

(224) ころがり接触面の応力解析

(株) 日立製作所 日立研究所 工博 根本 正
○ 森本 忠興 田野崎和夫

1. 結 言

圧延用ロール、歯車の歯面、ベアリングのレース面などには、接触応力が繰返し作用することにより、スポーリングまたはピッチングと称される表面剥離破壊を生ずる。これに関する金属学的研究は数多く見受けられるが、一かその破壊の起るについては接触面近傍の応力分布が正確に知られていないために実験結果が統一的に整理されていない。円筒体のころがり接触面の応力分布について従来知られているのは2次元応力の場合で、しかもy軸(半径方向)上の応力分布が主である。また接触面の摩擦係数 μ の影響についても明らかでない。筆者らは3次元応力の立場から接触面近傍の応力分布を求め、また μ の変化による各応力のピーク値の変化ならびにそれらの分布形状の変化などを求めたので報告する。

2. 計算方法

円筒体の接線方向、半径方向、軸方向をそれぞれx, y, z軸にとる。応力成分 $\sigma_x, \sigma_y, \sigma_z, \tau_{xy}$ を求めるに際してはSmithらの方法⁽¹⁾によった。この応力成分を基礎に各座標上の主応力 $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$ を求めた。これらの主応力のうち最大、中間、最小の応力をそれぞれ $\sigma_{max}, \sigma_{mid}, \sigma_{min}$ とすれば、最大剪断応力 τ_{max} 、八面体剪断応力 τ_{σ} は

$$\tau_{max} = \frac{1}{2} (\sigma_{max} - \sigma_{min})$$

$$\tau_{\sigma} = \frac{1}{3} \sqrt{(\sigma_{max} - \sigma_{mid})^2 + (\sigma_{mid} - \sigma_{min})^2 + (\sigma_{min} - \sigma_{max})^2}$$

で与えられる。これら各応力を $-4 \leq \frac{\sigma}{\sigma_0} \leq 4$, $0 \leq \frac{\tau}{\sigma_0} \leq 4$ ($2a =$ 接触弧の長さ) の範囲(0.1aピッチ)の座標上についてHITAC 5020 電子計算機で計算した。なおポアソン比 $\nu = 0.3$ とし、摩擦係数 μ は $0 \leq \mu \leq 0.4$ (0.04ピッチ) とした。また応力の大きさはヘルツの最大接触圧力 P_0 を単位として表わした。

3. 結 果

$\mu = 0$ の場合はSmith らの結果と同様であつた。しかし3次元応力としたことにより τ_{max} は接触表面で $0.2 P_0$ となる。図1は μ と各応力のピーク値の関係を示す。 τ_{xy} は両振りの剪断応力であるが、 $\mu \neq 0$ の場合、接触表面に片振りの剪断応力が新しく現われ、そのピーク値は μ に比例して増大する。 τ_{max} については μ の増大に伴って内部のピークも増大するが、むしろ表面のピークの増大の方が著しく、 $\mu \approx 0.25$ で内部のピーク値と越える。図2は $\mu = 0.1$ におけるxy面内の τ_{max} の等応力線図を示す。このように接触表面においては主応力のみならず剪断応力も内部のピーク値に匹敵する値をとり、表面からのき裂の発生に有害な作用をすると考えられる。

(1) J.O.Smith, Chang Keng Liu; J. Appl. Mech., June, 1953, p157

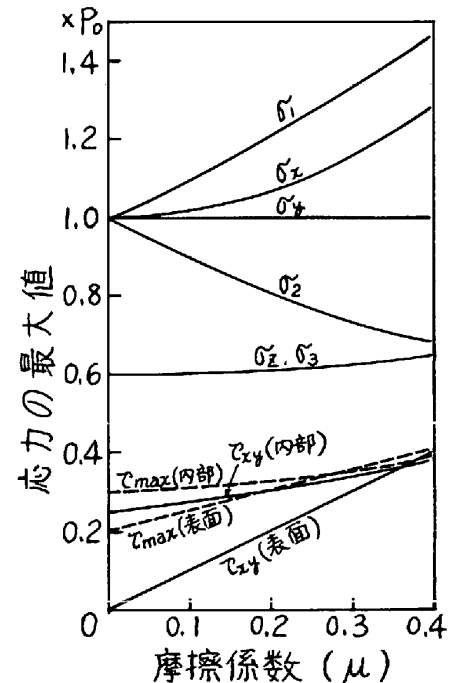


図1. 摩擦係数と応力の最大値の関係

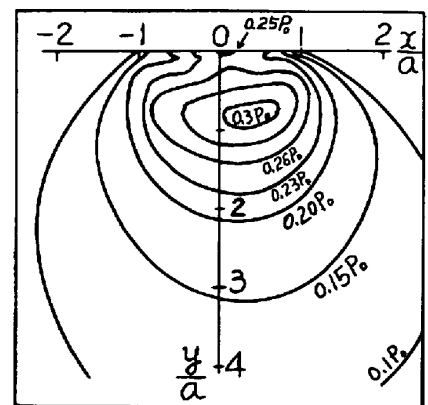


図2 xy面の τ_{max} の等応力線図