

転換・隙間調整装置の開発と保守省力化 を目的とした分岐器ポイントの提案

軌道技術研究部 軌道構造研究室
主任研究員 玉川 新悟

背景と目的

【背景】

- ◆ 転てつ棒や控え棒位置でバラストのつき固めが不十分
⇒ 軌道の弱点箇所
- ◆ 分岐器の検査や隙間調整、転換不能に伴う線路内作業
⇒ 多大な労力

【先行研究の成果(2020年月例発表会)】

- ◆ トングレールの位置や転換力を常時モニタリング可能な転換装置を開発
⇒ 高温時の動作不具合等、改良が必要
⇒ トングレールの全長にわたる隙間の調整は不可

【目的】

トングレールの多点制御に対応した装置を開発し、隙間の検査・調整作業の省力化、軌道弱点箇所の解消、転換不能の事前検知を実現する分岐器ポイントのコンセプトモデルを提案

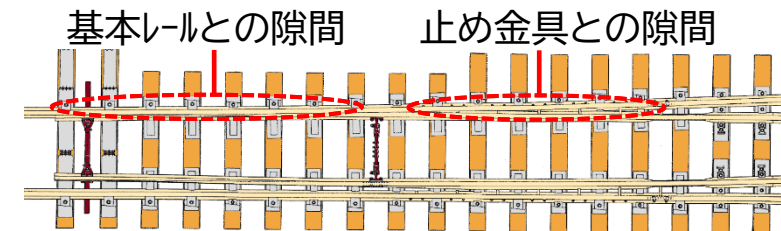
現行のポイント(電気転てつ機)



転換装置(以前に製作)



隙間の検査範囲



1. 提案する分岐器ポイントの概要
2. 転換装置の改良
3. 隙間調整装置の開発
4. 性能確認試験
5. まとめと成果の活用

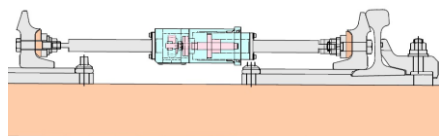
1. 提案する分岐器ポイントの概要
2. 転換装置の改良
3. 隙間調整装置の開発
4. 性能確認試験
5. まとめと成果の活用

提案する分岐器ポイント

保守省力化した分岐器ポイント

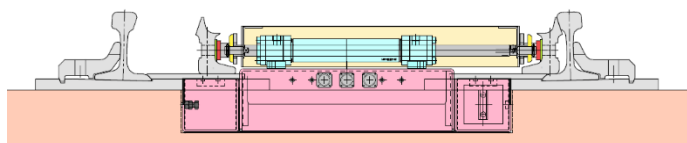
転換装置で転換・鎖錠し，隙間調整装置でレールの隙間を自動調整

隙間調整装置：複数台



- ・レール間で伸縮
- ・隙間調整
- ・隙間のモニタリング

転換装置：1台



- ・トングレールの転換と鎖錠
- ・転換力のモニタリング
- ・レール位置のモニタリング

現状

提案

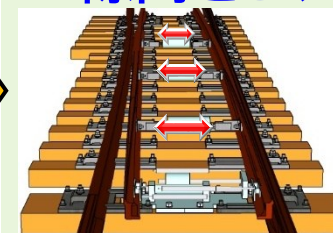
隙間の検査・調整作業の省力化

現場立入、作業員が必要

隙間検査・調整作業



隙間をモニタリング，自動調整



現場立入が不要
作業員不要

軌道弱点箇所解消

転てつ棒・控え棒位置で
つき固め不可



転てつ棒

つき固め可、弱点箇所解消



まくらぎの前後
でつき固め可能

転換不能等の事前検知

電流等から転換力を推定



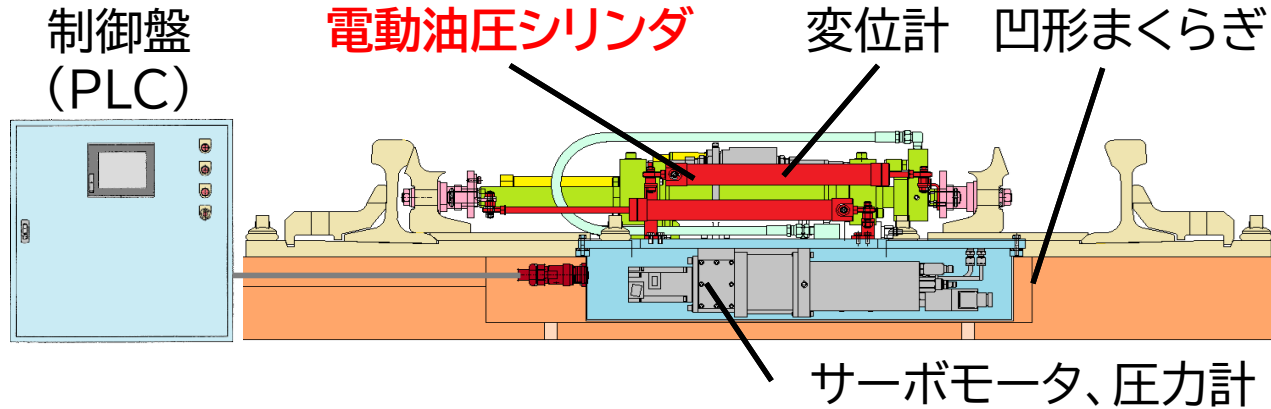
電流・電圧
を出力

転換力を直接測定、
異常を事前に検知

1. 開発する分岐器ポイントの概要
- 2. 転換装置の改良**
3. 隙間調整装置の開発
4. 性能確認試験
5. まとめと成果の活用

転換装置の概要

転換装置(先行研究で開発)



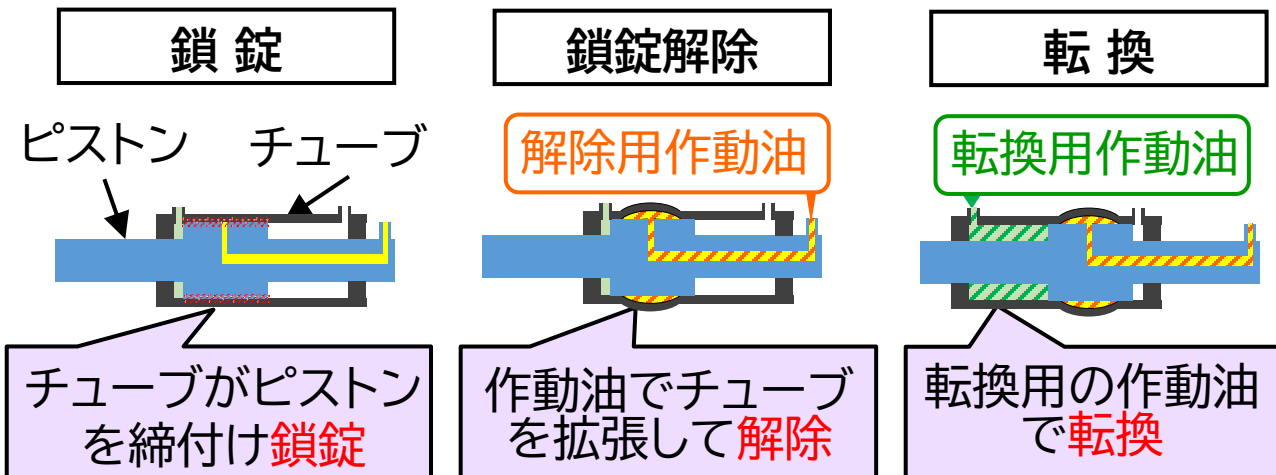
特徴

- ◆ トングレール位置と転換圧力をモニタリング
⇒ 異物介在、転換不能の検知
- ◆ 凹形合成まくらぎ上に設置
⇒ 転てつ棒撤去、まくらぎ前後のつき固め可

性能確認

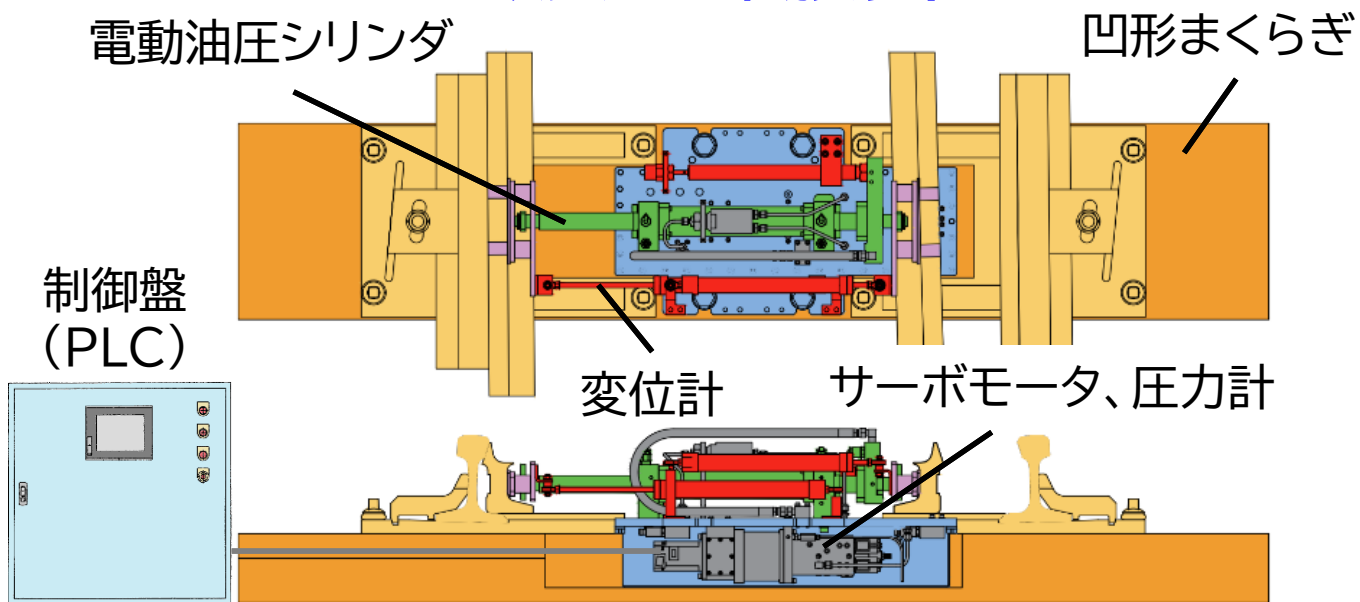
項目	設計値	試験結果
転換力	6kN以上	○(8.9kN)
保持力	15kN	○(15kN)
防水性	内部浸水なし	○(浸水なし)
	転換可能	○(転換可能)
使用可能温度	-20℃~60℃	○(-20℃) ×(60℃)
連続転換挙動 長期の防水性	20万回以上	21万回完了、ただし ×(転換時間増加)
車両走行時の挙動	レール保持	○(レール保持)

電動油圧シリンダの機構(転換・鎖錠)

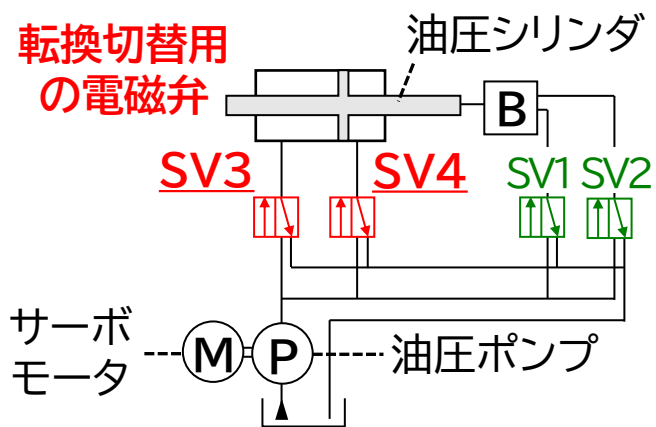


転換装置の改良

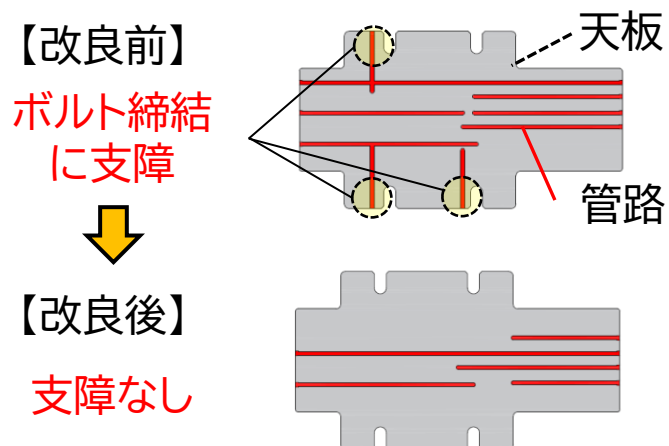
改良した転換装置



改良した油圧回路



作動油用の管路



課題

- ① 連続転換時の転換時間増加
⇒作動油の温度上昇
- ② 高温試験時(JIS E3019)の転換不能
⇒作動油の温度上昇、副鎖錠装置の動作不良
- ③ 異物介在時の検知精度
⇒固定用ボルトの緊締力不足による移動

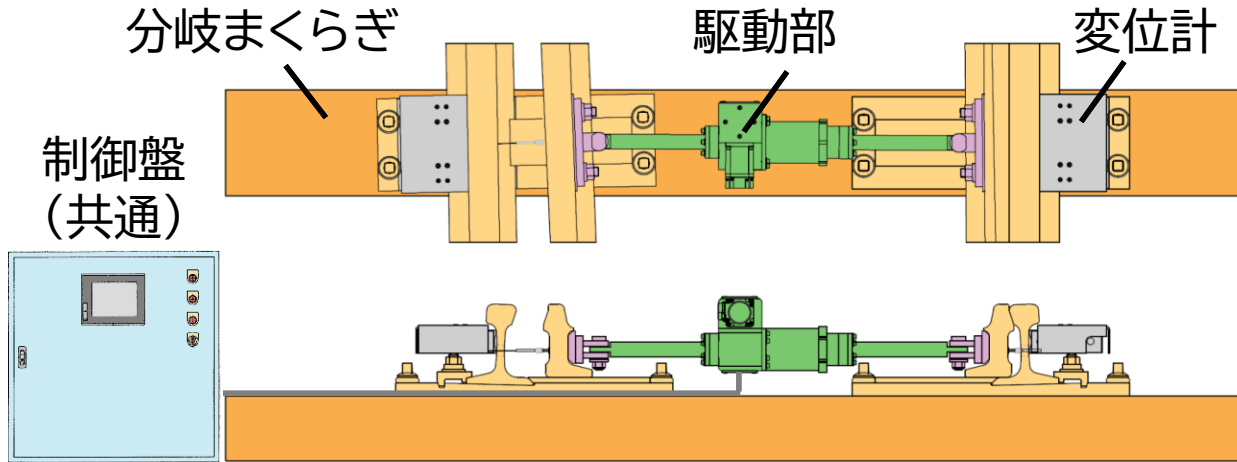
主な改良点

- ① 油圧回路を改良、電磁弁で転換方向切替
⇒温度変化による作動油の粘度変化に対応
- ② 鎖錠状態の保持力の確認機能を追加
⇒保持力低下に対応、副鎖錠装置を撤去
- ③ 作動油の管路を見直し
⇒管路に影響されずにボルト緊締可

1. 開発する分岐器ポイントの概要
2. 転換装置の開発
- 3. 隙間調整装置の開発**
4. 性能確認試験
5. まとめと成果の活用

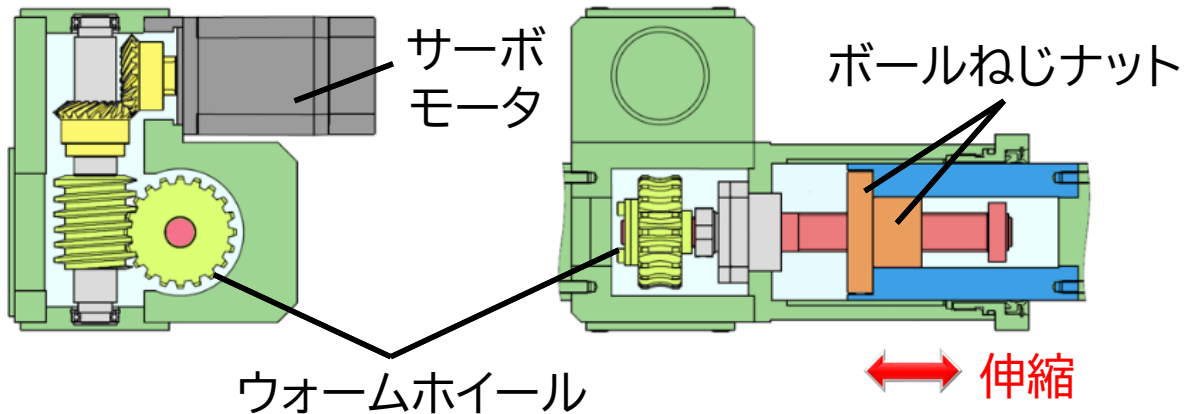
隙間調整装置の開発

設計した隙間調整装置

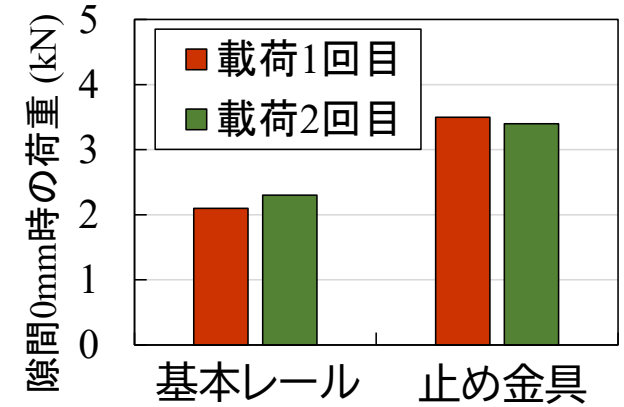


駆動部の機構

⇒ **電動アクチュエータ**を採用



隙間調整に必要な力の測定



油圧ジャッキで载荷

⇒ **伸縮力 5kN**を目標に設計

隙間調整装置の主な仕様

項目	仕様
動作機構	電動ねじ式(サーボモータ、PLC制御)
保持機構	ウォームホイール
伸縮力	±5 kN
伸縮量	±20 mm
隙間測定	変位計

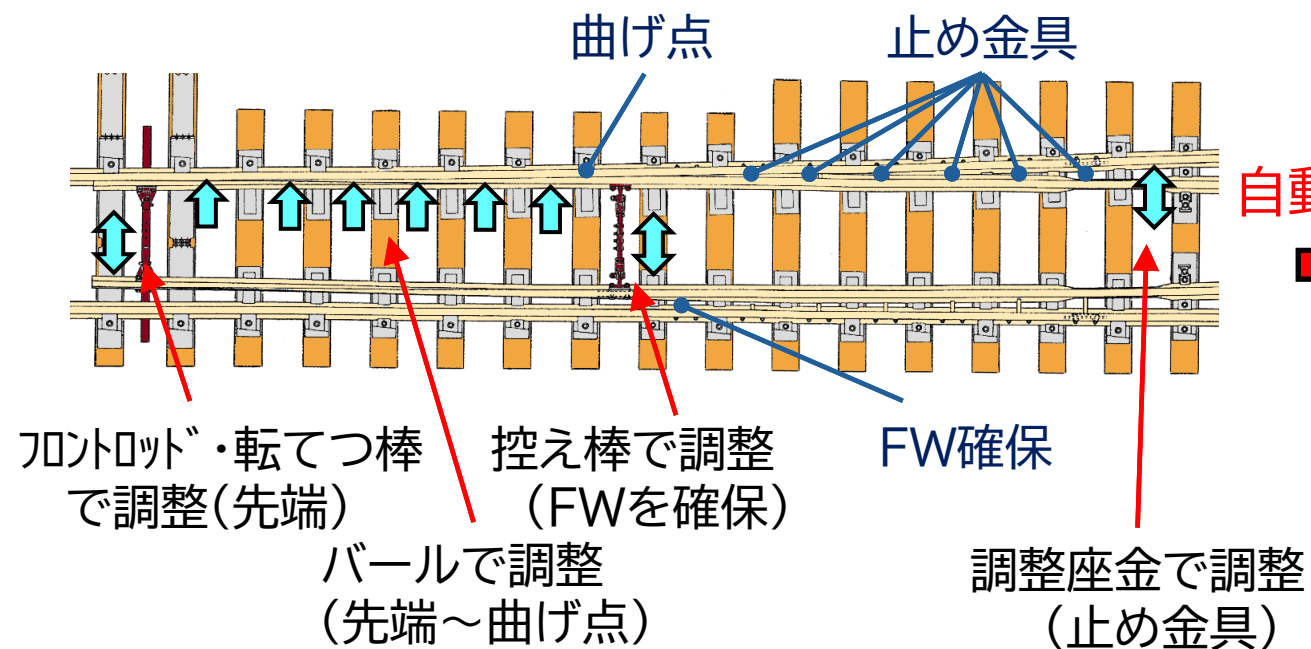
隙間調整装置による調整作業の自動化

従来の隙間調整(手作業)

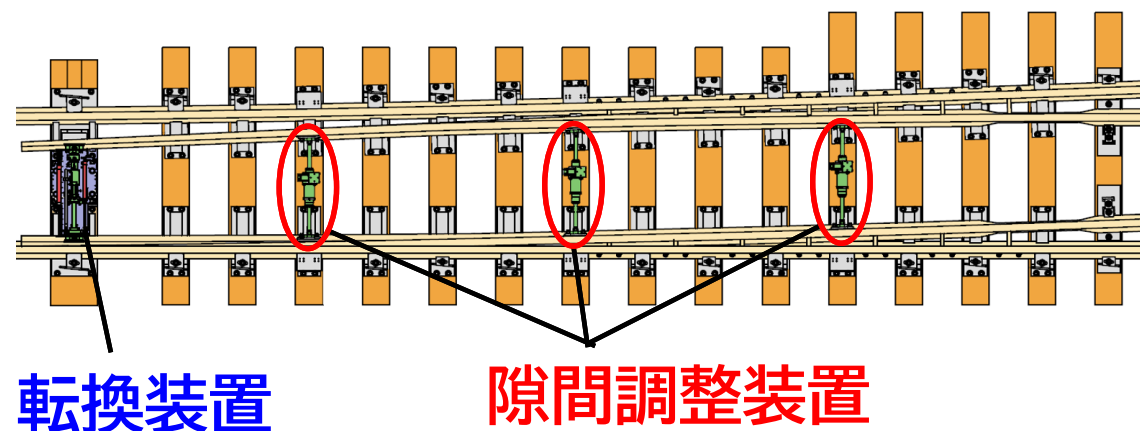
1. フロントロッド・転てつ棒・控え棒を取り外し
2. バールで**トンネル先端～曲げ点の隙間調整**
3. 調整座金で**止め金具の隙間調整**
4. 転てつ棒・控え棒を手締め、**隙間調整、FW確保**
5. フロントロッド 取付、転てつ棒と控え棒緊締、調整完了

隙間調整の自動化(隙間調整装置)

一連の作業を**隙間調整装置3台**に置き換えて**自動調整**



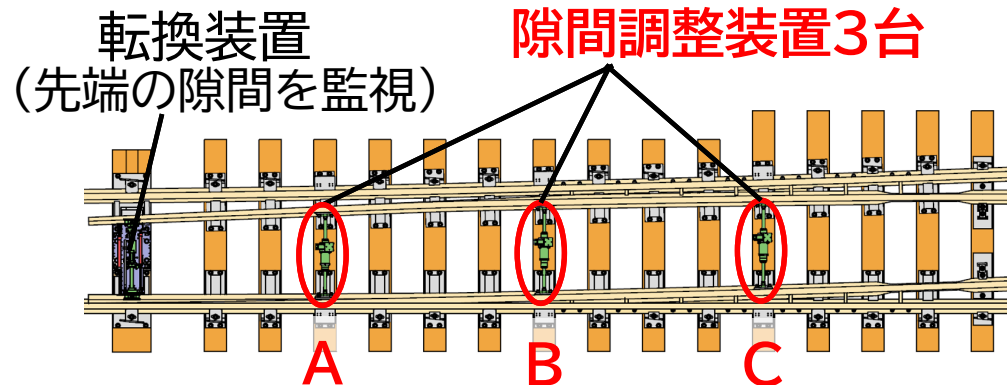
自動化
➡



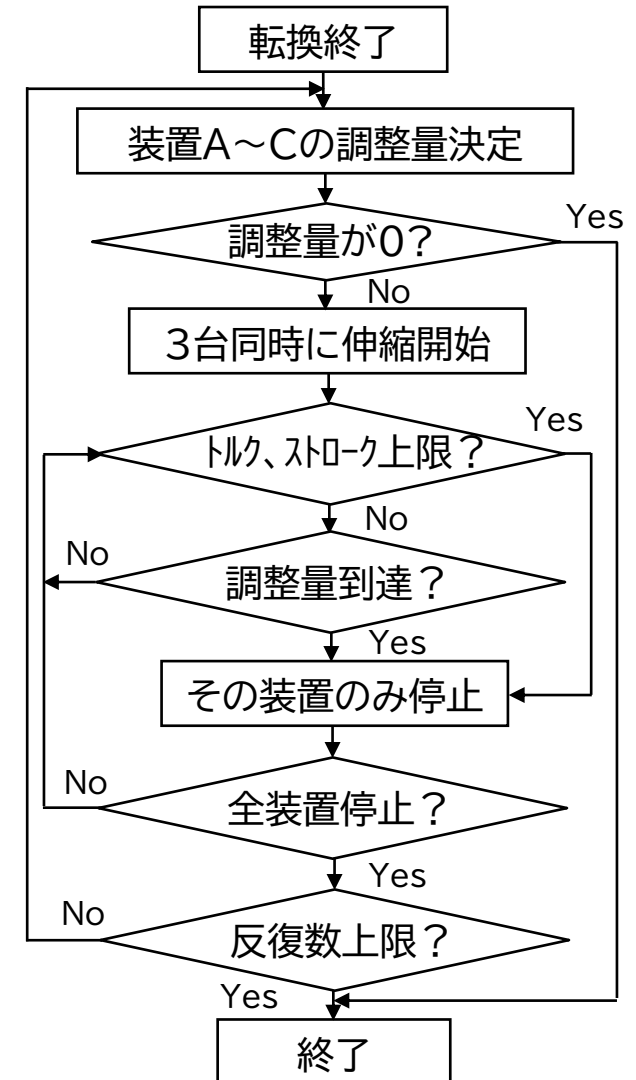
隙間調整装置の制御方法

隙間調整装置の制御方法

- (1) 転換後、隙間の測定値と目標値の差分により、装置A~Cの調整量を決定し、3台が同時に伸縮開始
- (2) モータ外れ上限、スローク上限、目標の調整量到達でその装置のみ停止
- (3) 再度、差分から調整量決定、伸縮開始
- (4) 上記を反復、調整量が0 or 目標反復数で動作完了

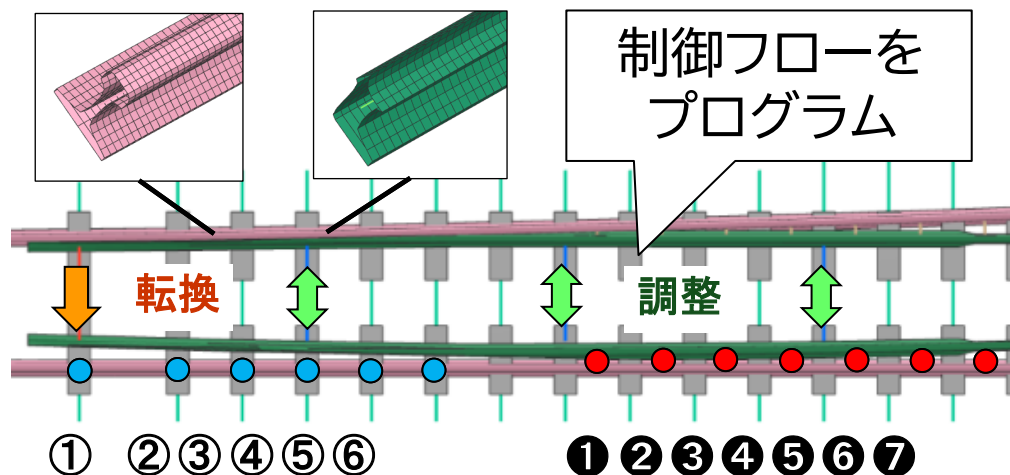


制御フロー(抜粋)



FEM解析による制御方法の検証

ポイントの転換・隙間調整解析



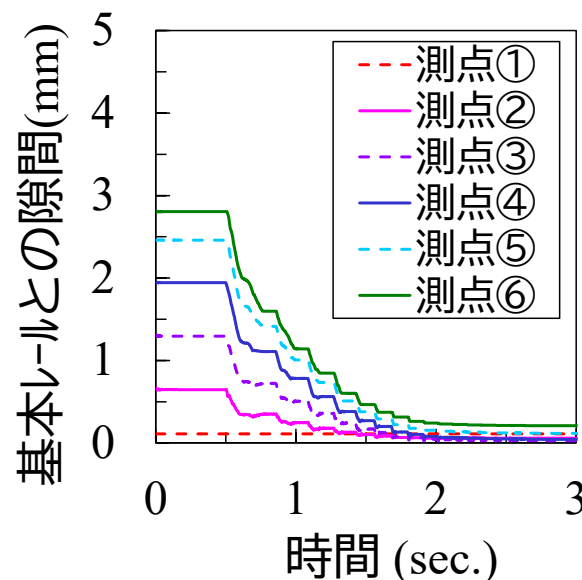
◆ 解析ソフトウェア

Virtual Performance Solution

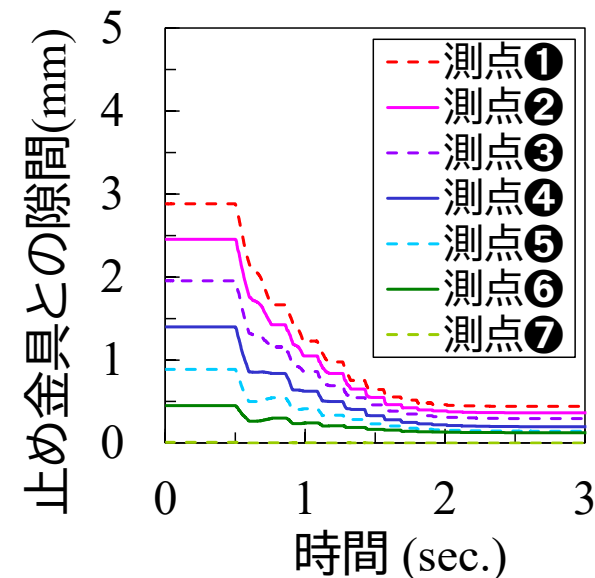
◆ 非線形解析

幾何学的非線形・動的FEM解析

トングレールと基本レールの隙間



トングレールと止め金具の隙間

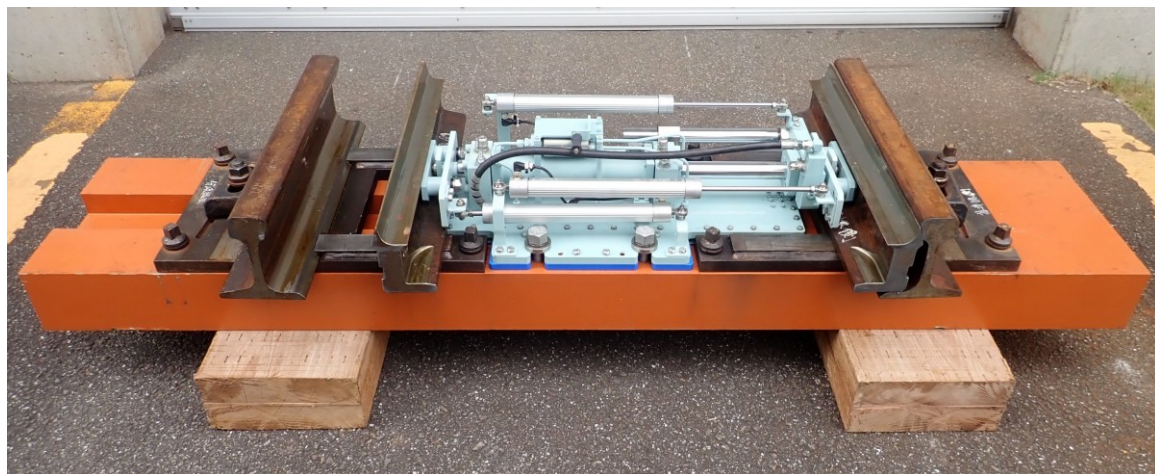


考案した**制御方法の有効性**を確認

1. 開発する分岐器ポイントの概要
2. 転換装置の改良
3. 隙間調整装置の開発
- 4. 性能確認試験**
5. まとめと成果の活用

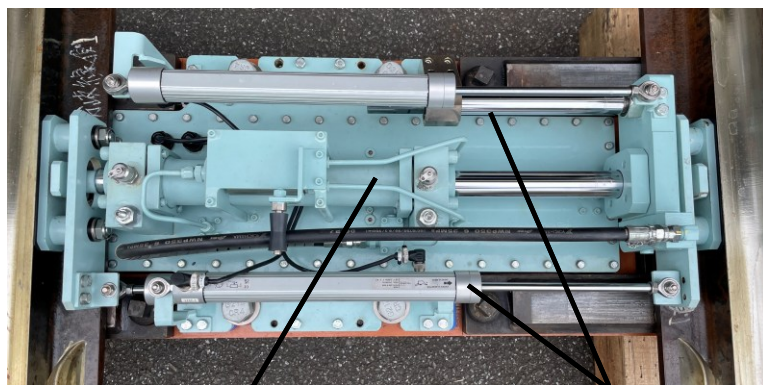
転換装置と隙間調整装置の製作

転換装置



制御盤(共通)

転換装置の本体

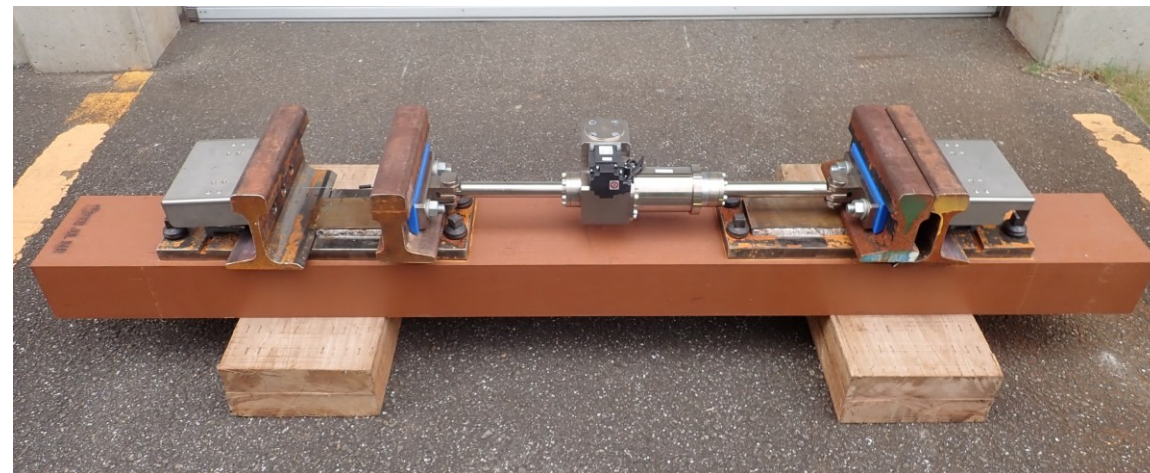


PLC、サーボアンプ

油圧シリンダ

変位計

隙間調整装置



隙間調整装置の本体

変位計



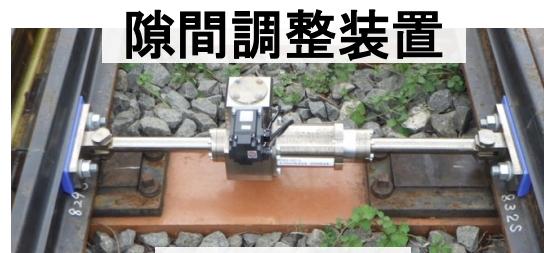
サーボモータ

ボールねじ

変位計

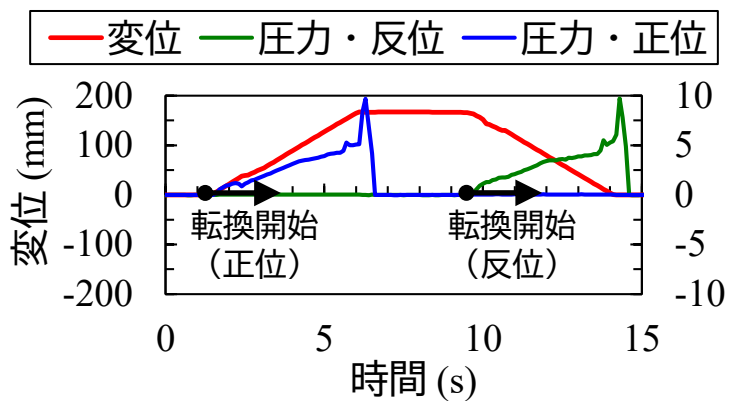
試験用ポイントへの敷設と動作確認

12番分岐器の試験用ポイントへ敷設

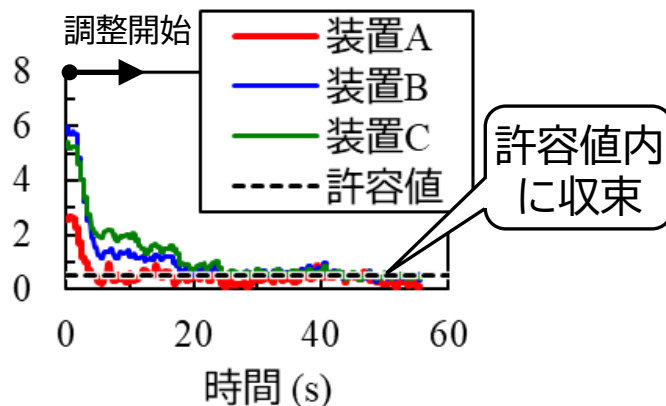


動作確認

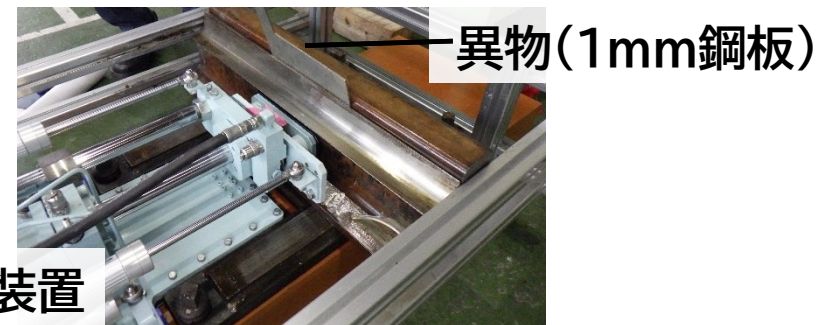
トングレール変位・転換圧力(転換装置)



隙間(隙間調整装置)

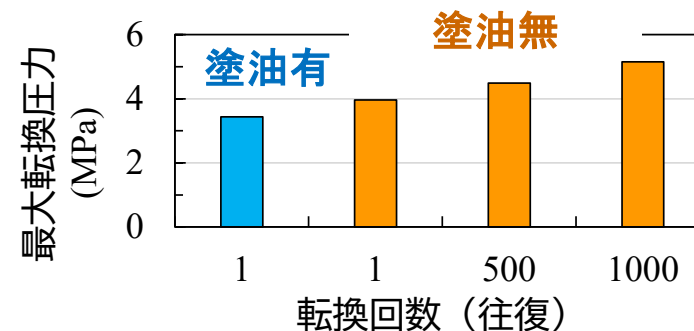


レール間の異物検知(転換装置)



隙間の検査基準値以下の異物の検知が可能であることを確認

転換不能の事前検知(転換装置)

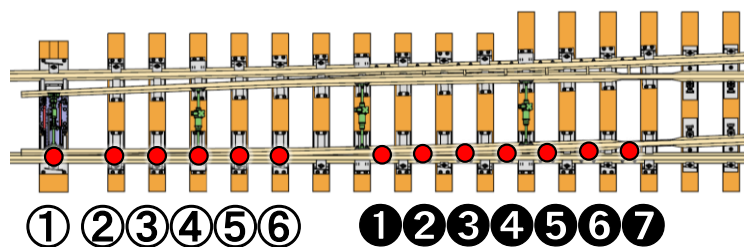


摩擦増加による転換不能の事前検知が可能であることを確認

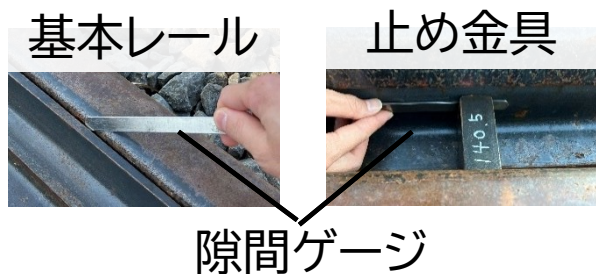
隙間調整機能の確認試験

自動調整前後のトングレールと基本レール・止め金具の隙間を測定

◆ 隙間の測点



◆ 隙間の測定状況



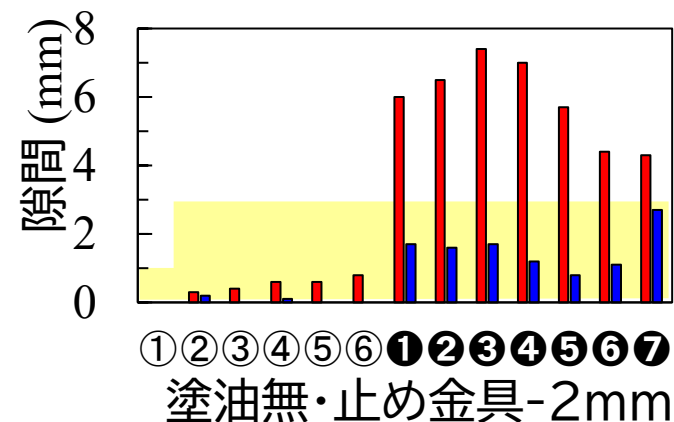
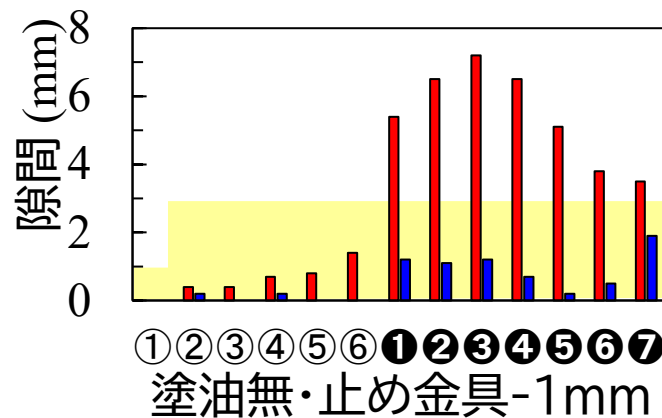
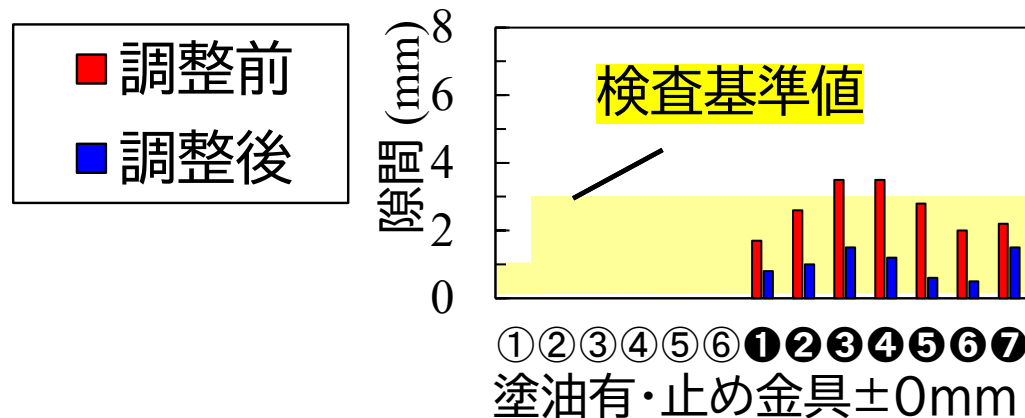
◆ 試験の条件

止め金具の高さ変更

床板塗油の有無



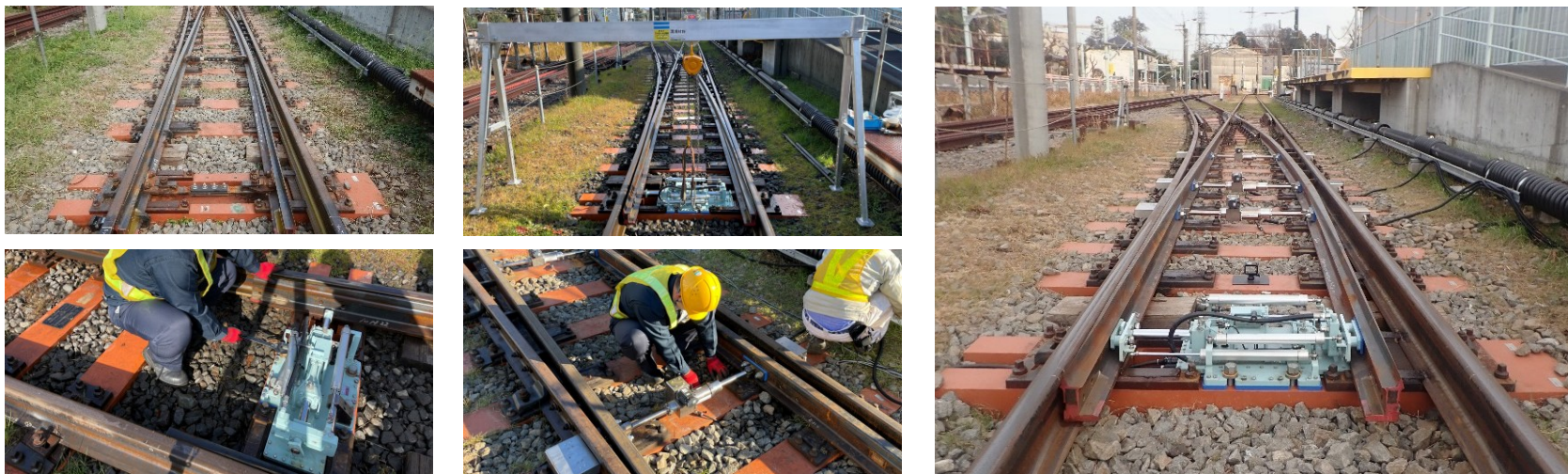
◆ 試験結果(抜粋)



隙間の条件を変化させた場合でも、最小FW幅を確保したうえで、**検査の基準値以内(密着箇所1mm、接着箇所3mm)に隙間を自動調整可能なことを確認**

所内試験線敷設と車両走行試験

所内試験線・8番分岐器へ敷設



- ◆ 所内試験線に敷設可能なことを確認
- ◆ 正常な転換・隙間調整動作を確認

車両走行(所内試験線)

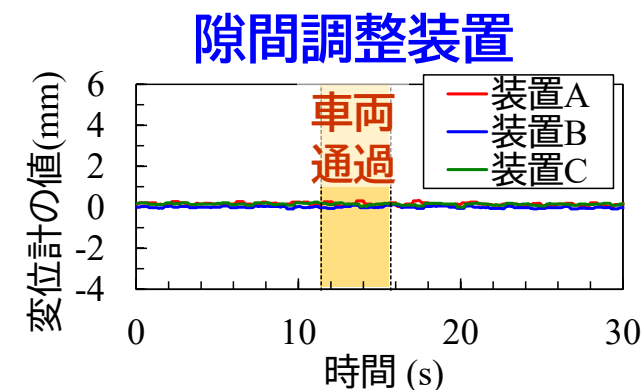
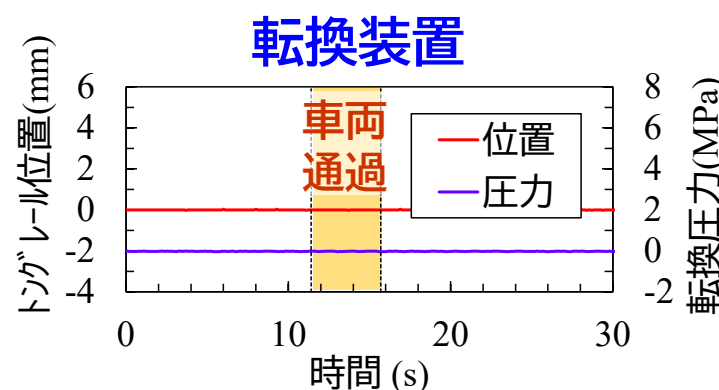
速度:30km/h
方向:対向, 背向



隙間調整装置



転換装置



- ◆ 車両走行時に異常がないことを確認

1. 開発する分岐器ポイントの概要
2. 転換装置の改良
3. 隙間調整装置の開発
4. 性能確認試験
5. **まとめと成果の活用**

- ◆ トングレールを転換させる**転換装置**と、転換後にトングレールの位置を多点制御して基本レールとの隙間を調整する**隙間調整装置**を設計・製作した。
- ◆ 開発した転換装置と隙間調整装置を試験用ポイントに設置し、転換装置により、**異物介在の検知**や、**摩擦増加による転換不能**の事前検知が可能であることを確認するとともに、隙間調整装置により、各部の隙間を**検査基準値内に自動調整可能**であることを確認した。
- ◆ 転換装置と隙間調整装置を所内試験線の分岐器に敷設し、**車両が通過した際の出力値や通過後の装置の挙動**に異常がないことを確認した。
- ◆ 以上より、つき固め不可箇所解消、転換不能の事前検知、隙間の検査と調整作業の自動化を実現する**分岐器ポイントのコンセプトモデル**を提案した。

- ◆将来的には、本コンセプトモデルの反映を含めて、さらなる保守省力化を目指した新型分岐器の開発を進めていく。
- ◆現在、後継研究開発テーマで新しい分岐器構造にも対応可能な分岐器の性能照査方法の構築を進めている。

玉川新悟, 清水紗希, 及川祐也, 山本智之: 分岐まくらぎに内蔵したレール転換装置の開発, 土木学会論文集A1, Vol.76, No.2, 2020

玉川新悟, 上田将司, 安田新太郎, 細見章人: トングレールの転換・隙間調整装置の開発と保守省力化を実現する分岐器ポイントの提案, 日本機械学会論文集, Vol.91, No.951, 2025