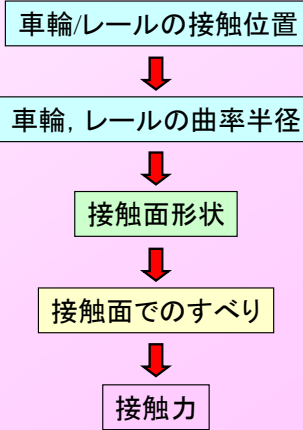
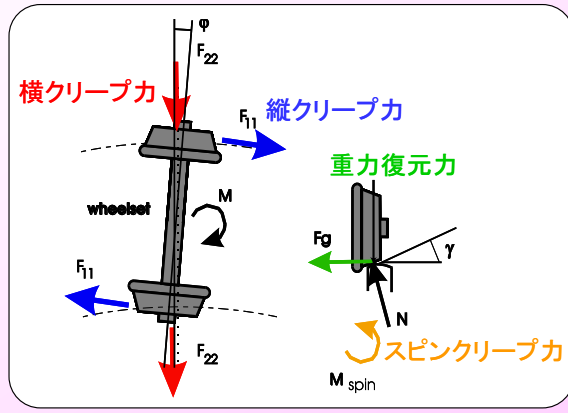


車輪・レール間の接触幾何 Wheel/Rail Contact Mechanics

車輪・レールの接触とダイナミクス

車輪・レール間に働く接触力及び車輪/レールの接触幾何は、ダイナミクスを考える上で重要

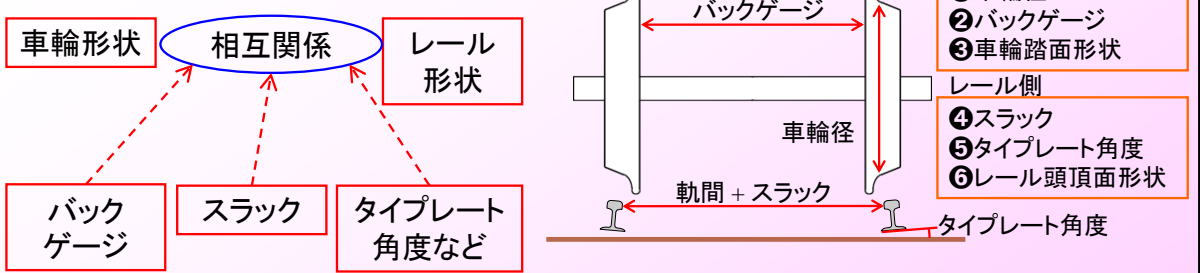
- 縦クリープ力
- 横クリープ力
- スピンドルクリープ力
- 重力復元力



接触幾何の実計測は容易ではない → 技術開発などが必要

接触幾何を構成するパラメーター一覧

接触幾何を構成するパラメーター



接触幾何を考えるうえで重要なパラメーター
・摩耗などの経年変化

相互直通サービスの拡大により、異なる踏面形状を持つ車輪が同じレール上を走行

車輪踏面とレール頭頂面の形状の同時最適化が求められている

車輪踏面形状

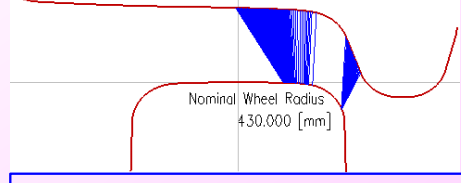
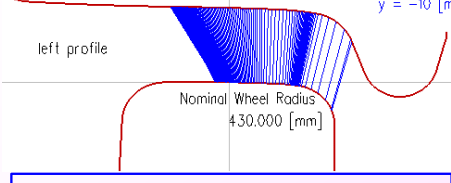
レール頭頂面形状

車輪踏面とレール頭頂面が接触幾何へ与える影響

接触状態

良いと考えられる一例

悪いと考えられる一例

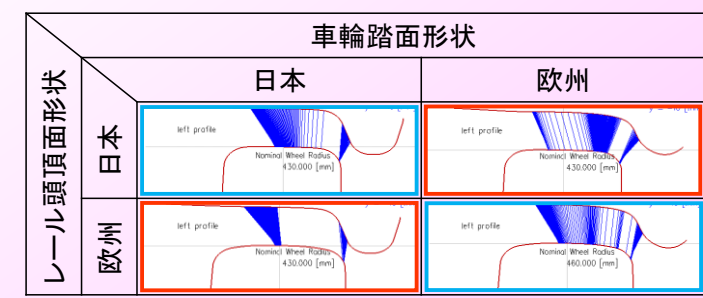


レール頭頂面中央を中心にむらなく接触

レール頭頂面中央以外で接触局所的に接触

接触状態

日本と欧州の代表的な車輪とレールをお互いに組み合わせる



実在する組合せ

実在しない組合せ

日本及び欧州いずれにおいても、現存の組み合わせは、接触状態において良好

最適化に向けたパラメーターの確認と今後の取り組み

車輪踏面とレール頭頂面が接触幾何へ与える影響の調査を通して、以下を確認した

- 日本と欧州の車輪・レールの組み合わせでは、車輪幅・レール幅の違いによる相対変位により、接触位置が設計中心から移動し、接触状態が悪化
- 接触幾何の検討では、車輪・レール形状、バックゲージ、タイプレート角度に加え、車輪・レール幅による影響を考慮することが必要

接触幾何を構成するパラメーター変更が接触幾何へ与える影響の体系化の一環として、新幹線をはじめとする高速鉄道を対象とした検証を実施した

今後は、接触幾何特性の最適化に向けた指針等の提示を行い、車輪踏面とレール頭頂面形状の同時最適化を目指す

共同研究: 日立製作所

接触位置取得の試みに用いた要素技術

感圧紙を用いて、定常円曲線内の台車前輪軸の接触幾何を計測(千葉実験所試験線)



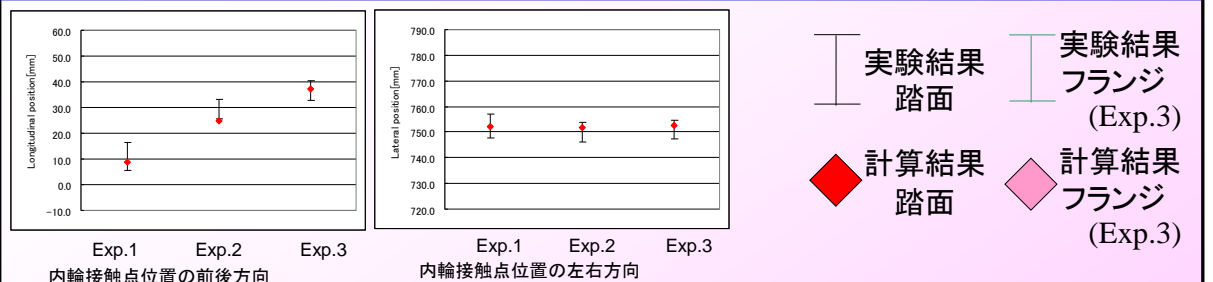
計測地点



諸元	
台車形式	ミンデン式
全長	4,040mm
幅	2,600mm
高さ	930mm
重量	4,950kg
軸距	2,100mm
車輪径	762mm
車体支持方式	スイングハンガー式
軸箱支持方式	水平板ばね軸箱支持
ブレーキ方式	両抱き方式
製造年	昭和41年



実験と計算の結果比較とまとめ



急曲線でのフランジ接触時を含めた実際の車輪/レールの接触位置と数値解析とを厳密に突き合わせた例はほとんどない

- 3次元2点接触幾何解析の計算結果と実験の結果がよく一致しているのを確認
- ヨー角が発生し、フランジ接触する場合、踏面接触点の前後位置とフランジ接触点の前後位置が大きくずれることを確認

共同研究: 鉄道総合技術研究所, 東京理科大学 杉山研究室

FBGセンサを用いた接触位置の取得

FBG (Fiber Bragg Grating Sensor)

- 1本の光ファイバ上に多くのセンサ部を設けられ、構造や設備の応力状態を把握可能
- 周波数多重化法を用い1ミリ以下の間隔で連続的に歪み値を検出
- 構造モニタリングで使用実績あり
- 歪み分布を取得可能
- 接触状態を取得できる可能性が高い



FBGセンサを用いた手法の検証のため、レール内にFBGを埋め込み、基礎試験を実施

- X方向(レール長手方向)においてスキャンを行い、車輪の転がりに対応
- Y方向(枕木方向)はFBGセンサ上において枕木方向のひずみ分布を取得
- Z方向(深さ方向)は複数のFBGセンサを設置

実スケール車輪・レールを用いた基礎実験

車輪・レール接触往復ユニットを用いて、実スケール車輪/レールを用いた基礎実験を実施

実験条件

- 輪重変化: 0, 30, 40, 50, 40, 30, 0 kN
- 枕木方向の位置: 異なる3箇所
- アタック角: 0度, 2度
- 長手方向スキャン: 輪重40 kNにおいて長手方向の30 mmの範囲に、2 mm毎に計測。枕木方向位置は固定

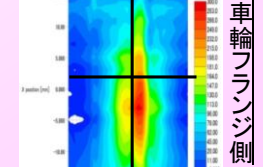
- FBGの測定データと参考用感圧紙の計測位置を照合し、位置関係は問題ないことを確認
- FBGとFEM解析の結果が、荷重違いと測定歪み分布でほぼ正比例になることを確認

車輪・レールの接触状態モニタリング手法として発展する予定

共同研究: 鉄道総合技術研究所



車輪・レール接触往復運動ユニット(鉄道総研)



実験結果(スキャンテスト, ケースC)

