

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

鉄道固有の現象解明のための試験設備



半坂 征則
Masanori Hansaka

研究開発推進部
担当部長 (研究戦略)

[専門分野] 高分子材料, 振動騒音解析

鉄道には走行中の車両の運動の解析や、電力設備、構造物、軌道などのインフラ設備に関して車両走行にともない作用する力とその影響の解析などの解明しなければならない固有の現象が多数あります。鉄道総研では、これらの現象解明と課題解決のための独自の試験設備を有しています。本特集では、鉄道総研が現在所有している主要な試験設備について紹介します。

はじめに

研究開発の本質は現象の予測と実測にあります。試験設備はこのうち現象の実測に関して中心的な役割を担うものです。一方、鉄道は、車両、電力設備、構造物、軌道などさまざまな分野に関係するため、各分野で現象解明に取り組んだ上で、鉄道が安全で便利な交通機関であり続けるための技術改善を図っていく必要があります。たとえば、良好な走行安定性を確保するために、レール上を走行する車両の運動を解析する必要があります。また、電力設備、構造物、軌道などのインフラに関して安全の確保と保守の低コスト化のために、車両走行にともない各インフラに作用する力とその影響を解析する必要があります。このように鉄道には解決しなければならない固有の現象が多数あり、鉄道総研では、これらの現象解明と課題解決のための独自の試験設備を有しています。

本特集では、鉄道総研が現在所有している主要な試験設備の状況を概説するとともに、それらの設備を用いた研究開発動向を紹介します。

試験設備の概要

鉄道総研は、現在、車両、構造物、電力、軌道など鉄道に関係するほとんどの分野の課題に対応し得る試験設備を所有しています。また、国立研究所以外にも、勝木塩害実験所（新潟県村上市）、日野土木実験所（東京都日野市）、塩沢雪害防止実験所（新潟県南魚沼市）、風洞技術センター（滋賀県

米原市）といった実験施設を有します。

ここでは、現在、国立研究所内に設置している主要な試験設備について、概要・目的・活用方法などについて概説します。

高速車両試験台

高速車両試験台は、最高速度500km/hまでの車両の運動特性解析を行うため



図1 高速車両試験台

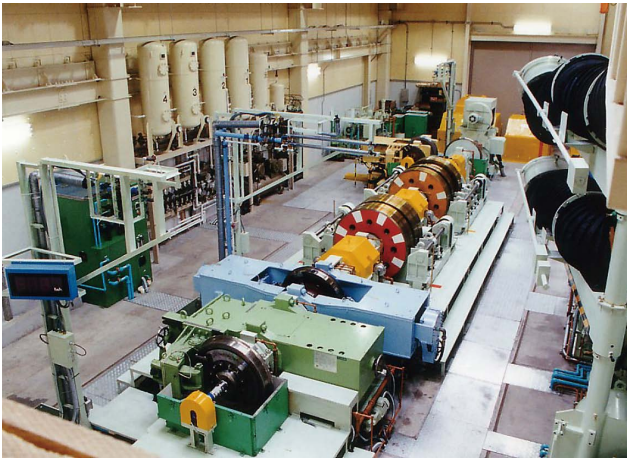


図2 ブレーキ性能試験機



図4 大型トンネル覆工模型実験装置

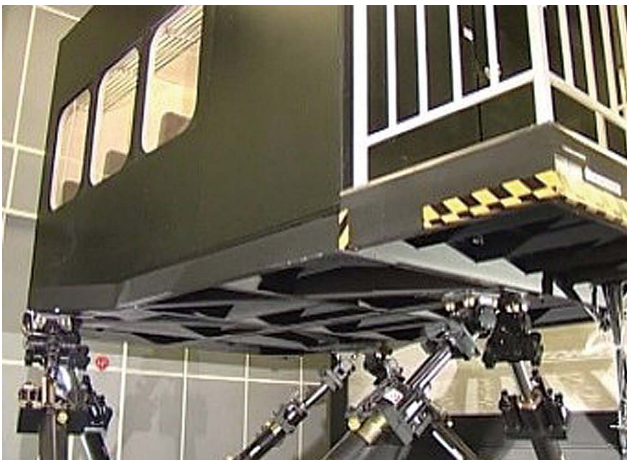


図3 車内快適性シミュレーター



図5 駅シミュレーター

に、軌条輪と呼ばれるレールに相当する回転円盤上に実車両を設置し、これを回転させて実車両の走行状態を再現する装置です。高速化、走行安全性向上、保守省力化、乗り心地改善のための車両や台車の開発などに活用しています(図1)。

ブレーキ性能試験機

速度500km/hまでの条件で車両のブレーキシステムの性能を総合的に評価するための試験装置です。ディスクブレーキと踏面ブレーキの性能評価、および車輪/レール間の粘着を含むブレーキシステムの性能評価や改良に活用しています(図2)。

車内快適性シミュレーター

幅8m×長さ4m×高さ2.5mの模擬客室を用いて、振動、映像、音響などを活用して臨場感のある列車内環境を再現し、被験者がそれを体感することで乗り心地などの種々の車内の快適性を評価します。乗り心地、車両騒音、車内温熱環境などの車内快適性の評価と改善に活用しています(図3)。

大型トンネル覆工模型実験装置

新幹線トンネル断面の縮尺1/5のトンネル模型に直接載荷し、トンネルの壊れ方を再現するもので、荷重とトンネルの変形を測定し、ひび割れの進展状況などを観察します。トンネルがもっている力学的な特性の評価や対策工の開発などに活用しています(図4)。

駅シミュレーター

駅舎を模擬した設備(内部の大きさ: 約15m×16m, 天井高さ: 約3.5~6m)で駅環境を再現することで、実際の駅で実測することなく駅環境が利用者の行動・心理に与える影響を評価します。駅の快適性評価と改善、駅の異常時での避難誘導方法の開発などに活用しています(図5)。

集電試験装置

国立研究所内の試験線において試験台車をリニアモーター駆動(最高速度200km/h)で走行させることにより、主にパンタグラフと電車線間の集電性能を測定します。電車線における集電現象の解明や集電性能の評価、電車線部材の性能評価と開発などに活用できます(図6)。



図6 集電試験装置

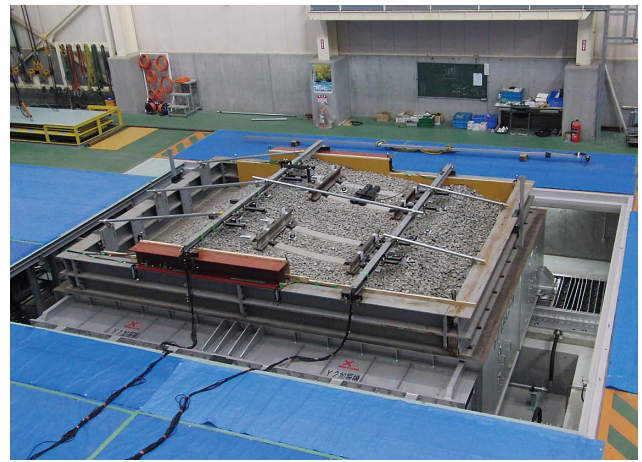


図8 大型振動試験装置

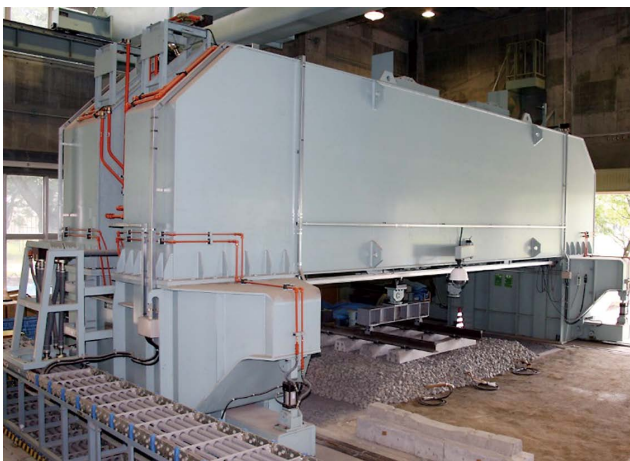


図7 総合路盤試験装置



図9 大型降雨実験装置

総合路盤試験装置

実物大規模の路盤や軌道に列車荷重を模擬した繰り返し荷重を連続載荷することで、軌道の載荷にともなう変形挙動や疲労特性などを評価します。最大載荷力は静的に300kN、動的に250kNあり、新しい軌道構造や省力化軌道、および路盤改良工法などの開発、バラスト沈下、路盤噴泥などの現象解明に活用しています(図7)。

大型振動試験装置

最大震度7クラスの地震を再現して、振動台(寸法:5m×7m, 最大積載重量:50トン)上に設置した鉄道施設の模型や台車などの供試体の地震時の挙動を評価します。盛土や橋りょうなどの各種構造物および電車線柱などの電

力設備の耐震性評価と耐震対策の開発、軌道上の車両の挙動解析と脱線対策などに活用しています(図8)。

大型降雨実験装置

実験土槽上に雨を人工的に降らせて、土槽の変状を測定・評価します。最大時間雨量300mm/hまでの降雨が可能で斜面の崩壊メカニズムの解明と対策の開発、斜面など屋外センサーの耐雨性評価などに活用しています(図9)。

高速回転試験装置

車両の高速走行(最高速度400km/h)時における車上子-地上子間の電磁結合を模擬した試験が可能で、ATS(自動列車停止装置)の応動特性(車上子と地上子間で情報伝送が行える範囲や

受信時間)を測定・評価します。回転体の先端にATSの地上子、測定架台(固定)に車上子を取り付け、回転体を回転させることで車両走行を模擬します。本設備は、ATSの開発における性能評価に活用しています(図10)。

トンネル空気力学模型実験装置

最高速度550km/hで縮尺1/120~1/70の列車模型を発射し、トンネル模型に突入させることで、トンネル内で発生する圧縮波や列車風を測定します。列車先頭部やトンネル入口緩衝工の微気圧波低減効果の評価、新しい微気圧波対策の開発などに活用しています(図11)。

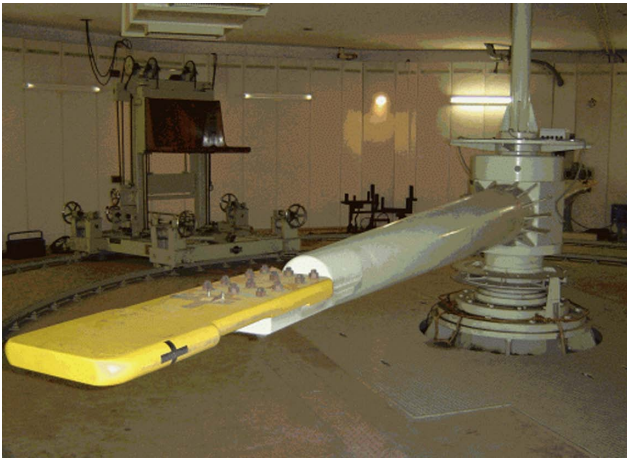


図10 高速回転試験装置



図12 電子線マイクロアナライザー

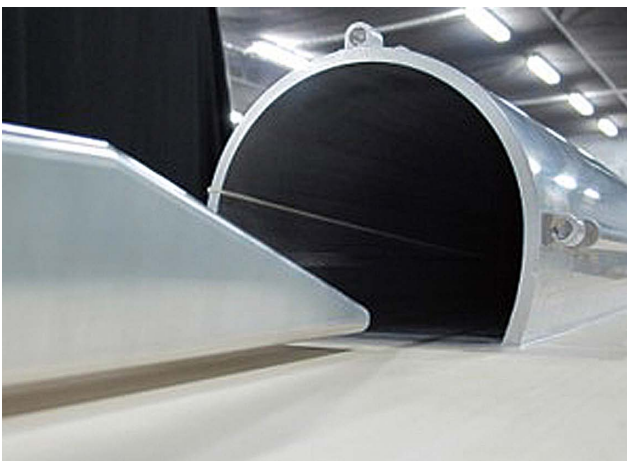


図11 トンネル空気力学模型実験装置

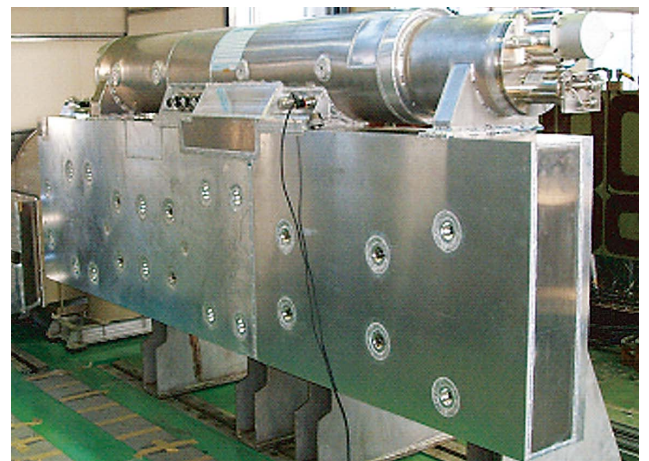


図13 強磁場発生装置

電子線マイクロアナライザー など材料分析・物性試験類

電子線マイクロアナライザーは、試料表面の組織や形態の観察と、数ミクロン程度の微小領域における元素の定性・定量分析ができる装置です。このほか、各種材料分析装置、物性評価試験装置類を有します。コンクリート高架橋などの鉄道用材料について、長寿命化、省エネルギー・振動・騒音低減などの高機能化、不具合調査などに活用しています(図12)。

強磁場発生装置など超電導コイル および地上コイル評価装置類

強磁場発生装置は浮上式鉄道用超電導磁石をベースとした装置で、励磁電源により超電導コイルを励磁する電流

を変えることで、装置表面においてゼロから約1テスラにわたる広範囲の静磁場を発生させることが可能です。浮上式鉄道用地上コイルの電磁加振試験用静磁場源として用いるなどのさまざまな試験に活用しています。このほか、機械加振試験装置などの車載超電導コイルおよび地上コイルの性能・耐久性評価試験機類を有します。超電導コイルおよび地上コイルの性能・耐久性向上に活用しています(図13)。

おわりに

近年、研究開発のもう一方の柱である現象の予測を担う数値解析技術の進歩にはめざましいものがありますが、実現現象を再現し解析精度を検証したり、現象の原理・法則を直接的に解明した

りするために用いる試験設備の必要性は低下していません。鉄道の安全性、利便性、環境調和性、低コスト化などに対する要求の高度化にともない、試験設備の必要性は今後むしろ一層高まるものと考えられます。

今後とも、独創的で、高品質な研究開発の成果を生み出すための試験設備の整備に努めます。

ご紹介した試験設備の一部は、国土交通省の鉄道技術開発費補助金を受けて実施した研究により取得しました。

RRR