

## 耐海水ジャーナルに対するプラスチック・ベアリング材の摩耗試験

室工大 O 横内弘宇 (正), 室工大卒 長田俊史,  
室工大機械システム工学専攻 S.D.G.S.P. Gunnawardane,  
T-Wave Consultant 渡部富治 (室工大元教授)

## 要旨

海水雰囲気において、Cr メッキ、WC/NiCr 溶射、CrC/NiCr 溶射等の表面処理を施したジャーナル (A2017 ジュラルミン) に対して、中荷重低速域で最小限の低摩耗を実現するために数種のプラスチック・ベアリング材を選択して、ブロック・オン・リング摩耗試験を行った。

## 1. 緒言

この研究は、開発途上にある比較的小形 (3kw 程度) の波浪エネルギー変換機および海水ポンプのプラスチック軸受およびシールの材料選定を行うことを目的としている。変換機およびそれに取り付けられた揺動型ペーン・ポンプは沿岸波浪に応じて運動するものであり、横荷重として、数 100N、周速数 10cm/s 程度の条件下に置かれる。

一般に小形船舶のプロペラ軸、海水ポンプなどは、プラスチック軸受が用いられるのであるが、摩擦条件は低荷重高速であり、海水による適当な境界、流体潤滑が期待でき、むしろ都合がよい。前述の条件下では、参考となる設計例はなく摩耗試験を行うこととなった。

## 2. 摩耗試験概要

トライボロジーの分野、特に摩耗の分野では、試験方法によって、得られる摩耗特性の違いの議論がなされており、また共通試料による試験も過去においてなされてきたが、その現象の複雑さから標準化された試験方法は少ない。本試験は、JIS K 7218 (1986) プラスチックの滑り摩耗試験方法を参考とした。

摩耗試験の問題点は、

- 1) 同一条件でもばらつきが大きい、
- 2) 異なる試験機での結果の互換性がない、
- 3) 摩耗試験の基本的特性結果が実機での特性とは異なる、
- 4) 摩耗試験のデータが実際の機器の設計に直接的に利用できない、

という点があげられる。<sup>1)</sup>

## 3. 試験装置

実際の試験はブロック・オン・リング摩耗試験機 (VTW2000/300 JT トーシ社製) を用いて行った。トルク検出器を組み込んだ回転軸をサーボモータで制御し、連続回転、揺動回転させる構造になっており、この主軸に試料リングを取り付け、海水、海水ミスト雰囲気内で、リング円筒面に試料ブロックを一定荷重で押し付けて試験する。摩耗体積は、摩耗痕の寸法形状測定により算定した。投影機 (Nikon Shadow Graph-6C, 日本光学製) を使用した。

## 4. プラスチック試料

以下の6つのプラスチック材料 (スーライト工業株式会社製) を比較試験した。試料片大きさは 20×10mm、厚さは 2~5mm である。

Ep : エポキシ樹脂 #99530 (3mm),  
Fe : フェノール樹脂 高強度木綿布入り #11620(3mm),  
Ny : ポリアミド樹脂 (ナイロン) #21900(5mm),  
Po : 超高分子ポリエチレン #51200(2mm),  
Tc : 炭素 (C) 入りテフロン #51200(2mm),  
T : テフロン #31104(2mm), である。<sup>2)</sup>

試行の段階において、乾燥及び水中で摩耗度合いを外観比較した結果、T: テフロンは著しい摩耗痕を生じたため (試料片が大きく変形)、軸受け支持機構の工夫によって使用の可能性は残すが、今回は選考候補からはずした。

## 5. ジャーナル軸表面材料 (試験用リング表面)

ジュラルミン (A2017)  $\phi 100\text{mm} \times 50\text{mm}$  の円筒外周面に対し、次の表面処理を施した。(株) 西野製作所製<sup>3)</sup>

- ①硬質 Cr メッキ
  - ②HV-1356VE WC/NiCr 溶射 粉末粒度:45~15  $\mu\text{m}$
  - ③HV-1376TN CrC/NiC 溶射 粉末粒度:45~15  $\mu\text{m}$
- いずれも処理層厚さ 100  $\mu\text{m}$  以上とし、精密研削仕上げした ( $Ra=0.4 \mu\text{m}$ )。

## 6. 摩擦条件

揺動回転条件 (揺動角 $\pm 60$ 度 しゅう動速度 0.1045 m/s), 荷重条件 (5kgf), 海水噴霧中で試験を行った。

## 7. 試験結果

Fig.1,2,3 は、①Cr メッキ、②WC、③CrC 処理表面について、摩耗体積の発達状況を示す。

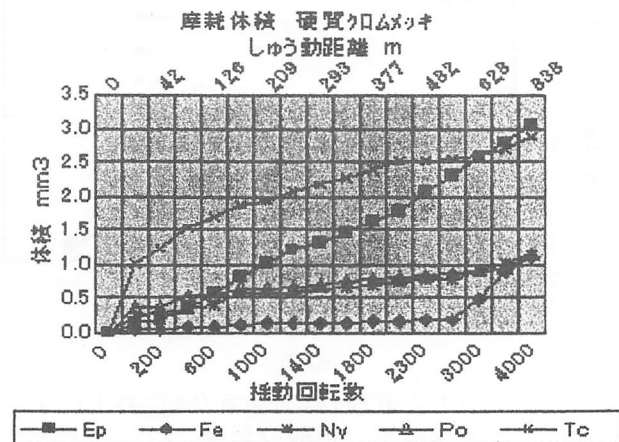


Fig.1

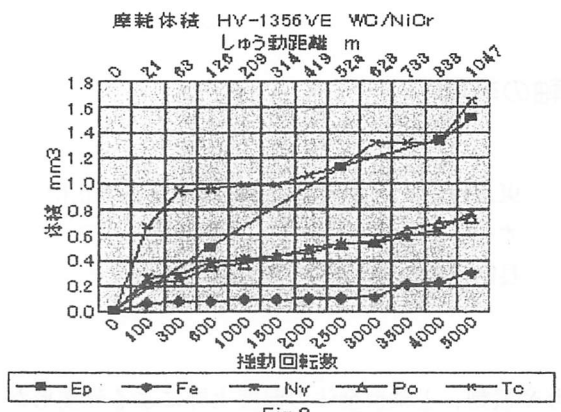


Fig. 2

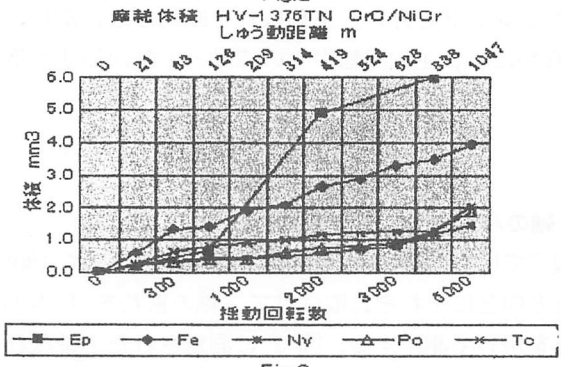


Fig. 3

Fig.4,5,6 は、比摩耗速度をグラフに表したものである。

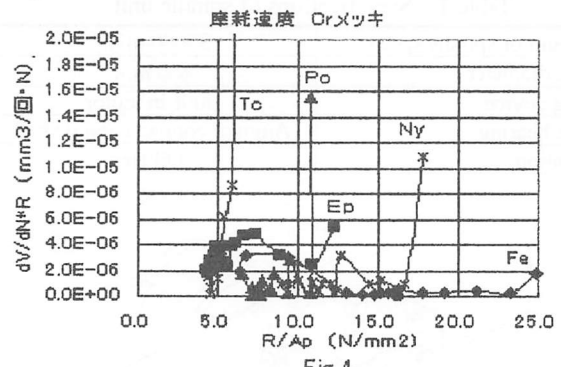


Fig. 4

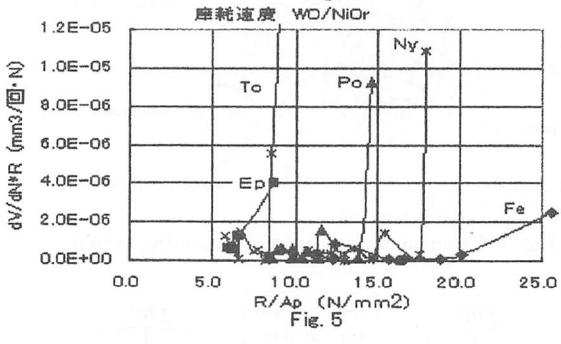


Fig. 5

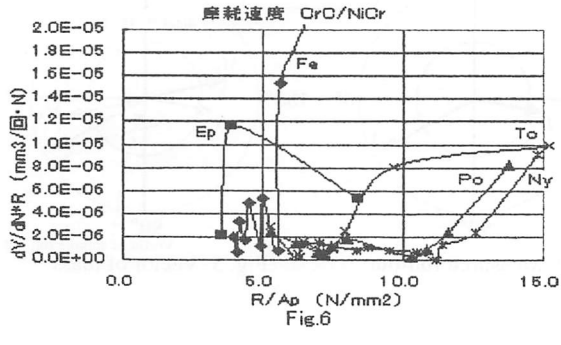


Fig. 6

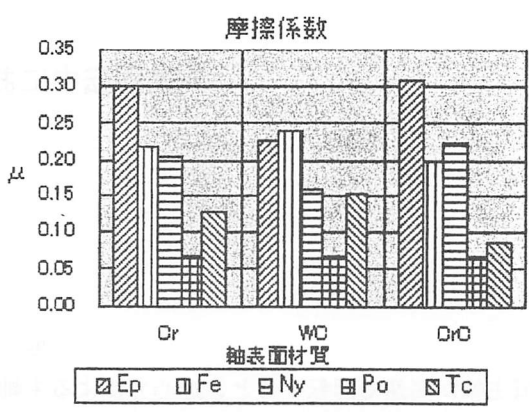


Fig. 7

8. 評価

Fig.1より、①Crメッキでは、Fe,Ny,Poが低い定常摩耗速度を示している。Tcは初期摩耗が大きく、Epについて初期摩耗は少ないが定常摩耗速度は大きい。

Fig.2、②WC溶射でも、Fe,Ny,Poが更に低い定常摩耗速度を示し、①と同傾向である。

Fig.3、③CrCでは、Ny,Po,Tcの順で低定常摩耗を示す。しかしNyによる試験においては、リングのCrC層は、しゅう動距離約700mを越えた時点で徐々に破壊が始まり1000mを越え完全にCrC層が母材から部分的に剥離して浮き揚がる状況に至った。しかしNy試料表面自体には1000mまではそれほど大きな損傷は生じなかった。

Ep試料はしゅう動距離約100m辺りから摩耗速度が突然増大している。500mを越えCrC層に破壊が始まったと思われる。Nyの時より破壊の度合いが大きく、かつしゅう動距離800mあまりの時点では完全に層が剥離しており、ベアリング材の試料片を大きく傷つけていた。他のFe, Po, Tcでは、破壊は見られなかったが、円筒側摩耗痕に斑点状の剥離の兆候が若干見られた。

試験された③HV-1376TN CrC/NiCr溶射試料は溶着層がジュラルミン母材に対して融着不全であったと考えられるが、一般にそうであるかは分からない。しかし、Fig.1,2に①Crメッキおよび②WCでは、リング表面にかすかな摩耗条痕は若干つくものの、メッキおよびWC層そのものに剥離が起こるような現象は見うけられなかった。

プラスチック試料の硬度順は、 $Ny \geq Ep > Po \geq Tc > Fe$ であり、Fig.4,5に見るようにFeを除き比摩耗速度が急増する接触面圧はやはりこの順になった。この試験結果によれば、Fe,Nyが可能性のある材料と言えよう。

また、摩擦係数をFig.7により比較すると、いずれもPoが0.07前後の低い数値を示している。

9. 結言

低い摩擦係数を優先すれば“超高分子ポリエチレンPo”を利用すべきであろう。しかし、軸受けの長寿命を実現するには、Fe及びNyが優位であろう。

参考文献

- 1)「JSME 日本機械学会基準 摩耗の標準試験方法」
- 2)「スターライト工業株式会社 すべり軸受け」
- 3)「榊野製作所「JP-5000による溶射テスト 報告書」