

NS 化合物による水素の転がり疲れ寿命短縮作用の抑制

水素による転がり疲れ寿命の短縮が、転がり接触の繰り返しにおける水素の鋼中への拡散と、その結果表面下に形成される高濃度層によるものであることを、前報 (KYTB 8) で報告した。ある種の錆止め剤と耐摩耗剤を潤滑剤に添加すると、水素の鋼中への侵入を防ぐ効果があることが分かっている (KYTB 7) ので、今回はさらに効果の顕著な添加剤として、窒素と硫黄を含む化合物 (以下 NS 化合物) を検討した。

実験には雰囲気制御できる転がり四球試験機を用いた (KYTB 8)。潤滑油を満たした容器中に自由に転がることのできる3個の下部球を置き、1個の上部球に加えた静荷重の下でつれ回りによる転がり接触をさせる方式で、雰囲気を水素あるいは重水素として加速試験により寿命を評価した。前報 (KYTB 7) では、この試験機を用いて潤滑油添加剤の効果を調べ、有機金属塩の添加によってはく離の発生が抑制されるという結果を報告した。近年の自動車電装補機用転がり軸受の使用環境条件の過酷化に対応するため、今回はさらに効果の顕著な耐はく離剤の探索を行った。

今回注目したのは窒素と硫黄を含む化合物 (NS 化合物) である。転がり四球試験機による寿命試験の結果を Table 1 に、NS 化合物を添加した試験後の上部球の転走痕直下の断面観察結果を Fig.1 に示す。前回顕著な効果を認めた有機金属塩 A の L₁₀ 寿命が 46 × 10⁶ 回であったのに対し、NS 化合物の添加では 75 × 10⁶ 回でもはく離が発生せず、白色組織の生成も全く認められなかった。

Table 1 寿命短縮作用の添加剤による抑制効果

添加剤種類	なし	有機金属塩 A	NS 化合物
L ₅₀ 寿命, 10 ⁶ 回	6.4	75<	75<
L ₁₀ 寿命, 10 ⁶ 回	3.4	46	75<
白色組織の生成	有り	無し	無し

次に KYTB 8 と同様に、重水素雰囲気中で試験した上部球の断面を TOF-SIMS で分析し、鋼中への重水素の侵入状況を比較した。重水素のケミカルイメージを、Fig.2 に示す。NS 化合物を添加した潤滑油中の試験では、自然界を基準とした鋼中の重水素存在比 (R_{D/H}) は 1 に近く、重水素の鋼中への侵入はほとんど認められなかった。これらの結果から、NS 化合物は転走痕に表面膜を形成することにより鋼中への水素の侵入を防ぎ、水素による寿命短縮作用の抑制効果を顕著に示したものと考えられる。

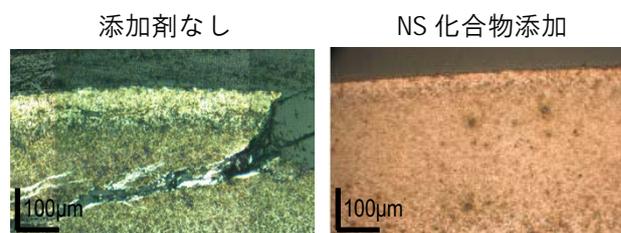


Fig.1 断面観察結果

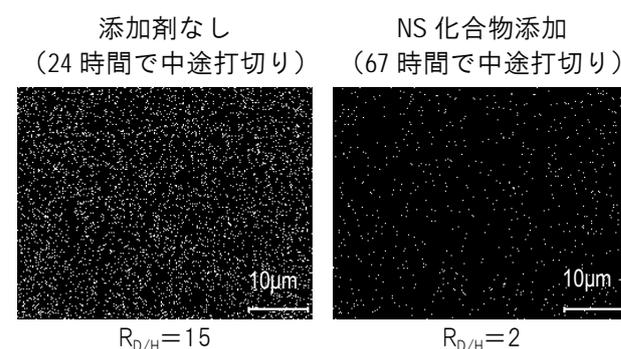


Fig.2 断面観察結果試験後鋼球のケミカルイメージと重水素存在比 (R_{D/H})

$$R_{D/H} = \frac{D'/H' \text{ (TOF-SIMS の強度比)}}{D/H \text{ (自然界存在比)}}$$

小森谷・今井・遠藤・福島・武藤・中澤・岡田・七尾・森：トライボロジー会議予稿集 (東京 2013-5) F13.