

## 船舶インシデント調査報告書

平成23年1月6日  
 運輸安全委員会（海事専門部会）議決  
 委 員 横 山 鐵 男（部会長）  
 委 員 山 本 哲 也  
 委 員 根 本 美 奈

インシデント種類	運航不能（推進器損傷）
発生日時	不明（平成21年9月21日 07時10分ごろ）
発生場所	福島県いわき市塩屋崎南東方沖 （概位 北緯36°41.4′ 東経141°11.2′）
インシデント調査の経過	平成21年12月3日、本事故の調査を担当する主管調査官（横浜事務所）ほか2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	貨物船 ひまわり2、7,323トン 137005、日本マリン株式会社・日本海運株式会社 161.15m×24.00m×12.00m、鋼 ディーゼル機関、16,920kW、平成13年4月
乗組員等に関する情報	機関長 男性 63歳 二級海技士（機関） 免許年月日 昭和60年8月22日 免状交付年月日 平成17年6月1日 免状有効期間満了日 平成22年9月7日
死傷者等	なし
損傷	可変ピッチプロペラ翼角変節用アウターオイルチューブの結合ボルトが折損、インナーオイルチューブの一部き裂
インシデントの経過	<p>本船は、船長及び機関長ほか11人が乗り組み、浦賀水道航路を通過し、主機が航海全速に操作されて増速プログラムで回転数毎分115（rpm）まで増速されたが、可変ピッチプロペラ（CPP）の翼角（ピッチ）が所定の約24°に達せずに約21°に留まったことから、機関長が調査したものの、原因を特定できなかったため、主機の回転数を105rpmまで下げ、ピッチの変化に注意しながら航行を続けた。</p> <p>本船は、CPPのピッチが約19°から約21°間で往復的に変動し、変節異常（ピッチが指示された値と異なった状態）の警報が頻繁に発する中、塩屋崎南東方沖を航行中、平成21年9月21日07時10分ごろ、ピッチが後進最大に切り替わって運航不能となった。</p> <p>本船は、えい航されて苦小牧港に入港し、荷揚げ後、入渠してCPPが開放された結果、油圧サーボピストン（以下「サーボピストン」という。）に接続された翼角変節用油圧配管（以下「油圧配管」という。）の結合ボルト16本のうち10本が折損し、残り6本がすべて脱落していることなどが発見された。</p>
気象・海象	気象：天気 晴れ、風向 北北西、風力 1

	海象：穏やか
その他の事項	<p>1. CPPの構造</p> <p>CPPは、4翼が組込まれたプロペラボス内にサーボピストンが納められ、同ピストンが、プロペラ軸貫通穴内に納められた油圧配管からの作動油により軸方向に移動することによって、ピッチを変える構造になっていた。</p> <p>油圧配管は、アウターオイルチューブ及びインナーオイルチューブと呼ばれる2重の鋼管で油圧経路が構成されており、アウターオイルチューブ船尾端のフランジ部が、サーボピストン船首側と16本の結合ボルト（M18×1.5、クロムモリブデン鋼製）で締め付けて接続されていた。また、ボルトには針金で回り止めが施されていた。</p> <p>油圧配管は、アウターオイルチューブからの作動油がサーボピストンの貫通孔を通り、同ピストンの船尾側受圧面に作用して前進方向に、インナーオイルチューブからの作動油がサーボピストンの船首側受圧面に作用して後進方向にピッチを変えるようになっていた。</p> <p>サーボピストンの受圧面積は、前進側より後進側の方が大きかった。</p> <p>2. 結合ボルトにかかる力</p> <p>油圧配管の結合ボルトは、変節動作に際しては、ピッチ変節時の内圧や、油圧配管とプロペラ軸との摺動抵抗などによる引張力とそれに伴うゆるみ方向の回転力を受け、また、油圧配管質量により結合部にかかる曲げモーメントを受けていた。</p> <p>3. 運転時間と検査経歴</p> <p>本インシデント時、主機及びCPPの積算運転時間は、約43,970時間であった。</p> <p>平成18年5月15日に施行された第2回定期検査の際には、プロペラ軸が、軸受温度の記録と軸受潤滑油の性状によって健全性が確認されたことから、抜き出しが省略され、CPPの開放検査も省略された。</p> <p>4. ボルトの折損部の精査</p> <p>本インシデント後、CPP製造業者から、次の所見が得られた。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 破断したボルトの外観検査から、10本のいずれも首下のR部で軸方向にほぼ直角に切れ、塑性変形は見られなかった。破断しなかったボルトも、6本中4本の首下に同様なき裂が生じていた。</li> <li>(2) 破断した結合ボルトのミクロ組織観察結果では、破面に2箇所の起点が見られ、起点部にはラチェットマーク（段差）が点在していた。また、破面には疲労によるき裂の進展を示すストライエーション模様が認められた。最終破断部にディンプル模様が見られ、過大な荷重で急速に破断した様相が残されていた。</li> <li>(3) 起点部、芯部のミクロ組織は、使用材料の一般的な焼入焼戻組織であった。</li> <li>(4) 硬度測定値は、JISの規格値を満たすものであった。</li> <li>(5) アウターオイルチューブのボルト座面に生じた微小なへたりが初期の締付力低下につながった可能性がある。</li> </ol>

分析	乗組員等の関与 船体・機関等の関与 気象・海象の関与 判明した事項の解析	<p>なし あり なし</p> <p>本船は、塩屋埼南東方沖を航行中、CPPが後進位置となって制御不能になったものと考えられる。</p> <p>本船は、油圧配管の結合ボルトが全て破断又は脱落し、前進側と後進側の作動油が均圧したことから、サーボピストンがプロペラ翼に作用する流体力により後進側に押し付けられたため、CPPが後進位置となったものと考えられる。</p> <p>油圧配管の結合ボルトは、次の過程を経て破断又は脱落した可能性があると考えられる。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) プロペラ軸系の振動や、諸外力の作用によってボルト締付部にへたりが生じた。</li> <li>(2) 締付力が低下したことにより、ボルトを緩ませようとする力が、回り止め針金の曲り部やねじり部など比較的弱い部分に引張力として繰り返し作用して針金が切れ、ボルトが緩んでねじ穴から脱落した。</li> <li>(3) 緩みを生じなかったボルトが、引っ張りや曲げの力を繰り返し受けて首下に疲労によるき裂を生じ、そのき裂が進展して破断した。</li> </ol> <p>なお、本船の油圧配管の結合ボルトに働く繰り返し数は、プロペラの積算回転数と平均回転数（120rpm）との積で表されることから、約<math>3.17 \times 10^8</math>回に達していた。一般的に言われる疲労破壊の繰り返し応力数が<math>10^7</math>の値であり、その値を超えていたと考えられることから、第2回目の定期検査時にCPPが開放されていれば、結合ボルトの緩みとき裂の進展を見出すことができた可能性があると考えられる。</p>
原因	<p>本インシデントは、本船が、塩屋埼南東方沖を航行中、CPP油圧配管の結合ボルトが破断又は脱落したため、CPPが後進位置となって制御不能になったことにより発生したものと考えられる。</p>	