

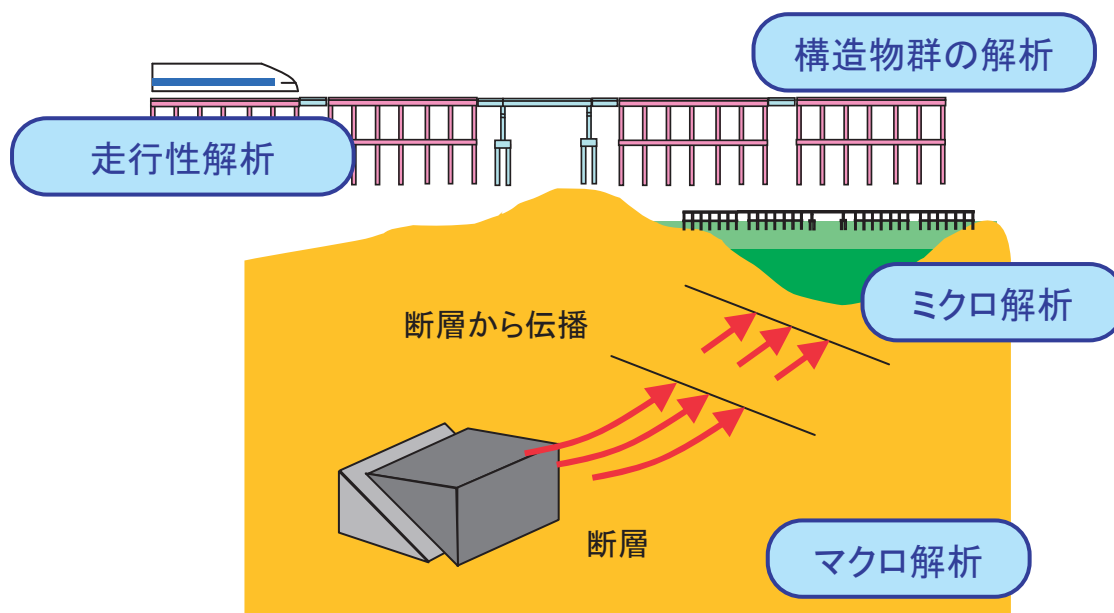
断層-地盤-構造物群-車両系の挙動解析法の構築

【概要】

鉄道路線近傍の活断層の運動により、鉄道構造物および走行中の車両が強い地震動を受けた場合に、地盤～構造物群～列車がどのような挙動を示すのかを解明するために必要な数値解析手法を構築しました。

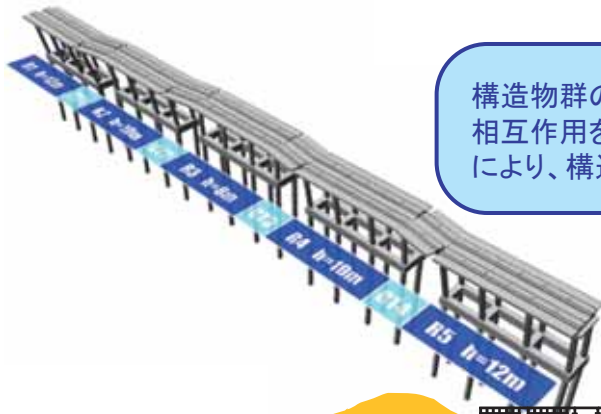
【特徴】

- (1)断層を含むマクロ(広範囲)な解析と表層地盤のミクロな解析をカップリングした地震動シミュレーション手法を開発しました。
- (2)隣接する高架橋間の相互作用を考慮した構造物群の地震応答解析手法を開発しました。
- (3)上記の成果を連携させて、断層-地盤-構造物群-車両を一連で解析することを可能としました。

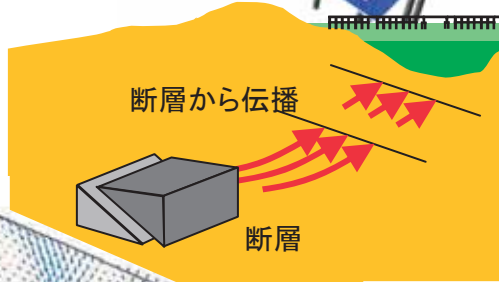


【用途】

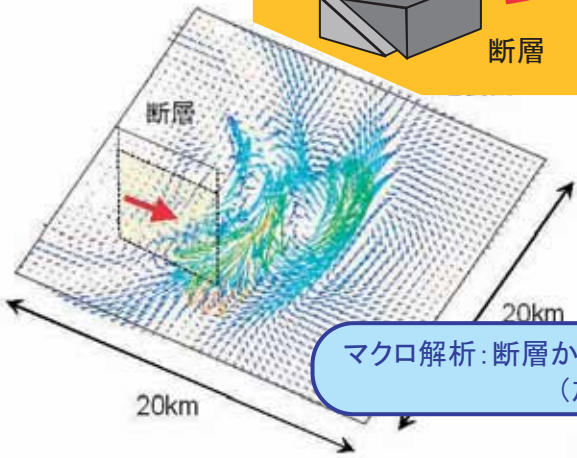
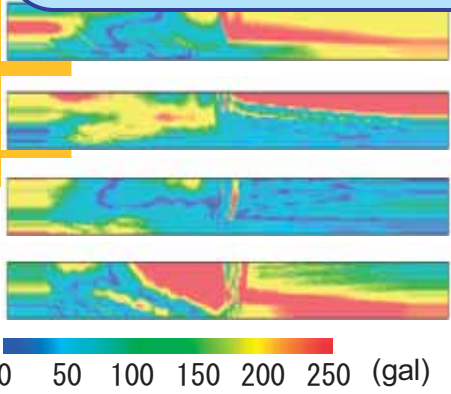
本手法を用いることにより、走行性に対する危険個所の抽出を行うことが可能になりました。



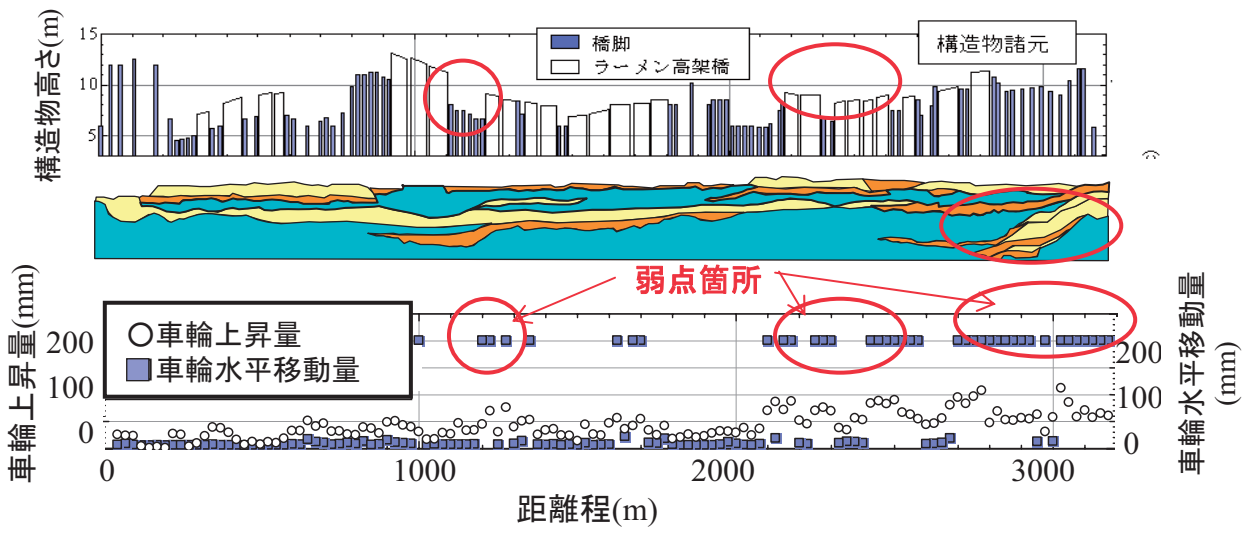
構造物群の解析: 隣接構造間で位相差が生じ、相互作用を及ぼしあう。ストッパーのモデル化により、構造物群の解析精度が向上



マイクロ解析: 盆地に入射した地震動による盆地内の波動伝播の様子 (加速度コンタ)



マクロ解析: 断層からの波動伝播の様子 (加速度のベクトル表示)



弱点箇所の抽出結果

ラーメン高架橋に挟まれた橋脚	ラーメンと橋脚が交互固有周期差: 大	地盤: 不整形 高架橋高さ: 高い
----------------	--------------------	----------------------

(財) 鉄道総合技術研究所 構造物技術研究部 (耐震構造研究室)
 鉄道力学研究部 (構造力学研究室)

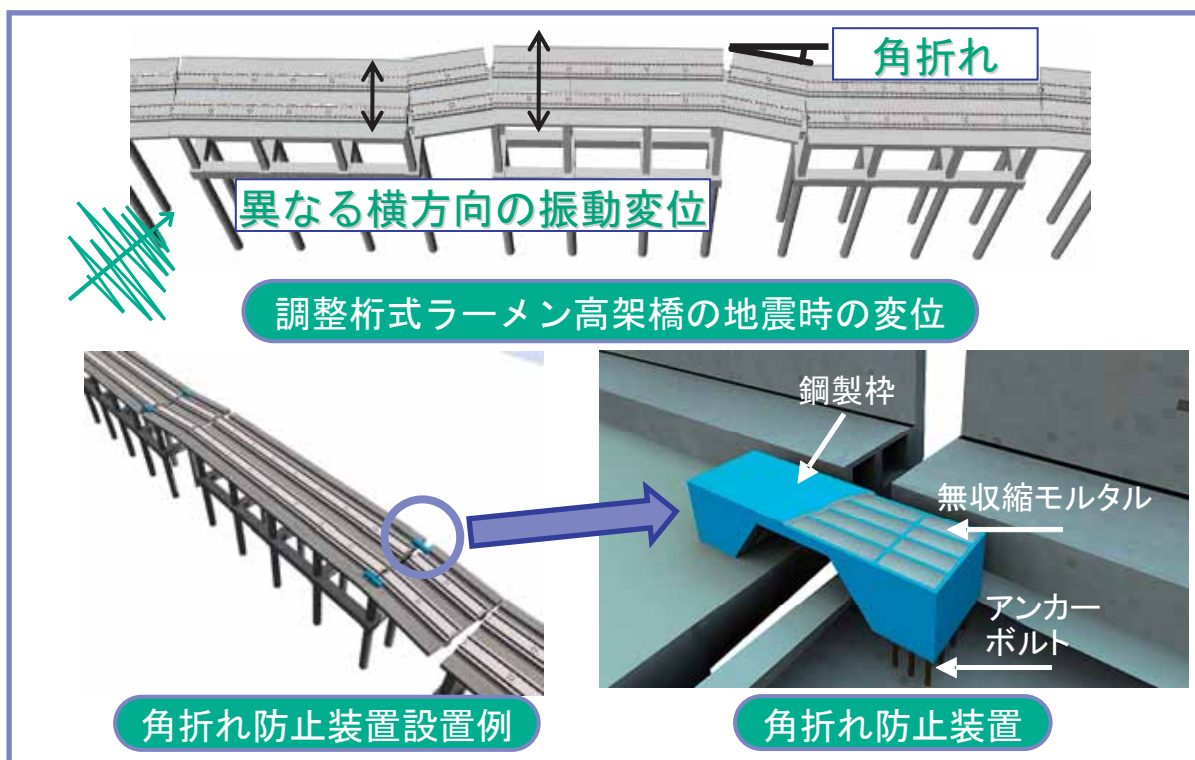
鉄道高架橋用 角折れ防止装置

【概要】

大規模地震により構造物の変形が大きくなると、軌道の不同変位（角折れ）が生じます。この角折れは連続する構造物群の弱点箇所であり、地震時の列車走行性を向上させるためには、その改善が不可欠です。そこで、安価かつ簡易な鉄道高架橋用の角折れ防止装置を開発しました。

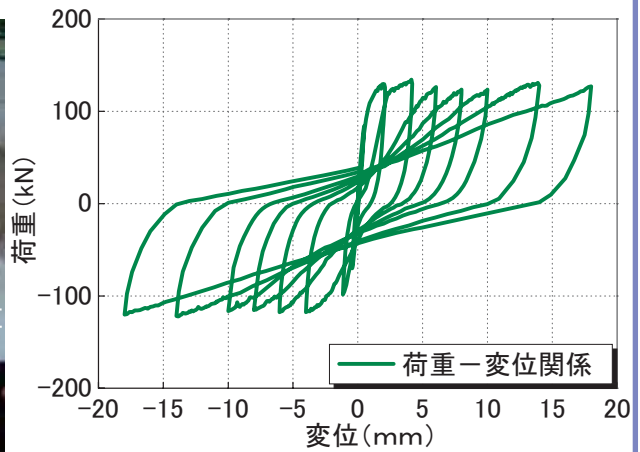
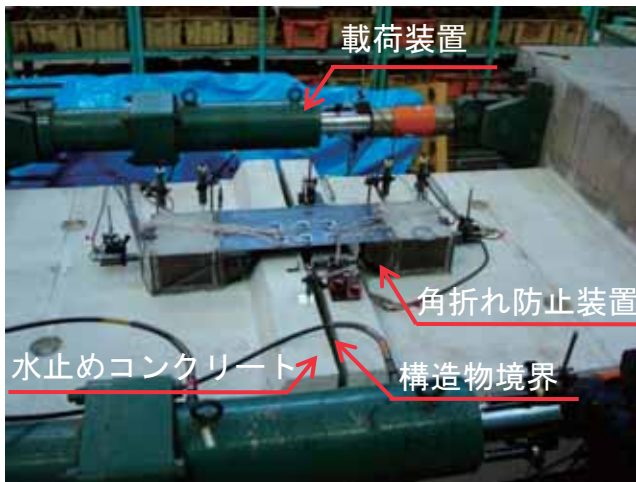
【特徴】

- ・ 本装置を調整桁式ラーメン高架橋の構造物境界に設置することにより、角折れを大幅に低減できます。
- ・ 角折れ防止装置は鋼製枠とアンカーボルトを無収縮モルタルで定着したシンプルな構造のため、経済性に優れています。
- ・ 張出スラブ上に設置するため、足場等を必要とせず、施工性にも優れています。スラブ軌道に対してはあと施工も可能です



【用途】

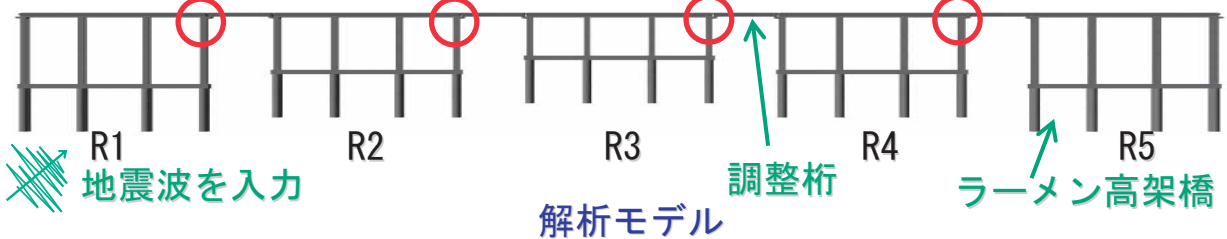
- ・ 角折れの発生が懸念される調整桁式ラーメン高架橋や桁式高架橋に適用でき、地震時列車走行性を改善できます。



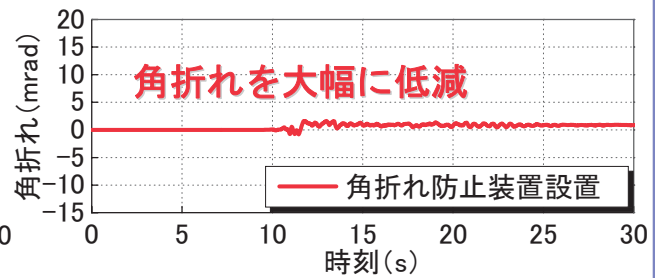
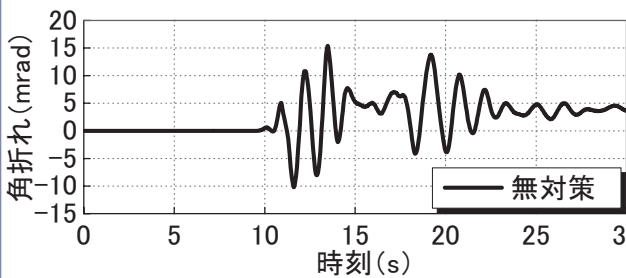
角折れ防止装置の性能を把握

角折れ防止装置の効果に関する実験的検討

○：角折れ防止装置設置 (固定側支承) (実験で得られた性能を入力)

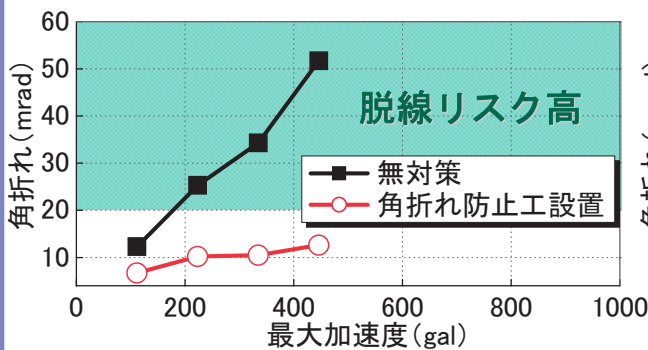


解析モデル

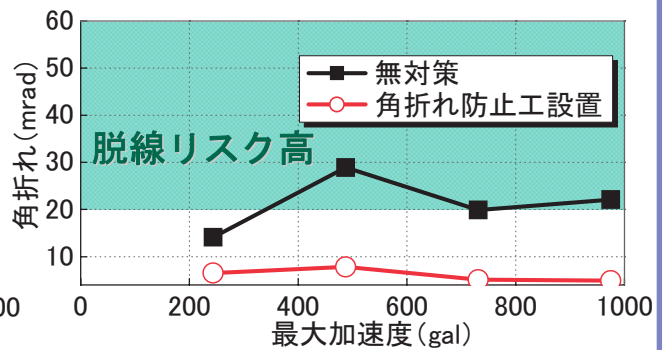


角折れを大幅に低減

調整桁接続部の時刻歴応答角折れ (R2固定支承)



脱線リスク高



脱線リスク高

海溝型地震 (L2スペクトルⅠ)

内陸断層型地震 (L2スペクトルⅡ)

地表面入力最大加速度と最大応答角折れ量の関係

角折れ防止装置の効果に関する解析的検討

電柱の制振器

【概要】

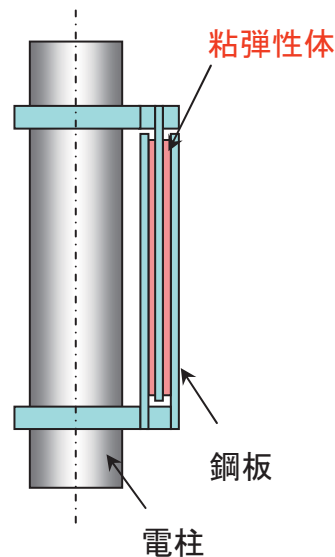
電車線を支持する電柱は地震時や列車通過時に振動し、場合によっては電柱の損壊や電車線の断線、架線金具の損傷等が発生する恐れがあります。そこで電柱の耐震性能向上および架線の振動抑制を目的に、電柱に減衰機能を付加して振動を抑制するための電柱制振器を開発しました。

【特徴】

電柱下部に取り付けて電柱曲げ変形を利用するもので、微小変位でも制振効果のある粘弾性体を鋼板で挟んで積層した構造です。鉄道現場の施工性や保全性を考慮して、電柱単独で施工できること、施工時の細かい調整が不要であること、安価で耐候性に優れていることなどが特徴です。



(取付状態)

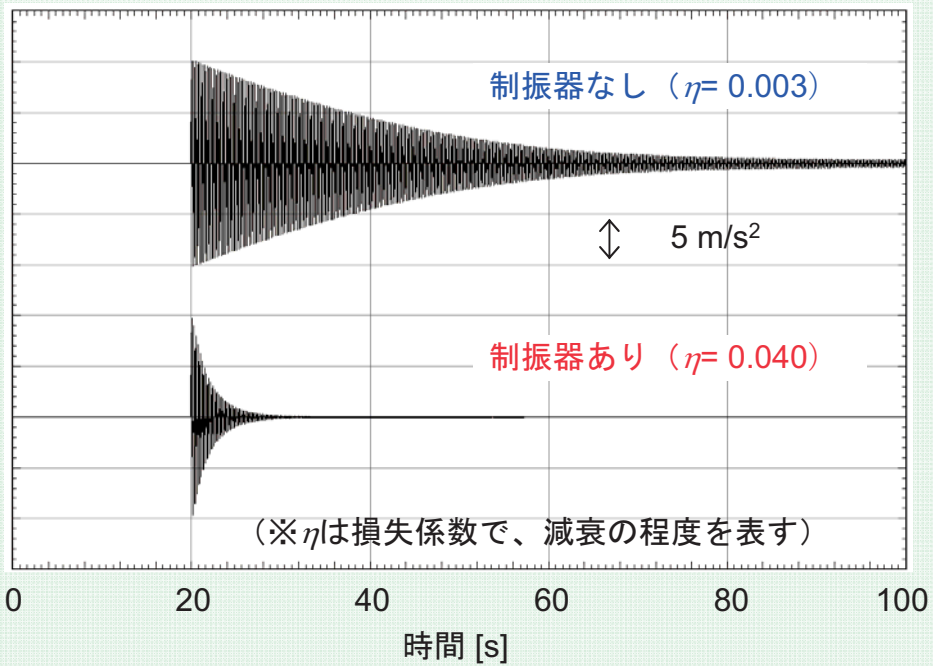


(断面図)

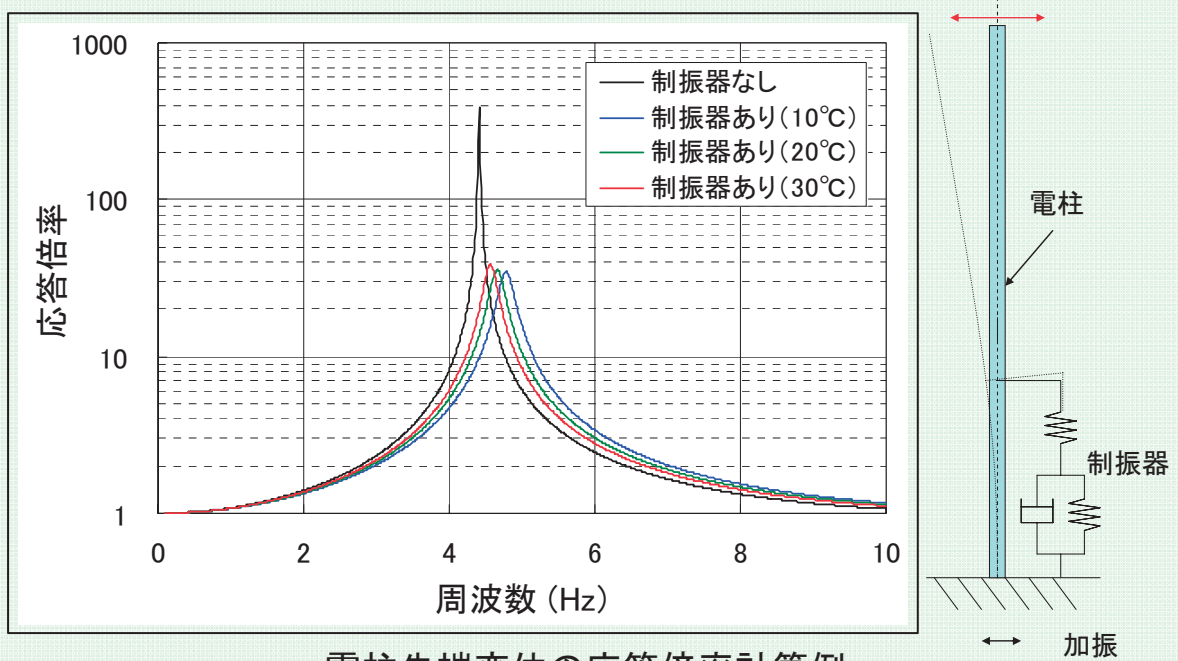
【用途】

高架橋と電柱の固有振動数が一致する場合には、共振現象により振動が大きくなる傾向があるので、このような箇所への導入が効果的です。

鋼管柱 (φ 355.6mm, 厚さ6.4mm, 地際上長さ9m) に取り付けられた場合



電柱先端の振動波形の比較



電柱先端変位の応答倍率計算例

鋼管柱 (φ 355.6mm, 厚さ6.4mm, 地際上長さ9m) の場合

地震対策優先度 判定手法の提案

【概要】

線状に延びる鉄道施設の耐震補強を限られた予算の中で効果的に行うためには、補強の優先順位や工法の選択について合理的な戦略を立てる必要があります。そこで、地震対策前後のライフサイクルコスト（耐震補強コスト+地震によって被害を受けた場合の復旧コスト+運行停止に伴う営業損失コスト）の差をDLCCとして定義し、この指標が最大となるように、地震対策優先度を判定する手法を提案しました。

【特徴】

(1) 優先順位の意思決定をサポート

地震対策効果を定量的な指標で評価することが可能であるため、鉄道システム全体の耐震対策優先度を合理的かつ適切に判定することが出来るようになります。

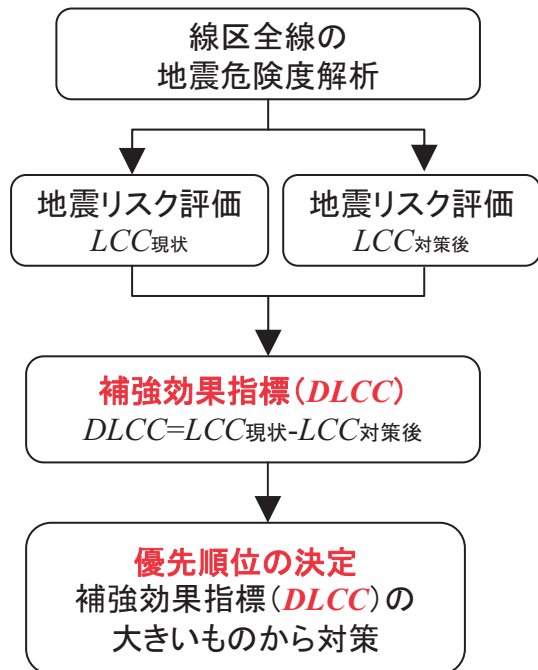
(2) 様々な条件に適した判定が可能

対象とする路線の、輸送密度・輸送量、地震活動度、地盤条件、鉄道システムの耐用期間、構造形式など、各種の条件を考慮した上で、鉄道システム全体の地震対策優先順位を決定することが出来ます。

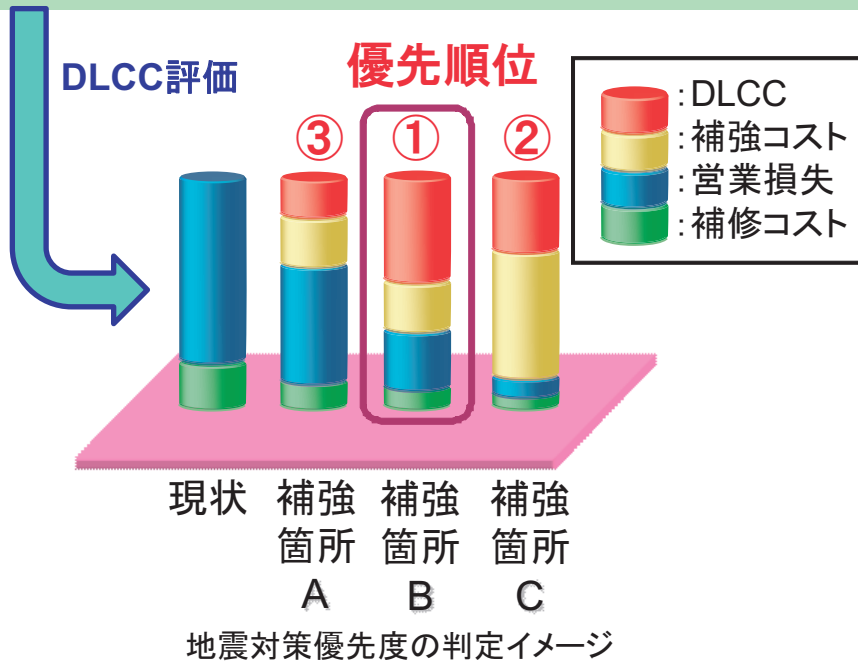
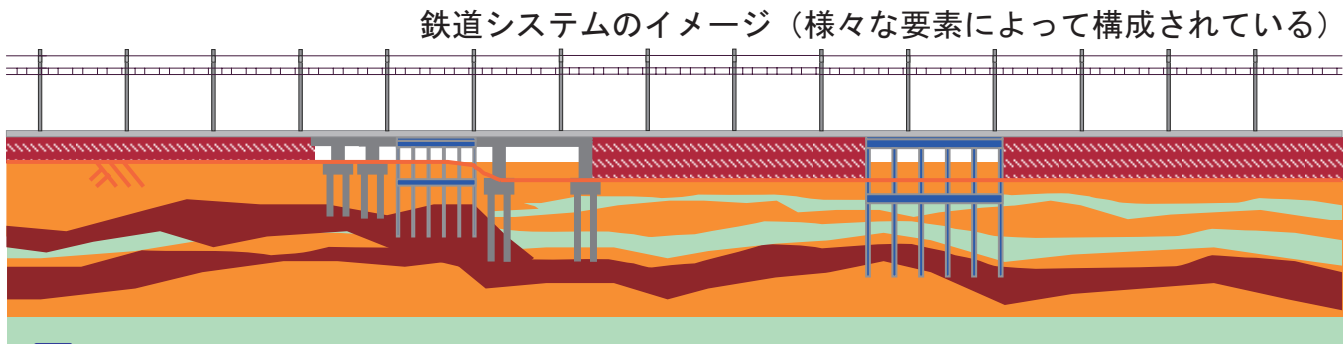
【用途】

鉄道システムは土木構造物、軌道、電車線柱、車両など各種の要素から構成されていますが、これらの地震対策は従来は個別に検討、実施されてきました。

本手法を用いることで、それぞれの鉄道構成要素の地震時安全性を同じで土俵で評価することができ、鉄道システムの耐震性向上を効率的に実施するためには、どの箇所／どの施設から優先的に地震対策を実施するのがよいのか、といった判定を行うことが出来るようになります。



左に示したフローに基づき路線のLCCを算定します。地震対策前後のLCCの差分を求めて、対策効果指標としてDLCCを定義します。このDLCCが最大となるような対策から優先的に実施します。



上図のような鉄道システムにおいて、3箇所の補強（例えば、電柱、高架橋、盛土）が考えられるとします。この場合のDLCC評価結果が左図のようになったとすると、優先的に補強を実施すべき箇所はDLCCが最大となる箇所Bと判断できます。このように本手法を適用することで、複数の対策箇所、対策工法が考えられる場合の最適な対策を選定することが可能になります。