

UME-328	資料の出典 (資料名、著者、巻、号、頁など) Jinfeng Du, JunLiang,LeiZhang : Case Studies in Engineering Failure Analysis 5-6 (2016) 51-58		本資料の作成者名 梅村文夫
整理番号	資料のタイトル Research on the failure of the induced draft fan's shaft in a power boiler		
失敗事例のタイトル 加工ミス (面取りの曲率) に起因するシャフトの折損事故		一次原因 (材料要素) 疲労	
機種 発電用ボイラー設備 誘因送風機	部品 送風機のシャフト	材料 炭素鋼	使用環境 大気中
損傷発生時の状況 発電用ボイラーの送風機 (誘因送風機) を変動運転していたら、異常な振動が発生した。緊急停止し、点検した結果、シャフトが折損した事が分かった。亀裂は、シャフトの直径が最も短い箇所 (径 225 mm) の角 (コーナ) のR面取り部から発生し、軸方向に対して 45 度の角度で進展していた。			
調査内容とその結果 1. 走査型顕微鏡(SEM)による破面観察 破面は、引きちぎられたような形状を示していた。SEM で観察するとリバーパターンや小さな劈開ファセットが観察され、擬劈開破面の形態を示していた。さらに、破面には多数の疲労割れの痕跡が観察され、振動に起因する疲労損傷を受けたことが確認された。 2. 有限要素法による応力解析 亀裂は、シャフトで直径が最も小さい部分の角のR面取り部から発生していた。面取りの曲率 (R) は設計では 5 mm であったが、実際の面取りの曲率は 2 mm であった。応力解析の結果、面取り部の曲率が 5 mm と比べて、2 mm では、応力が過度に集中する事が明らかにされた。 3. 金属組織観察結果 金属組織はネットワーク状のパーライトとフェライトからなり、亀裂は、パーライト相とフェライト相の境界に沿って発生し、進展していた。 4. 材質調査 材質の化学分析、材料の引張試験、硬さ試験を実施したが、材質的な問題点はなかった。			
損傷発生のシナリオ 面取り部の曲率 (R) は設計では 5 mm であったが、実際の面取りの曲率は 2 mm であった。そのため、応力が面取り部で過度に集中した。金属組織は、ネットワーク状のパーライトとフェライトであったので、強度的に弱い、両相の境界にそって、微細な亀裂が発生した。運転中に、シャフトは交互にねじり応力を受けるので、微細な亀裂は疲労割れとして進展した。 (運転時、回転数 926rpm でねじり振動が変則的となった。この時に、シャフトの最も弱い箇所 (直径が最小で、かつ直径が変化する箇所) でねじり共振となり、割れの発生・進展を加速した可能性も指摘された。)			
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) 面取り部の曲率 (R) は設計値を守る。			
教訓			
備考 Journal homepage: www.elsevier.com/locate/csefa			
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	<input type="radio"/>	設計者
<input type="radio"/>	情報伝達不備・不足	<input type="radio"/>	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

