

- 鉄道一般
- 車両
- 施設
- 電気
- 運転・輸送
- 防災
- 環境
- 人間科学
- 浮上式鉄道

日野土木実験所の概要と 実験所を活用した研究開発

日野土木実験所は、電気・信号設備を含む線路設備に関係した比較的大規模な屋外試験および室内試験を行う設備です。おもな実験設備として、試験線、軌道動的載荷試験装置および移動式軌道動的載荷試験装置などがあり、これらを用いて実物大規模の試験供試体の性能確認試験を行い、実用化に向けた検討を行っています。また、近年は400m級の超電導き電ケーブルを敷設し、都市路線への適用に向けた技術開発に活用しています。ここでは、日野土木実験所の歴史、各種実験設備の概要およびそれらを用いた最近の研究開発について紹介します。

はじめに

日野土木実験所は、電気・信号設備を含む線路設備に関係した比較的大規模な屋外試験および室内試験を行う設備です。試験線および室内試験設備では、新たに開発した軌道構造などの実物大供試体を構築して、性能確認試験を行っています。ここでは、日野土木実験所の歴史、各種実験設備の概要およびそれらを用いた最近の研究開発について紹介します。

日野土木実験所の歴史と実績

日野土木実験所は、1970年（昭和45年）に千葉県習志野市津田沼から現在の場所（東京都日野市）に移設されました（図1参照）。1987年（昭和62年）の国鉄の分割・民営化にともない、鉄道総合技術研究所が継承し、現在に至っています。

おもな実験設備として、試験線、軌道動的載荷試験装置および移動式軌道動的載荷試験装置などの比較的大規模な試験装置があります。これらを用いて、実物大規模の試験供試体の性能確



洲上 翔太
Shota Fuchigami
軌道技術研究部
軌道・路盤研究室
副主任研究員
【専門分野】直結系軌道、
コンクリート工学



高橋 貴蔵
Takatada Takahashi
軌道技術研究部
軌道・路盤研究室
主任研究員
【専門分野】直結系軌道、
コンクリート工学



及川 祐也
Yuuya Oikawa
軌道技術研究部
軌道構造研究室
主任研究員
【専門分野】分岐器の構
造・保守



坪川 洋友
Yosuke Tsubokawa
軌道技術研究部
軌道管理研究室
主任研究員
【専門分野】軌道検測



福本 祐介
Yusuke Fukumoto
材料技術研究部
超電導応用研究室
副主任研究員
【専門分野】超電導工学



図1 日野土木実験所の外観

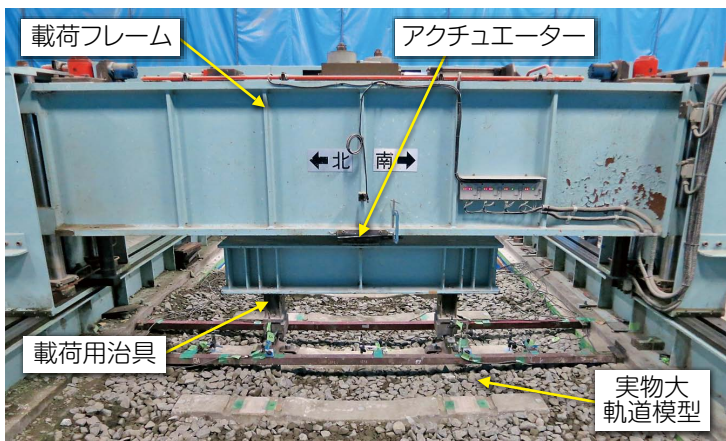


図2 軌道動的载荷試験装置

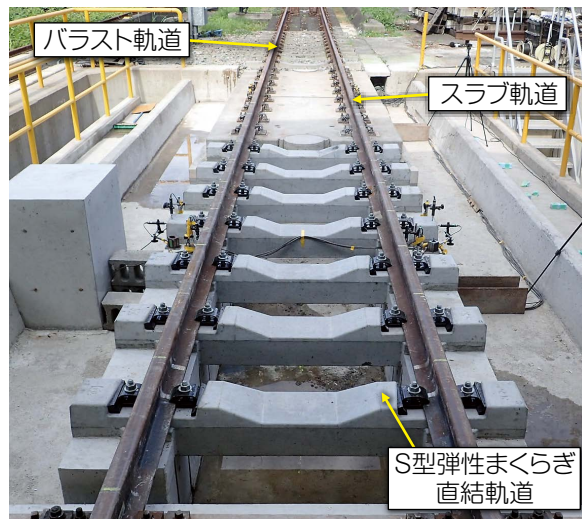


図4 S型弾性まくらぎ直結軌道

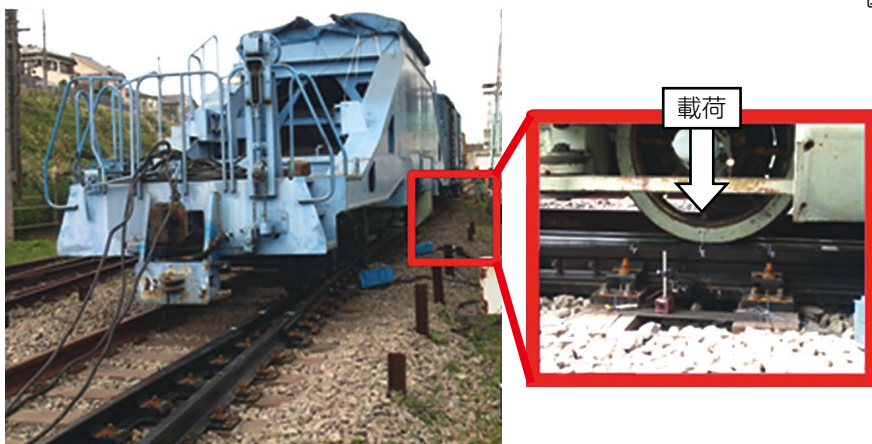


図3 移動式軌道動的载荷試験装置

認試験を行い、実用化に向けた検討を行っています。また、近年は400m級の超電導き電ケーブルを敷設し、都市路線への適用に向けた技術開発に活用しています。

実験設備

試験線

試験線の延長は約400mであり、バラスト軌道および直結系軌道の一般区間および分岐器区間における種々の軌道構造が敷設されています。これまでに、整備新幹線の基本構造の一つであるスラブ軌道¹⁾をはじめとして、軌道構造の耐荷性能や施工性に関する研究開発が行われてきました。

軌道動的载荷試験装置

軌道動的载荷試験装置は中規模の実物大軌道模型を対象として、軌道の沈下特性や部材の応力状態などを把握す

るのに重要な役割を果たしています。図2に示すように、本装置は1本のアクチュエーターにより、上下方向に対して静的および動的な载荷を行うことができます。

移動式軌道動的载荷試験装置

移動式軌道動的载荷試験装置は大規模な実物大軌道模型を対象として、軌道の沈下特性や部材の応力状態などを把握するのに重要な役割を果たしています。本装置は軌道上の任意の箇所において、2方向のアクチュエーターにより上下・左右方向に対して静的および動的な载荷を行うことができます(図3参照)。

研究開発

(1) S型弾性まくらぎ直結軌道の試験敷設

S型弾性まくらぎ直結軌道は、1998

年に鉄道総研が開発した「D型弾性まくらぎ直結軌道」と比較して施工性と経済性を向上させた新たな弾性まくらぎ直結軌道です。数値解析および模型供試体の载荷試験により、弾性まくらぎ直結軌道としての基本性能を確認した後、試験線に約5mの実物大軌道を構築し、施工性を確認しました²⁾(図4参照)。S型弾性まくらぎ直結軌道はコンクリート道床部分が無筋の短繊維補強コンクリートで構成されており、本施工によって短繊維補強コンクリートのポンプ圧送性および充填性を確認し、問題なく施工できることを確認しました。

(2) 動的軌間・平面性測定装置の性能確認試験

開発中の「動的軌間・平面性測定装置」の測定精度を確認するために、装置を軌道モーターに搭載して走行試験を行いました(図5参照)。軌道変位の測定装置の開発においては、次の点を確認する必要があります。

- ①測定速度によらず、レール長手方向の測定位置の情報を精度よく取得できること。
- ②測定値に再現性(同じ区間を測定した2回の測定結果の差の標準偏差が一定値以下となる)があること。
- ③動的な軌道変位を測定できているか確認すること。

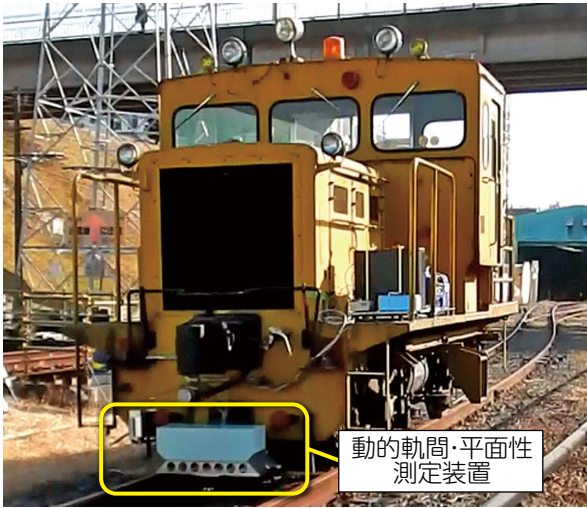


図5 軌道モーターカー走行試験

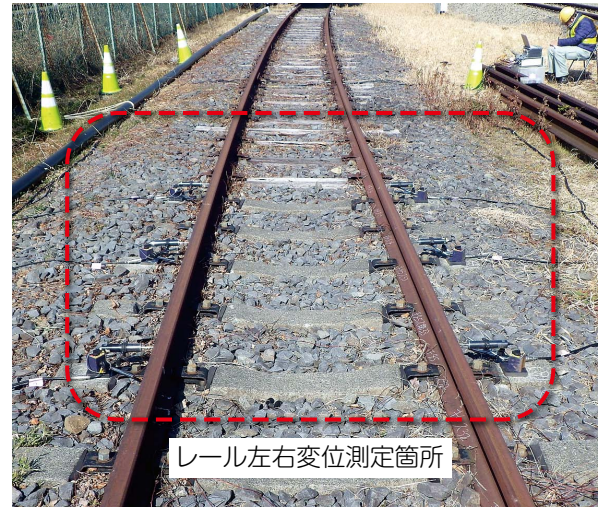


図6 レール左右変位測定

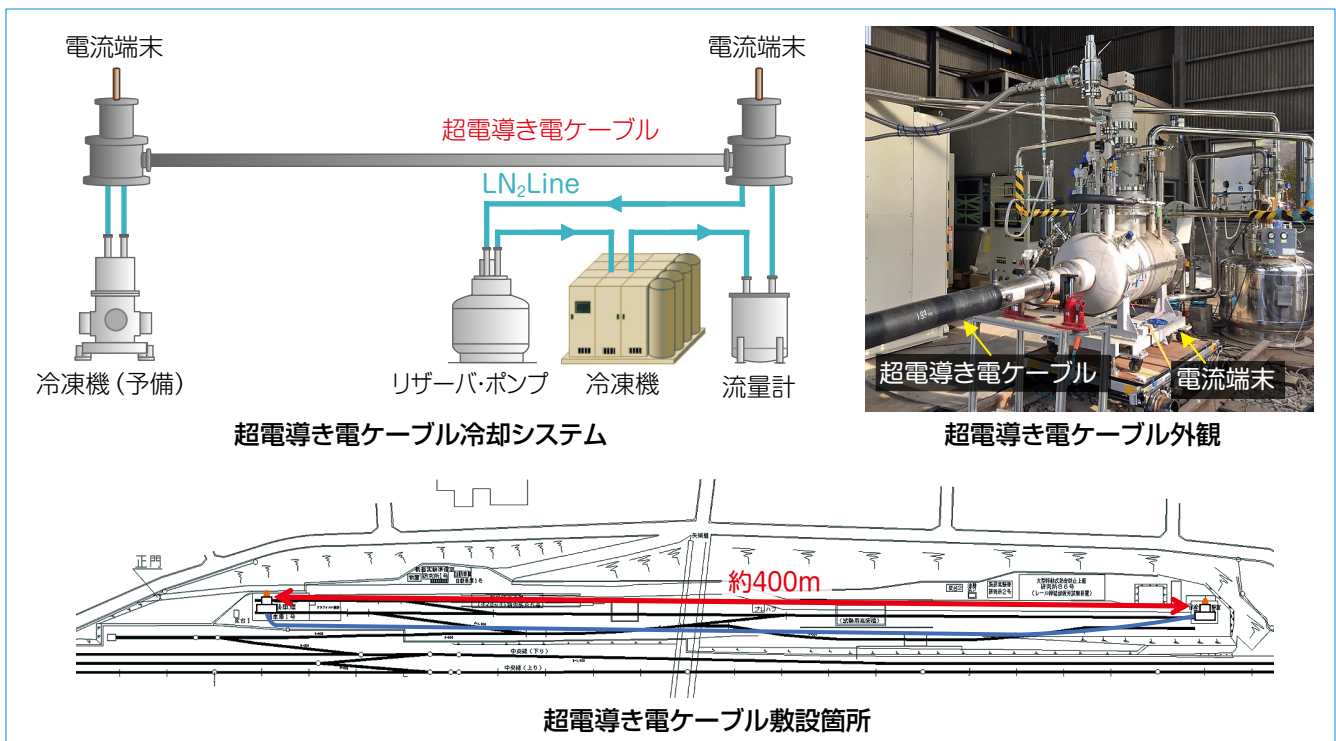


図7 超電導き電ケーブルの概要と敷設状況

位置情報の取得と測定値の再現性の確認については、軌道モーターカーの速度を変更しながら同じ区間を繰り返し測定して確認をしました。また、動的な軌道変位を測定できていることの確認は、図6に示すように試験区間にレール締結装置を外した区間を設定して、軌道モーターカー通過時のレール左右変位を測定して、本装置の測定値と比較することで確認しました。軌道モーターカーの試験では、動的軌間・平

面性測定装置は、20km/hまでの速度では軌道検測に必要な精度を有していることを確認しました。

(3)超電導き電ケーブルの性能確認試験

超電導き電ケーブルは、高温超電導材料で構成された線材を液体窒素で冷却し、電気抵抗が0Ωの超電導状態にして電気を流すシステムです。そのため、これまでの電気抵抗に起因する回生失効や電圧降下などの課題を解決するものであり、鉄道総研が世界に先駆

け開発を進めています。

これまで、国立研究所の試験線を用いて300mまでの超電導き電ケーブル開発を進めてきましたが、実路線に向けた開発に着手するため、日野土木実験所のほぼ全長に渡る408mの超電導き電ケーブルを敷設しました(図7参照)。敷設した超電導き電ケーブルは、実路線導入に必要な8000Aを超える電流容量および耐電圧性能を有します。また、断熱管や端末部の熱侵入低減と、

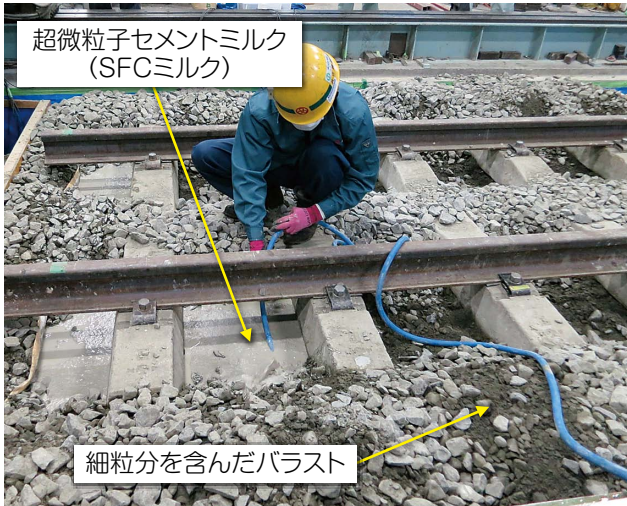


図8 SFCてん充道床軌道の施工状況



図9 レール鋼製ノーズ可動クロッシングの敷設状況

ケーブル専用に設計・製作した冷凍機の導入により安定したシステムを実現しました³⁾。

実路線導入に必要な、高速度遮断器、断路器、避雷器などを用いて保護回路を構築し、それを介して車両基地への送電回線へ超電導き電ケーブルを接続しました。冷却により超電導状態を保持し、終電後に車両基地への送電を実施しました。車両基地に留置した10両編成10編成に対して、全車両の空調、照明などのために電流を流した結果、超電導き電ケーブル接続時にシステム両端の電圧はほぼ一致し、既設き電線に通電したときに測定された9.41Vの電圧降下が0.02V以下まで抑制されていることを国内外で初めて確認できました⁴⁾。

今後は、実路線において試験列車を用いた走行試験などの実施により、その効果を確認するとともに、現状408mの超電導き電ケーブルを長くすることや、き電ケーブル内の超電導状態を維持するための冷却性能を向上するなど、実用化に向けた課題に取り組んでまいります。

(4) SFCてん充道床軌道の性能確認試験

SFCてん充道床軌道⁵⁾は、既設のバラスト軌道を改良した低コストなてん充道床軌道です。グラウト材に超微粒

子セメントミルク (SFCミルク) を用いることで、既存の細粒分を含んだバラストを再利用することができ、道床交換が不要です。SFCてん充道床軌道の実用化にあたり、実物大の軌道を構築して施工性を確認するとともに、軌道動的載荷試験装置を用いた繰り返し載荷試験により、省力化軌道として十分な性能を有していることを確認しました(図8参照)。

(5) レール鋼製ノーズ可動クロッシングの性能確認試験

レール鋼製ノーズ可動クロッシング⁶⁾は超音波による探傷検査が可能のため、検査の効率化や交換周期の延伸による保守コストの低減が期待できます。

レール鋼製ノーズ可動クロッシングの実用化にあたり、実物大の軌道を構築して施工性を確認するとともに、移動式軌道動的載荷試験装置を用いた載荷試験により、強度および走行安全性に問題となるような大きな応力や変位が発生しないことを確認しました(図9参照)。

おわりに

今後も、日野土木実験所の実験設備を有効的に活用し、鉄道技術に関するさまざまな課題に取り組んでまいります。**RRR**

文献

- 1) 佐藤吉彦, 大石不二夫, 渡辺偕年, 安藤勝敏, 三浦重, 安部成博, 御船直人, 新堀和徳: 防振G型スラブ軌道の開発実用化, 鉄道技術研究報告, No.1357, 1987
- 2) 谷川光, 高橋貴蔵, 桃谷尚嗣, 吉川秀平: S型弾性まくらぎ直結軌道に関する性能確認試験, 平成29年度土木学会全国大会第72回年次学術講演会, IV-129, 2017
- 3) 鉄道総合技術研究所: 実路線での試験に向けた新たな超電導き電ケーブルシステムを開発 (2017.8.4), ニュースリリース, https://www.rtri.or.jp/press/2017/is5f1i0000002xj7-att/20170804_01.pdf
- 4) 鉄道総合技術研究所: き電線の電気抵抗ゼロを目指し超電導き電システムの送電試験を実施 (2018.8.2), ニュースリリース, https://www.rtri.or.jp/press/2018/is5f1i0000007d1r-att/20180802_001.pdf
- 5) 洲上翔太, 中村貴久, 高橋貴蔵, 桃谷尚嗣: 細粒分含有率が高いバラストを活用したてん充道床軌道に関する研究, 土木学会論文集(舗装工学), Vol.73, No.3, pp.1_179-1_187, 2017
- 6) 及川祐也, 寺下善弘, 伊藤太初, 松井元英, 兼松義一, 原田茂幸: 新幹線用レール鋼製ノーズ可動クロッシングの開発, 鉄道総研報告, Vol.29, No.8, pp.5-10, 2015