

UME-128	資料の出典（資料名、著者、巻、号、頁など） 中城良、今倉貴明 篠原仁：材料と環境 2009 講演集、C-109、263～（2009）		本資料の 作成者名 梅村文夫.
整理番号	資料のタイトル オーステナイト系ステンレス鋼製ジャケット式冷却管の割れ発生事例		
失敗事例のタイトル 金属表面温度が高い個所でのスケールの析出と管の熱劣化			一次原因（材料要素） 乾食 熱劣化
機種 廃ガス冷却用ジャケット	部品 冷却管	材料 オーステナイト系ステンレス鋼	概略の寸法
損傷発生時の状況 ジャケット式冷却管に貫通割れが発生し、冷却水がプロセス内に浸入したため、プラントを停止した。管内には、高温の廃ガスが流れている。高温ガスの主成分はN ₂ で、COが7～9%含まれている。ガスの温度は700～800℃、圧力500kPaGであった。 ジャケットには工水（冷却水）が流れている。使用年数13年後の事例である。			
調査内容とその結果 ①外観観察：割れは、管の溶接線上に、ほぼ半周にわたって発生していた。管を切断して観察した結果、冷却水側にはスケールが堆積しており、閉塞状態であった。スケールで閉塞状態となった箇所は廃ガス側の管表面は、黒色に変色し、割れ周辺には、孔食状の肌荒れが確認された。当該変色部は磁性を帯びていた。 ②断面観察：割れは廃ガス側から冷却水側に向かって進展していた。大部分は通常のオーステナイト組織であったが、廃ガス側の表層から深さ約350μmの範囲は、オーステナイト組織と異なる組織を示していた。 ③硬度測定：廃ガス側表層から深さ約350μmの範囲はビッカース硬度（HV）約700と、汎用オーステナイトステンレス鋼の通常の硬さを著しく上回っていた。廃ガス側表層部から深くなるにしたがって硬さは低下し、深さ約750μm以降では通常の硬さ（HV約200）を示した。 ④溶接部を観察した結果、溶け込み不良が存在していた。			
損傷発生のシナリオ 冷却水側のスケール閉塞により冷却効率が低下し、廃ガス側の金属表面温度は高温に加熱された。高温に過熱され、脆化された箇所を起点として割れが発生し、割れは強度の弱い部分（溶接部の溶け込み不良部）で進展し、貫通した。廃ガス側の硬度が著しく上昇し、かつ通常の組織でなかったことから、廃ガス側の金属の脆化は、浸炭あるいは窒化に起因すると推測された。			
対策（損傷発生時にとられた対策あるいは現在とすべきと考えられる対策） 冷却水側のスケール閉塞を防止するために冷却水を工水から純水に変更した。			
教訓 日本の水は軟水であり硬度成分は少ないが、温度が高いと硬度成分（カルシウム）がスケールとして析出する。管が高温にさらされる環境では、軟水といえども、管にカルシウムが析出し、スケールによる閉塞を生じる可能性がある。			
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

2ページ以降に写真、図表等を添付してください