

列車巡視支援のための線路周辺画像解析エンジンの開発

昆野修平 川崎恭平 三島健吾 三和雅史 清水惇 中島昇

線路の維持管理業務の一つに、列車が安全に走行できる軌道状態であることを営業車等に添乗する従事員の目視によって確認する、列車巡視があります。このような列車巡視を、車載カメラからの取得画像を対象とする画像解析技術によって省力化する線路周辺画像解析エンジンを開発しました。本エンジンは、撮影画像の情報のみから列車の走行経路を推定する“自己位置推定”、自己位置推定の結果を利用して撮影シーンの高精度な3次元点群データを生成する“多視点ステレオによる3次元情報復元”、撮影時期が異なる2つの映像の相違箇所を出力する

“差分検知”といった画像解析技術によって構成され、建築限界支障物の有無や沿線環境の変化を自動で抽出することができます。本エンジンの一部は、JR九州の列車巡視支援システムに導入され、同社の主要線区の一部区間において実用化されています。

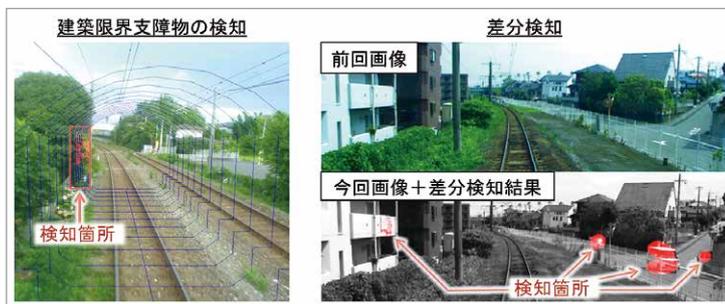


図 線路周辺画像解析エンジンの機能例

低温時のロングレール保守作業制限の見直し の提案

玉川新悟 西宮裕騎 瀬瀬智也

在来線のロングレール区間では、冬季低温時の軌道の保守作業が制限されています。本作業制限は、約40年前に定められたものですが、作業の機械化等が進む近年の状況を想定したものではなく、作業の平準化の支障となっています。そこで本研究では、論理的な根拠に基づき現行の作業制限を見直すことを目的として、冬季の保守作業を行った際のレール軸力の変化とレール内方変位を測定するとともに、保守作業を想定した一連のFEM解析を行いました。結果として、保守作業が軌道に及ぼす影響を把握したうえで、レール軸力の変化とレール内方変位に制限の目安値を設定することで、施工延長と曲線半径毎に許容温度低下量を整理した作業制限図を提案しました。また、施工区間の隣接構造物への支障の有

無をレール内方変位の最大値で判断し、許容温度低下量を作業制限図で算定して、任意の施工条件に対して低温時作業の可否を判断するための評価フローを提案しました。

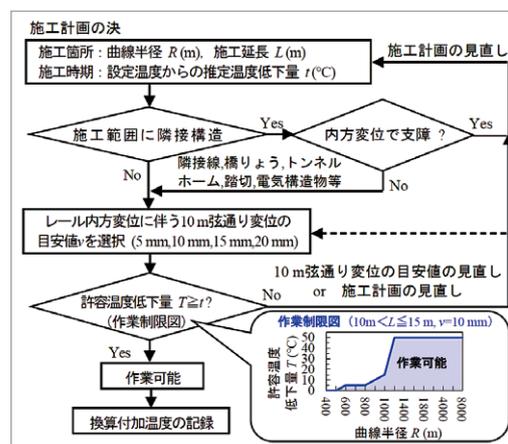


図 低温時作業の可否の評価フロー

軌道回路に代わる車上式レール破断検知システム

細田充 相澤宏行 山本隆一

現在、営業線で車両位置を検出するため信号電流による「軌道回路」が用いられています。一方、地上設備削減の目的から無線式の車両位置検知手法が開発され、日本の鉄道事業者も既に一部導入しています。現状では、軌道回路によって、レール破断を検知することが可能ですが、軌道回路の代わりに無線式列車制御システムを導入した場合、軌道回路に代わるレール破断検知手法が別途必要となります。そこで、本研究では、車両がレール破断箇所を走行する際に、車上からレールの破断を検知する手法を確立すること

を目標に、非接触空中超音波技術や加速度および騒音等に着眼し、レール破断検知技術としての適用可能性について検討しました。各種センサーの測定条件の適正化や、レール破断を模擬した開口部を設定して走行試験等を実施し、開口部を区別するための分析手法およびフロー等を提案しました。



図 空中超音波センサーを搭載した試験車両

まくらぎ間隔拡大に対応したバラスト軌道の設計法

弟子丸将 山岡大樹 伊藤壱記 清水紗希

近年、特に地域鉄道のバラスト軌道において、走行安全性確保のためPCまくらぎ化のニーズがあります。また、保守管理のコスト低減の一環として、既設のバラスト軌道のまくらぎ間隔を拡大することによる設備投資と管理コストの低減に対する要望もあります。しかし、まくらぎ間隔を拡大すると列車荷重を支えるまくらぎ本数が減少し、軌道部材への負担が増加するため、場合により軌道の安定性を損なう恐れがあります。

そこで、従来の設計手法を補完する位置づけとして、既設線のバラストや路盤条件、

管理レベルなどの供用条件を反映し、まくらぎ間隔拡大に対応できるバラスト軌道の設計手法を提案しました。この手法に基づき、走行安全性を確保できるまくらぎ間隔の限度を走行シミュレーションにより曲線半径別に把握しました。さらに、提案した設計手法を用いて、まくらぎ間隔拡大の可否に関する試算を行いました。

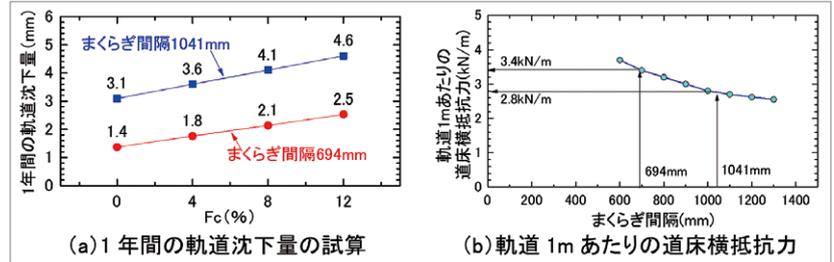


図 まくらぎ間隔拡大に関する試算例

輪重測定結果に基づくPCまくらぎの疲労寿命評価

後藤恵一 渡辺勉 箕浦慎太郎 池田学

軌道の重要な構成要素の一つであるプレストレストコンクリート製のまくらぎ(PCまくらぎ)は寿命が30~50年程度と考えられていますが、既に敷設から50年以上を経過したものも多く存在しており、その寿命をより正確に予測可能な手法の構築が求められています。そこで本研究では、PCまくらぎ内部に配置されているPC鋼材の疲労寿命の観点から、PCまくらぎの寿命評価を行う手法を開発しました。具体的には、列車走行時に発生するPC鋼材の応力波形を取得する手法を構築するとともに、この波形を基に、実測での輪重発生確率を考慮したPC鋼材の疲労強度を算出することで、PC鋼材の疲労寿命を定量的に評価可能にしました。その結果、本検討条件では、PC鋼材の疲

労寿命の観点からは、ポストテンション式PCまくらぎの方がプレテンション式PCまくらぎよりも疲労寿命が長いこと、両者とも300年を超える疲労寿命を有していることを示しました。

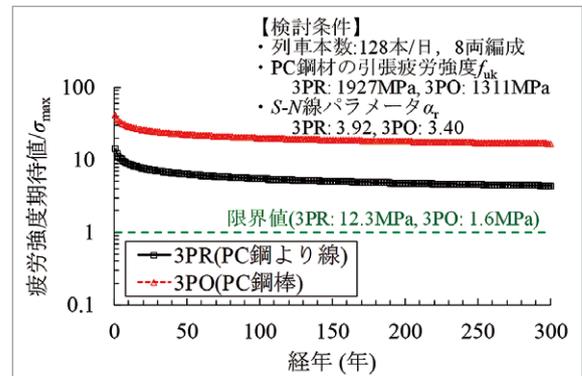


図 PC鋼材の疲労寿命の評価結果

既設線省力化軌道用路盤改良の設計法

伊藤壱記 桃谷尚嗣 景山隆弘

軟弱な路盤上に敷設された既設線省力化軌道の一部では、供用後数年で補修が必要となる場合があります。その対策として、路盤改良の適用が有効と考えられます。既設線省力化軌道に路盤改良を適用することで、路盤改良を適用しない場合と比べて、路床に生じる鉛直応力を低減して塑性沈下を抑制できるとともに、てん充道床下面に生じる曲げ応力を低減して、てん充道床の疲労破壊のリスクを減らすことが期待されます。

そこで、本研究では既設線省力化軌道における適切な路盤改良厚を決定する手法を開発しました。本設計手法を検証するため、本設計手法で決定した路盤改良厚を用いて営業線で施工を実施しました。施工後の高低変位の推移より、設計時に設定した改良効果を満足する見通しが得られました。

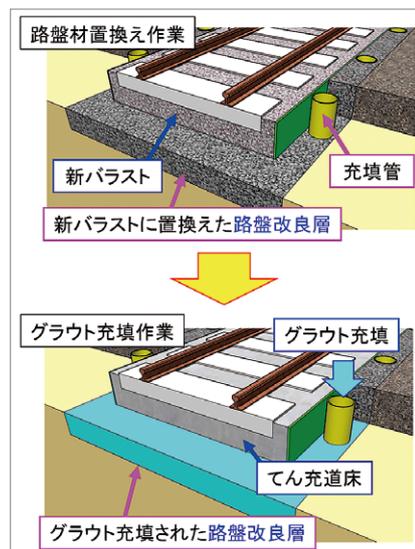


図 既設線省力化軌道用の路盤改良工法

噴泥したバラスト軌道を対象としたSFCてん充道床軌道の性能評価

淵上翔太 中村貴久 高橋貴蔵 桃谷尚嗣

既設線のバラスト軌道を低コストで省力化軌道に更新するため、グラウト材として超微粒子セメント (SFC) ミルクを用いることで注入前の道床交換を不要とした「SFCてん充道床軌道」を開発しています。これまでに開発していたSFCてん充道床軌道は噴泥したバラスト軌道には適用できませんでしたが、本研究では泥土化したバラストを部分的に交換することで、噴泥したバラスト軌道にも適用できる施工法を提案しました。営業線における噴泥したバラスト軌道の調査結果を踏まえ、SFCてん充道床軌道の実物大供試体を作製し、繰返し载荷試験によって軌道の沈下抑制効果を確認しました。また、営業線において試験施工を

実施し、問題なく施工できることを確認するとともに、施工後の軌道状態も良好であることを確認しました。

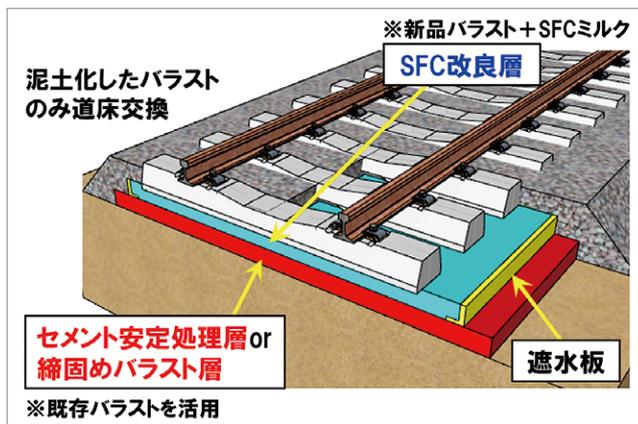


図 噴泥箇所に適用するSFCてん充道床軌道

レールガス圧接の加熱変形解析手法の構築

伊藤太初 山本隆一 相澤宏行 井筒宏樹 岩崎幹大

レールガス圧接部に生じる押抜き割れは、頭部あご下部や底面中央に生じた場合、施工後の仕上り検査で見落としやすく、レール折損などの原因となる可能性があります。しかしながら、これら部位に押抜き割れが生じる原因については解明されていないため、抜本的な欠陥防止策を提案するに至っていません。本研究では、レールガス圧接部の変形挙動に着目し、ガス圧接部の変形状況を把握可能な解析モデルを構築しました。その結果、頭部あご下部や底面中央の変形度(塑性ひずみ)が他の部位に比べ小さく、これらの部位において接合強度に影響を及ぼす酸化介在物が残存し

やすい状況であることが判明しました。さらに、変形に不利となる圧接条件を用いた再現試験により、当該部位に押抜き割れが生じることを確認しました。これより、本解析モデルを用いてレールガス圧接部の欠陥発生予測が可能であることが示されました。

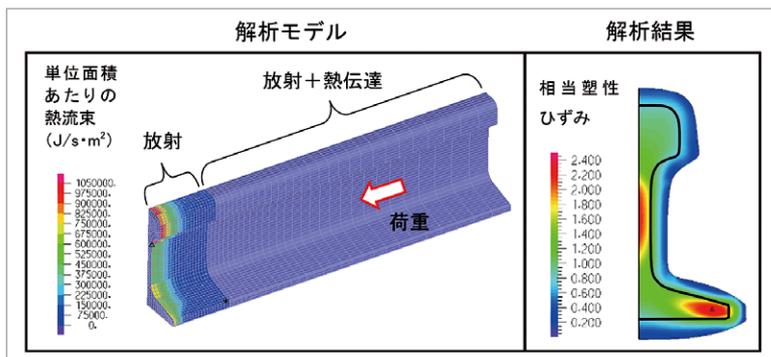


図 解析モデルおよび解析結果