

UME-327	資料の出典 (資料名、著者、巻、号、頁など) G.A. Nassef, A. Elkhatib, Mostafa Yakout : Case Studies in Engineering Failure Analysis 5-6 (2016) 10-14		本資料の作成者名 梅村 文夫
整理番号	資料のタイトル Analysis of a failed rocker arm shaft of a passenger car engine		
失敗事例のタイトル 材質不良に起因して発生した疲労破壊		一次原因 (材料要素) 疲労	
機種 車エンジン部品	部品 ロッカーアームシャフト	材料 炭素鋼 (CF45)	使用環境 大気中
損傷発生時の状況 車エンジンを始動させたら、急にエンジンが振動しだし、異常音が鳴り出した。開放し点検すると、ロッカーアームシャフトが中央近くで破損していた。 シャフトには、支持に使うボルト用の穴が4箇所あいていたが、4個の穴の1つの穴で、割れは、穴を横断するように、脆性的に破断していた。 乗用車の走行距離は40,626kmであり、その間、車は、定期的に検査していた。			
調査内容とその結果 ロッカーアームシャフトにはボルト用の穴があいていた。穴から少しの離れた位置 (ロッカーアームが固定される位置) からは、シャフトには表面硬化処理が施されていた。表面硬化処理層はマルテンサイト相からなり、エッチング処理をすると、暗い相として確認できる。一方、穴の近傍は、表面硬化処理は行われず、パーライト - フェライト組織であり、エッチング処理により明るい相として観察される。各相の硬さに関しては、パーライト - フェライト組織の硬さは240HV程度であり、マルテンサイト相の硬さは460HV程度と硬い。 破断したロッカーアームシャフトおよび通常のロッカーアームシャフトについて、エッチング処理を行い、比較した。その結果、破断したシャフトでは、通常のシャフトに比べて、穴の近くまでかなりの量のマルテンサイト相が存在していることが示された。硬さ分布を調べた結果、破断したシャフトは通常のシャフトに比べて、より穴に近い部分まで、硬さが硬い事が示された。硬さ測定の結果は、破断したシャフトでは、穴の近くまでマルテンサイト相が存在した事と一致しており、シャフトに関しては、製造過程で不適当な熱処理 (表面硬化処理) が施されたと判断されたシャフトの破損部を顕微鏡で調べたところ、穴の近くに微小亀裂が存在した。 シャフト材の化学分析を行ったが、DIN 規格、CF45 材 (炭素 0.45wt.%) 相当品であり、特に問題はなかった。			
損傷発生のシナリオ シャフトの穴の近くに微小亀裂が存在していたが、この亀裂は、製造過程 (熱処理中における急冷中の不均一な冷却によって発生) もしくは使用中 (繰返し負荷によって発生) に発生したと推測できる。支持ボルト用の穴の部分は、高い応力が負荷される箇所であり、微細亀裂を起点として、割れが進展した。 破損したシャフトは、製造過程で不適当な熱処理 (表面硬化処理) を受け、通常のシャフトに比べて、穴の近くまで、硬いが脆いマルテンサイト相が存在していた。そのため、微細亀裂を起点として、繰返しの応力をうけ、通常のシャフトと異なり、疲労破壊が急激に進展したと推測された。			
対策 (損傷発生時にとられた対策あるいは現在とるべきと考えられる対策) シャフトに適切な熱処理を施す。			
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	
<input type="checkbox"/>	当時の技術レベルでは不可抗力	<input type="checkbox"/>	設計者
<input type="checkbox"/>	情報伝達不備・不足	<input type="radio"/>	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	<input type="checkbox"/>	検査者
<input type="checkbox"/>	指示ミス	<input type="checkbox"/>	使用者
<input type="checkbox"/>	うっかり、ぼんやり	<input type="checkbox"/>	メンテナンス者
<input type="checkbox"/>	その他	<input type="checkbox"/>	その他

