

転がり疲れ寿命短縮作用における水素の鋼中への侵入

水素雰囲気中における転がり四球試験によって、白色組織を伴う転がり疲れ寿命の短縮過程を再現し、錆止め剤と耐摩耗剤が水素による寿命短縮の抑制効果をもつことを示した (KYTB 6, 7) . 今回は基礎に戻って、雰囲気水素の鋼中への侵入を確認するため、雰囲気を重水素にして同様の試験を行った。き裂の周辺からは天然に比べて 70~110 倍の重水素が検出され、表面から侵入した重水素が濃縮することが分かった。

実験に用いた転がり四球試験機を、Fig.1 に示す。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、転がり疲れ寿命を評価した。前報 (KYTB 6) では雰囲気ガスとして水素 H_2 を用いたが、本報では試験前の鋼中に存在する水素と区別するため、水素の同位体で、自然界では 0.015% しか存在しない重水素を用いた。

重水素雰囲気中においても、水素雰囲気中と同様にきわめて短期間で上部球にはく離が発生し、そのき裂周辺には白色組織が認められた。

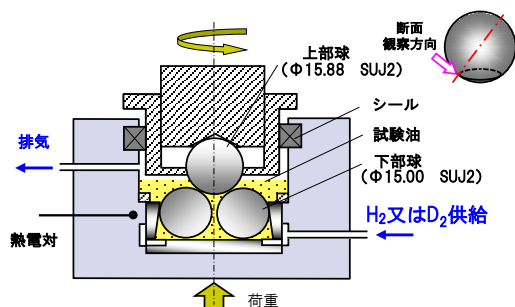


Fig.1 転がり四球試験機の主要部

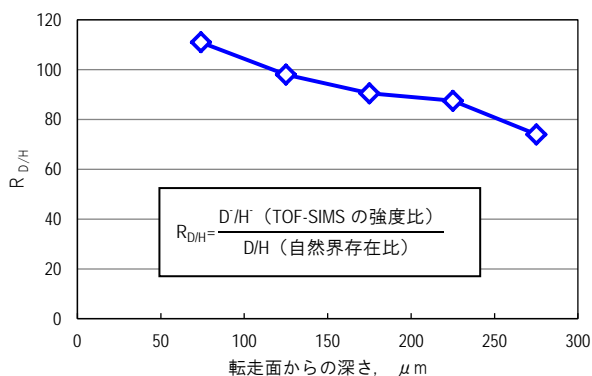


Fig.2 試験後鋼球の重水素存在比 ($R_{D/H}$)

試験後の鋼球中における水素の存在状況を知るため、Fig.1 右上に示すような断面の TOF-SIMS による分析結果を、鋼中と自然界における重水素の存在比 ($R_{D/H}$) で示すと Fig.2 のようになる。鋼中の重水素の量は、表面直下では自然界の 70~100 倍に達しているが、深くなるにつれ徐々に減少して、中央部では自然界とほぼ一致する 1.6 倍になった。鉄中における重水素の拡散係数が水素の 0.7~0.9 倍程度という違いはあるが、この結果から、転がり接触の繰り返しによって鋼中に水素が拡散し、表面下に高濃度の層を形成すると考えられる。

はく離部の断面を Fig.3(a)に、同じ部分の重水素 D と重水素化鉄 FeD^+ のケミカルイメージを Fig.3(b), (c) に示す。き裂が重水素および重水素化鉄の高濃度の部分と対応していることが分かる。

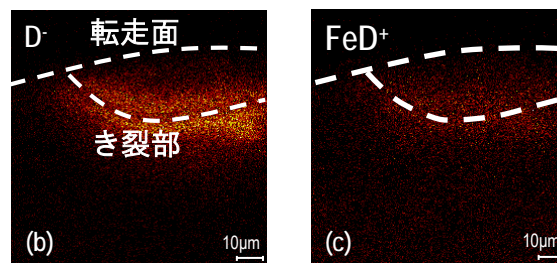
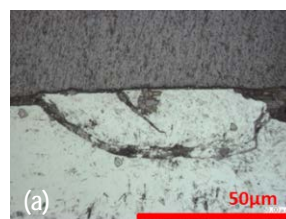


Fig.3 き裂部のケミカルイメージ

岡田・七尾・森・中澤・池島・武藤・遠藤・今井・相田：トライボロジー会議予稿集 (東京 2012-5) 277.