

船舶インシデント調査報告書

令和5年11月1日
 運輸安全委員会（海事専門部会）議決
 委員 伊藤 裕 康（部会長）
 委員 上野 道 雄
 委員 岡本 満喜子

インシデント種類	運航阻害
発生日時	令和5年2月28日 15時50分ごろ
発生場所	沖縄県竹富町竹富島南西方沖 黒島北東方立標から真方位223° 190m付近 （概位 北緯24° 17.0′ 東経124° 02.1′）
インシデントの概要	旅客船スーパードリームは、東北東進中、左舷主機の冷却海水ポンプが破損して同機が運転できなくなり、運航が阻害された。
インシデント調査の経過	令和5年6月2日、本インシデントの調査を担当する主管調査官（那覇事務所）ほか1人の地方事故調査官を指名した。 原因関係者から意見聴取を行った。
事実情報 船種船名、総トン数 船舶番号、船舶所有者等 L×B×D、船質 機関、出力、進水等	旅客船 スーパードリーム、141トン 141910、丸尾建設株式会社、石垣島ドリーム観光株式会社 （船舶借入人、A社） 31.65m×8.50m×3.05m、アルミニウム合金 ディーゼル機関2基、2,162kW（合計）、平成25年9月23日 （写真1 参照）
	
	写真1 本船
乗組員等に関する情報	船長 42歳 五級海技士（航海） 免許年月日 平成30年5月9日 免状交付年月日 平成30年5月9日 免状有効期間満了日 令和5年5月8日 機関長 42歳 四級海技士（機関）（履歴限定・機関限定）

	免許年月日 平成30年8月15日 免状交付年月日 平成30年8月15日 免状有効期間満了日 令和5年8月14日
負傷者等	なし
損傷	なし
気象・海象	気象：天気 曇り、風向 東南東、風速 約8m/s、視界 良好 海象：波向 南東、波高 約2.0～2.5m未満
インシデントの経過	<p>本船は、船長、機関長ほか甲板員1人が乗り組み、旅客64人を乗せ、令和5年2月28日15時20分ごろ、沖縄県石垣市石垣港に向けて、竹富町西表島^{いりおもて}仲間港を出港した。</p> <p>本船は、15時50分ごろ、竹富島南西方沖にある黒島北東方立標付近を約28ノット(kn)の速力(対地速力、以下同じ。)で東北東進中、左舷主機の冷却清水温度が約103℃まで上昇して冷却清水温度過高警報が吹鳴した。</p> <p>(図1 参照)</p>



図1 航行経路概略図

船長は、操舵室で緊急停止ボタンを押して左舷主機を停止し、機関長に機関室の確認を命じた。

機関長は、機関室に入室したところ、水蒸気が同室内に充満して視界が効かず、高温で呼吸が困難な状態だったので、機器の運転状態を十分に確認できなかったが、発電機が給電して照明が点いており、右舷主機が継続して稼働して本船が推進力を得ていることを船長に報告した。

本船は、船長が石垣港までの航行継続を判断し、右舷主機のみで減速して約10knの速力で航行し、16時30分ごろ、石垣港に帰港した。船長は、右舷主機だけの操船であることを考慮し、離島ターミナルよりも水域が広い対岸の岸壁に本船を着岸させた。

本船は、3月1日、A社の整備担当者が、左舷主機及び関連機器の

点検を行い、左舷主機自体には損傷がなかったが、機関室に水蒸気が充満したことから冷却水配管系統に不具合があると予測されたので、左舷主機直結の冷却海水ポンプ（以下「本件海水ポンプ」）の点検口を開放したところ、シャフトを手で回すことができるが、羽根車が内部で破損して回転せず、運転できない状態であることが判明した。（図2参照）

本件海水ポンプの取付け位置



本件海水ポンプ



図2 主機の外観及び本件海水ポンプ

（付図1 インシデント発生場所概略図 参照）

その他の事項

(1) 本件海水ポンプの開放点検に関する情報

- ① 本件海水ポンプは、主機駆動による2列の羽根車を備えた軸流ポンプであった。
- ② A社の整備担当者は、本インシデント後、本件海水ポンプを開放して点検を行ったところ、ステンレス製のシャフトに折損及びポンプ上部のスリーブに破損があることを確認した。（図3参照）

折損箇所



図3 本件海水ポンプの開放状態

- ③ 本件海水ポンプの状態は次のとおりであった。
 - a ステンレス製のシャフトの折損箇所は、横方向には、ほぼ

斜め45°方向に亀裂が進展した破面を示しており、その断面には、シャフトの疲労破壊の典型的な痕跡である貝殻模様（ビーチマーク）が、また、シャフト右側部分に最後まで残ってねじ切れた破面が確認された。（図4 A、図4 B参照）

b シャフトは、表面に腐食した跡があり、折損箇所にある羽根車を取り付けるねじ部の左側のねじ山が摩耗して崩れた跡があった。（図4 A参照）

c 青銅製の羽根車は、一部の羽根の根元に亀裂が生じた箇所があった一方で、ねじ部のねじ山には崩れた跡がなかった。（図4 C参照）

d 青銅製のケーシングは、海水が流動に接触する面にも腐食や浸食した跡がなかった。（図4 D、図4 E参照）

e ポンプ上部のスリーブは、ケーシングと接触する部分に破損が生じていた。（図4 F参照）

f シャフトのカラーチェック*1を行ったところ、折損箇所の両端、ねじ部等には、亀裂、クラック等がなかった。（図4 G参照）



A シャフトの折損状態



B シャフトの折損部断面の状態



C 折損部にはめ込まれていた羽根車



D ケーシングの状態①

*1 カラーチェックとは、浸透探傷試験とも呼ばれ、部材に赤色の浸透液等を塗布し、次に現像剤を塗布して浸透液を表出させ、部材の表面の微細な傷の有無を検出する、材料の非破壊検査の1つをいう。



E ケーシングの状態②



F ポンプ上部のスリーブの破損状態



G シャフト折損部のカラーチェック

図4 ポンプの開放及び損傷の状況

(2) 本件海水ポンプに関する情報

- ① A社に入社して17年目の船長は、これまで本件海水ポンプの開放整備が行われた記憶がなく、また、船舶検査の計画書にある受検項目にも掲載されていないので、本船が平成26年に就航して以来約9年間、本件海水ポンプの開放整備が行われていないと本インシデント後に思った。
- ② 本件海水ポンプは、本インシデント時（令和5年2月28日15時50分ごろ）、左舷主機の総運転時間が5,284時間であったので、これと同じ運転時間であり、主機の取扱説明書（以下単に「取扱説明書」という。）にある点検基準3,000時間を大幅を超えて使用されていた。
- ③ 取扱説明書には、主機冷却海水ポンプの点検について、次のとおり記載されている。
 - a インペラおよびシールを定期的に点検する必要があります。インペラの耐用年数は限られています。耐用年数はエンジンの運転状況に左右されます。
 - b 次の構成部品に摩耗や損傷がないか調べてください。摩耗や損傷が見つかった場合、それらの構成部品を交換してください。
 - ・ベアリング

- ・インペラ
- ・シール
- ・摩耗プレート

④ A社は、船舶検査等に合わせて、主機本体の定期的な開放整備を行っていたが、本件海水ポンプの開放整備は行っていなかった。また、船舶検査時に指摘を受けたこともなく、点検基準の確認も行っていなかったため、本件海水ポンプの開放整備の必要性に気付かなかった。

⑤ 本船は、令和4年7月に船舶検査（第1種中間検査）を受検したが、主機の使用期間が10年未満であり、かつ、同運転時間が7,000時間未満であったため、定期検査時の開放検査が省略されていた。

(3) 船舶のエンジンの検査に関する情報

国土交通省のプレスリリース（平成24年3月28日）によれば、次のとおりであった。

稼働時間が短い船舶の内燃機関については、一定の条件の下で、定期的検査時の解放検査を省略することができます。

具体的には、保守・整備が適切に行われている場合、前回内燃機関の解放を行った検査から次の解放検査の機会となる定期検査又は中間検査までの間の推定稼働時間が7,000時間を超えない場合に解放検査を省略することができますが、解放検査の間隔は10年を超えてはいけないこととなっています。

(4) ポンプシャフトの疲労破壊などに関する情報

文献1^{*2}によれば、遠心ポンプのシャフトの疲労破壊について、次のとおり記載されている。

ポンプシャフトの疲労破壊は、軸心に直角の切断面を示すから容易に分かる。シャフトの外周の一点から始まる貝殻状の破面が進行した後に残った部分がねじ切れた破面を示す。（図5参照）



貝殻状破面が明瞭に見える

図5 典型的なポンプシャフトの疲労による折損断面（出典：文献1）

*2 文献1：「腐食こそほとんどのポンプ軸折損の真犯人」、1965年14巻1号p.31-32、社団法人腐食防食協会（現：公益社団法人腐食防食学会）

この折損は、両吸込口の遠心ポンプ等のシャフトの中央部付近に出ることが多く、この部分はねじりと曲げの作用が重なって一番大きな力を受ける部分である。

原動機から羽根車にねじり力を伝える以外に、ポンプが最高効率の流量で作動するとき以外は、常に流体力学的な不釣合による半径方向の水圧力を受ける。この水の圧力は流量が絞られたときに大きくなる。

この半径方向の力は回転ごとに繰り返されるので、シャフトの表面には張力と圧縮力が繰り返され、この繰り返し応力はその部分の材料の強度を超えると疲労破壊が起こる。

ポンプシャフトは、このような条件に置かれて過大な応力が繰り返されると、やがて亀裂がシャフトの表面に発生し、応力の繰り返しと共にしだいに広がって、その後、シャフトが負荷に耐えないほど細くなってねじ切れる。

この破壊の折れ口は、疲労がシャフトにはめたさやと羽根車の合わせ目に当たる部分に生じることを示し、この部分には、ほとんどの場合、羽根車をはめた部分の方が太くてシャフトに段が付いている。

この断面変化は応力集中を招くので、それが疲労の主原因とされることも多い。

文献 2^{*3}によれば、プロペラシャフトに生じる亀裂の進展の2つのパターンを次のとおり報告している。

図 6 ①は、シャフトを輪切りにするように、シャフト外周部全周から軸中心に向かって亀裂が進展する形態であり、ジグザグの進展パターンを示す。

一方、図 6 ②は、シャフト外周部に生じた亀裂の起点から、斜め 45° 方向に亀裂が進展した破面を示し、破面には、通常、疲労亀裂の典型的な痕跡とされるビーチマークが観察される場合が多い。

*3 「プロペラ軸の損傷と疲労」、解説、第 44 巻 第 5 号 (2009)、社団法人マリンエンジニアリング (現：公益社団法人マリンエンジニアリング) 学会誌

	定される。
原因	<p>本インシデントは、本件海水ポンプの点検基準の確認が行われずに、就航以来約9年間、開放整備が行われていない状態において、竹富島南西方沖を東北東進中、本件海水ポンプのシャフトが疲労破壊により折損したため、冷却海水が清水冷却器に送水できなくなり、左舷主機の冷却清水温度が上昇して、同機を停止したことにより発生したものと考えられる。</p>
再発防止策	<p>A社は、本インシデント後、本船の主機の機付きポンプを含む補機類について、開放整備基準を見直すこととした。</p> <p>今後の同種事故等の再発防止に役立つ事項として、次のことが考えられる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 機関長、船舶所有者等は、早急に右舷主機の機付きポンプの開放点検を行うこと。 ・ 機関長、船舶所有者等は、主機の機付きポンプ等の補器類について、取扱説明書にある点検基準を参考とし、長期整備計画を立案して開放整備を実施すること。 ・ 機関長、船舶所有者等は、軸流ポンプを含むターボ型ポンプの開放整備及び船舶検査の際、ポンプシャフト及び羽根車のカラーチェックを行い、金属表面の亀裂及び腐食の有無を確認し、継続使用の可否を判断すること。

付図1 インシデント発生場所概略図

