

(708) $\text{Si}_3\text{N}_4 \cdot \text{SiC}$ の転がりすべり条件における損傷と寿命

日本鋼管(株)中央研究所 工博 山田武海, ○関口英男, 北村 昭

1. まえがき

転がり疲れ強さは、転がり軸受、カム・ローラなど転がり部品の寿命を支配する因子である。転がり疲れ強さを向上するには材料の硬さを高めることが有効であり、従来から焼入れ、浸炭、窒化などの処理が転がり部品に施されている。セラミックスはその特性から転がり部品用に有望な材料であり、特に高速回転部や高温・真空環境下での利用が考えられるが、実用に役立つデータは非常に少ない。本報では、構造用セラミックスとして市販されている Si_3N_4 、 SiC を対象にし、油潤滑した転がりすべり条件におけるセラミックスの損傷状態、転がり疲れ寿命を検討した結果を述べる。

2. 試験方法

二円筒式転動疲労試験機(負荷荷重:最大2700kgf, 回転数:最大4000rpm, すべり率:最大30%)を用い、Tableに示す供試材を用いた。試験ローラは直径70mm, 接触長さ5mm, 表面粗さ $1\sim 2R_{max}\mu\text{m}$ である。回転数, すべり率は2000rpm, 10%とし、荷重は700~2600kgfで試験した。潤滑は50°Cのギア油を用い、 $3\text{l}/\text{min}$ でローラ接触部に供給した。ローラの組合せは同種セラミックス同士, セラミックスと金属, 金属同士である。ローラに発生した損傷は振動量(加速度)の上昇で検出し、その時点の積算回転数を転がり疲れ寿命とした。

Table Materials Used

| | Material | Hardness, Hv | Remarks |
|---|-----------------------------|--------------|-------------------|
| N | NS. Si_3N_4 | 1350~1550 | Sintered |
| C | NS. SiC | 2450~2650 | Sintered |
| R | RS. SiC | 2450~2750 | Reaction-sintered |
| S | SNC415 | 700~780 | Carburized-QT |

3. 試験結果

(1) 損傷状態: 金属ローラの損傷はほとんどがスポーリングであるのに対し、セラミックスではスポーリングに似た表層部ハクリ(Photo.a), 割れ(同b), 及び摩耗に大別できた。金属のスポーリング部のき裂は表面と30~45度方向に生じており、セラミックスのき裂は表面と30~90度と広い方向に生じていた。接線力と負荷荷重の比が0.017~0.026の範囲ではハクリや割れ, 0.03~0.04では摩耗を生じる傾向があり、これはローラ材質にほとんど関係しない。

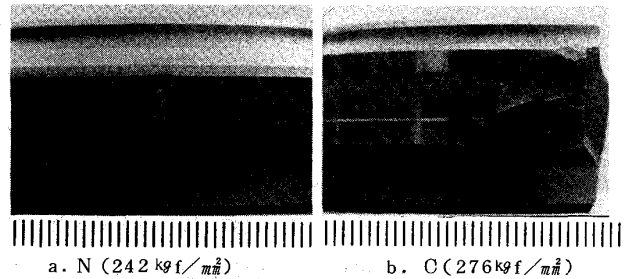


Photo. Damaged Roller Surface

(2) 転がり疲れ寿命: Fig.に最大接触応力(P_{max})と寿命(N_f , 摩耗のみは除く)の関係を示した。セラミックスの N_f は大きなバラツキがあるが、 P_{max} の減少に伴って長くなる傾向が認められた。セラミックスの寿命は金属より短く、特に高応力側で顕著である。また、セラミックス材質やローラ組合せによるセラミックスの寿命の相違はバラツキの範囲内であった。

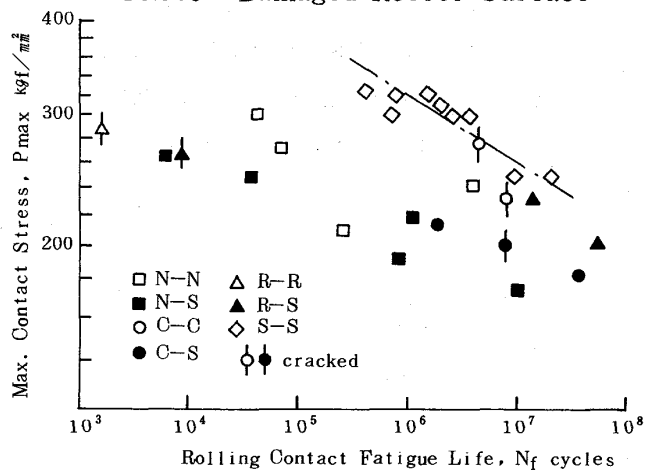


Fig. Relation between $P_{max} - N_f$

4. まとめ

Si_3N_4 , SiC 製ローラは従来鋼に比べ十分高い硬さをもつものの、油潤滑下での転がり疲れ寿命は鋼より短く、大きなバラツキがある。また、セラミックスローラは割れるという問題もある。