

# 船舶インシデント調査報告書

令和5年9月20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	運航阻害
発生日時	令和5年1月18日 14時45分ごろ
発生場所	北海道羽幌町焼尻島南東方沖 焼尻島灯台から真方位137° 1.3海里（M）付近 （概位 北緯44°24.8′ 東経141°26.7′）
インシデントの概要	液化ガスばら積船第三いづみ丸は、主機の修理を行う目的で危険物を積載した状態で錨泊中、船長が低気圧の接近に伴う海象の悪化を予想し、錨泊の継続が危険と判断して運航が阻害された。
インシデント調査の経過	令和5年1月23日、本インシデントの調査を担当する主管調査官（函館事務所）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	液化ガスばら積船 第三いづみ丸、998トン 144089、日本ガスライン株式会社、中浜海運株式会社 72.00m×12.50m×5.50m、鋼 ディーゼル機関、船内機、1,618kW、令和3年4月14日 4サイクル、回転数毎分310、6気筒、ボア330mm、使用燃料 油C重油、令和3年2月機関製造
乗組員等に関する情報	船長 58歳 四級海技士（航海） 免許年月日 平成11年6月28日 免状交付年月日 令和元年5月13日 免状有効期間満了日 令和6年7月6日 機関長 58歳 四級海技士（機関）（機関限定） 免許年月日 平成7年3月16日 免状交付年月日 令和元年5月17日 免状有効期間満了日 令和6年8月26日
死傷者等	なし
損傷	なし
気象・海象	気象：天気 晴れ、風向 北西、風力 3、視界 良好 海象：波高 約1m
インシデントの経過	本船は、船長及び機関長ほか7人が乗り組み、北海道稚内市稚内港 <small>わっかない</small>

内の公共岸壁で危険物（液化ガス）の揚げ荷を終え、令和5年1月16日11時30分ごろ茨城県鹿島港に向けて出航し、主機の回転数を毎分約300（出力約1,100kW）とし、利尻水道を通峡<sup>りしり</sup>後に約11.5ノット（kn）の速力（対地速力、以下同じ。）で日本海を南進し始めた。

機関長は、羽幌町羽幌港西方沖を航行中、機関室の当直を無人（Mゼロ運転）とし、17時30分ごろ食堂で休息していると、機関室から異音が聞こえたので、主機過給機にサージング<sup>エム</sup>\*1が起こっているものと思って機関室に入った。

機関長は、サージングが激しく過給機を破損させるおそれがあると考え、船橋で操船を行っている船長にサージングが発生したことなど伝えた後に主機を停止した。

機関長は、今後の対応を協議する目的で昇橋し、船長に主機の現況等を説明し、主機を修理する目的で最寄りの錨泊可能海域に向かうことを決め、17時43分ごろ主機の始動とともに主機使用燃料油をC重油からA重油に切り換え、サージングが少しでも和らぐような運転点を模索しながら主機の運転を継続した。

本船は、焼尻島に向けて北西に進路をとり、約5knの速力で航行を続ける中、船長が海上保安部に主機の緊急修理を行う目的で同島周辺海域にて錨泊する旨を、機関長が‘船舶所有者の工務担当者’（以下「本船監督」という。）に主機の現況をそれぞれ報告した後、18時32分ごろ焼尻島南東方の水深約50m（底質：岩及び砂）の海域に到着して錨泊を開始した。

機関長らは、錨泊開始後、全シリンダの燃料噴射弁を交換して試運転を行った結果、サージングが継続するなど状況に変わりがないことを確認した一方、4番シリンダの排気温度が上がらず、同シリンダの吸気弁又は排気弁が破損している可能性が高いことが分かった。

機関長は、電話で本船監督からアドバイスを受けながら各部を開放して調査を進めた結果、4番シリンダの吸気弁（以下「本件吸気弁」という。）が作動していないことを知り、同弁の動弁装置を分解したところ、内部部品が破損していることが分かった。

機関長は、本件吸気弁を予備品と交換しようと開放を進めたものの、‘弁箱を固定している締め付け<sup>しめつけ</sup>ボルト’（以下「本件ボルトA」という。）を緩める際、締め付けが硬くて専用工具のハンドルが変形してしまい、緩めることができなくなった。

\*1 「サージング」とは、運転中の過給機等のターボ型圧縮機が、機器及び配管内で気体が自ら膨張と圧縮を繰り返す一種の振動を起こし、特有の定まった周期で吐出し圧力及びガス量<sup>しめつけ</sup>が変動する現象をいい、圧縮機入口側に逆流する空気流が特徴的な音を発生する。サージング現象が起こると、ターボ型圧縮機の運転を不安定にし、回転体がケーシングに接触するなどして損傷が生じる場合がある。

	<p>機関長は、本件吸気弁の交換を諦め、翌17日01時30分ごろ4番シリンダ内での燃焼を停止して減筒運転<sup>*2</sup>の状態<sup>げんとう</sup>で試運転を行おうと準備を進めたところ、本件吸気弁等の作動を停止することができず、取りあえず燃料油の供給だけを止めて試運転を行ったものの状況等が変わらず、本船監督に報告した。</p> <p>船舶所有者は、乗組員による修理及び減筒運転の実施が困難と判断し、本船を北海道函館港港外までえい航して修理することを決め、引船の手配を依頼したところ、引船（兼海難救助船、698トン）の焼尻島到着に約3日間を要することが分かった。</p> <p>船長は、引船の到着を待つ中、翌18日午前、海上保安部より稚内港へえい航させることの打診を受け、船舶所有者と協議を行って稚内港で修理することに変更し、海上保安部に伝えた。</p> <p>海上保安部は、その後、本船が貨物タンク内に残留した可燃性ガスの充満とともに自力運航が不可能な状態で稚内港港内の岸壁に接岸することを特例として許可するとともに、海象気象の悪化による海難（走錨による座礁等）の発生を回避する目的で、本船を巡視船で稚内港に向けてえい航させることができる旨を船長に伝えた。</p> <p>船舶所有者及び船長は、翌日からの低気圧の接近に伴う海象気象の悪化を見込んで協議を続け、自力での運航を断念し、14時45分ごろ海上保安部に救助要請を行った。</p> <p>本船は、翌19日08時05分ごろ、来援した巡視船によりえい航が開始され、稚内港沖でえい航がタグボートに引き継がれた後、16時10分ごろ出航した公共岸壁に帰着した。</p> <p>本船は、着岸後、本船監督と共に機関製造会社（以下「A社」という。）及び機関整備会社の各担当者が乗船し、問題なく本件吸気弁を抜き出すことができ、破損状況（詳細後述）を確認するとともに交換が完了し、後に試運転を行って復旧を確認した。</p> <p>（付図1 インシデント発生場所概略図 参照）</p>
その他の事項	<p>本船は、揚げ荷を終えた時点で、蒸発したガスが2基の貨物タンク（加圧型）内に充満し、タンク圧力が約0.9MPaとなっていた。</p> <p>本船は、本インシデント発生<sup>3</sup>の3日前（15日）、着岸待ちの目的で稚内港沖の錨地に着いて投錨作業中、サージ<sup>4</sup>が生じたものの、その後の稚内港内での入港及び出港時にはサージが再発していなかった。</p> <p>本船監督は、15日本船よりサージが生じた旨の報告を受けた際、主機の運転状況に留意することなど指示するとともに、A社担当者にサージの発生要因及び対処法等を照会した。</p>

\*2 「減筒運転」とは、主機の1つ又は2つのシリンダに異状が生じたものの復旧が見込めない状況下、緊急避難的に運転する必要がある場合、異状シリンダに付属する燃料噴射弁での燃料油の噴射や、吸気弁及び排気弁の開閉をそれぞれ機械的に停止させ、主機の運転を行うことをいう。

本船の主機は、船首側から順にシリンダ番号が付された過給機付ディーゼル機関であり、機関室の中央付近に据付けられており、総運転時間が約6,000時間、運航率（航泊の比）が約50%であった。

本船の主機は、船舶所有者が立案した整備計画によれば、吸気弁等の定期的整備を年に1度の入渠時に機関整備会社が行うこととされており、令和4年9月に入渠した際、A社担当者及び機関整備会社が本件吸気弁等を分解して弁棒及び弁座等の整備等を行っていた。

本船の主機の吸気弁及び排気弁は、動弁方式が従来のプッシュロッド及びロッカーアームを用いたものに代えて作動油の油圧で駆動するものであり、カム軸に油圧ポンプが、弁頂部に油圧ピストンが、弁ごとにそれぞれ装備され、カム軸の回転により吸気弁側が約10MPaに、排気弁側が約20MPaに加圧された作動油が弁頂部に導かれて弁の開弁動作を行っていた。

本船の主機の吸気弁は、1シリンダ当たり1組装備されており、シリンダカバーを取り外すことなく交換できるように、排気弁と同様に弁箱型が採用されており、弁の開閉動作を目視で確認できるように弁箱側部のカム軸側に動作点検孔（ガラス窓）が備えられていた。

本件ボルトAは、公称（JIS）がM33、作業性を考慮して設計された特殊形状のボルトで、1つの弁箱に2本使用されており、‘ボルトを緩める際に必要とされるトルク’（以下「必要トルク」という。）が約735Nm（ニュートンメートル）であった。

A社は、本件ボルトA用の専用工具として、ソケット部（ボルトの頭を挿入する部分）を有する軸に付属するハンドルを取り付けて使用する「スライド式ボックスレンチ」を本船に装備していた。

本件ボルトA用の専用工具は、ハンドルの長さが約40cmと短く、標準的な体型の男性1人が補助具を使用することなく生じさせることができるトルクが約400Nmであるので、両手でスライド式ボックスレンチを使用しても、必要トルクを与えることが困難であった。

A社担当者は、今回の修理時、ボックスレンチのハンドルの両側に補助具として約60cmのパイプをそれぞれ1本ずつ繋いで延長させ、2人掛かりで本件ボルトAを緩めていた。（写真1参照）

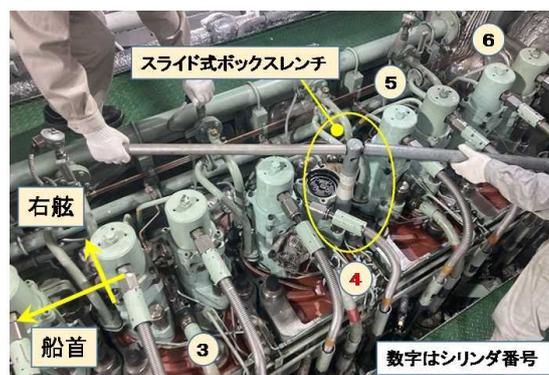


写真1 A社担当者等による本件吸気弁の交換風景

A社担当者は、本件吸気弁を抜き出し後、破損状況を確認した結果及び破損に至った状況等を、船舶所有者に次のとおり説明した。

- (1) 本件吸気弁は、「弁棒」と「バネ押さえ」との位置決め等を担う「コッタ」の抜け止めの役割を担う部品「コッタ押さえ」（一般構造用圧延鋼材製、外径約82mm、内径約34mm、厚さ約4.5mm）を締め付ける「六角穴付きボルト」（焼き入れクロムモリブデン鋼製、M10、1弁あたり4個使用、以下「本件ボルトB」という。）が緩み、コッタが外れるとともにコッタ押さえが3つに割れていた。（図1参照）

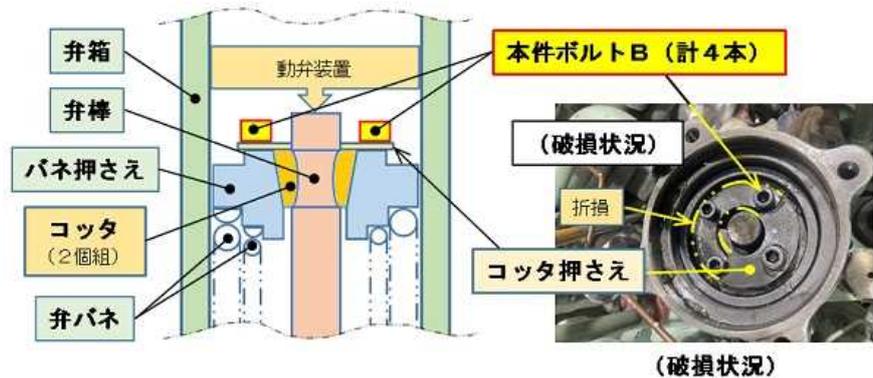


図1 本件吸気弁のバネ押さえ等の配置及び破損状況

- (2) 弁棒（耐熱鋼製）は、コッタが外れるとともに拘束が解かれ、シリンダ内の燃焼室側に約25mm落下して軸心が振れた状態で運転が続いていたので、軽微な曲損等が生じていた。
- (3) 他のシリンダの吸気弁及び排気弁の全ての六角穴付きボルトを点検したところ、幾つかの同ボルトに緩みが生じていた。
- (4) 本件ボルトB等が緩んだ要因を検証した結果、前回整備時に同ボルトを締め付けた際、コッタとコッタ押さえが接触して互いに干渉し、十分に締め付けられていなかったものと推測する。

機関長は、機関長及び機関士として約35年間の職務経験を有し、平成8年2月から船舶所有者が管理する複数の船舶に乗船しているものの、油圧で吸気弁等が駆動する主機の取り扱いに関しては本船が初めてであり、本船では燃料噴射弁の交換を行う程度で、吸気弁及び排気弁の交換を行った経験がなかった。

機関長は、主機の取扱説明書に記載された減筒運転方法に従って準備を進めたものの、適切な資材（一般資材、G3/8プラグ）が見当たらなかったため、吸気弁等を駆動する作動油の供給を止めることができず、主機をA社が想定する減筒運転状態とすることができなかった。

気象庁によれば、本船が錨泊していた海域は、本インシデント発生翌日（19日）日本海を早い速力で北東進してきた低気圧等が通過し、翌々日（20日）別の低気圧が前線を伴いながら南方を通過後、

	<p>てうり          天売焼尻地方では波浪注意報等が数日間にわたって発表と解除が繰り返されたことに続き、後日、暴風雪警報及び波浪警報が発表された。          (付図2 吸気弁／排気弁の各部品配置及び駆動装置概要図 参照)</p>
<p><b>分析</b></p> <p>乗組員等の関与          船体・機関等の関与          気象・海象等の関与          判明した事項の解析</p>	<p>あり</p> <p>あり</p> <p>あり</p> <p>本船は、危険物を積載した状態で焼尻島南東方沖にて錨泊中、開閉ができなくなった本件吸気弁の交換作業を進めていたところ、本件ボルトAを緩められず中止となるとともに、主機の減筒運転ができなかったことから、船長及び船舶所有者が低気圧の接近に伴う海象気象の悪化を見込み、錨泊の継続が危険と判断し、運航が阻害されたものと推定される。</p> <p>本船は、前回の本件吸気弁の整備時、コッタとコッタ押さえが干渉していることを気付かずに組み立て、本件ボルトBが十分に締め付けられていなかったことから、主機の運転中に本件ボルトBが緩み、コッタ押さえが破損した後、コッタが外れて弁棒の拘束が解け、弁の開閉ができなくなったものと考えられる。</p> <p>機関部職員は、本件ボルトA用の専用工具を取り扱う機会がなかったことから、吸気弁等の交換作業中、専用工具を適切に取り扱うことができずに専用工具が変形して本件ボルトAを緩められず、本件吸気弁を交換することができなかった可能性があると考えられる。</p> <p>機関長は、主機の取扱説明書に従って減筒運転の準備を進めたところ、吸気弁等を駆動する作動油の供給を止める目的で使用する一般資材（プラグ）が見当たらなかったことから、同作動油の供給を止めずに減筒運転を行ったものの、サージングが収まらず主機の運転が不可能と判断し、最寄りの主機修理が可能な港まで主機を運転することができなかったものと推定される。</p> <p>本船の主機の吸気弁及び排気弁は、抜け止めの目的によりコッタとコッタ押さえとの隙間が小さく設計されていたことから、本件吸気弁を整備した際、コッタの弁棒への収まり具合により同隙間がなくなって干渉が生じ、本件ボルトBを十分に締め付けることができなかった可能性があると考えられる。</p>
<p><b>原因</b></p>	<p>本インシデントは、本船が、危険物を積載した状態で焼尻島南東方沖にて錨泊中、開閉ができなくなった本件吸気弁の交換作業を進めていたところ、本件ボルトAを緩められず中止となるとともに、主機の減筒運転ができなかったため、船長及び船舶所有者が低気圧の接近に伴う海象気象の悪化を見込み、錨泊の継続が危険と判断したことにより発生したものと推定される。</p>
<p><b>再発防止策</b></p>	<p>A社は、同種事故等の再発防止策として、本件ボルトBを締め付け</p>

る際、コッタ押さえとコッタが干渉しないように、コッタ押さえの形状変更を行うとともに、本件ボルトBの締め付けを「トルク締め」に変更し、本船等に新型コッタ押さえと共に本件ボルトBの締め付け要領書を配布し始めた。

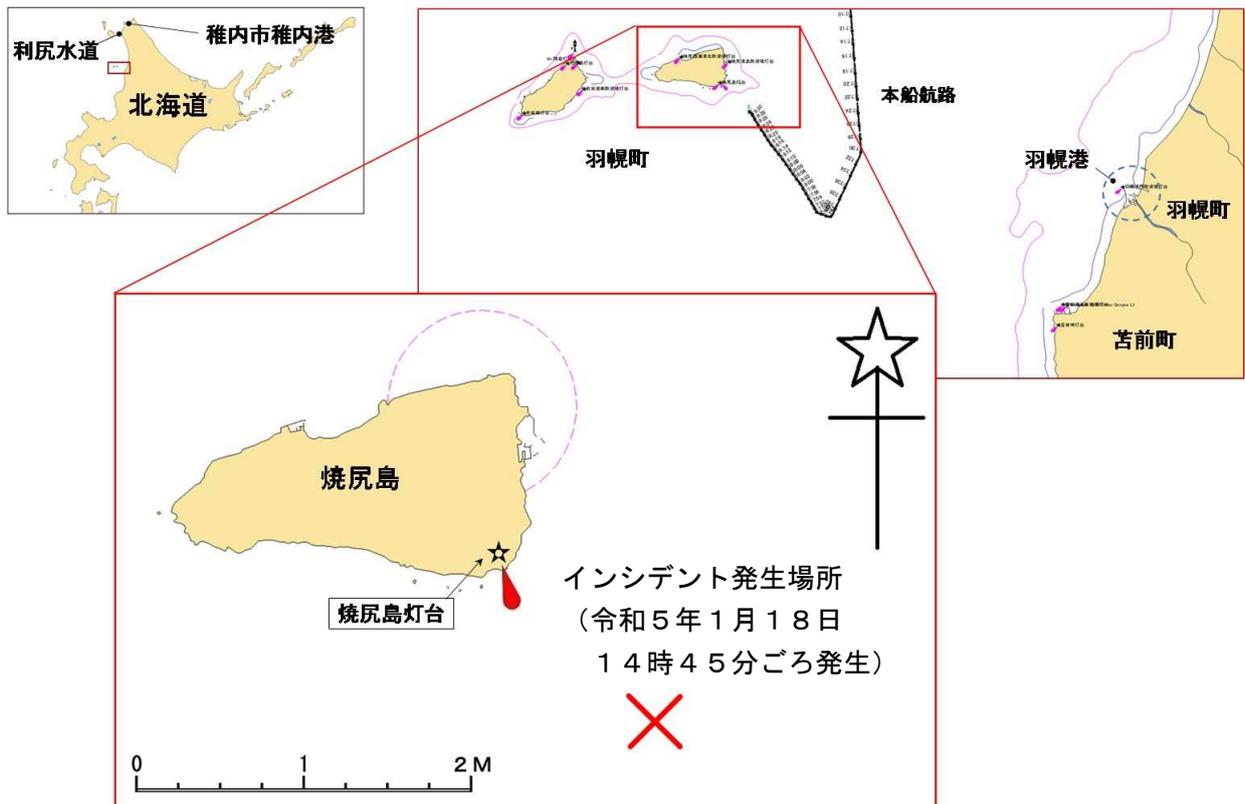
船舶所有者は、同種事故等の再発防止策として次のことを行った。

- ・ 本案件の概要を全ての同型主機を搭載している管理船に周知し、吸気弁及び排気弁の点検に関する機関整備計画書を改補した。
- ・ 所属する機関部職員に対し、ドックなど主機吸気弁等を開放整備する機会に立ち合わせ、開放要領を習得させることとした。

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。

- ・ 機関取扱者は、緊急時には主機等の主要部品の交換を自身で実施することができるように、作業手順及び専用工具の使用方法を理解すること。
- ・ 機関取扱者は、主機の減筒運転が何時でもできるように、取扱説明書等を参考に、準備すべき項目や運転方法を理解し、必要となる工具や資材を揃えておくこと。

付図1 インシデント発生場所概略図



付図2 吸気弁／排気弁の各部品配置及び駆動装置概要図

