

銅合金の摩擦評価方法の高度化 — 実環境を模擬した試験と評価 —

機械金属部 ○宮本勘史 谷内大世 藤井要

1. 目的

機械装置に使用される摺動部品の性能向上は、装置のエネルギー効率の改善や資源の効率的利用につながる。より高性能な摺動部品の開発には、実使用を模擬した的確な摩擦摩耗試験が重要であり、従来の摩耗痕の形状観察等に加えて、摩耗現象の要因分析となり得る金属学的評価を組み合わせる体系的・多角的な評価が求められている。

本研究では摺動部品の中でも利用の多い銅合金に注目し、実環境を模擬した高温での摩擦摩耗試験や、金属組織の異なる材質での摩擦摩耗試験を実施した。さらに硬さ評価や摩耗粉の大きさなど、金属学的知見を組み合わせ、摩擦摩耗現象の支配因子を明らかにすることを目的とした。

2. 内容

2.1 試験方法

本研究では、金属相による摩擦係数、摩耗量の違いを調査するため、表1に示す主相/副相を持つ4種類の銅合金を用いた。図1に示すようにボールオンディスク型摩擦摩耗試験機を用い、25°C、200°C、400°C、600°C条件で試験を行った。試験後に形状測定機を用いて摩耗痕を測定し、摩耗断面積を算出した。ボールの回転半径は2mmで固定のため、これを摩耗量として用いた。また、ビッカース硬さ、高温硬さも併せて測定した。

2.2 摩擦係数

図2に高温環境の摺動部品に用いられる銅合金CAC703の25°Cから600°Cにおける摩擦係数と硬さの関係を示す。試験温度が上昇すると、硬さは低下し、摩擦係数は増加する傾向を示した。すなわち、摩擦係数は硬さの増加によって減少し、その関係は一つの曲線で表すことができる。次に、金属組織の影響を調査するため、表1に示す試料について室温での摩擦係数と硬さの関係をプロットした結果を図3に示す。図2で求めた曲線の周辺に全てのプロットが存在することから、金属組織に関係なく、摩擦係数は硬さによって決まるといえる。

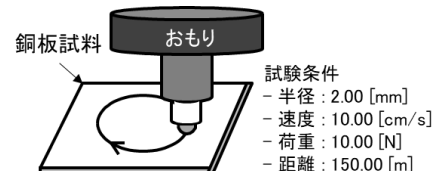


図1 摩擦摩耗試験の模式図

表1 試料材質、金属組織と室温硬さ

| 材質 | 主相 | 副相 | その他 | 室温硬さ [HV] |
|--------|---------------|---------------|-----|-----------|
| CAC603 | α (軟質) | β (硬質) | Pb | 94 |
| C2801 | β (硬質) | - | - | 107 |
| CAC403 | α (軟質) | β (硬質) | - | 118 |
| CAC703 | α (軟質) | γ (硬質) | - | 233 |

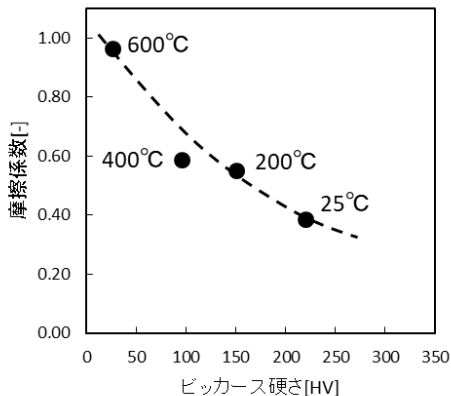


図2 CAC703 ($\alpha + \gamma$) の摩擦係数-硬さの温度依存性

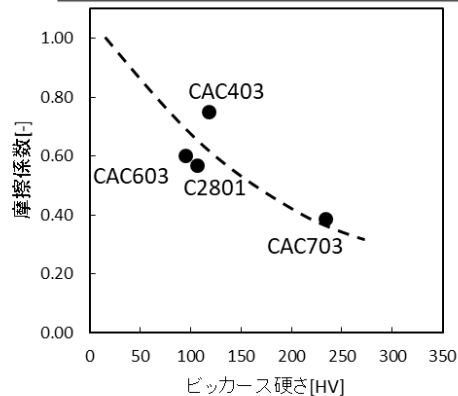


図3 金属組織の異なる試料の摩擦係数-硬さの関係

2.3 摩耗量

図4にCAC703の25°Cから600°Cの摩耗量と硬さの関係をプロットした結果を示す。25°Cから400°Cまでは、温度の上昇とともに摩耗量は増大したが、600°Cでは減少した。これは、摩耗痕に摩耗粉の付着がみられたことから、見かけ上減少したためと考えられる。

図5に各試料の室温での摩耗量と硬さの関係をプロットした結果を示す。なお、同図には図4の600°Cを除くプロット点で求めた曲線を追加した。CAC403, 603, 703の摺動材に注目すると、図4で求めた曲線の周辺に全てのプロットが存在した。一方、摺動材に利用されないC2801は、摩耗量が著しく大きかった。

摩耗試験後に採取した摩耗粉の電子顕微鏡観察を行ったところ、摩耗量の大きいC2801のみ、摩耗粉の大きさが100 μm 以上のものが多く、他の摺動用銅合金の摩耗粉は摩耗粉が10 μm 以下のものが多く観察された。このことから、C2801の摩耗量の多さは、摩耗メカニズムが他の材料と異なったためであると考えられる。

この結果から、摩耗量も摩擦係数と同様に、金属組織や温度に関係せず、硬さに決まるといえる。

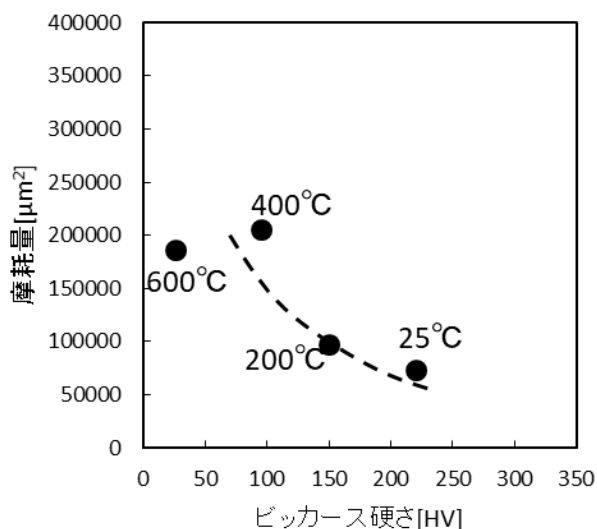


図4 CAC703 ($\alpha + \gamma$) の摩耗量-硬さの温度依存性

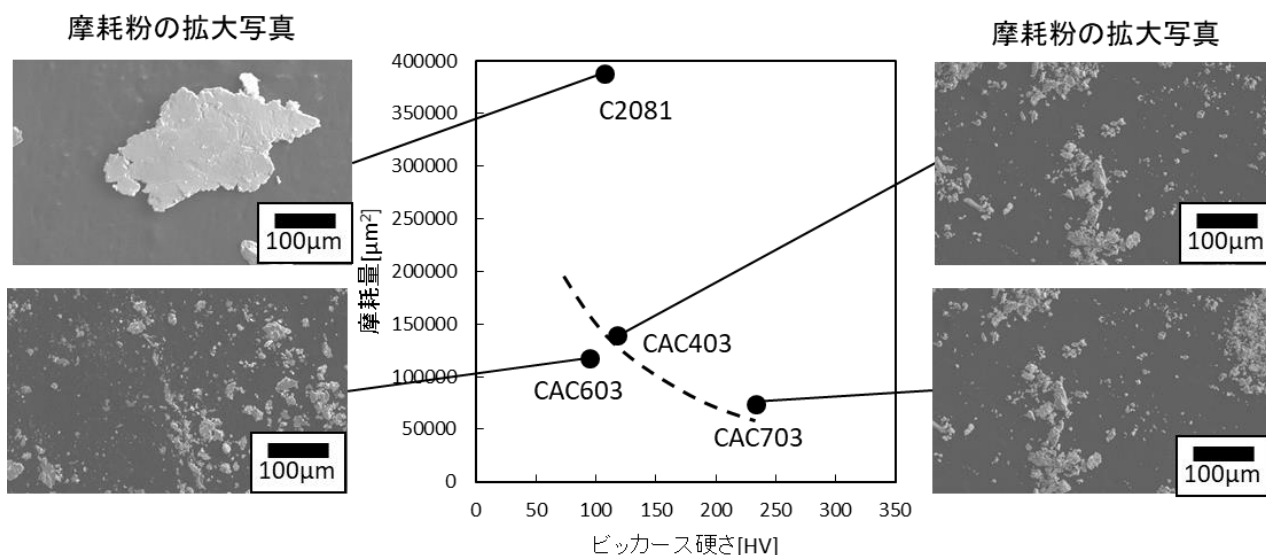


図5 金属組織の異なる試料の摩耗量-硬さの関係と摩耗粉の拡大写真

3. 結果

本研究より、摺動用銅合金において以下のことがわかった。

- (1) 摩擦係数は、金属組織や温度に関係せず、硬さによって決まる。
- (2) 摩耗量は、金属組織や温度に関係せず、硬さによって決まる。
摩耗粉のサイズが摩耗量に影響を与えていると考えられる。