



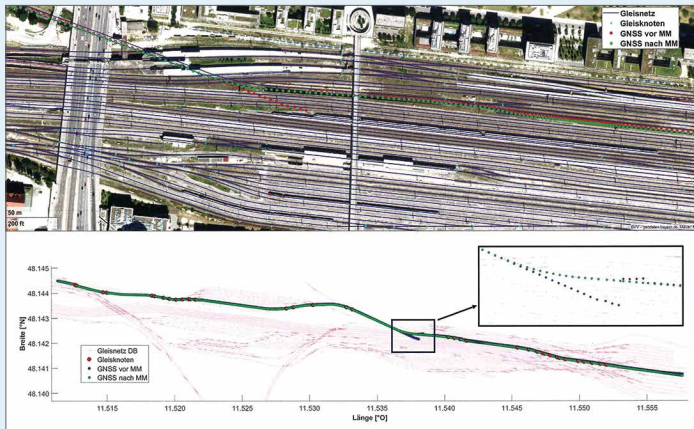
情報・信号通信 GNSSベースのマップマッチング

GNSS-basiertes Map Matching

Christopher Sandner ; DB InfraGO AG, ドイツ / 他
Der Eisenbahningenieur Vol.75 No.7 (2024-7) pp.30-34 独語

ドイツ鉄道 (DB) は全長約 33,300km のネットワーク上で毎日約 40,000 本の列車を運行し、数十年にわたりドイツの経済発展に大きく貢献している。さらに、ドイツのみならず欧州全体の課題である気候変動対策政策の推進にもますます貢献が期待されている。そのため、今後、鉄道輸送への需要がますます高まり、鉄道インフラの可用性を継続的に高めることが急務となっている。この観点から軌道のメンテナンス作業時間を短縮する目的で営業列車を使用した連続線路監視 (CTM) システムにより、不具合箇所を初期の段階で検出・特定し、短時間で修復・対応する方策が開発されている。営業列車を使用した軌道監視では、軌道の品質を評価するための加速度測定に加えて、高精度の位置特定が重要となる。また、軌道の異常を明確に特定・監視し、持続可能な方法で修復するには線路状況、使用されている線路との関係およびすべてのインフラ情報を含む線路情報との相互関係の最適化が重要となる。これらの目的のため、DB は全球測位衛星システム (GNSS) を活用して線路の位置座標を決定するマップマッチングツール (MMT) を開発している。

ドイツ鉄道 (DB) では今後の輸送力の強化に向けてインフラの保全作業時間の短縮を目指している。ここでは、軌道保全作業の時間短縮を目的とした、営業列車を使用した連続線路監視 (CTM) システムおよび不具合箇所の高精度な位置特定を目的とした、GNSS を活用したマップマッチングツール (MMT) の開発について紹介されている。



マップマッチング (MM) 前とマップマッチング後の GNSS ポイント

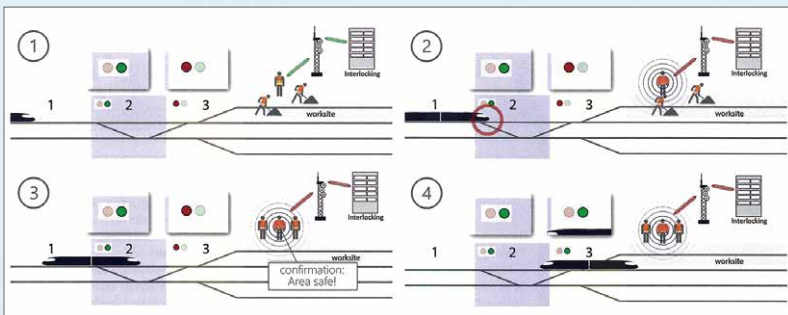
《出典 Der Eisenbahningenieur》

情報・信号通信 デジタル信号連動の警報システムで軌道保守現場の安全性を向上

Warnanstöße erfolgen digital

Ute Alldieck ; Zöllner Signal GmbH, ドイツ / 他
Der Eisenbahningenieur Vol.75 No.8 (2024-8) pp.24-26 独語

ここ数十年、ドイツでは鉄道インフラへの投資が軽視されてきたため、鉄道の利用が大幅に減少してきた。気候変動対策などの観点からも鉄道の魅力挽回のため、現在、保線作業などが熱心に実施されており、現場における高機能の警報システムが必要となっている。ここで紹介する信号装置ベースの警報システムは、軌道保守現場の安全性や省力化を大幅に高める。従来、警報は列車見張り員によって手動で、または列車感知器の上を列車が走行することによって自動で作動している。これには、個々の保守現場ごとに線路上の見張り位置または線路上の列車感知器の位置を事前に計画する必要があり、多くの人手と専門性を要することになる。オーストリアでは近年、雇用の安定に関する新たな要件が規則 90.05 にまとめられ、この中には信号装置関連の警報トリガー (SCWS-S - 信号制御警報システム - 停止) が含まれている。警報は列車感知器がトリガーになるのではなく、信号装置からの情報によって行われる。このシステムはオーストリアでは、すでに実証されており、結果的に、保線作業計画と列車感知器の設置に関連する人件費が最小限に抑えられた。また、材料費が節約され (列車感知器などの設置は不要)、保線作業計画のミスも排除され、安全性が何倍にも向上すると期待されている。



「安全」動作モード (出典 : Zöllner 社)

《出典 Der Eisenbahningenieur》

軌道内作業者の安全の確保に係る、信号装置と連動する警報システムに関する内容である。信号装置と連動することで、従来の列車見張り員と列車感知器による警報システムに必要な人員と列車感知器設置にかかる手間を削減することが可能で、かつ保線作業計画でのミスも排除できる。そのため、省人化・省力化と安全性の向上の両方につながると期待されている。



ZPW (人感警報装置)-G 2.0 (出典 : Zöllner 社)

《出典 Der Eisenbahningenieur》

情報・信号通信 「Measurement as a Service」 – 統合的な状態監視

Measurement as a Service - Zustandserfassung aus einer Hand

David Buchbauer ; Plasser & Theurer, オーストリア / 他
Eisenbahntechnische Rundschau Vol.73 7+8 (2024-8) pp.45-50 独語

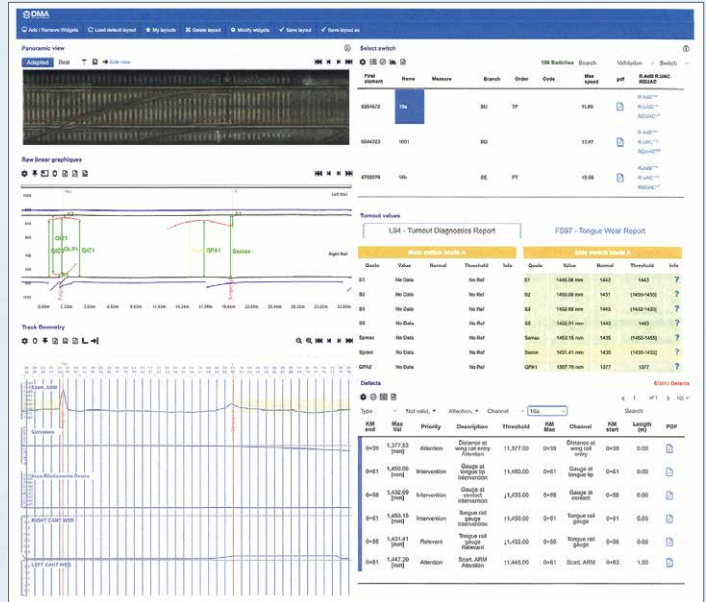
鉄道業界では世代交代に伴う熟練労働力の不足や他輸送機関との競争に対処するため、鉄道システムを高度に効率化することが必要とされている。この課題に対しては、最先端の測定システムとソリューションおよび効率的なメンテナンスコンセプトの開発が鍵となる。「Measurement as a Service」というコンセプトはこれを実現するための最適なソリューションをユーザーに提供する。このコンセプトのもと、鉄道のデジタルソリューションおよび測定システム分野の協体制として「The Digital Railway Solutions Alliance」(DRSA) が2021年に発足した。DRSA傘下の複数の業界パートナーが協力して鉄道設備の状態監視のための包括的なソリューション、検測車両の使用や測定サービス、カスタマイズされたメンテナンス戦略などを鉄道インフラ管理者に提供する。今後サービス内容はさらに拡大されパートナーも追加される予定である。

DRSAでは鉄道インフラの総合監視システムに関して、統合センサー技術、資産データ管理、AIベースのインフラ状態の予測など5つの分野の開発を推進としている。また、「サービスとしての測定 (Measurement as a Service)」のコンセプトがもたらす利点として、投資コストの削減による費用対効果と柔軟性の向上、測定の実施に関する専門知識の獲得、使用時の高い柔軟性、短期導入オプションを活用した効率的な利用などが挙げられている。



軌道検測の進化過程

《出典 Eisenbahntechnische Rundschau》



軌道測定データベース「TractsNet」からの抜粋

《出典 Eisenbahntechnische Rundschau》

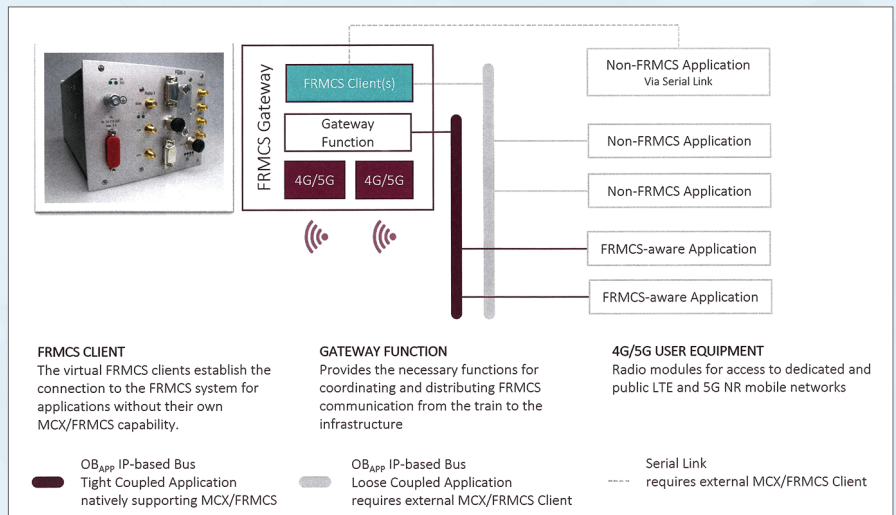
情報・信号通信 ETCS – GSM-RからFRMCSへの道筋

ETCS - Der Weg von GSM-R zu FRMCS

Dirk Schattschneider ; Funkwerk社, プロダクトマネージャー, ドイツ / 他
SIGNAL+DRAHT Vol.116 7+8 (2024-8) pp.23-29 独語 / 英語

欧州鉄道輸送管理システムERTMS (European Rail Traffic Management System) は、列車制御システムETCS (European Train Control System) と通信システムGSM-R (Global System for Mobile Communications - Railway) で構成される。GSM-Rは列車と地上間の接続を確保する標準化された第2世代の移動通信システムである。ETCSは列車と地上側機器の間で第2世代の移動通信を用いる、標準化された欧州統一列車制御システムである。鉄道通信に対する需要の増大と、広帯域およびパケット交換データ通信への移行の必要性により、通信システムはGSM-Rから5Gシステムへとさらに発展している。通信システムの変更により、ETCS車上システムも新しい課題に直面している。強力で長期利用可能な移動通信システムとしてFRMCS (Future Railway Mobile Communication System) が導入され、将来的にGSM-Rの役割を引き継ぐことになる。

GSM-RからFRMCSへの移行に際しては、完了するまで両方のシステムを搭載する必要があり、インフラ管理者、鉄道事業者、車両メーカーの間で工期の調整が課題となる他、車両の屋根への追加アンテナの配置など多くの課題があり、FRMCSの導入にはまだ長い道のりがある。そのため、GSM-Rは今後数年間、ヨーロッパの鉄道において引き続き重要な役割を果たすとされている。



FRMCSと車上アプリケーションの接続の概要

《出典 SIGNAL+DRAHT》

車両 貨物列車のスマート化が進む

Freight trains are getting smarter

Reinhard Christeller ; Senior Rolling Stock and Business Consultant
Railway Gazette International Vol.180 No.7 (2024-7) pp.30-31 英語

2023年8月のゴッタルドベーストンネルでの事故は、損傷した列車を早く止めることの重要性を改めて示した。イタリアの鉄道運行事業者 Mercitalia Intermodal 社は、貨車の状態をリアルタイムでモニターしたデータを無線で機関車と中央サーバーに送るシステムを2022年から200両の貨車に設置した。貨車に装着する装置の電源として車軸軸端には小型発電機が組み込まれている。データは効率の良いCBMにも役立つ。同社は全車への取り付けをめざす。

ヨーロッパの木材輸送の大手 Mercer Holz 社は、積載荷重をリアルタイムでモニターする装置を木材輸送車600両に設置した。これにより1両あたりの平均積載量を5t増やすとともに、過積載のリスクを軽減した。

スイスの貨物鉄道事業者 SBB Cargo などは、貨物列車組成後のブレーキ試験を自動化し、機関車の運転士だけで5分でできるシステムを使用開始した。従来のブレーキ試験はほぼ手作業で入換係2名も必要とし、45分を要していた。

ヨーロッパでは車軸発電機を用いた貨車への給電技術と、貨車に装着するセンサーおよびデータ伝送機器が成熟しており、これらを活用した貨物列車のスマート化が経済的に実行可能とされている。本記事では貨物列車のスマート化の導入事例について、安全性、生産性、コスト効率におけるメリットの概要が紹介されている。



左上：スイス連邦鉄道の子会社 SBB Cargo は貨物列車の自動ブレーキ試験を最初に採用した事業者と自称している。同試験は数分で完了し、機関車の運転士だけの監視でできるため、ターミナルや操車場の作業要員が軽減される。／右上：簡単に後付けできる車軸発電機によりスマート貨車装置に電力が供給される。
《出典 Railway Gazette International》

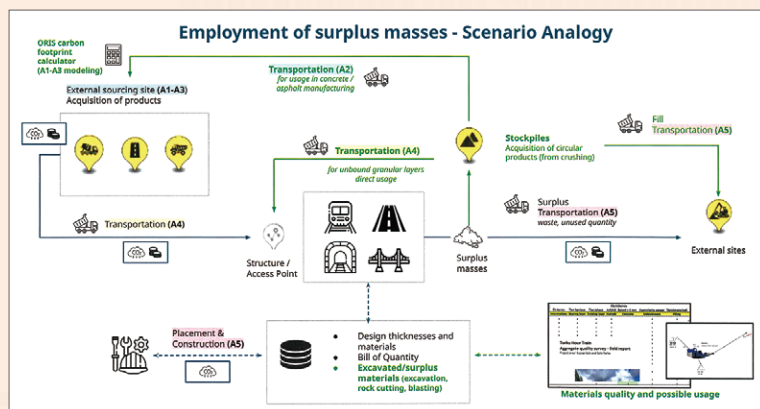
軌道・構造物 デジタル技術を活用した持続可能なインフラ計画

Infrastrukturplanung neu gedacht: nachhaltig und digital

Isabelle Armani ; Oris SAS, フランス / 他
Der Eisenbahningenieur Vol.75 No.8 (2024-8) pp.7-11 独語

鉄道や道路などの長大インフラの建設に際しては、CO₂ 排出量の85%が建設資材に由来するとされている。すなわちセメント、アスファルト、鉄鋼などの原材料の採取から製造、製品の輸送、設置作業、メンテナンス、リサイクルそして廃棄に至るすべての段階でこれに関与している。したがって持続可能性の観点から建設資材の最適化を図るためには設計段階における資材の計画・管理が重要である。計画段階で高度なデジタル技術を活用して事前に資材運用の影響評価を行うことにより持続可能なインフラの実現が可能となる。このデジタルシステムの導入により、CO₂ 排出量、資源利用、コストなどの主要な持続可能性に関する指標をただちに把握することができる。フィンランドにおける鉄道プロジェクトでこのシステムを導入したケーススタディーを行った結果、資材の利用、調達ルート、気候変動のデジタルモデリングにより環境への影響を大きく低減できることが明らかとなった。

デジタル技術の導入により長大インフラのライフサイクル全体における建設資材のCO₂ 排出量、資源消費量、コストなどの主要な持続可能性の指標が即座に把握できるようになることで、持続可能なインフラの構築に重要な計画段階での早期の設計評価と最適化が可能となる。これにより、循環経済の促進やCO₂ 排出量の抑制に向けた幅広い選択肢を検討・評価できるようになる、としている。



採掘された材料はリサイクルまたは再利用されるか埋立地に運搬される。《出典 Der Eisenbahningenieur》



材料調達の違い（左：新材料の24kmに及ぶ輸送、右：備蓄材の取り崩し）によるCO₂ 発生量への影響
《出典 Der Eisenbahningenieur》

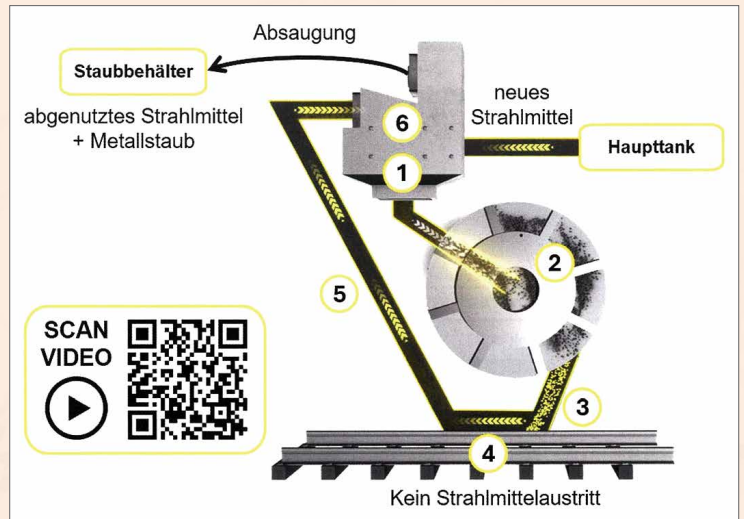
軌道・構造物 革新的なメンテナンス技術によりレールメンテナンスの新基準を確立

Innovative Nachbearbeitungstechnologie setzt neue Maßstäbe in der Schieneninstandhaltung

Moritz Lackner ; Linsinger Ges.m.b.H, オーストリア / 他
Der Eisenbahningenieur Vol.75 No.7 (2024-7) pp.14-17 独語

レールは増大する負荷により材料の限界を超える過酷な条件にさらされている。その結果はレールの欠陥やレール頭頂面の摩耗となって表れる。摩耗したレールに対してはミリングによる形状復元が最善の解決策とされる。リンジンガー社のレール削正車におけるミリングではレールの欠陥を除去するとともに縦方向および横断方向のプロファイルを修正する。騒音対策の観点からはミリング後にさらにグラインディングが行われるがこれは転動音抑制の面で最善の策とは言えない。リンジンガー社では現在ショットピーニングを用いて必要性能を超えた研削仕上げシステムを開発している。このシステムは「リンジンガー・スマート・サーフェス・テクノロジー (LSST)」と呼ばれ、ショットピーニングを用いることにより、熱や火花を発生させずにミリングに伴う長手方向の不均一性を均等化させるとともに、必要なレール表面形状を成型する。さらに重要な機能として、レールに残留応力を導入することにより、レールき裂の発生や進展を抑制することが可能となる。

リンジンガー社が開発したレールの削正仕上げシステム LSST について、残留圧縮応力の導入によりレール表面の改良も実現することで単なる後処理以上のものと紹介されている。さらに LSST に最適なプラスト媒体、ショットピーニングがレールの頭部表面や金属組織に及ぼす影響の調査結果、処理レールの騒音レベルの測定結果が示されている。



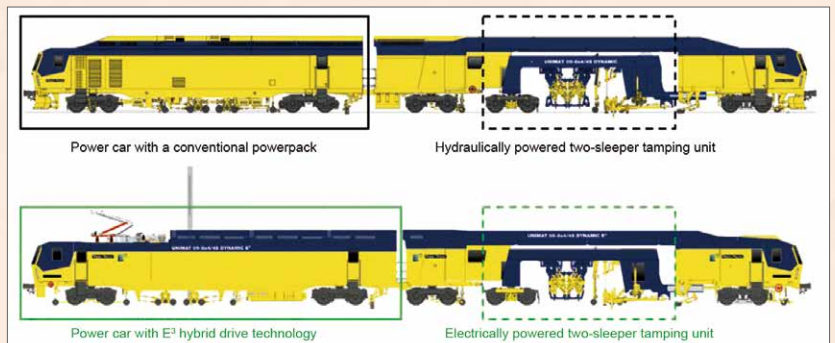
ショットピーニングの閉ループプロセスにおけるプラスト媒体の循環利用
《出典 Der Eisenbahningenieur》

軌道・構造物 電動機器による高効率のタンピング

Electric drives offer energy-efficient tamping

Thomas Radler ; Plasser & Theurer, オーストリア / 他
Railway Gazette International Vol.180 No.8 (2024-8) pp.36-38 英語

持続可能性とエネルギー効率は鉄道建設及び保守部門において明確な優先課題であり、多くの鉄道事業者およびインフラ管理者は国家的コミットメントに沿って 2040 年までのカーボンニュートラルの達成を目標としている。これに伴い、自動化された各機械の温室効果ガス排出量を検証することが求められている。軌道機械ではすでに架線集電とディーゼル発電のハイブリッドや電動式機械の導入により独自の進化を遂げつつある。プラッサー & トイラー社では 2015 年に最初の電動式タンピングマシンを開発し、その後 10 年にわたりこれらの性能と環境へのインパクトについてデータを集積してきた。環境負荷に対する電気駆動のメリットを検証するため、同一の作業機構を有し駆動方式（ディーゼルと電動）のみ異なる 2 台の最新式タンピングマシンを用いて比較を行った。なお、電動式は架線からの給電のほか、車載ディーゼル発電機による給電も可能なハイブリッド式である。両者のエネルギー消費を比較した結果、電動式の方がエネルギー効率が大きく、ディーゼル駆動方式に比べて架線給電の場合で 69%、ディーゼル発電機による給電の場合でも 28% 程度燃料消費量が少ないことが明らかとなった。



検証に用いたタンピングマシン：ディーゼル油圧式「ユニマット 09-8x4/4S ダイナミック」と電気駆動式「ユニマット 09-8x4/4S ダイナミック E³」
《出典 Railway Gazette International》

本記事におけるエネルギー消費量の分析では実際のタンピング操作のエネルギー消費量のみを調べているため、ディーゼル駆動方式については節約できる余地がある、とのみ記されている。一例として、従来のタンピングマシンでは、動作時間の最大 30% がアイドリングに費やされており、アイドリング時間の短縮によるエネルギー消費量削減の可能性が示されている。



E³ 駆動方式の概略図：1.パンタグラフ 2.トランス 3.インバーター 4.ディーゼルエンジン 5.発電機 6.燃料タンク 7.油圧パワーパック 8.ダイナミック軌道スタビライザー
《出典 Railway Gazette International》