

# 船舶インシデント調査報告書

船種 船名 液化ガスばら積船 瑞陽丸  
船舶番号 135837  
総トン数 998トン

インシデント種類 運航不能（中間軸折損）

発生日時 平成29年2月9日 05時05分ごろ

発生場所 山口県周防大島町立島北西方沖  
白木港外入B防波堤灯台から真方位259° 1.9海里付  
近

（概位 北緯33° 52.8′ 東経132° 17.8′）

平成30年4月18日

運輸安全委員会（海事部会）議決

委員長 中橋和博  
委員 佐藤雄二（部会長）  
委員 田村兼吉  
委員 石川敏行  
委員 岡本満喜子

## 要旨

### <概要>

液化ガスばら積船<sup>ずいよう</sup>瑞陽丸は、船長ほか8人が乗り組み、山口県徳山下松港に向けて西南西進中、平成29年2月9日04時00分ごろ山口県沖家室島<sup>おきかむろ</sup>東方沖において可変ピッチプロペラ給油箱の振回り及び可変ピッチプロペラ給油箱からの油漏れが発生し、05時05分ごろ、山口県屋代島の<sup>あげのしょう</sup>安下庄湾内で、主機を停止して緊急投錨した。

瑞陽丸は、中間軸が折損し、可変ピッチプロペラ給油箱の据付ボルト4本中1本が折損及び3本に緩みを生じた。

#### <原因>

本インシデントは、夜間、瑞陽丸が、沖家室島東方沖において、徳山下松港に向けて西南西進中、中間軸が折損したため、可変ピッチプロペラ給油箱が振れ回り、可変ピッチプロペラ給油箱の作動油が漏れ、投錨した安下庄湾において、可変ピッチプロペラが操作不能となり、運航不能となったものと考えられる。

中間軸が折損したのは、振動及び経年変化により、外部からは確認できないところで亀裂が進展したことによるものと考えられる。

可変ピッチプロペラ給油箱が振れ回ったのは、折損した中間軸の振れ回りが主な要因であるが、据付け部のボルト及びナットの強度が足りなかったことが関与した可能性があると考えられる。

# 1 船舶インシデント調査の経過

## 1.1 船舶インシデントの概要

液化ガスばら積船<sup>ずいよう</sup>瑞陽丸は、船長ほか8人が乗り組み、山口県徳山下松港に向けて西南西進中、平成29年2月9日04時00分ごろ山口県<sup>おきかむろ</sup>沖家室島東方沖において可変ピッチプロペラ給油箱の振回り及び可変ピッチプロペラ給油箱からの油漏れが発生し、05時05分ごろ、山口県屋代島の<sup>あげのしょう</sup>安下庄湾内で、主機を停止して緊急投錨した。

瑞陽丸は、中間軸が折損し、可変ピッチプロペラ給油箱の据付ボルト4本中1本が折損及び3本に緩みを生じた。

## 1.2 船舶インシデント調査の概要

### 1.2.1 調査組織

運輸安全委員会は、平成29年3月9日、本インシデントの調査を担当する主管調査官（広島事務所）を指名した。

なお、後日、主管調査官を船舶事故調査官に交替した。

### 1.2.2 調査の実施時期

平成29年5月30日 回答書受領

平成29年6月19日、20日 現場調査及び口述聴取

平成29年8月3日 現場調査（中間軸折損部及び折損ボルト）

### 1.2.3 原因関係者からの意見聴取

原因関係者から意見聴取を行った。

# 2 事実情報

## 2.1 インシデントの経過

本インシデントが発生するまでの経過は、瑞陽丸（以下「本船」という。）船長及び機関長の口述並びに本船の船舶運航会社（以下「A社」という。）担当者の回答書によれば、次のとおりであった。

本船は、船長及び機関長ほか7人が乗り組み、岡山県倉敷市水島港においてペンタン約600tを積み込み、平成29年2月8日21時15分ごろ徳山下松港に向けて出港した。

本船は、沖家室島東方沖1.6海里（M）付近において、針路228°（真方位、以下同じ。）で推薦航路を西南西進中、9日04時00分ごろ機器の異常を示す警報を発した。

機関長は、機関室の見回りを終えて機関監視室で機関日誌を記載していた時に警報音を聞き、可変ピッチプロペラ（以下「C P P」という。）推進機器類の異常を示す「C P P変節油タンク低液面」警報であることを確認した。

機関長は、警報内容を確認した後、C P P変節油タンク及びC P P給油箱が設置されている機関室船尾側に点検に向かったところ、主機とプロペラとの間の中間軸が収められているC P P給油箱が主機の回転方向に振れ回るように激しく振動して、作動油がC P P給油箱及び周辺に漏れているのを発見し、さらに、4本あるC P P給油箱の据付ボルトのうち、左舷船首側の1本が折損して脱落し、他の3本が据付用穴に入っているものの、緩んでいるのを認めた。

機関長は、航行を継続することが不可能であると判断し、船内電話で、船橋で当直していた一等航海士（以下「一航士」という。）にプロペラ翼の角度を減少するように指示し、航行を継続することが不可能であることを連絡した。

一航士は、船長室にいる船長へ船内電話で航行を継続することが不可能であることを報告し、報告を受けた船長は、本船の場所を確認し、その場所（沖家室島沖）が推薦航路であり、船舶の往来が多いこと、及び潮の流れが速いので、その場所での停船が危険であると判断し、近くの安下庄湾に向かい、そこで停船するように指示した。

機関長は、主機の停止に備えて燃料をC重油からA重油に切り替え、停船までの間はC P P変節油タンクへ補給用の作動油を給油してC P P給油箱と中間軸の焼付きを防いだ。

本船は、翼角を減じて航行し、約1時間後の05時05分ごろ、安下庄湾に到着し、主機を停止した後、投錨したが、この頃、C P Pは操作不能となっていた。

機関長は、主機の停止後、運転中（推進軸回転中）では不明であった中間軸の主機側接続フランジ近辺に折損を認めた。

本インシデントの発生日時は、平成29年2月9日05時05分ごろであり、発生場所は、白木港外入B防波堤灯台から真方位259° 1.9M付近であった。

（図1 インシデント発生経過概略図 参照）



図1 インシデント発生経過概略図

## 2.2 乗組員の負傷に関する情報

船長及び機関長の口述によれば、乗組員に負傷者はいなかった。

## 2.3 船舶の損傷に関する情報

機関長の口述及びA社の回答書によれば、本船は、中間軸が主機側フランジ根元付近で割損し、C P P給油箱据付ボルト（M22）4本のうち、左舷船首側の1本が折損して脱落し、ねじ部にナット2個（ダブルナット\*1）が装着状態であり、他の3本は据付用穴に入っていてダブルナットが装着状態であるものの締結状態ではなく、折損したボルト及びナットの座面は球面状に変形し、他の3本の座面は折損したものに比べて若干変形している状態であった。（図2～4参照）

A社へ提出された復旧に関する整備工事報告書によれば、上述以外の損傷は特になく、中間軸の回転摺動部の焼付きなどは特になかった。

\*1 「ダブルナット（Double Nut）」とは、2個のナットをボルトへ締結することで、緩み止めの効果をもたせることをいう。

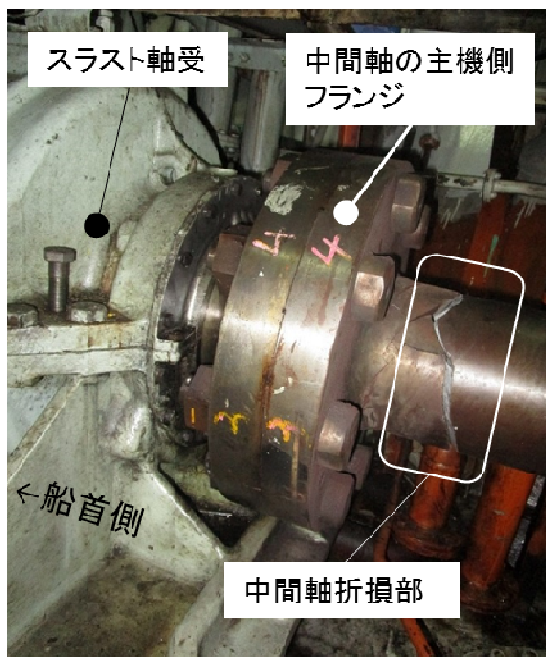


図2 中間軸折損部

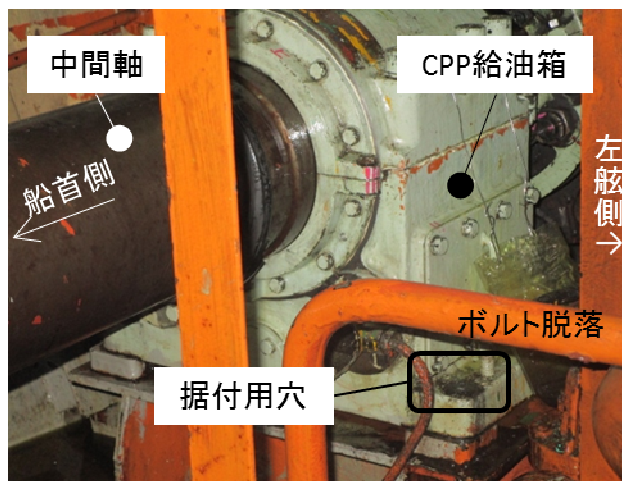


図3 CPP給油箱左舷船首側

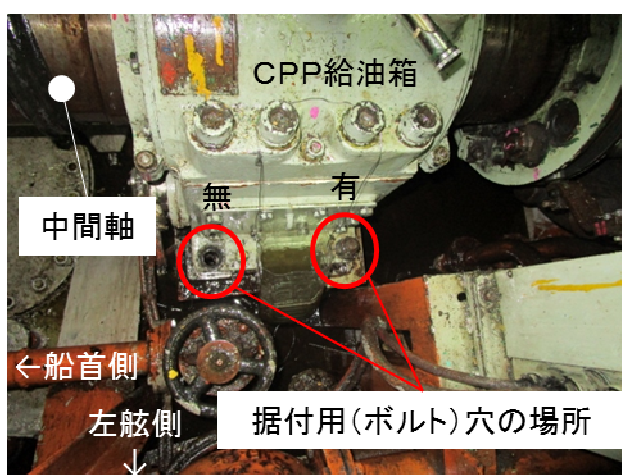


図4 CPP給油箱左舷側

## 2.4 乗組員等に関する情報

### (1) 性別、年齢、海技免状

船長 男性 61歳

二級海技士（航海）

免許年月日 昭和61年6月12日

免状交付年月日 平成28年2月16日

免状有効期間満了日 平成33年6月11日

機関長 男性 50歳

三級海技士（機関、機関限定）

免許年月日 平成4年5月1日

免状交付年月日 平成28年7月28日

免状有効期間満了日 平成33年7月27日

(2) 主な乗船履歴等

船長及び機関長の口述によれば、次のとおりであった。

① 船長

学校を卒業して船員になり、26歳（昭和56年ごろ）からA社の船舶に乗船していた。A社での乗船年数は約36年であり、36歳（平成4年ごろ）から船長として乗船していた。

本インシデント当時、健康状態は良好であった。

② 機関長

学校を卒業して漁船での勤務を約9年経験した後、A社に入り、A社での乗船年数は約23年であった。

本インシデント当時、健康状態は良好であった。

2.5 船舶等に関する情報

2.5.1 船舶の主要目

船舶番号	135837
船舶所有者	A社
運航者	A社
総トン数	998トン
L×B×D	69.90m×12.50m×5.50m
船質	鋼
機関	ディーゼル機関
出力	1,765kW
推進器	CPP
進水年月	平成8年5月

(図5 参照)



図5 本船外観

## 2.5.2 推進装置等に関する情報

本船の推進装置は、主機1台を推進軸に直結した1機1軸で、プロペラがCPPであった。

CPP操縦装置は、プロペラ軸とスラスト軸との間に設けた中間軸及びCPP給油箱で内部の作動油を制御することで、プロペラ翼を変角するクランクピンリングに連結したピストンを動かし、プロペラの翼角を変化させていた。(図6参照)

本船のCPP給油箱は、中間軸受の機能も有しており、船体に据付けられて固定される構造である。

CPP操縦装置の作動油は、CPP給油箱の右舷側に設置されているCPP変節油タンク(容量約80ℓ)及び送油ポンプから供給されて循環しており、同操縦装置は、主機を製造した会社(以下「B社」という。)が製造し、本インシデントの修理もB社が行った。

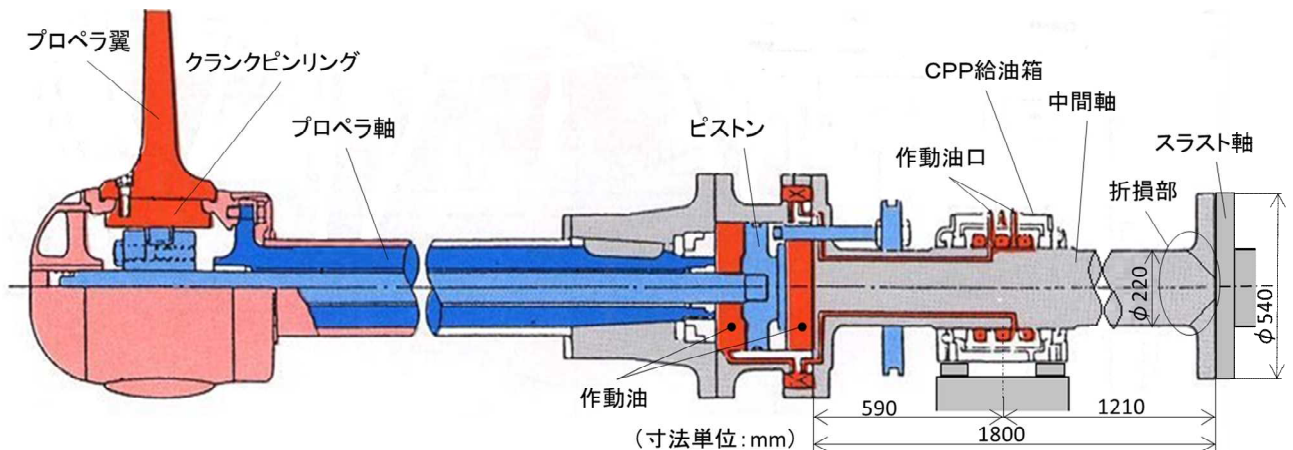


図6 CPP操縦装置概略

## 2.5.3 推進装置等の回転数注意事項に関する情報

A社の回答書によれば、次のとおりであった。

本船の推進装置は、主機と同じ回転数で、航海時は定格回転数毎分(rpm)225で船尾側から見て時計方向に回転しており、B社が算出したねじり振動の共振を回避する連続使用禁止範囲の回転数は145~180rpmであった。

主機は、始動時にこの範囲を約8秒で通過するようになっており、始動回数が初始動から本インシデント発生まで、約14,000回であった。また、中間軸が、インシデント発生までに連続使用禁止範囲の回転数で、ねじり振動した回数(以下「c」という。)は、以下のように算出できる。

$$\begin{aligned} c &= n_r \cdot (1/60) \cdot s \cdot n_s \cdot k \\ &= 162.5 / 60 \times 8 \times 14,000 \times 2 \end{aligned}$$



≒ 6 0 6, 6 6 7

一般財団法人日本海事協会によれば、一般に「疲労限とみなされる回数は  $10^7$ 」\*2であり、本船の主機は6気筒4サイクルであるので（1回転当たり3回の大きなねじり数がある）cは、3倍しても、 $10^7$ 未満であることから疲労破壊が発生する可能性のある回数であった。

ここで、記号は以下のように示す。

$$n_r \text{ (rpm)} = 162.5$$

連続使用禁止範囲毎分回転数の平均値（180－145）／2）

$$s \text{ (sec.)} = 8$$

連続使用禁止範囲の通過時間

$$n_s \text{ (number of times)} = 14,000$$

インシデント発生までの始動回数

$$k = 2$$

定数、始動と停止（停止時も8秒で通過すると仮定した）

#### 2.5.4 貨物倉に関する情報

船長の口述及びA社の回答書によれば、次のとおりであった。

本船の貨物倉は、両端が球状となっていて、直径約8.5m、全長約19mの俵型のタンクが2個直列に設置されており、船首側からNo.1（LPG TANK）、No.2（LPG TANK）となっていて、タンク容量の合計が、 $1,838.589\text{m}^3$ であり、最大積載重量が約1,100tであった。

#### 2.6 中間軸損傷に関する情報

現場調査及びB社の回答書によれば、中間軸の折損状況は、次のとおりであった。

中間軸は、折損部分の亀裂が斜め方向に進展し、ねじ切れるように折損していた。（図7、8参照）

破断面には部分的に貝殻状模様が認められ、この模様から破断はフランジから軸方向へ進行したと推定される。（図9参照）

中間軸のフランジ平面には、段付き凹部を通る亀裂が複数認められ、そのうちの一つの亀裂を開放すると、段付き凹部の平面から亀裂の進展を示す流れ模様が形成され

---

\*2 「疲労限とみなされる回数は  $10^7$ 」とは、付図1のS-N曲線概略図に示すように、中間軸に使用される炭素鋼材料などの金属は、応力振幅（S）を変えて疲労破壊した回数（N）をそれぞれ近似線で結ぶと赤い実線のように示される。 $10^6$ 回の付近で曲線が水平（点線で示す）となる場合が多く、一般的に  $10^7$ 回における応力を疲労限としている。

ているのが認められた。(図10～12参照)

図7及び9に表されるように、破断面には一部錆の赤茶色が認められて明瞭な状態ではなかったこと、及び亀裂の全てを開放できていなかったことから、破断の起点の詳細な場所は不明であった。

破断面の錆については、回答書の日付によれば、本インシデント発生から約2か月が経過していると推測されることから、発生時期は不明であった。



図7 中間軸折損部 (軸側)

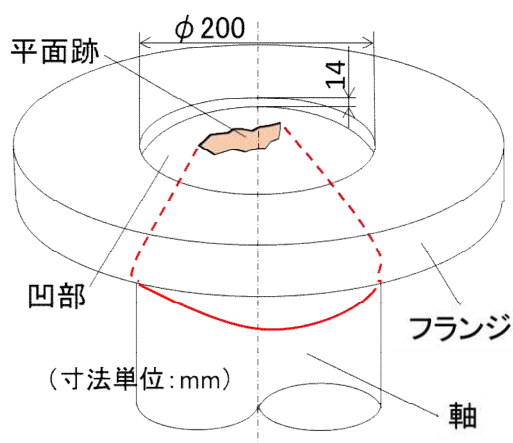


図8 平面跡位置説明図



図9 中間軸折損部 (フランジ側)

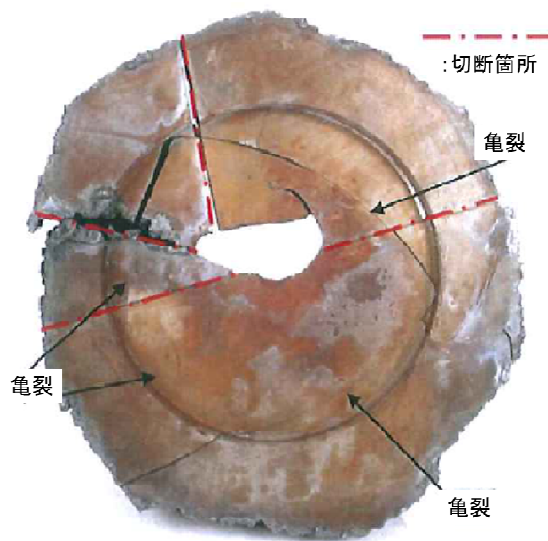


図10 中間軸フランジ端面

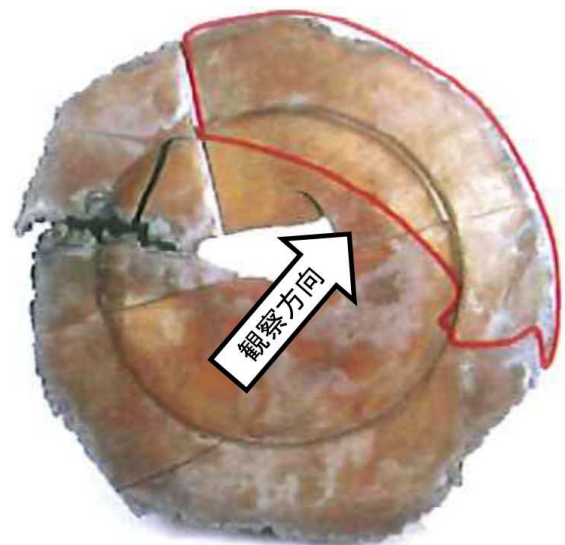


図11 亀裂表面観察方向



図12 亀裂表面状態

## 2.7 CPP給油箱の振動に関する情報

機関長が撮影した本インシデント当時のCPP給油箱の振動状態の動画によれば、次のとおりであった。

CPP給油箱は、主機の回転方向と同じ方向に振れ回り、下方に変位量がなく、半円の上外周の軌跡を示しており、振回りの回転数が約221rpmであった。(図13参照)

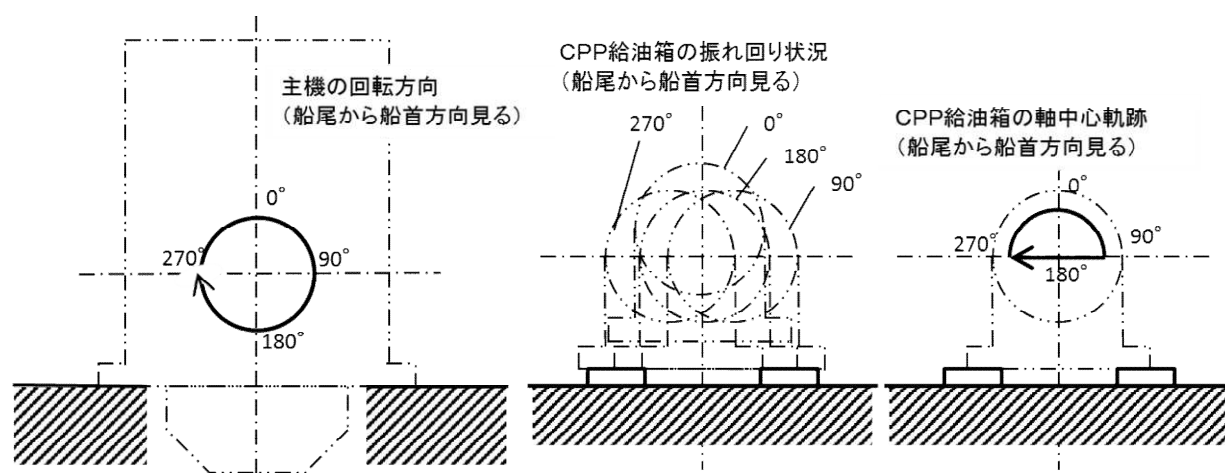


図13 CPP給油箱振動状態

## 2.8 CPP給油箱据付け部の損傷（ボルト及びナット）に関する情報

現場調査及びB社の回答書によれば、次のとおりであった。

左舷船首側のボルトは、ダブルナットが装着状態のまま不完全ねじ部<sup>\*3</sup>で折損しており、折損箇所付近のねじ底に亀裂が認められ、ねじ山が変形していた。

ボルトの破断面には、明瞭な疲労破壊の痕跡は認められず、ねじ側が凹で、六角側が凸で破断しており、延性破壊<sup>\*4</sup>の特徴が認められた。

ナット及びボルトの座面は、球面状に変形し、損傷していた。また、全てのボルト及びナットの据付け座面において振動などで摩耗した（磨かれた）ような金属光沢は見られなかった。さらに、相手側のCPP給油箱据付け部の面も同様に光沢は見られなかった。

CPP給油箱据付け部下面に設置されていた4か所の据付（位置）調整用の金属板（以下「調整用金属板」という。）は、右舷船尾側の一つが脱落していた。(図14参照)

\*3 「不完全ねじ部」とは、（加工で）形成されたねじ山と未加工の間の部分をいう。

\*4 「延性破壊」とは、変形を伴う破壊で、ボルトなどの丸棒状の金属に引張り強さを超える力が加わると、くびれた変形の後に破断（破壊）し、破断部が凹と凸状になる場合が多い。

機関長が撮影した写真によれば、折損していないボルト及びナット座面も同様に球面状に変形していたが、その座面の変形は、折損したものよりも小さかった。(図15参照)

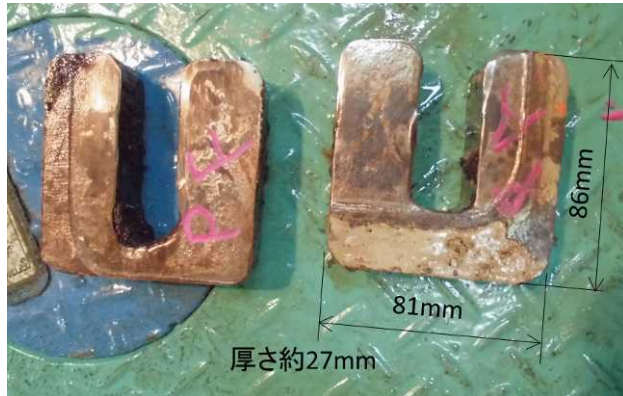


図14 調整用金属板



図15 据付ボルトとナット

## 2.9 本船の保守管理等に関する情報

船長及び機関長の口述によれば、次のとおりであった。

### 2.9.1 船舶の保守管理

A社は、船齢が15年を超える船舶に対し、毎年ドック入りして整備を行い、船齢が15年以下の船舶に対しては2年ごとにドック入りして整備を行うよう定めていた。

### 2.9.2 主機の保守管理

本船は、2年ごとにピストン抜き等の整備を行っており、年間の運転時間は約4,000時間であった。

### 2.9.3 本インシデント関連部位の保守管理

A社は、これまで同社の所有船舶において、C P P 給油箱の据付け部及び中間軸が損傷したことがなく、また、他社の船舶においても同様の損傷が生じたことを聞いたことがなかったので、当直時の目視による異常の有無確認は行っていたものの、点検を行っておらず、さらに、C P P 給油箱の据付け部にダブルナットが使用されていたので緩むことを想定していなかった。

## 2.10 気象及び海象に関する情報

### 2.10.1 気象観測値

本インシデント現場の北方約1Mに位置するアメダス安下庄観測所における観測値は、次のとおりであった。

04時00分 風向 東、風速 1.1m/s、気温 4.7℃、降水量 0.5mm

05時00分 風向 北北東、風速 0.8m/s、気温 4.7℃、降水量 0.5  
mm

### 2.10.2 乗組員等の観測

船長の口述によれば、本インシデント時、天気は雨、風力3の南西風が吹き、海上は平穏であり、視界は良好であった。

## 3 分析

### 3.1 インシデント発生の状況

#### 3.1.1 インシデント発生に至る経緯

2.1から、次のとおりであったものと考えられる。

- (1) 本船は、船長及び機関長ほか7人が乗り組み、水島港においてペンタン約600tを積み込み、平成29年2月8日21時15分ごろ徳山下松港に向けて出港した。
- (2) 本船は、沖家室島東方沖1.6M付近において、針路228°で西南西進中、9日04時00分ごろC P P推進機器類の異常を示す「C P P変節油タンク低液面」警報を発した。
- (3) 機関長は、C P P給油箱が主機の回転方向に振れ回るように激しく振動し、作動油がC P P給油箱及び周辺に漏れているのを発見し、さらに、4本あるC P P給油箱の据付ボルトのうち、左舷船首側の1本が折損して脱落し、他の3本が据付用穴に入っているものの、緩んでいるのを認めた。
- (4) 機関長は、航行を継続することが不可能であると判断し、一航士にプロペラ翼の角度を減少するように指示し、航行を継続することが不可能であることを連絡した。
- (5) 一航士は、船長へ航行を継続することが不可能であることを報告し、船長は、近くの安下庄湾で仮泊することとした。
- (6) 機関長は、主機の停止に備えて燃料をC重油からA重油に切り替え、停船までの間はC P P変節油タンクへ補給用の作動油を給油してC P P給油

箱と中間軸の焼付きを防いだ。

(7) 本船は、05時05分ごろ、安下庄湾に到着し、主機を停止した後、投錨した。

(8) 機関長は、中間軸の主機側接続フランジ近辺に折損を認めた。

### 3.1.2 中間軸折損発生に至る経過

2.1、2.5.2、2.5.3、2.6から、次のとおりであったものと考えられる。

(1) スラスト軸と中間軸とのフランジ接続中央には空間があり、この空間の凹部の平面には、プロペラの翼角変更などに伴う推進力の変動によって曲げ方向の繰り返し応力が発生し、この応力により、この平面に存在した面粗の条件が悪いところなどで亀裂の発生につながった。(図16-①～③参照)

(2) 破断面の貝殻状模様及び形成された流れ模様から、凹部の平面の中心付近に発生した亀裂が、ねじり振動などにより、軸外径方向及び斜め方向に進展し、ねじ切れるように折損した。(図16-④参照)

(3) 凹部の平面の亀裂が軸外側に向けて進展したのは、貝殻状模様及び約21年の長期にわたって中間軸が使用されていたことから、疲労破壊による可能性が考えられるが、走査電子顕微鏡による破面調査を行えなかったことから、疲労破壊と断定することはできなかった。

(4) 破断面には錆<sup>さび</sup>の発生が確認されたことから、本インシデント発生前から亀裂が存在していたと考えられるが、インシデント発生から破断面の写真撮影まで時間が経過していることから、亀裂発生時期を明らかにすることはできなかった。

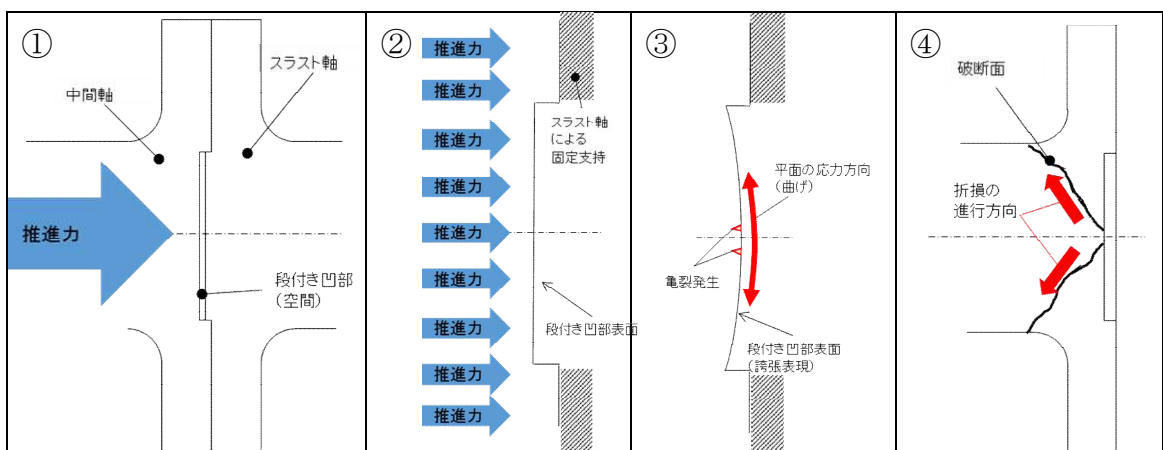


図16 中間軸の折損進行状況概略図

### 3.1.3 給油箱据付けボルト及びナットの損傷発生に至る経過

2.7及び2.8から、次のとおりであったものと考えられる。

- (1) ボルトが伸びて変形し、ボルト及びナットの座面が変形しており大きな応力が発生しているため、中間軸が折損後に振れ回った影響による。
- (2) 左舷船首側のボルトは、中間軸が折損して振れ回った回転方向により、引っ張り方向の力が一番大きいこと及び対角にあたる右舷船尾側の調整用金属板が脱落して下がるため、左舷船首側ボルトが引っ張り方向への振幅が大きくなり、折損に至った。
- (3) 右舷船尾側の調整用金属板が脱落していたため、中間軸が折損する前にボルトが船体振動などにより緩みが発生し、調整用金属板が脱落して給油箱の据付け状態が不安定になり、中間軸の折損に影響したことも想定されるが、座面に摩耗がないこと及び折損したボルトにはナットが回って緩んだ状態がなく、明確な脱落した時期は不明であった。

(図17 参照)

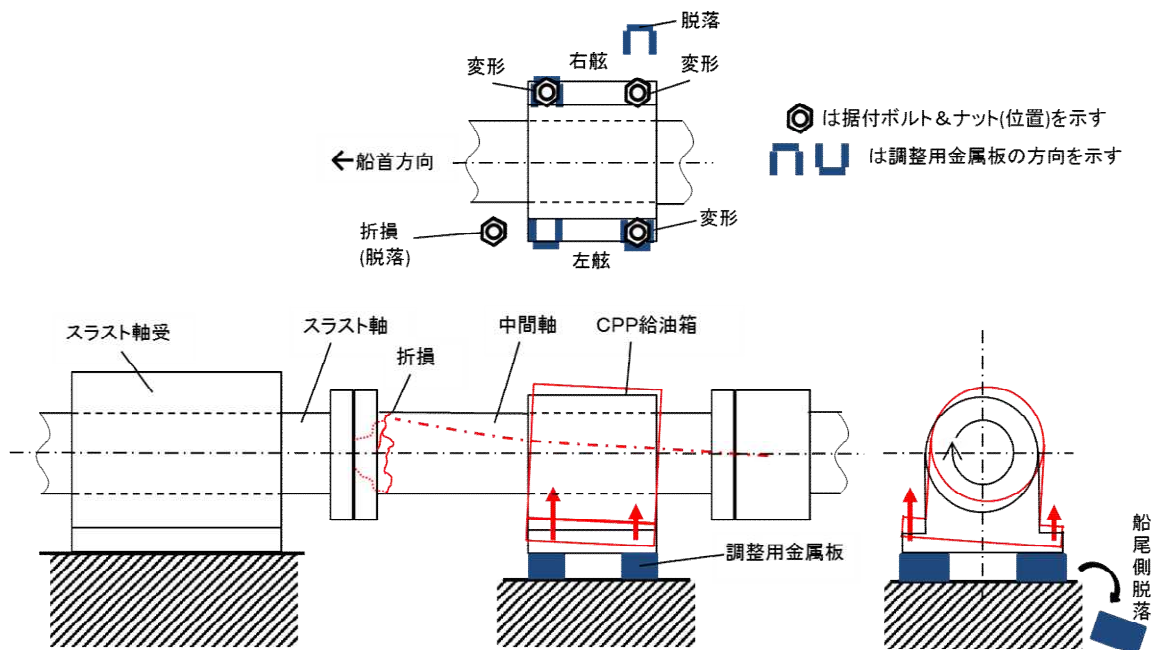


図17 中間軸据付けボルト状況

### 3.1.4 CPP変節油タンク低液面の警報発令に至る経過

2.1、2.5.2及び2.7から、作動油は、正常時であれば循環して変節油タンクに戻るが、CPP給油箱が振れ回ったことにより中間軸と給油箱との隙間が大きくなったこと、振動していること等から、外部に漏れてタンクに戻らず、油面が低下していったものと考えられる。



### 3.1.5 インシデント発生日時及び場所

2.1から、本インシデントの発生日時は、平成29年2月9日05時05分ごろであり、発生場所は、白木港外入B防波堤灯台から259° 1.9M付近であったものと考えられる。

### 3.1.6 負傷者等の状況

2.1及び2.2から、乗組員に負傷者はいなかったものと考えられる。

### 3.1.7 損傷の状況

2.3、2.6及び2.8から、本船は、中間軸の主機側に折損及びC P P 給油箱の右舷船首側据付けボルトに折損が生じ、C P P 据付けボルトは折損した1本含め、4本全て座面に変形が生じていたものと考えられる。

## 3.2 インシデント要因の解析

### 3.2.1 乗組員等の状況

2.4から、次のとおりであった。

#### (1) 船長

船長は、適法で有効な海技免状を有していた。

船長は、ケミカルタンカーの乗船履歴が約36年であり、健康状態は良好であったものと考えられる。

#### (2) 機関長

機関長は、適法で有効な海技免状を有していた。

機関長は、ケミカルタンカーの乗船履歴が約23年であり、健康状態は良好であったものと考えられる。

### 3.2.2 気象及び海象の状況

2.10から、本インシデント当時、天気は雨であり、風力3の南西の風が吹き、気温が約4.7℃で、海上は平穏であったものと考えられる。

### 3.2.3 本インシデント当時の中間軸折損発生に関する解析

2.1、2.5.2、2.5.3、2.6及び3.1.2から、中間軸は、インシデント発生前から主機側の見えない部分に亀裂が存在し、振動などにより、亀裂が進展して折損したのと考えられる。

### 3.2.4 給油箱据付けボルト及びナットの損傷発生に関する解析

2.7、2.8及び3.1.3から、次のとおりであったものと考えられる。

損傷したボルト及びナットは、給油箱が中間軸の振れ回りにより連れ回り、引っ張られたことにより損傷した。

左舷船首側のボルトは、軸回転による振れ方向及び対角の給油箱下面に設置していた調整用金属板が落下したことにより、更に引っ張られたことにより折損するに至った。

### 3.2.5 CPP変節油タンク液面低下に関する解析

2.1、2.5.2、2.7及び3.1.4から、CPP変節油タンクの液面は、給油箱が振れ回ったことにより作動油が外部に漏れて低下していったものと考えられる。

### 3.2.6 インシデント発生に関する解析

2.1、2.6～2.8、3.1.1～3.1.3及び3.2.3～3.2.5から、次のとおりであったものと考えられる。

- (1) 中間軸は、始動及び停止時のねじり振動、主機、補機等を起震源とする振動及びプロペラ、波等に起因する振動などから、主機側の外部からは確認できない部分に亀裂が発生し進展していた。
- (2) 中間軸は、推進機器類の異常を示す警報を発する前に主機側フランジ近辺が折損し、芯がずれて振れ回った。
- (3) CPP給油箱は、中間軸が振れ回ったことにより据付け部のボルトが伸び、ボルト及びナットの座面が変形したことにより中間軸に同期して振れ回った。
- (4) CPP給油箱の据付け部分の左舷船首側のボルトは、振れ回る回転方向が伸び方向であること、及び対角の右舷船尾側の調整用金属板が緩みや振動で脱落して伸びしろが大きかったことにより折損した。
- (5) CPP変節油タンクの液面は、CPP給油箱が振れ回り作動油のシール性が損なわれて外部に漏れ、作動油がタンクに戻らずに低下した。

## 4 原因

本インシデントは、夜間、本船が、沖家室島東方沖において、徳山下松港に向けて西南西進中、中間軸が折損したため、CPP給油箱が振れ回り、CPP給油箱の作動油が漏れ、投錨した安下庄湾において、CPPが操作不能となり、運航不能となったものと考えられる。

中間軸が折損したのは、振動及び経年変化により、外部からは確認できないところで亀裂が進展したことによるものと考えられる。

C P P 給油箱が振れ回ったのは、折損した中間軸の振れ回りが主な要因であるが、据付け部のボルト及びナットの強度が関与した可能性があると考えられる。

## 5 再発防止策

本インシデントは、夜間、本船が、沖家室島東方沖において、徳山下松港に向けて西南西進中、中間軸が折損してC P P 給油箱が振れ回り、C P P 給油箱の作動油が漏れたため、投錨した安下庄湾において、C P P が操作不能となり、運航不能となったものと考えられる。

中間軸が折損したのは、振動及び経年変化により、外部からは確認できないところで亀裂が進展したことによるものと考えられる。

C P P 給油箱が振れ回ったのは、据付け部の（M 2 2）ボルト及びナットの強度が足りなかったことが関与した可能性があると考えられる。

したがって、同種インシデントの再発防止を図るため、次の措置を講じる必要があると考えられる。

- (1) 中間軸に設けるフランジ端面側中央部の凹部は小さくし、表面の面粗は細かくすることが望ましい。
- (2) C P P 給油箱等の据付け部は、定期的に緩みなどの有無を確認すること。
- (3) 据付け部のボルト及びナットの強度を上げることが望ましい。

### 5.1 A社によって講じられた措置

A社は、再発防止として、次の措置を講じた。

- (1) 本インシデント発生後、A社の管理船で本船と同様な仕様（C P P 給油箱が固定式でB社製）の3隻のC P P 給油箱、スラスト軸受及び主機の据付け部に緩みがないか点検し、緩み等がないことを確認した。
- (2) 主機の運転時間が3, 0 0 0時間毎に主機、軸受等の据付け部に用いられるボルト（及びナット）の点検（ハンマリング等）を行い、緩みの有無を確認することとした。
- (3) 主機は回転数の連続使用禁止範囲を速やかに通過させ、巡航域では、気象海象に合わせ、トルクリッチ領域を回避した運転を徹底させるように社内文書にて全ての管理船へ周知することとした。

## 5.2 B社によって講じられた措置

B社は、再発防止として、本インシデントの修理時に次の措置を講じた。

給油箱据付け部のボルトを、M22（六角頭付き）ボルトSS400材からM24（植込みボルト（両端ねじ））S35C材へ変更し、サイズ及び強度を上げた。

付図1 S-N曲線概略図

