

## 転がりすべり接触下における潤滑剤からの水素発生に及ぼす油種の影響

### Effect of Lubricant on Hydrogen Generation Under Rolling-Sliding Contact

NSK (正) \*江波 翔 NSK (正) 山田 紘樹 NSK (正) 小俣 弘樹

Kakeru Enami\*, Hiroki Yamada\*, Hiroki Komata\*

\*NSK Ltd.

#### 1. はじめに

転がり軸受のはく離形態の一つに鋼中に特異な白色組織変化を伴うはく離がある。本はく離は潤滑剤の分解により発生した水素が鋼中に侵入することで生じると考えられている<sup>1)</sup>。軸受の信頼性向上のためには、はく離に至るまでの過程を理解することが重要であり、軸受使用時の水素発生メカニズムを明らかにすることが必要である。これまでにも水素発生に関する研究は盛んに行われている。例えば、すべり接触下での水素発生のモニタリングが行われており、すべりにより潤滑剤から水素が発生することが明らかとなった<sup>2)</sup>。筆者らは、より実際の軸受の使用状態に近い転がりすべり接触下における潤滑剤からの水素発生の評価に取り組んだ。前報<sup>3)</sup>では水素発生の影響因子としてすべり速度と温度に着目したが、潤滑剤の種類も水素発生に影響すると考えられる。また水分も水素発生の起源になり得る。そこで本報では、転がりすべり接触下における潤滑剤からの水素発生に及ぼす油種の影響を油中水分に着目し調べた。

#### 2. 実験

##### 2.1 実験装置

本研究で用いた2円筒試験機の概略図をFig. 1に示す。試験中に発生するガスを貯蔵するため、2円筒試験は密閉チャンバ内で実施した。それぞれの回転軸はモータにより独立して駆動させることができ、軸に固定された試験片は任意の速度で回転できる。荷重は所定の面圧になるようにエアシリンダを用いて負荷される。一定量の潤滑剤がチャンバ内に封入され、潤滑剤の温度は熱電対とヒータにより制御される。これらの機構により、任意の潤滑条件で転がりすべり接触が実現される。チャンバ内の雰囲気中の水素ガス濃度はガスクロマトグラフを用いて測定される。

##### 2.2 実験条件

転がりすべり接触下での実験条件をTable 1に示す。潤滑剤としてVG32のトラクション油及び鉱油を使用した。本トラクション油を用いた実験条件で軸受の転動疲労試験を行うと白色組織が再現されることが確認されている<sup>4)</sup>。一方で同じ実験条件で本鉱油を用いた場合、白色組織は再現されていない。白色組織が再現されやすい油と再現されにくい油とで水素発生量の比較を試みた。面圧、潤滑剤の引込み速度、すべり速度及び潤滑剤の温度はすべて一定とした。試験片には表面粗さRaを0.07 μmに仕上げたSUJ2製試験片を使用した。チャンバ内の雰囲気は大気(空気)であり、20 hの2円筒試験を行った後に水素発生量を測定した。また、転がりすべりの影響を除外し、熱の影響による水素発生を評価するため、潤滑剤を90 °Cで加熱するだけの実験もあわせて行った。

#### 3. 結果及び考察

潤滑剤からの水素発生量の測定結果をFig. 2に示す。転がりすべり接触下での水素発生及び潤滑剤の加熱による水素発生はどちらも白色組織が再現されやすいトラクション油の方が多かった。次に前報<sup>3)</sup>と同様に、転がりすべり接触下で発生した水素量から潤滑剤の加熱により発生した水素量を差し引くことで、転がりすべり接触単体の影響で潤滑剤から発生した水素量を求めた。その結果をFig. 3に示す。白色組織が再現されやすいトラクション油の方が転がりすべり接触による水素発生量も多いことが確認できた。

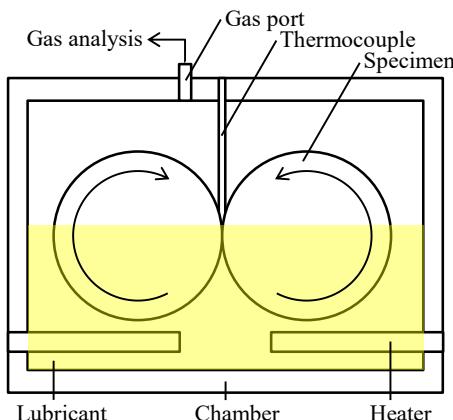


Fig. 1 Schematic illustration of test apparatus

Table 1 Test conditions

Lubricant	Traction oil, Mineral oil
Contact pressure, GPa	2.35
Entrainment speed, m/s	1.57
Sliding speed, m/s	1.26
Lubricant temperature, °C	90
Environmental gas	Ambient air

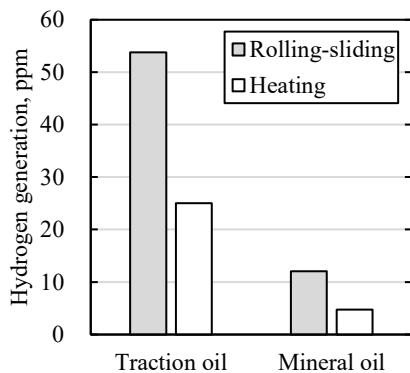


Fig. 2 Hydrogen generation

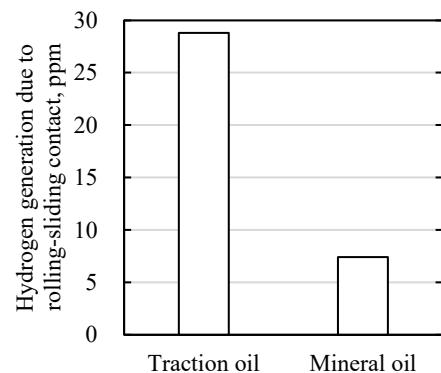


Fig. 3 Hydrogen generation due to rolling-sliding contact

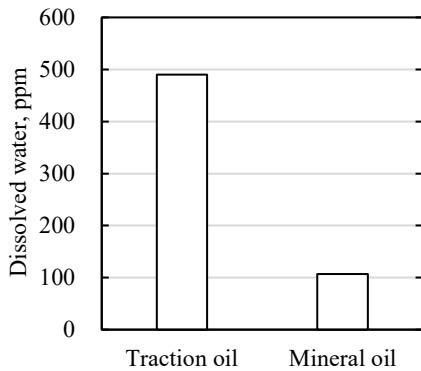


Fig. 4 Dissolved water in lubricant

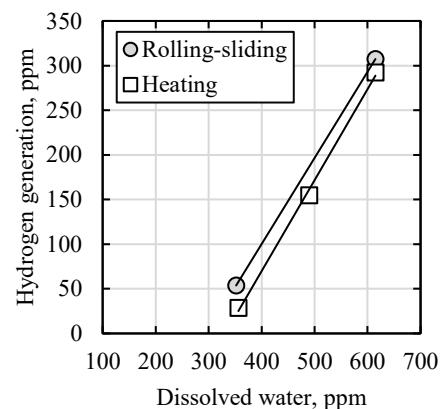


Fig. 5 Effect of dissolved water on hydrogen generation

これまでの研究において、水素の起源として潤滑剤に溶存している水分が指摘されている。そこで水素発生に及ぼす溶存水分の影響を調べるために、実験に供した潤滑剤の水分量測定を行った。各潤滑剤の水分量測定結果を Fig. 4 に示す。トラクション油の方が鉱油より多くの水分が油中に含まれており、油中水分量が多い潤滑剤の方が水素発生量が多い結果となった。次に油種の影響を除外するため、油中水分量の異なるトラクション油を用意し、同じ潤滑剤における油中水分量と水素発生量の関係を調べた。結果を Fig. 5 に示す。転がりすべり接触下での水素発生と潤滑剤の加熱による水素発生をあわせて示している。油中水分が多いと潤滑剤の加熱による水素発生は多くなった。熱の影響で発生する水素には油中水分の影響があることがわかる。また、転がりすべり接触下での水素発生も油中水分が多いほど多くなった。各線分の縦軸方向の差分が転がりすべり接触による水素発生を表していると考えると、本結果からはそれが油中水分に依存しているかは明確に判定できなかった。転がりすべり接触による水素発生に対する油中水分の影響の有無に関しては、さらなる検証が必要である。

潤滑剤の加熱による水素発生は鉱油よりトラクション油の方が多かったが、これは鉱油よりトラクション油の方が油中水分が多いことが一因として考えられる。ただし基油や添加剤の影響も排除できない。また、転がりすべり接触による水素発生もトラクション油の方が多かった。トラクション油における油中水分量と転がりすべり接触による水素発生量の関係が不明瞭なことを考慮すると、本実験条件の範囲内では油中水分より基油や添加剤の違いの方が転がりすべり接触による水素発生に及ぼす影響度は大きいと考えられる。

#### 4. 結言

転がりすべり接触下における潤滑剤からの水素発生を評価した。白色組織が再現されやすい潤滑剤は、白色組織が再現されにくい潤滑剤より水素発生量が多かった。油中水分が多いほど熱の影響による水素発生は多くなった。本実験条件の範囲内では、油中水分よりも基油や添加剤の方が転がりすべり接触による水素発生に及ぼす影響度は大きいと推測された。今後は、基油や添加剤が水素発生に及ぼす影響についても調べていく。

#### 文献

- 宇山：転がり軸受に及ぼす水素の影響、トライボロジスト, 60, 10 (2015) 658.
- R. Lu, I. Minami, H. Nanao, S. Mori: Investigation of decomposition of hydrocarbon oil on the nascent surface of steel, Tribology Letters, 27, 1 (2007) 25.
- 江波・山田・小俣：転がりすべり接触下における潤滑剤からの水素発生に及ぼすすべり速度と温度の影響、トライボロジー会議 2022 春東京(2022) E20.
- S. Fujita, N. Mitamura, Y. Murakami: Research of New Factors Affecting Rolling Contact Fatigue Life, Proceedings of the World Tribology Congress III, 2, (2005) 73.