

UME-325	資料の出典 (資料名、著者、巻、号、頁など) Nikhil K. Kar, Yinghui Hu, Naresh J. Kar, Ramesh J. Kar : Case Studies in Engineering Failure Analysis 4 (2015) 1-7		本資料の作成者名  梅村 文夫
整理番号	資料のタイトル Failure analysis of a polymer centrifugal impeller		
失敗事例のタイトル 製作時の欠陥に起因する高分子材料の脆性破壊			一次原因 (材料要素) 脆性破壊
機種 送風機	部品 羽根車	材料 高分子	使用環境 大気
<b>損傷発生時の状況</b> 医療用機器として使われていた送風機の羽根車（インペラ）が、使用後1年未満で破壊した。この羽根車は呼吸応答シナリオをテストするための実験室環境で使用されていた。羽根車は高分子（高性能アモルファス熱可塑性ポリエーテルイミド）製であり、割れた羽根に、大きな塑性変形は見られなかった。割れは、半径方向、軸方向に進展しており、塑性変形せず、脆性的に進展していた。羽根の半分はそのまま単一の部分として残されていたが、残りの半分は、複数の部分に分断されていた。羽根には、早期破損の原因となったと思われる磨耗痕が残されていた。			
<b>調査内容とその結果</b> 破損部について光学顕微鏡観察、走査型電子顕微鏡観察および有限要素法による応力解析等を実施した。 羽根車は中央に穴が開いており、シャフト（アルミニウム製）が挿入されていた。穴の底部のコーナー部を光学顕微鏡で観察すると、破断面にウォルナー線（備考1参照）が発生していた。割れの進展に沿ってウォルナー線の領域は、鏡面域（備考2参照）、灰色域（備考3参照）、ハックルマーク（備考4参照）へと移行していた。さらに、走査型電子顕微鏡で観察をすると、割れに沿って繊維質の物質が観察された。 このことから、羽根車がシャフトと接触する、羽根の穴の底部のコーナーが破損の起点となり、応力波により脆性的に、短時間で割れが進展した判断した。 羽根車の回転時の応力分布を、有限解析法で解析した結果、シャフトと接する羽根車の底部の穴の縁に応力が集中する事が分かった。 羽根車の穴に磨耗の痕跡が見られたが、これは、穴にアルミニウムシャフトを圧入する時（リーミング）に生じた磨耗痕（欠陥）であり、ポリマーの破壊の起点になったと判断された。 なお、このポリマー（ポリエーテルイミド）は、準静的荷重条件下では延性材料の特性を示すが、高速度あるいはノッチや亀裂の存在下での高ひずみ速度条件下では、脆性的に破壊する可能性のある事が分かっている。			
<b>損傷発生のシナリオ</b> 羽根車がアルミニウムシャフトと接触する孔の部分は、力学的に拘束される個所である。羽根の回転時には、遠心荷重が穴の縁に集中する。これと、欠陥（磨耗痕）と組み合わせられ、羽根車の底部を起点として、割れが脆性的に円周方向および軸方向に進展した。			
<b>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）</b> アルミニウムシャフトを羽根車の穴に圧入する（リーミング）時に、細心の注意を払い、磨耗痕（欠陥）が発生しないようにする事が、割れ発生の可能性を低減し、寿命を延伸するために、重要である。			
<b>教訓</b>			
<b>備考</b> （採録者コメント）羽根の半分はそのまま単一の部分として残されており、残りの半分が、複数の部分に分断されていたことから、応力が偏心していた可能性が指摘される。 1. ウォルナー線（Wallner lines：弾性波が進んだ方向を示す破面形状） 2. 鏡面域（Mirror area：破壊起点を含む鏡のような領域） 3. 灰色域（Mist：すりガラス状に見える領域） 4. ハックルマーク（Hackle marks：繊毛状の粗い凸凹面） Journal homepage: <a href="http://www.elsevier.com/locate/csefa">www.elsevier.com/locate/csefa</a>			
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