

## ②② スラック量が鉄道車両の走行性能に及ぼす影響に関する検討

交通システム研究領域

※足立 雅和

松本 陽 (名誉研究員)

### 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、車輪がレールを横方向に押す力である横圧を低減させる必要がある。このため、曲線部では車輪が円滑に走行するために軌間を拡大することが従来より行われており、拡大量をスラックと呼んでいる。スラックは、機関車などの固定軸距が長い車両が曲線を安全に走行できるようにするのがもともとの目的であったが、近年は台車構造が変化し、本来の目的が失われたことおよび軌道保守などの観点から、スラックが縮小される傾向にある<sup>1)</sup>。しかしながら、スラックを縮小することは、曲線における操舵に必要な「左右車輪間の回転半径差」を減少させるので、曲線通過性能の低下につながり、さらには、すべりの増大によりレール波状摩耗などの異常摩耗を誘発するおそれがあるが、この問題に関する検討は十分なされていない。

そこで、既存の車輪踏面を対象として、スラックの拡大が鉄道車両の走行性能に与える影響をシミュレーションにより検討し、スラックを縮小せず、むしろ拡大することにより、曲線通過性能等が向上し、曲線通過における諸問題を解決できる可能性を示す。

### 2. 車輪とレールの接触特性解析

#### 2. 1. 接触特性解析条件

車両運動解析するために、まず、車輪とレールの接触特性解析を行った。車輪とレールの接触幾何学計算には接触特性評価システム<sup>2)</sup>を用いて、輪軸左右変位に対する左右車輪径差などの接触特性値を算出した。本研究で用いた車輪踏面形状は図1に示すリニアメトロ用新円弧踏面であり、レールは50kgNレールを対象とした。

#### 2. 2. 接触特性解析結果

輪軸左右変位に対する左右車輪径差の関係を図2に示す。スラックが拡大するにつれて、左右車輪の移

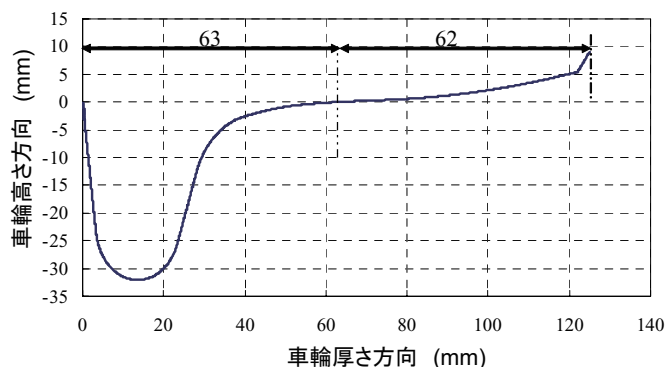


図1 リニアメトロ用新円弧踏面

動範囲が増えて、獲得できる輪径差が大きくなることが認められる。さらに、図2において、車輪半径差が急激に変化する位置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。これにより、縦方向のすべりを生じずに通過できる最小曲線半径(純粋転がり半径)は小さくなり、急曲線を通過しやすくなる。図4に、スラック量と純粋転がり半径の関係を示す。図では、どの程度の急曲線まで縦方向のすべりを生じずに曲線通過できるかを示しており、スラックを拡大することにより、急曲線まですべりを生じないで通過できることがわかる。例えば、



図2 輪軸左右変位と左右車輪半径差の関係

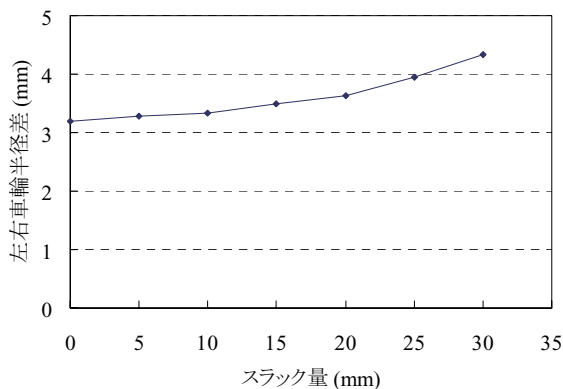


図3 スラック量と左右車輪半径差の関係

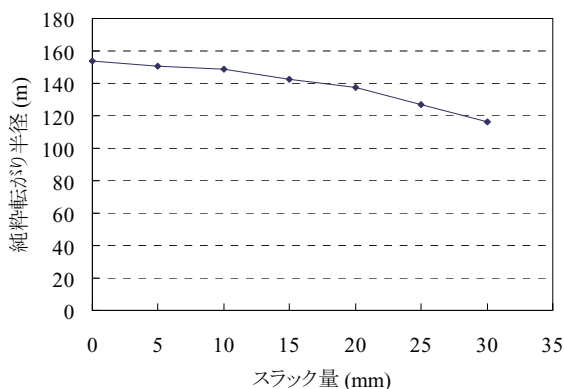


図4 スラック量と純粋転がり半径の関係

スラックが0mmのときの曲線半径150m以下に対して、スラックを30mmに拡大すると曲線半径120m程度まですべりを生じないで曲線走行できるようになり、都市鉄道における多くの急曲線に対して波状摩耗防止などに有効であるといえる。

### 3. 車両運動解析

#### 3. 1. 車両運動解析条件

車輪とレールの特性解析結果を用いて、鉄道車両の曲線走行解析を行った。曲線通過時の最も重要なパラメータである、円曲線中における先頭軸外軌側横圧を、1車両モデルを用いたシミュレーションにより求めた(走行速度:70km/h、円曲線でのカント:150mm、曲線半径:200~400m)。

#### 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と曲線半径の関係を図5に示す。スラックは0~30mmの間で10mm毎に変化させて解析を行った。図より、スラックが大きくなると、横圧が顕著に低下することが認められる。これにより、曲線通過時の横

圧を低減させるためには、スラックを増加させて、内外軌間の輪径差を獲得することが有効であると考えられる。

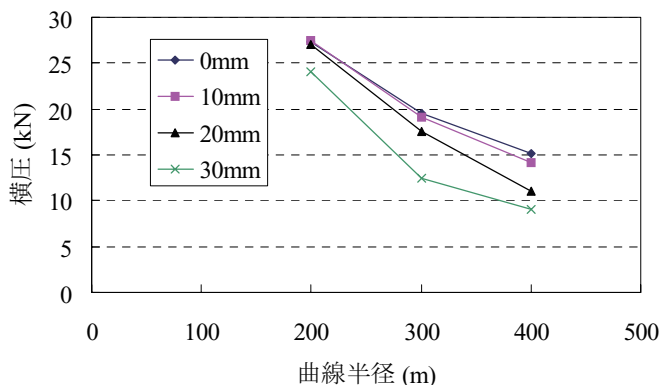


図5 曲線半径と横圧の関係

### 4. まとめ

スラック量が鉄道車両の走行性に与える影響について、既存のリニアメトロの車輪踏面と50kgNレールの組み合わせを用いて、シミュレーションにより検討した。その結果、スラックを拡大することにより、急曲線通過時における車輪・レール間の横圧を低下させて安全性を向上させ、車輪・レール間のすべりをなくしてレール波状摩耗発生を防止し保守性を向上することができる可能性があることを示した。

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、スラック拡大の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。また、スラックを拡大することにより生じるマイナス面の有無と対策についても、今後、検討を進めていきたい。

### 5. 参考文献

- 1) 「解説・鉄道に関する技術基準(土木編)第2版」, 土木関係技術基準調査研究会(国土交通省監修)(2007), pp115-127
- 2) Adachi, M., and et. al : *RTRI Report*, Vol.20, No.6, pp17~22, 2006.6