船尾管潤滑油の分析*

橋 本 高 明** 馬 場 宣 裕**

Analysis of Stern Tube Oil

By Takaaki Hashimoto, Nobuhiro Baba

A stern tube shaft and bearing metals are basically surveyed every five years by a surveyor. But, it is a very dangerous work and also requires so much time to a ship owner. In our experiences, regarding oil lubricated propeller shaft, over 80 percent of vessels were in the good lubricating conditions which the shafts and bearing metals were placed back to the original positions without any repairing work.

Our research found that there was a strong relationship between the stern tube oil analysis results (especially on the wear metal debris) and the shaft/bearing metal survey results. When we could set up a stern tube oil condemning limits, International Association of Classification Society (IACS) announced the acceptance of NDI for the stern tube by an oil analysis. This paper reports that the Time-based Survey can be replaced the Condition Monitoring-based Survey on the oil lubricated propeller shaft and bearing.

1. は じ め に

油潤滑式の船尾管軸・軸受の定期検査は、5年毎に施行されている。特に延長型の条件を満たした船舶でも、10年毎に検査がなされる。

しかしながら、この船尾軸の抜き出し検査はその重量の故に、危険な作業を伴いかつかなりの時間を費やすのが常である。かつ、検査結果が良好なケースが圧倒的に多い。これらを踏まえて、本会では従来の検査方式の代わりをこなし得る、予防保全管理方式の可能性の検討を研究テーマとして数年来研究を続けて来た。幸い、国際船級協会連合 (IACS) も時を同じくしてその検討に入り、船尾軸・軸受メタルのコンディションモニタリングサーベイ方式を採用しても良い事になった。この機会に、本会で得た経験値等を参考のために報告する。

2. 船尾管油の分析

船尾管に使用されている潤滑油は、通常、本船で使用されているLOの中で最も保有量の大きい油種が採用されているケースが多い。シール部の異常損傷のため、帰港 (寄港) して補修されるまでLOの漏洩が止まらないため、グラビティタンクへの毎日の補油もかなりな量に上った事例もあり、安全をみての、船内保油量の多い油種の選択である。故に、使用油種はディーゼルシステム油、タービン油が主で、乳化型の船尾管専用油も有るが使用されているケースは少ない様である。

油種の制限を受けずに、プロペラシャフト・軸受メタルの潤滑状態を的確に判断するための使用油分析項目を選択するとなると、必要最小限、次の項目になると考えられた。

- 1) 使用油中の金属摩耗粒子量；
 - (a) 粒径数ミクロン以下の微細な金属粒子ーSOAP法 (ppm)
 - (b) 粒径数ミクロン以上の金属粒子ーフェログラフィ DR法 (Direct Reading,

*原稿受付 平成10年5月28日

**正会員 日本海事協会研究センター (千葉市緑区大野台1-8-3)

WPC/ml)

2) 使用油の基油の劣化度；

赤外分析法－(IR酸化度，Abs.unit/cm)

3) 使用油中の水分含有量及び水質；

赤外分析法及びSOAP法(水分，%v及びNa，ppm)

上記3項目を数値化するには種々の分析法が考えられるが，当面は手元にある前出の分析機器でもっての判断を試みた。

3. 予 備 調 査

船尾軸・軸受検査結果と，使用油分析結果との相関性の概要を知るために125隻の検査・分析結果を整理した。

検査員による潤滑状態の検査結果を次の4カテゴリに分類すると図1の結果を得た。

検査結果のカテゴリ

コンディションA――極めて良好(72件，57.6%)

コンディションB――わずかに損傷，補修工事なくそのまま復旧(32件，25.6%)

コンディションC――軽度の損傷，補修工事後復旧(ストーン摺り，スクレーパ仕上げ等，20件，16.0%)

コンディションD――極度の損傷，リメタル(1

件，0.8%)

計125件(100%)

コンディションA及びBは良好なるカテゴリとして1つのグループにまとめた場合，80パーセント強の割合で軸・軸受部の潤滑状態は満足すべき良好な状態であることが判った。

この満足すべき良好な状態時の使用潤滑油の分析値は，当然の事ながらかなりのばらつきは有るもののその平均値はそれなりの意味を有すると考えられた。それら平均値を基に一定の枠付けを行い，管理基準値の上限と仮設定(表1)して実証試験を試みる事とした。

表1 船尾管油管理基準値

分析項目	管理基準値、max.	分析法
金属元素 Fe	5 0 ppm	S O A P
Cu	5 0 "	"
Sn	2 0 "	"
Pb	2 0 "	"
Ni	1 0 "	"
Cr	1 0 "	"
Na	8 0 "	"
金属粒子	3 0 WPC/ml	フイルトライドR
赤外酸化度	1 0 Abs./cm	F T - I R
分離水	1 % v	24時間静置後目視

図1 船尾管の予備調査結果

4. 実証試験

船主のご協力の下、10隻(11軸)の船舶で前出管理基準値と開放検査時の摺動面観察結果との相関性につき検討をした。

10隻中、1隻(1軸)についてのみ、LO分析結果は問題が無いにもかかわらず軸受メタルのスクレーパ仕上げが要求されたケースが有った(図2)。

もっとも、本船のケースの場合、写真では光の当たり具合の関係で一見凹凸状に見えるが、指先での観察ではその凹凸はわずかに感じられる程度(5~10 μ mと思われる)で問題視する程ではなかった。

他の9隻(10軸)はLO分析結果、開放検査結果共に満足な状態であった。参考までに良好なメタルの状態の例を図3、図4に示した。

図2 軽度の損傷例 (Cond.C)

図3 良好なメタル例 (Cond.B)

図4 良好なメタル例 (Cond.B)

故に、仮設定した船尾管使用油の管理基準値は当面の間そのまま採用しても良いと判断される。

5. 軸受メタルの損傷が著しいケース

軸受メタルを鋳込み替えせざるを得ない程損傷が著しいケースが少なく、故に、使用油の管理基準値の設定に際しても有る程度の見込みを含まざるを得なかった。その後、リメタルのケース(図5及び図6)も若干経験したので、油中摩耗金属量との関係について報告し、参考に供したい。

現在リメタルしたケースでLO分析結果を得ているのは5件である。それらの分析結果を表2に示した。本表から、リメタルした損傷事例の場合、元素分析において鉄(Fe)は必ずしも多いとは限らない。

しかしながら、当然の事として、ホワイトメタルの1成分である錫(Sn)又は鉛(Pb)は常に前述の管理基準値を遙かに超えていた。また、フェログラフィDR値も全ケースで管理基準値を超えている。

図5 極度な損傷例 (Cond.D)

図6 極度な損傷例(Cond.D)

表2 リメタルをした事例での使用油分析値

試料油コード	OBS-9	OBH-15-2	OBH-16	A-HP-1	H-FK-1
金属元素					
Fe ppm	237	10	55	45	12
Ni %	3	1	2	2	1
Cr %	5	0	5	LT1	0
Sn %	90	150	279	117	31
Pb %	10	2	15	5	321
Cu %	15	56	162	7	4
Na %	69	44	290	646	288
フェロDR WPC/ml	52	60	167	431	76
赤外酸化度 Abs./cm	2	7	8	16	23
分離水、%v	痕跡	痕跡	約8	痕跡	約8
油中水分、%v	0.43	0.28	0.74	1.88	1.35

注：LT1 --- 1 以下

痕跡 --- 0.05% 以下

以上の事から、油中のホワイトメタルの主成分値とフェログラフィDR値からでも、軸・軸受の異常摩耗を推測しようと判断される。

(参考；試料油コード=A-HP-1は軸が少し曲がり、軸・軸受メタルが溶着したため、軸を切断して抜き出す結果となった。)

6. おわりに

予防保全管理方式による検査は、機器及びそれらを結ぶシステム、さらには管理方法の信頼性が上がって来た故に達成出来たことで、船舶に携わる技術者全員の成果といえる。

油潤滑式プロペラ軸の予防保全管理方式は、外国船籍船については平成9年7月1付けで開始された。特徴として、船主の選択による自主管理であり、管理者の責任も大といえる。詳しくは、日本海事協会会誌、No.239、鋼船規則B編の改正点の解説を参照していただきたい。

前述のごとく、潤滑状態が良好なケースが大多数で、潤滑状態に問題がある事例が少ない。この予防保全管理方式の精度を上げる意味においても、潤滑状態に疑問が生じている場合は、開放検査の前に、是非情報の提供をお願いしたい。循環中の使用油の分析数を上げて、潤滑油分析からみた系の診断精度を高めたく願っている。

軸受がメタルでなく樹脂系の材料が使用されているケースも出て来ている。樹脂系に関しては未検討であるので、将来この分野についても検討を行う際には、是非ご指導とご協力を頂きたい。