

鉄道の走行音データを活用した軌道の 予防保全技術とその可能性について

交通システム研究部 上席研究員 緒方 正剛

講演内容

- 1.研究の背景
- 2.走行音データを用いたレールの波状摩耗の検出
- 3.急曲線におけるレール摩耗検出の可能性
- 4.まとめ

講演内容

1. 研究の背景

2. 走行音データを用いたレールの波状摩耗の検出
3. 急曲線におけるレール摩耗検出の可能性
4. まとめ

研究の背景

現状

地方鉄道はどこも厳しい経営環境であり、軌道のメンテナンスは目視による状態監視が主である



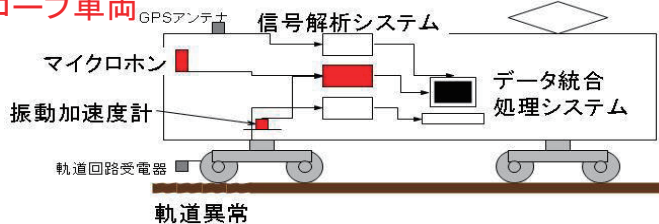
このままでは軌道の十分なメンテナンスができず安全が脅かされる恐れ



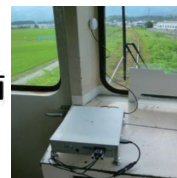
軌道変位大、道床不良の例

提案

プローブ車両



営業車両



営業列車にセンサを設置し、測定頻度を高める



軌道状態の劣化を早期に発見し、予防保全に役立てる

講演内容

1. 研究の背景
2. 走行音データを用いたレールの波状摩耗の検出
3. 急曲線におけるレール摩耗検出の可能性
4. まとめ

波状摩耗の発生例



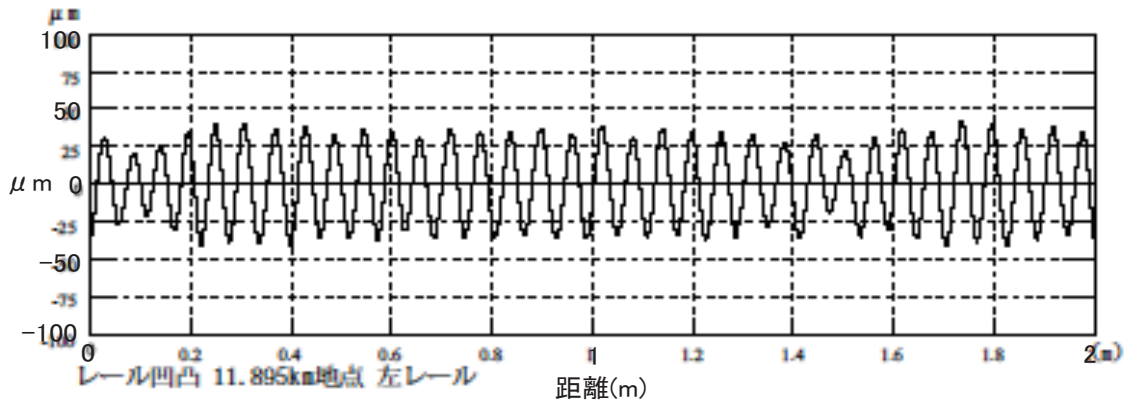
波状摩耗は、レール踏面に60～100mm程度の間隔で摩耗が発生する状況



波状摩耗が発生するとレールの折損の可能性が高まるばかりか、騒音や振動が大きくなり、沿線環境の悪化を招く

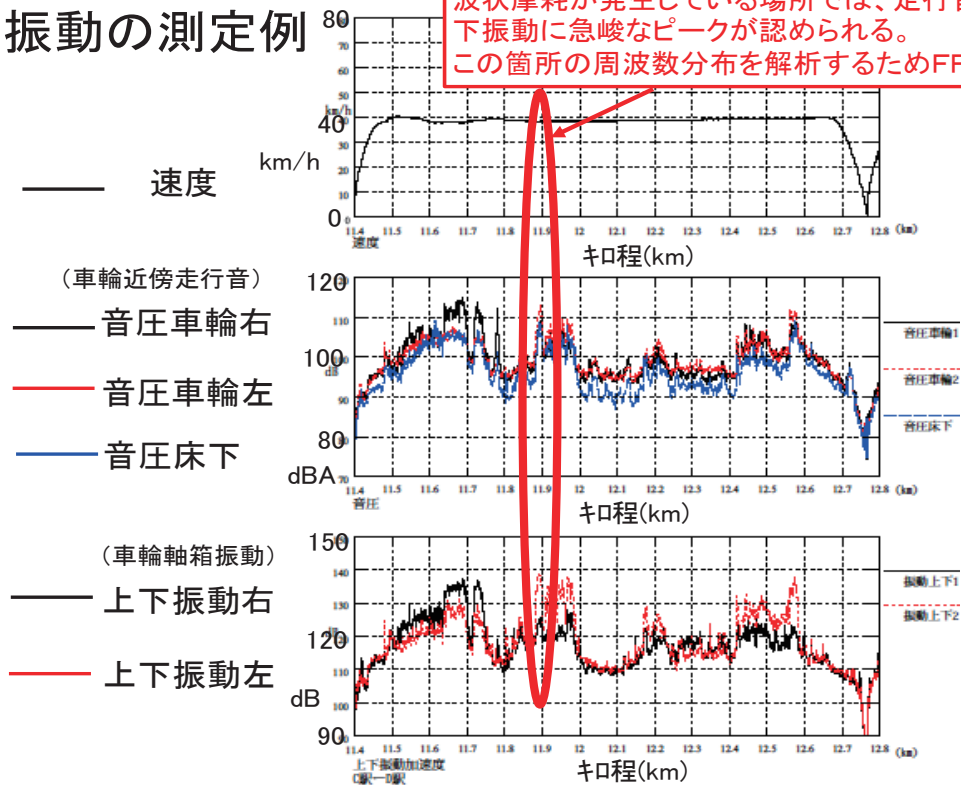
レール頭頂面の形状(波状摩耗の測定例)

波長約59mm、深さ50~80 μm



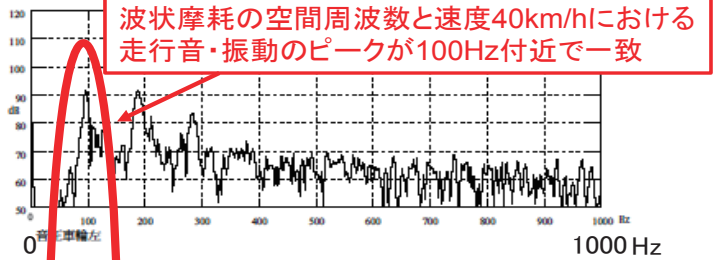
走行音・振動の測定例

波状摩耗が発生している場所では、走行音及び上下振動に急峻なピークが認められる。
この箇所の周波数分布を解析するためFFTを実施

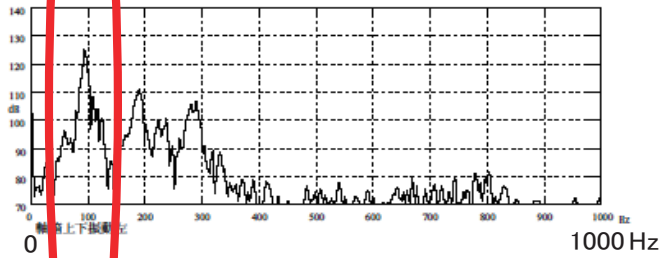


FFT解析結果

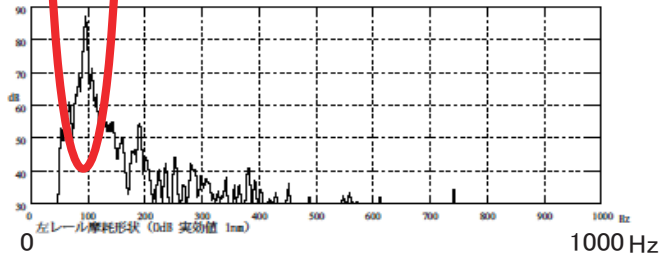
車輪近傍走行音左



軸箱上下振動左

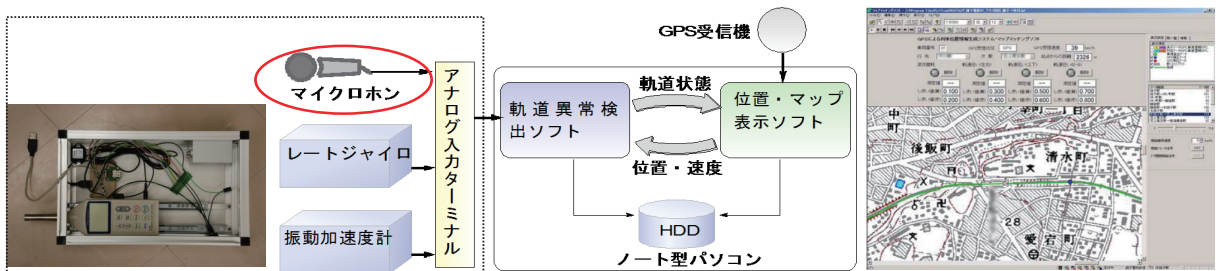


左レール摩耗形状

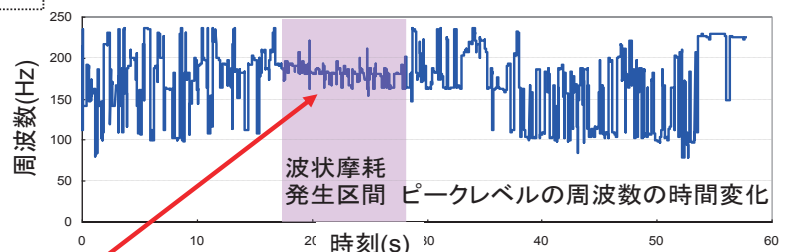


車輪近傍走行音のピーク周波数を特定することにより、レール波状摩耗の検出が可能

走行音データを用いたレール波状摩耗の検出



波状摩耗



ピークレベルの周波数が波状摩耗に対応した周波数において狭帯域化

これまでのプローブ車両では、車内走行音のピークレベルの周波数が狭帯域になることを検出することでレール波状摩耗の検出が可能

講演内容

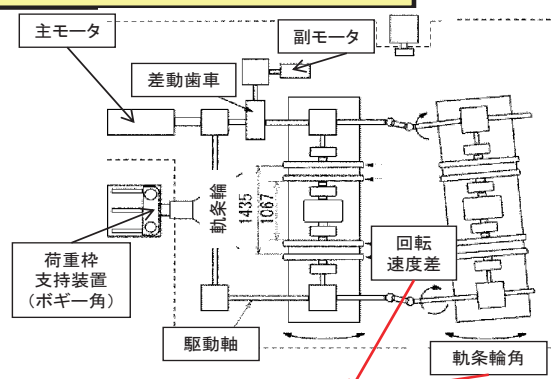
1. 研究の背景
2. 走行音データを用いたレールの波状摩耗の検出
3. 急曲線におけるレール摩耗検出の可能性
4. まとめ

走行音データによるレール摩耗検出の可能性

台上試験により、レール・車輪摩耗と車輪近傍走行音の発生状況を調査



銀座線1000系車両用SC101形台車



軌条輪角と内外軌の回転速度差により
曲線走行を模擬(R110m~800m)

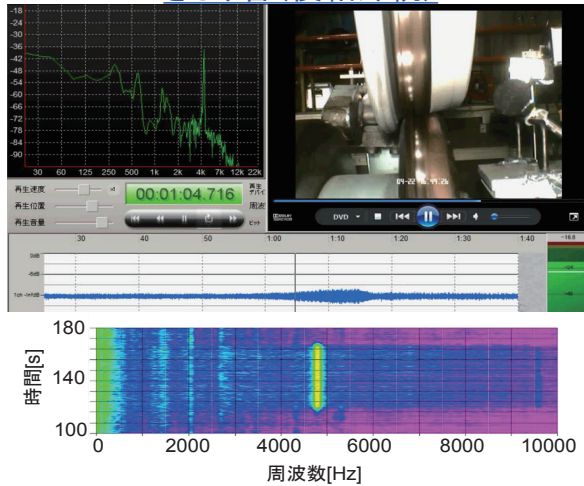
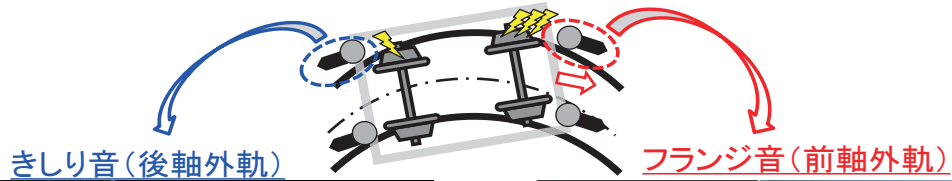


1. 操舵台車...操舵リンク
2. 通常台車...モノリンク

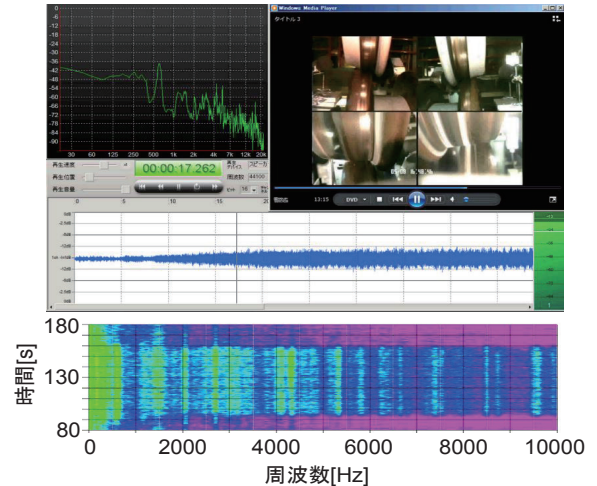
試験条件	
台車条件	1. 片軸操舵台車 2. 通常台車
・車輪踏面 ・レール形状	・銀座・丸ノ内円弧踏面 ・50kgN型レール
走行速度	20km/h(=5.6m/s)
潤滑条件	1. 無潤滑 2. 各種グリス塗布条件

急曲線における車輪近傍走行音の種類

特徴のある走行音として、**きしり音**と**フランジ音**を特定



特定の周波数で騒音レベル上昇



複数の周波数で騒音レベル上昇

車輪近傍音 発生音一覧

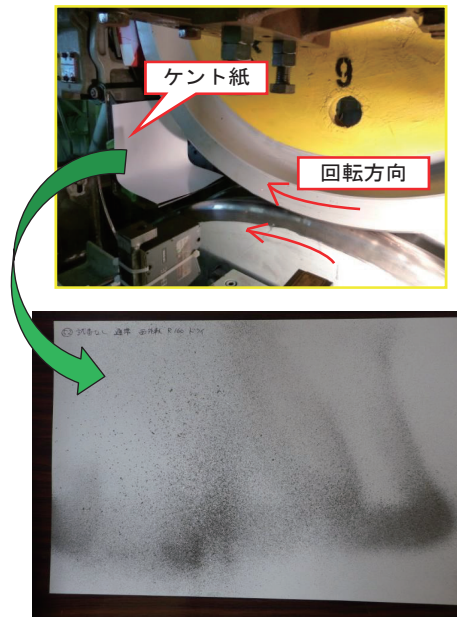
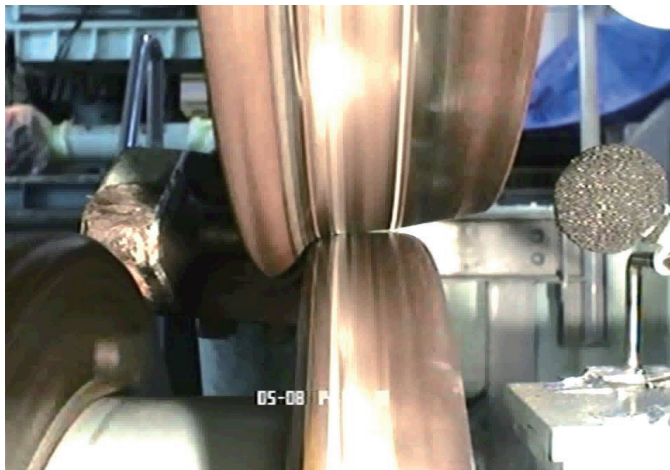
○:騒音無, ×:騒音有

曲線半径	通常台車	前軸操舵	後軸操舵
R300m	○ (7.0mrad)	○	○
R200m	× : フランジ音 (10.5mrad) ⇒前軸外軌	○	○
R180m	× : フランジ音 (11.5mrad) ⇒前軸外軌	○	○
R160m	× : フランジ音 (13.2mrad) ⇒前軸外軌	○	○
R130m	× : フランジ音 (16.3mrad) ⇒前軸外軌 × : きしり音 ⇒後軸外軌 [4290Hz]	○	○
R110m		× : きしり音 (6.5mrad) ⇒後軸外軌 [4790Hz]	○

※ アタック角を()内に、きしり音の周波数を[]内に示す。

摩耗の測定方法

摩耗粉飛散状況



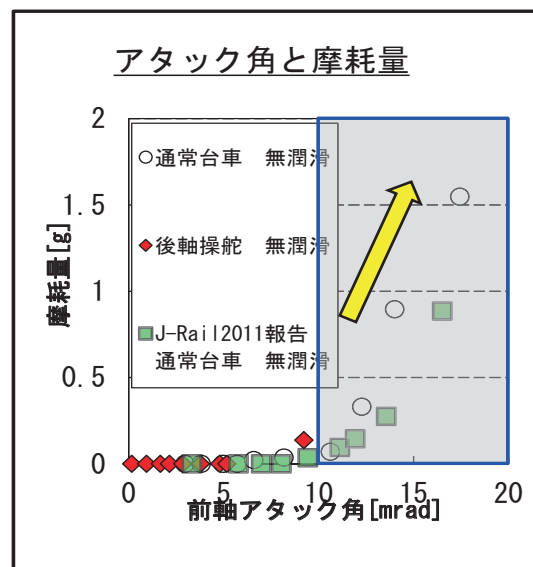
走行中の摩耗粉をケント紙により採取⇒摩耗粉の質量[g]を評価

台上試験による調査結果

1. 急曲線部等アタック角が大きくなる箇所では、きしり音またはフランジ音が発生
2. 急曲線部等アタック角が大きくなる箇所では、摩耗量が急激に増加

きしり音等の発生箇所では、レール摩耗が早く進行することが想定される

プローブ車両に応用



走行音データ活用のためのプローブシステム改良

きしり音等の走行音データを活用した、レール摩耗や潤滑等の予防保全の実現を目指し、これまでの波状摩耗検出機能に加え、きしり音の周波数領域を記録できるよう、広帯域化改造を行った

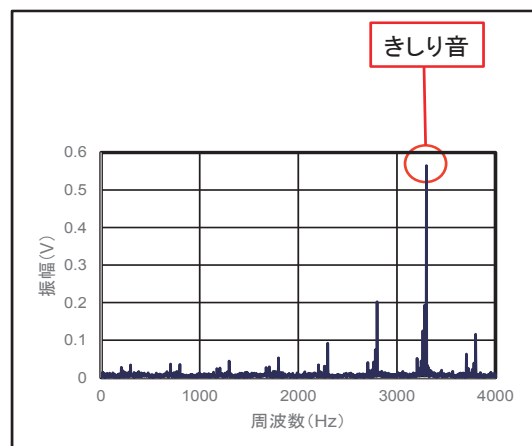


可搬型プローブの広帯域化改造

プローブシステム改良後の検証データの例



広帯域化改造により、きしり音の測定を実施し、データが採取できることを確認した

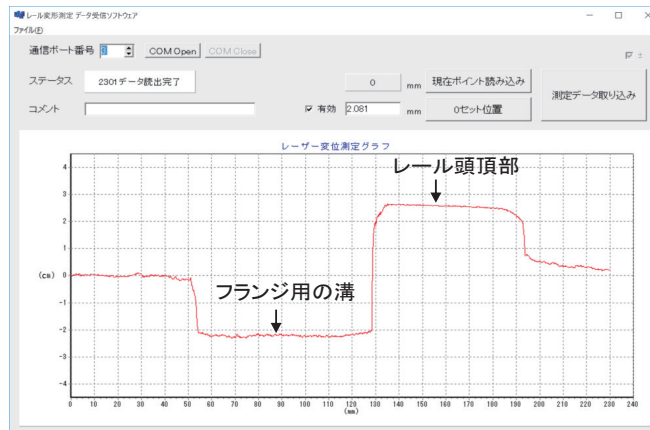


レール摩耗形状測定装置の検討・製作

レールの摩耗状況によっては安全性が低下する恐れがあるため
摩耗形状を測定

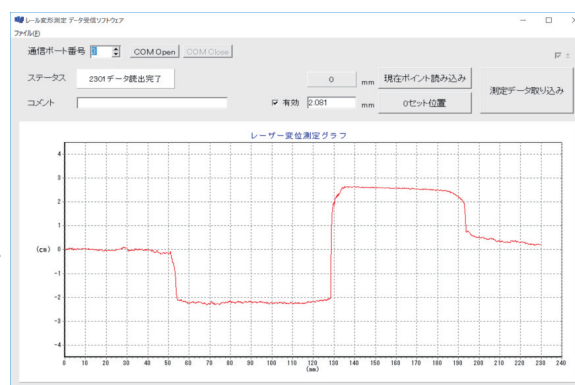
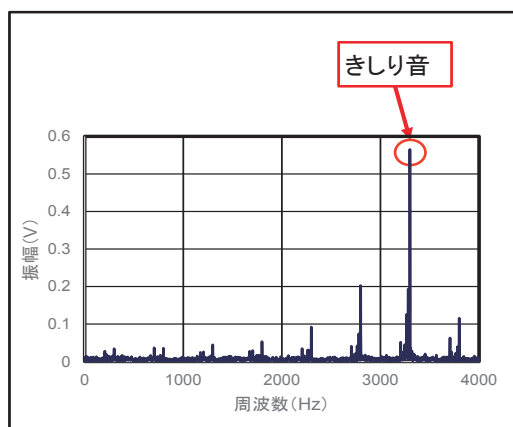


レーザセンサを用いた簡易な
2次元形状測定装置を製作



レール頭頂面形状の測定例

きしり音の発生とレール摩耗箇所の特典



きしり音を観察することにより、摩耗が発生しやすい
場所を特定し、その場所でレールの断面形状の変化
を監視する

<きしり音の潤滑管理への適用について>

一般には、塗油装置などを用いて、車輪とレールとの間のクリープ力を減少させて、きしり音の発生を低減させることができる



しかし、塗油装置などの摩擦係数調整手段が故障した場合や調整不良の場合には、十分な潤滑がされず、きしり音が発生または増大することがある



きしり音の変化を捉えることにより、摩耗防止のために効果的な潤滑場所の検討や潤滑の調整等、保守に活用できる

<今後の取り組み>

1. 走行音データの蓄積と解析
2. レール摩耗形状のデータ蓄積と解析
3. 摩耗進展等と走行音データの関係の検証



走行音データに基づき、摩耗進展箇所を特定し、レールの断面形状測定等の詳細調査箇所を絞り込み



効率の良い予防保全へ

講演内容

1. 研究の背景
2. 走行音データを用いたレールの波状摩耗の検出
3. 急曲線におけるレール摩耗検出の可能性
4. まとめ

まとめ

1. 営業列車に簡単なセンサを設置し、測定頻度を高めることにより軌道状態の劣化を早期に把握し、地方鉄道の予防保全に役立てるプローブ車両の研究を進めてきた
2. これまでのプローブ車両では、走行音データを活用したレール波状摩耗の検出が可能
3. 台上試験で得られたきしり音と摩耗に関する知見より、走行音データを活用した、レール摩耗や潤滑等の予防保全を目指し、プローブ車両の広帯域化改造を行い、測定機能の検証を実施

今後、走行音データを活用した予防保全技術を確立し、地方鉄道の安全性確保に貢献したい