

船舶インシデント調査報告書

令和2年9月9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	令和元年11月4日 14時00分ごろ
発生場所	和歌山県和歌山下津港外港 和歌山本港沖南防波堤灯台から真方位246° 1,200m付近 (概位 北緯34° 12.6′ 東経135° 06.4′)
インシデントの概要	旅客船兼自動車航走船フェリーかつらぎは、西南西進中、右舷主機の燃料油噴射ポンプが故障し、運航が阻害された。
インシデント調査の経過	令和元年11月6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	旅客船兼自動車航走船 フェリーかつらぎ、2,620トン 135035、南海フェリー株式会社（A社） 108.00m×17.50m×11.10m、鋼 ディーゼル機関2基、7,943kW（合計）、平成10年12月 4サイクル、回転数毎分500、6気筒、ボア410mm、使用燃料 C重油、平成10年10月機関製造
乗組員等に関する情報	船長 男性 50歳 三級海技士（航海） 免許年月日 平成2年11月21日 免状交付年月日 平成27年10月16日 免状有効期間満了日 令和2年11月20日 機関長 男性 41歳 三級海技士（機関） 免許年月日 平成12年3月28日 免状交付年月日 平成27年2月25日 免状有効期間満了日 令和2年3月27日
死傷者等	なし
損傷	なし
気象・海象	気象：天気 晴れ、風向 北北西、風力 4、視界 良好 海象：波高 約1.0m
インシデントの経過	本船は、船長及び機関長ほか9人が乗り組み、旅客182人を乗せて車両47台等を積載し、和歌山県和歌山下津港和歌山第1区に向け

て徳島県徳島小松島港を出航し、右舷及び左舷の可変ピッチプロペラの翼角を約20°、両舷の主機を回転数毎分約485（約60%負荷）とし、兵庫県南あわじ市沼島南南東方沖を約17.5ノット（kn）の速力（対地速力、以下同じ。）で東北東進していた。

当直機関士は、令和元年11月4日11時58分ごろ、機関制御室の機器監視装置が右舷主機の排気ガス温度高偏差警報（設定温度；70℃）を発したので同装置で確認したところ、2番シリンダの排気ガス温度が約435℃と異常に高くなっていることが分かり、機関長に報告した。

機関長は、当直機関士の報告を受けて機関室に入り、右舷主機の運転状態及び右舷主機2番シリンダの排気ガス温度の推移等を確認した結果、燃料油噴射弁又は燃料油噴射ポンプが故障したものと判断し、12時10分ごろ船長に現況を報告した。

機関長は、「右舷主機2番シリンダの燃料油噴射ポンプ」（以下「本件ポンプ」という。）の燃料油噴射量の加減棒（ラック）を調整して燃料油の噴射量を減じたところ、右舷主機2番シリンダの排気ガス温度を約390℃まで下げることができたので、様子を見ながら右舷主機の運転を継続することとした。

機関長は、右舷機の運転状態を確認中、本件ポンプ、カムケース等から異音が出ていることを知り、本件ポンプの故障を確信して12時30分ごろ船長及びA社担当者に報告した。

本船は、船の速度を維持したまま航行を続け、13時10分ごろ予定より5分遅れて和歌山第1区に接岸した後、機関長が、各シリンダの燃料油の噴射量を調整する共通シャフトから本件ポンプのラックとの連結を外し、ラックをゼロ位置（無噴射状態）で固定して右舷主機2番シリンダへの燃料油の供給を止め、右舷主機の運転を継続することとした。

本船は、和歌山下津港をほぼ定刻に出航し、和歌山本港沖南防波堤灯台を通過して針路を西南西方に定め、両舷の主機を増速したところ、右舷主機2番シリンダの排気ガス温度が異常に上昇し、14時00分ごろ機関長が右舷主機の運転継続を断念して船長に報告した後に右舷主機を停止し、約11.8knの速力で徳島小松島港に向かった。

船長は、A社担当者に連絡して協議を行い、徳島小松島港到着後に本船の運航を取りやめ、本件ポンプを予備の燃料噴射ポンプと交換することとした。

本船は、徳島小松島港に定刻から約46分遅れの16時36分ごろに到着し、旅客の下船及び車両の陸揚げを終えた後、左舷主機を運転して離岸し、本件ポンプの交換作業を行いながら港外に錨泊した。

本船は、19時30分ごろ交換作業を完了させて右舷主機の試運転を行い、正常であることが確認できたので、21時50分ごろ運航を

再開した。

機関長は、後日、取り外した本件ポンプを分解したところ、プランジャスプリング（以下「本件バネ」という。）が破断していることを認め、機関整備会社に本件ポンプを送付して修理を依頼した。（写真1参照）

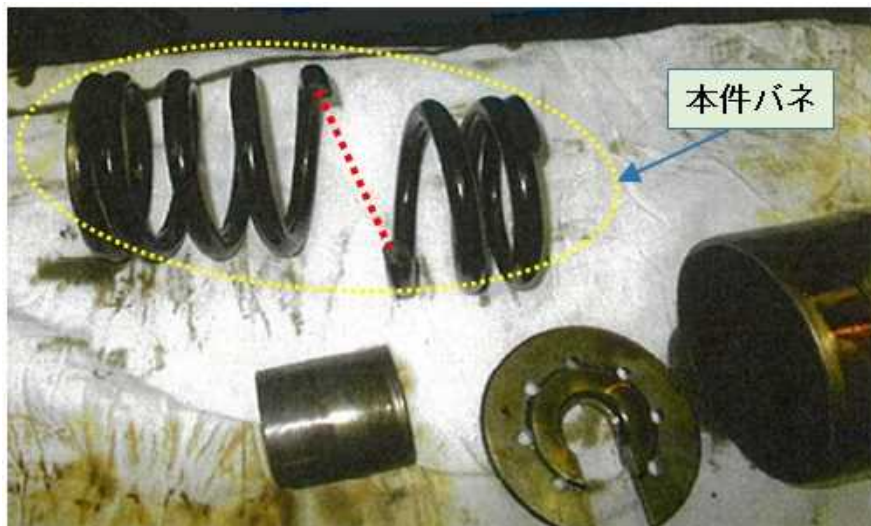


写真1 本件バネの破断状況

（付図1 インシデント発生場所概略図 参照）

その他の事項

本船は、2機2軸船で、主機室を船体中央部に設け、船尾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の主機2基を右舷及び左舷にそれぞれ1基ずつ搭載しており、右舷主機の総運転時間が約134,500時間であった。

本件ポンプは、往復動式単筒型燃料噴射ポンプ（ボッシュ型プランジャポンプ）で、ポンプ本体の底部に燃料噴射ポンプ用カム回転力をカムローラ等の駆動力伝達装置を介してプランジャを上下運動させる部品（プランジャガイド、摺動箱）に本件バネが内蔵されていた。

本件バネは、一般バネ用高耐疲労ばね鋼材に表面加工を施して製造された丸線円筒コイルスプリングで、本件ポンプの内部に圧縮して装着され、主機運転中、約36mm圧縮されて元に戻る動作を繰り返しており、主機の年間平均運転時間（約6,500時間）から推算すると、1年間で約1億回（ 10^8 回）伸縮していた。

機関製造会社担当者は、機関整備会社に送付された本件ポンプの分解整備に立会い、本件バネの破断状況を精査するとともに本件ポンプ内部に次の破損を確認し、燃料油噴射量調整機構の破損により排気ガス温度が異常に上昇したものと判断した。

- (1) 本件バネの破断によりプランジャに回転力が加わり、プランジャの端部が燃料油噴射量調整環（コントロールスリーブ）の摺動溝に圧力を与え、同調整環を破損した。
- (2) コントロールスリーブのギヤ部が破損し、ラックからの指示を

伝えることができなくなった。

- (3) 本件バネを受けている上部バネ受皿の接触面に深さ約0.1～0.2mmの肌荒れ（摩耗）があった。

機関製造会社の担当者は、調査結果に基づき本件バネの折損原因を次のとおり考察し、今後、プランジャスプリングを交換する際には、バネ受皿も交換するようにA社に推奨した。

- (1) 本件バネの疲労
(2) 本件バネの伸縮による繰り返し応力
(3) 上部バネ受皿の本件バネとの接触面に存在する肌荒れにより、本件バネが傾き応力が集中した。

本件ポンプは、令和元年5月の第1種中間検査時に機関整備会社が整備を行っていた。

本件ポンプは、平成26年5月に本件バネを含めて全てのプランジャスプリングを交換していたが、バネ受皿は交換していなかった。また、本船は、平成29年7月19日に左舷主機4番シリンダの同じ部品（プランジャスプリング）が破断していた。

本船の主機取扱説明書によれば、燃料噴射ポンプの開放整備を機関の運転時間で約6,000時間ごとに行うことを推奨していたが、プランジャスプリング及びバネ受皿に関する交換推奨時間は明記されていなかった。

本件バネは、破断面に金属材料供給会社の論文によるところの疲労破壊特有のビーチマーク（貝殻模様）が見られた。（写真2参照）



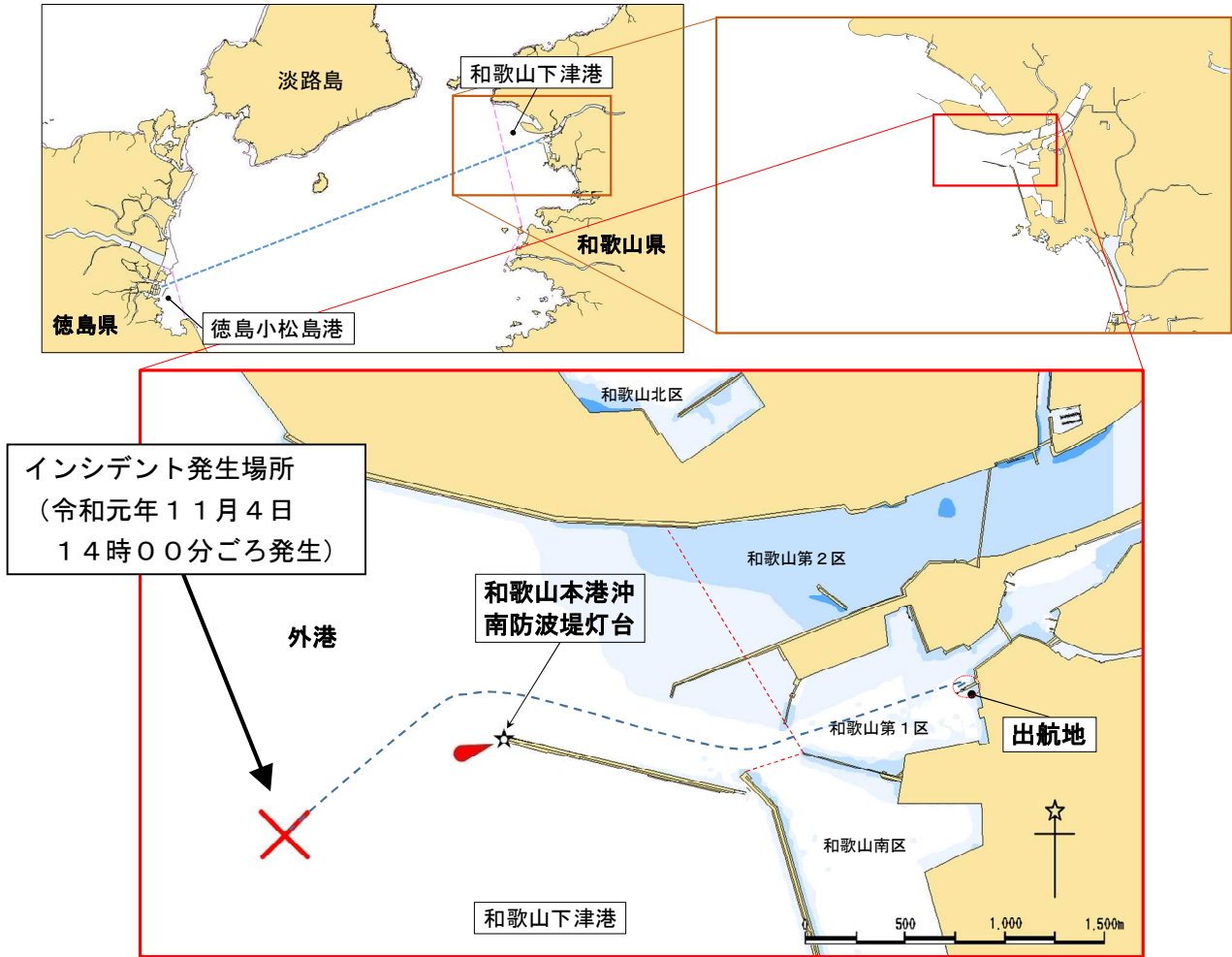
写真2 本件バネの破断面

また、スプリング鋼材製造会社が発行している資料内の取扱説明によれば、スプリング鋼線に付いた傷は折損の危険性を高め、スプリングの品質特性を著しく低下させる要因となり、特に硬い物による打ち傷や切り傷には注意すべきと記載されている。

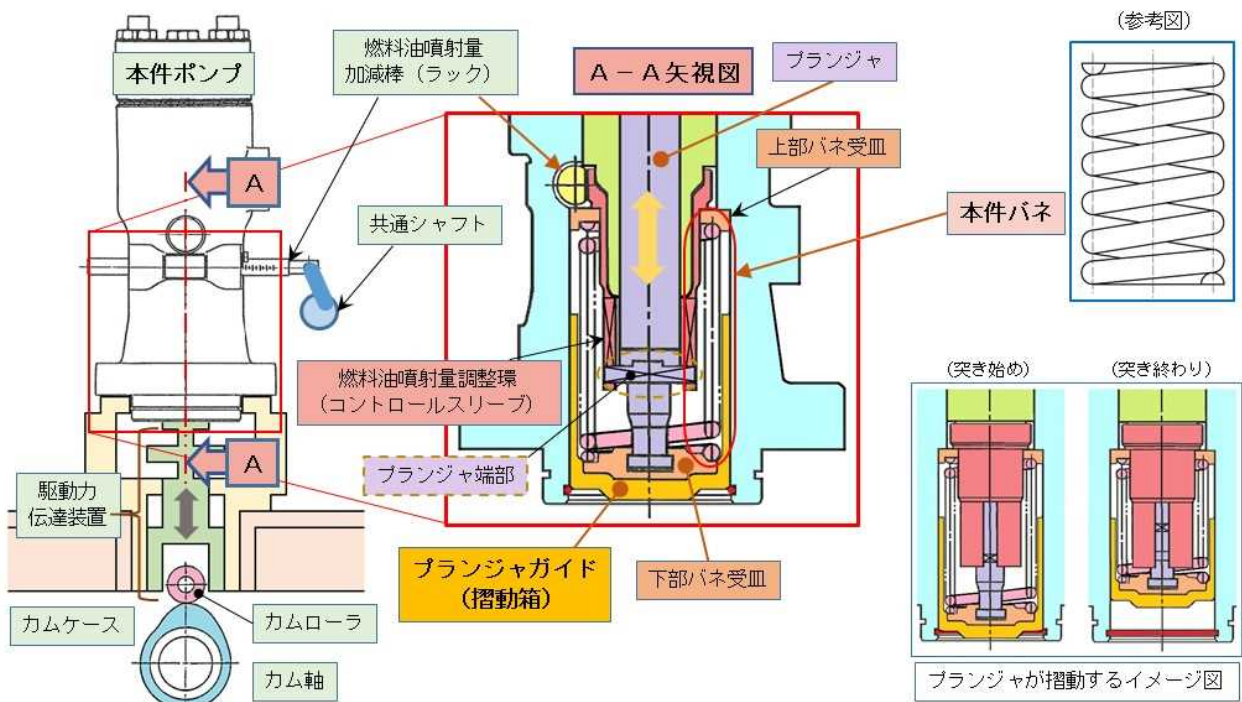
（付図2 燃料噴射ポンプ及びプランジャスプリング作動概略図、付図3 コントロールスリーブ各部の破損状況図、写真3 上部バネ

	受皿の接触面の状況 参照)
分析 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	不明 あり なし 本船は、和歌山下津港外港を西南西進中、本件バネが破断してコントロールスリーブが破損し、本件ポンプの燃料噴射量が調節できず、燃料油が主機出力の要求量以上にシリンダ内に噴射されて排気ガス温度が上昇し、右舷主機の運転ができなくなり運航が阻害されたものと推定される。 本船は、本件バネに疲労が生じた、又はバネ鋼材の表面に存在していた傷が発端となり亀裂が生じたことから、本件バネが破断した可能性があるものと考えられるが、本件バネが破断に至った状況等を明らかにすることができなかった。
原因	本インシデントは、本船が、和歌山下津港外港を西南西進中、本件バネが破断してコントロールスリーブが破損し、本件ポンプの燃料噴射量が調節できず、燃料油が主機出力の要求量以上にシリンダ内に噴射されて排気ガス温度が上昇し、右舷主機の運転ができなくなったことにより発生したものと推定される。
再発防止策	A社は、同種事故等の再発防止策として、次回ドック時に全ての燃料噴射ポンプの上部及び下部バネ受皿を交換することとした。 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。 <ul style="list-style-type: none"> ・ 機関取扱者は、燃料噴射ポンプを整備する際は、各 부품の状態を十分に確認して整備間隔等を勘案して摩耗が進んでいる部品の交換時期を判断すること、及びプランジャスプリングに傷を付けないように十分に保護すること。 ・ 船舶所有者は、プランジャスプリングの寿命が素線の形状はもとより主機の回転数や運転時間等の使用環境によって大きく異なるので、プランジャスプリングの交換間隔を船ごとに機関製造会社に照会することが望ましい。

付図1 インシデント発生場所概略図



付図2 燃料噴射ポンプ及びプランジャスプリング作動概略図



付図3 コントロールスリーブ各部の破損状況図

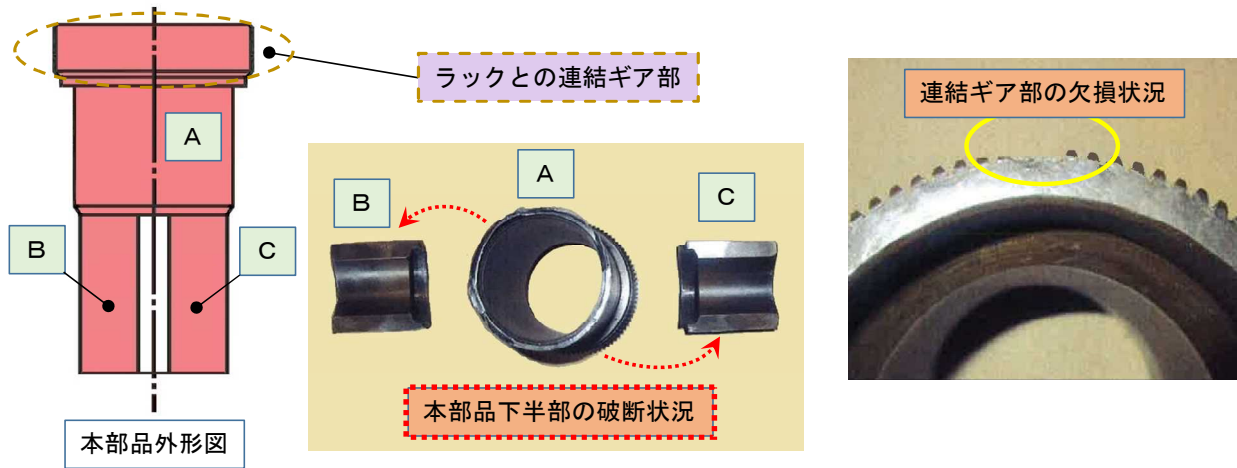


写真3 上部バネ受皿の接触面の状況

