102 無電解複合めっき (Ni-P-SiC) 層のすべり摩耗特性に関する研究

Study on the sliding wear Characteristic of Electroless Composite Plating(Ni-P-SiC)

○学 大村 将人 (関東学院大学大学院) 正 宮武 俊弘 (関東学院大学)
 正 関野 晃一 (関東学院大学) 正 阿久津 敏乃介 (関東学院大学)
 渡辺 充宏 (関東化成工業株式会社) 石田 卓也 (関東化成工業株式会社)

Masato OHMURA, Graduate School of Engineering, Kanto Gakuin University, 1-50-1 Mutsuura-Higashi, Kanazawa, Yokohama
 Toshihiro MIYATAKE, Kanto Gakuin University
 Kouichi SEKINO, Kanto Gakuin University
 Toshinosuke AKUTSU, Kanto Gakuin University
 Mituhiro WATANABE, KANTO KASEI CO.LTD, 4-4-1 Ikeda-chou, Yokosuka
 Takuya ISHIDA, KANTO KASEI CO.LTD,

Key Words: Electroless Composite Plating (Ni-P-SiC), Wear Characteristic, Amount of Wear, Sliding Wear Distance

1. 緒言

工業材料に対して表面処理を施すことは、耐摩耗性・耐疲労性・耐食性・耐熱性等を改善および向上させることができる。また、機械構成部品の寿命を判断する要因の一つに摩耗がある。摩耗を軽減させる手段として、表面を硬くする表面硬化法に注目する必要があると考える¹⁾。

本研究は、表面硬化法の一つである無電解複合めっき (Ni-P-SiC) 層に着目し、摩耗に対する有効性に注目した。また、その有効性を確認する手段として、種々の表面処理を施した試験片を用いて、すでに発表したすべり摩耗試験を実施した²⁾。

実験は、固定試験片と回転試験片から構成されるすべり摩耗試験をおこない、試験片の摩耗量に注目し、すべり摩耗距離と摩耗量との関係、および接触回数と摩耗量との関係で整理した。なお、実験条件は、樹脂加工機を構成するトグルリンク機構のトグルピンを想定して選定した。

以上から、表面処理を変化させた固定試験片と回転試験片を用いて、それぞれ異なる組合せで実験に取り組み、発生する摩耗量に対して考察を加えることを目的としている。

2. 実験方法

2.1 実験装置

Fig.1 は、本実験で使用したすべり摩耗試験機である。可変速モータの動力は、減速機を介して、回転試験片に伝達した。なお、試験片の冷却には、スピンドル油を用いた。

Fig.2 に試験片の形状を示す。材質は、回転試験片 SKD11 と固定試験片 SKD11 と SCM440 である。

2.2 測定方法

本実験は、Fig.2 で示すように、回転試験片の上部に固定試験片を設置し、てこバーを介して、接触圧力 P を負荷し、回転試験片を作動させ、すべり摩耗試験をおこなった。結果としては、回転試験片の場合、接触回数 (延べ回転数) N [回] と摩耗量 ΔD [mm] との関係、また固定試験片の場合、すべり摩耗距離 S [km] と摩耗量 ΔG [g] との関係に注目し、次式を用いて算出した。

$$\text{接触回数 (延べ回転数)} \quad N = n \times t \quad \dots (1)$$

$$\text{摩耗量} \quad \Delta D = D_0 - D_1 \quad \dots (2)$$

$$\text{すべり摩耗距離} \quad S = \pi D_0 \times n \times t \quad \dots (3)$$

$$\text{摩耗量} \quad \Delta G = G_0 - G_1 \quad \dots (4)$$

ここで、 n :回転数 [rpm], t :試験時間 [min], D_0 :回転試験片の直径 ($N=0$ の時) [mm], D_1 :回転試験片の直径 (試験後) [mm], G_0 :固定試験片の質量 ($S=0$ の時) [g], G_1 :固定試験片の質量 (試験後) [g] である。

Fig.1 Testing machine of sliding wear

Fig.2 Shape of specimen

Table 1 Combination of specimen

No.	Materials	Surface treatments (HMV0.1)
	①: Rotating specimen ②: Fixed specimen	
I	① SKD11	Without plating (750)
	② SKD11	Without plating (750)
II	① SKD11	Without plating (750)
	② SKD11	Plating · Heat treatment (900)
III	① SKD11	Without plating (750)
	② SCM440	Plating · Heat treatment (910)
IV	① SKD11	Plating · Heat treatment (900)
	② SKD11	Without plating (750)
V	① SKD11	Plating · Heat treatment (900)
	② SCM440	Without plating (750)
VI	① SKD11	Plating · Heat treatment (900)
	② SKD11	Plating · Heat treatment (900)
VII	① SKD11	Plating · Heat treatment (900)
	② SCM440	Plating · Heat treatment (900)
VIII	① SKD11	Without plating (750)
	② SCM440	Carburizing (820)
IX	① SKD11	Plating · Without heat treatment (600)
	② SCM440	Carburizing (820)
X	① SKD11	Plating · Heat treatment (900)
	② SCM440	Carburizing (820)

2.3 実験条件

Fig.2で示した試験片に対して、種々の表面処理を施し、実験をおこなった。実験条件は、実機の状態から判断して、接触圧力： $P=98[\text{N}/\text{mm}^2]$ 、すべり速度： $V=0.032[\text{m}/\text{s}]$ 、すべり摩耗距離： $S \leq 20[\text{km}]$ で実施した。Table 1に、10組の試験片の組合せを示す。すべり摩耗距離 $S=20[\text{km}]$ に達したとき、または試験片の摩擦面が無くなったときに実験を終了した。

3. 実験結果

3.1 回転試験片について

Fig.3は、回転試験片に関する実験結果である。Table 1で示した10組について実施し、固定試験片と回転試験片との接触回数 N と回転試験片の摩耗量 ΔD との関係として整理した。この結果から、接触回数 $N=60000[\text{回}]$ までを初期摩耗として判断し、 $N>60000[\text{回}]$ を定常摩耗の状況として取扱った。この定常摩耗の中では、実験III・VIII（めっき無し）、実験IV・VII（めっき有り・加熱処理有り）が特に少ない摩耗量を示した。次に、実験V・VI（めっき有り・加熱処理有り）、実験IX（めっき有り・加熱処理無し）、実験X（めっき有り・加熱処理無し）が近い値を示した。これに対して、実験I・II（めっき無し）は、大きな摩耗量を示すことが明らかにされた。以上から、めっき層を有することは摩耗量に対して大変有効性が高いことが明らかにされた。

3.2 固定試験片について

Fig.4は、固定試験片の実験結果、すなわち、すべり摩耗距離 S と摩耗量 ΔG との関係について、10組の結果を整理したものである。この結果から、すべり摩耗距離 $S=10[\text{km}]$ までを初期摩耗として取り扱った。 $S>10[\text{km}]$ の状況から判断した結果は、実験I（めっき無し）、実験III（めっき有り・加熱処理有り）は非常に少ない摩耗量であることが示され、次に実験IV（めっき無し）、実験VI（めっき有り・加熱処理有り）あたりがやや有効である。これに対して、実験V（めっき無し）、実験VII（めっき有り・加熱処理有り）、実験X（浸炭）はやや大きな摩耗量を示し、実験VIII・IX（浸炭）については非常に大きな摩耗量を示した。

4. 結言

本研究は、樹脂加工機を構成しているトグルピンにめっきを施した場合を想定し、回転試験片と固定試験片を用いた実験に取り組み、無電解複合めっき（Ni-P-SiC）層のすべり摩耗特性について着目した。実験結果を総合的に判断し、次の結論を得たものと考えている。

- ①回転試験片と固定試験片の摩耗量の相対関係を考慮すると、実験VI・VIIの結果から、「めっき有り・析出硬化熱処理有り」の組合せが最も有効である。
- ②実験IIIの結果は最も良好であったが、実験II・IV・Vの結果において、「めっき有り・析出硬化熱処理有り」と「めっき無し」の組合せは、「めっき無し」が大きく摩耗する傾向を示したため、機械部品に対して採用する際は、十分な考慮を必要とする。
- ③実験IIと実験III、実験IVと実験V、実験VIと実験VIIの結果から、めっき母材の影響は見受けられない。
- ④実験VIII・IX・Xの結果から、浸炭処理は浸炭層が、摩耗すると、母材が大きな摩耗量を示していることから、内部はやわらかいことが考えられる。

以上より、無電解複合めっき（Ni-P-SiC）層は、表面硬化法の一つとして十分な役割を果たすことが明らかにされた。そして、耐摩耗性について有効性が高い手段であることが明らかにされたものと考えている。

Fig.3 Relationship between ΔD and N (Rotating test piece)

Fig.4 Relationship between ΔG and S (Fixed test piece)

《参考文献》

- 1) 日本機械学会:機械工学便覧デザイン編β2, (2005), 231
- 2) 大村, 他:JSME 東北支部第48期秋季講演会論文集, (2012), 118-119