

S1-2-6.

高速対応車軸軸受の一考察

正 [機] ○新井 浩 正 [機] 浅野 浩二 正 [機] 堀内 雅彦 (東日本旅客株式会社)

Study of axle bearing for high speed Sinkansen

Hiroshi ARAI, Koji ASANO, Masahiko HORIUCHI,  
East Japan Railway Company. JR EAST R&D Center

For speed up of Sinkansen, we are aiming at the development of axle bearing. Bearing evaluation is not enough for reliability evaluation of bearing, only by the static test of JIS and EN standard. Therefore, we did a dynamic test with a condition same as an axle bearing load by Sinkansen train, to evaluate reliability of the axle bearing for high speed. When a big vibration continued, temperature of grease lubrication bearing was very high, and the grease leaked out. And the test that reproduced displacement of true railway track with bogie tester brought a result same as the dynamic test.

キーワード: 新幹線、車軸軸受  
Keywords: Sinkansen, axel bearing

1. はじめに

新幹線開業当初より、車軸軸受は軸箱に油溜めを設置した油潤滑の円筒コロ軸受を使用して発展してきた。一方、ヨーロッパにおける高速鉄道車両ではグリース潤滑の軸受を使用している。新幹線のさらなる高速化に対して両者を比較すると、油潤滑軸受は攪拌熱による油の温度上昇および油漏れが懸念され、グリース潤滑軸受は軸受温度上昇および油漏れの心配が少なく軸箱のコンパクト化にも有用と目される。しかし、近年の新幹線でグリース潤滑軸受使用し始めているがいくつかの不具合が発生している。軸受の開発にあたり、そうした不具合発生を検証するための評価試験方法を見直す必要があると考えられる。

新幹線の高速化は、車軸の回転速度の増加に加えて振動も増加するので、特にグリース潤滑軸受では転動するコロ、保持器やグリースの動的挙動が複雑化すると考えられる。そのため、新従来の JIS 規格や EN 規格の横圧や回転速度をのみを考慮したスタティックな試験で軸受の信頼性を全て評価するものではない。そこで新幹線高速対応の車軸軸受の開発にあたり、実際の動的な負荷をかけた評価試験を行うこととした。実車にて軸受にかかる負荷を測定し、ダイナミック軸受試験機にて実車と同等の負荷を与えた実動負荷試験と台車試験装置にて実軌道加振での走行試験を行い、軸受の温度上昇を主体として、軸受に発生する諸現象を調査した。

2. 新幹線の実走行試験による軸受負荷の測定

高速走行時に、軸受に作用する振動や応力などの実動負荷のデータを収集するため、上越新幹線で、360km/h まで

の走行試験を行った。列車走行速度に対する軸受振動の平均値 (R.M.S) を図-1 に示す。

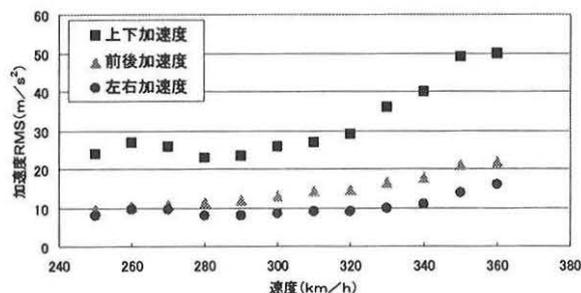


図 1 新幹線の走行速度に対する軸箱振動

3. ダイナミック試験

(1) 供試軸受

試験に供する高速新幹線対応の開発車軸軸受は、図 2 に示すようにグリース潤滑の密封円錐コロ軸受とした。

新幹線の車軸現在軸受において起きている不具合を考慮し、保持器、シールおよび後ふたの端部を変更した。

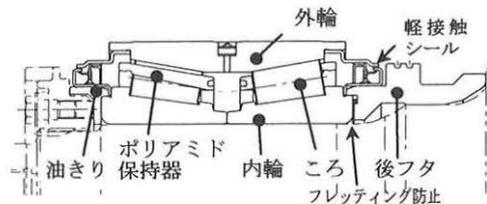


図 2 供試軸受の構造

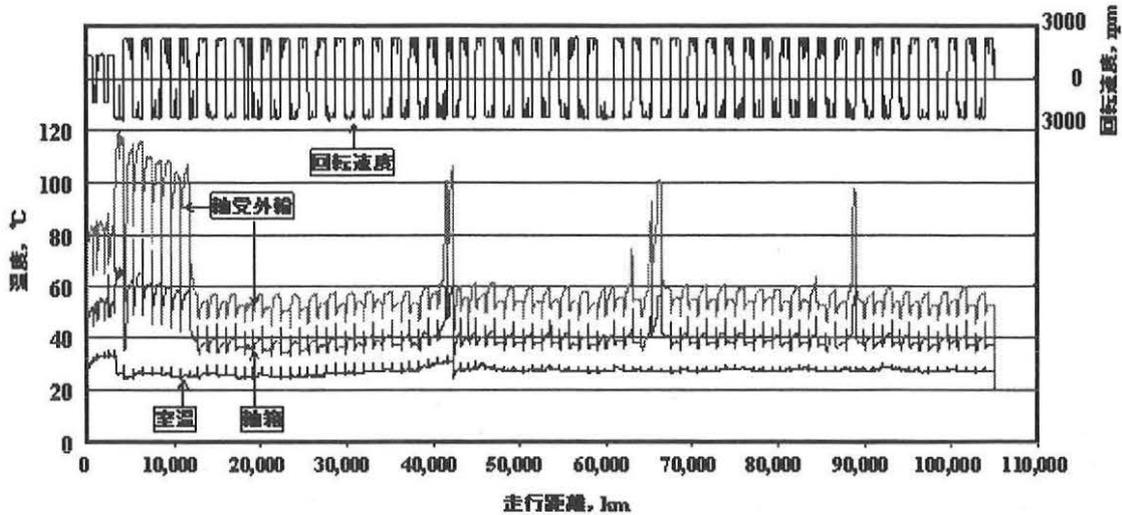


図3 ダイナミック試験での軸受、軸箱の温度変化

(2) 試験の方法

実走行試験で使用した軸バネおよび軸ダンパーを設置した実台車を模擬し、実走行時の軸箱変位を忠実に再現した試験とした。回転速度は、車輪径 810mm を想定した速度 360km/h とし、正転および逆転をそれぞれ 3 時間の連続運転を交互に行った。

(3) 試験結果および考察

軸受温度の推移を図3に示す。10,000km 走行まで試験機の故障で異常振動を引き起こしていたが、その後、試験機を所定条件に調整した。調整後は、軸受温度は平均 55°C で安定して推移した。

異常振動時の軸受温度は 120°C に達している。これは、振動によりグリースが安定せず、コロ転動部に必要以上のグリースが入り込んで、グリースの攪拌加熱したものと想定される。また、40,000km、65,000km および 90,000km の走行で一時的に軸受の温度が上昇しているが、これも同様にグリースが一時的にコロ転動部に入り込んだことによるものと想定される。なお、円錐コロ軸受けはスキマ調整のために内輪間に調整用の間座を用いることがあるが、この試験において間座部でフレットング摩耗が発生して、グリースが汚損する事象を認めた。

4 台車試験装置による耐久試験

台車試験装置にて、東北新幹線の実軌道の変位による加振にて、速度 400km/h で 25 万 km の走行試験を行った。供試軸受は、ダイナミック試験に使用した軸受と同様な構造の 2 種類の軸受とした。試験の結果を Table.1 に示す。

表1 台車試験装置試験での軸受振動と軸受温度

走行距離(万 km)	1.6	7.2	7.9	9.4	16.3	24.7	
試1	振動 G	3.2	2.5	3.4	3.5	6.5	14.3
	温度°C	72	55	49	48	85	85
試2	振動 G	4.4	3.3	3.9	4.6	12.7	10.7
	温度°C	70	54	54	52	110	91

台車試験装置では軸箱振動は、3~4 G の間で推移し、軸受温度は初期の段階で 70°C に上昇したもののその後およそ 50°C で推移した。この試験で供した軸受は、間座ない構造で、前項で発生した間座でのフレットングが発生せず、グリースの汚れが非常に少ない良好な結果を得た。

試験後半に台車試験装置の軌条輪に波状摩耗が生成され、軸箱振動が異常に高くなり、ダイナミック試験と同様に軸受温度の上昇とグリース漏れが観察された。

5 まとめ

開発軸受の評価にあたり、実走行試験にて軸受負荷の測定を行い、その結果を元にダイナミック試験機と台車試験装置によって軸受の評価試験を行った。

- (1) 実走行試験では、軸受上下振動加速度は 360km/h で平均 5G であった。
- (2) ダイナミック試験および台車試験で開発軸受の温度は 50°C と低く、上昇温度では特に問題はなかった。
- (3) 異常振動では軸受温度の上昇やグリース漏れを引き起こした。
- (4) ダイナミック試験で間座部にてフレットング摩耗が発生して、グリースが汚損する事象を認めた。
- (5) 間座をなくした軸受については、良好な結果を得た。

6 おわりに

高速対応の軸受を開発にあたり、未知の速度域の開発のためダイナミック試験を行い、いくつかの課題を見出した。今後は、更に長期にわたる実負荷の耐久試験を行う予定にしている。

本研究に対し、ご協力いただいた軸受会社ならびに試験の推進にご協力いただいた関係各位に謝意を表します。