

PS-34 高速船用機関の信頼性向上に関する研究

—航行中における高速機関の筒内圧力波形の解析—

環境・エネルギー研究領域 *西尾澄人、高井元弘、米林敦男、長内敏雄、桑原孫四郎

1. まえがき

近年、高速フェリー、高速旅客船等の主機関である高速船用ディーゼル機関に故障、損傷の事例が多数報告されている。機関故障の原因としては、潤滑油の性状、燃料油の性状、整備不良等があるが、実際に海上で使用される船用機関の燃焼状態も関係する。陸上での機関特性の計測例は数多くあるが、海上での、特に実際の通常運航時の機関特性の計測はあまり例がない。

そこで、実際に通常運航している高速船における高速ディーゼル機関の機関性能の計測を行い、解析を行った。今回は筒内圧力波形の解析について報告する。

2. 計測装置及び計測方法

計測を行った高速船は、航海速度約25ノット（最大速度約30ノット）、総トン数800トンを超える波浪貫通型双胴船である。推進器は斜流式操舵逆進機構付ウォータージェット推進器である。主機は、左舷及び右舷それぞれ2機ずつの4サイクルV型高速ディーゼル機関であり、その概要を表1に示す。

実船計測は、主機起動から停止までの高速船の全運航パターンにおける機関特性を連続して計測することとし、計測箇所は左舷の3号機主機及び4号機主機とそのインペラ駆動用軸を対象とした。

計測項目は、シリンダー内圧力、圧力測定部温度、シリンダー出口排気温度、軸トルク、軸回転変動で、温度データは5kHz、その他のデータは50kHzのサンプリング周波数で収集した。この他、毎分1回サンプリングされる本船機関監視装置の船速、各種温度、圧力等のデータも収集した。

シリンダー内圧力測定用センサーは、取付けスペースが狭いこと、冷却水の確保が困難なことから、冷却水を必要としない小型の圧力センサーを選定し、図1に示すようにインジケータコック本体に取り付けた。

3. 計測結果及び考察

図2、3に実船計測時の船の速度と機関回転数の例を示す。この図では、M港出航からN港着岸までの1航海

において、機関の運転状況は、時間割合で60.4%が回転数1810rpm（約80%負荷）、24.4%が回転数1450rpm（約41%負荷）、15.2%が回転数901rpm（約10%負荷）となっている。

図4に停泊時（751rpm）、港内減速運航時（901rpm、1450rpm）、定常運転時（1810rpm）の筒内圧力波形を示す。図から分かるように、機関回転数901rpmの約10%負荷時においては、圧力波形に乱れが見られる。これは、急激な圧力変動により誘起されたセンサー取付け部における気柱振動によるものである。周波数解析をした結果、気柱振動の周波数と一致した。M港出航から定常運転（機関回転数1810rpm）になるまでの連続した圧力波形を調べたところ、機関回転数約1400rpmまで、気柱振動と考えられる圧力波形の乱れは観測された。圧力変動 dP/dt を調べたところ、機関回転数1000rpmから1400rpmの運転状態で、 dP/dt が高い値を示し、気柱振動の発生と一致している。負荷が高くなると1810rpmの約80%負荷時のように急激な圧力波形の上昇や気柱振動と考えられる圧力波形の乱れは観測されなくなる。

4. まとめ

実船計測での様々な制約により、センサーの選定、取付け部等の工夫を加え、データの収集、解析を行うことが可能となった。これにより実際の通常運航時の高速船用機関の負荷特性を把握することができた。今後も更に筒内圧力データの解析を続ける予定である。

また、今回の実船試験は、比較的穏やかな海象での負荷特性の把握となったが、今後も何隻か異なる船舶での実船計測を行う予定であり、今回得られた知見、経験を生かし更に実海域での機関の負荷特性の把握を深める予定である。

尚、本研究は、日本財団の助成事業である(社)日本造船研究協会不具合情報評価分科会との共同研究の一部として実施したものである。実船試験の実施にあたり多大なご協力を頂いた船主、並びに本船の関係者の方々に厚く感謝いたします。

表 1. 推進プラントの概要

主機	高速ディーゼル機関×4基
形式	4サイクル過給機付V型ディーゼル機関
連続最大出力	2,023kW×1,950 rpm
シリンダ数	16
シリンダ径×行程	165mm × 185mm
圧縮比	13.5
最大燃焼圧力	14.7 MPa
平均有効圧	1.97 MPa
平均ピストン速度	12.0 m/s
出力当り重量	2.7 kg/kW
機関単体寸法	3,086mm×1,390mm×1,650mm (全長×全幅×全高)
機関単体重量	5,500 kg
推進器	ウォータージェット推進器 2800 kW/950 rpm×4基
形式	斜流式操舵後進機構

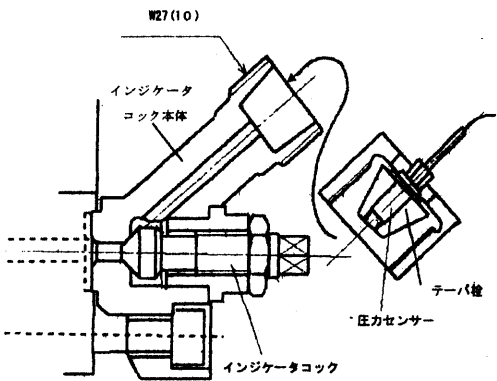


図 1. 圧力センサーの取付け概要

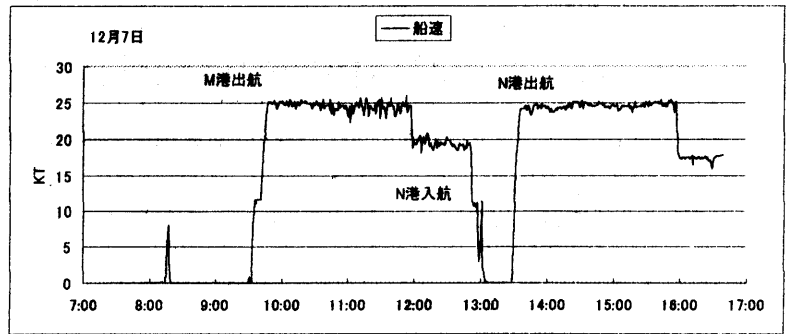


図 2. 実船計測時の船速の例

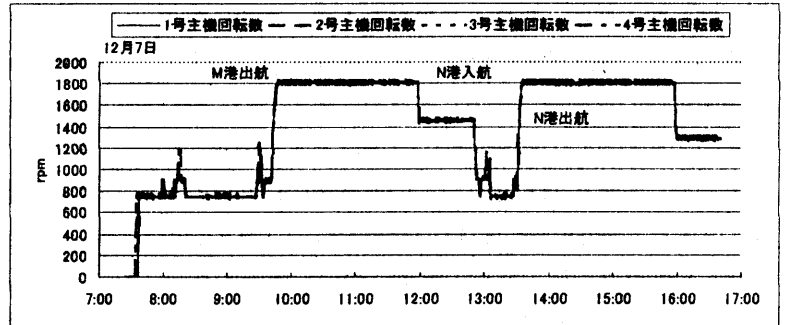


図 3. 実船計測時の機関回転数の例

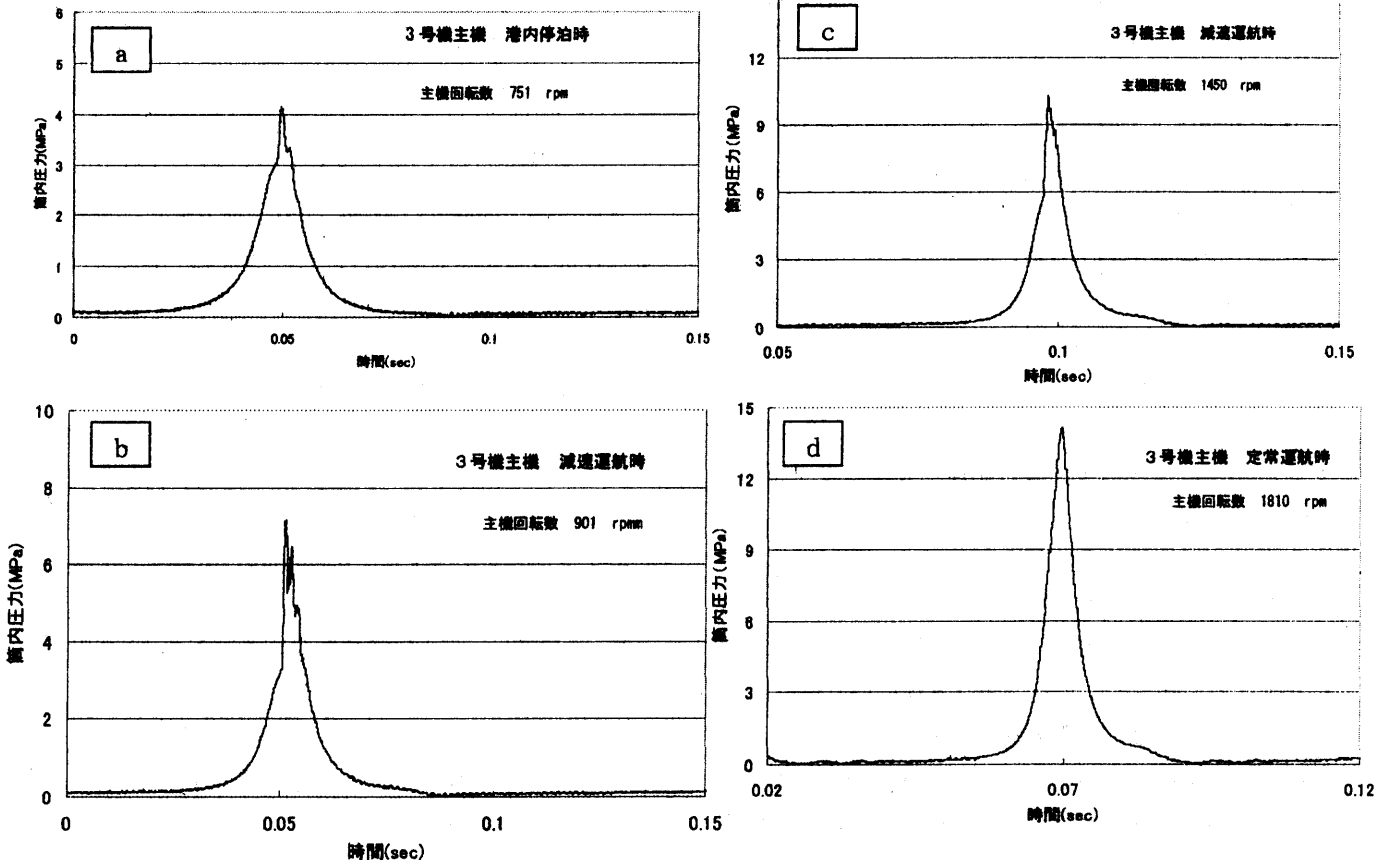


図4. 筒内圧力波形の例 (a:751rpm, b:901rpm, c:1450rpm, d:1810rpm)