

新幹線用レール鋼製ノーズ可動クロッシングの開発

及川祐也 寺下善弘 伊藤太初 松井元英 兼松義一 原田茂幸

ノーズ可動クロッシングは、軌間欠線部をなくし、車両が速度を低下することなく基準線側を通過することができる機能を有しており、新幹線の分岐器における高速走行には不可欠な軌道構造です。現在、新幹線が高速で走行する分岐器には、粘り強く割れにくく、耐摩耗性に優れている高マンガン鋼を用いたノーズ可動クロッシングが使用されています。ただし、鑄鉄製であるため、内部の微細な空隙を完全に除去することが難しく、また、超音波による探傷検査が困難なため、内部傷の進展を把握することができません。さらに、材質が異なるため前後のレールとの溶接が難しいです。そこで、国内の現有設備および技術を活用し、

超音波探傷検査が可能で、前後に接続するレールとの溶接が容易となるレール鋼を用いた新幹線用ノーズ可動クロッシングを開発し、転換試験、有限要素解析、鉛直載荷試験および走行試験を実施し、実用に供せられる性能を有することを確認しました。



スラブ軌道におけるロングレールの敷設範囲拡大

西宮裕騎 片岡宏夫 平出社司

スラブ軌道等の直結系軌道を高架橋上に敷設すると、温度変化による桁の伸縮に伴いレールと桁との間にレール長さ方向の力が作用し、レールに付加軸力が発生します。このため、ロングレール化にあたっては、レール軸力分布を計算し、温度上昇時の圧縮側の最大レール軸力と低温時の破断時開口量の照査を行うこととされています。ロングレール敷設範囲を拡大するためには、これらの限度値を再検討する必要があります。

新幹線のスラブ軌道を対象として構造検討を実施した結果、温度上昇時の横方向安定性については、突起やレール締結装置への作用力は小さく、圧縮レール軸力の限度値が緩和可能であることを確認しました。ま

た、レール開口部の走行シミュレーション手法を構築して、車両と軌道への影響を検討した結果、検討した範囲内では、走行安全上の問題は生じないことが推定されました。

以上の結果から、スラブ軌道におけるロングレールの敷設範囲を従来よりも拡大できる見通しが得られました。

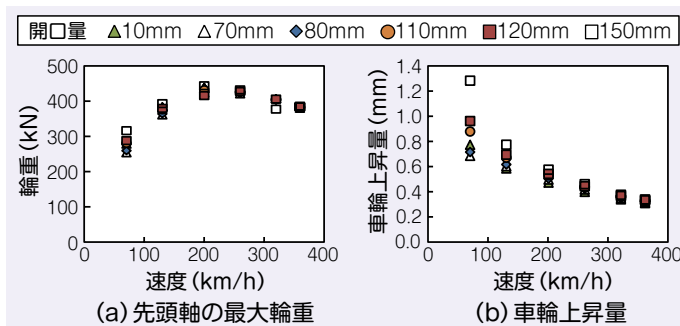


図 直線区間の開口部通過時の走行シミュレーション結果

塑性域を考慮した線ばね形レール締結装置の疲労耐久性の評価方法

玉川新悟 弟子丸将 片岡宏夫

近年、国内で線ばね形レール締結装置が普及しています。線ばねには、使用時に塑性変形するものがあり、弾性域での適用を前提とした応力表記の耐久限度線図では、その疲労耐久性を十分に評価できません。

本研究では、塑性域で使用する線ばね形レール締結装置に適用可能な耐久限度線図の考え方を提案し、その妥当性を検証しました。まず、弾塑性域の機械的性質と弾性域の疲労強度で構成されたひずみ表記による耐久限度線図を導出しました。次に、締結ばねの要素試験を実施し、提案した耐久限度線図の決定に必要な材料特性値を取得しました。さらに、塑性域における締結ばねの疲労試験を実施し、試験結果と比較することでその妥当性を確認しました。最後に、締結ばねの

破壊確率に基づき実用上の破壊限度を決定し、これを用いた疲労破壊に関する性能照査の一例を示しました。

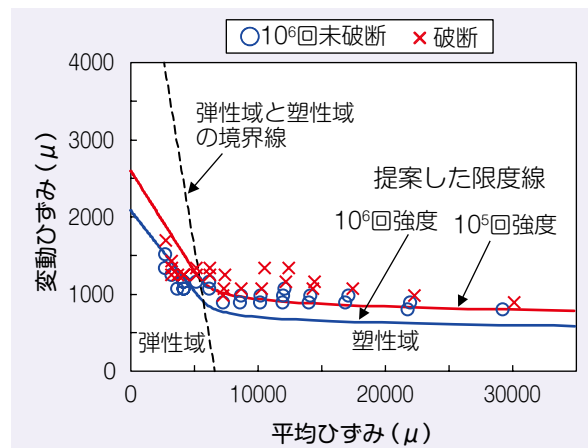


図 提案した耐久限度線図と疲労試験結果の比較

スラブ軌道てん充層の側面劣化に対する補修目安値の提案

高橋貴蔵 桃谷尚嗣 谷川光 藪中嘉彦 瀧上翔太

新幹線の寒冷地に敷設されている一部の区間のスラブ軌道において、てん充層に使用されているCAモルタルに凍害によるものと考えられる劣化が発生しています。現在は、CAモルタルの劣化の影響を考慮して算出した軌道スラブの応力度と、許容応力度設計法に基づいて定めた目安値とを比較し、CAモルタルの補修の要否を判断しています。今後、様々な形状の軌道スラブに適した目安値を作成する際は、新しい設計法である性能照査型設計法に基づく必要があります。この場合、目安値が大幅に緩和される可能性があります。一方で、CAモルタルの劣化範囲が広がることで、CAモルタルの外周部で塑性変形が生じ、軌道スラブの動的な変位量が増加す

る可能性があります。そこで、軌道スラブに対しては性能照査型設計法による評価を行い、CAモルタルに対しては季節変動による温度変化の影響を考慮した疲労寿命の算定方法を提案し、CAモルタルの劣化範囲と寿命の関係を整理しました。これらの結果として、軌道スラブとCAモルタルの両者に着目した新しい目安値を提案しました。

表 提案する補修要否の判定の目安値

項目	区間	不良判定ランク
欠損	平板軌道スラブ区間	Aランク： $s \geq 150\text{mm}$ Bランク： $150\text{mm} > s \geq 100\text{mm}$ Cランク： $100\text{mm} > s \geq 50\text{mm}$
	枠型軌道スラブ区間(内側も同様)	Aランク： $s \geq 100\text{mm}$ Bランク： $100\text{mm} > s \geq 75\text{mm}$ Cランク： $75\text{mm} > s \geq 50\text{mm}$
不良判定ランクの適用方法		Aランク：速やかに補修する。 Bランク：計画的に補修する。 Cランク：注意する。台帳へ記入する。

s：欠損幅

地震動を受けるバラスト軌道の道床横抵抗力の評価

中村貴久 桃谷尚嗣 藪中嘉彦 野村清順

兵庫県南部地震以降、土木構造物に対しては、耐震設計が整備されているものの、軌道構造物に対しては設計法が整備されておらず、耐震性能の評価を行う必要があります。そこで、本研究では、バラスト軌道の地震時道床横抵抗力の特性を検討するため、加振中における座屈に対する抵抗性を定量的に評価する試験方法を開発し、実物大模型を用いた大型振動台試験を行いました。本試験では、まくらぎ本数が1本の場合と軌きょう(3本)の場合の違いについても検討しました。その結果、まくらぎ本数によらず、加振中に道床横抵抗力は低下し、ロングレールの座屈荷重を想定した横方向荷重が加振後の最終道床横抵抗力より小さく

ても、加振中に大きな残留変位が生じることがわかりました。また、軌きょうの群杭効果により、まくらぎ1本あたりの道床横抵抗力が低下するため、まくらぎ1本の場合と同程度の横方向荷重でも、軌きょうの方が加振中に大きな残留変位が生じることがわかりました。

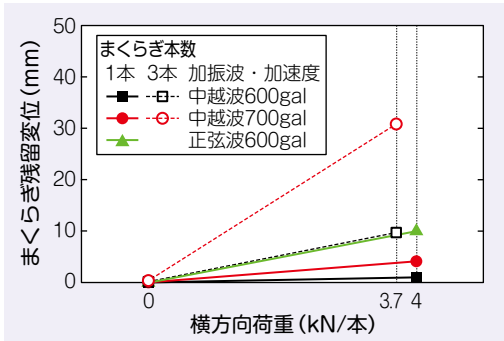


図 各加振ステップ前後のまくらぎ残留変位

波状摩耗管理のための可搬型レール凹凸連続測定装置の実用化

田中博文 清水惇

レール波状摩耗は、騒音・振動のみならず軌道保守量の増加を引き起こすことから適切に管理する必要があります。この波状摩耗を管理するためには、その発生状況を把握する必要がありますが、日本では地上でレール凹凸を連続的に測定可能な簡易な装置はありませんでした。

本研究では、可搬型のトロリータイプの装置を試作しました。本装置は、レール凹凸の検出にレーザー変位センサを不等間隔に配置した偏心矢を採用し、波長27~700mmのレール凹凸を高い精度で検出可能としました。また、測定位置をレール断面方向に調整可能とし、内軌および外軌波状摩耗の測定に対応しました。さらに、本装置の実用化に際し、これまで専用のプログラムで行ってきたデータ処

理について、簡易に操作可能なソフトウェアを開発しました。最後に、本装置を活用したレール波状摩耗の効率的な管理手法を提案しました。

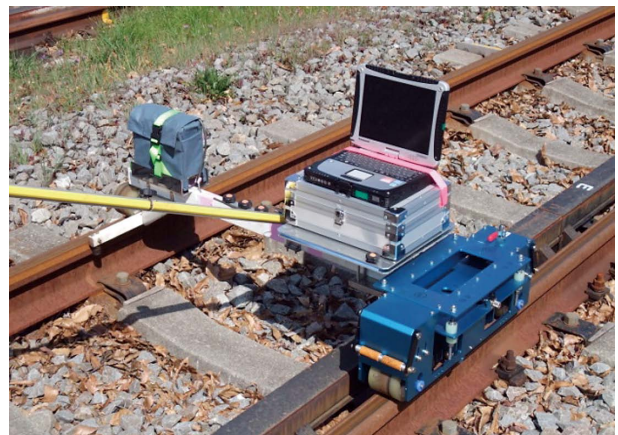


図 レール凹凸連続測定装置の外観

固有振動に着目したレール軸力測定手法の精度向上

浦川文寛 阿部和久 高橋寛

ロングレールに作用する軸力は夏季の張り出し、冬季のレール破断に繋がる可能性があるため、その値を正確に測定して適切に管理することが望まれています。ロングレールの軸力を定量的かつ簡易に測定する手法として、レールの固有振動数が軸力によって変化する性質に着目した測定法が検討されてきました。しかしながら、レールの固有振動数は軸力だけでなく、軌道の様々な条件、特にレールと締結装置の状態によって変化するため、十分な精度が得られていません。

本稿では、レールの固有振動数に着目した軸力測定法の精度向上と実用化を目的とし、固有振動数への影響が大きいと思われるいくつかの軌道条件のばらつきを軌道の有限要素モデルで再現し、これらのばらつきが軸力推定精度へ

与える影響を解析的に求めるとともに、これらの誤差の補正方法を検討しました。また、実軌道にてレールの軸力と固有振動数を測定し、本軸力測定法の有効性を検証しました。

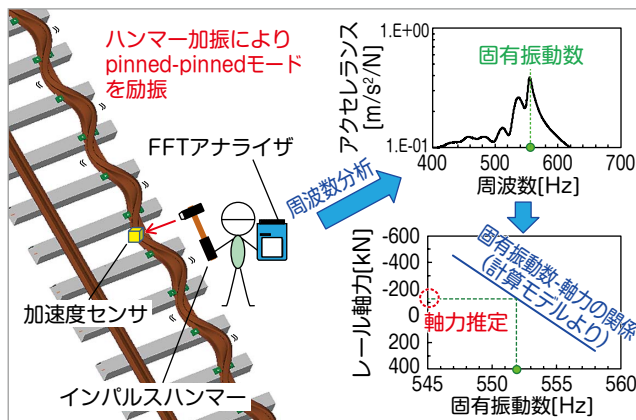


図 固有振動数によるレール軸力の推定方法

高頻度軌道検測データの軌道状態診断および保守計画策定への活用方法

佐野弘典 三和雅史 山口剛志 吉田尚史 矢坂健太 坂口和弘

営業車両に搭載した検測装置を用いて軌道変位を高頻度に測定し、軌道状態の予測、診断を高精度に行うためには、多くの検測データの処理法を確立する必要があります。そこで、高頻度軌道検測データに適した軌道変位進みの算定法を提案し、ある線区に適用した結果、1年後の軌道変位の標準偏差を±0.16mm以下(97%確率)の精度で予測できました。また、軌道変位が季節変動する箇所に対する予測法も提案し、半年後の軌道変位を同程度の精度で予測できました。さらに、軌道変位保守の効果の持続性に基づく道床状態の診断法と、軌道変位進みの長期的傾向と直近値の差異に基づく軌道変位の急進性の診断法を提案しました。

以上の成果を用いて、高頻度検測データ対応版軌道保守計画策定システムを開発しました。高頻度検測データを用いて軌道変位保守計画を作成した結果、従来頻度検測データに基づく計画に比べて、より実状に合った計画を作成できました。

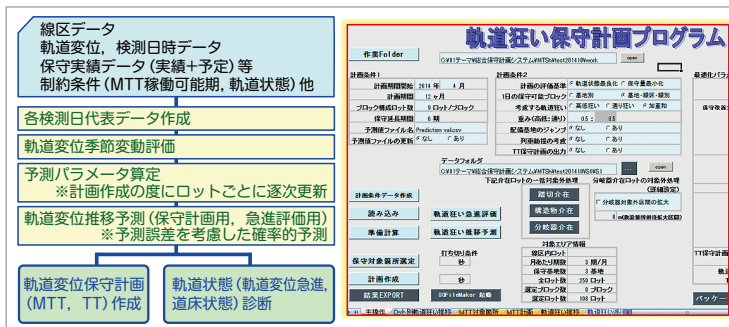


図 高頻度検測データ対応版軌道変位保守計画モデル, システム

テルミット溶接部の表面きず発生原因とその防止策

寺下善弘 山本隆一 辰巳光正 伊藤太初 梅内一行

テルミット溶接法は、良好な施工性と機動性を有し、日本で適用されているレール溶接法の中で最も多く施工されています。また、この10年間のテルミット溶接部の折損率は、わずか0.005%程度と低く、その信頼性は高く評価されています。しかしながら、最近では表面きず(主にブローホール)で不良判定される事象が多く報告されています。特に新品レールと腐食や摩耗のある経年レールとの溶接施工時の発生事例が散見され、再溶接を余儀なくされているのが現状であり、発生原因を解明し、対策を施すことが課題となっています。

溶接試験を実施し、表面きずの発生がレール表面の錆ではなく、レールとモールドの隙間が大きくなる経年レール側のご部と底面に入り込んだ溶鋼と、目地砂の水分との接触により生じたガスに起因していることを示すとともに、発生防止策を提案します。

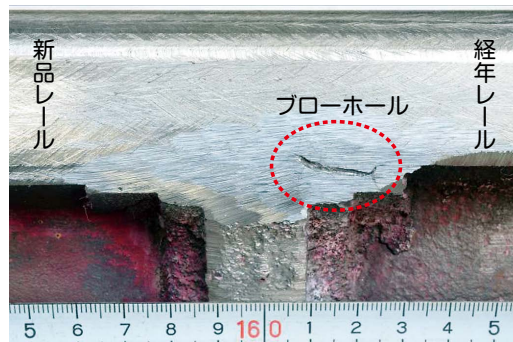


図 溶接試験で発生した表面きず