Effects of Co content and WC grain size on wear of WC cemented carbide

○正 齋藤 裕之 (岩手県立産業短大) 正 岩渕 明 (岩手大・工)

正 清水 友治 (岩手大・工)

Hiroyuki saito, Iwate Prefecture College of Industry
Akira Iwabuchi, Iwate Univ., Mechanical Engineering
Tomoharu shimizu, Iwate Univ., Mechanical Engineering

WC cemented carbide are used as many dies to improve abrasion resistance. Mechanical properties of the cemented carbide were influenced by Co content and WC grain size. In this study, effects of Co content and WC grain size of WC cemented carbide on wear were examined. We prepared 13 cemented carbides with different Co content and WC grain size. Wear test was carried out against S45C under dry condition at 98N and 232mm/s. From the results, we found that wear increased with both Co content and WC grain size. However, specific wear rate was range 10^{-7} mm³/Nm.

Key Words: Cemented carbide, Co content, WC grain size, Wear

1. 緒言

超硬合金(WC-Co)は高硬度であるため、古くから耐摩耗性が必要な金型材料として広く利用されている。超硬合金の摩耗特性は WC 粒径と Co 量に影響を受けるという報告がなされている。しかし、それらがどの程度影響するかは定量的にあまり調べられていない。本研究では WC 粒径と Co 量が摩耗特性に及ぼす影響を明らかにする。

2. 実験装置及び方法

図 1 に本実験装置の概略を示す。本実験装置は旋盤を利用したブロックオンシリンダ形摩耗試験機である。被加工材である丸棒試験片は汎用旋盤のチャックで固定され回転を与えた。荷重方式は死荷重方式であり、錘を乗せる皿と角柱(5×5×10mm)の超硬合金試験片(摩擦面は 5×10mm の面)を取り付けるホルダーからなり、その軸をリニアブッシュで支持した。ホルダーには摩擦測定用のひずみゲージ

Fig.1 Experimental apparatus

Table 1 Specimen properties

Specimen No.	Original	Vickers Hardness	Roughness(μm)		Co (wt%)		Average grain size		Specific wear rate w_s (mm ³ /Nm)
			Ry	Ra	Nominal value	Actual value	Nominal value	Actual value	
1	GTi10	1647	0.62	0.046	5.7	6.41	2	2.18	0.875×10^{-7}
2	GTi20	1398	0.38	0.052	11	13.03	2	2.05	1.487×10^{-7}
3	GTi30	1228	0.54	0.048	16	16.83	2	2.43	1.919×10^{-7}
4	GTi40	1056	0.44	0.043	20	21.56	2	2.39	2.689×10^{-7}
5	GTi30S	1061	0.54	0.048	16	17.87	5	5.03	4.138×10^{-7}
6	GTi40S	949	0.38	0.052	20	14.51	5	6	5.400×10^{-7}
7	GTi50S	871	0.41	0.051	24	19.49	5	5.93	6.633×10^{-7}
8	UF30	1512	0.40	0.040	16	19.37	0.5	0.63	1.165×10^{-7}
9	custum-1	1575	0.09	0.090	15	13.37	0.035	(0.73)	3.506×10^{-7}
10	custum-2	1813	0.24	0.100	16	10.82	0.5	0.59	2.837×10^{-7}
11	custum-3	1202	0.12	0.080	16	19.04	2	1.93	4.670×10^{-7}
12	custum-4	1141	0.09	0.080	16	13.31	5	(2.23)	5.437×10^{-7}
13	custum-5	1183	0.14	0.100	16	(5.68)	7	(4.9)	2.560×10^{-7}

Fig. 2 Specific wear rate vs actual Co(wt%)

Fig. 3 Specific wear rate vs actual grain size

Fig. 4 Specific wear rate vs Vickers hardness number

Surface Wear scar Wear particles
Fig. 5 SEM photos (No.3)

を貼りつけた。超硬合金の試験片は焼結の後、スライディングにて所定の寸法(5×5×10mm)にし、摩擦面(5×10mmの面)は#800の研削砥石によって仕上げた。表1に実験に用いた13種類の超硬合金試験片を示す。No.1～No.8は市販品、No.9～No.13は特注品である。試験片のCo量は5.7%～16%を選び、WC粒径の影響を調べるため公称値0.035 μm ～7 μm を選んだ。Co量、WC粒子の平均粒径ともばらつきの程度を把握するために実測した。Co量の測定はEPMA解析で行った。市販品のものほとんど公称値に近かったが、特注品は市販品のものと比べ大きくかけ離れていた。WC粒径の測定はSEM写真から測定した。No.12、No.13以外はほとんど公称値に近い値になった。硬さはばらつきが大きいので、それぞれ10回測定し、硬さの大きい方から5番目のものと6番目の平均値を代表硬さとした。丸棒試験片は構造用炭素鋼S45Cを用いた。摩耗実験は荷重98N(10kg)とし、すべり距離800mとした。摩擦速度は232mm/sになるように旋盤の回転数を設定した。摩擦係数は超硬合金試験片の取り付けホルダーに貼られたひずみゲージにより測定された。摩耗量は実験終了後、超硬合金試験片の表面をすべり方向に対して水平方向に三次元粗さ計にて測定して求め、基準面からの損失体積とした。比摩耗量は単位荷重、単位距離あたりの損失体積である。さらに超硬合金試験片表面、摩耗粉をSEMおよびEDXにより観察した。

3. 実験結果及び考察

(1)比摩耗量について

図2に比摩耗量とCo量の関係を示す。同系列のものには線を引いた。粒径が大きくなると比摩耗量が大きくなっている。また、同一の粒径で比較してみるとCo量が多くなると比摩耗量は大きくなっている。市販品と特注品を比べてみると特注品の摩耗量が大きいのがわかる。図3に比摩耗量と粒径の関係を示す。粒径が大きくなると比摩耗量が大きくなっている。同一粒径で比較してみるとCo濃度が小さいものほど比摩耗量は小さくなっている。市販品と特注品を比べてみると特注品の摩耗量が大きいのがわかる。図4に比摩耗量と硬さの関係を示す。硬さが大きくなるほど比摩耗量は小さくなっている。この場合も市販品と特注品を比べてみると特注品の摩耗量が大きい。

(2)SEM観察およびEDX分析

図5に非摩耗面、摩耗面、摩耗粉のSEM写真を示す。非摩耗面のSEM写真は研削痕がすじ状に残っているのがわかる。摩耗面におけるSEM写真は矩形の粒子が観察できる。これはWC粒子である。摩耗粉は球形状の粒子が観察されるが、これはS45Cの粒子である。

4. 結 言

ブロックオンシリンダー形の摩耗試験機を用いて、13種類の超硬合金の摩耗特性について実験を行った結果、以下の結論を得ることができた。

- (1)比摩耗量のオーダーはいずれも $10^{-7} \text{ mm}^3/\text{Nm}$ であり、13種類の最大と最小で10倍の広さがある
- (2)比摩耗量はCo量に比例する
- (3)粒径と比摩耗量は比例する
- (4)比摩耗量は硬さに反比例する
- (5)特注品の摩耗は市販品より大きい

本研究はNEDO地域コンソーシアム研究開発事業「次世代金型製造プロセスに関する研究開発」にて行われた。