

高速船用高速ディーゼル主機関の整備等に関する調査研究（５～７年度） （７年度事業）（抄）

１．事業の概要

近年、時間価値の増大による強い社会的要請から、航海速力が 30～40 ノットに達するような高速船が増加傾向にある。

これら高速船の主機関は、最新のハイテク技術を活用して小型、軽量、高出力、高回転化が図られ、国際的な高性能な機関ではあるが、機関各部は大きな熱的負荷や機械的負荷が加わって、従来のディーゼル機関に較べて、過酷な状況下で使用されている。

また、航行中は近代的なメカトロ技術を活用して、操舵室に設置されている監視装置等により常時監視されながら、リモートコントロール装置により運転制御されている。

このようなことから、高速船用高速ディーゼル主機関は、その構成部品の材質、製作技術、品質管理等をはじめ、運航中の点検維持管理や保守整備技術についても、従来型ディーゼル機関よりはるかに高度なものが要求される。

従って、高速船用高速ディーゼル主機関については安全性の確保の見地から、従来の主機関とは異なった観点に立って検査を行う必要があると思料される。

本事業は検査基準に見直しを行うため、高速船用高速ディーゼル主機関の保守、点検、整備システム等の調査を行い、検査基準の見直しを行うための基礎資料を 3 ヶ年で作成することを目的とし、3 年度分として、次の事業を実施した。

２．事業の実施

本年度は高速船用高速ディーゼル主機関について、整備状況の現地調査、運転・日常点検整備管理についての乗船調査を下記の通り実施した。

a 高速旅客船「ソレイユ」主機関整備状況現地調査

平成 7 年 9 月 14 日、(株)新潟鉄工所太田工場において、徳島高速船(株)「ソレイユ」の主機関整備状況調査結果は、次の通りであった。

(a) 調査対象

主機関 (株)新潟鉄工所製 16PA4V-200VGA
3,600ps x 1,475rpm/916rpm x 2 台
推進装置 KAMEWA ウォータージェット 71SI
竣工年月 平成 3 年 10 月
回目の検査の種類 4 年目定期検査（継続検査）

検 査	右 舷 機	左 舷 機
総運転時間(今回)	13,650 時間	13,668 時間
〃 (前回)	10,456 時間	10,479 時間

" (前々回)	7,445 時間	7,466 時間
---------	----------	----------

(b) 主な分解範囲 (両舷機)

- ・ シリンダカバー(全数)
- ・ ピストン抜き(全数)
- ・ ライナー抜き(全数)
- ・ 主軸受(全数) (全数)
- ・ 過給機(全数)
- ・ 空気冷却器(全数)

(c) 主な交換部品 (両舷機)

- ・ 吸気弁棒(全数)
- ・ 排気弁棒(全数)
- ・ ピストンリング(全数)
- ・ 主軸受メタル(全数)

(d) 主な手入れ部品

- ・ シリンダライナ(全数) ホーニング加工
- ・ 排気弁シート(全数) 当り面修正

(e) 調査結果

- イ 定期検査解放のため機関本体は製作工場に陸上げして整備している。
- ロ 解放範囲は法検査に基づく継続検査対象以外に整備マニュアルによる部品を含んでいる。

(例)シリンダカバー(1台) 法検査対象 4cy1
整備マニュアル 12cy1

- ハ 燃料弁は、3ヶ月程度で点検を行っている。
 - ニ 解放後の部品交換は、整備マニュアルに基づき行われている。
- (例)吸気弁棒、排気弁棒

b 「きたぐも」主機関整備状況現地調査

平成 7 年 11 月 27 日、(株)池貝川崎工場において実施した海上保安庁巡視艇「きたぐも」の主機関の整備状況の調査結果は、次の通りであった。

(a) 調査対象

主機関	池貝 16V652
	2,450ps × 1,425rpm × 2 台
竣工年月	昭和 56 年 3 月
左舷機	検査場所 (株)池貝川崎工場
	検査の種類 中間検査

運転時間	新造からの総運転時間	16,423 時間
	前回整備からの運転時間	2,078 時間

右舷機（書類確認）

検査場所	(株)池貝川崎工場
検査の種類	定期検査
運転時間	新造からの総運転時間 18,100 時間
	前回整備からの運転時間 1,620 時間

(b) 主な分解範囲（両舷機）

- ・ シリンダカバ(全数)
- ・ ピストン抜き(全数)
- ・ ライナー抜き(全数)
- ・ 主軸受(全数)
- ・ 過給機(全数)
- ・ 燃料噴射ポンプ(2 個)
- ・ 空気冷却器(全数)

(c) 主な交換部品（両舷機）

- ・ ピストンリング(全数)
- ・ 吸排気弁

〔	右舷機	吸気弁 32 個	排気弁 32 個
	左舷機	吸気弁 11 個	排気弁 27 個
- ・ 海水冷却ポンプ

〔	右舷機	1ペア
	左舷機	軸受
- ・ シリンダライナ

〔	右舷機	3 シリンダ
	左舷機	1 シリンダ
- ・ 主軸受

〔	右舷機	5 個
	左舷機	3 個

(d) 主な手入れ部品

- ・ シリンダライナ交換以外のライナーはホーニング加工
- ・ シリンダカバー(全数)

(e) 調査結果

- イ 年間の運転時間は、2,000 時間前後で運転されている。
- ロ 交換は、主として軸受ではオーバーレイの剥離、その他部品は寸法限界近くまでの摩耗・変形、段差の発生のために行われていた。
- ハ 手入れは、シリンダライナ等でのスカuffing 傷の修正の外、腐蝕部等の除去のために行われていた。

c 「レインボー」主機関整備状況現地調査

平成 8 年 1 月 8 日、三菱重工汎用機械近畿(株)二見工場において(株)隠岐振興「レインボー」の主機関整備状況調査結果は、次の通りであった。

(a) 調査対象

主機関	三菱重工	S16R - MTK-S
		2,850ps x 2,000rpm x 2 台(右舷機)
建造造船所	三菱重工業(株)下関造船所	
竣工年月日	平成 5 年 3 月	

(b) 検査及び運転時間

前回検査(2年目中間)	右舷機 1 号機	4,637 時間
	右舷機 2 号機	4,000 時間
今回検査(3年目定期)	右舷機 1 号機	総運転時間約 6,687 時間
	右舷機 2 号機	総運転時間約 6,708 時間

(c) 今回検査時の整備状況

主機関は旅客船用として初号機のため、毎年、全分解の整備を行っている。運転時間は前回検査時から約 2,000 時間~2,700 時間、総運転時間で約 6,800 時間である。分解の結果は全般的に特に問題はないようである。主な交換部品は次の通りである。

- ・ シリンダライナ

〔 1 号機 4 シリンダ	〕
〔 2 号機 6 シリンダ	〕
- ・ ピストンリング(全数)
- ・ 吸.気

〔 1 号機 1 個	〕
〔 2 号機 2 個	〕
- ・ 排気弁棒

〔 1 号機 13 個	〕
〔 2 号機 17 個	〕

(d) 調査結果

- イ 整備場所は整備期間等の関係もあって、2ヶ所で2台ずつ整備している。これらの整備期間は約 40 日程度である。
- ロ 整備後は負荷運転を行う。負荷運転時は減速機をカップルして行うため、減速機は 1 台のみ陸上げしている。なお、減速機は点検窓より歯当り検査を行うこととなっている。
- ハ 交換範囲には今後の解放インターバルの見直し資料とするため、主機関の製造工場に返却するための部品が含まれている。
- ニ 本船の年間運転時間は、約 2,000 時間であるが、これまですでに 3 回、毎年全分解を実施している。これまでの整備結果から基本的な部分では特に問題はなく、シリンダカバーの開放、ピストン抜き及びクランク軸の抜き出し等、今後における主要部の開放時期について現在検討中である。

d 高速船主機関の運転・日常点検整備管理の乗船調査

(a) 調査対象船の主要目等

船種	302 G/丁型軽合金製双胴型高速旅客船
船名	レインポー
Loa × Lpp × B × D × d	30.0m × 28.5m × 11.8m × 4.2m × 2.8m
航行区域	限定沿海
航路	4 便/日
	便 別府 菱浦 西郷 境港
	便 境港 別府 西郷
	便 西郷 別府 七類
	便 七類 西郷 菱浦 別府
旅客定員	341 名
乗組員	4 名
航海速力	38 ノット
主機関	三菱重工業 S16R - MTK-S 2850ps × 2000rpm 4 台
推進装置	三菱 WATER JET
建造造船所	三菱重工業(株)下関造船所
竣工年月日	平成 5 年 3 月
前回検査	三菱重工汎用機械近畿(株)ほか

(b) 実態調査結果の概要

主機関の運転状況及び当日の整備状況の調査結果の概要は以下に示すとおりである。

イ 主機関の運転状況

平成 7 年 10 月 31 日、本船に乗船し、主機関の運転状況の調査を行った。

航路 便 境港 別府 西郷

天候 曇

旅客 50 名

(イ) 10 月 31 日、定刻境港を出港後、約 10 分間、船速制限(12 ノット)区域を主機関回転数約 1,100rpm(回転ベースで約 17%負荷)で通過した後、回転数を徐々に上昇して、通常の航海回転数約 1,900rpm(回転ベースで約 86%負荷)にセットされた。

(ロ) 本船は全没型の水中翼船で、推進装置はウォータージェットであるため、主機関の回転数一定の航海において、風波浪(風速約 15m/s、波高約 2.5m)の影響を受けても主機関の吸収馬力ほぼ一定であるが、かなり荒天航海であったこともあって船速は約 35 ~ 39 ノットの間で変化が見られた。なお、

運航ダイヤは回転一定で、十分確保されていた。

ロ 主機関等の監視装置

航海中には、機関室等の現場における点検監視を 20～30 分程度行うと共に操舵室より、テレビカメラ装置による監視を行っている。また、運転データは 1 日に 2 回程度、自動記録装置による記録を行っている。なおテレビカメラ装置による監視場所は次に示す 9 ヶ所である。

- ・ 機関室 4 (前・後部主機関×2)
- ・ 舵機室 2
- ・ 発電機室 2
- ・ 船尾 1

ハ 運転終了後の整備状況

日常の整備は別府(最終港)において、当日の機関部乗組員 4 名(2 名×2 チーム)で実施している。

整備に要する時間は通常 30 分程度であるが、1 ヶ月点検等で 2～3 時間程度かかる場合もある。

なお、主要部品は、別府港、七類港等にも保管されている。

2. 本事業の成果

3 ヶ年計画の事業を予定どおり終了し、現地調査、アンケート調査等を踏まえ調査研究の目的である、高速船用高速ディーゼル主機関について、

- ・ 運航中における点検及び維持管理について
- ・ 主機関の整備に関するインターバル、解放範囲等
- ・ 船舶安全法に基づく検査について

に関し、次のとおりまとめた。

a 運航中における点検及び維持管理について

b 主機関は、機関製造者が定めた日常点検・維持整備マニュアルに従って行われていた。

これらの整備点検作業は取り扱い者である乗務員によって実施している場合と航海時間や停泊時間が短い高速旅客船特有の運航スケジュールの関係から乗務員のみで実施することが困難となり、専門の整備班を陸上側に準備させておき、入港後直ちにこれらの整備班の手で行っている事例もあった。

(a) 平素(日常)の点検について

主機関は、その稼働条件や気温、水温等の影響によって排気色や排気温度等にも変化をあたえながら運転されている。これらの状況の変化を機敏にキャッチし、迅速、適切な処置が行われねばならない。そのためには、定期的な状況監視と傾向の変化を知ることが必要であるが、高速旅客船の場合は、航海時間

の短さや乗務員の数の関係で乗務員の手で行うには限度があり、キメの細かさが不足になりがちとなっている。高度省人化船ではデータロガーを採用し、無人で監視、記録を行う等をしてその役務を果たさせると共に、そのデータから主機関内部の状況変化や「トレンド」(傾向)を解析させるのも解決策の一つであろう。

(b) 維持管理について

主機関製造者が提示した運転時間に対応した、検査要領によって、点検から点検までを無解放で運転できるよう維持管理することは、安全確保の面では大切なことである。

日常的な維持管理作業は、主に外部から作業のできる箇所を重点として行われる。すなわち、運転中の状態を監視しながら、良好な運転を維持し事故の未然防止を図るのに必要な簡単な保守作業が中心として実施される。

イ 不具合予防のための維持管理について(船内で乗務員が中心となって実施)

□ 事後の維持管理について(陸上支援を含めて実施)

もし、異常が発生したり、又は兆候を確認した場合は、できるだけ早く処置することが肝要である。

また、主機関の継続的な安全で経済的な運転を目論むために、これらの維持管理のための整備実施状況を記録しておき、次回の整備の参考資料とし、効率的でタイムリーな点検整備ができるよう配慮することが必要である。

(c) 運航中の維持管理のための支援体制

維持管理を円滑に行うためには、できるだけキメ細かい支援体制を確立させる必要があり、次の項目についての充実が望まれる。

イ 維持管理マニュアルの調製

主機関製造者の基準マニュアルは、標準的なものであって、各船毎の実情を加味したものとはなっていない場合が多いので、運行時間や負荷状態等の運転状況を反映させた維持管理のためのマニュアルを、各船毎に作成しておく必要がある。

□ 監視データの解析

経時的な変化、いわゆる「トレンド」を解析することにより、衰耗状態や交換リミットの到達を事前に判断することができ、事故の未然防止や無駄のない整備が可能となる。

このための監視装置を船内に搭載し、乗務員の判断の一助とするとともに、さらには、これを陸上設備に接続して遠隔監視を行い、広範囲な体制の中で運用することにより、いっそう効率的な管理が可能となる。

八 支援体制の整備

整備作業に対する支援に関して、人員数の確保もさることながら作業員の

質の向上も重要な要素である。これまでの調査においても、整備不良によるトラブルが指摘されているが、その原因の中には作業の質に起因すると考えられるものがある。

作業員は必要な技能資格の取得やメーカーによる講習の受講を行い、質の向上を常に心がける必要がある。

また、安全で確実な整備作業が行われるよう工具や設備の充実も必要である。

二 交換部品の補給

維持管理のためには部品の交換を必要とする場合がしばしば発生するが、そのための交換部品はタイムリーに供給されねばならない。過剰な量の所持は経費の無駄となるのみならず、その管理に多大な労力を必要とすることとなるので、常時の保有量は必要最小限に止め、必要の都度補給できる体制を確立しておくことが望ましい。

また、現場での作業時間短縮や作業の確実性を確保するためには、陸上で事前に整備しておいた部品と交換する方法をできるだけ広範囲に採用することが望ましい。

b 主機関に関する解放インターバルと解放範囲等

(a) 解放インターバルとその範囲について

主機関の解放範囲及び解放インターバルは、船舶安全法に基づく関係規則により定期的検査の時期に行われ、整備の詳細及び部品の取替え等については、機関製造者が定めた整備基準で実施されている場合が多いようである。

また、ほとんどの主機関は定期的インターバルにより、整備がなされている。この場合、運転時間の短い主機関においては、点検整備時期を定期的インターバルではなく、運転時間をベースとして適切な時期に整備することにより、安全性の確保は勿論、合理的な整備が可能となるという意見が多い。

この場合の整備基準は、通常運航における運転・整備記録、不具合記録並びに定期整備における解放範囲、計測記録、交換部品及び交換理由等の実態を十分踏まえて作成されたものとしなければならない。

また、運転時間による管理方法をより適正なものにしていくためには、運転時の負荷条件、例えば、トルクと回転数の影響度合から始めて、船としての使用条件、環境条件等の機関の損耗度に影響を及ぼす多くの要因について検討し、整備の内容に反映させていかなければならない。

したがって、このような高性能のハイテク構造と新材料による高速機関は従来型機関と異なり、その特性と特殊な使用条件によって解放検査のインターバル及び解放範囲はそれぞれ異なった形にならざるを得ないと言うことが、過去3年間

の実機整備の現状調査からわかってきた。

このよう高速機関は、各社各様で個性に富んだ機関が開発されており、これらを全て同一の整備検査基準によって規定することには、無理な点があることが今回の調査研究の中で明らかになってきた。

即ち、各機関のノウハウを生かした整備基準を機関製造者が作成し、前項の維持管理マニュアルの場合と同様に、運行事業者及び整備事業者間で十分に検討し、それに基づいて分解・整備を行うことは、高速船の安全運行の面及び経済面からの妥当な、かつ、最適な方向づけではないかと考えられる。

(b) 定期整備の整備場所について

主機関の整備状況についての現地調査及びアンケート調査結果によると、整備場所は、ほとんど造船所、または指定整備場所であり、船内整備は非常に少ないものとなっている。

船内整備が少ない理由としては、機関室が非常に狭く、また、主機関自身も非常にコンパクトであるため、分解、洗浄、掃除、組立等の作業が難しい上、これらの作業には、高度な精度が要求される等があげられる。

また、故障事例より勘案して、船内での点検のための解放は、シリンダカバーの解放・付属ポンプ等の外部付属機器類にとどめ、クランク室内で工具を使用したり、クランク室に異物が落下する恐れのある解放作業を船内で行う場合は、十分な注意と作業環境の整備が必要である。

c 船舶安全法に基づく検査について

船舶安全法に基づく検査は、機関の安全運転を確認するのが目的である。

したがって、解放検査のインターバルと解放範囲については、機関の損耗状況、あるいは安全性が確認できるような状態が準備されるように設定されればよいと考える。

このような考え方に基づいて、本事業で得られた調査結果、運転時間を考慮した検査が合理的であると考えられる。

更に、運転中の負荷の状況が把握できれば、更に合理的であるとの考えから次の検査の特例を提案する。

(a) 稼働時間の短い旅客船（湖川のみを航行するものを除く）の高速ディーゼル主機関の検査の特例（案）

前回主機関の解放を行った検査（定期検査の方法に従って機関の解放を行った場合に限る。）の後の運転時間が4,000時間を超えていないもので、保守・整備に関する記録、事情聴取等から判断して差し支えないと認められる場合は、定期検査又は第一種中間検査において、当該主機関の解放検査に代えて外観検査及び運転検査を行う。

この場合、主機関の解放検査（定期検査の方法に従って行うものをいう。）の間

隔は、運転時間 4,000 時間及び定期検査毎の期間のいずれも超えてはならない。

また、主機関の負荷が常時、連続最大出力の 80%以下であることが、負荷記録装置の記録等により認められる場合には、前記運転時間 4,000 時間を 5,000 時間とすることができる。

(b) その他の検査方法の改正についての要望

イ 近年の主機関は、その製造方法並びに整備作業の品質管理と運航中の監視技術等の向上により、2 基以上の主機関を搭載する船舶にあっては、全主機関に同時に故障が生ずることは、極めて稀であると考えられる。

このようなことから、1 基が故障した場合には、平水又は限定沿海区域を航行区域とする船舶は緊急的に寄港が可能であることを考慮し、主機関の検査のインターバル及び解放範囲は、それぞれの機関の運転負荷・運転時間を考慮し合理的に設定できるようにすることが望ましい。

ロ 船体、主機関並びに出力軸系が剛構造であって、クランク軸の出力軸端継ぎ手部において、軸芯を合理的に測定可能な場合には、この軸芯測定をもって、クランク腕開閉量の計測とみなすことができると思料される。