

ガス窒化処理したSCM420鋼のピッチング寿命に 及ぼす表面化合物層の結晶構造の影響

Influence of the Compound-Layer Phase Structure on the Pitting
Resistance of Gas-Nitrided SCM420

千葉 光浩^{※(1)}
Mitsuhiro CHIBA

平岡 泰^{※(2)}
Yasushi HIRAOKA

抄 録

本研究では、SCM420 鋼に対して異なる窒化処理を施し、化合物層の相構造がピッチング寿命に及ぼす影響を調査した。処理条件として、 γ 相主体 (γ 材)、 ϵ 相主体 (ϵ 材)、および化合物層を有さない(化合物層非形成材)の3種類を設定し、最大ヘルツ応力 2.5GPa の二円筒式ローラーピッチング試験を実施した。その結果、ピッチング寿命は γ 材が最も長く、次いで ϵ 材、最も短かったのが化合物層非形成材であった。 γ 材および ϵ 材では、化合物層を貫通し拡散層に至るき裂が試験初期から形成されていた。特に ϵ 材では、円周方向と直交する複数の表面き裂が一定間隔で形成され、それらが円周方向へ階段状に連結・進展する特徴的なき裂進展挙動が観察された。また、最終破壊はこれらの表面き裂と内部から進展したき裂が連結する形で生じ、 γ 材よりも浅い領域でピッチングに至ったことから、試験初期段階における複数の表面き裂の形成が、 ϵ 材の短寿命化の一因となったと考えられる。一方、化合物層非形成材では、 1×10^5 回転後にはすでに数 μm の表面き裂が複数形成されており、内部のき裂進展を経て、 $1.0 \sim 1.8 \times 10^6$ 回転後にピッチングに至ったと推察される。また、 γ 材および ϵ 材と比較して摩耗速度が著しく速く、摩耗量は最大約 60 μm に達した。 γ 材および ϵ 材と比較して、摩耗量の差異やき裂の形成・進展挙動に大きな違いが見られたことから、化合物層非形成材における短寿命の主因を一義的に特定することは困難であった。

Abstract

The influence of the compound layer phase structure on the pitting life of nitrided SCM420 steel was investigated using three surface conditions: a γ -phase compound layer (γ specimen), an ϵ -phase compound layer (ϵ specimen), and a compound-layer-free condition. Roller pitting tests were conducted under a maximum Hertzian contact stress of 2.5 GPa. As a result, the γ specimen exhibited the longest pitting life, followed by the ϵ specimen, and the shortest life was observed in the compound-layer-free specimen. In both the γ and ϵ specimens, cracks penetrating through the compound layer into the diffusion layer to depths exceeding 100 μm — nearly perpendicular to the surface — were observed even after 400 cycles. In the ϵ specimen, multiple surface cracks-oriented perpendicular to the circumferential direction were formed in regular intervals and propagated in a characteristic stepwise pattern by connecting with adjacent cracks. This behavior, along with the final fracture occurring in shallower regions — due to the coalescence of surface and internal crack compared to the γ specimen — is considered a reason contributing to the shorter pitting life of the ϵ specimen. On the other hand, in the compound-layer-free specimen, several surface cracks of a few micrometers in depth had already formed after 1×10^5 cycles, and pitting occurred after 1.0 to 1.8×10^6 cycles through subsequent crack propagation into the interior. Compared with the γ and ϵ specimens, this specimen exhibited significantly different wear amounts and crack behaviors, making it difficult to definitively determine the primary factor responsible for the shorter fatigue life.

※(1) パーカークール処理工業株式会社 技術本部 技術センター 係長

※(2) パーカークール処理工業株式会社 技術本部 技術センター シニアマネージャー