

UME-330	資料の出典（資料名、著者、巻、号、頁など） 破壊事故—失敗知識の活用— 小林英男 編著 共立出版（2007年）p.103～		本資料の作成者名 梅村文夫
整理番号	資料のタイトル 火力発電所蒸気タービンロータのバースト（1974年）		
失敗事例のタイトル 硫化マンガン（MnS）の偏析を起点としたバースト			一次原因（材料要素） クリープ疲労 焼き戻し脆化
機種 火力発電設備	部品 蒸気タービンロータ	材料 Cr-Mo-V 鋳鋼 （ASTM A470 Class8）	使用環境 高温蒸気
損傷発生時の状況 1957年に運転開始した火力発電所（米国）の中・低圧一体型タービンロータが、106,000時間が経過した1974年の冷機起動（備考1）中に、脆性破壊した。その結果、数十個の破片となり、その一部はボイラ建屋まで飛散した。蒸気条件は13.8MPa、566℃、回転数3,600rpm、出力225MWでベースロード運転（定格負荷での連続運転）されていた。			
調査内容とその結果 バーストした破片を調査した結果、中心孔付近に、硫化マンガン（MnS）の偏析域が見られた。MnSの偏析が連結している個所近傍に、粒界き裂が観察され、き裂が発生していた。 タービンロータは、大気溶解のインゴットから鍛造され、955℃で焼ならし処理（備考2）が施されたCr-Mo-V鋳鋼から作られた。当時（1950年代）、ロータに対して、焼ならし温度が1,100℃の場合のみ中心孔（備考3）の探傷検査が義務づけられていたが、本事故のロータは焼ならし温度が955℃であったため、中心孔探傷試験は行われず、中心孔付近に存在した大きな硫化マンガン（MnS）の偏析域に気づけなかった。			
損傷発生のシナリオ 当時、955℃で焼ならし処理材の中心孔の探傷検査が義務づけられていなかったため、中心孔付近に存在した大きな硫化マンガン（MnS）の偏析域に気づかずに運転が続けられた。その結果、MnS偏析域からクリープ疲労き裂（備考4）が進展した。また、高温での長期運転に伴い、運転中に焼き戻し脆化が生じていた。補修による長期停止後の冷機起動中に、両者が重畳し、脆性破壊に至った。			
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） ・本事故を契機として、電力会社は所有するすべてのロータの中心孔探傷検査を実施し、検査結果に基づきロータを取り換えた。 ・中心孔探傷試験が義務づけられた。 ・EPRI(米国電力研究所)が、蒸気タービンロータの継続運転/廃却(run/retire)を判定する専用コード(SAFER:stress and fracture evaluation of rotors)を開発した。			
教訓 非破壊検査の重要性を認識する必要がある。			
備考 1. 冷機起動：運転停止でメタル温度が室温まで下がった状態からの起動 2. 焼きならし処理：微細で均一な金属組織にすることで機械的特性を改善する熱処理 3. 中心孔：ロータの製造時に、中心部に集中して形成される介在物などを除去するためにあけられる孔 4. クリープ疲労き裂：起動停止、運転時に発生する荷重が繰り返して作用する時に起こる疲労損傷に、定常運転中のように高温で一定の荷重が作用するときに徐々に歪が蓄積していくクリープ損傷が重畳する場合をクリープ疲労という。両方の損傷の相互作用により損傷の進行が加速されて寿命の低下を招く。通常、プラントは必ず起動停止するので、プラント内の高温機器はほとんどの場合、クリープ疲労損傷を受ける。 5. その他：わが国においても同様な事故が報告されている（1970年、三菱重工（株）長崎造船所）			
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