

船舶インシデント調査報告書

平成30年2月28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

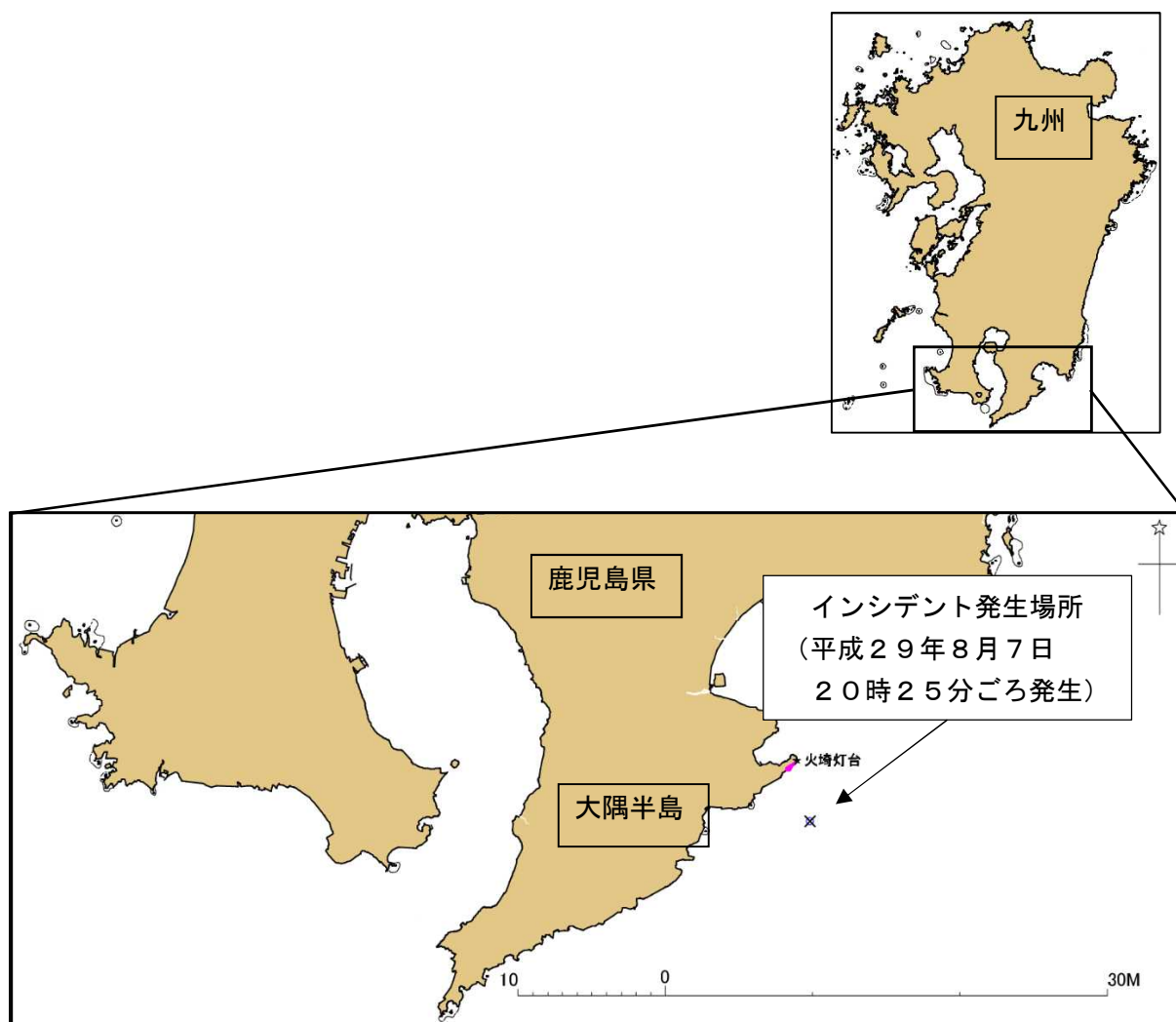
インシデント種類	運航不能（機関故障）
発生日時	平成29年8月7日 20時25分ごろ
発生場所	鹿児島県大隅半島東方沖 <small>ひ</small> 火埼灯台から真方位168° 4.3海里（M）付近 （概位 北緯31° 12.7′ 東経131° 08.9′）
インシデントの概要	油送船 <small>はくよう</small> 博洋丸は、北東進中、主機が停止し、航行不能となった。
インシデント調査の経過	平成29年9月25日、本インシデントの調査を担当する主管調査官（門司事務所）ほか1人の地方事故調査官を指名した。 原因関係者から意見聴取を行った。
事実情報 船種船名、総トン数 船舶番号、船舶所有者等 L×B×D、船質 機関、出力、進水等	油送船 博洋丸、981トン 142201、南洋海運株式会社、独立行政法人鉄道建設・運輸施設整備支援機構 74.96m×12.00m×5.50m、鋼 ディーゼル機関、1,471kW、平成26年3月
乗組員等に関する情報	船長 男性 46歳 四級海技士（航海）（履歴限定） 免許年月日 平成20年6月23日 免状交付年月日 平成25年4月3日 免状有効期間満了日 平成30年6月22日 機関長 男性 69歳 三級海技士（機関）（機関限定）（旧就業範囲） 免許年月日 昭和54年1月12日 免状交付年月日 平成27年10月2日 免状有効期間満了日 平成32年11月4日
死傷者等	なし
損傷	なし
気象・海象	気象：天気 晴れ、風向 西、風速 約4m/s、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6人が乗り組み、船長及び甲板員が航海当直につき、愛媛県今治市に所在する石油精製会社の専用棧橋に向けて主機を回転数毎分（rpm）約239（出力約70%）とし、自動操舵により大隅半島東方沖を北東進していた。

	<p>本船は、平成29年8月7日19時20分ごろ、船長が、主機の電子ガバナの警報表示を認め、連絡を受けた機関長が、主機からの異常音を認めたので主機を約235rpmに減速して様子を見ることとした。</p> <p>本船は、20時25分ごろ主機が突然停止したので、機関長及び一等機関士が主機各部の点検を行ったが、不具合箇所が発見されなかった。</p> <p>本船は、船長が、航行不能と判断して、海上保安庁に通報するとともに船舶所有者に連絡してタグボートの救援を要請し、来援したタグボートにえい航され、8日07時30分ごろ鹿児島県志布志市志布志港に入港した。</p> <p>本船は、機関製造会社が調査を行ったところ、2つ割りのクランク軸歯車が脱落しており、クランク軸の回転力がカム軸に伝達されず、動弁機構及び燃料噴射機構が駆動できない状況であることが確認され、その後クランク軸歯車等の交換修理が行われた。</p> <p>(付図1 インシデント発生場所概略図、付図2 主機ギアボックス構造図、付図3 クランク軸歯車組立図、写真1 クランク軸歯車の脱落状況 参照)</p>
<p>その他の事項</p>	<p>主機は、過給機付4サイクル6シリンダのディーゼル機関で、機関室の中央に据付けられており、船首側から順にシリンダ番号が付けられていて、連続最大回転数は270rpmであった。</p> <p>本船は、平成26年6月に竣工し、本インシデント発生までに主機に関する検査工事が3回行われていたが、クランク軸歯車については、異常が認められていなかったため、開放検査が求められる検査工事及び船内の整備作業は行われていなかった。</p> <p>本インシデント後、機関製造会社が実施した調査結果によれば、次のとおりであった。</p> <p>(1) 脱落していたクランク軸歯車の全60枚の歯のうち、キー溝を中心に22枚の歯の船首寄り歯面に段付摩耗が確認され、 ‘クランク軸歯車をクランク軸に取り付けるためのコッタ’ (材質：S40C焼きならし、全4個、以下「コッタ1」、「コッタ2」、「コッタ3」及び「コッタ4」という。)の折損が確認された。</p> <p>(2) 折損したコッタの破断面は、コッタ1及びコッタ4の破断面が運転中に叩かれたことにより摩滅しており、コッタ2及びコッタ3の破断面にはビーチマーク(疲労によって破断した部品などの破断面において、特に疲労負荷が変化したときに観察される縞状に見える模様をいう。)及びラチェットマーク(単一表面上にない複数の起点で亀裂が発生し、それが進展し合体したときの痕跡をいう。)が確認された。</p>

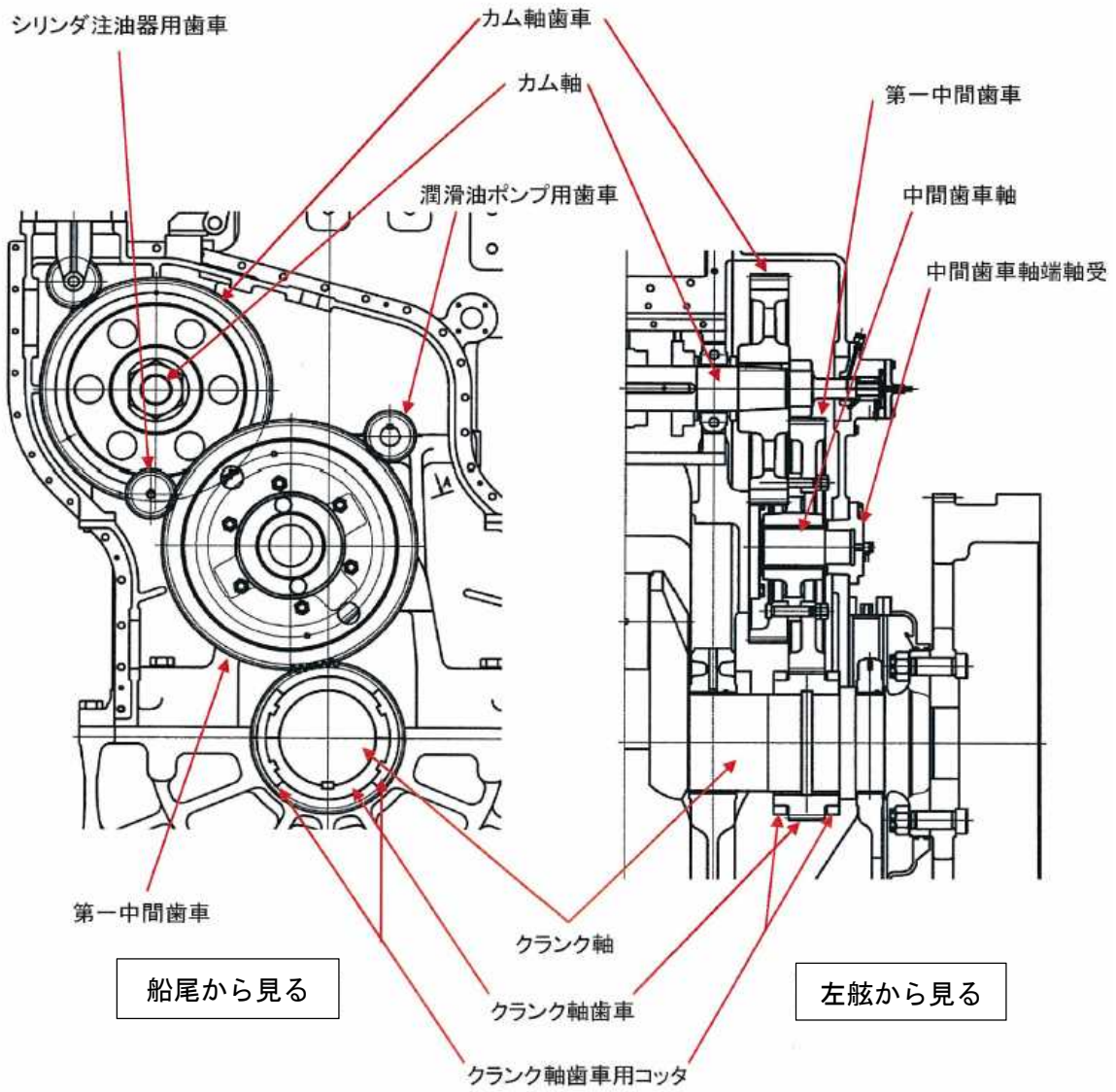
	<p>(3) コッタは、各2本のコッタ固定ボルト（材質：SCM435、全8本、以下「1-I」、「1-II」、「2-I」、「2-II」、「3-I」、「3-II」、「4-I」及び「4-II」という。）でクランク軸歯車に固定され、両舌付座金で緩み止めが施されていたが、1-I、1-II、3-I及び4-Iに緩みが確認され、3-II及び4-IIが脱落し、2-I及び2-IIは健全な締付け状態が確認された。</p> <p>(4) クランク軸とクランク軸歯車の間のキーは、脱落したクランク軸歯車のキー溝に残り、その中央部はクランク軸に設けられていたカラーの幅で折られた状態で確認された。</p> <p>(5) 中間歯車軸の軸受は、軸端側の軸受取付けボルト穴が欠損し、内側の軸受け取付けボルト（全8本）の全てに緩みと曲損が確認された。</p> <p>(6) 直結潤滑油ポンプは、駆動軸の曲損が確認された。</p> <p>機関長によれば、本インシデントの約1年半前に初めて本船に乗船したとき、機関振動と機関音の大きさに驚きを感じていた。</p> <p>機関製造会社によれば、コッタ固定ボルトの締付けは、軟鉄製の両舌付座金が潰れるまで十分に締め付ける必要があったが、トルク締めを要求する箇所ではなかったため、作業員ごとに締付け力に差が生じていた可能性がある。</p> <p>折損したコッタは、走査電子顕微鏡（SEM）による破面調査は行われなかった。</p> <p>本船は、本インシデント発生時の主機の積算運転時間が約15,000時間であった。</p> <p>（付図4 クランク軸歯車及びコッタの損傷状況、写真2 歯車の段付摩耗の状況（1）、写真3 歯車の段付摩耗の状況（2）、写真4 コッタの折損状況、写真5 コッタ2の折損部断面の状況、写真6 コッタ3の折損部断面の状況、写真7 クランク軸歯車とキーの状況、写真8 中間歯車軸端軸受の損傷状況、写真9 中間歯車軸内部側軸受の状況、写真10 主機直結潤滑油ポンプの状況 参照）</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>あり</p> <p>なし</p> <p>本船は、大隅半島東方沖を北東進中、主機のクランク軸歯車に取り付けられていたコッタが折損したことから、2つ割りのクランク軸歯車が脱落し、主機の運転ができなくなり、運航不能となったものと考えられる。</p> <p>コッタ4本は、それぞれ2本のコッタ固定ボルトによって締め付け</p>

	<p>られていたが、機関製造時、‘8本のコッタ固定ボルトのうち3本（1-Ⅱ、3-Ⅱ、4-Ⅱ）’（以下「本件ボルト」という。）に、作業員ごとの締付け力の差に起因した締付け不足があり、運転中に本件ボルトが緩み、コッタの締付けが不均一となり、運転中の遠心力等の繰り返し応力がコッタに集中したことから、コッタ1及びコッタ4が折損したものと考えられる。</p> <p>コッタ1及びコッタ4が折損したことにより、コッタ2及びコッタ3は、2つ割りのクランク軸歯車が開こうとする応力を受けたことから、ラチェットマーク部を起点にコッタ外周に向かって疲労破壊が進んだものと考えられる。</p> <p>2つ割りのクランク軸歯車は、コッタ1及びコッタ4が折損したことに加え、コッタ3の締付けも緩んでいたため、合わせ面が開いたことから、クランク軸とクランク軸歯車間に挿入されていたキーがクランク軸に設けられていたカラーの外周に滑り上がったものと考えられる。</p> <p>キーがクランク軸に設けられていたカラーの外周に滑り上がった際、クランク軸歯車を二分しようとする大きな力が働いたことから、残されていたコッタ2及びコッタ3が折損し、クランク軸歯車が脱落したものと考えられる。</p> <p>中間歯車軸受及び直結潤滑油ポンプは、クランク軸歯車が二分する際の軸芯変位力を受けたことから、それぞれ損傷を受けたものと考えられる。</p>
<p>原因</p>	<p>本インシデントは、夜間、本船が、大隅半島東方沖を北東進中、主機のクランク軸歯車に取り付けられていたコッタが折損したため、2つ割りのクランク軸歯車が脱落し、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考えられる。</p>
<p>参考</p>	<p>機関製造会社は、本インシデント後、次の再発防止策を講じた。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・コッタ固定ボルトの緩み止めは、両舌付座金から特殊緩み止めワッシャに変更した。 ・コッタ固定ボルトの締付けは、トルク締めに変更した。 ・就航後3年以内で、両舌付座金を用いたコッタ固定ボルトを使用している機関については、訪船点検を計画し顧客に対してサービスニュースを発行して周知を図った。 <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"> ・機関構成部品に疲労破壊が疑われる損傷があった場合は、走査電子顕微鏡（SEM）による破面調査を行い、損傷原因を確認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 主機ギアボックス構造図



付図3 クランク軸歯車組立図

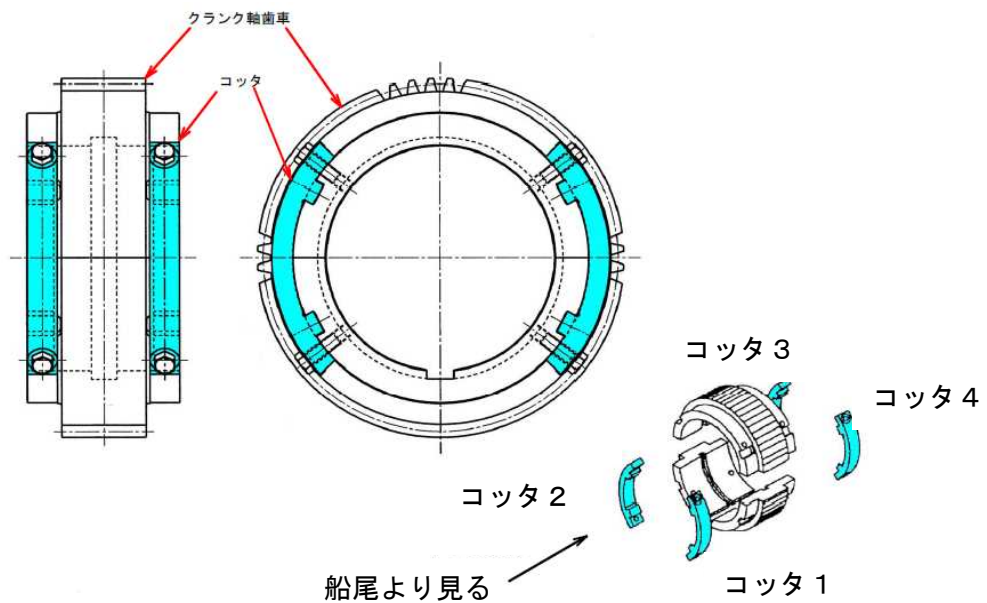


写真1 クランク軸歯車の脱落状況



写真2 歯車の段付摩耗の状況 (1)

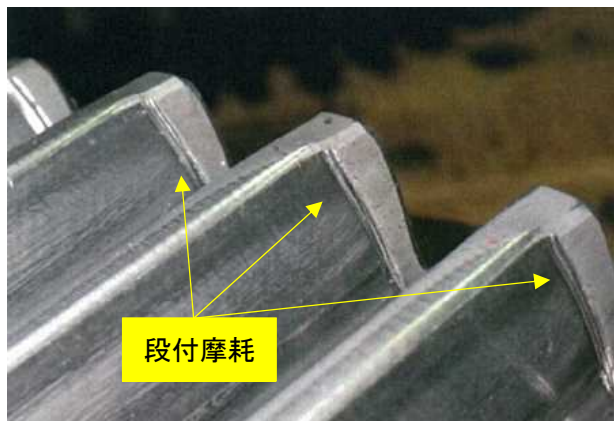


写真3 歯車の段付摩耗の状況 (2)

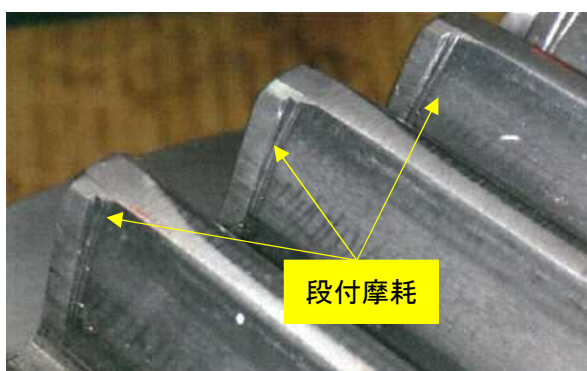


写真4 コッタの折損状況

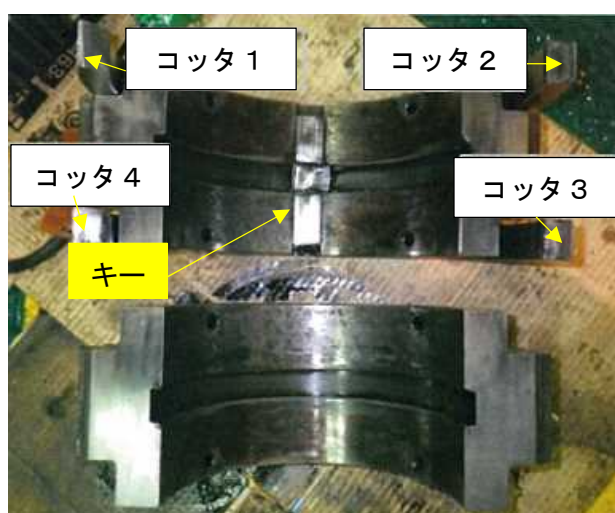


写真5 コッタ 2の折損部断面の状況

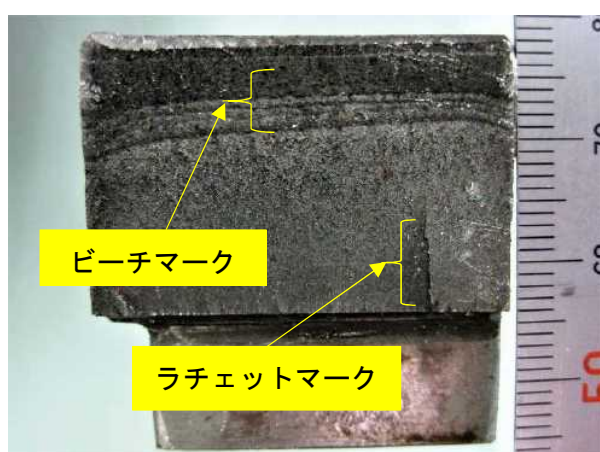


写真6 コッタ 3の折損部断面の状況

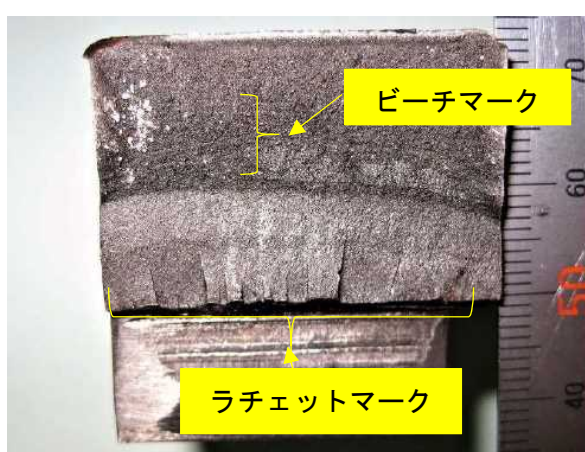


写真7 クランク軸歯車とキーの状況

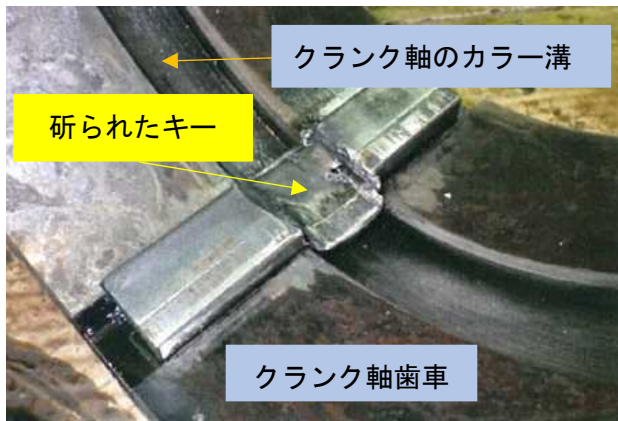


写真8 中間歯車軸端軸受の損傷状況

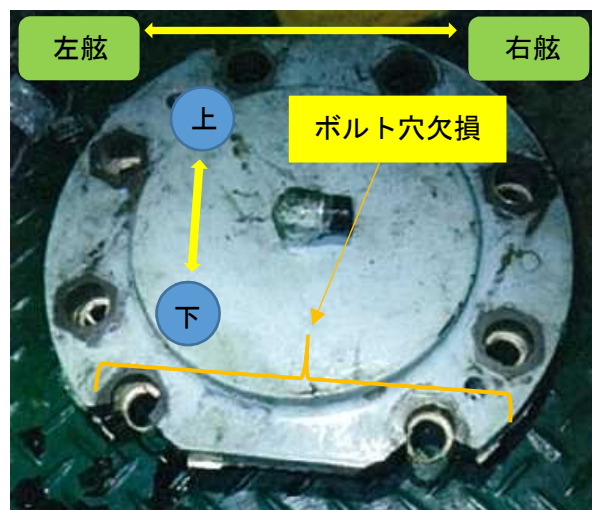


写真9 中間歯車軸内部側軸受の状況

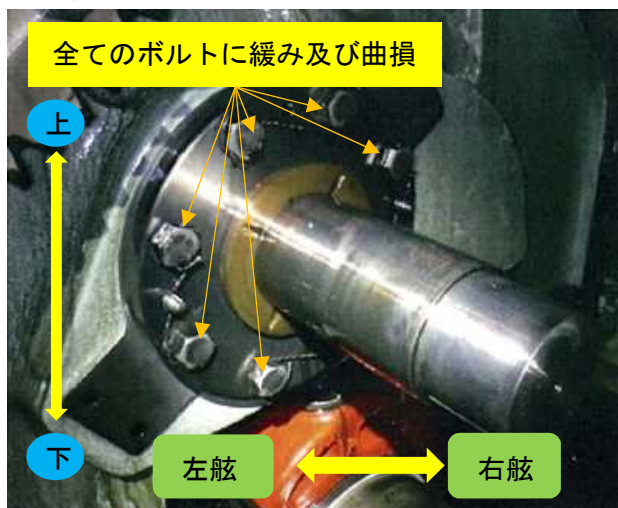


写真10 主機直結潤滑油ポンプの状況

