

高硬度微粒子の高速衝突による SKD11表面創製処理鋼の摩擦・摩耗特性

大豊工業(株) 正○中村 真也 中部大学 正 加賀谷 忠治
(株)不二機販 宮坂 四志男

1. 緒言

機械の軽量化、高出力化に伴い、機械部品の表面を創製・強化し、耐久信頼性の向上を図ることが重要な課題となっている。高硬度微粒子の高速衝突を利用した表面創製処理法は、材料依存性の少ない、省エネルギー、低コスト、エコロジカル技術として、また、高付加価値製品をつくるために、種々の分野でその利用が拡大されつつある。

本研究では、摺動部品への適用を対象に、SKD11の研削仕上面に対して微粒子衝突処理を施し、これについて摩耗試験を行い、微細なディンプルからなる創製表面の摩擦トルクや摩擦係数、表面損傷などについて基礎的検討を行った。

2. 実験方法

本実験に使用した材料は、調質(焼入; 1030℃・30min, 焼戻し; 520℃・60min 2回, HV690)した合金鋼工具鋼のSKD11である。試験片は直径6.35mm, 長さ32mmであるが、表面は心なし研削によって0.8 μmRy 以下に仕上げた。実験には研削のままのもの(研削材)とこれに微粒子衝突により表面創製を施したもの(処理材)の2種類を用いた。微粒子衝突処理は1段目にハイス#150(直圧式)、2段目にセラミックス#300(重力式)を用いて行った。表1にこれらの処理条件を示す。

Table.1 Conditions of fine particle bombarding

Material of particle	Particle (#)	Ejection velocity (m/s)	Gauge pressure (MPa)	Archeight (mmN)	Bombarding time (s)
H.S.S	150	180	0.39	0.36	20
Ceramics	300	200	0.39	0.10	20

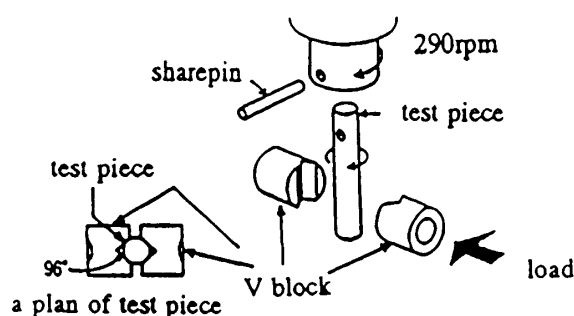


Fig.1 Mechanism of falex test

摩耗試験には、ファレックス型摩耗試験機(神鋼造機)を使用した。図1にその概要を示す。ただし、相手材のVブロックにはSKD11(HV730)を用いた。試験は潤滑下(エンジンオイル, SAE 10W-30 SF)で行い、摩擦トルクと摩擦係数を自動計測した。

3. 実験結果および考察

図2は、研削材および処理材の三次元表面粗さを示したものである。研削材の表面は算術平均粗さが0.03 μmRa , 最大高さが0.72 μmRy であり、かなり平滑な表面を呈している。これに比較して、処理材は0.90 μmRa , 9.23 μmRy であり、微細なディンプルがほぼ一様に創製されている。

図3に、研削材および処理材の断面組織を示す。研削材は一般的なマルテンサイト組織を呈しているが、処理材では表面から約10 μm にわたってエッチングされにくい組織が認められ、その硬度は約HV 850である。これは研削材の場合と比較すると、HV 160程度の増加になる。

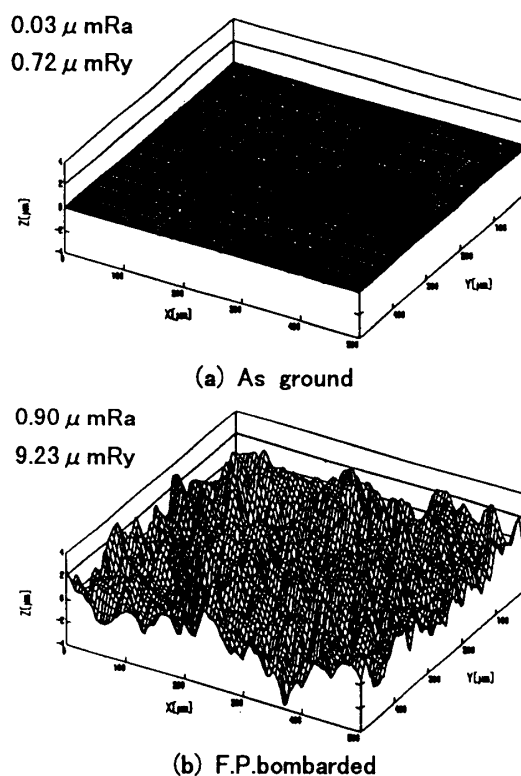


Fig.2 Three-dimensional surface roughness

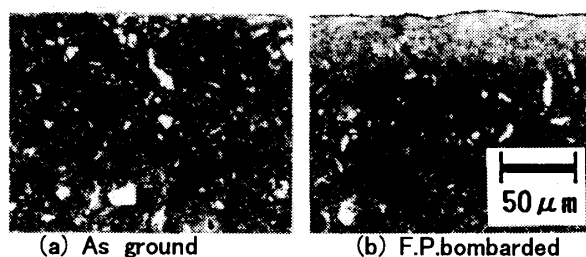


Fig.3 Microstructure in the vicinity of surface

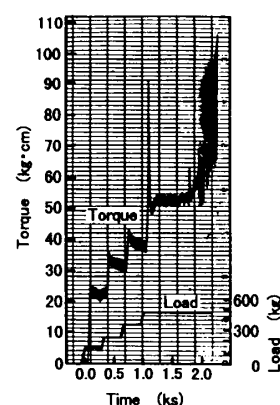
図4は、摩擦トルクと摩擦時間の関係を示したものである。(a)の研削材の摩擦トルクは試験荷重(454kg)に達した後、約1.2ksで限界摩擦トルク(105kg・cm)に至った。一方、(b)の処理材の場合は試験荷重のもとで若干低下傾向を示した後、3.5ks付近で一度ピークを呈するが、この場合にはそのまま急上昇することなく、減少してほぼ一定値となる。したがって、トルクの挙動は表面性状によって著しく異なり、処理材においては2段に折れ曲がる傾向がある。

そこで、処理材において、ピークトルクに至る前の摩擦時間約2.5ksとその後にあたる約3.7ksで試験機を止めて、摩擦時間による表面状態の変化を調査し、その結果を図5に示した。図から明らかなように、(a)の2.5ksのものはディンプルがかなり残っているのに対して、(b)の3.7ksでは金属接触面が増加している。このことから、摩擦トルクはディンプルの摩耗状態により大きく影響されることがわかった。

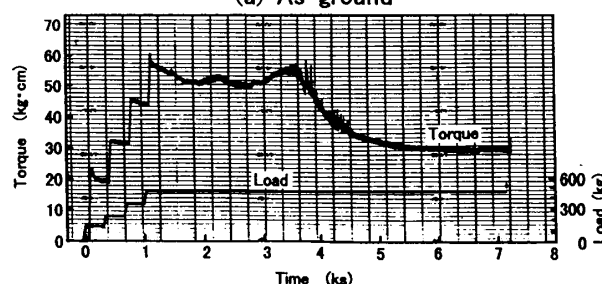
図6は、研削材および処理材の試験後の表面状態を示したものである。(a)の研削材の表面は著しく損傷し、表面粗さは $11.73 \mu\text{mRy}$ と大きくなっている。しかし、(b)の処理材ではかなり摩耗しているが、ディンプルの存在が認められ、大きな損傷には至っていない。この場合の表面粗さはかなり小さく $2.13 \mu\text{mRy}$ である。

図7には、摩擦係数と時間の関係を示した。研削材の摩擦係数は、454kgの試験荷重において短時間で急激に増加し、焼付きの様相を呈している。一方、処理材では3.5ks付近でいくぶん上昇するものの、摩擦時間の増加につれてなじんで非常に低い値に収束する。これはディンプルの創製により潤滑油の保持あるいは油膜の形成が容易になり、また、高硬度改質層により面圧に対する抵抗が増すため、表面損傷や焼付きが抑制されたものと考えられる。

以上のことから、高硬度微粒子の衝突による表面創製は、摺動部品の摩擦・摩耗特性の改善に効果的に利用できるものと思われる。



(a) As ground



(b) F.P.bombarded

Fig.4 Relation between torque and time

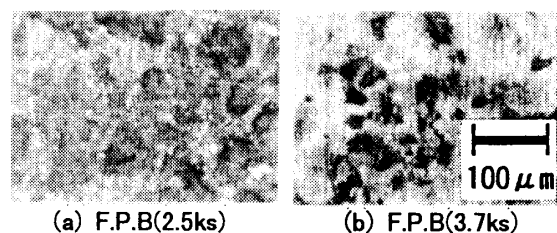


Fig.5 Change of surface conditions

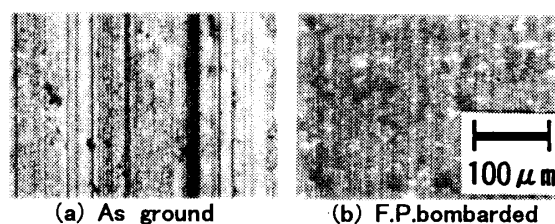


Fig.6 Surface conditions after test

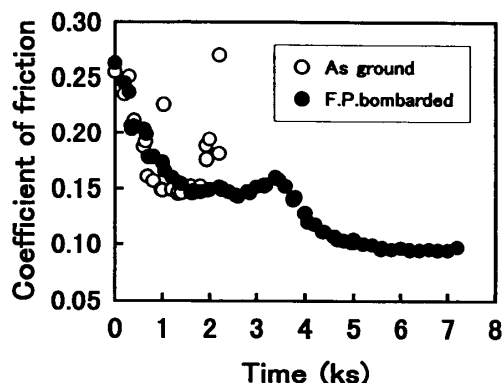


Fig.7 Relation between coefficient of friction and time