



軌道・構造物 デジタル保線のための線路動画と点群データ

Streckenvideos und Punktwolken für die digitale Gleisinstandhaltung

Anja Kraft ; EPV-GIV mbH, ドイツ / 他

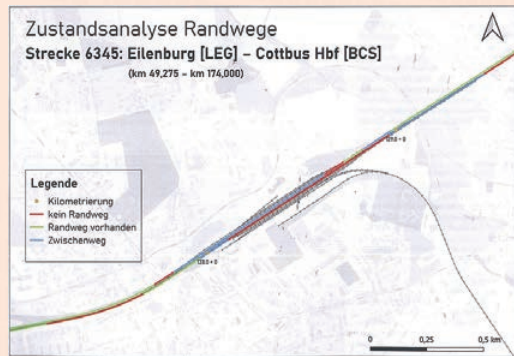
Der Eisenbahningenieur Vol.76 No.12 (2025-12) pp.16-19 独語

線路脇の保線用通路は、作業員の安全な待機場所だけでなく、一部では避難経路や鉄道設備の設置場所としても機能しており、保線の安全性における重要な要素となっている。本記事では、線路脇の保線用通路を自動的に検出・分析可能な AI システム「VIANumero」の導入事例を紹介している。VIANumero は、営業列車の走行時に取得した動画と GNSS データから 3 次元点群を生成し、これらの点群を航空写真や地籍情報などの公開されている地理データと結合することで通路の幅を正確に計測し、地理情報システム (GIS) にデータを統合する。この結果は図表や地図に変換することも可能である。これにより、作業の効率化、コスト削減、客観性の向上、保守計画の最適化が実現し、鉄道インフラの安全性と持続的な管理に大きく貢献している。



通常走行時の動画による写真測量点群 (出典: A.Wolf/Bahnkonzept ドレスデン) 《出典 Der Eisenbahningenieur》

VIANumero のような走行時の動画を用いた鉄道施設の計測システムにはさまざまな改善の余地があり、将来的に拡張可能な用途も多いと考えられている。例えば保守用通路まで含む横断面を抽出することで、規定の断面形状の確認や維持管理、または今後の全面改修などの拡張工事にに向けた既存バラストの体積計算に活用できることが期待されている。



保線用通路の状態分析を含む地図画面 (出典: A.Wolf/Bahnkonzept ドレスデン, 背景地図: OpenStreetMap (openstreetmap.org/copyright)) 《出典 Der Eisenbahningenieur》

軌道・構造物 分岐まくらぎの沈下挙動に関する実験的研究

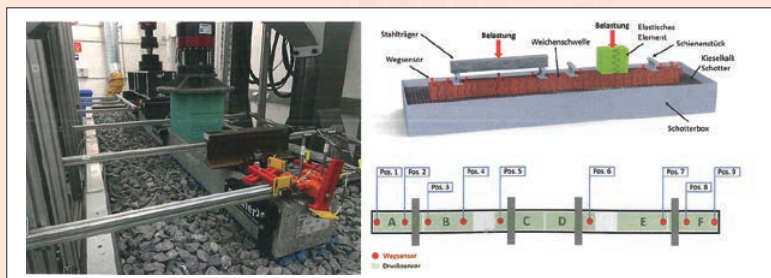
Laboruntersuchung zum Setzungsverhalten von Weichenschwellen

Gernot Grohs ; グラーツ工科大学鉄道インフラ設計研究所, オーストリア / 他

Der Eisenbahningenieur Vol.76 No.12 (2025-12) pp.24-28 独語

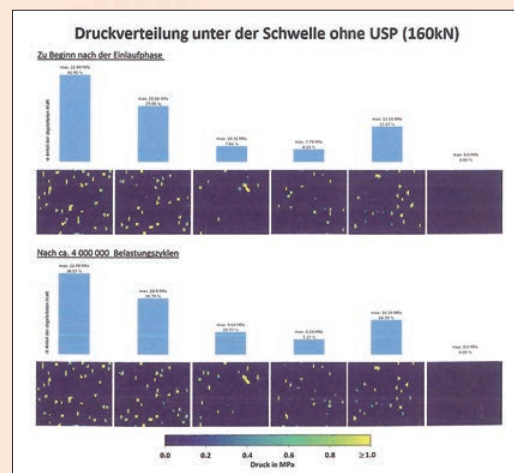
分岐器は鉄道インフラの中でも重要な構成要素であり、オーストリアの鉄道では約 13,000 基の分岐器が稼働している。これを支える分岐まくらぎには、その長さのばらつきにより偏荷重や構造的な不連続性が生じるとともに、分岐器構造に起因する衝撃荷重や著大荷重が加わる。本研究では、室内試験による分岐まくらぎの沈下挙動の測定と解析モデルの検証を行った。室内試験では、長さ 4.2m のコンクリートまくらぎ (TSFA 型) を用い、バラストを充填した鋼製槽 (5.0m × 1.5m × 0.5m) 内で分岐器に生じる非対称荷重の条件で検証に必要な測定を行った。最大荷重を 160kN とし、400 万回以上の繰り返し载荷を行った。室内試験の結果、まくらぎパッド (USP) のある分岐まくらぎは、全体的な沈下量は大きいものの、バラストへの荷重伝達がより均一になり、最大圧力が減少するため、USP がいないものより沈下の不均一性が小さく、まくらぎの曲げ変形も小さかった。この結果から、USP がまくらぎの長期的な安定性に寄与することが分かった。

分岐器ではバラストの摩耗やまくらぎの沈下が進行しやすく、保守作業の負担やコストの増大の要因となっている。これらの現象は軌道の変位や運行の安全性に大きく影響する。このような背景から、本研究における試験は、分岐まくらぎの沈下メカニズムを明らかにし、シミュレーションモデルの校正や検証に役立てることが目的とされている。



バラストを充填した鋼製槽を用いた軌道载荷試験装置

《出典 Der Eisenbahningenieur》



負荷時のまくらぎ下の圧力分布 (まくらぎパッド (USP) なしの場合) 《出典 Der Eisenbahningenieur》

Zustandserfassung von Spannbeton-schwellen mittels akustischer Methoden

Christoph Strangfeld ; 連邦材料試験研究所, ドイツ / 他

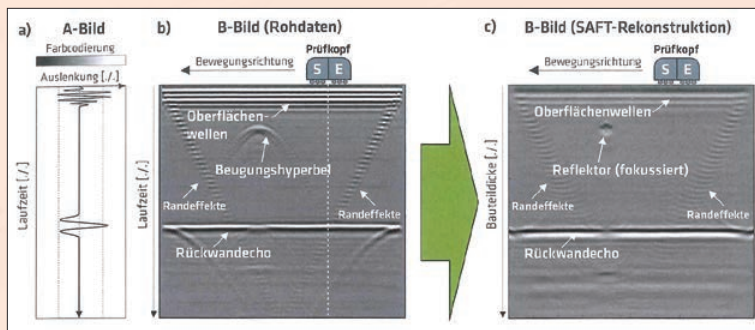
Der Eisenbahningenieur Vol.77 No.1 (2026-1) pp.45-49 独語

超音波と衝撃（インパクト）エコーによる PC まくらぎの損傷などの状態の非破壊的な検出方法は、欠陥の有無のしきい値でテストされており、損傷状態に依存する明確な信号特性を示している。目視検査では、PC まくらぎの下層または内部のき裂や損傷を検出できないことが多く、外部環境や検査員の経験に依存しやすいことから評価には大きな不確実性が伴う。非破壊検査法を用いることで、き裂や損傷の空間的範囲が視覚化され、定量的な分析が可能となり、まくらぎの状態を客観的かつデータに基づいて比較・評価できる。特に超音波法では、まくらぎ内部のき裂の位置を把握でき、衝撃エコー法は、まくらぎの損傷状態に応じた明確な信号の変化を示す。さらに、まくらぎ表面との機械的接触を必要としない新しい空気結合信号励起技術（水やゲルなどの結合剤を使用せず空気中で振動を励起）により、高速走行中の非破壊検査も可能となっている。

音響手法を用いることにより非破壊で PC まくらぎの損傷などの状態を検出する方法を紹介している。新しい空気結合信号励起技術では 80km/h までの速度で通過しながらのまくらぎ検知が可能で、列車に搭載すればまくらぎの状態を連続的かつ自動的に把握できる。これにより、路線単位での分析や、個々のまくらぎをニーズに合わせて選択的に交換するための貴重なデータ基盤が構築されることが期待されている。



左から：圧縮空気ノズルを使用した空気結合型衝撃エコー励起部、手動励起用インパクトハンマー、超音波アレイ（出典：BAM）
《出典 Der Eisenbahningenieur》



測定面に垂直な断面での超音波データの画像表示（B モード画像）（a）：単一信号（A モード画像）、b）：測定ラインに沿った単一信号のグレースケール画像、c）：データの再構成
《出典 Der Eisenbahningenieur》

情報・信号通信 TopDroneプロジェクトを例とした、貨物列車の操車におけるドローン活用に関する分析

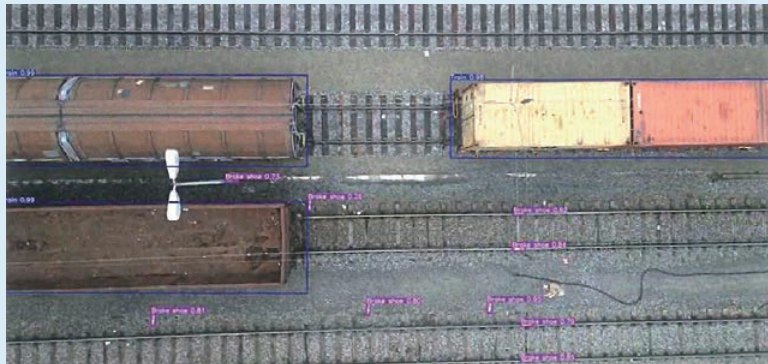
Analyse des Drohneinsatzes im Verschub am Beispiel des Projekts TopDrone

Adrian Wagner ; ザンクト・ペルテン応用科学大学, オーストリア / 他

Eisenbahntechnische Rundschau Vol.74 No.12 (2025-12) pp.87-91 独語

TopDrone プロジェクトでは貨物列車の操車におけるドローンの使用について調査した。従来、貨物列車の組成や分割時には運転士と入換作業員が連携し、特に車両を押して移動させる場合は作業員が進路の安全確認を担っている。TopDrone プロジェクトでは、ドローンにセンサーと AI による映像解析機能を搭載し、理論解析に加え、操車場での現地試験および検証を通じて、入換作業の効率化と安全性向上の可能性を検証した。本プロジェクトは、オーストリア研究振興協会（FFG）が実施する助成プログラム「TakeOff」基金で支援され、ザンクト・ペルテン応用科学大学、Frequentis、Mission Embedded、ÖBB Infrastruktur など複数機関の協力で進められ、従来の人手による監視を技術で補完・代替する新たなアプローチを示している。

TopDrone プロジェクトの結果、ドローンを入換作業における支援システムとして活用することが理論上可能であることは示されたが、耐候性（風、雨、暗闇）、駆動時間、GPS 精度に制約がある。そのため、ドローンは現状、追加的なツールの位置づけとされているが、将来的には自動化された入換ユニットと組み合わせることで、線路内の中心的な監視要素となることが期待されている。



線路上にある各種貨車およびストッパーの検出（出典：Mission Embedded）
《出典 Eisenbahntechnische Rundschau》



現地試験中の着陸域にいる Holybro X500 V2 ドローン（出典：ÖBB/Windisch）
《出典 Eisenbahntechnische Rundschau》

Innovativer Radsensor: Wegbereiter der digitalisierten Zugdetektion

Manfred Sommergruber ; Frauscher SensorTechnology Group 社, オーストリア
SIGNAL+DRAHT Vol.117 No.12 (2025-12) pp.21-28 独語 / 英語

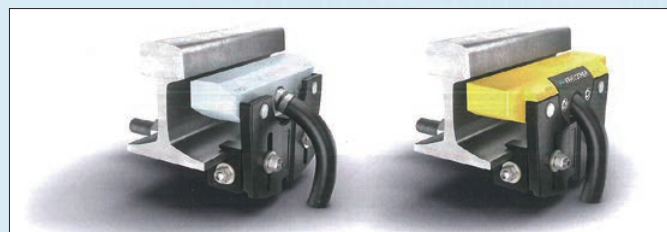
鉄道信号技術のデジタル化が進捗し、ETCS レベル 3 のような地上側の列車位置検知を不要とする方式も検討されているが、実際には車両ごとの仕様や保守、搭載機器の違いから、普遍的な検知方法の実現は困難で、車軸カウンタや軌道回路による地上側の列車検知が依然として必要不可欠とされている。信号技術の進化に応じて、オーストリアの Frauscher 社は革新的な車輪センサー RSR360 を開発した。RSR360 はモジュール式で適応性の高いインターフェースを備え、アナログ信号のエミュレーションにより既存の車軸カウンタとの互換を保ちながら、デジタル通信や高度なデータ処理にも対応する柔軟な構造を持つ。新たに設計された検知原理により、信号対雑音比(S/N 比)は大幅に改善され、レール電流やレールブレーキなどの電磁干渉に対しても極めて高い耐性を実現している。



新世代の車輪センサー RSR360

《出典 SIGNAL+DRAHT》

RSR360 のような新世代の車輪センサーは多機能なデータハブとなり、よりスマートで安全かつ効率的な鉄道ネットワークへの道を切り拓くことが期待されている。環境条件測定など安全性に影響しない用途向けに開発された RSR360 は、研究段階の完了と大規模な室内試験の成功を受け、2026 年半ばまで多様かつ過酷な環境下で長期の現地試験を実施する。その後、車両診断など安全性が重要となる用途向けのバリエーションを開発する予定となっている。



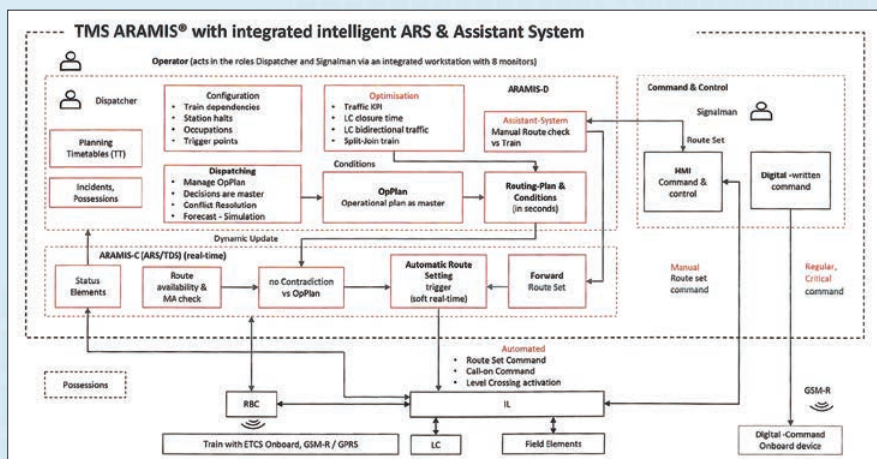
アナログ式車輪センサー RSR180 および RSR123

《出典 SIGNAL+DRAHT》

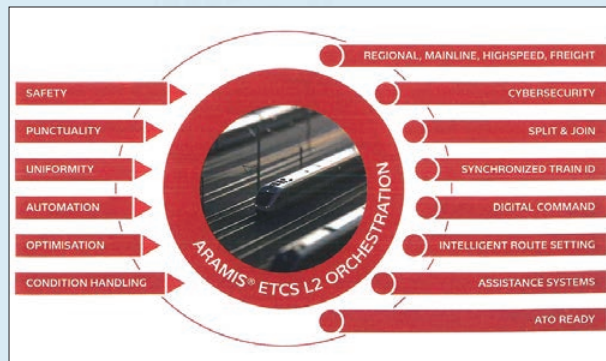
Vollautomatischer Regelbetrieb inklusive BÜSA unter ETCS Level 2 in West-Dänemark

Volkmar Heuer ; Hitachi Rail GTS Deutschland 社, ドイツ / 他
SIGNAL+DRAHT Vol.117 No.12 (2025-12) pp.29-38 独語 / 英語

西デンマークではすでに 6 年以上にわたり、従来の信号機を一切使用しない近代化された ETCS レベル 2 の路線において、鉄道運行のほぼ全面的な自動化が行われている。強力な ARAMIS セキュリティプラットフォームを基盤とする中央の運行管理システム (TMS : Traffic Management System) は、自動進路設定 (ARS : Automatic Route Setting)、電子連動装置、無線閉そく区間制御装置 (RBC : Radio Block Center)、踏切保安システム (LCPS : Level Crossing Protection System)、および工事規制携帯端末との緊密な連携により、運行の大部分を自動的に制御している。日立レール社はシステムサプライヤーとして、信号機なしの ETCS レベル 2 に対応した革新的な地上信号システム、RBC、連動装置、TMS ARAMIS および工事規制端末を納入した。これにより、高度に自動化され、相互運用性の高い運行の基盤が築かれている。



自動化された ARS / TDS およびアシスタントを統合した TMS ARAMIS®
《出典 SIGNAL+DRAHT》



TMS による運行プロセスの統合制御 (オーケストレーション) と利点
《出典 SIGNAL+DRAHT》

西デンマークの鉄道自動化プロジェクトから得られた運行上の利点、技術革新、および実務的な知見を明らかにしている。鉄道運行を安全で定時性が高く将来にわたって持続可能なものにするための基盤となる機能的原理に加え、これまでに直面した課題とその解決策についても述べられている。本プロジェクトの成果は、欧州の鉄道の新たな標準となることが期待されている。

情報・信号通信 運転士以外も対象とするシミュレーター訓練

Simulatortraining nicht nur für Triebfahrzeugführende

Alexander Ullrich ; ISB Ingenieurgesellschaft für Sicherungstechnik und Bau mbH, ドイツ / 他
Der Eisenbahningenieur Vol.77 No.1 (2026-1) pp.41-44 独語

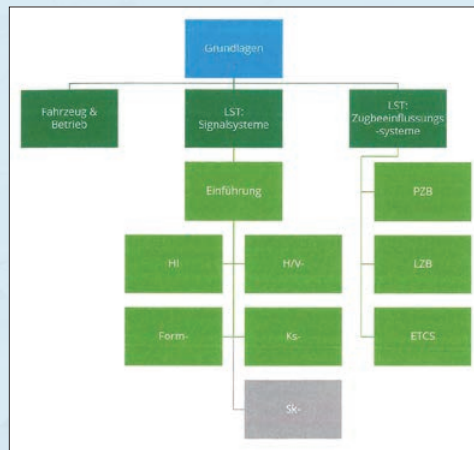
鉄道運転は高度に複雑なシステムであり、熟達するためには専門知識が必要である。運転士は実地訓練において鉄道車両の運行や技術に関する専門知識を習得するが、これは鉄道システムの規制、標準化、計画、監視および開発に携わっているほかの従業員にとっても有益な価値を提供しうる。運転台での実際の業務経験は、実務に関連する意思決定を行う上で非常に役に立つ。本稿では、前述の分野の従業員を対象として、運転シミュレーターを用いた運行および技術知識に関する実践的な継続教育を可能にする、対象者別に特化した研修のコンセプトを紹介する。研修は個々の知識レベルや学習目標に応じて柔軟に組み合わせ可能なモジュール型で、基礎、応用、異常対応の3段階で構成されている。

鉄道事業者の運転士以外の職員の実践的知識向上を目的として開発された、運転シミュレーターを用いるモジュール型研修のコンセプトと実施内容について紹介されている。個々のモジュールとその学習目標は特定の運転シミュレーターに依存せず開発されているため、さまざまなシステムや鉄道車両運転シミュレーターに個別に適應させることが可能となっている。



ドレスデンの鉄道輸送研究ドイツセンター (DZSF) にある ZuSi 社製の運転シミュレーターと運転台

《出典 Der Eisenbahningenieur》



「基礎」というテーマ群 (青) を、モジュールグループ (濃い緑) とモジュール (薄い緑) に分類した図

《出典 Der Eisenbahningenieur》

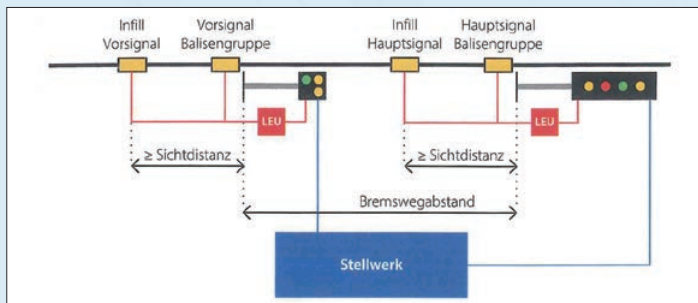
情報・信号通信 ルクセンブルクにおける線路容量の最適化

Optimierung der Streckenkapazität in Luxemburg

Laurent Pott ; ルクセンブルク国鉄, ルクセンブルク / 他
Eisenbahntechnische Rundschau Vol.74 No.12 (2025-12) pp.21-25 独語

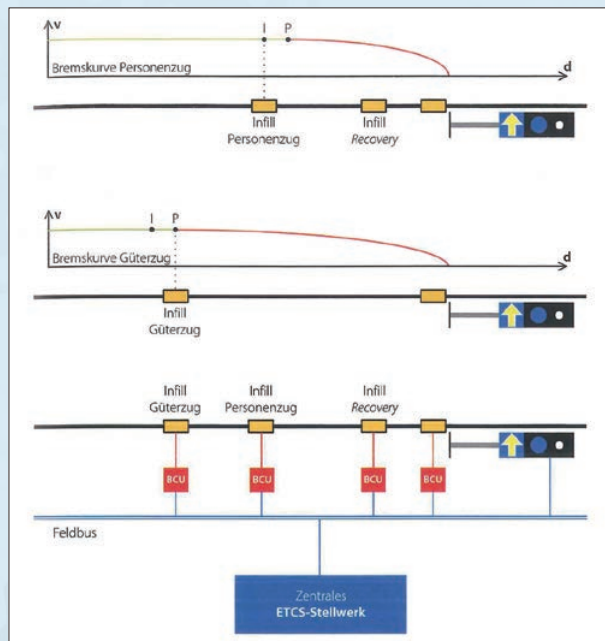
ルクセンブルク国鉄 (CFL) は全路線に ETCS レベル 1 を導入し、中でも北部路線では信号システムを簡素化し、地上信号と ETCS レベル 1 (車内信号) を統合した革新的な組み合わせで初めて運用を開始した。このプロジェクトの目的は、新たに導入された車内信号の操作手順を根本的に変更することなく、地上信号の要件を最小限に抑えつつ、ETCS の運行効率を向上させることであった。新システムでは、ETCS の制動パラメーターに対する補正係数が導入され、インフラや車両に合わせて係数を変えることで制動距離を標準値から調整できるようになった。この結果、列車間隔を短縮し、より多くの列車を安全に運行することが可能となり、線路容量の最適化を実現した。さらに新システムの導入により、インフラの簡素化と保守コストの削減も実現している。

CFL の北部路線では ETCS レベル 1 の導入に際して貨物列車と旅客列車それぞれで制動距離を最適化し、線路容量の最適化と定時性の両立を図っている。地上信号と ETCS レベル 1 の独立制御により、簡素なシステムでありながら ETCS レベル 2 の性能に近づけることができると期待されている。また、貨物用・旅客用の地上子で情報を更新できない場合に、より信号機に近い地点での更新を可能にするリカバリーポイントの活用により、遅延が発生した場合も一定の堅牢性を確保できるとされている。



旧システムにおける地上子の配置

《出典 Eisenbahntechnische Rundschau》



さまざまな地上子が貨物列車と旅客列車を別々に担当している

《出典 Eisenbahntechnische Rundschau》