、頁など） 京、中森、石橋：第 55 回材料と環境討論会講演集、C-201、235～（2008）		本資料の 作成者名 梅村文夫.
整理番号	資料のタイトル 微粉炭燃焼ボイラにおける伝熱管の高温腐食・磨耗損傷事例		
失敗事例のタイトル		低酸素燃焼に起因する燃焼雰囲気の高腐食性の増大と、 デスラッカーに起因したエロージョン	一次原因（材料要素） 高温硫化 エロージョン
機種	発電設備 微粉炭燃焼ボイラ	部品 伝熱管（ライフル管）	材料 低合金鋼 STBA21S(1Cr-0.3Mo)
			概略の寸法 φ28.6× 6.6t (mm)
損傷発生時の状況 運転開始 2 年後の定期検査で、伝熱管に①異常減肉と②溝状腐食（エレファントスキン（備考①））が確認された。これらの現象が発生した個所は、火炉のコーナー部とバーナーゾーン近傍であり、デスラッカー（備考②）から噴射される蒸気の当たる個所であった。異常減肉は噴射蒸気が直接衝突する面で生じており、その深さは最大 2.1mm に達していた。溝状腐食は、噴射蒸気が直接衝突しない面で発生していた。これらの箇所のメタル温度は 370～470℃であった。			
調査内容とその結果 断面観察： ①異常減肉部：管が減肉している個所は、デスラッカーからの噴射蒸気が直接当たる所で、その個所のスケール厚さは、230～60 μm となだらかに減少していた。 ②溝状腐食部：デスラッカーからの噴射蒸気が直接当たらない面では、減肉は認められず、スケール厚さは 800 μm 程度と厚かった。一方、多数の筋が周方向に沿って発生しており、軸方向断面を観察すると、溝状腐食が多数見られた。 EPMA 観察： ③溝状腐食が確認された箇所のスケール層は大きく分けて 3 層に分かれていた。最外層は石炭灰を巻き込んだスケール、中間層は S が濃縮し、最下層には O が濃縮していた。また、溝状腐食（クラック）は、スケール層を貫通し母材部を溝状に侵食していた。溝状腐食部では、S が表層から侵入し、き裂先端まで到達していた。溝状腐食の深さは、約 300 μm に達していた。			
損傷発生のシナリオ ①異常減肉：デスラッカーからの噴射蒸気により、付着したスラグが吹き飛ばされ、スケール層の磨耗、除去が物理的に繰り返されることで、基材への腐食性ガスの侵入が容易となり、腐食が加速された。さらに、蒸気やスラグの衝突によるエロージョンにより減肉が加速された。 ②溝状腐食：バーナーゾーン付近では熱負荷が高いためホットスポットが発生しやすい。また、局所的な不完全燃焼により、還元性雰囲気となり、H ₂ S が形成され、高温硫化腐食環境となる。さらに、火炎側管表面は繰返し応力が発生する（備考③）。そのため、管表面上のスケール層（腐食生成物層）にクラックが入り、そのクラックを通して腐食性ガスが侵入し、腐食が溝状に進行した。			
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） NO _x 対策として、二段燃焼、低酸素燃焼運転を行うため、バーナーゾーン近傍では、還元雰囲気となり、腐食性が高まる。減肉対策と溝状腐食対策を考慮し、耐エロージョン性と耐食性の良い材料の肉盛りなどが考えられる。デスラッカーの噴射角度や運転方法の工夫も必要。			
教訓 環境対策を目的とした燃焼改善（NO _x 量の抑制）は、材料としては厳しい環境となる。			
備考 ①エレファントスキン：ボイラ管外面の溝状腐食では、通常多数の筋が一定の間隔で管周方向に沿って多数発生し、象の皮膚のような模様となる。筋部の断面方向を観察すると、筋部からクラックが進展している。 ②デスラッカー：高温高圧蒸気を噴射し、伝熱管に付着している燃焼灰（スラグ）を取除く。 ③デスラッカーが作動することにより管表面温度が変化する。また、スラグの付着・脱落によっても管表面温度は局所的に変化する。			
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	
<input type="radio"/>	当時の技術レベルでは不可抗力	<input type="radio"/>	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	<input type="radio"/>	使用者
	うっかり、ぼんやり	<input type="radio"/>	メンテナンス者
	その他		その他

2 ページ以降に写真、図表等を添付してください