



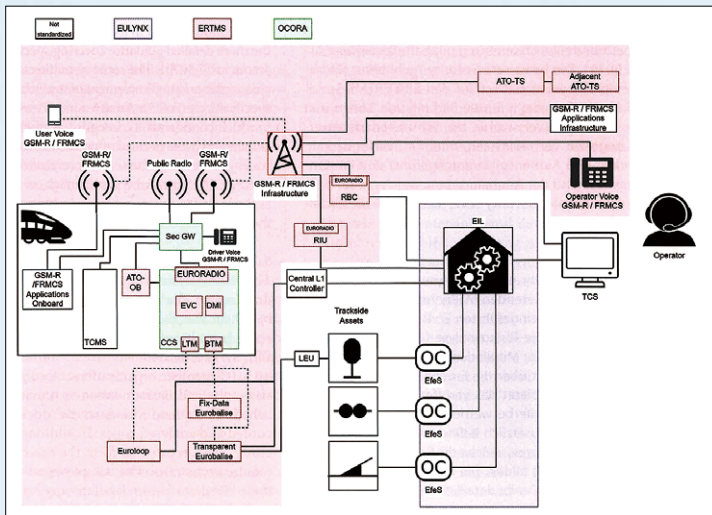
情報・信号通信 鉄道事業者の視点から見たERTMSのサイバーセキュリティ対策

Cyber-Security-Maßnahmen für ERTMS aus Sicht der Bahnbetreiber

Richard Poschinger ; Incyde 社, ドイツ
SIGNAL+DRAHT Vol.115 No.9 (2023-9) pp.63-72 独語 / 英語

鉄道業界では、デジタル化に対する脅威が増す中、サイバーセキュリティがますます重要な役割を果たすようになっている。より多くの線区がETCS（欧州デジタル列車制御システム）で運転されつつある。その結果、ETCSに具体的なセキュリティ対策を施すことが要求され、これはERTMSユーザーグループ（EUG：ERTMS Users Group）内にERTMSセキュリティコアグループ（ESCG：ERTMS Security Core Group）を設立する原動力となった。ESCGが行った作業は、ETCSの今後の開発のための、実用的アプリケーションおよび提案を含む包括的なセキュリティ対策をもたらす結果となった。

ESCGが現在焦点を当てているトピックとしては、システム内で用いるPKI（公開鍵暗号基盤）のプロトタイプ確立、ATOのセキュリティ、プロジェクトセキュリティ管理計画（PSMP）のテンプレートの作成、および既存システムのアプリケーションのガイドライン作成があげられている。



検討中のERTMSシステム

出典 SIGNAL+DRAHT

車両 鉄道が3Dプリンティングを取り込む理由

Wie die Bahn (3D-)Druck macht

Stefanie Brickwede ; DB 車両メンテナンス社, ドイツ
Eisenbahntechnische Rundschau Vol.72 7+8 (2023-8) pp.60-65 独語

鉄道会社の使命は明らかであり、それは機動性の拡大である。しかし、部品の破損などのさまざまな要因により、列車が運行停止する状況となり、予備部品が至急に必要となる場合が想定される。そして素早く予備部品が手配されない場合、積層造形として知られる3Dプリンティングなどのデジタル製造プロセスが優れた解決法を提供する。これは、列車の定時性と保守プロセスにも当てはまる。車両やインフラの予備部品は、工場や建設現場に予定どおりに到着しなければならない。これがドイツ鉄道の鉄道運行の信頼性を維持し、顧客を満足させる唯一の方法である。緊急の場合にも3Dプリンティングは重要な解決法を提供する。新しい技術は、列車の保守をより迅速に行い、リソースを節約し、場合によってはコストを削減するのに役立つ。2015年以来、ドイツ鉄道は100,000個の3Dプリンティング部品を配送し、数百万ドルを節約し、鉄道部門における3Dプリンティング技術利用のバイオニアとなっている。3Dプリンティングはドイツ鉄道において重要な役割を果たしている。

鉄道事業における3Dプリンティングの利用と有効性に関する内容である。ドイツ鉄道では車両やインフラで用いる予備部品が緊急事態で予定どおりに到着できない場合に至急確保するための解決策として積極的に3Dプリンティングを採用しており、信頼性維持、顧客満足のほか、リソースやコストの削減に大いに貢献している。



デジタル倉庫の象徴的なグラフィック 出典：ドイツ鉄道 / Stefan Wildhirt

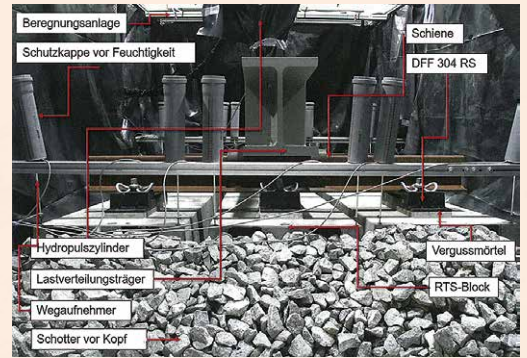
出典 Eisenbahntechnische Rundschau

軌道・構造物 新しい省力化軌道構造：軌道構造の革新的解決策

„Wartungsarmer Oberbau“: Innovative Lösung für die Ausrüstung von Gleisen

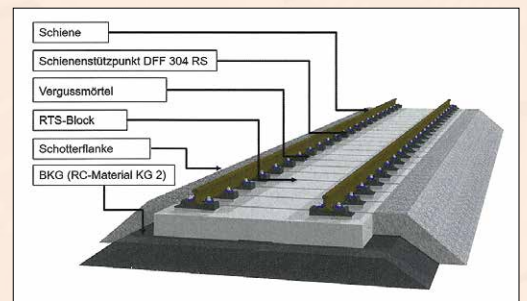
Norman Krumnow : ドレスデン工科大学, ドイツ
Der Eisenbahningenieur Vol.74 No.9 (2023-9) pp.39-43 独語

鉄レール、レール締結装置、まくらぎ、バラストにより構成されるバラスト軌道は敷設や修復が容易である一方、列車荷重により軌道変位が生じやすく、常時メンテナンスを必要とする。一方、コンクリートまたはアスファルト路盤を用いたスラブ軌道は軌道変位が生じにくく、メンテナンスコストが抑えられる反面、設置コスト、工期面での不利に加え、路盤に厳しい条件が課されることから、時に路盤改良を要するなどの欠点ももつ。そこで、バラスト軌道とスラブ軌道の長所を組み合わせ、短所を極力減らした両者のハイブリッド構造として新たな省力化軌道構造 WaO (Wartungsarmen Oberbaus) の提案を行った。開発コンセプトは、① DB の高性能線路の要件を完全に満たすこと、②メンテナンスは最小限であること、③使用部品は既存の信頼性の高いものを用いること、④既存のバラストを極力再利用すること、⑤バラスト軌道とスラブ軌道の長所を兼ね備え、短所を極力解消するものであること、⑥市販の建設機械で対応可能であること、などである。具体的な構造は、既存バラストを破碎して新材料と混合し、広い粒度分布をもつ碎石を締め固めた路盤上にプレストレスの幅広まくらぎを設置し、加振して安定化させた後、締結部下にグラウトを注入してレール面を修正し軌きょうを構成する。まくらぎ側面にはバラストを散布して軌道を安定化する。開発に協力したドレスデン工科大学における試験の結果、大量の降雨条件下においても極めて軌道沈下の少ない結果が得られ、今後、実際の路線における試験を行う予定である。



ドレスデン工科大学における試験状況 (1000年確率降雨条件下における沈下試験)

出典 Der Eisenbahningenieur



WaO の構造説明と俯瞰図

出典 Der Eisenbahningenieur

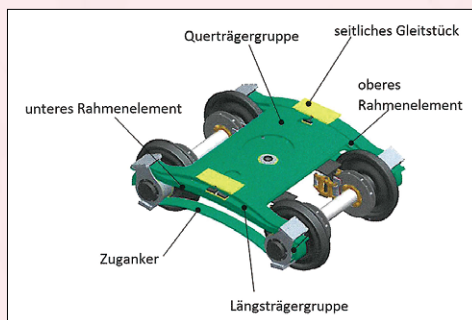
バラスト軌道とスラブ軌道のいいとこどりをねらい、両者のハイブリッド構造として新たな省力化軌道構造が開発された。ドレスデン工科大学での大量の降雨条件下における沈下試験では良好な結果が得られており、今後は最終的な評価のため、DB の実路線における運用試験が予定されている。

車両 繊維複合材製台車枠の上下減衰のマルチボディモデリング

Vertikaldämpfung eines Fahrwerkrahmens aus Faserverbundwerkstoffmodellierung im Mehrkörpersystem

Paul Schönhuber : アーヘン工科大学, ドイツ
Eisenbahntechnische Rundschau Vol.72 No.9 (2023-9) pp.62-65 独語

繊維複合材料は軽量化のための高い可能性を秘めており、経済的かつ環境に優しい利点をもたらしている。航空機などのほかの産業分野でもすでに有効に利用されている。鉄道車両業界では、車体のパネル部品が実証済みの応用分野となっているが、シャーシ（骨組み）領域の構造部品はまだ試作段階を超えて進歩していない。革新的な台車の概念では、従来のダンパーの代わりにガラス繊維強化プラスチック (GFRP) 製の弾性シャーシフレームにその機能を持たせている。このため、試験により弾性シャーシフレームの減衰性能が同定された。車体上下加速度を評価するため、同定結果はマルチボディシミュレーションモデルに反映された。結果として、貨物輸送の速度範囲における制限値を満たしており、繊維複合材料の高い性能が示された。



エコボギーの外観

出典 Eisenbahntechnische Rundschau

ガラス繊維強化プラスチック製の台車枠を利用し、ダンパーを使用しない革新的な台車の概念に関する内容である。今後も諸元の最適化を進めるとともに、実際の動作条件下での安全性を確保するため、温度、湿度、材料の経年変化の影響を判断する必要がある、としている。



台車枠の周期的繰り返し荷重の実験装置

出典 Eisenbahntechnische Rundschau

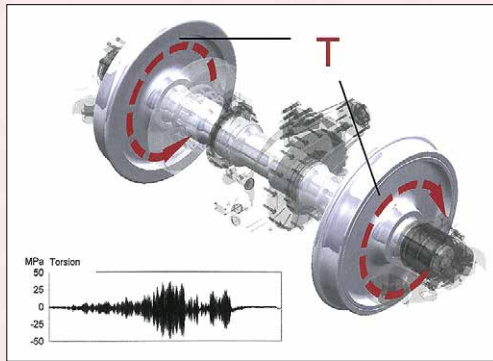
車両 革新的な接合技術：特殊な金属コーティングを施した輪軸圧入

Innovative Füge-technologie: Radsatzpressverbände mit speziellen metallischen Beschichtungen

Torben Lehnert ; Gutehoffnungshütte Radsatz 社, ドイツ
Eisenbahntechnische Rundschau Vol.72 No.9 (2023-9) pp.40-44 独語

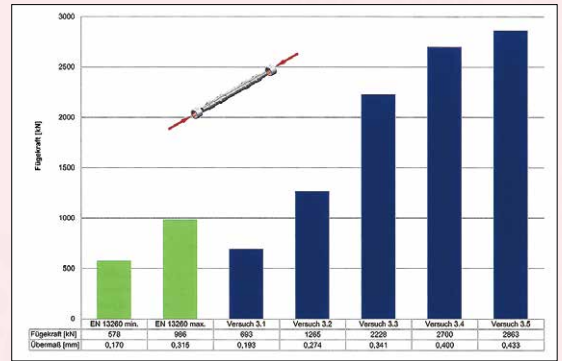
特殊な金属コーティングを施した輪軸の圧入による新しい接合技術は、従来の圧入では達成できない多くの効果をもたらす。例えば、圧入損傷の回避、フレッチング腐食の軽減、接合潤滑剤の不要などがあげられる。試験では、従来の圧入と比較して、達成可能な圧入力が増加することが実証されている。本開発の契機は、列車運転中に発生した輪軸の設計荷重を大幅に超えるねじり振動の発生であった。解決に向けて車軸のはめあい面における荷重の伝達性をさらに高めるための新たな方策を考案する必要が生じた。耐荷重は、接触する部材の強度、はめあい部の摩擦係数および標準的な設計仕様によって制限される。GHH-Radsatz 社は、従来の接合方式のこうした限界を包括的に精査し、今回の技術開発に繋げた。GHH-Radsatz 社は、この接合技術の市場投入に向けてさらなる開発を計画している。

特殊な金属コーティングを施した輪軸の圧入による新しい接合技術がもたらすメリットや技術開発の経緯、圧入力測定試験の結果が紹介されている。今後、市場投入に向けて円周方向の滑り抵抗を確認するためのねじり試験や疲労強度特性を実証するための振動試験が計画されている。



ねじり現象(ねじり振動)を伴う輪軸 T:ねじりモーメント

出典 Eisenbahntechnische Rundschau



テストシリーズ V3 の最終圧入力としめしる 輪座径 = 171mm

出典 Eisenbahntechnische Rundschau

車両 鉄道用車載磁気センサー：鉄道のデジタル化における革新的な車両位置特定法

Magnetic Railway Onboard Sensor: Innovative Lokalisierungslösung für die digitale Schiene

Mayuran Vivekanathan ; ITK Engineering 社, ドイツ
Eisenbahntechnische Rundschau Vol.72 7+8 (2023-8) pp.16-18 独語

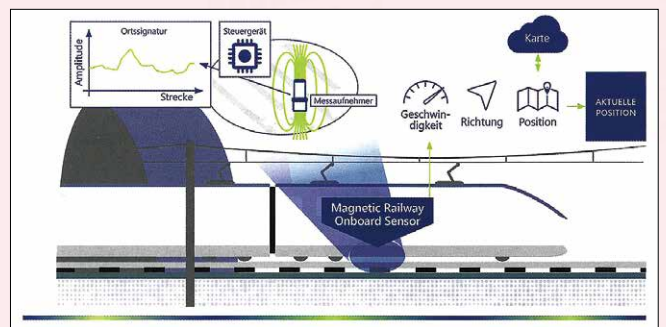
ITK Engineering 社が開発した鉄道用車載磁気センサー (MAROS) は、滑走・空転の影響を受けない速度測定を可能にする計測法を採用しており、車両の連続かつ正確な位置特定を可能にする。MAROS を地域全体に導入することで鉄道ネットワークにより多くの列車の収容が可能になり、鉄道ネットワークの利用率が 35% 向上することが期待されている。将来的には、MAROS を使用して軌道材料の疲労やレールの破損を検出することも可能と見込まれる。2020 年夏にドイツ連邦運輸省とドイツ鉄道の間で鉄道部門を強化する鉄道協定が締結された。その明確なメッセージは、『未来の鉄道輸送は現代の交通・輸送の基礎であり、気候変動目標の達成に大きく貢献する』である。この方向への第一歩は、デジタル信号所 (DSTW) と欧州列車制御システム (ETCS) の総合的な展開による鉄道ネットワークの包括的なデジタル化である。MAROS を使用すると、安全度レベル 4 (SIL4) に対応した車両の正確かつ連続的な位置特定が可能となる。

鉄道のデジタル化に向けて車両の正確かつ連続的な位置特定は必須とされている。車載磁気センサーでは、レール自体や締結装置などの強磁性材料に起因する磁気特性を測定することで各線路固有の位置情報 (キロ程ごとの測定データ) を記録した基準地図を事前に作成し、この基準地図との比較により走行車両の位置を特定する仕組みである。



試験走行中の鉄道車両に搭載された車載磁気センサー (MAROS) 出典: ITK Engineering 社

出典 Eisenbahntechnische Rundschau



鉄道用車載磁気センサー (MAROS) の仕組みの概要

出典 Eisenbahntechnische Rundschau

情報・信号通信 貨物の流れを管理するデジタルプラットフォーム

A digital platform to manage freight flows

Railway Gazette International
Railway Gazette International Vol.179 No.10 (2023-10) pp.38-39 英語

ドイツの Rail-Flow 社が開発した「Purchase & Tender Management」システムは貨物輸送についての発注、輸送、費用請求についての全体的なシステムである。荷主が貨物輸送の希望を入力すると、参加している 190 の輸送プロバイダーは引き受け案を提示することができる。荷主は提案をみてルート、発注先が決められるデジタルツールである。従来 FAX や e-mail で行っていたことがシステム上で簡単にできるようになる。

輸送ルート案の作成時は、保線作業など一時的な通行支障も考慮される。輸送途中に遅れが発生した場合、システムの意思決定ツールが荷主に対応案を提示する。

DB Cargo, SBB Cargo International などの大手の輸送事業者も参加している。

Rail-Flow 社は最近、オプションとしてインターモーダル輸送管理システムを開発、提供した。これは鉄道と道路輸送、近距離海運との組み合わせを選択案として提示するものである。荷主はルートごとの CO₂ 排出量を知ることができる。

鉄道貨物サービスへのアクセスを容易にするデジタルツールである。開発企業の Rail-Flow 社は複合一貫輸送を促進する EU の LIFE FIT プロジェクトのコーディネーターに指定されており、同プロジェクトは貨物輸送部門における大気汚染とエネルギー消費を削減する方法を決定することを目的としている。



デジタルツールは、鉄道貨物輸送の予約や管理をより速く、より柔軟に行うことができる。重要路線の運行支障時の対応に特に有用である。

出典 Railway Gazette International

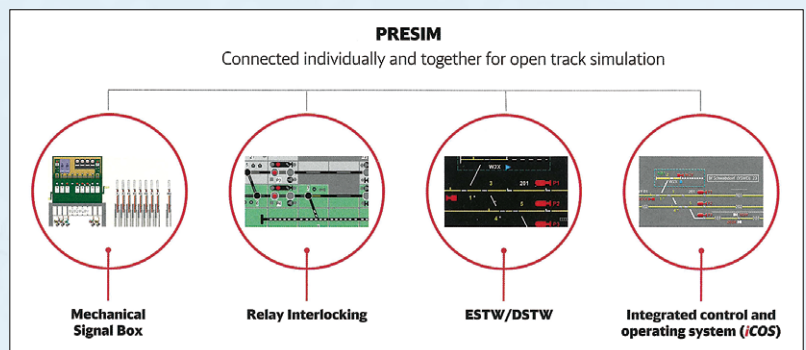
情報・信号通信 PRESIM - 統合された制御及びオペレーションシステムのシミュレーション

PRESIM - das integrierte Leit- und Bediensystem simulieren

Hendrik Bähr ; DB Netz 社, ドイツ
SIGNAL+DRAHT Vol.115 No.9 (2023-9) pp.27-34 独語 / 英語

鉄道信号の連動シミュレーションは、ドイツの DB Netz 社で長年確立されてきた訓練手法である。PRESIM (Project Redesign and Extension of the Simulation System) プロジェクトにおけるシミュレーションの技術的基盤は、建設プロジェクトにおける連動計画のための基礎および上級訓練、ならびに品質保証を含むように拡張された。新たな統合制御およびオペレーションシステム (iCOS : integrated control and operating system) は 2023 年に連動シミュレーションに統合された。iCOS モジュールは試験ツールとして設計者を支援し、完成試験の訓練に使用される。さらに PRESIM は、iUZ (統合サブセンター) 計画におけるプロジェクトの機能および運用試験 (FBP) にも用いられる。PRESIM はプロジェクトおよびそこで開発されたシミュレーションソフトの名前である。種々の設計および構成に 20 年以上集中的に使用された後、新しいデジタル信号システムに統合することで最新のモジュール式構造を構築した。

最新の PRESIM はモジュール式構造で簡単に拡張可能な構造を構築しており、通常の電子連動機能に加え、リレー連動もシミュレーションに組み込まれている。これらのさまざまな技術は、初期および高度なトレーニング中に個別にまたは組み合わせて使用され、研修生は 1 つの技術の詳細と、さまざまな技術の全体的な理解の両方の観点から、制御と障害時の操作を学ぶことができる。



PRESIM を使用すると、様々な鉄道信号の連動を個別に操作したり、シミュレーションで相互接続したりできる。

出典 SIGNAL+DRAHT



ゲッティンゲン iUZ での PRESIM シミュレーション

出典 SIGNAL+DRAHT