



## 軌道・構造物 革新的な監視システムによる分岐器の状態診断の最適化

*Optimierung der Zustandsbestimmung von Weichen durch innovative Überwachungssysteme*

Nikolas Pesek ; ÖBB-Infrastruktur AG, オーストリア / 他  
Eisenbahntechnische Rundschau Vol.74 No.9 (2025-9) pp.40-43 独語

ÖBB Infrastruktur AG (ÖBB Infra) と voestalpine Signaling Austria GmbH (vaSIG) は、その合併子会社の WS Service GmbH (WS) と協力し、鉄道の分岐器の状態監視を最適化するプロジェクトを進めている。本プロジェクトでは、vaSIG の最新のインフラ監視プラットフォーム「zentrak Infrastructure Monitoring (zentrak IM)」を活用し、分岐器の故障を早期に検知して計画外の故障を最小限に抑え、保守プロセスを効率化することを目標としている。現在、zentrak IM は ÖBB の 39 基の分岐器で試験運用されており、運行データやトングレールの駆動状況・位置、バラストの状態、レール摩耗などの異常を正確に記録・分析することでインフラの可用性向上と維持費削減を目指している。また、蓄積されたデータを基に、保守作業の計画性を向上させ、運行への影響を最小限に抑えることが期待されている。

本プロジェクトの成否を左右する重要な要素はプロジェクトパートナー間の緊密な連携にある。今後、zentrak IM を ÖBB Infra の IT 環境に将来的に統合・活用するためのコンセプトが策定される予定となっている。本プロジェクトが成功裏に完了すれば分岐器の保守の最適化および稼働率の向上に寄与することになる。



トングレールに取り付けられた vaSIG の測定センサー「zentrak IM」  
《出典 Eisenbahntechnische Rundschau》



転てつ機に取り付けられた vaSIG の内蔵測定センサー「zentrak IM」  
《出典 Eisenbahntechnische Rundschau》

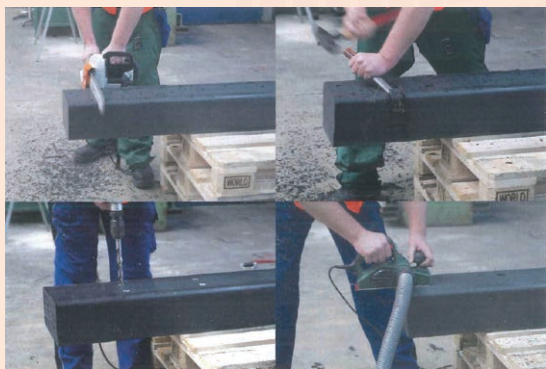
## 軌道・構造物 地方路線向けの新しいプラスチックまくらぎ

*Neue Kunststoffschwelle für den Nahverkehr*

Josef Lindlbauer ; Kraiburg Strail 社, ドイツ / 他  
Eisenbahntechnische Rundschau Vol.74 No.9 (2025-9) pp.52-54 独語

Kraiburg Strail 社は地方路線向けに革新的なプラスチックまくらぎ「STRAILway30」を開発した。このプラスチックまくらぎは耐久性、持続可能性、柔軟性に優れ、一般区間や分岐器、橋りょうに使用される。従来のコンクリートまくらぎより軽量でありながら、高い荷重に耐えられる。軽量であるため、湿地帯や盛土などの線路にも容易に設置可能である。素材には繊維強化ポリオレフィンのリサイクルコンパウンドを採用し、耐候性に優れ、最大 50 年の耐用年数を誇る。まくらぎ本体および加工時の廃棄物は 100% リサイクル可能で、環境負荷の低減を実現する。軸重 16 トン、最高速度 120km/h に対応し、コスト効率を向上させた設計も特徴である。最長 13m までの任意の長さで製造でき、加工性（切断、フライス加工、穴あけなど）にも優れている。製品は事前に穴あけ加工が施され、現場での迅速な設置が可能で、作業効率の向上を実現する。また、ドイツ連邦鉄道局による曲げ特性、熱膨張度、ボルトの引抜強度などの試験の結果、ヨーロッパの地方路線の要件を満たしていることが実証された。

従来の高品質のプラスチックまくらぎは高価であるため地方路線への適用には難点があったが、STRAILway30 の開発により低コストでの導入が可能となった。2023 年末より販売が開始されていて、チェコ、ドイツ、イタリア、アジアでの導入実績があり、鉄道インフラの近代化に貢献している。



プラスチックまくらぎは標準的な工具で安全に加工できる  
《出典 Eisenbahntechnische Rundschau》



チェコの Loučna nad Desnou で分岐器に敷設された STRAILway 30 プラスチックまくらぎ



《出典 Eisenbahntechnische Rundschau》

## 軌道・構造物 橋りょうの洗掘リスク管理の進化

### Bridging the gap

Iain Fox ; Network Rail, イギリス

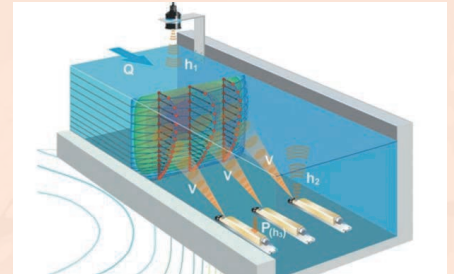
Railway Gazette International Vol.181 No.10 (2025-10) pp.21-23 英語

洗掘は橋りょう崩壊の最も一般的な原因として広く認識され、世界の鉄道施設被害の約6割を占めると推定されているため、早期発見が重要である。従来の洗掘評価は河川の改修・改良工事などの計画時に実施するため、現地調査、地質調査、水理モデルなどに基づいて行われているが、コストや時間がかかるという課題があった。現在、AIを活用して洗掘の発生を検知できるリアルタイムモニタリングシステムの現場試験が進行中で、これにより、正確な意思決定が可能になり、過剰な保守費用を削減できると期待されている。英国のNetwork Railは2022年にExeter大学と共同で洗掘検知に関する研究を開始し、3種類のセンサー技術（AI対応カメラ、流速センサー、地球物理センサー）と3Dデジタルツインを統合することにより、様々な現場環境と構造物の状況を包括的に把握できるようになった。AI対応カメラは、デバイス自体に機械学習アルゴリズムを搭載することにより、データ転送量を軽減するとともに水位変動、堆積物の状況、河床露出の状況の検知といった、ほぼ瞬時の画像処理とパターン認識を可能にしている。また、流速センサーは相互相関技術を利用して水柱の多点断面の情報を取得し、監視対象の水路の流速を計測しており、地球物理センサーはソナーを駆使して橋脚周辺の河床深度を監視している。これらの情報により、潜在的な洗掘の発生要因となる橋りょう周辺の環境および構造物の状態の全体像の把握を実現している。

試験は異なる環境条件を持つ3つの橋りょうで実施され、最初の結果は有益なものであった。今後は、機械学習アルゴリズムの改良やリアルタイムの天気予報との統合を通じて、予測能力の向上を目指す、としている。このモニタリングシステムは洗掘だけでなく、腐食や疲労などの構造的劣化の監視にも応用可能で、鉄道インフラの総合的な健全性管理に寄与することが期待されている。



Network Railのノース・デボン線の橋りょうNDN 197.79に監視システムの現地試験の一環としてAI対応カメラが設置された。《出典 Railway Gazette International》



流速センサーは相互相関法を用いて水柱の多点断面を取得し、監視対象の水路の流速を測定する。

《出典 Railway Gazette International》

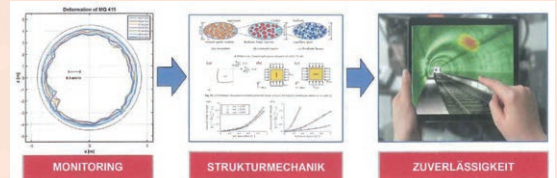
## 軌道・構造物 地質工学上の難易度が高い地帯におけるトンネル構造物の安全管理

### Anlagensicherheitsmanagement in geotechnisch anspruchsvollen Zonen

Adolf Bernd Moritz ; ÖBB-Infrastruktur AG, オーストリア / 他

Eisenbahntechnische Rundschau Vol.74 No.11 (2025-11) pp.39-43 独語

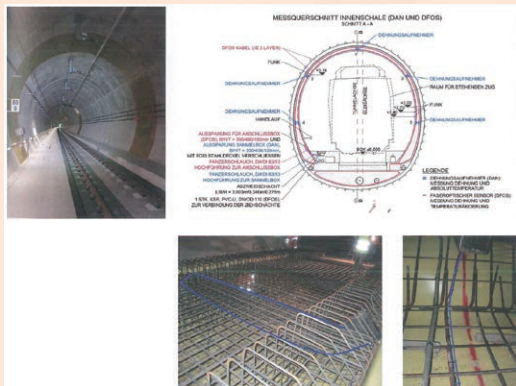
ゼメリングベーストンネル (27.3km) やブレンナーベーストンネル (64km) などの長大鉄道トンネルは土被りの大きい断層帯を横断しており、大きな膨張圧力の下で継続的に地盤変動が生じるリスクが潜んでいる。ÖBB Infra社ではこれらの長大鉄道トンネル建設において長期的なモニタリングシステムを導入し、トンネル内壁にかかる負荷に関する情報を継続的に収集している。本システムではトンネル内壁の画像を高解像度カメラで撮影し、AIモデルを用いてき裂を自動的に検出しており、これによりトンネル構造の変化を早期に認識し、評価することで適切な対策を迅速に講じることが可能になる。さらに、FFG (オーストリア研究推進機構)



左：光ファイバーセンサーによる測定断面のひずみ（出典：ACI Monitoring GmbH）／中央：FFG 研究プロジェクト COMET-Rail4Future 「信頼性の高い鉄道トンネル」- ウィーン工科大学によるハイブリッド手法に基づくトンネル覆工の有効性を評価するための段階的手順（出典：ÖBB-Infrastruktur AG/Civil Engineering）  
《出典 Eisenbahntechnische Rundschau》

の研究プロジェクト「COMET-Rail4Future」の一環として、ウィーン工科大学材料・構造力学研究所と共同で、構造力学的な材料モデルを用いたハイブリッドアプローチによってトンネル内壁の負荷状態を評価する研究が進められており、耐用年数である150年にわたる信頼性の高い予測を可能にすることが期待されている。また、トンネル内壁の変形や温度変化の測定には埋め込まれた光ファイバーセンサー (DFOS) やひずみゲージペア (DAN) が使用されており、これらのセンサーを活用し、データを収集・分析することで、トンネルの長期的な安全性を監視する仕組みも構築されている。

AIモデルを用いたき裂の自動検出においては、幅0.3mm以上のき裂をピクセル単位で正確に識別し、セグメント化することが可能である。これまでに4100枚の画像データを用いてAIモデルのトレーニングが行われており、現在の検出率は約86%に達しているが、将来はデータセットを拡充し、精度を95%以上に向上させる計画となっている。



左上：グラニツタールトンネルの例 コーティング塗装による長期モニタリング (LTM) 用の計測断面の表示 / 右上：ひずみゲージ (DAN) と光ファイバーセンサー (DFOS) 5組の配置 / 下：インパートコンクリートの鉄筋に沿った光ファイバーセンサー（出典：ÖBB-Infrastruktur AG）

《出典 Eisenbahntechnische Rundschau》

*Virtuelles Radar für die Eisenbahn von morgen - Tests automatisierter Züge in virtuellen Umgebungen*

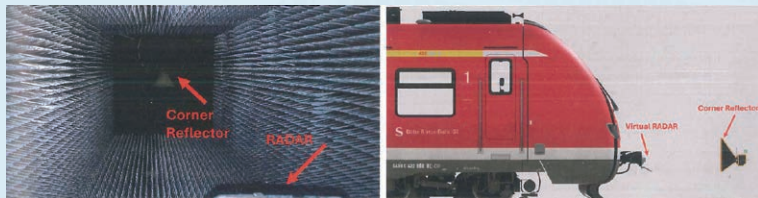
Arsalan Haider ; DB InfraGO 社, ドイツ / 他  
 SIGNAL+DRAHT Vol.117 No.10 (2025-10) pp.35-39 独語 / 英語

DSD (Digitale Schiene Deutschland) はドイツ鉄道がデジタル化に向けて産業界や政界と協力するために組織したグループである。その活動の一環として、自動運転列車のシミュレーションを行うために設計された、仮想レーダーセンサーモデルの開発および検証手法が発表された。このモデルはデジタル環境内でリアルなセンサーデータを生成し、自動運転列車で使用されるレーダーによる物体検知システムの評価および検証を支援する。実物の線路上での試験に代わり、シミュレーションを活用することで、複雑な鉄道のシナリオをより柔軟かつ低コスト、そして安全に評価できる。これにより膨大な時間を要する現地試験への依存度が軽減され、開発プロセスの迅速化とコスト削減が可能となる。モデルは NVIDIA Isaac Sim を基盤としたシミュレーション環境で動作し、レーダー波の反射を忠実に再現するレイトラッキング技術を使用する。初期の検証において、実際のレーダーセンサーと仮想センサーのデータを比較した結果、距離や角度、反射強度において仮想センサーの高い精度と信頼性が確認された。



仮想レーダーによる検知の結果を含むシミュレーションシーンの一例。赤い点はシーン内の仮想レーダーによる検知の結果を示す。  
 《出典 SIGNAL+DRAHT》

ドイツの「デジタル鉄道」プロジェクトの一環として開発された、仮想的なレーダーセンサーモデルの設計と検証方法について説明している。同プロジェクトは鉄道業界におけるセンサー技術の進化に向けた重要な基盤と期待されている。今後は、動的なテストやフェイズノイズなどの追加効果を取り入れることで、モデルの精度向上を目指すとしている。



左：電波無響室において実際のレーダーデータを取得するための測定装置。右：レーダーセンサーを列車に搭載し、コーナーリフレクターを試験対象とした NVIDIA Isaac Sim 内の仮想列車のシーン。  
 《出典 SIGNAL+DRAHT》

*ARTE: Erprobung von ATO GoA 3/4 und RTO auf einer Strecke ohne ETCS*

Tobias Bekehrmes ; Alstom Signal 社, ドイツ / 他  
 SIGNAL+DRAHT Vol.117 No.10 (2025-10) pp.49-56 独語 / 英語

ドイツのアルストム社、ドイツ航空宇宙センター (DLR) およびベルリン工科大学 (TU Berlin) は共同で、自動運転列車に求められる技術的および運行上の要件を調査するため、研究プロジェクト ARTE (Autonomous Regional Train Evolution) を 2022 年～ 2025 年に実施した。本プロジェクトでは、ETCS (European Train Control System) を備えていない線区での自動運転 (ATO GOA3/4) および遠隔操作運転 (RTO) の実現可能性を検証した。アルストム社は既存の車両に自動信号認識や衛星ナビゲーションを組み込むことで、ETCS なしでも運行可能なシステムを開発した。さらに、TU Berlin はアルストム社および DLR の支援を受け、タブレット端末を用いた簡易かつ携帯性に優れた遠隔操作方式を開発した。開発したシステムを経年 20 年の気動車 (Coradia LINT41) に組み込んだ改造車両を用いて ATO および RTO による走行試験が行われ、信号認識の精度や RTO の操作性が評価された。その結果、技術的な実現可能性が確認されるとともに、試験中に得られた知見に基づいて車両の装備とその構成をさらに改良し、システムの性能を向上させた。



試験線における障害物検知の試験  
 《出典 SIGNAL+DRAHT》

今後の非 ETCS 線区向け ATO および RTO に関連する取り組みとしては、さらなる機能の自動化や自動故障シナリオ対応、およびシステムの安全性の検証などが挙げられている。また、タブレット端末の使用に関しては運転士や乗務員の新たな役割や職務プロファイルの詳細な設計について、さらなる研究が必要になる、としている。



タブレット操作による RTO 被験者テスト：左は運転台、右は客室  
 《出典 SIGNAL+DRAHT》

## 車両 断熱技術の進歩が消費エネルギーの削減を実現する

Advances in insulation deliver energy savings

Tom Merton ; Armacell, ルクセンブルク

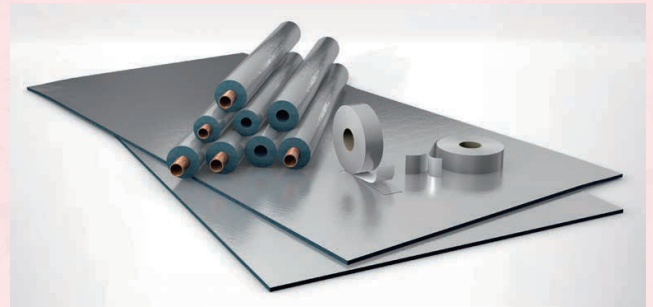
Railway Gazette International Vol.181 No.10 (2025-10) pp.44-45 英語

鉄道車両の重量が軽いほど運行におけるエネルギー効率が高く、コスト効率も良くなる。そのため、PET（ポリエチレンテレフタレート）は壁、天井、床などの内装に理想的な材料である。この高強度かつ軽量の素材は優れた耐久性を持ち、耐用年数終了後も完全にリサイクル可能である。Armacell社のPET材料は火災、煙、毒性についてのEN規格に適合し、地下鉄や寝台車を含めてあらゆる鉄道車両に使うことができる。また、PETと高性能断熱材を組み合わせることにより車両の冷暖房システムの効率を向上させることができる。独立気泡断熱材のArma Flex Rail SDは熱伝導率に加え、水蒸気透過率が低いという特性を持っており、結露を防ぐ効果もある。さらに、抗菌技術を組み込んだ断熱材は車内の衛生状態を向上させる役割を果たす。これらの技術革新により、あるヨーロッパの大手鉄道事業者は、車両全体の断熱部材をアップグレードすることでエネルギーコストを20%削減し、乗客の快適性も向上させた。最近、Armacell社は従来より80%薄いにもかかわらず同等の断熱性能を有する断熱材「ArmaGell Rail」を開発するなど、断熱材業界は継続的なイノベーションに注力している。

世界各国でエネルギー効率に関する規制が厳格化される中、高性能断熱材への需要は今後ますます高まると見込まれている。鉄道事業者は、規制要件を満たす、あるいはそれを上回る断熱材を選択することで、こうした変化に対応することができる。空調効率の向上により、コスト削減の実現だけでなく、鉄道輸送がより環境にやさしい未来の実現に貢献すると期待されている。



現代的な軽量材料を内装に使用することで、熱的性能が向上し、エネルギー消費を削減できる。  
《出典 Railway Gazette International》



ArmaFlex Railシリーズの断熱材のラインナップは、車両業界のニーズに合わせてカスタマイズされている。  
《出典 Railway Gazette International》

## 車両 鉄道車両の音響状態解析用のスマートフォンアプリ

Smartphone-App zur akustischen Zustandsanalyse in Schienenfahrzeugen

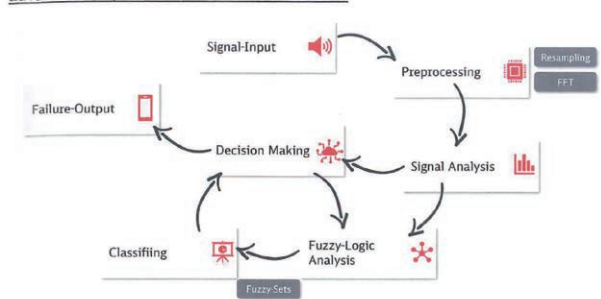
Andreas Falk ; DB Systemtechnik GmbH, ドイツ

Eisenbahntechnische Rundschau Vol.74 No.11 (2025-11) pp.59-62 独語

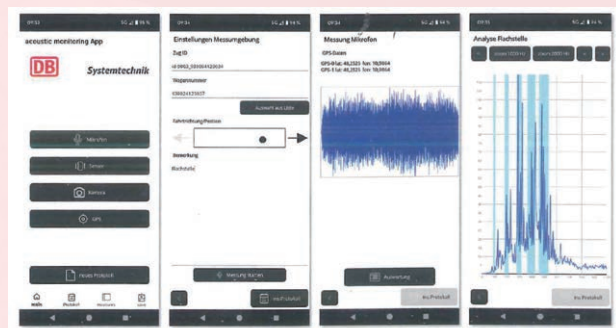
DB Systemtechnik社は音響解析技術を用いて鉄道車両の状態監視と故障検知を行う革新的なスマートフォンアプリを開発した。近年のスマートフォンの急速な性能の向上により、このような音響解析を携帯端末で手軽に利用することが可能となっている。このアプリはスマートフォンの高性能なマイクと優れた計算能力を活用し、車両の運行中に発生する音響信号を分析することで車両の状態を監視し、故障を早期に検知する。従来の振動解析技術を基盤に音響解析を組み合わせることで、車両部品の損傷に伴う音響の異常を検出することで損傷部位を特定し、故障箇所を正確に診断することが可能である。さらに、ファジー理論を導入することで環境条件の変動にも対応し、信頼性の高い分析を実現している。現状ではドイツ刑法201条（人物の音声録音は、事前の許可を得た場合にのみ許容される）をはじめとする法的制約はあるものの、音響信号の分析をリアルタイムで行うことで録音が不要となるようにするなど、適切に活用すれば乗務員の日常業務を支援するとともに、車両保守担当との貴重な連携手段となる。これにより保守部門の負担が軽減され、必要な措置を的確かつ迅速に講じることが可能になる。

本アプリはインターネット接続を必要とせず、スマートフォン単体で動作する。そのため、いつでも使うことができ、鉄道車両の保守作業を効率化するツールとして期待されている。今後、有用性をさらに高めるため、損傷時に特有の騒音パターンを示すインバーター、モーター、歯車箱、ファンなどの部品を順次モデルに追加する計画である。

advanced analysis for acoustic failure detection



スマートフォン向けに最適化された分析プロセス（出典：DB Systemtechnik GmbH）  
《出典 Eisenbahntechnische Rundschau》



アプリの利用画面（各機能の画面例）（出典：DB Systemtechnik GmbH）  
《出典 Eisenbahntechnische Rundschau》