



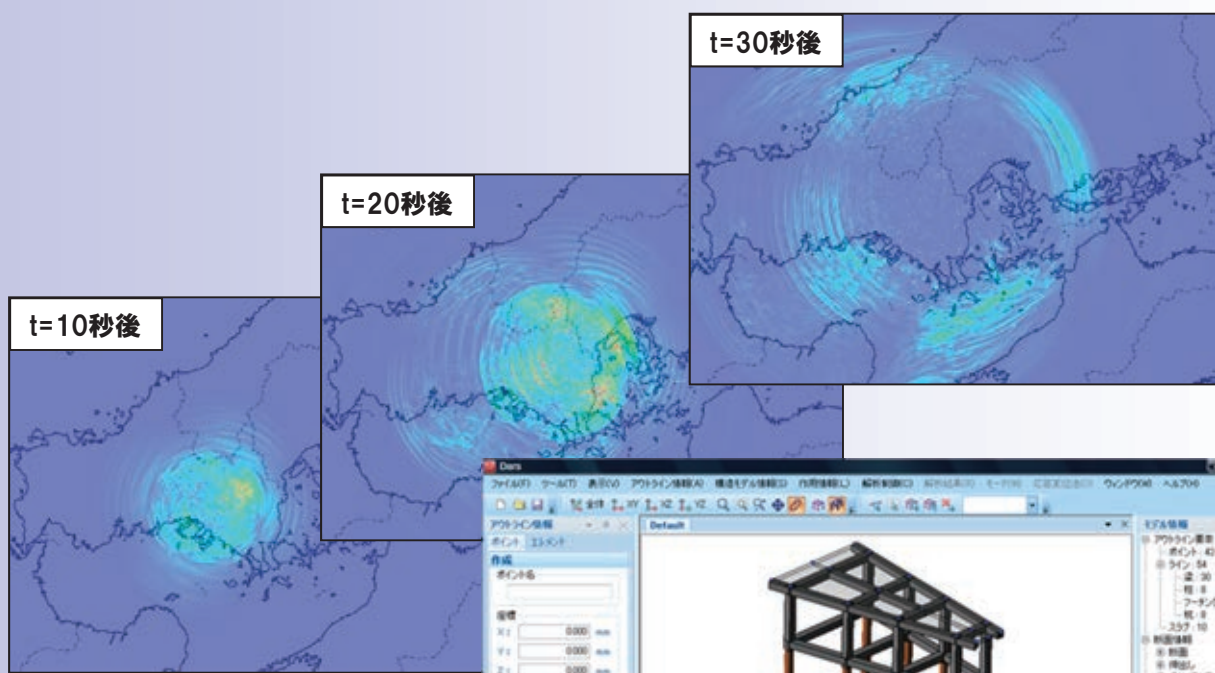
地震時の安全性を的確に把握

【概要】

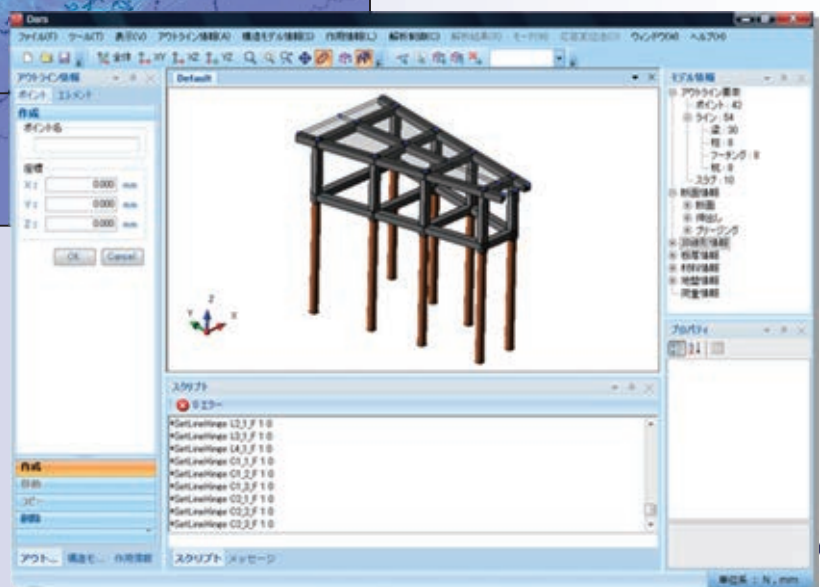
各種構造物の地震時の挙動を解明し、的確な耐震診断結果から、効率的な地震時の安全性向上に関する提案を行っています。また、地震動の評価、液状化を含めた地盤全体の挙動評価、さらには構造物の動的相互作用の評価など、耐震技術の基礎となる技術を提供しています。

【特徴】

- 断層を考慮した地震動シミュレータにより、地点で想定される地震動を評価します。
- 列車走行安全性評価に重要な、線状鉄道構造物の地震応答解析を行います。
- 各種試験装置を用いて、構造系全体や構造部材単位での耐震性能を評価します。



断層を考慮した地震動の評価支援



鉄道構造物の耐震性照査支援



さまざまな手法で斜面が崩れる可能性を評価

【概要】

豪雨時に発生する鉄道沿線の土砂災害事故を防止するために、あらかじめ斜面の耐降雨性を判断し、適切な対策を講じる必要があります。斜面の簡易な現地調査により算出した斜面崩壊が発生する雨量の限界値や、降雨時の水の流れを考慮して解析した斜面崩壊の可能性の面的分布状況などを用いて、斜面が崩れる可能性を精度よく評価します。

【特徴（限界雨量による評価）】

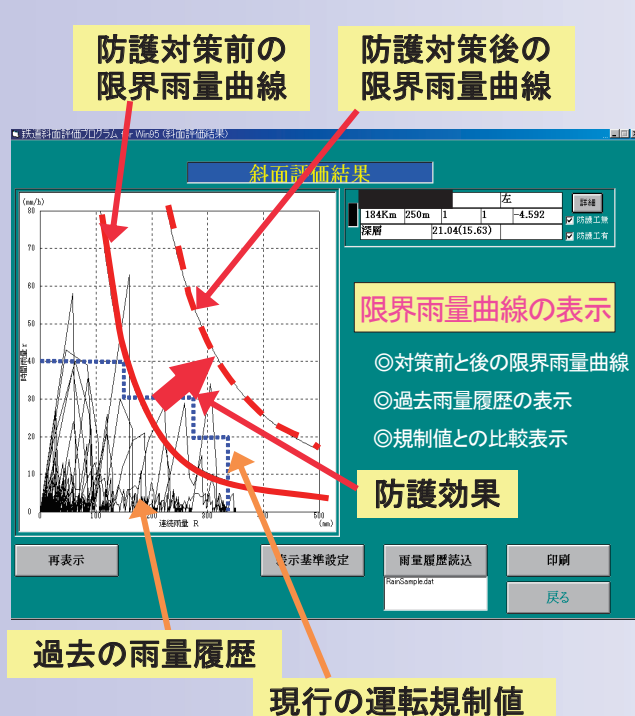
- 斜面ごとに崩壊が発生する限界雨量が計算できます。
- 限界雨量と過去の降雨履歴とが比較できます。
- のり面対策工の防護効果も評価できます。
- 斜面評価プログラムを使用することで、データの入力と評価が簡単にできます。

【特徴（崩壊危険箇所の評価）】

- 降雨量に応じた斜面崩壊の可能性がある箇所を面的に求めることができます。
- 降雨量に応じた斜面崩壊の危険性の時間的な変化を求めることができます。

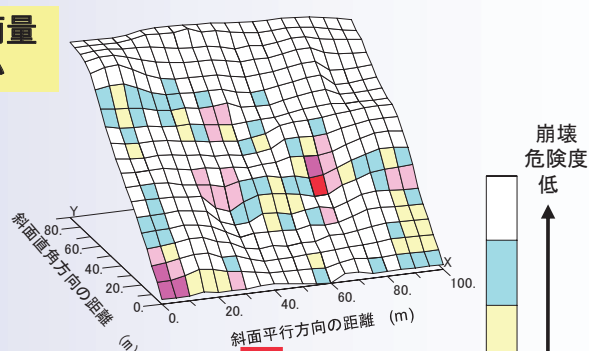
A

安全性の向上

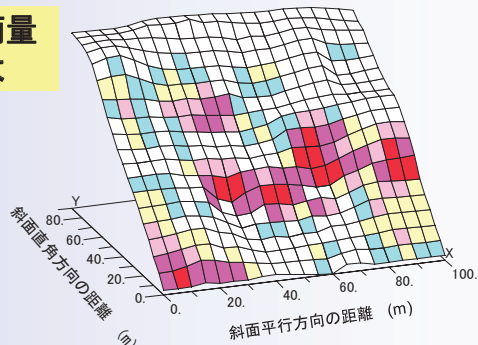


限界雨量の評価結果と
対策工の防護効果の表示

降雨量
小



降雨量
大



斜面崩壊の可能性のある箇所の
面的な評価



規制区間の中で風速計を必要とする地点が判る

【概要】

強風時の鉄道運行の安全を確保するために、風速計による風監視に基づく運転規制が行われています。一方で、運転規制区間の設定と風速計の配置を最適なものとするには、対象区間における風の局地性をふまえた強風箇所の把握が不可欠です。

鉄道総研の開発した手法により、数値シミュレーション技術と地形因子解析を組み合わせ、鉄道沿線の強風箇所を抽出し、風速計の設置候補箇所をご提案します。

【特徴】

公的機関が無償配布している気象データと地形データを用いて、鉄道の強風対策に必要な基本データを取り出すことが可能です。

全球気象データ

地形データ

1-a) 気象モデルによる数値シミュレーション

- ・領域：大領域(500km四方、3km格子)
- ・アウトプット：平均風速の再現期待値

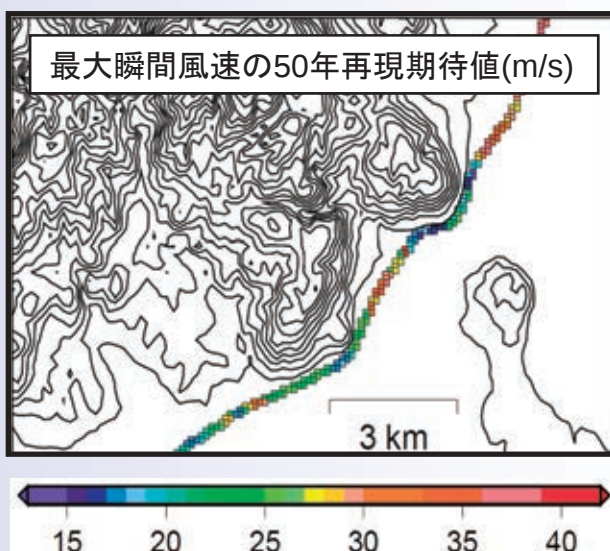
1-b) 流体モデルによる数値シミュレーション

- ・領域：小領域(3km四方、200m格子)
- ・アウトプット：平均風速の再現期待値

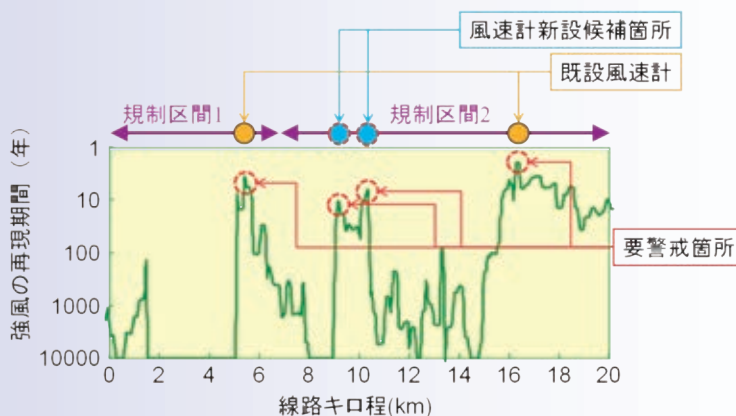
2) 地形因子解析(日突風率の統計解析)

- ・領域：線路キロ程(100m刻み)
- ・アウトプット：最大瞬間風速の再現期待値

鉄道沿線の強風箇所抽出フロー



風速の再現期待値の計算結果イメージ



風速がモデル区間における危険値を上回る事象の再現期間と風速計設置候補箇所

斜面管理のための調査と管理図・マップ作成

防災技術研究部

踏査と写真判読により災害形態と危険度を評価

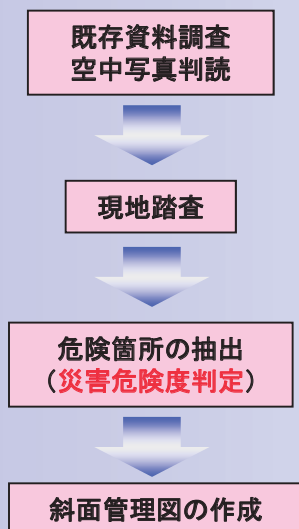
【概要】

鉄道沿線の斜面における落石・斜面崩壊などに関して、現地踏査と空中写真判読を行い、災害発生の可能性を評価し、その結果を斜面管理図として整理します。また、必要に応じてその対応を含めた提案をします。

【特徴】

- 地形地質などの素因から発生する可能性のある災害形態を予測します。
- 現地踏査に基づき、維持管理標準に則った災害発生危険度評価をします。
- 用地外は発生源とする災害についても評価します。
- 検査時の着眼点について提案します。
- 作成する斜面管理図を斜面管理の基図として役立てることができます。
- 数年に一度、斜面管理図を更新することにより、斜面の経年変化が把握できます。

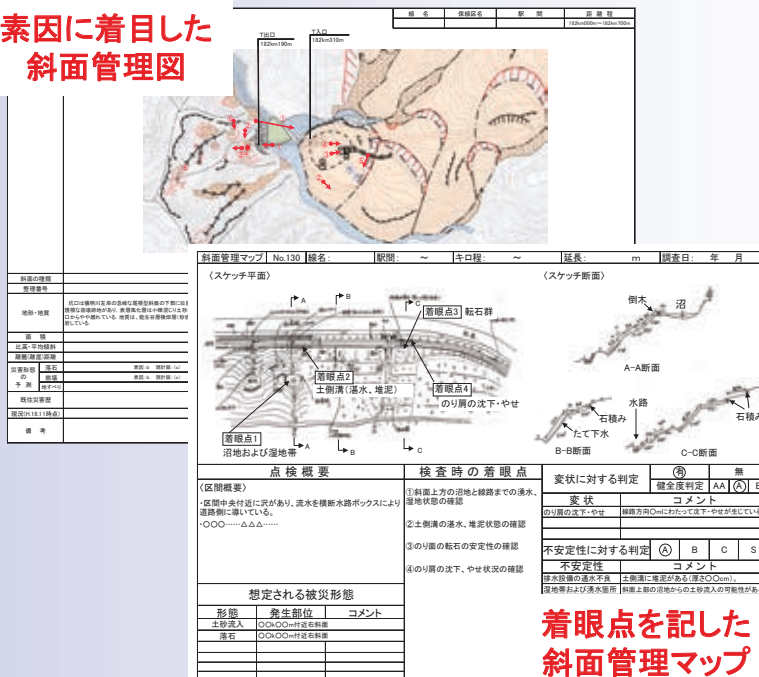
調査・評価の流れ



現地踏査



素因に着目した 斜面管理図



調査・評価の流れと斜面管理図

A

安全性の向上

打音測定による岩塊の安定性評価

防災技術研究部



打音により岩塊の安定性を評価

【概要】

打音測定装置では、岩塊を打撃した際に得られる音圧波形の卓越周波数とその振幅から岩塊の安定性を判断することが可能です。

【特徴】

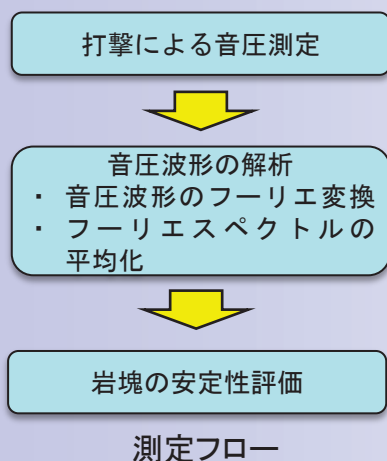
- 打撃音の卓越周波数と振幅の関係から岩塊の安定性を定量的に評価できます。
- 定期的な落石検査において岩塊の安定性の变化をモニタリングできます。
- 従来方法（岩石ハンマーでの打音調査）と同程度の時間で実施できます。
- 地質の専門知識を必要とせず、現場技術者でも簡単に実施することができます。
- 斜面などの足場の悪いところでも容易に持ち運ぶことができます。



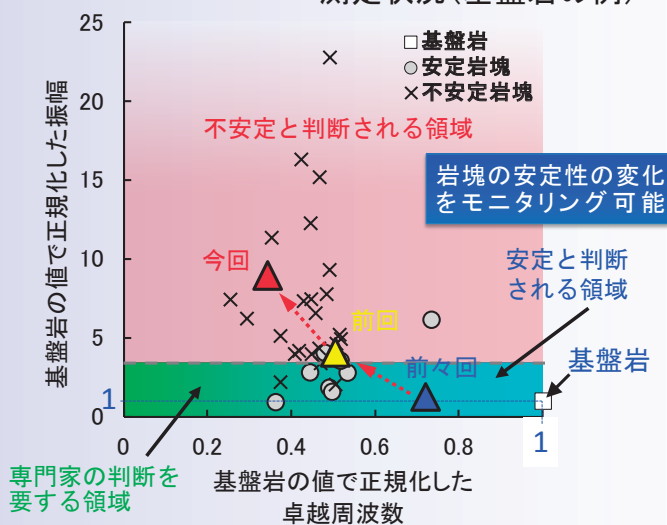
打音測定装置



測定状況(基盤岩の例)



測定フロー



岩塊の安定性評価(イメージ)



線路に近接した石積壁の耐震性を向上

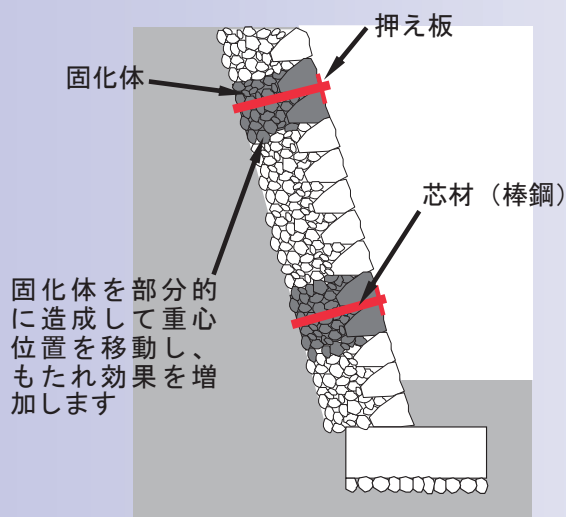
【概要】

鉄道総研が開発した「Pin-Up（ピンナップ）工法」は、線路に近接した石積壁を対象とした耐震補強工法です。

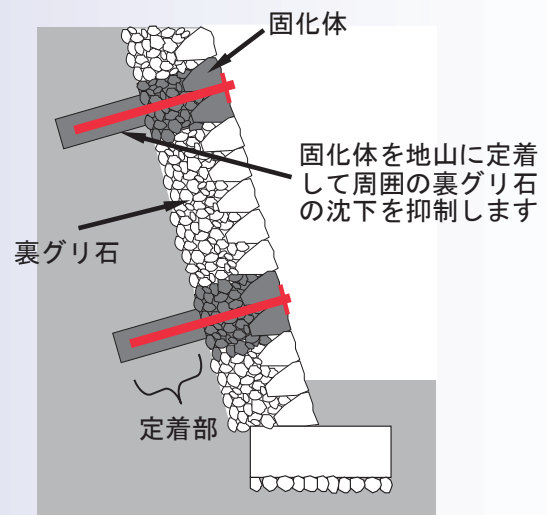
【特徴】

Pin-Up工法には、隣接する4個の間知石とその背後の裏グリ石を部分的に固化してもたれ効果を増加させ、壁全体の安定性を向上させるⅠ型と、Ⅰ型で造成した固化体を壁背後の地山へ定着させて、さらに高い耐震補強性能を発揮するⅡ型とがあります。

耐震補強を検討している石積壁や変状が生じている石積壁を調査し、保有する耐震性能を評価したうえで、適切な補強工の設計を行います。



Pin-UpⅠ型



Pin-UpⅡ型



施工後の壁面の状態
石積みの景観を残したまま
補強が可能です



壁背後の固化体の状況
部分的な固化により裏グリ石層の
排水機能を維持します

早期地震防災システム

事業推進室(地震防災システム)

地震発生時にリアルタイムで運転規制範囲を判断

【概要】

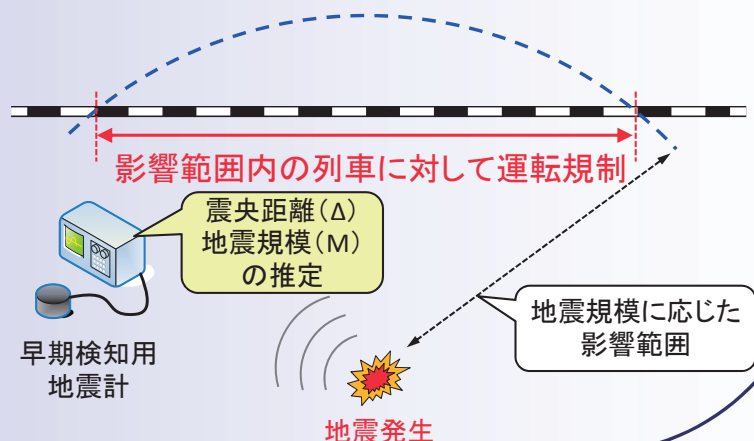
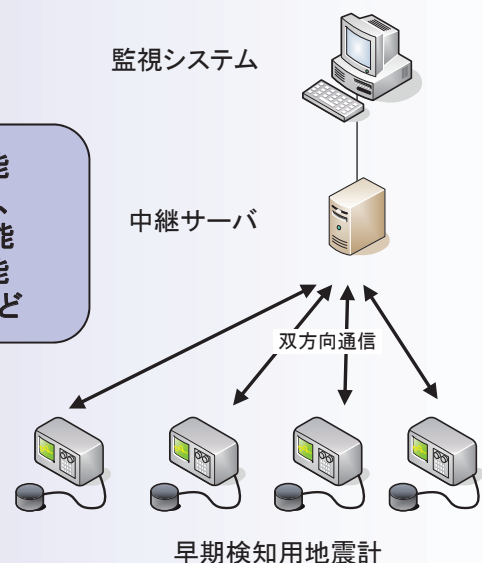
地震諸元を早期に推定する新しいアルゴリズムを組み込んだ、早期検知用地震計による地震防災システムを提案します。このシステムは、地震発生時にリアルタイムで運転規制範囲の判断を行うと共に、地震終了後に運転再開判断のための情報を提供します。

【特徴】

- P波を検知し初動数秒間のデータから地震諸元を推定する早期検知用地震計を使用して、自機や外部の地震諸元情報から運転規制範囲の判断を行います。
- 最大加速度・SI値・計測震度をリアルタイムで算出し、基準値を超えた時にも運転規制情報を出力します。また、それらの値は運転再開判断にも活用できます。
- 早期検知用地震計はネットワークを通じた遠隔操作が可能のため、高い保守性を有しています。



・早期地震検知機能
・最大加速度、SI値、
計測震度演算機能
・運転規制判断機能
・遠隔操作機能 など





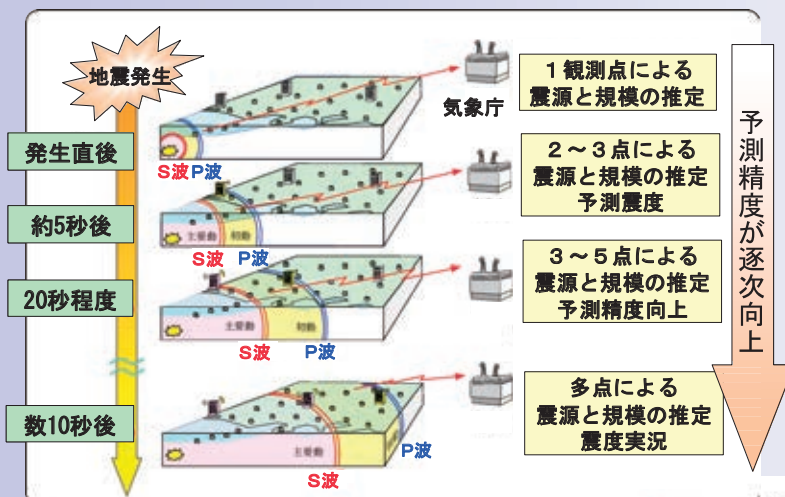
乗務員や関係部署にすばやく地震情報を伝達

【概要】

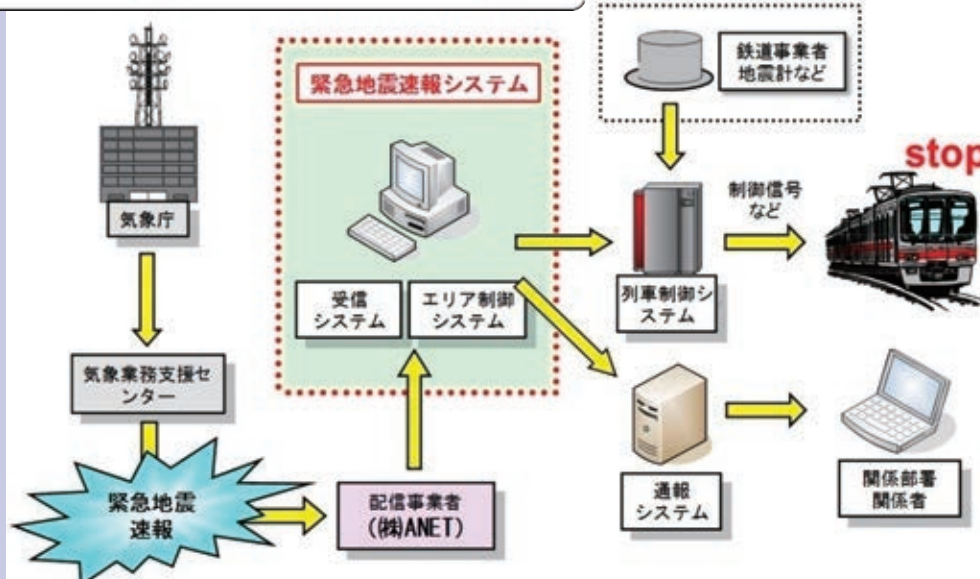
気象庁から配信される緊急地震速報を活用した早期地震防災システムを開発し、実用化しました。地震発生時には、このシステムにより、乗務員や関係者・関係部署へすばやく地震や運転規制に関する情報を伝えることができます。

【特徴】

- 専用線等により気象庁から緊急地震速報を受信し、その地震諸元情報をもとに運転規制が必要と判断した線区に情報を送信することが可能です。
- 緊急地震速報の受信、電文解釈、運転規制範囲の特定等の各機能はそれぞれモジュール化されており、機能変更などが容易にできます。



システムの外観例



実車走行を模擬する各種試験装置

車両構造技術研究部



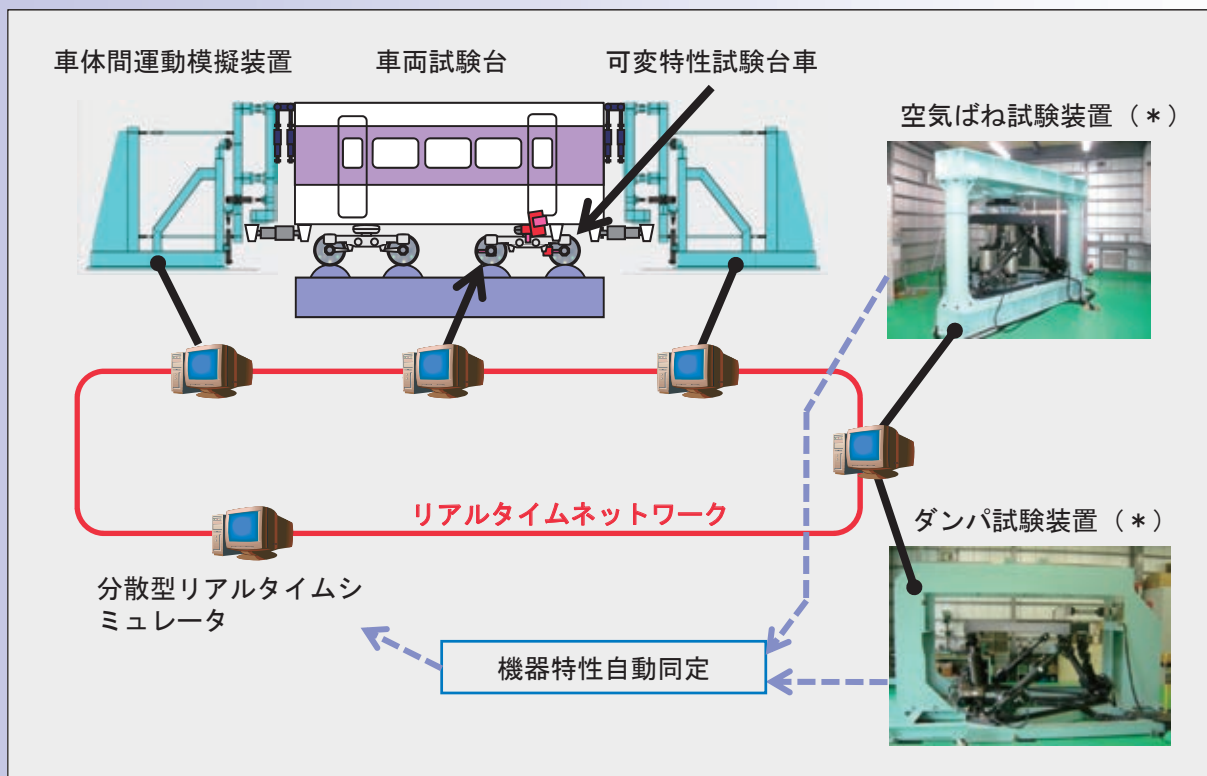
実車走行を模擬して車両の特性を評価

【概要】

(1) 車両が実際に走行しているときと同じ自由度で加振できる試験装置（ダンパ試験装置、空気ばね試験装置）、(2) 隣接車両の動きを模擬して、模擬編成走行試験を実現するための試験装置（車体間運動模擬装置）、(3) 任意の特性を模擬的に実現して、台車を試作する前に特性評価を行うための試験台車（可変特性試験台車）を用いて、より精度の高い特性評価を試験装置によって行い、新しい車両の開発や性能評価を支援します。

【特徴】

- 走行試験の代替となる試験装置を使用することによって、開発期間の短縮、開発品の信頼性向上が期待できます。
- 要素部品試験から模擬編成車両試験まで、評価対象に応じた各種試験装置はリアルタイムネットワークで結合され、任意の組み合わせで同時に行うこともできます。



試験装置の構成

(*) ダンパ試験装置、空気ばね試験装置については、次ページもご覧ください。

実走行時の要素部品特性評価

－ 6自由度加振試験装置による部品特性試験 －

車両構造技術研究部



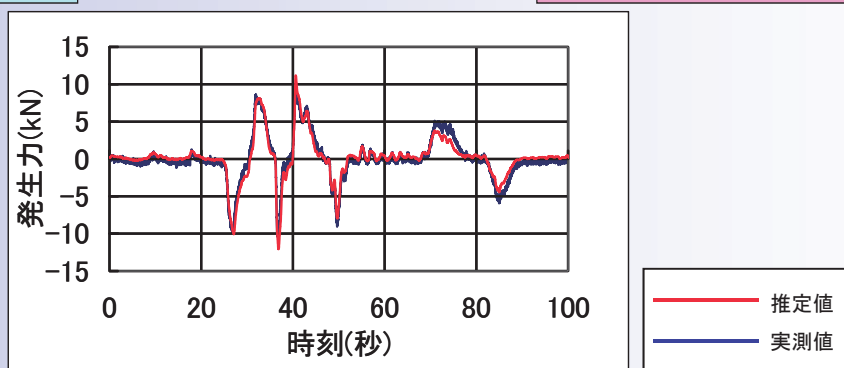
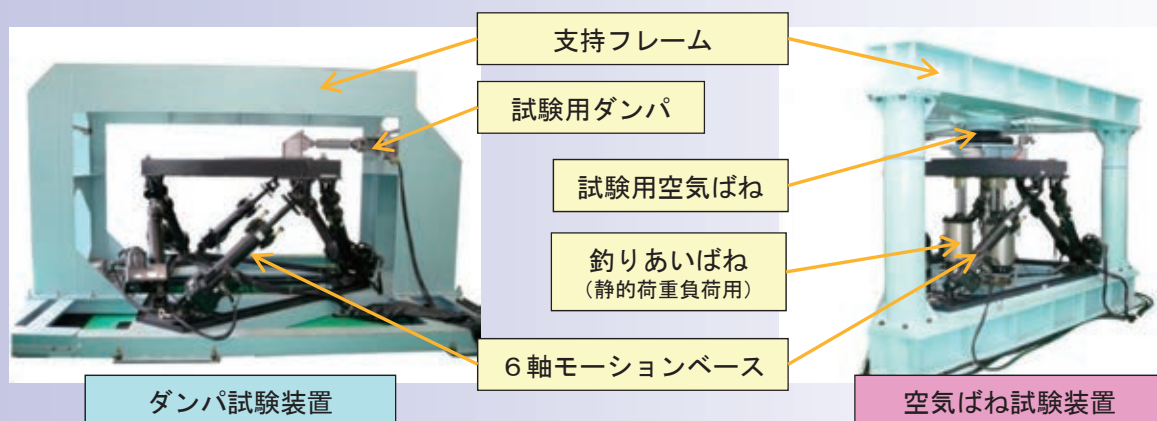
ダンパと空気ばねの実走行時の動きを再現

【概要】

ダンパや空気ばねの特性は、走行安全性や乗り心地に大きく寄与します。しかし、実走行時の非常に複雑な動きを再現しなければ、その特性は十分に評価できません。鉄道総研のダンパ試験装置と空気ばね試験装置は、このような実走行時の複雑な動きを6自由度加振機構によって3次元で再現し、詳細な特性評価を可能としています。

【特徴】

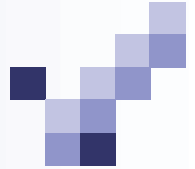
- ダンパ試験装置は、ダンパの基本性能であるピストン速度と減衰力の関係をはじめとして、主軸方向以外の力とモーメントを計測することなどができます。
- 空気ばね試験装置は、静的な荷重を負荷することも可能で、空気ばねの基本性能である変位と復元力の関係などを測定することなどができます。
- いずれも、実走行時と同じ挙動を与えたときの特性が分かり、新製時や設計仕様との相違を知ることができます。
- 特性同定手法により、ダンパや空気ばねの入出力特性を示すモデルを作成することができ、より精度の高いシミュレーションを行うことができます。



自動作成したダンパのシミュレーションモデルによる
推定値と実測値の比較 (例)

A

安全性の向上



鉄道車両の走行安全性評価(輪重・横圧測定)

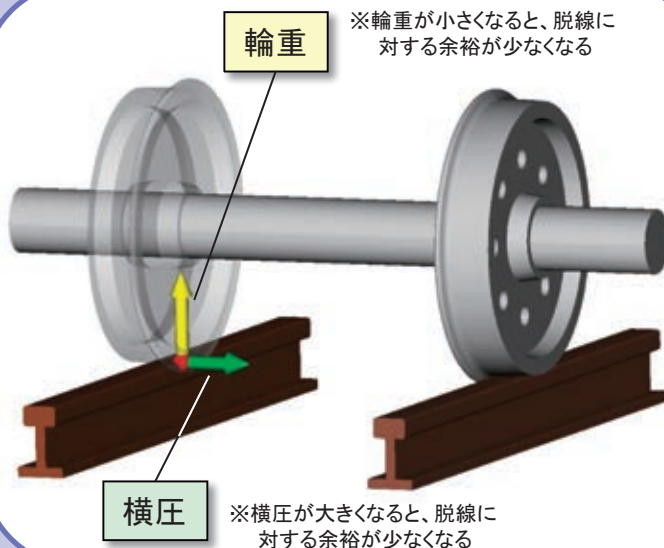
【概要】

速度向上や新型車両の投入時においては、走行試験を実施して走行安全性を確認する必要があります。走行安全性は、車輪にひずみゲージを貼り付けた測定用輪軸を用いて、車輪とレールの間に作用する輪重(鉛直方向に作用する力)と横圧(水平方向に作用する力)を測定し、走行安全性に関する目安値と照査して評価します。

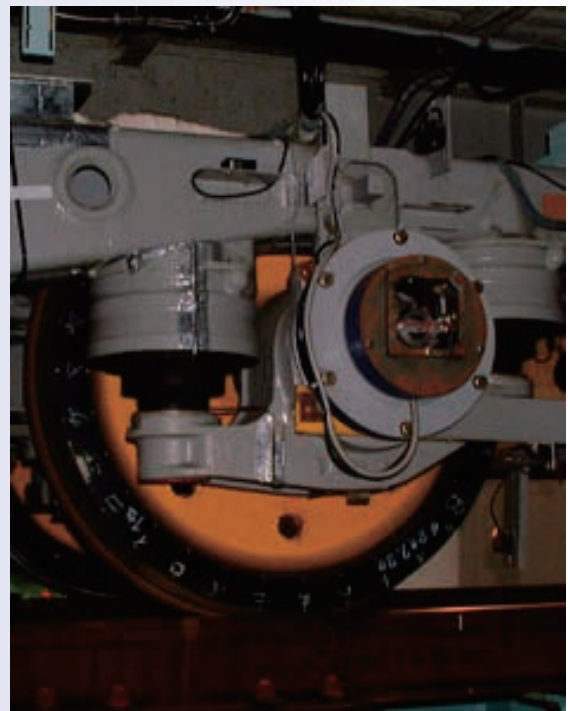
【特徴】

- 「在来線鉄道運転速度向上試験マニュアル」(運輸省鉄道局監修、平成5年5月版)に基づき、鉄道車両の走行安全性に関する測定、評価を行います。
- 速度向上に伴って増大する車体や台車の振動加速度を測定して、乗り心地の評価や車両性能の確認も併せて行えます。

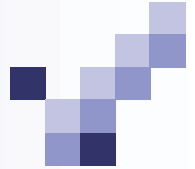
車輪がレールから受ける力を、
左右両側の車輪で測定します



車輪 - レール間に働く力



輪重・横圧測定用輪軸



速度向上のための軌道対策の提案

【概要】

営業速度を向上する場合には、車両や信号システムの開発とともに、走行安全性、乗り心地の確保のために軌道構造を強化したり、軌道の整備度を高める必要があります。そこで、各種測定やシミュレーションにより、速度向上への軌道側の対策をご提案します。

【特徴】

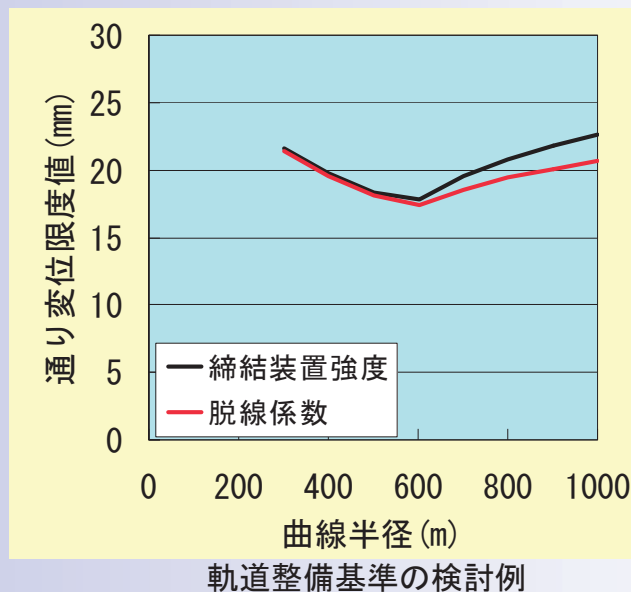
- 輪重・横圧等の測定により、現在の軌道状態の評価と、速度向上に必要な対策をご提案します。
- 各種測定、シミュレーションにより、走行安全性および乗り心地の確保に必要な軌道整備基準等をご提案します。



分岐器ガード背面横圧測定



輪重・横圧測定





台車の旋回性能を直接測定・評価

【概要】

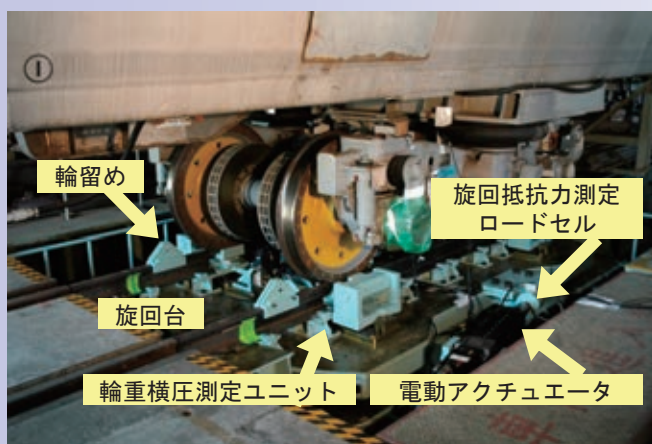
車両が曲線を通る際には、台車が曲線に沿って旋回し、車体一台車間にボギー角が生じます。その際、まくらばねやダンパが台車の旋回に抵抗する力を発生させます。この旋回抵抗力は横圧発生の一因となるため、台車の曲線通過性能評価のためには重要な指標となります。そこで、この旋回抵抗を直接測定・評価する手法を開発しました。

【特徴】

- 実物の車両・台車の旋回性能が評価できます。
- 旋回時の輪重や横圧、台車変位なども同時計測できます。
- 台車単体で旋回試験を行うことで、台車慣性半径の直接測定も可能です。
- ヨーロッパの鉄道車両試験規格にも対応した試験が実施できます。

主な仕様

- (1)対象台車 軌間:1067mm、1435mm
軸距:2100,2150,2500mmなど
軸重:125kNまで
- (2)台車旋回角 静的:最大6deg
動的:最大4deg、1deg/sec
(動的とは正弦波による回転加振)
- (3)測定
・台車旋回抵抗測定:アクチュエータ端のロードセルによる。
・輪重・横圧測定機能
・任意のセンサからの出力を同時サンプリング



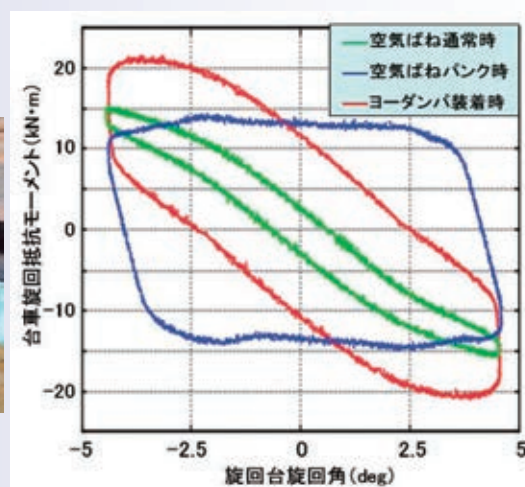
台車旋回性能試験装置概観



旋回時の様子



輪重横圧測定ユニット



旋回抵抗の測定例

空圧式フローティングキャリパブレーキ

車両制御技術研究部



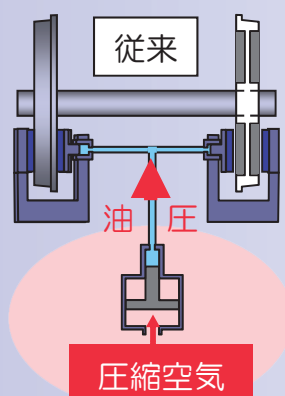
シンプル、軽量でコンパクトなブレーキ

【概要】

空油圧変換（増圧シリンダ）を用いないシンプルな機械ブレーキとして、新幹線電車への空圧式キャリパの採用が増えています。開発した空圧式フローティングキャリパは、省スペースでも大きな出力が得られる楕円形ダイヤフラムを押付機構としてパッケージ化し、様々な車種への取り付けが可能です。

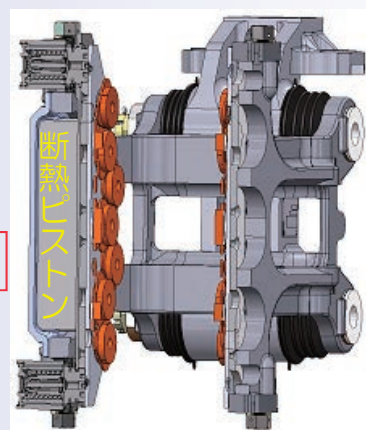
【特徴】

- 空油圧変換装置を用いないシンプルな機械ブレーキです。
- 油圧式キャリパと同様に軽量でコンパクトな機械ブレーキです。
- 既存の新幹線電車に取り付けが可能な空圧式キャリパです。

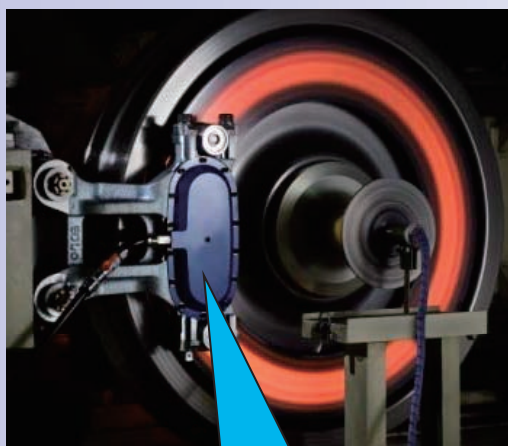


油圧式キャリパの動作概念

空油圧変換が不要



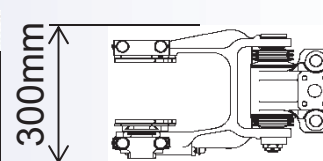
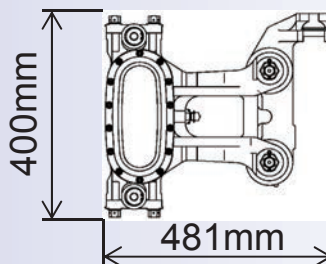
開発した空圧式キャリパ



楕円形ダイヤフラム
押付機構

【キャリパ諸元】

ダイヤフラム有効面積	201 cm ²
無効圧力	35 kPa
機械効率	95 %
最大制御圧力	720 kPa
装置重量	70 kg



車輪への熱負荷軽減と制動性能を 両立した合成制輪子

【概要】

踏面ブレーキに合成制輪子を使用する車両では、湿潤条件下で制輪子と車輪の間の摩擦係数が低下し、ブレーキ力が低下しやすい課題があります。その対策として、従来から水膜除去用の金属系ブロックが挿入されていますが、これが乾燥条件下で車輪踏面の温度上昇を招き、熱き裂や凹摩耗といった車輪ダメージを生じさせる要因の一つとなります。そこで、金属系ブロックを用いることなく車輪踏面の温度上昇の抑制と湿潤条件下でのブレーキ性能の確保を両立する合成制輪子を開発しました。

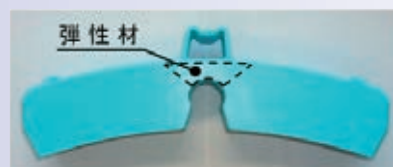
【特徴】

- ブレーキ時の車輪踏面の温度上昇を抑制します。
- 湿潤条件下のブレーキ性能を確保します。
- 摩擦係数の調整により代替品としての導入が容易になります。
- 車輪踏面の凹摩耗を抑制して走行安定性の向上に寄与します。

最高温度を抑制



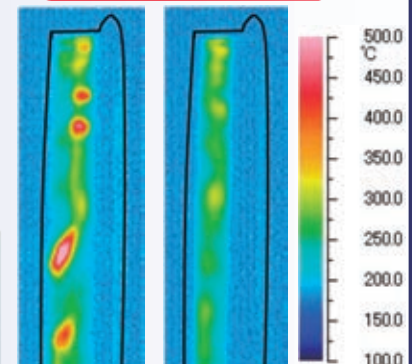
従来品



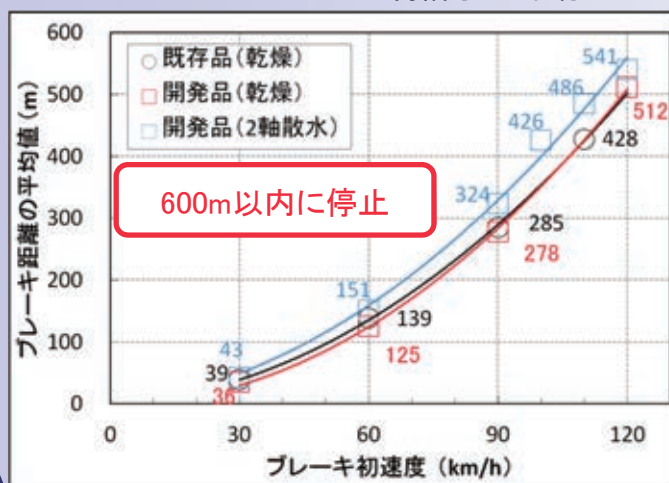
開発品



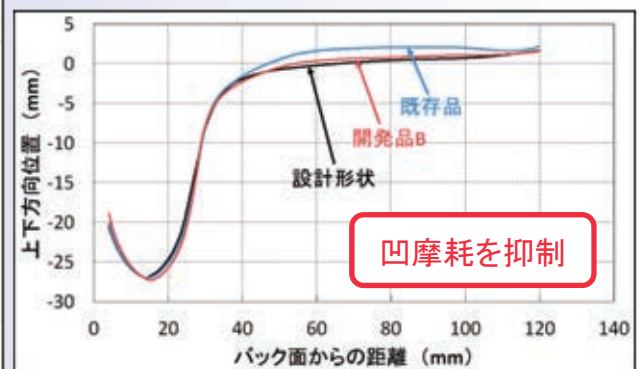
制輪子の外観



ブレーキ時の踏面温度の比較
(125km/h、押付力14.7kN)



ブレーキ距離の比較



車輪踏面形状の比較
(4万km走行時から8万kmを推定)

凹摩耗を抑制



鉄道車両の走行関連性能を簡便に測定

【概要】

「車両トラクションテスター」は、鉄道車両の力行・ブレーキ性能が簡便に測定・解析でき、鉄道事業者やメーカ等で実際にご活用いただいております。

【特徴】

- 車両性能試験作業の省力化や迅速化に貢献します。
- 測定チャートから手作業によって読み取っていた「空走時間（JIS規格準拠）」や「距離ベースの実平均減速度（同）」の自動算出を行います。
- 汎用表計算ソフト（EXCEL等）を用いてグラフ化・解析が可能です。

車両トラクションテスター



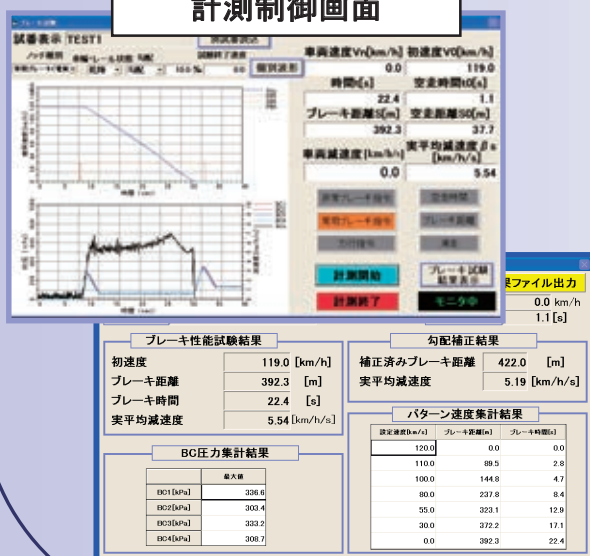
本体

計測制御用パソコン
(別途)

計測

①

計測制御画面



解析

②

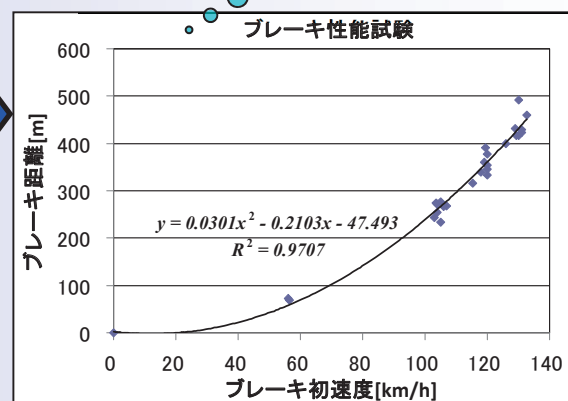
基本仕様

- 本体寸法（単位mm）
500（幅）× 436（奥行）× 316（高さ）
- 本体質量 23.5kg
- 消費電力 約100W

測定項目例

- 速度
- BC圧、電動機電流など
- ノッチ指令

試験データ解析例



空力特性に関する風洞試験

環境工学研究部



空気抵抗や横風による空気力の測定評価

【概要】

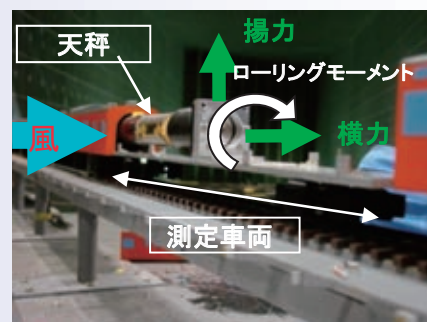
鉄道車両の強風時の走行安全性や走行エネルギーの低減効果を検討する上で、車両に働く空気力の評価が必要になります。そのための評価手法として、風洞試験がコストと精度の点で有効です。

【特徴】

横風による車両に働く空気力は、これまでは、乱れの少ない一様流で評価してきましたが、実際の風（自然風）には様々な乱れや鉛直方向の風速分布があります。そこで、より実際に近い現象を捉えるために、自然風を模擬した風により、車両模型に内蔵した天秤で空気力を評価する試験方法を開発しました。



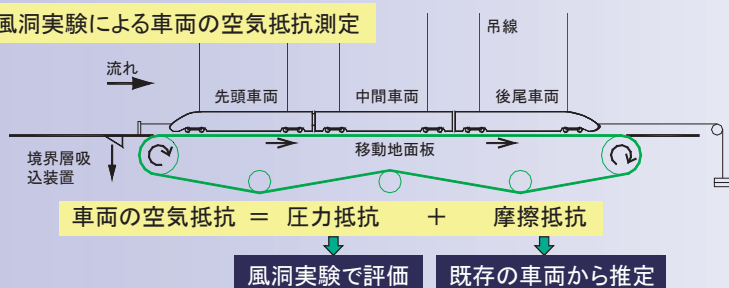
自然風を模擬する装置の設置状況



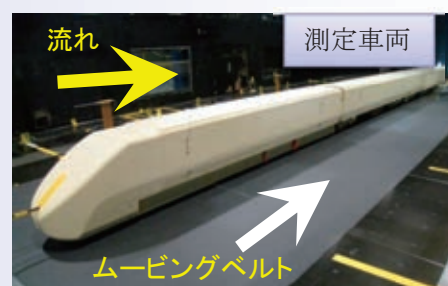
車両内蔵天秤による空気力の測定状況

車両の空気抵抗は、摩擦抵抗と圧力抵抗から構成されます。このうち摩擦抵抗は既存車両の摩擦抵抗から推定し、圧力抵抗は風洞試験から評価します。これらを併せて、車両の空気抵抗を推定します。

風洞実験による車両の空気抵抗測定



1編成の空気抵抗 = 先頭車両 + 中間車両 × 中間車両数 + 後尾車両



風洞試験による車両の空気抵抗評価の例



常時および地震時の走行をシミュレーション

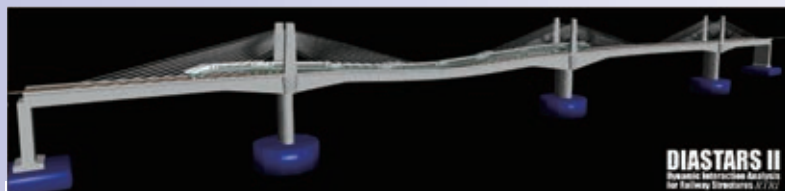
【概要】

鉄道車両の走行を計算機上で再現し、車体の振動加速度、輪重、横圧などを推定して、車両の振動乗り心地や走行安全性を評価します。常時の走行だけでなく、軌道が大きく振動する地震時の車両挙動を解析することも可能です。

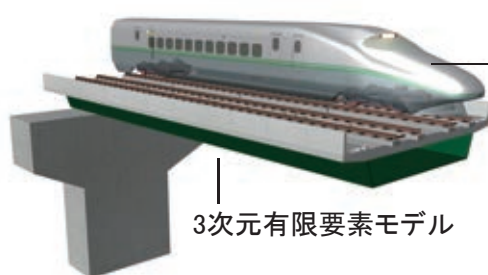
【特徴】

以下の影響を解析・評価することが可能です。

- 車輪/レールの断面形状、摩擦係数、ばね・ダンパの非線形特性やストッパの影響
- 通常の2軸台車のほか、3軸台車などの特殊な台車
- 曲線、緩和曲線、勾配、軌道変位などの各種軌道条件
- 地震動による構造物の振動、車体に作用する外力の影響
- 車輪フランジの乗り上がりや車輪がレールから離れたりする状況
- 地震時における列車の挙動と走行安全性
- 各種対策工の地震時走行安全性向上効果
- 列車走行によるRC高架橋や橋梁などの構造物の振動

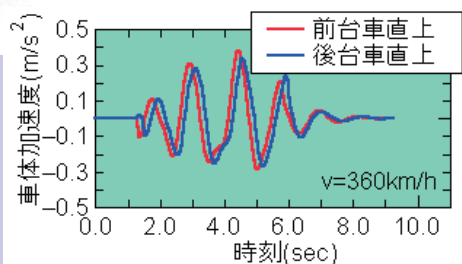


車両と構造物の動的相互作用プログラム



3次元有限要素モデル

ばね・マス・ダンパ
3次元リンクモデル



8両編成中の4号車の車体加速度

長スパンコンクリート橋上の列車走行性解析

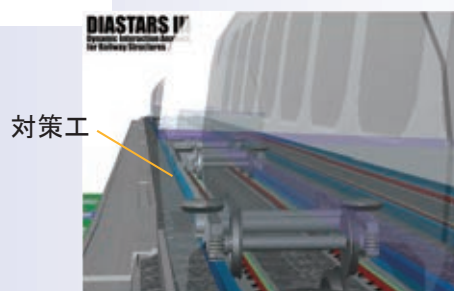


車両運動シミュレータ

弱点箇所の推定



地震時走行安全性の評価



対策工

事故等での車内の乗客挙動シミュレーション

人間科学研究部

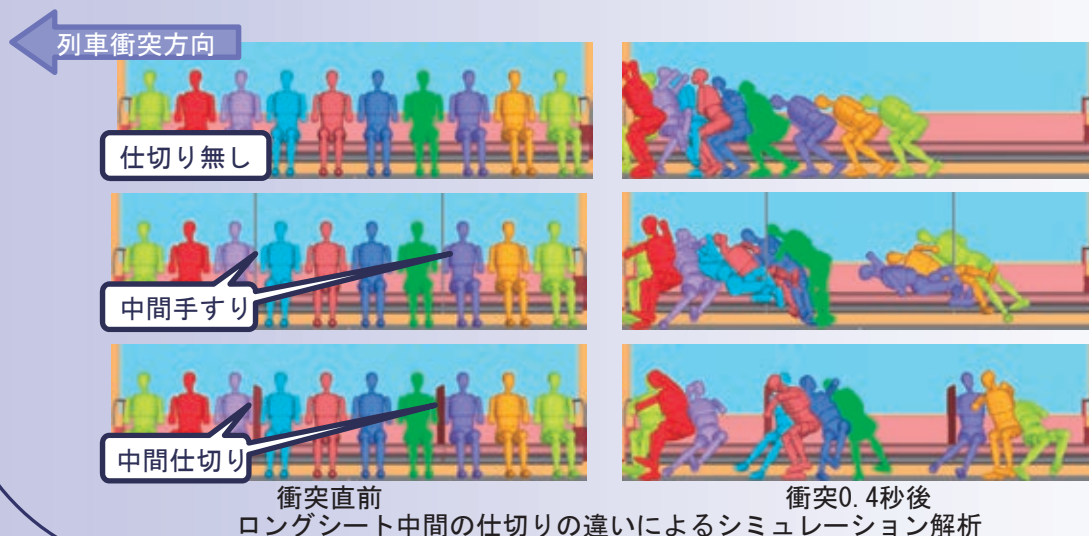
事故時の乗客挙動を調べ、安全な車内を実現

【概要】

鉄道の安全への取り組みはさまざまな面から行なわれていますが、大きく「事故防止」と「事故時の被害軽減・被害拡大防止」に分けることができます。鉄道総研では、万が一事故や災害が発生して列車が衝撃を受けたときの乗客挙動シミュレーション解析を実施しています。

【特徴】

車内の乗客が列車衝突時に受ける傷害の推定を行い、乗客の被害を軽減できるようなより安全性の高い車両開発へと展開させることができます。また、衝突事故時に限らず物理的な人の動きを必要とするさまざまな場面に応用できます。





軌道部材の耐久性・実用性を評価

【概要】

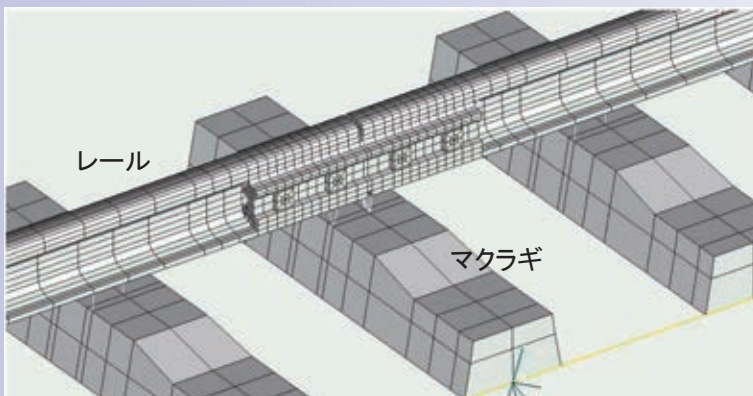
新規の軌道材料を営業線に敷設する場合には、使用環境に応じて強度や絶縁性等を確認する必要があります。構造解析や室内試験により、軌道を構成するレールや継目板、レール締結装置などの種々の軌道材料の性能評価を行います。

【特徴】

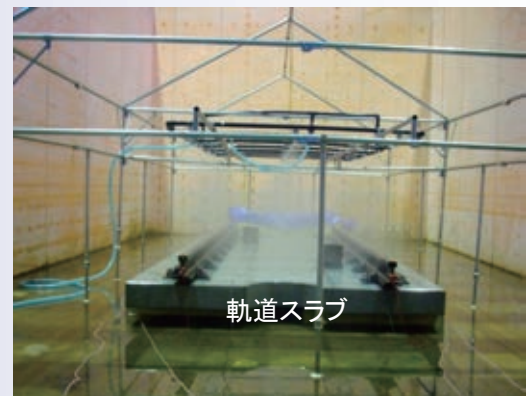
- 使用環境に応じた軌道部材の評価を行います。
- レール曲げ疲労試験機、レール締結装置3軸疲労試験機等の専用の試験設備を用いることにより、幅広い試験を行うことができます。

A

安全性の向上



FEMによる構造解析例



電気絶縁性の確認試験



2軸疲労試験機を用いた接着絶縁レールの疲労試験



3軸疲労試験機を用いたレール締結装置の疲労試験

電車線路の3次元運動シミュレーション

電力技術研究部



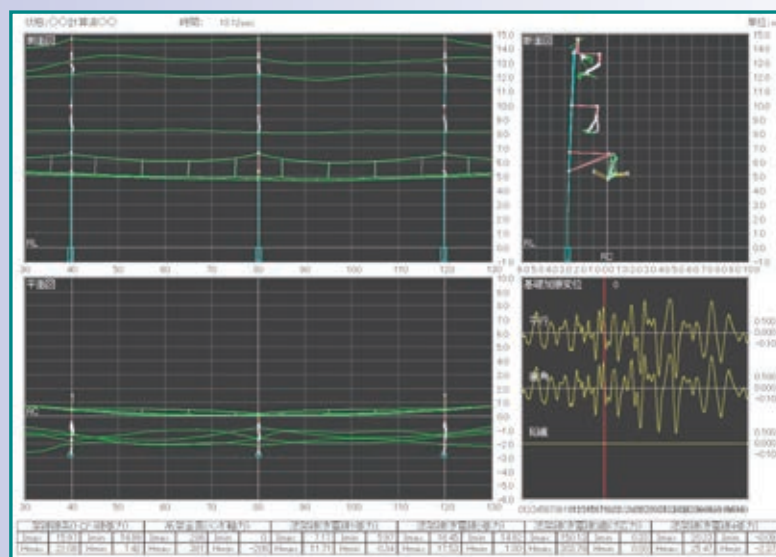
電車線路の運動を総合的に解析

【概要】

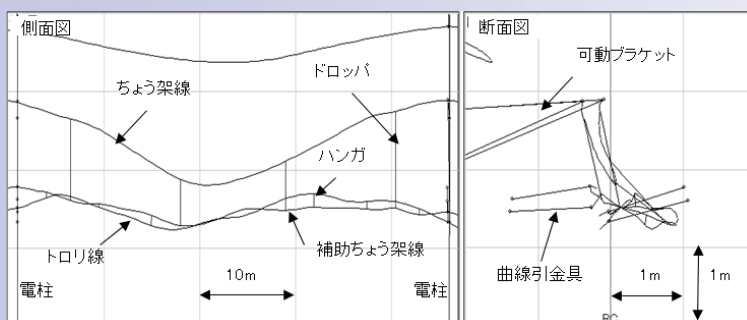
電車線、き電線、電柱、引留装置等の電車線路の構成要素をそれぞれ3次元に運動できるようにモデル化し、これらの相互作用を含めて総合的に運動解析できる電車線路の3次元運動シミュレーションです。地震時の複雑な挙動にも対応できます。

【特徴】

地震時には別途求めた3次元の加振変位を電柱基礎に入力し、高架橋の種別に応じて個別の波形を入力することも可能です。電柱基礎は、砂基礎の場合も計算可能です。また自動張力調整装置（滑車式、ばね式）、ハンガ等の浮き・圧縮状態、曲線引金具の押上抑制機能なども考慮することが可能です。



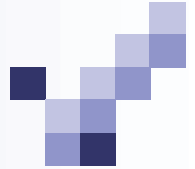
地震時における電車線路の3次元運動シミュレーション例



電車線（ヘビーコンパウンド架線）の振動計算例（1径間分を表示）

＜シミュレーション用途＞

地震被害の原因調査や電車線設備の弱点箇所抽出等の耐震性診断、耐震対策の効果検証などに活用できます。このほかに、列車通過時の電柱振動や、架線・パンタグラフ系の特異現象の解明などにも利用できます。



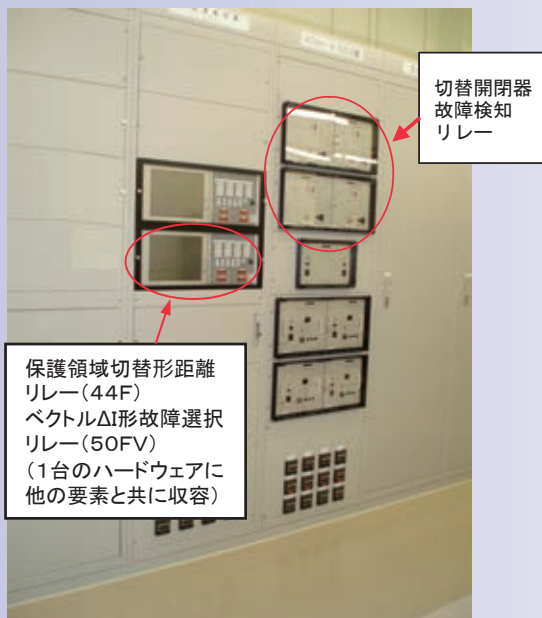
様々な列車負荷に対応する診断機器

【概要】

交流き電用変電所に用いられる保護リレーは、新旧の様々な制御方式・特性・編成の電車・機関車が混在する中で、き電回路の電気状態の正常・異常を見分け適切に遮断指令を送る能力が要求されます。旧型の交流電車・機関車と近年普及が著しいPWM制御交流電車・機関車の両方に対応できる特性を持ち、検出感度を高めつつ誤検出がきわめて少ない保護リレーを開発し実用化されています。また、き電回路の診断ツールとして、距離リレーに対応する計測器を開発し実用化されています。

【特徴】

- 保護領域切替形距離リレー（44F）、ベクトルΔI形故障選択リレー（50FV）は、架線への飛来物などによる故障を検知する保護リレーです。
- 切替開閉器故障検知リレーは、新幹線に用いられている切替開閉器の電極間のアークによる短絡に起因する故障を瞬時に検知する保護リレーです。
- R-Xアナライザは、交流き電回路の列車負荷インピーダンスを把握し、距離リレーの保護領域を適切に設定するためのデータを提供し、リレーが不要動作を起こすことの防止に役立ちます。



切替開閉器故障検知リレー



交流き電用負荷領域測定器「R-Xアナライザ」

試験体への大電流通電試験

【概要】

遮断器やヒューズの遮断性能や部材の温度上昇特性などの把握には、実設備と同等の電圧・電流を印加することが必要な場合があります。大電流試験装置は、実際の印加電圧や負荷電流・故障電流に相当する条件で試験を実施することができます。

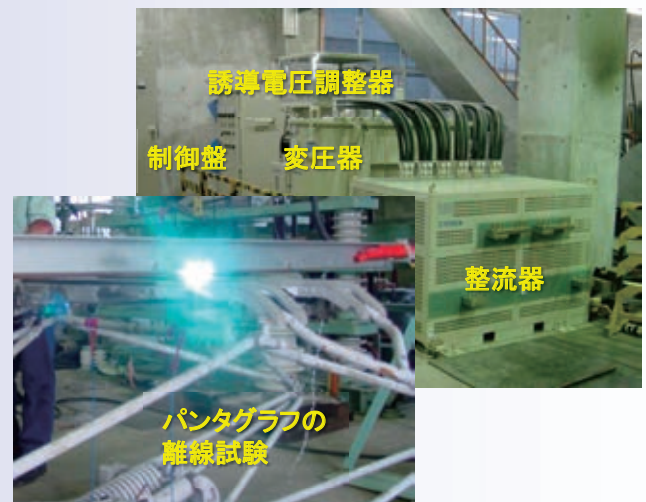
低圧大電流試験装置

【概要】

すり板の温度上昇試験等、低抵抗な部材に長時間大電流通電を行う試験装置です。

【特徴】

- 回路の切り替えによって20V-10kA、または40V-5kAの連続通電が可能です。
- 通電試験中においても、誘導電圧調整器によって任意の電流値に調整が可能です。
- 電気鉄道用のトロリ線の温度上昇試験や、パンタグラフの離線試験などを数多く実施した実績があります。



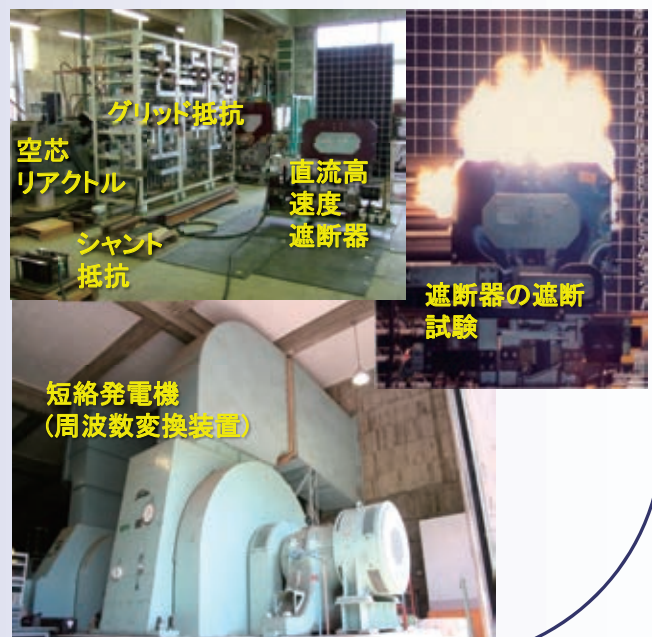
高圧大電流試験装置

【概要】

直流高圧大電流の通電により、遮断器やヒューズ等の性能評価を行う試験装置です。

【特徴】

- 実際の直流き電用変電所と同程度の容量と性能を有しています。
- 短絡発電機を電源として、整流器用変圧器と、シリコン整流器により、直流電圧1,500Vで、最大50,000Aの通電試験を安全に実施することが可能です。グリッド抵抗と空芯リアクトルで、き電回路定数を調整することができます。
- 電気鉄道用の直流高速度遮断器やヒューズの性能試験、絶縁物の絶縁性能試験など数多く実施した実績があります。





国際規格を参考にした第三者視点の安全性評価

【概要】

鉄道信号システムは、冗長構成による比較、故障診断、故障検知時の安全側固定という仕組みを積極的に組み込み、安全性は確保されています。鉄道総研では、鉄道事業者やメーカーが新たに鉄道信号システムを開発した際に、システムの安全性確保の考え方を示す文書をベースに、安全設計のためのアドバイスや安全性評価を実施します。

【特徴】

- 「設計段階」の評価では、システムの故障モードが特定されているか、各故障モードに対してフェールセーフを基本とした対策が施されていることを確認します。システム全体を観点としたF T A、F M E Aの結果も確認します。
- 「試験段階」の評価では、試験項目の入力条件、判定条件、試験結果を確認します。また、試験項目は、設計仕様書に対して対応していることも確認します。

ハードウェア

- ・危険側誤動作の発生頻度が従来と同等以下
- ・故障検出時の安全側固定
- ・積極的な故障診断（潜在故障の防止）
- ・診断回路自身の判断
- ・ROM、RAM診断
- ・入出力回路の故障診断 等

ソフトウェア

- ・機能仕様の明確化
- ・安全側と危険側の明確な区分（プログラム構造、情報）
- ・実績のあるプログラム言語の使用 等

【列車保安制御システムの安全性技術指針】

主な確認項目

第三者視点で
評価



主な確認項目のイメージ

A

安全性の向上

鉄道信号設備の雷害対策の評価

信号・情報技術研究部

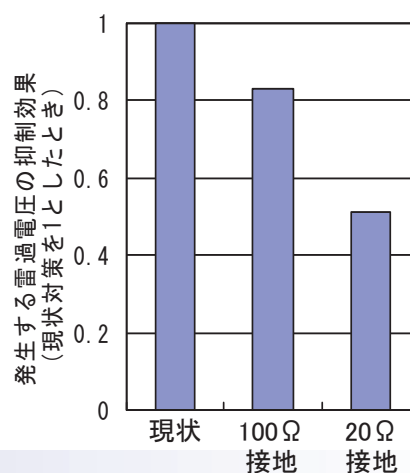
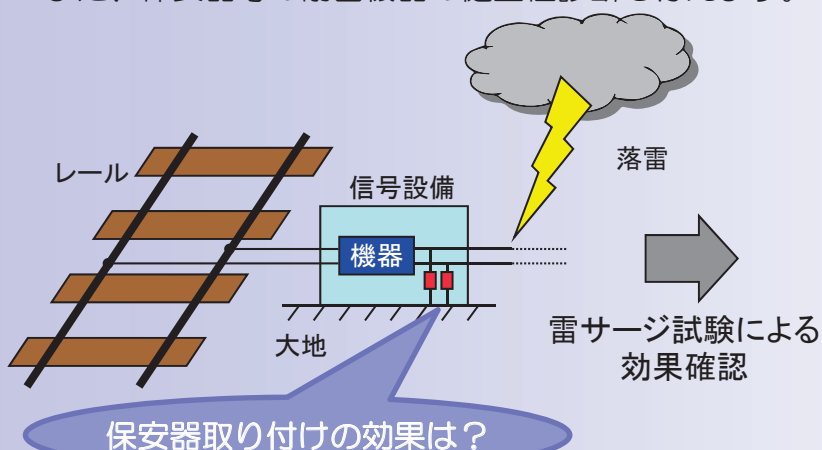
鉄道信号設備の雷害対策効果を定量的に評価

【概要】

雷は自然現象のため、その電流値の大きさや落雷位置は様々であり、実施する雷害対策の効果がわかりにくいという問題があります。鉄道総研では、鉄道信号設備に対する雷害対策のアドバイスをを行うとともに、対策による効果の定量的評価を行います。

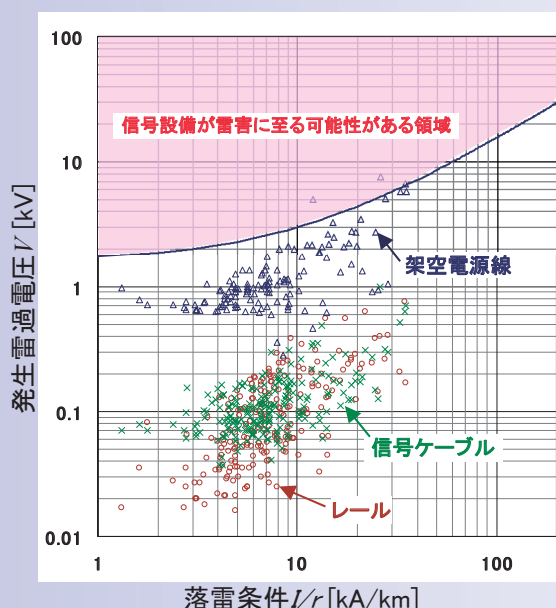
【特徴】

雷被害の多い信号設備に対して施されている雷害対策の診断を実施します。適切な雷害対策の提案と雷サージ試験による効果確認を行います。雷害に至る可能性のある落雷条件の発生確率を明確にすることで、対策実施による雷被害低減効果の予測が可能です。また、保安器等の耐雷機器の健全性診断も行えます。



提案対策

保安器取り付けによる効果例



雷害に至る可能性のある落雷条件
(落雷条件: 雷電流値/落雷位置までの距離)



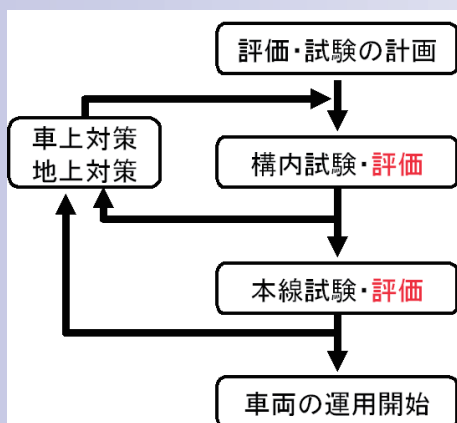
車上側のノイズが信号設備に与える影響を評価

【概要】

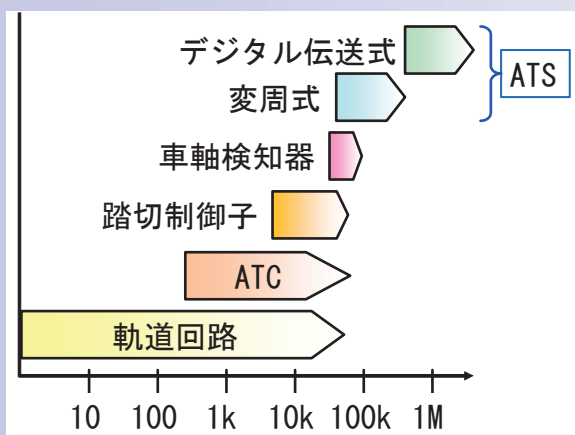
新製車両を導入する際、VVVF装置やSIV装置といった車上装置から発せられるノイズが、ATSや踏切制御子、軌道回路などの設備に対して影響を与えないことを確認する必要があります。鉄道総研では、試験方法のアドバイスを行うとともに、試験結果から対象となる信号設備に対しての影響を評価を実施します。

【特徴】

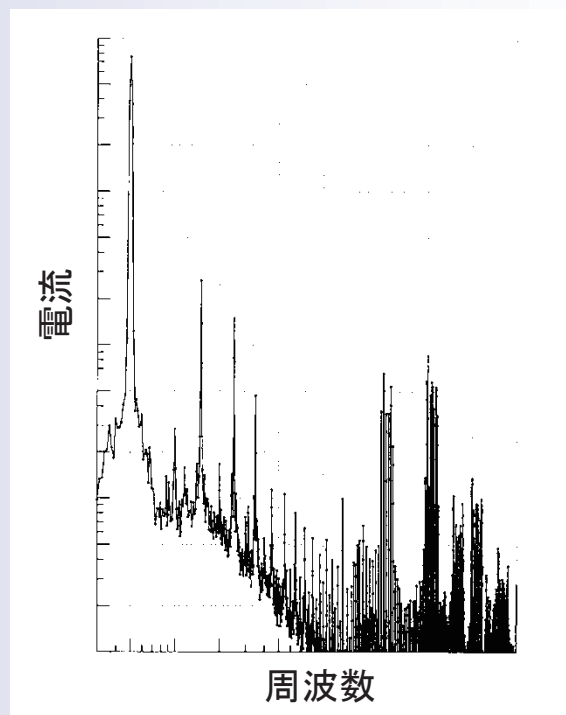
評価は、本線試験の可否等を判断するための構内試験、最終的な車両運用を判断するための本線試験の順で実施します。一般的な新車開発や機器更新と異なる特殊な試験の場合には、評価だけでなく実際に試験において測定作業も行います。



評価の流れ



信号設備の周波数帯域



帰線電流の測定例

国際規格にも準拠した電磁場の影響評価

【概要】

新製車両を導入する際、あるいは新線を建設する際には、沿線で使用されている有線通信回線への誘導障害や、無線通信・放送への電波障害に関する評価を要求される場合があります。鉄道総研では、通信誘導障害の予測計算と実測評価、EMC関連の国際規格（IEC 62236）に準拠した評価試験など、鉄道における電磁障害に関する測定・評価を実施しています。

【特徴】

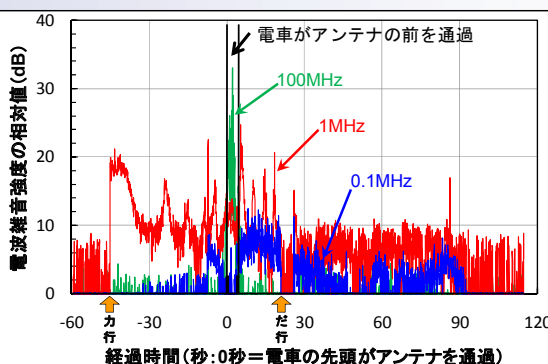
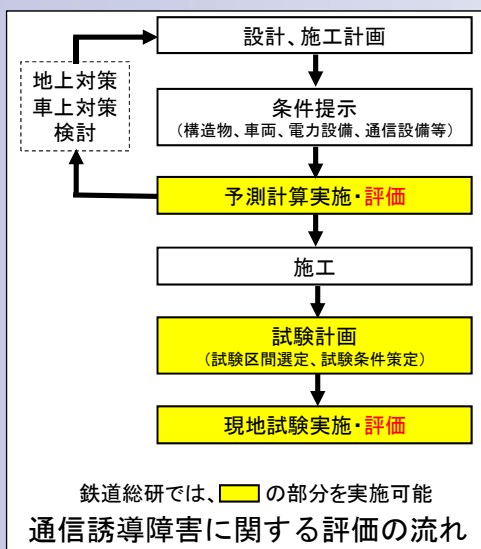
- 通信誘導障害の予測計算と実測評価：電気車の走行や高架構造物など鉄道特有の条件を考慮しながら、沿線のメタリック通信回線に誘起する誘導電圧を計算し、必要に応じて現地での測定も行います。
- IEC 62236シリーズに準拠した評価試験：鉄道システム全体や車両全体から沿線への電磁波の放射、あるいは鉄道が使用している各種の無線通信システムが受ける電磁障害に関する測定評価を行うための専用のワゴン車を所有しており、測定から評価まで実施しています。また、鉄道用の機器単体に対する評価については、実施方法や条件設定に関するアドバイスを行っています。

鉄道用EMC国際規格 IEC62236

規格番号	対象	主な目的
IEC 62236-1	総則	規格の目的、EMC管理の考え方などの記述
IEC 62236-2	鉄道システム全体から外界への放射	鉄道システム内におけるEMC
IEC 62236-3-1	鉄道車両全体からの放射	
IEC 62236-3-2	車上機器（通信機器等）の EMC	
IEC 62236-4	地上通信機器の EMC	
IEC 62236-5	給電設備で使用される機器の EMC	



EMC・無線測定用ワゴン車



IEC 62236-2に基づく電波雑音の測定例



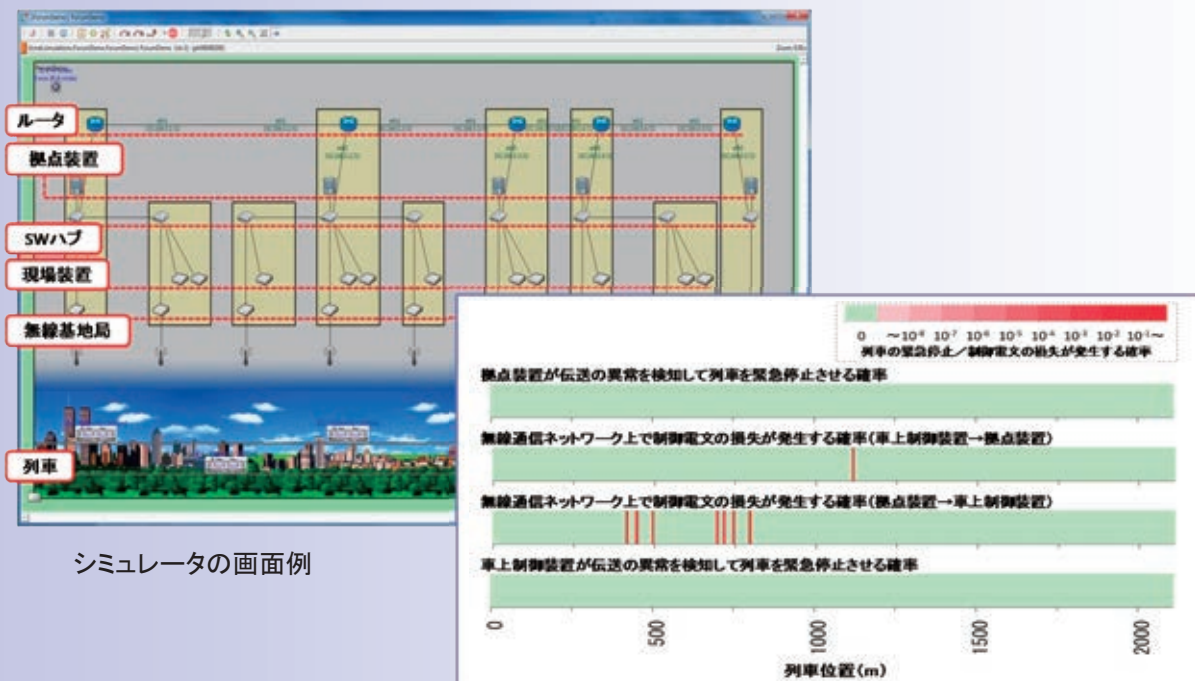
無線式列車制御用通信ネットワークシミュレータ

【概要】

JR-TCやCBTCなど無線によって列車を制御するシステムを導入する際には、制御電文の伝送誤りや遅延によって列車の安全・安定運行が阻害されないよう、無線通信ネットワークを適切に設計・構築する必要があります。鉄道総研では、これらの設計や検証試験を支援するため、無線通信ネットワークの伝送品質（制御電文の誤り率、遅延等）を計算するシミュレータを開発し、無線通信ネットワークの性能や、列車運行の安定性に与える影響の評価を行っています。

【特徴】

- ダンパ通無線式列車制御システムを導入したい線区の線形、基地局の位置、無線機の性能、ネットワーク構成、雑音源、干渉源等を設定することにより、伝送品質の劣化や妨害等によって列車が緊急停止する確率を対象線区全線にわたって計算します。
- 制御電文の誤りや遅延が列車の安定運行に与える影響をシミュレーションし、伝送上の異常が列車の非常停止に至る確率を評価します。また、保安情報の伝送に関する国際規格IEC 62280が定義している伝送路上の脅威による影響等も評価可能です。
- 本シミュレータでは、電波法やコスト等の制約、あるいは実車では実施が困難な設計条件でも、列車の安定運行への影響を容易にかつ短時間で評価できますので、設計にかかる労力だけでなく、試作や実験の規模を縮小でき、コストを縮小することができます。



職場の安全風土についての調査診断

人間科学研究部



安全指向の職場づくりを目指して

【概要】

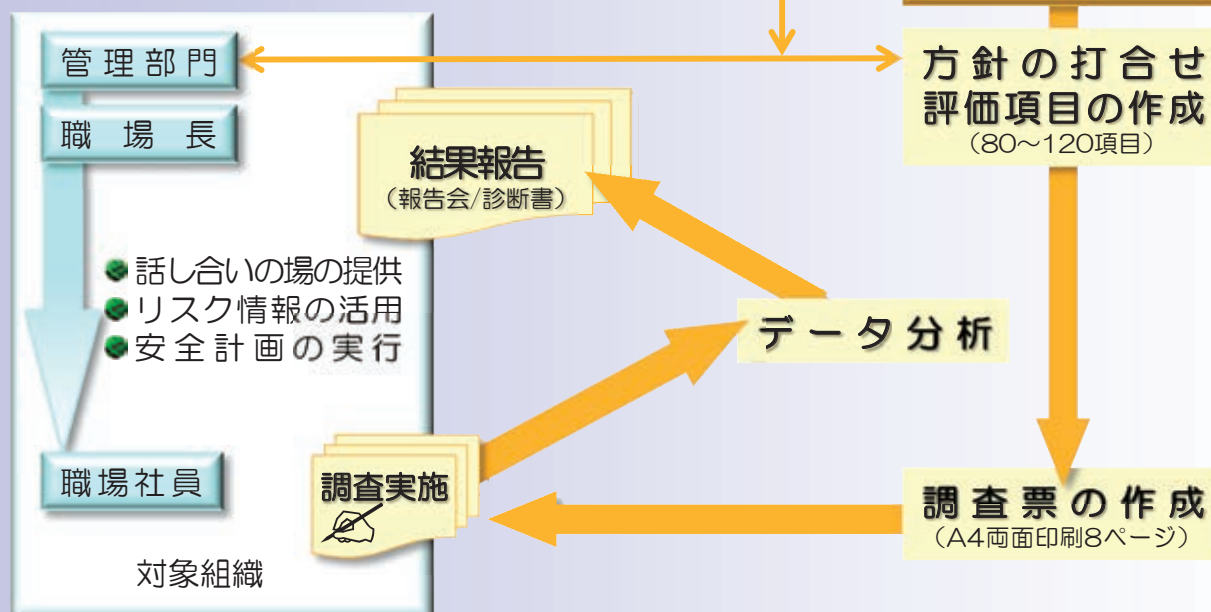
安全風土とは、職場や作業を規定する様々な要因に対する職場の人々の認識（価値観や態度）の内容や程度のことです。様々な要因には、職場環境や作業条件だけではなく、職場の人間関係や雰囲気といった社会心理学的な要因も含まれます。職場の安全風土の評価は、トラブルが顕在化していない時点の未然防止活動です。組織や職場の長所・短所を把握して、安全に向けた職場づくりの改善点を明確にします。

【特徴】

職場や作業条件に関する80～120項目程度の質問に7段階評定で回答していただきます。その結果を集計・分析します。調査の規模にもよりますが、標準で4～6か月で結果をお返しします。

標準期間
4～6か月

分類	評価要因の例	分類	評価要因の例
安全委管理要因	教育・訓練 マニュアル・手順書 作業計画・指示 聞きや環境の管理 安全活動 事故分析・情報活用 評価 関係個所との連携 作業特性 物理的特性 作業負担 組織条件	社会的要因心理学	リーダーシップ（課題遂行） リーダーシップ（課題維持） 同僚への信頼感 職場内のコミュニケーション 職場の雰囲気
		メンバの姿勢	安全行動 安全思考 モチベーション



安全風土の調査分析の仕組み



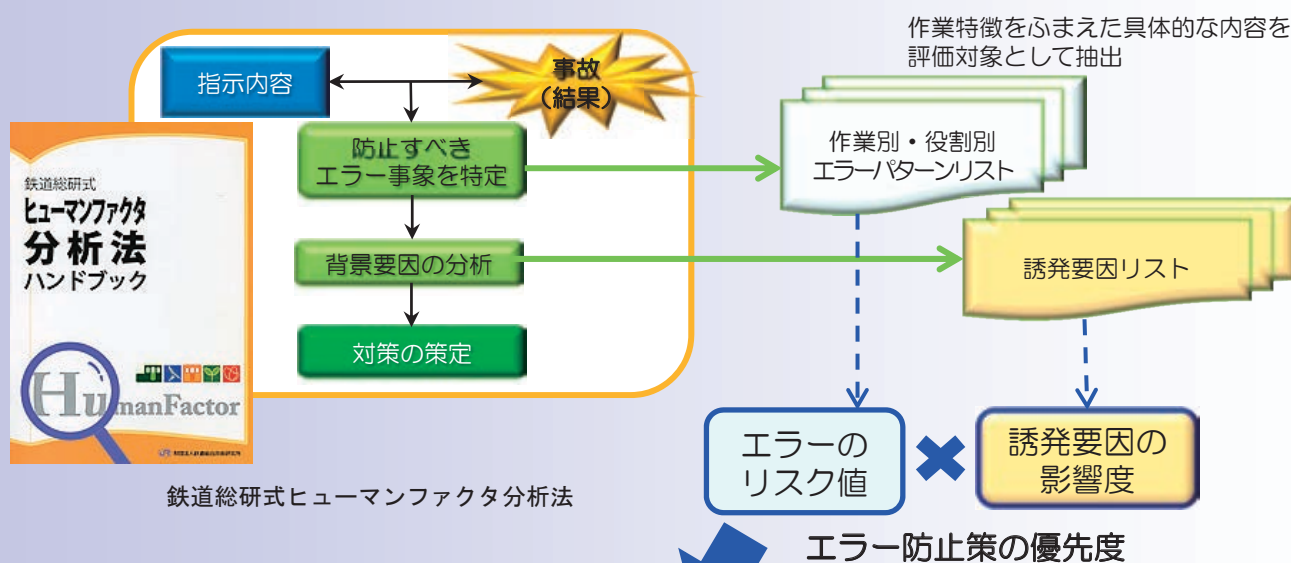
効率的なエラー防止対策の実施に向けて

【概要】

効果的なエラー防止策を効率的に実施するには、どのような場面における、どのようなヒューマンエラーが、どのくらいの頻度で、どのような被害の事故につながる可能性があるのかを把握することが必要です。エラーのリスク分析やリスク管理に関する技術指導や調査の実施等の相談をお受けしています。

【特徴】

鉄道総研式ヒューマンファクタ分析法を活用することによって、リスク分析で重要な、作業特徴をふまえた具体的なエラー内容や、その誘発要因を抽出することが可能となります。ヒューマンエラーのリスク管理支援手法は、エラーの「最大影響」と「発生し易さ」を組み合わせたリスク値に、エラー誘発要因の「影響度」を加味することで、エラー防止策の優先度を定量的に算出します。作業地域や職場ごとの評価を行うことで、状況に見合った効果的なエラー防止策を特定できます。

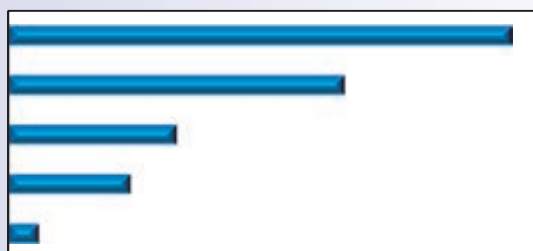


結果の例（抜粋）

運転場面におけるエラー防止策の例

警報鳴動場面の訓練
機器故障場面の訓練
天候不良場面の訓練
違反に対するリスク教育
健康管理（点呼強化）

防止策の優先度 → 高

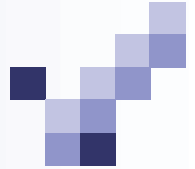


A

安全性の向上

安全活動の支援に関する講習会

人間科学研究部



実践的安全活動を誰にでも取り組みやすく

【概要】

職場の安全にかかわる状況の分析・改善手法や実践活動にはさまざまなものがありますが、目的に応じた手法・活動を迅速に、かつ適切に使用することが、安全管理をより効果的に実施するポイントとなります。鉄道総研では、より効果的な安全の確保に寄与するため、鉄道事業者・鉄道関連事業者の社員を対象として、鉄道総研が開発した各種の鉄道業務向け安全活動の支援手法について講師を派遣しています。

【特徴】

これまでの知見に基づき、実習も交えてわかりやすく解説します。現場第一線社員から本社・支社の安全管理担当者まで、職務内容に応じた講習を行います。実施手順をテキストブックとしてまとめ、販売しているものもあります。

講師派遣の実施例

- 鉄道総研式ヒューマンファクタ分析法
- 事故のグループ懇談手法
- ヒューマンエラー防止の基本的な考え方
- ヒヤリハット情報の集め方、扱い方
- リスクアセスメントのすすめ
- 安全風土の重要性と醸成方法

事故やトラブルの問題事象とその背景要因を分析する手法です

少人数で、事故やトラブルの原因や対策を直接話し合うことで、ヒヤリハット情報の収集では集まりにくい情報も共有できます



講習の風景(例)

好評発売中



テキストブック

(左)事故のグループ懇談マニュアル

(右)ヒューマンファクタ分析法ハンドブック

シミュレーター(指差喚呼版)

— 指差喚呼のエラー防止効果体感ソフトウェア —

人間科学研究部



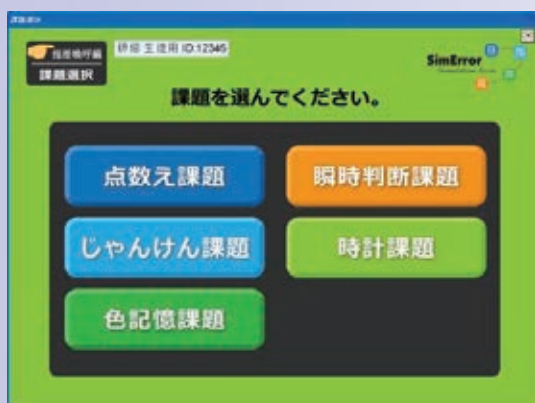
指差喚呼の効果を実感し、積極的に実行したくなる

【概要】

本ソフトウェアは、集団研修の中で使用し、受講者に指差喚呼のエラー防止効果を体感していただくものです。ソフトを通じてエラー防止効果を体感することにより、指差喚呼を実施しようという意識を高めていただくことを目指したものです。

【特徴】

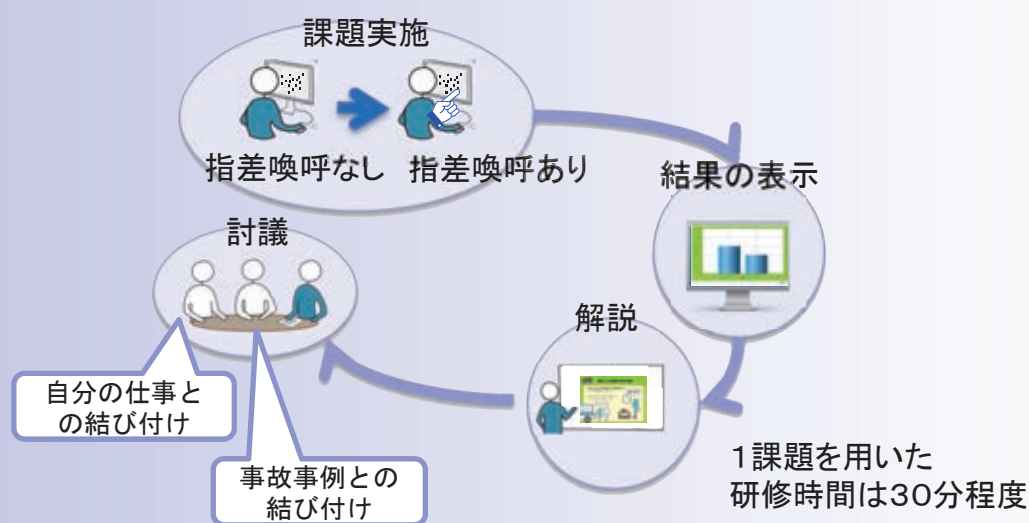
指差喚呼の5つのエラー防止効果を5つの課題により体感することができます。多くの人が効果を実感できるように、課題を調整しています。研修の中で、指差喚呼と仕事場面でのエラーとの関係について討議し、作業場面とのリンクを深めるような手法についても別途ご指導いたします。



シミュレーター画面例（5つの課題）



指差喚呼の5つのエラー防止効果



集団研修の流れ

現在、東武鉄道株式会社様、川崎重工業株式会社様をはじめ、40社以上にお使いいただいております。

A

安全性の向上

運転訓練用振り返り支援システム

人間科学研究部

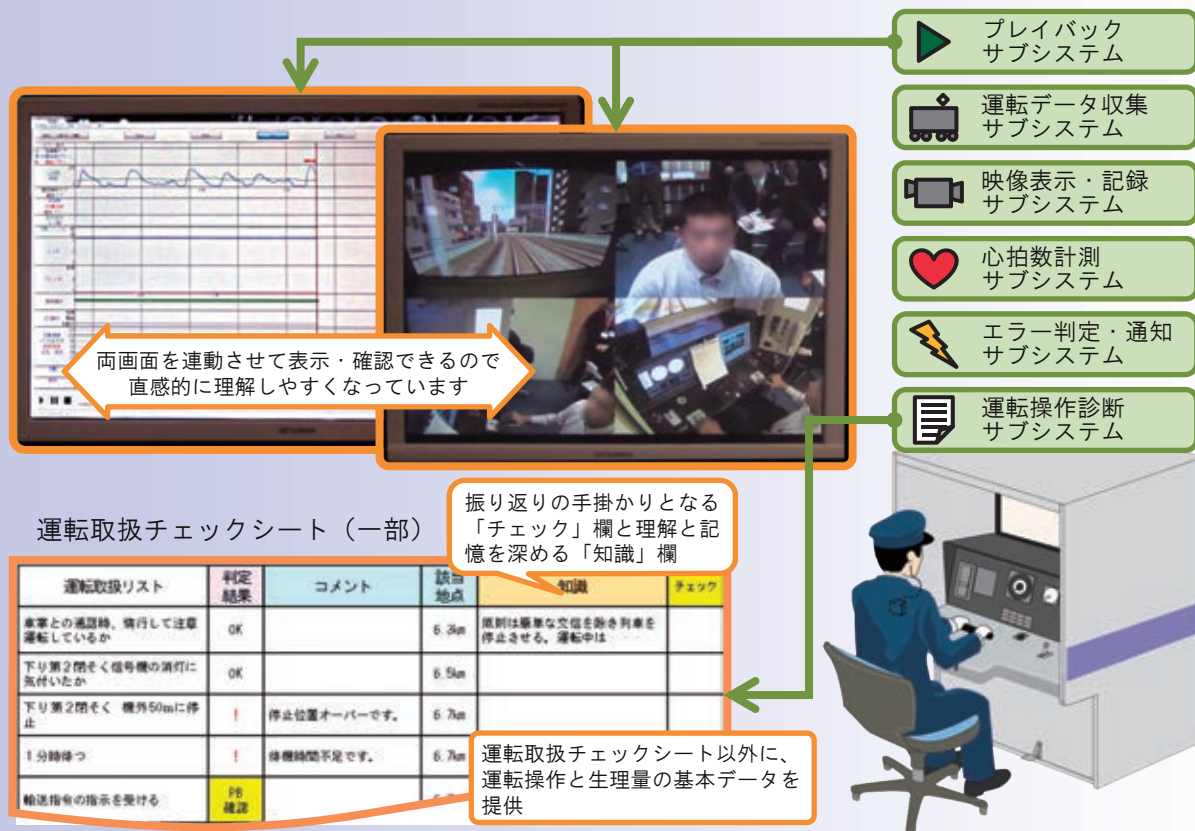
運転士の異常時対応スキルを向上させる

【概要】

異常時の運転訓練において、運転士が自分自身の行動をデータに基づいて客観的に振り返り、異常時に陥りそうな心身状態を的確に理解することで、異常時対応能力を向上させます。

【特徴】

運転訓練用振り返り支援システムは、運転シミュレーターに簡易に搭載可能な6種類のサブシステムから成ります。プレイバックサブシステムでは、映像、操作履歴、心拍数などが連動して再生されるので、運転状況を直感的に理解できます。運転操作診断サブシステムは、指導経験や運転経験に左右されない振り返りを支援します。





鉄道車両用品等の振動試験環境を提供

【概要】

本試験装置は、動電式振動発生機および水平加振台から構成され、鉄道車両用品をはじめとする供試体を垂直方向あるいは水平方向に加振することができます。

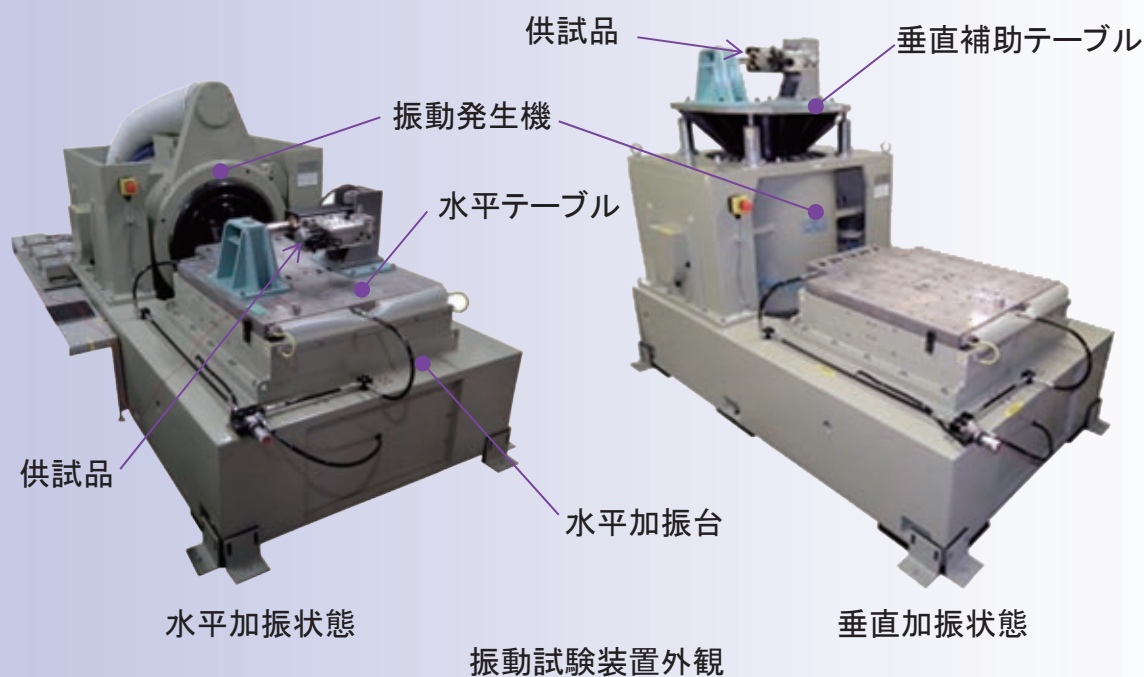
【特徴】

- JIS E4031:2008に基づくランダム波加振による振動機能試験、振動耐久試験およびパルス波加振による衝撃試験を実施できます。
- JIS E4031:2008附属書JAに基づく正弦波による一定振動数試験および振動数掃引試験を実施できます。
- 任意の時系列波形に基づく加振試験を実施できます。

【仕様】

- 最大加振力 40kN
- 最大加速度・変位 $980\text{m/s}^2 \cdot 51\text{mm(p-p)}$
- 最大搭載質量・寸法 500kg・幅0.8m×奥行0.8m×高さ1.3m
- 振動数範囲 5~2500Hz

※加振条件により加速度、搭載質量等に制約があります。



振動試験装置外観

台車枠の溶接状態を調べる

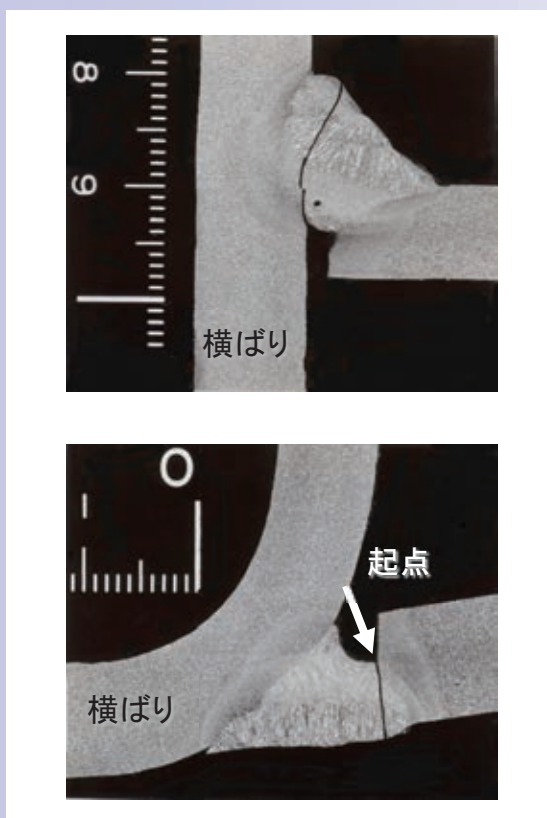
【概要】

台車の調査には、走行試験時の台車枠各部の応力測定、台車枠の溶接状態調査、台車枠および車軸の疲労試験、その他台車部品の損傷調査などがあります。

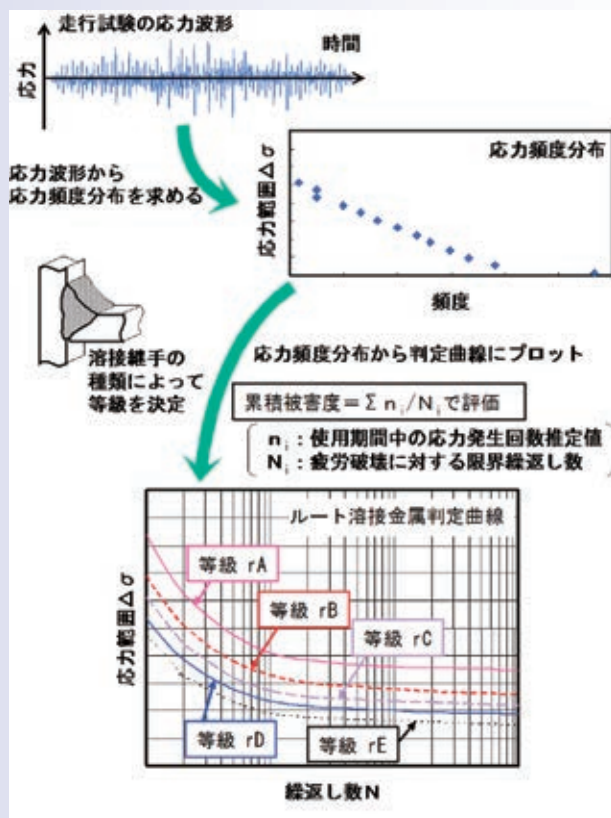
台車枠の溶接状態調査では、過去の損傷事例、応力測定結果などに基づき選定した溶接部を切断し、断面の溶接状態について、必要強度を考慮して総合的に評価します。

【特徴】

- 新規に製作した台車枠や経年台車枠の主要な溶接部の状態調査を行うことにより、台車枠の信頼性の確認や検査周期の計画を立てる際の基礎データとして活用できます。
- 台車枠の溶接部の損傷状態を調査し、原因を明らかにします。
- 実績に基づいて、対象とする溶接部の状態を総合的に評価します。



損傷した台車枠の溶接状態調査の例



台車枠の溶接状態の評価法

大型振動試験装置

構造物技術研究部



震度7レベルの地震動が再現可能

【概要】

本装置は、兵庫県南部地震（平成7年）や新潟県中越地震（平成16年）における鉄道構造物の被害、新幹線の脱線等を踏まえ、新しく構築された大型の振動台です。震度7レベルの地震動が再現可能で、構造物模型および実軌道、実台車等の加振を水平2方向に実施することが可能です。

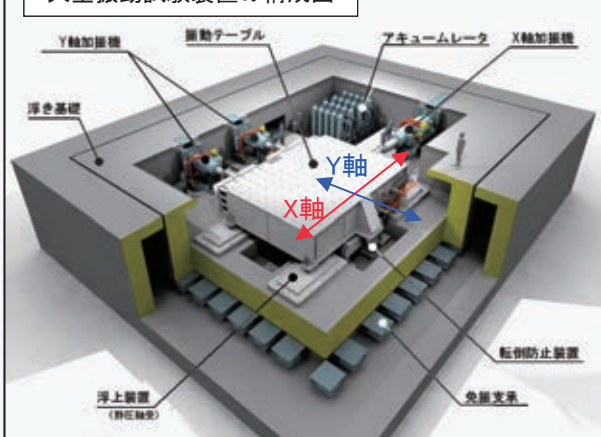
【特徴】

【加振ストローク】 最大±100cmの加振が可能です。これは、近年の大地震では±50cmを超える変位が観測されていること、列車走行安定性の評価に必要となる高架橋上の振動変位を考慮した加振を可能とするためです。

【反力補償制御技術】 構造物の破壊現象、車両の脱線現象では、加振中の供試体の固有周期が逐次変化するため、振動台は供試体の非線形応答の影響（揺り戻し）を受けて、地震波形の再現性が低下します。本装置では、地震波形の再現精度を向上させるために反力補償制御技術を導入しました。

【浮き基礎構造】 振動実験による近隣住宅等への影響に配慮し、浮き基礎構造を採用しました。総重量3000tfの外基礎の上に、52台の空気バネ（免震支承）により浮き基礎（20×16×4m：総重量2600tf）を支持することにより、周囲に地盤振動を伝えない構造にしています。

大型振動試験装置の構成図



主要諸元:

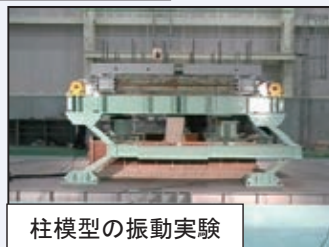
加振方向：水平2方向
最大積載重量：50トン
テーブル寸法：7m×5m
最大変位： X軸 ±1000mm, Y軸 ±500mm
最大速度： X軸 150cm/sec, Y軸 75cm/sec
最大加速度： X軸 ±1000gal, Y軸 ±2000gal
加振周波数：0.01～20Hz

実験対象： 実台車、実軌道、
1/2スケールの高架橋柱、
1/5スケールの地盤

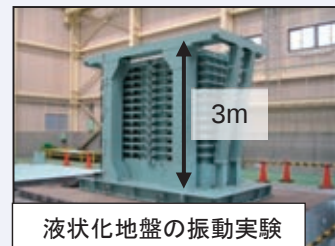
実鉄道台車の振動実験



柱模型の振動実験



液状化地盤の振動実験





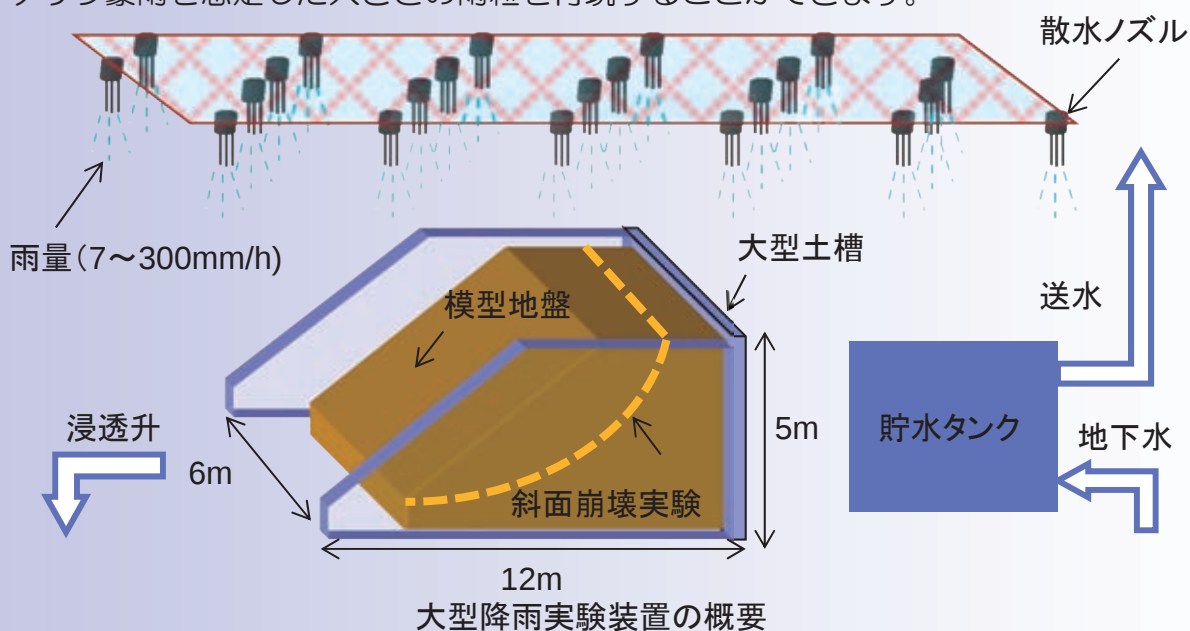
天候に影響されず降雨を自由に制御できる実験装置

【概要】

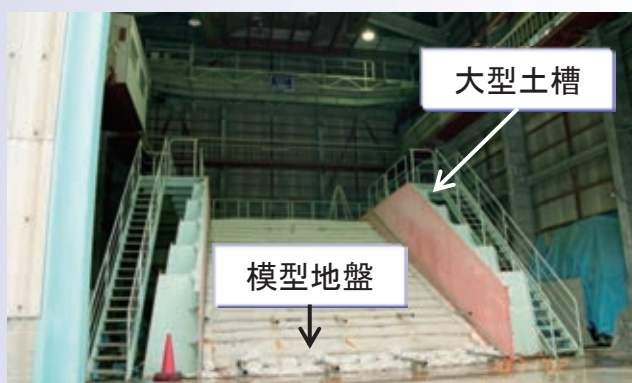
現実に近い降雨を天候に影響されず長時間連続して再現でき、実物大模型地盤や縮小模型地盤を用いた斜面崩壊実験など、様々な実験を行うことができます。

【特徴】

- 国内最大級の降雨実験装置です。
- 大型土槽の寸法は幅6m・奥行き12m・高さ5mです。
- 雨量は最小7(mm/h)から最大300(mm/h)まで制御することができます。
- 散水装置は屋内にあるため気象条件に左右されずに降雨を制御することができます。
- 散水は均質かつ自然の雨滴に近い落下速度で再現することができます。
- ゲリラ豪雨を想定した大きさの雨粒を再現することができます。



ノズルからの散水状況



実物大盛土を用いた実験の様子



最新の技術動向を踏まえた技術支援

【概要】

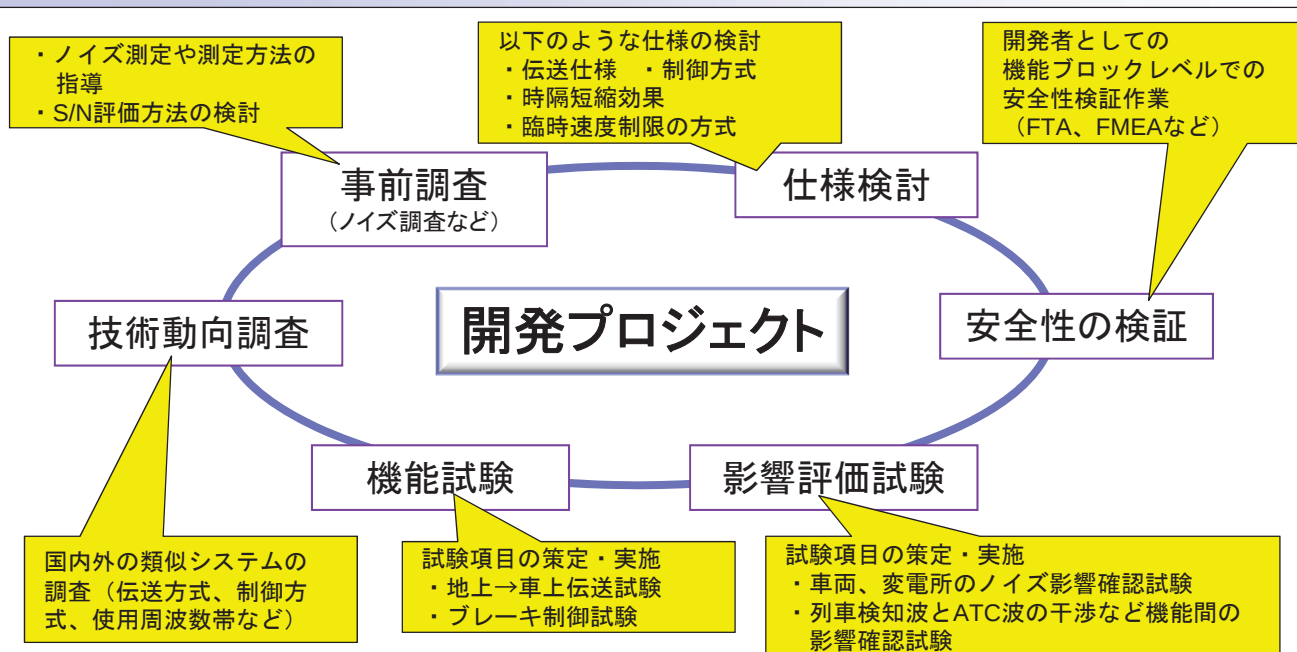
軌道回路、ATC/ATS、転換鎖錠装置（転てつ機）などの鉄道信号システムを構成する設備を新規に開発・導入する際には、設備が機能を満足することに加えて、安全性、他系統との協調、技術動向など様々な視点から検討する必要があります。鉄道総研では、技術動向調査、電氣的・機械的な仕様の策定、機能試験、影響評価試験、安全性検証など様々なフェーズで技術的な支援を行います。

【特徴】

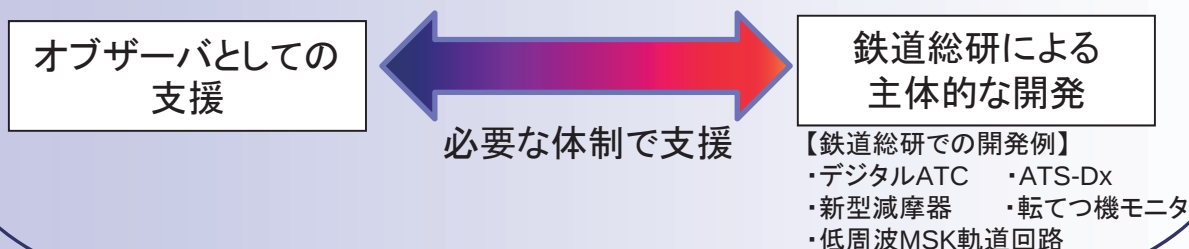
開発プロジェクトの実状に応じ、開発の各フェーズにおいて、必要な体制で開発の支援を行います。例えば、仕様策定の際にオブザーバ的に技術的なコメントをしたり、事前に調査しておくべき調査（ノイズ調査など）の項目をアドバイスするようなレベルから、鉄道総研が主体的にノイズ調査を実施したり、装置開発を実施することも可能です。

A

安全性の向上



開発支援に関する実施項目の例（新ATC 開発の場合）



軌道関連の性能を評価する試験装置

【概要】

レールや、レール関連装置（締結装置、各種軌道部材など）を対象とした各種試験機を保有しています。さまざまな性能試験に活用できます。



〔レール締結装置3軸疲労試験機〕

レール締結装置の性能確認のほか、半軌きょうを構成したレール継目部で使用する部材の耐久性確認、レールのふく進を模擬した軌道パッドの耐久性評価などに使用実績があります。



〔レール締結装置4軸疲労試験機〕

レール締結装置の性能確認のほか、レール締結装置を構成する部材（軌道パッドなど）の耐久性評価、分岐器の座金の耐久性能評価などに使用実績があります。



〔電気油圧式材料疲労試験機〕

軌道パッドの動的ばね定数の測定、軌道部材の要素に対する耐久性評価などに使用実績があります。



〔5000kN万能材料試験装置〕

接着絶縁レールの性能評価試験、新型ガス圧接機の評価試験、クロッシングの性能試験などに使用実績があります。



〔1000kN疲労試験装置〕

各種レールボンドのレールへの影響評価、腐食レールの溶接方法の技術的検討、新型ガス圧接機の評価試験、マンガンクロッシングのフラッシュバット溶接部調査、HHレールのエンクローズアーク溶接部性能試験などに使用実績があります。

軌道関連試験装置 (2)

軌道技術研究部



軌道関連の性能を評価する試験装置

【概要】

レールや、レール関連装置（締結装置、各種軌道部材など）を対象とした各種試験機を保有しています。さまざまな性能試験に活用できます。



〔レール曲げ疲労試験機〕

- ・各レールを主とした軌道部材に対し、3点および4点の曲げ疲労試験を実施することができます。
- ・水平方向にロングレールによる軸力を作用させた状態で、鉛直荷重を作用させた試験を実施できます。
- ・鉛直荷重は750kN、水平荷重は1000kNといった非常に大きな荷重を載荷することが可能です。



〔移動式軌道動的載荷試験装置〕

最大荷重として上下に300kN、左右に160kNまで載荷できる試験装置です。最大周波数は50Hzです。（日野土木実験所に設置）



〔レール転動疲労試験機〕

上部に直径900mm、幅125mmの垂直載荷車輪を、下部に水平移動テーブルを有し、垂直・水平それぞれのアクチュエータによってレールに負荷を与える構造です。

また、レール支持方法として、片持支持及び両端支持を選択することができます。



〔軌道動的載荷試験装置〕

新型まくらぎの耐久性試験、弾性まくらぎの耐久性試験、まくらぎパッドの性能評価試験、バラスト強化対策の効果確認試験などに使用実績があります。（日野土木実験所に設置）

- ・最大荷重: 120kN × 2軸
- ・最大周波数: 50Hz



〔総合路盤試験装置〕

新形状まくらぎの性能試験、有道床軌道用弾性まくらぎの性能評価試験、バラスト軌道の異常沈下対策の効果確認試験、立体補強材を用いた道床・路盤の改良工法の性能確認試験などに使用実績があります。

- ・最大荷重: 300kN × 2軸
- ・最大周波数: 40Hz



〔載荷方向可変式起振機〕

環境振動対策工の効果確認試験、高架橋上スラブ軌道の載荷試験、土構造物上スラブ軌道の載荷試験、暗転処理工法による路盤改良の効果確認試験などに使用できます。

- ・最大荷重: 160kN
- ・最大周波数: 30Hz
- ・加振方向: 垂直～水平
（任意方向に加振可能）

A

安全性の向上



各種材料の評価試験装置

【概要】

鉄道部材をはじめとして、様々な材料の特性評価を行う試験装置です。
評価項目、試験体の大きさ・形状等についてはご相談に応じます。

金属材料・複合材料（衝撃強さ、硬さ）



シャルピー衝撃試験機
JIS K 7077, K 7111, Z 2242
(ひょう量：1J, 2J, 3J, 50J, 300J)

硬さ試験機
JIS Z 2243, Z 2244, Z 2245, Z 2246



高分子材料（静的・動的強度物性）



ゴムや高分子材料の、動的载荷時のばね定数や減衰などの動特性を評価します。
(5~30Hz・2~20kN・±5mm程度)

高分子材料の、引張、曲げ、圧縮などの強度物性や、静的ばね定数などを測定します。



高分子シート材料（透水性）

防水シート材料の透水性を評価するための水圧試験を行う装置です。



超電導磁石装置（電磁特性）



冷凍機直冷式の超電導磁石装置で、 $\phi 400$ mmの広い室温空間に、最大 5.5 Tの大きな磁界を発生することができる装置です。

超電導材料の特性評価のほか、磁気配向性高分子材料の開発などにも利用できます。