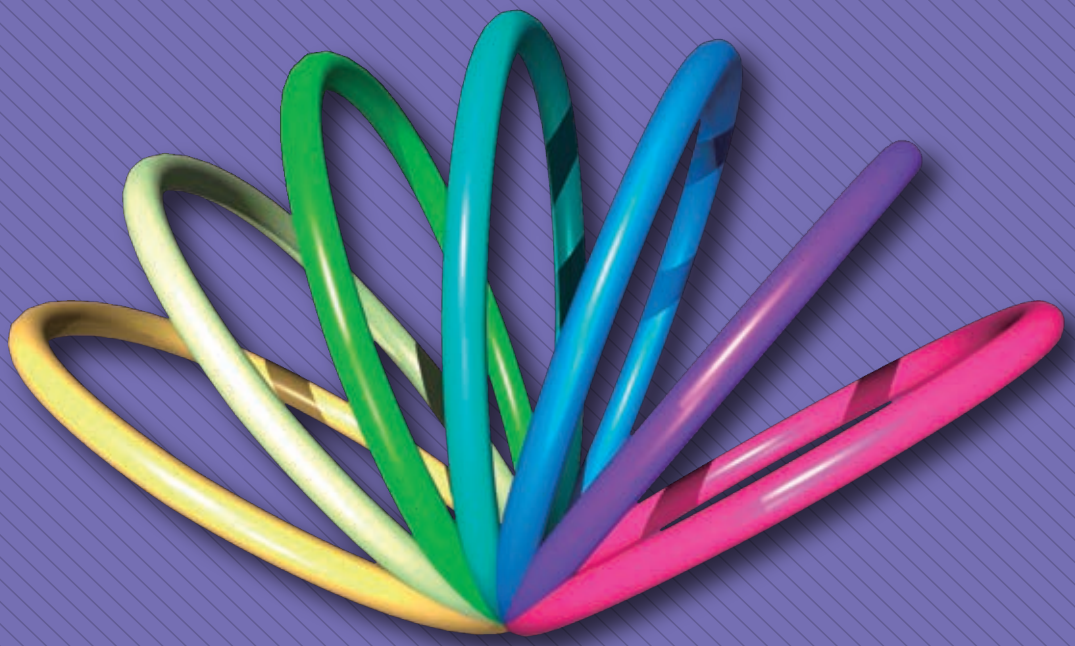
鉄道経営に役立つ

コンサルティングと商品のご案内



平成26年度版

公益財団法人 鉄道総合技術研究所

鉄道総研への
コンサルティング等の委託について

鉄道総研は、鉄道技術及び鉄道労働科学に関する試験・研究を事業の中核としておりますが、これらの成果をベースとして、鉄道業界はもとより、広く社会の要請に応えるため、委託契約によりコンサルティングなどの事業を併せて実施しております。

事業の実績としては、各種研究開発、試験、調査、評価並びにシステムインテグレーション等があり、この冊子にご提供できる代表的な技術・研究開発成果・実験設備を掲載しております。この他にも鉄道技術に関する講演など、お客様の多様なニーズにお応えすることが可能です。

鉄道総研にコンサルティングをお申し込みの際は、本冊子裏表紙に記載の鉄道総研事業推進室までご連絡ください。どのような課題でもお気軽にご相談ください。

目　　次

A. 安全性の向上

Ⅰ　自然災害に対する防災・減災（設備の耐力診断、補強方法の提案）

1 鉄道構造物の耐震診断（構造物技術研究部）・・・ 1
2 斜面の耐降雨性評価（防災技術研究部）・・・ 2
3 鉄道沿線の強風箇所抽出（防災技術研究部）・・・ 3
4 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）・・・ 4
5 打音測定による岩塊の安定性評価（防災技術研究部）・・・ 5
6 石積壁の耐震対策工（防災技術研究部）・・・ 6
7 早期地震防災システム　★（事業推進室）・・・ 7
8 緊急地震速報システム（防災技術研究部）・・・ 8

Ⅱ　車両の走行安定性の評価・向上策の提案

1 実車走行を模擬する各種試験装置（車両構造技術研究部）・・・ 9
2 実走行時の要素部品特性評価（車両構造技術研究部）・・・ 10
3 走行安全性評価（車上側）（車両構造技術研究部）・・・ 11
4 走行安全性評価（地上側）（軌道技術研究部）・・・ 12
5 台車旋回性能試験（鉄道力学研究部）・・・ 13
6 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）・・・ 14
7 弾性構造型合成制輪子（車両制御技術研究部）・・・ 15
8 車両トラクションテスター（車両制御技術研究部）・・・ 16
9 空力特性に関する風洞試験　★（環境工学研究部）・・・ 17
10 鉄道車両走行シミュレーション解析（鉄道力学研究部）・・・ 18

Ⅲ　乗客の安全性を向上するための技術提案

1 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）・・・ 19

Ⅳ　設備の安全性・信頼性の評価

1 軌道部材の性能評価（軌道技術研究部）・・・ 20
2 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）・・・ 21
3 交流き電用変電所の診断（電力技術研究部）・・・ 22
4 大電流試験装置（電力技術研究部）・・・ 23
5 鉄道信号システムの安全性評価　★（信号・情報技術研究部）・・・ 24
6 鉄道信号設備の雷害対策の評価（信号・情報技術研究部）・・・ 25
7 誘導障害の評価　★（信号・情報技術研究部）・・・ 26
8 電磁障害の評価（信号・情報技術研究部）・・・ 27
9 無線・有線通信システムの伝送特性の測定・評価　★（信号・情報技術研究部）・・・ 28

Ⅴ　ヒューマンエラーを減らすための安全管理手法等の提案・指導

1 職場の安全風土についての調査診断（人間科学研究部）・・・ 29
2 ヒューマンエラーのリスク分析・リスク管理支援（人間科学研究部）・・・ 30
3 安全活動の支援に関する講習会（人間科学研究部）・・・ 31
4 シムエラー（指差喚呼版）　★（人間科学研究部）・・・ 32
5 運転訓練用振り返り支援システム（人間科学研究部）・・・ 33

★印は、平成26年度版で新たに追加・改訂されたメニューです。

Ⅵ 試験設備・技術支援

1	振動試験装置	（車両構造技術研究部）・・・34
2	台車の調査	（車両構造技術研究部）・・・35
3	大型振動試験装置	（構造物技術研究部）・・・36
4	大型降雨実験装置	（防災技術研究部）・・・37
5	鉄道信号システムの開発支援	（信号・情報技術研究部）・・・38
6	軌道関連試験装置（１）	（軌道技術研究部）・・・39
7	軌道関連試験装置（２）	（軌道技術研究部）・・・40
8	材料評価試験装置	（材料技術研究部）・・・41

B. メンテナンスの効率化

Ⅰ 設備の検査と診断

1	車輪踏面熱き裂の発生判定	（材料技術研究部）・・・42
2	パワー半導体モジュール等の熱抵抗測定	（車両制御技術研究部）・・・43
3	コンクリート構造物の調査・診断　★	（材料技術研究部）・・・44
4	基礎・土留め構造物の診断　★	（構造物技術研究部）・・・45
5	慣性正矢軌道検測装置　★	（軌道技術研究部）・・・46
6	電車線路の架設精度診断	（電力技術研究部）・・・47
7	画像情報を活用したパンタグラフの接触力測定	（鉄道力学研究部）・・・48
8	摩擦・摩耗・潤滑の評価試験　★	（材料技術研究部）・・・49
9	鋼構造物塗装の耐久性評価および技術指導	（材料技術研究部）・・・50
10	紫外線による促進耐候性試験	（浮上式鉄道技術研究部）・・・51

Ⅱ 損傷の発生した設備の補修方法・長寿命化技術の提案

1	構造物関連の特許技術	（構造物技術研究部）・・・52
2	既設橋梁のリニューアル工法	（構造物技術研究部）・・・53
3	コンクリートひび割れ補修材料（アルカリシリカ反応抑制）	（材料技術研究部）・・・54
4	閑散線区向け拠点無線式列車制御システム	（信号・情報技術研究部）・・・55
5	環境負荷低減・低炭素ジオポリマーコンクリート	（材料技術研究部）・・・56
6	トンネル覆工ＦＲＰ帯板接着工法　★	（構造物技術研究部）・・・57
7	トンネル補強工の効果の予測評価　★	（構造物技術研究部）・・・58

Ⅲ 保全業務の効率化に対する技術提案

1	Ｕドップラー（構造物診断用非接触振動測定システム）　★	（鉄道力学研究部）・・・59
2	ラインセンサを用いたトンネル覆工面の連続撮影（トンネルスキャナー）	（信号・情報技術研究部）・・・60
3	トンネルの変状監視システム　★	（構造物技術研究部）・・・61
4	ラダー軌道	（鉄道力学研究部）・・・62
5	耐摩耗トングレール	（軌道技術研究部）・・・63
6	テルミット溶接によるレール頭部損傷の補修法　★	（軌道技術研究部）・・・64
7	紫外線検出式離線測定装置	（電力技術研究部）・・・65
8	汎用性が高く誘導障害に強い軌道回路	（信号・情報技術研究部）・・・66
9	メンテナンス低減のためのゴム・樹脂系材料　★	（材料技術研究部）・・・67

★印は、平成26年度版で新たに追加・改訂されたメニューです。

C. 設備の設計・施工法

Ⅰ 最適な設備を実現するための設計・施工に関わる技術指導

1 設計の合理化（構造物技術研究部）・・・68
2 鉄道構造物に係わる技術指導 ★（構造物技術研究部）・・・69
3 鉄道構造物の設計プログラム（構造物技術研究部）・・・70
4 バラスト軌道の設計プログラム（軌道技術研究部）・・・71
5 ロングレールの解析（軌道技術研究部）・・・72

D. 環境問題の改善

Ⅰ 騒音・振動等沿線環境の調査・改善手法の提案

1 地盤振動評価 ★（防災技術研究部）・・・73
2 鉄道近傍建物の振動・騒音予測（構造物技術研究部）・・・74
3 FRIMOS（車輪／レール摩擦緩和システム）（鉄道力学研究部・材料技術研究部）・・・75
4 鉄道電力設備の電磁界測定評価 ★（電力技術研究部）・・・76
5 空力音に関する風洞試験 ★（環境工学研究部）・・・77
6 パンタグラフの風洞試験（鉄道力学研究部・環境工学研究部）・・・78
7 鉄道騒音の予測評価 ★（環境工学研究部）・・・79
8 転動音の予測評価手法（環境工学研究部）・・・80
9 トンネル微気圧波の予測と対策（環境工学研究部）・・・81
10 空気中の環境因子の測定・評価（人間科学研究部）・・・82
11 鉄道車内磁界評価 ★（浮上式鉄道技術研究部）・・・83
12 騒音・振動低減のためのゴム・樹脂系材料 ★（材料技術研究部）・・・84

Ⅱ 省エネルギー実現のための技術提案

1 車両走行エネルギー計算システム（ハイブリッド）（車両制御技術研究部）・・・85
2 車両走行エネルギー計算システム（電車・気動車）（車両制御技術研究部）・・・86
3 消費電力量を削減する高効率誘導主電動機（車両制御技術研究部）・・・87
4 電力貯蔵装置（電力技術研究部）・・・88
5 高磁場・低温環境における材料特性評価（浮上式鉄道技術研究部）・・・89
6 鉄道用超電導ケーブル ★（材料技術研究部）・・・90

E. 快適で使いやすい鉄道の実現（輸送サービスの向上）

Ⅰ 効率的な輸送業務を実現するための技術提案

1 乗務員運用計画作成の自動化（信号・情報技術研究部）・・・91

Ⅱ 輸送サービスの向上策の提案

1 デジタル動揺計（車両構造技術研究部）・・・92
2 可変減衰上下動ダンパによる制振システム ★（車両構造技術研究部）・・・93
3 都市鉄道の需要予測とサービス施策検討の支援（信号・情報技術研究部）・・・94
4 ダイヤ改正案の乗車率予測、事前検証 ★（信号・情報技術研究部）・・・95
5 異常時の利用者向け案内放送の教育教材（人間科学研究部）・・・96

Ⅲ 高速化・速達化技術の提案

1 セミアクティブサスペンション（車両構造技術研究部）・・・97
2 ブレーキディスク表面の温度解析装置 ★（車両制御技術研究部）・・・98

★印は、平成26年度版で新たに追加・改訂されたメニューです。

鉄道構造物の耐震診断

構造物技術研究部

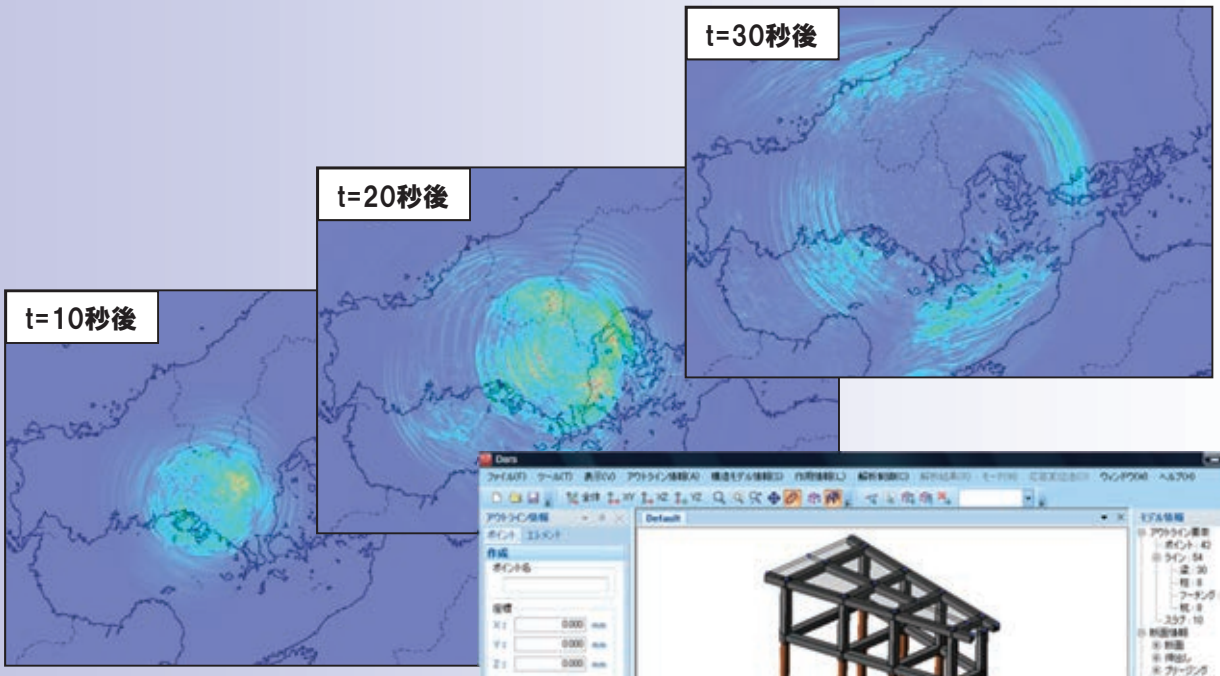
地震時の安全性を的確に把握

【概要】

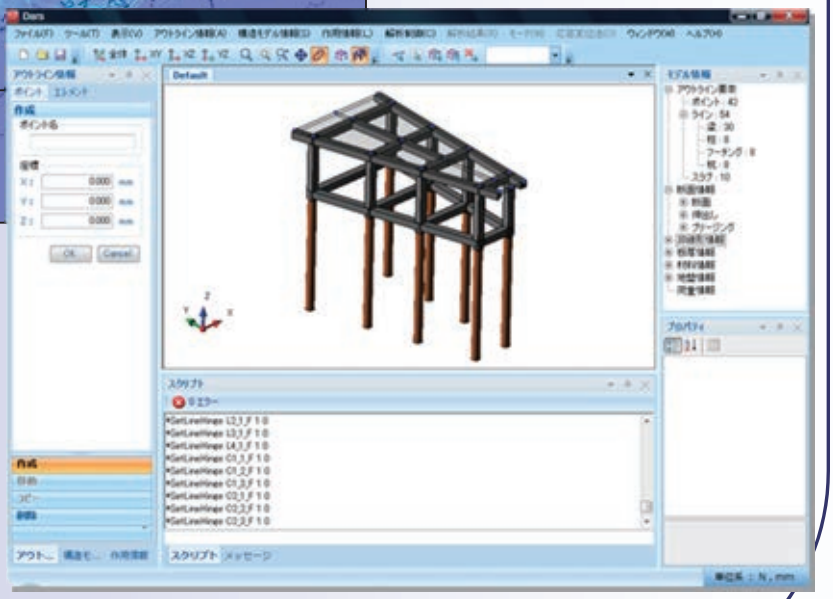
各種構造物の地震時の挙動を解明し、的確な耐震診断結果から、効率的な地震時の安全性向上に関する提案を行っています。また、地震動の評価、液状化を含めた地盤全体の挙動評価、さらには構造物の動的相互作用の評価など、耐震技術の基礎となる技術を提供しています。

【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

斜面の耐降雨性評価

防災技術研究部

さまざまな手法で斜面が崩れる可能性を評価

【概要】

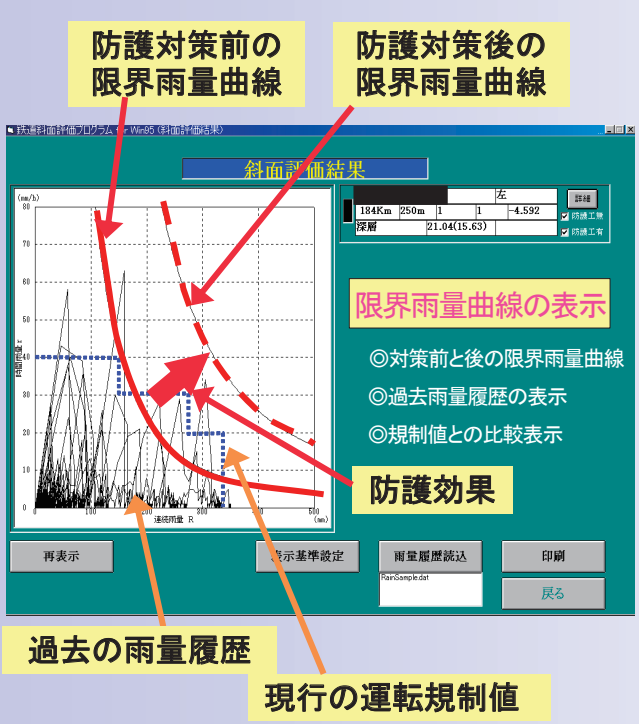
豪雨時に発生する鉄道沿線の土砂災害事故を防止するために、あらかじめ斜面の耐降雨性を判断し、適切な対策を講じる必要があります。斜面の簡易な現地調査により算出した斜面崩壊が発生する雨量の限界値や、降雨時の水の流れを考慮して解析した斜面崩壊の可能性の面的分布状況などを用いて、斜面が崩れる可能性を精度よく評価します。

【特徴（限界雨量による評価）】

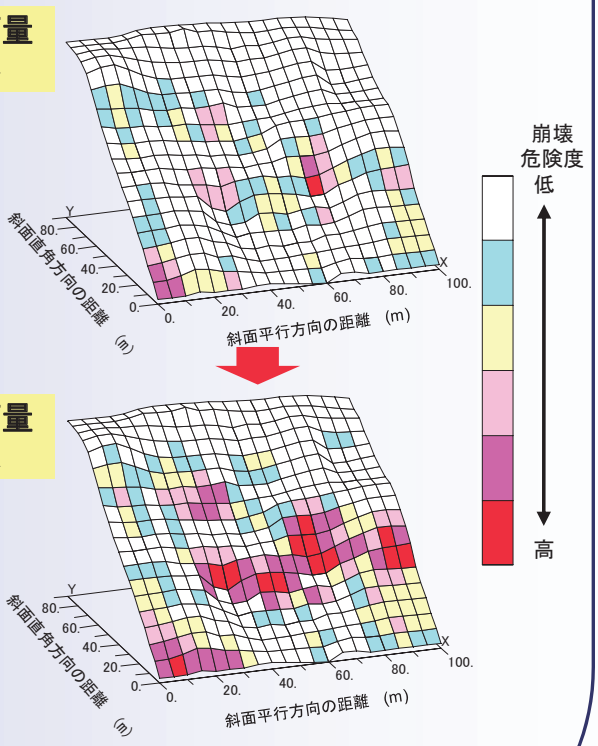
- 斜面ごとに崩壊が発生する限界雨量が計算できます。
- 限界雨量と過去の降雨履歴とが比較できます。
- のり面対策工の防護効果も評価できます。
- 斜面評価プログラムを使用することで、データの入力と評価が簡単にできます。

【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。



限界雨量の評価結果と
対策工の防護効果の表示



斜面崩壊の可能性がある箇所の
面的な評価

鉄道沿線の強風箇所抽出

防災技術研究部

規制区間の中で風速計を必要とする地点が判る

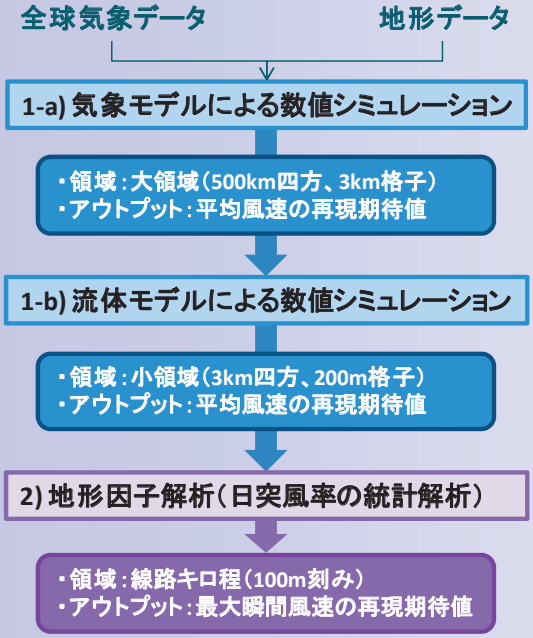
【概要】

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。

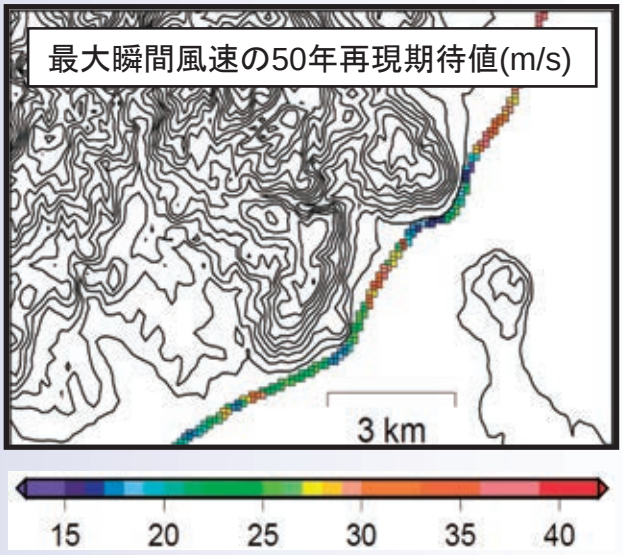
鉄道総研の開発した手法により、数値シミュレーション技術と地形因子解析を組み合わせて、鉄道沿線の強風箇所を抽出し、風速計の設置候補箇所をご提案します。

【特徴】

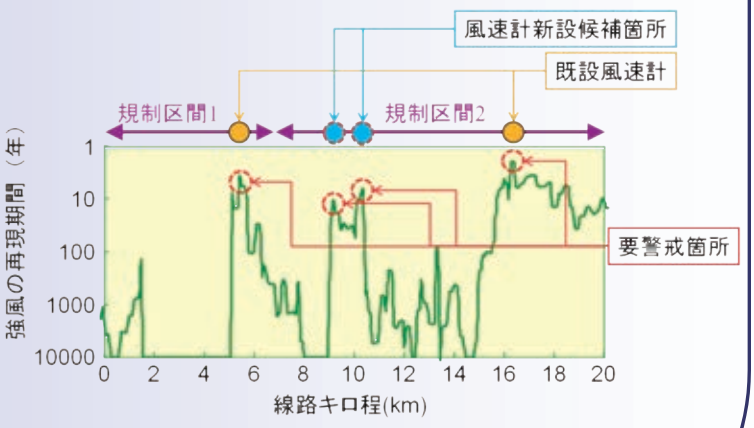
公的機関が無償配布している気象データと地形データを用いて、鉄道の強風対策に必要な基本データを取り出すことが可能です。



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の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･評価の流れと斜面管理図

打音測定による岩塊の安定性評価

防災技術研究部

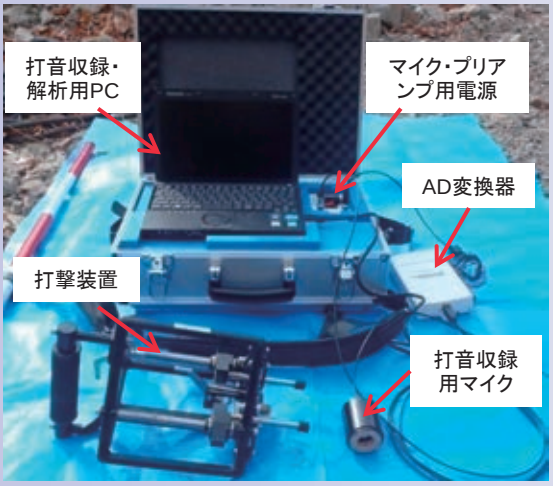
打音により岩塊の安定性を評価

【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。

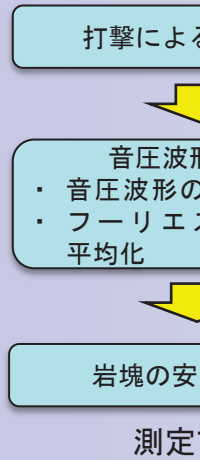
【特徴】

- 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変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。

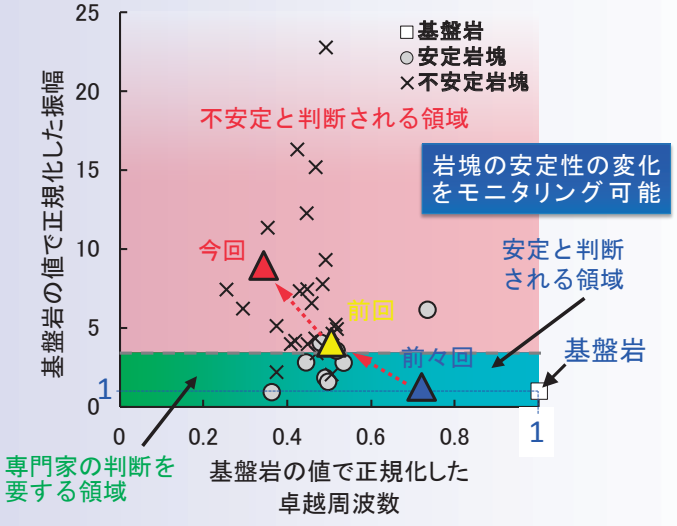


打音測定装置

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）

石積壁の耐震対策工

防災技術研究部

線路に近接した石積壁の耐震性を向上

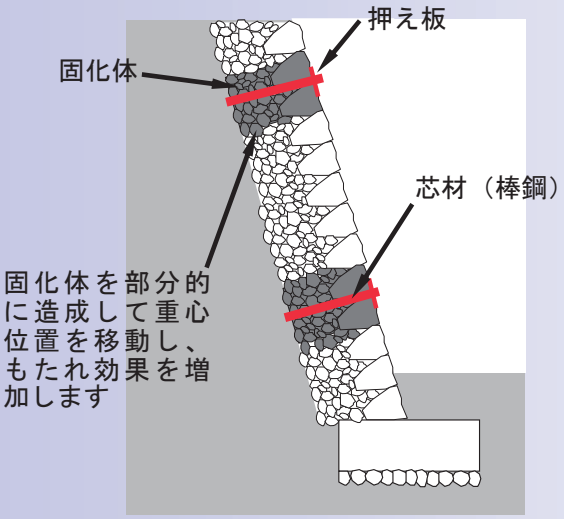
【概要】

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。

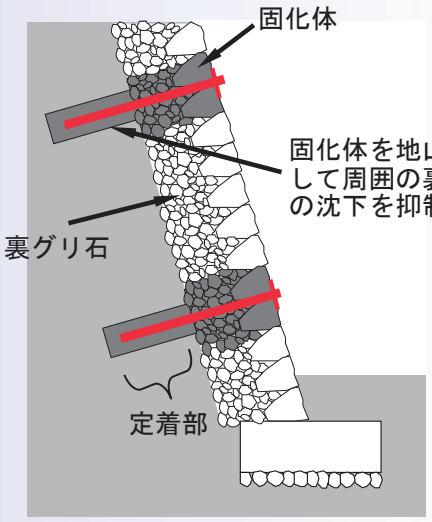
【特徴】

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-Up Ⅰ型



Pin-Up Ⅱ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）

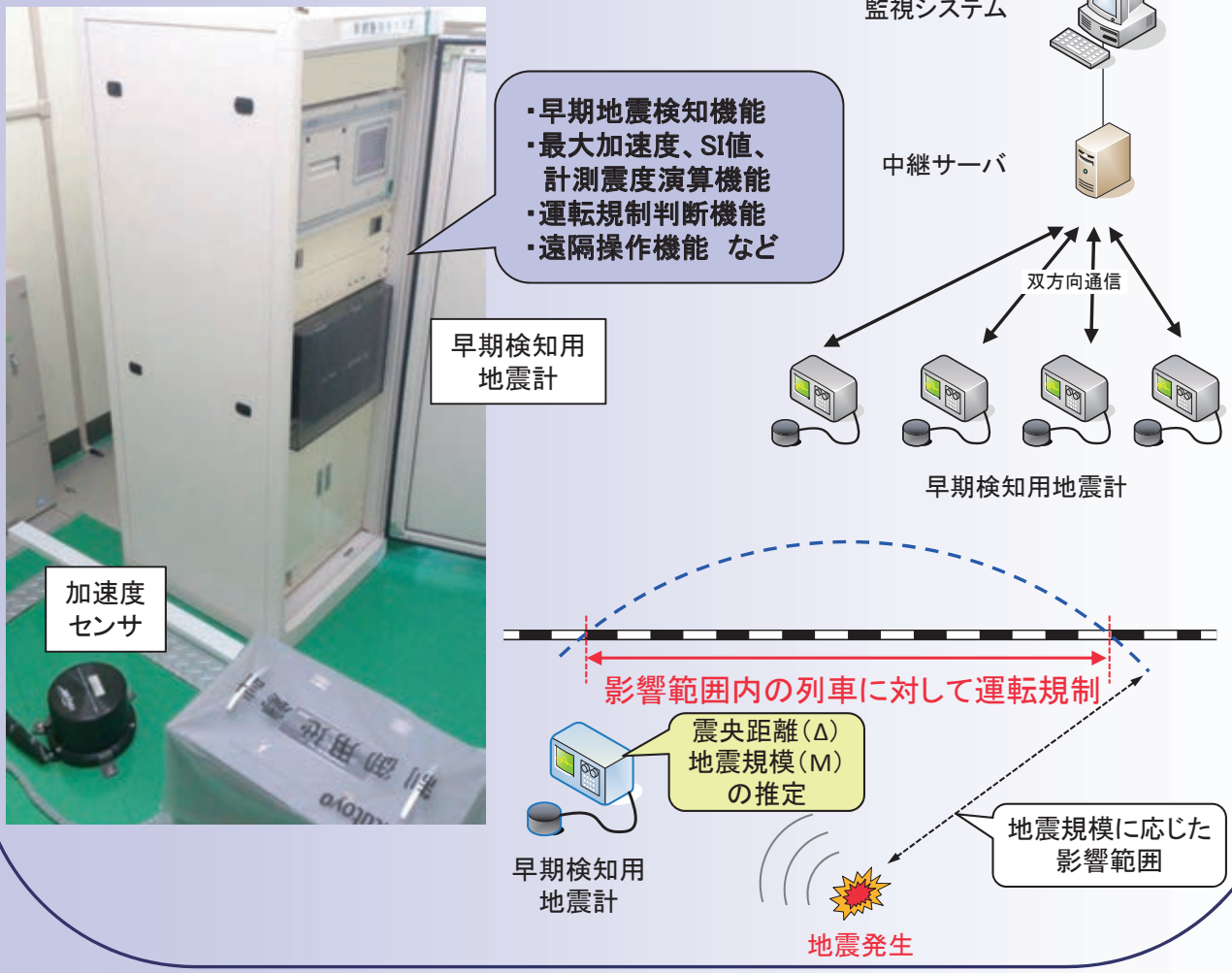
地震発生時にリアルタイムで運転規制範囲を判断

【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なため、高い保守性を有しています。



緊急地震速報システム

防災技術研究部

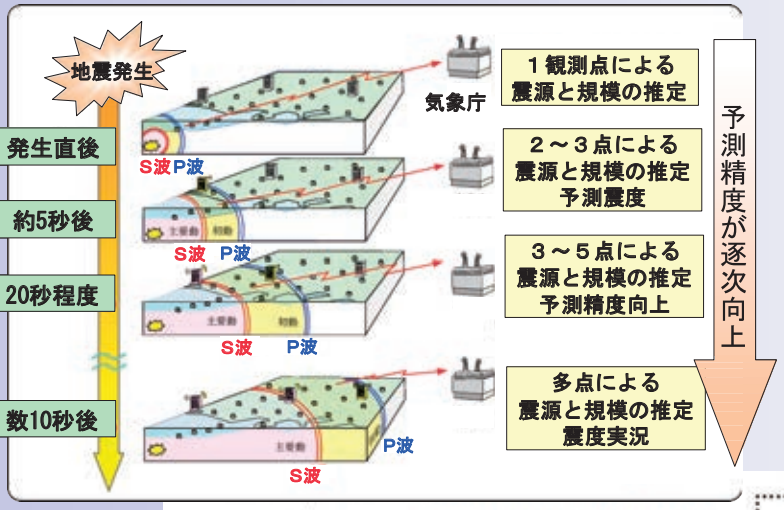
乗務員や関係部署にすばやく地震情報を伝達

【概要】

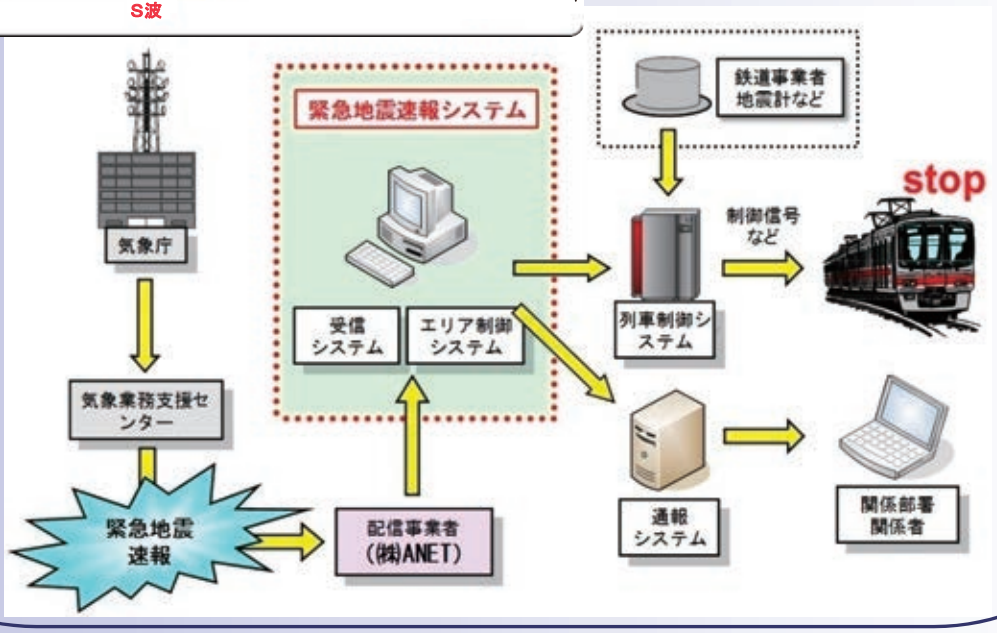
気象庁から配信される緊急地震速報を活用した早期地震防災システムを開発し、実用化しました。地震発生時には、このシステムにより、乗務員や関係者・関係部署へすばやく地震や運転規制に関する情報を伝えることができます。

【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

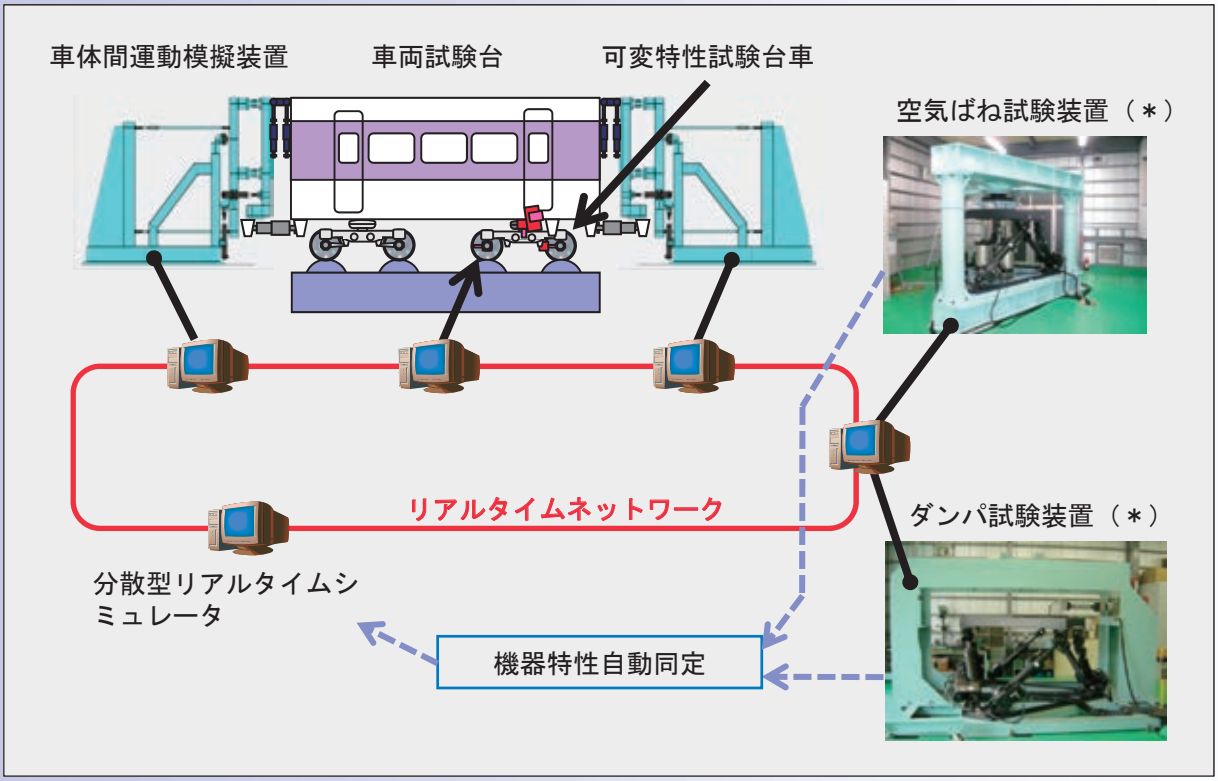
実車走行を模擬して車両の特性を評価

【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、次ページもご覧下さい。

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

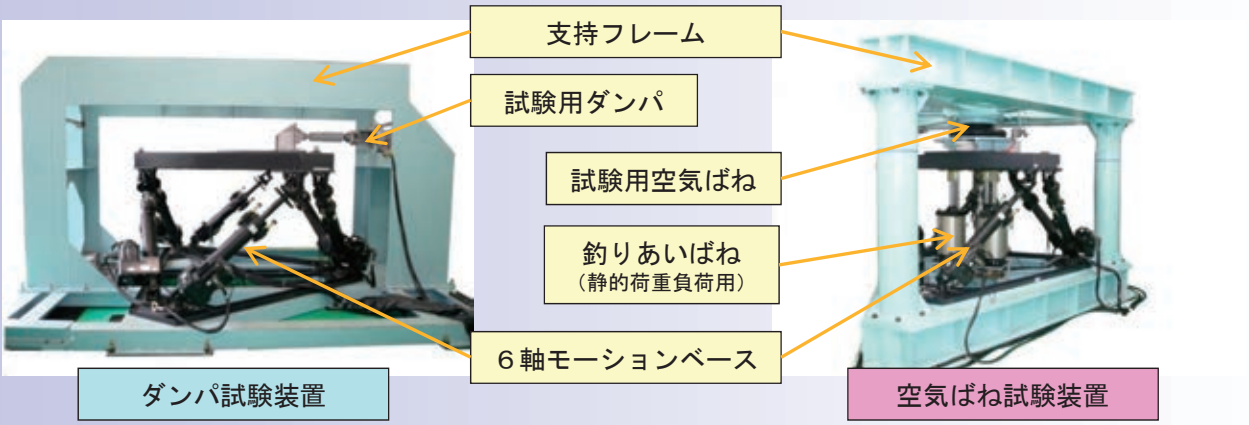
ダンパと空気ばねの実走行時の動きを再現

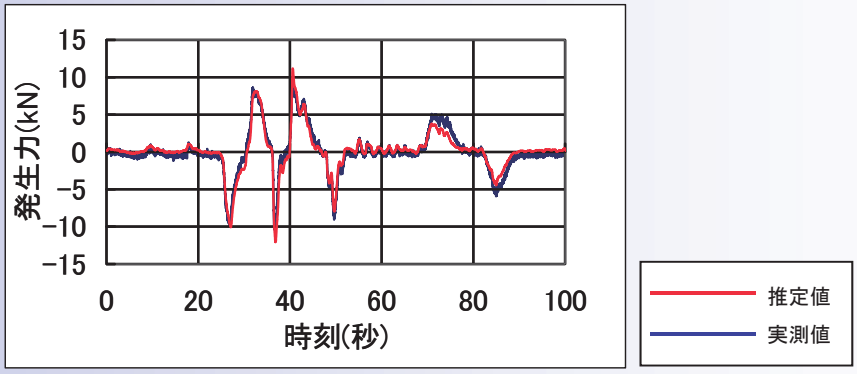
【概要】

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）

走行安全性評価（車上側）

車両構造技術研究部

鉄道車両の走行安全性評価（輪重・横圧測定）

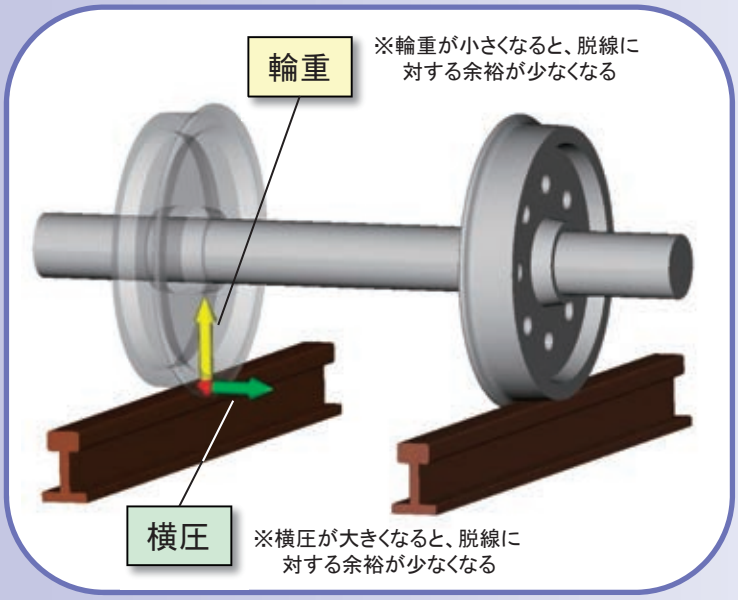
【概要】

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。

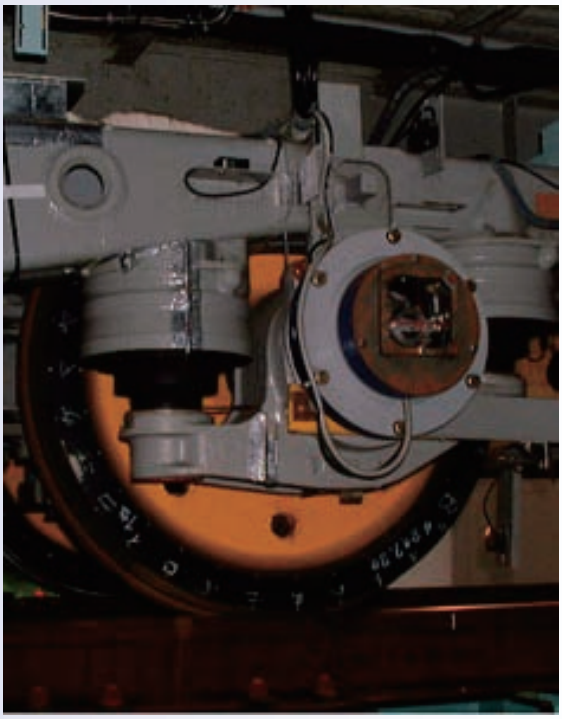
【特徴】

- 「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

走行安全性評価（地上側）

軌道技術研究部

速度向上のための軌道対策の提案

【概要】

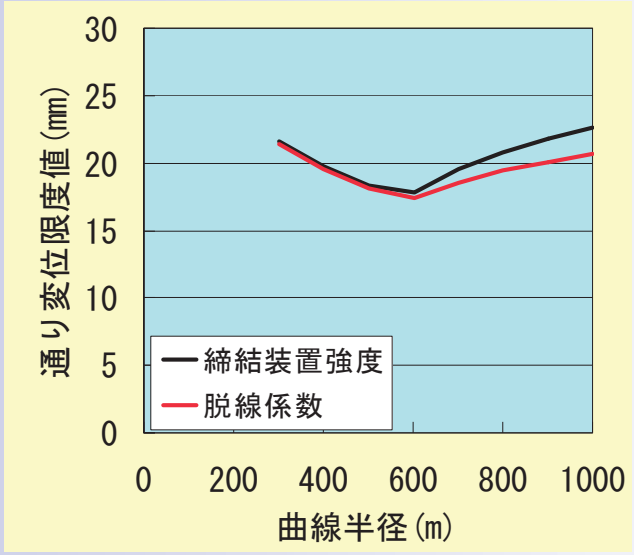
営業速度を向上する場合には、車両や信号システムの開発とともに、走行安全性、乗り心地の確保のために軌道構造を強化したり、軌道の整備度を高める必要があります。そこで、各種測定やシミュレーションにより、速度向上への軌道側の対策をご提案します。

【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



軌道整備基準の検討例

台車旋回性能試験

鉄道力学研究部

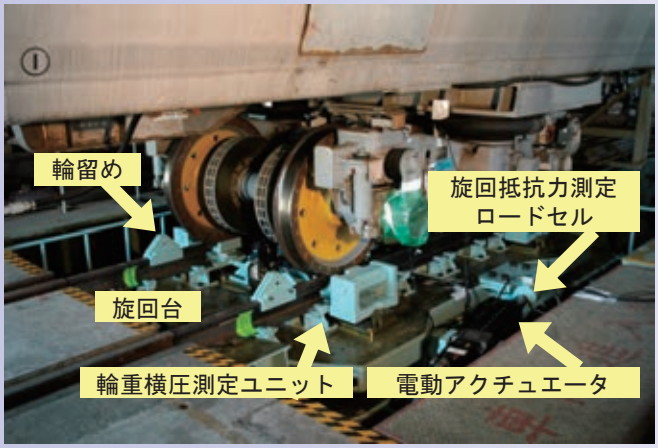
台車の旋回性能を直接測定･評価

【概要】

車両が曲線を通過する際には、台車が曲線に沿って旋回し、車体ー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。



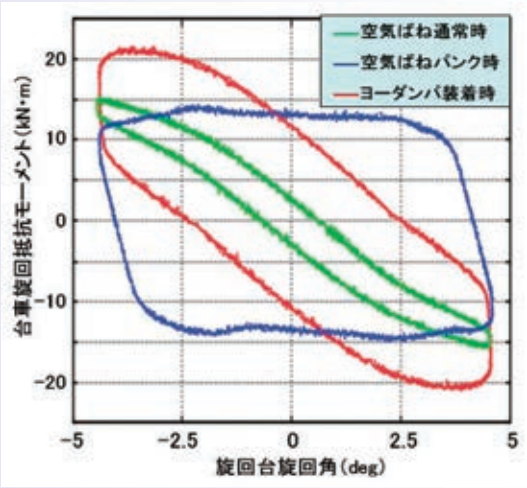
台車旋回性能試験装置概観

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
・台車旋回抵抗力測定: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

旋回時の様子

輪重横圧測定ユニット



旋回抵抗の測定例

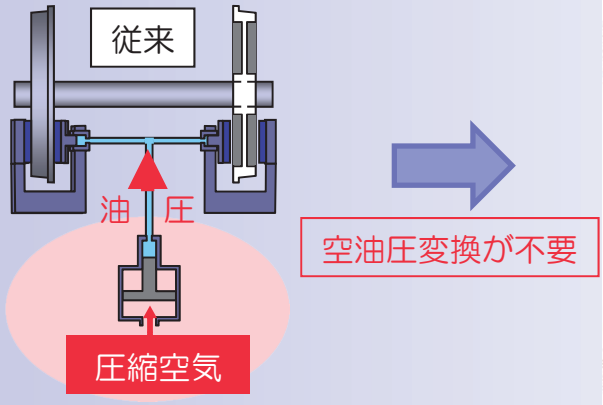
空圧式フローティングキャリパブレーキ

車両制御技術研究部

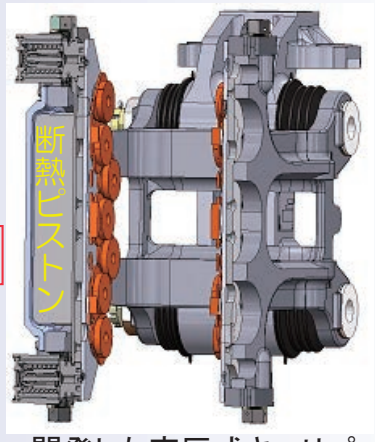
シンプル、軽量でコンパクトなブレーキ

【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。



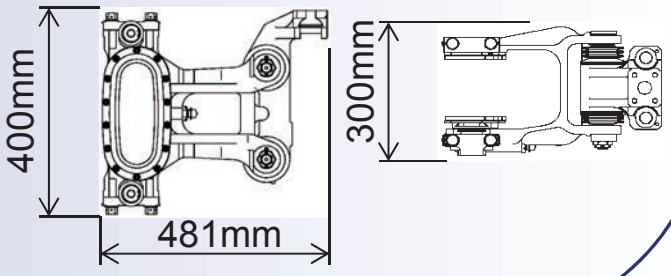
油圧式キャリパの動作概念



開発した空圧式キャリパ

［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



弾性構造型合成制輪子

車両制御技術研究部

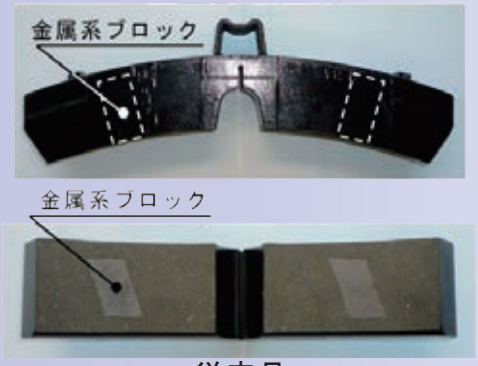
車輪への熱負荷軽減と制動性能を両立した合成制輪子

【概要】

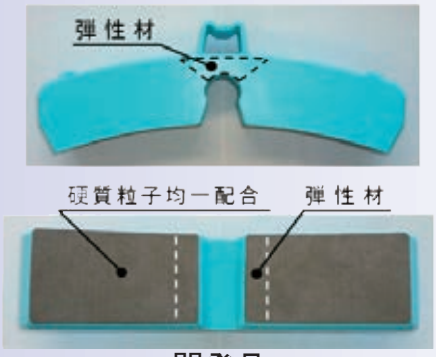
踏面ブレーキに合成制輪子を使用する車両では、湿潤条件下で制輪子と車輪の間の摩擦係数が低下し、ブレーキ力が低下しやすい課題があります。その対策として、従来から水膜除去用の金属系ブロックが挿入されていますが、これが乾燥条件下で車輪踏面の温度上昇を招き、熱き裂や凹摩耗といった車輪ダメージを生じさせる要因の一つとなります。そこで、金属系ブロックを用いることなく車輪踏面の温度上昇の抑制と湿潤条件下でのブレーキ性能の確保を両立する合成制輪子を開発しました。

【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。



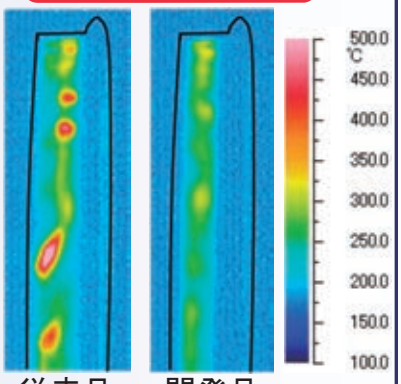
従来品



開発品

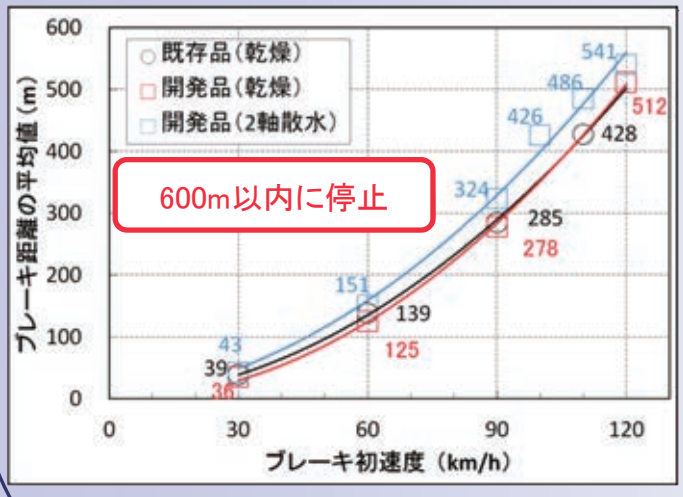
制輪子の外観

最高温度を抑制

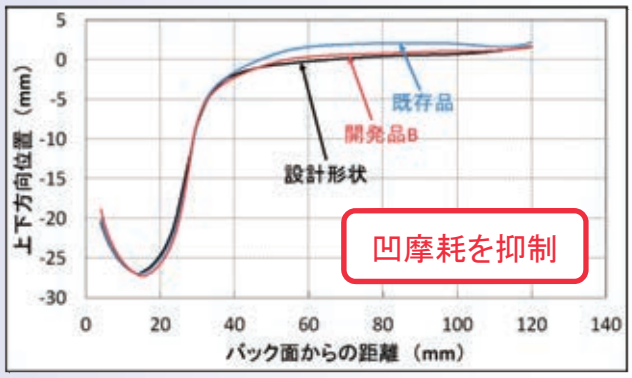


従来品　開発品

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）

車両トラクションテスター

車両制御技術研究部

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

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

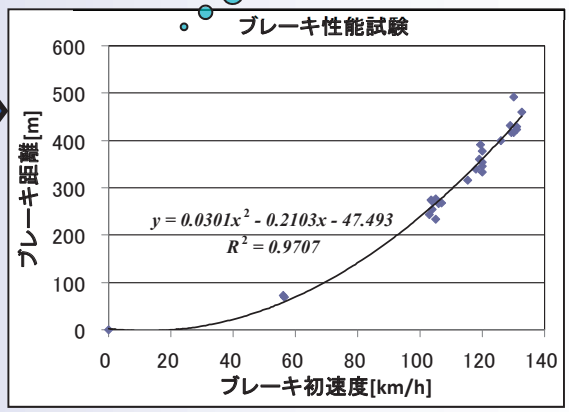
- 速度
- BC圧、電動機電流など
- ノッチ指令

① 計測

計測制御画面

② 解析

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

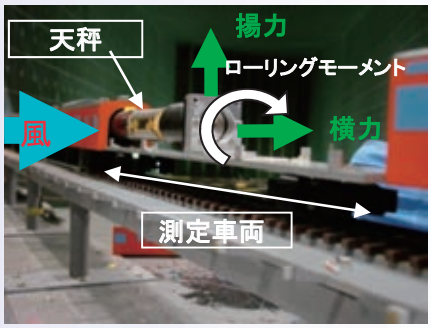
【概要】

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】

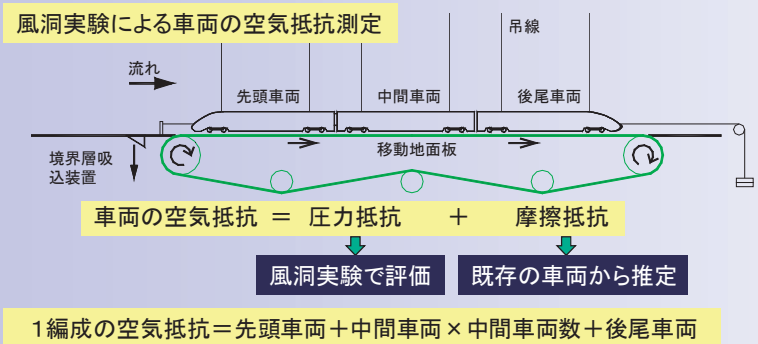
横風による車両に働く空気力は、これまでは、乱れの少ない一様流で評価してきましたが、実際の風（自然風）には様々な乱れや鉛直方向の風速分布があります。そこで、より実際に近い現象を捉えるために、自然風を模擬した風により、車両模型に内蔵した天秤で空気力を評価する試験方法を開発しました。

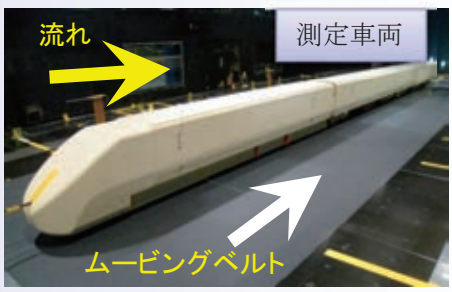
自然風を模擬する装置の設置状況



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。





風洞試験による車両の空気抵抗評価の例

鉄道車両走行シミュレーション解析

鉄道力学研究部

常時および地震時の走行をシミュレーション

【概要】

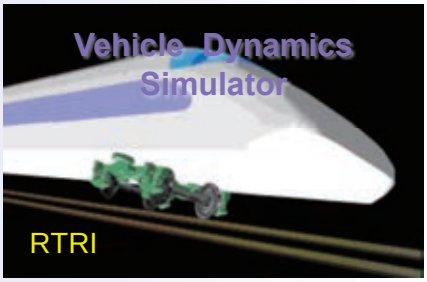
鉄道車両の走行を計算機上で再現し、車体の振動加速度、輪重、横圧などを推定して、車両の振動乗り心地や走行安全性を評価します。常時の走行だけでなく、軌道が大きく振動する地震時の車両挙動を解析することも可能です。

【特徴】

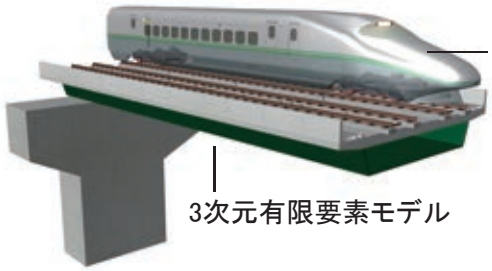
以下の影響を解析・評価することが可能です。

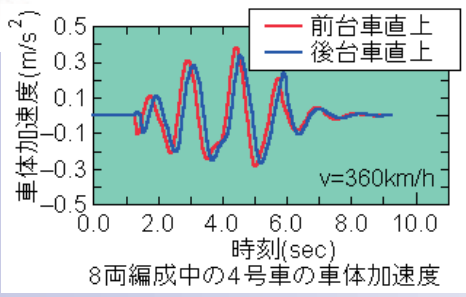
- 車輪/レールの断面形状、摩擦係数、ばね・ダンパの非線形特性やストッパの影響
- 通常の2軸台車のほか、3軸台車などの特殊な台車
- 曲線、緩和曲線、勾配、軌道変位などの各種軌道条件
- 地震動による構造物の振動、車体に作用する外力の影響
- 車輪フランジの乗り上がりや車輪がレールから離れたりする状況
- 地震時における列車の挙動と走行安全性
- 各種対策工の地震時走行安全性向上効果
- 列車走行によるRC高架橋や橋梁などの構造物の振動

車両と構造物の動的相互作用プログラム



車両運動シミュレータ

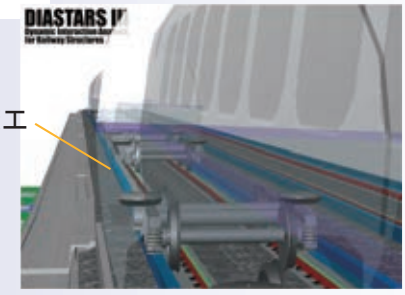




8両編成中の4号車の車体加速度

長スパンコンクリート橋上の列車走行性解析

地震時走行安全性の評価



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

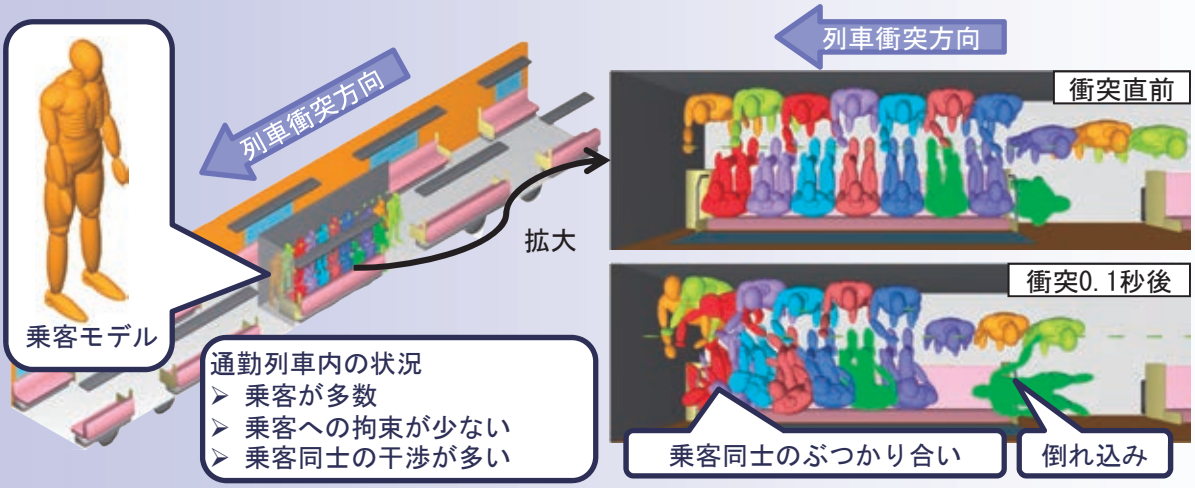
事故時の乗客挙動を調べ、安全な車内を実現

【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。

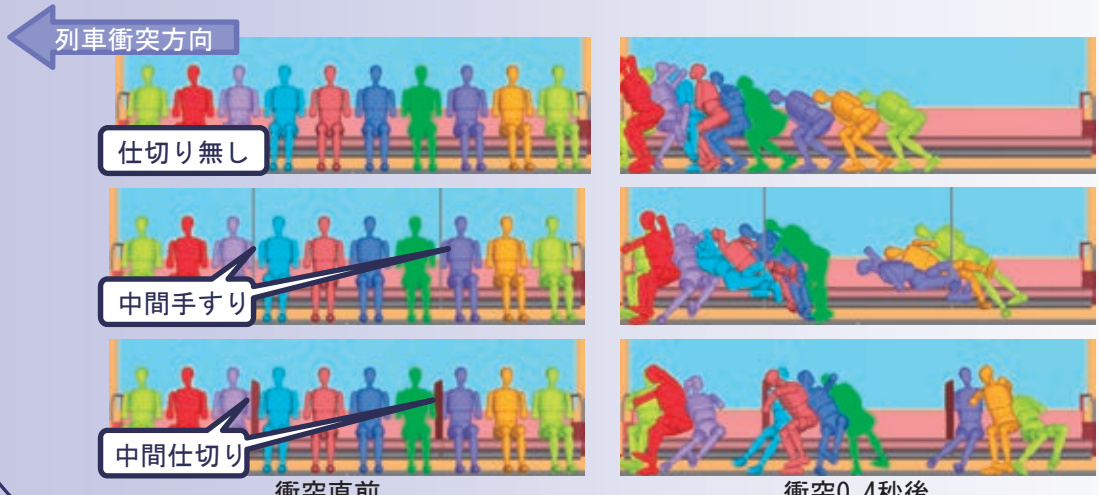
【特徴】

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。



車両モデルと乗客モデル配置状況　　シミュレーション例

通勤列車衝突時の乗客挙動シミュレーション概要図



衝突直前　　衝突0.4秒後

ロングシート中間の仕切りの違いによるシミュレーション解析

軌道部材の性能評価

軌道技術研究部

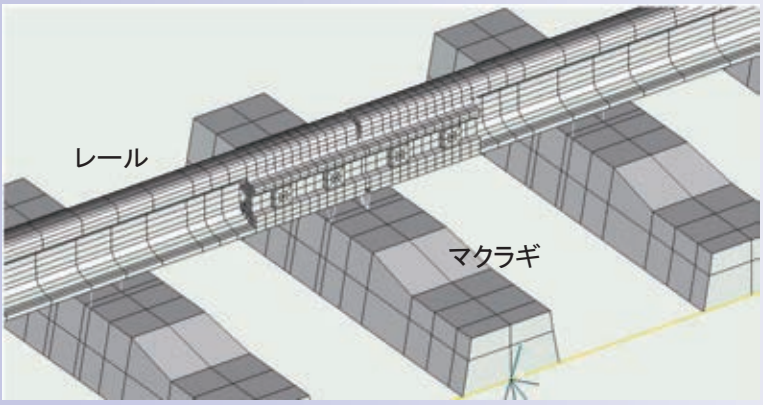
軌道部材の耐久性･実用性を評価

【概要】

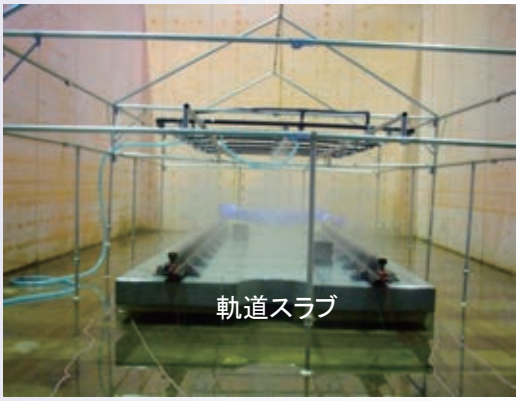
新規の軌道材料を営業線に敷設する場合には、使用環境に応じて強度や絶縁性等を確認する必要があります。構造解析や室内試験により、軌道を構成するレールや継目板、レール締結装置などの種々の軌道材料の性能評価を行います。

【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。



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

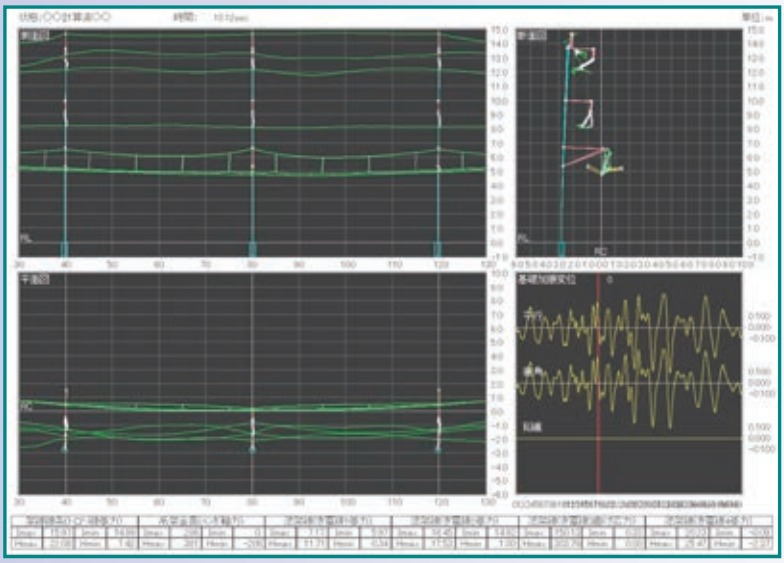
電車線路の運動を総合的に解析

【概要】

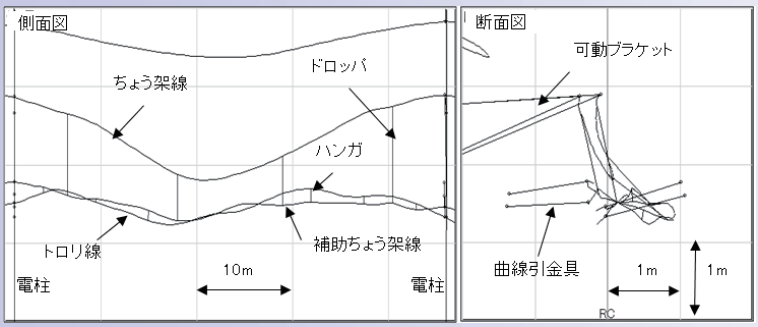
電車線、き電線、電柱、引留装置等の電車線路の構成要素をそれぞれ３次元に運動できるようにモデル化し、これらの相互作用を含めて総合的に運動解析できる電車線路の３次元運動シミュレーションです。地震時の複雑な挙動にも対応できます。

【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。

交流き電用変電所の診断

電力技術研究部

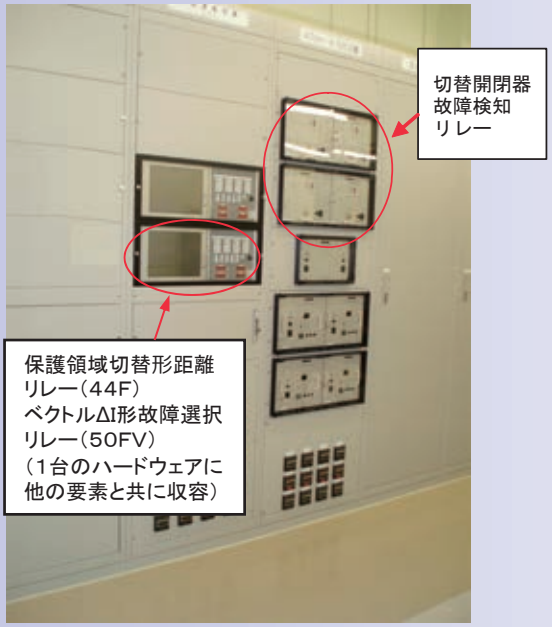
様々な列車負荷に対応する診断機器

【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」

大電流試験装置

電力技術研究部

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。

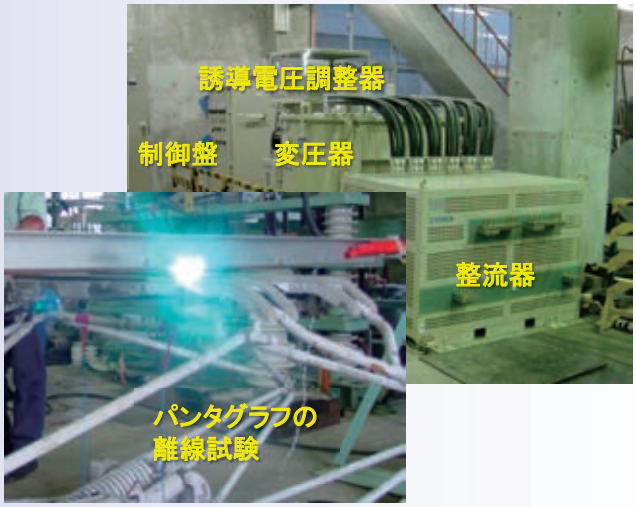
低圧大電流試験装置

【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。

鉄道信号システムの安全性評価

信号･情報技術研究部

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ＦＴＡ、ＦＭＥＡ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

主な確認項目のイメージ

鉄道信号設備の雷害対策の評価

信号・情報技術研究部

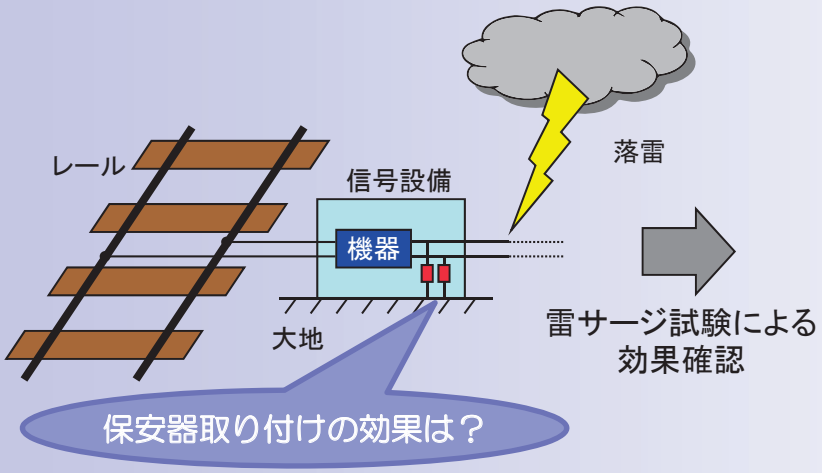
鉄道信号設備の雷害対策効果を定量的に評価

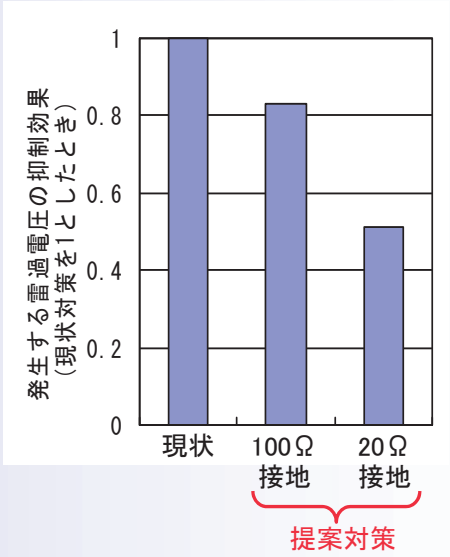
【概要】

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。

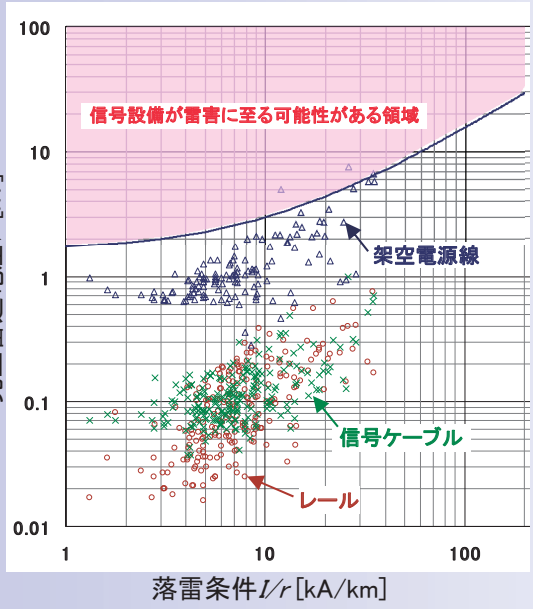
【特徴】

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。





保安器取り付けによる効果例



雷害に至る可能性がある落雷条件
（落雷条件：雷電流値／落雷位置までの距離）

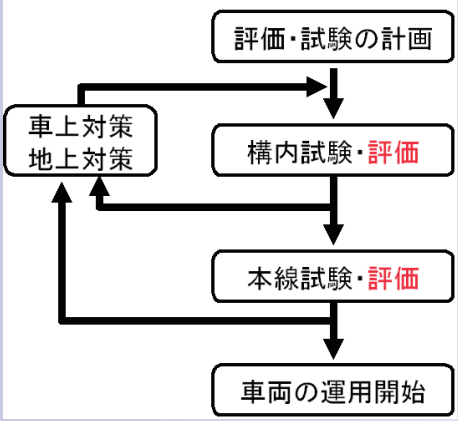
誘導障害の評価

信号・情報技術研究部

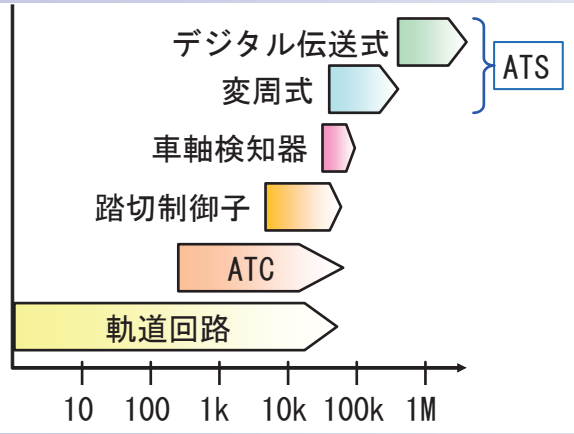
車上側のノイズが信号設備に与える影響を評価

【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。

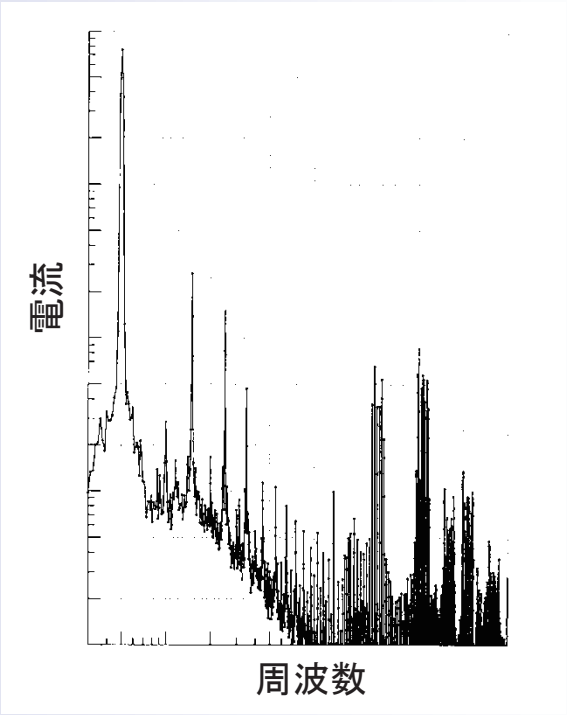
【特徴】
評価は、本線試験の可否等を判断するための構内試験、最終的な車両運用を判断するための本線試験の順で実施します。一般的な新車開発や機器更新と異なる特殊な試験の場合には、評価だけでなく実際に試験において測定作業も行います。



評価の流れ



信号設備の周波数帯域



帰線電流の測定例

電磁障害の評価

信号・情報技術研究部

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。

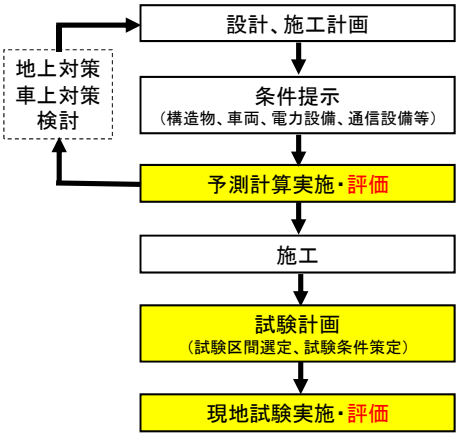
【特徴】

- 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

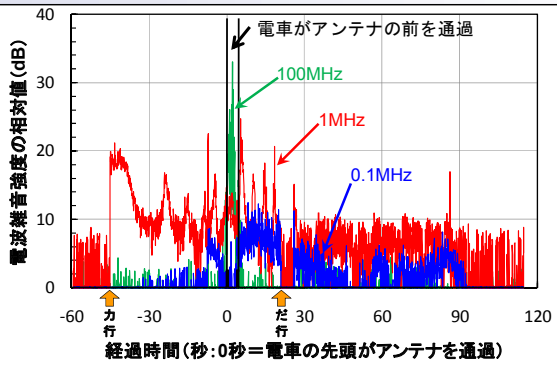
規格番号	対象	主な目的
IEC 62236-1	総則	規格の目的、EMC管理の考え方などの記述
IEC 62236-2	鉄道システム全体から外界への放射	鉄道システムと外界とのEMC
IEC 62236-3-1	鉄道車両全体からの放射	
IEC 62236-3-2	車上機器（信通機器含）の EMC	鉄道システム内におけるEMC
IEC 62236-4	地上信通機器の EMC	
IEC 62236-5	給電設備で使用される機器の EMC	

EMC・無線測定用ワゴン車



鉄道総研では、□の部分を実施可能

通信誘導障害に関する評価の流れ



IEC 62236-2に基づく電波雑音の測定例

無線・有線通信システムの伝送特性の測定・評価

信号・情報技術研究部

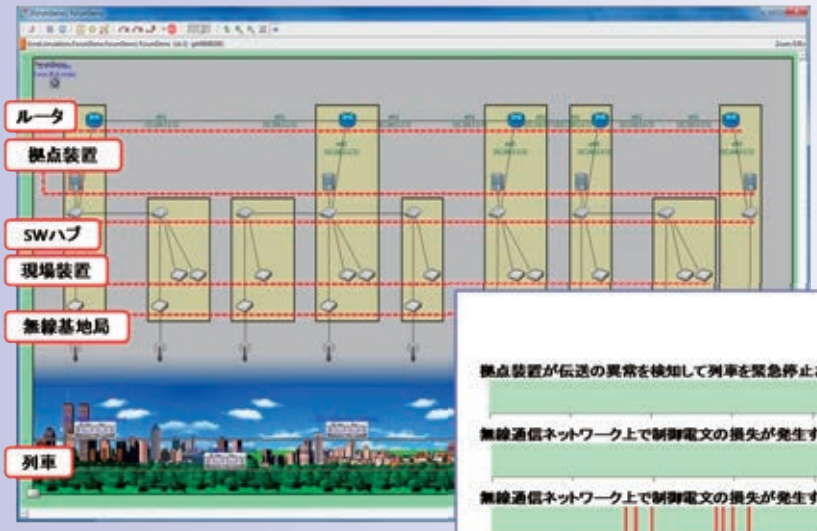
無線式列車制御用通信ネットワークシミュレータ

【概要】

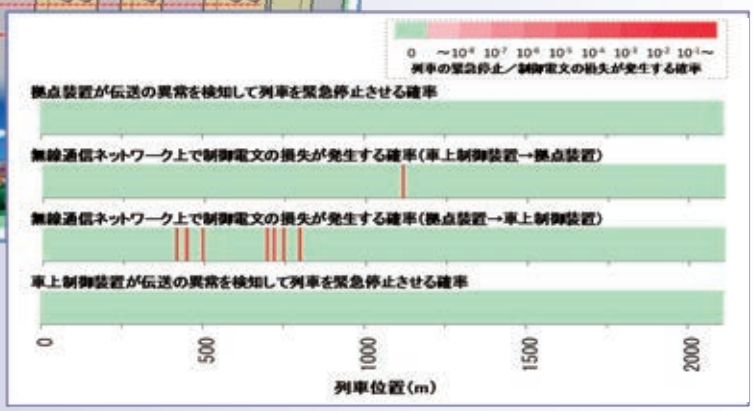
JRTCやCBTCなど無線によって列車を制御するシステムを導入する際には、制御電文の伝送誤りや遅延によって列車の安全・安定運行が阻害されないよう、無線通信ネットワークを適切に設計・構築する必要があります。鉄道総研では、これらの設計や検証試験を支援するため、無線通信ネットワークの伝送品質（制御電文の誤り率、遅延等）を計算するシミュレータを開発し、無線通信ネットワークの性能や、列車運行の安定性に与える影響の評価を行っています。

【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。



シミュレータの画面例



シミュレータによる評価結果の例

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

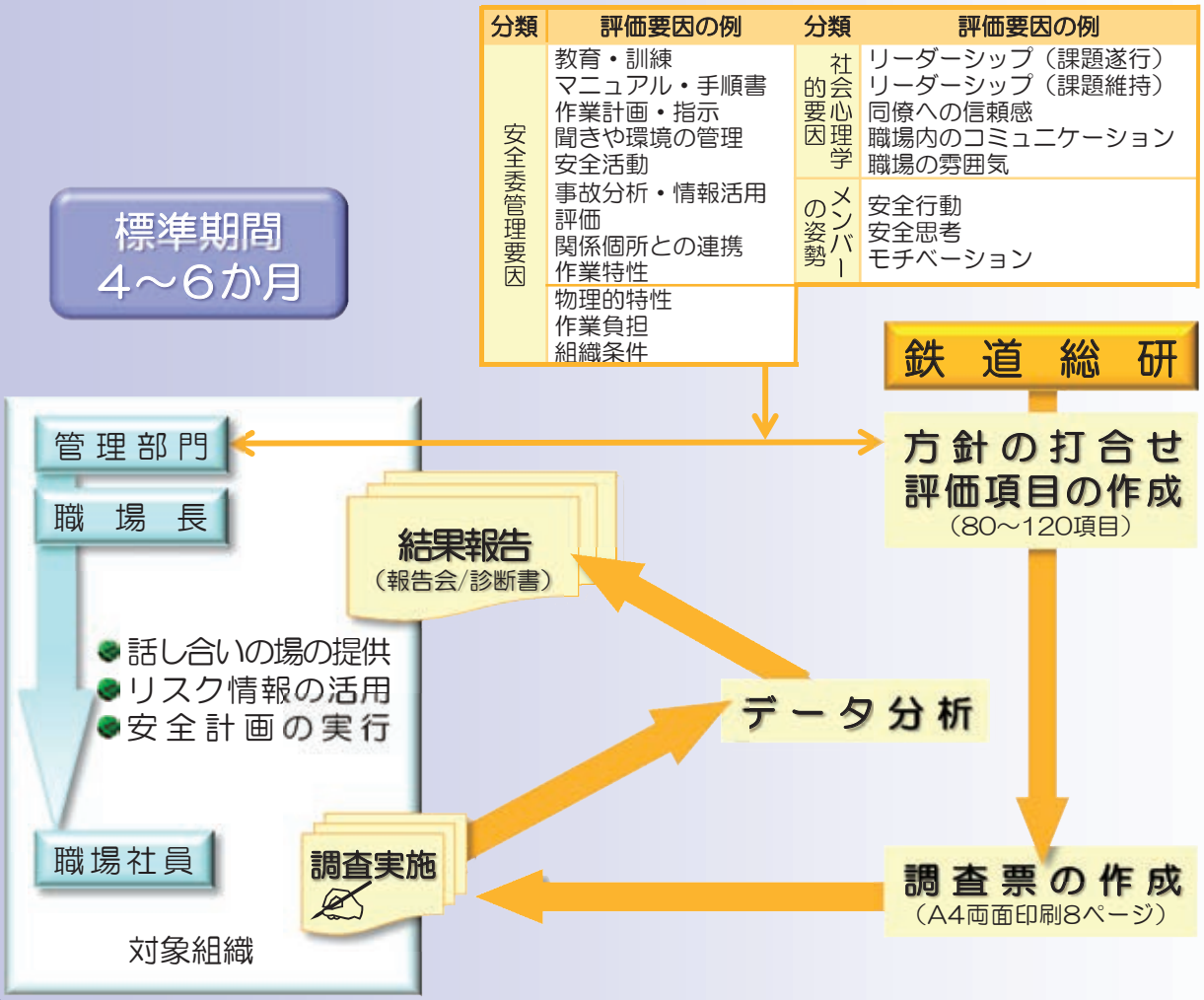
【概要】

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。

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	社会心理学的要因	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
		メンバーの姿勢	安全行動 安全思考 モチベーション
	物理的特性 作業負担 組織条件		



安全風土の調査分析の仕組み

ヒューマンエラーのリスク分析・リスク管理支援

人間科学研究部

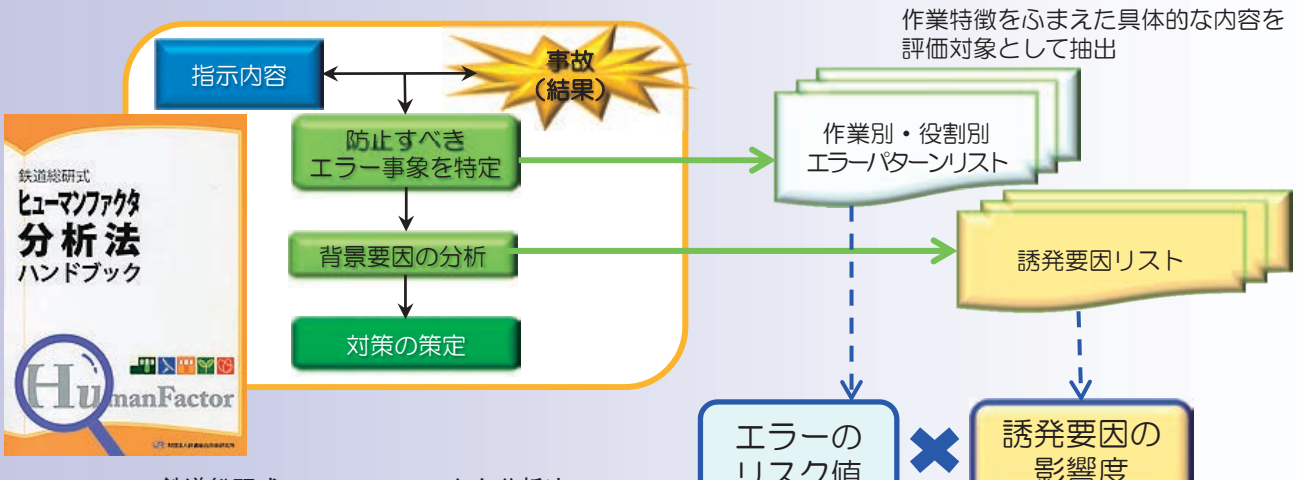
効率的なエラー防止対策の実施に向けて

【概要】

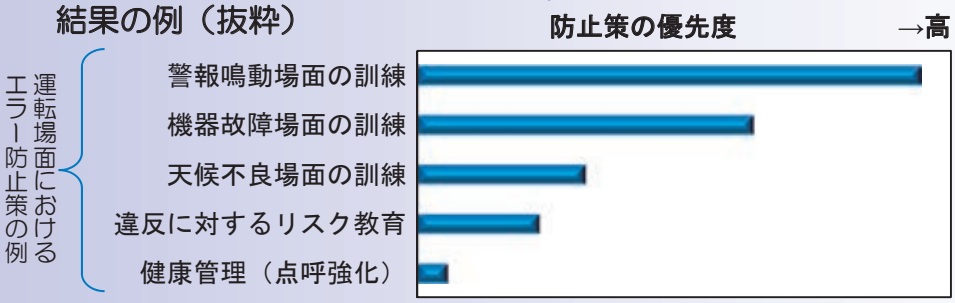
効果的なエラー防止策を効率的に実施するには、どのような場面における、どのようなヒューマンエラーが、どのくらいの頻度で、どのような被害の事故につながる可能性があるのかを把握することが必要です。エラーのリスク分析やリスク管理に関する技術指導や調査の実施等の相談をお受けしています。

【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。



鉄道総研式ヒューマンファクタ分析法



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

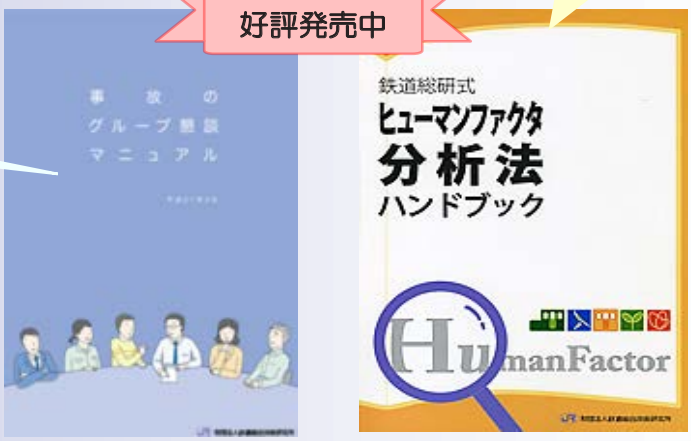
- 鉄道総研式ヒューマンファクタ分析法
- 事故のグループ懇談手法
- ヒューマンエラー防止の基本的な考え方
- ヒヤリハット情報の集め方、扱い方
- リスクアセスメントのすすめ
- 安全風土の重要性と醸成方法

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）

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

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

シムエラー（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

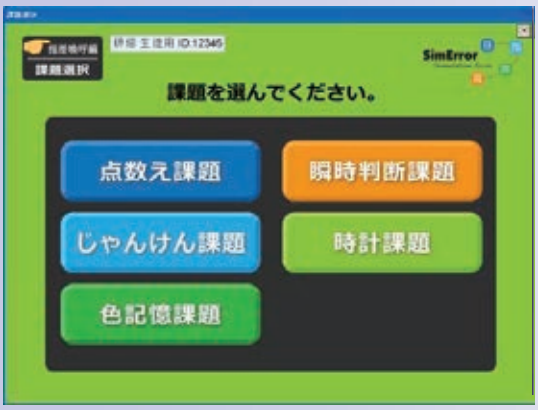
指差喚呼の効果を実感し、積極的に実行したくなる

【概要】

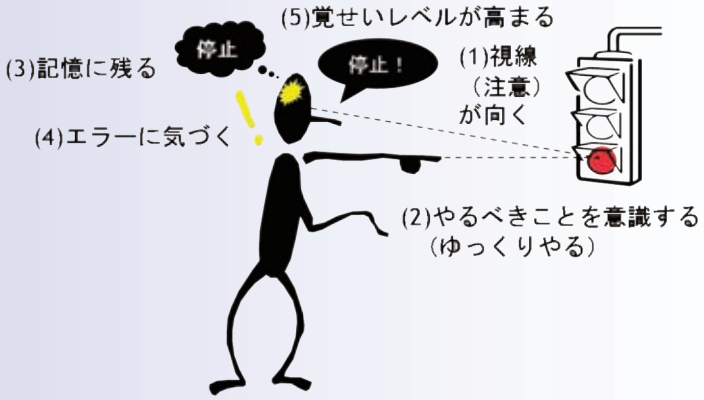
本ソフトウェアは、集団研修の中で使用し、受講者に指差喚呼のエラー防止効果を体感していただくものです。ソフトを通じてエラー防止効果を体感することにより、指差喚呼を実施しようという意識を高めていただくことを目指したものです。

【特徴】

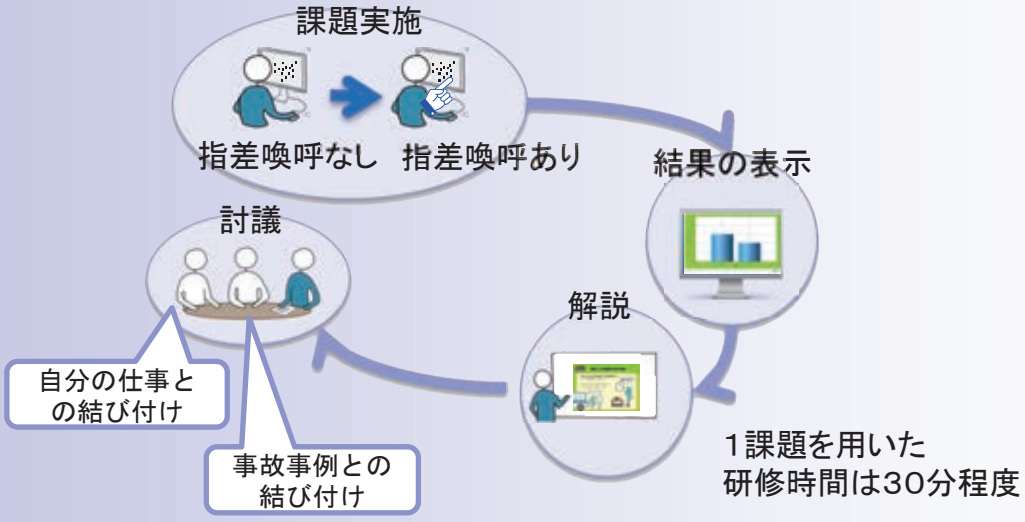
指差喚呼の５つのエラー防止効果を５つの課題により体感することができます。多くの人が効果を実感できるように、課題を調整しています。研修の中で、指差喚呼と仕事場面でのエラーとの関係について討議し、作業場面とのリンクを深めるような手法についても別途ご指導いたします。



シムエラー画面例（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。

運転訓練用振り返り支援システム

人間科学研究部

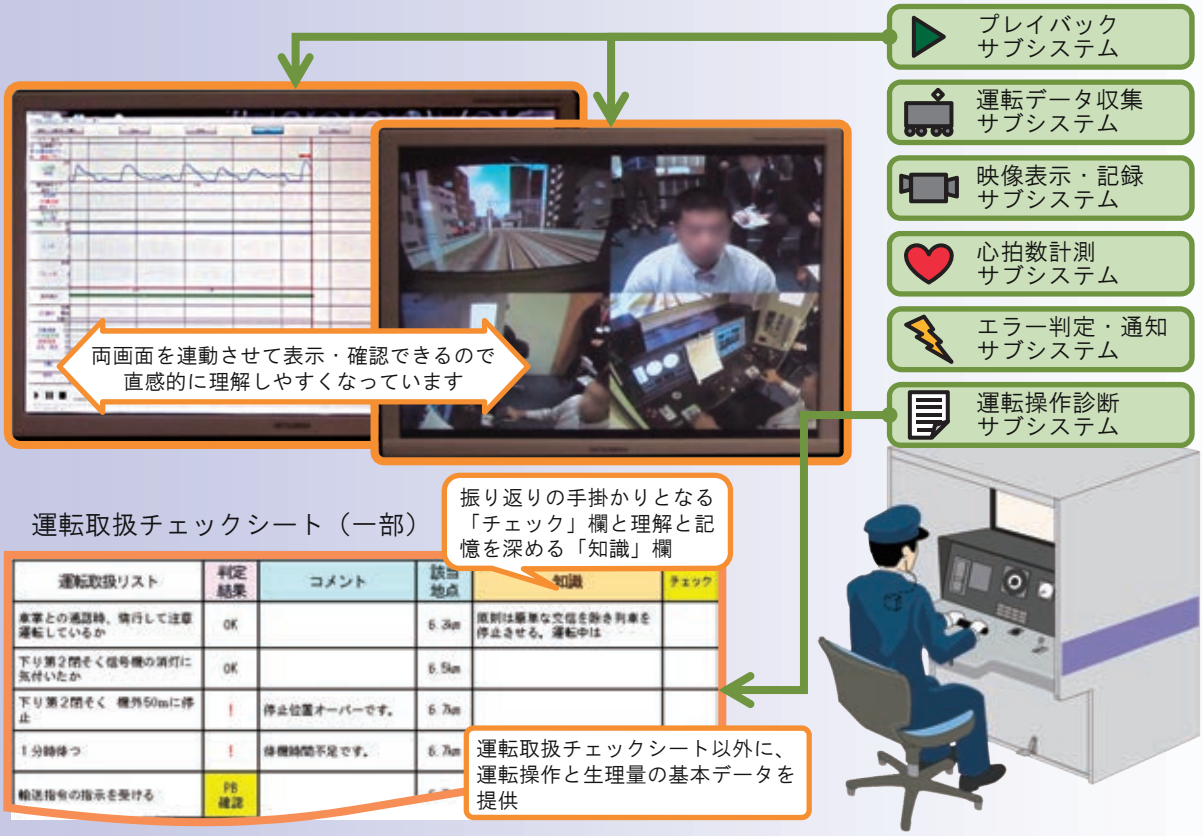
運転士の異常時対応スキルを向上させる

【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。



振動試験装置

車両構造技術研究部

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。

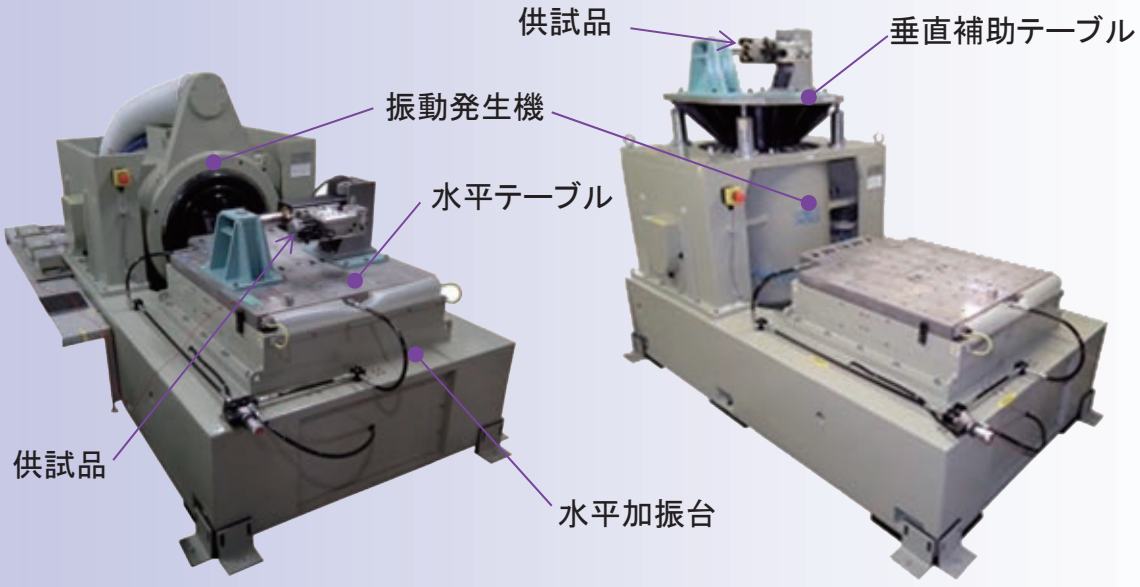
【特徴】

- 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　980m/s^2・51mm(p-p)
- 最大搭載質量・寸法　500kg・幅0.8m×奥行き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。



水平加振状態　垂直加振状態

振動試験装置外観

台車の調査

車両構造技術研究部

台車枠の溶接状態を調べる

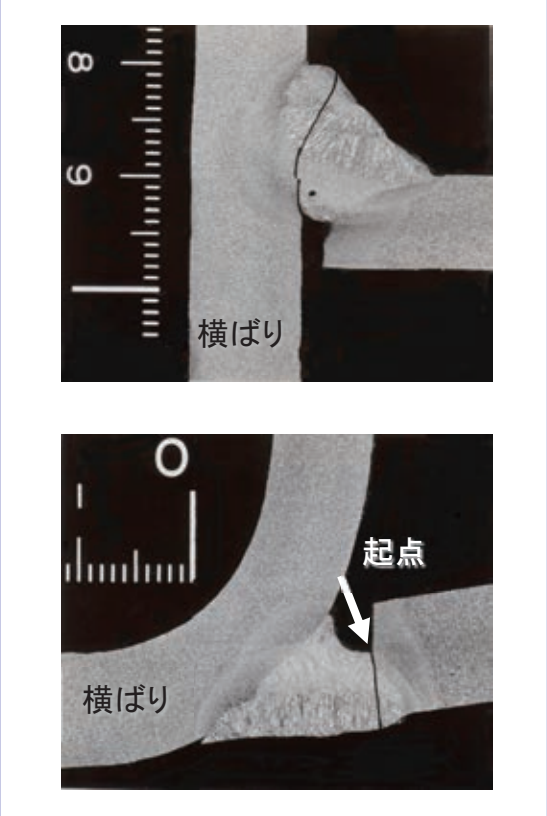
【概要】

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。

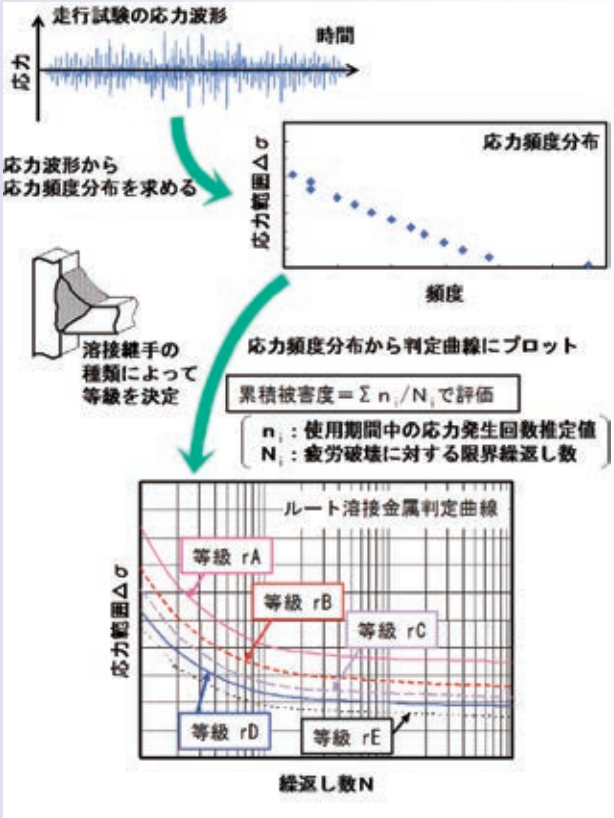
台車枠の溶接状態調査では、過去の損傷事例、応力測定結果などに基づき選定した溶接部を切断し、断面の溶接状態について、必要強度を考慮して総合的に評価します。

【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。

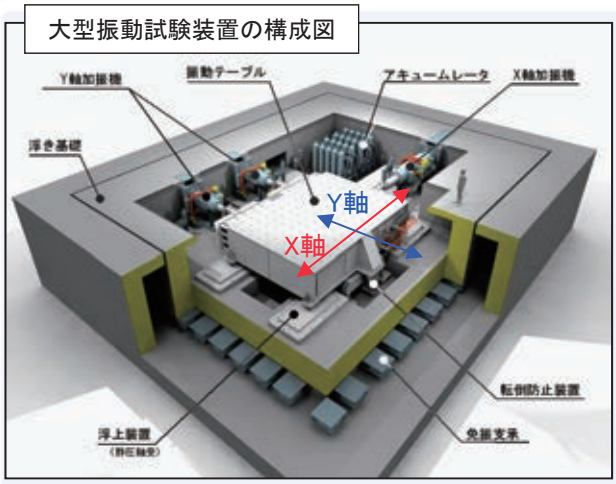
【特徴】

［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。

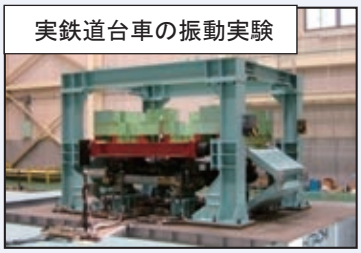
大型振動試験装置の構成図

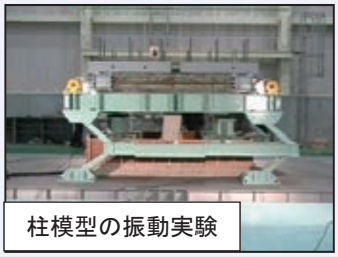


主要諸元:
加振方向：水平2方向
最大積載重量：50トン
テーブル寸法：7m×5m
最大変位：　X軸 ±1000mm，Y軸 ±500mm
最大速度：　X軸 150cm/sec，Y軸 75cm/sec
最大加速度：X軸 ±1000gal，Y軸 ±2000gal
加振周波数：0.01～20Hz

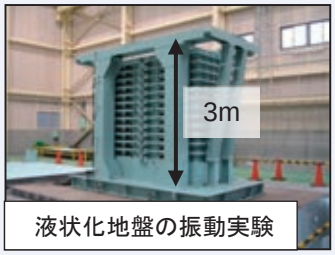
実験対象: 実台車、実軌道、
1/2スケールの高架橋柱、
1/5スケールの地盤

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

大型降雨実験装置

防災技術研究部

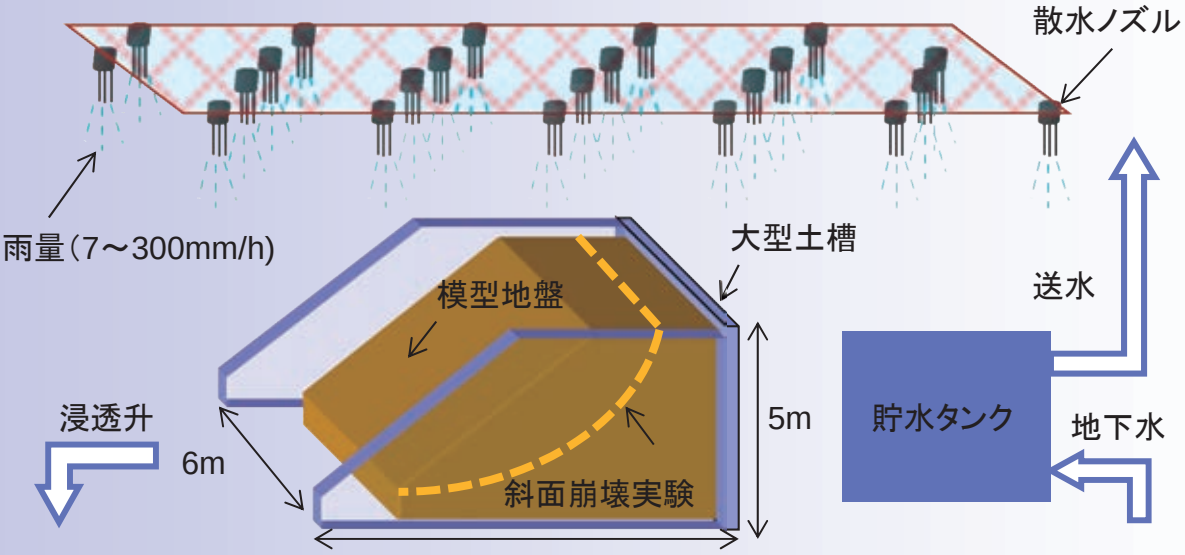
天候に影響されず降雨を自由に制御できる実験装置

【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。

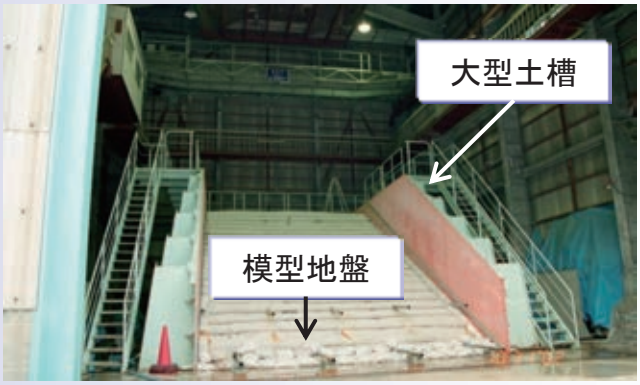
【特徴】

- 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。



大型降雨実験装置の概要

ノズルからの散水状況



実物大盛土を用いた実験の様子

鉄道信号システムの開発支援

信号･情報技術研究部

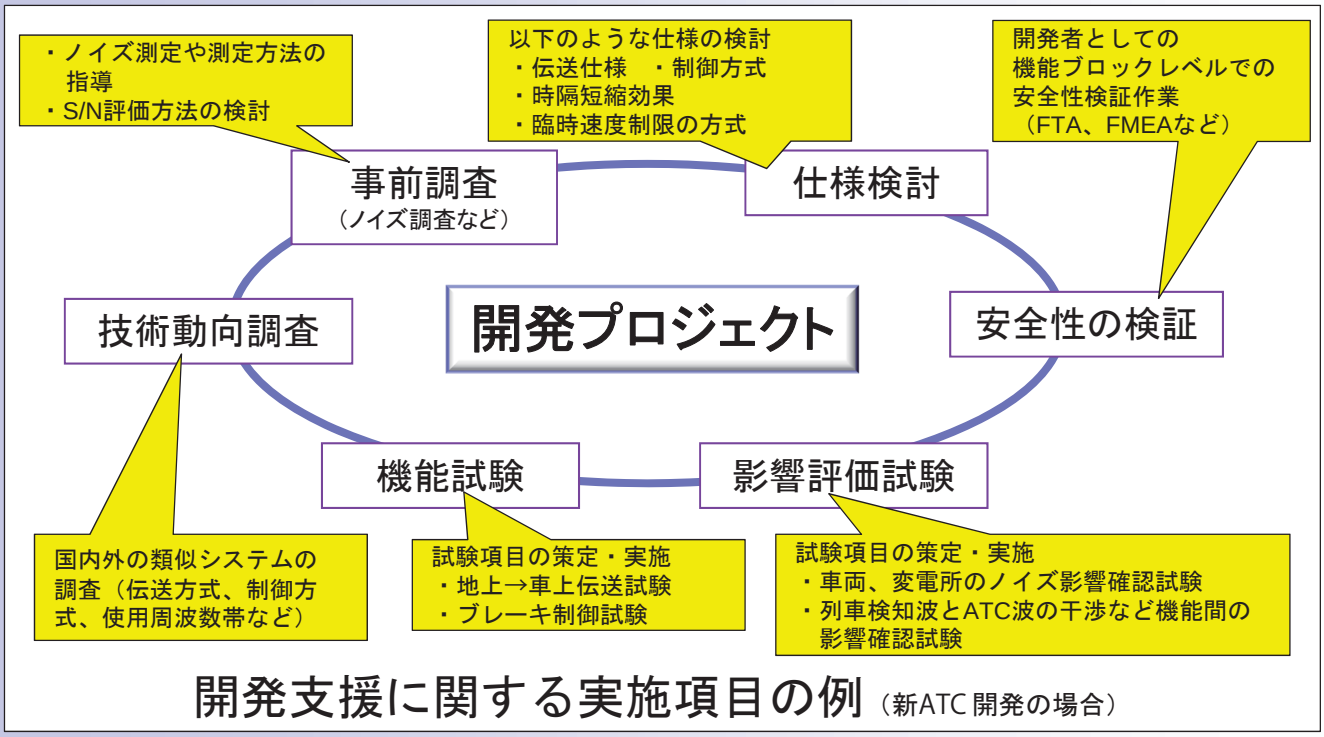
最新の技術動向を踏まえた技術支援

【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、電気的・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。



開発支援に関する実施項目の例（新ATC開発の場合）

必要な体制で支援

【鉄道総研での開発例】
・デジタルATC　・ATS-Dx
・新型減摩器　・転てつ機モニタ
・低周波MSK軌道回路

軌道関連試験装置 （1）

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され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。

［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。

［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きの性能評価試験、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

［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）

［軌道動的載荷試験装置］

新型まくらぎの耐久性試験、弾性まくらきの耐久性試験、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

［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）

材料評価試験装置

材料技術研究部

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、動的載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、φ400 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。

車輪踏面熱き裂の発生判定

材料技術研究部

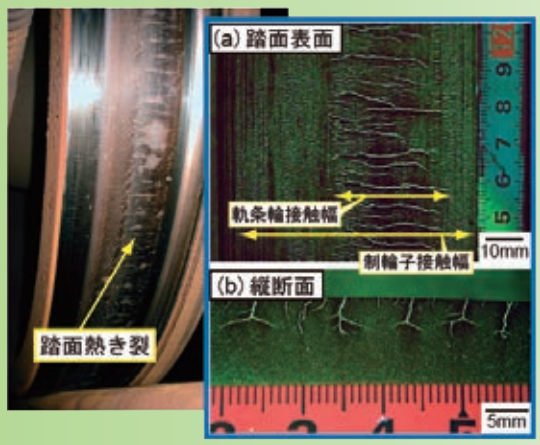
車輪最高温度と減速度から踏面熱き裂の発生有無を判定

【概要】

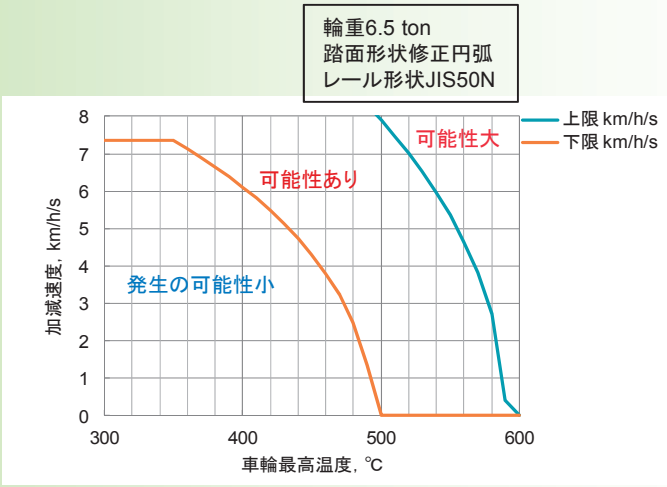
車輪踏面熱き裂は、踏面ブレーキを使用する一部の車両の車輪踏面に発生するき裂損傷です。このき裂が発生すると頻繁な車輪転削が必要となり車輪寿命も短くなります。これまで発生原因や発生条件は不明確でしたが、鉄道総研の開発した手法では、熱き裂発生の有無を「車輪最高温度」と「車両減速度」に基づいて判定することを可能としました。

【特徴】

- 車両諸元に応じ、踏面熱き裂の発生リスクを定量的に評価できます。
- 制輪子の改良やブレーキ制御の最適化等、踏面熱き裂対策を考慮した車両のブレーキ装置の設計にも活用できます。



車輪踏面熱き裂の外観・断面形状
実車の例（左）、実験での再現例（右）



踏面熱き裂発生判定の例

パワー半導体モジュール等の熱抵抗測定

車両制御技術研究部

半導体の熱抵抗を精度よく測定する

【概要】

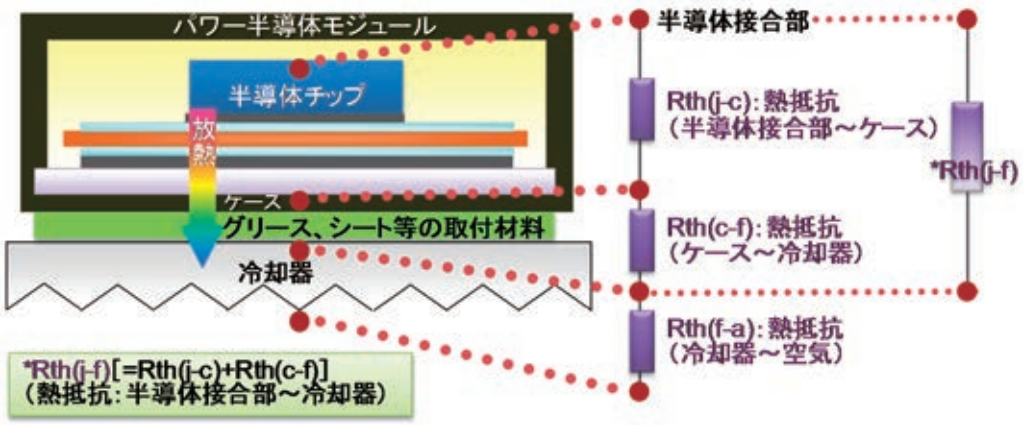
半導体（シリコン）チップは、150℃を超えるような高温では、正常に動作できません。半導体チップの温度上昇は放熱特性に左右されます。パワー半導体モジュール内の半導体チップは主に冷却器方向に熱が伝わり冷却されるため、熱抵抗が増加すると放熱特性が低下し、チップ温度の上昇につながります。

開発段階では、経年による熱抵抗の増加を予測することは困難です。基板に実装された小容量半導体部品から高耐圧・大電流パワー半導体モジュールまで、熱抵抗を非破壊で精度よく測定し、経年変化を把握することにより、放熱性能の劣化を推定します。

【特徴】

- 熱抵抗は、半導体接合部からケースまで、ケースから冷却器まで等、目的に応じて精度よく測定することが可能です。
- 非破壊検査であるため、測定後も使用することが可能です。

パワー半導体モジュールの熱抵抗測定例

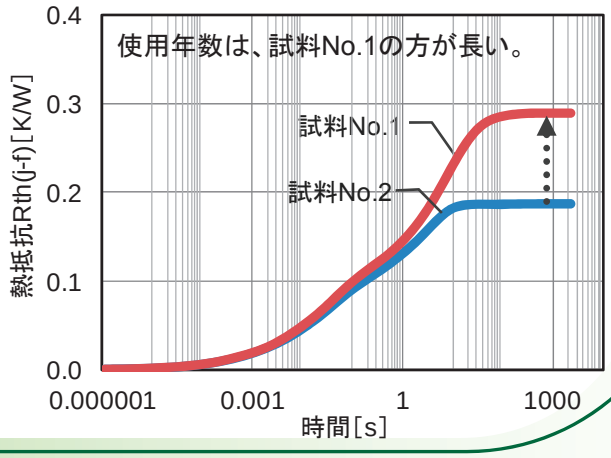


使用年数の異なる試料2台の
熱抵抗測定例
[Rth(j-f):半導体接合部～冷却器まで]

・試料No.1:Rth(j-f)=0.288759K/W
・試料No.2:Rth(j-f)=0.187574K/W

熱抵抗Rth(j-f)は、使用期間中に、約1.5倍増加し、放熱性能が劣化していることがわかります。

使用年数の異なる試料の熱抵抗Rth(j-f)の測定例



コンクリート構造物の調査・診断

材料技術研究部

コンクリート構造物の劣化を診断

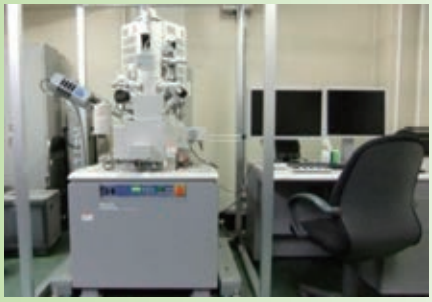
【概要】

コンクリート構造物の様々な劣化現象に対して、現地調査や種々の分析機器を用いた測定を行い、劣化機構解明や劣化の進行予測、補修方法の提案等に関する調査・診断を行います。原因不明の劣化を生じたコンクリート構造物の劣化原因解明にも取り組んでいます。

【特徴】

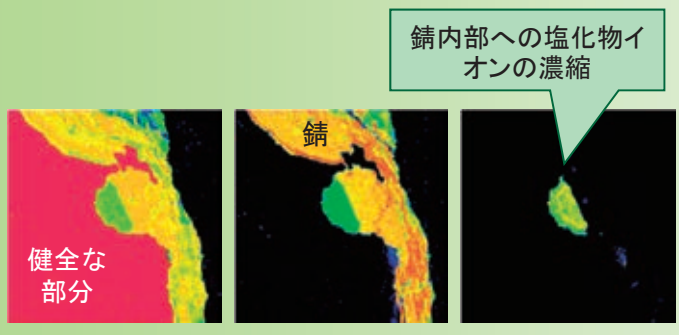
- 現地調査により、構造物の劣化状況を明らかにするとともに、現地で測定可能な非破壊・微破壊調査やコンクリート試料採取などを行います。
- コンクリート試料は、フィールドエミッション型走査電子顕微鏡（FE-SEM）、電子線マイクロアナライザやX線回折装置などの分析機器を用いて、微小領域での元素の種類や量の分析、劣化生成物の分析などを行い、劣化原因や劣化機構を解明します。
- これらの調査結果をもとに、これまでのノウハウを活かしながらコンクリート構造物を診断し、補修の要否や最適な補修方法を提案します。

現地調査

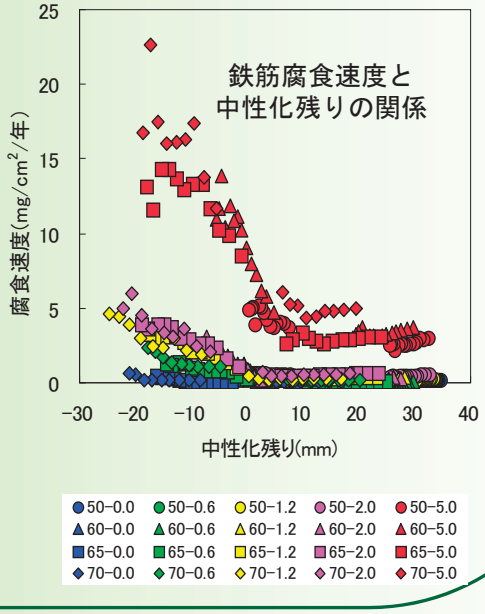


FE-SEM

X線回折装置



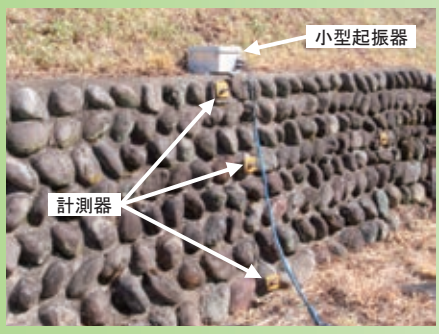
電子線マイクロアナライザによる
腐食した鉄筋の分析例
（塩害を受けた鉄筋の劣化診断事例）



基礎･土留め構造物の診断

構造物技術研究部

健全度診断用計測システム　IMPACTⅣ



【概要】

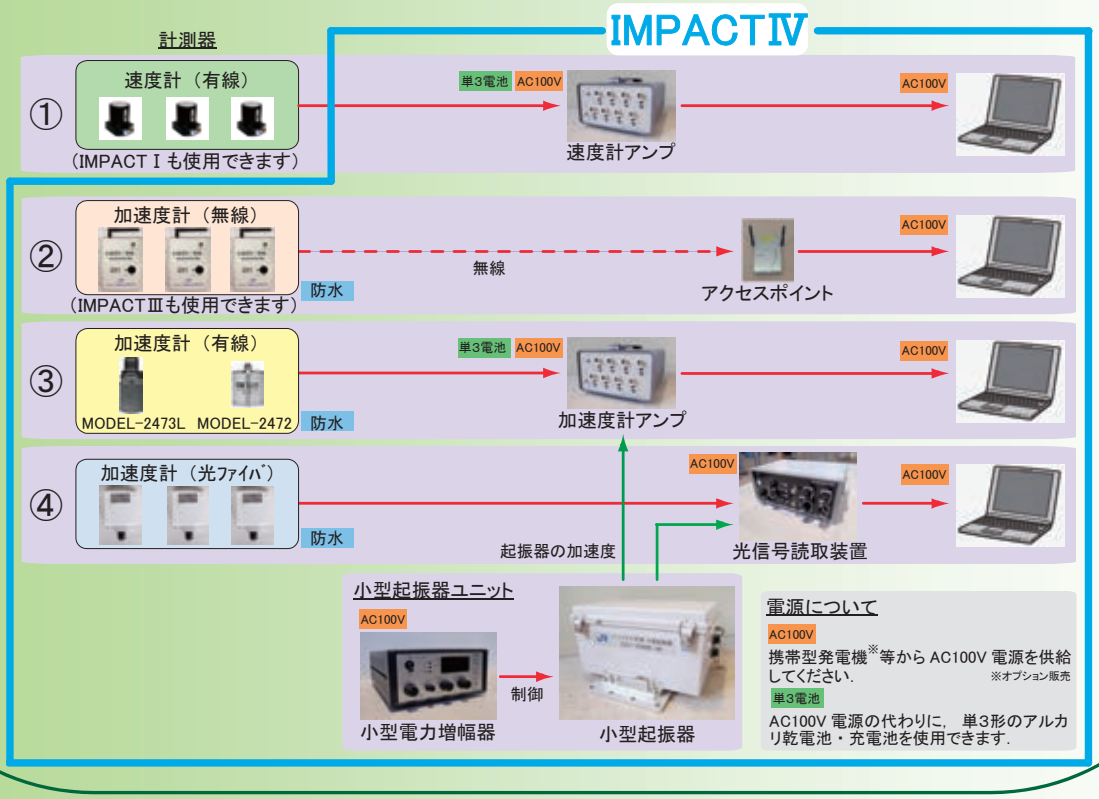
鉄道では、橋梁下部工の健全度診断法として「衝撃振動試験」が活用されています。そのサポートシステムとして「IMPACTⅢ」をご利用頂いてきましたが、後継機「IMPACTⅣ」をリリース致しました。新たに開発したセンサ類とともに、「小型起振器」の使用も可能となり、可搬性、再現性の向上とともに、土留め擁壁への適用拡大を図れます。

【特徴】

- 伝送距離、連続稼働時間が長い無線加速度計を使用できます。
- 起振器の使用により、可搬性、再現性が向上するとともに、高周波数域までの入力が可能となり、土留め擁壁への適用拡大が図れます。
- 低コストでセンサに電源供給を必要としない光ファイバ加速度センサを新たに開発しました。
- 従来の衝撃振動試験、微動計測にも対応しています。

【用途】

橋梁下部工・土留め擁壁の個別検査に適用



慣性正矢軌道検測装置

軌道技術研究部

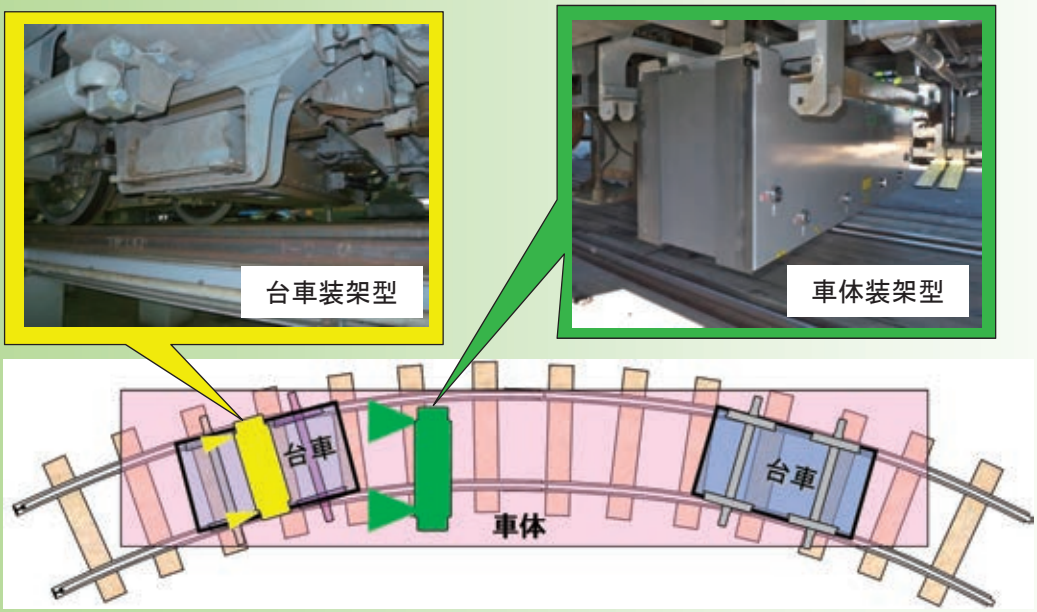
小型･軽量で低コストの軌道検測装置

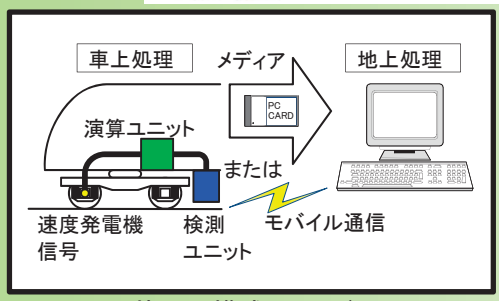
【概要】

加速度を積分して変位を求める「慣性測定法」に、一般的な軌道検測手法である「正矢法」の演算を組み合わせた、1断面の測定でこれまでの検測車と同じ波形が出力できる、小型・軽量で低コストの軌道検測装置です。

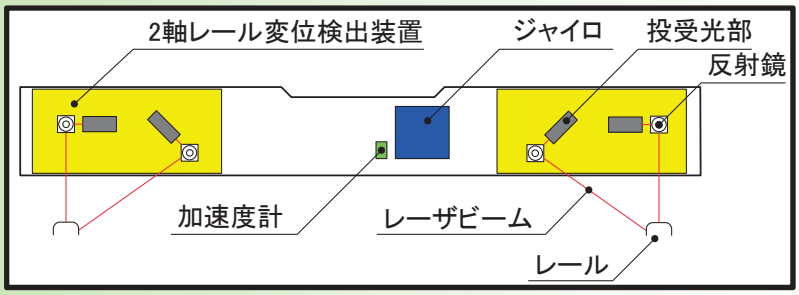
【特徴】

- 検測ユニットには、台車装架型と車体装架型があります。台車装架型はレール以外の物体が視野に入りにくく、高速・高精度な測定が可能で、欠線部でのダウンタイムが短いなどの特長があります。車体装架型は、測定範囲が非常に広くなり、また搭載可能な車両の選択肢も多くなるなどの特長があります。
- 汎用部品を用いて、価格を低減しました。
- 曲線正矢を含め、正矢法と同等の波形が出力されるので、これまでの検測結果と同じ取り扱いができます。





装置の構成イメージ



検測装置の構造

電車線路の架設精度診断

電力技術研究部

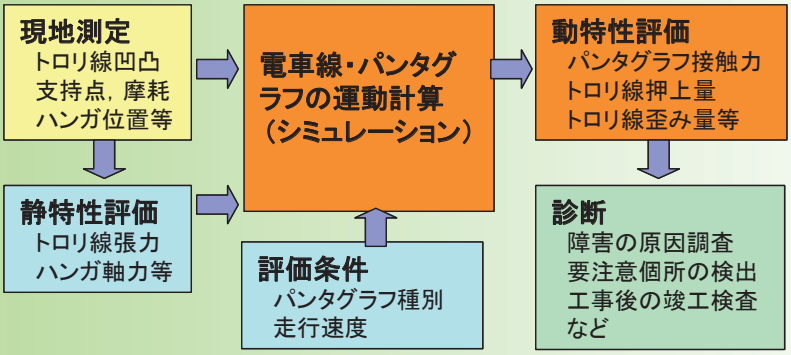
トロリ線の凹凸測定から架設精度を定量的に診断

【概要】

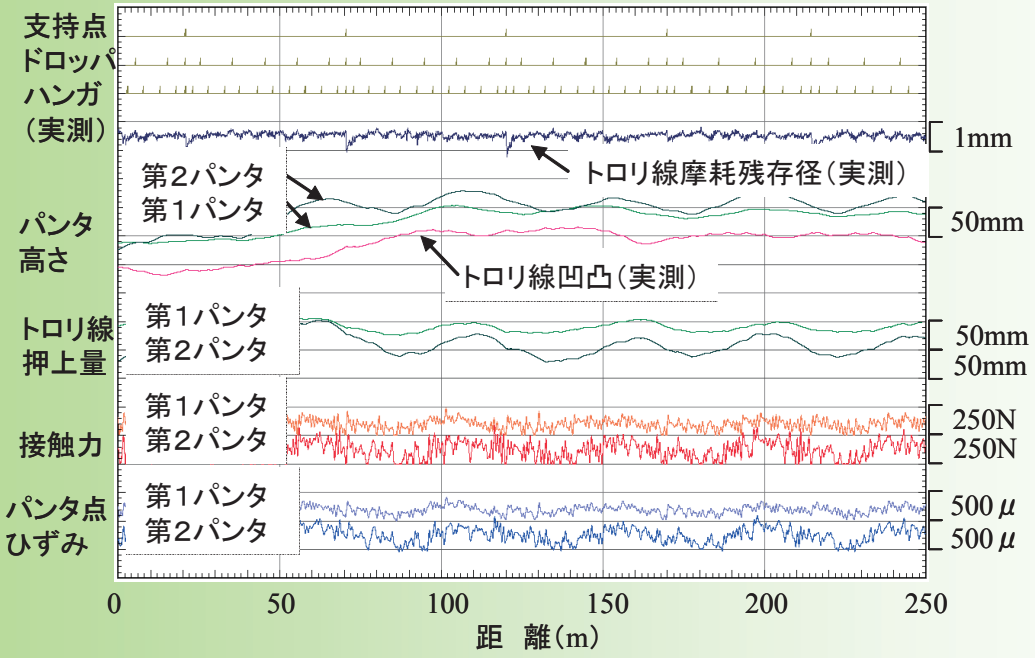
高速化に伴い架空電車線には高い架設精度が要求されますが、電車線構造やパンタグラフ種別、走行速度などによっても要求精度は異なります。本診断法は、トロリ線の凹凸測定結果に基づいて走行時の電車線・パンタグラフの運動や接触力変動などを推定することにより、架設精度の良否を定量的に診断するものです。

【特徴】

- トロリ線凹凸等の測定には、非接触式で高精度の電車線凹凸測定器や接触式の連続高さ測定器等を使用します。
- 現地測定データを電車線・パンタグラフ系の運動シミュレーションに入力し、パンタグラフの接触力や電車線の振動などを精度良く推定します。



電車線の架設精度診断法



電車線の凹凸測定結果とその架設精度診断例

画像情報を活用したパンタグラフの接触力測定

鉄道力学研究部

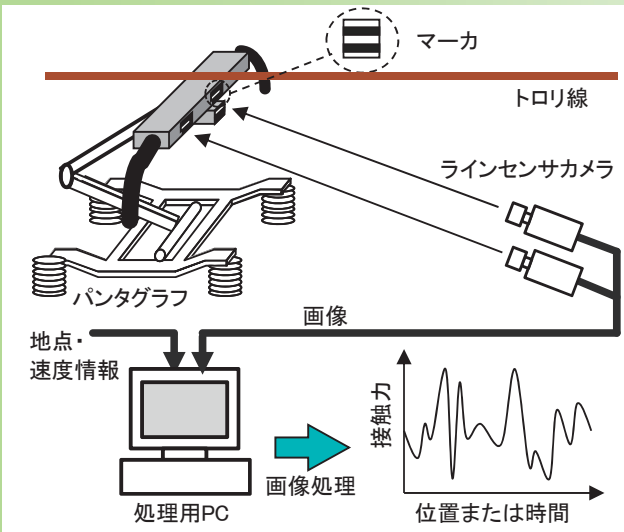
コンパクトな接触力測定システム

【概要】

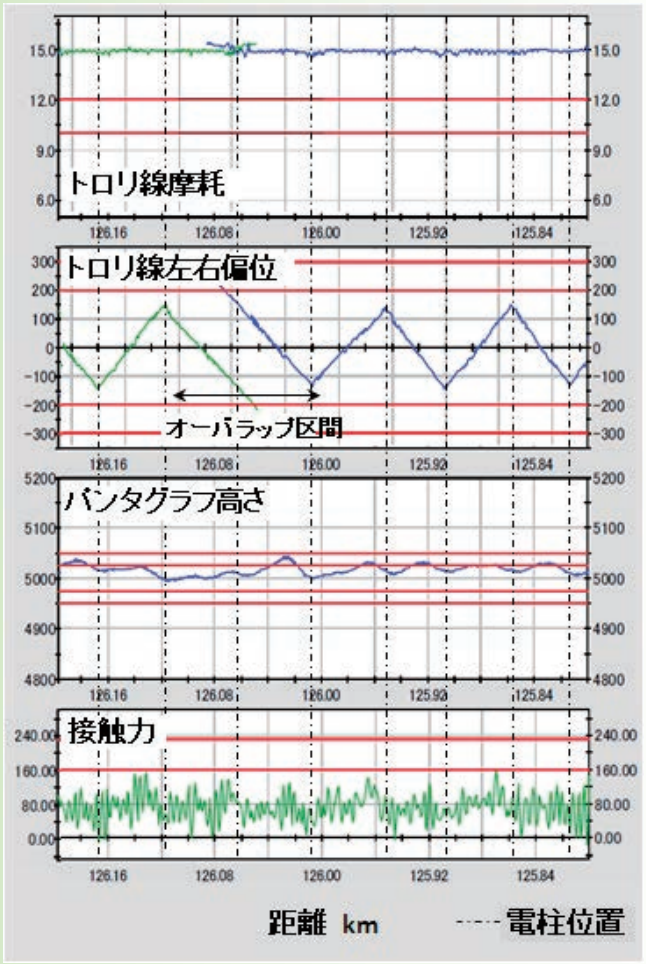
架線とパンタグラフとの間に作用する接触力は、集電系の性能評価における重要な指標のひとつです。従来の接触力測定手法は、パンタグラフの加圧部にセンサやデータ伝送装置を設置するため、ある程度の規模の測定系が必要でした。本測定手法はパンタグラフへ設置するセンサ数を大幅に少なくすることが可能であり、一般的なパンタグラフであれば、パンタグラフにセンサを実装することなく接触力測定が可能です。そのため、非常にコンパクトな測定系で接触力測定を実施できます。

【特徴】

- 一般的なパンタグラフであれば、パンタグラフ直近の屋根上に測定装置を取り付けるだけで接触力測定が可能です。
- 近年注目されている営業車検測への適用も容易です。
- パンタグラフ高さやトロリ線摩耗などを同時に測定することにより、架線とパンタグラフの動的挙動を総合的に把握することが可能です。



本測定手法の機器構成例



本測定手法を適用した接触力測定事例

※ 本手法は株式会社明電舎と共同で開発したものです

摩擦･摩耗･潤滑の評価試験

材料技術研究部

各種鉄道部材、潤滑油･グリースを総合的に評価

【概要】

車輪、レール、ブレーキ、パンタグラフのすり板などの基礎的な摩耗試験や耐久試験、潤滑油・グリースの性状分析や実物大の軸受を使用した性能評価試験および耐久試験を行うことで、摩擦・摩耗・潤滑に関わる各種部材を総合的に評価します。

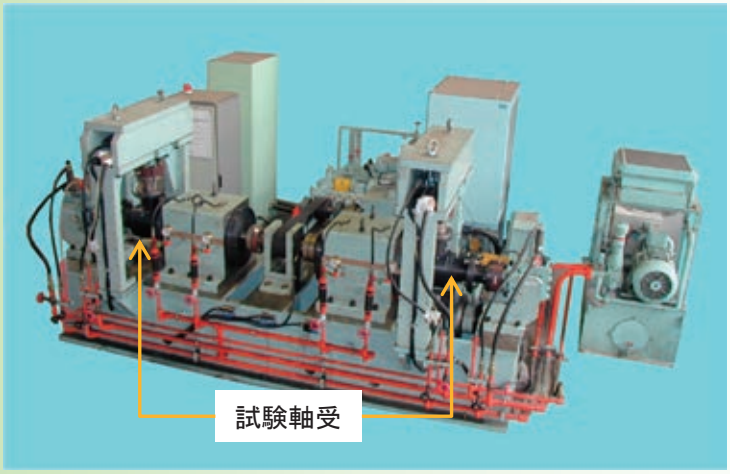
【特徴】

- 試験体の大きさ、形状や試験条件についてはご相談に応じます。
- 鉄道総研が有するトライボロジーの知見に基づいた評価を行うことができます。

車軸軸受耐久試験装置

鉄道車両用車軸軸受の性能および耐久試験を行う試験装置です。

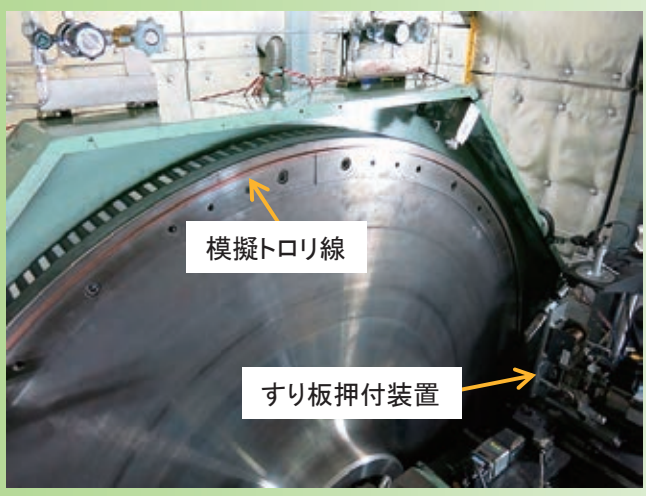
- 車軸軸受の試験規格に準拠した試験も可能です。
  - ・鉄車工規格JRIS J 0455
  - ・ヨーロッパ規格EN12082　等



高速用集電材摩耗試験機

パンタグラフすり板材料の摩耗特性評価を行う試験機です。

- 模擬トロリ線とすり板との間に、直流または交流100V、0～500Aの電流を流しながら、最高しゅう動速度 500km/hの試験が可能です。
- すり板と模擬トロリ線の摩耗量をリアルタイムで測定できます。
- 摩擦係数、離線アーク電気量などさまざまな物理量が測定でき、その結果に基づいてすり板材の摩耗特性を評価することが可能です。



鋼構造物塗装の耐久性評価および技術指導

材料技術研究部

防食塗装の耐久性能を評価する

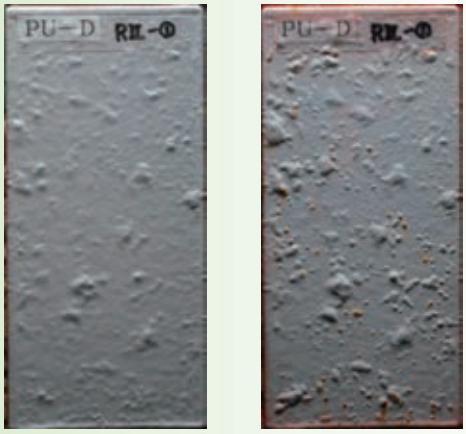
【概要】

鋼構造物の防食塗装には、長期間の耐久性をはじめとして様々な性能が求められています。これらの要求性能を評価するため、実環境を模擬した室内促進劣化試験方法を開発しました。

【特徴】

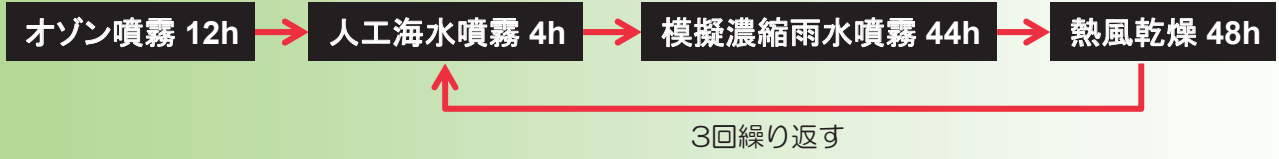
- 鋼構造物の防食塗装として一般的に用いられる複合塗膜について、実環境に暴露した場合と類似した塗膜劣化挙動を短期間に生じさせることができます。
- 試験鋼板には、新設時、塗替え時の塗装状態を考慮して、ブラスト鋼板とさび鋼板を使用します。さらに、さび鋼板には塗替え状況を考慮して、さび中塩分量の異なる3種類のさび鋼板が選択できます。

鉄道総研式複合サイクル試験機



サイクル前　20サイクル後

変状（塗膜膨れ）を生じた試験片



鉄道総研式複合サイクル試験の1サイクルの工程例

紫外線による促進耐候性試験

浮上式鉄道技術研究部

屋外使用機器の超促進耐候性試験が可能に

【概要】

長期間の屋外使用が前提となる機器（車両、電気、土木構造物等）や構成部材の適性を判断するため、耐候性（環境劣化特性）の評価が重要となります。本試験装置は定置にて対象機器の耐候性を短期間で評価することができる、超促進耐候性試験装置です。

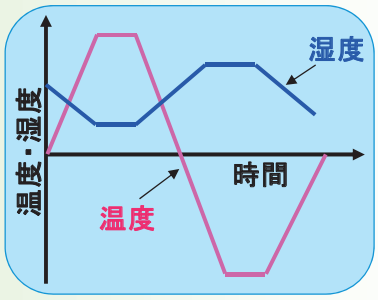
【特徴】

散水機能や紫外線照射機能を持つ大型恒温恒湿槽を有し、定値制御およびプログラム制御により、温度、湿度、散水（降雨）、紫外線の負荷を単独または複合的に加えることができ、様々な環境条件に対応可能な耐候性試験装置です。

光源にメタルハライドランプを使用し、紫外線領域を効率よく強化した超促進タイプの耐候性試験装置で、このような大型の恒温恒湿槽を有するものは、他に例を見ません。

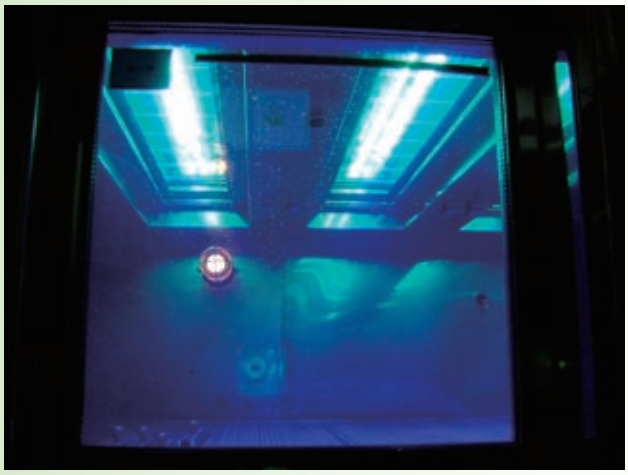
恒温恒湿槽内寸法	W:2500mm×D:1800mm×H:1700mm
温度範囲	−40℃～90℃
湿度範囲	20%～95%（4℃以上）
散水能力	450kg／Hr（時間降雨量100mm相当）
紫外線光源	メタルハライドランプ12kW×4灯
紫外線強度	400W／㎡（照射距離600mm）

超促進耐候性試験装置の主要諸元



プログラム制御により任意のパターン設定が可能

超促進耐候性試験装置外観



紫外線照射状況（装置内）

構造物関連の特許技術

構造物技術研究部

信頼性を損なわずに建設コストを削減

【概要】

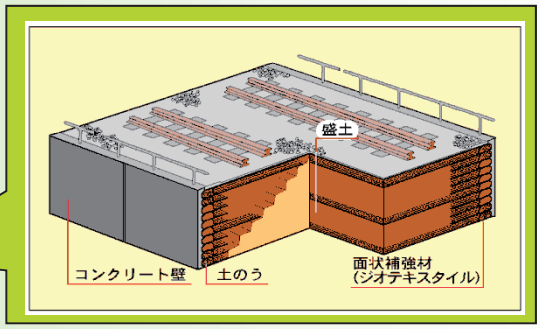
信頼性や性能を損なわずに各種構造物の建設コストや維持管理コストを削減するための工法を開発しました。また、既設構造物の耐震補強工法など、各種構造物の安全性向上に関する実用的な技術を開発しました。

【特徴】

- 耐震性を高め、コストを低減する実用的な技術です。
- 環境負荷低減が期待される工法です。

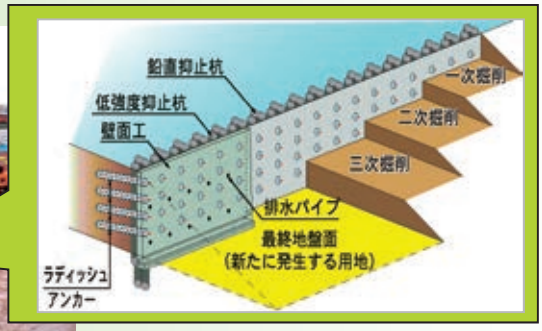
RRR工法

補強盛土一体橋梁

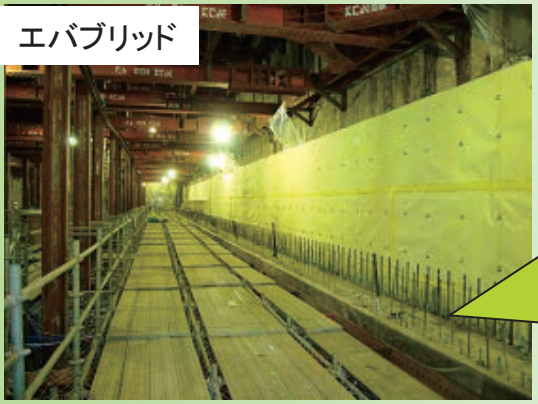


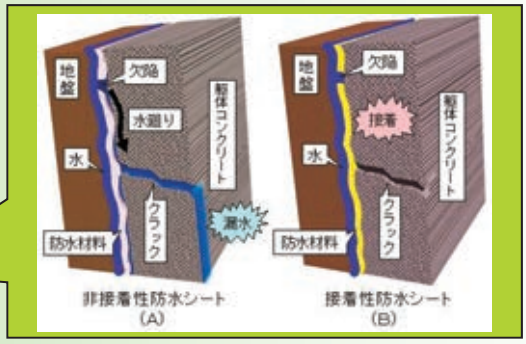
ラディッシュアンカー工法

補強土留め壁



エバブリッド





既設鋼橋のリニューアル工法

構造物技術研究部

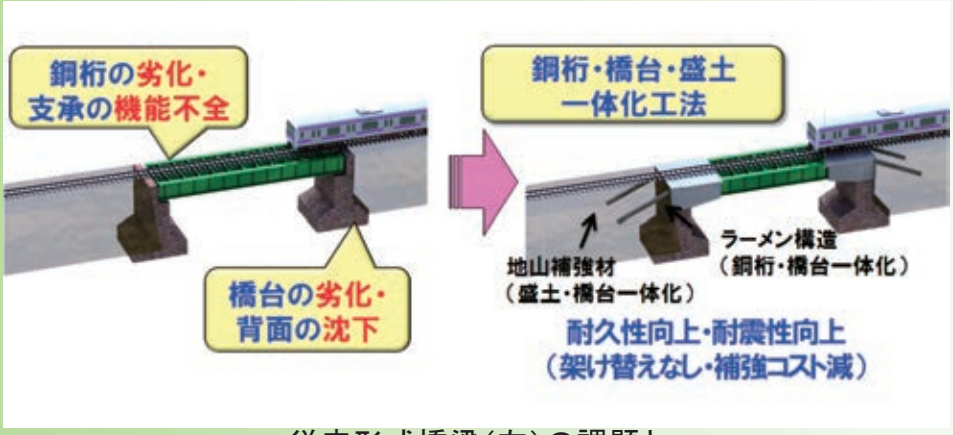
老朽化した既設橋梁も長く活かす

【概要】

鋼鉄道橋梁は、架設後50年以上経過している橋梁数が現存橋梁数の半数を超える状況にあります。経年に伴い補修・補強等の措置を必要とする橋梁数が増加していますが、代替の新設橋梁の構築は、工期が長く費用が膨大となります。鉄道総研の開発した工法は、既設の旧式鋼鉄道橋梁を活かし、延命化・高耐災化を図ることが可能となります。

【特徴】

- 鋼桁と橋台を剛結することにより、支承部のメンテナンスが不要となり維持管理費が低減します。
- 鋼桁と橋台を構造変更（ラーメン構造化）することにより、鋼桁中央に発生する断面力が低減し、旧式鋼桁を活かせます。
- 橋台と背面盛土を地山補強材で一体化することにより、橋台・背面盛土の耐震性が向上します。



従来形式橋梁（左）の課題と
鋼桁・橋台・盛土一体化工法（右：既設盛土一体化橋梁）

既設盛土一体化橋梁の実大試験橋梁による検証
（補強施工実験、性能確認試験）

アルカリシリカ反応抑制

コンクリートひび割れ補修材料

材料技術研究部

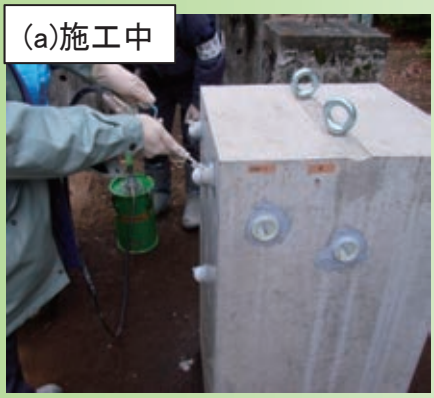
アルカリシリカ反応で生じたひび割れに注入して劣化を抑制

【概要】

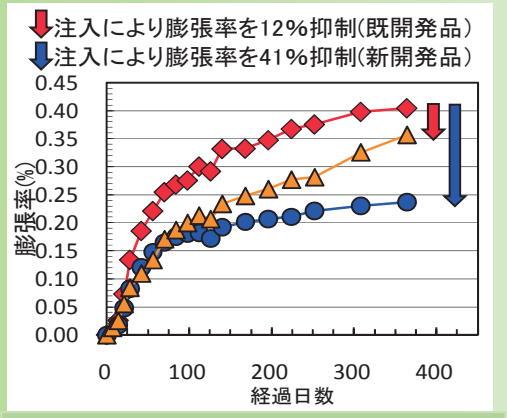
アルカリシリカ反応（ASR）により劣化したコンクリート構造物を補修するための注入材です。リチウム含有ゼオライトを用いており、ASR抑制効果も高くなっています。

【特徴】

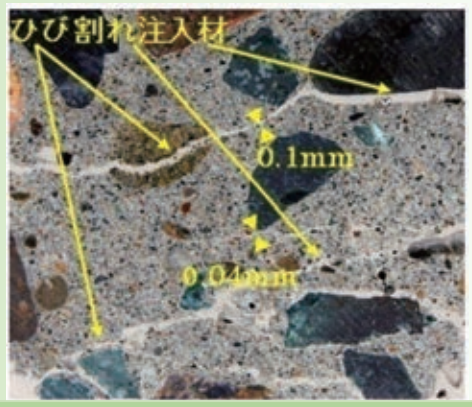
- ASRでひび割れが生じているコンクリート構造物のひび割れ部から低圧注入により注入し、ひび割れを充填します。
- 既存のASR抑制用ひび割れ注入材料と比較して、10%～30%程度、ASRに対する膨張抑制効果が向上しています。
- コンクリート表面でひび割れ幅0.2mm以上のひび割れからゴムの復元力を使用して低圧注入します。
- 0.04mm程度の微細なひび割れまで充填され、ASR抑制に効果を発揮します。



コンクリート表面の0.2mm以上のひび割れからゴムの復元力を使用して低圧注入します。



既存のASR用ひび割れ注入材より膨張を抑えます。



0.04mmのひび割れにも注入材が充填されています。

閑散線区向け拠点無線式列車制御システム

信号・情報技術研究部

電子閉そくシステムなど既存システムから容易にシステムを更新

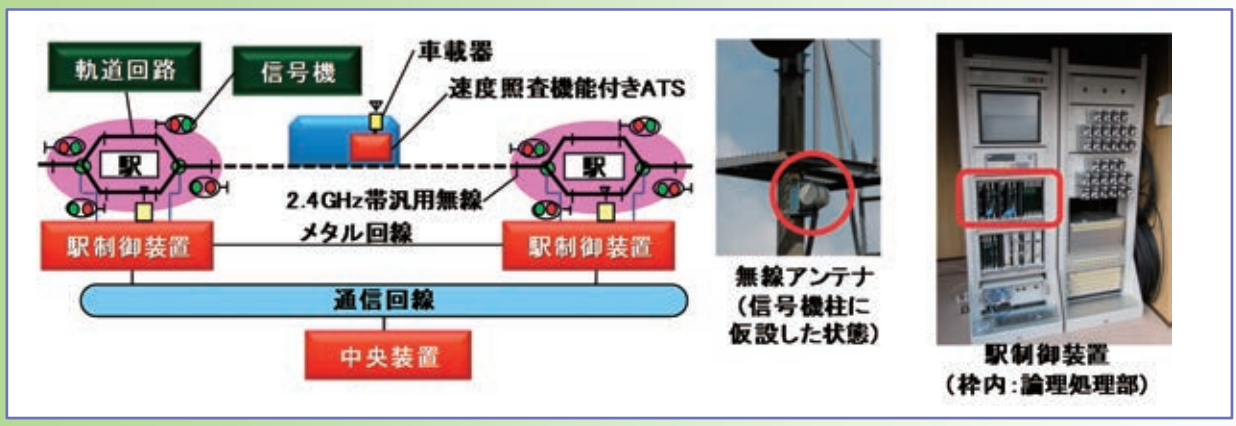
【概要】

閑散線区で使用されている電子閉そくシステムは、近年、設備の老朽化に伴い、継続的な使用が困難になっています。これに置換え可能なシステムとして、既存設備を活用した列車制御システムを開発しました。このシステムは、駅など制御の拠点となるエリアでの無線通信を使用することから、拠点無線式列車制御システムと名付けています。

鉄道総研では本システムの導入検討に対する技術的支援を行います。

【特徴】

地上信号機、軌道回路などの既存設備の活用、免許の不要な汎用無線技術の利用によって、大規模なシステムチェンジを行うことなくシステム置換えが容易にできる他、運転取扱いなどの考え方を大きく変える必要がありません。さらに、乗務員による進路設定要求操作や車載器運用の制約の解消、進路要求タイミングの誤りによる早発防止など、電子閉そくの課題を解決します。また、付加機能として速度照査式ATSと車載器を接続することで、踏切無しゃ断時に列車を停止させる踏切防護が実現できます。



システム概要

踏切防護機能

環境負荷低減・低炭素ジオポリマーコンクリート

材料技術研究部

CO_2を80%削減するジオポリマーコンクリートを開発

【概要】

ジオポリマー（GP）コンクリートは、製造過程で多くのCO_2を発生するポルトランドセメントを使用せず、火力発電所の副産物である石炭灰と水ガラスで作製します。そのため、CO_2低減効果に優れ、かつ産業副産物の有効利用の観点からも優れた材料です。

【特徴】

- 石炭灰や高炉スラグ等の産業副産物を利用し、一般的なコンクリートと比較して、CO_2の発生量をおよそ80%低減します。
- 圧縮強度はアルカリ量でコントロールでき、100N/mm^{2}超の高強度コンクリートも作製できます。
- アルカリシリカ反応・酸劣化等の化学的な反応に対して高耐久です。

10%硫酸浸漬試験してもGPはほとんど劣化しません

【試作例】

- 硫酸塩等の劣化のため、コンクリートPCまくらぎが使えない箇所用のGP-PCまくらぎを試作して、それが要求性能を満たすことを確認しています。
- 鉄筋数を減らした繊維補強ジオポリマー短まくらぎを試作し、それが要求性能を満たすことを確認しています。

GP-PCまくらぎ
PCコンクリートも作製できます

鋼繊維補強GP短まくらぎ
繊維補強で鉄筋を減らすことも可能です

トンネル覆工FRP 帯板接着工法

構造物技術研究部

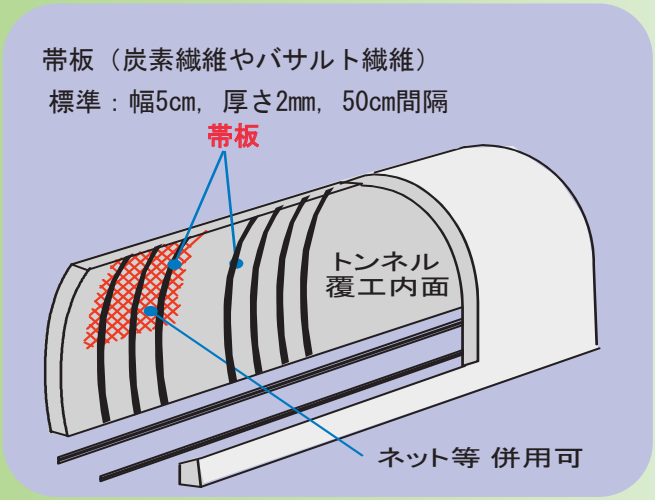
限界余裕の少ないトンネルに適用可能な補強工法

【概要】

帯板（炭素繊維プレートやバサルト繊維プレート等）と、ネットや繊維シート等を組み合わせたトンネル内面補強工法です。帯板をパテ材で覆工に接着し、必要に応じて帯材の間にネットや繊維シートを施工します。

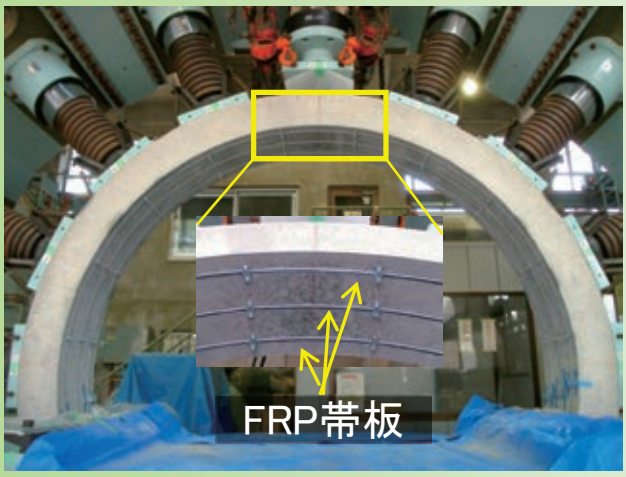
【特徴】

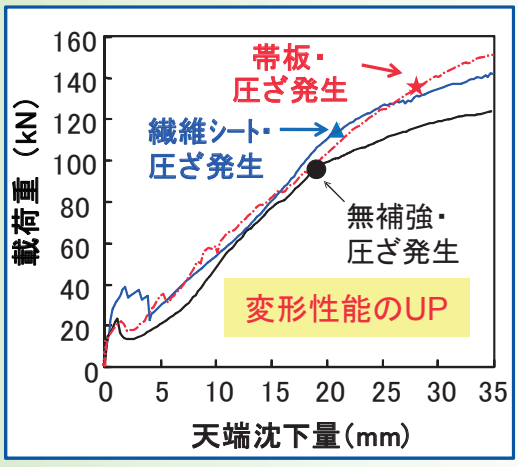
- 帯板による補強効果の他、ネットを追加することにより剥落防止効果も得られます。
- 厚さ2mmの帯板を使用する場合、内空の阻害は3mm程度ですみます。
- 帯板をパテ材で接着する工法であることから、不陸に強く、施工性が良好です。
- その他、施工後も覆工表面の検査が引き続き可能となります。



工法イメージ

補強完了状況





補強効果（大型トンネル覆工模型実験結果）

トンネル補強工の効果の予測評価

構造物技術研究部

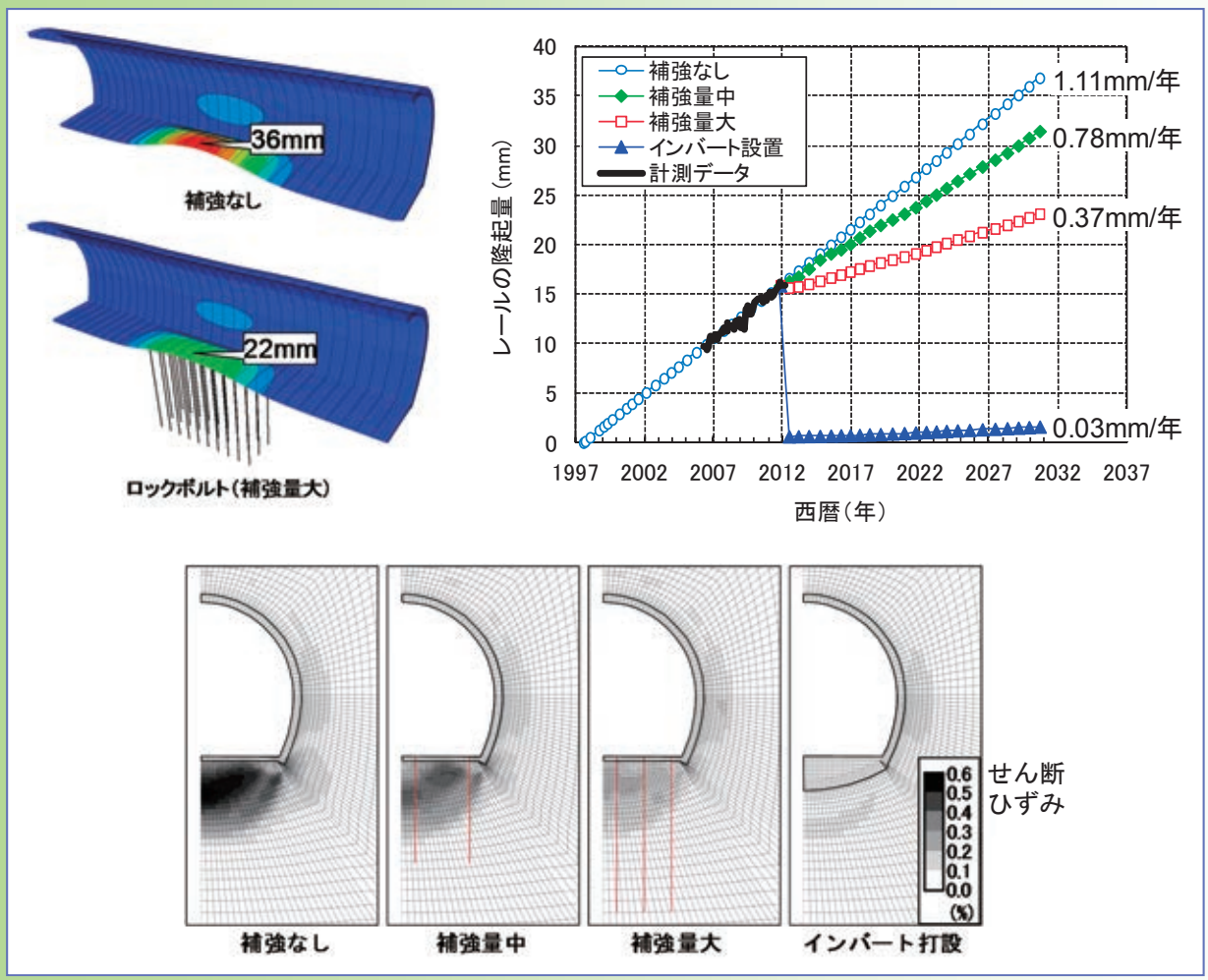
トンネル変状を数値解析で予測し補強効果を評価

【概要】

トンネルは周辺地山からの地圧を受け、内空への変形、ひび割れといった変状が経年とともに進行することがあります。そのような変状現象を数値解析で再現した上で、各種補強工の効果を予測・評価し、合理的な補修時期、補修工法について提案します。

【特徴】

- 裏込注入、ロックボルト、内巻工といった補強工を数値解析でモデル化します。
- 三次元的な挙動がトンネル変状に現れている場合には三次元解析により評価します。
- 地山の強度が時間とともに低下すると考え、補強工の効果を時間軸で評価します。



山岳トンネルの盤ぶくれ変状に対する補強効果の評価例

Uドップラー（構造物診断用非接触振動測定システム）

鉄道力学研究部

構造物の振動やたわみを非接触で測定

【概要】

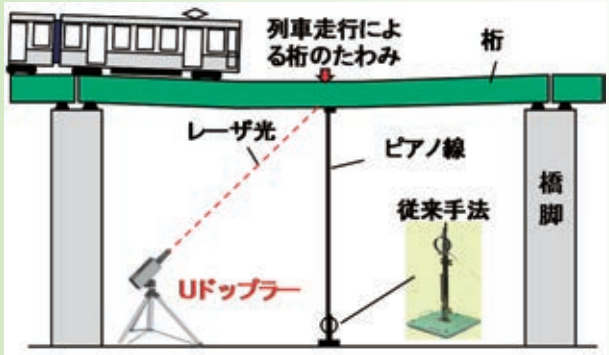
構造物の常時微動や列車走行時振動を、数十m離れた場所から非接触測定できる装置です。高架橋や橋梁などの構造物を対象として、日常点検、災害時の損傷検出、および各種調査を目的とした、様々な振動測定作業に適用可能です。

【特徴】

- 構造物の振動をワイドレンジかつ長距離非接触で測定可能です。
- 常時微動など微小な振動を高精度に測定できる補正技術が適用されています。
- シンプルな装置構成で、データ収録・解析ソフトもインストール済みです。
- 反射ターゲット形成装置を用いれば、百m以上離れた場所からの微動測定も可能です。

Uドップラー外観

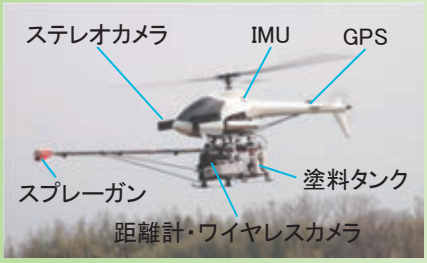
	仕　　様
サイズ・重量	113×141×351 m・約5.5 kg
電　源	バッテリ（DC16 V）またはAC100V
レーザ光量	安全規格クラス2
測定速度範囲	0.2 μm/s～100mm/s
応答周波数範囲	DC～600 Hz
測定距離	約1～100m程度（反射テープ使用時）



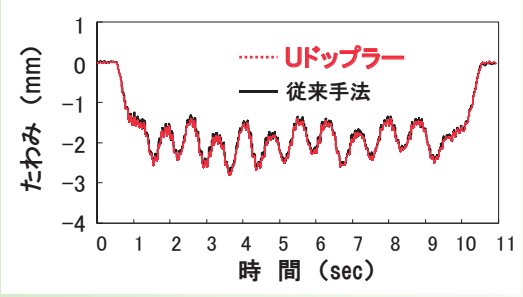
桁たわみの非接触測定手法と従来手法

発射機式

遠隔制御式



反射ターゲット形成装置



桁たわみの測定例
（従来手法と同等の結果が得られます）

ラインセンサを用いたトンネル覆工面の連続撮影
（トンネルスキャナー）

信号・情報技術研究部

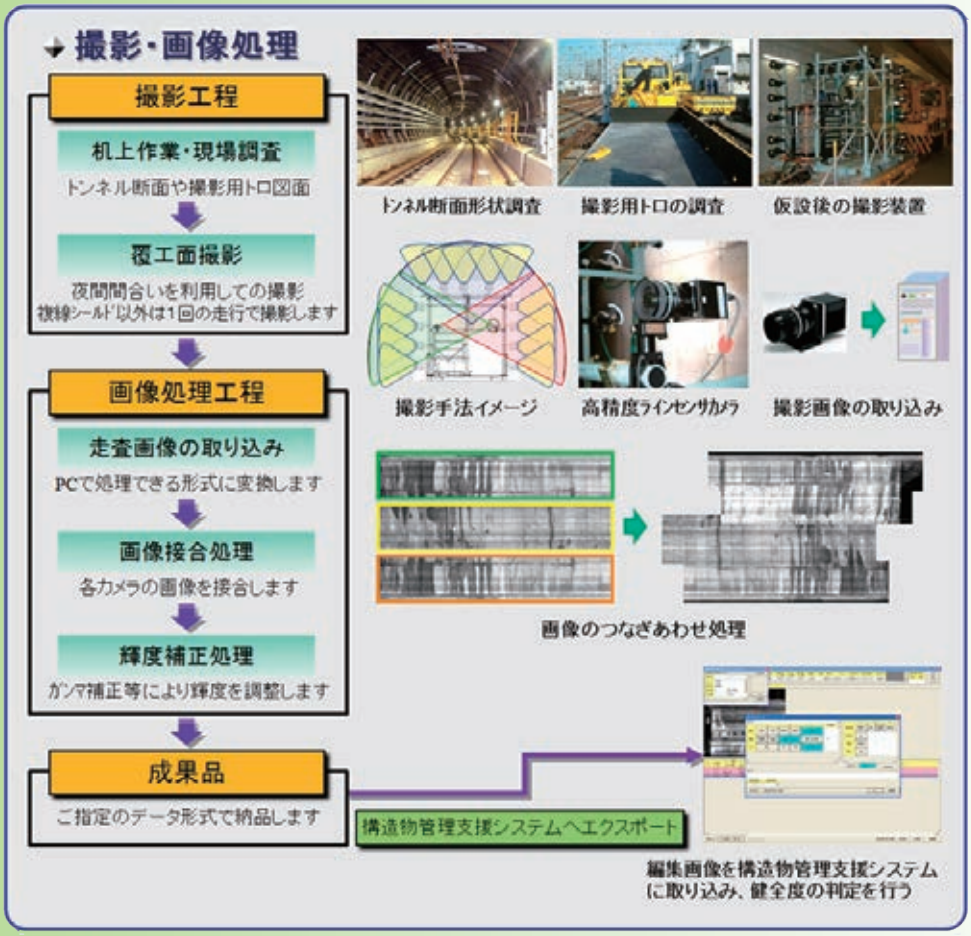
徒歩巡回による目視調査から、確実な室内作業へ

【概要】

トンネルスキャナーは、ラインセンサーカメラを用いて、トンネル覆工面を線路方向に連続して撮影する技術です。複数のカメラを用いて全周の展開画像撮影が可能であり、徒歩巡回による労力のかかる目視調査を画像確認による確実な室内作業に移行することで、安全かつ高精度な調査を行うことができます。

【特徴】

- 現地作業は撮影のみであり、近接目視を全周にわたって行うことによる労力のかかる目視調査を省力化することができます。
- 高精度で広範囲にわたる画像を撮影できます。撮影速度は約20km/hと高速です。
- 数年毎に画像を撮影することで、変状の経年変化を画像から確認することができます。
- 別途ツールを利用することで、ひび割れの自動抽出も可能です。



トンネルの変状監視システム

構造物技術研究部

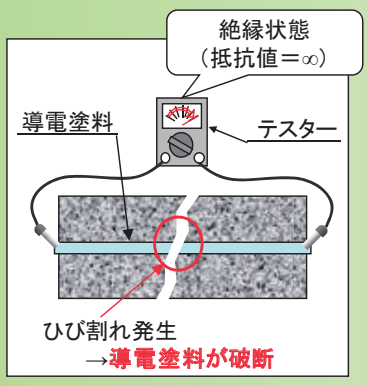
トンネルの変状をリアルタイムで監視

【概要】

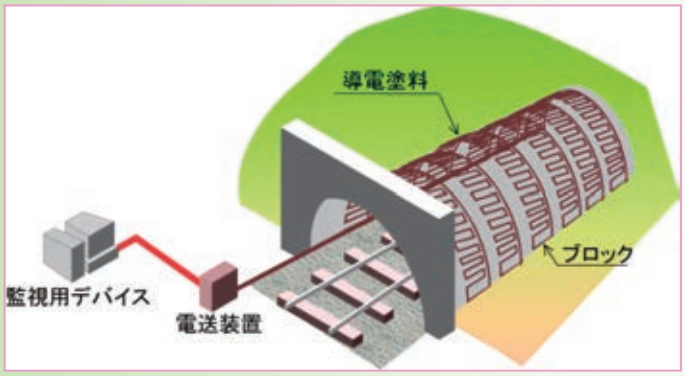
近接施工が実施される場合や危険性の大きな変状が見つかった場合等、トンネル変状の監視が必要となることがあります。導電塗料により、ひび割れの進展を瞬時に把握することができます。また、無線センサを使用すれば、ひび割れ幅、変位、ひずみといったデータを配線不要でリアルタイムに計測することができます。

【特徴】

- 導電塗料を覆工表面に帯状に塗布して回路を形成することで、点でなく面での変状監視が可能となります。
- 無線センサでは有線方式による計測で問題となる、煩雑な配線作業や配線の垂れ下がりなどが解消できるため、作業性や経済性が向上します。
- 無線センサは小型・軽量で省電力であり、容易に設置でき、さらに電池交換の頻度も少なくて済みます。

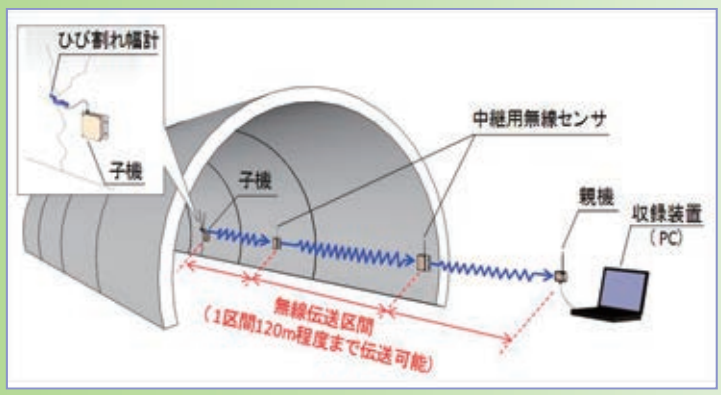


導電塗料の原理



導電塗料を用いた変状監視システムのイメージ

導電材料を用いたひび割れ検知システムは、(株)楢崎製作所と藤倉化成(株)との共同開発製品です。



無線センサを用いた変状監視システムのイメージ

無線センサ子機の構成

ラダー軌道

鉄道力学研究部

保守周期の延伸と構造物騒音の低減

【概要】

ラダー軌道は、プレストレストコンクリート製縦梁を鋼管製継材で連結したハシゴ状の縦まくらぎ（ラダーマクラギ）を用いた軌道です。バラスト上に敷設したバラスト・ラダー軌道と、低剛性ばねの防振装置または防振材で支持してコンクリート路盤から浮かせたフローティング・ラダー軌道があります。

【特徴】

バラスト・ラダー軌道は、保守周期の延伸を、フローティング・ラダー軌道は構造物騒音の低減を主な目的として開発された経済性に優れた軌道構造であり、ＪＲや大手民鉄各社等での採用実績を増やしています。

バラスト軌道一般部の施工例

レール継目部の施工例

バラスト･ラダー軌道

コンクリート高架橋上の施工例

鋼橋上の施工例

フローティング･ラダー軌道

耐摩耗トングレール

軌道技術研究部

摩耗を減らし交換周期が延びるトングレール

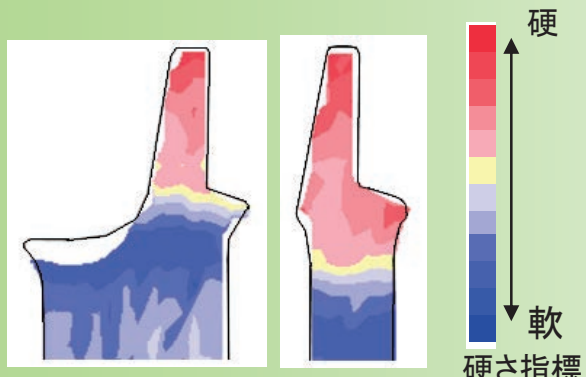
【概要】

トングレールの摩耗を減らし、交換周期を延ばすために、70Sレール、80Sレールおよび50kgNレール製トングレールを対象に、耐摩耗性能に優れた熱処理方法および断面形状を提案し、敷設試験を行い良好な結果を得ました。

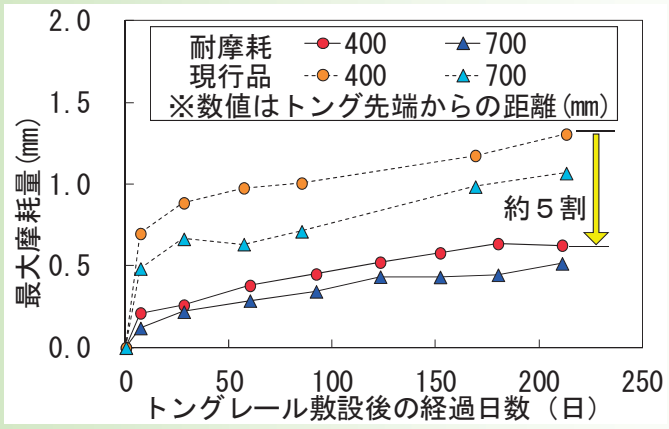
【特徴】

- HH340レール（現行熱処理レール）素材を用いています。
- 表層部は耐摩耗性能を向上するために硬さを高め、内部は靭性を確保するために硬さを抑えています。
- 熱影響部（熱処理による加熱領域と加熱の影響を受けなかった領域の境界）は、レール断面形状が複雑に変化する部分を避けて、上首部よりやや下側の腹部に位置するように調整しました。
- フローの抑制および車輪との接触面の圧力を低下させるため、トングレールの先端付近において、軌間線位置から上方部分が車輪フランジ角と同じ角度となるように加工し、断面形状を変更しています。

硬さ分布



摩耗量の比較（50kgN製トングレール）



- 敷設後約200日経過時点で最大摩耗量が約５割程度に抑えられており、耐摩耗性能の向上を確認しました。
- 耐摩耗トングレールの頭頂面および頭側面にフローの発生は見られず、水平裂の抑制やフロー削正を伴う保守作業の削減が期待できます。

テルミット溶接によるレール頭部損傷の補修法

軌道技術研究部

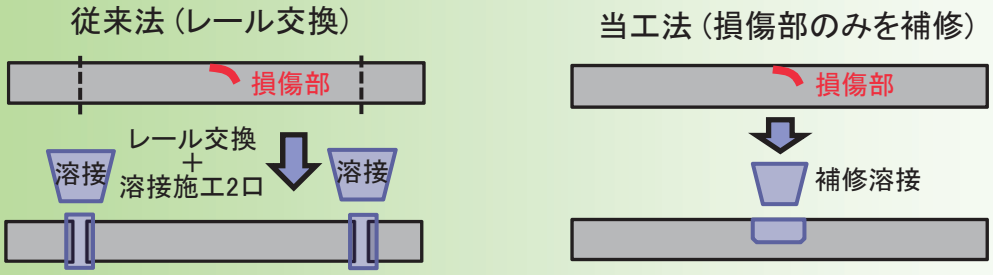
簡便なシェリングきずの補修方法

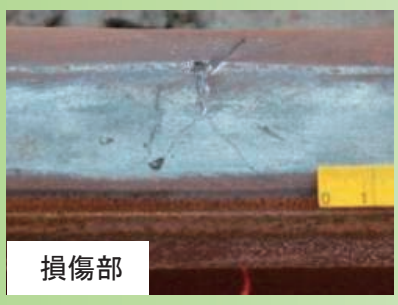
【概要】

シェリングきずに代表されるレール頭部損傷を効率的に補修する手段として、テルミット溶接によるレール頭部補修方法を開発しました。この方法は、現行のテルミット溶接法と同様、簡便な機器を使用し、短時間での施工が可能です。さらに、レールを破線しないため、レール緊張等の付帯する作業がなくなり、作業コストの削減が期待できます。

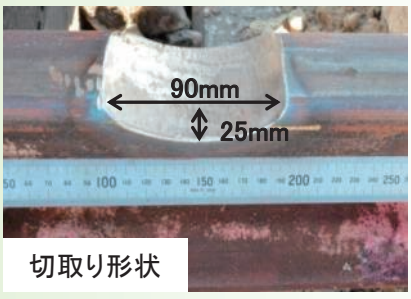
【特徴】

- 現行のテルミット溶接と同様の手順で施工可能
- 信頼性の高い補修溶接部を実現可能
- 現行の損傷レール交換に比べ、作業コストを1/5に削減可能
- 溶接作業時間は約90分（仕上げ作業含む）




損傷部

ガス切断



切取り形状

モールド設置

溶鋼注入

施工後の外観

紫外線検出式離線測定装置

電力技術研究部

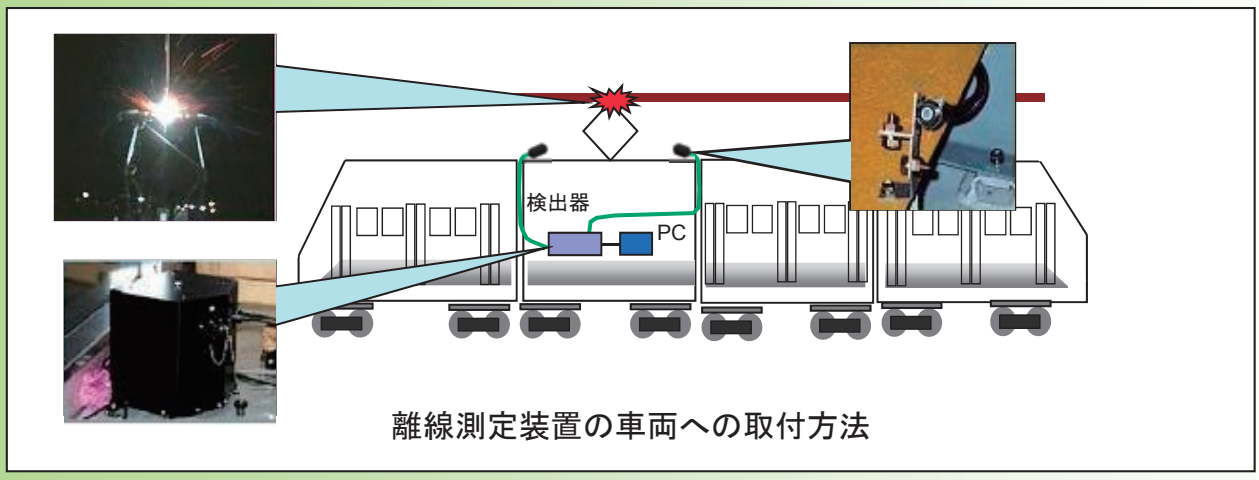
昼夜を問わない離線測定

【概要】

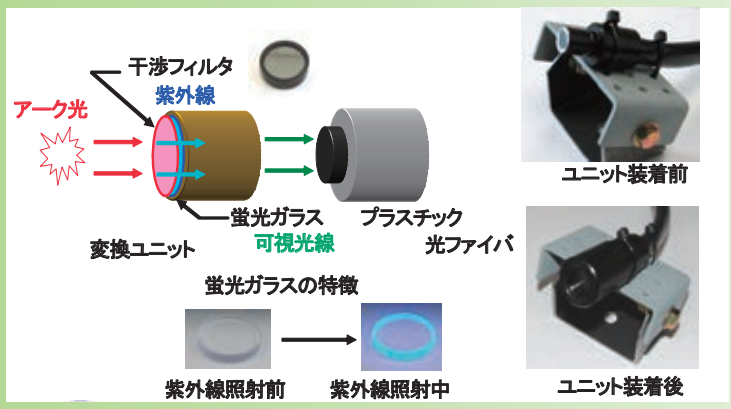
トロリ線およびすり板は銅や鉄などを主成分としており、離線時に発生するアーク光にはこれらの成分に起因した波長が含まれています。この波長は紫外線領域に特有のスペクトルを有し、また地上に到達する太陽光の紫外線に比べて格段に強い強度を有します。したがって、それを検出することで昼間の離線測定が可能となるうえ、離線測定の精度向上も見込めます。

【特徴】

昼夜を問わない離線測定が可能です。



離線測定装置の車両への取付方法



1. 離線(アーク光)発生
2. 干渉フィルタでアーク光から紫外線のみを抽出
3. 蛍光ガラスで紫外線を可視光線に変換
4. 可視光線をプラスチック光ファイバで検出器に伝送

紫外線の検出方法(ユニット内で紫外線を可視光線に変換)

汎用性が高く誘導障害に強い軌道回路

信号・情報技術研究部

妨害許容値を向上するための技術の開発

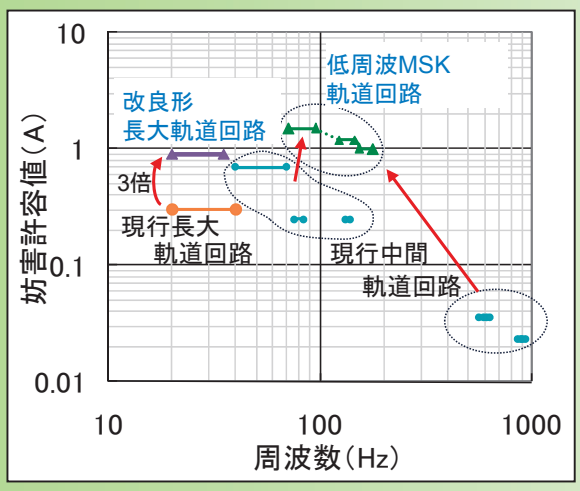
【概要】

車両からの妨害に対する許容値が小さい設備を残したり、新たに設計したりすることは、EMCの観点から好ましいことではありません。そこで鉄道総研では、線区条件を問わず使用可能な新しい中間軌道回路（低周波MSK軌道回路）を開発し、妨害許容値の改善や軌道回路方式の集約を可能にし、妨害許容値が小さい長大軌道回路の妨害許容値向上策の検討を実施しています。

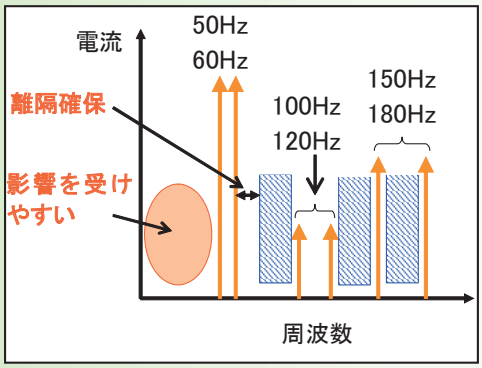
【特徴】

低周波MSK軌道回路では、50Hzおよび60Hzの高調波や、直流電化区間で車両の影響の大きい50Hz以下を避けつつ、2kmの制御長を実現するため83,135,165Hzを選定しました。デジタルATC等で実績のあるMSK変調方式を採用し、符号検定を実施することで、車両からの妨害電流により不正に誤動作しないような設計となっています。許容値が大きいだけでなく、汎用であるため軌道回路方式の集約化も可能です。

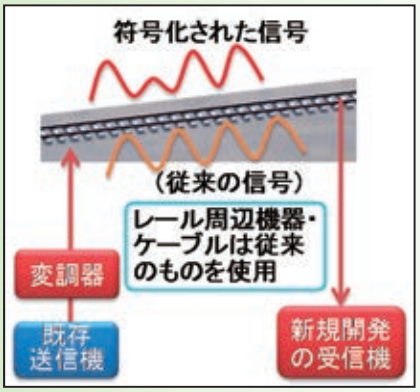
一方、長大軌道回路の妨害許容値の改善については、既存の送信器を活用するという要望に応えて、既存の送信器の送信出力に対し、符号により転極を行う変調器でBPSK変調し、符号検定により不正に誤動作しないようにする手法を開発しました。許容値は従来の３倍です。この変調技術は他の方式の軌道回路にも適用可能です。



開発した中間軌道回路の妨害許容値



低周波MSK軌道回路の周波数選定



改良型長大軌道回路のコンセプト

メンテナンス低減のためのゴム･樹脂系材料

材料技術研究部

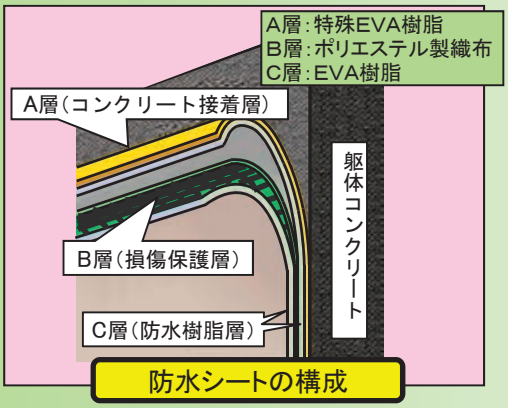
鉄道のメンテナンス低減に寄与する ゴム･樹脂系材料の開発

【概要】

ゴム・樹脂系材料の持つ軽量・柔軟であることや防水性等、金属や無機系材料にないユニークな特性を活かして、鉄道のメンテナンス低減に資する材料の研究開発を進めています。

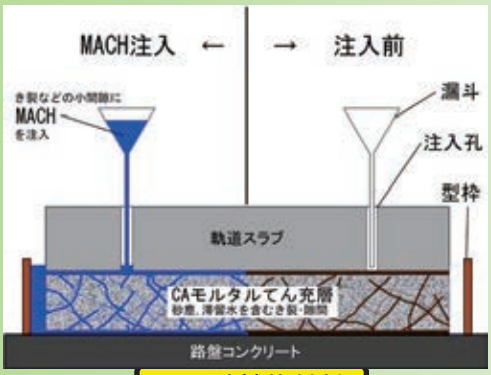
【主な材料のご紹介】

- **シンプル防水シート**：地下鉄道の駅部や開削トンネル等地下水系以下で建設される構造物において、コンクリート躯体外部に敷設する際に躯体に接着して内部への漏水を防止するシートです。
- **防草シート**：降雨等による盛土の耐力低下の抑制や除草作業のメンテナンスフリーを目指して盛土斜面に敷設するシートです。鉄道車両に使用されていた床材をリサイクルして作製したシートも開発しています。
- **バラスト飛散防止ネット**：バラスト上に敷設してその飛散を防止するネットです。
- **小間隙補修材料**：流動性と速乾性に富み、小間隙の微細な欠損も補修できるコンクリート補修材料です。
- **繊維補強アスファルト**：繊維や微細ゴムを配合して強度と柔軟性を向上させたアスファルトで、コンクリート敷地や舗装道路の補修などに用いられています。



防水シートの構成

防水シートの施工状況例



小間隙補修材料

繊維強化アスファルトの施工状況例

設計の合理化

構造物技術研究部

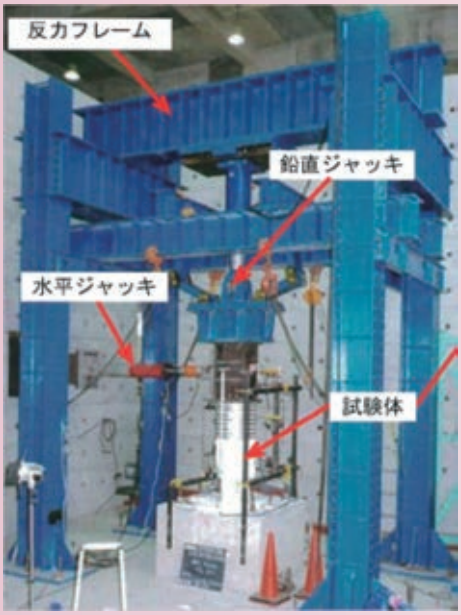
安全性･信頼性の高い構造物設計

【概要】

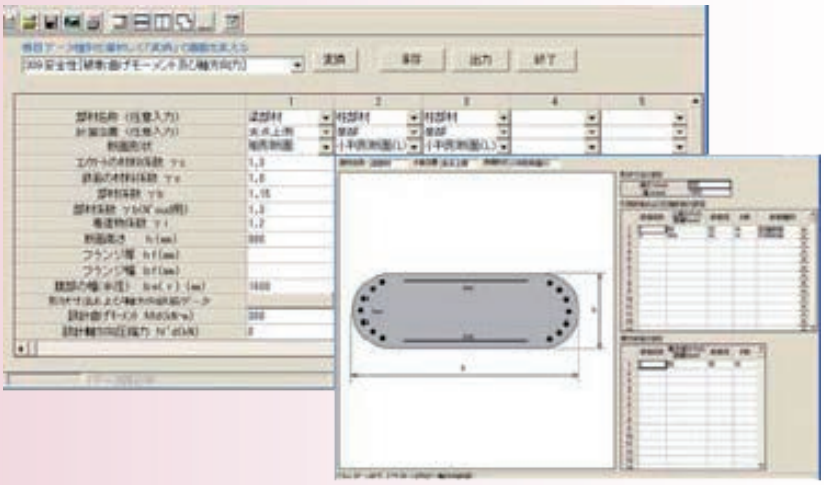
各種構造物の設計や維持管理を行う上で参考となる鉄道構造物等設計標準および鉄道構造物等維持管理標準の改訂を行い、これらの標準と対応した調査、実験、解析等に基づき、合理的な設計に関する技術を提案しています。

【特徴】

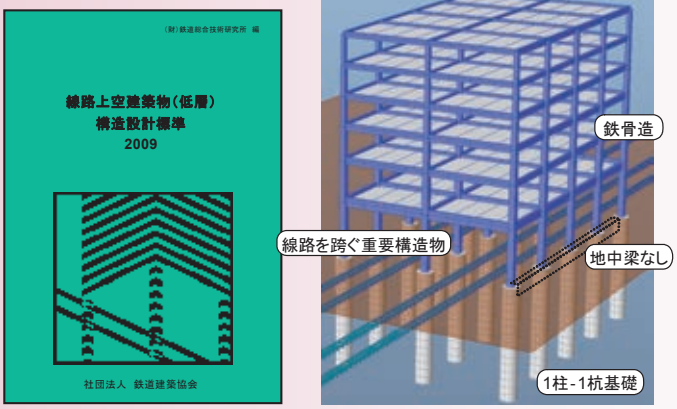
- 新技術の導入に伴う設計の合理化を支援します。
- 新構造形式の力学挙動を解明し、合理的な設計に向けた評価を支援します。



載荷試験による
性能評価支援の例



コンクリート構造物性能照査支援ツールの例



線路上空建築物の構造設計支援
(鉄道総研が編集した線路上空建築物(低層)構造設計標準)

鉄道構造物に係わる技術指導

構造物技術研究部

構造物の維持管理に関するさまざまな課題を解決

【概要】

老朽化した鉄道構造物の維持管理に必要な構造物の種類に応じた調査法や、調査結果に基づく健全度診断技術を提供します。また、耐荷力の向上や変状の修復に向けたリニューアル技術を提案しています。

【特徴】

- 現場での運用を重視した調査手法により、検査業務の効率化、高精度化を支援します。
- 各種試験装置や解析ツールにより、鉄道構造物の維持管理に関するさまざまな課題に対応します。

＜トンネル覆工対策効果の検証＞

この装置では、RC、FRC、セグメント、ブロック積みなどの様々な材料のコンクリート覆工や、巻厚不足などの構造欠陥を持つ覆工について、鉛直圧、偏圧、塑性圧など様々な方向からの外力に対する変形挙動を再現することができます。縮尺は1/5と大きく、実際のトンネルに近い実験が可能となります。

＜橋梁下部工の健全度診断＞

橋梁下部工およびラーメン高架橋の健全度を、打撃により生じる固有振動数を測定することにより、現場で診断することができます。

無線センサ（8台まで接続可能）

システム本体

鉄道構造物の設計プログラム

構造物技術研究部

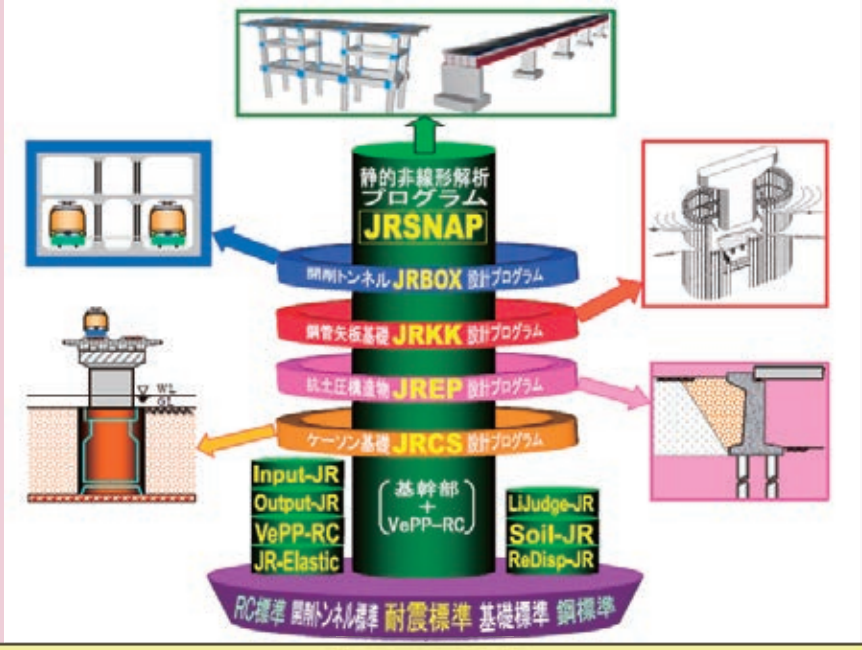
最新の設計標準に準拠した設計を可能に

【概要】

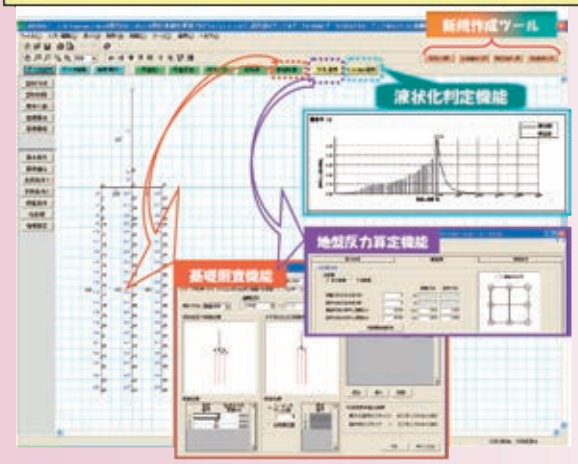
本設計プログラムは、「鉄道構造物等設計標準・同解説」に準拠した多数のプログラムから構成され、「レベル２地震時」を含めた様々な作用ケースに対応しています。鉄道の橋梁・高架橋および開削トンネルの設計を行うことができます。

【特徴】

- 鉄道構造物等設計標準との整合が図られています。
- プログラムの最適化を図っており、設計の現場における様々なニーズに応えます。



JRSNAPを中心とする耐震設計プログラムパッケージ



プログラム例
（JRSNAP　静的非線形解析）

バラスト軌道の設計プログラム

軌道技術研究部

設計標準に基づくバラスト軌道の設計用ツール

【概要】

平成23年12月に国土交通省より通達された「鉄道構造物等設計標準（軌道構造）」に基づいた、バラスト軌道の軌道構造の設計プログラムです。本プログラムにより、想定した軌道構造に対して、安全性や使用性の各性能を照査できます。

【特徴】

- 応力やひずみの大小ではなく、軌道構造に求められる性能で照査・設計します。
- 軌道条件、車両・運転条件を１つの画面上で設定し、照査・設計します。
- レール・まくらぎ等の寸法や物理特性など、設計に必要な主要定数はデータベース化されており、これに登録されていない部材等も任意で設定できます。

【入力画面】

【計算結果】

- 照査対象は、「高低変位(狂い)進み」「通り変位(狂い)進み」「軌きょうの横変形」「軌間拡大」「犬くぎの押し出し」「犬くぎの抜け上がり」の６項目です。
- 軌道の対象は「既設線」「新設線」のどちらかを選択でき、軌間は「762mm」「1,067mm」「1,372mm」「1,435mm」のいずれかを選択できます。
- 線区種別として、「新幹線」「在来線」のどちらかを選択でき、車両種別は「旅客」「貨物」のどちらかを選択できます。
- １つの軌道条件に対して、５種類の車両・運転条件を設定できます。
- 照査結果は所定のレイアウトで印刷できます。また、テキストファイルで保存できます。

ロングレールの解析

軌道技術研究部

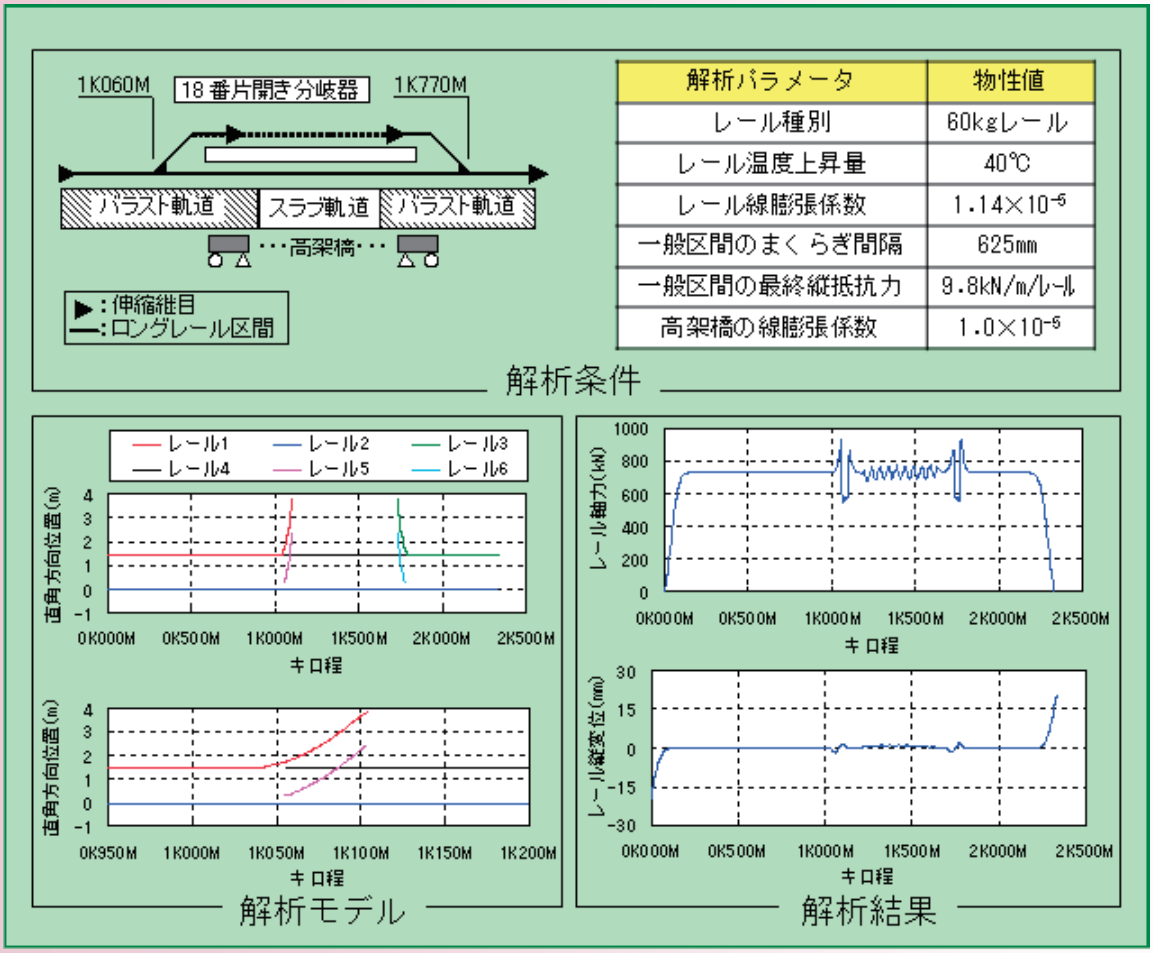
橋上／分岐器介在ロングレールの軸力解析

【概要】

橋梁上や分岐器区間では温度変化に伴う橋桁の伸縮やレールの相対的な変位により、レール軸力が付加されます。過去に構築したFEM解析手法と計算実績から得られた知見を基にした効率的な解析システムにより、様々なケースに対応したロングレールの軸力解析を行います。

【特徴】

- 橋上ロングレールや高架橋上の分岐器介在ロングレールの解析が可能です。
- 多種多様な駅構内の分岐器配置に対応可能です。
- 大規模な駅構内や長大橋梁が介在する場合にも適用可能です。
- 高架橋の形式や長さ等の膨大な量のデータを、汎用表計算ソフト上で効率的に入力および確認することが可能です。



解析パラメータ	物性値
レール種別	60kgレール
レール温度上昇量	40℃
レール線膨張係数	1.14×10^{-5}
一般区間のまくらぎ間隔	625mm
一般区間の最終縦抵抗力	9.8kN/m/レール
高架橋の線膨張係数	1.0×10^{-5}

駅構内の解析例

地盤振動評価

防災技術研究部

列車からの地盤振動を評価

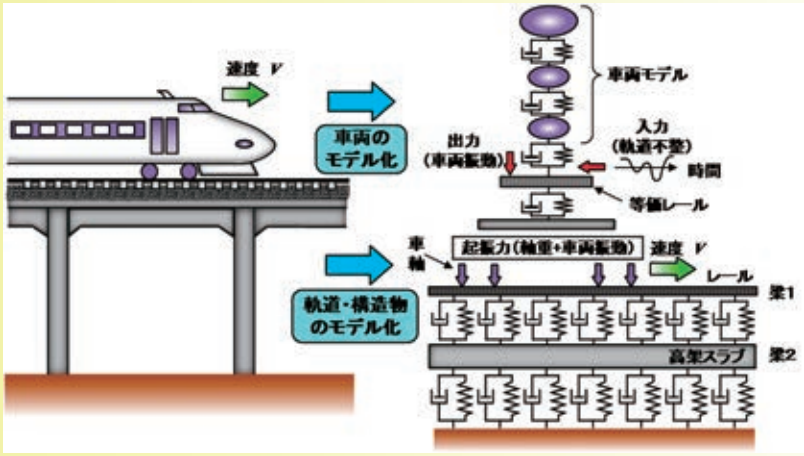
【概要】

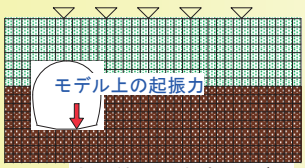
列車走行にともなって鉄道沿線に生じる地盤振動を事前に予測する方法として、実測とFEM解析の組合せによる「等価起振力法」という方法をご提案します。

【特徴】

地盤振動を事前に予測するための方法として、予測したい場所と条件が良く似た場所を既開業区間の中から選んで測定するという方法がよくおこなわれます。しかし、地盤振動は車両・軌道・構造物・地盤のそれぞれの条件が複雑に影響しているため、どの条件がどの程度似ていれば良いのかを判断することは簡単ではありません。

等価起振力法は、車両や軌道等の条件が予測箇所と類似した箇所で地盤振動測定をおこなうとともに、実測箇所、予測箇所の双方を対象にFEM解析をおこなって地盤振動を予測する方法です。このような方法を取ることで、「似ている場所」を選ぶ条件を、FEM解析でモデル化できない部分(車両、軌道等)に限定することができます。



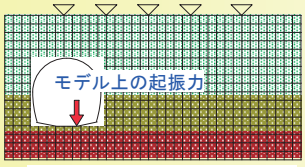


実測箇所の解析モデル

実測＋FEM 解析

モデル上の起振力を逆算

・求めたモデル上の起振力を
解析モデルに入力



予測対象箇所の解析モデル

地盤振動予測値

実測箇所と予測箇所の条件の違い(構造物、地盤等)をFEM解析により補正

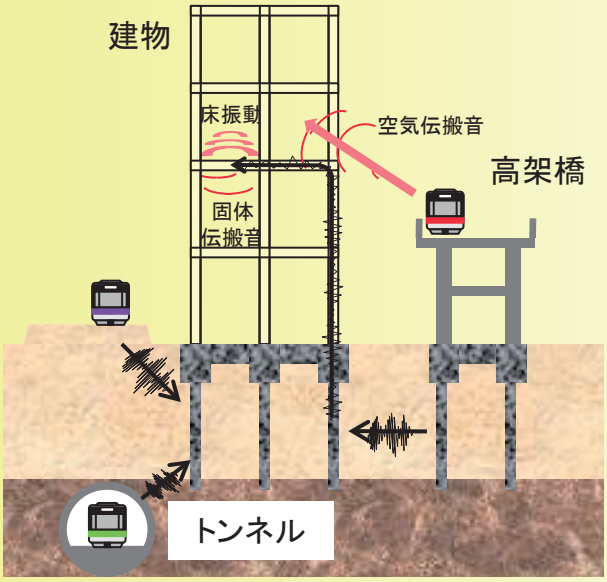
鉄道近傍建物の振動･騒音予測

構造物技術研究部

既設線、新設線における鉄道振動･騒音予測

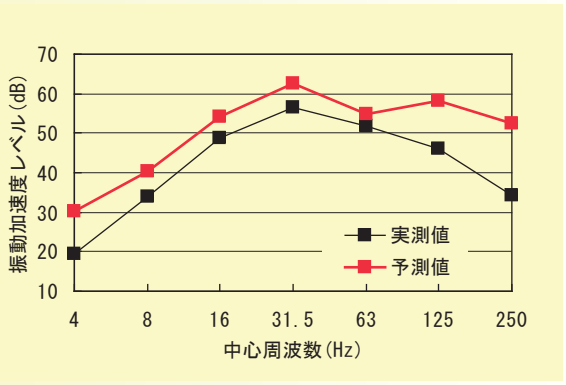
【概要】
鉄道による振動・騒音を予測し、鉄道の上部や近傍を利用した建物を計画する場合の対策手法を提案します。

【特徴】
既設線の近傍に新築される建物に対しては、現地にて列車走行時の地盤振動や騒音の測定を行い、計画建物における振動・騒音の予測を行います。新設線に対しては、地盤性状、構造物特性、軌道構造等を考慮した数値解析や既往の測定データを用いた予測を行います。既設線、新設線にかかわらず、地平、高架、地下の軌道に適用できます。



鉄道近傍建物での振動･騒音

予測精度の例



床振動の実測値と予測値の例
（地下鉄近傍マンション）

今までマンション、ホテルなどを中心に多くの実績があり、高精度の予測を実施しています。

振動・騒音評価の流れ

事前測定 ⇒ 振動騒音予測 ⇒ 対策工法の検討 ⇒ 建設途中・完成後の確認測定

FRIMOS（車輪／レール摩擦緩和システム）

鉄道力学研究部　材料技術研究部

きしり音と横圧を効果的に低減

【概要】

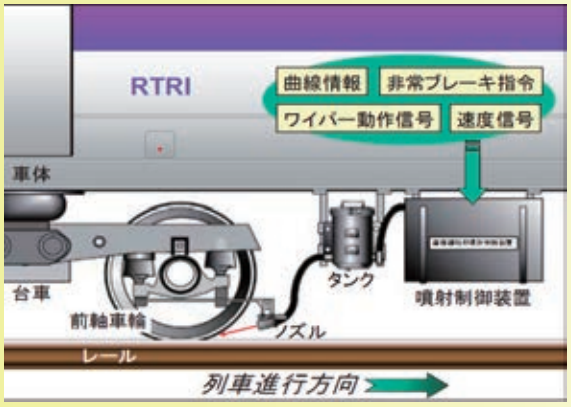
車両が急曲線を通過する時に発生する横圧は、環境問題やメンテナンスコストに悪影響を及ぼします。これらの問題を解決するため、横圧発生源の一つとなる内軌走行面の摩擦を緩和してきしり音を低減させる「摩擦緩和システム（FRIMOS）」を開発しました。

※ FRIMOS（フリモス）は Friction Moderating System の略語

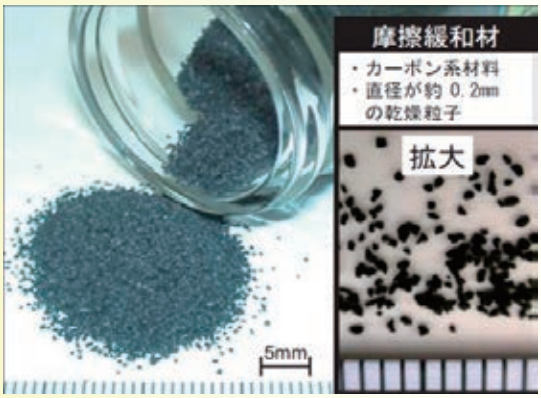
【特徴】

- レール頭頂面の摩擦を緩和する「摩擦緩和材」は主成分をカーボン系固体潤滑剤とする直径約0.2mmの乾燥粒子で、環境を害する成分は一切含まれていません。
- 本システムはブレーキ距離にほとんど影響を及ぼしません。また、軌道回路の性能に悪影響を及ぼすことはありません。
- 車上から噴射する「車載式」と地上から噴射する「定置式」があります。

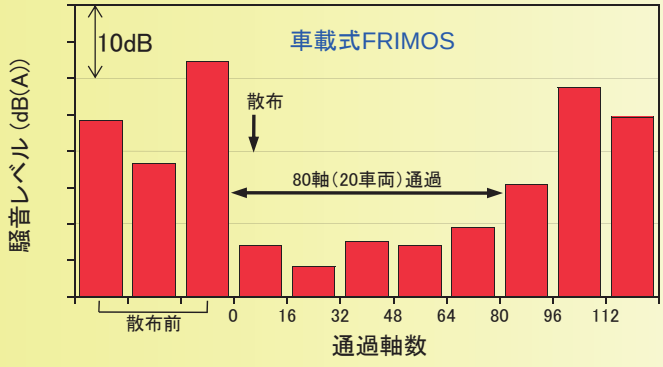
※列車の走行速度や現場の状況により効果に差がありますので、詳細はお問合せください。



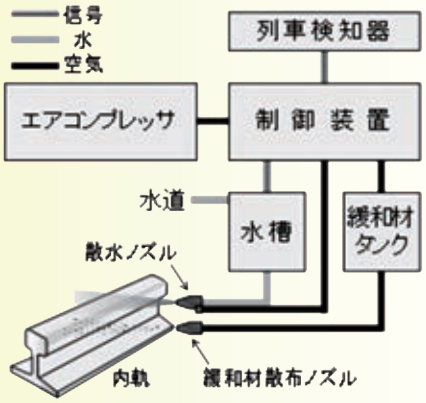
車載式FRIMOSの概念図



摩擦緩和材



レール近傍の騒音レベルは、緩和材の散布前と比べて、大幅に低下（複線区間，列車速度40km/h，普通車輪）



定置式FRIMOSの概念図

鉄道電力設備の電磁界測定評価

電力技術研究部

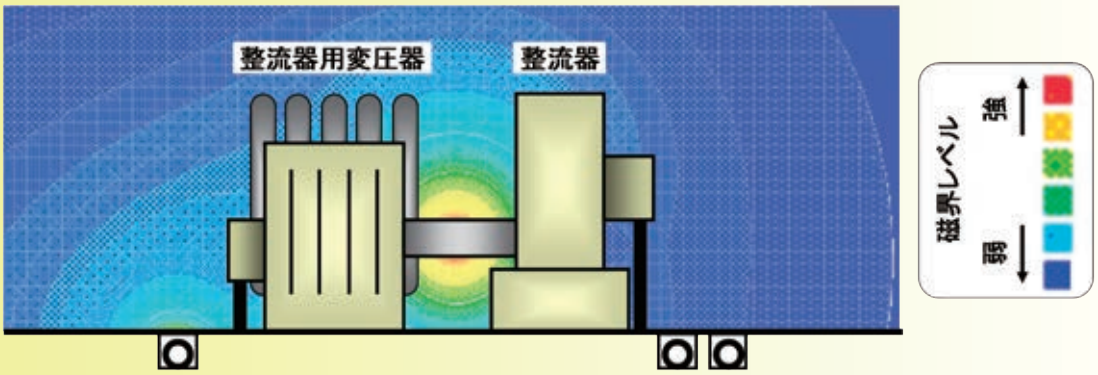
低周波電磁界に関連する様々な課題に対応

【概要】

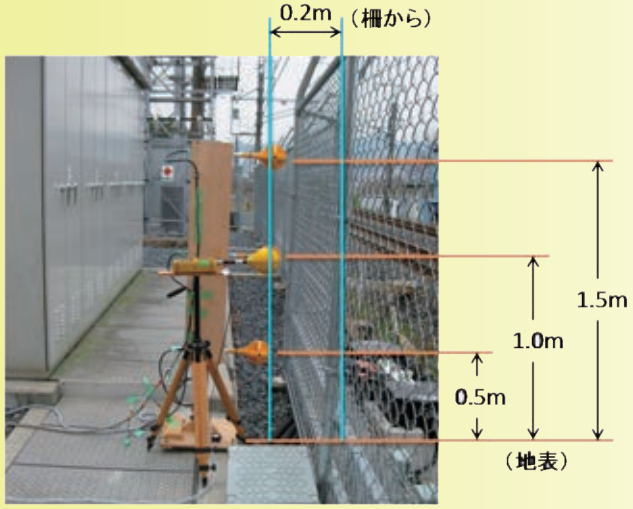
電力設備周辺における低周波（直流や商用周波など）の電磁界（電界・磁界）は、環境問題の一つとして鉄道技術基準（省令）で規制されています。鉄道総研では変電所など鉄道用電力設備の低周波電磁界に関連する様々な課題に対応します。

【特徴】

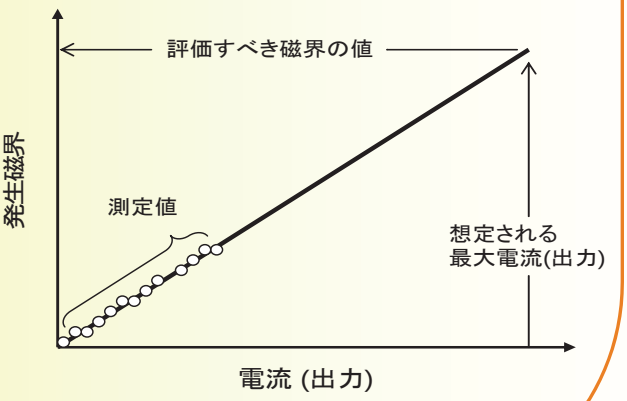
- 鉄道総研では電力設備の磁界分布シミュレーション、実設備の磁界測定、負荷電流測定の技術を有しております。
- 設備の平面図や断面図から磁界分布をシミュレーションすることが可能です。設備設計の段階で発生量の推定が可能です。
- 実設備における電磁界の測定により実際の電磁界レベルを評価します。設備の電流測定を並行して実施すれば、測定時とは異なる負荷条件への外挿も可能です。



直流き電用変電所における商用周波数の磁界シミュレーション結果例



省令に準拠した磁界測定例



最大電流への換算処理

空力音に関する風洞試験

環境工学研究部

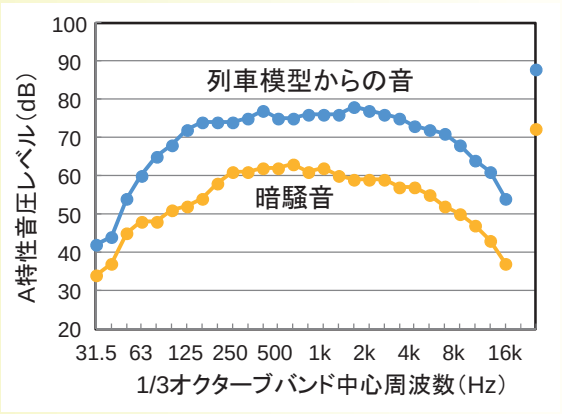
空力音の発生･放射の現象解析と評価

【概要】

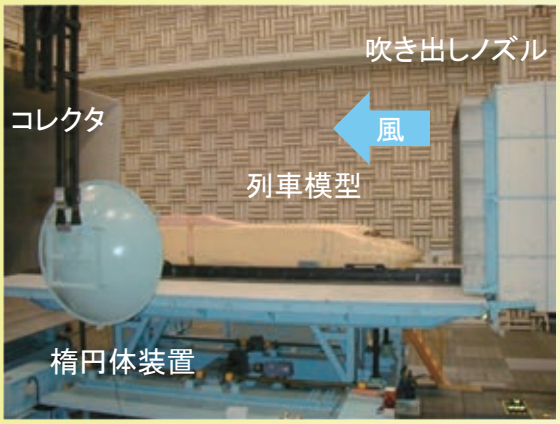
大型低騒音風洞および小型低騒音風洞で鉄道車両をはじめとする各種高速移動物体の縮尺模型を用いた風洞試験を行い、それらの空力音源箇所を特定したり、発生する空力音の測定・評価を行い、各種空力音低減対策の効果を調べることができます。

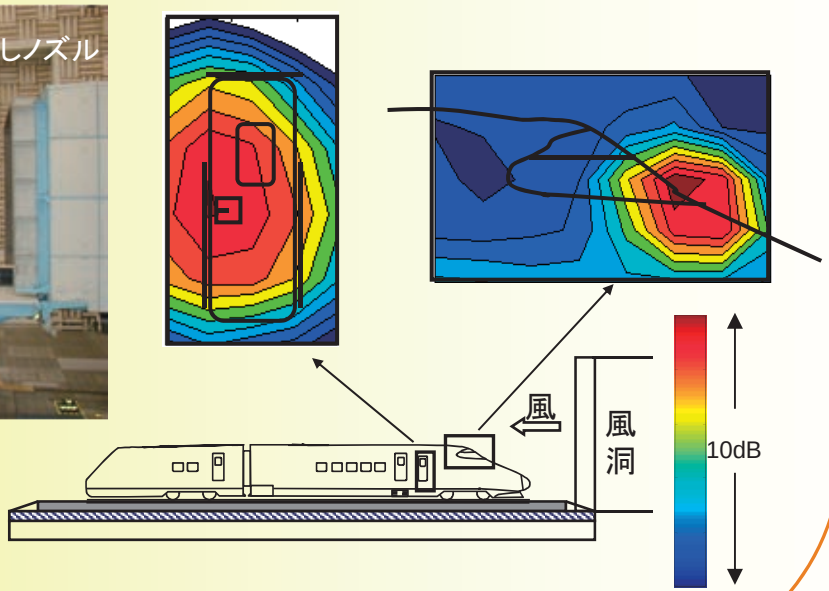
【特徴】

風洞の開放型測定部で、楕円体装置と複数マイクロホンの組合せた収音システム、主流近接型マイクロホンアレイなどを用いて、供試体から発生する空力音の発生箇所を精度良く測定することができます。



大型低騒音風洞の開放型測定部における測定概観と無指向性マイクロホンによる測定例





大型低騒音風洞の開放型測定部におけるマイクロホン配列型楕円体装置の設置状況と車両空力音源分布の測定例

パンタグラフの風洞試験

鉄道力学研究部　環境工学研究部

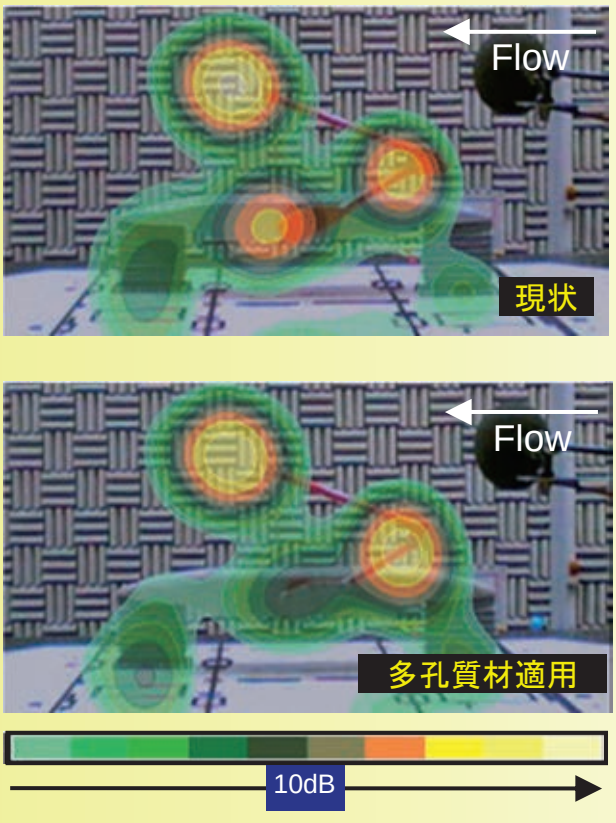
パンタグラフの空力音や揚力を評価

【概要】

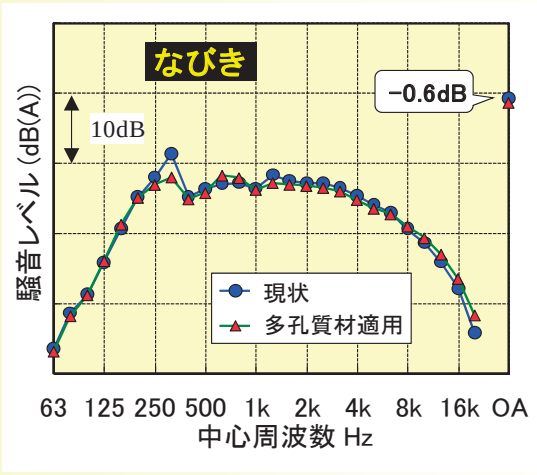
大型低騒音風洞で実機パンタグラフや縮尺模型を用いた風洞試験を行い、高速走行時にパンタグラフや屋根上集電装置から発生する空力音を測定・評価して、各種空力音低減対策の効果を明らかにします。また、パンタグラフに働く揚力を測定して、空気流がパンタグラフの接触性能に及ぼす影響を定量的に把握します。

【特徴】

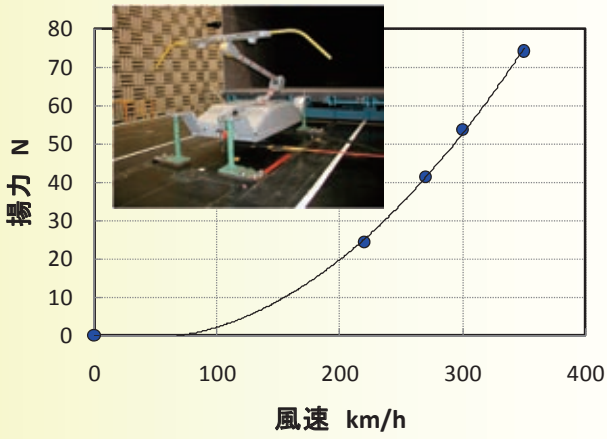
- パンタグラフから発生する空力音の音源分布を明らかにすることができます。
- 各種の対策による空力音低減効果を定量的に求めることができます。
- 部材の形状変更などがパンタグラフの揚力に及ぼす影響を評価します。



マイクロホンアレイによる音源探査



空力音（騒音レベル）測定



パンタグラフ揚力測定

鉄道騒音の予測評価

環境工学研究部

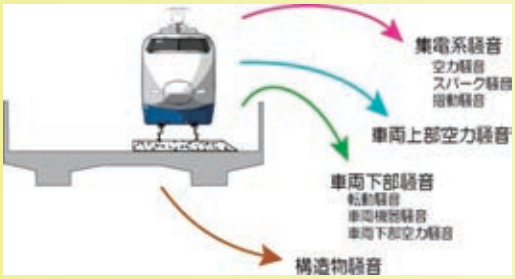
騒音の発生から伝搬と放射の効率的な評価

【概要】

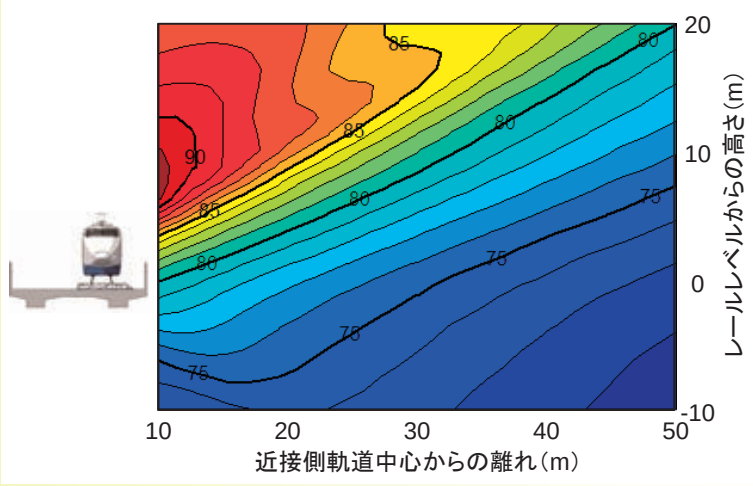
鉄道の騒音源は、在来線では主に、転動音、構造物音、主電動機ファン音から構成されます。新幹線の場合は、集電系騒音や、車両空力騒音も考慮する必要があります。鉄道騒音に対する低減策を効率的よく進めるためには、沿線測定点における各音源の寄与の解明・評価が必要です。

【特徴】

レール近傍音やレール振動、アレイ式指向性マイクロホン等により得られた騒音の測定・解析結果から、各音源の寄与を解明・評価します。また、これまでに得られた実測データを基に構築した予測評価手法を用いて、鉄道沿線における様々な地上条件、車両条件等に応じた騒音の予測を行うとともに、騒音低減対策の効果を事前に把握することも可能です。さらに、縮尺模型を用いた音響試験から、個々の沿線状況に対応した騒音評価を行うことも可能です。

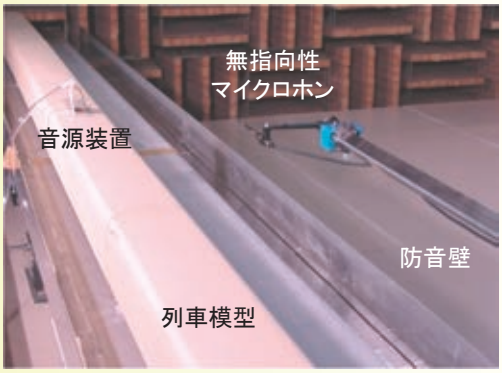


音源位置と伝搬経路（新幹線）



新幹線沿線における騒音予測の例

騒音測定状況（在来線）



縮尺模型を用いた音響試験状況

転動音の予測評価手法

環境工学研究部

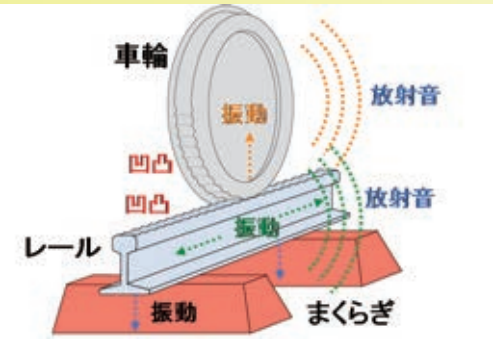
転動音の予測評価および低減対策法の提案

【概要】

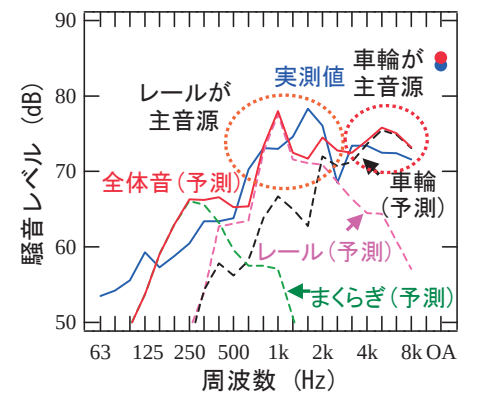
鉄道騒音の主要な音源である転動音について、現地試験や数値解析等から発生に係わる物理現象を解明し、各現象に対応する振動・音響モデルを用いて予測する手法を開発しました。また、現地試験により予測手法の妥当性を確認しました。

【特徴】

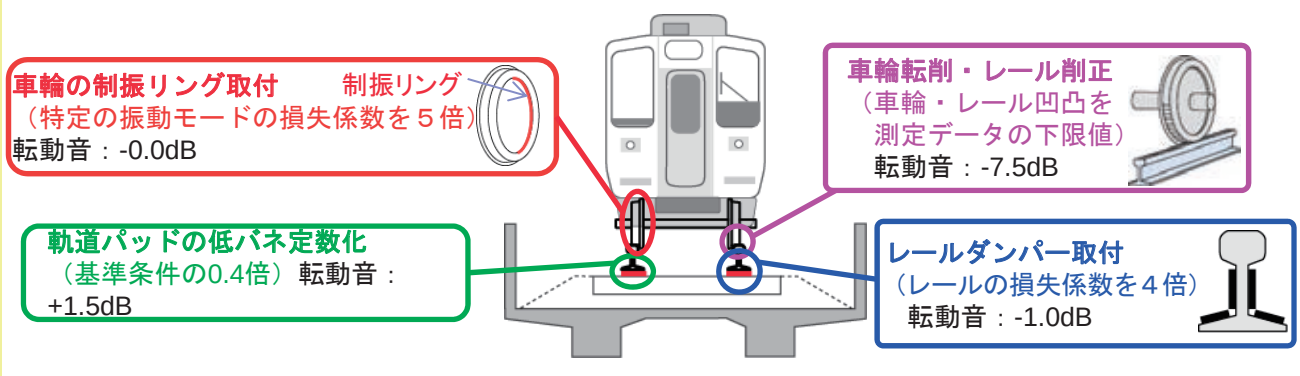
本手法を用いることにより、転動音の定量評価および車輪、レール等の音源要素ごとの寄与度評価が可能になりました。また、車輪・軌道に関するパラメータ（車輪/レール凹凸、レール損失係数など）が転動音に与える影響や、各種対策による転動音低減効果を評価できるようになりました。本予測手法は、騒音著大箇所における原因の究明や低減対策法の提案に活用できます。



転動音の発生メカニズム



転動音予測法による評価値と実測値との比較
（80km/h, レール近傍点）



レール、車輪などに施工する対策による転動音の低減効果予測

トンネル微気圧波の予測と対策

環境工学研究部

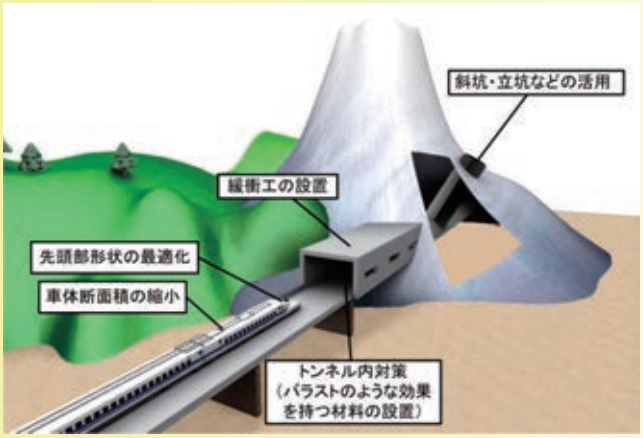
トンネル微気圧波の大きさの予測･評価と低減方法の検討

【概要】

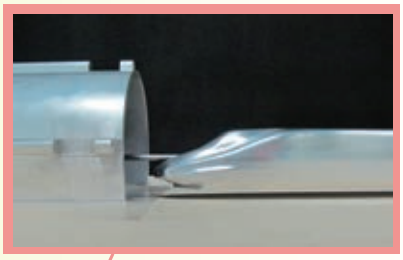
新幹線など高速鉄道のトンネルでは、列車がトンネル入口へ突入した後、トンネル出口付近で衝撃音（破裂音）や家屋の窓や戸が振動する等の現象が発生することがあります。このようなトンネル微気圧波対策としては、車両の断面化や先頭部の延長と形状の最適化、トンネル入口緩衝工の設置や枝坑の積極的活用などがあります。

【特徴】

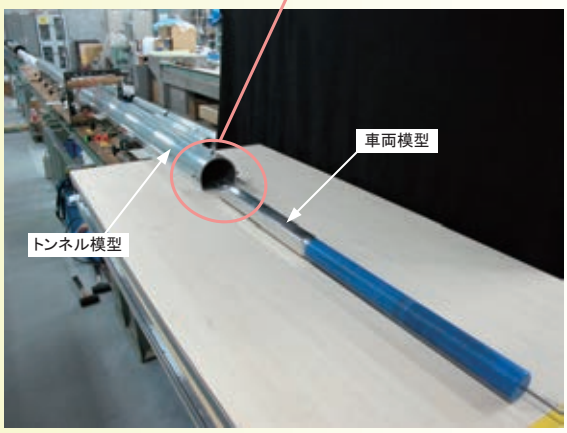
模型実験と数値シミュレーションによって、トンネル緩衝工の長さや開口部位置、車両の先頭形状の最適化などの対策検討を行います。



微気圧波の低減対策法



トンネル入口緩衝工の例



トンネル微気圧波模型実験装置

空気中の環境因子の測定･評価

人間科学研究部

においの原因となる物質や微生物の分析

【概要】

駅構内や車両内の空気中に含まれる物質の化学分析をすることで、においの原因となる物質を明らかにします。また、においと密接に関係する微生物の調査を行うことで、鉄道を利用されるお客様の快適性を向上させるための効果的なにおい対策を支援します。

【特徴】

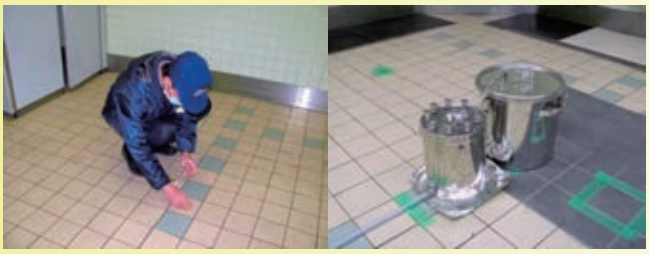
においの分析にはポンプや大きな集気ビンが使われることが多いのですが、この方法は、小型で簡便な器具によってにおい物質を採取するため、駅構内や車両内のにおいを調べることに適しています。また、採取した試料をにおい嗅ぎ装置付き分析装置で分析することで、物質の種類とにおいの有無を調べます。さらに、においの大半は微生物が放出するものであることから、空気中や床面などに存在する微生物の調査も実施します。これらの総合的な調査・分析に基づき、においが発生した理由や発生源を推定し、的確なにおい対策を支援します。

においの採取

分析

においの官能評価の様子

においの原因物質の分析･評価



床の微生物やにおい物質の測定の様子

においの実験装置

鉄道車内磁界評価

浮上式鉄道技術研究部

車内の磁界を正確に評価

【概要】

鉄道は種々複雑な電磁界環境下にありますが、電車線やレール、各種電力機器に取り巻かれさらに磁気シールドも施された鉄道車内の磁界環境はとりわけ複雑です。従来からリアクトル直上の直流磁界の評価が行われてきましたが、鉄道の電磁界に関わるENの制定などもあり、今後はさらに変動磁界の測定や評価が求められる可能性もあります。浮上式鉄道の電磁界評価で培ってきた磁界評価システム全般を提供可能です。

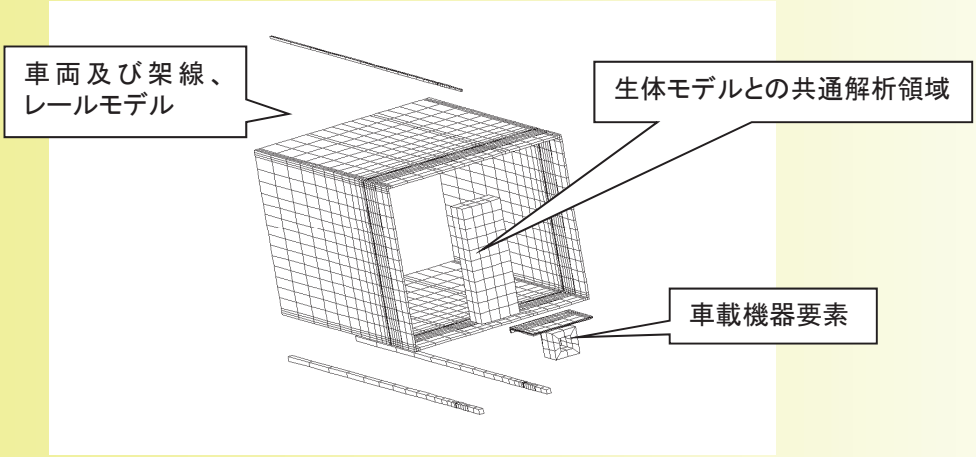
【特徴】

①所有測定機器：

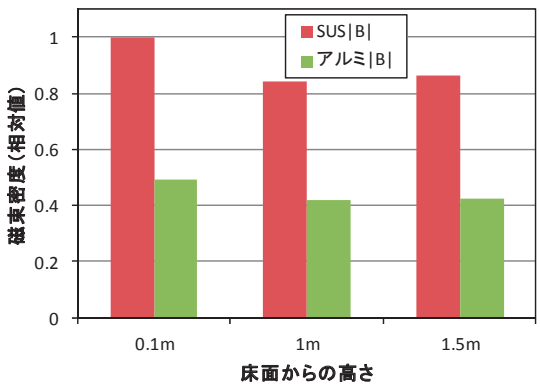
- 直流（静）磁界：F. W. Bell社製7030型、その他
- 交流（変動）磁界：Narda社製ELT-400、HIOKI社製FT3470、その他

②評価ソフトウェア（ 2次元、3次元の磁界の評価：リアクトル、電車線など ）

- ELF-Magic、Photon、Ansys、その他



車内磁界分布解析モデルの一例



車両構体材質による交流磁界低減効果の解析の例

騒音・振動低減のためのゴム・樹脂系材料

材料技術研究部

騒音・振動低減のためのゴム・樹脂系材料の開発

【概要】

ゴム・樹脂系材料の中には振動を低減する特性を有するものがあります。この特性を活かして、鉄道で振動および騒音を低減する材料の研究開発を進めています。

【主な材料のご紹介】

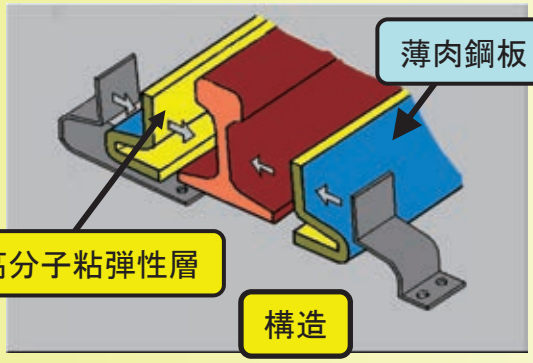
- **磁性複合型制振材**：鋼鉄道橋の騒音低減のための制振材です。磁性ゴム層と亜鉛めっき鋼板の積層からなり、磁力吸着力を利用して鋼鉄道橋に簡単に施工できます。
- **レール防音材**：レールからの放射音を低減するための防音材です。発泡ゴムと鋼板の積層からなり、レールの底部と腹部を全面的にカバーします。簡単に着脱が可能です。
- **袋詰め吸音材**：レール／車輪間騒音を低減するための吸音材です。無機質粒子の細粒子を電気絶縁性を有し耐候性に優れた袋に詰め込み、軌道面に敷設します。

磁性複合型制振材(マグダンパ)

桁直下で5dB程度の騒音低減効果を確認しています。

袋詰め吸音材

2m離れ点で3dB程度の騒音低減効果を確認しています。



レール防音材

12.5m離れ点でも2～3dBの騒音低減効果を確認しています。

車両走行エネルギー計算システム（ハイブリッド）

車両制御技術研究部

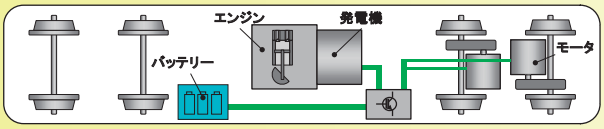
ハイブリッド版（Hybrid-Speedy）は様々な車種に対応

【特徴】

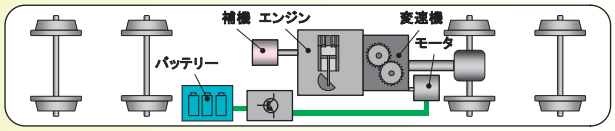
- ハイブリッド版（Hybrid-Speedy）は、構成機器の選択により、バッテリーを搭載する様々な車種のＳＯＣ（バッテリー残量）や消費エネルギーを計算します。
- ハイブリッド版は、電車及び気動車の計算にも対応し、既存車種との環境性能の比較が可能です。

代表的な対応車種

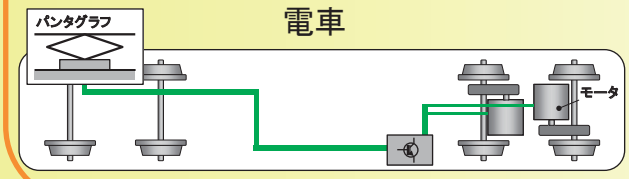
シリーズハイブリッド



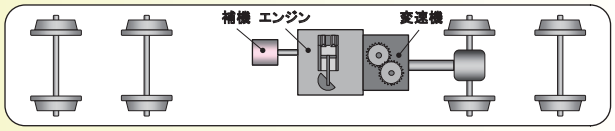
パラレルハイブリッド

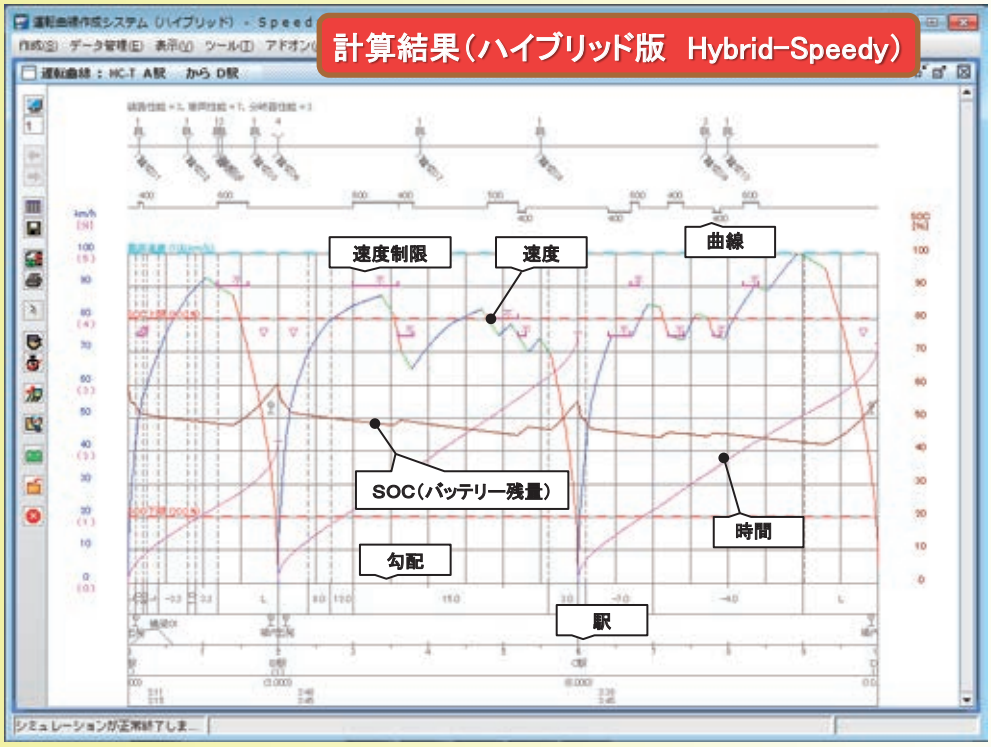


電車



気動車





車両走行エネルギー計算システム（電車・気動車）

車両制御技術研究部

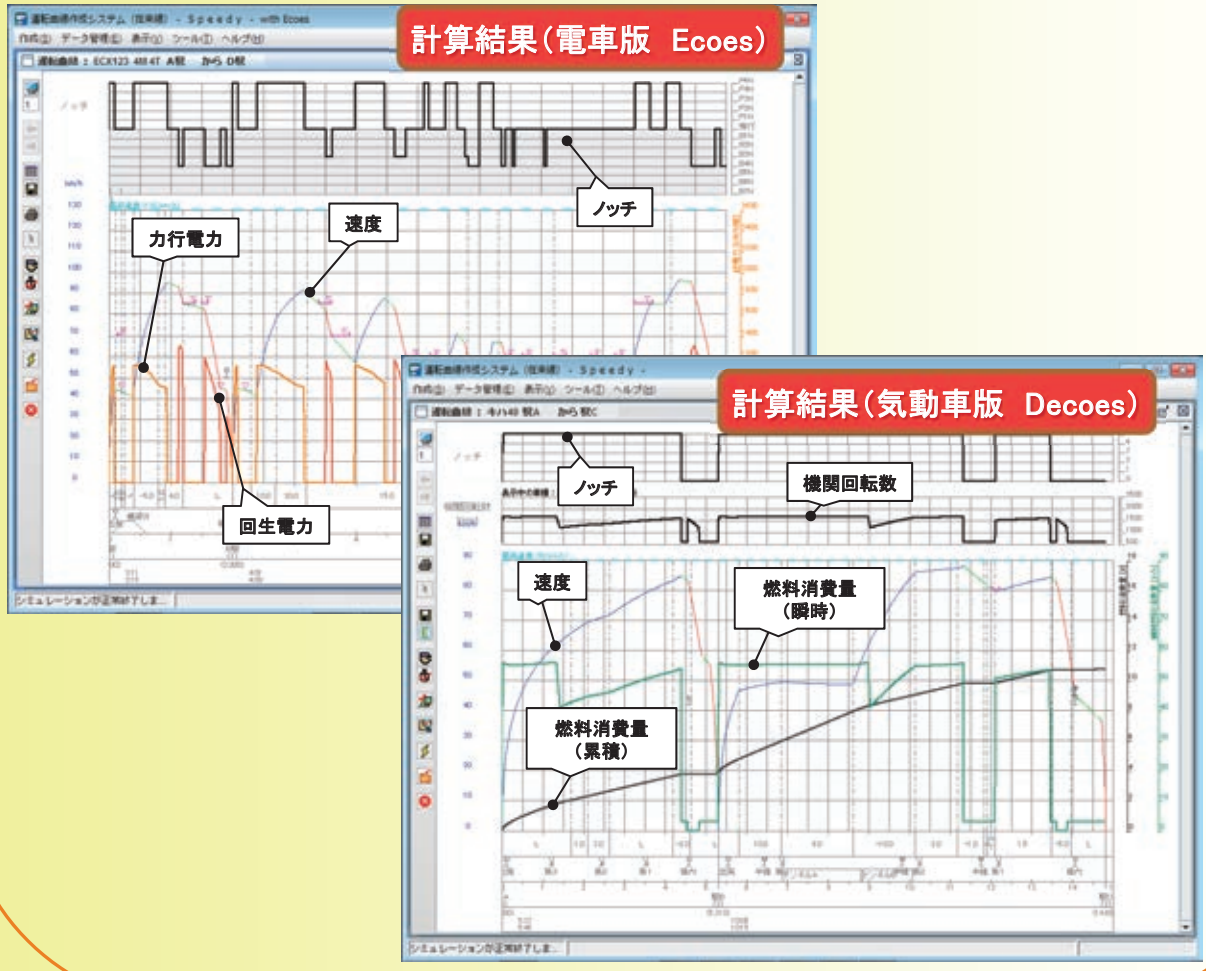
鉄道車両の環境性能を定量的に評価

【概要】

鉄道車両の省エネルギー化を推進するためには、走行に伴う消費エネルギーを定量的に評価することが重要です。そこで、基準運転時分の策定などに用いられる運転曲線作成システム（Speedy）を利用して、消費電力量などを計算するシステムを開発しました。本システムは、電車版（Ecoes）、気動車版（Decoes）及びハイブリッド版（Hybrid-Speedy）の３種類があります。

【特徴】

- 電車版及び気動車版は、運転曲線の計算結果を利用して、電車の消費電力量、又は気動車の燃料消費量を計算します。
- いずれのシステムも運転曲線のアルゴリズムをベースとし、実際の運転に近い走行パターンで消費エネルギーの評価ができます。



消費電力量を削減する高効率誘導主電動機

車両制御技術研究部

高効率な主電動機で消費電力量を抑える

【概要】

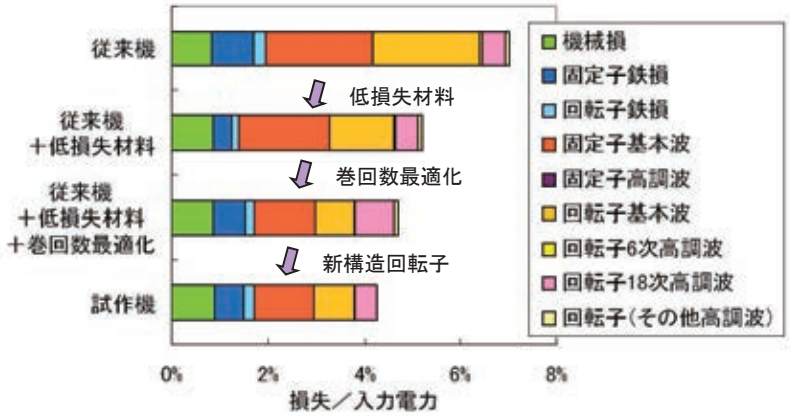
回生ブレーキにより運動エネルギーが回収できるようになったインバータ電車では、主電動機等の機器での損失がエネルギー消費の主な原因となっており、インバータ車両の更なる省エネ化のためには主電動機の高効率化が不可欠です。

そこで、鉄道総研では現在インバータ電車で使用されている誘導電動機を対象として、その高効率化の研究開発を行ってきました。在来線電車用主電動機を想定して試作した220ｋW試作機では約96%の電力効率を達成することに成功しました。

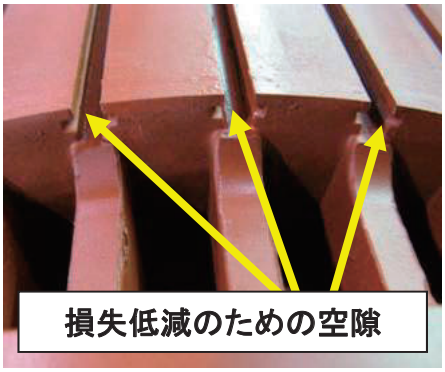
【特徴】

- 低損失材料の使用や巻線設計等の最適化で損失を減らすことができます。
- 回転子の形状を工夫することで無駄な損失による発熱を減らすことができます。
- シミュレーションにより事前に省エネ効果を評価できます。

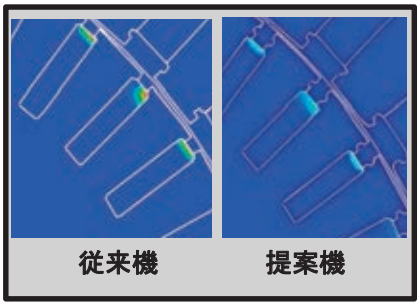
高効率手法による損失低減効果



高効率誘導電動機の回転子

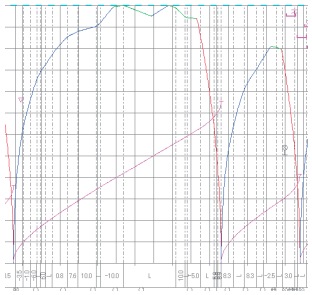


シミュレーションによる省エネ効果の試算



磁界解析

＋



走行シミュレーション

＝ 省エネ効果＆電力コスト評価

電力貯蔵装置

電力技術研究部

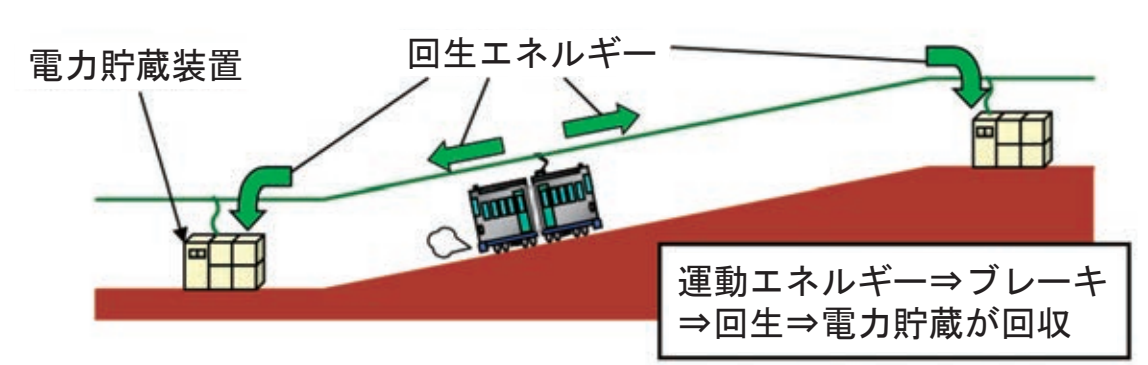
回生エネルギーのさらなる有効活用

【概要】

電気二重層キャパシタを用いた電力貯蔵装置を設備することにより、電車の運動エネルギー（回生エネルギー）をより有効活用することが可能になります。

【特徴】

- 電気二重層キャパシタは、急速充放電特性が良好、長寿命、重金属類を含まないなど、多くの特長を有しています。
- 充放電を制御する変換装置（昇降圧チョッパ）を使用します。
- 電車の回生エネルギーを充電し、加速エネルギーとして放電することで省エネルギー化、CO_2排出量削減が実現できます。
- 充放電により電車線電圧を安定制御できます。
- 2007年12月に日本で初めて実用化されました。電力貯蔵装置の新設により、電力回生が可能で高効率なVVVFインバータ制御車両の本格的な運用が可能になりました。



回生エネルギーの活用

電力貯蔵装置の外観

高磁場･低温環境における材料特性評価

浮上式鉄道技術研究部

実際の使用環境を再現

【概要】

高磁場かつ低温環境下において、大型試料の電気伝導率を評価することが可能な高磁場・低温環境下材料特性評価試験装置を有しています。電気伝導率のデータから熱伝導率を求めることもできます。

【特徴】

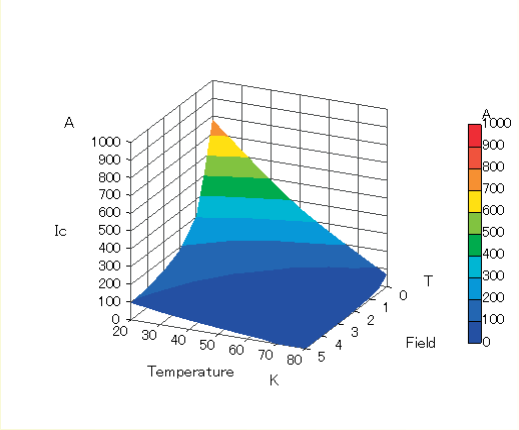
本装置は、最大５.５Ｔの高磁場環境、最低10Kの低温環境を設定することが可能で、長さ100mmまでの試料に対して、最大1,000Aの電流を通電することができます。さらに試料に加える磁場の角度も任意に設定可能なので、高温超電導線材の臨界電流評価に最適な装置です。超電導機器に用いる機能材料の物性評価はもちろん、あらゆる材料の物理特性の低温における温度依存性、磁場依存性を評価することが可能です。例えば金属試料の電気伝導率を測定し、ウィーデマン・フランツ則(*)から換算することにより熱伝導率を求めることもできます。

(*)ウィーデマン・フランツ則：金属の熱伝導率と電気伝導率の比が温度に比例すること。

材料特性評価試験装置外観

材料特性評価試験装置の主要仕様

通電電流	0 ～ 1000A
温度	10K ～
磁場	0 ～ 5.5T
磁場角度	0 ～ 100°
試験線材長	100mm （サンプルホルダ電極間隔）



高温超電導線材サンプルによる
臨界電流－磁場－温度　特性評価の例

鉄道用超電導ケーブル

材料技術研究部

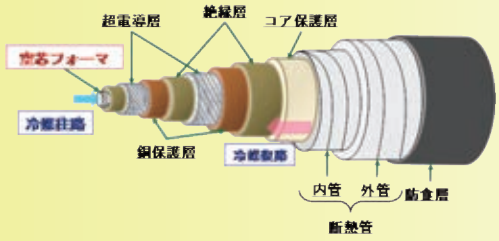
超電導ケーブルによる
直流電気鉄道の電力システム合理化、省エネルギー化

【概要】

直流き電区間の鉄道では、変電所から車両に電気を送る送電線は電気抵抗を有するため、電気鉄道特有の回生失効や送電損失、電圧降下などといった課題があります。これに対し、電気抵抗がゼロとなる超電導材を送電線へ適用することで、回生失効や送電損失等の抑制による省エネルギー化に加え、変電所の負荷平準化や集約化などの効果が期待されます。鉄道総研では、構内試験線において超電導ケーブルを用いた走行試験により各種評価を進め、その分析結果からケーブル構造を最適化し、鉄道路線での使用に適した超電導ケーブルシステムの完成を目指しています。

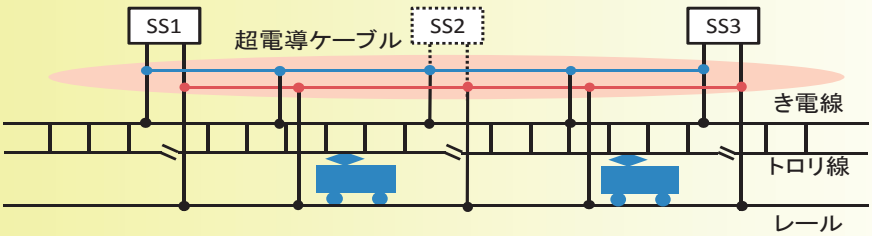
【特徴】

- 超電導材料は非常に高い電流密度を有するため、コンパクトな形状で大電流を送電できます。
- 変電所間を超電導ケーブルで結ぶことで電力のやりとりが自由になり、変電所の負荷が平準化され、集約化も可能となります。
- 電圧降下の大きい箇所でも超電導ケーブルで送電することで、電圧補償が期待されます。
- 超電導ケーブルによる架線電圧安定化のため、回生エネルギーの有効活用が期待されます。



鉄道用超電導ケーブルの構造

鉄道用超電導ケーブルによる電車走行



現在の直流電化の課題

- 回生失効
- 送電容量が増やせない
- 電圧降下の許容が小さい
  ⇒変電所が多い
- 沿線への直流磁界の影響
- 漏電電流による電食の問題

直流超電導化

- 回生効率の上昇
- 大送電容量かつ低損失
- 電圧降下低減
- 変電所集約化
- 電磁波障害なし
- 漏電電流の抑制による電食防止

＊本研究の一部は、国土交通省の補助金および（独）科学技術振興機構（JST）の「戦略的イノベーション創出推進プログラム（S－イノベ）」の支援を受けて実施しています。

乗務員運用計画作成の自動化

信号･情報技術研究部

行路･交番の自動作成機能の設計から導入まで

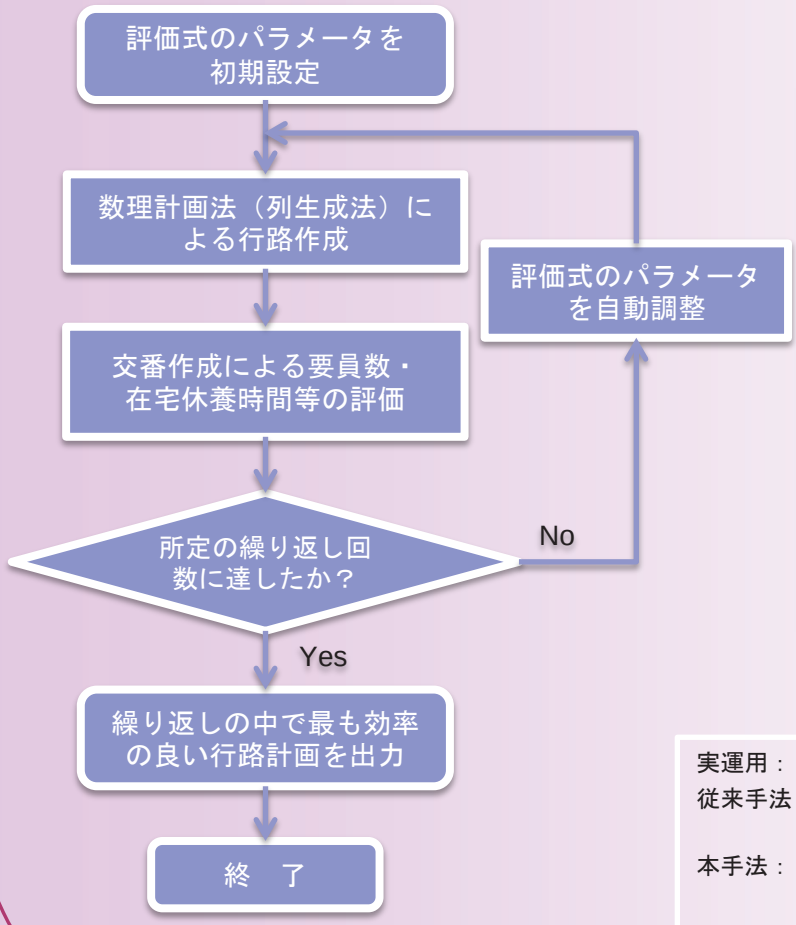
【概要】

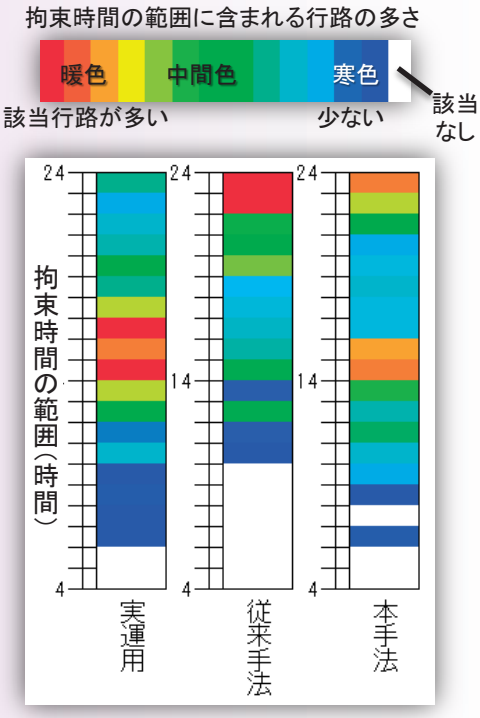
総研で開発した乗務員行路および乗務割交番の自動作成手法を活用し、輸送計画系の既存システムの拡張や新規システム開発における、行路・交番の自動作成機能の設計、プログラム作成、導入を支援します。

【特徴】

- 各社固有の運用形態、規定類等の条件に基づき、数理計画問題として定式化します。
- 要員効率、在宅休養時間、交番組間の労働条件の平準化などの最適化が図れます。
- 数理モデルに基づいたアルゴリズムにより、迅速かつ確実に実用的な行路・交番を提案します。
- 規定類の見直しや、乗務員区の配置換えなどの検討業務の支援も可能です。

行路作成アルゴリズム





行路の拘束時間分布による行路作成手法の比較

実運用：　計画担当者が手作業で作成

従来手法：交番作成を考慮せずに算定要員数の最小化を行うこれまでの作成アルゴリズム

本手法：　交番作成を考慮し、在宅休養時間が適切に確保できることを保証する、行路作成アルゴリズム

デジタル動揺計

車両構造技術研究部

鉄道車両の揺れを簡便に測定･評価

【概要】

持ち運びが簡単で簡便に振動乗り心地が測定できるデジタル動揺計を開発しました。動揺データと他データとを並列して収録し、動揺データを監視しながらパソコンのハードディスクへデータを収録する「モニタータイプ」と、無人で長時間データを測定や多数の箇所の測定に適した「無人タイプ」の２種類があります。モニタータイプは１台のパソコンに３台まで並列に接続することができます。無人タイプは、市販のＵＳＢメモリにデータを記録します。データ収録の動作開始・終了は、リモコンスイッチによって行います。この時、リモコンスイッチから各動揺計に時刻情報を転送し、各々のデータはこの情報によって同期されます。無人タイプの動揺計では、モニタータイプのような接続台数の制限はありません。いずれの場合にも乗り心地評価結果は市販の表計算ソフトで表示され、自由に加工できます。

【特徴】

- モニタータイプ　デジタル動揺計
  低消費電力型の３軸加速度センサ（シリコンピエゾ抵抗型）・電源・デジタル信号処理・ＵＳＢインターフェース機能を一体化し、小型・低価格を実現しました。駆動電源は単３電池４本またはＤＣ９Ｖになります。
- 無人タイプ　デジタル動揺計
  センサ部はモニタータイプと同じ３軸加速度センサを用いました。駆動電源は単３電池６本またはＤＣ９Ｖになります。市販の充電池で１０時間以上駆動できます。
  リモコン受光部は操作性を考え、デジタル動揺計の上面に設置しました。
  データは、ＦＡＴ３２タイプＤＯＳフォーマット形式でＵＳＢメモリに記録されます。５１２ＭＢのもので、外部電源が供給されていれば、およそ４０時間のデータが収録できます。

モニタータイプ

無人タイプ

可変減衰上下動ダンパによる制振システム

車両構造技術研究部

車両の上下方向の乗り心地を向上する

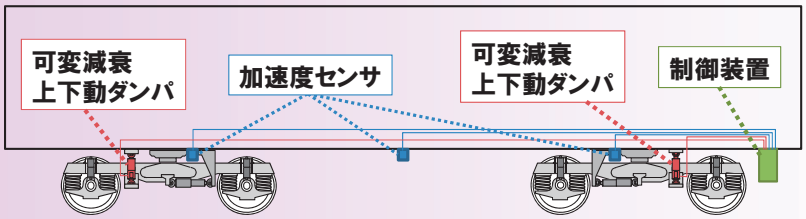
【概要】

地方交通線など、軌道の整備基準が比較的低い線区では、レール継目通過等に起因する車両の上下振動が増加し、乗り心地が低下する場合があります。本システムは、このような線区を走行したときの車体の上下振動を低減し、乗り心地を向上することができます。

【特徴】

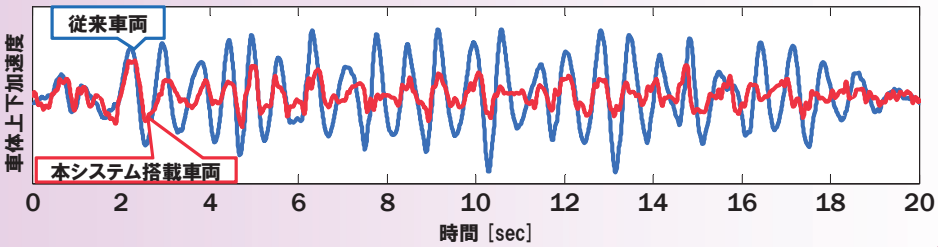
- 車体の上下の揺れを加速度センサで検知し、台車ー車体間に取り付けた「可変減衰上下動ダンパ」を制御して、車体の振動を低減します。
- 地方交通線などのロングレール化されていない区間での上下振動低減効果が高く、このような区間に特徴的な上下振動の強さを半減、ないしそれ以下に低減する能力があります。本システムは、在来線優等列車の一部に使われています。
- 低周波の車体の揺れを抑えるほか、車体曲げ振動の低減にも効果があります。
- 台車と車体にダンパ取付部を追加することにより、既存車両にも装備できます。

装置の構成



在来線車両への
取り付け状況

振動低減効果例
（在来線・
60km/h走行時）



※ 本システムは、日立オートモティブシステムズ（株）との共同開発品です。

都市鉄道の需要予測とサービス施策検討の支援

信号・情報技術研究部

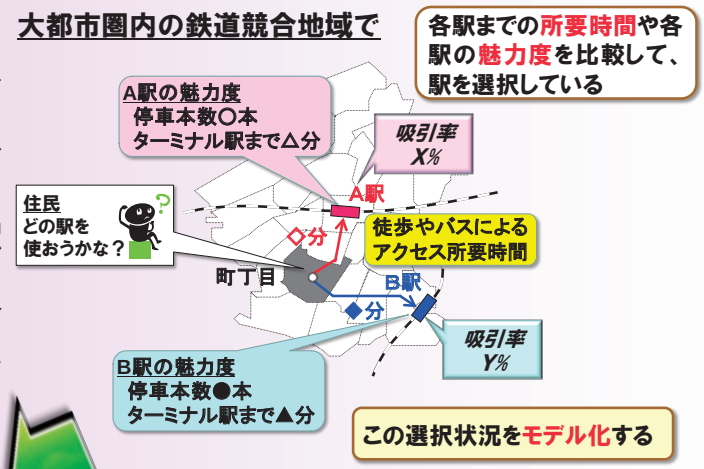
都市鉄道の予測手法「駅勢圏予測法」

【概要】

都市鉄道における需要予測は、新線や新駅の開業に伴う需要の予測だけではなく、サービス向上施策の検討や競合路線との競争力強化のための施策の検討などに活用することができます。鉄道総研では、従来の四段階推定法よりも簡易であるにもかかわらず、精度の良い駅勢圏予測法を開発しました。駅勢圏とは、駅を中心にその駅を利用すると期待される需要の勢力範囲を言い、本手法は隣接駅や近隣駅との需要の取り合い（吸引率）をモデル式により再現することで需要を予測します。

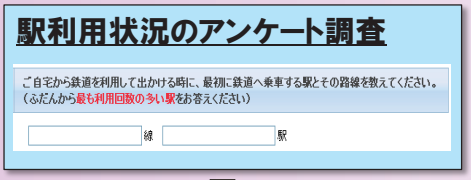
【駅勢圏法による需要予測の特徴】

- 駅や路線をピックアップして予測を行うことができます。
- 従来の四段階推定法と比較して、作業工程の短縮が可能です。
- 町丁目ごとに吸引率を予測して、駅勢圏を設定します。
- 町丁目単位で地区の状況（再開発計画による人口急増など）を勘案した精緻な予測が可能です。



駅勢圏予測法

駅利用状況のアンケート調査



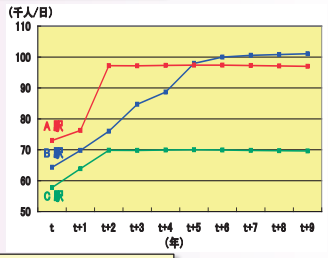
モデル作成（パラメータ推定）

Huff Model

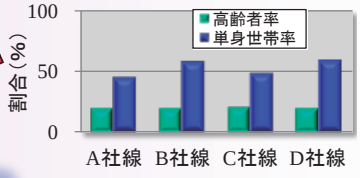
$$P_{ij} = \frac{S_i / D_{ij}^{\lambda}}{\sum \left(S_n / D_{nj}^{\lambda} \right)}$$

駅勢圏設定システム
（吸引率の計算）

駅の需要予測



駅の商圏分析



◆駅の需要予測（中間新駅設置、ホーム増設等施設改良）
◆サービス向上施策効果の事前予測（快速停車駅化）
◆駅ナカ出店計画への反映
様々な駅のマーケティングリサーチに活用可能

特許第5111347，特開2012-083983

ダイヤ改正案の乗車率予測、事前検証

信号・情報技術研究部

シミュレーションでダイヤ改正案の乗車率、遅延を予測

【概要】

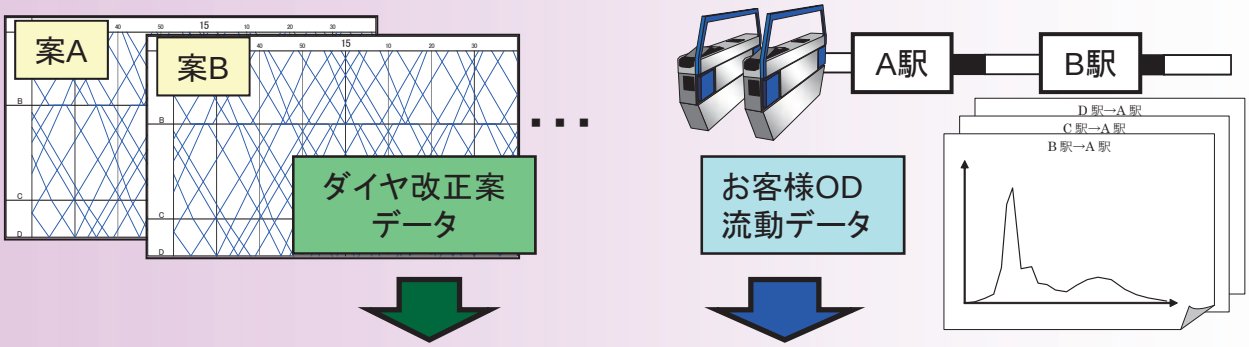
自動改札機等で記録されたODデータ（お客様のご利用データ）を利用して、作成されたダイヤ改正案を実施したときの各列車の乗車率、遅延をシミュレーションで予測し、改正案の事前検証を行います。

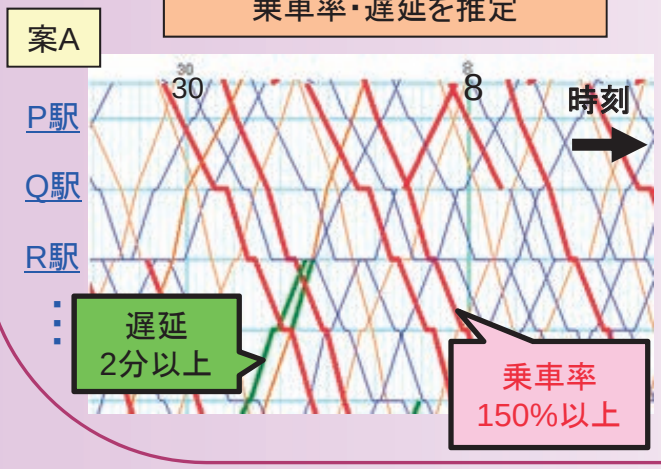
【特徴】

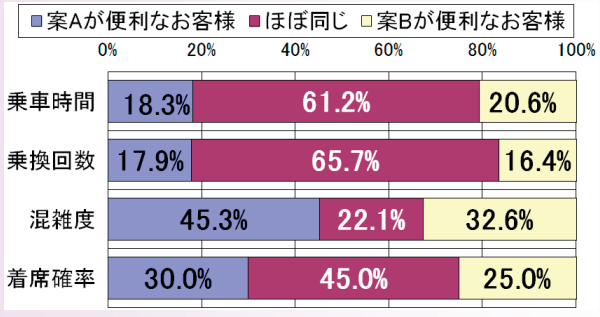
- 予測結果をダイヤ図上に可視化し、乗車率の高い列車、遅延の発生しやすい列車が一目で把握可能です。
- 乗換や混雑を避けるお客様の考慮、現在だけでなく将来の予測流動データを使用した推定等、様々なパターンの条件を前提とした推定が可能です。
- お客様の平均乗車時間等、便利度合を算出し、改正案を定量的に比較評価できます。

【実施形態】

お預かりしたダイヤ改正案、ODデータに基づき、鉄道総研でシミュレーションを実施し、予測乗車率等の結果を、一覧表または分析、可視化した状態でお返しします。







異常時の利用者向け案内放送の教育教材

人間科学研究部

利用者ニーズにあった異常時放送をするために

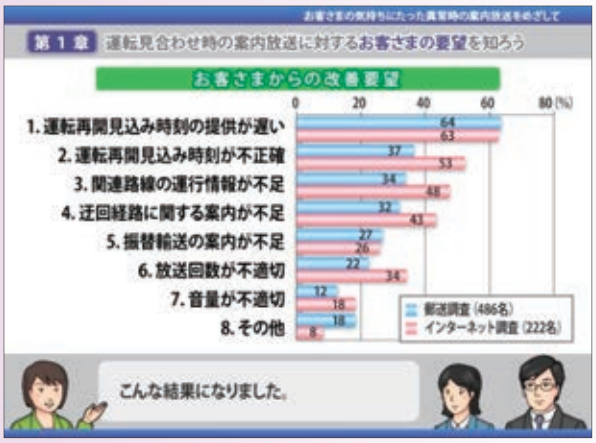
【概要】

事故などで運転見合わせが生じたとき、利用者のニーズを理解して運転再開見込み情報を早期に発信できれば、利用者の不満を低減できます。このことを、情報を発信する社員が適切に理解・納得できれば、自発的な情報発信につながります。ＤＶＤ教材「お客さまの気持ちにたった異常時の案内放送をめざして」は、理解と納得を支援します。

【特徴】

お客さま調査に基づいた説明によって、学習者は疑問を解消しながら、運転再開見込み情報の効果的な発信方法を学べます。途中にクイズがあったり、章ごとのまとめがあったりするので、自習用、グループ訓練用の両方で活用できます。駅員や乗務員だけでなく、列車運行に関わる様々な職種でご活用いただけます。

項目	主な特徴
媒体	ＤＶＤ（35分） ・指導者の指導力差の影響が少ない ・現場で使用可能な機器
内容と提示方法	・意識改善の鍵となる不安や疑問を特定し、それらを解消するため旅客データを用いて解説 ・駅員と研究員の対話形式 ・設問・章末のまとめによるポイントの整理、記憶の定着



- 本教材をより有効に活用していただくための講習会などをお請けすることができます。
- 本教材で用いられているデータなどを、ご依頼会社の実態に合わせることも可能です。

セミアクティブサスペンション

車両構造技術研究部

高速走行時の揺れを止める

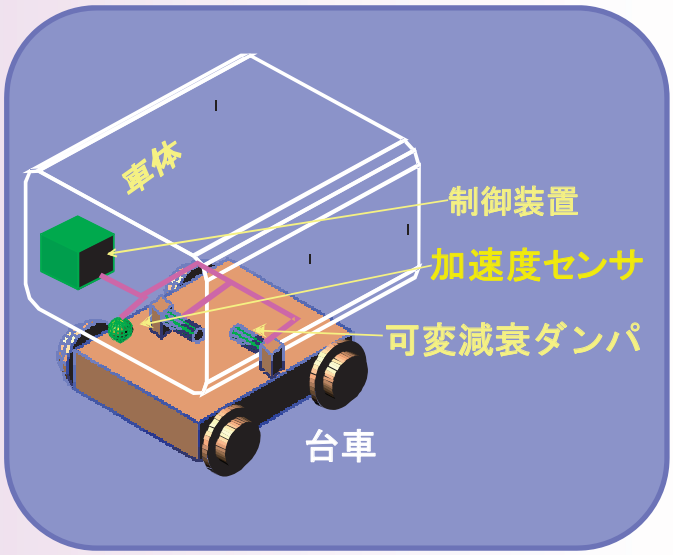
【概要】

新幹線のように高速で走行する列車では、台車から車体に伝わる振動と、空気力で直接車体が揺らされる振動が同時に起こりますが、これらの振動を抑える方法は正反対であるため、特性が一定のサスペンションでは両方に対応することができず揺れが増加します。この装置は高速走行時でも良好な乗り心地を提供するために開発したものです。

【特徴】

- 車体の揺れを加速度センサで検知し、台車と車体の間に取り付けた「可変減衰ダンパ」という部品を高速で制御して、両方の振動を抑制する抵抗力を発生します。
- 横揺れを30%以上小さくする能力があり、平成8年に開発し、以降に登場した新幹線では全ての形式の列車で使われています。
- 減衰力を無段階で制御できる小型・低コストの方式を開発しました。この方式は既存車両にも取り付けられるため、既存車両の取り付け改良が行われています。

可変減衰ダンパ



セミアクティブサスペンションの構成図

ブレーキディスク表面の温度解析装置

車両制御技術研究部

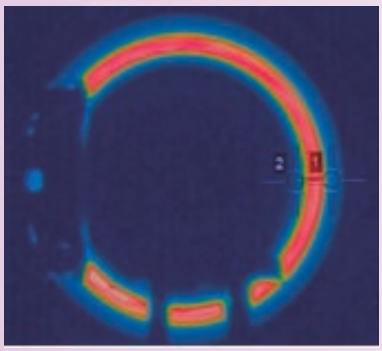
ブレーキディスクに特化した温度解析が可能

【概要】

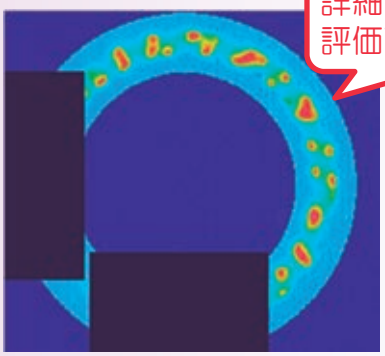
制動時に高温となるブレーキディスク温度を詳細に調べる装置です。一般的なサーモカメラでは測定が不可能だった詳細な温度分布やその瞬間的な変化を評価し、ディスクブレーキシステム（ディスク・ライニング・キャリパ）の評価・開発を容易に行えるようサポートします。

【特徴】

- ワイドな温度測定レンジ（300℃～1100℃）です。
- 300km/hの高速時でも鮮明な温度分布が得られます。
- 回転するディスク表面の任意領域に着目した温度解析が可能です。
- 温度と同時にアナログ信号（8ch）の収録が可能です。



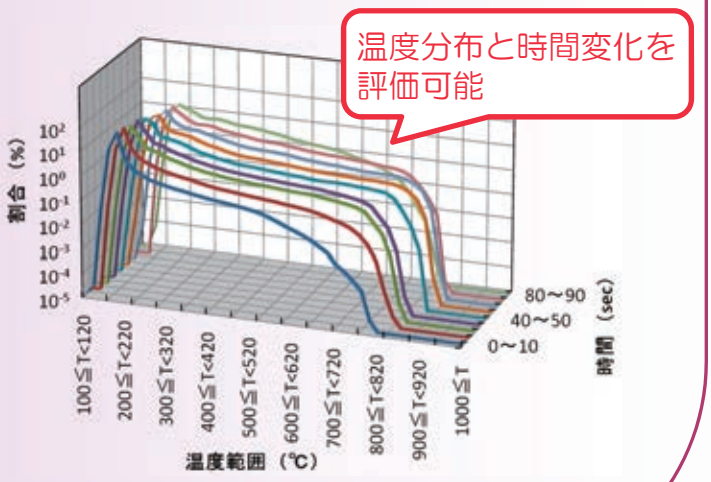
一般的なサーモ映像



鉄道総研開発装置のサーモ映像

ブレーキ時（270km/h→200km/h）におけるサーモ映像例

サーモカメラ撮影の様子



温度ヒストグラムの例

鉄道総研新刊図書のご案内

事故に学ぶ鉄道技術（車両編Ⅰ）
本体1,500円+税（No.036）

鋼構造物塗装設計施工指針
2013年
本体5,000円+税（No.201）

鉄道構造物等設計標準・同解説
（鋼・合成構造物）性能照査の手引き
本体1,800円+税込（No.227）

ポストテンション式ＰＣ桁の
維持管理マニュアル集
本体1,700円+税（No.426）

既存鉄道コンクリート高架橋柱の
耐震補強設計指針
本体2,000円+税（No.427）

※別途、送料・振込手数料がかかります。
これらの図書の中には鉄道総研・鉄道技術推進センター会員割引となるものがありますのでお問合せ下さい。

図書に関するお問い合わせ・お申込み先
事務局：一般財団法人研友社　TEL：042-572-7157　FAX：042-572-7190

鉄道総研の事業所・実験所

■ 事業所

国立研究所　：東京都国分寺市光町二丁目８番地３８
東京オフィス：東京都千代田区丸の内三丁目４番１号　新国際ビルヂング８階

■ 実験所

風洞技術センター：滋賀県米原市
山梨実験センター：山梨県都留市
日野土木実験所　：東京都日野市
勝木塩害実験所　：新潟県村上市
塩沢雪害防止実験所：新潟県南魚沼市

塩沢雪害防止実験所

勝木（かつぎ）塩害実験所

東京オフィス

風洞技術センター

日野土木実験所

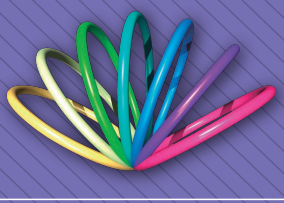
山梨実験センター

国立（くにたち）研究所

本冊子の取り扱い
・本冊子の著作権は、当研究所に帰属します。
・本冊子を無断で複写・複製することを禁じます。

本パンフレットのご案内以外にも様々なご要望にお応えしております。
お気軽に下記までご連絡ください。

2014年5月



公益財団法人 鉄道総合技術研究所
事業推進室　電　話：042-573-7380, 7302
E-mail：sales@rtri.or.jp
http://www.rtri.or.jp/index_J.html
➡「受託事業」をご覧下さい