

S1-3-4

高速新幹線車両の軸箱用オイルシールの開発

○中村 和夫 細谷 哲也 間々田祥吾 ((財) 鉄道総合技術研究所)

吉田 博文 西出 裕之 (キーパー株式会社)

Development of Axle-Box Rotary Shaft Lip Seal for High-speed Shinkansen Vehicles

Kazuo Nakamura, Tetsuya Hosoya, Shogo Mamada (Railway Technical Research Institute)

Hirofumi Yoshida, Hiroyuki Nishide (Keeper Co.,Ltd.)

Where the speed of Shinkansen vehicles increased to a range of 350-400 km/h, it is highly concerned that axle-box rotary shaft lip seals encounter with a harsh condition due to the increased rotation speed; more lubricating oil tend to leak that affect adversely the normal lubrication condition of axle bearings. Therefore, we conducted bench tests for high-speed rotation of current rotary shaft lip seals to develop a new rotary shaft lip seal adaptable to high-speed Shinkansen vehicles; found a cause of the oil leak by the speedup rotation. Next, based on the result, we produced a trial rotary shaft lip seal as a measure to suppress outbreaks of flaking (rubber and filler) of a lip contact surface and the effect caused by a pressure change likely to occur in and out of tunnel portals. As the consequence of the bench test for the high-speed rotation, the characteristics of seal was well maintained under the condition equivalent to 750,000km in vehicle running distance, and the condition after the test was also preferable; we could verify the durability was superior even under high-speed rotation.

キーワード：オイルシール、新幹線、軸箱、ゴム、潤滑油

Keyword: Rotary shaft lip seal, Shinkansen, Axle-box, Rubber, Lubricating oil

1. はじめに

新幹線を高速化した場合、回転速度の増加に伴いしゅう動条件が過酷化することによって、車軸軸箱用オイルシールにおいては油の漏れ量が増大し、軸受の正常な潤滑状態の確保が困難になることが懸念される。そこで、高速新幹線車両対応のオイルシールを開発するため、現行オイルシールの台上高速回転試験等を実施して、油漏れの原因を把握するとともに、それらの結果をふまえ、高速新幹線車両対応のオイルシールを試作した。その試作品について、台上高速回転試験を行い耐久性の確認を行った。ここでは、それらの結果について報告する。

2. 現行オイルシールの台上回転試験

新幹線の運転速度 350~400km/h で高速走行した場合、前述のように現行の車軸軸箱用オイルシールでは油漏れが多くなり対応することが困難であることが予想される。そこで、これを確認するため、また、高速化した場合の油漏れの原因を明らかにするため、現行オイルシールについて、オイルシール密封性能試験装置を用いて、台上回転試験を実施した。試験装置を図1および試験条件を表1に示す。

その試験結果を図2に示す。高速条件において、現行品1(アクリルゴム製)では、早期に油の滴下が認められ、車両走行距離が約31万km相当で滴下量が増大したため、この時点で試験を中止し、また、現行品2(ふっ素ゴム製)

では、車両走行距離が約29万km相当でにじみ、約51万km相当で油の少量の滴下が発生した(図2(a))。現行条件においては、現行品1は現行品2よりも早期に少量のにじみが発生するが、両現行品とも、車両走行距離60万km相当を回転することができた。以上の結果、このように現行品では高速条件において油の滴下が認められたことから、

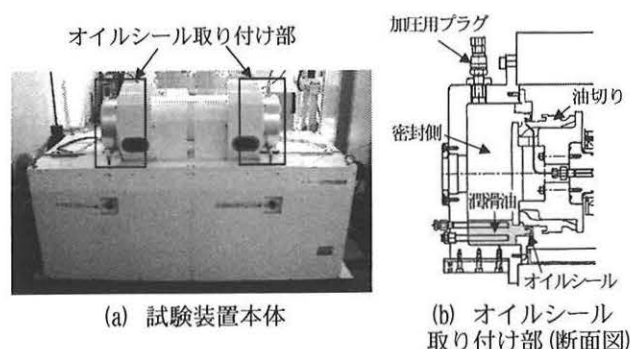


図1 オイルシール密封性能試験装置

表1 台上回転試験の試験条件

項目	回転速度	最大圧力*1 (圧力変動)	偏心量
各条件			
高速条件	2700min ⁻¹ (400km/h相当)	0.022MPa	取付けナ*2 0.15mm
現行条件	1890min ⁻¹ (280km/h相当)	0.011MPa	回転軸*3 0.05mm

*1: 周期的に密封側を加圧

*2: オイルシールの中心と真の軸中心との距離

*3: 回転軸の中心と真の軸中心との距離

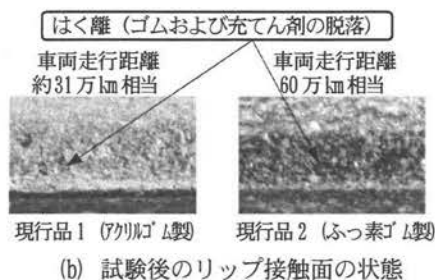
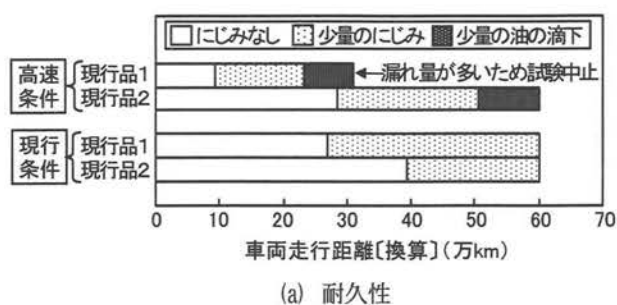


図2 現行オイルシールの台上回転試験結果

高速化に対応することは困難であること、また、ふっ素ゴム製オイルシールの耐久性は、アクリルゴム製のものよりも優れていることを確認できた。

試験後のオイルシールを調査した結果、リップ面圧は確保され、また、ゴムは、硬さの変化がほとんどなかったことから、劣化が小さいと推定された。油切りについては、リップが接触する面はほとんど摩耗していなかった。両現行品のリップ接触面を観察したところ、ほぼ全周にわたり、はく離（ゴムおよび充てん剤の脱落）が認められた（図2(b)）。特に、両現行品とも、高速条件では現行条件に比べ、また、現行品1では現行品2に比べ、はく離を起こしている箇所が多かった。これらのはく離は、主にすべり速度および圧力変動の増大で、せん断力および接触面圧の増大により、引き起こされたものであると考えられる。そこで、高速化に対応するためには、早期のリップ接触面のはく離発生抑制について検討する必要があると考えられた。

3. オイルシールの試作

3.1 試作品の検討

高速新幹線車両対応のオイルシールとして、現行オイルシールの台上回転試験結果をふまえて、ゴムの種類は、アクリルゴムよりも耐久性に優れ、また機械的強度の高いふっ素ゴムを採用し、また、回転速度の増大による早期のはく離（ゴムおよび充てん剤の脱落）の発生を抑制するため、ゴム材料の充てん剤を変更した。さらに、現車のトンネル通過時等の圧力変動によるリップの姿勢変化を抑制するため、リップ部については寸法や形状の変更により剛性を高めた。試作品の写真および断面図を図3に示す。

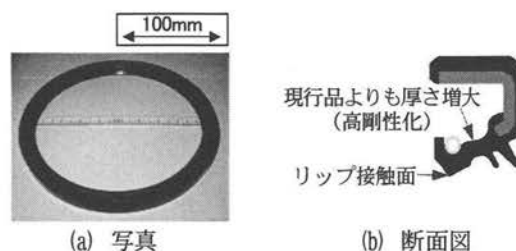


図3 試作品

3.2 試作品の台上高速回転試験

試作品の耐久性を確認するため、高速条件における台上回転試験を実施した。その結果を図4に示す。試作品は車両走行距離75万km相当回転させた場合でも、にじみがなく密封性が保たれていた（図4(a)）。試験後の試作品を調査した結果、リップ面圧は確保され、また、ゴムは、硬さの変化がほとんどなかったことから、劣化が小さいと推定された。油切りについては、リップが接触する面はほとんど摩耗していなかった。リップ接触面を観察した結果、はく離（ゴムおよび充てん剤の脱落）も少なく良好な状態であった（図4(b)）。したがって、試作品は高速条件においても優れた耐久性を有することがわかった。

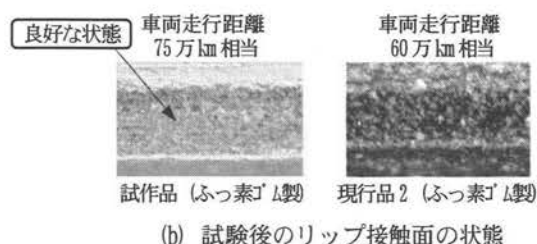
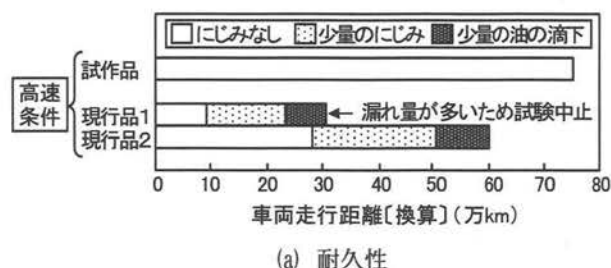


図4 試作品の台上回転試験結果

4. まとめ

現行オイルシールの台上高速回転試験結果等に基づき、高速化対応のオイルシールとして、はく離の発生およびリップの姿勢変化を抑制するための対策を施したオイルシールを試作した。それについて、台上高速回転試験を実施した結果、車両走行距離75万km相当を高速回転させても密封性が保たれ、また、試験後の状態も良好であったことから、本試作品は、高速新幹線の車軸軸箱用オイルシールとして適した性能を有すると考えられる。