

硫化物を用いた鉛フリー摺動部材

1. はじめに

銅合金は古くから人々の生活に欠かせない材料として親しまれてきた。機械材料では軸受などの摺動部材として利用され、青銅や黄銅のいくつかの合金がJISなどで規定されている。その中で鉛青銅（たとえば、CAC603 铸造用鉛青銅合金）と呼ばれる合金は、なじみ性の必要な大形軸受として適用されている。ところが、環境負荷低減に関する各種規制により鉛フリー化の流れがあり、代替材料の開発が進んでいる。铸造材のみならず焼結材も同様である。

2. 硫化物を用いた鉛フリー銅合金

軸受用の鉛フリー銅合金にはいくつかの種類があり、たとえば鉛 (Pb) の代わりに原子番号の近いビスマス (Bi) を使ったものや、黒鉛や二硫化モリブデン (MoS₂) を配合したものがある。铸造合金の利用を考えた場合、溶解材料として利用できるのは Bi など、MoS₂ や黒鉛は溶解中に溶湯から浮上分離する懸念があるので、こちらは原料粉末を混合して利用する焼結の用途に適していると言える。

ところで、今回紹介する鉛フリー銅合金は、鉛の代替として硫化物を利用している。ここで説明する硫化物は、銅 (Cu)-鉄 (Fe)-硫黄 (S) 系あるいは Cu-S 系の硫化物で、一般的な固体潤滑剤である MoS₂ や二硫化タングステン (WS₂) とは異なる。Mo や WS とは異なり銅や鉄といった比較的入手しやすい元素で構成されていることがこの硫化物の特徴である。この材料は図 1 に示すように Cu-10 mass%Sn 程度の青銅合金中に硫化物が均一分散している⁽¹⁾。

3. 鉛青銅との性能比較

従来用いられてきた鉛青銅と今回紹介する硫化物を用いた銅合金の性能比較を次の方法で実施した⁽¹⁾。いわゆるリングオンディスクと呼ばれる試験で、リング側が相手材の鋼 (S45C)、ディスク側が銅合金で構成されている。この試験機ではリング材が回転しながらディスク材に押し当てられる。成分の異なる硫化物分散銅合金 2 種類

と比較材として CAC603 相当の鉛青銅焼結合金を準備し、乾燥状態で比較した結果を図 2 に示す⁽¹⁾。回転数は 0.2m/s と一定で、階段状に荷重を増加させると 100N (図 2 の 120m 以降) 負荷時に硫化物分散銅合金のひとつ (TP-B1) と鉛青銅 (TP-L) が焼付き、残り (TP-A1) は焼付きが発生しなかった。これらの結果や油潤滑の試験結果から開発材は鉛青銅と同等以上の性能を有することがわかった。

4. おわりに一さらなる性能向上のために

鉛青銅合金との性能比較において同等以上の性能を示した硫化物分散銅合金ではあるが、さらなる性能向上を目指した取り組みがある。たとえば、摩擦初期のなじみを改善するため摺動面に黒鉛を圧入する方法がある。焼結材の気孔に黒鉛を取り込み、表面をバニシング加工で仕上げることで、摩擦初期のなじみが改善される⁽²⁾。この方法は表面テクスチャリングのひとつと位置づけられる。比較例として、旋削面仕上げのみの硫化物分散銅合金の試験片とピーニング処理面に黒鉛圧入処理を施しバニシング加工した試験片に対する摩擦試験の例がある。図 3 (a) はマイクロショットピーニング装置を用いてガラスビーズを投射した後に黒鉛を圧入し、バニシング加工した試験片である⁽²⁾。粘度 5cSt (@40℃) の潤滑油を試験片表面に塗布し、負荷荷重 80N、滑り速度 0.05m/s で 120min リングオンディスク試験した結果を図 3 (b) に示す⁽²⁾。横軸に摺動距離、縦軸に摩擦係数を示す。旋削加工のみの試験片の摩擦係数は試験を通して 0.12 から 0.14 の間で推移している。摺動距離が 300m を超えたあたりから摩擦係数が微増する傾向にある。一方、ピーニング処理面に黒鉛圧入処理を施しバニシング加工した試験片では、試験開始直後から摩擦係数は 0.10 付近で安定しており、そこからさらに摩擦係数が低下し、最終的には摩擦係数が 0.06 程度まで低下している。このように鉛代替だけではなく高性能摺動材としての開発も進んでいる。

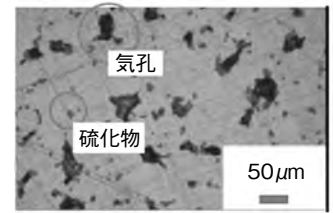


図 1 硫化物が分散された焼結銅合金の顕微鏡組織

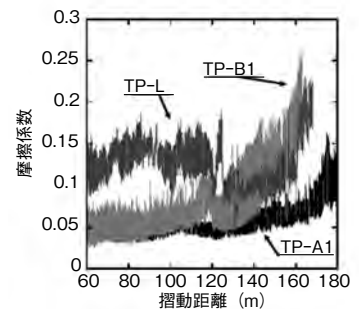
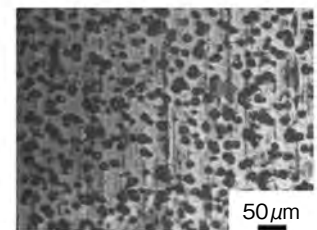
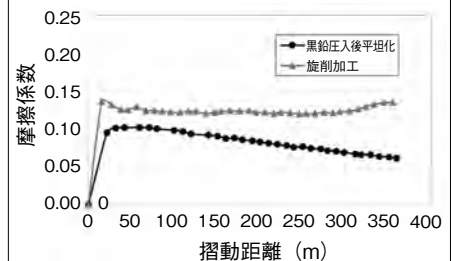


図 2 リングオンディスク試験での摩擦試験結果 [TP-A1 (S = 0.48mass%), B1 (S = 1.78mass%) が開発材, TP-L (Pb = 10mass%) が鉛青銅]



(a) 黒鉛圧入後バニシング加工した試験片



(b) 摺動試験結果の比較 (ともに S = 1.02mass% を含む)

図 3 性能向上試験の結果

(原稿受付 2015 年 7 月 27 日)

[佐藤知広 関西大学]

●文 献

- (1) Sato, T., ほか, Tribological Properties of Porus Cu Based Alloy Containing Nano Sized Sulfide Particles, *J. Adv. Mec.Design, Sys. And Man.*, 6-1 (2012), 158-167.
- (2) 佐藤知広・平井良政, 摺動部材プロペアの開発, *クリモト技報*, 63 (2014), 28-33.