

軌道の施工およびメンテナンスの 省人化に向けた最近の研究開発

軌道技術研究部長 桃谷 尚嗣

社会的背景

人口減少や少子高齢化による労働力不足が進む中、地域の発展およびCO₂削減の観点から、環境負荷の小さい交通手段である鉄道のネットワークを発展させ、持続させていく必要がある。

■ 今後の鉄道の建設

新幹線： 全国新幹線鉄道整備法を踏まえた鉄道ネットワークの整備

在来線： 連続立体交差化の推進、都市鉄道網の充実による利便性の向上

■ 既設線の現状

設備の老朽化、熟練技術者および保守費用の不足
特に地域鉄道では維持が困難な路線も多い

地域鉄道におけるバラスト軌道の例



軌道分野における課題

Railway Technical Research Institute ■

■ 新設線の建設における課題

費用対効果(費用便益比)の改善だけでなく、**施工の省人化**を進める必要がある。

省人化のための方策:

構造のスリム化・低配筋化、施工の簡略化・自動化



■ 既設線のメンテナンスにおける課題

検査へのデジタル技術・AIの導入、効果的な**補修技術**の開発により、**省人化を図る**必要がある。

省人化のための方策:

プラットフォームにデータ共有、AIの活用を含めた検査や計画策定の効率化・自動化、補修による長寿命化・メンテナンスレス化、作業の効率化



省人化に向けた軌道の研究開発

Railway Technical Research Institute ■

建設・施工の省人化

構造のスリム化・施工の脱技能化

- S型弾性まくらぎ直結軌道
- フローティング弾性まくらぎ直結軌道
- 低圧縮量レールガス圧接

補修・作業の省人化

メンテナンスレス化、作業の効率化

- バラストの低強度安定処理工法
- 蒸気を用いた軌道内の除草方法
- PCまくらぎの維持管理手法
- 既設新幹線省力化軌道
- 無螺締板ばね式レール締結装置
- バラストの沈下対策(つき固め)

検査・計画策定の省人化

プラットフォームによる連携、AIの活用、保守の最適化

- LABOCSの高機能化
- リスクベースメンテナンス手法
- 経済的効率性を考慮した軌道管理
- 軌道部材状態評価システム
- 携帯情報端末による列車巡視
- スラブ軌道の凍害予測
- 高速分岐器の整備基準値

⇒ 技術基準等との親和性

S型弾性まくらぎ直結軌道

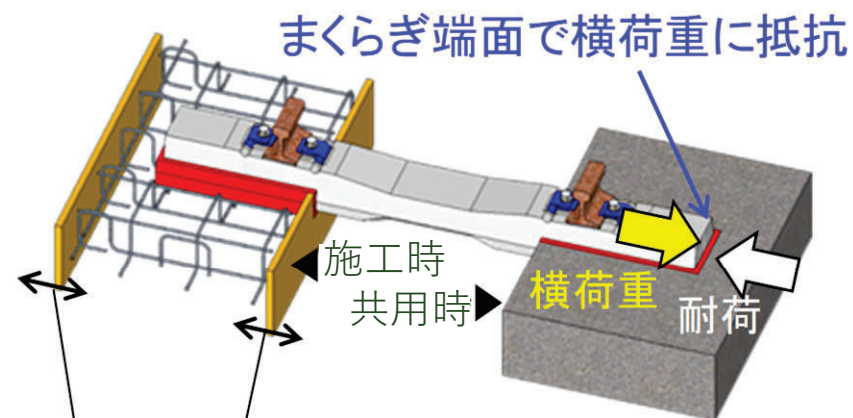
建設・施工
の省人化

Railway Technical Research Institute

構造のスリム化、低配筋化による省人化

従来の構造(D型弾直軌道)と 新型の構造(S型弾直軌道)の比較

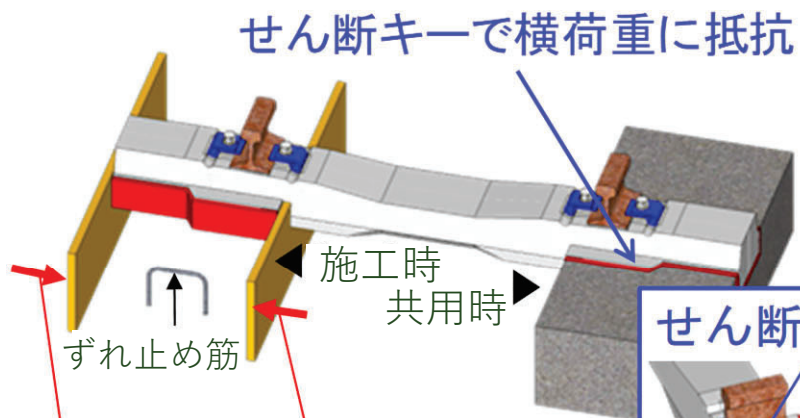
従来構造：D型弾直軌道(1998年開発)



型枠位置調整が煩雑

配筋作業が必要

S型弾直軌道(2016年開発)



型枠の位置調整を簡略化

ずれ止め筋以外の配筋不要

短繊維補強コンクリートの採用

S型弾直軌道の 施工例



施工コスト

60%減

工期

40%減

バラストの低強度安定処理工法

補修・作業
の省人化

Railway Technical Research Institute

長寿命化・メンテナンスレス化による省人化

補修材の構成



超速硬セメント



高分子材料



補修材

劣化したバラストとの混合



タイタンパによる混合



安定処理された
劣化バラスト

蒸気による軌道内の除草

補修・作業
の省人化

Railway Technical Research Institute

鉄道用地の管理では、除草に多大な労力を割いている

従来の除草方法



刈払い: 振動障害・騒音の課題

除草剤: 薬剤飛散の課題

枯死により雑草の再生が減少



施工時間 30%減

作業員 40%減

軌道内の蒸気除草装置



新技術を適用した除草作業の効率化による省人化

軌道保守管理データベースシステム(LABOCS)

検査・計画策定
の省人化

Railway Technical Research Institute

プラットフォームを用いたデータ共有による省人化



軌道変位検査（動的）



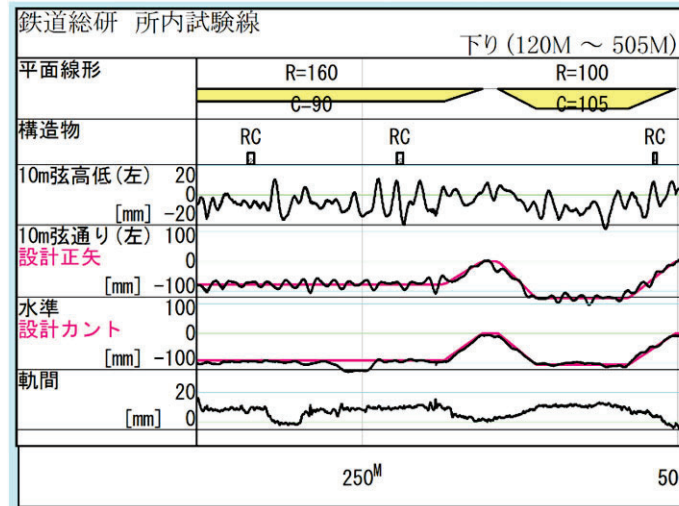
検測ユニット



軌道変位検査（静的）



LABOCS



列車動揺検査



各種台帳データ

軌道保守管理のプラットフォームとして多くの鉄道事業者が活用
これをベースとしてデジタルメンテナンスツールとして拡張

統合分析プラットフォーム

検査・計画策定
の省人化

Railway Technical Research Institute

【統合分析プラットフォーム】

- 車両、電気、軌道、構造物等の各システムデータを統一形式・キロ程の系統横断データに変換
- 表示・分析・評価・基盤モジュール群を活用して実務を効率化
- 効率的な検査や劣化予測やリスク評価に基づく交換・検査周期の最適化で省人化

統合分析プラットフォーム

表示・分析・評価・基盤モジュール群

統合分析プラットフォームと連携する軌道分野のプラットフォームとして、高機能化したLABOCSを活用する。

部品交換・設備検査周期の最適化

効率的な検査

劣化予測・リスク評価

車両

電気

軌道

構造物

検測・診断
データ

台帳データ

データ

データ

各系統のデータ

統合分析プラットフォームとLABOCSの連携

検査・計画策定
の省人化

Railway Technical Research Institute

高機能化した
LABOCS

- 画像との連携(正確なキロ程付与)
- 浮きまくらぎの検出
- 座屈安定性評価、レール健全度評価

統合分析プラットフォーム

表示・分析・評価・基盤モジュール群

統一形式・キロ程で表現した
系統横断データ

車両

信号

電力

構造物

LABOCSと連携するモジュール群

軌道保守計画策定
支援システム
(ROOPSYS-TM)

携帯情報端末による
列車巡視支援アプリ
(Train Patroller)

リスクベース
メンテナンス(RBM)

軌道部材状態
評価システム

他系統のデータとの連携による全体最適化により、省人化を実現

リスクベースメンテナンスによる軌道状態評価

検査・計画策定の
省人化

Railway Technical Research Institute

リスク = 事象の発生確率 × 影響度(被害の程度)

⇒ リスクベースメンテナンス(RBM)ではリスクの大きい箇所を
予測し、優先的に補修する

軌道状態の判定

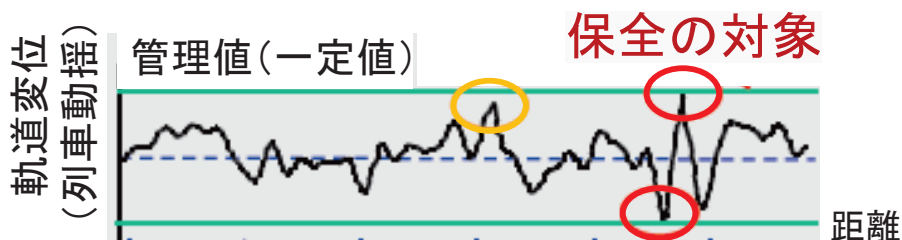


データベース作成

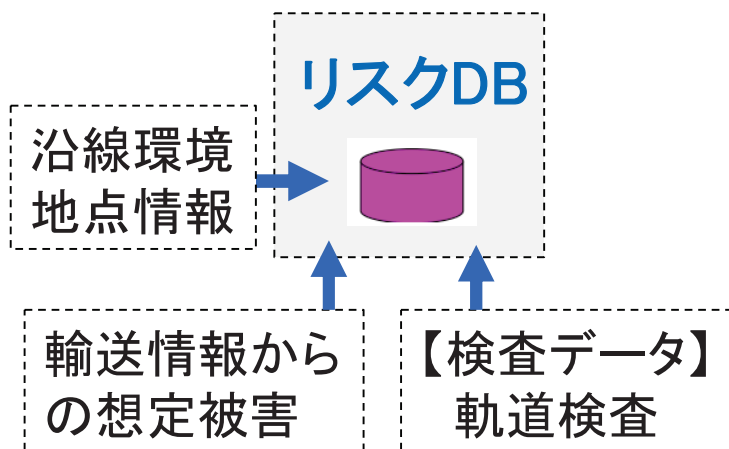
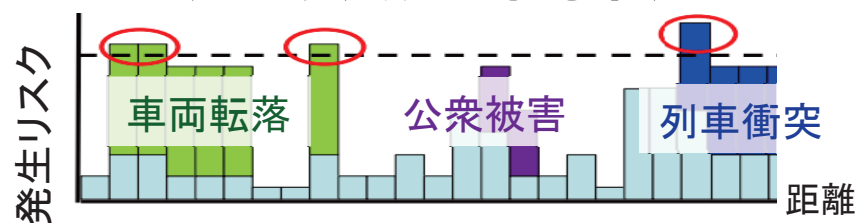


リスクの可視化

軌道変位、列車動揺の閾値による判定



発生リスクによる判定



新たな軌道状態評価指標を用いた保守の最適化による省人化

省人化のための技術基準等の方向性

技術基準等
との親和性

Railway Technical Research Institute ■

現在の軌道の検査(定期検査)*

- ・ 基準期間は1年に1回
(新幹線の軌道変位は2か月に1回)
 - ・ 閾値による判定
- * 施設及び車両の定期検査に関する告示



今後の技術基準の方向性

- ・ **CBM・劣化予測**による検査時期の設定
- ・ **RBM**による補修箇所を選定

軌道変位・列車動揺等の**閾値によらず**、**安全を担保**するための軌道に求められる**性能を数値化**した新たな基準

軌道分野における今後の研究開発の方向性

Railway Technical Research Institute ■

- 「建設・施工」・「補修・作業」の省人化を実現するためのハード面での**新技術**を社会実装
- 高機能化したLABOCSを統合分析プラットフォームと連携させ、設備のメンテナンスデータを**一元管理**するシステムを社会実装
- AIにより**画像**から**不良箇所**を**自動的**に抽出する技術を社会実装（画像やスマートフォン等の汎用機器のさらなる活用）
- **CBM・RBM**に対応した維持管理の基準を社会実装



列車の**安全・安定運行**を実現する軌道をより**少ない人とコスト**で実現