

船舶インシデント調査報告書

令和3年8月18日

運輸安全委員会（海事専門部会）議決

委員 佐藤 雄二（部会長）
委員 田村 兼吉
委員 岡本 満喜子

インシデント種類	運航不能（機関故障）
発生日時	令和2年5月30日 01時45分ごろ
発生場所	東京都小笠原村沖ノ鳥島南西方沖 沖ノ鳥島灯台から真方位207° 605海里（M）付近 （概位 北緯11° 19.0′ 東経131° 29.0′）
インシデントの概要	漁船 ^{かいおう} 海皇丸は、航行中、主機の運転ができなくなって運航不能となった。
インシデント調査の経過	令和2年7月16日、本インシデントの調査を担当する主管調査官（神戸事務所）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	漁船 海皇丸、19トン ON2-1111（漁船登録番号）、個人所有 14.97m×3.61m×1.44m、FRP ディーゼル機関、船内機、478.08kW、昭和60年10月8日 第296-16743号（船舶検査済票の番号） 4サイクル、回転数毎分1,900、6気筒、ボア150mm、使用 燃料A重油
乗組員等に関する情報	船長 70歳 一級小型船舶操縦士・特殊小型船舶操縦士・特定 免許登録日 平成12年10月5日 免許証交付日 平成28年1月14日 （令和3年1月16日まで有効）
死傷者等	なし
損傷	なし
気象・海象	気象：天気 晴れ、風向 東、風力 2、視界 良好 海象：波高 約1m
インシデントの経過	本船は、船長ほか6人（インドネシア共和国籍3人、フィリピン共和国籍3人）が乗り組み、フィリピン共和国レイテ島東方沖で操業を終えて次の漁場に向け、主機回転数毎分1,400とし約5.5ノットで航行中、令和2年5月30日01時00分ごろ主機が突然停止した。 船長は、機関室に入って主機を点検したところ、大半の潤滑油が喪

失していることを知って潤滑油を約40ℓ補給したのち主機を始動し、主機を最低回転数の状態として様子を見ながら航行を続けた。

船長は、01時45分ごろ、船橋後方の煙突周辺の甲板上に水と油が飛散し、同甲板床面を貫通している主機クランク室からの空気抜き配管（逆U字ベント管）の端部より油水混合物が吹き出していることを知り、主機の運転継続は危険と判断して主機を止め、自力での運航を断念した。

本船は、07時00分ごろ船長が、漁業無線海岸局を通じて同じ海域で操業していた僚船に救援を要請し、31日11時00分ごろ来援した僚船にえい航され、6月8日05時00分ごろ沖縄県那覇市泊漁港に帰着した。

機関整備会社は、主機の開放修理等を行い、全てのシリンダライナ、3気筒分のピストン及びピストンピン、冷却清水クーラのエレメント等を交換し、機関故障が発生した主因等を次のとおり推測した。

- (1) 全てのシリンダライナ外側壁面のリング溝等にキャビテーション^{*1}が原因と推測される浸食が進み、複数のシリンダライナに破口が生じて冷却清水がシリンダ（燃焼室）内及びクランク室内に流入していた可能性がある。（図1参照）

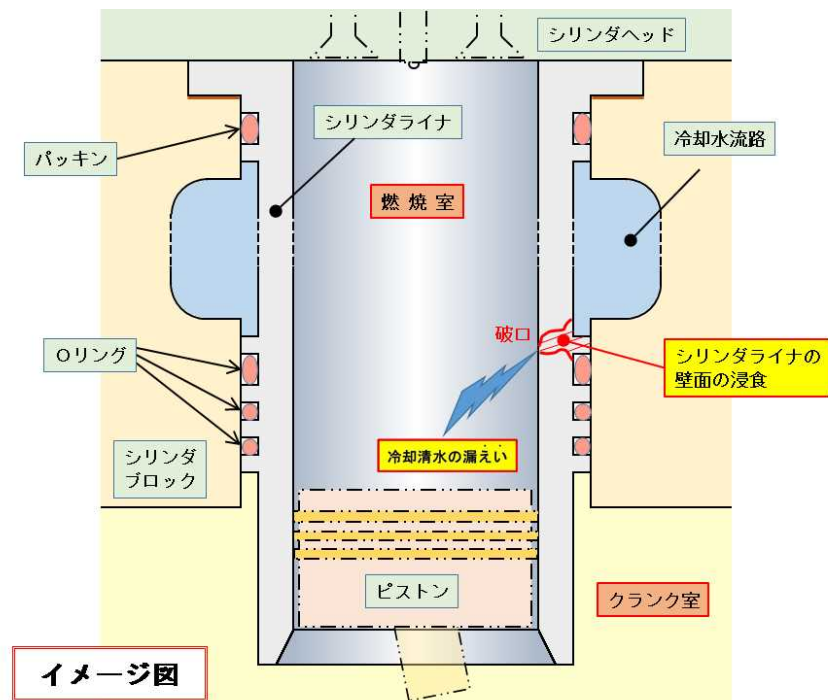


図1 シリンダライナの破損状況（参考）

- (2) 複数のピストン頂部に燃焼不良が主因と推測される溶損があり、比較的長い期間にわたり冷却清水が燃焼室内に入っていた可

*1 「キャビテーション」とは、流体中に局所的な圧力低下等により微細な水蒸気泡が発生することをいい、その気泡の崩壊時にジェット水流が発生し、その水流によって金属の表面等が浸食されることがあり、甚だしい場合には部品（例えば、金属製ポンプインペラ）に破口等が生じる原因となる。

	<p>能性がある。</p> <p>(3) シリンダライナ壁面の破口部から漏えいした冷却清水の一部は、クランク室内に滴下し、潤滑油と混じって潤滑油系統に流入し、ピストンピン等に潤滑不良を生じさせた。</p> <p>(4) 複数のシリンダのピストン側部等に激しい焼付き（かじり）が生じており、ピストンリングとシリンダライナとの摺動面に潤滑不良が発生し、ピストンリングが一時的に固着した後、ピストン側部がシリンダライナと接触、またはピストンリングに吹き抜け（ブローバイ）が発生した可能性がある。</p> <p>(5) 機付冷却海水ポンプのラバー製インペラに経年劣化があり、インペラの一部が欠損したことに加え、冷却清水中に含まれた潤滑油により冷却清水クーラに汚損等を生じて熱交換率が低下し、主機が過熱した可能性がある。</p> <p>(付図1 インシデント発生場所概略図 参照)</p>												
<p>その他の事項</p>	<p>本船の主機は、過去の船舶所有者が中古で購入して換装した過給機付ディーゼル機関であり、シリンダブロックに挿入された耐摩耗特殊鋳鉄製シリンダライナにはシリンダブロックとの隙間に冷却清水をシールする目的として上部にラバー製パッキンが1本、下部に2種類のOリングが合計3本それぞれ装着されていた。</p> <p>本船は、約2週間から1か月にわたる操業を終えると泊漁港に戻り、再び出漁する際に全ての潤滑油を交換し、操業中、数日に一度主機を止めて点検を行い、冷却清水及び潤滑油の量を確認して適宜補給していた。</p> <p>本船は、船舶所有者が平成24年12月に中古で購入し、令和元年6月の前回入渠中に主機の開放整備が行われていたものの、シリンダライナの抜き出しが実施されておらず、機関取扱者が、冷却清水を全量（約120ℓ）交換した際、市販の不凍液1本（約4ℓ）のみ投入していた。</p> <p>主機等に広く使用されている不凍液には凍結防止のみならず、シリンダライナの腐食等を防ぐ防錆剤としての役割もあり、不凍液に関するJIS規格や取扱説明書等によれば、性状及び標準的な使用法が次のとおりとされている。</p> <p>(1) 不凍液は、液冷式内燃機関用冷却液の凍結防止及び冷却機構の防食用に使用するエチレングリコールを主成分とするものであり、使用環境温度（最低気温）により希釈して体積分率（混合比率）30%～60%の水溶液の濃度で用いる。（表1参照）</p> <table border="1" data-bbox="571 1899 1401 1995"> <tr> <td>最低気温</td> <td>-15℃</td> <td>-20℃</td> <td>-24℃</td> <td>-29℃</td> <td>-42℃</td> </tr> <tr> <td>体積分率</td> <td>30%</td> <td>35%</td> <td>40%</td> <td>45%</td> <td>55%</td> </tr> </table> <p>表1 使用環境温度と不凍液の体積分率（参考）</p>	最低気温	-15℃	-20℃	-24℃	-29℃	-42℃	体積分率	30%	35%	40%	45%	55%
最低気温	-15℃	-20℃	-24℃	-29℃	-42℃								
体積分率	30%	35%	40%	45%	55%								

	<p>(2) 不凍液には90～95%程度のエチレングリコール、数%の防錆剤がそれぞれ含まれており、適切な濃度を維持することにより、シリンダライナ等の冷却清水に接する金属表面に保護被膜を生成するだけでなく、冷却清水の粘度を上げ、キャビテーションの気泡が破壊した際に生ずるジェット水流による同表面に与える影響を緩和させることが可能となる。</p> <p>(3) 主機等の冷却清水に含まれた不凍液成分は、長時間使用を続けると、熱と酸化により防錆機能等が低下していくので、2年に1度、冷却清水の全量を交換することを推奨する。</p> <p>(4) 冷却清水系統内の金属腐食を抑えるには、最低1%以上の防錆剤濃度が必要となるので、不凍液を体積分率約30%以下に希釈しないことを推奨する。</p> <p>ディーゼル機関のシリンダライナ外側壁面に発生するキャビテーション浸食に関する文献によれば、燃料油の燃焼時に生じた衝撃波がシリンダライナに微細な振動を与え、その振動がシリンダライナの周囲を流れる冷却清水中に局所的な圧力変化を生じさせた結果、キャビテーションによってシリンダライナの表面（冷却清水流路の後半部分や各部リングの溝等）を浸食することがあると記述があった。</p> <p>本船は、主機冷却清水中の不凍液含有率が冷却清水全量に対する体積分率で少なくとも約30%以上を保つことが推奨されているところ、前回入渠以後、同含有率が約3%以下となり、標準的な使用法に比べて大幅に低い状態となっていた。</p> <p>船長は、魚倉用冷凍設備等には不凍液を使用することを認識していたものの、不凍液が機器を防錆する役割も担っていることを知らなかった。</p>
<p>分析</p> <p>乗組員等の関与</p> <p>船体・機関等の関与</p> <p>気象・海象等の関与</p> <p>判明した事項の解析</p>	<p>あり</p> <p>なし</p> <p>なし</p> <p>本船は、船長が長期間に渡って主機冷却清水の不凍液濃度が低下した状態で主機の運転を継続する中、主機のシリンダライナの外側壁面に破口が生じたことから、冷却清水が同破口から浸入してクランク室内の潤滑油に混入し、フィリピン共和国東方沖を航行中、潤滑不良により一時的にピストンリング等に焼付きを生じた後にブローバイ等が発生し、主機の運転ができなくなって運航不能となった可能性があると考えられる。</p> <p>主機は、キャビテーションによる浸食によってシリンダライナの外側壁面に破口が生じた可能性があると考えられる。</p> <p>本船は、ふだん航行する海域が温暖であり、機関取扱者が、冷却清水中に投与する不凍液の濃度に重要性を余り感じておらず、長期間に</p>

	<p>渡り不凍液濃度を低下させていたことから、シリンダライナのシール部の浸食が進行し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、夜間、船長が長期間に渡って主機冷却清水の不凍液濃度が低下した状態で主機の運転を継続する中、主機のシリンダライナの外側壁面に破口が生じたため、冷却清水が同破口から浸入してクランク室内の潤滑油に混入し、フィリピン共和国東方沖を航行中、潤滑不良により一時的にピストンリング等に焼付きを生じた後にブローバイ等が発生し、主機の運転ができなくなったことにより発生した可能性があると考えられる。</p>
再発防止策	<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"> ・ 機関取扱者は、冷却清水中に含まれる不凍液（兼防錆剤）の濃度（体積分率）を下限30%として適切に管理すること。 ・ 船舶所有者は、定期的にシリンダライナを抜き出し、冷却水流路及び各部リング溝等の浸食状況を点検すること。

付図1 インシデント発生場所概略図

