船舶用ディーゼル主機関遠方操作装置の試作実験

原 田 三 郎 (東京商船大学)

森 下 隆 (東京商船大学)

永 田 嘉 章 (東京商船大学)

Remote Control Device for Marine Diesel Engine.

By S. Harada, T. Morishita and Y. Nagata.

1. は じ め に

船舶の推力は操船者の意のままに制御されることが望ましい。それ故、船舶主推力発生装置を操船者が船橋において直接制御する方法が種々考案されている。

筆者らは、自己逆転式圧縮空気始動装置を備えた船舶用ディーゼル主機関を船橋、機関室または船内の任意位置において操作する船舶用ディーゼル主機関遠方操作装置を試作し、これを東京商船大学練習船汐路丸に装備し、公開航行運転を実施した。本装置は電磁継電器回路による自動始動装置および誤動作防止装置ならびに電子管回路によるサーボ機構が組込まれているため、主機関操作に関連する個人差を無くし、ディーゼル機関に関する知識の無い操作員が操作することを考慮して設計されている。なお、本装置は既設のテレグラフに直結して使用することも可能である。さらに、本装置を装備することによつて、機関操作指令系に介在する人員の労力を省き、かつ機関操作指令信号伝達系の信頼度を向上し、主機関始動に要する圧縮空気の消費量を節減するものである。

2. 自己逆転式圧縮空気始動装置を備えた船舶用ディーゼル機関操作系の構成

図1 自己逆転式圧縮空気始動装置を備えた船舶用ディーゼル機関操作系の原理図

自己逆転式圧縮空気始動装置を備えた船舶用ディーゼル機関操作系の概要を図1に示す。

図において、前後進用カム軸移動装置は燃料油噴射時期、吸入弁、排気弁、始動空気弁などの開閉時期を正および負回転方向に対応させる装置である。圧縮空気始動装置は機関シリンダへの圧縮空気の供給を制御するための装置である。燃料油遮断装置は機関シリンダへの燃料油の供給を急速遮断するための装置である。目標角速度設定装置は自動調速装置を備えるディーゼル機関の主軸角速度を設定するための装置で、自動調速装置を備えないディーゼル主機関においては燃料油供給制御装置がこれに代るものと考えることができる。

自己逆転式圧縮空気始動装置を備える船舶用ディーゼル主機関の基本的な手動操作順序を表1に示す。表において基本的な手動操作順序を機関停止より前進（後進）全速にする場合について説明する。

表1 自己逆転式圧縮空気始動装置を備えた船舶用ディーゼル
機関手動操作の基本的順序

	停 止	始 動	運 転	増 速	減 速	停 止
前 後 進 用 カ ム 軸 移 動 装 置	前 進 (後 進)	前 進 (後 進)	前 進 (後 進)	前 進 (後 進)	前 進 (後 進)	前 進 (後 進)
圧 縮 空 気 始 動 装 置	断	入	断	断	断	断
燃 料 油 遮 断 装 置	断	断	入	入	入	断
目 標 角 速 度 設 定 装 置	始動最適 角 速 度	始動最適 角 速 度	始動最適 角 速 度	変 化	変 化	始動最適 角 速 度

- i). 前後進用カム軸位置を前進（後進）位置に移動する。
- ii). 自動調速装置を備える機関では、目標角速度を起動時最適速度に設定する。また、自動調速装置を備えない機関では、燃料油供給制御装置を起動時最適値に設定する。
- iii). 燃料油遮断装置によつて燃料油を遮断する。
- iv). 圧縮空気起動装置を作動し、機関を空気運転する。
- v). 機関主軸角速度が起動最適値に達したならば、圧縮空気起動装置を作動し、圧縮空気の供給を遮断したのち、燃料油遮断装置を作動し燃料油を供給し燃料油運転に入る。
- vi). 機関主軸角速度の増減は、自動調速装置を備える機関では、目標角速度設定装置を作動し、自動調速装置を備えない機関では燃料油供給制御装置を作動することによつて行なう。
- vii). 機関停止は燃料油遮断装置を作動することによつて行なわれている。

これらの諸操作をテレグラフ指令に応じて自動的に実現するための装置をつぎのように構成した。

3. 船舶用ディーゼル主機関遠方操作装置の構成

本装置はつぎの各要素によつて構成されている。この構成を図2に示す。

図・2 船舶用ディーゼル主機関遠方操作装置の構成

i). テレグラフ装置. 船橋、機関室または船内の任意の位置において、主機関操作指令装置に主機関操作指令を与える装置で、既設のテレグラフ装置を使用することもできる。

図・3 テレグラフ装置。(a) テレグラフ装置回路図

図・3(b) 船橋操作盤

図・3(c) ポータブルテレグラフ

図・3(d) 機関室テレグラフ

図・3(e) テレグラフ装置および主機関操作
指令発信装置

本装置では図3に示すような電子管自動平衡装置を採用している。このテレグラフ発信ポテンシヨには主機関操作目盛盤、すなわち、停止、前進カム軸位置、後進カム軸位置、始動および主機関主軸角速度の表示盤が備えられている。

ii). 主機関操作指令装置. テレグラフ受信機に直結され、受信指令信号を記憶し、これを操作部に伝達する装置で、停止、前進カム軸移動、後進カム軸移動および始動指令信号は回転スイッチ、主機関主軸角速度の設定はポテンシヨによる電子管自動平衡装置（図・4）を採用している。

iv). 保護回路. 本装置は電磁継電器回路を採用することによつて、高価でかつ構造複雑な船舶用ディーゼル機関のこれまで採用されて来た機械式保護装置の機能を比較的低い費用でもつて

実現している。保護回路および電磁継電器回路図を図5に示す。

保護回路の主なるものはつぎの通である。

(I). カム軸移動装置について

- 機関運転中カム軸は移動できない。
- 前後進用カム軸移動操作回路は同時に閉路されない。

(II). 始動装置について

- 始動装置は燃料油遮断中のみ作動する。
- カム軸が前進もしくは後進いずれかの位置にあるときのみ始動装置が作動する。
- カム軸移動操作回路が閉路中は始動装置は作動しない。
- カム軸を前進(後進)位置へ移動中カム軸を後進(前進)位置へ移動すべき指令信号を与えた際には、前進方向(後進方向)へ作動しない。
- カム軸が定位置にセットした後、約0.5秒後に始動装置が作動する。

(III). 角速度設定装置について

- 主機関が始動した後、角速度設定指令によつてのみ作動する。
- 機関が停止すると始動最適角速度を自動的に設定する。

図・5 自動始動および保護継電器 (a)回路図

図・5 (b) 自動始動および保護継電器装置前面

図・5 (c) 自動始動および保護継電器装置

(IV). 燃料油遮断装置について

- a). 指令信号に応じて急速遮断することができる。

(V). 手動操作装置

- a). 本装置の電源を遮断することによつて機関を手動操作することができる。

(V). 表示装置

(I). 船橋表示装置について

- a). 主機関主軸角速度表示計
- b). 船橋操作可能表示灯

(II). 機関室表示装置について

- a). テレグラフ受信盤
- b). 電源表示灯

(Vi). 電源. 電源は交流 100V, 50~60 c/s の商用電源を採用している。

(Vii). 操作方法. 電源スイッチを投入し、約20秒後に作動状態に入る。テレグラフ指針を指令位置に合せることによつて機関を操作する。如何なる指令を与えても保護回路によつて誤動作が防止されている。

4. 本装置の実験結果

試作した本装置を東京商船大学練習船汐路丸ディーゼル主機関に装置して性能実験を行なつた。

i). 汐路丸ディーゼル主機関の概要を表2に示す。

表2 汐路丸主機関の概要

製造者	株式会社池貝鉄工所
型式	堅型4サイクル単動無気噴油過給機付ディーゼル機関
始動方式	自己逆転式圧縮空気始動方式 (全気筒始動) 30 kg/cm ² (G)
出力	320 BHP (常用出力) 380 BHP (連続最大出力)
気筒数	6
気筒直径	270 mm
行程	380 mm
回転力学 系の特性	$\frac{\text{クランク軸角速度 rad/sec}}{\text{入力トルク kg-m}} = \frac{0.07}{0.9S+1} \text{ (クランク軸角速度 3rad/secにおいて)}$
製造年月	昭和28年

ii). 操作部. 練習船汐路丸ディーゼル主機関は運転実習を行う関係から、主機関操作装置を大巾に模様替えることが許されないのので、既設の主機関操作装置、すなわち、前後進用カム軸移動ハンドル、空気始動ハンドル、燃料油遮断ハンドルおよび主機関角速度設定ハンドルをそれぞれ2相200W電動機、12 kg×30mmソレノイド、6 kg×30 mmソレノイドおよび2相15W 電動機によつて駆動する操作部を装備した。これらを図6に示す。

図・6 操作装置 (a)全体装置図

図・6(b) 始動操作装置

図・6(c) 燃料油遮断操作装置

図・6(d) 電源箱

iii). 実験結果. 本装置の実験は特に自動始動装置の特性を対象とした。

次の条件のもとにおいて、汐路丸ディーゼル主機関を本装置によつて始動した。

海面状況	Calm	燃料油温度	13°C
海水温度	10°C	始動空気圧槽圧力	27.3 kg/cm ² G
機関室温度	18°C	船の状態	静止
気筒冷却水温度	28°C		

始動に要した圧縮空気重量 0.25 kg (28.3 kg/cm² at a)

始動および停止時におけるオッシログラムを図7に示す。図において、主機関操作指令装置が始動指令を受信し、0.2秒後始動空気がシリンダへ供給され始め、機関が空気運転に入る。始動指令受信後0.4秒で機関クランク軸角速度が 5 rad/sec に達し、始動空気を遮断すると同時に燃料油をシリンダへ供給し燃料油運転に入る。

図・7 始動および停止時におけるオッシログラム

- (a) 始動時におけるオッシログラム
(b) 停止時におけるオッシログラム

5. む す び

本装置を試作実験した結果つぎの諸問題が提起された。

i). 船舶原動所諸装置の運転監視について。

船舶原動所諸装置の信頼性向上、自動制御装置の装備、遠隔計測、警報装置および船舶原動所諸装置の合理的な設計によつて、海運企業の最大利潤追求の立場から、船舶原動所を無人運転し、これら諸装置を船橋における操船者が操作および監視することが可能ではないかと考えられる。

ii). 本装置にはつぎの保護回路を挿入することが望ましい。

a). 主機主軸危険角速度自動飛越し装置。

b). 主機制動角速度の自動限界検出装置。

iii). 汐路丸ディーゼル主機関に装置したカム軸移動所要時間は 10.5 秒であるが 2~3 秒程度にすることが望ましい。

iv). 自動始動装置を採用することによつて、機関回転力学系の時定数の小さいものに対する始動空気使用量の節減は特に著るしく、汐路丸ディーゼル主機関の場合、担当操機員が始動する場合の $\frac{1}{3}$ ~ $\frac{1}{4}$ の使用量となる。自動始動装置で特に要求されることは空気運転から燃料油運転への切換を成可く速やかに行うことである。

この試作実験に当り、御協力をいただいた東京商船大学、航海訓練所および東京商船大学練習船汐路丸乗組員の方々に対して心から御礼申上げる。

参 考 文 献

- (1). 森下 隆 汐路丸ディーゼル主機関自動調速系の解析、日本航海学会誌 No. 21 P77 昭和34年5月30日 第21回講演会において講演
- (2). 原田、伊丹、森下、永田。船用ディーゼル機関の電磁継電器式自動始動装置。東京商船大学研究報告(自然科学)第11号(昭和35年9月)