

リニアメトロ車輪踏面を用いた鉄道車両走行性能へのスラック量による影響の検討

○ [機] 足立 雅和 (交通研)

[機・電] 松本 陽 (交通研名誉研究員)

Study on Running Safety for Gauge Widening with Wheel for "Linear Metro"

○Masakazu Adachi, (National Traffic Safety and Environment Laboratory)

Akira Matsumoto, (Emeritus Researcher, NTSEL)

It is important to reduce lateral force between wheels and rails so that rolling stock runs safely and smoothly on curved tracks, and gauge widening has been set on curved tracks. In recent years, however, gauge widening has been reduced with considered about variable rolling stock structures. The reduced gauge widening may lead the decrease of running performance and safety, so it is very important to grasp how gauge widening affects running safety. In this study the authors analyzed how gauge widening affects running safety, in the case of arc wheel profile for "linear metro" and 50 kgN rail. According to the analysis the expanded gauge widening reduces the lateral force of the first-outside wheel on the curved track. Moreover, larger gauge widening can realize more rolling radius difference remarkably, and the rate of reduction of the lateral force is conspicuous. Consequently we have verified that it is very effective to get rolling radius difference so as to reduce the lateral force in curves.

キーワード：車輪/レール，スラック，曲線通過性能

Key Words: Wheel/rail contact, Gauge widening, Curving performance

1. はじめに

鉄道車両が曲線上を安全かつ円滑に走行するためには、車輪～レール間に発生するアタック角や横圧を低減する必要がある。このため、曲線上では車輪が円滑に走行できるようにスラックが付与されている。近年、スラックは台車構造の変化や軌道保守の観点から縮小される傾向にある¹⁾が、スラックの縮小は、曲線における操舵に必要な輪径差の減少につながることから、曲線通過性能の低下につながるとともに、すべりも増大する可能性があることから、波状摩耗等の異常摩耗を助長するおそれもある。従来より、鉄道車両の直線走行安定性と曲線走行性能を両立するために、新車輪踏面形状や独立回転車輪を使用した台車の開発が行われている^{2) 3)}が、在来構造の台車においても、スラックを拡大することにより、曲線通過性能等が向上できると考え、リニアメトロに用いられている現行車輪踏面と50kgN レールを対象として、スラック量が鉄道車両の走行性に与える影響についてシミュレーションにより検討した。

2. 車輪・レール間接触特性解析

2.1 接触特性解析条件

車輪とレールの接触幾何学計算から接触特性値を算出

し、その結果を用いて、車両運動シミュレーションを行った。車輪踏面形状は図1に示す、リニアメトロ踏面、レールは50kgN レールを対象とし、スラックを0～30mmの間で5mm毎に設定した。

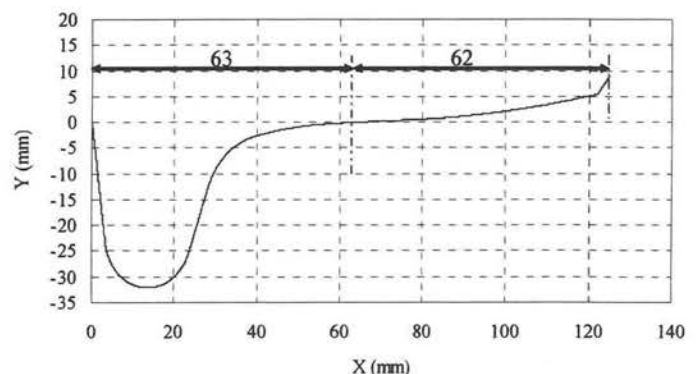


Fig. 1 Arc wheel profile for linear metro

2.2 接触特性解析結果

輪軸左右変位に対する左右車輪半径差の関係を示す。スラックが拡大するにつれて、フランジ遊間が広くなり、また、左右車輪の半径差が大きくなることがわかる。さらに、

図 2 において車輪半径差が急激に変化する点が車輪とレールのフランジ接触位置になるが、そのときのスラックと左右車輪半径差の関係を図 3 に示す。スラックを拡大することにより、フランジ接触時の左右車輪の輪径差は大きくなる。特に、スラックが 20mm 以上になると、顕著に輪径差が大きくなる傾向を示す。

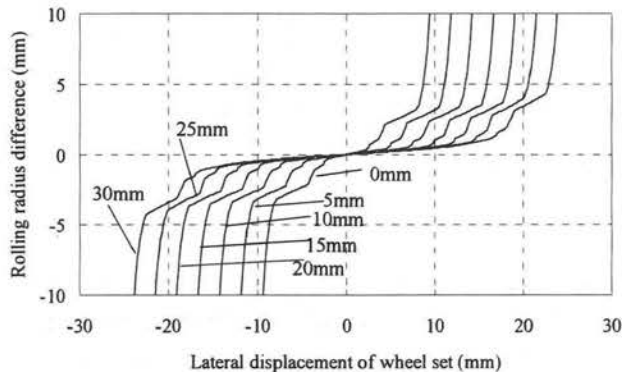


Fig. 2 Relation of rolling radius difference and lateral displacement of wheel set

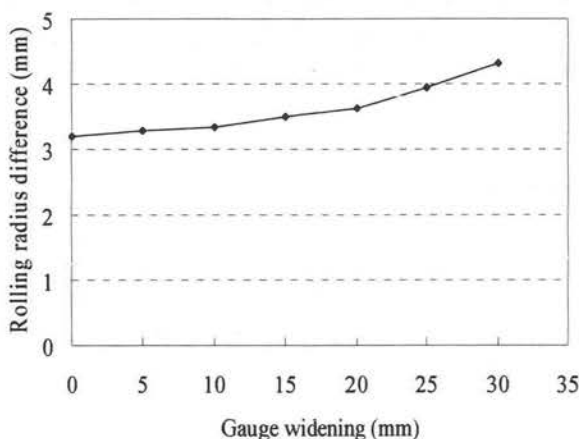


Fig. 3 Relation of gauge widening and rolling radius difference

3. 車両運動解析

3.1 車両運動解析条件

曲線走行シミュレーションにおいては、走行速度 30km/h、円曲線はカント 150mm、曲線半径 100~600m とし、円曲線に入って定常状態に達したときの先頭軸外軌側横圧を比較した。

3.2 車両運動解析結果

曲線走行解析結果より得られた先頭軸外軌側横圧を図 4 に示す。図では、スラックを 0mm~30mm の間で 10mm 毎に設定して解析を行った。図より、スラックが大きくなると、横圧が低下することが認められる。特に、スラックが 20mm 以上になると顕著である。これは、スラックの増加に伴う左右車輪径差の増加量が 20mm を超えると顕著

に大きくなる傾向と一致している。よって、曲線通過時の横圧を低減するためには、スラックの増加による内外軌間の輪径差獲得が有効であると考えられる。

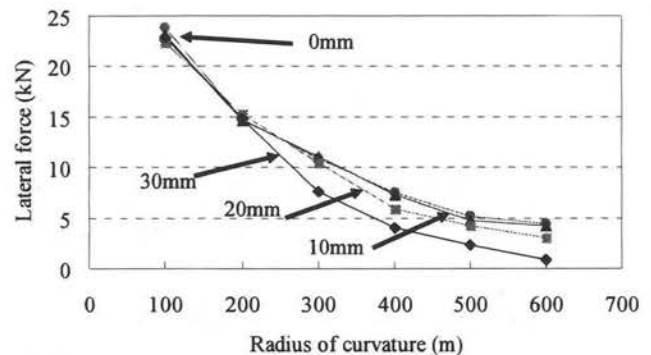


Fig. 4 Relation of lateral force and radius of curvature

4. 結論

本研究ではリニアメトロ円弧踏面と 50kgN レールの組み合わせを例に取り、スラック量の変化が走行安全性に及ぼす影響について検討を行った。

車輪とレールの接触特性解析結果から、スラックが増加するにつれて輪径差が増加する。一方で、曲線走行解析結果から、スラックの増加に伴い、横圧が低減した。よって、曲線通過時の横圧を低減するためには、スラックの増加による内外軌間の輪径差獲得が有効であることが示された。

しかしながら、すべりなく通過できる曲線半径の縮小や車輪横圧の低下量は、今回、解析例にとった踏面とレールとの組合せでは十分とは言えず、より効果的な車輪踏面やレール断面形状（レール頭頂面断面の非対称削正なども含む）との組合せにより、効果は増大するものと考えており、現在、その研究を進めている。

参考文献

- 1) "Manual for railway technical standards: Civil engineering field; 2nd edition", pp115~127, Research committee of technical standards of civil engineering issues, Ministry of land, infrastructure and transportation (2007) (in Japanese)
- 2) Matsumoto A., and et. al : Compatibility of curving performance and hunting stability of railway bogie, *Vehicle System Dynamics*, vol.33, supplement (1999), pp740-748
- 3) Matsumoto A., and et. al : Study on curving performance of railway bogies by using full-scale stand test, *Vehicle System Dynamics*, vol.44, supplement (2006), pp862-873