

東海道新幹線におけるスラックの必要性に関する研究

東海旅客鉄道株式会社 正会員 ○倉 源太
 東海旅客鉄道株式会社 正会員 君島 康太
 東海旅客鉄道株式会社 正会員 安藤 秀伸
 東海旅客鉄道株式会社 正会員 小林 幹人

1. 目的

東海道新幹線の東京駅～新横浜駅間の急曲線区間において、レール摩耗を抑制する目的でスラックが敷設されている。スラック敷設箇所では軌間管理を行う際は、新幹線電気軌道総合試験車（以下、マヤ車）や軌間ゲージでの測定値からその都度スラックを差し引き、軌間狂い量を算出する必要があるが、測定値から整備基準値以内か否かを直接判断することができない。本研究では合理的な軌間狂い管理を追求するため、スラックの必要性に関する検討を行った。

2. スラックの必要性に関する検討

スラックの必要性を検討するに当たり、「解説・鉄道に関する技術基準」¹⁾に示されている算出式を用い、曲線半径別のスラック上限値・下限値を算出した(図-1)。図-1に示すスラック下限値を見ると、スラックはマイナスとなっており、実務上考慮する必要がないことが分かる。また、スラック上限値は曲線半径400mで1mmであることから、曲線半径400m以上の本線において、スラックは実質不要であるといえる。

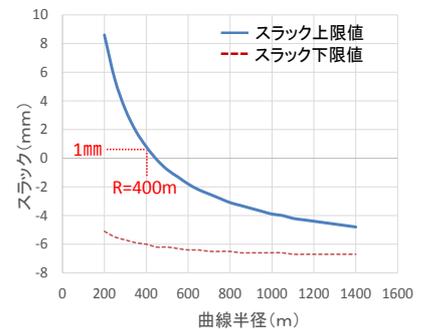


図-1 曲線半径別スラック上限値・下限値

(1) スラック撤去に伴うレール摩耗への影響の理論検討

スラックがレール摩耗対策のために敷設されていたことから、スラック撤去により、レール摩耗の増加が懸念されたため、レール摩耗進みに影響を与える要素について Archard 摩耗則の式²⁾を参考に検討を行った。その結果、列車横圧、アタック角、左右車輪半径差（以下、輪径差）が、レール摩耗進み量へ影響を与えることが分かった。これらの要素について、スラックの有無による車両の挙動を考慮し検討を行った。なお、検討条件は、前輪は外軌側でフランジが接触している状態、後輪は中立位置とし、スラック撤去量は5mmとした。

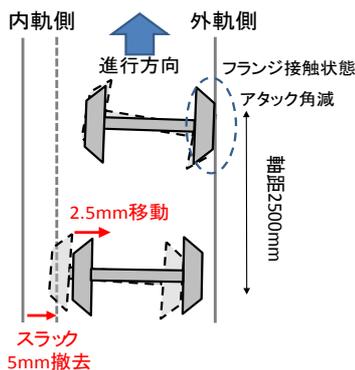


図-2 アタック角への影響

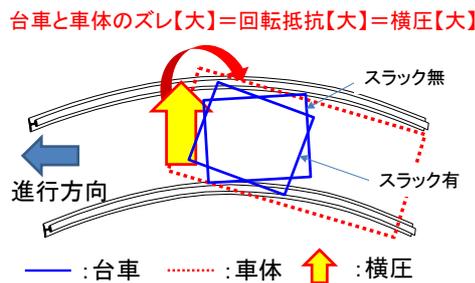


図-3 台車と車体間の回転抵抗(横圧)への影響

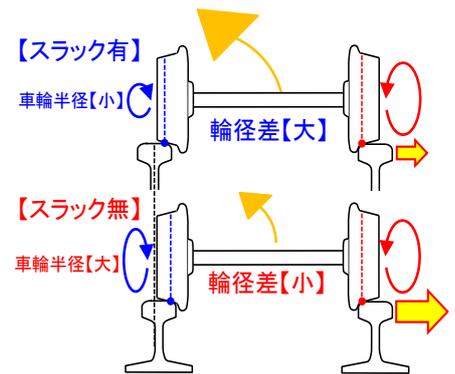


図-4 輪径差への影響

①アタック角

台車単位では、スラックを撤去することで後軸が2.5mm外軌側へ移動するため、アタック角は約0° 3' 減少する。これに伴い、摩耗は減少する結果となる。

キーワード スラック, 横圧, 脱線係数, 摩耗, アタック角, 輪径差,

連絡先 〒108-0023 東京都港区芝浦 4-3-33 JR 東海 新幹線鉄道事業本部 東京保線所 TEL:03-5427-2234

②台車と車体間に発生する回転抵抗(列車横圧)

スラック撤去に伴いアタック角が減少することで、台車と車体の向きのズレが大きくなることから、台車と車体間に発生する回転抵抗が増加し、列車横圧が増加する。これに伴い、摩耗は増加する結果となる。

③輪径差

スラック撤去に伴い、輪径差が減少する。輪径差が減少することで、輪軸の旋回性能が低下し、台車が回りにくくなるため、フランジが外軌レールに押し当てられる。そのため横圧が増加し、摩耗が増加する結果となる。

実現象では上記の要素が組み合わされることから、摩耗が増加するのか、減少するのか、一概に判断ができなかった。そこで、在来線で行われた過去の研究^{1)3)~6)}を調べたところ、横圧は増加するものの、横圧増加分以上に、アタック角の影響が大きく、僅かではあるがレール摩耗が減少することが示されていた。このことからスラックを撤去しても摩耗への悪影響はないと判断し、新幹線の実軌道でスラックを撤去し、検証を行った。

(2) スラック撤去前後の横圧及び脱線係数の比較

スラック撤去前後における列車横圧の比較結果を図-5、図-6に示す。スラック撤去により軌間が縮小した箇所において、横圧に大きな変化は見られなかった(図-5)。また、スラックを撤去した6つの曲線で横圧の増減を比較すると、全ての曲線において横圧が増加する傾向となったが、実際の横圧増加は平均2.3kNであり、検討結果や過去の研究と同様、僅かな値であった(図-6)。また、スラック撤去に伴い横圧増加が確認されたため、脱線係数の増減を比較した。スラックを撤去した6つの曲線で脱線係数の増減を比較すると、脱線係数の増加は平均0.03と僅かであり、走行安全性に問題は見られなかった。

(5) スラック撤去前後のレール摩耗の比較

スラック撤去前後におけるレール摩耗の比較結果を図-7、8に示す。レール摩耗量に増加はみられず、検討結果や過去の研究と同様、僅かに摩耗が減少する結果となった。

以上の結果から、新幹線の本線においてはスラックが不要であり、レール摩耗の面からもスラック撤去に問題がないことを確認することができた。

3. まとめ

スラックの必要性について理論検討及び実測データによる検証を行い、東海道新幹線の本線ではスラックが不要であることを明らかにした。また、レール摩耗量の減少を確認できたことから、今後レール更換周期の延伸にも繋がると考えられる。

<参考文献>

- 1)土木関係技術基準調査会(国土交通省監修):解説・鉄道に関する技術基準(土木編)第2版,PP121-133,2007
- 2)金 鷹、名村 明、石田 誠:レール頭部の摩耗形状予測手法、鉄道総研報告、23-2、PP6-8、2009
- 3)石田 誠:車輪/レール接触問題の最前線、特集:鉄道固有現象を解明する、PP2-5、2008
- 4)足立 雅和、松本 陽: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、交通安全環境研究所報告、(22)、PP155-156、2008
- 5)松浦 章夫、内田 忠之、福田 拓也:急曲線における内軌レールの波状摩耗発生メカニズムに関する研究、土木学会論文集、I-69、PP125-135、2004
- 6)森山 淳、谷藤 克也:スラック撤去が二軸ボギー車の曲線通過に及ぼす運動学的影響、日本機械学会論文集、66-652、PP91-98

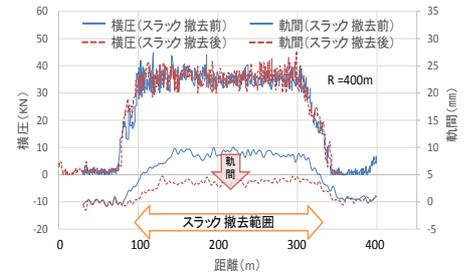


図-5 スラック撤去前後の横圧比較

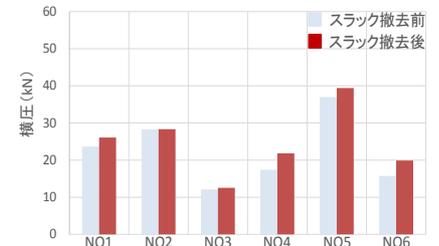


図-6 スラック撤去前後の横圧平均値比較

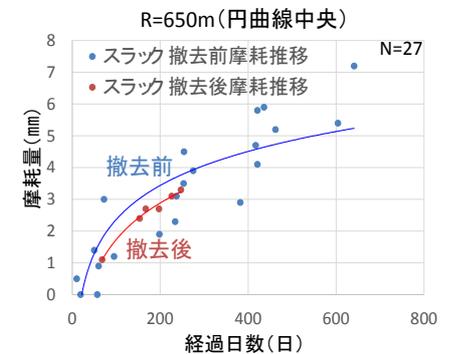


図-7 スラック撤去前後のレール摩耗比較

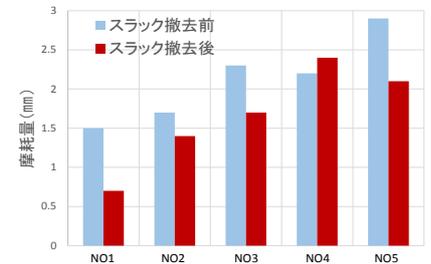


図-8 スラック撤去前後のレール摩耗比較 (5つの曲線における円曲線中央部摩耗)