134 水環境中における金属材料のすべり摩耗特性 —Sliding Wear Characteristics of Metals in Water Environment—

○ 学 鳥井 敬介 (長崎大・院) 正 浦 晟 (長崎大・工) 正 川添 強 (長崎大・工)
正 中嶋 明 (長崎大・工) 非 森高 秀四郎 (長崎大・工)

Keisuke TORII, Nagasaki University, 1-14 Bunkyo-machi, Nagasaki
Akira URA, Nagasaki University
Tsuyoshi KAWAZOE, Nagasaki University
Akira NAKASHIMA, Nagasaki University
Hideshirou MORITAKA, Nagasaki University

Key Words: Tribology, Wear, Friction, Corrosion, Corrosive wear

1. まえがき

海水中ですべり接触する機械部品は、腐食摩耗の損傷を受ける。金属材料の腐食摩耗は化学的作用による腐食、機械的作用による摩耗、及び両者の相互作用によって発生するが、その機構は十分に解明されていない。著者等はこれまで、主に材料の腐食摩耗と荷重及びすべり速度の関係について研究してきた。本研究では工業材料として一般的に使用されている金属を対象に、2種類の水環境中(純水と3%NaCl溶液)と3種類の電位(自然電位、防食電位、腐食電位)における摩耗試験を行い、耐腐食摩耗性の比較検討を行った。その結果、水環境中における材料の選択及び摩耗機構の解明につながるいくつかの知見を得たので報告する。

2. 実験方法及び実験条件

本実験では Ball-on-Disk 型の回転式すべり試験装置を使用し、Disk 上でのすべり軌道直径を 24mm で行った。上部試験片に荷重をかけ下部片を回転させ、上部試験片を固定しているアームにひずみゲージを取り付けて、接線力を測定して摩擦係数を求めた。上部試験片の Ball は直径 9.53mm の Al_2O_3 を用い、下部試験片の Disk には厚さ 5.5mm、直径 30mm の S25C、SUS630、BC2 を用いた。溶液は 3500cc の純水と 3%NaCl 溶液(人工海水)を使用し、大気開放下において毎分 2550cc で循環させて実験を行った。電位は、単に人工海水に試験片を浸漬した状態の自然電位(Electrode potential=ELP(Φ_n))、防食効果を目的としたカソード防食電位(Cathodic potential=CAP($\Phi_n-500mV$))、腐食を加速させることを目的とした腐食電位(Corrosion potential=COP($\Phi_n+500mV$))の3種類とした。

実験後の下部試験片の摩耗量は、表面粗さ計によって測定した摩耗痕の断面形状から求めた。

また各試験片は実験前にバフ研磨(表面粗さ $0.05\mu mRa$)を行い、その後エタノールで洗浄を行った。各試験片のビッカース硬度、自然電位(参照電極:飽和カロメル電極)、実験条件をそれぞれ Table1 及び 2 に示す。

3. 実験結果及び考察

Fig.1 は自然電位での摩擦係数と摺動距離の関係を示す。SUS630 は摩擦係数が約 0.5 と高い。これは、相手材とのステンレス鋼の強い凝着力によるものと考えられる。全体的に摩擦係数は摺動距離に対して安定しているが、0.2 以上であり水環境中であっても固体接触が主であることを裏付けている。

Table1 Material characteristics of specimens

	Material	Hardness (Hv)	Electrode potential (mV _{vs.SCE})
Ball	Al_2O_3	1750	
Disk	S25C	120	-500
	SUS630	360	-100
	BC2	156	-140

Table2 Experimental condition

Normal load (N)	7.3
Sliding velocity (m/s)	0.1
Sliding distance (m)	1000
Temperature (°C)	20 ± 3

Fig.1 Relation between sliding distance and coefficient of friction

Fig.2 は比摩耗量を材料別及び電位別に比較したグラフである。材料別に見ると、一般に使用する自然電位では、SUS630、BC2 の比摩耗量が S25C の比摩耗量に比べて小さい (Fig.3)。これは、SUS630 は保護膜として酸化膜 (Cr_2O_3) が生成されるため、BC2 は耐食性があるためと考えられる。電位別に見ると、全体的に、自然電位及び防食電位は腐食電位に比べ比摩耗量が小さくなっている。これは腐食電位により表面に腐食生成物が生成され、その腐食生成物がすべり接触によって接触部から排除されるため、比摩耗量を増加させていると思われる。BC2 は一般に耐食性に優れていると言われるが、腐食電流を流すと大きく摩耗する。しかし、防食電位においては、比摩耗量は極めて小さく、防食効果が高いことを示した。

Fig.4 は摩耗量を純水中及び海水中で比較したグラフである。SUS630、BC2 は純水・海水中で摩耗量はほとんど変わらないが、S25C の海水中の摩耗量は純水中に比べて非常に高い。これは、S25C は腐食しやすい材料であるためである。

Fig.5 には腐食電位での試験の摩耗量と、下部試験片を上部試験片と接触させずに回転させ、腐食電流を流して試験した場合の損傷量を、材料別に比較したグラフを示す。腐食摩耗は化学的腐食+機械的摩耗+相互作用によって起こる。材料によってそれらがどのような割合で起こるのか調べるために、この2通りの試験を行った。腐食電位での試験片の腐食摩耗は、化学的腐食+機械的摩耗+相互作用によるものと考え、非接触での試験片の損傷は、化学的腐食によるものとする。SUS630 は非接触の場合において、深さ 約 0.02mm、直径 約 0.01mm の孔食が見られた。S25C は化学的腐食に比べ機械的摩耗+相互作用の摩耗量が非常に低い。これは、S25C は腐食電流により腐食が増大しているためである。一方、BC2 は化学的腐食に比べ機械的摩耗+相互作用の摩耗量が非常に高い。SUS630 は孔食を除けば化学的腐食が見られず、機械的摩耗+相互作用のみである。BC2、SUS630 は Fig.2 の防食電位、Fig.4 の純水に比べ腐食電位の摩耗量が非常に大きい。化学的腐食はないが、防食電位と純水 (これを機械的摩耗と考え) に比べ腐食電位での摩耗量が大きいということは、BC2、SUS630 は相互作用が腐食摩耗を増大させていると考えられる。

4.まとめ

純水中と 3%NaCl 溶液の人工海水中 (自然、防食、腐食) で金属材料と Al_2O_3 とを組み合わせ腐食摩耗試験を行い次の結果を得た。

- 1) 本試験上で見ると、最も実用的である自然電位の条件下では SUS630、BC2 は耐食性があるが、S25C はない。
- 2) BC2 は自然電位に比べて、防食電位では摩耗量は極めて小さく、防食効果が高いことがわかった。しかし、腐食電位では摩耗量が非常に大きい。
- 3) BC2、SUS630 は、化学的腐食はあまりないが、防食電位、自然電位に比べ腐食電位での摩耗量が大きくなっている。これには、化学的腐食+機械的摩耗の相互作用が大きく影響している。

最後に本研究に協力されたコマツ電子金属(株)会社の山本勝利氏に深く感謝する。

参考文献

- 1) 山本他、日本機械学会九州支部講演論文集 No.018-1(2001) 197-198

Fig.2 Relation between materials and specific wear rate

Fig.3 Section profile of wear track at ELP

Fig.4 Relation between materials and wear volume

Fig.5 Relation between sliding velocity and wear volume