

# 船舶機関運転・管理におけるヒューマンファクター —機関事故の多くは操作判断ミスが原因か?—

松下 邦幸\*・松永 直也\*\*

## Human factor analysis in marine engine operation / control Many of engine accidents are caused by the judgment error?

Kuniyuki Matsushita \* and Naoya Matsunaga \*\*

### Abstract

Mainly say the damage cause of marine engine accidents has many effects of the human error. It is in view of these facts by human's action makes the error caused on the accidents, more than 85% according to statistics of accidents Maritime Safety Agency in Japan. Recently, not only the happened operator's judgment error when deeply thinking about the m-SHEL model, e.g. H-Hardware, S-Software and E-Environment, respectively rather also not rare of the most judgment errors as super intendants of company misleading depend on the claim of the right of management. Investigate the real cause to be perceive from engine damage serious accident reconsideration guesses, in this paper is specialized in the operational behavior by the company manager's hands, and our picked-up based on the real cause human error from a past sea disaster case book, and proposed in recurrence necessary prevention. As for the future sea disaster cause of the accident investigation, it is hoped to signalize in detail by the professional committees of "National Transportation Safety Board" established on October one at the same year by Marine Accidents Inquiry Act revised on May 2, 2008.

### 1. はじめに

#### 1. 1 ヒューマンエラー

ヒューマンエラー (human error) とは、人為的過誤や失敗 (ミス) のこと。JIS Z8115:2000 では、「意図しない結果を生じる人間の行為」と規定されている。船舶機関部では、船舶機関・設備の運転操作において、運転員の意思に反して重大な結果 (機器の損傷事故など) を発生する行為、及び予測される不本意な結果を防ぐことに失敗することである。また、人材マネジメント用語集の解説によるとヒューマンエラーとは『災害の原因となる人的ミスのこと。』となっており、大きな災害の発端が、意外と些細な人的なミスが重なることによって引き起こされることから、ヒューマンエラーの発生メカニズムの解析およびその防止策の重要性が見直されてきている。

#### 1. 2 船舶における m-SHEL モデル

人為的ミスは、図-1 に示す中心の人間 (L) のパフォーマンスが、ソフトウェア (S)、ハードウェア (H)、環境 (E) と他の人間 (L) がうまくかみ合っていない時に発生する。(S, H, E, L, L) 全体の各要素をうまく調整していくことがヒューマンエラーを防止することにつながり、全体をみながら調整を行うのがマネジメント (m) である。

#### 1. 3 船舶機関関連のヒューマンエラー

船舶の運航において S, H, E, L, L がかみ合わない事項で当てはめて考えるとおよそ次のようになる。

HE. 1 必要な仕事や手続きを遂行しないことが原因となったエラー (⇒仕事の能力はあるが、何らかの理由で実行しなかった, できなかった)

HE. 2 必要な仕事や手続きの遅れが原因となったエラー (⇒乗下船に伴う配置転換直後で、または本人の能力により仕事への理解度が低かった)

HE. 3 必要な仕事や手続きの順序の誤りが原因とな

\* 〈所属〉 海事補佐人・元商船学科

平成 26 年 11 月 30 日受理

\*\* 〈所属〉 海事補佐人・練習船弓削丸

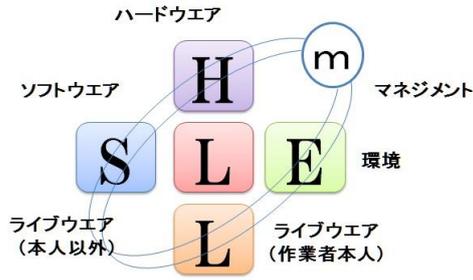


図 1 m-SHEL モデル

ったエラー (⇒船舶の運航では、略シーケンシャルに実施することが要求されていることが多い)

**HE. 4** 必要な仕事や手続きの遂行の誤りが原因となったエラー (⇒操作機器によっては緊急性を要し運転のタイミングを図るものと、多少の時間的余裕を有するものがある)

**HE. 5** 不必要なことを遂行したことが原因となったエラー (⇒過ぎたるは猶及ばざるが如し、意欲はあっても将来予測能力が低いと余計な事をする)

このような人的要因に基づく海難事故は何故無くならないのだろうか。船舶事故も陸上交通機関の事故もいくらか安全対策をしても統計的には毎年少しずつ減少の傾向はあるが、ある程度減少すると今度は飽和しているように思えてならない。そして過去の大きな事故は、以後の教訓となる訳だが、その効果は、完璧ではない。

1. 4 国際海事機関 (IMO) の動向

国際海事機関 (IMO) のエフティミオス・ミトロプーロス事務局長が、IMO の業務にとって「人的要素 (ヒューマン・エレメント)」がなぜ重要なのかを説いている。人的要素は海上輸送の最前線に置かれ

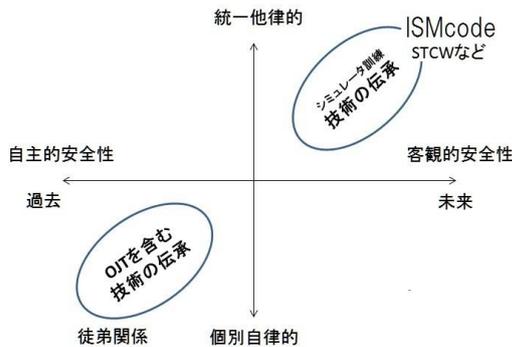


図 2 安全技術の過去と未来

ているため、現代のグローバル経済において、船員は最も重要な要素となっている。船員の重要な役割を表現した次のような言葉がある。「船員の貢献がなければ、世界の半分は凍結し、残りの半分は飢えるであろう」。まさにこの理由から、IMO は ISM コード (国際安全管理規則) の導入など、多数の人的要素に関する審議を行なって来ている。

2. システムの安全に関する文化の変遷

従前の我国における海運企業の安全マネジメントの慣習は、百年くらい前までは図-2 の左側下部にあるように船舶の運航が特殊なより専門的な技術 (職人的技術) に頼っていた時期は、慣習的自主的に各船社別に安全運航に関する技術一般について、個々の雇用している船長または船主船長に委ねられていたのである。当然この時期には、安全運航を維持するために船員後継者の育成などは実際の船舶に複数乗船させて OJT を含む技術の伝承が行われていた。明治維新後、海事技術者の養成効率を向上させるために国家が教育機関をつくるなどシステム的にはなっていたが、船乗り社会では終身雇用 (親方⇒弟子) への個別的技術の伝承が独自のシーマンシップを形成してきたと言っても過言ではない。船は一度出港すれば、仕向港に到着するまで自然を相手に幾多の困難を乗り越えなければならない。このためには熟練の船長・機関長とその他の信頼のおける優秀な船員群が必要とされ、基本的に各々の船社で優秀な船員を確保し育成し続けて来た。このためには我国の海運業は船員を一時的に雇用するのではなく、国公立の船員養成機関を卒業した新人を毎年定年退職者と同数入社させて終身雇用とし、自社船での乗船経験を積み上げながら社内で昇進していく独自の船社別安全運航体制を蓄積していたのである。これらはおそらく外国の船社・船員制度には見られない日本独自のシステム (文化) であって、このことが船員一人ひとりの社船への愛着心・忠誠心から大きな責任感が生まれて、安全運航に関する技術的なチームプレーの熟成がなされてきていたのである。しかし、これは日本籍船の乗組員が全員日本人で運航されていた時代においてのみ可能であった最大のヒューマンエラー防止策であり、既に過去のものである。現在の外航船員は 1985 年のプラザ合意以降、急激な円高ドル安となり、外航海運会社にとって日本人船員による日本船籍をもつ外航船舶の運航は、ローリスク・ハイコストになったため、仕組船・混乗船などの FOC 化が大幅に進んで、船長・機関長などのキーパーソンのみ日本人による運航を除いて殆ん

**表1** 日本人船長乗船船舶の国籍  
(平成13年4月1日～30日の間、我国主要港に入港した  
外航船舶の実態) 船長協会の外航船実態調査

日本人船長乗 船船舶の国籍	隻数	割合
パナマ	137隻	59.3%
日本	66隻	28.6%
リベリア	19隻	8.2%
シンガポール	4隻	1.7%
バハマ	2隻	0.9%
バヌアツ	2隻	0.9%
マレーシア	1隻	0.4%
合計	231隻	100.0%

ど存在し得ない状況である。参考までに表-1は(平成13年4月1日～30日の間、我国主要港に入港した外航船舶の実態) 船長協会の外航船実態調査である。これによると日本船籍は28.6%しかなくてそれ以外は全て便宜置籍船・FOC船となっており71.4%の外国籍船に乗船している。このような外航船員に取り囲まれた人的な環境では、これまでの日本人船員が、日々手に汗しながら培ってきた海技の伝承どころか、日本人よりも完全にローコストである外国人船員たちに、殆んど乗っ取られてしまっているような状況である。これではもはやローコスト・ハイリスクと言わざるをえない。現在、我国の

**表-2** 外航日本人船員数の推移 (1974～2011)

年	合計	職員	部員
1974	56,833	-	-
1980	38,425	-	-
1985	30,013	-	-
1990	10,084	-	-
1995	8,438	5,992	2,446
2000	5,030	3,659	1,371
2001	4,233	3,129	1,104
2002	3,880	2,837	1,043
2003	3,336	2,629	707
2004	3,008	2,373	635
2005	2,625	2,153	472
2006	2,650	2,108	542
2007	2,545	2,052	493
2008	2,370	1,906	464
2009	2,312	1,829	483
2010	2,369	1,856	513
2011	2,408	1,844	564

注) ① 1995年～2005年は国土交通省「船員統計」による。

② 2006年以降の数値は、国土交通省海事局調べによる。

※ 1994年以前は、職員・部員の内訳は公表されていない

「(公財)日本海事センター企画研究部作成」

輸出入貿易の99.7%(量ベース)を担っている外航海運において、日本人船長が乗船している船舶の国籍は、外国籍船が主体となっているのである。さらに表-2はまた、我が国の海運産業が安いドルで雇用できる外国人船員が日本人船員にとって代わり、1974年に56,833人いた日本人船員は、2011年には2,408人に減少している。1995年頃からは部員の再教育・職員登用など実質的に部員数の減少が多くなっている。

一方で図-3は世界の海上輸送量の推移(1995～2011年)を表している。これを見ると海上輸送量・船腹量ともに順調に伸びてきているのがわかる。同図の最上部、世界の海上輸送量に示してあるように1985年には約30億トン程度であったものが、毎年増加の一途をたどり、1995年には42.79億トン2011年には約86.25億トンとなっている。今後ますます我国主要港に入港する外航船舶の安全が謳われている所以である。

### 3. 過去の事件簿 (海難審判裁決録より)

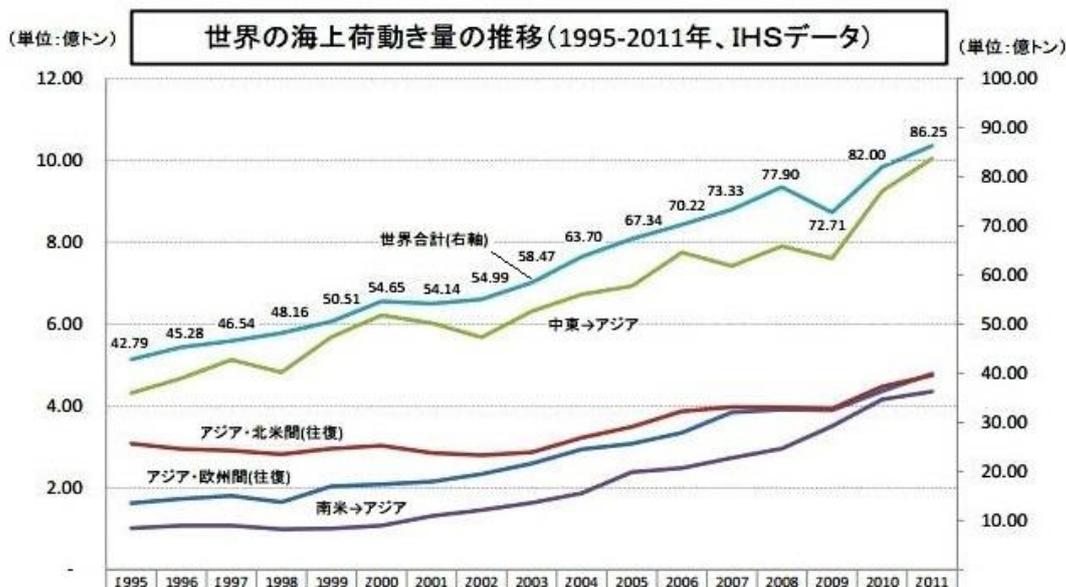
ここで掲げる海難審判の裁決録は、機関損傷事故の主体が直接の機器管理者であったY丸機関長の一方的な人為的ミスであり、よって受審人A(Y丸機関長)を戒告する。とされている。しかし受審人Aは、船主側人間ではなく漁船員として船社に雇用されているものと考え、戒告とはいえ、彼一人で本件事故の責任を負うのは不公平であると言わざるを得ない。漁船Y丸の主たる業務は、稚内港を基地港とする「かけ回し式沖合底引き漁業」に従事していた。この底引き漁業の特殊な操業運用が、本件の事故(恒常的過負荷運転)に至った原因ではなかったか、実際のかげ回し式底引き操業時の主機関の運転状況を考慮した裁決であったのか、ここでは裁決録より出来るだけの疑問点を抽出し、真の原因を明らかにしたい。ここで取り上げる海難事件は、前1.3章で述べた船用機関関連のヒューマンエラーのHE.2必要な手続きの遅れが原因となったエラーと言うよりも、過度な過負荷運転を余儀なくされたことは無かったのかという疑問が残る。図-1 m-SHELモデルにおける(m及E)の影響は無かったのか。4章ではこの観点からの解析を試みた。

#### 3. 1 漁船Y丸機関損傷事件

受審人A

職名 Y丸機関長

海技免許 三級海技士(機関)(内燃機関限定)



「(公財)日本海事センター企画研究部作成」

図 3 世界の海上輸送量

(海難の事実)

1 事件発見の年月日時刻及び場所

平成 16 年 9 月 1 日 11:00

北緯 45 度 24. 2 分 東経 141 度 40. 95 分)

2 船舶の要目等

本件機関損傷は、主機の運転管理にあたり、トルクリッチ領域での運転を防止する措置が不十分であったことよって発生したものである。

なお、損傷が拡大したのは、潤滑油中に鉄粉が混入する事態になった際、早急な機関の整備が行われなかったばかりか、トルクリッチ領域での運転が継続されたことと、潤滑油こし器にたまった鉄粉が下流に流れ込んだことによるものである。受審人 A を戒告する。主機は、C 社が同 58 年 4 月に製造した 6M28 型と呼称する、連続最大出力 1,471 キロワット (kW) 同回転数毎分 750 (以下、回転数は毎分のものとする。) の過給機空冷却器付き 2 次冷却式 4 サイクル 6 シリンダ・ディーゼル機関で可変ピッチプロペラを駆動し、调速装置として D 社製の U

G-8 型と称する機械油圧式ガバナを備え、年間の運転時間が 3,000 ないし 3,500 時間であった。

ガバナは、ガバナ出力軸と燃料噴射ポンプのラックとが機械的に接続され、ガバナの負荷制限装置に設けた負荷制限つまみを加減することにより、同ラックを任意の目盛で抑えることができるようになっていた。また、主機は、燃料噴射ポンプのラックを制御する燃料調整軸に燃料制御レバーを付加して計画出力 860kw 同回転数 590 として登録された機関であったが、いつしか、同レバーが解除され、ガバナの負荷制限つまみによって負荷を制限するようにし、航海及び操業時には、回転数を約 700 の一定回転数で運転していた。

そして、主機は、メーカーが作成した等ラック線図によれば、社内試験成績時の連続最大出力及び同回転数を出したときの燃料噴射ポンプラック目盛 (以下「ラック目盛」という。) が 29 であり、ラック目盛 29 を超えた領域 (境界線の左側) がトルクリッチ運転領域で、連続運転を避けるべき領域であり、船体が汚れたり、風浪や積荷で船体負荷が増加して回転数が低下しても、ラック目盛 29 以下での運転を厳守すべきものであった。主機の潤滑油は、セミドライサンプ方式で、クランク室下部の油だめ及び補助タンクに合計約 2,000 リットルが入れられており、平成 15 年 9 月に更油され、その後、出航前に消費分が補油されていた。Y 丸は、2 年ごとの検査工事時に、ピストン拔出しを行っていたが、その度にシリンダライナ (以下「ライナ」という。) 及びピストンにスカフィング及びブスコリングによる損傷が認

表 3 漁船 Y 丸主要目

要 目	
船種・船名	漁船・Y 丸
総トン数	160 トン
全 長	38.126 メートル
機関の種類	ディーゼル機関
出 力	860 キロワット

表4 本件発生に至る理由

## (本件発生に至る理由)

1. トルクリッチ領域での運転を恒常的に行ったこと
2. 潤滑油中に鉄粉が混入する事態になったとき主機の整備を早急に行わなかったこと
3. 潤滑油こし器にたまった鉄粉が下流に流れ込んだこと

められ、ライナの新替を繰り返しており、メーカーからは、平成15年10月8日付で、シリンダ異常摩耗防止対策として、ラック目盛29を限度とするよう文書で指導されていた。

A 受審人は、主機の負荷制限装置の調整を行うにあたり、メーカーの指導を受けてラック目盛29が限度であることを知っていたが、本船と同型機関を使用している僚船が連続最大出力で使用しているの、許容される最大のラック目盛を超えても連続最大出力以内であれば大丈夫と思ひ、ガバナの負荷制限つまみで、ラック目盛の最大値を29に制限するなどして、トルクリッチ領域での運転を防止する措置を十分にとることなく、同機関の等ラック線図を見て、回転数約700で1,471kwを出すラック目盛が約31であったことから、出航から漁場到着までの2時間ないし8時間の航海では、ラック目盛の最大値が31になるようにガバナの負荷制限つまみを調整し、操業中及び帰港時にはラック目盛30.5を限度となるよう調整し、恒常的にトルクリッチ領域での運転を行った。

こうして、Y丸は、同15年10月の休漁明けから操業を開始していたところ、トルクリッチ領域で運転を続けたことにより、排気温度が上昇して、ピストンリングとライナ間の摺動部の潤滑油膜が切れて金属接触が生じ、ライナ内面にスカフィング及びブスコリングが発生し、同16年7月中旬には、潤滑油こし器に多量の鉄粉が混じる状態となった。

しかしながら、Y丸は、定期検査が9月初旬に予定されていたことから、早急に主機の開放整備を行わず、また、トルクリッチ領域での運転を恒常的に続けていたところ、潤滑油こし器を2日に一度開放点検するたびに、潤滑油に混入する鉄粉の量が増え、こし器点検時に下流に鉄粉が流れ込むなどして、全シリンダの主軸受及びクランクピン軸受等の潤滑が阻害され、主軸受メタル及びクランクピンメタルに異常摩耗が生じ、軸受のオイルクリアランスが過大となったことに加えて、トルクリッチ領域での運転による過大応力が、ピストン、ライナ、接続棒等に

かかり、損傷はさらに拡大した。

Y丸は、前示損傷部品等を新替して、修理された。

## (原因の考察)

本件は、主機をトルクリッチ領域で恒常的に運転していたことが明らかであり、同領域での運転を避ける措置をとっていれば、本件は防止できたと認められる。

また、潤滑油に鉄粉が混入する状況になったとき、早急に、主機の整備が行われ、トルクリッチ領域での運転を避ける措置がとられておれば、全ての主軸受及びクランクピン軸受の異常摩耗、接続棒大端部のセレーション部に亀裂が生じるなど、損傷の拡大を防止することができたと認められる。

したがって、A 受審人が、トルクリッチ領域での運転を恒常的に行ったことは本件発生の原因となる。同人が、潤滑油中に鉄粉が混入する事態を認めたとき主機の整備を早急に行わなかったこと、潤滑油こし器にたまった鉄粉が下流に流れ込んだこと、及び損傷後のトルクリッチ領域での運転を継続したことは、いずれも、損傷を拡大させた原因となる。

## (海難の原因)

本件機関損傷は、主機の運転管理にあたり、負荷制限装置の調整を行う際、トルクリッチ領域での運転を防止する措置が不十分で、運転中、ライナ摺動部の油膜切れが生じたことによって発生したものである。

なお、損傷が拡大したのは、潤滑油中に鉄粉が混入する状況になった際、主機の整備が行われなかったばかりか、トルクリッチ領域での運転が継続されたことと、こし器にたまった鉄粉が下流に流れ込み、軸受の潤滑が阻害されたことによるものである。

## (受審人の所為)

A 受審人は、主機の運転管理にあたり、負荷制限装置の調整を行う場合、ガバナの負荷制限つまみを許容される範囲内のラック目盛に設定するなどして、トルクリッチ領域での運転を防止する措置を十分に行うべき注意義務があった。しかるに、同人は、同型機関を備えた僚船が連続最大出力で使用しているの、許容される最大のラック目盛を超えても連続最大出力以内であれば大丈夫と思ひ、トルクリッチ領域での運転を防止する措置を十分に行わなかった職務上の過失により、ピストンリングとライナ間の摺動部の潤滑油膜が切れて、金属接触が生じ、スカフィング及びブスコリングが発生するなどの事態を招き、ライナ、ピストン、ピストンスカート、ピストンピン、接続棒、主軸受及びクランクピン軸受等が損傷するに至った。

以上のA受審人の所為に対しては、海難審判法第4条第2項の規定により、同法第5条第1項第3号を適用して同人を戒告する。

よって主文のとおり裁決する。

#### 4. 本損傷事件のヒューマンエラー解析

本件におけるヒューマンエラーの介在するところを解析してみる。本件の裁決録には、その事由として(表-4 本件発生に至る理由)に挙げられた3点がある。しかし、受審人A機関長がなぜ長時間トルクリッチ領域で運転をしていたのかが明らかにされていない。若し、A機関長以外の他の機関長であったならば同様の事件に至っていたのだろうかという点から内在するヒューマンファクターを考察推定することにする。

##### 4. 1 真の原因の究明

##### 4. 1. 1 トルクリッチ領域での運転を恒常的に行ったこと

本件に関して受審人Aは主機関の運転に関してラックの目盛29以上はトルクリッチとなることは承知していたと思われる。しかし、図-4のトルクリッチ曲線を見ても明らかなように、恒常的にトルクリッチ境界線を越えて運転されていたものと思われる。

この件に関して疑う余地の無いことではあるが、A受審人本人の意思のみで過負荷運転が行われていたとは考え難い。真の原因は船内の職制にあると考えられる。これは図-1のm-SHELモデルにおける

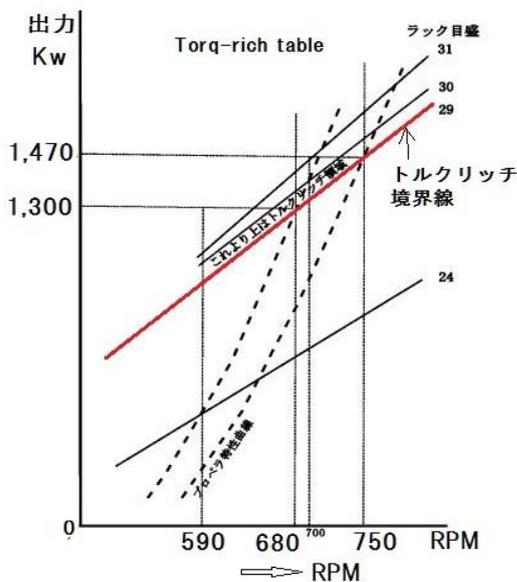


図-4 トルクリッチ線図

L→Lの関係に当たる。海事社会のほとんどのシステムは人間が単独でする仕事はない。複数の人間がそれぞれ与えられた役割を的確に実行することによって、従事しているシステムの持つ目的を達成することが出来る。このL→Lの関係は最近のヒューマンエラー防止の有効手段として研究が進められている(ERM: Engine room Resource Management)などがある。

本件(トルクリッチ境界線を越えて運転されていた)は、本船を所有する企業の営業活動としての会社の意思が職務命令という形をもって運転が行われていたことが想定される。(会社側責任者→漁労長・船長→機関長→一等機関士)というL→Lの関係の命令が下され、それを実行してきた機関長=A受審人が現場の責任者ということで表面に出ているに過ぎないと思えるのである。このL→Lの関係を双方向のL⇄Lに変更していかなければ再び同様の事故を繰り返すことが懸念される。

Y丸は昭和60年1月からB社が購入所有して年間35日の休漁期間を除いて330日は日帰りの漁を稚内港西方沖合いの武蔵堰、紋別堰周辺の海域に出漁している。(出漁率=90%)実際にはこれから海上の気象天候等の都合により出漁できない日数もあるが、略連日の出漁となっていたと思われる。また、「かけ回し式沖合底引き網漁業」では、操業中多くの時間帯で主機関の出力を最大限の過負荷運転になる様な漁具の取り扱いを実施していたことが想定される。また1回の操業で多量の漁獲物を確保した場合は主機関を急に前進過負荷状態として網を引き揚げる必要があるため主機関の急加速発進を繰り返していたと思われる。この様な過酷な運航状態において、船舶所有者(B社)が船舶安全法に定められている2年毎の検査入渠以外にオプションでピストン抜きを含む機関部の整備計画があったのかどうか疑われる。おそらくA受審人を含む乗組員のみの手で整備作業は行わざるを得ない状況が推測できる。

現状を維持するための日常の点検項目のチェックと運航に伴う雑務に追われているため、操業中のオプションでのピストン抜き作業を依頼しても、会社は取り合わなかったのではないだろうか。ヒューマンエラー解析という時はこの部分の調査が必要である。(L→Lの関与)

出航から漁場到着までの2時間ないし8時間の航海では、ラック目盛の最大値が31になるようにガバナの負荷制限つまみを調整し、操業中及び帰港時にはラック目盛30.5を限度となるよう調整し、恒常的にトルクリッチ領域での運転を行った。

という記述部分のことであるが、これは明らかに

A 受審人の意思ではないと思われる。何故ならば A 受審人の職種は Y 丸機関長であり、機関部関係の各機器やシステムの運転操作、開放点検などの作業についての管理責任者ではあるが、船舶全体の管理者ではない。ここで言う出港から漁場へ到着するまでの 2~8 時間の航海における船速の決定権は A 受審人には無いはずである。現時点において漁場の交通整理が出来ている訳ではないと考えられるのであくまでも 1 分 1 秒を争って漁場へ到着して好条件の場所に「かけ回し式沖合底引き網」を敷設するのが漁労長・船長達（会社側代理人・使用者）に与えられた職務ではなかったのだろうか。

#### 4. 1. 2 潤滑油中に鉄粉が混入する事態になったとき主機の整備を早急に行わなかったこと

この項目については、A 受審人の職種は Y 丸機関長であり、機関の状況が正常状態ではなく、早急に定係港において全シリンダーのピストン抜き工事を実施するように漁労長・船長達を含めて会社側の工務部・海務部を説得するべきであったと思う。

重大事故に至る前段階で事故の兆候は無かったのだろうかと推測する。本件は指摘されているように長時間高負荷運転を実行した事によるものであるが、事故に至る前兆として排気温度が通常の値よりも約 50~100℃以上は上昇していたはずである。また、2 日に 1 度の割合で掃除されていた潤滑油こし器に多量の鉄粉が混入するようになったとあるが、通常この種の機関では図-5 に示すように潤滑油ポンプ（ギャーポンプ）の吸入側（1 次側）こし器と想定するが、ここには、こし器出入口の差圧計が設置されているはずであり、差圧がある一定値、例えば 0.05MPa 以上となれば警報を発し、さらに下流の（ここでは 2 次こし器出口圧力~潤滑油主管機関入口圧力）圧力が 2 次こし器の閉塞等により低下することになるはずである。この圧力低下は安全のために LP 警報

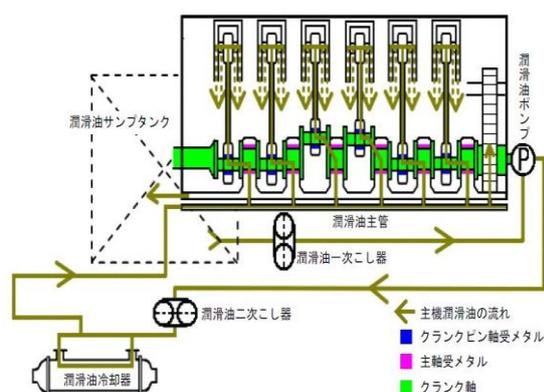


図5 潤滑油系統図

（約 0.24 MPa）および予備 LO ポンプの自動起動となり、次に LO 圧力低下による機関の緊急停止（約 0.2 MPa）ともなっているから、高負荷運転中に一度も当該トリップは稼動しなかったのか疑問に感じているところである。さらに、本船の潤滑油システムは、ドライサンプ方式であるため、ピストンリングとライナ間の摺動部の潤滑油膜が切れて金属接触が生じた場合、瞬時にしてピストンリングは摩滅してその金属粉はトランクピストンタイプであるがゆえにクランクケースの下部に堆積しているはずであろう。またこの様な事が発生すれば当然当該シリンダーは、ブローパイを引き起こしてクランクケース内に燃焼ガスが蓄積してオイルミストは安全弁から甲板上に排出されている状態となっていたはずであろう。本船は寒冷地の港を母港とする漁船であるため、通常の出港前に十分な暖機作業（機関予熱）が実行されていたのか否か気になるところである。特に冬場は気温が摂氏 0℃以下に低下している状態から起動する前の潤滑油プライミングが必要であり、これが不十分だと、ピストンリングとライナ間の摺動部の潤滑油膜が切れた状態で起動することとなる。また、もしオイルミストディテクターが装着されていたら各主軸受けの温度やシリンダーごとのオイルミストを計測記録しこの様な重大事故に至る前に充分予知・感知できたはずである。上記のような実情を A 受審人は機関室の専門家として技術的な観点から現状を報告し、会社側を説得できなかったのだろうか？それは L⇄L の関係が構築されていれば防ごうことの出来るヒューマンエラーである。

こし器に鉄粉が混入するようになった時点で早急に整備作業：具体的には鉄粉の発生箇所の特特定とその当該シリンダーのピストン抜き及び必要部品の交換などである。それは部品等が揃っていれば 2~3 日の船内作業で修復可能であったはずであろう。本件における A 受審人の責任はこの 1 点のみである。

#### 4. 1. 3 潤滑油こし器にたまった鉄粉が下流に流れ込んだこと

このことを第 3 番目の理由として、またピストンリングとライナ間の摺動部の潤滑油膜が切れて金属接触が生じ、ライナ内面にスカフィング及びブスコリングが発生し、その結果生成した鉄粉（ピストンリングまたはシリンダライナーの剥離したもの）が下流に流れ込んで重大事故、全シリンダのライナに縦傷、むしれ傷、ピストンクラウンとピストンスカートとの合わせ面にフレッチング及びピストンピンに異常摩耗並びに 4 番シリンダピストンスカートのピストンピン孔周辺に亀裂及び 2 番から 6 番シリン

ダの連接棒大端部のセレーション部に亀裂がそれぞれ生じたとされているが、この説には基本的な矛盾がある。それは、図 5 の潤滑油系統図からも判るように、(鉄粉) → (クランクケース底部) → (サンプルタンク) → (1 次こし器) → (潤滑油ポンプ) → (2 次こし器) → (潤滑油冷却器) → (潤滑油主管) → を一巡して再び機関軸受け内部に侵入して損傷がさらに拡大したとされているが、この事実を証明する潤滑油のサンプル分析が必要不可欠である。鉄の比重は 7.85ton/m<sup>3</sup> である。また潤滑油 (軽質) : 0.82 ~ 0.91 程度である。単純に計算して油よりも 9 倍以上も重い鉄粉がクランクケース底部のオイルパンに溜まっていたとしてもこれを循環させる能力は通常の潤滑油ポンプには無い。

1 次、2 次の潤滑油こし器はいずれも 2 連式であり、もし運転中に閉塞したとしても航海状態のまま直ぐに切り替え使用して運転が続けられるようになっている。一般的に 1, 2 次側のフィルターメッシュは (32, 200Mesh) 程度であり大量の鉄粉や異物がここを簡単に通り抜けることは不可能に近いと考えられるからである。さらに、百歩譲っても本当に鉄粉が循環していたと考えるならば、潤滑油ポンプ (ギヤー式ポンプ) の損傷も引き起こされていたはずである。

よって本件発生に至る理由の 3. または海難の原因で述べられているような潤滑油こし器にたまった鉄粉が下流に流れ込み、軸受けの潤滑が阻害されたというようなことは当たらないと判断できる。潤滑油圧力低下による緊急遮断装置 (主機関トリップ) が働いていて原因を排除できなければ機関の運転は出来ないシステムになっているということからも、鉄粉による潤滑油の閉塞状況が事故を増大させたとは言い難いと考えられる。

上記のことを踏まえ、本件は、A 受審人ならずとも誰が機関長であったとしても同様の事故は防げず、組織的なマネジメント (m) を改革してその環境を変更しない限りヒューマンエラーを防止することにはならないと思われる。

## 5. おわりに

現在我々は船用機関の運転・管理におけるヒューマンファクターとして m-SHEL モデル等を応用して、船舶の運航を主に人間や機械などで構成される産業システムとしてその機能部分を解析しながら、新たにヒューマンエラーを軽減させることを目指して研究開発している。

これまでは重大な海難事故が発生した時に理事官

による調査・申立てによって開廷されていた海難審判法は平成 20 年 5 月 2 日に改正され、同年 10 月 1 日に施行された。その内容は理事官による調査・申立てと、対審形式による審判により、海難を発生させた海技士や水先人等の職務上の故意又は過失を明らかにし、懲戒を行うことのみとなり、海難事故の原因究明は、海難審判所から切り離して、国土交通省の外局として新たに「運輸安全委員会」を設置してそれぞれ個別に行うことになった。この運輸安全委員会はこれまでの海難審判庁と航空・鉄道事故調査委員会を併せた新しい組織であり、陸・海・空の事故原因究明の総合化を図り、陸・海・空の専門的委員の合議制による原因究明が実施されることになった。

本論文は過去 (旧海難審判法) の海難審判庁で裁決された機関損傷事件を取り上げてヒューマンファクターという観点から解析を試みたものである。筆者らが注目しているのは、以前の海難審判が海難事故の原因の究明を技術的な観点からのみ求めて、労使関係で言えば弱者である機関長や機関士達の責任を求めるのみで、船会社の海務・工務部などの管理者の関与した所謂管理責任を追求した真の原因究明になっていないと思われるからである。m-SHEL モデルにおける環境・マネジメントによる原因の追求は改正された海難審判にも、これを求めるのは本筋ではなく、海難事故の申立件数からも時間の制約上からも無理があるのかもしれない。現状では真の原因究明から海難事故を少なくするという海難審判法の目的からも大きな距離を感じている。しかし本稿が FOC (= Flag of Convenience, 便宜置籍船) と呼ばれている実質的に日本の船社所有の船舶 (外国人船員乗組) における人為的ミスを出るだけ少なくすることが必要とされているため多国籍船員混乗による船舶の基本的な機関取り扱い不良に基づく重大事故を防ぐ一助になれば幸いである。

## 参考文献

- [1] 芳賀 繁 ヒューマンエラーと企業組織安全と健康 Vol. 8 No. 7 17 2007
- [2] 国際海事機関 事務局長の報告 - 国際運輸労連 - ITF TOKYO
- [3] 松下邦幸 船用機関システムの高齢事故原因とヒューマンファクター考 H16 弓削商船高等専門学校紀要
- [4] 日本船主協会 日本海運の現状 (2013 年 10 月)
- [5] 小林正憲 最近の機関損傷について 平成 16 年度 Class NK 研究発表会資料