

○学 加藤 陽子 (愛知工大院) 正 高木 誠 (愛知工大)  
 正 井村 徹 (愛知工大) 河村 能人 (熊本大)  
 加藤 秀実 (東北大金研) 井上 明久 (東北大金研)

Yoko KATO, Aichi Institute of Technology, 1247 Yachigusa Yakusa-cho Toyota  
 Makoto TAKAGI and Toru IMURA  
 Aichi Institute of Technology, 1247 Yachigusa Yakusa-cho Toyota  
 Yoshihito KWAMURA, Kumamoto University, Kumamoto  
 Hidemi KATO and Akihisa INOUE  
 Institute for Materials Research, Tohoku University, Aoba-ku, Sendai

Key Words : Metallic glass, Composite, Wear, Friction

### 1、目的

近年、結晶構造を持たない金属ガラスにおいて結晶化が起る前にガラス遷移を示すものが数多く見出されてきた<sup>1-3)</sup>。これらは高いガラス形成能及び熱安定性をもつが、中でもZr-Al-TM (TM=遷移金属) 合金は非常に良好なガラス形成能をもつ<sup>4)</sup>。この高いガラス形成能を利用して、Zr基金属ガラスのバルク材が作製可能になり、その高強度特性や超塑性と相まって機械材料としての幅広い応用が期待されている。

そこで本研究では、Zr基金属ガラス及びその複合材料についてのトライボロジー特性（摩擦・摩耗）を調べることにより、Zr基金属ガラス及びその複合材料の実用化に向けての基礎的知見を得ることを目的とした。

### 2、実験方法

本実験に用いた試料は、Zr<sub>55</sub>Al<sub>10</sub>Ni<sub>5</sub>Cu<sub>30</sub>金属ガラス及びそれにZrCを均一に分散させた複合材料で、ともにバルク材である。母合金はアーキ溶解法により作製し、複合材料の場合には反応してZrCとなるZrとC（グラファイト）を添加して溶解し作製した。ZrC強化材(0~15 vol%)を含む5種類の母合金を、鋳造法により急冷して直径3mmのバルク材を作製した。試料内に分散させたZrC粒子の大きさは約10μmであり、長さ数mmの繊維状強化材を含んだ試料も作製した。

トライボロジー試験はピンオンディスク式試験機(Fig.1)を用い、乾式での摩耗量及び摩擦係数を測定した。相手材には高炭素クロム軸受け鋼(SUJ2)を用いた。

摩耗量は摩耗損失重量から求め、その荷重依存性、距離依存性及び速度依存性について評価した。具体的な測定の条件は以下の通りである。回転する相手材の中心から半径15mmの円周上へ、垂直荷重1, 2, 4 kgfをかけた試料を接触させた。回転させる距離は100, 200, 500, 1000mとし、そのときの速度は0.1, 0.2, 0.5 m/sとした。

試料及び相手材の表面は鏡面仕上げ( $R_a=1\mu m$ )を施し、

上記の値から選んだ条件で、相手材を回転させて摩擦を起こし摩耗させた。摩擦係数はロードビーム型の応力センサを用い、引張応力から測定した。

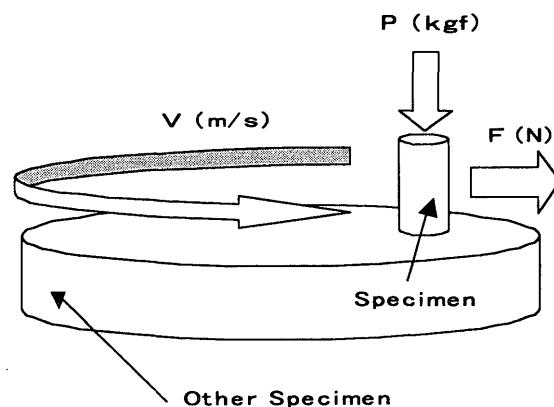


Fig.1 Schematic drawing of Pin-on-disk type tester

### 3、実験結果及び考察

Zr基金属ガラス ( $Zr_{55}Al_{10}Ni_5Cu_{30}$ ) 及びその複合材料の摩耗特性について摩耗量の距離依存性 (Fig.2)、荷重依存性 (Fig.3) 及び速度依存性 (Fig.4) の測定結果を示す。

#### (1) 摩耗量の距離依存性

摩耗距離の増加につれ徐々に摩耗量は増加し、500mを過ぎるとその増大は顕著になった。強化粒子ZrC含有量V<sub>f</sub>15%の複合材料、及び強化粒子を含まないZr基金属ガラスは良好な摩耗特性を示した。V<sub>f</sub>15%の結晶材料は距離100mでの摩耗量はほぼ0に等しかった。それに対し、V<sub>f</sub>10%の複合材料は摩耗初期段階から摩耗が著しかった。そして、距離1000mでの摩耗量は他の強化粒子を分散させた試料の2倍程度となつた。

## (2) 摩耗量の荷重依存性

荷重の増大に伴い摩耗量は増加し、強化材を含まないZr基金属ガラスの場合は摩耗量と荷重は比例関係に近くなつた。高荷重になるほど試料間の摩耗量の差は顕著になり、荷重4kgfにおいては、複合材料に比べて強化材を含まない金属ガラスの方が摩耗量は少なかつた。この原因としては、高荷重になると複合材料中のZrC強化粒子が脱離して、それがアブレッシブ摩耗を起こしているのではないかと考えられる。

## (3) 摩耗量の速度依存性

摩擦力はすべり速度に依存しないという経験則がある。実験結果からZr基金属ガラス及びV<sub>f</sub>15%の複合材料については摩耗量は速度に依存せず、この経験則と対応していると言える。V<sub>f</sub>10%の複合材料においても摩擦速度の影響は小さいと言うことができる。

上記の実験において摩耗特性が他と比べて良くなかったV<sub>f</sub>10%の複合材料について、強化材の形状を繊維状に変えた試料を作製し耐摩耗性を調べた。強化材を繊維状にすることにより耐摩耗性が向上した (Fig.5)。

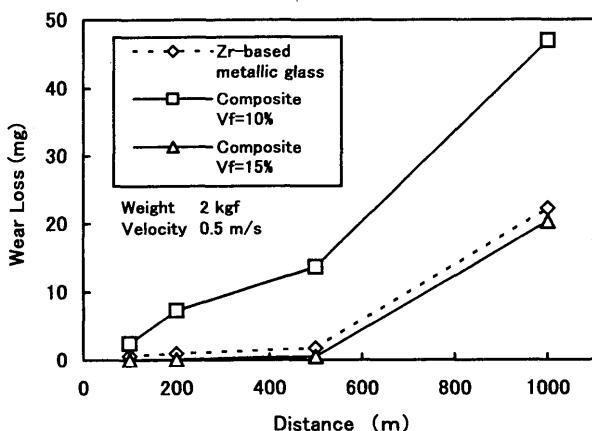


Fig.2 Effect of sliding distance on wear loss

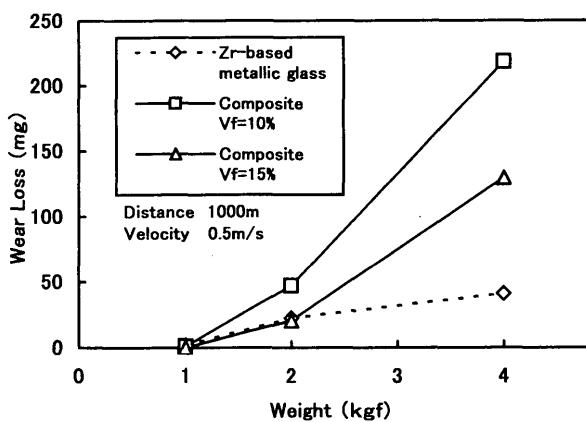


Fig.3 Effect of weight on wear loss

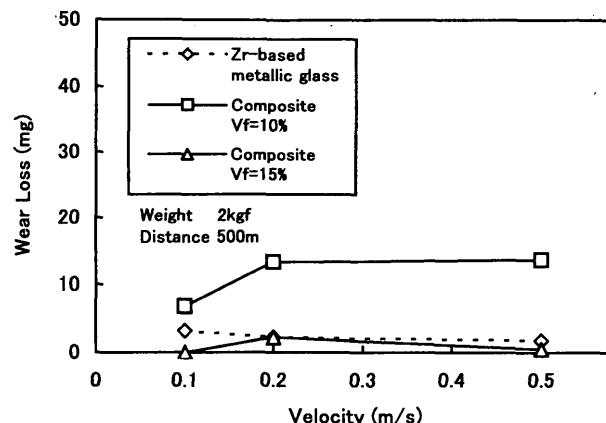


Fig.4 Effect of sliding speed on wear loss

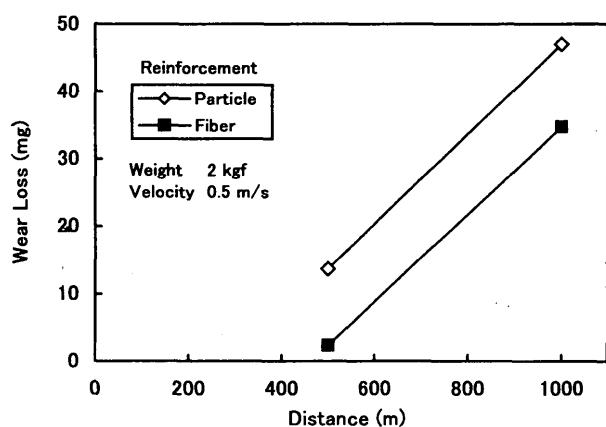


Fig.5 Effect of morphology of reinforcement on wear loss

## まとめ

- 1) ZrC 粒子強化Zr基金属ガラス複合材料の耐摩耗性は、ZrC含有量 V<sub>f</sub>15%で良好となつた
- 2) Zr基金属ガラスにおいては複合化が必ずしも耐摩耗性を向上させるとは限らない
- 3) 強化材の形状を繊維状にすると粒子の場合に比べて耐摩耗性が向上する傾向がある

## 参考文献

- 1) A.Inoue, N.Nishiyama , and Matsuda, : Master.Trans., JIM.37, (1996) 181-184.
- 2) A.Inoue, T.Zhang and T.Matsumoto : Master.Trans., JIM, 30 (1989) 965-972.
- 3) A.Peker and W.L.Johnson : Appl.Phys.Lett., 63 (1993), 2342-2344.
- 4) A.Inoue, N.Nishiyama, and Matsuda, : Master.Trans., JIM.31, (1990) 177-183.