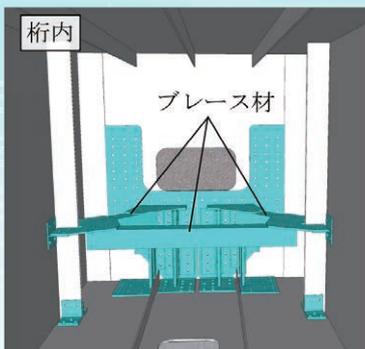
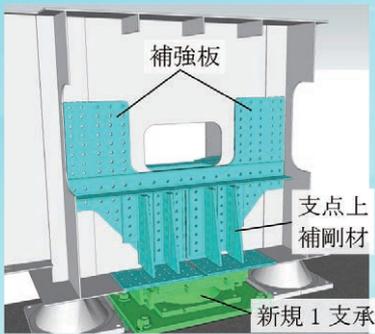
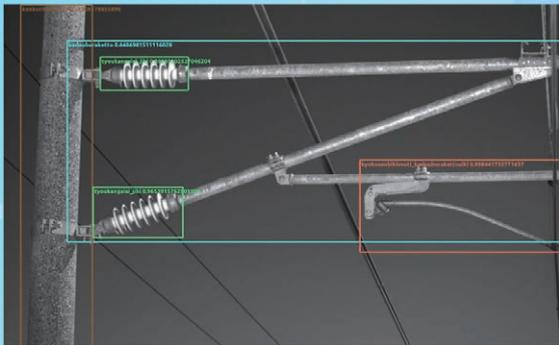


技術の泉

West Japan Railway company
Technical Information Magazine

JR西日本技術情報誌

No.48 2023年



1線1支承形式の構造概略



CONTENTS

巻頭言

新幹線部門における 最近の取り組み

新幹線企画部長 平瀬 健治

01

魅力的なエリア創出の一翼を担う 鉄道・交通サービスの提供

大阪駅(うめきたエリア)における 未来駅への挑戦

イノベーション本部 小森 一

03

持続可能な鉄道・交通システムの構築

施工労力の低減が可能な鋼・合成橋りょう 支承取替工法の開発

構造技術室 丹羽 雄一郎

07

画像解析による電気設備診断システムの開発 —地上検査の車上化—

電気部電気技術室 堀内 信吾

09

沿線環境に配慮した 吸音型のトンネル緩衝工新設

新幹線施設部 新田 琢磨

14

知財の広場

2022年度上期 特許等登録状況

16

JR西日本は、2018年に「技術ビジョン」を策定しました。ありたい姿の実現を技術面から模索していく姿を示しています。(JR西日本ホームページ参照)

私たちは、技術による課題の解決と変革を進めていきます。この取り組みを、本誌を通じて社内および社外の皆さまへ発信していきます。

「技術の泉」は、JR西日本ホームページ(<https://www.westjr.co.jp/company/action/technology/technical/>)でも閲覧できます。「JR西 泉」で検索してください。

検索 JR西 泉

社員・グループ社員は各社内ポータルでも閲覧できます。



No.48 JR西日本技術情報誌

【編集発行】

西日本旅客鉄道株式会社 鉄道本部 イノベーション本部
〒530-8341
大阪市北区芝田2丁目4番24号
TEL 06-6375-2167(NTT)

【発行責任者】

鉄道本部 イノベーション本部長
久保田 修司

本誌掲載記事を無断で転載複写することはできません。

新幹線部門における最近の取り組み

鉄道本部
新幹線本部
新幹線企画部長



平瀬 健治

当社では鉄道オペレーションにおける業務変革の取り組みを進めています。これは今後の労働人口減少に備え、将来にわたり安全で快適な品質の鉄道を維持していくことを目的としていましたが、新型コロナウイルスによる急激な社会変容により、こうした未来が目の前の現実として迫ることとなり、一層の取り組みを進めている状況です。

私たち新幹線部門においても、次の3つのチーム考動方針を掲げ、各分野の重点目標に沿って技術的な課題解決を進めていますので、いくつかの例をご紹介しますと思います。

チーム考動方針

- (安全) 私たちは、高速鉄道の安全を限りなく追及します
- (CS) 私たちは、お客様の笑顔につながる考動をします
- (仕事力) 私たちは、仕事を日々進化させます

01 高速鉄道の安全を限りなく追及する

(1) 重大インシデントをふまえた取り組み

2017年12月に発生させた「新幹線重大インシデント」では、台車の異常を発見出来なかったこと、また異常を感じたにもかかわらず運転を継続したことを主な課題と受け止め、その背景も踏まえ、これまでソフト・ハード両面で安全性向上の取り組みを進めてきました。以下に新幹線車両の安全確保に関わる技術面での当社の取り組み例を紹介します。

ハード対策の例としては、山陽区間を走行する8両編成で空気ばねの圧力をセンサで常時監視し、圧力差により台車枠の異常を検知する「空気ばね圧異常検知システム」や、歯車装置及び車軸の軸受の振動を常時監視し、異常を検知する「台車軸受異常予兆検知システム」などがあります。

ソフト対策例としては、「超音波フェーズドアレイによる台車枠探傷検査」を取り入れました。検査対象内部を超音波走査線によって面的にスクリーニングする検査で、結果をエコー画像として視覚的に捉えることができ、見落としリスクの低減や、検査実施者による検出精度差の改善などが可能となりました。

(2) 地震対策への取り組み

少し前ですが東北地方で大きな地震があり、鉄道施

設の損傷、列車脱線等の被害も発生しています。当社新幹線においては、以下3つの考え方に基づき地震対策を推進しています。

- ① 早期の地震検知と速やかな列車停車
- ② 構造物の耐震補強
- ③ 万が一の脱線に備えた減災対策（逸脱防止）

これらの地震対策をより効率的に実現するため、仕組み・工法などの技術革新に取り組んでいます。最近の開発例としては、コンクリート架線柱の耐震補強工法開発や、逸脱防止ガードの施工改善に向けた技術開発があります。逸脱防止の対策においては、中古レールを活用する施工方法やガード敷設専用まくらぎの開発、まくらぎ交換に特化した保守用車の導入などを行い、コスト低減や施工能力向上を行っています。

02 お客様の笑顔のために (=CS)

長距離を移動されるお客様にとって、移動手段として、数ある移動手段の中から新幹線を選ばれるお客様は、“時間に正確であり”、“過ごす空間が快適である”ことに大きな価値を期待され、ご利用されているものと思います。これらの価値向上に向けた取り組みを紹介します。

(1) 輸送の安定性向上に向けた取り組み

豪雪地帯を走る北陸新幹線では、飛散した雪が車両の床下に付着しますが、このまま暖かい非降雪区間を走行すると、融雪の落下により地上設備を破損するといったトラブルに繋がります。これを防止するため、冬季には主要駅で雪落とし作業を行っていますが、定時運行を阻害しお客様にご迷惑をおかけしています。着雪に伴う輸送影響を極力小さくするため、着雪にくい床下構造の開発や、着雪画像のAI解析による雪落とし作業の要否予測などに取り組みました。この結果、雪落とし作業頻度の低減・適正化が図られ、列車運行の定時性を高めるとともに、労働量削減にもつながっています。

(2) 快適性向上に向けた取り組み

現場活動の一例として、車両の工場内検査における空調ダクト清掃装置の開発をご紹介します。新幹線車両では床下空調から車体内部の空調ダクトを通じて客室内へ新鮮な空気を送っていますが、ダクト構造は細長く、床

内部に埋め込まれた構造であるため、堆積した塵埃の清掃には多くの時間と人手を要していました。そこで現場主体で清掃専用の大型送風機や治具を開発し導入しました。これにより堆積した塵埃をより効率的に除去でき、車内空気環境の快適性維持に貢献しています。

03 生産性向上に向けた取り組み (=仕事力)

“人と技術の最適な融合”を技術革新により具現化し、“人は人にしか出来ない業務に特化”させることで、生産性向上、並びに労働人口減少下でも持続可能な鉄道サービスの実現を目指しています。

(1) 運行オペレーションの機械化

昨今、鉄道業界では自動運転の導入検討が盛んに行われ、国交省主催で要件のとりまとめ等がなされています。当社でも2022年度から新幹線の自動運転実現に向けた要素技術開発を行っています。

新幹線は、交差交通のない専用軌道を走行するため、自動運転に馴染みやすい一定の素地がありますが、機械化・自動化には、必ず設備そのものの増加とメンテナンス業務の増加を伴うため、すべてを機械化・自動化するのではなく、あえて人の業務として残すべき業務を見極めていく必要があると考えています。

列車の運行は、運転士や車掌、駅係員、指令員などから成り立っており、個別の担当業務の最適化を単純に結合するのではなく、これら業務のつながりを考慮し、全体最適化の視点から、重複・不要な作業や設備、規程の見直しを図るといった検討を行い、自動運転により目指す姿を設計図として共有する必要があります。

その結果、例えば、運転士の運転操縦のみを機械化するのか、お客様の乗降時のドア扱いや安全確認まで機械化するのか、運転整理などの指令業務、各種異常時対応をどうするかが決まり、自動化の対象が明確になっていきます。自動運転における「人と技術の最適な融合」によって、質の高い輸送サービスを実現するため、チャレンジを繰り返しているところです。

(2) メンテナンス作業の機械化

新幹線では列車が走行しない夜間に修繕工事等のメンテナンス作業を集中的に実施していますが、作業準備や施工箇所への移動、退出時の器具の置き忘れ確認等を考慮すると、実質的な作業に充てられる時間は僅かとなり施工数量やコストの観点で課題があります。

この課題に対して夜間の作業時間を少しでも長く確保するために様々な技術開発に取り組んでいます。その一つが分岐器開通方向表示装置の開発です。夜間作業

時間帯は分岐器の制御が駅制御（手動）になりますので、保守用車は分岐器の前で一旦停止し、開通方向を目視確認してから通過することになっています。この目視確認を装置に置き換えることで、分岐器手前で一旦停止する必要がなくなり、保守用車の移動に要する時間を削減することで作業時間を確保します。

また、作業後の残存器具等の確認についても取り組みを進めています。作業器具には予めIDタグを取り付けており、専用スキャナを搭載した諸車により、軌道内の器具を検知する装置を開発し、現在試行段階を迎えています。

上記の作業時間の確保に加えて、保守用車のオペレータ1人乗務化に向けて、自動運転装置を開発導入していくことで、省人化にも取り組んでいます。

以上は施設部門での例ですが、他部門の例としては、車両の各種データを活用した検査代替の取り組みやAI活用などがあります。

例えば、冬季の着氷霜によるパンタグラフ状態確認があります。これまでは検査係員が早朝からパンタグラフ画像を見て状態を判断し、必要な処置手配を行う体制でしたが、今ではAIによる画像解析を行い、異常が認められた場合にはアラームを鳴らす仕組みとしました。輸送の安定性を確保しつつ、省力化を達成できています。

(3) 匠の技(現場起点の考動)

現場には匠と呼ばれる熟練技能者がいますが、退職が目前に迫っており、若い社員が匠の技術技能を継承することが喫緊の課題となっています。これをサポートする手段として、視線解析による技術伝承の手法を導入しています。

検査時の目線を見える化することで、ベテラン社員のノウハウを明らかにし、若手社員へ効果的に伝承することが可能となりました。また自らの作業を客観的に振り返るための改善ツールとして、新人からベテランまでが活用しています。

04 さいごに

ようやく新型コロナウイルスの影響から回復の兆しが見え、お客様のご利用が徐々に戻ってきました。私たち「チーム新幹線」は引き続き、技術力向上と技術による課題解決に取り組んで参ります。



大阪駅（うめきたエリア）における未来駅への挑戦

鉄道本部
イノベーション本部

小森 一



01 はじめに

JR大阪駅北側に隣接する大阪最後の一等地「うめきた」エリアでは現在、2024年夏の先行まちびらきに向けて、うめきた2期地区開発プロジェクトが進んでいます。JR西日本グループでは、うめきた2期地区の開発に合わせて、東海道線支線地下化・新駅設置事業をすすめており、2023年3月、「大阪駅（うめきたエリア）」が開業します。

本稿では、大阪駅（うめきたエリア）における未来駅への挑戦に関して、その挑戦に至った背景、新たに導入する技術、これからの新しい価値創造について紹介します。

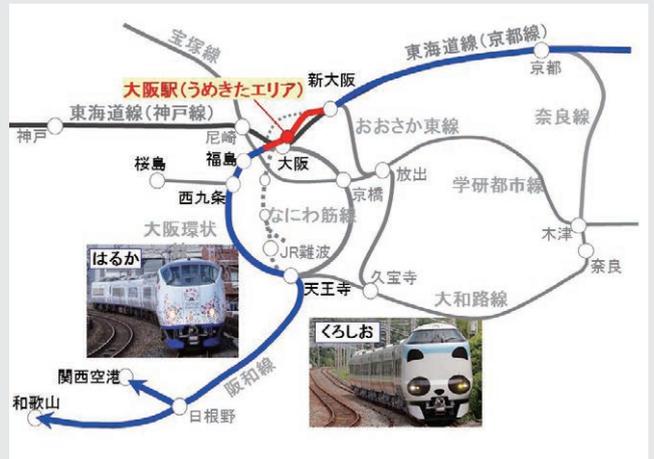


図1：大阪駅（うめきたエリア）の位置

02 JR西日本技術ビジョンと「大阪駅（うめきたエリア）」

JR西日本グループでは、2018年3月に「JR西日本 技術ビジョン」を策定し、未来のありたい姿に向けてバックキャストの視点で様々なパートナーと共にイノベーションや新たな価値の創造に取り組んでいます。

です。もはや一企業が単独でこれらに対応することは不可能であり、オープンイノベーションの重要性については論を待ちません。当社では、技術ビジョンの策定と同時期に「オープンイノベーション室」を新設し、オープンイノベーションに積極的に取り組んできました。技術ビジョンの実現に向けたオープンイノベーションの様々な成果が評価され、令和3年度知財功労賞（オープンイノベーション推進企業）を経済産業大臣から受賞しました。

もう一つ重要なファクターが、本稿のテーマ「大阪駅（うめきたエリア）」です。技術ビジョンというありたい姿を掲げ、それを実現する手段としてオープンイノベーションを強化してきましたが、実際に未来のありたい姿を実現する場所を具体的に設定することで、開発目標を明確にして成果を上げやすくするとともに、当社のイノベーションを分かりやすく社内外に発信することもできます。技術ビジョン策定時、その5年後に開業を目指していた「大阪駅（うめきたエリア）」は、技術ビジョンを実現するマイルストーンとして最適であり、しかも開業を皮切りにうめきた2期エリアが連続的に発展していくことや、2031年に予定されているなにわ筋線の開業など、開業後も



図2：JR西日本技術ビジョン

当社がこの技術ビジョンを実現するにおいて重要なファクターが二つあると私は考えています。一つは、「オープンイノベーション」です。社会の変化は日々スピードを増しているだけでなく、顧客のニーズや技術シーズはますます複雑化、多様化、高度化が進ん

次々と未来への挑戦が期待されます。この絶好のスケジュールとロケーションを生かし、「大阪駅（うめきたエリア）」を技術ビジョンの具体化に挑戦する未来駅と位置づけることとしました。つまりは、当社の技術ビジョンにとっての旗艦店ならぬ旗艦駅であり、イノベーションに挑戦する実験場との位置づけです。

このような背景から、「大阪駅（うめきたエリア）」における未来駅への挑戦として、様々な技術開発を進めてきました。

03 うめきたで導入する新しい技術

(1) フルスクリーンホームドア

大阪駅（うめきたエリア）は、2031年開業予定のなにわ筋線まで見据えると、多種多様な列車が乗り入れることとなり、列車の乗降ドアの位置も多様になりますが、これまで当社で整備してきた昇降式ホーム柵やホームドアでは、多様な列車ドア位置には対応できません。このため、列車のドア位置に応じて自在に開口部を変えられる新しいホームドアを開発することとしました。この新たなホームドアを、その形状から、「フルスクリーンホームドア」と呼んでいます。

開口部を自在に変えられるようにするためには、固定された支柱や戸袋を設けることはできません。そこで、吊り下げ式の引戸構造を採用することとしました。およそ車両1両分の長さに対応する20m長を一つのユニットとし、1ユニットに5つのサブユニットを設け、それぞれのサブユニットは1つの親扉とその両側に2つの子扉を配置した構造としています。各サブユニットは連続して配置されているので、通常時には開口部はありません（図3の状態）。



図3：フルスクリーンホームドア

列車が到着し、ホームドアが開く時には、子扉が親扉の裏側に収納されつつ、サブユニット自体も左右に自在に動作することで、開口部を自在に構成することができます。また、上部マシンケースに駆動部、配線

を収納することで、扉部のスリム化を実現しています。

開口部の位置は列車組成ごとにパターン化しています。開口パターンを予めインプットしておき、到着した列車を2Dセンサと車両のIDタグでセンシングして列車組成を判別することにより、列車のドア位置に応じたパターンに合わせて開口する仕組みとしています。これは、当社のホーム柵で用いている仕組みと同じです。

また、安全面については、ホームドアとお客さまの衝突や挟まれ、ホームドアと車両間のお客さまの取り残しなどのリスクが想定されますが、2Dセンサ、3Dセンサによりお客さまを検知することでこれらのリスクを回避するとともに、万が一衝突した場合でも過負荷検知機能により動作を停止することで、お客さまの安全を確保しています。

(2) デジタルOne to One案内

通常、駅の案内サインは、限られた盤面で情報提供を行うため、大阪駅のように多くの列車が乗り入れる駅では、行先案内や乗り場案内など多くの情報を同じ盤面で表示するのは難しいです。また、多言語対応などもあり、文字サイズを小さくせざるを得ないこともあります。多様化するご利用者のニーズにも対応し、駅構内をよりスムーズに移動していただくためには、限りある盤面の中で多くの情報を分かりやすく表示せねばなりません。そこで、案内サインの盤面にデジタルサイネージを用いることで、ピクトアニメーションのようにシンプルな動画を使って直感的に理解できる案内表示とし、かつ一定時間で切り替えることで一つの盤面で多くの情報を表示することとしました。

デジタルサイネージを案内表示に用いることと合わせて、お客様一人一人に個別の案内を表示する「One to One案内」も導入します。スマホのアプリで目的地を登録すれば、個別の識別色模様が配信され、そのスマホが駅のデジタルサイネージに接近すれば、個別

の識別色模様とともに個別の目的地に合わせた進行方向等をデジタルサイネージ上に表示する、というものです（図4の例では、ピンク無地の四角枠が個別に配信された識別色模様）。お客様は、配信された識別色模様で表示されたデジタル案内に沿って進むことで、スムーズに移動することが可能となります。特に新しい、かつ地下駅である大阪駅（うめきたエリア）では、お客様一人一人に分かりやすいご案内を提供できる有効な技術です。



図4：デジタル One to One 案内

(3) インタラクティブ空間演出

未来駅を具体化する「大阪駅（うめきたエリア）」では、これまでの駅にはない新しい発想で空間演出を行うことにしています。コンコース階の改札内スペースを活用し、プロジェクションとデジタルサイネージとを使って、「あなたを笑顔にする、駅のシンボル」をコンセプトに、お客様をアートや先進的なコンテンツでお迎えし、言葉を超えて感性を刺激するような演出を行います。またデジタル演出の利点を生かし、多彩なコンテンツの提供や、時季・時間帯に応じたタイムリーな演出により、通常の駅にはない非日常性で、お客様の日常を彩るような空間になればと考えています。

インタラクティブ空間には、幅 14m、高さ 3.3m のプロジェクションスクリーンと、6面の 55型タッチパネル、43型ディスプレイ 5連が 2組の合計 10台

の天吊りディスプレイとを配置します。

プロジェクションスクリーンと天吊りディスプレイには連動したコンテンツを上映することで、改札付近から演出を感じやすくし、プロジェクションスクリーンに誘う演出を考えています。通常時にはパブリックアートを上映するとともに、時間帯に応じた演出を行う予定です。また、通常時とは別に、大スクリーンを活用した没入感のある観光誘発映像の上映や、迫力ある演出を施したイベントなどを行い、リアルとデジタルの両方の長所を生かした空間とします。

また、タッチパネルは二つのユースケースを想定しています。一つは、大スクリーンとのインタラクションです。お客様がタッチパネルに触れると、大スクリーンの投影コンテンツが変化することで、インタラクティブな演出で楽しんでいただくことを想定しています。もう一つは、お客様が欲しい情報をタイムリーに提供できるきめ細やかな情報配信です。例えば、大阪駅構内の道案内の表示や、周辺店舗の案内などを考えています。また、大スクリーンや天吊りディスプレイと同様に、イベント時にも活用できると考えています。

インタラクティブ空間は、未来駅「大阪駅（うめきたエリア）」を象徴する、うめきたエリアの新たなスポットになると期待しています。



図5：インタラクティブ空間

04 新たな価値創造に向けて～「JR WEST LABO」

「大阪駅（うめきたエリア）」は、技術ビジョンの策定から今日に至るまで、オープンイノベーションをフルに活用し、イノベーションの実験場として様々な技術を導入するべく開発を進めてきました。先に示した技術件名は、いずれも共創パートナーとのオープンイノベー

ションにより開発してきたものです。

技術ビジョンが、大阪駅（うめきたエリア）において具体化されようとしている一方で、開業後も未来への挑戦を続けていくため、またさらにオープンイノベーションを加速させるため、「大阪駅（うめきたエリア）」を

改めて「JR WEST LABO」の中心と位置付けることにより、さらに幅広く共創パートナーと協業し、新たな価値の創造に挑みたいと考えています。

「JR WEST LABO」は文字通り、実験場としての位置づけです。先述の通り、社内においては当初から「大阪駅（うめきたエリア）」を技術ビジョンを具体化するための実験場と位置づけていましたが、これをより広く捉えなおしたものです。当社アセットの活用をオープンにし、より多くの共創パートナーとの連携を図り、さらに多様な価値を創造していきたいです。

「JR WEST LABO」で目指す姿は、主に以下の3点です。

- デジタル×リアルが生み出す新たな価値の提供
- 人と技術が融合し、誰もが参画し活躍できるフィールド整備
- お客様と共に進める環境負荷軽減の取組み推進

ここでの共創により、新たな価値を創造するとともに、社会課題を解決する最先端の技術を社会に発信し続け、脱炭素社会の実現、SDGsの達成に貢献していきたいと考えています。詳細については、当社ホームページまたはインターネットで「JR WEST LABO」と検索し、公表資料やイメージ動画などをご覧いただきたいです。



図6：「JR WEST LABO」イメージイラスト

05 おわりに

「大阪駅（うめきたエリア）」を取り巻く環境においては、2023年3月のうめきたエリア開業に始まり、うめきた2期エリア先行まちびらき、大阪関西万博2025開催、うめきた2期エリア全体開業、なにわ筋線開業など、次々にビッグイベント、ビッグプロジェクトが展開されます。これらの機会を確実に捉え、最先端の技術、未来の鉄道を発信し続ける大阪駅を目指し、今後もイノベーションを推進していきたいです。

最後に、本稿の執筆にあたりご協力いただいた方々に、この場を借りてお礼申し上げます。

施工労力の低減が可能な鋼・合成橋りょう 支承取替工法の開発

鉄道本部
構造技術室

丹羽 雄一郎



01 はじめに

鋼・合成橋りょうにおいて、支承部の機能低下や支承本体の破損・摩耗等の変状が生じた場合、対策として支承取替が行われます。支承取替では、桁仮受けを行い既設支承と新規支承を取り替えるのが一般的な方法（以下、従来工法という）です。しかし、従来工法の場合、桁仮受けや既設支承の撤去等にかかる施工労力が大きく、工期・コストが増大するため、施工労力の低減が大きな課題となっています。そこで、施工労力の低減が可能な新たな支承取替工法として、図1に示

すように、左右の既設支承の間に1つの新規支承を設ける工法（以下、1線1支承形式という）を開発したので、その検討概要や試験施工の結果を紹介します。

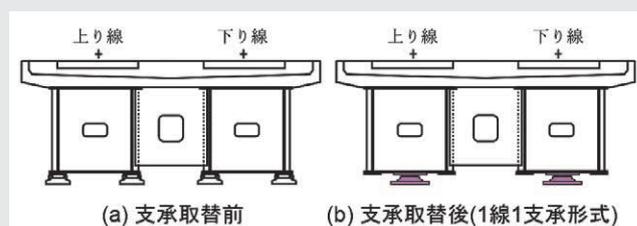


図1：1線1支承形式での支承取替

02 1線1支承形式の概要

(1) 適用対象

1線1支承形式では、支承から桁に反力を伝達させるために、新規支承位置に端ダイアフラムおよび下フランジがある橋りょう形式、すなわち箱断面桁を適用対象としています。また、1支承となった際の桁の転倒防止のため、図1に示すように、桁が左右に並んで配置され相互に連結されている構造であることも適用条件となります。

(2) 構造概要

図2に1線1支承形式の構造概要を示します。新たに支点反力を受けることとなる端ダイアフラムには支点上補剛材、および、座屈防止やせん断補強を目的としたウェブ補強板を取り付けることとしました。ウェブ補強板は

左右部分を斜めに切欠いた形状としていますが、これにより主桁ウェブから伝わる力がよりスムーズに新規支承に伝達されます。また、桁内にブレース材を設けることで、水平方向の力を新規支承に効率的に伝達させることや、端ダイアフラムと主桁ウェブの面外変形を抑えることができます。

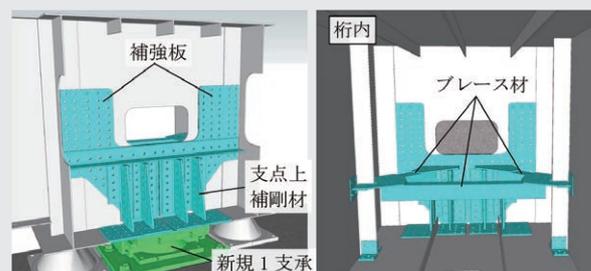


図2：1線1支承形式の構造概略

03 有限要素解析による評価

(1) 解析概要

今回採用した1線1支承形式の構造はこれまでに採用例がなく、応力性状も不明であるため、設計計算による構造評価が難しいことから、3次元有限要素解析により各部材の応力評価を行いました。モデル化範囲は橋りょう全体とし、支承部周辺およびRC床版はソリッド要素で、それ以外の部分はシェル要素でモデル化しました。考慮する作用（荷重）については、文献2)に準じて設定しました。

(2) 解析結果

解析結果の例として、図3に耐荷性評価における作用組合せ時のミーゼス応力分布を示します。使用鋼種はSM490で降伏応力は 325N/mm^2 ですが、各部材の応力は全般的に降伏応力以下となっていることがわかります。また、座屈検討のための解析や弾塑性解析によるごく局所領域の降伏有無などについても検討を行い問題がないことを確認しています。

耐疲労性については、端ダイアフラムと下フランジ

の溶接部（すみ肉溶接）が弱点となるため、この溶接止端部のホットスポット応力¹⁾、ルート部ののど断面応力¹⁾について疲労限以下となることが確認できました。

なお、今回の測定では、死荷重反力の移行により新規支承周辺に導入された応力は測定できていませんが、本橋梁の支点反力の計算上の死・活荷重比率が死荷重：活荷重（測定列車、衝撃含む）＝3.1：1程度であることから、死荷重を含む応力（死荷重＋列車荷重＋衝撃荷重）の最大値は、端ダイヤフラム開口部隅近傍における -140N/mm^2 程度と試算できます。これは使用鋼種 SM490 の降伏応力 325N/mm^2 より十分に小さいため、その他の荷重（ロングレール縦荷重や風荷重等）が付加された場合においても降伏応力に達することはないと考えられます。

04 実橋応力測定

有限要素解析により構造の妥当性が確認できたので、1線1支承形式支承取替を実橋りょうで行うこととしました。この施工では、解析において比較的応力が大きかった部位を中心に、列車通過時の応力測定を行いました。図4に測定結果の代表例を示します。図中の数値は発生応力のピーク値を示しています。図に示すように、端ダイヤフラム開口部隅近傍の発生応力は $-20.9 \sim -33.8\text{N/mm}^2$ 、新規支点上補剛材下端の発生応力は $2.9 \sim -23.6\text{N/mm}^2$ でした。また、疲労上懸念していた端ダイヤフラム下端溶接部近傍の発生応力は $7.1 \sim -12.2\text{N/mm}^2$ で、疲労限に対し全く問題ない応力レベルであることが確認できました。

図3は有限要素解析の結果を示したもので、主桁鋼種:SM490、降伏応力 325N/mm^2 の耐力評価結果が示されています。色分けされた領域が応力分布を示し、赤やオレンジの領域が応力集中を示しています。

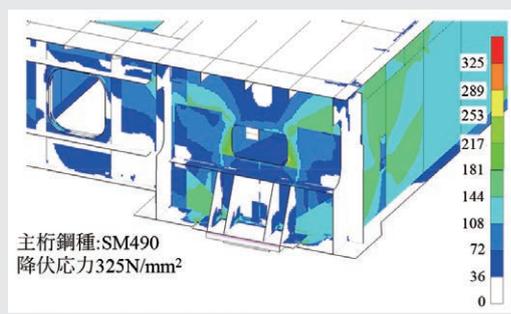


図3：解析結果の例（耐荷性評価）

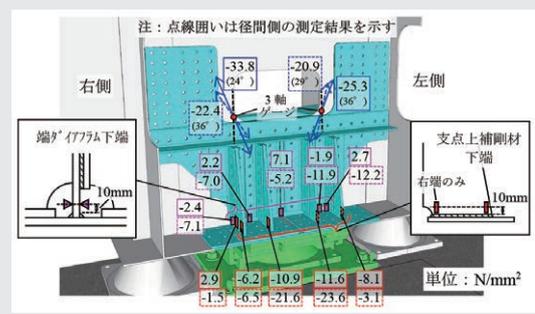


図4：応力測定結果

05 まとめ

施工労力の低減が可能な新たな支承取替工法として、1線1支承形式による支承取替を検討・開発し、実施工を行いました。写真1に支承取替前後の状況を示します。1線2支承形式の既設橋りょうにおいて、1線1支承形式に変更した事例はおそらく本事例が初と思われます。施工状況の詳細については、紙面の都合上割愛しましたが、1線1支承形式支承取替では、桁仮受け、ジャッキアップ、既設支承の沓座はつり等の作業が省略できるため、大幅な工期短縮が可能となります。今回の施工では、過去に行われた同程度の規模の橋りょうにおける従来工法による支承取替事例と比較し、本体外部分で20日間程度の工期短縮（33%短縮）を達成しています。



(a) 支承取替前



(b) 支承取替後

写真1：支承取替前後の状況

今後は、設計・施工に関する標準仕様を整理し、他の橋りょうへの水平展開を図っていくこととしています。

【参考文献】

- 1) 日本鋼構造協会：鋼構造物の疲労設計指針・同解説－付・設計例－2012年改定版，2012。
- 2) 鉄道総合技術研究所：鉄道構造物等設計標準・同解説－鋼・合成構造物，丸善，2009。



画像解析による電気設備診断システムの開発 —地上検査の車上化—

西日本旅客鉄道株式会社
鉄道本部電気部電気技術室



執筆者 堀内 信吾

共同執筆者 日本信号株式会社 佐川 俊介
日本信号株式会社 丹羽 順一
日本信号株式会社 遠藤 凌仁
日本信号株式会社 (当社から出向中) 舟曳 拓朗

01 はじめに

現在、鉄道分野における電気設備の検査の一つとして、現地にて設備の状態を人の目で確認する手法をとっています。電気設備は長距離にわたり設備が存在するため、日々多くの検査係員が線路内で検査を行っています。しかし近年、労働人口が減少している中で、これまでと同様の人手をかけて現地で検査をする手法を維持することが困難であることから安全・CSを維持し、検査

の省力化を実現出来る新たな検査手法の確立が必要で。そこで今回、総合検測車の更新に併せて、複数のカメラを搭載し、撮影された画像からAI技術を用いた画像解析を実施することで、設備検査の省力化を支援する「電気設備診断システム」を開発しています。本稿では、電気設備診断システムのうち、画像解析AIによる設備抽出と良否判定の開発成果について述べます。

02 システム概要

電気設備診断システムは画像を撮影し記録する「車上システム」と、撮影された画像から、画像解析により設備検査の省力化を支援する「地上システム」で構成されます。図1にシステム構成図を示します。

設備の撮り逃しが無いこと」、「1日8時間以上撮影できること」などを要件に、撮影周期、記録媒体の仕様を決定しました。車上システムの外観を図3、本装置で撮影した結果を図4に示します。

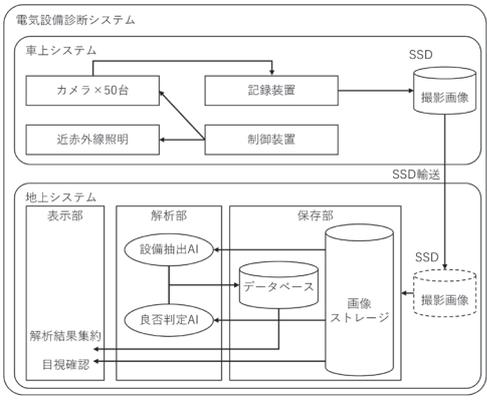


図1：システム構成図

表1：車上システムの主な仕様

項目	仕様	備考
カメラ台数	50台 (25台×前後2組)	上方カメラ×12 側方カメラ×8 がいしカメラ×3 全景カメラ×2
解像度	4096×3000 pixel	4K
カメラ種別	近赤外線・白黒	全景カメラ前後各1台は可視光によるカラー撮影
撮影周期	3~10fps 走行速度時速 0~100km	最長 2.8m 進む毎に1回撮影できる周期に応じて変動
記録媒体	2TB SSD×10個	SSD 1個あたりカメラ5台分を記録
記録形式	静止画像	

(1) 車上システム

総合検測車上に搭載する車上システムは車両屋根上のカメラと照明、車両内の制御装置と記録装置で構成されます。表1に車上システムの主な仕様、図2に撮影範囲を示します。車両屋根上のカメラと照明は、「電力設備と信号通信設備を同時に撮影できること」、「電気設備全般のひび欠けが判別できる分解能であること」、「設備の弱点箇所などを検査できるように設備の前後と架線設備の下面を撮影できること」、「夜間やトンネル内を検出できること」などを要件に、カメラ台数、解像度、カメラ種別の仕様を決定しました。制御装置と記録装置は、「時速100kmで走行しても

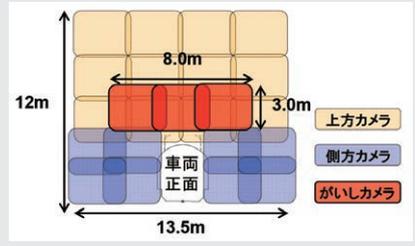


図2：撮影範囲



図3：車上システムの外観

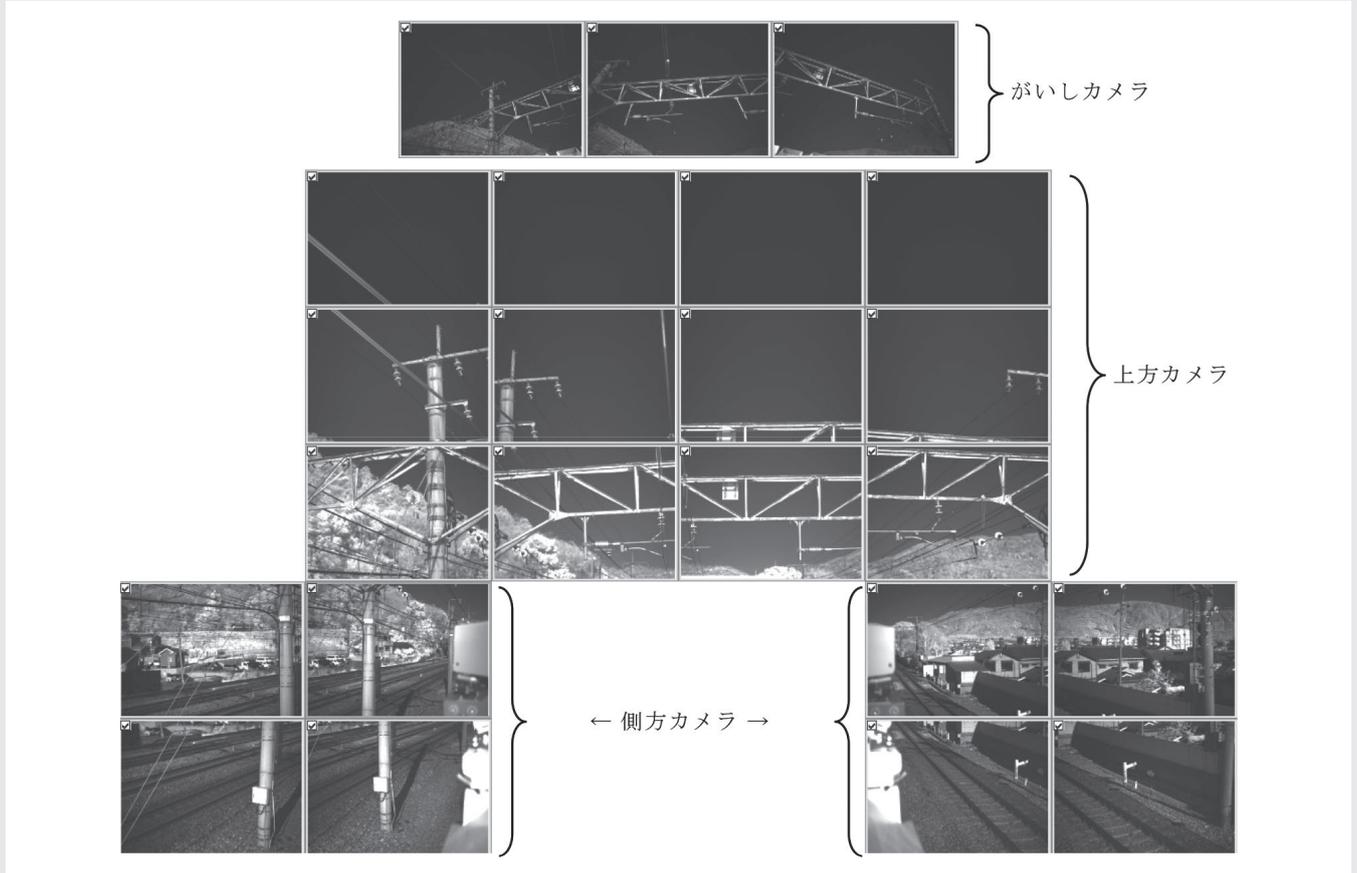


図4：撮影結果

(2) 地上システム

機器室に設置する地上システムは画像取込とデータ管理・保存を行う「保存部」と、画像解析を行う「解析部」、解析結果を集約して表示を行う「表示部」で構成されます。表2に地上システムの主な仕様を示します。

保存部は、「車上システムのSSD 10台以上を同時に接続して画像の取り込みができること」、「1年間分の画像データを蓄積できる容量を確保すること」、「5年間分の解析結果などのデータベース蓄積ができること」などを要件に仕様を決定しました。

解析部は、「800km 走行分の撮影画像 約 2000 万枚を 10 日以内に画像解析できること」、「約 100 種類の設備に対応した複数の推論モデルによる AI 画像解析を並列で処理できること」などを要件に仕様を決定しました。

図5に地上システムの処理フローを示します。まず、地上システムにSSDを接続して、撮影画像などのデータ取り込みを行います。次に設備抽出AIが画像を読み込んで、画像に写る100種類以上の電気設備を自動的に抽出・識別を行います。次に、抽出した設備は撮影時刻やキロ程を基に、設備台帳と照合を行います。設備台帳に設定された検査項目と、設備抽出した画像を基に設備のき裂や破損、さび・汚損などを良否判定します。最後に設備抽出結果、設備台帳リンク結果、良否判定結果を集約して、検査係員が確認できるように表

示します。これらの各処理は人の手を極力介さずに、膨大な量の画像を短期間で解析することが求められます。そのため、解析リソースを無駄なく競合なく使えるように、各段階で処理を自動で並行して実行するシステムを開発しました。また、設備抽出AIと良否判定AIは多種類の設備を効率よく解析できるように、複数個のAIモデルを並列処理しています。

表2：地上システムの主な仕様

機器	項目	仕様
保存部	データ保存媒体	画像：HDD データ：SSD
	データ保存容量	画像：500TB以上 データ：12TB以上
	SSD接続I/F	USB3.1 Gen2×10ポート
解析部	CPU	3.3GHz 48コア×2CPU
	メモリ	512GB
	GPU	NVIDIA A100 40GB ×2基以上

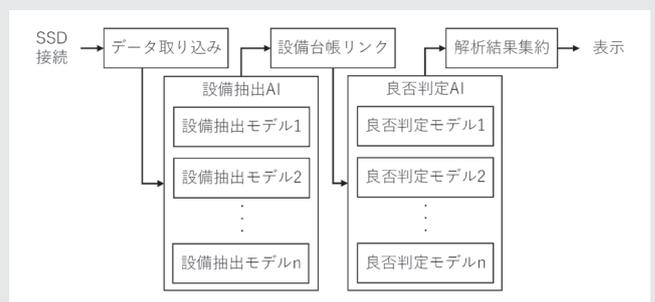


図5：処理フロー

03 設備抽出 AI の開発

(1) 開発目標

設備抽出 AI は画像中のどの位置に何の設備が写っているかを自動で検出する物体検出の AI です。設備抽出 AI では、検査漏れの防止を最優先とした上で、検査労力の削減を目指します。そのために、設備台帳にない設備を抽出してしまう誤抽出と、設備を見逃してしまう未抽出に着目し、判定結果を分類しました。判定結果の分類を表 3、開発目標を表 4 に示します。ここで未抽出率の方が目標を厳しくしているのは、設備の見逃しをなるべく減らすためです。

表 3：判定結果の分類

		正解	
		設備 A がある	設備 A がない
判定結果	設備 A を抽出	真陽性 (TP)	偽陽性 (FP) (= 誤抽出)
	設備 A を抽出しない	偽陰性 (FN) (= 未抽出)	—

表 4：開発目標

項目	割合	算出式
未抽出率	5%以下	$未抽出率 = 100 \times \frac{FN}{TP + FN}$
誤抽出率	20%以下	$誤抽出率 = 100 \times \frac{FP}{TP + FP}$

(2) アルゴリズム概要

物体検出手法には機械学習と深層学習があり、前者は画像の特徴量と出力したいもの（位置・種類）の関係性を人があらかじめ定義してモデルに設定することで画像から物体の位置や種類を特定する方法です。後者はこの関係性を自動で求めて学習させることができます。

複雑な背景の下で、多様な写り方をする、多品種の設備を抽出する必要がある本システムでは、より少ない労力で必要な精度を得られる手法であると考え、深層学習方式を採用しました。設備抽出 AI には畳み込みニューラルネットワーク (Convolutional Neural Network: CNN) をベースとするモデルを使用しました。設備抽出 AI は、このモデルを複数個から構成し、さらにそれぞれのモデルで複数種類の設備を検出できるようにしました。これにより多数の設備の物体検出を実現します。以降複数のモデルのうちの 1 つを示すときは設備抽出モデルと表記します。設備抽出モデルの出力イメージを図 6 に示します。

図 6 のように設備の位置は矩形領域を座標で示し、その物体の種類（クラス）も同時に予測します。また、その物体らしさを示す指標である確信度（パーセンテージで示される）も出力されます。

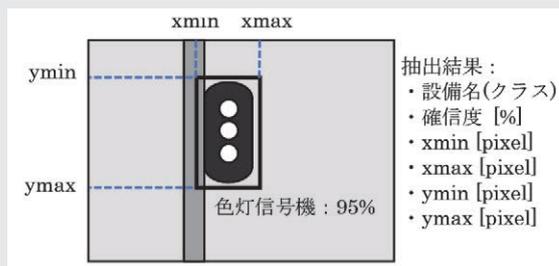


図 6：設備抽出モデルの出力イメージ

(3) 開発方法

設備抽出モデルの開発の流れを図 7 に示します。

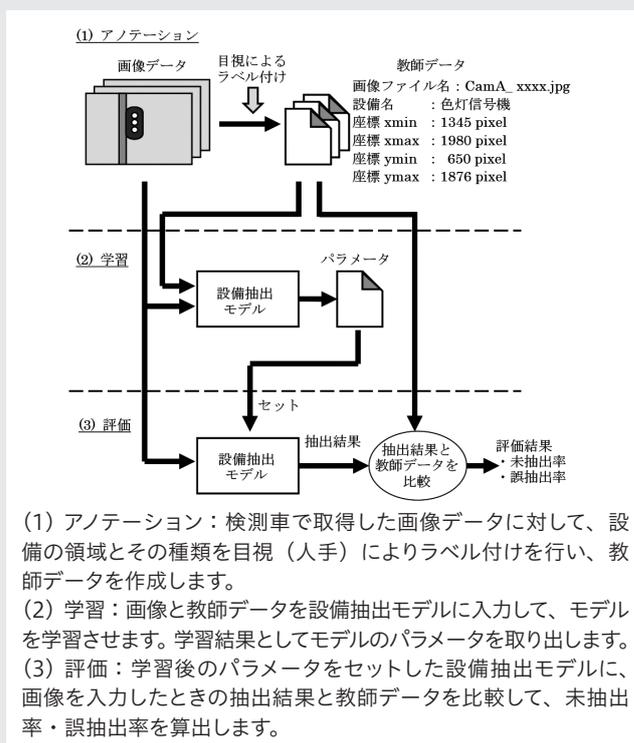


図 7：設備抽出モデル開発の流れ

設備抽出 AI の開発では、主に以下の (a) ~ (c) を調整・試行を繰り返すことで開発目標に近づけていきます。

(a). 教師データの定義

画像に写っている設備は全てが検査用に適しているとは限りません。例えば画像に写ってはいますが、見切れ、ピンボケ、白飛び等が起きている場合は教師データとして適さない可能性があります。そのため、教師データ作成の基準を設備ごとに個別に設定しました。

(b). モデルの分け方

設備抽出 AI は複数のモデルから構成します。例えば設備 A ~ D の 4 種類を抽出させたい場合、1 つのモデルで A ~ D を抽出させるように学習させることもできますが、モデル 1 は A と B を抽出させ、モデル 2 は C と D を抽出させるように 2 つに分けて学習させることもできます。モデルはなるべく設備ごとに分けた方が開発しやすいですが、地上システムにおける処理時間は増えてしまいます。そのため、まずは多くの設備を抽出できるモデルを作成し、目標精度に満たない設備のみ別のモデルに分けて精度を満たすことや、逆に 2 つ以上のモデルを 1 つのモデルに統合して処理時間の短縮を図るなどを行いました。

(c). 確信度の閾値

設備抽出 AI が出力する確信度に閾値を設けることで、誤抽出率・未抽出率を調整できます。ただし、誤抽出率と未抽出率はトレードオフの関係にあります。例えば、誤抽出率を減らすためには確信度の閾値を上げればよいのですが、一方の未抽出率は増えてしまいます。本システムでは未抽出率の目標達成を優先して閾値調整を行いました。

(4) 開発結果

鉄道沿線上にある代表的な設備を対象とし、設備抽出モデルを評価した結果を表5に示します。コンクリート柱・可動ブラケット・曲線引装置・長幹がいしを正しく抽出した例を図8に示します。誤抽出の例を図9に示します。図中左の抽出結果は懸垂がいしを正しく抽出できています。図中右の抽出結果は懸垂がいし（ポリマー）を懸垂がいし（磁器）として誤抽出しています。この設備抽出モデルには懸垂がいし（ポリマー）を学習させていないため、懸垂がいし（磁器）と懸垂がいし（ポリマー）を正しく識別できていません。同一設備抽出モデルに似た形状のものを学習させることで設備の取り違えが少なくなると考えられます。

表5：設備抽出モデルの評価結果

設備名	未抽出率	誤抽出率
コンクリート柱	5%	28%
固定ビーム(V)	4%	8%
可動ブラケット	5%	34%
曲線引装置(可動ブラケット式)	4%	3%
懸垂がいし(磁器)	4%	66%
長幹がいし(磁器)	4%	22%

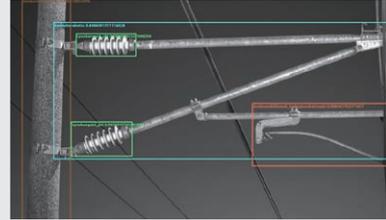


図8：正しく抽出した例

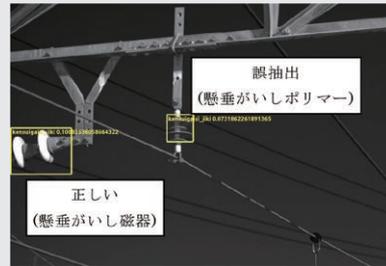


図9：誤抽出の例

04 良否判定 AI の開発

(1) 開発目標

良否判定 AI は、抽出した沿線設備の画像に対して、さびや汚損、き裂のような外観の不良の有無を自動的に判定する AI であります。良否判定 AI の開発目標を以下に決めました。

- ① 不良設備を誤って正常と判定する件数（偽陽性）が 0 件です。
- ② 良否判定 AI 全体の正解率が 80% 以上です。

$$\text{正解率} = \frac{TP + TN}{TP + FP + FN + TN}$$

正解率を求めるための判定結果の分類を表6に示します。

表6：判定結果の分類

	不良のない画像 (正常画像)	不良のある画像 (不良画像)
正常と判定	真陽性(TP)	偽陽性(FP)
不良と判定	偽陰性(FN)	真陰性(TN)

不良設備が見逃されることにならないように、偽陽性を 0 件となるように優先的に開発することにしました。偽陽性を 0 件にしようと AI を学習させると、正常な設備を誤って不良と判定する確率（偽陰性）が高まります。総合検測車は同一箇所を一年間に 3 回検測する運用になっているため、年間を通じた正解率が 99% になるように、検測 1 回あたりの正解率を 80% に設定しました。

(2) アルゴリズム概要

良否判定 AI も設備抽出 AI と同様に、パラメータの異なる複数の良否判定モデルから構成します。良否判定モデルのアルゴリズムの概要を図 10 に示します。良否判定モデルは、入力した検査対象画像に対して学習済みの CNN によって特徴量を算出します。この CNN は入力された画像が正常であれば正常画像の特徴群に、不良であれば不良画像の特徴群に近い特徴量を出力します。次に検査対象画像の特徴量と学習済みの特徴群との距離を求めます。次に正常の特徴群の異常度を 0、不良の特徴群の異常度を 1 と定義づけて、特徴量の距離を基に、検査対象画像の異常度を算出します。最後に異常度を閾値判定することで正常か不良かを判定します。

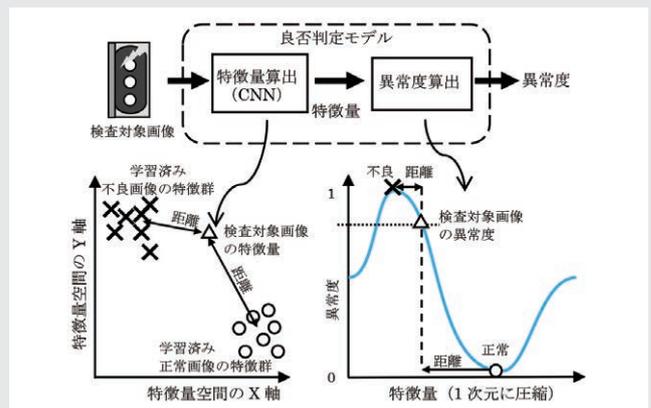


図 10：良否判定モデルのアルゴリズムの概要

(3) 開発方法

良否判定 AI の開発は学習・評価の2段階で行いました。学習では、正常画像と不良画像を入力して、04(2)節のアルゴリズムにより距離を算出する良否判定モデルを作成します。

評価では、作成した良否判定モデルに評価用の正常画像と不良画像（いずれも学習では未使用の画像）を入力して性能を評価し、判定基準を追加した実運用のための良否判定モデルを作成しました。

実運用では、設備抽出画像を入力して正常または不良を判定結果として出力します。

不良画像は実際の設備の不良・故障の画像を使用することが望ましいです。しかし、不良な設備が鉄道沿線で撮影できることは稀であるため、不良画像は正常画像と比べて極端に少なく学習が困難となります。そこで、正常な設備に不良を模して撮影した画像および正常画像に不良を合成した模擬不良画像を不良画像として定義しました。良否判定モデルは、正常画像の特徴と不良画像の特徴の違いを基に異常度を判定します。そのため、模擬不良画像で学習した場合でも、実際の設備の不良の画像を用いて学習した場合に近い判定ができると考えられます。学習に使用した不良画像の例を図 11 に示します。

(4) 開発結果

外観の不良として、設備のき裂およびさび・汚損に対して評価を行いました。表 7 に主な設備の評価結果として、コンクリート柱のき裂、避雷器のき裂およびさび・汚損、看板のき裂およびさび・汚損についての評価結果を示します。

いずれの設備の不良についても、偽陽性を 0 件の条件を満たした上で正解率が 80% 以上と開発目標を達成しました。



図 11：学習に使用した不良画像の例

表 7：主な設備の評価結果

設備	不良	評価枚数	正解率
コンクリート柱	き裂	正常：50 枚	97.0%
		不良：50 枚	
避雷器	き裂	正常：58 枚	81.0%
		不良：58 枚	
避雷器	さび・汚損	正常：29 枚 不良：29 枚	82.8%
看板	き裂	正常：54 枚 不良：32 枚	82.5%
看板	さび・汚損	正常：20 枚 不良：20 枚	95.4%

05 まとめ

(1) 開発成果

西日本旅客鉄道株式会社の新型総合検測車にて撮影した画像から自動的に設備を抽出し良否判定を行うシステムを開発しました。

設備抽出 AI は未抽出率については開発目標を達成しました。現在は誤抽出率を低減させるために、設備抽出モデルに学習させる教師データの増量と、設備種類の統合・分離などの改良を行っています。

良否判定 AI はき裂とさび・汚損について模擬不良画像を用いた学習で開発目標を達成することができました。現在は、良否判定できる設備種類を増やすための学習・評価を行っています。

(2) 今後の展望

画像解析による検査の精度を向上するために、ピントや撮影深度を画像から自動判定することで、良否判定にふさわしい画像のみを選定する手法を開発中です。また、AI で自動判定できる不良状態の種類、例えば設備の取付角度、脱落、線条物の素線切れなどの不良も判定できるようになれば、検査係員の負担をさらに軽減することができます。

今後も電気設備診断システムの精度向上および機能改良を図り、2025 年度の本システムの運用開始を目指します。検査業務の省力化と安全性の維持向上を両立させて、鉄道サービスの持続的な提供を図りたいです。



沿線環境に配慮した 吸音型のトンネル緩衝工新設

鉄道本部
新幹線本部
新幹線施設部



新田 琢磨

01 はじめに

1972年に山陽新幹線（新大阪 - 岡山駅間）が開業して50年が経過しました。新幹線の沿線で発生する騒音については1975年に新幹線の騒音について環境基準が設けられ、翌1976年には振動に対しても環境指針値が設けられています。一方、国内の速達化の需要拡大により、開業当初210km/hであった山陽新幹線の最高速度は1997年に300km/hに到達しました。

弊社は沿線環境を保全するため車両の技術開発以外にも、地上設備により騒音や振動について対策を講じるべく、関係機関の協力のもと沿線環境の保全に努めています。

本稿ではその中でも山陽新幹線で実施した最新のトンネル坑口周辺の沿線環境対策事例についてご報告いたします。

02 トンネル坑口で発生する問題

トンネル微気圧波とは、トンネルに新幹線が高速で進入する際、トンネル内の空気が圧縮され、トンネル内を音速で伝わり、正のパルス波としてトンネルの反対側の坑口から放射される問題です。このパルス波により坑口付近の家屋の建具が振動する、新幹線が進入するたびに反対坑口側で発破音がする（いわゆる「トンネルドン」）といった問題を発生させてしまいます。この問題に対してはトンネル緩衝工（図1）を列車が進入する側のトンネル坑口に設置することにより、圧縮された空気の一部を緩衝工の開口部から放出させ、トンネル内にて空気の圧力上昇に要する時間を引き延ばすことで列車が進出する側のトンネル坑口にて放出されるパルス波が問題化することを防ぎます¹⁾。

トンネル微気圧波の対策として緩衝工を設置する基準は事業者によって異なります。近年、山陽新幹線において緩衝工を設置していないトンネルの反対坑口周辺に新たに住宅が建設されたことにより、弊社内で定めている緩衝工の設置基準を満たしたため、山陽新幹

線で12年ぶりとなる緩衝工の新設工事を行うことになりました（図2）。

今回の施工区間の検証を行った結果、新規住宅立地区間に近接したトンネルの反対側の坑口に、線路延長にして10mの緩衝工を設置すれば、新規住宅立地区間においてもトンネル微気圧波が問題化しないことが予測されました。

ただし、緩衝工を設置する予定区間の周辺にも複数の家屋があり、緩衝工を10m新設することによって、トンネル内で反響した新幹線の走行音が緩衝工の新設した延長分だけ近い位置から聞こえてくることになるので、緩衝工の新設に際して新たな騒音問題を誘発することが懸念されました。



図1：トンネル緩衝工



図2：建設途中の吸音型緩衝工

03 吸音型緩衝工の新設

そこで、今回の施工箇所では緩衝工を新設する時点で外壁部分にあたる側面部や上部を全て吸音板で構成（以下、吸音型緩衝工）することにしました。

吸音型緩衝工の新設により新規住宅立地区間への微気圧波対策と、緩衝工を新設したことによる施工箇所周辺へのトンネル坑口騒音対策の両立を図るこ

とにしました。

施工後に進出側の公道上で観測した微気圧波を坑口から20m地点における値に換算し、施工前後の比較を行った結果を図3に示します。進入側への緩衝工設置により、トンネル微気圧波が低減していることが確認できます。

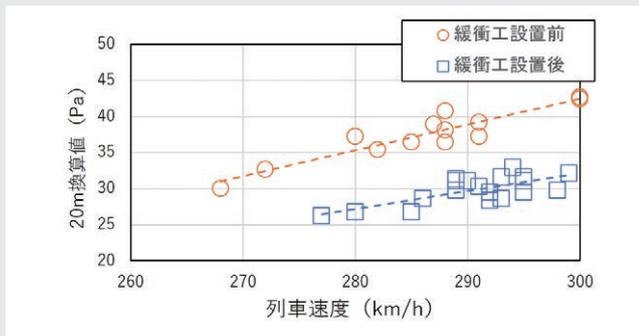


図3：施工前後のトンネル微気圧波

トンネル坑口騒音対策の評価には図4に示す通り近接線軌道中心からの離れ12.5m点・25m点・50m点に配置し、さらに住宅近傍点の計4測定を設定しました。測定は普通騒音計を用いて施工前、施工後の沿線騒音レベル(LAmax)を測定しました。



図4：吸音型緩衝工の新設範囲と騒音評価点

各測定点に近い側の線路を通過する近接側車両と、反対に測定点から遠い側を通過する遠隔側車両の騒音レベルのそれぞれ上位3本をパワー平均し、施工前後の差により評価しました(図5)。

施工後に近接側を通過する列車の騒音レベルは12.5m点と25m点では1dB前後しか低減していませんが、50m点や民家近傍点では騒音レベルが2dB以上低減しています。また、遠隔側を通過する列車の騒音レベルは、12.5m点を除き騒音レベルが3dB以上低減しています。

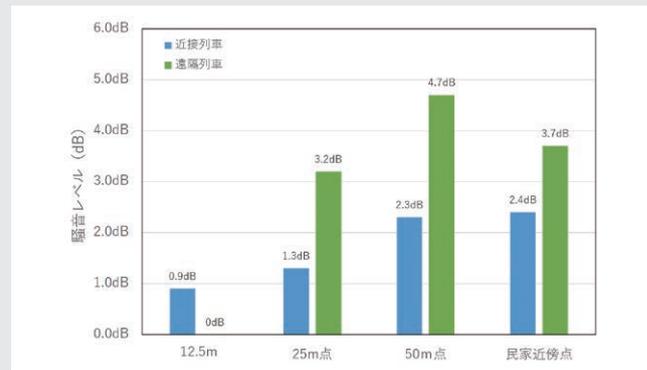


図5：吸音型緩衝工の新設による騒音低減量

線路に近い12.5m点において施工による騒音低減量が少ないのは、線路から直接聞こえてくる列車の音の方がトンネル坑口で反射した音より大きかったためと考えられます。ただし、線路から離れた位置の騒音レベルは施工により明確に低減しています。坑口から離れた民家近傍点においても騒音レベルの低減が確認できたのは、トンネルからの反射音が坑口から強く放射される騒音の角度²⁾と、坑口と家屋の位置関係が概ね一致していたためと考えられます。

遠隔列車が通過した時の25m点における施工前後のピーク騒音レベルを周波数分析した結果を図6に示します。ほぼ同一の列車速度で通過した列車単体のデータにて比較した場合、吸音型緩衝工の新設により幅広い帯域で騒音低減効果が確認できました。この特徴は既設緩衝工を吸音化した場合^{3) 4)}と概ね一致しています。



図6：周波数分析結果

04 おわりに

吸音型緩衝工の新設により、トンネル微気圧波の問題だけでなくトンネルからの反射音についても対策することができました。

採用した吸音板は経年劣化しにくいものを選定しているためメンテナンス性を大きく損なうものではありません。

【参考文献】

- 1) 小沢智：トンネル出口微気圧波の研究、鉄道技術研究報告、No.1121、(1979)
- 2) 小方幸恵、北川俊樹：「車両の影響等を考慮したトンネル坑口周辺部の騒音予測」、鉄道総研報告、Vol.35 No.6、pp.5-10、(2021)
- 3) 新田琢磨、武田陽二、斎藤英俊、松井精一：「山陽新幹線トンネル坑口騒音の吸音化工事による効果検証」、土木学会年次学術講演会論文集、67th、pp.201-202、(2012)
- 4) 高田幸裕、斎藤英俊、清水健太、梶田敏雄：「緩衝工の吸音による鉄道沿線騒音と微気圧波の影響」、鉄道技術シンポジウム、No.2406、(2015)

せん。
一度建設した緩衝工を更に吸音化するのは費用や工期を多大に要します。このため、緩衝工の新設に際して坑口周辺の騒音に配慮が必要な場合においては吸音型緩衝工の設置が有効といえます。

2022年度上期 特許等登録状況

種 別	登 録 日	発 明 等 の 名 称	出 願 日	(上段)共有会社
	登 録 番 号		出 願 番 号	(下段)当社発明者
概 要				

特 許	2022.6.1	転落防止装置	2018.9.3	(公財)鉄道総合技術研究所、シバタ工業株
	7082930		2018-164440	(施)中山 太士、大塩 清太郎
<p>この発明は、車両とプラットフォームとの間隙部へ旅客が転落することを防止する装置である。従来よりホームまたは車両に踏み台を設け、伸縮させるステップ装置があったが、ステップを伸縮させるためのガイドレールやリンク機構などを全ての車両扉に設置する必要があり、車両またはホーム側に大規模な改修工事が必要であった。</p> <p>本発明では、車両とホームの間隙をふさぐ回転ステップ部と、回転ステップ部を膨張と収縮により動かす膨張収縮部から構成される。風船のように膨張収縮部が膨らむことで、回転ステップ部を押し上げ、車両とホームの間隙をふさぐ機構となっている。また収縮時は膨張収縮部内の空気を抜くことで素早く回転ステップ部を収縮することができる。</p> <p>これにより、安価で簡便な構造により車両とプラットフォームの間隙を塞ぐことができ、乗降客がプラットフォームから転落する事象を防止することができる。</p>				

特 許	2022.6.24	たわみ軸継手用の水よけ	2017.6.27	日本製鉄(株)、キーパー(株)
	7094669		2017-125288	(技開)八野 英美、角井 真哉、安永 年広、中野 大輔
<p>この発明は、FGTのたわみ軸継手の水よけに関するもので、たわみ軸継手内部への水の侵入およびメンテナンス頻度の低減を目的として開発されたものである。</p> <p>従来からたわみ軸継手の軸と油切りの隙間から粉塵または水等の侵入を防止するための水よけを備えたものがあり、鉄道車両の場合は継手内部に潤滑油が封入されており、漏洩防止のための油切りも備わっているが、たわみ軸継手が大きく挙動し、油切りが径方向外側または内側に大きく変位した場合、水よけとの間に隙間が発生し、たわみ軸継手の内部に粉塵や水が浸入してしまう。</p> <p>本発明では、水よけの形状を先細りとし、リップの先端と油切りが接触する面を持たせることとした。これにより油切りの挙動に水よけのリップが追従し接触状態が維持されるため、隙間の発生を抑えて粉塵や水の侵入防止を実現した。また水よけの屈曲点が増えることで応力分散が効いて水よけの寿命を延ばすことも可能になった。</p>				

特 許	2022.7.28	連結車両およびその走行方法	2018.6.25	株式会社ユニロック、有限会社タケオカ自動車工芸
	7113450		2018-120147	(技開)曾我 寿孝、高山 宜久、御崎 哲一
<p>この発明は、鉄道トンネルの中央通路などの狭い通路に進入することが可能な連結車両に関するものである。</p> <p>トンネルなどのコンクリート構造体の検査では、検査車両を軌道上に走行させ、検査車両からレーザや超音波等を検査対象の構造体表面に照射し、欠陥を検出している。上下線の1対の軌道では一方の軌道に検査車両を走行させると一方の壁は近くなるが反対側の壁との距離は大きくなり、正確に計測できない場合がある。トンネルの中央通路を走行できる検査車両があれば、検査車両とトンネル両壁面との距離が一定となるため測定が容易となるが、中央通路は幅が狭いため、必要な測定機器を複数車両に分けて搭載し、これらを連結させる必要がある。しかし通路は直角路もあり、連結した状態では内輪差の影響で通行が困難なことがある。</p> <p>本発明では、連結した車両の各車軸の内輪差を抑制するために四輪操舵を可能とするターンテーブル式の操舵装置を設け、前後車両の連結部と操舵装置を連結する。これにより各車軸が運動して操舵されて内輪差の発生を抑制し、狭い通路へ進入できる車両を実現した。本技術を活用した車両はレーザを用いたコンクリート剥離検知装置の運搬・計測に活用される。</p>				

特 許	2022.7.28	防振構造、計測装置	2018.6.28	株式会社ユニロック
	7113451		2018-122842	(技開)曾我 寿孝、高山 宜久、御崎 哲一
<p>この発明は、特許第7113450号と関連し、高精度な光学系計測機器を搭載する際に使用する防振構造に関するものである。車両に計測機器を搭載し、走行しながら精密な測定を行うためには、計測機器に加わる振動の影響を抑えることが重要である。そこで高価で複雑な振動減衰機構ではなく、簡易な構造で振動の影響を低減する構造を開発した。</p> <p>本発明では、計測機器が搭載される定盤をコイルバネで防振装置のフレームの天面から吊り下げ、定盤の側面とフレームの側面を防振材で張力を与えてV字型の配置で引張ることで、上下左右の揺れに対して減衰力を発揮させる。</p> <p>これにより、従来の防振構造より簡易な構造により、周囲の振動の影響を低減する防振構造を実現させた。本技術を活用した防振構造はレーザを用いたコンクリート剥離検知装置の運搬・計測に活用される。</p>				

特 許	2022.8.24	橋りょうの補強構造及び方法	2018.1.23	(公財)鉄道総合技術研究所
	7129168		2018-008576	(施)木村 元哉、(構)福本 守
<p>この発明は、バックルプレート桁のバックルプレートの亀裂や漏水の変状に対する補強方法に関するものである。バックルプレート桁とは、鉄道橋のうち床板に凹型プレートを用いた道床式の桁であり、都市部の鉄道および道路の交差点の交通量が多く、狭い環境に多く、当社では約350連存在する。建設後およそ1世紀経過しているものが多く、バックルプレートの取付部で亀裂や腐食が生じ漏水が発生することがあった。従来よりその対策としてバックルプレートの下面に補強鋼板を設置し、バックルプレートと補強鋼板の間にモルタルを充填する補強方法やまくらぎを抱き込むような補強用の縦桁を設置する補強方法があるが、施工性や費用面での課題があった。</p> <p>本発明では、H形鋼をバックルプレート下面に井桁状に組み、バックルプレートとH型鋼上のフランジ間をC Aモルタル等で間詰めすることで、橋りょう及び通過する列車の荷重を支持する。</p> <p>これにより、簡素な構造ながら実用上十分な強度を橋りょうに付与でき、バックルプレートの変状も橋りょうの下方から目視で容易に確認することを可能にした。</p>				

