

「高炭素クロム軸受鋼の長寿命軸荷重疲労特性に関する研究」

佐藤 陽介

機械構造物の安全設計や信頼性保証の上で長寿命域における疲労特性の解明が重要な課題となっており、近年、多くの研究機関で長寿命域における金属材料の疲労試験が行われてきたが、そのほとんどが回転曲げ荷重下で実施されてきた。しかし、機械構造用部材に負荷される荷重様式は各種様式があり、とくに引張圧縮軸荷重は材料の基本的な疲労特性を解明する上で重要である。

以上の観点から、本研究では高炭素クロム軸受鋼の軸荷重下における長寿命疲労特性を解明するため、長寿命域を含む実験データを取得し、本材料の $S-N$ 特性を明らかにした。次いで、回転曲げの $S-N$ 曲線と比較し、荷重負荷様式の違いによる疲労強度の差異とその原因について考察を加えた。また、すべての破断面をSEMにより詳細に観察して、破壊力学的観点からき裂進展のメカニズムの解明を試みた。さらに、現実の機械構造物に対する負荷条件としては種々のレベルの平均応力が負荷されることが多いことから、本高強度鋼の長寿命疲労特性に対する応力比の影響についても詳細に調べた。

本研究で得られた成果を要約すれば以下のとおりである。

- 1) 高炭素クロム軸受鋼について引張圧縮軸荷重下で長寿命域疲労試験を行った結果、応力比によらず、表面起点型破断と内部起点型破断の各破断形態に関する $S-N$ 曲線が別々の場所に現れる二重 $S-N$ 特性が確認された。
- 2) 内部起点型破断の場合は明瞭なFish-eyeが形成され、その中央部付近にはすべてき裂発生源となった介在物が観察された。また、多くの破面では介在物の周縁部に微視的凹凸の著しい細粒状領域(Fine Granular Area : FGA)が形成されることが確認され、FGA先端部の応力拡大係数 ΔK_{FGA} は、この材料のき裂進展下限界応力拡大係数 ΔK_{th} に一致することがわかった。
- 3) 疲労破面は表面起点型・内部起点型破断ともにいずれの応力比においても、以下の3つの領域に分割されることがわかった。
 - (a)き裂発生源付近の平坦部（内部起点型破断の場合はFish-eyeに対応）
 - (b)平坦部に続き方向性のない条痕が現れる領域
 - (c)き裂進展方向に沿う放射条痕が現れる最終領域