

○神戸製鋼所 中央研究所 ○堀江正明 工博 井上 毅 落田義隆  
神戸製鉄所 竹下秀男 長谷川豊文

1. 緒言 機械構造用鉛快削鋼は、自動車部品、機械部品などに広く用いられているが、転動疲労特性に難点があり、特に高面圧での使用には適しないと言われている。しかし鉛快削鋼の転動疲労破壊の発生挙動については、十分知られているとは言えない。そこで本研究では、転動疲労破壊の発生挙動、寿命におよぼすPb, S, O量の影響、面圧を変化させた場合の破壊挙動の変化について検討した。

2. 実験方法 供試材として、S45Cを基本成分とし、Pb=0~0.37%, S=0.004~0.101%, O=0.0012~0.0050%に変化させた炭素鋼の高周波焼入れ材、およびSCR420, SCR420+Pbの浸炭焼入れ材を用いた。転動疲労試験は、東洋ベアリング製円筒型転動疲れ寿命試験機を用い、ヘルツ最大接触応力 $P_{max}=600, 500, 400, 300 \text{ kgf/mm}^2$ 、負荷繰返し速度 $4.5 \times 10^4 \text{ min}^{-1}$ で行った。破壊の発生挙動を調べるため、一部の試験は短時間の負荷繰返しで中断し、軌道底断面で観察した。観察はSEM, EPMAにより行った。

3. 実験結果 (1) 寿命におよぼすPb, S, Oの影響 これらの各元素は、いずれも寿命を低下させるが、特にPbの影響が著しい(Fig. 1)。

(2) 破壊の発生挙動 転動疲労破壊( $P_{max}=600 \text{ kgf/mm}^2$ )した試験片の軌道底断面を観察すると、表面から約0.5mm深さの範囲内で、表面とはほぼ平行に伸びた鉛粒が認められる(Photo.1)。損傷は短時間の負荷繰返し( $12 \text{ sec}, 0.9 \times 10^4$ )でも認められ、その程度は約0.2mm深さで最も著しい。これらの観察から、鉛快削鋼の転動疲労破壊は、表面下におけるせん断応力の繰返しにより、鉛粒と母相との界面にクラックを生じ、これが成長、連結して破壊に至ると考えられる。

(3) 面圧の影響 面圧の低下とともに、鉛粒周辺の損傷の範囲は小さくなり、寿命は延長する(Fig. 2)。また損傷の範囲は、せん断応力分布の計算から推定される値と比較的よく一致する。

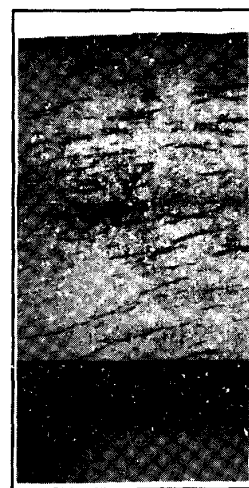


Photo.1. Rolling contact fatigue damage.  
Steel: S45C + 0.16%Pb  
 $P_{max} : 600 \text{ kgf/mm}^2$   
Cycles to failure:  $2.4 \times 10^6$

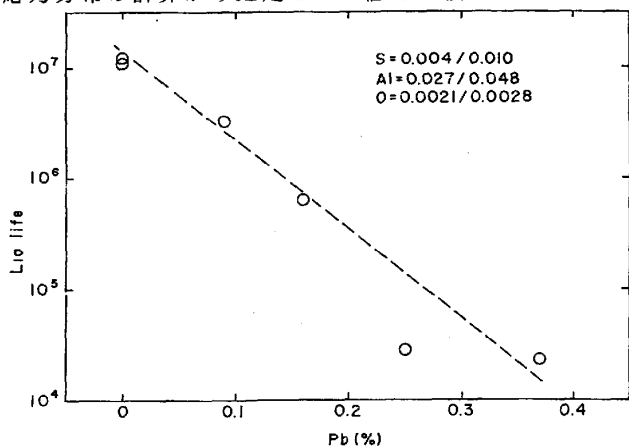


Fig.1. Influence of lead content on  $L_{10}$  life.  $P_{max}: 600 \text{ kgf/mm}^2$ .

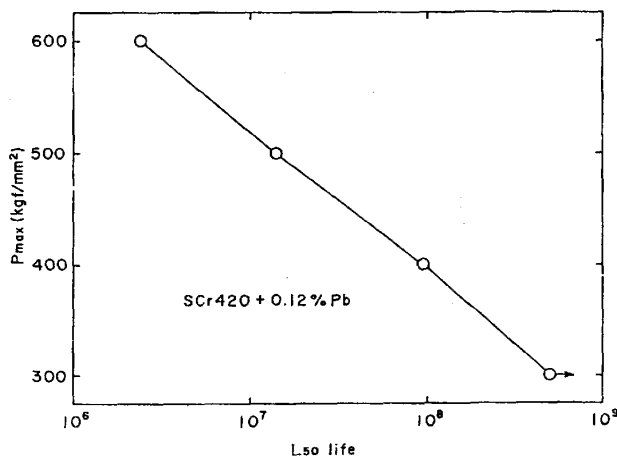


Fig.2. Influence of Hertzian compressive stress on  $L_{50}$  life.