

# 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） （6年度）（抄）

## 1. 事業の概要

近年の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。

これらの高速船の主機関は、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、2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及び郵送による実態アンケート調査を下記の通り実施した。

高速旅客船「ソレイユ」主機関整備状況現地調査

平成6年9月28日、(株)サノヤス・ヒシノ明昌大阪工場において、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

3,600 ps x 1,475 rpm/ 916 rpm x 2 台

推進装置 KAMEWA ウォータージェット 71 S

竣工年月 平成3年10月

今回の検査の種類 3年目 中間検査（継続検査）

検 査	右舷機	左舷機
総運転時間（今回）	10,456 時間	10,479 時間

” (前回)	7,445 時間	7,466 時間
” (前々回)	4,023 時間	4,053 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 (8 cyl # 1 ~ # 4 # 9 ~ # 16)
- ・ ライナー抜き (8 cyl)
- ・ 主軸受 (2 個)
- ・ 過給機 (全数)
- ・ 燃料噴射ポンプ (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)
- ・ 吸気弁座 (全数)

d 主な手入れ部品

- ・ シリンダライナ (8 ヶ) カーボンによる縦方向のカキキズ修正
- ・ 排気弁シート (全数) 当り面修正

e 調査結果

イ 機関本体は船内装備のまま、部品を陸上げして整備している。

したがって、作業スペースが狭く、ゴミ対策等にかなり注意しながら作業を行っている。

ロ 点検・整備には、かなりの部分陸上支援化されて来ている。

(例) 3 ヶ月、6 ヶ月等の定期点検は、労働時間、作業の専門化等の観点から実施されている。

ハ 燃料弁は、3 ヶ月程度で点検を行っている。

ニ 解放後の部品交換限度には、実績・経験等に基づく部分もある。

(例) メタル類のフレットング

ホ ウォータージェット船はプロペラ船の場合と比較してバケットによる後進時、後進性能が落ちるため、空気量不足から来る黒煙が多くなるようで、回転上昇システム及び操船等に思慮が必要なように思われる。

ヘ 整備期間

(イ) 入渠～出渠・試運転 9月26日～10月4日(9日間)

(ロ) 主機関整備 9月26日～10月2日(7日間)

「アクアジェット3」主機関整備状況現地調査

平成 6 年 11 月 9、10 日、(株)サノヤス・ヒシノ明昌大阪工場及び(株)大阪補機製作所鶴町工場において実施した共同汽船(株)「アクアジェット 3」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 MTU16V396-TB83

1,970 ps x 1,940 rpm x 2 台

推進装置 KAMEWA ウォータージェット 2 基

竣工年月 平成 2 年 11 月

今回の検査の種類と運転時間 平成 6 年 10 月 31 日 ~ 11 月 24 日

入渠 出渠

分解・W5

左舷機	立合日	平成 6 年 11 月 9 日
	検査場所	サノヤス・ヒシノ明昌 大阪工場
	検査の種類	定期検査 (4 年目)
	運転時間	新造からの総運転時間 20,631 時間 前回整備からの運転時間 5,129 時間
右舷機	立合日	平成 6 年 11 月 10 日
	検査場所	大阪補機製作所鶴町工場
	検査の種類	定期検査 (4 年目)
	運転時間	新造からの総運転時間 20,948 時間 前回整備からの運転時間 4,650 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	全数
左舷機	吸気弁 5 個 排気弁 4 個
- ・ 海水冷却ポンプ
 

右舷機	インペラ
左舷機	軸受
- ・ シリンダライナ
 

右舷機	全数
-----	----

左舷機 12 シリンダ

- ・主軸受（左舷機 9 個）

d 主な手入れ部品

- ・シリンダカバ  
右舷機 全数 腐蝕部研磨  
左舷機 全数

e 調査結果

イ 年間の運転時間は、4,000～4,600 時間であり、負荷率は 80%程度で運転されている。

ロ 実船での整備状況は、例えば洲本では 20 分以下の停泊時間であって、共同汽船の整備チームにより、FOV、フィルタ等を点検整備し、夜間も整備を実施している。

ハ 整備会社の整備員は、MTU に派遣され、講習を受け、機種ごとの整備員の資格を受領している。解放、点検、整備の主体は整備会社の整備工場で整備資格所有者の管理の下で実施されている。

ニ 予備機としては、予備船として一隻保有し、安全運航のシステムを組んでいる。

「おとり」主機関整備状況現地調査

平成 6 年 11 月 22 日、富永物産(株)九州事業所において、長崎県漁業取締船「おとり」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	GM 製 16V149T1 1,800 ps x 1,840 rpm x 2 台
推進装置	5 翼固定ピッチプロペラ
建造造船所	三菱重工業(株)下関造船所
竣工年月日	平成 3 年 3 月 15 日
特殊設備	フィンスタビライザ GPS 航法装置

b 検査及び運転時間

竣工年月	平成 3 年 3 月 15 日
前回検査（2 年目中間）	平成 4 年 10 月 約 1,600 時間
今回検査（2 年目定期）	平成 6 年 11 月 約 2,000 時間
（総運転時間約 3,600 時間）	

c 前回検査時の整備状況

前回検査（2 年目中間）時は、検査の関係では全シリンダカバ解放程度で良かったが、船主の要望により、全分解を行っている。

なお、運転時間は約 1,600 時間程度であったこともあり、基本的な部分では、特に問題なかったようである。

d 今回検査時の整備状況

今回の検査は第 2 回定期検査の時期に当り、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、総運転時間で約 3,600 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。

イ ボルト類の交換

- ・ シリンダカバ締付け用
  - ・ 主軸受押さえボルト
  - ・ クランクピン押さえボルト
- } 解放したら交換

ロ メタル類

- ・ 主軸受
  - ・ クランクピン軸受
- } 特に問題はないが全数交換

ハ 排気弁

当り面にかなり段がついているため、全数交換

e 調査結果

イ 2 年目の中間検査では本船の運転時間 (1,600 時間) からして、シリンダカバを解放する程度でよいが、実際には船主要望で全分解を実施している。

ロ 今回は、4 年目の定期検査に当り、全分解を実施している (総運転時間 3,600 時間、前回検査から 2,000 時間)。

ハ 全分解 (2 台) の整備期間は約 4 週間である。工数的には約 1,000 時間 (500 時間 x 2) である。

ニ 主軸受、クランクピン軸受、シリンダカバボルトは植込みボルトではなく、押さえボルトになっているため、これらの分解時には、必ずボルトを取り外すこととなる。また、これらのボルトは取り外せば新替することとしている。

ホ 機関の種類、負荷率、出入港回数等により、整備インターバルは違って来るが、運転時間で管理するのとも一方法ではないかと思われる。

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	160G/T 型軽合金製双胴型高速旅客船
船名	アクアジェット 3
Loa x Lpp x B x D x d	34.20m x 29.00m x 8.00m x 3.20m x 1,211m
航行区域	平水区域
航路	神戸 - 55 分 - 津名 - 19 分 - 洲本
旅客定員	190 名
乗組員	4 名
航海速力	70% 載貨状態、主機関 90% 出力 (2% SM) 30 ノット
主機関	MTU16V396-TB83



回転数	1,900rpm	1,900 叩mm
ラック目盛	12.6 mm	12.6mm
排気温度(集合出口)	B(S)395	B(S)390

主機関の監視装置を表 1 に示す。

□ 運転終了後の整備状況

毎日の運転終了後は、機関長の指示（日常整備マニュアル、その他）の整備オーダーに基づいて洲本港における独立整備チームの支援のもとに各船（6 隻）の整備を行っている。

整備チームは独立した 4 名で構成されており、そのうち 3 名が毎日勤務し、各船の整備に当り、1 名は交替で休暇することとなっている。

整備チームは、各船の入港前に整備作業を準備しておき、着岸後、整備に取りかかっている。

全船の整備には、日によって変化はあるが、20 時～03 時頃までかかるようである。その実施例を表 3 に示す。

12 月 8 日当日は、下記 5 隻の整備が計画されていた。

(イ) 各船の洲本港への最終着岸時刻

- ・ 20 時 14 分（本船）
  - ・ 21 時 17 分
  - ・ 21 時 55 分
  - ・ 22 時 44 分
  - ・ 22 時 47 分
- } 他船

(ロ) 本船の当日の整備内容

・ 主な整備内容

- 燃料油一次コシ器の掃除（500 時間両舷機）
  - 燃料油二次コシ器の交換（500 時間両舷機）
  - 燃料油ラインの空気抜き
  - 主機関の始動及び漏油の確認
- } 機関長立会

・ 所要時間

- 20 時 20 分 本船入港
- 20 時 45 分 作業開始
- 20 時 45 分 作業終了

表 1 監視装置

番号	項 目	仕 様	数量
1	操舵室操作盤		1

	<p>操舵室計器盤  機関回転計  デジタル表示計</p> <p>押釦</p> <p>表示灯</p> <p>輝度調節ダイヤル  警報ブザ</p>	<p>SUE-396-T02  0 - 2500rpm  押釦により下記項目表示</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 清水温度</li> <li>・ 給気温度</li> <li>・ 潤滑油温度</li> <li>・ 排気温度 A</li> <li>・ 排気温度 B</li> <li>・ 減速機潤滑油温度</li> <li>・ 潤滑油圧力</li> <li>・ 減速機潤滑油圧力</li> <li>・ 燃料ラック</li> <li>・ 始動</li> <li>・ 停止</li> <li>・ 非常停止</li> <li>・ 前進</li> <li>・ 後進</li> <li>・ 遠隔 ON</li> <li>・ 減筒運転中</li> </ul>	<p>2</p>
	<p>操舵室警報監視盤</p> <p>押釦</p> <p>表示灯</p> <p>警報表示灯</p>	<p>UG04/05L</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ ランプテスト</li> <li>・ 警報確認</li> <li>・ 警報リセット</li> <li>・ モニタリング ON</li> <li>・ 緊急停止弁"閉"</li> <li>・ 潤滑油圧力低下</li> <li>・ 潤滑油圧力停止</li> <li>・ 減速機潤滑油圧力低下</li> <li>・ 過速度</li> <li>・ 清水温度上昇</li> <li>・ 清水レベル低下</li> <li>・ 排気温度 A 上昇</li> <li>・ 排気温度 B 上昇</li> <li>・ 減速機潤滑油温度上昇</li> </ul>	<p>2</p>

番号	項 目	仕 様	数量
	電源異常表示灯 センサ異常押釦表示灯 電源用キースイッチ 接続インターフェース	・減速機潤滑油濾器前圧力上昇 ・充電異常  ZSS-AP 型	2 2 1 1
2	機関室計器監視盤		2
	機関回転計 燃料ラック表示計 潤滑油圧力計 清水圧力計 給気圧力計 燃料圧力計 減速機潤滑油圧力計 潤滑油温度計 清水温度計 給気温度計 減速機潤滑油温度計 ランプテスト 緊急停止弁“開” 警報リセット 一括警報 非常操作 非常停止		2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2
3	機関室始動停止制御盤		2
	運転時間計 押釦表示灯	・始動 ・停止 ・始動準備完了 ・機側操作 ・過速度テスト ・一括警報(リセット付) ・非常停止	2 2

番号	項目	仕様	数量
	表示灯	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 始動燃料制御</li> <li>・ 電源 ON</li> <li>・ 減筒運転中</li> <li>・ 充電異常</li> <li>・ 電源異常</li> </ul>	2
4	始動用制御箱		2
5	回転式警報灯		2

### 高速船主機関についてアンケートによる調査

#### a 調査結果の概要

本調査は、高速旅客船におけるアンケートによる運航中の主機関についての運転性能、年間の運転時間、日常および定期的に行う点検・整備内容等、主機関の運転状況並びに点検・整備の実態調査を行った。

なお、この実態調査は、高速旅客船を所有する事業者を対象として実施した。

イ 回答回収数 22社依頼中 14社（回収率:約 64%）  
15隻分

ロ 主機関メーカー数 7社

#### ハ 主機関の連続最大出力（1台当たり）

・最大の機関 2,850ps  
 ・最小の機関 825ps  
 ・平均出力 2,019ps

#### ニ 推進装置

・プロペラ船 11隻  
 ・ウォータージェット船 4隻

#### ホ 1 航海の所要時間

・最大 4.00 時間（特殊例を除く）  
 ・最低 1.00 時間  
 ・平均 2.00 時間

#### ヘ 高負荷運転時の主機関の負荷率

・高負荷運転時の負荷率の平均 81%

#### ト 年間の運転時間

・最大の船舶 5,000 時間  
 ・最小の船舶 500 時間  
 ・平均 2,150 時間

また、これらを運転時間で分類・整理すると以下のとおりである。

	・ 1,000 時間未満の船舶	3 隻
	・ 1,000 ~ 2,000 時間の船舶	7 隻
	・ 2,000 ~ 4,000 時間の船舶	3 隻
	・ 4,000 時間以上の船舶	2 隻
チ	日常の点検・整備状況	
	・ 乗務員によるもの	9 隻
	・ 陸上支援による夜間整備	4 隻
	・ 一部陸上支援によるもの	2 隻
リ	点検・整備マニュアルに対する意見	
	・ 現状でよい	13 隻
	・ 運行者の立場に立った内容の記述	1 隻
	・ 内容の充実	1 隻
ヌ	継続検査の実施状況	
	・ 実施している	11 隻
	・ 実施していない	4 隻
ル	主機関の整備場所	
	・ 造船所	7 隻
	・ 指定整備場	6 隻
	・ 船内および指定整備場	1 隻
	・ 船内	1 隻
ヲ	主機関の整備期間	
	・ 期間の最も短い船舶	6 日
	・ 期間の最も長い船舶	70 日 ( 特殊事情による )
	・ 整備期間の平均	23 日
	なお、このほか、主機関を整備する際、予備機と交換する船舶が 1 隻あった。	
ワ	アフターサービス体制に対する要望	
	・ 現状でよい	10 隻
	・ 部品の即納体制	5 隻
	・ きめ細かい対応	1 隻
カ	主な不具合	
	・ シリンダライナ	1 隻
	・ 揺れ腕スタッド	1 隻
	・ スラスト軸受け、クランクケース	1 隻
	・ 油ガバナ	1 隻
	・ 排気マウントからの水漏れ	1 隻
ヨ	検査の合理化に関する要望	

要望事項の内容を主機関の年間運転時間で分類・整理すると次のとおりである。

(イ) 1,000 時間未満の船舶

- ・ 運転時間を考慮した検査を希望
- ・ 運転時間、整備記録を考慮した検査を希望

(ロ) 1,000 ~ 2,000 時間の船舶

- ・ 検査間隔の延長を希望
- ・ 運転時間を考慮した検査間隔の設定を希望
- ・ 整備記録を尊重し、合理的な検査間隔の設定を希望
- ・ 検査間隔は 2 年または 4 年間隔を希望
- ・ 運転時間の少ない機関を解放すると機関の寿命に影響するため、運転時間を考慮した検査間隔の設定を希望

(ハ) 2,000 ~ 4,000 時間の船舶

- ・ 主軸受けの船内整備はむずかしい、主軸受けの解放は 4 年毎を希望、その他は継続検査を希望

(ニ) 4,000 時間以上の船舶

構造上、船内でのピストン抜きはむずかしいため、毎年、陸上整備を行っているが、これを 2 年毎の解放を希望（シリンダカバは、毎年、全数を解放している。）

タ 主要部の分解範囲

主要部の分解範囲は、基本的には法定検査に基づいて実施されているが、一部の部品については、船主要望・マニュアルによって実施されている船舶もある。

レ 主機関の監視装置

監視装置に関する回答は、13 社（13 隻）であった。これらの詳細は、以下に示すとおりである。

- ・ 主機関回転数・ラック目盛・排気温度計・給気圧力を機関室監視盤に設けている船舶が 3 隻あった。また、これらを操舵室監視盤にも装備している船舶が 4 隻であった。
- ・ 潤滑油圧力計・冷却清水温度計・潤滑油温度計を操舵室・機関室の監視盤に設けている船舶もある。
- ・ データの記録装置を装備した船舶は 3 隻であった。
- ・ 操舵室における監視の項目を充実したいという希望の船舶もあった。

### 3 . 事業の成果

3 カ年計画の 2 年目事業として、本年度の調査研究から、次のことが概略判明した。

( 1 ) 船舶安全法と主機関の整備について

高速旅客船主機関の点検整備状況の現地調査、並びにアンケート調査結果から

は、主機関の解放理由、具体的には解放のインターバルと解放の範囲は、船舶安全法関係規則にしたがって行われ、整備の詳細、並びに部品の取替えは主機関メーカーが定めた整備基準により実施しているやり方が多いように思われる。

このようなやり方が、安全性の確保と経済性を含めた合理的なやり方であるかは、なお、これからの調査と検討が必要であると、思料される。

#### (2) 高負荷運航と主機関の解放のインターバルについて

高速旅客船の主機関が高負荷で運航されていることは、一般に知られていることであったが、具体的にどの程度であるのかは、まだ調査していなかった。

今回、運航状況、並びにアンケート調査の結果、13隻の運航中1隻を除いて、全運転時間のうちの38%~100%(平均値66%)が75%~95%(平均値81%)の負荷率で運航されていることが判明した。

このような実態については、平常の点検整備の影響が大いに関係するものと考えられるが、普通の状態で実施されている日常の点検整備の下での運転時間と負荷率との関係が安全性と経済性を含めた合理的な解放検査のインターバルにどのように影響するかをひきつづいて調査・検討して行く必要があると思われる。

#### (3) 日常の整備体制について

日常の整備体制の調査としては、運航中の実船に乗船して実態調査を実施した。その結果として、高速旅客船では、運航時間および停泊時間が短いため、運航中は、監視盤による主機関の監視が中心に行われ、艀部の点検整備については、着岸後、次の航海に出発する短時間の間に整備チームによる陸上からの支援をうけて実施していた。

したがって、これからの傾向としては、船内の監視表示と実態の記録並びにチェックシステムの充実を図るとともに、点検はできるだけ、やり易くするとともに、潤滑油の補給、フィルタの掃除等の計画的な日常の整備業務を含めて、就航後の整備等には、必要に応じては夜間作業などの実施による十分な、基地側の支援体制の検討強化が必要と思われる。

なお、アンケート結果では、整備マニュアルの記載方法、内容については、今よりも運航者の立場に立つ記述を望む声が寄せられたことは、単に整備をやり易くするためのみならず、故障を未然防止する立場からも十分に配慮する必要があるものと思われる。

#### (4) 定期点検整備(オーバーホール整備を主体とする)のあり方について

現在、高速主機関のオーバーホールは、船内整備か、陸揚げして陸上の整備工場で行う整備のいずれかが採用され、実施している。

しかし、重大な故障事例は、平成元年以降での資料では、横ばいから若干ではあるが、増える傾向が表われて来ている。したがって、オーバーホールのインターバルと整備マニュアル内容および整備技術者の技能レベル等を含む総合的な検

討が必要と思われる。

アンケート結果でも、一部ではあるが、整備マニュアル内容について、運航者の立場で記述を望むというような意見もある。

このことは、整備マニュアルの検討、補修にくわえて、整備技能者の教育、育成の問題として、別途検討されるべきものとする。